



## STRUCTURE OF HOLONOMIC SYSTEMS COMPLETING LOGISTICAL TASKS, A TYPICAL MODEL OF A HOLONOMIC SYSTEM FOR STORAGE- AND ITS CONNECTING LOGISTICAL SERVICES

### STRUKTURA HOLONSKIH SISTEMA KOJI OBAVLJAJU LOGISTIČKE FUNKCIJE. TIPIČAN MODEL HOLONSKOG SISTEMA ZA SKLADIŠENJE I NJEGOVO POVEZIVANJE SA LOGISTIČKIM FUNKCIJAMA

József CSELÉNYI, Béla ILLÉS, János NÉMETH

*University of Miskolc, Department of Materials Handling and Logistics*

**Abstract:** In our paper we summarise the main characteristics of holonomic systems, their organization, possible economic associations, logistical tasks, importance and characteristics of cooperation, and finally we demonstrate a cost oriented model of a holonomic system completing storage tasks. By this model we can show the economical benefit of establishment of holonomic systems.

**Key words:** holonomic systems, logistical tasks, storage

**Apstrakt:** U ovom radu dat je pregled osnovnih karakteristika holonskih sistema, razmotrena je njihova organizacija, mogućnost povezivanja sa ekonomskim pokazateljima, logističke funkcije, značaj i karakteristike kooperacije i, konačno, dat je prikaz modela holonskog sistema koji obavlja funkciju skladištenja. Kroz ovaj primer moguće je predstaviti efektske efekte koji se ostvaruju primenom pomenutog sistema.

**ključne reči:** holonski sistemi, logističke funkcije, skladištenje

## 1 INTRODUCTION

### A. Structure of holonomic systems completing logistical task

In this chapter we compose short answers for general questions of holonomic systems, which highlight the most important characteristics, role of logistics and economic associations.

#### A.1 What are the characteristics of holonomic systems? [4;7]

Characteristics of holonomic systems are as follows:

## 1 UVOD

### A. Struktura holonskih sistema koji obavljaju logističku funkciju

U ovom poglavlju daju se odgovori na opšta pitanja vezana za holonske sisteme, kojima se ističe značaj najvažnijih karakteristika, uloge logistike i mogućnost povezivanja sa ekonomskim pokazateljima.

#### A.1 Koje su karakteristike holonskih sistema? [4;7]

Karakteristike holonskih sistema su sledeće:

- autonomy, because they attempt to complete their own tasks independently,
  - cooperation, because they can complete some tasks much more efficiently together, in cooperation,
  - flexibility, because:
    - new holons will cooperate, some of them will leave the cooperating network of holons,
    - new tasks will be appeared in the cooperation, or the existing tasks will be completed independently.
  - similarity, because:
    - their activities according to similar elements,
    - they have similar activities,
    - they have similar aims.
- autonomost, jer zadate zadatke pokušavaju da reše nezavisno,
  - kooperacija, jer neke zadatke mogu mnogo efikasnije rešiti kroz međusobnu saradnju,
  - fleksibilnost, jer
    - će se pojedini holonski moduli povezivati kroz kooperaciju, dok će drugi napustiti zajedničku mrežu,
    - kroz kooperaciju nastaje novi zadaci, ili će postojeći zadaci biti nezavisno rešeni,
  - sličnost, jer:
    - će se njihove aktivnosti odvijati u skladu sa sličnim elementima,
    - imaju slične aktivnosti,
    - imaju slične ciljeve.

#### A.2 What can be the role of logistics in holonic system?

Logistical tasks of holonic system of independently operating production- and service units are as follows [4;7]:

- purchase logistics,
- logistical tasks between production- and service units,
- storage, packaging, loading unit forming, commissioning,
- tasks of distribution logistics,
- tasks of recycling and waste treatment.

#### A.3 What kind of economic associations can be established for solution of logistical tasks?

The economic association depends on:

- topology of holons,
- tasks of company,
- number of logistical holons.

The holons can be classified based on topology:

- holonic system which consist of plants at same place,
- holonic system which consist of plants operating at different places,
- holonic system which consist of more different domiciles.

#### A.2 Koja je uloga logistike u holonskom sistemu?

Logistički zadaci holonskog sistema nezavisnih modula proizvodnje i usluga su sledeći [4;7]:

- obezbeđenje logistike,
- logistički zadaci između modula proizvodnje i usluge
- skladištenje, pakovanje, utovar su moduli koji čine modul izdavanja,
- zadaci distribucione logistike i
- zadaci recikliranja i odlaganje otpadnih materija

#### A.3 Kakvu vezu sa ekonomskim pokazateljima treba ostvariti radi rešavanja logističkih zadataka?

Veza sa ekonomskim pokazateljima zavisi od:

- topologije holonskih modula,
- ciljeva kompanije,
- broj logističkih holonskih modula.

