

ENERGIJA U HRVATSKOJ 1945. - 2008. GODINE

Marijan KALEA, dipl. ing.

Nedavno je na internetskim stranicama Energetskog instituta 'Hrvoje Požar' (www.eihp.hr) objavljen vrlo zanimljiv i obuhvatan izvještaj 'Energija u Hrvatskoj 1945. - 2008. godine' (autor: dr. sc. Branko VUK, dipl. ing. iz EIHP-a). Prilika je to da se na vremenskoj crti, 13 godina duljoj od pola stoljeća, pokušaju sagledati i razumjeti osnovna kretanja u energetici Hrvatske i značajne prekretnice u smjerovima tih kretanja. Najgrublje se uočavaju dva razdoblja: od kraja drugog svjetskog do domovinskog rata te od domovinskog rata do sadašnjeg vremena.

Neposredna (finalna) energetska potrošnja

Najprije vrijedi razmotriti neposrednu energetska potrošnju, dakle onu energiju koja je iz energetskog gospodarstva predana kupcima - potrošačima na energetska korištenje (dijelom se oblici energije koriste neenergetski!). U 1945. neposredno je utrošeno 49,2 PJ energije, a u 2008. godini 277 PJ (il. 1). Za tih, nešto više od 60 godina, neposredna je energetska potrošnja porasla 5,6 puta. Međutim, rast nije bio ravnomjeran: najveći je preokret nastupio neposredno pred domovinski rat i svakako u njemu. Valja pominje pogledati to kretanje u pojedinim podrazdobljima:

- 1945. - 1949. (do godinu dana nakon Rezolucije Informbiroa i ekskomuniciranja Jugoslavije iz socijalističkog bloka zemalja): velik prosječni godišnji rast od 10,7%, što se nikada više neće ponoviti
- 1949. - 1953: izolacija Jugoslavije, zastoj u neposrednoj potrošnji, pad za prosječno 1,7% godišnje
- 1953. - 1979. (do druge svjetske energetske krize): stabilan, gotovo uporan rast od prosječno 4,9% godišnje, gospodarska reforma 1965, prva svjetska energetska kriza 1973. te drugi gospodarsko-politički događaji u zemlji i svijetu praktički nemaju uočljiviji odraz na kretanje neposredne potrošnje u Hrvatskoj
- 1979. - 1983: ponovni zastoj, pad za prosječno 1,1% godišnje, ukupni zastoj je naglašeno uvjetovan naglim smanjenjem potrošnje u prometu (velik rast cijene nafte)
- 1983. - 1987. (do početka jugoslavenske krize): kratkotrajan rast za prosječno 3,6% godišnje
- 1987. - 1990. (pred početak domovinskog rata): uporan pad za prosječno 1,9% godišnje

