PROBLEM PRETOVARA KAO VIŠESTUPNJEVANOG METALOLOGISTIČKOG SUSTAVA

TRANSSHIPMENT PROBLEM AS A MULTI-LEVEL METALOGISTIC SYSTEM

Dr. sc. Martina Briš Alić
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku
Gajev trg 7, 31 000 Osijek, Hrvatska
Tel.: +385 31 224 400; Fax.: +385 31 211 604
E – mail: mbris@efos.hr

Alen Alić, dipl.oec.
Aurea Grupa d.o.o.
Tomislava Ivčića 7c 23 000 Zadar, Hrvatska
Tel.: +385 31 215 732
E – mail: uprava@aurea-grupa.hr

Mirko Cobović, univ. spec. oec.
Veleučilište u Slavonskom Brodu
Dr. Mile Budaka 1, 35.000 Slavonski Brod, Hrvatska
Tel.: +385 35 492 800
E – mail: Mirko.Cobovic@vusb.hr

Sažetak

Pretovar kao oblik transporta ima svoje višestruke prednosti koje u današnjim uvjetima sve veće konkurencije treba iskoristiti. Naime, mnogi proizvođači nemaju dovoljno iskustva i kompetencija niti razrađenu organizacijsku strukturu koja bi im omogućila brzu i uspješnu isporuku robe izravno kupcu. Uslijed toga može doći do velikih gubitaka u pogledu loma, oštećenja i gubitka na kvaliteti prilikom nestručnog rukovanja i transporta proizvodima, a time i do gubitka povjerenja stečenog kod kupaca. Tako ovi neizravni troškovi na kraju mogu biti zamjetni, pa čak u dužem vremenskom razdoblju i nadmašiti izravne. Zato je bolje proizvode distribuirati putem posrednika i distributera koji su zaduženi za poslove manipulacije i transporta robom.

Dakle, problem pretovara je višefazni transportni problem kod kojega se između mjesta ponude (koje može slati robu u neku točku a istu ne može primiti sa drugog mjesta, i mjesta potražnje koje može samo primiti robu a ne može je slati u druge točke) nalazi najmanje jedno mjesto pretovara koje može istovremeno i slati robu u neku točku, ali i primati je s nekog drugog mjesta.

U upravljanju tokovima od mjesta isporuke (proizvođača, luke, terminala) preko mjesta pretovara, do mjesta primitka (skladišta, potrošača, korisnika) povezane su važne logističke funkcije između brojnih subjekata makrologistike i mikrologistike putem specijaliziranih logističkih subjekata.

U radu je metodama matematičkog i informatičkog modeliranja prikazan problem pretovara na konkretnom primjeru i postupak dobivanja optimalnog plana koji osigurava minimalne ukupne troškove transporta i troškove skladištenja, a time i minimalizaciju troškova u logističkom sustavu.

Ključne riječi: transportni problem, problem pretovara, logistika, optimalizacija, troškovi

Abstract

Transshipment as a type of transport has multiple advantages that need to be exploited in today's circumstances of ever increasing competition. Many producers do not have sufficient experience, competencies or a developed organizational structure that would allow them speedy and successful delivery directly to the customer. Big losses can occur due to breakage, damage or quality deterioration when products are handled and transported unprofessionally, which could seriously hurt the customer’s trust in the company. Such indirect costs can in the end rise to significant amounts, and over a longer period even exceed direct costs. It is therefore advisable to distribute the products through intermediaries and distributors who specialize in goods handling and transportation.

Transshipment problem is a multi-phase transport problem in which between the supply point (which can deliver goods to a particular point, but cannot receive goods from another place) and point of demand (which can only receive goods but cannot send them to other points) there is at least one transshipment point which can both deliver goods to a particular point and receive them from another place.

The management of flows from the delivery point (producer, harbour, terminal) via transshipment point to the point of collection (warehouse, consumers, users) involves important logistic functions between numerous macrologistic and micrologistic agents through specialized logistic operators.

The paper will use mathematical and computer modelling methods to present the transshipment problem on a concrete example. Furthermore, the paper will present the process of designing the optimal plan which helps in achieving minimum total transportation and warehousing costs, which will in turn minimize costs throughout the logistic system.

