

Adriana Petrović, Neda Marčec-Rahelić

ISSN 0350-350X

GOMABN 40, 4, 217-235

Stručni rad/Professional paper

UDK 665.6.011.002.33.002.64.003.13.003.13-94 : 65.012.022(497.13 Rijeka)

OPTIMIZIRANJEM DO MAKSIMALNE VALORIZACIJE NAFTE U RAFINERIJU NAFTE RIJEKA

Sažetak

Današnje naftno tržište definirano je naglim skokovima cijene nafte, stalnim porastom potreba za srednjim destilatima i kontinuiranim smanjenjem potreba za loživim uljima. Specifikacije potreba postaju sve zahtjevnije na našem, a naročito na izvoznim tržištima. U takvim okolnostima za rafinerije posebice dolazi do izražaja potreba optimalnog odabira vrsta nafte, optimalnog korištenja kapaciteta postrojenja, mudrog odabira tržišta i povećanje proizvodnje vrjednijih bijelih/čistih proizvoda.

Optimizacija rafinerijske prerade i proizvodnje, efikasnije korištenje mogućnosti instalirane tehnologije i što vrjedniji randman proizvoda postaje jedini način kojim se može maksimalno valorizirati nafta i povećati rafinerijska marža.

Uvod

Cilj sadržaja teme je podijeliti s kolegama naša saznanja i iskustva na polju optimiziranja prerade nafte i proizvodnje derivata u Rafineriji nafte Rijeka. Sve ili gotovo sve što će biti spomenuto, trebalo bi biti elementarno i opće prihvaćeno u razumijevanju naftne djelatnosti i procesa prerade nafte. Mišljenja smo da je ipak neke postavke, zakonitosti i pristupe vrijedno ponoviti i naglasiti. U vremenu koje obilježava nestalnost naftnog tržišta sa skokovitim potrebama derivata i cijena, povećanim zahtjevima na srednjim destilatima i novim sve oštrijim specifikacijama proizvoda, ne smije se zaboraviti da rafinerije moraju sve zahtjeve zadovoljiti profitabilno. Mišljenja smo da treba posebno napomenuti i naglasiti da ekonomika mora podupirati i tehnološke odluke, posebno zato što je jako teško prevladati stare navike, napustiti sigurnost rada bez rizika i prihvatiti izazov novih odnosa.

Što je optimiziranje?

Optimiziranje je proces postizanja ili izračunavanja optimuma. Optimiziranje ili postizanje optimuma znači pronalaženje najboljeg rješenja za definiran i određeni sustav, za zadane uvjete i poznata ograničenja. Optimizirati se može svaki proces posebno (npr. tehnološki proces), cijela rafinerija, cijela djelatnost prerade i proizvodnje unutar kompanije ili čak poslovanje cijele kompanije kao što je INA. U rafinerijskim razmjerima optimum znači naći model rada rafinerije u kojem će kapaciteti procesa biti optimalno iskorišteni, potrebe tržišta zadovoljene sa količinom i kvalitetom proizvoda, te uz kontrolirane troškove postignuta najveća zarada. Sličnu definiciju bi se moglo postaviti za cijelu kompaniju uz uključenje novih djelatnosti i funkcija, kakva su distribucija, transport, prodaja, nabava ...

Proces optimiziranja nužno mora biti postavljen i ostvaren na temelju ekonomske procjene i izračuna. Sve odluke o modelu rada rafinerije ili mogućim tehnološkim preinakama moraju se donositi na temelju ekonomske računicе i procjene isplativosti. U Rafineriji nafte Rijeka koristimo se u osnovi s dva načina računanja:

- a) Optimiziranje cijele rafinerije pomoću linearnog matematičkog modela / LP modela
- b) Postupci ekonomske valorizacije manjih zaokruženih tehnoloških cjelina / Usporedba postojećeg i novih ili alternativnih stanja

Važno je napomenuti da se u obje metode uzimaju u obzir stvarne mogućnosti ugrađene tehnologije, specifikacije sirovina i proizvoda, cijene proizvoda na realnim i dostupnim tržištima, realne cijene nafte i sekundarnih sirovina sa zavisnim troškovima i ostvareni troškovi proizvodnje. Iako bi optimiziranje pomoću LP modela i separatne valorizacije mogle biti zasebne samostalne teme, u ovoj su spomenute samo kao sredstvo i podloga na temelju kojih se donose operativne proizvodno-tehnološke odluke. Put do razumijevanja i povjerenja i prihvaćanja drukčijih stajališta, ako su tehnološki i ekonomski opravdani, nije bio ni lak niti kratak, a sigurno još nije u cijelosti završen.

