

4.1. Opšta razmatranja

U ovom poglavlju razmatraće se metodologija izbora najpovoljnijih rješenja za realizaciju kontenerskih prevoza u pomorskom transportu. Ovim rješenjima stvara se osnova za optimizaciju veoma značajnih parametara i pokazatelja kontenerskog transporta od luke do luke. Istraživanje ove problematike zasnovano je prvenstveno na savremenim kontenerskim prevozima i većim mogućnostima ostvarenja profita u kontenerskom brodarstvu.

U koncipiranju ovog poglavlja, kao i u njegovoj realizaciji korišćena je vodeća referentna literatura iz razmatrane problematike ([1]-[3], [5]-[8], [11], [21]-[54]). Za oblikovanje ovog poglavlja značajno su korišćene i publikacije ([9]-[20]).

4.2. Savremeni pomorski kontenerski servis

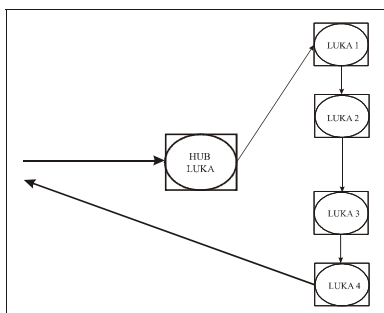
Tehnološki proces realizacije transportnih operacija u pomorskom transportu koje se realizuju transshipment servisom sastoji se od sljedećih aktivnosti: glavnog linijskog servisa koji se realizuje matičnim kontenerskim brodovima prema ili od transshipment luke; ukrajnih ili iskrajnih operacija na relaciji brod – operativna obala u transshipment luci; redova čekanja za manipulativne operacije na relaciji brod – operativna obala u transshipment luci; tranzitnog vremena kontenera u transshipment luci uključujući operacije skladištenja (odlaganja kontenera na CY ili isporuke kontenera sa CY); feeder kontenerskog transporta na relaciji između transshipment luka i feeder luka ili transporta u suprotnom smjeru i ukrajnih i iskrajnih operacija na relaciji feeder brod – operativna obala u feeder lukama.

Prema tome, sve prethodno navedene aktivnosti mogu se izraziti kroz ukupne troškove linijskih pomorskih servisa izražene kroz:

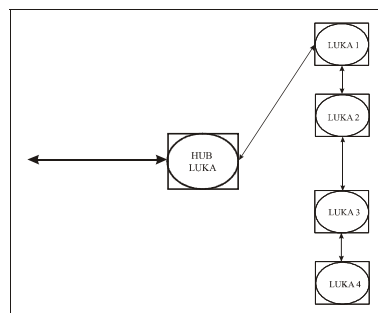
- Glavne kontenerske pomorske servise u razmatranom regionu;
- Ukrajne ili iskrajne operacije na relaciji brod – operativna obala u hub i feeder regionalnim lukama.

Na slikama 4.1 i 4.2 prikazane su alternativne realizacije *Multiportship* kontenerskih servisa, dok su na slikama 4.3 – 4.6 date i šematski predstavljene moguće varijante realizacije *Transshipment hub* pomorskih kontenerskih servisa ([11], [23]-[25], [44]).

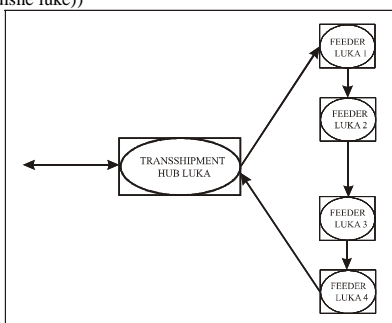
Ovdje su predstavljene standardne i najčešće realizovane alternative realizacije savremenih kontenerskih pomorskih servisa koje će biti osnova za modeliranje i parametarsku analizu efikasnosti kontenerskih sistema transporta.



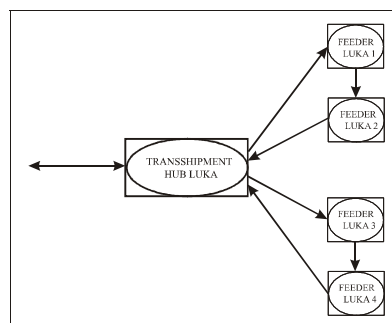
Slika 4.1. Šematski prikaz cirkularne (protočne) strategije realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MULTIPORTSHIP alternative (međusobno povezivanje direktnim linijskim servisom Hub luke sa regionalnim lukama (Hub ishodišna luka – luka 1; luka 1 do luka 4; luka 4 do Hub odredišne luke))



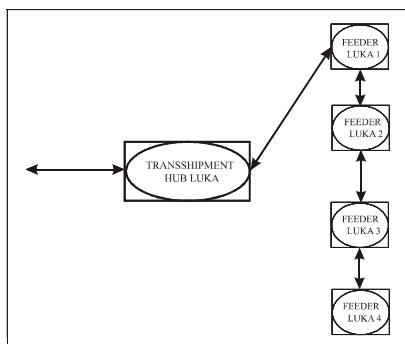
Slika 4.2. Šematski prikaz cjelokupne povratne strategije realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MULTIPORTSHIP alternative (međusobno povezivanje direktnim linijskim servisom Hub luke sa regionalnim lukama (luka 1 do luka 4))



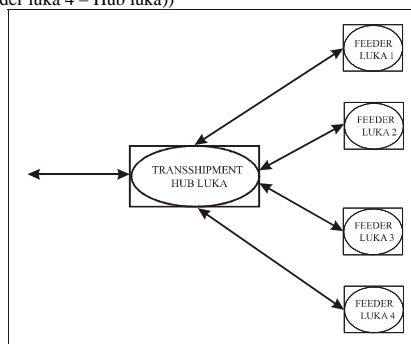
Slika 4.3. Šematski prikaz cirkularnog (protočnog) feeder servisa za jednu od strategija realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MEGASHIP alternative (međusobno povezivanje Transshipment Hub luke sa feeder lukama u regionu (Hub luka – feeder luka 1 – feeder luka 4 – Hub luka))



Slika 4.4. Šematski prikaz multiplikovanog povratnog feeder servisa za jednu od strategija realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MEGASHIP alternative (međusobno povezivanje Transshipment Hub luke sa feeder lukama u regionu (Hub luka – feeder luka 1 – feeder luka 2 – Hub luka; Hub luka – feeder luka 3 – feeder luka 4 – Hub luka))



Slika 4.5. Šematski prikaz cjelokupnog povratnog feeder servisa za jednu od strategija realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MEGASHIP alternative (međusobno povezivanje Transshipment Hub luke sa feeder lukama u regionu (Hub luka – feeder luka 1 – feeder luka 4; feeder luka 4 – feeder luka 1 – Hub luka))



Slika 4.6. Šematski prikaz direktnog povratnog feeder servisa za jednu od strategija realizacije savremenih kontenerskih prevoza – MEGASHIP alternative (međusobno povezivanje Transshipment Hub luke sa feeder lukama u regionu (Hub luka – feeder luka 1 – Hub luka; Hub luka – feeder luka 2 – Hub luka; Hub luka – feeder luka 3 – Hub luka; Hub luka – feeder luka 4 – Hub luka))

4.3. Savremena kontenerska flota

Kontenerski transport se približava svojoj šezdesetgodišnjoj primjeni u realizaciji različitih pomorskih i kontinentalnih prevoza. Na kraju pedesetih godina prošlog vijeka kao eksperimentalna transportna tehnologija, a na početku ovog vijeka kao vodeći linijski servis on oblikuje strukturu, dimenzije i sadržaje savremene pomorske flote, luka i terminala. Isto tako, on omogućava veoma brzu i efikasnu kontinentalnu konekciju kontenerizovanim teretima ka destinacijama koje se nalaze duboko prema kontinentalnim područjima.

Savremenici smo veoma dinamičnog rasta i razvoja svjetske trgovine. Liberalizacija i globalizacija svjetske trgovine pozitivno su se odrazili i na pomorsku industriju, posebno na kontenersku pomorsku flotu i kontenerske sisteme. Danas sistem pomorske kontenerizacije (kontenerska flota + kontnerske luke + kontenerski park) ima veoma važnu ulogu u realizaciji svjetske trgovine. Primjera radi, veoma burni razvoj svjetske kontenerske flote i njen uticaj na promjene u globalnoj ekonomiji poredi se po značaju sa *microchip*-om [42]. Sa rastom veličine kontenerskih brodova i njihovih nosivih kapaciteta izraženim u TEU-ima dobija se znatno povećana efikasnost i pouzdanost realizacije transportnih procesa u cjelini. Brodograđevinski i pomorski inženjeri, te planeri i projektanti transportnih tehnologija danas vode intenzivne debate o limitirajućim dimenzijama kontenerskih brodova u odnosu na tehničke mogućnosti. Neke karakteristike kontenerskih brodova date su u tabeli 4.1.

Sa druge strane, sistem pomorskih luka neophodno je da adekvatno odgovori naraslim i veoma intenzivnim potrebama kontenerske flote. Tako u 2001. godini deset vodećih svjetskih kontenerskih luka obrađuje na svojim operativnim površinama više TEU kapaciteta nego ukupno sve svjetske luke u 1988. godini, odnosno 20 vodećih svjetskih luka u 2001. godini ostvaruju promet kao sve svjetske luke u 1993. godini, ili 30 vodećih svjetskih luka u 2001. godini realizuju promet u TEU kao sve svjetske luke tokom 1995. godine. U 2007. godini ostvareni prekrcaj u svjetskim kontenerskim lukama izražavao se sa 493 miliona TEU, odnosno u 2008. godini, sa 544 miliona TEU što je 31 put više nego kontenerski prekrcaj u svjetskim lukama u 1975. godini. Isto tako, 10 vodećih svjetskih kontenerskih luka ostvarile su prekrcaj od 197,96 miliona TEU u 2012. godini, što predstavlja za oko 23 miliona TEU veći manipulativni kapacitet od ukupnog kontenerskog transporta realizovanog kroz sve svjetske luke u 1998. godini.

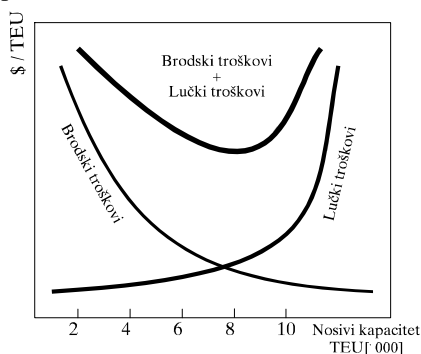
Prema tome, sintagmu *Mega container carrier* prati izraz *Mega container port* ili *Hub transshipment port*, odnosno *Hub port*. Isto tako, po svom značaju ne zaostaje ni obalna mehanizacija u lukama, bez čijeg se prisustva ne može ni zamisliti jedna savremena kontenerska luka za koju se, analogno prethodnom, vezuje sintagma *Mega container crane for Mega container ship*. Kolike su stvarne veličine i razmjere, tj. dimenzije ovih plovnih i transportno skladišnih sistema i mehanizacije saopštice u daljem dijelu ovog poglavlja.

Tabela 4.1. Osnovni parametri savremenih kontenerskih brodova

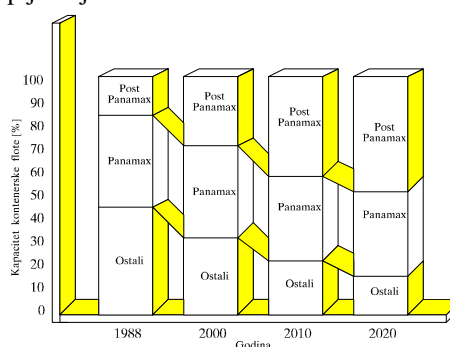
Parametri broda	Cijena broda u novogradnji (u milionima \$)	Operativni troškovi u \$ po danu	Potrošnja goriva u t po danu	Lučke tarife u \$ po TEU, s aspekta dolaska broda	Brzina broda u čvorovima
Nosivost broda u TEU					
500	14	3127	35	29	15
1.200	25	5550	50	18	19
2.600	42	6650	65	11	21
4.000	58	8550	80	9	23
6.000	80	9500	95	7	25
12.000	123	10970	120	5	26

Uvođenje u pomorski transport celularnih brodova velikih dimenzija znatno je uticalo i na vozarinske rate po TEU u \$ na pojedinim transportnim pravcima. Sve ovo proizilazi sa

dijagramskih pokazatelja na slici 4.7 gdje su prikazani teorijski rezultati u odnosu na sistem brodarskih troškova [48]. Ovi troškovi predstavljaju osnovni kvalitativni pokazatelj realizacije pojedinih transportnih tehnologija. Sa druge strane, njihove kvantitativne vrijednosti određuju intenzitet i obim kontenerskih prevoza na pojedinim transportnim pravcima. Poznato je da je u dužem vremenskom periodu pojam Panamax i Postpanamax za kontenersku flotu bio dominantan u najvećem broju razvojnih studija. Najbolja ilustracija za ovu konstataciju su grafički dijagramski prikazi na slici 4.8. Početkom 2002. godine bilo je 340 Postpanamax brodova sa nosivim kapacitetima 1.742.685 TEU, što je činilo više od 32% od ukupne celularne flote i skoro 70% nosivih kapaciteta flote iznad 3.000 TEU. Isto tako, početkom 2009. godine, svjetska celularna flota iznad 5.100 TEU izražavala je svoje kapacitete sa skoro 4,5 miliona TEU, odnosno oko 36% od nosivih kapaciteta flote. Više od 600 ovih brodova zastupljeno je u strukturi kontenerske flote.



Slika 4.7. Sistem brodarskih troškova – vozarinske rate u funkciji od nosivih kapaciteta flote



Slika 4.8. Razvojni trendovi kontenerske flote

Shodno pokazateljima predstavljenim u tabeli 4.2 [55], ovdje je data osnovna specifikacija celularne flote. Na dan 1. jula 2013. godine svjetska celularna flota izražavala je svoje kvantitativne pokazatelje sa 4.968 brodova. U isto vrijeme kapacitet ukupne flote iznosio je 16,898 miliona TEU. Prosječna nosivost po brodu iznosila je 3.401 TEU. Narudžbe kontenerske flote na dan 1.7.2013. godine dostigle su nivo od 445 brodova sa ukupnim nosivim kapacitetima iznad 3,278 miliona TEU, odnosno sa prosječnim nosivim kapacitetima od 7.367 TEU po brodu [55]. Celularnoj floti pripada 97,3% od ukupnih nosivih kapaciteta flote u TEU koji iznose u linijskom pomorskom servisu 17,37 miliona TEU, tj. 5.944 broda sa 222,1 miliona dwt.

Tabela 4.2. Struktura celularne flote sa narudžbama brodova na dan 1.7. 2013. godine

Tip broda	Veličina broda	Veličina brodova u TEU								Ukupno
		do 999	1.000 do 1.999	2.000 do 2.999	3.000 do 3.999	4.000 do 5.099	5.100 do 7.499	7.550 do 9.999	10.000 do 18.500	
Celularna flota, 1.7.2013. godine										
- Broj	996	1.248	671	275	758	482	355	183		4.968
- TEU	647.458	1.762.289	1.708.860	946.502	3.428.711	2.964.138	3.082.735	2.357.532		16.898.225
- Prosjek TEU po brodu	650	1.412	2.546	3.441	4.523	6.149	8.683	12.882		3.401
Učešće u odnosu na veličinu brodova u [%], 2013. godine										
- po broju	20	25,1	13,5	5,6	15,2	9,7	7,15	3,75		100%
- po TEU	3,8	10,5	10,2	5,6	20,3	17,5	18,2	13,9		100%
Narudžbe celularnih brodova 1.7.2013. godine										
- Broj	7	62	31	47	49	27	119	103		445
- TEU	5.580	91.725	75.848	173.396	231.423	173.629	1.075.437	1.451.508		3.278.546
- Prosjek TEU po brodu	797	1.479	2.446	3.689	4.723	6.430	9.037	14.092		7.367

4.4. Vodeće svjetske kontenerske luke

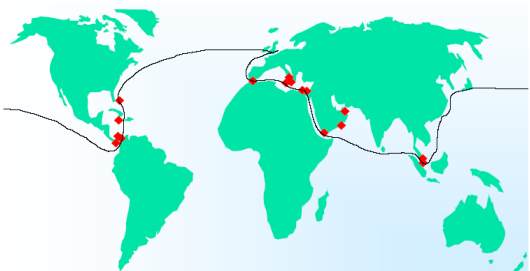
Na slikama 4.9–4.12 prikazane su glavne transshipment pomorske rute sa naznakom vodećih transshipment luka kako na Dalekom istoku, jugoistočnoj Aziji, Srednjem istoku, Mediteranu i Karibima. Danas više od 15 luka izražava svoje transshipment kapacitete iznad 80% ukupnog prekrcaja. Uočavanje svjetskih razvojnih zakonitosti, tj. kvantitativnih razmjera vodećih svjetskih kontenerskih luka je u stvari definisanje kapaciteta dosadašnjih obrađenih TEU-a u njima. Tako na primjer, transshipment kapaciteti u Singapuru dostižu skoro 82% ukupnog prekrcaja ili u Salalah-u i Freeport-u preko 98%. U Mediteranu vodeće luke ovog tipa su Marsaxlokk, Algeciras i Gioia Tauro sa 95%, 85% i 81% transshipmenta, respektivno ([4]).



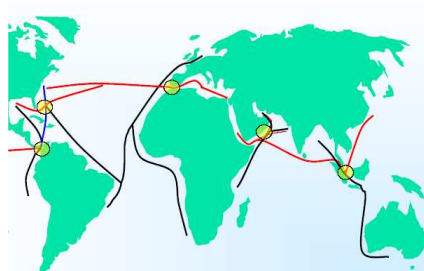
Slika 4.9. Mediteranske luke sa direktnim linijskim servisom za Daleki istok



Slika 4.10. Transshipment luke sa prekrcajem od milion TEU



Slika 4.11. Potpuno Hub luke sa 80% učešća transshipmenta



Slika 4.12. Multiplikovani linijski servis u pomorskom transportu

Svakodnevno je u 30 vodećih svjetskih kontenerskih luka tokom 2001. godine ostvarivan prosječan prekrcaj od 12.073 TEU, da bi u 2008. godini dostigao nivo od 23.331 TEU, odnosno u 2012. godini 26.940 TEU. Taj prosjek za 20 vodećih svjetskih kontenerskih luka za isti vremenski period iznosio je 15.301 TEU, odnosno 30.972 TEU u 2008. godini i 38.904 TEU u 2012. godini. U Singapore-u su 2012. godine prosječni dnevni prekrcajni kapacitet izražavani sa 86.712 TEU ili za 5,5% više u odnosu na 2008. godinu, odnosno u Shanghai-u sa 89.123 ili za 14% više u odnosu na 2008. godinu, odnosno u Rotterdam-u sa 32.547 TEU ili za oko 9% više u odnosu na 2008. godinu. Ovi kvantitativni pokazatelji ukazuju na ostvarene prekrcajne *mega trendove* u najrazvijenijim kontenerskim regionima. U 2011. godini ukupni prekrcajni kapaciteti u svim lukama svijeta dostigli su nivo od 572,8 miliona TEU. U tabeli 4.3 prikazani su statistički pokazatelji vodećih kontenerskih luka u odnosu na ostvarene prekrcajne kapacitete od 1985. do 2012. godine [4]. Isto tako, tabela 4.4 daje statistički pregled ostvarenog prekrcaja u vodećim svjetskim kontenerskim lukama od 2007. do 2013. godine sa pokazateljima ostvarenog prekrcaja u svim svjetskim lukama [4]. Konačno, ostvareni manipulativni kapaciteti u dvadeset vodećih svjetskih luka u 2012.

godini prikazani su u tabeli 4.5, dok su u tabeli 4.6 specificirani kvantitativni pokazatelji mediteranskih kontenerskih luka ostvareni od 2006. do 2012. godine [4].

