

Meteorološki elementi

(Temperatura zraka, tlak zraka, smjer i
brzina vjetrova)

Meteorološki elementi i klimatski faktori

Meteorološki elementi	Klimatski faktori
<ul style="list-style-type: none"> • Sunčevo zračenje (insolacija), • temperatura zraka, • tlak zraka, • smjer i brzina vjetra, • vlažnost, • oborine, • isparavanje, • naoblaka • snježni pokrivač 	<ul style="list-style-type: none"> • Sunčevo, Zemljino i atmosfersko zračenje, • oceanske i zračne struje, • zemljopisna širina, • razdioba kopna i mora, • reljef, • nadmorska visina, • udaljenost od mora ili većih vodenih površina, • razdioba kopnenog i morskog leda, • sastav tla, • biljni pokrov, • djelovanje čovjeka.

Prikupljanje podataka o meteorološkim elementima

- Podatci se prikupljaju na meteorološkim postajama
- Motrenja obuhvaćaju mjerenja odgovarajućim **mjernim instrumentima** (temperatura, tlak, brzina vjetra, smjer vjetra, vlažnost zraka, insolacija, isparavanje, količina oborine, svojstva snježnog pokrivača) i **opažanje osjetilima** (naoblaka, vidljivost)
- Meteorološke postaje: glavna, obična, kišomjerna
- Razlikuju se prema namjeni, programu rada i motriteljima (glavna – profesionalni motritelji, obična i kišomjerna – neprofesionalni motritelji)

Temperatura

- Objektivna mjera “zagrijanosti” tijela
- Zagrijanost tijela potječe od neprestanog gibanja čestica koje grade tijelo
- Što se čestice tijela brže gibaju, temperatura je veća (agregatna stanja tvari)
- Da bi se temperatura tijela promijenila potrebno je tijelu dovesti (povećanje temperature tijela) ili odvesti (smanjenje temperature tijela) toplinu
- Više o temperaturi i toplini na predavanju Zemljina energetska ravnoteža i učinak staklenika

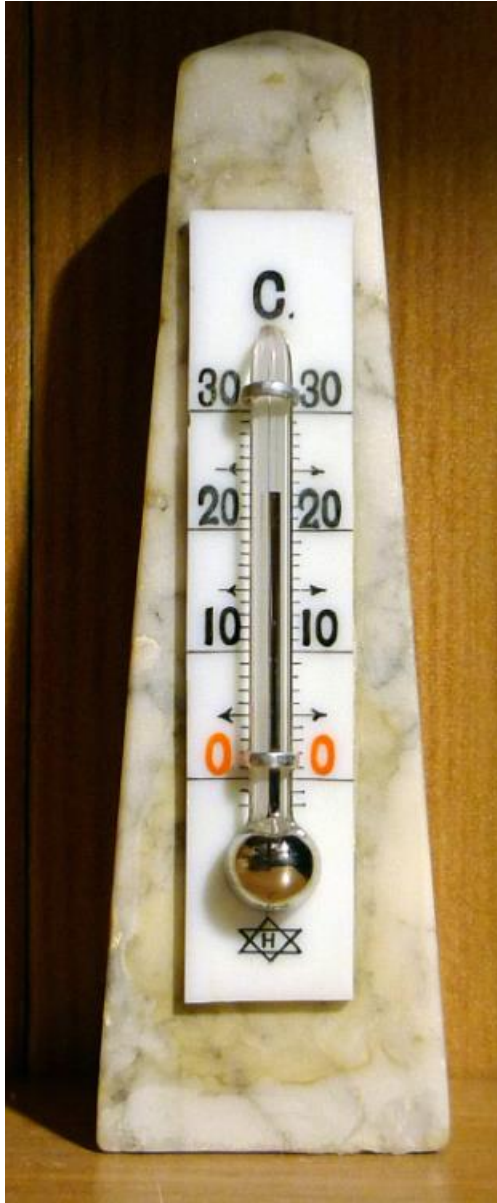
Temperatura

- Termometar – uređaj za mjerenje temperature (~~toplomjer~~)
- Mjerne jedinice: *Kelvin [K]*, *Celzijevi stupnjevi [°C]*, *Fahrenheitovi stupnjevi [°F]*
- Najčešće koristimo živin termometar, alkoholni termometar i digitalni termometar
- Osnovni dijelovi klasičnog termometra: mjerna skala, staklena kapilara, tekućina (živa ili alkohol), spremnik s tekućinom
- Toplinsko širenje tvari – povećanje volumena tvari uslijed zagrijavanja

