

Damir PETI
Fadil HADŽISELIMOVIĆ
Velimir OSMAN

Obrana od tuče na području općine Koprivnica 1976–1988.

OBRANA OD TUČE U SR HRVATSKOJ

Uvod

Napretkom izučavanja fizike oblaka i atmosfere te dinamičkog modeliranja šezdesetih se godina došlo do spoznaje o prirodi procesa koji se zbivaju u oblacima. Ove spoznaje otvorile su čovjeku mogućnost da u izvjesnoj mjeri djeluje na te procese. Od nekoliko varijanti umjetnog djelovanja na vrijeme, jedna je našla primjenu u obrani od tuče.

Princip obrane od tuče temelji se na unošenju u oblak umjetnih jezgara zaleđivanja koje imaju približno jednaka svojstva kao i prirodne jezgre, a kojima čine konkurenciju u procesu rasta zrna tuče.

Stručnjaci su se u početku vrlo kritički odnosili prema prvim pokušajima obrane od tuče koji su se u tim godinama kod nas gotovo stihijski provodili. Unatoč tome hidrometeorološka služba nije mogla ostati po strani pa je poduzela akciju da se uključi u obranu kao stručni organizator. Pod stručnim vodstvom Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske obrana od tuče se razvila u društveno priznatu djelatnost od posebnog društvenog značaja.

Danas je u međurječju Save i Drave, gdje je vrlo intenzivna poljoprivredna proizvodnja, aktivno osam radarskih centara i oko 460 lansirnih stanica koje provode obranu od tuče na površini od preko 2,5 miliona hektara.

Povijesni podaci

Obrana od tuče provedena je prvi puta u SR Hrvatskoj 1959. godine na području općine Križevci, zatim se uključila općina Đurđevac 1963. godine, te voćnjaci »Borinci« kod Vinkovaca 1965. godine. Ubrzo nakon ovoga počela se organizirati obrana i u drugim općinama.

Nakon ovih samostalnih pokušaja od strane RHMZ-a je pokrenuta široka akcija organiziranja obrane od tuče uz sudjelovanje svih zainteresiranih faktora: poljoprivrednih organizacija, općinskih skupština, privrednih komora, osiguravajućih zavoda i organa vlasti. Pomanjkanje sredstava i kadrova za znanstveno istraživanje te sve veći zahtjevi privrede za obranom od tuče, nametnuli su potrebu da se sa obranom od tuče počne na osnovu iskustava drugih te da se znanstveno istraživanje vrši paralelno sa operativnim radom. Unatoč velikom interesu tek se 1967. godine uspjelo organizirati ući u obranu na području općine Virovitica, ali bez upotrebe radara i sa raketama niskog dometa. U ovom je radu još uvijek bio prisutan subjektivni faktor jer je svaki raketar sam odlučivao kada će lansirati rakete uvažavajući

opisne kriterije za raspoznavanje tučonosnih oblaka. Raketari su ujedno vodili evidenciju o nepogodi i lansirnim raketama. Ti su podaci služili za proučavanje meteoroloških uvjeta za pojavu tuče. Paralelno sa radom na terenu posebna je grupa sinoptičara radila na prognozi tuče koja je preko radiostanice Zagreb emitirana u određenim terminima, a koristila je raketarima kao pomoć u otkrivanju tučonosnih oblaka.

Narednih se godina u rad obrane od tuče uključuje sve više općina tako da se do 1969. godine djelatnost proširila na područje 22 općine. Istovremeno sa proširenjem djelatnosti radilo se na poboljšanju kvalitete uvođenjem dirigitirane obrane i rakete većeg dometa. U pojedinim se općinama postupno prelazilo na dirigitiranu obranu tako da je određeni broj lansirnih stanica radio po nalogu radarskog centra sve dok se nisu istrošile sve rakete niskog dometa, a onda se kompletno prelazilo na dirigitiranu obranu i rad sa raketama »SA-KO« 6–3 većeg dometa koje su se lansirale pod određenim azimutom i elevacijom a ne samo vertikalno gore. Tako se je do 1967. godine u potpunosti prešlo na radarski dirigitiranu obranu od tuče pomoću radara 3 MK 7 i raketa »SA-KO« 6–3. Te je godine u sistemu obrane od tuče SR Hrvatske radilo devet radarskih centara, osam u Hrvatskoj i jedan u Bosni i Hercegovini. Ovi su centri pokrivali područje 35 općina. Na branjenom je području radilo ukupno 540 lansirnih stanica koje su te godine utrošile 2731 protivgradnu raketu.

Naglo povećanje područja u obrani od tuče posljedica je sve upornijih zahtjeva poljoprivrednika i organizacija za sprovođenje obrane od tuče. Sve veći zahtjevi korisnika stručnih usluga RHMZ-a i potreba realizacije koncepcije stalnih ekipa radarskih centara doveli su do stalnog povećanja broja zaposlenih u obrani od tuče pa se kao posljedica krajem sedamdesetih godina pojavila potreba formiranja samostalne organizacione jedinice unutar RHMZ-a, tako da je 1979. godine nastao »Centar za obranu od tuče«.

Godine 1980. formiranjem Radarskog centra Osijek zaokruženo je radarsko pokrivanje međurječja Save i Drave. Daljih godina uslijedilo je usavršavanje sistema nabavom novih radara WSR 74 S i kompjutera HP 1000 za Radarske centre Puntijarka i Osijek te postepenim prelaskom na rad sa raketama velikog i srednjeg dometa.

