TEORIJSKA PITANJA

*Napomena: Teorijska pitanja rješavajte **slijedno na tri slobodne stranice košuljice** (ne na vlastitim papirima).*

1. **(2b)** Koje su vrste solarnih toplinskih kolektora i kako im je definirana efikasnost? O čemu primarno ovisi optimalni kut nagiba solarnog toplinskog kolektora? Koja se svojstva očekuju od primarnog radnog medija solarne termoelektrane?

2. **(2b)** Što je to neposredna pretvorba energije? Navedite bar dva primjera neposredne pretvorbe. Koji su osnovni načini proizvodnje i spremanja vodika i kojem bi načinu i zašto trenutno dali prednost?

3. **(2b)** Koji su osnovni dijelovi gorivnog članka/ćelije? Nacrtati U-I karakteristiku i karakteristiku snage gorivne ćelije. Koji je tip gorivne ćelije najpogodniji za stacionarnu primjenu u energetici?

4. **(3b)** Koji nam osnovni podatak daje Q-H dijagram vodotoka? Što je veličina izgradnje HE? Čemu služi vodna komora? Kako dijelimo vodne turbine s obzirom na smjer strujanja? Koji se tip vodne turbine ne može koristiti u RHE i zašto? Kako se regulira snaga Kaplanove turbine? Što su to aspirator i difuzor i čemu služe?

5. **(3b)** Ako u EES-u frekvencija pada, kako se mora promijeniti radna snaga pogonskog stroja u elektrani da se korigira taj poremećaj? Ako se sinkronom generatoru spojenom na mrežu poveća uzbuda, što se promijeni u interakciji stroja i EES-a? Nacrtajte vektor napona i struje na trošilu koje ima radno-induktivni karakter. Koja je osnovna razlika u funkciji prekidača i rastavljača, a u čemu je razlika u funkciji nosivog i zateznog dalekovodnog stupa?

6. **(3b)** Što je to kut deklinacije Sunca i kada je nula? Koje su osnovne razlike FN ćelije s monokristalnim i amorfnim silicijem? Nacrtati i označiti I-U i karakteristiku snage FN ćelije ako se iznos ozračenja poveća dva puta. Kako definirana efikasnost FN ćelije i o čemu ovisi? O čemu ovisi napon praznog hoda FN ćelije? Kako se spajaju FN ćelije ako želimo dobiti veću struju?

7. **(3b)** Nacrtajte i označite karakteristiku snage vjetroagregata (VA). Koje aerodinamičke sile djeluju na lopatice rotora VA? Što znači kada kažemo da VA koristi direktni pogon i indirektni spoj na mrežu? Koja je osnovna prednost VA s promjenljivom brzinom vrtnje? Koja su pravila za lociranje VA u vjetroparku/farmi i zašto?

8. **(2b)** U čemu je razlika biomase i bio-goriva? Navedite

2015/05/31

optimalni kut nagiba solarnog toplinskog ...
solarne termoelektrane?

2. **(2b)** Što je to neposredna pretvorba energije? Navedite bar dva primjera neposredne pretvorbe. Koji su osnovni načini proizvodnje i spremanja vodika i kojem bi načinu i zašto trenutno dali prednost?

3. **(2b)** Koji su osnovni dijelovi gorivnog članka/ćelije? Nacrtati U-I karakteristiku i karakteristiku snage gorivne ćelije. Koji je tip gorivne ćelije najpogodniji za stacionarnu primjenu u energetici?

4. **(3b)** Koji nam osnovni podatak daje Q-H dijagram vodotoka? Što je veličina izgradnje HE? Čemu služi vodna komora? Kako dijelimo vodne turbine s obzirom na smjer strujanja? Koji se tip vodne turbine ne može koristiti u RHE i zašto? Kako se regulira snaga Kaplanove turbine? Što su to aspirator i difuzor i čemu služe?

