

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA POMORSTVO IN PROMET

DOKTORSKA DISERTACIJA

Anton PEPEVNIK

Portorož, 2002

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Dr Mirko Čičak, dipl. inž.
Dr Mašan Jokić, dipl. inž.

MATEMATIČKE METODE
U ŽELEZNIČKOM SAOBRAĆAJU I TRANSPORTU

Beograd, 1987.

koncepta transporta opravljajo specialne naloge ranžiranja vlakovnih kompozicij. Poudariti je potrebno, da se spremenjen koncept določanja ranžirnih postaj lahko utemelji z uporabo delnega algoritma, ki lahko reši primere v prometu, in s teorijo vagonских tokov, upošteva geografski položaj posamezne ranžirne železniške postaje kot posebnega pogoja.

S pomočjo sistemske analize in opazovanja številnih parametrov, kot so: čas zadrževanja vagonov (t_z), obseg ranžirnega dela (Q), uporaba ranžirnih kapacitet (α), stroški ranžirnega dela (S_d) in čas zbiranja vagonov (t_n), bom dokazal nujnost koncentracije ranžirnega dela za celotno železniško mrežo, in podani bodo parametri, ki vplivajo na to koncentracijo. Predstavljen koncept bo izvirno znanstveno delo in kot tak bo predstavljal pomemben prispevek k znanosti tehnologije železniškega prometa. To pomeni, da bom dokazal potrebno zmanjšanje števila ranžirnih postaj na železniški mreži s ciljem, da bi dosegli zmanjšanje časa zadrževanja vagonov na tahničnih postajah, večjo komercialno hitrost in s tem večjo učinkovitost transportne storitve.

Problemska vprašanja tudi v tej disertaciji verjetno ne bodo dala vseh odgovorov, ker na določena vprašanja, ki zadevajo dinamične sisteme, ni moč dobiti dokončnih odgovorov. Znanstveni prispevek disertacije išče tisti razvojni način izboljšanja kakovosti železniškega prometnega sistema, ki ga je moč prepoznati s pomočjo opazovanja številnih komponent celostnega problema, njihove vsestranske posamezne analize in skupne ocene celotne problematike. V disertaciji bom torej razvil in opisal model, ki bo temeljil na sistemski teoriji delovanja železniškega prometa, ki bo v dinamiki razvoja sposoben odpraviti številne deviantne pojave, ki se kažejo med uporabniki in proizvajalci kot subjektom v masovnem prevozu tovora oziroma v prometnem procesu.

Z ugotavljanjem interakcijske povezave ranžirnega dela železnice je cilj zmanjšati vpliv identificiranih dejavnikov in s tem izboljšati obstoječo organizacijo prevoza po železnici. Problem se omejuje na optimizacijo ranžirnega dela oziroma na definiranje novega koncepta železniškega transporta. V homogenem večfaznem procesu, kot je železniški tovorni promet, se lahko izboljšave pojavljajo v vseh njegovih fazah. To pomeni, da se raziskava lahko opravi za eno fazo, ki omogoča izboljšanje sistema v celoti, kar nam omogoča poznavanje strukture železniškega prometa. V nalogi sem se omejil na raziskavo ranžirnega dela, ki predstavlja posebno aktualno problematiko iz več razlogov:

4. 1. 3. Model tehnologije ranžiranja na osnovi strukture sistema

Realni sistemi, kot je sistem železniškega prometa, so zelo kompleksni in zapleteni. Sestavljeni so iz različnih podsistemov, ki tvorijo celovito delovanje osnovnega sistema. V njih nastopajo različni kriteriji, ki omogočajo potek determinističnih in stohastičnih procesov. Zato jih pogosto ni možno proučevati v njihovi resnični obliki. V takih primerih si pomagamo tako, da resničnemu sistemu priredimo primeren model reševanja problema, če želimo sistem spremeniti zaradi izboljšanja njegove kakovosti.

Primeren model pri reševanju problema tehnologije ranžiranja na osnovi strukture sistema je moj skromni doprinos k novim znanstvenim spoznanjem kot podlaga konkretnim rešitvam in omogoči nadaljnjo raziskavo s ciljem izboljšati tehnologijo železniškega sistema. Za izdelavo modela sem uporabil rezultate raziskave in že uvedene modele za velike sisteme. Prav tako pa sem upošteval količino opravljenega dela, ki je bilo ugotovljeno v raziskavi.

V analizi sem ugotovil, da se pojavljajo številni identificirani relevantni dejavniki, ki zmanjšujejo učinkovito delo železnice. Ti dejavniki so:

- ⇒ višina transportnih stroškov,
- ⇒ preveliko število tehničnih postaj,
- ⇒ neracionalen transport,
- ⇒ neracionalna izraba transportnih sredstev,
- ⇒ mala hitrost prevoza tovora in
- ⇒ neracionalna izraba infrastrukturnih zmogljivosti.

Z uporabo spoznavnega procesa, ki temelji na znanem zaporedju logističnega razmišljanja, uvajam model za reševanje problemov tehnologije ranžiranja na osnovi strukture sistema. Struktura sistema na železnici je sestavljena iz naslednjih nivojev:

1. Nivo tehničnih kriterijev. V te kriterije spadajo vsi elementi, ki omogočajo varen in urejen železniški promet.
2. Nivo tehnoloških kriterijev. V ta nivo spadajo vse elementi, ki se uporabljajo za izvajanje železniškega prometa.

Na osnovi poprejšnjega prikaza je nujno, da se uvedeta pojma kritična in limitna aktivnost. Kritična aktivnost je tista, ki traja zelo dolgo. Te aktivnosti predstavljajo izhodni tok. Pod limitnimi aktivnostmi se razumejo tiste, ki podaljšajo čas zadrževanja vagonov zaradi čakanja na aktivnosti. To pomeni, da so limitne aktivnosti tiste z maksimalnim časom trajanja po eni enoti in se nahajajo na kritični poti glede na opazovanje in čas čakanja. V kolikor so kritične aktivnosti na kritični poti, predstavljajo limitne aktivnosti.

Vsi dejavniki, ki vplivajo na določanje časa zadrževanja vagonov na železniški postaji, se obravnavajo samostojno zaradi možnega izračuna vrednotenja v skupnem času čakanja na postaji. V skupni čas čakanja spadajo dejavniki, kot so: komercialni pregled, tehnični pregled in priprava vlakovne kompozicije za premik.

Srednji čas komercialnega pregleda se določi na osnovi:

$$t_{kp} = \frac{\tau_{kp} \cdot m}{x}$$

Srednji čas trajanja tehničnega pregleda:

$$t_{tp} = \frac{\tau_{tp} \cdot m}{y}$$

Srednji čas trajanja priprave vlakovne kompozicije za premikalna dela:

$$t_{pm} = \frac{\tau_{pm} \cdot m}{z}$$

Kjer je:

- ⇒ τ_{kp} , τ_{tp} , τ_{pm} , čas pregleda enega vagona v komercialnem in tehničnem smislu in priprava za razstavljanje vlakovne kompozicije;
- ⇒ m , povprečno število vagonov v vlaku;
- ⇒ x , število delavcev, ki opravljajo komercialne preglede;
- ⇒ y , število delavcev, ki opravljajo tehnične preglede;
- ⇒ z , število delavcev, ki pripravljajo vlakovne kompozicije za razstavljanje.

Čas komercialnega pregleda enega vagona traja približno $\tau_{kp} = 0,65 \div 1$ minuta, kar je odvisno od načina tehnološkega procesa dela. Če se uporablja radijske zveze, takrat se lahko

t_{ij} – vreme trajanja aktivnosti ij .

Na osnovu izloženog neophodno je uvesti i definisati pojam kritične i limitirajuće aktivnosti. Pod kritičnom aktivnosti podrazumevaju se aktivnosti (kanal opsluživanja) koje u grupi posmatranih operacija najduže traju. One definišu izlazni tok. Pod limitirajućim aktivnostima podrazumevaju se one aktivnosti (kanal opsluživanja) koje vremenom čekanja na njih produžavaju ukupno zadržavanje kola. Iz ovog proističe da su limitirajuće aktivnosti upravo aktivnosti sa maksimalnim vremenom trajanja po jednom izvršiocu, odnosno partiji, a nalaze se na kritičnom putu u uslovima posmatranja i vremena čekanja. Ukoliko su kritične aktivnosti na kritičnom putu, one su istovremeno i limitirajuće.

Srednje vreme trajanja komercijalnog pregleda određuje se iz izraza:

$$t_{op}^{kp} = \frac{\tau_{kp}^m}{x} \quad (2.134)$$

Srednje vreme trajanja tehničkog pregleda:

$$t_{op}^{tp} = \frac{\tau_{tp}^m}{y} \quad (2.135)$$

Srednje vreme trajanja pripreme sastava za manevrisanje:

$$t_{op}^{pm} = \frac{\tau_{pm}^m}{z}$$

gde je:

- $\tau_{kp}, \tau_{tp}, \tau_{pm}$ – vreme pregleda jednih kola u komercijalnom smislu, odnosno tehničkom smislu, odnosno pripreme za manevrisanje;
- m – prosečan broj kola u vozu;
- x – broj partija (izvršilaca) koje rade na komercijalnom pregledu;
- y – broj partija (izvršilaca) koje rade na tehničkom pregledu;
- z – broj partija (izvršilaca) koje rade na pripremi sastava za manevrisanje (raskopčavanju vazdušnih spojki, olabavlivanju kvačila, ispuštanju vazduha iz kočionog voda).

