



VREMENSKE ĆUDI ZAVIŽANA



Nacionalni park
Sjeverni Velebit



DHMZ

JESTE LI ZNALI?

Poučna meteorološka staza prva je takve vrste u Hrvatskoj. Dužina joj je 630 m, a visinska razlika koju treba savladati je oko 100 m. Na stazi je 17 poučnih tabli, a vrijeme potrebno za njezin obilazak je oko pola sata. Pozivamo vas da pri posjetu Nacionalnom parku Sjeverni Velebit svakako obiđete i ovu stazu!



Iako se METEOROLOGIJA kao znanost o vremenu i klimi razvila tijekom tek zadnja dva stoljeća to jest nakon otkrića meteoroloških instrumenata i temeljnih zakona fizike atmosfere, još grčki filozof Aristotel godine 340. p.n.e. objavljuje knjigu pod nazivom *Meteorologika*. Osim oblaka i oborine, tuče, vjetra, grmljavine, tema knjige su čak i klimatske promjene. Knjiga je na razini filozofske, većinom pogrešnih hipoteza, bez mogućnosti eksperimentalne provjere zbog nedostatka odgovarajućih instrumenata.

Sustavna meteorološka motrenja započinju sredinom 19. stoljeća osobito u tadašnjem razvijenom svijetu - Europi i Sjedinjenim Američkim Državama. U nas se prva službena motrenja počinju obavljati u Dubrovniku 1851. godine, a do kraja 19. stoljeća na području današnje Hrvatske bilo je već više od 100 većinom kišomjernih postaja. U to doba se u Europi, primjerice u Austriji, uspostavljaju meteorološka motrenja u visokom gorju s ciljem utvrđivanja stanja atmosfere na većim nadmorskim visinama, to jest osnivaju se planinske meteorološke postaje u koju spada i meteorološka postaja Zavižan na sjevernom Velebitu.

Upravo je Zavižan najčešće posjećivani lokalitet Nacionalnog parka Sjeverni Velebit, a meteorološki krug smješten neposredno uz planinarski dom i meteorološku postaju sa svojim zanimljivim i neobičnim instrumentima privlači pažnju gotovo svih posjetitelja.

Cilj je ove knjižice upoznati posjetitelje Nacionalnog parka Sjeverni Velebit s osnovama meteorologije kao znanosti, ali i s čudima vremena ovog planinskog područja. Nastala kao plod suradnje Državnog hidrometeorološkog zavoda i Javne ustanove Nacionalni park Sjeverni Velebit knjižica predstavlja izvrsnu nadopunu meteorološkoj poučnoj stazi koja povezuje parkiralište podno Vučjaka s planinarskim domom i meteorološkom postajom Zavižan, te vodi dalje na sam vrh Vučjak, odakle se za lijepa vremena pruža prekrasan pogled na Jadransko more i unutrašnjost.



01 S terase planinarskog doma Zavižan često se mogu promatrati čudi vremena.

02 Planinarski dom i meteorološka postaja Zavižan ljeti i zimi - dva lica iste priče.

03 Predstavnici Državnog hidrometeorološkog zavoda i Geofizičkog odsjeka PMF-a u posjetu Zavižanu u listopadu 2006. godine - razmjena poklona. Krešo Pandžić, Ante Vukušić, Branko Grisogono i Ivan Cačić.

04 Meteorološki krug.

01

4

JEŠTE LI ZNAU?

Otkriće telegraфа 1843. godine omogućuje brzu razmjenu meteoroloških podataka pa se uskoro nakon toga organiziraju trajne motriteljske službe, osobito u zemljama zapadne i srednje Europe te Sjedinjenim Američkim Državama.

METEOROLOGIJA ili VREMENOSLOVIE je znanost o Zemljinoj atmosferi, to jest znanost o vremenu i klimi. Bavi se analizom i prognozom vremena i klime uključujući klimatske promjene u prošlosti i budućnosti.

VRIJEME je stanje atmosfere na nekom mjestu u razdoblju ne duljem od nekoliko mjeseci. Ono je određeno vrijednostima meteoroloških elemenata – to su **VELIČINE STANJA ATMOSFRE** kao što su temperatura ili tlak zraka i **ATMOSFERSKIE POJAVE**, kao što su oborina ili magla.

KLIMA ili **PODNEBLJE** je ukupnost (sintesa) svih vremenskih prilika na nekom području u dugogodišnjem razdoblju, najčešće 30-godišnjem. Klima se prikazuje dugogodišnjim statističkim obilježjima klimatskih elemenata to jest atmosferskih veličina stanja i pojava.

Meteorologija kao znanost se počinje razvijati tek od sredine 19. stoljeća otkad postoje sustavna meteorološka motrenja (mjerena i opažanja) na meteorološkim postajama diljem svijeta kao i u Hrvatskoj.

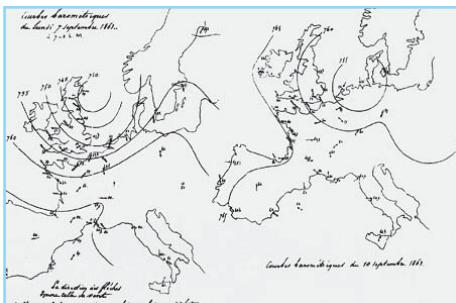
Motrenje vremena i klime obavlja se po jedinstvenim pravilima u čitavom svijetu koje propisuje Svjetska meteorološka organizacija (SMO) sa sekretarijatom u Ženevi.

Podaci motrenja se šalju u sabirne centre preko globalnog telekomunikacijskog sustava gdje se izrađuju analize i prognoze vremena koje se onda preko nacionalnih meteoroloških službi prezentiraju javnosti i drugim korisnicima.

► 02

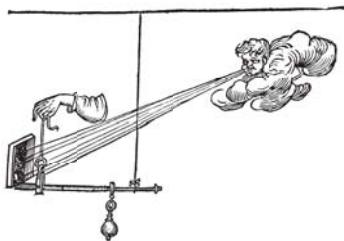


► 03



METEOROLOGIJA ILI VREMENOSLOVUE

► 01



01 Santorio-ov anemometar iz 1625. godine. Santorio je bio profesor medicine u Padovi, a djelovao je također na području današnje Hrvatske.

02 Lambertov prijedlog globalne motriteljske mreže iz 1771. godine.

03 Prva sinoptička karta za 7. i 10. rujna 1863. godine. Sinoptička karta je geografska karta na kojoj se prikazuju elementi vremena: tlak i temperatura zraka, vjetar, naoblaka itd.

04 Mjerenja u sprezi prirode i vremena.

► 04



02

JESTE LI ZNALI?

Uredbom Vlade
Narodne Republike
Hrvatske od 27.
kolovoza 1947.
godine osniva se
*Hidrometeorološka
služba pri Vladi NRH*
– današnji Državni
hidrometeorološki
zavod koji od tada
neprekidno skrbi
o državnoj mreži
meteoroloških
postaja, prati vrijeme
i klimu te izdaje
prognoze vremena i
klime, prati vodostaj
rijeka te izdaje
prognoze vodostaja
rijeka.

METEOROLOŠKO MOTRENJE je standardizirani postupak za dobivanje meteoroloških podataka mjerjenjem pomoću instrumenata i vizualnim opažanjem.

Sporadična meteorološka motrenja javljaju se još početkom 19. stoljeća da bi diljem svijeta postala sustavna tek sredinom tog stoljeća.

U Hrvatskoj prva službena motrenja počinju u Dubrovniku 1851. godine, a najduži niz meteoroloških podataka u Hrvatskoj raspoloživ je za Zagreb-Grič – od 1861. godine do danas, bez prekida.

METEOROLOŠKE POSTAJE su mjesto na kojima se obavljaju meteorološka motrenja, a dijele se na: glavne (sinoptičke), obične (klimatološke) i kišomjerne.

Na glavnim meteorološkim postajama motrenja se obavljaju svakih sat vremena po svjetskom vremenu, na klimatološkim postajama u 7, 14 i 21 sat po lokalnom vremenu te na kišomjernim u 7 sati ujutro po srednjoeuropskom vremenu.

Automatske meteorološke postaje omogućuju stalna mjerjenja kao i prijenos podataka u intervalima od 10 minuta.

Podatke meteoroloških opažanja i mjerjenja meteorološke postaje dostavljaju Državnom hidrometeorološkom zavodu Republike Hrvatske.

Meteorološki podaci služe kao temelj za meteorološku operativu, proučavanje vremena i klime, te za druga teorijska i primijenjena znanstvena istraživanja.

Proučavanje vremena i klime važno je za sva područja ljudske djelatnosti, a posebno za poljodjelstvo, šumarstvo, vodoprivredu, elektroprivredu, građevinarstvo, pomorski, kopneni i zračni promet, turizam i tako dalje.

01 Zgrada realne gimnazije u Zagrebu na Griču za vrijeme uspostavljanja meteorološke postaje 1861. godine.

02 Meteorološki motritelj Ante Vukušić šalje izvještaje u Državni hidrometeorološki zavod.



► 01

METEOROLOŠKA MOTRENJA

► Raspored instrumenata na glavnoj meteorološkoj postaji:

7



1 - snjegomjer, 2 - daska za novi snijeg, 3 - površina za uzimanje uzoraka za mjerjenje gustoće snijega, 4 - skupljač uzorka za kemijsku analizu, 5 - meteorološka kućica, 6 - meteorološka kućica, 7 - stup za heliograf i solarograf, 8 - stup (postolje) za komponente Sunčevog zračenja, 9 - stup za rezervni kišomjer, 10 - kišomjer, 11 - ombrograf, 12 - anemometar za mjerjenje prijeđenog puta, 13 - isparitelj klase "A", 14 - termometri u tlu, 15 - minimalni termometar na 5 cm iznad tla, 16 - stup za anemograf i vjetrokaz.



Raspored instrumenata u meteorološkoj kući: 1 - suhi i mokri termometar, 2 - minimalni i maksimalni termometar, 3 - termograf, 4 - higrograf, 5 - aspirator.

► 02



03

8

VELIČINE (VARIJABLE) STANJA ATMOSFERE su meteorološki elementi koji se određuju pomoću instrumenata, kao što su na primjer tlak ili temperatura zraka. Sastavni su opis vremena i klime na Zemlji.

