

## Ekstremne vremenske prilike

Prirodna varijabilnost klime često dovodi do pojave ekstremnih vremenskih prilika. Pitanje na koje naučnici pokušavaju da daju odgovor jeste da li će delovanje čoveka i njegov uticaj na promenu klime preko pojačanog efekta „staklene bašte“ dovesti i do porasta frekvencije i „intenziteta“ ekstremnih vremenskih prilika.

Neke definicije, klimatskih i/ili vremenskih ekstrema, ove pojave klasifikuju na različite načine i to polazeći u jednom slučaju od fizičke prirode pojave, a u drugom od njenih socioloških i ekonomskih posledica. Ipak, može se reći da se pod ekstremnim vremenskim prilikama može smatrati događaj koji dovodi do situacije u kojoj vrednost jednog ili više meteoroloških elemenata značajno odstupa od normalnih vrednosti tog elementa za dato područje i godišnje doba, a da pri tom to ima uticaja na živi svet ili bilo koji drugi aspekt životne sredine (ekologije). Kada vremenski ili klimatski ekstremi imaju štetan uticaj na život ljudi onda se to naziva – katastrofa.

Ekstremne vremenske prilike podrazumevaju sušu, poplave i prateće pojave klizišta, nepogode, ciklone i tornada, okeanske talase, toplotne i hladne talase. Čisto teorijski gledajući, „topliji“ svet budućnosti bi trebao da bude vlažniji s obzirom da bi intenzitet isparavanja trebao da bude veći, a samim tim i obezbeđenost atmosfere vlagom za formiranje padavina. Promene u količini padavina, naravno neće biti iste u celom svetu. Vlažne oblasti bi trebalo da dobiju još veću količinu padavina sa značajno većom frekvencijom pojave poplava. Sa druge strane, suve oblasti bi trebale da budu još suvlje sa dužim sušnim periodima i stalno prisutnom tendencijom pojave pustinja na mestima gde ih do tada nije bilo. Generalno, što se više toplote i vlage unese u atmosferu to će se više povećati verovatnoća pojave oluja, uragana i tornada.

Svaka promena klimatskih prilika, kao prosečnog stanja atmosfere u dužem periodu će neminovno dovesti do promene frekvencije ekstremnih vremenskih pojava. Generalno, ako srednja temperatura vazduha raste može da se očekuje više toplotnih talasa i učestalija pojava mraza, dok porast godišnje količine padavina dovodi do manje učestalosti dramatičnih poplava. Povećanje učestalosti ekstremnih vremenskih prilika će dovesti do toga da događaji koji su se nekada događali jednom u 100 godina, sada mogu da se očekuju jednom u 10 godina, dok događaji koji su se događali jednom u 10 godina sada mogu da se očekuju i svake 3 godine. U slučaju manje adaptivnih, ne razvijenih i zemalja u razvoju, povećanje frekvencije ekstremnih vremenskih prilika će im smanjiti sposobnost da se oporave između dva takva događaja.

Svaki region u svetu, s vremena na vreme, iskusi ekstremne vremenske prilike kojima se prevazilaze rekordne vrednosti pojedinih meteo elemenata. Godine 1989., na primer „velika vlaga“ u istočnoj Australiji donela je bujice, pljuskove i najgore poplave u poslednja dva veka. Suša je drugi razarajući vid ekstremne vremenske prilike. Tako je tokom 70ih i 80ih godina XX veka godišnja količina padavina u Sahel zoni severne Afrike opala za 25% u odnosu na višegodišnji prosek donoseći dramatičnu sušu i glad u ovo područje.

