

## MNENJE SLOVENSKEGA METEOROLOŠKEGA DRUŠTVA O OBRAMBI PRED TOČO

Kakor vsako leto se tudi letos v poletnem času, ko se po Sloveniji pojavljajo nevihte z uničujočim vetrom, nalivi in točo, v javnosti pojavijo razprave o obrambi pred točo. Ne glede na dejstvo, da je v strokovni meteorološki javnosti pri nas in v svetu stališče o uspešnosti operativne obrambe pred točo jasno, se v razpravah že nekaj let pojavljata dva bloka: prvi, ki strastno zagovarja upravičenost obrambe, in drugi, ki je previdnejši in opirajoč se na znanstvena spoznanja, svari pred aktivnostjo, za katero ne vemo, kakšen rezultat bo imela.

Še huje je, ko se v tako javno razpravo vključi politika, kar se dogaja pri nas. Ko najvišji izvoljeni predstavnik države izjavi: *"Prav je, da bi okrepili preventivo in da bi že to poletje kaj napravili, da bi z letali na primerne načine zaščitili pridelovalne površine pred novimi točami. Seveda bo potrebno več napraviti tudi za mreže za sadovnjake, kjer je to mogoče, predvsem pa mislim, da je treba misliti na celoto, se pravi preventivno aktivnost z letali, ki bo zagotovila učinkovito obrambo pred točo v prihodnje"* (STA, 20.6.2009, 20:19), predsednik opozicijske stranke: *"da se mora država obrambe pred točo lotiti sistemsko, ne le s poskusi z enim letalom v Mariboru. Nemudoma je treba začeti z aktivnostmi pri vzpostavitvi aktivne zaščite pred točo."* (<http://www.sls.si/sl/inside.sls?uid=B37148F2-6E3A-7FB0-BEFC-D02B32E2CC77&linkid=newsContent>), minister, odgovoren za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano: *"Slovenija je znana po velikem številu točnih dni, zato nobena nova raziskava o učinkovitosti obrambe proti toči z letali ne more biti odveč"* (STA, 9. 6. 2009)... je zmeda popolna. Mediji so v zadnjem času veliko poročali o obrambi pred točo in povzemali različna stališča vpletenih. Pri tem moramo poudariti, da je večina medijev poročala korektno in predstavila obe plati zgodbe. So se pa ponekod, celo v nacionalnih medijih, pojavljali tudi zelo nekritični, včasih že navijaški prispevki o uspešnosti letalske obrambe pred točo..

Se samo zdi, ali je res, da v Sloveniji o porabi javnega denarja odločajo pritiski interesnih skupin bolj kot z znanstvenimi dokazi podprta stroka? Pričakovali bi, da se izvoljeni nosilci javnih funkcij pri svojih odločitvah praviloma naslonijo na strokovna stališča, ko odločajo o kakšnih rešitvah. Zaradi vsebine polemik okrog aktivne obrambe pred točo, ki se ponavljajo vsako leto v nespremenjeni obliki, smo v Slovenskem meteorološkem društvu vse bolj zaskrbljeni. Opažamo, da se v medijih, kadar poročajo o obrambi pred točo, poročila pogosto začenjajo s stavkom: strokovnjaki si o uspešnosti obrambe pred točo niso enotni. Kdo je v polemiki o vremenu in vremenskih pojavih strokovnjak? Prepričani smo, da samo tisti, ki se poklicno in znanstveno ukvarja z vremenom. Zato smo se odločili, da kot strokovno društvo ponovno prikažemo nekaj osnovnih dejstev.

Toča se v Sloveniji pojavlja vsako leto. Pojavi se lahko nad katerim koli delom ozemlja naše države. Običajno se pojavlja poleti, ko je tudi največ neviht in je časovno ter krajevno zelo omejen pojav. Mehanizem nastajanja toče v nevihtnem oblaku je zelo zapleten in ga današnja znanost še ne razume docela. Ker je dogajanje v ozračju nelinearno, nevihtni oblaki pa imajo relativno majhne dimenzije, je njihovo obnašanje povsem nepredvidljivo. Tako za tekoči dan in dan vnaprej z matematično-fizikalnimi modeli lahko predvidimo pojavljanje nevihtnih oblakov, tako časovno kot po regijah, ne moremo pa predvideti kraja in intenzitete neviht več kot za uro vnaprej. Pogosto je čas predvidljivosti tudi krajši, na primer okoli 10 minut. V Sloveniji imajo zrna toče velikost od graha do oreha, izjemoma kot kurje jajce. Razvoj nevihtnih oblakov in morebiten pojav toče lahko spremljamo s pomočjo meteorološkega radarja. Nevihte, ki trosijo točo na ozemlju okoli en km<sup>2</sup> se v Sloveniji pojavijo vsako leto nekaj desetkrat, take, ki prizadenejo ozemlje nekaj km<sup>2</sup> nekajkrat, tiste z večjim obsegom pa vsakih nekaj let enkrat. Ob nevihtah škode na pridelkih ne povzroča samo toča, temveč

