

Branka PENZAR,  
Ivan PENZAR,  
Božena VOLARIĆ,  
Zagreb

## UTJECAJ MORA I TOPOGRAFIJE U PREDJELU BOKE KOTORSKE NA NISKE TEMPERATURE ZRAKA

### UVOD

Poznato je u klimatologiji da su među geografskim okolnostima koje modificiraju temperaturu zraka najvažniji utjecaj mora odnosno kopna i utjecaj nadmorske visine. U predjelu Boke, na relativno malom prostoru, djeluju sva tri utjecaja: more i kopno duboko zadiru jedno u drugo, a uz obalu dižu se visoke planine. Zato, u tom kraju, osim drugih meteoroloških osobitosti, nalazimo i karakterističnu raspodjelu temperature zraka. Ona se sastoji s jedne strane, u tom da su u smjeru kopna, oko petnaestak kilometara od glavne obalne linije koja se proteže u pravcu sjeverozapad — jugoistok, temperature zraka jako ublažene, što je posljedica izravnog djelovanja mora na atmosferu. S druge strane, na malom razmaku, opet od oko 15 km zračne linije, visina terena mijenja se od 0 do gotovo 2 000 m, što znači da se temperatura smanjuje prosječno za 10°.

Takve nagle promjene temperature na malim udaljenostima interesantne su, dakako, sa čisto meteorološkog stanovišta, ali smatramo da bi mogle zanimati i nemeteorologe. One se, naime, odražavaju u rasporedu biljnih vrsta i predstavljaju izvjesnu turističku prednost ovoga kraja. Sigurno je vrlo povoljna okolnost kad ljetovalište, koje se nalazi u toploj klimi, može svojim gostima ponuditi kratke izlete koji će ih dovesti u mnogo svježiji zrak i među sasvim drugačiju vegetaciju.

Ovdje bismo se detaljnije htjeli osvrnuti samo na pojavu niskih temperatura u predjelu Boke Kotorske. Kao što se može vidjeti u Atlasu klime SFRJ, Boka ima cijele godine srednju dnevnu temperaturu zraka višu od 5°C. To vrijedi, dakako, za obalu, ali i za okolne planinske obronke do izvjesne visine. Zato se u tom predjelu, kao i na čitavom južnom Jadranu, svaka temperatura zraka manja od 0°C može smatrati niskom. Prema tome,

termin »niske temperature« u ovom prikazu odnosi se na temperature zraka ispod 0°. U meteorologiji je običaj da se dan, kad se temperatura zraka bar na kratko vrijeme spustila ispod ništice, zove hladnim danom, pa ćemo i taj naziv upotrebljavati u tekstu koji slijedi. Razmatrat ćemo ove veličine koje karakteriziraju klimu Boke Kotorske: srednji godišnji broj hladnih dana i srednje datume prvog i posljednjeg hladnog dana u zimi.

### UPOTREBLJENI PODACI

Meteorološka su mjerenja u predjelu Boke započela u drugoj polovici prošlog stoljeća. Najstariji objavljeni podaci su opsežna i pouzdana mjerenja na rtu Oštra, od 1868. god. dalje. Austrijske su vlasti osnovale gustu mrežu kišomjernih postaja na raznim visinama, ali mjerenja temperature bilo je, a i danas ih je još, relativno malo s obzirom na raznolikost terena. Takav je, uostalom, slučaj svugdje u gorovitim krajevima. No razna su meteorološka istraživanja već prije pokazala da čitav obalni pojas južnog Jadrana zajedno s Bokom čini jedinstvenu cjelinu što se tiče zakonitosti po kojoj se temperatura zraka mijenja s visinom. To praktično znači da se pri proučavanju rasporeda hladnih dana u Boki možemo poslužiti i mjerenjima vanjskih meteoroloških stanica iz šire okolice. Pregled stanica i njihovih podataka koje smo upotrijebili u ovom prikazu daje tab. 1. Sve su to vrijednosti koje je Savezni hidrometeorološki zavod priredio za izradu Atlasa klime SFRJ za razdoblje 1931—1960. Crtica u tab. 1 znači da odgovarajući podatak nedostaje.

