Komparativna analiza pokazatelja radnog učinka skladišne opreme

Đedović, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:588905

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Nikolina Đedović

KOMPARATIVNA ANALIZA POKAZATELJA RADNOG UČINKA SKLADIŠNE OPREME

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

KOMPARATIVNA ANALIZA POKAZATELJA RADNOG UČINKA SKLADIŠNE OPREME

COMPARATIVE ANALYSIS OF WAREHOUSE EQUIPMENT PERFORMANCE INDICATORS

Mentor: prof.dr. sc. Kristijan Rogić

Studentica: Nikolina Đedović

JMBAG: 0135244644

Zagreb,2020.

SAŽETAK:

U radu su prikazani i komparirani procesi sortiranja paketnih pošiljaka na primjeru iz prakse. Definirani su osnovni pojmovi i značajke skladišnih sustava uz opis i karakteristike skladišne opreme. Komparativnom analizom procesa sortiranja paketnih pošiljaka definirani su pokazatelji radnog učinka. Cilj istraživanja je kroz analizu prethodnog i postojećeg stanja skladišne opreme na primjeru iz prakse prikazati učinkovitosti radnih performansi. Kroz analizu troškova i planova unaprjeđenja prikazat će se očekivani učinci te pravac budućeg razvitka.

KLJUČNE RIJEČI:

Skladišni sustavi, proces sortiranja, pokazatelji radnog učinka, skladišna oprema

SUMMARY:

In this paper the processes of sorting parcels is presented and compared on an example from practice. The basic concepts and characteristics of warehouse systems are defined with a description and characteristics of warehouse equipment. Comparative analysis of the process of sorting parcels defines performance indicators. The main goal of the research is to show the efficiency of work performance through the analysis of the previous and existing conditions of storage equipment on the example from practice. Through the analysis of costs and improvement plans, the expected effects and the direction of future development will be presented.

KEY WORDS:

Warehouse systems, warehouse process, performance indicators, warehouse equipment

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. POJAM I ZNAČAJKE SKLADIŠNIH SUSTAVA 3

2.1. Glavne komponente skladišnih sustava 3

2.2. Skladišna oprema 4

2.2.1. Sredstva za pohranu robe 5

2.2.2. Sredstva za unutrašnji transport 11

2.2.3. Pomoćna i dodatna skladišna oprema 16

2.3. Skladišni sustavi prema stupnju mehanizacije 17

3. ULOGA SKLADIŠTA U DISTRIBUCIJSKOM SUSTAVU 19

3.1. Tipovi skladišta u logističko-distrbutivnom lancu 20

3.1.1. Skladište sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda 20

3.1.2. Konsolidacijski centri i tranzitna skladišta 21

3.1.3. Cross dock (XD) centri i centri za sortiranje 21

3.1.4. Skladišta za e-distribuciju i robu u povratu 21

3.2. Skladište kao mjesto objedinjavanja i/ili pregrupiranja 23

4. POKAZATELJI RADNOG UČINKA U SKLADIŠNIM SUSTAVIMA 25

5. KOMPARATIVNA ANALIZA UČINKA SKLADIŠNE OPREME NA PRIMJERU IZ PRAKSE 28

5.1. Tehnološki proces sortiranja paketnih pošiljaka u sortirnici Jankomir 29

5.2. Tehnološki proces sortiranja paketnih pošiljaka u NSC-u 34

5.3. Komparacija pokazatelja radnog učinka 39

6. OČEKIVANI UČINCI I PRAVAC BUDUĆEG RAZVITKA 42

6.1. Analiza troškova i ulaganja 43

6.2. Planovi unaprjeđenja procesa sortiranja paketnih pošiljaka 45

ZAKLJUČAK 46

LITERATURA 47
POPIS SLIKA 48
POPIS GRAFOVA 49
POPIS TABLICA 50
POPIS KRATICA 51

1. UVOD

Razvojem tehnologije i porastom količine robe u paketnoj distribuciji sve je zahtjevnija potreba za učinkovitim, preciznijim, ekonomičnijim skladišnim procesima. S tim u vezi, skladišna oprema predstavlja esencijalni element svakog skladišnog poslovanja, stoga racionalnim uređenjem i dobrom opremljenošću skladišta mogu se postići značajne uštede kroz: vremensko skraćenje procesa, povećanje obrta pošiljaka ili smanjenje količine zaliha. Radni učinak unutar skladišnog sustava mjerljiv je te ga je moguće prikazati kroz određene pokazatelje. Pokazatelji radnog učinka najbolje je definirati kroz analizu usporedbe relevantnih perioda.

Kroz drugo poglavlje rada definirane su glavne skladišne komponenata te važnost skladišnog sustava u lancu opskrbe. Skladišna oprema podijeljena je na sredstva za pohanu robe i sredstva za unutrašnji transport te pomoćnu i dodatnu opremu. Opisane su neke osnovne karakteristike i funkcije skladišne opreme ovisno o njihovoj primjeni. Uz osvrt na vrstu skladišnih sustava prema stupnju mehanizacije te važnostima automatizacije skladišnog poslovanja.

Uloga skladišta u distribucijskom sustavu iznimno je važna, prvenstveno se ta uloga odnosi na pohranu robe ili dobara. Ovisno o ulozi u distribucijskom sustavu skladišta moguće je podijeliti na: skladišta sirovina, proizvoda, poluproizvoda, konsolidacijske i tranzitne centre, Cross dock i centre za sortiranje, skladišta za e-distribuciju te skladišta za robu u povratu. U trećem poglavlju opisane su osnove značajke i specifičnosti navedenih skladišta ovisno o vrsti robe koja se pohranjuje ili načinu kojim se manipulira robom. Uz to skladišta s obzirom na ulogu u distribucijskoj mreži predstavljaju mjesto konsolidacije tereta ili pregrupiranja ovisno o zahtjevima tržišta.

Pokazatelji radnog učinka mogu biti definirani kao kvalitativne i kvantitativne vrijednosti. Uz skladišnu opremu vežu se kvantitativni pokazatelji kao što su: kapaciteti, brzina ili preciznost izvršavanja određene aktivnosti. Kroz četvrto poglavlje opisat će se razlozi i važnost mjerenja ključnih pokazatelja skladišnih sustava.

U petom poglavlju opisat će se i usporediti proces sortiranja paketnih pošiljki u Hrvatskoj pošti koji se odnosi na period prije implementacije stroja za sortiranje paketa te nakon implementacije stroja za sortiranja paketa. Kroz osnovne pokazatelje radnog učinka kao što su količina obrađenih pošiljki, radne snage, preciznosti usmjeravanja paketnih pošiljki usporedit će se i analizirati relevantni periodi.

S obzirom na trend rasta količine paketnih pošiljki potreba za investiranjem u nove tehnologije i automatizirane sustava postaje sve veća, stoga će se u posljednjem poglavlju analizirati ukupni prihodi i rashodi kao i investicija Hrvatske pošte u Novi sortirni centar u periodu od tri godine. Kroz planove za razvoj u budućnosti definirat će se cilj i očekivani učinak rada stroja za sortiranje paketnih pošiljki.

2. POJAM I ZNAČAJKE SKLADIŠNIH SUSTAVA

Postoje brojne definicije kojima se pokušavaju obuhvatiti osnovne funkcije, značajke, komponente i važnost skladišnih sustava. S logističkog stajališta "skladište je čvor ili točka logističke mreže na kojem se roba prije svega prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. U širem smislu to je ograđeni ili neograđeni prostor, zatvoreni ili poluzatvoreni prostor, za uskladištenje robe i svega onog što je u izravnoj vezi sa skladištenjem, te kao takav predstavlja njegov sastavni dio. U tom pogledu, skladište predstavlja prostor u kojem se roba preuzima, čuva od raznih fizičkih i kemijskih utjecaja, izdaje i otprema pomoću adekvatne skladišne mehanizacije.[1]

Suvremeni logistički sustavi su mnogo više od jednostavnih mreža tokova materijala. Takvi sustavi uključuju kompleksne te vrlo opsežne procese koji moraju biti uključeni u brojna ispitivanja kako bi se osiguralo uspješno poslovanje i razvoj. Skladištenje u tom smislu predstavlja planiranu aktivnost kojom se materijal/roba dovodi u stanje mirovanja. Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu predstavlja skladišni proces, a uobičajeni naziv skladište podrazumijeva skladišni sustav.[1]

U sljedećim poglavljima opisat će se komponente skladišnih sustava kao i vrste skladišnih sustava prema stupnju mehanizacije/automatizacije.

2.1. Glavne komponente skladišnih sustava

Ovisno o razvijenosti i obimu posla, skladišni sustav za normalni tok aktivnost mora imati one elemente kojima je u samoj osnovi i definiran kao pojam. Na primjeru logističkog čvora u kojem se sijeku tokovi robe, funkcije skladišta su skladištenje i distribucija materijala, dok je glavna zadaća skladišta dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa.[1]

Komponente skladišnih sustava:[2]

- skladišni objekti – pogodni za rukovanje robom (zgrade, uređene površine,...),
- sredstva za skladištenje i odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta),
- transportna sredstva (prijenos i prijevoz; materijala, robe, tereta)
- pomoćna skladišna oprema (sredstva za definiranje izmjera i težine, računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i dr.)

- dodatna oprema (protupožarni uređaji, sigurnosti i zaštiti uređaji, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema održavanja čistoće, sredstva za zaštitu na radu itd.)

2.2. Skladišna oprema

Skladišnu opremu moguće je podijeliti u dvije skupine: sredstva za unutrašnji transport i sredstva za pohranu robe. Obje skupine ovise o vrsti skladišta u kojoj se primjenjuju. Pojam sredstva za pohranu robe podrazumijeva različite vrste konstrukcije na koje se roba odlaže dok je njihova uloga mogućnost primanja najveće dopuštene količine robe te jednostavnu i praktičnu manipulaciju istom.[4]

U nastavku bit će opisana i navedena skladišna oprema za pohranu i unutrašnji transport odnosno manipulaciju robe koja se može pronaći u Novom sortirnom centru u tvrtke Hrvatske pošte d.d. u Velikoj Gorici.

2.2.1. Sredstva za pohranu robe

Sredstva za pohranu robe ili sredstva za odlaganje materijala mogu imati dvojaku ulogu: kao sredstva za zahvat materijala i kao sredstva za ostvarenje jediničnih tereta. Pojedine izvedbe sredstava za odlaganje koriste se pogonima obrade i montaže proizvoda (ili u skladištima gdje se obavljaju dodatne operacije) za privremeno odlaganje materijala, neposredno uz radno mjesto. Najčešća sredstva za odlaganje komadnog materijala su palete, sanduci, kutije, košare, kašete i sl. Većina sredstava za odlaganje materijala standardnih su dimenzija a najčešće se izrađuju od: drva, metala, plastičnog materijala ili kombinacijom navedenih.[2]

Slika 1: Modularne kutije i kolica

Izvor: Izradio autor

Na slici 1 prikazane su modularne plastične kutije za pohranu materijala u konkretnom slučaju koriste se za pohranu pošiljki. Specifičnom izvedbom i dimenzijama prilagođene su za slaganje jedne na/u drugu ili uz drugu. Metalna kolica na kojima se nalaze plastične kutije također imaju prilagođene dimenzije koje omogućavaju maksimalno iskorištenje prijevoznog kapaciteta kolica kao što je prikazano na slici.

Uz navedena sredstva, regali predstavljaju najčešći element opreme koje se koristi za odlaganje robe. Sredstva za pohranu robe dijele se u dvije osnovne skupine koje ovise o vrsti skladišnih jedinica kojima su namijenjene, a to su paletni i polični regali.

Paletni regali

Osnovna funkcija paletnih regala je skladištenje veće količine paletiziranih skladišnih jedinica koji podržavaju manipuliranje cijelim kutijama. Glavne značajke paletnih regala u vidu konstrukcije je to da su prilagođeni standardiziranim paletnim dimenzijama. Visina otvora može se mijenjati po potrebi u skladu s obilježjima artikla. Prednosti ovakve vrste regala su te što je svaka od razina neovisno podržana, stoga je omogućena veća količina jedinica koje se slažu u visinu.[4]

Najčešći tipovi paletnih regala jesu: jednostruki, dvostruki, provozni i protočni regali. Svaki od navedenih ima određene prednosti u usporedbi s drugim ovisno o konceptu koji omogućuju.

