

Orodje "sončnica" za analizo spremenljivk z dnevnimi cikli

Marija Zlata Božnar*, Boštjan Grašič*, Sašo Vrbinc*
Darko Popović*, Dragana Kokal*, Primož Mlakar*

Povzetek

Mnogo procesov v naravi ima dnevne cikle. Za statistično analizo dnevnih ciklov nismo imeli na voljo namenskih nazornih algoritmov in/ali orodij. V okviru projekta proučevanja sončnega obseva v Sloveniji smo razvili nov algoritem in namensko orodje za analizo dnevnih ciklov sončnega obseva. Graf, ki je produkt tega algoritma, smo poimenovali »sončnica«. Zatem pa smo sončnico prenesli še na številna druga področja in pokazali njeno uporabnost.

Ključne besede: radialni frekvenčni diagram, analiza dnevnega cikla, sončni obsev

Key words: radial frequency diagram, daily cycle analysis, solar radiation

Uvod

Sončni obsev določa številne procese v naravi in v veliki meri vpliva tudi na človeške dejavnosti. V osnovi ima sončni obsev dnevne cikle, poleg teh pa so pomembne seveda tudi sezonske variacije povezane v naših krajih s pojavom letnih časov. Ena od nalog, ki smo si jih zadali v projektu proučevanja sončnega obseva v Sloveniji, je bila tudi ta, da najdemo primeren način za statistično analizo sončnega obseva. Želeli smo identificirati predvsem krajevne razlike med vzorci sončnega obseva kar je pogojeno s kompleksnim terenom, in razlike v časovnih vzorcih na daljša obdobja, kar je neposredna posledica različnih značilnosti klime v meteorološko slikoviti Sloveniji. Slovenija je seveda bila izhodišče proučevanj, nikakor pa ne tudi omejitev. Za primerjavo smo si vzeli metropolo Sao Paulo v Braziliji in brazilsko postajo na Antarktiki.

Proizvodnja bio-goriva ima tudi negativne učinke. Primer tega je poraba najkvalitetnejše kmetijske zemlje za takšno proizvodnjo. Dolgoročno lahko to povzroči probleme pri pridelavi hrane tudi zaradi klimatskih sprememb, poleg tega pa Slovenija ne proizvaja dovolj hrane za svoje lastne potrebe.

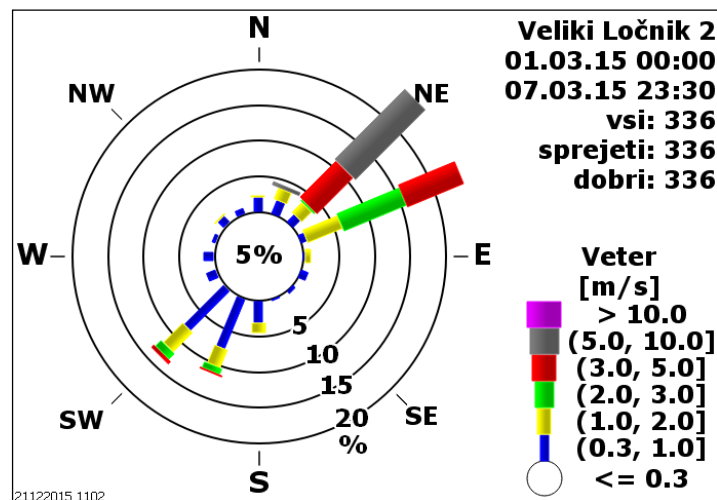
Za statistično analizo smo si zadali nalogo, da morajo biti rezultati vizualizirani in ne, da jih predočimo zgolj kot množico števil. Vizualizacija namreč omogoča, da človek, katerega razumevanje zunanjih pojavov je vsekakor zelo slikovno orientirano, lahko hitro razume informacijo, ki je podana kot slikovni vzorec. Hkrati pa lahko množico načeloma podobnih vzorcev, ki pa se razlikujejo v niansah, zelo dobro medsebojno razlikuje.

