

Doc. dr. IVAN MARKOVIĆ
Fakultet prometnih znanosti
Zagreb

Integralni transport
- Prethodno priopćenje
UDK: 656.211.4
Primljeno: 30.03.1989.
Prihvaćeno: 27.04.1989.

MODEL ZA DEFINIRANJE KAPACITETA SUVREMENIH TERMINALA I INTEGRALNIH TRANSPORTNIH SUSTAVA

Razrada modela i sustava kontejnera i paleta u željezničkom,
cestovnom, zračnom i PTT prometu na primjeru budućeg
kontejnerskog terminala u Zagrebu

SAŽETAK

Razrada modela za razvoj kapaciteta suvremenih transportnih sustava i u tom sklopu potrebnih paleta i kontejnera u svim prometnim granama zahtijeva prethodno marketinško istraživanje robnih tokova kako bi se mogli definirati odgovarajući terminali, prijevozna i prekrajna sredstva. To tim više što su sredstva suvremenih tehnologija transporta vrlo skupa, pa svaki eventualni investicijski promašaj nanosi goleme gubitke, mnogo veće nego u klasičnim tehnologijama transporta.

Na osnovi spoznaja, uz već standardizirane palete, kontejnere i dr., dolazi se primjenom odgovarajućeg modela i formula do optimalno potrebnih suvremenih sredstava prijevoza i prekraja, potrebnih kontejnera, paleta i dr. u svim prometnim granama.

Teoretske osnove upotrijebljenog i razrađenog modela izvedene su na primjeru idejnog rješenja za gradnju budućega kontejnerskog huckepack terminala u Zagrebu (za kontejnere). Za razradu sustava primjene paletizacije razrađen je sustav koji je primjenljiv u svim prometnim granama.

1. UVOD

U Jugoslaviji se promet nije razvijao adekvatno s potrebama privrede i društva, posebno ne u skladu s prometnom potražnjom tržišta međunarodnih transportnih usluga. Na takav razvoj prometnog sustava u najvećoj su mjeri utjecale strukturne promjene na tržištu transportnih usluga, problemi ekonomskog položaja, tehničko-tehnološkog zaostajanja, zatim problemi samoupravne organiziranosti i dr.

U sklopu ukupnog razvoja prometa u Jugoslaviji vrlo se sporo razvijaju sredstva suvremenih tehnologija transporta u sva tri sustava:

- u integralnom transportu - paletizacija i kontejnerizacija,
- u multimodalnom transportu huckepack, Ro-Ro i sustav teglenica i
- kombiniranom transportu.

Posebno zabrinjava stanje granske neintegralnosti i zaostajanje razvoja kapaciteta suvremenih tehnologija transporta na kopnu u odnosu na relativno razvijenije suvremene kapacitete na moru.

Ne ostvaruju se društvena opredjeljenja o sveobuhvatnom i brzom razvoju suvremenih tehnologija transporta i u tom sklopu huckepack transporta, kontejnerskog transporta itd.

Usprkos društvenim opredjeljenjima, uvođenje suvremenog i u tom sklopu huckepack transporta u našoj zemlji već blizu 15 godina nalazi se na istoj niskoj razini, tako da nismo iskoristili naše geoprometne komparativne prednosti na povezivanju robnih transporta između zapadnoevropskih zemalja i zemalja Bliskog i Srednjeg istoka.

Prometne, tehnološke, ekonomske, ekološke i druge prednosti prijevoza robe huckepack tehnologijama u odnosu na klasični transport, na granski transport, čak i na neke niže podsustave suvremenih tehnologija transporta (paletizacija i kontejnerizacija) toliko su evidentne da je krajnje vrijeme da se ubrza uvođenje huckepack transporta na našim primarnim međunarodnim željezničkim koridorima. Tako najbolje možemo utjecati na sniženje transportnih troškova u jedinici proizvoda, omogućiti našoj privredi konkurentno uklapanje u svjetske robne tokove, povećati tranzitni promet, povećati devizni priljev zemlji i time dati znatan obol za brži izlazak iz ekonomske krize.

U tehnički razvijenim zemljama (Evropa, SAD, Daleki istok) suvremene tehnologije transporta, napose kontejnerizacija i huckepack transport, dostigle su visoki stupanj tako da udjel prijevoza robe sredstvima suv-

reмениh tehnologija transporta iznosi od 8 do 20% u odnosu na ukupni robni prijevoz, dok se u našoj zemlji taj udjel (već više godina) kreće oko 1%. Posebno zabrinjava to što su se suvremene tehnologije transporta značajno razvile u zemljama našeg okruženja, implicirajući time sve veću prometnu izolaciju naše zemlje. Međutim, u zemljama, koje su značajno razvile huckepack transport, financijskim sredstvima, poreznom politikom, stimulacijama, kompenzacijama, kreditno--monetarnom politikom, izravno se i kontinuirano utječe na razvoj huckepack transporta, kontejnerskog transporta i dr.

Prijevoz robe huckepack tehnologijom postao je prometno- tehnološki činilac integracija i kooperacija prometnih grana i to prvenstveno željeznica- cesta, a zatim zajednički s pomorskim, riječnim, pa čak i sa zračnim prometom, i to u širim međunarodnim relacijama.

Robni tokovi te struktura i količina robe na našim glavnim magistralnim a napose međunarodnim prometnim koridorima ima vrlo solidnu osnovu da se što prije - metodom selektivnosti i podobnosti i po kriterijima - pristupi izboru izgradnje terminala za huckepack transport ili zajednički tj. kombinirani kontejnerski i huckepack transport. i uvođenje huckepack vlakova, uz postupni fazni razvoj. U tom sklopu prioritet je dan uvođenju huckepack tehnologija C na relaciji Zagreb- Ljubljana, Zagreb- Graz, Zagreb- Beograd i dalje, Zagreb- Budimpešta itd.

Usporedno s pripremama za izgradnju kapaciteta huckepack tehnike i tehnologije treba intenzivno raditi na gradnji i primjeni upravljačko- informatičkog sustava, bez kojega je svaki suvremeni a time i huckepack transport neefikasan.

