

PRIJEVOZNA SREDSTVA, BRZINE VLAKOVA, KAPACITET PRUGE.

- 1. **Prijevozna sredstva**
 - 2. **Brzine vlakova; Zadaci**
 - 3. **Pokazatelji eksploatacije teretnih vagona; Zadaci**
 - 4. **Tehnička moć pruge**
-

1. PRIJEVOZNA SREDSTVA

Sredstva željezničkog prijevoza čine vučna i vučena sredstva, odnosno lokomotive, vagoni za prijevoz putnika i vagoni za prijevoz tereta. Vagoni su podijeljeni i klasificirani po serijama. Serije su oznake na vagonima, a sastoje se od velikih slova u kombinaciji sa malim slovima koja čine podseriju. Glavna serija označava osnovne pojmove o vrsti i značajkama vagona, a podserija dopunjuje seriju detaljnim značajkama i tehničkim obilježjima vagona.

Osnovne značajke teretnih vagona su:

- osovinsko opterećenje u međunarodnom prometu do 200 kN ili 225 kN,
- sposobnost vožnje prema građi voznog postolja,
- brzine od 90 km/h, 100 km/h ili 120 km/h,
- mirnoća vožnje (manja nego u putničkim vagonima).

Teretni vagoni su najbrojnija željeznička vozila, a zbog intenzivnog međunarodnog prometa i najunificiranija među svim prometnim sredstvima.

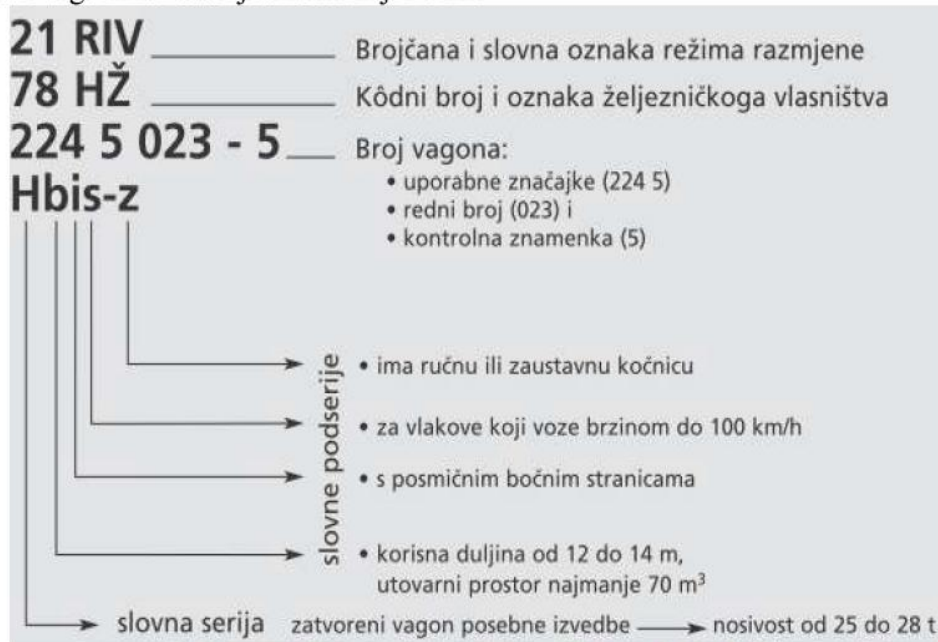
Prema međunarodnoj klasifikaciji slovne oznake teretnih vagona su sljedeće:

E – otvoreni vagon obične izvedbe
F – otvoreni vagon posebne izvedbe
G – zatvoreni vagon obične izvedbe
H – zatvoreni vagon posebne izvedbe
I – vagon s kontroliranom temperaturom – hladnjače
K – dvoosovinski plato-vagon obične izvedbe
L – plato-vagon posebne izvedbe s pojedinačnim osovinama
O – mješoviti otvoreni plato-vagon obične izvedbe
R – plato-vagon obične izvedbe s okretnim postoljima
S – plato-vagon posebne izvedbe s okretnim postoljima
T – vagon s pomičnim krovom
U – vagon za posebne potrebe (npr. **Uc** – s istovarom pod tlakom)
Z – vagonska cisterna.

Preko 90% teretnih vagona sposobno je za promet u međunarodnim vlakovima što znači da odgovara propisima **RIV** (*Regolamento Internazionale Veicoli* – sporazum o uzajamnoj uporabi teretnih vagona u međunarodnom prometu). Vagoni koji nisu sposobni za međunarodni promet imaju oznaku **NE**.

Brojčana i slovna oznaka vagona

Na svakom vagonu istaknuti su brojčani i slovni natpisi kojima se označuju njegove tehničke i uporabne značajke, režim razmjene i vlasnik. Oblik, mjesto, veličina i boja obaveznih natpisa su točno propisani međunarodnim željezničkim propisima. Neobavezni natpisi pridonose tomu da rad s vagonima bude jednostavniji i brži.



Vlasničke oznake na vagonima

Vlasnikov naziv na svakom vagonu napisan je slovni i brojčanim oznakama.

Brojčani kôd	Slovna kratica	Željezničko prijevozno poduzeće (željeznice)
10	VR	Finske željeznice
20	RŽD	Ruske željeznice*
21	BC	Bjeloruske željeznice*
22	UŽ	Ukrajinske željeznice*
23	CFM	Moldavske željeznice*
24	LG	Litavske željeznice
25	LDŽ	Latvijske željeznice*

...

78	HŽ	Hrvatske željeznice
79	SŽ	Slovenske željeznice
80	DB	Njemačka željeznica d.d.
81	ÖBB	Austrijske savezne željeznice

Slovne serije i podserije

Slovna oznaka ili slovna serija sastoji se od velikoga slova te od jednoga malog slova ili više malih slova poredanih po abecednom redu.

Veliko slovo je oznaka serije i ono označava:

- vrstu vagona (otvoreni, zatvoreni, plato-vagon itd.) i
- izvedbu (obična ili posebna).

Mala slova jesu oznake podserija iz kojih su vidljive najvažnije uporabne značajke vagona.

U priloženim tablicama:

- podatci navedeni u metrima odnose se na iskoristivu duljinu vagona (lu), a
- podatci navedeni u tonama (tu) odnose se na najveće opterećenje navedeno u rasteru graničnih opterećenja vagona.