Vreme pregleda jednih kola u komercijalnom smislu iznosi $\tau_{kp} = 0,65 \div 1$ minut po kolima, u zavisnosti od primenjene tehnologije rada. Ako se koristi radio–veza između popisivača kola i tranzitnog ureda onda se može uzeti $\tau_{kp} = 0,65$ minuta po kolima. Ukoliko se obavlja komercijalni pregled na klasičan način, bez primene sredstava radio–veze, tada ovo vreme iznosi do $\tau_{kp} = 1$ minut po kolima. Ukupnom vremenu trajanja komercijalnog pregleda treba dodati 5 do 10 minuta za završavanje izrade ranžirne liste.

Vreme zauzetosti partije za obavljanje tehničkog pregleda može se uzeti da iznosi prosečno $\tau_{tp} \approx 0,63$ minuta po kolima. Međutim, ukoliko je voz sastavljen samo od

Vsaka železniška postaja ima svoj model dela, kar je odvisno od vrste postaje, od nahajanja postaje v okviru železniške mreže, od pomena postaje za delo v tehnološkem pomenu in od načina organizacije postaje. Za določanje tehnoloških postopkov je potrebno, da se upoštevajo posamezni elementi. Eden od teh elementov je poznavanje vagonških tokov. Na osnovi tega se določa tudi vozni red kot osnova za delovanje sistema.

4. OPTIMIRANJE VAGONŠKIH TOKOV

Pri analizi metod za reševanje organiziranosti vagonških tokov lahko ugotovim, da vsi avtorji ocenjujejo vse variante organiziranja tokov s stroški, ki nastanejo zaradi časa nabiranja vagonov, in s stroški, ki nastanejo zaradi predelave vlakovnih kompozicij na tehničnih železniških postajah.

Sprememba organizacije vagonških tokov direktno vpliva na spremembo časa nabiranja vagonov. Vendar se čas nabiranja ne uporablja kot kazalnik prihranka časa zadrževanja. Čas prihranka zadrževanja na tehničnih postajah glede na tranzit vagonov brez predelave se določi na naslednji način:

$$t_p = t_{pd} - t_r - t_n$$

Čas predelave se odredi na osnovi naslednjega obrazca:

$$t_{pd} = t_{tk} + t_{rs} + t_n + t_f + t_{od} + t_{\xi}$$

Čas prihranka lahko določimo na naslednji način:

$$t_p = t_{tk} + t_{rs} + t_n + t_f + t_{od} + t_{\xi} - t_r - t_n,$$

Kjer je:

- ⇒ t_{pd} , čas predelave vlaka,
- ⇒ t_p , čas prihranka,
- ⇒ t_{tk} , čas tehničnega in komercialnega dela,

652

uzimaju u obzir uticaj promene parametra nakupljanja i vremena uštede po usputnim tehničkim stanicama usled promene varijante organizovanja kolskih tokova.

S druge strane, promena varijante organizovanja kolskih tokova direktno utiče i na promenu vremena nakupljanja. Međutim, vreme nakupljanja uglavnom se isključuje iz vremena uštede. Vreme uštede po usputnim tehničkim stanicama usled tranzitiranja kola bez prerade određuje se iz sledećeg obrasca:

$$t_u = t_{pr} - t_{tr} - t_n$$

Pošto je

$$t_{pr} = t_{pk} + t_{rs} + t_n + t_f + t_{ot} + t_c$$

moguće je vreme uštede određivati iz nešto raščlanjenog obrasca na sledeći način:

$$t_u = t_{pk} + t_{rs} + t_n + t_f + t_{op} + t_c - t_{tr} - t_n$$

gde je:

- t_{pk} — vreme zadržavanja kola (voza) radi obavljanja tehničkih i komercijalnih operacija, kao i radi pripreme za rasformiranje;
- t_{rs} — vreme rasformiranja voza;
- t_f — vreme potrebno za završno formiranje voza;
- t_{ot} — vreme potrebno za otpremu voza;
- t_c — vreme čekanja na rasformiranje, zatim na formiranje voza, kao i vreme čekanja otpreme voza, tj. neproduktivna vremena.

Poznavajući tehniku i tehnologiju rada u tehničkim stanicama jednostavno zaključujemo da promena organizovanja kolskih tokova u pogledu različitog objedinjavanja struja skoro uopšte ne utiče na t_{pk} , t_{rs} , t_f i t_{ot} . Promena organizovanja kolskih tokova direktno utiče jedino na vreme nakupljanja kola, a delimično i na neproduktivna vremena, tj. vremena čekanja. Međutim, iz poslednjeg obrasca je uočljivo da je vreme nakupljanja moguće isključiti iz vremena uštede jer se jednom pojavljuje sa znakom plus, a drugi put sa znakom minus. S druge strane, pri dobro organizovanom, odnosno usklađenom tehnološkom procesu rada stanice neproduktivna vremena, tj. vremena čekanja mogu se svesti na minimum i samim tim neznatno zavise od varijante organizovanja kolskih tokova u pogledu objedinjavanja različitih struja.

Ako se pođe od prethodnih konstatacija da vreme uštede usled tranzitiranja struja kolskih tokova po usputnim tehničkim stanicama i parametar nakupljanja neznatno zavise od varijante organizovanja kolskih tokova, onda se ovaj problem svodi na kombinatorni zadatak, gde se kombinacije formiraju samo u zavisnosti od načina objedinjavanja struja kolskih tokova. Pri formiranju kombinacija ne uzimaju se u obzir veličine pojedinih parametra (intenzitet kolskog toka, vreme nakupljanja, vreme

$$S_i = -f(a'_{i_0}) - \sum_{j=1}^n f(a'_{ij})(-t_j), \quad S_i \geq 0 \quad (5.24)$$

Očigledno je da svako nenegativno celobrojno rešenje originalnog problema zadovoljava relacije (5.23) i (5.24). Prema tome, kada priključimo nejednačinu (5.23), odnosno jednačinu (5.24) sistemu (5.17), nijedno celobrojno rešenje problema (5.16) neće biti eliminisano. S druge strane, kada je u (5.17) $a'_{i_0} \geq 0$ i $t_j = 0$, dobijamo jedno moguće rešenje. Međutim, za $t_j = 0$ nejednačina (5.23) nije zadovoljena, osim ako je $f(a'_{i_0}) = 0$. Ako je rešenje necelobrojno, tj. $f(a'_{i_0}) \neq 0$, tada je ranije moguća tačka u kojoj je $t_j = 0$ isključena novom nejednačinom (5.23). Tako je utvrđeno da nejednačina (5.23), odnosno jednačina (5.24) ima tražena svojstva, tj. da iz skupa mogućih rešenja uklanja samo ona koja nisu celobrojna.

Pošto je i drugi korak po Gomory–metodi učinjen, proces se ponavlja sve dok se ne dobije celobrojno rešenje (ako egzistira). U toku tog procesa neki ranije dodati uslovi mogu postati suvišni uz nove strože pa se mogu ispustiti iz simpleks-tabele.

Za potpuni automatizam u stvaranju nove nejednačine potrebno je utvrditi kriterijum izbora te nejednačine. Treba, naime, zapaziti da svaki put kada se postigne necelobrojni optimum postoji izvestan broj mogućih relacija oblika (5.24). Svaka od njih može biti upotrebljena. Međutim, proces se može ubrzati ako se između raspoloživih relacija izabere ona u kojoj su odnosi:

$$f(a'_{i_0}) / f(a'_{ij})$$

veći nego u drugima. Razlog za to se najlakše vidi geometrijski. Kada se u (5.24) postavi $S_1 = 0$, dobija se jednačina hiperravnine. Navedeni odnosi su segmenti koje odseca ta hiperravnina na osama t_j . Drugim rečima, $f(a'_{i_0})/f(a'_{ij})$ je pozitivna koordinata te hiperravnine na osi t_j , pa što su ti odnosi veći, hiperravnina je dalja od ishodišta.

Spomenuti kriterijum nije praktičan jer u jednoj relaciji neki od tih odnosa mogu biti veći, a neki manji od odgovarajućih u drugoj relaciji. U praksi se uzima ona relacija u kojoj je $f(a'_{i_0})$ najveći. To znači, umesto najvećeg razlomka $f(a'_{i_0})/f(a'_{ij})$ izabere se najveći brojilac. Taj kriterijum, naravno, nije najbolji, ali je najpraktičniji.

