

Igor MEZGEC

Meteorološki zavod SR Slovenije, L j u b l j a n a

## SUMMARY

The present paper deals with thunderstorm activity in Primorska, the region in southwestern part of Slovenia. There are a lot of differences in yearly, as well as in daily courses of thunderstorm occurrences between the places situated at the coast and those situated away from the coast. In coastal region thunderstorms are more frequent in autumn than in spring, there are two maxima of thunderstorm activity (June and August), while in places away from the coast there is only one, at the end of June or at the beginning of July. Also, at the coast more thunderstorms occur during the night; even hail is more frequent in night time. And inversely in the region away from the coast more thunderstorms occur during the day, with their maximum soon after mid-day. Finally, the duration of thunderstorms is much longer (almost twice) at the coast than in places situated more in the inland.

The main reason for those differences is the influence of the sea, which, with its great heat capacity, exercises an influence on the temperature of the air over the land. Namely, thunderstorm activity is proportional to the mean difference between the temperatures of the sea and the air over the land, the proportionality being more distinct in warmer part of the year. Thunderstorms at the beginning of the night are caused by the convergence due to coastal winds (in this case "burin"), but are also strongly influenced by the shapes of the coast. The coast, being concave to the sea (i. e. a gulf) strengthens the convergence, while on peninsulas the contrary occurs.

Thunderstorms are most frequent in places situated most in the west of the region, with 55 to 60 days with thunderstorm activity in the year. In wine-growing region around Gorica hail occurrence is twice as frequent as at the coast (sunny slopes with higher temperatures). Thunderstorms often move eastward. Hills or mountain ridges exercise an influence on small or decaying thunderstorms only.

## POVZETEK

Na Primorskem je opazna razlika med nevihtno aktivnostjo ob sami obali in v krajih bolj v notranjosti: na obali je največ neviht jeseni, spomladi pa manj; na obali sta dva maksima nevihtne aktivnosti (junij in avgust), v notranjosti pa en sam (koncem junija), na obali so nevihte pogoste ponoči, trajajo pa precej dalj kot v notranjosti. Vzrok za te razlike je v vplivu morja na temperaturo zraka nad kopnim ter v konvergenčnih tokovih zaradi obalnih vetrov.

Največ neviht je v zahodnejših krajih Primorske (na leto 55 do 60 dni z nevihtami), toče je največ na Goriškem in v Brdih, nevihte se gibljejo navadno od zahoda proti vzhodu, gorski grebeni pa vplivajo le na manjše ali že razpadajoče nevihte.

#### UVOD

Z nevihtami se je v Sloveniji ukvarjalo več avtorjev; glede na predmet obravnave jih lahko strnemo v štiri skupine:

- 1) uporabnost raznih labilnostnih faktorjev in empiričnih izrazov za napoved neviht in toče v Sloveniji /1,2,3,4/;
- 2) gibanje neviht in nevihtne aktivnosti /5,6,7/;
- 3) pojavljanje neviht in toče v odvisnosti od sinoptičnih parametrov ter klasifikacija na osnovi sinoptičnih razmer /8,9/;
- 4) razporeditev pogostnosti nevihtne aktivnosti /10/.

Pri tej obravnavi so bile uporabljene nekatere ugotovitve omenjenih razprav. V nekaterih primerih se ugotovitve o nevihtnih pojavih na Primorskem ujemajo s prejšnjimi, včasih pa se tudi razhajajo. Morda so vzroki zato tudi prekratki ali kako drugače premalo reprezentativni nizi podatkov.

#### METODA DELA IN PODATKI

Za področje zahodno od črte Ilirska Bistrica - Postojna - Podkraj - Čepovan-Tolmin - Bovec smo pregledali podatke praktično vseh vremenskih postaj. Za osem zanesljivejših izmed njih, približno enakomerno razporejenih po celem tem področju, smo za poletne mesece (od maja do septembra) v obdobju 1972-77 za vsak dan, ko se je kje pojavila nevihta (ali grmenje) napravili preglednico, v kateri so bili zabeleženi približen začetek in trajanje nevihte, celodnevna množina padavin ter morebitna toča ali sodra.

