

## Rajakerroksen fysiikka II, kevät 2014

### Harjoitus 2

Palauta vastaukset to 30.1. 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 31.1. klo 12:15, sali D116 Physicum

1. Olkoon potentiaalilämpötilalla, tuulella, kitkanopeudella ja havaittavan lämmön vuolla seuraavat pystyprofiilit:

$z$ (m):	0.5	1	3	6	12	20
$\theta$ (K):	280.7	281.2	282.5	284.1	287.1	290.8
$U$ (m/s):	1.13	1.44	2.27	3.28	5.14	7.47
$u_*$ (m/s):	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
$H$ ( $W\ m^{-2}$ ):	-20	-20	-20	-20	-20	-20

Rosoisuusparametrit  $z_{0m}$  ja  $z_{0T}$  ovat 0.01 m ja 0.001 m. Hahmottele funktiot  $\phi_M$  ja  $\phi_H$ . Voit jättää ilman kosteuden vaikutuksen huomiotta. (Numerot löytyvät kurssin sivulta myös tekstitiedostona.)

2. Onko edellisen tehtävän tilanteessa löydettävissä (a) korkeusväli, jossa Monin-Obukhov samanlaisuusteoria on korvattava lokaalilla samanlaisuusteorialla, ja (b) korkeudesta riippumattoman kerrostuneisuuden alue? Jos, on millä korkeuksilla ne sijaitsevat?
3. Kuvaile perustellusti miten monisteen kuvassa 5 esiintyvien kerrosten ala- ja ylärajojen korkeudet muuttuvat aerodynaamisen rosoisuusparametrin  $z_{0m}$  muuttuessa?
4. Selitä miten kylmän ilman sijainti tuulen suuntaan katsottaessa oikealla (pohjoisella pallonpuoliskolla) muodostaa otollisimmat olosuhteet sille, että barokliinisyys aiheuttaa rajakerroksen suihkuvirtauksen.
5. Ilmakehämallin hilaruutu koostuu kolmesta alustatyyppistä: metsä (pinta-alaosuus 30%, pintalämpötila  $T_s = 15^\circ C$ , ja lämmönvaihtokerroin 10 m:n korkeudella  $C_{h10m} = 0.015$ ), pelto (10%,  $T_s = 20^\circ C$ ,  $C_{h10m} = 0.005$ ) ja järvi (60%,  $T_s = 10^\circ C$ ,  $C_{h10m} = 0.0012$ ). Ilman lämpötilan ja tuulen nopeuden hilaruutukeskiarvot 10 m:n korkeudella ovat  $\langle T_{10m} \rangle = 15^\circ C$  ja  $\langle V_{10m} \rangle = 6\ m\ s^{-1}$ . Ilman tiheys on  $1.2\ kg\ m^{-3}$  ja ominaislämpö on  $1004\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ .
  - a) Laske havaittavan lämmön vuon hilaruutukeskiarvo mosaiikkimenetelmällä käyttäen ilman lämpötilan ja tuulen nopeuden hilaruutukeskiarvoja.
  - b) Laske havaittavan lämmön vuon hilaruutukeskiarvo kehittyneemmällä mosaiikkimenetelmällä olettaen, että kunkin alustatyyppin yllä paikallisen ilman lämpötilan poikkeama hilaruutukeskiarvosta on verrannollinen paikallisen pintalämpötilan poikkeamaan pintalämpötilan hilaruutukeskiarvosta. Oleta että lämpötilavaihtelut 10:m korkeudella ovat 20% siitä mitä ne ovat pinnassa. Oleta lisäksi että tuulen nopeus järven yllä on 50% suurempi kuin metsän yllä, ja tuulen nopeus pellon yllä on 10% suurempi kuin metsän yllä. Voit olettaa, että lämmönvaihtokertoimet säilyvät muuttumattomina. Mikä on tärkein syy siihen, että tulos poikkeaa a-kohdan tuloksesta?