Sve češći izveštaji osmatrača o postavljenim novim rekordnim vrednostima meteoroloških elemenata u različitim delovima sveta govore u prilog tvrdnji da ekstremne vremenske prilike postaju sve učestalije. Naravno, još ne postoje jasni pokazatelji da ova pojava ima globalne razmere. Pa ipak, tokom XX veka nije registrovan ni jedan opadajući trend ekstremnih vremenskih prilika. Pored toga, zbog velike prirodne varijabilnosti klime i, u osnovi, male frekvencije pojave ekstremnih vremenskih prilika teško je utvrditi da li se one sada javljaju kao rezultat globalnog otopljanja. Verovatno objašnjenje je da je porasla osetljivost ljudi na ekstremne vremenske prilike, naročito u zemljama u razvoju, što ove pojave iz kategorije „ekstremne vremenske prilike“ prevodi u „klimatske katastrofe“. Revolucija u sferi komunikacija je ekstremne vremenske prilike i njihove efekte sasvim približila ljudima bez obzira u kom delu sveta se odigravale. Ono što je sasvim izvesno to je da će klimatske promene imati veći uticaj na društva kroz ekstremne vremenske prilike nego kroz suptilne promene srednjih vrednosti klimatskih elemenata tokom dugogodišnjeg perioda, kao što su temperatura ili padavine.

## Zaštita od grada (Planeta, 28, 2008 (LJ. Opra))

Kumulonimbusi (Cb) su oblaci vertikalnog razvoja sličnog nakovnju. Prate ih olujni vetar, pljusak i grad. Javljaju se češće na kopnu nego na pučini i donosi 80% padavina. Godišnji prosek padavina u Beogradu je 670 mm, od čega 1/3 daju Cb u periodu jun-avgust. Koliko su za opstanak živog sveta važne pojave koje prate Cb, još uvek nije sasvim istraženo. Zna se da broj dana sa grmljavinama raste od polarnica ka polutaru. Grmljavina nema bez munja, munja bez grada, a grada bez jezgara kristalizacije. Kako zastrašujuće sevanje munja ide uz ubitačan grad, ilustruje nevreme koje je 25. jula 1987. najpre gradom zasulo Austriju, zatim Sloveniju, Hrvatsku, Mađarsku i Vojvodinu gde je tučeno 250.000 ha, od ušća Drave do Bele Crkve. Tu nije bio kraj - i Rumuniju je zasuo grad. Usred vedrog dana, sa brda kod Užica video se blesak svetlosti munja iz Cb-a, nebeske grdosije, koji je to učinio. U toku života mnogo manjeg Cb-a, protok vode je 3,5 miliona tona. Vodu usisavaju i drže uzlazne struje brzine do 35 m/s.

Cb je moguće prognozirati i pratiti radarom: njegovo kretanje, faze razvoja, promene strukture, električne aktivnosti u njemu. O nastanku Cb-a i grada zna se više nego o nastanku munja, u čijim je kanalima temperatura 28.0000 C i gde se odvijaju procesi za koje nigde više nema uslova na Zemlji.

Osnivača Opservatorije (u Beogradu) astronoma Milana Nedeljkovića tajna Cb-a privlačila je koliko i zvezde. Preporuku da meteorolozi u svetu naročitu pažnju 1895. poklone proučavanju Cb oblaka iskoristio je da dobije državni novac za posao koji je već o svom trošku otpočeo. Napisao je uputstva za Posmatranje nepogodskih pojava i Posmatranje grada (1901). Do tada je lično obučavao osmatrača kako se to radi i upisuje u nepogodske kartice, koje je uveo da bi prikupio podatke i o pojavama van meteo-stanica. Osmatranja je tako dobro organizovao da je na osnovu prikupljenih podataka postao stručnjak za tu pojavu.

U raznim mestima Srbije 1900. počela je borba protiv ove stihije. U julu 1902. prof. Nedeljkovi je pozvan u Grac da stručnjacima za tu oblast iznese svoje mišljenje. Njegovo izlaganje je prihvaćeno i u celosti objavljeno u Beču. Nedeljković je smatrao da je pitanje odbrane preuranjeno. Nije bio proučen mehanizam formiranja zrna grada koji ima forme tako proste i tako komplikovane; koji pada u sitnim i vrlo krupnim zrnima; pada u malim količinama i ogromnim, a isto tako, pitanje visine na kojoj se formira nije utvrđeno. Verovao je da od odbrane na maloj površini nema koristi. Zanimario je mehaničke i zvučne efekte, usmeravajući pažnju na čestice nastale eksplozijom nošene ka oblaku. Razorna moć Cb-a usmerila mu je misli ka mogućnosti uticaja na mikroprocese u oblaku, kojima bi se sprečilo stvaranje grada i narušila dinamička stabilnost. U protivgradnim raketama nalaze se jezgra kristalizacije kojima se može sprečiti grad kada dospeju u oblak na pravo mesto, u pravo vreme i u dovoljnoj količini.

