

MEDIJSKA PITANJA

Napomena: Teorijska pitanja moraju slijediti vježbom na tri slобodne stranice kojih ih je možno umetnuti u pogirima.

1. Teorija za prvi dio semestra

- Šta je plinska konstanta idealnog plina?
- Vodena para zagrijava se za isti iznos temperature izohorno i izobamo. U kojem će slučaju trebati osigurati veću količinu toplinske energije?
- U h-s dijagramu nacrtajte idealni i realni proces pumpanja (iz istog početnog stanja).

2. Teorija za drugi dio semestra

- Prikaži energetsku ovisnost mikroskopskog udarnog presjeka za fisiju U-235 o energiji i označi karakteristična područja.
- U čemu se razlikuju idealna i realna Bernouli-jeva jednadžba? Napiši član dinamičkog tlaka u tlačnoj verziji jednadžbe.
- Navedite kako dijelimo vodne turbine prema principu rada.
- Objasnite zašto je važno dugoročno, a zašto kratkoročno planiranje/predviđanje potrošnje električne energije.

3. Teorija za Sunce

- Na koje komponente dijelimo Sunčevu zračenje i koja komponenta je posebno značajna za solarne termoelektrane?
- Navedite primjere fotonaponskih tehnologija i u kojem rasponu se kreće njihova efikasnost.
- Kako utječe temperatura na efikasnost fotonaponske ćelije?

karakteristična podražja.

- b) U čemu se razlikuju idealna i realna Bernoulli-jeva jednadžba? Napiši član dinamičkog tlaka u tlačnoj verziji jednadžbe.
- c) Navedite kako dijelimo vodne turbine prema principu rada.
- d) Objasnite zašto je važno dugoročno, a zašto kratkoročno planiranje/predviđanje potrošnje električne energije.

3. Teorija za Sunce

- a) Na koje komponente dijelimo Sunčeve zračenje i koja komponenta je posebno značajna za solarne termoelektrane?
- b) Navedite primjere fotonaponskih tehnologija i u kojem rasponu se kreće njihova efikasnost.
- c) Kako utječe temperatura na efikasnost fotonaponske ćelije?

4. Teorija za vjetar

- a) Što su Weibull i Rayleigh raspodjele i čemu služe?
- b) Kako se mijenja brzina s porastom visine i o čemu to ovisi?
- c) Objasnite zašto se nazivna snaga vjetroagregata ograničava na vrijednost koja je puno manja od maksimalne brzine do koje vjetroagregat radi.

5. Teorija za biomasu

- a) Navedite nekoliko najvažnijih vrsta izvora biomase.
- b) Kako dijelimo pretvorbu biomase i koje procese za to koristimo (navедите po dva za svaku vrstu pretvorbe)?

6. Teorija za spremnike energije, gorivne ćelije

- a) Kako dijelimo gorivne članke i po kojim karakteristikama se značajno razlikuju?
- b) Navedite najvažnije elemente za izbor spremišta energije.
- c) Koji je izvor energije najgori obzirom na rizik smanjenja životnog vijeka (izgubljene godine života)?

4. Teorija za vjetar
- Što su Weibull i Rayleigh raspodjele i čemu služe?
 - Kako se mijenja brzina s porastom visine i o čemu to ovisi?
 - Objasnite zašto se nazivna snaga vjetroagregata ograničava na vrijednost koja je puno manja od maksimalne brzine do koje vjetroagregat radi.
5. Teorija za biomasu
- Navedite nekoliko najvažnijih vrsta izvora biomase.
 - Kako dijelimo pretvorbu biomase i koje procese za to koristimo (navedite po dva za svaku vrstu pretvorbe)?
6. Teorija za spremnike energije, gorivne ćelije
- Kako dijelimo gorivne članke i po kojim karakteristikama se značajno razlikuju?
 - Navedite najvažnije elemente za izbor spremišta energije.
 - Koji je izvor energije najgori obzirom na rizik smanjenja životnog vijeka (izgubljene godine života)?

NUMERIČKI ZADACI

1. (3 b) Nakon odbijanja rada pumpanja, snaga je termoelektrane s parnom turbinom 45 MW. Tlak je vodene pare na ulazu u turbinu 7 MPa, a temperatura 500°C . Tlak od 10 kPa održava se u kondenzatoru pomoću masenog protoka vode u iznosu 2000 kg/s. Odredite:

- termički stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa termoelektrane,
- maseni protok vodene pare i
- porast temperature rashladne vode.

