

Dr. BRANKO GELO

Republički hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske  
Zagreb, Grič 3

Sigurnost i ekologija prometa

Pregledni članak

UDK: 656.1/5 : 551.5

Primljeno: 29.09.1992.

Prihvaćeno: 08.03.1993.

# METEOROLOŠKO OSIGURANJE KOPNENOG PROMETA

## SAŽETAK

*Predložene su osnovne značajke organiziranja meteorološke službe u odnosu na osiguranje i odvijanje prometa kopnom (cesta, željeznica, pošta i telekomunikacije, unutar-nji promet, cjevovodi i žičare, nogostupi i staze) s obzirom na različite teškoće vezane uz ugrožavanje sigurnosti, ekologije, pitanje ekonomičnosti i redovitosti vožnje te prometnoga gospodarstva. Dan je osvrt na prezentaciju i način dostavljanja određenih meteoroloških elemenata i pojava (izvješća, prognoze, karte) potrebnih za kopneni promet s osvrtnom na prometne rute (klimatološke, sinoptičko-vremenske).*

## 1. UVOD

Suradnja meteorologije i prometa na kopnu datira iz davnih dana, ali nije se tako dobro razvila kao u pomorskom, a pogotovu u zračnom prometu. Ipak, od osnivanja Međunarodne meteorološke organizacije - IMO (International Meteorological Organization) 1873. u Beču pa do njene transformacije 1948. u Svjetsku meteorološku organizaciju - WMO (World Meteorological Organization) kao izvršnog organa Ujedinjenih naroda, meteorologija sve više pomaže prometu na kopnu, što se sve više očituje u zadnjim desetljećima.

Razvojem znanosti, tehnike i tehnologije mijenja se pristup meteorologije prometu. Od prvotnih klimatoloških podataka, dolazi do neposredne primjene meteoroloških podataka (upozorenja) posredstvom javnih sredstava obavješćivanja (tisak, radio, televizija). Tehnološki napredak (automatizacija, povezivanja sustava s automatskim mjerenjima i obradom podataka) daje meteorologiji nove mogućnosti. Nove spoznaje i metode rada u meteorologiji (prognoze), uz pomoć suvremenih tehnologija i telekomunikacijskih uređaja, pružaju nove mogućnosti pomoći meteorologije prometu. Od članica WMO (prema dokumentu Technical Regulations, - WMO, 1984.) traži se da udovolje zahtjevima za uspostavljanje i održavanje adekvatne infrastrukture promatračke postaje na kopnu i moru, opće i specijalne meteorološke službe, telekomunikacijskog sustava, školovanja osoblja, primjene istraživanja i razvoja tehnike i tehnologije.

Meteorološko osiguranje za potrebe kopnenog prometa nije potanko propisano kao za zračni ili pomorski promet, podložno je raznim promjenama i dopunama. Očividno je da na ovom području treba mnogo raditi, napose u neposrednoj primjeni meteoroloških informacija.

## 2. ORGANIZACIJA METEOROLOŠKE SLUŽBE

WMO je postavila sustav meteoroloških upozorenja, informiranja i prognoza, definiran kroz svjetske, regionalne i nacionalne sustave i centre. Sustavi/centri djeluju u sklopu svjetskog sustava meteorološkog bdijenja - WWW (World Weather Watch): mjerenja i motrenja - GOS (Global Observation System - WMO, 1981.), obrade podataka - GDPS (Global Data Processing System - WMO, 1972), telekomunikacija - GTS (Global Telecommunication System - WMO, 1986.) te svjetskoga klimatskog programa - WCP (World Climate Programme).

Meteorološku službu za kopneni promet organizira nacionalna meteorološka služba, čija je zadaća da osigura potrebnu pomoć, koja uključuje, uz klimatske podatke, analize, prognoze i upozorenja (WMO, 1984.). U nas je to u kompetenciji Hidrometeorološkog zavoda.

