

MODELOVANJE SKLADIŠNIH SISTEMA PRIMENOM SIMULACIJA**MODELING OF STORAGE SYSTEMS BY APPLICATION OF SIMULATION**Dragana Radaković, Sanja Bojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast –MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je odabir odgovarajućeg skladišnog sistema koji će biti instaliran u već postojećem skladišnom objektu. Postoje tri predloga rešenja, od kojih je izabran optimalan pomoću simulacija koje su rađene u softveru Enterprise Dynamics.

Ključne reči: skladišni sistemi, skladištenje, simulacije, Enterprise Dynamics.

Abstract - This paper presents selection of the appropriate warehouse system that will be installed in the already existing warehouse facility. There are three suggested solutions, of which the most optimal is chosen using simulations developed in Enterprise Dynamics.

Keywords: warehouse systems, storage, simulations, Enterprise Dynamics.

1. UVOD

Neophodan korak u optimizaciji tokova roba jeste optimizacija skladišnih sistema. S obzirom da skladištenje, koji je neophodan segment u tokovima roba, stvara velike troškove samim tim je velika potreba za optimizacijom tog procesa. Simulacija predstavlja jednu od priznatih metoda optimizacije. Efikasan je alat za planiranje, organizaciju i optimizaciju proizvodnih i logističkih procesa. Pomoću simulacionog modela moguće je sistemsko posmatranje i uočavanje eventualnih nepravilnosti, uskih grla, problema koji se javljaju u skladišnim sistemima i mogućnosti njihovog otklanjanja, i to ne samo u slučaju kada je skladište već napravljeno, nego i u samom procesu planiranja.

Pod skladištenjem se podrazumeva privremeno ili trajno čuvanje robe, u cilju amortizacije prostornih i vremenskih neravnomernosti koje se javljaju u tokovima roba, uz minimizaciju troškova, podizanja kvaliteta usluge ili obezbeđenja uslova da se proces realizuje [1].

2. SKLADIŠNI SISTEMI

U ovom radu se pristupilo rešavanju problema sa odabirom skladišnog sistema koji treba biti instaliran u jednom delu postojećeg skladišnog objekta i analizirano je koje od rešenja je optimalno i to korišćenjem pomenutog softvera, na osnovu specifikacija i karakteristika svakog od njih. Postoje različiti tipovi skladišnih sistema, od kojih su tri tipa bila predlog rešenja za instalaciju i odnose se na potencijalnu primenu konvencionalnih (klasičnih), pokretnih ili prolaznih (drive in) regala.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Sanja Bojić.

U zavisnosti od parametara skladišta kao kapaciteta, zahteva skladištenja, tipa robe koja se skladišti i dr, postoje i različiti sistemi, čija konstrukcija zavisi od njihove namene, i po kojoj razlikujemo: nepokretne, pokretne, prolazne "drive in" regale, regale protočnih skladišta, regale specijalne namene, od kojih će se u nastavku napomenuti samo ona koja su deo ovog rada.

Klasični regali su najčešće konstruisani od vertikalnih ramnih nosača i horizontalnih nosača na koje se odlažu palete, a koji su istovremeno i vezni elementi prostorne rešetke. Kod ovog tipa moguće je pristupiti svakoj paleti.

Pokretni regali objedinjavaju dobra svojstva blok sistema i skladištenja u redovima. Obezbeđuju kompaktnu strukturu skladišta, ali omogućavaju i direktan pristup svakom materijalu (što kod blok sistema nije moguće).

Prolazni - drive in regali predstavljaju najprostije rešenje za formiranje regalnog skladišta po blok sistemu. Viljuškar koji se kreće duž regalnih hodnika, manipuliše paletnim jedinicama, pri čemu se palete slažu po visini jedna iznad druge, tako što se oslanjaju na kratke oslonce koji su fiksirani za regalnu konstrukciju. Svaka paleta po visini ima svoje tačke oslonca tako da palete nisu izložene pritisku od strane paleta koje se nalaze u vertikalnim slogovima [2].