Temperatura zraka

- Mjera zagrijanosti zraka (proporcionalna s prosječnom kinetičkom energijom čestica zraka)
- Pod temperaturom zraka u meteorologiji misli se na temperaturu u prizemnom sloju atmosfere
- Temperatura može značajno varirati s visinom, pogotovo u blizini tla
- Mjeri se 2 m iznad tla u posebnim uvjetima (meteorološka kućica)
- Temperatura zraka u troposferi opada s visinom (vertikalni gradijent)
- Temperatura zraka opada s porastom geografske širine (horizontalni gradijent)

Gradijent – promjena nekog svojstva u prostoru



Živin termometar, izvor slike:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mercury_Thermometer.jpg



Meteorološka kućica, Izvor slike: DHMZ

Tlak zraka

- Tlak je veličina kojom iskazujemo kolika sila djeluje na jediničnu površinu ($p=F/A$, p – tlak, F – sila, A – površina)
- Čestice zraka su u neprestanom nasumičnom gibanju pri čemu se događa bezbroj sudara – zrak djeluje silom na sve površine s kojima je u kontaktu → TLAK ZRAKA
- Sila kojom čestice zraka djeluju na površine ovisi o:
 - Temperaturi zraka (tj. brzini čestica)
 - Masi čestica
 - Djelovanju gravitacije (visina)
- Tlak zraka u nekoj točki jednak je u svim smjerovima!

Tlak zraka

- Barometar – uređaj za mjerenje tlaka zraka
- Mjerne jedinice: *pascal [Pa]*, *(mili)bar [(m)bar]*, *atmosfera [atm]*
- Normalni tlak zraka iznosi oko 1013.25 hPa (= 1 atm = 1013.25 mbar)
- Zbog djelovanja sile teže gustoća zraka opada s visinom → tlak zraka opada s visinom (vertikalni gradijent)
- Na dva različita mjesta iste nadmorske visine često uočavamo različite tlakove zraka → tlak zraka mijenja se i horizontalno (horizontalni gradijent)

Uzroci horizontalne razlike u tlaku

- Povezanost temperature i tlaka $\rightarrow pV = nRT$ (jednadžba stanja idealnog plina)
- Atmosfera nema čvrste rubove \rightarrow zagrijani zrak se slobodno širi i podiže (smanjuje mu se gustoća)
- Na području više temperature topliji zrak se podiže i manje pritišće površinu (smanjenje tlaka)
- Na području niže temperature hladni zrak se spušta i više pritišće površinu (povećanje tlaka)
- Zagrijani zrak se podizanjem hladi, a ohlađeni zrak se zbog veće gustoće ponovo spušta \rightarrow taj mehanizam zovemo konvekcija