U hladnom delu oblaka, kapi vode ostaju tečne kao prehladene do -40 °C, kada se smrzavaju i postaju embrioni grada. U avgustu tako niska temperatura je na visini 7-8 km. Pri višim temperaturama, kristali leda nastaju na jezgrima kristalizacije kojih ima malo u atmosferi. To su mikročestice raznih supstanci, aktivne u različitim opsezima temperatura. Porekla su zemaljskog i kosmičkog. Mogu nastati sagorevanjem meteora. U oblaku, samo se neke uvećaju, dostižući dimenzije 0,3-0,5 mm i postajući zameci grada. Zameci zahvaćeni turbulencijom rastu na račun vode dok ne otežaju toliko da ih uzlazne struje ne mogu držati. Posle izlučivanja padavina, Cb može da se raspadne ili obnovi. Nisu svi Cb isti. Neki istovremeno obnavljaju vlagu i daju padavine, dok se kod drugih ti procesi smenjuju.

Kada, gde i kakav Cb će nastati, koliko će trajati i gde će kakve padavine izlučiti, zavisi od dinamike atmosfere, orografije, vlage itd. U junu 1970. krupan grad je padoo od Drine do bugarske granice. Kod Valjeva je izmereno zrno od 900 gr. Da bi poraslo do te veličine, uzlazne struje su

morale biti preko 40 m/s. Rast grada do veličine koja oštećuje kulture može se sprečiti ubacivanjem u oblak veštačkih jezgara kristalizacije (VJK) konkurentnih pri raspodeli vode. Kao mogući, ispitivani su kristali slični kristalima leda i pokazao se superioran srebrojodid (AgJ) dimenzija 0,05-0,5 $\mu$ m.

Na osnovu literature, u saradnji sa pet opština Šumadije, Aleksandar Opra je 1967. organizovao odbranu od grada. On je rasporedio 253 lansirna mesta, stvarajući sedam linija odbrane između Bukulje i Kosmaja, pet od Bukulje do Rudnika, a na ostaloj teritoriji su raspoređena na rastojanju 4-8 km. Strelci su prošli obuku, dobili napisana uputstva za dejstvo zasnovana na fazama razvoja Cb-a. Na osnovu prognoze i grmljavina registrovanih na Bukulji i u Smederevskoj Palanci, signalnim raketama obaveštavani su o nailasku Cb-a. U Izveštaj protivgradne stanice beležili su pojave pre, za vreme i posle dejstva. Seljaci su 10. juna primetili da je uspostavljen red u odbrani. Na Bukulji su pri sasvim vedrom nebu lansirane signalne rakete na osnovu registrovane udaljene grmljavine koja se nije mogla čuti. Poštujući uputstva strelci su čekali nevreme. Delovanje linija odbrane bilo je usklađeno sa nailaskom kumulonimbusa. Tokom cele sezone dejstvovano je 37 dana i branjeno 155.187 ha poljoprivredne površine. Usevi su oštećeni gradom na 2642 ha.

U SSSR-u je 1967. odbrana prešla u operativnu fazu, a 1968. u Srbiji je, na zahtev seljaka, proširena na više opština. Organizovani su centri sa kupljenim vojnim radarima da bi meteorolozi mogli da prate faze razvoja Cb. Uspostavljena je saradnja sa Laboratorijom čvrstog stanja u Vinči, koja je razvila vlastitu pirotehničku smešu ranga najboljih u svetu. U istoj laboratoriji je proizvedena i hladna komora za kontrolu smeše svake serije raketa. Akademik Fedor Mesinger je Svetsku meteorološku organizaciju obavestio da je protivgradnom zaštitom u Srbiji čestina grada smanjena za 15-20%, a verovatnoća da zasejavanje nema efekta je 2%.

