

i njima paralelni putevi. Najveću mrežu međunarodnih puteva u Evropi imaju SR Nemačka sa 7762 km, Italija sa 6015 km, Francuska sa 5782 km i Poljska sa 4780 km. Preko naše zemlje prelazi od međunarodnih puteva prve grupe samo put E 5 sa pravcem: Horgoš-Subotica-Novi Sad-Beograd-Niš-Skopje-Gevgelija, a iz druge grupe putevi: E 92 (granica-) Maribor-Ljubljana (-Trst), E 94 (jugoslovensko-austrijska granica-) Ljubljana-Zagreb-Beograd-Bela Crkva (-jugoslovensko-rumunska granica), E 95 Niš-Dimitrovgrad (-granica) i E 96 Rijeka-Zagreb-Čakovec-Donja Lendava (-jugoslovensko-madarska granica). Ukupna dužina međunarodnih puteva u našoj zemlji iznosi 2191 km.

D. Stevanović

LIT.: N. Bergier, Histoire des grands chemins de l'empire romain, Paris 1864. — R. J. Forbes, Notes on the history of ancient roads and their construction, Amsterdam 1934. — H. Bolder, Bernsteinstraßen und Römerstraßen, Berlin 1936. — J. W. Gregory, C. J. Gregory, The story of the road, London 1938. — L. I. Hewes, American highway practice, New York 1931/2. — J. Duhm, Linienführung, Planung, Bau und Unterhaltung der Straßen und Wege, Wien 1947. — J. H. Bateman, Introduction to highway engineering, New York 1948. — H. H. Иванов, Строительство автомобильных дорог, Москва 1948. — H. H. Иванов, Ремонт и содержание автомобильных дорог Москва 1948. — В. И. Оболенский, Придорожные насаждения. Практика защитного и декоративного озеленения дорог, Москва 1948. — G. W. Pickels, C. C. Wiley, Route surveying, New York 1949. — B. Žnidarič, Prelazne krivine na putevima i željeznicama, Beograd 1949. — A. Speck, Der Kunststraßenbau, Berlin 1950. — A. G. Bruce, J. Clarkeson, Highway design and construction, Scranton 1950. — С. М. Никитин, Механизация дорожных и мостовых работ, Москва 1950. — D. Boutet, L'état actuel de la technique routière, Zürich 1951. — E. Neumann, Der neuzeitliche Straßenbau, Berlin 1951. — L. J. Ritter, Jr., R. J. Paquette, Highway engineering, New York 1951. — H. C. Ives, P. Kissam, Highway curves, New York 1952. — M. Marković, Projektovanje i gradenje putova, Beograd 1954. — J. L. Escario, Traité des routes (prevod sa španskog), Paris 1954. — А. А. Арсеньев, В. А. Бочин, Н. Н. Иванов, Строительство автомобильных дорог, 1955. — Fuchs, Linienführung im Straßenbau, Leipzig 1956. — J. Kastl, Der Straßenbau, Leipzig 1957. — F. Loskot, Silnice, Praha 1957. — B. Žnidarič, Zakoliceenje prsm in krivin, Ljubljana 1958. — E. Y. Yoder, Principles of pavement design, New York 1959. — H. Schreiber, Symphonie der Straße, Düsseldorf 1959 (srpsko-hrv. prevod: Simfonija ceste, Zagreb 1961). — В. Ф. Бабко, Современные автомагистральи, Москва 1961. — А. К. Бируля, Проектирование автомобильных дорог, Москва 1961. — K. B. Woods, Highway engineering handbook, New York 1961. — J. H. Jones, The geometric design of modern highways, New York 1962. — C. H. Ogelsby, L. I. Hewes, Highway engineering, New York 1963.

V. Bedeković M. Cručanin M. Fučan  
Ž. Đukić A. Kamhi S. Lamer I. Pažo  
D. Stevanović V. Sajko B. Žnidarič

**CESTOVNI SAOBRAĆAJ (putni saobraćaj, drumski saobraćaj)**, sav saobraćaj koji se odvija na cestama. Svrha je cestovnog saobraćaja prevoz dobara i putovanje osoba radi promjene mjesta ili radi razonode i turizma.

Učesnici u cestovnom saobraćaju jesu pješaci i različite vrste cestovnih vozila. Cestovnu saobraćajnu površinu predstavlja kolovoz po kojem se odvija saobraćaj vozila, a ostalim vidovima saobraćaja služe staze (pješačka, biciklistička i dr.). Dio kolovoza ili staze koji omogućava nesmetano kretanje jednog niza saobraćajnih sredstava naziva se *trakom* (saobraćajnom trakom, pojansom, kolotečinom).

Na cestovni saobraćaj utječe niz činilaca: karakter i potencijal privrede, ekonomska moć, tehnička razvijenost, gustoća mreže i kvalitet saobraćajnica, saobraćajno-geografski uvjeti, saobraćajna politika.

Općenito, za razliku od željezničkog, avionskog i vodenog saobraćaja, cestovni je saobraćaj uglavnom spontan (neplanski), jer se većinom odvija bez ikakvog vremenskog plana (voznog reda) ili prostornog rasporeda (linijâ, stanicâ).

