

UDK 551.578.7 (497.15)

Radmila MILOSAVLJEVIĆ*

Milovan R. PECELJ**

GRAD U BOSNI I HERCEGOVINI

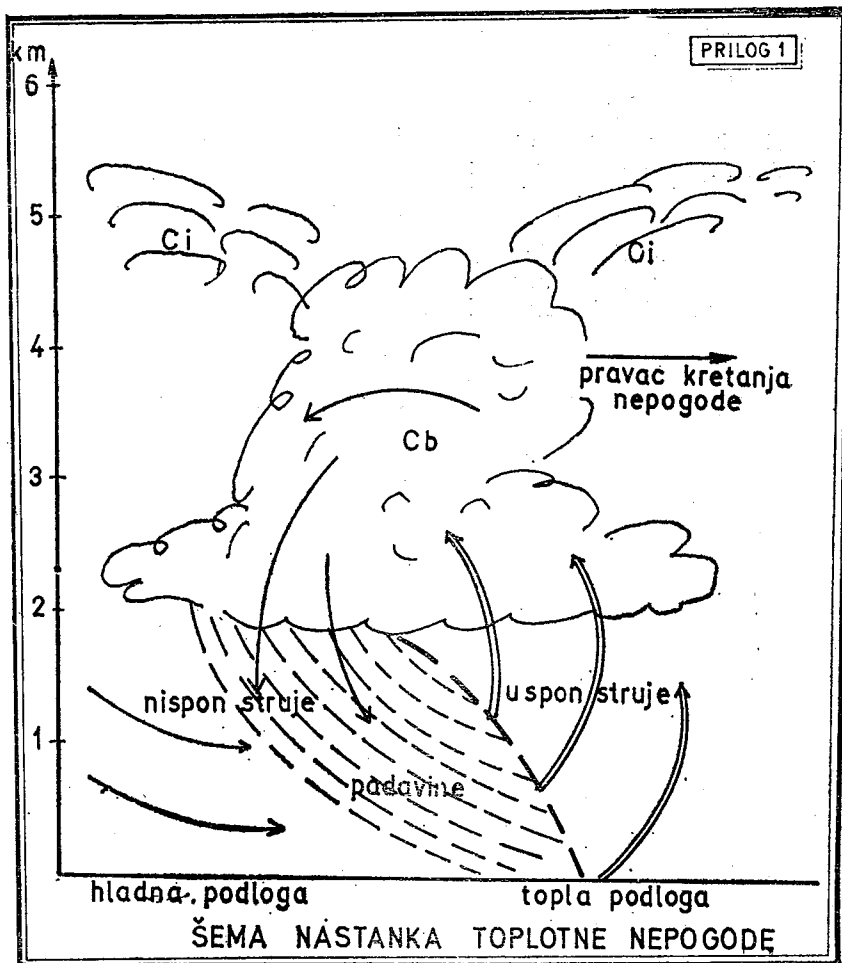
Grād (tuča) je nepovoljna vremenska pojava. Prostorno je i vremenski ograničena. Ima karakter nepogode, koja u suštini predstavlja poremećaj u atmosferi, pri kojoj se ispoljavaju razorni efekti na Zemljinoj površini. Kod nas nepogode su najčešće vezane za snažan razvoj jednog ili više kumulonimbusa (Cb-oblak), što je posljedica brzih prodora hladnog vazduha ili jake nestabilnosti atmosfere. Nepogode se manifestuju orkanskim vjetrom, jakim pljuskovima, električnim pražnjenjem i ponekad gradom.

Bitna tresetavka za nastanak grada je izuzetno jaka konvekcija, zbog čega njegovu pojavu vežemo isključivo za vrlo razvijene kumulonimbase. Dakle, kumulonimbus je gradonosni oblak. Taman je u gust oblak, ogromne oblačne mase, jakog horizontalnog a naročito vertikalnog razvitka. Može dostići debljinu do 4000 m i više. Vrhovi su pokriveni obično perjastim oblicima, koji mu daju izgled pečurke ili nakovnja. Kumulonimbusi se mogu javiti izolovano ili poručani u neprekidnom nizu. U prvom slučaju su oblaci lokalnog, dok su u drugom frontalnog karaktera. Kumulonimbusi su jako razvijeni po vertikali. U donjem dijelu sadrži vodene kapljice, koje iznad položaja izoterme od 0°C prelaze u prehladene kapljice i u višim dijelovima u ledene kristale.

Gradonosni oblaci su u osnovi termičkog i frontalnog porijekla. Stvaranje kumulonimbusa termičkom konvekcijom, ne samo da je najprostiji, nego je i jedan od najčešćih načina nastanka kon nas. U stvari ovim načinom kumulonimbusi se razvijaju iz velikih snažno razvijenih kumulusa (Cu-oblak), procesom neprekidne evolucije (prilog 1). Oblaci nepogode termičkog porijekla imaju svoje dnevne i godišnje tokove. Kod nas se najčešće javljaju u toplijem dijelu godine (od aprila do septembra), dok su u zimsko doba rijetka pojava. U toku dana ovi gradonosni oblaci stvaraju se najčešće u vremenu između 12 i 18 časa i obično završavaju u prvoj polovini noći.