Holonske module možemo klasifikovati na osnovu topologije:

- holonski sistemi koji se sastoje od fabrika koje se nalaze na istoj lokaciji
- holonski sistem koji se sastoji od fabrika koja funkcionišu na različitim lokacijama i
- holonski sistem koji se sastoji od više različitih lokacija.

### Types of logistical tasks [4;7]:

- complex logistical service units or centre have many logistical tasks (e.g.: storage, transport, packaging, loading...),
- units or centre which complete some main logistical services and its connecting logistical services,
- virtual logistical company, virtual logistical network, which dispose the logistical tasks by the following ways [1;11]:
  - the virtual logistical centre (VLC) dispose all parts of network,
  - keeping up connection which helps direct cooperation, one element keep up connection with those which have direct cooperation,
  - the material flow is completed by logistical service elements of holonic system,
  - clusters as virtual system of suppliers, where the cluster is operating as a consortium, complete the purchase- and logistical tasks of suppliers.

Clusters were formed (Figure 1.) to complete purchase- and distribution logistical tasks of small- and middle enterprises, which is controlled by a virtual logistical centre, built into a computerised network.

**The parts of network:** small- and middle enterprises (BKV) (primary suppliers of big companies), big companies (NFV<sub>(o)</sub>). The small- and middle enterprises get the raw materials and components directly or indirectly (across the raw material- or component distributor store (AER)) from the auxiliary- or secondary suppliers. The components and assembly units flow directly or across the final product-distributor store (KER<sub>p</sub>) to big companies from BKVs. **Logistical companies** complete the process of the physical material flow. One of the most important parts of the system is the **knowledge base**, which helps the **coordinating activity** of the virtual logistical centre with databases, expert systems, strategic collections and optimising-designing- and controlling software. The virtual logistical centre has a direct information connection with the different parts of the network. Other parts of the network are **banks**, which provide the cash flow for the material flow (this part is not signed on figure 1).

### Vrste logističkih zadataka [4;7]:

- složeni logistički funkcionalni moduli imaju mnoge logističke zadatke (na pr. skladištenje, transport, pakovanje, utovar itd),
- moduli koji obavljaju pojedine glavne logističke funkcije i međusobno povezivanje logističkih uloga,
- virtuelna logistička kompanija, virtuelna logistička mreža koje obavljaju logističke zadatke na sledeći način [1;11]:
  - virtuelni logistički centar (VLC) upravlja svim delovima mreže,
  - održavanje veze koja omogućava direktnu saradnju, jedan segment održava vezu sa onima koji imaju direktnu saradnju,
  - protok robe vrši se pomoću logističkih funkcionalnih elemenata,
  - grupe kao što su virtuelni sistemi dobavljača, gde grupa funkcioniše kao konzorcijum, izvršavaju nabavku i logističke zadatke dobavljača.

Grupe se organizuju (slika 1) radi obavljanja nabavke i raspodele logističkih zadataka kod malih i srednjih preduzeća, koja se obavlja u virtuelnom logističkom centru preko kompjuterseke mreže.

**Delovi mreže:** mala i srednja preduzeća (BKV) (primarni dobavljači velikih kompanija), velike kompanije (NFV<sub>(o)</sub>). Mala i srednja preduzeća nabavljaju sirovine i repromaterijal direktno ili indirektno (preko snabdevačkog centra za nabavku sirovina i repromaterijala (AER)) od pomoćnih, odnosno sekundarnih dobavljača. Repromaterijal ide direktno ili preko snabdevačkog centra finalnih proizvoda i malih i srednjih preduzeća do velikih kompanija. **Logističke kompanije** obezbeđuju tokove robe. Jedan od najvažnijih elemenata sistema je **baza znanja**, koja obezbeđuje koordinaciju virtuelnog logističkog centra sa bazom podataka, ekspertske sistem, softver za strateško prikupljanje podataka, optimizaciju, planiranje i kontrolu. Virtuelni logistički centar ima direktnu informacijsku vezu sa različitim delovima mreže. Ostali delovi mreže su **banke**, koje obezbeđuju opticaj gotovine (kešflou) za tokove robe (ovaj segment nije obeležen na slici 1).

