



Univerza v Ljubljani

Fakulteta za matematiko in fiziko

Korelacija smeri vetrov med letališčem Portorož in oceanografsko bojo Vido

Seminar pri predmetu fizikalna oceanografija

Avtor: Luka Likar

Mentor: prof. dr. Vlado Malačič

Kazalo

Uvod.....	3
Programska oprema.....	4
Python.....	4
WRPLOT.....	4
Teorija.....	5
Standardni odklon.....	5
Korelacijski koeficient.....	5
Obdelava podatkov.....	6
Priprava podatkov.....	6
Analiza in primerjava podatkov.....	6
Rezultati.....	9
Burja.....	10
Jugo.....	14
Vsi sektorji smeri.....	15
Zaključek.....	17
Viri.....	18

Uvod

Cilj seminarske naloge je bil preveriti korelacijo med smerjo vetrov, ki pihajo na oceanografski boji Vidi in na letališču Portorož (uradno ime Aerodrom Portorož). Boja je zasidrana dobra dva kilometra od piranskega rta v smeri proti Gradežu^[5], letališče pa leži tik ob Sečoveljskih solinah na nadmorski višini 2 m^[2]. Od severa do vzhoda ga obdaja nizko gričevje z vrhovi okoli 250 m nad morjem, med tem ko v bližnji okolici boje ni orografskih ovir, ki bi vplivale na smer vetra. Zaradi tega lahko pričakujemo znatna odstopanja smeri vetra v času, ko na boji piha burja (od 45° do 90°^[6]), zaradi zaprte lege letališča pa so manjše razlike mogoče tudi ob vetru iz drugih smeri.

V analizi so bili obravnavani urni podatki o smeri vetra od 1.1.2011 do 31.12.2012, za lažjo obdelavo velike količine podatkov pa je bil uporabljen programski jezik *Python* z nekaj dodatnimi knjižnicami, ki omogočajo predvsem preglednejši grafični prikaz rezultatov in lažje branje podatkov iz csv datotek. Za izris rože vetrov je bil v pomoč prosto dostopni program *WRPLOT*.

Programska oprema

Python

Program za obdelavo in primerjavo podatkov o smeri vetra je napisan v programskem jeziku Python in uporablja naslednje dodatne knjižnice:

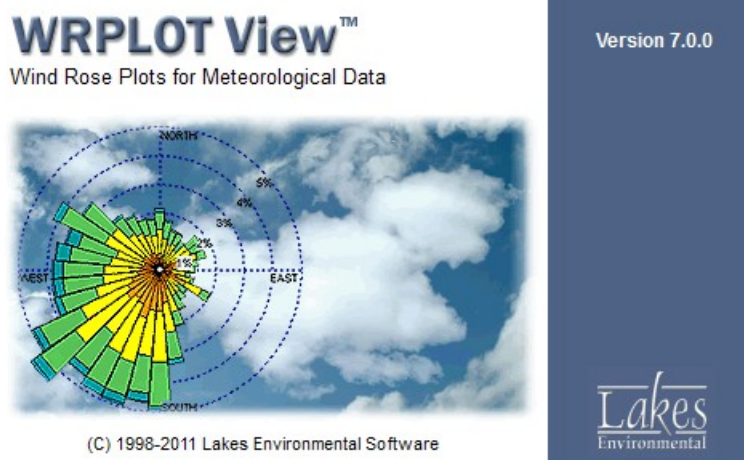
- csv – branje csv datotek,
- matplotlib – risanje,
- math – matematični izrazi,
- scipy – matematična orodja,
- numpy – numerična obdelava daljših nizov podatkov.



Slika 1: Python. Vir: python.org

WRPLOT

WRPLOT je prosto dostopni program, ki omogoča statistično obdelavo podatkov o hitrosti in smeri vetra. Poleg vetrovne rože predstavi tudi graf frekvence hitrosti, v tabelah pa prikaže frekvenco in porazdelitev frekvence smeri vetra glede na različne razrede hitrosti. Tako sektorje smeri kot razrede hitrosti lahko ročno prilagajamo. S primernimi nastavitvami pa je program primeren tudi za analizo smeri valov^[4].



Slika 2: uvodno okno programa WRPLOT. Vir: WRPLOT

V seminarski nalogi je bil s programom WRPLOT mogoč hiter pregled vetrovnih značilnosti posamezne lokacije, s tem pa je bila določitev smiselne spodnje hitrosti vetra za posamezni sektor na boji Vidi enostavnejša. Več o postopku obdelave podatkov je razloženo v naslednjem poglavju.

Teorija

Standardni odklon

Standardni odklon [1] je statistični kazalec, ki se najpogosteje uporablja za merjenje statistične razpršenosti enot in je definiran kot kvadratni koren variance (varianca opisuje kako daleč od povprečja ležijo točke)^[8]. Nizka vrednost standardnega odklona pomeni, da so posamezne točke zelo blizu povprečja, med tem ko visoka vrednost predstavlja veliko razpršenost točk.

Korelacijski koeficient

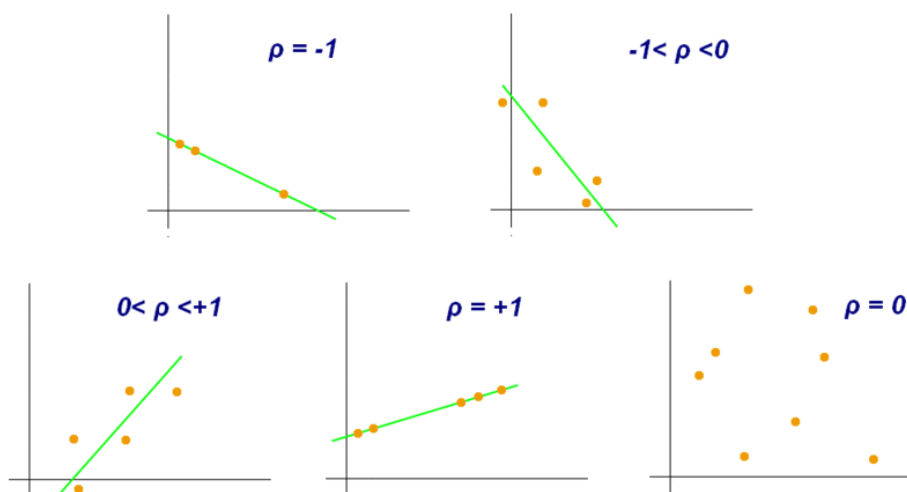
Korelacijski koeficient r [3] (imenovan tudi Pearsonov korelacijski koeficient) je mera linearne povezanosti dveh spremenljivk X in Y ^[7]. Njegova vrednost se nahaja na intervalu od vključno -1 do vključno 1 , definiran pa je kot vsota produktov standardnih odklonov obeh vrednosti v razmerju s stopnjami prostosti oziroma kot razmerje med kovarianco [2] in produktom obeh standardnih odklonov.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad [1]$$

$$\text{Cov}(X, Y) = C_{xy} = E[(X - E[X])(Y - E[Y])] \quad [2]$$

$$r_{xy} = \frac{C_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \quad [3]$$

Vrednost 1 pomeni popolno pozitivno, -1 pa popolno negativno korelacijo. V primeru takega rezultata vse vrednosti ležijo na premici, povezanost med X in Y pa lahko natančno opišemo z linearno enačbo.



