

## PRINCIPI I METODOLOGIJA EFIKASNE ORGANIZACIJE SKLADIŠNOG PROSTORA

### PRINCIPLES AND METHODOLOGY OF EFFICIENT WAREHOUSE ORGANIZATION

Msr Dejan Tešić\*

Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Ekonomski fakultet Brčko

Msr Neda Košutić\*\*

#### APSTRAKT

Skladišta imaju nekoliko bitnih funkcija, ali dvije najvažnije su privremeni smještaj roba, do njihovog daljeg korišćenja u proizvodnji ili distribuciji, te očuvanje kvaliteta roba. Kako bi se ova dva cilja ostvarila neophodno je robu organizovati unutar skladišta u zone, te odrediti kapacitet i broj zona, veličinu skladišta, broj dokova, stepen popunjenosti skladišta i drugo. Efikasna organizacija skladišnog prostora je složen problem, koji zahtijeva donošenje mnogih povezanih odluka, koje mogu da budu strateške, taktičke i operativne, u zavisnosti od vremenskog perioda na koji se donose. Da bi organizacija skladišnog prostora bila zasnovana na što pouzdanijim informacijama, koriste se različite kvantitativne metode. Ove metode imaju za cilj olakšati i usmjeriti menadžment u upravljanju skladištem. Cilj ovog rada jeste definisanje osnovnih principa i metoda koje pomažu menadžmentu preduzeća u efikasnom upravljanju prostorom i procesima u skladištu.

**Ključne riječi:** skladišni prostor, upravljanje skladištem, kvantitativne metode

#### ABSTRACT

Warehouses have several important functions, but the two most important are temporary storage of goods until their further use in production or distribution, and preservation of its quality. In order to achieve these objectives, it is necessary to arrange the goods within the warehouse into zones, and to determine the capacity and the number of zones, the size of the warehouses, the number of docks, the level of warehouse occupancy and more. Efficient organization of storage space is a complex problem, which requires the adoption of many related decisions, which may be strategic, tactical and operational, depending on the time period in which they are made. In order to make a organization of warehouse space efficient, we use reliable information from various quantitative methods. These methods aim to facilitate and direct management in the warehouse. The aim of this study is to define the basic principles and methods that help management companies in the efficient management of the space and warehouse processes.

**Keywords:** storage space, warehouse management, quantitative methods

#### UVOD

Skladišta su bitna karika u lancu snabdijevanja. Omogućavaju čuvanje materijala od dobavljača prije njegove upotrebe u proizvodnom procesu, čuvanje poluproizvoda do sljedeće faze obrade, te čuvanje gotovih proizvoda do momenta njihove isporuke distributerima ili krajnjim kupcima. Osnovna funkcija skladišta, osim fizičkog smještaja materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda, jeste i očuvanje njihovog kvaliteta. Da bi se to postiglo, neophodno je upravljati skladištem na efikasan način. To podrazumijeva donošenje odluka od strane menadžmenta preduzeća koje mogu biti vezane za organizaciju i procese u skladištu, te tehničke, tehnološke i upravljačko-organizacione uslove. Kvantitativne metode koje se koriste prilikom donošenja odluke o skladišnom prostoru razvijene su sa ciljem da se što preciznije usmjerene procesi u skladištu i efikasnije organizuje prostor. Ove metode se mogu koristiti za izračunavanje neophodnih dimenzija skladišta, ukupnog kapaciteta skladišta i kapaciteta pojedinih zona, broja dokova za utovar robe i drugo. Mnoga preduzeća danas koriste razvijene Sisteme za upravljanje skladištem (*WMS – Warehouse Management System*) koji omogućavaju automatsko praćenje ulaza, kretanja i izlaza materijala, poluproizvoda i gotovih proizvoda u skladištu. Sistemi za upravljanje skladištem daju precizne podatke i informacije o skladištu koje menadžment može koristiti u procesu donošenja odluka, odnosno upravljanju skladištem.