Tabela 4.3. Vodeće svjetske kontenerske luke

Luka	Godina	Ostvareni manipulativni kapaciteti u milionima TEU										
		1985.	1990.	1996.	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2008.	2011.	2012.
1	Hong Kong	2,30	5,10	13,41	14,58	16,10	18,00	18,1	19,15	24,25	24,41	23,10
2	Singapore	1,70	5,22	12,95	15,10	15,90	15,52	17,04	16,95	29,92	29,94	31,60
3	Busan	1,10	2,34	4,72	5,94	6,43	7,90	7,54	9,45	13,43	16,18	17,03
4	Kaohsiung	1,90	3,49	5,06	6,27	6,98	7,54	7,42	8,50	9,68	9,64	9,84
5	Shanghai	-	-	1,97	3,06	4,21	6,33	5,61	8,62	27,98	31,72	32,53
6	Rotterdam	2,60	3,66	5,00	6,01	6,40	5,94	6,27	6,56	10,78	11,85	11,87
7	Los Angeles	1,20	2,03	2,68	3,37	3,82	5,18	4,87	6,20	7,85	7,94	8,08
8	Shenzhen	-	-	-	3,06	-	5,07	3,39	7,62	21,41	22,58	22,94
9	Hamburg	1,80	2,59	3,05	3,55	3,75	4,68	4,42	5,37	9,74	9,01	8,93
10	Long Beach	1,40	1,59	3,06	4,09	4,40	4,46	4,60	4,53	6,49	6,06	6,05
11	Antwerp	1,30	1,54	2,65	3,26	3,61	4,21	4,08	4,80	8,66	8,66	8,63
12	Port Klang	-	-	-	1,82	-	3,70	3,20	4,53	7,97	9,60	9,99
13	Dubai	0,10	0,91	2,24	2,80	2,84	3,50	3,05	4,20	11,83	13,01	13,27
14	New York/N.J.	2,40	1,87	2,26	2,46	2,86	3,18	3,00	3,72	5,27	5,50	5,53
15	Bremen/B.	1,00	1,19	1,54	1,81	2,18	2,89	2,71	2,99	5,53	5,92	6,12
16	Felixtove	0,80	1,43	2,06	2,52	2,70	2,80	2,80	2,75	3,20	3,74	3,95
17	Manila	0,65	1,03	1,91	1,71	-	2,79	2,86	-	4,06	3,46	3,71
18	Keihin ports - Tokyo Bay luke uključujući Yokohama, Kawasaki i Tokyo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,64	7,85
19	Qingdao	-	-	0,81	-	-	2,64	2,12	3,41	10,32	13,02	14,50
20	Gioia Tauro	-	-	0,55	2,12	2,25	2,48	2,65	2,96	3,47	2,30	2,72
21	Lianyungang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,85	5,02
22	Laem Chabag	-	-	0,81	1,42	-	2,33	2,19	2,75	5,13	5,73	5,93
23	Tanjung Priok	-	-	1,42	1,89	2,27	2,22	2,47	-	-	6,38	6,38
24	Algeciras	-	-	1,30	1,82	-	2,15	2,00	-	3,32	3,60	4,07
25	Kobe	1,80	2,59	2,07	1,90	2,20	2,10	2,26	-	-	4,80	5,00
26	Ho Chi Minh	-	-	-	-	-	2,05	-	-	-	4,53	5,19
27	Nagoya	-	-	1,46	1,42	1,26	1,89	1,91	-	-	2,62	2,87
28	Balboa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,23	3,30
29	Hanshin Ports (luke) uključujući Osaka Bay i Kobe, Lsaka, Sakai-Semboku i Amafasaki-Nishinomiya-Ashiya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,80	5,00
30	Colombo	-	-	1,35	1,71	-	1,72	1,73	-	3,69	4,26	4,26

Tabela 4.4. Vodeće svjetske kontenerske luke u 2013. godini – ostvareni kapaciteti u TEU

Luka	Godina	2007.	2006.	2008.	2012.	2013.
Shanghai		26.168.000	21.710.000	27.980.000	32.530.000	33.600.000
Singapore		27.932.000	24.792.400	29.918.200	31.650.000	32.600.000
Hong Kong		23.881.000	23.538.580	24.248.000	23.100.000	22.290.000
Shenzhen		21.099.000	18.468.900	21.413.888	22.940.000	23.280.000
Busan		13.270.000	12.038.786	13.425.000	17.030.000	-
Dubai		10.653.026	8.923.465	11.827.299	13.270.000	13.600.000
Ningbo		9.349.000	7.068.000	11.226.000	16.170.000	16.770.000
Guangzhou		9.200.000	6.600.000	11.001.300	14.520.000	-
Rotterdam		10.790.604	9.654.508	10.783.825	11.870.000	-
Qingdao		9.462.000	7.702.000	10.320.000	14.500.000	15.520.000
Hamburg		9.889.792	8.861.804	9.737.110	8.930.000	9.300.000
Kaohsiung		10.256.829	9.774.670	9.676.554	9.840.000	9.940.000
Antwerp		8.175.951	7.018.899	8.662.890	8.630.000	-
Tianjin		7.103.000	5.950.000	8.500.000	12.300.000	13.000.000
Port Klang		7.120.000	6.326.294	7.970.000	9.990.000	-
Los Angeles		8.355.039	8.469.853	7.849.985	8.080.000	7.900.000
Long Beach		7.312.465	7.290.365	6.487.816	6.050.000	6.730.000
Tanjung Pelapas		5.500.000	4.770.000	5.600.000	7.720.000	-
Bremen/B'haven		4.912.177	4.444.389	5.529.159	6.120.000	-
New York/N. Jersey		5.299.105	5.092.806	5.265.053	5.530.000	-
Ukupno		235.728.988	208.495.719	247.422.079	280.770.000	-
Svijet ukupno		493.000.000	440.000.000	544.000.000	-	-

Navedena statistička analiza ukazuje da se u dvadeset vodećih svjetskih luka prikazanih u tabeli 4.5 ostvari prekrajni kapacitet od preko 274 miliona TEU u 2011. godini, što ukazuje da se oko 48% svih prekraja obavlja u dvadeset vodećih svjetskih luka.

Tabela 4.5. Ostvareni prekraj u dvadeset vodećih svjetskih kontenerskih luka u 2011. i 2012. godini

Luka	2012.	2011.	Luka	2012.	2011.
	U milionima TEU			U milionima TEU	
1. Shanghai	32,53	31,72	11. Rotterdam	11,87	11,85
2. Singapore	31,60	29,94	12. Port Klang	9,99	9,60
3. Hong Kong	23,10	24,41	13. Kaohsiung	9,84	9,64
4. Shenzhen	22,94	22,58	14. Hamburg	8,93	9,01
5. Busan	17,03	16,18	15. Antwerp	8,63	8,66
6. Ningbo	16,17	14,80	16. Los Angeles	8,08	7,94
7. Guangzhou	14,52	14,30	17. Dalian	8,06	6,40
8. Qingdao	14,50	13,02	18. Tanjung Pelepas	7,72	7,50
9. Dubai	13,27	13,01	19. Xiamen	7,20	6,46
10. Tianjin	12,30	11,57	20. Tanjung Priok	6,38	6,38
Ukupno	197,96	191,53	Ukupno	86,70	83,44

Tabela 4.6. Ostvareni prekraj u vodećim mediteranskim lukama od 2006. do 2012. godine

Godina Luka	2006.	2007.	2008.	2011.	2012.
Valencia	2,61	2,77	3,59	4,33	4,47
Gioia Tauro	2,94	3,45	3,47	2,30	2,72
Algeciras	3,24	3,41	3,32	3,60	4,07
Port Said	2,13	2,64	3,20	3,91	3,91
Barcelona	2,32	2,61	2,57	2,01	1,68
Marsaxlokk	1,49	1,89	2,30	2,30	2,54
Ambarli	1,45	1,94	2,26	2,69	3,10
Genoa	1,66	1,86	1,77	1,84	2,06
Haifa	1,05	1,17	1,40	1,23	1,71
Piraeus	1,40	1,37	0,43	1,68	2,10
Koper	0,22	0,31	0,35	0,58	0,57

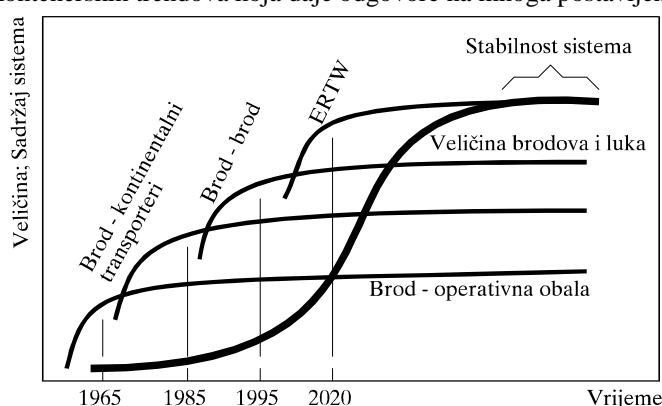
Za region Mediterana, shodno pokazateljima u tabeli 4.6, u jedanaest prikazanih luka se ostvari manipulativni kapacitet od 28,93 miliona TEU u 2012. godini što predstavlja oko 10% prekraja realizovanih u dvadeset vodećih svjetskih kontenerskih luka. Tri španske luke učestvuju sa kapacitetom od 10,22 miliona TEU ili sa oko 35% u ostvarenim manipulativnim kapacitetima u lukama prikazanim u tabeli 4.6.

4.4.1. Međusobna povezanost razvoja luka i pomorskih sistema

Kao što se iz prethodnog izlaganja zapaža, proces planiranja, projektovanja i razvoja kontenerskih sistema prvenstveno je određen brodovima kao transportnim sredstvima i lukama koje tim brodovima pružaju usluge opsluživanja, odnosno, tangiranje broda sa kontenerom realizuje se posredstvom manipulativnih operacija u lukama. Otuda su konteneri (kontenerski park) u pomorskom transportu sastavni dio sistema pomorske kontenerizacije čiji tokovi sa jedne strane određuju tipove kontenerskih brodova, a sa druge fizionomiju i strukturu lučkih terminala. Prema tome, niz tehničko-tehnoloških rješenja koji predstavlja skup materijalnih objekata i procesa manipulativnih operacija ili rukovanja teretom odnosi se na manipulativnu tehnologiju koja povezuje kontenere i brod ili realizuje pripremu kontenera za brod i otpremu kontenera sa broda. To znači da realizacija prevozne kontenerske tehnologije u pomorskom transportu slijedi manipulativnu tehnologiju u luci ili na terminalu, odnosno procesom rukovanja kontenerima počinje i završava se pomorsko-transportna kontenerska usluga.

Promjena prostornih koordinata različitim tipovima kontenera bila je dugo vremena osnovna pretpostavka za razvoj sistema pomorske kontenerizacije. Zahtjevi brodovlasnika i

operatora mega kontenerskih brodova postali su veoma intenzivni sa aspekta iskorišćavanja brodova, tako da su pred operatore luka i terminala postavili mnogo limitirajućih kriterijuma. Shodno tome, menadžment luka i terminala podržan od strane planera i projekatanta visokog naučnog renomea djelimično je dao zadovoljavajuća rješenja na postavljene zahtjeve, ali ona su bila prvenstveno uslovljena intenzitetom i obimom kontenerskih tokova i kontenera za čiju obradu su namijenjeni njihovi sadržaji. I baš iz tog razloga, dijagramski pokazatelji na slici 4.13 mogu dati odgovore na mnoge probleme koji određuju razvoj kontenerskih tehnologija u pomorskom transportu i šire ([1], [38], [51] i [52]). Naravno, da bi bili riješeni konkretni zahtjevi sa aspekta mega kontenerizacije, koji se svakodnevno javljaju na pomorskom tržištu, u ovom poglavlju je ponuđena parametarska analiza mega kontenerskih trendova koja daje odgovore na mnoga postavljena pitanja.



Slika 4.13. Dosadašnji razvoj kontenerskih pomorskih sistema

Konačno, dijagramski pokazatelji na slici 4.13 pokazuju sa teorijskog aspekta iako bez kvantitativnih parametara, evolutivni razvoj kontenerskog transportnog sistema tokom prethodnog vremenskog perioda. Mnogi elementi koji čine sastavne djelove ovog grafičkog prikaza prisutni su u dužem periodu vremena i kao takvi testirani su sa aspekta optimizacije sistema u cjelini, osim ERTW sistema (*Equatorial Round the World*) čije se konceptualne strukture u potpunosti zasnivaju na mega kontenerskim trendovima. Prema tome, savremena pomorska kontenerizacija i njene buduće razvojne dekade zasnivaće se u potpunosti na realizaciji ERTW sistema sa *new panamax*, tj. mega kontenerskim brodovima i mega transshipment hub lukama kao osnovnim podsistemima sistema pomorske kontenerizacije i njene mrežne konekcije sa kontinentalnim transportnim sistemima.

4.5. Analitički model za logističko modeliranje kontenerskih prevoza

U posljednje vrijeme razvoj mega kontenerskih brodova, kao i intenzivna i sveobuhvatna integracija vodećih kontenerskih prevoznika i njihovo znatno veće učešće u realizaciji logističkih servisa od vrata do vrata dovelo je do sve veće primjene logističkih multiportship i transshipment hub kontenerskih prevoza (vidi slike 4.1–4.6). Ovo je dovelo do uvođenja u eksploataciju velikog broja transshipment hub luka u jugoistočnoj Aziji, Karibima, Mediteranu, sjeverozapadnoj Evropi i drugim dijelovima svijeta.

Prema tome, cilj transshipment pomorskih prevoza nije samo da se redukuju ukupni troškovi sakupljanja ili disperzije kontenera koji se prevoze mega kontenerskim brodovima ka i od velikog broja kontenerskih destinacija, već takođe da se znatno poveća brzina dostave tereta,

smanji tranzitno vrijeme kontenera i standardizuju kontenerski tokovi i manipulativne aktivnosti u mnogim svjetskim regionima. Isto tako, može se konstatovati da ovakav transportni proces ne podrazumijeva samo značajno smanjenje ukupnih transportnih troškova već dovodi i do znatno poboljšane kvalitativne realizacije pomorsko-transportne usluge koju danas predodređuju veoma konkurentni i konjunktorni kvantitativni kriterijumi kontenerskih servisa na svjetskom tržištu.

Idealna situacija kod realizacije transshipment hub servisa bila bi da feeder kontenerski servis kvalitativno prati razvoj mega kontenerskih brodova, tako na primjer, da može doći do realizacije manipulacija na relaciji brod - brod čime bi se znatno smanjilo tranzitno vrijeme kontenera i povećala brzina isporuke raznih roba. Sve ove mogućnosti već su prethodno detaljno obrađene pa izbor optimalne alternative zavisi od nivoa automatizacije terminala i lokalnih uslova u najbližem okruženju.

Uopšteno, efikasnost transshipment hub procesa može se sublimirati u sljedećem: povećanju prevoznih kapaciteta i smanjenju troškova na glavnim pomorskim servisima korišćenjem mega brodova koji tangiraju veoma mali broj luka ili terminala, što dovodi do smanjenja vremena obrta broda, povećanja učestalosti servisa i redukcije prevoznih troškova po TEU; znatno redukovanim vremenima isporuke kontenera; dodatnim manipulativnim troškovima hub luka usljed povećanog broja operacija (utovar/istovar mega broda i utovar/istovar feeder broda); i dodatnim troškovima feeder servisa.

Da bi na veoma jednostavan način pokazali poboljšanje kvaliteta pomorskih linijskih servisa u odnosu na vrijeme isporuke kontenera, ovdje će se dati analitički izrazi za izračunavanje vremena obrta broda koji sadrže vrijeme provedeno u plovidbi i vrijeme provedeno u luci.

Ako pretpostavimo realizaciju pomorskog transshipment hub servisa sa jednom hub transshipment lukom i dvije regionalne feeder luke, onda je:

- l_{12} - rastojanje između feeder luke 1 i feeder luke 2 u nautičkim miljama;
- l_{IH} - rastojanje između ishodišne luke i hub luke u nautičkim miljama;
- l_{2I} - rastojanje između posljednje feeder luke i ishodišne/odredišne luke u nautičkim miljama;
- l_{H1} - rastojanje između hub luke i feeder luke 1 u nautičkim miljama;
- l_{H2} - rastojanje između hub luke i feeder luke 2 u nautičkim miljama;
- V_s - plovidbena brzina matičnog broda u čvorovima.