**Podjela cestovnog saobraćaja.** Cestovni saobraćaj može se podijeliti na različite načine i prema različitim kriterijima.

**Prema vrsti saobraćajnog sredstva** postoji podjela na: motorni (automobilski) saobraćaj, tj. saobraćaj motornim vozilima, koji se može dalje dijeliti na putnički automobilski saobraćaj (brzim i lakim vozilima) i teretni automobilski saobraćaj (sporijim i teškim vozilima); kolni zaprežni saobraćaj, tj. saobraćaj kolima sa stočnom vučom; stočni saobraćaj, tj. saobraćaj stokom za nošenje i jahanje; biciklistički saobraćaj, tj. saobraćaj biciklima, triciklima, eventualno i mopedima; pješački saobraćaj.

**Prema strukturi** cestovni saobraćaj se dijeli na jednovrsni (odvojeni, odijeljeni) saobraćaj, npr. motorni saobraćaj na jednom kolovozu, i na viševrsni (miješani, mješoviti) saobraćaj na istom kolovozu.

**Prema karakteru** postoji podjela na pokretni saobraćaj, koji čine sva saobraćajna sredstva kada se stvarno kreću, i na mirujuć

saobraćaj, koji predstavljaju sva zaustavljena saobraćajna sredstva (ostavljena, parkirana) na saobraćajnim površinama.

**Prema smjeru** cestovni saobraćaj može biti jednosmjerni, ako se na istom kolovozu sva vozila kreću istim smjerom, ili dvosmjerni, ako se na istom kolovozu vozila kreću u oba smjera.

**Prema dometu** je cestovni saobraćaj prolazni (tranzitni), ako se obavlja na većim daljinama ne zaustavljajući se ili obilazeći naselja i gradove, ili lokalni (mjesni), ako se odvija na kraćim daljinama, između pojedinih naselja i između mjesta značajnih u privrednom ili kojem drugom pogledu.

**Prema mjestu** cestovni saobraćaj se dijeli na gradski saobraćaj, koji predstavlja sav saobraćaj unutar gradova, i na vangradski saobraćaj, koji je sav cestovni saobraćaj izvan gradskih područja. Uz gradski saobraćaj se redovito nadovezuje prigradski saobraćaj, koji se odvija između većega grada i njegovih predgrada i satelitskih naselja.

**Prema nosiocu** saobraćaja postoji javni saobraćaj, koji obavlja saobraćajne organizacije a pristupačan je svakome uz naplatu, i privatni saobraćaj, koji pojedinci ili različite organizacije obavljaju vlastitim vozilima za svoje potrebe i za svoj račun.

Različite vrste cestovnog saobraćaja, ukoliko je saobraćaj slab, odvijaju se na istoj saobraćajnoj površini (kolovozu); jak saobraćaj zahtijeva odvajanje različitih vrsta cestovnog saobraćaja na pojedine kolovoze ili staze. Jednosmjerni saobraćaj iziskuje uvijek traku za preticanje.

**Saobraćajne veličine.** Kvalitativna i kvantitativna svojstva cestovnog saobraćaja prikazuju se tzv. saobraćajnim veličinama, kao što su: intenzitet, kapacitet i gustoća, brzina i volumen saobraćaja, saobraćajno opterećenje, saobraćajni rad i faktor strukture saobraćaja.

Saobraćajne veličine služe pri različitim tehničko-ekonomskim rješavanjima, naročito u cilju analiziranja postojećih cestovnih saobraćajnica i ocjenjivanja budućeg razvoja, da bi se ustanovila rentabilnost investicija, zatim pri ekonomskom trasiranju cestovnih pravaca i mreža, pri rješavanju urbanističko-saobraćajnih problema, pri dimenzioniranju i izboru konstrukcija cesta, i dr.

**Intenzitet** (tok, protok) saobraćaja je broj vozila koji prođe u jedinici vremena određenom tačkom ceste. Za jedinice vremena uzimaju se sat i dan (24 sata). Obično se intenzitet izražava brojem vozila na 24 sata. Intenzitet se može izražavati ili za sav saobraćaj na jednoj cesti, ili po smjerovima, ili po vrstama saobraćaja.

**Kapacitet** (propusna moć) ceste je najveći mogući intenzitet saobraćaja na nekoj cesti. Može se izražavati: po satu, po danu, po kolovozu, po saobraćajnom smjeru. Obično se izražava brojem vozila u jedinici vremena, a može se izračunati prema jednadžbi:

$$C = \mu \cdot n \cdot v / L,$$

gdje je  $C$  kapacitet ceste,  $L$  razmak vozila u nizu, tj. dužina vozila + zaustavni put + sigurnosni dodatak (do 10 m);  $n$  broj uporednih saobraćajnih traka;  $\mu$  redukcijski koeficijent uvjetâ ( $\leq 1$ ), zavisen od strukture saobraćaja i od nagiba, širine i preglednosti ceste;  $v$  brzina vozila.

**Gustoća saobraćaja** je broj vozila koja se u danom trenutku nalaze na jedinici dužine određenog poteza ceste, dakle  $D = N/L$ , gdje je  $D$  gustoća saobraćaja, a  $N$  broj vozila na potezu dužine  $L$ .

