

pokazala da su poprečne sile stupova četiri puta veće nego što je pokazala neadekvatna mehanička shema.

Nadzor u toku gradnje i održavanje. Odziv zgrade na potres ovisi i o njezinoj izvedbi, a ne samo o projektu. Nadzor u toku gradnje zbog toga je u potresnim područjima još važniji nego u područjima gdje se potresi ne očekuju.

Odziv zgrade ovisi i o njezinu stanju u trenutku potresa. Zbog toga je potrebno održavanjem i potrebnim popravcima osigurati da zgrada uvijek bude u stanju koje je predviđeno projektom.

Naknadni zahvati i izmjene na gotovim zgradama koji bi mogli utjecati na njihovo ponašanje tokom potresa, smiju se provoditi samo uz prethodnu konzultaciju s projektantom nosive konstrukcije ili drugim stručnjacima. Uklanjanje ili dodavanje pregradnih zidova, bušenje greda za provođenje instalacijskih cijevi i slično često su prouzrokovali oštećenja za vrijeme potresa.

LIT.: R. Rosman, Erdbebenwiderstandsfähiges Bauen. W. Ernst & Sohn, Berlin 1983.

R. Rosman

PROMET, JAVNI GRADSKI, prijevoz ljudi unutar gradskog područja i između prigradskih naselja i grada kojim se mogu služiti svi građani uz utvrđene pristojbe pa nekada i bez naplate.

Najstariji se oblik glavnog gradskog prometa odvijao plovilima za prijelaz rijeka u gradskom području. Zatim su se pojavila nosila koja nose nosači i kočije s konjskom zapregom. Kočije su najprije služile za prijevoz putnika na njihov zahtjev, a kao linijska prometala sa 8 sjedišta prvi put su se pojavile u Parizu 1662. Kočija s većim brojem sjedišta upotrebljavala se u Londonu početkom 1798, a prvi put pod nazivom omnibus 1826. u Nantesu (Francuska).

Prvo vozilo na tračnicama u javnom gradskom prometu bio je konjski tramvaj uveden u New Yorku (1832), zatim u Parizu (1853) i ondašnjem Petrogradu (1863).

U XIX. st. bilo je pokušaja da se konjska vuča zamijeni mehaničkom (para, komprimirani zrak). Prvi tramvaj na vučno uže izgrađen je u San Franciscu (1873) i brzo se drugdje proširio. U Melbourneu (Australija) postojao je 1891. godine takav tramvaj sa 153 km tračnica. Početkom XX. st. većina je takvih tramvajskih sustava prepravljena za rad na električni pogon.

Godine 1881. stavljena je u pogon u Lichterfeldeu kraj Berlina prva linija električnog tramvaja, dok je u SAD prva linija električnog tramvaja stavljena u pogon 1884. u Clevelandu.

Prvi su se autobusi pojavili 1899. u Velikoj Britaniji, a prvi trolejbusi na izložbi u Parizu 1900.

Pedesetih godina XX. st. trolejbus se rijetko upotrebljava, a stagnira i tramvajski promet. U stalnom je usponu, međutim, autobusni promet, koji je ponegdje jedino sredstvo gradskog javnog prometa. U središnjim je dijelovima nekih velikih gradova zbog gustog prometa premješten tramvaj u drugu razinu, što je omogućilo povećanje brzine.

Najveći gradovi traže rješenje u izgradnji gradske i prigradske željeznice. Prva gradska podzemna željeznica, puštena u promet u Londonu (1863), imala je parni pogon. U Budimpešti je podzemna željeznica stavljena u pogon 1896. a pariški je metro otvoren 1900. Prva je izdignuta gradska željeznica izgrađena u New Yorku (1868) s pogonom na vučno uže, a prva gradska podzemna željeznica na gumenim kotačima pojavila se 1956. u Parizu.

Sve je to, uz razvoj regulacije i kontrole, organizacije prometa i naplate vozarine, omogućilo proširenje javnog gradskog i prigradskog prometa.

Javni gradski promet na tlu Jugoslavije. Prvi tramvaj s konjskom vučom uveden je u Osijeku 1884, prvi električni tramvaj u Beogradu 1894, prvi trolejbus na liniji Piran-Portorož-Sv. Lucija 1909, a prvi javni autobusni promet u Osijeku 1913. Zagrebačka uspinjača puštena je u pogon 1890; parna je vuča zamijenjena električnom 1934.

Konjski je omnibus postojao u Zagrebu i Osijeku između 1860. i 1870. U Rijeci je omnibus uveden 1878, a ne zna se kad je ukinut. Konjski je tramvaj bio u upotrebi u Sarajevu između 1885. i 1895, u Zagrebu između 1891. i 1911, u Beogradu između 1892. i 1905, a u Velikoj Gorici između 1911. (?) i 1937.

Električni je tramvaj, kako je spomenuto, uveden u Beogradu 1894, Sarajevu 1895, Zagrebu 1910, te Osijeku 1926, a i danas je u pogonu. U većini je gradova, međutim, bio u upotrebi i više od pedeset godina: Subotica od 1897. do 1974, Rijeka od 1899. do 1952, Ljubljana od 1901. do 1958, Pula 1904. do 1935, Opatija (Matulji-Opatija-Lovran) od 1908. do 1933, Dubrovnik od 1911. do 1970, Novi Sad od 1911. do 1958, Piran (Piran-Portorož-Sv. Lucija) od 1912. do 1953. i Niš od 1930. do 1958.