U slučaju da je uzdizanjem masa vlažnog vazduha prouzrokovano podilaženjem struja hladnog vazduha pod topli vazduh, nastaju oblaci vertikalnog razvitka potpuno analogni oblacima pljuska termičkog porijekla. To se dešava u ciklonu

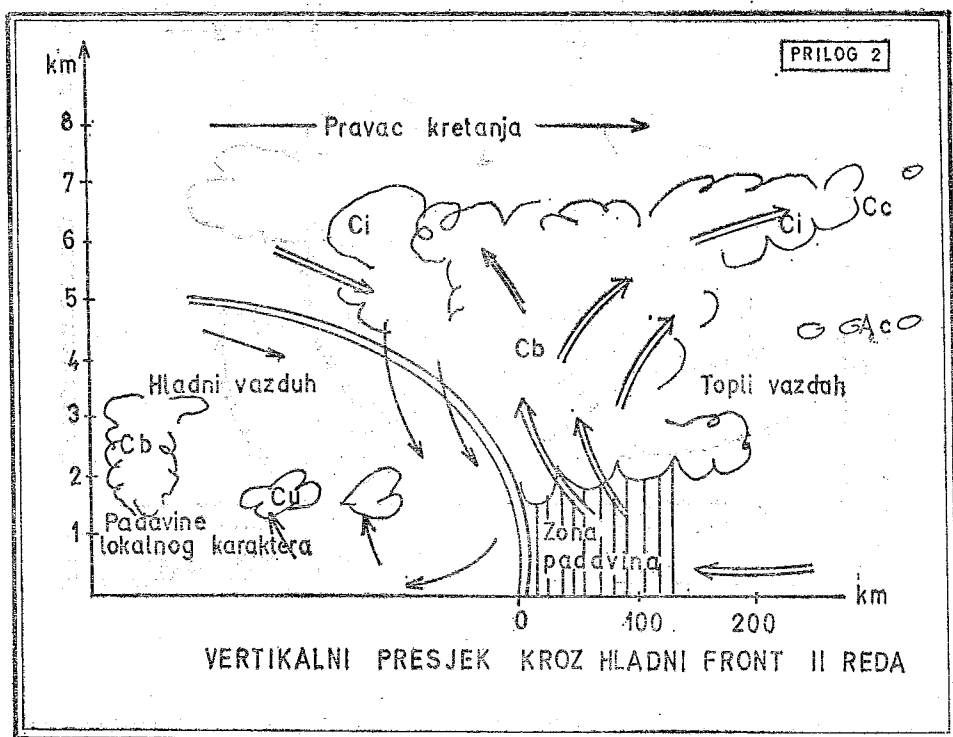
*Dr, profesor, **Dr, asistent, Odsjek za geografiju, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, 71000 Sarajevo, Vojvode Putnika 43.



ili preciznije na hladnom frontu II reda (prilog 2). Ovi oblaci dinamičnog porijekla razlikuju se od onih termičkog porijekla, jer predstavljaju srazmjerno usku i dugu prugu oblaka pljuska, duž cijele zone u kojoj struja hladnog vazduha podilazi pod toplu. Naravno da je i ovdje preduslov nepogode velika labilnost atmosfere, sa dovoljnim sadržajem vodene pare. Olujni front ima izgled položenog valjka širine 10-20, a dužine do nekoliko stotina kilometara. Ovakav oblačni sistem se kreće brzo (60-100 km). Frontalne nepogode se razlikuju od termičkih, što su prilično nezavisne od dnevnih i godišnjih promjena temperatura vazduha. Više su regionalna pojava, brže se kreću i gotovo uvijek su uzrok promjeni vremena.

Grād se manifestuje u vidu ledenih zrna¹⁾ različitog oblika i veličine, koja padaju sa visine od nekoliko kilometara. Tom prilikom uništavaju se usjevi, ranjavaju i ubijaju životinje, oštećuju šume, građevine, komunikacije i druga tehnika. Traje kratko, najčešće nekoliko sekundi do 10 minuta, katkad 30 do 40 minuta i nanosi velike štete privredi. Intenzitet grada može biti vrlo visok. U takvim situacijama sloj grada na zemlji može dostići visinu 20-30 cm i jako rashlađuje zemlju. Ipak je količina vode koja se izluči u vidu grada zanemarljiva. Naprotiv, izuzetno je važan njegov mehanički uticaj.