TEMPERATURA ZRAKA ($^{\circ}\text{C}$) je ona temperatura koju pokazuje termometar izložen u zraku na visini od 1 do 2 m iznad tla i zaklonjen od izravnog Sunčeva ozračenja.

RELATIVNA VLAŽNOST ZRAKA (%) označava omjer stvarne količine vodene pare u odnosu na maksimalno moguću količinu vodene pare u zraku pri određenoj temperaturi zraka.

TLAK ZRAKA ili **ATMOSferski TLAK** (hPa) je sila na jediničnu površinu plohe koja potječe od neprekidnog gibanja molekula zraka.

Središta sniženog tlaka zraka nazivaju se **DEPRESIJE (CIKLONE)**, a povišenog **ANTICIKLONE**.

Kao posljedica razlike u tlaku zraka nastaje strujanje zraka koje se naziva **VJETAR**.

Vjetar je određen **BRZINOM** koja se obično izražava u m/s, čvorovima (nautička milja na sat) ili km/h u **SMJEROM** ($^{\circ}$), i to tako da se označava smjer iz kojeg vjetar puše. Na primjer, sjeverni vjetar puše iz smjera sjevera, a južni iz smjera juga.

Vjetar se određuje i **JAČINOM** to jest učincima na okoliš koji se izražavaju Beaufort-ovom ljestvicom od 1 do 12 Beaufort-a.

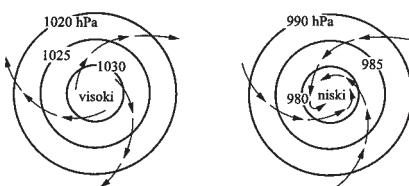
► Beaufortova ljestvica za ocjenu jačine vjetra na kopnu.

BROJ PO BEAUFORTU	NAZIV VJETRA	m/s	BRZINA U ČVOROVIMA	km/h	OPIS POJAVA NA KOPNU
0	Tišina	0-0,2	<1	<1	Tih; dim se diže uspravno.
1	Lagan povjetarac Lahor	0,3-1,5	1-3	1-5	Smjer vjetra se oapaža po gibanju dima, a ne po vjetru.
2	Povjetarac	1,6-3,3	4-6	6-11	Vjetar se osjeća na licu, lišće treperi, vjetrotak se pokreće.
3	Slabi vjetar	3,4-5,4	7-10	12-19	Lišće i grančice stalno se njiju, razvijaju se lake zastave.
4	Umjereni vjetar	5,5-7,9	11-16	20-28	Vjetar podizne prašinu i listove papira; gibaju se male grane.
5	Umjereno jaki vjetar	8,0-10,7	17-21	29-38	Tanja stabla počinju se njihatiti; formiraju se mali valovi na kopnenim vodama.
6	Jaki vjetar	10,8-13,8	22-27	39-49	Njiju se velike grane; čuje se zujanje telefonskih žica; otežano korištenje kišobrana.
7	Vrlo jaki (žestoki) vjetar	13,9-17,1	28-33	50-61	Ljujaju se čitava stabla; hodanje uz vjetar je otežano.
8	Olujni vjetar	17,2-20,7	34-40	62-74	Vjetar lomi grane drveća, hodanje nasuprot vjetru je gotovo nemoguće.
9	Oluja	20,8-24,4	41-47	75-88	Nastaju manja oštećenja na objektima (skidanje crpepa, rušenje dimnjaka).
10	Jaka oluja	24,5-28,4	48-55	89-102	Rijetko se doživjava na kopnu; drveće lomi ili čupa iz korijena; nastaju značajna oštećenja na objektima.
11	Orkanska (žestoka) oluja	28,5-32,6	56-63	103-117	Vrlo rijetko se doživjava; praćena štetama velikih razmjera.
12	Orkan	32,7-36,9	64-71	118-133	Opustoši čitav kraj.

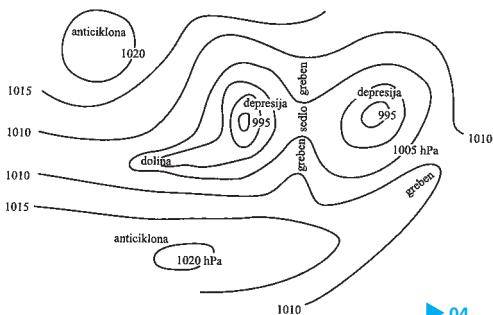
VEĆIĆINE STANJA ATMOSFERE



► 03



9



JESTE LI ZNAU?

Buyss-Ballotovo pravilo:

"Ako je promatrač okrenut tako da mu vjetar puše u leđa, onda mu se niži tlak zraka nalazi naprijed s lijeva, a viši otraga s desna".

01 Anemometar - instrument za mjerjenje brzine vjetra.

02 Održavanje mjerne spremnosti vjetrokaza i anemometra.

03 Ilustracija smjera vjetra oko središta visokog tlaka zraka to jest anticikloni (lijevo) i središta niskog tlaka to jest u cikloni (desno).

04 Primjer prikaza prostorne razdiobe tlaka zraka u horizontalnoj ravni pomoću linja istih vrijednosti tlaka (izobara). Izobare se također prikazuju na sinoptičkim kartama.

04

10

JESTE LI ZNALI?

Jačina električne struje u munji iznosi do 20 tisuća ampera što je za tisuću puta više od jačine struje koja napaja većinu kućanskih aparata.

► 01



ATMOSFERSKE POJAVE su meteorološki elementi koji se najčešće određuju vizualnim opažanjem, kao na primjer kiša, snijeg, magla, oblaci, olujan vjetar. Sastavnica su opisa vremena i klime na Zemlji.

OBLAK je dio prostora u atmosferi koji je neproziran ili poluproziran jer sadrži brojne mikroskopske sitne kapljice ili kristaliće nastale kondenzacijom vodene pare. Oblak pri tlu je **MAGLA**.

KIŠA je oblik oborine iz oblaka u tekućem stanju.

TUČA je oblik krute oborine sastavljen od ledenih zrna, i nikada ne pada pri temperaturi zraka nižoj od 0°C.

SNIJEG je oblik oborine u čvrstom stanju koji pada pri temperaturi zraka oko ili nižoj od 0°C.

SNJEŽNI POKRIVAČ ili snijeg na tlu nastaje kada snijeg potpuno prekrije tlo, a visina mu je obično veća od 1 cm.

VIJAVICA je pojava dizanja snijega iznad tla djelovanjem vjetra.

MEĆAVA je kombinacija padanja snijega i vijavice.

SNJEŽNA LAVINA je odron veće količine snijega koja se otkida od snježnog pokrivača na strmim obroncima planina.

INJE je naslaga ledenih kristalića na granama drveća i predmetima.

POLEDICA je prozirna naslaga leda nastala smrzavanjem prehladnih kapljica.

GRMLJAVINU predstavlja svjetlost (sijevanje) i zvuk (grmljenje) prouzročeni električnim izbijanjem (pražnjenjem).

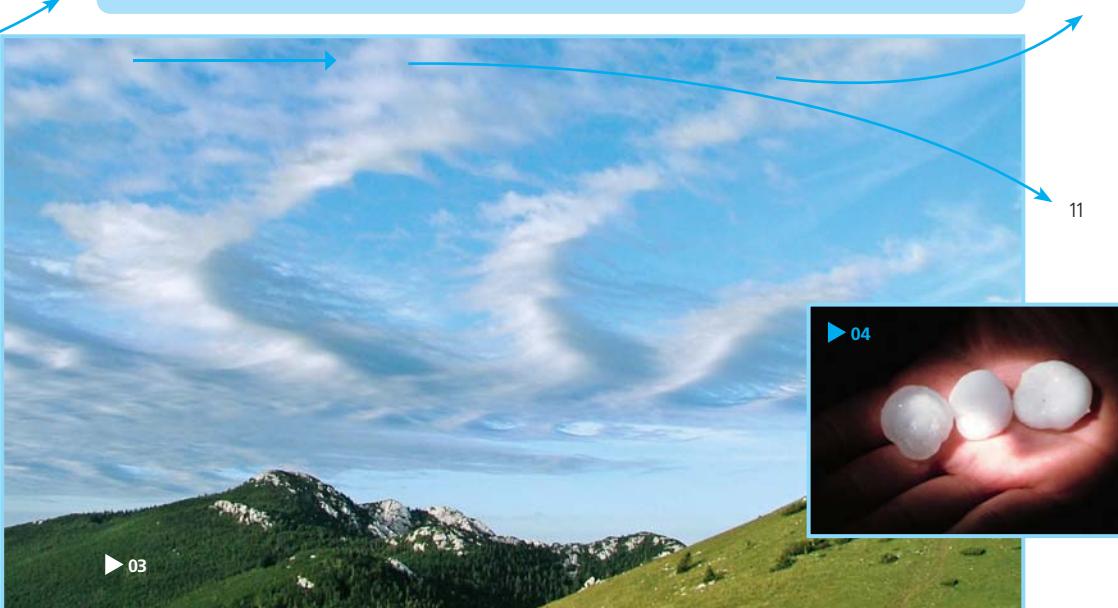
GROM predstavlja električno pražnjenje (munju) između oblaka i tla.

OLUJNI VJETAR je jači od 8 Beaufort-a odnosno ima trenutnu brzinu veću od 17 m/s.

OLUJA ili **OLUJNO NEVRIJEME** je jako poremećeno stanje atmosfere uz olujan vjetar, prolom oblaka, tuču, grmljavinu, mećavu itd.



ATMOSFERSKE POJAVE



► 03

11

- 01 Suživot snijega na tlu i planinskog cvijeća.
02 Maglica nad Zavižanskom kotlinom.
03 Oblačna koprena iznad Zavižana s radikalnim brazdama.
04 Tuča.
05 Nakupina inja na heliografu - uređaju za registraciju osunčavanja na meteorološkoj postaji Zavižan.



► 02



► 05

05

12

Pokazatelj toplinskog stanja Zemljine atmosfere je **TEMPERATURA ZRAKA**.

Temperatura zraka se smanjuje s visinom u prosjeku oko $0,6^{\circ}\text{C}$ na 100 m visine. Izuzetak čine situacije kad je temperatura zraka konstantna s visinom, što predstavlja **IZOTERMIJU**, ili kad raste s visinom, što predstavlja **INVERZIJU** ili **OBRAT**.