najbolj pogosto tudi močan veter in intenzivne padavine. Torej, četudi bi bilo mogoče nastanek toče preprečiti, ni mogoče preprečiti močnega vetra in intenzivnih nalivov, ki v največ primerih naredijo največ škode. Ali jo lahko zmanjšamo ali preprečimo?

Vremenske ujme so od nekdanj vzbujale strah, saj je človek večinoma lahko le opazoval, kako mu izginja imetje. Mnogokrat je reševal le golo življenje. Zato ni čudno, da se je v različnih časovnih obdobjih posluževal vsakršnih postopkov, za katere je verjel, da mu bodo pomagali. Zvonjenje, škropljenje z blagoslovljeno vodo, streljanje z možnarji, pa zasejavanje oblakov s srebrovim jodidom s pomočjo talnih generatorjev, vojaških topov, raket in letal je nekaj metod "aktivne obrambe", ki jo lahko spremljamo na naših tleh že od sredine 19. stoletja. Skupno vsem tem metodam je, da so izvajalci zatrjevali, kako so uspešni, če le so pravilno in pravočasno ukrepali. Da se v zadnjih sto letih na Slovenskem javno mnenje na tem področju ni prav nič spremenilo, priča sestavek "O streljanju proti toči", ki ga je leta 1907 spisal A. Hauptmann, nadučitelj pri Svetem Križu nad Mariborom (Narodni list, 1907). Takrat je o uspešnosti obrambe pred točo dvomila gospoda, danes stroka. Zavedena javnost, pa je v želji po rešitvi problema slepo zaupala izvajalcem obrambe pred točo. Hauptman pravi: "Učena gospoda, ki ima v rokah oblast in sredstva, se ni mogla prepričati, pomaga li streljanje zoper točo ali ne, ko sama ne more opazovati tajnosti oblačnega morja po več let zaporedoma zunaj mest v naravi. Pri prostemu človeku, ki je po mnogoletnem lastnem opazovanju došel do trdnega prepričanja, da zamore pravočasno in po boljši metodi vrejeno streljanje zares preprečiti točo, pa moder svet itak ne verjame, ker dotičnik pre ni dosti učen, pa tudi nima potrebne oblasti v rokah." Torej, lahko povzamemo, da so že takrat kakor danes izvajalci obrambe bili prepričani v uspeh; takrat gospoda, danes stroka, pa ne.

Obramba pred točo s posipanjem oblakov z zaledenitvenimi jedri se je začela v 60-tih letih dvajsetega stoletja v tedanji Sovjetski zvezi. Takratna sovjetska oblast si je v svoji totalitarni oholosti domišljala, da lahko država obvladuje vse, tudi naravo. Lep primer tovrstne katastrofalne zmote je ekološka katastrofa Aralskega jezera. Čeprav je hipoteza o obrambi pred točo temeljila na nedokazanih fizikalnih domnevah, je bila za tiste čase tehnično dobro zasnovana: temeljila je na uporabi radarjev in talno proženih raket. Zaradi domnevno dobrih rezultatov se je obramba po sovjetski metodi kmalu razširila v več vzhodnoevropskih držav in v 70-tih letih tudi v Jugoslavijo ter njeno republiko Slovenijo. Obramba je sprva potekala v okolici Maribora s predelanim vojaškim radarjem kratkega dosega, kasneje pa se je razširila nad celotno vzhodno in osrednjo Slovenijo. Tehnično infrastrukturo obrambe je financiral državni proračun, prav tako izvajanje strokovnih nalog v okviru tedanjega Hidrometeorološkega zavoda. Stroške raket, delovanje strelcev in organizacijo na terenu pa so pokrivale samoupravne interesne skupnosti. Več o tem lahko najdete v publikaciji "Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva" v prispevku Jožefa Roškarja "Obramba pred točo v Sloveniji".