Slika 2: Jednostruki paletni regali

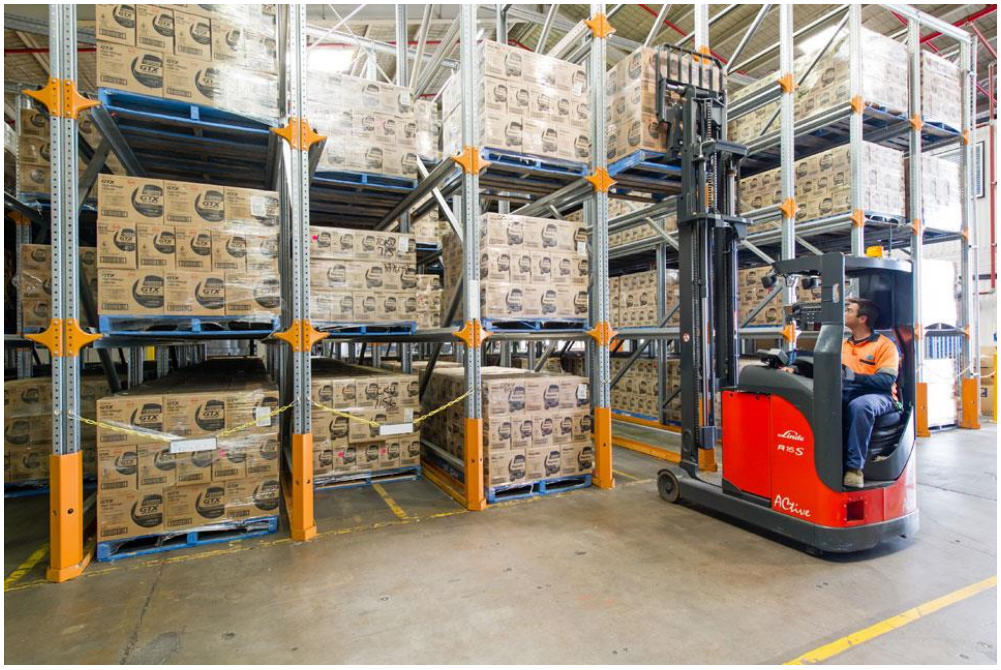
Izvor: [5]

Osnovna razlika između prikazanih regala na slici 2 i slici 3 osim u konstrukciji je i mogućnosti zaprimanja manje/veće količine robe. Tako na primjer, jednostruki regali imaju prednost u smislu pristupa svim skladišnim jedinicama na svim lokacijama, najjeftinija izvedba sustava regala po m^2 dok dvostruki i provozni nemaju identične karakteristike, ali zbog svoje konstrukcije imaju mogućnost pohrane više skladišnih jedinice u istoj razini. [4]

Slika 3: Dvostruki paletni regali

Izvor:[6]

Provozni regal, poznat kao *Drive-In-Regal*, objedinjuje prednosti blok i regalnog skladištenja. Ovaj tip regala prikladan je za iskorištavanje skladišnog prostora pri velikoj količini istih proizvoda i za robu koja je osjetljiva na pritisak ili ne može biti jednostavno složena. Na slici 4 prikazan je provozni paletni regal te način na koji se puni.[4]



Slika 4: Provozni paletni regal

Izvor:[7]

Svaka pojedina vrsta regala ima određene specifičnosti koje se međusobno razlikuju. Tako se njihova svojstva danas mogu usporediti na osnovi brojnih kriterija. U tablici 1 prikazana je usporedba paletnih regala prema sljedećim kriterijima, izraženim u postotku: iskorištenost površine skladišnog prostora, brzina pristupa, rotacija robe, zahtjevima za posebnom opremom te prilagodljivosti sustava.[4]

Tablica 1: Usporedba značajki paletnih regala

Pokazatelji	Jednostruki regali	Dvostruki regali	Provozni regali	Protočni regali
Iskorištenost površine (%)	50	70	80	80
Brzina pristupa (%)	80	60	50	80
Rotacija robe (%)	70	50	60	100
Zahtjev za posebnom opremom	Ne	Da	Ograničen	Ne
Prilagodljivost sustava (%)	100	100	100	40

Izvor: Izradio autor prema [4]

U tom smislu protočni regali koji su konstruirani kao blokovi vrlo slično kao provozni regali te imaju ukošenu donju površinu koja je opremljena s nizom kotačića koji pak omogućuje primjenu FIFO (*engl. First in First out*) sustava te znatnu uštedu skladišnog prostora.[4]

Polični regali

U osnovi najjeftiniji model skladištenja robe za manje prekrcajne i manipulativne jedinici kao što su pojedinačna ili kartonska pakiranja. S obzirom na to da su za paletne regale postojale određene podvrste tako i za polične regale postoje različite koncepcije i izvedbe. Dvije glavne podjele poličnih regala na: statične polične regale i gravitacijski protočni polični regali.

Statični protočni polični regali

S obzirom na namjenu ovakve vrste regala dubina može varirati između 0,46 – 0,61m s mogućom maksimalnom dubinom regala od 0,91m koji se koriste u slučaju većih kartonskih pakiranja. Karakteriziraju ga relativno plitke police te u slučaju veće količine robe koja uđe u skladište se raspoređuje uz prolaz radi olakšavanja komisioniranja robe.[4]

Slika 5: Statični polični regali

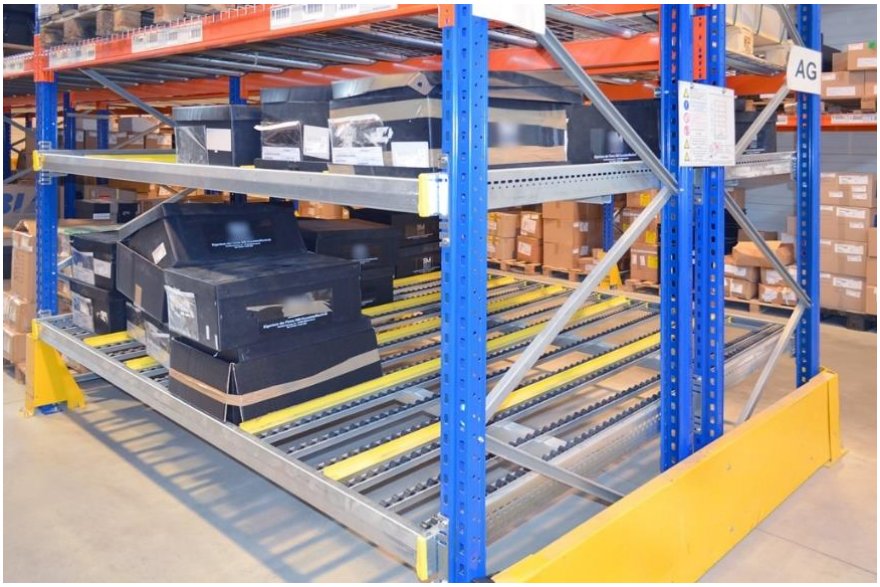
Izvor: [8]

Prema mjerenjima u skladištima opremljenima statičnim regalima prosječna brzina komisioniranja varira između 50-100 dohvata po osobi po satu. Glavna prednost ovakvih regala je povoljna nabavna cijena dok s druge strane nedostatak je iskazan u gubitku vremena na putovanje operatera i pretragu.[4]

Gravitacijski protočni polični regali

Konstrukcijskom izvedbom ovi regali opremljeni su kotačićima te su nagnuti na jednu stranu baš kao i prethodno navedeni paletni protočni regali. Ova vrsta regala se može puniti i prazniti s obje strane. Dubina pojedinih polica može varirati između 0,91-3m te samom konstrukcijskom izvedbom ih dijelimo u tri skupine:[4]

- četvrtasta fronta,
- nagnuti okvir,
- nagnuti okvir s ukošenim prednjim dijelom police.



Slika 6: Gravitacijski protočni polični regali

Izvor:[9]

Na slici 6 prikazan je tipični gravitacijski protočni polični regal. U usporedbi sa statičnim poličnim regalima s obzirom na cijenu su nešto skuplji za nabavu i ugradnju, ali je vremenski učinak operatera znatno bolji te se tim štedi vrijeme koje je potrebno za komisioniranje.

2.2.2. Sredstva za unutrašnji transport

U unutarnju opremu skladišta ubrajaju se transportna sredstva i sredstva za rukovanje robom. Transportno-manipulativna sredstva mogu se razvrstati prema sljedećim kriterijima:[2]

- prema vrsti materijala: za sipki ili komadni materijala,
- prema postojanosti toka materijala: za prekidni i neprekidni tok materijala,
- prema tehnologiji skladištenja: za podno skladištenje i skladištenje u regalima,
- prema zadaći u skladištu: za izravno skladištenje, za ulazno-izlazne operacije kod skladištenja, za komisioniranje, sa zadaćom uskladištenja
- prema glavnom obilježju skladištenja: dinamičko i statičko skladištenje,
- prema vrsti pogona,
- prema stupnju automatizacije,
- prema izvedbi skladišta i dr.

Najčešće izvedbe sredstva za radu skladištima su:[2]

- motorna vozila,
- ručna vozila
- dizala
- transportna sredstva za neprekinuti tok materijala (konvejeri, karuseli)
- automatizirana transportna sredstva (engl. *parcel sorting machine*)

Prema zastupljenosti viličari su najstarija transportno-manipulativna sredstva unutrašnjeg transporta. Svrha ovog sredstva je manipulacija i transport robe unutar skladišnih prostora, dok sa strane namjene viličari služe za iskrcaj, prijevoz, pohranu i ukrcaj tereta. Pomoću viličara obavljaju se neke od osnovnih operacija unutar skladišta kao što su: podizanje tereta na određenu visinu, prijevoz tereta, slaganje i izuzimanje robe te kretanje unutar skladišnog prostora.[4]

Slika 7: Ručni viličar

Izvor: Izradio autor

Na slici 7 prikazan je ručni viličar. Konstrukcijskom izvedbom i dimenzijama je prilagođen manipulaciji paletnih jedinica/ EURO paleta u prosjeku do maksimalne nosivosti od 2,5 tone.

Slika 8: Motorno-ručni viličar

Izvor: Izradio autor

S obzirom na vrstu pogona viličari se dijele u tri osnovne skupine: ručni viličari, motorno-ručni i motorni koji pak s obzirom na vrstu motora mogu biti: dizelski, benzinski, električni i plinski. Na slici 8 prikazan je električni motorno-ručni viličar sa teleskopskim mehanizmom za dizanje koji omogućuje lakše i brže kretanje u specifičnim okolnostima prekrcaja i slaganja odnosno manipulacije teretnih jedinica.

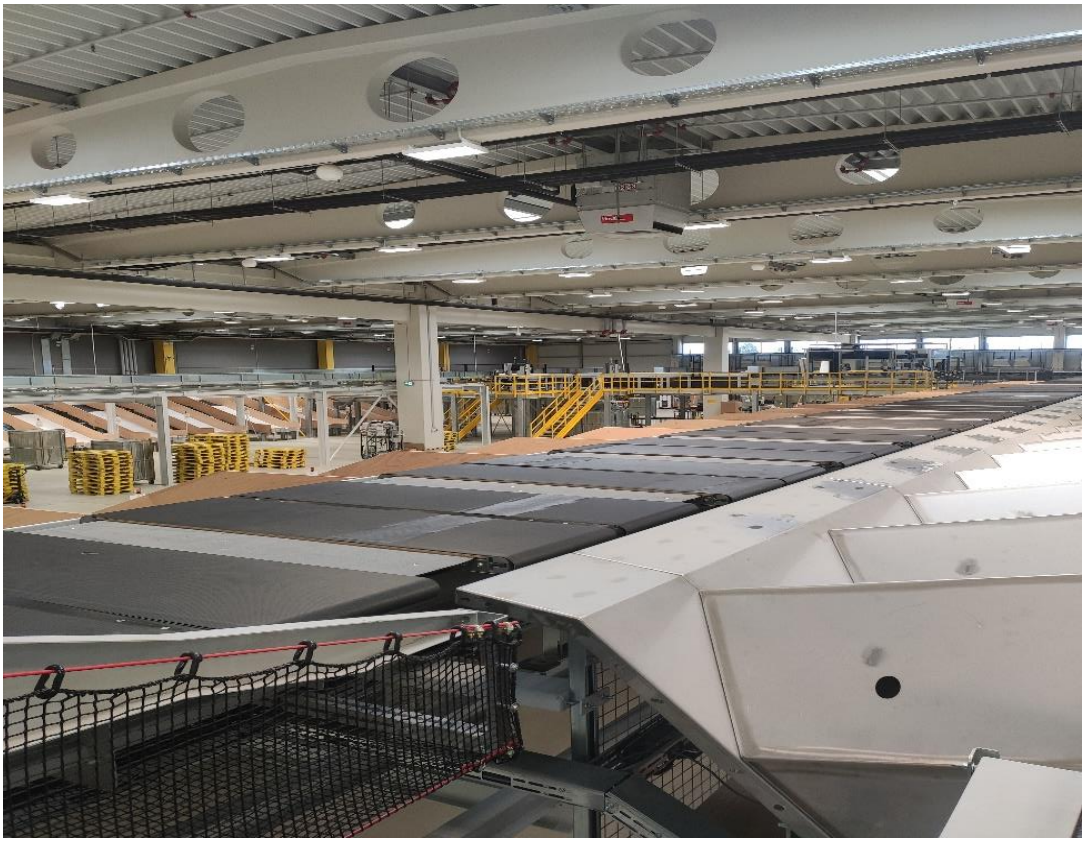
Raznovrsnom primjenom viličara omogućeno je smanjenje ljudskog rada, ubrzali su se procesi prijema i komisioniranja, povećan je radni učinak kao i iskorištenje skladišnog prostora.[4]

Slika 9: Kontejner

Izvor: Izradio autor

Prikazano na slici 9, kontejneri se najčešće koriste za ručno sortiranje i manipulaciju pošiljki. Metalnom konstrukcijom i pokretnim postoljem omogućuju manipulaciju i pohranu različite vrste robe odnosno pošiljki. Također se mogu blindirati u slučajevima kada se radi o pošiljkama koje je potrebno otvarati pod određenim nadzorom.

