

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET RIJEKA
RIJEKA**

**POSLIJEDIPLOMSKI MAGISTARSKI ZNANSTVENI
STUDIJ
MENEDŽMENT**

FRANJO ŠODA

**MIKROLOGISTIKA U FUNKCIJI
RACIONALIZACIJE DISTRIBUCIJE NAFTNIH
DERIVATA U
INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA**

MAGISTARSKI ZNANSTVENI RAD

RIJEKA, 2004.

SAŽETAK

INA-Rafinerija nafte Rijeka po kapacitetima i kvaliteti prerade najkompletnija je hrvatska rafinerija. Riječka rafinerija nafte prerađuje isključivo uvoznu naftu. Nafta se doprema preko Tankerske luke Omišalj (Krk) i kraka Jadranskoga naftovoda (JANAF) položenoga na dno mora između otoka Krka i poluotoka Urinja na kojem je izgrađena rafinerija. Uobičajeno prerađivane nafte u INA-Rafineriji nafte Rijeka su: libijske, nigerijske i sirijske od niskosumpornih, te iranske, ruske i iračke od visokosumpornih. Postotak visokovrijednih proizvoda (tzv. bijeli derivati) u ukupnoj proizvodnji iznosi oko 70%.

Temeljna činjenica o INA-Rafineriji nafte Rijeka jest da je prerada nafte u njoj prekapacitirana u odnosu na domaću potražnju. Njezin rad samo za domaće tržište bio bi neekonomičan, te sukladno tome INA-Rafinerija nafte Rijeka izvozi nafte derivate na susjedna tržišta: Italiju, Sloveniju, Bosnu i Hercegovinu, Mađarsku, Crnu Goru, ali i na zahtjevna i konkurentna tržišta Europe i Mediterana. U ukupnom plasmanu proizvoda izvoz čini 40 – 45 %. Uvažavajući činjenicu da INA-Rafinerija nafte Rijeka ima svjetski prihvatljivih 10,6 USD fiksnih troškova po toni prerade, potvrđuju se činjenica da kritični problem u eksploataciji nafte nije u proizvodnji već u svladavanju udaljenosti od mjesta proizvodnje do glavnih područja potrošnje. Nadalje, snižavanje troškove distribucije naftnih derivata dobija na važnosti i zbog činjenice da je višak rafinerijskih kapaciteta konstanta tržišta Mediterana, te da se uslijed trajno povećane ponude vrši pritisak na cijene naftnih derivata (na niže), implicirajući tako niske rafinerijske marže i negativan financijski rezultat poslovanja. Kada se tome pridoda nužnost zadovoljenja budućih parametara kvalitete proizvodnje naftnih derivata i upravljanja okolišem, značenje distribucije naftnih derivata za izgradnju konkurentne pozicije naftne kompanije dobija još više na značenju.

Suvremena koncepcija upravljanja distribucijom nafte od izvorišta, preko rafinerijskih kapaciteta, te od rafinerijskih kapaciteta do mjesta potrošnje, odnosno benzinskih postaja sve se više temelji na sustavnom pristupu svim logističkim čimbenicima i korištenju sinergijskih učinaka takvoga pristupa. Sukladno tome, temeljni cilj ovoga znanstvenoga magistarskoga rada bio je istražiti učinke logističkoga upravljanja distribucijom nafte i naftnih derivata, odnosno potvrditi **znanstvenu hipotezu**, koja glasi: **Konzistentnim izračunom i praćenjem logističkih troškova moguće je racionalizirati distribuciju naftnih derivata u INA-Rafineriji nafte Rijeka**. Da bi se dokazala postavljena hipoteza uporabljene su u različitim kombinacijama povijesna metoda, metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, komparativna metoda, statistička i matematička metoda (posebno metoda linearnoga programiranja).

INA-Rafinerija nafte Rijeka proizvodi, te sukladno tome i distribuira do svojih korisnika sljedeće naftne derivate: bazni benzin, motorne benzine, plinska ulja, ulja za loženje, ukapljeni naftni plin i gorivo za mlazne motore. Minimalizacijom troškova distribucije navedenih naftnih derivata, odnosno maksimalizacijom dobiti INA-Rafinerije nafte Rijeka, dokazana je potreba integriranoga pristupa svim prometnim granama koje sudjeluju u kretanju naftnih derivata k mjestu potrošnje.

