

# 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:540150>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-10**



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

*Repository / Repozitorij:*

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



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
*STROJARSKI ODJEL*  
*Stručni studij Strojarsva*

Alan Kolić

# **Projektiranje automatiziranog skladišnog sustava**

Mentor: Nikola Šimunić, mag. ing. stroj

Karlovac, 2016.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
*Stručni studij Strojарstva*

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: Strojarsva

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:

Rok predaje rada:

Predviđeni datum obrane:

29.08.2016

15.09.2016

25.09.2016

Mentor:

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

pred. Nikola Šimunić, mag.ing.stroj.

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. Ulazne 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. Ulaz 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 trenutnog 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 trenutnog stanja skladišta pa sve do same koncepcije i crteža novog skladišta.

Rad se temelji na projektnoj studiji, koja je napravljena 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 provjetranje).

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 upropaštava 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 preuzela 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 zadatci povezani sa pohranjivanjem, sakupljanjem ili prenošenjem inventara obavljani 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 financijska 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.

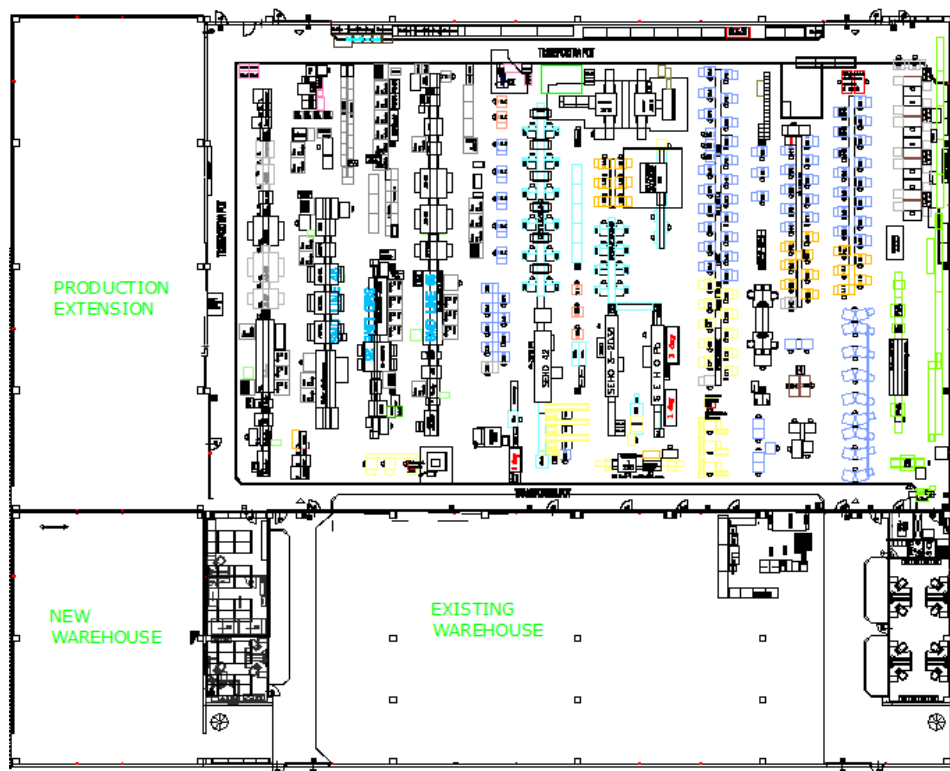
Neki od ključnih podataka su:

- Vrsta materijala
- Tipovi ambalaže (paleta / kutija / vreća / kontejner / ostalo)
- Željeni kapacitet skladišta
- Dimenzije materijala sa ambalažom
- Protok skladišta (ulaz / izlaz)
- Prisustvo i oblik komisioniranja
- 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 potrebni 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.

Tlocrtna dimenzija trenutnog 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 elektronskom 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*

<b>Paleta</b>	
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 oznake za identifikaciju

Tabela 3. Podaci o kutijama

<b>Kutije</b>	
Tip kutije	<b>Kutija za proizvodni materijal Schäfer 14/7-4</b>
Dužina kutije	230 mm
Širina kutije	150 mm
Visina kutije	122 mm
Tip kutije	<b>Kutija za proizvodni materijal 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, elektronički gotovi proizvodi i razna pakiranja
Temperatura skladištenja i manipulacije	Od +5 do + 30°C
Posebni zahtjevi / agresivna atmosfera	Ne

Tabela 5. Količina i volumen materijala

Tip kutije	m3 / 1 kutija	Broj kutija	Potrebno m3
230 x 150 x 122	0.0042	1075	4.524
Tip kutije	m3 / 1 kutija	Broj kutija	Potrebno m3
400 x 300 x 220	0.026	34681	915.578
Tip kutije	m3 / 1 kutija	Broj kutija	Potrebno m3
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 potrebni 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 odabrao 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 transfera



Tabela 12. Izlaz gotovih proizvoda iz skladišta

Artika	Opis	Količin	Nab	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 transfera

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.ESD9X3.35T5G	16420	322006624	1110	0	0	104438376/ 1	4
603212	*T. Volt. Suppres.ESD9X5.05T5G	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	1919	120
Rast	14962	2494	156
Rast + vrh	19451	3242	203

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 jednoj 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 trenutnog 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	578239	Total					12

