

13. (6b) Vjerojatnosna krivulja trajanja protoka na mjestu gdje je postavljena derivacijska hidroelektrana, instaliranog protoka $300 \text{ m}^3/\text{s}$, dana je izrazom $Q [\text{m}^3/\text{s}] = 450 - 30 \cdot t [\text{mjesec}]$. Zahvat se ostvaruje na 250 m n.v. , a dno se odvodnog kanala nalazi 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 $0,95$. Odredite:

- a) vjerojatnu godišnju proizvodnju električne energije; pretpostaviti konstantnu visinu vode ispred brane 40 m ; uzeti da mjesec ima 730 sati,
b) najveću i najmanju snagu hidroelektrane, ako je konsumpcijska krivulja na mjestu zahvata dana izrazom $H_{\text{ev}} [\text{m}] = Q [\text{m}^3/\text{s}]/10$, a na mjestu odvoda iz postrojenja $H_{\text{ov}} [\text{m}] = Q [\text{m}^3/\text{s}]/50$.

14. (4b) Termoelektrana snage 600 MWe , stupnja djelovanja $0,4$ i faktora opterećenja $0,65$, kao gorivo koristi ugljen ogrjevnice moći 25 MJ/kg . Ako maseni udio ugljika u ugljenu iznosi $0,75$, kolika se masa ugljik-dioksida godišnje ispusti u okoliš? Atomska masa ugljika iznosi 12 g/mol , a kisika 16 g/mol . Pretpostaviti da je izgaranje potpuno.

15. (5b) Promjer vjetroturbine vjetroatregata iznosi 60 m . Vjetroatregat (VA) postiže nazivnu snagu pri brzini vjetra 15 m/s . Tijekom godine brzina vjetra 25% vremena iznosi 8 m/s , 25% vremena 12 m/s , dok je 15% vremena brzina vjetra između 15 m/s i 25 m/s , kada VA radi na nazivnoj snazi. Ostalo vrijeme VA ne radi. Gustoća zraka je $1,225 \text{ kg/m}^3$. Izračunati:

- a) maksimalnu godišnju proizvodnju električne energije u VA,
b) faktor opterećenja VA.

16. (5b) Vršno ozračenje na površinu fotonaponskih (FN) panela u solarnoj FN elektrani iznosi 1 kW/m^2 , a godišnja je ozračenost na horizontalnu površinu na mjestu postavljanja panela 1600 kWh/m^2 . Stupanj je djelovanja FN ćelija $0,11$, a aktivna površina panela 9000 m^2 . Ukupno povećanje ozračenosti na panele postavljene pod optimalnim kutom iznosi 20% . Izračunati:

- a) godišnju proizvedenu električnu energiju u FN elektrani, ako su paneli postavljeni pod optimalnim kutom,
b) nazivnu električnu snagu FN elektrane,
c) koliko se najmanje FN panela mora spojiti paralelno da se ne premaši struja kratkog spoja od 20 A po panelu ukoliko je za ozračenje od 1 kW/m^2 faktor punjenja $0,9$ i napon otvorenog kruga 450 V .

17. (6b) Za neki elektroenergetski sustav poznato je dnevno opterećenje prema podacima u tablici. Potrebno je nacrtati dnevnu krivulju trajanja opterećenja, odrediti iznos varijabilne energije, konstantne energije, dnevno utrošene energije, faktora opterećenja, te vrijeme korištenja maksimalne snage.

$t [\text{h}]$	0 – 4	4 – 6	6 – 9	9 – 12	12 – 13	13 – 16	16 – 18	18 – 21	21 – 22	22 – 24
$P [\text{MW}]$	800	1000	1300	2000	1600	1900	1500	1700	1200	800

U sustavu se nalaze sljedeće elektrane:

HE_1 : $PH_{E1n} = 200 \text{ MW}$; protočna

HE_2 : $PH_{E2n} = 300 \text{ MW}$; protočna

NE : $P_{NEn} = 500 \text{ MW}$;

Više termoelektrana ukupne snage 800 MW , ukupnih tehničkih minimuma 100 MW

RHE koja radi kad su iscrpljene sve ostale elektrane u sustavu, a podiže vodu u spremnik kad postoji višak proizvodnje.

- a) Ucrtajte u dnevnu krivulju trajanja opterećenja raspored rada elektrana.
b) Ukoliko se ciklus punjenja i pražnjenja spremnika RHE dogodi svaki dan u cijelosti po gore zadanom rasporedu, kolika je energija pohranjena u spremniku ako je učinkovitost procesa podizanja vode $0,6$? Kolika je efikasnost procesa proizvodnje električne energije u reverzibilnoj hidroelektrani?
c) Nacrtajte aproksimaciju dnevne krivulje trajanja opterećenja pomoću tri pravca uz $\alpha = \beta$ u istom dijagramu sa dnevnom krivuljom trajanja opterećenja.

Pri ispravljanju vrednuje se cjeloviti postupak rješavanja. Točan odgovor bez postupka/obrazloženja se ne priznaje.

Ovaj obrazac s pitanjima obavezno se predaje zajedno s košuljicom dežurnom asistentu na kraju ispita.

Teorijska pitanja rješavajte slijedno na stranicama košuljice. Ako želite preskočiti pitanje, napišite redni broj i ostavite prazno.

