

Značajke pridobivanja i preradbe nafte i prirodnoga plina u Hrvatskoj u razdoblju od 2000. do 2014. godine

Josipa Velić^{1,2}; Katarina Kišić^{1*} Dragan Krasić³

¹Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 10 000 Zagreb, Pierottijeva 6, * magistra geologije

²Hrvatska geološka ljetna škola, 10 000 Zagreb, Pančićeva 5

³Ministarstvo gospodarstva, 10 000 Zagreb, Ul. grada Vukovara 78

Sažetak

U radu su analizirane značajke pridobivanja i preradbe nafte, kondenzata i prirodnoga plina u Republici Hrvatskoj od 2000. do kraja 2014. godine. Iznos bilančnih (eksploatacijskih) rezervi nafte i kondenzata kreće se od $9330,92 \times 10^3 \text{ m}^3$ (2005. godina) do $13\,471,08 \times 10^3 \text{ m}^3$ u 2013. godini, dok količine njihova pridobivanja postupno opadaju od $1332,61 \times 10^3 \text{ m}^3$ na $639,96 \times 10^3 \text{ m}^3$. Odnos pridobivanja i rezervi postupno opada, što znači da blagi porast rezervi uopće ne utječe na količine crpljenja. Eksploatacijske rezerve prirodnoga plina tijekom promatranoga razdoblja uvelike osciliraju. Najveće su bile 2007. godine ($40\,919,70 \times 10^6 \text{ m}^3$), a najmanje 2014. godine ($17\,932,98 \times 10^6 \text{ m}^3$). Za razliku od tekućih ugljikovodika, odnos pridobivenih i eksploatacijskih količina raste i najveći je 2014. godine. Svekoličke potrebe u Hrvatskoj za naftom (prikazano kao ukupna potrošnja sirove nafte) u 2013. bile su $3032,8 \times 10^3 \text{ m}^3$ te plina $2809,90 \times 10^6 \text{ m}^3$. Zanimljiv je podatak da potrošnja nafte brzo opada, što je povoljan trend sa stajališta emisije stakleničkih plinova. Dio se podmiruje iz vlastite eksploatacije, međutim ovisnost o uvozu nafte i prirodnoga plina i dalje je evidentna i kreće se od 75 % do 84 % (nafta), odnosno od 28 % do 46 % (prirodni plin) i to se jače ne mijenja. Količine prerađenih ugljikovodika postupno opadaju, poglavito motornoga benzina i loživoga ulja, dok dizelskoga goriva ostaju približno jednake. Iznimno su važna daljnja istraživanja te razvoj eksploatacije nafte i plina, poglavito ulaganjem u educiranje kadrova i nove tehnologije.

Ključne riječi

nafta, prirodni plin, rezerve, pridobivanje, preradba, Hrvatska

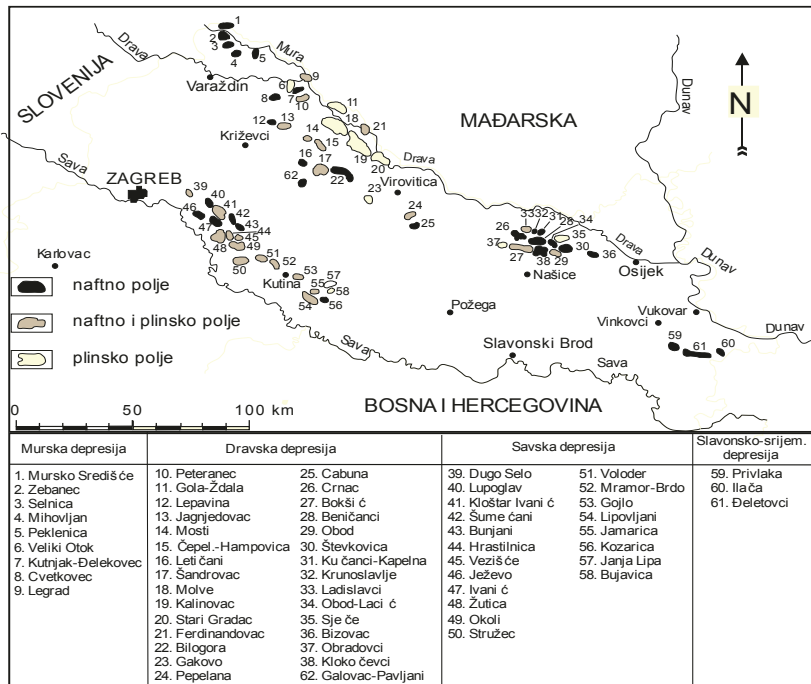
1. Uvod

Porast potrošnje svih oblika energije nameće rješavanje pitanja sigurnosti opskrbe u budućnosti, a posebice nafte i prirodnoga plina kao izrazito ključnih izvora energije i industrijske sirovine. Unatoč porastu potrošnje vidljivo je da je i danas više od polovice energije (59,4 %) u svijetu podrijetlom iz nafte (60 %) i prirodnoga plina (40 %), što će u odnosu na povećavanje njihovih zaliha ostati još razmjerno dugo, pri čemu prirodni plin dobiva sve veću ulogu u ukupnoj potrošnji energije. U tome je smislu zanimljiva planirana izgradnja plinovoda za dobavu prirodnoga plina u Europu nazvanih „Južni tok” i „Nabucco” (Sučić et al., 2011). Dakle, zalihe se povećavaju, a tzv. Hubertov maksimum (teorija o dostizanju pridobivenosti polovine dokazanih zaliha i maksimalnoga pridobivanja nafte nakon čega bi se one morale početi smanjivati) stalno se pomiče u budućnost uz spoznaju da fosilna goriva nastaju tijekom milijuna godina, a troše se nerazmjerno brzo. Primjerice, 1939. godine dostatnost nafte procijenjena je na 13 godina, a 1959. godine zalihe nafte (dokazane i izgledne) bile su $159 \times 10^9 \text{ m}^3$ što je procijenjeno kao dostatno za sljedećih nekoliko desetljeća. Prema najnovijim dostupnim podacima (BP, 2015) rezerve nafte dostatne su za pridobivanje još 52 godine, a plina još 54 godine.

Dakle, nafta i plin ostaju i u budućnosti glavni energenti koji će se prema predviđanju upotrebljavati do 2050. godine, ali u kombinaciji sastavljenoj od ugljena, energije Sunca, vjetra, valova, strujanja u moru, nuklearne energije i dr. Budući da eksploatacija nafte i plina (ipak) ima svoj vijek trajanja, bitno je voditi brigu o njihovoj racionalnoj potrošnji i korištenju.

Cijena ugljikovodika pokazuje se kao važan čimbenik racionalne potrošnje. Naime, istraživanja postaju sve kompleksnija, u sve težim uvjetima, a samim tim i sve skuplja. Nafta i plin stoga će u budućnosti biti sve skuplji iako je cijena sirove nafte u drugoj polovici 2015. godine drastično pala; najniža je u zadnjih 12 godina.

Republika Hrvatska ima dugu i bogatu povijest iskorištavanja ugljikovodika (Velić et al., 2010, Velić et. al., 2012). Hrvatska naftna industrija ima tradiciju od 150 godina i često se predviđalo drastično smanjenje zaliha ugljikovodika s obzirom na to da su neobnovljivi. Međutim, analizom rezervi i pridobivanja pokazalo se da se rezerve stanovito održavaju, pa i povećavaju. Najstarije je polje Bujavica – prvo plinsko polje otkriveno 1917. godine koje je bilo aktivno do 1937. godine. Prvo znatno pridobivanje nafte počelo je 1941. godine iz ležišta polja Gojlo.



Slika 1: Smjestašta naftnih i plinskih polja u hrvatskome dijelu Panonskoga bazena (Velić, 2007)



Slika 2: Smjestašta plinskih polja u Sjevernome Jadranu (Velić, 2007)

Intenzivne aktivnosti istraživanja i eksploatacije nafte i plina u Hrvatskoj traju zadnjih 70 godina te se danas na području hrvatskoga dijela Panonskoga bazenskog sustava (dalje u tekstu – HPBS) (**slika 1**) pridobivaju ugljikovodici iz 33 naftna polja, plinski kondenzat iz 9 plinskokondenzatnih polja te plin iz 17 plinskih polja. Istraživanje jadranskoga podmorja traje preko 40 godina, a pridobivanje prirodnoga plina ostvaruje se od 1999. godine iz ležišta 9 polja (**slika 2**).

Prema **Velić et al. (2010)** ukupne geološke rezerve iznose $740 \times 10^6 \text{ m}^3$ ekvivalenata nafte. Početne rezerve nafte iznose $112 \times 10^6 \text{ m}^3$, kondenzata $10,74 \times 10^6 \text{ m}^3$ te plina $100,67 \times 10^9 \text{ m}^3$ (**tablica 1**). Razlika između procijenjenih početnih rezervi i ukupno pridobivenih količina daje preostale rezerve koje su također prikazane u **tablici 1**, gdje su količine kondenzata označene u zagradi. Preostale rezerve nafte iznose $8,01 \times 10^6 \text{ m}^3$, a plina $35,76 \times 10^9 \text{ m}^3$. Prema preostalim rezervama **Dobrova et al. (2003)** svrstali su 2002. godine Hrvatsku na treće mjesto među državama središnje i istočne Europe, ali prema novim podacima vrijednosti su preostalih rezervi niže (**Velić et al., 2010, Malvić et al., 2011**).

I na kraju ovoga uvoda, jedna napomena o dostupnosti podataka: u **tablici 8 i 9** te na **slikama 8, 12, 14 do 22**, obradba se odnosi na podatke do 2013. godine.

Tablica 1: Početne rezerve, ukupno pridobivene te preostale količine ugljikovodika u Hrvatskoj (**Malvić et al., 2011**)

Dobrova et al. (2003)						Velić et al. (2010)					
Početne rezerve		Ukupno pridobiveno		Preostale rezerve		Početne rezerve		Ukupno pridobiveno		Preostale rezerve	
nafta	plin	nafta	plin	nafta	plin	nafta	plin	nafta	plin	nafta	plin
141,18	108,11	109,70	26,16	31,48	81,95	112,06	100,67	104,45	64,91	8,01	35,76
						(10,73)		(6,93)		(3,80)	
nafta 10^6 m^3 ; plin 10^9 m^3											

2. Rezerve nafte, kondenzata i prirodnoga plina

Eksploatacijske (bilančne, komercijalne ili P-rezerve (engl. *proven*)) rezerve nafte, kondenzata i prirodnoga plina promatrane za razdoblje od 2000. do 2014. godine u Republici Hrvatskoj prikazane su u **tablicama 2, 3 i 4**, odnosno **slikama 3, 4 i 5**. U **tablici 3** te na **slici 3** prikazuju se odvojeno nafta i kondenzat. U eksploatacijske rezerve svrstavaju se utvrđene količine nafte, kondenzata i prirodnoga plina u ležištu koje se poznatom tehnikom i tehnologijom mogu rentabilno-komercijalno iskoristiti.

Eksploatacijske rezerve nafte i kondenzata do 2004. godine općenito su opadale. Tada su bile $9348,71 \times 10^3 \text{ m}^3$, što je u odnosu na stanje u 2000. godini 80 %. Od 2006. godine rezerve se povećavaju, osobito u 2013. godini, kada su iznosile $13\,471,08 \times 10^3 \text{ m}^3$. Uspoređujući rezerve odvojeno za naftu i kondenzate, uočljiv je nerazmjer; naime rezerve nafte rastu, dok su rezerve kondenzata pale s $3468,82 \times 10^3 \text{ m}^3$ u 2000. godini na samo $1435,47 \times 10^3 \text{ m}^3$ u 2014. godini, što je razlika od 40 %.