U kontinentalnom dijelu naše zemlje grād se javlja najčešće u periodu od aprila do oktobra, a na Primorju tokom cijele godine. Maksimalnu čestinu i intenzitet u unutrašnjosti ima u maju i junu, a na Primorju tokom jeseni i proljeća ili pak zimi. Pošto je najveći dio teritorija Bosne i Hercegovine u kontinentalnom dijelu, to se manifestacija grada poklapa sa vegetacionim periodom, tako da su poljoprivredne kulture za svo vrijeme izložene riziku opasnosti.



Prilog 2.

1) Najčešće su prečnika 5-10 mm. Ponekad im je prečnik 10-20 cm. Kod nas su zabilježena zrna grada prečnika 5-6 cm. U Kini je 1902. g. pao komad grada prečnika 21,5 cm, težine 4,5 kg. Najveće zrno grada koje se u literaturi pominje osmotreno je u Azarbejdžanu 1850., prečnika 30-40 cm, težine blizu 10 kg.

Analiza grada u Bosni i Hercegovini obuhvata podatke sakupljene na 42 meteorološke stanice, za period 1960-1979. godine.

GODIŠNJI TOKOVI BROJA DANA SA GRADOM IZNAD BOSNE I HERCEGOVINE

Pošto je grād povremena meteorološka pojava, to je ovom analizom prikazana zbirno za cio dvadesetogodišnji period.

Najmanji broj pojavljivanja grada zabilježen je u Jablanici, Kalinoviku i Berkovićima po 3 dana; a najveći u Mostaru 57 dana. Dok se u Mostaru grād prosječno godišnje javlja oko 3 puta, dotle je kod Berkovića, Kalinovika i Jablanice, gotovo beznačajna pojava. U Bosni i Hercegovini preovlađuju mjesta iznad kojih se grād izlučuje sa manjim čestinama. Tako se čestina grada u intervalu do 10 puta, javlja iznad 16 mjesta, u intervalu 11-20 puta, javlja se iznad 14 mjesta, u intervalu od 21-30 puta, javlja se iznad sedam mjesta itd. (tabela 1).

Zapaža se da je sezona grada u Bosni i Hercegovini iznad većine mjesta od aprila do septembra. U tom periodu javlja se čak 600 puta, što je 87% od ukupne raspodjele u toku cijelog perioda. Najveća opasnost od grada je u periodu maj-juli. Tada se grad pojavljuje 407 puta ili 59% od ukupne raspodjele. Naravno da na ovakvu raspodjelu utiču visoke ljetne temperature podloge. Grad se pojavljuje i u toku zime, ali znatno rjeđe i uglavnom iznad Hercegovine.

Tabela 1.

BROJ DANA SA GRADOM U PERIODU OD 1960-1979.

M e s t o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God.
1 B. Novi	1	.	.	1	3	2	2	1	.	.	1	.	11
2 B. Dubica	.	1	1	1	4	5	2	2	1	.	.	.	17
3 Derventa	1	.	1	1	3	3	2	2	1	1	.	.	15
4 Bihać	.	2	1	2	4	1	8	4	1	.	1	1	25
5. B. Krupa	5	3	.	.	.	.	8
6 Drvar	.	1	2	1	.	3	3	.	1	1	3	.	15
7 S. Most	.	.	1	1	2	5	3	4	.	1	.	.	17
8 Prijedor	4	3	2	.	.	.	.	.	9
9 Glamoč	.	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	5
10 B. Luka	.	1	.	4	9	5	5	3	.	.	1	1	29
11 Jajce	.	.	.	1	5	2	2	1	.	.	.	.	11
12 K. Varoš	.	.	.	2	3	.	3	.	.	.	.	.	8
13 Bugojno	.	.	1	1	3	3	8	5	2	.	.	.	23
14 Kupres	1	2	2	.	1	.	.	.	6
15 Travnik	2	6	1	2	.	.	2	.	13
16 Prnjavor	.	.	.	1	2	4	4	.	1	.	.	.	12
17 Teslić	.	.	.	1	.	2	2	.	.	.	.	.	5
18 Zenica	4	1	3	2	1	.	.	.	11
19 Doboј	.	1	.	5	7	5	4	6	.	.	.	.	28
20 Tuzla	.	.	.	2	14	13	7	6	2	.	.	.	44
21 Modriča	.	.	1	2	8	8	4	5	3	.	.	.	31

Nastavak tabele 1.

