

# PLANIRANE I SLUČAJNE VREMENSKE PROMJENE

## Izjava o politici (policy statement)

*Usvajeno od Vijeća AMS-a –American Meteorological Society 2.listopada 1998.*

Ova se izjava odnosi na znanstveni status planiranih i slučajnih vremenskih promjena na lokalnoj i regionalnoj razini. Politika Društva AMS o globalnoj klimatskoj promjeni je odvojena i prethodno je izložena (*Bull. Amer.Meteor.Soc.*, 72,57)

### 1. Status planiranih vremenskih promjena

#### ▪ **Uklanjanje magle i stratusa**

Radnje koje raspršuju pothlađenu maglu i niske stratuse (oblake koji sadržavaju kapljice vode pri temperaturama ispod ništice) zasijavanjem reagensima koji stvaraju led (na primjer suhi led, tekući dušik, komprimirani zrak, srebrni jodid itd.), postale su na nekim aerodromima rutinske. Raspršivanje toplih magla postiže se skupim termičkim tehnikama, no to se pokazalo isplativim na tek nekoliko velikih aerodroma.

#### ▪ **Povećanje oborine**

Postoje statistički dokazi da količina oborine iz pothlađenih orografskih oblaka (oblaci koji se stvaraju iznad planina) raste prema godišnjem dobu za oko 10%. Fizikalni odnosi uzroka i posljedica nisu, međutim, potpuno dokumentirani. Unatoč tome, dokazi koji govore u prilog tom povećanju su mjerenja na terenu i modeli numeričkih simulacija.

Pojedini pokusi s konvektivnim oblacima tople baze [baze od oko 10°C (50°F) ili toplije] uz jako zasijavanje srebrnim jodidom, ukazuju na pozitivan učinak na pojedine konvektivne stanice, ali dokaz koji upućuje na zaključak da takvo zasijavanje može povećati kišu iz višestaničnih oluja tek treba ustanoviti. Još uvijek ne razumijemo dobro mnoge faze fizikalnog lanca događaja, a nismo ih ni dokumentirali promatranjem ili pokusima sa simuliranim numeričkim modelima.

Zadnjih godina je ponovno dobilo na važnosti zasijavanje toplih i hladnih konvektivnih oblaka higroskopskim kemijskim česticama u svrhu povećanja količine kiše, zahvaljujući modelima simuliranja i pokusa na terenu. Nedavni pokusi na slučajnim uzorcima pružaju statističke dokaze o povećanju količine kiše, a sve je potkrijepljeno i pokusima numeričkog modeliranja. Unatoč tome, za potvrđivanje hipoteze o zasijavanju i dokazivanju raspona učinkovitosti tih tehnika u povećanju padalina, potrebna su mjerenja ključnih faza u lancu fizikalnih događaja vezanih uz zasijavanje higroskopskim česticama. Još uvijek nema dokaza da takva zasijavanja mogu povećati količinu kiše iznad gospodarstveno značajnih područja.

Postoje indicije da se promjene oborina, bilo u smislu njihovog povećanja ili smanjenja, mogu događati na području udaljenom od ciljnog područja (učinci izvan područja). Potrebno je poboljšati kvantifikaciju hidroloških učinaka u vezi s tim, kako bi se odgovorilo na pitanja i brigu javnosti.

### ▪ **Obrana od tuče**

Rezultati različitih operativnih i eksperimentalnih projekata i pokusa s numeričkim modeliranjem otvaraju čitav niz mogućih zaključaka: neki upućuju na povećanje ili smanjenje tuče, dok su drugi dali rezultate iz kojih se ne mogu izvesti zaključci. Statističke procjene nekih operativnih projekata upućuju na uspješno smanjenje opasnosti od tuče za usjeve, ali još uvijek nije ustanovljena fizikalna osnova za te rezultate.

### ▪ **Promjene jakih oluja**

Ne postoji čvrsta fizikalna hipoteza za promjenu uragana, tornada ili općenito vjetrova koji uzrokuju štetu, a u zadnjih dvadeset godina nije bilo znanstvenih pokusa s tim u vezi. Bilo je pokusa vezanih za suzbijanje munja, ali iz njih nisu dobivene metode koje bi se mogle primjenjivati.

