

Maja Fabulić Ruszkowski, Ivana Čović Knezović, Sanda Telen, Roberta Gorup

ISSN 0350-350X

GOMABN 50, 1, 46-54

Stručni rad / Professional paper

UDK 665.613.032(479.24) : 665.613.032(470.62) : 665.613.032(497.5) : .001.37

USPOREDBA AZERI LIGHT, REB I DOMAĆE SIROVE NAFTE

Sažetak

Načinjena je analiza nafte koje se prerađuju u RN Sisak. Nafta su uspoređene na osnovi fizikalno-kemijskih svojstava, kao i podataka dobivenih iz destilacijske krivulje, materijalne bilance i prinosa pojedinih frakcija. Dobiveni podaci predstavljaju ulazne podatke za računalnu bazu „Software Crude Manager“ i „PIMS“ koji se koristi za optimiranje rada jedinica atmosferske i vakuumske destilacije u RN Sisak.

COMPARISON OF AZERI LIGHT, REB AND DOMESTIC OIL CRUDES

Summary

Analysis of crude oils which are processed in Sisak Refinery has been made. Crude oils were compared on the basis of physical and chemical properties as well as data from distillations curve, material balance and yields of fractions. The obtained data are used as input data in software Crude Manager and PIMS by which optimizes the processing of atmospheric and vacuum distillation units in Sisak Refinery.

1. Uvod

Izbor nafte od velike je važnosti za rad rafinerija. Pri izboru nafte vodi se računa o potrebama tržišta te cijeni nafte. Kvaliteta nafte također se odražava na kvalitetu produkata, toplinsku bilancu, svojstva katalizatora i koroziju proizvodnih postrojenja. Mnoge nafte kupuju se samo na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih podataka kao što su gustoća ($^{\circ}$ API), sadržaj sumpora i vode, što je nedostavno za predviđanje mnogih problema koji proizlaze iz prerade nafte¹. Brojne standardne i nestandardne metode razvijene su za mjerenje različitih aspekata kvalitete sirove nafte. Kvaliteta nafte može utjecati na projekt procesnih jedinica. Tako npr. neke rafinerijske jedinice nisu konstruirane za kisele nafte.

Neizbježan problem kod transporta nafte cjevovodom je miješanje dvaju nafte. Da bi se izbjegla kontaminacija, nastoji se prevoziti velike terete iste nafte te terete nafte sličnih svojstava jedne iza drugih.

U brodovima je također neizbježna pojava korozije zbog čega nafta sadrži čestice željeznog oksida i željeznog sulfida.

Prerada nafte često je temeljena na namješavanju različitih mješavina sirovih nafte s različitim lokacija. Transportirana nafta često se prije prerade privremeno čuva u spremnicima na terminalima. U spremnicima je uvijek prisutna određena količina nafte koja se prije nalazila u spremniku, tzv. nepumpabilni dio koji može sadržavati kontaminante i narušiti kvalitetu nove nafte. Zbog ovih razloga kvaliteta sirove nafte u rafineriji može se razlikovati od kvalitete nafte s naftnih polja.

Prije kupnje nove sirove nafte koja će se prerađivati, nužno je napraviti novu karakterizaciju nafte te uzeti u obzir sve zagađivače i aditive koji se dodaju u sirovu naftu te prodiskutirati radne uvjete. Kod uvođenja nove nafte u preradu, neophodno je napraviti „test run“ prije prerade. Jedna od najjednostavnijih metoda određivanja destilacijskih karakteristika nafte je destilacija nafte na laboratorijskim aparaturama gdje se frakcije nafte režu prema potrebi, rezovima se mogu mijenjati temperaturne granice, a dobivenim frakcijama određuju se željena svojstva^{2,3}.

2. Eksperimentalni dio

2.1 Sirovine

U radu su korištene nafte koje se prerađuju u RN Sisak: Azeri Light, REB (Russian Export Blend) i domaća nafta. Analizirana je Azeri Light nafta iz luke Ceyhan koja je dopremljena naftovodom JANAF⁴, REB nafta dobivena s terminala Virje i korištena u „test run-u“ 04.02.2010⁵ te domaća nafta korištena u „test-run-u“ 14.12.2009⁶. Fizikalno-kemijska svojstva ispitanih nafte navedena su u tablici 1.