Razmatrajući pojedinačno strategije realizacije transshipment pomorskih servisa, te uzimajući u razmatranje cirkularnu servisnu strategiju (slika 4.3), može se izračunati ukupno vrijeme obrta za plovidbu matičnog broda. Prema tome, za primjer sa dvije feeder luke ukupno vrijeme obrta za plovidbu matičnog broda može se izraziti kao

$$t_{pc} = \frac{l_{IH} + l_{H1} + l_{H2} + l_{12} + l_{2I}}{V_s} \quad (4.1)$$

Sa druge strane, za cjelokupnu povratnu strategiju predstavljenu na slici 4.5, dobijamo da je ukupno vrijeme obrta za plovidbu matičnog broda dato izrazom

$$t_{pb} = \frac{2 \cdot (l_{IH} + l_{H1} + l_{12})}{V_s} \quad (4.2)$$

Prema tome, ovim vremenima broda u plovidbi potrebno je dodati i vrijeme koje brod provede u luci, tako što će se uzeti u obzir sljedeći parametri i pokazatelji:

- c_H – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u hub luci (istovar kontenera);
- c_1 – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u regionalnoj feeder luci 1 (istovar kontenera);
- c_2 – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u regionalnoj feeder luci 2 (istovar kontenera);
- $c_H^{(1)}$ – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u hub luci (utovar kontenera);
- $c_1^{(1)}$ – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u regionalnoj feeder luci 1 (utovar kontenera);
- $c_2^{(1)}$ – broj manipulativnih ciklusa predviđen za realizaciju u regionalnoj feeder luci 2 (utovar kontenera);
- r_H – broj manipulativnih ciklusa po času u hub luci (brzina pretovara);
- r_1 – broj manipulativnih ciklusa po času u regionalnoj feeder luci 1 (brzina pretovara);
- r_2 – broj manipulativnih ciklusa po času u regionalnoj feeder luci 2 (brzina pretovara);
- $t_{d/u(H)}$ – vrijeme potrebno za realizaciju neposrednog dolaska broda na vezu i odlaska broda sa veza u hub luci (vrijeme koje protekne od trenutka kada brod sa sidrišta zauzima svoje mjesto na vezu + vrijeme odlaska broda sa veza nakon završenog opsluživanja);
- $t_{d/u(1)}$ – vrijeme potrebno za realizaciju neposrednog dolaska broda na vezu i odlaska broda sa veza u regionalnoj feeder luci 1;
- $t_{d/u(2)}$ – vrijeme potrebno za realizaciju neposrednog dolaska broda na vezu i odlaska broda sa veza u regionalnoj feeder luci 2;

U odnosu na prethodno navedeno dobijamo:

1. vrijeme u luci, uzimajući u obzir cirkularnu strategiju, dato formulom

$$t_{lc} = \left(\frac{c_H + c_H^{(1)}}{r_H} + t_{d/u(H)} \right) + \left(\frac{c_1 + c_1^{(1)}}{r_1} + t_{d/u(1)} \right) + \left(\frac{c_2 + c_2^{(1)}}{r_2} + t_{d/u(2)} \right); \quad (4.3)$$

2. vrijeme u luci za cjelokupnu povratnu strategiju, oblikovano kao

$$t_{lb} = t_{lc} + (t_{d/u(H)} + t_{d/u(1)} + t_{d/u(2)}). \quad (4.4)$$

Shodno navedenom, izrazi za ukupno vrijeme obrta su:

1. za cirkularnu strategiju

$$t_c = t_{pc} + t_{lc}; \quad (4.5)$$

2. za cjelokupnu povratnu strategiju

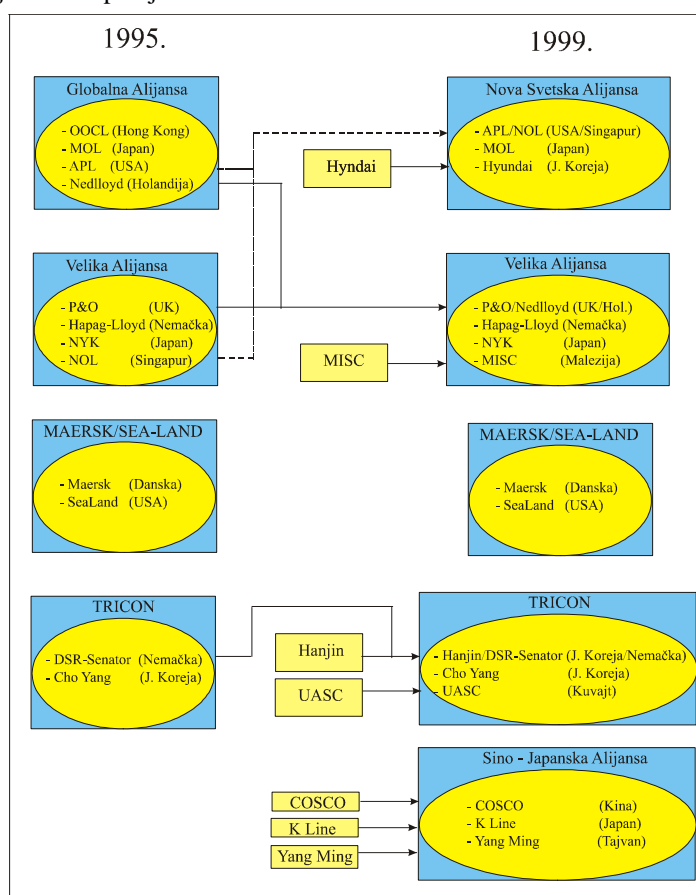
$$t_b = t_{pb} + t_{lb}. \quad (4.6)$$

Konačno, vrijeme obrta broda na glavnoj liniji iznosi

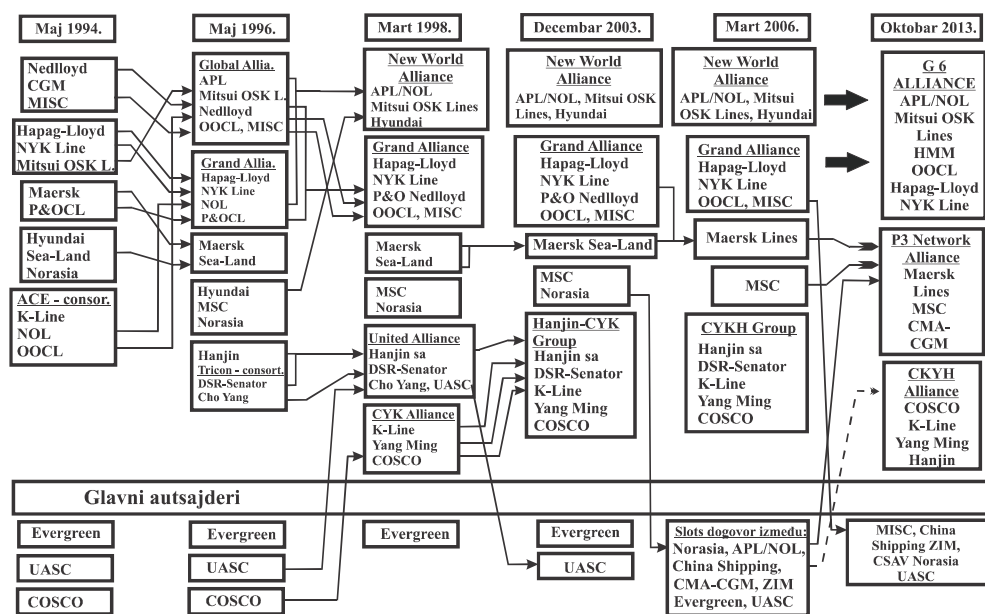
$$t_p = \left(\frac{2 \cdot l_{IH}}{V_s} \right) + \left(\frac{c_H + c_H^{(1)} + c_1 + c_1^{(1)} + c_2 + c_2^{(1)}}{r_H + t_{d/u(H)}} \right). \quad (4.7)$$

4.6. Primjena ekonomije obima u kontenerskim prevozima

Proces povezivanja linijskih brodarskih kompanija u stratejske alijanse započeo je sredinom 1994. godine. Pod ovim se podrazumijeva proces udruživanja u cilju zajedničkog donošenja odluka, ne samo o nivou cijena usluga, već i u pogledu racionalnog korišćenja ukupnih kapaciteta kroz izradu planova za zajedničkim vlasništvom nad brodovima, terminalima i terminalskom i ostalom opremom i mehanizacijom. Takođe, on obuhvata njihovu efikasnu i racionalnu upotrebu, kao i predviđanje budućih potreba u pogledu zakupa broskog prostora i praćenja aktuelnih pomorskih linijskih trendova. Struktura alijansi omogućava njihovim članovima da se lakše razvijaju, bilo povezivanjem sa drugim kompanijama (operatorima u pomorskom poslovanju ili sličnoj aktivnosti), ili pomoću već postojećih kooperativnih sporazuma. Alijanse se mogu posmatrati kao međufaze između mnoštva podrežna koje čine sastavni dio svake pojedinačne kompanije i globalne mreže linijskih prevoznika. Udruživanjem u stratejske alijanse prevaziđen je jedan od glavnih nedostataka svakog pojedinačnog brodovlasnika, to jest, ograničeni broj raspoloživih brodova. Kao rezultat toga, odnosno kroz uvođenje stratejskih alijansi, tj. primjenom odgovarajućeg obilka ekonomije obima, postignuta je bolja uposlenost i iskorišćenost brodova linijskih kompanija.



Slika 4.14. Struktura vodećih kontenerskih alijansi u 1995. i 1999. godini



Slika 4.15. Struktura vodećih kontenerskih alijansi u 1994., 1996., 1998., 2003., 2006. i 2013. godini

Djelovanjem ekonomije obima brodovlasnici mogu postići znatne novčane uštede kao rezultat korišćenja većih brodova. Pri tome, treba imati u vidu da cilj nije realizovati zamjenu samo jednog broda drugim, već je potrebno kompletan servis od i brodova na odgovarajućoj ruti zamijeniti drugim servisom koji će se sastojati od $i + n$ većih brodova. Ovo je glavni razlog zbog čega postoji veoma malo analitičkih relacija i izraza u međusobnoj povezanosti karakteristika flote i brodara, kao i njihovog nivoa profitabilnosti. Osnovna pitanja koja se tiču poslovanja linijskih brodarskih kompanija odnose se na mogućnosti sniženja cijena, razvoja mreže odgovarajućih destinacija (ruta) i omogućavanje djelovanja ekonomije obima. Što se u eksploataciji nalaze veći brodovi, to je omogućen i snažniji uticaj ekonomije obima, odnosno veći nosivi kapacitet i veća brzina brodova utiče na niže troškove prevoza po jednom TEU. Na šematskim prikazima (slike 4.14 i 4.15), data je struktura vodećih kontenerskih svjetskih alijansi u periodu od 1994. do 2006. godine ([11] i [45]).

Ekonomija obima i primjena sofisticiranih i kapitalno-intenzivnih modernih mega kontenerskih brodova je ograničila broj luka tangiranja ovih brodova na samo nekoliko transshipment hub luka. Kako se roba kopnenim (drumskim i željezničkim) vidovima transporta i unutrašnjim vodnim putevima iz kontinentalnih centara i feeder luka transportuje ka malom broju transshipment – hub luka (kao što su: Rotterdam, Hong Kong, Singapore i druge), one su postale najvažnije karike transportnog lanca i međunarodne trgovine. Ovakav sistem, poznat pod nazivom hub-and-spoke sistem, omogućio je da transshipment servis postane jedan veoma intenzivan biznis, koji se na efikasan način reflektuje na sve troškove.

Za realizaciju ovog dijela poglavlja korišćena je referentna literatura iz razmatrane problematike ([5], [6], [26] i [34]).

Funkcija cilja kontenerskog brodarka sastoji se u minimiziranju godišnjih prosječnih ukupnih troškova UPT_{kij} . Ovaj model treba da omogući optimalno raspoređivanje X_{kij} brodova kojima raspolaže k brodara (grupisanih u određene alijanse) podijeljenih po

nosivosti u određeni broj grupa i (npr. brodovi nosivosti od 1000 TEU ili 3500 TEU ili 5000 TEU ili 7000 TEU) na razmatranim pomorskim rutama j .

Shodno navedenom, dobijamo da je

$$\text{Min} \sum_k \sum_i \sum_j UPT_{kij} = BO_{kij} \cdot PT_{kij} \cdot X_{kij} \quad \text{za } X_{kij} \geq 0 \quad (4.8)$$

gdje je:

- UPT_{kij} - godišnji ukupni troškovi broдача k u odnosu na i -ti tip broda na ruti j ;
- BO_{kij} - godišnji broj obrta i -tog broda;
- PT_{kij} - prosječni troškovi u \$/TEU i -tog broda alociranog na ruti j ;
- X_{kij} - broj brodova i -tog tipa broдача k ;

Prema tome, najveći značaj pri alociranju brodova (opredijeljenih na određenim rutama) ima procjena prosječnih troškova u \$/TEU i -tog tipa broda na ruti j . Analitički izraz koji predstavlja prosječne troškove u \$/TEU/danu za i -ti tip broda dat je kao

$$PT_i = \frac{UTKP_i + OO_i + TG_i}{CB_i} \quad (4.9)$$

gdje je:

- PT_i - prosječni troškovi u \$/TEU/danu za i -ti tip broda;
- $UTKP_i$ - ukupni troškovi kapitala i posade u \$/danu za i -ti tip broda;
- OO_i - troškovi održavanja i osiguranja u \$/danu za i -ti tip broda;
- TG_i - ukupni troškovi goriva u \$/danu za i -ti tip broda;
- CB_i - ukupan nosivi kapacitet i -tog tipa broda u TEU.

S druge strane, za broдача je neophodno procijenti pozitivan uticaj ekonomije obima u plovidbi i negativan uticaj ekonomije obima tokom opsluživanja broda u luci. Tako se prosječni troškovi broda i -tog tipa alociranog na ruti j mogu dobiti kao

$$PT_{ij} = UBD_{ij} \cdot PT_i = \left[BDL_{ij} + \left(\frac{L_j / v_j}{24} \right) \right] \cdot PT_i \quad (4.10)$$

gdje je:

- PT_{ij} - prosječni troškovi u \$/TEU za i -ti tip broda na ruti j ;
- UBD_{ij} - ukupan broj dana za realizaciju plovidbe (ukupno vrijeme u plovidbi i luci);
- PT_i - prosječni troškovi u \$/TEU/danu;
- BDL_{ij} - broj dana i -tog broda u luci na ruti j ;
- L_j - dužina plovidbene rute u nautičkim miljama;
- V_j - brzina u nautičkim miljama po času za i -ti tip broda na ruti j .

Vrijeme koje brod provede u luci sastoji se od vremena koje brod provede na sidrištu, vremena potrebnog za dolazak broda na vez, vremena opsluživanja (utovara/istovara broda) i vremena potrebnog za odlazak broda iz luke. Ovo vrijeme je prvenstveno u funkciji od nivoa efikasnosti lučkih operativnih procesa i raspoloživosti lučkih instaliranih potencijala.

Za efikasnu organizaciju brodarskog poslovanja, odnosno broдача ili kontenerskih alijansi neophodno je ispuniti i sljedeća ograničenja:

1. Prvo ograničenje se odnosi na zahtjev da je ukupan raspoloživi kapacitet flote na ruti j , najmanje jednak maksimalnom nivou tražnje na toj ruti, tj.

$$\sum_k \sum_i BO_{kij} \cdot CB_{kij} \cdot X_{kij} \geq \text{Max}(NT_j) \quad (4.11)$$

gdje je

NT_j - maksimalni obim (nivo) tražnje na razmatranoj ruti.

2. Drugo ograničenje podrazumijeva da svaki brodar može ponuditi minimalno potreban kvalitet servisa na svakoj ruti u odnosu na zahtijevani nivo učestalosti servisa, tj. obezbjeđenje zadovoljavajuće frekvencije servisa na razmatranoj ruti, odnosno

$$\sum_i OB_{kij} \cdot X_{kij} \geq US_j \quad (4.12)$$

gdje je

US_j - nedeljna učestalost kontenerskih servisa na razmatranoj ruti.

3. Treće ograničenje odnosi se na zahtjev da je broj brodova svakog broдача k raspoređenih na svakoj ruti j manji od ukupnog broja raspoloživih brodova, tj.

$$\sum_j X_{kij} \leq BB_{ki} \quad (4.13)$$

gdje je

BB_{ki} - ukupan broj brodova svih broдача k na raspolaganju na razmatranoj ruti.

4.6.1. Međusobna povezanost ekonomije obima i veličine broda

Suštinski, analiza poslovanja realizacije kontenerskih prevoza koja se odvija od strane stratejskih alijansi zasniva se na proračunu ekonomije obima (vidi slike 4.16 i 4.17) zato što ona predstavlja neophodan, ali ne i dovoljan uslov za razumijevanje efikasnosti i profitabilnosti kontenerskih prevoza koji se realizuju u okvirima poslovanja stratejskih alijansi. Sa druge strane, najznačajniji faktor u odnosu na poslovne strategije alijansi predstavlja međusobna povezanost ekonomije obima i veličine kontenerskih brodova.

Da bi navedene konstatacije postale prihvatljive u opštem slučaju, ovdje će se dati nekoliko analitičkih izraza za proračun uticaja ekonomije obima na veličinu broda. Tako imamo da su ukupni kapitalni troškovi po nautičkoj milji u korelaciji sa nosivim kapacitetima broda izraženi na sljedeći način:

$$\text{Log}(UK_i) = -0,54 \cdot \text{Log}(CB_i) \quad (4.14)$$

gdje su:

UK_i - ukupni troškovi kapitala i posade i -tog tipa broda po nautičkoj milji u \$;

CB_i - ukupni nosivi kapacitet i -tog tipa broda u TEU.

Koristeći prethodnu relaciju, može se napisati izraz za izračunavanje ukupnih troškova kapitala i posade i -tog tipa broda u \$/TEU/putovanju. Ovaj izraz se dobija kao proizvod UK_i i dnevnih rastojanja transporta koja se nalaze u direktnoj međusobnoj povezanosti sa nosivim kapacitetima broda korišćenjem relacije (4.15) ([5] i [6]):

$$\ln(v_j) = 1,5747 + 0,192 \cdot \ln(CB_i) \quad (4.15)$$

Prema tome, izraz za dobijanje ukupnih troškova kapitala i posade i -tog tipa broda u \$/TEU/putovanju je

$$UTKP_i = UK_i \cdot 24 \cdot v_j \cdot L_j \quad (4.16)$$

Sa druge strane, izračunavanje troškova održavanja i osiguranja i -tog tipa broda zasniva se na Gilman-ovoj relaciji [26]. Prema toj relaciji, kao osnova koja se koristi za određivanje ovih troškova uzima se konstatacija da ovi troškovi predstavljaju 3,5% od ukupnih troškova kapitala i -tog tipa broda. Isto tako, za njihov proračun se koristi aritmetička jedinica od 1\$/TEU koja proizilazi iz činjenice da je pretpostavljena vrijednost fiksnih dnevnih troškova broda u iznosu od 3.500\$ za brod sa nosivim kapacitetima od 1.000 TEU. Otuda se troškovi održavanja i osiguranja i -tog tipa broda računaju sljedećim izrazom:

$$OO_i = 3500 + (CB_i - 1000) \cdot 1\$ \quad (4.17)$$

Konačno, međusobna povezanost između dnevne potrošnje goriva i nosivosti broda prema Gilmanu [26] data je sljedećom relacijom:

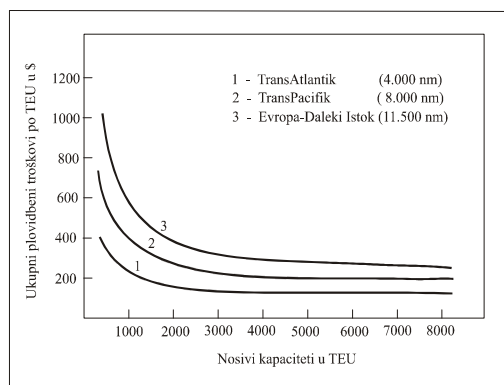
$$\text{Log}(PG_i) = 0,59 \cdot \text{Log}(CB_i) \quad (4.18)$$

gdje je

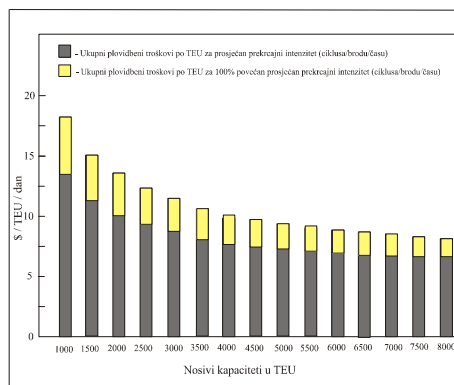
PG_i - dnevna potrošnja goriva i -tog tipa broda.