Običajno se za grafično analizo uporablja črtne grafe, xy grafe in histograme. Noben od teh pa ni zadovoljeval večine nalog, ki smo si jih zastavili. Pregled po drugih sorodnih strokah za analizo cikličnih spremenljivk pa tudi ni podal celovite rešitve. Naj omenimo najpomembnejše obstoječe prikaze / algoritme za grafično predstavitev in morda tudi statistično analizo cikličnih spremenljivk.

Najprej moramo seveda omeniti analogni prikaz ure, ki prikazuje čas v obliki dveh kotov in 1-12 številčnice. Potem imamo prikaz smeri neba na kompasu. Podobno kot pri slednjem so smeri neba podlaga na meteorološkem prikazu rože vetrov (slika 1). Roža vetrov pa že omogoča tudi statistično analizo velike množice meritev vetra, ko vetrove grupiramo v krake rože. Vsak krak zavzema en sektor smeri. Potem pa znotraj kraka

* MEIS storitve za okolje, d.o.o., Mali Vrh pri Šmarju 78, SI-1293, Šmarje-Sap, Slovenija

sortiramo hitrosti vetrov v razrede in še zastopanost le-teh prikažemo na grafičen način naprimer z dolžino, z barvo odseka na kraku in/ali z debelino kraka.



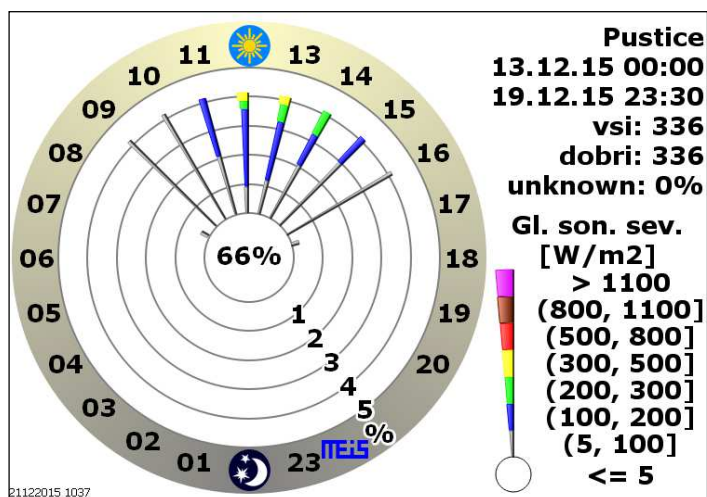
Slika 1: Primer rože vetra za postajo Pustice za eno tedensko obdobje.

Če govorimo o analizi cikličnih pojavov pa seveda ne smemo pozabiti na Fourierovo analizo in številne njene izvedenke in nadgradnje. Fourierova analiza je zelo široko uporabna, vendar pa žal ne za naš namen. Fourierova analiza nam poda prvenstveno zastopanost posameznih period / ciklov v signalu, ki je mešanica »osnovnih cikličnih signalov« z različnimi periodami in dodatno še »faznih zamikov« le-teh. Nas pa zanima praktično zgolj en cikel, dnevni cikel in neenakomerna razporeditev vrednosti analizirane spremenljivke znotraj tega cikla. To sicer s Fourierovo analizo vidimo kot zastopanost še drugih ciklov v skupnem signalu, vendar ne na enostaven nazoren način.

Zamisel novega prikaza - metodologija

Iz idej vseh teh prikazov smo si zamislili nov prikaz, ki smo ga poimenovali sončnica. Prikaz ima 24 krakov, po enega za vsako uro dneva. Znotraj posamezne ure pa spremenljivko, ki jo proučujemo, sortiramo v razrede in njihovo zastopanost prikažemo grafično z barvami, debelino in dolžino odseka na kraku. Dolžina je proporcionalna procentualni zastopanosti posameznega razreda, barva pa opredeljuje razred. Podrobno definicijo smo podali v našem članku v Applied Energy (Božnar et al., 2015).

