

# Simulacija skladišnog procesa u skladištu namještaja

---

**Adžam, Antonijo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2010**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:508679>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **DIPLOMSKI RAD**

Antonijo Adžam

Zagreb, 2010

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **DIPLOMSKI RAD**

Voditelj rada:

Doc.dr.sc. Goran Đukić

Antonijo Adžam

Zagreb, 2010

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno, svojim znanjem te uz pomoć navedene literature.

---

Zahvala:

*Tijekom same razrade zadatka nailazio sam na niz problema, zapravo bolje rečeno na neodlučnost, pa bih stoga posebno zahvalio svom mentoru doc.dr.sc. Goranu Đukiću na razumijevanju i korisnim savjetima.*

*Hvala svim kolegama i prijateljima bez kojih studij ne bi prošao tako zabavno.*

*Najveće hvala mojim roditeljima na razumijevanju i podršci tokom studiranja.*

Zadatak:

## Sažetak

U ovom diplomskom radu na temelju projektnog zadatka izrađenog od strane investitora koji se bavi proizvodnjom, distribucijom i prodajom namještaja, te projektiranim idejnim rješenjem dobivenim na temelju projektnog zadatka u poglavlju 2 prikazan je projektni zadatak i pojašnjeni su svi navedeni ulazni podaci, od tokova materijala unutar skladišta, detaljnog opisa grupa proizvoda koji se mogu pojaviti, frekvencije ulaza i izlaza materijala, pa sve do očekivanih zahtjeva novog skladišno distributivnog centra.

U poglavlju 3 prikazano je idejno rješenje skladišno distributivnog centra SDC-a. Kao ulazni podaci korištene su informacije dobivene od investitora. Posebna pozornost posvećena je transportnim putovima i tokovima materijala. U klasičnoj varijanti rješenja u visokoregalnim hodnicima radi viličar sa okretnom glavom, dok u hodnicima regalnih skladišta radi viličar tipa Retrak. Komunikaciju s ostalim dijelovima objekta omogućuju mobilna transportna sredstva (električni i ručni viličari,...). Velika protočnost roba je ostvarena primjenom informatičkog sustava za vođenje skladišnog poslovanja (WMS-a). Vođenje skladišta je putem računala, a razmjena signala unutar sustava je bežičnim putem, tj. putem radio veze.

Poglavljem 4 potpuno je opisan problem izrade simulacije u programskom paketu „Enterprise Dynamics 7.2“. Prikazan je Model Layout raspored atoma regala točnih dimenzija i pozicije u skladištu, ali i atoma potrebnih za transport iz prijemne zone preko visokoregalnog skladišta, pa sve do otpremne zone.

Analiza rezultata simulacije provedena je u poglavlju 5 ovog rada, s ciljem provjere dinamičkih karakteristika projektiranog rješenja i detekcije eventualnih uska grla skladišta. Na temelju dobivenih rezultata isprva se, uzevši u obzir samo iskoristivosti odabranih transportnih sredstava, nameće zaključak da je skladište predimenzionirano, ali zbog mogućnosti daljnjeg širenja i nadogradnje skladišno distributivnog centra, kao i povećanja protoka i nejednakog protoka po danima kao i unutar jednog radnog dana, te zbog kvarova i održavanja opreme dolazimo do opravdanosti projektom predviđenog broja transportnih sredstava.

## Sadržaj:

Sažetak.....	5
1. Uvod .....	6
2. Prikaz projektnog zadatka .....	7
2.1. Općenito o tvrtki „ProDesign“ .....	7
2.2. Cilj i očekivanja.....	8
2.3. Opis postojećeg stanja .....	9
2.3.1. Podaci o lokaciji .....	9
2.3.2. Trenutne veličine zona skladištenja.....	11
2.3.3. Detaljan opis grupa proizvoda.....	11
2.3.3.1 Grupa I – Pločasti namještaj (proizvodnja).....	15
2.3.3.2 Grupa II – Tapezirani namještaj (proizvodnja) .....	17
2.3.3.3 Grupa III – Pločasti namještaj (eksterni).....	19
2.3.3.4 Grupa IV – Tapezirani namještaj (eksterni) .....	21
2.3.3.5 Grupa V – Dopunski program (eksterni).....	23
2.3.4. Frekvencije ulaza i izlaza (min i max) 2008. god.....	25
2.3.5. Volumeni roba – 2008. god. ....	26
3. Prikaz projektiranog idejnog rješenja .....	28
3.1. Osnovne smjernice .....	29
3.2. Karakteristike odabrane varijante .....	29
3.3. Varijanta rješenja- opis.....	30
3.3.1. Prizemlje.....	32
3.3.2. Prvi kat.....	33
3.4. Tehnologija rada .....	35
3.4.1. Prijem robe .....	35
3.4.2. Uskladištenje .....	36

3.4.3.	Iskladištenje .....	37
3.4.4.	Izlazna kontrola i otprema .....	38
3.5.	Tehnološki podsustavi i oprema .....	39
3.5.1.	Paletno polična regalna konstrukcija .....	39
3.5.2.	SKLADIŠTE – 1 Paletno polična regalna konstrukcija .....	40
3.5.2.1	Kapaciteti skladišta 1 .....	40
3.5.2.2	Opće karakteristike paletnih jedinica .....	41
3.5.2.3	Vodilice viličara .....	41
3.5.3.	SKLADIŠTE – 2 Paletna regalna konstrukcija .....	41
3.5.3.1	Kapaciteti paletnog skladišta 2 .....	42
3.5.4.	Carinsko skladište i komisione zone .....	42
3.5.4.1	Kapacitet carinskog skladišta .....	42
3.5.4.2	Kapacitet komisione zone 1 .....	42
3.5.4.3	Kapacitet komisione zone 3 .....	43
3.5.4.4	Kapacitet komisione zone 2 i 4 .....	43
3.5.4.5	Kapacitet komisione zone 5 .....	43
3.5.5.	Prijemno otpremna zona .....	44
3.6.	Transportno manipulativna oprema .....	44
3.6.1.	Still MX-X – visokoregalni viličar .....	44
3.6.2.	Still FM-X 14– regalni elektro viličar .....	46
3.6.3.	Still RX20-20 čeonni viličar .....	48
3.6.4.	Still FU – X 20 niskopodizni elektro viličar .....	49
3.6.5.	Still EXU 18 – niskopodizni elektro viličar .....	51
3.6.6.	Still HP 23 – ručni paletni viličar .....	53
4.	Izrada simulacije skladišta .....	54
4.1.	Postavljanje modela .....	54



4.2.	Postavke atoma .....	59
4.2.1.	Izvor paletizirane robe .....	59
4.2.2.	Arivall list .....	60
4.2.3.	Initialize .....	62
4.2.4.	Destinator, Dispatcher, Network Controller .....	63
4.2.5.	Prijemna zona .....	64
4.2.6.	Viličari prijemne i otpremne zone .....	65
4.2.7.	Regali visokoregalnog skladišta .....	67
4.2.8.	Viličari visokoregalne zone .....	69
4.2.9.	Red čekanja na ulazu u prolaz regala .....	72
4.2.10.	Red čekanja na izlazu iz prolaza regala .....	74
4.2.11.	Otprema paletizirane robe .....	76
5.	Analiza rezultata simulacija .....	77
5.1.	Prosječan protok materijala kroz SDC .....	77
5.2.	Protok materijala povećan za 30% .....	84
5.3.	Slučaj kvara 2 visokoregalna i 1 čeonog viličara .....	87
6.	Zaključak .....	89
	Literatura .....	91
	Prilog A	

## POPIS TABLICA I SLIKA

### POPIS TABLICA:

Tablica 2.1 Trenutne veličine zona skladištenja.....	11
Tablica 2.2 Trenutni broj artikala/paketa .....	11
Tablica 2.3 Vrste transportno-skladišnih jedinica .....	14
Tablica 2.4 Frekvencija ulaza po mjesecima - min .....	25
Tablica 2.5 Frekvencija ulaza po mjesecima - prosječno .....	25
Tablica 2.6 Frekvencija ulaza po mjesecima - max.....	25
Tablica 2.7 Frekvencija izlaza po mjesecima - min .....	25
Tablica 2.8 Frekvencija izlaza po mjesecima - prosječno .....	25
Tablica 2.9 Frekvencija izlaza po mjesecima - max.....	26
Tablica 2.10 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - min .....	26
Tablica 2.11 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - prosječno .....	26
Tablica 2.12 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - max.....	26
Tablica 2.13 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - min .....	27
Tablica 2.14 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - prosječno .....	27
Tablica 2.15 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - max.....	27
Tablica 3.1 Uvećani volumen.....	28
Tablica 3.2 Očekivani broj artikala/paketa.....	28
Tablica 3.3 Glavni tehnološki podsustavi .....	30
Tablica 3.4 Specifikacija paletno polične regalne konstrukcije .....	39
Tablica 3.5 Kapaciteti skladišta 1 po dimenzijama paleta .....	40
Tablica 3.6 Kapacitet skladišta 2 po dimenzijama paleta.....	42
Tablica 3.7 Kapacitet carinskog skladišta .....	42
Tablica 3.8 Kapacitet komisijone zone 1.....	42

Tablica 3.9 Kapacitet komisione zone 3.....	43
Tablica 3.10 Kapacitet komisione zone 2 i 4.....	43
Tablica 3.11 Kapacitet komisione zone 5.....	43

**Popis slika:**

Slika 2.1 Položajni nacrt budućeg SDC-a .....	10
Slika 2.2 Artikl pakiran u jedan paket na jednoj paleti .....	12
Slika 2.3 Artikl pakiran u jedan paket, ali na više spojenih paleta.....	12
Slika 2.4 Artikl pakiran u više paketa, ali na jednoj paleti.....	12
Slika 2.5 Artikl pakiran u više paketa i na više spojenih paleta .....	12
Slika 2.6 Artikl pakiran u više paketa, a svaki paket na jednoj ili više paleta.....	13
Slika 2.7 Jedan artikl u jedan paket, te više istih paketa na paleti.....	13
Slika 2.8 Više istih artikala u jedan paket, te više istih paketa na paleti .....	14
Slika 2.9 Više različitih artikala u jedan paket, te više istih paketa na paleti.....	14
Slika 2.10 Trenutno stanje skladištenja pločastog namještaja.....	15
Slika 2.11 Trenutno stanje skladištenja tapeciranog namještaja .....	17
Slika 2.12 Trenutno stanje skladištenja pločastog namještaja (eksternog) .....	19
Slika 2.13 Trenutno stanje skladištenja tapeciranog namještaja (eksterni).....	21
Slika 2.14 Trenutno stanje skladištenja dopunskog programa (eksterni).....	23
Slika 3.1 Specijalna kolica.....	31
Slika 3.2 Specijalna paleta.....	31
Slika 3.3 Prikaz manipulacije specijalne palete.....	34
Slika 3.4 Primjer paletno polične regalne konstrukcije "Elektrokontakt Zagreb" .....	40
Slika 3.5 Still MX-X.....	46
Slika 3.6 Still FM-X 14 .....	48

Slika 3.7 Still RX20-20 .....	49
Slika 3.8 Still FU-X 20.....	51
Slika 3.9 Still EXU 18 .....	52
Slika 3.10 Still HP 23 .....	53
Slika 4.1 Izbornik za pozicioniranje atoma .....	54
Slika 4.2 Postavljanje točnih dimenzija atoma.....	55
Slika 4.3 Povezivanje atoma regala putovima.....	56
Slika 4.4 3D prikaz prijemne zone i visokoregalnog skladišta.....	57
Slika 4.5 3D prikaz visokoregalnog skladišta i otpremne zone.....	57
Slika 4.6 Skladište u pogonu .....	57
Slika 4.7 Prijemna zona skladišta .....	58
Slika 4.8 Otpremna zona sa putovima na glavno skladište .....	58
Slika 4.9 Izvori robe .....	59
Slika 4.10 Postavke izvora robe .....	59
Slika 4.11 Trigger on creation – izvor.....	60
Slika 4.12 Trigger on exit - izvor .....	60
Slika 4.13 Arivall list.....	60
Slika 4.14 Postavke Arivall lista .....	61
Slika 4.15 Trigger on exit - Arivall list .....	61
Slika 4.16 Tablica punjenja regala po kanalima.....	62
Slika 4.17 Initialize.....	62
Slika 4.18 Postavke Initialize .....	63
Slika 4.20 Destinator, Dispatcher, Network Controller.....	63
Slika 4.19 Izvršavanje koda na početku simulacije.....	63
Slika 4.21 Atom prijemne zone .....	64
Slika 4.22 Postavke prijemne zone.....	65

Slika 4.23 Viličar prijemne/otpremne zone .....	65
Slika 4.24 Postavke labela viličara prijamne/otpremne zone .....	66
Slika 4.25 Brzina viličara prijamne/otpremne zone .....	66
Slika 4.26 Vrijeme uzimanja i izuzimanja palete viličara u prijemnoj/otpremnoj zoni .....	67
Slika 4.27 Dva spojena atoma regala.....	67
Slika 4.28 Postavke atoma regala .....	68
Slika 4.29 Trigger on exit - entry .....	68
Slika 4.30 Trigger on exit - regala.....	69
Slika 4.31 Postavke labela za punjenje regala .....	69
Slika 4.32 Atom visokoregalnog viličara .....	70
Slika 4.33 Postavljanje labele za raspored vožnje po prolazima.....	70
Slika 4.34 Postavke brzina po x i y koordinatama, te brzina okreta.....	71
Slika 4.35 Vrijeme uskladištavanja i izuzimanja palete .....	72
Slika 4.36 Atom među skladištenja paleta iz prijemne zone .....	73
Slika 4.37 Postavke atoma među skladištenja iz prijemne zone .....	73
Slika 4.38 Trigger on entry – privremeno skladištenje iz prijemne zone.....	74
Slika 4.39 Trigger on exit - privremeno skladištenje iz prijemne zone.....	74
Slika 4.40 Atom među skladištenja do otpremne zone .....	74
Slika 4.41 Postavke atoma među skladištenja do otpremne zone .....	75
Slika 4.42 Trigger on entry - među skladištenje do otpremne zone .....	75
Slika 4.43 Atom otpreme paletizirane robe .....	76
Slika 5.1 250 sati rada skladišno distributivnog centra .....	77
Slika 5.2 Doprema robe na paletama dimenzija 2200×1200.....	77
Slika 5.3 Doprema robe na paletama dimenzija 1700×1200.....	78
Slika 5.4 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×1200.....	78
Slika 5.5 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×800.....	78

Slika 5.6 Doprema robe na paletama dimenzija 2400×1150.....	78
Slika 5.7 Količina dopremljene robe kod prosječnog protoka .....	79
Slika 5.8 Količina otpremljene robe kod prosječnog protoka .....	79
Slika 5.9 Histogram visokoregalnog viličara 1 kod prosječnog protoka.....	80
Slika 5.10 Histogram visokoregalnog viličara 2 kod prosječnog protoka.....	80
Slika 5.11 Histogram visokoregalnog viličara 3 kod prosječnog protoka.....	81
Slika 5.12 Histogram visokoregalnog viličara 4 kod prosječnog protoka.....	81
Slika 5.13 Histogram visokoregalnog viličara 5 kod prosječnog protoka.....	81
Slika 5.14 Histogram visokoregalnog viličara 6 kod prosječnog protoka.....	82
Slika 5.15 Histogram viličara 1 prijamne zone kod prosječnog protoka.....	82
Slika 5.16 Histogram viličara 2 prijamne zone kod prosječnog protoka.....	83
Slika 5.17 Histogram viličara 1 otpremne zone kod prosječnog protoka.....	83
Slika 5.18 Histogram viličara 2 otpremne zone kod prosječnog protoka.....	83
Slika 5.19 Doprema robe na paletama dimenzija 2200×1200, povećanje 30% .....	84
Slika 5.20 Doprema robe na paletama dimenzija 1700×1200, povećanje 30% .....	84
Slika 5.21 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×1200, povećanje 30% .....	84
Slika 5.22 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×800, povećanje 30% .....	85
Slika 5.23 Doprema robe na paletama dimenzija 1400×1150, povećanje 30% .....	85
Slika 5.24 Količina dopremljene robe kod 30% većeg protoka .....	85
Slika 5.25 Količina otpremljene robe kod 30% većeg protoka .....	86
Slika 5.26 Histogram visokoregalnog viličara 1, 30% povećanje protoka.....	86
Slika 5.27 Histogram visokoregalnog viličara 6, 30% povećanje protoka.....	86
Slika 5.28 Histogram viličara 1 prijamne zone, 30% povećanje protoka.....	87
Slika 5.29 Histogram viličara 1 otpremne zone, 30% povećanje protoka.....	87
Slika 5.30 Histogram visokoregalnog viličara 2, uklonjeni viličari .....	88
Slika 5.31 Histogram viličara 1 otpremne zone, uklonjeni viličari .....	88

# 1. Uvod

Tvrtka ProDesign d.o.o<sup>1</sup> bavi se proizvodnjom, distribucijom i prodajom namještaja. Njihovo trenutno skladište više ne zadovoljava njihove potrebe. Radi trenutne, ali i u budućnosti pretpostavljene rastuće proizvodnje, distribucije i prodaje (do 2,5 puta do 2012.godine) odlučili su se za izradu projektnog zadatka koji je rezultirao projektiranjem idejnog rješenja potpuno novog skladišno distributivnog centra.

Opseg područja ovog rada je pojašnjavanje projektnog zadatka i idejnog rješenja, te u konačnici analiza rezultata koja je potrebna zbog kompletnog pregleda tokova materijala. Kod ozbiljnih projektantskih poduzeća simulacije imaju veoma bitnu ulogu kod projektiranja jer su jasno vidljive poteškoće i uska grla projekta, te je moguć ispravak rješenja, kao i postavljanje ekstremnih ulazno-izlaznih podataka i analiza u slučaju kvarova. Simulacija ima bitnu ulogu i kod prezentiranja idejnog rješenja investitorima koji u potpunosti ne razumiju područje logistike, jer se može vizualno prikazati kako u 2D tako i u 3D grafici.

U radu je prikazan projektni zadatak i pojašnjene su svi navedeni ulazni podaci, tako su prikazani postojeći tokovi materijala, te su opisane grupe proizvoda. Prikazano je projektirano idejno rješenje s opisom cjelokupnog skladišnog procesa i planirane skladišne opreme.

Za provođenje analize u glavnoj skladišnoj zoni napravljen je simulacijski model, te provedenim simulacijama provedena analizu predloženog rješenja. Simulacijski model opisan je po koracima izgradnje, te detaljnim opisom pojedinog atoma.

Zbog širine primjene i kvalitete cjelokupnog rješenja softwera odabran je programski paket Enterprise Dynamics 7 Studio, te njegov pripadajući programski jezik 4D Script koji će biti dostatan za potrebnu analizu.

---

<sup>1</sup> ProDesign je izmišljeno ime tvrtke zbog sprečavanja korištenja informacija drugih konkurentnih poduzeća koja se bave projektiranjem.

## 2. Prikaz projektnog zadatka

### 2.1. Općenito o tvrtki „ProDesign“

Početak tvrtke "ProDesign" datira iz 1995. godine kada je, kao porodična firma, osnovana samostalna zanatska radnja. Glavni proizvodni program bili su set stolovi u kombinaciji punog drveta, stakla i pločastog materijala. Zbog svojih skromnih proizvodnih potencijala, postala je dobavljač za maloprodajne salone drugih prodavača namještaja. Obzirom na to da je od samog početka odziv kupaca bio izuzetno velik, potražnja je postala veća od mogućnosti ponude. To je zahtijevalo ubrzano širenje proizvodnih kapaciteta firme. Od 2001. godine, svoju djelatnost upotpunjuju i trgovinom u svojstvenim maloprodajnim objektima. Tvrtka 2009. godine odlučila je izraditi projekt skladišno distributivnog centra (SDC-a), u kojem će u skladišnom dijelu, skladištiti gotove proizvode iz proizvodnje i trgovačku robu. Novo projektirani objekt mora omogućiti poslovanje tvrtke obzirom na rastući promet te sve veći (očekivani) protok roba kroz skladište. Opće napomene za tvrtku su:

- Profil tvrtke
  - Sektor- industrija namještaja
  - Osnovna djelatnost- proizvodnja i distribucija namještaja
  - Ostalo- prodaja namještaja
  - Broj zaposlenih >1000
- Osnovne karakteristike trenutnog stanja
  - Proizvodni kapacitet kompanije
    - Mjesečna proizvodnja- 75.000 artikala
    - Mjesečno se obradi 6000 m<sup>3</sup> pločastog namještaja
  - Sadašnji kapacitet skladištenja
    - 64.500 m<sup>3</sup> bruto
    - 42.500 m<sup>3</sup> neto
    - 16.600 m<sup>2</sup>
    - 30.000 paletnih mjesta



## 2.2. Cilj i očekivanja

U sklopu novog SDC-a potrebno je izgraditi i organizirati skladište proizvoda i trgovačke robe, uredske prostore, te popratne prostorije (garderobe, restoran, kotlovnica, sanitarni čvor). Osim standardnih sadržaja skladišta, potrebno je predvidjeti prostor za akumulatorsku stanicu, te rješenje infrastrukture za sredstva vanjskog transporta. Potrebno je predvidjeti da se roba (od vanjskih dobavljača) doprema svim vrstama cestovnih transportnih sredstava, kao i otprema robe (kupcima).

Preliminarno, može se računati sa ~36450 m<sup>2</sup> (135x270 m) u I fazi, za ovu namjenu. Visina objekta nije ograničavajući faktor (ovisi o primijenjenoj tehnologiji skladištenja i izgradnje objekta).

Navedeni kompleks projektirat će se temeljem analize podataka danih u točki 2.3 ovog dokumenta, a mora udovoljavati najmanje sljedećim zahtjevima:

- Novo projektirani SDC omogućit će praćenje rasta prometa za 2,5 puta. Potrebno je predvidjeti mogućnost fazne nadogradnje objekta, sukladno budućem razvoju poduzeća.
- Racionalna prostorna organizacija, što znači da se zahtijevane potrebe za paletnim mjestima i prostorom za kabastu robu postignu na racionalnoj tlocrtnoj površini

Za grupe i artikle za koje ne postoje ulazni podaci (frekvencije ulaza/izlaza, kapaciteti i sl.), uzet će se u obzir iskustvene vrijednosti ili će se dati odgovarajuće procjene.

Radi optimalnog toka unutarnjeg transporta, potrebno je definirati dispoziciju opreme te vezu SDC-a s okolnim transportnim putovima. Projektirano rješenje mora definirati sve tehnološke cjeline unutar SDC-a (regalno skladište, transportna oprema, prostor za prijem oštećene i reklamirane robe, prostor za potrošni materijal, ...). Pojedine zone unutar novog SDC-a potrebno je povezati unutarnjim transportom, koji će u skladu s postavljenim zahtjevom optimizirati sve hodove unutar objekta.

Na izlaznom djelu potrebno je predvidjeti prostor za odlaganje komisioniranja robe.

Potrebno je dati načelni prikaz vođenja skladišnog poslovanja unutar novog SDC-a, te definirati stupanj informatizacije, kako bi stanje zaliha u svakom trenutku bilo ažurirano. Moraju biti poznate zone na kojima se pojedine vrste roba nalaze, a potrebno je i poštivanje FIFO-načela u skladišnom poslovanju.

Zbog frekvencije na izlazu roba iz skladišta naročitu pozornost potrebno je posvetiti pripremi komisionera prema narudžbama kupaca. Kod iskladištenja u 90% slučajeva roba se komisionira.

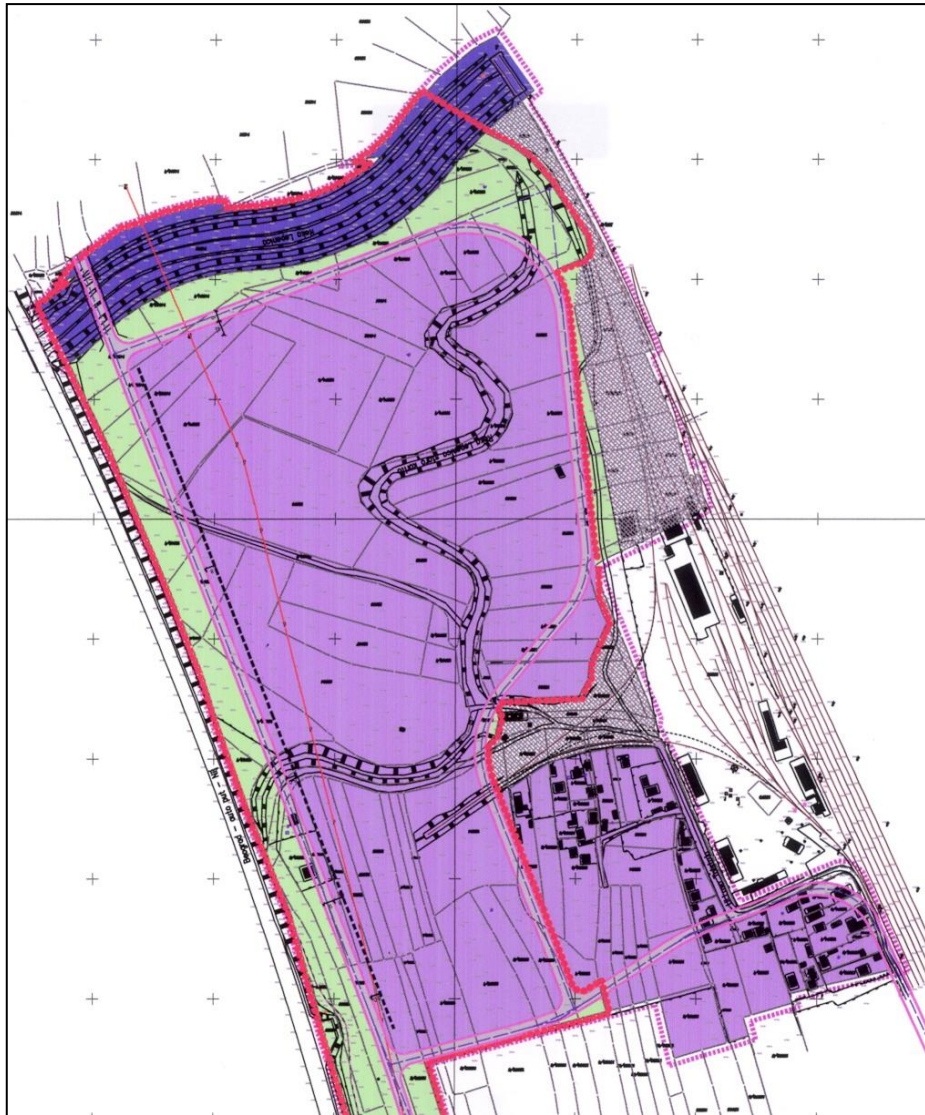
Rješenje mora omogućiti, uz prosječno zalaganje svih uposlenih, realizaciju svih narudžbi u što je moguće kraćem vremenu, uz minimum grešaka i uz optimalni broj iskladištenja po čovjeku u jedinici vremena. Ovo podrazumijeva određeni stupanj automatizacije procesa uskladištenja/iskladištenja.

Novi SDC mora dati optimalni odnos između veličine uložene investicije, stupnja automatizacije, broja uposlenih te brzine odziva, bilo da se radi o ulazu robe u sustav, bilo da se radi o odgovoru sustava na zahtjeve tržišta. To znači da je u konačnom rješenju potrebno optimalno primijeniti suvremena dostignuća sa stajališta tehnologije, vođenja i organizacije te sukladno tome predložiti i odgovarajuću opremu.