Keywords: transport problem, transhipment problem, logistics, optimization, costs

1. UVOD

Transport kao logistički podsustav je vrijednosno najvažniji podsustav logistike. Troškovi iz transporta su najviši troškovi u logističkom sustavu. S obzirom na ograničene mogućnosti smanjivanja cijena transporta, za tvrtke je izuzetno važno pronalaziti nove načine smanjivanja troškova transporta kao jednog od načina povećanja dobiti. U radu se promatra primjena modela pretovara u transportu s ciljem minimalizacije troškova kako u transportu jednog poduzeća, tako i cijelom opskrbnom lancu.

2. LOGISTIKA I MJESTO TRANSPORTNOG PROBLEMA

Sam pojam logistike zauzima značajno mjesto u ekonomskoj literaturi. Brojne su definicije tog pojma.

Logistika prvenstveno kao gospodarska funkcija, ali ujedno i znanstvena disciplina omogućava racionalizaciju i optimalizaciju poslovanja (Lamza – Maronić & Glavaš, 2006., str. 4).

Shvaćena je kao sustav toka robe, materijala i energije, koji povezuje nabavna tržišta s proizvodnim i potrošačkim mjestima. Sustavni elementi logistike su ljudi, dobra (predmeti) i informacije (Segetlija, 2008., str. 17).

U suvremenim uvjetima se često ističe da je logistika onaj dio procesa lanca opskrbe (kao skupa tvrtki koje omogućuju proizvodnju i tok proizvoda kroz distribucijski kanal (Šamanović, 2009., str. 404).

Unutar logistike postoje logistički podsustavi u smislu stanovitih grupa poslova u kojima se odlučuje (Segetlija, 2008., str. 34):

- o držanju zaliha
- o skladištenju
- o pregrupiranju, pakiranju i otpremi
- o transportu
- o ukupnom izvršavanju naloga (procesiranju narudžbe).

U radu je istaknuto zanimanje za probleme u podsustavu transporta. Jedan od problema kojima se bave operacijska istraživanja u logističkom podsustavu transporta je problem pretovara.

3. MODEL PRETOVARA

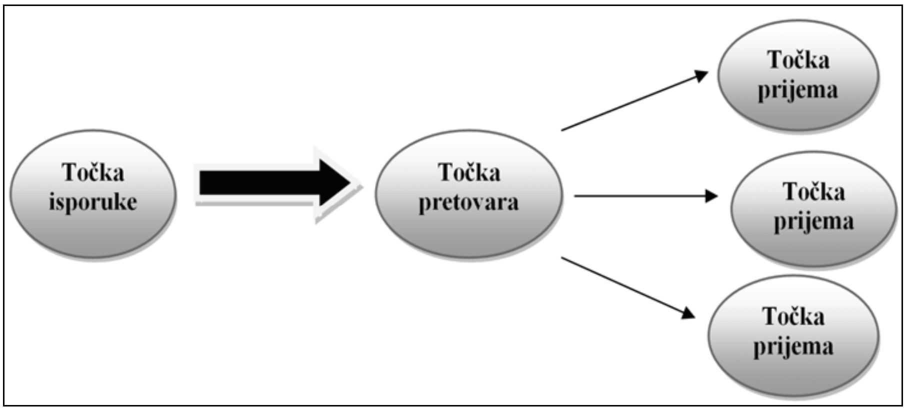
Model pretovara je višefazni transportni problem u kojem se tok materijala – sirovina i usluga između točke isporuke i točke prijama prekida najmanje u jednoj točki. Proizvod se ne šalje izravno od dobavljača (ishodišta) do mjesta potrebe, već najprije do mjesta pretovara, a odande do mjesta potrebe (odredišta) (Barković, 2002., str. 144).

Kod promatranog modela je mjesto ponude ono mjesto koje može slati robu u neku točku, ali istu ne može primiti sa drugog mjesta. Mjesto potražnje je ono mjesto koje može samo primiti poslanu robu, ali je ne može slati u druge točke, dok je mjesto pretovara ono mjesto koje može istovremeno i slati i primati robu na/sa nekog mjesta.

3.1. Problem pretovara kao višestupnjevani metalogistički sustav

Transportni problem se odnosi samo na pošiljke koje idu izravno od mjesta ponude do mjesta potražnje te se u tom slučaju govori o jednostupnjevanim logističkim sustavima u kojima postoji izravan tok dobara od dobavljača prema kupcu. U mnogim situacijama pošiljka se može nalaziti na određenom mjestu između kupca i dobavljača. Zato se češće događa da postoje određena mjesta – zvana mjesta pretovara, kroz koja roba mora proći prije nego stigne do svog konačnog odredišta, odnosno kupca. U tom slučaju govori se o višestupnjevanom logističkom sustavu budući da se tok između točke ponude i točke potražnje prekida barem u jednoj točki, čija je zadaća pregrupiranje dobara u manje jedinice količine ili pak njihova koncentracija u veće jedinice za isporuku što je uvjetovano potrebama potražnje, odnosno kupaca.