Proces u termoelektrani smatrajte stacionarnim i jednodimenzionalnim, a promjene kinetičke i potencijalne energije fluida zanemarite. Specifični je toplinski kapacitet rashladne vode $4,18 \text{ kJ/kgK}$. Iz parnih tablica oditane su ove vrijednosti:
- tlak 10 kPa; $v' = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$, $s' = 0,649 \text{ kJ/kgK}$, $s'' = 8,151 \text{ kJ/kgK}$, $h' = 191,8 \text{ kJ/kg}$, $h'' = 2584,8 \text{ kJ/kg}$
- tlak 7 MPa; 500°C ; $h = 3410,6 \text{ kJ/kg}$; $s = 6,799 \text{ kJ/kgK}$

NUMERIČKI ZADACI

Napomena: Numeričke zadatke treba slijedno rješavati na papirima umetnutim u košuljicu tako da je na svakoj stranici po jedan zadatak (sa svake strane lista papira po jedan zadatak).

2. (2 b) Stalni je maseni protok geotermalne vode, 10kg/s, temperature 95°C , na tlaku okolice 1 bar, raspoloživ je za dobivanje mehaničkog rada.

- Odredite maksimalnu tehnički snagu (eksergiju) protoka geotermalne vode koja se može dobiti iz otvorenog sustava ako je temperatura okolice 25°C . Zanemarite mogući doprinos kinetičke i potencijalne energije tijeka vode.
- Kad bismo u kružnom procesu geotermalni izvor koristili kao topli spremnik, a okolicu kao hladni, kolika bi bila maksimalna tehnička snaga (eksergija toplinske energije)?

Iz tablica dobivamo: za 95°C i 1 bar: $h=398 \text{ kJ/kg}$, $s=1,25 \text{ kJ/kgK}$;
za 25°C i 1 bar: $h_{\text{ok}}=105 \text{ kJ/kg}$, $s_{\text{ok}}=0,367 \text{ kJ/kgK}$

3. (2 b) Jezgra nuklearne elektrane tipa PWR s 3 rashladne petlje ima snagu 2800 MWt. Temperatura rashladnog fluida na ulazu u jezgru je 290°C , a na izlazu iz jezgre 325°C . Srednja gustoća primarnog rashladnog fluida je 727 kg/m^3 , a efektivni specifični toplinski kapacitet 5.46 kJ/kgK . Izračunati snagu primarne pumpe ako je promjena tlaka na pumpi 700 kPa .

4. (2 b) Derivacijska HE s akumulacijom za dnevno uređenje dotoka ima instalirani protok od $450 \text{ m}^3/\text{s}$, a vjerojatnosna krivulja protoka na mjestu zahvata približno je dana izrazom $Q(t) = 600 - 45t \text{ [m}^3/\text{s]}$, gdje je t iskazan u mjesecima. Neto pad iznosi 22 m, a ukupan stupanj djelovanja 0,9.

- Koliko iznosi srednji protok kroz postrojenje na zahvatu?
- Koliko iznosi vjerojatna godišnja proizvodnja električne energije iskazana u GWh?

5. (3 b) Na promatranoj lokaciji se očekuje pojava vjetra tijekom godine prema tablici ispod. Vjetroagregat karakterizira promjer lopatica 80 m i nazivna snaga $1,5 \text{ MW}$. Računati sa standardnom gustoćom zraka ($1,25 \text{ kg/m}^3$).

Brzine vjetra	t (h)	Napomena
$0 \div V_{\text{početno}}$	3500	vjetroagregat ne radi

Iznos tlaka je 3,18 kPa/kgK. Izračunati snagu primarne pumpe ako je promjena tlaka na pumpi 700 kPa.

4. (2 b) Derivacijska HE s akumulacijom za dnevno uređenje dotoka ima instalirani protok od $450 \text{ m}^3/\text{s}$, a vjerojatnosna krivulja protoka na mjestu zahvata približno je dana izrazom $Q(t) = 600 - 45t [\text{m}^3/\text{s}]$, gdje je t iskazan u mjesecima. Neto pad iznosi 22 m, a ukupan stupanj djelovanja 0,9.

- Koliko iznosi srednji protok kroz postrojenje na zahvatu?
- Koliko iznosi vjerojatna godišnja proizvodnja električne energije iskazana u GWh?

5. (3 b) Na promatranoj lokaciji se očekuje pojava vjetra tijekom godine prema tablici ispod. Vjetroagregat karakterizira promjer lopatica 80 m i nazivna snaga 1,5 MW. Računati sa standardnom gustoćom zraka ($1,25 \text{ kg/m}^3$).

Brzine vjetra	t (h)	Napomena
$0 \leq V_{\text{početna}}$	3500	vjetroagregat ne radi
$V_{\text{početna}} \leq V_{\text{najveća}}$	3500	$V_{\text{representativno}} = 8 \text{ m/s}$, ukupna efikasnost = 0,444
$V_{\text{najveća}} \leq V_{\text{maksimalna}}$	1300	$V_{\text{najveća}} = 11 \text{ m/s}$
$\geq V_{\text{maksimalna}}$	460	vjetroagregat ne radi

- Odrediti očekivanu godišnju proizvodnju električne energije?
- Koliki je faktor opterećenja vjetroagregata?
- Kolika je ukupna efikasnost vjetroagregata za nazivnu brzinu?