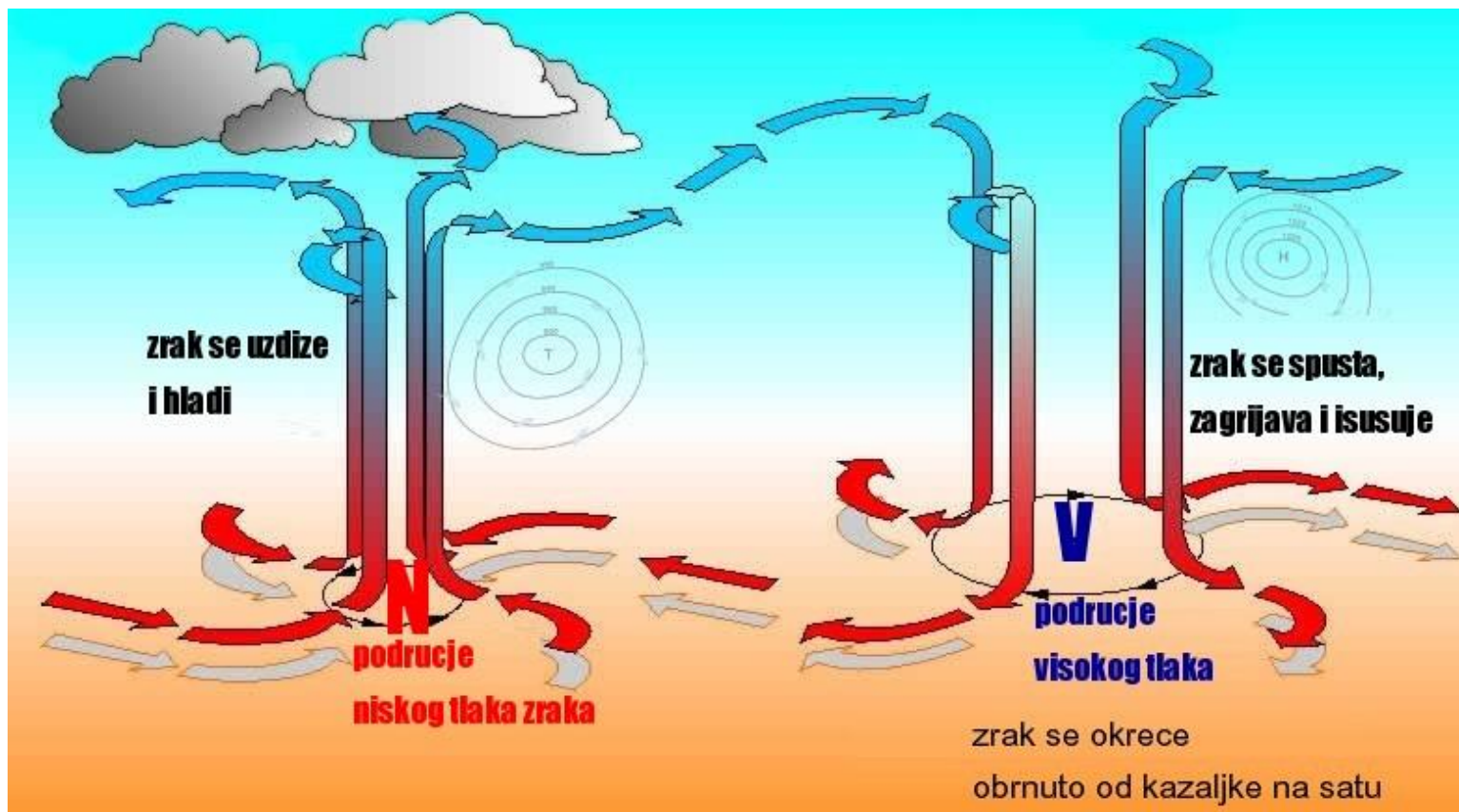
Uzroci horizontalne razlike u tlaku

- Gustoća zraka, osim o temperaturi, ovisi i o sastavu zraka
- Udio vodene pare je promjenjiv
- Molekule vode (H_2O) lakše su od molekula dušika (N_2) i kisika (O_2) (atomske mase) pa se povećanjem udjela vodene pare u zraku na nekom području gustoća zraka smanjuje
- Vlažni zrak → manji tlak
- Suhi zrak → veći tlak

Zaključak: Uzroci horizontalne razlike u tlaku su razlike u temperaturi zraka i razlike u udjelu vodene pare u zraku.

Veći utjecaj ipak ima razlika u temperaturi.

Područje visokog i niskog tlaka zraka



Izvor slike:
<https://www.crometeo.hr/crometeo-ucionica-veza-ciklone-i-anticlone/>