Pored temperature zraka na **OSJET UGODE** utječe jačina vjetra kao i vlažnost zraka. Jačanjem vjetra ili smanjenjem vlažnosti pojačava se isparavanje s ljudskog tijela, čime mu se oduzima toplina koja se troši na isparavanje. U slučaju vjetra, povećan mehanički pritisak zraka na tijelo čini pojačan osjećaj hladnoće ako je zrak hladniji od tijela, to jest od 36°C . Ako je temperatura zraka viša od temperature tijela, zbog fizičkog kontakta toplijeg zraka s tijelom nastaje pojačan toplinski osjećaj. Ako je relativna vlažnost zraka visoka, uz visoku temperaturu nastaje **SPARINA**.

LEDENI DANI su dani s minimalnom temperaturom zraka nižom od -10°C . Studeni dani su oni u kojima najviša temperatura zraka ne prelazi 0°C , a hladni dani oni u kojima najniža dnevna temperatura zraka ne prelazi 0°C .

JESTE LI ZNALI?

Apsolutna minimalna temperatura zraka na Zavižanu izmjerena je u siječnju 1985. godine i iznosila je $-24,5^{\circ}\text{C}$. Apsolutna maksimalna temperatura zraka iznosila je $27,6^{\circ}\text{C}$, a izmjerena je u srpnju 1983. godine.

Za **TOPLIH DANA** maksimalna temperatura zraka prelazi 25°C , a **VRUĆI DANI** su oni s maksimalnom temperaturom višom od 30°C .

Općenito, klima je ugodnija na obroncima planina okrenutim prema jugu, nego na onima okrenutim prema sjeveru.

Orijentacija planinskih obronaka također u izvjesnoj mjeri određuje i razlike u tipu vegetacije.

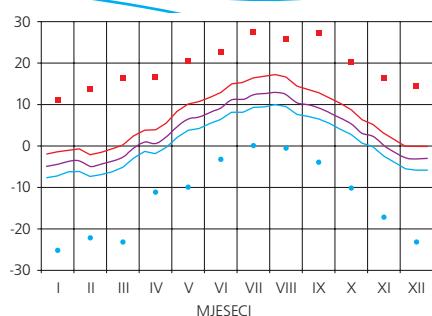
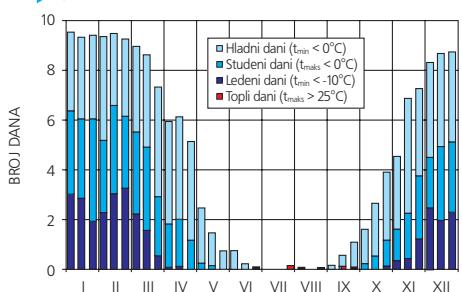
NAJHLADNIJI mjesec na Zavižanu je **VELJAČA** čiji je višegodišnji srednjak mjesечne temperature zraka $-4,3^{\circ}\text{C}$, dok temperatura zraka u siječnju iznosi $-4,2^{\circ}\text{C}$. Ledenih dana na Zavižanu u prosjeku ima 29 godišnje, a studenih je 73.

NAJTOPLIJI mjesec u godini je **SRPANJ** čija je srednja mjesечna temperatura $12,2^{\circ}\text{C}$, dok je kolovoz samo nešto hladniji s temperaturom od $12,0^{\circ}\text{C}$. Toplih je dana na Zavižanu u prosjeku samo 6 godišnje, a nikad nije zabilježen ni jedan vrući dan.

- 01 Godišnji hod broja dana s različitim temperaturnim rasponima za Zavižan za razdoblje 1961-1990.
- 02 Srednje, srednje minimalne i maksimalne temperature zraka te apsolutna minimalna i maksimalna mjesечna temperatura zraka za Zavižan za razdoblje 1961-1990.
- 03 Shematski prikaz mogućih mikroklimatskih razlika uveštovanih orijentacijom planinskih obronaka. Dok se na sjevernoj strani zadržava snijeg istovremeno na južnoj može rasti cvijeće.
- 04 Ilustracija noćnog hlađenja u udolini za vrijeme vedre noći kad nastaje inverzija (obrat) s obzirom na temperaturu zraka.
- 05 Meteorološka kućica okovana snijegom i injem.

PROHLADNI ZAVIŽAN

► 01



13

► 03



► 04



► 05



06

14

Zbog dnevnog zagrijavanja ili noćnog hlađenja obronka planine razvija se **VJETAR OBRONKA** koji danju puše uz obronak, a noću niz obronak.

Zbog nedostatka mjerjenja vjetra osobito na planinama, teorijske procjene vjetra na takvim područjima dobivaju se pomoću atmosferskih modela čiji se proračuni izvode na posebno jakim računalima.

Mjerena vjetra su početni podaci za rješavanje pripadnih jednadžbi gibanja i jednadžbi termodinamike Zemljine atmosfere.

MLAZNA STRUJA je relativno usko područje jakog vjetra duž horizontalne osi u višoj troposferi, oko 10 km visine iznad tla. Brzina vjetra u mlaznoj struci je veća od 30 m/s (preko 100 km/sat), a zbog nagle promjene brzine vjetra pojavljuje se **TURBULENCIJA** koja utječe na zračnu plovidbu.

► 01

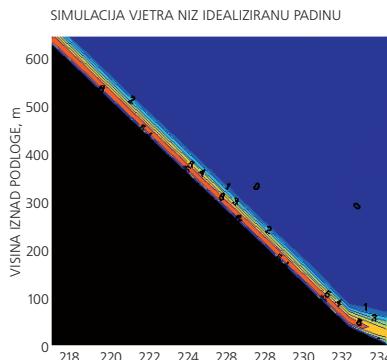
JESTE LI ZNALI?

O smjeru vjetra izvješćuju nas vjetrokazi. Neki su od njih postali pravim umjetničkim djelima, poput poznatog zadarskog anđela ili rovinjske Sv. Eufemije.

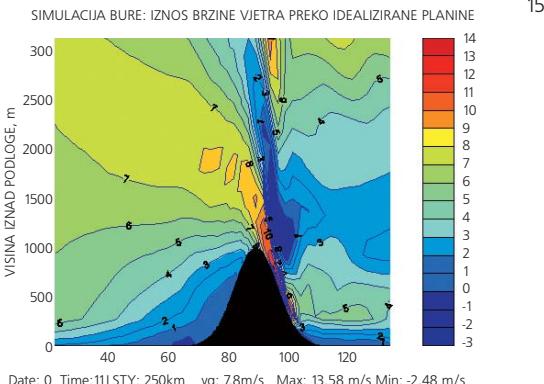
Od antičkih je spomenika arhitekture sačuvana osmokutna Kula vjetrova u Ateni. Sagradio ju je Androkinos u 1. st. pr. Kr. Njezine bokove ukrašavaju kipovi koji prikazuju vjetrove. Na vrhu je kula bio pokretan kip čovjeka koji je pokazivao smjer vjetra.

GOROPADNI VJETAR – TEORIJA

► 02

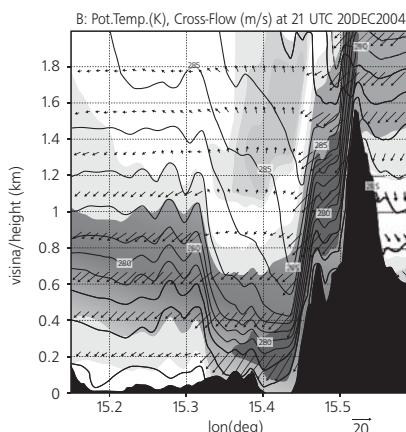
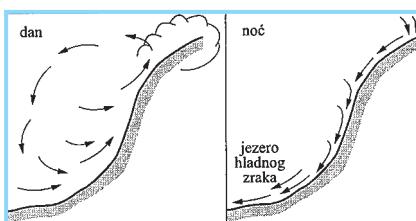


► 03



15

► 04



► 05

01 Bura razbija valove o strme obale otoka Raba - pogled sa Zavižana.

02 Ilustracija idealizirane teorijske procjene silaznog vjetra niz obronak (donji lijevi crni dio) u početno mirnoj atmosferi (uglavnom plavi dio). Iznos brzine silaznog vjetra je prikazan bojom (desno, $m s^{-1}$). Pogled na sliku je približno u smjeru sjevera. Ovaj vjetar uzrokuje relativno jače hlađenje podlage (obronka) od hlađenja okolne atmosfere. Donja horizontalna os je udaljenost u km. Prikazana procjena može se na određeni način primjeniti na "istočnu" stranu Velebita za vedra i razmjerno tihia vremena na širem području.

03 Ilustracija idealizirane teorijske procjene jačine bure s pogledom na sliku približno od smjera sjevera k jugu. Iznos brzine vjetra je prikazan legendom na desnoj strani. Osnovno strujanje ide s lijeva u desno, približno od istoka k zapadu. Donja horizontalna os je udaljenost u km. Idealizirani teren je prikazan crno.

04 Shematski prikaz cirkulacije zraka iznad obronka terena - vjetar obronka.

05 Razdioba vektora vjetra za vrijeme bure na zamišljenom vertikalnom presjeku preko Velebita za 20. prosinca 2004. godine dobivena numeričkim atmosferskim modelom.

07

16

JEŠTE LI ZNALI?

Na Zavižanu u prosjeku ima čak 85 dana godišnje s jakim vjetrom te 17 dana s olujnim vjetrom, a najčešći su u prosincu. Najviše dana s jakim (146) i olujnim (42) vjetrom zabilježeno je 1973. godine.

Vjetar na Zavižanu ovisi o razdiobi tlaka zraka na širem prostoru, pod utjecajem je Jadranskog mora i kopnenog zaleđa, doba dana i godine te drugih faktora.

Općenito, zbog smanjenja trenja s porastom visine, jačina vjetra s visinom raste pa je vjetar na Zavižanu u višegodišnjem prosjeku jači nego u nizinama.

Izuzetak je vjetar koji je približno okomit na obalu sjevernog Jadranu pod nazivom **BURA**, koji može biti lokalno jači u prizemnom sloju atmosfere nego na većim visinama.

Jačina bure pojačava se zbog toplinskih razlika između razmjerno toplog mora i hladnijeg kopna, osobito zimi.

