

Rajakerroksen fysiikka I

Harjoitus 4 (palautus ma 29.9.2008 klo 14:15, laskaritulaisuus ke 1.10.2008 klo 12:15 E205)

Laitathan laskaripaperiin opiskelijanumerosi, kiitos.

Tehtävä 1

Kuvassa 1 on esitetty laskuharjoituksissa 2 käytetty horisontaalisen tuulen data. Ylemmissä kahdessa kuvassa vasemmanpuoleinen on puolen tunnin aikasarja kokonaisuudessaan ja oikeanpuoleinen on vain pieni pätkä siitä. Alemmassa kuvassa on periodogrammi, joka kertoo signaalin taajuus sisällön. X-akselina on periodi sekunteina välillä 0-650s ja y-akselina periodin yleisyys (yksikkö mielivaltainen). Kuva on saatu tuulidatasta Fourier-muunnoksen avulla.

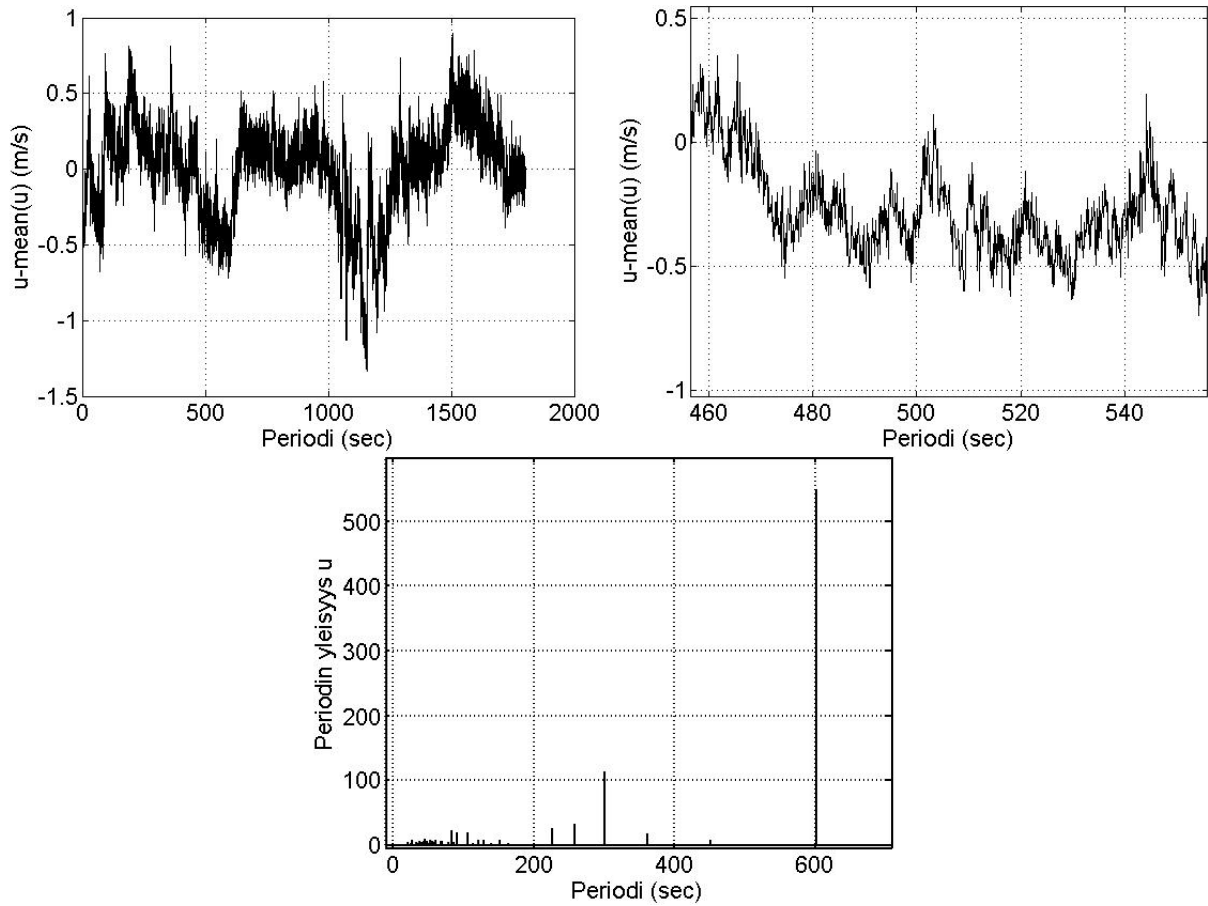
- a) Mitä turbulenssin taajuuksia näät ylemmissä kuvissa? Yksi per kuva riittää.
- b) Minkä suuruista liike-energia on löytämilläsi taajuuksilla luentomonisteen sivun 32 kuvan mukaan? Käytä kuvan katkoviivaa, joka on tehty pintakerroshavaintojen perusteella.
- c) Miten on mahdollista, että samasta aineistosta voi löytyä eritaajuisia turbulenssia?
- b) Mitkä periodit/taajuudet näyttäisivät alemman kuvan perusteella olevan yleisimpiä kyseisellä välillä? Näkyykö kyseiset periodit ylemmissä kuvissa?

