

MERILNI SISTEM ZA MERJENJE FLUKTUACIJ VETRA

SYSTEM FOR MEASURING WIND FLUCTUATIONS

Marko URŠIČ¹
(mentor Jože RAKOVEC²)

pripravil mentor² 14. avgusta 2000

sprejeto v dokončni obliki 22. decembra 2000

POVZETEK

Sestavili smo merilnik velikosti hitrosti vetra. Za senzor smo uporabili anemometer z greto žico, ki smo ga preko analogno digitalnega konverterja povezali z računalnikom. Z njim smo izmerili fluktuacije hitrosti vetra pred fronto in po fronti. Pred fronto smo merili velikost hitrosti jugozahodnega vetra, po fronti pa velikost hitrosti severozahodnega vetra. Obe zaporedji meritev sta potekali v časovnem intervalu dolgem približno 1 uro. Meritve pa smo v obeh primerih ponavljali vsako sekundo. Iz meritev je bilo razvidno veliko večjih fluktuacij hitrosti vetra po fronti. Časovni zaporedji smo s hitro Fourierjevo transformacijo prevedli v diskretni energijski spekter hitrosti vetra, ki kaže vrhove s periodami okrog 12 sekund pred fronto, za njo pa močnejše vrhove s periodami okrog 17 sekund ter še enega s polurno periodo.

SUMMARY

The measuring system for wind velocity has been composed. Hot wire anemometer was used for a sensor, being linked with a personal computer via an analogue-digital card. Wind velocity was measured before and after the front: before it the southwest, and after the front the northwest wind. In both cases the measurements were carried out for approx. one hour, in one-second time intervals. The wind after the frontal passage shows more fluctuations. The obtained time sequences were transformed by Fast Fourier Transformation into the discrete power spectrum of the wind. Before front the peaks are at approx. 12 seconds period, while after the front fluctuations have stronger peaks with shorter periods of approx. 17 seconds, and one with a half hour period.

¹ Marko Uršič, Srednja gradbena, geodetska in ekonomska šola, Dunajska 102, 1000 Ljubljana, Slovenija, marko.ursic1@arnes.guest.si

² Jože Rakovec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Katedra za meteorologijo, Jadranska 19, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, joze.rakovec@uni-lj.si

1 UVOD

Standardne meritve vetra pri tleh za potrebe sinoptične meteorologije na meteoroloških postajah morajo podajati splošen veter. Zato se po navodilih Svetovne meteorološke organizacije (WMO, 1983) meri 10 minutno povpreče hitrosti vetra. Zahtevana natančnost je 0.5 m/s do hitrosti 5 m/s, nad to hitrostjo pa 10 %. Prag instrumentov mora biti vsaj 1 m/s. Za take meritve je zelo primeren instrument Robinsonov križ (votle polkrogle na ročicah).

Velikokrat pa dogajanja v ozračju opredeljujejo tudi kake druge karakteristike vetra in ni pomembno le povprečje. Za promet in gradbeništvo so pomembni močni sunki vetra, za atmosfersko difuzijo drobne fluktuacije in podobno.

2 MERILNI SISTEM IN MERITVE

Za merjenje in zapisovanje hitrosti vetra v gostih časovnih intervalih smo skonstruirali merilni sistem, katerega senzor je anemometer z greto žico. Z njim smo merili sekundna povprečja velikosti hitrosti vetra v izbrani smeri. Anemometer z greto žico, ki smo ga uporabili (Weathertronics mod. 2440, 1987-88), je narejen tako, da kaže rezultate meritev na kazalnem instrumentu, kar pa za naše meritve ni zadoščalo. Želeli smo namreč meriti več kot eno uro na vsako sekundo, tako da smo vsakič izvedli več kot 4000 meritev. Hitro branje velike količine podatkov smo uredili tako, da smo na instrumentu naredili še en izhod, vzporeden kazalnemu instrumentu in ga povezali preko AD konverterja z računalnikom. Med izhod anemometra in vhod AD konverterja smo morali postaviti še napetostni ojačevalnik zaradi napetostne in uporabne prilagoditve.

Pri tovrstnih meritvah je potrebno upoštevati tudi temperaturo zračnega toka, kateremu merimo hitrost. Ohlajanje tople žice anemometra namreč ni odvisno le od hitrosti vetra, temveč tudi od razlike med temperaturo žice in temperaturo vetra. Zato pred meritvijo anemometer umerimo v brezvetrju. Sondo, v kateri je greta žica zapremo in nastavimo kazalec anemometra na vrednost nič. Privzamemo, da se temperatura vetra med meritvijo ne spreminja. V našem primeru je tudi dejansko bilo tako, saj se pri obeh meritvah, pred fronto in po njej, ki sta trajali vsaka nekaj več kot po eno uro, temperatura zraka ni znatno spremenila.