1. Nacionalna meteorološka služba prati i prognozira meteorološke uvjete važne za kopneni promet; ako je potrebno, daje posebna upozorenja o opasnim meteorološkim elementima i pojavama nad širim područjem, za koje je zadužena, priprema analize i prognoze prizemnih i visinskih meteoroloških karata za svoje područje te ih prosljeđuje drugim meteorološkim službama - uredima, kao i ostale meteorološke podatke, putem mreža računala, faksimil-emisija i drugim telekomunikacijskim oblicima.
2. Meteorološka postaja (kopno, more) osnovna je jedinica meteorološke službe. Tu se mjere i motre meteorološki parametri bitni za razne aktivnosti. Smještaj meteorološke postaje i njenog instrumentarija mora omogućivati dobar pregled i kontrolu svih meteoroloških parametara. Postaja daje podatke meteorološkoj službi te ostalim službama.

### 2.1. Meteorološka izvješća

Izmjereni i motreni podaci meteoroloških elemenata i pojava čine osnovne elemente meteoroloških izvješća (SYNOP, SHIP i ostali) koja imaju određen oblik i namjenu što ih propisuje WMO. Sadržaj izvješća definiran je i nacionalnim interesom. Izvješću se, prema potrebi, može dodati upozorenje, te podaci o razvoju vremena - prognoza. Svako izvješće obvezno sadrži oznaku tipa izvješća, područje za koje se odnosi, te mjesto, datum i vrijeme sastavljanja izvješća (iskazano u svjetskom - UTC odnosno lokalnom vremenu - LST).

Meteorološko izvješće za potrebe kopnenog prometa nije potanko propisano kao za zračni ili pomorski promet, te je podložno raznim promjenama i dopunama.

Meteorološko izvješće priprema se prema potrebama prometa i promjenljivosti meteoroloških parametara, a služi za informiranje o stvarnim meteorološkim uvjetima na prometnici. Izvješće sadrži podatke (sve ili odabrane): smjer, brzina i udari prizemnog vjetera (lokalno ime: maestral, bura, jugo, fen i sl.), vidljivost - magla, vremenska pojava (kiša, snijeg, tuča), naoblaka, temperatura zraka i rosišta (vlaga), tlak zraka, sijanje sunca i drugo. Na kraju izvješća može stajati i obavijest o stanju prometnice i neke dopunske informacije (zaleđivanje, lavine, nanošenje taloga - odrona, turbulencija, skretanje vozila, rušenje stabala, dalekovoda), te o daljnjem razvoju vremena - prognoza (Gelo, 1980. i 1985; Gelo i Jurčec, 1989.). Izvješće dodatno sadrži osnovni opis prizemne vremenske situacije. Ako pojedine vrijednosti meteoroloških elemenata ili pojava poprime kritične vrijednosti, prometnica se može zatvoriti zbog nedostatne sigurnosti ili nemogućnosti odvijanja prometa. Kritične vrijednosti određuju se za svaku regiju ili lokaciju posebno, ovisno o prirodnom položaju i okolnom reljefu itd. Kritične vrijednosti također ovise o tipu vozila i obučenosti posade.

Upozorenja se daju u redovitim ili izvanrednim terminima obuhvaćenim izvješćem, a pokazuju važne i opasne meteorološke elemente i pojave (jak vjetar, vidljivost, oluje, jake oborine, tuča, snijeg, zaleđivanje, lavine, nanošenje taloga - odrona, skretanje vozila, rušenja stabala, dalekovoda, turbulencija i drugo) što se pojavljuju nad nekim širim područjem (Gelo i Ahmić, 1991.). Dodatno sadrže osnovni opis prizemne vremenske situacije, tip i stanje poremećaja, poziciju, intenzitet, gibanje, razvitak i drugo. Osim izvještajnog dijela, upozorenje sadrži i prognostički dio. Specijalna upozorenja sadrže podatke drugih disciplina i njihovu međuovisnost.