## **2.3. Opis postojećeg stanja**

### **2.3.1. Podaci o lokaciji**

Položajni nacrt budućeg SDC-a prikazan je na slici (Slika 2.1)



Slika 2.1 Položajni nacrt budućeg SDC-a

Parcela je veličine  $\sim 160.000 \text{ m}^2$  (cca  $300 \times 540 \text{ m}$ ) te se nalazi u Batočini (pokraj autoputa Beograd- Niš)

## 2.3.2. Trenutne veličine zona skladištenja

Tablica 2.1 Trenutne veličine zona skladištenja

Zona	Grupa proizvoda	Zapremina [m <sup>3</sup> ]	br. paletnih mjesta
I	I - Pločasti namještaj (proizvodnja)	25.000	18.000
II	II - Tapezirani namještaj (proizvodnja)	2.500	1.000
III	III - Pločasti namještaj (eksterni)	10.000	8.200
IV	IV - Tapezirani namještaj (eksterni)	3.000	1.400
V	V - Dopunski program	2.000	1.400
UKUPNO		42.500	30.000

Prikazani volumen se skladišti na cca 30.000 EUR paleta. Prikazano postojeće stanje mora se uzeti sa velikom rezervom jer pri trenutnom načinu rada nije definiran točan lager roba prema izlazu i vremenu dopreme (niti postoji WMS preko kojeg bi se upravljalo zalihama i procesima).

## 2.3.3. Detaljan opis grupa proizvoda

Tvrtka ProDesign d.o.o. uglavnom manipulira sa paketima te u manjoj mjeri paletiziranom robom, trenutno ima 4107 aktivnih artikala.

Tablica 2.2 Trenutni broj artikala/paketa

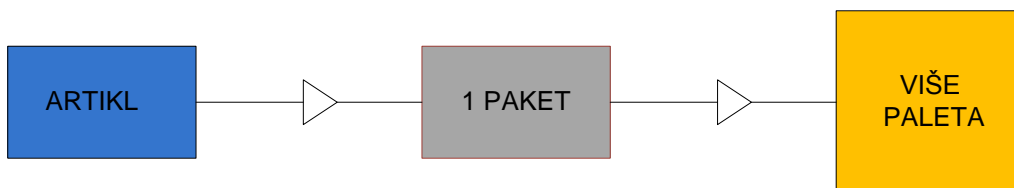
Grupe artikala	Broj artikala	Broj paketa
I	392	599
II	149	161
III	1287	1511
IV	978	1429
V	1300	1400
Ukupno	4107	5100

Na slikama (Slika 2.2 - Slika 2.6 ) biti će shematski prikazane mogućnosti po kojima se mogu grupe proizvoda od **I-IV** slagati na palete, dok će na slikama (Slika 2.7 - Slika 2.9 ) biti shematski prikaz mogućnosti za **V** grupu proizvoda.

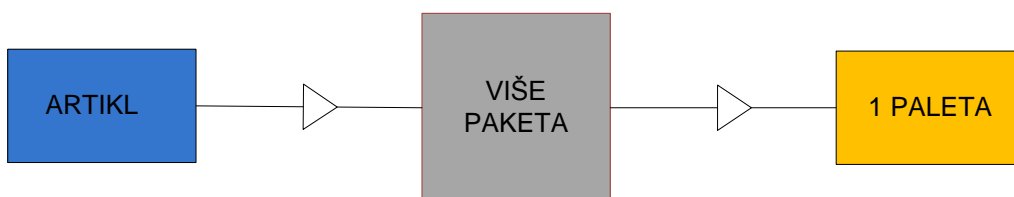
**GRUPA I - IV**



Slika 2.2 Artikl pakiran u jedan paket na jednoj paleti



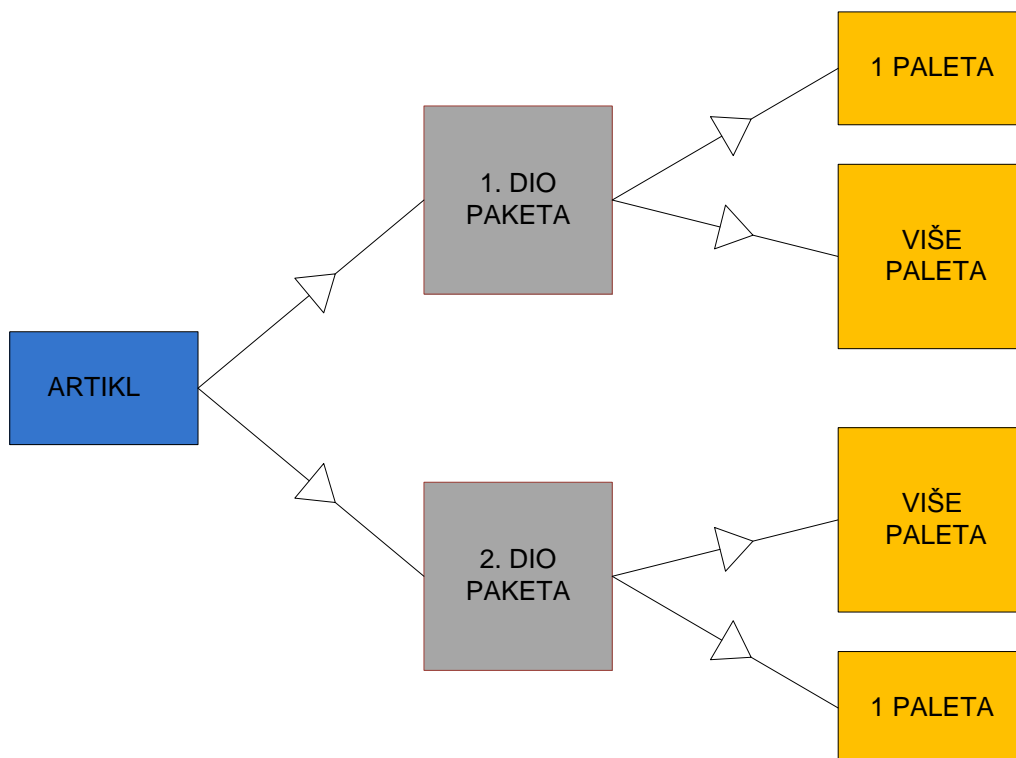
Slika 2.3 Artikl pakiran u jedan paket, ali na više spojenih paleta



Slika 2.4 Artikl pakiran u više paketa, ali na jednoj paleti

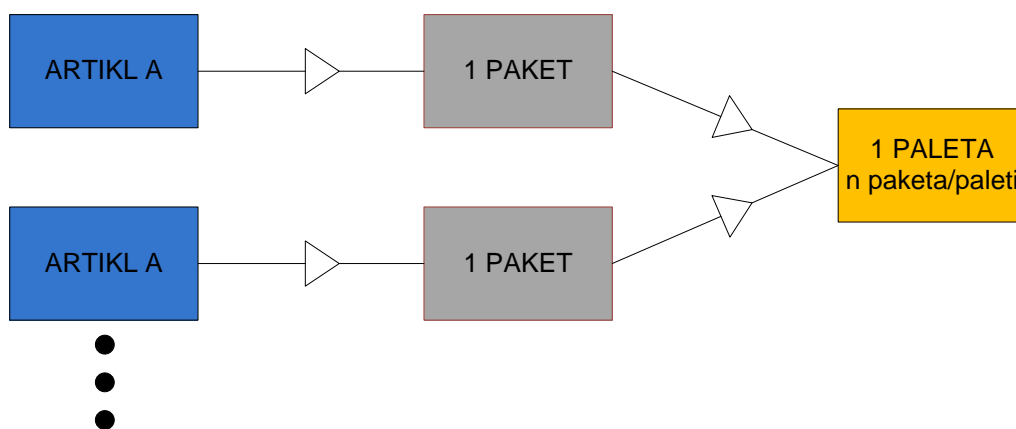


Slika 2.5 Artikl pakiran u više paketa i na više spojenih paleta

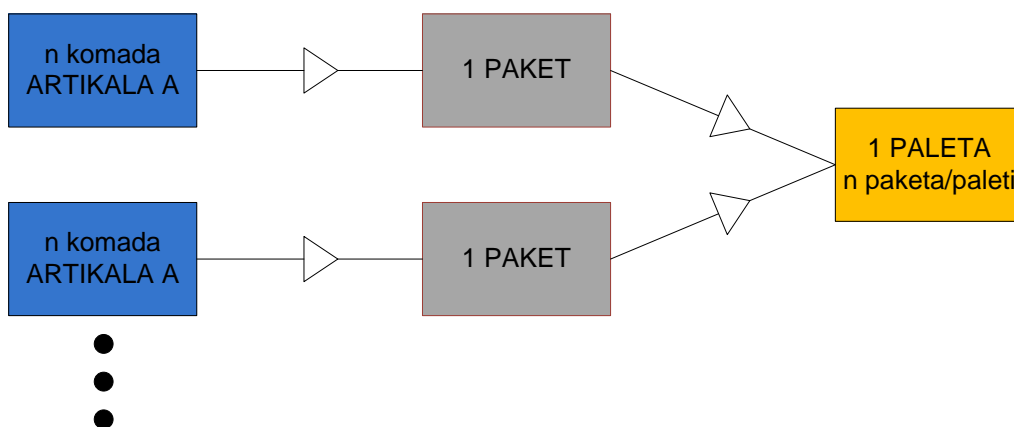


Slika 2.6 Artikl pakiran u više paketa, a svaki paket na jednoj ili više paleta

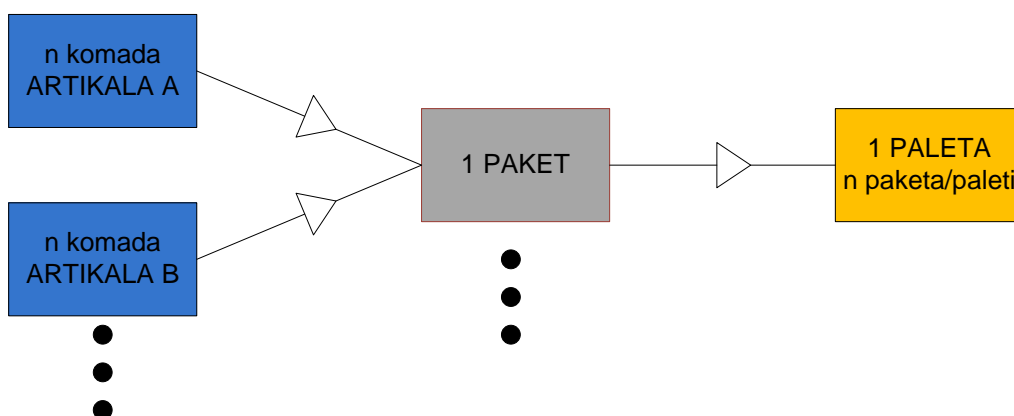
**GRUPA V**



Slika 2.7 Jedan artikl u jedan paket, te više istih paketa na paleti



Slika 2.8 Više istih artikala u jedan paket, te više istih paketa na paleti



Slika 2.9 Više različitih artikala u jedan paket, te više istih paketa na paleti

U tablici (Tablica 2.3) prikazane su vrste transportno-skladišnih jedinica

Tablica 2.3 Vrste transportno-skladišnih jedinica

	<b>Grupe artikala</b>	<b>Gabariti roba [mm]</b>	<b>Visina [mm]</b>	<b>Masa [kg]</b>
1.	Pločasti namještaj - proizvodnja	max. 1200x2800	max. 950	max. 950 pros.j. 400
2.	Tapacirani namještaj - proizvodnja	max. 1200x2400	max. 2500	max. 250 pros.j. 100
3.	Pločasti namještaj – trgovačka roba	max. 1200x2400	950 - 2000	max. 950 pros.j. 400
4.	Tapacirani namještaj – trgovačka roba	max. 1200x2400	max. 2500	max. 250 pros.j. 150
5.	Dopunski program	EUR 800x1200	800 - -2500	max. 200

### 2.3.3.1 Grupa I – Pločasti namještaj (proizvodnja)

#### Općenito:

- vlastita proizvodnja,
- izrađen od pločastog materijala (oplemenjena iverica),
- pakiran u demontiranom stanju u odgovarajuću kartonsku ambalažu,
- jedan artikl čini jedan ili više dimenzijsko različitih paketa



Slika 2.10 Trenutno stanje skladištenja pločastog namještaja

#### Trenutan način rada:

##### *Prijem i uskladištenje:*

- artikli stižu složeni na palete po načinu objašnjenom u točki 2.3.3 Detaljan opis grupa proizvoda,
- istovar se viličarom
- transport do mjesta uskladištenja paletarom ili viličarom
- odlaganje viličarom

##### *Iskladištenje i otprema:*

- I. slučaj – paletna isporuka – cijela paleta 3%,
  - manipulacija viličarom i paletarom, utovar viličarom,
- II. slučaj – paletna isporuka – komisioniranje palete 30%,
  - manipulacija viličarom i paletarom, odvajanje robe (čovjek ka robi), komisioniranje i lijepljenje deklaracija ručno, utovar viličarom,
- III. slučaj – rinfuzna isporuka 67%,



- manipulacija viličarom i paletarom, odvajanje robe ručno (čovjek ka robi), podizanje paleta na vozilo viličarom, slaganje u vozilo ručno.

Pri prijemu i isporuci robe izvršava se vizualna kvantitativna i kvalitativna kontrola. Kod izvoza robe deklariranje se obavlja na izlazu.

### **Klasifikacija robe prema grupama opasnosti**

Proizvodi pripadaju II grupi iz područja protiv požarne zaštite.

### **Klasifikacija po kvarljivosti i lomu**

- roba nije kvarljiva,
- paketi nisu otporni na vlagu i udarce,
- dio asortimana proizvoda iznimno je osjetljiv na lom (stakleni dijelovi) 15%.

### **Pakiranje proizvoda**

Elementi proizvoda su zaštićeni stiroporom i obloženi kartonom, koji čini paket definiranih dimenzija i mase. Odlaze se na euro palete u definiranom broju komada

### **Bar Cod identifikacija**

DA

### 2.3.3.2 Grupa II – Tapezirani namještaj (proizvodnja)

#### Općenito:

- vlastita proizvodnja
- izrađen od drvenog, pločastog i tekstilnog materijala, neotporan na direktan dodir s vlagom
- proizvod je pripremljen za isporuku u sklopljenom stanju zaštićen folijom



Slika 2.11 Trenutno stanje skladištenja tapeziranih namještaja

#### Trenutan način rada

##### *Prijem i uskladištenje*

- artikli dolaze u skladište bez paleta – rinfuzno,
- po prijemu u skladište artikli se odlažu na palete kako je opisano u točki 2.3.3  
Detaljan opis grupa proizvoda, istovar i sortiranje je ručno pomoću viličara, shema slaganja nije definirana i ovisna je o raspoloživosti polja u skladištu,
- ručno deklariranje,
- transport do mjesta uskladištenja je viličarom ili paletarom,
- odlaganje je viličarom ili paletarom.

##### *Iskladištenje i otprema*

- I. slučaj – paletna isporuka – cijela paleta 0%,
- II. slučaj – paletna isporuka – komisionirane palete 0%,
- III. Slučaj – rinfuzna isporuka 100%.

Pri prijemu i isporuci robe izvršava se vizualna kvantitativna i kvalitativna kontrola. Kod izvoza robe deklariranje se obavlja na izlazu.

### **Klasifikacija robe prema grupama opasnosti**

Proizvodi pripadaju II grupi iz područja protiv požarne zaštite.

### **Klasifikacija po kvarljivosti i lomu**

- roba nije kvarljiva,
- paketi nisu otporni na vlagu i udarce.

### **Pakiranje proizvoda**

Elementi proizvoda su zaštićeni od vanjskih utjecaja kartonskim ojačanjem i zaštitnom folijom.

### **Bar code identifikacija**

DA

### 2.3.3.3 Grupa III – Pločasti namještaj (eksterni)

#### Općenito:

- dopremljen od vanjskih dobavljača
- izrađen od pločastog materijala (oplemenjena iverica),
- pakiran u demontiranom stanju u odgovarajuću kartonsku ambalažu,
- jedan artikl čini jedan ili više dimenzijski različitih paketa



Slika 2.12 Trenutno stanje skladištenja pločastog namještaja (eksternog)

#### Trenutan način rada

##### *Prijem i uskladištenje*

- artikli dolaze u skladište bez paleta – rinfuzno,
- po prijemu u skladište artikli se odlažu na palete kako je opisano u točki 2.3.3  
Detaljan opis grupa proizvoda, istovar i sortiranje je ručno pomoću viličara, shema slaganja nije definirana i ovisna je o raspoloživosti polja u skladištu,
- transport do mjesta uskladištenja je viličarom ili paletarom,
- odlaganje je viličarom ili paletarom.

##### *Iskladištenje i otprema*

- I. slučaj – paletna isporuka – cijela paleta 0%,

- II. slučaj – paletna isporuka – komisionirane palete 0%,
- III. Slučaj – rinfuzna isporuka 100%.

### **Klasifikacija robe prema grupama opasnosti**

Proizvodi pripadaju II grupi iz područja protiv požarne zaštite.

### **Klasifikacija po kvarljivosti i lomu**

- roba nije kvarljiva,
- paketi nisu otporni na vlagu i udarce,
- dio asortimana proizvoda iznimno je osjetljiv na lom (stakleni dijelovi) 40%.

### **Pakiranje proizvoda**

Elementi proizvoda su zaštićeni od vanjskih utjecaja kartonskim ojačanjem i zaštitnom folijom.

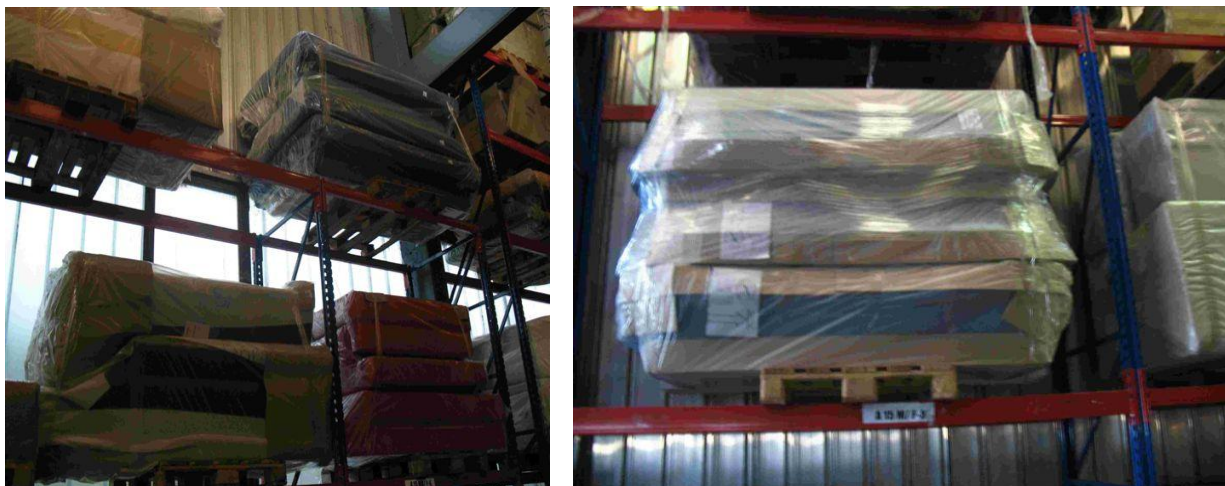
### **Bar code identifikacija**

DA

### 2.3.3.4 Grupa IV – Tapezirani namještaj (eksterni)

#### Općenito:

- dopremljen od vanjskih dobavljača
- izrađen od drvenog, pločastog i tekstilnog materijala, neotporan na direktan dodir s vlagom
- proizvod je pripremljen za isporuku u namontiranom stanju zaštićen folijom



Slika 2.13 Trenutno stanje skladištenja tapeziranog namještaja (eksterni)

#### Trenutan način rada

##### *Prijem i uskladištenje*

- artikli dolaze u skladište bez paleta – rinfuzno,
- po prijemu u skladište artikli se odlažu na palete kako je opisano u točki 2.3.3  
Detaljan opis grupa proizvoda, istovar i sortiranje je ručno pomoću viličara, shema slaganja nije definirana i ovisna je o raspoloživosti polja u skladištu,
- transport do mjesta uskladištenja je viličarom ili paletarom,
- odlaganje je viličarom ili paletarom.

##### *Iskladištenje i otprema*

- I. slučaj – paletna isporuka – cijela paleta 0%,
- II. slučaj – paletna isporuka – komisionirane palete 0%,
- III. Slučaj – rinfuzna isporuka 100%.

### **Klasifikacija robe prema grupama opasnosti**

Proizvodi pripadaju II grupi iz područja protiv požarne zaštite.

### **Klasifikacija po kvarljivosti i lomu**

- roba nije kvarljiva,
- paketi nisu otporni na vlagu i udarce.

### **Pakiranje proizvoda**

Elementi proizvoda su zaštićeni od vanjskih utjecaja kartonskim ojačanjem i zaštitnom folijom.

### **Bar code identifikacija**

DA



### 2.3.3.5 Grupa V – Dopunski program (eksterni)

- grupe proizvoda od stakla, tekstila, keramike, plastike
- artikli veoma osjetljivi na udare, ambalažirani u kartonske kutije



Slika 2.14 Trenutno stanje skladištenja dopunskog programa (eksterni)

#### **Trenutan način rada**

##### *Prijem i uskladištenje*

- artikli dolaze u skladište bez paleta – rinfuzno,
- po prijemu u skladište artikli se odlažu na palete kako je opisano u točki 2.3.3  
Detaljan opis grupa proizvoda, istovar i sortiranje je ručno pomoću viličara, shema slaganja nije definirana i ovisna je o raspoloživosti polja u skladištu,
- transport do mjesta uskladištenja je viličarom ili paletarom,
- odlaganje je viličarom ili paletarom.

##### *Deklariranje robe*

- manipulacija viličarom, dopremanje do mjesta za deklariranjem je paletarom,
- ručno lijepljenje deklaracija na svaki artikl (pojedinačno na svaki artikl ili na artikl i na pojedinačno pakiranje artikla,
- vraćanje na mjesto skladištenja.

##### *Iskladištenje i otprema*

- I. slučaj – paletna isporuka – cijela paleta 0%,
- II. slučaj – paletna isporuka – komisionirane palete 100%,



- III. Slučaj – rinfuzna isporuka 0%.

### **Klasifikacija robe prema grupama opasnosti**

Proizvodi pripadaju II grupi iz područja protiv požarne zaštite.

### **Klasifikacija po kvarljivosti i lomu**

- roba nije kvarljiva,
- paketi nisu otporni na vlagu i udarce.

### **Pakiranje proizvoda**

Elementi proizvoda su zaštićeni od vanjskih utjecaja kartonskim ojačanjem i zaštitnom folijom.

### **Bar code identifikacija**

DA

## 2.3.4. Frekvencije ulaza i izlaza (min i max) 2008. god.

Tablica 2.4 Frekvencija ulaza po mjesecima - min

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – Oktobar	587	19	587	19	1
2.	Grupa II, III I IV – Januar	130	6	788	36	6
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		717	25	1375	55	2

Tablica 2.5 Frekvencija ulaza po mjesecima - prosječno

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – April	889	32	889	32	1
2.	Grupa II, III I IV – April	179	7	1010	40	6
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		1068	39	1899	72	2

Tablica 2.6 Frekvencija ulaza po mjesecima - max

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – Septembar	1006	34	1006	34	1
2.	Grupa II, III I IV – Jul	217	8	1289	48	6
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		1223	42	2295	82	2

Tablica 2.7 Frekvencija izlaza po mjesecima - min

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – Februar	688	28	6804	272	10
2.	Grupa II, III I IV – Februar	841	32	5521	212	7
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		1529	60	12325	484	8

Tablica 2.8 Frekvencija izlaza po mjesecima - prosječno

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – Maj	1313	49	13994	518	11
2.	Grupa II, III I IV – Maj	973	37	6636	255	7
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		2286	86	20630	773	9

Tablica 2.9 Frekvencija izlaza po mjesecima - max

	Grupe artikala	Ukupni broj dokumenata	Prosječni broj dokum. dnevno	Ukupni broj stavki	Prosječni broj stavki dnevno	Prosječni broj stavki/ dokumentu
1.	Grupa I – Jul	1235	46	16441	609	13
2.	Grupa II, III I IV – Novembar	1271	51	12058	482	10
3.	Grupa V	0	0	0	0	0
Ukupno:		2506	97	28499	1091	11

### 2.3.5. Volumeni roba – 2008. god.

Tablica 2.10 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - min

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m <sup>3</sup> )	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m <sup>3</sup> )
1.	Grupa I – Oktobar	30531	47699	1,56	3481	5134	4881
2.	Grupa II, III I IV – Januar	18374	24241	1,32	4758	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		48905	71940		8239	5134	0

Tablica 2.11 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - prosječno

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m <sup>3</sup> )	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m <sup>3</sup> )
1.	Grupa I – April	42893	57350	1,34	3586	5184	4918
2.	Grupa II, III I IV – April	29091	30860	1,06	6255	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		71984	88210		9841	5184	0

Tablica 2.12 Ulaz - volumeni roba po mjesecima - max

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m <sup>3</sup> )	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m <sup>3</sup> )
1.	Grupa I – Septembar	64522	90306	1,4	6278	9013	8756
2.	Grupa II, III I IV – Jul	58314	74229	1,27	11652	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		122836	164535		17930	9013	0

Tablica 2.13 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - min

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m3)	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m3)
1.	Grupa I – Februar	30095	41415	1,38	2504	2913	3406
2.	Grupa II, III I IV – Februar	19161	24554	1,28	5430	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		49256	65969		7934	2913	0

Tablica 2.14 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - prosječno

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m3)	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m3)
1.	Grupa I – Maj	54386	78739	1,45	5264	5346	7305
2.	Grupa II, III I IV – Maj	25441	31496	1,24	6662	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		79827	110235		11926	5346	0

Tablica 2.15 Izlaz - volumeni roba po mjesecima - max

	Grupe artikala	Količina artikala (kom)	Količina paketa (kom)	Odnos paket / artikl	Volumen paketa (m3)	Količina paleta (kom)	Volumen paleta (m3)
1.	Grupa I – Jul	58848	85105	1,45	5756	5748	8072
2.	Grupa II, III I IV – Novembar	39079	49629	1,27	7615	0	0
3.	Grupa V	0	0		0	0	0
Ukupno:		97927	134734		13371	5748	0

### 3. Prikaz projektiranog idejnog rješenja

Zbog svega navedenog u točki 2. **Prikaz projektnog zadatka** pristupiti će se projektiranju sa slijedećim kapacitetima prikazanim u tablici (Tablica 3.1):

Tablica 3.1 Uvećani volumen

Zone skladištenja artikala	Volumen robe u skladištu [m <sup>3</sup> ]	Volumen robe u skladištima [%]
I grupa proizvoda	33433	59
II grupa proizvoda	3400	6
III grupa proizvoda	13600	24
IV grupa proizvoda	3967	7
V grupa proizvoda	2267	4
Ukupno	<b>56667</b>	

Prikazani podaci/kapaciteti zona su dobiveni analizom ulaznih podataka, te bi trebali zadovoljiti praćenje rasta prometa u I fazi. Navedeni volumen robe u skladištu odgovara cca 40.000 EUR paleta.