### ***Prostorna i vremenska raspodela padanja grada***

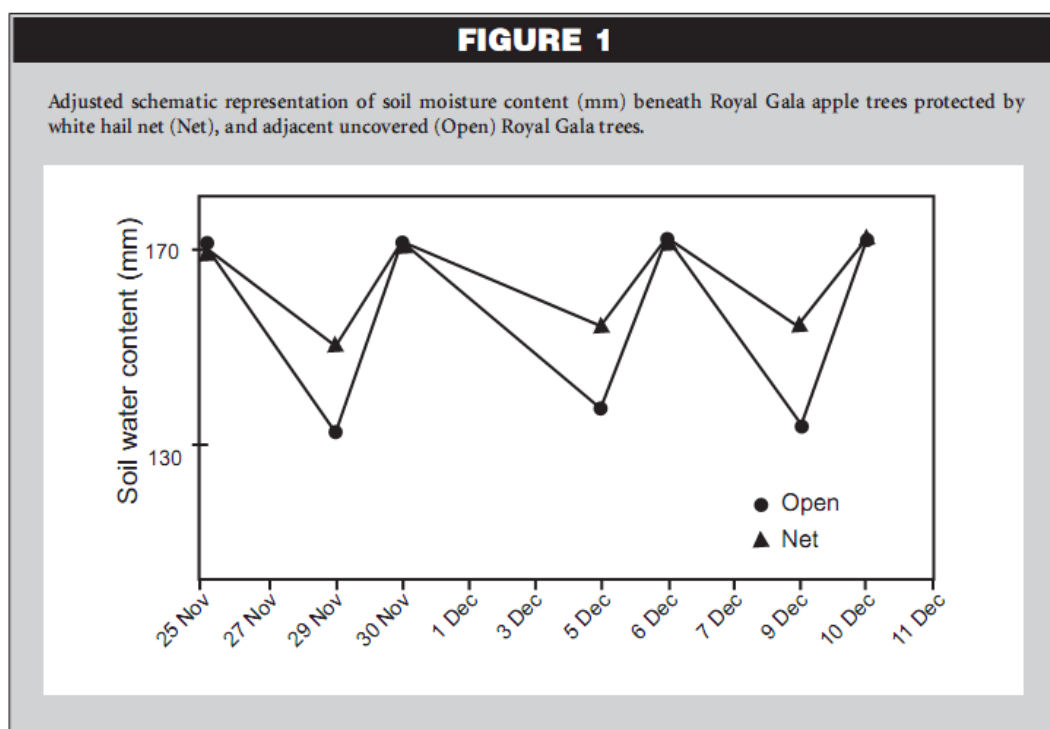
- ✚ Prostorna raspodela padanja grada je takva da grad pada u uskom i dugačkom pojasu
- ✚ Grad se najčešće javlja u popodnevnim časovima i to 50%: 15-20h, 20%: 12-15h, 13%: 20-01h
- ✚ Prosečno trajanje padanja grada je manje od 15 min
- ✚ Za zaštitu useva od grada koriste se protivgradne rakete i protivgradne mreže.
- ✚ Cilj protivgradnih raketa je da se ubacivanjem jezgara kondenzacije u gradonosni oblak smanje se zrna grada. Supstanca koja se najčešće koristi pri punjenju protivgradne rakete je srebro-jodid (AgJ).

### ***Protivgradne mreže***

Protivgradne mreže se danas izrađuju od plastičnih materijala i grafita i postavljaju se, najčešće u voćnjacima, za zaštu od grada. Ipak, ovi pokrivači u velikoj meri utiču na energetski i vodni bilans biljnog sklopa iznad koga su postavljeni jer predstavljaju branu zračenju, ali delimično i isparavanju i padavina. Naravno, poluzaštićeni prostor ispod biljnog sklopa je značajno slabije osvetljen od onog koji nije prekriven.