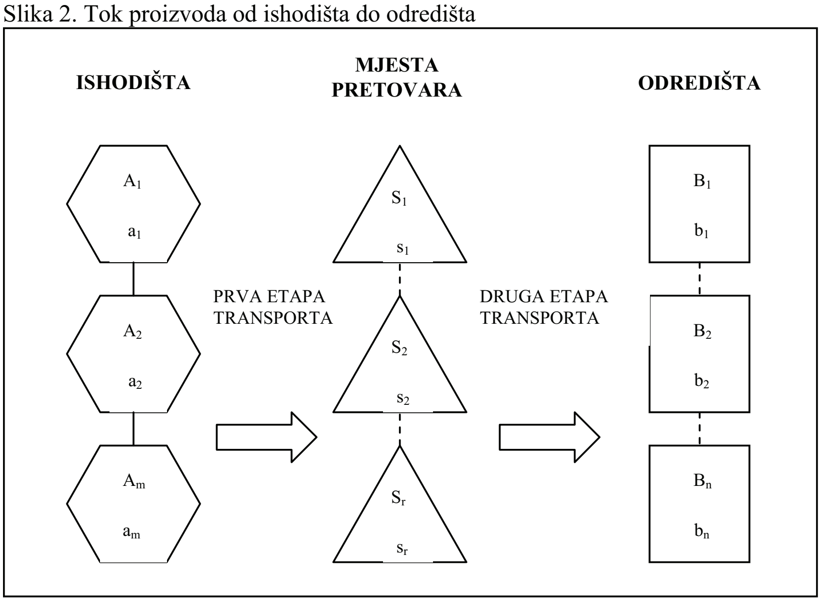
Slika 1. Neizravno upravljanje robnim tokovima u logističkom sustavu s više točaka Prijama



Izvor: Zelenika & Pupavac, 2008., str. 150.

Osnovno obilježje prethodnog modela je da se tokovi od točke isporuke do točke prijama prekidaju barem u jednoj točki razdiobe. Osim navedenog modela karakteristični za pretovar su i modeli s više točaka isporuke te modeli s više točaka isporuke i više točaka prijema (slika 2.).

Slika 2. Tok proizvoda od ishodišta do odredišta



Izvor: Pašagić, 2003., str. 161.

Jedinice količine mogu biti heterogene i homogene. Heterogene jedinice se odnose na već sastavljen asortiman za potrebe kupaca – koji se može odnositi na skladište za opskrbu regionalnog tržišta, i kao takve se otpremaju, a dopremaju se uglavnom homogene jedinice. Od mjesta proizvodnje do regionalnog skladišta se uglavnom prevoze veće količine, a od regionalnog skladišta do kupaca manje količine.

Da bi model pretovara kao višestupnjevani logistički sustav bio isplativ, zbroj troškova transporta, zaliha i skladišta treba biti manji od izravne dostave kupcu od mjesta ponude. Činjenica je da se u pretovarnim točkama odvijaju dodatni logistički procesi koji predstavljaju dodatne troškove, no ovaj rad daje uvid zašto je sustav neizravne dostave do kupca u određenim situacijama ipak isplativiji.

Problem pretovara se može shvatiti i kao metalogistički sustav budući da se u mnogim slučajevima putem specijaliziranih logističkih subjekata povezuju važne logističke funkcije između brojnih logističkih subjekata makrologistike i mikrologistike u upravljanju tokovima roba, stvari, tvari, živih životinja i kapitala od točke isporuke (proizvođača, terminala, kolodvora, luke, pristaništa) preko točke razdiobe, odnosno pretovara, do točke primitka (skladišta, terminala, luke, potrošača, korisnika itd.) (Zelenika & Pupavac, 2008.).

3.2. Povezanost pretovarnog problema i tradicionalnog modela logističkih lanaca

Modeli logističkih lanaca obuhvaćaju sve sudionike i procese koji su uključeni u ispunjenje zahtjeva kupaca. Osim proizvođača i dobavljača logistički lanac uključuje i transport, skladištenje, veleprodavatelje, maloprodavatelje, i same kupce.