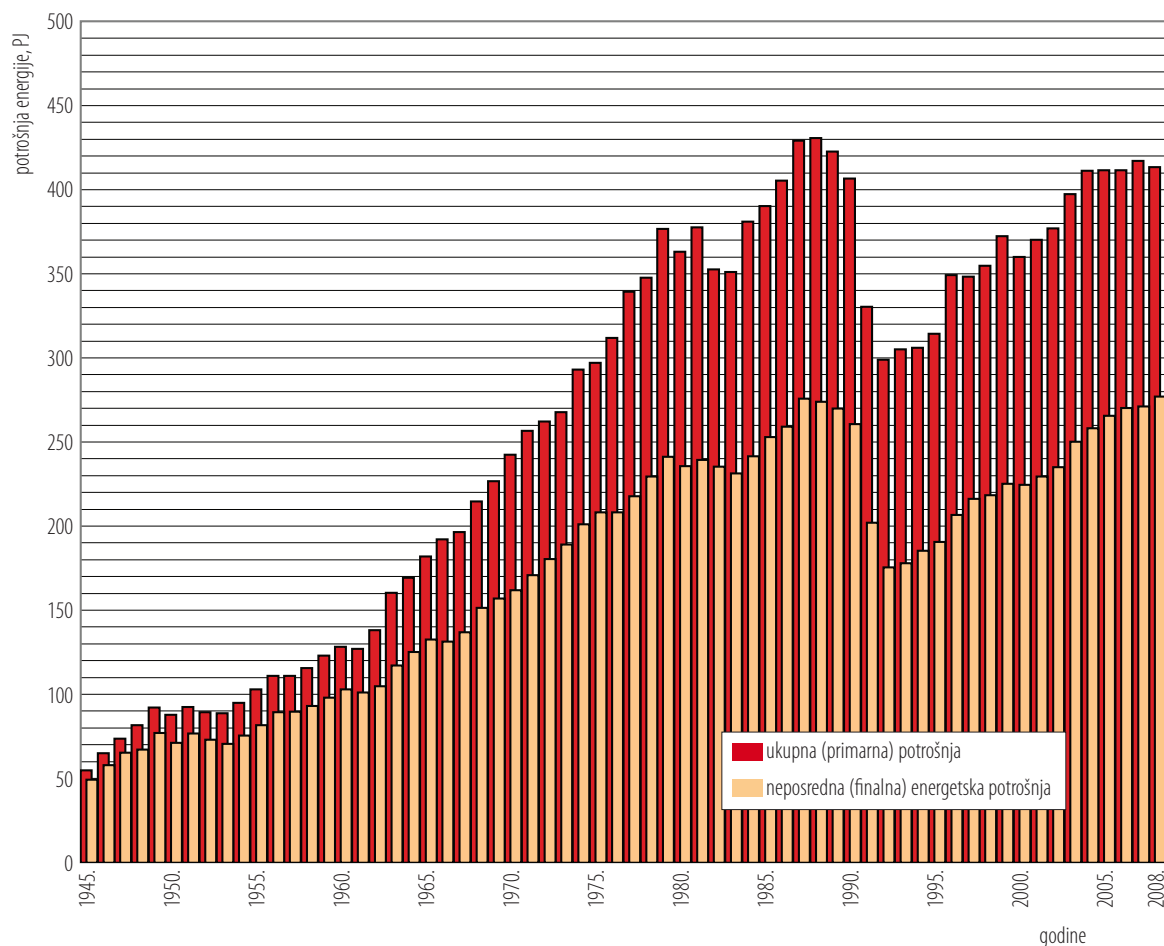
- 1990. - 1992. (prve dvije ratne godine): nagli pad, prosječno za 18% godišnje (dakle, neposredna energetska potrošnja pala je na 2/3 prijeratne)
- 1992. - 2008: postupan, ali donekle prespor rast za prosječno 2,9% godišnje, pri čemu je naglašeno nedovoljan rast potrošnje industrije (cijelo to razdoblje njezina potrošnja doista neznatno raste, praktički stagnira).

Glavni zaključak spram cjelokupnog proteklog razdoblja je da je neposredna energetska potrošnja tek 2008. godine dostigla razinu najbolje prijeratne godine (1987), dakle 21 godinu trajao je zastoj izazvan domovinskim ratom (i, u nekoj mjeri, nekoliko godina pred rat). I drugi zaključak: totalno urušavanje industrije u Hrvatskoj, nakon domovinskog rata - 2008. potrošnja industrije dostigla je razinu industrijske potrošnje energije iz 1968. godine!

Godine 2008. u ukupnoj neposrednoj energetska potrošnji sudjelovali su sljedeći oblici finalne energije:

- tekuća goriva: 49%
- električna energija: 21%
- plinovita goriva: 19%
- obnovljivi izvori (izravno): 5%
- para i vrela voda: 3,6%
- ugljen i koks: 2,4%.

Kako se dolazilo do takve neposredne potrošnje energije? Pa, vlastitim pridobivanjem primarnih oblika i uvozom umanjanim za izvoz, što je odredilo ukupnu potrošnju energije. Ona je umanjivana za gubitke energetske transformacije, potrošnju energetskog sektora (jer ta energija nije isporučena neposrednim kupcima energije), gubitke u prijenosu i distribuciji te neenergetsku potrošnju pojedinih oblika energije i tako se dolazilo do neposredne energetske potrošnje.



