

VOZNI PARK I RAD VOZNOG PARKA

Izvod iz knjige:

Topenčarević Ljubomir, *Organizacija i tehnologija drumskog transporta*,
Građevinska knjiga, Beograd, 1987.

5.	VOZNI PARK	2
5.1	Definicija voznog parka	2
5.2	Sastav voznog parka	2
5.3	Inventarski vozni park.....	3
6.	RAD VOZNOG PARKA	5
6.1	TRANSPORTNI PROCES I ELEMENTI TRANSPORTNOG PROCESA	5
6.2	ELEMENTI RADA VOZNOG PARKA.....	6
6.3	TEHNOLOŠKO-EKSPLOATACIONI POKAZATELJI RADA VOZILA	6
6.4	IZMERITELJI I KOEFICIJENTI ISKORIŠĆENJA PREDENOG PUTA.....	24
6.5	BRZINE KRETANJA VOZILA.....	30
6.6	IZMERITELJI ISKORIŠĆENJA KORISNE NOSIVOSTI VOZILA	35
7.	PROIZVODNOST TERETNOG VOZILA	44

5. VOZNI PARK

5.1 Definicija voznog parka

Pod pojmom vozni park podrazumeva se skup svih transportnih sredstava autotransportne organizacije (autobusi, zglobni autobusi, teretna motorna vozila, tegljači, prikolice i poluprikolice). Vozni park može biti formiran po organizacionim i teritorijalnim potrebama.

Organizacioni vozni park se može formirati za delatnosti javnog prevoza ili za delatnosti prevoza za sopstvene potrebe.

Formiranje voznih parkova po teritorijalnim potrebama podrazumeva sve navedene oblike organizacionog voznog parka ali sa ograničenim teritorijalnim dejstvom, odnosno zadatkom podmirenja transportnih potreba posmatrane teritorijalne oblasti.

5.2 Sastav voznog parka

Vozni park drumskih transportnih sredstava sastoji se od drumskih i priključnih vozila čije su eksploataciono-tehničke karakteristike različite i tehničko stanje nejednako. Pod eksploataciono-tehničkim karakteristikama podrazumevaju se gabaritne dimenzije vozila – dužina, širina, visina, razmak osovina, razmak točkova, dužina prednjeg i zadnjeg prepusta, poluprečnici podužne i poprečne prolaznosti, radijus okretanja, dinamička svojstva vozila, masa praznog vozila, ekonomičnost pogona, pogodnost za tehničko održavanje, kapacitet vozila – korisna nosivost, specifična površinska i zapreminska nosivost u t/m² itd.

Ukoliko je vozni park sastavljen od vozila iste marke i tipa onda je to homogen vozni park. Sastav voznog parka po pravilu je retko homogen. Vozni park najčešće je heterogene strukture tj., sastavljen je od vozila različitih marka i tipova, kategorije korisnih nosivosti su različite pa su i tehničko-eksploatacione karakteristike različite.

Visoku efikasnost pri radu voznog parka najlakše je ostvariti sa homogenim voznim parkom, kod kojeg je tehničko održavanje vozila lakše i racionalnije. Radi toga, kod formiranja voznih parkova potrebno je težiti "tipizaciji" vozila ili bar broj marka i tipova vozila zastupljenih u voznom parku svesti na minimum.

Pri organizovanju eksploatacije vozila, radi stvaranja uslova za upoređivanje rada vozila u voznom parku, potrebno je izvršiti podelu na grupe vozila koje imaju iste tehničko-eksploatacione karakteristike i čije je stanje približno jednako. Vozila se po pravilu svrstavaju u grupe u funkciji marke i tipa vozila, godine proizvodnje, korisne nosivosti, namene tovarnog prostora (sandučari, cisterne, hladnjače, teretna vozila sa uređajima za samoistovar-kiperi itd; autobusi za međugradski saobraćaj, autobusi za prigradski saobraćaj, autobusi za turističke vožnje itd.)

Vozila se svrstavaju u grupe i u zavisnost od uslova eksploatacije, kako bi se izmeritelji rada vozila mogli upoređivati.

5.3 Inventarski vozni park

5.3.1 Definicija inventarskog voznog parka

Pod "inventarskim voznim parkom" podrazumeva se skup svih vozila koja se vode u inventaru – knjigovodstvu osnovnih sredstava autotransportne organizacije. Skup svih vozila u voznom parku homogenog sastava označava se sa A_i – inventarski broj vozila.

U heterogenom voznom parku inventarski vozni park je skup grupa vozila razvrstanih po markama i tipovima vozila u voznom parku.

$$A_i = A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in} = \sum_1^n A_{i1}$$

gde su:

- $A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}$ – podskupovi broja inventarskih vozila po markama i tipovima vozila u voznom parku.
- n – broj grupa vozila u inventarskom voznom parku.

5.3.2 Podela inventarskog voznog parka prema tehničkom stanju

Po svom tehničkom stanju inventarski vozni park se deli na vozila koja su tehnički ispravna, tj. sposobna za eksploataciju i vozila koja su tehnički neispravna, odnosno nesposobna za eksploataciju. Ovo znači da se inventarskom voznom parku imamo vozila koja su "sposobna" za rad i vozila koja su "nesposobna" za rad. U praksi retko nastupa slučaj kada su sva vozila sposobna za rad i to najčešće kod voznih parkova sa malim inventarskim brojem vozila.

Ako se kod homogenog voznog parka sa A_i označi inventarski broj vozila, sa A_s broj tehnički ispravnih – za rad sposobnih vozila i sa A_n broj tehnički neispravnih, odnosno za rad nesposobnih vozila, tada se dobije podela inventarskog voznog parka po tehničkom stanju

$$A_i = A_s + A_n$$

Kod heterogenog voznog parka sastavljenog od n grupa vozila biće:

$$A_i = \sum_1^n A_{i_i} = \sum_1^n A_{s_i} + \sum_1^n A_{n_i}$$

gde je:

$$\sum_1^n A_{s_i} = A_{s1} + A_{s2} + \dots + A_{sn} \text{ – skup broja sposobnih vozila po grupama vozila}$$

$$\sum_1^n A_{n_i} = A_{n1} + A_{n2} + \dots + A_{nm} \text{ – skup broja nesposobnih vozila po grupama vozila}$$

Osnovna podela može se prema potrebi dalje raščlanjivati. Na primer: tehnički neispravna vozila mogu se podeliti na vozila koja se nalaze na opravljanju i na vozila koja čekaju na opravku. Vozila koja se nalaze na opravljanju mogu se podeliti na vozila prema vrstama opravke (tekuće održavanje, laka, srednja, investiciona opravka). Vozila koja čekaju opravku mogu se podeliti na vozila koja čekaju opravku zbog nedostatka radioničkog kapaciteta ili usled nedostatka rezervnih delova.

U kategoriju neispravnih vozila mogu se izdvajati vozila koja čekaju otuđenje (prodaju) ili rashodovanje (totalno uništena u saobraćajnoj nezgodi ili dotrajala u eksploataciji).

5.3.3 Eksploataciona podela tehnički ispravnog voznog parka

Deo inventarskog voznog parka koji se nalazi u tehnički ispravnom za eksploataciju sposobnom stanju može u celosti biti na radu ili van rada, kao i delimično na radu, a delimično van rada. Uzroci usled kojih deo voznog parka ili čitav vozni park sposoban za eksploataciju može biti van rada mogu biti različiti (nedostatak posla, režim rada voznog parka, viša sila, nedostatak vozača).

Ako se kod homogenog voznog parka sa A_r označi broj vozila koja se nalaze na radu, a sa A_g broj tehnički ispravnih sposobnih vozila koja se nalaze van rada u garaži, onda će eksploataciona podela dela voznog parka sposobnog za rad biti:

$$A_s = A_r + A_g$$

Kod heterogenog voznog parka sastavljenog od n grupa vozila biće:

$$A_s = \sum_1^n A_{s_i} = \sum_1^n A_{r_i} + \sum_1^n A_{g_i}$$

gde je:

$$\sum_1^n A_{r_i} = A_{r_1} + A_{r_2} + \dots + A_{r_n} \quad - \quad \text{skup broja vozila na radu po grupama vozila}$$

$$\sum_1^n A_{g_i} = A_{g_1} + A_{g_2} + \dots + A_{g_n} \quad - \quad \text{skup broja sposobnih vozila po grupama vozila}$$

5.3.4 Eksploataciono – tehnička podela inventarskog voznog parka

Zamenom izraza za eksploatacionu podelu tehnički ispravnog dela inventarskog voznog parka u izraz za podelu inventarskog voznog parka prema tehničkom stanju dobiće se izraz za eksploataciono – tehničku podelu inventarskog voznog parka.

Za homogen vozni park biće:

$$A_i = A_r + A_g + A_n$$

Za vozni park heterogenog sastava biće:

$$A_i = \sum_1^n A_{i_i} = \sum_1^n A_{r_i} + \sum_1^n A_{g_i} + \sum_1^n A_{n_i}$$

Uspešno organizovanje eksploatacije vozila u inventarskom voznom parku podrazumeva što je moguće veći broj vozila na radu A_r i što manji broj ispravnih vozila van rada i neispravnih vozila.

6. RAD VOZNOG PARKA

6.1 TRANSPORTNI PROCES I ELEMENTI TRANSPORTNOG PROCESA

Transportni proces predstavlja proces premeštanja – prevoženja putnika i robe i uključuje sve pripremne i završne operacije: pripremu robe, prijem, utovar, prevoz, istovar i predaju robe, odnosno ukrcavanje, prevoz i iskrcavanje putnika. Transportni proces obuhvata i upućivanje vozila na mesto utovara robe – ukrcavanje putnika.

6.1.1 Ciklus transportnog procesa

Potpuni ciklus transportnog procesa obuhvata:

- upućivanje vozila na mesto utovara robe – ukrcavanje putnika
- prijem i utovar roba – ukrcavanje putnika
- prevoz robe – putnika
- istovar i predaja robe – iskrcavanje putnika.

6.1.2 Prosta vožnja

Prosta vožnja obuhvata potpun ciklus transportnog procesa i sastoji se iz utovara robe (ukrcavanja putnika), prevoza robe (putnika), istovara robe (iskrcavanja putnika) i dolaska vozila na sledeće mesto utovara robe (ukrcavanja putnika).

6.1.3 Složena vožnja

Složena vožnja je transportni proces sastavljen od potpunih i nepotpunih ciklusa transportnog procesa pri čemu se transportno sredstvo – vozilo u toku izvršenja transporta kreće od početne tačke vožnje ka krajnjoj sa usputnim stajanjima radi utovara – istovara tereta, odnosno ukrcavanja – iskrcavanja putnika.

6.1.4 Obrt

Pod obrtom se podrazumeva transportni proces koji se sastoji iz jedne ili nekoliko vožnji sa povratkom prevoznog sredstva – vozila u prvobitnu polaznu tačku.

6.1.5 Prevozni put

Pojam prevoznog puta definiše odabrani i vozaču propisani pravac kretanja vozila pri izvršenju prevoza između dva mesta. Definisane pravca kretanja vozila neophodno je kada su te dve tačke spojene sa dva ili više putna pravca i tada prevozni put obavezno propisuje dispečerska služba i unosi u putni nalog vozila.

Odabrani prevozni put po pravilu mora biti najbolji i najkraći. Za pojam prevozni put u praksi se koristi i termini ITINERER I MARŠUTA.

6.1.6 Transportni rad – jedinice transportnog rada

U toku vršenja transportnog procesa putnici ili roba se transportuju na određenim rastojanjima i pri tome se ostvaruje transportni rad. Transportni rad je proizvod ostvarenog obima prevoza putnika ili količine prevezenog tereta i prosečnog rastojanja na kome je transport izvršen.

Transportni rad izražava se putničkim i tona kilometrima. Za jedinicu transportnog rada u putničkom saobraćaju uzima se putnik kilometar (pkm) i to je rad ostvaren prevozom jednog putnika na rastojanju od jednog kilometra.

Za jedinicu transportnog rada u robnom - teretnom saobraćaju uzima se tona kilometar (tkm) i to je transportni rad dobijen prevozom jedne tone tereta na rastojanju od jednog kilometra.

6.2 ELEMENTI RADA VOZNOG PARKA

Dobra organizacija drumskog transporta podrazumeva precizno planiranje i optimalnu organizaciju eksploatacije transportnih sredstava pri procesu transporta robe i putnika. Precizno planiranje zahteva temeljno izučavanje prevoznih zahteva i uslova pri kojim treba organizovati transport u narednom vremenskom periodu uz analizu ostvarenih rezultata rada vozila u prethodnom periodu.

Pri određivanju transportnog rada voznog parka potrebno je izmeriti elemente koji se odnose na:

- a) vremenski bilans vozila u danima
- b) vremenski bilans vozila u časovima
- c) uslove pri izvršenju transportnih procesa (brzina vožnje, rastojanje prevoza)
- d) pređeni put vozila i stepen iskorišćenja pređenog puta
- e) stepen iskorišćenja kapaciteta vozila.

Poznavanje nivoa izmeritelja eksploatacije transportnih sredstava omogućava određivanje nivoa produktivnosti rada istih i utvrđivanje potrebnih kapaciteta za pravovremeno podmirenje transportnih zahteva klijenata.

Poznavanje nivoa izmeritelja eksploatacije i njihovog uticaja na proizvodnost vozila omogućava preduzimanje potrebnih mera za povećanje proizvodnosti rada transportnih sredstava i izvršenje transporta uz niže transportne troškove.

6.3 TEHNOLOŠKO-EKSPLOATACIONI POKAZATELJI RADA VOZILA

Za potrebe planiranja, analize i ocene efektivnosti rada vozila u drumskom saobraćaju (kako u putničkom tako i u robnom transportu) uveden je sistem izmeritelja i koeficijenata kojima je omogućeno ocenjivanje stepena korišćenja vozila i voznih parkova u celini, kao i vrednovanje ostvarenih rezultata rada.

Tehničko - eksploatacione pokazatelje i izmeritelje rada vozila možemo podeliti na:

- 1) Izmeritelje i koeficijente vremenskog balansiranja rada vozila u danima i časovima.
- 2) Izmeritelje i koeficijente iskorišćenja pređenog puta.

- 3) Izmeritelje iskorišćenja kapaciteta vozila i prevozne sposobnosti voznog parka.
- 4) Izmeritelje uslova pri izvršenju transportnih procesa.
- 5) Rezultativne izmeritelje rada vozila i voznog parka.

