Analiza hub and spoke koncepta organizacije intermodalnog prijevoza

Boro, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:282829

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Boro

ANALIZA HUB AND SPOKE KONCEPTA ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA HUB AND SPOKE KONCEPTA ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA

ANALYSIS OF THE HUB AND SPOKE CONCEPT OF INTERMODAL TRANSPORT ORGANIZATION

Mentor: prof. dr.sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

Neposredni voditelj: Martina Jakara, mag. ing. traff.

Student: Ivan Boro

JMBAG: 0135245449

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

Početak korištenja intermodalnog transporta vezan je uz nedostatke korištenja cestovnog, željezničkog i zračnog prijevoza. Intermodalni transport je tehnologija kojom se u prijevozu robe istovremeno koriste dva suvremena i odgovarajuća prijevozna sredstva različitih prometnih grana, pri čemu jedno prijevozno sredstvo zajedno sa svojim teretom postaje teret drugog prijevoznog sredstva. U intermodalnom transportu koristi se pet veza za transport, a to su izravna veza, koridor, fiksna, fleksibilna i hub and spoke veza. Ovaj rad usmjeren je na hub and spoke koncept. Hub and spoke koncept je takva veza kod koje je jedan terminal izabran kao središnji te svi transporti prolaze kroz njega i onda kada su pošiljatelj i primatelj blizu jedan drugome i kada su udaljeni od središnjeg terminala. U odnosu na ostale, hub and spoke koncept ima veći koeficijent obrtaja, manji broj veza za povezivanje istog broja odredišta, mogućnost viših putnih frekvencija između čvorova, te mnoge druge prednosti i karakteristike koje će biti prikazane u radu.

KLJUČNE RIJEČI: Hub and spoke, intermodalni prijevoz, kontejnerski terminali

SUMMARY

The introduction of intermodal transport is linked to the disadvantages of using road, rail and air transport. Intermodal transport is a technology that uses two modern and appropriate means of transport in different modes of transport at the same time, where one means of transport, together with its cargo, becomes the burden of another means of transport. In intermodal transport, five transport links are used direct link, corridor, fixed, flexible and hub and spoke link. This document focuses on the hub and spoke concept. The Hub and spoke concept is system where one terminal is selected as the center and all transports pass through it both when the sender and recipient are close to each other and away from the central terminal. Compared to the others, the hub and spoke concept has a higher inventory turnover, fewer links to connect to the same number of destinations, the possibility of higher travel frequencies between nodes, and many other benefits and features that will be shown in the document.

KEYWORDS: Hub and spoke, intermodal transport, container terminals

Sadržaj

1. UVOD 1
2. ELEMENTI INTERMODALNOG SUSTAVA 2
2.1. POJMOVI U INTERMODALNOM SUSTAVU 3
2.2. ZNAČAJKE INTERMODALNOG SUSTAVA 4
2.3. INTEGRALNI TRANSPORT 5
3. MODELI ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA 6
3.1. IZRAVNA VEZA 6
3.2. KORIDOR VEZA 7
3.3. FIKSNA VEZA 8
3.4. FLEKSIBILNA VEZA 9
3.5. HUB AND SPOKE VEZA 9
4. HUB AND SPOKE KONCEPT ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA 11
4.1. VRSTE HUB AND SPOKE KONCEPTA 11
4.2. UČINKOVITOST HUB AND SPOKE KONCEPTA 12
4.3. PRIMJENA HUB AND SPOKE KONCEPTA U OSTALIM TERETNO TRANSPORTNIM INDUSTRIJAMA 13
4.3.1. INDUSTRIJA DOSTAVE ROBE CESTOVNIM I ZRAČNIM PRIJEVOZOM 13
4.3.2. OPERACIJE KONTEJNERSKOG TERMINALA 14
4.3.3. UPRAVLJANJE CESTOVNO ŽELJEZNIČKIM TERMINALOM 15
4.4. PROBLEMI KOJI SE JAVLJAJU PRILIKOM RAZVOJA I DIZAJNIRANJA HUB AND SPOKE KONCEPTA 16
4.5. MEĐUNARODNI I DOMAĆI PRIMJER HUB AND SPOKE KONCEPTA 17
5. ANALIZA PREDNOSTI UPORABE HUB AND SPOKE KONCEPTA 22
5.1. USPOREDBA HUB AND SPOKE KONCEPTA I POINT TO POINT KONCEPTA 22
5.2. UNAPRJEĐENJE HUB AND SPOKE KONCEPTA 24
6. ZAKLJUČAK 25
POPIS LITERATURE 26
POPIS SLIKA 28
POPIS TABLICA 29