Posljednji izraz se odnosi na kontenerske brodove sa nosivim kapacitetima od 1.800 TEU do 7.000 TEU. Sa druge strane, kada dnevnu potrošnju goriva i -tog broda pomnožimo sa cijenom pogonskog goriva, dobija se vrijednost ukupnih dnevnih troškova potrošnje goriva i -tog tipa broda u \$/TEU/danu.

Uzimajući u obzir sve prethodno navedeno, na dijagramskom pokazatelju, slika (4.17), daje se međusobna povezanost ekonomije obima, veličine broda i brzine prekrcaja. Ovaj dijagramski prikaz predstavlja sa jedne strane primjenu analitičkih modela u opisivanju prekrcajnih i transportnih procesa, a sa druge strane savremene trendove realizacije kontenerskih prevoza od strane vodećih alijansi tangiranjem pojedinih hub transshipment terminala visokog nivoa efikasnosti.



Slika 4.16. Međusobna povezanost ekonomije obima i veličine broda



Slika 4.17. Međusobna povezanost ekonomije obima, veličine broda i brzine prekrcaja

4.7. Parametarska analiza investicionih ulaganja u manipulativne tehnologije i propulziju broda

Tradicionalni način za povećanje kapaciteta transporta tereta i povećanje profitabilnosti pomorskog brodarstva putem većih vozarina bilo je investiranje u velike brodove. Ekonomije obima su bile postignute, ali sa velikim fiksnim troškovima i sa velikim rizicima poslovanja zbog fluktuirajuće potražnje za uslugama transporta. Fleksibilniji način da se

poveća kapacitet prevoza tereta je povećanje plovidbene brzine putem poboljšanja dizajna broskog trupa i snage glavnog pogonskog motora broda, što je rezultiralo većim brojem obrta broda u godini. Ostvarivanje dodatne dobiti od veće učestalosti obrta sa aspekta brže dostave roba i brzih odgovora na zahtjeve korisnika ostvarivalo je naplaćivanje većih vozarina. Projekti brzih brodova, ipak su, za sada, prošli kroz fazu neuspjeha s obzirom na visoke cijene goriva i veliki nivo zagušenosti luka i terminala.

Ipak, postoji drugi način da se postigne veća efikasnost u pomorskom transportu, i to uvođenjem u eksploataciju obalne i fleksibilne mehanizacije znatno višeg manipulativnog nivoa, što dovodi do povećanja brzine prekrcaja tereta, odnosno kontenera. Uzimajući u obzir potencijalnu dobit, brzini realizacije manipulativnih operacija na relaciji brod-operativna obala posvećivana je mnogo manja pažnja u praksi i u literaturi iz tehn-ekonomije broderskog poslovanja za razliku od naglašenog razvoja brodske arhitekture (propulzije i dizajna broda). Razvoj savremenih manipulativnih tehnologija u lukama i na terminalima takođe značajno utiče na sve učesnike u realizaciji pomorsko-transportnih usluga čije interese i poslovne procese je teško uskladiti.

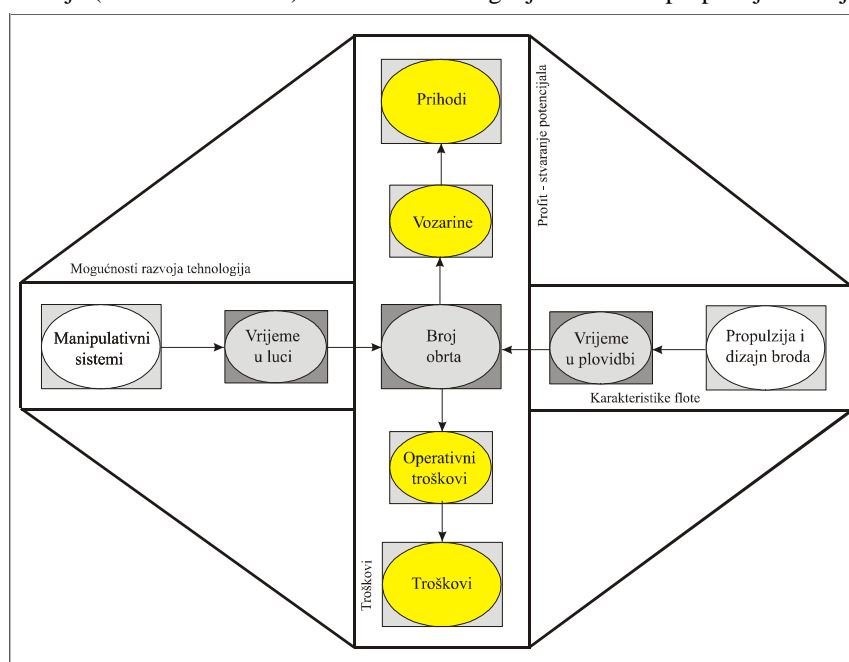
Ovdje se prikazuju mogućnosti ulaganja u znatno veću efikasnost obalne i brodske mehanizacije kako kvantitativno tako i kvalitativno u cilju da se dobiju zadovoljavajuće vrijednosti efikasnosti na relaciji brod – operativna obala sa povećanjem brzine prekrcaja ([5], [6] i [26]):

- Kao prvo, analiziraju se investicione varijante u mehanizaciju na glavnoj lučkoj sponi brod – operativna obala čime bi se omogućili veći prekrcajni kapaciteti luke ili terminala sa jedne strane, a sa druge strane realizacija usluga broderskog transporta. S obzirom da su investicije u veličinu broda, plovidbenu brzinu i brzinu prekrcaja međusobno povezane, njihove promjene su korelativnog karaktera naročito kada je u pitanju primjena savremenih tehnologija. Rezultati ukazuju da postoje neiskorišćeni potencijali u stvaranju profita u lučkim operacijama koje su od velikog značaja za postojeće broderske kompanije.
- Kao drugo, razmatraju se trendovi koji se odnose na varijabilne cijene štivadorskih kompanija. Uzimajući u obzir razvoj tehnologija rukovanja teretom, broderske kompanije mogu ili koristiti automatizovane kontenerske terminale (koji već postoje u Rotterdam-u i Singapore-u) i *open top kontenerske brodove*, ili mogućnosti da smanje njihovu zavisnost od obalne mehanizacije i usluga. Ovdje se takođe, analiziraju i parametri koji se odnose na cjelokupnu efikasnost transportnih operacija (luka ili terminala i pomorskog brodarstva) korišćenjem kontenerskih brodova sa sopstvenom mehanizacijom.

4.7.1. Parametarska analize efikasnosti – međusobna povezanost ostvarenja profita i realizacije učestalosti prevoza

Profitabilnost brodarstva, tj. broderskih kompanija direktno zavisi od nivoa vozarina i troškova operacija. Vozarine i troškovi se odnose na količinu transportovanog tereta koja je za datu veličinu broda određena učestalošću usluga, tj. brojem obrta broda u nekom vremenskom periodu. Razlika između dobiti od vozarine i plovidbenih troškova za jedno putovanje naziva se potencijal broda u stvaranju profita (vidi sliku 4.18). Prema tome, osnovni element koji utiče na stvaranje vrijednosti u pomorskom brodarstvu je učestalost obrta broda. Povećanjem učestalosti obrta broda povećava se vozarina i smanjuju se troškovi po jedinici prevoza alociranjem fiksnih troškova, kao što su kapitalne investicije koje se odnose na transportna sredstva i troškovi posade, za veći broj putovanja.

U daljnjoj analizi vremena obrta broda pravi se razlika između *neproduktivnog* vremena broda provedenog u luci, u balastu ili kada brod nije zaposlen, i na dane kad je brod u operacijama - *produktivno* vrijeme na moru. Ovdje se razmatra metodologija za smanjenje ukupnog vremena obrta broda zasnovana na investicionim aktivnostima za procese koji određuju realizaciju kontenerskih prevoza. Ipak oba pojma (produktivno i neproduktivno vrijeme obrta broda) su veoma značajni u nastojanjima da se poveća učestalost obrta. Prema tome, kao što je prikazano na slici 4.18, razlikuju se dva tipa investicionih aktivnosti u tehnologije pomorskih prevoza, i to: investiciona ulaganja u sisteme manipulativne mehanizacije (u luci ili na brodu) i investiciona ulaganja u brodsku propulziju i dizajn.



Slika 4.18. Povezanost između mogućnosti za tehnološke investicije i ekonomske brzine u brodarstvu

U referentnoj literaturi iz tehnno-ekonomije realizacije pomorskog brodarstva, sa aspekta brodarstva, plovidbena brzina se uzima kao glavni faktor koji utiče na skraćivanje vremena obrta broda sa ciljem da se poveća profitabilnost brodarstva i nivo učešća brodarstva u realizaciji pomorsko-transportnih usluga. Uticaj vremena obrta broda u luci na troškove klasičnog pomorskog linijskog servisa, analizirao je Gilman [26], ali povećanja vozarina sa aspekta brzine prekrcanja tereta i vrijeme koje brod provede u luci ovdje nije posebno naglašeno.

Sa druge strane, ovdje se predstavljaju mogućnosti kako brodska propulzija i dizajn broda mogu uticati na efikasnost realizacije pomorskog transporta:

- Kraće vrijeme zadržavanja broda u luci se mnogo povoljnije odražava na tehnno-ekonomiju eksploatacije broda kod brodova koji plove većom brzinom, odnosno kod brzih brodova u odnosu na klasične brodove. S obzirom da brzi brodovi prave više putovanja u nekom vremenskom periodu od klasičnih brodova, oni mogu imati veći potencijal da ostvare značajniju dobit za razmatrani period. Brži brodovi mogu efikasnije koristiti posadu broda s obzirom da ostvaruju više putovanja godišnje. Brodovi velikih brzina mogu u periodima veće potražnje za brodskim prostorom na pomorskom tržištu realizovati putovanja sa povećanom brzinom, dok u nekim drugim periodima mogu

realizovati plovību ekonomskom brzinom. Dva brža broda imaju mogućnosti da brže i efikasnije ostvare isplatu uloženog kapitala nego tri klasična broda [44].

- Vrijednost tereta je veoma važan element za realizaciju pomorskog transporta sa aspekta brodarstva jer ona direktno utiče na finansijske troškove vremena obrta broda, projektovanu brzinu plovībe, tranzitno vrijeme tereta u luci i nivo manipulativne efikasnosti, odnosno veličinu prekrajnih normi na osnovnoj lučkoj sponi brod – operativna obala. Tereti visoke vrijednosti, odnosno tereti za koje važe posebne vozarine, predstavljaju poseban finansijski motiv za brodara, čak iako se transportuju i skladište u malim količinama [47].
- Jedan od razloga zbog kojeg se veće brzine broda obično koriste u linijskoj plovībi proizilazi iz arhitekture konferencijskog sistema u pomorskom transportu. Po pravilima, konferencijske cijene vozarina su fiksirane, i brodari koji u svojoj floti imaju na raspolaganju brze transportne kapacitete pružaju kvalitetniju servisnu uslugu samim time što realizuju veoma brzu dostavu tereta na relacijama luka - luka. Sa druge strane, ako se realizuje transport nisko tarifiranih tereta, brodar povećanjem plovībene brzine broda može realizovati više obrta u nekom vremenskom periodu, npr. onom kada su vozarine visoke, tj. kada ostvaruje najveći profit [47].

Ovako sprovedena analiza sa aspekta brzine broda u plovībi ne bi bila potpuna ako se u razmatranje ne uzmu ograničenja u odnosu na plovībenu brzinu, kao npr.: veoma visoke brzine broda za sebe vezuju velike kapitalne vrijednosti ne samo zbog veće potrošnje goriva već takođe, zbog uvećane veličine i težine glavnog pogonskog kompleksa broda, povećanih dimenzija i odnosa dužine i širine broda [44].

Dosadašnja razmatranja su se odnosila na propulzivne sposobnosti i projektni dizajn broda. Ukupno vrijeme broda u luci nije detaljnije razmatrano. Sa jedne strane, interesi brodara su što kraće vrijeme zadržavanja broda u luci, dok su interesi operatora terminala specificirani u što većem i efikasnijem korišćenju instaliranih manipulativnih potencijala. Prema tome, ovdje će se posebna pažnja posvetiti efikasnosti lučkih manipulativnih operacija sa aspekta brzine opsluživanja broda.

- Postoji razvijena konkurencija između luka u cilju privlačenja većih tokova homogenih struktura tereta. Značajniji intenzitet prometa se ostvaruju na specijalizovanim lučkim terminalima koji mogu efikasno servisirati i brodove iznad 100.000 dwt. Ipak, tako uređene i opremljene prostorno-mehanizacione kompozicije luka i terminala zahtijevaju veoma velika investiciona ulaganja. Povraćaj uloženi investicija u tako kapitalno intenzivne sisteme podrazumijeva realizaciju velikih tokova jediničnih tereta i sa kontinentalne i sa morske strane. Na primjer, donijeti odluku da li investirati u specijalizovane kontenerske terminale povlači za sobom niz elementarnih pitanja: Koliko kontenerizovanog tereta će se kretati razmatranim dijelom obale? Koja količina ovog tereta se može usmjeriti kroz razmatranu luku? Koji nivo mehanizaciono-prostorne kompozicije i kontinentalne infrastrukture je potrebno ponuditi da bi se privukla tolika količina tereta [47].
- Veoma je značajno postići visok nivo efikasnosti manipulativnih operacija u luci u odnosu na vrijeme obrta broda i biti siguran da se lučke operacije realizuju jednostavno, tako da ne predstavljaju značajan vremenski pokazatelj sa aspekta obrta broda ili transporta tereta [44].

Konačno, sa jedne strane investicije u manipulativne lučke sisteme i tehnologije za rukovanje teretom, a sa druge strane ulaganja u brodsku propulziju i dizajn broda, povećavajući plovībenu brzinu broda, rezultiraju znatno većim ostvarenjem dobiti u

pomorskom brodarstvu kroz povećanja broja obrta broda u nekom vremenskom periodu i konkurentnosti usljed visokog kvaliteta usluga na tržištu brodskog prostora.

Isto tako, smanjenje operativnih troškova broda može se postići investiranjem u brodsku mehanizaciju, što povlači za sobom smanjenje operativnih troškova u luci. Kod ove razvojne varijante za ostvarenje veće efikasnosti brodarstva uzima se u obzir činjenica da se u velikom broju luka nalaze instalirani obalni mehanizacioni potencijali sa zadovoljavajućom brzinom pretovara, pa bi rješenje za investiranje u brodsku mehanizaciju bilo neopravdano. Ipak, čak i u razvijenim kontenerskim regionima usljed povećanog intenziteta transporta dolazi do zagušenja na terminalima i nedostatka pretovarnih kapaciteta, pa bi projekat kontenerskog broda sa sopstvenom mehanizacijom dobio na značaju. Naravno da bi projekat takvog broda u manje razvijenim kontenerskim regionima i u lukama koje prave prve korake kontenerizacije bio veoma interesantan sa aspekta ostvarenja većeg nivoa prometa. Isto tako, usljed veoma intenzivno izražene godišnje stope povećanja kontenerskih prevoza u pomorskom transportu, kvantitativne vrijednosti svjetskog kontenerskog parka i raspoloživih kapaciteta svjetske kontenerske flote, eksperti za kontenerski transport naglašavaju izražene potrebe za dodatnim lučkim kontenerskim kapacitetima širom svijeta. Ovo je još jedan, sigurno i najvažniji faktor koji bi opravdao investiciona ulaganja u brodsku mehanizaciju, naravno za brodove sa manjim nosivim kapacitetima i feeder kontenersku flotu.

U prilog navedenoj konstataciji može se navesti i činjenica da su potpuno kontenerski ćelijski brodovi još više doprinijeli smanjenju vremena broda u luci (kod njih nema otvaranja poklopaca na palubi da bi se pristupilo kontenerima u brodskom trupu, a nema ni *lashing*-a) ali ipak postoji problem što je svaki brod zavisao od korišćenja specijalizovanih luka. Prema tome, ako uzmemo u obzir da su se na pojedinim lučkim terminalima primijenile sofisticirane potpuno automatizovane manipulativne tehnologije, ipak je potrebno da shvatimo da će mnogi svjetski regioni, pa čak i ovaj kojem mi gravitiramo, i dalje biti jače osjetljivi na neke jednostavnije i praksi prihvatljivije investicione aktivnosti koje razmatraju međusobno povezivanje plovidbene brzine broda i brzine manipulativnih operacija na relaciji brod – operativna obala u cilju povećanja efikasnosti transporta u cjelini.

4.7.2. Model za uporednu analizu investicionih ulaganja u manipulative tehnologije ili propulziju broda

Međusobna povezanost plovidbene brzine broda i brzine opsluživanja broda na lučkoj sponi brod – operativna obala (brzine pretovara) zasniva se na sljedeća dva izraza. Prvi daje vrijeme obrta broda, dok se drugi odnosi na godišnji broj obrta broda (učestalost realizacije prevoza), odnosno

$$t_o = 2 \cdot \left(\frac{l_r}{V} + \frac{2 \cdot C_s}{p_c} \right) \quad (4.19)$$

$$n_o = \frac{T_y}{t_o} \quad (4.20)$$

gdje je: t_o - vrijeme obrta broda u h; l_r - rastojanje između luka u nautičkim miljama; V - brzina broda u čvorovima; C_s - nosivi kapacitet broda u TEU; p_c - brzina pretovara u TEU/h; n_o - broj obrta broda u jednoj godini (učestalost obrta); T_y - godišnje vrijeme realizacije operacija u h.

Ovi izrazi predstavljaju jednostavan model koji se može koristiti u proračunu potencijala za stvaranje profita u pomorskom brodarstvu.

Prema tome, dvije sastavne komponente vremena obrta broda su vrijeme broda na moru i vrijeme broda u luci. Vrijeme broda provedeno na moru zavisi od plovidbene brzine broda i od udaljenosti transportovanja. Vrijeme broda u luci zavisi od brzine rukovanja teretom i količine prevoženog tereta koja je ovdje predstavljena nosivim kapacitetom broda. Posebno je potrebno uočiti da vrijeme u luci ima dvostruki efekat u odnosu na vrijeme na moru. Ovo je zbog utovara i istovara tereta u svakoj luci, što povećava uticaj promjene brzine pretovara na učestalost obrta broda, pogotovo na kraćim pomorskim rutama.

Ovdje dati izrazi ne sadrže vrijeme koje brod provede dok sa sidrišta zauzme mjesto na vezu i vrijeme odlaska sa veza do napuštanja lučkog akvatorijuma. Ova vremena se za kontenerske pomorske servise uzimaju kao konstanta u iznosu od jednog časa. Isto tako, ovdje se usljed jednostavnosti modela, vrijeme broda u luci uzima bez vremena koje brod provede na sidrištu u redu za čekanje na vez. Takođe, u razmatranom modelu uzima se da je godišnje vrijeme realizacije brodskih operacija dato u časovima, i ono iznosi (365 dana x 24 h). Naravno da je u praksi ovo vrijeme smanjeno za broj dana kada je brod van upotrebe radi održavanja ili drugih aktivnosti.