---

\* [tesic\\_dejan@yahoo.com](mailto:tesic_dejan@yahoo.com)

\*\* [nedakosutic@gmail.com](mailto:nedakosutic@gmail.com)

## PRINCIPI EFIKASNOG UPRAVLJANJA SKLADIŠNIM PROSTOROM

Svako preduzeće koje se bavi proizvodnjom i/ili distribucijom proizvoda i usluga posjeduje skladišne prostore. Skladišta imaju dvije osnovne funkcije: prvo, obezbjeđuju privremeno čuvanje i zaštitu dobara i drugo, obezbjeđuju pružanje usluga koje dodaju vrijednost proizvodima poput ispunjavanja narudžbi kupaca, pakovanje roba, poslijeprodajne usluge, popravke, testiranja, inspekcije i sklapanje dijelova [Heragu et al., 2005, str. 327]. U skladištima se mogu čuvati sirovine, poluproizvodi i gotovi proizvodi u zavisnosti od djelatnosti preduzeća, ali skladišta imaju jednu jako važnu ulogu: obezbjeđuju kontinuitet proizvodnog procesa na način da omogućavaju čuvanje dovoljne količine sirovina za proizvodnju, ali i prostor za čuvanje polugotovih i gotovih proizvoda. Da bi se obezbijedio taj kontinuitet, neophodno je adekvatno upravljanje skladištima.

Upravljanje skladištima podrazumijeva donošenje određenih odluka od strane menadžmenta preduzeća koje su vezane za prostor i rokove. Kada se radi o prostoru, odluke se prvenstveno odnose na funkcionalno uređenje skladišta, odnosno na postizanje efikasnosti i efektivnosti u upravljanju skladišnim prostorom. Odluke koje se odnose na rokove vezane su za potrebu da se skladištem upravlja kako kratkoročno tako i dugoročno. Problemi vezani za dizajniranje skladišnog prostora i planiranje mogu se podijeliti na tri vrste odluka: strateške, taktičke i operativne [Rouwenhorst, 2000]. Svaka od ovih vrsta uključuje nekoliko odluka [Heragu et al., 2005, str. 328]:

1. strateške odluke: broj potrebnih skladišta, veličina skladišta, lokacija, opremu neophodnu za rad u skladištu, funkcionalna područja i njihove veličine, definisanje toka kretanja kroz skladište, te skladišnog menadžment sistema;
2. taktičke odluke: radna snaga koja će upravljati skladištem, alokacija proizvoda u funkcionalna područja, razvoj politika uzimanja narudžbi i dopuna, planiranje kapaciteta i drugo;
3. operativne odluke: izbor politika ruta, veličina serija, zadaci koji se moraju obaviti na pristaništima, kratkoročne (dnevne ili sedmične) rasporede zadataka radne snage.

Uređenje skladišnog prostora nije lak zadatak za njihove upravitelje. Skladišta su obično veliki prostori koji zahtijevaju adekvatan raspored polica ili skupina proizvoda, dovoljan prostor između njih koji omogućava kretanje vozila za utovar i istovar, uz poštovanje svih neophodnih uslova za sigurno čuvanje proizvoda kako ne bi došlo do smanjenja njihovog kvaliteta. U tehnološkom smislu, organizacija skladišta obuhvata čitav niz opštih preventivnih uslova i mjera koji imaju za cilj da obezbijede realizaciju skladišnih zadataka, kao skupa tehnoloških zahtjeva, na siguran i bezbjedan način [Davidović, 2012, str. 125]. Prema Davidoviću, zadaci koje je neophodno realizovati da bi se efikasno organizovao rad i upravljalo skladišnim prostorom su sljedeći [Davidović, 2012, str. 125-126]:

1. zadaci vezani za tehničke uslove rada,
2. zadaci vezani za tehnološki proces i
3. operativni upravljačko-administrativni zadaci.

Tehnički uslovi rada podrazumijevaju održavanje idealne temperature i vlažnosti vazduha, veličina skladišnog prostora, broj skladišnih lokacija, raspored polica, paleta i sl. Tehnološki proces je osnova uspješne organizacije skladišta a zadaci tehnološkog procesa ostvaruju se preko skraćivanja vožnji bez tereta, primjenom složenog ciklusa, strategijama lociranja proizvoda i drugim. Operativni upravljačko-administrativni zadaci uspješne organizacije skladišta podrazumijevaju prijem, evidentiranje, dispoziciju (praćenje, nadgledanje), knjiženje naloga i zaliha, praćenje svih tokova i stanja u skladišnoj zoni do kontrolinga [Davidović, 2012, str. 125-126].