Meteorološka izvješća - upozorenja o vremenu - daju se na nacionalnom i/ili engleskom i/ili drugom jeziku u otvorenom obliku uobičajenom meteorološkom terminologijom ili zaporkom. Izvješća se prenose zainteresiranim na razne načine: raznim telekomunikacijskim sredstvima (telefon, teleprinter, faksimil, radioemisije) te javnim sredstvima (uključujući radio, televiziju i ostale oblike).

## 2.2. Meteorološke prognoze

Meteorološke prognoze obično su sastavni dio meteoroloških izvješća ili upozorenja, te se općenito ne ističu posebno. Prognoze su do prije desetak godina bile vremenski ograničene na nekoliko dana, no u novije doba zahvaćaju do desetak dana, što u prometu stvara nove mogućnosti njihovih primjena. Prognoziraju se meteorološki uvjeti na prometnici, nad određenim širim područjem ili na pojedinim linijama vožnje - rutama.

Meteorološke prognoze (za nekoliko sati ili 24 sata) sadrže prognozu vrijednosti srednjih meteoroloških elemenata ili pojava važnih za odvijanje kopnenog prometa (-Gelo, 1985. i 1990.). Prognoza sadrži podatke o vjetru, vidljivosti, vremenskim pojavama, naoblaci, temperaturi zraka, zaleđivanju, lavinama, turbulenciji i drugom. Svaka nova prognoza poništava prethodnu.

## 2.3. Meteorološke karte

Meteorološke karte za kopneni promet općenito se ne rade, već se primjenjuju klasične meteorološke karte. Te

karte, analitičke i prognostičke, pripremaju svjetski, regionalni odnosno nacionalni prognostički centri (OO, 06, 12 i 18 UTC). U uporabi su prizemne i visinske meteorološke karte. Dodatne karte i informacije su slike i podaci meteoroloških radara odnosno satelitske slike (Gelo i Ahmić, 1991.).

## 2.4. Meteorološka dokumentacija

Meteorološku dokumentaciju za vožnju čine upozorenja, izvješća i prognoze (karte) vremena za područje ili rutu na kojoj se planira vožnja ili određena aktivnost. Prema potrebi, posada može zatražiti usmeno objašnjenje i konsultaciju od stručnog osoblja u meteorološkoj službi - centru/uredu (dežurni telefoni i slično).

Posada u vožnji (odnosno kratkotrajnim zaustavljanjem) može dobiti najnovija meteorološka izvješća, prognoze i druge meteorološke informacije koje joj trebaju na nekoliko načina. Osnovni način jest dobivanje informacija neposrednim prijemom meteoroloških emisija, telefonskim, teleprinterskim, faksimilnim, računalnim ili radio-putem. Na sličan način vozilo se može radio-putem obratiti nadležnoj službi - uredu (policija) ili operativnom centru svoje kompanije, koji će preuzeti ulogu posrednika između meteorološke službe i vozila u vožnji.

Meteorološka dokumentacija za vožnju daje uvid u mogućnost i uvjete izvođenja vožnje. Vožnja se planira odabirom (ili promjenom) pojedinog puta - koridora ili drugim vremenom polaska. Na taj način meteorološka dokumentacija, pored sigurnosti, sadrži i čimbenike ekonomičnosti vožnje, a i ekološke elemente. Vremenski planirana vožnja izbjegava gustu maglu, jake oluje, jaki snijeg uz jake vjetrove, nanose snijega i ostalog taloga, lavine, poleđicu i drugo.

## 3. VREMENSKA RAZMATRANJA U ODNOSU NA POJEDINE FAZE VOŽNJE I IZVAN VOŽNJE

Pri izrazito lijepom vremenu na širokom području i za dulje vremensko razdoblje meteorološki čimbenici ne ograničuju vožnju. Međutim, ako vremenske prilike (meteorološki minimumi) ne dopuštaju ili otežavaju sigurnu vožnju, ne treba je započeti odnosno treba je prekinuti i tražiti odgovarajuću zaštitu ili se mora obavljati po preporukama za stanovito vremensko stanje.