Da bi se izvršila minimalizacija logističkih troškova distribucije naftnih derivata i tako osigurala efikasnost poslovanja naftnih kompanija kroz učinkovitost logističkoga sustava distribucije naftnih derivata odgovarajućim znanstvenim

metodama izvršena je minimalizacija logističkih troškova distribucije naftnih derivata tankerima, autocisternama i vagoncisternama.

Problem minimalizacije troškova distribucije naftnih derivata tankerima za potrebe ovoga znanstvenoga magistarskoga rada sveden je ponajprije na problem asignacije (rasporeda) brodova na ukrcajna/iskrcajna mjesta, a potom na problem zaliha s hitnim nabavkama koje se u određenom razdoblju skladište u skladištima INA-e duž jadranske obale. Praktični prezentirani primjer utemeljen na modelu zaliha s hitnim nabavkama potvrdio je da su moguća značajna poboljšanja u distribuciji naftnih derivata tankerima, te da se implementacijom modela zaliha s hitnim nabavkama koji omogućuje da se regionalna skladišta naftnih derivata osim tankerima snabdijevaju i autocisternama kao skupljom vrstom transporta, ostvaruju dodatne uštede u odnosu na optimalno rješenje, koje se dobija pomoću modela koji to ne dozvoljava, i to za 4,2 %.

Problem distribucije naftnih derivata autocisternama sveden je na definiranje optimalnih ruta za danu transportnu mrežu, uvažavajući pri tome sva ograničenja (broj autocisterni, dopuštenu duljina prijevoznoga puta, zahtjeve kupaca...). Matematičkim modelom cjelobrojnoga programiranja dobijena su dodatna poboljšanja, u odnosu na dobra rješenja koja su dobijena implementacijom heurističke metode, za više od 20.000 kuna godišnje.

Da bi se minimalizirali troškovi distribucije naftnih derivata vagoncisternama ukazuje se na nužnost poznavanja željezničkih tarifa u unutarnjem i međunarodnom prometu, ali i na činjenicu da se brojne i neiscrpne mogućnosti snižavanja troškova distribucije naftnih derivata vagoncisternama nalaze na strani željezničkog operatora. Primjenjena matematička tehnika optimalizacije distribucije naftnih derivata vagoncisternama, uvažavajući navedena eksterna ograničenja, istodobno osigurava bolju alokaciju ili uporabu drugih raspoloživih resursa INA-Rafinerije nafte Rijeka (autocisterni, skladišnih kapaciteta, rada istakačkih mjesta, ...).

Strateškoj optimalizaciji opskrbe naftnim derivatima, primjenom višeindeksnoga transportnog problema, pristupilo se nakon projekcije potrošnje naftnih derivata na domaćem tržištu ali i potrošnje naftnih derivata na tradicionalnim tržištima INA-Rafinerije nafte Rijeka. Tako je postavljen optimalni program distribucije različitih naftnih derivata do tradicionalnih tržišta INA-Rafinerije nafte Rijeka: Slovenije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Kosova s pomoću različitih vrsta transporta – cestovnim, željezničkim, pomorskim i multimodalnim. Takvim planom distribucije naftnih derivata ostvaruju se minimalni troškovi u iznosu od 152.820.000 kuna. Dobijeno rješenje je optimalnije u odnosu na iskustveno najnepovoljnije rješenje za 55.340.000 kuna ili za 36,2%, dokazujući činjenicu da u distribuciji temeljem minimalizacije troškova leže gotovo neiscrpne mogućnosti unapređenja konkurentske sposobnosti naftnih kompanija.

SUMMARY

The capacity and the refining quality of INA Rijeka Oil Refinery make it the most complete refinery in Croatia. The refinery processes exclusively imported oil which arrives through the Port of Omišalj on the Island of Krk and the Adriatic Pipeline (JANAF) which connects the Island of Krk with Urinj peninsula on which the refinery was built. The oil processed at the Rijeka Refinery includes the low-sulphur Libyan, Nigerian and Syrian oils, as well as the high-sulphur oils from Iran, Russia and Iraq. The share of high quality white products in total production amounts to 70%.