Slika 3. Tradicionalni logistički lanac

Izvor: Zelenika & Pupavac, 2008., str. 496.

Budući da se, kako je vidljivo iz slike 3, gotovi proizvodi ne dostavljaju izravno od dobavljača do kupca nego posredstvom distributera, može se zaključiti da je i problem pretovara usko povezan s tradicionalnim logističkim lancem.

U nastavku rada će se dati uvid u to zašto je proizvođačima isplativije svoju robu prenositi posredstvom distribucijskih centara, a ne ju izravno dostaviti do kupaca.

3.3. Matematički model optimalizacije logističkih mreža

Neka su ishodišta, mjesta proizvodnje označena sa A_i gdje se u tijeku promatranog vremenskog razdoblja proizvodi ista roba u količinama a_i (i = 1, 2, …, m), a B_j odredišta, mjesta potrošnje robe sa potražnjama b_j (j = 1, 2, …, n). Svaka jedinica robe se prevozi od ishodišta do odredišta preko jednog od mjesta pretovara S_k (npr. distribucijskih centara) kapaciteta s_k (k = 1, 2, …, r). Neka je x_{ik} - količina koja se transportira od ishodišta A_i do mjesta pretovara S_k, po jediničnim troškovima c_{ik}, a x_{kj} - količina koja se transportira od mjesta pretovara S_k do odredišta B_j po jediničnim troškovima c_{kj}. Troškovi skladištenja jedinice robe u mjestu pretovara označavaju se sa c_k.

Radi se o dvoetapnom transportnom problemu, ili problemu pretovara, jer se transport od ishodišta – mjesta proizvodnje do odredišta – mjesta potrošnje obavlja preko mjesta pretovara – distribucijskih centara.

Razlozi koji govore u prilog distribucijskih centara su:

1) opadanje troškova distribucije (degresijski efekt troškova od proizvođača do distribucijskih centara uslijed količine koja se prevozi),
2) smanjenje vremena isporuke (od distribucijskog centra do kupaca),
3) mogućnost kombinacije pošiljki različitih proizvođača jednom kupcu s mogućnošću smanjenja troškova transporta (Zelenika & Pupavac, 2008., str. 496).

Na predočenoj logističkoj mreži troškovi transporta od ishodišta do mjesta pretovara, troškovi transporta od mjesta pretovara do odredišta i troškovi skladištenja predstavljaju funkciju cilja modela pretovara formuliranog kao problema linearnog programiranja koja mora biti minimalizirana (Pašagić, 2003., str. 162-163):

$$\min T = \sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{r} c_{ik}x_{ik} + \sum_{k=1}^{r}\sum_{j=1}^{n} c_{kj}x_{kj} + \sum_{k=1}^{r} c_k \sum_{j=1}^{n} x_{kj} \qquad (1)$$

uz zadovoljavanje sljedećih ograničenja:

$$\sum_{k=1}^{r} x_{kj} = b_j, \text{ j = 1, 2, …, n} \qquad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ik} = \sum_{j=1}^{n} x_{kj} \qquad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{r} x_{ik} \le a_i, \text{ i = 1, 2, …, m} \qquad (4)$$

$$x_{ik} \ge 0, \text{ i = 1, 2, …, m; k = 1, 2, …, r} \qquad (5)$$

$$x_{kj} \ge 0, \text{ k = 1, 2, …, r; j = 1, 2, …, n} \qquad (6)$$

Potražnja svih odredišta će biti zadovoljena zahvaljujući ograničenju (2). Ograničenje (3) znači da je količina robe koja se doveze u svako mjesto pretovara jednaka količini robe koja se odvozi iz tog mjesta pretovara do odredišta. Ograničenje (4) znači da količina robe od svakog ishodišta koja se prevozi do svih mjesta pretovara ne može biti veća od kapaciteta tog ishodišta. Ograničenja (5) i (6) zahtjevaju nenegativnost koja se postavlja pred varijable odlučivanja.

Kod modela pretovara moguće je uvesti još jedno ograničenje koje osigurava da količina robe koja se dovozi u svako mjesto pretovara ne prelazi kapacitet tog mjesta pretovara:

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ik} \leq s_k, \text{ k = 1, 2, …, r} \qquad (7)$$

Metodu rješavanja ovakvih transportnih problema predložio je ruski matematičar V. A. Maš, ali je analognu ideju, nešto ranije, dao i američki matematičar A. Orden. Metoda Orden – Maša svodi problem pretovara na klasični transportni problem zahvaljujući posebnom sastavljanju transportne tablice (Pašagić, 2003., str. 163).