Odlazak/dolazak. U pripremi vožnje posada se upoznaje s vremenskom situacijom i tom prigodom može preuzeti odgovarajuću meteorološku dokumentaciju. Nakon dolaska u odredište posada može prenijeti informacije zainteresiranim službama.

Vremenski uvjeti u vožnji. Tijekom vožnje vozilo (posada) uz već prije poznate meteorološke prilike promatra okolni prostor vizualno i instrumentalno. Povremeno održava vezu s nadležnim prometno-kontrolnim službama, a tom prigodom može predati ili dobiti dodatne meteorološke informacije. Također, preko radioemisija prima najnovije podatke (upozorenja i drugo) iz dogovorenog programa odgovarajuće meteorološke službe.

Vremenski uvjeti izvan vožnje. To se prvenstveno odnosi na zaustavljanje, parkiranje, garažiranje i hangariranje vozila. U tim prilikama vozilo i teret treba osigurati od svih neželjenih posljedica djelovanja meteoroloških procesa (olujna djelovanja, jaki vjetar, tuča, električna pražnjenja,

gomilanje snijega i leda, ekstremne temperature i slično). U hladnom - zimskom - razdoblju potrebno je očistiti vozilo (mehaničkim, toplinskim ili kemijskim sredstvima) od taloga inja, leda ili snježnog pokrivača.

### 3.1. Klimatološke prometne rute

U proteklim stoljećima bili su izraziti karavanski putovi - klimatološke prometne rute gdje se vremenske prilike dugotrajno ne mijenjaju, a pogodne su za odvijanje prometa. Oni su se pronalazili iskustveno te djelomice pojedinim opisnim informacijama. U WMO je usvojeno stajalište za međunarodni odnosno nacionalni meteorološki atlas kao dio Svjetskoga klimatskog atlasa (World Climatic Atlas). Podaci u atlasu, koji se mogu primjenjivati za potrebe prometa, podijeljeni su na manja reprezentativna područja u obliku mjesečnih i godišnjih prosjeka za temperaturu zraka, rosište (vlagu), vidljivost, vrijeme, smjer i brzinu vjetra, tlak i tendenciju i sustave tlaka, oblake, oborine, pojavljivanja oluja i tropskih ciklona, izvedene veličine i drugo. Podaci se predočuju u obliku karata, tablica i slično.

### 3.2. Sinoptičke - vremenske prometne rute

Ovaj tip ruta očevidan je u zadnjih desetak godina, s razvitkom meteorologije i telekomunikacija. Meteorološke prognoze su kratkoročne (jedan do dva dana), srednjoročne (tri do pet dana) i dugoročne (sedam do deset dana). Približno isto vremena traje i pojedina vožnja vozila na kratkim i dugim rutama.

Vremenske rute su izbor prometnih ruta u funkciji najmanjeg vremena, oštećenja, potrošnje goriva ili maksimalno potencijalne količine sunca na turističkim vožnjama. Najčešće se primjenjuje najmanje vrijeme, koje osigurava najmanje štete. U izboru rute primjenjuju se analize i prognoze (Gelo, 1988.). Intenzivni procesi u polasku ili dolasku ne mogu se izbjeći izborom rute nego kasnijim prolazom. Osnovno načelo vožnje u području vremenskih nepogoda jest obilaženje ili čekanje na sigurnim mjestima (zaklonima). Gospodarstveni elementi pri primjeni vremenskih prometnih ruta vrlo su pogodni, međutim još uvijek se slabo primjenjuju u svakodnevnoj praksi.

## 4. METEOROLOGIJA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

Kopneni promet se odvija u širokom spektru raznih vozila. Svaka vrst vozila ima svoje specifične mogućnosti vožnje i sukladno tomu različite potrebe za meteorološkim potrebama i informacijama (Gelo, 1988; Penzar, Lisac, Šinik i Juras, 1988.). Sigurnost prometa ugrožavaju pojave i procesi sinoptičkih - makrorazmjera, a naročito malih - mezorazmjera i mikrorazmjera. Opasni fenomeni uglavnom su fenomeni male scale koji se i inače "teško prognoziraju". Naime, sinoptička opservacijska mreža i numerički modeli filtriraju te procese zbog male (slabe) prostorne i vremenske rezolucije.