**Saobraćajno opterećenje** (jačina saobraćaja) je bruto-težina svih saobraćajnih sredstava koja u jedinici vremena prođu kroz izvjesnu tačku ceste. Obično se saobraćajno opterećenje daje u tonama na dan ( $t/24$  h). Saobraćajno opterećenje može se iskazivati bilo za sav saobraćaj na nekoj cesti bilo po smjerovima ili vrstama saobraćaja.

**Brzina saobraćaja** jest brzina kojom se vozila kreću cestom; može se, u odnosu na neku cestu ili njen odsjek, uzeti: prosječna brzina, brzina po smjeru, brzina po kategoriji vozila itd. Izražava se redovito u km/h. Razlikuju se: računaska (teorijska) brzina  $v_r$ , koja je mjerodavna za proračunavanje elemenata trasiranja; efektivna brzina  $v_e$ , koja se u prosjeku ostvaruje ( $v_e = 0,5 \dots 1,5 v_r$  u zavisnosti od vrste vozila); putna (komercijalna) brzina  $v_k$ , u koju je uračunato i vrijeme čekanja (npr. na ukrštanjima) i stajanja (npr. zbog odmora ili okrepe, na stajalištima).

**Volumen saobraćaja** (saobraćajni volumen) predstavlja umnožak intenziteta i brzine saobraćaja, dakle:  $S = N \cdot V$ , gdje je  $S$  volumen,  $N$  intenzitet a  $V$  brzina saobraćaja.

Saobraćajni rad  $R$  je rad saobraćajnog opterećenja  $T$  na potezu ceste određene dužine  $L$ :  $R = T \cdot L$ . Izražava se redovito u brutotonakilometrima; u određivanju troškova ili tarifa u teretnom saobraćaju  $R$  se izražava i u netotonakilometrima.

Faktor strukture saobraćaja pri mješovitom saobraćaju daje relativno učešće motornog saobraćaja u ukupnom saobraćaju, a može se odrediti kako za intenzitet tako i za opterećenje saobraćaja. Ako su  $N_m$  i  $T_m$  intenzitet, odnosno opterećenje samo motornog saobraćaja na jednom potezu ceste, a  $N$  i  $T$  odgovarajuće vrijednosti za ukupni saobraćaj, bit će faktor strukture intenziteta saobraćaja:

$$s_N = N_m/N \leq 1, \text{ ili } s_N = (100 N_m/N)\%$$

a faktor strukture opterećenja saobraćaja:

$$s_T = T_m/T \leq 1, \text{ ili } s_T = (100 T_m/T)\%$$

Saobraćajne veličine, zavisno od svrhe za koju se primjenjuju, mogu se dati bilo kao pojedinačni podaci bilo u vidu tabelarnih pregleda ili dijagrama.

**Utjecaji na cestovni saobraćaj.** Na cestovni saobraćaj djeluju raznovrsni utjecaji. Ekonomski (privredni) utjecaji mogu biti višestruki, i to s obzirom na opću ekonomsku moć nekog područja (koja se najbolje predočuje nacionalnim dohotkom), s obzirom na vrste (grane) privrede, s obzirom na strukturu privrede, s obzirom na privredne (proizvodne, turističke itd.) periode (sezone) vezane, uglavnom, za godišnje doba, s obzirom na populaciju. Motorizovanost se prikazuje kvantitativno (odnosom broja stanovnika prema broju motornih vozila sa četiri točka) i kvalitativno (strukturom voznog parka, tehničkom ispravnosti). Utjecaj cestovne mreže prikazuje se njezinom gustoćom (u km/100 km<sup>2</sup>) i tehničkim svojstvima cesta (ispruženost i nagnutost trasa, širine, preglednost, vrsta i stanje kolovoza, oprema i dr.).

Utjecaj gornjih činilaca na saobraćaj definiran je općim obrascem:

$$N = k(m_1 + m_2) P_1 P_2 / d^n,$$

gdje je:  $N$  intenzitet saobraćaja između regiona 1 i 2 na međusobnom razmaku  $d$  i sa brojem stanovnika  $P_1$  odnosno  $P_2$ ;  $m_1$  i  $m_2$  stepen motorizacije jednog i drugog regiona;  $k$  opći koeficijent zavisan od karakteristika saobraćaja;  $n$  eksponent zavisan od razmaka regiona.

Varijacije obima cestovnog saobraćaja mogu biti znatne, naročito unutar perioda od 24 h (najveći saobraćaj do 10 puta veći od najmanjeg), dok sezonske varijacije mogu odstupati za 30...40% od prosječnih godišnjih vrijednosti saobraćaja.

U vremenu normalnog privrednog razvoja cestovni saobraćaj stalno raste. Porast cestovnog saobraćaja može se računati bilo linearno, tako da je vrijednost godišnjeg porasta:

$$p = \frac{1}{n} (N/N_0 - 1),$$

bilo eksponencijalno, pa je:

$$p' = [(N/N_0)^{\frac{1}{n}} - 1],$$

gdje je  $N_0$  početni intenzitet a  $N$  intenzitet saobraćaja nakon  $n$  godina.

**Sigurnost saobraćaja.** Sigurnost cestovnog saobraćaja prikazuje se relativnim brojem bilo saobraćajnih udesa, bilo poginulih odnosno ranjenih učesnika saobraćaja, redovito u odnosu na broj vozila ili broj vozila i prevaljeni put. Podatke o saobraćajnim udesima prikuplja i obrađuje posebna statistika.