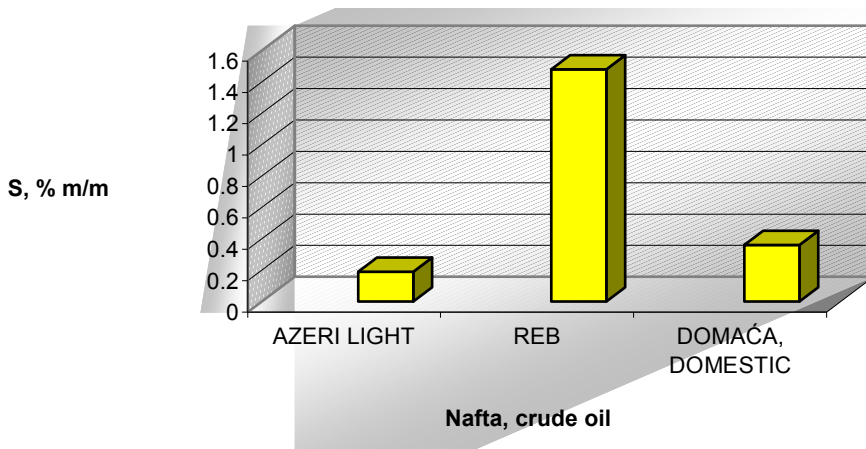
Po gustoći se Azeri Light kao i domaća nafta ubrajaju u lake nafte, dok je REB nafta srednje gustoće. Azeri Light je nisko sumporna nafta, kao i domaća nafta, dok se REB nafta ubraja u visoko sumporne nafte (slika 1). Prema jednoj od podjeli nafte Azeri Light i domaća nafta ubrajaju se u lako-slatke nafte, dok REB pripada lakokiselim naftama⁷.

2.2 Metode

Nafta je destilirana po ASTM D 2892 normi za destilaciju sirove nafte (kolona s 15 teorijskih tavana)⁸ ili tzv. TBP destilacijom do 370 °C (eng. *true boiling point* - prava temperatura vrenja) te iznad 370 °C po ASTM D 5236 normi⁹. Najveća atmosferski ekvivalentna temperatura (AET) je 550 °C. Destilacija je provedena na uređajima EuroDist System ASTM-D 2892 TBP i EuroDist System ASTM-D 5236 Potstill koji su u potpunosti automatizirani i vođeni programskim paketom „EuroDist Control Software“. Prije početka destilacije provedena je debutanizacija nafte. Frakcije destilacije uzimane su na sljedeći način: laki benzin (< 85 °C), teški benzin (85-175 °C), petrolej (175-225 °C), lako plinsko ulje, LPU (225-340 °C), teško plinsko ulje, TPU (340-370 °C), atmosferski ostatak, AO (> 370 °C), vakuumsko lako plinsko ulje, VLP (370-430 °C), vakuumsko teško plinsko ulje, VTPU (430-550 °C), vakuumski ostatak, VO (> 550 °C).

Destilacijska krivulja prikazuje ovisnost temperature (T) o masenom udjelu predestiliriranog produkta (% m/m). Usporedba nafti načinjena je na osnovu dobivene materijalne bilance i prinosa produkata frakcija.

Sadržaj sumpora je u ispitanim naftama i naftnim frakcijama određen metodom za određivanje sumpora na WDX-ray spektrometru (HR EN ISO 20884 norma). Istraživački oktanski broj (IOB) i motorni oktanski broj (MOB) lakog i teškog benzina određeni su prema HRN EN 5164 i HRN EN 5163 normama. Cetanski broj dizelskog goriva određen je prema HRN EN 5165 normi.



Slika 1: Sadržaj sumpora u naftama
Figure 1: Sulphur content in crude oils

3. Rezultati i rasprava

3.1 Usporedba Azeri Light, REB i domaće nafte

Na slici 2 prikazane su destilacijske krivulje ispitanih nafti koje se prerađuju u RN Sisak. Najviše je predestiliralo domaće nafte (86,19 % m/m), zatim Azeri Light (84,64 % m/m), a najmanje REB nafte (76,23 % m/m).