M e s t o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	God.
22 Brčko	1	.	.	.	2	6	1	5	1	1	.	.	17
23 Vlasenica	.	.	1	2	7	5	2	2	4	.	.	1	24
24 Bijeljina	.	.	.	.	2	8	7	2	3	.	1	.	23
25 Livno	.	.	1	.	1	.	1	1	2	.	.	.	6
26 Lištica	1	.	.	1	4	.	.	1	2	.	.	.	9
27 Prozor	.	.	.	.	.	1	3	1	.	.	.	.	5
28 Čapljina	2	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	7
29 Jablanica	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	3
30 Mostar	5	3	2	6	7	3	3	8	2	5	8	5	57
31 I. Sedlo	.	.	.	1	1	4	4	.	1	.	.	.	11
32 Berkovići	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	3
33 Bjelaš.	.	.	.	2	6	13	5	12	4	1	.	.	43
34 Sarajevo	1	.	.	4	6	9	8	2	4	1	1	.	36
35 Kalinovik	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	3
36 Gacko	.	.	.	.	1	3	2	1	.	.	.	.	7
37 Čemerno	.	1	1	1	7	4	4	1	1	2	.	.	22
38 Sokolac	.	.	.	2	4	4	4	4	1	.	.	.	19
39 Goražde	.	.	.	1	3	5	3	3	1	2	.	.	18
40 Ljubinje	1	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	4
41 Bileća	.	.	1	2	1	2	1	1	.	2	.	.	10
42 Lastva	.	1	.	3	.	4	4	4	.	.	.	.	16
Ukupno	13	13	16	54	131	147	129	98	41	17	18	9	686
%	2	2	2	8	19	21	19	14	6	3	3	1	100

U zimskom periodu grād se pojavljivao ukupno 35 puta, što je samo 5,1% od ukupne raspodjele. Od toga je u Mostaru zabilježen čak 13 puta ili 37,1% od ukupne zimske raspodjele.

Zbirni iznosi dana sa pojavom grada u Bosni i Hercegovini ne smatraju se velikim. Ova pojava se može okarakterisati u m j e r e n o m. Imajući u vidu da grād pored planinskih terena ne zaobilazi i oblasti sa intenzivnom vinogradsko-voćarskom i ratarskom proizvodnjom, detaljnije analize pojave grada su od velikog praktičnog značaja.

PROSTARNA RASPODJELA GRADA U BOSNI I HERCEGOVINI

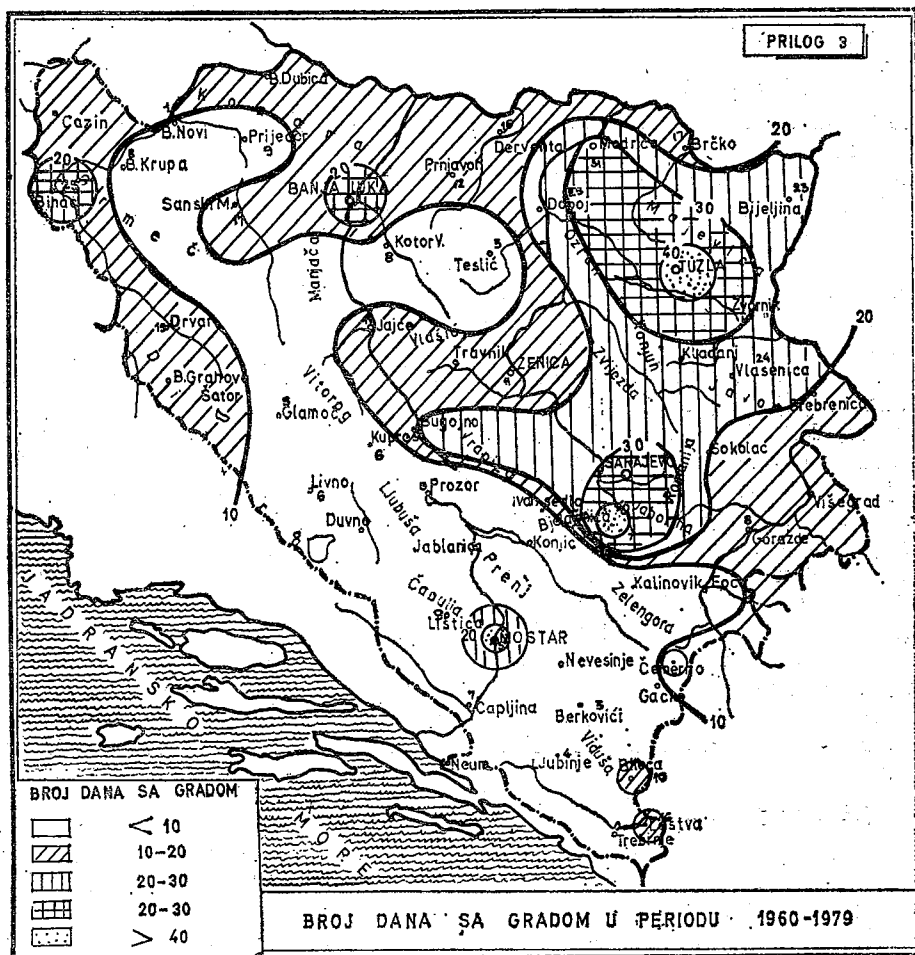
Predstavljena je godišnjom raspodjelom broja dana sa pojavom grada za period 1960-1979. godine, raspodjelom u ljetnom periodu (juni - avgust) i u ekstremnom mjesecu sa najvećom čestinom pojava grada (juni).