Broj radarskih centara ostao je isti sve do 1986. godine kada je zbog velikih finansijskih i organizacijskih problema ukinut Radarski centar Igrač, a obrana od tuče na području općina Slavonski Brod i Bosanski Brod provodi se i dalje preko Radarskih centara Gradište i Gorice.

Danas je na području međurječja Save i Drave ukupno 8 radarskih centara koji u potpunosti prekrivaju cijelo ovo područje na kome ujedno radi 462 lansirne stanice uglavnom sa raketama velikog i srednjeg dometa. Ekipe svih radarskih centara rade u smjenama tako da je to uvjetovalo da Centar za obranu od tuče danas broji 67 radnika. COT organizira stručni dio posla i rukovodi radom radarskih centara dok organizaciju rada lansirnih stanica, nabavu protivgradnih raketa i potrebnih financijskih sredstava provode područne organizacije (SIZ-ovi, Fondovi i sl.).

Za sada je čitava ova djelatnost na samofinanciranju što u velikoj mjeri otežava rješavanje mnogih problema u radu raketara i radarskih centara, a radi nedostatka financijskih sredstava onemogućava provođenje neophodne modernizacije sistema. Šest radarskih centara još uvijek radi sa zastarjelim radarima 3 MK 7, sistem radio-veze s raketarima je zastario i nepouzdan s jakim atmosferskim smetnjama, radni status raketara je nerješjen itd. Uz navedeni nedostatak financijskih sredstava rješavanje ovih problema otežano je i ne postojanje zakonske regulative koja usprkos višegodišnjeg nastojanja svih učesnika u obrani od tuče sve do danas nije ostvarena.

Znanstvena saznanja o pojavi tuče i razvoju kumulonimbusa

Oblaci u kojima se stvara tuča su oblaci velikog vertikalnog razvoja i nazivamo ih kumulonimbusi. Oni se javljaju u slučajevima jakih nestabilnosti atmosfere kada dolazi do dizanja vlažnog prizemnog sloja zraka na velike visine. Uvjeti za pojavu takvih nestabilnosti ispunjeni su u nekoliko slučajeva: prilikom prolaska hladne fronte, u hladnoj zračnoj masi neposredno ili dan iza prolaska fronte, unutar zračne mase sa ciklonalnim strujanjem, u slučaju prizemnog anticiklonalnog polja uz prisustvo visinske doline ili ciklone te pritjecanja hladnog zraka po visini i rjeđe u čistoj anticiklonalnoj situaciji kada dolazi do dizanja vrlo vlažnog prizemnog zraka radi dnevnog ciklusa zagrijavanja atmosfere.

Dizanjem zraka i njegovim dolaskom u sve hladniju okolinu on se hladi i postepeno prezasićuje vodenom parom te tada dolazi do kondenzacije i stvaranja sitnih vodenih kapi. Ovisno o okolnim uvjetima ove kapi mogu biti nesmrznute sve do temperature od -40°C . Daljim dizanjem u područje hladnijih temperatura dolazi do njihovog spontanog zamrzavanja, a to se događa na visinama od 6 do 8 km. Iako ih je veliki broj, radi male vjerojatnosti njihovog spajanja one ostaju sitne. Međutim u slučaju da se u uzlaznoj struji zraka koja stvara i održava kumulonimbus nalaze čestice mikronskih dimenzija koje pospješuju zamrzavanje na njima nastalih kapi ovaj proces može početi već kod temperature od -6°C . Pojedine ovako smrznute kapi u svojoj okolini imaju prevladavajuću masu prehladenih vodenih kapi. One se međusobno sudaraju pri čemu se vodena kap zaleđuje na ledenoj tako da ova pri svojem dizanju sve brže raste. Na taj način nastalo zrno leda naraste do znatno većih dimenzija nego ona nastala spontanom zamrzavanjem. Kada preraste određenu dimenziju i uzlazna struja ih ne može održavati, počinju padati. Ako su dovoljno velika da se padanjem kroz topli dio atmosfere ne mogu otopiti na tlo padaju kao zrna sugradice ili tuče. Ako je zrno koje padne polumjera do 5 mm onda je to sugradica, a ako je veće onda je tuča.

Čestice koje se nađu u atmosferi a pospješuju proces zaleđivanja nazivaju se prirodne jezgre zamrzavanja.

Ovisno o broju tih jezgara u jedinici zapremine zraka rasti će i zrno tuče. Što je veći njihov broj to će pojedinačno zrno imati na raspolaganju manje vode za svoj rast pa će biti manje i obratno, ako je manje jezgara zrno će biti veće. Mjerenja u atmosferi su pokazala da se broj prirodnih jezgri zamrzavanja kreće od 1 do 100 u kubnom metru zraka. Osim navedenog konačna veličina zrna ovisi o ukupnoj količini vlage te o putu koji prođe u oblaku prije ispadanja.