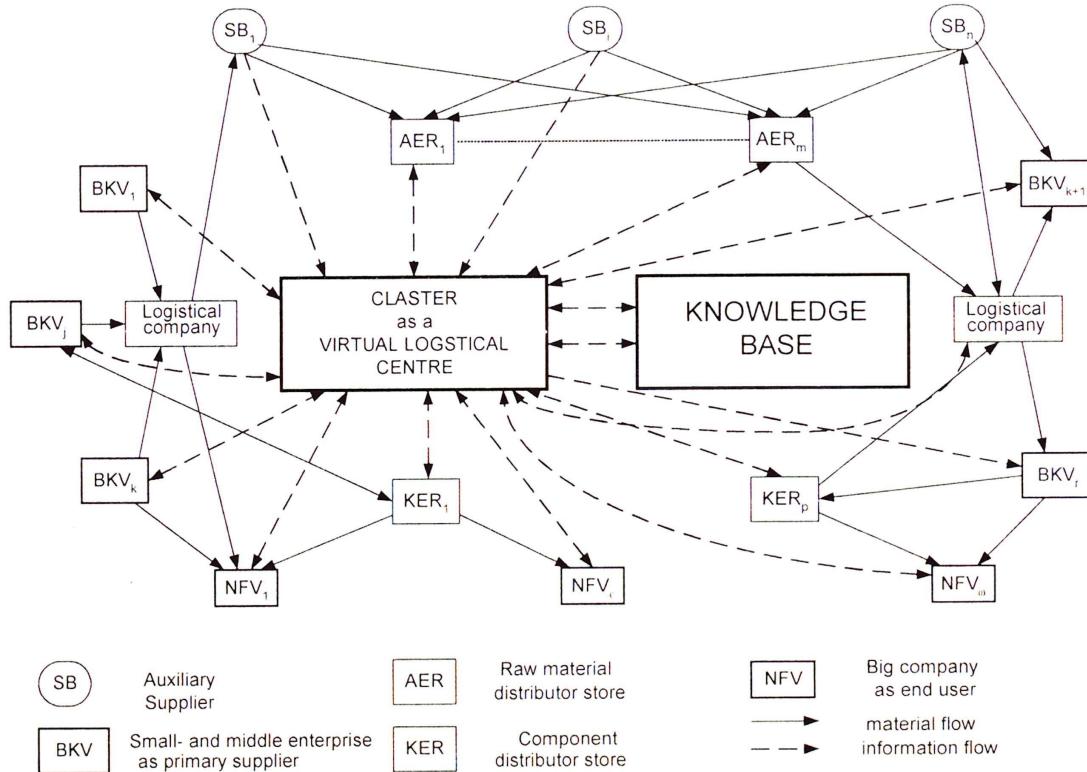


Figure 1 Cluster as a virtual logistical centre supporting small- and middle enterprises  
slika 1 Grupa u funkciji virtuelnog logističkog centra koji pruža podršku malim i srednjim preduzećima

- service unit: achieves smaller spatial areal logistical insourcing (logistical enterprise, which takes over tasks of plants and companies out of holonic system),
- centre: achieves bigger spatial areal logistical insourcing, achieve complex services,
- logistical network: the number of holons higher than one, in logistical network the holon can be:
  - coordinated, joined into network, in this case the distribution of logistical tasks can be spatial or specialized,
  - subordinated: centre, decentre, hierarchical network element.
- funkcionalni modul: omogućava prostorno logističko traženje unutrašnjih resursa manjeg obima (logističko preduzeće, koje preuzima zadatke od fabrika i kompanija izvan holonskih sistema),
- centar: omogućava prostorno logističko traženje unutrašnjih resursa većeg obima, postiže složene operacije
- logistička mreža: broj holonskih modula je veći od jedan, u logističkoj mreži holonski moduli mogu da budu:
  - koordinisani, ujedinjeni u mrežu, u ovom slučaju distribucija logističkih zadataka može biti prostorna ili specijalizovana,
  - podređeni: centralni, decentralizovani, hijerarhijski elementi mreže.

#### A.4 How can encourage the cooperation of holons, how divide the cost and profit between holons?

The cooperation can be achieved in the following economic associations:

- holonic system consists of share companies (Rt.), the internal accounting of cost and profit is achieved independently, the development is covered collectively,

#### A.4 Kako se može podstići holonska kooperacija i razdvojiti holonski moduli troškova i profita?

Kooperacija se može ostvariti kroz povezivanje sa sledećim ekonomskim pokazateljima:

- holonski sistem akcionarskih kompanija (Rt.), interni računovodsveni obračun troškova i profita vrši se nezavisno, dalja kretanja se prate ukupno,

- consortium is established for solution of special tasks of holonic systems, the accounting of cost and profit is completed similar to share companies,
- service according to middle- or long term skeleton agreements, in which the costs are covered by the mandator.

Base conditions of cooperation:

- tasks should be completed more efficient in holonic system,
- activity (complete tasks) should be profitable.