Trolejbusni promet uveden je u Beogradu 1947. i održao se do danas. U drugim se gradovima održao, međutim, samo nekoliko godina: u Rijeci od 1951. do 1969, u Ljubljani od 1951. do 1971, a u Splitu od 1952. do 1957.

Autobusni javni promet uveden je u Osijeku 1913, Beogradu 1925, Mariboru 1926, Ljubljani 1928, Zagrebu 1930, a u Rijeci i Novom Sadu 1931. Danas gotovo svi naši gradovi i veća općinska središta imaju javni gradski i prigradski autobusni promet.

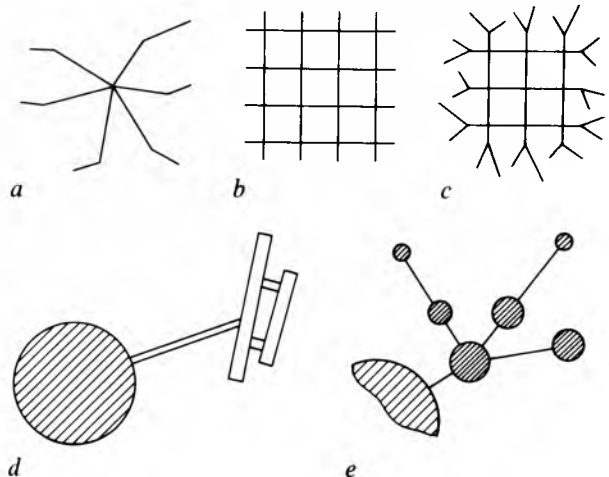
SUSTAVI GRADSKOG JAVNOG PROMETA

Prometni sustav u gradu sastoji se od više podsustava koji moraju biti međusobno koordinirani. Glavinu prometa u gradu čini promet unutar grada (unutargradski promet). To je promet kojem su i ishodišne i odredišne točke unutar gradskog područja. Ostali je promet međumjesni, a razlikuje se prema duljini putovanja. Promet na male udaljenosti naziva se prigradskim prometom. On služi za prijevoz putnika između grada i okolice, najčešće radi odlaska na rad i u školu.

Sustavi javnog gradskog prometa mogu se svrstati u dvije skupine: *cestovni sustavi* i *tračnički sustavi*, a razlikuju se prema vrsti prometnica i prema načinu vođenja i upravljanja vozilom. Cestovne sustave karakterizira slobodno ili relativno slobodno (trolejbus) kretanje vozila cestovnom prometnicom, a tračničke sustave upotreba tračnica koje ne dopuštaju slobodno skretanje vozila (prisilno vođenje).

Sustavi javnog gradskog prometa razlikuju se prema organizacijsko-eksploatacijskim značajkama: linijska ili slobodna eksploatacija, organizacija voznih redova, usluge u toku čitavog dana ili određenog dijela dana, stajanje na svim stajalištima ili samo na određenima, mogućnost vožnje na više linija, tarifni sustav.

Za odvijanje gradskog prometa služe prometne mreže. One unutar grada mogu biti *radijalne* (veze predgrada s gradskim središtem), *ortogonalne* i *kombinirane* (sl. 1), dok izvangradska prometna mreža služi za povezivanje satelitskih naselja s gradom ili kao samostalna linija (npr. veza aerodroma s gradom).



Sl. 1. Vrste prometnih mreža gradskog prometa, a radijalna, b ortogonalna i c kombinirana mreža, d samostalna linija (npr. veza aerodrom-grad), e veze sa satelitskim naseljima

Prometne se mreže sastoje od *prometnica* (ceste, kolosijeci) i *čvorišta* (željeznički i autobusni kolodvori, tramvajski terminali i stajališta). Čvorišta mogu biti prolazna i početno-završna na kojima se regulira i kontrolira odvijanje prometa.

Karakteristika je javnog prometa da se odvija kao linijski promet prema utvrđenom i objavljenom voznom redu i da služi svim građanima koji plate vozarinu prema utvrđenom tarifnom sustavu. Jedino taksi-promet nema utvrđenog voznog reda. Linijski promet podrazumijeva postojanje mreže prometnih linija. Uz javni promet postoji i promet za vlastite potrebe (promet vozila radnih i drugih organizacija), individualni promet (promet automobilima, motociklima i biciklima) i parajavni promet. Parajavni promet ima značajke i javnoga, jer je pristupačan svakom građaninu ili određenoj skupini korisnika, i privatnog prometa, jer se putnici prevoze kao i privatnim automobilima, tj. od vrata do vrata. Taksi-promet i autobusni promet na telefonski poziv, kad je kretanje autobusa prilagođeno potrebama putnika, najčešći su oblici parajavnog prometa. Iznajmljivanje vozila, najčešće bez vozača (rent-a-car) može se smatrati individualnim prometom.

Sustav javnog prometa sastoji se od vozila (vozni park), koja mogu biti pojedinačna i skupna (vlakovi), prometnica (ceste, pruge, prometni trakovi, raskrižja, skretnice i dr.), koje mogu biti na razini terena, iznad ili ispod te razine, mjestâ za zaustavljanje vozila radi ulaska i izlaska putnika (stajališta, stanice i terminali, kolodvori), mjestâ za smještaj vozila (parkirališta, garaže, remize), mjestâ za popravak i održavanje vozila (radionice), uređaja za opskrbu gorivom ili električnom energijom te sustava za regulaciju prometa.