Što se tiče prirodnoga plina (**tablica 4, slika 5**), uočavaju se znatne oscilacije. Najveće rezerve bile su 2007. godine ($40\,919,70 \times 10^6 \text{ m}^3$) i od tada postupno opadaju – na $17\,932,98 \times 10^6 \text{ m}^3$. Uzroci su smanjeno ulaganje u istraživanja jer se HPBS smatra dobro istraženim, a većina ležišta gotovo je iscrpljena. O tome postoje i drugačija stajališta, prikazana npr. u radu **Velić, 2007**. Prema nekim istraživanjima koja su provedena za HPBS generirano je 2 do 4 puta više nafte nego što je utvrđeno u postojećim ležištima (**Malvić et al., 2011**). Iako su to možda precijenjene

vrijednosti, znatan dio rezervi ugljikovodika može se dobiti povećanjem iskoristivosti ležišta i otkrivanjem novih. U tome se smislu navodi stajalište Velić et al. (2012) da se važnija ležišta mogu očekivati u stijenama neogenske podloge (ispod repera Tg, odnosno PT unutar paleozojskih magmatita i metamorfita te mezozojskih sedimentnih stijena), uz rubove depresija ili gdje postoje izdignuća u paleoreljefu, te u stratigrafskim zamkama unutar miocenskih naslaga jer se one sastoje se od raznovrsnih litofacijesa iz vrlo različitih okoliša sedimentacije.

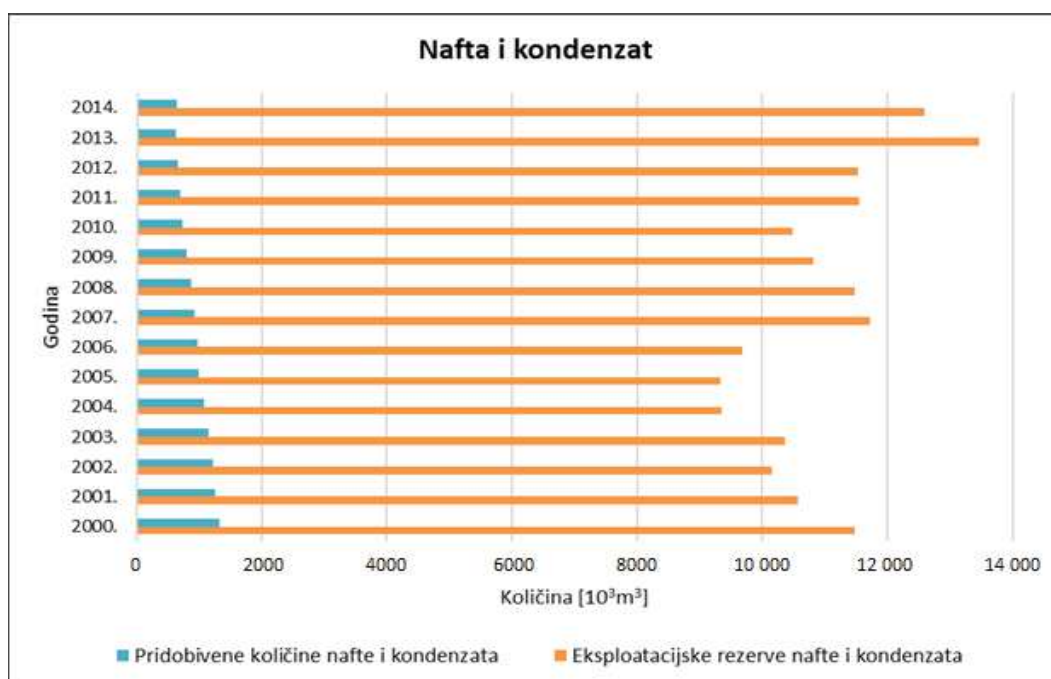
Tablica 2 i tablica 5: Eksploatacijske rezerve i pridobivanje nafte i kondenzata te uvezene količine sirove nafte i ukupna potrošnja sirove nafte u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine

Godina	Tablica 2			Tablica 5		
	Preuzeto iz: Godišnja bilanca stanja rezervi mineralnih sirovina Republike Hrvatske – Ministarstvo gospodarstva			Preuzeto iz: Energetska bilanca Republike Hrvatske 2003. – 2011. (Eurostat), Energija u Hrvatskoj 2012. – 2013. – Ministarstvo gospodarstva		
	Eksploatacijske rezerve nafte i kondenzata [10 ³ m ³]	Pridobivene količine nafte i kondenzata [10 ³ m ³]		Uvezene količine sirove nafte [10 ³ m ³]	Ukupna potrošnja sirove nafte [10 ³ m ³]	
A	B	B/A	C	D	C/D	
2000.	11 477,34	1332,61	0,116	-	-	-
2001.	10 564,45	1262,16	0,119	-	-	-
2002.	10 152,69	1217,40	0,120	-	-	-
2003.	10 356,13	1152,48	0,111	3814,20	5096,60	0,75
2004.	9348,71	1085,37	0,116	4250,90	5324,20	0,80
2005.	9330,92	1005,19	0,108	4049,50	5113,50	0,79
2006.	9689,11	977,49	0,101	3847,30	4856,30	0,79
2007.	11 719,10	930,10	0,079	4251,60	5177,00	0,82
2008.	11 472,48	867,87	0,076	3517,40	4508,30	0,78
2009.	10 823,58	807,45	0,075	4119,00	4919,20	0,84
2010.	10 481,58	743,93	0,071	3598,00	4362,00	0,82
2011.	11 554,00	697,50	0,060	2894,70	3444,20	0,84
2012.	11 531,60	659,32	0,057	2325,00*	3108,30*	0,75
2013.	13 471,08	636,78	0,047	2461,80*	3032,80*	0,81
2014.	12 597,80	639,96	0,051	-	-	-

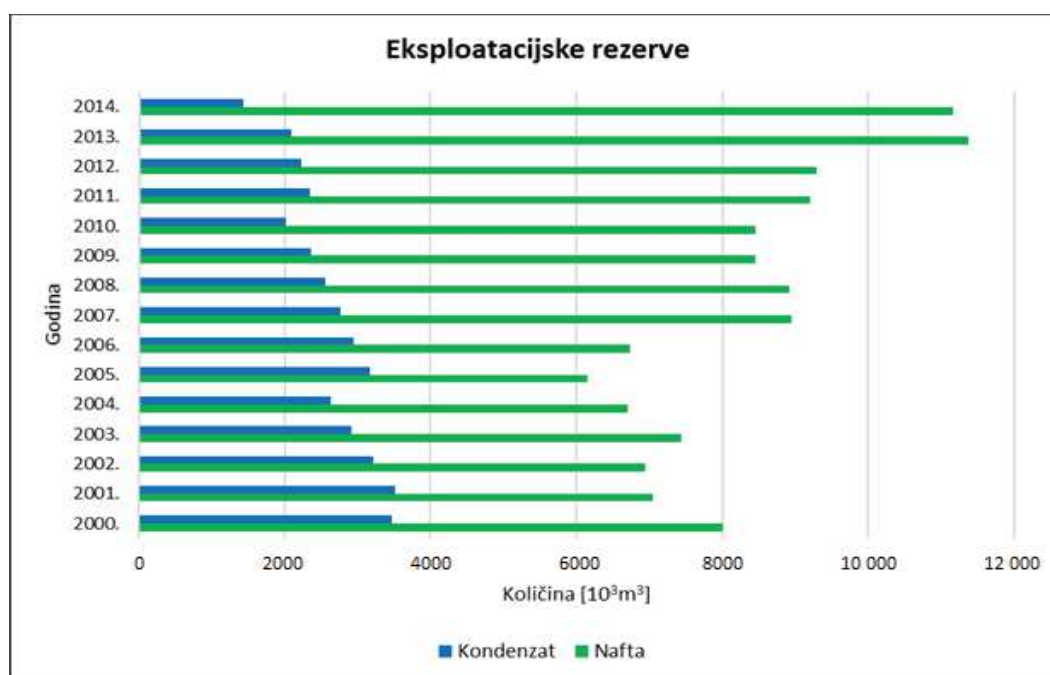
* podatci iskazani u 1000 tona

Tablica 3: Eksploatacijske rezerve i pridobivene količine nafte i kondenzata od 2000. do 2014. godine u Hrvatskoj

Godina	Eksploatacijske rezerve nafte i kondenzata [10 ³ m ³]		Pridobivene količine nafte i kondenzata [10 ³ m ³]	
	Nafta	Kondenzat	Nafta	Kondenzat
2000.	8008,52	3468,82	1003,87	328,74
2001.	7040,30	3524,15	934,35	327,81
2002.	6935,47	3217,22	906,95	310,45
2003.	7435,20	2920,93	853,00	299,48
2004.	6707,18	2641,53	802,62	282,75
2005.	6152,09	3178,83	745,59	259,60
2006.	6736,64	2952,47	728,65	248,84
2007.	8949,30	2769,80	702,19	227,91
2008.	8917,39	2555,09	653,15	214,72
2009.	8454,81	2368,77	619,65	187,80
2010.	8460,94	2020,64	563,11	180,82
2011.	9199,24	2354,76	528,45	169,05
2012.	9295,68	2235,92	511,68	147,64
2013.	11 370,71	2100,37	499,51	137,27
2014.	11 162,33	1435,47	518,27	121,69



Slika 3: Eksploatacijske rezerve i pridobivene količine nafte i kondenzata u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine



Slika 4: Eksploatacijske rezerve nafte i kondenzata u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine prikazano odvojeno

Tablica 4 i tablica 6: Eksploatacijske rezerve i pridobivanje prirodnoga plina te uvezene količine i potrošnja u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine

Tablica 4				Tablica 6		
Preuzeto iz: <i>Godišnja bilanca stanja rezervi mineralnih sirovina Republike Hrvatske – Ministarstvo gospodarstva</i>				Preuzeto iz: <i>Energetska bilanca Republike Hrvatske 2003. – 2011. (Eurostat), a podatci označeni zvjezdicom * iz: Energija u Hrvatskoj 2012. – 2013. – Ministarstvo gospodarstva (*3)</i>		
Godina	Eksploatacijske rezerve prirodnoga plina [10 ⁶ m ³]	Pridobivene količine prirodnoga plina [10 ⁶ m ³]		Uvezene količine prirodnoga plina [10 ⁶ m ³]	Ukupna potrošnja prirodnoga plina [10 ⁶ m ³]	
	A	B	B/A	C	D	C/D
2000.	29 204,51	1888,35	0,065	-	-	-
2001.	33 203,17	2851,87	0,086	-	-	-
2002.	35 906,14	2880,48	0,080	-	-	-
2003.	28 150,91	2278,40	0,081	827,40	2095,80	0,39
2004.	26 574,65	2352,25	0,089	855,60	2443,80	0,35
2005.	30 358,60	2432,42	0,080	921,00	2363,10	0,39
2006.	30 110,54	2863,70	0,095	914,80	2337,00	0,39
2007.	40 919,70	3001,04	0,073	856,80	2685,30	0,32

