

# Projektiranje automatiziranog skladišnog sustava

---

**Kolić, Alan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:128:540150>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
*Stručni studij Strojarstva*

Alan Kolić

# Projektiranje automatiziranog skladišnog sustava

Mentor: Nikola Šimunić, mag. ing. stroj

Karlovac, 2016.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
*Stručni studij Strojarstva*

Alan Kolić

# Projektiranje automatiziranog skladišnog sustava

**Automated warehouse system design**

Mentor: Nikola Šimunić, mag. ing. stroj

Karlovac, 2016.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i iskustvo stečeno radom u firmi Omni-pro.

Zahvaljujem se mentoru Nikoli Šimuniću, svome poslovnom suradniku Tomislavu Ivkoviću i direktoru firme Omni-pro Branku Martinoviću.

Alan Kolić



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Strojarstvo

Usmjerenje: Konstrukcijsko strojarstvo

Karlovac, 29.08.2016

### ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: **Alan Kolić**

Matični broj: 0035174983

Naslov: **PROJEKTIRANJE AUTOMATIZIRANOG SKLADIŠNOG SUSTAVA**

Opis zadatka:

Svaka suvremena proizvodna ili distributivna tvrtka osim kvalitetnih proizvodnih rješenja mora imati i kvalitetna logistička rješenja, prvenstveno skladište, koje može pratiti visoko frekventne zahtjeve za ulazom ili izlazom bez stvaranja uskih grla.

U završnom radu potrebno je opisati postupke i tehnologiju koji služe za manipulaciju i skladištenje proizvodnih materijala. Ukratko opisati skladišne sustave te njihove prednosti i nedostatke sa posebnim osvrtom na automatizirana skladišta. Na temelju dobivenih ulaznih parametara projektirati automatizirani skladišni sustav te izraditi idejno rješenje i pripadnu tehničku dokumentaciju.

Koristiti odgovarajuću dostupnu literaturu, priručnike i podatke.

Zadatak zadan:

29.08.2016

Rok predaje rada:

15.09.2016

Predviđeni datum obrane:

25.09.2016

Mentor:

pred. Nikola Šimunić, mag.ing.stroj.

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

dr.sc.Tihomir Mihalić

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....                                | 8  |
| 1.1 Uvodne riječi .....                      | 8  |
| 1.2 Svrha ovoga rada .....                   | 9  |
| 2. SKLADIŠTENJE .....                        | 10 |
| 2.1 O skladištu .....                        | 10 |
| 2.2 Automatizirano skladištenje .....        | 11 |
| 3. ULAZNI PODACI.....                        | 12 |
| 3.1 Sadašnje stanje .....                    | 12 |
| 3.2 Osnovni podaci .....                     | 13 |
| 3.3 Ulaz materijala .....                    | 17 |
| 3.4 Izlaz materijala .....                   | 19 |
| 3.4.1 Gotovi proizvodi .....                 | 19 |
| 3.4.2 Proizvodni materijal .....             | 21 |
| 3.5 Analiza podataka .....                   | 24 |
| 3.6 Zaključak ulaznih podataka .....         | 25 |
| 4. KONCEPT NOVOG SUSTAVA .....               | 23 |
| 4.1 Potrebne performanse sistema .....       | 24 |
| 4.2 Lokacija skladišta .....                 | 24 |
| 4.3 Crtež novog skaldišnog sistema .....     | 25 |
| 4.4 Mini Load sistem .....                   | 28 |
| 4.5 Konfiguracija regalne konstrukcije ..... | 31 |
| 4.6 Protok materijala .....                  | 32 |
| 4.6.1 Ulaz materijala .....                  | 32 |
| 4.6.2 Izlaz materijala .....                 | 33 |
| 4.7 Paletni dio skladišta .....              | 36 |
| 4.7.1 Proizvodni materijal .....             | 36 |
| 4.7.2 Gotovi proizvodi .....                 | 37 |
| 4.8 Zaključak nakon automatizacije .....     | 39 |
| 5. ZAKLJUČAK .....                           | 39 |

## POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Sadašnje stanje skladišta i proizvodnog pogona .....        | 12 |
| Slika 2. Ulagne kutije .....   | 15 |
| Slika 3. Primjer sitnog ulaznog materijala .....                     | 16 |
| Slika 4. Pakiranje ulaznog materijala .....                          | 16 |
| Slika 5. Zaključak ulaznog toka materijala .....                     | 25 |
| Slika 6. Mini Load automatizirani skladišni sistem .....             | 23 |
| Slika 7. Lokacija novog skladišnog sistema .....                     | 24 |
| Slika 8. Crtež cijelog postrojenja .....                             | 25 |
| Slika 9. Tlocrt Mini Load skladišta .....                            | 26 |
| Slika 10. Presjek Mini Load skladišta .....                          | 27 |
| Slika 11. Miniload AR/RS .....                                       | 28 |
| Slika 12. LT4 podizna platforma .....                                | 29 |
| Slika 13. Pogon Miniload dizalice .....                              | 29 |
| Slika 14. Sistem protiv oscilacija .....                             | 30 |
| Slika 15. Ulag materijala u skladište .....                          | 32 |
| Slika 16. Izlaz materijala iz skladište - pune kutije .....          | 33 |
| Slika 17. Izlaz materijala iz skladište - komisionirane kutije ..... | 34 |
| Slika 18. Picking loop pozicija .....                                | 35 |
| Slika 19. Paletno skladište - proizvodni materijal .....             | 36 |
| Slika 20. Paletno skladište - gotovi proizvodi .....                 | 37 |
| Slika 21. Prikaz satelita .....                                      | 38 |
| Slika 22. Paletno skladište - satelitski drive in sistem .....       | 38 |
| Slika 23. Zaključak toka materijala nakon automatizacije .....       | 39 |

## POPIS TABLICA

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1. Podaci o paletama .....  | 13 |
| Tabela 2. Struktura paleta i kutija .....                                    | 13 |
| Tabela 3. Podaci o kutijama .....  | 14 |
| Tabela 4. Atmosferski podaci .....   | 14 |
| Tabela 5. Količina i volumen materijala .....                                | 15 |
| Tabela 6. Prosječan ulaz kutija .....  | 17 |
| Tabela 7. Prosječan ulaz paleta .....  | 17 |
| Tabela 8. : Prosječan ulaz kutija + planirani rast .....                     | 17 |
| Tabela 9. Prosječan ulaz paleta + planirani rast .....                       | 17 |
| Tabela 10. Prosječan ulaz kutija + planirani rast + vršni mjeseci .....      | 18 |
| Tabela 11. Prosječan ulaz paleta + planirani rast + vršni mjeseci.....       | 18 |
| Tabela 12. Izlaz gotovih proizvoda iz skladišta .....                        | 20 |
| Tabela 13. Izlaz gotovih proizvoda iz skladišta - broj kutija .....          | 21 |
| Tabela 14. Izlaz proizvodnog materijala iz skladišta prema proizvodnji ..... | 22 |
| Tabela 15. Izlaz proizvodnog materijala iz skladišta - broj kutija .....     | 23 |
| Tabela 16. Primjer trenutačnog komisioniranja istog artikla .....            | 23 |
| Tabela 17. Konfiguracija regalne konstrukcije .....                          | 31 |

## **POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

R16-60202

Prikaz cijelog postrojenja

## **KRATICE**

|       |  |
|-------|--|
| ERP   | Enterprise resource planning           |
| WMS   | Warehouse management system            |
| RFID  | Radio-frequency identification         |
| AS/RS | Automatic storage and retrieval system |

## **SAŽETAK**

Svaka suvremena proizvodna ili distributivna kompanija osim kvalitetnih proizvodnih rješenja mora imati i kvalitetna logistička rješenja, prvenstveno skladište, koje može pratiti visoko frekventne zahtjeve za ulazom ili izlazom bez stvaranja uskih grla.

U ovome radu se prikazuje kako se jedan takav skladišni sustav razvija sve do gotovog rješenja. Rad sadrži detaljnu analizu stvarnih ulaznih podataka potrebnih za razvoj sistema, odabir odgovarajućih tehnologija i njihovi opisi te opis samog rješenja i crtež.

Ključne riječi: automatizacija, skladištenje, proizvodnja, proizvodni materijal

## SUMMARY

Other than quality production solutions, every modern production or distribution company has to have a quality logistic solutions. The key component is the warehouse which has to be able to handle high throughput without creating any bottlenecks.

This thesis shows how one such warehouse system is developed all the way to the final solution. A detailed analysis of real life input data which is needed to develop such a solution is also shown together with the required technology and it's description and the final drawing of the solution.

Key words: automatization, warehouse, production, production material

## 1. UVOD

### 1.1 Uvodne riječi

Ovaj rad bavi se izradom automatiziranog skladišnog sustava, od analize ulaznih podataka i trenutačnog stanja skladišta pa sve do same koncepcije i crteža novog skladišta.

Rad se temelji na projektnoj studiji, koja je napravljenja za vrijeme moga rada u tvrtci Omni-pro d.o.o., za kompaniju koja se bavi proizvodnjom elektroničkih proizvoda i sklopova za najpoznatije svjetske brendove.

Tokom izrade studije vodilo se računa o broju skladišnih pozicija, toku materijala, toku ljudi, performansama cijelog sustava, a na kraju krajeva i finalnom konceptu i crtežu automatiziranog skladišta.

Svi ulazni podaci su dobiveni od investitora tako da su u ovome radu prikazani i realni logistički podaci suvremene proizvodne kompanije.

Glavne teme kojima će se ovaj rad baviti su:

- Prikup i analiza podataka sa ciljem nalaženja optimalnog rješenja –definiranje točnih protoka skladišta i oblika u kojima se roba skladišti
- Definiranje potrebne tehnologije za manipuliranje robom – na temelju podataka iz prošlog koraka se odabire pravilna tehnologija i oprema koja će moći manipulirati svom robom i koja će moći podnijeti zahtjeve za ulazom i izlazom robe
- Projektiranje sistema i crteža – određivanje toka materijala i fizičkih dimenzija samog skladišta sa ciljem maksimalne iskoristivosti prostora
- Funkcionalnosti – Prikazi i objašnjenja kretanja robe i zadataka skladišta

## 1.2 Svrha ovoga rada

Svrha ovoga rada je elaboracija i pretvaranje dobivenih ulaznih podataka u realno i optimalno tehničko rješenje koje će u potpunosti zadovoljiti sve proizvodne zahtjeve.

Glavne prednosti automatiziranog skladišnog sistema su:

- Smanjenje broja potrebnih operatera zbog korištenja automatizacije
- Redukcija operacijskih troškova - smanjena energetska potrošnja, smanjenje internog transporta, nema potrebe za održavanjem poda (što zahtjevaju viličari) i druge opreme, racionalizacija menadžmenta itd.
- Potpuna transparentnost skladištenih dobara i materijala
- Visoka preciznost i brzina pri ispunjavanju proizvodnih naloga
- Manje izgubljenih ili oštećenih materijala
- Jednostavnija i efikasnija inventura
- Smanjenje potrebne skladišne površine
- Redukcija potrebne administracije koja je povezana sa klasičnim manualnim skladištima
- Centralizirano i ubrzano komisioniranje sa boljim nadzorom

Neki od nedostataka automatiziranog skladišnog sistema su:

- Visoki investicijski troškovi
- Potreba za visokom standardizacijom
- U određenim uvjetima izrazito nefleksibilna upotreba
- Teško izvediva kod malih visina
- Zahtjevno održavanje
- Ako dođe do zastoja robi nije moguće pristupiti

## 2. SKLADIŠTENJE

### 2.1 O skladištu

Skladište može biti ograđeni ili neograđeni prostor, pokriveni ili nepokriveni prostor koji se koristi za čuvanje sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda. U njemu se roba preuzima i otprema, te čuva od raznih fizičkih, kemijskih i atmosferskih utjecaja.

Prema načinu gradnje skladišta se dijele na

- otvorena (u njima se čuvaju materijali i robe koje su neosjetljive ili vrlo malo na kemijske i atmosferske utjecaje)
- zatvorena (roba osjetljiva na vremenske utjecaje)
- natkrivena (robe kojima je potrebno stalno provjetravanje).

Postoji još podjela robe na klasična skladišta u kojima razlikujemo niskomehanizirana i visokomehanizirana skladišta, ovisno na koji se način rukuje predajom i otpremom robe – ručno ili strojevima poput viličara i sl. te automatizirana skladišta gdje se skladišni poslovi u pravilu obavljaju bez prisutnosti djelatnika uz korištenje raznih softwareskih i automatiziranih rješenja.