S obzirom na razinu terena promet može biti cestovni ili ulični, izvancestovni, podzemni i nadzemni. Cestovni ili ulični promet u stvari je mješoviti promet u kojem se različiti oblici prometa odvijaju u većoj ili manjoj mjeri jedan uz drugoga. Podzemni promet odvija se u tunelima, a nadzemni na nasipima, mostovima ili vijaduktima. Svaki od tih vrsta prometa ima prednosti i nedostatke koji se očituju u troškovima građenja, eksploatacijskim troškovima, propusnoj moći i prijevoznoj sposobnosti, razini uslužnosti, sigurnosti prometa, ekološkim i estetskim učincima.

Osnovna je prednost individualnog prometa prema javnom gradskom prometu što omogućuje prijevoz od vrata do vrata na male i velike udaljenosti, i to u vrijeme koje najbolje odgovara korisniku. U individualnom prometu nema zaustavljanja na stajalištima ni prijelaza, što nije moguće ostvariti u javnom prometu. Osim toga, individualni promet omogućuje u povoljnim okolnostima prijevoz većim brzinama i s mnogo većom udobnošću. Javni promet, međutim, najčešće je racionalniji od individualnoga, ima veću prijevoznu sposobnost, zauzima manje prostora, treba manje energije po jedinici prijevoznog učinka, sigurniji je i jeftiniji te manje onečišćuje okoliš. Te razlike između individualnog i javnog gradskog prometa upućuju na to da uspješno djelovanje gradskog prometa treba ostvariti koordiniranim razvojem tih dviju vrsta prometa, a ne dajući bez detaljne analize prednost jednom od tih prometnih oblika. Obično javni gradski promet ima prednosti u područjima velike koncentracije stanovništva i intenzivne aktivnosti te u užim prometnim koridorima kao što su radijalni pristupi gradskim središtima. Neki su oblici prometa međusobno konkurentni, jer pružaju slične usluge uz podjednake cijene, a neki se prometni oblici međusobno dopunjuju, jer pružaju različite usluge uz različite cijene.

Ne postoji oblik javnog gradskog prometa ili kombinacija tih oblika koja bi odgovarala svakom gradu. Prometni sustav svakoga pojedinog grada sadržavat će u osnovi više oblika javnog prometa, a njegova struktura mora odgovarati strukturi grada. Postoji, naime, međusobna ovisnost između gradske strukture i primijenjene prometne tehnologije.

Cestovni i tračnički sustavi najčešći su sustavi javnog gradskog prometa. Među cestovne sustave javnog gradskog prometa ubrajaju se: taksi-promet, promet minibusima na telefonski poziv, autobusni i trolejbusni promet, a među tračničke sustave (prisilno vođene sustave) tramvajski i željeznički promet te željeznički promet na gumenim kotačima.

Taksi-promet. U taksi-prometu vozač upravlja relativno malim prometalom, osobnim automobilom s najviše osam sjedišta. Taksi-promet vrlo je pristupačan i može osigurati prijevoz od vrata do vrata. Za taksi-promet upotrebljavaju se veći i komforniji osobni automobili s četverim vratima.

Tri su osnovna oblika organizacije taksi-prijevoza. Prema jednom obliku putnici dolaze do taksija na taksi-stajalištima, prema drugome putnici pozivaju taksi telefonski da ih odveze s dogovorenog mjesta, a prema trećem obliku organizacije putnici zaustavljaju taksi-automobile koji kruže gradom. Sva se ta tri oblika mogu međusobno koordinirati.

Za suvremenu organizaciju taksi-prometa vrlo su važni komunikacijski sustavi. Najracionalnija je organizacija taksi-prijevoza kad putnici naručuju taksi telefonski u dispečerskom centru koji koordinira kretanje taksija pomoću radija.

Cijena taksi-prijevoza ovisi o duljini vožnje, trajanju čekanja i o početnom fiksnom iznosu koji ne ovisi ni o duljini ni o trajanju vožnje. Vozarinu registrira poseban uređaj, taksametar. To je relativno skup prijevoz, male prijevozne sposobnosti, ali vrlo kvalitetan.

Minibus na telefonski poziv. To je prijevoz autobusima sa najviše 25 putničkih mjesta. Prijevoz se najčešće naručuje telefonom, ali postoje i sustavi pretplate i stajališta minibusu. Na temelju narudžbi dispečerski centar organizira kretanje vozila na najpogodniji način. Taj je oblik prijevoza osobito pogodan za prijevoz djece, starijih i hendikepiranih osoba, a ima sve prednosti i mane taksi-prometa.

Autobusni promet. To je promet cestovnim vozilima s više od 25 putničkih mjesta po utvrđenoj mreži linija i prema utvrđenom voznom redu. Proizvodi se mnogo vrsta autobusa kako bi se što više prilagodili prometnim potrebama, s tim da se veći autobusi upotrebljavaju na linijama s većim brojem putnika. Prema izvedbi razlikuju se standardni autobusi, zglobni autobusi i katni autobusi. Standardni autobus za javni gradski promet ima 30...55 sjedišta i 10...50 mjesta za stajanje, zglobni autobus ima 35...75 sjedišta i 30...120 mjesta za stajanje, a katni autobusi 50...85 sjedišta i 15...30 mjesta za stajanje.