	Tablica 4			Tablica 6		
	Preuzeto iz: <i>Godišnja bilanca stanja rezervi mineralnih sirovina Republike Hrvatske – Ministarstvo gospodarstva</i>			Preuzeto iz: <i>Energetska bilanca Republike Hrvatske 2003. – 2011. (Eurostat), a podatci označeni zvjezdicom * iz: Energija u Hrvatskoj 2012. – 2013. – Ministarstvo gospodarstva (*3)</i>		
2008.	36 436,12	2847,18	0,078	996,30	2602,80	0,38
2009.	34 500,20	2819,07	0,082	848,00	2403,30	0,35
2010.	31 163,58	2833,22	0,091	868,60	2632,30	0,33
2011.	23 959,91	2571,46	0,107	711,50	2570,20	0,28
2012.	24 315,39	2086,38	0,086	1357,70*	2971,70*	0,46
2013.	21 368,61	1963,32	0,092	1270,40*	2809,90*	0,45
2014.	17 932,98	1824,03	0,102	-	-	-

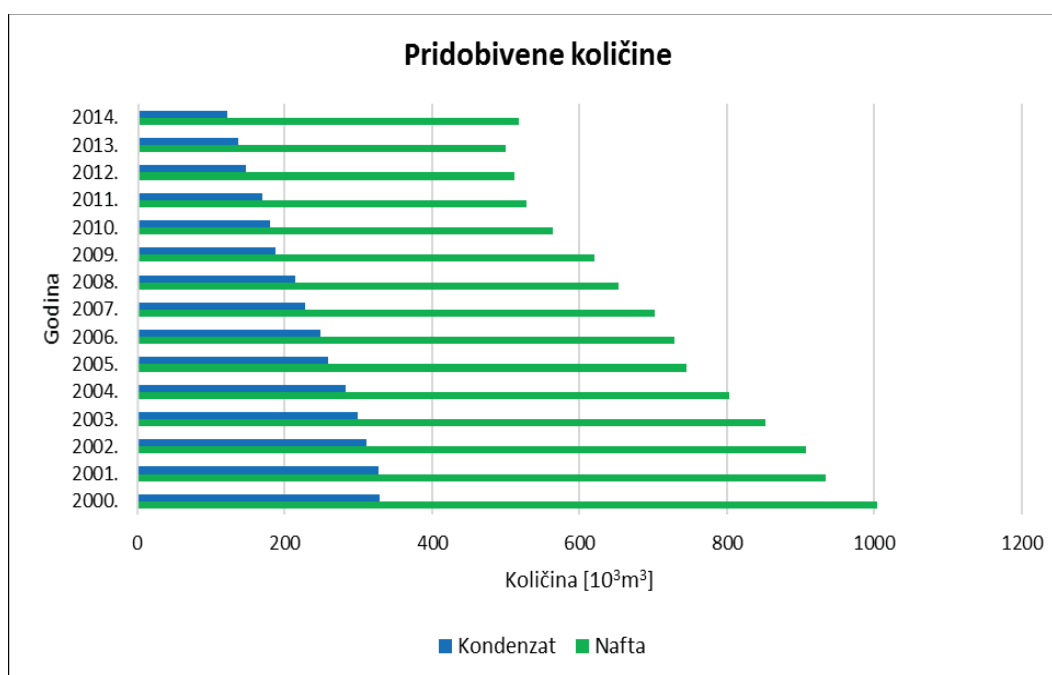
3. Pridobivanje nafte i prirodnoga plina

U Hrvatskoj se nafta pridobiva pomoću prirodne ležišne energije, zavodnjavanjem, plinskim liftom i dubinskim sisaljka. Postignuti iscrpak za neka od najvećih hrvatskih polja iznosi samo 16 % (Žutica), no iz većine ležišta iscrpak je znatno veći, kao primjerice iz ležišta polja Kloštar 31 %, iz polja Stružec 39 % te čak 51 % iz polja Beničanci.

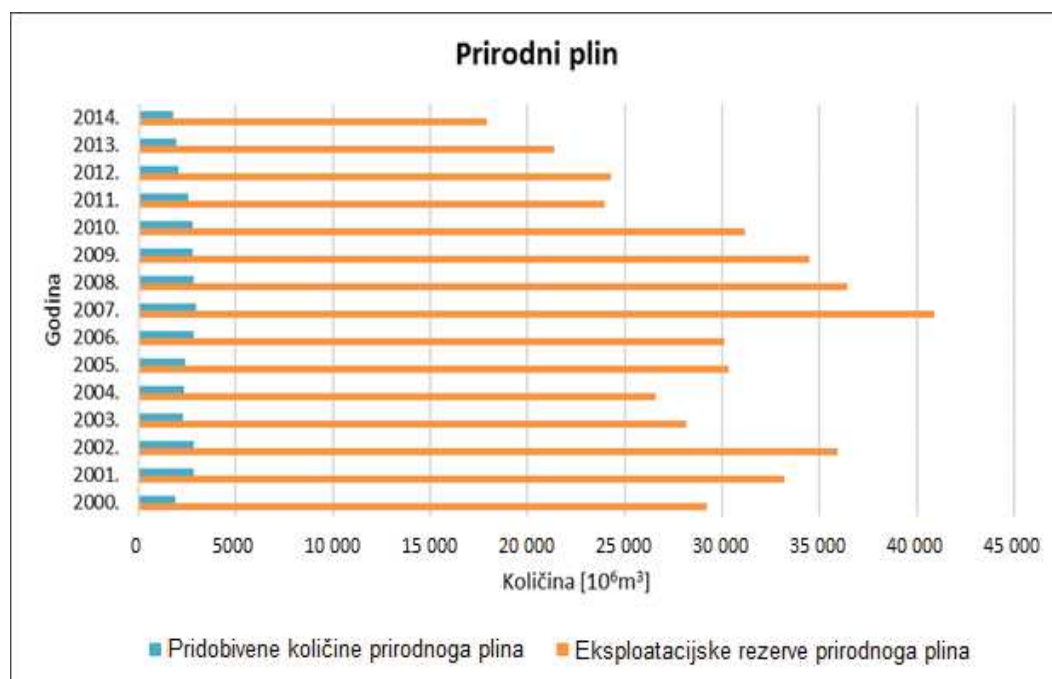
Najčešća sekundarna metoda jest utiskivanje vode, ali se istražuju i neke druge mogućnosti, kao primjerice primjena utiskivanja CO₂ pod uvjetima miješanja, što je testirano za 14 polja u laboratorijima INA-e (**Goričnik & Domitrović, 2003; Novak et al., 2013 a, b**) te analizirano i na Rudarsko-geološko-naftnome fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (**Vulin, 2010, Novak, 2015**). Treba spomenuti i mišljenja o nekonvencionalnim ležištima ugljikovodika i načinima njihove procjene, što je svakako jedan od važnih podataka u planiranju rezervi i pridobivanja (**Rusan, 2014**).

Količine pridobivenih ugljikovodika razvrstanih kao nafta i kondenzat (tekući ugljikovodici) te prirodni plin prikazane su u **tablicama 2, 3 i 4** te na **slikama 3, 5 i 6**. Razvidno je da pridobivene količine nafte i kondenzata opadaju, i to od $1332,61 \times 10^3 \text{ m}^3$ na samo $639,96 \times 10^3 \text{ m}^3$ u 2014. godini (**tablica 2, slika 3**). Stanovite oscilacije rezultati su remontnih radova na naftnim poljima, što je dovelo do povećanja pridobivanja nafte u 2014. godini za 3,7 % u odnosu na 2013. godinu.

Količine prirodnoga plina stanovito osciliraju (**tablica 4, slika 5**). Prema **tablici 7** može se uočiti da je na početku promatranoga razdoblja najvažniju ulogu u ukupnome pridobivanju prirodnoga plina imala količina iz ležišta HPBS-a (odnos 7 : 1). Preokret označava 2009. odnosno 2010. godina, kada malo veći udio pridobivenoga plina ima jadransko podmorje, a na samome kraju promatranoga razdoblja, u 2013. godini, odnos je 1 : 1 (**slika 7**). Pad pridobivanja prirodnoga plina u 2014. godini od 6,4 % u odnosu na 2013. posljedica je zastoja bušaćih aktivnosti na polju Ika, restitucije na polju Anamaria i na ugovornome području Sjeverni Jadran te povećanja udjela vode na ugovornome području Aiza Laura.



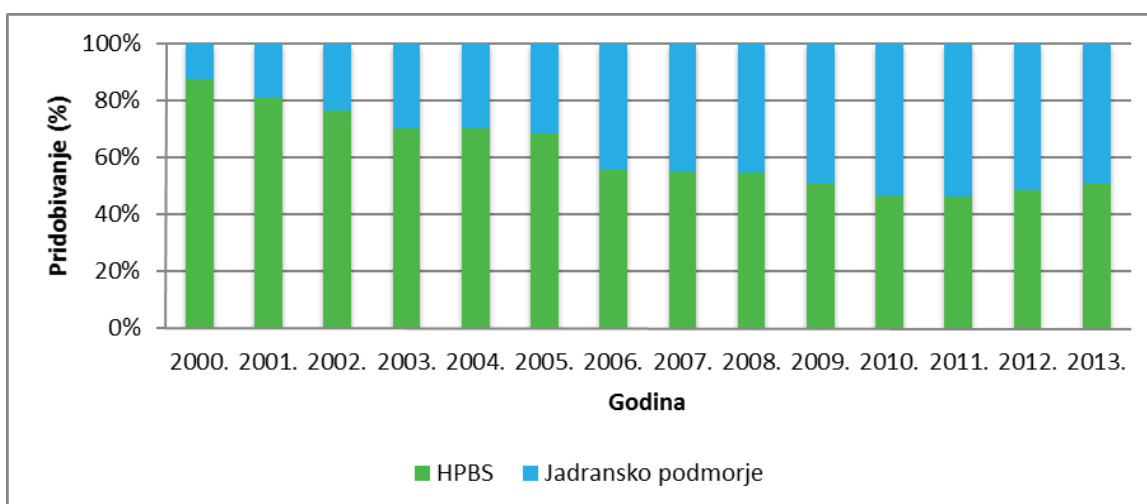
Slika 5: Pridobivene količine nafte i kondenzata u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine



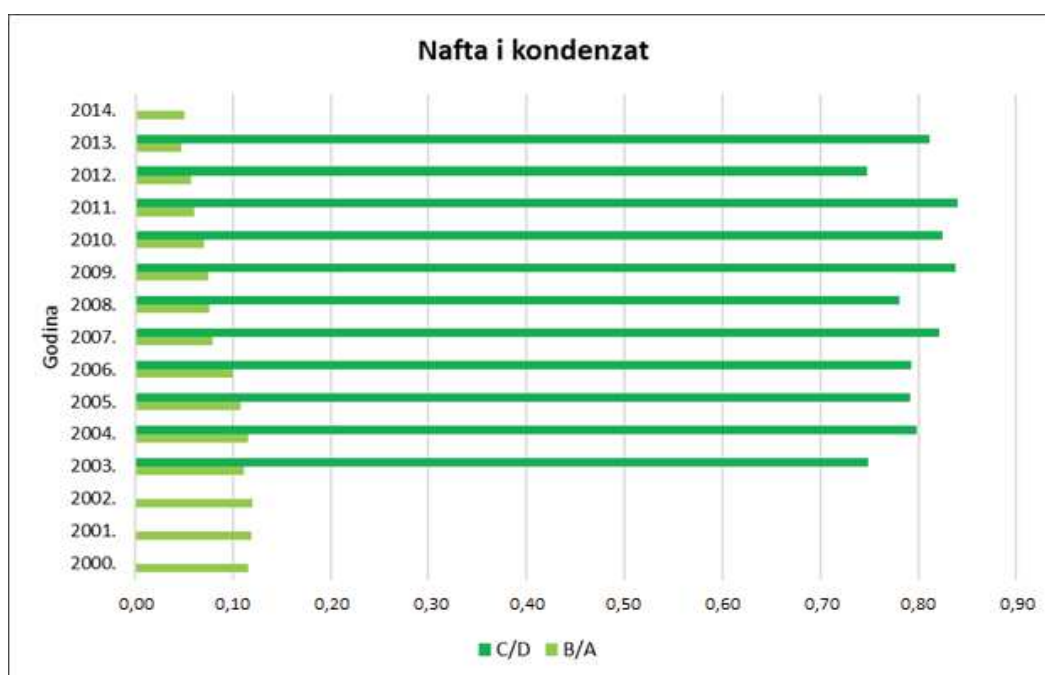
Slika 6: Eksploatacijske rezerve i pridobivene količine prirodnoga plina u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine

Tablica 7: Usporedba količine pridobivanja prirodnoga plina iz HPBS-a i jadranskoga podmorja

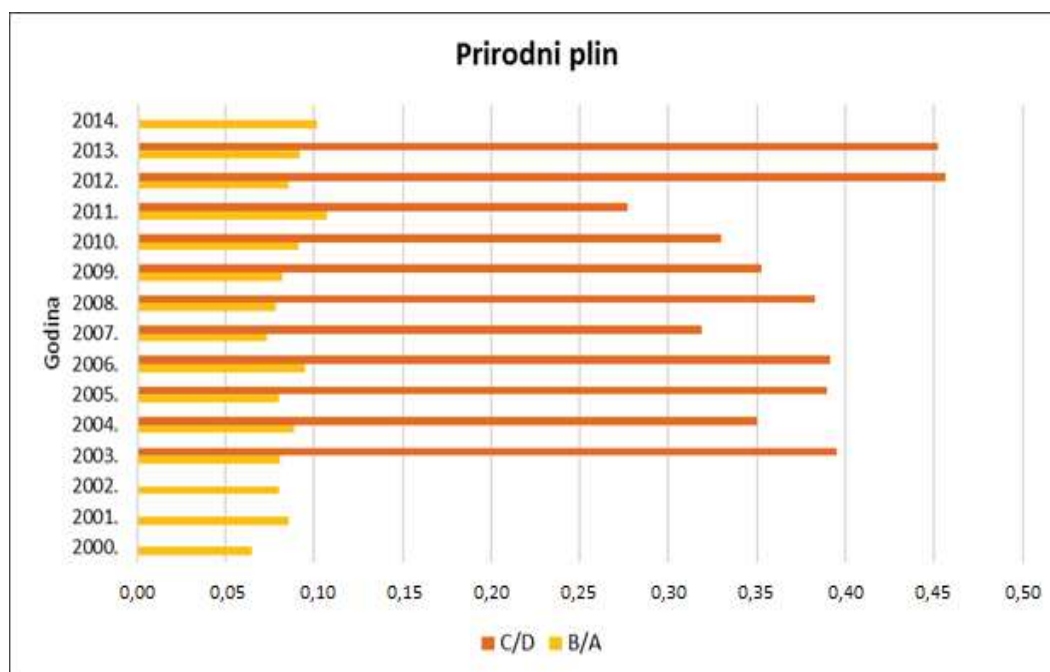
Područje pridobivanja prirodnoga plina	HPBS	Jadransko podmorje	Odnos količina, HPBS / jadransko podmorje
Godina	Količine A [10 ⁶ m ³]	Količine B [10 ⁶ m ³]	A/B
2000.	1654,15	234,19	7,06
2001.	2314,36	537,52	4,30
2002.	2199,17	681,31	3,23
2003.	1597,06	681,34	2,34
2004.	1678,01	712,55	2,35
2005.	1955,95	892,21	2,19
2006.	1747,38	1386,16	1,26
2007.	2084,14	1687,98	1,23
2008.	1930,95	1601,35	1,20
2009.	1737,94	1680,50	1,03
2010.	1577,08	1803,82	0,87
2011.	1378,44	1608,29	0,86
2012.	1145,20	1227,86	0,93
2013.	1177,64	1147,26	1,03



Slika 7: Histogram omjera pridobivanja prirodnoga plina iz HPBS-a i jadranskoga podmorja od 2000. do 2013. godine (Kišić, 2015)



Slika 8: Odnos pridobivenih količina nafte i kondenzata i eksploatacijskih rezervi (B/A) te odnos uvezenih količina sirove nafte i ukupne potrošnje (C/D) u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine (B/A i C/D iz **tablice 2**)



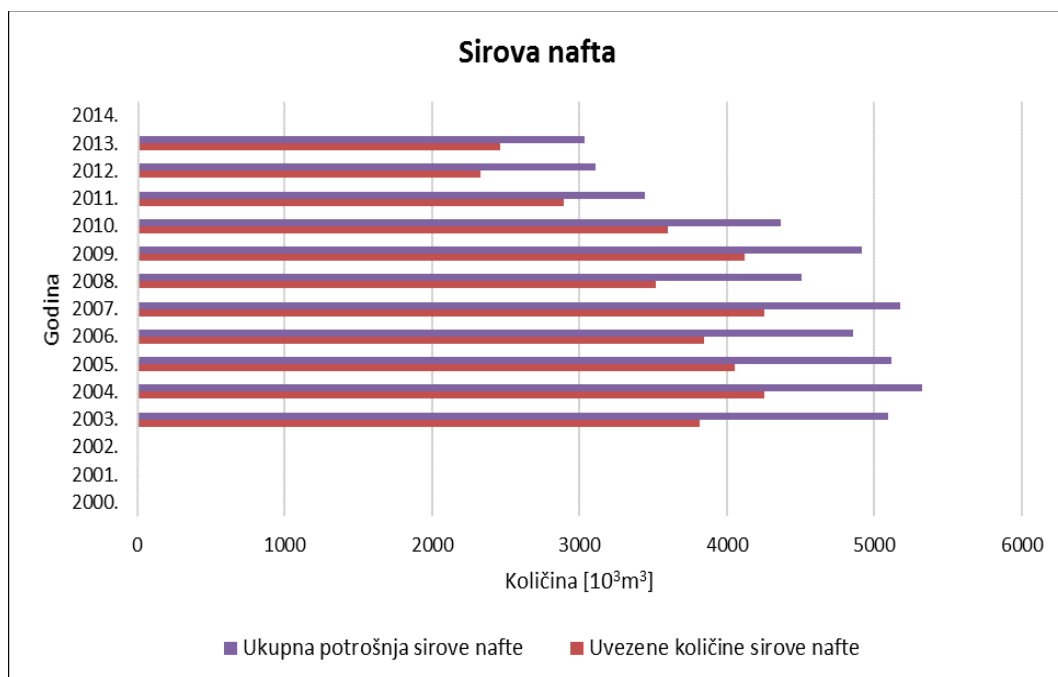
Slika 9: Odnos pridobivenih količina prirodnoga plina i eksploatacijskih rezervi (B/A) te odnos uvezenih količina prirodnoga plina i ukupne potrošnje (C/D) u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine (B/A i C/D iz **tablice 4**)

U razmatranju rezervi i pridobivanja važan je i podatak kakav je odnos ukupnih rezervi i pridobivanja, također po promatranim godinama (**tablica 2 i 4, slika 9 i 10**). Općenito omjer „pridobivanje : eksploatacijske rezerve” za tekuće ugljikovodike postupno opada od 0,12 (2002. godina) na 0,051 u 2014. godini; ili, drugim riječima, na početku promatranoga razdoblja crpilo se oko 10 % rezervi, a na kraju oko 5 %. Pitanje je: zašto pridobivanje nafte i kondenzata opada iako se rezerve obnavljaju?

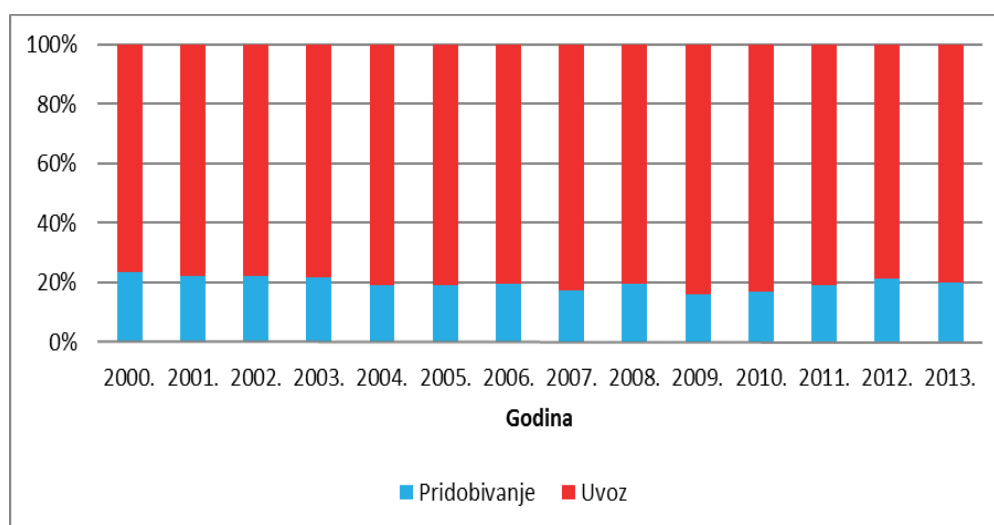
S prirodnim plinom situacija je drugačija. Idući prema 2014. godini, crpe se sve veće količine u odnosu na rezerve: od 6,5 % na početku pa do 10 % u 2014. godini. Jedan od spekulativnih zaključaka jest da se možda nafta čuva za budućnost, a plin se kao jeftiniji energent sve više eksploatira. Ili se radi o poslovnoj politici Ine?

