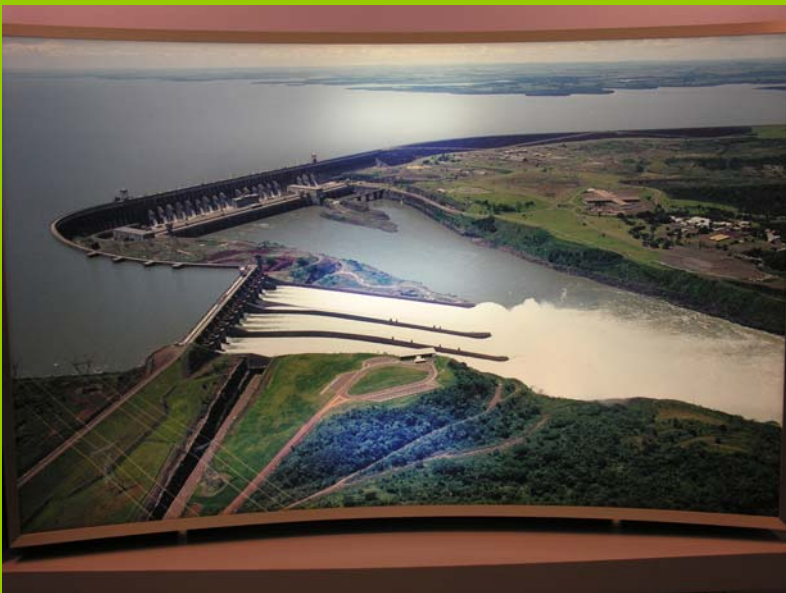


Elektrane

Uvodno predavanje



Prof.dr.sc. Sejid Tešnjak
Doc.dr.sc. Davor Grgić
Doc.dr.sc. Igor Kuzle

Literatura

- Hrvoje Požar, *Osnove energetike, I dio*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Hrvoje Požar, *Osnove energetike, II dio*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Tehnička enciklopedija, 3. svezak, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1969.
- Tehnička enciklopedija, 4. svezak, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1973.
- Tehnička enciklopedija, 6. svezak, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1979.
- Tehnički priručnik, Končar - elektroindustrija d.d., 1991
- Joachim Raabe, *Hydro Power*, VDI-Verlag, 1985
- Prabha Kundur, *Power System Stability and Control*, McGraw-Hill, 1994
- Damian Flynn, *Thermal Power Plant Simulation and Control*, IEE Power & Energy Series 43, 2003.

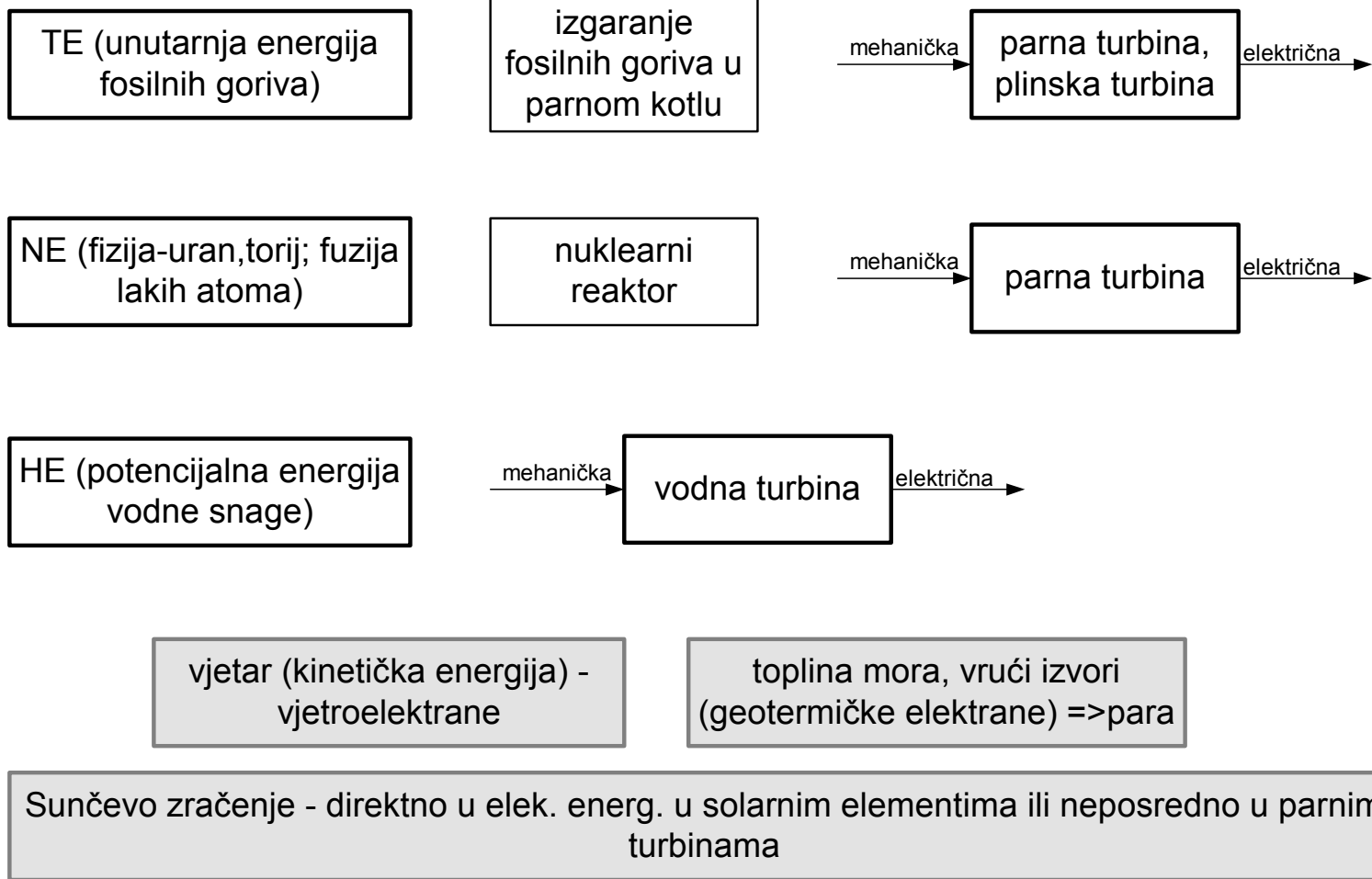
Uvod - "Što su to elektrane..."