Maksimiziranje valorizacije nafte

Podjela rafinerijskih proizvoda na bijele i crne svima je poznata, kao što je poznata spoznaja da su bijeli derivati vrjedniji od crnih. Iz toga slijedi da veći iscrpak (randman) bijelih proizvoda, a manji iscrpak crnih proizvoda opisuje rafineriju s dubljom preradom i mogućom boljom valorizacijom nafte.

Slika 1: Primjer promjena uvjeta u modelu optimiziranja. Odnos isplativosti proizvodnje motornih benzina naspram dizelskih goriva

Figure 1: Example: change of conditions in the optimization model. The ratio between motor gasoline and diesel fuel production payability

CHANGE OF CONDITIONS

MOTOR GASOLINS

DIESEL FUELS

MARGIN USD/t

MARGIN USD/day

ATMOSPHERIC DISTILLATION CAPACITY/ CONSTANT

- A) STANDARD MARKET.
- B) OPEN DOMESTIC DIESEL FUEL MARKET;
CHOICE BETWEEN DOMESTIC DIESEL AND EXPORT MOTOR GASOLINE.
- C) INCREASED DOMESTIC DIESEL FUEL MARKET;
REDUCED DOMESTIC MOTOR GASOLINE MARKET;
CHOICE BETWEEN EXPORT DIESEL AND EXPORT MOTOR GASOLINE.
- D) INCREASED EXPORT DIESEL FUEL PRICE;
CHOICE BETWEEN EXPORT DIESEL AND EXPORT MOTOR GASOLINE.

U pravilu su motorni benzini vrjedniji od dizelskih goriva, a ova vrjednija od loživih ulja, što vrijedi za stabilno tržište s izbalansiranom ponudom i potražnjom. Ovo vrijedi za razuman raspon cijena nafte i prihvatljiv odnos cijena proizvoda prema cijeni nafte. Ako se sustav poremeti (manjak nafte na tržištu, višak proizvoda na tržištu, gubitak uobičajenog tržišta ...), te se uspoređuju odnosi i valorizacija proizvoda na različitim tržištima, prije spomenute postavke nisu više apsolutne istine. U cijelu priču treba unijeti cijenu nafte, trošak proizvodnje i cijenu proizvoda na dostupnom i sigurnom tržištu, odnosno izračunati cijenu postizanja boljeg randmana, da bi on sigurno predstavljao i bolju zaradu za rafineriju ili bolju rafinerijsku maržu. Za Rafineriju nafte Rijeka, koja ima ograničeno domaće tržište posebno na motornim benzinima, a za uvjetno raspoloživa izvozna tržišta već davno je postala nužnost stalna provjera do koje granice se isplati maksimizirati jedne proizvode na račun drugih. Nužno je podsjetiti da različita tržišta znače drukčije cijene, a često i drukčije specifikacije proizvoda, te je i trošak proizvodnje drukčijeg proizvoda potrebno uključiti u račun isplativosti. Usporedba proizvodnje više dizelskog goriva za domaće tržište na račun motornih benzina za izvozna tržišta, ili usporedba proizvodnje UNP za izvoz na račun motornih benzina za domaće tržište ne daje uvijek iste odgovore, niti su oni sami po sebi jasni bez pomne računice i provjere. Treba reći, iako zvuči u prvi mah bogohulno, uz određene uvjete cijena i zahtjeva tržišta, isplati se i proizvodnja loživih ulja!

Prikazana je usporedba četiri varijante modela rada rafinerije za četiri različite potrebe tržišta s različitim cijenama i specifikacijama proizvoda. Iz ukupnih podataka dobivenih optimiziranjem, izdvojeni su oni na koje smo htjeli skrenuti pažnju: iscrpак motornih benzina i dizelskih goriva, maržu u \$ po toni i maržu u \$ na dan. U svim varijantama zadržan je stalni kapacitet prerade, te su marže po toni i marže na dan usporedive. Varijante s najviše benzina nisu uvijek najbolje.

Kako odgovori što je ekonomski isplativo nisu stalni, nisu uvijek sami po sebi razumljivi a neki su put iznenađujući, potrebno je stalno provjeravati izračunate optimume, kako bi funkcije proizvodnje, prodaje i logistike mogle preusmjeriti proizvodnju i distribuciju, te iskoristiti povoljan trenutak ili maksimalno ublažiti negativan.