Uzimajući u obzir zahtjev investitora o povećanju prometa, prva faza izgradnje SDC-a bi trebala omogućiti rad sa slijedećim količinama artikala/paketa prikazanim u tablici (Tablica 3.2):

Tablica 3.2 Očekivani broj artikala/paketa

Grupe artikala	Broj artikala	Broj paketa
I	521	797
II	198	214
III	1712	2010
IV	1301	1901
V	1729	1862
Ukupno	<b>5462</b>	<b>6783</b>

Povećanje količine artikala napravljeno je u skladu sa povećanjem volumena robe.

### **3.1. Osnovne smjernice**

Osnovne smjernice korištene pri izboru opreme i tehnologije skladištenja su:

- Maksimalna iskoristivost skladišnog prostora (tlocrtna i visinska)
- Nesmetan pristup do svakog uskladištenog artikla
- Optimalna primjena tehničko-tehnoloških dostignuća s područja logistike
- Optimalna informatička podrška
- Nadzor i kontrola nad protokom materijala kroz skladište u svakom trenutku
- Smanjenje grešaka u poslovanju
- Pregled zaliha i prometa u svakom trenutku
- Smanjenje troškova skladištenja
- Primjena važećih zakonskih propisa vezanih za ovakve vrste objekata u smislu stabilnosti konstrukcije, sigurnosti pri radu, protupožarnoj zaštiti, kao i poštivanje ekoloških zahtjeva.

### **3.2. Karakteristike odabrane varijante**

Idejnim projektom tehnologije skladištenja projektiran je novi SDC. Razrađeno je više verzija idejnog rješenja dok ćemo mi napraviti analizu za prvu varijantu. Izabran je prikladan način skladištenja, prostor skladišta je maksimalno iskorišten (kako tlocrtno tako i u visinu) uz osiguranje nesmetanog rada svim manipulativnim sredstvima kojima se radnici u pojedinim skladišnim zonama koriste (viličari, paletna kolica, ...). Protok robe od trenutka zaprimanja narudžbe do trenutka izlaska naručene robe će biti brz zahvaljujući informatizaciji skladišnog poslovanja (uvođenje Warehouse Management System-WMS-a)

Težište rješenja je posvećeno:

- tehničkim značajkama projektirane opreme
- optimalnom položaju novog objekta na parceli u odnosu na postojeće prometnice te transportne putove
- razmještanju pojedinih zona skladištenja robe.

Na temelju dosadašnjih iskustava predložena je tehnologija skladištenja, organizacija rada unutar skladišta i vođenje skladišnog poslovanja.

### 3.3. Varijanta rješenja- opis

Varijanta je razrađena prema crtežu u prilogu A.

U tablici (Tablica 3.3) prikazani su glavni tehnološki podsustavi

Tablica 3.3 Glavni tehnološki podsustavi

Tehnološki podsustav	Namjena podsustava
Carinsko skladište	Skladištenje paletizirane i nepaletizirane robe (različite vrste drvenih paleta, specijalnih paleta, specijalna kolica)
Skladište robe - 1	Skladištenje paletiziranih roba (različite vrste drvenih paleta i specijalnih paleta)
Skladište robe - 2	Skladištenje paletizirane i nepaletizirane robe (različite vrste drvenih paleta, specijalnih paleta, specijalna kolica)
Prijemna zona	Ulaz robe i ulazna kontrola
Aku stanica	Punjenje aku-baterija viličara
Zona za deklariranje, doradu i prepakiranje	Deklariranje, označavanje i priprema robe
Komisiona zona 1	A artikli – grupa I / III
Komisiona zona 2	A artikli – grupa II / IV
Komisiona zona 3	B i C artikli – grupa I / III
Komisiona zona 4	B i C artikli – grupa II i IV
Komisiona zona 5	artikli – grupe V
Otpremna zona	Izlaz robe i izlazna kontrola
Uredski prostori	Radni prostori; popratne prostorije

Predložena varijanta rješenja omogućuje ulaz robe u skladište i izlaz robe iz skladišta sa minimalnim križanjima transportnih putova.

Idejni koncept rješenja zasnovan je na upotrebi visoko-regalnih viličara s okretnom glavom i retrak viličara. Koncept predviđa odvojene prijemnu i otpremnu zonu. Na koti prijema i otpreme jesu carinsko skladište te skladišta svih grupa artikala (Skladište robe – 1 i Skladište robe - 2). Iznad prijemne zone predviđena je zona za deklariranje robe, operacije

deklariranja. Uz zonu otpreme predviđeno je komisioniranje najfrekventnijih artikala (pločasti namještaj), dok se tapecirani namještaj komisionira u zoni skladištenja – Skladište robe - 2 ( predviđena je upotreba specijalnih paleta i specijalnih kolica koje pojednostavljuju manipulaciju s ovom vrstom artikala).



Slika 3.1 Specijalna kolica



Slika 3.2 Specijalna paleta



Nakon analize ulaznih podataka, definirane su tri dimenzije drvenih paleta: 1000x1200 mm, 1700x1200 mm, 2200x1200 mm te EUR paleta. Palete se koriste za manipuliranje pločastim namještajem, ali i za ostale artikle (tapecirani namještaj i grupa V artikala) ukoliko je moguća manipulacija pomoću drvenih paleta. Specijalna kolica i specijalne palete se koriste za manipulaciju uglavnom tapeciranog namještaja (može i za ostale vrste roba ukoliko je moguća manipulacija).

Iznad otpremne zone predviđeno je komisioniranje manje frekventnih artikala. Veza između dviju skladišnih etaža u ovoj varijanti predviđena je teretnim dizalima.

### 3.3.1. Prizemlje

- Carinsko skladište (paletno regalno skladište; površine cca 569 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima, kapacitet skladišta iznosi 595 paletnih jedinica (PJ)(skladištenje više različitih vrsta paleta), 45 specijalnih paletnih jedinica, 12 specijalnih kolica
- Visokoregalno skladište robe -1 (paletno regalno skladište; površine cca 9004 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima, kapacitet skladišta iznosi 21262 PJ (skladištenje više različitih vrsta drvenih paleta i specijalnih paleta)
- Skladište robe - 2 (paletno regalno skladište; površine cca 4400 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima (skladištenje više različitih vrsta drvenih paleta, specijalnih paleta i kolica)
- Prijemna zona (površine cca 1000 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima, prijemni ured (54 m<sup>2</sup>), i Aku stanicom (104 m<sup>2</sup>).
- Komisiona zona - 1 na izlazu (površine cca 4100 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima (za pločaste materijale grupe I,III),
- Komisione zone – 2 i 4 na izlazu i katu (površine cca 5725 m<sup>2</sup> + podna površina u skladištu -2) sa potrebnim manipulativnim prostorima (za materijale grupa II,IV),
- Komisiona zona - 3 na katu (površine cca 4240 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima (za pločaste materijale grupe I,III),
- Komisiona zona - 5 na izlazu (površine cca 300 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima(za materijale grupe V + površina u skladištu -2),
- Otpremna zona (površine cca 1600 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima, otpremni ured (65 m<sup>2</sup>)

### 3.3.2. Prvi kat

- Iznad prijemne zone je prostor za deklariranje, označavanje i pripremu robe, te za odlaganje potrošnog materijala (površine cca 1000 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima, uredskim prostorima (45 m<sup>2</sup>),
- Iznad otpremne zone je skladište robe - kat (paletno regalno skladište i podno skladištenje; površine cca 8050 m<sup>2</sup>) sa potrebnim manipulativnim prostorima i uredskim prostorima (54 m<sup>2</sup>),

Oba prostora na katu su povezana hodnikom (horizontalna komunikacija)

Vertikalna komunikacija je ostvarena teretnim dizalima.

Razmak između paletnih jedinica u regalnom hodniku Skladišta robe –1- iznosi 1900 mm. Manipulacija unutar visokoregalne zone odvija se sa regalnim viličarima (kao proizvođač „STILL“, tip MX-X). U zoni Skladišta robe –2 razmak između paletnih jedinica iznosi 3300 mm, a manipulacija unutar ove zone odvija se sa regalnim viličarima (kao proizvođač „STILL“, tip FM-X 14). U komisionoj zoni (podna etaža) komisioniranje se izvršava pomoću nisko podiznih elektro viličara (kao proizvođač „STILL“, tip FU-X 20) te čeonih viličara za robu koja se nalazi na regalima (kao proizvođač „STILL“, tip RX-20-20), a razmak između paletnih jedinica iznosi 4000 mm. Veza između ulaza i visokoregalnog skladišta te visokoregalnog skladišta i izlaza ostvaruje se također pomoću čeonog viličara.

Na katu je razmak između paletnih jedinica u regalnom hodniku 4000 mm, dok se manipulacija unutar regalne zone odvija sa nisko podiznim elektro viličarom (kao proizvođač „STILL“, tip FU-X 20) te čeonih viličara za robu koja se nalazi na regalima (kao proizvođač „STILL“, tip RX-20-20).

U prijemno otpremnoj zoni (kota ±0,00 m) za manipulaciju na hidrauličkim rampama predviđen je rad sa nisko podiznim električnim viličarima (kao proizvođač „STILL“, tip EXU 18), te manipulacija sa ručnim paletarima.



Slika 3.3 Prikaz manipulacije specijalne palete

Vertikalna komunikacija u klasičnoj varijanti u objektu osigurana je sa 12 teretnih dizala.

Roba koja dolazi kamionima i kontejnerima (na koti  $-1.20$  m) i kombi vozilima od dobavljača (na koti  $-0,60$  m) istovaruje se preko elektro-hidrauličnih rampi ili ručno, kroz industrijska vrata (kombi vozila) te odlaže na prostoru prijemno otpremne zone (kota  $\pm 0.00$  m). Iznad elektro-hidrauličnih rampi predviđena je ugradnja industrijskih podiznih vrata na elektromotorni pogon koja su zaštićena vjetrobranom. Predviđen je i bočni istovar i utovar na rampama.

Na svim ulazima i izlazima robe predviđena su mjesta za kontrolu prijema i otpreme robe. Unutar skladišta nalazi se i prostor za punjenje baterija viličara (aku stanica).

Sve tehnološke cjeline povezane su informatičkim sustavom za vođenje skladišnog poslovanja Warehouse Management System (WMS) te je predviđena RF komunikacija unutar skladišta.

Analizom ulaznih podataka i iskustvenom procjenom za ovu varijantu idejnog rješenja predviđa se 35 – 38 ljudi za rad u SDC-u.

## 3.4. Tehnologija rada

### 3.4.1. Prijem robe

Ulaz robe u skladišno distributivni centar (SDC) odvija se preko prijemne zone. Roba se doprema vozilima – laka teretna, kamioni sa i bez prikolice, kontejnerima (vanjska kota – 1.20 m za kamione, -0,60 m za kombi vozila). Temeljem toga, istovar se izvodi nisko podiznim električnim viličarima ili ručno. Predviđen je stražnji i bočni istovar kamionskih vozila. Na prijemnim (i otpremnim) kamionskim rampama (vanjska kota –1.20 m) predviđena je ugradnja hidrauličkih nagibnih platformi koje služe za izjednačavanje razine skladišta i dostavnog vozila kako bi se istovar (a također i utovar) mogao obavljati na optimalan način. Uz platforme, predviđena je ugradnja industrijskih podiznih vrata i vjetrobrana, tako da je prilikom istovara (ili utovara) skladište zaštićeno od vanjskih utjecaja (kiša, snijeg i sl.).

Nakon što je roba izuzeta s vozila, izvodi se identifikacija i vizualna kontrola (kvalitativna i kvantitativna). Iz informatičkog sustava ProDesign (nadređeni informatički sustav) s robom dolaze prateći dokumenti (zahtjev za uskladištenje) koje je moguće elektronskim putem predati informatičkom sustavu za vođenje skladišnog poslovanja (Warehouse Management System, WMS). Na ulazu robe koristiti će se radio-frekvencijska (RF) komunikacija i RF-terminali s integriranim čitačem bar-koda. Na taj način, skladištari će dobivati najavu (na displeju RF-terminala) za svaki ulaz robe, po vrsti i količini te će jednostavno moći izvršiti kontrolu i utvrditi stvarno pristigle količine (očitavanjem bar-koda artikla ili unosom preko tipkovnice terminala ⇒ biti će definirano projektom informatičkog sustava). Svako odstupanje u odnosu na zadanu vrijednost unosit će se u sustav putem terminala, te će na taj način stanje na ulazu stalno biti ažurno. Sustav za vođenje skladišnog poslovanja vraća u nadređeni sustav informaciju o zaprimljenoj robi, po vrstama i količinama te istovremeno daje naloge za premještanje robe po različitim skladišnim zonama. Ovisno o vrsti transportno skladišne jedinice u tablici 6. dana je namjena pojedinih tehnoloških podsustava (skladišnih zona).

Predviđeno je da roba iz vlastite proizvodnje već dolazi na paletama već prilagođenim za manipulaciju u novom SDC-u (razne drvene palete, specijalne paleta).

Nakon što je roba identificirana, pregledana i sortirana na odgovarajući tip palete/kolica (različite dimenzije drvenih paleta, specijalna palete, specijalna kolica), spremna je za transport u pojedine zone - regalna paletna skladišta (carinsko skladište i skladišta robe u prizemlju i na katu) ili na podnim površinama (u slučaju specijalnih kolica).

Roba koja je došla rinfuzno slaže se na prazne palete odgovarajućih dimenzija ili na specijalna kolica (ovisno o vrsti robe). Sadržaj robe se povezuje sa bar oznakom palete ili kolica (skeniranje bar koda).

Nalozi za uskladištenje formiraju se putem RF-komunikacije, slanjem na displej RF-terminala. Nalog nedvosmisleno kaže skladištaru koju robu treba prenijeti i na koje mjesto (zonu, lokaciju). Transakcija se potvrđuje skeniranjem bar-koda (robe i/ili lokacije).

### **3.4.2. Uskladištenje**

Nakon istovara iz vozila i prijema, roba je spremna za uskladištenje u određenu skladišnu zonu (ukoliko je potrebno prvo se na katu iznad prijemne zone izvrši deklariranje proizvoda, opremanje potrebnim dokumentima, priprema robe, slaganje na palete/kolica za skladištenje paleta). Ukoliko se radi o robi za regalna paletna skladišta (Skladište robe – 1 i Skladište robe - 2), paleta dobiva bar-kod oznaku te je tako nedvosmisleno povezana paleta sa sadržajem na njoj. Informatički sustav za vođenje skladišta određuje lokaciju za paletu u paletnom skladištu. Temeljem naloga za uskladištenje koji se šalje na displej RF-terminala, vozač viličara preuzima paletu (po preuzimanju pročita njen bar-kod radi otklanjanja mogućnosti pogreške) i odlaže je u paletno skladište (sve skladišne lokacije obilježene su bar-kod oznakom), a u sustav se vraća potvrda o izvršenoj transakciji (vozač viličara skenira bar-kod lokacije na koju je odložio paletu). Detalji će biti razrađeni u projektu informatičkog sustava. Opis vrijedi i za slučaj manipulacije specijalnih kolica i specijalnih paleta.

Ukoliko se radi o robi za carinsko skladište proces na ulazu je isti kao i za gore opisano uskladištenje u pojedine zone paletnih regala. Informatički sustav za vođenje skladišta određuje lokaciju za paletu u carinskom skladištu. Temeljem naloga za uskladištenje koji se šalje na displej RF-terminala, vozač viličara preuzima paletu i odlaže je u carinsko skladište, a u sustav se vraća potvrda o izvršenoj transakciji. Roba uvezana za domaće

tržište po carinjenju (prema ustaljenim zakonskim propisima) se doprema ponovo u ulaznu zonu i otprema u skladište, roba uvezena radi izvoza po carinjenju se otprema u izlaznu zonu. Detalji će biti razrađeni u projektu informatičkog sustava.

### **3.4.3. Iskladištenje**

Inicijator ove transakcije je nalog iz nadređenog informatičkog sustava. Skladišni informatički sustav preuzima ove naloge i formira parcijalne naloge za iskladištenje iz pojedinih skladišnih zona. Nalozi se skladištarima u pojedinim skladišnim zonama dostavljaju putem RF-veze. Pri kreiranju parcijalnih naloga za iskladištenje skladišni algoritam vodi računa o optimizaciji transportnih putova unutar pojedinih skladišnih zona te poštuje tzv. FIFO načelo (najstarija roba prva izlazi van iz skladišta).

Temeljem naloga za pripremu robe za izlaz iz skladišta, roba se doprema iz pojedinih zona u zonu za komisioniranje odnosno direktno u zonu otpreme. U zoni otpreme se prikupljaju komisioni iz pojedinih zona i izvršava se njihovo objedinjavanje prema pojedinim narudžbama.

Ukoliko se radi o izlazu iz skladišta, izlaz robe moguć je na dva načina:

- iz skladišta izlazi cijela paleta,
- roba se komisionira sa paleta.

Ukoliko se izuzima cijela paleta, vozač viličara dobiva nalog na displeju RF-terminala s oznakom lokacije i/ili palete. Nakon toga, preuzima paletu s paletne lokacije, potvrđuje transakciju očitanjem bar-koda lokacije te doprema paletu na prijemno otpremnu zonu.

Kod komisioniranja, situacija je malo drugačija. Temeljem zahtjeva iz nadređenog informatičkog sustava, formiraju se nalozi za prikupljanje komisiona. Skladištar, temeljem naloga na RF-terminalu, ručnim viličarom uzima praznu paletu te slaže na nju pojedine robe redom s pojedinih lokacija u komisionoj zoni. Komisione zone su podijeljene prema frekvencijama artikala (A, B, C artikli). Prikaz zona dan je u crtežima u prilogu. A artikli – artikli koji se najčešće formiraju su najbliže izlazu. Komisiona zona 1 (crteži u prilogu) izvedena je kao paletna regalna konstrukcija. Komisioniranje A artikala se izvodi sa podnih lokacija dok su zalihe dotičnih artikala na drugoj i trećoj paletnoj etaži. Komisiona zona 2 izvedena je također kao paletna regalna konstrukcija (pod + jedna etaža),

komisionira se podnih lokacija na kojima se nalaze uglavnom B artikli a na prvoj etaži su C artikli.

Svako izuzimanje robe iz regala/s poda potvrđuje se očitanjem bar-koda robe i/ili lokacije. Kada je komisijon formiran, obilježi se bar-kodom, a paleta se otprema na prijemnu otpremnu rampu. Ovdje palete preuzima izlazna kontrola koja ih priprema za otpremu kupcima. Ukoliko je potrebno komisionirati artikl koje trenutno nema u komisijonoj zoni (B + C artikli) WMS će osigurati da se obavi operacija međuskladištenja i pribavi artikl u komisijonoj zoni( iz regalne zone) prije početka komisioniranja.

Komisioniranje tapeciranog namještaja i robe velikih gabarita obavlja se pomoću specijalnih kolica koja se mogu voziti direktno iz komisijone zone u otpremnu zonu.

#### **3.4.4. Izlazna kontrola i otprema**

U otpremnu zonu novog SDC-a doprema se roba iz pojedinih skladišnih zona. Sve dostave obilježene su na odgovarajući način (detalje će definirati projekt informatike) tako da se za svaki artikl zna kojem nalogu za isporuku pripada i na koliko parcijalnih naloga je podijeljena isporuka za jednog naručitelja. Na taj način je jednostavno robu grupirati i pregledati.

Kontrola se obavlja radi provjere vrste i količine artikala koji su prikupljeni prema zahtjevima za iskladištenje. Po završenoj kontroli, komisijoni se otpremaju na mjesto prikupljanja komisijona za određeni cilj (posebno označene površine na otpremnoj zoni).

Osnovne funkcije otpreme jesu:

- prikupljanje kontroliranih komisijona po kupcima i pravcima,
- kontrola kompletnosti,
- raspodjela po transportnim sredstvima,
- utovar u vozila.

Komisijoni se prikupljaju kao transportno skladišne jedinice na označenim podnim površinama. Te su zone podijeljene po smjerovima vožnje, koji se dnevno mogu mijenjati. Smjerove je moguće označiti natpisnim pločama ili na neki drugi način.

Voditelj otpreme pregleda dokumentaciju za izdavanje i određuje mjesta prikupljanja. U ekspeditu se kontrolira broj transportnih jedinica. Nakon utvrđene kompletnosti i povratne

informacije u nadređeni informatički sustav o izvršenim nalogima, štampaju se otpremni dokumenti (otpremnica i faktura se štampaju iz nadređenog informatičkog sustava). Vozila se natovaruju pomoću ručnih i/ili električnih viličara, te ručno(rinfuzna isporuka). Vozač prekontrolira broj transportnih jedinica i potpisom preuzima otpremnu dokumentaciju.

## 3.5. Tehnološki podsustavi i oprema

### 3.5.1. Paletno polična regalna konstrukcija

Paletna regalna konstrukcija je predviđena u svim zonama budućeg SDC-a(carinsko skladište, skladište robe – 1 i 2 te u komisionim zonama => prema crtežima u prilogu).

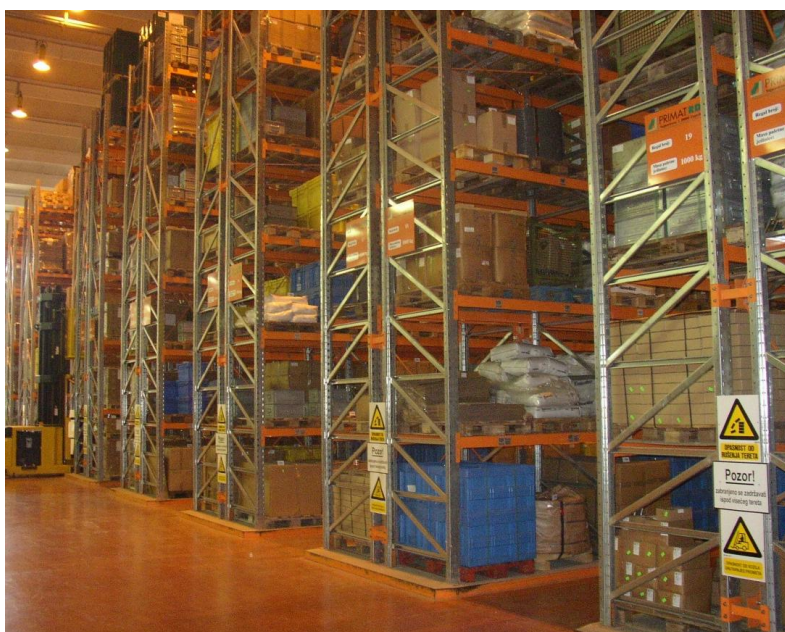
Tablica 3.4 Specifikacija paletno polične regalne konstrukcije

Tip palete	<p>Drvene palete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1200x800 (1300x900) mm EUR</li> <li>• 1200x1000 (1300x1100) mm</li> <li>• 1200x1700 (1300x1800) mm</li> <li>• 1200x2200 (1300x2300) mm</li> </ul> <p>Specijalne metalne palete</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1150x2400 mm</li> </ul> <p>(prema crtežima u prilogu)</p>
Broj etaža po visini	Razno - prema crtežima u prilogu
Visina svijetlog otvora pojedine etaže	Razno - prema crtežima u prilogu
Masa paletne jedinice	Razno - prema ulaznim podacima
Visina bočne stranice regala	Prema crtežima u prilogu
Dubina regala	D = 1100 mm (ovisno o proizvođaču regalne konstrukcije)
Duljine horizontalnih nosača	razno
Međusobno povezivanje regala u dvostrukom regalu	Pomoću distantnik
Osiguranje vertikalne i horizontalne stabilnosti	Pomoću križnih zatega (broj spregova odredit će se prema statičkom proračunu)
Temeljenje za podlogu	Pomoću Fischer anker vijaka
Antikorozivna zaštita	Stranice – bojane; nosači - bojani



### 3.5.2. SKLADIŠTE – 1 Paletno polična regalna konstrukcija

Paletno skladište sastoji se od čelične regalne konstrukcije koja je namijenjena za skladištenje raznih drvenih paletnih jedinica i specijalnih kolica. Manipulacija unutar regalne zone odvija se sa visokoregalnim viličarima (kao proizvođač "Still", tip MX-X). U cijelom skladištu su predviđene vodilice (L100x50x10) u regalnim hodnicima (zbog manipulacije sa visokoregalnim viličarom). U regalnoj zoni, na početku i na kraju svakog regalnog hodnika, predviđena su slobodna mjesta (pod+1 etaža) za privremeno odlaganje PJ (poslužuje čeonu viličar sa prijemne i otpremne zone i visokoregalni viličari u regalnim hodnicima).



Slika 3.4 Primjer paletno polične regalne konstrukcije "Elektrokontakt Zagreb"

#### 3.5.2.1 Kapaciteti skladišta 1

Tablica 3.5 Kapaciteti skladišta 1 po dimenzijama paleta

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Paletno skladište I	1000x1200	7656
	1700x1200	5820
	2200x1200	5872
	800x1200	1740
	2400x1150	174
		<b>21262 PJ</b>

U paletnom skladištu 1 su paletne jedinice različitih visina (vidljivo u crtežima u prilogu.)

### **3.5.2.2 Opće karakteristike paletnih jedinica**

U paletnom skladištu su predviđene razne drvene palete i specijalne palete. Odlaganje paleta u regal obavlja se po kraćoj stranici (osim u slučaju EUR palete). Svaka PJ (svako paletno mjesto) smatra se jednom pozicijom (jedna ili više vrsta robe, jedna paleta, jedan kod).

Svakom paletnom mjestu pridružene su koordinate (x, y, z) koje su označene na paletnom nosaču:

- x horizontalno u smjeru regalnog hodnika
- y vertikalno
- z poprečno na smjer regalnog hodnika.

Visinski raster (razmještaj etaža po visini) je konstantan obzirom na pojedine vrste roba (vidljivo iz karakterističnih presjeka na crtežima br. *09-0201-12* i *09-0201-13* u prilogu). Maksimalno opterećenje pojedinog paletnog mjesta iznosi 1000 kg/PJ. Pri razmještaju robe potrebno je poštivati načelo optimizacije (frekvencije pojedinih artikala).

### **3.5.2.3 Vodilice viličara**

Vođenje visokoregalnih viličara osigurano je postavljanjem vodilica duž redova regala. Vodilice se izrađuju iz čeličnih L profila (L100x50x10) i učvršćuju se vijcima za armiranobetonsku podlogu uz strogo poštivanje mjera (tolerancije).

Prva paletna etaža (podna pozicija) nalazi se na visini + 100 mm iznad kote poda tj. leži na nivou gornjeg brida bočne podne vodilice viličara.

Podloga mora biti poravnata (osigurana ravnost). Prostor između vodilica se zatim ispunjava betonom potrebne nosivosti, na koji će se montirati regalna konstrukcija.

### **3.5.3. SKLADIŠTE – 2 Paletna regalna konstrukcija**

Paletno skladište sastoji se od čelične regalne konstrukcije koja je namijenjena za skladištenje raznih paletnih jedinica te specijalnih kolica i paleta. Specijalna kolica se odlažu u prizemlju paletnih regala. Manipulacija unutar regalne zone odvija se sa regalnim viličarima (kao proizvođač “Still”, tip FM14).