Prilikom prostornog prikazivanja broja dana sa pojavom grada, potrebno je imati u vidu niz okolnosti koje utiču na kvalitet objektivnog prikaza. Naime, grād je lokalna pojava. Izlučuje se najčešće u vidu uskih i kratkih traka, koje su često između meteoroloških stanica i promiču registrowanju, tako da se prava slika pojave grada ovakvim načinom osmatranja teško može dobiti. Napomenimo i nedovoljan broj meteoroloških stanica, kvalitet osmatranja i radno vrijeme osmatrača, što takođe ne garantira odgovarajuću tačnost. Obzirom na prirodu ove pojave, teško je objektivno upoređivati podatke između pojedinih stanica.

Godišnja raspodjela

Predstavljena je izolinijama koje su određene na osnovu zbirnog pojavljivanja grada tokom dvadesetogodišnjeg perioda (prilog 3). Grād kao pojava iznad Bosne i Hercegovine nije jednako pravilno raspoređen. Takvom rasporedu doprinose prvenstveno različite vremenske prilike (lokalne i opšte). Ovakva slika je svakako dijelom i rezultat nedovoljne pokrivenosti osmatračkim punktovima i kvaliteta osmatranja.

Prilog 3.



Veći gradovi sa razvijenom industrijom odlikuju se višom temperaturom u odnosu na njihovu okolinu i uvećanom koncentracijom čestica mineralnog i organskog porijekla. Ove čestice su povoljna kondenzaciona jezera. Proizilazi pretpostavka da u takvim gradovima i pored smanjene vlažnosti vazduha, povećava se broj dana sa nepogodama, što je i dokazano.

Ispitivanja su pokazala da grâd češće pada u planinskim predjelima. Iznad njih su nagomilane veće količine vodene pare u toku toplije polovine godine, koja pristiže iz nižih okolnih prostora. Dakle, što je veća nadmorska visina uz pošumljenost terena, to je očekivati veću čestinu dana sa gradom. Ovo bi važiilo do visine oko 2000 m, dok iznad nje čestina pojave grada opada. Zato se smatra da planinski šumoviti prostori i oni u njihovoj neposrednoj blizini imaju 2-3 puta veće čestine pojavljivanja grada, u odnosu na ravničarske predjele.

Obzirom na konfiguraciju terena i stepen pošumljenosti Bosna i Hercegovina bi se odlikovala na većem dijelu teritorije povećanom čestinom grada. Na osnovu raspoloživih podataka to se ne može zaključiti. Čak stvari stoje obrnuto. Sa povećanjem nadmorske visine broj dana sa pojavom grada se smanjuje, izuzimajući Bjelašnicu. Na njoj se vrše cjelodnevna osmatranja, što nije slučaj sa većinom meteoroloških stanica u Bosni i Hercegovini. Prema statističkim podacima grâd najčešće pada u popodnevnim časovima. Zbog toga se često i ne bilježi, što utiče na valjanu analizu raspodjela ove pojave.

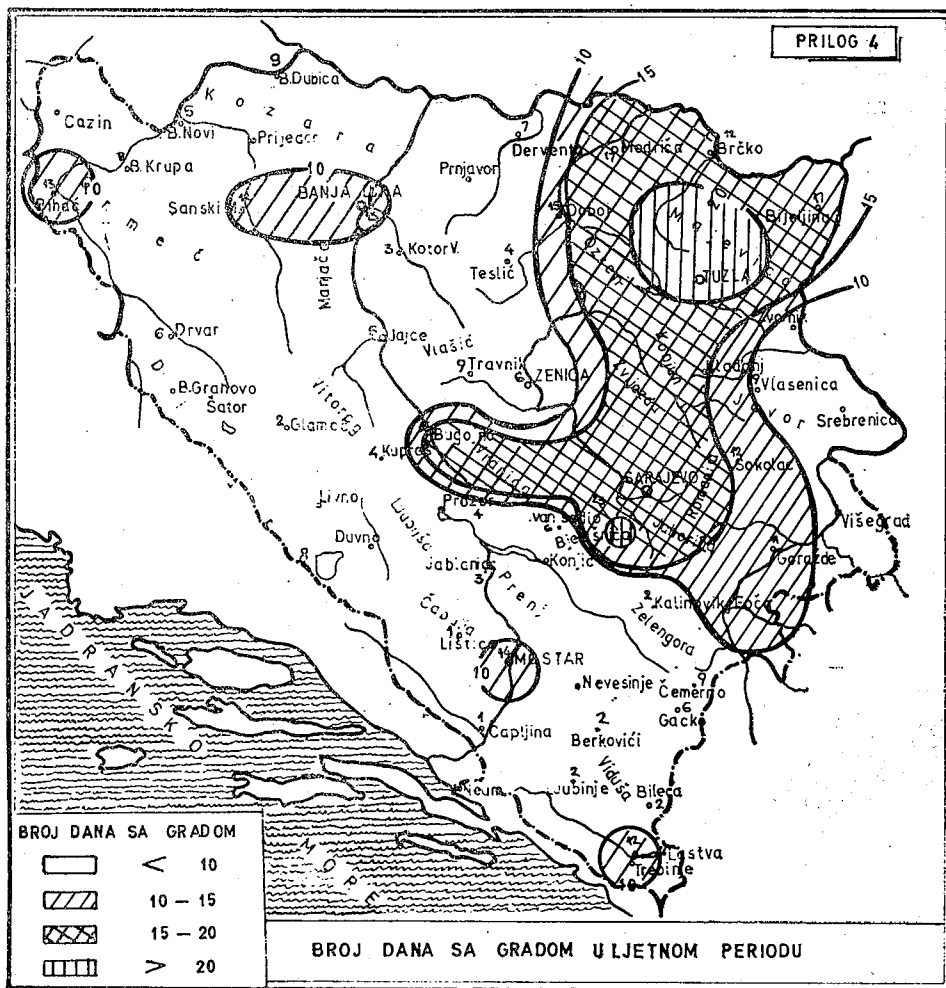
Prema raspoloživim podacima, po čestinama grada se ističe zona od Bjelašnice do Majevice i od doline Bosne do Drine. U tom području je najveća čestina pojave grada (preko 30 puta). Sjeverni, pretežno ravničarski dio Bosne ima povećan broj dana sa pojavom grada(10-20). Tu se naročito ističu okolina Bihaća i Banja Luke sa većom čestinom pojavljivanja grada (20-30). Razloge vjerovatno treba tražiti u čestim prodorima ciklona, odnosno njihovih hladnih frontova, koji se kreću preko tih predjela od zapada ka istoku. Takvi frontalni prolazi su u toplijem dijelu godine nosioci nepogoda.