Ilustracija 1
Energija u
Hrvatskoj
1945. - 2008.
godine

Vlastito pridobivanje, uvoz i izvoz oblika energije

Pridobivanje (proizvodnja na vlastitom području) svih primarnih oblika energije donekle prati (po pojedinim podrazdobljima) kretanje neposredne potrošnje uz nebitna odstupanja, sve do domovinskog rata, a nakon njega, pojednostavljeno govoreći, praktički stagnira na približno 200 PJ ili se blago mijenja, na gore i dolje. Najveće pridobivanje ostvareno je 1988. godine: 275 PJ. Na završetku drugog svjetskog rata (1945. godine) bilo je primarno pridobivanje oko 48 PJ, dakle gotovo izjednačeno s neposrednom potrošnjom (bilo je stanovitog uvoza te godine, ali i izvoza, naglašeno ugljena). U čitavom promatranom razdoblju pridobivanje energije na vlastitom području se povećalo oko 4,2 puta. Dakle, raslo je sporije od neposredne potrošnje te je unaprijed jasno da će saldo uvoza i izvoza (neto uvoz) rasti brže!

Negdje sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća potpuno je zamrlo pridobivanje ugljena u Hrvatskoj. Pridobivanje sirove nafte postiglo je vrhunac 1981. godine, da bi nakon toga padalo, na početku nešto sporije, a od 1990. nešto brže, sve do današnjih dana. Sadašnje

pridobivanje (2008) je samo 23% onoga u najboljoj godini (1981). Pridobivanje prirodnog plina naglašenije počinje početkom šezdesetih pa postupno raste, 1990. - 2000. godine stagnira, da bi u posljednjem (nepotpunom) desetljeću opet nešto upornije raslo. Korištenje vodnih snaga raste izgradnjom hidroelektrana do 1989. (kada je posljednja od njih, HE Dubrava, puštena u pogon), ali se i naglašeno mijenja ovisno o hidrološkim prilikama u pojedinoj godini. Samo u tom posljednjem razdoblju, u kojem nije bilo nove izgradnje, godišnje pridobivanje energije iz vodnih snaga oscilira u omjeru gotovo 1 : 2 (proizvodnja u hidroelektranama 1990: 3,75 TW h, a 1996: 7,23 TW h)! Pridobivanje ogrjevnog drva opalo je 2008. na 71% ostvarenog 1945. Godine 2008. pridobivanjem prirodnog plina ostvarena je približno 1/2 vlastitog pridobivanja svih oblika energije u Hrvatskoj.

Ukupan uvoz svih oblika energije raste, uz blage oscilacije, sve do 1979. godine, kada se ostvaruje najveći uvoz u čitavom promatranom razdoblju: 350 PJ. U desetljeću 1980. - 1990. doživljava najprije pad pa opet rast, da bi 1991. godine naglo pao i od tada uporno raste uz blage oscilacije. Godine 2008. gotovo dostiže rekordnu veličinu iz

1979: zaokruženo 340 PJ. U cijelom razdoblju, od sredine šezdesetih do danas naglašen je uvoz tekućih goriva (sirove nafte i naftnih derivata), tako da je rekordne 1979. godine njihov udio bio 81% u ukupnom uvozu, a ostatak čine ugljen i koks te prirodni plin i električna energija. Od tada neprekidno raste uvoz prirodnog plina i električne energije, pri kraju osamdesetih počinje opadati uvoz ugljena i koks, da bi 2008. godine iznosio oko 10%, a uvoz prirodnog plina 12,5%, električne energije 8,6% (u tome je i uvoz energije iz NE Krško) i tekućih goriva oko 69% u ukupnom uvozu. Ukupni uvoz je te godine bio 337 PJ.

Uz uvoz rekordne 1979. godine, i izvoz je bio rekordan: izvezeno je ukupno 214 PJ, gotovo u potpunosti tekućih goriva pa je neto uvoz bio $350 - 214 = 136$ PJ. Dakle, uvezeno je dosta sirove nafte, ali je u hrvatskim rafinerijama ona prerađena i velikim dijelom izvezena, ponajprije u ostale republike bivše Jugoslavije. U razdoblju 1980. - 1990. postoji i izvoz koks, da bi 2008. najveći udio izvoza imala tekuća goriva (70%) pa slijedi prirodni plin (22%) i električna energija (5%). Ukupni izvoz je te godine bio 107 PJ pa je neto uvoz bio $337 - 107 = 230$ PJ.