Drugod po svetu se državna obramba z raketami zaradi relativno gostega zračnega prometa ni prijela. Pojavilo pa se je bolj ali manj privatno branjenje na več manjših območjih, in sicer z uporabo talnih generatorjev in/ali letal. Hkrati so izkušnje začele kazati, da obramba morda le ni tako učinkovita, kot se je dotlej mislilo. Zato je bilo narejenih več poskusov, ki so dali v glavnem negativne rezultate. Dva najbolj odmevna poskusa, planirana in izvedena po strogih znanstvenih kriterijih, ki sta preverjala uspešnost obrambe pred točo s posipanjem oblakov s srebrovim jodidom, sta bila triletni NHRE (National Hail Research Experiment/Državni raziskovalni poskus obrambe pred točo) v Združenih državah Amerike in petletni Grossversuch (Veliki poskus) v Švici. To sta tudi edina dva poskusa doslej, ki sta zadostila večini kriterijev glede kakovosti, še posebej glede naključne izbire oblakov za posipanje. Prvi poskus je preverjal letalsko in drugi raketno obrambo. Opis in rezultati obeh so objavljeni v

več zvezkih znanstvene revije Journal of Applied Meteorology, ki nedvomno spada v svetovni vrh tovrstnih revij. Vsakdo si jih lahko prebere. Rezultati so negativni. NHRE pravi (JAM, Vol. 18, Issue 12, pp. 1629-1639): "Statistični rezultati kažejo, da z 90 % zaupanjem lahko trdimo, da je povprečni vpliv zasejavanja v razponu od 60 % zmanjšanja mase zrn toče do 500 % povečanja, odvisno od izbranega testa". In Grossversuch (JAM, Vol. 25, Issue 7, pp. 917-957): "Ni statistično značilne razlike med posipanimi in neposipanimi celicami". Kaj ti rezultati pomenijo? Pomenijo, da v nobeni konkretni akciji obrambe pred točo z zasejavanjem s srebrovim jodidom ne vemo, kaj se bo zgodilo. Lahko da aktivnost nima nobenega učinka, lahko zmanjša energijo na tla padle toče do 60 %, lahko pa jo celo za pet-krat poveča. Ob tem je potrebno poudariti, da časovna oddaljenost izvedbe teh poskusov ne zmanjšuje vrednosti njihovih rezultatov; tako obsežnih in seveda dragih raziskovalnih projektov si tudi velike in bogate države ne morejo privoščiti vsakih nekaj let, poleg tega pa se znanost v zadnjih desetletjih ni dokopala do novih revolucionarnih odkritij na področju fizike oblakov, ki bi vrgli kakršenkoli dvom na izsledke obeh poskusov.

Razen dveh zgoraj omenjenih poskusov, ki so jih izvedli s potrebno znanstveno natančnostjo, je vsekakor na tem mestu potrebno omeniti tudi nekatere druge, tudi obsežne operativne projekte v Združenih državah Amerike, Kanadi in drugod, ki jih financirajo pretežno zavarovalnice, deloma pa lokalne skupnosti. Taki so bili, nekateri pa še tečejo, predvsem projekti v Alberti (Kanada), Severni in Južni Dakoti, Oklahomi (Združene države Amerike), pa tudi v Grčiji okrog Soluna. Skupna tem projektom je ocena zavarovalnic, da se v primeru branjenja trendi škode, ki jo povzroča toča, manjšajo, oziroma se vsaj ne povečujejo. Taki projekti imajo povsem operativen značaj, torej ne moremo primerjati različnih vzorcev, ki bi jih dobili tako kot v zgoraj omenjenih raziskovalnih projektih, in ugotavljati dejanskega učinka, ki ga dozdevno ima taka aktivnost. V strokovnih razpravah o verodostojnosti take ocene uspešnosti je najti predvsem očitek, da so ocene zavarovalnic posledica vsakoletnih cen poljščin na trgu in da je vzorec razprostranjenosti posameznih kultur povsem odvisen od tržnih razmer. Tako je torej tako ocenjena uspešnost poleg obrambe pred točo odvisna tudi od tržnih razmer in izbire kultur na branjenem območju. Enaka toča lahko povzroči večjo ali manjšo škodo, pač glede na vrsto prizadetih kultur in njihove cene na trgu. Take ocene izražajo predvsem trende izplačanih premij po škodi, ki jo je naredila toča, ne pa učinkov obrambe pred točo.