Skladištenje robe je vrlo odgovoran zadatak jer se nepravilnim skladištenjem upropastava roba, povećavaju se troškovi poslovanja, mogući su problemi sa raznim inspekcijama.

Za vrijeme uskladištenja može doći do različitih gubitaka. Uzroci gubitaka mogu biti u prirodi robe (lako topljiva ili hlapljiva roba, roba koja gubi vlagu), uvjetima uskladištenja, nesavjesnom ili neispravnom manipuliranju robom i sl.

Ako se roba pravilno uskladišti, čuva se od nepovoljnih utjecaja, gubitaka i kvarenja.

Važan dio procesa skladištenja je i optimizacija skladištenja, odnosno svi procesi koji su potrebni da bi se roba najekonomičnije preuzeila u skladište, pravilno posložila u skladištu i isporučila krajnjim korisnicima.<sup>[2]</sup> Kod automatiziranih skladišta ovaj dio posla najčešće preuzima Warehouse management system (WMS) sustav koji određuje i upravlja svim pozicijama uskladištenih materijala i proizvoda.

<sup>[2]</sup> <http://bestlogistika.blogspot.hr/>

## 2.2 Automatizirano skladištenje

Automatizirano skladište je objekat unutar kojeg su svi zadaci povezani sa pohranjivanjem, sakupljanjem ili prenošenjam inventara obavljeni preko automatiziranog sustava. Pod to najčešće spadaju razni roboti koji zajedno sa konvejerima mogu prenositi robu.

Sam stupanj automatizacije skladišta je određen potrebnim protocima, preciznošću i brzinom, a svi ti parametri moraju biti poznati prije same konceptualne razrade skladišta.

U većini slučajeva sva roba koja se skladišti mora biti označena kako bi mogla biti računalno pročitana, locirana i praćena, a sav inventar se konstantno ažurira kako materijali ili proizvodi ulaze, izlaze ili se pomiču unutar skladišta. U tu svrhu se najčešće koriste barkod naljepnice i čitači te Radio-frequency identification (RFID) tehnologija.

Iako u većini slučajeva automatizirana skladišta imaju veće investicijsku troškove nego klasična manualna skladišta njihova glavna finansijska prednost je smanjenje operativnih troškova tokom godina te smanjenje potrebnog broja radnika. Uz to automatizirana skladišta daju puno viši stupanj kontrole i sigurnosti, a ljudski faktor pogreške se gotovo potpuno može ukloniti.

Danas postoje razne izvedbe i mogućnosti automatiziranih skladišta, ali u ovome radu ćemo prikazati rad Automatic storage and retrieval system (AS/RS) izvedbe koja koristi dizalicu koja se kreće unutar prolaza (hodnika) između dva reda regala koja na sebi nose materijal koji se skladišti.

Glavna prednosti AS/RS je povećanje skladišnog prostora zbog korištenja visina i preko 40 metara i zamjena sve ljudske manipulacije robom sa robotom.

### 3. ULAZNI PODACI

Točni i detaljni ulazni podaci od presudne su važnosti budući da se na njima zasniva cijeli sustav.

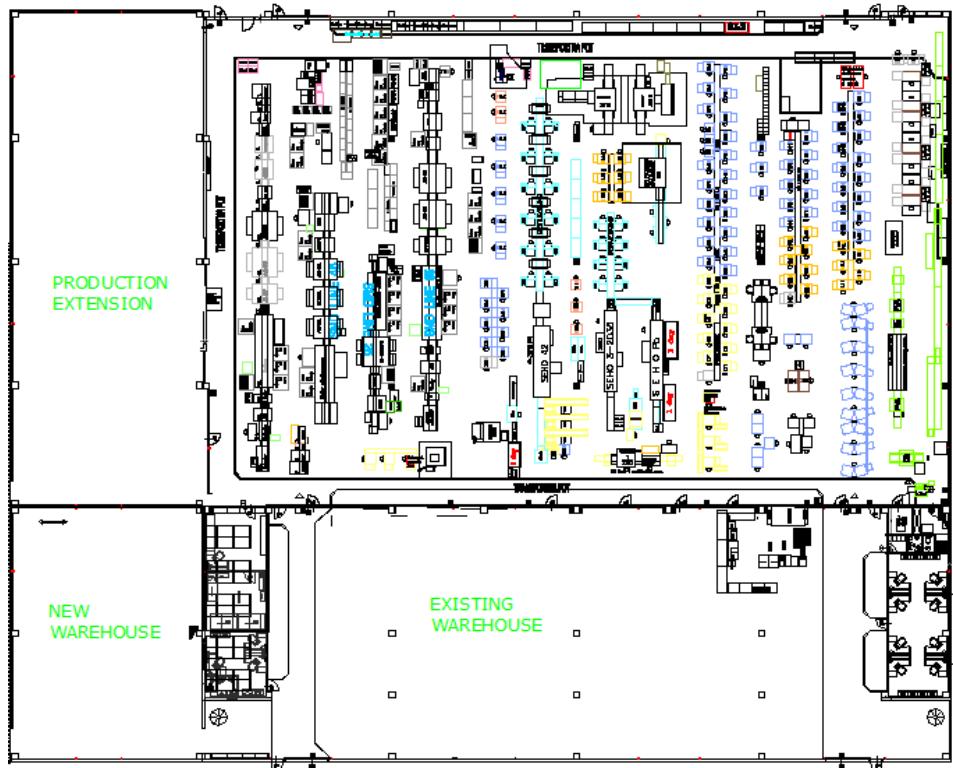
Neki od ključnih podataka su:

- Vrsta materijala
- Tipovi ambalaže (paleta / kutija / vreća / kontejner / ostalo)
- Željeni kapacitet skladišta
- Dimenzije materijala sa ambalažom
- Protok skladišta (ulaz / izlaz)
- Prisustvo i oblik komisoniranja
- Način informatičkog vođenja skladišta
- Prostorna ograničenja

Neki od podataka mogu ostati nepoznati prilikom izrade idejnog projekta, ali tokom pregovora i prilikom krajnjeg potpisivanja ugovora se moraju definirati.

Svi potreбni podaci za izradu cjelovitog rješenja su dobiveni od investitora u obliku excel tablica i crteža. Izrazito bitni podaci su oni koji se tiču ukupne količine i protoka materijala, a biti će navedeni ispod.

#### 3.1 Sadašnje stanje



*Slika 1. Sadašnje stanje skladišta i proizvodnog pogona*

Sadašnje skladište je koncipirano na manualnoj manipulaciji materijalom sa paletnim dijelom i dijelom za kutije.

Pod manualnom manipulacijom se misli na to da skladišni operateri moraju sami prolaziti kroz cijelo skladište i tražiti odgovarajući materijal za radne naloge. Dodatni problemi i gubitci vremena se stvaraju kada se sa paletnih regala prvo paleta mora spustiti viličarem, potreban materijal se izuzme sa palete, a zatim se paleta viličarem vraća natrag na paletne regale.

Tlocrte dimenzije trenutačnog skladišta su 40 x 19.5 metara, a maksimalna visina skladišta je 7.5 metara. Firma za koju je rađena ova projektna studija je prije par mjeseci završila izgradnju nove proizvodne i skladišne hale, no ona još nije u upotrebi.

Također, odmah do novo izgrađene hale postoji slobodni prostor na zemljišnoj čestici koji je moguće iskoristiti za skladišna proširenja.

Proizvodnja je podijeljena u tri zone gdje svaka ima svoj tok i preuzima polu proizvode od prijašnje zone.

### 3.2 Osnovni podaci

Sav materijal koji ulazi u skladište dolazi u obliku kutija raznih dimenzija. Te kutije mogu doći zasebno, u smislu da u skladište ulazi samo jedna ili nekoliko kutija, ili na paleti kada ih može biti do 60. Oblik u kojem materijal ulazi najviše ovisi o dobavljaču i količini naručenog materijala.

Kada govorimo o materijalu tu se najviše radi o proizvodnom elektronском materijalu kao što su diskovi sa komponentama, velika količina raznih komponenti i tiskanih pločica.

U narednim tablicama će se prikazati svi oblici paleta i kutija koji se mogu naći u skladištu te atmosfera u kojoj se nalaze.

*Tabela 1. Podaci o paletama*

| Palete                   |          |
|--------------------------|----------|
| Tip palete               | EURO I   |
| Dužina palete            | 1'200 mm |
| Širina palete            | 800 mm   |
| Dužina palete sa teretom | 1'200 mm |
| Širina palete sa teretom | 800 mm   |

*Tabela 2. Struktura paleta i kutija*

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Struktura palete      | Miješana struktura (na paleti se nalaze kutije sa istim tipom artikla); mogu biti pune ili parcijalno ispunjene |
| Struktura kutija      | 100% mono produkt (uvijek je u jednoj kutiji isti artikal); mogu biti pune ili parcijalno ispunjene             |
| Identifikacija kutija | Sve kutije imaju barkod označke za identifikaciju   |

Tabela 3. Podaci o kutijama

| <b>Kutije</b> |  |
|---------------|--|
| Tip kutije    | <b>Kutija za proizvodni materijal Schäfer<br/>14/7-4</b> |
| Dužina kutije | 230 mm   |
| Širina kutije | 150 mm   |
| Visina kutije | 122 mm   |
| Tip kutije    | <b>Kutija za proizvodni materijal<br/>Schäfer EF4220</b> |
| Dužina kutije | 400 mm   |
| Širina kutije | 300 mm   |
| Visina kutije | 220 mm   |
| Tip kutije    | <b>Kutija za gotove proizvode</b>                        |
| Dužina kutije | 400 mm   |
| Širina kutije | 300 mm   |
| Visina kutije | 250 mm   |

Tabela 4. Atmosferski podaci

|   |  |
|---|--|
| Tip dobara koji se skladišti            | Elektroničke i mehaničke komponente,<br>elektronički gotovi proizvodi i razna<br>pakiranja |
| Temperatura skladištenja i manipulacije | Od +5 do + 30°C  |
| Posebni zahtjevi / agresivna atmosfera  | Ne   |

Tabela 5. Količina i volumen materijala

| <b>Tip kutije</b> | <b>m3 / 1 kutija</b> | <b>Broj kutija</b> | <b>Potrebno m3</b> |
|-------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 230 x 150 x 122   | 0.0042               | 1075               | 4.524              |
| <b>Tip kutije</b> | <b>m3 / 1 kutija</b> | <b>Broj kutija</b> | <b>Potrebno m3</b> |
| 400 x 300 x 220   | 0.026                | 34681              | 915.578            |
| <b>Tip kutije</b> | <b>m3 / 1 kutija</b> | <b>Broj kutija</b> | <b>Potrebno m3</b> |
| 400 x 300 x 250   | 0.03                 | 6016               | 180.48             |
| <b>UKUPNO</b>     |                      | <b>41772</b>       | <b>1100.583</b>    |

U gornjoj tablici se može vidjeti potrebna količina volumena za skladištenje svog trenutnog materijala.

Kada bi se tome dodalo i budući planirani rast proizvodnje od +30% dolazimo do 1558 m<sup>3</sup>, što je minimalni potrebnii kapacitet novog skladišnog sustava.



Slika 2. Ulazne kutije



Slika 3. Primjer sitnog ulaznog materijala



Slika 4. Pakiranje ulaznog materijala

### 3.3 Ulaz materijala

Tablice ispod prikazuju prosječan broj kutija i paleta koje su ušle u skladište za Lipanj, Srpanj i Kolovoz 2015.

*Tabela 6. Prosječan ulaz kutija*

| KUTIJE    | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|-----------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Lipanj    | 327         | 1,868  | 167     | 441      | 326   |
| Srpanj    | 134         | 1240   | 145     | 366      | 309   |
| Kolovoz   | 313         | 361    | 204     | 269      | 185   |
| Prosječno | 258         | 1,156  | 172     | 359      | 273   |

*Tabela 7. Prosječan ulaz paleta*

| PALETE    | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|-----------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Lipanj    | 21          | 47     | 12      | 27       | 25    |
| Srpanj    | 7           | 60     | 8       | 15       | 10    |
| Kolovoz   | 13          | 47     | 10      | 15       | 13    |
| Prosječno | 14          | 52     | 10      | 19       | 16    |

Odmah se može zapaziti da je utorak najintenzivniji dan za ulaz robe, a razlog tome je što utorkom dolaze gotovi proizvodi i proizvodni materijali iz partnerskih tvornica.

