

POVZETEK

Informacije o (planetarnom) graničnom sloju atmosfere, koji se prostire od zemljine površine do visine 500-1500 m, od velikog su značaja kako za teorijska izučavanja iz oblasti fizike atmosfere, tako i za rešavanja mnogih problema iz primenjene meteorologije. Prikazani su primeri korišćenja rezultata eksperimentalnog izučavanja graničnog sloja atmosfere iznad Beograda za potrebe raznih korisnika. U vezi sa prognozom potencijalne zagađenosti atmosferskog vazduha nadjen je visok stepen korelacije između visine graničnog sloja u Beogradu i koncentracije SO_2 i čadji pri zemlji.

Podvučena je neophodnost uvođenja specijalnih mikroaeroloških merenja graničnog sloja i gradijentnih merenja prizemnog i graničnog sloja atmosfere.

UVOD

Sa gledišta uticaja zemljine površine na atmosferu, atmosferu možemo podeliti na dva sloja, granični sloj i slobodnu atmosferu. Sloj vazduha donje troposfere do visine 500-1000 m, koji je pod neposrednim termičkim i dinamičkim uticajem podloge, čini planetarni granični sloj atmosfere.

Procesi koji se odvijaju u graničnom sloju (slika 1), kao što su na primer, razmena toplote i vodene pare između zemljine površine i slobodne atmosfere od velike su važnosti ne samo za fiziku atmosferskih procesa, već i za razne grane primenjene meteorologije. Ovo zbog toga što polja temperature i strujanja u graničnom sloju predstavljaju prirodne uslove u kojima se odvijaju skoro sve manifestacije života na zemlji i većina čovekovih delatnosti. S tim u vezi je i cilj ovog referata da prikaže potencijalnim korisnicima meteoroloških informacija mogućnosti meteorologije koje proističu iz proučavanja graničnog sloja atmosfere.

Pri izučavanju graničnog sloja može se razmatrati idealizovani ili realni granični sloj. U prvom slučaju radi se o proučavanjima pomoću različitih matematičkih modela, a u drugom o eksperimentalnim izučavanjima pomoću rezultata standardnih i specijalnih merenja raspodele meteoroloških elemenata sa visinom u graničnom sloju. Eksperimentalna izučavanja mogu se vršiti i simulacijom u aerodinamičkom tunelu fizičkih procesa koji se odigravaju u graničnom sloju.

Zaštita čovekove okoline. Najaktuelnija i najšira primena rezultata proučavanja graničnog sloja je u okviru meteorološke aktivnosti u borbi za čist vazduh. Između stepena zagađenja vazduha i načina prostiranja zagađenja u atmosferi i meteoroloških elemenata, koji uslovljavaju to prostiranje, postoje veoma složeni odnosi.

Na uslove širenja zagađenja i veličinu njegove koncentracije utiče najviše vertikalna raspodela brzine i pravca vetra a uz to i temperature vazduha u donjim slojevima atmosfere. Vertikalni profili ovih elemenata određuju uslove turbulentne difuzije u graničnom sloju.

Kao primer, izneće se neki rezultati izračunavanja veze između intenziteta turbulencije i visine graničnog sloja i koncentracije zagađenosti SO_2 u prizemnom sloju vazduha u Beogradu. Na osnovu srednjih mesečnih koncentracija SO_2 u Beogradu od marta 1972. do aprila 1973. godine i podataka radiosondažnih merenja u 01 i 13 č iznad Beograda u istom periodu nadjena je prvo veza između vrednosti koncentracije Q zagađenja SO_2 i visine graničnog sloja \bar{H} (slika 2). Dobijen je visok koeficijent korelacije $r_{Q,H} = -0,86$ i korelaciona jednačina

$$Q = 0,86 - 0,51 \bar{H}. \quad (1)$$

Vidi se da ukoliko je visina graničnog sloja veća, utoliko je koncentracija manja, što odgovara fizici problema.