Sagledavanje svih izmeritelja i pokazatelja omogućava ocenu organizovanosti i intenziteta korišćenja raspoloživih kapaciteta voznog parka i to:

- a) Pod izmeriteljima i koeficijentima vremenskog balansiranja podrazumevaju se pokazatelji vremenskog bilansiranja auto dana voznog parka i to: koeficijent tehničke ispravnosti α_t , koeficijent iskorišćenja tehnički ispravnog – sposobnog za rad voznog parka α' , koeficijent iskorišćenja voznog parka α , zatim pokazatelji i koeficijenti vremenskog balansiranja auto – časova rada, auto – časova vožnje AHw , auto – časova dangube AHd , koeficijent iskorišćenja vremena u toku 24 časa ρ i koeficijenta iskorišćenja radnog vremena δ .
- b) Pod izmeriteljima i koeficijentima bilansiranja pređenog puta podrazumevaju se: ukupan pređeni put AK , pređeni put sa teretom – putnicima AKt , pređeni put bez tereta – putnika AKp , i nulti pređeni kilometri AKn . Koeficijenti bilansiranja pređenog puta su: koeficijent iskorišćenja pređenog puta β i koeficijent nultog pređenog puta ω .
- c) Pod izmeriteljima iskorišćenja kapaciteta – korisne nosivosti podrazumeva se koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti γ i koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti ϵ .
- d) U izmeritelje uslova pri izvršenju transportnog procesa spadaju: srednja saobraćajna brzina Vs , prevozna ili transportna brzina Vp , brzina obrta Vo , i eksploataciona brzina Ve . Pored brzina u ovu grupu izmeritelja spadaju i: srednja dužina jedne vožnje sa teretom $Kst\lambda$, srednje rastojanje prevoza jedne tone tereta $Kst1$, srednje rastojanje prevoza jednog putnika $Ksp1$, broj vožnji sa teretom $Az\lambda$, koeficijent izmene putnika η_{sm} , srednja dnevna kilometraža Ksd , vreme trajanja utovara i istovara tui , kao i vreme trajanja ukrcavanja – iskrcavanja putnika.
- e) Rezultativni izmeritelji rada vozila i voznog parka obuhvataju: ostvareni transportni rad U , ostvareni obim prevoza Q , kao i proizvodnost vozila W'_u , W'_q , W_u i W_q .

Pogodna metodologija omogućava izučavanje dejstva izmeritelja eksploatacije na proizvodnost i iznalaženje odgovarajućih organizaciono – tehnoloških mera za povećanje proizvodnosti vozila i sniženje cene transporta.

6.3.1 Vremenski bilans voznog parka u danima – auto dani

Svaka jedinica voznog parka koja se vodi u inventaru autotransportne organizacije (autobus, teretno vozilo, tegljač, prikolica, poluprikolica) nalazi se u voznom parku u posmatranom vremenskom periodu Di dana (kalendarski dani) od kojih, shodno tehničkoj podeli inventarskog voznog parka može biti Ds dana u tehnički ispravnom stanju, sposobnom za eksploataciju i Dn dana u tehnički neispravnom, nesposobnom stanju vozila za eksploataciju:

$$Di = Ds + Dn$$

Sa stanovišta racionalnog iskorišćenja raspoloživog vremenskog fonda od Di dana, kod tehničke podele inventarskog fonda dana jednog vozila potrebno je tako organizovati službu održavanja i opravki vozila da:

$$Dn \rightarrow 0 \text{ odnosno da } Di \cong Ds$$

Za kalendarsko vreme, u kome se nalazi u tehnički ispravnom stanju Ds dana, jedinica voznog parka shodno eksploatacionoj podeli inventarskog voznog parka može provesti Dr dana u eksploataciji, tj. na radu i Dg dana u tehnički neispravnom stanju ili van rada, tj. u garaži:

$$Ds = Dr + Dg$$

Sa stanovišta racionalnog iskorišćenja raspoloživog vremenskog fonda tehnički sposobnih dana vozila, potrebno je tako organizovati službu eksploatacije vozila da

$$Dg \rightarrow 0 \text{ odnosno da } Ds \cong Dr$$

Zamenom izraza za eksploatacionu podelu raspoloživog fonda sposobnih dana vozila u izrazu za tehničku podelu fonda dana dobiće se eksploataciono–tehnička podela raspoloživog vremena jednog vozila u danima:

$$Di = Dr + Dg + Dn$$

Shodno ranijim zaključcima potrebno je korišćenje raspoloživih Di dana jednog vozila tako organizovati da

$$Dg \rightarrow 0; Dn \rightarrow 0 \text{ odnosno da } Di \cong Dr$$

6.3.2 Auto-dani

Ako posmatramo ne jedinicu voznog parka, već ceo homogeni vozni park kao jednorodnu grupu ili heterogeni vozni park kao skup grupa vozila (grupe su homogenog sastava) potrebno je uvesti složeniji pokazatelj: auto-dan, koji odgovara jednom kalendarskom danu svake jedinice voznog parka.

Prema tome, za ceo vozni park auto-dani inventarski će odgovarati zbiru inventarskih auto-dana svih jedinica u voznom parku.

Za homogeni vozni park biće:

$$ADi = \sum_1^A Di$$

Za heterogeni vozni park biće:

$$ADi = ADi_1 + ADi_2 + \dots + ADi_n = \sum_1^n ADi_i$$

gde je:

- n – broj grupa vozila u voznom parku
- $ADi_{1,2,\dots,n}$ – broj inventarskih auto dana po grupama vozila
- $\sum_1^n ADi_i$ – auto dana inventarskih celokupnog heterogenog voznog parka

Za sposobna vozila u voznom parku biće:

- Za homogeni vozni park broj sposobnih auto dana:

$$ADs = \sum_1^A Ds$$

- Za heterogeni vozni park broj sposobnih auto dana:

$$ADs = ADs_1 + ADs_2 + \dots + ADs_n = \sum_1^n ADs_i$$

Za radni vozni park broj auto-dana na radu biće:

- Za homogeni vozni park:

$$ADr = \sum_1^A Dr$$

- Za heterogeni vozni park:

$$ADr = ADr_1 + ADr_2 + \dots + ADr_n = \sum_1^n ADr_i$$

Za auto-dane sposobnih vozila, auto dana u garaži biće:

- Za homogeni vozni park:

$$ADg = \sum_1^A Dg$$

- Za heterogeni vozni park:

$$ADg = ADg_1 + ADg_2 + \dots + ADg_n = \sum_1^n ADg_i$$

Za auto-dane nesposobnih vozila biće:

- Za homogeni vozni park:

$$ADn = \sum_1^A Dn$$

- Za heterogeni vozni park:

$$ADn = ADn_1 + ADn_2 + \dots + ADn_n = \sum_1^n ADn_i$$

Polazeći od tehničke i eksploatacione podele inventarskog voznog parka može se napisati podela inventarskih auto-dana i to:

- Za homogeni vozni park:

$$ADi = ADs + ADn$$

$$ADs = ADr + ADg$$

$$ADi = ADr + ADg + ADn$$

- Za heterogeni vozni park:

$$\sum_1^n ADi_i = \sum_1^n ADS_i + \sum_1^n ADn_i$$

$$\sum_1^n ADS_i = \sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i$$

$$\sum_1^n ADi_i = \sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i + \sum_1^n ADn_i$$

Kod bilansiranja iskorišćenja ukupnog fonda vremena voznog parka – inventarskih auto-dana treba težiti postizanju što većeg broja auto-dana na radu i minimizaciji broja neproaktivnih auto-dana u garaži i neispravnih auto-dana.

6.3.3 Koeficijent tehničke ispravnosti – α_i

Koeficijent tehničke ispravnosti utvrđuje koji deo od ukupno raspoloživog vremena u danima su vozila tehnički ispravna – sposobna za eksploataciju. Za jedinicu voznog parka to je odnos broja sposobnih prema broju inventarskih dana.

Za ceo vozni park u toku jednog dana to je odnos broja sposobnih vozila prema inventarskom broju vozila.

Za ceo vozni park u nekom posmatranom vremenskom periodu to je odnos sposobnih auto-dana prema inventarskim auto-danima.

Prema tome, izraz za koeficijent tehničke ispravnosti biće:

- za jedinicu voznog parka

$$\alpha_t = \frac{Ds}{Di} = \frac{Di + Dn}{Dr + Dg + Dn}$$

- za homogeni vozni park u toku jednog dana

$$\alpha_t = \frac{As}{Ai} = \frac{Ai - An}{Ar + Ag + An}$$

- za heterogeni vozni parku toku jednog dana

$$\alpha_t = \frac{\sum_1^n As_i}{\sum_1^n Ai_i} = \frac{\sum_1^n Ai_i - \sum_1^n An_i}{\sum_1^n Ar_i + \sum_1^n Ag_i + \sum_1^n An_i}$$

isto tako

$$\alpha_t = \frac{\sum_1^n Ai_i \cdot \alpha_{t_i}}{\sum_1^n Ai_i} = \frac{\sum_1^n Ai_i \cdot \alpha_{t_i}}{\sum_1^n Ar_i + \sum_1^n Ag_i + \sum_1^n An_i}$$

Za ceo vozni park u ma kom posmatranom vremenskom periodu biće:

- za homogeni vozni park

$$\alpha_t = \frac{ADs}{ADi} = \frac{ADi - ADn}{ADr + ADg + ADn}$$

- za heterogeni vozni park

$$\alpha_t = \frac{\sum_1^n ADS_i}{\sum_1^n ADi_i} = \frac{\sum_1^n ADi_i - \sum_1^n ADn_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i + \sum_1^n ADn_i}$$

isto tako

$$\alpha_t = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_{t_i}}{\sum_1^n ADi_i} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_{t_i}}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i + \sum_1^n ADn_i}$$

$$\alpha_t = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_{t_i}}{\sum_1^n ADi_i} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n \alpha_{t_i}$$

Koeficijent tehničke ispravnosti ocenjuje uspeh službe opravki i održavanja u pružanju eksploataciji ispravnih kapaciteta vozila i voznog parka koji mogu biti korišćeni za rad.

6.3.4 Koeficijent iskorišćenja voznog parka – α

Koeficijent iskorišćenja voznog parka α određuje koji deo od ukupno raspoloživog vremena u danima su vozila provela na radu. Za jedinicu voznog parka u nekom vremenskom periodu to je odnos broja dana na radu prema inventarskim danima.

Za ceo vozni park u toku jednog dana to je odnos broja vozila na radu prema inventarskom broju vozila.

Za ceo vozni park u ma kom posmatranom vremenskom periodu to je odnos broja auto-dana na radu prema inventarskim auto-danima.

Prema tome, izraz za koeficijent iskorišćenja voznog parka biće:

- za jedinicu voznog parka

$$\alpha = \frac{Dr}{Di} = \frac{Dr}{Dr + Dg + Dn}$$

- za homogeni vozni park

$$\alpha = \frac{Ar}{Ai} = \frac{Ar}{Ar + Ag + An}$$

- za heterogeni vozni park u toku jednog dana

$$\alpha = \frac{\sum_1^n Ar_i}{\sum_1^n Ai_i} = \frac{\sum_1^n Ar_i}{\sum_1^n Ar_i + \sum_1^n Ag_i + \sum_1^n An_i}$$

isto tako

$$\alpha = \frac{\sum_1^n Ai_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n Ai_i} = \frac{\sum_1^n Ai_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n Ar_i + \sum_1^n Ag_i + \sum_1^n An_i}$$

- za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$\alpha = \frac{ADr}{ADi} = \frac{ADr}{ADr + ADg + ADn}$$

- za heterogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$\alpha = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADi_i} = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i + \sum_1^n ADn_i}$$

isto tako

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n ADi_i} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i + \sum_1^n ADn_i}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n ADi_i} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n \alpha_i$$

Koeficijentom iskorišćenja voznog parka ocenjuje se stepen mobilnosti voznog parka, jer se njime određuje koji deo od ukupno raspoloživog vremena u danima je korišćen za rad.

6.3.5 Koeficijent iskorišćenja tehnički ispravnog – sposobnog voznog parka – α'

Pokazatelji kojima se ocenjuje stepen izlaska ispravnih vozila na rad je koeficijent iskorišćenja tehnički ispravnog voznog parka. Njime se ocenjuje sposobnost komercijalne službe da zaposli ispravna vozila.

Koeficijent iskorišćenja tehnički ispravnih vozila određuje koji deo od sposobnih dana su vozila provela na radu.

Za jedinicu voznog parka u nekom periodu vremena to je odnos broja dana na radu prema danima u kojima je vozilo bilo sposobno za rad.

Za ceo vozni park u ma kom posmatranom vremenskom periodu to je odnos auto-dana na radu prema broju auto-dana u kojima su vozila bila sposobna za rad.

Ovako definisan koeficijent α' može se tačno izračunati i primeniti samo u slučaju kada je režim rada voznog parka takav da su svi dani u posmatranom periodu radni. To odgovara režimu linijskog autobusnog saobraćaja kod koga su svi dani u toku godine radni dani (vozni park radi i subotom i nedeljom i državnim praznicima). U uslovima rada teretnih vozila (ne rade subotom i nedeljom i državnim praznicima – petodnevna radna nedelja ili ne rade nedeljom i državnim praznicima - šestodnevna radna nedelja) ovaj koeficijent dobija poseban oblik.

Prema tome izrazi za koeficijent iskorišćenja voznog parka kada je režim rada takav da su svi dani u toku godine radni biće:

- za jedinicu voznog parka

$$\alpha' = \frac{Dr}{Ds} = \frac{Dr}{Dr + Dg}$$

- za homogeni vozni park u toku jednog dana

$$\alpha' = \frac{Ar}{As} = \frac{Ar}{Ar + Ag}$$

- za heterogeni vozni park u toku jednog dana

$$\bar{\alpha}' = \frac{\sum_1^n Ar_i}{\sum_1^n As_i} = \frac{\sum_1^n Ar_i}{\sum_1^n Ar_i + \sum_1^n Ag_i}$$

- za homogeni vozni park u ma kom posmatranom vremenskom periodu

$$\alpha' = \frac{ADr}{ADs} = \frac{ADr}{ADr + ADg}$$

- za heterogeni vozni park u ma kom posmatranom vremenskom periodu

$$\bar{\alpha}' = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADs_i} = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i}$$

isto tako

$$\bar{\alpha}' = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADs_i} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg_i}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i}{\sum_1^n ADs_i} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n \alpha'_i$$

Ovaj koeficijent može imati potpuno različite vrednosti kod teretnih vozni parkova koji rade samo radnim danima i to petodnevnu radnu nedelju sa dnevnim radnim vremenom od 8 h po smeni ili šestodnevnu radnu nedelju sa sedmočasovnim radnim vremenom.

U režimu petodnevne radne sedmice godišnji broj radnih dana voznog parka, tj. režim rada parka dobija se na sledeći način:

$$FDr_{god} = 365 - (2 \times 52 + 8) + 12 = 265 \text{ dana} \quad FDr_{god} = 265$$

- 52 nedelje
- 52 subote
- 8 dana državnih praznika
- + 12 radnih subota, u mesecu po jedna, za dopunu do 42 h radne sedmice, jer je za 5 radnih dana ostvareno $5 \times 8 = 40$ h, a prekovremeni rad vozača nije dozvoljen

Kod šestodnevne radne sedmice godišnji fond radnih dana voznog parka se dobija na sledeći način:

$$FDr_{god} = 365 - (52 + 8) = 305 \text{ dana} \quad FDr_{god} = 305$$

Za ispravno računanje koeficijenta iskorišćenja tehnički ispravnog – sposobnog voznog parka nužno je iz podataka o Ds , ADs i $\sum_1^n ADs$ isključiti sposobna vozila i auto-dane sposobnih vozila ostvarenih u neradnim danima voznog parka, jer sposobna vozila u te dane nije moguće zaposliti. Obzirom da se bilansiraju radni dani u odnosu na sposobne dane, samo će na taj način izračunat koeficijent α' dati stvaran stepen zaposlenosti ispravnog voznog parka u radnim danima.