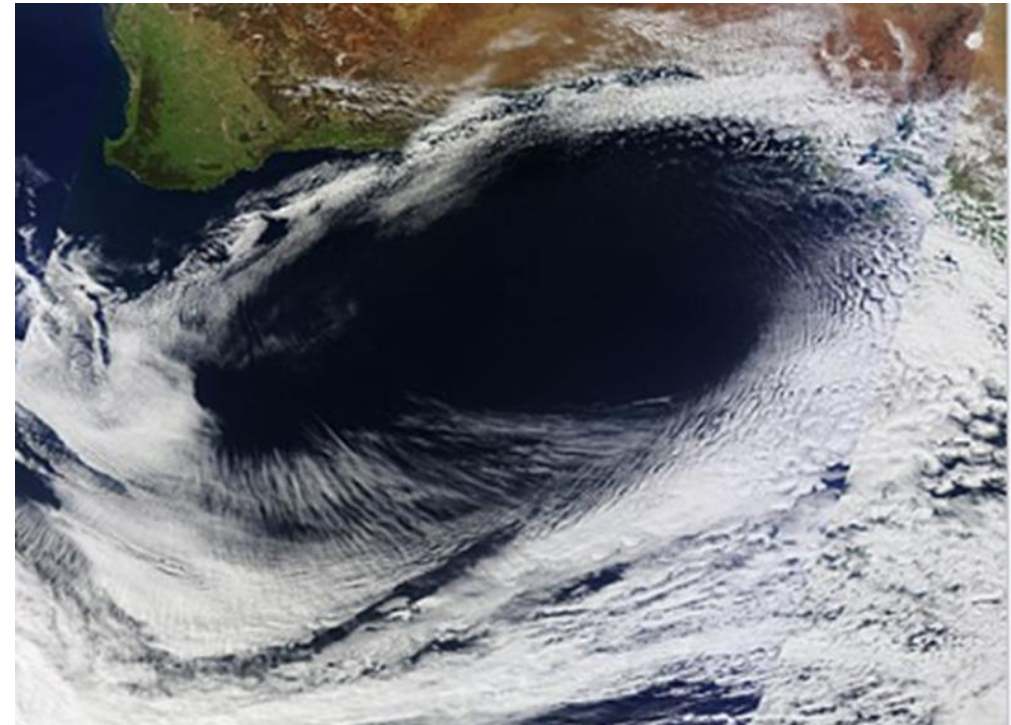
Ciklona i anticiklona

- Područje niskog tlaka zraka – vlažni zrak i povećana konvekcija (podizanje zraka) → vodena para iz zraka podizanjem gubi energiju i kondenzira (nastaju oblaci) → nestabilno vrijeme
- Područje visokog tlaka zraka – hladni zrak se spuštanjem suši → stabilno vrijeme
- Iz centra visokog tlaka zrak struji prema van, a iz centra niskog tlaka zrak struji prema unutra

Ciklona i anticiklona



Izvor slike:
<https://phys.org/news/2018-03-nasa-eyes-powerful-tropical-cyclone.html>



Izvor slike:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:High_pressure_Area_Sep_08_2012.jpg

Vjetar

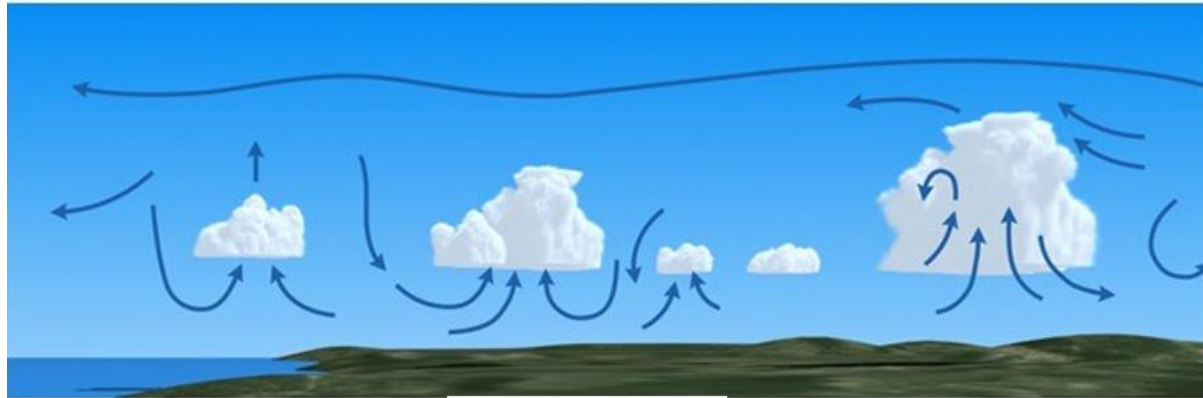
- Vjetar – horizontalno strujanje zraka
- Posljedica je horizontalne razlike u tlaku zraka → puše iz područje višeg u područje nižeg tlaka zraka
- Vjetar opisujemo brzinom i smjerom, te ponekad jačinom (učinkom vjetra proporcionalnim brzinom)
- Što se promjena u tlaku brže događa (veći gradijent), to je ubrzanje vjetra veće
- Zbog neravnomjerne zagrijanosti Zemljine površine postoje stalni ili planetarni vjetrovi