Uz navedena sredstva za transport i manipulaciju robe unutar skladišta postoje i visoko sofisticirani strojevi koji također imaju tu ulogu, a to su strojevi za sortiranje paketnih pošiljki. S obzirom da se tema ovog rada bazira na usporedbi dva različita perioda i pokazatelja radnog učinka primjenom različite skladišne opreme i resursa na primjeru prikazanog PSM-a, na slici 10, vršit će se većina komparativne analize.



Slika 10:Stroj za sortiranje paketnih pošiljki (PSM)

Izvor: Izradio autor

Stroj za sortiranje pošiljki sastoji se od dva tunela za skeniranje, pet lokacija za puštanje pošiljki, to jest indukciju pošiljki, vaganje, mjerenje dimenzija, skeniranje sa pet strana pošiljke, mogućnost čitanja i sortiranja OCR-om(engl. Optical Caracter Recognition), barkodom i podacima iz baze, manualnim usmjeravanjem na terminalu na indukciji pošiljaka i/ili online video - kodiranjem.

Pošiljke koje ne smiju ići na stroj:[16]

- pošiljke koje sadržavaju tekućinu (kemikalije, ulje, boju, vodu, alkohol,...)
- pošiljke koje sadržavaju hranu (sve što predstavlja rizik rasipanja na traci)
- pošiljke koje nemaju ravnu površinu kojom bi čvrsto stajale na traci
- pošiljke čije pakiranje nije kompaktno
- pošiljke sa slobodno pokretnim dijelom (remen, traka, špaga koja nije adekvatno pričvršćena)
- ostale pojedinosti pošiljke koje bi uzrokovale zastoj ili oštećenje trake

S obzirom na navedene karakteristike pošiljaka koje ne mogu biti strojno sortrirane postoje i druga ograničenja u vidu dimenzija i mase pošiljki. U tablici 2 su navedeni uvjeti koje pošiljka mora zadovoljiti prilikom procesa sortiranja na PSM-u.

Tablica 2:Karakteristike pošiljki za sortiranje PSM

Masa pošiljke(kg)	0,1kg – 30kg
Max dimenzije pošiljaka(mm)	600 x 600 x 1200
Max dimenzije pošiljaka za vreće	350 x 350 x 200

Izvor: Izradio autor prema [16]

2.2.3. Pomoćna i dodatna skladišna oprema

Uz sve one značajne komponente koji čine sastavni dio skladišnog sustava kao što skladišni objekti, skladišna i transportna oprema nalazi se pomoćna i dodatna skladišna oprema. Sastavni dio pomoćne skladišne opreme čini:[2]

- komunikacijsko-informacijski sustav,
- sredstva za sastavljanje i rastavljanje jediničnih tereta,
- sredstva za određivanje težine i dimenzija,
- sredstva za pretovar,
- sredstva i oprema za pakiranje
- pomoćna sredstva za rad u skladištu,
- sredstva za zahvat materija,
- pomoćna sredstva za povezivanje s okruženjem.

Dok se dodatnom opremom u skladišnom sustavu ostvaruju određeni uvjeti rada i čuvanja materijala. Neki od najvažnijih elemenata dodatne skladišne opreme su:[2]

- protupožarna zaštita,
- sigurnosno-zaštitni uređaji
- uređaji za klimatizaciju
- uređaji za grijanje/hlađenje
- uređaji za rasvjetu i druge električne instalacije,
- sanitarno higijenski uređaji,
- uređaji za održavanje čistoće,
- sredstva zaštite na radu.

2.3. Skladišni sustavi prema stupnju mehanizacije

Prema izvoru [2]:„S tehničkog stajališta, svako skladište se može automatizirati, bez obzira na značajke i količine materijala“. Ako je riječ o automatiziranom skladišnom sustavu tada takvo skladište za regularno funkcioniranje mora sadržavati rješenja koja su računalno podržana. U tom smislu je nužna povezanost s procesima tokova materijala, ali i tokova informacija.

Skladišni sustavi prema stupnju mehanizacije i automatizacije mogu se podijeliti na:[4]

- nisko mehanizirana,
- visoko mehanizirana,
- automatizirana,
- robotizirana.

U nisko mehaniziranim skladištima prevladava ručni rad. Aktivnosti, uključujući i upravljanje, skladišni radnici obavljaju pomoću jednostavnije skladišne opreme i manipulativnih tehnika.

Unutar visoko mehaniziranih skladišta aktivnosti se izvršavaju sredstvima kojima upravljaju skladišni radnici, ali i nekim automatski sredstvima u manjem opsegu.

U automatiziranim skladištima sve aktivnosti se obavljaju automatizirano. Zaposleno stručno osoblje prisutno je u slučaju potrebe. Upravljanje procesima i operacijama obavlja se elektroničkim putem, to jest pomoću računala. Automatizirani sustavi koji se danas vrlo često koriste za automatsku pohranu i komisioniranje su: AS/RS engl. *Automatic Storage/Retrieval System* i sustavi za automatsko navođenje mehanizacije unutrašnjeg transporta AGV *engl. Automatic Guided Vehicle*. Automatizirani skladišni sustavi projektiraju se namjenski za skladištenje različitih vrsta artikala odnosno transportno skladišnih jedinica (palete, kutije, tacne i sl.).[4]

Za razliku od nisko/visoko mehaniziranih skladišta, automatizirani sustavi zahtijevaju vrlo visoka investicijska ulaganja kao i specijaliziranih kadrova za ugradnju i upravljanje istim.

Robotizirana skladišta još uvijek su u povojima, ali se postepeno razvijaju u korak s napretkom tehnologije.

Glavni poticaji za ulaganje i ostvarenje automatizacije skladišta vezani su s promjenama na tržištu:

- sve kraće vrijeme do novih proizvoda,
- sve više proizvoda u sve većem broju varijanti,
- što manje cijene,
- proizvodi dolaze oblikovani kao jedinični tereti.

U vidu promjena u poduzeću mogu se izdvojiti sljedeći poticaji:

- želja za većom zaradom,
- kraće vrijeme usvajanja i proizvodnje novih proizvoda,
- veća raznolikost proizvoda,
- bolja kvaliteta,
- potreba za smanjenje ukupnih troškova,
- prihvaćanje novih tehnologija,
- zaštita okoliša i dr.

Automatizirane skladišne sustave moguće je primijeniti u brojnim granama industrije ili distribucije robe jer se proizvode prema zahtjevima koji se odnose na procese, kapacitete i vrstu transportno skladišne jedinice.

3. ULOGA SKLADIŠTA U DISTRIBUCIJSKOM SUSTAVU

Termin distribucije se ne može jednoznačno definirati ili odrediti kako bi se obuhvatile sve važnosti, karakteristike ili pak funkcije. Stoga se distribucija najčešće opisuje kao skup aktivnosti koje služe raspodjeli proizvodnih dobara krajnjem korisniku. U smislu pojedinačnog gospodarskog subjekta distributivni sustav obuhvaća sve poduzetničke odluke i operacije koje su povezane s kretanje proizvoda do krajnjeg potrošača.[10]

Skladište kao jedan od subjekata u logističko-distributivnom lancu ima važnu ulogu. Prvenstveno se ta uloga odnosi na pohranu robe ili dobara te o tome ovisi učinkovitost kompletnog transportnog sustava. U kontekstu ostvarivanja zahtjeva korisnika, to jest zadovoljstva krajnjeg potrošača, skladišni sustav utječe i na razinu usluge korisniku što pak u širem smislu utječe na učinkovitost cjelokupnog distributivnog sustava.[10]

Neke od glavnih zahtjeva koji su nužni za ispunjavanje uloge skladišta u distributivnom sustavu su:[10]

- zahtjevi korisnika za visokom razinom usluge,
- zahtjevi za poboljšanjem učinkovitosti i iskorištenja prostora,
- zahtjevi za smanjenjem razine zaliha,
- potreba za višim stupnjem integracije skladišta u logistički sustav,
- povećani zahtjevi za posebnim uslugama (npr. Cross docking, JiT),
- povećan broj sustava i opreme koji se razmatraju pri planiranju usluga,
- zahtjevi za uspostavom sustava automatske identifikacije,
- informatičkih sustava za upravljanje skladištima

Ukoliko skladište vrši svoju osnovnu ulogu tada je temeljni zadatak distribucije, kao faze u opskrbnom lancu, slijedeći: povećavanje konkurentnosti robe, prostorno i vremenski usklađivanje proizvodnje i potrošnje kao i zahtjeva, to jest potrebe potrošača.

S druge strane, postoje i brojni izazovi koji prate tu ulogu, a to su:[10]

- zahtjevi korisnika za visokom razinom usluge,
- zahtjevi za poboljšanjem učinkovitosti i iskorištenja prostora,
- zahtjevi za smanjenjem razine zaliha,
- potreba za višim stupnjem integracije skladišta u logistički sustav,
- povećani zahtjevi za posebnim uslugama (npr. Crossdocking, JiT),
- povećan broj sustava i opreme koji se razmatraju pri planiranju usluga,
- zahtjevi za uspostavom sustava automatske identifikacije.

3.1. Tipovi skladišta u logističko-distrbutivnom lancu

S obzirom na ulogu u logističko-distributivnom sustavu skladišta se dijele na nekoliko tipova:[11]

- proizvodna skladišta (engl. *production warehouse*),
- distribucijski centar maloprodaje (engl. *retail distribution center*),
- distribucijski centar rezervnih dijelova (engl. *spare parts distribution center*),
- distribucijski centar kataloške ili web prodaje (engl. *catalog fulfillment center /e-commerce distribution center*),
- skladišta logističkih operatera (engl *3pl warehouse*),
- skladišta hladnjače za robu kratkog vijeka trajanja (engl *perishables warehouses, refrigerated warehouses*).

Prema ulozi u logističkom sustavu skladišta se dijele na:[10]

- skladišta sirovina,
- skladišta poluproizvoda, komponenata,
- skladišta gotovih proizvoda,
- konsolidacijske centre,
- tranzitna skladišta,
- prijelazna skladišta,
- cross dock (XD) centri,
- centri za sortiranje,
- skladišta za robu u e-distribuciji,
- skladišta za robu u povratu-povratni centri,
- skladišta institucija javnog sektora[4].

3.1.1. Skladište sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda

Skladišta sirovina smještena su u blizini mjesta proizvodnje, služe za pohranu sirovina i komponenata. Skladišta poluproizvoda i komponenata koriste se za smještaj proizvoda u različitim stupnjevima proizvodnje. Također se koriste i za procese dorade proizvoda prije isporuke krajnjem korisniku, kao što su: prepakiranje i označavanje proizvoda, sklapanje proizvoda iz komponenata, dodavanje specifičnih komponenata, opremanja pakiranja posebnim porukama i oglasima[4].

U skladištima gotovih proizvoda pohranjuju se proizvodi koji su spremni za distribuciju krajnjem kupcu/potrošaču. To mogu biti skladišta u vlasništvu proizvođača, operatora, veletrgovaca ili maloprodajnih tvrtki.

3.1.2. Konsolidacijski centri i tranzitna skladišta

U konsolidacijskim centrima roba se zaprima iz različitih izvora i stvaraju se pošiljke za pojedinog naručitelja neovisno da li se radio o proizvođaču ili potrošaču. U navedenu kategoriju skladišta može se ubrojiti JIT (engl. *Just in time*) skladišta, ali i skladišta zaslužna za opskrbu maloprodajnih objekata. Osnovna razlika s XD skladištima je ta da roba u konsolidacijskim centrima može biti pohranjena određeni vremenski period.[10]

3.1.3. Cross dock (XD) centri i centri za sortiranje

Zahtjev korisnika za brzom isporukom i dinamičnijim protokom robe kroz opskrbni lanac rezultiralo je stvaranjem cross dock skladišta. U osnovi se XD skladište razlikuje od drugih skladišta po tom što roba nije predviđena za uskladištenje na duži vremenski period već se roba po dolasku u skladište zaprima i identificira nakon čega slijedi formiranje pošiljki i njihova otprema. Cilj je da se roba u skladištu zadržava što je kraće moguće. Roba koja je predviđena i koja najčešće „prolazi“ ovakvim skladištem je roba s relativno kratkim rokom trajanja: voće, povrće, meso, riba i sl.[10].