Posebno je poznata senjska bura koja se "obrušava" s prijevoja Vratnik kroz Senjsku dragu prema Senju.

Bura na Zavižanu puše iz smjera istoka, jer je njezin smjer modificiran položajem postaje pod vrhom Vučjak.

Prosječna jačina vjetra na Zavižanu veća je u hladnom nego u ljetnom dijelu godine. Ona iznosi oko 4 Beaufort-a zimi i oko 3 Beaufort-a ljeti.

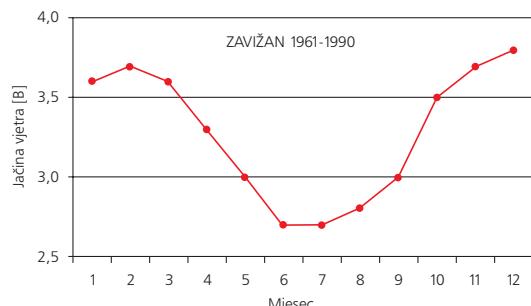
Vjetar može dizati snijeg s tla pa stvarati **VIJAVICU** koja u kombinaciji sa snijegom koji pada čini **MEČAVU**.

► 01



GOROPADNI VJETAR – ISKUSTVENI OPIS

► 02



01 Vrijavica na Zavižanu.

02 Godišnji hod jačine vjetra na Zavižanu.

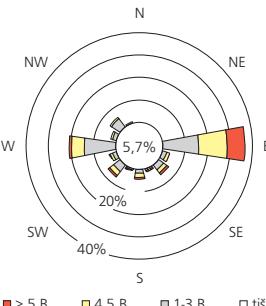
03 Ruža vjetra za Zavižan. Ruža vjetra je grafički prikaz učešća pojedinih smjerova vjetra i prosječnih ili maksimalnih brzina vjetra u tim smjerovima

04 Shema općeg mehanizma nastanka bure ilustrirana na zamišljenom vertikalnom poprečnom presjeku Velebita.

05 Specifičan položaj Senja u odnosu na okolnu topografiju utječe na povećanu čestinu i jačinu bure.

06 Prizemna sinoptička situacija sa zimskom burom od 8. prosinca 2001. u 00 UTC. Uobičajena razdioba tlaka zraka na širem području Europe: snažna antikliona nad europskim kopnom (V) i oslabljena ciklona u istočnom Sredozemlju (N).

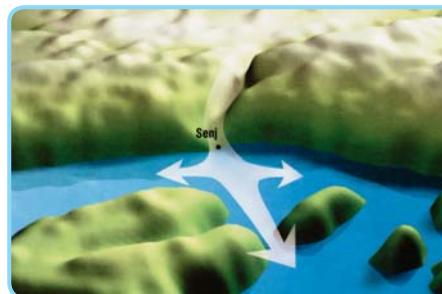
GODINA



► 04



► 05



VJETRU

Znam ja što hoćeš, popodnevni vjetre!
Ti rado bi s lica otpuhno mi sjenu.
Al ako je ona s njime već srasla?
Ne ide to, vjetre, u jednom trenu!

...

Pa ipak, dragi, navrati se opet!

Dobriša Cesarić,
hrvatski pjesnik

► 06



08

18

Razlikuje se deset rodova oblaka, a dijele se na visoke (iz kojih ne pada oborina), srednje i niske oblake.

VISOKI OBLACI:

Cirrus (Ci) je visoki, vlaknast oblak u obliku bijelih niti koji baca sjenu na predmetima na tlu.

Cirrocumulus (Cc) je skupina visokih oblačića sličnih sitnim bijelim grudicama pod nazivom male ovčice.

Cirrostratus (Cs) je bjelkasta oblačna koprena koja izaziva pojavu halo – "dugu" u obliku kruga oko Sunca ili Mjeseca.

SREDNJI OBLACI:

Altocumulus (Ac) je bezoborinski oblak sa skupinama nepravinih oblačića pod nazivom velike ovčice.

Altostatus (As) je jednoličan sloj sivkaste boje kroz koji se nazire položaj Sunca kroz mlječno staklo.

Nimbostratus (Ns) je tipičan oborinski oblak srednje visine i neproziran za Sunce.

NISKI OBLACI:

Stratocumulus (Sc) ima veće oblačne elemente od Altocumulusa i na nižoj visini od njega te obično ne daje oborinu.

Stratus (St) je niski slojasti oblak koji može zaklanjati vrhove nebodera u urbanim područjima.

Cumulus (Cu) je najljepši oblak u obliku tornjeva ili kupola. Zovu se oblaci lijepog vremena. Nastaju zbog vertikalnih uzlaznih struja te mogu prerasti u Cumulonimbuse.

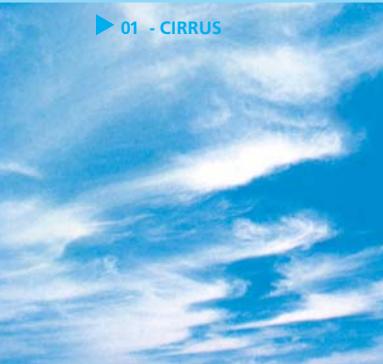
Cumulonimbus (Cb) je tipični grmljavinski oblak koji se može protezati od 1 do 15 km visine iznad tla.

JESTE LI ZNALI?

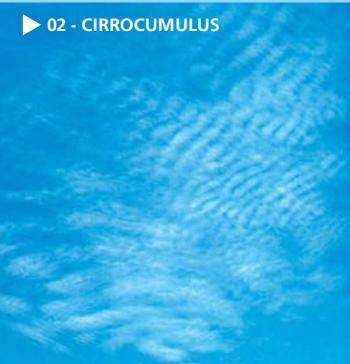
Oblaci su razvrstani u: 10 rodova, 14 vrsta, 11 podvrsta, 9 dopunskih odlika i 7 matičnih oblaka (*genitus-a*).

Primjer: rod je *Cumulus* – gomila ili hrpa, vrsta je *castellanus* – tvrđava, podvrsta je *radiatus* – radijalan, dopunska odlika je *mamma* – sisa, matični oblak je *cumulogenitus* – oblak razvijen od *Cumulusa*.

► 01 - CIRRUS



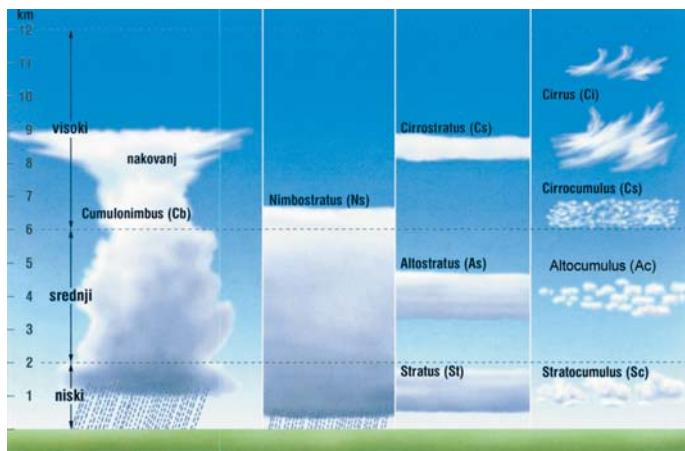
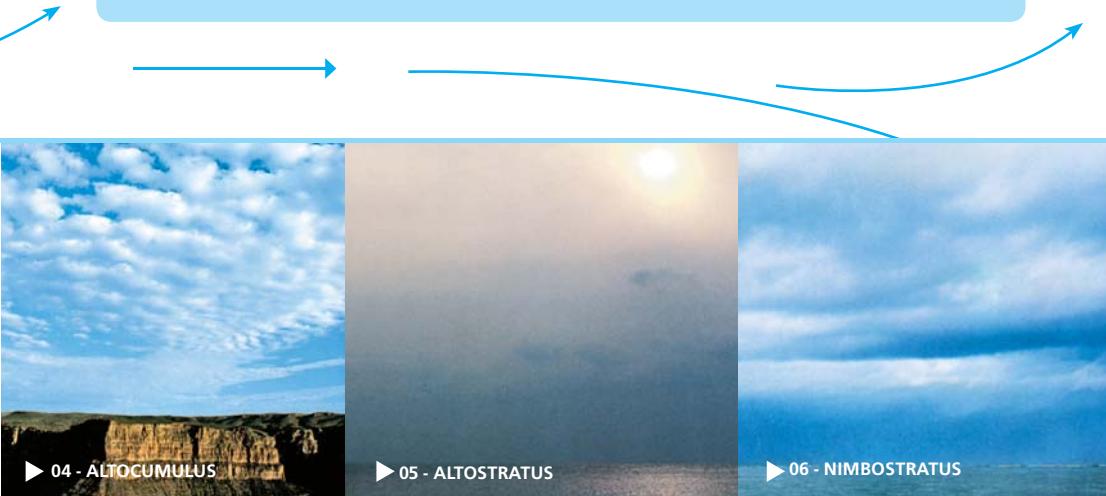
► 02 - CIRROCUMULUS



► 03 - CIRROSTRATUS



OBLACI BIJELI I MRKI



► 11 Shematski prikaz rodova oblaka na vertikalnom atmosferskom presjeku.

09

20

NAOBLAKA se procjenjuje prema stupnju pokrivenosti neba oblacima. Mjeri se u desetinama pri čemu naoblaka 1 označava da je 1/10 neba pokrivena oblacima, a naoblaka 10 da je nebo potpuno pokriveno oblacima.

VEDRI DANI su oni dani u kojima je srednja dnevna naoblaka manja od 2 desetine, a **OBLAČNI** su oni dani u kojima je srednja dnevna naoblaka veća od 8 desetina.