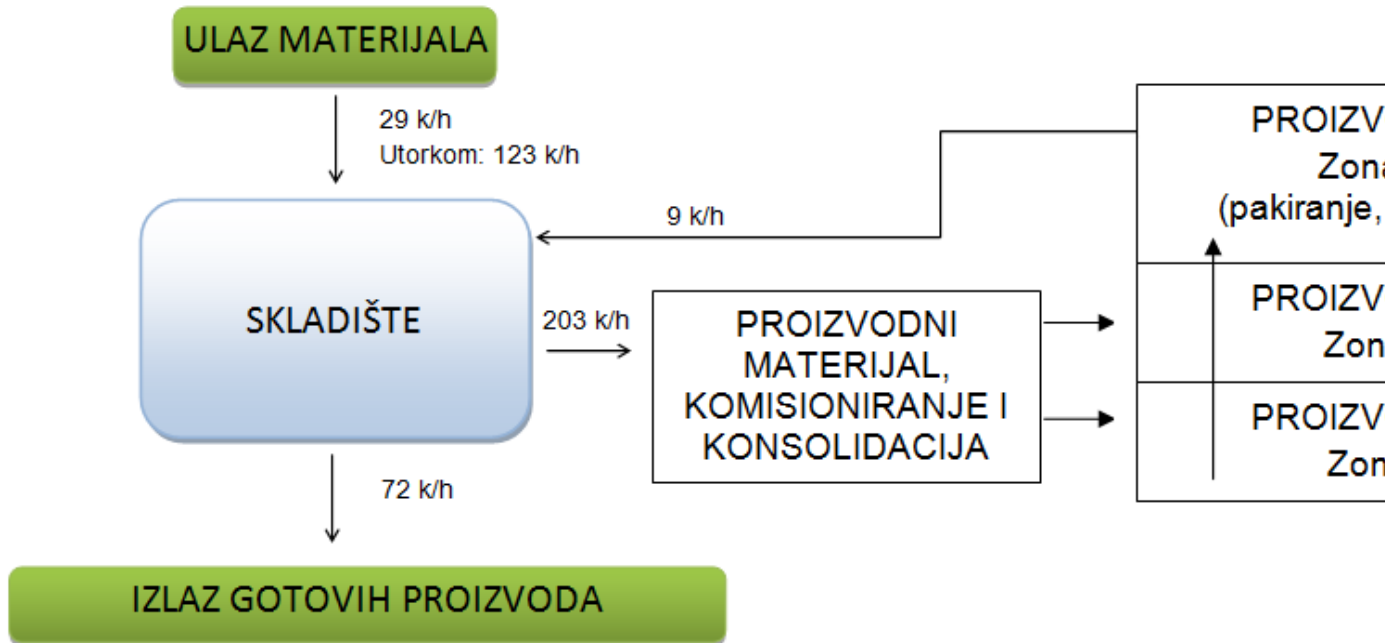
U gornjoj tablici prikazan je primjer komisioniranja artikla broj 578239. Može se vidjeti da se taj artikal pojavio na 12 radnih naloga i 12 puta se moralo otići na skladišnu poziciju tog artikla.

### **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



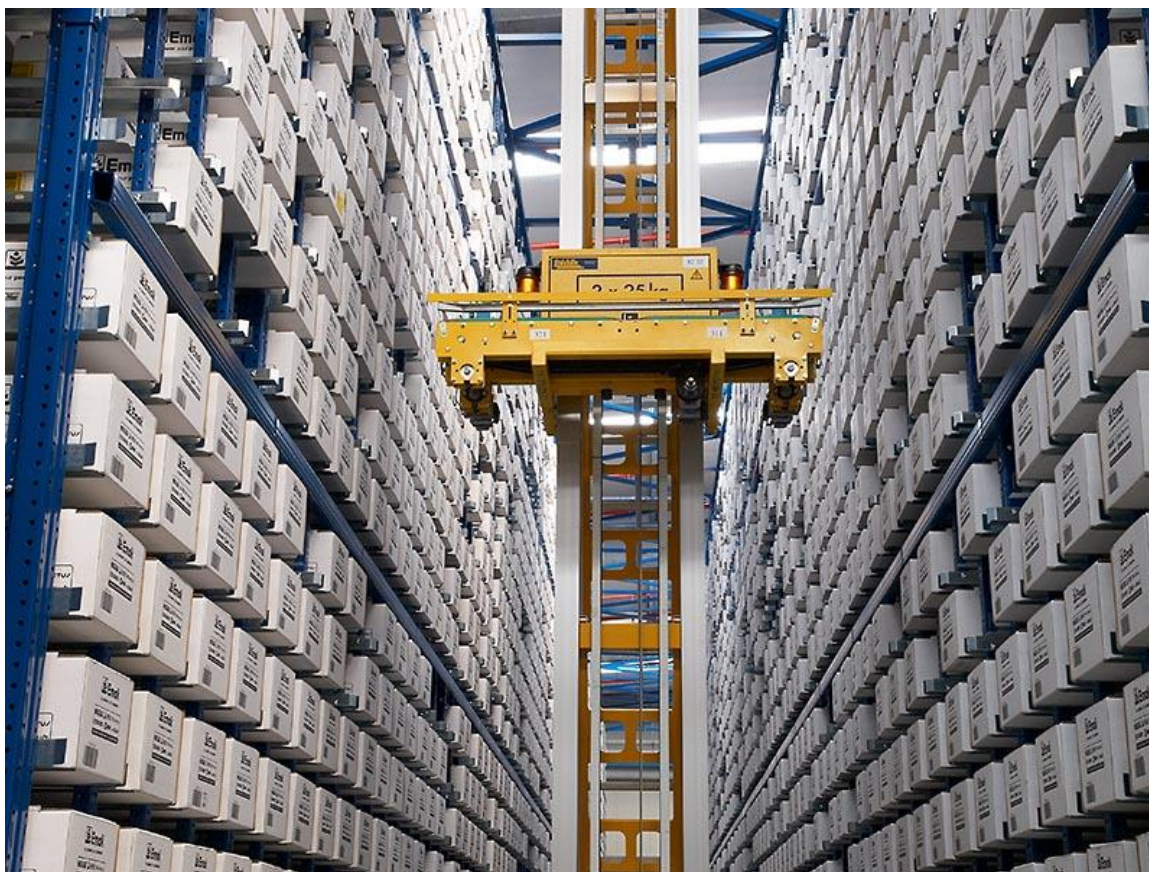
Slika 5. Zaključak ulaznog toka materijala

## 4. KONCEPT NOVOG SUSTAVA

Zbog visokih zahtjevanih protoka i zbog toga što se većina toka materijala u skladištu bazira na kutijama izabrana tehnologija za novi automatizirani sustav je samonoseća 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 nalogima i općenitom poslovanju tvrtke. Taj sustav je direktno povezan sa skladišnim WMS-om koji izvlači potrebne informacije, kao na primjer težina kutija, barkod artikla 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 prosljediti 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 potrebni 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