## 2. Status slučajnih vremenskih promjena

Postoji mnoštvo dokaza da poljoprivreda i industrija utječu na promjenu vremenskih uvjeta na lokalnoj, a katkada i na regionalnoj razini. Poboljšano promatranje okoliša i sposobnost atmosferskog modeliranja otkrili su da ljudska aktivnost ima značajan utjecaj na meteorološke parametre i klimatološke mehanizme koji utječu na naše zdravlje, produktivnost i društvenu infrastrukturu. Utjecaj kiselih kiša na okoliš □ objekte, vegetaciju, kakvoću jezerske vode; utjecaj povećanih antropogenih zagađivača na kakvoću zraka i vidljivost, te urbanih učinaka na temperaturu, vlažnost, vjetar i oborine, vrlo su dobro dokumentirani. Uz to danas često smatramo da atmosferske promjene koje su pred nekoliko godina mogle proći nezapaženo ili su zanemarene kao nevažne mogu imati šire posljedice: na primjer, povećana naoblaka vezana uz tragove kondenzacije iz mlaznih aviona može izmijeniti sveukupno zračenje na tlu.

## 3. Preporuke

Povećanje stanovništva, demografske promjene i mogućnost globalnih klimatskih promjena zahtijevaju da se s resursima hrane, vlakana i vode upravlja tako da se na najbolji mogući način ublaži njihova nestašica koja se već počela manifestirati. Tako postoji znatna potreba za utvrđivanjem znanstvene i gospodarstvene izvedivosti metoda za promjene oblaka, kao i korist od njihove primjene. Jednako tako, radnje koje utječu na slučajne promjene vremena ili klime treba bolje proučiti, kvantificirati i (ako je moguće i izvedivo) ublažiti. To su izazovne zadaće koje zahtijevaju dobro usmjerene dugoročne napore. Ne smijemo očekivati nagle i velike pomake na bilo kojem od tih područja; napredak će se, vjerojatno, i dalje događati postepeno.

- Teško da će programi planiranih vremenskih promjena postići visok znanstven kredibilitet prije nego dođe do potpunog razumijevanja fizikalnih procesa koji uzrokuju te promjene i prije nego ih izravnim promatranjem povežemo sa specifičnim metodama zasijavanja koje se koriste. Nedavna poboljšanja na reagensima za zasijavanje, objekti i platforme za promatranje, mogućnosti koje pruža kompjuterizacija, numerički modeli i razumijevanje fizikalnih procesa, danas omogućuju detaljnije proučavanje oblaka i procesa stvaranja oborina nego ikada

ranije, te je stoga moguć i značajan napredak. Dok je najprije potrebna statistička procjena kako bi se ustanovilo da je neka značajna promjena uistinu rezultat zasijavanja, ona istovremeno mora biti popraćena fizikalnom procjenom koja će potvrditi da je statistički promatrana promjena uzrokovana zasijavanjem.

- Povećanje oborina putem zasijavanja oblaka ne smije se shvatiti kao mjera za ublažavanje suše. Mogućnosti za povećanje oborina za vrijeme suša su obično male ako uopće i postoje, te bi stoga troškovi za postupak zasijavanja oblaka bili daleko veći od koristi koju bi eventualno donijeli. Program povećanja oborina je učinkovitiji ako posluži za ublažavanje posljedica od suše i ako se koristi kao dio strategije za upravljanje vodama kroz cijelu godinu kad god se pruži prilika za povećanjem vlažnosti tla, poboljšanjem oranica i povećanjem zaliha vode.
- Androgeni utjecaji na meteorološke i klimatske uvjete su dalekosežni i značajni. Pri određivanju i zacrtavanju smjernica gospodarskog razvoja moramo biti svjesni toga kako svaka naša aktivnost mijenja okoliš, njegove procese i atmosferske prilike. Mnogo se zna o fizikalnim procesima koji su uključeni u mnoge aspekte slučajnih vremenskih promjena, ali i dalje ostaju otvorena važna pitanja. Potrebno je stalno istraživanje i praćenje onoga što je vezano uz slučajne vremenske promjene, a širina tih ispitivanja mora uključiti i nova saznanja o prirodnim pojavama i društvenim utjecajima, što će dovesti do odluka koje će smanjiti mogućnost ozbiljnih, opasnih posljedica.