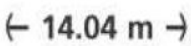

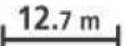
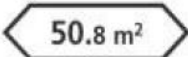
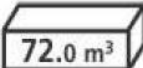

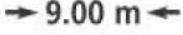
Međunarodno prihvaćene podserije koje vrijede za sve serije

- q vod električnoga grijanja za struju svih vrsta
- qq vod i uređaj električnoga grijanja za struju svih vrsta
- s dopušten za "s" promet
- ss dopušten za "ss" promet

Domaće podserije na HŽ-ovim vagonima dodaju se iza posljednje podserije i od nje su odvojene crticom

- t vagon za prijevoz teških predmeta (kod serije S)
- t službeni vagon za teretne vlakove (kod serije U)
- v vagon samo sa zračnim vodom kočnice (kod svih serija)
- z vagon s ručnom kočnicom (kod svih serija)
- ž vagon za posebne željezničke svrhe

Važniji natpisi i oznake na vagonu

	Duljina preko odbojnika
	Vlastita masa
	Iskoristiva podna duljina (utovarna duljina)
	Iskoristiva podna površina
	Volumen utovarnog prostora
	Volumen vagona s posudama
	Razmak između <ul style="list-style-type: none"> - krajnjih osovina (kod vagona bez okretnih postolja) - krajnjih osovina u okretnom postolju - središnjih svornjaka okretnih postolja

	A	B	C
S	37.5	45.5	53.5
120	00.0		

Raster graničnih opterećenja

Granično opterećenje je najveća dopuštena masa tereta koju vagon smije voziti na pruzi određene kategorije.

U navedenom primjeru vagon smije:

- pri brzinama do 100 km/h (režim "s") voziti najviše:
 - 37,5 t tereta na pruzi kategorije A,
 - 45,5 t tereta na pruzi kategorije B i
 - 53,5 t tereta na pruzi kategorije C
- voziti brzinom do 120 km/h samo onda kada je prazan.

Kategorije pruga određene su:

- najvećim opterećenjem dopuštenim po osovini (zbrojem vlastite mase i mase tereta podijeljenim s brojem osovina) i
- najvećim opterećenjem dopuštenim po duljinskom metru (zbrojem vlastite mase i mase tereta podijeljenim sa duljinom vagona mjerenom od čela do čela nezbijenih odbojnika),

i to prema sljedećoj tablici:

		A	B	C	D
		16 t/os	18 t/os	20 t/os	22,5 t/os
1	5,0 t/m	A	B ₁		
2	6,4 t/m		B ₂	C ₂	D ₂
3	7,2 t/m			C ₃	D ₃
4	8,0 t/m			C ₄	D ₄

Dopunski raster graničnih opterećenja

Željeznička prijevozna poduzeća navedena u rasteru dogovorila su se o tome da na njihovim prugama kategorije C pri brzinama do 90 km/h vagon smije prevoziti 58,5 t tereta, premda je to više nego što dopuštaju propisi Međunarodne željezničke unije (UIC).

MAV JZ SZ ZRS ZSR	C
ŽFBH MŽ CFR BDŽ	
90	58.5

Nosivost je veća od najvećeg graničnog opterećenja

Vagon smije biti opterećen preko mjerodavnoga graničnog opterećenja do nosivosti napisane u oznaci samo onda kada se prevozi pod posebnim prijevoznim uvjetima.



Najmanji polumjer zavoja kroz koji vagon može voziti

R 40 m

Odvojni vagonski dijelovi

- veliko slovo A u brojniku pokazuje da se oznaka odnosi na odvojne vagonске dijelove
- broj ispred razlomka pokazuje količinu odvojnih vagonских dijelova, a
- broj u nazivniku znači kôd (vrstu) odvojnoga vagonskog dijela.

2 $\frac{A}{3}$

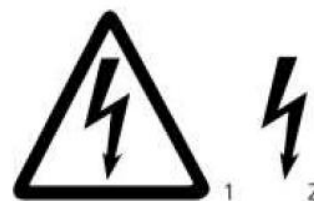
Iz navedenoga primjera vidljivo je da vagon ima dvije odvojive čelne stranice.

Privatni vagon ili iznajmljeni vagon

P

Upozorenje na zonu visokog napona

- 1 - crna izlomljena strjelica na crno uokvirenoj reflektirajuće žutoj osnovi
 2 - žuta izlomljena strjelica na tamnoj osnovi ili crvena izlomljena strjelica na svijetloj osnovi

**Vagon standardiziran u skladu s propisima UIC-a (Međunarodne željezničke unije)**

UIC St

Dopuštena masa pojedinačnog tereta

Dopuštene mase pojedinačnoga tereta koji je postavljen na sredinu vagona ovise o duljini kojom on naliže na vagon, i to:

- u stupcu pod — kod kontinuiranoga opterećenja, tj. kada teret cijelom svojom dužinom leži izravno na vagonskome podu ili kada je postavljen na paran broj (najmanje četiri) ravnomjerno raspoređenih podmetača, a
- u stupcu pod ▲▲ kada je teret postavljen na dva podmetača.

	m		t	▲▲
a-a	2	32		33
b-b	5	35		38
c-c	9	36		44
d-d	15	44		55

Kada duljina naližanja iznosi između vrijednosti napisanih u rasteru, dopuštena masa izračunava se linearnom interpolacijom.

Značenje podserija na vagonima. Za ilustraciju opisan je vagon serije E i F:

E: Otvoreni vagon obične izvedbe

prevrtljiv s čela i s boka te s ravnim podom
 s 2 osovine: $lu \geq 7,70 \text{ m}$, $25 \text{ t} \leq tu \leq 30 \text{ t}$
 s 4 osovine: $lu \geq 12 \text{ m}$, $50 \text{ t} \leq tu \leq 60 \text{ t}$
 sa 6 osovine ili više: $lu \geq 12 \text{ m}$, $60 \text{ t} \leq tu \leq 75 \text{ t}$

a	s 4 osovine
aa	sa 6 osovine ili više
c	s istovarnim poklopcima u vagonskome podu ⁽¹⁾
k	s 2 osovine: $tu < 20 \text{ t}$; s 4 osovine: $tu < 40 \text{ t}$ sa 6 osovine ili više: $tu < 50 \text{ t}$
kk	s 2 osovine: $20 \text{ t} \leq tu < 25$ s 4 osovine: $40 \text{ t} \leq tu < 50 \text{ t}$ sa 6 osovine ili više: $50 \text{ t} \leq tu < 60 \text{ t}$
l	nije prevrtljiv s boka
m	s 2 osovine: $lu < 7,70 \text{ m}$ s 4 osovine ili više: $lu < 12 \text{ m}$
n	s 2 osovine: $tu > 30 \text{ t}$; s 4 osovine: $tu > 60 \text{ t}$ sa 6 osovine ili više: $tu > 75 \text{ t}$
o	nije prevrtljiv s čela

(1) To vrijedi samo za otvorene vagone s ravnim podom opremljene uređajem koji omogućava da se, osim kao kod običnoga vagona s ravnim podom, neki tereti također istovaruju gravitacijom tako da se otvore podni poklopci.