Kako je 1945. godine uvoz bio 15 PJ, a izvoz 8 PJ, dakle neto uvoz 7 PJ, to je porast neto uvoza u cijelom razdoblju 1945. - 2008. iznosio 33 puta. Enorman rast, ali uvjetovan nedovoljnim vlastitim izvorima primarne energije!

Ukupna potrošnja energije

Ukupna potrošnja energije (zbroy vlastita proizvodnja i uvoza minus izvoz) tijekom vremena pratila je razvoj neposredne potrošnje. Ukupna potrošnja ugljena od najveće, sredinom šezdesetih, pada (kada zamire njegovo korištenje za željezničku vuču) ili stagnira, da bi opet od 2000. godine nešto porasla (puštanje u pogon TE Plomin 2). U razdoblju 1978. - 1994. godine ugljen se trošio i za proizvodnju koks u Bakru. Koks je bitan pri proizvodnji željeza, toplinski i kemijski (toplina služi za taljenje rudače, a ugljik iz koks za redukciju kisika iz željeznog oksida u rudači). Potrošnja tekućih goriva neprekidno raste sve do domovinskog rata, kada naglo pada, da bi u posljednjem razdoblju opet ubrzanije rasla. Potrošnja prirodnog plina neprekidno raste, od sredine šezdesetih, a bitno se ne smanjuje ni za domovinskoga rata. Energetska potrošnja vodnih snaga prati, dakako, njihovo pridobivanje, a u posljednjih dvadesetak godina oscilira samo zbog hidroloških prilika u pojedinoj godini. Postupno opada korištenje ogrjevnog drva, a u posljednjem razdoblju raste udio neto uvoza električne energije (u ukupnoj potrošnji energije nije sadržana proizvodnja električne energije,

proizvodnja će se ostvariti transformacijom dijela pojedinih oblika primarne energije iz ukupne potrošnje!).

Na početku, 1945, ukupna potrošnja energije iznosila je 55 PJ, a na kraju promatranog razdoblja, 2008. godine, 413 PJ. Ukupna potrošnja povećala se, dakle 7,5 puta, značajnije od neposredne potrošnje (ona je povećana, kako je rečeno, 5,6 puta). Razlog je u bitnom rastu onog dijela primarne energije koji se koristi za transformaciju u električni oblik energije, a ona se odvija uz nepovoljan stupanj djelovanja te znatno brže raste potrošnja ulazne primarne od rasta izlazne električne energije. Drugi razlog je velik rast rafinerijske prerade sirove nafte, što se odvija uz razmjerno veliku vlastitu potrošnju energije (mnogo zagrijavanja u tehnološkom procesu prerade nafte), što opet vodi ubrzanijem rastu dijela primarne energije od rasta neto iskoristive energije naftnih derivata. Udjeli pojedinih oblika energije u ukupnoj energetske potrošnji 2008. godine bili su:

- tekuća goriva: 45%
- prirodni plin: 27%
- vodne snage: 12%
- kruta goriva: 7%
- električna energija (izravno): 6%
- ogrjevno drvo i ostali obnovljivi izvori (biomasa, Sunčeva i energija vjetra): 3%.

Početno (1945. godine) praktično je ukupna potrošnja sadržavala samo ugljen i ogrjevno drvo, neznatno vodne snage i tekuća goriva. Najveća ukupna potrošnja energije, prije domovinskog rata, ostvarena je 1988. godine: 431 PJ, dakle ni danas još nije premašena - 20 godina kasnije!

Prema porijeklu ukupne potrošnje energije, udio vlastitog pridobivanja 2008. godine bio je 48%, a udio neto uvoza 52%, dakle veći je od 1/2. Još je 2005. godine neto uvoz bio nešto manji od 1/2 ukupne potrošnje energije, kao što je i cijelo promatrano razdoblje bio sve manji od toga, primjerice 1985, kada je iznosio samo 1/4 ukupno utrošene energije, a 1950. samo 1/10.