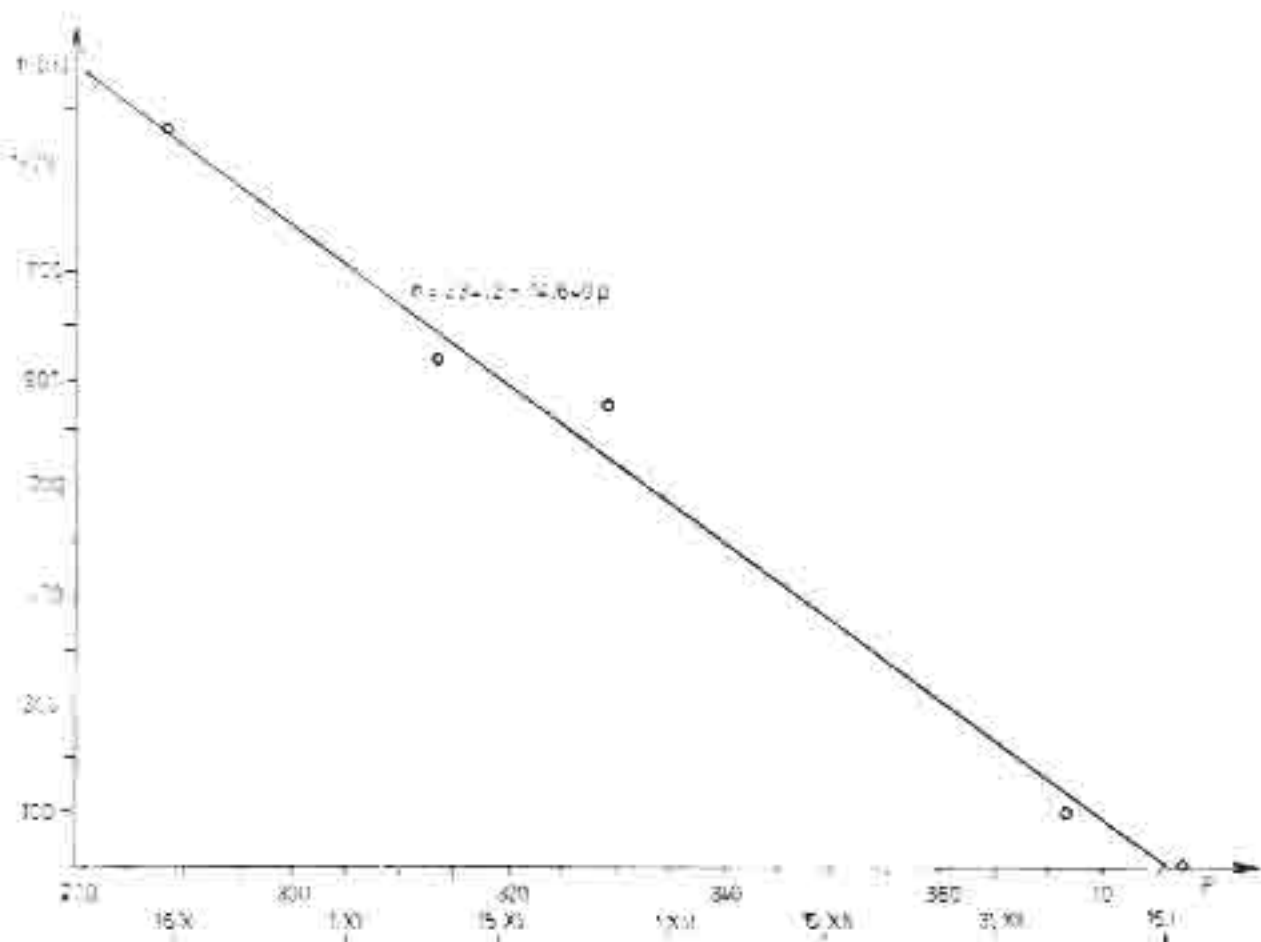
(Tabela 1)