#### A. 5 What are the characteristics of cooperation of holonomic systems completing logistical tasks?

- Logistical tasks are completed by only one or more holons specialised for logistical services, the other cooperating members only provide information for formers,
- holons, which achieve non-external logistical activities (NLH) don't cooperate together,
- in case of
  - lack or
  - surplus

of internal – out of cooperation – logistical resources of holons (which achieve non-external logistical activities) the logistical tasks will be taken into cooperation by the help of holonic elements.

- in case of
  - lack or
  - surplus

of logistical resources of holonic elements completing logistical tasks, outsourcing or insourcing will be applied.

#### B. Typical model of holonomic systems for storage tasks

In previous studies the authors dealt with optimisation of supply times, supply transport vehicles in case of one-domicile holonic system. This study represents the examination of a model of holonic system completing storage logistical services.

- konzorcijum se osniva radi rešavanja specijalnih zadataka holonskih sistema, računovodstveni obračun troškova i profita obavlja se na sličan način kao i kod akcionarskih kompanija,
- funkcionisanje u skladu sa srednjeročnim ili dugoročnim okvirnim ugovorima, gde se pokrivanje troškova obavlja preko ovlašćenih lica (mandatora).

Osnovni uslovi kooperacije:

- u okviru holonskih sistema zadaci se moraju obavljati što efikasnije
- aktivnosti (kompletni zadaci) moraju biti profitabilne.

#### A. 5 Koje karakteristike kooperacije holonskih sistema obezbeđuju izvršavanje logističkih zadataka?

- Logistički zadaci se izvršavaju pomoću jednog ili više holonskih sistema specijalizovanih za logističke funkcije, ostali učesnici u kooperaciji samo obezbeđuju informacije prethodnim,
- holonski sistemi, koji ostvaruju van-eksterne logističke aktivnosti (NLH) ne ostvaruju međusobnu saradnju,
- U slučaju
  - nedostatka ili
  - viška

internih - izvan kooperacije -logističkih holonskih resursa (koji ostvaruju van-eksterne logističke aktivnosti), logistički zadaci će biti uključeni u kooperaciju uz pomoć holonskih modula.

- u slučaju
  - nedostatka ili
  - viška

logističkih resursa holonskih modula koji obavljaju logističke zadatke, upotrebiće se spoljni ili unutrašnji resursi.

#### B. Tipičan model holonskog sistema za obavljanje zadataka skladištenja

U ranijim razmatranjima autor se bavio optimizacijom roka isporuke i transporta kod isporuke kod holonskih sistema sa zajedničkom lokacijom. U ovom razmatranju predstavlja se ispitivanje modela holonskog sistema koji obavlja logističku funkciju skladištenja.

### B.1 A typical model of holonomic system completing storage services

The characteristics of the model are as follows:

- one-domicile holonic system,
- parts of one-domicile holonic system: autonomous units completing production and service,
- cooperation concerning part of storage-, packaging- and commissioning tasks,
- one or more holons complete the storage- and its connecting tasks.

Structure of a holonic system completing storage services can be seen of Fig. 2.:

- some base materials are moved into  $GY_1 \dots GY_p$  and maintaining holon from base- and auxiliary material store holon,
- auxiliaries can move to all of holons,
- packaging materials, where these can be used for packaging:
  - in  $GY_1 \dots GY_p$ , if final products (components) are produced here,
  - in  $SZ_1 \dots SZ_y$ , if final products (assembly units) are produced here,
  - in final product store.
- Components and assembly units into store or from store
  - can enter from:
    - supplier
    - $GY_1 \dots GY_p$  production holons
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  assembly holons
  - can go out to:
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  assembly holons
    - maintenance holons
- into final product store or from final product store
  - can enter from:
    - $GY_1 \dots GY_p$  production holons if components are produced here,
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  assembly holons
  - can go out to:
    - direct end-users
    - distribution store

### B.1 Tipični model holonskog sistema koji obavlja funkcije skladištenja

Karakteristike modela su sledeće:

- holonski sistemi sa zajedničkom lokacijom,
- segmenti holonskog sistema sa zajedničkom lokacijom: autonomni moduli za proizvodnju i usluge,
- kooperacija koja se odnosi na segment skladištenje-pakovanje i funkcija izdavanja,
- jedan ili više holonskih sistema obavljaju funkciju skladištenja i funkcije koje su u vezi sa njom.

Struktura holonskog sistema koji obavlja funkciju skladištenja može se videti na slici 2.