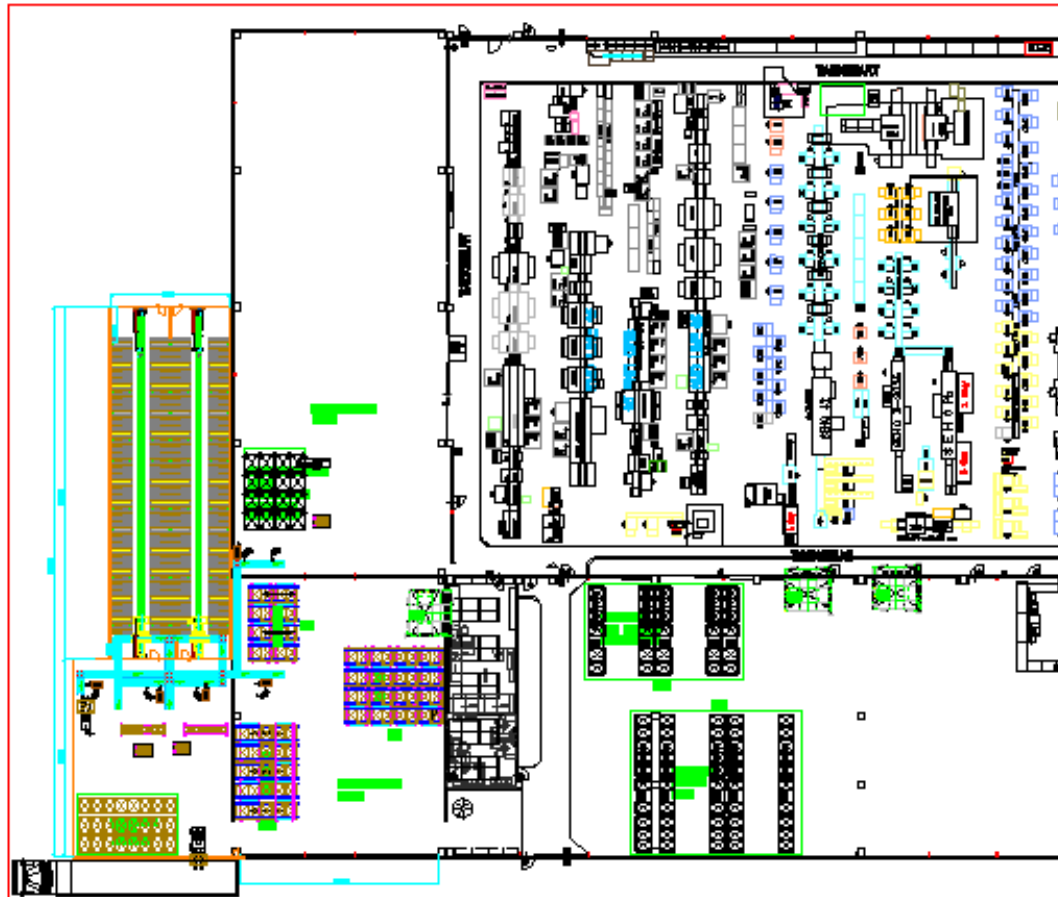
Neke od prednosti ovakve izvedbe su:

- 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
- Mogućnost modularne gradnje i budućih proširenja