Kada bi se gornjoj tablici dodao još i planirani rast dobivamo sljedeće rezultate.

*Tabela 8. : Prosječan ulaz kutija + planirani rast*

| KUTIJE    | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|-----------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Lipanj    | 425         | 2,428  | 217     | 573      | 424   |
| Srpanj    | 174         | 1,612  | 189     | 476      | 402   |
| Kolovoz   | 407         | 469    | 265     | 350      | 241   |
| Prosječno | 336         | 1504   | 224     | 467      | 356   |

*Tabela 9. Prosječan ulaz paleta + planirani rast*

| PALETE    | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|-----------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Lipanj    | 28          | 62     | 16      | 36       | 33    |
| Srpanj    | 10          | 78     | 11      | 20       | 13    |
| Kolovoz   | 17          | 62     | 13      | 20       | 17    |
| Prosječno | 19          | 68     | 14      | 26       | 21    |

Budući da su podaci za gornje tablice izvučeni iz ljetnih mjeseci, kada je generalno manji obujam proizvodnje, na gornje rezultate moramo dodati još 30% porasta kako bi dosegli ulaze vršnih mjeseci. To nas dovodi do krajnje tablice za ulaz materijala koja izgleda ovako:

*Tabela 10. Prosječan ulaz kutija + planirani rast + vršni mjeseci*

| KUTIJE         | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|----------------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Vršni mjesec 1 | 553         | 3,157  | 282     | 745      | 551   |
| Vršni mjesec 2 | 226         | 2,096  | 245     | 619      | 522   |
| Vršni mjesec 3 | 529         | 610    | 345     | 455      | 313   |
| Prosječno      | 437         | 1955   | 291     | 607      | 462   |

*Tabela 11. Prosječan ulaz paleta + planirani rast + vršni mjeseci*

| PALETE         | Ponedjeljak | Utorak | Srijeda | Četvrtak | Petak |
|----------------|-------------|--------|---------|----------|-------|
| Vršni mjesec 1 | 37          | 81     | 21      | 47       | 43    |
| Vršni mjesec 2 | 13          | 102    | 15      | 26       | 17    |
| Vršni mjesec 3 | 23          | 81     | 17      | 26       | 23    |
| Prosječno      | 25          | 88     | 18      | 33       | 28    |

Kako bi se odabralo referentni ulazni dan za razvoj koncepta skladišta, najintenzivnije dane treba izbjegavati kako se sustav ne bi predimenzionirao, kako prostorno tako i financijski. S tim na umu, kada bi se utorak kao najintenzivniji dan izbacio, a od ostalih dana izračunao prosjek, dolazimo do **450 kutija i 26 paleta ulaza na dan**.

U trenutačnoj situaciji ulaz materijala je poprilično kaotičan jer sva roba ulazi na jednoj kamionskoj rampi, a zbog naravi manualne operacije ulazni dio skladišta se brzo popuni i stvaraju se gužve. To rezultira sporijim protokom materijala koji za posljedicu ima konstantno ispunjen ulazni dio skladišta.

Automatizirani sustav ovdje ima velike prednosti jer se njegov ulaz bazira na konvejerima, što znači da operateri ne moraju transportirati materijal do određenih pozicija, nego konvejeri to rade za njih čime se štedi vrijeme i povećava protok materijala.

## **3.4 Izlaz materijala**

Izlaz materijala se sastoji od dvije različite kategorije:

- Izlaz gotovih proizvoda
- Izlaz proizvodnog materijala

### **3.4.1 Gotovi proizvodi**

Kao i kod ulaznog materijala, sve kalkulacije su bazirane na excel tablicama investitora koje prikazuju njihove protoke i odpreme iz skladišta.

U donjoj tablici biti će prikazani sljedeći podaci:

- Koji artikli su generirali najviše volumena i njihov opis
- Količina komada po artiklu
- ID naloga koji je zatražio određeni artikl
- Proračunati broj kutija
- ID skladišnog trensfera

Tabela 12. Izlaz gotovih proizvoda iz skladišta

| Artika | Opis                           | Količin | Nalo     | ID sklad.    | Broj kutija |
|--------|--------------------------------|---------|----------|--------------|-------------|
| 60347  | EI. DS-6Pin * L * /A11361-111  | 3176    | 21500205 | 104447305/ 1 | 318         |
| 60347  | EI. DS-6Pin * L * /A11361-111  | 3171    | 21500205 | 104447306/ 1 | 318         |
| 60347  | EI. DS-6Pin * L * /A11361-111  | 2382    | 21500205 | 104447308/ 1 | 239         |
| 60066  | E. TX ASK 11                   | 1614    | 21000223 | 104446165/ 1 | 162         |
| 60480  | EI. 755-LEPL-101-A- /37948     | 1137    | 21500705 | 104449889/ 1 | 114         |
| 60672  | E. P2 Lift Sen. B. /5796690-01 | 8751    | 21502018 | 104453320/ 1 | 8           |
| 60347  | EI. DS-6Pin * L * /A11361-111  | 7898    | 21500205 | 104447304/ 1 | 7           |
| 60056  | Sw. MUM5 Bl. Sr                | 5400    | 21500169 | 104443261/ 1 | 5           |
| 60230  | EI. ISIO3 Driver               | 5085    | 21500346 | 104449267/ 1 | 5           |
| 60230  | EI. ISIO3 Driver               | 4911    | 21500346 | 104449268/ 1 | 5           |
| 60610  | E.MSM6S Comf.V03SR /9000935341 | 4428    | 21500786 | 104447820/ 1 | 4           |
| 60866  | E. P2 Loop Sen. T6 /5889030-01 | 4322    | 21502019 | 104453328/ 1 | 4           |
| 59900  | EI. PEX_A 230V /1607233419     | 4000    | 21500175 | 104449261/ 1 | 4           |
| 60230  | EI. ISIO3 Driver               | 3889    | 21500346 | 104449269/ 1 | 3           |
| 60066  | E. TX ASK 11                   | 3856    | 21000223 | 104446164/ 1 | 3           |
| 60475  | E.MUM44II V.04 230V/9000950102 | 3840    | 21500786 | 104437737/ 1 | 3           |
| 60867  | EI. MQ5 ST cplV.05/8001009861  | 3600    | 21501553 | 104437744/ 1 | 3           |
| 60056  | Sw. MUM5 Bl. Sr                | 3600    | 21500169 | 104449943/ 1 | 3           |
| 60610  | E.MSM6S Comf.V03SR /9000935341 | 3504    | 21500786 | 104437736/ 1 | 3           |
| 60480  | EI. 755-LEPL-101-A- /37948     | 3465    | 21500705 | 104449888/ 1 | 3           |
| 60672  | E. P2 Lift Sen. B. /5796690-01 | 3404    | 21502018 | 104453319/ 1 | 3           |
| 59707  | EI. MAS42 V.03/5090476457      | 3179    | 21501792 | 104437746/ 1 | 3           |
| 59699  | EI. Light Module /1607233368   | 3030    | 21500300 | 104449264/ 1 | 3           |
| 61006  | E. SG_Com B. RT2 /5881362-02   | 2689    | 21502072 | 104453339/ 1 | 2           |
| 60672  | E. P2 Collis.Sen.B./5796691-   | 2627    | 21502018 | 104453317/ 1 | 2           |
| 59702  | EI. switch brake               | 2600    | 21500781 | 104437727/ 1 | 2           |
| 59474  | Drehzahlsensor                 | 2592    | 22000295 | 104449769/ 1 | 2           |
| 61004  | E. P2 Main B. RT7 /5868135-02  | 2556    | 21502072 | 104453341/ 1 | 2           |
| 60295  | E.ROTAK Driver F3 /F016L68406  | 2214    | 21501820 | 104452908/ 1 | 2           |
| 60777  | EI. HSA POUR AV05 /R422102386  | 2087    | 21501282 | 104449744/ 1 | 2           |
| 60836  | E.MFQ4 Comf.C.GRAY4/8001004440 | 1984    | 21501123 | 104454855/ 1 | 2           |
| 60672  | E. P2 Cutting H.B. /5797285-02 | 1868    | 21502019 | 104453334/ 1 | 1           |
| 60056  | Sw. MUM5 Bl. Sr                | 1800    | 21500169 | 104449944/ 1 | 1           |
| 60056  | Sw. MUM5 Arm Sr V01/9000626111 | 1796    | 21500782 | 104437729/ 1 | 1           |
| 60295  | E.ROTAK Driver F3 /F016L68406  | 1766    | 21501820 | 104452906/ 1 | 1           |
| 60748  | E. P2 Char. B. T4 /5795655-02  | 1763    | 21502018 | 104453323/ 1 | 1           |
| 60655  | EL. AK /4520-430-3201-B        | 1728    | 21501292 | 104450302/ 1 | 1           |
| 60610  | E.MSM6S                        | 1728    | 21500785 | 104437734/ 1 | 1           |
| 60063  | EI. MAS46_N                    | 1728    | 21501792 | 104447836/ 1 | 1           |
| 59827  | EI. 225-LEPL-102-A- /36424     | 1709    | 21500064 | 104449882/ 1 | 1           |
| 60816  | EI. SAG 220-                   | 1685    | 22000295 | 104447167/ 1 | 1           |
| 60312  | Sw. MUM5 M.B.                  | 1577    | 21500783 | 104437731/ 1 | 1           |
| 59702  | EI. switch brake               | 1560    | 21500781 | 104447813/ 1 | 1           |
| 60312  | Sw. MUM5 M.B.                  | 1500    | 21500783 | 104447817/ 1 | 1           |
| 60200  | E.Water Tank RIGHT /9000914961 | 1482    | 21500343 | 104446194/ 1 | 1           |
| 60750  | E. P2 Main B. T4 /5784254-03   | 1450    | 21502018 | 104453321/ 1 | 1           |
| 59980  | EI. PSB MPP 230V /1607233360   | 1445    | 21500169 | 104449257/ 1 | 1           |
| 59980  | EI. PSB MPP 230V /1607233360   | 1375    | 21500169 | 104449258/ 1 | 1           |
| 60721  | E.MUM5 P.M.SR V04 /8001002802  | 1350    | 21500787 | 104437738/ 1 | 1           |
| 59449  | EI. GBH 36C ELO /1607233316    | 1318    | 22000295 | 104447155/ 1 | 1           |
| 60870  | E.ROTAK Driver                 | 1306    | 21501792 | 104448881/ 1 | 1           |
| 60238  | E.PMDC L.T.VIS/00057-81.045.01 | 1296    | 21500182 | 104449686/ 1 | 1           |

Kada preračunamo iz gornje tablice broj kutija koji izađe iz skladišta po satu dobijemo 43 kutije po satu, no kada pri tome dodamo planirani rast i protok vršnog mjeseca dolazimo do broja od **72 kutije po satu**.

*Tabela 13. Izlaz gotovih proizvoda iz skladišta - broj kutija*

|            | Ukupno kutija | Kutija u danu | Kutija po satu |
|------------|---------------|---------------|----------------|
| Prosječno  | 3406          | <b>682</b>    | <b>43</b>      |
| Rast       | 4428          | <b>886</b>    | <b>56</b>      |
| Rast + vrh | 5757          | <b>1152</b>   | <b>72</b>      |

Valja napomenuti da 30% gotovih proizvoda izlazi iz skladišta prema kupcu u obliku kutije, a ostalih 70% u obliku palete.