### 3.5.3.1 Kapaciteti paletnog skladišta 2

Tablica 3.6 Kapacitet skladišta 2 po dimenzijama paleta

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Paletno skladište I	1000x1200	1208
	2200x1200	906
	800x1200	324
	2400x1150	272
	Specijalna kolica	74
		<b>2784 PJ</b>

U paletnom skladištu su paletne jedinice različite visine. U regalnim hodnicima su palete odložene u regalnu konstrukciju po kraćoj strani.

### 3.5.4. Carinsko skladište i komisione zone

#### 3.5.4.1 Kapacitet carinskog skladišta

Tablica 3.7 Kapacitet carinskog skladišta

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Carinsko skladište	1000x1200	228
	1700x1200	70
	2200x1200	136
	800x1200	105
	2400x1150	46
	Specijalna kolica	10
		<b>595 PJ</b>

#### 3.5.4.2 Kapacitet komisione zone 1

Predviđena je paletna regalna konstrukcija za različite drvene palete (artikli i zalihe). Odlaganje na regale je na P + 2 etaže (pod + dvije etaže), manipulacija je sa čeonim viličarima.

Tablica 3.8 Kapacitet komisione zone 1

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Komisiona zona 1	1000x1200	636
	1700x1200	408
	2200x1200	312
		<b>1356 PJ</b>

### 3.5.4.3 Kapacitet komisione zone 3

Odlaganje na regale je na P + 1 etaža (pod + jedna etaža), manipulacija je sa čeonim viličarima.

Tablica 3.9 Kapacitet komisione zone 3

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Komisiona zona 3	1000x1200	504
	1700x1200	252
	2200x1200	228
		<b>1368 PJ</b>

### 3.5.4.4 Kapacitet komisione zone 2 i 4

Komisiona zona 2 je predviđena kao podno odlaganje u regalnoj zoni skladišta – 2., a komisiona zona 4 je predviđena kao podno odlaganje na katu.

Tablica 3.10 Kapacitet komisione zone 2 i 4

Zona	Vrsta palete	Kapacitet (broj PJ)
Komisione zone 2 i 4	1000x1200	60
	2200x1200	30
	2400x1150	233
	Specijalna kolica	427
		<b>366 PJ</b>

### 3.5.4.5 Kapacitet komisione zone 5

Tablica 3.11 Kapacitet komisione zone 5

Zona	Tip police	Kapacitet (m <sup>2</sup> )
Komisiona zona 5	Nosači sa ispunama	233,28
		<b>641,52</b>

### **3.5.5. Prijemno otpremna zona**

Prijemna i otpremna zona nalaze se na koti  $\pm 0.00$  m (kao i ostatak skladišnog dijela objekta). U dijelu prijemno otpremne zone (gdje su predviđene hidrauličke podizne rampe) sa vanjske strane objekta je kota  $-1.20$  m zbog utovara i istovara kamionskih vozila, dok je za utovar i istovar kombi vozila sa vanjske strane objekta predviđena ručna manipulacija i kota okolnog terena  $-0,60$  m.

Na prijemnoj i otpremnoj zoni izvode se slijedeće aktivnosti:

- prijem robe od dobavljača,
- komisioniranje,
- ulazna kontrola,
- određivanje lokacije za robu u skladištu,
- prijem robe za otpremu,
- završna izlazna kontrola,
- razmještanje robe po zonama otpreme,
- izdavanje (otprema) robe.

Prijem robe za otpremu predviđen je na podnoj površini prijemno otpremne zone. Zone na podu koje su određene za prijem, kontrolu i otpremu su posebno označene podne površine.

U sklopu prijemne otpremne zone su predviđeni uredski prostori i prostor za Aku stanicu.

## **3.6. Transportno manipulativna oprema**

U SDC-u se manipulativni rad (uskladištenje i iskladištenje robe iz paletnih regala, te rad u prijemno otpremnoj zoni) obavlja elektro baterijskim i ručnim viličarima.

### **3.6.1. Still MX-X – visokoregalni viličar**

*MX – X* je elektro komisioni viličar sa tri kotača i s mogućnošću modularne gradnje, nosivosti 1000 kg.

#### **Odlike MX – X:**

modularna gradnja, fleksibilnost, promjenljivih dimenzija i performansi, ergonomično mjesto za rad, velik protok tereta, niska potrošnja energije, niski troškovi održavanja,

### **Hidraulični sustav:**

MX - X ima patentiranu tehnologiju proporcionalnog odnosa ventila čime se eliminiraju trzaji prilikom korištenja dodatnih hidrauličkih uređaja, motor za podizanje tornja je regulirane brzine pomoću specijalnih ventila koji omogućuju maksimalnu učinkovitost i optimalnu iskoristivost, veoma precizna regulacija svih radnih funkcija pridonosi većoj radnoj sigurnosti, pulsirajuća kontrola brzine rada hidraulične pumpe dovodi do uštede energije dok u suprotnom smanjuje nivo buke.

### **Sustav upravljanja:**

Električno upravljanje djeluje izravno na pogonski kotač preko zupčanika, upravljački mehanizam je integriran u komandnu ploču što omogućuje bolju preglednost i brži rad sa manjim brojem pokreta

### **Vozačko mjesto:**

Vozačka kabina sa zaštitom za glavu i nosačima koji apsorbiraju vibracije, komforno i ergonomski oblikovano sjedalo moguće je podesiti po vozačevoj težini, luksuzno preklopno sjedalo je izrađeno od vrlo izdržljivog materijala koji obećava dugovječnost i jednostavno čišćenje, te pruža potporu leđima vozača prilikom upravljanja u uspravnom položaju, pod kabine je obložen sa mekanom gumenom oblogom koja sprječava klizanje i na kojoj se nalazi prekidač za slučaj nužde, upravljačka ploča sa podešavajućom visinom i kosinom olakšava rukovanje u uspravnom i sjedećem položaju



Slika 3.5 Still MX-X

### 3.6.2. Still FM-X 14– regalni elektro viličar

*FM-X 14* je skladišni viličar - odlagač visokog dohvata, nazivne nosivosti 1.400 kg. *FM-X 14* je idealan za transport i manipulaciju tereta velike dužine u tijesnim prostorima, kao i za standardne palete i kontejnere.

#### **Vozačko okruženje:**

Podesiv stup upravljača omogućava podešavanje po želji vozača, držač za ruku, displej na upravljačkoj ploči upozorava na kvarove i daje podatke o naponu, brzini, broju radnih sati, statusu ručne kočnice, kretanje "milimetar po milimetar" i naponu baterija, hidrauličke funkcije upravljive preko multifunkcionalnog Joystick-a, posebno podešavanje brzine kretanja tornja, dohvata i bočnog pomaka, sjedište vozača podesivo po težini.

#### **Upravljanje:**

Elektro upravljanje smanjuje broj mehaničkih komponenata kao veze s pogonskim motorom, a time i manje održavanja, brzina motora kontrolira se preko senzora na stubu

upravljača, servo-upravljanje, upravljačke elektroničke komponente su u funkciji samo kada se upravljački volan okreće -manja potrošnja energije,

### **Toranj za podizanje:**

triplex (fix)toranj dobre vidljivosti sa slobodnim hodom

### **Hidraulički sustav:**

viličari su standardno opremljeni MOSFET pulsnom kontrolom hidrauličke pumpe - mogućnost pomicanja tornja «milimetar po milimetar», podizanje/spuštanje, dohvat, nagib i brzina pomicanja bočnog pomaka moguće je podešavati neovisno jedno o drugom, pulsna kontrola pumpe smanjuje potrošnju energije i reducira jačinu zvukova prilikom rada, pogonski motor snage 13 kW

### **Pogon:**

elektro pogon preko pogonskog motora snage 6,5 kW uz primjenu MOSFET tranzistorske tehnologije, pogonski motor se stalno hladi i ne rotira za vrijeme rada - nema mogućnosti oštećenja kablova, ekonomična upotreba baterija, pokretanje do maksimalne brzine postepeno i bez udara, mogućnost aktiviranja smanjene potrošnje energije, kontrola pogonskog motora preko digitalnog displaya na upravljačkoj ploči, okret pogonskog kotača za 360°

### **Kočioni sustav:**

ručna i nožna kočnica djeluju neovisno, regenerativno kočenje se aktivira automatski kada rukovatelj oslobodi papučicu gasa

### **Kontrolna jedinica:**

kompaktna izvedba strujnog kruga i upravljačkih jedinica omogućava visok stupanj sigurnosti, sve radne i hidrauličke funkcije viličara moguće je podešavati u ovisnosti o radnim potrebama, dijagnostička utičnica sa više funkcija - brže otkrivanje eventualnih kvarova i pristup kontrolnoj jedinici

### **Baterija:**

48 V 5 PzS 775 Ah - jednostavno održavanje sa centralnim dolijevanjem vode, baterijski odjeljak za bočnu izmjenu baterija, baterija se pomiče naprijed za potrebe održavanja upotrebom tornja, sigurnosni uređaj ne dozvoljava korištenje viličara ukoliko baterija nije pravilno postavljena



## Punjač:

D 48 / 120 - automatska regulacija punjenja



Slika 3.6 Still FM-X 14

### **3.6.3. Still RX20-20 čeonni viličar**

**RX20-20** je čeonni elektro-viličar sa tri kotača i oscilirajućom zadnjom osovinom, nazivne nosivosti 2000 kg.

#### Pogon:

Pogon viličara je na prednjim kotačima preko 2 asinkrona trofazna motora za visoka opterećenja koji osiguravaju potrebnu snagu posebno na strmim površinama. Pojedinačno ovješena upravljačka osovina preko dva kotača omogućava da **R20-20** izuzetno dobro podnosi neravnine na putu. Pogonski motori snage 2 x 4.5 kW su zatvoreni i potpuno zaštićeni od udara, vlage i onečišćenja. Motor za pogon tornja je snage 9.0 kW.

RX20-20 sa 48 V baterijom i dva motora je viličar visokog učinka, brzina i okretni moment se reguliraju neovisno, snažno ubrzanje, nehabajuće kočenje upotrebom nožne papučice, bešumni *MOS-FET* na 16 kHz kontrolira pogonski motor, regenerativna sila kočenja do 15%, manje mehaničkih i elektro pogonskih komponenata od njegovog

prethodnika, jednostavno i ekonomično održavanje, servisni interval svakih 1000 radnih sati

### **Oprema:**

Zaštitni okvir za vozača, radni reflektori, žuta bljeskalica na krovu viličara, zvučni signal kod vožnje unazad, regenerativno kočenje 15%, elektro-mehaničke kočnice bez održavanja, STILLTRONIC SCR kontrola postepenog ubrzavanja, superelastik natur gume - bijele pune, dimenzija 18x7-8/16 PR, prednje i 16x6-8 zadnje, baterija 48V 5 PzS 625 Ah jednostavno održavanje sa centralnim dolijevanjem vode, punjač baterija D 48/100 TPX , sa automatskom regulacijom punjenja, hidraulični uređaj za bočno pomicanje vilica sa hidrauličnim vodovima, komandama i razvodima, zaštitna rešetka visine 1124 mm, protiv prevrtanja tereta na toranj



Slika 3.7 Still RX20-20

### **3.6.4. Still FU – X 20 niskopodizni elektro viličar**

*FU-X 20* je skladišni niskopodizni elektro viličar za rukovanje paletama sa ručnim vođenjem, nosivosti 2000 kg

### **Pogon:**

Pogonski elektro motor snage 3 KW. Motor za podizanje vilica snage 2.2 KW. Kapacitet baterija 24V po DIN 43531/35/36 A, B, C. Komforno, sigurno i ekonomično kretanje preko Elektronskog Pulsnog Kontrolnog uređaja sa MOSFET tehnologijom. Viličar starta mekano i ujednačeno ubrzava do maksimalne brzine. Kočenje u vožnji se postiže puštanjem prekidača smjera kretanja. Motor djeluje kao generator i služi povratu energije pri kočenju. Pri kretanju na uzbrdici i pri puštanju, odnosno pri neutralnoj poziciji prekidača smjera kretanja, upravljanje, odnosno pogon postaju odmah djelotvorni, što znači da nema nekontroliranog kretanja unatrag.

### **Upravljanje:**

Fine reakcije viličara na sve komande štite motor, transmisiju i teret. Upravljanje preko komandne konzole i upravljača koji se kontrolira elektronskim putem. Širina viličara od 886 mm omogućava kretanje kroz vrlo uske prolaze. Pritiskom na kontaktnu ploču rukohvata određuje se pravac i brzina kretanja viličara. Viličar se automatski zaustavlja kada se pusti komandna konzola. Sigurnosni prekidač se ergonomski nalazi nadohvat ruke kojom se kontrolira kretanje viličara. Svi sklopovi i komponente su zaštićeni od vlage i prodora prašine na najvećem stupnju.

### **Kočioni sustav:**

Kočioni sustav radi preko dva neovisna sustava; jedne magnetske disk kočnice na pogonskom motoru za parkiranje i osiguravanje, kao i kočenje preko pogonskog motora za vrijeme uporabe. Ovaj način kočenja omogućava korištenje viličara na kosinama bez opasnosti da viličar krene u kontra smjeru od željenog.

### **Vilice i kućište:**

Vilice su specijalno dizajnirane da trpe velika opterećenja i posebno je posvećena pažnja vrhovima koji su izrađeni od kovanog željeza koji su preuzete iz CS serije. Kućište viličara je najvećim dijelom napravljeno od čelika i samim time osigurava dugotrajnost i robusnost viličara i u izuzetno teškim uvjetima rada.

### **Oprema:**

Baterija 24 V 4 PzS 620 Ah jednostavno održavanje sa centralnim dolijevanjem vode, punjač E24/100 TPX - automatska regulacija punjenja (7-8h)



Slika 3.8 Still FU-X 20

### 3.6.5. Still EXU 18 – niskopodizni elektro viličar

*EXU 18* je skladišni niskopodizni elektro viličar za rukovanje paletama sa ručnim vođenjem, nosivosti 1800 kg.

#### **Pogon:**

Pogonski elektro motor snage 1,2 KW. Motor za podizanje vilica snage 2,2 KW. Kapacitet baterija 24V po DIN 43531/35/36 A, B, C. Komforno, sigurno i ekonomično kretanje preko Elektronskog Pulsnog Kontrolnog uređaja sa *MOSFET* tehnologijom. Viličar starta mekano i ujednačeno ubrzava do maksimalne brzine. Kočenje u vožnji se postiže puštanjem prekidača smjera kretanja. Motor djeluje kao generator i služi povratu energije pri kočenju. Pri kretanju na uzbrdici i pri puštanju, odnosno pri neutralnoj poziciji prekidača smjera kretanja, upravljanje, odnosno pogon postaju odmah djelotvorni, što znači da nema nekontroliranog kretanja unatrag.

#### **Upravljanje:**

Fine reakcije viličara na sve komande štite motor, transmisiju i teret. Upravljanje preko komandne konzole i ruda koju nosi plinski amortizer i uvijek vraća u gornji, ukočeni položaj kada viličar nije u radu - omogućava kretanje kroz veoma uske prolaze. Pritiskom na kontaktnu ploču rukohvata određuje se pravac i brzina kretanja viličara. Viličar se automatski zaustavlja kada se podigne / pusti komandna konzola. Sigurnosni prekidač sa uključenjem u hod unazad. Svi sklopovi i komponente na rudi su zaštićeni od vlage i prodora prašine na najvećem stupnju.

### **Kočioni sustav:**

Kočioni sustav radi preko dva neovisna sustava; jedne magnetske disk kočnice na pogonskom motoru za parkiranje i osiguravanje, kao i kočenje preko pogonskog motora za vrijeme uporabe. Kočenje je automatsko pri vertikalnom i horizontalnom položaju rude.

### **Vilice:**

Vilice su specijalno dizajnirane da trpe velika opterećenja i posebno je posvećena pažnja vrhovima koji su izrađeni od kovanog željeza koji su preuzete iz CS serije.

### **Oprema:**

Baterija 24 V 2 PzS 250 Ah - jednostavno održavanje sa centralnim dolijevanjem vode. Punjač baterije E24/45 TPX.



Slika 3.9 Still EXU 18

### 3.6.6. Still HP 23 – ručni paletni viličar

Paletna kolica, Model HP 23, nosivosti 2300 kg.



Slika 3.10 Still HP 23

Visina s rudom	$h_1$	1234 mm
Visina dizanja	$h_3$	205 mm
Težište opterećenja	$c$	600 mm
Dimenzije vilica	$l \times s$	1150 × 150 mm
Ukupna širina viličara	$b_1$	520 mm
Ukupna dužina paletnih kolica	$L_2$	1485 mm
Radna težina		58 kg
Kotači na rudi – tadem Gumi		
Kotači na vilicama – tandem Vulkollan		

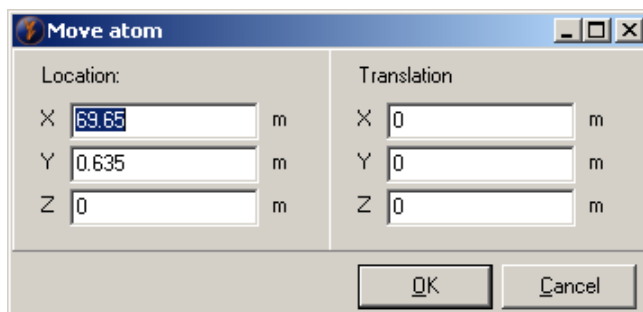
## 4. Izrada simulacije skladišta

Idejno rješenje se sastoji od gore nabrojanih skladišnih zona, a mi ćemo za analizu odabrati najveću i najfrekventniju skladišnu zonu, a to je glavno visokoregalno skladište (Skladišna zona 1).

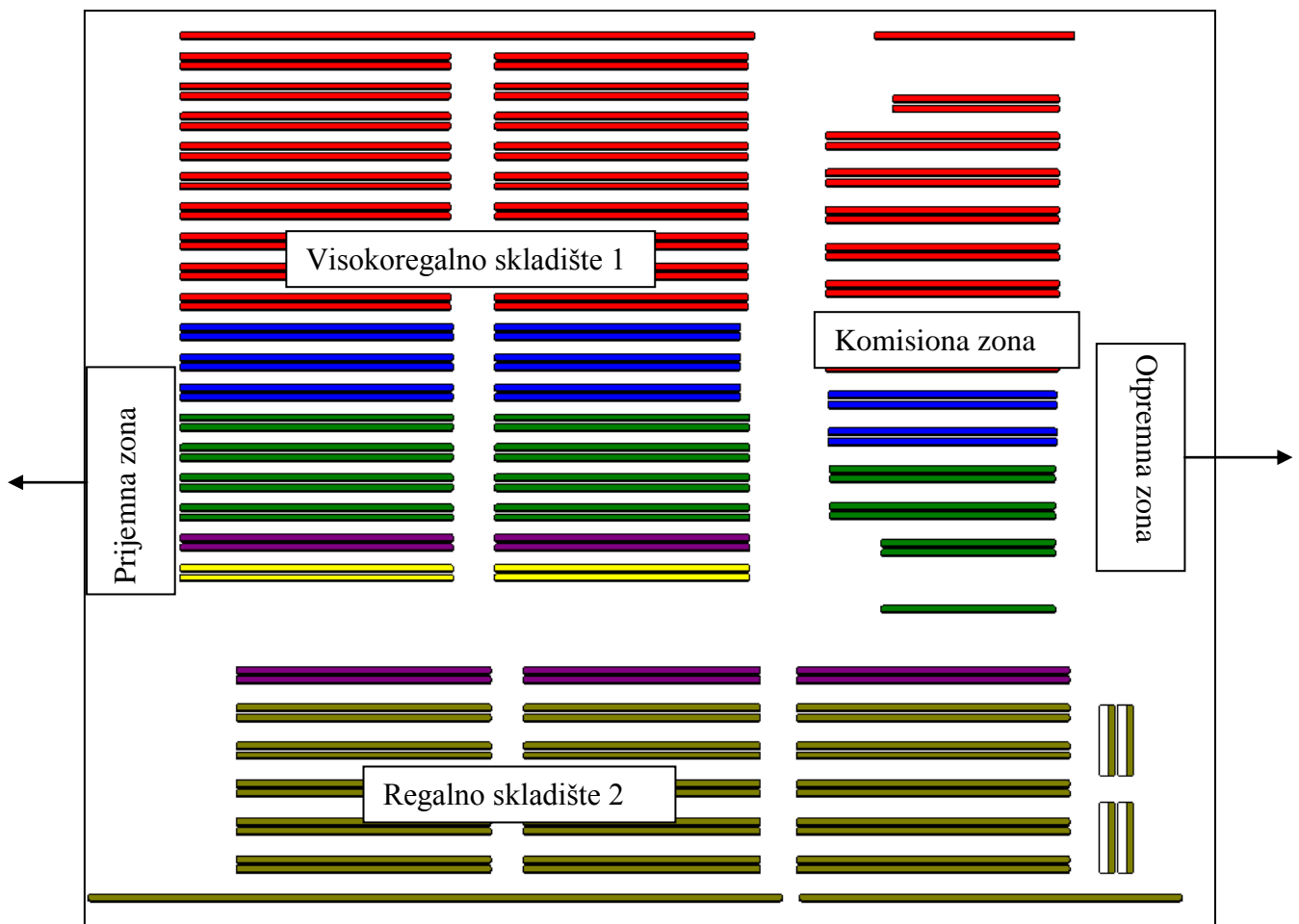
Simulacije glavne skladišne zone izraditi će se u programskom paketu Enterprise Dynamics 7.2, te će se pomoću nje moći pobliže provesti analiza predloženog rješenja u što smatramo analizu vremena ciklusa, iskoristivost transportnih sredstava, mogućnosti povećanja protoka, te rad ustava uslijed mogućih kvarova.

### 4.1. Postavljanje modela

Na slici (Slika 4.2) prikazano je postavljanje atoma svih regala u prizemlju skladišta. Kako su za analizu veoma bitne dimenzije regala i njihov međusoban razmak, bilo je potrebno točno upisivanje kota na kojoj je pojedini regal putem izbornika na slici (Slika 4.1)



Slika 4.1 Izbornik za pozicioniranje atoma

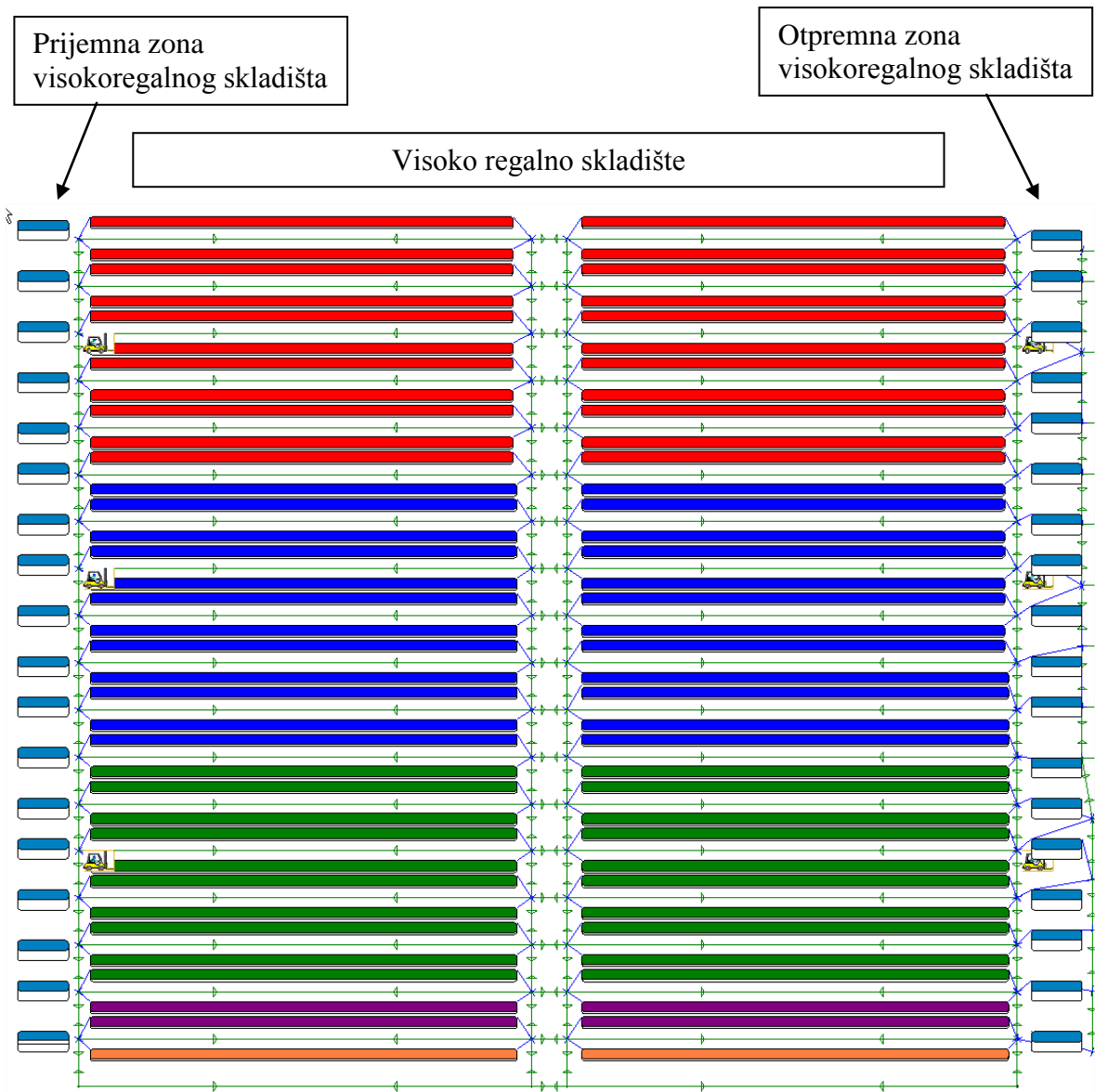


Slika 4.2 Postavljanje točnih dimenzija atoma

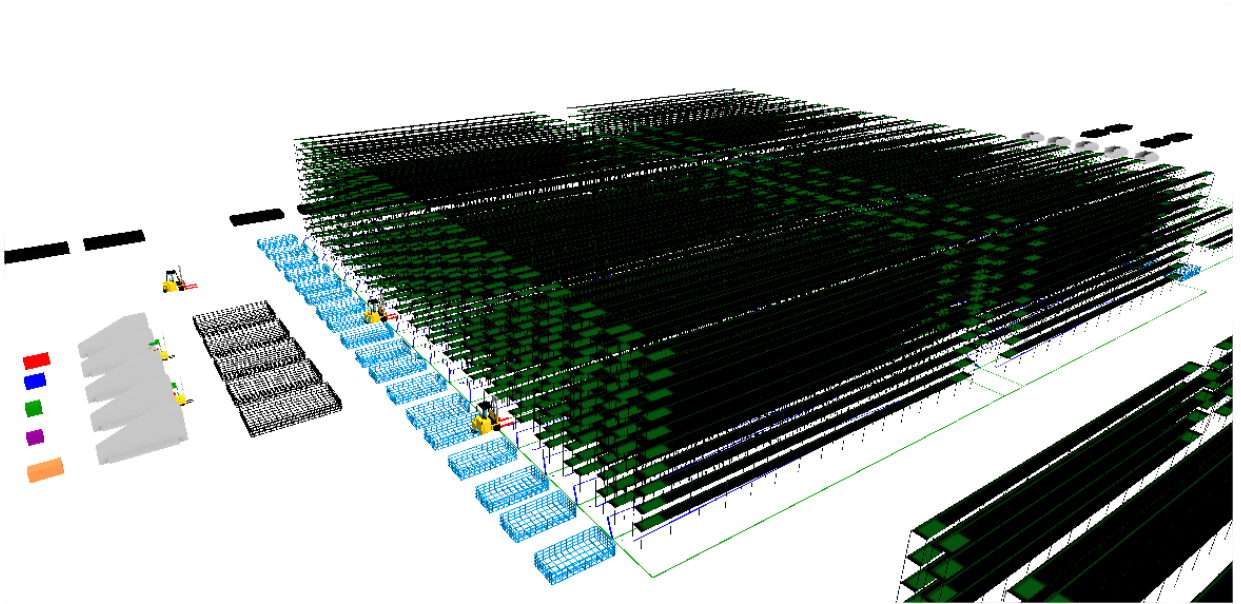
Atome je bilo potrebno povezati određenim putovima, kojima se smiju kretati transportna sredstva unutar visokoregalnog skladišta za koje smo postavili posebnu mrežu.