Od svih vidova saobraćaja, cestovni saobraćaj ima najmanji stepen sigurnosti: nesigurniji je otprilike 2 puta od vazdušnog, 15 puta od željezničkog, 50 puta od pomorskog saobraćaja. Razlog je tome, uglavnom, vrlo veliki broj individualnih i raznorodnih aktivnih učesnika u cestovnom saobraćaju (vozača motornih vozila, biciklista, pješaka i dr.), zbog čega se, i pored svih tehničkih poboljšanja i administrativnih mjera, ispoljuju negativni kompleksi subjektivnih utjecaja.

Međunarodni statistički podaci pokazuju da na 1000 motornih vozila dolazi 80 do 250 saobraćajnih udesa sa 3...7 poginulih. Najveći broj nesreća (50...70%) prouzrokovan je subjektivnim uzrocima (nepoštivanjem saobraćajnih propisa, prebrzom vožnjom i dr.), dok ih mnogo manje potječe od neispravnosti vozila ili ceste.

Sigurnost cestovnog saobraćaja može se najefikasnije povećati (do 2,5 puta) izgradnjom autoputova s dva kolovoza, svaki s najmanje dvije vozne trake, ograničavanjem brzine i reguliranjem saobraćaja. U savremenom brzom automobilskom saobraćaju naročite kontrolne stanice, gusto razmještene telefonske govornice i «leteće» pomoćne ekipe znatno doprinose brzom pružanju pomoći pri udesima i ublažavanju njihovih posljedica.

**Troškovi cestovnog saobraćaja.** Podjela troškova. Cjelokupni troškovi cestovnog saobraćaja mogu se raspodijeliti u dvije grupe: troškove ceste i troškove eksploatacije saobraćaja.

*Troškovi ceste*, u zavisnosti od obima saobraćaja, čine svega 10...20% ukupnih troškova, a sastoje se od troškova početnih investicija (kamata odnosno anuiteta), troškova periodske obnove kolovoza i donjeg stroja i troškova redovnog održavanja ceste. Godišnji troškovi  $P_g$  ceste iznose:

$$P_g = \frac{K i}{100} + Z \frac{q-1}{q^a-1} + O_g \frac{q-1}{q^n-1} + O_d \frac{q-1}{q^m-1} + O,$$

gdje znači:  $K$  dio početnih investicija iz raspoloživih sredstava,  $Z$  dio početnih investicija uzajmljen na  $a$  godina,  $O_g$  iznos naknadnih investicija za obnovu gornjeg stroja nakon  $n$  godina,  $O_d$  iznos naknadnih investicija za obnovu donjeg stroja nakon  $m$  godina,  $O$  godišnje troškove održavanja,  $i$  kamate u %,  $q$  kamatni faktor  $q = 1 + i/100$ .

Godišnja vrijednost može se preračunati u odnosu na prevaljeni put ili na obavljene saobraćajni rad (vozni km ili tkm).

*Troškovi eksploatacije saobraćaja* zavisni su u prvom redu od svojstava vozila (vrste, težine, jačine, pogona, konstruktivnih osobina, istrošenosti i dr.) i svojstava ceste (kolovozne površine, trase, nivelete i dr.) a u drugom redu od općih i ekonomskih uslova (ekonomskog sistema, cijenâ, dažbinâ, i dr.). Ti se troškovi dijele na stalne (nezavisne), koji teku stalno a nezavisni su od obima obavljenog saobraćaja, i promjenljive (zavisne), koji su funkcija obima saobraćaja. Odnosi pojedinih elemenata tih dviju grupa troškova razabiru se iz tablice 1.

Tablica 1.  
RELATIVNE VRIJEDNOSTI TROŠKOVA EKSPLOATACIJE  
CESTOVNOG SAOBRAĆAJA

Troškovi		%	
Grupa	Element	Pojedin.	Grupno
Stalni	Amortizacija vozila	12...22	37...61
	Takse, dažbine, osiguranja i sl.	6...9	
	Garaža	4...7	
	Osoblje i doprinosi	17...25	
Promjenljivi	Pogonsko gorivo i mazivo	14...21	35...67
	Pneumatici	15...33	
	Popravci i održavanje	7...14	

Troškovi eksploatacije cestovnog saobraćaja daju se za jedinicu prevoza, tj. u d/km, d/n.t, d/putnik, d/br.t km, d/n.t km, d/putnik km.

*Zavisnost troškova.* Troškovi cestovnog saobraćaja zavise, uglavnom, od tri skupine elemenata: od stanja cesta, stanja vozila i organizacije saobraćaja.

S obzirom na stanje ceste troškovi zavise od: vrste i stanja kolovoza, širine kolovoza, preglednosti (vidljivosti), opreme ceste, trase (alinjmana i nivelete) ceste. Analize pokazuju da su na lošim cestama saobraćajni troškovi za 30...50% veći nego na dobrim cestama.