To znači da je potrebno posebno evidentirati:

Ds'_5 – sposobni dani vozila u radnim danima petodnevne radne nedelje

Ds'_6 – sposobni dani vozila u radnim danima šestodnevne radne nedelje

Fond sposobnih dana vozila u neradnim danima potrebno je posebno evidentirati:

ADs'_5 – sposobni auto-dani voznog parka u radnim danima petodnevne radne nedelje

ADs'_6 – sposobni auto-dani voznog parka u radnim danima šestodnevne radne nedelje

$\sum_1^n ADs'_5$ – sposobni auto-dani heterogenog voznog parka u radnim danima petodnevne radne nedelje

$\sum_1^n ADs'_6$ – sposobni auto-dani heterogenog voznog parka u radnim danima šestodnevne radne nedelje

Izrazi za izračunavanje koeficijenta iskorišćenja tehnički ispravnog teretnog voznog parka biće za petodnevnu i šestodnevnu radnu sedmicu:

– za jedinicu voznog parka

$$a) \alpha'_5 = \frac{Dr}{Ds'_5} = \frac{Dr}{Dr + Dg'_5}$$

$$b) \alpha'_6 = \frac{Dr}{Ds'_6} = \frac{Dr}{Dr + Dg'_6}$$

– za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$a) \alpha'_5 = \frac{ADr}{ADs'_5} = \frac{ADr}{ADr + ADg'_5}$$

$$b) \alpha'_6 = \frac{ADr}{ADs'_6} = \frac{ADr}{ADr + ADg'_6}$$

– za heterogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$a) \bar{\alpha}'_5 = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADs'_{i5}} = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg'_{i5}}$$

$$b) \bar{\alpha}'_6 = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADs'_{i6}} = \frac{\sum_1^n ADr_i}{\sum_1^n ADr_i + \sum_1^n ADg'_{i6}}$$

$Dg'_5, Dg'_6, ADg'_5, ADg'_6, \sum_1^n ADg'_{i5}, \sum_1^n ADg'_{i6}$ – auto-dani sposobnih vozila van rada u radnim danima voznog parka

Ukoliko se kod teretnog voznog parka izračunava α' tako kao da su svi kalendarski dani radni, tada se dobija iskrivljena slika. U tom slučaju takođe je neophodno prikazati broj sposobnih dana van rada usled neradnih dana voznog parka sa raščlanjenjem na subote i nedelje, državne praznike i višu silu.

Na osnovu datih izraza za koeficijente, može se utvrditi, da je koeficijent iskorišćenja voznog parka α jednak proizvodu koeficijenta iskorišćenja tehnički ispravnog voznog parka α' i koeficijenta tehničke ispravnosti α_t .

$$\alpha = \alpha' \times \alpha_t$$

Ova relacija ne važi u uslovima teretnog voznog parka kod primene koeficijenata α'_5 ili α'_6 .

Koeficijent iskorišćenja inventarskog voznog parka α po vrednosti može biti manji ili jednak koeficijentu tehničke ispravnosti voznog parka α_t

$$\alpha \leq \alpha_t$$

Kada je $\alpha = \alpha_t$ to znači da su sva tehnički ispravna vozila radila i da nije bilo ispravnih vozila van rada.

6.3.6 Zavisnost veličine koeficijenta tehničke ispravnosti i iskorišćenja voznog parka

Na veličinu koeficijenta tehničke ispravnosti i iskorišćenja voznog parka deluje toliko mnogo elemenata, da je veoma složen zadatak stepenovanja uticaja svih elemenata na nivo vrednosti istog. Stepen tehničke ispravnosti zavisi u velikoj meri od kvaliteta vozila, opšteg tehničkog stanja vozila, pogodnosti vozila za tehničko održavanje, režima rada i racionalnosti eksploatacije voznog parka, ispravnosti načina rukovanja vozilom, načina posedovanja vozila, redovnog režima održavanja vozila, efikasnosti pri opravkama vozila, snabdevenosti voznog parka rezervnim delovima i pneumaticima, stanja mreže saobraćajnica, klimatskih uslova itd.

Visok kvalitet vozila podrazumeva izradu vozila od materijala dobrog kvaliteta, visoku pouzdanost, bezbednost i ekonomičnost eksploatacije. Opšte tehničko stanje podrazumeva promenu tehničkog stanja vozila u funkciji broja godina u eksploataciji i opadanja pouzdanosti i ekonomičnosti. Pogodnost vozila za tehničko održavanje ocenjuje se lakoćom pristupa sklopovima i agregatima vozila (pristup motoru podizanjem kabine).

Režim rada voznog parka definiše dnevno radno vreme vozila, rastojanja na kojima vozila rade, putne uslove, stepen iskorišćenja korisne nosivosti, upotrebu priključnog vozila itd. Od režima rada voznog parka zavisi nivo srednje dnevne kilometraže koja u velikoj meri zavisi od dnevnog radnog vremena vozila, tj. od broja smena vozača.

Racionalnost eksploatacije podrazumeva takvu organizaciju transportnih procesa u kojoj se transportni zahtevi izvršavaju uz minimum ukupnog broja pređenih kilometara vozila, minimizaciju nultog pređenog puta, što manjeg broja praznih kilometara, minimizaciju neproizvodnih danguba vozila i rad sa optimalnim iskorišćenjem nosivosti vozila bez preopterećenja.

Ispravnost rukovanja vozilom podrazumeva dobru obučenosť vozačkog osoblja sa tehničkim karakteristikama vozila i režim vožnje koji obezbeđuje ekonomičnost pri radu vozila, uz produženje veka agregata i sklopova na vozilu.

Putni uslovi podrazumevaju ispravan izbor prevoznog puta, jer stanje mreže saobraćajnica neposredno utiče na intenzitet habanja vozila, učestalost otkaza i nivo tehničke ispravnosti.

Klimatski uslovi mogu niti uzrok prekida eksploatacije vozila u voznom parku usled velikog snega, poplava itd.

PRIMERI:

A. REŽIM RADA VOZNOG PARKA JE $R_r = 365$ DANA GODIŠNJE

1. Za jedinicu voznog parka u periodu od godinu dana ostvareno je:

$$D_r=312, D_s=325, D_i=365, D_n=D_i-D_s=40, D_g=13$$

$$\alpha = \frac{D_r}{D_i} = \frac{312}{365} = 0,854; \alpha_t = \frac{D_s}{D_i} = \frac{325}{365} = 0,89; \alpha' = \frac{D_r}{D_s} = \frac{312}{325} = 0,96$$

$$\alpha = \alpha' \times \alpha_i = 0,96 \times 0,89 = 0,854$$

2. *Za homogeni vozni park u toku jednog dana*

Ar=89, As=92, Ai=101, An=9

$$\alpha = \frac{Ar}{Ai} = \frac{89}{101} = 0,881; \alpha_i = \frac{As}{Ai} = \frac{92}{101} = 0,911; \alpha' = \frac{Ar}{As} = \frac{89}{92} = 0,967$$

$$\alpha = \alpha' \times \alpha_i = 0,967 \times 0,911 = 0,881$$

3. *Za heterogeni vozni park u toku jednog dana*

Grupe vozila	Broj vozila				
	inventar. Ai	ispravnih As	na radu Ar	u garaži Ag	neispravnih An
Grupa 1	19	17	15	2	2
Grupa 2	25	22	21	1	3
Grupa 3	10	8	3	-	2
Grupa 4	40	29	27	2	11
Vozni park	94	76	71	5	18

$$\sum_1^4 Ai = Ai_1 + Ai_2 + Ai_3 + Ai_4 = 19 + 25 + 10 + 40 = 94; \sum_1^4 As = 76; \sum_1^4 Ar = 71$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_1^4 Ar}{\sum_1^4 Ai} = \frac{71}{94} = 0,755; \bar{\alpha}_i = \frac{\sum_1^4 As}{\sum_1^4 Ai} = \frac{76}{94} = 0,809; \bar{\alpha}' = \frac{\sum_1^4 Ar}{\sum_1^4 As} = \frac{71}{96} = 0,943$$

$$\bar{\alpha} = \bar{\alpha}' \times \bar{\alpha}_i = 0,943 \times 0,809 = 0,755$$

4. *Za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena*

Vozni park od Ai=30 vozila u periodu od godinu dana Di=366 ostvareno je:

ADi=10980; ADs=9223; ADr=8393; ADg=830; ADn= 1757

$$\alpha = \frac{ADr}{ADi} = \frac{8393}{10980} = 0,764; \alpha' = \frac{ADr}{ADs} = \frac{8393}{9223} = 0,91; \alpha_i = \frac{ADs}{ADi} = \frac{9223}{10980} = 0,84$$

$$\alpha = \alpha' \times \alpha_i = 0,91 \times 0,84 = 0,764$$

5. *Za heterogeni vozni park u ma kom periodu vremena*

U primeru će biti uzeto 5 grupa vozila u periodu od Di=365 dana

Grupe vozila	Broj vozila				
	Inventar. ADi	Ispravnih ADs	na radu ADr	u garaži ADg	Neispravnih ADn
Grupa 1	3650	3051	2980	71	599
Grupa 2	1825	1552	1481	71	273
Grupa 3	5767	5435	5259	176	332
Grupa 4	10950	9211	8853	358	1739
Grupa 5	2993	2212	1894	318	781
Vozni park	25185	21461	20467	994	3724

$$\bar{Ai} = \frac{\sum_1^5 ADi}{Di} = \frac{25185}{365} = 69; \bar{As} = \frac{\sum_1^5 ADs}{Di} = 58,8; \bar{Ar} = \frac{\sum_1^5 ADr}{Di} = 56,08$$

$$\overline{Ag} = 2,72; \overline{An} = 10,2$$

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_1^5 ADr}{\sum_1^5 ADi} = \frac{20467}{25185} = 0,812; \quad \overline{\alpha'} = \frac{\sum_1^5 ADr}{\sum_1^5 ADs} = \frac{20467}{21461} = 0,954;$$

$$\overline{\alpha}_t = \frac{\sum_1^5 ADs}{\sum_1^5 ADi} = \frac{21461}{25185} = 0,852$$

$$\overline{\alpha} = \overline{\alpha'} \times \overline{\alpha}_t = 0,954 \times 0,852 = 0,812$$

B. REŽIM RADA VOZNOG PARKA JE $R_t = 265$ DANA GODIŠNJE (PETODNEVNA RADNA SEDMICA)

1. *Za jedinicu voznog parka u ma kom periodu vremena (uzeće se $D_i=365$)*

$$D_i=365, D_s=343, D_r=253, D_n=22, D_g=90, D_g'=12$$

Vozilo je bilo 90 dana ispravno u garaži van rada, ali od toga samo 12 dana u radnim danima voznog parka. Ostatak od $D_g - D_g' = 78$ dana ispravnih je van rada ali od toga 52 nedelje, 8 dana državnih praznika i 18 neradnih subota.

$$\alpha = \frac{D_r}{D_i} = \frac{253}{365} = 0,693; \quad \alpha_t = \frac{D_s}{D_i} = \frac{345}{365} = 0,94; \quad \alpha' = \frac{D_r}{D_s} = \frac{253}{343} = 0,738$$

Ovako izračunati koeficijenti iskorišćenja tehnički ispravnog sposobnog voznog parka može nas navesti na totalno pogrešan zaključak da je čak 26,2% od sposobnih dana vozilo bilo van rada i da je komercijalna služba loše upošljavala vozilo. Koeficijent iskorišćenja sposobnih vozila, ispravno će biti izračunat samo tada ako se fond sposobnih dana bude računao isključivo u radnim danima parka

$$\alpha'_s = \frac{D_r}{D_s'} = \frac{D_r}{D_r + D_g'_s} = \frac{253}{253 + 12} = 0,955$$

Izračunati koeficijent α'_s daje realnu sliku o uposlenosti vozila.

2. *Za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena*

Vozni park sastavljen od 58,5 vozila prosečno u toku godine ostvario je:

$$AD_i=21352; AD_s=18576; AD_r=14391; AD_n=2776; AD_g=4185; AD_g'=9$$

$$\alpha = \frac{AD_r}{AD_i} = \frac{14391}{21352} = 0,674; \quad \alpha_t = \frac{AD_s}{AD_i} = \frac{18576}{21352} = 0,87; \quad \alpha' = \frac{AD_r}{AD_s} = \frac{14391}{18576} = 0,775$$

Izračunati koeficijent α' nije realan. Potrebno je izračunati tačan koeficijent.

$$\alpha'_s = \frac{AD_r}{AD_r + AD_g'_s} = \frac{14391}{14391 + 9} = 0,999$$

Sa ispravno izračunatim koeficijentom imamo praktično potpunu uposlenost voznog parka prema režimu rada i evidentiranim sposobnim danima vozila u garaži koji se ne mogu iskoristiti za eksploataciju.

3. *Za heterogeni vozni park u ma kom periodu vremena*

Za tačnu sliku iskorišćenja tehnički sposobnog ispravnog voznog parka takođe se ne dobija

jasna slika upotrebom koeficijenta α' . Potrebno je utvrditi $\sum_1^n AD_g'$ i izračunati α'_s koje daje mogućnost realne ocene zaposlenosti vozila.

Grupe vozila	Auto-dani vozila						
	inventar. AD _i	ispravnih AD _s	na radu AD _r	neisprav. Dn _i	u garaži		
					AD _g	AD _{g'} ₅	AD _{g_n}
Grupa 1	9125	6388	6204	2737	184	64	120
Grupa 2	5475	4681	3558	794	1123	123	1000
Grupa 3	10220	8175	6458	2045	1717	140	1577
Grupa 4	7300	6570	5387	730	1183	60	1123
Vozni park	32120	25814	21607	6306	4207	387	3820

AD_{g'}₅ – auto dani ispravnih vozila van rada u radnim danima voznog parka

AD_{gn} – auto dani ispravnih vozila van rada u neradnim danima voznog parka

AD_{s'} – sposobni auto dani voznog parka u radnim danima voznog parka

AD_s – sposobni auto dani voznog parka u posmatranom periodu vremena

Za ovaj vozni park sa ovakvom distribucijom auto-dana, ostvarene su sledeće vrednosti koeficijenata α , α_t , α' i α'_5 .

$$\alpha_t = \frac{AD_s}{AD_i}; \alpha = \frac{AD_r}{AD_i}; \alpha' = \frac{AD_r}{AD_s} = \frac{AD_r}{AD_r + AD_g}; \alpha'_5 = \frac{AD_r}{AD_s'_5} = \frac{AD_r}{AD_r + AD_g'_5}$$

$$\bar{\alpha}_t = \frac{\sum_1^4 AD_s}{\sum_1^4 AD_i}; \bar{\alpha} = \frac{\sum_1^4 AD_r}{\sum_1^4 AD_i}; \bar{\alpha}' = \frac{\sum_1^4 AD_r}{\sum_1^4 AD_s}; \bar{\alpha}'_5 = \frac{\sum_1^4 AD_r}{\sum_1^4 AD_s'_5} = \frac{\sum_1^4 AD_r}{\sum_1^4 AD_r + \sum_1^4 AD_g'_5}$$

Grupa vozila	α_t	α	α'	α'_5
1	0,7	0,68	0,971	0,99
2	0,855	0,65	0,76	0,966
3	0,8	0,632	0,79	0,979
4	0,9	0,738	0,82	0,989
Vozni park	0,803	0,673	0,837	0,982

Poređenjem vrednosti koeficijenata α' i α'_5 mogu se lako uočiti razlike vrednosti istih, pa izračunate vrednosti koeficijenta α' mogu nametnuti pogrešne zaključke o slabom korišćenju sposobnih auto-dana po grupama vozila i za vozni park u celini.