Pregled zona na visokoregalnom skladištu, kao i njihovo međusobno povezivanje putovima dano je slikom (Slika 4.3)

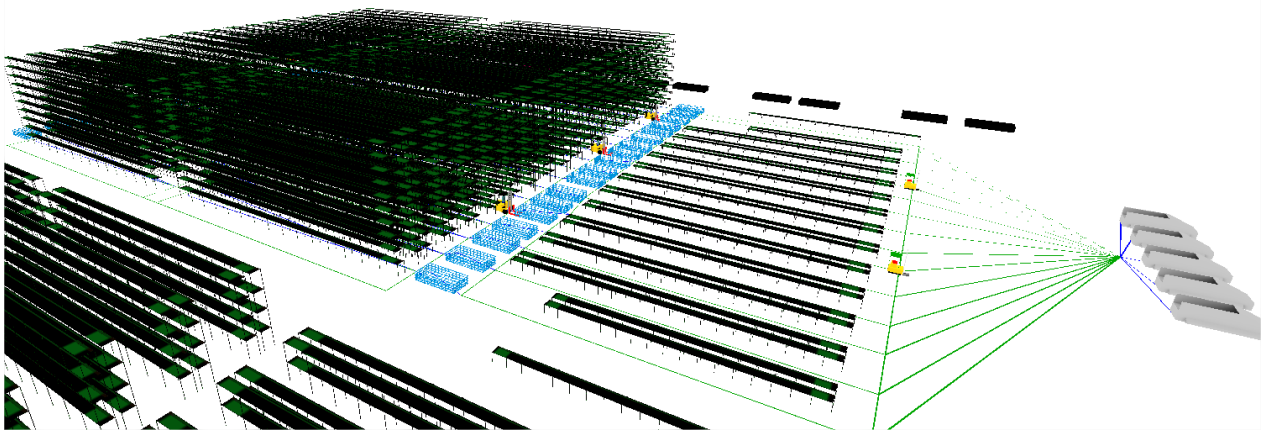




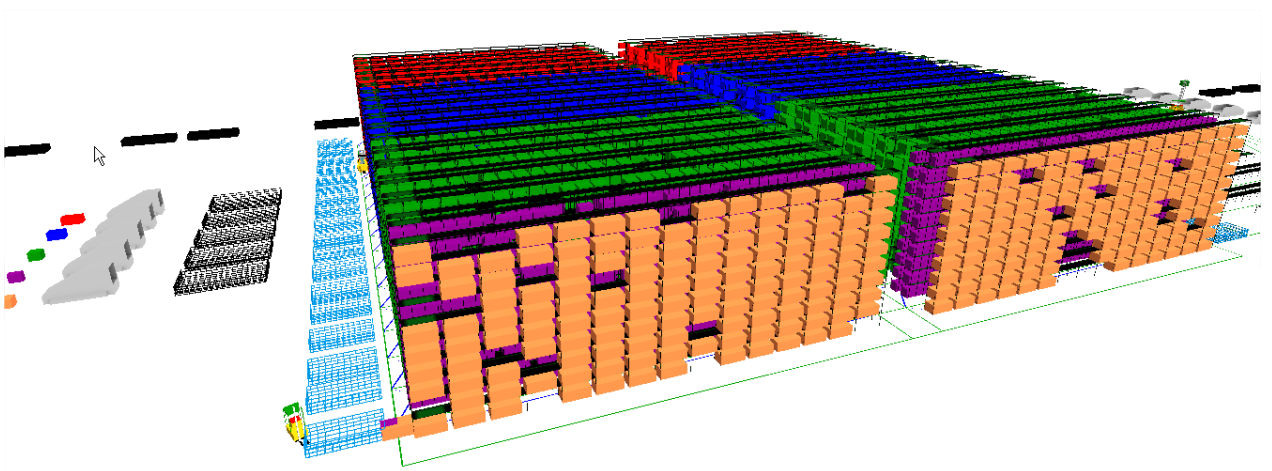
Slika 4.3 Povezivanje atoma regala putovima



Slika 4.4 3D prikaz prijemne zone i visokoregalnog skladišta

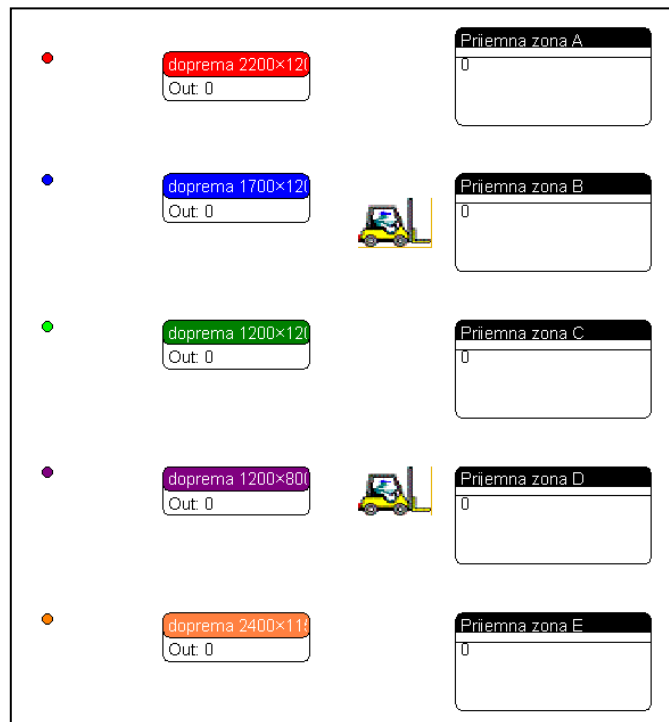


Slika 4.5 3D prikaz visokoregalnog skladišta i otpremne zone

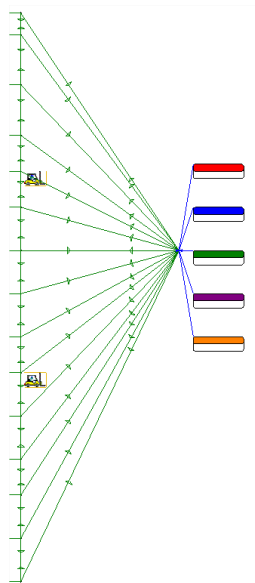


Slika 4.6 Skladište u pogonu

U prijemnoj zoni skladišta (Slika 4.7) postavljena su dva viličara za istovar robe, te njihov transport do skladišta 1, zbog potreba brzog istovara robe iz kamiona predviđeno je u prijemnoj zoni mjesto za privremena odlaganje paleta. Otpreman zona (Slika 4.8) povezana je sa skladištem robe 1 također sa dva viličara, koji imaju zasebnu mrežu putova koji vode od rubne zone skladišta robe 1 kroz komisionu zonu, pa do ukrcaja robe za odvoz.



Slika 4.7 Prijemna zona skladišta

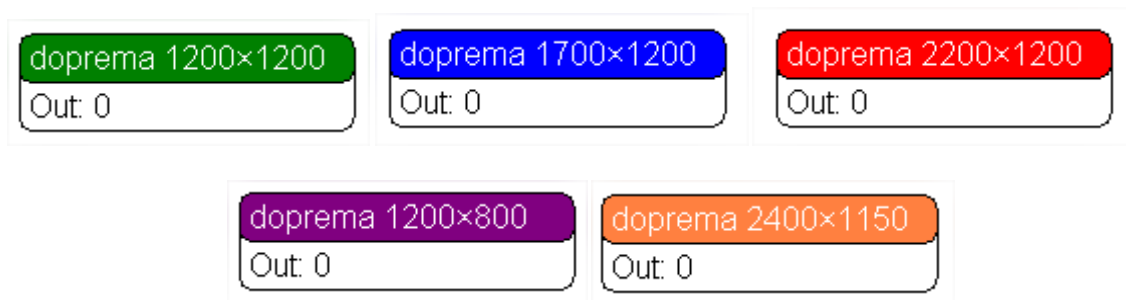


Slika 4.8 Otpreman zona sa putovima na glavno skladište

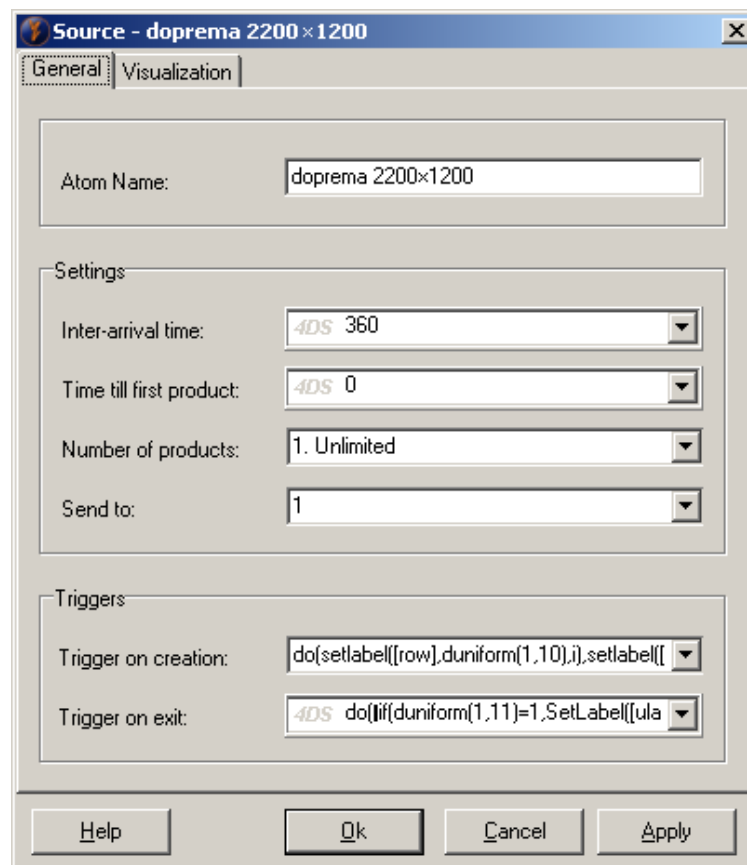
## 4.2. Postavke atoma

### 4.2.1. Izvor paletizirane robe

Izvori nam u određenom intervalu šalju paletiziranu robu, te tako predstavljaju dopremu paleta. Direktno su povezani sa atomima otpremna zona. Na slici (Slika 4.9) prikazano je svih pet vrsta izvora paletizirane robe.

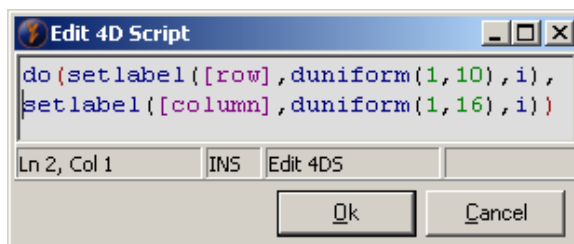


Slika 4.9 Izvori robe



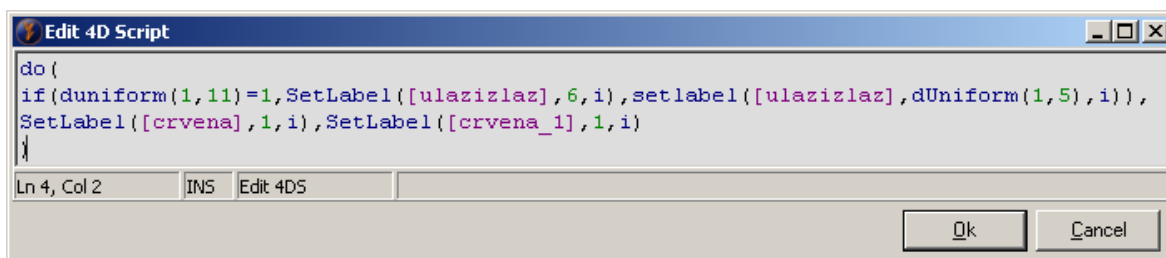
Slika 4.10 Postavke izvora robe

Po ulazu proizvoda u ovaj atom postavlja se labela tako da se proizvod na lokaciju regala šalje duniformnom razdiobom, kako u kolone tako i u redove regala.



Slika 4.11 Trigger on creation – izvor

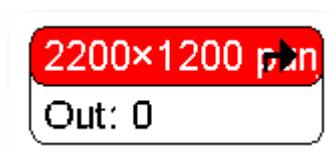
Na izlasku proizvoda iz ovog atoma kreira se labela [ulazizlaz] koja nam služi za točno zadavanje ruta viličarima iz dopremne zone, koji odlažu palete na početku prolaza u visokoregalnom skladištu. Kako imamo pet izvora za pet vrsta paleta, svaki ima duniformnom razdiobom raspoređeno slanja proizvoda po kanalima Destinatora.



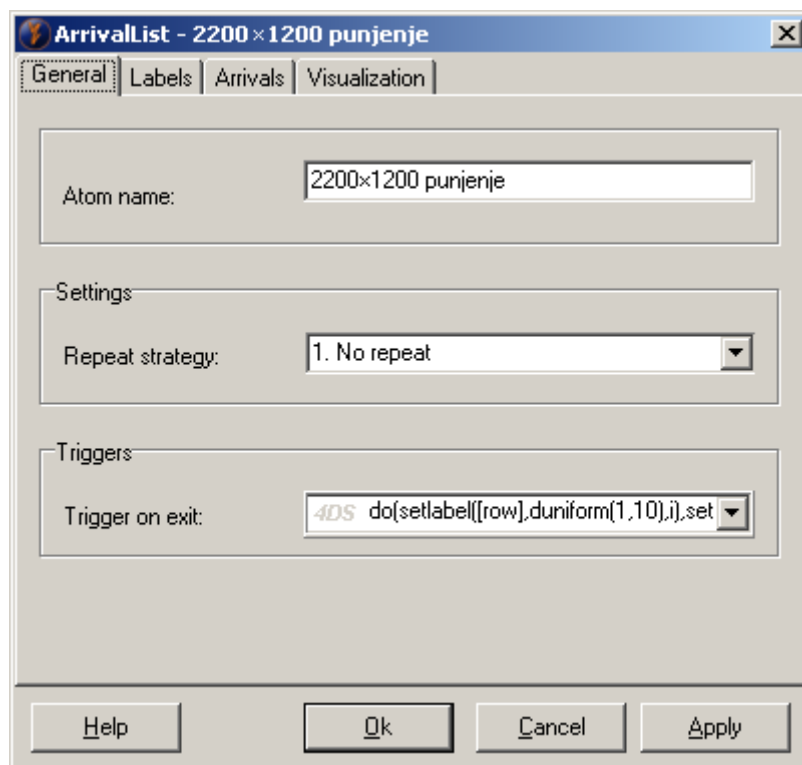
Slika 4.12 Trigger on exit - izvor

## 4.2.2. Arivall list

Kako ne bi čekali da se regali pune od nule i tako kompromitirali točnu analizu skladišta, potrebno je na početku zadati automatsko punjenje regala nešto malo ispod 90% kapaciteta sa koliko općenito radi skladište. To se radi pomoću ovog atoma, kojih također ima pet, a na slici (Slika 4.13) je prikazan za grupu paleta 2200×1200.

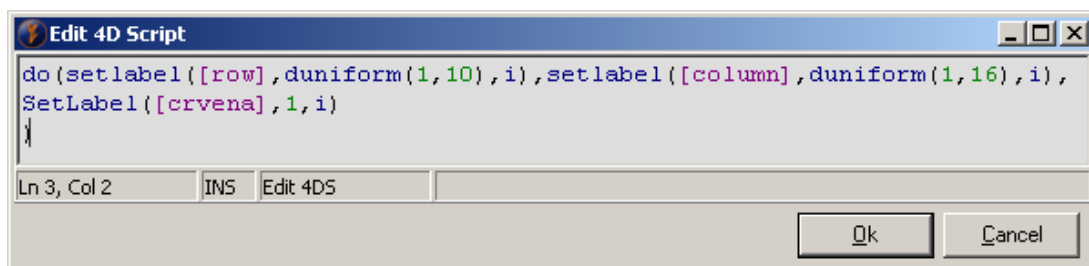


Slika 4.13 Arivall list



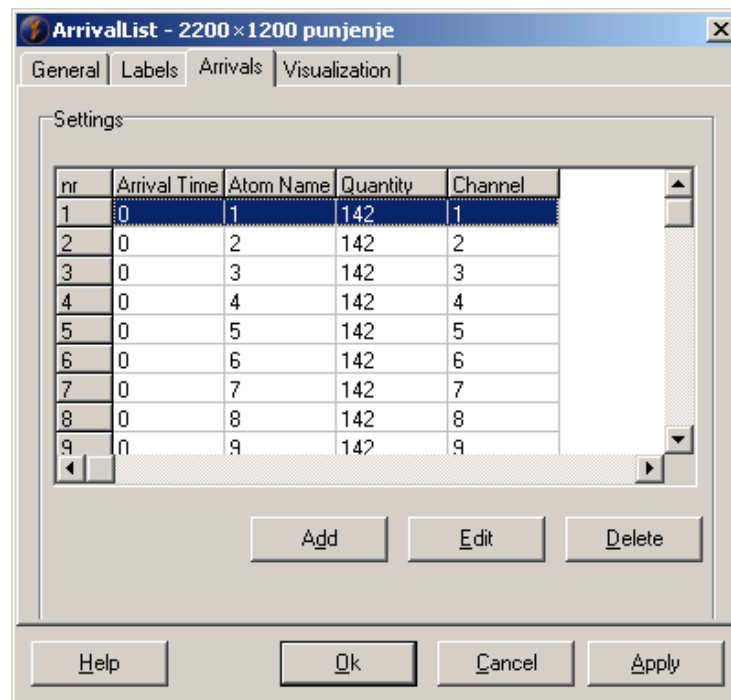
Slika 4.14 Postavke Arivall lista

Da bi sistem skladišta potpuno funkcionirao radi ove prečice za punjenje skladišta morali smo namjestiti da se po izlasku iz atoma poslanih nešto manje od 90% proizvoda za pojedini regal mora također popunjavati slučajnim odabirom lokacija. Kao i da smo trebali namjestiti labelu u ovom slučaju [crvena] na koju se kasnije referenciramo u modelu, a koja se nalazi i na izvoru



Slika 4.15 Trigger on exit - Arivall list

Kako bi se znalo na koji regal iz pojedine grupe proizvoda ide koja količina paleta, kreirali smo listu sa količinama koje se šalju kanalima.



Slika 4.16 Tablica punjenja regala po kanalima

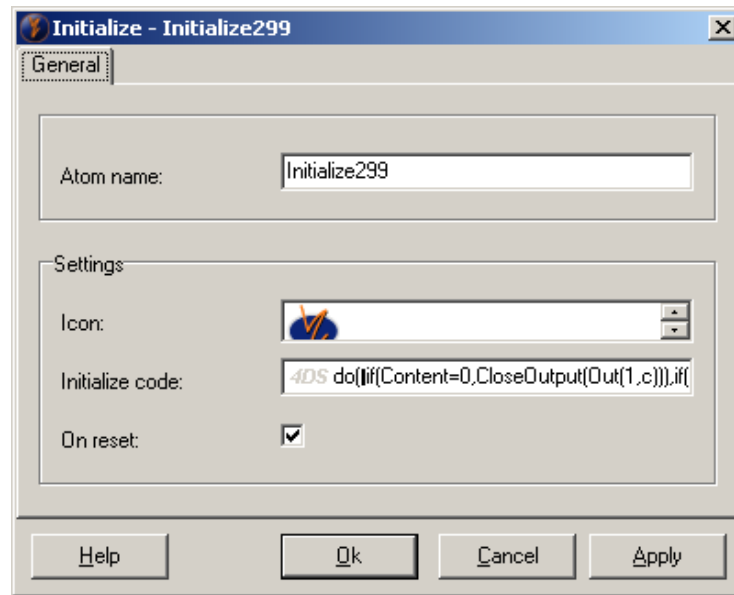
### 4.2.3. Initialize

Pošto se regali napune nešto manje od radnog stanja skladišta, na početku simulacije u rad moramo zatvoriti izlazne kanale regala da ne bi viličari odmah počeli izuzimati palete i voziti ih u otpremnu zonu.

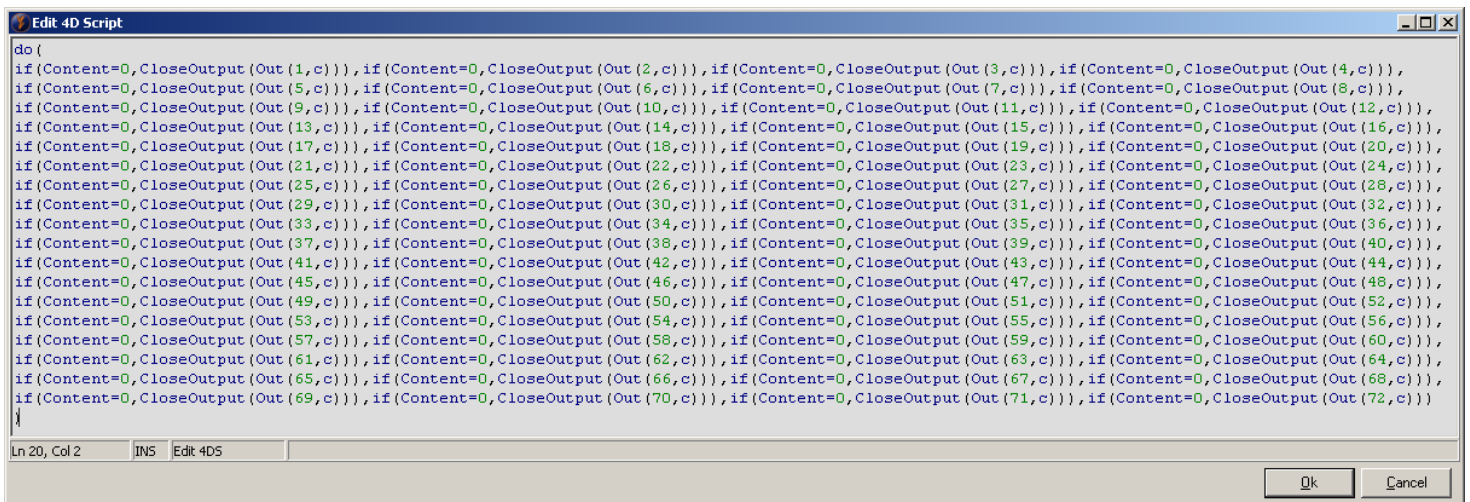


Slika 4.17 Initialize

Kod za inicijalizaciju nam govori da se svi regali tj. njihovi izlazi, ako im količina paleta po pokretanju simulacije jednaka nuli zatvaraju i tako blokiraju trenutno izuzimanje paleta.

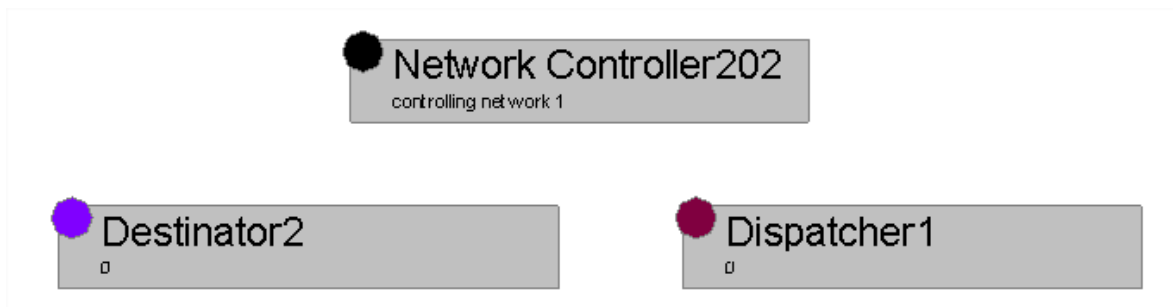


Slika 4.18 Postavke Initialize



Slika 4.19 Izvršavanje koda na početku simulacije

#### 4.2.4. Destinator, Dispatcher, Network Controller



Slika 4.20 Destinator, Dispatcher, Network Controller



U modelu imamo po tri Destinatora i Dispatchera, te po dva Network controllera.

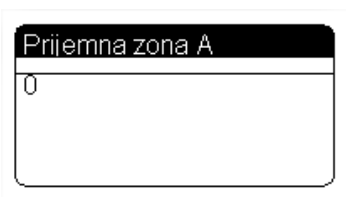
Dispatchera nam služi da možemo povezati više lokacija izvora materijala na nekoliko viličara i pri tome podešavamo koji načinom želimo da se odabiru transporteri za izuzimanje materijala npr. slučajnim odabirom ili odabirom prvog slobodnog transportera, kao i kojim poretkom će uzimati palete sa Destinatora npr. FIFO, LIFO.

Destinator koristimo kada nam je potrebno povezivanje viličara na više lokacija, te nam tu veliku ulogu igraju postavljene labele, koje nam otvaraju pojedine kanale i tako puštaju sortiranje paleta na lokacije točno potrebnim putovima. U ovo našem slučaju Destinator1 u otpremnoj zoni poštuje tok materijala kod punjenja regala kako je prikazano u bojama, duniformnom razdiobom između 36 prolaza. Dispatcher2 u visokoregalnom skladištu kada mu regal da signal da je napunjen iznad 90% radnog kapaciteta šalje viličar na lokaciju u regalu te izuzima materijal. Pomoću Destinatora2 viličari dobivaju naredbe kuda je potrebno voziti izuzetu paletu, kod nas je slučaj da izuzeta paleta u jednom prolazu ide nigdje drugdje nego na kraj toga prolaza.