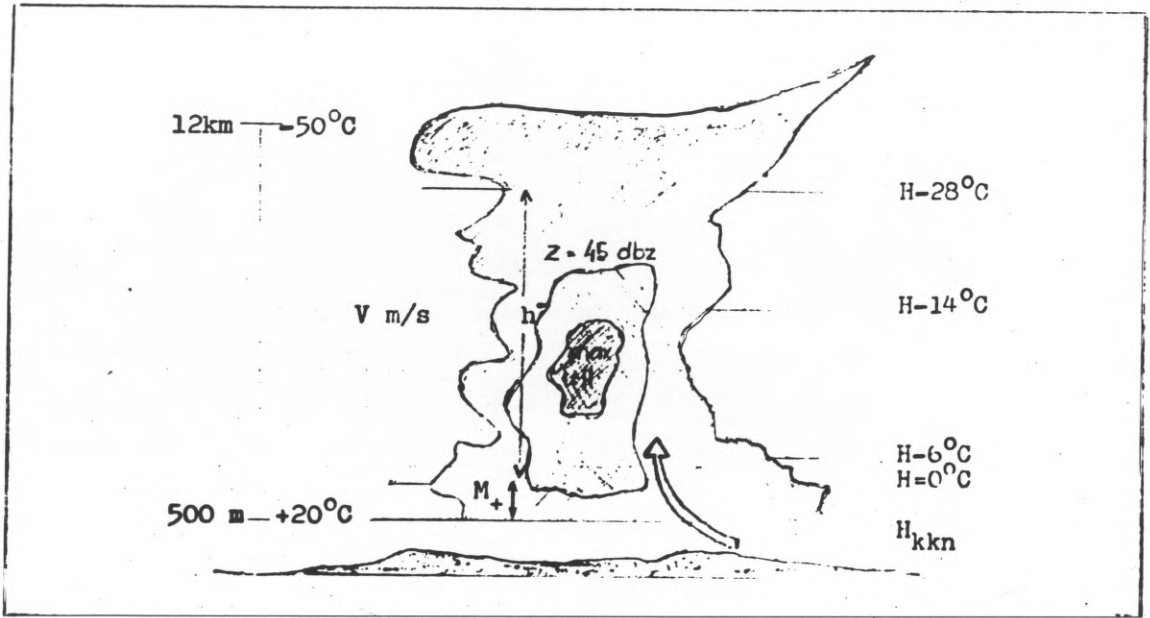
Danas u radarskoj meteorologiji kumulonimbus se lektiramo u tri roda: jednočelijske, višočelijske i superčelijske. Jednočelijski su oblaci oni koji sadrže jedno područje pojačanog radarskog odzraza najčešćeg promjera od 4 do 8 km i životnog su vijeka od pola do najviše nekoliko sati. Najčešće se pojavljuju u slučajevima konvektivne nestabilnosti u zračnoj masi uz slabu promjenu brzine vjetera po visini. Područje nastanka, rasta i padanja tuče su u istom mjestu oblaka samo što su ovi procesi vremenski odijeljeni. Tuča koju donese javlja se na malom području i kratko traje.

Višočelijski oblaci sadrže dvije ili više ćelija koje se stalno regeneriraju. Taj proces najčešće teče tako da se desno ispred stare ćelije stvaraju nove, a lijevo u pozadini najstarije ćelije odumiru. Nove se ćelije najčešće stvaraju na visini 4 do 6 km. Cijeli oblaci sistem može opstati i više od deset sati. Kod ovih su oblaka u pravilu sve ćelije u međusobnoj sprezi pa kad nastanu i bez posebno povoljnih uvjeta na svom putu mogu se održati u životu po nekoliko sati. Ovi oblaci daju tuču iz starih ćelija, a jer se oblak regenerira i ima dugi vijek tragovi padanja tuče su u nastavcima u duljini od nekoliko desetaka kilometara. Pojava ovakvih oblaka vezana je uz prolazak hladnih fronta ili uz nestabilnost u zračnoj masi uz jaku vertikalnu promjenu brzine vjetera.

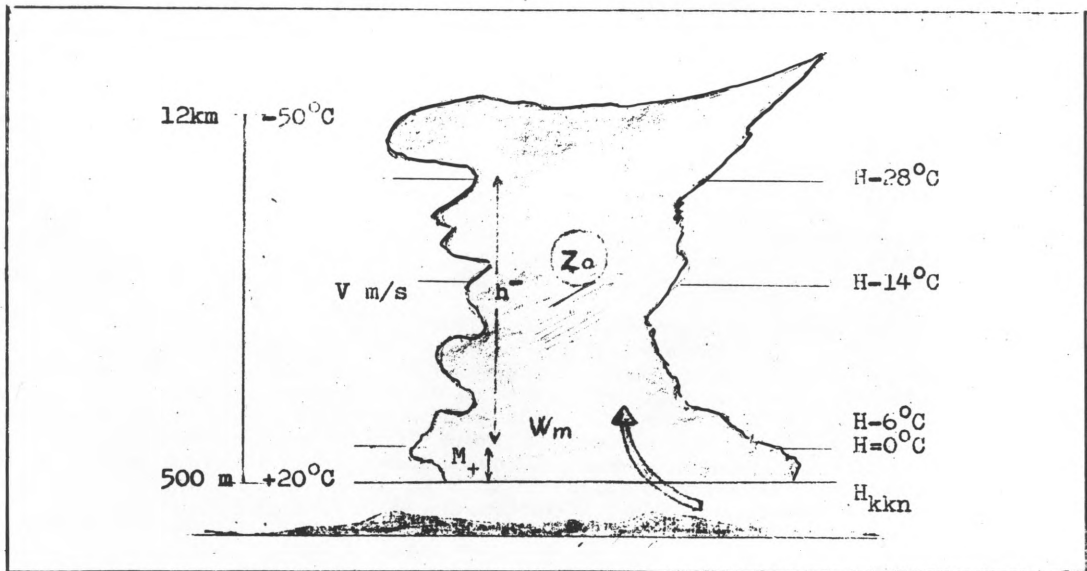
Superčelijski oblaci se sastoje uglavnom od jedne jezgre koja je vrlo velikih dimenzija (promjera 30 i više kilometara). Kod ovih je oblaka prostorno odvojeno područje nastanka, rasta i padanja tuče. Oni unutar sebe sadrže sistem spiralnog kruženja zraka u ciklonalnom smjeru. Radi velike sposobnosti regeneracije uzlaznih struja ovi oblaci imaju vrlo dug vijek života od nekoliko desetaka sati. Uz ove oblake vezana je pojava najintenzivnijih i najjačih tuča koje padaju na vrlo širokom i dugačkom području. Prolazak ovakvih oblaka praćen je olujnim vjetrom.