Za sve koeficijente u tabeli važi takođe zaključak da se srednja vrednost za ceo vozni park ne može izračunati kao prosta aritmetička sredina postignutih koeficijenata po grupama vozila

$$\bar{\alpha}_t \neq \frac{1}{n} = \sum_1^n \alpha_{ii} \text{ već je } \bar{\alpha}_t = \frac{\sum_1^n \alpha_{ii} \cdot AD_i}{\sum_1^n AD_i}$$

Ista metodologija primenjuje se i kada vozni park ima režim rada sa šestodnevnom radnom nedeljom, tj. kada je Hr=305 dan/god. I uz primenu odgovarajućih formula za šestodnevnu radnu nedelju.

Samo korišćenje koeficijenata α'_5 i α'_6 omogućava realnu ocenu uspeha komercijalne službe na zapošljavanje ispravnih vozila.

6.3.7 Vremenski bilans – u časovima rada vozila i voznog parka

DNEVNO RADNO VREME VOZILA

Korisnim i proizvodnim delom radnog vremena vozila smatra se ono vreme koje vozilo provede u vožnji sa putnicima ili sa robom. Nekorisnim ali neophodnim – pripremnim vremenom pri izvršenju transportnih procesa vozila smatra se vreme koje vozilo utroši na ukrcavanje – iskrcavanje putnika

i utovarno – istovarne operacije pri transportu robe. Pripremnim vremenom smatra se i vreme vožnje praznog vozila u slučaju kada je to neophodno za izvršenje prevoza, odnosno kada je vožnja praznog vozila sastavni deo transportnog procesa.

Vreme stajanja vozila na istovarno – utovarnim operacijama

Utovarno – istovarnim radovima naziva se kompleks operacija u vezi sa utovarom robe na vozilo u mestima otpreme robe i istovarom robe u mestima isporuke robe.

Ukupno vreme stajanja vozila na utovaru i istovaru za jednu vožnju sa teretom t_{ui} sadrži sledeće elemente: vreme čekanja utovara i istovara, vreme manevrisanja vozila u postavljanju na mesto utovara – istovara, vreme efektivnog trajanja utovarno – istovarnih operacija i vreme potrebno za oformljenje dokumenata vezanih za izvršenje prevoza.

Vreme čekanja početka utovara – istovara često čini značajan deo ukupnog vremena stajanja na utovaru i istovaru. Ovo vreme međutim, nije poželjan element ukupnog vremena. Pri dobroj organizaciji i uslovima sinhronizovanog rada utovarno – istovarnih mesta i vozila ovo vreme može biti svedeno na minimum ili u potpunosti eliminisano.

Vreme manevrisanja vozila u postavljanju na mesto utovara – istovara zavisi od tipa vozila (vučnog voza), šeme razmeštaja utovarno – istovarnog mehanizma, dimenzija prostora za manevrisanje u prilazu do utovarno – istovarnih mehanizama i rešenja prilaznih puteva.

Vreme izvršenja utovarno – istovarnih radova predstavlja glavni element ukupnog vremena dangube vozila na utovaru – istovaru. U ovo vreme uključeni su i otvaranje i zatvaranje stranica karoserije, podešavanje visine arnjeva, otvaranje i zatvaranje vrata kod vozila sa zatvorenom karoserijom, pričvršćivanje tereta, nameštanje i vezivanje cirade, merenje i brojanje robe itd. Trajanje vremena izvršenja utovarno – istovarnih radova zavisi od načina izvršenja istih, nosivosti i tipa vozila, vrste robe, broja izvršioca i stepena njihove obučenosti pri ručnom načinu utovara – istovara ili od tipa mehanizacije i proizvodnosti iste pri mehanizovanom načinu utovara – istovara.

Vreme oformljenja prevoznih dokumenata zavisi od složenosti primenjene dokumentacije, koja je znatno složenija kada je u pitanju međunarodni transport. Radi iskorišćenja ukupnog vremena dangube na utovaru – istovaru, potrebno je proces oformljenja dokumenata obavljati u toku izvršenja utovarno – istovarnih operacija.

Skraćenje vremena dangube na utovaru – istovaru vozila postiže se povećanjem stepena mehanizovanosti utovarno – istovarnih operacija, korišćenjem visoko produktivnih mašina i mehanizama za utovar – istovar, primenom vozila sa uređajima za samoutovar i samoistovar, sinhronizovanim ravnomernim dolaskom vozila na mesta utovara – istovara usklađenim sa popusnom moći utovarno – istovarnih mehanizama.

Auto – časovi

U toku jednog auto-dana na radu vremenski bilans tehnički sposobnog vozila za vreme od 24 časa biće:

$$H_r + H_g = 24$$

gde je:

H_r – broj časova provedenih na radu (dnevno radno vreme vozila)

H_g – broj časova provedenih van rada u garaži

6.3.8 Radno vreme vozila

U toku radnog dana svako vozilo se nalazi određeno vreme na radu H_r gde radeći na liniji (u putničkom saobraćaju) ili na prevoznom putu (u teretnom saobraćaju) izvršava prevoz putnika ili robe.

Dnevno radno vreme vozila H_r (u časovima) se računa se od momenta polaska, do momenta povratka vozila u autotransportnu organizacije sa odbitkom vremena za obavezne zakonom propisane odmore vozača i obedovanja.

Dnevno radno vreme vozila H_r se deli na vreme koje vozilo provede u vožnji H_w i vreme koje provede u stajanju – dangubi H_d . Prema tome je:

$$H_r = H_w + H_d \quad [h]$$

Vreme provedeno u vožnji može se dalje raščlanjivati na vreme korisne vožnje H_{w_k} i vreme nekorisne vožnje H_{w_n} . Pojam korisne vožnje H_{w_k} podrazumeva vožnju sa putnicima – teretom. Pojam nekorisne vožnje H_{w_n} podrazumeva vožnju praznog vozila.

$$H_w = H_{w_k} + H_{w_n} \quad [h]$$

Neproductivno vreme dangube vozila takođe se može raščlaniti na vreme koje vozilo provede na utovaru – istovaru H_{ui} i vreme dangube vozila usled tehničke neispravnosti H_t ukoliko je u toku dana došlo do dangube vozila usled otkaza (tehničke neispravnosti).

$$H_d = H_{ui} + H_t \quad [h]$$

Prema tome ukupno dnevno radno može se raščlaniti

$$H_r = H_{w_k} + H_{w_n} + H_{ui} + H_t \quad [h]$$

Ukupno dnevno radno vreme vozila može se podeliti i na vreme koje vozilo provede na liniji – prevoznom putu H_o i vreme utrošeno za prelazak nultog puta H_n

$$H_r = H_o + H_n \quad [h]$$

gde je:

H_o – časovi rada na liniji (prevoznom putu za izvršenje obrta vozila)

H_n – časovi nulte vožnje (vreme utrošeno na vožnju od garaže do prvog utovara – ukrcajanja putnika i na kraju radnog vremena od poslednjeg mesta istovara – iskrcajanja putnika do povratka u garažu)

6.3.9 Režim rada i radno vreme voznog parka

Režim rada autotransportne organizacije zavisi od namene kapaciteta voznog parka, režima rada radnih organizacija koje koriste prevozne usluge, trajanja radnog vremena vozača i broja smena rada vozila.

Neke autotransportne organizacije rade preko cele godine (svi kalendarski dani su radni). Tu spadaju organizacije čija je delatnost prevoz putnika.

Neke autotransportne organizacije za sopstvene potrebe rade 357 dana godišnje (ne rade u danima državnih praznika) kao što je to slučaj kod razvoza hleba i mleka do prodavnica.

Sve autotransportne organizacije javnog teretnog saobraćaja i najveći deo autotransportnih organizacija za sopstvene potrebe radi po režimu petodnevne ili šestodnevne radne nedelje.

Autotransportne organizacije, a samim tim i vozni park imaće u kalendarskom periodu od D_i dana, D_r radnih dana po režimu rada koji je usvojen (godišnji fond radnih dana voznog parka).

Broj normalnih dana dangube (neradnih dana autotransportne organizacije) biće:

$$Dd_n = Di + Dr_r$$

Pri režimu petodnevne radne nedelje broj normiranih neradnih dana voznog parka $Dd_{n5} = 100$ dana, dok je broj radnih dana 265 godišnje.

Pri režimu šestodnevne radne nedelje broj normiranih neradnih dana voznog parka iznosi $Dd_{n6} = 60$ dana, dok je broj radnih dana voznog parka 305.

Dnevno radno vreme vozila, pored dnevnog radnog vremena vozača zavisi i od načina posedanja vozila vozačima. Potrebe eksploatacije voznog parka uslovile su sledeće sisteme rada vozača:

- sistem pojedinačnog rada vozača – 1 smena dnevno
- sistem 3 vozača na dva vozila – 1,5 smena dnevno
- sistem para vozača na vozilu – 2 smene dnevno
- grupni rad vozača – 2,5 - 3 smene dnevno

Kod pojedinačnog sistema svakim vozilom upravlja jedan vozač. Sistem ima prednosti kod očuvanja vozila i nedostatak, jer je dnevno radno vreme vozila kratko.

Kod sistema 3 vozača na dva vozila postiže se duže radno vreme vozila, ali je nedostatak što treći vozač odrađuje svoje smenu radeći na dva vozila po pola smene. Jedan od tri vozača pri tome mora imati prekid između prve i druge polovine radnog vremena.

Rad vozača u parovima obezbeđuje rad vozila u dve smene ali je nedostatak kod većine slučajeva obaveza stalnog prisustva oba vozača u toku obe smene. Naročito kod prevoza na dugim relacijama.

Grupni rad vozača omogućava maksimalno radno vreme vozila, ali se takav način posedovanja vozila negativno odražava na troškove održavanja i vek vozila.

Pri utvrđivanju radnog vremena voznog parka, koristi se složen pokazatelj autočas.

Za svako vozilo autočasovi su suma svih časova rada vozila u određenom periodu vremena.

$$AHR_i = \sum_1^{Dr} Hr_i$$

Za grupu vozila ili homogeni vozni park autočasovi će biti:

$$AHR = \sum_1^{Ai} \sum_1^{Dr} Hr_i$$

Za heterogeni vozni park autočasovi će biti:

$$AHR = AHR_1 + AHR_2 + \dots + AHR_n = \sum_1^n AHR_i$$

Pri eksploatacionim proračunima nemoguće je služiti se stvarnim vrednostima trajanja dnevnog radnog vremena svakog vozila, jer će u dužem vremenskom periodu različitih vrednosti trajanja dnevnog radnog vremena vozila biti veoma mnogo. U te svrhe koristi se prosečno dnevno radno vreme vozila koje se dobija:

- za jedno vozilo

$$\overline{Hr}_1 = \frac{\sum_1^{Dr} Hr_i}{Dr} [h]$$

- za grupu vozila i homogen vozni park

$$\overline{Hr} = \frac{AHr}{ADr} [h]$$

- za heterogeni vozni park sastavljen od n grupa vozila

$$\overline{Hr} = \frac{\sum_1^n AHR_i}{\sum_1^n ADR_i} [h]$$

Za homogen vozni park ili grupu vozila iste nosivosti vremenski bilans u autočasovima ostvaren u autodanima rada u kojima su vozila tehnički sposoban biće:

$$AHr + AHg = 24ADr \text{ ili } AHw + AHd + AHg = 24ADr$$

- za heterogeni vozni park biće

$$\sum_1^n AHR_i + \sum_1^n AHg_i = 24 \sum_1^n ADR_i \text{ ili } \sum_1^n AHw_i + \sum_1^n AHd_i + \sum_1^n AHg_i = 24 \sum_1^n ADR_i$$

gde su:

- AHr – autočasovi rada
- AHg – autočasovi van rada – u garaži
- AHw – autočasovi vožnje
- AHd – autočasovi dangube

6.3.10 Koeficijent iskorišćenja vremena u 24 časa – ρ

Za odmeravanje koji deo vremena u toku radnih dana je vozilo provelo na radu, koristi se koeficijent iskorišćenja vremena u 24 h koji se obeležava simbolom ρ .

Koeficijent iskorišćenja vremena u 24 časa dobija se odnosom dnevnog radnog vremena Hr prema vremenu u 24 časa, a to iznosi:

- za jedno vozilo u toku jednog dana

$$\rho = \frac{Hr}{24}$$

- za homogeni vozni park ili grupu vozila iste nosivosti

$$\rho = \frac{AHr}{24ADr} = \frac{AHr}{24ADi \cdot \alpha}$$

- za heterogeni vozni park

$$\overline{\rho} = \frac{\sum_1^n AHR_i}{24 \sum_1^n ADR_i} = \frac{24 \sum_1^n ADR_i \cdot \rho_i}{24 \sum_1^n ADR_i} = \frac{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i \cdot \rho_i}{\sum_1^n ADi_i \cdot \alpha_i} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n \rho_i$$

Na vrednost koeficijenta ρ može se uticati organizacionim merama tj. produženjem radnog vremena vozila sa jedne na veći broj smena. Vrednost koeficijenta ρ za rad u jednoj smeni oscilira od 0,2916 do 0,333 ($7+8 \text{ h} = Hr$); za rad sa smenom i po vrednost za ρ je od 0,4379 do 0,5, za rad vozila u dve smene vrednost za ρ je u granicama od 0,583 do 0,666; pri radu vozila u 2,5 smene vrednosti za ρ su u granicama od 0,729 do 0,833. Za rad u 3 smene vrednosti za ρ su u granicama

od 0,875 do 1,0. Donje granice daju vrednosti za koeficijent ρ u uslovima sedmočasovnog radnog vremena smene, dok su gornje granice u uslovima osmočasovnog radnog vremena.

6.3.11 Koeficijent iskorišćenja radnog vremena – δ

Pravilna organizacija izvršenja prevoza u drumskom saobraćaju podrazumeva racionalnu organizaciju transportnih procesa. Kako vozila izvršavaju prevoz, ostvaruju transportni rad i produktivna su, samo kada se kreću sa teretom, odnosno sa putnicima, to znači da je cikluse transportnog procesa potrebno organizovati tako da dangube vozila, radi utovara i istovara budu minimalni. Isti zaključak se odnosi na sve vrste stajanja vozila u toku radnog vremena, jer se time minimiziraju neproizvodni gubitci radnog vremena vozila.

Za ocenu stepena iskorišćenja radnog vremena vozila koristi se koeficijent iskorišćenja radnog vremena δ koji se dobija odnosom vremena provedenog u vožnji prema ukupnom radnom vremenu.