Gubici transformacija, vlastita potrošnje energetike, gubici u prijenosu i distribuciji, neenergetska potrošnja

U onom dijelu ukupne energije koja nije isporučena kupcima prevladavaju gubici transformacija prirodnih oblika energije u oblik povoljniji za korištenje, odnosno u oblik jedino mogućeg suvremenog korištenja. Ti su gubici 2008. godine bili 17% ukupne energije. Slijedi neenergetska potrošnja (petrokemija, bitumen, maziva itd) od 7%, vlastita potrošnja energetike oko 7%

te gubici prijenosa i distribucije oblika energije oko 2%. Neposredna energetska potrošnja iznosi tako 67% ukupne energije. Dakle, 33% ukupno utrošene energije nije dospjelo kupcima za energetske korištenje.

Godine 1945. neposredna energetska potrošnja bila je 90% ukupne energije, dakako, jer se najveći dio ukupne energije (ogrjevno drvo i ugljen) koristio bez transformacija, električna energija predstavljala je skromnu veličinu ukupne potrošnje (ali proizvedena je uz vrlo velike gubitke transformacije: uz prosječan stupanj djelovanja 13%), nije bilo neenergetske potrošnje, a tekuća goriva uvožena su u finalnom obliku.

U gubicima energetske transformacije prevladavaju oni pri transformaciji u električnu energiju i iznose 84% ukupnih gubitaka transformacije svih oblika energije u 2008. godini ili čak 62% primarne energije na ulazu u hidroelektrane i termoelektrane! Dakle, prosječan stupanj djelovanja svih elektrana u Hrvatskoj je 38%. Pri tome treba napomenuti da je energija vodnih snaga na ulazu u hidroelektrane konvencijom uzeta uz isto toliki stupanj djelovanja, ako bi se uzeo stvarni stupanj djelovanja hidroelektrana od najmanje 90%, prosječni realni stupanj djelovanja svih elektrana u Hrvatskoj bio bi znatno veći od 38% jer je udio hidroelektrične proizvodnje u Hrvatskoj oko 30% do više od 50% u ukupnoj proizvodnji električne energije. Javne i industrijske termoelektrane-toplane ostvarile su 2008. godine stupanj iskoristivosti od 75%, ako se izlazi toplinska i električna energija stave u omjer spram ulazne energije goriva.

U vlastitoj potrošnji energetike 2008. godine prevladava potrošnja rafinerija i čini 72% ukupne vlastite potrošnje cjelokupnog energetskog sektora. Vlastita potrošnja hidroelektrana, termoelektrana i javnih termoelektrana-toplana čini 12% ukupne vlastite potrošnje.

Neposredna energetska potrošnja po glavnim sektorima potrošnje

Vrijedi još malo pažljivije pogledati kretanja po glavnim sektorima neposredne energetske potrošnje: industriji, prometu, kućanstvima i uslugama (potrošnja poljoprivrede i građevinarstva manje sudjeluje u ukupnoj potrošnji). Godine 2008. ostvareni sljedeći udjeli tih sektora u ukupnoj neposrednoj energetskoj potrošnji: industrija 23%, promet 33% i opća potrošnja (kućanstva, usluge, poljoprivreda i građevinarstvo) 44%.

Rast industrijske potrošnje prati rast ukupne neposredne potrošnje do 1988. godine. Tada je ostvarena i najveća industrijska potrošnja, oko



105 PJ. Pri kraju osamdesetih ugašena je proizvodnja ferolegura u Dugom Ratu, aluminija u Šibeniku i sirovog željeza u Sisku, što su sve bili veliki pojedinačni potrošači energije. Tijekom domovinskog rata (u 1995. i 1996) potrošnja industrije pada na 1/2 najveće potrošnje iz 1988. godine. Od tada vrlo blago i oscilirajuće raste, s prosječnom godišnjom stopom od samo 1,5%, do 2008. godine, kada je ostvareno 62 PJ.