1. UVOD

Današnji ubrzani način života doveo je do potrebe za što bržim prijevozom kako putnika tako i robe. Od prijevoza se zahtijeva da se odvije u što kraćem vremenskom roku uz što manje troškova. Zbog navedenih razloga dolazi do pojave novih načina veza u prijevozu. Konkretno, kada je riječ o intermodalnom prijevozu pojavljuju se razni načini povezivanja početnih i završnih točaka prijevoza. Hub and spoke veza jedna je od tih načina povezivanja, a ona je ujedno i tema ovoga rada. Rad je strukturiran u šest poglavlja:

1. Uvod
2. Elementi intermodalnog sustava
3. Modeli organizacije intermodalnog sustava
4. Hub and spoke koncept organizacije intermodalnog prijevoza
5. Analiza prednosti uporabe hub and spoke koncepta
6. Zaključak

Nakon uvoda u drugom poglavlju opisana je te objašnjena podjela intermodalnog prijevoza kao podloga hub and spoke konceptu, objašnjeni su pojmovi koji su vezani uz intermodalni prijevoz. Nadalje, u radu je prikazana i opisana podjela na pet modela za organizaciju intermodalnog prijevoza. Izdvojena je hub and spoke veza, detaljno je opisana i okarakterizirana. Također su nabrojane i opisane vrste hub and spoke koncepta te učinkovitost istog. Prikazana je široka primjena koncepta u industrijama dostave robe, operacijama kontejnerskih terminala i upravljanja cestovno željezničkim terminalima. U nastavku su prikazani najveći europski i svjetski primjeri hub and spoke koncepta kao i domaći primjer uz grafičke prikaze i tablične vrijednosti. U zadnjem dijelu rada prikazana je analiza prednosti uporabe hub and spoke koncepta i usporedba s direktnom povezanosti uz prednosti i nedostatke te osvrt na cjelokupan rad uz korištenje stručne literature, autoriziranih članaka i studija.

2. ELEMENTI INTERMODALNOG SUSTAVA

Intermodalni prijevoz je sustav koji podrazumijeva transport robe od "vrata do vrata" uz primjenu najmanje dva transportna oblika, bez promjene teretno-manipulativne jedinice, kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, dijelovi ili kompletna vozila. Intermodalni prijevoz podrazumijeva specijalizirane tovarno-manipulativne jedinice i njima prilagođena transportna sredstva, terminale, prometnu infrastrukturu, organizaciju transporta. [1].

Europska konferencija ministara transporta (European Conference of Ministers of Transport - ECTM) je objavila definiciju intermodalnog transporta koja glasi: Kretanje robe (u jednoj te istoj ukrcajnoj jedinici ili vozilu), pri kojem se uzastopno koristi više različitih grana transporta (cestovni, željeznički, vodni ili zračni), ali bez rukovanja samom robom (zbog korištenja intermodalnih transportnih jedinica) kod promjene prijevozne grane u transportnom lancu od vrata do vrata [1].

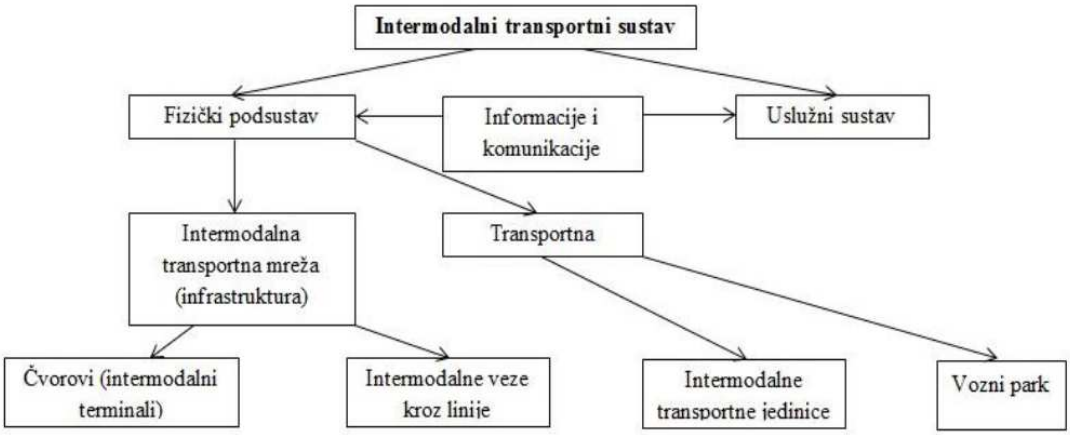
Kako bi se mogao u potpunosti analizirati intermodalni sustav potrebno ga je podijeliti na dva podsustava koji su prikazani slikom (1):

- Fizički
- Uslužni podsustav

Fizički podsustav se sastoji od infrastrukture i prijevozne opreme. Infrastruktura se sastoji od čvorova i linija koji čine fizičku intermodalnu transportnu mrežu.