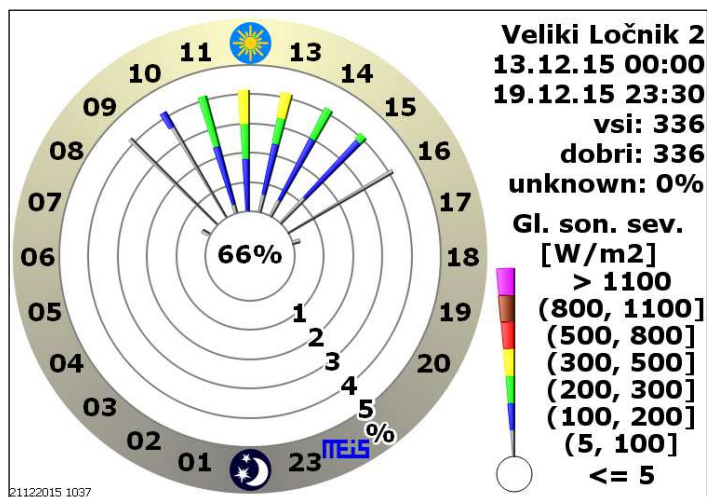
Vzorec, ki ga na ta način dobimo, je prikazan na sliki 2, ki analizira en teden sončnega obseva pomerjenega na postaji Pustice (na lokaciji pri podjetju MEIS). Poenostavljeno rečeno, na sliki vidimo kako močno sonce je v povprečju sijalo v posamezni uri dneva v analiziranih treh mesecih. Lepo se vidi trajanje dneva, naraščanje in upadanje povprečne moči in zastopanost posameznih moči v posameznih urah dneva.



Slika 2: Primer sončnice za postajo Pustice za eno tedensko obdobje, postaja je na dnu kotline.

Uporaba sončnice

Osnovna raba diagrama sončnica je bila namenjena analizi sončnega obseva. Sončnice lahko narišemo za posamezne dneve, za posamezne mesece ali letne čase in tako enostavno in nazorno pokažemo razlike med obravnavanimi periodami. Nadalje lahko sončnice narišemo za globalno, direktni ali difuzni sončni obsev in nazorno pokažemo njihovo medsebojno relacijo. Če katerokoli tako ali drugo kombinacijo sončnic narišemo za različne kraje, pa nazorno prikažemo različnost vremena v teh krajih (primer slike 3).

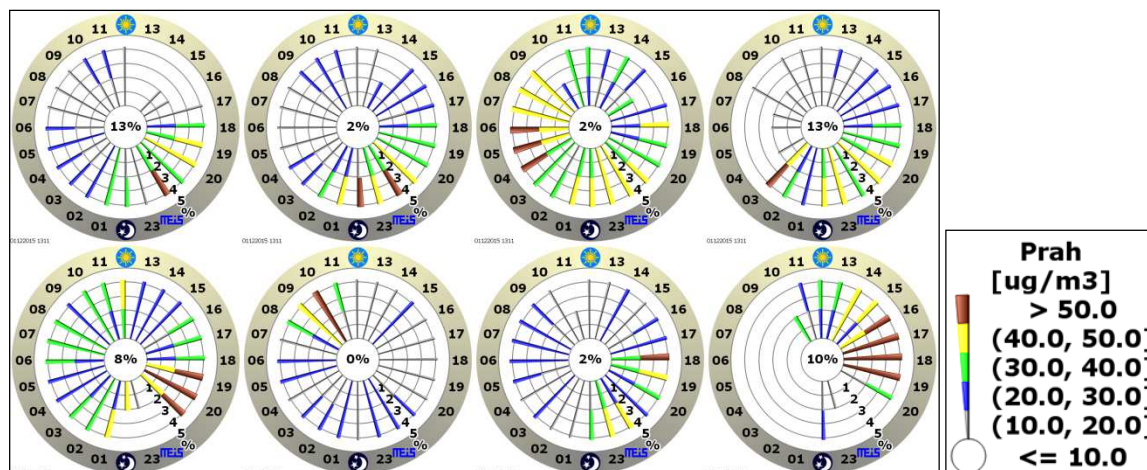


Slika 3: Primer sončnice za postajo Veliki Ločnik za eno tedensko obdobje, v primerjavi s Pusticami se opazi drugačen režim megle, postaja je na hribu.