Kao i za druge oblike javnog prometa, i za autobus se smatra da je prihvatljivo kretanje pri kojem ubrzanje i usporenje nije veće od $1,56 \text{ ms}^{-2}$ ($5,6 \text{ kmh}^{-1}\text{s}^{-1}$), što odgovara putnicima koji se ne drže za rukohvate. Također se smatra prihvatljivom promjena ubrzanja i usporenja do $0,89 \text{ ms}^{-2}$ ($3,2 \text{ kmh}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Autobusi se većinom kreću cestama i ulicama po kojima se istodobno kreću i druga cestovna vozila. Autobusni se promet može unaprijediti ako se za njega osiguraju posebni prometni trakovi na cestama i ulicama, a nekada i čitave ceste i ulice. Rad svjetlosne signalizacije (semafora) može se tako regulirati da autobusi imaju prednost prolaza.

U usporedbi s tračničkim prometom autobusni promet ima manju prijevoznu sposobnost i manju propusnu moć, postiže manje brzine, nesigurniji je i više onečišćuje okoliš. Nasuprot tome autobusni se promet može bolje prilagoditi potrebama, i strukturi grada, ne treba tolike početne investicije kao za tračnički promet, a vrlo se jednostavno može promijeniti mreža linija i veličina autobusa.

Trolejbusni promet. Trolejbus je u osnovi autobus koji kao pogonsko sredstvo upotrebljava električnu energiju kojom se napaja iz stacionarnog zračnog voda. Zbog toga je kretanje trolejbusa moguće samo u području dohvata električnog voda, pa je manevarska sposobnost trolejbusa manja nego autobusa. Osim toga, postoji veća mogućnost zastoja trolejbusnog prometa, npr. zbog kvara jednog od vozila, ali on manje onečišćuje okoliš od autobusnog prometa.

Tramvajski promet. Tramvaj je tračničko prometno sredstvo koje se napaja električnom energijom iz stacionarnog zračnog voda. Ako su tramvajske tračnice u kolniku cesta ili ulica, tada je brzina tramvaja mala, a to smanjuje njegovu prijevoznu sposobnost i propusnu moć te sigurnost prometa, putnika i pješaka. Tramvajski se promet može poboljšati ako se tramvaju osiguraju kolosijeci u posebnim voznim trakovima i prednost na raskrižjima. Pun učinak tramvaj postiže ako se kolosijeci postave izvan kolnika.

U tramvajskom prometu razlikuju se vučna kola, koja imaju pogonske uređaje, mjesto za vozača i mjesta za putnike, od prikolica, koje nemaju pogonskih uređaja. Dvoja ili troja tramvajska kola (vučna kola s jednom ili dvjema prikolicama) čine tramvajski vlak. I tramvajska kola mogu biti zglobna, što osigurava prolaznost kroz krivine uz istodobno povećanje broja putničkih mjesta. U zglobnom dijelu kola manja je udobnost putnika.

Djelomičan smještaj tramvaja pod zemlju predstavlja početak uvođenja gradske željeznice u gradski promet. Takvo postepeno pretvaranje tramvaja u gradsku željeznicu stvara teškoće u odvijanju i organizaciji prometa, ali se primjenjuje zbog mogućnosti postepenog ulaganja uz poboljšanje funkcioniranja sustava, a da se rad sustava ne prekida.

Neka prometna sredstva javnog gradskog prometa, izvedena su tako da mogu postići brzinu veću od 60 km/h (npr. brza gradska željeznica). U miješanom cestovnom i uličnom prometu te se brzine ne mogu postići, a kad se uzmu u obzir

i zastoji u prometu i stajanje na stajalištima, prosječne brzine tramvaja iznose 10...15 km/h.

Željeznički promet. Željeznica se sve češće, pa i u gradovima s oko milijun stanovnika, upotrebljava u javnom gradskom prometu. Najčešće se gradi posebna prometna infrastruktura koja služi samo za željeznički promet, pa se tako postižu veća brzina, propusna moć i prijevozna sposobnost. Slična se prijevozna sposobnost i propusna moć može ostvariti i autobusnim prometom ako se odvija na posebnim prometnim površinama koje su namijenjene samo autobusi-ma.

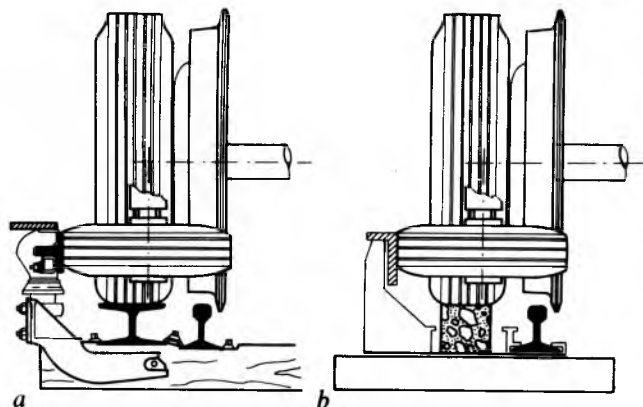
Tri su tipična načina nastanka željezničkog prometa kao dijela javnog gradskog prometa: a) prijelaz s tramvajskog na željeznički promet, b) izgradnja mreže međugradskog željezničkog prometa prilagođene gradskom i prigradskom prometu i c) izgradnja potpuno zasebnog željezničkog sustava namijenjenog gradskom prometu.