S obzirom na stanje vozila troškovi zavise od: vrste i veličine (kapaciteta, nosivosti) vozila, vrste i snage pogona i pojedinosti mehanizma, starosti i usčuvanosti vozila. Npr. troškovi saobraćaja velikim vozilima mogu biti za 20...70% niži nego troškovi saobraćaja malim vozilima. Svaka godina starosti vozila povećava troškove saobraćaja za 3...10%.

S obzirom na organizaciju saobraćaja troškovi zavise od: reguliranja i kontrole saobraćaja, discipline učesnika, službe veze i sigurnosti, servisne službe.

*Financiranje.* Troškovi cestovnog saobraćaja podmiruju se uvijek odvojeno po dvjema glavnim grupama: troškovima ceste i troškovima eksploatacije.

Troškovi ceste podmiruju se iz posebnog, tzv. cestovnog (putnog) fonda, koji se formira bilo iz budžetskih dotacija bilo naplatom od učesnika saobraćaja, ili jednim i drugim načinom. Jedan dio troškova ili svi troškovi cesta naplaćuju se od učesnika saobraćaja taksama i paušalnim pristojbama, pri svakogodišnjoj registraciji vozila, taksama na pogonsko gorivo (kojima se troškovi cesta uračunavaju u prodajnu cijenu goriva) i cestarinom koja se na određenim autocestama izravno naplaćuje od korisnika ceste.

Troškove eksploatacije saobraćaja uvijek i u potpunosti snosi učesnik saobraćaja, tj. vlasnik ili korisnik vozila.

**Saobraćajna statistika.** Dok se za planske saobraćaje (npr. željeznički i avionski) saobraćajna statistika ograničava, uglavnom, na razmatranje veličina koje se odnose na opseg obavljenog prevoza (npr. broj prevezenih putnika, težina prevezenog tereta i sl.), u slučaju neplanskog (ili spontanog) saobraćaja, kakav je cestovni saobraćaj, ova statistika ustanovljuje i razmatra sve saobraćajne veličine. Rezultati koje pruža statistika omogućuju da se dođe do zaključaka o vremenskoj i međusobnoj zavisnosti saobraćajnih veličina i da se razmotri njihov odnos prema privredi. Saobraćajna statistika obuhvata dvije glavne faze rada: prikupljanje podataka i obradu (analizu) podataka.

**Prikupljanje podataka** je osnovna i bitna faza saobraćajne statistike; od savjesnosti i tačnosti toga posla zavisi pouzdanost rezultata ove statistike. Prikupljanje podataka, u zavisnosti od značaja ceste i rezultata koje treba dati saobraćajna statistika, može da bude neprekidno (ako se obavlja bez prekida), periodsko (u određenim dužim vremenskim intervalima koje uslovljava godišnje doba ili sezona) i povremeno (u kratkotrajnim periodima — do najviše 24 sata).

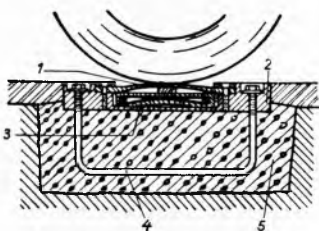
Podaci se mogu prikupljati na dva načina: registriranjem (ili brojanjem) saobraćaja i istraživanjima. Dok brojanje saobraćaja — kao volumetrijsko mjerenje — treba da da sve osnovne brojčane podatke, dakle podatke kvantitativne prirode, dotle će istraživanja pružiti dragocjena kvalitativna obavještenja o cestovnom saobraćaju, a ujedno će moći da posluže za provjeravanje rezultata brojanja saobraćaja.

**Registriranje (brojanje) saobraćaja** sastoji se u brojanju, bilježenju i sumiranju toka saobraćaja, a to se može činiti za cjelokupan saobraćaj, po smjerovima ili po vrstama saobraćajnih sredstava. Brojanje saobraćaja obavlja se po brojačkim dionicama, koje se određuju bilo iz karakteristika cestovne mreže (npr. od jednog raskršća ili odvojka do drugoga) bilo iz očiglednih svojstava saobraćaja (npr. posebne brojačke dionice za gradske i pri gradske ceste).

Sama brojanja obavljaju se na brojačkim mjestima, koja se smještaju na krajevima brojačkih dionica. Brojati se saobraćaj može opažanjima ili pomoću automatskih uređaja.

Brojanje opažanjima obavljaju službenici cestovne službe, a često i ad hoc angažirani ljudi koji optičke utiske smjesta bilježe u naročite formulare ili registriraju pomoću naročitih sprava — kronografa (pritiskom na dugme prenose se znakovi na papirnu traku koja promiče jednolikom brzinom). Brojanje saobraćaja opažanjima nije dovoljno pouzdano a pri jačem saobraćaju je nemoguće.