### 3.4.2 Proizvodni materijal

U donjoj tablici biti će prikazani sljedeći podaci:

- Koji artikli su generirali najviše volumena i njihov opis
- Količina komada po artiklu
- ID naloga koji je zatražio određeni artikl
- Proračunati broj kutija
- ID skladišnog trensfera

Tabela 14. Izlaz proizvodnog materijala iz skladišta prema proizvodnji

| Artikal | Opis artikla                   | Količina | Nalog     | Line | Line2 | Line3 | ID sklad. transf. | Broj kutija |
|---------|--------------------------------|----------|-----------|------|-------|-------|-------------------|-------------|
| 594562  | CHIP-Res. 10k/ 1% 0402 63mW    | 111888   | 322006624 | 270  | 0     | 0     | 104438290/ 1      | 23          |
| 595733  | CHIP-C 100nF/10% X7R 0603 50V  | 91908    | 322006624 | 410  | 0     | 0     | 104438304/ 1      | 19          |
| 606642  | #CHIP-Res. 10k/ 1% 0603 100mW  | 58786    | 312004843 | 250  | 0     | 0     | 104441257/ 1      | 12          |
| 594602  | CHIP-Res. 1k/ 1% 0402 63mW     | 57942    | 322006624 | 320  | 0     | 0     | 104438295/ 1      | 12          |
| 594562  | CHIP-Res. 10k/ 1% 0402 63mW    | 55664    | 322006656 | 270  | 0     | 0     | 104439103/ 1      | 12          |
| 595733  | CHIP-C 100nF/10% X7R 0603 50V  | 45724    | 322006656 | 410  | 0     | 0     | 104439117/ 1      | 10          |
| 594279  | PCB DS-6Pin V15/08 /ECKERLE    | 42520    | 312104039 | 10   | 0     | 0     | 104440951/ 1      | 43          |
| 589746  | CHIP-C 10nF/10% X7R 0603 50V   | 28971    | 322006624 | 50   | 0     | 0     | 104438269/ 1      | 6           |
| 594602  | CHIP-Res. 1k/ 1% 0402 63mW     | 28826    | 322006656 | 320  | 0     | 0     | 104439108/ 1      | 6           |
| 605492  | *CHIP-C 10nF/10% X7R 0603 50V  | 27846    | 312004843 | 160  | 0     | 0     | 104441248/ 1      | 6           |
| 606647  | #CHIP-Res. 470k/ 1% 0603 100mW | 27846    | 312004843 | 300  | 0     | 0     | 104441262/ 1      | 6           |
| 588119  | CHIP-C 10nF/10% X7R 0603 25V   | 27060    | 332110438 | 50   | 0     | 0     | 104441268/ 1      | 6           |
| 588176  | CHIP-Res. 10k/ 1% 0603 100mW   | 27060    | 332110438 | 80   | 0     | 0     | 104441271/ 1      | 6           |
| 599383  | *MOSFET 2N7002LT1G /N-Channel  | 26973    | 322006624 | 650  | 0     | 0     | 104438330/ 1      | 6           |
| 594554  | CHIP-Res. 100k/ 1% 0402 63mW   | 24975    | 322006624 | 260  | 0     | 0     | 104438289/ 1      | 5           |
| 606644  | #CHIP-Res. 100k/ 1% 0603 100mW | 24752    | 312004843 | 270  | 0     | 0     | 104441259/ 1      | 5           |
| 598441  | CHIP-C 100pF/ 5% NPO 0402 50V  | 21978    | 322006624 | 520  | 0     | 0     | 104438316/ 1      | 5           |
| 592797  | CHIP-Res. 2k2/ 1% 0603 100mW   | 20295    | 332110438 | 260  | 0     | 0     | 104441289/ 1      | 5           |
| 603164  | CHIP-C 470pF/ 5% NPO 0402 50V  | 19980    | 322006624 | 990  | 0     | 0     | 104438365/ 1      | 4           |
| 598137  | *Diode 1N4148WS-HE3-08         | 18564    | 312004843 | 30   | 0     | 0     | 104441236/ 1      | 4           |
| 605486  | *CHIP-C 470nF/10% X7R 0805 50V | 18564    | 312004843 | 150  | 0     | 0     | 104441247/ 1      | 4           |
| 600053  | *Diode BAV99 /High-speed       | 17982    | 322006624 | 700  | 0     | 0     | 104438335/ 1      | 4           |
| 603227  | *T. Volt. Suppres.ESD9X3.3ST5G | 16420    | 322006624 | 1110 | 0     | 0     | 104438376/ 1      | 4           |
| 603212  | *T. Volt. Suppres.ESD9X5.0ST5G | 15984    | 322006624 | 1050 | 0     | 0     | 104438370/ 1      | 4           |
| 603285  | CHIP-Res. 430R/ 1% 0402 63mW   | 15984    | 322006624 | 1310 | 0     | 0     | 104438396/ 1      | 4           |
| 588121  | CHIP-Res. 1k/ 1% 0603 100mW    | 15785    | 332110438 | 60   | 0     | 0     | 104441269/ 1      | 4           |
| 606648  | #CHIP-Res. 22k/ 1% 0603 100mW  | 15470    | 312004843 | 310  | 0     | 0     | 104441263/ 1      | 4           |
| 594597  | CHIP-Res. 4k7/ 1% 0402 63mW    | 14985    | 322006624 | 310  | 0     | 0     | 104438294/ 1      | 3           |
| 595735  | CHIP-C 1uF/10% X7R 0603 16V    | 14985    | 322006624 | 430  | 0     | 0     | 104438306/ 1      | 3           |
| 589746  | CHIP-C 10nF/10% X7R 0603 50V   | 14413    | 322006656 | 50   | 0     | 0     | 104439082/ 1      | 3           |
| 589769  | CHIP-Res. 3k3/ 1% 0603 100mW   | 13530    | 332110438 | 150  | 0     | 0     | 104441278/ 1      | 3           |
| 599383  | *MOSFET 2N7002LT1G /N-Channel  | 13419    | 322006656 | 650  | 0     | 0     | 104439141/ 1      | 3           |
| 595734  | CHIP-C 1nF/10% X7R 0402 50V    | 12987    | 322006624 | 420  | 0     | 0     | 104438305/ 1      | 3           |
| 603217  | CHIP-C 1nF/ 5% NPO 0402 50V    | 12987    | 322006624 | 1060 | 0     | 0     | 104438371/ 1      | 3           |
| 594279  | PCB DS-6Pin V15/08 /ECKERLE    | 12600    | 312104039 | 10   | 0     | 0     | 104440951/ 2      | 13          |
| 594040  | CHIP-C 220pF/10% X7R 0603 50V  | 12485    | 332110438 | 300  | 0     | 0     | 104441293/ 1      | 3           |
| 594554  | CHIP-Res. 100k/ 1% 0402 63mW   | 12425    | 322006656 | 260  | 0     | 0     | 104439102/ 1      | 3           |
| 605513  | *Rectifier SE20AFJHM3/6.       | 12376    | 312004843 | 170  | 0     | 0     | 104441249/ 1      | 3           |
| 604799  | PCB 755-LEPL-001-A-d /GRUNER   | 12055    | 312004844 | 40   | 0     | 0     | 104437923/ 1      | 3           |
| 595222  | Seal part CMS6s /329730        | 12000    | 331003405 | 120  | 0     | 0     | 104438088/ 1      | 120         |
| 598216  | *Transistor BC847BLT1G /NPN    | 11988    | 322006624 | 500  | 0     | 0     | 104438313/ 1      | 3           |
| 599663  | CHIP-Res. 220R/ 1% 0402 63mW   | 11988    | 322006624 | 680  | 0     | 0     | 104438333/ 1      | 3           |
| 601389  | CHIP-C 100nF/10% X7R 0402 25V  | 11988    | 322006624 | 830  | 0     | 0     | 104438348/ 1      | 3           |
| 588176  | CHIP-Res. 10k/ 1% 0603 100mW   | 11820    | 332110438 | 80   | 0     | 0     | 104439015/ 1      | 3           |
| 606924  | *Diode BAS16LT.G /Switching    | 11480    | 332110438 | 700  | 0     | 0     | 104441333/ 2      | 3           |
| 589764  | CHIP-C 100nF/10% X7R 0603 25V  | 11275    | 332110438 | 140  | 0     | 0     | 104441277/ 1      | 3           |
| 589771  | CHIP-Res. 100R/ 5% 0603 100mW  | 11275    | 332110438 | 160  | 0     | 0     | 104441279/ 1      | 3           |
| 598943  | CHIP-Res. 2k7/ 1% 0402 63mW    | 10989    | 322006624 | 610  | 0     | 0     | 104438326/ 1      | 3           |
| 598441  | CHIP-C 100pF/ 5% NPO 0402 50V  | 10934    | 322006656 | 520  | 0     | 0     | 104439128/ 1      | 3           |
| 601447  | CHIP-Res. 75R/ 1% 0603 100mW   | 10790    | 332110438 | 450  | 0     | 0     | 104441307/ 1      | 3           |

Kada preračunamo iz gornje tablice broj kutija proizvodnog materijala koji izađe iz skladišta prema proizvodnji dobijemo 120 kutija po satu, no kada tome dodamo planirani rast i protok vršnog mjeseca dolazimo do 203 kutije po satu.

*Tabela 15. Izlaz proizvodnog materijala iz skladišta - broj kutija*

|            | Kutija u tjednu | Kutija u danu | Kutija po satu |
|------------|-----------------|---------------|----------------|
| Prosječno  | 11509           | <b>1919</b>   | <b>120</b>     |
| Rast       | 14962           | <b>2494</b>   | <b>156</b>     |
| Rast + vrh | 19451           | <b>3242</b>   | <b>203</b>     |

203 kutije po satu ne predstavlja 203 pune kutije! U 80% slučajeva kod kutija proizvodnog materijala radi se o komisioniranju jednog artikla, što znači da se u jednog kutiji može naći od 1 do 10000 komada neke elektronske komponente (tranzistori, kondenzatori, otpornici...)

U stvarnom scenariju skladišni operater dobije radni nalog sa raznim artiklima i potrebnim brojem komada. Zatim kruži po skladištu i manualno uzima sve potrebne komponente i djelove. Kako jedan operater odradi više različitih radnih naloga tokom dana na listi potrebnih materijala će se pojavljivati isti artikli i stvarati nepotrebne kretnje i operacije.

Kod automatiziranog sustava taj se problem u potpunosti izbjegava jer sistem unaprijed zna sve radne naloge i potrebne količine materijala. To znači da kada određni artikal dođe do operatera on će uzeti odgovarajuću količinu za cijeli dan.

*Tabela 16. Primjer trenutačnog komisioniranja istog artikla*

|    |                     |                             |      |           |              |           |
|----|---------------------|-----------------------------|------|-----------|--------------|-----------|
| 50 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 2100 | 332110430 | 104440911/ 1 | 1         |
| 51 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 1512 | 322006702 | 104438186/ 1 | 1         |
| 52 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 1500 | 322006687 | 104437888/ 1 | 1         |
| 53 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 1002 | 322006733 | 104438233/ 1 | 1         |
| 54 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 1000 | 322006625 | 104437870/ 1 | 1         |
| 55 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 800  | 322006694 | 104437930/ 1 | 1         |
| 56 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 600  | 322006689 | 104438467/ 1 | 1         |
| 57 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 520  | 322006693 | 104438217/ 1 | 1         |
| 58 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 500  | 322006690 | 104438523/ 1 | 1         |
| 59 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 240  | 322006730 | 104439764/ 1 | 1         |
| 60 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 96   | 322006729 | 104438770/ 1 | 1         |
| 61 | 578239              | CHIP-Res. 1k/ 5% 0805 125mW | 9    | 322006684 | 104439347/ 1 | 1         |
| 62 | <b>578239 Total</b> |                             |      |           |              | <b>12</b> |

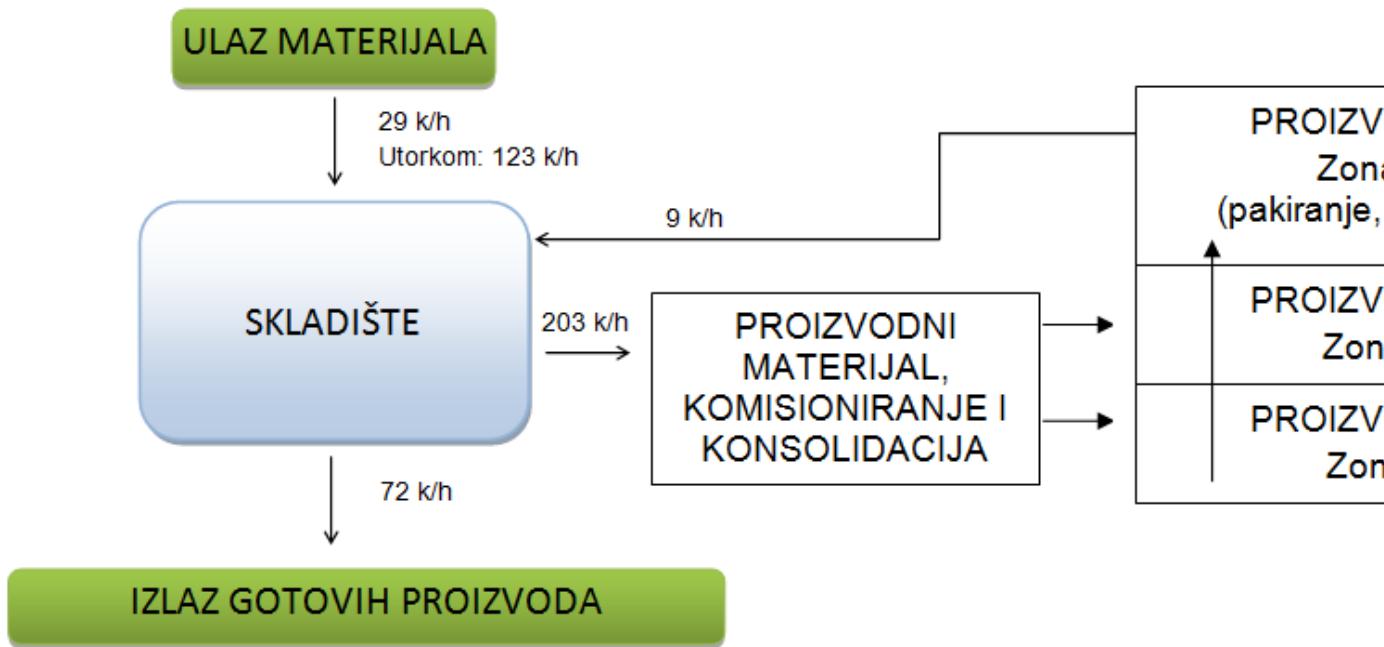
U gornjoj tablici prikazan je primjer komisioniranja artikla broj 578239. Može se vidjeti da se taj artikal pojavio na 12 radnih naloga i 12 puta se moralo otići na skladišnu poziciju tog artikla.