Model predstavljen izrazima (4.19) i (4.20) može se koristiti za određivanje nivoa efikasnosti pomorskog transporta. Ovaj model daje odnos međuzavisnosti investicionih ulaganja u manipulativne sisteme za rukovanje teretom i propulzije broda. Takođe, ovdje dobijena rješenja mogu poslužiti za optimalno alociranje pojedinih brodova na alternativne rute.

4.7.3. Aplikativni primjeri uporedne analize međuzavisnosti investicionih ulaganja u manipulativne tehnologije i propulziju broda

Ovdje je data uporedna analiza međuzavisnosti investicionih ulaganja u manipulativne sisteme za rukovanje teretom i propulziju broda. Razmatran je primjer koji se odnosi na pomorsko kontenersko brodarstvo. Kao kriterijum za izbor povoljnije alternative definisane su performanse koje smanjuju vrijeme obrta broda i uslovljavaju rezultirajući porast obrta broda u godini.

Razmatran je brod sa: nosivim kapacitetima od 1.000 TEU; plovidbenom brzinom od 22 čvora i brzinom pretovara od 30 TEU/h (koristeći obalne dizalice).

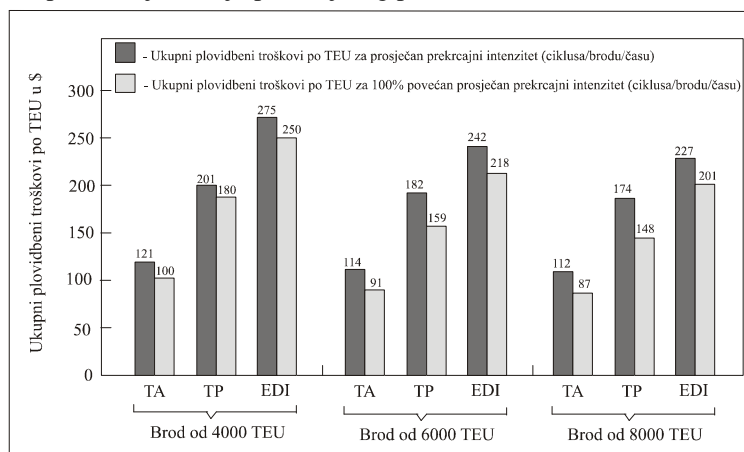
Ovaj brod je namijenjen za obalne evropske kratke rute (rastojanja plovidbe punog obrta su do 2.000 nautičkih milja). Na raspolaganju su pretpostavljena investiciona sredstva od 10 miliona \$, za ulaganje u brodsku mehanizaciju ili brzinu plovidbe.

- (1) *Dizajn brzog broda.* Investiranje u bržu plovidbu broda će povećati brzinu na 30 čvorova, ostvarujući poboljšanje od 50%. Performanse koje su izražene u broju obrta broda će se poboljšati za približno od 37 do 43 obrta, ili 17%. Terminal i prateće usluge mogu biti održavani na planiranom nivou.
- (2) *Samo-ukrcajni dizajn.* Investiranje u bržu sopstvenu mehanizaciju broda (uključujući tri automatizovane mosne dizalice sa kapacitetom od 20 ciklusa po času) će povećati brzinu rukovanja teretom na 60 TEU/h, dajući poboljšanje od 100%. Performanse izražene u broju obrta broda će se poboljšati za približno od 37 do 52 obrta, ili za 40%. Takođe, brod će manje zavisiti od lučke mehanizacije i može izbjeći troškove za usluge rukovanja određenim tipovima kontenera.

Investiciona sredstva od 10 miliona \$ su uzeta u obzir kako bi se:

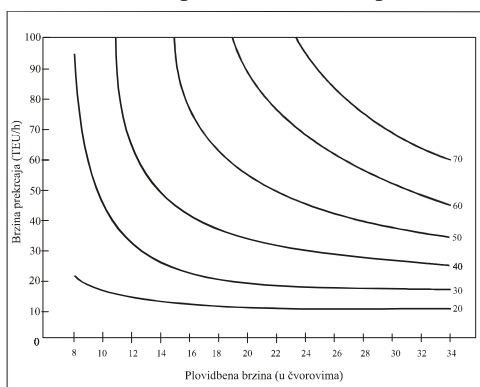
- brzina broda povećala za 50% (veoma optimistička procjena) i
- brzina pretovara broda povećala za 100% (realna procjena).

Na slici 4.19 data je međusobna povezanost ekonomije obima, veličine broda, dužine transportovanja i brzine prekrcaja. Ovi dati parametri i pokazatelji potrebno je da posluže kao logistička podrška rješavanju postavljenog problema.

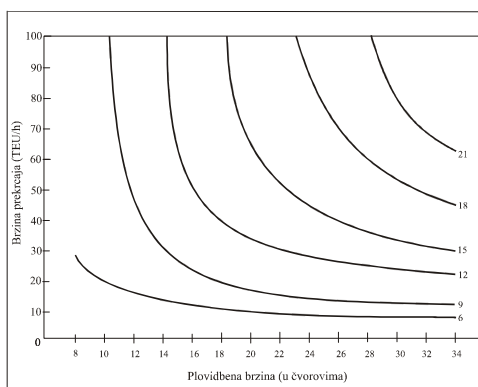


Slika 4.19. Međusobna povezanost ekonomije obima, veličine broda, dužine transportovanja i brzine prekrcaja

Sa druge strane, dužina transportovanja u velikoj mjeri utiče na relativno poboljšanje performansi u odnosu na broj obrta broda (učestalost obrta). Ovo značajno dovodi do razlike između vremena u luci i vremena broda u plovidbi. Na relativno kratkoj pomorskoj ruti, za koju su rezultati predstavljeni na slici 4.20, investiranje u adekvatnu brodsku mehanizaciju koja podrazumijeva automatizovano rukovanje teretom je efikasnije od investiranja u propulziju broda. Veća učestalost transporta može uvijek biti postignuta ostvarenom dobiti od niskih operativnih troškova koji proizilaze iz uštede u štivadorskim troškovama. Na slici 4.21, krive pokazuju moguće vrijednosti broja obrta broda u uslovima različitih brzina pretovara i brzina plovidbe.



Slika 4.20. Krive učestalosti obrta u funkciji od brzine prekrcaja i plovidbene brzine; primjer je razmatran u odnosu na kratku obalnu evropsku plovidbenu rutu od 2.000 nautičkih milja (Coastal European Short Sea Line) za kontenerski brod nosivosti od 1.000 TEU



Slika 4.21. Krive učestalosti obrta u funkciji od brzine prekrcaja i plovidbene brzine; primjer je razmatran u odnosu Trans-Atlantik pomorsku rutu od 9.000 nautičkih milja za kontenerski brod nosivosti od 2.500 TEU

Na osnovu dijagramskih pokazatelja na slici 4.21 može se zaključiti sljedeće: klasičan kontenerski brod nosivosti od 1.000 TEU karakteriše se plovidbenom brzinom od 20 čvorova, pretovarnom brzinom od 30 TEU/h sa jednom ili dvije obalne dizalice alocirane po brodu, ukupnim vremenom broda u luci od 57% i ukupnim vremenom broda u plovidbi od 43%; redizajniran kontenerski brod sa brodom mehanizacijom se karakteriše pretovarnom brzinom od 60 TEU/h sa tri ili četiri brodske dizalice; redizajniran kontenerski brod sa novim propulzivnim sistemom se karakteriše plovidbenom brzinom od 30 čvorova.

Povećavanje brzine plovidbe zahtijeva projektovanje brzih brodova. Ono je veoma skupo zbog fizičkih zakona propulzije prema kojima zahtjevi za energijom veoma brzo rastu sa povećanjem plovidbene brzine. To podrazumijeva i znatno veću potrošnju goriva. Sa druge strane, nema značajnih fizičkih ograničenja da se poveća brzina pretovara broda. U tom slučaju, biće potrebno instalirati mehanizaciju visoke efikasnosti na operativnim obalama luka i terminala.

Ekstremne tačke koje se uočavaju na dijagramskim pokazateljima (slika 4.20 i 4.21), odgovaraju ograničenjima plovidbene brzine broda od 35 čvorova (npr. dizajn tipa broda Euroexpress) i ograničenjima brzine pretovara broda od oko 100 TEU/h (tri ili četiri brodske dizalice kapaciteta 20 do 30 ciklusa na čas po dizalici ili uzimajući u obzir mogućnosti podizanja istovremeno dva TEU kontenera). Ipak, bilo bi poželjno da se za isti projekat broda ne koriste istovremeno obje alternative.

Konačno, vrijeme broda provedeno u plovidbi može biti redukovano za 40% od ukupnog vremena obrta broda ako se npr. kontenerski brod od 4.000 TEU opslužuje u luci samo jednim prekrajnim mostom (javni-državni terminal) i može biti povećano za 80% ako kontenerski brod od 1.000 TEU realizuje transport između dva terminala kojima upravlja brodar i imaju znatno povećanu pretovarnu brzinu.

Ovdje je predstavljena i uporedna analiza u odnosu na znatno dužu pomorsku rutu od 9.000 nautičkih milja za kontenerski brod nosivosti od 2.500 TEU. Dijagramski rezultati, tj. krive učestalosti obrta u funkciji od brzine prekraja i plovidbene brzine dati su na slici 4.21. Ovdje se uočava sasvim drugi odnos između plovidbene brzine i brzine pretovara. Za klasičan kontenerski brod od 2.500 TEU nosivosti uzima se plovidbena brzina od 20 čvorova i brzina pretovara od 45 TEU po času po brodu i vrijeme provedeno u plovidbi od 67% od ukupnog vremena obrta. Kada bi ovdje investirali u brodske dizalice, postigao bi se manipulativni kapacitet od 80 TEU po času po brodu (sa tri ili četiri brodske dizalice) pri čemu se broj obrta broda povećava sa 13 na 15 obrta godišnje, ili za 15%. Sa druge strane, ako bi se pretpostavljene investicije usmjerile za povećanje plovidbene brzine na 26 čvorova, efekti koji se odnose na učestalost obrta bili bi skoro identični prethodnom.

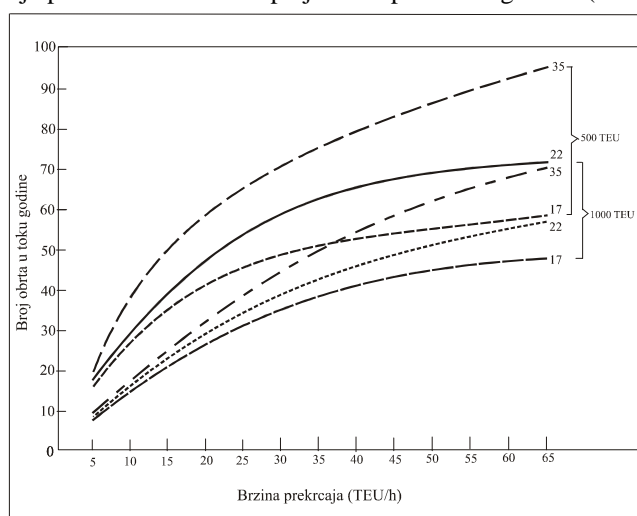
4.7.4. Nosivi kapacitet broda u funkciji realizacije efikasnosti kontenerskih prevoza

Savremeni trendovi realizacije linijskih pomorskih prevoza podrazumijevaju znatno povećanje u nosivim kapacitetima brodova što proizilazi iz tehno-ekonomskih kriterijuma. Kod brodova većih nosivih kapaciteta znatno su manji fiksni troškovi (i većina varijabilnih) po jedinici prevoženog tereta (kontenera). Za opsluživanje Post-Panamax i mega kontenerskih brodova u lukama i na terminalima, može se koristiti veći broj pretovarnih mostova po brodu čija je pretovarna efikasnost pojedinačno i u cjelini veoma visoka. Isto tako, povećana veličina broda može indirektno povećati brzinu plovidbe zbog smanjenog trenja usljed povećanja zapremine broskog trupa. Konačno, logično bi bilo da se mega kontenerski brodovi duže vremena zadržavaju u lukama usljed velikih nosivih kapaciteta, ali kako se oni opslužuju na visoko specijalizovanim terminalima sa izuzetno velikim

prekrcajnim normama, može se konstatovati da se sve više postiže odgovarajuća međusobna povezanost između brzine prekrcaja i nosivih kapaciteta brodova.

Mega kontenerski brodovi su veoma osjetljivi na smanjeno ili nisko korišćenje kapaciteta, što povlači za sobom nisku zauzetost luka i terminala koje tangiraju. Isto tako, mega kontenerski brodovi pred lukama postavljaju veoma velike zahtjeve sa sljedećih aspekta: lokacije u odnosu na prilazne plovne puteve; geomehanike, arhitekture i dimenzionih karakteristika operativne obale; specijalizovane obalne mehanizacije; adekvatno dimenzionisanih CY-a; adekvatno primijenjenih sistema fleksibilne mehanizacije; adekvatno dimenzionisanih kontinentalnih transportnih saobraćajnica sa odgovarajućim propusnim sposobnostima; adekvatnih uslova za organizaciju riječne feeder službe; adekvatnih uslova za organizaciju pomorske feeder službe i primjene odgovarajuće informacione tehnologije.

Dužina transportnih distanci prirodno utiče na optimalnu veličinu broda. Na većim distancama transporta veliki brodovi prouzrokuju relativno duže vrijeme čekanja u luci, dovodeći do niske produktivnosti kapitala, niskog odgovora prema korisnicima i gubljenje vozarine. Investiciona ulaganja u veliki brod, predstavljaju takođe, rizik zbog fluktuacije potraživanja za pomorskim servisima. Tokom niske potražnje može biti teško da se postigne visok nivo iskorišćenja broda ili zapošljavanje broda na profitabilnije rute zbog specifičnosti tehničkih zahtjeva terminala. Ovdje postoji još jedno ograničenje koje podrazumijeva činjenicu da je linijsko brodarstvo potrebno da prati utvrđene redove plovidbe. Kapacitet broda mora biti takav da održi balans između visoke učestalosti usluga – koje daju prednosti manjim brodovima, i ekonomije obima velikih brodova – koji obezbjeđuju manje plovidbene troškove po jedinici prevezenog tereta (kontenera).



Slika 4.22. Krive učestalosti obrta u funkciji od brzine prekrcaja za zadate vrijednosti plovidbene brzine; primjer je razmatran u odnosu na kontenerske brodove od 500 i 1.000 TEU

U cilju realizacije bržih usluga, uticaj veličine broda može biti analiziran na bazi odnosa između plovidbene brzine i pretovarne brzine, kao što je prethodno istaknuto. S obzirom da manji brod sa većom pretovarnom brzinom provodi manje vremena u luci, poželjno je da koristi i veću plovidbenu brzinu, čime ostvaruje znatno veću učestalost obrta. Ova činjenica se uočava i sa dijagramskih prikaza na slici 4.22.

Krive na slici 4.22 pokazuju učestalost obrta u funkciji od brzine pretovara za dva broda kapaciteta od 500 TEU i 1.000 TEU sa različitim plovidbenim brzinama (od 17 do 35 čvorova). Sa dijagramskih pokazatelja jasno se zapaža činjenica da sa aspekta povećanja plovidbene brzine od 17 do 35 čvorova pri pretovornoj brzini od 30 TEU/h, manji brodovi poboljšavaju za 49% učestalost obrta (sa 48 na 71 obrt u godini), dok to povećanje za brodove od 1.000 TEU iznosi 32% (sa 35 na 46 obrta u godini). Isto tako, ako zadržimo ostale promjenljive na istom nivou, a povećamo brzinu pretovara na 60 TEU/h, onda manji brodovi poboljšavaju za 67% učestalost obrta (sa 58 na 97 obrta u godini) dok to povećanje za brodove od 1.000 TEU iznosi 49% (sa 48 na 71 obrt u godini).

Prema tome, povećanje učestalosti kod kontenerskih brodova veće nosivosti zahtjeva značajno povećanje i brzine pretovara i plovidbene brzine. Sa druge strane, investiranjem u brodsku mehanizaciju kod manjih brodova, može se postići isti kapacitet prevoza kontenera u nekom vremenskom periodu kao i sa jednim većim kontenerskim brodom. Na primjer, brzinom pretovara od 60 TEU/h za brod kapaciteta od 500 TEU može se postići 70 odlazaka u godini, što predstavlja dvostruki broj obrta broda kapaciteta 1.000 TEU koji ima klasične karakteristike, tj. brzinu pretovara od 25 TEU/h i brzinu plovidbe od 22 čvora (vidi sliku 4.22, posebno karakteristike za brod od 500 TEU). Konačno, za standardne vrijednosti pretovarne brzine, da bi performanse koje karakterišu ova dva razmatrana broda u odnosu na ispunjenje zahtjeva korisnika pomorsko-transportne usluge bile identične, bilo bi potrebno da brod sa nosivim kapacitetima od 1.000 TEU ima plovidbenu brzinu od 35 čvorova, što je veoma teško realizovati i sa aspekta dizajna broda i u odnosu na realizaciju prevoza. Ipak, čini se da novi dizajn brzog broda sa plovidbenom brzinom od 35 čvorova, tj. trajekta predloženog za transportne distance od 1.200 nautičkih milja u Baltičkom moru kao dio Euroexpress projekta, korespondira prethodnoj konstataciji. S njegovim prosječnim kapacitetom od 140 prikolica, ovaj koncept broda takođe smanjuje brzinu pretovara koja bi odgovarala realizaciji obrta od dva dana. Investiranje u Euroexpress brodove moglo bi se uporediti sa dva klasična broda sa identičnim godišnjim kapacitetom prevoza. Ovdje je potrebno istaći da bi kod Euroexpress projekta bilo potrebno dodatno investiranje u brodske i lučke rampe. Kod Euroexpress projekta predložen je kompletan redizajn cijelog broda, s tim da bi ulaganja podrazumijevala poboljšanja brzine pretovara i propulzionog broskog kompleksa. Mali nosivi kapaciteti brodova i veliki nivo pretovarne brzine utiču na povećano vrijeme koje brod provodi u plovidbi realizujući transport sa velikim plovidbenim brzinama. U tom slučaju će operativni troškovi broda biti povećani usljed velike potrošnje goriva, što je potrebno nadoknaditi većim vozarinama kako bi se postigla profitabilnost procesa transporta.