Automatsko brojanje obavljaju uređaji koji se sastoje od naprave za primanje impulsa — tzv. detektora, mehaničkog, pneumatskog, električnog (sl. 1), svjetlosnog, magnetskog —, voda za prenošenje impulsa (električnog voda ili cijevnog voda) i naprave za registriranje, brojača, sastavljenog od releja i brojlara,



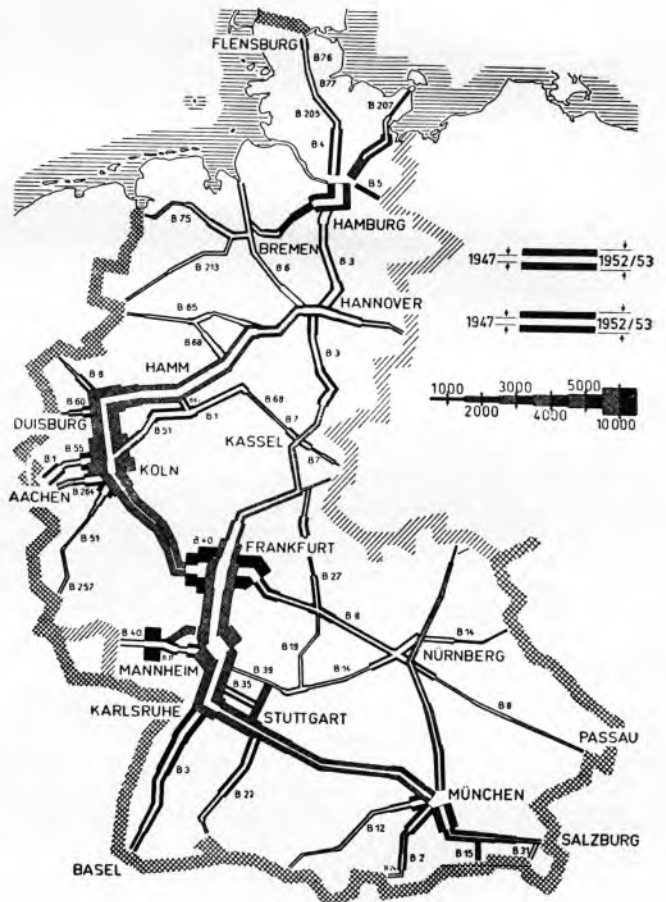
Sl. 1. Presjek kroz pedalni električni detektor. 1 zaštitna traka, 2 postolja od ljevnog željeza, 3 kontakti blok, 4 stremen za usidrenje, 5 beton

koji reagira na dvokratni impuls (prednjih i stražnjih točkova). Brojači mogu biti izgrađeni kao totalizatori (daju sumu svih obuhvaćenih vozila) ili integratori (neprekidno bilježe pojedinačne sume broja vozila unutar kraćih vremenskih razmaka); integratorima se mogu dobivati i kvalitativni podaci o saobraćaju (brzine, raspodjela vozila na kolovozu i dr.).

**Istraživanja saobraćaja** treba da pruže najraznovrsnije podatke kvalitativne prirode, kao što su npr.: polazno i dolazno mjesto saobraćajnog vozila, svrha (motiv) putovanja (poslovno, službeno, za razonodu), vrsta robe koja se prevozi, brzine, trajanje vožnje, smetnje i dr. Istraživanja saobraćaja obavljaju se anketiranjem, bilježenjem registarskih brojeva vozila i primjenom savremenih optičkih i elektronskih uređaja.

Anketiranje može biti izravno (zaustavljanjem vozila na pogodnim mjestima i neposrednim ispitivanjem vozača ili drugih učesnika u saobraćaju), po kućama (delegati — često đaci — raznose anketne listove i odmah ih ispunjene prikupljaju) i poštom (poštanske dopisnice tiskane kao upitnik podijele se vozačima, koji ih ispunjavaju i otpremaju poštom).

Bilježenje registarskih brojeva vozila sa više osmatračkih mjesta omogućuje detaljno proučavanje dometa, brzine i raspodjele saobraćaja u cestovnoj mreži.



Sl. 2. Karta intenziteta saobraćaja (SR Njemačka). Šrafirano su prikazane autoceste, crno državne ceste

Filmska kamera, radar i televizijska kamera, postavljeni na mjestu naročito intenzivnog saobraćaja ili na avionima i helikopterima koji patroliraju iznad magistralnih putova, pružaju znatne mogućnosti za istraživanje saobraćaja: određivanje brzina, ubrzanja i usporjenja, zaustavnog puta, putanje kretanja vozila, skretanja vozila itd. Takvi savremeni uređaji, kao i različiti detektori, s uspjehom se primjenjuju pri kontroli i reguliranju savremenog cestovnog saobraćaja.

**Obrada podataka** obavlja se uglavnom metodama statističke matematike, kojima se iz velikog broja pojedinačnih registriranih veličina ili nizova takvih veličina određuju karakteristične srednje vrijednosti, raspodjele učestalosti, statističke zavisnosti (korelacije) među pojedinim veličinama i njihovom zavisnost od vremena, itd. Za obradu podataka služe analitički ili grafički postupci. Rezultati se prikazuju tablicama, preglednim (sinoptičkim) kartama i dijagramima, a čuvaju se u upravama putne službe i objavljuju u posebnim publikacijama.

**Saobraćajna karta.** Saobraćajna karta predstavlja grafičko pomagalo za obavještavanje, razmatranja i proučavanja u saobraćaju. Saobraćajna karta može da bude karta saobraćajnih putova ili sinoptička karta saobraćaja.