- Bazična roba pomera se u  $GY_1 \dots GY_p$  i odžava holonski modul počev od baznog holonskog modula do modula skladišta repromaterijala,
- Repromaterijal se može premeštati u ostale holonske module.
- Materijali za pakovanje, šalju se tamo gde mogu biti upotrebljeni za pakovanje:
  - u  $GY_1 \dots GY_p$ , ukoliko se finalni proizvodi (repmaterijal) proizvodi na licu mesta,
  - u  $SZ_1 \dots SZ_y$ , ukoliko se finalni proizvodi (montažni elemnti) proizvodi na licu mesta,
  - u skladištu finalnih proizvoda.
- Repromaterijal i montažni elementi do skladišta ili iz skladišta
  - mogu da dođu od:
    - dobjavača,
    - $GY_1 \dots GY_p$  proizvodnih holonskih modula,
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  montažnih holonskih modula,
  - mogu da odu do:
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  holonskih modula montaže,
    - holonskih modula održavanja,
- ulaz u skladište gotovih proizvoda ili izlaz iz skladišta gotovih proizvoda
  - mogu da dođu od:
    - $GY_1 \dots GY_p$  proizvodnih holonskih modula ukoliko se repromaterijal proizvodi na licu mesta,
    - $SZ_1 \dots SZ_y$  holonskih modula montaže,
  - mogu da odu do:
    - krajnjih korisnika
    - prodajne mreže

Storage service holon can be:

- one holon located one place
- separated on store types located different places
- one or more store types located different separated places.

Total holonic system:

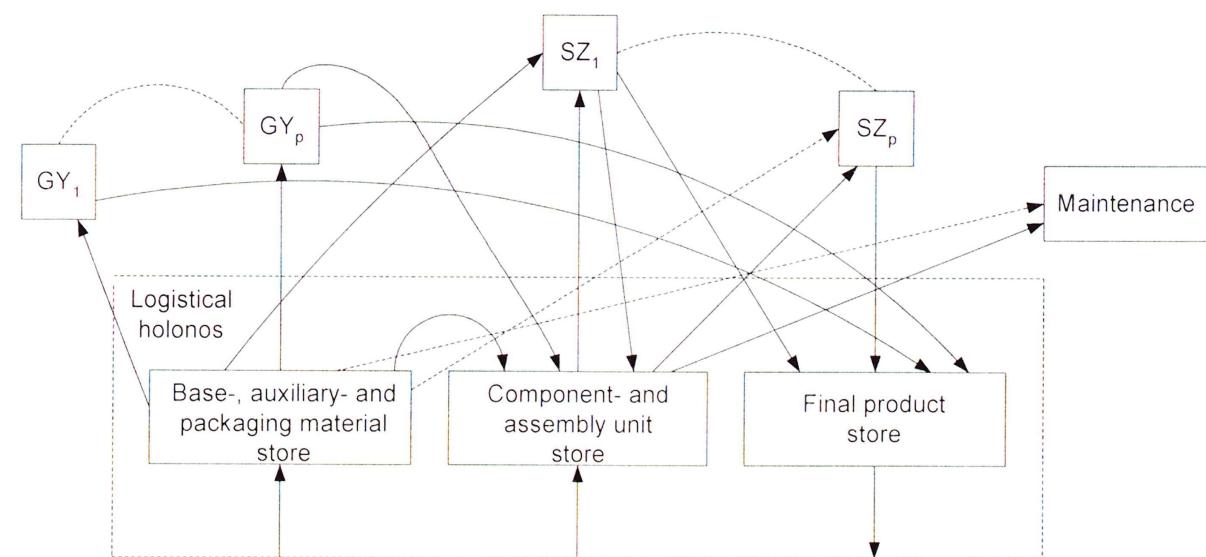


Figure 2. Holonic system completing storage services  
slika 2 Holonski sistem koji obavlja funkciju skladištenja

#### B.2 How can utilize the characteristics of holonic system in the storage-, package- and commission logistics

Similarity:

- those products can be in storage service holon, which have similar
  - overall dimensions, loading units, handling mode,
  - dimension, packaging mode.

Flexibility:

- stockage area is adjustable,
- flexible storage mode,
- computer controlled product registration, location registration.

Openness:

- hire-storage can be required or offered,
- changing storage capacity requirements caused by change of product structure should be followed.

Holonski modul skladištenja može biti:

- holonski modul lociran na jednom mestu,
- holonski modul podeljen na tip prodavnica lociranih na različitim mestima,
- jedan ili više tipova prodavnica liciranih na različitim udaljenim mestima.

Čitav holonski sistem:

#### B.2 Kako upotrebiti karakteristike holonskog sistema za logistiku skladištenja-pakovanja i izdavanja

Sličnost:

- u holonskom modulu za obavljanje funkcije skladištenja mogu biti oni proizvodi koji imaju slične:
  - gabaritne dimenzijs, utovarne jedinice, način transporta,
  - dimenzijs, način pakovanja.