4. Potrošnja i uvoz nafte i prirodnoga plina u Hrvatsku

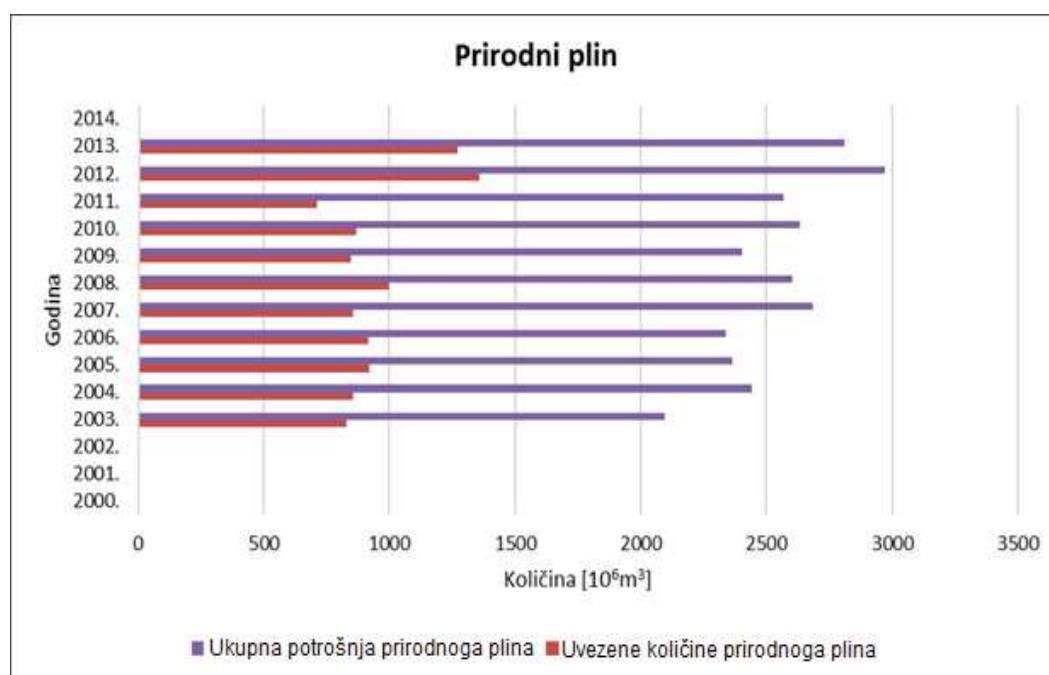
Republika Hrvatska svoje potrebe za ugljikovodicima samo djelomice podmiruje vlastitim pridobivanjem nafte i prirodnoga plina, što znači da veći dio uvozi. Tijekom promatranoga razdoblja, od 2000. do 2014. godine, ukupna količina uvezene sirove nafte iznosi $50\,360 \times 10^3$ tona. Hrvatske potrebe za sirovom naftom recentno su oko 40 % manje, promatrajući od 2003. godine. Konkretno, od $5096,60 \times 10^3 \text{ m}^3$ ukupna se potrošnja do 2013. godine smanjila na $3032,80 \times 10^3 \text{ m}^3$. S tim u svezi od 2000. do 2014. godine količine uvezene nafte nepravilno, ali postupno opadaju (**tablica 5**). Ali u međusobnom odnosu, 20 % potreba podmiruje se iz hrvatskih izvora, a 80 % se uvozi i taj se omjer godinama bitno ne mijenja (**slika 10** i **slika 11**). Međutim, može se uočiti da je uvezena količina zadnje tri godine bila bitno manja ($2325,00 \times 10^3 \text{ m}^3$) u odnosu na najveću uvezenu količinu koja je ostvarena 2004. i 2007. godine ($4251,60 \times 10^3 \text{ m}^3$). Pritom količina nafte koja je pridobivena u Hrvatskoj ima pravilan trend opadanja. Ukupna potrošnja prirodnoga plina načelno postupno raste pa je tako u 2013. godini ona bila $2810 \times 10^6 \text{ m}^3$. Da bi se zadovoljile potrebe, uvozi se oko $1300 \times 10^6 \text{ m}^3$, što je 40 % hrvatske potrošnje (**tablica 6**, **slika 9**, **12** i **13**).



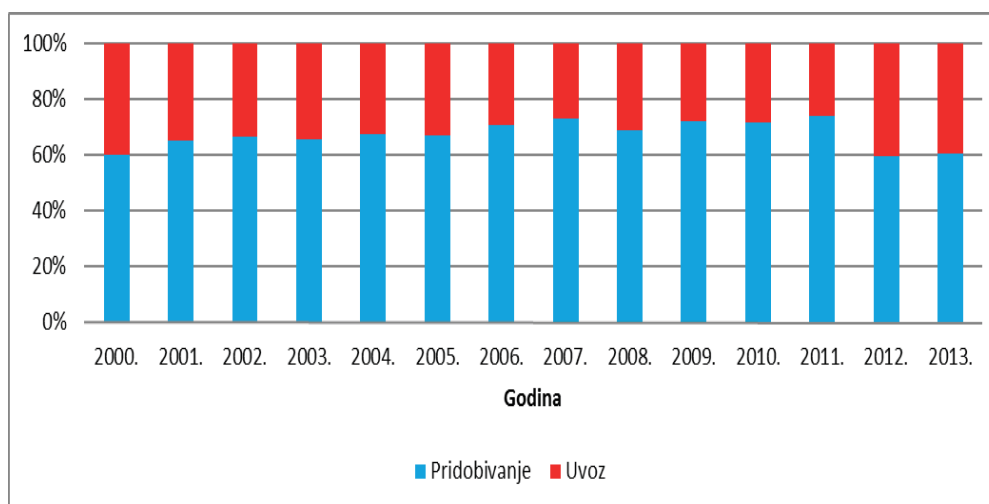
Slika 10: Ukupna potrošnja i uvezene količine sirove nafte u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine



Slika 11: Odnos domaćega pridobivanja nafte i uvoza nafte u Hrvatsku od 2000. do 2013. godine (Kišić, 2015)



Slika 12: Ukupna potrošnja i uvezene količine prirodnoga plina u Hrvatskoj od 2000. do 2014. godine



Slika 13: Odnos domaćega pridobivanja i uvoza prirodnoga plina u Hrvatsku od 2000.do 2013.godine (Kišić, 2015)

5. Preradba

Budući da sadržava mnogo vrsta ugljikovodika, među kojima postoje velike razlike u sastavu, tlaku parâ i vrelištu, nafta se ne može izravno upotrebljavati ni kao ekonomično gorivo ni kao kemijska sirovina. Uporabivi naftni proizvodi dobivaju se njezinom preradbom. Nafta se prerađuje u rafinerijama procesima odvajanja (separacija), pretvorbe (konverzija) i obradbe (čišćenje). Procesi odvajanja nazivaju se i primarnima, a procesi pretvorbe i obradbe sekundarnim procesima.

Po svojem kemijskom sastavu nafta se pretežno sastoji od ugljikovodika te u manjemu dijelu od organskih spojeva s kisikom, dušikom i sumporom, a mogu biti prisutne i anorganske tvari npr. metali u vrlo malim količinama. Fizičko-kemijska svojstva nafte jako se mijenjaju ovisno o podrijetlu, odnosno o kemijskome sastavu nafte.

Prema **Sertić-Bionda (2006)** svojstva koja su bitna kod obradbe nafte većinom su određena neugljikovodičnim sastavom (sumpor, kisik i dušik). Organski sumporovi, kisikovi i dušikovi spojevi imaju tendenciju koncentriranja u naftnim frakcijama s višim temperaturama vrelišta i na taj način bez obzira na njihov početni sadržaj u sirovoj nafti znatno otežavaju obradbu tih naftnih frakcija. Ugljikovodični dio nafte većinom se sastoji od parafinskih, naftenskih i aromatskih organskih spojeva. Olefinski spojevi uobičajeno se ne nalaze u sirovoj nafti, kao ni acetilenski ugljikovodici.

Naftni derivati proizvodi su rafinerijske preradbe nafte, u prvome redu proizvodi atmosferske i vakuumske frakcijske destilacije koji se mogu izravno upotrijebiti kao gorivo ili kao sirovine za dobivanje različitih organskih spojeva. Najvažnije skupine naftnih derivata jesu naftni plin, petroleter, motorni benzin, dizelsko gorivo, mlazno gorivo, odnosno kerozin i petrolej (za mlazne motore), loživo ulje (lako i teško), mazivo ulje, bitumen i naftni koks, parafin (vosak) te olefinski i aromatski ugljikovodici kao petrokemijske sirovine, posebice etilen, propilen, benzen, toluen i ksileni.

Rafinerije u Hrvatskoj imaju dugu povijest i veliku ulogu u gospodarstvu. Preradba nafte u Republici Hrvatskoj odvija se u rafinerijama u Rijeci i Sisku te u pogonu Maziva u Zagrebu koji su u vlasništvu kompanije INA, d.d. U **tablici 9** nabrojani su rafinerijski proizvodi. Naftni proizvodi koji nastaju preradbom najvećim su dijelom iz uvezene sirove nafte. Količina sirove nafte koja ulazi u rafinerije kreće se od 5 milijuna tona nafte na početku promatranoga razdoblja (2000. godina) do 3 milijuna tona (2013. godina). Iz kapaciteta kojima raspolažu hrvatske rafinerije (**tablica 8**) jasno se može uočiti da se preradba u promatranome razdoblju odvijala puno manjim kapacitetom od raspoloživoga. Ukupno ove rafinerije imaju kapacitet za preradbu atmosferskom destilacijom u iznosu od 9 milijuna tona godišnje. U Hrvatskoj se 2013. godine ukupno preradilo 3 milijuna tona sirove nafte, od čega su 2,4 milijuna iz uvoza.

Najveće količine odnose se na loživo ulje, dizelsko gorivo i motorni benzin. Osim rafinerijskih postrojenja i pogona za proizvodnju goriva i maziva INA se koristi i određenim opsegom potrebne mreže za distribuciju nafte i drugih proizvoda. Isporuka nafte rafinerijama obavlja se cjevovodima, a prijevoz drugih proizvoda morem, cestom i željeznicom uz korištenje skladišnih kapaciteta. Prodaja je organizirana kroz veleprodaju i razgranatu maloprodajnu mrežu.

Tablica 8: Kapaciteti preradbe u rafinerijama nafte u Republici Hrvatskoj

Kapaciteti preradbe	Instalirani (1000 tona/god.)
1. RAFINERIJA NAFTE RIJEKA (URINJ)	
<i>atmosferska destilacija</i>	5000
<i>reformiranje</i>	730
<i>FCC</i>	1000
<i>visbreaking</i>	600
<i>izomerizacija</i>	250
<i>HDS/MHC</i>	1040 – 560
<i>hidrokreking</i>	2600
2. RAFINERIJA NAFTE SISAK	
<i>atmosferska destilacija</i>	4000
<i>reformiranje</i>	720
<i>FCC</i>	500
<i>koking</i>	240
<i>vakuumska destilacija</i>	800
<i>bitumen</i>	350
3. MAZIVA ZAGREB	
<i>maziva</i>	60

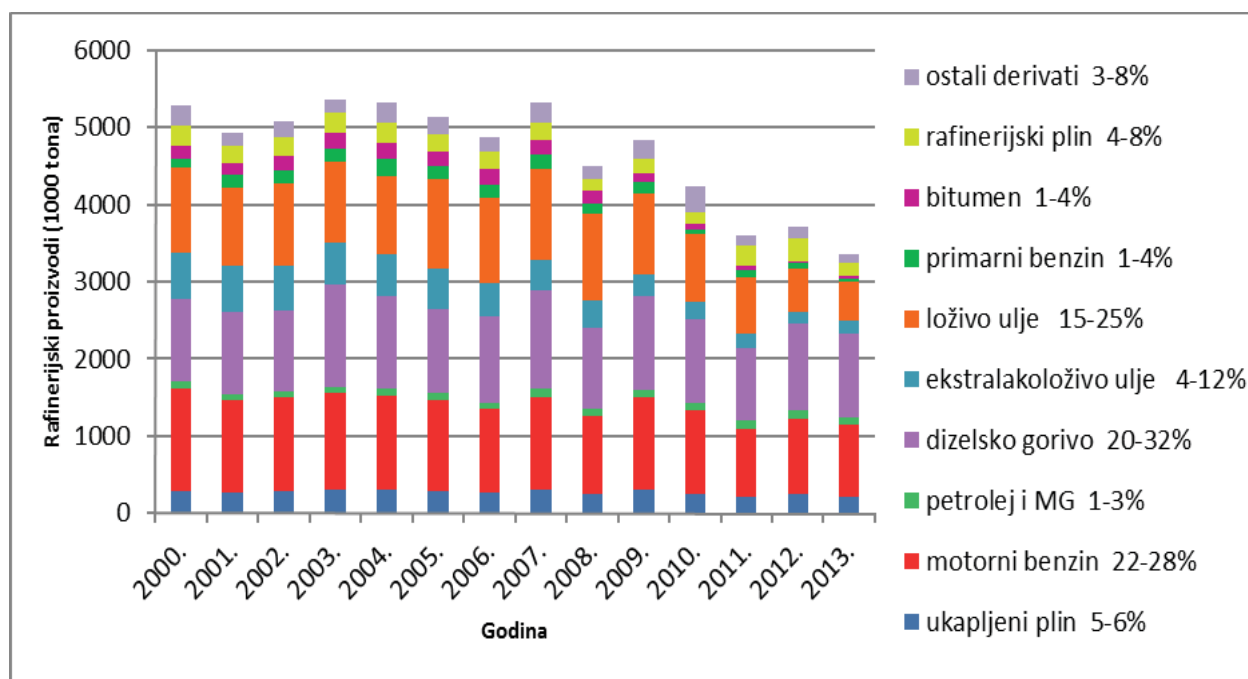
Najveći udio u ukupnoj potrošnji energije u Hrvatskoj ostvaruju tekuća goriva. Njihov udio iznosio je 43,4 % u 2008. godini te se do 2013. godine smanjio na 33,7 %. Osim udjela tekućih goriva u 2013. godini smanjio se još i udio prirodnoga plina i uvozne električne energije.