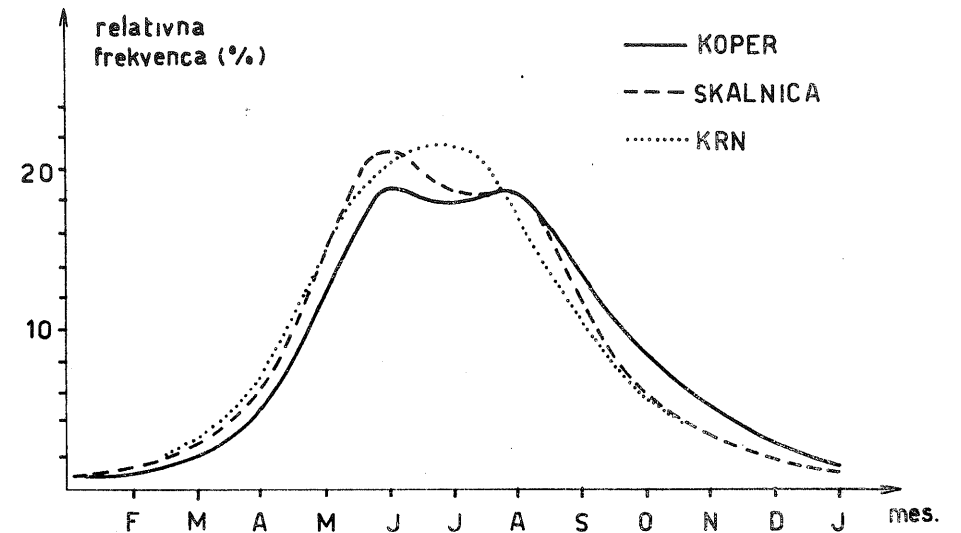
Grmenje je izmed vseh nevihtnih pojavov najbolj prikladno za ugotavljanje obstoja neviht, zlasti še, če se te pojavljajo v nočnem času. Za vremenskega opazovalca je grmenje, ki ga sliši vsaj enkrat na dan zadosten pogoj, da za tisti dan zabeleži pojav nevihte. Zato gre tudi več kot polovica zabeleženih dni z nevihtami na račun neviht v okolici postaje, ki jih opazovalec zazna le kot grmenje.

Ugotavljanje nevihtne pogostosti je zelo nevhvaležna naloga, kajti zabeležena "pogostnost" neviht je zelo odvisna od vestnosti opazovalcev, kakor tudi od položaja opazovalnice ter od bližine morebitnega povzročitelja hrupa (npr. opazovalnica v mestu, ob prometni cesti itd.). Podobno je tudi s točo: ponekod (npr. v Brdih) zabeležijo največ pojavov toče v času žetve ali trgatve, ko so ljudje večinoma na prostem. Pomanjkanja nočnih opazovanj ni treba poudarjati. Zaradi vsega tega rezultati obdelav nevihtne pogostnosti niso povsem zanesljivi.

#### RAZPOREDITEV LETNE POGOSTNOSTI NEVIHT

Razporeditev pogostnosti neviht za Primorsko za obdobje 1972 - 1977 je naslednja: največ neviht zabeležijo v najzahodnejših predelih, s težiščem na

Goriškem, sicer pa imajo zabeleženo v poprečju Koper-Portorož (poprečno 57 dni z nevihtami na leto), Godnje pri Tomaju (53), Nova Gorica (52), Skalnica (63), Čepovan (55), Krn (56) in Bovec (55). Za tri postaje z največjim številom dni z nevihtnimi pojavi je porazdelitev prek leta prikazana na sliki 1. Proti vzhodu od tod pogostnost upada - proti Vipavskemu presenetljivo hitro: Vipava (40), Podkraj (39), Postojna (39), Senožeče (44) in Ilirska Bistrica (43). V nevihtni karti Petkovška /10/ je v zahodnih krajih Primorske zabeleženih manj ali kvečjemu enako število dni z nevihtami kot v vzhodnih predelih, kar je v nasprotju s tu navedenimi ugotovitvami, posebej glede primerjave Goriškega in Vipavskega.



Slika 1 Poprečna mesečna relativna pogostnost pojavljanja neviht za Koper, Skalnico in Krn za obdobje 1966-1977.

Fig. 1 Mean monthly relative frequency of thunderstorm occurrences in Koper, Skalnica and Krn for period 1966-1977.