Fleksibilnost:

- skladišni prostor je fleksibilan/podesiv,
- fleksibilni način skladištenja,
- kompjuterski upis proizvoda i lokacija.

Otvorenost:

- mogućnost iznajmljivanja skladišta,
- menjanje kapaciteta skladišta u skladu sa strukturu proizvodnog programa.

Aims:

- minimal stock,
- minimal run times,
- minimal cost,

Ciljevi:

- minimalne zalihe,
- minimalni broj ciklusa,
- minimalni troškovi,

### B.3 When will be efficient the holonic system completing storage services?

We have to examine the following activities:

- storage
  - base materials,
  - auxiliaries,
  - packaging materials,
  - components,
  - final products,
- packaging,
- commissioning.

*Cost based comparison:*

$K_{Avi}$  storage-, packaging-, commissioning-, loading unit formation- and connecting costs of i-th product type,

$K_{Hvi}$  costs of storage, package, commission, loading unit formation and connecting transport of i-th product type completed by  $V$ -th storage service holon.

Cost components:

$$K_{Avi} = \sum_{j \Omega_i} \left( K_{S\gamma i}^{AB} + K_{S\gamma i}^{AK} + K_{T\gamma i}^A + K_{R\gamma i}^A + K_{K\gamma i}^A \right) \quad (1)$$

$$K_{Hvi} = K_{Svi}^{HB} + K_{Svi}^{HK} + K_{Tvi}^H + K_{Rvi}^H + K_{Kvi}^H - N_{vi}^H \quad (2)$$

In case of holonic system:

$K_{Svi}^{HB}$  costs of transport of i-th product type to  $V$ -th store relating to transport lines inside the plant,

$K_{Svi}^{HK}$  costs of transport of i-th product from  $V$ -th store to the place of use, inside the plant,

### B.3 Kada holonski sistem za obavljanje funkcije skladištenja postaje efikasan?

Treba ispitati sledeće aktivnosti:

- skladištenje
  - bazična roba,
  - sekundarni proizvodi,
  - materijali za pakovanje,
  - repromaterijal,
  - finalni proizvodi,
- pakovanje
- izdavanje.

*Poređenje na osnovu troškova:*

$K_{Avi}$  skladištenje, pakovanje, izdavanje, formiranje utovarne jedinice i troškovi odgovarajućeg transporta i-tog tipa proizvoda,

$K_{Hvi}$  troškovi skladištenja, pakovanja, izdavanja, formacije utovarne jedinice i odgovarajućeg transporta i-tog tipa proizvoda, koji obavlja  $V$ -ti holonski modul za funkciju skladištenja.

Elementi troškova:

U slučaju holonskih sistema:

$K_{Svi}^{HB}$  troškovi transporta i-tog tipa proizvoda do  $V$ -tog skladišta vezano za transportne linije unutar fabrike,

$K_{Svi}^{HK}$  troškovi transporta i-tog tipa proizvoda od  $V$ -tog skladišta do mesta korišćenja, unutar fabrike,

|             |   |             |   |
|-------------|---|-------------|---|
| $K_{Tvi}^H$ | cost of storage in store inside the plant of i-th product,                    | $K_{Tvi}^H$ | troškovi skladištenja u magacinu unutar fabrike i-tog proizvoda,                                  |
| $K_{Rvi}^H$ | loading cost of i-th product in store inside the plant,                       | $K_{Rvi}^H$ | troškovi utovara i-tog proizvoda unutar fabrike   |
| $N_{vi}^H$  | profit of i-th product caused by reduction of run times and stock levels,     | $N_{vi}^H$  | dobit ostvarena na i-tom proizvodu na osnovu smanjenjenog broja radnih ciklusa i smanjenih zaliha |
| $K_{Kvi}^H$ | costs of loading unit formation, packaging and commissioning of i-th product. | $K_{Kvi}^H$ | troškovi formiranja utovarne jedinice, pakovanje i izdavanja i-tog proizvoda                      |

Base principles of comparison: cost saving by application of holonic system,

$$\Delta K_v = \sum_{i \Theta_v} (K_{Avi} - K_{Hvi}) = Max, \quad (3)$$

where:

$\Theta_v$  - interval of products stored in  $V$ -th storage service holon.

$\Omega_i$  - those elements of holonic system, which are in relation with i-th product. The  $\Theta_v$  interval is the part of all of i-th product, where

$$K_{Avi} > K_{Hvi}. \quad (4)$$

$K_{Avi}$  and  $K_{Hvi}$  can be calculated in many ways, depend on the division of labour between autonomic holon and storage service holon:

- storage,
- packaging,
- commissioning,
- loading unit formation.