U tablici 2 prikazani su prinosi frakcija dobiveni destilacijom. Domaća nafta ima najviši prinos lakog i teškog benzina, kao i petroleja. Iz Azeri Light nafte dobiveno je najmanje lakog benzina i nešto više teškog benzina u odnosu na REB naftu. Obje nafte ostvarile su vrlo slične prinose petroleja. Znatno više plinskog ulja, posebice lakog plinskog ulja, dobiveno je iz Azeri Light nafte. Iz Azeri Light kao i REB nafte dobiveno je više vakuumskih plinskih ulja nego iz domaće nafte. Znatno više atmosferskog ostatka (AO) i vakuumskog ostatka (VO) sadrži REB u usporedbi s ostale dvije nafte, dok domaća nafta ima najmanje AO i VO.

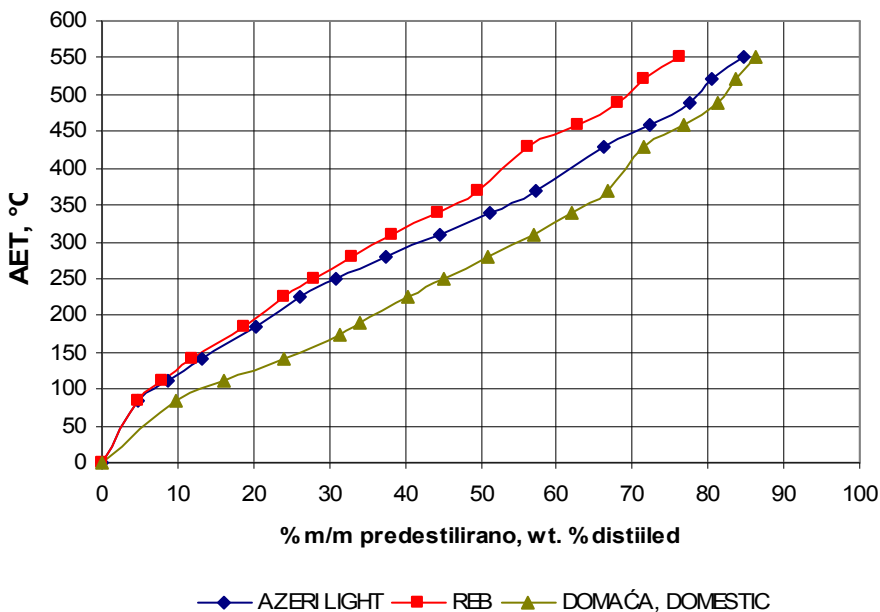
Tablica 1.: Fizikalno-kemijska svojstva Azeri Light, REB i domaće nafte
 Table 1: Physico-chemical properties of Azeri Light, REB and domestic crude oils

ZNAČAJKA, CHARACTERISTIC	METODA ISPITIVANJA, METHOD	AZERI LIGHT 20.02.2010.	REB s test run-a 04.02.2010.	DOMAĆA s test run-a 14.12.2009.
Gustoća, Density (15 °C), kg/m ³	ASTM D 5002, HRN EN ISO 12185	844,0	870,6	826,7
°API	DMA 4500	36,01	30,89	39,51
Tlak para (Reid), Reid Vapour Pressure, kPa	HRN EN ISO 3007	34,0	24	34
Točka tečenja, Pour Point, °C	ASTM D 5853	+9	-9	-6
Kinematička viskoznost, Kinematic Viscosity (20 °C), mm ² /s	ASTM D 445	11,292	15,805	4,239
Dinamička viskoznost, Dynamic Viscosity (20 °C), mPa s	ASTM D 445	9,493	13,709	3,490
Ukupni sumpor, Sulphur – Total, % m/m	HRN EN ISO 8754	0,19	1,48	0,36
Dušik, Nitrogen, % m/m	UOP 384	0,08	0,15	0,12
Ni, mg/kg	DIN 51790-7 (mod.)	19	16	29
V, mg/kg		24	53	23
Fe, mg/kg		3	25	13
Hg, mg/kg	vlastita, In-house	0,00498	0,033	0,463
Koksni ostatak, Carbon Residue, % m/m	HRN EN ISO 10370	1,52	3,95	2,11
Pepeo, Ash, % m/m	HRN EN ISO 6245	0,005	0,0	0,017
Asfalteni, Asphaltenes, % m/m	ASTM D 6560	0,11	1,75	0,51

3.2 IOB i MOB benzina i cetanski broj petroleja

Dobivenim frakcijama lakog benzina određen je istraživački (IOB) i motorni oktanski broj (MOB), a njihove vrijednosti prikazane su na slici 3. Isti rezultati dobiveni su za istraživački i motorni oktanski broj u lakom benzinu dobivenom iz Azeri Light i domaće nafte (71 i 69), dok laki benzin iz REB nafte ima niži istraživački i motorni oktanski broj (68 i 65).