Metoda djelovanja obrane od tuče

Obzirom na navedeno saznanje o nastanku i rastu zrna tuče nameće se metoda djelovanja obrane od tuče koja se temelji na principu konkurencije prirodnim jezgrama zaleđivanja pomoću umjetnih. Na ovaj se način broj jezgara u jedinici volumena povećava do takvog broja da se koliko je god moguće, obzirom na ostale uvjete u oblaku, stvaraju manja zrna tuče koja bi se na putu do tla otopila ili pala u obliku sugradice. Ova metoda nije teoretski idealna, ali je sa današnjeg stupnja razvijenosti tehnologije, a i s ekonomske strane, najopravdanija. Idealna metoda bi bila ona koja bi se zasnivala na zamrzavanju svih kapi u oblaku. Jer je vjerojatnost međusobnog spajanja tako nastalih sitnih zrna leda neznatna, na ovaj bi se način u potpunosti spriječio rast zrna tuče. Međutim, obzirom na broj kapi i malu vjerojatnost njihova sudara s umjetnim jezgrama zaleđivanja procjenjuje se da bi za zaleđivanje cijelog kapljičnog sadržaja jednočelijskog oblaka bilo potrebno od nekoliko tona do nekoliko desetina tona meteorološkog reagensa koji stvara umjetne jezgre zaleđivanja. Djelo-



Sl. 1. Meteorološki parametri neophodni za numeričko modeliranje olujnog oblaka



Sl. 2. Meteorološki parametri neophodni za numeričko modeliranje olujnog oblaka

vanje po ovoj metodi bi sa današnjeg aspekta razvoja sredstava obrane od tuče zahtijevalo utrošak od 10 000 do 200 000 komada raketa po srednjoj razvijenoj oblaku, a što je znatno više od cjelogodišnjeg utroška protivgradnih raketa u SR Hrvatskoj. Ostale predlagane metode i teoretski gube bitku s metodom konkurencije. Iako metoda konkurentnog djelovanja ne osigurava totalnu obranu od tuče već smanjenjem zrna tuče djeluje na smanjenje šteta. Proučavanja kod nas i vani su pokazala da osigurava 30 do 90 postotno smanjenje šteta, ovisno o vremenskoj situaciji, vrsti i razvojnoj fazi oblaka te o terenu na kome se djelovanje vrši.

Sistem i sredstva obrane od tuče u SR Hrvatskoj

U sistemu obrane od tuče za identifikaciju oblaka, određivanje njihove tučoosposobnosti i lociranje koriste se radari. Pomoću njih se na osnovu radarskog signala reflektiranog od oblaka može odrediti dimenzija i položaj jezgre oblaka te na jačine može procijeniti njegov sadržaj ili kod specijalnih vrsta radara točno odrediti da li sadrži kapi kiše ili tuču. Položaj oblaka određuje se obzirom na smještaj radara te se ucrtava na posebnu kartu (planšetu) na kojoj su označene lokacije lansirnih stanica (LS). Nakon ucrtavanja u slučaju potrebe djelovanja određuju se parametri za lansiranje protivgradnih raketa. Za djelovanje se odabiru lansirne stanice koje su u najpovoljnijem položaju da optimalno zasiju oblak meteorološkim reagensom.

Svaki radarski centar ovisno o veličini područja koje prekriva ima određeni broj lansirnih stanica koje su raspoređene s ciljem što efikasnijeg prekrivanja cijelog područja. U okviru pojedine lansirne stanice postoji tipski objekt (kontejner ili kućica za raketara i protivgradne rakete), lanseri i sredstva veze.

U obrani od tuče SR Hrvatske danas se koriste dva tipa radara: radari 3 MK 7 i WSR 74 S. Radar 3 MK 7 je vojni nišanski radar iz pedesetih godina, a modificiran je za potrebe meteorologije. Radi na valnoj dužini od 10 cm i može pratiti razvijene olujne oblake do daljine 60 km. Meteorološki gledano ovaj radar je vrlo ograničen i zastario, a otežano mu je i održavanje. Drugi tip radara je meteorološki radar. On radi na S području valne dužine 10,7 cm i ima DVIP (digitalni video integrator i procesor) za određivanje područja s određenim intenzitetom refleksije. Za operativni rad koristi se do daljine od 128 km, a za osmatranje do 256 km. Ovim je radarom omogućen dalji razvoj radarske meteorologije, a posebno je poboljšana operativnost i pouzdanost otkrivanja tučonosnih oblaka. Ovi radari smješteni na radarskim centrima Osijek i Puntijarka omogućili su permanentno organizirano bdijenje čime je u znatnoj mjeri isključen faktor iznenađenja.

Meteorološki reagens koji se kod nas upotrebljava načinjen je na bazi srebra jodida (AgJ). Odabran je radi toga što daje jezgre najveće kristalizacione sličnosti sa ledom i ujedno vrlo velike efikasnosti stvaranja umjetnih jezgri zaleđivanja. On se u oblak unosi pomoću raketa jer su se one pokazale, ekonomski i stručno, kao najopravdanije i najefikasnije sredstvo za unošenje reagensa u točno odabrani dio oblaka. Njima se oblaci zasijavaju pretežno ispred ili u prednjem desnom dijelu.