Različitost nastanka željeznice kao sustava gradskog prometa i različitost značajki takve željeznice utjecali su na različitost nazivlja: gradska željeznica, brza gradska željeznica, podzemna željeznica, laki željeznički sustavi, metro i sl.

Potpuno zaseban željeznički sustav za javni gradski promet najskuplji je oblik javnog gradskog prometa sa stajališta troškova izgradnje. Eksploatacijski troškovi, međutim, preračunani na broj prevezenih putnika često su vrlo povoljni, a postižu se i kvalitetne usluge.

U željezničkom javnom gradskom prometu mogu se postići vrlo velike brzine i velike učestalosti vlakova, ali to traži upotrebu složenih sustava automatskog upravljanja i vođenja prometa.

Željeznice na gumenim kotačima. To su željeznička prometala koja se kreću posebnim prometnicama sa željezničkim tračnicama. Prometala imaju gumene kotače za prijenos vučne sile na drvenu, betonsku ili čeličnu podlogu (sl. 2). Za vođenje prometala upotrebljava se više manjih gumenih kotača postavljenih horizontalno što ih dodiruju vertikalne vodilice koje su postavljene s obje strane prometala. Željeznički je način vođenja zadržan da bi se omogućilo vođenje i skretanje na zavojima te da bi se preuzele vertikalne sile ako puknu gume.



Sl. 2. Princip željeznice na gumenim kotačima. a na čeličnoj podlozi, b na betonskoj podlozi

PROPUSNA MOĆ I PRIJEVOZNA SPOSOBNOST

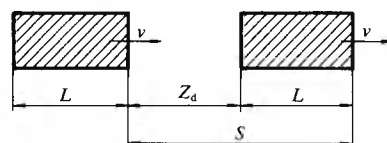
Propusna je moć prometnih voznih trakova najveći broj vozila koji može proći promatranim poprečnim presjekom u jedinici vremena, dok je prijevozna sposobnost maksimalan broj putnika koji se može prevesti promatranim poprečnim presjekom, također u jedinici vremena. Propusna moć i prijevozna sposobnost obično se promatraju u dva tipična presjeka: između stajališta i na stajalištu. I propusna moć i prijevozna sposobnost imaju manje vrijednosti na stajalištu nego između stajališta, jer se na stajalištu vozilo zadržava radi ukrcaja i iskrcaja putnika, pa su stajališne vrijednosti oko četiri puta manje nego one među stajalištima.

Propusna moć i prijevozna sposobnost između stajališta.

Na sl. 3 prikazan je položaj dvaju vozila u vožnji. Minimalnim razmakom između vozila u vožnji smatra se onaj razmak koji osigurava da vozilo koje slijedi ne naleti na prednje vozilo kad se ono zaustavlja. Najčešće se smatra da je minimalni razmak među vozilima jednak duljini puta kočenja stražnjeg vozila kad prednje vozilo trenutno stane. To je ujedno i najstroži kriterij za određivanje minimalnog razmaka među vozilima u vožnji, da ne dođe do sudara vozila. Minimalni razmak među vozilima, u stvari, ne smije biti jednak zaustavnom putu, već ga treba povećati radi sigurnosti. Ta se sigurnost definira faktorom sigurnosti

$$k = \frac{Z_d}{Z}, \tag{1}$$

gdje je Z_d dopušteni, a Z minimalni razmak među vozilima u vožnji. Faktor sigurnosti k obično iznosi 1,3...1,5.



Sl. 3. Položaj dvaju vozila u vožnji uz dopušteni razmak

Slijed vozila, tj. vremenski razmak između prolaza prednjeg kraja prvog vozila i prolaza prednjeg kraja drugog vozila kroz promatrani poprečni presjek voznog traka, određen je relacijom

$$s = \frac{S}{v}, \tag{2}$$

gdje je v brzina vozila, a S razmak između prednjih krajeva dvaju vozila koja slijede jedno drugo. Taj je razmak određen izrazom

$$S = kZ + L, \tag{3}$$

gdje je L duljina vozila.

Tok vozila u satu (broj vozila u satu) kroz presjek voznog traka iznosi

$$Q = \frac{3600}{s}, \tag{4}$$

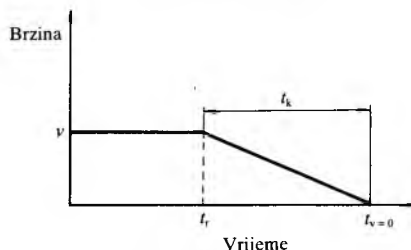
gdje je s slijed vozila u sekundama. Maksimalni je tok vozila

$$Q_{max} = \frac{3600}{s_{min}}, \tag{5}$$

a maksimalni je tok putnika

$$Q_{p,max} = \frac{3600p}{s_{min}}, \tag{6}$$

gdje je s_{min} minimalni slijed vozila, a p mogući broj putnika u vozilu (broj mjesta za sjedenje i stajanje).