Uvođenje huckepack tehnologije ima značajan utjecaj na smanjenje zagađivanja čovjekove okoline što je jedna od primarnih preokupacija današnjeg čovjeka, formiranog na višoj razini životnog standarda, kulture i tehnologije i dr. On se nalazi na prekretnici između daljnjeg zagađivanja okoliša i zaštite prirodnih resursa kao ostavštine naših predaka da ih za predstojeće generacije obogaćujemo, a ne da ih drastično ugrožavamo. U tom kontekstu huckepack transport ima najpozitivnije osobine.

Ekonomsko značenje i kompletni društveno- privredni učinci od uvođenja huckepack transporta imaju vrlo izrazita i egzaktna te višestruka društvena vrednovanja, koja su potvrđena u svim zemljama u kojima se ozbiljno, postupno, racionalno i radikalno pristupilo uvođenju huckepack transporta, pa nema bojazni da tako ne bude i u našoj

zemlji. S tih razloga osiguranje izvora investicijskih sredstava po visini i dinamici ima i treba imati prioritet, a time se osigurava društvena i individualna rentabilnost uložених sredstava.

U preliminarnim pripremama za uvođenje huckepack transporta neophodno je intenzivirati suradnju s međunarodnim organizacijama, napose sa specijaliziranim društvima i tvrtkama evropskih zemalja.

2. MODEL POSTAVKE TEHNOLOŠKOG PROCESA RADA HUCKEPAK I KONTEJNERSKOG TERMINALA U ZAGREBU

Proces rada u terminalu zavisi od brojnih činilaca koji se moraju uzeti u razmatranje da bi se formirao optimalan tehnološki proces. Ti činilci su: način organizacije prijevoza prijenosnika- kontejnera, njihov broj i neravnomjernost pristizanja, vrsta i mogućnosti prekrcajne tehnike, broj i kapacitet vozila za dalju otpremu kontejnera iz terminala, te režim rada terminala u odnosu na vanjske činioce.

Prijenosnici- kontejneri (u daljnjem tekstu prijenosnici) dopremat će se na terminal kombiniranim huckepack- kontejnerskim vlakovima. Njihov iskrcaj obavljat će portalna dizalica. Jedan dio prijenosnika odlagat će se na deponije i privremeno skladištiti, a preostali dio izravno će se prekrcevati na cestovna vozila. Deponirani prijenosnici će nakon kratkog vremena također biti ukrcani na cestovno vozilo i otpremljeni u skladište primaoca robe.

Prazni prijenosnici, uskladišteni na za to posebnoj površini, nakon primitka narudžbe od pošiljaoca robe bit će cestovnim vozilom dostavljeni u njegovo skladište.

U kombiniranom huckepack terminalu Zagreb obavljat će se manipulacije s jedinicama huckepack sustava prijevoza. Te manipulacijske jedinice bit će u prvo vrijeme dopremene u terminal kombiniranim huckepack- kontejnerskim vlakovima, a nakon porasta njihovog broja huckepack vlakovima. Ovisno o tehnicima prekrcaja tih jedinica, iskrcaj vagona obavljat će se uz pomoć portalne dizalice ili vučnih vozila namijenjenih iskrcaju poluprikolica.

Tehnološki proces za prijenosnike u otpravljanju odvija se obrnutim smjerom.

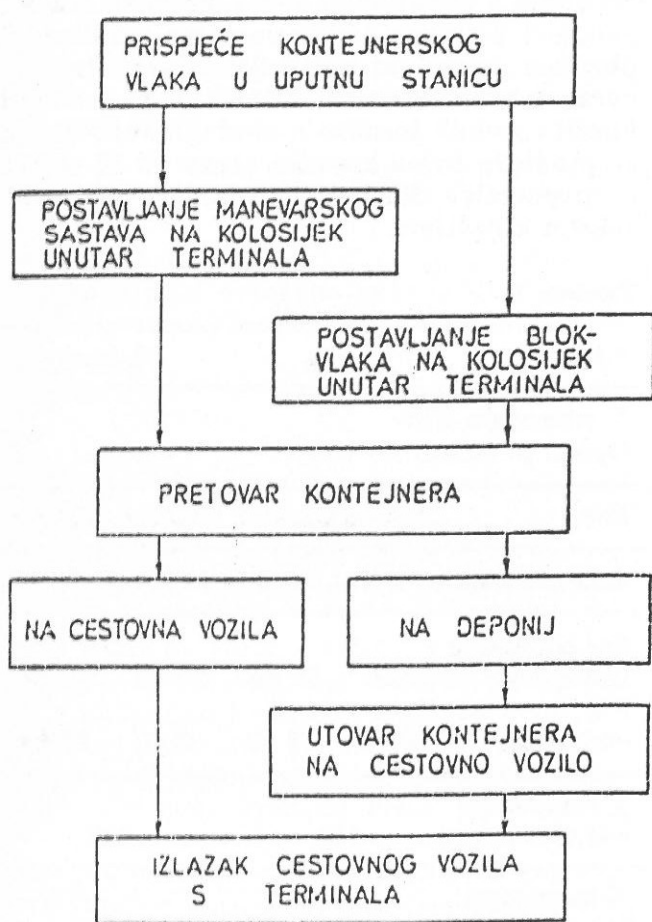
Druge manipulacije s prijenosnicima dolaze u obzir jedino radi izvršenja potrebnih radova na njihovom tekućem održavanju ili popravku.

Tekuće održavanje podrazumijeva izvršenje neophodnih radnji na prijenosniku

koje uvjetuje njegovu ispravnost, zatim čišćenje, pranje, dezinfekciju i dezinsekciju. Popravci obuhvaćaju sve radnje na otklanjanju oštećenja do kojih dolazi ili u transportu ili pri manipuliranju tijekom prekrcaja.

U shemama 1 i 2 detaljnije su razrađeni pojedini tehnološki procesi rada.

ŽELJEZNICA



CESTA

Shema 1 Blok-dijagram obrade kontejnera u prispjedu

Terminal mora raspolagati i deponijem za prihvrat specijalnih kontejnera (frigo) s mjestima za priključke na električnu energiju.