F: Otvoreni vagon posebne izvedbe

s 2 osovine: $25 \text{ t} \leq tu \leq 30 \text{ t}$
 s 3 osovine: $25 \text{ t} \leq tu \leq 40 \text{ t}$
 s 4 osovine: $50 \text{ t} \leq tu \leq 60 \text{ t}$
 sa 6 osovine ili više: $60 \text{ t} \leq tu \leq 75 \text{ t}$

I	s gravitacijskim istovarom, odjednom, istodobno na obje strane, visoko ⁽¹⁾
II	s gravitacijskim istovarom, odjednom, istodobno na obje strane, nisko ⁽¹⁾
n	s 2 osovine: $tu > 30 \text{ t}$; s 3 osovine: $tu > 40 \text{ t}$ s 4 osovine: $tu > 60 \text{ t}$ sa 6 osovine ili više: $tu > 75 \text{ t}$
o	s gravitacijskim istovarom, odjednom, u sredini, visoko ⁽¹⁾
oo	s gravitacijskim istovarom, odjednom, u sredini, nisko ⁽¹⁾
p	s gravitacijskim istovarom, s podešavanjem, u sredini, visoko ⁽¹⁾
pp	s gravitacijskim istovarom, s podešavanjem, u sredini, nisko ⁽¹⁾

Ilustracije nekih serija vagona:

Zatvoreni vagoni (vagoni serije G) – vagon obične izvedbe s najmanje osam otvora za provjetravanje: *Vagon serije Gas-z*



Osnovna namjena zatvorenih vagona jest za prijevoz komadne robe, paletiziranih stvari, živih životinja, prehrambenih proizvoda i drugih stvari koje moraju biti zaštićene od atmosferskih utjecaja.

Specijalni zatvoreni vagoni (vagoni serije H): *Vagon serije Hbills-z*



Osnovna značajka specijalnih zatvorenih vagona serije H jest različitost konstrukcijskih izvedaba koje omogućavaju brže i jednostavnije rukovanje robama različitih vrsta.

Vagoni s pokretnim krovom (vagoni serije T): *Vagon serije Tadds-z*

Osnovna značajka vagona s pokretnim krovom serije T jest mogućnost otvaranja cijele krovne površine radi jednostavnijega i lakšeg utovara.





Otvoreni vagoni (serija E): Eamos-z. Namijenjeni su za prijevoz robe i materijala u rasutu stanju svih granulacija te materijala koji ne moraju biti zaštićeni od vanjskih utjecaja. Utovar je moguće obaviti odozgo ili kroz bočna ili čelna vrata. Dvoosovinski vagoni imaju po jedna vrata sa svake strane, a četveroosovinski po dvojica odnosno troja vrata sa svake strane. Teret se može zaštititi pokrivačima koji se vežu za ušice ugrađene na bočnim i čelnim stranicama vagona.

Vagon serije Eas-z



Dvoosovinski plato-vagoni (vagoni serije K): Vagon serije Kgs.

Dvoosovinski plato vagon serije K vagon je obične izvedbe s preklopivim niskim stranicama i s kratkim stupcima. Hrvatske željeznice raspolažu s vagonima serije Kgs. To je dvoosovinski plato-vagon. Vagon ima niske bočne i čelne stranice koje se mogu preklopiti. Nadalje, vagon posjeduje stupce te otvore za pričvršćenje kontejnera. Pod je izrađen od lima i drva.

Četveroosovinski plato-vagoni (vagoni serije R)

Značajka četveroosovinskih plato-vagona jesu čelne niske preklopne stranice i bočni stupci. Kada se u te vagone tovaru teži predmeti, posebno treba paziti na ispravan raspored tereta po cijeloj duljini. U takvim slučajevima potrebno je se pridržavati oznaka na vagonima.



Specijalni otvoreni vagoni (vagoni serije F)



Značajka tih vagona jest istovar tereta pomoću gravitacije. Namijenjeni su prijevozu rasutih tereta. Sa vagonom oznake *Faccs-z* mogu se prevoziti i oštrobridni materijali. Teret se u vagone tovari odozgo, a istovaruje obostrano kroz četiri otvora. Količinu istovarenoga materijala moguće je kontrolirati i prekinuti u bilo kojem trenutku. Kod vagona serije *Fals-z* materijali ne smiju biti oštrobridni. Utovar se obavlja odozgo, a istovar pomoću gravitacije. Sa strane vagona nalaze se po dvojica istovarna vrata koja se otvaraju pomoću zraka. Dinamiku istovara nije moguće regulirati, a istovar se obavlja sa strane.

Vagoni sa spremnikom (vagoni serije Z)



Vagoni sa spremnikom (vagoni cisterne) služe za prijevoz tekućina, plinova i materijala koji kod viših temperatura prelaze u tekuće stanje (mazut, bitumen, parafin i dr.) Pojedini vagoni opremljeni su grijačima radi lakšega istovara nekih roba. Da bi se izbjeglo nepotrebno pranje posude nakon svakog prijevoza, odnosno miješanje robe s ostacima prijašnjeg tereta, na vagonima je označeno za koju je vrstu robe koji vagon namijenjen (npr. voda, benzin, sirova nafta, jestivo ulje, melasa, kiselina, itd.). Pri prijevozu onih vrsta

roba koje se prevoze po Pravilniku RID na vagone valja postaviti natpisne ploče narančaste boje na kojima su naznačene vrsta utovarene robe, kao i vrsta opasnosti pri prijevozu.

Vagon serije *Uacs-z* – specijalni četveroosovinski vagon s posudom

Namijenjen je prijevozu praškastih materijala do 5,0 mm. Utovar se obavlja odozgo, a istovar pomoću stlačenog zraka. Posebna pozornost mora se obratiti na vlažnost materijala kako se ne bi stvrdnuo. Osobita pozornost mora se također obratiti na istovar pomoću stlačenog zraka te na ispuštanje eventualno stvorenoga kondenzata.



2. BRZINE VLAKOVA

Brzina vožnje vlaka ovisi o vrsti vučnoga i vučenog vozila, te najvećoj dopuštenoj brzini na pruži. Temeljem tih uvjeta svakom se vlaku mora odrediti odnosno propisati kojom se najvećom brzinom smije kretati. Takva propisana, odnosno određena brzina naziva se najveća brzina vlaka (v_{max}). Najveće dopuštene brzine utvrđuju se ovisno o:

- značajkama željezničke pruge,
- vrsti pojedinih vozila u vlaku,
- vrsti i duljini vlaka,
- kočnoj masi vlaka,
- prometno-transportnim prilikama.