### **3.5 Analiza podataka**

Tokom izrade skladišnog rješenja, specifično prilikom početne analize pristiglih podataka, došlo je do komplikacija zbog toga što investitor koristi ERP sustav koji nema mogućnost prikaza zahtjevanog broja kutija ili paleta, a to znači su svi protoci materijala izraženi u broju komada. Budući da se protok automatiziranog skladišnog sustava izražava kao broj kutija ili paleta u satu bilo je potrebno preračunati sve protoke i sav skladišteni materijal iz broja komada u broj kutija.

Ovaj problem se uspio riješiti tako da su se grupirali svi artikli istih ili sličnih dimenzija te se onda vršio proračun približnog broja kutija za svaku grupu zasebno. Ovom metodom su se dobili vrlo precizni podaci koji su se dalje koristili za projektiranje automatiziranog sistema.

### 3.6 Zaključak ulaznih podataka



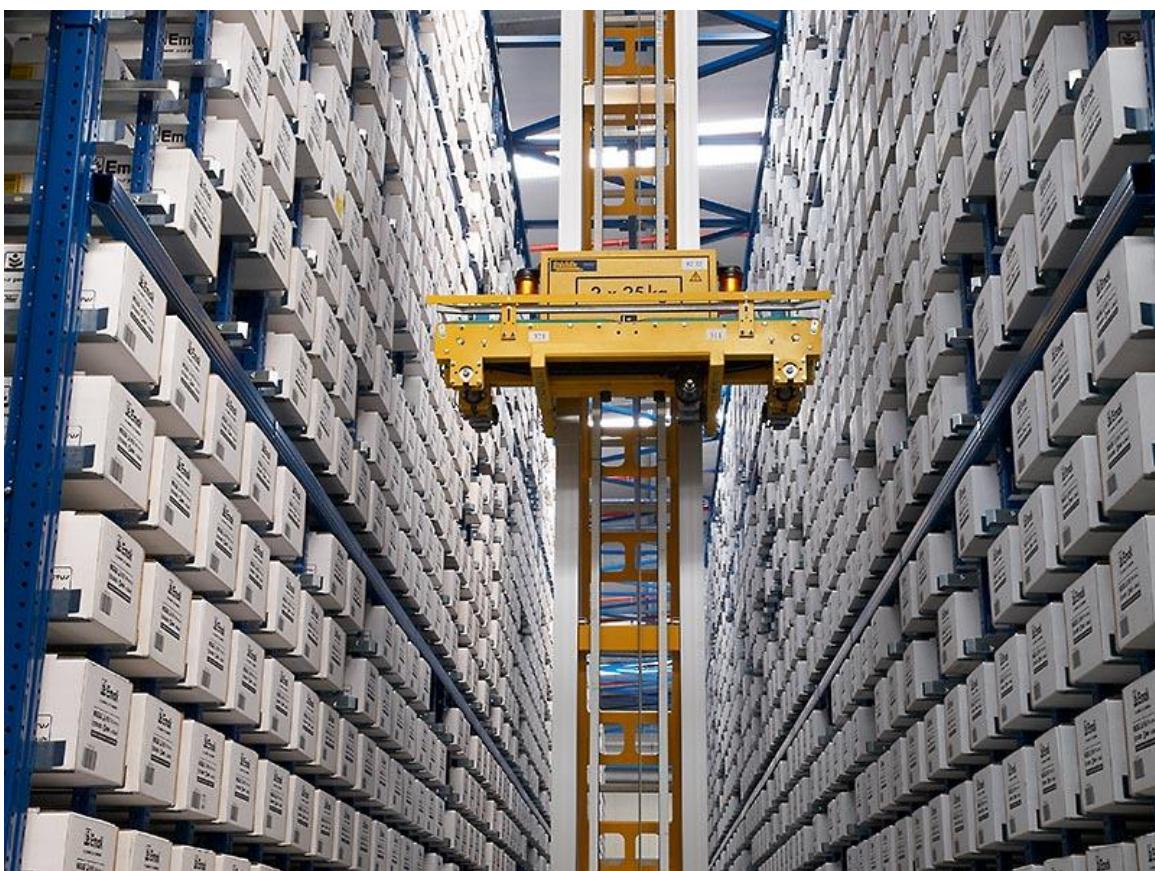
Slika 5. Zaključak ulaznog toka materijala

## 4. KONCEPT NOVOG SUSTAVA

Zbog visokih zahtijevanih protoka i zbog toga što se većina toka materijala u skladištu bazira na kutijama izabrana tehnologija za novi automatizirani sustav je samonoseča regalna konstrukcija sa automatiziranim Mini Load dizalicama.

Uobičajeni način rada ovakvih sustava je: Investitorov ERP (Enterprise resource planning) sistem sadrži sve informacije o artiklima, narudžbama materijala, radnim nalozima i općenitom poslovanju tvrtke. Taj sustav je direktno povezan sa skladišnim WMS-om koji izvlači potrebne informacije, kao na primjer težina kutija, barkod arikla i slično. WMS upravlja svim djelovima automatiziranog skladišta, od konvejera do dizalice, a i pamti gdje se koja kutija nalazi unutar regalne konstrukcije.

ERP sustav također prosljeđuje WMS-u i radne naloge te na temelju njih sustav zna koje kutije i kada treba izvaditi iz regalne konstrukcije i proslijediti u proizvodnju.



Slika 6. Mini Load automatizirani skladišni sistem

## 4.1 Potrebne performanse sistema

Uzimajući u obzir sve prihvate materijala, njihov način odlaganja i oblik opisan u prijašnjem poglavlju, a također uzimajući u obzir planirani rast i potrebnii kapacitet dolazimo do zahtjevanog kapaciteta novog sustava od **36824 pozicije za kutije i 707 pozicija za palete**. Potrebni protoci su **200 kutija po satu ULAZA** i **227 kutija po satu IZLAZA**.

## 4.2 Lokacija skladišta

Kao što se moglo vidjeti u slici 1, sadašnje skladište ima dva velika nedostatka zbog kojih smještanje novog sistema unutar njega nije poželjno.

- Visina od samo 7,5 metara koja ograničava maksimalni kapacitet kutija na cca 22000.
- Nosivi stupovi unutar skladišta narušavaju tok materijala i smanjuju skladišnu površinu

Zbog tih nedostataka najbolje rješenje je smjestiti novi sistem do samog proizvodnog pogona.



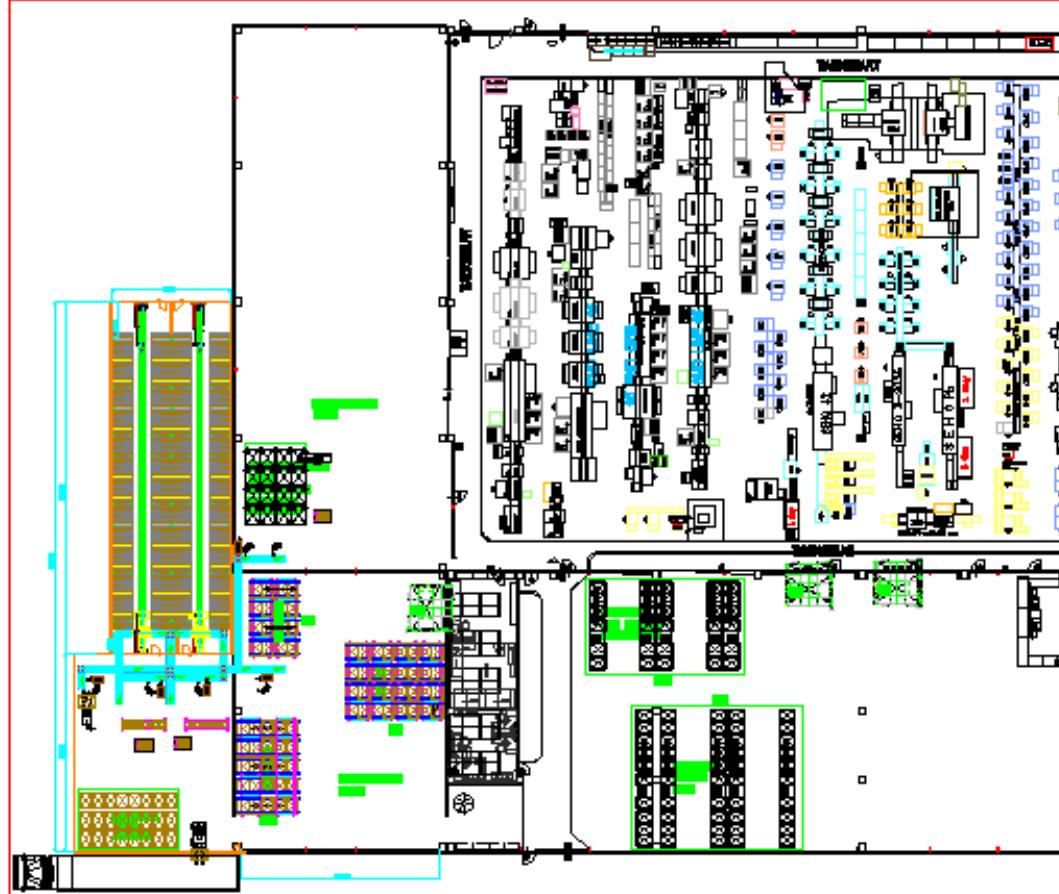
Slika 7. Lokacija novog skladišnog sistema

Neke od prednosti ovakve izvedbe su:

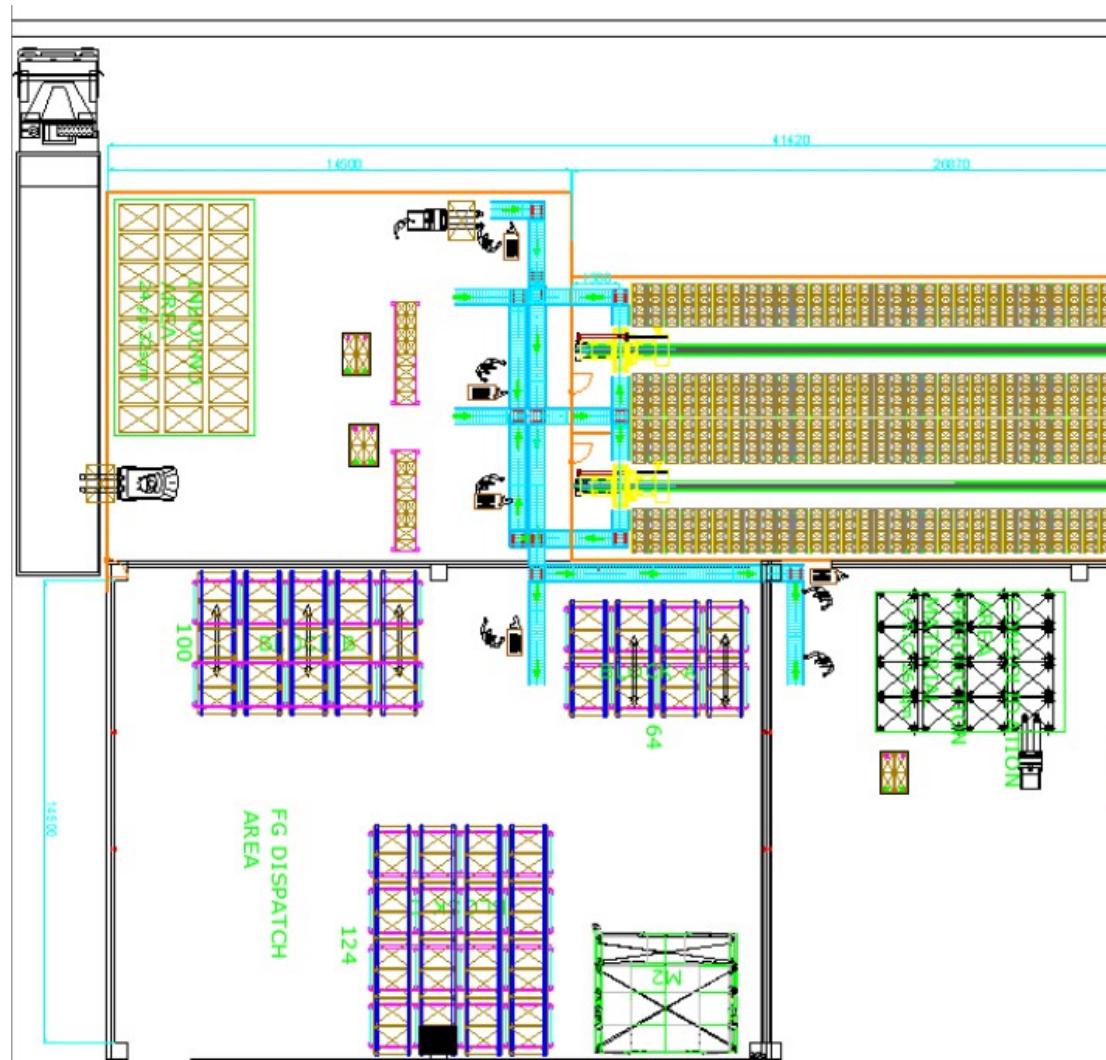
- Veća visina - više skladišnih lokacija na istoj površini
- Centralizacija svih logističkih operacija - sav kapacitet se nalazi u jednom sistemu
- Postojeće skladište je moguće potpuno isprazniti i koristiti za moguće proširenje proizvodnje ili slično
- Mogučnost modularne gradnje i budućih proširenja

### 4.3 Crtež novog skaldišnog sistema

Site Ground View



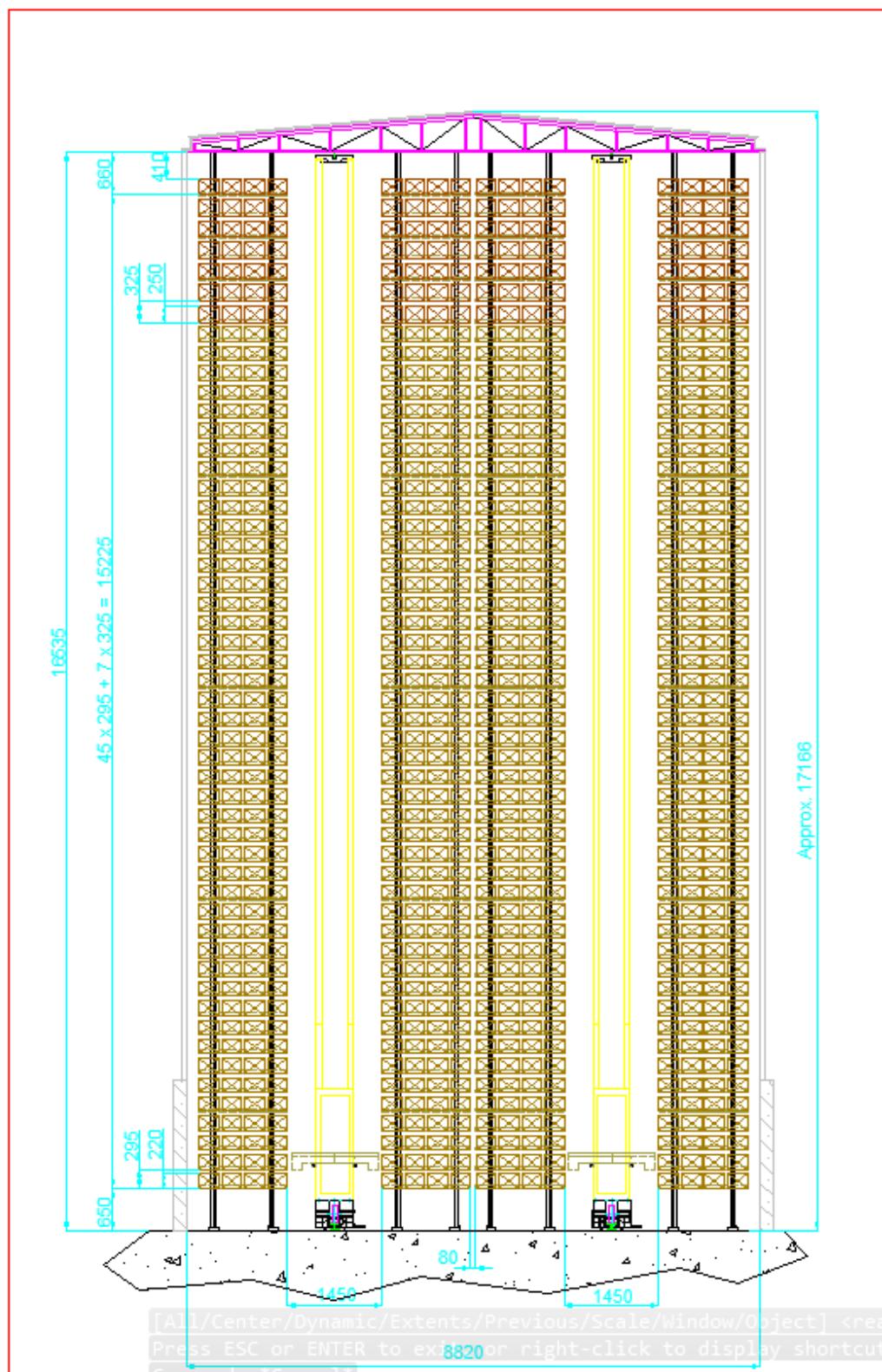
Slika 8. Crtež cijelog postrojenja



Slika 9. Tlocrt Mini Load skladišta

## Cross Section

### M 1:50



Slika 10. Presjek Mini Load skladišta

#### 4.4 Mini Load sistem

Mini-load AS/RS je tip sustava automatiziranog odlaganja i izuzimanja za terete koji su obično u malim spremnicima te skoristiti u projektima sa visokim protocima plastičnih ili kartonskih kutija u ili iz regalne konstrukcije.



Slika 11. Miniload AR/RS

Kao što se moglo vidjeti na pretkodnim prikazima, sistem će biti podjeljen u dva hodnika, a svaki od njih će imati svoju Mini Load dizalicu koja će moći manipulirati kartonskim i plastičnim kutijama.

Unutar skladišta postojati će dva tipa kutija:

- 400 x 300 x 220 za sav proizvodni materijal
- 400 x 300 x 250 za gotove proizvode

Zadnjih sedam visinskih nivoa će biti rezervirani samo za kutije sa gotovim proizvodima.

Mini Load dizalice će biti opremljene sa podiznom platformom LT4. LT4 omogućava istovremenu manipulaciju sa četiri kutije u dubinu, kao što je slučaj kod ovoga rješenja što se može vidjeti na *slici 10*.

LT4 je opremljen sa teleskopskim stolom i četiri zasebna remenska konvejera te je ukupna nosivost 100 kg (4 kutije od po 25 kg svaka).



Slika 12. LT4 podizna platforma



Slika 13. Pogon Miniload dizalice

Motor dizalice prenosi snagu preko nazubljenog remena koji omogučava horizontalno kretanje dizalice sa visokom preciznošću pozicioniranja.



Slika 14. Sistem protiv oscilacija

Budući da Mini Load dizalice mogu biti više i od 20 metara, potreban je sustav koji će spriječiti naginjanje dizalice, a time i nepreciznost prilikom dolaženja do zahtjevane pozicije u regalnoj konstrukciji.

Taj sustav je izведен preko vodilici na vrhu same dizalice i osigurava potrebnu stabilnost i preciznost.

## 4.5 Konfiguracija regalne konstrukcije

*Tabela 17. Konfiguracija regalne konstrukcije*

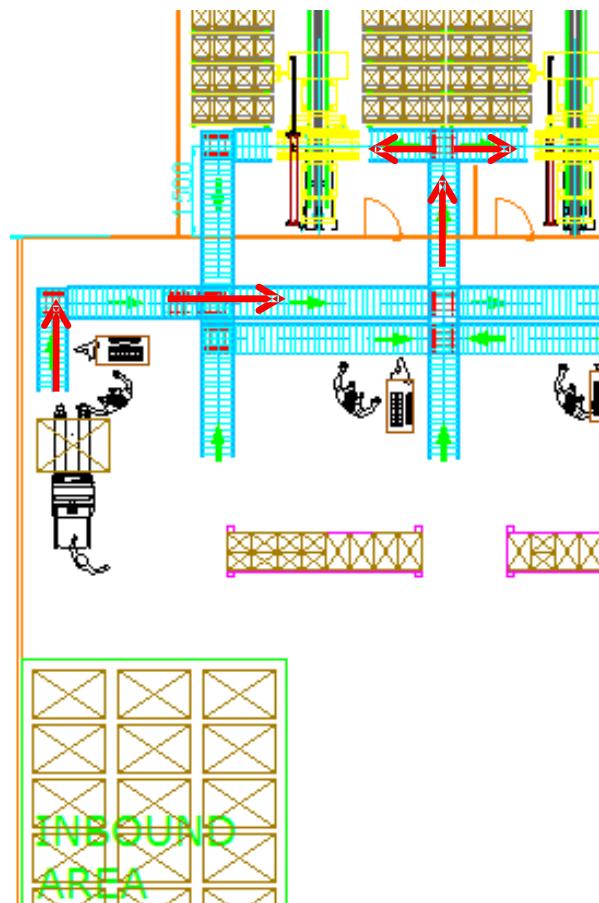
|   | VRIJEDNOST         | JEDINICA |
|---|--------------------|----------|
| Tip konstrukcije                                      | Čelična samonoseća |          |
| Broj hodnika  | 2                  | No.      |
| Širina hodnika (od kutije do kutije)                  | 1450               | mm       |
| Odjeljaka u smjeru osi X (jedna kutija po odjeljku)   | 45                 | No.      |
| Razmka između odjeljaka u smjeru osi X                | 500                | mm       |
| Razmak između konvejera i prvog odjeljka konstrukcije | 530                | mm       |
| Ukupni hod dizalice u smjeru osi X                    | 22'780             | mm       |
| Prednji pristupni prostor dizalice                    | 1'500              | mm       |
| Stražnji pristupni prostor dizalice                   | 2'600              | mm       |
| Minimalna dužina hodnika                              | 26'870             | mm       |
| Nivoa u smjeru osi Y za kutije proizvodnog materijal  | 45                 | No.      |
| Razmak između nivoa za kutije proizvodnog materijal   | 295                | mm       |
| Nivoa u smjeru osi Y za kutije sa gotovim proizvodima | 7                  | No.      |
| Razmak između nivoa za kutije sa gotovim proizvodima  | 325                | mm       |
| Visina prvog nivoa                                    | 650                | mm       |
| Razmak između zadnjeg nivao i vrha konstrukcije       | 660                | mm       |
| Visina konstrukcije                                   | 16'535             | mm       |
| Pozicija u smjeru osi Z                               | 16                 | No.      |
| Ukupan broj pozicija za kutije                        | 37'440 kutija      | No.      |

## 4.6 Protok materijala

### 4.6.1 Ulaz materijala

Kutija (bilo plastična ili kartonska) ulazi u skladište preko ulazne konvejer linije. Svaka kutija na toj liniji prolazi težinsku i dimenzijsku provjeru, te ako prolazi zadane mjere povratno se vraća na ulaznu poziciju gdje se provjerava i po potrebi preslaguje.