3. ORGANIZACIJA KOLSKIH TOKOVA

a) Opšta razmatranja

Pri analiziranju metoda za rešavanje organizacije kolskih tokova lako se uočava da svi autori ocenjuju varijante organizovanja kolskih tokova upoređujući utrošak kolskih časova na nakupljanju sa dopunskim utroškom kolskih časova na preradi po usputnim tehničkim stanicama. Varijante se sagledavaju samo u zavisnosti od različitog objedinjavanja struja kolskih tokova. To znači da kroz sve posmatrane metode autori ne

obdelavo dokumentacije; izhodni tokovi – množica elementov končne obdelave vlaka, ki je pripravljen za razstavljanje. Tip sistema določamo na osnovi konkretnih elementov sistema. Ker se obdelava vlakovnih kompozicij opravlja istočasno z različnimi skupinami delavcev, lahko pripravimo, da je ta tip sistema večkanalen, ker se pa vse aktivnosti opravljajo istočasno, lahko večkanalni sistem preoblikuje v enokanalnega.

V odpravni tirni skupini postaje Zalog se dnevno povprečno obdelata in odpravi na progovne odseke 67 vlakov. Od teh je 37 formiranih na postaji in 30 tranzitnih- brez predelave. Na odsek Zalog - Tezno se odpravi 35 vlakov, Zalog - Pragersko 20 in Zalog – Celje-Čret 12 vlakov. Povprečno število vagonov v kompoziciji je $m=30$. V postaji Zalog se zamenja lokomotiva pri vseh tranzitnih vlakih.

Koeficient variacije intervala, med dostavo sestava v izvozno skupino tirov po posameznih odsekih, znaša: $v_{uo_{BA}} = 0,85$; $v_{uo_{BC}} = 0,75$ in $v_{uo_{BD}} = 0,7$.

Pri sestavljanju vlakov in opravljanju komercialnih pregledov delajo v izvozni skupini tri izmene. V vsaki izmeni sta dva delavca. Eden dela v tranzitnem oddelku, drugi pa v odpravnem. Medsebojno se sporazumevata z radijsko zvezo. Čas, potreben za komercialni pregled vagona, je $\tau_{kp} = 0,75$ min.

Po opravljenem komercialnem pregledu je čas za pripravo vlakovnih dokumentov $t_{fd} = 15$ min. Koeficient variacije trajanja komercialnega pregleda je $v_{kp} = 0,32$. V izvozni skupini delajo prav tako tri izmene pri opravljanju tehničnih pregledov. Čas, potreben za tehnični pregled enega vagona, znaša $\tau_{tp} = 1,0$ min. V skupini za tehnični pregled so trije delavci. Koeficient variacije trajanja tehničnega pregleda je $v_{tp} = 0,35$.

Dnevni odmor delavcev, ki skrbijo za sestavo in odpravo vlakov, je $T_{pr}^{po} = 2$ uri.

Na odsekih je električna vleka vlakov z lokomotivo serije 363, ki se lahko postavlja na vlak za kateri koli odsek po vrstnem redu prihoda. Povprečen čas zadrževanja na postaji, če upoštevamo čakanje na sestavo vlaka, znaša $t'_1 = 3,2$ uri, brez čakanja na sestavo pa $t_1 = 2$ uri.

osoblja na utvrđivanju sastava voza i obavljanju komercijalnog pregleda. Svaka **partija** sastoji se od po dva izvršioca, i to jedan radi u tranzitnom uredu, a drugi na otpremnim kolosecima. Međusobno se sporazumevaju radio-vezom. Vreme pregleda jednih kola u komercijalnom smislu i u smislu utvrđivanja identiteta kola iznosi $\tau_{kp} = 0,75$ min. Po obavljenom komercijalnom pregledu i utvrđenom sastavu voza vreme za izdvajanje dokumenata kola i formiranje voznih dokumenata iznosi: $t_{fd} = 15$ min. Koeficijent varijacije vremena trajanja komercijalnog pregleda iznosi $\nu_{kp} = 0,32$. U otpremnom parku takođe rade tri partije za obavljanje tehničkog pregleda. Vreme pregleda jednih kola u tehničkom smislu iznosi $\tau_{tp} = 1,0$ min. Partija osoblja za tehnički pregled sastoji se od tri izvršioca. Koeficijent varijacije vremena tehničkog pregleda voza iznosi $\nu_{tp} = 0,35$.

Prekid u radu u toku dana za osoblje koje radi na pripremi sastava za otpremu iznose $T_{pr}^{Po} = 2$ časa.

Na deonicama B – A i B – C obavlja se vuča elektrolokomotivama serije 441, koje se mogu dostavljati na vozove bilo koje deonice, a prema redosledu dolaska. Prosečno vreme zadržavanja u stanici, uzimajući u obzir i čekanje na sastav vozova, iznosi $t_j^j = 3,2$, a bez čekanja na sastav vozova $t_j = 2$ časa.

Na deonici B–D vuča se obavlja dizel-lokomotivama serije 661. Norma njihovog zadržavanja u stanici iznosi 2,2 časa, a faktički, uzimajući u obzir i čekanje na sastav vozova, 4 časa. Koeficijent varijacije intervala između momenata spremnosti elektrolokomotiva za dostavu na vozove iznosi $\nu_{el} = 0,55$, a za dizel-lokomotive $\nu_{dl} = 0,5$. Vreme za probu kočnica posle dostave lokomotive iznosi $t_{pk} = 0,3$ časa. Maksimalna propusna moć deonice B–A iznosi 142 voza, deonice B–C 60 vozova i deonice B–D 32 voza. Broj putničkih vozova na navedenim deonicama iznosi 26; 11 i 6 a brzih teretnih vozova po deonicama 2; 1 i 1, i po dva sabirna voza na svakoj deonici. Koeficijent skidanja na deonici B–A za putničke vozove iznosi $\epsilon_p = 1,4$; za brze teretne $\epsilon_{bt} = 1,3$ sabirne 1,2; na deonici B–C: $\epsilon_p = 1,3$; $\epsilon_{bt} = 1,2$ i $\epsilon_{sb} = 1,1$, a na deonici B–D: $\epsilon_p = 1,1$; $\epsilon_{bt} = 1,1$ i $\epsilon_{sb} = 1,1$.

Koeficijent varijacije intervala između mogućih momenata otpravljanja vozova iznosi: na deonici B–A $\nu_{ot} = 0,7$, na deonici B–C $\nu_{ot} = 0,55$, a na deonici B–D $\nu_{ot} = 0,5$.

Vreme potrebno za formiranje puta vožnje u otpremnom parku iznos $t_{fp} = 1$ min., vreme ulaza voza u otpremni park $t_{ul}^{OP} = 3$ min. i vreme potrebno za izlaz voza iz otpremnog parka na deonicu, tj. za oslobađanje koloseka u otpremnom parku $t_{iz}^{OP} = 3$ min.

Cena koštanja jednog kolskog časa je $c_{k\check{c}} = 20$ din. Mesečni troškovi jedne partije koja utvrđuje sastav voza i obavlja komercijalni pregled iznose $C_{kp} = 28000$ din. a koja obavlja tehnički pregled 36000 din. Cena koštanja zadržavanja elektrolokomotive serije 441 jedan dan iznosi 17500 din. a dizel-lokomotive serije 661 je 19000 din.

Potrebno je proračunati pokazatelje sistema 5; 6; 7; 8; 9 i 10, a zatim prosečno vreme zadržavanja sastava u otpremnom parku, kao i potreban broj koloseka u otpremnom parku. Takođe je potrebno proračunati vrednost funkcije cilja za date uslove.

- E_k – troškovi zadržavanja kola – sastava vozova u otpremnom parku;
- E_{os} – troškovi osoblja koje radi na komercijalnom pregledu sa utvrđivanjem sastava vozova, a zatim tehničkom pregledu sa probom kočnica;
- E_l – troškovi vezani za operativnu rezervu lokomotiva;
- t_{po} – vreme trajanja radnih operacija na pripremi za otpremu do dolaska vozne lokomotive;
- t_{pk} – vreme trajanja probe kočnica i drugih radnih operacija posle dolaska lokomotive;
- x – broj partija (izvršilaca) koje rade na utvrđivanju sastava voza sa komercijalnim pregledom;
- y – broj partija (izvršilaca) koje rade na tehničkom pregledu;
- C_{kp} – mesečni troškovi jedne partije (izvršioca) koja utvrđuje sastav voza sa komercijalnim pregledom;
- C_{tp} – mesečni troškovi jedne partije (izvršioca) koja obavlja tehnički pregled;
- C_l – cena koštanja zadržavanja lokomotive jedan dan zbog čekanja na sastave vozova u osnovnoj ili obrtnoj stanici i depou.

Međutim, ukoliko se određuje optimalni broj koloseka u otpremnom parku, tada prethodnoj funkciji cilja treba dodati i godišnje troškove koloseka, koji se izračunavaju iz obrasca:

$$E_{kl} = K_{op} \left(\frac{I_{kl}}{t_{is}} + T_{ek} \right) \quad (2.209)$$

gde je:

- E_{kl} – godišnji troškovi koloseka u otpremnom parku;
- I_{kl} – investicije u jedan kolosek sa celokupnom opremom u otpremnom parku;
- t_{is} – normirano vreme isplativosti investicije;
- T_{ek} – godišnji troškovi eksploatacije jednog koloseka u otpremnom parku.