Procesi i pojave važni u vožnji pojavljuju se ili na diskontinuitetima, područjima velikih gradijenata (fronte, razne inverzije) ili na kontinuitetima što nisu posljedica koncentracije, povećanja gradijenata, manifestacije energije, nego upravo obrnutih procesa kao posljedica malih gradijenata i energije, a visoke stabilnosti (magle).

Sigurnost je ugrožena potencijalno uvijek kad su prekoračeni određeni kritični meteorološki uvjeti definirani kao meteorološki minimumi za vozila, prometnice, vodove i posade. Vremenske prilike (meteorološki parametri) s motrišta sigurnosti (prometne nesreće) utječu na odvijanje prometa djelovanjem na:

- vozila i faze vožnje (što se obrađuje u najvećem dijelu teksta),
- objekte i prometnice za odvijanje kopnenog prometa (što je povezano s vožnjom),
- sudionike u prometu (aktivni i pasivni).

Aktivni sudionici su posada vozila - vozači i ostalo pomoćno osoblje, koji moraju imati odgovarajuće obrazovanje, što uključuje osnovno upoznavanje s meteorologijom i njenim djelovanjem na promet. Zato se moraju stjecati odgovarajuće dozvole za tip i opremljenost vozila. Dakako, ne smije se isključiti djelovanje meteoroloških čimbenika na zdravstveno stanje vozača, što je problematika medicinsko-prometne meteorologije.

Pasivni sudionici su putnici za koje vrijedi problematika medicinsko-prometne meteorologije. Bitno je da oni ne ometaju vožnju.

Mnogo nesreća se pripisuje djelovanju vremenskih pojava, no pritom treba uvažiti i činjenicu da je velik broj nesreća koje su u osnovi posljedica vremenskih prilika ali se u statistikama nezgoda tako ne obrađuju.

## 5. METEOROLOŠKO-EKOLOŠKI ASPEKTI KOPNENOG PROMETA

Meteorološki elementi i pojave sadrže i ekološke elemente. To se prvenstveno odnosi na onečišćenja tla, vode i zraka krutim i tekućim otpadnim tvarima (smeće, nafta, mazut, ulje) i ispušnim plinovima, a pri nezgodama vozila štetnim tvarima (nafta, mazut, ulje, kiseline, lužine, soli, razni kemijski spojevi i drugo) kao teretom ili pri oštećenju i požaru u skladištima, terminalskim uređajima ili u području terminala, kolodvora i putnih koridora.

Problem onečišćenja zraka ispušnim plinovima raznih motora (ugljikovodici, ugljik(II)-oksid, dušikovi oksidi i drugi spojevi) prisutan je u svim oblicima prometa. Ovisno o tipu vozila i motora te opterećenju motora, zrak se onečišćuje raznim polutantima u raznim koncentracijama. Izvor emisije mijenja položaj u prostoru što znatno utječe na njene primarne proizvode i njihovo daljnje fizikalno i kemijsko transformiranje (Džanić, Gelo i Golubić, 1989.).

Onečišćivanje, širenje i djelovanje ispušnih plinova više je tretirano u poglavljima o ekologiji. Pritom znatnu ulogu ima konfiguracija terena, orijentacija ulica, cesta i pruga (kanalizirani efekti). Slično vrijedi i za širenje otpadnih tvari (Penzar, Lisac, Šinik i Juras, 1988.).

Ako se dogodi onečišćenje otpadnim tvarima (nafta, mazut, ulje, kiseline, lužine, soli, razni kemijski spojevi i drugo), meteorološki elementi i pojave, osim u procesima razgrađivanja, određuju i širenje tih tvari. Djelovanje vjetera, atmosferska stabilnost, oborine, vodeni tokovi (površinski i podzemni) najizravnije određuju smjer i brzinu širenja tog onečišćenja. Nakon ispuštanja otpadnih tvari (npr. naftne mrlje) poduzimaju se akcije skupljanja, neutraliziranja ili uništavanja tih tvari (Houghton, 1985.). U tom smislu meteorološke analize i prognoze omogućuju praćenje tog onečišćenja i odgovarajuće djelovanje na njegovu otklanjanju.