- Elektrane su postrojenja u kojima se oblici unutrašnje energije (nuklearna, kemijska, unutrašnja kalorička, kinetička i potencijalna) ili energija Sunčeva zračenja preobražuju u električnu energiju.

Pretvorba primarnih oblika energije

- Klasični, konvencionalni:
 - Unutarnja energija: nafta, ugljen, plin
 - Potencijalna energija: vodne snage
 - Nuklearna energija: fisija (uran, torij)
- Alternativni, nekonvencionalni:
 - Unutarnja energija: uljni škriljevci, bituminozni pijesak, biomasa, bioplin
 - Potencijalna energija: plima i oseka, valovi
 - Kinetička energija: vjetar
 - Toplinska energija: suhe stijene u Zemljinoj kori, more, vrući izvori
 - Nuklearna energija: fuzija lakih atoma
 - Zračenje: Sunce

Pretvorba primarnih oblika energije u el. energiju



- Za pogon generatora kao izvora električne energije predviđeni su u svakoj elektrani pogonski strojevi (vodne turbine, parne turbine, plinske turbine, motori s unutrašnjim izgaranjem, elisa za pogon vjetrom).
- Osim pogonskih strojeva postoje i svi ostali uređaji i naprave neophodni za pogon tih strojeva; za regulaciju, kontrolu, upravljanje i druge namjene.
- Temeljni je zadatak elektrana proizvesti potrebnu količinu električne energije u času kada je potrošač traži.
- Električna energija ne može se akumulirati (pohraniti), proizvodnja električne energije mora u svakom trenutku biti jednaka potražnji (potrošnji).

- Elektrane se rijetko grade kao izolirana postrojenja za napajanje samo određenih potrošača, npr. neke industrije locirane daleko od postojećih električnih mreža;
- Redovito su dio EES-a koji, osim većeg broja elektrana za proizvodnju električne energije, obuhvaća još rasklopna postrojenja za razvod i transformaciju električne energije, vodove za prijenos i razdiobu električne energije i postrojenja, uređaje i aparate u kojima se električna energija kod potrošača pretvara u onaj oblik energije (korisni oblici energije) koji mu je potrebit (toplinu, mehaničku energiju, kemijsku energiju, svjetlo).

- Rad pojedine elektrane u EES-u ovisi o radu drugih elektrana i potrošnji u sustavu.
- Stoga se elektrana ne može promatrati neovisno od sustava već je način njezine izgradnje kao i dimenzioniranje njezinih uređaja i izbor njihovih pogonskih karakteristika ovisan o utjecaju EES-a.

- Prema pogonskom stroju ili energiji, koja se u elektrani pretvara u električnu energiju, razlikuju se:
 - termoelektrane (u koje se mogu ubrojiti i nuklearne i geotermalne elektrane),
 - hidroelektrane,
 - vjetrene i
 - sunčane (solarne) elektrane.

Temeljne energetske značajke elektrana 1

- Osnovna značajka svake elektrane je njena **instalirana snaga** S_{Ei} , koja se dobije kao aritmetički zbroj naznačenih prividnih snaga s natpisnih pločica generatora S_{gn} u [MVA], ili nazivnih snaga primarnih pogonskih strojeva P_{gn} u [MW].
- Instalirana snaga je istovremeno i **nazivna snaga** elektrane.

Temeljne energetske značajke elektrana 2

- **Maksimalna snaga** elektrane je ona najveća snaga ($P_{EM} \leq P_{Ei}$) koju elektrana kao cjelina može dati, uz pretpostavku da su svi dijelovi elektrane sposobni za pogon.
- Pri tom se u slučaju hidroelektrane pretpostavlja da su protok i pad optimalni.
- U slučaju parne termoelektrane pretpostavlja se da je na raspolaganju dovoljna količina goriva propisane kvalitete te da je osigurana dovoljna količina tehnološke vode normalne temperature i čistoće za napajanje generatora pare kao i hlađenje kondenzata.

Temeljne energetske značajke elektrana 3

- Prilikom određivanja maksimalne snage elektrane ne zahtjeva se postizanje optimalnog stupnja korisnosti cijelog postrojenja elektrane, ali se u obzir uzimaju utjecaji svih njegovih dijelova.
- Npr. u slučaju hidroelektrana razmatraju se i dimenzije dovodnih i odvodnih uređaja, a u slučaju termoelektrana na paru, kapacitet dopreme ugljena, stanje kotlova, kapacitet sustava za otpremu šljake i pepela, dovod vode itd. U slučaju plinskih termoelektrana u obzir se uzimaju vrsta i kvaliteta goriva.

Temeljne energetske značajke elektrana 4

- **Raspoloživa snaga** je najveća snaga koju elektrana može proizvesti u nekom trenutku, uvažavajući stvarno stanje pomoćnih pogona u elektrani i vanjske (vremenske i dr.) uvjete, uz pretpostavku da nema ograničenja zbog zahtijevane proizvodnje jalove snage.
- Prilikom određivanja raspoložive snage hidroelektrana, potrebno je uzeti u obzir raspoloživi dotok vode i trenutni pad
- U slučaju termoelektrana na paru, u obzir je potrebno uzeti kvalitetu goriva, kao i količina i temperaturu tehnološke vode, odnosno vrstu i kvalitetu goriva, nadmorsku visina i temperaturu okolnog zraka u slučaju plinskih termoelektrana.