Za obdelavo pogostnosti pojavljanja toče (in sodre) je vzeta daljša doba (1966-1977) in tri področja: obala, Goriško in Vipavsko. Najbolj je pogosta toča na Goriškem, kjer so v obdobju 1966 - 77 (za dobo 1966-69 podatki za Skalnico, za dobo 1970-77 podatki za Novo Gorico) zabeležili 51 dni s pojavom toče, od tega v času od maja do septembra 38. Manj je toče na obali (30 primerov toče za dobo 1966-77, od tega 19 primerov od maja do septembra), še manj pa na Vipavskem, kjer se je v tem obdobju pojavila toča v manj kot 20 dneh (podatki za Ajdovščino in Slap pri Vipavi). Zveza med nevihtno pogostnostjo in pojavom toče na Primorskem praktično ne obstaja.

Primer: leta 1971 so zabeležili v Novi Gorici kar 9 dni, ko se je pojavila toča pri 39 nevihtnih dneh (kar je najmanj v celem obdobju 1970 - 77), leto dni prej pa le eno točo pri 50 nevihtnih dneh. Podobno opazimo tudi v drugih krajih Primorske.

#### RAZPOREDITEV DNEVNE POGOSTNOSTI NEVIHT

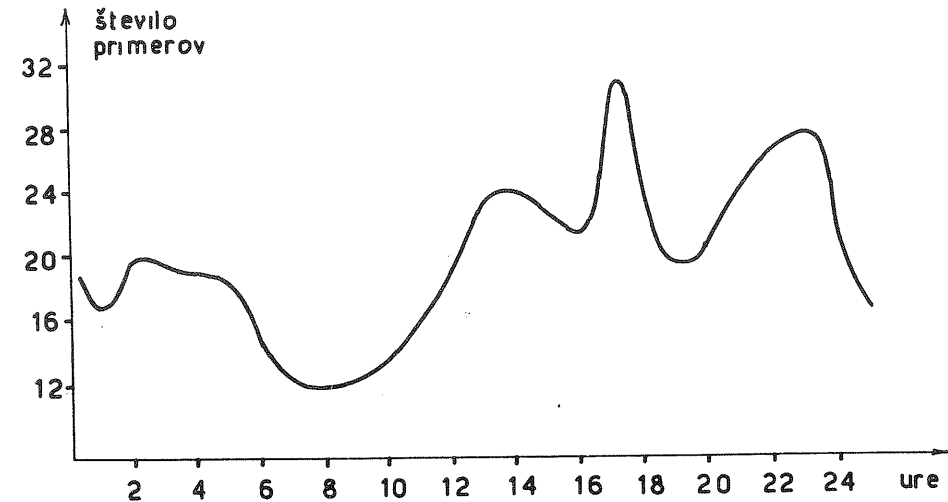
Da bi prikazali, kako se dnevna pogostnost neviht spreminja iz kraja v kraj, naredimo naslednjo statistično obdelavo: v enournih intervalih zabeležimo število začetkov nevihtnih pojavov in nato seštejemo dogodke, ki so se začeli med 6. in 18. uro in dogodke neviht, ki so se začeli med 18. in 6. uro. Rezultati so prikazani v tabeli 1, pri čemer pa moramo opozoriti, da so nočna opazovanja obvezna le v Portorožu ( leta 1974 je bila postaja preseljena iz Kopra v Portorož), zato je v drugih krajih verjetnost, da opazovalec preliši nevihto, ponoči več kot podnevi.

Tabela 1 Relativno število nevihtnih pojavov, ki so se začeli podnevi (6<sup>h</sup>-18<sup>h</sup>) in ponoči (18<sup>h</sup>-6<sup>h</sup>) v obdobju 1972 - 1977.

Table 1 Relative number of thunderstorm occurrences, starting in daytime (6<sup>h</sup>-18<sup>h</sup> local time) and in night time (18<sup>h</sup>-6<sup>h</sup>) for period 1972 - 1977.

	6 <sup>h</sup> - 18 <sup>h</sup>	18 <sup>h</sup> - 6 <sup>h</sup>
Koper / Portorož	49%	51%
Godnje	68%	32%
Nova Gorica	64%	36%
Slap pri Vipavi	65%	35%
Senožeče	68%	32%
Bovec	73%	27%

Za Portorož je za obdobje 1975 - 1977 možno tudi zabeležiti nevihtne pojave, ki padejo v določen enourni interval, ne glede - v primerjavi s prejšnjim - na začetek pojava. Pogostnosti po urah so prikazane na sliki 2.



