

Dr ĐURO RADINOVIĆ

Meteorološki aspekti savremenog rata

Veštački uticaj na vreme i klimu pruža mogućnosti da se to koristi i kao sredstvo za tzv. meteorološki rat. Naučna osnova za veštački uticaj na vreme postavljena je u periodu od 1933. do 1938. godine, teorijom švedskog meteorologa Beržerana i Nemca Finrajzena o obrazovanju padavina. Njihova teorija govori da se padavine obrazuju pri istovremenom postojanju kristala leda i prehladenih kapljica u oblaku na istoj temperaturi. U takvom fizički nestabilnom stanju dolazi do naglog prelaska kapljica u kristale leda isparavanjem kapljica i sublimacijom vodene pare.

Američki naučnik Šefer je 1946. demonstrirao čvrsti ugljen dioksid (suvi led) koji ubačen u prehladene oblake brzo transformiše kapljice u ledene kristale, a 1947. Vonegut je pokazao sličan efekat korišćenjem čestica pare jodida srebra.

Ovi eksperimenti, izvođeni pod rukovodstvom nobelovca Langmira, imali su širok odjek i uticali da vlada SAD preko Ministarstva odbrane potpomogne istraživački projekt »Cirus«, u okviru kojeg je u toku pet godina izvedena serija eksperimenata u prirodnim uslovima preko Dženeral elektrik kompanije.

Centralna meteorološka služba SAD je 1948. godine osnovala laboratoriju za fiziku oblaka i u saradnji sa Nacionalnim savetodavnim komitetom za aeronautiku, mornaricu i ratno vazduhoplovstvo u periodu od 1948. do 1950. godine izvodila prve sistematske eksperimente zasejavanja slojastih oblaka. Eksperimenti izvođeni u Ohajo, Galf Stejtsu i Kaliforniji, jasno su pokazali da se na oblake može veštački uticati.

Od 1951. do 1953. godine produžena je serija eksperimenata u okviru istraživačkog projekta »Veštačka nukleacija oblaka«. U isto

vreme osnovane su istraživačke grupe za fiziku oblaka u V. Britaniji, Australiji, Francuskoj, Kanadi, Švajcarskoj, Japanu i SSSR-u. Godine 1953. osnovan je Savetodavni komitet Predsednika SAD za kontrolu vremena, sa zadatkom da dá ocenu eksperimentima veštačkog uticaja na vreme. U izveštaju 1958. data je ocena da su eksperimenti bili uspešni i da su povećali količinu padavina za 10 do 15 procenata. Istovremeno je preporučeno da vlada poveća finansijsku pomoć meteorološkim istraživanjima.

Kongres je 1958. godine naložio Nacionalnoj naučnoj fondaciji SAD da više potpomogne istraživanja veštačkog uticaja na vreme. Od tog vremena ova fondacija je finansirala istraživanja iz fizike oblaka, prvenstveno na univerzitetima, iznosom od 1 do 2 miliona dolara godišnje. Drugi federalni resori, posebno Ministarstvo unutrašnjih poslova, odbrane i trgovine, povećavali su učešće, tako da je 1967. godine suma iznosila preko 9 miliona dolara. U tom vremenu uz fundamentalna istraživanja mikrofizike oblaka, izvođeni su programi veštačkog rasturanja magle i oblaka, modifikacije oluja, sprečavanje stvaranja grada i električnih pražnjenja i stimulacije padavina. Ovi eksperimenti su se do 1965. godine izvodili na teritoriji 26 saveznih država i zahvatali površinu od oko 150.000 km². Stihijnost u razvoju eksperimenata i neizvesnost u pogledu posledica njihovog izvođenja navelo je do tog vremena 22 države u SAD da donesu posebne zakone o veštačkom uticaju na vreme. Ovim propisima se uglavnom zahtevala obavezna registracija i izdavanje dozvola za izvođenje eksperimenata.

U toku iste decenije (1958—1967) u SSSR-u je osnovano ili angažovano na desetinu naučnih instituta za rad na veštačkom uticaju na vreme. U mnogim drugim zemljama počela se razvijati istraživačka aktivnost u ovoj oblasti. Međutim, sudeći po stručnoj literaturi, obim rada i naučni doprinos u ovoj oblasti svih zemalja zajedno skoro je zanemarljiv prema onom postignutom u SSSR i SAD. Rezultati istraživanja jasno su pokazali da je atmosfera jedinstven energetski sistem u kojem se transformacija energije u ogromnim iznosima vrši neprekidno, kao i da se na njega može veštački delovati.