Danas se u operativu koriste tri vrste protivgradnih raketa. Prevladavaju rakete velikog dometa TG-10 i srednjeg dometa »SA-KO« 6 M 84, PP 6 i TG-5. Rakete velikog dometa su radnog dometa 9 – 10 km i vertikalnog dosega 4 – 6 km, dok su rakete srednjeg dometa

radnog dometa 4 – 5 km i dosega 3 – 4 km. Još uvijek se ponegdje koriste rakete »SA-KO« 6-3 malog dometa do 3 km i dosega do 3,5 km. Sve ove rakete nose sa sobom 400 g meteorološkog reagensa koji izgara na određenom dijelu njihove putanje stvarajući umjetne jezgre zaleđivanja. Zasijavanje se vrši u području nastanka zametka zrna tuče na visinama gdje prevladavaju temperature od -6 do -12°C. Jedan gram meteorološkog reagensa, ovisno od tipa, stvara na temperaturi od -10°C od bilijarde do 10 bilijardi jezgri zaleđivanja. Sve ove rakete se ispaljuju iz lansera pod određenim azimutom i elevacijom.

U početku razvoja obrane od tuče koristile su se rakete proizvedene u »Slobodi« Čačak tip M 59 i M 60. One su lansirane vertikalno i dostizale su visine od 1000 do 1600 m gdje su eksplodirale i tako raspršile reagens. Prvijenac modernih protivgradnih raketa bila je raketa »SA-KO« 6-2 i »SA-KO« 6-3 u potpunosti nisu zadovoljavale meteorološke zahtjeve za djelovanje, pa su stoga kasnije razvijene rakete velikog i srednjeg dometa. U početku su se rakete lansirale iz jednocijevnih lansera dok se danas pretežno lansiraju iz šesterocijevnih čime je povećana efikasnost djelovanja kao i olakšano rukovanje osobi koja ih ispaljuje.

Kao sredstvo veze između Radarskog centra i lansirne stanice koriste se radio stanice tipa RT-20TC 6 koje rade na principu amplitudne modulacije signala uz prenos atmosferskih smetnji, a danas se nastoje zamijeniti modernijom i kvalitetnijom UKV vezom.

OBRANA OD TUČE NA PODRUČJU OPĆINE KOPRIVNICA

Povijesni pregled rada Radarskog centra 2B »Trema«

Općina Koprivnica uključila se u rad sistema obrane od tuče 1976. godine. Raketari ove općine radili su u okviru poligona radarskog centra »Trema« koji je radarski prekrivao područja još triju općina: Križevci, Vrbovec i N. Marof. Ovaj centar od svog osnivanja uz centar Varaždin, do danas radi kao privremeno rješenje namjesto neizgrađenog RC »Kalmik«. Radarski centar 2B »Trema« je odabrana kao lokacija nedaleko Križevaca nakon ispitivanja kvalitete radio veze i mogućnosti radarskog prekrivanja područja svih četiriju općina. On je sve do 1984. godine radio u poljskim uvjetima, u kamp kućicama, bez ikakvih većih promjena od svog osnivanja. Tek 1985. godine postavljeni su kontejneri »Autoradgona«, načinjen je krov, interni vodovod i uređena je okolina tako da su značajno popravljani uvjeti rada na centru. Oba radara su još uvijek radari 3 MK 7, a radio veza sa raketarima održava se SSB stanicama RT-20-TC 6.

Prve godine rada ovaj centar pokrivao je samo područja općina Križevac i Vrbovec. Na oblake se djelovalo raketama M 68 (»Čačanke«) niskog dosega. Te godine radilo je 50 lansirnih stanica koje su u 23 dana sa akcijama utrošile 599 raketa. Naredne godine kada je uključena i općina Koprivnica, prvi puta su korištene rakete »SA-KO« 6-3, a od planiranih 67 lansirnih stanica osposobljeno ih je 48. Do 1978. godine bile su aktivirane sve lansirne stanice, a ispucale su ukupno 627 komada protivgradnih raketa. Stanje na poligonu ovog radarskog centra bilo je gotovo nepromijenjeno sve do 1984. godine kada su se prvo na općini Vrbovec počele uvoditi rakete velikog dometa TG-10 i šesterocijevni lanseri

TGL-6. Sve do 1987. godine trajao je prijelaz od upotrebe raketa malog dometa i jednocijevnih lansera na rad sa raketama velikog i srednjeg dometa. Na području poligona Radarskog centra »Trema« danas su sve lansirne stanice opskrbljene sa šestercijevnim lanserima, skladištima za protivgradne rakete i skloništima za raketa-re. Što se toga dijela tiče modernizacija je zadovoljavajuće provedena no problem je ostao sam radarski centar sa zastarjelom opremom, te sistemom radio-veze, između radarskog centra i lansirnih stanica.

Povijesni pregled rada obrane od tuče na području općine Koprivnica

Nakon korištenja i na našem području protivgradnih raketa tipa M 68 proizvedenih u »Slobodi« Čačak (popularno zvanih »Čačanke«, a korištene su na Farkašiću u vinogradima) i dogovora predstavnika Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske sa predstavnicima Skupština općina Koprivnica, Križevci, Vrbovec i Novi Marof (5. 4. 1974.) 1976. godine je došlo do uključivanja područja općine Koprivnica u rad sistema radarsko-dirigirane obrane od tuče.