Temeljne energetske značajke elektrana 5

- **Vlastita potrošnja** je snaga koja je potrebna za rad pomoćnih pogona elektrane: raznih crpki, ventilatora, mlinova, sustava za dopremu ugljena, otpremu šljake i pepela u slučaju termoelektrana na paru, kompresora i ventilatora u slučaju plinskih termoelektrana, a crpki i ventilatora u slučaju hidroelektrana.
- Udjel vlastite potrošnje znatno je veći u slučaju termoelektrana na paru (6–12 % nazivne snage), nego u slučaju hidroelektrana i plinskih termoelektrana (0,5–2 % nazivne snage).

Temeljne energetske značajke elektrana 6

- Hidroelektrane imaju još jednu karakterističnu veličinu koja na neki način dopunjuje pojam instalirane snage. To je **veličina izgradnje**, odnosno **maksimalni protok** u $[m^3/s]$ koji elektrana može iskoristiti (bez obzira na stupanj korisnog djelovanja), uzimajući u obzir stanje svih dijelova postrojenja.
- **Moguća godišnja proizvodnja** elektrane više je karakterističan pokazatelj za hidroelektrane (jer se one dimenzioniraju s obzirom na energiju), nego za termoelektrane (koje se dimenzioniraju s obzirom na snagu) i određuje se različito za svaku od karakterističnih grupa elektrana.

Elektroenergetski sustav Hrvatske

- Ukupna instalirana snaga u svim elektranama u Hrvatskoj je **3826,5 MW**.
- U TE je instalirano **1761,6 MW** (bez 50% udjela u NE Krško, Hrvatski udjel je 350 MW).
- U HE je instalirano **2064,9 MW**.
- Najjači izvor je **HE Zakučac** snage **500 MW**, a najveća termoelektrana je **TE Sisak** snage **420 MW**.
- Porast potrošnje električne energije u 2003. godini u Hrvatskoj je iznosio 4.7%.

Lokacije elektrana u Hrvatskoj



Hidroelektrane u Hrvatskoj

HIDROELEKTRANE	RASPOLOŽIVA SNAGA (MW)	HIDROELEKTRANE	RASPOLOŽIVA SNAGA (MW)
AKUMULACIJSKE		PROTOČNE	
HE ZAKUČAC	486	HE VARAŽDIN	86.5
RHE VELEBIT	276/-240	HE ČAKOVEC	82
HE ORLOVAC	237	HE DUBRAVA	82.4
HE SENJ	216	HE GOJAK	48
HE DUBROVNIK	216	HE RIJEKA	36
HE VINODOL	90	HE MILJACKA	24
HE KRALJEVAC	46.4	HE GOLUBIĆ	6.5
HE PERUČA	41.6	HE JARUGA	7.2
HE ĐALE	40.8	HE OZALJ	5.2
HE SKLOPE	22.5	HE KRČIĆ	0.3
CS BUŠKO BLATO	11.4/-10.3	Trenutno je u izgradnji HE Lešće. Nakon 15 godina prva HE u izgradnji.	
CHE FUŽINE	4/-4.8		
HE ZAVRELJE	2	CS: crpna stanica CHE: crpna HE RHE: reverzibilna HE	
CHE LEPENICA	1.4		
HE ZELENI VIR	1.4		

Termoelektrane u Hrvatskoj

TERMoeLEKTRANE	RASPOLOŽIVA SNAGA NA PRAGU (MW)	GORIVO
TE SISAK	396	I. ulje/p. plin
TE-TO ZAGREB	337/400	I. ulje/p. plin
TE RIJEKA	303	I. ulje
TE PLOMIN I	102	ugljen
EL-TO ZAGREB	87/300	I. ulje/p. plin
KTE JERTOVEC	83	p. plin/ELU
PTE OSIJEK	48	p. plin/ELU
TE-TO OSIJEK	42/90	I. ulje/p. plin
INTERVENTNE DIESEL (4)	29	D2
TE PLOMIN II*	192	ugljen

* U vlasništvu TE Plomin d.o.o. (HEP : RWE Power - 50% : 50%); HEP - Proizvodnja d.o.o.

NE KRŠKO (50%) **

350

UO₂

** Polovina ukupne snage. Prikazanom snagom raspolaže HEP d.d. temeljem suvlasništva u NE Krško d.o.o. (HEP : ELESGEN - 50% : 50%)