Centri za sortiranje vežu se uz termine paketne distribucije, distribucije pošiljaka ili distribucije paleta. U ovim skladištima roba (paketi, pisma, dr.) se prikuplja sa različitih lokacija, sortira prema mjestu narudžbe, konsolidira i otprema prema krajnjem korisniku. Ovisno o volumenu robe koji se zaprima, odvijanje procesa sortiranja, može se izvršavati ručno ili pomoću sofisticiranih strojeva koji su namijenjeni za brzo sortiranje robe u slučajevima kada je to ulaganje financijski isplativo. Također je moguće sortiranje robe za distribuciju na paletama gdje se roba zaprimi na paleti, izuzima s palete, formira se nova pošiljka prema narudžbi te nakon toga oprema krajnjem korisniku. [10].

3.1.4. Skladišta za e-distribuciju i robu u povratu

Princip prada usko je vezan i sličan kao u sortirnim centrima, s značajnom razlikom u vidu veličine ulaznih jedinica te većom količinom povrata. Skladište za e-distribuciju radi s znatno većim brojem pojedinačnih narudžbi s obzirom na prethodno navedena skladišta.

Porastom e-prodaje, to jest internet trgovine te strogih standarda zaštite okoliša stvorena je potreba da subjekti u opskrbnom lancu posvete više pažnje sustavu povrtne logistike. Rezultat toga je specifičan oblik skladištenja- skladište za robu u povrat. U skladištima za robu u povratu se roba pregledava, sortira, po zahtjevu prepakirava i zatim usmjerava prema određenom kanalu povratne logistike. [10]

3.2. Skladište kao mjesto objedinjavanja i/ili pregrupiranja

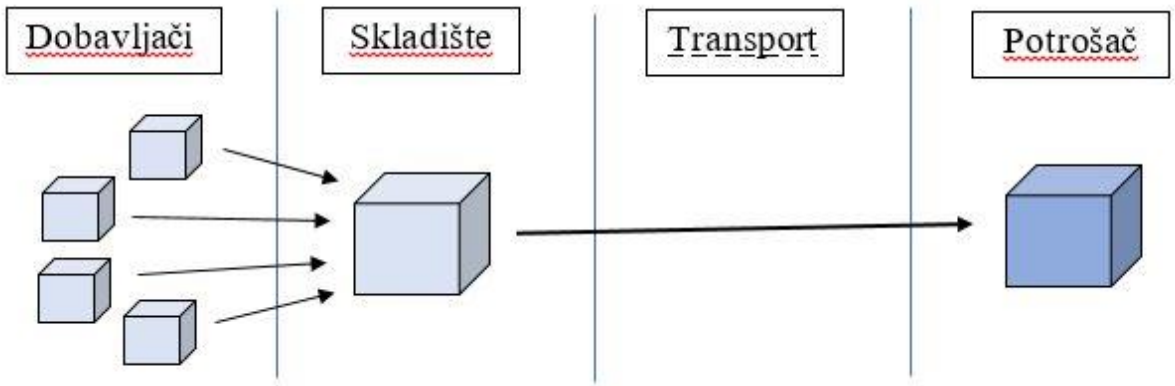
S obzirom na ulogu i vrstu skladišta kao i robe kojom se manipulira, skladište može predstavljati u distributivnoj mreži mjesto konsolidacije tereta ili pregrupiranja ovisno o zahtjevima tržišta. [11]

Uloga skladišta kao lokacije za konsolidaciju robe u distributivnom sustavu zbog :

- korisnika s potražnjom proizvoda od više dobavljača,
- količine od svakog dobavljača manje su od kapaciteta transportnih vozila.

Prednosti skladišta kao lokacije za konsolidaciju tereta su:[11]

- mogućnost pregrupiranje robe u veće količinske jedinice,
- neposredna blizina dobavljača omogućuje smanjenje troškova transporta,
- konkurentska prednost s obzirom na raznovrsnost proizvoda.



Slika 11: Prikaz konsolidacije robe

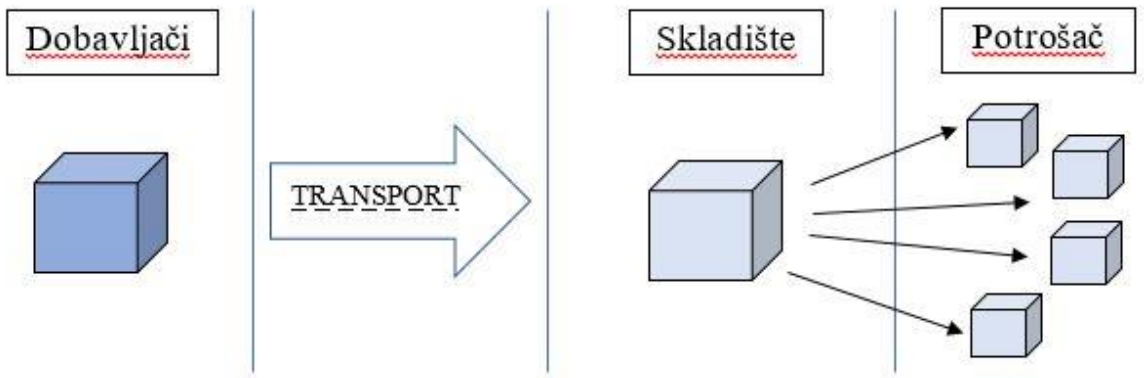
Izvor: Izradio i prilagodio autor prema[11]

Na slici 11 prikazan je tok robe od dobavljača do potrošača u smislu da je skladište lokacija u kojoj se teret konsolidira od različitih dobavljača, a potom pregrupira prema zahtjevu te transportira do krajnjeg korisnika.

Usporedno sa skladištima gdje se teret konsolidira postoje i skladišta s ulogom pregrupiranja na principu BREAK &BULK metode.

Karakteristike skladišta za pregrupiranje tereta:[11]

- više korisnika na nekom području s potražnjom manjom od kapaciteta transportnog sredstva,
- pregrupiranje robe u manje količinske jedinice.



Slika 12:Prikaz pregrupiranja tereta

Izvor:Izradio i prilagodio autor prema[11]

Skladišta na primjeru slike 12 u distributivnoj mreži karakteriziraju prednostima kao što su: smanjenje transportnih troškova, povećana razina usluge krajnjim korisnicima zbog dostupnosti proizvoda i promptne dostave. S druge strane zbog navedenih prednosti takav sustav ima nešto veće troškove skladištenja.

Uz skladišta za konsolidaciju tereta i skladišta za pregrupiranje tereta postoje i skladišta koja koriste prednosti oba navedena tipa. Takva skladišta imaju ulogu u distributivnom sustavu miješanja proizvoda. To znači da proizvodi dolazi od strane više različitih dobavljača, ali se isto tako sortiranjem se pregrupiraju i formiraju odnosno oblikuju u teretne jedinice prema zahtjevima različitih korisnika.

4. POKAZATELJI RADNOG UČINKA U SKLADIŠNIM SUSTAVIMA

Radna učinak može biti izmjeren na temelju određenih pokazatelja relevantnog područja interesa. Vezano uz skladišne sustave, najzanimljiviji za proučavanje je radni učinak radne snage u sustavu i skladišne opreme. Ako se radi o automatiziranim skladišnim sustavima tada je naglasak na definiranju pokazatelja radnog učinka strojeva. Postoje dvije osnovne grupe metoda za procjenjivanje radne učinkovitosti i one se temelje na prosudbama s fokusom na prošle aktivnosti i razvojem za buduće aktivnosti.[12]

Pokazatelji mogu biti definirani kao kvalitativne i kvantitativne vrijednosti. Uz skladišnu opremu vežu se kvantitativni pokazatelji kao što su: kapaciteti, brzina ili preciznost izvršavanja određene aktivnosti, kapaciteti, vrijeme trajanja ciklusa i sl. Dok s aspekta vrednovanja uspješnosti radne snage mogu se određenom metodologijom definirati kvalitativni pokazatelji (samoinicijativnost, motiviranost zaposlenika i sl.) i kvantitativni pokazatelji (količina obrađenih transakcija, realizacija prodaje i sl.).

Samo definiranje pokazatelja radnog učinka ne govori puno o učinkovitosti sustava već s primjenom komparacije za specifično razdoblje ili poduzeće može donositi odgovarajuće zaključke.

Razlozi za mjerenje performansi skladišnih sustava:

- osigurati zadovoljstvo kupca,
- osigurati kontinuirani napredak i poboljšanje u skladišnim operacijama,
- identificirati potencijalne probleme, ispraviti ih prije nego što postanu problem,
- osigurati kompetentno osoblja.

Ključni pokazatelji performansi skladišnih sustava mogu biti prikazani kroz neke od segmenata skladišnih aktivnosti:

- isporuka na vrijeme,
- točnost isporučene narudžbe,
- prosječno vrijeme od trenutka narudžbe do isporuke,
- broj ukrcanih paleta/h,
- preciznost komisioniranja,
- povratu robe

Prema izvoru[13] potrebno je mjeriti četiri glavna pokazatelja performansi u skladištu:

- pouzdanost,
- fleksibilnost,
- troškove,
- iskorištenje skladišta.

Poboljšanjem radnog učinka postiže se:

- ubrzavanje operacija što omogućuje brži protok robe kroz skladište,
- fleksibilne operacije koje se prilagođavaju trenutnoj situaciji,
- smanjenje troškovi što osigurava veću zaradu.

Ključ efikasnog skladišnog sustava je visoka produktivnost. Općenito cilj svakog poboljšanja je povećanje produktivnosti i smanjenje troškova. Mjerenje produktivnosti skladišta je mjerenje ključnih pokazatelja performansi skladišnih sustava, te njihovo analiziranje kroz vrijeme koje je potrebno za svaku skladišnu operaciju. Mjerenje segmenta svake operacije je teško i zahtjevno no ako se želi postići učinkovito mjerenje za analizu je neophodno i mora biti precizno.

Poželjno je mjerenje skladišnih operacija na što većem uzorku, primjerice količina paketa za sortiranje u različitim vremenskim periodima ili na godišnjoj razini.

Fokus ovog rada je na komparaciji ključnih pokazatelja uspješnosti skladišnih sustava, no kod određivanja istih potrebno je:

- razumjeti strategiju poslovanja (u ovom slučaju ulogu skladišta u lancu opskrbe),
- odvojiti koji indikatori pospješuju optimizaciju željenih procesa,
- ako poboljšanje skladišnih procesa nije dobiveno poboljšanjem odabranih indikatora potrebno je ponoviti proces,
- ciljevi moraju biti realni.