Trenje i vjetar

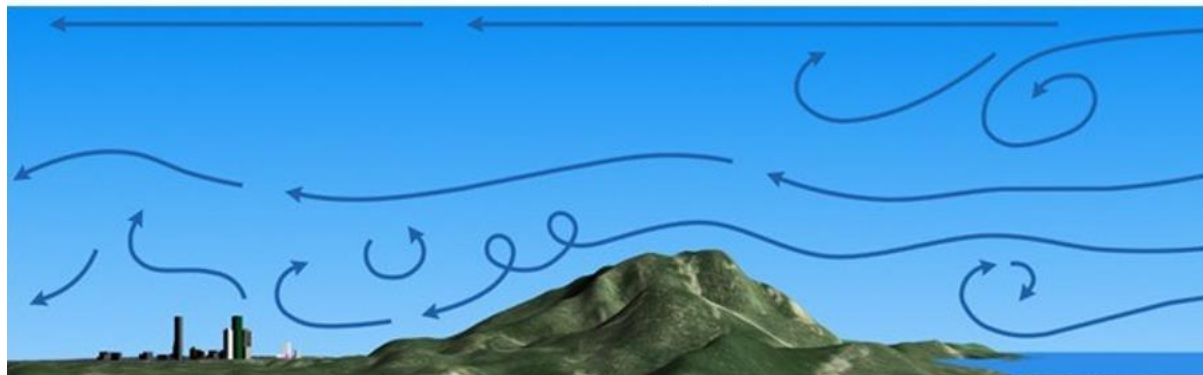
- Brzina vjetra mijenja se s visinom zbog trenja
- Uzroci smanjenja brzine: molekularna viskoznost (nasumično gibanje molekula zraka), vrtložna viskoznost (razbijanje vjetra na manje vrtloge zbog interakcije s preprekama), termalne turbulencije (konvekcijske struje)
- Osim na brzinu vjetra, kod površinskih vjetrova trenje utječe i smjer vjetra

Trenje i vjetar

Termalne turbulencije



Mehaničke turbulencije



©The COMET Program

Mjerenje brzine vjetra

- Podaci o vjetru od iznimne važnosti za razne grane gospodarstva, promet, pomorstvo, zrakoplovstvo, energetiku, poljoprivredu...
- Brzina vjetra – put koji zračna masa prevali u jedinici vremena (m/s, km/h, nautika: čvorovi [kt])
- Zbog velike promjenjivosti vjetra, ne određuje se trenutna nego prevladavajuća brzina (kao i smjer)
- Obično se određuje u vremenu od 10 min za potrebe prognoze ili 100 s za potrebe klimatologije
- Vjetar može puhati ujednačeno ili na mahove
- Mjerenja se obavljaju na visini 10 ili više metara iznad tla
- Anemometar – uređaj za mjerenje brzine vjetra
- Vjetrolovka - neprecizna

Jačina vjetra

- Veličina povezana s brzinom vjetra
- Opisuje učinak vjetra na objekte u prirodi
- Jačina vjetra se procjenjuje Beaufortovom ljestvicom

Određivanje smjera vjetra

- Vjetrokaz – uređaj za određivanje smjera vjetra
- Vjetrulja – glavni dio vjetrokaza
- Vjetrulja se zakreće u smjeru vjetra tako da orijentacija strelice pokazuje od kuda puše (a ne prema kuda)
- Ruža vjetrova – grafički prikaz učestalosti smjerova vjetra na određenoj lokaciji
- Bura – sjeveroistočni vjetar koji najčešće nastaje zbog razlike u tlaku nad hladnim kopnom i relativno toplim morem
- Jugo – jugoistočni vjetar koji najčešće nastaje kao posljedica Genovske ciklone pri čemu dolazi topao zrak s jugoistoka koji se nad morem napuni vlagom