I. ulje: loživo ulje

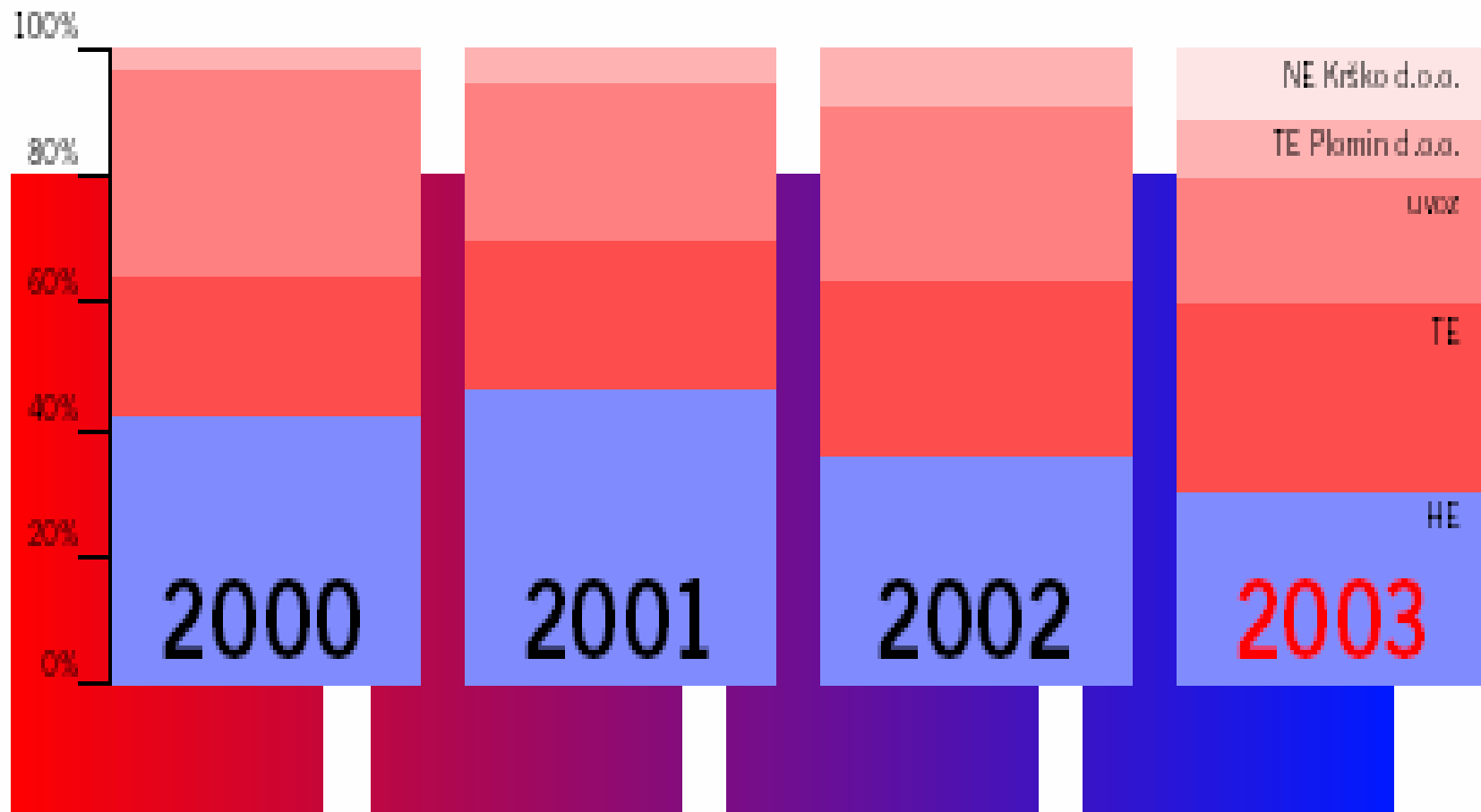
p. plin: prirodni plin

ELU: ekstralako ulje

UO₂: uranov oksid

D2: specijalna ulja za pogon interventnih elektrana.

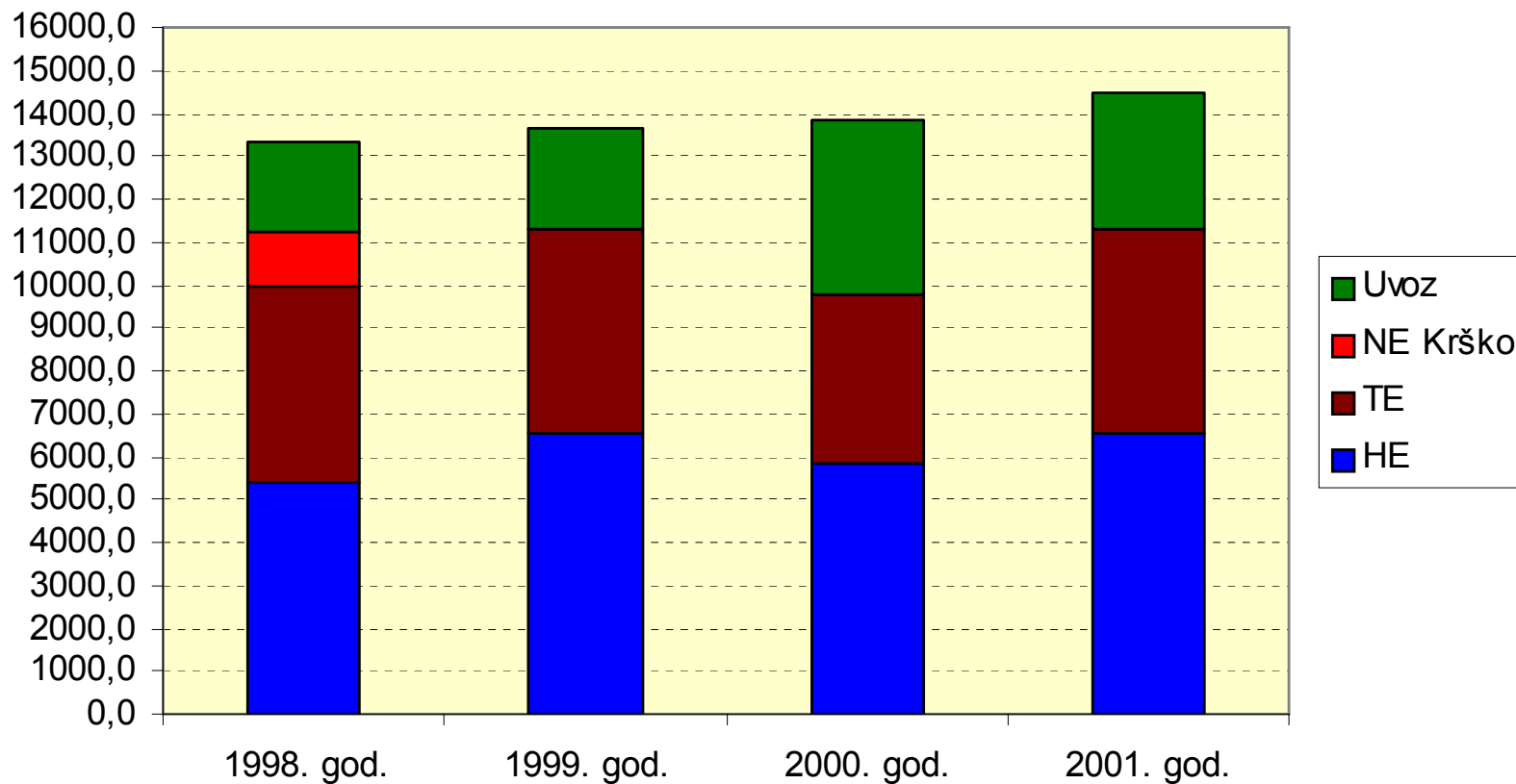
Struktura izvora



Struktura izvora električne energije 2000 - 2003.