6. (3 b) Godišnje se na promatranom mjestu očekuje ozračenost na horizontalnu površinu od 1500 kWh/m^2 . Sustav ima efikasnost od 15%, a postavljanje panela pod optimalnim godišnjim kutom povećava ozračenost za 10%.

- Koliko se energije očekivano može godišnje proizvesti uz površinu panela od 1000 m^2 ?
- Koliko iznosi faktor opterećenja (nominalna snaga je pri ozračenju od 1 kW/m^2)?
- Koliko se najviše panela smije serijski spojiti da se ne premaši napon otvorenog kruga od 1000 V ukoliko jedan panel 200 We ima faktor punjenja 0,73 i struju kratkog spoja 8 A?

7. (2 b) U TE na biomasu, termičkog stupnja djelovanja 0,32, izgara 35 tona biomase na sat.

- Ukoliko se pri izgaranju 1 kg biomase oslobađa 9 MJ toplinske energije, kolika je električna snaga elektrane?
- Ako je faktor opterećenja termoelektrane 75%, a prinos biomase 12 t/ha, koliku površinu godišnje treba osigurati za biomase?

- a) Koliko se energije očekivano može godišnje proizvesti uz površinu panela od 1000 m^2 ?
b) Koliko iznosi faktor opterećenja (nominalna snaga je pri ozračenju od 1 kW/m^2)?

200 We ima faktor punjenja 0,73 i struju kratkog spoja 8 A?

7. (2 b) U TE na biomasu, termičkog stupnja djelovanja 0,32, izgara 35 tona biomase na sat.

- a) Ukoliko se pri izgaranju 1 kg biomase oslobađa 9 MJ toplinske energije, kolika je električna snaga elektrane?
b) Ako je faktor opterećenja termoelektrane 75%, a prinos biomase 12 t/ha, koliku površinu godišnje treba osigurati za uzgoj biomase?

8. (1 b) Termoelektrana snage 150 MWe stupnja djelovanja 0.35 kao gorivo koristi ugljen ogrjevne moći 22 MJ/kg koji sadrži 10% masenog udjela sumpora. Elektrana godišnje radi 7000 sati. Ako je dozvoljeno godišnje ispuštiti 28 tona SO_2 po MW instalirane električne snage, koliko tona SO_2 uređaj za odsumporavanje mora odstraniti?

Atomska masa atoma sumpora iznosi 32 g/mol, a kisika 16 g/mol. Pretpostaviti da je izgaranje potpuno.

9. (4 b) Poznati su sljedeći podaci o dnevnom opterećenju elektroenergetskog sustava: maksimalno opterećenje sustava je 1.3 GW, minimalno opterećenje traje 5 sati i iznosi 700 MW, dok je potrošena konstantna energija 2 puta veća od varijabilne. Dnevna krivulja trajanja opterećenja sustava aproksimirana je s tri pravca uz pretpostavku $\alpha = \beta$. U sustavu su raspoložive sljedeće elektrane:

$$\text{HE}_1: P_{\text{HE1m}} = 200 \text{ MW}, \text{ produžita}$$

$$\text{HE}_2: P_{\text{HE2m}} = 200 \text{ MW}, \text{ produžita}$$

$$\text{HE}: P_{\text{HEm}} = 300 \text{ MW},$$

KE koja poljuna visino opterećenje, dovoljno da se najskuplja termoelektrana može isključiti.

$$\text{TE}_1: P_{\text{TE1m}} = 250 \text{ MW}, P_{\text{TE1min}} = 50 \text{ MW},$$

$$\text{TE}_2: P_{\text{TE2m}} = 300 \text{ MW}, P_{\text{TE2min}} = 50 \text{ MW},$$

$$\text{TE}_3: P_{\text{TE3m}} = 200 \text{ MW}, P_{\text{TE3min}} = 50 \text{ MW},$$

$$C_{\text{tar1}} = 35 \text{ lpk/kWh}$$

$$C_{\text{tar2}} = 30 \text{ lpk/kWh}$$

$$C_{\text{tar3}} = 40 \text{ lpk/kWh}$$

- a) Odredite vrijeme korištenja maksimalne snage i faktora opterećenja.

- b) Nacrtajte krivulju trajanja opterećenja.

- c) Dozent će raspored rada elektrana u krivulju trajanja opterećenja.

- d) Koliko treba biti ukupna efikasnost punjenja i pražnjenja reverzibilne hidroelektrane, ako se reverzibilna hidroelektrana puni samo kada postoji višak proizvodnje?