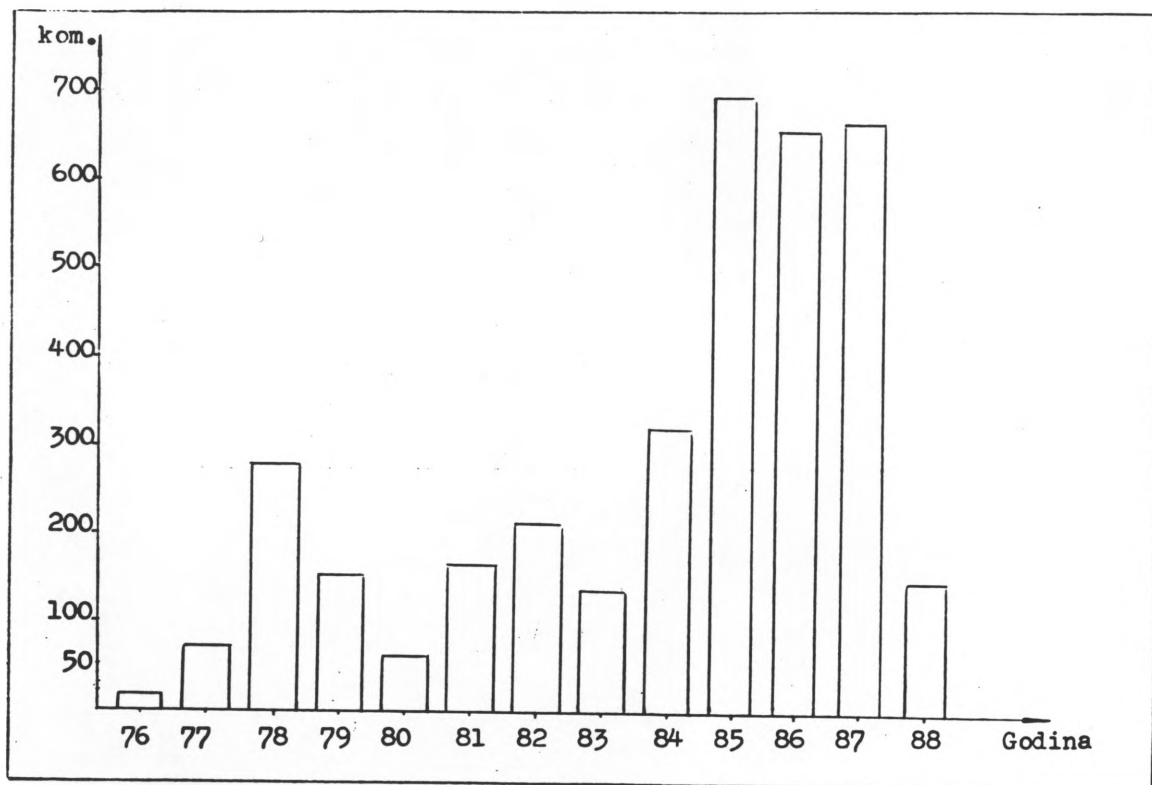
U 1975. godini vršene su organizacione pripreme, obilaženje terena i određivanje lokacija pojedinih lansirnih stanica, a na temelju mišljenja stručnih službi Republič-

kog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske i odobrenja OSUP Koprivnica i Općinskog komiteta za urbanizam i građevinarstvo.

Početak rada pojedinih lansirnih stanica ovisio je o nabavljenoj opremi (jednocijevni lanseri, kablovi, radio stanica i antena) što je bilo povezano sa stalnim poteškoćama oko osiguranja financijskih sredstava. Prikaz rada pojedinih lansirnih stanica u periodu 1976–1988. godina dat je tabelarno uz potrošnju pojedinog tipa protivgradnih raketa.

Početak organizirane radarsko-dirigirane obrane od tuče na našem području vezan je uz korištenje protivgradnih raketa malog dometa »SA-KO« 6–3 te je na temelju njihovih karakteristika planirano postavljanje 27 lansirnih stanica čime bi se dobilo dovoljno prekrivanje cijelog branjenog područja. Mora se istaći da je rad raketa u tom razdoblju bio veoma težak i odvijao se na većini lokacija u poljskim uvjetima bez adekvatnih zaklona za raketa-re i prostora za skladištenje protivgradnih raketa.

Daljnja naučna saznanja pokazala su da se efikasnija obrana od tuče može sprovoditi protivgradnim raketama velikog dometa TG-10, uz smanjenje broja lansirnih stanica, tako da se i na našem području 1984. godine prišlo modernizaciji lansirnih stanica, kako bi se poboljšala efikasnost i sigurnost djelovanja. Na taj način



Sl.1. Potrošnja protivgradnih raketa na području općine Koprivnica u razdoblju 1976-1988.godina u komadima.

se tokom proteklih godina osposobilo 19 lansirnih stanica velikog dometa, na kojima su postavljeni kontejneri K-OPT specijalno namijenjeni za djelatnost obrane od tuče (koji imaju unutar svog prostora sklonište za raketara i skladište za određenu količinu protivgradnih raketa), dva šesterocijevna lansera, pripadajući višezilni kablovi sa paljbenim uređajima te antene i radio-uređaji. Na taj način bitno su poboljšani uvjeti rada i djelovanja raketara.

Ekonomska opravdanost obrane od tuče

Teritorij općine Koprivnica ima ukupno 720 km² površine, a poljoprivredna proizvodnja zauzima dominantno mjesto te otuda i odgovor otkuda interes za obranu od tuče. Primjera radi, na temelju podataka proizvodnje samo merkantilnog kukuruza na našem području može se vidjeti da su ulaganja u organizaciju sistema protivgradne zaštite oko 1 % navedene vrijednosti proizvodnje i da moguće štete daleko nadmašuju ulaganja u ovu mladu djelatnost. Ako uz ovu potvrdu uvažimo činjeni-

cu da je tuča u trenutku kad je pričinila štetu na kukuružu oštetila i druge poljoprivredne kulture, druga dobra i materijalne vrijednosti, još više potvrđujemo ekonomsku opravdanost ove djelatnosti.