Slika 2 Dnevni potek zabeleženih nevihtnih pojavov v Portorožu v obdobju 1975-1977.

Fig. 2 Daily course of thunderstorm occurrences in Portorož for period 1975-1977.

#### TRAJANJE NEVIHTNE AKTIVNOSTI

S trajanjem nevihtne aktivnosti je mišljen čas trajanja obdobja, v katerem se začne in konča posamezen nevihtni pojav (npr. grmenje), kot ga zabeleži opazovalec na postaji. Ta čas ni enak trajanju nevihte, še posebej, če se ta hitro giblje. V tem smislu je pripravljena tudi tabela 2.

čas trajanja period	odstotek primerov percentage of cases
0 - 30 min	8%
30 - 60 min	11%
1 - 3 h	49%
3 - 5 h	32%

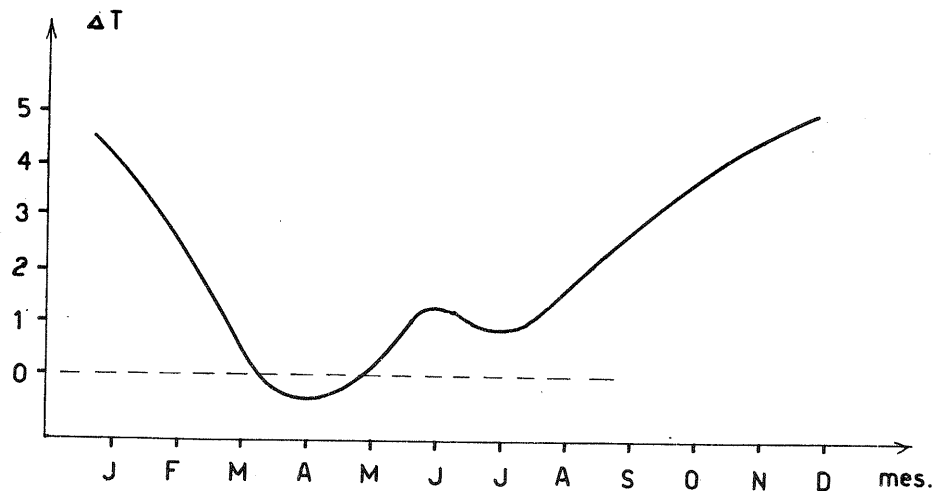
Tabela 2.: Relativno število primerov nevihtne aktivnosti, ki po svojem trajanju padejo v dan časovni interval v Kopru/Portorožu v obdobju 1972 - 1977.

Table 2.: Relative number of cases of thunderstorm activity, according to the period of their duration in Koper/Portorož for period 1972 - 1977.

Podoben pregled za druge kraje ni bil mogoč. V Novi Gorici odstotek nevihtnih pojavov, ki trajajo manj kot eno uro, okrog 50 %, medtem ko je za obalni pas 19 %. Zanimiva značilnost je, da so na obalnem področju daljša trajanja vezana na nočni čas: kar 60 % neviht s trajanjem od 3 do 5 ur opazijo, ko sonce že zaide. Celo toča se ob obali rajši pojavi v zgodnjih nočnih ali v jutranjih urah, kot podnevi.

#### RAZLIKA V POJAVLJANJU NEVIHT MED OBALO IN NOTRANJOSTJO

Iz tabel 1 in 2 ter slik 1 in 2 opazimo nekaj razlik v značilnostih pojavljanja neviht med obalnim področjem in notranjostjo Primorske. S slike 1 vidimo, da so nevihte v obalnem pasu spomladi manj, v jeseni pa bolj pogoste kot v notranjosti. Zanimiv je tudi dvojen vrh nevihtne aktivnosti v juniju in avgustu, dočim je v juliju neviht na obali nekaj manj; ta pojav je v zvezi z razliko temperatur morja in kopnega, oz. zakasnitvi med tema dvema, ki jo predstavljajo kolena krivulje na sliki 3. Najbrž pa vpliv morja na nevihtno pogostnost seže tudi v notranjost, saj opazimo na sliki 1 v nekem smislu podoben letni potek krivulje nevihtne pogostnosti za Skalnico in za Koper. Od tu sklepamo, da ima ta pojav vpliv še v Furlaniji in na Goriškem, medtem ko je za Krn blizu Kobarida značilen julijski vrh nevihtne aktivnosti.