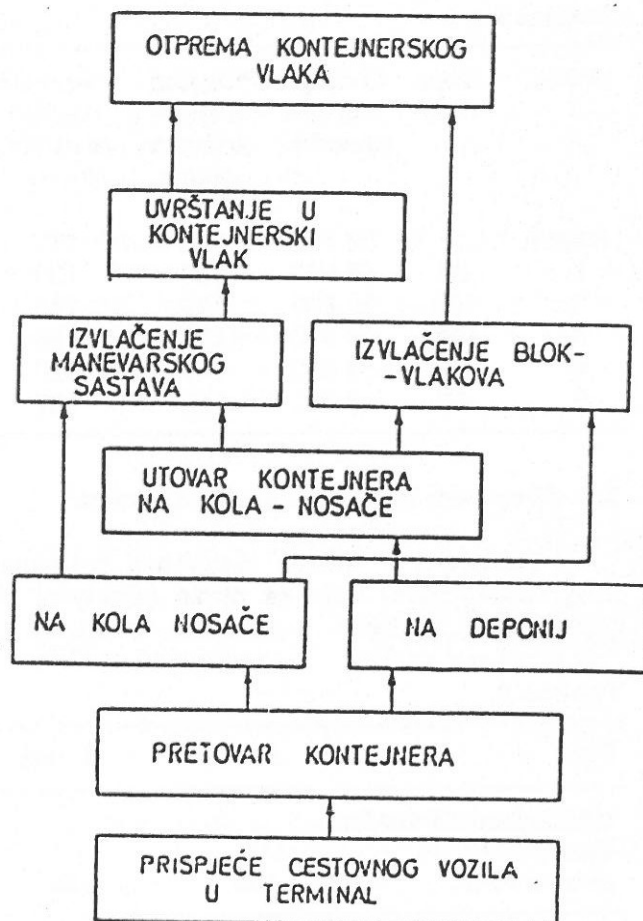
Potrebno je napomenuti da će na organizaciju rada na huckepack i kontejnerskom terminalu Zagreb nakon njegove izgradnje umnogome utjecati:

- organiziranost huckepack kontejnerskog transporta u ŽTP- Zagreb i u Jugoslaviji,
- definiranje privrednih subjekata, nosilaca integralnog i multimodalnog transporta,
- organizacijski oblik kombiniranog huckepack i kontejnerskog terminala i

- obujam prekrcaja huckepack jedinica i kontejnera.

Radno vrijeme terminala regulirat će se nakon njegova otvaranja odnosno usporedno s početkom rada i treba biti usklađeno s obujmom prometa i zahtjevima komitenata.

ŽELJEZNICA



CESTA

Shema 2 Blok-dijagram obrade kontejnera u otpremljanju

2.1. Procjena obujma prometa prijenosnika i kontejnera

Obavljeno je opće sagledavanje količina robe u otpremi i dopremi na gravitacijskom području terminala u Zagrebu. Razmatrana je roba koja je otpremljena izvan granica SRH i u inozemstvo, odnosno dopremljena izvan granica SRH i iz inozemstva. Koristeći iskustva drugih zemalja, u kojima se postotak robe pogodne za huckepack transport i kontejnerizaciju kreće u startu oko 20%, ocijenjeno je da bi se na gravitacijskom području terminala Zagreb pojavljivalo prosječno dnevno oko 130 računskih kontejnera, odnosno prijenosnika huckepack tehnologije C.

To podrazumijeva izgradjenost infrastrukture i organizaciju kombiniranog prijevoza što u nas još nije slučaj. S tih razloga realno je očekivati obujam rada od oko 100 prijenosnika i kontejnera prosječno dnevno tj. odnos puni : prazni - 80% : 20%.

Očekivani broj kontejnera u idućim godinama prikazan je u tablici 1.

Tablica 1

Godina	Stopa rasta	Godišnji broj prijenosnika	Prosječan broj prijenosnika dnevno	Maksimalni broj prijenosnika dnevno
početna		30 500	100	120
1.	8%	32 900	108	130
2.	10%	36 200	119	143
3.	10%	36 800	130	156
4.	8%	43 000	141	169
5.	8%	46 400	152	182

2.2. Struktura prijenosnika (kontejnera)

Tablica 2 prikazuje strukturu prijenosnika (kontejnera) koja se može očekivati na terminalu u Zagrebu.

Tablica 2.

Faza	I. faza			II. faza		
Ukupan broj prijenosnika (kontejnera) prosj. dnevno	100			152		
Tip prijenosnika (kontejnera)	20'	30'	40'	20'	30'	40'
Broj prijenosnika (kontejnera) po tipu	65	8	27	75	21	56

3. SREDSTVA ZA MANIPULACIJE S PRIJENOSNICIMA (KONTEJNERIMA) I HUCKEPACK JEDINICAMA

3.1. Osnovno prekrcajno sredstvo

U evropskim kontejnerskim terminalima u kojima je dnevni rad veći od 70 kontejnera koriste se portalne dizalice. Na izbor potrebne prekrcajne mehanizacije prvenstveno utječe dnevni broj kontejnera i njihova struktura. To proistječe iz mogućnosti pojedinih vrsta prekrcajne tehnike čiji se kapaciteti kreću oko 25 kontejnera/sat kod portalnih dizalica, 15 kontejnera/sat kod bočnih i

čelnih viljuškara i 6 kontejnera/sat kod manipulatora.

Potreban broj dnevnih manipulacija za predviđeni obujam rada prikazan je u tablici 3.

Iz tablice 3 vidljivo je da se u prvoj fazi očekuje 150 manipulacija prosječno dnevno, odnosno 180 manipulacija maksimalno dnevno, te je neophodno obavljati prekrcaj s pomoću portalne dizalice.

Huckepack i kontejnerski terminali su tipizirani s obzirom na širinu kranske staze i namjenu površina ispod portalne dizalice. S obzirom na rad od 100 prijenosnika (kontejnera) dnevno, terminal Žitnjak pripada u red kontinentalnih terminala srednjih veličina, te se predlaže širina kranske staze od 22 metra i tip portalne dizalice sa sprederom i prihvatnim kliještima.