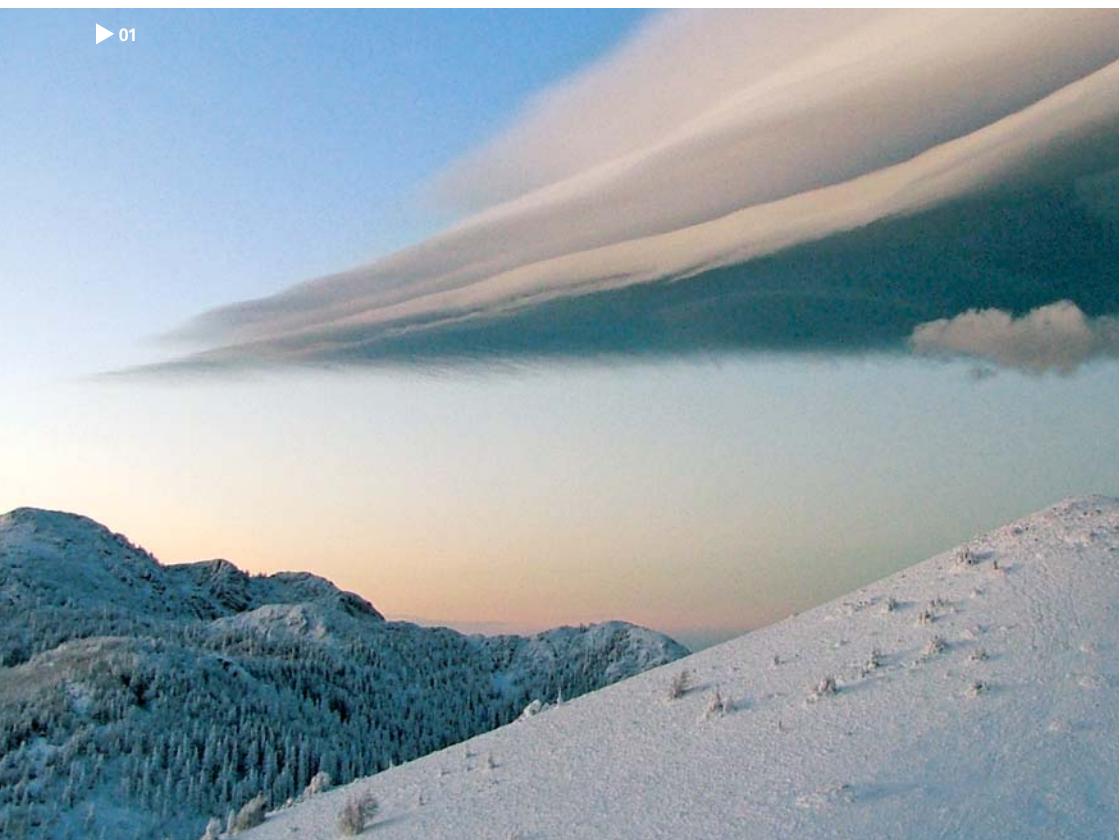
U dijelu godine kada je naoblaka najviša, najmanji je broj sati sa sijanjem Sunca koje nazivamo **OSUNČAVANJE**. Dakle, najveći broj Sunčanih sati je tijekom ljeta i jeseni, a najmanji u proljeće i zimi.

Vedri dani se pojavljuju na Zavižanu u prosjeku 59 puta u godini dok je oblačnih dana u prosjeku 139. Najveći broj vedrih dana Zavižan ima tijekom ljeta i jeseni, a oblačnih tijekom zime i proljeća.

Katkad tijekom jednog mjeseca može biti i 20 vedrih te 25 oblačnih dana.

Najdulje vedro razdoblje trajalo je 9 dana dok je najdulje oblačno razdoblje trajalo 15 dana.

► 01



ZAVIŽAN – IZMEĐU OBLAKA I SUNCA

- 01 Oblak u obliku leće (Altocumulus lenticularis) iznad Velike kose.
- 02 Zavižan u predvorju Cumulonimbusa - očekuje se nevremje.
- 03 Heliograf - instrument za mjerjenje trajanja sijanja Sunca.
- 04 Godišnji hod broja vedrih i oblačnih dana po dekadama za Zavižan za razdoblje 1961-1990.

JESTE LI ZNALI?

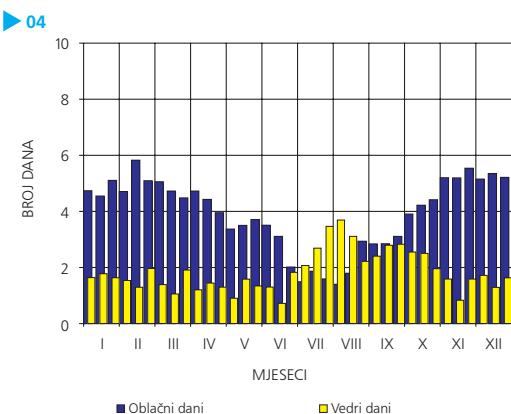
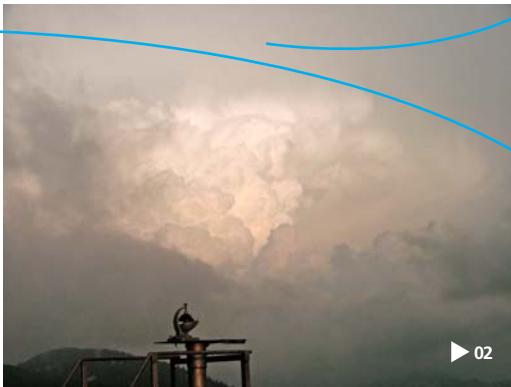
Najviše vedrih dana zabilježeno je na Zavižanu 1961. godine kada ih je bilo 87. Najmanje vedrih dana, samo 30, bilo je 1981. godine. Najviše oblačnih dana (161) bilo je 1984. godine, a najmanje (112) ih je bilo 1983. godine.

VEČERNJA Pjesma o oblacima ...

...
Oblaci lete sada,
Visoki, brzi i smjeli,
I kako lete, pada
Sa brda zvonik bijeli.

I plove oblaci, mrki,
Niz plave svoje drume
I prostru se na crne
hume
Poput nejasne šume.
...

Antun Branko Šimić,
hrvatski pjesnik



10

22

Službeni početak rada klimatološke postaje Zavižan s profesionalnim motriteljem je **1. LISTOPAD 1953.**

GODINE na području starog planinarskog doma pod nazivom "Krajačeva kuća". Od 1. rujna 1964.

godine Zavižan prerasta u **GLAVNU METEOROŠKU POSTAJU** u blizini obnovljenog planinarskog doma.

Postaja se nalazi neposredno ispod velebitskog vrha Vučjak, na visini od 1594 mnv.

Osim standardnih meteoroloških parametara na postaji Zavižan obavljaju se i specijalna motrena kemijskog sastava atmosfere i oborine koja služe za praćenje daljinskog prijenosa atmosferskih zagađivala.

Ovakve su postaje pogodne za takva praćenja jer su neznatno izložene mogućim lokalnim utjecajima.

Pedeseta obljetnica rada postaje, obilježena 2003. godine, popraćena je prigodnom publikacijom – opsežnom monografijom "**ZAVIŽAN - IZMEĐU SNIJEGA, VJETRA I SUNCA**".

JESTE LI ZNAU?

Na meteorološkoj postaji Zavižan dosad je radilo ukupno 16 motritelja. Prvi je bio Nikola Miškulini, a najpoznatiji su svakako članovi obitelji Vukušić iz Gornje Klade koji ovaj posao obavljaju kroz tri generacije, već gotovo pola stoljeća, i dali su ukupno sedam motritelja.

01 Krajačeva kuća iz 1937. godine.

02 Božidar Kirigin – osnivač glavne meteorološke postaje Zavižan.

03 Raspored meteoroloških instrumenata na klimatološkoj postaji Zavižan u razdoblju od 1953. do 1962. godine.

04 Prvi motritelji Nikola Miškulini i Dražen Vukušić 5. srpnja 1962. godine.

05 Novosagrađeni meteorološki krug iz 1964. godine uz obnovljeni planinarski dom Zavižan.

06 Štefanija Vukušić – jedina motriteljica na meteorološkoj postaji Zavižan.

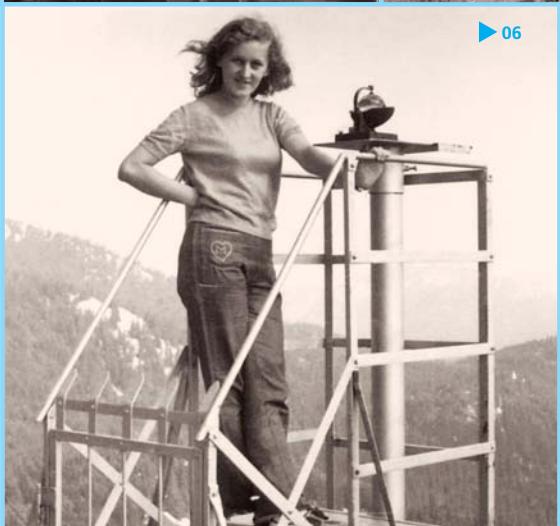
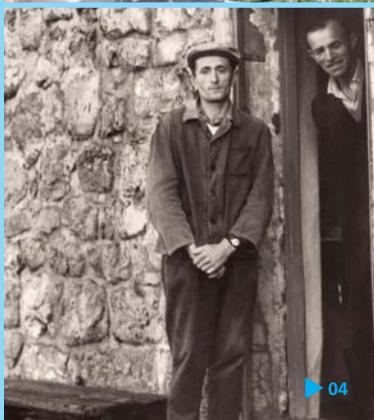
07 Suvremena meteorološka postaja Zavižan početkom svibnja 2007. godine.

► 01

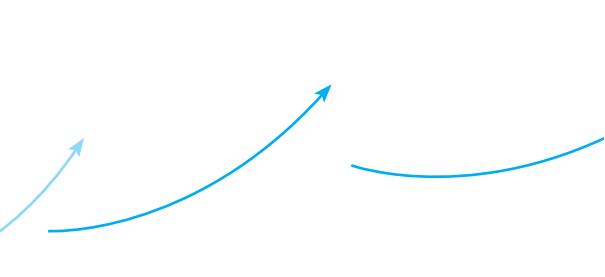


METEOROLOŠKO "GNIJEZDO" PODNO VUČJAKA

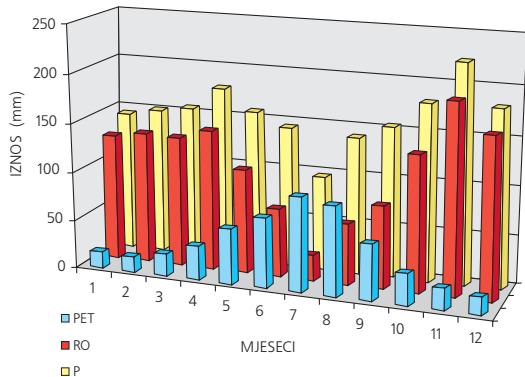
23



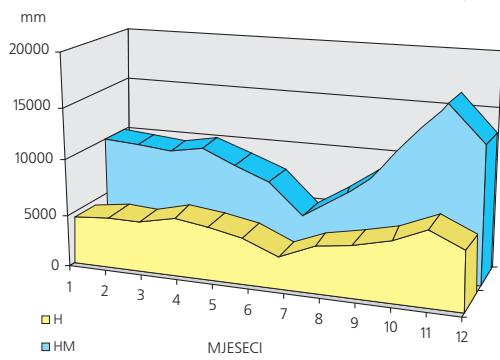
II



► 02



► 03



► 04



► 01

► 05



Mjerenje količine oborine u planinskim područjima je otežano zbog povećane čestine krutih oborina i jakog vjetra.