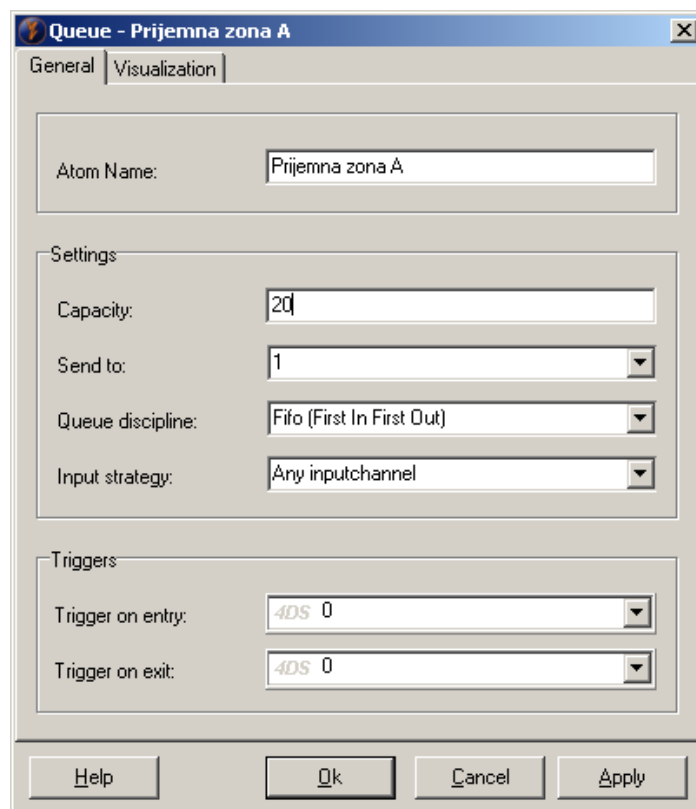
Dispatcher3 i Destinator3 vode računa o izuzimaju paleta iz otpremnog dijela prolaza u visokoregalnom skladištu i sortiraju ih u zonu za otpremu.

#### 4.2.5. Prijemna zona

Ovo je zapravo atom reda čekanja i ona nam definira količinu paleta po pojedinoj vrsti palete, koje se možda unaprijed istovare radi mogućeg impulsnog povećanja protoka i nemogućnosti trenutnog uskladištenja u regale.



Slika 4.21 Atom prijemne zone



Slika 4.22 Postavke prijemne zone

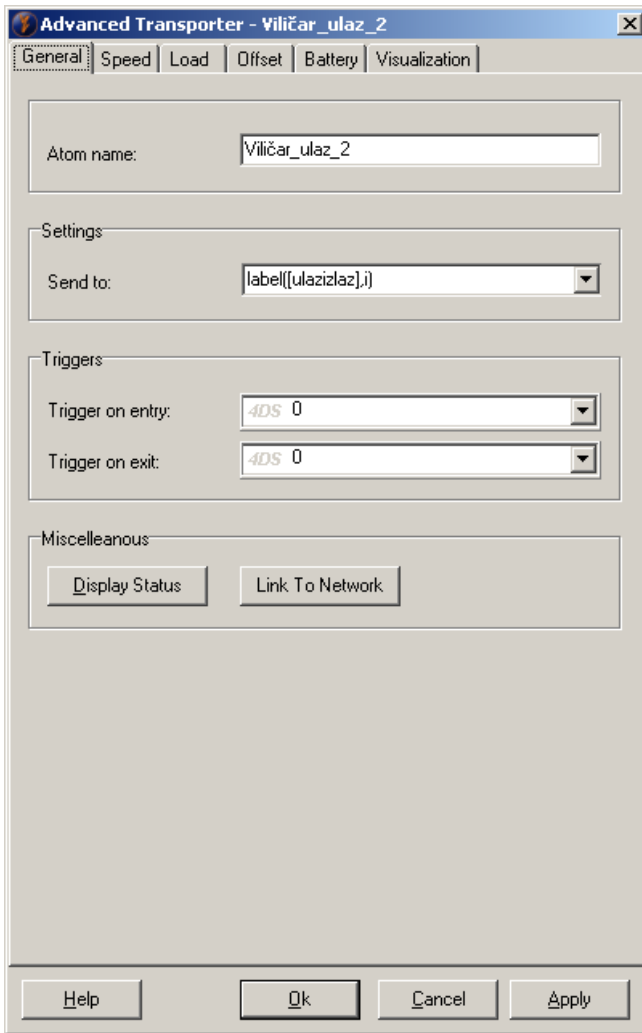
#### 4.2.6. Viličari prijemne i otpremne zone

Njihova ruta kretanja je između prijemne zone i prijemne zone visokoregalnog skladišta. Definirana je labelama na izvorima materijala kod prijemne/otpreme zone i kao takvi transportiraju palete po njihovim dimenzijama na ulazu u visokoregalno skladište i izlazu u otpremnoj zoni

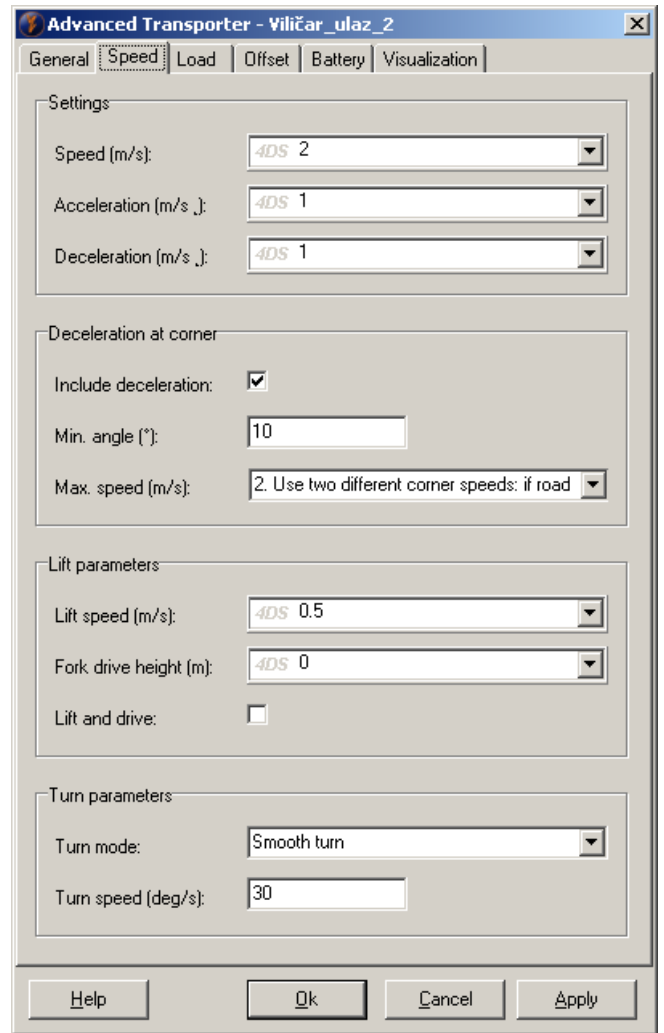


Slika 4.23 Viličar prijemne/otpreme zone

Prikaz labele za slanje viličara na destinacije dan je slikom (Slika 4.24) dok su brzine vožnje i podizanja i spuštanja vilica dane slikom (Slika 4.25)

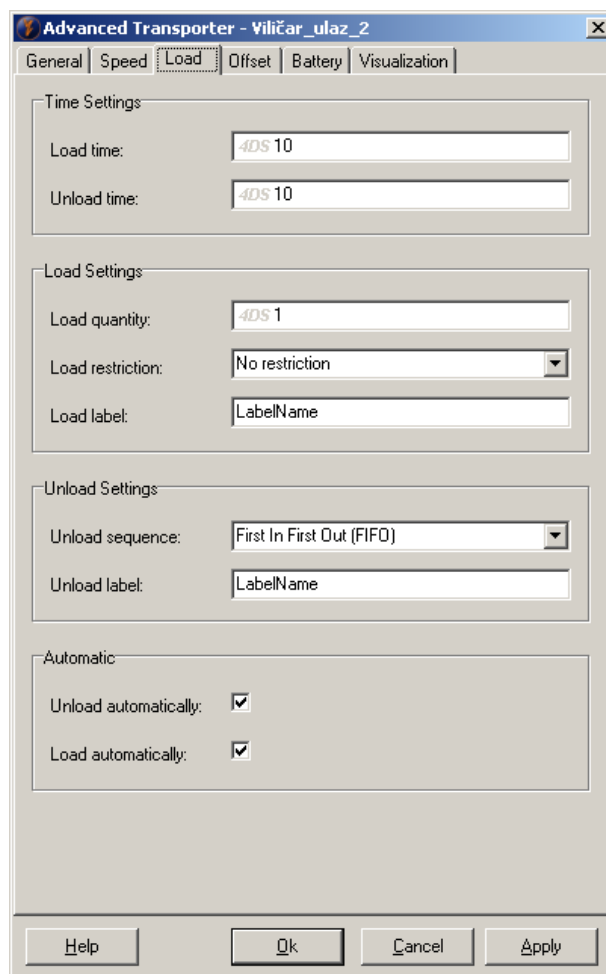


Slika 4.24 Postavke labela viličara  
prijamne/otpremne zone



Slika 4.25 Brzina viličara prijamne/otpremne  
zone

Postavke vrijeme uskladištavanja i izuzimanja paleta prikazano je na slici (Slika 4.26)



Slika 4.26 Vrijeme uzimanja i izuzimanja palete viličara u prijemnoj/otpremnoj zoni

#### 4.2.7. Regali visokoregalnog skladišta

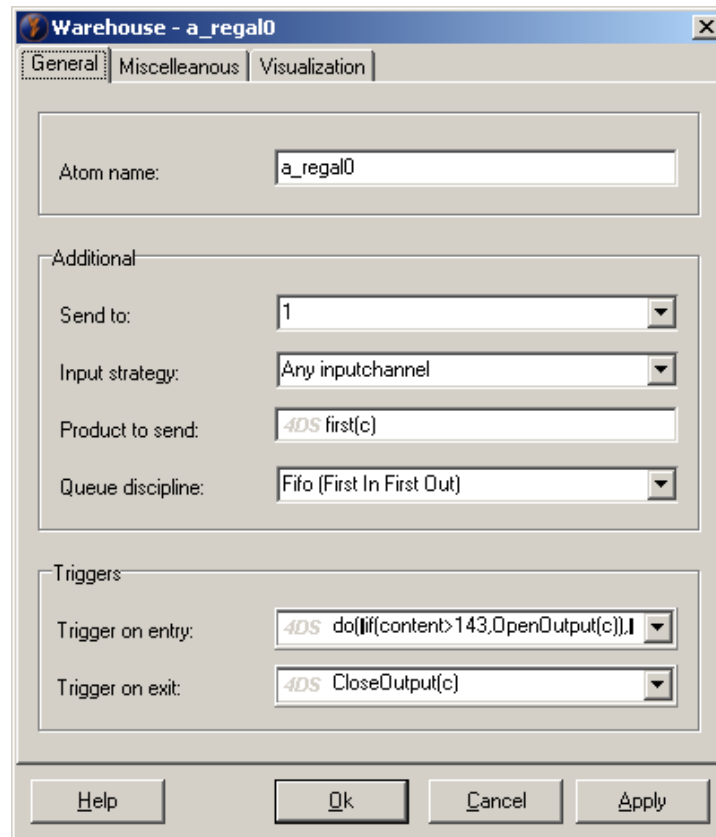
Regali u modelu moraju biti spojeni na dvije točke kako bi se viličar mogao kretati i znati duljinu prolaza između regala.



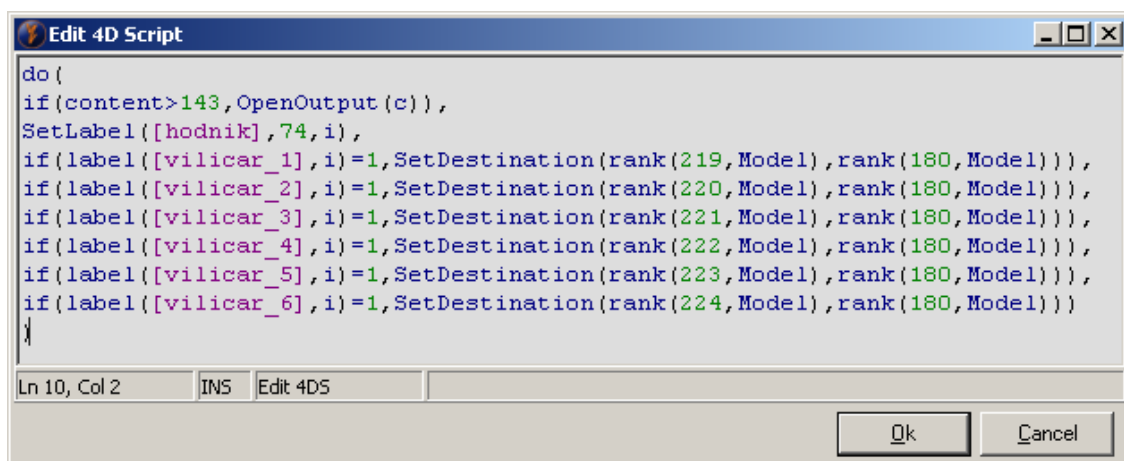
Slika 4.27 Dva spojena atoma regala

Po ulasku atoma proizvoda u regal njegov izlaz je zatvoren, sve dok količina paleta u regalu ne dostigne kapacitet od 90%, u slučaju za regal koji prima dimenzije paleta 2200×1200 to je 144 palete kao što je vidljivo iz slika (Slika 4.28 i Slika 4.29). Po ulasku

se izvršava kod koji prepoznaje koji je od viličara ostavio paletu, te ga automatski vodi van iz prolaza između dva regala zbog toga da može ući neki novi viličar.

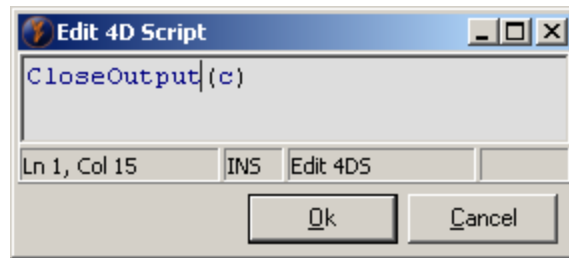


Slika 4.28 Postavke atoma regala



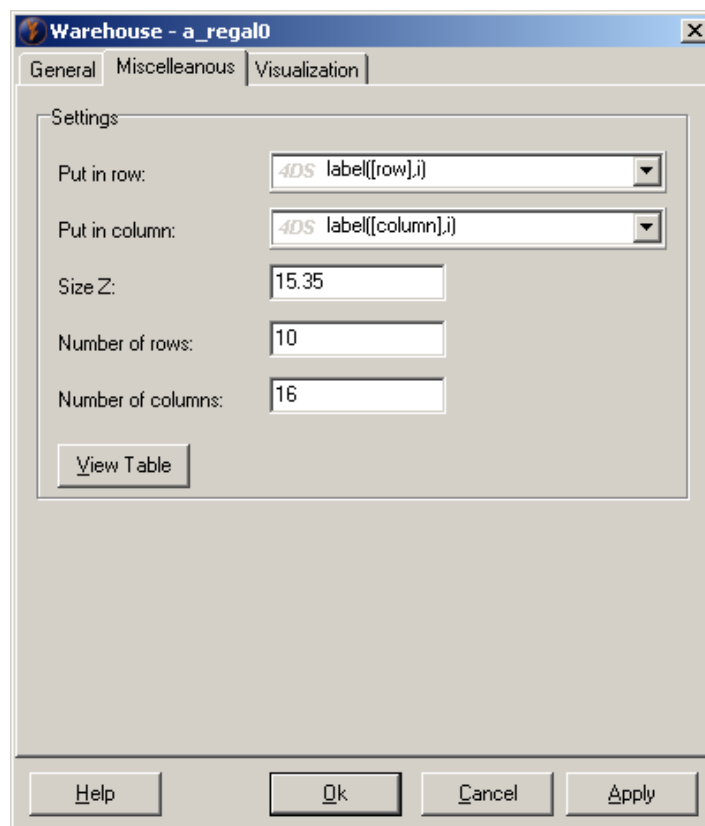
Slika 4.29 Trigger on exit - entry

Nakon izlaska palete iz regala, izlazni kanal se automatski zatvara i čeka se ponovno punjenje preko 90% radnog kapaciteta.



Slika 4.30 Trigger on exit - regala

Prikaz dimenzija regala i labela za punjenje dan je slikom (Slika 4.31). Dimenzije regala ovise o vrsti proizvoda koji se u njemu skladište.



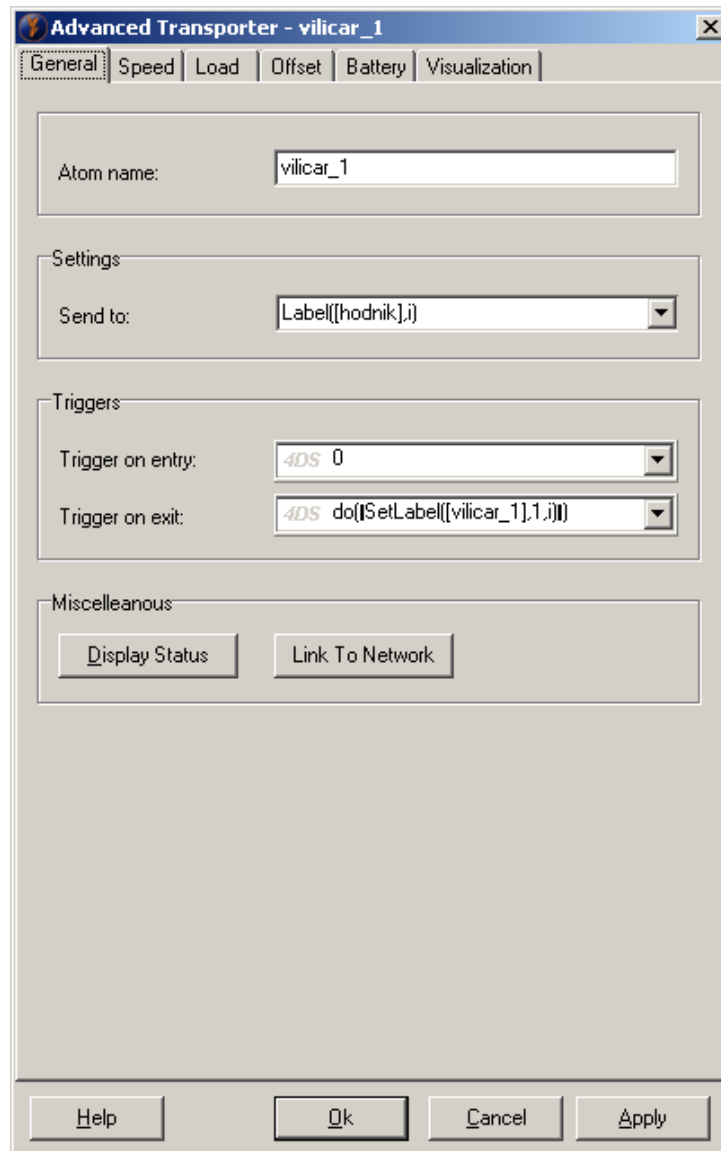
Slika 4.31 Postavke labela za punjenje regala

#### 4.2.8. Viličari visokoregalne zone

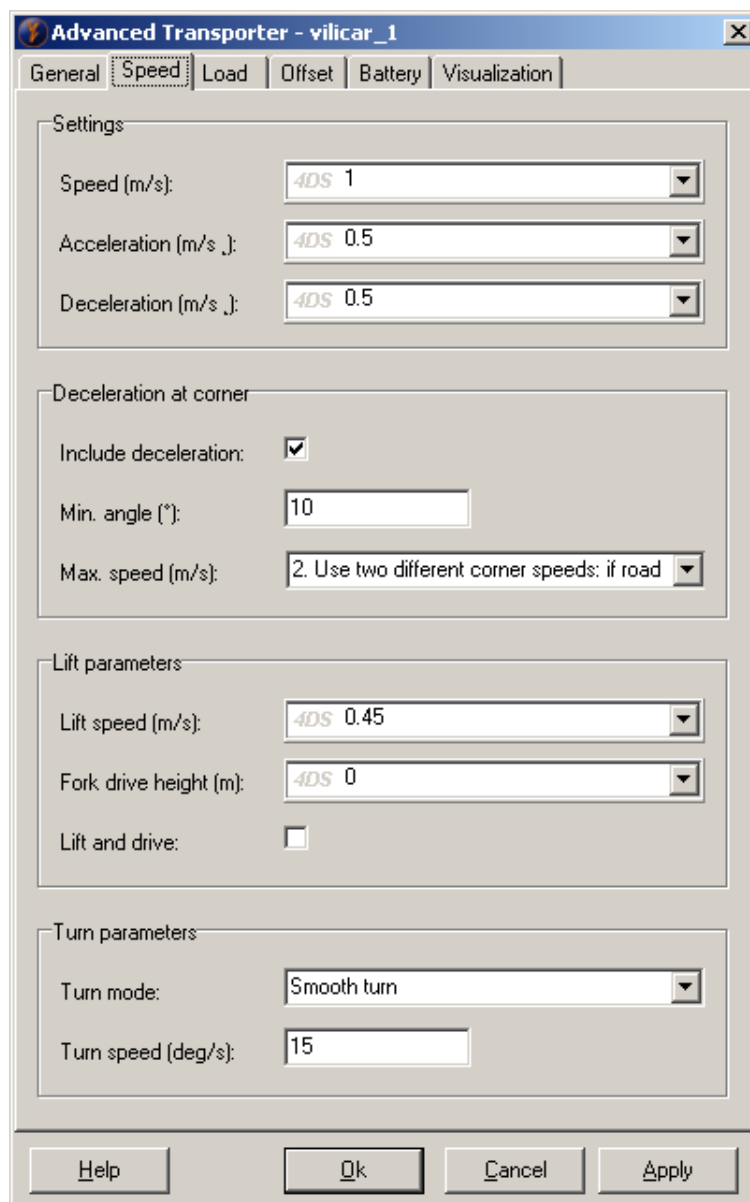
Visokoregalni viličari preuzimaju robu sa prijemne zone visokoregalnog skladišta i uskladištavaju u regale po ranije zadanim labelama na atomu izvora paletizirane robe.



Slika 4.32 Atom visokoregalnog viličara

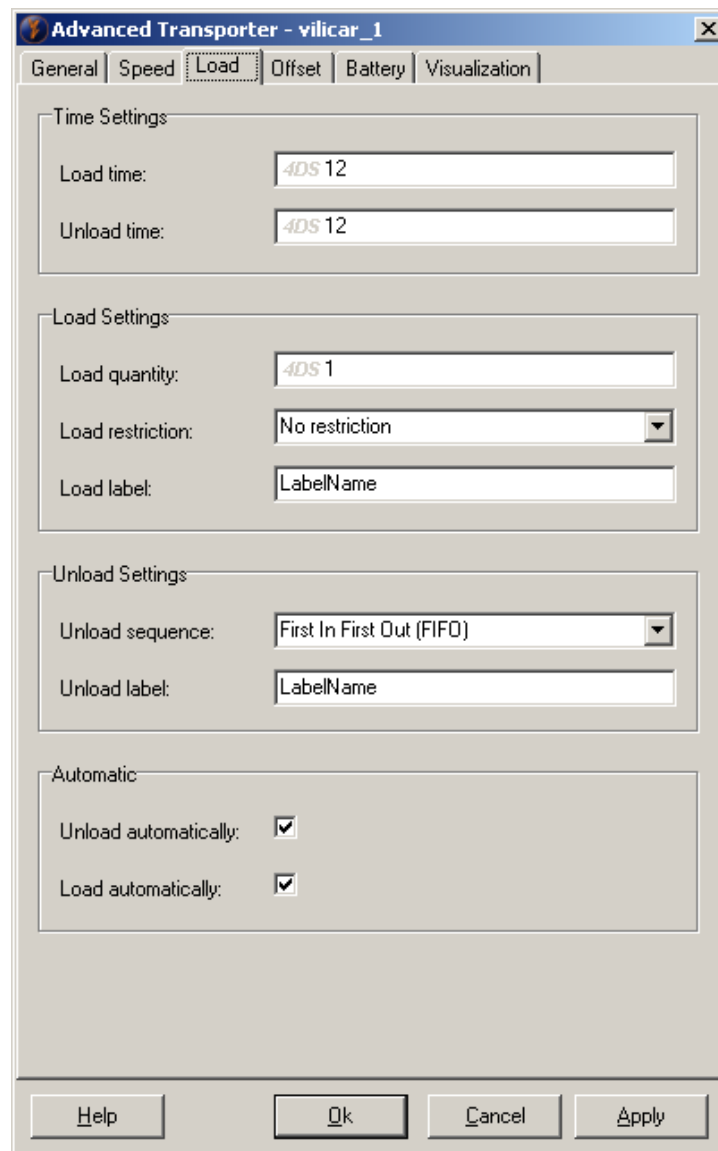


Slika 4.33 Postavljanje labele za raspored vožnje po prolazima



Slika 4.34 Postavke brzina po x i y koordinatama, te brzina okreta





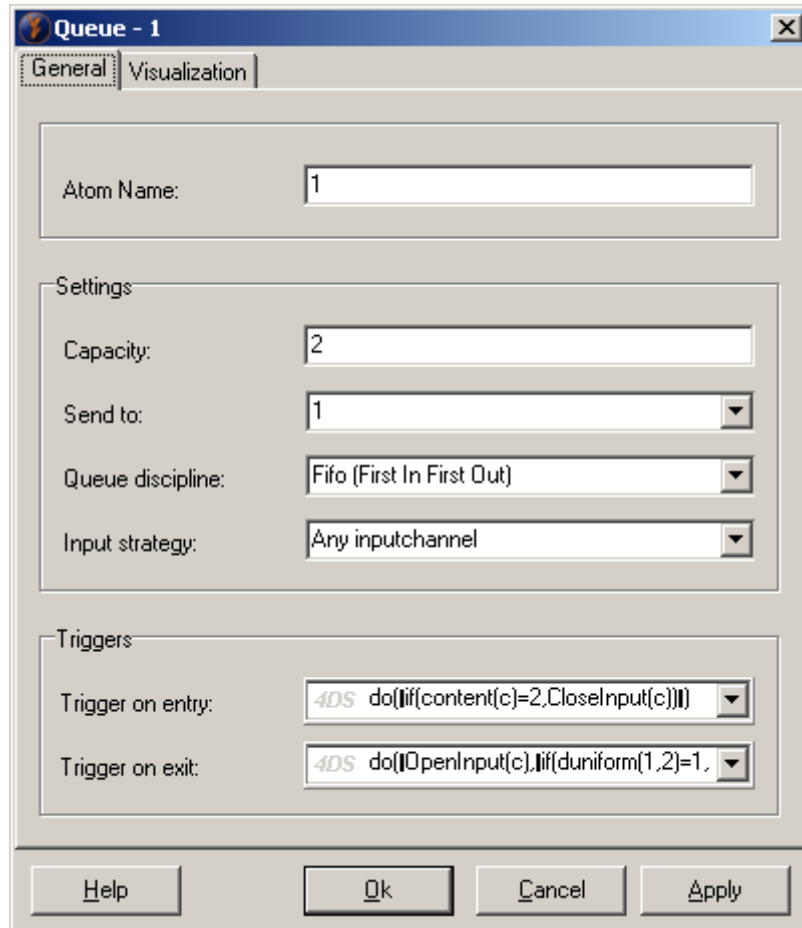
Slika 4.35 Vrijeme uskladištavanja i izuzimanja palete

#### 4.2.9. Red čekanja na ulazu u prolaz regala

Pošto svaki prolaz između regala ima dva mjesta za odlaganje paleta, koje se ne stignu odmah uskladištiti u visokoregalno skladište, ovaj atom predstavlja ta mjesta. Na njega viličar iz prijemne zone dovozi palete i ostavlja ih, te pozove visokoregalni viličar koji izuzima paletu sa ovog atoma i uskladištava je na njezinu pravu lokaciju.