Prema datoj definiciji koeficijent iskorišćenja radnog vremena biće:

– za jedinicu voznog parka

a) u toku jednog dana

$$\delta = \frac{Hw}{Hr} = \frac{Hw}{Hw + Hd}$$

b) u nekom posmatranom vremenskom periodu

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_1^{Dr} Hw_i}{\sum_1^{Dr} Hr_i} = \frac{\sum_1^{Dr} Hw_i}{\sum_1^{Dr} Hw_i + \sum_1^{Dr} Hd_i}$$

– za homogen vozni park ili grupu nosivosti iste vrednosti

$$\delta = \frac{AHw}{Ahr} = \frac{AHw}{AHw + AHd} = \frac{AHw}{24ADr\rho} = \frac{AHw}{24ADi\alpha\rho}$$

– za heterogeni vozni park

$$\bar{\delta} = \frac{\sum_1^n AHw_i}{\sum_1^n Ahr_i} = \frac{\sum_1^n Ahr_i \delta_i}{\sum_1^n Ahr_i} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n \delta_i$$

Koeficijent iskorišćenja radnog vremena potrebno je odrediti i za cikluse transportnog procesa, tj. za prostu vožnju, složenu vožnju i obrt, a iz razloga ocenjivanja uspešnosti rada vozila. U sva tri slučaja to će biti odnos vremena vožnje vozila na liniji – prevoznom putu prema vremenu rada na liniji – prevoznom putu.

$$\delta_\lambda = \frac{tw_\lambda}{tr_\lambda}; \delta'_\lambda = \frac{tw'_\lambda}{tr'_\lambda}; \delta_o = \frac{tw_o}{tr_o}$$

gde su:

- $\delta_\lambda, \delta'_\lambda$ i δ_o – koeficijenti iskorišćenja radnog vremena za prostu vožnju, složenu vožnju i obrt
- tw_λ, tw'_λ i tw_o – vreme trajanja vožnje vozila u toku proste vožnje, složene vožnje i obrta
- tr_λ, tr'_λ i tr_o – ukupna vremena trajanja proste vožnje, složene vožnje i obrta

Vrednost koeficijenta δ zavisi od rastojanja prevoza, načina utovara i istovara, količine tereta u toku svake vožnje, korisne nosivosti vozila, saobraćajne brzine, putnih uslova itd.

6.4 IZMERITELJI I KOEFICIJENTI ISKORIŠĆENJA PREĐENOG PUTA

6.4.1 Pređeni put i njegovo iskorišćenje

Rastojanje u km koje vozilo pređe u određenom vremenskom periodu naziva se PREĐENI PUT.

Ukupan pređeni put vozila deli se na PRODUKTIVAN pređeni put i NEPRODUKTIVAN pređeni put.

Produktivan pređeni put

Pređeni put vozila sa teretom ili sa putnicima predstavlja radni – produktivni deo ukupnog pređenog puta, jer vozilo u toku ostvarivanja kilometara sa teretom – putnicima proizvodi jedinice transportnog rada.

Neproduktivan pređeni put

Put koji se ostvari u toku transportnog procesa na prevoznom putu, pri kretanju vozila od mesta istovara ka mestu utovara naziva se PRAZAN PREĐENI PUT. Ovaj pređeni put može smatrati pripremnim za obavljanje korisnog dela transportnog procesa.

Nultim pređenim putem naziva se pređeni put naziva se pređeni put vozila od autotransportne organizacije – auto baze (ili mesta parkiranja) do prvog mesta utovara i od poslednjeg mesta istovara do povratka u autobazu. U nulte pređene kilometre spadaju i kilometri koje vozilo pređe radi snabdevanja ili tehničkih intervencija.

Neproduktivan pređeni put je deo ukupno pređenog puta i sastavni je element transportnog procesa.

Ukupan pređeni put jednog vozila u toku dana se sastoji iz:

$$K = K_{\lambda} + Kn \quad [km]$$

gde je:

- K – ukupan pređeni put
- K_{λ} – pređeni put na prevoznom putu transportnog procesa
- Kn – nulti pređeni put

Obzirom da vozilo izvršavajući transportne procese ostvaruje i produktivan i neproduktivan pređeni put, biće:

$$K_{\lambda} = \sum Kt_{\lambda} + \sum Kp_{\lambda} = Kt + Kp$$

odnosno

$$K = Kt + Kp + Kn \quad [km/dn]$$

Ukoliko se umesto jedinica parka izražava pređeni put homogenog voznog parka biće za ma koji vremenski period:

$$AK = AKt + AKp + AKn \quad [km]$$

Za vozni park heterogenog sastava biće:

$$\sum_1^n AK_i = \sum_1^n AKt_i + \sum_1^n AKp_i + \sum_1^n AKn_i \quad [km]$$

Na osnovu ukupno pređenog puta voznog parka u periodu od godinu dana obično se računa prosečna godišnja kilometraža po jednom inventarskom vozilu kao jedan od pokazatelja intenziteta eksploatacije vozila u voznom parku.

$$K_{1god} = \frac{\sum_1^n AK}{\bar{Ai}}$$

gde je:

$\sum_1^n AK$ – ukupna godišnja kilometraža voznog parka

\bar{Ai} – prosečan inventarski broj vozila $\bar{Ai} = \frac{\sum_1^n ADi_i}{Di_{god}}$

6.4.2 Koeficijent iskorišćenja pređenog puta – β

Stepen iskorišćenja ukupnog pređenog puta vozila određen je pomoću koeficijenta iskorišćenja pređenog puta koji je jednak odnosu pređenog puta sa teretom (putnicima) – produktivnog puta, prema ukupno pređenom putu.

Koeficijent iskorišćenja pređenog puta iskazuje udeo pređenog puta sa teretom prema ukupno pređenom putu.

Za prostu vožnju, složenu vožnju i obrt biće:

$$\beta_\lambda = \frac{Kt_\lambda}{K_\lambda}; \beta_{\lambda'} = \frac{Kt_{\lambda'}}{K_{\lambda'}}; \beta_o = \frac{Kt_o}{K_o}$$

gde su:

$Kt_\lambda, Kt_{\lambda'} i Kt_o$ – kilometri sa teretom (putnicima) u toku proste vožnje, složene vožnje i obrta

$K_\lambda, K_{\lambda'}, K_o$ – ukupni kilometri u toku proste vožnje, složene vožnje i obrta

– za jedinicu voznog parka je:

$$\beta = \frac{Kt}{K} = \frac{Kt}{Kt + Kp + Kn}$$

– za homogeni vozni park je:

$$\beta = \frac{AKt}{AK} = \frac{AKt}{AKt + AKp + AKn}$$

– za heterogeni vozni park je:

$$\bar{\beta} = \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AK_i} = \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AKt_i + \sum_1^n AKp_i + \sum_1^n AKn_i}$$

gde su:

$Kt, AKt, \sum_1^n AKt_i$ – kilometri sa teretom – putnicima

$Kp, AKp, \sum_1^n AKp_i$ – prazni kilometri bez tereta – putnika

$Kn, AKn, \sum_1^n AKn_i$ – nulti kilometri

Vrednost koeficijenta iskorišćenja pređenog puta β zavisi od razmeštaja mesta otpreme i mesta prijema robe, intenziteta i smerova robnih tokova, strukture robe u robnim tokovima i njihovih specifičnih osobina, sastava voznog parka i kvaliteta dnevnog operativnog plana rada vozila.

Temeljna i pažljiva razrada prevoznog puta vozila vodi ka povećanju vrednosti koeficijenta iskorišćenja pređenog puta. Pored svega kod vozila sa specijalnom karoserijom teško je obezbediti prevoz u oba smera i tu se retko može postići za koeficijent iskorišćenja pređenog puta veća vrednost od 0,5.

6.4.3 Koeficijent nultog pređenog puta – ω

Koji deo od ukupno pređenog puta u toku nekog vremenskog perioda će vozilo utrošiti na savlađivanje NULTOG PREĐENOG PUTA zavisi od lokacije auto-baze (garaže) auto-transportne organizacije, odnosno od rastojanja auto-baze do mesta prvog utovara i rastojanja od poslednjeg mesta istovara do povratka u garažu. Nulti pređeni put utiče i na veličinu koeficijenta iskorišćenja pređenog puta.

Za određivanje dela nultog pređenog puta u ukupnom pređenom putu koristi se koeficijent nultog pređenog puta, koji označavamo sa ω , i koji je jednak odnosu nultog pređenog puta prema ukupno pređenom putu.

Prema tome izrazi za koeficijent nultog puta biće:

- za jedinicu voznog parka

$$\omega = \frac{Kn}{K}$$

- za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$\omega = \frac{AKn}{AK}$$

- za heterogeni vozni park u ma kom periodu vremena

$$\omega = \frac{\sum_1^n AKn_i}{\sum_1^n AK_i}$$

U praksi auto-transportnih organizacija neproduktivan pređeni put vozila u voznom parku ne razvrstava se na nulti pređeni put i prazan pređeni put, već se vode jedinstveno kao pređeni km bez tereta, odnosno bez putnika

Izbor lokacije auto-baze nije beznačajan, jer se kasnije u eksploataciji pojavljuju veliki troškovi na ime nultog pređenog puta, ukoliko je auto-baza udaljenija od mesta rada vozila više nego što je to bilo neophodno.

PRIMER Auto-baza radne organizacije koja se bavi prevozom putnika smeštena je na 6 km autobuske stanice. Za održavanje registrovanih linija dnevno polazi iz baze $Ar = 200$ vozila. Godišnji nulti pređeni put voznog parka autobusa biće:

$$AKn = 2L \times Ar \times Dr = 12 \times 200 \times 365 = 876.000 \text{ km/god.}$$

gde je:

- L – rastojanje od autobaze do autobuske stanice
- Ar – dnevni broj vozila na radu koji izlazi iz autobaze
- Dr – broj radnih dana voznog parka

Uzmemo li troškove pređenog po pređenom km u iznosu od **80** din/km dobićemo godišnje troškove auto-transportne organizacije u iznosu od **70.080.000** dinara, što ni malo nije simbolično kao trošak.

Dobijene vrednosti koeficijenta nultog pređenog puta sve su veće što je srednja dnevna kilometraža vozila manja.

6.4.4 Veza koeficijenta iskorišćenja pređenog puta i nultog pređenog puta

Uzajamna povezanost ova dva koeficijenta može se ustanoviti pomoću koeficijenta iskorišćenja pređenog puta za 1 vožnju β_λ .

Ako vozilo u toku dnevnog radnog vremena Hr , ostvari Z_λ – vožnji sa teretom, sa srednjom dužinom jedne vožnje sa teretom Kst_λ i koeficijentom iskorišćenja pređenog puta za vožnju β_λ tada će njegov dnevni pređeni put biti na prevoznom putu izvršenja transporta

$$K_\lambda = \frac{Kst_\lambda}{\beta_\lambda} Z_\lambda \quad [km]$$

Ukupan pređeni put u toku dana sadržaće još i nulti pređeni put gde je:

$$K = K_\lambda + Kn, \quad K = \frac{Kst_\lambda}{\beta_\lambda} Z_\lambda + Kn = \frac{Kst_\lambda}{\beta} Z_\lambda \quad [km]$$

gde je:

- Kst_λ – srednja dužina jedne vožnje sa teretom
- β_λ – koeficijent iskorišćenja pređenog puta za vožnju na prevoznom putu
- Z_λ – broj vožnji za radni dan
- Kn – nulti pređeni put za radni dan
- β – koeficijent iskorišćenja pređenog puta za radni dan

Obzirom da je po definiciji $\omega = \frac{Kn}{K}$ i $Kn = K \times \omega$ to će biti $K = K_\lambda + Kn$, odnosno

$$\frac{Kst_\lambda}{\beta_\lambda} Z_\lambda + \frac{Kst_\lambda \omega}{\beta} Z_\lambda = \frac{Kst_\lambda}{\beta} Z_\lambda$$

$$\frac{1}{\beta_\lambda} + \frac{\omega}{\beta} = \frac{1}{\beta} \qquad \frac{1}{\beta_\lambda} = \frac{1}{\beta} - \frac{\omega}{\beta}$$

$$\frac{\beta}{\beta_\lambda} = 1 - \omega \quad \text{i} \quad \beta = \beta_\lambda (1 - \omega)$$

Prema ovome, što je vrednost koeficijenta nultog pređenog puta manja, time je vrednost iskorišćenja pređenog puta u toku proste vožnje β_λ sve bliža vrednosti koeficijenta iskorišćenja pređenog puta β u transportnom procesu.

Može se zaključiti da povećanje vrednosti koeficijenta iskorišćenja pređenog puta vodi ka porastu proizvodnosti vozila, te je radi toga potrebno podizati nivo tog pokazatelja rada vozila. Od posebnog je značaja još i činjenica da proizvodnost vozila sa povećanjem koeficijenta iskorišćenja pređenog puta raste bez povećanja ukupnog pređenog puta, a ponekad čak i sa opadanjem istog. U tom slučaju na svaki ostvareni tkm troši se manje sredstava što praktično obezbeđuje niže troškove transporta po jedinici transportnog rada.

6.4.5 Srednja dužina vožnje sa teretom – Kst_{λ}

Srednjom dužinom vožnje sa teretom pri radu jednog vozila naziva se aritmetička srednja vrednost svih dužina vožnji sa teretom

$$Kst_{\lambda} = \frac{Kt_{\lambda 1} + Kt_{\lambda 2} + \dots + Kt_{\lambda z}}{Z_{\lambda}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=Z} Kt_{\lambda i}}{Z_{\lambda}} = \frac{Kt}{Z_{\lambda}}$$

gde je:

$$\begin{aligned} Kt_{\lambda 1} + Kt_{\lambda 2} + \dots + Kt_{\lambda i} + Kt_{\lambda z} & - \text{ dužina vožnji sa teretom} \\ Z_{\lambda} & - \text{ broj vožnji sa teretom} \end{aligned}$$

Obzirom da izraz $\sum_1^n Kt_{\lambda i}$ predstavlja ukupne kilometre sa teretom vozila – Kt u toku broja vožnji Z_{λ} to se srednja dužina vožnje sa teretom može izraziti

$$Kst_{\lambda} = \frac{\sum \left(\frac{Q}{q_{\lambda}} Kt_{\lambda} \right)_i}{\sum \left(\frac{Q}{q_{\lambda}} \right)_i} = \frac{Kt}{Z_{\lambda}} \quad [km]$$

gde je:

$$\begin{aligned} Q & - \text{ količina stvarno prevezenog tereta} \\ q_{\lambda} & - \text{ količina tereta prevezena u toku jedne vožnje} \\ Q/q_{\lambda} & - \text{ broj vožnji sa teretom} \\ Kt & - \text{ dužina vožnje sa teretom} \end{aligned}$$

– Za vozni park homogenog sastava ili grupu vozila biće:

$$Kst_{\lambda} = \frac{AKt}{AZ_{\lambda}} \quad [km]$$

gde je:

$$\begin{aligned} AZ_{\lambda} = \sum_1^A Z_{\lambda i} & - \text{ broj vožnji sa teretom celokupnog voznog parka} \\ AKt & - \text{ broj kilometara sa teretom voznog parka} \end{aligned}$$

– Za vozni park heterogenog od n grupa biće:

$$\overline{Kst_{\lambda}} = \frac{AZ_{\lambda 1} Kst_{\lambda 1} + AZ_{\lambda 2} Kst_{\lambda 2} + \dots + AZ_{\lambda n} Kst_{\lambda n}}{AZ_{\lambda 1} + AZ_{\lambda 2} + \dots + AZ_{\lambda n}} = \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda i} Kst_{\lambda i}}{\sum_1^n AZ_{\lambda i}} = \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda i}} \quad [km]$$

Kao i kod svih drugih izmeritelja i za izmeritelj Kst_{λ} važi zaključak da se njegova vrednost ne može izračunati kao aritmetička srednja vrednost ostvarenih srednjih dužina vožnje sa teretom po grupama vozila, tj.

$$Kst_{\lambda} \neq \frac{1}{n} \sum_1^n Kst_{\lambda i} \quad [km]$$

Pri izvršenju transportnih procesa podmiruju se transportni zahtevi klijenata na velikom broju lokacija, što znači da su dužine vožnje sa teretom različite. Za utvrđivanje prosečnog rastojanja na kome su prevozi – vožnje sa teretom obavljene uveden je izmeritelj srednja dužina vožnje sa teretom kojim su karakterisani uslovi za izvršavanje transportnih procesa.