Zato je pokrenut niz **ISTRAŽIVAČKIH PROJEKATA** s ciljem utvrđivanja pogrešaka pri mjerenu količine oborine u planinskim krajevima.

Državni hidrometeorološki zavod se uključio u te projekte postavljanjem različitih **KIŠOMJERA**: standardnog kišomjera tipa Hellman sa ili bez mrežice za oborinu od magle, brdskog kišomjera sa ili bez obruča, totalizatora itd. Brdski kišomjer je kišomjer prilagođen planinskim uvjetima kao i totalizator s većim količinama oborine.

Isparavanje vode s vodene površine mjeri se ispariteljem. **ISPARITELJ** je obična metalna posuda promjera oko 1 m u kojoj se dva puta dnevno (u 7 i 19 sati po lokalnom vremenu) mjeri promjena razine i temperature vode. Razlika između razina vode u dva uzastopna termina predstavlja isparenu količinu vode u tom razdoblju koja se najčešće izražava u milimetrima kao i količina oborine.

Dio oborinske vode koju ne upije tlo i koja ne ispari otječe niz obronak.

Srednja godišnja količina oborine na Zavižanu izmjerena standardnim kišomjerom je 1919 mm dok je standardnim kišomjerom s mrežicom za sakupljanje oborine od magle izmjereno čak 3960 mm.

Najviše prosječna količina oborine je u studenom (223 mm), a najmanja u srpnju (96 mm).

Najviše vode prosječno ispari tijekom srpnja (96 mm), a najmanje u veljači (15 mm) dok niz planinu prosječno najviše vode otječe u studenom (193 mm), a najmanje u srpnju (26 mm).

U prosjeku se mjerljiva količina oborine (barem 0,1 mm) pojavljuje 165 dana godišnje. Najmanji broj oborinskih dana prosječno je u srpnju (10), a najviši u prosincu (16).

01 Totalizator - „kišomjer“ koji sakuplja oborinu tijekom jedne godine, a prazni se tijekom jeseni.

02 Srednji godišnji hod komponenata vodne ravnoteže za razdoblje 1961-1990: P - oborina, PET - potencijalna evapotranspiracija i RO - otjecanje.

03 Usporedba ukupne količine oborine po mjesecima za razdoblje 1962-1991. godine izmjerene s dva različita kišomjera: standardnog Hellman bez mrežice za skupljanje oborine od magle (H) i s mrežicom (HM).

04 Isparitelj klase A.

05 Različiti kišomjeri na meteorološkoj postaji Zavižan.

06 Skupljači oborine od magle postavljeni na Zavižanu nedaleko od meteorološke postaje.

► 06



JESTE LI ZNAU?

Uz povoljne uvjete od magle bi se uz pomoć dva skupljača (mrežice) površine 48 metara četvornih tijekom samo jednog dana moglo skupiti 10 tisuća litara vode.

12

26

JESTE LI ZNALI?

"U ožujku 1984. godine izmjerena je visina snijega od 3 m. Iste godine ispod sedla Križića neslužbeno izmjereni snježni nanos visine 15 m. Nanos je izmjerena prema bilježu napravljenom na bukviču je visina određena kada se snijeg otopio." - izjavio je Dražen Vukušić, dugogodišnji motritelj na Zavižanu.

Snježne prilike na jadranskoj strani planine su različite od onih na profilu prema ličkoj visoravni. Naime, iako se snijeg na primorskoj strani javlja svake zime njegovo zadržavanje je kratkotrajno.

S porastom nadmorske visine povećava se vjerojatnost zadržavanja snježnog pokrivača na obje strane Velebita.

Zbog pojačanog vjetra se često stvaraju **ZAPUSI** pa je u tim uvjetima teško odrediti visinu snježnog pokrivača.

Godišnji hod srednjeg mjesečnog broja dana sa snježnim pokrivačem različitih klasa visine (većih od 1, 10, 30 i 50 cm) pokazuje da su veće visine snijega češće u drugom, a manje visine snijega u prvom dijelu zime.

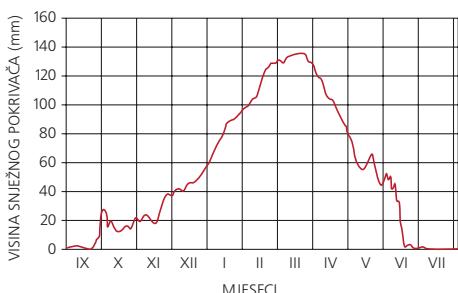
Zavižan je jedina meteorološka postaja u Hrvatskoj na kojoj je snježni pokrivač zabilježen **TJEKOM SVIH MJESECI**, uključujući i srpanj koji je u prosjeku najtoplji mjesec i na Zavižanu.

Snježni pokrivač (snijeg na tlu barem 1 cm) može se očekivati od početka listopada do kraja svibnja.

Snježni pokrivač od oko 20 cm visine tijekom listopada i prve polovice studenog raste do oko 60 cm do kraja prosinca. Krajem siječnja doseže oko 100 cm, u veljači 130 cm, dok tijekom ožujka srednja visina snijega varira oko te vrijednosti. U travnju se snijeg topi razmerno brzo i smanjuje na oko 80 cm da bi se tijekom svibnja u prosjeku smanjio na oko 50 cm te sredinom lipnja isčeznuo.

Visina snijega na Zavižanu je vrlo rijetko veća od 250 cm.

► 02



► 01

01 Srednji godišnji hod petodnevnih visina snježnog pokrivača za Zavižan za razdoblje 1961-1990.

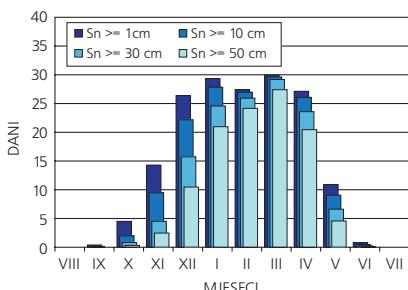
02 Srednji broj dana s različitim visinama snježnog pokrivača na Zavižanu za razdoblje 1961-1990.

03 Snijeg na Zavižanu 31. svibnja 2006. godine.

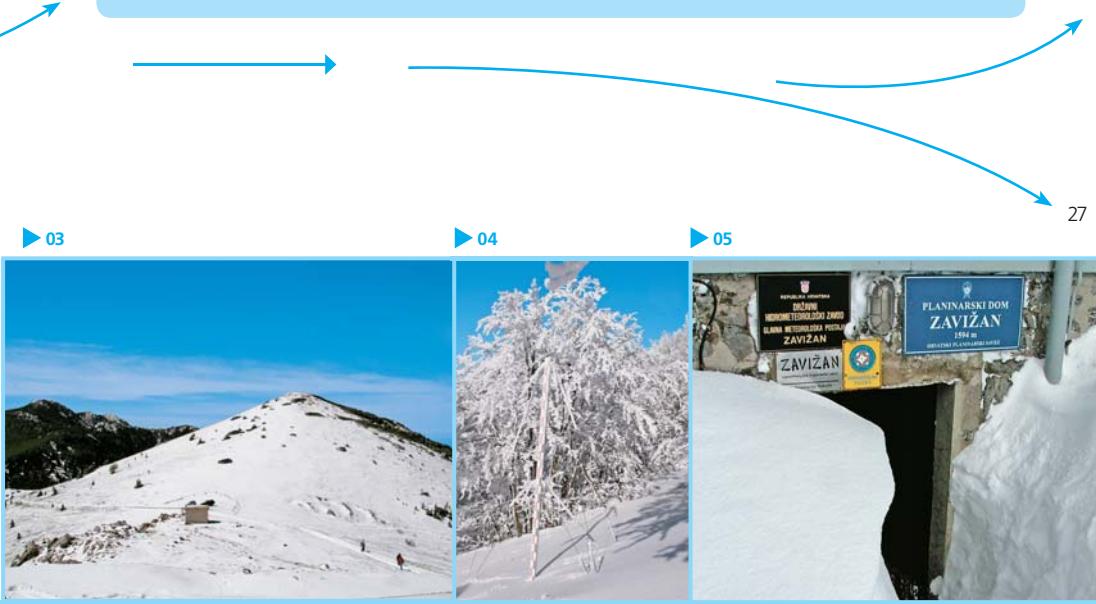
04 Snjegomjerna letva.

05 Vrata planinarskog doma zatrpana snijegom, početak ožujka 2006.

06 Planinarski dom pod Vučjakom zimi.



SNIJEG U GORI "ZELENOJ"



► 06

13

28

Grmljavinska oluja je sustav strujanja protegnut u visinu u kojem su **VERTIKALNA GIBANJA ZNATNIJA OD HORIZONTALNIH**.

Obično nastaje **NAD UGRIJANOM PODLOGOM**, na atmosferskoj fronti, koja predstavlja granično područje između tople i hladne zračne mase, ili pri prelazu zraka preko planine.

► 01



► 02



► 03



Kako se zrak diže on se hlađi, a toplina oslobođena kondenzacijom vodene pare dodatno potiče uzlazna gibanja.

Zbog tih gibanja dolazi i do polarizacije električnog naboja što dovodi konačno do **ELEKTRIČNOG IZBIJANJA** odnosno **MUNJA** koje proizvode zvučne efekte (grmljenje) kao i svjetlosne (sijevanje).