Sl. 4. Dijagram brzina-vrijeme pri zaustavljanju vozila

Ako se računa s konstantnim usporenjem d pri zaustavljanju vozila kočenjem, koje traje t_k , te ako se uzme u obzir da je t_r vrijeme reagiranja vozača, tj. vrijeme od trenutka opažanja opasnosti do početka usporavanja vozila (sl. 4), dopušteni razmak vozila iznosi

$$Z_d = k v \left(t_r + \frac{t_k}{2} \right), \quad (7)$$

pa kad se postavi da je $v = dt_k$, dobiva se

$$Z_d = k \left(v t_r + \frac{t_k}{2} \right). \quad (8)$$

Ako se taj razmak podijeli brzinom v , uzimajući pritom u obzir i duljinu vozila L , dobiva se izraz za slijed vozila u skladu s izrazom (3)

$$s = k \left(t_r + \frac{v}{2d} \right) + \frac{L}{v}. \quad (9)$$

Deriviranjem izraza (9) po brzini i izjednačenjem s nulom dobiva se brzina gibanja vozila

$$v = \sqrt{\frac{2dL}{k}}, \quad (10)$$

pa se uvrštenjem u (9) dobiva minimalni slijed vozila

$$s_{\min} = k t_r + \sqrt{\frac{2kL}{d}}. \quad (11)$$

Tada je moguće odrediti i maksimalni tok vozila prema izrazu (5) i maksimalni tok putnika prema izrazu (6). To su, dakako, teorijske vrijednosti. Praktična vrijednost toka vozila dobiva se množenjem teorijske vrijednosti faktorom iskorištenja voznog traka, dok se praktična vrijednost toka putnika dobiva množenjem teorijske vrijednosti umnoškom faktora iskorištenja voznog traka i faktora popunjenosti vozila.

Propusna moć na stajalištu. Slijed vozila na stajalištu određen je izrazom

$$s = k t_z + t_s + t_u, \quad (12)$$

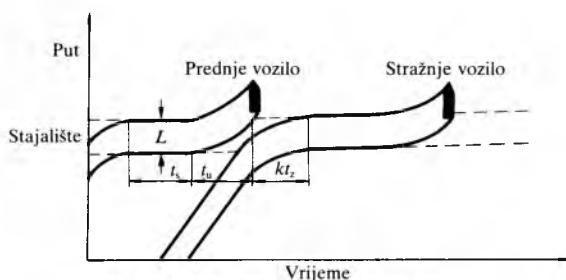
gdje je t_z trajanje zaustavljanja vozila, t_s trajanje stajanja vozila na stajalištu, a t_u trajanje ubrzanja vozila do trenutka kad stražnji kraj vozila stigne do kraja stajališta koje je dugo koliko i vozilo (sl. 5). Ako se računa s konstantnim usporenjem d i konstantnim ubrzanjem a , izraz (12) može se napisati u obliku

$$s = k \left(t_r + \frac{v}{a} \right) + t_s + \sqrt{\frac{2L}{a}}, \quad (13)$$

pa je tok vozila kroz stajalište

$$Q_s = \frac{3600}{k \left(t_r + \frac{v}{a} \right) + t_s + \sqrt{\frac{2L}{a}}}. \quad (14)$$

Za pojedine vrste regulacije gibanja vozila u stajalištu može se pomoću jednadžbe (14) odrediti propusna moć voznog traka na stajalištu i pripadna prijevozna sposobnost.



Sl. 5. Kretanje vozila u području stajališta

Utjecaji na propusnu moć i prijevoznu sposobnost. Na propusnu moć i prijevoznu sposobnost utječe niz faktora koji su i međusobno uvjetovani. To su: stupanj sigurnosti, opterećenje prometnice, karakteristike vozila, utjecaj drugih prijevoznih sustava i povezanost s njima, frekvencija putnika, sustav naplate prijevoza i dr. Praktične vrijednosti znatno se razlikuju od teorijskih, a usporedbe su između prijevoznih sustava vrlo nesigurne.

Tablica 1 sadrži podatke o slijedu, propusnoj moći i prijeveznoj sposobnosti dvaju glavnih sustava javnoga gradskog prometa. Podaci se odnose na vrijednosti između stajališta uzimajući u obzir i stajanje na njima.

Tablica 1
KARAKTERISTIKE PUTNIČKOGA GRADSKOG AUTOBUSNOG I TRAMVAJSKOG PROMETA TE GRADSKJE ŽELJEZNICJE

Vrsta prijevoza	Vrsta prometnice	Slijed s	Propusna moć vozila/h	Prijevozna sposobnost putnika/h
Autobusni prijevoz	U mješovitom toku s drugim vozilima	40...60	60...90	2700...16000
	Po autobusnom traku	30...50	72...120	3200...21000
	Po autobusnom kolniku	25...35	103...144	4600...21000
Tramvajski prijevoz	Po sredini ceste u mješovitom toku	25...60	60...144	22000...58000
	Po izdvojenoj tramvajskoj prometnici	20...120	30...180	22000...58000
Gradska željeznica	Po izdvojenoj prometnici	90...360	10...40	22000...108000

TARIFNI SUSTAV

Tarifni sustav javnoga gradskog i prigradskog prometnog sustava obuhvaća tarife za prijevoznu uslugu i način naplate.