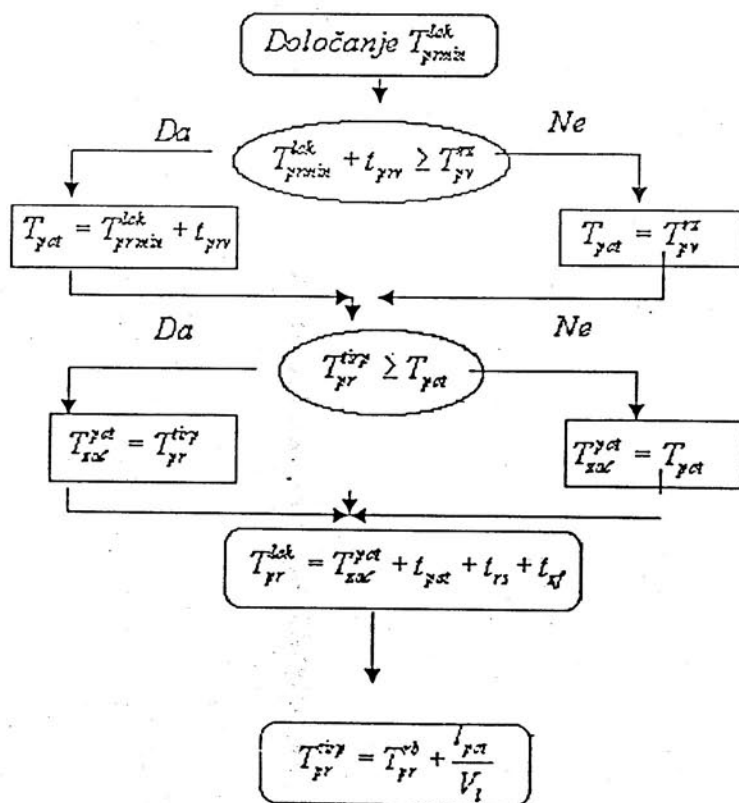
Primer

U otpremnom parku sheme stanice date na slici 2.7, kao i za mrežu sistema opsluživanja na slici 2.8 prosečno dnevno se obrađuje i otprema na izlazne deonice 67 vozova, i to 37 formiranih u stanici i 30 tranzitnih. Od ovog broja otprema se na deonice: B–A: 35 vozova, B – C:20 i B – D: 12 vozova. Srednji broj kola u vozu je $m=30$. U stanici B obavlja se smena lokomotiva kod svih tranzitnih vozova. Koeficijent varijacije intervala između momenata dostave sastava u otpremni park po izlaznim deonicama iznosi: $\nu_{uoBA} = 0,85$; $\nu_{uoBC} = 0,75$ i $\nu_{uoBD} = 0,7$. U otpremnom parku rade tri partije

Za določanje prihoda naslednjega vlaka za razstavljanje ΣI_i je potrebno, da se določi čas prostega tira za sprejem vlaka v sprejemnem ranžirnem parku.

Čas začetka dela posameznih delovnih skupin za tehnični in komercialni pregled, za pripravo vlaka za premikanje, za obdelavo dokumentacije vlaka se določajo tako, kot se določi čas sprejema vlaka na postajo.

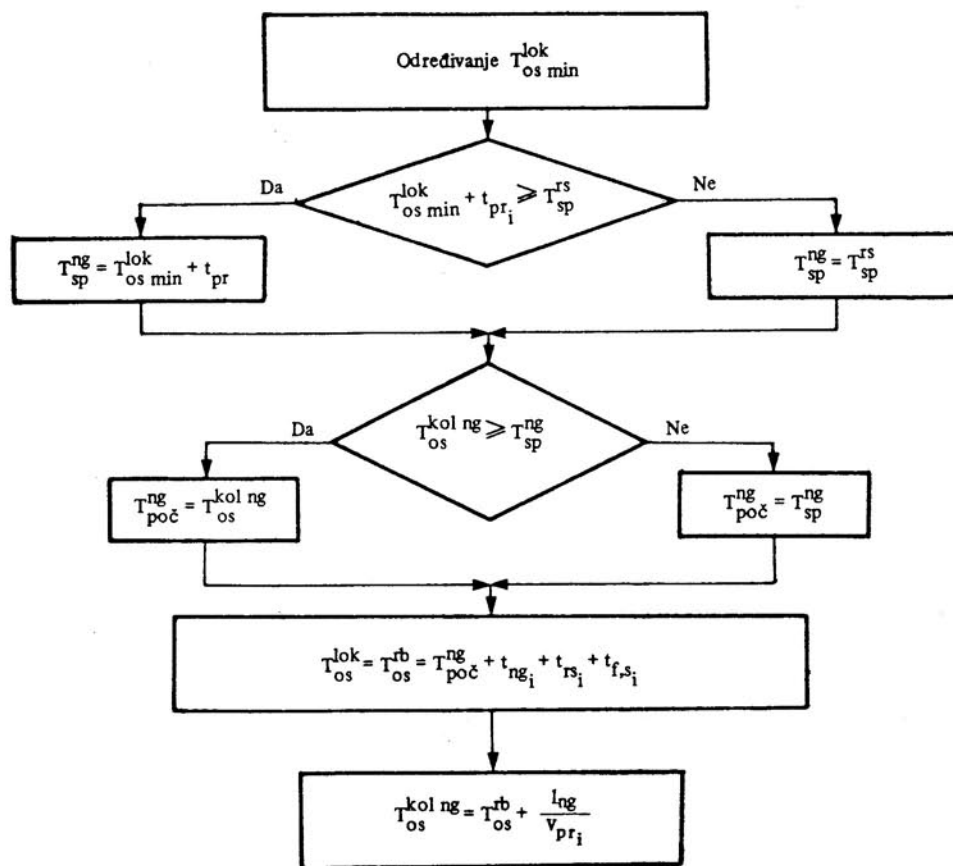
Potrebno je tudi definirati zaporedje tehnoloških operacij na ranžirni drči. Zaporedje tehnoloških operacij je odvisno od značilnosti drče, od tehnologije dela na drči in od organizacije dela. Če ima drča en tir za ranžiranje in dve premikalni lokomotivi, se tehnološke operacije opravijo po naslednjem razporedu:



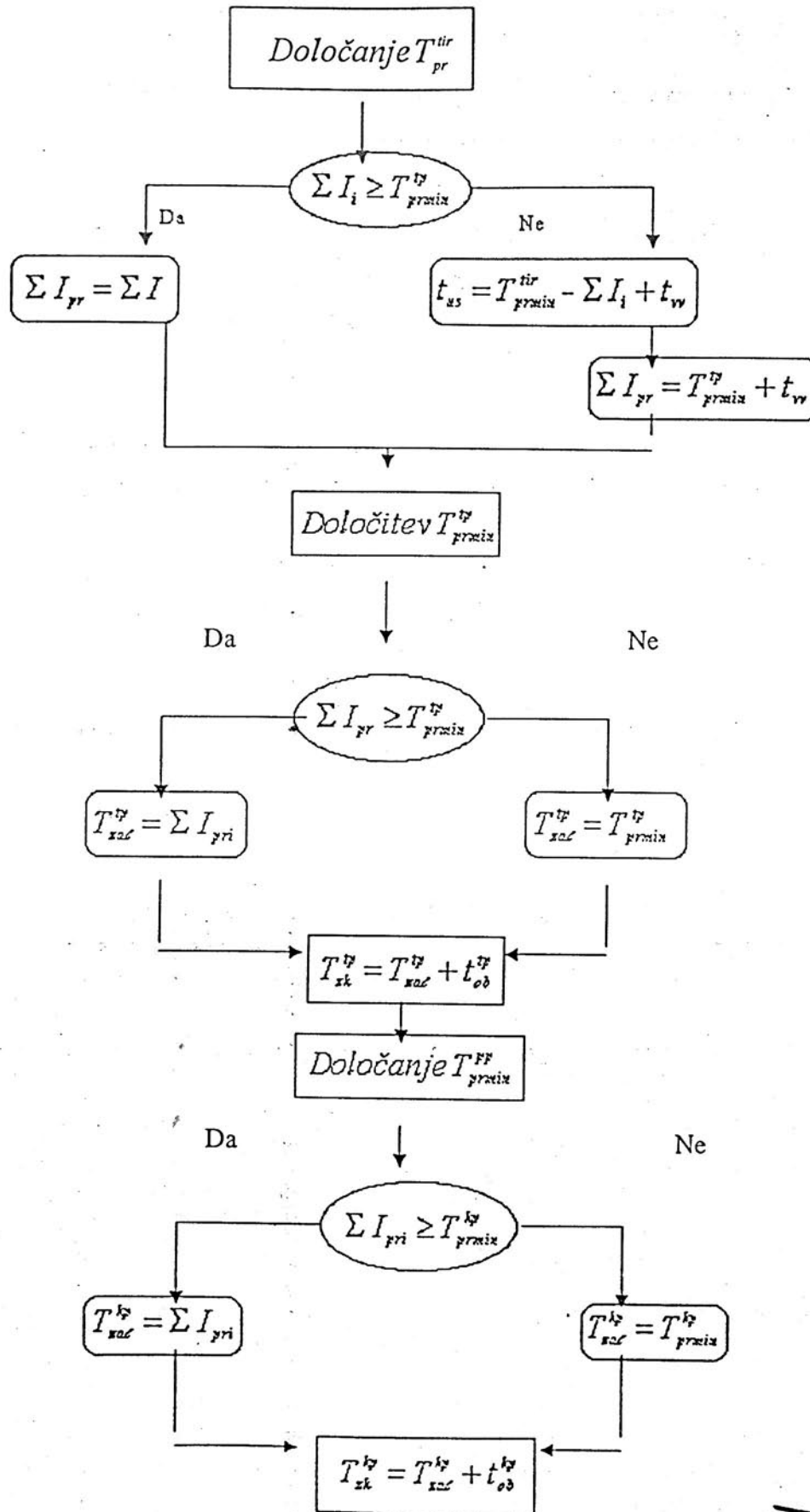
200

Sl. 28: – Diagram tehnoloških nalog na ranžirni drči, kjer je: T_{pr}^{lok} - čas, ko je premikalna lokomotiva prosta, t_{prv} - čas prazne vožnje lokomotive, T_{pot} - čas pripravljenosti lokomotive za potiskanje, T_{pr}^{pr} - čas prostega tira pri potiskanju, T_{zak}^{pot} - začetni čas potiskanja vlaka, T_{pot} - čas potiskanja vlaka na ranžirno drčo, t_{rs} - čas, ki je potreben za razstavljanje vlaka, t_k - čas zaključnih formiranj vlaka, L_{pot} - dolžina potiskanja vlaka, V_1 - srednja hitrost lokomotive pri potiskanju.

- $T_{os}^{kol ng}$ – moment oslobađanja koloseka pri naguravanju;
 $T_{poč}^{ng}$ – moment početka naguravanja sastava na ranžirni breg;
 t_{ng} – vreme trajanja naguravanja sastava na ranžirni breg;
 t_{rs} – vreme trajanja čistog rasformiranja sastava;
 $t_{f,s}$ – vreme trajanja završnog formiranja i sabijanja kola na ranžirnim, odnosno ran-
 žirno otpremnim kolosecima, kada se obavlja lokomotivom koja radi na bregu;
 l_{ng} – put naguravanja sastava;
 v_{pr} – srednja brzina pri povratku lokomotive po novi sastav.

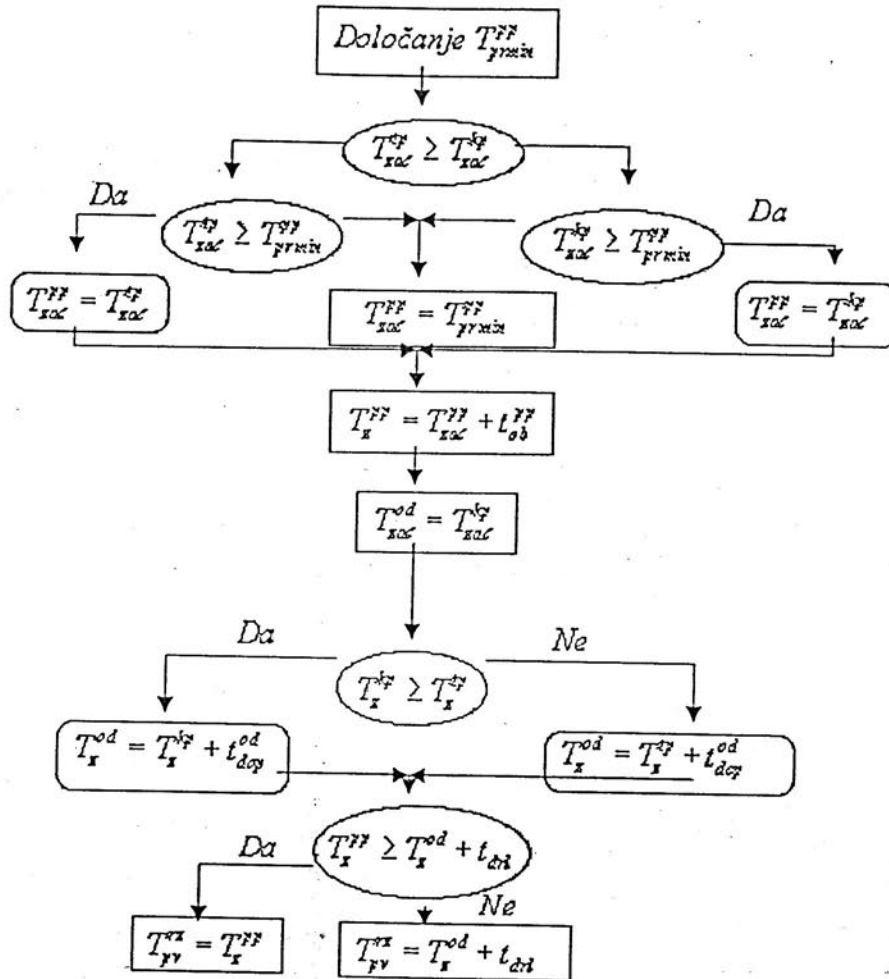


Sl. 3.3 – Blok–dijagram izvršenja tehnoloških operacija na ranžirnom bregu pri korišćenju jednog koloseka za naguravanje i dve manevarske lokomotive

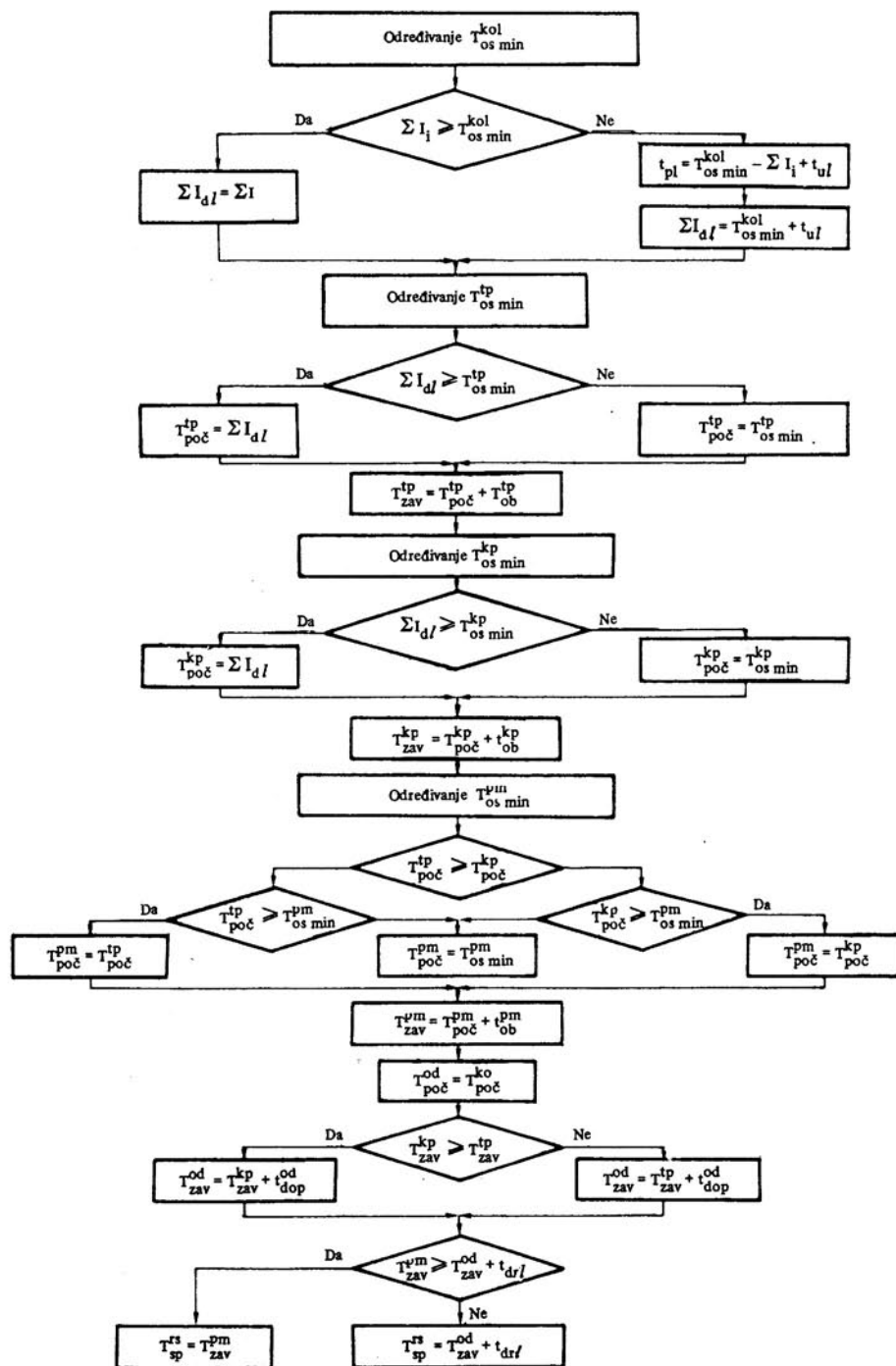


Slika 26. Diagram tehničnega in komercialnega pregleda vlaka

Ko se vlakovna kompozicija tehnično in komercialno pregleda, se s tem pripravi za začetek razstavljanja. Razstavljanje se lahko prične, ko je za to vlakovna kompozicija pripravljena. Ta dela lahko prikažemo s pomočjo naslednjega diagrama:



Slika 27. Diagram določanja časa za pripravo vlaka za začetek premikanja, kjer je: T_{prmin}^{ir} – čas prostega tira, na katerem se opravlja razstavljanje vlaka, ΣI_i – čas prihoda naslednjega vlaka (interval), ΣI_{pr} – čas prihoda vlaka, t_{us} – čas zadrževanja vlaka na uvoznem signalu, t_{vv} – čas vožnje vlaka na postajo od uvoznega signala, T_{prmin}^{ip} – čas, potreben za tehnični pregled, $T_{zač}^{ip}$ – čas začetka tehničnega pregleda vlaka, t_{ob}^{ip} – čas obdelave tehničnega pregleda vlaka, T_x^{kp} – zaključek komercialnega pregleda vlaka, T_{prmin}^{pp} – čas priprave za začetek premikanja vlaka, $T_{zač}^{ob}$ – čas obdelave dokumentov vlaka, t_{dop}^{od} – dopolnilni čas za pripravo ranžirne liste, t_{dt} – čas, potreben za dostavo ranžirne liste, T_{pr}^{rz} – čas priprave vlaka za razstavljanje.