6.4.6 Srednje rastojanje transporta jedne tone tereta – Kst_1

Srednje rastojanje transporta jedne tone tereta određuje prosečnu daljinu transportovanja svake tone tereta i dobija se kao rezultat odnosa ostvarenog transportnog rada u tonskim kilometrima prema količini prevezenog tereta u tonama.

- srednje rastojanje transporta jedne tone tereta u toku jedne proste vožnje biće:

$$Kst_1 = \frac{q_\lambda Kt_\lambda}{q_\lambda} \quad [km]$$

gde je:

- q_λ – količina prevezenog tereta u toku proste vožnje
- Kt_λ – pređeni km sa teretom u toku proste vožnje

- za složenu vožnju srednje rastojanje prevoza jedne tone tereta biće:

$$Kst_1 = \frac{\sum_1^n (q_\lambda Kt_\lambda)_i}{q_{\lambda i}} \quad [km]$$

- za homogeni vozni park ili grupu vozila iste korisne nosivosti biće:

$$Kst_1 = \frac{U}{Q} \quad [km]$$

gde je:

- U – ostvareni transportni rad u tkm
- Q – količina prevezenog tereta u t

- za heterogeni vozni park sastavljen od n grupa vozila biće:

$$\overline{Kst_1} = \frac{\sum_1^n U_i}{\sum_1^n Q_i} \quad [km]$$

gde je:

- U_1, U_2, \dots, U_n – ostvareni transportni rad u tkm
- Q_1, Q_2, \dots, Q_n – količina prevezenog tereta u t

6.4.7 Srednji dnevni pređeni put – Ksd

Za proračune pomoću kojih se može odrediti intenzitet eksploatacije vozila, proračun i dimenzionisanje kapaciteta za tehničko održavanje i opravke vozila potrebno je poznavati srednji dnevni pređeni put, jer od dnevnog pređenog puta vozila zavisi frekvencija i broj zahteva za pojedine vrste opsluživanja vozila shodno usvojenom režimu tehničkog održavanja vozila.

Srednji dnevni pređeni put vozila dobija se kao odnos ukupno pređenog puta prema broju auto dana rada vozila ili voznog parka.

Kako su dnevne kilometraže koje vozila prelaze u nekom vremenskom periodu po pravilu različite to se uvodi pojam srednjeg dnevnog pređenog puta.

Srednji dnevni pređeni put biće:

- za homogen vozni park:

$$K_{sd} = \frac{AK}{ADr} \quad [km/dn]$$

- za heterogen vozni park:

$$\overline{Ksd} = \frac{\sum_1^n AK_i}{\sum_1^n ADr_i} \quad [km/dn]$$

Na veličinu srednjeg dnevnog pređenog puta u velikoj meri utiče srednja dužina vožnje sa teretom, dnevno radno vreme vozila, vreme trajanja utovarno – istovarnih operacija, zatim putni i klimatski uslovi.

6.5 BRZINE KRETANJA VOZILA

Za odmeravanje uslova u kojima se odvija eksploatacija vozila u drumskom saobraćaju neophodno je utvrditi kolike su brzine kretanja vozila. Sve brzine koje se u organizaciji kretanja vozila u drumskom transportu izučavaju su uslovljene srednje brzine kretanja i izražene su u km/h.

Za različite proračune u okviru organizacije eksploatacije drumskih vozila definisane su sledeće uslovljene srednje brzine:

- saobraćajna brzina – V_s
- prevozna ili transportna brzina – V_p
- brzina obrta – V_o
- eksploataciona brzina – V_e

6.5.1 Srednja saobraćajna brzina – V_s

Saobraćajna brzina podrazumeva uslovljenu srednju brzinu kretanja vozila koja se dobija kada se ukupno pređeni put vozila (u km) podeli sa vremenom trajanja vožnje u časovima. Časovi vožnje obuhvataju i sva kratka zaustavljanja i stajanja vozila koja su prouzrokovana uslovima saobraćaja (čekanje na semaforu, zaustavljanje na neregulisanim raskrscima, čekanje na pružnom prelazu, čekanje na polazak kolone vozila pri velikoj gustini saobraćajnog toka, itd.)

Srednja saobraćajna brzina prema tome biće:

- za jedinicu voznog parka

$$V_s = \frac{K}{Hw} \quad [km/hw]$$

gde je:

- K – ukupno pređeni put u km jedinice voznog parka
- Hw – časovi vožnje vozila

- za homogen vozni park biće:

$$V_s = \frac{AK}{AHw} \quad [km/hw]$$

Ovde je AK ukupan pređeni put u km voznog parka, dok je Ahw broj časova vožnje voznog parka.

– za heterogeni vozni park stavljen od n grupa vozila je:

$$\bar{V}_S = \frac{\sum_1^n AHw_i \cdot V_{S_i}}{\sum_1^n AHw_i} = \frac{\sum_1^n AK_i}{\sum_1^n AHw_i} \quad [km/hw]$$

Ovde takođe važi zaključak da

$$\bar{V}_S \neq \frac{1}{n} \sum_1^n V_{S_i}$$

U praksi, pod brzinom dostave se misli na prevoznu ili transportnu brzinu.

UTICAJ RAZNIH FAKTORA NA SREDNJU SAOBRAĆAJNU BRZINU

Brzinska svojstva vozila u određenim uslovima eksploatacije najbolje se odražavaju kroz postignut nivo srednje saobraćajne brzine.

SAOBRAĆAJNA BRZINA je uslovljena srednja brzina za vreme kretanja vozila i njena veličina zavisi od mnogih faktora kao na primer od konstruktivnih karakteristika vozila, stepena obučenosti vozačkog osoblja – veštine upravljanja vozilom, putnih uslova, elementa organizacije transporta, intenziteta saobraćaja i organizacije regulisanja saobraćaja, klimatskih uslova, itd.

Na vrednost saobraćajne brzine vozila utiču eksploataciona svojstva vozila, dinamičnost, elastičnost pri vožnji, stabilnost, manevarske sposobnosti, prohodnost i opšte tehničko stanje vozila.

Od USLOVA PUTA značajan uticaj na saobraćajnu brzinu imaju širina kolovoza, intenzitet saobraćaja, vrsta i stanje kolovozne konstrukcije, veličina i dužina uspona, radijus krivina, osvetljenje puta i regulisanje saobraćaja.

Od ELEMENATA ORGANIZACIJE TRANSPORTA na veličinu saobraćajne brzine utiču: dužina vožnje i učestalost zaustavljanja (za autobuse), iskorišćenje nosivosti i pređenog puta, vrsta robe i njene osobine pri transportu, način njenog učvršćivanja, itd.

U praksi srednja saobraćajna brzina određuje se na osnovu probnih vožnji sa uzimanjem u obzir svih ograničenja brzine koje na putu postoje.

Na saobraćajnu brzinu veliki uticaj imaju kvalitet i stanje kolovoza. Prema istraživanjima ako za saobraćajnu brzinu ostvarenu na putu sa ravnim asfaltno – betonskim kolovozom uzmemo indeks 100, onda će saobraćajna brzina na putevima od tucanika od u dobrom stanju imati indeks 75-80, dok će na putevima sa dotrajalom neravnim zastorom indeks biti 50 pa i manji.

Pri mokrom putu brzina V_s se smanjuje. To opadanje za asfaltno betonske kolovoze je oko 10%. Pri kretanju po putevima sa snegom osnovni uticaj na veličinu saobraćajne brzine imaju prohodnost vozila i veština upravljanja.

Pri noćnoj vožnji saobraćajna brzina V_s je za 5-10% manja je od dnevne.

Značajna razlika saobraćajnih brzina dobija se pri radu vozila u gradu i vožnji na putevima, a posebno na auto-putevima.

U uslovima intenzivnog saobraćaja u velikim gradovima gde je gustina saobraćajnog toka velika, postiže se saobraćajna brzina V_s koja je uslovljena opštom intenzivnošću saobraćajnog toka. U gradovima sa velikom gustinom saobraćajnog toka sva putnička vozila u toku (različitih marki i tipova, snage motora i dinamičkih svojstava) kao i sva privredna vozila u toku ostvaruju istu saobraćajnu brzinu.

U uslovima gradske vožnje sa manjim intenzitetom saobraćaja na veličinu srednje saobraćajne brzine V_s znatno utiču dinamička svojstva vozila (moć ubrzanja), jer pri čestim zaustavljanjima srednja saobraćajna brzina zavisi uglavnom od tok kvaliteta vozila.

Saobraćajna brzina na auto-putevima (na kojima nema ograničenja maksimalne brzine) iznosi oko 70-80% od maksimalne brzine vozila.

Razlika u saobraćajnim brzinama teretnih vozila sa punim opterećenjem i vožnje bez tereta iznosi 10-15%. Značajnija je razlika vrednosti saobraćajne brzine vozila koje radi sa prikolicom ili bez prikolice (zavisnost je vezana za specifičnu snagu po jedinici bruto težine vučnog vozila u KW/t).

Saobraćajna brzina vozila može se utvrditi probnim vožnjama ili na osnovu podataka o putu izračunati pomoću metoda iz teorije motornih vozila. Te metode omogućavaju da se iznađe srednja brzina vozila na određenom putu, pri kretanju sa punim iskorišćenjem snage motora, odnosno maksimalno moguća srednja saobraćajna brzina. Ovako izračunatu brzinu neophodno je korigovati u zavisnosti od realnih uslova. Korekcije je potrebno vršiti obzirom na ograničenja brzine na pojedinim deonicama puta, promene gustine saobraćajnog toka, vreme vožnje (dan ili noć), meteoroloških uslova (kiša, sneg, magla, poledica), itd.

U realnim uslovima eksploatacije vozila, ukupno vreme kretanja vozila možemo raščlaniti na kretanje sa konstantnom brzinom, ubrzanja, usporenja, kočenja i kratkotrajna stajanja, te prema tome saobraćajnu brzinu možemo napisati u obliku

$$V_s = \frac{K}{\sum t_1 + \sum t_2 + \sum t_3 + \sum t_4 + \sum t_5} = \frac{K}{Hw} \quad [km/hw]$$

gde su:

- $\sum t_1$ – vreme kretanja vozila konstantnim brzinama [h]
- $\sum t_2$ – vreme ubrzanja [h]
- $\sum t_3$ – vreme usporenja [h]
- $\sum t_4$ – vreme kočenja [h]
- $\sum t_5$ – vreme prinudnih zaustavljanja prouzrokovanih uslovima saobraćaja (zaustavljanja na semaforu, prelazu preko železničke pruge itd.) [h]

Snimanjem je moguće utvrditi trajanje svih elemenata vremena kretanja vozila, kao i verovatnoću i dužinu trajanja prinudnih zaustavljanja.

Saobraćajna brzina a time i brzina transportovanja putnika i roba je među najvažnijim pokazateljima uslova rada vozila auto-transportne organizacije. Što je brzina kretanja vozila veća, to je i proizvodnost vozila veća, a samim tim cena transporta niža.

Povećanje brzine kretanja vozila u neposrednoj je zavisnosti od stanja saobraćajnica, mera za bezbednost saobraćaja, poboljšanja dinamičkih svojstava vozila, tehničke ispravnosti vozila, stepena kvalifikovanosti vozača, kao i od primene savremenih metoda organizacije transporta.

Pri izvršenju transportnog procesa saobraćajna brzina zavisi od velikog broja faktora, i zbog toga ona nije konstantna veličina. Prema tome, saobraćajna brzina je uslovljena srednja brzina kretanja koja se dobija odnosom pređenog puta vozila i vremena vožnje u koje su uključena vremena kratkotrajnog stajanja prouzrokovana regulisanjem saobraćaja. Saobraćajna brzina za jednu vožnju biće:

$$V_s = \frac{K_\lambda}{tw_\lambda}$$

dok će za nekoliko vožnji biti:

$$V_s = \frac{Kst_\lambda Z_\lambda}{\beta_\lambda \sum tw_\lambda}$$

gde su:

- K – dužina vožnje u kilometrima
- tw_λ – vreme vožnje vozila za prostu vožnju [h]
- Kst_λ – srednja dužina vožnje sa teretom
- Z_λ – broj vožnji sa teretom
- β_λ – koeficijent iskorišćenja pređenog puta za prostu vožnju
- tw_λ – zbir svih vremena vožnje

6.5.2 Prevozna – transportna brzina – V_p

Prevozom – transportnom brzinom naziva se uslovljena srednja brzina transportovanja putnika i robe. Ova brzina se često naziva i BRZINOM DOSTAVE, jer se dobija izračunavanjem odnosa rastojanja prevoza putnika ili robe sa vremenom provedenim na putu. U vreme provedeno na putu nisu uključeni vreme ukrcavanja putnika – utovara robe u polaznoj tački, niti vreme iskrcavanja putnika – istovara robe u završnoj tački relacije na kojoj je prevoz obavljen.

Prema ovome prevozna ili transportna brzina karakteriše brzinu prevoza putnika ili brzinu transportovanja robe od polazne do završne tačke relacije na kojoj je prevoz obavljen.

Za autobuske prevoze koji se izvršavaju na određenim linijama izraz za prevoznu brzinu biće:

$$V_p = \frac{Kl}{Hw + Hui} \quad [km/h]$$

gde je:

- Kl – dužina linije u km
- Hw – vreme vožnje u h
- Hui – vreme stajanja za ukrcavanje – iskrcavanje putnika na međustanicama linije

– za jedinicu voznog parka biće:

$$V_p = \frac{K}{Hp} \quad [km/h]$$

gde je:

- K – rastojanje u km između polaznih i završnih tačaka među kojima su prevozi obavljeni
- Hp – časovi trajanja prevoza (bez tu u polaznim i bez ti u završnim tačkama prevoza)

– za homogeni vozni park biće:

$$V_p = \frac{AK}{AHP} \quad [km/h]$$

gde je:

- AK – ukupno pređeni put u kilometrima na izvršenju transporta
- AHP – autočasovi trajanja transporta – prevoza

– za vozni park heterogenog sastava biće:

$$\bar{V}_p = \frac{\sum_1^n AK_i}{\sum_1^n AHP_i} \quad [km/h]$$

Transportna brzina je obično manja od saobraćajne brzine V_s jer su u časove prevoza uključena vremena usputnog stajanja vozila (ukrcavanja – iskrcavanja putnika na među-stanicama, utovar – istovar robe usput) i vreme trajanja vožnje.

6.5.3 Brzina obrta – V_o

Brzina obrta je uslovljena srednja brzina koju ostvaruje vozilo u linijskom transportu putnika ili robe vršeći obrte između dva terminusa linije.