Merilni sistem smo preizkusili ob prehodu fronte, ko se močno spremeni hitrost vetra. Za Slovenijo v splošnem velja, da ima hitrost vetra pred fronto jugozahodno smer, za fronto pa severozahodno smer. Tudi v našem primeru (dne 11. novembra 1992) je bilo tako. Zato smo se glede smeri hitrosti vetra omejili na ti dve smeri. Meritve velikosti hitrosti vetra so potekale pri konstantni smeri vetra: pred fronto smo merili jugozahodni, za fronto pa severozahodni veter.

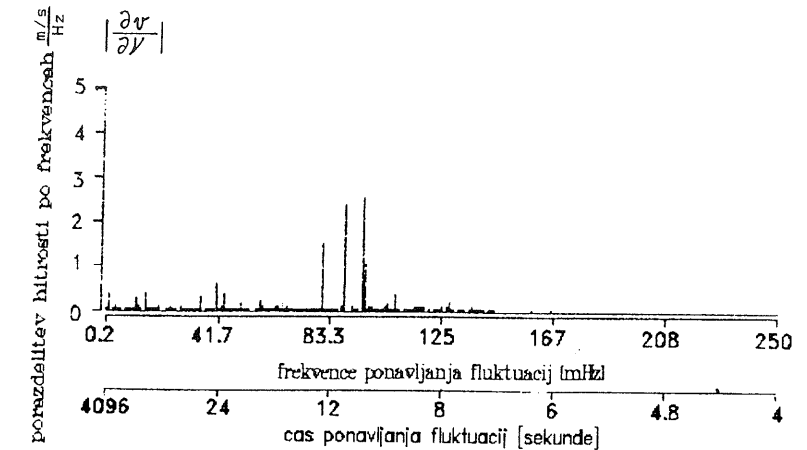
3 REZULTATI

Rezultat meritev strnjeno prikazemo v obliki spektrov. Časovni zaporedji izmerkov smo namreč s hitro transformacijo prevedli v diskretni energijski spekter hitrosti vetra (Geçkinli and Yavuz 1983), ki kaže vrhove s periodami okrog 12 sekund pred fronto, za njo pa

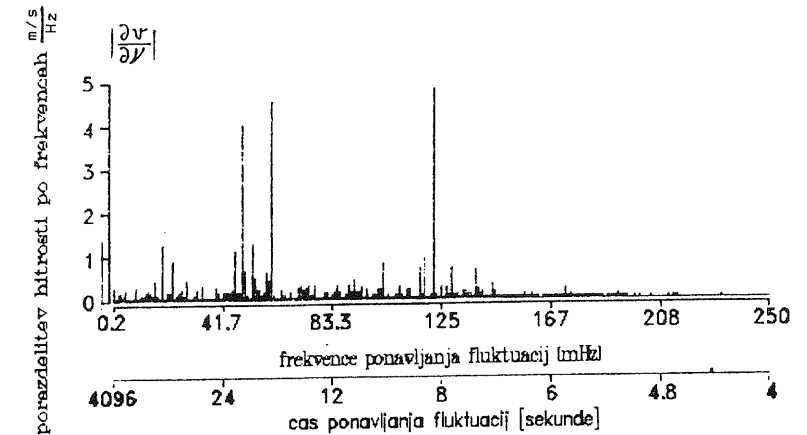
močnejše vrhove s krajšimi periodami okrog 17 sekund ter še enega s polurno periodo (sliki 1 in 2)

4 SKLEP

Pokazali smo, da je dokaj preprosto sestaviti sistem za merjene fluktuacij vetra tako, da v instrumentu z greto žico naredimo vzporedni izhod, ga primerno prilagodimo in preko analogno-digitalnega pretvornika povežemo z računalnikom. Sistem se je pokazal kot dovolj dober (pri tem se ne spuščamo v zanesljivost samega osnovnega instrumenta Weathertronics 2240), pomankljivost pa je morda ta, da morajo biti pri preprostejši konfiguraciji sistema nekateri njegovi deli (računalnik) v zaprtim prostoru.



Slika 1. Diskretni energijski spekter hitrosti vetra pred fronto.
Figure 1. Discrete energy spectrum of wind velocity ahead of the front



Slika 2. Diskretni energijski spekter hitrosti vetra po fronti.
Figure 2. Discrete energy spectrum of wind velocity behind the front.

LITERATURA

- Geçkinli, C. G., and D. Yavuz, 1983: *Discrete Fourier Transformation and Its Applications to Power Spectra Estimation*. Studies in Electrical and Electronic Engineering **8**, Amsterdam etc., Elsevier, xv+ 340 pp.
- Weathertronics 1987-88: *Catalogue*. Sacramento, Wethertronic Inc, 310 pp.
- WMO, 1983: *Guide to meteorological instruments and methods of observation (5th Ed.)*, WMO-No.8, Geneva, WMO, loč pag.