Ukupna količina naftnih derivata proizvedenih u Hrvatskoj od 2008. godine postupno opada, dok se uvezene količine ne mijenjaju. Sukladno tome krivulja je ukupne potrošnje u opadanju. Krivulja ukupne potrošnje plina pokazuje također postupno opadanje (**slika 20**) s naglašenim varijacijama količine plina za energetska transformaciju (**slika 21**).

Primjetan je pad proizvodnje motornoga benzina i loživoga ulja, dok su proizvedene količine dizelskoga goriva približno ostale jednake u promatranome razdoblju. Na **slici 14** isti trend u opadanju može se uočiti i za ostale rafinerijske proizvode.

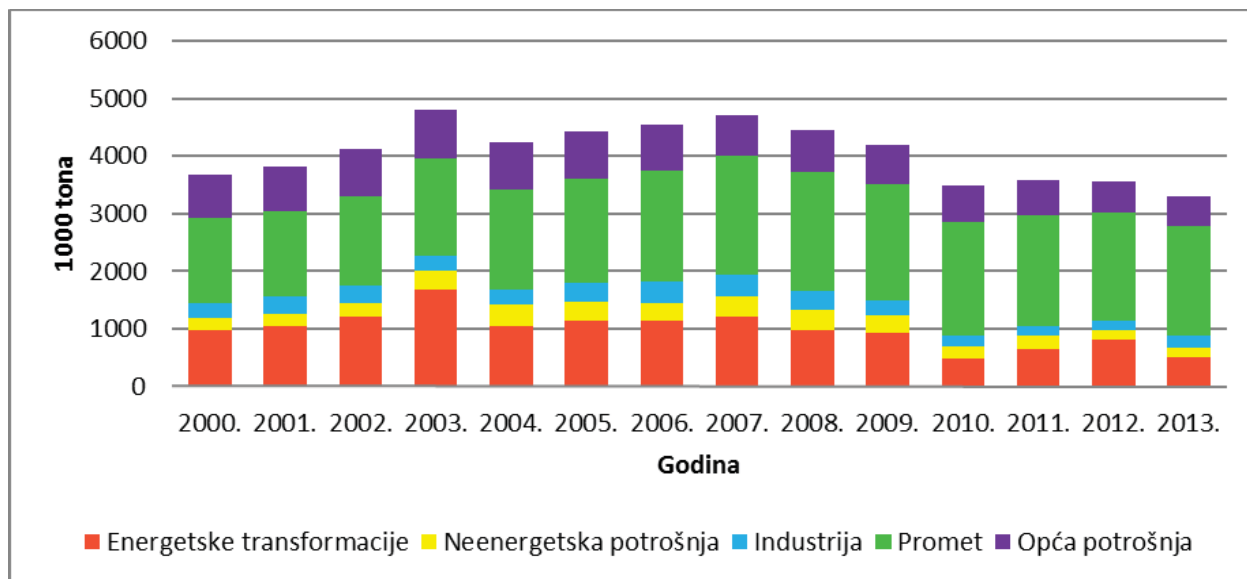
Tablica 9: Rafinerijski proizvodi u Hrvatskoj (*1, *2, *3)

Godina/(1000 t)	2000.	2005.	2010.	2013.
rafinerijski proizvodi – ukupna proizvodnja	5280	5139	4232	3357
ukapljeni plin	284	291	246	209
motorni benzin	1330	1168	1094	928
petrolej i mlazno gorivo	88	99	95	109
dizelsko gorivo	1064	1081	1079	1072
ekstralakoloživo ulje	603	522	228	169
loživo ulje	1111	1160	868	514
primarni benzin	103	177	66	30
bitumen	177	181	67	36
rafinerijski plin	262	241	162	175
ostali derivati	259	221	328	113



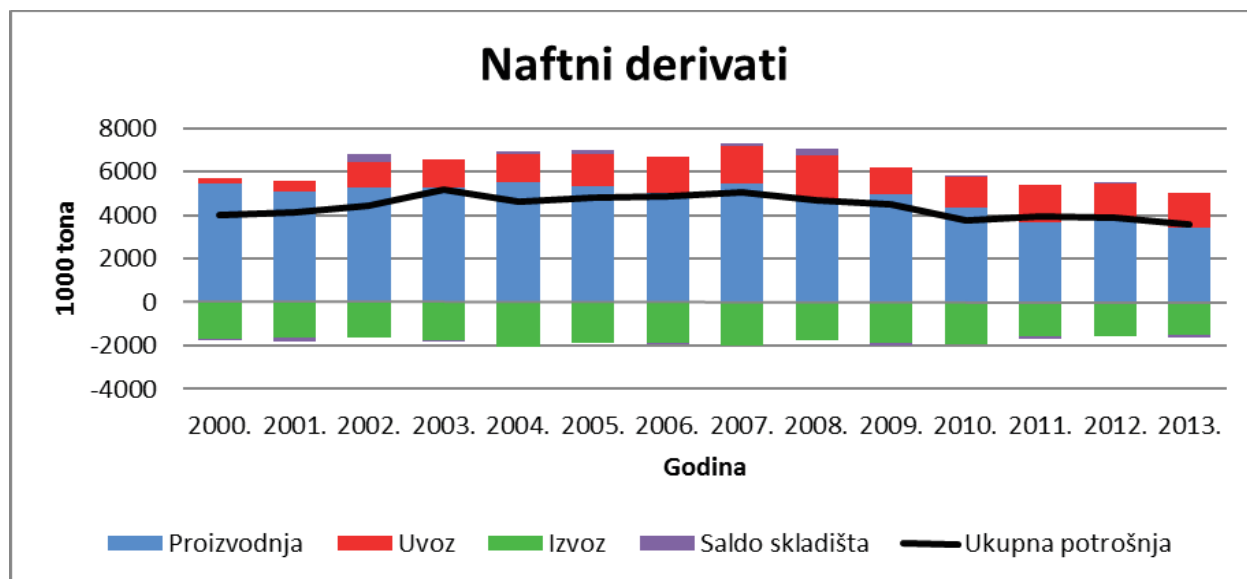
Slika 14: Rafinerijski proizvodi u Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine izraženi u % (Kišić, 2015)

U navedenom razdoblju došlo je do promjena u strukturi potrošnje energije u prometu (slika 15), i to takvih da je udio dizelskoga goriva i mlaznoga goriva povećan, dok je udio motornoga benzina smanjen (slika 16, 17 i 18). Zbog promjena u strukturi potrošnje tekućih goriva u prometu dizelsko i mlazno gorivo održali su gotovo jednaku vrijednost u proizvodnji (ili uz blago povećanje) za cijelo promatrano razdoblje.

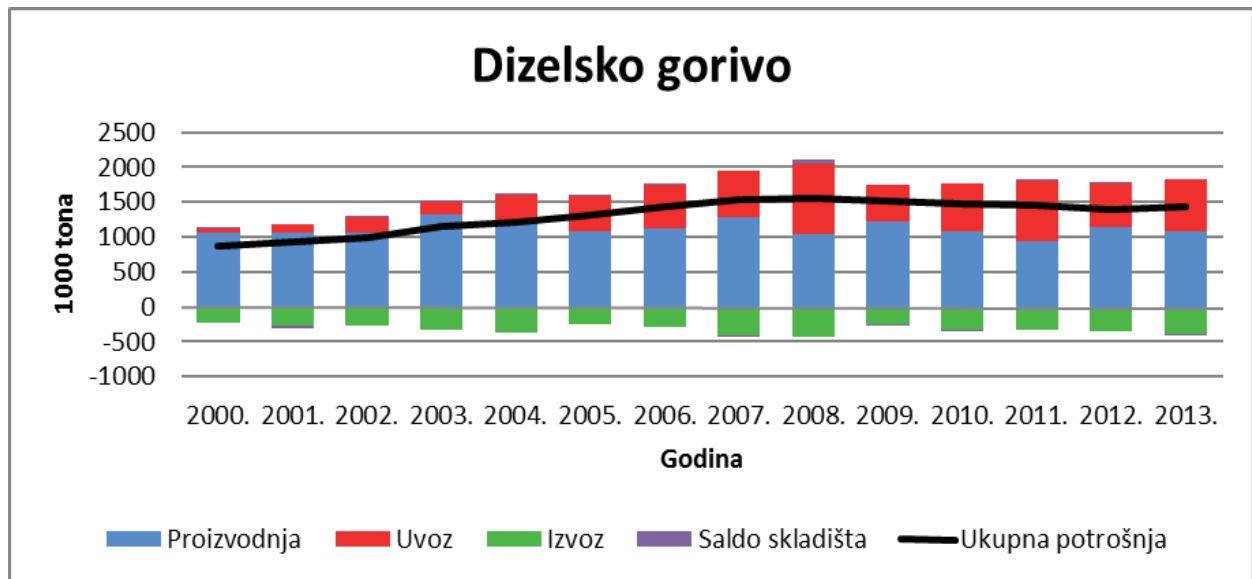


Slika 15: Upotreba naftnih derivata u Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine (Kišić, 2015)

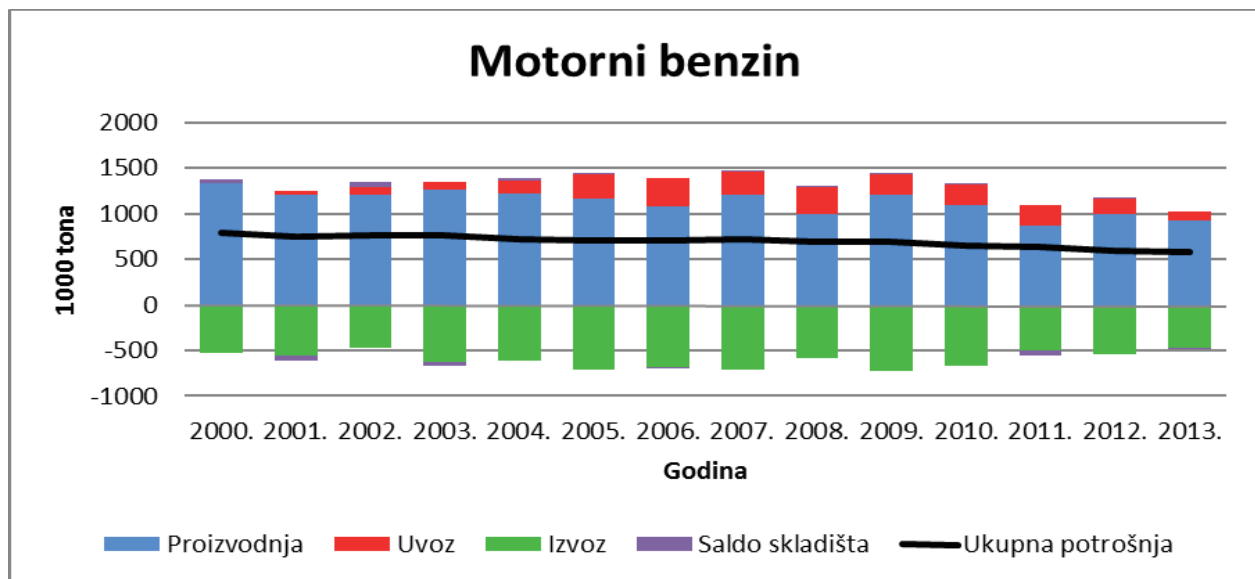
Današnja potrošnja energije manja je od potrošnje iz 1988. godine. Osim izravnih i neizravnih šteta nastalih tijekom rata (1991. – 1995.) hrvatski proizvođači dijelom su promijenili ciljano tržište. Tradicionalne gospodarske, ponajprije proizvodne grane mijenjaju se i dolazi do restrukturiranja gospodarstva, uz postupnu dominaciju sektora usluga i trgovine. Takvi trendovi odražavaju se na potrošnju. Najveći porast potrošnje ostvaren je 2007. godine, nakon čega se bilježi pad.