Načini postizanja željenog randmana - iscrpka

Pomicanje randmana proizvoda, odnosno optimizacija prerade i proizvodnje u skladu s potrebama tržišta u količini, specifikaciji i cijeni, postiže se

ciljanim odnosom kapaciteta primarnih i sekundarnih postrojenja, optimalnim korištenjem konverzijskih procesa i promjenom destilacijskih granica frakcija, odnosno pomicanjem reza (cut point temperatures) među frakcijama. Rafinerija nafte Rijeka koristi više načina za postizanje većeg iscrpka jednog proizvoda ili maksimiziranje grupe proizvoda (npr. motornih benzina ili dizelskih goriva):

1. Povećanje kapaciteta prerade

Metoda predviđa povećanje kapaciteta prerade na postrojenjima koja proizvode tražene komponente – frakcije (npr. komponente za motorne benzine = postrojenja Topping, Platforming, FCC, DIP ...; komponente za dizelska goriva = Topping, HDS/BHK, FCC i VB). Ovim načinom se povećava ne samo proizvodnja ciljanog već i drugih proizvoda, te je rješenje prihvatljivo onda kad postoje ekonomski opravdana tržišta i za povećane količine ostalih proizvoda. Pristup je najčešći način rješavanja povećane potrebe na dizelskim gorivima. Koristeći ovaj način nužnim postaje izračunavanje točke prijeloma - breakpoint, odnosno granice do kojeg kapaciteta prerade, ukupna ekonomika podnosi povećanu proizvodnju loživih ulja, ali i UNP-a i motornih benzina, dakle, svih preostalih više proizvedenih proizvoda

2. Konverzija

Metoda predviđa povećanje udjela jedne na račun druge grupe proizvoda, što se postiže na više načina:

Prvi primjer: Promjenom granica destilacije frakcija – cut points, odnosno promjenom širine frakcije čime se istovremeno ili smanjuje ili pomiče sljedeća frakcija. Standardni rafinerijski primjeri su:

- a) ovisno o potrebi, povećanje ili smanjenje širine npr. šarže za reforming postrojenja korekcijom frakcija benzin destilata na atmosferskoj destilaciji;
- b) pomicanje reza između FCC benzina i lakog katalitičkog ulja na postrojenju katalitičkog krekinga, ovisno o preferiranju više benzina ili više potencijalnog dizelskog goriva. Navedeni primjeri za cut points: Rezanje frakcija na gornjem dijelu topping kolone: benzinska swing frakcija za veću potrebu proizvodnje motornih benzina reže se prema šarži za reforming postrojenje. Za veću potrebu na mlaznom gorivu ista frakcija može biti pomaknuta prema petroleju. Podešavanjem kraja destilacije petroleja povećava se potencijalna proizvodnja mlaznog goriva i/ili potencijalna proizvodnja dizelskog goriva.

Slika 2: Promjena destilacijskih granica - Topping

Figure 2: Change of distillation limits - Topping

GASOLINE DISTILLATE
KEROSENE

REFORMING INPUT
JET FUEL

Drugi primjer: Podešavanjem granice rezanja između FCC benzina i lakog katalitičkog ulja na FCC postrojenju ovisno o potrebama i ekonomici, odlučuje se ne samo količina proizvedenog benzina ili dizelskog goriva, već se može podešavati sadržaj sumpora i oktanska vrijednost u FCC benzinu te sadržaj sumpora i niskotemperaturne karakteristike lakog katalitičkog ulja. Takvih primjera bi se moglo navesti cijeli niz.

Treći primjer: Usmjeravanjem tokova - Stream disposition - ciljano preusmjeravanje rafinerijskih tokova na temelju izračunatog optimuma. Uobičajeni rafinerijski primjeri su:

a) usmjeravanje plinskog ulja teškog s atmosferske destilacije u postrojenje FCC / katalitički kreking/ ili na blagi hidrokreking /BHK postrojenje/ ili u namješavanje loživih ulja;

b) utapanje C4 butan-buten frakcije u reformat i FCC benzin do granica specifikacije napona para ili potpuno umješavanje za proizvodnju UNP-ukapljenog naftnog plina;

c) usmjeravanje vakuum plinskog ulja lakog sa VF-vakuum flash postrojenja u FCC postrojenje ili na HDS postrojenje.