Veza između koeficijenta turbulencije \bar{k} , uzetog za ceo granični sloj i koncentracije u prizemnom sloju data je na slici 3. U ovom slučaju koeficijent korelacije iznosi $r_{Q,\bar{k}} = -0,75$, što je dosta manje od prethodnog, međutim rasipanje tačaka ukazuje više na krivolinijsku vezu, ali je zadržana pravolinijska korelaciona jednačina (2), predstavljena pravom (2) na slici 3 i analitičkim oblikom,

$$Q = 0,49 - 0,031 \bar{k}. \quad (2)$$

Jednačina (2) ukazuje na tendenciju smanjenja koncentracije SO_2 sa povećanjem srednjeg koeficijenta turbulencije \bar{k} , što takodje odgovara fizici problema.

Ovi rezultati ukazuju da se formule (1) i (2) mogu koristiti u modelu za prognozu potencijalne zagađenosti sa SO_2 u prizemnom sloju nad Beogradom korišćenjem radiosondažnih podataka. Do odgovarajućih odnosa za Tbilisi došao je Lomaja /2/.

Urbanizam i gradjevinarstvo. Za prostorno planiranje novih gradova i rekonstrukciju starih potrebno je raspolagati raznim klimatskim podacima, upravo klimatskom studijom dotičnog mesta radi optimalnog korišćenja prirodnih klimatskih uslova. To je potrebno da bi se pravilno projektovao pravac uli-

ca, položaj zelenih pojaseva, lokacija industrijskih objekata, aerodroma, zdravstvenih i rekreacionih centara i drugih važnih objekata.

Medjutim, za potrebe visokogradnje i procenu budućeg stepena zagađenosti atmosfenskog vazduha potrebno je poznavanje vertikalnih profila meteoroloških elemenata do visine nekoliko stotina metara. Vertikalni profil vetra posebno je važan radi proračuna opterećenja vetra na industrijske objekte, dalekovode, TV tornjave, antene radiostanica. Visoki nadzemni objekti vibriraju pod opterećenjem vetra u zavisnosti od intenziteta turbulentnih pulzacija brzine i pravca vetra. U tu svrhu posebno su važni podaci o maksimalnim brzinama vetra na različitim visinama, koje se javljaju jednom u 5, 10 i 20 godina.

Vazdušni saobraćaj. Nezavisno od visokog tehničkog nivoa savremenih aviona, njihovo bezbedno poletanje i sletanje zahteva dovoljno tačne informacije i o strukturi graničnog sloja iznad aerodroma. To se u prvom redu odnosi na podatke o skretanju vetra sa visinom i turbulenciji. Promena vetra sa visinom ima bitan uticaj na gubitak uzgone sile aviona pri sletanju. Na taj način, bezbednost sletanja aviona zavisi od poznavanja profila brzine vetra u donjih 500 m nad tlom. Iz tih razloga na aerodromima se uvode mikrometeorološka merenja graničnog sloja, posebno turbulencije, kao i u okviru eksperimenta za rasturanje magle na istim.

Poljoprivreda i šumarstvo. Za potrebe poljoprivrede vrše se veoma široka proučavanja na osnovu skoro svih raspoloživih rezultata meteoroloških i hidroloških merenja i osmatranja, kao i posebnih fenoloških i agrometeoroloških merenja i osmatranja. U poslednje vreme rezultati teorijskog i eksperimentalnog izučavanja iz fizike prizemnog sloja, kao i graničnog sloja u celini, nalaze sve širu primenu u agrometeorologiji i šumarskoj meteorologiji. Ovo se u prvom redu odnosi na izučavanje aerodinamike vegetacionih površina, transporta toplote i mase u poljima različitih vrsta vegetacije. Ova najmodernija istraživanja posebno su važna sa gledišta režima strujanja, kao i uticaja vegetacije na čovekovu sredinu. Tačan opis aerodinamike vegetacionih površina je bitan za razumevanje procesa turbulentnog transporta blizu tla.