Buka je veliki ekološki problem prometa. Ona je posljedica rada snažnih motora, konstruktivnih naprežanja u vo-

zilu ili aerodinamičkih efekata. Motori stvaraju veliku buku naročito kada rade s maksimalnom snagom. Širenje te buke ovisi, među ostalim, i o meteorološkim čimbenicima. Niske temperaturne inverzije ne dopuštaju prostiranje zvučnih valova do velikih visina te na sloju inverzije dolazi do njihove refleksije i pojačanoga vodoravnog širenja. Nadalje, pojava vjetra omogućuje širenje zvuka intenzivnije niza zračnu struju. Očito je rješenje u motorima koji razvijaju manju buku, a nasreću to su i motori koji manje onečišćuju okoliš ispušnim plinovima. Rješenje je i u izboru pravilnog izolacijskog materijala, i u zaštitnim zvučnim pregradama, te u izboru lokacija terminala, izboru prilaznih putova i slično.

## 6. METEOROLOGIJA KAO ČIMBENIK EKONOMIJE KOPNENOG PROMETA

Meteorologija ima važnu ekonomsku ulogu pri planiranju vožnje, a očituje se pri odabiru puta - koridora. Moguće je i izbor vremena odlaska. U višim geografskim širinama u hladno doba godine ograničujući čimbenik je visok snijeg i zaleđivanje, koji u dužem razdoblju djelomice ili potpuno onemogućuju vožnju (Gajić-Čapka i Zaninović, 1989.). I redovitost, a prema tomu i ekonomičnost - djelotvornost prometa ovisi o dostavljanju meteoroloških informacija.

Olujni procesi, izraženi vjetar, loša vidljivost, jake oborine (monsuni), zaleđivanje i drugo - svojim geografskim, dnevnim i sezonskim promjenama izravno otežavaju vožnju, te znatno utječu na komercijalni promet, koji se, uz ostalo, očituje u velikim kašnjenjima. Nadalje, ekstremne temperature i velika vlaga nepovoljno utječu na teret koji se prevozi ili skladišti, ako nije posebno zaštićen. Zimske jutarnje temperature te lavine otežavaju promet. Pojedini vremenski elementi i pojave, povezani s ostalim čimbenicima, određuju uporabljivost i kategorizaciju prometnica. To izravno uvjetuje ekonomsku opravdanost pojedine prometnice. Pri planiranju i projektiranju neke prometnice potrebno je izbalansirati odnose između najpogodnije (najjeftinije) izgradnje trase prometnice zatim najmanjih troškova održavanja prometnice te najmanjih troškova za odvijanje prometa (Zaninović i Gajić-Čapka, 1989.).

## 7. METEOROLOŠKI PARAMETRI PRI PROJEKTIRANJU I ODRŽAVANJU VOZILA I PROMETNICA

Pri projektiranju vozila i prometnica svih namjena, vrsti i izmjera obvezno se uvažavaju odgovarajući meteorološki parametri. Osnovna računanja uključuju meteorološke elemente, pojave i njihove izvedene veličine, te se popratni efekti moraju obvezno uvažiti (Gajić-Čapka i Zaninović, 1989; Zaninović i Gajić-Čapka, 1989.). Dakako, u vozila i prometnice (ceste, pruge, mostovi, vodovi i drugi objekti kopnenog prometa) ugrađuju se i odgovarajući instrumenti i uređaji za praćenje meteoroloških procesa i razmjenu informacija.