Slika 3: Promjena destilacijskih granica – FCC

Figure 3: Change of distillation limits – FCC

Četvrti primjer: povećanjem oština rada tehnoloških procesa – vrijedi za sve konverzijske i katalitičke procese. Radi važnosti i utjecaja na rafinerijsku maržu posebno će biti prikazan odnos oštine rada na reforming postrojenju. Kod niže oštine rada proizvodi se veća količina reformata niže oktanske vrijednosti - nižeg IOB (RON). Troškovi proizvodnje su niži. Kod veće oštine rada proizvodi se manja količina reformata veće oktanske vrijednosti - viši IOB, više tekućeg plina uz veće troškove prerade.

Peti primjer: Uspoređen je model rada rafinerije uz rad platforming postrojenja na tri razine oštine rada za postizanje IOB (istraživački oktanski broj) reformata 96, 98 i 100. Prikazan je iscrpak motornih benzina, dizelskih goriva, količina umiješanog MTBE-a te marža u \$ po toni i marža u \$ na dan. Smanjenje udjela MTBE, povećanje iscrpka motornih benzina i veća ukupna marža jasno pokazuju isplativost rada pod strožim uvjetima. Naglašavamo da većom oštrinom rada postaje isplativom i veća ukupna prerada, pa treba upozoriti da se ukupno veća zarada u najoštrijoj varijanti vidi iz marže u \$ na dan, a ne vidi u marži u \$ po toni koja je manja radi veće prerade. Razlika dobiti je očita.

Slika 4: Oštrina rada reforming postrojenja

Figure 4: Reforming plant operation severity

Cilj je Rafinerije nafte Rijeka na reforming postrojenju raditi što oštrije, postići što veći IOB reformata, uz uračunate dvije regeneracije katalizatora

godišnje. Valja napomenuti da bi za promijenjenu specifikaciju motornih benzina u sadržaju benzena i sumpora po EN 228, razina optimalnog IOB platformata, ali i račun bio drukčiji. Sve spomenute metode koriste se i predstavljaju operativnu proizvodnu praksu u Rafineriji nafte Rijeka.

Utjecaj cijena

Svi modeli za optimiziranje ili separatne metode računanja isplativosti najosjetljivije su na promjenu cijena proizvoda. Kada se iskoriste svi mogući tehnološki potencijali i mogućnosti optimalnog rada rafinerije, oni predstavljaju maleni udio u odnosu naspram promjene koju u pozitivnom ili negativnom smislu mogu učiniti cijene nafte i cijene derivata na tržištu.

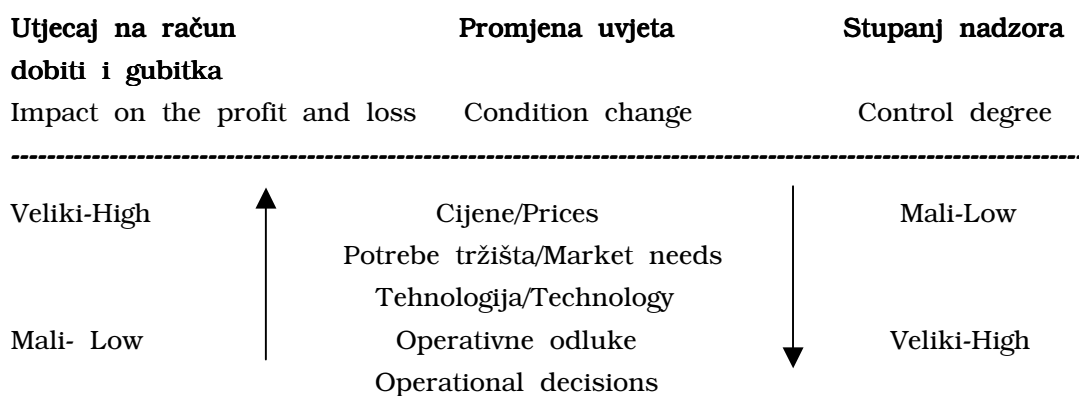
Slika 5: Odnos utjecaja promjene uvjeta

Figure 5: Condition change impact ratio

Šesti primjer: Prikazana je usporedba razlike vrijednosti randmana proizvoda za promatrano razdoblje sa razlikom cijena proizvoda i razlikom cijena nafte za isto razdoblje. Razdoblja usporedbe su 1999./1998. g. i 2000./1999. Grafički prikaz nema uključene troškove proizvodnje i distribucije. Cijena proizvoda i vrijednost randmana pokrivaju cijenu nafte i ostavljaju prostora za pokriće troškova i moguću zaradu u promatranom razdoblju za 2000. godinu, dok je za prvo promatrano razdoblje jasno da rafinerija nije mogla pozitivno raditi.