Sa energetskog stanovišta može se najpre postaviti pitanje koliko je snaga sa kojom raspolaže čovek u poređenju sa snagom stihijskih (prirodnih) pojava? Energija hidroloških i meteoroloških procesa na celoj Zemljinoj kugli uslovljena je Sunčevim zračenjem, koje pada na površinu Zemlje. Ta snaga iznosi približno 10^{13} kv. Energija pojedinih procesa u atmosferi može se oceniti veličinom od 10^6 kv. (snaga običnog oblaka) do 10^9 – 10^{10} kv. (snaga procesa koji određuju vreme na široj teritoriji).

Snaga svih izvora energije, koje je stvorio čovek, a koji postoje u sadašnje vreme (mašina, pokretnih motora, električnih centrala i dr.) dostiže približno 1 milijardu kv. Ipak, u toku kratkog vremena mogli bismo razviti veliku snagu, uključivši, na primer, sve raketne motore, aktivirajući sva termonuklearna oruđa i sl. i dobili bi, da tako kažemo, u impulsu energiju koja je uporediva sa energijom Sunčevog zračenja, koje dospeva na Zemlju.

Na taj način, mada energetske izvori čovečanstva brzo rastu, oni su još sasvim mali u poređenju sa ukupnom energijom procesa koji se razvijaju u atmosferi i okeanima. Međutim, postoje neki procesi koji se dešavaju na kritičnim tačkama u mehanizmu transformacije i koji predstavljaju pogodnu priliku da se veštačkim putem utiče na usmeravanje transformacije energije u određenom pravcu.

Te nestabilnosti sistema javljaju se u sledećim pojavama:

- 1) nestabilnost faze vode u prehladenom stanju;
- 2) koloidalna nestabilnost delića u oblaku;
- 3) vertikalna termodinamička nestabilnost lokalnog karaktera, koja se manifestuje pojavom oblaka vertikalnog razvitka, tj. konvektivnih ćelija;
- 4) horizontalna nestabilnost praćena termičnim gradijentima, koja se manifestuje u razvoju olujnih sistema velikih razmera.

U stvari, svi napori su dosad bili usmereni na ispitivanje veštačkog uticaja na prva tri slučaja nestabilnosti atmosfere. Jedno isto dejstvo, kao što je zasejavanje oblaka, može imati uticaja na svaku ove tri forme nestabilnosti. Naravno, to isto dejstvo možda ima uticaja i na četvrti oblik nestabilnosti, ali se o tome još nedovoljno zna.

Uz nestabilna stanja koristi se još vrlo velika osetljivost atmosfere na prisustvo nekih primesa u količinama, sasvim zanemarljivim u poređenju sa masom vazduha sa kojom se mešaju. Tako, npr., da bi se obrazovali oblaci, uz dovoljnu koncentraciju vodene pare za date uslove, potrebno je postojanje još i jezgara kondenzacije. Od njihovih fizičkih svojstava zavisi vlažnost dovoljna za početak kondenzacije, brzina rasta kapljica i sva kinetika daljeg razvoja oblaka. Opšta masa jezgara kondenzacije, neophodnih za obrazovanje oblačnog sistema zapremine desetina hiljada kubnih kilometara, nije veća od 1 kg. Danas je poznato oko sto rashlađujućih (suvi led, tečni propan i dr.) i kristališućih (jodid srebra, jodid olova i dr.) reagensa koji igraju ulogu vrlo aktivnih jezgara kondenzacije odnosno kristalizacije u oblaku. Njihova moć je takva da 1 g ovih materija, ubačenih u oblak, izaziva obrazovanje 10^{12} do 10^{16} ledenih kristala od sitnih

kapljica. Prema tome, sa svega nekoliko desetina ili najviše stotina grama nekog reagensa može se postići kristalizacija prehladenih kapljica od 1 km^3 oblačne mase.