Pri odabiru lokacija za prometnice, kolodvore i terminala, uvažavajući ekonomske, geografske i druge efekte, važnu ulogu imaju meteorološki čimbenici, ne samo za osnovnu lokaciju terminala i prometnica, već i za njenu prirodnu zaštitu i smjer protezanja prometnica (prilazni pravci za vozila), te pratećih objekata i uređaja neophodnih

za odvijanje prometa (Houghton, 1985.). U tu svrhu koriste se klimatološki podaci o budućoj lokaciji terminala i prometnica te okolnih mjesta. Svi podaci se obrađuju statističkim metodama (teorija ekstrema i povratni periodi, kompleksnost i međuovisnost više pojava), primjenom analitičkih izraza te numeričkih meteoroloških modela. U projektiranju se mora uvažiti vjerojatnost (ne)možućnosti korištenja terminala i prometnica po dobu dana i godine. Smjer i intenzitet vjetra, te vidljivost - magla (u hladno odnosno u toplo doba godine) mogu biti znatan ograničujući čimbenik uporabljivosti terminala i prometnica. Pojava i intenzitet tekućih oborina, te naročito prehladenih i krutih oborina s aspekta visine i nanosa snijega, stvaranja poledice, a pogotovo pojava zaleđivanja mora/rijeka također su vrlo važni za korištenje terminala i prometnica što uzrokuje njihovu slabu iskoristivost.

Pri planiranju i projektiranju neke prometnice meteorološki parametri (izravno ili posredno) određuju neke čimbenike nužne pri definiranju odnosa između najpogodnije gradnje i održavanja prometnice te najmanjih troškova za odvijanje prometa. To se odnosi na sigurnosne, ekološke i ekonomske elemente.

Pri planiranju i gradnji podloge - konstrukcije prometnica bitno je hidroplaniranje i drenaža podloge radi sprečavanja prodiranja vlage u dubinu, a zimi njenog smrzavanja što uzrokuje nadimanje i eroziju podloge. Erozija nastaje i djelovanjem vjetra. Ti efekti vezani su uz pojavu oborina te treba poznavati njen intenzitet, trajanje, povratne krivulje i ekstreme, zatim mogućnosti otjecanja vode (hidrološki ciklus, infiltracija i nepropusnost), što je povezano s odlaganjem i rastapanjem snijega. Na konstrukciju prometnica nepovoljno djeluju i ostali elementi, napose ekstremne temperature (rastezanje i skupljanje).

## 8. ZAKLJUČCI

Poznavanje prosječnih dugogodišnjih vremenskih uvjeta (meteoroloških elemenata i pojava) na potencijalnim lokacijama prometne infrastrukture osnovica je za planiranje, projektiranje i gradnju te kasnije sigurno i učinkovito odvijanje svih vrsti prometa kopnom (cesta, željeznica, pošta i telekomunikacije, unutarnji promet, cjevovodi i žičare, nogostupi i staze). U realizaciji navedenih aktivnosti neophodna je suradnja projekatanta, prometnih stručnjaka te meteorologa radi što kvalitetnijeg pristupa navedenim problemima.

Čimbenici sigurnosti, ekologije i ekonomičnosti prometa sadržani su u uvažavanju odgovarajućih meteoroloških elemenata i pojava na odvijanje prometa. Dakako, oblici prometa traže različite pristupe ne samo u vrsti nego i u količini i kvaliteti informacija.

To znači:

- pojačati opseg i kvalitetu meteoroloških informacija, posebice upozorenja, u svezi s fizikalnim efektima meteoroloških parametara,
- uvesti meteorološko informiranje u svezi s biološkim djelovanjem meteoroloških parametara na sudionike u prometu; razviti proučavanje biometeorologije s motrišta prometa,
- pri projektiranju ili većom rekonstrukcijom pojedinih trasa zahtijevati potpunu primjenu meteoroloških podataka zbog sigurnosti, ekologije te ekonomičnosti,
- uvoditi najnovije spoznaje numeričke prognoze vremena u mezorazmjerima za upozorenja i analize vremenskih stanja,

- detaljnije primjenjivati rezultate tehničke meteorologije pri projektiranju i održavanju trasa, vodova i linija.