Računske zadatke rješavajte slijedno tako da svaki počinje na svojoj stranici. Ako želite preskočiti zadatak, napišite redni broj na vrh stranice i ostavite praznu stranicu.

1. (3b) Navedite bar dva načina za povećanje termičkog stupnja djelovanja Rankineovog kružnog procesa u termoelektrani. U čemu je osnovna razlika kružnog procesa geotermalne elektrane i toplinske pumpe?
2. (3b) Što su to kritične dimenzije nuklearnog reaktora? Koji su oploдни fisioni materijali i zašto ih tako zovemo? Što je to odgor nuklearnog goriva i koja mu je fizikalna jedinica?
3. (3b) Što je veličina izgradnje derivacijske HE? Koji tip vodne turbine ne bi izabrali za ugradnju u reverzibilnu HE? Da li bi na izlaz protočne niskotlačne HE radije stavili aspirator ili difuzor i zašto?
4. (2b) Nacrtajte strujno-naponsku karakteristiku fotonaponske ćelije i označite točku maksimalne snage. Kako se mijenja efikasnost fotonaponske ćelije s porastom temperature i kako se mijenja struja ćelije sa smanjenjem ozračenja?
5. (1b) Što je gorivni članak i koji su mu osnovni dijelovi?
6. (3b) Koji se tip električnog generatora koristi pri direktnom spajanju vjetroagregata na mrežu? Nacrtajte i označite karakteristiku snage vjetroagregata. U kojem dijelu te karakteristike je nužno upravljanje mehaničkom snagom vjetroagregata?
7. (3b) Što je vojni red elektrana? Koje se elektrane koriste za pokrivanje vršnih opterećenja? Kako se prema funkcijskoj ovisnosti opterećenja dijele metode predviđanja potrošnje električne energije?
8. (2b) Navedite kako se i zašto topografski razlikuju prijenosne i distribucijske električne mreže. Ako u EE sustavu pada frekvencija, kakva je relacije između proizvodnje i potrošnje električne energije?
9. (2b) Navedite dva osnovna razloga zbog kojih je potrebno skladištiti električnu energiju. Navedite dijelove pogonskog ciklusa spremnika energije i objasnite ih na primjeru skladištenja komprimiranog zraka.
10. (2b) Koje mjesto na vremenskoj i prostornoj skali onečišćivača atmosfere pripada stakleničkim plinovima? Ako 400 kV i 110 kV dalekovodi prenose istu snagu koji će od njih biti ograničen po kriteriju dozvoljenog magnetskog, a koji po kriteriju dozvoljenog električnog polja?
11. (5 b) Realni se Rankineov kružni proces provodi u termoelektrani snage turbine 1000 MW. Tlak je pare na ulazu u turbinu 8,5 MPa, a temperatura 650 °C. Tlak je u kondenzatoru 10 kPa. Unutrašnji stupanj djelovanja turbine iznosi 0,9, a pumpe 0,85. Iz parnih su tablica očitane sljedeće karakteristične vrijednosti:
za tlak 10 kPa: $h' = 191,8 \text{ kJ/kg}$, $h'' = 2585 \text{ kJ/kg}$, $v' = 0,001 \text{ m}^3/\text{kg}$;
za tlak 8,5 MPa i temperaturu 650 °C: $h = 3756 \text{ kJ/kg}$, $s = 7,121 \text{ kJ/kgK}$;
za tlak 10 kPa i entropiju 7,121 kJ/kgK: $h = 2256 \text{ kJ/kg}$.
Odredite:
a) sadržaj pare na izlazu iz turbine,
b) specifičnu entalpiju vode na ulazu u kotao,
c) termički stupanj djelovanja Rankineovog kružnog procesa (uzeti u obzir rad pumpanja).
12. (5b) Nuklearna elektrana PWR tipa ima 4 rashladne petlje. Snaga jezgre je 3990 MW, a masa UO_2 u jezgri je 105 tona. Srednji neutronske tok u jezgri je $3 \cdot 10^{17} \text{ n/m}^2 \cdot \text{s}$. Mikroskopski udarni presjek za fisiju je $580 \cdot 10^{-28} \text{ m}^2$. Temperatura hladioca, specifičnog toplinskog kapaciteta 5,9 kJ/kgK, na ulazu u jezgru je 295 °C, a na izlazu iz jezgre 329 °C. Entalpija pojne vode parogeneratorske je 650 kJ/kg, a entalpija zasićene pare na izlazu iz parogeneratorske 2760 kJ/kg. Maseni je protok pare po parogeneratoru 475 kg/s. Izračunati:
a) snagu primarne pumpe,
b) obogaćenje goriva,
c) maseni protok primarnog hladioca kroz primarnu pumpu.

Pri ispravljanju vrednuje se cjeloviti postupak rješavanja. Točan odgovor bez postupka/obrazloženja se ne priznaje. Ovaj obrazac s pitanjima obavezno se predaje zajedno s košuljicom dežurnom asistentu na kraju ispita. Teorijska pitanja rješavajte slijedno na stranicama košuljice. Ako želite preskočiti pitanje, napišite redni broj i ostavite prazno. Računske zadatke rješavajte slijedno tako da svaki počinje na svojoj stranici. Ako želite preskočiti zadatak, napišite redni broj na vrh stranice i ostavite praznu stranicu.