Sl. 3.2 – Brok dijagram za određivanje trenutka spremnosti sastava za rasformiranje

Analogno se določa tudi povprečni čakalni čas za dizelske lokomotive.

Izkoriščenost dizelsko lokomotiv je:

$$\psi_{dl} = \psi_l = \frac{t_l}{t'_l} = \frac{2,2}{4,0} = 0,55.$$

Dizelske lokomotive se uporabljajo za vleko vlakov le na razporednem progovnem odseku Zalog – Celje-Čret.

Koeficient variacije intervalov zaključkov obdelave vlakovnega sestava za progovni odsek Zalog – Celje – Čret je (izhodni tok vlakov iz sistema množične strežbe je sočasno vhodni tok sistema oskrbe z dizelskimi lokomotivami):

$$v_{zb}^d = v_{zb_{BD}} = v_{uo_{BD}} - \frac{(v_{uo_{BD}} - v_{po})(\psi_{po}^{kr})^{2v_{uo_{BD}}}}{S} = 0,7 - \frac{1}{3} \cdot (0,7 - 0,32) \cdot 0,64^{1,4} = 0,63.$$

Povprečni čakalni čas vlakovnega sestava na dizelski lokomotive je:

$$t_c^{dl} = \frac{\psi_{dl}^2 (v_{zb}^2 + v_{dl}^2)}{2\lambda(1 - \psi_{dl})} = \frac{0,55^2 \cdot (0,63^2 + 0,5^2)}{2 \cdot \frac{12}{24} \cdot (1 - 0,55)} = \frac{0,196}{0,45} = 0,44 \text{ ure}.$$

Čakalni čas vlakovnih sestavov na lokomotive (električne in dizelske) znaša v celoti:

$$t_c^l = \frac{t_c^{el} (N_{BA} + N_{BC}) + t_c^{dl} N_{BD}}{N_{BA} + N_{BC} + N_{BD}} = \frac{0,23 \cdot (35 + 20) + 0,44 \cdot 12}{35 + 20 + 12} = 0,27 \text{ ure}.$$

Povprečno število pripravljenih vlakovnih sestavov, ki čakajo na električne lokomotive, je:

$$M(n_c^{el}) = \frac{\psi_{el}(1 + v_{el}^2) + (v_{zb}^e)^2 - 1}{2(\frac{1}{\psi_{el}} - 1)} + \varepsilon = \frac{0,63 \cdot (1 + 0,55^2) + 0,82^2 - 1}{2 \cdot (\frac{1}{0,63} - 1)} + 0,1 = 0,52.$$

Razpršenost (disperzija) čakajočih vlakovnih sestavov na elektrolokomotive je:

$$D(n_c^{el}) = [M(n_c^{el})]^2 + M(n_c^{el}) = 0,52^2 + 0,52 = 0,79.$$

163

Koeficijent varijacije intervala između momenata završetka obrade sastava koji se otpremaju na deonicu B – A iznosi:

$$\begin{aligned} \nu_{zb\ BA} &= \nu_{uo\ BA} - \frac{1}{S} (\nu_{uo\ BA} - \nu_{po}) (\psi_{po}^{kr})^{2\nu_{uo\ BA}} = 0,85 - \\ & - \frac{1}{3} (0,85 - 0,32) 0,64^{1,7} = 0,77 \end{aligned}$$

a na deonici B–C:

$$\begin{aligned} \nu_{zb\ BC} &= \nu_{uo\ BC} - \frac{1}{S} (\nu_{uo\ BC} - \nu_{po}) (\psi_{po}^{kr})^{2\nu_{uo\ BC}} = \\ & = 0,75 - \frac{1}{3} (0,75 - 0,32) 0,64^{1,5} = 0,68. \end{aligned}$$

Tada je:

$$\nu_{zb}^e = \sqrt[3]{\frac{35 \cdot 0,77^2 + 20 \cdot 0,68^2}{35 + 20}} = 0,82.$$

Srednje vreme čekanja sastava koji se otpremaju na deonice B–A i B–C na vozne elektrolokomotive iznosi:

$$t_{\check{c}}^{el} = \frac{\psi_{el}^2 (\nu_{zb}^2 + \nu_{el}^2)}{2 \lambda (1 - \psi_{el})} = \frac{0,63^2 (0,82^2 + 0,55^2)}{2 \cdot \frac{35 + 20}{24} (1 - 0,63)} = \frac{0,386}{1,696} = 0,23 \text{ časa.}$$

Analogno se određuju i srednje vreme čekanja sastava na dizel-lokomotive.

Iskorišćenost dizel-lokomotiva iznosi:

$$\psi_{dl} = \psi_l = \frac{t_l}{t_l^i} = \frac{2,2}{4,0} = 0,55.$$

Dizel-lokomotive opslužuju vozove koji se otpremaju samo na deonicu B–D.

Koeficijent varijacije intervala između momenata završavanja obrade sastava vozova koji se otpremaju na deonicu B–D (izlazni tok vozova iz sistema „obrade” je istovremeno ulazni tok za sistem „obezbeđenje dizel-lokomotivama”) iznosi:

$$\begin{aligned} \nu_{zb}^d &= \nu_{zb\ BD} = \nu_{uo\ BD} - \frac{1}{S} (\nu_{uo\ BD} - \nu_{po}) (\psi_{po}^{kr})^{2\nu_{uo\ BD}} = \\ & 0,7 - \frac{1}{3} (0,7 - 0,32) \cdot 0,64^{1,4} = 0,63. \end{aligned}$$

Srednje vreme čekanja sastava vozova na dizel-lokomotive je:

$$t_{\check{c}}^{dl} = \frac{\psi_{dl}^2 (\nu_{zb}^2 + \nu_{dl}^2)}{2\lambda(1-\psi_{dl})} = \frac{0,55^2 (0,63^2 + 0,5^2)}{2 \frac{12}{24} (1-0,55)} = \frac{0,196}{0,45} = 0,44 \text{ časa.}$$

U celini čekanje sastava vozova na vozne lokomotive (elektro i dizel) iznosi:

$$t_{\check{c}}^l = \frac{t_{\check{c}}^{el} (N_{BA} + N_{BC}) + t_{\check{c}}^{dl} N_{BD}}{N_{BA} + N_{BC} + N_{BD}} = \frac{0,23 (35+20) + 0,44 \cdot 12}{35 + 20 + 12} = 0,27 \text{ časova.}$$

Srednji broj pripremljenih sastava vozova koji čekaju na elektrolokomotive iznosi:

$$M(n_{\check{c}}^{el}) = \frac{\psi_{el} (1 + \nu_{el}^2) + (\nu_{zb}^e)^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{\psi_{el}} - 1 \right)} + \epsilon = \frac{0,63 (1 + 0,55^2) + 0,82^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{0,63} - 1 \right)} + 0,1 = 0,52.$$

Disperzija broja pripremljenih sastava vozova koji čekaju na elektrolokomotive iznosi:

$$D(n_{\check{c}}^{el}) = [M(n_{\check{c}}^{el})]^2 + M(n_{\check{c}}^{el}) = 0,52^2 + 0,52 = 0,79.$$

Srednji broj pripremljenih sastava koji čekaju na dizel-lokomotive iznosi:

$$M(n_{\check{c}}^{dl}) = \frac{\psi_{dl} (1 + \nu_{dl}^2) + (\nu_{zb}^d)^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{\psi_{dl}} - 1 \right)} + \epsilon = \frac{0,55 (1 + 0,5^2) + 0,63^2 - 1}{2 \left(\frac{1}{0,55} - 1 \right)} + 0,1 = 0,15.$$

Disperzija broja pripremljenih sastava vozova koji čekaju na dizel-lokomotive iznosi:

$$D(n_{\check{c}}^{dl}) = [M(n_{\check{c}}^{dl})]^2 + M(n_{\check{c}}^{dl}) = 0,15^2 + 0,15 = 0,17.$$

Srednje vreme čekanja voza na otpravljanje na deonicu „i” iznosi:

$$t_{\check{c}_i}^o = \frac{12\psi_{d_i} (\nu_{so_i}^2 + \nu_{ot_i}^2)}{N_{t_i} (1 - \psi_{d_i})},$$

Iskorišćenost deonice B – A iznosi:

3.3.4.1. Pokazatelji sistema množične strežbe

Intenzivnost vhodnega toka v odpravni tirni skupini po izhodnih odsekih znaša:

$$\lambda_{BA} = \frac{(Nf + Ntr)_{BA}}{24} = \frac{35}{24} = 1,46 \quad \lambda_{BC} = \frac{(Nf + Ntr)_{BC}}{24} = \frac{20}{24} = 0,83$$

$$\lambda_{BD} = \frac{(Nf + Ntr)_{BD}}{24} = \frac{12}{24} = 0,5,$$

Kjer je:

- ⇒ Nf , število formiranih vlakov,
- ⇒ Ntr , število tranzitnih vlakov;
- ⇒ indeksi BA, BC in BD so smeri odprave vlakov iz postaje Zaloga proti Teznu, Pragerskemu in Celju-Čret.