Slika 3: Primeri razporeditve točk pri različnih korelacijskih koeficientih.
Vir: wikipedia.org

Obdelava podatkov

Priprava podatkov

Podatki so bili sprva shranjeni v Excelovih .xls datotekah, zaradi uporabe v Python že vgrajenega bralnika .csv datotek s preprostim imenom csv, pa jih je bilo najprej potrebno shraniti v nov format. To omogočajo praktično vsi programi za obdelavo preglednic, kot sta na primer Excel in prosto dostopni OpenOffice Calc. Csv je okrajšava za *comma-separated values* ali *character-separated values*, kot pove že ime pa so posamezne vrednosti v takih datotekah običajno ločene z vejico. Program lahko tako glede na mesto vejice med seboj loči posamezne stolpce podatkov. Pri tem je potrebno paziti, da decimalna števila v datoteki (v našem primeru hitrost vetra) za ločilo uporabljajo piko in ne vejice, kar je sicer osnovna nastavitvev na slovenskih operacijskih sistemih. Sicer obstaja tudi možnost uporabe drugih znakov za ločitev vrednosti v csv datoteki, na primer podpičja, vendar je kljub temu potrebno zamenjati ločilo decimalnih števil s piko, saj Python sicer vrednosti ne prepozna kot število.

Program je sestavljen za obdelavo točno določene razporeditve stolpcev. In sicer: leto v prvem, mesec v drugem, dan v tretjem, ura v četrtem, smer v petem in hitrost v šestem stolpcu. Upošteva in preskoči tudi prvo vrstico, kjer so običajno zapisana imena stolpcev. Interval meritev je lahko poljuben. Pomembno je le, da so v četrtem stolpcu vedno zaporedna cela števila – na primer v primeru polurnih vrednosti, bi bil smiseln zapis za en dan od 0 do 47. Ta del programa se bo v prihodnje še optimiziral, tako da bo možen zapis časa tudi v obliki *hh:mm*.

	A	B	C	D	E	F
1	leto2	mesec2	dan2	textura2	Wdir	WSpeed
2	2011	1	1	0	22	1,3
3	2011	1	1	1	310	1,1
4	2011	1	1	2	284	1
5	2011	1	1	3	69	0,9
6	2011	1	1	4	260	0,8
7	2011	1	1	5	315	0,7
8	2011	1	1	6	306	1,4
9	2011	1	1	7	242	1,3

Slika 4: primer ustreznega zapisa v tabeli.

Analiza in primerjava podatkov

Zanima nas kakšna bo smer vetra na letališču v Portorožu v času, ko na boji piha veter iz določenega sektorja. Za začetek je zato potrebno razdeliti rožo vetrov na več delov, ki jih bomo nato obravnavali posebej. V seminarski nalogi je bila v glavnem uporabljena delitev na 16 sektorjev in s tem na kote po 22,5°. Smeri iz katerih piha veter so bile razdeljene tako: 11.25 – 33.75°, 33.75 – 56.25°, 56.25 – 78.75°, 78.75 – 101.25°, 101.25 – 123.75°, 123.75 – 146.25°, 146.25 – 168.75°, 168.75 – 191.25°, 191.25 – 213.75°, 213.75 – 236.25°, 236.25 – 258.75°, 258.75 – 281.25°, 281.25 – 303.75°, 303.75 – 326.25°, 326.25 – 348.75°, 348.75 – 0 – 11.25°.

Za lažjo ponazoritev obravnavajmo analizo enega sektorja, recimo 56,25° - 78,75°. V slednjem je frekvenca ugodnih vetrovnih dogodkov visoka tako na boji kot na letališču, kar posledično pomeni splošneje veljaven rezultat. Zakaj, bo razvidno iz nadaljevanja tega poglavja.

Da bi se izognili situacijam, ko piha šibak veter (kar pogosto lahko pomeni velike spremembe smeri v kratkem času), je bilo za meritve na boji potrebno poleg smeri določiti tudi najmanjšo hitrost vetra in število zaporednih meritev, ki naj dosegajo postavljene pogoje. S tem iz daljšega niza zaporednih meritev dobimo nekaj ugodnih dogodkov, ko na primer na boji piha veter iz smeri

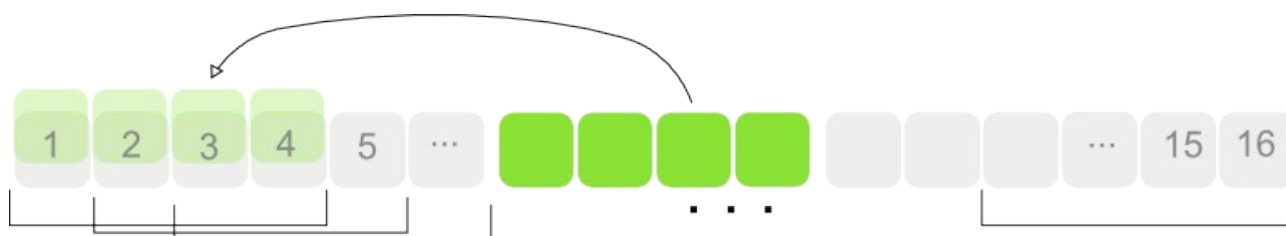
56,25° - 78,75°, s hitrostjo najmanj 4 m/s in vsaj 4 ure zapored. Glede na te podatke vzamemo vrednosti za ista časovna obdobja tudi iz tabele podatkov za letališče Portorož. Poleg tega pa slednjim dodamo še n ur pred in n ur po t.i. ugodnem dogodku – to storimo zaradi možnosti časovnega zamika spremembe smeri vetra. Zdaj imamo izbrane vse primerne nize na boji in odgovarjajoče nize na letališču.