Slika 3 Letni potek razlike srednjih temperatur morja (v globini 30 cm) in zraka na kopnem v Kopru v obdobju 1966-1977.

Fig. 3 Yearly course of temperature difference between sea (30 cm depth) and the air above the land in Koper for period 1966-1977.

Razlike med obalo in notranjostjo so še bolj očitne pri dnevnem poteku nevihtne pogostnosti. Tabela 1 in slika 2 kažeta, da je na obali ta celo večja kot podnevi. Izrazit vrh okrog 17. ure na sliki 2 gre na račun neviht, ki se pojavljajo pretežno na kopnem delu okolice postaje in obale ponavadi ne dosežejo - na obali lahko v takih primerih sije sonce cel dan, podobno velja tudi za obdobje okrog 13 ure. Nasprotno je za nevihte ponoči značilno pojavljanje na morju in gibanje proti obali.

#### VZROKI PROŽENJA NEVIHT V OBALNIH PODROČJIH

V literaturi najdemo veliko (podobnih) mehanizmov, ki naj bi razložili različne dnevne cikle konvektivne aktivnosti. Razdelimo jih lahko v dve skupini: na mehanizme, temelječ na termodinamičnih procesih, ki vplivajo na statično stabilnost, in na tiste, ki zaradi dinamičnih procesov povzročajo konvergenčna področja v nižjih plasteh atmosfere. Izrazita časovna skladnost pojavov največje konvergenčne v nižjih plasteh in največje konvektivne aktivnosti kaže, da so dnevne spremembe konvektivne (in tudi nevihtne) aktivnosti povzročene skoraj povsem z dinamičnimi procesi. Po drugi strani pa na jakost konvektivnih pojavov močno vplivajo termodinamični procesi. V obalnih področjih je najbolj pomemben dinamični proces, ki je sposoben povzročiti dnevne spremembe v konvergenci tokov v prizemni plasti ravno obalni veter. Princip delovanja obalnih vetrov vsled spreminjanja temperaturnega (in pritiskovega) polja med kopnim in morjem je znana stvar. Na obalne vetrove pa vplivajo še Coriolisova sila, prevladujoč veter v nižjih plasteh ozračja in vpliv priobalne orografije.

Če se smeri obalnih vetrov in smer prevladujočega vetra dovolj ujemajo, potem je rezultirajoči veter pri tleh nekoliko okrepljen. Obratno je, če sta vetrova nasprotna. Vetrovi v nižjih plasteh ozračja, ki so močnejši kot 7-8 m/s preprečujejo nastanek obalne cirkulacije. Razumljivo je, da so obalni vetrovi bolj razviti pri lepem in sončnem vremenu - torej so odvisni tudi od sinoptične situacije. Strma pobočja ali hribi nad obalo okrepijo obalne vetrove ponoči, podnevi pa prisojna pobočja.

Zelo pomembno vlogo pri oblikovanju konvergenčnih področij ima oblika obale /11/. Obala, ki je konkavna proti morju, je ugodna za stekanje nočnih vetrov nekje nad morjem, na vetrove, ki pihajo podnevi z morja na kopno pa deluje obratno, razpršilno. Nasproten vpliv ima konveksna obala. Zato je za področja, kjer je obala bolj konkavna proti morju značilna večja pogostnost nočnih neviht kot dnevnih. Težje je ugotoviti, kdaj deluje obala na vetrove razpršilno kdaj konvergentno. Res je, da majhni zalivi, otoki ali polotoki (dimenzij 10 km in manj) praktično ne vplivajo na značaj vetrov večjih obalnih področij. Zato je pričakovati, da so nočne nevihte v Tržaškem zalivu bolj pogoste kot npr. v Istri okrog Pule

Za nastanek nočnih neviht nad morjem mora biti morje, kot energijski vir, toplejše in zrak nad njim bolj topel in vlažen kot zrak na kopnem ob obali. To dejstvo in slika 3 lahko morda razložita, zakaj je v Kopru v juliju malenkost manj neviht, kot jih je junija ali avgusta; kajti ravno v juniju in avgustu je razlika med temperaturama morja in zraka na kopnem večja kot v juliju. Zakaj imajo termodinamični in dinamični vplivi morja na nastanek neviht največjo moč v poletnih mesecih, manj spomladi in jeseni in

praktično nič vpliva pozimi je razumljivo, saj so poleti energijske razmere za razvoj neviht najugodnejše, najmočnejši in najbolj pogosti pa so poleti tudi obalni vetrovi.