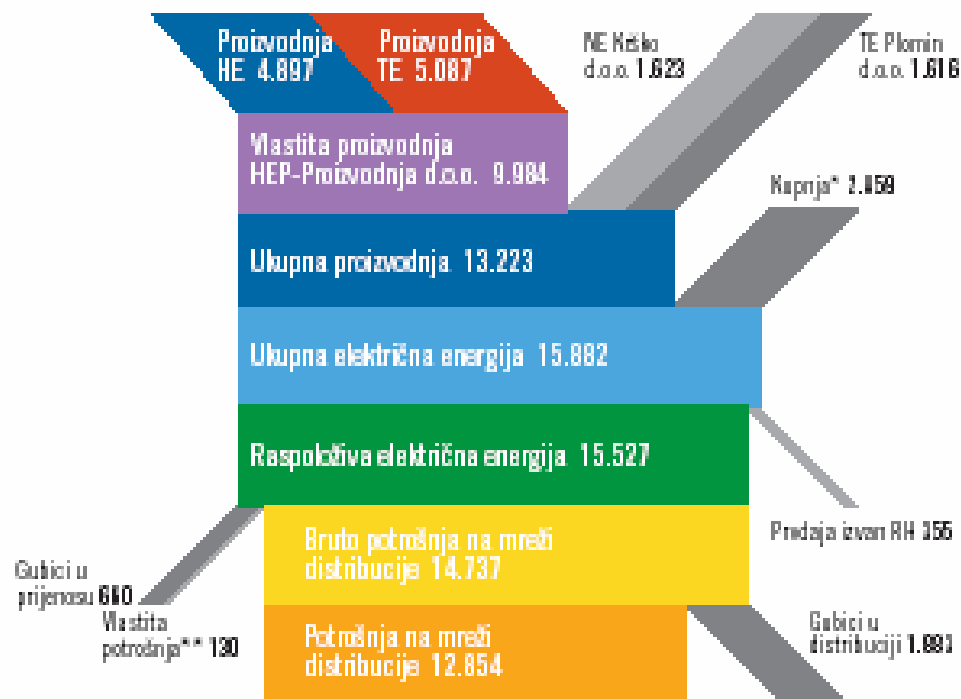
Godišnje bilance električne energije (GWh)				
	1998. god.	1999. god.	2000. god.	2001. god.
Proizvodnja u HE	5427,8	6530,6	5840,9	6560,2
Proizvodnja u TE	4561,2	4768,3	3958,6	4713,0
Proizvodnja u NE Krško	1250,5	0,0	0,0	0,0
Uvoz	2114,5	2375,9	4036,6	3192,0
Ukupna potrošnja	13354,0	13674,8	13836,1	14455,2

Bilanca električne energije po godinama (GWh)



Bilanca

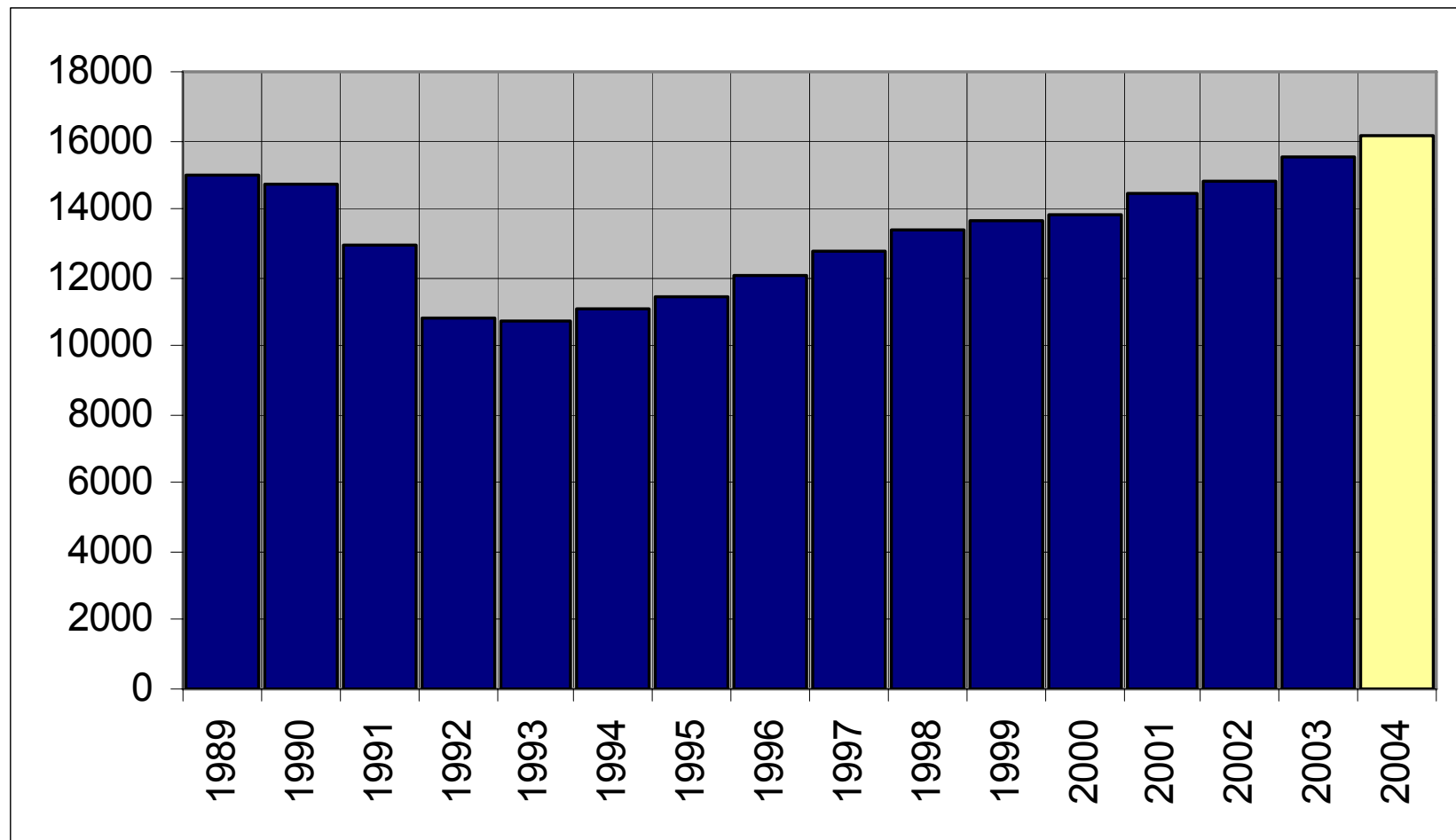
Elektroenergetska bilanca 2003. (GWh)