Hercegovina, dijelovi Centralne Bosne i Krajine, odlikuju se najmanjom čestinom pojave grada (3—10 puta). U Hercegovini se izdvajaju tri »oaze« (Mostar, Trebinje i Bileća), iznad kojih se grâd češće javlja. Naročito se ističe Mostar, sa velikom čestinom pojave grada, ukupno 57 puta. Imajući u vidu da je Mostar sa okolinom poznat voćarsko-vinogradski i povrtlarski kraj, to pojava grada u prosjeku od oko 3 dana sa pojavom grada u toku godine, predstavlja veliki rizik. Blizina Neretve, povećana vlažnost i prisustvo aero soli omogućuje stvaranje lokalnih nepogoda i pored toga što je cijela Hercegovina u toplijem dijelu godine pod dominirajućim uticajem suprotropskog anticiklona. Slično objašnjenje važiilo bi za Sarajevo i Tuzlu sa okolinom. Naročito malom čestinom grada odlikuju se neka polja u kršu (Dabarsko, Nevesinjsko i Livanjsko). Razlog ovom je što su ova polja uglavnom na zavjetrenim stranama, gdje preovlađuju silazna strujanja, koja ne pogoduju procesu stvaranja gradonosnih oblaka. Naravno, ovo važi pod uslovom da su svi drugi uslovi osmatranja ispunjeni.

Ljetna raspodjela

Sa teorijskog stanovišta, proljeće bi trebalo da se odlikuje najvećom čestinom grada. Tada dolazi do naglog zagrijavanja zemljišta i vazduha, intenzivnog isparavanja, uzdizanja vodene pare, kondenzacije i stvaranja oblaka iz kojih je moguće izlučivanje grada. Ipak, najveći broj dana sa pojavom grada ima ljetni period (juni—avgust). Tokom ljeta grâd se javlja 374 puta ili 54,5%, dok se proljeće pojavljuje ukupno 201 put ili 29,3%.

Vjerovatno razloge u ovakvoj raspodjeli dana sa gradom u Bosni i Hercegovini treba tražiti u pretežno planinskom karakteru teritorije. Zbog toga intenzitet zagrijavanja zemljišta i vazduha zakašnjava u odnosu na ravničarske terene. Otuda kod većine meteoroloških stanica, najviši mjesečni temperaturni srednjak pada na kraj ljeta (avgust). Komparirajući ljetnu raspodjelu (prilog 4)