Tablica 3

Pokazatelj	I. faza		II. faza	
Σ prijenosnika (kontejnera) po fazama	100		152	
Smjer	Doprerna		Otprema	
Način prekrcaja	I	N	I	N
Broj prijenosnika (kontejnera)	20	30	30	20
Broj manipulacija	20	60	30	40
Σ manipulacija prosječno dnevno	150		229	
Σ manipulacija maksimalno dnevno	180		275	

I - Izravno

N - Neizravno

Imajući na umu postavljene tehnološke zahtjeve, portalna dizalica mora zadovoljiti sljedeće tehničke karakteristike:

- visina dizanja mora omogućiti deponiranje prijenosnika (kontejnera) u tri etaže (3+1)

- minimalna nosivost od 25 Mp,

- spreder mora biti prilagođen za zahvat prijenosnika (kontejnera) od 20', 30' i 40',

- spreder mora imati mogućnost okretanja za 190 stupnjeva,

- spreder mora biti opskrbljen dodatnom opremom (ručicama) za prekrcaj cestovnih vozila (prihvatna kliješta)

- kapacitet dizalice mora biti najmanje

25-30 prijenosnika (kontejnera) na sat, što zahtijeva brzinu dizanja od 8 m/min, brzinu kretanja "mačke" 40 m/min i brzinu kretanja portala 80-100 m/min.

Portalna dizalica predstavlja osnovno prekrcajno sredstvo. Izbor prekrcajne tehnike investitor mora utvrditi glavnim izvedbenim projektom.

Osnovne tehničko-tehnološke karakteristike prekrcajne mehanizacije na kombiniranom huckepack-kontejnerskom terminalu u Zagrebu trebaju omogućiti:

- rad na svim tipovima prijenosnika i kontejnera,
- slaganja prijenosnika i kontejnera u drugi red (teleskopiranje spredera)
- slaganje 40' prijenosnika (kontejnera) na četvrtu i petu etažu,
- nošenje prijenosnika (kontejnera) u aksijalnom položaju (uski prolazi).

U I. fazi potrebna je minimalno ova mehanizacija:

- jedna portalna dizalica 350 - 400 kN za vertikalni prekrcaj,
- jedan čelni nosač nosivosti 35 - 40 i tona,
- jedan čelni nosač nosivosti do 20 tona.

Međutim u II. fazi razvoja prometa na huckepack i kontejnerskom terminalu u Zagrebu bit će potrebno još:

- jedna portalna dizalica većeg kapaciteta vertikalnog prekrcaja 450 - 600 kN,
- jedan prijenosnik (nosač) za manipulacije s praznim prijenosnicima.

Postavljanjem još jedne portalne dizalice na postojeću kransku stazu i rad s dva portala udvostručio bi kapacitet terminala i riješio problem za dulje razdoblje. Na taj način rješava se istodobno dovođenje kolosijeka za huckepack sastave ispod prijepusta portalne dizalice i omogućuje vertikalni iskrcaj B i C- tehnika prijevoza huckepack jedinica. Ocjenjuje se da bi se u prvoj fazi rada pojavljivalo prosječno dnevno 30 huckepack jedinica, a u drugoj fazi oko 70 jedinica. Zbog lošeg odnosa brutotežine i netotežine u sustavu "A" u zemljama s razvijenim huckepack sustavom prijevoza zastupljenije su tehnike "B" a kudikamo najviše tehnika "C" što izravno postavlja zahtjeve za veći broj vertikalnih prekrcaja i angažiranje portalne dizalice. Zato se preporučuje da se odmah uvodi huckepack tehnologija C (oko 80%) i tehnologija B (oko 15%) a u slučaju potrebe da se mogu prekrcajati i kamioni po tehnologiji A.

3.2. Vrata i potreban broj cestovnih teretnih vozila

Pri proračunu potrebnog broja prije-

voznih sredstava polazi se od predviđenog opsega rada, broja prijenosnika (kontejnera) koje treba transportirati, prosječnih udaljenosti na kojima se transportiraju prijenosnici, brzine transporta, organizacije ukrcaja, iskrcaja prijenosnika u skladištu komitenta i mogućnosti prijevoza jednog ili više prijenosnika istodobno.

Za prijevoz prijenosnika u terminalu i izvan terminala najpogodnija su i najuniverzalnija vozila tegljači s poluprikolicama. Duljina poluprikolice od 12,4 m omogućuje prijevoz prijenosnika od 40' odnosno i sve druge u određenoj kombinaciji. Te poluprikolice mogu se jednostavno otkaçiti tako da jedan tegljač opslužuje veći broj poluprikolica.

Potreban broj cestovnih teretnih vozila za zadovoljenje predviđenog rada na terminalu Žitnjak izračunava se prema sljedećim matematičkim modelima:

Potreban broj poluprikolica:

$$N_{pl} = \frac{N_k \alpha (t_p + t_m + 2 \frac{L_{sr}}{V_{sr}} + t_{ul})}{T_r n_{tk} K_{dv}}$$

gdje je:

- N_{pl} - broj potrebnih poluprikolica
- N_k - broj kontejnera koje treba prevesti za vrijeme rada terminala
- α - koeficijent neravnomjernosti pristizanja i otpreme kontejnera u toku jednog dana
- T_r - vrijeme rada terminala, koje se podudara s radom vučnih i voznih sredstava
- t_p - vrijeme prekrcaja kontejnera s vagona na poluprikolicu ili obrnuto
- t_m - vrijeme potrebno za izlazak vozila iz terminala i za obavljanje manipulativnih operacija u otpremi kontejnera kao pošiljke
- $2 \frac{L_{sr}}{V_{sr}}$ - prosječno potrebno vrijeme za prijevoz kontejnera od terminala do skladišta komitenta i natrag
- t_{ul} - vrijeme potrebno za ukrcaj odnosno iskrcaj kontejnera u skladištu komitenta
- n_{tk} - koeficijent povećanja proizvodnosti rada poluprikolica zbog prijevoza dvaju ili više kontejnera na jednom vozilu
- K_{dv} - koeficijent dvojnih operacija u skladištu komitenta

Ulazne veličine i potreban broj poluprikolica prikazani su u tablici 4.