Vozarine. Jedna je od važnih značajki tarifnog sustava odnos cijene i duljine vožnje. Prema tome kriteriju postoje jedinstvena, relacijska, zonska i mješovita vozarina. Jedinstvena vozarina ne osniva se na duljini vožnje, pa se za svaku vožnju bez obzira na njezinu duljinu naplaćuje jednak iznos. Relacijska vozarina osniva se na duljini vožnje, koja se određuje ili prema broju kilometara ili prema broju međustajališnih razmaka. Kad se primjenjuje zonska tarifa, cijena vožnje ovisi o početnoj i konačnoj točki vožnje te o prijelazu graničnih zona koje su određene središnjim krugom i kružnim prstenima oko središta gradskog područja. Mješovita vozarina kombinacija je navedenih vozarina.

Naplata prijevoza. Osnovni su oblici naplate prijevoza s obzirom na izvor sredstava: naplata od putnika i naplata od posrednih korisnika. U praksi je najčešća kombinacija tih dvaju izvora sredstava (djelomično subvencioniranje javnoga gradskog prijevoza). Kad postoji besplatan gradski prijevoz, korisnici ne plaćaju vozarinu neposredno, pa se takav prijevoz može nazvati pseudobesplatnim.

Prema mjestu plaćanja razlikuje se plaćanje u prometalu, plaćanje na stajalištima i plaćanje na drugim mjestima. Neke gradske željeznice imaju naplatu preko *zatvorenih perona* (Paris, Moskva i dr.) gdje korisnik plaća vozarinu i tek nakon toga može doći na peron. Pretplata je najčešći način plaćanja prije početka vožnje. Pretplata se obično odnosi na određeno vremensko razdoblje (obično mjesec) bez obzira na broj vožnja (pokazna karta) ili za točno određeni broj vožnja (karnet). Vozne karte za jednu vožnju obično nisu pretplatne karte. Pretplatne karte mogu glasiti na donosioca ili na ime.

Prema mogućnosti upotrebe u javnome gradskom prometu, razlikuju se vozne karte u gradskom od onih u prigradskom prometu, vozne karte koje vrijede za jednu, više ili za sve linije, vozne karte koje vrijede za pojedina prometna sredstva, za dva ili za sva prometna sredstva, odnosno za cijeli sustav javnoga gradskog prometa.

Način naplate prijevoza. Prijevoz se može naplaćivati ručno, djelomično automatizirano i potpuno automatizirano.

Ručnu naplatu obavljaju kondukter, kondukter i vozač ili samo vozač. Kad naplatu obavljaju kondukter i vozač, vozač će naplaćivati samo manjem broju putnika (invalidi, starije osobe i sl.) koje mogu ući u vozilo do vozača. Kad vozarinu naplaćuje kondukter, povećavaju se troškovi prijevoza, ali se ubrzo ulazak putnika u vozilo, pa se skraćuje stajanje na

stajalištima. Kad naplatu obavlja vozač, štedi se na izdacima za osobni dohodak konduktera, ali se produljuje stajanje na stajalištima uz slabije iskorištenje voznog parka i povećanje potroška pogonskog goriva. Osim toga, vozač je stalno radno aktivan, što smanjuje sigurnost u prometu. Na prijelazu u šezdesete godine ovoga stoljeća započelo je ukidanje radnog mjesta konduktera u vozilima javnoga gradskog prometa. Konduktera je zamijenio vozač, automatizirana naplata i sve više pretplatnih i pokaznih karata.

Djelomično automatizirana naplata provodi se a) pomoću kutije za sakupljanje vozarine, b) pomoću uređaja za ubacivanje metalnog novca i izdavanje voznih karata i c) pomoću uređaja za poništavanje pretplatnih voznih karata koje vrijede za više vožnja.

Naplata pomoću kutije za sakupljanje novca ili žetona najjednostavniji je oblik djelomično automatizirane naplate. Taj se oblik primjenjuje kad je vozač preuzeo posao konduktera. Tada se u blizini vozača postavlja kutija s prozirnim gornjim dijelom u koju putnici ubacuju novac ili žetone, a vozač nadgleda to ubacivanje i propušta putnike. Vozne se karte ne izdaju. Taj je oblik naplate moguć kad postoje jedinstvena tarifa i pretplatne karte. Vozač obično ne uzvraća višak uplaćenog iznosa, pa se od putnika traži da uplaćuju točan iznos vozarine, što je nekad omogućeno postojanjem posebnih žetona. Sve to omogućuje brži ulazak putnika, koji mogu ulaziti samo na vrata pokraj vozača, dok sva ostala vrata služe za izlaz putnika.

Naplata pomoću uređaja za ubacivanje metalnog novca i izdavanje voznih karata tehnički je složeniji oblik naplate. Putnicima se razlika uplaćenog iznosa može vratiti obično na temelju potvrde koja se unovčuje na terminalima. Takvim je oblikom naplate olakšana kontrola putnika i vozača, a moguća je i primjena relacijskih tarifa i tarifa u kojima se razlikuju korisničke skupine (npr. djeca od odraslih).

Uređaji za poništavanje pretplatnih karata omogućuju iskorištavanje prednosti prodaje voznih karata izvan vozila i njihovo poništavanje u vozilu, eliminirajući tako rad vozača. Takvi su uređaji pogodni kad postoji jedinstvena tarifa. Omogućuje ulazak putnika na više ulaza, ali i ometanje izlaska putnika. I takav je sustav uspješniji kad istodobno postoje pretplatne karte.