Značaj dobre i kvalitetne organizacije skladišnog prostora ogleda se u smanjenju troškova poslovanja, održavanju kvaliteta robe koja se nalaze u skladištu, brzini obavljanja operacija vezanih za rukovanje robom, smanjenje nepotrebnog premještanja, zagušenja i kvarenja robe i dr. Postoji nekoliko indikatora kvalitetne organizacije skladišta, odnosno kvaliteta rada u skladištu. Ti indikatori se mogu podijeliti u statičke i dinamičke.

Tabela 1. Statički i dinamički indikatori organizacije rada skladišta

Statičke performanse	Dinamičke performanse
Broj primljenih materijala	Prijem materijala/dan
Broj različitih jedinica po zadatku	Otprema materijala/dan
Broj zona, regala, protočnih traka	Kapacitet skladišta
Broj radnika u skladištu	Stepen ispunjenosti skladišta
Broj paleta/artikala	Broj pretovarnih operacija/sat-smjeni
Broj paleta/pakovanja	Pouzdanost snabdijevanja
Broj transportno-manipulativnih sredstava i stepen opterećenja	Stepen iskorišćenja površine s skladišta Broj izmjena, nalog/dan
Prostorni kapacitet skladišta	Stepen raspoloživosti nekog artikla
Troškovi održavanja skladišta	Pozicija/nalogu/dan
Troškovi/artikal	Broj izmjena u skladištu
Cena po jedinici rada	Zahvat/pozicija
Prosječni troškovi zaliha/artikal	Masa/zahvat
Ukupne prosječne zalihe	Ukupan broj materijala koji se otprema/dan
Norme rada i stepen standardizacije	Ukupni troškovi pretovara

Izvor: [Davidović, 2012, str. 126.]

Upravljanje skladištem danas predstavlja jedno od glavnih operacija kroz koje kompanije obezbjeđuju prilagođene usluge svojim kupcima i stiču konkurentsku prednost [Ramaa et al., 2012, str. 14].

## EFIKASNO UPRAVLJANJE SKLADIŠNIM PROSTORIMA

Upravljanje skladišnim prostorima na efikasan način podrazumijeva rješavanje nekoliko problema vezanih za raspored kamiona ili vagona, broj redova u skladištu, veličine određenih skladišnih zona i slično. Za ove potrebe su razvijene kvantitativne metode čiji rezultati pomažu menadžmentu u odlučivanju. Osim metoda koje se mogu koristiti, današnja skladišta koriste i savremene sisteme za upravljanje skladištem (*WMS – Warehouse Management System*), koji automatski daju podatke o mnogim važnim procesima u skladištu.

## KVANTITATIVNE METODE UPRAVLJANJA SKLADIŠNIM PROSTOROM

Najčešće se roba prevozi korišćenjem željeznice ili kamiona. Oni se pune na dokovima koji predstavljaju njihovu polaznu tačku ka odredištu. Menadžment skladišta treba donijeti odluku o broju dokova koji će se formirati i koristiti prilikom utovara robe u kamione kako bi se porudžbina realizovala na vrijeme. Prilikom takvog izračunavanja koriste se sljedeći parametri: dnevna tražnja zasnovana na svim narudžbinama ( $d$ ), prosječno vrijeme da se utovari/istovari jedan kamion ( $t$ ), kapacitet kamiona ( $q$ ) i radno vrijeme u okviru koga treba kamion utovariti/istovariti ( $T$ ). Broj neophodnih dokova ( $n_D$ ) izračunava se korišćenjem sljedeće formule [Ghiani et al., 2004, str. 166]:

$$n_D = \left\lceil \frac{d \times t}{q \times T} \right\rceil$$

Kada je neophodno odrediti kapacitet određene skladišne zone, uvijek se vodi računa o politikama skladištenja. Postoje dvije politike skladištenja – definisana i slučajna politika. U definisanoj politici svakom proizvodu je unaprijed određen dio skladišta u kome će biti smješten, ali treba voditi računa da pretrpanost određenog dijela skladišta neće doprinijeti efikasnosti upravljanja skladištem. Ako pretpostavimo da je  $n$  broj proizvoda i ako je  $I_j(t)$ ,  $j=1, \dots, n$  inventorni nivo proizvoda  $j$  u vremenu  $t$  onda bi se broj neophodnih skladišnih lokacija u definisanoj politici skladištenja mogao izračunati na sljedeći način [Ghiani et al., 2004, str. 167]:

$$m_d = \sum_{j=1}^n \max_t I_j(t)$$

Za razliku od definisane politike skladištenja, slučajna politika podrazumijeva da se proizvodi u skladištu raspoređuju na osnovu trenutne okupiranosti skladišta, te saznanja o novim proizvodima koji će doći i tražnji za njima u skorijoj budućnosti. U takvim situacijama pozicija proizvoda je varijabilna tokom vremena a formula za izračunavanje broja neophodnih lokacija u slučajnoj politici skladištenja je [Ghiani et al., 2004, str. 167]:

$$m_r = \max_t \sum_{j=1}^n I_j(t) \leq m_d$$

Prema istim autorima, slučajna politika skladištenja dopušta da se na efikasniji način iskoristi skladišni prostor, ali zahtijeva da se svaki proizvod uvede u bazu podataka preko bar kodova kako bi se automatski znalo sa kojom količinom proizvoda je skladište popunjeno i koliko se još kapaciteta može iskoristiti.

Broj neophodnih lokacija za skladištenje određenog broja proizvoda zavisi u velikoj mjeri od visine, dužine i širine skladišta. Visina skladišta u velikom broju slučajeva zavisi od vrste proizvoda i uslova u kojima mora da se drži, tehnologije koja se primjenjuje i drugo [Ghiani et al., 2004, str. 169]. Prema istim autorima, dužina i širina skladišta može se izračunati korišćenjem određenih formula koje uzimaju u obzir sljedeće elemente: neophodan broj smještajnih pozicija ( $m$ ), veličinu utovarne jedinice poput paleta ili kartonskih kutija ( $\alpha_x, \alpha_y$ ) duž veličina  $x$  i  $y$ ,  $w_x$  i  $w_y$  je širina bočnih prolaza i centralnog prolaza unutar skladišnog prostora,  $n_z$  je broj smještajnih pozicija u skladu sa korištenim tehnologijama,  $v$  je prosječna brzina utovarivača/istovarivača. Predmet odluka menadžmenta su varijable  $n_x$  (neophodan broj smještajnih lokacija duž veličine  $x$ ) i  $n_y$  (neophodan broj smještajnih lokacija duž veličine  $y$ ).

Da bi se mogla izračunati odgovarajuća dužina i širina skladišnog prostora koriste se sljedeće formule [Ghiani et al., 2004, str. 169-170]:

**Tabela 2. Formule za izračunavanje dužine i širine skladišnog prostora**

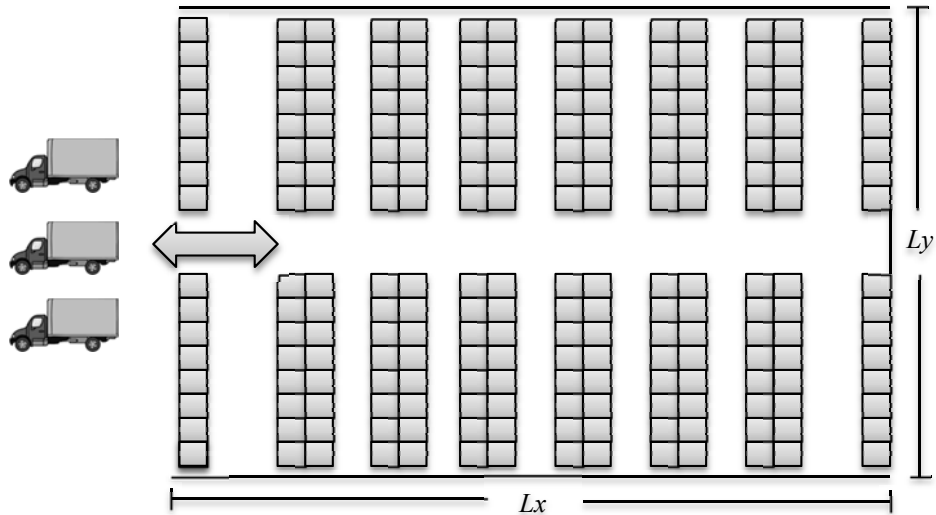
Neophodan broj smještajnih lokacija duž veličine $x$
$n_x' = \sqrt{\frac{m * \alpha_y}{2 * n_z (\alpha_x + \frac{1}{2} w_x)}}$
uz uslov da je $\overline{n_x} = [n_x']$
Neophodan broj smještajnih lokacija duž veličine $y$
$n_y' = \sqrt{\frac{2m * (\alpha_x + \frac{1}{2} w_x)}{\alpha_y n_z}}$
uz uslov da je $\overline{n_y} = [n_y']$
Dužina skladišta uz stranicu $x$
$L_x = (\alpha_x + \frac{1}{2} w_x) n_x$
Dužina skladišta uz stranicu $y$
$L_y = \alpha_y n_y + w_y$