Slika 6: Odnos utjecaja promjene uvjeta

Figure 6: Condition change impact ratio



Iz prethodnog je vidljivo da Rafinerija najviše može utjecati na operativne odluke, ali one imaju najmanji utjecaj na račun dobiti i gubitka (Profit & Loss). S druge strane cijene(nafte i proizvoda) imaju najveći utjecaj na račun dobiti i gubitka, a na njih je utjecaj najmanji. Ako se k tome još uzme u obzir da cijena nafte u prosjeku umanjuje ukupnu realizaciju proizvoda za cca 81% ili da je cijena nafte cca 90 % od ukupnih troškova koje Rafinerija nafte Rijeka u prosjeku ima, moguće je nesmotreno doći do zaključka da je sav trud uložen u optimiziranje rada rafinerije uzaludan. Krivo! Zbog bar dva razloga:

a) Naftna industrija je industrija velikih brojeva, te i usporedno (s troškom nafte ili realizacijom proizvoda) mala ušteda predstavlja veliku količinu novca koji se može korisno i svrhovito upotrijebiti.

b) To je samo još dodatni dokaz da se sve funkcije sustava kakav je INA (nabava nafte, proizvodnja, prodaja, transport, logistika) moraju optimizirati i planirati zajedno. Optimiziranje svake posebne cjeline ako nije usklađeno na razini kompanije, može biti katastrofalno za cijeli sustav. Optimiziranje svake cjeline npr. proizvodnje - rafinerija, ne samo da mora biti usklađeno na razini kompanije, već mora biti dio optimalnog rada cijele kompanije. To znači da pojedine cjeline u cilju zajedničkog optimuma nužno moraju izvršavati i one planirane i ekonomski provjerene odluke koje za njih same nisu isplative. Tome nas uči jedan od matematički dokazanih postulata: optimum sume veći je od sume optimuma.

Optimum Σ > Σ Optimuma

Rafinerija nafte Rijeka, planira i realizira preradu i proizvodnju u skladu s takvim postavkama.

Zaključak

Nema apsolutnog optimuma. Ne postoji najoptimalnije rješenje. Postoji optimum i optimalno rješenje za poznate uvjete. Ukoliko se promijeni jedan od uvjeta, promijeni se i optimum. Slijedom iz navedene postavke proizlazi da nema optimuma koji vrijedi zauvijek. To znači da se za svaku važnu promjenu uvjeta (kondicija postrojenja, potrebe tržište, cijene, specifikacije proizvoda, troškovi) mora izračunati novi optimum i u skladu s tim reagirati na tržištu, promijeniti model rada rafinerije, preusmjeriti logistiku, uskočiti na isplativa tržišta ili kupce, smanjiti ili povećati kapacitet prerade.

Kako se računice optimuma stalno mijenjaju, treba ih stalno provjeravati da bismo mogli promptno reagirati ili u stvarnosti znati koliko odstupamo od optimuma.

Proizvodne i operative odluke moraju biti vođene ekonomskom, a ne samo tehnološkom logikom.

Nužno je u cilju većeg optimuma INE, ako to pokažu računice, povremeno zanemariti vlastiti optimum.

Takav pristup moguć je u sredini koja razumije proces optimiziranja i njegove zakonitosti, u sredini u kojoj su svi s razumijevanjem uključeni u proces postizanja optimuma, ali nadasve u sredini koja je otvorena za nove ideje, koja je spremna brzo reagirati i upustiti se u nove pristupe s više rizika i odgovornosti. Rafinerija nafte Rijeka je na najboljem putu da postane takva sredina.

THROUGH OPTIMIZATION TOWARDS MAXIMUM OIL VALORIZATION AT RIJEKA OIL REFINERY

Abstract

The present oil market is defined with sudden changes of crude oil prices, with constant growth of middle distillates demand and continuous decline on fuel oil demand. Product specifications become more severe on our own, not to mention export markets. Under this circumstances, the refining industry finds itself in need of an optimum crude oil slate selection, optimum capacity utilization, and wise market selection with the increased production of more valuable-clean products.