Skupni vhodni tok v odpravno tirno skupino iz vseh treh smeri:

$$\lambda = \sum_{i=1}^3 \lambda_i = \frac{\sum_{i=1}^3 (Nf + Ntr)_i}{24} = \frac{67}{24} = 2,79.$$

Koeficient variacije intervala ob prihodu vseh vlakov, ki jih v odpravni tirni skupini obdelajo in odpravijo na izhodne odseke, znaša:

$$v_{vo} = 1,5d \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^d \lambda_i v_i^2}{\sum_{i=1}^d \lambda_i}} = 1,5 \sqrt{\frac{1,46 \cdot 0,85^2 + 0,83 \cdot 0,75^2 + 0,5 \cdot 0,7^2}{1,46 + 0,83 + 0,5}} = 1,5 \sqrt{\frac{1,766725}{2,79}} = 0,9.$$

Povprečni čas trajanja komercialnega pregleda sestave vlaka in formiranja vlakovnih dokumentov znaša:

$$t_{vo}^{sp} = \frac{\tau_{kp} m + t_{fl}}{x} = \frac{0,0125 \cdot 30 + 0,25}{3} = 0,21 \text{ ure}.$$

Rešenje

Intenzitet ulaznog toka u otpremni park po izlaznim deonicama iznosi:

$$\lambda_{BA} = \frac{(N_f + N_{tr})_{BA}}{24} = \frac{35}{24} = 1,46; \quad \lambda_{BC} = \frac{(N_f + N_{tr})_{BC}}{24} = \frac{20}{24} = 0,83$$

$$\lambda_{BD} = \frac{(N_f + N_{tr})_{BD}}{24} = \frac{12}{24} = 0,5$$

odnosno ukupan ulazni tok u otpremni park:

$$\lambda = \sum_{i=1}^3 \lambda_i = \frac{\sum_{i=1}^3 (N_f + N_{tr})_i}{24} = \frac{67}{24} = 2,79.$$

Koeficijent varijacije intervala između momenata dolaska svih vozova koji se obrađuju u otpremnom parku i otpremaju na sve izlazne deonice iznosi:

$$\begin{aligned} \nu_{uo} &= \sqrt{\frac{1,5d \sum_{i=1}^d \lambda_i \nu_i^2}{\sum_{i=1}^d \lambda_i}} = \sqrt{\frac{4,5 \cdot (1,46 \cdot 0,85^2 + 0,83 \cdot 0,75^2 + 0,5 \cdot 0,7^2)}{1,46 + 0,83 + 0,5}} = \\ &= \sqrt{\frac{4,5 \cdot 1,766725}{2,79}} = 0,9. \end{aligned}$$

Srednje vreme trajanja komercijalnog pregleda sa utvrđivanjem sastava voza i formiranjem voznih dokumenata iznosi:

$$t_{po}^{kp} = \frac{\tau_{kp} m + t_{fd}}{x} = \frac{0,0125 \cdot 30 + 0,25}{3} = 0,21 \text{ čas.}$$

Srednje vreme trajanja tehničkog pregleda iznosi:

$$t_{po}^{tp} = \frac{\tau_{tp} m}{y} = \frac{0,017 \cdot 3}{3} = 0,17 \text{ časova.}$$

Pod pretpostavkom da je kritična aktivnost istovremeno i limitirajuća, tada je vreme opsluživanja u sistemu vreme pripreme za otpremu na kritičnim aktivnostima, odnosno:

Iz predhodne kombinacije sledi, da je:

$$2 - (y_6 + y_8 + y_{11}) = y_1$$

$$2 - (y_7 + y_8 + y_{12}) = y_2$$

$$2 - (y_8 + y_{11} + y_{12}) = y_3$$

$$1 - (y_6 + y_9) = y_4$$

$$1 - (y_7 + y_{10}) = y_5$$

funkcija kriterija:

$$400(1 - y_6) + 400(1 - y_7) + 400(1 - y_8) + 120(1 - y_9) + 320(1 - y_{10}) + 300(1 - y_{11}) + 400(1 - y_{12}) \Rightarrow \text{minimum}$$

oziroma

$$2340 - (400y_6 + 400y_7 + 400y_8 + 120y_9 + 320y_{10} + 300y_{11} + 400y_{12}) \Rightarrow \text{minimum}$$

Na osnovi tega lahko izdelam tabelo, ki je uporabna za delo po Simpleksovi metodi.

Tabela 21. Vagonski tokovi

	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}	B_i
y_1	1	0	1	0	0	1	0	2
y_2	0	1	1	0	0	0	1	2
y_3	0	0	1	0	0	1	1	2
y_4	1	0	0	1	0	0	0	1
y_5	0	1	0	0	1	0	0	1
x_1	1	0	0	0	0	0	0	1
x_2	0	1	0	0	0	0	0	1
x_3	0	0	1	0	0	0	0	1
x_4	0	0	0	1	0	0	0	1
x_5	0	0	0	0	1	0	0	1
x_6	0	0	0	0	0	1	0	1
x_7	0	0	0	0	0	0	1	1
c_j	400	400	400	120	320	300	400	2340

a funkcija kriterijuma:

$$400(1-y_6) + 400(1-y_7) + 400(1-y_8) + 120(1-y_9) + 320(1-y_{10}) + 300(1-y_{11}) + 400(1-y_{12}) \rightarrow \min.$$

ili:

$$2340 - (400y_6 + 400y_7 + 400y_8 + 120y_9 + 320y_{10} + 300y_{11} + 400y_{12}) \rightarrow \min.$$

Na osnovu (5.39), (5.41) i (5.42) formirajmo tabelu (5.1) koja je podesna za rad po simpleks-metodi.

Tabela 5.1

	y_6	y_7	y_8	y_9	y_{10}	y_{11}	y_{12}	B_i
y_1	1	0	1	0	0	1	0	2
y_2	0	1	1	0	0	0	1	2
y_3	0	0	1	0	0	1	1	2
y_4	1	0	0	1	0	0	0	1
y_5	0	1	0	0	1	0	0	1
x_1	1	0	0	0	0	0	0	1
x_2	0	1	0	0	0	0	0	1
x_3	0	0	1	0	0	0	0	1
x_4	0	0	0	1	0	0	0	1
x_5	0	0	0	0	1	0	0	1
x_6	0	0	0	0	0	1	0	1
x_7	0	0	0	0	0	0	1	1
c_j	400	400	400	120	320	300	400	2 340

Na tabelu 5.1 treba primeniti sledeći algoritam rada simpleks-metode^{★/}.

1. Izabrati ključni element na osnovu izbora ključne kolone i ključne vrste:

a) ključna kolona bira se na osnovu maksimalne pozitivne vrednosti elemenata vektora vrste C_j ,

b) ključna vrsta bira se na osnovu minimalnog odnosa elemenata vektor kolone B_i i elemenata ključne kolone a_{iq} , tj. $\min. \left(\frac{B_i}{a_{iq}} \right)$.

2. Odgovarajuće promenljive ključnog elementa, bazne i dopunske, zamenjuju svoja mesta.

3. U ključnoj vrsti elementi se dele ključnim elementom, a na mestu ključnog elementa dolazi njegova recipročna vrednost.

^{★/} Ovaj algoritam rada simpleks-metode omogućuje direktno korišćenje Gomory-metode ukoliko rešenje nije celobrojno, dok neki drugi algoritmi to ne omogućuju.

Zmogljivost ranžirnih postaj je v veliki meri odvisna prav od kapacitete ranžirne drče, saj gre preko nje vsak vagon razen tistih, ki so v tranzitnih vlakih. Z veliko zanesljivostjo lahko celo trdim, da je drča ozko grlo vsake ranžirne postaje. Kapaciteta drče in s tem kapaciteta ranžirne postaje mora biti v skladu s številom voz, ki jih bo ta postaja predelala. Razumljivo pa je, da je kapaciteta odvisna od stopnje izgradnje, od tehnične opremljenosti in od uporabljene tehnologije dela in je konstantna v časovnih presledkih med dvema spremembama - modernizacijama. Vsako modernizacijo opredeljujejo stroški investicije in eksploatacije.