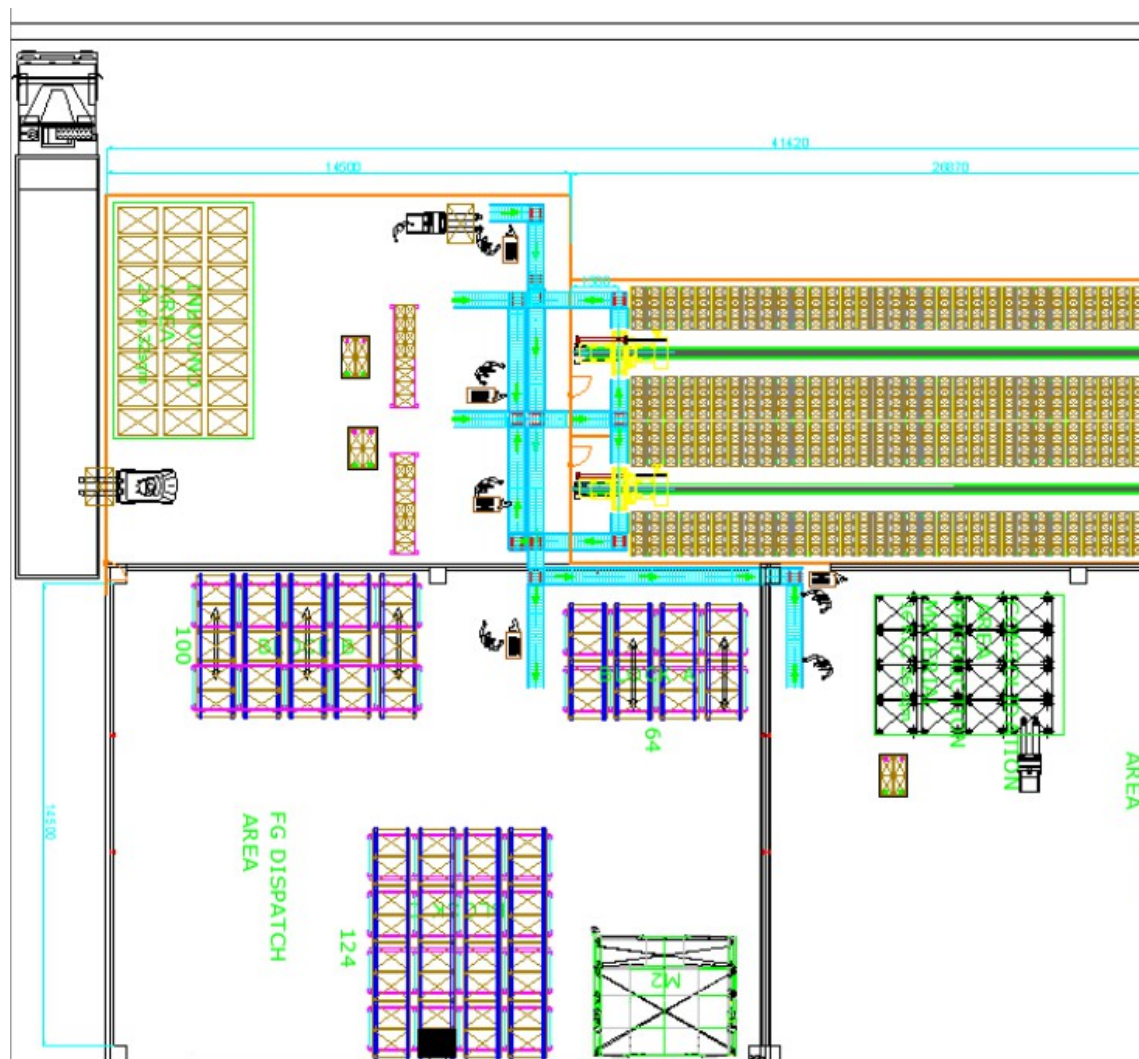


### 4.3 Crtež novog skaldišnog sistema

#### Site Ground View

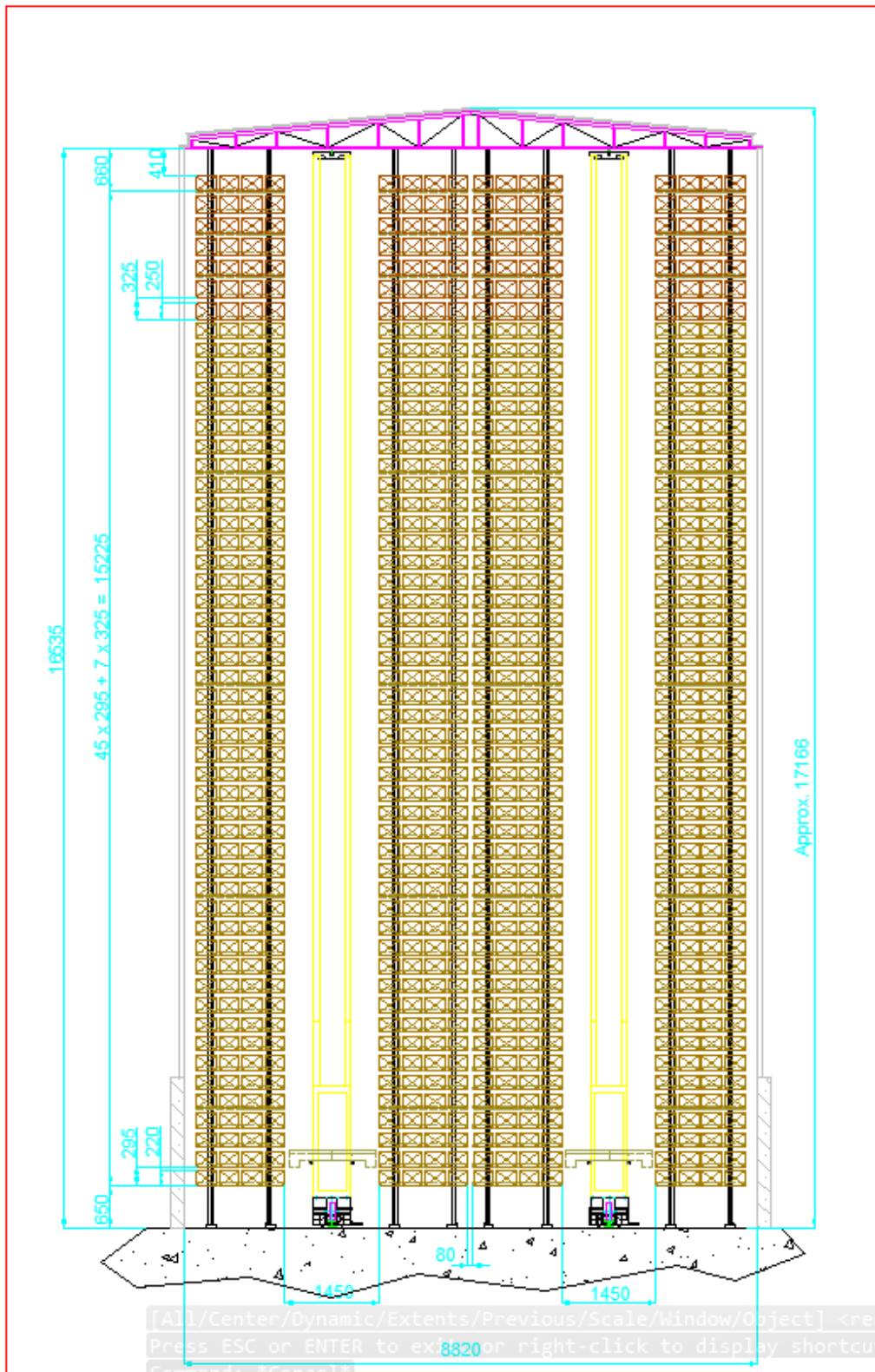


Slika 8. Crtež cijelog postrojenja



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 se koriste 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.

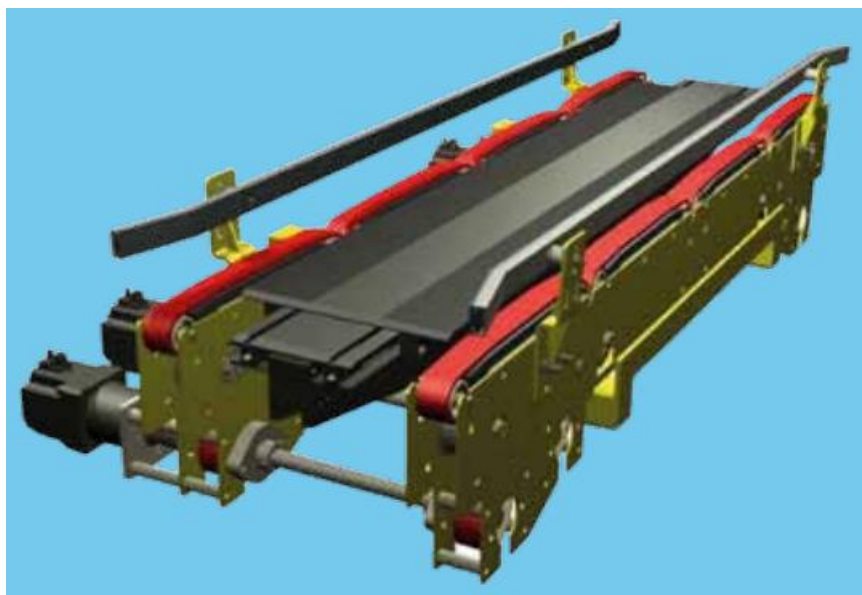
Unutar skladišta postojati će dva tipa kutija:

- 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 konvejerera te je ukupna nosivost 100 kg (4 kutije od po 25 kg svaka).