Za vse izbrane nize izračunamo severno (sin) in vzhodno (cos) komponento vetra in od tu naprej obravnavamo tako preoblikovane podatke.

V naslednjem koraku razdelimo posamezne dogodke na enako dolge časovne nize, ki se prekrivajo za polovico svoje dolžine. Dolžino določimo tako, da v vsakem od sektorjev dobimo vsaj dva različna niza primerne dolžine. Izkaže se, da mora biti v tem primeru to zelo kratko časovno obdobje (ob predpostavki, da smo vedno izbrali najmanjšo hitrost 4 m/s) – le 4 zaporedne ure. Na primer: vse nize želimo razdeliti na enako dolžino, 4. Če imamo v celotnem obravnavanem obdobju le en niz dolžine 6, bo to dovolj za nadaljnjo obravnavo – nastala bosta namreč dva niza dolžine 4: prvi bo obsegal vrednosti na mestih od 1 do 4, drugi pa od 3 do 6. Namen te preureditve podatkov je povprečenje vrednosti, ki sledi.

Za podatke z boje dobimo pri že navedenih pogojih 258 enako dolgih intervalov, ki jih sedaj združimo. To storimo tako, da izračunamo povprečje za vsako zaporedno uro posebej. Iz 258 intervalov dolžine 4 dobimo tako povprečen interval ravno take dolžine – za severno in za vzhodno komponento smeri vetra. Podobno naredimo tudi s podatki z letališča, le da so tam nizi zaradi zamika nekoliko daljši, natančneje za $2*n$ ur.

Za dobljena seznama določimo korelacijski koeficient. Tu izkoristimo daljši niz z letališča in izračunamo korelacijo z zamikom. Za obravnavani primer najprej primerjamo niz z boje s prvimi štirimi vrednostmi niza z letališča, nato z vrednostmi na mestih od 2 do 5 in tako dalje do zadnjih štirih vrednosti povprečnega niza podatkov z letališča. Dobimo 13 korelacijskih koeficientov za severno in seveda ravno toliko tudi za vzhodno komponento vetra.



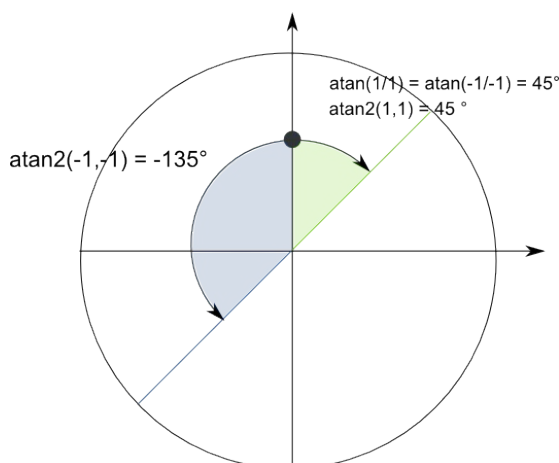
Slika 5: Shema izračuna navzkrižne korelacije med 4 ure dolgim nizom podatkov z boje in $4+2*n$ ur dolgim nizom z letališča. V tem primeru je $n = 6$, rezultat tega postopka pa je 13 korelacijskih koeficientov.

Nato iz izračunanih podatkov ali z grafa, ki ga avtomatsko izriše program, določimo časovni zamik s po absolutni vrednosti največjim korelacijskim koeficientom. Ker imamo ob istem času dva korelacijska koeficienta – za severno in vzhodno komponento – se lahko zgodi, da njune maksimalne vrednosti ne nastopajo hkrati. V takem primeru za zamik z največjo korelacijo izberemo eno od vmesnih vrednosti. Če je maksimalna korelacija severne komponente pri +3 h in vzhodne pri 0 h, bo izbrani časovni zamik +1 ali +2 h. Če sta zamika le eno uro narazen, na primer +1 in +2 h, pa izberemo eno od teh dveh vrednosti. Pri obravnavi podatkov v seminarski nalogi je bil vedno izbran zamik, ki je bližje 0 – torej v obeh navedenih primerih +1 h.

Ko imamo določen zamik z največjim korelacijskim koeficientom, lahko izberemo povprečen niz podatkov z letališča, ki se najbolj ujema z nizom z boje. Niza sta sedaj iste dolžine (v našem primeru 4). Nato izračunamo povprečje ter standardno deviacijo severne in vzhodne komponente niza z letališča ter s temi podatki interval smeri iz katere piha veter na letališču v času, ko na boji piha burja iz smeri $56,25^\circ - 78,75^\circ$.

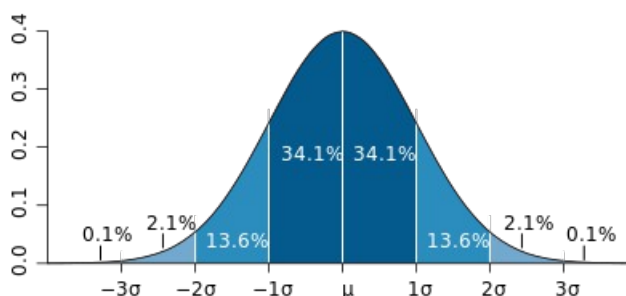
$$\text{atan2}(\varphi) = \frac{\langle \sin(\alpha) \rangle \pm 3\sigma_{\sin}}{\langle \cos(\alpha) \rangle \mp 3\sigma_{\cos}} \quad [4]$$

Za izračun kota uporabimo funkcijo *atan2*, ki za razliko od *navadne atan* funkcije upošteva tudi predznak posameznega člena in vrne kot v pravem kvadrantu koordinatnega sistema^[3]. Tako je na primer vrednost *atan2*(-1,-1) enaka -135° , med tem ko bi funkcija *atan* v tem primeru vrnila kot 45° . Potrebno je poudariti še, da je definicijsko območje funkcije *atan2* enako $(-\pi, \pi)$, z izhodiščem na pozitivnem delu osi x. Za potrebe seminarske naloge je bil graf prezrcaljen iz zasukan tako, da izhodišče predstavlja pozitivni del osi y, kar ustreza 0° oziroma severni smeri na roži vetrov.



Slika 6: Prikaz delovanja funkcije *atan2*. Shema je prilagojena seminarski nalogi in obravnava kot od pozitivne y osi.