5. **(3b)** Ako u EES-u frekvencija pada, kako se mora promijeniti radna snaga pogonskog stroja u elektrani da se korigira taj poremećaj? Ako se sinkronom generatoru spojenom na mrežu poveća uzbuda, što se promijeni u interakciji stroja i EES-a? Nacrtajte vektor napona i struje na trošilu koje ima radno-induktivni karakter. Koja je osnovna razlika u funkciji prekidača i rastavljača, a u čemu je razlika u funkciji nosivog i zateznog dalekovodnog stupa?

6. **(3b)** Što je to kut deklinacije Sunca i kada je nula? Koje su osnovne razlike FN ćelije s monokristalnim i amorfnim silicijem? Nacrtati i označiti I-U i karakteristiku snage FN ćelije ako se iznos ozračenja poveća dva puta. Kako je definirana efikasnost FN ćelije i o čemu ovisi? O čemu ovisi napon praznog hoda FN ćelije? Kako se spajaju FN ćelije ako želimo dobiti veću struju?

7. **(3b)** Nacrtajte i označite karakteristiku snage vjetroagregata (VA). Koje aerodinamičke sile djeluju na lopaticu rotora VA? Što znači kada kažemo da VA koristi direktni pogon i indirektni spoj na mrežu? Koja je osnovna prednost VA s promjenljivom brzinom vrtnje? Koja su pravila za lociranje VA u vjetroparku/farmi i zašto?

8. **(2b)** U čemu je razlika biomase i bio-goriva? Navedite osnovne vrste biokemijske i termičke pretvorbe biomase. U koju pretvorbu spada esterifikacija i što joj je izlazni produkt?

9. **(2b)** Koji se načini spremanja temelje na mehaničkoj energiji? Navedite faze u pogonskom ciklusu spremnika energije. Uzevši u obzir značajke spremnika električne energije, usporedite RHE i superkondenzator.

10. **(2b)** Na koje načine na okoliš utječe termoelektrana na ugljen, nuklearna elektrana i vjetroelektrana? Što je to eksterni trošak? Kako na ljudski organizam djeluje električno, a kako magnetsko polje niske frekvencije (50 Hz)?

2015/05/31

NUMERIČKI ZADACI

10. **(2b)** Na koje načine na okoliš utječe termoelektrana na ugljen, nuklearna elektrana i vjetroelektrana? Što je ... eksterni trošak? Kako na ljudski organizam djeluje električno, a kako magnetsko polje niske frekvencije (50 Hz)?

NUMERIČKI ZADACI

Napomena: *Numeričke zadatke rješavajte* ***slijedno*** ***na vlastitim papirima*** *tako da je na svakoj stranici po jedan zadatak (sa svake strane lista papira po jedan zadatak).*

11. **(4b)** Realni se Rankineov kružni proces provodi u termoelektrani snage turbine 500 MW. Tlak je pare na ulazu u turbinu 10 MPa, a temperatura 700 °C. Tlak je u kondenzatoru 10 kPa. Unutrašnji stupnjevi djelovanja turbine i pumpe iznose 0,9. Iz parnih tablica očitane su sljedeće karakteristične vrijednosti:
    - za tlak 10 kPa: $h' = 192$ kJ/kg, $h'' = 2585$ kJ/kg, $s' = 0{,}649$ kJ/kgK, $s'' = 8{,}151$ kJ/kgK, $v' = 0{,}001$ m³/kg;
    - za tlak 10 MPa i temperaturu 700 °C: $h = 3867$ kJ/kg, $s = 7{,}166$ kJ/kgK.

    Izračunati:
    a) sadržaj pare na izlazu iz turbine,
    b) termički stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa (uzeti u obzir rad pumpanja).

12. **(4b)** Idealni plin ($c_v = 717$ J/kgK, $R = 287$ J/kgK) u zatvorenom spremniku ekspandira iz stanja 1 (600 kPa, 600 K) u stanje 2 (200 kPa, 400 K). Tlak je okolice 100 kPa, a temperatura 300 K. Izračunati specifični povratljivi rad koji obavi plin prelaskom iz stanja 1 u stanje 2.