Najveća dopuštena brzina ne smije biti veća od:

- 250 km/h – za putničke vlakove, ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni djelatnim auto-stop uređajima, uređajima za brzinsko vođenje vlaka i radio-dispečerskim uređajima
- 160 km/h – za putničke vlakove, ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni djelatnim auto-stop uređajima, a bez auto-stop uređaja do 100 km/h
- 120 km/h – za teretne vlakove ako su željeznička pruga i vodeće vozilo opremljeni djelatnim auto-stop uređajima, a bez auto-stop uređaja do 100 km/h

Pruga i službena mjesta opremaju se pružnim i kolodvorskim postrojenjima, uređajima i konstrukcijama koje tehnički omogućuju sigurno kretanje vlakova i vozila. Pružna i kolodvorska postrojenja, uređaje i konstrukcije čine: signali, signalne oznake i signalno-sigurnosni uređaji, uređaji na cestovnim prijelazima, telekomunikacijski uređaji, oprema i uređaji za upravljanje prometom, kolosijeci, skretnice, iskočnice, spuštalice i druga manevarska postrojenja u ranžirnim kolodvorima, stabilna postrojenja za električnu vuču, vagonске vage, kontrolni tovarni profili i tovarne rampe, prsobrani, peroni, razni uređaji za održavanje i čišćenje vagona i drugo.

Komercijalna ili dionička brzina (v_k), odnosno prosječna brzina putovanja vlaka, kojom se roba i putnici prevoze na transportnom tržištu izračunava se kao:

$$v_k = \frac{s}{\sum t_v + \sum t_b} \quad [\text{km/h}]$$

v_k – prosječna komercijalna brzina (km/h)

s – dužina dionice na kojoj vlak prometuje (km)

$\sum t_v$ – ukupno vrijeme vožnje vlaka na dionici s (h)

$\sum t_b$ – ukupno vrijeme bavljenja vlaka po međustanicama na dionici s (h)

Komercijalna brzina se može izračunati i kao omjer ukupnih voznih kilometara i ukupnih voznih sati vlakova na određenoj dionici željezničke pruge.

$$v_k = \frac{\sum ns}{\sum nt} \quad [\text{km/h}]$$

n – broj vlakova

s – dužina dionice na kojoj vlak prometuje (km)

t – ukupno vrijeme putovanja (km)

Tehnička brzina može biti izražena na dva načina.

"Čisto" tehnička brzina ($v_{\check{c}t}$) je prosječna tehnička brzina vožnje koja se dobije kada se ukupna dionica puta podijeli s vremenom vožnje kojemu su oduzeta dodatna vremena za ubrzavanje i usporavanje vlaka (pokretanje i zaustavljanje), odnosno:

$$v_{\check{c}t} = \frac{s}{\sum t_v - \sum t_{dod}} \quad [\text{km/h}]$$

$v_{\check{c}t}$ – čisto tehnička brzina (km/h)

$\sum t_{dod}$ – ukupna dodatna vremena na dionici s (h)

Tehnička brzina (v_t) je prosječna brzina vožnje vlaka koja se dobije iz odnosa dužine dionice i ukupnog vremena vožnje, tj.:

$$v_t = \frac{s}{\sum t_v} \quad [\text{km/h}]$$

Koeficijent komercijalne brzine je omjer komercijalne i tehničke brzine:

$$\beta = \frac{v_k}{v_t}$$

Komercijalna brzina služi kao pokazatelj kvalitete prijevoza s kojom željeznica nastupa na transportnom tržištu što znači da s većom komercijalnom brzinom željeznica može biti konkurentnija u odnosu na druge prometne grane. Komercijalna brzina je u isključivoj nadležnosti željeznice. Ta brzina ovisi o tehničkoj brzini, odnosno o mogućnosti uspostavljanja organizacije prometa vlakova s obzirom na tehnička sredstva željeznice. Svako veće, nepotrebno zadržavanje vagona u vlakovima kada oni nisu u kretanju uzrokuje smanjenje komercijalne brzine. Iz toga slijedi da je komercijalnu brzinu potrebno što više približiti tehničkoj brzini.

U praksi se koeficijent β kreće od 0 do 1. U teorijskom smislu, kada bi koeficijent β bio 1, to bi značilo da je $v_k = v_t$. Znači da treba težiti povećanju koeficijenta β . To se može postići uz što manje zadržavanje vlakova u međustanicama, tj. ako se vrijeme putovanja maksimalno približi vremenu vožnje vlaka.

Zadaci iz brzine vlakova

Zadatak 1. Vlak prometuje na pruzi duljine 507 km. Vrijeme putovanja iznosi 8 sati i 24 minute, a vrijeme bavljenja vlaka po međustanicama iznosi 36 minuta. Izračunati tehničku brzinu vlaka.

Rješenje:

$$t_p = 8,4 \text{ h} \quad t_b = 0,6 \text{ h} \Rightarrow t_v = 7,8 \text{ h}$$

$$v_t = \frac{s}{t_v} = \frac{507}{7,8} = 65 \text{ [km/h]}$$

Zadatak 2. Na dijelu mreže željezničkih pruga ostvareni su sljedeći elementi prometa vlakova:

- na prvoj dionici pruge duljine 60 km, prometovalo je 6 vlakova s vremenom putovanja 1,8 sati
- na drugoj dionici duljine 70 km prometovalo je 8 vlakova s vremenom putovanja 2,15 sati
- na trećoj dionici pruge duljine 80 km prometovalo je 6 vlakova, vrijeme putovanja 2 sata.

Na promatranom dijelu mreže koeficijent komercijalne brzine iznosi $\beta=0,64$.

Izračunati:

- a) prosječnu komercijalnu brzinu vlakova
- b) prosječnu tehničku brzinu vlakova

Rješenje:

a) Komercijalna brzina je:

$$\sum ns = n_1 s_1 + n_2 s_2 + n_3 s_3 = 6 \cdot 60 + 8 \cdot 70 + 6 \cdot 80 = 1400 \text{ [voznih km]}$$

$$\sum nt = n_1 t_1 + n_2 t_2 + n_3 t_3 = 6 \cdot 1,8 + 8 \cdot 2,15 + 6 \cdot 2 = 40 \text{ [voznih sati]}$$

$$v_k = \frac{\sum ns}{\sum nt} \text{ [km/h]} = \frac{1400}{40} = 35 \text{ [km/h]}$$

b) Tehnička brzina je:

$$\beta = \frac{v_k}{v_t} \Rightarrow v_t = \frac{v_k}{\beta} = \frac{35}{0,64} = 55 \text{ [km/h]}$$

Zadatak 3. Vlak prometuje na pruzi duljine 224 km komercijalnom brzinom od 56 km/h i tehničkom brzinom 64 km/h. Izračunati vrijeme bavljenja vlaka po međustanicama.