Brzina obrta dobija se odnosom dvostruke dužine linije prema vremenu trajanja obrta. Vreme obrta obuhvata vreme vožnje, vreme zaustavljanja na usputnim stanicama radi ukrcavanja – iskrcavanja putnika, odnosno utovara – istovara robe, kao i vremena zadržavanja vozila u terminusima linije radi ukrcavanja – iskrcavanja putnika, utovara – istovara robe, odmora osoblja, pregleda vozila itd. Prema ovome biće za jedan obrt:

$$K_o = 2Kl \quad [km]$$

$$T_o = tw + t_{ui} + td_t \quad [h]$$

$$\text{kako je: } tw = \frac{2Kl}{V_s} \quad [h]$$

$$\text{to će biti: } T_o = \frac{2Kl}{V_s} + t_{ui} + td_t = \frac{2Kl + V_s(t_{ui} + td_t)}{V_s} \quad [h]$$

$$\text{brzina obrta biće: } V_o = \frac{K_o}{T_o} = \frac{2Kl}{\frac{2Kl + V_s(t_{ui} + td_t)}{V_s}} = \frac{2KV_s}{2Kl + V_s(t_{ui} + td_t)}$$

$$\text{odnosno } V_o = \frac{K_o}{T_o} = \frac{1}{\frac{1}{V_s} + \frac{(t_{ui} + td_t)}{2Kl}} \quad [km/h]$$

gde je:

K_o ili $2Kl$ – dvostruka dužina linije u km

T_o – vreme trajanja obrta

tw – vreme vožnje u toku obrta

t_{ui} – ukrcaj – iskrcaj putnika na međustanicama linije

td_t – vreme zadržavanja vozila u terminusima linije

– za jedinicu voznog parka biće:

$$V_o = \frac{K_o}{H_o}$$

gde je:

K_o – dvostruka dužina linije u km

H_o – ukupno vreme trajanja obrta u časovima

– za homogen vozni park biće:

$$V_o = \frac{AK_o}{AH_o}$$

- za heterogen vozni park na liniji biće:

$$\overline{V_o} = \frac{\sum_1^n AKo_i}{\sum_1^n AHo_i}$$

gde je:

- AKo – ukupni broj kilometara na liniji ostvaren od strane vozila koja rade na toj liniji
- AHo – ukupno vreme u časovima utrošeno za izvršenje obrta

6.5.4 Eksploataciona brzina – V_e

Eksploatacionom brzinom nazivamo uslovljenu srednju brzinu vozila za ukupno vreme koje vozilo provede na radu (prosečan pređeni put vozila u km za jedan čas rada vozila).

Eksploatacionom brzinom karakterisana je intenzivnost izvršenja transportnog procesa.

Eksploataciona brzina dobija se odnosom ukupno pređenog puta prema vremenu provedenom na radu.

- Eksploataciona brzina za jedinicu voznog parka biće:

$$V_e = \frac{K}{Hr} = \frac{K}{Hw + Hd} \quad [km / hr]$$

gde je:

- K – ukupni pređeni put vozila u toku radnog vremena
- Hr – ukupno radno vreme u časovima

- Eksploataciona brzina za homogeni vozni park u ma kom periodu vremena biće:

$$V_e = \frac{AK}{A Hr} = \frac{AK}{A Hw + A Hd} \quad [km / hr]$$

- Eksploataciona brzina za heterogeni vozni park sastavljen od n grupa vozila u ma kom periodu vremena biće:

$$\overline{V_e} = \frac{\sum_1^n AK_i}{\sum_1^n A Hr_i} = \frac{\sum_1^n AK_i}{\sum_1^n A Hw_i + \sum_1^n A Hd_i} \quad [km / hr]$$

6.6 IZMERITELJI ISKORIŠĆENJA KORISNE NOSIVOSTI VOZILA

Eksploatacija vozila u drumskom transportu podrazumeva optimalno organizovanje transportnih procesa, koje u datim uslovima obezbeđuje maksimalnu moguću proizvodnost transportnih sredstava. Radi ostvarivanja ovog cilja potrebno je pri izvršenju transportnih procesa pored izmeritelja koji bilansiraju iskorišćenje raspoloživog fonda vremena i ukupno pređenog puta utvrditi i stepen iskorišćenja kapaciteta – korisne nosivosti vozila. Nedovoljno iskorišćenje kapaciteta vozila smanjuje obim prevoza (količinu transportovanog tereta ili broj prevezenih putnika) i prouzrokuje manja ostvarenja transportnog rada (u *tkm* i *pkm*) što se posebno intenzivno odražava kod prevoza na dužim rastojanjima. Kao posledica nedovoljnog iskorišćenja korisne nosivosti vozila javlja se manja proizvodnost transportnih sredstava.

Stepen iskorišćenja korisne nosivosti vozila ocenjuje se koeficijentom iskorišćenja korisne nosivosti vozila.

Za odmeravanje iskorišćenja kapaciteta transportni sredstava u odnosu na obim prevoza u teretnom transportu služi koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti dok se pri transportu putnika koristi koeficijent popunjenosti vozila.

Pri odmeravanju iskorišćenja transportnog sredstva u odnosu na transportni rad služi koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila.

6.6.1 Koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila – γ i prosečna nosivost heterogenog voznog parka za obim prevoza – q_0

Koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti predstavlja količine prevezenog tereta prema količini koja je mogla biti prevezena da je nosivost vozila u toku vožnje sa teretom bila u potpunosti iskorišćena.

Prema tome koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila za jedno vozilo u toku jedne vožnje sa teretom biće:

$$\gamma = \frac{q_\lambda}{q}$$

gde je:

- q_λ – količina transportovanog tereta u toku jedne vožnje sa teretom
- q – korisna nosivost vozila

Za jedno vozilo u nekom posmatranom vremenskom periodu biće:

$$\gamma = \frac{Q_1}{q \cdot Z_\lambda} = \frac{\sum_1^{Z_\lambda} q^{\lambda i}}{q Z_\lambda} = \frac{\sum_1^{Z_\lambda} q^{\lambda i}}{\sum_1^{Z_\lambda} q^i}$$

gde je:

- Q_1 – količina tereta transportovana jednim vozilom u nekom posmatranom vremenskom periodu
- q – korisna nosivost vozila
- Z_λ – broj vožnji sa teretom u posmatranom periodu vremena

Za homogen vozni park ili grupu vozila iste korisne nosivosti u nekom posmatranom vremenskom periodu biće:

$$\gamma = \frac{Q}{q \cdot AZ_\lambda} = \frac{\sum_1^{AZ_\lambda} q^{\lambda i}}{q AZ_\lambda} = \frac{\sum_1^{AZ_\lambda} q^{\lambda i}}{\sum_1^{AZ_\lambda} q^i}$$

gde je:

- Q – količina stvarno prevezenog tereta u tonama
- q – korisna nosivost jednog vozila u tonama
- AZ_λ – broj vožnji sa teretom voznog parka ili grupe vozila u posmatranom periodu vremena

Za vozni park heterogene strukture korisne nosivosti sastavljen od n grupa pri čemu se korisna nosivost jednog vozila po grupama razlikuje, dok su sva vozila jedne grupe iste korisne nosivosti biće:

$$\bar{\gamma} = \frac{\sum_1^n Q_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i} = \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i} = \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}{\bar{q}_Q \sum_1^n AZ_{\lambda_i}}$$

gde je: $\sum_1^n Q_i = AZ_{\lambda_1} q_1 \gamma_1 + AZ_{\lambda_2} q_2 \gamma_2 + \dots + AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i + \dots + AZ_{\lambda_n} q_n \gamma_n$

odnosno ukupna količina transportovanog tereta i

$$\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i = AZ_{\lambda_1} q_1 + AZ_{\lambda_2} q_2 + \dots + AZ_{\lambda_i} q_i + \dots + AZ_{\lambda_n} q_n$$

Odnosno količina koju je bilo moguće transportovati da su nosivosti svih vozila, u svim grupama, pri svakoj vožnji sa teretom bile u potpunosti iskorišćenje.

6.6.2 Prosečna nosivost heterogenog voznog parka za obim prevoza \bar{q}_Q

Iz izraza za koeficijent statičkog iskorišćenja korisne nosivosti sledi

$$\sum_1^n Q_i = \bar{\gamma} \sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i = \bar{\gamma} \bar{q}_Q \sum_1^n AZ_{\lambda_i}$$

Obzirom da su korisne nosivosti vozila različite po grupama vozila

$$q_1 \neq q_2 \neq q_i \neq q_n$$

To se postavlja problem kako odrediti prosečnu nosivost vozila u voznom parku za proračune na nivou celokupnog heterogenog voznog parka.

Prosečna nosivost sa kojom se najčešće operisalo u dosadašnjoj praksi predstavljala je odnos ukupne nosivosti vozila u voznom parku sa brojem vozila u voznom parku

$$\bar{q}_s = \frac{A_1 q_1 + A_2 q_2 + \dots + A_n q_n}{A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}} = \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i}$$

Kada u izraz za obim prevoza uvrstimo prosečnu nosivost \bar{q}_s dobiće se za $\sum_1^n Q_i$

$$\begin{aligned} \bar{\gamma} \sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i &= \frac{\bar{\gamma} \sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i} \text{ ili} \\ \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}} &= \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i} \end{aligned}$$

a ova jednakost u opštem slučaju nije tačna, jer je kod prvog izraza faktor ponderacije prosečne nosivosti broj vožnji sa teretom po grupama vozila, a kod druge nosivosti inventarski broj vozila.

$$\frac{\sum_1^n AZ\lambda_i q_i}{\sum_1^n AZ\lambda_i} = \frac{AZ_{\lambda_1}q_1 + AZ_{\lambda_2}q_2 + \dots + AZ_{\lambda_i}q_i + \dots + AZ_{\lambda_n}q_n}{AZ_{\lambda_1} + AZ_{\lambda_2} + \dots + AZ_{\lambda_i} + \dots + AZ_{\lambda_n}} = \overline{q_Q}$$

Dinamička prosečna nosivost za obim prevoza kod heterogenog voznog parka koji se ujedno može i koristiti pri proračunu predstavlja u stvari prosečnu korisnu nosivost vozila pri svakoj vožnji sa teretom celokupnog heterogenog voznog parka:

$$\overline{q_Q} = \frac{\sum_1^n Az_{\lambda_i} q_i}{\sum_1^n Az_{\lambda_i}}$$

U specijalnom slučaju dinamička prosečna nosivost za obim prevoza celokupnog heterogenog voznog parka $\overline{q_Q}$ identična je statičkoj srednjoj nosivosti $\overline{q_S}$. Taj slučaj nastupa ako su ispunjena sledeća dva ograničenja:

- 1) da je inventarski broj vozila u svakoj od n grupa jednak
- 2) da je svaka grupa vozila ostvarila isti broj vožnji sa teretom

$$Ai_1 = Ai_2 = Ai_3 = \dots = Ai_n = Ai$$

$$Az_{\lambda_1} = Az_{\lambda_2} = Az_{\lambda_3} = \dots = Az_{\lambda_n} = Az_{\lambda}$$

tada je:

$$\overline{q_S} = \frac{\sum_1^n Ai_i q_i}{\sum_1^n Ai_i} = \frac{A_1 q_1 + A_2 q_2 + \dots + A_n q_n}{n * Ai} = \frac{Ai(q_1 + q_2 + \dots + q_n)}{n * Ai} = \frac{Ai \sum_1^n q_i}{n * Ai} = \frac{\sum_1^n q_i}{n}$$

čime se dokazuje identičnost za $\overline{q_Q}$ i $\overline{q_S}$ u slučaju kada su ograničenja ispunjena, koji u praksi može nastupiti retko.

6.6.3 Koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti – ε i prosečne nosivosti heterogenog voznog parka za transportni rad – $\overline{q_U}$

Koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila dobija se kao odnos ukupno ostvarenog transportnog rada (u TKM) prema mogućem transportnom radu. (Potpuno iskorišćena korisna nosivost vozila na celokupnom pređenom putu sa teretom). To praktično znači da se za razliku od koeficijenta statičkog iskorišćenja korisne nosivosti koji se dobija pomoću stvarne količine prevezene robe, koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti uključuje ne samo stvarno prevezene količine robe već i rastojanja na kojima se teret prevozi. To znači da nedovoljno iskorišćenje korisne nosivosti vozila utiče na gubitak transportnog rada i to sve više što je rastojanje prevoza veće.

Koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti za jedno vozilo u toku jedne vožnje sa teretom biće:

$$\varepsilon = \frac{q_{\lambda} K_{st_{\lambda}}}{q K_{st_{\lambda}}} = \frac{q_{\lambda} K_{st_{\lambda}}}{q K_{t_{\lambda}}} = \frac{q_{\lambda}}{q}$$

Za jedinicu voznog parka u nekom posmatranom periodu vremena biće:

$$\varepsilon = \frac{U}{U_{\max}} = \frac{\sum_1^{Z_\lambda} (q_\lambda K_{t_\lambda})_i}{\sum_1^{Z_\lambda} (q K_{t_\lambda})_i} = \frac{\sum_1^{Z_\lambda} (q_\lambda K_{t_\lambda})_i}{q \sum_1^{Z_\lambda} K_{t_\lambda i}}$$

gde je:

- Z_λ – broj vožnji sa teretom u posmatranom periodu vremena
- q_λ – količine tereta prevožene u pojedinim vožnjama
- q – korisna nosivost vozila
- K_{t_λ} – pređeni kilometri sa teretom u pojedinim vožnjama

Za homogeni vozni park ili grupu vozila iste korisne nosivosti biće:

$$\varepsilon = \frac{U}{AK_t \cdot q} = \frac{\sum_1^{A_{Z_\lambda}} (q_\lambda K_{t_\lambda})_i}{\sum_1^{A_{Z_\lambda}} (q K_{t_\lambda})_i} = \frac{\sum_1^{A_{Z_\lambda}} (q_\lambda K_{t_\lambda})_i}{q \sum_1^{A_{Z_\lambda}} K_{t_\lambda i}} = \frac{\sum_1^{A_{Z_\lambda}} (q_\lambda K_{t_\lambda})_i}{q * AK_t}$$

gde je: A_{Z_λ} – broj sa teretom celokupnog voznog parka

Za heterogeni vozni park sastavljen od n grupa vozila biće:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_1^n U_i}{\sum_1^n U_{\max_i}} = \frac{\sum_1^n U_i}{\sum_1^n AK_{t_i} q_i} = \frac{\sum_1^n AK_{t_i} q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AK_{t_i} q_i} = \frac{\sum_1^n AK_{t_i} q_i \varepsilon_i}{q_u \sum_1^n AK_{t_i}}$$

$$\text{gde je: } \sum_1^n U_i = AK_{t_1} q_1 \varepsilon_1 + AK_{t_2} q_2 \varepsilon_2 + \dots + AK_{t_i} q_i \varepsilon_i + \dots + AK_{t_n} q_n \varepsilon_n$$

tj. suma ostvarenog transportnog rada svih grupa vozila u voznom parku

$$\sum_1^n AK_{t_i} q_i = AK_{t_1} q_1 + AK_{t_2} q_2 + \dots + AK_{t_i} q_i + \dots + AK_{t_n} q_n$$

odnosno mogući transportni rad celokupnog heterogenog voznog parka.