Refinery production optimization, more efficient usage of existing technology and facilities and a more valuable product yield becomes the only way to maximize crude valorisation and improve refinery margins.

Introduction

The topic of the paper has for goal to share with our colleagues our knowledge and experience in the area of oil processing and oil products production optimization at Oil Refinery Rijeka. Everything or nearly everything that is going to be said should be elementary and generally acknowledged in the understanding of oil business and oil processing. It is nevertheless our opinion that certain postulates, patterns and approaches are worthy of being repeated and stressed. In times characterized by an unsteady oil market with changing needs of oil products and prices, increased demand for medium distillates and new, increasingly stringent product specifications, we must not forget that refineries must meet all the requirements in a profitable way. It is our opinion that it should be stressed in particular that economics has to back up technological decisions as well, especially since it is very hard to overcome old habits, leave the security of working without risk, and accept the challenge of new relations.

What is Optimization?

Optimization is the process of achieving or at least calculating the optimal value. Optimization or achieving the optimum means finding the best solution

for a given system, under given circumstances and taking into account the existing limitations. Optimization may be applied on individual processes (e.g. the technological process), entire refineries, entire processing and production activity within a company, or even on the operation of an entire company, such as INA. In refinery terms, the optimum means finding the refinery operation model in which process capacities shall be optimally utilized, the needs of the market met with both product quality and quantity, and the maximum profit met at controlled costs. A similar definition may be set for the entire company, only including new activities and functions, such as distribution, transport, sale, supply...

The optimization process must be set and implemented based on an economic estimation and calculation. All decisions on the refinery's operation model or the possible technological alterations must be made based on economic calculations and payability estimation. At the Rijeka Oil Refinery, we are using basically the following two calculation models:

- a) Optimization of the entire refinery using the linear mathematical model / LP model
- b) Procedures of economic valorization of smaller rounded up technological complexes / Comparison of the existing and new or alternative states

It is important to mention that both methods take into account real possibilities of the technology installed, feeds and products specifications, product prices on real and accessible markets, real prices of oil and of secondary feeds with dependent costs, and realized production costs. Although optimization using the LP model and separate valorizations could be separate independent topics, we are here mentioning them only as a means of and the basis for making operational production/technological decisions. The way towards understanding, gaining confidence in and accepting different attitudes – providing that they are both technologically and economically justified – was neither easy nor short, and is certainly not over yet.

Maximizing Oil Valorization

The classification of refinery products into white and black is known to all, as well as the fact that those white are more valuable than the black. It follows that a greater yield of white products and a smaller yield of those black describes a refinery with deeper processing and possibly better oil valorization. Motor gasoline is more valuable than diesel fuel which is in turn more valuable than fuel oil, being true of a stable market with a well balanced supply and demand. This is true of a reasonable oil price range

and an acceptable product price: oil price ratio. If the system is disturbed (market oil shortage, market product surplus, market loss), and product relations and valorization on various markets are compared, the postulates mentioned earlier do no longer stand as absolute truth. We need to include oil price, production costs and product price on an accessible and safe market i.e. calculate the price of achieving a better yield, so that it may safely constitute better profit for the refinery or better refinery margin. In the case of Rijeka Oil Refinery, having a limited local market especially as regards motor gasoline, while the accessibility of export markets is only conditional, it has become a necessity long ago to constantly check to what extent does it pay to maximize one type of product at the expense of another. We must not forget that different markets entail different prices, and often also different product specifications, which is why production costs of a different product must also be included into payability calculation. The comparison between producing more diesel fuel for the local market at the expense of motor gasoline for the export market, or that between producing LPG for export at the expense of motor gasoline for the local market does not always provide the same answers, nor are they clear by themselves without careful calculation and check. Although at first it may sound nearly "blasphemous", we must say that, given certain conditions referring to market prices and demands, the production of fuel oil also pays sometimes. (Fig. 1)

We have presented the comparison among four refinery operation model variants for four different market needs with different product prices and specifications. Out of all the data obtained through optimization, we have singled out only those we wanted to stress: motor gasoline and diesel fuel yield, margin expressed in \$ per ton and that expressed in \$ per day. In all variants, we have maintained constant processing capacity, which is why margins per ton and margins per day are comparable. The variants with most gasoline are not always the best.

Since the answers to what is economically viable are not constant or self-understandable, and sometimes are even surprising, one must constantly be checking the optimums calculated, in order for the functions of production, sale and logistics to be able to redirect production and distribution and thus take advantage of a favourable moment or maximally appease that negative.