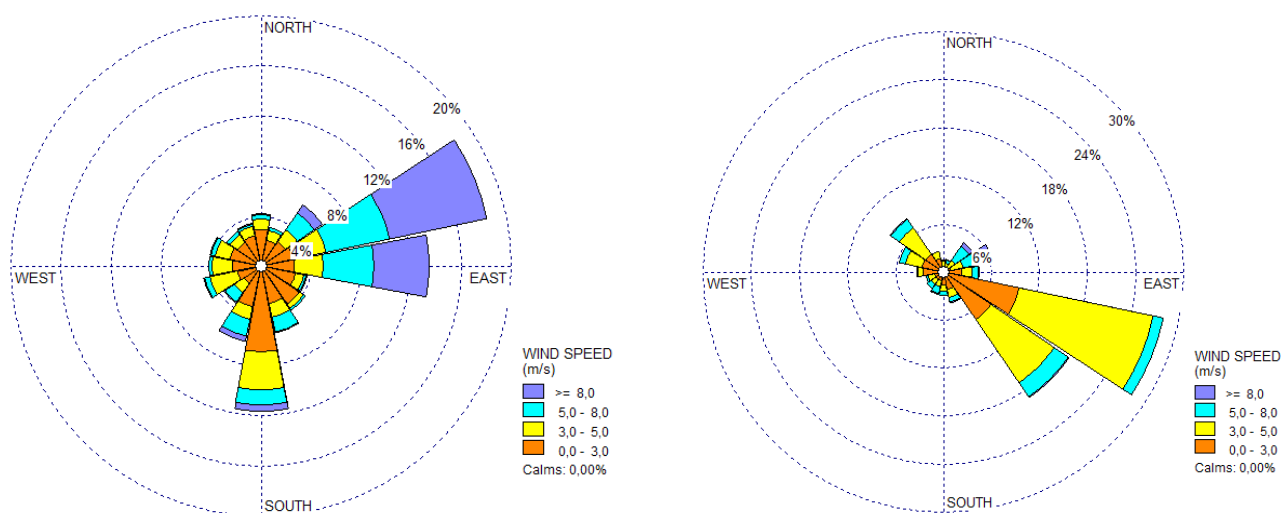
Pri računanju intervala smeri iz katerih piha veter na letališču, smo uporabili še standardni odklon posameznega niza podatkov. Po pravilu 68-96-99,7 namreč 99,7% vrednosti leži v razponu treh standardnih odklonov od povprečja. To pravilo izhaja iz kumulativne porazdelitvene funkcije normalne porazdelitve. Zaradi povprečenja podatkov je bilo smiselno uporabiti vrednost (*povprečje* $\pm 3\sigma$) [4], saj so bile posamezne vrednosti, ki so morda nekoliko bolj odstopale od povprečja niza in bi s tem lahko povzročile zelo velik razpon smeri, zajete že v povprečje posameznih členov nizov na začetku obdelave podatkov.



Slika 7: Prikaz normalne porazdelitve in standardnega odklona. Vir: wikipedia.org

Rezultati

Za hiter začetni pregled vseh obravnavanih podatkov je bil najprimernejši izris rože vetrov za obe izbrani lokaciji.



Slika 8: Roži vetrov za bojo Vido (levo) in letališče Portorož (desno). Prikazana je smer iz katere piha veter. Niz podatkov obsega leti 2011 in 2012.

Iz rože vetrov, ki prikazuje veter na boji, je razvidno, da v vsakem sektorju vsaj nekaj časa piha veter tudi s hitrostjo od 5 do 8 m/s. To je pomemben podatek pri izbiri najmanjše hitrosti, saj želimo izbrati čim večjo vrednost, ki pa se bo pojavljala v vseh sektorjih smeri. Vendar se zaradi slabo zastopanih severnih in zahodnih smeri (pri vetru, ki piha od 5 do 8 m/s) izkaže, da je meja 5 m/s ob smiselni postavitvi pogoja glede števila zaporednih ur, previsoka za obravnavo teh sektorjev, zato izberemo srednjo vrednost rumenega intervala – 4 m/s. Z uporabo te hitrosti zadostimo pogoju, da v vsakem sektorju smeri dobimo vsaj dva 4 ure dolga niza.

V prvem delu bomo ločeno obravnavali le smeri iz katerih veter piha najpogosteje – glede na rožo vetrov sta to smeri burje in juga. Pri tem lahko predvsem pri burji uporabimo tudi večje število zaporednih meritev, ki morajo ustrezati sektorju smeri in višjo vrednost najmanjše hitrosti na boji. V drugem delu pa sledi še pregled povezave smeri vetra na boji in letališču za vseh 16 sektorjev smeri.

Burja

Smer _{boja} [°]	V _{min}	h _{min}	Zamik	Št. primernih nizov	Št. enako dolgih nizov	$\alpha_{1,letališče}$	$\alpha_{2,letališče}$
56,25 – 67,5			-1	3	4	3,16	87,67
67,5 – 78,75	8	8	0	17	17	61,82	81,03
78,75 – 90			1	18	19	77,79	92,89
56,25 – 67,5			1	9	10	9,71	103,3
67,5 – 78,75	5	8	1	21	21	59,65	82,84
78,75 – 90			0	28	30	90,57	106,65
56,25 – 67,5			-4	1	1	33,78	53,68
67,5 – 78,75	10	10	1	6	6	28,53	100,39
78,75 – 90			0	8	8	68,21	90,09
56,25 – 67,5			1	16	18	42,49	66,53
67,5 – 78,75	8	5	0	58	61	61,25	80,24
78,75 – 90			1	37	44	76,89	91,3

Tabela 1: Pregled smeri vetra na letališču v času burje na boji. Sektorji na boji obsegajo po 11,25°.