Od 1968. godine do danas oblast veštačkog uticaja na vreme toliko se razvila da je praktično nemoguće u ovom članku obuhvatiti sve aktivnosti niti rezultate sadržane u stručnoj literaturi. Zato ćemo za ovu priliku dati prikaz najznačajnijih dostignuća iznetih na prvoj međunarodnoj konferenciji o veštačkom uticaju na vreme, održanoj oktobra 1973. godine u Taškentu, kao i neke interesantne podatke iz stručne literature.

Rasturanje prehladenih magli (pri temperaturi nižoj od -3°C i vetru do 10 m/sec , čija debljina ne prelazi 600 m , smatra se potpuno rešenim problemom. Za rasturanje toplih magli koristi se sistem zagrevanja i izduvavanja toplog vazduha. Ovaj metod je vrlo efikasan i pouzdan za sve oblike magle, ali je ekonomski opravdan samo na aerodromima gde su magle veoma česte i velike frekvencija sletanja i poletanja.

U rasturanju prehladene oblačnosti, koje se sprovodi po istom principu kao i rasturanje prehladenih magli, najdalje je izgleda otišao Institut za eksperimentalnu meteorologiju u Obminsku blizu Moskve. Ovde ćemo spomenuti dva eksperimenta koja je izveo ovaj Institut. Na dan kad je vršen eksperiment u Kazahstanu 1960. godine cela ova pokrajina bila je prekrivena prehladenim slojastim oblakom debljine oko 900 m . Veštačkim dejstvom iz aviona sa suvim ledom razbijena je oblačnost na površini od oko 1000 km^2 . Rasturanje oblačnosti na toj površini izazvalo je njeno dalje razbijanje, tako da je posle 8 časova otvor u oblačnom sloju iznosio oko 18.000 km^2 . Ostali deo oblačnog sloja za celo to vreme ostao je nepromenjen. Na otkrivenom području u prizemnom sloju je u toku noći došlo do pojačanog izračivanja, pa je temperatura bila za oko 10°C niža nego u neotkrivenom delu oblasti. Tome odgovara gubitak toplotne energije prizemnog sloja za $1,5 \cdot 10^{16}$ kal.

U 1961. godini vršeno je razbijanje magle u oblasti Nalčika (Severni Kavkaz). U vreme eksperimenta bila je radijaciona magla iznad celog rejona, koja se održavala duže vremena. Debljina magle bila je 400 m . Magla je razbijena veštački na površini od oko 500 km^2 . Posle rasturanja magle, u vremenu od 9 do 15 časova temperatura na površini zemlje se povećala za preko 7°C , što znači da je prizemni sloj atmosfere primio $5,3 \cdot 10^{13}$ kal. energije više nego okolne oblasti koje su ostale pod maglom. Ovo pokazuje da rasturanje oblačnosti i magli izaziva bitnu izmenu toplotnog režima prizemnog

sloja atmosfere. Na osnovu mnogobrojnih eksperimenata utvrđeno je da se jednim avionom tipa IL-14 može zasejavanjem suvog leda rasturiti oblačnost na površini do 1000 km², a korišćenjem dva ovakva aviona istovremeno, ta se površina povećava do 3000 km², sa tri aviona do 10.000 km² itd. Institut je 1968. prestao sa istraživanjima, pošto se više ne očekuju neka nova otkrića.

Mnogobrojni eksperimenti izvedeni su da bi se utvrdila mogućnost povećanja količine padavina. I dalje se ostalo pri uverenju, stečenom još pre dve decenije, da se količina padavina veštačkim dejstvom može u proseku povećati za 10 do 15%. Međutim, novija istraživanja su pokazala da ima vremenskih situacija pri kojima se količina padavina može povećati i za 100 i više procenata. Takođe je utvrđeno da je stimulacija padavina naročito uspešna u planinskim oblastima, gde postoje pogodna vertikalna kretanja vazduha. Za nas je posebno interesantan eksperiment meteorološke službe Švajcarske na južnim padinama Alpa u blizini Lugana, koji je pokazao da se pri južnoj struji vlažnog vazduha količina padavina može povećati do 60%.