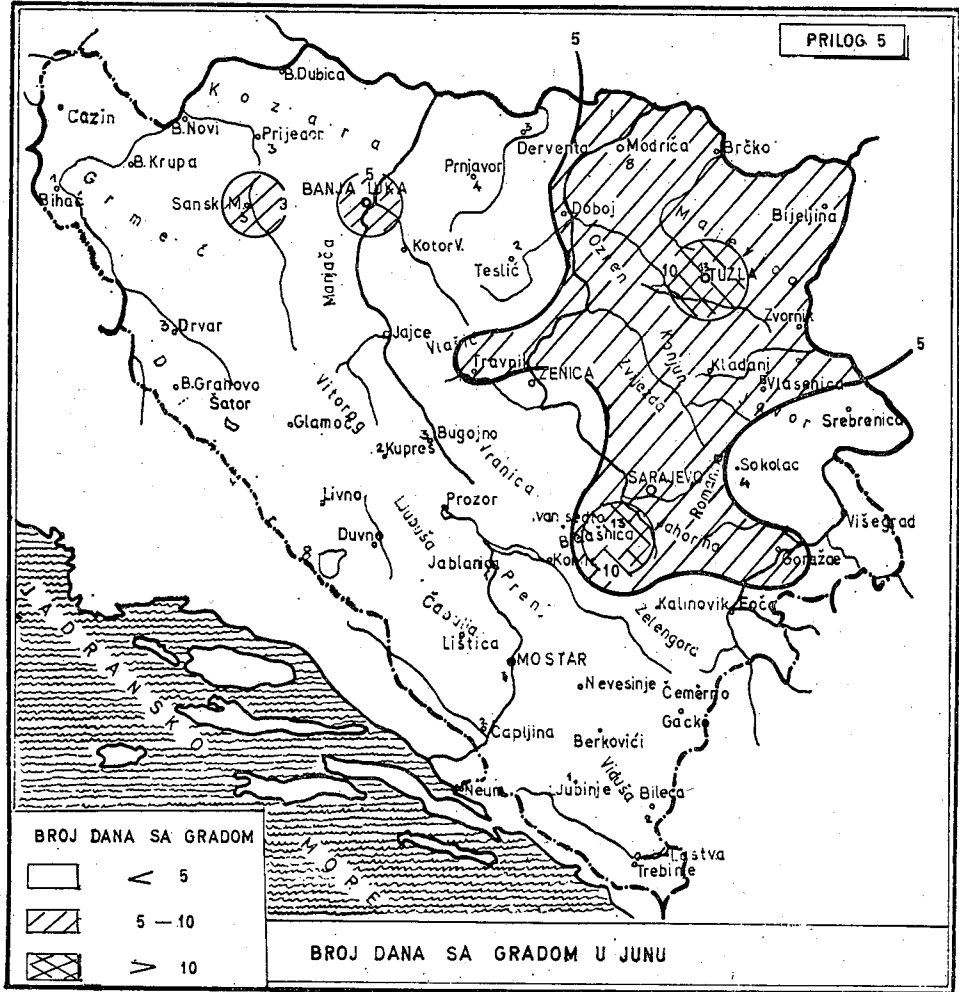
PRILOG 4.

sa godišnjom (prilog 3), uočava se podudarnost, što je i logično. Najviše dana sa gradom pada na središnji i istočni dio Bosne, izuzimajući srednji tok Drine. Posebno se ističu predjeli oko Tuzle i Bjelašnice. Ostali dio Bosne, zatim Hercegovina i srednji tok Drine odlikuje mala čestina pojave grada (manje od 10). Na preostalom dvaput većem prostranstvu ističe se nekoliko »oaza«, u kojima grad ima veće čestine pojavljivanja. To su okoline Bihaća, Sanskog Mosta, Banja Luke, Mostara i Trebinja.

Junska raspodjela

Maksimalna učestalost pojave grada je početkom ljeta i pada na mjesec jun. Tada je ukupno 147 dana sa gradom ili 21,4% od ukupne godišnje raspodjele. Očigledno je da su tada najpovoljniji uslovi za stvaranje ove nepovoljne

meteorološke pojave. Jun se odlikuje čestim prolazima hladnih frontova preko srednje i sjeverne Bosne i naglim zagrijavanjem tla, vazduha i šumskog pokrivača. To doprinosi da se neki predjeli odlikuju sa većom ili manjom čestinom pojave grada (prilog 5). Junska raspodjela pojave grada pokazuje sličnost sa ljetnom i godišnjom raspodjelom.



PRILOG 5.

Dakle, uslovi za stvaranje grada su povoljniji sa povećanjem nadmorske visine, stepenom pošumljenosti i vlažnosti atmosfere i prisustvom termičke asimetrije postojećih i dolazećih vazдушnih masa.

Gotovo svake godine grād praćen olujom i grmljavinom, iznenada se pojavljuje iznad naših važnih žitorodnih i voćarsko-vinogradarskih područja. Tom prilikom nastaju štete, čija veličina zavisi od intenziteta, trajanja i veličine zrna grada, vrste biljke i njene faze razvića. Grād biljkama nanosi mehaničke povrede i neposredno utiče na smanjenje ili potpun podbačaj prinosa. Oštećuje

lisnu masu, smanjujući kod biljaka fotosintetsku površinu i oštećuje ili uništava reproduktivne organe biljke. Oštećene biljke lakše podliježu biljnim bolestima, gubeći otpornost prema polijeganju i lomu, pa kiša i vjetar nakon oštećenja od grada povećavaju gubitke u prinosu.