Inventarsko stanje dobiva se prema:

$$N_{pli} = N_{pl} \left(1 + \frac{P}{100}\right), \text{ gdje je } P = 15$$

Tablica 4

Pokazatelj	N_k	α	T_r	t_p	t_m	$2\frac{L_{sr}}{V_{sr}}$	t_u	n_{tk}	K_{dv}	N_{pl}
I, faza	100	1,20	720	5	15	80	160	1,25	1,18	30
II, faza	152	1,20	720	5	15	90	140	1,20	1,20	42

N_{pl} (I. faza) = 34,5 ili 35 poluprikolica

N_{pl} (II. faza) = 48,3 ili 49 poluprikolica

Napomena: Ovaj proračun podrazumijeva da komintenti ne raspolažu prekrcajnom mehanizacijom za kontejnere.

Potreban broj vučnih vozila (tegljača):

$$N_{tg} = K N_t = \frac{E}{T_r} \frac{N_k \alpha}{n_{tk} \delta_p}$$

gdje je:

- N_{tg} - potreban radni park vučnih vozila
- K - koeficijent potrebe vučnih vozila
- N_t - broj tura pri prijevozu kontejnera
- E - prosječan obrt vučnih vozila
- T_r - vrijeme rada terminala, koje se podudara s radom vučnih i voznih sredstava
- N_k - broj kontejnera koje treba prevesti za vrijeme rada terminala
- α - koeficijent neravnomjernosti pristizanja i otpreme kontejnera u toku jednog dana ($\alpha = 1,2$)
- n_{tk} - koeficijent povećana proizvodnosti rada poluprikolica zbog prijevoza dvaju ili više kontejnera na jednom vozilu
- δ_p - koeficijent povratnoga prijevoznoga procesa koji se ostvaruje kada se pri povratnoj vožnji obavlja prijevoz kontejnera u terminal

Ulazne veličine i potreban radni park vučnih vozila prikazani su u tablici 5.

Tablica 5

Pokazatelj faza	K	N_t	E	T_r	N_k	α	n_{tk}	δ_p	N_{tg}
I, faza	0,111	60	80	720	100	1,20	1,25	1,5	8
II, faza	0,125	101	90	720	152	1,20	1,20	1,5	15

Inventarski park vučnih vozila:

$$N_{tgi} = N_{tg} \left(1 + \frac{P}{100}\right), \text{ gdje je } P = 20$$

N_{tgi} (I. faza) = 9,6 ili 10 vučnih vozila

N_{tgi} (II. faza) = 15,6 ili 16 vučnih vozila

Rekapitulacija cestovnih teretnih vozila u I. fazi:

- 10 vučnih vozila (tegljača) i
- 35 poluprikolica.

Rekapitulacija cestovnih teretnih vozila u II. fazi:

- 16 vučnih vozila i
- 49 poluprikolica.

3.3. Namjena površine pod portalnom dizalicom

Kao što je navedeno u poglavlju o mehanizaciji u terminalu, prekrcaj kontejnera obavljao bi se portalnom dizalicom raspona 22 metra. Unutar toga raspona nalazila bi se:

- dva željeznička kolosijeka,
- dvije "trake" za komunikaciju transporta i cestovnih teretnih vozila,
- dvije trake za privremeno odlaganje prijenosnika (kontejnera)

Da bi se nesmetano i sigurno odvijao rad unutar kranske staze, potrebno je zadovoljiti nekoliko uvjeta koji se odnose na sljedeće razmake:

- prostor između "traka" za slaganje prijenosnika- kontejnera mora iznositi najmanje 300 mm,
- prostor između kranske tračnice za vođenje dizalice i prvog reda prijenosnika (kontejnera) kreće se od 900 mm do 1350 mm i zavisi od tipa dizalice,
- širina razmaka između osi kolosijeka iznosi od 4000 do 4500 mm i omogućuje nesmetan prolaz radnika između vagona,
- širina cestovnih prometnica s dva traka iznosi 7000 mm. Ispod portala dizalice obavlja se jednosmjerni promet tegljača. Na jednom traku obavlja se ukrcaj/iskrcaj tegljača a drugi trak je prolazan.

3.4. Duljina kranske staze

Korisna duljina kolosijeka unutar terminala a prema tome i duljina kranske staze zavise od duljine huckepack ili kontejnerskog odnosno kombiniranog vlaka. Očekuje se da će se sastav huckepack- kontejnerskog vlaka sastojati od 15 do 20 četveroosovinskih kola za prijevoz prijenosnika- kontejnera čija se duljina preko odbojnika kreće od 20,60 m do 20,90 m. Prema tome, duljina kranske staze mora iznositi najmanje 418 m što bi omogućilo postavljanje sastava od 20 kola ispod portalne dizalice, a na taj način bi se izbjegla potreba za dodatnim manevarskim radom.

3.5. Duljina traka za privremeno odlaganje prijenosnika- kontejnera ispod portalne dizalice

Ova duljina zavisi od broja i vrste prijenosnika- kontejnera koje treba složiti na "traku", zadržavanja na "traci", dinamike pristizanja i otpreme, itd.

Matematički model za izračunavanje duljine trake za slaganje prijenosnika (kontejnera) ima sljedeći oblik:

$$L_k = \frac{N_k l_k S_k \alpha t}{T_r e_k 1000} \text{ [m]}$$

gdje je:

- L_k - potrebna duljina trake za privremeno odlaganje prijenosnika (kontejnera)
 - N_k - dnevni broj prijenosnika koji se privremeno odlažu na traku
 - l_k - duljina prijenosnika u upotrebi (uobičajeno se proračun obavlja s prijenosnicima od 30')
 - S_k - koeficijent slobodnog prostora pri uzdužnom slaganju prijenosnika
 - α - koeficijent neravnomjernosti pristizanja i otpreme prijenosnika
 - t - prosječno vrijeme zadržavanja prijenosnika na traci za privremeno odlaganje u satima
 - T_r - efektivno radno vrijeme terminala
 - e_k - broj etaža pri slaganju prijenosnika
- a) Duljina deponija u I. fazi rada:

$$L_{tk} = \frac{50 \cdot 9,125 \cdot 1,033 \cdot 1,20 \cdot 5}{12 \cdot 2} = 117,8 \text{ [m]}$$

Predlaže se deponiranje prijenosnika (kontejnera) u dva reda, pa bi duljina "traka" uz koeficijent popunjenosti deponija prijenosnicima iznosila od 0,8 do 75,4 metra i omogućila istodobno smještaj 32 prijenosnika od 30'.

b) Duljina deponija u II. fazi rada:

$$L_{tk} = \frac{77 \cdot 9,125 \cdot 1,033 \cdot 1,20 \cdot 5}{12 \cdot 2} = 181,5 \text{ [m]}$$

Uz deponiranje prijenosnika (kontejnera) u dva reda i s koeficijentom popunjenosti deponija prijenosnicima od 0,8 duljina "trake" iznosila bi 103,7 metara i omogućila istodobni smještaj 44 prijenosnika (kontejnera) od 30'.