Izvor: [Ghian et al., 2004, str. 169-170]

Radi boljeg razumijevanja formula na slici 1 daje se jednostavan prikaz skladišnog prostora s osnovnim elementima.

Stepen popunjenosti skladišta, predstavlja odnos broja zaposjednutih skladišnih mjesta i statičkog broja paleta, definisanog kao skladišni kapacitet. Zavisi od realizacije prijema i izdavanja materijala, kao i od načina upravljanja skladišnim sistemom [Davidović, 2012, str. 127]:

$$\text{Stepen popunjenosti skladišta} = \frac{\text{Broj popunjenih skladišnih mjesta}}{\text{Skladišni kapacitet}}$$



Slika 1. Prikaz skladišnog prostora

Izvor: [Ghian et al., 2004, str. 169]

Vremenski interval pouzdanog snabdijevanja predstavlja vremenski interval u kome se može obezbijediti snabdijevanje sa planiranim nivoom zaliha za neku planiranu prosječnu potrošnju. Smanjenjem ovog vremenskog intervala opada pouzdanost u snabdijevanju, a time mogu nastati i gubici uslijed nedostatka materijala za pokrivanje aktuelnih potreba. Povećanje njegove vrijednosti dovodi do nepotrebnog povećanja nivoa zaliha, a time i do povećanja cijene kapitala koji je uložen u zalihe odnosno troškove poslovanja [Davidović, 2012, str. 127]:

$$\text{Vremenski interval pouzdanog snabdijevanja} = \frac{\text{Prosječne zalihe}}{\text{Prosječna potrošnja u jedinici vremena}}$$

Broj izmjena materijala u skladištu pokazuje koliko se često određeni nivo zaliha u skladištu u okviru određenog vremenskog intervala obnovi, to jest koliko se ostvari punjenja i pražnjenja skladišta. Broj izmjena materijala može se utvrđivati za određene grupe ili vrste [Davidović, 2012, str. 127-128]:

$$\text{Broj izmjena jed. tereta u skladištu} = \frac{\text{Isporuka jed. tereta u jed. vremena}}{\text{Prosječan nivo zaliha}}$$

## SISTEM ZA UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM

Globalni trend informatizacije svih poslovnih procesa nije zaobišao ni procese upravljanja skladištima. Nedovoljna iskorištenost skladišnog prostora, pogrešne isporuke, nemogućnost da se blagovremeno pronađe određeni artikal u skladištu, spor protok roba unutar skladišta, samo su neki od problema sa kojima se suočavaju preduzeća koja imaju velika skladišta gotovih proizvoda, poluproizvoda i materijala. Čak i kada se zaposli dovoljno ljudskih resursa, održavanje i praćenje svih skladišnih procesa može biti problem.

Jedan od načina za povećanje efikasnosti upravljanja skladišnim prostorima jeste uvođenje sistema za upravljanje skladištem – *WMS (Warehouse Management System)* koji radi na principu povezivanja računara, Interneta, barkod, mobilnih i drugih tehnologija u jedan zatvoreni sistem. Sistem za upravljanje skladištem prikuplja sve podatke o skladištu: ulaz robe, zalihe robe, kretanje robe i sredstva rada, te izlaz robe. Tehnologija koja se u osnovi WMS-a omogućava praćenje manipulacije svakog artikla u njegovom kretanju kroz skladište ali i nalaženje bilo kojeg artikla u skladištu za samo nekoliko sekundi. Da bi se ovo postiglo, neophodno je da sistem bude ažuriran u smislu unošenja svake promjene o vrsti i količini proizvoda, te njegovoj lokaciji.