Leta 1989 je bila tudi v Sloveniji izdelana študija o uspešnosti obrambe (J. Rakovec in drugi: *Obramba pred točo v SR Sloveniji: osnove, dosedanje izvajanje, uspešnost, bodoča dejavnost*, Ljubljana, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, VTOZD Fizika, Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, 1988). Za podlago študije so služili, med drugim, podatki o padavinah, toči in škodi na poljščinah v dveh obdobjih, pred uvedbo obrambe in med njenim izvajanjem. Analiza podatkov je pokazala, da obramba ni statistično značilno vplivala na količino padavin iz nevihtnih oblakov, niti na število dni s točo na meteoroloških postajah. Sicer opaženo zmanjšanje kmetijske škode na določenih delih branjenega ozemlja tudi ni bilo statistično značilno.

Stališče Svetovne meteorološke organizacije, krovne mednarodne avtoritete na področju meteorologije, o uspešnosti obrambe pred točo najbolje ponazarja izjava njenega generalnega sekretarja dr. Michel Jarroud-ja, ki pravi: "Obramba pred točo je pomemben problem, saj se z njim ukvarjajo številne države, članice Svetovne meteorološke organizacije. Izvedenih je bilo več projektov obrambe pred točo, organizirani so bili številni strokovni sestanki. Toda, kljub velikim vloženim naporom niso našli jasnega odgovora. Bilo je nekaj zelo razpršenih majhnih pozitivnih signalov, ki pa mnogokrat niso bili primerljivi med seboj. V nekaterih poskusih so

v primerih obrambe zabeležili celo več toče. Torej, v tem trenutku lahko rečemo le, da znanstveniki problem raziskujejo in trenutno ni veliko upanja, da ga bodo kmalu uspešno rešili. Pomembno je razumeti, da imamo opraviti z zelo veliko variabilnostjo. Oblaki, ki prinašajo točo, imajo relativno majhne razsežnosti in za razliko od mnogih drugih področij fizike, v tem primeru ni mogoče izvesti dveh poskusov v popolnoma enakih pogojih. Zato je ta problem tako zapleten. Stališče Svetovne meteorološke organizacije je, da trenutno ni pozitivnih znakov glede uspešnosti obrambe pred točo."

Na podlagi rezultatov znanstveno-podprtih poskusov, pa tudi nekaterih povsem negativnih izkušenj v nekaterih operativno zasnovanih projektih, so širokopotezne državne obrambe sredi 90-tih let začele odmirati. Takrat je bila raketna obramba ukinjena tudi v Sloveniji. Danes imajo aktivno, državno-meteorološko podprto obrambo v Evropi le še na Hrvaškem, kjer jo tudi ukinjajo, in v Srbiji. Branjenje, v glavnem z letali, pa tudi s talnimi generatorji, je večinoma prepuščeno privatni iniciativi in omejeno na majhna območja. Tipičen zgled za to sta Avstrija in Grčija, kjer letalsko obrambo izvajajo v okolici Gradca in Kremsa v Avstriji, oziroma Soluna v Grčiji. Nikakor pa ne gre za vsedrjavne projekte širših razsežnosti. Zakaj obrambe z letali ne izvajajo v Franciji, ki je kmetijsko najbolj razvita država v Evropi, je lepo pojasnil dr. Philippe Courtier, še nedavno pomočnik generalnega direktorja francoske državne meteorološke službe METEO FRANCE: " V Franciji smo v preteklosti izvedli veliko poskusov obrambe pred točo. Na osnovi rezultatov, ki smo jih dobili in upoštevajoč rezultate drugih mednarodnih poskusov, smo se odločili, da obrambe pred točo ni mogoče financirati z javnim denarjem. Spoznali smo, da bi morali znanstveno zastavljen poskus izvajati nekaj desetletij, da bi dobili rezultate. Na osnovi tega smo v začetku 80. let prejšnjega stoletja v Franciji sklenili, da ne bomo več financirali obrambe pred točo z državnim, oziroma javnim denarjem. Nekatere projekte obrambe pred točo v Franciji še izvajajo, vendar ne z državnim denarjem".

