



EKSAMEN I: MNF FY221 ENERGI- OG MILJØFYSIKK

DATO: Onsdag 16. desember 1998

TID: 9.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Antall sider: 3

Sensurdato: 15. januar 1999

Tillatte hjelpemidler:

Matematiske tabeller og kalkulator

Oppgave 1

- a) Anta at den midlere solenergi-fluks i jordas bane er 1.4 kW/m^2 , og diskuter et uttrykk som bestemmer en form for middeltemperatur på overflata av en tenkt jord som ikke har atmosfære. Verdien du finner er sannsynligvis ikke en rms (root mean square) verdi, men hva ville en tilsvarende betegnelse være? Stefan-Boltzmanns konstant er $\sigma = 57 \text{ nW m}^{-2} \text{ K}^{-4}$, Emissiviteten for termisk stråling kan sette lik 0.95 og den “nakne”jords albedo til 0.3.
- b) Gjør rede for den virkelige jordas varmebalanse og hvordan de forskjellige komponenter og prosesser i atmosfæren virker inn. Diskuter videre hvordan menneskelig aktivitet kan virke inn på klimaet.
- c) Beskriv prosessene i atmosfæren som bestemmer UV-strålingens intensitet på jordoverflata, og diskuter også her hvordan menneskelig aktivitet kan påvirke disse prosessene.

Oppgave 2

Et kommunalt solenergisystem med langtidslagring skal diskuteres. Energibehov til oppvarming og varmt vann skal dekkes for $N = 2000$ husstander i skandinavisk klima. En kan anta at behovet over året for en husstand har form

$$\dot{q} = \dot{q}_0[1.2 + \cos((2\pi t)/T)] \quad \dot{q}_0 = 1.2 \text{ kW} \quad T = 1 \text{ år}$$

og at tilgjengelig solenergi kan skrives

$$\dot{Q} = \dot{Q}_0[1 - \cos((2\pi t)/T)]$$

a) Toppflaten av lagret er kvadratisk med sidekant $L = 100\text{m}$. Finn isolasjonstykkelse for en varmetapskoeffisient $U = 0.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (fysiske data på slutten av oppgaven). Regn at sideveggene har en høyde $H = 30 \text{ m}$ (uavhengig av svar under b) og samme U -verdi. Bunnflaten regner vi også har samme U verdi, hva er betingelsen for det, hvis det under lagret er vann/og eller bunn med samme varmetapskarakteristikk som vann. Finn tap mot omgivelsene over året, hvis vi regner en midlere temperaturdifferanse på 70 K . Regn enkelt, men kommenter approksimasjonene som gjøres.

b) Finn energimengden Q_L som hvert år må lagres hvis vi regner at årsproduksjonen fra solenergisystemet tilsvarer årsbehovet for husstandene pluss tap. Finn også volumet V_L av lagret, hvis det består av vann der temperaturen kan varieres opp og ned med 40 K .

c) Systemet forsynes av solpaneler som er plassert rundt på husene. Finn produksjon pr. m^2 for en dag ved vårjevndøgn, da vi kan regne at sola passerer i et normalplan over panelet med vinkelhastighet $15^\circ/\text{time}$. Regn videre med at all stråling kommer fra solposisjonen, og at denne strålingen over dagen i middel varierer som

$$I = I_0 (\cos\theta)^{1/2}, \quad I_0 = 600 \text{ W}/\text{m}^2$$

og produktet av transmitans og absorptans for panelet varierer som

$$\tau\alpha = 0.8 (\cos\theta)^{1/2}$$

der θ er solas innfallsvinkel. Kommenter rimeligheten av disse relasjonene. Den totale varmetapskoeffisienten for solpanelet kan regnes å være $U_p = 2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Kommenter hva som kreves for å få en så lav verd $\int [\cos(ax)]^2 dx = x/2 + \sin(2ax)/(4a)$ i. Regn ut dagsproduksjonen fra solfangeren, når nyttbar produksjon først starter ved en temperaturdifferanse til omgivelsene på 50 K . Finn deretter det totale solfanger-areal som er nødvendig, når årsfordelingen gitt innledningsvis antas.

d) Gi en vurdering av systemet, og diskuter muligheter for en økonomisk optimalisering. Hva kreves for at det skal bli vanlig - kanskje et stykke sør for Trondheim?

Oppgitt:

$$\int [\cos(ax)]^2 dx = x/2 + \sin(2ax)/(4a)$$

Vannets tetthet:

$$\rho = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$$

Vannets spesifikke varmekapasitet:

$$c = 4.2 \text{ kJ}/(\text{kg K})$$

Vannets varmeledningsevne

$$\lambda_v = 0.6 \text{ W}/(\text{m K})$$

Isolasjonsmaterialets varmeledningsevne

$$\lambda_i = 0.04 \text{ W}/(\text{m K})$$

Oppgave 3

Gravitasjonsbølger i vann kan med visse forutsetninger og tilnærmelser beskrives med formlene

$$\mathbf{v} = v_0 e^{kz} [\mathbf{e}_x \cos(kx - \omega t) + \mathbf{e}_z \sin(kx - \omega t)]$$

$$\eta = \eta_0 e^{kz} [- \mathbf{e}_x \sin(kx - \omega t) + \mathbf{e}_z \cos(kx - \omega t)]$$

$$\omega^2 = k g$$

- a) Gi den fysikalske betydning av størrelsene som inngår i formlene, skisser en utledning fra fundamentale prinsipper og gjør rede for gyldighetsområdet for beskrivelsen.
- b) Diskuter de karakteristiske trekk ved bølgebevegelsen beskrevet av ligningene. For vannbølger kan vi definere to karakteristiske hastigheter. Gjør nærmere rede for dette, og finn hvordan hastighetene varierer som funksjon av bølgelengde λ og bølgeperiode T .
- c) Utled et uttrykk for den effekt P som passerer et plan normalt til bølgeretningen pr. lengdeenhet. Finn tallverdien for P når bølgehøyden $H = 2$ m og perioden $T = 10$ s.
- d) Diskuter et par eksempler på foreslåtte systemer for å utnytte bølgeenergi.

MERK:

Studentene må primært gjøre seg kjent med sensur ved å oppsøke sensuroppslagene. Evt. telefonhenvendelser om sensur må rettes til instituttet eller sensurtelefon: 815 48014. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike henvendelser.