PODACI METEOROLOŠKIH STANICA NA TEMELJU KOJIH JE IZRADEN OVAJ PREGLED

Br.	Met. stanica	Visina m	Sr. broj hl. dana	Srednji datum		Vjerojatnost za hladni dan
				prvog hladnog dana u zimi	posljednjeg	
1.	Bar	6	11,5	ne nastupa svake zime		0,93
2.	Budva	5	7,3	17. I	8. II	1,00
3.	Crkvice	935	—	9. XI	3. IV	1,00
4.	Čibača	7	11,6	—		—
5.	Dubrovnik	49	5,8	ne nastupa svake zime		0,80
6.	Gruda	84	23,4	—		—
7.	Herceg-Novi	40	5,7	ne nastupa svake zime		0,80
8.	Hvar	20	5,9	ne nastupa svake zime		0,67
9.	Ivanova Korita	1360	—	15. X	1. V	1,00
10.	Mosor — Ljuvač	853	43,1	25. XI	9. IV	1,00
11.	Opuzen	2	10,7	ne nastupa svake zime		0,93
12.	Orebić	6	9,5	—		—
13.	Ston	2	17,0	—		—
14.	Ulcinj	97	11,2	6. I	25. II	1,00
15.	Vela Luka	30	17,3	—		—

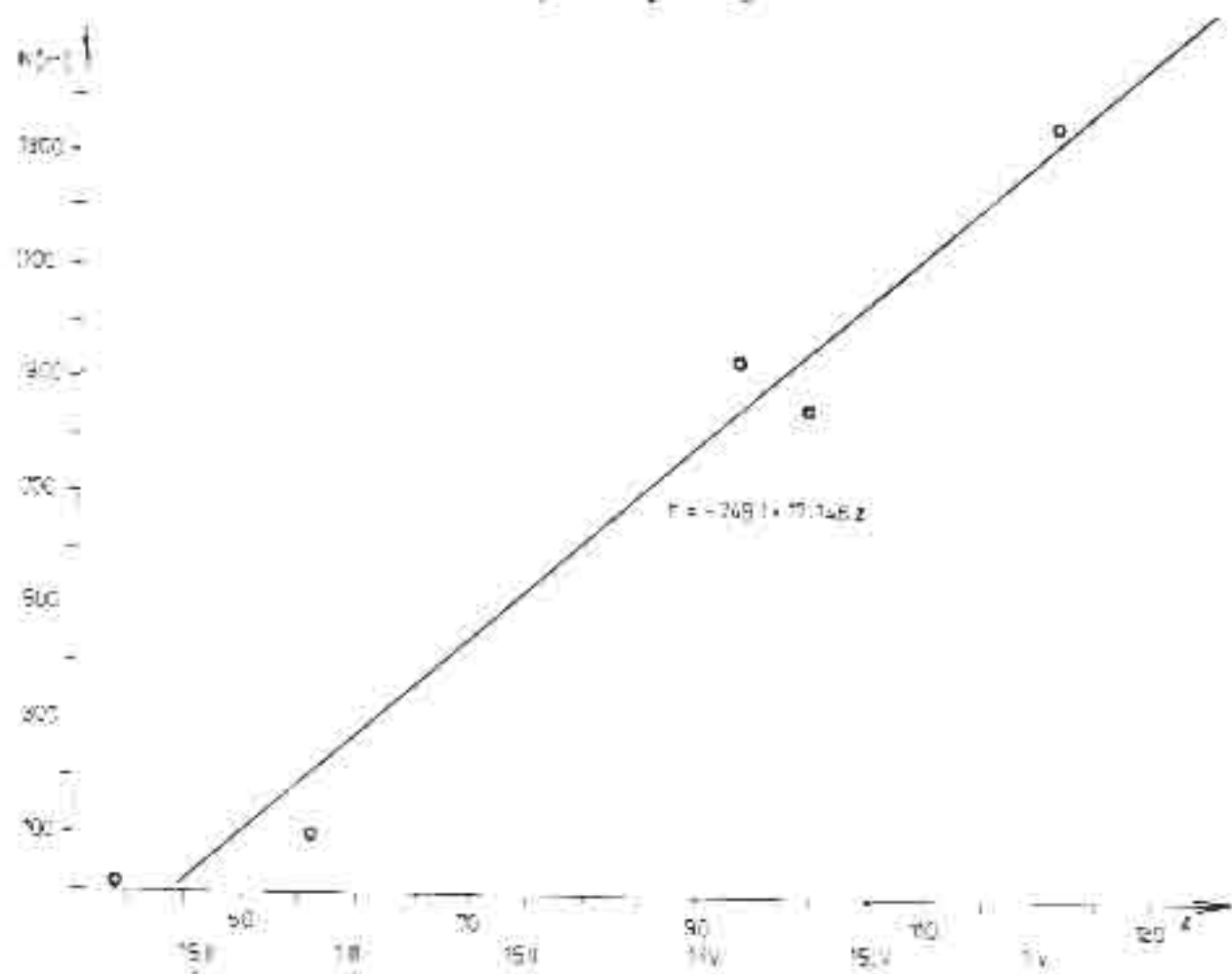
## METODA RADA I REZULTATI

Poznato je da niske temperature vladaju u hladnom dijelu godine ne samo u visinama, tj. na vrhovima planina, nego se za vedrih i mirnih noći javljaju i u dolinama na kopnu, u koje se taloži i iz kojih teško može isticati zrak ohlađen toplinskim zarenjem tla. Kako je more zimi relativno toplo, hladan zrak s kontinenta, koji dođe nad more, neće se dalje ohlađivati, nego se može jedino ugrijati. Zato na Jadranu, južno od rta Ploče, postoji područje u kojem temperatura zraka može cijele godine biti iznad 0°. To nije redoviti slučaj svake godine, nego se događa u blažim zimama, kad zrak koji općom cirkulacijom atmosfere bude doveden na Jadran, nije jako hladan. U oštrim zimama prodori vrlo hladnog zraka zahvate čitav Jadran, ili njegov veći dio, i tada se temperature ispod nule mogu pojaviti i nad samim morem. Granica