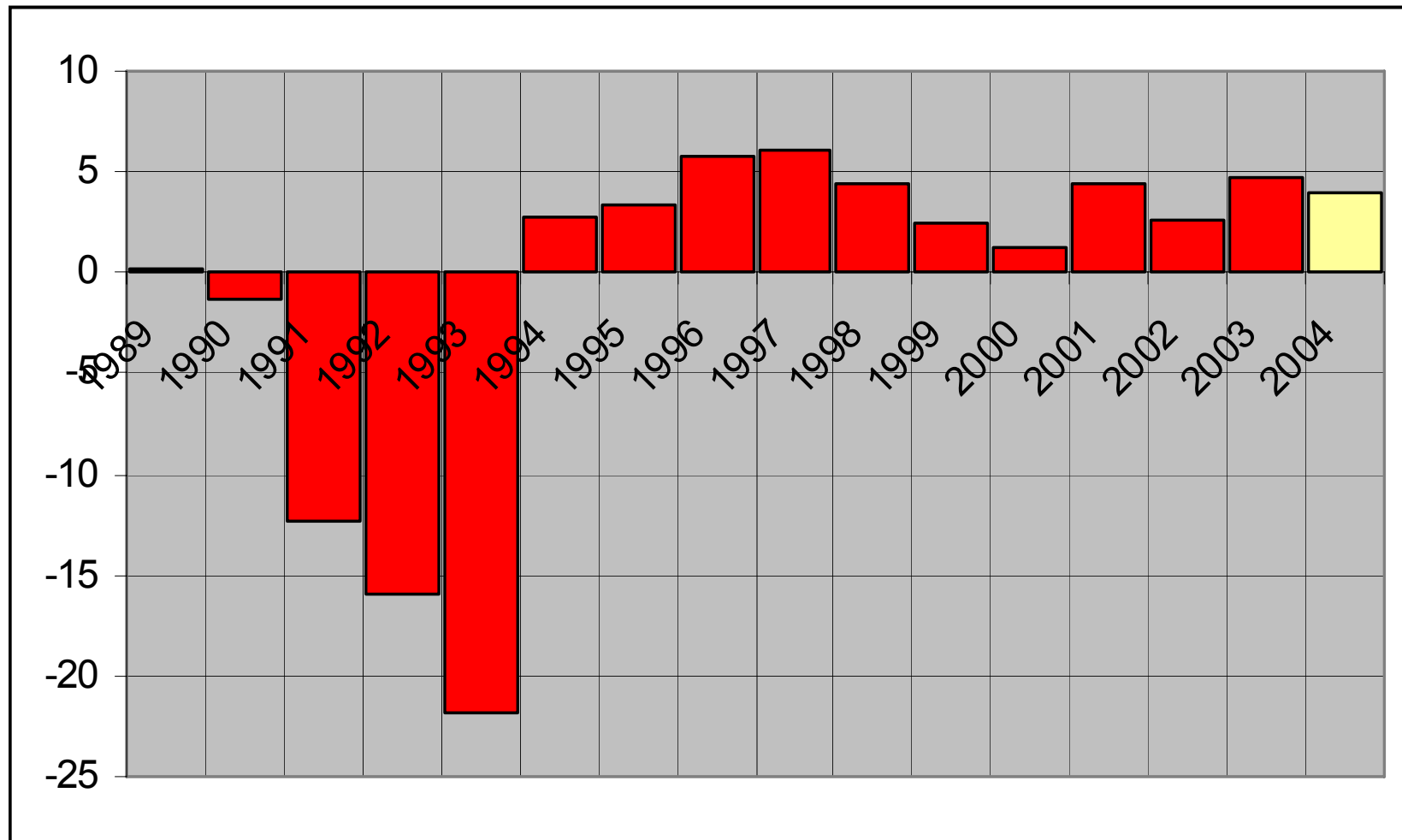
* Uračunata i nabava od Elektroprivrede BiH (504 GWh) temeljem višegodišnjeg ugovora

** Uračunata energija za opni rad RHE Velebit (86 GWh) te ostala vlastita potrošnja (potrošnja toplinarstva u EL-TO i TE-TO Zagreb i vodomjera u HE Varsatini)