Tabela 12. Opremljenost ranžirne drče s tehnično napravo

Število variant	Številka tira na ranžirni drči	*obvozní tir	Opremljena ranžirna drča				število lokomotivk i delajo na ranžirni drči
			*centralno postavljanje kretnic z avtom. postavlja. vozne poti	*tirne zavore na primarne in skundarne tirne snope	*tirne zavore na tretjem timem snopu	*specialne naprave za stiskanje vagonov	
0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	2
3	1	1	0	0	0	0	2
4	1	0	1	1	0	0	1
5	2	0	0	0	0	0	2
6	2	1	0	0	0	0	2
7	1	0	1	0	0	0	2
8	1	1	1	0	0	0	2
9	1	0	1	1	1	0	1
10	2	0	1	0	0	0	2
11	2	1	1	0	0	0	2
12	1	0	1	1	0	0	2
13	1	1	1	1	0	0	2
14	1	0	1	1	1	1	1
15	1	0	1	1	1	0	2
16	2	0	1	1	0	0	2
17	2	1	1	1	0	0	2
18	1	1	1	1	1	0	2
19	2	0	1	1	1	0	2
20	1	0	1	1	1	1	2
21	2	1	1	1	1	0	2
22	1	1	1	1	1	1	2
23	2	0	1	1	1	1	2
24	2	1	1	1	1	1	2
25	2	0	1	1	1	1	3
26	2	1	1	1	1	1	3

*)

"0" pomeni, da ranžirna drča ni opremljena z navedeno tehnično napravo.

"1" pomeni, da je ranžirna drča opremljena z navedeno tehnično napravo.

367

VARIJANTE ETAPNOG RAZVOJA RANŽIRNOG BREGA

Tabela 6.1

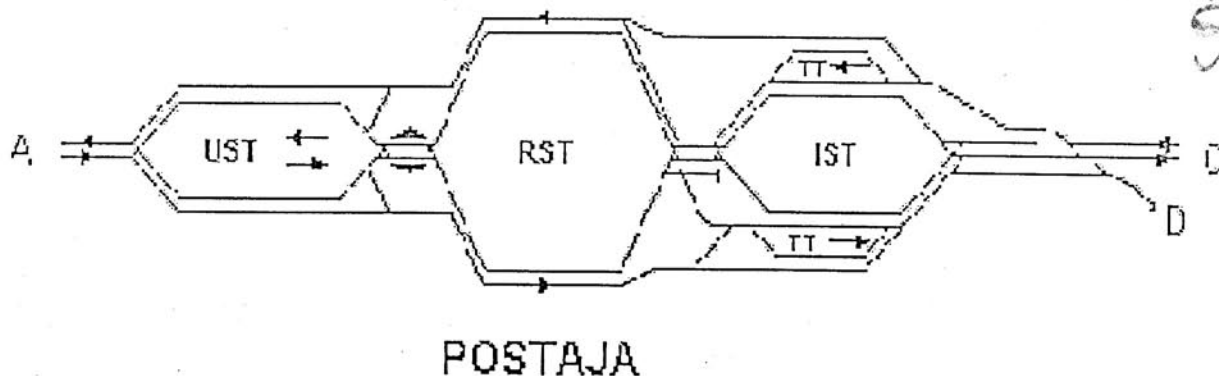
Redni broj varijante	Broj koloseka na ranžirnom bregu	Obilazni kolosek ★/	Opremljenost ranžirnog brega ★/				
			centralno postavljane skret-nice sa au-tomatskim postavlja-njem puta vožnje	kolosečne kočnice na prvoj i drugoj kočionoj poziciji	kolosečne kočnice na trećoj kočionoj poziciji	specijalni uređaji za sabija-nje kola	broj loko-motiva ko-je rade na ranžirnom bregu
0	1	0	0	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
2	1	0	0	0	0	0	2
3	1	1	0	0	0	0	2
4	1	0	1	1	0	0	1
5	2	0	0	0	0	0	2
6	2	1	0	0	0	0	2
7	1	0	1	0	0	0	2
8	1	1	1	0	0	0	2
9	1	0	1	1	1	0	1
10	2	0	1	0	0	0	2
11	2	1	1	0	0	0	2
12	1	0	1	1	0	0	2
13	1	1	1	1	0	0	2
14	1	0	1	1	1	1	1
15	1	0	1	1	1	0	2
16	2	0	1	1	0	0	2
17	2	1	1	1	0	0	2
18	1	1	1	1	1	0	2
19	2	0	1	1	1	0	2
20	1	0	1	1	1	1	2
21	2	1	1	1	1	0	2
22	1	1	1	1	1	1	2
23	2	0	1	1	1	1	2
24	2	1	1	1	1	1	2
25	2	0	1	1	1	1	3
26	2	1	1	1	1	1	3

★/ „0” označava da ranžirni breg nije opremljen navedenom tehničkom merom.
 „1” označava da je ranžirni breg opremljen navedenom tehničkom merom.

3. 3. 4. Optimiranje dela železniške postaje Zalog

Ranžirna postaja Zalog, ki je na progi Ljubljana - Zidani Most, je shematsko prikazana na sliki 13. Ima tri ločene zaporedne tirne skupine z naslednjimi nameni:

- uvozna skupina tirov (UST) je namenjena za sprejeme (uvoze) vlakov;
- ranžirna - premikalna skupina tirov (RST), ki je namenjena sestavam in razstavam vlakov;
preko avtomatizirane drče;
- izvozna skupina tirov (IST), kjer se opravijo zaključne operacije pred odhodom vlaka in
- ob izvozni tirni skupini so posebni tiri, določeni za tranzitne vlake, ki v postaji ne menjujejo sestave (TT - tranzitni tiri).



Slika 23. Shema tirnih skupin ranžirne postaje Zalog

Vsi vlaki, ki se razstavljajo na posamezni ranžirni postaji, predstavljajo enoten vhodni tok in se sprejmejo v sprejemno skupino tirov zaradi obdelave sistema in priprave za razstavljanje. Elementi tega sistema se delijo v tri osnovne skupine: splošni elementi sistema, konkretni elementi sistema za posamezni primer in tip sistema.

V splošne elemente sistema uvrščamo naslednje podskupine: vhodni tok, vrste čakanja, kanali oskrbovanja in izhodni tokovi. V konkretne elemente sistema za posamezni primer uvrščamo množico del, ki izhajajo iz splošnega dela sistema: vhodni tok – množica elementov prihoda vlaka v sprejemno skupino tirov za vse vlake, ki se razstavljajo; vrste čakanja – tvorijo jih sestave vlakov, ki čakajo na začetek obdelave v sprejemni skupini tirov; kanali oskrbovanja – skupine osebja, ki opravljajo tehnične in komercialne preglede, pripravo vlaka za premik in

B. OPTIMALNI REŽIMI FUNKCIONISANJA I PRORAČUNA KAPACITETA

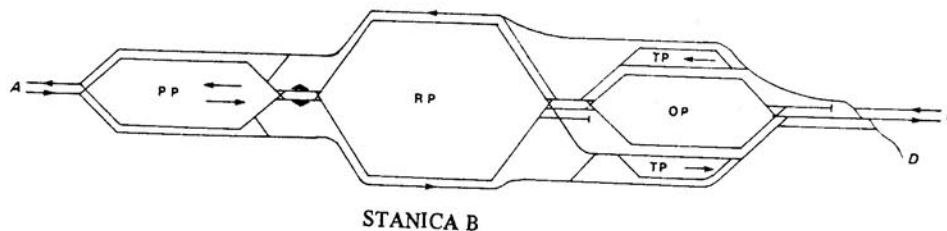
1. JEDNOSTRANA RANŽIRNA STANICA SA UZASTOPNIM POLOŽAJEM PARKOVA

a) Ranžirna stanica kao mreža sistema masovnog opsluživanja

U skladu sa funkcionisanjem ranžirnu stanicu i pripadajuće deonice možemo predstaviti u vidu mreže koja se sastoji od pet uzastopnih sistema masovnog opsluživanja, i to: obrada sastava u prijemnom parku u cilju pripreme za rasformiranje, rasformiranje, završno formiranje, obrada sastava u cilju pripreme za otpravljanje i otpravljanje sastava. Pojedine od ovih funkcija u zavisnosti od broja kanala opsluživanja mogu da se razdvoje na više paralelnih sistema opsluživanja.

Pored vozova koji se rasformiraju, u ranžirnim stanicama se obrađuju i tranzitni vozovi. Ako ove vozove obrađuje isto osoblje koje obavlja obradu vozova koji se rasformiraju, odnosno formiraju, onda se ta funkcija ne izdvaja u poseban sistem. Međutim, ako u stanici postoji specijalizovani park za tranzitne vozove, gde obradu obavljaju posebne partije osoblja, onda takvu funkciju treba izdvojiti u poseban sistem.

Šema stanice prikazana je na slici 2.7.



PP – prijemni park
RP – ranžirni park
OP – otpremni park
TP – tranzitni park
IF – izvlačnjaci formiranja

Slika 2.7 – Šema jednostrane ranžirne stanice sa uzastopnim položajem parkova