

## Rajakerroksen fysiikka II, kevät 2014

### Harjoitus 5

Palauta vastaukset to 27.2. klo 12 mennessä kurssin laatikkoon Dynamicumin käytävään (sisään pääovesta ja heti oikealla yliopistokäytävän ovi) postilokerikkoon (huonetta 1D24b vastapäätä), tai sähköpostilla sampo.smolander@helsinki.fi

Laskarit pe 28.2. klo 12:15, sali D116 Physicum

1. Kylmä ilma ( $T_{2m} = -10^\circ\text{C}$ ,  $RH_{2m} = 90\%$ ,  $V_{2m} = 10 \text{ m/s}$ ) virtaa yöllä manterelta avoimen meren ylle, jonka pintalämpötila on  $5^\circ\text{C}$ . Olkoot turbulenttiset vaihtokertoimet  $C_{h2m} = C_{q2m} = 0.0015$  (arvot sisältävät kerrostuneisuuden vaikutuksen). Yksinkertaisuuden vuoksi oletetaan, että merestä nouseva lämpö ja kosteus sekoittuvat 10 metrin paksuiseen ilmakerrokseen (sisäisen rajakerroksen kasvua ja entrainment-ilmiötä ei siis tarvitse ottaa huomioon). Millä etäisyydellä rannikosta alkaa muodostua sumua? Oletetaan, että merisuolakiteiden hygroskooppisuuden vuoksi tiivistymiseen riittää 97% suhteellinen kosteus.

Vihje: kyllästyshöyrynpaine  $e_s$  yksikössä hPa on lasketavissa yhtälöstä:

$$e_s = 6.1 \exp(17.502 \times (T-273.15)/(T-32.18)), \text{ missä } T \text{ on absoluuttinen lämpötila.}$$

Vesihöyryn vuo saadaan jakamalla sidotun lämmön vuo tiivistymislämmöllä.

2. Luennoilla on rintamasumuista puhuttaessa todettu, että kahden kyllästymättömän ilmamassan sekoituessa sekoitus voi olla kyllästynyt. Osoita, että kun ilmamassat M1 ja M2 sekoittuvat samassa massasuhteessa (50%-50%), sekoittunut ilmamassa on kyllästystilassa.

$$M1: T = 300 \text{ K}, RH = 95\%; M2: T = 285 \text{ K}, RH = 90\%.$$

3. Olkoon alaspäin suuntautuvan pitkäaaltoisen säteilyn  $I_\downarrow$  profiili yöllä muotoa:

$$I_\downarrow = 370 - 0.025 z, \text{ kun } z \leq 800 \text{ m}$$

$$I_\downarrow = 350 - 2(z-800), \text{ kun } 800 \text{ m} < z \leq 830 \text{ m}$$

$$I_\downarrow = 290 - 0.05(z-830), \text{ kun } z > 830 \text{ m}$$

Missä  $z$  annetaan metreinä ja  $I_\downarrow$  saadaan yksikössä  $\text{W/m}^2$ .

Vastaavasti ylöspäin suuntautuvan pitkäaaltoisen säteilyn  $I_\uparrow$  profiili on muotoa:

$$I_\uparrow = 380 - 0.01 z, \text{ kun } z \leq 400 \text{ m}$$

$$I_\uparrow = 376 - 0.5(z-400), \text{ kun } 400 \text{ m} < z \leq 430 \text{ m}$$

$$I_\uparrow = 361 - 0.025(z-430), \text{ kun } 430 \text{ m} < z \leq 830 \text{ m}$$

$$I_\uparrow = 351 + 0.08(z-830), \text{ kun } z > 830 \text{ m}$$

Laske säteilylämmityksen/jäähdytyksen profiili. Vihje: luentomonisteen kuvat 64 ja 66.

Missä kerroksessa pilvi sijaitsee? Minkälaisia turbulenttisia lämmönvoita säteilyvuot pyrkivät tässä tapauksessa aikaansaamaan?