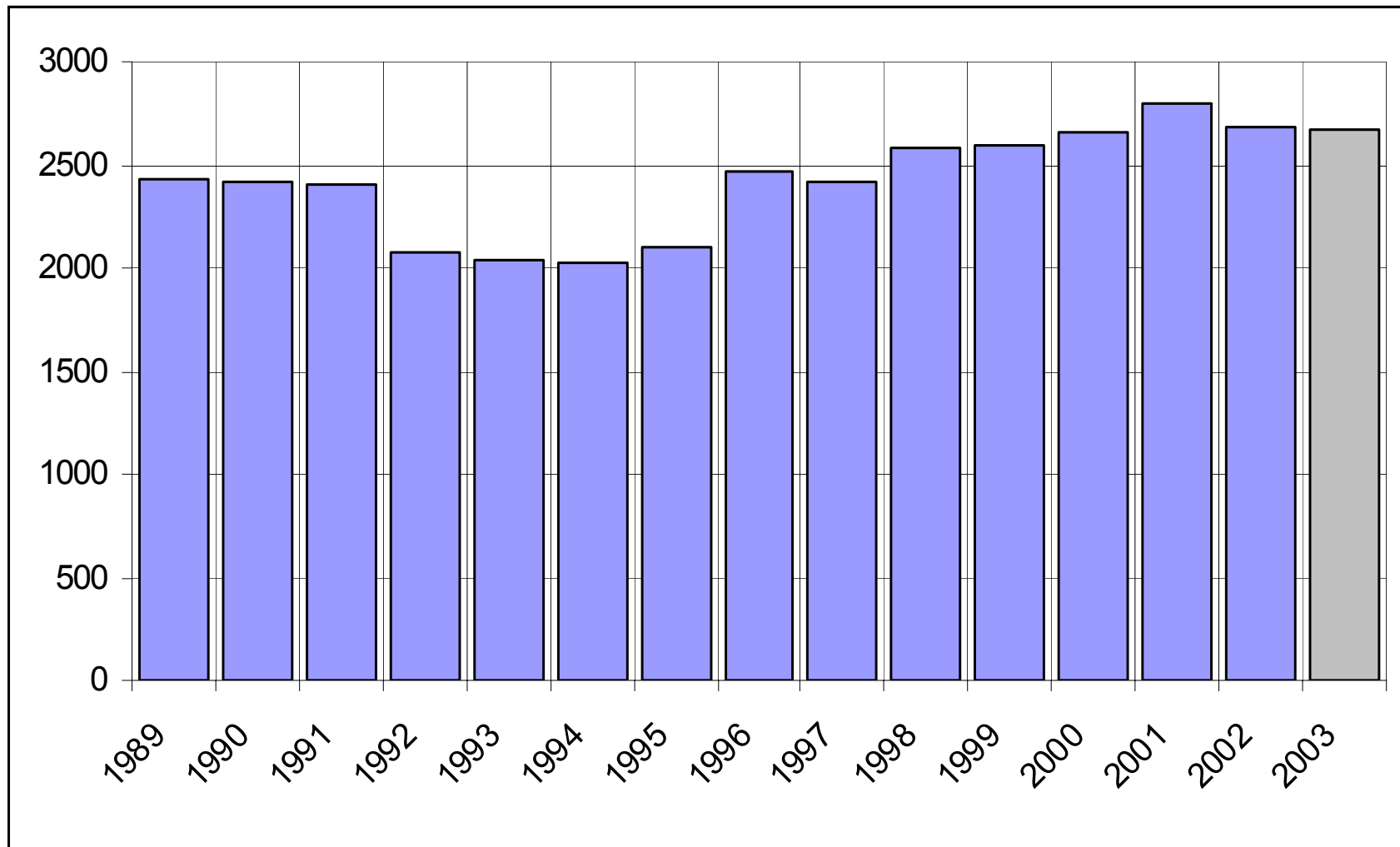
Potrošnja u proteklom razdoblju (TWh)



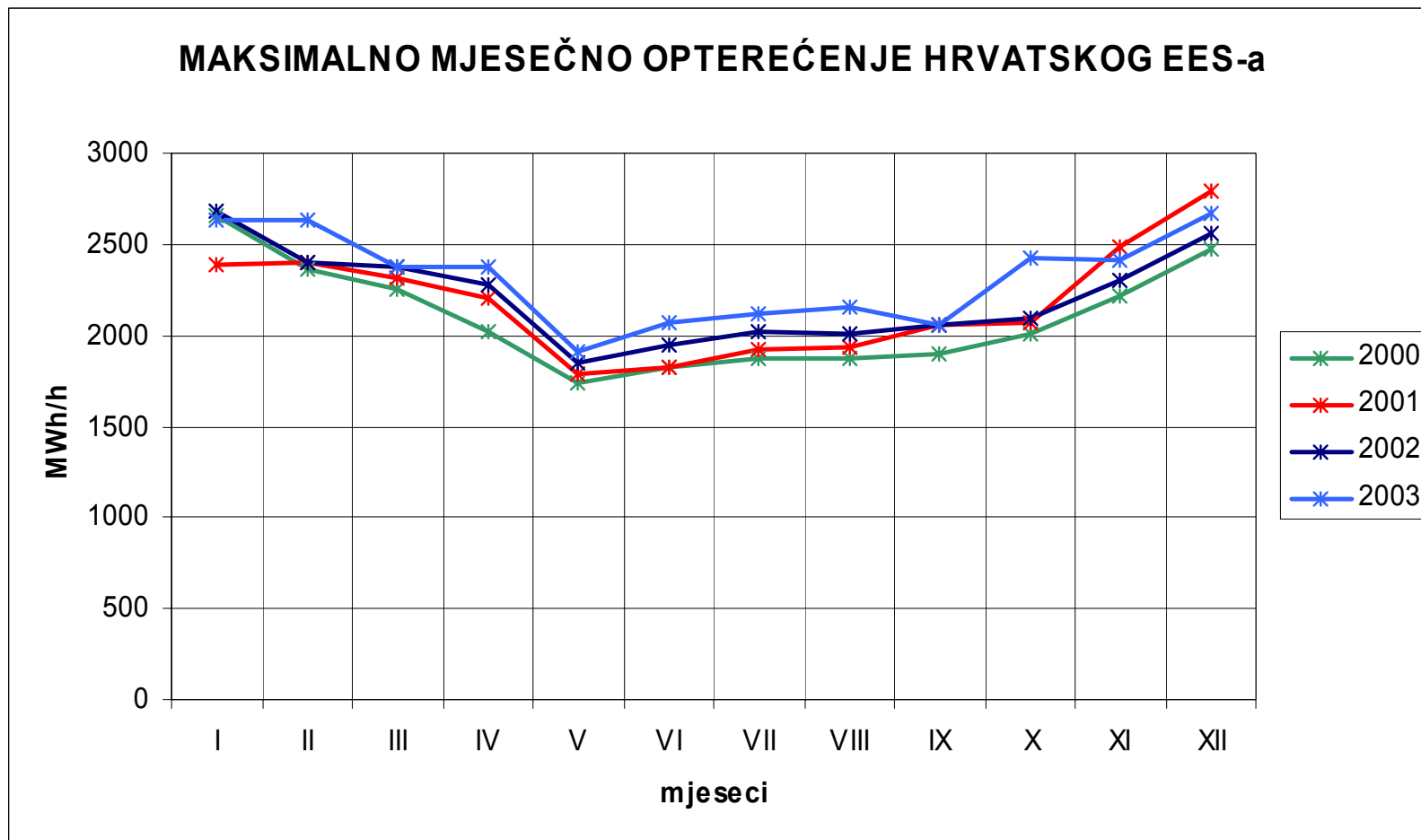
Godišnja promjena potrošnje (%)