Ključni pokazatelji radnog učinka skladišnih sustava za aktivnost sortiranja paketnih pošiljaka su:

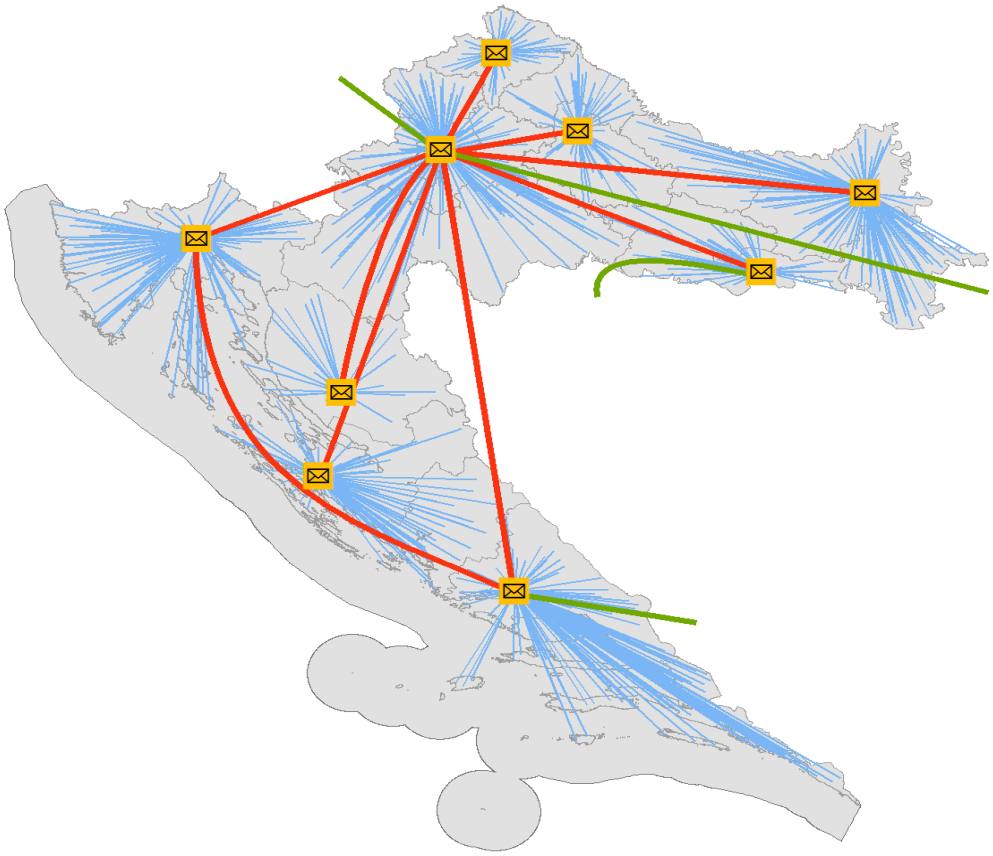
- Produktivnost - volumen prihvaćene robe po jednom satu radnika,
- Iskorištenje - postotak iskorištenja zone sortiranja,
- Kvaliteta - preciznost sortiranja/isporuke,
- Vrijeme ciklusa - vrijeme potrebno za sortiranje paketa
- Troškovi – financijski aspekt ulaganja u automatizaciju sustava
- Ljudski faktor – broj zaposlenih

Promjena skladišnih aktivnosti ovisno o ulozi skladišta i stupnju automatizacije skladišta mogu dovesti do promjene u mjerenju radnog učinka.

5. KOMPARATIVNA ANALIZA UČINKA SKLADIŠNE OPREME NA PRIMJERU IZ PRAKSE

Kao što je navedeno u samom uvodu rada osnovni zadatak je analizirati i komparirati procesi na primjeru iz prakse. Analiza se vrši na primjeru procesa sortiranja paketnih pošiljaka u Hrvatskoj pošti d.d.. S obzirom da se rad temelji na komparaciji pokazatelja radnog učinka promatrana su dva različita perioda sortiranja paketnih pošiljaka.

Cilj poduzeća je uspostaviti usklađen i kontinuirani tok paketnih pošiljki. U tom smislu sustav prijevoza pošiljki u Hrvatska pošta d.d. vrši se kroz tri transportne razine prikazane na slici 13. Prva transportna razina odnosi se na transport pošiljaka između PU i nadležne sortirnice dok se u drugoj transportnoj razini vrši prijevoz pošiljki između sortirnica. Prijevoz pošiljaka u međunarodnom prometu odnosi se na treću transportnu razinu. Najveći udio analize procesa i pokazatelja radnog učinka odnosit će se na drugu transportnu razinu te usporedbu prijašnje centralne sortirne lokacije na Jankomiru i trenutne lokacije u Velikoj Gorici.[16]



Slika 13: Transportne razine Hrvatske pošte d.d.

Izvor:[16]

5.1. Tehnološki proces sortiranja paketnih pošiljaka u sortirnici Jankomir

Nakon što se prikupe pošiljke iz poštanski ureda ili sa adresa pošiljatelja, privatnih ili pravnih osoba s kojima su ugovorena prava i uvjeti prikupljanja pošiljaka, paketne pošiljke u drugoj transportnoj razini dovoze se na centralnu sortirnu lokaciju, to jest sortirni centar na Jankomiru. U samom skladištu kada se paketi zaprime prije samog sortiranja slijedi proces vaganja i zaljepljivanja pripadajuće tzv. „rutne naljepnice“.U slučaju ako pošiljka dolazi iz nekog drugog mjesta prijama (npr. druge sortirnice, poštanskog ureda) tada na sebi već ima „rutnu naljepnicu“.

Dokumenti koji su nužni za organizaciju paketne distribucije od prijema pošiljke do uručenja su red prijevoza i pregled kartiranja. Red prijevoza bitan je za koordinaciju vozila u drugoj transportnoj razini. Sortirnica se u tom slučaju promatra kao organizator prijevoza. Prijemna sortirnica (npr. Sisak) definira optimalno vrijeme polaska vozila dok odredišna sortirnica (npr. Jankomir) definira krajnje vrijeme polaska vozila za otpremu pošiljki. Na slici 14 prikazan je stari red prijevoza koji se primjenjivao za relaciju Sisak-Zagreb koji više nije aktivan.

1.3.SK.44.2.12.SK-Zagreb-SK (1-6)
1.3.SK.44.2.13.SK-Zagreb-SK (7)

Km	Polazak	Zaključak			Dolazak	Naputak
			Od	Za		
114	19:30/0:15	V	44200 Sisak	10200 Zagreb	20:50/1:35	ponedjeljak-subota (1-6)
	14:00/19:15	R	44200 Sisak	10200 Zagreb	15:10/20:25	nedjelja (7)
		"z"	44200 Sisak	10200 Zagreb		otprema zaključaka s prioritetnim pošiljkama za Sortirnicu Sisak preko Sortirnice Zagreb
		PV	44200 Sisak	10200 Zagreb		
		P	44200 Sisak	10200 Zagreb		
		R	44200 Sisak	10000 Zagreb		
		"z"	44200 Sisak	10000 Zagreb		
		R	44200 Sisak	10001 Zagreb		
		"z"	44200 Sisak	10001 Zagreb		
		S	44200 Sisak	10003 Zagreb		
		"z"	44200 Sisak	10003 Zagreb		
		S	44200 Sisak	10003 Zagreb	zr	
		S	44200 Sisak	10004 Zagreb	car *	* - po potrebi
		PV	44200 Sisak	10004 Zagreb	car *	
		"z"	44200 Sisak	10200 Zagreb	SARPP	
		S	44200 Sisak	42200 Varaždin	x	x - bez paketa
		S	44200 Sisak	43200 Bjelovar	x	
		S	44200 Sisak	47200 Karlovac	x	

Slika 14:Red prijevoza

Izvor:[16]

Pregled razmjene ili pregled kartiranja je dokument u kojeg se upisuju podaci o pošiljkama. Glavni cilj dokumenta je osigurati da otpremni poštanski uredi ili sortirnica imaju uvid u zaključke koji se razmjenjuju s navedenim pojedinostima o vrsti prijevoznog sredstva, količini i vrsti pošiljki, vremenu prispijeća ili otpreme.

Sortiranje paketnih pošiljki vrši se ručno tako što se pošiljke odlažu na kolica, palete, vreće ili dostavna vozila prema odredišnim sortirnicama ili dostavnim područjima. Na primjer, pošiljatelj pošalje nekoliko paketa na nekoliko lokacija unutar države te ih predaje u poštanski ured. Nakon prijema, paketi se dostavljaju nadležnoj sortirnici (npr. sortirnica Rijeka) gdje se njegovi paketi, zajedno sa paketima iz drugih poštanskih ureda za dostavu u određeni grad okrupnjavaju u jednu pošiljku te se ukrcavaju na dostavna vozila. Zatim se dostavnim vozilima pošiljke voze u druge sortirnice za daljnju razradu i usmjeravanje (npr. Rijeka-Jankomir).

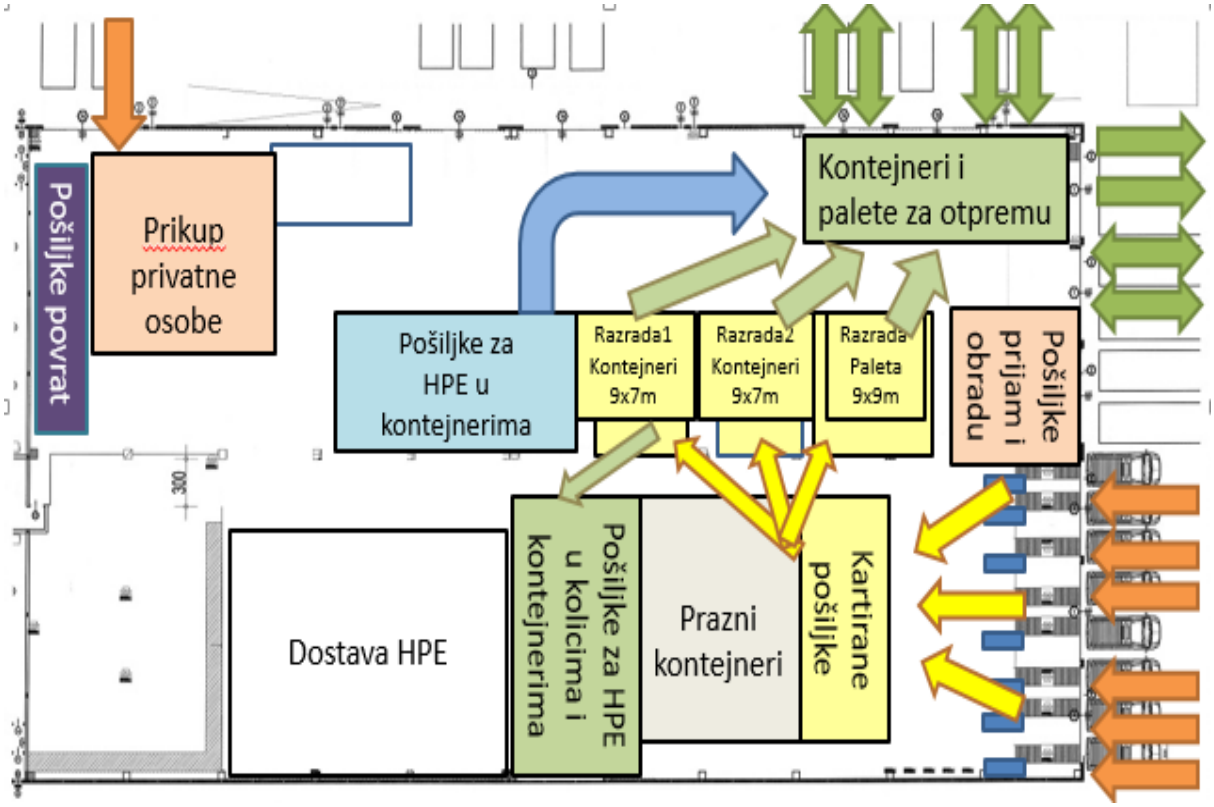
Paketi se iz različitih sortirnica sortiraju i konsolidiraju sa drugim paketima te ovisno o odredišnoj lokaciji i bez skladištenja se preusmjeravaju prema odgovarajućim sortirnicama ili dostavim područjima/poštanskim uredima.

Tablica 3: Popis lokacija za sortiranje paketa druge transportne razine

SORTIRNICE	
Sortirnica Varaždin	42200 Varaždin
Sortirnica Sl Brod	35200 SL Brod
Sortirnica Rijeka	51200 Rijeka 51950 Rijeka HPE 52940 Pula HPE 52941 Porec HPE
Sortirnica Zagreb	10200 Zagreb 10950 Zagreb HPE
Sortirnica Split	21200 Split 21940 Split HPE 21980 Makarska HPE
Sortiornica Zadar	23940 Zadar HPE 23200 Zadar
Sortirnica Gospić	53200 Gospić
Sortirnica Osijek	31940 Osijek HPE 31200 Osijek
Sortirnica Bjelovar	43200 Bjelovar

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [16]

U tablici 3 imenovane su sve sortirne lokacije sa pripadajućom oznakom. HPE je oznaka za čvorišta iz kojih je organizirana Ekspresna dostava. Poštanski brojevi koji završavaju sa xx200 su sortirnice iz kojih se pošiljke dodatno dijele i šalju u redovne poštanske urede radi organiziranja dostave ili isporuke u poštanskom uredu. To znači da se iz HPE dostava ide direktno, a iz xx200 se pošiljke/paketi tek sortiraju i otpremaju u redovne pošte radi dostave ili isporuke. U sektoru sortiranja pošiljaka na svim lokacija zaposleno je ukupno 1100-1200 radnika.



Slika 15: Shematski prikaz sortirnice Jankomir

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema[16]

Na slici 15 prikazan je prostor sortiranja paketnih pošiljaka na Jankomiru sa definiranim lokacijama za prijem i obradu s obzirom na to da li se paketi nalaze u kontejneru ili paletama. Vidljive su lokacije u skladištu za prikupe od strane privatnih osoba i paketa u povratu. Također je prikazano u kojem se dijelu sortirnice nalaze prazni kontejneri, kartirane pošiljke, pošiljke za dostavu u HPE te otpremna zona označena zelenom bojom.