Rješenje:

$$v_k = \frac{s}{\sum t_v + \sum t_b}; \quad v_t = \frac{s}{\sum t_v}$$

$$v_k = \frac{s}{\frac{s}{v_t} + \sum t_b} = \frac{s \cdot v_t}{s + v_t \cdot \sum t_b}$$

$$\sum t_b = \frac{s \cdot (v_t - v_k)}{v_k \cdot v_t} = \frac{224 \cdot (64 - 56)}{64 \cdot 56} = 0,5 \text{ sati}$$

Zadatak 4. Vrijeme vožnje na pruzi iznosi 10 sati, vrijeme bavljenja po međustanicama je 2,5 sati. Izračunati koeficijent komercijalne brzine vlaka.

Rješenje:

$$\beta = \frac{v_k}{v_t}; \quad v_k = \frac{s}{t_v + t_b}; \quad v_t = \frac{s}{t_v} \Rightarrow \beta = \frac{t_v}{t_v + t_b} = \frac{10}{10 + 2,5} = 0,8$$

3. POKAZATELJI EKSPLOATACIJE (KORIŠTENJA) VAGONA

Opće eksploatacijske značajke vagona jesu: nosivost, tara i bruto masa vagona. Nosivost vagona ovisi o količini robe, volumenu i specifičnoj težini robe. Iskorištenje nosivosti vagona definira se kao odnos korištenog i stvarnog volumena. Nosivost vagona, kao sposobnost za prijevoz određene količine, ograničena je i granicom tovarenja vagona s obzirom na moguće osovinsko opterećenje pruge.

Tara je masa samih kola, dok je bruto masa vagona jednaka zbroju mase vagona i utovarene robe. Koeficijent tare vagona (λ) je odnos tare vagona u tonama (m_t) i konstrukcijske nosivosti vagona u tonama (q):

$$\lambda = \frac{m_t}{q}$$

Ovaj koeficijent pokazuje koliko korisne mase tereta dolazi na vlastitu masu vagona. Za eksploataciju je povoljnije ako je vlastita masa vagona manja, a nosivost veća.

Od pokazatelja korištenja vagona objasniti će se pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu i po vremenu.

Pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu su sljedeći:

- statičko opterećenje vagona,
- dinamičko opterećenje vagona i
- dinamičko opterećenje vagona radnog parka

Statičko opterećenje vagona (γ_s) je količina robe u tonama po utovarenim vagonima. Pri utovaru više vagona, statičko se opterećenje dobije kao prosječno opterećenje po vagonu. Računa se kao odnos između ukupne količine utovarene neto mase tereta i broja utovarenih vagona:

$$\gamma_s = \frac{\sum m}{n_{utov}} \quad [\text{t/vagon}]$$

$\sum m$ – ukupna količina neto mase tereta u svim utovarenim vagonima
 n_{utov} – broj utovarenih vagona

Ako, primjerice, željeznica raspolaže sa vagonima prosječne nosivosti od 40 t, a tijekom jedne godine se zna da je prosječno statičko opterećenje vagonskih pošiljaka iznosilo 28 t/vagon, proizlazi da je postotak iskorištenja vagona 70%. Posljedice slabog korištenja vagona mogu biti u:

- strukturi robe koja se prevozi, jer se može desiti da je vagon prostorno iskorišten dok nosivost nije, te
- neusklađenosti vagonskih kapaciteta s osovinskom opterećenjem pruga preko kojih se vagoni prevoze; ako je osovinsko opterećenje pruge malo, a nosivost vagona veća dolazi do neusklađenosti pa vagoni veće nosivosti trče neiskorišteni.

Dinamičko opterećenje vagona (γ_d) je prosječno opterećenje vagona u toku vožnje, te se dobiva kao odnos neto-tonskih kilometara i vagonskih kilometara tovarenih vagona:

$$\gamma_d = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} \quad [\text{t/vagon}]$$

$\sum ms$ – neto-tonski kilometri

$\sum ns_{tov}$ – vagonski kilometri tovarenih vagona

Statičko opterećenje može biti jednako, veće ili manje od dinamičkog. Ako je $\gamma_s = \gamma_d$ to znači da su svi tovareni vagoni trčali na jednakoj udaljenosti, tj. da nije bilo većeg ili manjeg trčanja pojedinih više ili manje tovarenih vagona. Ako je $\gamma_s > \gamma_d$ to znači da su manje tovareni vagoni trčali na relativno dužoj udaljenosti. Ako je $\gamma_s < \gamma_d$ znači da su više tovareni vagoni trčali na dužoj udaljenosti. Ako više tovareni vagoni trče na dužoj udaljenosti bit će više neto-tonskih kilometara, što podrazumijeva da se vagoni bolje koriste te je bolje ako je $\gamma_d > \gamma_s$.

Dinamičko opterećenje vagona radnog parka podrazumijeva odnos neto-tonskih kilometara i vagonskih kilometara radnog parka (tovareno i prazno). Pokazuje koliko se prosječno tona prevozi po jednom vagonu bez obzira na to u kojem su stanju vagoni (tovareni ili prazni):

$$\gamma_{drp} = \frac{\sum ms}{\sum ns} \quad [\text{t/vagon}]$$

$$\sum ns = \sum ns_{tov} + \sum ns_{pr}$$

n – ukupan broj vagona (tovarenih i praznih)

$\sum ns$ – vagonski kilometri svih vagona (tovarenih i praznih)

$\sum ns_{pr}$ – vagonski kilometri praznih vagona

Koeficijent trčanja praznih vagona (α) dobiva se iz odnosa dužine trčanja praznog vagona i dužine trčanja tovarnog vagona, a također se može dobiti iz odnosa praznih i tovarenih vagonskih kilometara:

$$\alpha = \frac{s_{pr}}{s_{tov}}; \quad \alpha = \frac{\sum ns_{pr}}{\sum ns_{tov}}$$

s_{pr} – dužina trčanja vagona u praznom stanju

s_{tov} – dužina trčanja vagona u tovarnom stanju

Ako je poznat koeficijent trčanja praznih vagona, dinamičko opterećenje radnog parka može se izračunati prema sljedećem izrazu:

$$\gamma_{drp} = \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} \quad [\text{t/vagon}]$$

U praksi se koeficijent praznog trčanja nalazi u granicama od 0 do 1. Ima slučajeva kada može biti 1 ili veći od 1, a to se odnosi na trčanje specijalnih vagona koji se i inače manje koriste, a pri tome gotovo redovito u jednom smjeru trče prazni i to trčanje može biti i veće od trčanja u tovorenom stanju.