Zelo slabo ostaja raziskano tudi področje umetnega vpliva na vreme. Kot so pokazali omenjeni poskusi z vnosom reagentov v oblake, lahko tak vpliv povzroči karkoli, zmanjšanje, pa tudi veliko povečanje toče. Kaj pa padavine? Razporeditev padavin? Sprememba naravnega vremenskega vzorca? Smo pripravljeni prevzeti odgovornost za vnos še novih tujkov v atmosfero, kljub temu, da znanstveno točno še ne razumemo, kaj pravzaprav s tem počnemo?

Kaj naj torej v zvezi z obrambo pred točo naredimo v Sloveniji?

Neupravičena in finančno neodgovorna so vsa politična prizadevanja, da bi v Sloveniji z državnimi sredstvi uvedli operativno obrambo z letali ali kakšnim drugim sredstvom za vnos reagenta v oblake, saj taka obramba zaenkrat nima strokovno-znanstvene podpore. Obenem nikakor nočemo odrekati podpore raziskovalnim projektom, ki bi prinesli nove prispevke v zakladnico meteoroloških podatkov v Sloveniji. Ocena uspešnosti obrambe kot izsledek raziskav pa bo seveda verodostojna le, če bodo zaključki sledili osnovni znanstveni poštenosti pri statističnem ovrednotenju rezultatov. Vprašanje je tudi, ali lahko Slovenija izvede strokovno verodostojen poskus, postavljen na podobnih znanstvenih temeljih, kot sta bila NHRE in Grossversuch. Upoštevajoč število in raven strokovnjakov, ki so sodelovali v obeh zgoraj omenjenih znanstveno zasnovanih poskusih (nekaj 10 specializiranih strokovnjakov in tehnična podpora za izvedbo poskusa) in na osnovi zelo približne ocene potrebne tehnologije lahko hitro ugotovimo, da bi izvedba takega poskusa stala nekaj 10 milijonov € letno, izvajati pa bi ga bilo potrebno vsaj 5 let. Česa takega si Slovenija ne glede na trenutno stanje gospodarstva verjetno ne more privoščiti. Zelo verjetno je, da bi tudi iz Evrope ne dobili podpore in pomoči za izvedbo tako obsežnega poskusa.

Kot učinkovita zaščita pred točo se je izkazala zaščita z mrežami proti toči. Razumljivo je, da vsi posevki v Sloveniji ne morejo biti pokriti z mrežami, zato je smiselno zavarovanje posevkov in nepremičnin na najbolj ogroženih območjih. Država pri tem že pomaga s subvencijami kmetom za zavarovanje pridelkov proti toči v višini 50 % in popolnoma nerazumljivo je, da ta sredstva ostajajo neporabljena. Verjetno je tako stanje tudi posledica stalnega ustvarjanja lažnega vtisa, da bo država s podporo aktivni domnevno uspešni obrambi z letali sposobna preprečiti najhujše. Neurja pa se vrstijo eno za drugim.

In končno. Po ujmah, ki so naredile večjo škodo kljub letalski obrambi, imamo tako, kot na primer dne 16. junija 2009, priložnost slišati izjave v stilu: kaj bi šele bilo, če ne bi branili in zanesljivo bi bili uspešni, če bi imeli dovolj letal. V vseh teh letih, kadar so pač polemike o učinkovitosti letalske obrambe bolj intenzivne, politiki poskušajo biti všečni v smislu: "Ni važno, ali obramba pred točo deluje ali ne, pomembno je, da ljudje čutijo, da se vsaj poskušamo boriti proti tej naravni ujmi." S takimi izjavami, predvsem pa izjavami politikov, ko ne upoštevajo strokovnih stališč, se člani Slovenskega meteorološkega društva nikakor ne moremo strinjati. To pomeni namreč zavajanje ljudi, predvsem onih v stiski, ki jim je toča uničila pridelek. Zaenkrat si je potrebno natočiti čistega vina in sprejeti dejstvo, da trenutno ne poznamo uspešne metode za aktivno obrambo pred točo. Znanstveniki se po vsem svetu spopadajo s tem problemom, kljub temu pa ni videti, da bi ga kmalu rešili.

Slovensko meteorološko društvo  
Jožef Roškar, predsednik

Ljubljana, 24.06.2009