2015/05/31

13. **(6b)** Vjerojatnosna krivulja trajanja protoka na mjestu gdje je postavljena derivacijska hidroelektrana (HE), instaliranog protoka 300 m^3/s, dana je izrazom $Q\,[m^3/s] = 450 - 30 \cdot t\,[mjesec]$. Zahvat se ostvaruje na 250 m n.v., a dno je odvodnog kanala na 90 m n.v. Brana je visine 50 m s ugrađenim zapornicama koje se reguliraju tako da propuštaju višak vode. Računati s konstantnim stupnjem djelovanja hidroelektrane 0,95. Izračunati:
   a) vjerojatnu godišnju proizvodnju električne energije; pretpostaviti konstantnu neto visinu vode 200 m; uzeti da mjesec ima 730 sati,
   b) najmanju snagu hidroelektrane, ako je konsumpcijska krivulja na mjestu zahvata dana izrazom $H_{ov}\,[m] = Q\,[m^3/s]/10$, a na mjestu odvoda iz postrojenja $H_{ov}\,[m] = Q\,[m^3/s]/50$.
   c) *(nevezano uz prethodni dio zadatka)* Ako se izlaz iz turbine nalazi na 95 m n.v., a razina je donje vode na 90 m n.v., koliko iznosi povećanje snage HE ako se na izlaz iz turbine, promjera otvora 4 m, postavi difuzor čiji je izlazni otvor promjera 5 m. Uzeti konstantan protok vode 200 m^3/s i stupanj djelovanja HE 0,95.

14. **(4b)** Plinska termoelektrana snage 500 MWe radi u kombiniranom ciklusu uz učinkovitost pretvorbe toplinske energije u električnu od 0,45. Kao gorivo koristi metan (CH_4), ogrjevne moći 34 MJ/m^3. Kolika se masa ugljičnog dioksida (CO_2) godišnje ispusti u okoliš, ako je faktor opterećenja elektrane 0,5? Atomska masa ugljika iznosi 12 g/mol, a kisika 16 g/mol. Molarni je volumen 22,4 m^3/kmol. Izgaranje metana odvija se prema sljedećoj jednadžbi:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O.$$

15. **(4b)** Na raspolaganju je ukupno 5 km^2 obradive zemlje predviđene za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora za dvije vrste elektrana: elektrane na biomasu i fotonaponske (FN) elektrane. Izračunati vršnu snagu i godišnju proizvodnju električne energije za obje elektrane.
   a) Biomasa:
   Stupanj djelovanja elektrane iznosi 0,3. Ogrjevna je vrijednost biomase 11 MJ/kg, a godišnji prinos 7 t/ha. Faktor opterećenja elektrane iznosi 0,8. Za uzgoj se biomase iskorištava kompletna obradiva površina.
   b) Sunce:
   Vršno ozračenje na površinu FN panela iznosi 1000 W/m^2. Ukupna godišnja ozračenost na horizontalnu plohu je 1500 kWh/m^2. FN paneli su postavljeni pod optimalnim kutom, a ozračenost se pritom poveća 20%. Fotonaponske ćelije imaju stupanj djelovanja 0,14. Za postavljanje FN panela iskorištava se 2/3 obradive

2015/05/31

16. **(4b)** Vjetroagregat (VA) promjera lopatica 60 m, godišnje proizvede 4 GWh električne energije. Tijekom 10% [illegible] je ispod početne, a tijekom 15% vremena iznad maksimalne. Tijekom 30% [illegible]

13. **(6b)** Vjerojatnosna krivulja trajanja protoka na mjestu gdje je postavljena derivacijska hidroelektrana instaliranog protoka 300 m^3/s, dana je izrazom $Q\,[m^3/s] = 450 - 30 \cdot t\,[mjesec]$. Zahvat se ostvaruje na 250 m n.v., a dno je odvodnog kanala na 90 m n.v. Brana je visine 50 m s ugrađenim zapornicama koje se reguliraju tako da propuštaju višak vode. Računati s konstantnim stupnjem djelovanja hidroelektrane 0,95. Izračunati:
   a) vjerojatnu godišnju proizvodnju električne energije; pretpostaviti konstantnu neto visinu vode 200 m; uzeti da mjesec ima 730 sati,
   b) najmanju snagu hidroelektrane, ako je konsumpcijska krivulja na mjestu zahvata dana izrazom $H_{DV}\,[m] = Q\,[m^3/s]/10$, a na mjestu odvoda iz postrojenja $H_{DV}\,[m] = Q\,[m^3/s]/50$.
   c) *(nevezano uz prethodni dio zadatka)* Ako se izlaz iz turbine nalazi na 95 m n.v., a razina je donje vode na 90 m n.v., koliko iznosi povećanje snage HE ako se na izlaz iz turbine, promjera otvora 4 m, postavi difuzor čiji je izlazni otvor promjera 5 m. Uzeti konstantan protok vode 200 m^3/s i stupanj djelovanja HE 0,95.