Zadaci iz statičkog i dinamičkog opterećenja vagona

Zadatak 1. Na stanici je utovareno 670000 kg ugljena u "Eas-z" vagon. Od toga je:

- 5 vagona utovareno sa 30 tona i prevezeno na rastojanju od 240 km
- 5 vagona utovareno sa 28 tona i prevezeno na rastojanju od 170 km
- 5 vagona utovareno sa 26 tona i prevezeno na rastojanju od 130 km
- 10 vagona utovareno sa 25 tona i prevezeno na rastojanju od 210 km

Izračunati:

- a) prosječno statičko opterećenje vagona
- b) prosječno dinamičko opterećenje vagona

Rješenje:

- a) Prosječno statičko opterećenje vagona je:

$$\gamma_s = \frac{\sum m}{n_{utov}} = \frac{670}{25} = 26,8 \quad [\text{t/vagon}]$$

- b) Prosječno dinamičko opterećenje vagona je:

$$\gamma_d = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} = \frac{5 \cdot 30 \cdot 240 + 5 \cdot 28 \cdot 170 + 5 \cdot 26 \cdot 130 + 10 \cdot 25 \cdot 210}{5 \cdot 240 + 5 \cdot 170 + 5 \cdot 130 + 10 \cdot 210} = \frac{129\,200 [\text{tkm}]}{4\,800 [\text{vagonkm}]} = 26,9 \quad [\text{t/vagon}]$$

Zadatak 2. U stanici A je utovareno 1330 t tereta u 70 "Gas" vagona. Od toga je.

- 30 vagona upućeno u stanicu B koja je udaljena 220 km od stanice A,
- 40 vagona upućeno je u stanicu C koja je udaljena 300 km od stanice A.

Iz stanice A za B zajedno sa tovarnim vagonima upućeno je i 16 praznih vagona. Izračunati:

- a) prosječno statičko opterećenje vagona
- b) prosječno dinamičko opterećenje vagona
- c) koeficijent trčanja praznih vagona
- d) prosječno dinamičko opterećenje vagona radnog parka

Rješenje:

- a) Prosječno statičko opterećenje vagona:

$$\gamma_s = \frac{\sum m}{n_{utov}} = \frac{1330}{70} = 19 \quad [\text{t/vagon}]$$

- b) Prosječno dinamičko opterećenje vagona:

$$\gamma_d = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} = \frac{30 \cdot 19 \cdot 220 + 40 \cdot 19 \cdot 300}{30 \cdot 220 + 40 \cdot 300} = \frac{353\,400 \text{ [tkm]}}{18\,600 \text{ [vagonkm]}} = 19 \text{ [t/vagon]}$$

c) Koeficijent trčanja praznih vagona je:

$$\alpha = \frac{\sum ns_{pr}}{\sum ns_{tov}}; \quad \sum ns_{tov} = 16 \cdot 220 = 3520 \text{ [vagonkm]} \Rightarrow \alpha = \frac{3\,520}{18\,600} = 0,19$$

d) Prosječno dinamičko opterećenje vagona radnog parka:

$$\gamma_{drp} = \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} = \frac{19}{1,19} = 16 \text{ [t/vagon]}$$

Zadatak 3. U stanici M se u svaka od tri dana utovari po dva vagona po sljedećem rasporedu:

- prvog dana se u jedan vagon utovari 27 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 100 km, a u drugi vagon se utovari 27 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 200 km,
- drugog dana se u jedan vagon utovari 28 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 100 km, a u drugi vagon se utovari 26 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 200 km,
- trećeg dana se u jedan vagon utovari 26 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 100 km, a u drugi vagon se utovari 28 t tereta i vagon se preveze na udaljenost od 200 km.

Usporediti prosječna statička i dinamička opterećenja vagona radnim danima:

Rješenje:

$$\left. \begin{aligned} \gamma_s^{(\text{dan I})} &= \frac{\sum m}{n_{utov}} = \frac{27+27}{2} = 27 \text{ [t/vagon]} \\ \gamma_s^{(\text{dan II})} &= \frac{\sum m}{n_{utov}} = \frac{28+26}{2} = 27 \text{ [t/vagon]} \\ \gamma_s^{(\text{dan III})} &= \frac{\sum m}{n_{utov}} = \frac{26+28}{2} = 27 \text{ [t/vagon]} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \gamma_s^{(\text{dan I})} = \gamma_s^{(\text{dan II})} = \gamma_s^{(\text{dan III})} = 27 \text{ [t/vagon]}$$

$$\gamma_d^{(\text{dan I})} = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} = \frac{1 \cdot 27 \cdot 100 + 1 \cdot 27 \cdot 200}{1 \cdot 100 + 1 \cdot 200} = 27 \text{ [t/vagon]}$$

$$\gamma_d^{(\text{dan I})} = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} = \frac{1 \cdot 28 \cdot 100 + 1 \cdot 26 \cdot 200}{1 \cdot 100 + 1 \cdot 200} = 26,67 \text{ [t/vagon]}$$

$$\gamma_d^{(\text{dan I})} = \frac{\sum ms}{\sum ns_{tov}} = \frac{1 \cdot 26 \cdot 100 + 1 \cdot 28 \cdot 200}{1 \cdot 100 + 1 \cdot 200} = 27,33 \text{ [t/vagon]}$$

$$\gamma_s^{(\text{dan I})} = \gamma_d^{(\text{dan I})}; \quad \gamma_s^{(\text{dan II})} > \gamma_d^{(\text{dan II})}; \quad \gamma_s^{(\text{dan III})} < \gamma_d^{(\text{dan III})}$$

Pokazatelji korištenja teretnih vagona po vremenu su sljedeći:

- obrt,
- dnevno trčanje,
- vrijeme rada i
- produktivnost

Obrt je vremensko angažiranje vagona između dva utovara, odnosno dva istovara. Obrt je vrijeme koje vagoni provedu između dva utovara ili dva istovara. Naime, nije ispravno tretirati obrt vagona od jednog utovara do istovara jer nije obuhvaćeno vrijeme koje vagoni provedu nakon istovara do ponovnog utovara. To je vrijeme u svakom slučaju neproduktivno a može se odnositi na prazno trčanje ili čekanje u bilo kojoj situaciji, ranžiranje, čekanje na utovar i sl.

Primjer. Iz stanice A treba prevesti 90 t neke robe u stanicu B, a pritom je na raspolaganju jedan vagon nosivosti 30 ili više tona. Pod pp. da su za utovar, prijevoz i istovar te povratak praznih kola u stanicu A potrebna tri dana, tada bi se taj jedan vagon našao tri puta na utovaru, tri puta na prijevozu od čega tri puta u tovarenom i tri puta u praznom stanju (ako bi se po završenom prijevozu vratio u stanicu A) i tri puta na istovaru. Znači, postoje tri ciklusa (tri utov. i tri istovara) koji ukupno iznose 9 vagonskih dana. Pojedinačno, obrt ili jedan ciklus traje tri dana.

Ako bi na raspolaganju bila tri vagona, prijevoz od stanice A do B obavio bi se u jednom ciklusu sa tri vagona, što bi trajalo tri dana a ukupni angažman tih vagona iznosio bi opet 9 vag. dana.