Na Prvoj naučnoj konferenciji za veštački uticaj na vreme u Taškentu grupa američkih istraživača je prikazala rezultate istraživanja stimulacije snega u oblasti planinskog masiva Sijera Nevada. Oni su uspeali da veštačkim zasejavanjem oblaka postignu izvesno povećanje količine snega i njegovu prostornu preraspodelu. Međutim, sovjetski meteorolog Leskov je prikazao rezultate eksperimenata zasejavanja frontalnih oblaka u hladnoj polovini godine, koji su vršeni u oblasti ukrajinske steppe. U periodu od 1960. do 1972. godine izvršeno je 77 zasejavanja ovih oblaka. Po izjavama Leskova analiza rezultata je pokazala da se padavine u hladnom periodu godine mogu iznad oblasti od 1000—2000 km² povećati do 30—35%, a u pojedinačnim slučajevima i oko 100%. Međutim, nije se moglo utvrditi da se veštačkim uticajem vrši preraspodela padavina u prostoru, iako se smatralo da se stimulacija padavina vrši na račun preraspodele a ne na račun zaliha vlage u atmosferi.

Novija saznanja u proučavanju fizičkih procesa stvaranja grada i rezultati protivgradne odbrane, koja je najrazvijenija u SSSR-u, pokazuju da je sistem vrlo efikasan. On je u SSSR-u organizovan na preko 4 miliona hektara, pa je na branjenoj teritoriji šteta smanjena za oko 70% u odnosu na nebranjenu. Sovjetski istraživači Vulfson i Levin prikazali su u Taškentu dinamičke metode modifikacije konvektivnih oblaka pomoću veštački proizvedene vertikalne struje. Uzlazna mlazna struja je proizvedena tzv. meteotronom, tj turbomlaz-

nim avionskim motorima povezanim u red i usmerenim naviše. Ocena visine veštački izazvane uzlazne struje pokazuje da u zavisnosti od stratifikacije atmosfere u određenim situacijama ova struja dostiže dovoljno veliku visinu da se mogu formirati i razviti komulusi.

Eksperimenti sa »meteorotonom« potvrđuju činjenicu da kad uzlazna struja dostiže nivo kondenzacije i dođe do formiranja kumulusa, oni mogu da prerastu u kišne oblake. Ova faza se može postići i ubacivanjem kristališućih reagenasa u prehladeni deo kumulusa. U SSSR-u je izrađen projekat po kome će se ovi eksperimenti izvesti u planinskoj oblasti u blizini jezera Sevan da bi se videlo kakvi se rezultati postižu u oblastima gde postoji veći uticaj orografije. U nestabilnoj atmosferi, kakva je u slučaju razvoja konvektivne oblačnosti, svaki impuls usmeren naniže može da se razvije u descendentnu struju, koja ima za posledicu isparavanje kapljica i kristala leda. Na taj način nastaje delimično ili potpuno narušavanje oblaka. Descendentna kretanja u konvektivnom oblaku mogu se izazvati veštački na više načina, na primer, horizontalnim preletanjem aviona, izbacivanjem kapljica vode u vidu spreja, letom mlaznog aviona u pravcu vertikalne ose oblaka usmerene naviše, eksplozijom granate i dr.

U SSSR-u se vrše eksperimenti sa svim pomenutim metodama. Rezultati pokazuju da je u većini slučajeva moguće uspešno narušiti konvektivni oblak koji je u fazi razvoja. Napori sovjetskih istraživača su usmereni da se utvrdi kojim metodom i pod kojim uslovima se postiže najefikasnije narušavanje konvektivnog oblaka veštački izazvanom descendentnom strujom.

U novije vreme otpočeo je rad na gašenju šumskih požara sa veštački izazvanim padavinama. Rezultate je prikazao sovjetski istraživač Arcibašev — u toku 1968/69. godine vršeno je ispitivanje metoda gašenja šumskih požara veštački izazvanim padavinama, posebno u slučajevima prostranih i dugotrajnih požara. Pošto su postignuti zadovoljavajući rezultati, od 1970. godine organizovana je služba gašenja šumskih požara po ovom metodu. U toku 1970—1972. godine na teritoriji Kabarovske oblasti, Jakutske ASSR i Irkutske oblasti ovim metodom je ugašen 121 šumski požar koji su bili zahvatili površinu od ukupno 180 hiljada hektara.