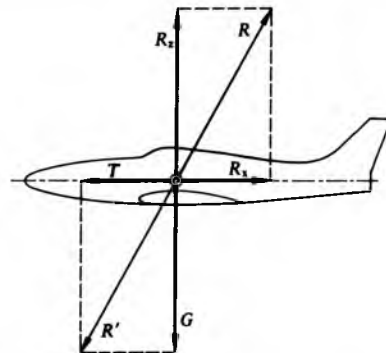
Potpuno automatizirana naplata omogućuje automatsku kontrolu putnika pri ulasku u vozilo. Da bi se omogućila kontrola, postoje uređaji za detekciju putnika i karata, za otvaranje i zatvaranje prolaza putnika. Kontrolni uređaj može biti zatvoren, kad za svakog putnika postoji prepreka, i otvoren, koji postavlja prepreku tek kad putnik nema karte ili kad je ona neispravna. Uz taj kontrolni uređaj postoji uređaj za ubacivanje novca ili žetona koji nakon ubacivanja izdaje kartu, uređaj za poništavanje unaprijed kupljenih karata i uređaj za magnetsku i elektroničku kontrolu karata. Ta je kontrola potrebna pogotovo ako postoji relacijska vozarina i provodi se pri ulasku i pri izlasku putnika. Za takvu primjenu postoje dvije vrste pretplatnih voznih karata: jedna koja glasi na duljinu putovanja i druga koja glasi na uplaćeni iznos. Upotrebom takve karte otpisuje se duljina izvršenog putovanja, odnosno iznos vozarine. Uređaji su za potpuno automatiziranu naplatu skupi i komplicirano je njihovo održavanje. Takvi uređaji omogućuju prikupljanje točnih podataka o broju putnika na pojedinim linijama i u pojedinim vremenskim razdobljima, što omogućuje bolju organizaciju prometa i ekonomičniju eksploataciju vozila.

LIT.: H. R. Neigelt, R. E. Götz, H. H. Weiss, Stadtverkehr der Zukunft. Alba Buchverlag, Düsseldorf 1973. - T. McPean, Urban Transportation Technology. Lexington Books, Lexington-Toronto-London 1976. - J. M. Tomson, Greats Cities and their Traffic. Victor Gollanez, London 1977. - P. Tacheo, Spostamenti nella città. Officina Edizioni, Roma 1978. - R. Banković, Javni gradski saobraćaj. Naučna knjiga, Beograd 1978. - V. R. Vuchic, Urban Public Transportation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1981.

PRORAČUN I DIMENZIONIRANJE ELEMENATA AVIONA provodi se na temelju opterećenja konstrukcije aviona koja djeluju u letu, tokom polijetanja i slijetanja, te za vrijeme vožnje po tlu ili vodi.

Ta opterećenja aviona, odnosno naprezanja njegovih elemenata, ovise o nekoliko faktora kao npr. o aerodinamičkim i konstrukcijskim karakteristikama aviona, njegovoj namjeni, vremenskim uvjetima i načinu (tehnicu) pilotiranja, tj. o brzini pokreta komandi leta.

Preopterećenje konstrukcije. Vrijednosti koje se uzimaju kao osnova za proračun čvrstoće i krutosti elemenata aviona ovise o preopterećenjima tih elemenata, koja nastaju zbog neustaljenog kretanja aviona pri promjeni smjera ili brzine.



Sl. 1. Sile koje djeluju na avion u jednolikom horizontalnom letu kroz mirnu atmosferu

Za vrijeme ustaljenog gibanja u horizontalnom letu u mirnoj atmosferi i s konstantnim režimom rada motora na avion djeluju četiri osnovne sile koje su u stanju ravnoteže: sila uzgona R_z , sila gravitacije G , sila otpora R_x i vučna ili potisna sila T . Prema sl. 1 između tih sila postoje odnosi

$$R_z = G \quad \text{i} \quad R_x = T. \quad (1)$$

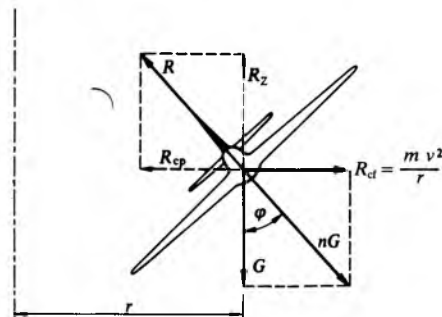
Ako avion iz ustaljenoga horizontalnog leta, kad je $R_z = G$, promijeni smjer gibanja, na avion će osim navedenih sila djelovati i centrifugalna sila $R_{cf} = m v^2 / r$, gdje je m masa aviona, v brzina po trajektoriji, r polumjer zaokreta. Prema sl. 2 u ustaljenom gibanju po kružnoj trajektoriji sila R , koja je rezultat sila R_z i R_{cp} , mora biti u ravnoteži sa silom nG koja je rezultat sile gravitacije G i centrifugalne sile R_{cf} . Budući da je $R = nG$, to je

$$n = \frac{R}{G}. \quad (2)$$

Ta se veličina može izraziti i kao funkcija kuta nagiba, te je

$$nG = \frac{G}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

pa je nG uvijek veće od G jer je $n > 1$.



Sl. 2. Sile koje djeluju na avion pri ustaljenom gibanju po kružnoj trajektoriji

Koeficijent n naziva se *koeficijentom preopterećenja* i pokazuje koliko je puta sila što u zaokretu djeluje na svaki element aviona veća od sile gravitacije G u ustaljenom