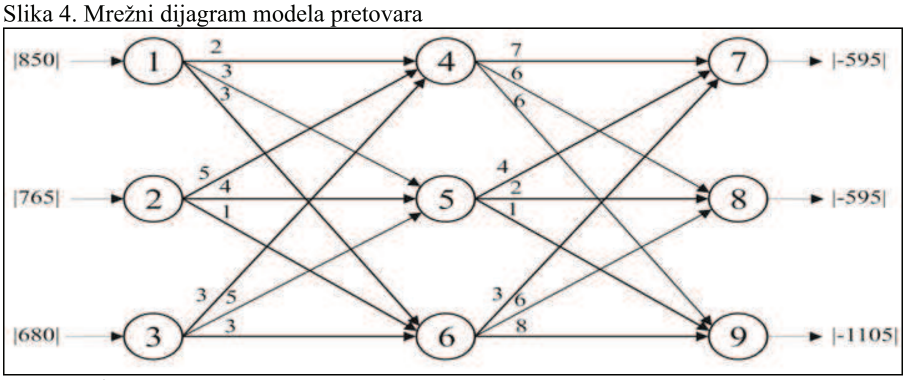
4. PRIMJENA MODELA PRETOVARA

Pretpostavlja se da je potrebno prevesti robu iz tri mjesta ishodišta odnosno iz tri tvornice preko tri mjesta pretovara odnosno tri distribucijska centra do tri mjesta odredišta odnosno do tri trgovca. Nadalje se pretpostavlja da je količina zaliha u tri tvornice (u modelu je prva tvornica predstavljena čvorom 1, druga je predstavljena čvorom 2, a treća tvornica je predstavljena čvorom 3) $a_1 = 850$, $a_2 = 765$, $a_3 = 680$ respektivno. S druge strane, prvi trgovac potražuje $b_1 = 595$, drugi $b_2 = 595$, a treći $b_3 = 1105$ jedinica robe (čvorovi 7, 8, i 9).

Podaci o količinama koje se nude i potražuju kao i jedinični troškovi transporta od ishodišta do mjesta pretovara i jedinični troškovi transporta od mjesta pretovara do odredišta prikazani su na slici 4.

Potrebno je pronaći rješenje prema kojem će se odredišta opskrbiti iz ishodišta uz minimalne troškove.

Slika 4. Mrežni dijagram modela pretovara



Izvor: Izrada autora.

Ako se sa x_{ij} odredi količina koja se šalje iz čvora i u čvor j tada se linearni program ovog problema predstavlja kao u tablici 1.

Tablica 1. Formulacija problema pretovara preko linearnog problema

	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{24}	x_{25}	x_{26}	x_{34}	x_{35}	x_{36}	x_{47}	x_{48}	x_{49}	x_{57}	x_{58}	x_{59}	x_{67}	x_{68}	x_{69}	
	2	3	3	5	4	1	3	5	3	7	6	6	4	2	1	3	6	8	min
Čvor 1	1	1	1																= 850
Čvor 2				1	1	1													= 765
Čvor 3							1	1	1										= 680
Čvor 4	-1			-1			-1			1	1	1							= 0
Čvor 5		-1			-1			-1					1	1	1				= 0
Čvor 6			-1			-1			-1							1	1	1	= 0
Čvor 7										-1			-1			-1			= - 595
Čvor 8											-1			-1			-1		= - 595
Čvor 9												-1			-1			-1	= -1105

Izvor: Izračun autora.

Svako ograničenje u gornjoj formulaciji pridruženo je jednom čvoru. Jednadžbe ograničenja predstavljaju održavanje tijeka u čvor i iz čvora, ukupna suma inputa = ukupnoj sumi outputa tijeka. U tablici se može primijetiti da svaka varijabla x_{ij} ima jedan +1 u redu i, a -1 u stupcu j. Ta posebna struktura je tipična kod problema koji se predstavljaju modelom pretovara (Barković, 2002., str. 146). Model pretovara u tablici 1 se može pretvoriti u model transporta:

a) Čvorovi 1, 2 i 3 su «čiste» točke zaliha i zbog toga se javljaju samo kao redovi kapaciteta (izvora):