Formula za obrt je:

$$g = \frac{nd}{n_{utov}} \left[\frac{\text{vag.dani}}{\text{br.vagona}} = \text{dani} \right]$$

U navedenom primjeru, za slučaj jednog vagona biti će: $g = \frac{nd}{n_{utov}} = \frac{3}{1} = 3$ [dana]. Treba obaviti tri ciklusa pa je ukupan broj vagonskih dana 9 vagonskih dana (3 ciklusa tj. obrta x 3 vag. dana = 9 vag. dana).

Za slučaj tri vagona bit će: $g = \frac{nd}{n_{utov}} = \frac{9}{3} = 3$ [dana]. Ovdje je dovoljan jedan obrt, tj. ciklus a ukupan broj vagonskih dana opet 9 (3 vagona x 3 vagona dana = 9 vag. dana).

Dnevno trčanje je pokazatelj vremenskog korištenja koji pokazuje koliko je kilometara pretrčao jedan vagon u toku jednog dana. Dnevno se trčanje može izračunati iz dva elementa:

a) dužine trčanja vagona u toku obrta: $s^{dn.tr.} = \frac{s}{g} [\text{km/dan}]$

b) vagonskih kilometara: $s^{dn.tr.} = \frac{\sum ns}{nd} [\text{km/dan}]$

Budući da vagoni u toku obrta dijelom trče tovareni a dijelom prazni postoji tzv. dnevno trčanje tovarenih i dnevno trčanje praznih vagona:

$$s_{tov}^{dn.tr} = \frac{s_{tov}}{g}; \text{ odnosno } s_{tov}^{dn.tr} = \frac{\sum ns_{tov}}{nd} [\text{km/dan}]$$

$$s_{pr}^{dn.tr} = \frac{s_{pr}}{g}; \text{ odnosno } s_{pr}^{dn.tr} = \frac{\sum ns_{pr}}{nd} [\text{km/dan}]$$

Iz ovih odnosa može se zaključiti sljedeće:

1. ako se vrijeme obrta povećava, a ukupna dužina trčanja, odnosno dužina trčanja u tovarenom stanju ostaje ista, dnevno će se trčanje smanjivati. To je negativno jer bi se tada vrijeme obrta povećavalo na račun drugih vremena (ne vremena vožnje), koja su ionako neproaktivna.

2. ako je obrt nepromijenjen, a dužina trčanja u tovarenom stanju poraste, dnevno će trčanje porasti. To je pozitivno jer vagoni trče duže u tovarenom stanju u ukupnom obrtu što znači da se relativno smanjuju druga vremena iz obrta (vremena provedena u tehničkim stanicama i vremena na utovaru i istovaru), te tome treba težiti.

Vrijeme rada teretnih vagona je vrijeme koje vagoni provedu u stanju prevoženja tereta, a dobiva se iz odnosa:

a) dnevnog trčanja i komercijalne brzine: $t_r = \frac{s^{dn.tr.}}{v_k} [\text{h/dan}]$

b) vremena vožnje i obrta: $t_r = \frac{t_v}{g} [\text{h/dan}]$

Produktivnost se ovdje podrazumijeva kao proizvodnja neto-tonskih kilometara u jedinici vremena. Budući da proizvodnja treba biti što veća u jedinici vremena potrebno je da pojedini vagoni što više proizvode, odnosno da što duže trče u tovarenom stanju.

Prijevoz tereta se obavlja vagonima radnog parka pa se produktivnost, odnosno proizvodnja neto-tonskih kilometara odnosi na vagone radnog parka. Prema tome, produktivnost po jednom vagonu odnosno po vagonском danu dobit će se iz odnosa neto-tonskih kilometara i vagona radnog parka, odnosno onih vagona koja su te kilometre proizvela:

$$P = \frac{\sum ms}{nd} [\text{ntkm/vag.dani}]$$

Produktivnost se može izračunati i kao produkt dinamičkog opterećenja vagona radnog parka i prosječnog dnevnog trčanja vagona:

$$P = \gamma_{drp} s^{dn.tr.} \text{ ili } P = \frac{\gamma_d}{1+\alpha} \cdot s^{dn.tr.} [\text{ntkm/vag.dani}]$$

Prema tome, produktivnost je funkcija dužine trčanja i dinamičkog opterećenja vagona u jednom danu. Veća dužina trčanja tovarenih vagona znači više neto-tonskih kilometara.

Zadaci iz obrta, dnevnog trčanja i produktivnosti

Zadatak 1. Željeznička mreža radi sa radnim parkom vagona od 7840 vagon dana i ostvaruje obrt vagona od 2,8 dana. Izračunati prosječno statičko opterećenje utovarenih kola koje se mora ostvariti da bi se dnevno utovarilo i prevozilo 70 000 t tereta.

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{nd}{n_{utov}} \quad [\text{dan}] \\ \gamma_s &= \frac{\sum m}{n_{utov}} \quad [\text{t/vagon}] \end{aligned} \right| \Rightarrow \gamma_s = \frac{\sum m}{\frac{nd}{g}} = \frac{2,8 \cdot 70000}{7840} = 25 \quad [\text{t/vagon}]$$

Zadatak 2. Na mreži željezničkih pruga ostvareni su sljedeći elementi rada i obrta vagona:

- obrt iznosi 3 dana
- koeficijent praznog trčanja je 0,25
- prosječan put koji prazni vagoni pređu u toku obrta je 100 km

Na osnovi zadatih elemenata izračunati:

a) dnevno trčanje vagona	b) vrijeme rada vagona u toku dana
$\alpha = \frac{s_{pr}}{s_{tov}} \Rightarrow s_{tov} = \frac{s_{pr}}{\alpha} = \frac{100}{0,25} = 400 \quad [\text{km}]$ $s = s_{tov} + s_{pr} = 400 + 100 = 500 \quad [\text{km}]$ $s^{dn.tr.} = \frac{s}{g} = \frac{500}{3} = 166,66 \quad [\text{km/dan}]$	$t_r = \frac{s^{dn.tr.}}{v_k} = \frac{166,66}{35,71} = 4,67 \quad [\text{h/dan}]$

Zadatak 3. Željeznička transportna organizacija je u toku mjeseca obavila promet koji je dan u prosječnim dnevnim veličinama rada i obrta vagona:

- prosječno dinamičko opterećenje utovarenih vagona je 25,1 t/vagon
- vagonski kilometri utovarenih vagona iznose $650 \cdot 10^3$
- vagonski kilometri praznih vagona iznose $150 \cdot 10^3$
- ukupan broj vagona iznosi 3200
- vagonski dani radnog vagonskog parka željezničke transportne organizacije iznose 9600