In this paper we don't have opportunity – page limit – for the detailed discussion of (1) and (2) cost functions, as typical functions of holonic systems. In the next chapter we discuss influencing factors and tendencies of cost functions.

#### B.4 Influencing factors of logistical costs and storage completed in holonic system in autonomic way

Reduction of storage- and its connecting logistical costs – in case of application of holonic system – can be resulted by the followings:

|             |   |
|-------------|---|
| $K_{Tvi}^H$ | troškovi skladištenja u magacinu unutar fabrike i-tog proizvoda,                                  |
| $K_{Rvi}^H$ | troškovi utovara i-tog proizvoda unutar fabrike   |
| $N_{vi}^H$  | dobit ostvarena na i-tom proizvodu na osnovu smanjenjenog broja radnih ciklusa i smanjenih zaliha |
| $K_{Kvi}^H$ | troškovi formiranja utovarne jedinice, pakovanje i izdavanja i-tog proizvoda                      |

Osnovni princip poređenja: ušeda ostvarena primenom holonskih sistema (3)

$$\Delta K_v = \sum_{i \Theta_v} (K_{Avi} - K_{Hvi}) = Max, \quad (3)$$

gde je

$\Theta_v$  - interval proizvoda uskladištenih u  $V$ -tom magacinu skladišnog holonskog modula.

$\Omega_i$  - elementi holonskog sistema, koji su u vezi sa i-tim proizvodom. Interval  $\Theta_v$  je sastavni deo svih i-tih proizvoda, gde se:

$$K_{Avi} > K_{Hvi}. \quad (4)$$

$K_{Avi}$  i  $K_{Hvi}$  mogu izračunati na nekoliko načina i zavise od podele funkcija između automatskog holonskog modula i skladišnog holonskog modula:

- skladištenje,
- pakovanje,
- izdavanje,
- formiranje utovarne jedinice.

U ovom radu, zbog ograničenog broja strana, nismo u mogućnosti da detaljnije razmotrimo funkcije troškova (1) i (2), kao tipične funkcije holonskih sistema. U narednom poglavljju razmatraće se uticajni faktori i tendencije funkcija troškova.

#### B.4 Uticajni faktori logističkih troškova i skladištenja koje se vrši automatskim putem primenom holonskih sistema

Primenom holonskih sistema koji omogućavaju smanjeni obim skladištenja i odnosnih logističkih troškova postiže se sledeće:

- If products used in more autonomic holons are stored in store of base materials and auxiliaries and component store, reduction of storage costs will be achieved. In this case the reliability of supply can be achieved with lower stock level of central store, than sum of average stock level of autonomic units.
- Cost reduction of component store can be achieved if the loading unit opening and formation of similar products is achieved automatically, on lower cost.
- Generally specific storage costs of central stores are lower, due to higher automation and expertness. The quality loss of products caused by storage can be lower.
- The centralisation of final product storage has additional advantages and it causes higher cost reduction:
  - if concentration of packaging and loading unit formation can be achieved based on similarity of products. In this case more efficient packaging- and loading unit forming lines can be applied, which can result reduction of specific packaging- and loading unit forming costs.
  - if products manufactured in more autonomic units are delivered in one line during the final product delivery, the reduction of commissioning costs can be achieved in case of centralised storage.
  - The traffic inside the plant can be relieved by optimal location of store of base-, auxiliary- and packaging materials and final products to the enter and exit points. The waiting times at enter and exit points can be also reduced in this way, which results reduction of transport costs.

Long distances between holons can be disadvantageous effect on application of holonic storage systems. It means higher transport costs. The degree of cost increment depends on:

- degree of increment of transport ways,
- frequency of vehicles,
- quantity of flowed materials.

In this study we discussed only the most important influencing factors on costs. If we want to make a decision about application of holonic system (by the help of mathematical model formed according to the above mentioned facts), the optimal storage- and its connecting logistical system should be taken into account.