## SUMMARY

### METEOROLOGICAL SUPPORT IN SURFACE TRANSPORT

*The paper deals with some basic aspects of meteorological service management as related to safety and smooth operation of surface transport (road, rail, postal, telecommunications, internal circulation, pipelines, funiculars, pavements and pathways) with reference to different problems regarding safety hazards, environmental protection, economy problems, time-tables and frequencies and transport industry.*

*A review has been made of respective presentation and methods of forwarding given meteorological elements and aspects (reports, forecasts, maps) as required for surface transport with reference to traffic routes (climatological, synoptic-weather).*

## LITERATURA

- [1] H. DŽANIĆ, B. GELO, J. GOLUBIĆ: Procjena količine i širenja ispušnih plinova zrakoplova. *Promet*, 1 (1989) 1, str. 85-91.
- [2] M. GAJIĆ-ČAPKA, K. ZANINOVIĆ: Meteorološki parametri u projektiranju i održavanju cesta. Simpozij: Prometni i konstruktorski aspekti jadranske autoceste. Dubrovnik, 13-15.9.1989., str.63-67.
- [3] B. GELO: Trajektorije oluja uvjetovane orografijom. Savjetovanje o vremenu, klimi i agroklimatskim uslovima i karakteristikama u brdsko-planinskim područjima SFRJ, Kopao-nik, 23-24.6.1980. RHMZ SRS, Beograd, I, str. 137-146.
- [4] B. GELO: Značenje numeričkih modela atmosfere i njihova primjena u prometu. *Suvremeni promet*, 7 (1985), 2/3, str. 319-322.
- [5] B. GELO: Mezomodeli atmosfere i sigurnost prometa. *Suvremeni promet*, 10 (1988), 4/5, str. 717-721.
- [6] B. GELO, V. JURČEC: Simulation of orogenic wind perturbation by a mesoscale model. Projektiranje i proizvodnja podržani računalom, X, 1989, str. 235-241.
- [7] B. GELO: Mesoscale model for rainfall forecasting. C.I.M.A. '88, 20th International Conference of Alpine Meteorology, Sestola (Modena), Servizio meteorologico Italiano, vol. II (1990), 4,4, 15 str.
- [8] B. GELO, R. AHMIĆ: Weather radar network in Croatia. Weather radar networking - COST-73, Commission of the European Communities and World Meteorological Organisation, Ljubljana, 1985, str. 55-56.
- [9] D. HOUGHTON: Handbook of Applied Meteorology. Surface Transportation. 1985, str. 998-1030.
- [10] I. PENZAR, I. LISAC, N. ŠINIK, J. JURAS: Meteorološki faktori u sigurnosnim i ekološkim aspektima prometa. Simpozij SEPJ '88, Zagreb, 6.10.1988, str. 125-126.
- [11] K. ZANINOVIĆ, M. GAJIĆ-ČAPKA: Meteorološka podloga za odabir trasa jadranske autoceste. *CIM* 35 (1989), 10, str. 349-351.
- [12] WMO, 1977: Manual on Global Data-processing System (-GDPS- 485). Volume I - Global aspects, Volume II - Regional aspects, Geneva.
- [13] WMO, 1981: Manual on the Global Observation System (GOS- 544). Volume I - Global aspects, Volume II - Regional aspects, Geneva.
- [14] WMO, 1981: Manual on Marine Meteorological Services (MMS- 558), Geneva.
- [15] WMO, 1983: Agreements and working arrangements with other international organizations (-60), Geneva.
- [16] WMO, 1983: Basic Documents (BD-15), Geneva.
- [17] WMO, 1984: Manual on Codes (MC-306). Volume I - International meteorological codes, Volume II - Regional codes and national coding practices, Geneva.
- [18] WMO, 1984: Technical Regulations (TR-49). Volume I - General meteorological standards and recommended practices, Volume II - Meteorological service for international air navigation, Volume III - Hydrology, Geneva.
- [19] WMO, 1986: Manual on the Global Telecommunication System (GTS-386). Volume I - Global aspects, Volume II - Regional aspects, Geneva.