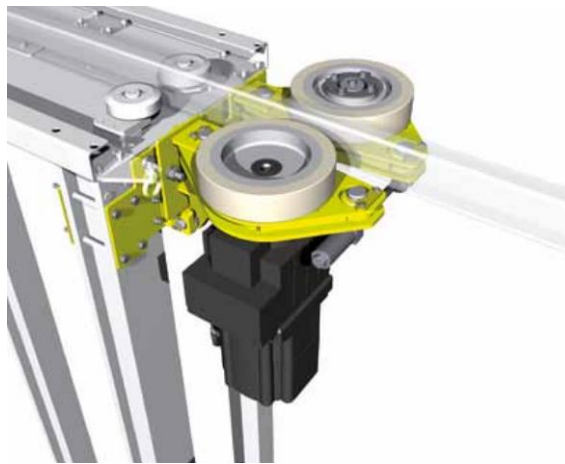


*Slika 12. LT4 podizna platforma*



*Slika 13. Pogon Miniload dizalice*

Motor dizalice prenosi snagu preko nazubljenog remena koji omogućava 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 izveden preko vodilici na vrhu same dizalice i osigurava potrebnu stabilnosti i preciznost.

## 4.5 Konfiguracija regalne konstrukcije

Tabela 17. Konfiguracija regalne konstrukcije

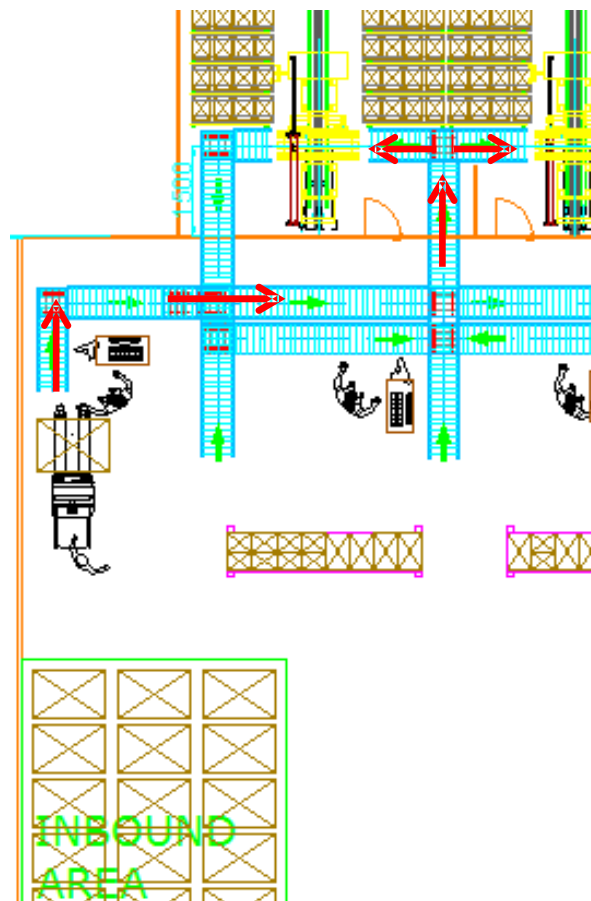
	VRIJEDNOST	JEDINICA
Tip konstrukcije	Čelična samonoseća	
Broj hodnika	2	No.
Širina hodnika (od kutije do kutije)	1450	mm
Odjeljaka u smjeru osi X (jedna kutija po odjeljku)	45	No.
Razmka između odjeljaka u smjeru osi X	500	mm
Razmak između konvejera i prvog odjeljka konstrukcije	530	mm
Ukupni hod dizalice 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 nivoa 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 prelazi zadane mjere povratno se vraća na ulaznu poziciju gdje se provjerava i po potrebi preslaguje.

Nakon uspješnog prolaza kontrole barkod skenerom se očitava barkod na kutiji te od tog trenutka WMS prati njeno kretanje i odabire određenu lokaciju u regalnoj konstrukciji. Ulaznim 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 poziciji.