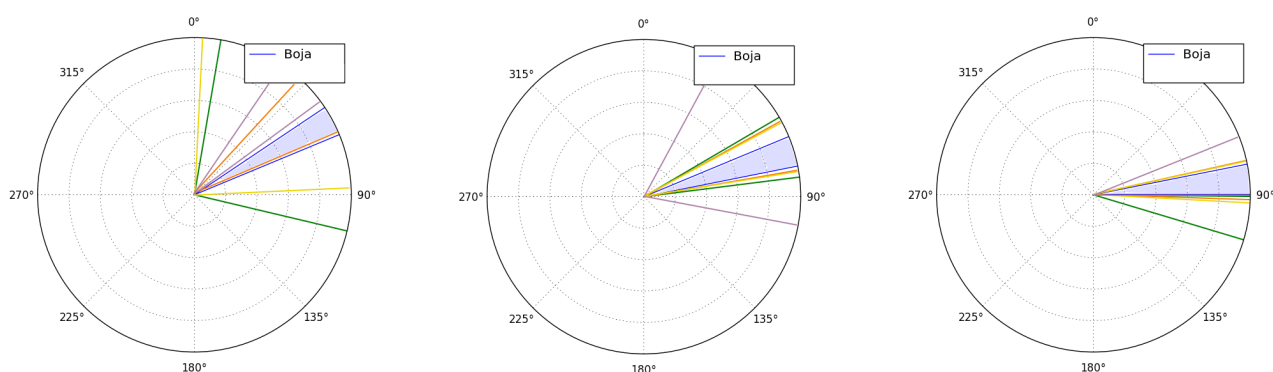
Podatki v prvem stolpcu predstavljajo obseg smeri na boji. V drugem stolpcu je zapisana minimalna hitrost (v m/s), določena pri obravnavi podatkov z boje, v tretjem pa najmanjše število ur z vetrom pri določenih pogojih. Zatem je zapisan zamik (v urah), ki je določen na podlagi grafov z vrisanim korelacijskim koeficientom. Zamiku sledita število primernih nizov na boji (pri postavljenih pogojih) in število enako dolgih nizov na boji. $\alpha_{1,letališče}$ in $\alpha_{2,letališče}$ predstavljata razpon smeri na letališču, ko na boji piha veter iz določenega sektorja. Ta razlaga velja za vse tabele v poglavjih Burja, Jugo in Vsi sektorji smeri.

Smer _{boja} [°]	V _{min}	h _{min}	Zamik	Št. primernih nizov	Št. enako dolgih nizov	$\alpha_{1,letališče}$	$\alpha_{2,letališče}$
56,25 – 78.75			1	50	66	54,35	70,41
67,5 – 90	8	8	0	49	93	72,28	90,58
78.75 – 101.25			1	23	27	76,14	91,49
56,25 – 78.75			2	81	107	64,81	75,65
67,5 – 90	5	8	0	78	137	83,23	95,96
78.75 – 101.25			1	46	55	94,04	106,09
56,25 – 78.75			4	19	26	46,69	68,12
67,5 – 90	10	10	-1	24	43	72,69	86,67
78.75 – 101.25			1	9	9	68,96	82,51
56,25 – 78.75			1	87	122	57,84	73,32
67,5 – 90	8	5	0	87	159	72,07	82,69
78.75 – 101.25			1	45	58	75,55	87,91

Tabela 2: Pregled smeri vetra na letališču v času burje na boji. Sektorji na boji obsegajo po 22,5°.

Na roži vetrov opazimo, da na boji najpogosteje piha veter iz smeri od $56,25^\circ$ do $101,25^\circ$. Poleg tega hitrosti iz te smeri dosegajo visoke vrednosti. Zato je burjo smiselno obravnavati tudi v manjših sektorjih ter z večjim razponom vrednosti najmanjših hitrosti in zaporednih meritev, ki dosegajo postavljene pogoje. V seminarski nalogi so bili tako postavljeni naslednji kriteriji:

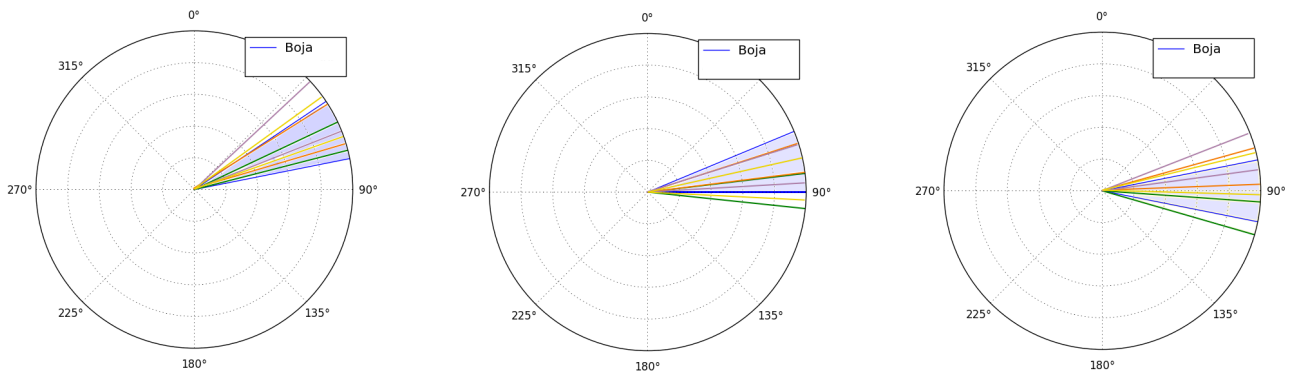
- sektorji smeri od $56,25$ do 90° s korakom po $11,25^\circ$ (sektor od 45 do $56,25^\circ$ ni zabeležen v tabeli in na grafih saj pri postavljenih pogojih v tem območju ni bilo ugodnih dogodkov),
- sektorji smeri od $56,25$ do $101,25^\circ$, s korakom po $22,5^\circ$ ter s prekrivanjem sektorjev za polovico,
- najmanjša hitrost 8, 5, 10, 8 m/s in vsaj 8, 8, 10, 5 zaporednih meritev, ki ustrezajo pogojem.



Slika 9: Grafični prikaz smeri iz katere piha veter na letališču v času, ko na boji piha burja v sektorjih od $56,25$ do 90° s korakom po $11,25^\circ$ (modra). Ostale barve označujejo smeri na letališču: zelena – v_{min} 5 m/s in najmanj 8 zaporednih meritev, oranžna – v_{min} 8 m/s in najmanj 5 zaporednih meritev, vijolična – v_{min} 10 m/s in najmanj 10 zaporednih meritev ter rumena – v_{min} 8 m/s in najmanj 8 zaporednih meritev, ki izpolnjujejo postavljene pogoje.

Ob pregledu rezultatov v tabeli 1 in na zgornji sliki, ki je grafična ponazoritev zadnjih dveh stolpcev tabele, je moč opaziti velike razpore smeri vetra na letališču, ko na boji piha burja iz smeri drugega sektorja ($56,25 - 67,5^\circ$). Ko se pomikamo proti vzhodni smeri pa se razlike postopoma manjšajo. Če obravnavamo srednji kot posameznega sektorja, pride do največjih odstopanj smeri na letališču v času, ko na boji piha veter iz smeri od $56,25$ do $67,5^\circ$. Ta razlika v povprečju znaša $-11,8^\circ$, glede na posamezne kriterije iz tabele 1 pa $-16,5$, $-5,4$, $-18,2$ in $-7,4^\circ$.