Karta saobraćajnih putova, kao npr. karta željezničke mreže, karta cestovne mreže (tzv. cestovna ili »automobilska« karta), karta plovnih putova, karta vazduhoplovnog saobraćaja, i dr., u kojoj se u prikladnoj razmjeri (obično 1 : 200 000 do 1 : 2 000 000), uz konvencionalne oznake i nužna objašnjenja (legendu), prikazuju mreže određenih saobraćajnica i njihovih uređaja (npr. željezničke stanice, servisne stanice, benzinske stanice i dr.).

Sinoptičke karte saobraćaja, kao npr. karta intenziteta saobraćaja (sl. 3), karta opterećenja saobraćaja itd., jesu karte u kojima se na shematski način prikazuju pojedine saobraćajne veličine ili iz ovih izvedeni podaci, a na osnovu rezultata saobraćajne statistike.

**Cestovno zakonodavstvo.** Cestovno zakonodavstvo predstavlja skup zakonskih i drugih propisa kojima se, radi sigurnosti i ekonomičnosti saobraćaja, reguliraju različita opća, administrativna, tehnička, finansijska i pravna pitanja cestovnih saobraćajnica. Ovo zakonodavstvo može da važi za više država (međunarodno), jednu državu (državno, savezno, federalno) ili jednu federalnu jedinicu (republičko, pokrajinsko zakonodavstvo).

*Osnovni zakonski propisi*, obično pod nazivom »Zakon o javnim cestama (putovima)«, reguliraju sve osnovne materije, redovito na nivou države ili federalne jedinice. Takvi zakoni prema određenom redu sadrže: opće odredbe (definicije, dijelovi ceste, podjela, imovinsko-pravne odredbe), tehnička načela izgradnje i održavanja cesta (osnovni zahtjevi, bitno o tehničkim elementima, ukrštanja, račvanja, odvojeci i priključci i dr., postupci pri projektiranju, građenju i održavanju), odredbe o upotrebi i zaštiti javnih cesta (korištenje cestama, smještaj zgrada, ograda i dr. pored ceste, prokopavanje i dr.), odredbe o nadležnostima i organizaciji ustanova za upravljanje cestama i održavanje cesta (zadaci i obim poslova), odredbe o financiranju, kaznene odredbe, prelazne i završne odredbe. Osnovne zakonske propise donosi zakonodavno tijelo države ili federalne jedinice.

*Dopunski i posebni propisi* u vidu uređaba, odluka, rješenja, pravilnika i sl. detaljno utvrđuju pojedine odredbe osnovnog zakona. Takvim propisima reguliraju se, npr., pitanja kategorizacije cesta, pitanja tehničkih mjera za bezbjednost saobraćaja i različita pitanja organizacijske i finansijske prirode. Dopunske i posebne propise donosi resor (ministarstvo, sekretarijat) nadležan za ceste.

*Tehnički propisi* utvrđuju, u obliku propisa, smjernica, uputstava, tehničkih uslova i sl., sva moguća tehnička pitanja projektiranja, građenja i održavanja cesta.

Premda ceste u čitavom svijetu služe istoj svrsi, one sa tehničke strane ipak još nisu unificirane, izuzevši međunarodne ceste. Razlike u tehničkim propisima uvjetovane su različitim stupnjem privrednog i tehničkog razvoja i različitim geografskim (topografskim, geološkim, klimatskim) prilikama.

Tehničkim propisima određuju se, npr., svi detaljni tehnički elementi cesta (vođenje trase, širine, profili i dr.), zatim tipovi različitih konstrukcija (npr. kolovoza, zastora i dr.), objekata (npr. propusta, mostova, tunela i dr.), radova osiguranja (kao npr. potpornih i obložnih zidova, drenaža itd.), opreme ceste itd., zatim raznovrsna tehnička načela pri izvođenju radova na izgradnji cesta, pri održavanju cesta itd.

Tehničke propise, u zavisnosti od njihovog značaja i domašaja, može da donosi bilo resor (ministarstvo, sekretarijat) za saobraćaj ili državni organ (savezni, republički) za ceste (direkcija, uprava za ceste), bilo naučna ili stručna društvena organizacija za ceste.

S obzirom na svoje porijeklo (odnosno donosioca), tehnički propisi mogu biti obavezni i neobavezni (smjernice, preporuke), što mora da bude navedeno i u tekstu ili popratnom rješenju takvih propisa.

LIT.: A. Ф. Крапивин, Руководство по дорожно-экономическим изысканиям, Москва 1949. — D. Boutet, L'état actuel de la technique routière, Paris 1951. — H. K. Evans, Traffic engineering handbook, New Haven, Conn., 1954. — T. M. Matson, W. S. Smith, F. W. Hurd, Traffic engineering, New York 1955. —

E. Janaček

**CEZIJUM** (cesium ili caesium, Cs, at. br. 55, at. tež. 132,905), kemijski element s najjače izraženim elektropozitivnim svojstvima. Pripada grupi alkalnih metala i zauzima 5. mjesto u Ia grupi periodnog sistema elemenata (iza Li, Na, K i Rb, a prije Fr). Prosječna koncentracija cezijuma u Zemljinoj kori iznosi oko 0,0007%. Cezijum dobiva sve značajniju primjenu u tehnici, a osobito je važan kao izvor energije za pogon raketa i svemirskih brodova.