Grupa sovjetskih meteorologa prikazala je zatim rad na projektu: »Modifikacija konvektivnog oblaka radi smanjenja grmljavinske aktivnosti«. U SSSR-u se koriste dva različita metoda za dejstvo na grmljavinske oblake da bi se smanjila grmljavinska aktivnost. Prvi od njih zasniva se na ubacivanju čvrstih aerosola kojima se menja električna aktivnost u oblaku. Eksperimenti su izvođeni is-

paljivanjem protivgradnih raketa, koje sadrže čvrste aerosole odnosno kristališuće reagense. Ocena efekta ovakvog dejstva vršena je pomoću radara i brojača električnih pražjenja. Eksperimenti su izvođeni na bazi slučaja i pri intenzivnom zasipanju grmljavinskih oblaka kristališućim reagensima; učestalost električnih pražnjenja je smanjena za oko 2,5 puta u odnosu na grmljavinske oblake na koje nije delovano. Ovi eksperimenti pokazuju da je moguće koristiti raketnu tehniku za kontrolu evolucije kovektivnih oblaka. Vreme potrebno da se postigne potpuno raspadanje jednog komulusnog oblaka je, u proseku, 15 minuta. Za razvijenije konvektivne oblake za isto vreme se obično postiže delimično narušavanje njihove strukture i znatno smanjenje električnih pražnjenja.

Eksperimentalni program modifikacije tropskih ciklona na kome se radi u SAD prikazao je u Taškentu američki naučnik Gentry. On je izjavio da su iz programa istraživanja i eksperimentisanja modifikacijom tropskih ciklona (otpočeli 1961. godine) dobijeni vrlo ohrabrujući i interesantni rezultati. Program pruža nadu da će čovek biti u stanju da smanji maksimalni intenzitet tropskog ciklona. Tekući eksperimenti su usmereni na smanjenje maksimalne brzine vetra, ali se ne očekuje da prouzrokuje promene u putanji ciklona ili da značajnije utiču na raspodelu količine padavina ili na opštu cirkulaciju.

Teorijsko-numerički modeli razvijeni sa ciljem da se simulira životni ciklus tropskih ciklona, a korišćeni su za proveru različitih ideja za modifikaciju ovih nepogoda. Rezultati pokazuju da dodatak toplote u kružnom prstenu, koja se dovodi neposredno spolja u pojas maksimalne vertikalne brzine i maksimalnog horizontalnog vetra, prouzrokuje smanjenje maksimalne brzine vetra. U eksperimentima izvedenim u prirodi ubacivan je jodid srebra u olujne oblake u odabranom radijusu, radi zamrzavanja prehlađenih kapljica i oslobađanja latentne toplote. Po radnoj hipotezi oslobođena toplota podstiče dalji rast oblaka i razvoj novog oka ciklona sa oblačnim zidom izvan oblačnog zida starog oka ciklona. Tako se vazduh koji teče na nižim nivoima diže i razliva na veći radijus, što izaziva slabljenje vetra. To sledi iz stava o očuvanju uglovnog momenta. Zasipanjem većeg broja tropskih ciklona postignuto je da se u periodu od 2—3 časa po zasipanju maksimalna brzina smanjila za 30%. To je posebno značajno kad se zna da rušilačka snaga vetra raste sa kvadratom brzine. Eksperimenti su izvođeni iznad morske površine gde su tropski cikloni kao cirkulacioni sistemi dosta postojani. Dolaskom na kopno oni se veoma brzo menjaju pa nije moguće utvrditi pravi efekat veštačkog dejstva na njih.

Vrlo interesantno predavanje na istoj konferenciji u Taškentu održao je Amerikanac Grey pod naslovom: »Mogućnosti modifikacije vremena mezo — i sinoptičkih razmera posipanjem ugljene prašine«. Osobina ugljene prašine je da može da apsorbuje izvanredno veliku količinu toplote koja dospeva Sunčevim zračenjem i na taj način predstavlja toplotni izvor za atmosferu. Eksperimenti su pokazali da ugljena prašina može putem apsorpcije Sunčevog zračenja da akumulira više energije nego što može bilo koja druga vrsta materije da sadrži energije, izuzev nuklearne. Ovaj izvor energije može znatno da pojača konvektivnu aktivnost oblaka, te je na taj način moguće efikasno uticati na lokalne nepogode i mezosisteme, tj. sisteme prečnika od nekoliko stotina kilometara. Pokazalo se da su efekti ovih eksperimenata uverljivi i da su sa ekonomskog i tehničkog aspekta izvodljivi. Međutim, ostalo je nerazjašnjeno kakve bi posledice ovaj metod veštačkog uticaja na vreme imao na zagađivanje životne sredine.