Frakcijama petroleja određen je cetanski broj (slika 4). Najvišu vrijednost cetanskog broja ima frakcija petroleja iz Azeri Light nafte, slijedi frakcija petroleja iz domaće nafte te iz nafte REB.



Slika 2: Destilacijske krivulje sirovih nafti

Figure 2: Distillation curves of crude oils

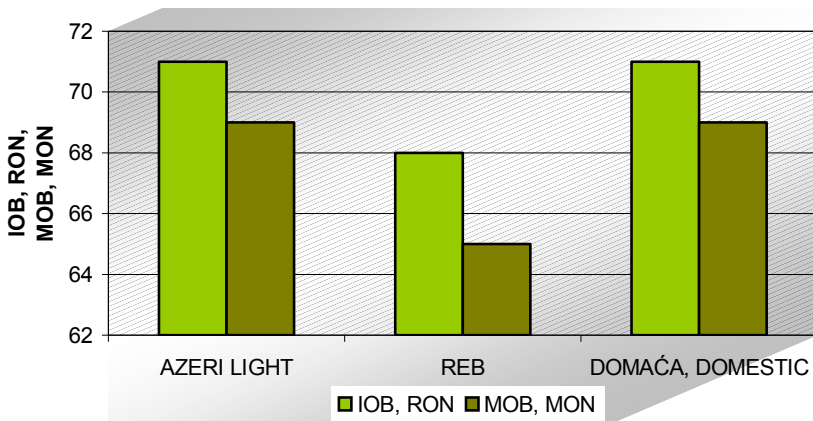
3.3 Analiza sadržaja sumpora u naftnim frakcijama

Sadržaj sumpora određen je u frakcijama lakog i teškog benzina te frakcijama srednjih i teških destilata (slike 5 i 6). U lakom i teškom benzinu dobivenom iz domaće nafte nađeno je 3 i 49 mg/kg sumpora. U lakom i teškom benzinu dobivenom iz Azeri Light nafte ima nešto više sumpora, 23 i 130 mg/kg sumpora, dok su kod REB nafte prisutne veće količine sumpora u lakom i teškom benzinu 117 i 428 mg/kg sumpora. Sumporovi spojevi pretežito su raspoređeni u teškim frakcijama i destilacijskom ostatku u obliku benzotiofenskih, dibenzotiofenskih i naftofenantrenskih spojeva².

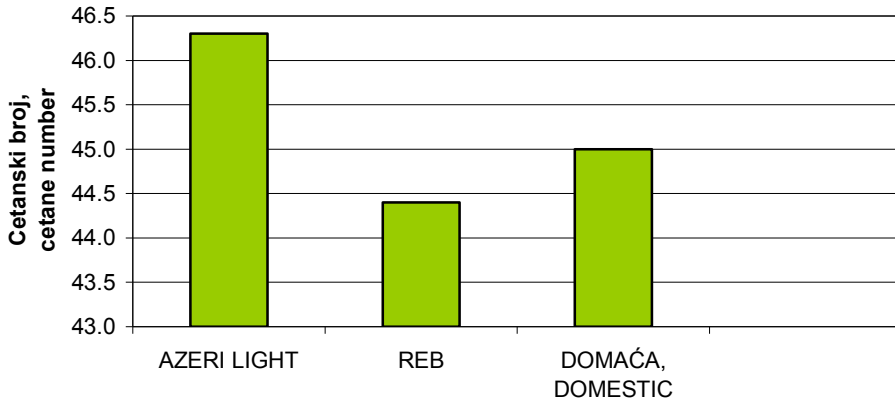
Ako se usporede količine sumpora u plinskim uljima (slika 6), uočava se da plinska ulja iz Azeri Light nafte imaju izuzetno malo sumpora što olakšava daljnju preradu, odnosno izravno se mogu namješavati u pool dizelskih goriva, bez prethodne hidrobrade, čime se dolazi do značajne uštede u proizvodnji dizelskog goriva. Količine sumpora u lakom i teškom plinskom ulju (LPU i TPU) dane su u tablici 3. Najviše sumpora nalazi se u srednjim i teškim frakcijama dobivenim iz nafte REB.