Oil processing at INA Rijeka Oil Refinery is characterized by overcapacity in relation to domestic demand which makes producing exclusively for domestic market economically unfeasible. INA Rijeka Oil Refinery thus exports its products to the neighbouring markets in Italy, Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Hungary, Montenegro, as well as other demanding and competitive markets of Europe and the Mediterranean. Export account for 40-45% of its production. Considering the fact that INA's fixed costs of 10.6 USD per ton of production are in line with global standards, it can be confirmed that the critical problem in oil exploitation lies not in the production but in the conquering of distance between the site of production and the main points of consumption. Furthermore, cutting distribution costs becomes increasingly important because of the fact that the Mediterranean market is characterized by a permanent surplus of refinery capacity. The permanent excess of supply thus exerts downward pressure on the prices of oil products which results in low margins for refineries and subsequent negative financial results. The significance of distribution of oil products in the achievement of an oil company's competitive position is further increased if consideration is given to the necessity of meeting future quality parameters in oil production and environmental management.

The contemporary concept of oil distribution management from the oilfield via refining plants to the final point of consumption, i.e. petrol stations is increasingly based on a systematic approach to all logistics factors and the benefits of synergic effects of such an approach. The aim of this thesis is to explore the effects of logistics management of oil and oil products distribution, in support of the claim that **consistent calculation and monitoring of logistics costs make it possible to rationalize the distribution of oil products in the INA Rijeka Oil Refinery**. Research methodology has included various combinations of the historical method, analysis and synthesis method, inductive and deductive method, comparative method, as well as the statistical and mathematical method, in particular the linear programming method.

INA Rijeka Oil Refinery produces and distributes the following products: virgin naphtha, motor gasoline, gas oils, fuel oils, liquefied petroleum gas and jet fuel. The minimization of distribution costs of these products and the maximization of profits of INA Rijeka Oil Refinery, support the need for an integrated approach to all transport branches involved in the transportation of oil products to the point of consumption.

Minimization of logistics costs of distribution carried out by tankers, tank trucks and rail tanks was carried out to minimize the logistics costs of distribution of oil products thus ensuring the operational efficiency of oil companies through the efficiency of the distribution system by way of adequate scientific methods.

For the purpose of this thesis, the problem of minimization of costs of distribution of oil products by tankers is expressed in terms of the loading and unloading shipping schedule, as well as in terms of urgent supply inventory which is stored in INA's storage facilities along the Adriatic coast. The practical example which is presented on the model of urgent supply inventory has confirmed the possibility of significant improvements in the distribution of oil products by tankers. Moreover, it proves the possibility of additional savings with the implementation of urgent supply inventory models which allow for regional oil storage facilities to receive the supplies not only by tankers but also by tank trucks which is a more expensive mode of transport. The additional savings in comparison to the optimal solution achieved by the model which makes no such allowance amounts to 4.2%.

The issue of distribution of oil products by tank trucks is expressed in terms of defining the optimum routes for a given transport network, considering all along the existing limitations such as the number of tank trucks, allowed length of transport route, buyer demand, etc. The application of the mixed integer programming model we have resulted in additional improvement by more than 20,000 HRK annually in comparison to the good results achieved with the heuristic method.

The minimization of the cost of distribution of oil products by rail tank points to the necessity of being familiar with the domestic and international railway transport fees. It also stresses the fact that countless opportunities for cost reduction rest with the railroad operator. The applied mathematical method of optimization of distribution of oil products by rail tanks, taking into consideration external limitations, at the same time allows for a better allocation and use of resources available to INA Rijeka Oil Refinery such as tank trucks, warehouse capacity, pump stations, etc.

The strategic optimization of oil products supply was approached with the application of the multi-index transport problem following the projection of the domestic consumption of oil products, as well as their consumption on INA's traditional markets. Thus was set up the optimum program of distribution of various oil products to the traditional INA markets in Slovenia, Bosnia and Herzegovina, Montenegro and Kosovo by way of different modes of transportation such as road, railroad, maritime and multimodal. Such a program of distribution of oil products results in minimum costs in the amount of 152,820,000 HRK. Such a solution is more advantageous in comparison to the most unfavourable solution by 55,340,000 HRK or 36.2% thus providing evidence in support of the claim that distribution based on cost minimization offers limitless opportunities for the increase of competitiveness of oil companies.