14. **(4b)** Plinska termoelektrana snage 500 MWe radi u kombiniranom ciklusu uz učinkovitost pretvorbe toplinske energije u električnu od 0,45. Kao gorivo koristi metan (CH_4), ogrjevne moći 34 MJ/m^3. Kolika se masa ugljičnog dioksida (CO_2) godišnje ispusti u okoliš, ako je faktor opterećenja elektrane 0,5? Atomska masa ugljika iznosi 12 g/mol, a kisika 16 g/mol. Molarni je volumen 22,4 m^3/kmol. Izgaranje metana odvija se prema sljedećoj jednadžbi:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O.$$

15. **(4b)** Na raspolaganju je ukupno 5 km^2 obradive zemlje predviđene za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora za dvije vrste elektrana: elektrane na biomasu i fotonaponske (FN) elektrane. Izračunati vršnu snagu i godišnju proizvodnju električne energije za obje elektrane.
   a) Biomasa:
   Stupanj djelovanja elektrane iznosi 0,3. Ogrjevna je vrijednost biomase 11 MJ/kg, a godišnji prinos 7 t/ha. Faktor opterećenja elektrane iznosi 0,8. Za uzgoj se biomase iskorištava kompletna obradiva površina.
   b) Sunce:
   Vršno ozračenje na površinu FN panela iznosi 1000 W/m^2. Ukupna godišnja ozračenost na horizontalnu plohu je 1500 kWh/m^2. FN paneli su postavljeni pod optimalnim kutom, a ozračenost se pritom poveća 20%. Fotonaponske ćelije imaju stupanj djelovanja 0,14. Za postavljanje FN panela iskorištava se 2/3 obradive površine.

16. **(4b)** Vjetroagregat (VA) promjera lopatica 60 m, godišnje proizvede 4 GWh električne energije. Tijekom 10% vremena u godini brzina vjetra je ispod početne, a tijekom 15% vremena iznad maksimalne. Tijekom 30% vremena brzina vjetra iznosi 5 m/s i pri toj brzini VA ima ukupni stupanj djelovanja $c_{pe5} = 0,5$. Tijekom 25% vremena brzina vjetra iznosi 10 m/s i pritom VA ima ukupni stupanj djelovanja $c_{pe10} = 0,45$. Ostatak vremena VA radi na nazivnoj snazi. Uzeti da gustoća zraka iznosi 1,225 kg/m^3. Izračunati:
   a) nazivnu snagu i nazivnu brzinu VA ako je ukupni stupanj djelovanja na nazivnoj brzini $c_{pen} = 0,4$,
   b) faktor opterećenja vjetroagregata

2015/05/31

15. (4b) Na raspolaganju je [illegible] obnovljivih izvora za dvije vrste elektrana: elektrane na biomasu i fotonaponske (FN) elektrane. Izračunati vršnu snagu i godišnju proizvodnju električne energije za obje elektrane.

a) Biomasa:
Stupanj djelovanja elektrane iznosi 0,3. Ogrjevna je vrijednost biomase 11 MJ/kg, a godišnji prinos 7 t/ha. Faktor opterećenja elektrane iznosi 0,8. Za uzgoj se biomase iskorištava kompletna obradiva površina.

b) Sunce:
Vršno ozračenje na površinu FN panela iznosi 1000 W/m². Ukupna godišnja ozračenost na horizontalnu plohu je 1500 kWh/m². FN paneli su postavljeni pod optimalnim kutom, a ozračenost se pritom poveća 20%. Fotonaponske ćelije imaju stupanj djelovanja 0,14. Za postavljanje FN panela iskorištava se 2/3 obradive površine.