Tablica 2. Prinosi naftnih frakcija dobivenih iz TBP i Potstill destilacije
 Table 2. Yields of crude oil's fraction from TBP and Potstill distillation

Frakcija, Fraction, raspon vrelišta	Iskorištenje, Yield % m/m		
	AZERI LIGHT 20.02.2010	REB 04.02.2010.	DOMAĆA 14.12.2009.
laki benzin, light naphtha, < 85 °C	3,71	4,24	8,48
teški benzin, heavy naphtha, 85 – 185 °C	16,10	13,71	23,34
petrolej, kerosene, 185 – 225 °C	5,78	5,78	7,28
lako plinsko ulje, light gas oil, 225 – 340 °C	25,69	19,44	21,80
teško plinsko ulje, heavy gas oil, 340 – 370 °C	5,64	5,20	4,20
ukupno plinsko ulje, total gas oil	31,33	24,64	26,00
vakuumsko lako plinsko ulje, vacuum light gas oil, 370 – 430 °C	8,55	8,11	7,29
vakuumsko teško plinsko ulje, vacuum heavy light oil, 430 – 550 °C	18,75	18,56	13,46
ukupno vakuumsko plinsko ulje, total vacuum gas oil	27,3	26,67	20,75
atmosferski ostatak, atmospheric residue, > 370 °C	40,64	48,85	32,28
vakuumski ostatak, vacuum, residue, > 550 °C	13,30	21,01	11,50

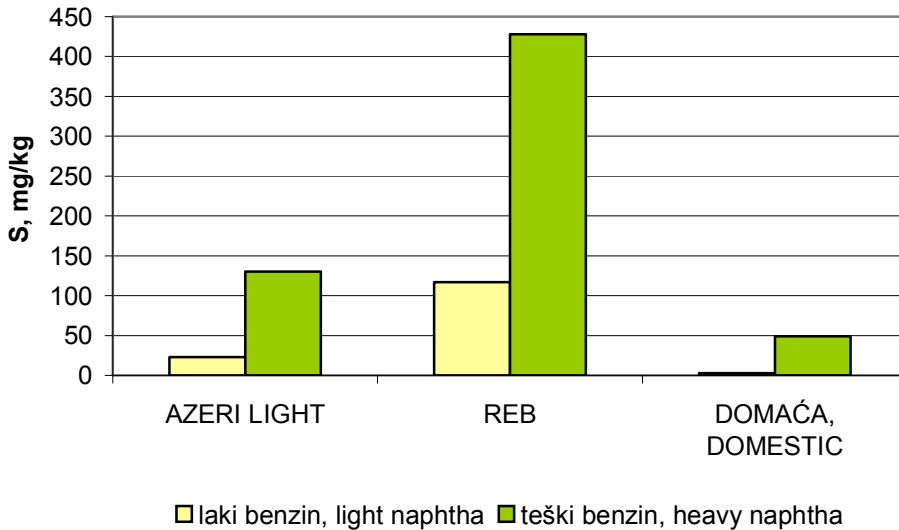


Slika 3: Istraživački (IOB) i motorni oktanski broj (MOB) lakog benzina
 Figure 3: RON and MON-of light naphtha