Tehtävä 2

Spektrit $S(n)$ esitetään yleensä jossain koordinaatistoista 1-4;

1. $x = n, y = S(n)$
2. $x = \ln n, y = \ln S(n)$
3. $x = \ln n, y = nS(n)$
4. $x = \ln n, y = \ln(nS(n))$

- a) Minkä muodon saa potenssilaki $S(n) = an^{-k}$ eri esitysmuodoissa 1-4? Entä miltä näyttäisi valkoinen kohina (white noise, esim. mittarin kohina), jossa $S(n) = \text{vakio}$?
- b) Osoita, että esitysmuoto 3 säilyttää muodolla 1 olevan pinta-alaominaisuuden eli että käyrän $y(x)$ alle jäävä pinta-ala on suoraan verrannollinen spektrin energiamäärään.



Kuva 1: Kuvat tehtävään 1.

Tehtävä 3

Olkoon pintatuuli kääntynyt 30° vasempaan ylätuulesta ja vaihtokerroin $K_m = 10\text{m}^2\text{s}^{-1}$. Laske Ekman- ja Ekman-Taylor-spiraalin avulla, mikä kulma olisi Hanasaaren piippujen savuvanoilla. Piippujen korkeudet ovat 75m ja 150m. Riippuukko tulos ylätuulen nopeudesta?

Tehtävä 4

Konvektiivisen rajakerroksen paksuudelle on esitetty lauseke

$$z_p = \alpha \left(\frac{u_*}{f} \right) \left(-\frac{u_*}{fL} \right)^{1/2},$$

missä $\alpha = 0,35$ (Zilitinkevich, 1972). Suure u_* on kitkanopeus, f coriolisparametri ja L Obukhov-pituus. Arvioi z_p , kun $u_* = 0,1\text{ms}^{-1}$ ja $L = -100\text{m}$. Käytä f :n laskemisessa Hel-

singin leveysastetta ($\approx 60^\circ\text{N}$).

Arvioi rajakerroksen paksuus myös neutraalissa ja stabiilissa tilanteessa käyttäen samaa kitkanopeuden arvoa. Neutraalissa tilanteessa pätee (Blackadar ja Tennekes, 1968)

$$z_p = \alpha \left(\frac{u_*}{f} \right)$$

ja stabiilissa tilanteessa (Zilitinkevich, 1972)

$$z_p = \alpha \left(\frac{u_*}{f} \right) \left(-\frac{u_*}{fL} \right)^{-1/2},$$

missä voit käyttää arvoa $L = 10\text{m}$.