Stoga, iako danas ne postoji 100 % garantirana obrana od tuče, ovoj djelatnosti treba pokloniti poseban društveni tretman, jer u osnovi ona polazi od toga da nacionalnoj privredi sačuva proizvod. U slučaju osiguranja, kojeg obrana ne isključuje, proizvođač kod osiguravajućeg zavoda osigurava samo novčanu vrijednost proizvodnje dok je za naciju šteta od tuče višestruka, jer zbog gubitka proizvoda gubi prerađivačka industrija, gubi trgovačka mreža, gubi se zbog uvoza, a i isplaćeno osiguranje je svojevrсна šteta.

Ulaganja po hektaru obradivog zemljišta za obranu od tuče posljednjih godina na području općine Koprivnica su kako slijedi:

1985. godine	386 dinara/ha
1986. godine	1.013 dinara/ha
1987. godine	2.067 dinara/ha
1988. godine	6.609 dinara/ha

Tablica 1. Potrošnja protivgradnih raketa po lansirnim stanicama 1976–1988. g. na području općine Koprivnica

Lansirna stanica	Godina													Ukupno
	76.	77.	78.	79.	80.	81.	82.	83.	84.	85.	86.	87.	88.	
Legrad	–	–	2	11	2	7	6	2	5	3	11	14	5	68
Zablatje	–	–	–	10	2	3	2	0	3	–	–	–	–	20
Đelekovec	–	–	4	–	–	–	12	0	23	40	37	25	6	147
Kuzminec	–	–	4	14	1	11	9	2	24	43	37	16	9	170
K. Ivanec	–	–	14	10	1	12	7	4	16	47	32	23	27	193
Peteranec	–	2	19	7	2	11	10	6	0	38	40	40	4	179
Gotalovo	–	–	13	2	1	6	7	0	8	32	21	48	3	141
Gola	–	–	4	–	–	–	–	4	19	43	21	32	6	129
D. Rijeka	–	–	5	5	3	–	6	4	17	49	51	41	3	184
B. Selo	–	15	11	22	5	14	17	6	7	15	–	–	–	112
Subotica	–	–	6	–	–	12	6	4	5	5	48	33	2	119
Vinica	–	10	20	17	5	12	7	2	2	3	–	–	–	78
Hlebine	–	4	13	2	1	–	4	–	–	–	–	33	0	57
G. Greda	–	4	10	2	1	–	6	1	13	42	36	48	0	163
V. Poganac	–	–	6	–	1	6	3	14	8	–	–	–	–	38
Reka	–	5	13	3	2	11	15	7	41	52	40	21	9	219
Draganovac	–	8	24	–	8	19	19	15	9	40	37	54	17	250
K. Bregi	–	–	19	5	3	8	11	2	16	36	41	65	9	215
Vrhovac	–	16	17	21	3	12	11	11	25	65	56	28	10	275
M. Grabičani	–	–	16	5	10	6	7	22	7	18	38	29	–	158
Srijem	–	–	18	5	5	9	14	22	62	89	45	24	18	311
Hudovljani	–	–	–	–	–	–	–	–	–	21	15	30	–	66
Plavšinc	–	4	6	2	–	2	6	–	–	–	–	–	–	20
Vlaislav	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	33	42	3	78
Delovi	–	–	5	2	–	–	8	4	–	–	–	–	–	19
Drnje	–	–	22	–	2	–	10	–	–	–	–	–	–	34
Ukupno po god.	15	68	271	145	58	161	203	132	310	681	639	646	131	3460

Broj lansirnih stanica u funkciji

malog dometa	4	16	23	19	23	20	23	24	11	6	1	1	0
velikog dometa	–	–	–	–	–	–	–	–	12	13	17	19	19
Ukupno lans. stanica	4	16	23	19	23	20	23	24	23	19	18	20	19

Vidljivo je da cijena koštanja iz godine u godinu vrto-
glavo raste zbog porasta cijene plemenitih metala (sre-
bro koje se koristi kao reagens), zbog cijene nafte (poje-
dine komponente protivgradnih meteoroloških raketa)
i zbog stalno prisutne devalvacije dinarskih sredstava
(značajan dio opreme s konvertibilnog područja – rada-
ri te ostala radarsko-računarska oprema na kojoj se za-
sniva modernizacija).

Štete od tuče na području općine Koprivnica

U proteklih 13 godina provođenja obrane od tuče u
nekoliko navrata bilo je slučajeva olujnog nevremena i
kada su usprkos djelovanja sistema protivgradne zaštite
zabilježene štete.

Prilikom procjene efikasnosti obrane od tuče postoji
nekoliko problema koji bitno otežavaju donošenje defi-
nitivne ocjene. Obično se u takvim slučajevima šteta od
tuče mora razdvojiti na potencijalnu štetu (koja bi na-
stala da sistem ne djeluje), procjeni nastala šteta (lako
dostupan podatak za period postojanja obrane od tuče,
ali ne i za period prije njezina nastanka), te na realnu
štetu (koja se često bitno razlikuje od procije-
njene zbog šarolikih pojedinačnih interesa).

Uz ovakvu podlogu jasno da je teško govoriti o efikas-
nosti obrane od tuče. Međutim metode koje koriste
kvalitativne procjene ukazuju da je efikasnost obrane
od tuče relativno visoka, posebno u slučajevima proljet-
nih tipova vremenskih procesa (efikasnost na nivou 90
%), dok se za ljetnih olujnih procesa i njihovih karakte-
ristika efikasnost obrane od tuče smanjuje.