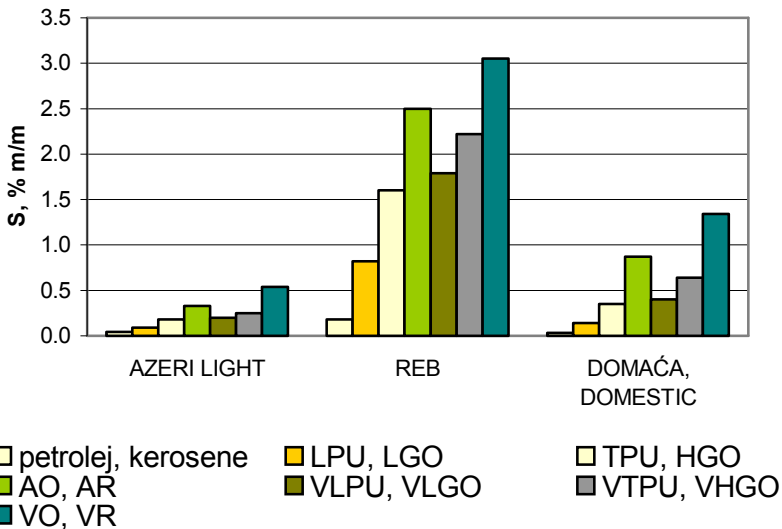
Slika 4: Cetanski broj petroleja i LPU

Figure 4: Cetane number of kerosene and LGO



Slika 5: Količina sumpora u lakom i teškom benzinu

Figure 5: Sulphur content in light and heavy naphtha



Slika 6: Sadržaj sumpora u srednjim i teškim frakcijama
Figure 6: Sulphur content in middle and heavy fractions

Tablica 3: Sadržaj sumpora u lakom i teškom ulju
Table 3: Sulphur content in light and heavy gas oil

Sumpor, Sulphur % m/m	AZERI LIGHT 20.02.2010.	REB s „test run-a“ 04.02.2010.	DOMAĆA s „test run-a“ 14.12.2009.
LPU, LGO	0,09	0,82	0,14
TPU, HGO	0,18	1,6	0,35

4. Zaključci

- Azeri Light i domaća nafta predstavljaju nisko sumporne nafte koje su ostvarile visoke prinose i dobru raspodjelu lakih i srednjih produkata u odnosu na visoko sumpornu naftu REB.
- Prednost prerade domaće nafte je u tome što daje najbolju raspodjelu i prinos lakih produkata, a ujedno je i najdostupnija za preradu u Rafineriji Sisak od sve tri ispitane nafte.
- Iz Azeri Light nafte dobiveno je najviše srednje frakcije - plinskog ulja s izuzetno malom količinom sumpora koja ne zahtjeva dodatnu obradu.
Na taj način dolazi se do znatnih ušteda u preradi sa stanovišta utroška energije i potrošnje vodika.

Literatura/References

1. L. N. Kremer, Petroleum Technology Quarterly, **9** (2004) 5, 87-97.
2. J-P. Wauquier, Crude Oil Petroleum Products Process Flowsheets, Editions Technip, Paris, 1995.
3. M. R. Riazi, ASTM Characterization and Properties of Petroleum Fraction, First Edition, ASTM Stock Number MNL50, Philadelphia, 2005
4. I. Čović Knezović, M. Fabulić Ruszkowski: Karakterizacija nafte AZERI (naftovod JANAF), 20.02.2010.
5. I. Čović Knezović, M. Fabulić Ruszkowski: Karakterizacija nafte REB CO s test run-a, 04.02.2010.
6. I. Čović Knezović, M. Fabulić Ruszkowski: Karakterizacija domaće nafte 51103 s test run-a, 14.12.2009.
7. J. G. Speight, Handbook of Petroleum Product Analysis, John Wiley & Sons, Hoboken, Jew Jersey, 2002.
8. Standard Test Method for Distillation of Crude Petroleum (15-Theoretical Plate Column), ASTM D 2892.
9. Standard Test Method for Distillation of Heavy Hydrocarbon Mixtures (Vacuum Potstill Method) ASTM D 5236.

UDK	ključne riječi	key words
665.613.032(479.24)	naftna sirovina Azeri lagana, terminal Ceyhan	crude oil Azeri light, terminal Ceyhan
665.613.032(470.62)	naftna sirovina ruska eksportna mješavina, terminal Virje	crude oil REB Russian Export Blend, terminal Virje
665.613.032(497.5)	domaća naftna sirovina	domestic crude oil
.001.37	gledište komparativne evaluacije	comparative evaluation viewpoint

Autori/Authors

dr. sc. Maja Fabulić Ruszkowski, dipl. ing. ¹

Ivana Čović Knezović, dipl. ing. ¹

Sanda Telen, dipl. ing. ¹

mr. sc. Roberta Gorup, dipl. ing. ²

¹ INA Industrija nafte d.d., Služba za razvoj procesa, Lovinčićeva bb, Zagreb

² INA Industrija nafte d.d., Sektor Rafinerija nafte Sisak, A. Kovačića 1, Sisak

Primljeno/Received

6.12.2010.

Prihvaćeno/Accepted

25.1.2011.