Nakon uspješnog prolaza kontrole barkod skenerom se očtava barkod na kutiji te od tog trenutka WMS prati njeno kretanje i odabire određenu lokaciju u regalnoj konstrukciji. Ulagnim konvejerom kutija se transportira sve do pristupnog konvejera jednog od dva hodnika, naravno ovisno o tome gdje WMS želi smjestiti kutiju u konstrukciji. Od tamo je preuzima dizalica, transportira i odlaže u željene pozicije.



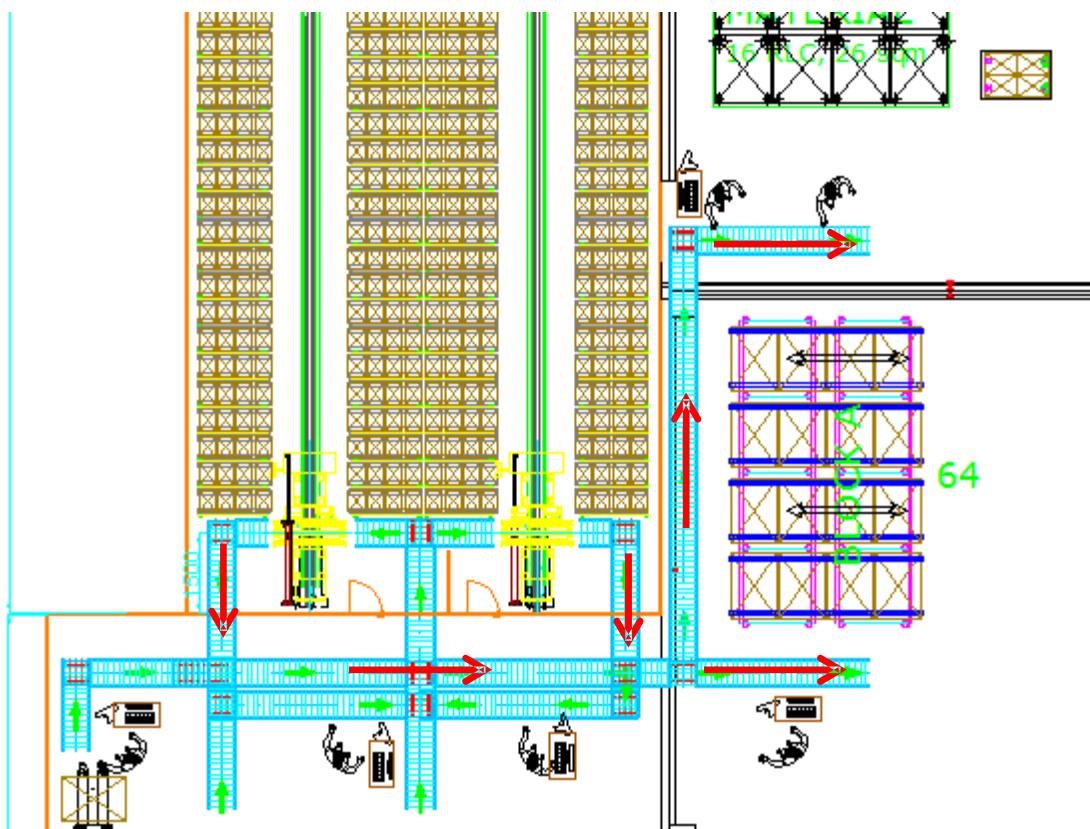
Slika 15. Ulaz materijala u skladište

#### 4.6.2 Izlaz materijala

Jednom kada WMS zaprimi radni nalog od ERP-a, prvo provjerava da li zahtjevana količina artikla odgovara punoj kutiji. Ako je to slučaj, zatraženu kutiju prikuplja Mini Load dizalica, odlaze ju na pristupni konvejer i putem izlaznih konvejer linija se transportira do jednog od dva izlaza. Na slici dolje mogu se vidjeti spomenuti izlazi i njihove lokacije.

Gornja linija služi za izlaz punih kutija proizvodnog materijala i nalazi se u novoizgrađenom djelu proizvodnog pogona. Kada operateri zaprime kutije transportiraju ih po skladištu na odgovarajuće proizvodne zone.

Donja linija služi za izlaz punih kutija gotovih proizvoda i nalazi se u novoizgrađenoj zoni ekspedita. Nakon dolaska kutije u ovu zonu operateri ih preuzimaju i konsolidiraju na palete te pripremaju za otpremu.

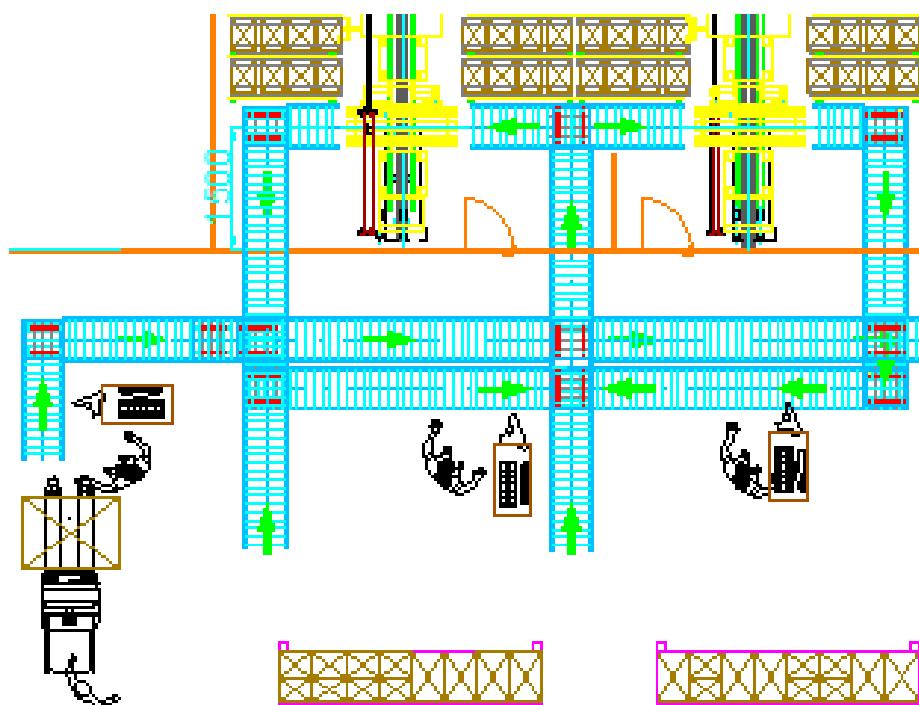


Slika 16. Izlaz materijala iz skladište - pune kutije

Ako WMS ustanovi da zatražena količina artikla ne generira punu kutiju, kutija sa tim artiklom se putem konvejer linija transportira na "picking loop" pozicije. "Picking loop" je kružna petlja konvejer linija koja omogućava izlaz materijala iz regalne konstrukcije, manualno komisioniranje iz te kutije i na kraju njen povrat u regalnu konstrukciju.

Na slici ispod mogu se vidjeti dvije kružne petlje koje funkcioniraju na gore opisanom principu. Kada pred operatera dođe kutija sa određenim artiklom, skeniranjem barkoda na kutiji unaprijed zna točnu količinu koju je potrebno preuzeti za sve radne naloge taj dan. Kada izdvoji potreban broj komada artikla, putem računala potvrdi svoju operaciju i kutija se vraća natrag u regalnu konstrukciju. Naravno WMS prati koliko je komada ostalo u toj kutiji za buduće operacije.

Iza operatera se također mogu vidjeti dvije "buffer" pozicije koje služe za privremeno ostavljanje materijala koji je spreman za ulaz u proizvodnju.



Slika 17. Izlaz materijala iz skladište - komisionirane kutije

Kada se prikupi sav potreban materijal sa radnih naloga, operater manualno može preuzeti sve kutije sa "buffer" pozicija i transportirati ih do proizvodnje ručnim viličarom ili kolicima.



Slika 18. Picking loop pozicija

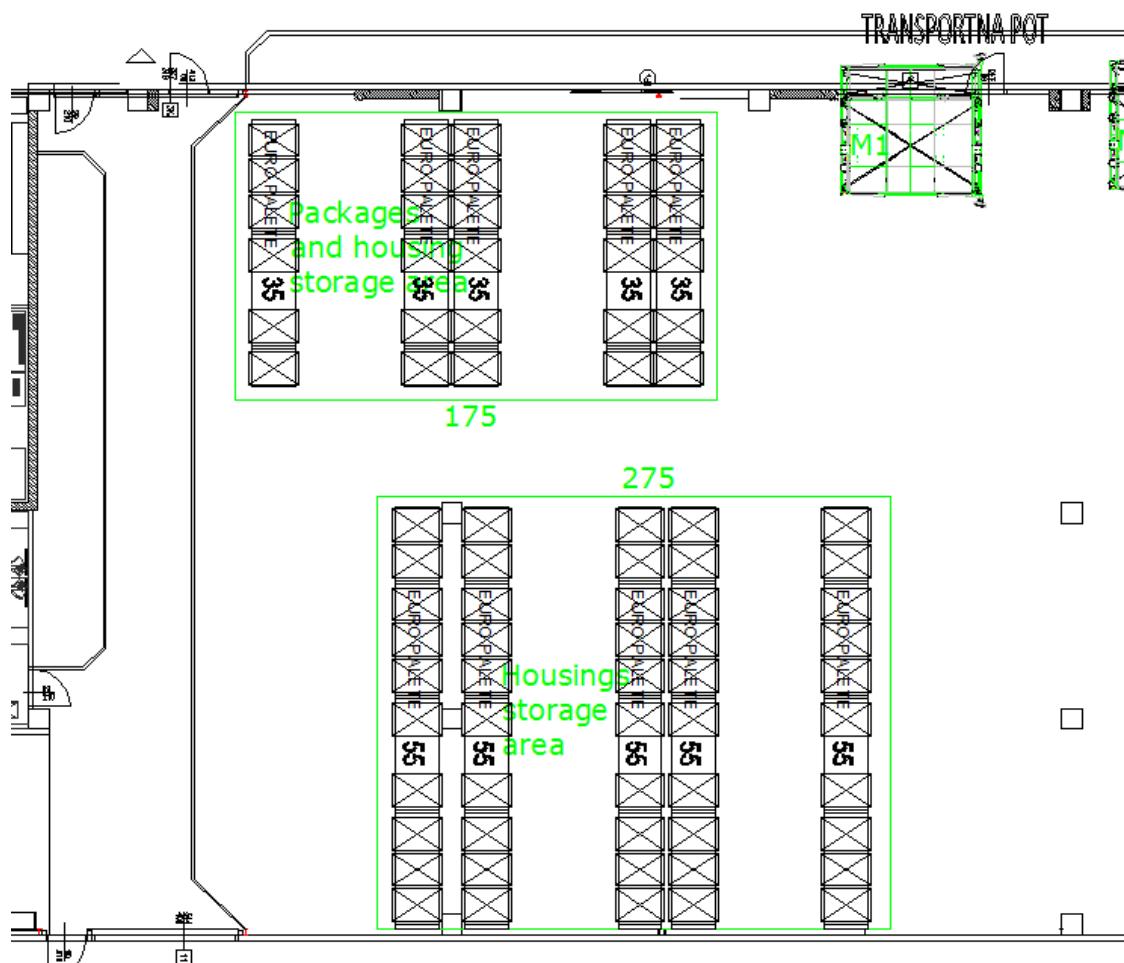
## 4.7 Paletni dio skladišta

### 4.7.1 Proizvodni materijal

U ovom dijelu skladišta pohranjivati će se specifični proizvodni materijali koji imaju veliki volumen pa ne stanu u standardne kutije, ili imaju izrazito male protoke pa nema potrebe njima opterećivati automatizirani sustav. Prije svega tu se radi o artiklima kao što su razna pakiranja i kućišta za gotove proizvode.

Predviđeni kapacitet ovog paletnog skladišta je 450 paletnih pozicija.