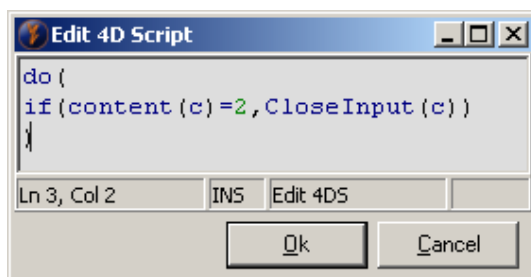


Slika 4.36 Atom među skladištenja paleta iz prijemne zone



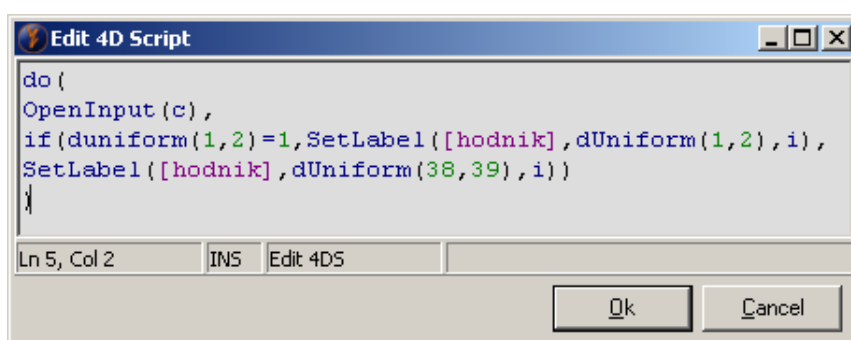
Slika 4.37 Postavke atoma među skladištenja iz prijemne zone

Po ulasku paleta, ako je broj paleta na ovom atomu dva, njegov ulaz se automatski zatvara (Slika 4.38)



Slika 4.38 Trigger on entry – privremeno skladištenje iz prijemne zone

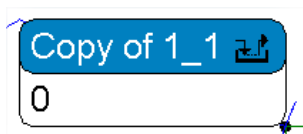
Na slici (Slika 4.39) prikazan je kod za otvaranje ulaza na trenutnom atomu, te duniiformni raspored vožnje viličara po prolazima visokoregalnog skladišta.



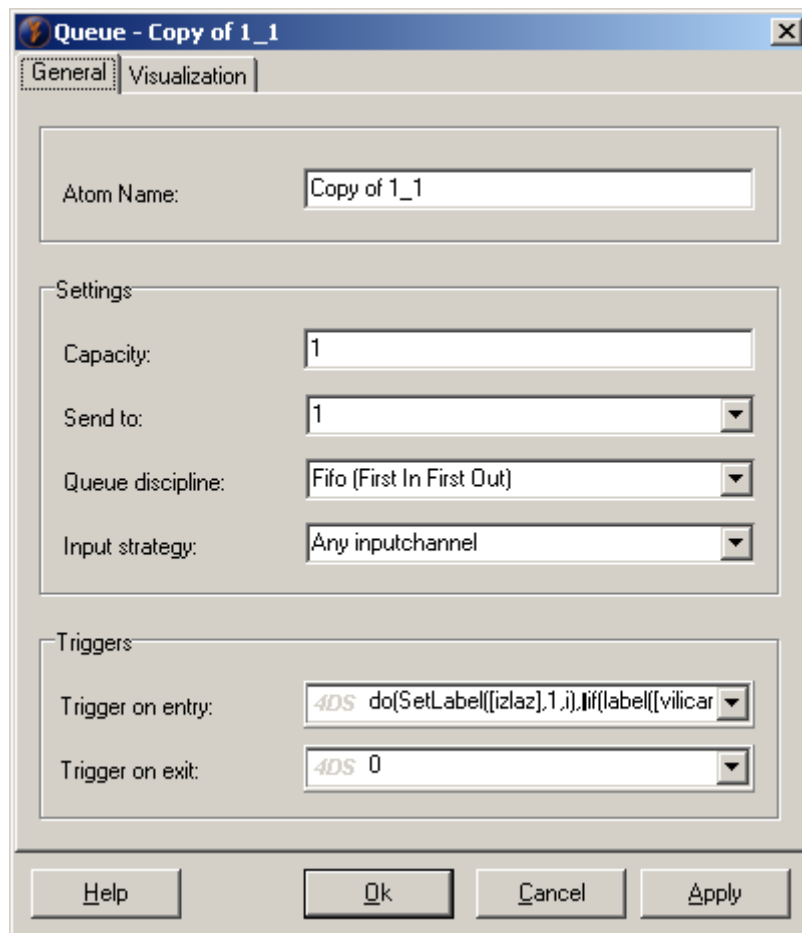
Slika 4.39 Trigger on exit - privremeno skladištenje iz prijemne zone

#### 4.2.10. Red čekanja na izlazu iz prolaza regala

Kod povećanja ulaznog protoka može doći do situacije kada viličari u otpremnoj zoni ne mogu pratiti ritam odlaganja palete za paletom koje se trebaju isporučiti. Zbog toga se koristi ovaj atom koji kompenzira to povećanje protoka. On se nalazi na kraju svakog reda što prikazuje među skladištenje paleta.

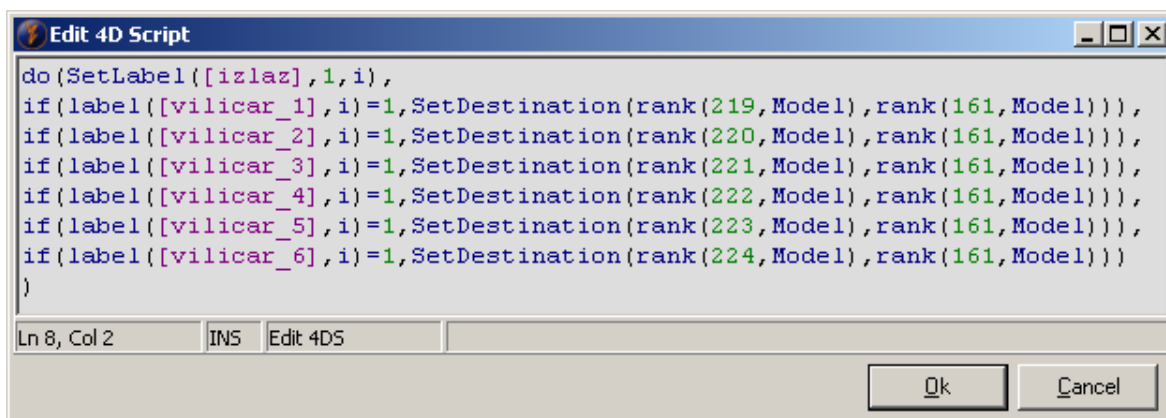


Slika 4.40 Atom među skladištenja do otpremne zone



Slika 4.41 Postavke atoma među skladištenja do otpremne zone

Nakon ulaza palete u ovaj atom, kod na slici (Slika 4.42) šalje viličar na najbližu slobodnu točku da oslobodi prolaz za neki novi viličar.



Slika 4.42 Trigger on entry - među skladištenje do otpremne zone

#### 4.2.11. Otprema paletizirane robe

Imamo pet vrsta atoma otpreme zbog isto toliko vrsta paleta. Ovaj atom predstavlja krajnji odlazak paleta iz skladišta. Na njega palete dolaze sa otpremne zone iz visokoregalnog skladišta viličarom otpremne zone. Na slici (Slika 4.43) prikazan je atom otpreme.



Slika 4.43 Atom otpreme paletizirane robe

## 5. Analiza rezultata simulacija

Analiza rezultata simulacije napravljena je u vremenskom intervalu od 250 sati rada skladišno distributivnog centra. To vrijeme predstavlja nešto više od jednog mjeseca rada u jednoj smjeni ili pola mjeseca rada skladišta u dvije smjene prosječnim protokom robe.

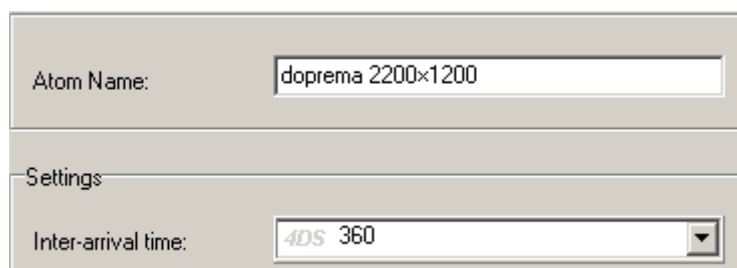


Slika 5.1 250 sati rada skladišno distributivnog centra

Prosječno vrijeme ciklusa prijemnih viličara je 35 s, viličara koji odvoze materijal u otpremnu zonu to vrijeme je 65 s, dok je vrijeme ciklusa visokoregalnih viličara 80 s.

### 5.1. Prosječan protok materijala kroz SDC

Protok materijala dan je na atomima izvora robe prikazanih na slikama (Slika 5.2 - Slika 5.6)



Slika 5.2 Doprema robe na paletama dimenzija 2200×1200

Atom Name:	doprema 1700×1200
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 500

Slika 5.3 Doprema robe na paletama dimenzija 1700×1200

Atom Name:	doprema 1200×1200
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 800

Slika 5.4 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×1200

Atom Name:	doprema 1200×800
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 1200

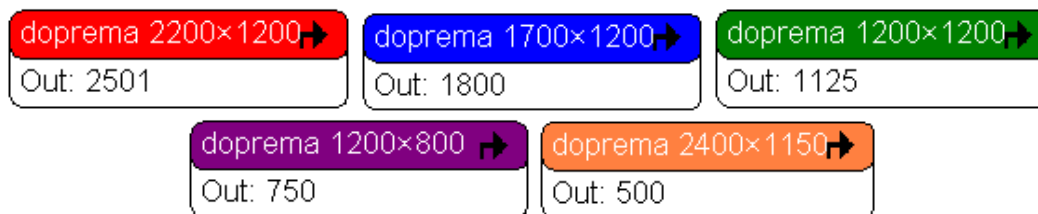
Slika 5.5 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×800

Atom Name:	doprema 2400×1150
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 1800

Slika 5.6 Doprema robe na paletama dimenzija 2400×1150

### **Količina dopremljene robe:**

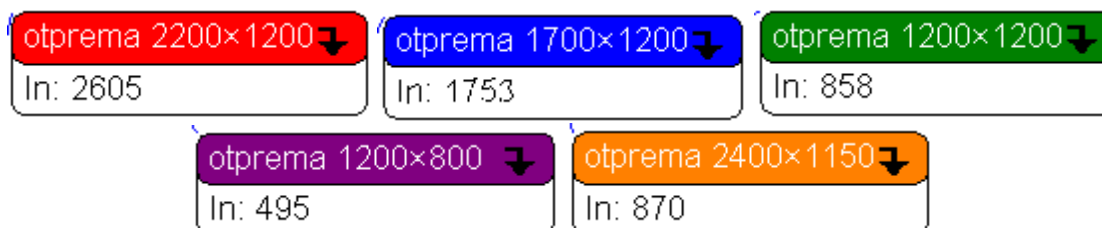
Po pojedinim atomima količine dopremljene robe kod prosječnog protoka, prikazane su na slici (Slika 5.7)



Slika 5.7 Količina dopremljene robe kod prosječnog protoka

### **Količina otpremljene robe:**

Po pojedinim atomima količine otpremljene robe kod prosječnog protoka, prikazane su na slici (Slika 5.8)



Slika 5.8 Količina otpremljene robe kod prosječnog protoka

Iz slika (Slika 5.9 - Slika 5.14) je vidljivo da viličari koji transportiraju palete od prijemne među zone između prolaza i konačnog uskladištenja palete, te iskladištenja i otpreme u otpremnu među zonu iskorišteni prosječno oko 52- 53% svog mogućeg raspoloživog kapaciteta. Vidljivo je redom da viličar 1 je u modu čekanja 46,53% vremena.

Vožnja punog viličara sa paletom izuzetom iz otpremne zone ili iz visokoregalnog uzima nam 15,85% vremena.

Prazan viličar u vožnji provede 31,66% vremena, razlog većih vremena vožnje praznog viličara leži u tome što je potrebno pomicanje viličara iz prolaza visokoregalnog skladišta na mjesto gdje se dva viličara mogu mimoći.

Uzimanje i izuzimanje paleta je u biti isto 2,98% vremena.

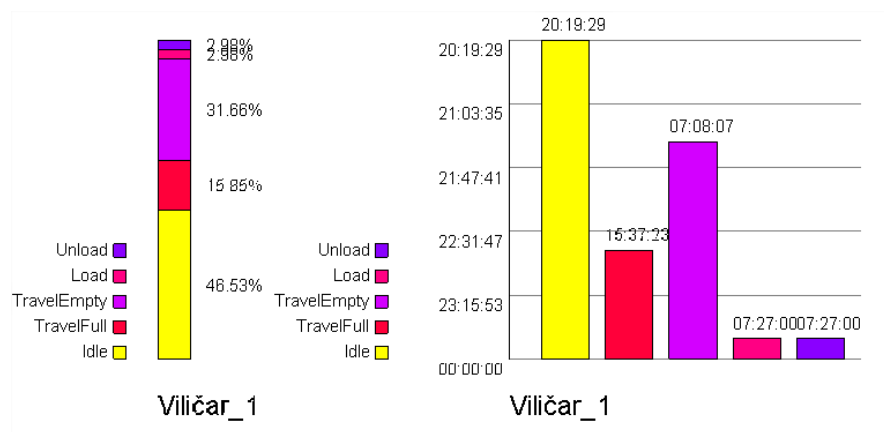
Analogno ovome, ovakva analiza može se provesti za ostalih niže navedenih pet viličara



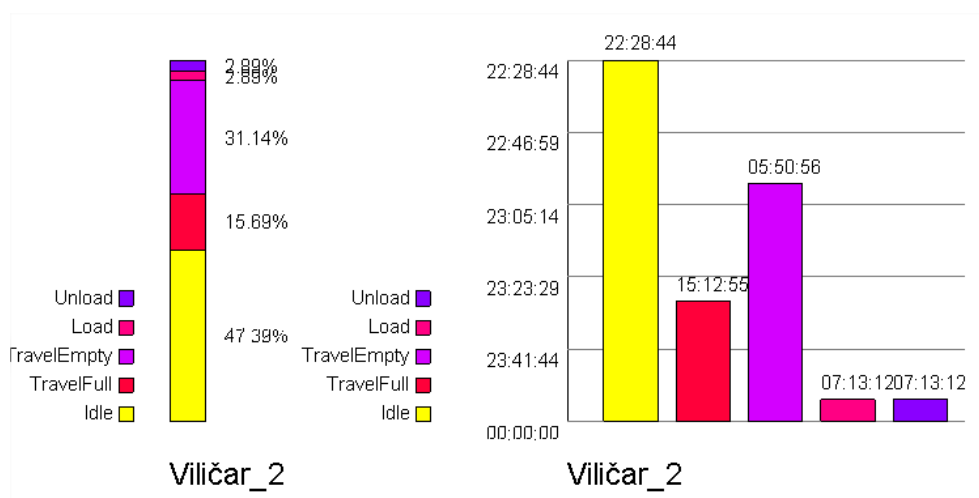
Iz donjih slika vidljivo je da viličari imaju veoma slične histograme rada, a to je zbog toga što su postavke u modelu takve da podjednako koriste sve viličare. Tako imamo najjasniji prikaz pojedinog segmenta transporta u određenom vremenskom intervalu.

U analizu rezultata uzeti su idealni vremenski ciklusi bez vremena pripreme i pretpostavkom da istog trena vozač viličara po obavijesti kreće u izuzimanje palete sa dobivene lokacije putem RF prijmnika. To znači da se analiza treba uzeti rezervom i pri odaviru dobro odvagnuti koliki bi trebao biti stvarni broj viličara.

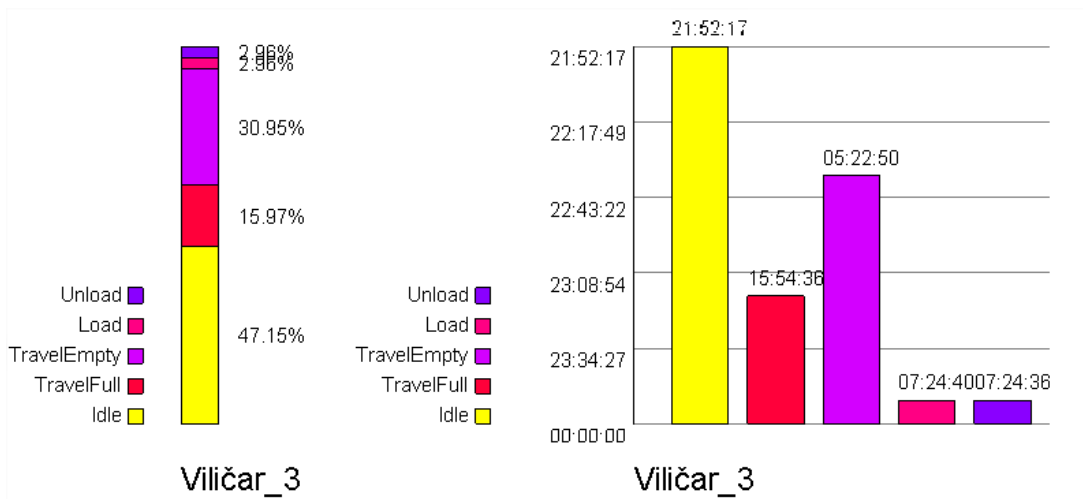
To će nam biti jasnije u slijedećih nekoliko poglavlja gdje ćemo povećati protok robe kroz skladište za 30% pa vidjeti je li postoje uska grla i koliko se povećala učinkovitost transportnih sredstava, te što bi se dogodilo kada bi se jedan viličar bio u kvaru pa bi ostalih pet preuzelo funkciju uskladištavanja robe.



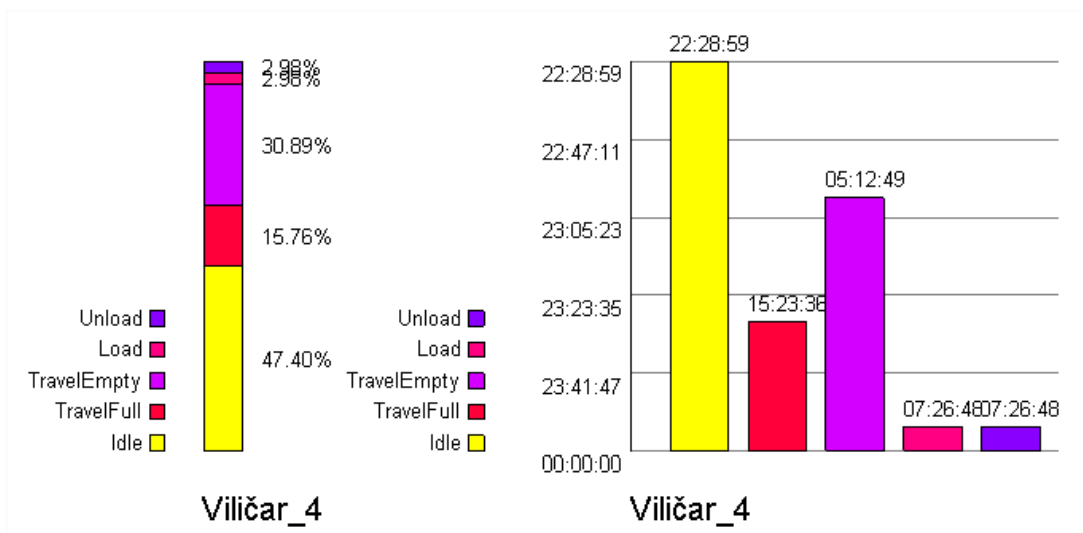
Slika 5.9 Histogram visokoregalnog viličara 1 kod prosječnog protoka



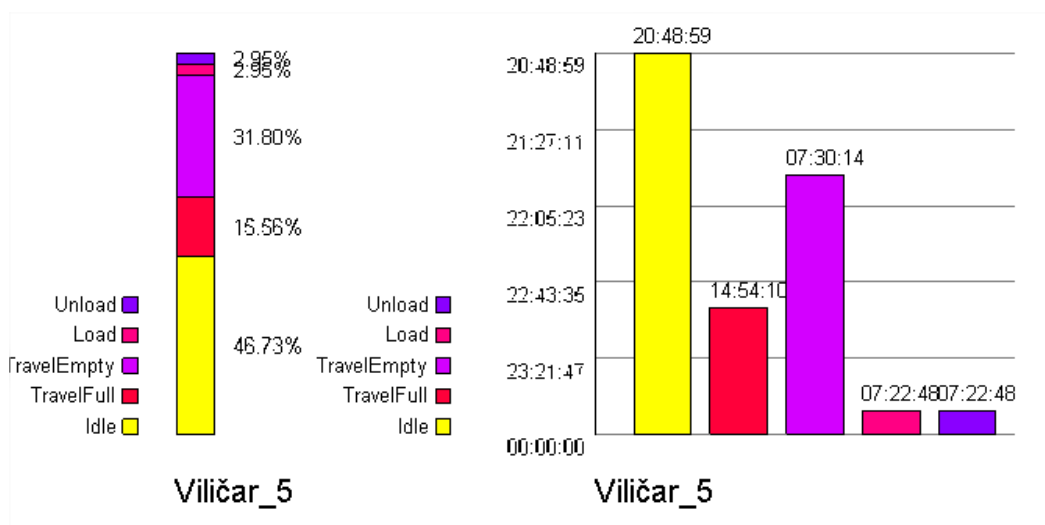
Slika 5.10 Histogram visokoregalnog viličara 2 kod prosječnog protoka



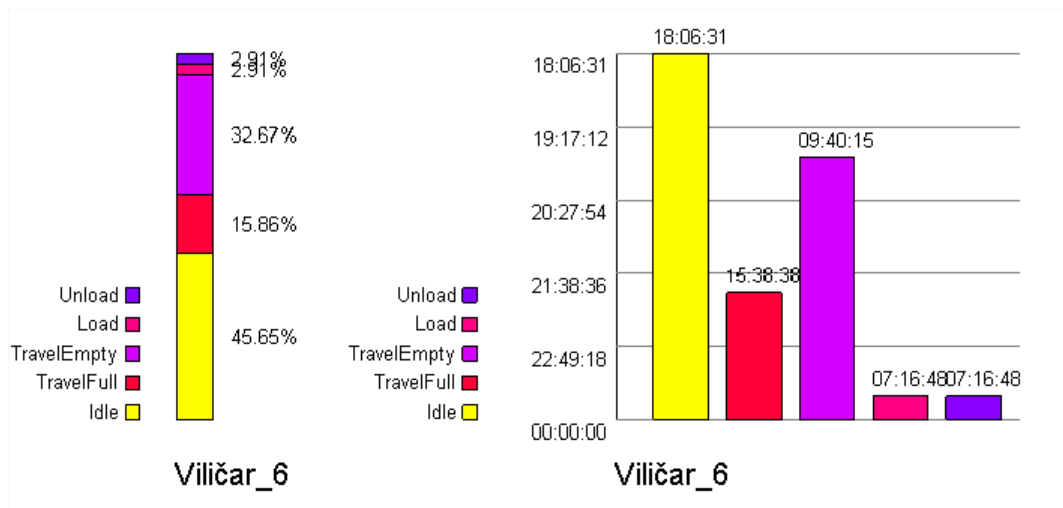
Slika 5.11 Histogram visokoregalnog viličara 3 kod prosječnog protoka



Slika 5.12 Histogram visokoregalnog viličara 4 kod prosječnog protoka

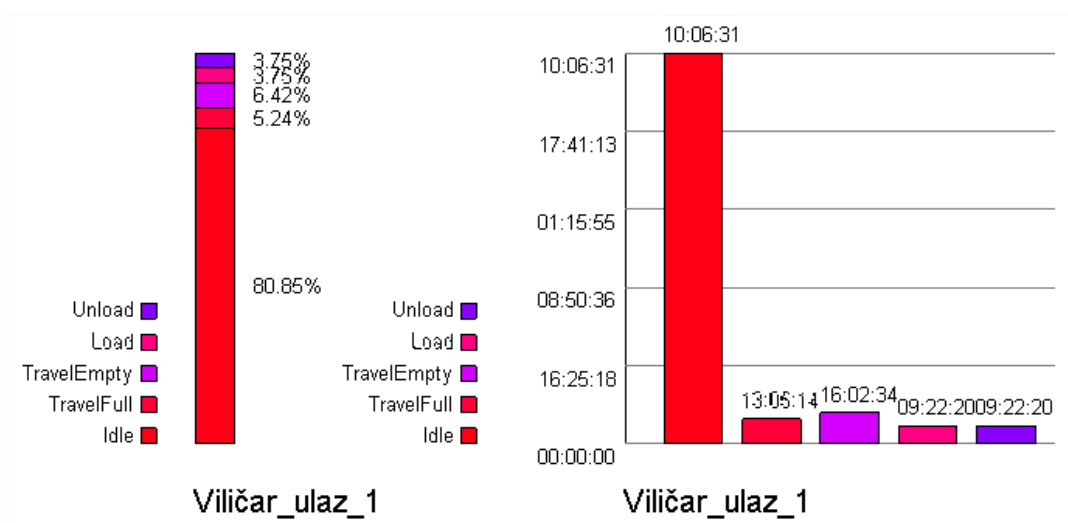


Slika 5.13 Histogram visokoregalnog viličara 5 kod prosječnog protoka

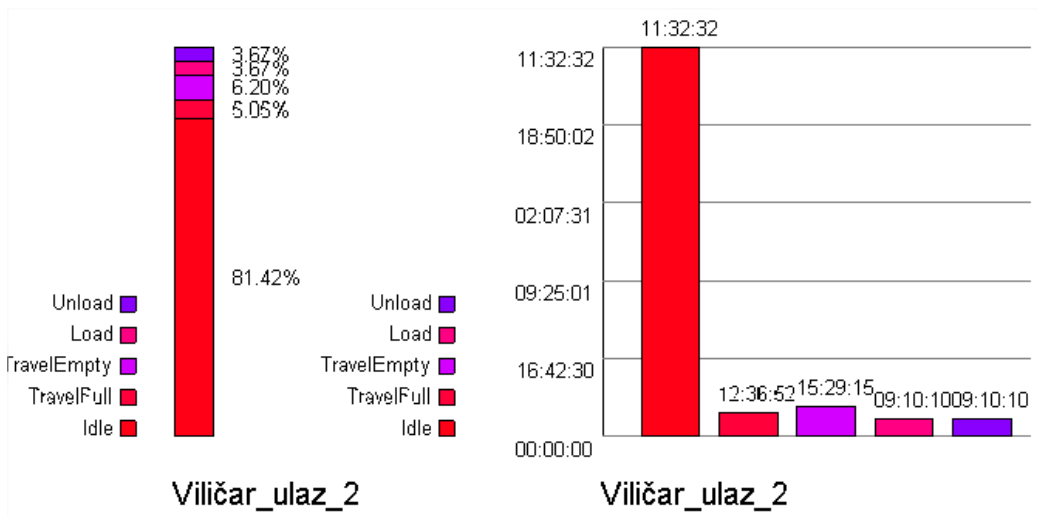


Slika 5.14 Histogram visokoregalnog viličara 6 kod prosječnog protoka

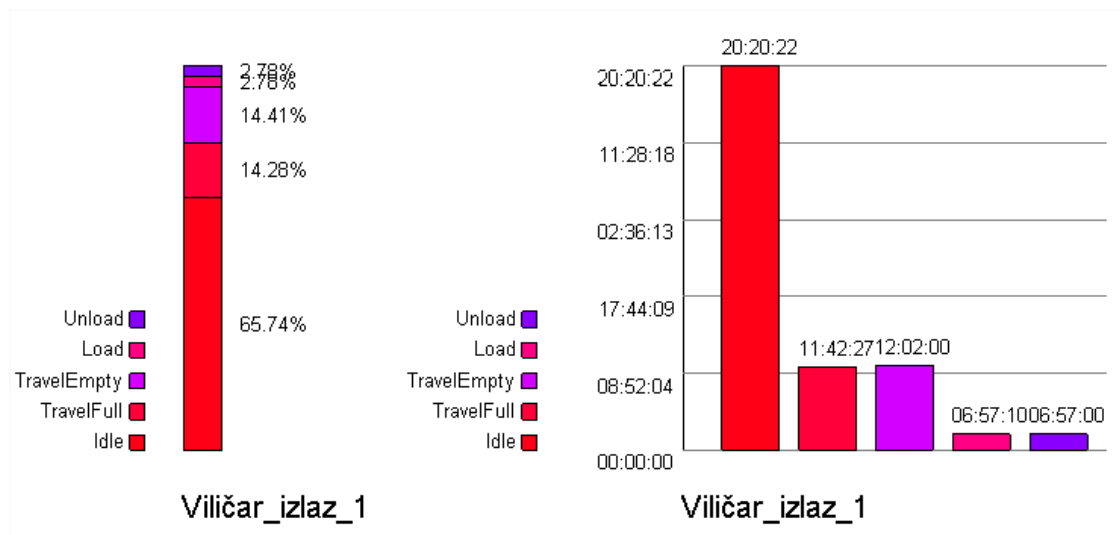
Histogrami prijemnih i otpremnih viličara (Slika 5.15 - Slika 5.18) pokazuju predimenzioniranost, tj nije potrebno po dva viličara na prijemnoj i otpremnoj zoni jer većinu svoga vremena provode u čekanju dolaska paleta iz vanjskog izvora. Kada su prosječni tokovi u pitanju, dovoljan bi bio i jedan viličar na svakoj od strana prijamne i otpremne zone, te definitivno još jedan viličar koji bi imao radijus kretanja između dviju krajnjih zona i bio ispomoć kada bi došlo do naglog priljeva robe iz vanjskog izvora ili u slučaju povećane potražnje u jednom određenom vremenskom periodu. Taj dodatni viličar bio bi i osiguranje od eventualnog kvara ili remonta jednog od viličara u prijemno otpremnoj zoni.