između područja, u kojem hladni dani nastupaju svake zime i područja gdje je vjerojatnost za pojavu hladnog dana manja od 1, određena je prema metodi (prikazanoj u Penzar I. i sur., 1970), koju ovdje nećemo opisivati. Na slikama 4 i 5 ta je granica izvučena debljom linijom.



Sl. 1. Grafički prikaz veze između srednjeg datuma prvog hladnog dana u zimi i nadmorske visine.

U skladu s naprijed rečenim, trebalo je iz podataka odrediti za broj hladnih dana, te za njihov početak i svršetak promjene: s visinom a) duž obronaka koji se spuštaju do mora i b) u uleknu.



Sl. 2. Grafički prikaz veze između srednjeg datuma posljednjeg hladnog dana u zimi i nadmorske visine.

ćima na kopnu, gdje se hladan zrak može nagomilati. Za ove posljednje imali smo na raspolaganju samo malobrojne podatke o broju hladnih dana, a ne i o prvom i posljednjem hladnom danu.

(Tablica 2)

KOEFICIJENTI KORELACIJE IZMEĐU NADMORSKIH VISINA I PODATAKA O HLADNIM DANIMA, TE REDNI BROJ STANICA (PREMA TAB. 1) KOJE SU UZETE U OBZIR

	Obronci	Upotrebljene stanice
Srednji datum prvog hladnog dana u zimi	-0,994	2, 3, 9, 10, 14
Srednji datum posljednjeg hladnog dana u zimi	0,986	2, 3, 9, 10, 14
Srednji godišnji broj hladnih dana	0,995	1, 5, 7, 8, 10, 14
Srednji godišnji broj hladnih dana uleknuca	0,887	6, 13, 15

Pokazalo se da postoji čvrsta linearna korelacija između nadmorske visine i podataka o hladnim danima duž obronaka, što se može vidjeti iz tab. 2. Međutim, jedini koeficijent korelacije koji smo mogli odrediti za uleknuća na terenu, usprkos tome što iznosi 0,887, nije signifikantan, jer se osniva na podacima samo triju stanica.