Slika 16: Prikaz opterećenja sortirnog prostora na Jankomiru

Izvor: [16]

Povećanje volumena paketnih pošiljki rezultiralo je učestalom opterećenošću skladišnog prostora na Jankomiru što je vidljivo iz slike 16. Zbog opterećenosti prostora i radne snage povećava se vjerojatnost pogrešnog usmjeravanja paketa te produženja rokova isporuke.

5.2. Tehnološki proces sortiranja paketnih pošiljaka u NSC-u

Proces sortiranja paketnih pošiljki u Novom sortirnom centru u Velikoj Gorici odvija se po sličnom principu. Nakon istovara paketi se važu te im se kao i u prethodnom poglavlju dodjeljuje se tzv „rutna oznaka“ kao što je vidljivo na slici 17. Takvih postaja u NSC-u ima ukupno 13 dok ih je na Jankomiru bilo osam.

Slika 17: Pozicija za vaganje i skeniranje paketa

Izvor: Izradio autor

Zatim se paketi ovisno o prethodno definiranim dimenzijama i masi (tablica 2) postavljaju na stroj za automatsku razradu paketnih pošiljaka, PSM. U tom smislu značajna je razlika jer se proces usmjeravanja paketa odvija pomoću stroja, a ne čovjeka.

Osnovne tehničke značajke PSM-a koje nisu spomenute u poglavlju na stranici broj 11 prikazane su u tablici 4.

Tablica 4: Tehničke značaje PSM-a

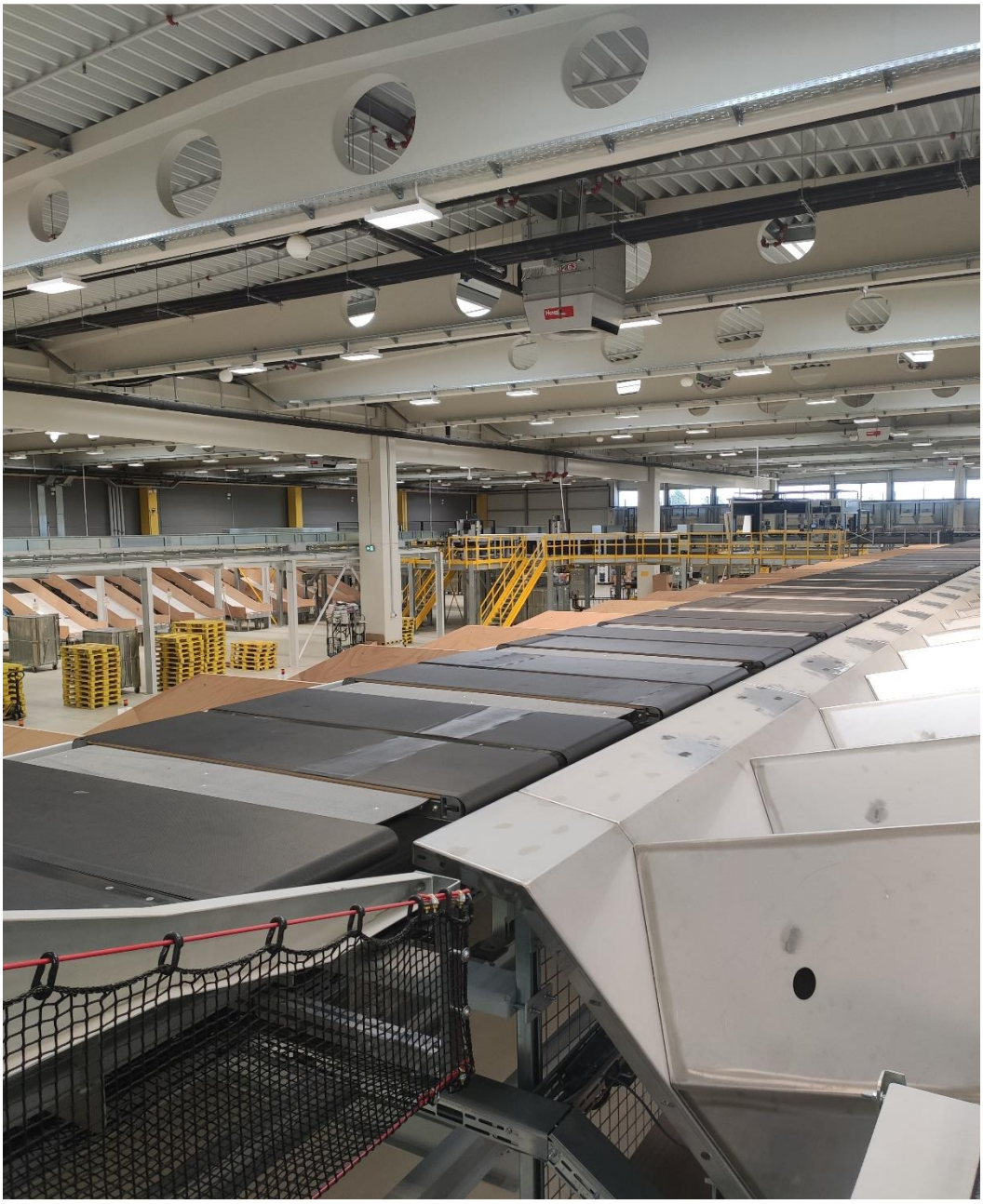
Dimenzije(m)	45x55
Veliki izlazni tobogani	55
Izlazni tobogani za vreće i kutije	90
Teoretska brzina (pošiljke/h)	15 000
Skener postaje	2
Lokacije za indukciju pošiljki (feeder)	5
Vage	5

Izvor: izradio i prilagodio autor prema[16]

Teoretska brzina PSM-a koja je izmjerena na desetominutnom uzorku iznosi 15 tisuća paketa/h. Da bi se takva brzina ostvarila u praksi potrebna je ogromna logistika u opsluživanju stroja, to jest dovoženju pošiljaka na ukupno pet traka za indukciju pošiljki, odvoženju prazne ambalaže, pražnjenju svih 145 izlaznih tobogana te odvoženje istih u otpremnu zonu. U tom smislu je iznimno teško u praksi izvesti kontinuirani protok paketa a da bude bez grešaka ponajviše u pogledu pošiljaka koje bi izazvale zastoj procesa.

Kao što je prikazano u tablici 4 PSM ima ugrađena dva tunela za skeniranje koji skenira pošiljke sa pet strana te ima mogućnost čitanja i sortiranja pošiljaka OCR-om (engl. *Optical Caracter Recognition*), barkodom i podacima iz baze. Uz to je moguće manualno usmjeravanje na tunelu na indukciji pošiljaka ili online video-kodiranje ovisno o potrebama i karakteristikama pošiljaka na PSM-u.

Tehnologija koja se koristi na PSM-u se zove dvostruki dinamički Cross-Belt. Postoje i druge tehnologije kao što su: Tilt Tray, Bomb Bay/Split Tray, Push Tray i dr. koji mogu biti jednostruki ili dvostruki. Na primjeru slike 18 prikazan je dvostruki Cross Belt koji se koriste na PSM-u.



Slika 18: Prikaz tehnologije Cross Belt

Izvor: Izradio autor

Osnovna razlika između jednostruke i dvostruke Cross Belt tehnologije je ta što kod jednostruke nije moguće kombinirati pošiljke odnosno jedna platforma jedna pošiljka, a kod dvostrukih postoji mogućnost kombiniranja jedne ili dvije pošiljke na dvostruku platformu. Dvostruka platforama se u stvari dobiva spajanjem dviju susjednih jednostrukih platformi a koristi se na način da ako su pošiljke male tada svaka ide na jednu polovinu dvostruke platforme, to jest na svoju jednostruku platformu a ako je pošiljka velika tada ona može biti postavljena na dvostruku platformu odnosno na dvije jednostruke platforme.

U tablici 3 iz prethodnog poglavlja prikazane su lokacije prema kojima su se usmjeravale pošiljke iz sortirnice na Jankomiru, danas je taj raspored drugačiji. U tablici 5 vidljivo je kako se pošiljke usmjeravaju učinkovitije jer se sortira prema ukupno pedeset lokacija u usporedbi sa prijašnjih 17 lokacija. Time se stvara značajna vremenska ušteda, potreba za manjim brojem radne snage i smanjenjem stvaranja zagušenja i gomilanja pošiljki kao što je vidljivo iz slike 16.

Tablica 5: Prikaz odredišta usmjeravanja pošiljaka paketnim strojem

SORTIRNICE	ODREDIŠTA USMJERAVANJA I SORTIRANJA POŠILJAKA PSM
Sortirnica Varaždin	42200 Varaždin 42200 Varaždin - pošiljke do 400g 42950 Varaždin HPE 40940 Čakovec HPE
Sortirnica Sl Brod	35200 SL Brod 35200 Sl Brod -pošiljke do 400g 35940 Slavon Brod HPE
Sortirnica Rijeka	51200 Rijeka 51200 Rijeka -pošiljke do 400g 51950 Rijeka HPE 52940 Pula HPE 52941 Poreč HPE
Sortirnica Zagreb	10364 Belovar HPE 49211 Lug Zabočki HPE 10200 Zagreb - pošiljke do 400g 10200 Zagreb 10950 Zagreb HPE 49200 Krapina Linije 47200 Karlovac linije 44200 Sisak linije 47940-47950 Kar-Ogu HPE 44940 Sisak HPE 44950 Kutina HPE
Sortirnica Split	21200 Split- 21950 Vrbanj HPE; 21990 Vis HPE; 20950 Trpanj HPE 21200 Split - pošiljke do 400g 21940 Split HPE 21980 Makarska HPE
	21960 Supetar HPE 20940 Dubrovnik HPE 20970 Ploče HPE 20980 Blato HPE

Sortiornica Zadar	22940 Šibenik HPE 23940 Zadar HPE 23200 Zadar- pošiljke do 400g 23200 Zadar
Sortirnica Gospić	53941-42Otočac-SenjHEP 53940 Gospić HPE 53200 pošiljke do 400g 53200 Gospić
Sortirnica Osijek	32150 Vinkovci HPE 31940 Osijek HPE 31200 Osijek- pošiljke do 400g 31200 Osijek
Sortirnica Bjelovar	43200 Bjelovar 43200 Bjelovar - pošiljke do 400g 43940 Bjelovar HPE 48940 Koprivnica HPE 33940 Virovitica HPE

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [16]

Nakon što je pošiljka završila proces razrade na PSM-u tada skladišni radnik na izlaznim toboganima slaže pakete na palete ili u kolica/kontejnere te ih vozi u otpremnu zonu iz koje se prema određenom rasporedu grupirane pošiljke slažu na dostavna vozila prema odredišnim lokacijama uz prateću dokumentaciju (sortirnica ili HPE).

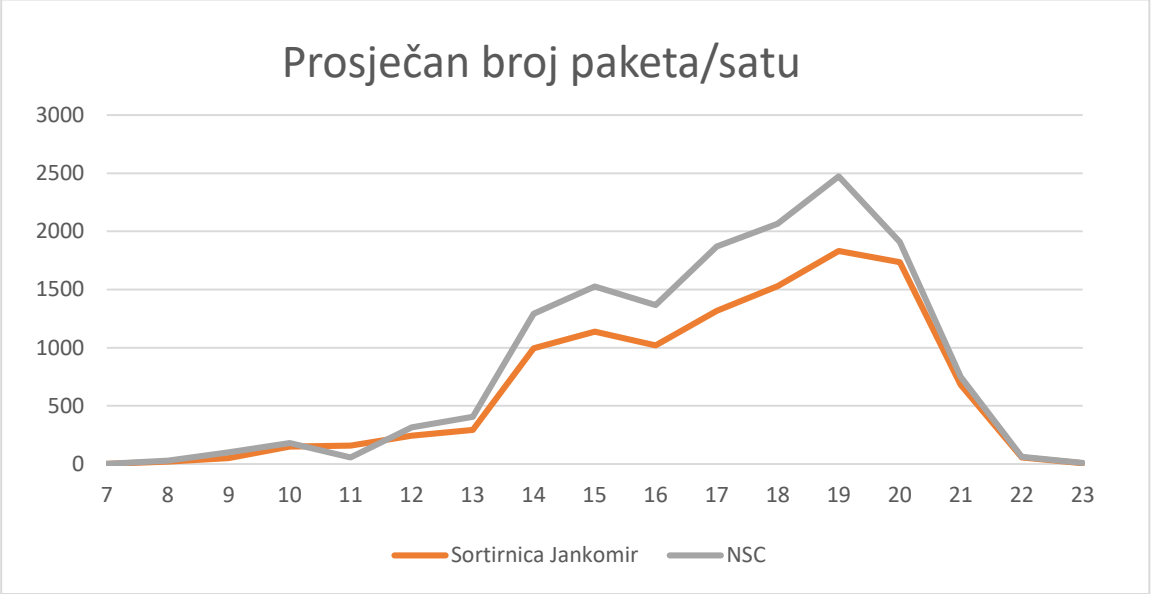
Sortirnice više nisu organizirane županijski već jedna sortirnica pokriva područje prijevoza za više županije kao na primjer; 10200 Zagreb ili zagrebačka sortirnica pokriva Grad Zagreb, Zagrebačku, Krapinsko- zagorsku, Sisačko-moslavačku i Karlovačku županiju.