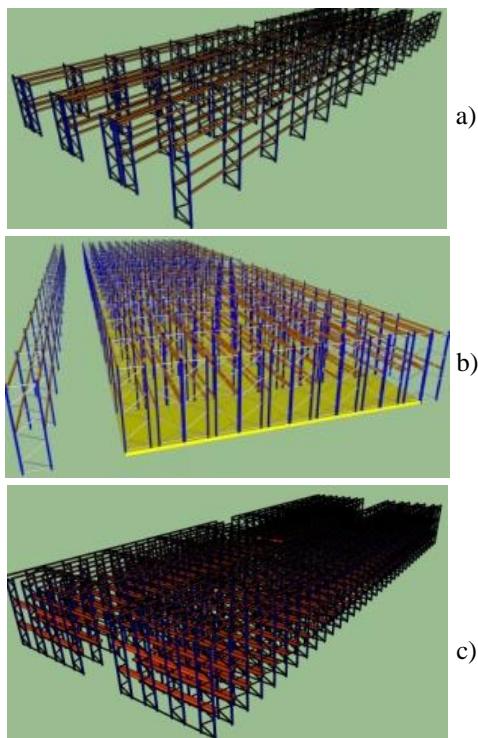
3. PRIMENA SIMULACIJA ZA PLANIRANJE I OPTIMIZACIJU SKLADIŠTA KOMPANIJE

U skladišnom objektu dimenzija 79.8 x 60.4 m, skladišti se roba široke potrošnje, gde bi se u jednom delu od 1000 m² trebalo smestiti piće. Roba bi bila primljena u skladište na standardnim Euro paletama, ukupne težine 1000 kg. Postavlja se pitanje da li će investitor, u zavisnosti od količine robe koju očekuje, investirati samo u opremu koja će biti postavljena u tom delu skladišta, ili će morati proširiti objekat.

Koristeći program SketchUp, modelirana su sva tri moguća rešenja, kako bi se na postojećoj kvadraturi rezervisanoj za skladištenje pića moglo napraviti poređenje svih karakteristika koje su od značaja za donošenje odluke. Pri tome je veoma važno da se maksimalno prilagodi zahtevima klijenata i da krajnji odabir bude optimalan po pitanju funkcionalnosti i ekonomičnosti.

Na slici 1 su prikazani modeli razmatranih mogućih rešenja skladišnog objekta.

U tabeli 1 su dati podaci o potencijalnom broju paletnih mesta za svaki tip regala, kao i budžetska analiza koja je dobijena na osnovu karakteristika i specifikacija sve tri razmatrane varijante.



Slika 1. Prikaz regala modeliranih u SketchUp programu, a) klasični, b) pokretni, c) prolazni regali

Tabela 1. Broj paletnih mesta za svaki tip regala i odgovarajuća budžetska analiza

Tip regala	Konvencionalni	Pokretni	Prolazni
Ukupan broj paletnih mesta	1155	2478	1980
Budžetska analiza	23.100 €	178.200 €	97.600 €

Da bi se došlo do modela koji će dati potrebne informacije za odabir skladišnog sistema, moralo se početi od podataka skladišta koji će nam biti od značaja pri samom pristupanju simulacijama.

U skladištu se nalazi oko 10 000 artikala, čiji broj varira u odnosu na to da li su neki proizvodi sezonski ili ne, da li je za neke od njih povećanja potražnja u određenom delu dana, nedelje, meseca, godine itd. Količina i vrsta robe takođe zavisi od pomenutih uticaja, kao i frekvencija ulaska i izlaska robe iz skladišta.

Što se kapaciteta skladišta tiče, ono sadrži 1778 paletnih mesta nosivosti paleta 1000 kg, 440 paletnih mesta sa nosivošću paleta od 500 kg, 1206 m² komisionih nivoa nosivosti 200 kg/paletnom mestu i 587 komisionih paleta na podnom delu. Objekat sadrži 6 ulaznih rampi, od koji se 3 koriste po potrebi i 2 izlaze (standardne). Od transportne opreme za manipulisanje paletama poseduju 7 paletnih kolica i 2 čeonu viljuškara.