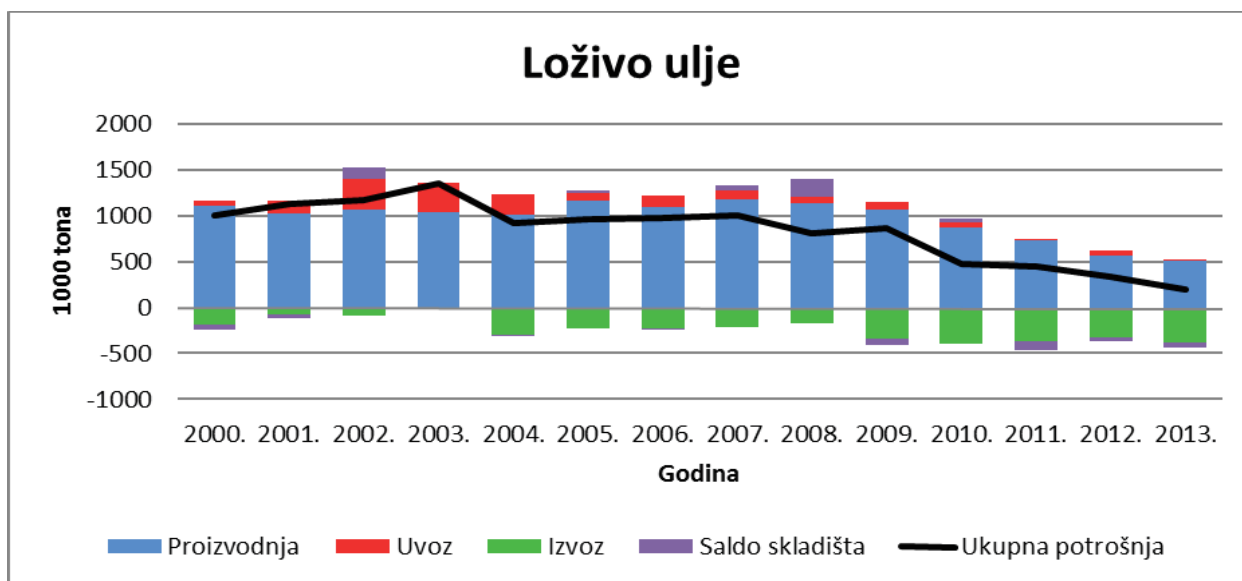
Slika 16: Ukupna količina naftnih derivata proizvedenih u Hrvatskoj, uvezene i izvezene količine od 2000. do 2013. godine te krivulja ukupne potrošnje (Kišić, 2015)



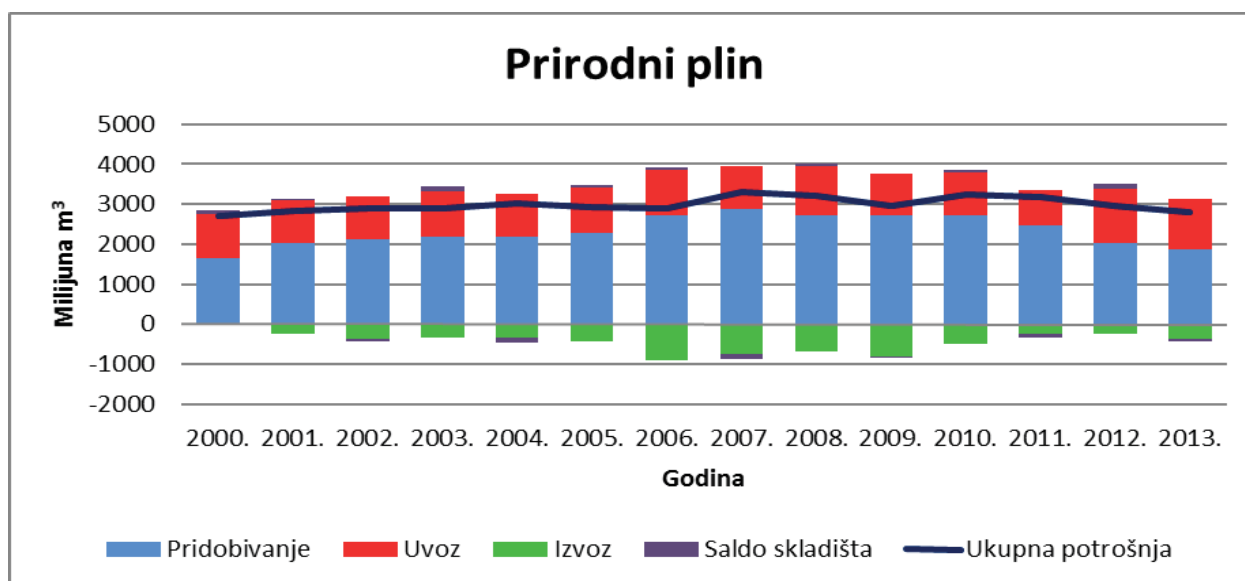
Slika 17: Ukupna količina dizelskoga goriva proizvedenoga u Hrvatskoj, uvezene i izvezene količine od 2000. do 2013. godine te krivulja ukupne potrošnje (Kišić, 2015)



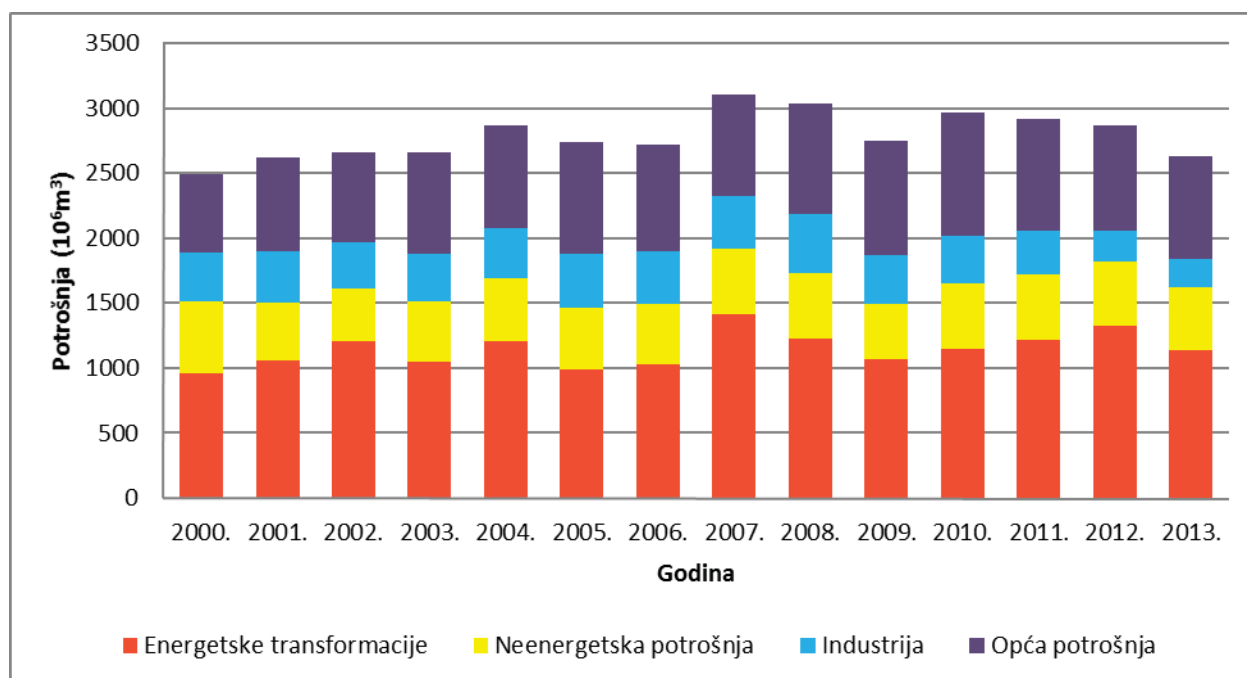
Slika 18: Ukupna količina motornoga benzina proizvedenoga u Hrvatskoj, uvezene i izvezene količine od 2000. do 2013. godine te krivulja ukupne potrošnje (Kišić, 2015)



Slika 19: Ukupna količina loživoga ulja proizvedenoga u Hrvatskoj, uvezene i izvezene količine od 2000. do 2013. godine te krivulja ukupne potrošnje (Kišić, 2015)



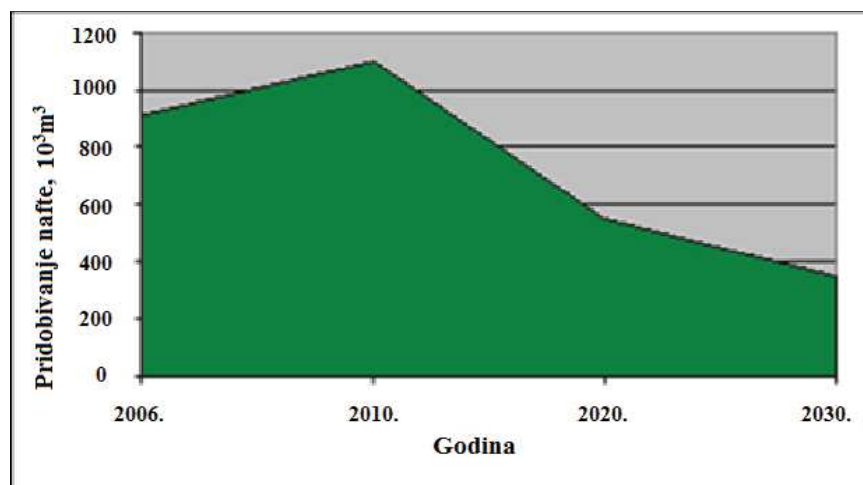
Slika 20: Ukupna količina pridobivenoga plina u Hrvatskoj, uvezene i izvezene količine od 2000. do 2013. godine te krivulja ukupne potrošnje (Kišić, 2015)



Slika 21: Upotreba prirodnog plina u Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine (Kišić, 2015)

6. Rasprava

Karasalihović Sedlar et al. (2009) procjenjuju kako će uloga tekućih goriva u energetske potrošnji u Hrvatskoj i dalje biti vrlo važna te da se njihov udio neće znatnije smanjivati u razdoblju do 2020., pa i do 2030. godine. Očekuje se porast potrošnje tekućih goriva u neposrednoj potrošnji od oko 2 % godišnje u razdoblju do 2030. godine.