Uz grmljavinske oblake pojavljuje se i tuča koja zajedno s jakim pljuskom kiše i pojačanim prolaznim vjetrom čini štete na površini Zemlje.

Grmljavinske oluje na Zavižanu kao i drugdje u Hrvatskoj češće su u ljetnom nego zimskom dijelu godine.

Motritelj na Zavižanu godišnje u prosjeku zabilježi 34 dana s grmljavinom. Najviše grmljavina tijekom jednog mjeseca, čak 9, zabilježeno je u listopadu 1966. godine.

Iz razgovora s meteorološkim motriteljima na Zavižanu stječe se dojam da oni najviše strahuju upravo od udara groma. To i ne čudi s obzirom na brojne neugodne susrete s "nebeskom iskrom".

01 Stablo stoljetne jеле nakon udara groma.

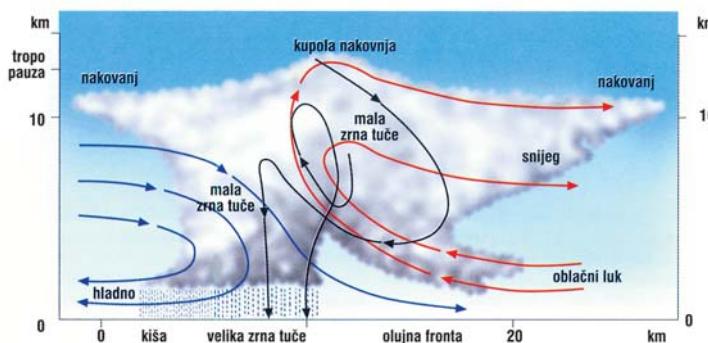
02 Cumulus pred oluju koji naglo raste (pupa).

03 Sniježno nevrijeme u terminu motrenja.

04 Cumulonimbus na vertikalnom presjeku. Područje uzlaznih struja su na prednjoj strani (crvene strujnice desno) i silaznih struja na stražnjoj strani Cumulonimbusa (plave strujnice lijevo).

05 Munja.

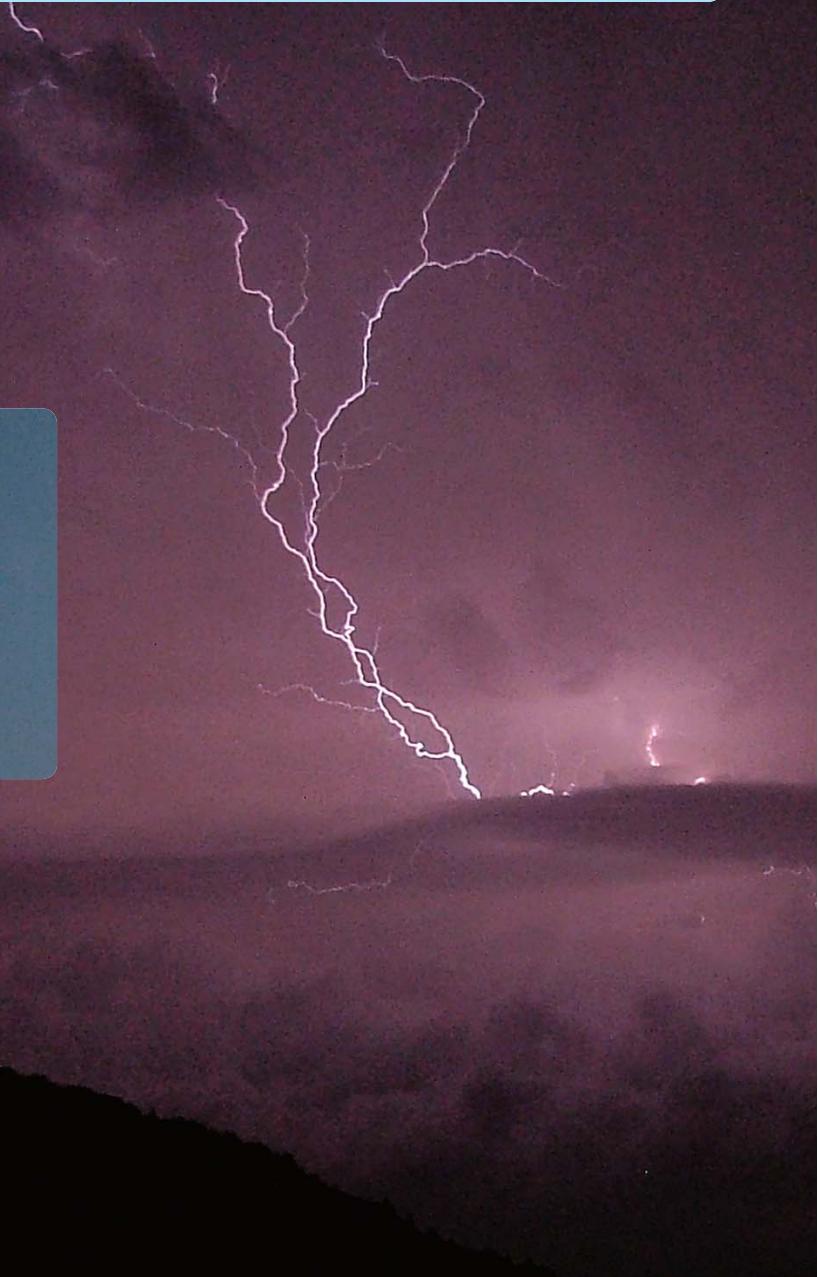
► 04



"ŽESTOKE" GRMUJAVINSKE OLUJE

JESTE LI ZNALI?

Uz pretpostavku da su na području olujnog oblaka prosječna uzlazna strujanja zraka 10 m/s na površini jednog četvornog kilometra, onda taj oblak u jednoj sekundi "usisa" 10 milijuna metara kubnih zraka.



14

30

Podaci s meteoroloških postaja dostavljaju se putem posebnih izvješća u središnje nacionalne sabirne centre odakle se nakon provjere kvalitete prosleđuju u svjetske sabirne centre.

Nakon postupka analize meteoroloških podataka pokreće se **ATMOSFERSKI MODELI** pomoći kojih se proračunava buduće stanje atmosfere - to je **PROGNOZA VREMENA**.

Najbolje srednjoročne vremenske prognoze na svijetu, do deset dana unaprijed, proizvode se u Europskom centru za srednjoročne prognoze u Reading-u, u Velikoj Britaniji, kojega je Hrvatska član.

Detaljnije **KRATKOROČNE** prognoze vremena, do 3 dana unaprijed, dobivaju se u Državnom hidrometeorološkom zavodu Republike Hrvatske.

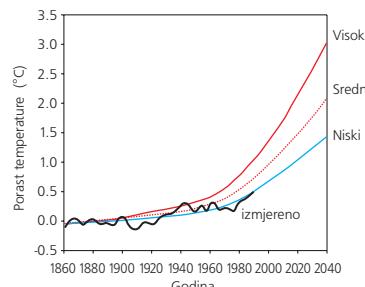
U posljednje vrijeme proizvode se **SKUPNE (ANSAMBL)** srednjoročne i dugoročne prognoze vremena, i do 3 mjeseca unaprijed.

Praćenjem podataka o temperaturi zraka u pojedinim zemljama prati se prosječna globalna temperatura zraka na Zemlji.

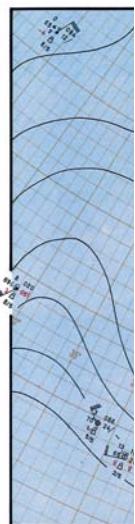
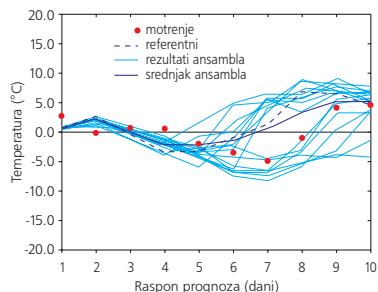
U zadnjih 150 godina porast srednje globalne prizemne temperature zraka iznosi oko 1°C .

Smatra se s velikom pouzdanošću (većom od 90%) da je recentno globalno zatopljenje posljedica povećanja koncentracije **STAKLENIČKIH PLINOVА** u atmosferi koje proizvodi čovjek svojom aktivnošću.

► 01



► 02



01 Scenarij globalnog zatopljenja.

02 Primjer perjanice ansambl prognoze temperature zraka za 10-dnevno razdoblje.

03 Anomalije srednje globalne površinske temperature zraka u odnosu na prosjek 1961-1990.

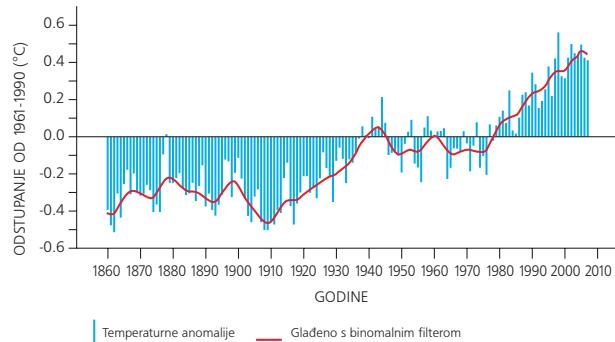
04 Prizemna sinoptička karta.

05 Oblak u obliku leće iznad meteorološke postaje Zavižan.

PREDVIĐANJE VREMENA I KLIME

31

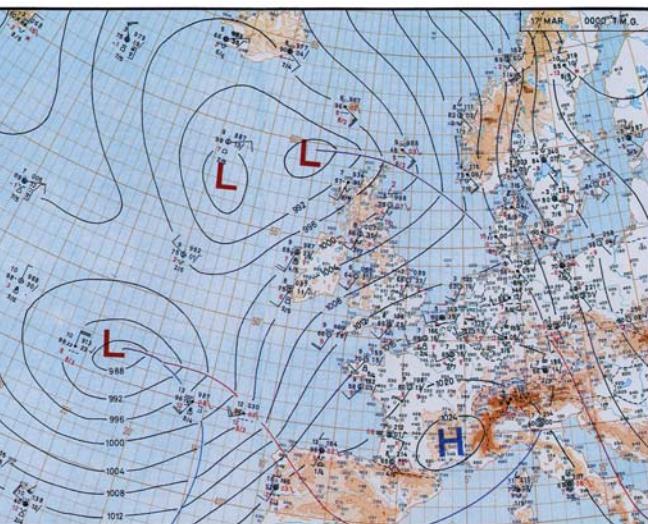
► 03



JESTE LI ZNALI?