Slika 15. Ulaz materijala u skladište

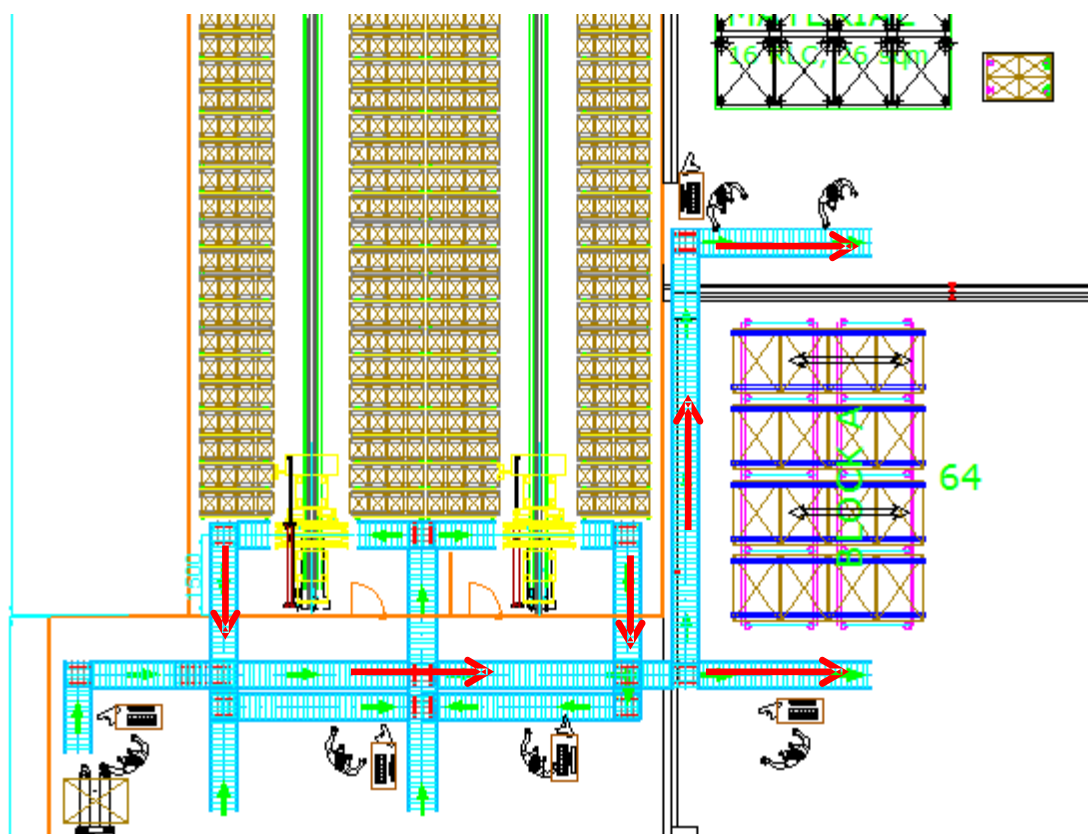


## 4.6.2 Izlaz materijala

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, odlaže 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 odpremu.

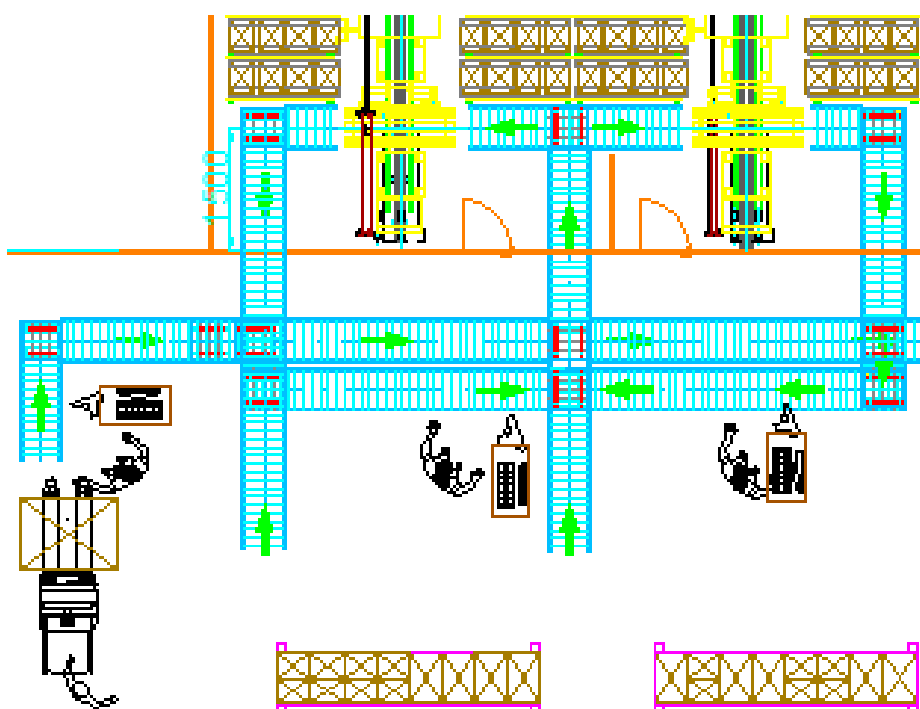


Slika 16. Izlaz materijala iz skladište - pune kutije

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 potvrđi 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