5.3. Komparacija pokazatelja radnog učinka

Pokazatelji radnog učinka bit će prikazani i komparirani na temelju prethodno opisanih procesa. Vršit će se analiza usporedbom pokazatelja kao što su :količine pošiljki – kapaciteti, broju ljudi u procesu sortiranja paketnih pošiljki te preciznosti usmjeravanja.

Količina pošiljki – kapaciteti

Postoji značajna razlika jasno vidljiva u Grafikon 1, gdje su usporedno prikazani podaci količine paketa/h u sortirnici na Jankomiru i NSC-u. Period vršnog opterećenja u poslijepodnevnim (18-20) satima nije se drastično promijenio. Promjena je vidljiva u količini pošiljaka koje su za NSC u prosjeku povećane u iznosu od 5-20% usporedno sa periodom u sortirnici na Jankomiru.



Grafikon 1: Prosječan broj paketa/h

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [16]

Radna snaga

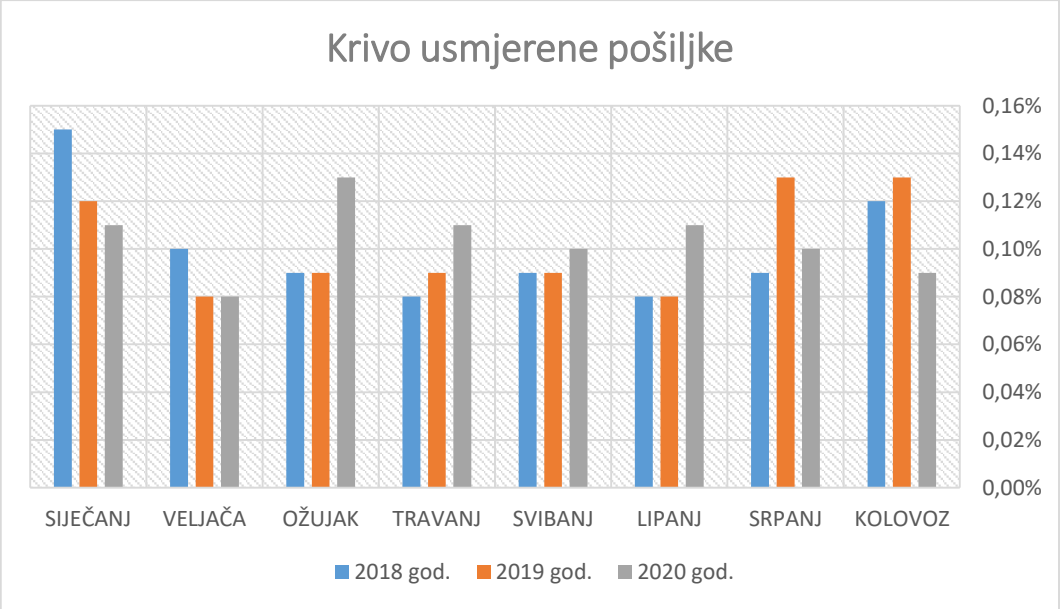
Broj zaposlenih u sustavu sektora sortiranja, prije puštanja u pogon stroja za paketno sortiranje, iznosio je 1100 – 1200 radnika. S obzirom na povećan broj paketnih pošiljki ta količina radnika ne bi bila dovoljna za učinkovito izvršavanje procesa u budućnosti. Uz opremu koja je tada bila dostupna (kolica, kontejneri, viličari i dr.) i dalje je glavni dio procesa usmjeravanje pošiljaka izvršavan ručno. Prosječna brzina čovjekova rada pri izvršavanju operacija procesa sortiranja iznosi 200 paketa/h.

Usporedno s navedenim, trenutni broj zaposlenih nakon implementacije PSM-a iznosi 230 zaposlenika manje koji su regrutirani na druge radne pozicije van sektora sortiranja ili im nije produžen ugovor o rad. U kontekstu udjela radne snage nakon implementacije PSM-a smanjen je broj zaposlenih za 20%.

Smanjenje broja zaposlenih donosi smanjenje troškova u vidu plaća i zaštitne opreme. Automatizacijom procesa smanjena je mogućnost ljudske pogreške te ubrzavaju se operacije što omogućuje brži protok robe kroz skladište. U domeni ljudskih čimbenika i njihovog utjecaja na aktivnosti može rezultirati poboljšanjem sigurnosti, kvalitete i produktivnosti, stoga je važno u procesima osigurati kompetentno radno osoblje.

Preciznost usmjerenja paketnih pošiljaka

Preciznost usmjeravanja kao pokazatelj radnog učinka skladišne opreme u konačnici osigurava zadovoljstvo potrošača, osiguran je kontinuirani napredak i poboljšanje u skladišnim operacijama. Praćenjem i identificiranjem potencijalnih problema u preciznosti procesa sprječava se smanjenje učinkovitosti sustava.



Grafikon 2: Prikaz krivo usmjerenih pošiljki

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [16]

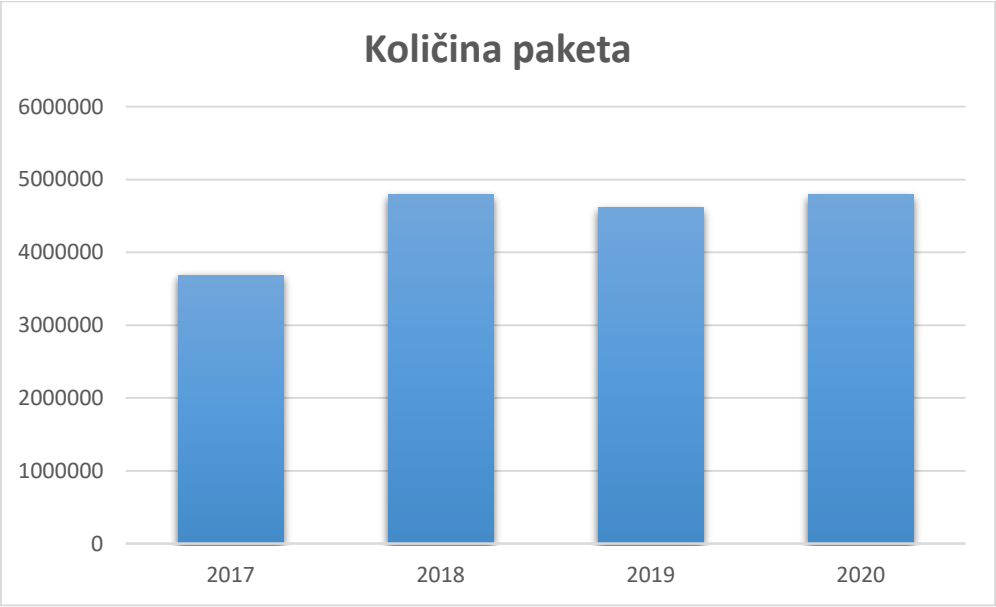
U grafu 2 prikaz je postotak krivo usmjerenih pošiljki na mjesečnoj razini u periodu od tri godine, to jest prije implementacije PSM-a do danas. Podaci su posloženi po mjesecima s tim da su uspoređeni mjeseci od siječnja do kolovoza. U prosjeku 2019-te godine najveći je postotak krivo usmjerene količine paketnih pošiljki u iznosu od 0,11 %. Povećanje krivo usmjerenih pošiljki raste povećanjem količine paketnih pošiljki u procesu sortiranja. Najveći

postotak krivo usmjerenih pošiljki u 2018. i 2019. godini odnosi se na siječanj, srpanj i kolovoz. Također se u spomenutim mjesecima u 2020-oj godini u procesu sortiranja uočava pada krivo usmjerenih paketa. Takav se odnos pozivno reflektira na radni učinak stroja za sortiranje paketnih pošiljki.

6. OČEKIVANI UČINCI I PRAVAC BUDUĆEG RAZVITKA

Uspostava novog sortirnog centra kao logističkog-poštanskog središta omogućava kvalitetnije i brže ispunjavanje uvjeta za unaprjeđenje procesa. Procesi razrade i otpreme pošiljaka brži su i kvalitetniji s obzirom na prethodna razdoblja. S novim sortirnim centrom Hrvatska pošta spremnija je za tržišne izazove i razvoj poštanskog sustava, usluga i cjelokupne organizacije.

Očekivan učinak rada NSC-a zasigurno prati i ispunjava zahtjeve tržišta. Izgradnja visoko regalnog skladišta, kapaciteta 8000 paletnih mjesta te ukupne nosivosti 6400 tona, odgovor je na jedan od trendova povećanja količine paketnih pošiljaka zbog rasta e-trgovine.



Grafikon 3: Količina paketa u posljednje četiri godine

Izvor: Izradio i prilagodio autor prema [16]

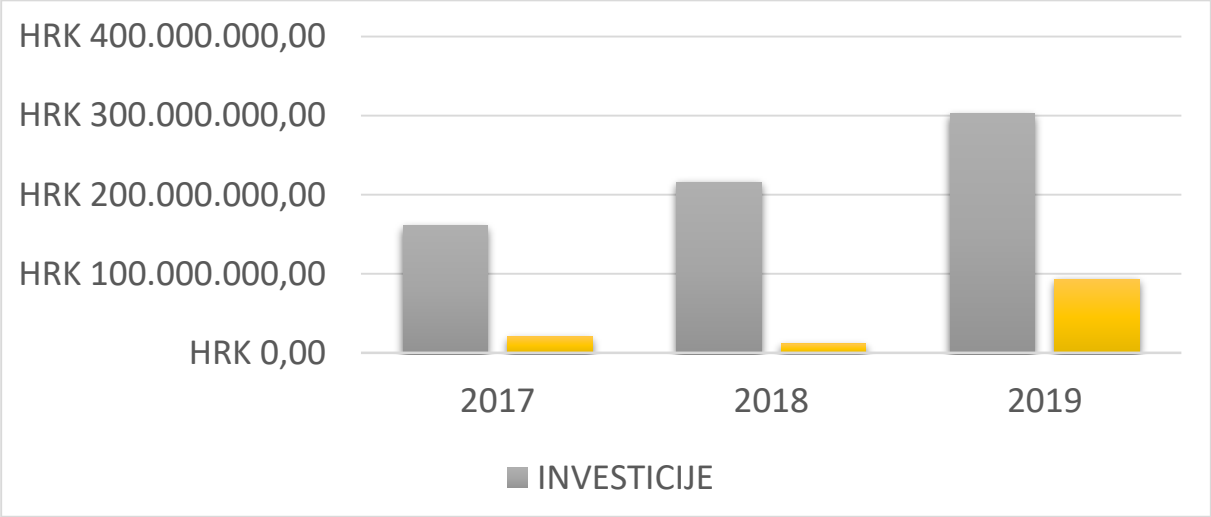
Na grafičkom prikazu vidljivo je povećanje količine paketnih pošiljki od 2017. godine u iznosu od 20-24%. S tim u vezi procesi digitalizacije i automatizacije su nužni segment organizacija koje rabe digitalne tehnologije da bi mijenjale poslovanje i istraživale prilike za razvoj budućnosti.

6.1. Analiza troškova i ulaganja

Prema izvoru [14] postoje nekoliko vrsta investicija:

- investicije u zamjenu – u svrhu zamjene opreme istih radnih performansi ili zamjena suvremenijom kao znak zastarjelih ili preopterećenih sustava,
- investicije u proširenje postojećih kapaciteta- u svrhu dodavanje nove opreme i/ili novog prostora , rekonstrukcija postojećih instalacija,
- investicije za produbljenje programa ili investicije razvoja- u svrhu razvijanja novih aktivnosti u postojećim pogonima ili novoizgrađenim pogonima.
- strategijske investicije- učinak im se ne može izravno izmjeriti, ali je sigurno da im je cilj postizanje veće efikasnosti u budućnosti,
- investicije u rezerve – u svrhu ili slučajevima kriznih situacija, kapacitetima, broju zaposlenih, sirovine, ili špekulativne investicije

Ulaganje u izgradnju NSC-a zasigurno spada pod kategoriju investicija za produbljenje programa, to jest investiciju razvoja. Ostvarenje razvojne Strategije 2022 započelo je izgradnjom NSC-a te predstavlja najveću investiciju u povijesti Hrvatske pošte. Period izgradnje trajao je tri godine ukupne investicijske vrijednosti 350 milijuna kuna. [16]



Grafikon 4: Prikaz ulaganja u periodu od tri godine

Izvor: Izradio autor prema[17]i[18]

Na Grafikon 4 vidljivo je kako se u periodu od početka izgradnje u 2017. godini uloženo, od ukupnih investicija, te godine 13%, za 2018 godinu taj postotak je najniži i iznosi 5%. Dok je u 2019 godini uloženo najviše sredstva, točnije 31% od ukupnog iznosa.