Čvor 1: $x_{14} + x_{15} + x_{16} = 850$

Čvor 2: $x_{24} + x_{25} + x_{26} = 765$

Čvor 3: $x_{34} + x_{35} + x_{36} = 680$

b) Čvorovi 7, 8 i 9 su «čiste» točke potražnje i zato se javljaju samo kao stupci odredišta:

Čvor 7: $x_{47} + x_{57} + x_{67} = 595$

Čvor 8: $x_{48} + x_{58} + x_{68} = 595$

Čvor 9: $x_{49} + x_{59} + x_{69} = 1105$

c) Čvorovi pretovara 4, 5 i 6 pojavljuju se i kao točke kapaciteta i kao točke potražnje:

Čvor 4: $x_{47} + x_{48} + x_{49} = x_{14} + x_{24} + x_{34}$

Čvor 5: $x_{57} + x_{58} + x_{59} = x_{15} + x_{25} + x_{35}$

Čvor 6: $x_{67} + x_{68} + x_{69} = x_{16} + x_{26} + x_{36}$

Ako se doda prividna nenegativna varijabla x_{ii} na obje strane jednadžbe i, i = 4, 5 i 6 dobije se:

Čvor 4: $x_{44} + x_{47} + x_{48} + x_{49} = x_{44} + x_{14} + x_{24} + x_{34}$

Čvor 5: $x_{55} + x_{57} + x_{58} + x_{59} = x_{55} + x_{15} + x_{25} + x_{35}$

Čvor 6: $x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} = x_{66} + x_{16} + x_{26} + x_{36}$

Ako se količine zaliha i potražnje za sve čvorove pretovara «napušu» rezervnom količinom B = 2295 (koliko iznosi ukupna ponuda ishodišta, odnosno ukupna potražnja odredišta), dobije se:

$$x_{44} + x_{47} + x_{48} + x_{49} = B$$
$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = B$$
$$x_{55} + x_{57} + x_{58} + x_{59} = B$$
$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{55} = B$$
$$x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} = B$$
$$x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{66} = B$$

Na temelju dobivenih jednadžbi i troškova transporta koji se vide na slici 4., po metodi Orden – Maša sastavljena je tablica 2.

Tablica 2. Transportna tablica

		4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
		2295	2295	2295	595	595	1105
1	850	2 x_{14}	3 x_{15}	3 x_{16}	M x_{17}	M x_{18}	M x_{19}
2	765	5 x_{24}	4 x_{25}	1 x_{26}	M x_{27}	M x_{28}	M x_{29}
3	680	3 x_{34}	5 x_{35}	3 x_{36}	M x_{37}	M x_{38}	M x_{39}
4	2295	0 x_{44}	M x_{45}	M x_{46}	7 x_{47}	6 x_{48}	6 x_{49}
5	2295	M x_{54}	0 x_{55}	M x_{56}	4 x_{57}	2 x_{58}	1 x_{59}
6	2295	M x_{64}	M x_{65}	0 x_{66}	3 x_{67}	6 x_{68}	8 x_{69}

Izvor: Izračun autora.

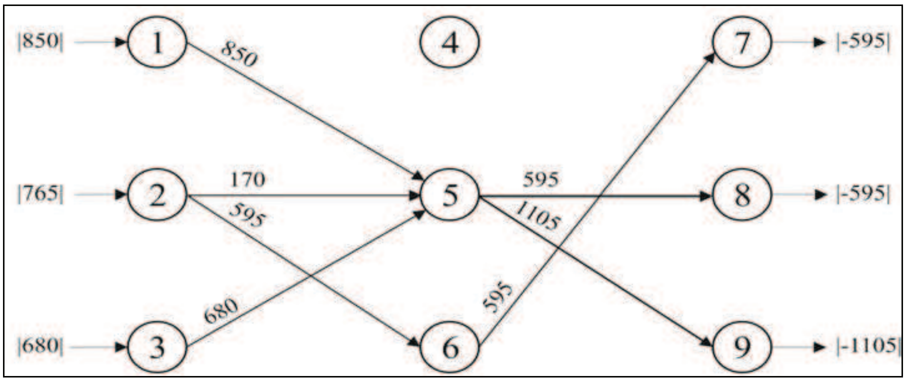
U tablici 2. sva polja nemaju realni smisao. Izravne veze između ishodišta i odredišta su nedopustive. Te veze se obavezno izvode preko mjesta pretovara. Besmisleni su također i prijevozi između mjesta pretovara. U svim tim poljima stavljen je veliki broj M, čime je osigurano da to ne budu bazična polja.