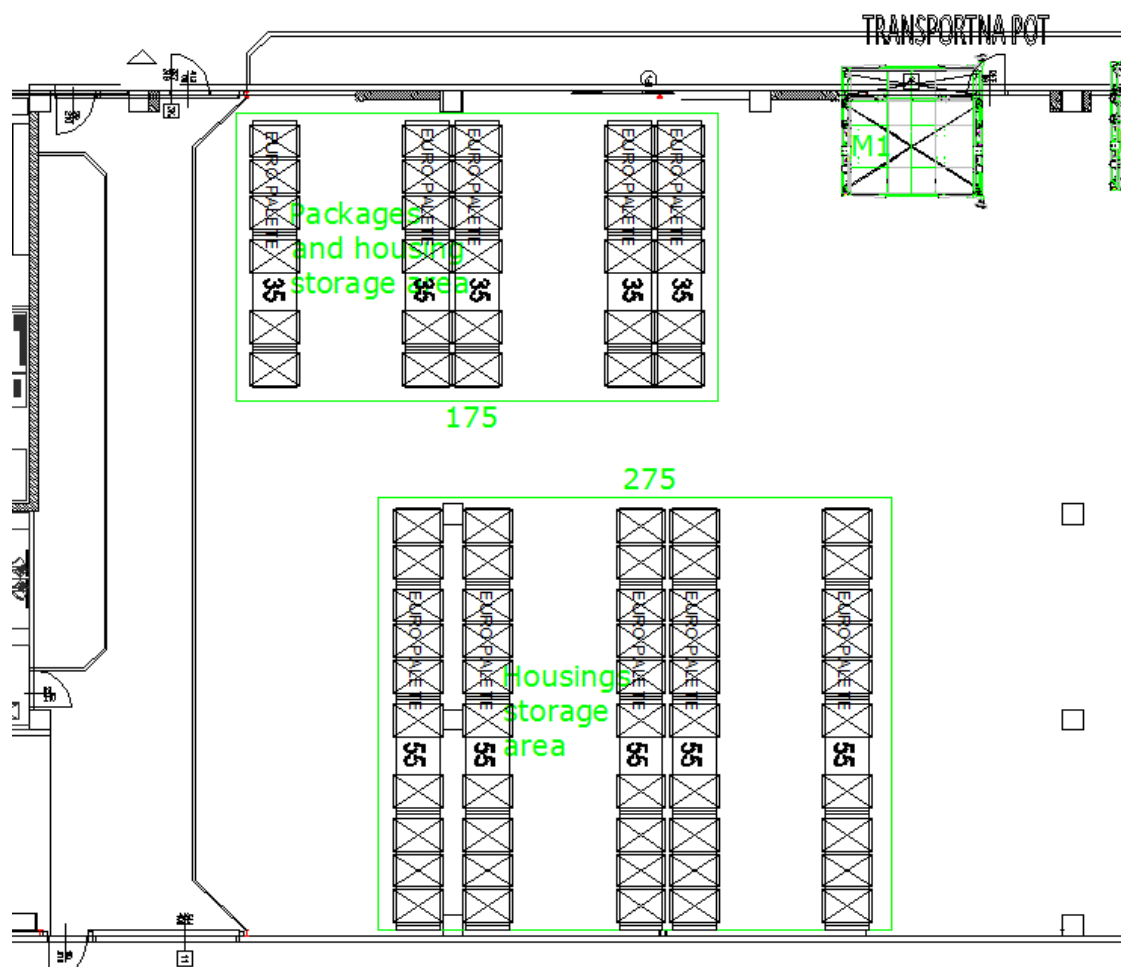
## 4.7 Paletni dio skladišta

### 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.

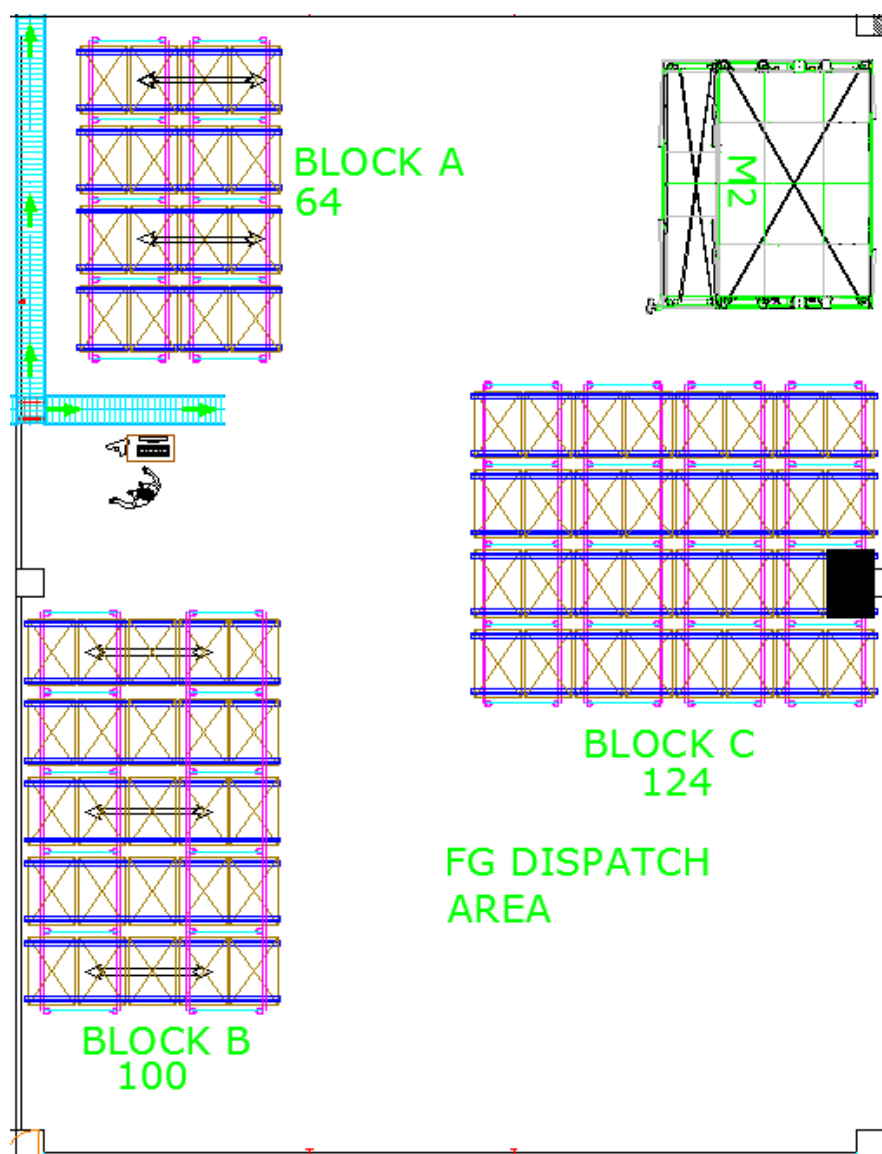
Budući da su paletni regali već postavljeni u postojećem skladištu oni će se koristiti za ovu skupinu materijala.



Slika 19. Paletno skladište - proizvodni materijal

## 4.7.2 Gotovi proizvodi

Budući da su gotovi proizvodi i njihova odprema bazirani na radnim naložima, 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 naiđe 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:

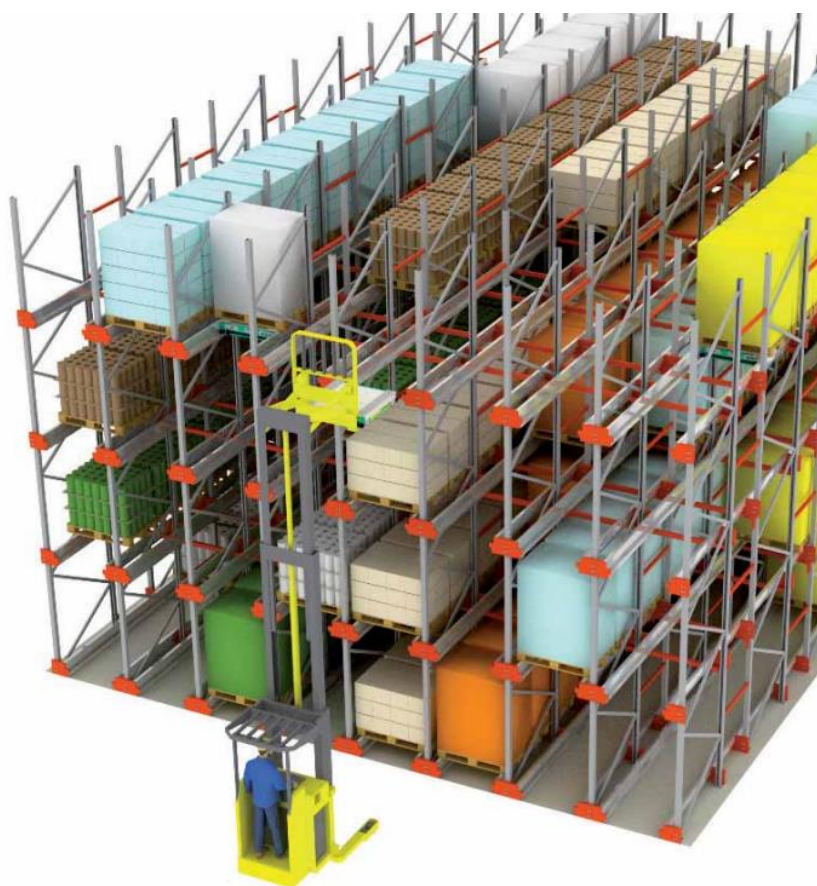
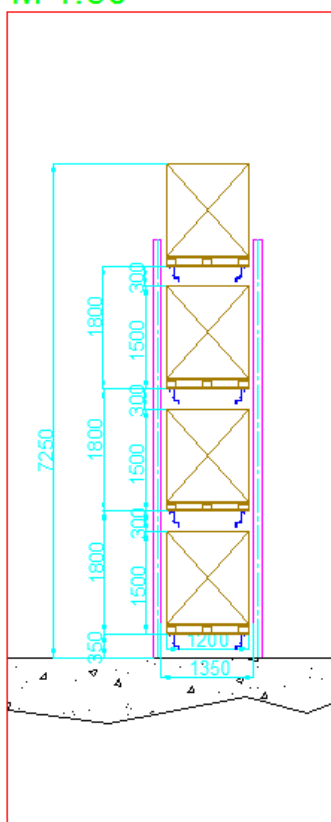
- **Blok A:** Kapacitet od 64 paletne pozicije (X-4, Y-4, Z-4)
- **Blok B:** Kapacitet od 100 paletnih pozicija (X-5, Y-4, Z-5)
- **Blok C:** Kapacitet od 124 paletne pozicije (X-4, Y-4, Z-8 ; -4 zbog nosivog stupa)

Ukupni kapacitet: 288 paletnih pozicija



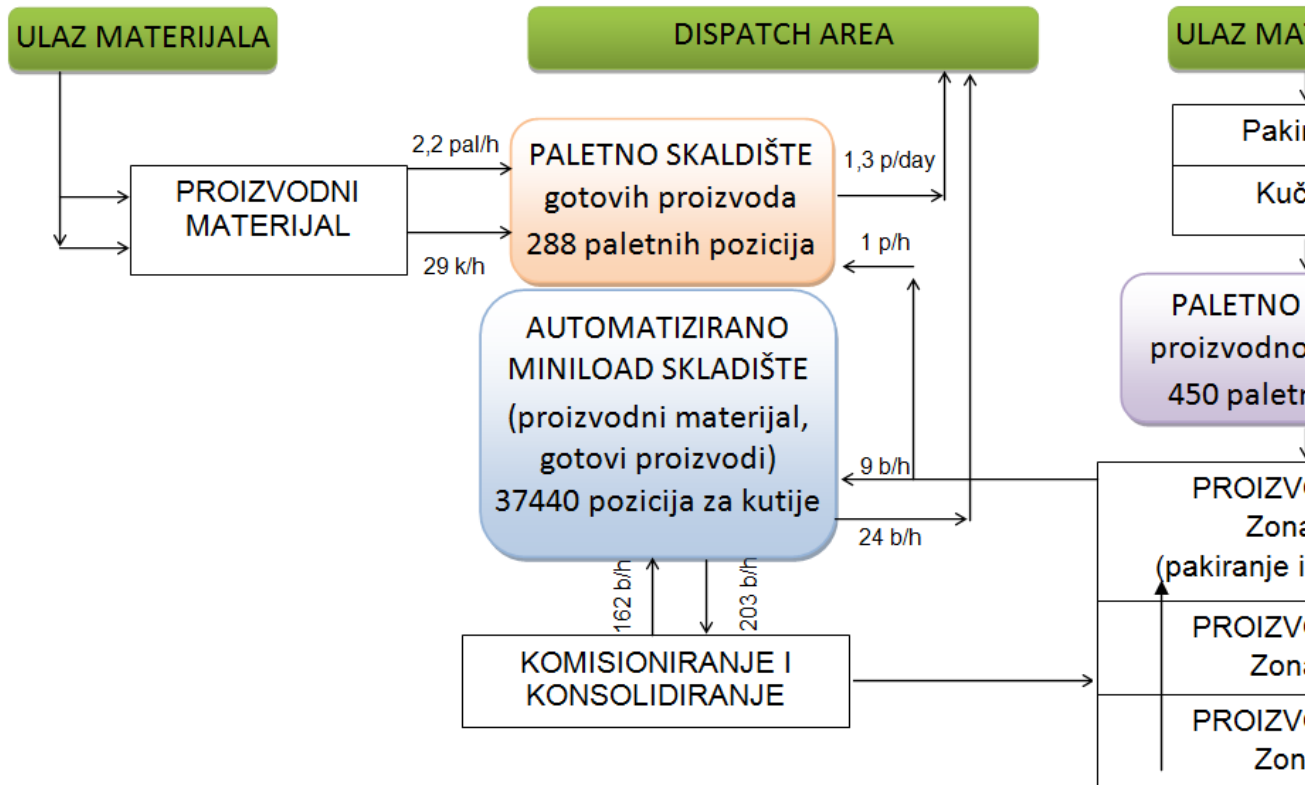
Slika 21. Prikaz satelita

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 kretnje 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 suvremeni 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/>