Izračunane duljine deponija ispod portalne dizalice zadovoljavaju minimalne potrebe za nesmetano odvijanje tehnološkog procesa. Međutim, predlaže se da se unutar kranske staze osigura duljina deponija uzduž

čitave kranske staze radi:

- mogućnosti organiziranja deponija prijenosnika ili kontejnera u grupama po određenim pravcima prispjeća/otpravljanja,
- odvajanja prijenosnika ili kontejnera u prispjeću od onih u otpravljanju,
- slaganja prijenosnika ili kontejnera u jednoj etaži, što omogućuje najveću selektivnost, i slaganja u više etaža zbog porasta ukupnog broja prijenosnika ili kontejnera, odnosno porasta rada na određenom pravcu,
- većih duljina vagona, odnosno cestovnih teretnih vozila na kojima ili s kojih se obavlja manipulacija,
- daljnjeg povećanja rada terminala.

3.6. Statistički kapacitet terminala

Maksimalni broj prijenosnika- kontejnera koji se u određenom vremenskom presjeku mogu smjestiti na "trake" za privremeno odlaganje kontejnera, ispod portalne dizalice, izračunava se prema izrazu:

$$N_k = \frac{n l y}{L_k}$$

gdje je:

- N_k - broj prijenosnika-kontejnera koji se može smjestiti na traku za privremeno odlaganje
- n - broj traka za slaganje prijenosnika-kontejnera pomnožen s brojem etaža (2 trake x 3 etaže)
- l - duljina trake za odlaganje prijenosnika-kontejnera
- y - koeficijent iskorištenja trake po duljini
- L_k - duljina kontejnera od 20'

$$N_k = \frac{6 \cdot 418 \cdot 0,9}{6,1} = 370 \text{ prijenosnika-kontejnera}$$

Ispod portalne dizalice u I. fazi može se istodobno smjestiti 370 prijenosnika-kontejnera od 20'. S obzirom na to da prosječni dnevni rad neće iznositi ni trećinu statičkoga kapaciteta u prvoj fazi nema potreba za stvaranjem dodatnih deponija za privremeno odlaganje prijenosnika-kontejnera.

U drugoj fazi, zbog mogućnosti korištenja druge portalne dizalice, povećat će se i statički kapacitet terminala za dodatnih 331 prijenosnik-kontejner (3 reda na duljini oko 250 metara) te bi ukupni statički kapacitet iznosio 701 prijenosnik-kontejner svedene na TEU-20' jedinicu.

3.7. Deponiji ostalih namjena

Na terminalu je potrebno predvidjeti deponije za odlaganje:

- praznih prijenosnika-kontejnera,
- specijalnih prijenosnika-kontejnera,
- oštećenih prijenosnika-kontejnera.

Za odlaganje praznih prijenosnika-kontejnera treba predvidjeti deponij od oko 12 000 m².

S obzirom na to da u zemljama u kojima postoje suvremeni modaliteti transporta huckepack vlakovi imaju značajnu ulogu, i u našoj se zemlji pojavljuje potreba za cjelokupnom organizacijom tog oblika prijevoza. Određeni rezultati već su ostvareni u SR Sloveniji - ŽG Ljubljana, a pripreme obavljaju i drugi ŽTP-i za uključivanje u ovaj oblik prijevoza, pred kojim su velike mogućnosti.

3.8. Potreban broj kolosijeka za prijem vlakova

$$n_{pr} = \frac{N_{pr} t_{pr}}{a T_r}$$

gdje je:

- n_{pr} - broj kolosijeka za prijem teretnih vlakova
- N_{pr} - broj teretnih vlakova u najopterećenijem razdoblju dana ($N_{pr} = 6$ vlakova maksimalno u najopterećenijem razdoblju)
- t_{pr} - vrijeme zauzetosti kolosijeka jednim vlakom na prijemu ($t_{pr} = 40$ min)
- a - koeficijent vremenskog iskorištenja kolosijeka ($a = 0,7$)
- T_r - radno vrijeme stanice u kojemu se ostvaruje prijem vlakova, za stanicu Zagreb u razdoblju od 0,00 do 6,00 ($T_r = 360$ min)

$$n_{pr} = \frac{6 \cdot 40}{0,7 \cdot 360} = \frac{240}{252} = 0,95, \text{ odnosno } 1 \text{ kolosjek}$$

Za prijem teretnih huckepack ili kontejnerskih vlakova odnosno kombiniranih huckepack/kontejnerskih vlakova potrebno je osigurati jedan kolosijek.

3.9. Potreban broj kolosijeka za otpremu teretnih vlakova

Teretni huckepack vlakovi iz stanice Zagreb otpremaju se u Zagreb RK, te postoji samo jedan ranžirni zadatak. Fakultativno se otprema maršrutni vlak s cisternama.

Za izvlačenje kola s industrijskih kolosijeka potrebno je osigurati određeni broj kolosijeka:

$$n_{k(ot)} = \frac{N_{ot} t_{ot}}{a_r T}$$

gdje je:

- $n_{k(ot)}$ - potreban broj kolosijeka za otpremu kontejnerskih vlakova
- t_{ot} - zauzetost kolosijeka jednim vlakom u otpremi (40 min)
- N_{ot} - broj vlakova koji se otpremaju ($N_{ot maks.} = 6$)
- T_r - radno razdoblje otpremanja vlakova ($T_r = 210$ min)
- a - koeficijent vremenskog iskorištenja kolosijeka

$$n_{k(ot)} = \frac{6 \cdot 40}{0,7 \cdot 210} = \frac{240}{147} = 1,63 \text{ ili dva kolosijeka}$$

Kao obilazni kolosijek koristit će se glavni prolazni kolosijeci. U razdoblju otpreme vlakova obavljat će se i prijem vozniha lokomotiva, pa je zbog toga potrebno izvršiti elektrifikaciju pet kolosijeka, kako bi se mogli koristiti za elektrolokomotive koje čekaju formiranje sastava.