4.7.5. Parametri i kriterijumi koji određuju optimalnu veličinu broda u funkciji realizacije efikasnih kontenerskih prevoza

Savremeni trendovi u linijskom pomorskom transportu podrazumijevaju veoma brze i kvalitetne odgovore na zahtjeve korisnika prevoza jer je to jedan od osnovnih parametara koji rješava opstanak brodarstva na veoma konkurentnom kontenerskom tržištu. Projektanti tehnologija i brodske arhitekture mogu biti neozbiljno shvaćeni ukoliko ponude projekte sa veoma velikim plovidbenim brzinama. Detaljnije analize koje se odražavaju na odnos vremena broda u plovidbi i vremena broda u luci mogu rezultirati pokazateljima koji veoma realno sagledavaju troškove pogonskog goriva, intenzitet povraćaja uloženog kapitala, troškove održavanja i osiguranja, troškove posade, ekološke kriterijume i principe na osnovu kojih će menadžment brodarskih kompanija opredijeliti izbor najpovoljnije varijante.

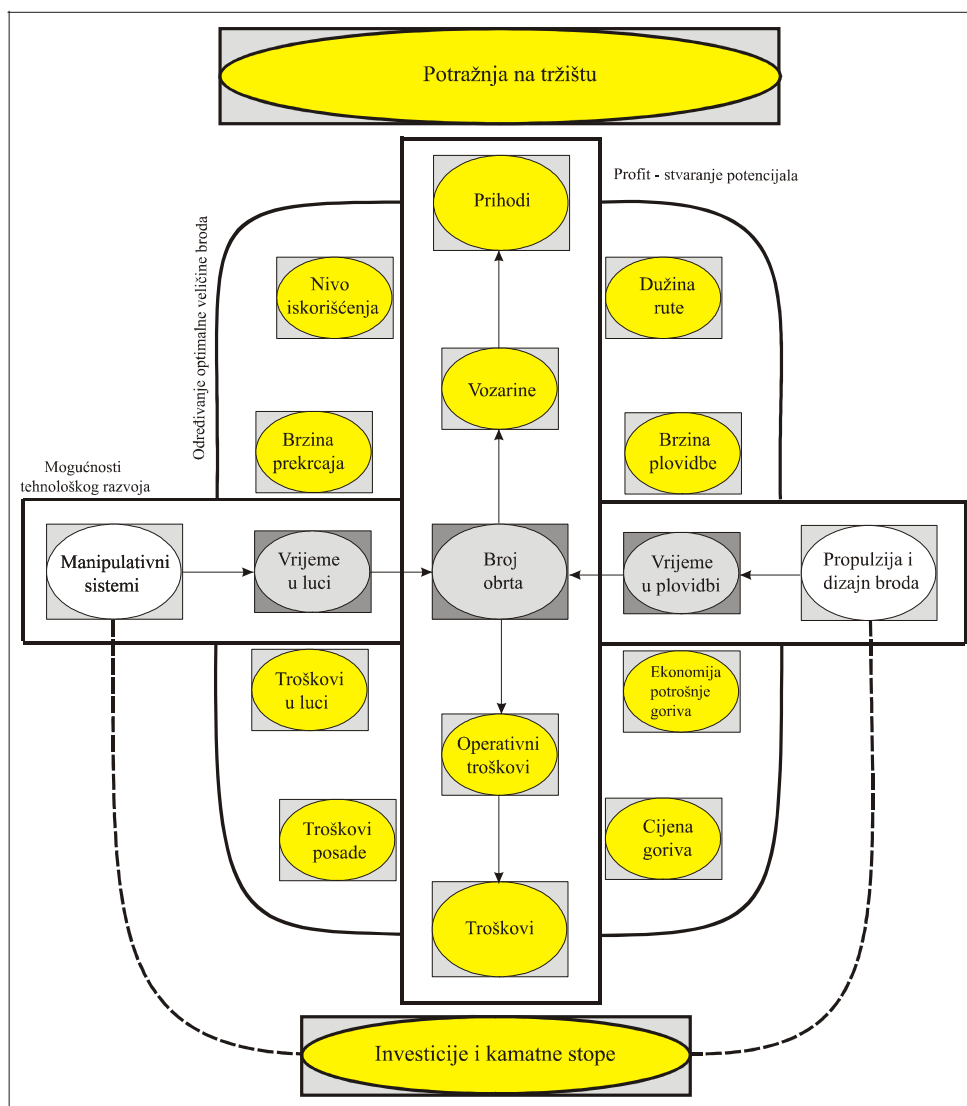
Savremeni trendovi u pomorskom transportu uvođenje kontenerizovanog tereta smatraju kao najvažniju tehnološku promjenu u manipulativnim sistemima za rukovanje teretom. Ta činjenica je imala veliki uticaj na strukturu troškova, opredjeljenje investicionih ulaganja, koeficijente proporcije i efikasnost transportnih procesa u cjelini. Velika kapitalna ulaganja u lučku infrastrukturu, mehanizaciju i prateću opremu zahtijevala su i efikasnu realizaciju manipulativnih aktivnosti. Luke su postale područja sa veoma intenzivnim kapitalom, tako da njihova efikasnost zahtijeva uvođenje adekvatnih informacionih tehnologija i potpuno automatizovanih procesa za realizaciju primarnih i sekundarnih operativnih djelatnosti. Prema tome, ukupno povećanje koeficijenta efikasnosti u lukama i na terminalima bilo je sa jedne strane, u većoj mjeri, rezultat procesa mehanizovanosti i automatizovanosti manipulativnih operacija, a sa druge strane ostvarenjem poboljšanja intenziteta prometa u kvalitativnom i kvantitativnom smislu.

Na slici 4.23 dat je jedan šematski koncept koji sadrži mogućnosti ostvarenja profita u realizaciji kontenerskih pomorskih prevoza. U njemu je prvenstveno sadržana međusobna povezanost između mogućnosti tehnološkog razvoja (na jednoj strani razvoj lučkih manipulativnih sistema, a na drugoj brodova kao transportnih sredstava, što rezultira određivanjem optimalne veličine broda) i ostvarenja profita u realizaciji pomorskih kontenerskih prevoza. Takođe, u njemu postoje i druge promjenljive i faktori koji daju ograničenja za ostvarenje rezultirajućih poslovnih strategija. Ovdje su specificirane najvažnije promjenljive, faktori i kriterijumi koje je potrebno uzeti u obzir prilikom određivanja nivoa realizacije efikasnosti transporta sa tehno-ekonomskog aspekta.

Ove promjenljive imaju različite direktne i indirektno uticaje na mogućnosti ostvarenja dobiti i specifikaciju strukture troškova u pomorskim linijskim prevozima. Sa jedne strane investiciona ulaganja, a sa druge strane stanje na tržištu broskog prostora određuju uspješnost poslovnih aktivnosti u pomorskom brodarstvu. Pri tome, uzimamo u obzir da dodatne investicije u lučke tehnologije mogu smanjiti troškove radne snage, povećati manipulativnu efikasnost i iskorišćenost instaliranih potencijala i time obezbijediti osnovu za profitabilnost u kontenerskom brodarstvu. Identično prethodnom, razvojem sistema propulzije broda moguće je uticati na plovidbenu brzinu i potrošnju goriva. I jedan i drugi segment ovih promjenljivih može doprinijeti ostvarenju veće dobiti ili operativnih troškova, što zajedno sa dužinom transportnih distanci može definisati efikasnost realizacije pomorsko-transportne usluge u cjelini.

Na osnovu navedenog, postavlja se logično pitanje: da li je potrebno predimenzionisati instalirane kapacitete u lukama, ili je realnija situacija da brodovi provode određeno vrijeme u redu za čekanje na oslobađanje veza? Ovo pitanje nije niti jednostavno, niti ima generalno rješenje. Brodar nastoji skraćanjem vremena broda u luci ostvariti veću učestalost obrta, dok nasuprot tome, terminalski operator nastoji ostvariti što veći nivo iskorišćenja instaliranih potencijala. Otuda su u posljednje vrijeme brodari ili broderske alijanse ujedno i terminalski operatori ili posjeduju znatne akcije u luci.

Investicije u lučku infrastrukturu zahtijevaju veoma velika kapitalna ulaganja. Ovo je posebno izraženo kod luka koje opslužuju mega kontenerske brodove i imaju razvijen vrlo intenzivan feeder pomorski servis. Takođe, lučke investicije su fiksne u geografskom smislu i kapaciteti se ne mogu tako jednostavno mijenjati u zavisnosti od tražnje. Oni su obično predimenzionisani ili se u posljednje vrijeme nastoji da se uvođenjem sofisticiranih informacionih tehnologija i većim nivoom automatizovanosti procesa, određeni kapaciteti koriste znatno većim intenzitetom.



Slika 4.23. Međusobna povezanost između mogućnosti za tehnološke investicije i ekonomske brzine u pomorskom brodarstvu u funkciji određivanja optimalne veličine broda

U praksi, lučki operator nije mnogo zainteresovan da brzo reaguje na situaciju kada se redovi čekanja na sidrištu produžavaju, jer on u tom slučaju maksimalno koristi kapacitete. Oni obično reaguju ukoliko se u regionu pojavi konkurentna luka ili kada se transportni pravci preusmjere na druge alternativne putanje. Sa druge strane, brodar je zainteresovan za ukupne troškove lučkog operatora jer oni direktno utiču i na troškove broda u luci. Za krajnjeg korisnika pomorsko-transportne usluge, koji konačno plaća sve aktivnosti, pouzdanost dostave robe je važna bez obzira na troškove i zakašnjenja u realizaciji usluga. U posljednje vrijeme pojavljuje se i veoma važan pokazatelj brzine dostave roba koji će opredijeliti korisnika transportnih usluga za izbor najpovoljnijeg transportnog lanca. Samo adekvatno uspostavljeni poslovni kontakti na relaciji između lučkih vlasti, brodarar, agenata,

carine, trgovačkih asocijacija i kopnenih transportnih operatora dovode do povećanja kvalitativne realizacije procesa transporta u cjelini. Ovo se postiže primjenom savremenih informacionih tehnoloških sistema i izuzetno kvalitativno projektovanim elektronskim sistemom uspostavljanja komunikacija između svih učesnika u transportnom procesu.

Svi organizacioni, politički, sociološki i kulturni aspekti pomorskog brodarstva moraju se uzeti u obzir kada se određuje izbor vrste, tip i veličine broda. Specijalne uslove u linijskom pomorskom transportu određuju i tržišni trendovi, transportne distance, lučka infrastruktura i ekološki kriterijumi i principi. Konačno, raspoloživost, dostupnost i cijena kapitala, kao i konkurencija na tržištu su ono što određuje realizaciju, investiciona ulaganja u nova tehnološka rješenja za odvijanje pomorskog linijskog transporta i njegovu potpunu logističku podršku. Rezultati koji proizilaze iz mnogih akademskih studija i rasprava, naučnih ili stručnih projekata često pokušavaju dati odgovor na pitanje međusobne povezanosti između optimalne veličine broda, plovidbene brzine i brzine pretovara tereta. Svi ovi rezultati djelimično pretpostavljaju određene investicije namijenjene za poboljšanje tehnologija pomorskog transporta. Veliki brodovi mogu povećati kapacitet prevoza tereta ali i računati na duže vrijeme zadržavanja u luci, imati relativno neadekvatan odziv na potrebe korisnika i nisku produktivnost zbog niske potražnje. Poboļšane performanse broda potrebno bi bilo da rezultiraju u povećanju učestalosti obrta broda u nekom vremenskom periodu. Veća učestalost obrta broda nastaje kao rezultat prethodno sprovedenih analiza, tj. ulaganja u propulzioni sistem broda i pri tome povećavanja plovidbene brzine ili ulaganja u mehanizaciju pretovara (na brodu ili u luci) što povećava brzinu pretovara broda. Ovdje realizovane analize pokazuju da investiciona ulaganja u mehanizaciju pretovara, povećavajući brzinu opsluživanja broda, mogu ostvariti veću dobit nego investiciona ulaganja u propulziju broda, uzimajući u obzir savremene trendove razvoja tehnologija pomorskog transporta. Na osnovu svega navedenog, postavlja se logično pitanje: kako ova vrsta mogućnosti za poboljšanje performansi pomorskog brodarstva, bar kada se radi o kontenerizovanom transportu na manjim transportnim distancama ili feeder prevozima, nije dobila na značaju. Ipak, odgovor na ovo pitanje proizilazi iz mnogih faktora koji karakterišu kontenerske prevoze: logičke pretpostavke realizacije prevoza; transshipment logističke podrške realizaciji kontenerskog transporta u cjelini; dužini transportnih distanci; izraženom tendencijom da se npr. i mega kontenerski brodovi i feeder brodovi opslužuju na istim operativnim obalama u različitim vremenskim intervalima; manipulativnih tehnologija na terminalu u odnosu na fleksibilnu mehanizaciju terminala; prisutna instalirana mehanizacija na operativnim obalama, sa dugim vijekom eksploatacionog korišćenja; savremena pretovarna brzina na relaciji brod – operativna obala koja apsolutno podrazumijeva primjenu visokosofisticirane obalne mehanizacije.

U Evropi, na primjer, strukturna dinamika se povećala zbog deregulacije transportnih djelatnosti, razvoja infrastrukture i zakonskih ograničenja za ulazak na tržište koja su djelimično zanemarena, a sve u cilju ekonomskih kriterijuma. Predloženo je da u budućim trendovima razvoja transportna infrastruktura slijedi odgovarajuće poslovne strategije, umjesto da se čini suprotno. Uska grla za daljnji razvoj u pomorskom brodarstvu predstavlja i nadalje zbir vremena koje brodovi provode u luci s aspekta pretovarnih operacija. Iz tog razloga danas su brodari veoma često i operatori na mnogim specijalizovanim terminalima u lukama. Ali, ne samo i to, oni permanentno prate dostavu kontenera ili tereta u kontinent ili vode posebno računa o distribuciji kontenera ili tereta namijenjenog za kontenerizaciju prema lukama. U posljednje vrijeme pažnja koju brodari posvećuju feeder servisnoj službi je još izraženija usljed neophodnosti obezbjeđenja dovoljnih kontenerskih kapaciteta za transshipment hub servise. Prema tome, znatno

povećana standardizacija lučkih operacija i potpuno informaciono praćenje lučkih procesa dovodi do sve većeg zadovoljenja interesa brodaru u lukama. Veze između broda i luke kao i kontenerski tokovi u okviru luke i prema moru ili kontinentu će biti i dalje automatizovani, kodirani i sistematizovani. Lučki poslovni sistemi postaju potpuno integrisani djelovi cjelokupnih transportnih lanaca od vrata do vrata.

4.7.6. Aplikativni primjer

U posljednjih dvadesetak godina u realizaciji linijskih pomorskih servisa uočava se veliki značaj manipulativnih tehnologija visoke efikasnosti u procesima rukovanja teretom. Efikasnost manipulativnih aktivnosti je postala jedan od vodećih faktora koji određuju nivo profitabilnosti pomorskih prevoza. Interesantno je pitanje kako brzina pretovara tereta u praksi može biti povećana do zadovoljavajućeg nivoa. Sa tog aspekta postoje dvije mogućnosti kao što su dodatne investicije u obalnu mehanizaciju luka i terminala i dodatne investicije u brodsku mehanizaciju. Ovdje će se razmotriti jedan aplikativni primjer investicionih ulaganja u brodsku mehanizaciju [34].

Nasuprot ranijim izvedbama brodova sa svojom mehanizacijom, ovaj brod se sastoji od potpuno zatvorenog trupa sa automatizovanom mehanizacijom. Teret se utovara naprijed pomoću tri ili četiri dizalice koje se pomijeraju čitavom dužinom broda tako da čine brod nezavisnim od lučkih dizalica. Dizalice su spojene sa strukturom trupa prouzrokujući minimum povećanja u težini i promjene pozicije centra gravitacije. Twinstar je brod čiji je patentovani dizajn, kompletne kalkulacije i proračune prihvatio Lloyd-ov registar.

Ovdje će se na jednom aplikativnom primjeru prikazati uporedna analiza u odnosu na Twinstar brod i klasični kontenerski brod sa identičnim nosivim kapacitetima. Ulazne promjenljive specificirane su u sljedećem: razmatrana distance transporta (pomorska ruta) na relaciji Pori–Hull–Rotterdam–Pori; dužina transporta u oba pravca u iznosu 2.331 nautičke milje; prosječna plovidbena brzina od 18 čvorova; visina vozarine u iznosu od 450 \$ u oba smjera. Takođe, za realizaciju simulacione analize, ovdje su korišćeni parametri dati u tabeli 4.7. Na osnovu ulaznih promjenljivih, specificiranih parametara, opštih tržišnih standarda, izraza (4.19) i (4.20) i jednostavnog simulacionog modela, dobijeni su rezultati uporedne analize, koji su takođe prikazani u tabeli 4.7 [34].

Izlazni rezultati pokazuju da se u odnosu na osnovne razmatrane parametre koji oblikuju nivo efikasnosti transportnog procesa u cjelini prednost daje brodu sa sopstvenom mehanizacijom. Znatno veća ostvarena profitabilnost ovog broda proizilazi iz izuzetno malog vremena broda u luci sa redukovanim troškovima pretovara koji su rezultat efikasnog i automatizovanog manipulativnog procesa. Konačno, iz realizacije bržeg obrta broda proizilaze veće vozarine, a samim time i povećana profitabilnost transportnog procesa u cjelini.

Tabela 4.7. Osnovni parametri i performanse kontenerskog broda sa mehanizacijom (Twinstar brod) i klasičnog kontenerskog broda (KKB) sa izlaznim rezultatima uporedne simulacione analize

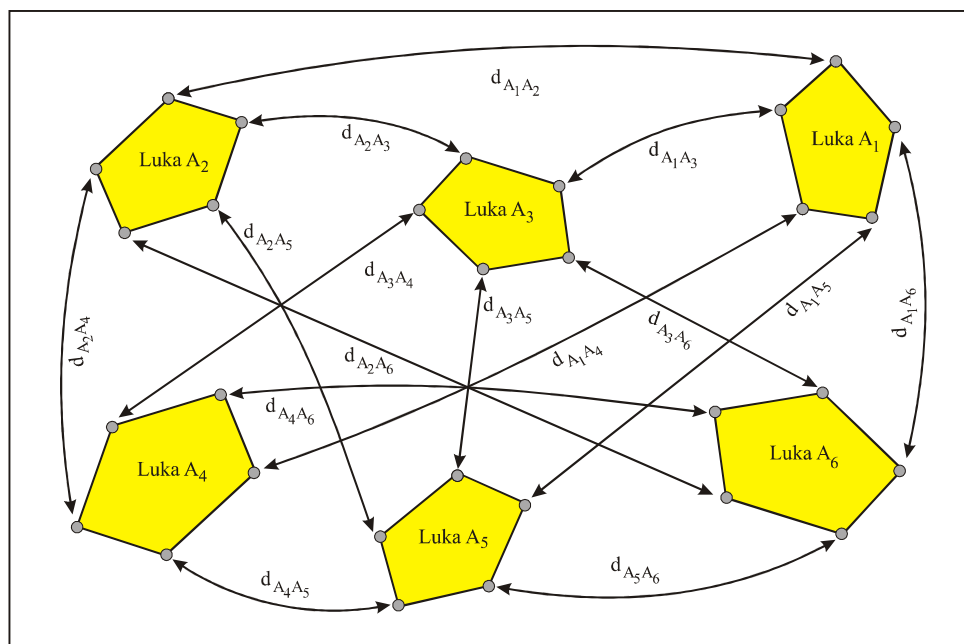
Karakteristike: Izlazni rezultati modela	300 TEU		500 TEU		1.000 TEU	
	Twinstar	KKB	Twinstar	KKB	Twinstar	KKB
Cijena broda (mil.\$)	35	25	40	30	60	50
Brzina pretovara (TEU/h)	60	17	60	17	80	34
Vrijeme obrta u h	153	208	168	265	187	265
Vrijeme u plovidbi u h	130	130	130	130	130	130
Vrijeme u luci u h	23	78	38	135	57	135
Broj obrta u godini	57	42	52	33	47	33
Profit u milionima \$	3,7	0,9	7,2	1,2	14,7	4,6

4.8. Metodologija simulacionog modeliranja distributivnih mreža kontenerske flote

U ovom dijelu udžbenika predstavljen je simulacioni model koji treba da olakša proces donošenja odluka u logističkom menadžmentu za planiranje optimalnih distributivnih mreža kontenerske flote. Ovaj simulacioni model je razvijen korišćenjem ProModel softvera. Model je primijenjen na mreži hub kontenerskih luka, pri čemu se za izračunavanje optimalnog rješenja koriste kontenerski brodovi različitih nosivih kapaciteta. Krajnji rezultat primjene ovog modela je određivanje optimalnog broda (vidi 4.7.5, odnosno šematski prikaz na slici 4.23), koji će na efikasan način zadovoljiti sve zahtjeve distributivne mreže. Ovaj model je inicijalno razvijen u [52] dok je on u ovom poglavlju djelimično modifikovan.