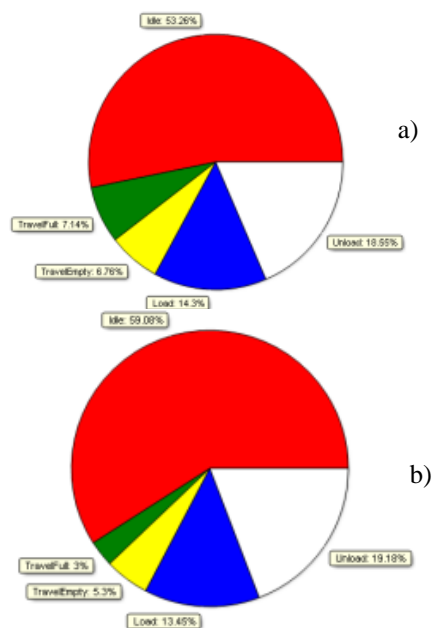
Konstrukcija regala sva tri slučaja je modelirana tako da se prilagodi prvenstveno zahtevu površine i zapremine koja je na raspolaganju u tom delu objekta. Dalje, formirane su tabele sa svim karakteristikama i specifikacijama regala, budžetskim analizama, radi sagledavanja prednosti i mana svakog koncepta u cilju dobijanja optimalnog rešenja ovog projekta.

4. SIMULACIONI MODELI I REZULTATI SIMULACIJE PREDLOŽENIH REŠENJA

Na slici 2 prikazan je model skladišta sa klasičnim regalima, a odmah ispod i rezultati koji su od značaja. Napomena: simulacije su sprovedene za 8h rada, odnosno jednu radnu smenu.



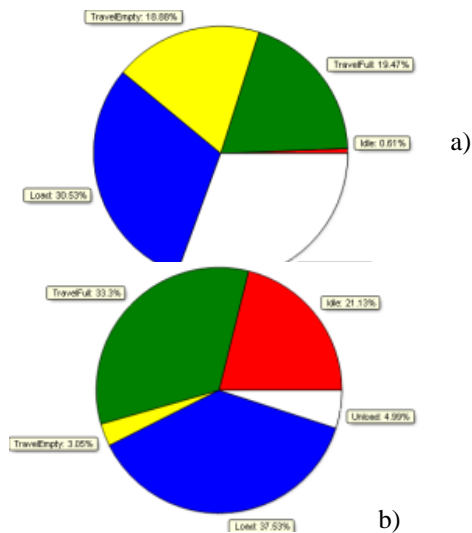
Slika 2. Prikaz simulacionog modela u softverskom paketu Enterprise Dynamics



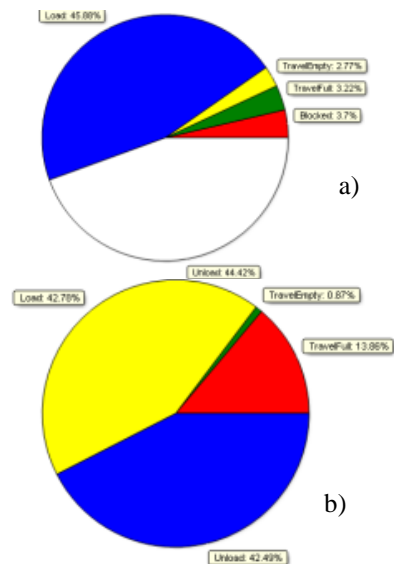
Slika 3. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji opslužuje 6 ulaznih rampi, b) koji vrši uskladištenje paleta u sistem

Rezultati simulacija ukazuju na sledeće:

- viljuškar koji se nalazi na ulazu u skladište u toku radnog vremena je iskorišćen svega 47%, ali je potreban, da bi se smanjilo vreme čekanja na utovar/istovar,
- viljuškari za uskladištenje robe su nedovoljno iskorišćeni, svega 40%, iz razloga što rade tek kada je roba pristigla u ulaznu zonu,
- 7 paletnih kolica koja komisioniraju i otpremaju robu iz skladišta imaju zadovoljavajuću iskorišćenost, oko 80%, tokom radnog vremena,
- viljuškari za dopunu komisionog dela regala su maksimalno iskorišćeni, što ukazuje da frekvencija ulaza i izlaza robe u potpunosti opravdava korišćenje dva viljuškara za dopunu robe.