3.10. Manevarski rad u I. fazi izgradnje

Kao što je već rečeno, posluživanje industrije vezane uz zapadni industrijski matičnjak obavlja se staničnom manevarskom lokomotivom 732. Ona bi preuzela i sav potreban rad na posluživanju kontejnerskog terminala pri formiranju odlazećih kontejnerskih vlakova. Ocjenjuje se da bi taj rad dodatno angažirao manevarku oko 210 minuta.

U međunarodnom prometu otprema će se obavljati TEC vlakovima. Vlakovi huckepack sustava prijevoza bit će prvo uvedeni na "magistrali", a zanimljiv je i pravac prema Rijeci, prvenstveno u zimskom razdoblju, te prema lukama Dalmacije, u prvom redu prema Splitu u ljetnoj (turističkoj) sezoni, itd.

Da bi terminal u Zagrebu mogao prihvatiti sav taj promet, treba izgraditi primopredajnu skupinu za potrebe prijema, ranžiranja i otpreme huckepack i kontejnerskih vlakova.

3.11. Kapaciteti primopredajne skupine

3.11.1. Potreban broj kolosijeka za prijem vlakova

Ocjenjuje se da će u razdoblju od 2 do 6 sati stići svi vlakovi iz pretpostavljenih smjerova. Za te smjerove bit će potrebno osigurati sljedeći broj prijemnih kolosijeka:

$$n_{pr} = \frac{N_{pr} t_{pr}}{a T_r}$$

$$n = \frac{6 \cdot 90}{0,7 \cdot 240} = \frac{540}{168} \approx 3,2, \text{ odnosno četiri kolosijeka}$$

3.11.2. Potreban broj kolosijeka za otpremu vlakova

$$n_{pr} = \frac{N_{ot} t_{ot}}{a T_r} + n_{ok}$$

gdje je:

- N_{ot} - 8 vlakova
- t_{ot} - 30 minuta
- a - 0,7
- T_r - 240 minuta
- n_{ok} - 1 obilazni kolosijek

$$n_{ot} = \frac{8 \cdot 30}{0,7 \cdot 240} + 1 = \frac{240}{168} + 1 = 2,4, \text{ odnosno tri kolosijeka}$$

Od četiri prijemna kolosijeka dva bi se koristila za otpremu kontejnerskih vlakova, znači dvonamjenski. Korisna duljina prijemno/otpremnih kolosijeka mora iznositi najmanje 460 metara.

$$L_{kol} = n l_k + l_{lok} + 2 l_{is} + R =$$

$$20 \cdot 20,9 + 20 + 2 \cdot 6 + 10 = 460 \text{ m}$$

- n - 20 kola (broj kola u kontejnerskom vlaku)
- l_k - 20,9 metara (duljina R_{ga} kola)
- l_{lok} - 20 metara (računska duljina lokomotive)
- l_{is} - 6 metara (duljina izoliranog rastera)
- R - 10 metara (rezerva)

3.12. Potrebe za ostalim kolosijecima

Potrebno je predvidjeti jedan kolosijek za skupljanje i deponiranje kola koja se iz bilo kojeg razloga moraju zadržati.

3.13. Prostor za parkiranje cestovnih vozila

Na terminalu je potrebno osigurati parkirališni prostor za razne namjene. Pri ulasku u terminal potrebna su parkirališta za osobna vozila zaposlenih na terminalu i stranaka. Parkiralište za teretna cestovna vozila koristila bi se u slučaju dolazaka vozila u vrijeme kada terminal ne radi. Uz iskrcajne rampe huckepack vlakova predviđeno je parkiralište na oko 2450 m² za parkiranje 25 vozila ovog sustava prijevoza.

Za parkiranje tegljača i poluprikolica koji će obavljati odvoz/dovoz prijenosnika-kontejnera s terminala komitentima i obrnuto treba predvidjeti površinu od oko 3300 m² s mogućnošću parkiranja oko 20 tegljača i 40 poluprikolica.

4. RAZRADA MODELA I SUSTAVA PALETA I KONTEJNERA U ŽELJEZNIČKOM, CESTOVNOM, ZRAČNOM I PTT PROMETU

4.1. Modeli paleta već su definirani i standardizirani (navedeni su u nekoliko knjiga) pa ih treba po modulima specificirati:

4.1.1. Na osnovi poznatih standardnih paleta i strukture robe, izvršiti podjelu roba na osnovne oblike paleta:

- ravne palete (upotreba oko 80%)
- boks palete i
- stalne palete.

4.1.2. Izračunavanje potrebnih paleta, ukupno (makro) po pravcima i prometnim granama:

- željeznički,
- cestovni,
- zračni,
- PTT,

i sl., te prema terminalima i skladištima (mikro) treba razraditi. U tu svrhu služe formule navedene u točki 4.2.

4.2. Proračun potrebnih paleta i viljuškara

Proračun potrebnog broja paleta i viljuškara, kao najnižih tehničko-tehnoloških elemenata suvremenog transporta, također je značajan u racionalizaciji transporta robe "od vrata do vrata". Svaki višak ili manjak paleta i viljuškara za danu količinu robe i udaljenost može bitno utjecati na veću ili manju ekonomičnost i rentabilnost ovog sustava. To vrijedi i za drugu suvremenu opremu i vozila: kontejnere, plato-kontejnerske vagone, cestovne kontejnerske šasijske, kontejnerske brodove itd.