Elektroprivreda. Projektovanje termo i hidroelektrana, a posebno nuklearnih elektrana, ne može se uspešno izvoditi bez odgovarajućih meteoroloških podloga i studija.

Radi procene koliko će termoelektrana pod određenim klimatskim uslovima zagađivati vazduh i okolne gradske ili poljoprivredne, odnosno šumske površine, veliku primenu nalaze i podaci o graničnom sloju tog područja. Ustvari je potrebno merenja graničnog sloja izvršiti pre podizanja termo ili nuklearne elektrane. Posebno je ovo značajno kod nuklearnih elektrana gde se radi o specifičnim fisionim produktima koji su, iako u malim količinama, veoma opasni za okolinu i osoblje elektrane. Neophodna su specijalna prizemna i mikroaerološka merenja da bi se procenio transport i rasturanje radioaktivnih materija u okolnom vazduhu.

Meteorološki podaci za potrebe elektroprivrede koriste se, dakle, za izbor lokacije, projektovanje i gradnju elektroprivrednih objekata, kao i za njihovo održavanje, planiranje nadzora i kontrole okoline. Za procenu intenziteta atmosfenske difuzije u okolini elektrane najvažniji su podaci o vertikalnoj raspodeli vetra, temperature, turbulenciji, kao i podaci o padavinama.

U doba postojeće energetske krize, perspektivu ima i korišćenje energije vetra. Smatra se da se oko 2% energije koja nam dolazi od sunca na zemljinu površinu pretvara u energiju vetra. Radi poredjenja, energija dobijena sagorevanjem uglja, samo je mali deo ove energije. Podaci o vetru u prizemnom sloju i njegovoj raspodeli sa visinom čine osnovu za procenu energije vetra u pojedinim oblastima, koja bi se mogla praktično koristiti u energetske svrhe.

Radioveze. Za potrebe radiometeorologije čije se informacije koriste za racionalno projektovanje UKT i televizijskih veza potrebno je poznavanje turbulentnog stanja graničnog sloja iznad oblasti obuhvaćene projektom, kao i indeksa refrakcije atmosfere na pomenute talasne dužine. Turbulencija utiče na indeks refrakcije atmosfere izazivajući fluktuacije amplituda i faza UKT radiotalasa, utičući tako na uslove prostiranja radiotalasa, a time i na kvalitet radio i televizijskih veza.

Veštački uticaj na vreme. Izučavanje graničnog sloja ima veliki praktični značaj i kod veštačkog delovanja na lokalne vremenske pojave. Ono se zasniva na eksperimentalnoj tehnici razvijenoj poslednjih godina u cilju zaštite od mraza i suše, promene režima isparivanja u akumulacijama, rasturanja magle i slično.

Kao zaključak moglo bi se napomenuti da se raspoloživi podaci o graničnom sloju kod nas, dobijeni standardnim radiosondažnim i pilot-balonskim merenjima, ne koriste dovoljno. Veći značaj se mora dati istraživanjima graničnog sloja atmosfere iznad naše zemlje. Treba se šire posvetiti ne samo eksperimentalnim proučavanjima, već i parametrizaciji graničnog sloja u našim fizičko-geografskim uslovima koji su veoma raznovrsni.

Od posebne je važnosti da se uvedu i dopunska, specijalna, merenja pomoću gradijentnih stubova i tornjeva, kao i mikroaerološka merenja vezanim balonima i specijalnim radiosondama. Medjutim, napredak se može očekivati samo užom saradnjom privrede i meteorologije. Istorija meteorologije potvrđuje da su se uvek najintenzivnije razvijale one njene discipline koje su nalazile najveću primenu.

LITERATURA

- /1/ Laihtaman D.L., 1970. Fizika pograničnava sloja atmosferi. Gidrometeoizdat L.
- /2/ Lomaja O.V., 1969. Zavisimost koncentracii aerosolej v prizemnom sloje atmosferi od intenzivnosti turbuljentnava abmjena v pograničnom sloje. Saobščenija AN GSSR, T. 53, No. 1, 77-80.
- /3/ Vukmirović D. i M. Ćirić, 1973. Veza izmedju stanja graničnog sloja atmosfere i količine koncentracije zagađenja u prizemnom sloju. Zbornik referata sa savetovanja o zaštiti vazduha od zagađenja, III savetovanje, Zlatibor, novembar 1973. Jugoenergetik Beograd.