The Manner of Obtaining Desired Yield

Shifting of product yield i.e. processing and production optimization in keeping with market needs as regards volumes, specifications and price is

obtained through a targeted relation between primary and secondary plant capacities, optimum use of conversion processes and change of fraction distillation limits i.e. of cut point temperatures among the fractions. The Rijeka Oil Refinery uses several ways of achieving greater yield of a given product or maximizing product group (e.g. motor gasoline or diesel fuel):

1. By Processing Capacity Increase

The method envisages processing capacity increase of plants producing the required components/fractions. (E.g. motor gasoline components = Topping, Platforming, FCC, DIP...; diesel fuel components = Topping, HDS/MHC, FCC and VISB). In this manner not only the production of the targeted product is increased, but also that of other products, which is why the solution is acceptable when there are economically viable markets for the increased volumes of other products as well. The approach is mostly used for resolving an increased need for diesel fuel. Using this way, it becomes essential to calculate the breakpoint i.e. the limit processing capacity to which the total economics sustains increased production of fuel oil, but also of LPG and motor gasoline – i.e. all the remaining increasingly produced products...

2. Through Conversion

The method envisages increasing the share of a given group of products at the expense of another, which is achieved as follows:

First example: by changing cut points i.e. by changing the width of a fraction thus automatically reducing or shifting the next. Standard refinery examples are: a) depending on the need, increasing or reducing e.g. the charge for plant reforming by correcting gasoline distillate fractions at atmospheric distillation; b) by changing the cut between FCC gasoline and light catalytic oil at the catalytic cracking plant, depending on whether we prefer to have more gasoline or more potential diesel fuel (Examples given for cut points: Fraction cutting on the upper part of the Topping column: gasoline swing fraction for the increased need to produce motor gasoline is cut according to the reforming plant charge. In case of a greater need for jet fuel, the same fraction may be moved towards paraffin. By setting paraffin end distillation we increase the potential production of jet fuel and/or potential production of diesel fuel. (Fig. 2.)

Second example: By adjusting the cut limit between FCC gasoline and light catalytic oil on the FCC plant – depending on the needs and the economics – we decide not only on the volume of gasoline or diesel fuel produced, but we

may also adjust sulphur content and octane value of the FCC gasoline, as well as sulphur content and low-temperature properties of the light catalytic oil. There is a number of other such similar examples. (Fig. 3)

Third example: by stream disposition – a targeted redirectioning of refinery flows based on the optimum calculated. The usual refinery examples were: Redirecting heavy fuel oil from atmospheric distillation to FCC plant /catalytic cracking/ or to mild hydrocracking (MHC plant), or to fuel oil blending; b) immersion of the C4 butane/butene fraction into reformat and FCC gasoline to the limits of vapour pressure specification or its complete blending for LPG – Liquid Petroleum Gas production; redirectioning of the light vacuum gas oil from the VF flash plant into the FCC plant or the HDS plant.

Fourth example: by increasing the severity of technological processes operation – valid for all conversion and catalytic processes. Due to its importance and impact on the refinery margin, we shall particularly describe the range of operation severity at the reforming plant. At lower operation severity, more reformates of lower octane value – lower RON – are produced. Production costs are lower. At higher operation severity, less reformates of higher octane value – higher RON – are produced; also more liquid gas, at higher processing costs.

Fifth example: We have compared a refinery operation model with the Platforming plant operation on three operation severity levels for achieving reformat RON (research octane number) of 96, 98 and 100 respectively. We have presented the yield of motor gasoline and diesel fuel, the volume of MTBE blended and the margin in \$ per ton and per day respectively. The lowering of MTBE share, the increase of motor gasoline yield and the higher total margin clearly indicate operation payability under more severe conditions. I point out that increased operation severity raises the payability of total processing, which is why it must be stressed that the totally higher profit in the most severe variant is visible from the margin in \$ per day and not from the margin in \$ per ton, which is lower, due to higher processing. The difference in profit is obvious. (Fig. 4.)

It is the purpose of the Rijeka Oil Refinery to work as severely as possible on the reforming plant, to achieve the highest possible reformat RON, including two catalyst regenerations per year. (We must point out that, for a changed motor gasoline specification in gasoline and sulphur content according to EN 228, the level of optimal platformate RON, but also the calculation, would be different). All the aforementioned methods are used and represent operational production practice at Rijeka Oil Refinery.