4.8.1. Model sistema

Sistem koji se proučava u ovom poglavlju sastoji se od određenog broja luka na način kako je to prikazano na slici 4.24.

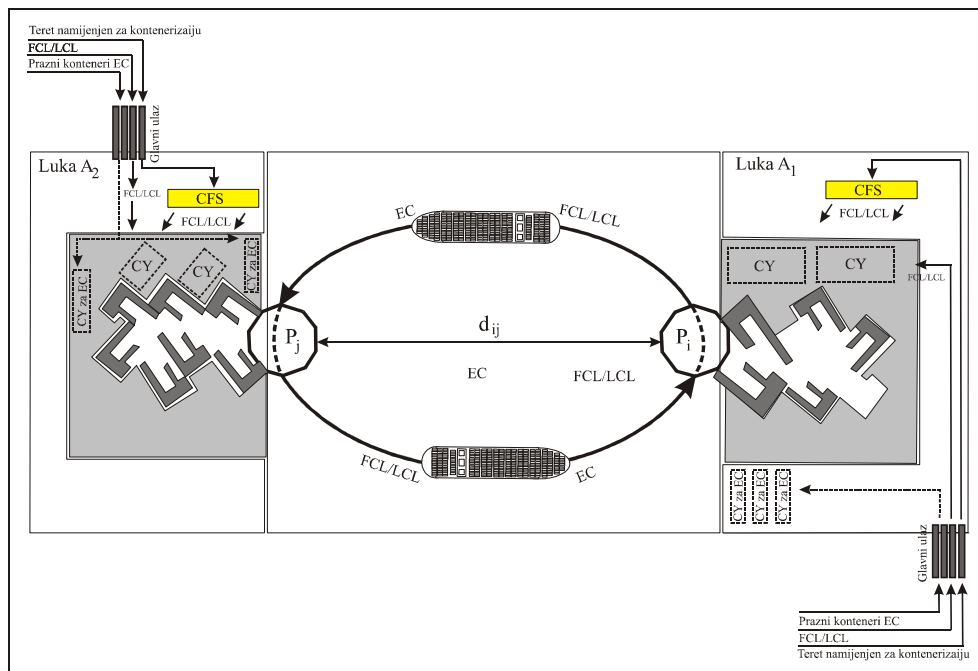


Slika 4.24. Opšti model sistema distributivnih mreža

Pravci kretanja brodova su predstavljeni strijelicama koje povezuju dvije luke. Svaki brod na svom transportnom putu prevozi FCL/LCL (Full container load/Less than container load) i prazne kontenere (empty containers - EC). Ovaj model sistema ne uključuje u razmatranje kontenere transshipment pomorskog servisa. Ovdje se samo modeliraju tokovi kontenera koji dolaze i izlaze iz lučkog sistema kontinentalnim vidovima transporta ili u luku i iz luke se usmjeravaju ka CFS-u (Container Freight Station) - tokovi tereta namijenjeni kontenerizaciji.

Slika 4.25 daje dijagramski prikaz odgovarajućeg modela sistema koji razmatra problem transportnih ili distributivnih mreža u odnosu na samo dvije luke. Svi brodovi na ruti

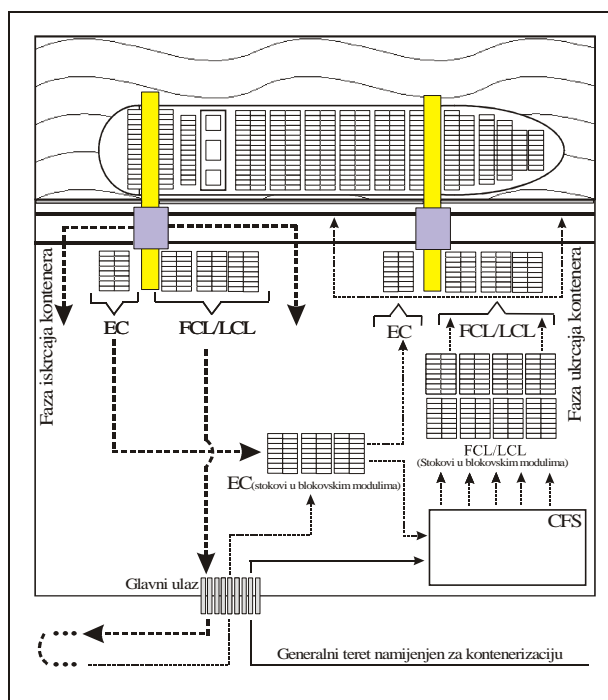
između ove dvije luke prevoze FCL/LCL i EC. Karakteristike brodova koje se koriste u proračunu su njihova veličina i brzina. Vrijeme trajanja putovanja između ove dvije luke zavisi od njihove međusobne udaljenosti i brzine brodova. Vrijeme broda u lukama obuhvata vrijeme koje je potrebno za ukrcaj i iskrcaj kontenera.



Slika 4.25. Model sistema za dvije luke

Od tereta namijenjenog kontenerizaciji koji se kontinentalnim transportnim sredstvima doprema u luku, odnosno u kontenerske teretne stanice, formiraju se FCL/LCL ili isti rasformiraju i usmjeravaju kao tokovi EC. Takođe, kontenerski skladišni prostor je konfigurisan tako da sadrži blokovske module za skladištenje i odlaganje FCL/LCL i EC. Svaki kontenerski blok na CY sastoji se od više stokova koji čine slotovi kontenera dimenzionisani brojem kontenerskih redova, kontenerskih kolona i kontenerskih visina.

Na slici 4.26 prikazani su tokovi kretanja kontenera od luke i ka luci i u suprotnom smjeru kretanja. Nakon što su konteneri iskrcani sa broda, transportuju se ka svojim krajnjim odredištima u unutrašnjost kontinenta. Poslije određenog vremena ti isti konteneri se vraćaju u luku kao FCL/LCL ili EC konteneri, gdje se skladište u odgovarajuće blokovske module na CY. Isto tako, teret namijenjen za kontenerizaciju prevoznim sredstvima kontinentalnih transporterata doprema se u CFS koja je locirana u lučkom operativnom području. U CFS-u od EC se formiraju FCL/LCL. Takođe, neki EC-i se jedinično formiraju u FCL/LCL prema predviđenom broju kontenera. Na taj način formirani FCL/LCL, zajedno sa preostalim EC ostaju uskladišteni na CY do momenta njihovog ponovnog ukrcaja na brod.



Slika 4.26. Model sistema kontenerskih tokova

4.8.2. Razvoj model sistema

Za realizaciju ovdje opisanog model sistema usvajaju se sljedeće pretpostavke, i to:

- Data je odgovarajuća mreža transportnih ruta brodova između razmatranih kontenerskih luka;
- Kontenerski brod na svakoj ruti pravi obrt između dvije luke;
- Podrazumijeva se nedjeljni servis brodova, tj. najmanje jedan brod je zaposlen na svakoj ruti u toku jedne nedelje;
- Nema transshipment pomorskog servisa, odnosno transshipment kontenera u lukama;
- Na svim rutama za proračun se koristi broj TEU kontenera;
- Obavlja se dnevno određivanje broja FCL/LCL, odnosno intenzitet njihovog dolaska u luci;
- EC, koji su iskrcani sa broda, mogu se odmah namijeniti za formiranje FCL/LCL, ponovni ukrcaj na drugi brod ili u druge svrhe, dok FCL/LCL, koji se iskrcavaju sa istog broda, nakon određenog vremena, tj. vremena koje je potrebno za otpremu do krajnjih odredišta i nazad do luke (kontinentalni put kontenera), takođe dolaze u luku kao EC.

Prije početka simulacije model sistema potrebno je odrediti dva veoma važna parametra, i to broj brodova koji će se koristiti u modelu i vrijeme koje protekne između dva dolaska broda u luku.

Ova dva parametra potrebno je odrediti za svaku rutu. Ruta (i, j) se sastoji od luke i i luke j i ovi parametri se računaju samo u slučaju da je $i > j$. Određivanje ovih parametara se izvodi postupnom primjenom pojedinih elemenata sistema modela u nekoliko koraka.

Prvi korak se sastoji u izračunavanju vremena obrta broda, t_{oij}^k koje čine vrijeme broda u plovidbi i vrijeme broda u luci. Ono je dato sljedećim izrazom

$$t_{oij}^k = 2 \cdot \left(\frac{\frac{d_{ij}}{v_{ij}} + t_{ws}}{24} \right) \quad (4.21)$$

gdje je: d_{ij} – rastojanje od luke i do luke j u nautičkim miljama; v_{ij} – brzina broda u čvorovima i t_{ws} – vrijeme broda u luci (dani).

Drugi korak se sastoji u određivanju potrebne učestalosti servisa (n_{oij}^k) na određenoj ruti uz korišćenje određenog tipa broda. Učestalost servisa (n_{oij}^k) se dobija na osnovu sljedećeg izraza

$$n_{oij}^k = \frac{\max(q_{ij}, q_{ji})}{C_s} \quad (4.22)$$

gdje je: q_{ij} – obim prometa iz luke i i luke j (TEU/dan); C_s – kapacitet broda (TEU).

Za svaku rutu (i, j) i za svaku vrstu broda k u odnosu na vrijeme obrta broda t_{oij}^k i učestalost servisa n_{oij}^k , određuje se potreban broj brodova n_{sij}^k primjenom sljedećeg obrasca

$$n_{sij}^k = TRUNC(t_{oij}^k \cdot n_{oij}^k) + 1, \quad (4.23)$$

gdje $TRUNC$ predstavlja matematičku funkciju kojom se eliminiše decimalni dio broja. Isto tako, ovaj izraz je uvećan za 1, čime se postiže da će na određenoj ruti biti opredijeljen dovoljan broj brodova.

U skladu sa tim, vrijeme između dva dolaska broda (t_{bij}^k) dobija se kao količnik vremena obrta broda i broja brodova. Prema tome, t_{bij}^k je

$$t_{bij}^k = \frac{t_{oij}^k}{n_{sij}^k} \quad (4.24)$$

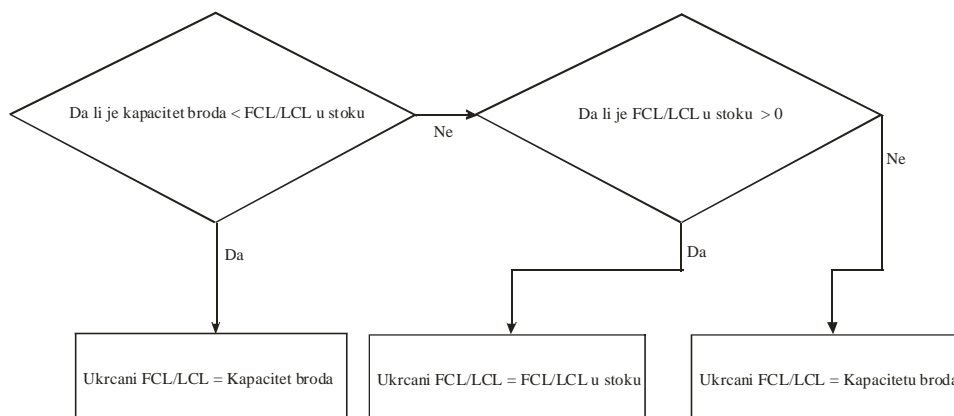
Koristeći izraz (4.24), kao jedan od mogućih rezultata može se dobiti da je vrijeme između dva dolaska broda duže od sedam dana. Da bi se to izbjeglo, odnosno da bi se održavao zahtijevani nedjeljni servis, broj potrebnih brodova (n_{sij}^k) mora omogućavati da je $t_{bij}^k \leq 1$.

Logika simulacionog model sistema koji se ovdje predstavlja se sastoji iz dva dijela. U prvom dijelu se određuje broj ukrcanih FCL/LCL i EC, dok se u drugom dijelu računa broj FCL/LCL i EC kontenera na CY.

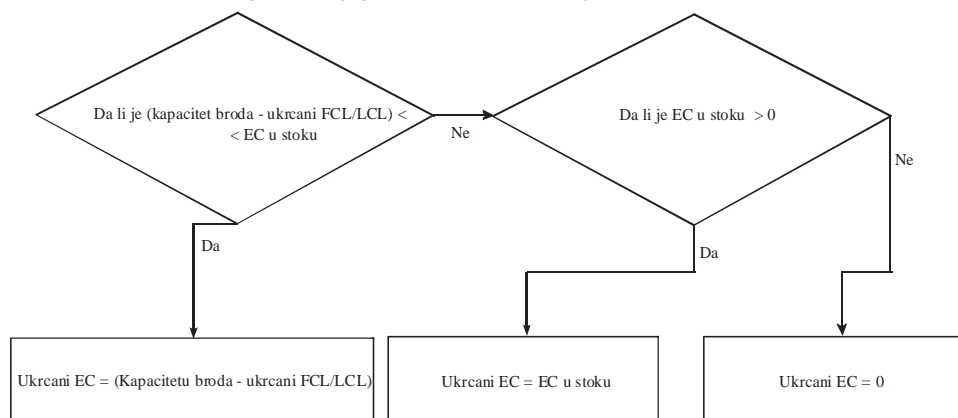
Prema tome, logistička postavka koja se koristi za određivanje broja FCL/LCL i EC ukrcanih na brod prikazana je na slikama 4.27 i 4.28. Prvi korak podrazumijeva određivanje

broja ukranih FCL/LCL. Ova veličina se dobija kao minimalna vrijednost između kapaciteta broda i broja FCL/LCL ukranih na brod, slika 4.27.

Sljedeći korak sastoji se u izračunavanju broja ukranih EC, slika 4.28. Slično kao i u prvom koraku, ovaj broj se dobija kao minimalna vrijednost između preostalog kapaciteta broda i broja EC na CY. Veličina preostalog kapaciteta broda se dobija kada se od ukupne nosivosti broda oduzme broj ukranih FCL/LCL na brodu.



Slika 4.27. Logistički dijagram toka za određivanje ukranih FCL/LCL na brod

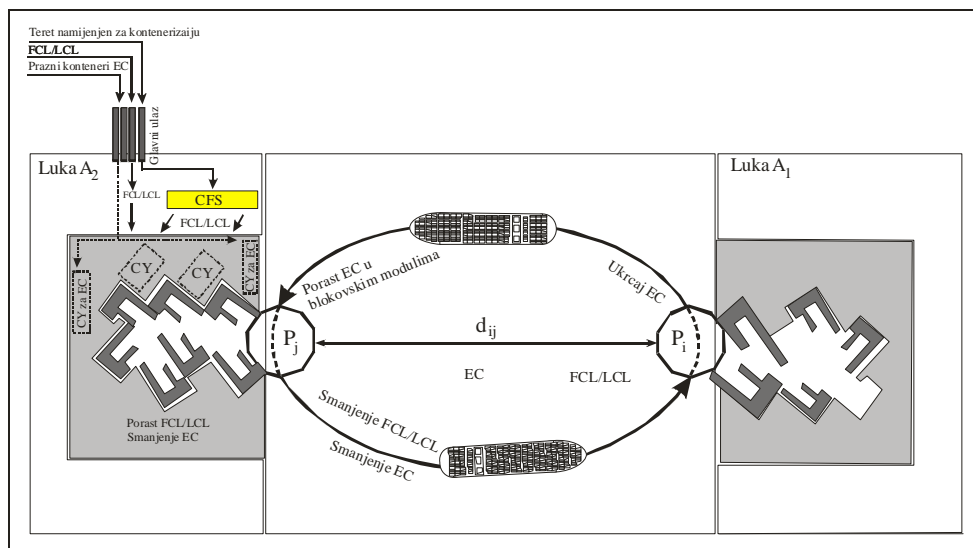


Slika 4.28. Logistički dijagram toka za određivanje EC ukranih na brod

Slika 4.29 prikazuje metodologiju za određivanje broja FCL/LCL i EC na CY. U skladu sa intenzitetom dopreme tereta u luku, povećava se broj FCL/LCL na CY, dok se istovremeno smanjuje broj EC. Kada brod dolazi u luku broj FCL/LCL i EC ukranih u ishodišnim lukama povećava brojno stanje kontenera određene luke. U slučaju da FCL/LCL provedu dio vremena u kontinentalnim tokovima, brojno stanje kontenera na CY se povećava nakon njihovog povratka u luku. Sa druge strane, kada brod napušta luku, broj FCL/LCL se smanjuje na CY za brojno stanje ukranih FCL/LCL, dok u isto vrijeme broj EC ukranih na brod smanjuje broj EC na CY.

Nakon određivanja prethodno definisanih osnovnih parametara model sistema potrebno je izračunati i ukupne troškove za svaku od mogućih varijanti. Ukupne troškovi čine četiri komponente: operativni troškovi, troškovi kapitala, troškovi goriva i troškovi broda u luci.

Pod operativnim troškovima (OC_1) se podrazumijevaju dnevni troškovi broda, izuzimajući troškove goriva. U ove troškove spadaju: troškovi posade, troškovi zaliha, troškovi održavanja i popravki i troškovi osiguranja.



Slika 4.29. Logistički dijagram toka za određivanje FCL/LCL i EC na CY

Ovi troškovi se računaju na osnovu sljedećeg obrasca:

$$OC_1 = oc_{ij} \cdot (t_{vij} + t_{ws}) \quad (4.25)$$

gdje su: oc_{ij} – operativni troškovi broda (\$/danu); t_{vij} – vrijeme plovidbe broda od luke i do luke j (dani); t_{ws} – vrijeme broda u luci (dani).