Ovom prilikom će biti prikazana analiza merenja koja su obavljena u nekoliko voćnjaka u kojima je jedna polovina voćnjaka prekriveni mrežama, a druga ostavljena bez mreže. Ovi voćnjaci se nalaze u različitim regionima Australije (Kvinslend (Queensland), Novi Južni Vels (New South Wales) i Viktorija (Victoria)) i u njima su zasadi sledećih sorti jabuke: **Crveni delišes, Greni smit, Fudzi, Pink ledi i Rojal gala**. Pored merenja meteoroloških elemenata (trajanja i intenziteta sunčevog zračenja, količine padavina, vlaženja lista, vlažnosti vazduha i zemljiša, temperature vazduha), analizirane su i kvalitativne i kvantitativne karakteristike plodova u različitim fazama razvoja. Tom prilikom je ustanovljeno da protivgradne mreže mogu da prouzrokuju:

- ✚ Smanjenje intenziteta i trajanja fotosintetski aktivnog zračenja (FAZ) za 12-17%, a u ekstremnim situacijama i do 25% (zavisno od tipa, dimenzije i boje mreže).
- ✚ Povećanje relativne vlažnosti vazduha 10-15%
- ✚ Smanjenje brzine vetra i do 50%
- ✚ Smanjenje varijacije vlažnosti zemljišta (slika 1)
- ✚ Smanjenje temperature vazduha tokom dana (za 1-3 °C tokom toplih i vrelih dana), zanemarljiv uticaj na temperaturu vazduha tokom noći i bez primetne zaštite od mraza.
- ✚ Smanjenje ožegotina i oštećenja od ptica dodatno će poboljšati kvalitet kore i boju plodova.



Vitalnost drveta je njegova karakteristika koja u velikoj meri određuje kakav će biti odgovor jabukovog drveta na mreže, dok će dimenzije ploda kod vitalnog drveta ispod mreže biti umanjene u slučaju neprimerenog orezivanja koje pospešuje intenzivan rast izdanaka. Voćnjaci zaštićeni mrežama moraju brzo da postignu i održe visok prinos i kvalitet proizvoda kako bi bili nadoknadjeni troškovi mreža i njihovog postavljanja.

**TABLE 2**

Fruit quality (fruit color as % of fruit numbers) in the open and under hail netting.

Color (rating) <sup>2</sup>	1996 Hi Early (NSW)		1999 Hi Early (NSW)		1998 Red Fuji (Qld)	
	Open	Net	Open	Net	Open	Net
Excellent (4,5)	59	67	42	50	39	57
Satisfactory (3)	32	27	34	32	47	31
Poor (1,2)	9	6	24	18	14	12
<b>Sample size</b>	<b>(11,000 apples)</b>		<b>(51,000 apples)</b>		<b>(6,000 apples)</b>	

<sup>2</sup>Fruit color visually rated (1 to 5).

**TABLE 4**

Fruit quality (sunburn incidence as % of fruit numbers) in the open and under hail netting.

Sunburn	1996 Hi Early (NSW)		1997 Granny Smith (Vic)		1998 Red Fuji (Qld)	
	Open	Net	Open	Net	Open	Net
Severe			9.2	0.8		
Moderate + severe	7.8	0.7	21.1	6.4	36.0	8.0
Sample size	(8,000 apples)		(13,000 apples)		(11,200 apples)	

**TABLE 9**

Expected profitability of hail netting at Stanthorpe (Queensland).

Variety	Average price (Aust. \$/ case)	Packout (% without net / % with net)	Expected equivalent annual return (\$/ha)	Expected IRR (%)	Expected payback period (years)
Average	18.59	78/94	355	10.2	14
Red Delicious	16.02	85/95	-1172	na	na
Granny Smith	19.32	70/95	1621	14.4	10
Fuji	28.51	65/80	3817	20.7	7
Pink Lady	31.26	60/75	4570	24.7	5
Royal Gala	28.53	70/85	4125	21.0	8