- Ukoliko se proizvodi koji se koriste u automatskim holonskim modulima smeste u magacin bazične robe i u magacin sekundarne robe i repromaterijala ostvariće se smanjenje troškova skladištenja. U tom slučaju pouzdanost isporuke može se postići i sa zalihama u centralnom magacINU koje su manje od zbiru prosečnih zaliha u automatskim modulima.
- Smanjenje troškova vezanih za magacin repromaterijala može se postići ukoliko se formiranje utovarne jedinice za slične proizvode vrši automatski.
- Povećani stepen automatizacije i stručnosti obezbeđuje smanjenje troškova skladištenja u centralnom magacINU. Na taj način smanjuje se i rizik od oštećenja proizvoda.
- Formiranje centralnog magacina finalnih proizvoda ima niz drugih prednosti i omogućava dodatno smanjenje troškova:
  - ako se pakovanje i formiranje utovarne jedinice obavlja iz jednog centra na osnovu sličnosti proizvodam, u ovom slučaju može se primeniti efikasniji linijski sistem za pakovanje i formiranje utovarnih jedinica pomoću kojih se ostvaruje smanjenje troškova,
  - ako se isporuka artikla proizvedenih u više autonomnih jedinica odvija u jednom smeru prilikom isporuke finalnih proizvoda, formiranjem centralnog magacina smenjenjuju se troškova izdavanja,
  - transport unutar fabrike može se unaprediti pronalaženjem optimalnih punktova za ulaz i izlaz iz magacina bazične robe-sekundarnih proizvodamaterijala za pakovanje i finalnih proizvoda. Vreme čekanja na ulaznim i izlaznim punktovima može se skratiti, čime se postiže smanjenje transportnih troškova.

Prevelika udaljenost između holonskih modula može biti veoma nepovoljna za primenu holonskog sistema skladištenja. To se automatski reflektuje na porast transportnih troškova. Stepen povećanja troškova zavisi od:

- dužine transporta,
- učestalosti saobraćanja vozila i
- intenzitet protoka robe.

U ovom radu razmatrani su samo najznačajniji faktori koji utiču na troškove. Prilikom donošenja odluke o primeni holonskih sistema (uz pomoć matematičkog modela izrađenog na osnovu gore iznetih činjenica) treba razmotriti optimalne logističke sisteme za skladištenje i ostale operacije u vezi s tim.

Based on above-mentioned facts, the application of holonic logistical systems gives more opportunities for new applications.

Na osnovu prethodno navedenih činjenica može se zaključiti da upotreba holonskih logističkih sistema pruža čitav niz novih mogućnost i aplikacija.

#### REFERENCES / LITERATURA

- [1] Bányai, Á.: *Das virtuelle Logistikzentrum als Koordinator der logistischen Aufgaben*, in: *Modelling and optimization of logistic systems. Theory and practice*, Edited T. Bányai and J. Cselényi, ISBN 9636614024, Miskolc, pp.:42-50, 1999.
- [2] Cselényi, J.: *Bevezetés az üzemi logisztikába*. Logisztikai Tanulmányok. MLE. Bp. 1993.
- [3] Cselényi, J.: *A holonikus gyártási rendszerek logisztikájának néhány kérdése*. Logisztika. p.p. 7-12, 1996.
- [4] Cselényi, J., Tóth T.: *Some questions of logistics in case of holonic production system*. The Second World Congress on Intelligent Manufacturing Processes and Systems. Budapest, p.p.:561-566, 1997.
- [5] Cselényi, J., Illés B.: *A CAST Controlling feladatai, stratégiai kérdései, kapcsolatai a CIM-ben*. XII. Machine-tool Conference, Budapest, p.p. I-25, 1992.
- [6] Cselényi, J. and Tóth, T.: *Mathematical model for optimization of a product assembly system integrated by logistics and operating in a network-like way*. Proceedings 3rd Workshop on European Scientific and Industrial Collaboration, University of Twente, p.p. 81-92, 2001.
- [7] Cselényi, J. and Tóth, T.: *Interactions between Logistics and Production Control within CIM Systems*. A submitted and accepted paper to MANSA' 94 Conference, Cape Town, 1994.
- [8] Cselényi, J. and Bányai, Á.: *Termel vállalatoknál jelentkez logisztikai feladatok optimális outsourcingjának meghatározására szolgáló modellek*. Logisztikai Évkönyv 2000, pp.21-30, 2000.
- [9] Cselényi, J.: Logisztikai menedzsment L-II. Miskolc, 1997.
- [10] Cselényi, J.: Logisztikai rendszerek L-II. (papers of lectures). Miskolc. 2001/2002. semesters
- [11] Cselényi, J., Mang, B., Bányai, Á.: *Virtuális vállalat a zártláncú gazdaság újrahasznosításának logisztikai feladataira*. Logisztikai Évkönyv, p.p. 31-38, 1999.
- [12] Jünemann, R.: *Materialflul3 un Logistik*. Springer Verlag, 1989.
- [13] Prezenszki, J.: Logisztika (Bevezet fejezetek). BME Mérnöktovábbképz Intézet, Budapest, 1995.

**Reviewal / Recenzija:** prof. Ing. Dušan Malindžak, CSc.