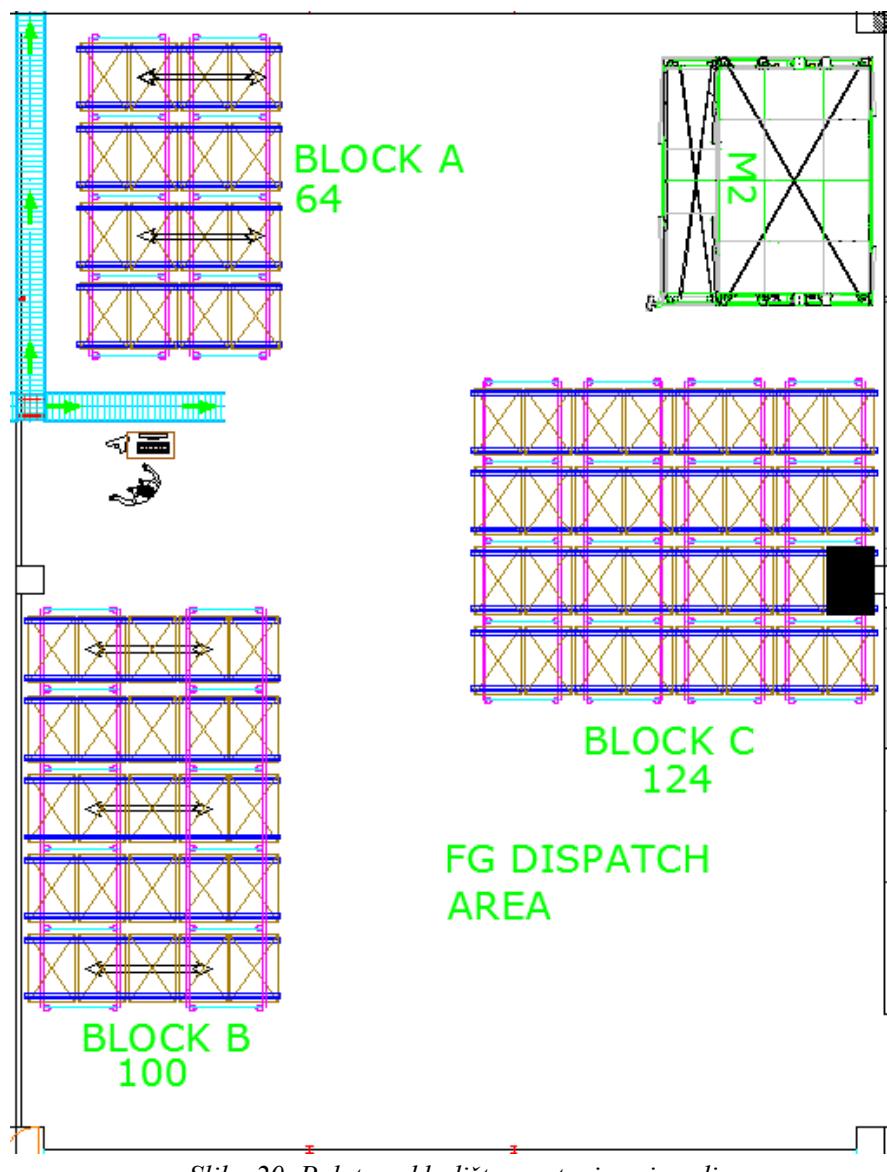
Budući da su paletni regali već postavljeni u postojećem skladištu oni će se koristiti za ovu skupinu materijala.



Slika 19. Paletno skladište - proizvodni materijal

#### 4.7.2 Gotovi proizvodi

Budući da su gotovi proizvodi i njihova odprema bazirani na radnim nalozima, tj. palete će biti nanizane jedna iza druge u dubinu za jedan radni nalog, korištena tehnologija za ovaj dio skladišta je satelitski "drive-in" sistem. Taj sistem koristi takozvani satelit koji viličar odlaže u određeni kanal na paletnom regalu. Satelit zatim putuje u dubinu kanala dok ne najde na potrebnu paletu, izdiže se i prenosi paletu do početne pozicije gdje ju preuzima viličar.



Slika 20. Paletno skladište - gotovi proizvodi

Paletno skladište gotovih proizvoda podijeljeno je u 3 bloka:

- **Blok A:** Kapacitet od 64 paletne pozicije (X-4, Y-4, Z-4)
- **Blok B:** Kapacitet od 100 paletnih pozicija (X-5, Y-4, Z-5)
- **Blok C:** Kapacitet od 124 paletne pozicije (X-4, Y-4, Z-8 ; -4 zbog nosivog stupa)

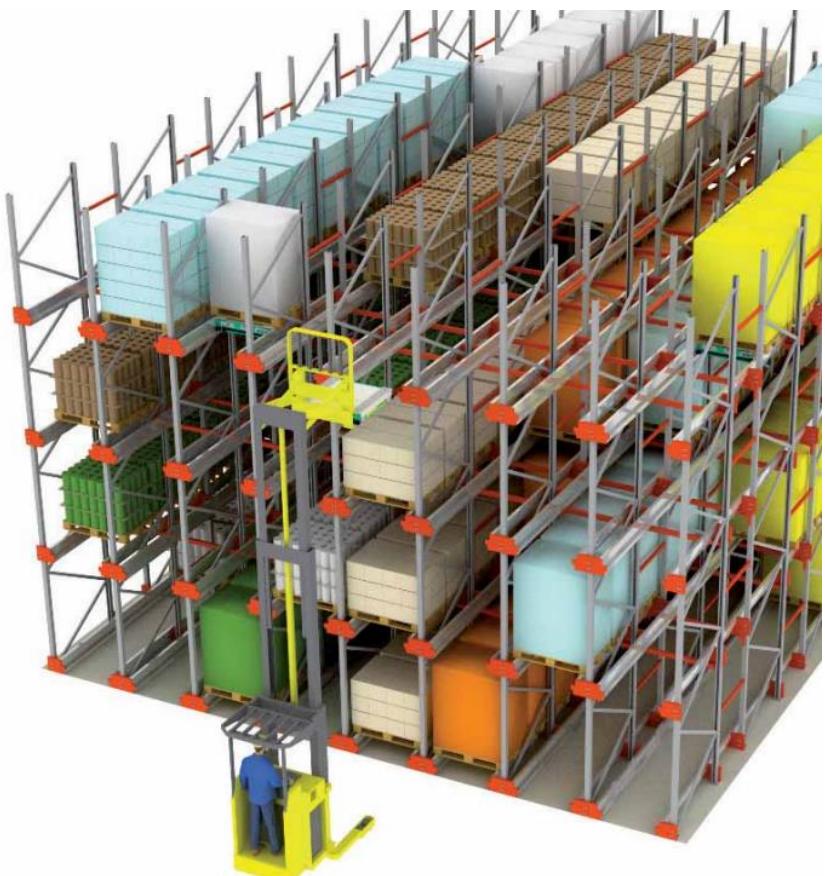
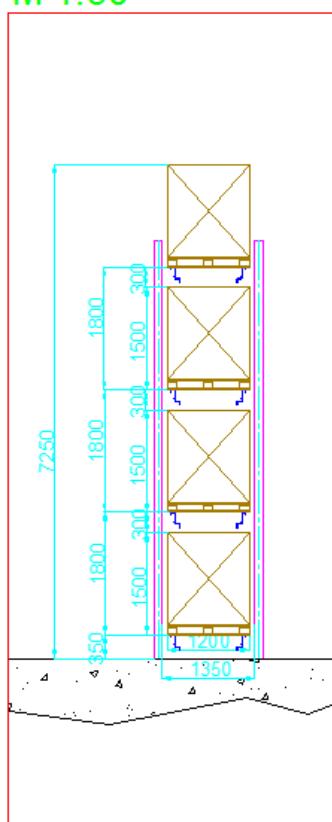
Ukupni kapacitet: 288 paletnih pozicija



Slika 21. Prikaz satelita

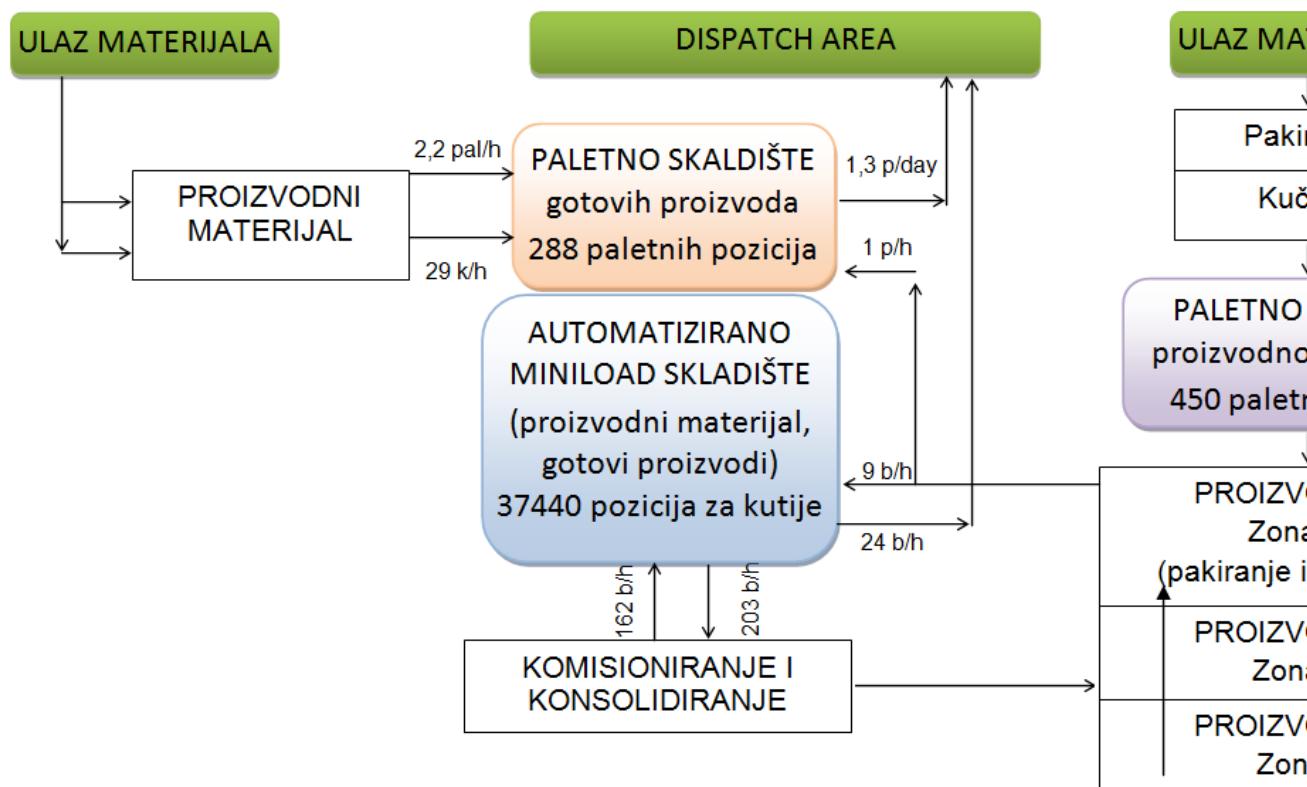
Section C

M 1:50



Slika 22. Paletno skladište - satelitski drive in sistem

## 4.8 Zaključak nakon automatizacije



Slika 23. Zaključak toka materijala nakon automatizacije

## 5. ZAKLJUČAK

Ovom studijom i predloženom izvedbom skladišta riješeno je mnogo investitorovi problema kao što su:

- Manjak skladišnog prostora
- Praćenje proizvodnog materijala i gotovih proizvoda
- Smanjenje operativnih troškova
- Transparentno skladištenje (u stvarnom vremenu se zna gdje se koji materijal nalazi)
- Drastično smanjenje toka ljudi i informacija
- Smanjenje zaposlenika

U ovakvom sustavu svo komisioniranje je centralizirano jer sva roba dolazi ka čovjeku te on više nema praznog hoda, a isto se može reći i za skladištenje proizvodnog materijala jer se on sada nalazi na jednom mjestu i lako je dostupan.

WMS prati sve regalne pozicije i kretanje materijala, tako da investitor može vidjeti statističke podatke i stanja zalihe u stvarnom vremenu.

Kroz ovaj rad se moglo vidjeti kako pristupiti i što je sve potrebno kako bi se od početka do kraja konceptualno razvio suvremeniji skladišni sustav te koje su njegove prednosti u odnosu na klasična manualna skladišta.

Na predstavljanju studije investitor je bio izuzetno zadovoljan jer se sa jednim, relativno malim, skladištem riješava velika količina problema koja se javlja prilikom operacije manualnih skladišta za proizvodnju tih kapaciteta.

## **LITERATURA**

- [1] Projektna studija automatiziranog skladišnog rješenja, Omni-Pro, Zagreb, 2016
- [2] <http://bestlogistika.blogspot.hr/>