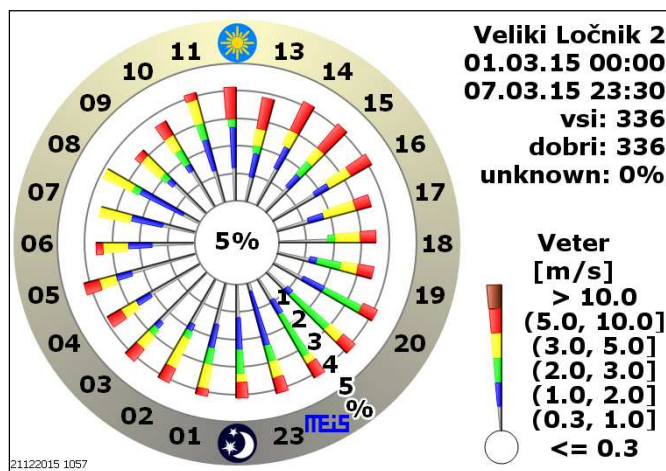
Sončnico lahko uporabljamo za analizo majhnih ali velikih količin podatkov o izbrani spremenljivki. Smiselno je (ne pa obvezno), da minimalna količina podatkov obsega en dan, svojo analizo »moč« pa pokaže sončnica predvsem pri izbranih daljših časovnih obdobjih.

Sončnica kot onesnažnica, vetrovnica

Raba sončnice seveda ni omejena samo na sončni obsev in seveda tudi ne samo na meteorologijo. Za vzorec možne drugačne rabe prikazujemo na sliki »onesnažnice« za analizo onesnaženja z delci PM10 v mestu Celje (Slika 4). Za razliko od rože vetrov lahko na »sončničen« način analiziramo tudi vetrove. Primer je na sliki »vetrovnice« (Slika 5).



Slika 4: Onesnažnice za več posamičnih zaporednih dni za mesto Celje prikazujejo onesnaženost z delci PM10.

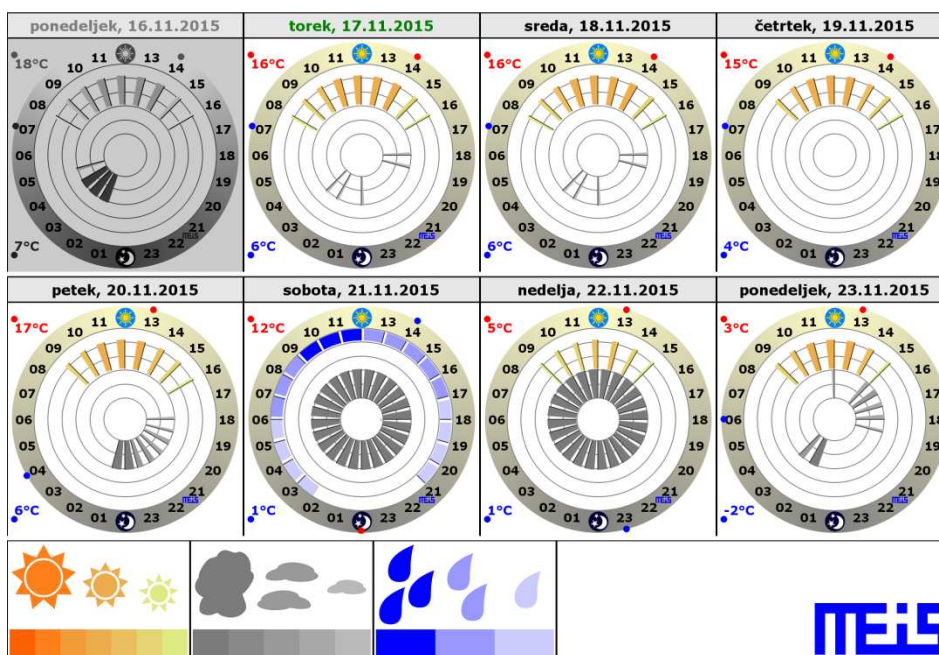


Slika 5: Vetrovnica za postajo Veliki Ločnik za enotedensko obdobje.