Troškovi kapitala (CC_2) sastoje se iz dva dijela, i to: troškova amortizacije i kamatnih stopa. Oni se mogu izraziti kao

$$CC_2 = n_s \cdot \left(\frac{P_s}{\lambda_s \cdot 365} + \frac{P_s \cdot i_s}{365} \right) \quad (4.26)$$

gdje je: n_s – broj brodova; P_s – cijena broda (\$); λ_s – amortizacioni period broda u godinama; i_s – kamatna stopa u procentima godišnje.

Troškovi goriva (FC_3) se dobijaju kao proizvod potrošnje goriva, cijene goriva i vremena obrta broda, odnosno

$$FC_3 = C_f \cdot p_f \cdot t_{vij} \quad (4.27)$$

gdje je: C_f – potrošnja goriva broda (t/dan); p_f – cijena pogonskog goriva (\$/toni) i t_{vij} – vrijeme plovidbe od luke i do luke j (dani).

Četvrtu komponentu ukupnih troškova broda čine troškovi broda u luci (PC_4). Njihova veličina se dobija kao proizvod lučkih tarifa i nosivosti broda, odnosno po formuli kao

$$PC_4 = P_c \cdot C_s \quad (4.28)$$

gdje su: P_c – lučke tarife (\$/TEU); C_s – nosivost broda (TEU).

4.8.3. Primjena model sistema

Ovdje predstavljen model sistema je primijenjen na distributivnoj mreži koja tangira sljedeće luke: Kobe, Kaohsiung, Singapore, Los Angeles, New York i Rotterdam. U tabeli 4.8 dati su polazni parametri modeliranja koji obuhvataju dnevni promet između navedenih luka u TEU, dok tabela 4.9 daje rastojanja u nautičkim miljama između luka koje čine distributivnu mrežu [52].

Tabela 4.8. Realizovani promet u TEU/dan

Luke Luke	Kobe	Kaohsiung	Singapore	Los Angeles	New York	Rotterdam
Kobe	0	2.679	1.793	3.005	290	1.149
Kaohsiung	2.014	0	722	1.803	417	612
Singapore	1.739	806	0	619	139	366
Los Angeles	3.354	1.239	470	0	0	0
New York	201	276	105	0	0	0
Rotterdam	1.733	1.646	911	0	0	0

Tabela 4.9. Rastojanja – distance transporta u nautičkim miljama

Luke Luke	Kobe	Kaohsiung	Singapore	Los Angeles	New York	Rotterdam
Kobe	0	1.139	2.727	5.118	9.990	11.016
Kaohsiung	1.138	0	1625	6.145	11.010	9.914
Singapore	2.727	1.625	0	7.652	12.507	8.289
Los Angeles	5.118	6.145	7.652	0	4.928	7.746
New York	9.990	11.010	12.507	4.928	0	3.314
Rotterdam	11.016	9.914	8.289	7.746	3.314	0

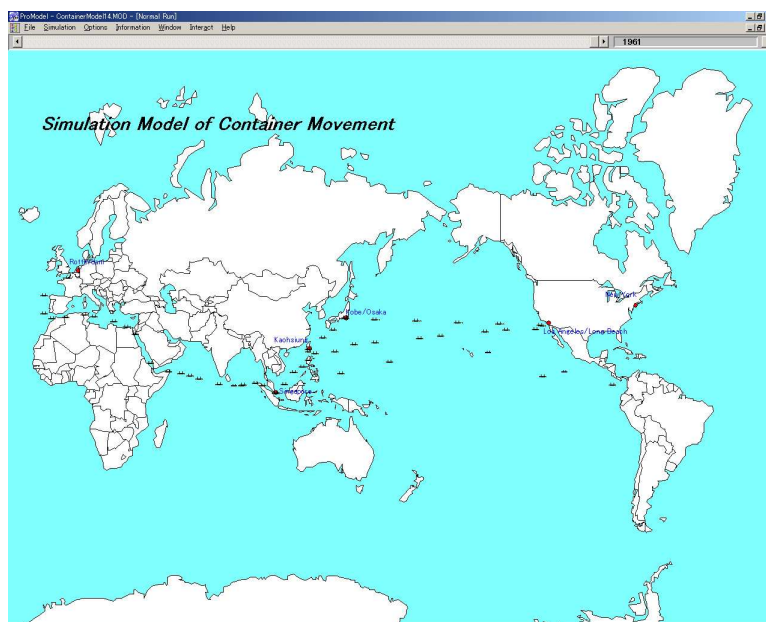
U tabeli 4.1 na početku ovog poglavlja prikazane su osnovne karakteristike svih vrsta brodova koje se koriste u ovom modelu, i to: cijena, operativni troškovi, potrošnja goriva, lučke tarife i plovidbena brzina brodova.

Da bi se proces modeliranja mogao realizovati potrebno je definisati i sljedeće:

- amortizacioni period broda – 20 godina;
- kamatne stope u odnosu na brod – 8% godišnje;
- cijena pogonskog goriva – 110 \$/toni.

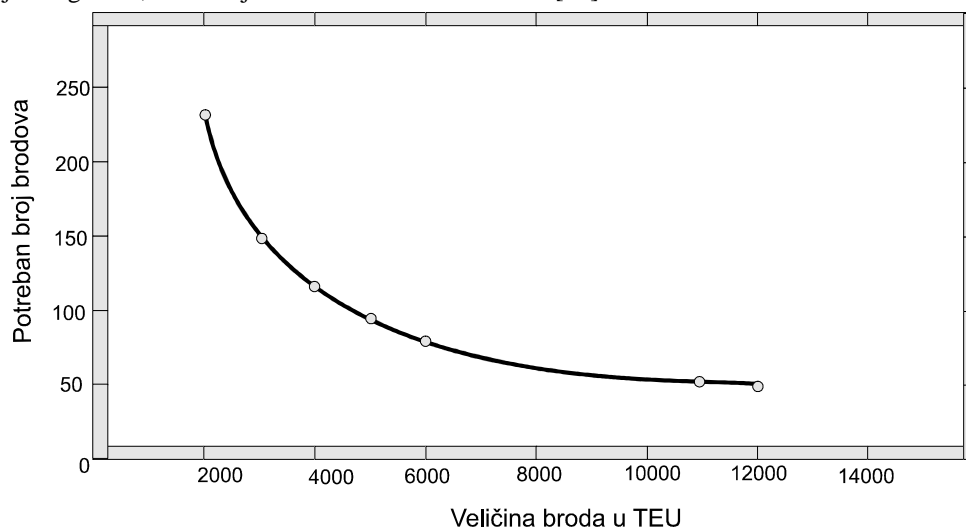
Isto tako, podrazumijeva se da je doprema tereta u luku najbolje opisana normalnom raspodjelom sa parametrom μ (μ – broj kontenera), gde je $\sigma = 10\% \cdot \mu$. Vrijeme koje konteneri provedu na putu od luke do primaoca i obratno opisano je, isto tako, normalnom raspodjelom, pri čemu je $\mu = 10$ dana i $\sigma = 10\% \cdot \mu = 1$ dan.

Na slici 4.30 prikazana je animacija simulacionog model sistema [52].



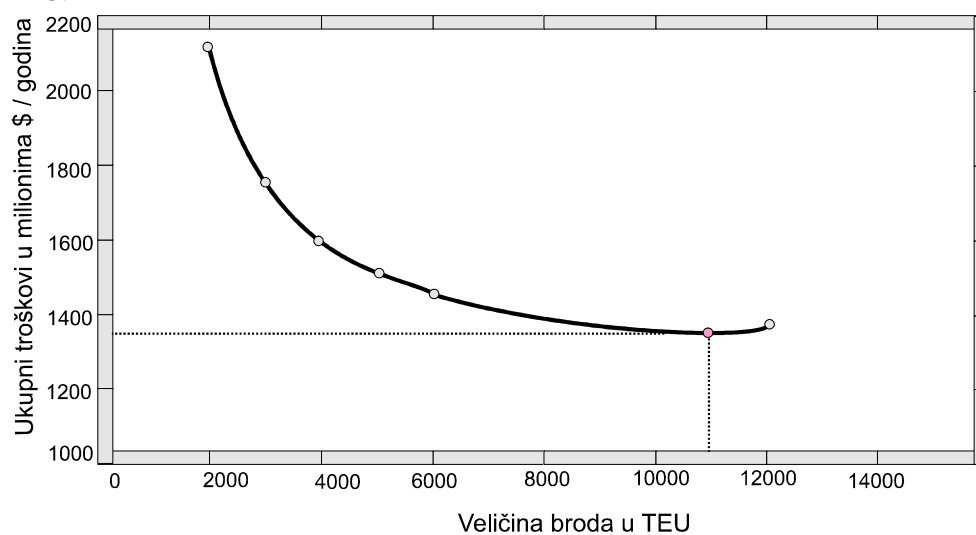
Slika 4.30. Animacija simulacionog modela

Model se primjenjuje za nedjeljni servis. Dijagramski pokazatelj na slici 4.31 prikazuje koliko brodova je potrebno da bi se mogao obavljati nedjeljni servis. Ukupni troškovi za svaku od varijanti prikazani su na slici 4.32. Sa dijagramskog pokazatelja na ovoj slici se jasno može uočiti da je najoptimalniji model sistema onaj koji koristi za realizaciju servisa ekipirane mega kontenerske brodove nosivosti od 11.000 TEU. Ukupni troškovi ovog model sistema u realizaciji nedjeljnog servisa na razmatranoj transportnoj mreži, u toku jedne godine, izražavaju se sa oko 1.346.670.000 \$ [52].



Slika 4.31. Potreban broj brodova za realizaciju nedjeljnih kontenerskih servisa na razmatranoj distributivnoj mreži

Konačno, ovdje je prikazan simulacioni model koji ima za cilj da odredi optimalni tip broda za transport kontenera na razmatranoj distributivnoj mreži kontenerskih luka. Optimalni rezultat ukazuje da je za prethodno opisani model sistema, a uzimajući u obzir korišćene podatke, optimalan kontenerski mega brod sa nosivim kapacitetima od 11.000 TEU.



Slika 4.32. Ukupni troškovi (za realizaciju nedjeljnog servisa u toku jedne godine)

Literatura

1. Ashar, A., (2002), Revolution Now!, *Containerisation International*, January, pp. 56-59.
2. Cho, S.C., Perakis A.N., (1996), Optimal Liner Fleet Routing Strategies, *Maritime Policy and Management*, 23(3). 249-259.
3. Claessens, E.M., (1987), Optimisation Procedures in Maritime Fleet Management, *Maritime Policy and Management*, 14, pp. 27-48.
4. Containerisation International, (2014) <http://www.ci-online.co.uk>
5. Cullinane, K., and Khanna, M., (1999), Economies of Scale in Large Container Ships, *Journal of Transport Economics and Policy*, 33, pp. 185-208.
6. Cullinane, K.P.B., and Khanna, M., (2000), Economies of Scale in Large Containerships: Optimal Size and Geographical Implications, *Journal of Transport Geography*, 8, pp. 181 - 195.
7. Cullinane, K., and Song, D-W., (2001), The Administrative and Ownership Structure of Asian Container Ports, *International Journal of Maritime Economics*, 3, pp.175-197.
8. De Monie, G., (1997), The Future is Mega Hubs, Cargo System, August.
9. Dragović, B., (1997), *Lučki kontenerski terminali*, Libertas - Bijelo Polje/Kotor.
10. Dragović, B., (2009), *Pomorske tehnologije transporta i logistika*, Univerzitet Crne Gore, Fakultet za pomorstvo, Podgorica.
11. Dragović, B., (2010), *Intermodalni transportni sistemi*, Univerzitet Crne Gore, Fakultet za pomorstvo, Podgorica.

12. Dragović, B., Radmilović, Z., (2003), Contrainerport Study: Container Yard Modelling, Proceeding of 13th International Harbour Congress, Antwerpen, Belgium. March 30 – April 2, pp. 347-354.
13. Dragović, B., Zrnić, Dj., Radmilović, Z., (2006), *Ports & Container Terminals Modeling*, Research monograph, Faculty of Transport and Traffic Engineering, University of Belgrade.
14. Dragović, B., Park, N. K. and Radmilović, Z., (2006), Modeling of Ship-Berth-Yard Link Performance and Throughput Optimization, Proceeding of Annual Conference – The International Association of Maritime Economists, IAME 2006, Melbourne, Australia, pp. 1-21.
15. Dragović, B. and Ryoo, D.K., (2007), Container Ship and Port Development: A Review of State-of-the-Art, Proceedings of the Ninth International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2007, Shanghai, China, pp. 31-39.
16. Dragović, B., Ryoo, D.K., Park, N. K. and Radmilović, Z., (2007). Container Ship Development: A Review of State-of-the-Art, Proceeding of Annual Conference – The International Association of Maritime Economists, IAME 2007, Athens, Greece, Conference Proceedings on CD, pp. 1-25.
17. Dragović, B. and Ryoo, D.K., (2007). Container Port and Terminal Development: A Review of State-of-the-Art, Proceedings of 7th International conference “Research and development in Mechanical industry“, RaDMI 2007, Belgrade, Serbia, Conference Proceedings on CD, pp. 761-767.
18. Dragović, B., Park, N.K., Meštrović, R., Mihaljević, N., (2009), Container Terminals Modeling: New Approaches to Investigation, Proceeding of Annual Conference – The International Association of Maritime Economists, IAME 2009, Copenhagen, Denmark, pp. 1-20.
19. Dragović, B., Škurić, M., Markolović, T., (2009), Planning Capacity and Maritime Network Potential in Mediterranean, The Proceeding of XIX International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics, Belgrade, pp. 333-339.
20. Dragović, B., Zrnić, Dj.N., Park, N.K., (2011), *Container Terminal Performance Evaluation*, Research Monograph, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade.
21. Evangelista, P., and Morvillo, A., (1999), Alliances in Liner Shipping: An Instrument to Gain Operational Efficiency or Supply Chain Integration?, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 2, pp. 21-38.
22. Evangelista, P., and Morvillo, A., (2000), Cooperative Strategies in International and Italian Liner Shipping, *International Journal of Maritime Economics* 2, pp. 1-16.
23. Frankel, E., (1999), Intermodal Integration, *Lloyd's Shipping Economist*, 21, pp. 10-11.
24. Frankel, E.G., (2000), Reliability of Cost and Time of International Trade Logistics, MIT, Cambridge.
25. Frankel, E.G. (2001), Economics of Transshipment in Container Shipping Logistics, MIT, Cambridge.
26. Gilman, S., (1999), The Size Economies and Network Efficiency of Larger Container Ships, *International Journal of Maritime Economics*, 1, pp. 39-59.
27. Günther, H-O., Kim K.H., (2005), *Container Terminals and Automated Transport Systems*, Springer.
28. Günther, H-O., Kim K.H., (2007), *Container Terminals and Cargo Systems – Design, Operations Management, and Logistics Control Issues*, Springer-Verlag.

29. Haralambides, H.E., Cariou, P. and Benacchio, M., (2002), Costs, Benefits and Pricing of Dedicated Container Terminals, *International Journal of Maritime Economics*, 4, pp. 21-34.
30. Ircha, C.M., (2001), Serving Tomorrow's Mega-Size Containerships: The Canadian Solution, *International Journal of Maritime Economics*, 3, pp. 318-332.
31. Janson, J. O., Schneerson, D., (1982), *Port Economics*, The MIT Press, Cambridge, 183 p.
32. Jansson, J.O., and Schneerson, D., (1987), *Liner Shipping Economics*, Chapman and Hall: London.
33. Kia, M., Shayan, E., Ghotb. P., (2000), The Importance of Information Technology in Port Terminal Operations, *Inter. Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30(3/4), pp. 331-344.
34. Laine, T.J., Vepsalainen, P.J.A., (1994), Economies of Speed in Sea Transportation, *Inter. Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(8), pp. 33-41.
35. Lim, S-M., (1994), Economies of Ship size: A New Evaluation, *Maritime Policy and Management*, 21, pp. 149-166.
36. Lim, S-M., (1998), Economies of Scale in Container Shipping, *Maritime Policy and Management*, 25, pp. 361-373.
37. Musso, E., Ferrari, C., and Benacchio, M., (1999), On the Global Optimum Size of Port Terminals, *International Journal of Transport Economics*, 26, pp. 415-437.
38. Otjes, J.A, Hengst, S. and Tutuarima, W.H., (1994), A Simulation Model of Sailing Container Terminal Service in the Port of Rotterdam, Proceedings of the Conference Modeling and Simulation (ESM), Barcelona.
39. Notteboom T., (2004), Container Shipping and Ports: An Overview, *Review of Network Economics*, 3, pp. 86-106.
40. Park, N.K., Seo, C.G., Choi, H.R., Dragović, B., Chen, T., Radmilović, Z., Lee, Y.C., Lim, S.Y., Cho, K.S., Lee, J.Y., (2006), *Port Logistics Systems*, Research monograph, Tong Mueyng University, Busan, Korea, In Korean.
41. Park, N. K, Dragović, B., Mihaljević, N., (2009), A Model of North-East Asia Port Choice, The Proceeding of XIX International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics, Belgrade, pp. 323-329.
42. Payer, H.G., (2002), Technological and Economic Implication of Mega Container carriers, Germanischer Lloyd, Hamburg, pp. 1-17.
43. Radmilović, Z., Dragović, B., (2005), Mega Trends in Container Shipping, The Proceedings of the Eighteen International Conference on Fast Sea Transportation, FAST 2005, Sankt Petersburg, Russia, Conference Proceedings on CD, pp. 1-6.
44. Radmilović, Z., Dragović, B., (2003), *Rečni i pomorski transport u intermodalnim sistemima Jugoistočne Evrope*, Naučna monografija, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
45. Radmilović, Z., Dragović, B., (2009), *Planiranje i razvoj pomorskog transporta*, Naučna monografija, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu.
46. Shapiro, F.J., (2007), *Modeling the Supply Chain*, 2nd edition, Duxbury, Thomson.
47. Stopford, M., (2006), *Maritime Economics*, 2nd edition, Sterling/Routledge.
48. Talley, W., (1990), Optimal Containership Size, *Maritime Policy and Management*, 17(3), pp. 165-175.
49. Tongzon, J.L., (1995), Determinants of Port Performance and Efficiency, *Transportation Research A*, 29, pp. 245-252.

50. Wijnolst, N., Schlotens, M., Waals, F., (1999), *Malacca-Max – The Ultimate Container Carrier*, Delft University Press.
51. Wijnolst, N., (2000), *Malacca-Max (2) – Container Shipping Network Economy*, Delft University Press.
52. Yamato, S. and Yamato, H., (2002), *Simulation of Container Ship Fleet Distribution Network*, University of Tokyo.
53. UNCTAD, *Review of Maritime Transport (2007)*.
54. UNCTAD, *Review of Maritime Transport (2013)*.
55. www.worldshipping.org/about-the-industry/liner-ships/container-vessel-fleet