Određivanje smjera vjetra

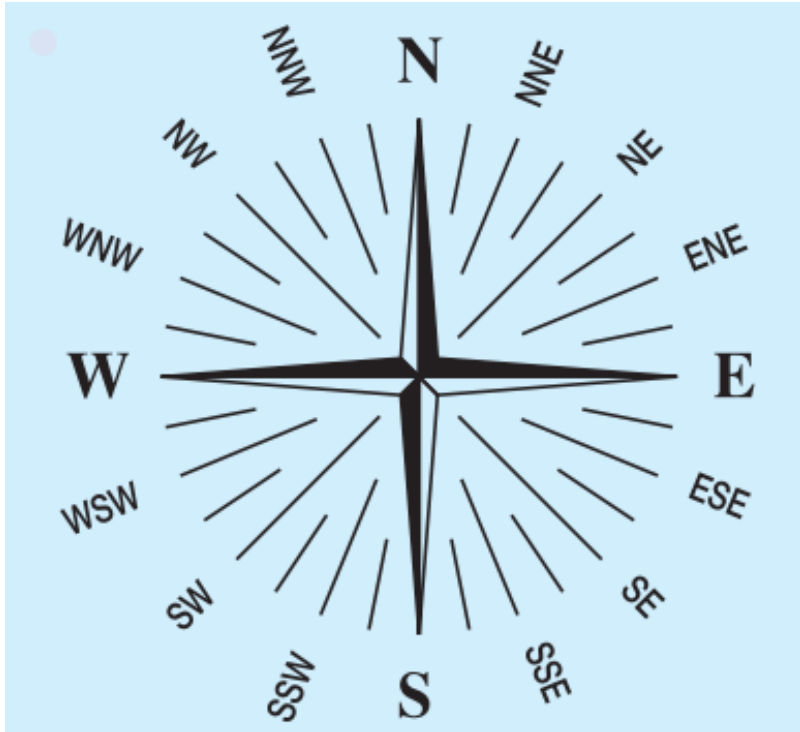


Slika a anemometar, slika b vjetrulja
Izvor slike: DHMZ

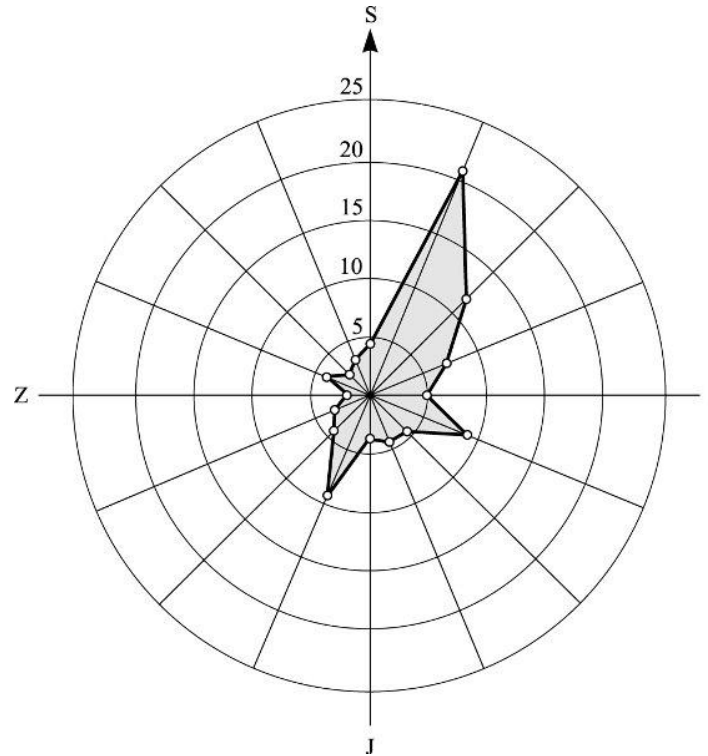


Osjetnik smjera i brzine vjetra
Izvor slike: DHMZ

Ruža vjetra



Izvor slike: DHMZ



Izvor slike:
<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=53812>

Jadranska ruža vjetrova



Izvor slike: <https://abcgeografija.com teme/jadransko-more/>

Hvala na pažnji!