The Price Impact

All optimization models, as well as separate payability calculation methods, are most sensitive to product price change. When all possible technological potentials and possibilities of optimum refinery performance are used, they represent only a small share compared to the positive or negative change that oil and product market prices are capable of creating.

Sixth example: We have shown the comparison of product yield value for the period under observation with the product price difference for the same period and oil price difference for the same period. The comparative periods were 99/98 and 00/99. The graphical presentation does not include production and distribution costs. Product price and yield value cover the oil price and leave room for covering costs and achieving a possible profit in the period under observation for 2000, while it is clear for the first period under observation that the refinery was not capable of operating. (Fig. 5)

It may be seen from the above that the Refinery may perform the most impact on operational decisions, but they have the lowest impact on profit & loss calculation. On the other hand, the prices (of oil and its products) bear the greatest impact on profit & loss calculation, while they themselves sustain the lowest impact.

If we add the fact that the oil price reduces total product realization for ca. 81% on the average or that the oil price accounts for ca. 90% of Rijeka Oil Refinery's total average costs, we could falsely conclude that all the effort invested in optimizing refinery performance has been in vain. Not so! For at least two reasons:

- a) Oil industry is an industry of big numbers, which is why even comparatively (with oil costs or product realization) small savings constitute large sums of money that can be used very well.
- b) It is just another proof that all the functions of a system such as INA (oil supply, processing, sale, transport, logistics, ...) must be optimized and planned together. Optimization of each separate complex, unless it is coordinated at corporate level, may be disastrous for the entire system. Optimization of each separate complex, e.g. – refinery, not only has to be coordinated at corporate level, but also has to make a part of the entire company's optimal operation. This means that individual complexes must – for the purpose of achieving a common optimum – necessarily implement even those envisaged, economically tested decisions which are not payable for

themselves. One of the mathematically proven postulates teaches us that: the optimum of the sum is bigger than the sum of the optimums.

Optimum Σ > Σ Optimum's.

The Rijeka Oil Refinery is planning and performing processing and production in keeping with such postulates.

Conclusion

There is no absolute optimum. There is no such thing as the most optimal solution. There is an optimum and an optimal solution for known conditions. If one of the conditions is changed, the optimum changes as well. It turns out that there is no optimum that would last forever. This means that a new optimum must be calculated for every important change of conditions (plant shape, market needs, prices, product specifications, costs), and then act on the market accordingly, redirect logistics, penetrate payable markets or reach payable customers, increase or reduce the processing capacity...

Since optimum calculations change constantly, they need to be checked all the time in order to be able to react promptly or be aware how much have we really deviated from the optimum.

Production and operational decisions must be guided also by economic, and not only by technological criteria.

For the purpose of achieving higher INA's optimum, if calculations so indicate, it is necessary from time to time to neglect one's own optimum.

Such an approach is possible in an environment understanding the optimization process and its laws, - in an environment where everybody understands the need to be included into the process of achieving the optimum, but most of all in an environment prepared for new ideas, ready to react promptly and face new approaches with more risk and responsibility. The Rijeka Oil Refinery is pretty close to becoming such an environment.

Napomena: Izračuni i tablice izrađeni na temelju operativnih podataka Grupe za planiranje i optimizaciju proizvodnje Rafinerije nafte Rijeka.

U obradbi podataka i grafičkom prikazu sudjelovali Silvija Barić i Igor Šepić.

Literatura / References:

- Specijalistički slučajevi optimizacije modela rada Rafinerije nafte Rijeka (If cases).
- Izvještaji o vrednovanju proizvodnje u Rafineriji nafte Rijeka.
- Za optimiziranja korišten Matematički model za linearno programiranje Rafinerije nafte Rijeka.

ključne riječi:

665.6.011 izbor i optimizacija postupaka
prerade nafte
.002.33 gledište sirovina
.002.64 gledište finalnih produkata
.003.13 gledište troškova
665.6-94 intenzitet vođenja procesa prerade
65.012.022 linearno programiranje
(497.13 Rn Rijeka) INA Rafinerija nafte Rijeka

key words:

oil processing choice and
optimisation
feed standpoint
final products standpoint
costs standpoint
processing intensity
linear programming
INA Rijeka Refinery

Autori / Authors:

Adriana Petrović, Neda Marčec Rahelić, INA Rafinerija nafte Rijeka

Primljeno / Received:

05.7.2001.