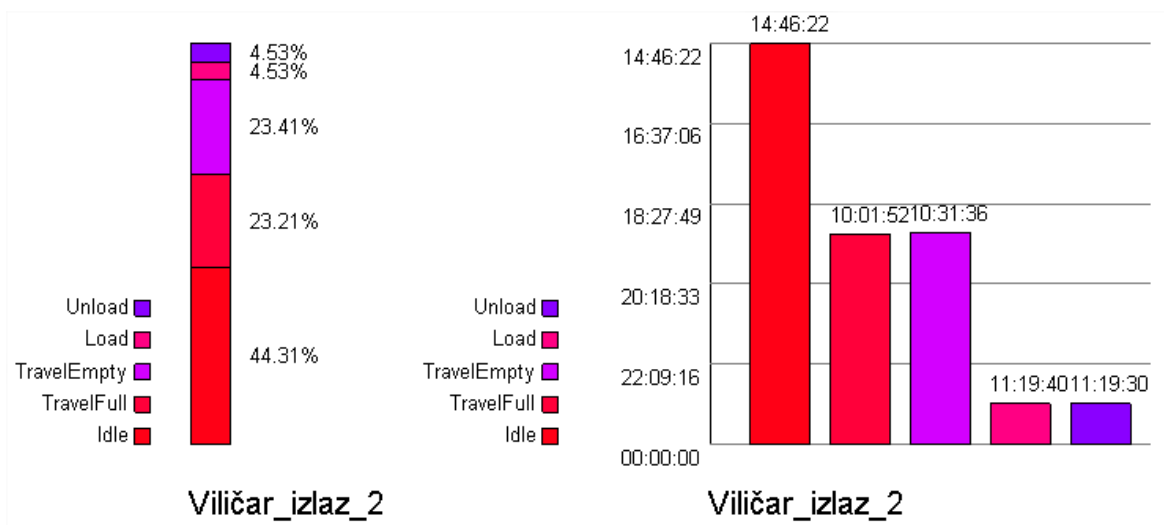
Slika 5.15 Histogram viličara 1 prijamne zone kod prosječnog protoka



Slika 5.16 Histogram viličara 2 prijamne zone kod prosječnog protoka



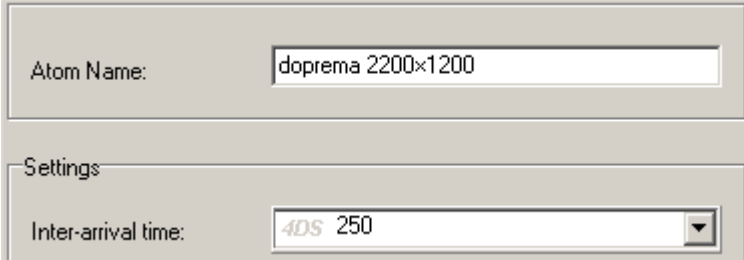
Slika 5.17 Histogram viličara 1 otpremne zone kod prosječnog protoka



Slika 5.18 Histogram viličara 2 otpremne zone kod prosječnog protoka

## 5.2. Protok materijala povećan za 30%

Protok materijala povećan za 30% dan je na atomima izvora robe prikazanih na slikama (Slika 5.19 - Slika 5.23)

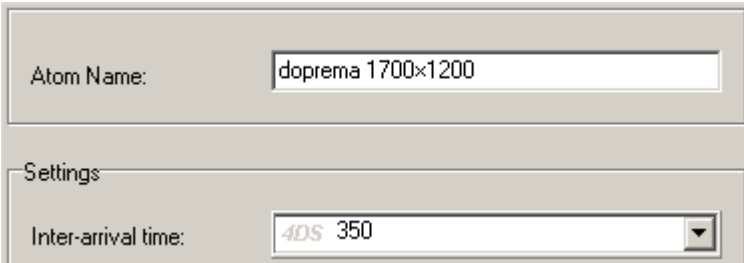


Atom Name: doprema 2200×1200

Settings

Inter-arrival time: 4DS 250

Slika 5.19 Doprema robe na paletama dimenzija 2200×1200, povećanje 30%

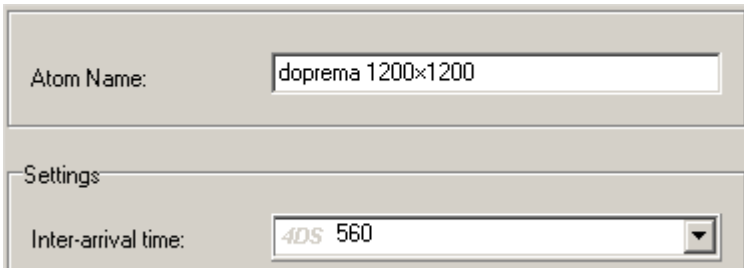


Atom Name: doprema 1700×1200

Settings

Inter-arrival time: 4DS 350

Slika 5.20 Doprema robe na paletama dimenzija 1700×1200, povećanje 30%



Atom Name: doprema 1200×1200

Settings

Inter-arrival time: 4DS 560

Slika 5.21 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×1200, povećanje 30%

Atom Name:	doprema 1200×800
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 840

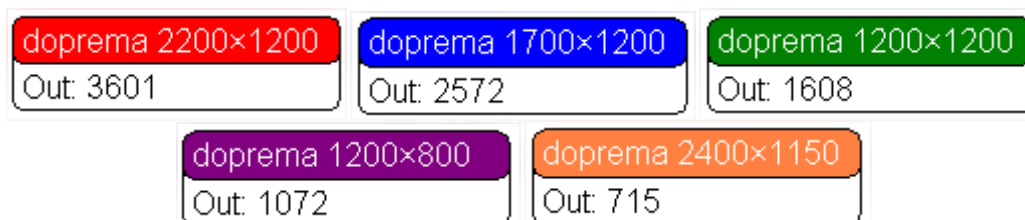
Slika 5.22 Doprema robe na paletama dimenzija 1200×800, povećanje 30%

Atom Name:	doprema 2400×1150
Settings	
Inter-arrival time:	4DS 1260

Slika 5.23 Doprema robe na paletama dimenzija 1400×1150, povećanje 30%

### **Količina dopremljene robe:**

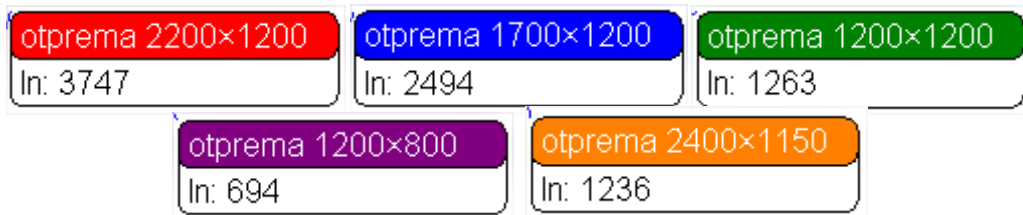
Po pojedinim atomima količine dopremljene robe kod 30% većeg protoka, prikazane su na slici (Slika 5.24)



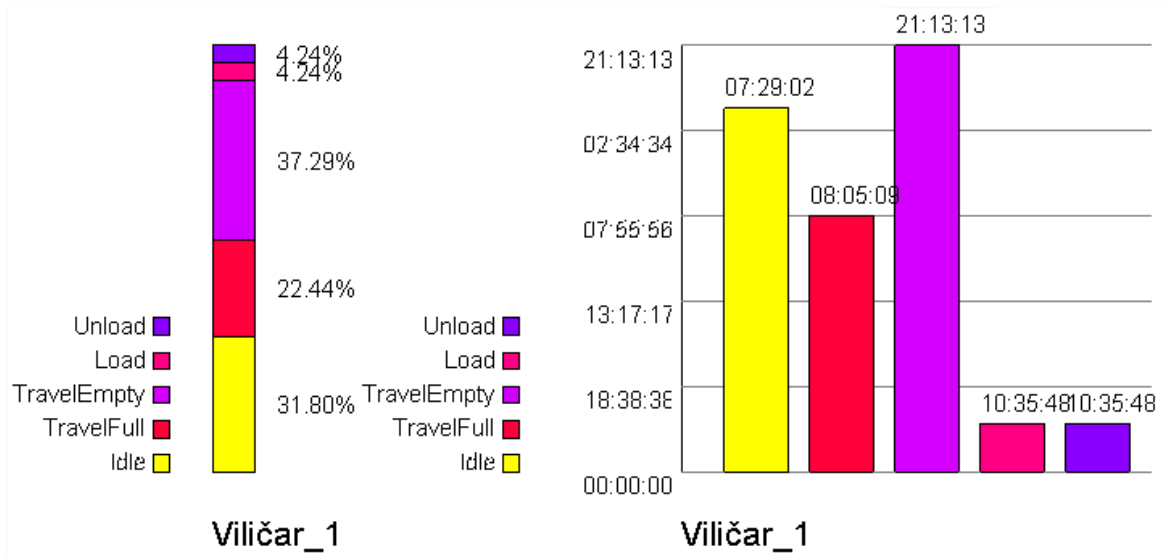
Slika 5.24 Količina dopremljene robe kod 30% većeg protoka

### **Količina otpremljene robe:**

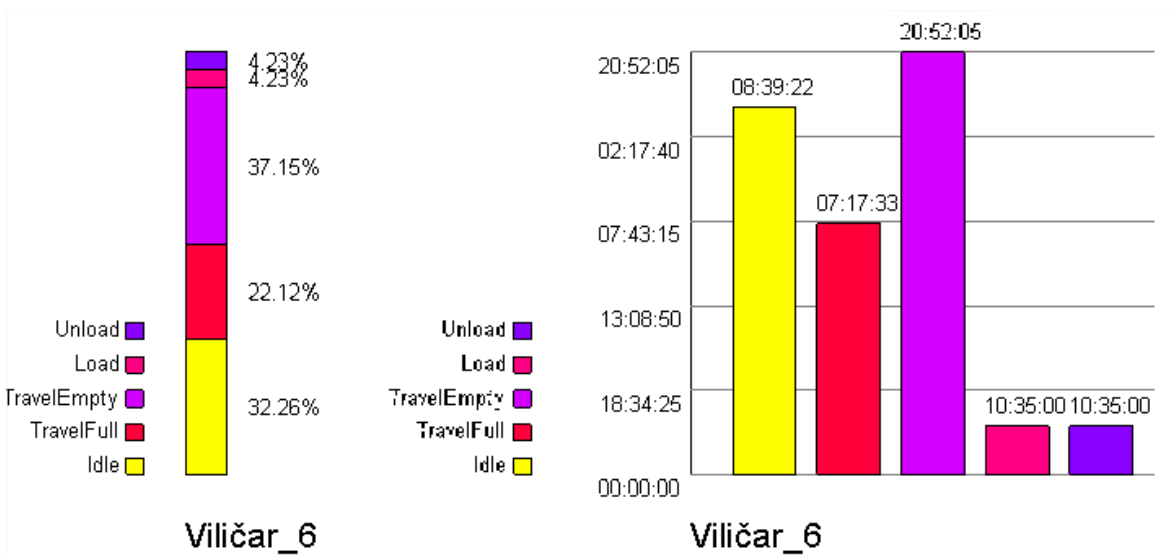
Po pojedinim atomima količine otpremljene robe kod 30% većeg protoka, prikazane su na slici (Slika 5.25)



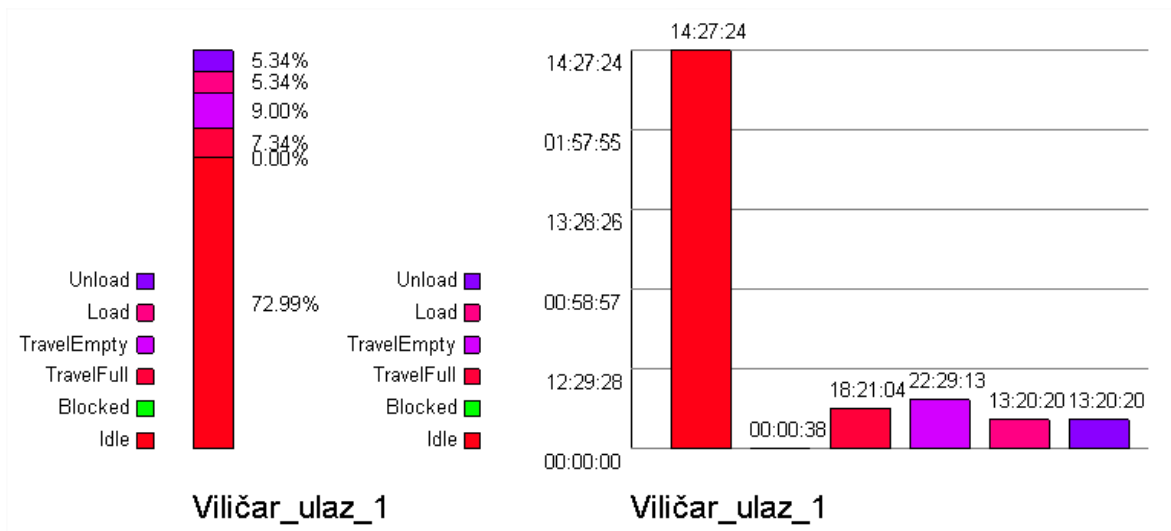
Slika 5.25 Količina otpremljene robe kod 30% većeg protoka



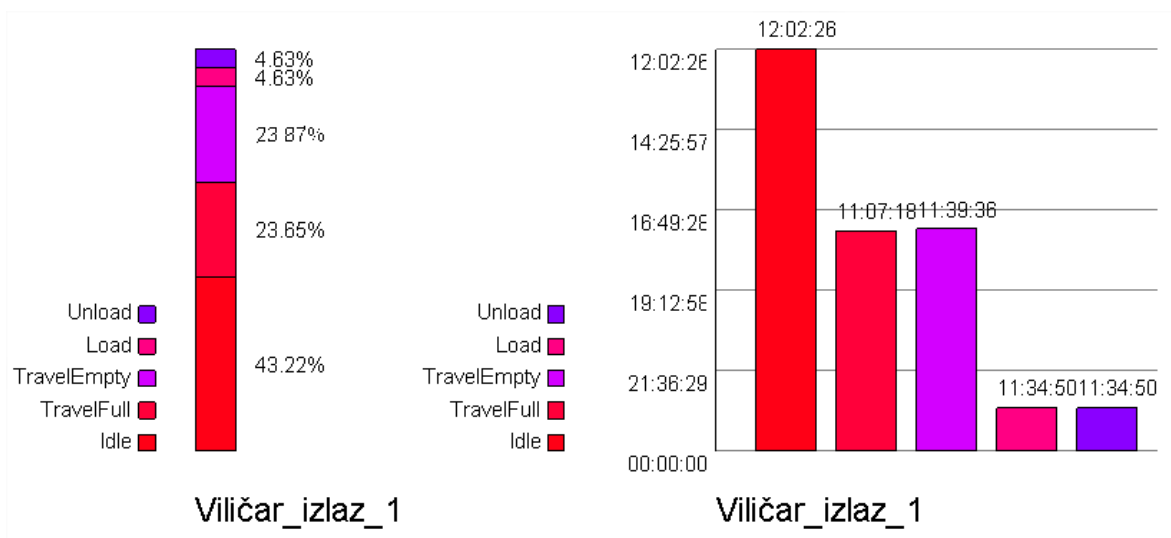
Slika 5.26 Histogram visokoregalnog viličara 1, 30% povećanje protoka



Slika 5.27 Histogram visokoregalnog viličara 6, 30% povećanje protoka



Slika 5.28 Histogram viličara 1 prijamne zone, 30% povećanje protoka



Slika 5.29 Histogram viličara 1 otpremne zone, 30% povećanje protoka

Iz histogram na slikama (Slika 5.26 - Slika 5.29) vidi se povećanje opterećenost rada, ali je još uvijek moguće dodatno povećati protok koji bi mogli podnijeti.

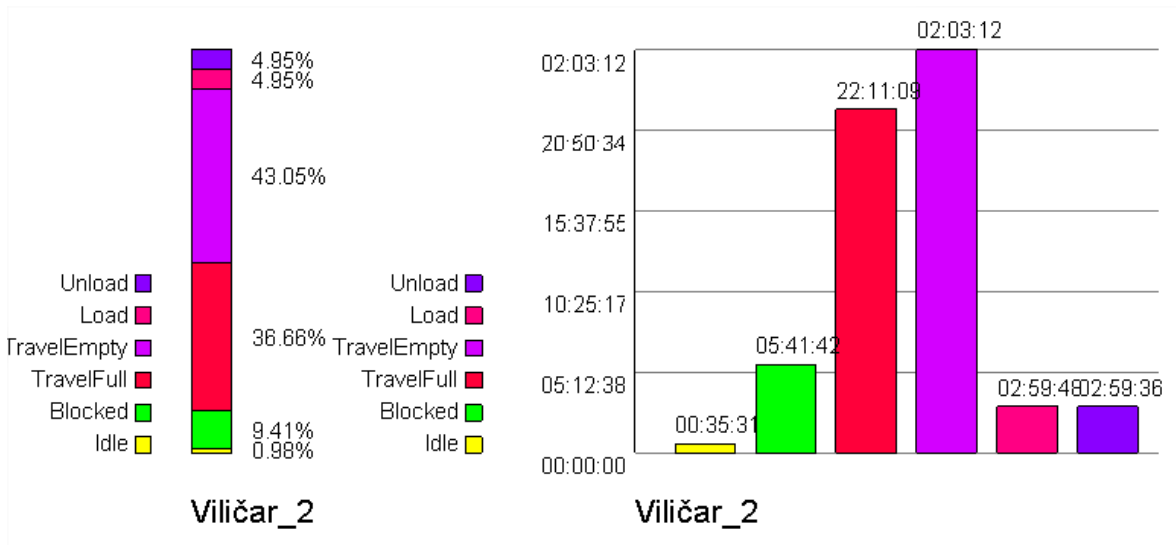
### 5.3. Slučaj kvara 2 visokoregalna i 1 čeonog viličara

Brzina dolaska robe nam u ovom slučaju ostaje ista kao u točki (5.2 Protok materijala povećan za 30%), te smo zbog analize uklonili dva visokoregalna viličara iz skladišta 1, te jedan čeonu viličar iz otpremne zone.

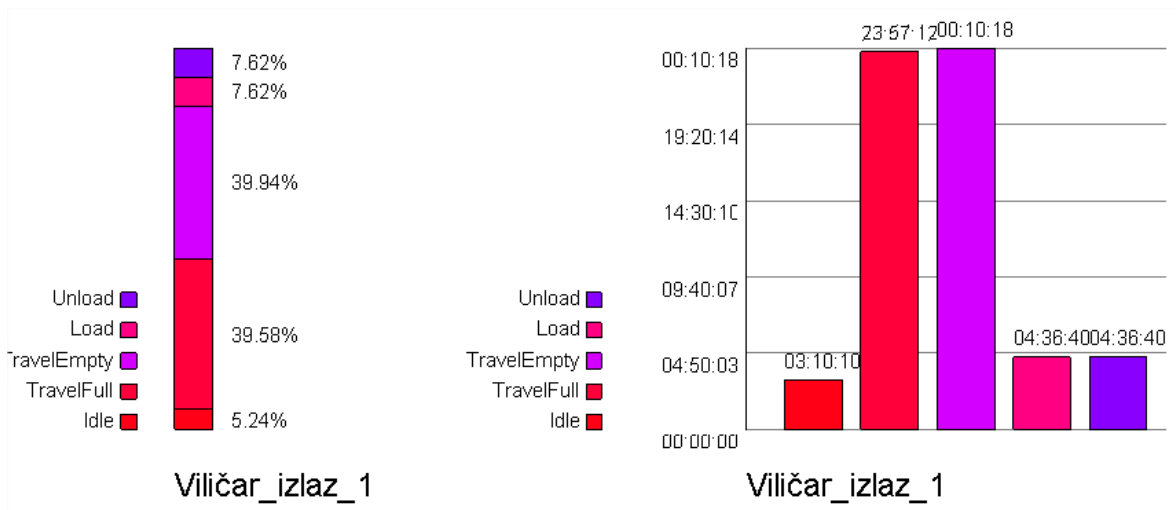


Iz histograma na slikama (Slika 5.30 i Slika 5.31) vidljivo je znatno veće opterećenje visokoregalnih viličara, kao i viličara u otpremnoj zoni.

Visokoregalni viličari u ovom broju ne mogu ispuniti ovakav protok što nam pokazuje histogram zelenom bojom kao blocked. Tada su pozvani obaviti transport, ali su u nemogućnosti zbog obavljanja trenutnog transporta pa zbog toga dolazi do gomilanja robe u prijemnoj zoni i kašnjenje isporuka u otpremnoj zoni što se ne smije dopustiti u skladištu ove vrste.



Slika 5.30 Histogram visokoregalnog viličara 2, uklonjeni viličari



Slika 5.31 Histogram viličara 1 otpremne zone, uklonjeni viličari

## 6. Zaključak

U ovom diplomskom radu projektnim zadatkom i idejnim rješenjem pojašnjeni su svi bitni ulazni podaci za potrebe projektiranja i analizu. Nakon stvaranja predodžbe koja se tiče trenutnog stanja u promatranom poduzeću uvidjeli smo potrebe koje se moraju ispuniti.

Idejnim rješenje je prikazano novo projektirano skladište, te je na temelju toga napravljen simulacijski model.

Zbog širine primjene i kvalitete cjelokupnog rješenja softwarea odabran je programski paket Enterprise Dynamics 7 Studio, te njegov pripadajući programski jezik 4D Script koji će biti dostatan za potrebnu analizu. Za potrebe rada izvršili smo tri vrste simulacija koje su se razlikovale po ulaznim podacima protoka materijala i broju viličara koji transportiraju paletiziranu robu.

Prvom simulacijom i analizom u kojoj su stvarni očekivani protoci materijala skladišno distributivni centar radi bez ikakvih zapreka. Transportna sredstva u toj verziji su nepotpuno iskorištena te dolazimo do zaključka kako je na prvi pogled više viličara negoli što ih treba.–Međutim, potrebno je uvažiti i mogućnosti daljnjeg širenja i nadogradnje skladišno distributivnog centra (u smislu povećanja skladišnog kapaciteta, što svakako utječe na povećane putove a time i vremena radnih ciklusa), mogućnosti povećanja protoka (povećane proizvodnje i prodaje te time broja ulaza i izlaza u odnosno iz skladišta), činjenicu da je simulacija provedena za prosječne dnevne protoke ne uzimajući u obzir mjesečne i dnevne varijabilnosti i „pickove“, te realno očekivane ispade transportnih sredstava zbog kvarova i održavanja.

Nakon provedene simulacije s povećanjem protoka za 30% vidimo da je znatno porasla iskoristivost transportnih sredstava unutar skladišno distributivnog centra, kako onih u prijemnoj i otpremnoj zoni, tako i u visokoregalnom skladištu, no još uvijek sustav radi bez zastoja i poteškoća.

Tek analizom pojave kvara dva visokoregalna viličara, pritom zadržavajući i povećani protok, dolazi se do pojavljivanja smetnji u radu, gomilanja robe i čekanja na viličare. Sa inicijalno manjim odabranim brojem transportnih sredstava porasla bi vjerojatnost pojave takvih situacija i za manja povećanja protoka i kvar jednog transportnog sredstva.

Ovakav način izrade simulacijskog modela je projektantskim tvrtkama od iznimnog značaja pri kontroli i dolaska do optimalnog rješenja, te pomoći pri sklapanju poslova. On nam prvenstveno jasno grafički prikazuje tokove materijala i pronalazi uska grla sustava kao i dijelove koji ne bi trebali biti tih razmjera kako je prvobitno zamišljeno. To nam ovisno o slučaju smanjuje troškove izrade skladišta pa pritom i konačnu ponudu poslanu na natječaj investitorima, dok u drugom slučaju prije dolazimo do zaključaka oko kojih smo se dvoumili ili ih pak nismo niti predvidjeli. Izrada u 2D i 3D grafici je vizualno privlačnija i razumljivija čak i nekom tko nije iz područja bavljenja logistikom, te kao takva i lakša za prezentirati.

## Literatura

- [1] Projektni zadatak za skladišno distributivni centar, Zagreb 2009
- [2] Projektni zadatak za skladišno distributivni centar, Kragujevac 2008
- [3] Idejno rješenje skladišno distributivnog centra, Zagreb 2009
- [4] <http://hr.wikipedia.org/wiki>
- [5] <http://www.still.hr/>
- [6] <http://www.incontrolsim.com/>
- [7] User Manual 4DScript, v7.2, Enterprise Dynamics studio 2007
- [8] Č. Oluić, Transport u industriji, Sveučilišna naklada, Zagreb, 1991