Izračunati:

a) ukupnu dužinu dionice na kojoj su vlakovi prometovali:

$$\sum ns = \sum ns_{tov} + \sum ns_{pr} = 650 \cdot 10^3 + 150 \cdot 10^3 = 800\,000 \quad [\text{km}]$$

$$s = \frac{\sum ns}{n} = \frac{800\,000}{3200} = 250 \quad [\text{km}]$$

b) obrt vagona

$$\vartheta = \frac{nd}{n_{utov}} = \frac{9600}{3200} = 3 \text{ [dana]}$$

c) produktivnost teretnih vagona

$$s^{dn.tr.} = \frac{s}{\vartheta} = \frac{250}{3} = 83,33 \text{ [km/dan]} \text{ ili } s^{dn.tr.} = \frac{\sum ns}{nd} = \frac{800 \cdot 10^3}{9600} = 83,33 \text{ [km/dan]}$$

$$\alpha = \frac{\sum ns_{pr}}{\sum ns_{tov}} = \frac{150 \cdot 10^3}{650 \cdot 10^3} = 0,23$$

$$P = \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} \cdot s^{dn.tr.} = \frac{25,1}{1 + 0,23} \cdot 83,33 = 1700 \text{ [ntkm/vag.dani]}$$

Zadatak 4. U toku mjeseca (30 dana) na ograničenom dijelu mreže ostvareni su sljedeći parametri rada:

- mjesečni vagonski kilometri tovarenih vagona iznose $9230 \cdot 10^3$
- prosječan dnevni rad u vagonima je 1663 vagona
- prosječan dnevni park u vagonskim danima je 5970 vagonskih dana
- koeficijent praznog trčanja 0,30

Izračunati:

a) dnevno trčanje vagona i obrt

$$\alpha = \frac{\sum ns_{pr}}{\sum ns_{tov}}$$

$$\sum ns = \sum ns_{tov} + \sum ns_{pr} = \sum ns_{tov} + \alpha \cdot \sum ns_{tov}$$

$$s^{dn.tr.} = \frac{\sum ns}{nd} = \frac{\sum ns_{tov} + \alpha \cdot \sum ns_{tov}}{nd} = \frac{9230 \cdot 10^3 (1 + 0,3)}{5970 \cdot 30} = 67 \text{ [km/dan]}$$

$$\vartheta = \frac{nd}{n_{utov}} = \frac{5970}{1663} = 3,59 \text{ [dana]}$$

b) obrt, ako se koeficijent praznog trčanja vagona smanji na 0,20 a dnevno trčanje ostane isto

$$s_{tov} = \frac{\sum ns_{tov}}{30 \cdot n} = \frac{9230 \cdot 10^3}{30 \cdot 1663} = 185 \text{ [km/dan]}$$

$$s^{dn.tr.} = \frac{s}{\vartheta} \text{ [km/dan]} \Rightarrow \vartheta = \frac{s}{s^{dn.tr.}} = \frac{s_{tov} + \alpha \cdot s_{tov}}{s^{dn.tr.}} = \frac{185 \cdot (1 + 0,2)}{67} = 3,31 \text{ [dana]}$$

4. TEHNIČKA MOĆ PRUGE

Kao što pokretna sredstva imaju svoj kapacitet tako i pruga kao stabilno sredstvo rada ima kapacitet koji se manifestira u sposobnosti da se na toj pruži izvrši neki rad u određenom razdoblju. Prema tome, tehnička moć pruge je definirana kao sposobnost za izvršenje nekog rada.

Pruga (kao infrastrukturni objekt vezan uz mjesto stajanja) je tek pretpostavka da se nešto može raditi, jer su potrebna i pokretna sredstva – lokomotive i vagoni da bi se organizirao prijevoz. Sposobnost pruge je limitirana raspoloživim pokretnim sredstvima koja će tek na fizičkoj podlozi ostvarivati proizvodne učinke. Iz toga slijedi da tehnička moć pruge zavisi od pokretnih i nepokretnih sredstava te se tretira sa dva aspekta: propusne i prijevozne moći pruge.

1. **Propusna moć (sposobnost) pruge** se relativno više odnosi na stabilna sredstva (pruga, službena mjesta – stanice sa svojim kolosijecima, lokomotivski depoi, elektrovučne podstanice). Podrazumijeva sposobnost propuštanja vlakova u jedinici vremena. Propusnu moć određuju nepokretna sredstva: profil pruge, broj službenih mjesta i postrojenja u njima, te usvojena organizacija prometa vlakova na pruži ili pojedinim njenim dionicama.
2. **Prijevozna moć pruge** relativno više zavisi od pokretnih sredstava (lokomotive i vagoni). Prijevozna moć pruge je sposobnost prevoženja prugom određene količine tereta u odgovarajućoj jedinici vremena i može se odnositi na:

a) *opću prijevoznu moć*

$$P_o = n_{vl} \cdot Q_{vl} \text{ [bruto-tone]}$$

$$Q_{vl} = n \cdot m_t + Q = n \cdot m_t + n \cdot \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} \text{ [bruto-tone]}$$

$$Q = n \cdot \frac{\gamma_d}{1 + \alpha} \text{ [neto-tone]}$$

P_o – opća prijevozna moć

n_{vl} – broj teretnih vlakova koji se mogu propustiti u jedinici vremena (24 sata)

Q_{vl} – bruto masa jednog vlaka

n – broj vagona u jednom vlaku

Q – masa robe u vlaku

m_t – vlastita masa (tara) vagona

b) *prijevoznu moć koju omogućuju vagoni za prijevoz tereta*

Prijevozna moć koju omogućuju vagoni zavisi od: raspoloživog broja vagona (tj. vagonskih dana radnog parka), od prosječne nosivosti vagona te iskorištenja nosivosti, kao i od prosječnog dnevnog trčanja i koeficijenta praznog trčanja.

c) *prijevoznu moć koju omogućuju lokomotive*

Prijevozna moć koju omogućuju lokomotive zavisi od: raspoloživog lokomotivskog parka, prosječnog dnevnog trčanja lokomotiva, uzdužnog profila pruge, razdjelnih točaka na pruži, mase vlaka, itd.

Mjerodavna prijevozna moć je ona koja je najmanja jer taj parametar ograničava rad čitave pruge.

TERETNI ZRAČNI PROMET, SREDSTVA PRIJEVOZA

- 1. Specifične značajke prometnog procesa u zračnom prometu [str. 19-23]
 - 2. IATA, Tarife (str. 43 i 44)
 - 3. Sredstva integralnog prijevoza (palete i kontejneri) u zračnom prometu [str.153-164]
-

Naznačene stranice navedenih tematskih jedinica mogu se pronaći u sljedećem izvoru literature:

Radačić, Ž., Suić, I., Škurla Babić, R.: *Tehnologija zračnog prometa I*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

Mole se studenti da uvrste i taj dio gradiva u obavezne materijale iz ovog kolegija.