Ostala ulaganja svake od navedenih godina većinom se odnosi na izgradnju objekata, opremu i sredstva za rad, informatičku opremu i software-a, nabavu i implementaciju telekomunikacijske infrastrukture, nabavu sustava za upravljanje dokumentacijom - digitalizacija uredskog poslovanja i dr.

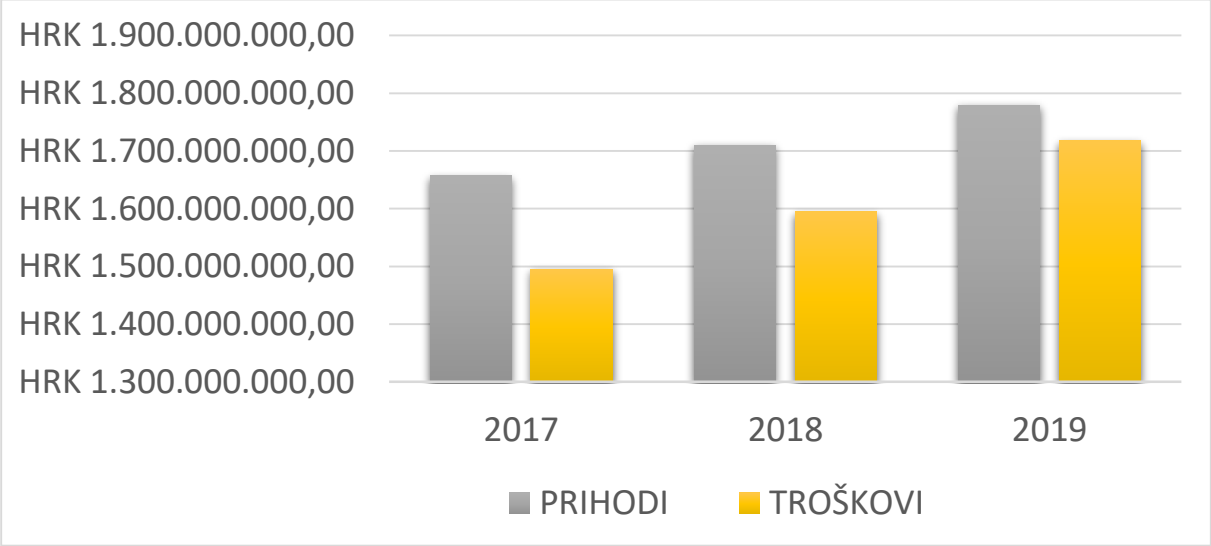
Izvor prihoda u Hrvatskoj pošti dijeli se na prihod od prodaje i ostale poslovne prihode. Prihodi od prodaje dijele se na:[17]

- prihode od poštanskih usluga s najvećim udjelom,
- zatim prihode od finanicijskih usluga,
- prihode od ostali usluga,
- prihode od prodaje robe.

Ostali poslovni prihodi podijeljeni su u :[17]

- prihode od oglašavanja u poštanskom uredu,
- prodaja od najmova, prodaja nekretnina i ostale imovine,
- prihode temeljem uporabe vlastitih proizvoda./robe,
- usluga za vlastite potrebe.

Ukupni rashodi u Hrvatskoj pošti u osnovi se dijele na poslovne rashode koji se odnose na materijalne troškove (troškovi sirovina i materijala, troškovi prodane robe, ostali vanjski troškovi), troškove osoblja (neto plaće i nadnice, troškovi poreza i doprinosa iz plaća, doprinosi na plaće), amortizaciju, rezerviranja, ostale poslovne rashode te financijske rahode.[17]



Grafikon 5: Prikaz troškova i prihoda

Izvor: Izradio autor prema[17] i [18]

U Grafikon 5 prikazan je pozitivan odnos ukupnih prihoda i troškova/rashoda. Uočava se uzlazni trend povećanja prihoda, ali i ukupnih rashoda koji se u najvećem postotku odnose na materijalne troškove i troškove osoblja.

6.2. Planovi unaprjeđenja procesa sortiranja paketnih pošiljaka

Plan unaprjeđenja prvenstveno se odnosi na kalibriranje software-a PSM. U tom smislu PSM se pod vodstvom i podrškom IT sustava priprema i dorađuje za fazu normalne upotrebe.

Prema izvoru [15] razlikuju se tri vremenske faze u vijeku trajanja sustava:

- uhodavanje (engl. *early infant mortality failure*), ukazuje da novi stroj ima visoku vjerojatnost pojave kvarova/zastoja
- normalne upotrebe (engl. *constant random failures*), karakterizira niska vjerojatnost učestalosti kvarova,
- dotrajalosti sustava (engl. *wear out failures*), karakterizira porast učestalosti kvarova.
- razdoblje vremenskih kvarova odnosno razdoblje intenzivnog starenja

U skoroj budućnosti plan je izbacivanje postaja za proces vaganja što će rezultirati smanjenjem radne snage i automatizacijom još jednog dijela procesa. Automatizacijom procesa ubrzava se proces, povećava se produktivnost i preciznost te posljedično i zadovoljstvo krajnjeg korisnika.

Također se radi na realizaciji povezivanja poštanskih aplikacija sa PSM-om radi automatske evidencije i praćenja pošiljaka. Uz to korištenjem podataka s paketnog stroja bit će izvedivo dimenzioniranje prijevoznih kapaciteta. Navedenim planovima cilj je integrirati sustav, ubrzati procese te smanjiti ukupne troškove.

ZAKLJUČAK

Skladišni sustavi u distributivnoj mreži imaju značajnu ulogu. Rastom tržišta i konkurencije, poduzeća moraju udovoljiti sve složenijim zahtjevima krajnjih korisnika. Osnovni cilj svakog poduzeća koje se bavi distribucijom paketnih pošiljaka je da paketne pošiljke dostavi uz što manje troškove i u što kraćem vremenskom periodu.

Skladišna oprema, kao jedan od glavni komponenata skladišnih sustava, predstavlja esencijalni element svakog skladišnog poslovanja. Kroz pokazatelje radnog učinka skladišne opreme moguće je prikazati učinkovitost skladišnog sustava. Zadovoljstvo kupca ili potrošača kao i kontinuirani napredak i poboljšanje skladišnih aktivnosti neki su od glavnih razloga za mjerenje pokazatelja radnog učinka.

U radu je detaljno analiziran proces sortiranja paketnih pošiljki u Hrvatskoj pošti. Komparirana su dva relevantna perioda koja se odnosa na period prije implementacije PSM-a te period nakon implementacije PSM-a. Rastom e-trgovine prikazani su podaci vezani uz povećanja paketnih pošiljki u poduzeću. Automatizacijom dijela procesa sortiranja zbog PSM-a smanjen je broj potrebne radne snage u procesu te je preciznost usmjeravanja paketnih pošiljki porasla s obzirom na povećanje količine paketnih pošiljki.

Komparacijom pokazatelja radnog učinka, na primjeru prethodno analiziranih procesa, utvrđeno je da se implementacijom PSM-a smanjila potreba za radnom snagom u iznosu od 20% ukupnog broja zaposlenih u sektoru sortiranja, povećana je količina paketnih pošiljki koje se sortiraju na PSM-u kao i preciznost usmjeravanja paketnih pošiljki. Raspored usmjeravanja paketnih pošiljki PSM-om prema odredišnim sortirnicama ili poštanskim uredima danas je znatno precizniji usporedno s periodom kada su se paketne pošiljke sortirale ručno što omogućava značajno ubrzanje procesa, smanjuje mogućnost pogrešnog usmjeravanja, smanjuje broj zaposlenih te posljedično smanjuje troškove.

Uvjeti za unaprjeđenje skladišnih procesa postižu se ulaganjem u automatizaciju procesa ovisno o karakteristikama i ulozi skladišta u distributivnom sustavu. U radu su također prikazani ukupni prihodi i troškovi poduzeća kao i investicijska ulaganja poduzeća za izgradnju Novog sortirnog centra. Kroz okvirni plan unaprjeđenja prikazan je pravac i očekivani učinak budućeg razvitka. Izbacivanjem postaja za proces vaganja rezultirat će smanjenjem radne snage te automatizacijom još jednog dijela procesa kojim će se dodatno povećati produktivnost i preciznost procesa sortiranja. Također se radi na realizaciji plana za povezivanja poštanskih aplikacija sa PSM-om radi automatske evidencije i praćenja paketnih pošiljki. U konačnici cilj automatizacije skladišnih procesa je stvoriti integrirani sustav, ubrzati procese te smanjiti ukupne troškove.

LITERATURA

[1] Rogić K., Unutarnji transport i skladištenje, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018.

[2] Dundović Č., Hess S.: Unutarnji transport i skladištenje, Fakultet prometnih znanosti, Rijeka, 2007.

[3] Ferišak V..: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983.

[4] Rogić K., Upravljanje skladišnim sustavima, Zagreb 2018

[5]]http://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi-i-sustavi/skladisna-oprema/regali/paletni-regali(srpanj,2020.)

[6] https://www.artex.si/rs/mega.html (srpanj, 2020)

[7] https://colbydandenong.com.au/pallet-racking-systems/drive-in-pallet-racking/ (lipanj, 2020.)

[8] https://promming.hr/oprema-za-skladista/ (lipanj, 2020.)

[9] https://www.primat-rd.hr/proizvod/protocni-regali-za-kutije-carton-flow/2107 (srpanj 2020)

[10] Rogić K, Distribucija I, autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2017.

[11] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013__18997_Skladistenje_TL-5_1.pdf(lipanj, 2020)

[12] https://www.datalab.hr/blog/mjerite-li-performanse-zaposlenika/ (srpanj, 2020)

[13] http://nklabs.gr/wp-content/uploads/2015/10/werk_prototype.pdf (lipanj, 2020)

[14] file:///C:/Users/Savo/AppData/Local/Temp/Investicije.pdf(srpanj , 2020)

[15] https://repozitorij.unizg.hr/islandora/object/foi:3518/preview (srpanj, 2020)

[16] Hrvatska pošta d.d., 2020

[17] https://www.posta.hr/UserDocsImages/posta/Dokumenti/2020/Godisnje_izvjesce_za_2019.%20godinu.pdf (srpanj, 2020)

[18] https://www.posta.hr/UserDocsImages/posta/Dokumenti/Godisnje_izvjesce_%202018._HP_dd_pojedinacno.pdf(srpanj, 2020)

POPIS SLIKA

Slika 1: Modularne kutije i kolica 5
Slika 2: Jednostruki paletni regali 7
Slika 3: Dvostruki paletni regali 8
Slika 4: Provozni paletni regal 8
Slika 5: Statični polični regali 10
Slika 6: Gravitacijski protočni polični regali 11
Slika 7: Ručni viličar 12
Slika 8: Motorno-ručni viličar 13
Slika 9: Kontejner 14
Slika 10:Stroj za sortiranje paketnih pošiljki (PSM) 15
Slika 11: Prikaz konsolidacije robe 23
Slika 12:Prikaz pregrupiranja tereta 24
Slika 13: Transportne razine Hrvatske pošte d.d. 28
Slika 14:Red prijevoza 29
Slika 15: Shematski prikaz sortirnice Jankomir 32
Slika 16: Prikaz opterećenja sortirnog prostora na Jankomiru 33
Slika 17: Pozicija za vaganje i skeniranje paketa 34
Slika 18: Prikaz tehnologije Cross Belt 36

POPIS GRAFOVA

Grafikon 1: Prosječan broj paketa/h 39
Grafikon 2: Prikaz krivo usmjerenih pošiljki 40
Grafikon 3: Količina paketa u posljednje četiri godine 42
Grafikon 4: Prikaz ulaganja u periodu od tri godine 43
Grafikon 5: Prikaz troškova i prihoda 44

POPIS TABLICA

Tablica 1: Usporedba značajki paletnih regala 9
Tablica 2:Karakteristike pošiljki za sortiranje PSM 16
Tablica 3: Popis lokacija za sortiranje paketa druge transportne razine 31
Tablica 4: Tehničke značaje PSM-a..... 35
Tablica 5: Prikaz odredišta usmjeravanja pošiljaka paketnim strojem 37

POPIS KRATICA

PSM – Stroj za razvrstavanje paketnih pošiljki

HP – Hrvatska pošta d.d.

PU – Poštanski ured

OCR – optičko prepoznavanje znakova

FIFO – First in first out

NSC – Novi sortirni centar

.