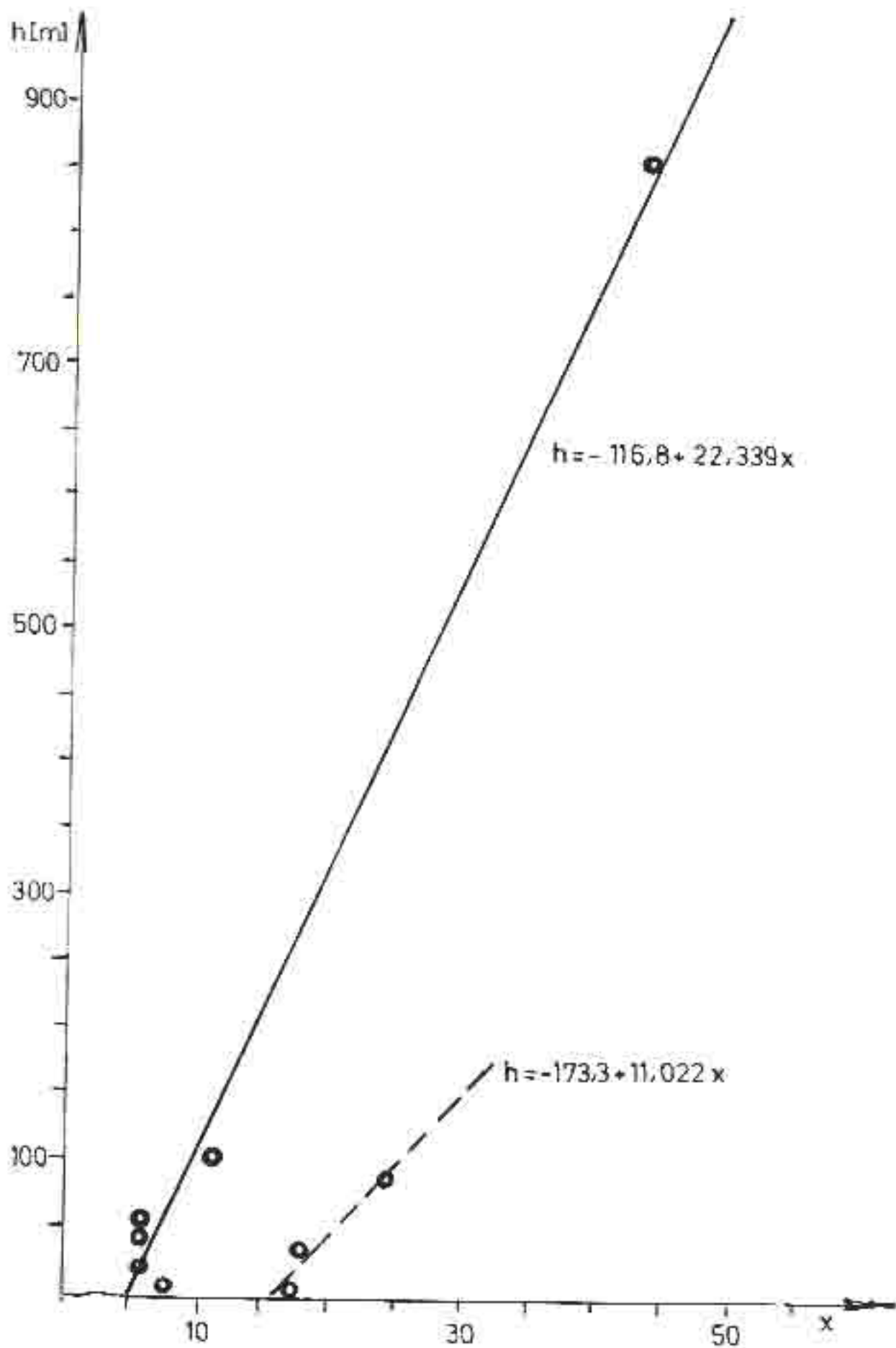
Na temelju toga izračunali smo metodom najmanje sume kvadrata pravce regresije koji povezuju nadmorsku visinu i podatak o hladnim danima. Jednadžbe pravaca navedene su u tab. 3. Zbog visoke korelacije vrlo je sličan pravac u kojem se visina smatra zavisnom varijablom (tab. 3 A) odgovarajućem pravcu gdje je visina uzeta kao nezavisna varijabla (tab. 3 B). Zato su na slikama 1 do 3 nacrtani samo pravci iz prvog dijela tab. 3. Budući da ne možemo ništa pouzdano tvrditi o korelaciji na uleknutom dijelu terena, stavljena je odgovarajuća jednadžba u tab. 3 u zagradu, a na sl. 3 je pravac naznačen crtkano, te nam je u daljnjem radu služio samo za orijentaciju.