6.6.4 Prosečna nosivost za transportni rad heterogenog voznog parka

Iz izraza za koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti sledi:

$$\sum_1^n U_i = \bar{\varepsilon} \sum_1^n AK_{t_i} q_i = \bar{\varepsilon} \bar{q}_i \sum_1^n AK_{t_i}$$

za prosečnu nosivost uvrsti se statička srednja vrednost

$$q_s = \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i}$$

pa će biti:

$$\overline{\varepsilon \sum_1^n AKt_i q_i} = \overline{\varepsilon \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i}} \quad /: \overline{\varepsilon \sum_1^n AKt_i}$$

$$\frac{\sum_1^n AKt_i q_i}{\sum_1^n AKt_i} = \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i} \quad \perp$$

Tvrdnja da je prosečna nosivost kod koje je ponderacioni faktor pređeni km sa teretom identična prosečnoj nosivosti kod koje je ponderacioni faktor inventarski broj vozila nema osnova, prema tome

$$\frac{\sum_1^n AKt_i q_i}{\sum_1^n AKt_i} \neq \frac{\sum_1^n A_i q_i}{\sum_1^n A_i}$$

Dinamička prosečna nosivost za transportni rad heterogenog voznog parka koja se mora koristiti pri proračunima dobija se odnosom mogućeg transportnog rada i pređenih kilometara sa teretom, označavamo je sa q_u .

$$\overline{q_u} = \frac{AK_{t_1} q_1 + AK_{t_2} q_2 + \dots + AK_{t_i} q_i + \dots + AK_{t_n} q_n}{AK_{t_1} + AK_{t_2} + \dots + AK_{t_n}} = \frac{\sum_1^n AK_{t_i} q_i}{\sum_1^n AK_{t_i}}$$

$$\overline{q_u} = \overline{q_s}$$

U specijalnom slučaju prosečna nosivost za transportni rad heterogenog voznog parka $\overline{q_u}$ identična je statičkoj srednjoj nosivosti $\overline{q_s}$. Taj slučaj nastupa kada su ispunjena sledeća ograničenja:

- 1) da je inventarski broj vozila u svakoj od n grupa jednak
- 2) da svaka grupa vozila ostvari isti broj kilometara sa teretom

$$A_{i_1} = A_{i_2} = A_{i_3} = \dots = A_{i_n} = A_i$$

$$AK_{t_1} = AK_{t_2} = AK_{t_3} = \dots = AK_{t_n} = AK_t$$

tada je:

$$\overline{q_s} = \frac{A_i q_1 + A_i q_2 + \dots + A_i q_n}{n * A_i} = \frac{A_i \sum_1^n q_i}{n * A_i} = \frac{\sum_1^n q_i}{n}$$

$$\overline{q_u} = \frac{AK_{t_1} q_1 + AK_{t_2} q_2 + \dots + AK_{t_i} q_i + \dots + AK_{t_n} q_n}{AK_{t_1} + AK_{t_2} + \dots + AK_{t_n}} = \frac{AK_t (q_1 + q_2 + \dots + q_n)}{n * AK_t} = \frac{AK_t \sum_1^n q_i}{n * AK_t} = \frac{\sum_1^n q_i}{n}$$

pa tada nastupa identičnost $\overline{q_u} = \overline{q_s}$

U opštem slučaju je kod heterogenog parka $\overline{q_s} \neq \overline{q_u} \neq \overline{q_Q}$. Ako su ispunjena ograničenja po grupama vozila, $A_i = \text{const.}$, $AZ_{\lambda_i} = \text{const.}$ i $AKt_i = \text{const.}$ u heterogenom voznom parku će nastupiti slučaj kada su sve tri nosivosti jednake

$$\overline{q_s} = \overline{q_u} = \overline{q_Q}$$

Ograničenja pri kojima jednakost nastupa gotovo da su u praksi nemoguća.

6.6.5 Odnos koeficijenta dinamičkog i statičkog iskorišćenja korisne nosivosti

Utvrđeno je da za jedno vozilo u nekom vremenskom periodu ili za homogeni vozni park, odnosno grupu vozila iste korisne nosivosti, koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila veći ili manji od koeficijenta statičkog iskorišćenja za onoliko puta za koliko je puta srednje rastojanje transporta jedne tone tereta veće ili manje od srednje dužine vožnje sa teretom.

$$\varepsilon = \frac{U}{AKt \cdot q} \quad \gamma = \frac{Q}{q \cdot AZ_{\lambda}}$$

$$\frac{\varepsilon}{\gamma} = \frac{\frac{U}{AKt \cdot q}}{\frac{Q}{q \cdot AZ_{\lambda}}} = \frac{U}{Q} \frac{AZ_{\lambda}}{AKt} \quad \frac{U}{Q} = Kst_1 \quad \text{i} \quad \frac{AZ_{\lambda}}{AKt} = \frac{1}{Kst_{\lambda}}$$

$$\frac{\varepsilon}{\gamma} = \frac{Kst_1}{Kst_{\lambda}} \quad \text{ili} \quad Kst_{\lambda} \cdot \varepsilon = Kst_1 \cdot \gamma$$

Ova relacija na nivou celokupnog heterogenog voznog parka nije tačna i ne može se koristiti. Razlog netačnosti je razlika u ponderacionim faktorima prosečne nosivosti na nivou celokupnog parka. Kod koeficijenta dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti ε , to su kilometri pod teretom, dok je kod koeficijenta statičkog iskorišćenja korisne nosivosti γ broj vožnji sa teretom.

Obzirom da je:

$$\varepsilon = \frac{\sum_1^n AKt_i q_i \gamma_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AKt_i q_i}, \quad \gamma = \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i}, \quad Kst_{\lambda} = \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}}, \quad Kst_1 = \frac{\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}$$

to će biti: $\varepsilon Kst_{\lambda} = \gamma Kst_1$

$$\frac{\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AKt_i q_i} \cdot \frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i} = \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}} \cdot \frac{\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i \gamma_i}$$

$$\frac{\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AKt_i q_i} \cdot \frac{\sum_1^n AKt_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}} = \frac{\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i}$$

$$\sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i * \sum_1^n AKt_i * \sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i = \sum_1^n AKt_i q_i \varepsilon_i * \sum_1^n AKt_i q_i * \sum_1^n AZ_{\lambda_i}$$

$$\frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}} = \frac{\sum_1^n AKt_i q_i}{\sum_1^n AKt_i}$$

Ova jednakost nije identična i netačna je, prema tome i relacija $\overline{\varepsilon Kst_{\lambda}} = \overline{\gamma Kst_1}$ ne važi jer

$$\frac{\sum_1^n AZ_{\lambda_i} q_i}{\sum_1^n AZ_{\lambda_i}} = \overline{q_O} \quad \frac{\sum_1^n AKt_i q_i}{\sum_1^n AKt_i} = \overline{q_u} \quad \overline{q_O} \neq \overline{q_u}$$

sem u slučaju ispunjenja ograničenja pri kojima identičnost nastupa tj. kada je $\overline{q_s} = \overline{q_u} = \overline{q_O}$.

6.6.6 Uslov jednakosti koeficijenta statičkog i dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti vozila

Koeficijent statičkog i dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti za jednu vožnju sa teretom jednog vozila su jednaki

$$\gamma = \frac{q_{\lambda}}{q} = \varepsilon$$

Za jedno vozilo u nekom vremensko periodu ili za homogen vozni park sastavljen od vozila iste korisne nosivosti, odnosno za grupu vozila iste korisne nosivosti koeficijent statičkog i dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti biće jednak samo kada su ispunjena sledeća ograničenja:

- a) da se pri svakoj pri svakoj vožnji sa teretom prevozi ista količina robe, a da pri tome rastojanja prevoza ne moraju biti jednaka, tada je:

$$\gamma = \text{const.} \text{ odnosno } q_{\gamma} = q_{\lambda} = \text{const.}$$

- b) da se pri svakoj vožnji sa teretom prevozi robe obavljaju na jednakom rastojanju, a da količine prevezenog tereta – robe ne moraju biti iste. Tada je $Kt\lambda = \text{const.}$

Ukupna količina transportovane robe može se izraziti kao suma svih količina robe u svakoj od ostvarenih vožnji sa teretom

$$Q = q_{\lambda 1} + q_{\lambda 2} + q_{\lambda 3} + \dots + q_{\lambda i} + \dots + q_{\lambda n} = \sum_1^n q_{\lambda i}$$

Ukupno ostvareni transportni rad može se izraziti kao suma ostvarenog rada po svakoj vožnji sa teretom, koja se dobije kao proizvod količine prevezene robe i rastojanja na kojem je prevoz izvršen

$$U = q_{\lambda 1} Kt_1 + q_{\lambda 2} Kt_2 + \dots + q_{\lambda i} Kt_i + \dots + q_{\lambda n} Kt_n = \sum_1^n q_{\lambda i} Kt_i$$

gde su:

- $q_{\lambda 1}, q_{\lambda 2}, q_{\lambda 3}, q_{\lambda i}, q_{\lambda n}$ – količine prevezene robe u t, pri pojedinim vožnjama
 $Kt_1, Kt_2, Kt_3, Kt_i, Kt_n$ – rastojanje transporta pri pojedinim vožnjama

Izraze za koeficijent statičkog i dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti biće:

$$\gamma = \frac{Q}{qAz_\lambda} = \frac{q_{\lambda 1} + q_{\lambda 2} + q_{\lambda 3} + \dots + q_{\lambda i} + \dots + q_{\lambda n}}{qAz_\lambda}$$

$$\varepsilon = \frac{U}{qAKt} = \frac{q_{\lambda 1}Kt_1 + q_{\lambda 2}Kt_2 + \dots + q_{\lambda i}Kt_i + \dots + q_{\lambda n}Kt_n}{q(Kt_1 + Kt_2 + \dots + Kt_i + \dots + Kt_n)}$$

U prvom slučaju u svakoj vožnji prevozi se ista količina tereta pa će biti:

$$q_{\lambda 1} = q_{\lambda 2} = \dots = q_{\lambda i} = \dots = q_{\lambda n} = q_\lambda$$

$$Q = q_\lambda Az_\lambda \quad \text{i} \quad U = \sum_1^n q_{\lambda i} Kt_i$$

odnosno

$$\gamma = \frac{q_\lambda Az_\lambda}{qAz_\lambda} = \frac{q_\lambda}{q}$$

$$\varepsilon = \frac{q_\lambda (Kt_1 + Kt_2 + \dots + Kt_i + \dots + Kt_n)}{q(Kt_1 + Kt_2 + \dots + Kt_i + \dots + Kt_n)} = \frac{q_\lambda}{q}$$

pa je

$$\gamma = \varepsilon$$

U drugom slučaju u svakoj vožnji sa teretom prevozi se različita količina robe ali su rastojanja prevoza ista pa će biti:

$$Kt_1 = Kt_2 = Kt_3 = \dots = Kt_i = \dots = Kt_n$$

odnosno

$$\gamma = \frac{\sum_1^n q_{\lambda i}}{qAz_\lambda}$$

$$\varepsilon = \frac{Kt \sum_1^n q_{\lambda i}}{q \sum_1^n Kt}$$

$$\sum_1^n Kt = Kt \cdot Az_\lambda \quad \text{odnosno} \quad \varepsilon = \frac{Kt \sum_1^n q_{\lambda i}}{qAz_\lambda Kt} = \frac{\sum_1^n q_{\lambda i}}{qAz_\lambda} \quad \text{pa je i u drugom slučaju} \quad \gamma = \varepsilon$$

7. PROIZVODNOST TERETNOG VOZILA

Pod pojmom "produktivnost teretnog vozila" podrazumevamo količinu prevezenog tereta u tonama (ostvaren obim prevoza u tonama) ili izvršen transportni rad u tkm u jedinici vremena.

Produktivnost koja se odnosi na ukupno (kalendarsko) vreme vozila naziva se puna produktivnost i dobija se kada se ostvaren obim prevoza ili transportni rad podeli ukupnim kalendarskim vremenom vozila, tj. inventarskim auto časovima.

Produktivnost koja se odnosi na radno vreme vozila naziva se radna produktivnost i dobija se kada količinu prevezenog tereta u tonama ili ostvareni transportni rad u tkm u nekom periodu vremena podelimo sa časovima rada vozila u tom vremenskom periodu. Punu produktivnost pri tome označavamo simbolima W_U i W_Q , dok radnu produktivnost označavamo simbolima W'_U i W'_Q .

Prema datim definicijama puna produktivnost biće:

$$W_U = \frac{U}{24ADi} \text{ [tkm/hi]} \text{ i } W_Q = \frac{Q}{24ADi} \text{ [t/hi]}$$

Za radnu produktivnost izrazi dobijaju oblik:

$$W'_U = \frac{U}{24AHR} \text{ [tkm/hr]} \text{ i } W'_Q = \frac{Q}{24AHR} \text{ [t/hr]}$$

Produktivnost koja se ostvari za 1 čas rada vozila na prevoznom putu procesa transporta naziva se časovnom produktivnošću vozila.

Pri tome jedna vožnja sa teretom izvršava se za vreme t_λ , te će prema tome broj izvršenih vožnji u toku jednog časa rada vozila biti:

$$Z_{\lambda h} = \frac{1}{t_\lambda}$$

Kako je vreme jedne vožnje sa teretom:

$$t_\lambda = tw_\lambda + tui$$

gde je:

- t_λ – vreme trajanja jedne vožnje sa teretom u časovima
- tw_λ – vreme vožnje vozila u toku jedne vožnje
- tui – vreme trajanja utovara i istovara

to će biti:

$$tw_\lambda = \frac{K_\lambda}{Vs} \text{ dok je } K_\lambda = \frac{Kst_\lambda}{\beta_\lambda} \text{ jer je } \beta_\lambda = \frac{Kst_\lambda}{K_\lambda}$$

Prema tome biće:

$$t_\lambda = \frac{Kst_\lambda}{Vs \cdot \beta_\lambda} + tui = \frac{Kst_\lambda + tui \cdot Vs \cdot \beta_\lambda}{Vs \cdot \beta_\lambda}$$

Zamenom u izraz za broj vožnji u toku jednog časa dobiće se:

$$Z_{\lambda h} = \frac{1}{\frac{Kst_{\lambda} + tui \cdot Vs \cdot \beta_{\lambda}}{Vs \cdot \beta_{\lambda}}} = \frac{Vs \cdot \beta_{\lambda}}{Kst_{\lambda} + tui \cdot Vs \cdot \beta_{\lambda}}$$

U toku svake vožnje prosečno prevezena količina tereta dobiće se iz relacije $\gamma = \frac{q_{\lambda}}{q}$ tj.

$$q_{\lambda} = q \cdot \gamma \quad [t]$$

i izvršiće se transportni rad

$$U_{\lambda} = q \cdot \varepsilon \cdot Kst_{\lambda}$$

gde su:

- q_{λ} – prosečno prevezena količina tereta u toku vožnje sa teretom
- q – korisna nosivost vozila
- γ – koeficijent statičkog iskorišćenja nosivosti vozila
- ε – koeficijent dinamičkog iskorišćenja nosivosti vozila

Časovna proizvodnost rada teretnog vozila na prevoznom putu biće:

– u tonama:

$$W'_{Q} = q_{\lambda} \cdot Z_{\lambda h} = \frac{q\gamma\beta_{\lambda}Vs}{Kst_{\lambda} + tui\beta_{\lambda}Vs} \quad [t/h]$$

– u tona kilometrima:

$$W'_{U} = U_{\lambda} \cdot Z_{\lambda h} = \frac{q\varepsilon Vs\beta_{\lambda}Kst_{\lambda}}{Kst_{\lambda} + tui\beta_{\lambda}Vs} \quad [tkm/h]$$