Atmosferski modeli pokazuju da bi se globalno zatopljenje moglo nastaviti. Procjenjuje se da će prosječna godišnja globalna površinska temperatura (na 2m iznad Zemljinog kopna te površinska temperatura mora) porasti za 3 do 5°C, te da bi se razina mora mogla podići za 0,5 do 1 m u idućih sto godina.

► 04



► 05



JESTE LI ZNALI?

Sloj u Zemljinoj utrobi je dobio naziv po poznatom hrvatskom geofizičaru Andriji Mohorovičiću, koji je bio upravitelj meteorološkog opservatorija Zagreb-Grič od 1893. do 1914. godine. Po Andriji Mohorovičiću nazivaju se naftne platforme širom svijeta kao i jedan krater na Mjesecu.

Ljudi čije su aktivnosti na otvorenome, pokušavali su od davnina prozrijeti čudi vremena i klime. Za tu su svrhu koristili **"ZNAKOVE" VREMENA**.

Na početku razvoja vremenoslovija nije bilo posebno obrazovanih ljudi za tu struku. To su mahom bili svećenici, filozofi ili prirodnjaci.

U Hrvatskoj postoji dobro organizirani sustav naobrazbe za profesionalnog meteorologa uključujući najviše znanstvene stupnjeve.

METEOROLOG-TEHNIČAR se postaje nakon završene srednje meteorološke škole u "Šumarskoj i drvodjeljskoj školi u Karlovcu".

Učenici koji to žele mogu nastaviti **STUDIJ METEOROLOGIJE** na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) u Zagrebu, na smjeru **GEOFIZIKA**. Meteorologiju mogu studirati i učenici čiji profil obrazovanja zadovoljava upis na smjer fizika. Nastavni se program čvrsto naslanja na temeljno obrazovanje iz fizike i matematike.

Profesionalni meteorolog se može postati i s naobrazbom sličnom naobrazbi meteorologa-tehničara odnosno diplomiranog meteorologa, radom u struci.

Postoji i mogućnost postizanja znanstvenih i nastavnih akademskih stupnjeva kao što su magisterij i doktorat nakon završenog poslijediplomskog studija na PMF-u u Zagrebu.

Iskustvo pokazuje da studenti meteorologije stječu znanja koja im omogućuju uspješan doktorski studij na najboljim svjetskim sveučilištima, kao i relativno lako pronalaženje različitih poslova u struci.

01 Kad nad Velebitom nastane oblana kapa - brv ili brvina, na primorju će puhati bura. Pogled sa Zavižana, ispod brvine, prema Rabu.

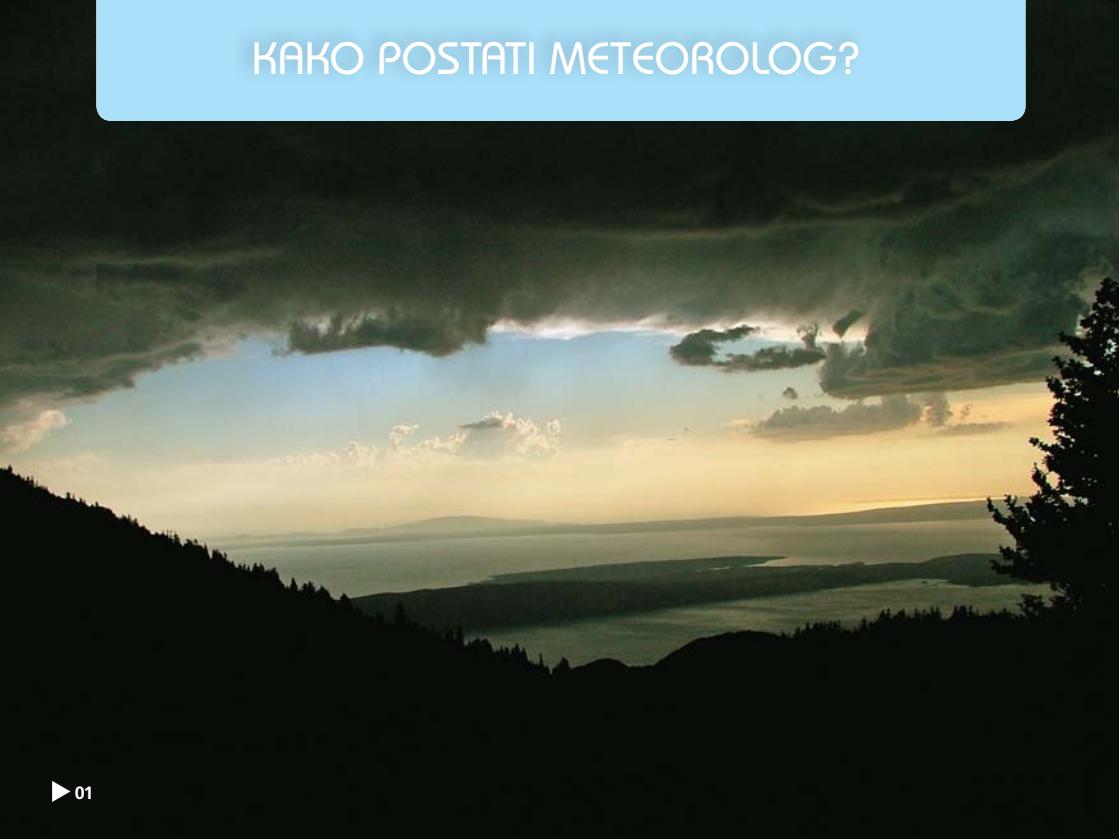
02 Meteorolozи na Velikom Zavižanu - terenski izlet povodom obilježavanja 50. obljetnice meteorološke postaje Zavižan i izdavanja monografije "Zavižan - između snijega, vjetra i Sunca".

03 Posao meteorološkog motritelja zahtijeva veliku predanost - gospodin Ante Vukušić radi na postaji Zavižan već gotovo četiri desetljeća.

04 Zgrada Geofizičkog zavoda "Andrija Mohorovičić" u Zagrebu.

05 Šumarska i drvodjelska škola u Karlovcu.

KAKO POSTATI METEOROLOG?



► 01



► 02



► 03



► 04



► 05

16

34

JESTE LI ZNAU?

Zavižan je često zastrt oblacima pa je vidljivost nerijetko manja od 100 m. No kad atmosferske struje rastjeraju oblake, atmosfera može biti tako prozračna da se može vidjeti talijanska obala, što znači da vidljivost može biti i veća od 100 km.

VUČAK je jedan od vrhova koji okružuju plato Zavižan na sjevernom Velebitu. Nadmorska visina mu je **1644 m**.

S vrha se dobro vidi većina Kvarnerskih otoka i dio cjelokupne obale oko Senja. Također je lijep pogled na okolne i udaljene vrhove Velebita, a za povoljna vremena pogled se pruža čak do dalekih Alpa te zapadne jadranske obale u Italiji.

Položaj Vučjaka je idealan za **MJERENJE SMJERA I BRZINE VJETRA**, jer je potpuno otvoren na sve strane. Nakon uspostave glavne meteorološke postaje Zavižan, bilo je pokušaja uspostave mjerjenja vjetra, no ono se nažalost moralo prekinuti jer su udari groma bili tako česti da su ugrožavali život na meteorološkoj postaji. Izgradnjom Sunčevih panela za samostalno napajanje taj se problem rješava. Podaci o vjetru dobiveni s tako reprezentativnog mjesto bili bi izuzetno korisni kako za operativnu (na primjer svakodnevna analiza i prognoza vremena), tako i za primijenjenu meteorologiju (primjena meteoroloških podataka u istraživanju i gospodarstvu).

- 01 Pogled prema moru s vrha Vučjak ljeti: Ivan Čačić i Ante Vukušić.
- 02 Pogled sa Zavižana prema otoku Rabu zimi.
- 03 Vrlo rijetko, sa Zavižana i okolnih vrhova mogu se vidjeti Apenini u Italiji.
- 04 Pogled prema unutrašnjosti - u daljinu se vidi Klek, kod Oglina.
- 05 Pogled s Velikog Zavižana na vrh Vučjak s planinarskim domom u podnožju.
- 06 Vrhovi Alpa pod snijegom u pozadini.
- 07 Prizori koji oduzimaju dah - pogled prema Jadranu u sutor.



► 01



► 02

SPEKTAKULARNI VIDICI – VUČJAK



► 03



► 04



► 05



► 06



► 07

Ova knjižica nastala je u suradnji Javne ustanove Nacionalni park Sjeverni Velebit i Državnog hidrometeorološkog zavoda.

**JAVNA USTANOVA
NACIONALNI PARK SJEVERNI VELEBIT**

Krasno 96, 53274 Krasno
T: +385 (0)53 665 380
F: +385 (0)53 665 390
e-mail: npsv@np-sjeverni-velebit.hr
web: www.np-sjeverni-velebit.hr

DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

Grič 3, 10000 Zagreb
T: +385 (0)1 4565 666
F: +385 (0)1 4851 901
e-mail: dhmz@cirus.dhz.hr
web: meteo.hr

NAKLADNIK:

Javna ustanova Nacionalni park Sjeverni Velebit, 2011.

ZA NAKLADNIKA:

Milan Nekić, ravnatelj

AUTORI TEKSTOVA:

Krešo Pandžić, Ivan Čačić, Zvonko Žibrat - DHMZ
Branko Grisogono - Geofizički odjek PMF-a u Zagrebu

FOTOGRAFIJE:

Arhiva Državnog hidrometeorološkog zavoda i JU NP Sjeverni Velebit
Ante Vukušić, Franjo Novosel, Privatna zbirka Željka Poljaka

GRAFIČKO OBLIKOVANJE:

Ana Hruškar Varović, Denona d.o.o.

TISAK:

Denona d.o.o.

NAKLADA: 10000 kom.

ISBN: 978-953-7552-07-7

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu
Sveučilišne knjižnice Rijekā pod brojem 120901057



Nacionalni park
Sjeverni Velebit