(Tabela 3)

JEDNADŽBE PRAVACA REGRESIJE IZMEĐU NADMORSKE VISINE I PODATAKA O HLADNIM DANIMA

A) Za određivanje visine $h$ (u metrima) na kojoj se nalazi zadani:	
srednji datum prvog hladnog dana u zimi, $p$	$h = 234,2 - 14,640 \cdot p$
srednji datum posljednjeg hladnog dana u zimi, $z$	$h = -740,1 - 17,146 \cdot z$
srednji godišnji broj hladnih dana, $x$	$h = -116,8 + 22,339 \cdot x$
	(uleknuća $h = -173,3 + 11,022 \cdot x$ )
B) Za određivanje podatka o hladnim danima na zadanoj nadmorskoj visini $h$ (u metrima):	
srednji datum prvog hladnog dana u zimi, $p$	$p = 15,5 - 0,068 \cdot h$
srednji datum posljednjeg hladnog dana u zimi, $z$	$z = 44,8 + 0,057 \cdot h$
srednji godišnji broj hladnih dana, $x$	$x = 5,3 + 0,044 \cdot h$
	(uleknuća $x = 16,0 - 0,083 \cdot h$ )

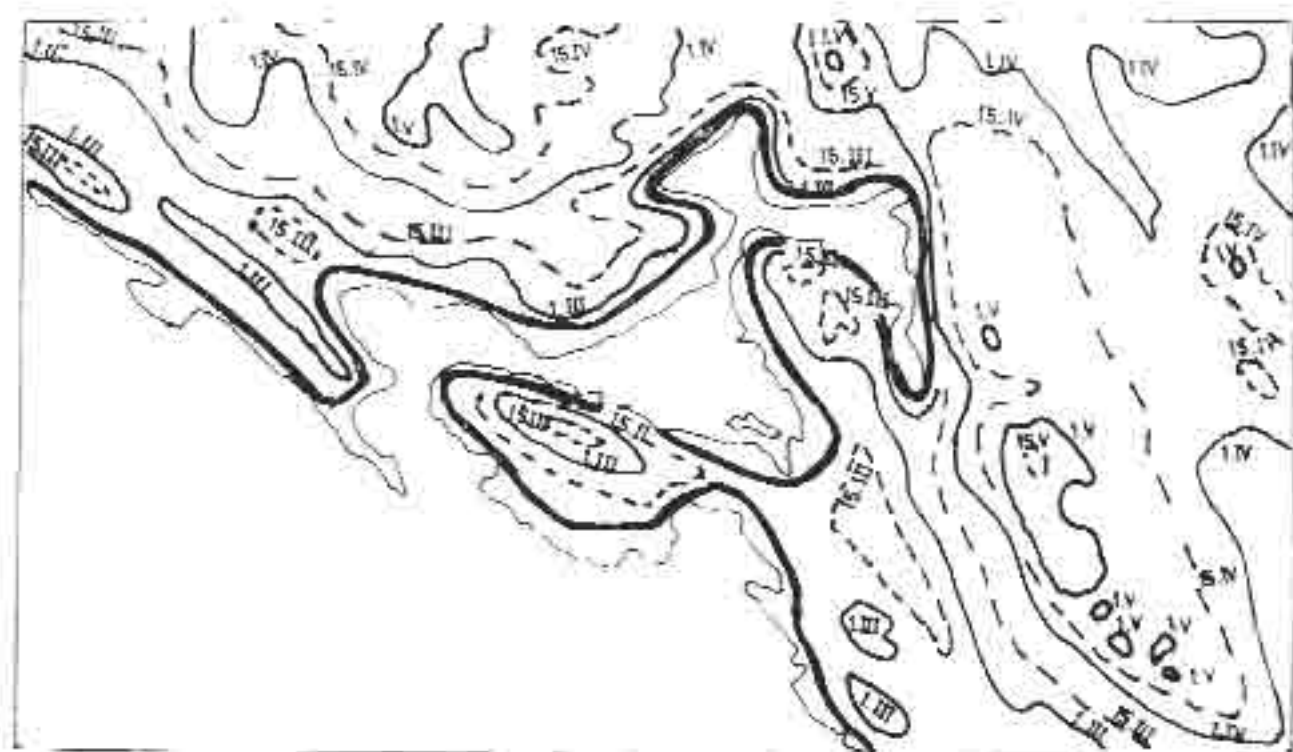
Slike 4, 5 i 6 pokazuju konačni rezultat ovog istraživanja. Iz njih je vidljivo na koji način hladni dani, idući od mora u visinu, sve ranije započinju i sve kasnije prestaju, pa ih ima sve više. U malim visinama nešto je hladniji od okoline predio Župe. Granica područja u kojem se hladni dani ne javljaju redovito svake zime (deblja linija na sl. 4 i 5) teče tik uz obalu na visini od oko 100 m.