Rast potrošnje prometa ima zastoj u razdoblju 1979. - 1983. godine uzrokovan drugom svjetskom energetsom krizom, znakovitom po naglom porastu svjetskih cijena nafte. U razdoblju 1983. - 1990. godine neprekidno raste, a tijekom domovinskog rata (1992) pada na 2/3 potrošnje iz 1990. Od tada potrošnja prometa vrlo naglo raste do 2008. godine, s prosječnom godišnjom stopom od čak 5,2%, kada je ostvareno 90 PJ. Očigledno: Hrvatska je postala zemlja trgovanja i vožanja.

Neposredna potrošnja u kućanstvima ne prati rast ukupne neposredne potrošnje. Do 1949. naglo raste i od Rezolucije Informbira se vrlo sporo oporavlja, praktički do 1968, dakle gotovo 20 godina stagnira ili oscilira. Doba je to nagle industrijalizacije pa je prigušivanje potrošnje kućanstava osiguravalo brži rast potrošnje industrije. Na početku tog razdoblja važila je tzv. zaporna tarifa za potrošnju električne energije u kućanstvima, kada se ona obračunavala po jednoj tarifi do stanovite razine, a po znatno višoj iznad te razine. Do 1987. godine potrošnja kućanstava narasta na najveću vrijednost prije domovinskog rata: 70 PJ, a tijekom rata pada na oko 50 PJ (1992. - 1994). Od tada vrlo naglo raste i već 1999. prestiže prijeratnu potrošnju iz 1987. godine. U razdoblju 1994. - 2005. potrošnja kućanstava raste prosječnom godišnjom stopom od 4,2% pa je 2005. godine ostvareno 81 PJ. Nakon te godine blago opada (približava se recesija, kućanstva su štedljivija) i 2008. godine ostvareno je u kućanstvima 75 PJ, više nego u industriji (!), a manje nego u prometu.

Usluge imaju zastoj u potrošnji nakon druge svjetske energetske krize, a potom rast do 1987. godine. Od tada potrošnja usluga pada, naglije početkom domovinskog rata, da bi 1992. pala na 1/2 potrošnje iz 1987. godine. Od tada uporno raste njihova potrošnja do 2008. godine, prosječnom godišnjom stopom od visokih 5,7%, što je vrlo povoljno radi li se pretežno o produktivnim uslugama (turističke, projektantske itd), ali ako prevladavaju neproduktivne usluge (trgovačke, bankarske, osiguravateljske itd), onda to nije naročito! Usluge su 2008. godine utrošile 30 PJ.

Raspoložive količine nekih oblika energije

Kretanja potrošnje zanimljivijih oblika energije koji čine pretežnu ukupnu opskrbu energijom u Hrvatskoj (primarni oblici: sirova nafta i prirodni plin te transformirani oblik: električna energija) valja još pažljivije promotriti. Veliki broj vidova njihove neposredne potrošnje nemoguće je sagledati u ograničenom prikazu (sva kruta goriva: antracit, kameni i mrki ugljen, lignit, koks, svi derivati nafte: motorni benzin, dizelsko i mlazno gorivo, petrolej, loživo ulje, ukapljeni naftni plin, svi drugi plinovi, toplina iz centraliziranih toplinskih sustava itd).

Za sirovu naftu (koja je u rafinerijama prerađivana u naftne derivate i tek tako transformirana predavana kupcima u Hrvatskoj ili izvozu na korištenje) vrijedi pogledati samo kretanje ukupne raspoložive količine za preradu u Hrvatskoj, rezultat vlastita pridobivanja i neto uvoza. U prvim godinama nakon drugog svjetskog rata praktički je nema, da bi 1950. - 1979. godine raspoloživa sirova nafta u Hrvatskoj doživjela vrlo brzi rast, po prosječnoj godišnjoj stopi od čak 12,1%. Godine 1979. ostvaren je maksimum od nešto više od 9 milijuna t, a zatim pada do 1983. na oko 5,5 mil. t te ponovno raste do 1990. na nešto manje od 7 mil. t. Za domovinskog rata pada na 4 mil. t (1992), da bi se ubrzo stabilizirala na oko 5 mil. t s manjim odstupanjima. Godine 2008. bilo je raspoloživo 4,4 mil. t, u čemu je vlastito pridobivanje bilo manje od 1/5 (835 000 t).