Slika 4. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji vrši spuštanje paleta u komisioni deo regala i b) koji vrši komisioniranje robe

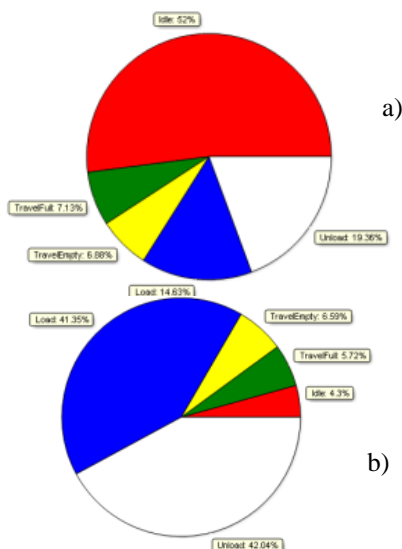


Slika 7. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji vrši spuštanje paleta u komisioni deo regala i b) koji vrši komisioniranje robe

Na slici 5 prikazan je simulacioni model sa pokretnim regalima.



Slika 5. Prikaz simulacionog modela sa pokretnim regalima u softverskom paketu Enterprise Dynamics



Slika 6. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji opslužuje 6 ulaznih rampi, b) koji vrši uskladištenje paleta u sistem

Rezultati simulacija sa drugim modelom, pokretnim regalima, nam pokazuju da, kao i kod prethodnog slučaja, dobijamo manju iskorišćenost viljuškara na ulaznoj/izlaznoj zoni iz istih navedenih razloga. Viljuškar za uskladištenje značajno više iskorišćen, 95%, a paletna kolica za komisioniranje 100%, zbog toga što im je ciklus trajanja uskladištenja i komisioniranja duži zbog same tehnologije rada u ovakvom tipu skladišta. Karakteristično je to da usled same tehnologije skladištenja u ovom slučaju, komisionari viljuškari imaju mnogo kraća vremena kretanja, a značajno duža vremena utovara i istovara što u stvari ukazuje na značajno vreme čekanja na utovar zbog čekanja da se regali pomere kako bi se pristupilo željenom artiklu.

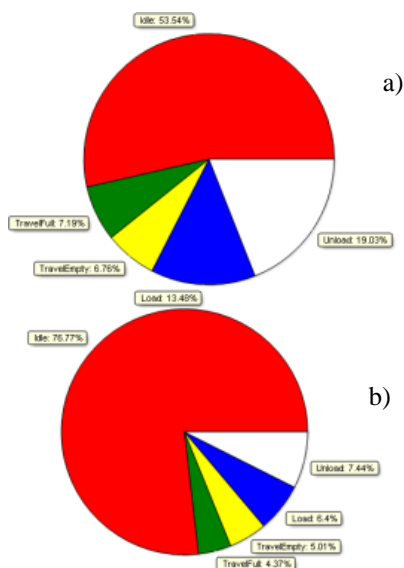
Na slici 8 je prikazan simulacioni model sa prolaznim "drive in" regalima.



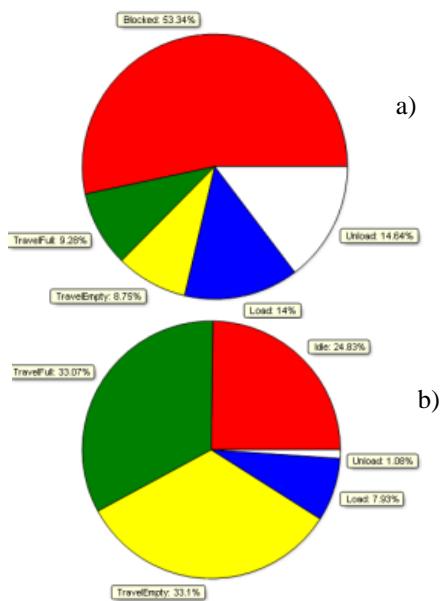
Slika 8. Prikaz simulacionog modela sa prolaznim regalima u softverskom paketu Enterprise Dynamics