Bitno je napomenuti da ovakvi sistemi daju mogućnost menadžmentu preduzeća da analizira stanje u skladištu kroz količine proizvoda, njihovo kretanje, tražnju za pojedinim proizvodima, obrt proizvoda i drugo. Analiza je jednostavna, podaci su lako dostupni, što menadžment može iskoristiti za donošenje odluka o upravljanju skladištem. Brojne su prednosti korišćenja sistema za upravljanje skladištem:

1. ubrzavaju se procesi rada u skladištu,
2. povećanje tačnosti podataka o ulazu, kretanju i izlazu robe,
3. smanjenje dokumentacije,
4. smanjenje i optimizacija radne snage,
5. donošenje odluka zasnovanih na preciznim podacima,
6. uklanjanje kritičnih tačaka poslovanja skladišta i dr.

Postoje tri tipa WMS-a koji se najčešće spominju u literaturi [Faber, De Koster, 2002]:

1. Osnovni WMS – ovaj sistem samo daje podatke o zalihama i lokacijama roba, informacije su jednostavne i sistem ih jednostavno registruje, dok čuvanje i registrovanje informacija sistem može da generiše ili jednostavno da ih prikaže na RF-terminalima.
2. Napredni WMS – osim osobina osnovnog WMS-a, napredni sistem može da planira resurse i aktivnosti i da sinhronizuje protok robe kroz skladište. Omogućava analizu kretanja, zaliha i kapaciteta.
3. Složeni WMS – omogućava optimizaciju jednog ili grupe skladišta. Informacije o svakom proizvodu su dostupne u smislu njihove lokacije, destinacije i razloga skladištenja (planiranje, izvršenje i kontrola). Osim navedenog, složeni sistem nudi i mogućnost dodatnih funkcionalnosti poput transporta i logističkog planiranja dodatne vrijednosti koji može da pomogne u optimizaciji operacija u skladištu.

## ZAKLJUČAK

Svako preduzeće koje se bavi proizvodnjom posjeduje skladišni prostor u kojem odlaže gotove proizvode, poluproizvode i materijale za proizvodnju. S obzirom na veličinu skladišta i vrstu proizvoda koji se u njemu nalaze, neophodno je efikasno upravljanje i kvalitetna organizacija prostora kako bi se ubrzala procedura traženja određenih artikala, protok roba kroz skladište, održavanje kvaliteta roba i drugo. Postoje tehnički, tehnološki i operativno upravljačko-administrativni uslovi koje svako skladište mora da ispuni u cilju sopstvenog efikasnog upravljanja, kao i niz indikatora statičkog i dinamičkog karaktera kojima se provjerava uspješnost realizacije navedenog cilja. Niz je kvantitativnih metoda kojima se dobijaju precizni podaci koje menadžment može koristiti u donošenju odluke vezanih za upravljanje skladištem. Kvantitativne metode omogućavaju dobijanje podataka o visini, dužini i širini skladišnog prostora, broju neophodnih dokova, stepenu popunjenosti skladišta, broju skladišnih lokacija, kapacitetu jedne skladišne lokacije i drugo. Osim navedenih metoda, mnoga preduzeća su uvela Sistem upravljanja skladištem kako bi iskoristila prednosti naprednih tehnoloških rješenja te poboljšala i ubrzala rad i organizaciju svojih skladišta.

## LITERATURA

- [1] Heragu, S.S., Du, L., Mantel, R.J., Schuur, P.C. (2005). "Mathematical model for warehouse design and product allocation", International Journal of Product Research, Vol. 43, No.2, str. 327-338.
- [2] Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., van Houtum, G.J., Mantel, R.J. and Zijm, W.H.M. (2000). "Warehouse design and control: framework and literatures review", European Journal of Operational Research, 122, 515-533.
- [3] Davidović, B. (2012). *Intralogistika: unutrašnji transport*, Intelekt, Beograd.
- [4] Ramaa, A., Subramanya, K.N., Rangaswamy, T.M. (2012), "Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain", International Journal of Computer Applications, Vol. 54, No. 1, str. 14-20.
- [5] Ghiani, G., Laporte, G. and Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*, John Wiley&Sons Ltd., Chicester, UK.
- [6] Faber, Nynke; De Koster, Rene B. M. (2002). "Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure: An exploratory study of the use of warehouse management information systems", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management (online). Vol. 32,(5), pp. 381 – 395.