Spisak svih raketara i zaposlenih u obrani od tuče na području općine Koprivnica u periodu 1976–1988. godine

Prezime i ime	Funkcija, LS (mjesto)	Period rada
Holman Josip, Franjo	raketar, LS 1 Legrad	1977–1988.
Markulin Petar	raketar, LS 3 Đelekovec	1976–1880.
Lončar Josip	raketar, LS 3 Đelekovec	1980–1981.
Levak Franjo	raketar, LS 3 Đelekovec	1981–1982.
Peti Vlado, Darinka, Milan	raketar, LS 3 Đelekovec	1982–1988.
Zokić Ante	raketar, LS 2 Zablatje	1978–1985.
Špičko Drago, Ružica	raketar, LS 5 Kuzminec	1977–1988.
Glad Ivan, Ana, Vlado	raketar, LS 6 Kop. Ivanec	1978–1988.
Betlehem Josip, Ivo, Tomo, Branka	raketar, LS 7 Petaranec	1976–1988.
Pavlič Mijo, Katarina	raketar, LS 8 Gotalovo	1977–1988.
Pobi Martin, Franjo	raketar, LS 9 Gola	1978–1988.
Črljenica Branko, Rada	raketar, LS 10 Duga Rijeka	1976–1988.
Kovačević Miloš, Dušan	raketar, LS 11 Belanovo Selo	1976–1986.
Prlog Ivan	raketar, LS 12 Subotica	1978.
Šmigoc Franjo, Ruža	raketar, LS 12 Subotica	1980–1988.
Šestak Rudi	raketar, LS 13 Vinica	1977–1987.
Pošta Ivan	raketar, LS 14 Hlebine	1977–1988.
Kralj Slavko, Mihajlo, Vera	raketar, LS 15 Gabajeva Greda	1977–1988.
Paurović Emil, Srпка	raketar, LS 16 Vel. Poganac	1978–1984.
Stanković Vlado	raketar, LS 18 Reka	1976.
Balaško Ivan, Dražen	raketar, LS 18 Reka	1976–1988.
Šestanj Josip, Ana, Marinko	raketar, LS 19 Draganovac	1976–1988.
Kotrha Zvonko, Katarina	raketar, LS 20 Kop. Bregi	1978–1988.
Križnjak Vlado, Marijan	raketar, LS 22 Vrhovac	1976–1988.
Marinković Branko, Nedeljka	raketar, LS 23 M. Grabičani	1978–1988.
Mihelčić Pavao	raketar, LS 24 Srijem	1976.
Sivec Stevo	raketar, LS 24 Srijem	1977–1978.
Matak Tomo, Ana, Franjo	raketar, LS 24 Srijem	1978–1988.
Liščić Jovo	raketar, LS 26 Plavšinc	1977–1978.
Usorac Milan	raketar, LS 26 Plavšinc	1978.
Kovač Stevo	raketar, LS 26 Plavšinc	1984.
Ciganović Stevo	raketar, LS 26 Plavšinc	1979–1984.
Bregović Branko	raketar, LS 26 Vlajslav	1986–1988.
Mikšić Ignac	raketar, LS 28 Drnje	1978–1983.
Kraljić Ignac	raketar, LS 28 Drnje	1982.
Rašan Franjo	raketar, LS 27 Delovi	1977–1981.
Radičić Josip, Franjo, Zdenka	raketar, LS 25 Hudovljani	1985–1988.
Milošević Dušan	općinski voditelj raketara	1976–1985.
Grgić Drago	tajnik SIZ-a	1978.
Hadžiselivović Fadil	tajnik SIZ-a	1979–1988.
Osman Velimir	općinski voditelj raketara	1985–1988.
Kadija-Cmrk Vesna	službenik SIZ-a	1987–1988.

Na temelju iznešenog i podataka iz tabele 1. o ukupnoj potrošnji protivgradnih raketa vidljivo je da su intenzivnije nestabilnosti česte upravo u ljetnom periodu (srpanj, kolovoz) kada su bile na našem području i zabilježene štete. Tih karakteristika su naročito bile godine 1978, i gotovo sve osamdesete osim posljednje 1988. godine.

Gledajući broj ispaljenih protivgradnih raketa samo u jednom danu pokazuje se da su najveće akcije protivgradne zaštite na našem području vođene 31. 7. 1985. godine kada je ispaljeno 268 komada raketa, 25. 7. 1987. godine kada je ispaljeno 247 komada protivgradnih raketa, dok je veći broj akcija zabilježen sa ispaljenih stotinjak raketa (4. 8. 1987. 100 komada, 28. 5. 1986. 130 komada, 19. 8. 1987. 114 komada, 8. 6. 1985. 100 komada).

U danima kada su vođene tako velike akcije protivgradne zaštite sa najizraženijim olujnim procesima iskazana je maksimalna osposobljenost cjelokupnog osoblja uključenog u taj rad, stalna tehnička ispravnost postojeće opreme i najveća disciplina pri izvršavanju postavljenih zadataka. Vrlo često vođenje takvih akcija produženo je i do desetak sati tako da uz osobe navedene u našem popisu u radu učestvuju gotovo cijele obitelji (supruge, sinovi, kćeri).

Kako smo već naveli nekog sustavnog praćenja šteta tokom cijelog razdoblja nije bilo, no realno gledajući, osim šteta prošle godine koje su bile 25. srpnja i 25. kolovoza, značajnijih šteta nije bilo te je time djelotvornost ovog sistema potvrđena i na našem području.