Spomenuti eksperimenti vršeni su u lokalnim razmerama i na relativno malim atmosferskim procesima. Stoga vlada uverenje da oni nisu mogli imati nikakvog značajnijeg uticaja na opšta zbivanja u atmosferi. Međutim, veoma brz razvoj tehnologije i koncentracija naučnog i tehničkog potencijala, kojeg mogu da ostvare velike zemlje, ukazuje da se možda nalazimo na prekretnici u ovoj oblasti. Na to nas uveravaju i neke izjave odgovornih funkcionera SSSR-a i SAD. Tako, npr., direktor Hidrometeorološke službe SSSR-a akademik Fedorov je 1971. godine izjavio da se u SSSR-u prelazi sa veštačkog delovanja na procese malih razmera na delovanje na procese srednjih razmera, tj. na atmosferske procese prečnika od više stotina kilometara, kao što su manji cikloni. Možda ima nekog posebnog značaja i u tome što je akademik Fedorov specijalista baš iz oblasti veštačkog uticaja na vreme i što je pre nekoliko godina nimenovan za šefa delegacije SSSR-a za razoružanje na međunarodnim pregovorima u Ženevi. Sa druge strane, u Biltenu Američkog meteorološkog društva od 1975. godine objavljeno je da je u vremenu od 1957. do 1967. godine aktivnost veštačkog uticaja na vreme u SAD bila u punom zamahu. Zatim su sprovedene finansijske restrikcije koje su pogodile naučni razvoj iz te oblasti u najosetljivijem periodu i usporile njen razvoj.

U stručnoj literaturi sve više se navodi podataka o mogućnosti veštačkog uticaja na procese većih razmera. Tako, npr., već danas se smatraju tehnički ostvarljivim sledeći poduhvati: 1) otapanje ledenog pokrivača Arktičkog okeana zasipanjem ugljenim praškom ledene površine, 2) prekrivanje velikih vodenih površina tankom

opnom postojane materije koja bi sprečavala isparavanje, 3) promena Zemljinog albeda velikim irigacionim ili kultivacionim poduhvatima. Najzad, treba spomenuti i informaciju da je nedavno u SAD pronađen nov hemijski reagens koji ima istu efikasnost kao jodid srebra, a oko sto puta je jeftiniji, što pruža mogućnost njegove široke primene. To su već putevi koji mogu znatno da utiču na transformaciju energije u stabilnim stanjima atmosfere. Po opštem uverenju nauka danas nije u stanju da odgovori na pitanje kakve bi sve posledice nastupile ako bi se neki od takvih eksperimenata izveo.

U našoj zemlji u okviru veštačkog uticaja na vreme postoji veoma razvijen sistem zaštite od grada, koji prekriva preko 4,000.000 hektara poljoprivredne površine. Po svojoj stručnoj koncepciji i tehničkoj osnovi i efikasnosti on spada u najsavremenije sisteme i može se porediti samo sa sličnim sistemom u SSSR-u. Prema statističkim podacima o štetama od grada na branjenim i nebranjenim površinama, proizilazi da se ovim sistemom umanjuje šteta za 3—4 puta. Međutim, iako dejstvuje već više godina u našoj zemlji, njegova naučna verifikacija u našim klimatsko-geografskim uslovima još uvek nije do kraja izvršena.

Komanda ratnog vazduhoplovstva i Savezni hidrometeorološki zavod izveli su nekoliko eksperimenata rasturanja oblaka vertikalnog razvitka i efekat je bio vrlo uočljiv. Takođe su izrađeni uređaji i izvršeni eksperimenti za rasturanja prehladene magle, postignuti efekti su vrlo impresivni. Najzad, za potrebe elektroprivrede pre više godina je Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske izradio preliminarnu studiju za stimulaciju padavina u Lici i Gorskom kotaru. Međutim, tek pre nekoliko meseci otpočelo se sa dejstvom u prirodnim uslovima, pa rezultati još nisu poznati.

Na osnovu svega izloženog nesumnjivo se može zaključiti da veštački uticaj na vreme već danas predstavlja taktički, a u bliskoj budućnosti može imati i strateški značaj za sve vidove i rodove oružanih snaga. Sličan je slučaj i sa ostalim geofizičkim i njima srodnim disciplinama.