16. (4b) Vjetroagregat (VA) promjera lopatica 60 m, godišnje proizvede 4 GWh električne energije. Tijekom 10% vremena u godini brzina vjetra je ispod početne, a tijekom 15% vremena iznad maksimalne. Tijekom 30% vremena brzina vjetra iznosi 5 m/s i pri toj brzini VA ima ukupni stupanj djelovanja c_{pe5} = 0,5. Tijekom 25% vremena brzina vjetra iznosi 10 m/s i pritom VA ima ukupni stupanj djelovanja c_{pe10} = 0,45. Ostatak vremena VA radi na nazivnoj snazi. Uzeti da gustoća zraka iznosi 1,225 kg/m³. Izračunati:

a) nazivnu snagu i nazivnu brzinu VA ako je ukupni stupanj djelovanja na nazivnoj brzini c_{pen} = 0,4,
b) faktor opterećenja vjetroagregata.

17. (6b) Za elektroenergetski sustav poznato je dnevno opterećenje prema podacima u tablici.

t [h]	0 – 4	4 – 6	6 – 9	9 – 12	12 – 14	14 – 18	18 – 22	22 – 23	23 – 24
P [MW]	800	1000	1200	2000	1700	1500	1700	1200	800
	4	2	3	3	2	4	4	1	1

U sustavu se nalaze sljedeće elektrane:

HE_1:	P_{HE1n} = 200 MW;	protočna HE	
HE_2:	P_{HE2n} = 300 MW;	protočna HE	
NE:	P_{NEn} = 500 MW;		
TE_1:	P_{TE1n} = 200 MW;	P_{TE1min} = 50 MW;	c_{TE1} = 40 lp/kWh
TE_2:	P_{TE2n} = 250 MW;	P_{TE2min} = 50 MW;	c_{TE2} = 35 lp/kWh
TE_3:	P_{TE3n} = 350 MW;	P_{TE3min} = 50 MW;	c_{TE3} = 30 lp/kWh
TE_4:	P_{TE4n} = 450 MW;	P_{TE4min} = 100 MW;	c_{TE4} = 25 lp/kWh

2015/05/31

b) faktor opterećenja vjetroagregata.

17. **(6b)** Za elektroenergetski sustav poznato je dnevno opterećenje prema podacima u tablici.

t [h]	0 – 4	4 – 6	6 – 9	9 – 12	12 – 14	14 – 18	18 – 22	22 – 23	23 – 24
P [MW]	800	1000	1200	2000	1700	1500	1700	1200	800
	4	2	3	3	2	4	4	1	1

U sustavu se nalaze sljedeće elektrane:

HE_1: P_{HE1n} = 200 MW; protočna HE

HE_2: P_{HE2n} = 300 MW; protočna HE

NE: P_{NEn} = 500 MW;

TE_1: P_{TE1n} = 200 MW; P_{TE1min} = 50 MW; c_{TE1} = 40 lp/kWh

TE_2: P_{TE2n} = 250 MW; P_{TE2min} = 50 MW; c_{TE2} = 35 lp/kWh

TE_3: P_{TE3n} = 350 MW; P_{TE3min} = 50 MW; c_{TE3} = 30 lp/kWh

TE_4: P_{TE4n} = 450 MW; P_{TE4min} = 100 MW; c_{TE4} = 25 lp/kWh

a) Nacrtati dnevnu krivulju trajanja opterećenja, te odrediti vrijednosti varijabilne energije, konstantne energije, dnevno utrošene energije i faktora opterećenja.

b) Ucrtati u dnevnu krivulju trajanja opterećenja raspored rada elektrana.

c) Izračunati energiju preljeva hidroelektrana.

d) Koliko sati TE3 radi na minimalnoj snazi?

e) Koliko ukupno energije proizvede TE2?

2015/05/31