#### GIBANJE NEVIHT NA PRIMORSKEM

Uvodoma naj povemo, da so za sodobno in zanesljivo določanje gibanja neviht potrebna radarska opazovanja.

Z gibanjem nevihtne aktivnosti so se pri nas nekateri že ukvarjali. Za določevanje gibanja nevihtne aktivnosti so uporabljali padavinske karte v dneh z nevihtami /5/, ali pa so povezovali začetke pojavov neviht /6/, /7/ na področju, kjer so se te pojavile (lahko v celi Sloveniji). Tako so dobili z vlečenjem izohron začetkov pojavljanja neviht (gostota izohron na okrog 2 uri) časovno polje pojavljanja neviht. Ta metoda je ugodna za analizo gibanja frontalno-nevihtnih sistemov, ki prepotujejo večja področja (npr. celo Slovenijo in še več). Uporaba te metode je morda še smiselna za določevanje gibanja nevihtne aktivnosti, če pod izrazom "nevihtna aktivnost" razumemo pojavljanje posameznih neviht na nekem širšem območju. Nemogoče pa je s to metodo ugotavljati gibanje posameznih neviht, ki ne trajajo dalj kot je ustrezna razdalja med izohronami v časovnem polju pojavljanja neviht. Dveurni interval med izohronami, kot so ga uporabili avtorji te metode, je za analizo gibanja prevelik za velik del neviht. Za krajšanje časovnega intervala pa je potrebna gosta mreža zanesljivih opazovalcev.

Za obdelavo gibanja neviht na Primorskem smo uporabili druge postopke, ki sami po sebi niso posebno zanesljivi, s primerjanjem vseh skupaj pa le dobimo neko približno predstavo o gibanju neviht.

Opazovalci na nekaterih postajah pripišejo k zabeleženemu nevihtnemu pojavu (pa ne k vsakemu - zlasti ne ponoči) smer prihoda nevihte, oz. smer, od koder je bilo prvič slišati grmenje. Na podlagi teh podatkov smo za nekaj boljših postaj naredili "rožo" smeri začetkov nevihtne aktivnosti.

Za leto 1977 smo analizirali še višinske vetrove v nevihtnih dneh za določitev smeri poprečnega vetra, ki je v tesni zvezi s smerjo gibanja neviht. Z rezultati gornjih postopkov in z upoštevanjem razporeditve nevihtne pogostnosti lahko damo nekaj zaključkov.

Na Primorskem je večina neviht ob zahodni cirkulaciji v prosti atmosferi. Ponekod je izrazita tudi južna komponenta, drugje (manj) pa severna; ob vzhodni cirkulaciji so nevihte redke. Nevihte potujejo proti vzhodni polovici, kar velja tudi za nevihte, ki na tem področju nastanejo. Videti je, da se nevihte med gibanjem odklanjajo v desno. Večji hribi in grebeni vplivajo le na manjše in starejše (razpadajoče) nevihtne tvorbe.

S primerjanjem ugotovitev o gibanju neviht in razporeditve nevihtne pogostnosti sklepamo, da je območje Furlanske nižine, oz. njeno predgorje, zelo ugodno za nastanek neviht. Iz podatkov ni dovolj razvidno, če so tudi v notranjosti Primorske kakšna nevihtna žarišča: morda na Tolminskem, Goriškem, na robu Krasa ...

#### ZAKLJUČKI

Pri obdelavi nevihtnih pojavov na Primorskem je opazna vrsta različnosti v letnem in dnevnem ciklu pojavljanja neviht med obalnim področjem in notranjostjo dežele.