S A D R Ž A J

	Stranica
PREDGOVOR	I
SAŽETAK.....	II
SUMMARY	IV
SADRŽAJ	VI
 1. UVOD	 1
1.1. PROBLEM I PREDMET ISTRAŽIVANJA	1
1.2. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	2
1.3. OCJENA DOSADAŠNJEG ISTRAŽIVANJA	4
1.4. ZNANSTVENE METODE	4
1.5. STRUKTURA RADA	4
 2. PROIZVODNJA I PRERADA NAFTE	 6
2.1. ANALIZA PROIZVODNJE I PRERADE NAFTE U SVIJETU	6
2.1.1. Sastav i izvori nafte	6
2.1.2. Nastanak i uporaba nafte	8
2.1.3. Prerada nafte	10
2.1.4. Razmještaj proizvodnje nafte u svijetu	12
2.1.5. Proizvodnja nafte u Hrvatskoj	14
2.1.6. Svjetske zalihe nafte kao energetskoga izvora	17
2.1.7. Nafta i održivi razvoj	22
2.2. ANALIZA PROIZVODNJE NAFTNIH DERIVATA U	
INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA.....	25
2.2.1. Proizvodnja loživih ulja	25
2.2.2. Proizvodnja motornih benzina	27
2.2.3. Proizvodnja baznih benzina.....	28
2.2.4. Proizvodnja dizelskih goriva	29
2.2.5. Proizvodnja goriva za mlazne motore	30
2.2.6. Proizvodnja ukapljenoga naftnog plina	31
2.2.7. Proizvodnja naftnih derivata, sigurnost na radu i zaštita okoliša	33
 3. LOGISTIČKO UPRAVLJANJE I ORGANIZACIJA DISTRIBUCIJE	
NAFTNIH DERIVATA U INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA	38
3.1. ELEMENTI LOGISTIČKOGA SUSTAVA	38
3.2. LOKACIJA KAO ČIMBENIK KONKURENTNOSTI	
LOGISTIČKOGA SUSTAVA NAFTNE KOMPA NIJE	41
3.3. UPRAVLJANJE ZALIHAMA	43
3.4. UPRAVLJANJE SUSTAVOM PRIJEVOZA	45
3.4.1. Distribucija naftnih derivata tankerima	50
3.4.2. Distribucija naftnih derivata autocisternama	53
3.4.3. Distribucija naftnih derivata vagoncisternama	55
3.4.3.1. Prijevoz u privatnim ili u unajmljenim vagonima	56
3.4.3.2. Organiziranje prijevoza naftnih derivata maršrutnim	
prijevozom	57
3.4.4. Distribucija naftnih derivata i zaštita okoliša	57
3.5. OBLIKOVANJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE	62

4. ANALIZA LOGISTIČKIH TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA U INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA.....	65
4.1.IDENTIFICIRANJE TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA	65
4.2.LOGISTIČKI TROŠKOVI DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA TANKERIMA	72
4.3.LOGISTIČKI TROŠKOVI DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA AUTOCISTERNAMA	79
4.4.LOGISTIČKI TROŠKOVI DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA VAGONCISTERNAMA	82
4.5.UTVRĐIVANJE UDJELA LOGISTIČKIH TROŠKOVA (INTERNIH I EKSTERNIH) U CIJENI KOŠTANJA I PRODAJNOJ CIJENI VAŽNIH NAFTNIH DERIVATA.....	83
5. MINIMALIZACIJA LOGISTIČKIH TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA U INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA	86
5.1. MINIMALIZACIJA TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA TANKERIMA	86
5.2. MINIMALIZACIJA TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA AUTOCISTERNAMA	101
5.3. MINIMALIZACIJA TROŠKOVA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA VAGONCISTERNAMA	108
5.4. STRATEŠKA OPTIMALIZACIJA DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA PRIMJENOM VIŠEINDEKSNOGA TRANSPORTNOG PROBLEMA	112
6. PRIJEDLOG AKTIVNOSTI ZA OPTIMALIZACIJU DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA U INA-RAFINERIJI NAFTE RIJEKA	127
6.1. AKTIVNOSTI U PODRUČJU INTERNE DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA	127
6.2. AKTIVNOSTI U PODRUČJU DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA TANKERIMA	128
6.3. AKTIVNOSTI U PODRUČJU DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA AUTOCISTERNAMA	129
6.4. AKTIVNOSTI U PODRUČJU DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA VAGONCISTERNAMA	130
6.5. AKTIVNOSTI U PODRUČJU SIGURNOSTI NA RADU I ZAŠTITE OKOLIŠA	132
6.6. AKTIVNOSTI STRATEŠKE OPTIMALIZACIJE DISTRIBUCIJE NAFTNIH DERIVATA	137
7. ZAKLJUČAK.....	139
• LITERATURA	148
• POPIS TABLICA	152
• POPIS GRAFIKONA	154
• POPIS SHEMA	154
• POPIS ZEMLJOVIDA	155
• POPIS FOTOGRAFIJA	155