Ti primeri drugih »sort rožic« nazorno pokažejo, kako zelo široka je lahko raba tega grafa. V MEISu smo jo uporabili praktično za skoraj vse spremenljivke s katerimi se srečujemo pri svojih projektih. V članku (Božnar et al., 2015) si bralec lahko pogleda »prometnico«, izvedenko iz sončnice, za prikaz pričakovane zgostitve cestnega prometa na izbrani točki, lahko pa bi jo uporabili tudi za prikaz in analizo števila kupcev v trgovini. Prikazali pa smo tudi časovne, krajevne in vsebinske variacije raznih spremenljivk analiziranih s temi rožami.

Sončnica kot vremenčica

Zelo zanimiva pa je tudi izvedenka sončnice, ki smo jo poimenovali »vremenčica«. Namenili pa smo ji nalogo, da nazorno z vzorcem pokaže podrobnosti vremenske napovedi, ki so pomembne za vsakdanjo rabo. Omejili smo se na prikaz sonca, komplementarnih oblakov ter padavin. Temperature v dnevnu pa zaenkrat namerno nismo podali kot dodatnega kroga in barvnih skal, ker menimo, da bi bila informacija preobsežna. Zato smo dodali le številski prikaz vrednosti najvišje in najnižje temperature v dnevnu, s pikico na grafu pa smo pokazali kdaj nastopi. Primer je na sliki 6.



Slika 6: Primer prikaza vremenčic za enotedensko obdobje (vremenska napoved v korakih po eno uro za sedem dni vnaprej), sonce je prikazano z intenzivnostjo oranžne barve, oblaki z intenzivnostjo sive barve, padavine pa z intenzivnostjo modre barve. Napoved se bere zgoraj levo v črno-beli različici za včeraj, potem za danes, jutri in pojutrišnjem, spodaj pa še za nadaljnje dni.

Praktična uporaba

Vremensko napoved (tudi) v obliki vremenčic lahko spremljate na naši spletni strani: <http://www.kvalitetazraka.si/napoved/index.html>.

Prave sončnice za sprotno rabo pa naprimer na <http://www.meis.si/testbed/>.

Zaključki

Zamislili smo si nov grafični diagram sončnica za statistično analizo pojavov, ki imajo dnevni cikel. Zamisel smo najprej izoblikovali za uporabo za analizo sončnega obseva.

Zatem pa smo zamisel učinkovito uporabili še za druge spremenljivke z dnevnim ciklom, tudi izven področja meteorologije.

Sončnica in njene sorodne rožice nam omogočajo hitro in nazorno primerjavo velikih razlik pa tudi majhnih nians posameznega obravnavanega pojava za različna statistična obdobja obdelav in za različne kraje uporabe oziroma analize.

Temeljno vodilo, ko smo si izmislili to novo orodje, pa je bilo znano reklo, da »**slika pove več kot tisoč besed**« (ali pa številke).

Zahvala

Za izvedbo vseh predstavljenih različic orodja smo bili sofinancirani s strani raziskovalnih projektov ARRS:

- L1—4154 Izdelava modela za oceno razpoložljivosti sončne energije v Sloveniji na osnovi meteoroloških meritev,
- L2—6762 Ocena vpliva naravnih in antropogenih procesov na mikrometeorologijo Postojnske jame z uporabo numeričnih modelov ter sodobnih metod zajemanja in prenosa okoljskih podatkov,
- L2—5475 Razvoj in izvedba metode za sprotno modeliranje in napovedovanje onesnaženja zraka.

Literatura

Božnar, M. Z., Grašič, B., Mlakar, P., Soares, J. R., de Oliveira, A. P., Santos Costa, T. (2015). Radial frequency diagram (sunflower) for the analysis of diurnal cycle parameters : solar energy application. Applied energy, ISSN 0306-2619, vol. 154, str. 592-602, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.05.055.