Polja tablice koja se nalaze na presjeku retka i stupca, a koja odgovaraju istom mjestu pretovara, koriste se za popunjavanje neiskorištenih kapaciteta mjesta pretovara. Takva polja u tablici čine tzv. fiktivnu dijagonalu.

Troškovi transporta c_{ik} se upisuju u polja koja se nalaze na presjeku redova ishodišta i redova mjesta pretovara, a zbroj troškova skladištenja i troškova transporta od mjesta pretovara do odredišta ($c_k + c_{kj}$) se upisuju u polja koja se nalaze na presjeku redova mjesta pretovara i redova odredišta.

Pomoću nekog od kompjuterskih programa (*POM for Windows / WinQSB)* dobije se optimalno rješenje. Rezultati koji se dobiju tim putem su kako slijedi: $x_{15} = 850$, $x_{25} = 170$, $x_{26} = 595$, $x_{35} = 680$, $x_{15} = 850$, $x_{58} = 595$, $x_{59} = 1105$, $x_{67} = 595$. Transport robe na navedeni način rezultirat će ukupnim troškovima $T = 11305$. Slika 5. prikazuje mrežni dijagram sa ucrtanim optimalnim rutama transporta robe, kao i količinama koje se pri tome šalju svakom pojedinom rutom.

Slika 5. Optimalno rješenje problema



Izvor: Izrada autora.

Prema optimalnom rješenju, distribucijski čvor 5 bi trebao primiti 850 jedinica proizvoda iz tvornice čvora 1, 170 jedinica proizvoda iz tvornice čvora 2 i 680 jedinica proizvoda iz tvornice čvora 3. Od 1700 jedinca proizvoda koje bi stigle u čvor 5, 595 jedinica se šalje da upotpuni potražnju trgovca u čvoru 8, a 1105 jedinica proizvoda ide da upotpuni potražnju trgovca u čvoru 9. Distribucijski čvor 6 bi trebao primiti 595 jedinica proizvoda iz tvornice čvora 2 i one bi se u potpunosti slale da se zadovolji potražnja trgovca u čvoru 7.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da je dovoljno koristiti dva distribucijska centra, čvor 5 i čvor 6. Tada bi ukupni troškovi transporta od ishodišta do odredišta iznosili 11305 NJ.

5. ZAKLJUČAK

Transportni problem pretpostavlja da se roba prevozi izravno iz ishodišta u odredišta uz konstantne transportne jedinične troškove te se u tom slučaju govori o jednostupnjevanim logističkim sustavima. No, često se u praksi prijevoz robe obavlja preko određenog broja točaka pretovara čija je zadaća pregrupiranje dobara u manje jedinice količine ili pak njihova koncentracija u veće jedinice za isporuku, što je uvjetovano potrebama potražnje, te se u tom slučaju govori o višestupnjevanim logističkim sustavima.

Moguće je zaključiti da primjena modela pretovara može rezultirati smanjenjem nepotrebnih troškova u logističkom sustavu potencijalnim smanjenjem broja mjesta pretovara te smanjenjem troškova transporta kroz združivanje većih količina i prelaskom manjih ukupnih udaljenosti.

LITERATURA I IZVORI PODATAKA

1. Barković, D.: Operacijska istraživanja, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2002.
2. Lamza – Maronić, M.; Glavaš, J.: Logistika u menadžmentu kao funkcija dinamičke optimalizacije poslovanja, Zbornik radova sa VI. znanstvenog kolokvija «Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu», Barković, D. et al. (ur.), str. 3 – 10, (knj. 2), Osijek, 2006, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2006.
3. Pašagić, H.: Matematičke metode u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2003.
4. Segetlija, Z.: Uvod u poslovnu logistiku, Drugo izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2008.
5. Segetlija, Z.: Nove logističke koncepcije i Republika Hrvatska, Zbornik radova sa VI.
6. znanstvenog kolokvija «Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu», Barković, D. et al. (ur.), str. 1 – 22, (knj. 1), Osijek, 2006., Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2006.
7. Šamanović, J.: Prodaja – distribucija – logistika (Teorija i praksa), Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet, Split, 2009.
8. Zelenika, R.; Pupavac, D.: Menadžment logističkih sustava, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2008.