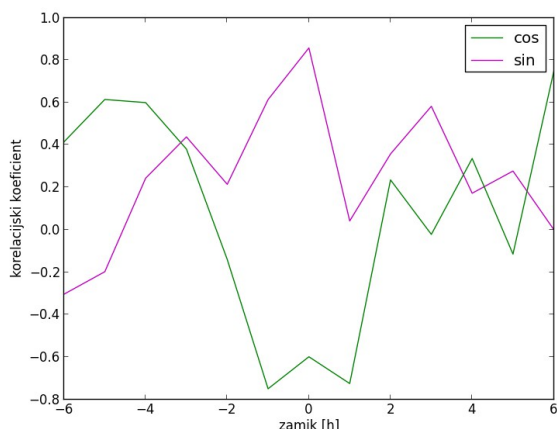
Podatke, ki jih dobimo pri obravnavi burje je zanimivo primerjati tudi z rožo vetrov. Glede na slednjo bi lahko menili, da v času burje na boji, na letališču piha veter jugovzhodnih smeri. Vendar rezultati primerjave tega ne potrdijo. Kot je zapisano že v prejšnjem odstavku vetrovi na letališču takrat pihajo iz širšega sektorja okoli izbranih smeri na boji in/ali imajo nekoliko severnejšo smer. Jugovzhodnik na letališču piha v obdobjih, ko ima veter na boji južno smer – ta primerjava je obravnavana v naslednjem poglavju.



Slika 10: Grafični prikaz smeri iz katere piha veter na letališču v času, ko na boji piha burja v sektorjih od 56,25 do 90° (modra) s korakom po 22,5° in s prekrivanjem sektorjev za polovico. Ostale barve označujejo smeri na letališču: zelena – v_{min} 5 m/s in najmanj 8 zaporednih meritev, oranžna – v_{min} 8 m/s in najmanj 5 zaporednih meritev, vijolična – v_{min} 10 m/s in najmanj 10 zaporednih meritev ter rumena – v_{min} 8 m/s in najmanj 8 zaporednih meritev, ki izpolnjujejo postavljene pogoje.

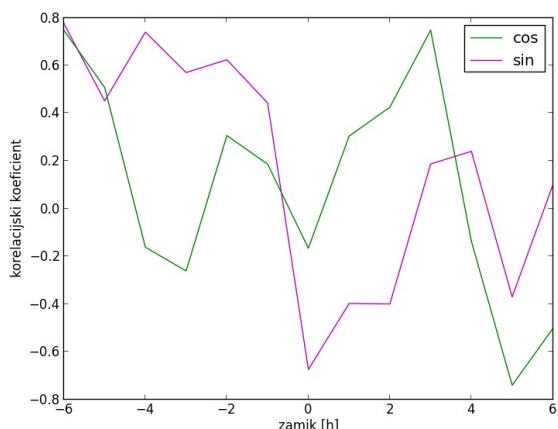
Zgornji trije grafikoni predstavljajo smer vetra na letališču ob istih pogojih kot so obravnavani na prejšnji strani, le da je za dvakrat povečan razpon posameznega sektorja na boji – torej na 22,5°. Poleg tega se drugi sektor (od 67,5 do 90°) prekriva s polovico prvega in polovico tretjega sektorja. Številski podatki so predstavljeni v tabeli 2.

Z razširitvijo kota na boji smo v primerjavi s prvo analizo (tabela 1) pridobili večje število ugodnih dogodkov. To pomeni, da lahko zaradi povprečenja posameznih členov enako dolgih nizov, pričakujemo manjše razpone smeri iz katerih piha veter na letališču. Kot je razvidno s slike 10 se razponi smeri na postajah tokrat zelo dobro ujemajo. Opazimo lahko tudi, da je smer vetra na letališču v času največjih hitrosti na boji (10 m/s, vsaj 10 ur zapored) glede na ostale smeri na letališču in tudi glede na smer vetra na boji, pomaknjena najbolj proti severu; in sicer v povprečju za $-7,8^\circ$ od srednje vrednosti posameznega sektorja na boji.



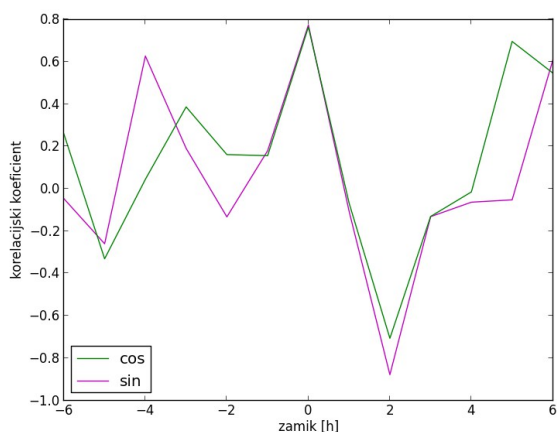
Slika 11: Primer grafa korelacije s preprosto določljivim zamikom z največjim korelacijskim koeficientom. Severna komponenta (sin) je najbolj korelirana pri 0 h, vzhodna (cos) pa ima zelo visoke absolutne vrednosti korelacije od -1 do 1 h. V tem primeru je bil izbran "zamik" 0 h.

Graf prikazuje korelacijo med severnimi in vzhodnimi komponentami v času, ko na boji piha veter od 67,5 do 78,75°, vsaj 5m/s in pri teh pogojih vsaj 8 h zapored.

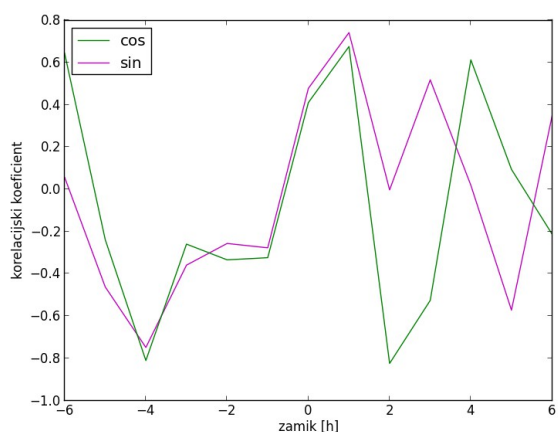


Slika 12: Primer grafa korelacije, kjer so na robu intervala (pri zamiku -6 h) vrednosti korelacijskih koeficientov najvišje. V takih primerih se je običajno pojavil izrazit maksimum tudi okoli zamika 0 h, ki je bil v nadaljevanju obravnavan kot glavni. V tem primeru je bil izbran zamik 1 h.

Graf prikazuje korelacijo med severnimi in vzhodnimi komponentami v času, ko na boji piha veter od 78,75 do 90°, vsaj 8 m/s in pri teh pogojih vsaj 8 h zapored.