V primerjavi z notranjostjo Primorske je v obalnem pasu spomladi razmeroma manj, v jeseni pa več neviht. Za obalo je značilen tudi dvojen vrh v krivulji letnega poteka nevihtne aktivnosti, in sicer v juniju in avgustu, medtem ko je v juliju neviht malenkost manj; za notranjost je značilen le en vrh, običajno konec junija ali v začetku julija.

Značilnost obalnega področja je tudi pogostejše pojavljanje neviht v nočnem času kot podnevi - celo toča je bolj verjetna ponoči. Nasprotno velja za neobalna področja Primorske: nevihte so pogostejše podnevi kot ponoči, z vrhom nevihtne aktivnosti v zgodnjih popoldanskih urah.

Poprečen čas trajanja nevihtne aktivnosti je na obali opazno (skoraj dvakrat) daljši kot v notranjosti.

Neviht je na Primorskem največ v najbolj zahodnih področjih, približno v pasu Primorje - Goriško - Zg. Posočje, kjer zabeležijo na leto 55 - 60 dni z nevihtami. Vzhodno od tega pasu je neviht manj (okrog 40 - 45 dni na leto). V vinorodnih področjih je toče na Goriškem in v Brdih dvakrat več kot na obali ali na Vipavskem.

Nevihte se na Primorskem gibljejo v večini primerov od zahodne polovice proti vzhodni. Orografija (večji hribi in gorski hrbti) vpliva le na manjše in že razpadajoče nevihte.

Vzrok za opisane razlike med obalo in notranjostjo je morje, ki zaradi svoje velike toplotne kapacitete vpliva tudi na temperaturne razmere na kopnem. Izkaže se, da je nevihtna aktivnost sorazmerna razliki srednjih temperatur med morjem in zrakom nad kopnim; ta odvisnost velja zlasti v toplejši polovici leta. Vzroki za pogosto pojavljanje neviht v zgodnjih nočnih urah ob obalnih področjih so konvergenčna območja, ki jih nad morem v bližini obale ustvarjajo obalni vetrovi (v tem primeru burin), pri čemer ima zelo pomembno vlogo oblika obale. Obala, ki je proti morju konkavna (npr. zaliv) stekanje vetrov nad morjem okrepi, nasproten vpliv pa ima proti morju izbočena obala (npr. polotok).

LITERATURA

- /1/ J.PRISTOV: Uporabnost labilnostnih faktorjev za prognozo neviht in toče v Sloveniji. Razprave-Papers DMS, XII,(1970), 39 - 51.
- /2/ J.PRISTOV: Objektivni kriteriji za prognozo neviht in toče. Razprave-Papers DMS, XIV,(1972), 25 - 34.
- /3/ M.TRONTELJ: Prognoza neviht nad Slovenijo's pomočjo empiričnih parametrov. Razprave-Papers DMS, XII,(1970), 29-37.
- /4/ V.ŽITNIK: Aplikacija Whitingove metode za prognozo neviht na alpsko področje Slovenije. Razprave-Papers DMS, VI, (1965), 3 - 7.
- /5/ B.WEISSBACHER: Gibanje nevihtnih področij in intenzivnost padavin odvisnih od višinskih vetrov. Razprave-Papers DMS, XIII,(1971), 47 - 52.
- /6/ V.ŽITNIK in B.WEISSBACHER: Analiza neviht in padavin v smislu gibanja nevihtne aktivnosti nad Slovenijo v letu 1971. Meteorološko poročilo o obrambi pred točo v Sloveniji, Ljubljana, HMZ SRS, 1972.
- /7/ F.BERNOT: Smer gibanja nevihtne aktivnosti na področju Slovenije. Razprave-Papers DMS, XV,(1973), 3 - 13.
- /8/ M.BORKO: Nekaj ugotovitev v zvezi s pojavom neviht na Brniku. Razprave-Papers DMS, X,(1968), 21 - 36.
- /9/ M.BORKO: Prispevek k prognozi neviht v Sloveniji. Razprave-Papers DMS, XIV,(1972), 15 - 23.
- /10/ Z.PETKOVŠEK: Nevihtna karta in nevihtna pogostnost v Sloveniji za dobo 1951-60. Razprave-Papers DMS, VII,(1966), 3 - 20.
- /11/ J.NEUMANN: Land breezes and nocturnal thunderstorms. Journal of Meteorology, 8 (1951), 61 - 69.