S obzirom na tehnologiju skladištenja primenom prolaznih regala, u kojoj nema standardnih komisionih pozicija a samim tim ni potrebe za njihovom dopunom, viljuškari koji su u prethodnim modelima vršili dopunu, u ovom modelu su prenamenjeni za uskladištenje robe. Na taj način udvostručen je kapacitet opreme za uskladištenje robe u odnosu na prethodne modele. Rezultati simulacija

sa prolaznim regalima, nam pokazuju značajno veću iskorišćenost viljuškara na ulaznoj/izlaznoj zoni u odnosu na prvi model, jedan viljuškar 60% a drugi 25%, odnosno kumulativno 85%. To je prvenstveno usled dužih ciklusa rada nego u prvom slučaju, a kraće nego u drugom. Paletna kolica za komisioniranje imaju približno istu iskorišćenost.



Slika 9. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji opslužuje 6 ulaznih rampi, b) koji vrši uskladištenje paleta u sistem



Slika 10. Grafički prikaz rada viljuškara a) koji vrši spuštanje paleta u komisioni deo regala i b) koji vrši komisioniranje robe

Napomena: Zbog identičnosti zahteva rada transportne opreme u skladištu i samim tim sličnosti dobijenih rezultata, prikazani su rezultati samo za pojedinu manipulativnu mehanizaciju koji su dovoljni da bi sestvorila celokupna slika o sistemu.

5. ZAKLJUČAK

Skladišni sistemi su integralni deo svakog toka materijala i stvaraju velik trošak koji značajno utiče na cenu proizvoda.

Iz tog razloga, treba uzeti u obzir uticajne faktore i korišćenjem programa za simulacije doći do mogućeg rešenja. Takođe, ne sme se zaboraviti to da su simulacije samo alat koji omogućuje brže dobijanje povratnih informacija, tako da se mora voditi računa o načinu unošenju podataka i njihovoj validnosti, kako bi na izlazu dobili što tačnije rezultate.

Na osnovu karakteristika svakog tipa regala, budžetske analize i rezultata simulacije, može se zaključiti da bi kapacitet u razmatranom skladištu sa konvencionalnim regalima bio najmanji, sa 1155 paletnih mesta i ukupnom cenom koštanja 23.100 €, dok je kod prolaznih povećan za 825 paletnih mesta sa porastom cene za 74.500 €, a kod pokretnih za 1323 paletna mesta i uvećanom cenom za čak 155.100 €. Istovremeno, iskorišćenost transportne opreme je znatno veća usled znatno dužih ciklusa rada ove opreme.

Pokretni i prolazni regali omogućavaju veći broj skladišnih mesta na istom prostoru, ali zahtevaju veće investicione troškove i mnogo veće angažovanje manipulativne opreme, što stvara dodatne troškove kako za samu opremu tako i za radnu snagu. Na osnovu toga, može se zaključiti da jedino u slučaju značajnog porasta zahteva za uskladištenjem dolazi do opravdanosti dodatnih investicija u pokretne ili prolazne regale. Investitor je taj koji bira i shodno njegovom očekivanju vezano za porast tokova roba u skladištu i mogućnosti ulaganja proizilazi odluka o izboru skladišnog sistema. U ovom konkretnom slučaju izabrano je da se instaliraju konvencionalni regali pošto se u skorije vreme ne očekuje porast robnih tokova u tolikoj meri koji bi opravdao značajno veće troškove koji nastaju u slučaju druge dve razmatrane opcije. Zaključeno je da druge dve opcije pružaju porast kapaciteta koji u ovom slučaju ne bi bili dovoljno iskorišćeni.

6. LITERATURA

- [1] M. Georgijević, „Tehnička logistika”, Zadužbina Andrejević, 2011.
- [2] B. Davidović, „Unutrašnji transport”, Visoka tehnička škola strukovnih studija, Kragujevac, 2012.

Kratka biografija:



Dragana Radaković, rođena u Kninu, Republika Hrvatska, 1994. godine. Zvanje diplomiranog inženjera stekla je 2017. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva odbranila 2018. godine.



Sanja Bojić, rođena je 1981. u Karlovcu, Republika Hrvatska. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., a od 2014. je u zvanju docenta. Oblast njenog interesovanja su logistika i simulacije.