Slika 13: Korelacijski koeficient med nizoma na boji in letališču v času, ko na boji piha veter iz smeri od 146,25 do 168,75° (levo) in od 157,75 do 180° (desno) ter s hitrostjo vsaj 5 m/s in najmanj 6 ur zapored. Korelacijski koeficienti se podobno dobro ujemajo tudi, če postavimo, da veter pri izbranih pogojih piha najmanj 8 ur zapored.



Jugo

Smer _{boja} [°]	v _{min}	h _{min}	Zamik	Št. primernih nizov	Št. enako dolgih nizov	$\alpha_{1,letališče}$	$\alpha_{2,letališče}$
146,25 – 168,75			1	8	9	119,71	137,04
157,5 – 180			1	12	12	140,05	142,42
168,75 – 191,25	5	6	0	10	11	145,49	157,79
180 – 202,5			0	11	12	176	194,03
191,25 – 213,75			1	14	19	190,79	197,7
146,25 – 168,75			1	5	8	133,25	135,76
157,5 – 180			0	9	9	141,2	144,18
168,75 – 191,25	5	8	0	10	10	144,23	159,4
180 – 202,5				0			
191,25 – 213,75			1	6	8	186,92	206,66

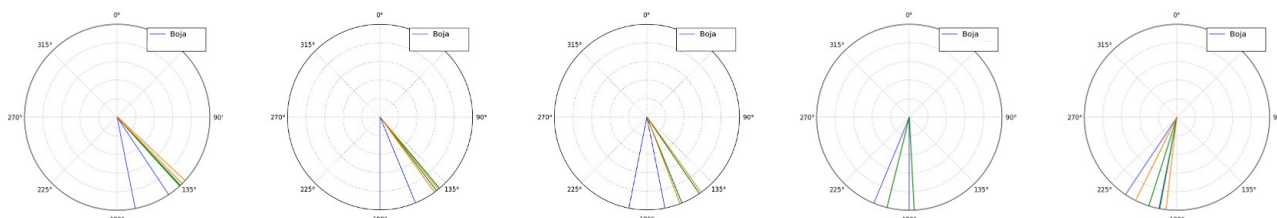
Tabela 3: Pregled smeri vetra na letališču v času, ko na boji piha veter južnih smeri. Sektorji na boji obsegajo po 22,5°.

Za situacije, ko piha jugo, je bila izbrana nekoliko nižja najmanjša hitrost kot pri burji, 5 m/s. S tem smo dobili dovolj veliko število posameznih dogodkov za vse sektorje, razen za smer od 180 do 202,5° pri pogoju, da veter minimalno hitrost dosega ali presega vsaj 8 ur zapored.

Dobljeni rezultati kažejo, da v času, ko na boji piha veter iz smeri od 146,25 do 213,75°, na letališču vselej piha nekoliko bolj vzhoden veter. Pomik proti vzhodu je posebej opazen v sektorjih od 146,25 do 191,25°, ko srednja vrednost smeri na letališču od srednje vrednosti smeri na boji v povprečju odstopa za -27°.

Pri prvih dveh sektorjih na boji je moč opaziti zelo majhen razpon smeri vetra na letališču in tudi dobro ujemanje korelacijskih koeficientov komponent vetra (slika 13). V takih primerih bi bilo koristno preveriti tudi korelacijo in smer vetra na letališču brez delitve nizov na enako dolge intervale in brez povprečenja posameznih členov v nizih. S tem bi morda dobili večji kot na letališču, v nasprotnem primeru pa bi še dodatno potrdili v prejšnjem odstavku opisano povezavo med smermi vetrov v dveh sektorjih.

Sprememba števila zaporednih ur, ko piha veter vsaj z določeno hitrostjo, nima velikega vpliva na rezultat.



Slika 14: Prerazporeditev smeri na letališču pri pogoju, da na boji piha veter s hitrostjo 5 m/s vsaj 5 ur zapored (zelena) oziroma 8 ur zapored (oranžna). Z modro so označeni sektorji smeri na boji.