Posljednjih godina ulažu se velika sredstva i postižu značajni rezultati u proučavanju procesa stvaranja grada i razvijanja efikasnih metoda za njegovo suzbijanje. Tako danas preko 30 država, među kojima i naša, ima razvijen sistem mjere protiv grada.

Najracionalniji način borbe protiv grada je vještačko djelovanje na razvoj gradonosnih oblaka. Nužno je preduhitriti rast ledenih zrna prije nego što dostignu opasne razmjere. Ovo se postiže pravovremenim zasijavanjem određenih dijelova oblaka (tkz. gradonosnih ćelija) nekim reagenskom, najčešće česticama srebrojodida ili olovojodida, koje su dobri katalizatori kristalizacije vlage u prehladenom dijelu oblaka. Ovim se stvara veliki broj čestica leda manjih dimenzija, koje padaju na zemlju kao krupa ili se otapaju pri padu kroz topli dio oblaka i pojavljuju u obliku pljuska kiše.

Ipak, pored upotrebe savremene elektronike (radari), područja branjenja protivgradnim sredstvima (rakete), nisu apsolutno zaštićena od grada. Do sada poznate metode protivgradne odbrane ne mogu spriječiti, već samo umanjiti štete.

Na branjenim površinama SSSR-a i Bugarske šteta je smanjena za 80—90%. Interesantno je napomenuti da su ukupni troškovi nakon dugogodišnje protivgradne zaštite u SSSR-u, samo 6—9% od mogućih šteta od grada.

Najgušća mreža savremenih meteoroloških radara kod nas, pa i u Evropi podignuta je osamdesetih godina u SR Srbiji. Analize pokazuju da su u periodu od 1971. do 1978. godine, štete na nebranjenom području od grada, bile za oko 5 puta veće, od onih sa protivgradnom zaštitom.

U Bosni i Hercegovini protivgradna zaštita bila je organizovana samo u Posavini i to na dva poligona. Poligon Bosanska Gradiška pod kontrolom RHMZ Hrvatske i poligon Gradačac pod kontrolom RHMZ Bosne i Hercegovine. Ovaj drugi je pored Gradačca pokrivao područje Orašja, Modriče i Bosanskog Šamca. Postavljen je sedamdesetih godina, dok je 1987., zbog nedostatka finansija pre-stao funkcionisati.

L I T E R A T U R A

1. Dukić, D.: Klimatologija, Naučna knjiga, Beograd 1981.
2. Hromov, S. P.: Sinoptička Meteorologija, VIZ, Beograd 1974.
3. Otoperec, S., Ljubinković, B.: Zaštita i osiguranje useva, voćaka i vinograda od vremenskih nepogoda, Zadržna knjiga, Beograd 1966. godine.
4. Otoperec, S.: Agrometeorologija, Nolit, Beograd 1980. g.
5. Sinicina, Golberg i Strunikov: Agrometeorologija, Lenjingrad 1972. godine.
6. Šegota, T.: Klimatologija za geografe, Školska knjiga, Zagreb 1976. godine.
7. Zverev, S. A.: Sinoptičeskaja meteorologija, Gidrometeorodat, Lenjingrad 1977. godina.
8. Venckevič, G. Z.: Agrometeorologija, Gidrometeorologizdat, Leningrad 1985. godina.
9. Meteorologičeskoe radiolokacionoe oborudovanie efektivnie sredstva borbi s gradom, izdanie Vv/o, Mašpriborintorg, Moskva 1982. g.
10. Meteorološki godišnjaci I, Savezni Hidrometeorološki zavod Beograd,
11. Politika, 19. XI 1978., Oblak u rukama (K. Konstantinović) i Politika, 19. VIII 1977., Radari protiv oblaka (Č. Lukić), NIŠRO Politika Beograd.

SUMMARY

THE HAIL IN BOSNA AND HERZEGOVINA Milovan R. Pecelj

The hail, as unfavourable meteorologic phenomenon is represented over Bosna and Herzegovina for the period 1960—1979. as the distribution in the course of the year, the summer and the month June. In the year distribution, by hail frequency, the zone from Majeвица to Bjelašnica and from the valley of Bosna to Drina (more than 30 times) is exceeded. The plain part of Bosna has increased number of days with hail (10—20). The smallest frequency of hail is in Herzegovina, central Bosna and Krajina (3—10 times).

The greatest number of hail appearances in Mostar (57), and the smallest one is in Kalinovik, Jablanica and Berkovići everyone 3 times.

The greatest appearance of hail is in the summer (374 times or 54,5%). The maximal frequency is in June with 147 days or 24,4%. This is the consequence of passing by the cold fronts, the heating, the air and for rest cover. The conditions for the hail creating are much favourable with higher altitude, the degree of afforestation and atmosphere humidity and with the presence of thermic asymmetry of air masses.