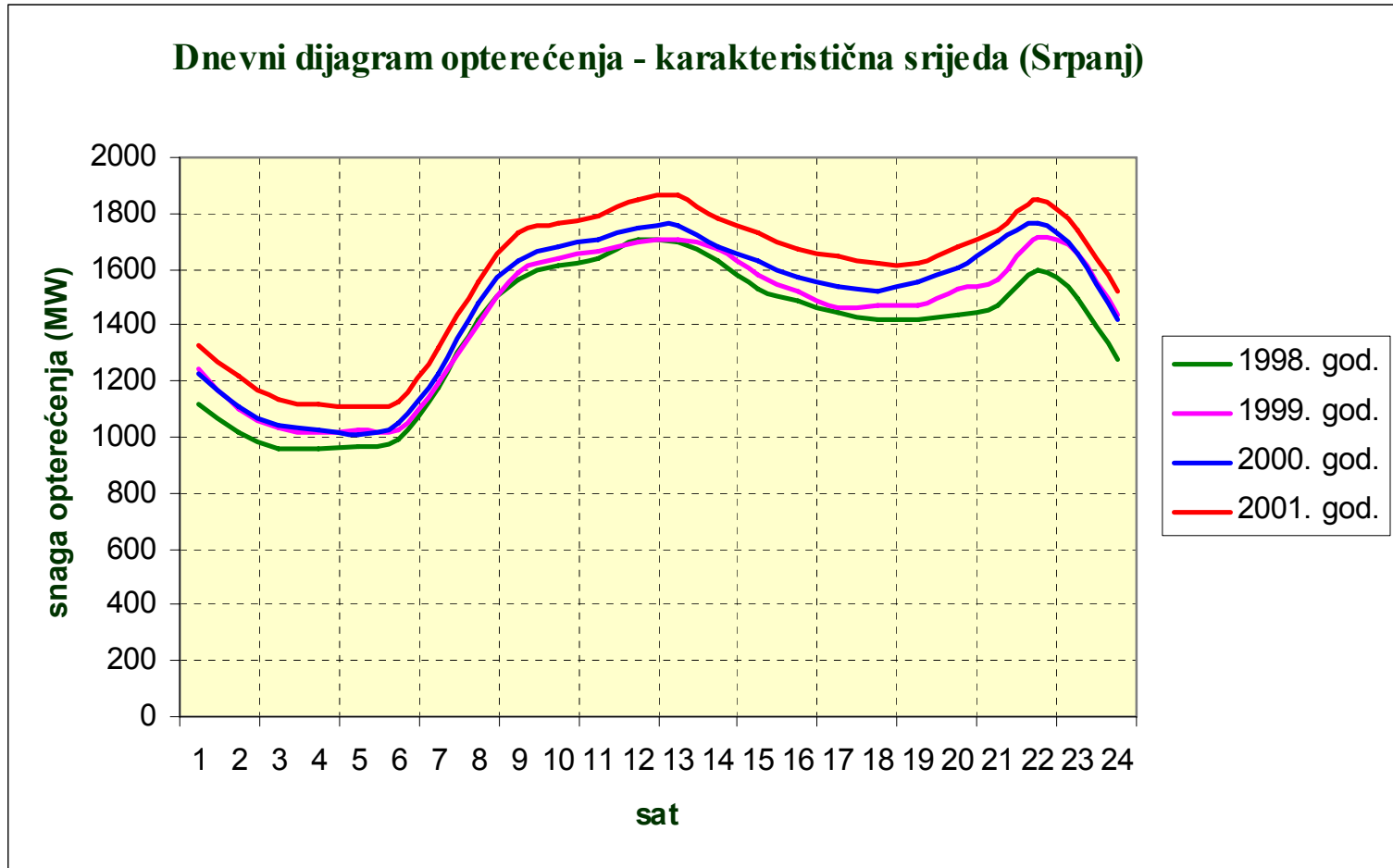
Vršno opterećenje sustava (MWh/h)



Mjesečno maksimalno opterećenje



Dnevni dijagram opterećenja - srijeda



Dnevni dijagram opterećenja - nedjelja