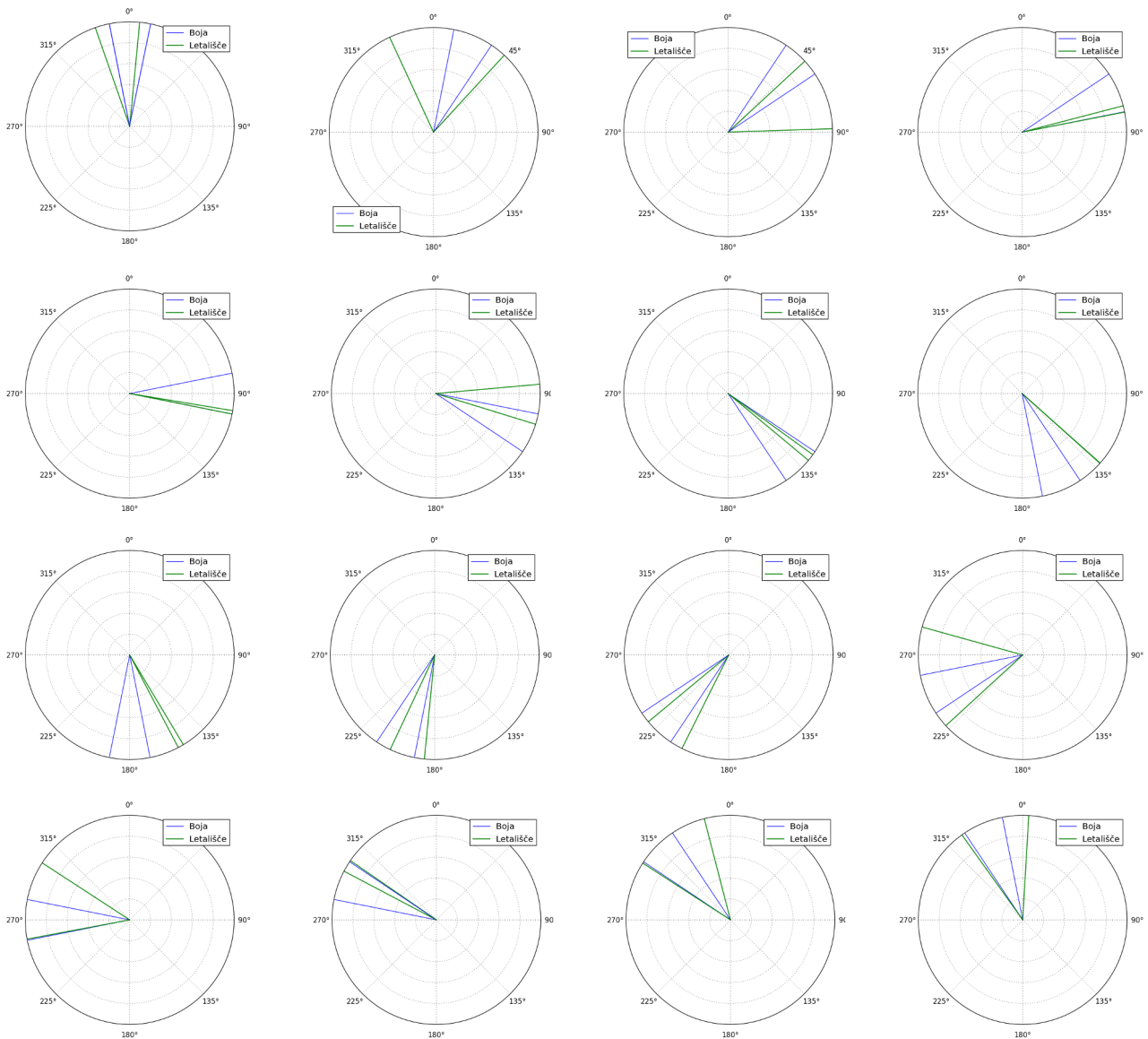
Vsi sektorji smeri

Pri pregledu vseh šestnajstih sektorjev smeri je bilo potrebno uporabiti še nekoliko nižjo minimalno hitrost in manj zaporednih meritev, ki izpolnjujejo pogoje. S tem smo dosegli, da je bilo najmanjše število primernih nizov v vseh sektorjih na boji večje ali enako 2.

Rezultati, predstavljeni v spodnji tabeli in na *sliki 15* potrjujejo ugotovitve izpostavljene v prejšnjem poglavju. Ogledamo pa si lahko še preostale sektorje. Ob vetru zahodnih smeri na boji, se na letališču pojavlja širok razpon smeri vetrov. Glede na srednjo vrednost posameznih sektorjev je smer na letališču vedno pomaknjena nekoliko proti severu glede na smer na boji. Enako lahko ugotovimo tudi, ko se smer vetra na boji približa severniku. Za sektorja od 348,75 do 33,75° ta značilnost ne velja več, vendar je število primernih nizov v teh območjih tako majhno, da rezultata ne moremo posplošiti.

Smer _{boja} [°]	v _{min}	h _{min}	Zamik	Št. primernih nizov	Št. enako dolgih nizov	$\alpha_{1, \text{letališče}}$	$\alpha_{2, \text{letališče}}$
11,25 – 33,75			-1	2	2	335,14	42,66
33,75 – 56,25			0	34	35	47,25	88,13
56,25 – 78,75			1	216	279	75,41	78,95
78,75 – 101,25			0	139	172	99,42	101,32
101,25 – 123,75			2	2	2	84,88	107,09
123,75 – 146,25			-1	1	1	125,77	129,72
146,25 – 168,75			-1	29	30	131,67	131,86
168,75 – 191,25	4	4	0	24	29	149,07	152,26
191,25 – 213,75			1	34	40	185,66	205,23
213,75 – 236,25			0	22	22	206,61	230,1
236,25 – 258,75			0	14	14	227,44	285,5
258,75 – 281,25			1	10	10	259,4	303,03
281,25 – 303,75			-1	13	13	297,75	304,52
303,75 – 326,25			2	6	6	302,88	345,49
326,25 – 348,75			1	2	2	324,66	3,32
348,75 – 11,25			0	2	2	340,76	5,51

Tabela 4: Pregled smeri vetra na letališču za vse sektorje na boji. Slednji obsegajo po 22,5°.



Slika 15: Grafični prikaz smeri iz katere piha veter na letališču (zelena) v času, ko na boji piha veter iz 16 sektorjev smeri (modra). Vsak graf prikazuje en sektor na boji – prvi od 348,75 do 11,25° s koraki po 22,5° naprej do zadnjega, ki ima vrisane smeri od 326,25 do 348,75°.

Zaključek

Primerjava smeri vetrov med oceanografsko bojo Vido in letališčem Portorož kaže, da v povprečju prihaja do določenih razlik med obravnavano spremenljivko na eni in drugi postaji. V času, ko na boji pihajo vetrovi južnih smeri, so odstopanja na letališču največja in pomaknjena proti vzhodu glede na meritve z boje. Manjši pomik smeri vetra proti severu je na letališču moč opaziti tudi, ko na boji piha burja. Takrat je pomik večji pri večjih hitrostih vetra na boji. Pri pregledu ostalih sektorjev velja izpostaviti rezultat ob vetru zahodnih smeri na boji, ki ga na letališču spremlja veter nekoliko severnejše smeri.

Predvsem rezultate, ki ob določenih sektorjih vetra na boji kažejo na majhen razpon smeri na letališču, bi bilo potrebno obravnavati še z nekoliko spremenjenim pristopom. Brez povprečenja podatkov bi namreč zajeli tudi smeri, ki morda bolj odstopajo od rezultatov dobljenih v tem seminarju.

Viri

[1] 68-95-99.7 rule [online] Dostopno na naslovu:

http://en.wikipedia.org/wiki/68%E2%80%9395%E2%80%9399.7_rule

[2] Aerodrom Portorož [online] Dostopno na naslovu:

http://sl.wikipedia.org/wiki/Aerodrom_Portoro%C5%BE

[3] atan2 [online] Dostopno na naslovu: <http://en.wikipedia.org/wiki/Atan2>

[4] Hladnik, V., Malačič, V. (2011): Roža vetrov in roža valov – kateri valovi se pojavljajo pri določenih vetrovih. Nacionalni inštitut za biologijo. Poročila MBP – morska biološka postaja.

[5] Lokacija oceanografske boje Vide pred Piranom [online] Dostopno na naslovu:

http://buoy.mbss.org/portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=26

[6] Jeromel, M., Malačič, V., Rakovec, J. (2009): Weibull distribution of bora and sirocco winds in the northern Adriatic Sea. Geofizika, 26, 85-100. [online] Dostopno na naslovu:

http://geofizika-journal.gfz.hr/abs26_1.htm

[7] Pearson product-moment correlation coefficient [online] Dostopno na naslovu:

http://en.wikipedia.org/wiki/Pearson_product-moment_correlation_coefficient

[8] Standardni odklon [online] Dostopno na naslovu:

http://wiki.fmf.uni-lj.si/wiki/Standardni_odklon