Potreban broj paleta može se dobiti prema izrazu:

$$P_p = \frac{T_r}{t_{rp}} O_p$$

gdje je:

- P_p - potrebne palete
- T_r - tone raspoložive robe
- t_{rp} - težina robe na jednoj paleti
- O_p - obrtaj paleta

Ako, primjerice, u jednom skladištu ili čvorištu ima prosječno dnevno 200 tona robe

za transport i od toga se 60% može pogodno paletizirati, uz opterećenje od 500 kg po paleti, uz obrt od 10 dana, treba raspolagati sljedećom količinom paleta:

$$P_p = \frac{T_r}{t_{rp}} O_p = \frac{120}{0,5} 10 = 2400 \text{ komada}$$

Ako se palete još više opterete, a vrijeme obrta smanji, onda se i potrebni broj paleta proporcionalno smanjuje i time rentabilnost raste. I obrnuto, ako se krca manje tereta na palete, a vrijeme obrta raste, onda treba proporcionalno veći broj paleta, s reperkusijom na smanjenje rentabilnosti. Po ovoj formuli može se izračunati potreban broj paleta za sva zbirno-distribucijska mjesta, skladišta, čvorišta i sl. a time i za cijelu zemlju.

Potreban broj viljuškara zavisi od dnevnih količina robe koju treba transportirati (izmanipulirati) odnosno prevesti s jednog mjesta na drugo i od uvjeta u kojima se transport obavlja (daljina prijevoza, visina razlaganja- slaganja, stupanj iskorištenja viljuškara itd.). Potrebe se mogu izračunavati prema izrazu:

$$V_{br} = \frac{G}{\frac{60 \cdot 8}{T} A}$$

gdje je:

- V_{br} - potreban broj viljuškara u jednoj smjeni od osam sati
 G - dnevna količina tereta koja se manipullira (u tonama)
 A - jedinica tereta (u tonama)
 T - ukupno vrijeme radnih operacija (u minutama)

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_n \dots + t_p$$

gdje je:

- t_1 - vrijeme uzimanja tovarne paletne jedinice
 t_2 - vrijeme potrebno da se prijeđe put od mjesta uzimanja do mjesta ostavljanja tovarne palete
 t_3 - vrijeme potrebno za slaganje odnosno ostavljanje tovarne paletne jedinice
 t_4 - vrijeme potrebno za povratnu vožnju motornog viljuškara
 t_n - vrijeme potrebno za uzimanje goriva i sl.
 t_p - vrijeme potrebno za dolazak, odlazak, pauze i sl.

Praktični primjer za primjenu ovog izraza:

U jednom OUR-u treba izmanipulirati

100 t paletizirane robe u radnoj smjeni od 8 sati. Sve četiri radne operacije (t_1 do t_4) traju 10 minuta. Jedinica tereta/jednu paletu = 0,4 t uz rad u jednoj smjeni. Iz toga se dobije sljedeći rezultat:

$$V_{br} = \frac{G}{\frac{60 \cdot 8}{T} A} = \frac{100 \text{ (t)}}{\frac{480 \text{ (min)}}{10 \text{ (min)}} 0,4} = \frac{100}{48 \cdot 0,4} = 5$$

Prema tome, toj radnoj organizaciji potrebno je pet viljuškara, a dobro je predvidjeti za tu veličinu i jedan viljuškar kao rezervu.

4.3. Metodologija za potrebne kontejnere

- u željezničkom,
- cestovnom,
- zračnom i
- PTT prometu

slična je onoj za palete, s time što se polazi od priznatih standardiziranih kontejnera uz podjelu po namjeni na:

- univerzalne i
- specijalizirane kontejnere.

Robni supstrat pritom treba utvrditi u omjerima:

- mali kontejneri:
- srednji kontejneri:
- veliki kontejneri.

Razrada modela za velike kontejnere obrađena je u poglavljima 1, 2. i 3. Imajući na umu da se 90% kontejnerizirane robe danas prevozi velikim kontejnerima (10', 20', 30', 40') uz bruto nosivost od 10, 20, 25 i 30 tona, odnosno prosječno neto 7,5, 15, 20 i 25 tona pa i više, može se izračunati potreban broj kontejnera za svaku prometnu granu, radnu organizaciju ili transportni pravac uzimajući pritom u obzir prosječni račun godišnjeg obrtaja, uvećanog za stopu oštećenih i rashodovanih kontejnera. Prema tome, razrada primjene modela potrebnih malih i srednjih kontejnera obavlja se prema istom sustavu i formulama koji su izvedeni za velike kontejnere u poglavljima 2. i 3. ovog rada.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu dokazano je da se egzaktnim računima mogu cjelovito razraditi modeli za definiranje kapaciteta suvremenih kontejnerskih huckepack, kombiniranih i sličnih terminala, za potreban broj vlakova, cestovnih vozila, prekrcajne i vučne mehanizacije, potrebnog broja kontejnera, paleta i dr. uz prethodnu markentišku spoznaju robnih tokova. S druge strane, s obzirom na to da su kontejneri standardizirani (mali, srednji i veliki) kao i palete po standardima ISO, mo-

guće je u svakom konkretnom slučaju, po ovoj metodologiji, definirati kapacitete svih suvremenih transportnih sustava, kao što je to u ovom slučaju izvedeno na primjeru budućega kontejnerskog, odnosno kombiniranog kontejnersko-huckepack terminala u Zagrebu.

SUMMARY

MODEL FOR DEFINING THE CAPACITIES OF MODERN TERMINALS AND INTEGRATED TRANSPORT SYSTEMS

The elaboration of a model for development of capacities of modern transport systems and in this respect the required pallets and containers in all transport industries sets the requirement of an advanced preliminary marketing research of freight volumes in order to be able to define the appropriate terminals, motor fleet and manipulation equipment. The more so because the means of modern transport technologies are extremely costly, so that each and every possible investment failure causes major losses far greater than reported of conventional transport technologies.

Based on the acquired knowledge in conjunction with standardized pallets, containers, etc., by application of the appropriate model and formulas we arrive at the optimum required modern fleet and manipulation equipment information, required containers, pallets etc. in all transport industries.

Theoretical bases of the applied and supplemented model have been deducted as applicable on the example of a preliminary (general) design for construction of the future container/piggy-back terminal in Zagreb (for shipping containers) In the process of elaboration of the system of paletization a system has been elaborated applicable to all transport branches.

LITERATURA

- [1] I. MARKOVIĆ: Suvremeni transportni sistemi. Zagreb, CIP, 1981.
- [2] Idejni projekt za kontejnerski terminal (Žitnjak) Zagreb, TEB, 1985.
- [3] Uvođenje huckepack transporta. JAZU-Znanstveni savjet za promet, Zagreb, veljača 1989.