Premda raspoložive količine prirodnog plina za potrošnju u Hrvatskoj (opet: vlastito pridobivanje plus neto uvoz) postoje, neznatno, već od kraja drugog svjetskog rata, njegovo ozbiljnije korištenje počinje početkom šezdesetih i stalno raste, bez utjecaja prve (1973) i druge (1979) svjetske energetske krize na to korištenje, sve do 1989. godine. U razdoblju 1965. - 1989. godine taj rast se odvija po vrlo visokoj prosječnoj godišnjoj stopi od 13,2% (udvostručuje se u 5,5 godina, odvija se posvemašnja plinifikacija sjeverne Hrvatske), a 1989. potrošnja je narasla na

oko 3 milijarde m³. Do 1977. godine cjelokupna količina potjecala je iz vlastitog pridobivanja. Za domovinskoga rata potrošnja ne opada toliko kao kod drugih oblika energije, na oko 2,4 mlrd. m³ (1995. godine). Razlozi su u velikoj otpornosti plinske (podzemne) mreže i postrojenja prema ratnim razaranjima te vrlo velikoj upotrebljivosti plina i u ratu: u tehnološkim procesima te za zagrijavanje, kuhanje i pripremu potrošne tople vode. Nakon 1995. godine raspoložive količine rastu pa je ukupna domaća potrošnja 2008. dosegla 3,2 mlrd. m³, u što je uračunato i oko 0,5 mlrd. m³ neenergetske potrošnje (petrokemija). Ukupni uvoz bio je oko 1,2 mlrd. m³, a izvoz oko 700 mil. m³. Dakle, neto uvoz je 0,5 mlrd. m³, nešto manje od 1/6, a 5/6 čini vlastito pridobivanje.

Električna energija pripada transformiranim oblicima energije, dobivenim iz pojedinih oblika ukupne potrošnje. Raspoloživa električna energija za bruto potrošnju (predano kupcima, gubici prijenosa i distribucije te potrošnja energetskog sektora) u Hrvatskoj rasla je 1945. - 1990. po prosječnoj godišnjoj stopi od 9,3%, dakle udvostručavala se za nešto manje od osam godina. Praktički, od pedesetih ima i nešto manje izvoza od uvoza, da bi u razdoblju 1980. - 1990. godine uvoz (ponajviše iz drugih republika bivše Jugoslavije) vrlo značajno premašivao izvoz i bio je gotovo izjednačen s proizvodnjom u vlastitim elektranama. Najveći udio neto uvoza ostvaren je 1989. godine i iznosio je približno 50% ukupne potrošnje. Godine 1990. raspoloživa električna energija za bruto potrošnju u Hrvatskoj iznosila je 15,8 TW h. U domovinskom ratu ta potrošnja pada na 11,7 TW h (1992. - 1994. godine), dakle na 74% prijeratne, na nešto nižu razinu od potrošnje prirodnog plina jer su elektroenergetski objekti bili više izloženi ratnim razaranjima. Od tada raste po prosječnoj godišnjoj stopi od 3,4% i 2008. godine dostiže 18,9 TW h. U tome je udio neto uvoza 35%, pri čemu treba istaknuti da je u neto uvoz uračunat i hrvatski dio proizvodnje NE Krško jer nije ostvaren u Hrvatskoj. Ako bi se iz uvoza izuzela proizvodnja u NE Krško (zaokruženo na 3 TW h u 2008. godini), ostala bi hrvatska ovisnost o uvozu električne energije od 19% što je vrlo nepovoljno (svaki peti kW h se uveze!). Većina zemalja nastoji ostvariti elektroenergetsku samodostatnost, neovisno o tome kolika je uvozna ovisnost primarne energije! Gubici u prijenosnoj i distribucijskoj mreži 2008. godine iznosili su 9% raspoložive električne energije, a potrošnja cjelokupnog energetskog sektora (uključujući, dakako, i vlastitu potrošnju elektrana) još 5,8%. Tako je električna energija koja je neposredno predana kupcima 2008. godine iznosila 16,1 TW h. ■