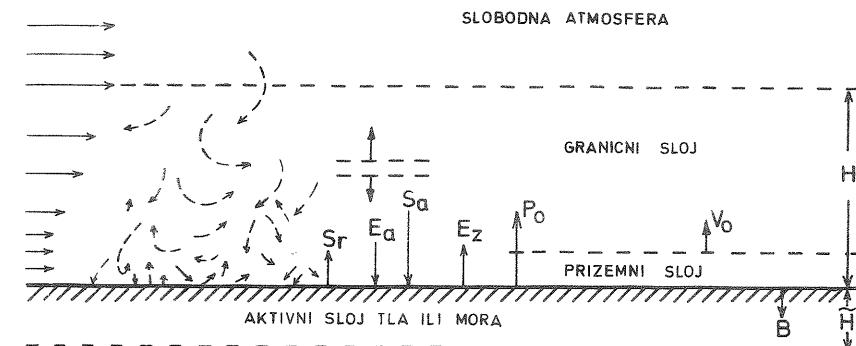
SUMMARY

THE BOUNDARY LAYER OF THE ATMOSPHERE AND PROBLEMS OF THE APPLIED METEOROLOGY

The informations of the planetary boundary layer of the atmosphere are very important for solution of many scientific and practical problems. These are various possibilities to apply these dates for many users in various branches of the national economy.

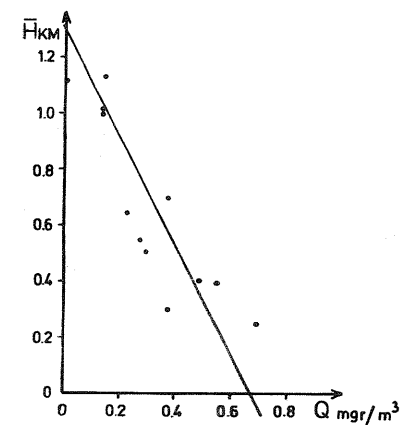
Related to work on finding methods for forecasting the potential atmospheric air pollution a high degree of corelation has been found between the height of the boundary layer over Beograd and the concentration of SO_2 at the surface.

The importance is stressed of introducing special microaerological investigations and gradient measurements within the surface layer and boundary layer.

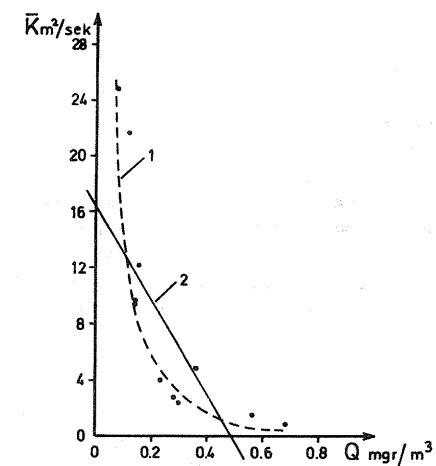


Slika 1 - Shema formiranja graničnog sloja

E_a - dugotalasno zračenje upravljeno nadole, S_a - direktno i difuzno kratkotalasno zračenje, E_z - izračivanje, S_r - reflektovano kratkotalasno zračenje, P_o - vertikalni transport toplote, V_o - vertikalni transport vodene pare, H - visina graničnog sloja, H - dubina aktivnog sloja i B - toplota koju apsorbuje aktivni sloj.



Slika 2 - Zavisnost koncentracije SO_2 (Q) od visine graničnog sloja (H)



Slika 3 - Zavisnost koncentracije SO_2 (Q) od srednjeg koeficijenta turbulencije u graničnom sloju (k).