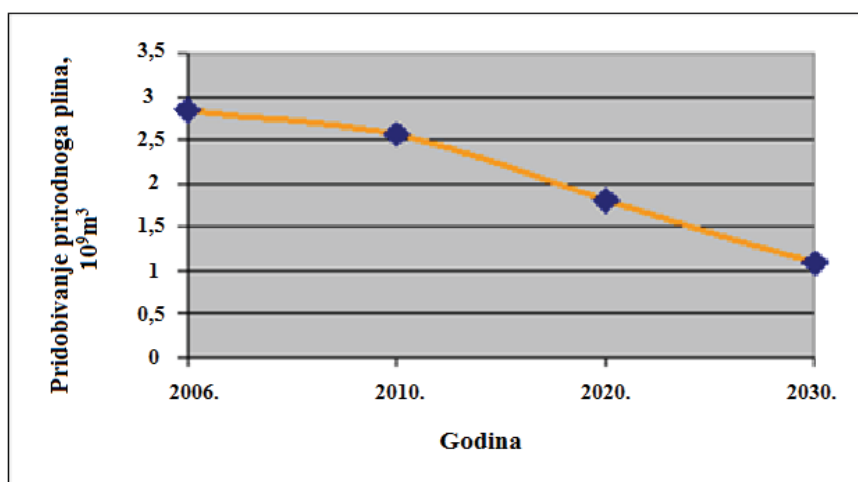


Slika 22: Projekcija pridobivanja nafte u Hrvatskoj (preuzeto iz Karasalihović Sedlar et al., 2009)

Na slici 22 prikazana je projekcija pridobivanja nafte i kondenzata u Hrvatskoj (prema Karasalihović Sedlar et al., 2009). Prilikom izradbe projekcije za razdoblje do 2020. godine u obzir je uzeto buduće pridobivanje nafte i kondenzata iz postojećih domaćih eksploatacijskih polja te korištenje novih tehnologija i metoda za povećavanje iscrpka (engl. EOR – *Enhanced Oil Recovery*). Na osnovi podataka iz ovoga rada opadanje pridobivanja ipak je nešto sporije. Predviđa se rast ovisnosti o uveznoj nafti, koja se već niz godina kreće oko 80 % (slika 11), a što će

nakon 2020. godine činiti preko 90 % ukupnih potreba za naftom u Hrvatskoj. Nakon 2020. godine osobito važno postaje uključivanje energetske infrastrukture u infrastrukturu neposrednoga i širega okruženja te diversificiranje opskrbe novim izvorima i osiguranje novih pravaca uvoza, a time i osposobljavanje energetskega sustava Republike Hrvatske. Kako bi se omogućio razvoj strateških zaliha nafte, potrebno je osigurati i dodatne skladišne kapacitete.

Posljednja dva desetljeća potrošnja prirodnoga plina postupno raste (**tablica 6, slika 12**), a prirodni plin dobiva stratešku ulogu. Predviđa se da će udio prirodnoga plina u svjetskoj potrošnji energije do 2050. godine porasti sa sadašnjih 23 % na gotovo 45 %. U Hrvatskoj se, prema **Hrnčević et al. (2008)**, predviđa porast potrošnje prirodnoga plina u neposrednoj potrošnji po stopi od 4,2 % godišnje.



Slika 23: Procjena domaćega pridobivanja prirodnoga plina u razdoblju do 2030. godine (**Hrnčević et al., 2008**)

Procjena budućega pridobivanja prirodnoga plina u Republici Hrvatskoj u razdoblju do 2030. godine prikazana je na **slici 23**. Vidljivo je kako će u budućnosti eksploatacija prirodnoga plina padati. Prema predviđanjima uvozom prirodnoga plina 2015. godine zadovoljavat će se 50 % domaćih potreba, a nakon 2020. godine već 65 % potreba. Treba spomenuti da su predviđanja razmjerno točna jer se u 2013. godini uvezlo 45 % od potrebnih količina plina, dakle nešto manje od predviđenoga (**slika 13**).

Prateći dosadašnji trend smanjenja pridobivanja, 2030. godine opskrbljenost ukupnom vlastitom primarnom energijom u Hrvatskoj će iznositi od 21 do 23 %. S obzirom na navedena predviđanja razvidno je da će Hrvatska sve više ovisiti o uvozu energenata.

7. Zaključak

Republika Hrvatska ima bogatu povijest pridobivanja i preradbe nafte i plina. Trenutačno se pridobivanjem s hrvatskih polja pokriva oko 60 % potreba plina i 20 % potreba nafte. Domaće pridobivanje u Hrvatskoj pada, a s obzirom na to da se u budućnosti može očekivati porast potrošnje nafte i plina, bit će potrebno uvoziti još veće količine. U hrvatskoj bilanci potrošnje primarne energije nafta i naftni derivati sudjeluju s najvećim udjelom. To se zasigurno neće znatnije promijeniti u narednih nekoliko desetljeća. Očekuju se samo promjene u strukturi potrošnje naftnih derivata te prirodnoga plina koji dobiva sve veću važnost u ukupnoj potrošnji. S obzirom na takvo stanje Republika Hrvatska mora ublažiti svoju energetske ovisnost o uvoznjoj energiji. Potrebno je izgraditi dobru energetske strukturu koja će jamčiti sigurnost opskrbe, a za to zasigurno ima mnogobrojnih načina.

Pridobivanje nafte i prirodnoga plina zbog iscrpljenja ležišta i dalje će opadati. Zbog toga treba ulagati u nova istraživanja, ali i razradu sekundarnim i tercijarnim metodama. Hrvatski dio panonskoga bazenskoga sustava dobro je

istraženo područje, ali tzv. zaostali ugljikovodici i satelitska ležišta svakako postoje, na što upućuju rezultati dosadašnjih svekolikih istraživanja. U Sjevernome Jadranu također se mogu očekivati dodatne količine plina, posebice u dijelovima koji do sada nisu detaljno istraženi. S obzirom na to da uvoz, a onda i pridobivanje na domaćim eksploatacijskim poljima, prati trendove potrošnje, može se zaključiti da situacija s domaćim pridobivanjem i nije pesimistična.

Poslovanje rafinerija izrazito je kompleksan proces koji je pod utjecajem mnogobrojnih faktora, a osobito je pod utjecajem tržišta. Kako bi naše rafinerije poslovale uspješno, moraju odgovarati zahtjevima na tržištu koji se stalno mijenjaju. Inine rafinerije u procesu su tehnološke obnove, čime bi se trebalo ostvariti dobivanje kvalitetnijih proizvoda koji bi postizali bolju cijenu i koja će biti u skladu s promjenama u strukturi potrošnje naftnih derivata.

Republika Hrvatska izazovima energetske ovisnosti može se oduprijeti i poboljšanjem učinkovitosti uporabe energije te korištenjem drugih oblika energije kao što su obnovljivi izvori energije, koji bi trebali dobiti sve veću ulogu u ukupnoj potrošnji. Također je bitno osigurati raznolikost dobavnih pravaca i mogućnosti skladištenja nafte i plina kako bi se u nesigurnim uvjetima mogla jamčiti sigurnost opskrbe.

8. Literatura

Objavljeni radovi:

- Dobrova, H., Kolly, E. & Schmitz, U. (2003): *E&P Ventures in the Eastern-Central Europe Transformation States after 1989 - a Review of Expectations and Results*. Oil Gas European Magazine, 4, 172–182.
- Goričnik, B. & Domitrović, D. (2003): *Laboratory analyses of CO₂ process applicability in oil fields of Republic of Croatia*. Naftaplin, 1, 5–12.
- Hrnčević, L., Dekanić, I., Karasalihović Sedlar, D. (2008): *Analiza sigurnosti opskrbe prirodnim plinom u Republici Hrvatskoj*. Energija: časopis Hrvatske elektroprivrede, 57, 6, 600–609.
- Karasalihović Sedlar, D., Dekanić, I., Hrnčević, L. (2009): *Sigurnost opskrbe naftom u Hrvatskoj*. Energija: časopis Hrvatske elektroprivrede, 58, 1, 6–13.
- Kišić, K. (2015): *Analiza pridobivanja i preradbe nafte i plina u Hrvatskoj od 2000. do 2013. godine*. Diplomski rad; Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 77 str.
- Malvić, T., Velić, J., Cvetković, M. (2011): *Quantification of Production Variables in Sandstone Hydrocarbon Reservoirs versus other Lithologies in Croatia*. U: Prva međunarodna konferencija i izložba o naftno-plinskom gospodarstvu u središnjoj i istočnoj Europi: Zbornik radova, Siófok, Hungary, 14-16. 9. 2011. Naftaplin, 2011, 19–25.
- Novak, K. (2015): *Modeliranje površinskog transporta i geološki aspekti skladištenja ugljikova dioksida u neogenska pješčenačka ležišta Sjeverne Hrvatske na primjeru polja Ivanič*. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 185 str.
- Novak, K., Malvić, T., Simon, K. (2013): *Increased hydrocarbon recovery and CO₂ managment, a Croatian example*. Environmental Earth Sciences, 84, 6, 1187–1197.
- Novak, K., Malvić, T., Velić, J., Simon, K. (2013): *Increased hydrocarbon recovery and CO₂ managment, PVT relations and volumes, a Croatian example*. Part II. Environmental Earth Sciences, 71, 8, 3641–3653.
- Rusan, I. (2014): *Razlika u pristupu ekonomskoj procjeni konvencionalnih i nekonvencionalnih ležišta (s naglaskom na konvencionalna ležišta)*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 28, 1, 1-7.
- Sertić-Bionda, K. (2006): *Procesi prerade nafte*; Interna skripta. Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu, 136 str.
- Sučić, D., Karasalihović-Sedlar, D., Hrnčević, L. (2011): *Analiza značaja projekata dobave prirodnog plina za Europu-Južni tok i Nabucco*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 23, 1, 15–24.
- Velić, J. (2007): *Geologija ležišta nafte i plina*. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 342 str.

Velić, J., Malvić, T., Cvetković, M., Vrbanac, B. (2010): *Characteristics of Hydrocarbon Fields in the Croatian Part of the Pannonian Basin*. OIL GAS European Magazine, 36/3, 146–147.

Velić, J., Malvić, T., Cvetković, M., Vrbanac, B., (2012): *Reservoir geology, hydrocarbon reserves and production in the Croatian part of the Pannonian Basin System*. Geologia Croatica, 65, 1, 91–101.

Vulin, D. (2010): *Modeliranje termodinamičkih i petrofizičkih parametara za geološko skladištenje ugljičnog dioksida*. Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 120 str.

*1 Energija u Hrvatskoj 2010: godišnji energetske pregled. Zagreb: Ministarstvo Gospodarstva, Republika Hrvatska, 2010.

*2 Energija u Hrvatskoj 2013: godišnji energetske pregled. Zagreb: Ministarstvo gospodarstva, Republika Hrvatska, 2013.

*3 Energija u Hrvatskoj 2005: godišnji energetske pregled. Zagreb: Ministarstvo gospodarstva, Republika Hrvatska, 2005.

Mrežni izvori:

BP., *Statistical Review of World Energy June 2015*

URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> (pristupljeno 22. 1. 2015.)