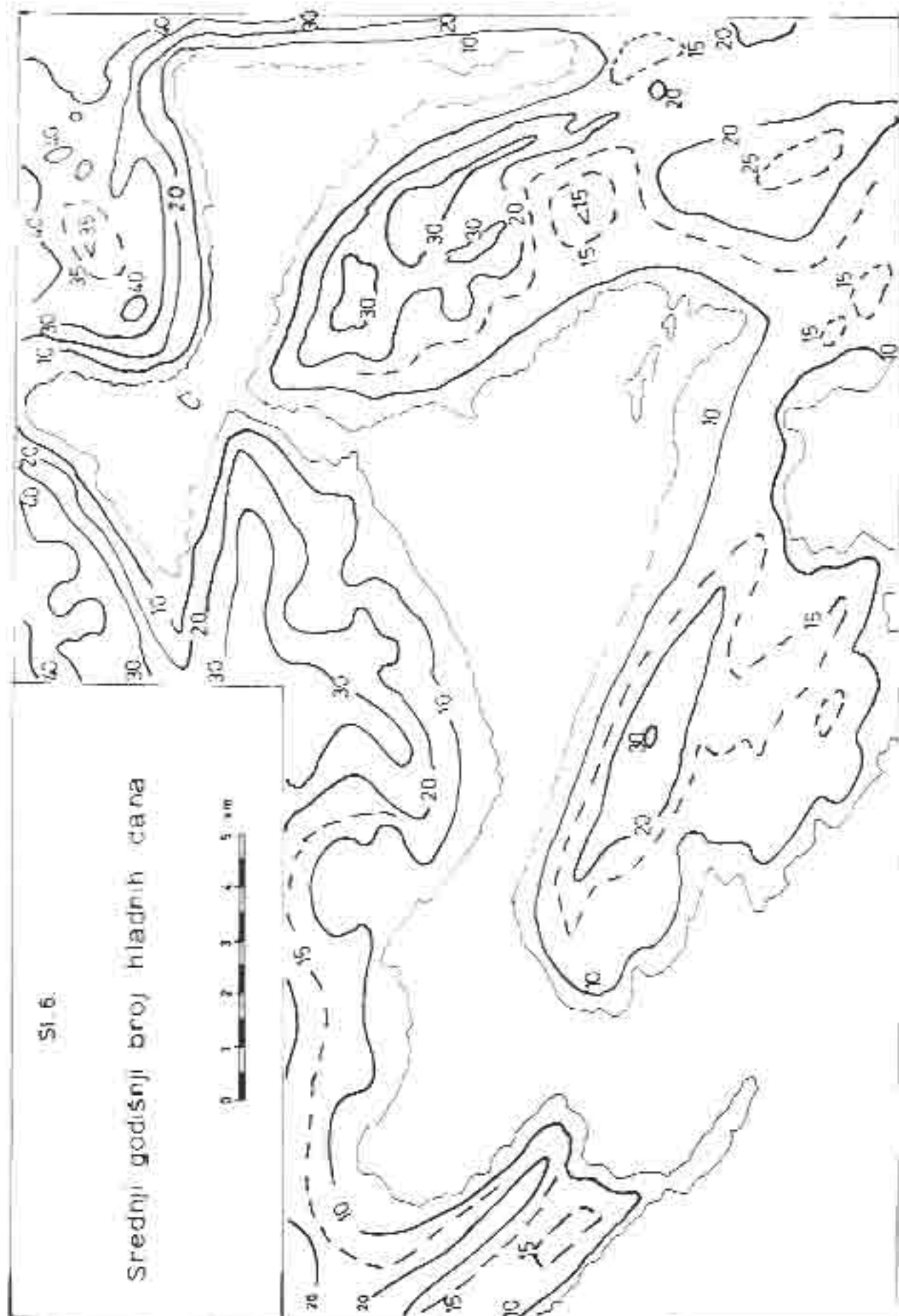
Sl. 3. Grafički prikaz veze između srednjeg godišnjeg broja hladnih dana i nadmorske visine.



Sl. 4. Srednji datum kad se temperatura zraka prvi puta u zimi spusti ispod  $0^{\circ}\text{C}$  (prvi hladni dan) u predjelu Boke Kotorske.



Sl. 5. Srednji datum kad se temperatura zraka posljednji puta u zimi spusti ispod  $0^{\circ}\text{C}$  (posljednji hladni dan) u predjelu Boke Kotorske.



Si. 6. Srednji godišnji broj dana u kojima je temperatura zraka bila bar neko vrijeme ispod  $0^{\circ}\text{C}$  (hladni dani) u predjelu Boke Kotorske.



## LITERATURA

- Penzar I., Penzar B., Volarić B., 1970, O metodici izrade klimatoloških karata u vezi s pojavom hladnih dana. *Geografski glasnik* 32, Zagreb, str. 62 — 77.
- Savezni hidrometeorološki zavod, 1968 —, Atlas klime Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije, Beograd.

**S u m m a r y**

**INFLUENCE OF SEA AND TOPOGRAPHY ON LOW AIR TEMPERATURE  
AROUND BOKA KOTORSKA**

Branka PENZAR

Ivan PENZAR

Božena VOLARIĆ

An important climatic feature of any region is the mean date of the first and last freezing day as well as the number of freezing days in Winter. In the Boka Kotorska area these characteristics change rather rapidly from the sea inland and upward. The means of these characteristics have been computed over a period of thirty years (1931—1960) and high correlation with altitude established. By means of regression lines charts representing the distribution of the mean dates of the first and last freezing day and the mean number of freezing days has been drawn for the Boka Kotorska region.