Cezijum je bio prvi element koji je otkriven pomoću spektroskopa. Otkrili su ga Bunsen i Kirchhoff 1860 u mineralnom koncentratu dürkheimskih voda. Ime je dobio 1861 zbog dvije karakteristične linije u plavom dijelu spektra (lat. *caesius* plav kao nebo). U elementarnom stanju cezijum je dobio tek 20 godina kasnije, elektrolizom rastaljene smjese cezijum-cijanida i barijum-cijanida (Setteberg 1881). Metal se počeo tehnički primjenjivati od 1926, najprije u proizvodnji elektronskih cijevi, a uskoro zatim u izradi fotoelemenata; u najnovije vrijeme cezijum i njegovi spojevi nalaze znatnu primjenu u raketnoj tehnici i u svemirskim istraživanjima.

Cezijum je najrjeđi od alkalnih metala (osim radioaktivnog francijuma); u prirodi je rasprostranjen samo u obliku spojeva. U neznatnoj količini ima ga u granitu (0,0001%), u sedimentnim stijenama (0,0004%) i u morskoj vodi (0,00002%). Slično litijumu i rubidijumu, i cezijum se većinom javlja u mineralima kompleksnog sastava, a nije u prirodi poznat u obliku halida (kao što su to natrijum i kalijum). Nalazi se zajedno s litijumom i rubidijumom u lepidolitu (0,08...0,72% Cs<sub>2</sub>O), s kalijumom u karnalitu (0,001...0,004% Cs<sub>2</sub>O), a ima ga još u berilu, rodonitu, leucitu, petalitu i u kalijumskim glinencima.

Glavni mineral cezijuma je polucit, cezijum-aluminijum-silikat, Cs<sub>2</sub>O·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·4SiO<sub>2</sub>. Prirodni polucit redovno je onečišćen drugim mineralima, a umjesto cezijuma može u svojoj kristalnoj strukturi sadržavati različitu količinu rubidijuma, kalijuma ili natrijuma. Stoga polucit sadrži obično samo 6...32% Cs<sub>2</sub>O. Mineral se javlja u pegmatitnim stijenama zajedno s lepidolitom, petalitom i drugim mineralima litijuma. Prvi put je nađen na otoku Elbi 1846, a kasnije su otkrivene naslage kod Vetrarska (Švedska), u državama Maine i Južnoj Dakoti (USA), u Manitobi (Kanada), u Rodeziji i u području Karibib u Jugozapadnoj Africi. Najveće su rezerve polucita u Kanadi (150 kt rude sa 27% Cs<sub>2</sub>O) i u Rodeziji (50 kt rude sa 24% Cs<sub>2</sub>O).

U prirodi postoji samo jedan stabilni izotop cezijuma <sup>133</sup>Cs. Umjetno je dobiveno dvadesetak radioaktivnih izotopa cezijuma s masenim brojevima od 123 do 144. Među njima je najstabilniji <sup>137</sup>Cs, s vremenom poluraspada 37 godina.

Elektronska konfiguracija vanjske ljuske atoma cezijuma je 5s<sup>2</sup> 5p<sup>6</sup>, 6s<sup>1</sup>. Elektron 6s vezan je za atomsku jezgru neznatnom energijom. Cezijum ima širok atomni radijus (2,35 Å), niski potencijal ionizacije (3,89 V) i od svih elemenata najveći atomni volumen (71). Cezijum je najelektropozitivniji i najreaktivniji element, izrazito jednovalentan i pokazuje veliku srodnost s ostalim alkalnim metalima, osobito s kalijumom i rubidijumom.

#### METALNI CEZIJUM

##### Fizikalna i kemijska svojstva metalnog cezijuma.

Elementarni cezijum je srebrnobijeli, vrlo mekani metal, koji se tali već na malo povišenoj sobnoj temperaturi, a u prisutnosti tragova kisika oboji se na površini zlatnožuto. T. t. 28,6°C, t. k. 670°C, *d*<sup>20</sup> 1,873, spec. toplina 0,052 cal/g °C (20°), toplinska vodljivost 0,05...0,065 cal/sec cm °C (28,5°C). Metal pokazuje selektivni fotoelektrički efekt s maksimalnom emisijom elektrona pri zračenju od 540 nm.

Na zraku se sam od sebe odmah zapali i gori crvenoljubičastim plamenom, te se mora čuvati u vakuumu. Žestoko reagira s vodom, čak i s ledom na vrlo niskim temperaturama, prelazeći uz oslobađanje vodika u hidroksid. Ako se metal istovremeno izloži i vodi i zraku, dolazi do eksplozije jer se oslobodeni vodik zapali od cezijuma koji gori na zraku. Od alkalnih metala cezijum najjače reagira s kisikom i halogenima, a najslabije s dušikom, ugljikom i vodikom. Sa mnogim metalima cezijum tvori međumetalne spojeve. Stvara također jednostavne alkilne i arilne spojeve koji su slični analognim spojevima drugih alkalnih metala. Cezijum-alkili veoma su reaktivni: s halidima i nitrilima reagiraju žešće nego alkilni spojevi ostalih alkalnih metala. S etilenom cezijum stvara čvrst smeđ adicijski produkt, a cezijumski amalgam daje s otopinom t.ifenilmetilklorida u bezvodnom eteru tamnocrveni, veoma reaktivni trifenilmetil-cezijum (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>CCs.