Uslužni podsustav pruža usluge unutar intermodalnog transportnog sustava. Sudionici u podsustavu usluga uključuju niza kompanija i organizacija koje pružaju usluge, a to su:

- Špediteri
- Pošiljatelj
- Morski prijevoznici
- Cestovne kompanije



Slika 1 Intermodalni transportni sustav [1]

Navedeni sudionici omogućuju prijevoz između čvorova fizičke intermodalne prijevozne mreže, također nude i druge usluge kao što su distribucija, skladištenje i administracija.

Kako bi se omogućilo odvijanje intermodalnog transporta potrebno je zadovoljiti niz preduvjeta, također se pojavljuju problemi koje je potrebno riješiti. Neki od tih problema su manjak mreža različitih transportnih oblika i međusobnih konekcija, manjak tehničke interoperabilnosti između i unutar modova transporta, regulativne mjere i standardi za prijevozne oblike te razmjena podataka i procedura.

2.1. POJMOVI U INTERMODALNOM SUSTAVU

Intermodalnost je karakteristika transportnog sustava koji dopušta da se upotrijebe barem dvije različite prijevozne grane na jedan integrirani način u transportnom lancu od vrata do vrata. To je i pokazatelj kvalitete stupnja integracije između različitih transportnih grana. S obzirom na to, više intermodalnosti znači i više integracije i komplementarnosti između transportnih grana, što daje djelokrug za efikasniju uporabu transportnih sustava. Intermodalnost omogućava uštedu u transportnom sustavu gdje su pojedine vrste transporta iskorištene na najproduktivniji način [2]. Usavršena tehnologija premještanja tereta s jedne na drugu vrstu transporta je olakšala intermodalni prekrcaj. Pored automatizacije i mehanizacije prekrcaja unaprjeđenje intermodalnosti je i prilagođavanje tereta prekrcajnoj mehanizaciji. Uz intermodalnost pojavljuju se i drugi pojmovi poput interoperabilnosti i interkonektivnosti koji služe za rješavanje spomenutih problema.

Interoperabilnost ili tehnička usklađenost je međusobno usklađivanje pomoću korištenja standardiziranih i kompatibilnih tehničkih sredstava pojedinog moda pomoću kojih se može osigurati efikasna usluga „od vrata do vrata“ [2].

Interkonektivnost podrazumijeva koordinaciju različitih transportnih modova za održavanje integrirane usluge „od vrata do vrata“. Preduvjet za ostvarenje te koordinacije su prekrcajne tehnologije, postrojenje i oprema, sofisticirani sustav nadzora i navođenja kao i dobro educirano osoblje [2]. Glavni cilj intermodalnosti, interoperabilnosti i interkonektivnosti je integracija različitih transportnih oblika.

2.2. ZNAČAJKE INTERMODALNOG SUSTAVA

Intermodalni transport omogućuje u jednom procesu kombiniranje specifičnih prednosti svake prijevozne grane, kao što su: fleksibilnost cestovnog prijevoza, veliki kapacitet željeznice, niski troškovi prijevoza unutarnjim plovnim putovima i morem, i druge.

Značajke intermodalnog transporta [1]:

- roba odnosno prijevozni supstrat prevozi se u standardiziranoj prijevoznoj jedinici, kao što su kontejner- izmjenjivi kamionski sanduk, cestovna prikolica, kompletna cestovna teretna vozila
- sudjeluju najmanje dvije prometne grane
- pretovar prijevoznih jedinica bez pretovara sadržaja uz pomoć suvremene pretovarne mehanizacije
- neprekinuti niz prijevoznih operacija
- pretežni dio prijevoznoga puta odvija se željeznicom, morem ili unutarnjim plovnim putevima
- što kraći cestovni odvoz-dovoz od terminala do daljnjega korisnika

Prema listi termina koje su formirale Europska unija, Europska konferencija ministara transporta (ECMT) i Ekonomska komisija za Europu pri Ujedinjenim Narodima (UN/ECE) – osnovne intermodalne prijevozne jedinice (ITU) su: kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci i poluprikolice.

2.3. INTEGRALNI TRANSPORT

Integralni transport je sastavni dio intermodalnog transporta, on omogućuje prijevoz okrupnjenog tereta upotrebom intermodalnih prijevoznih jedinica (ITU) prikazanih slikom (2). Pod intermodalne prijevozne jedinice ubrajaju se kontejneri, izmjenjivi sanduci ili poluprikolice odnosno teretno cestovno motorno vozilo pogodno za intermodalni prijevoz. Gotovo uvijek u nabrojanim intermodalnim prijevoznim jedinica koriste se palete [2]. Tehnologija primjena paleta naziva se paletizacija te ona predstavlja jednu od prvih i osnovnih oblika prijevozne tehnologije. Sustav paletizacije povezuje proizvodne, prijevozne, skladišne i druge radne organizacije manipuliranja proizvodom.

Svrha i prednosti palete su mnogobrojne, a neke od tih su:

- vremensko skraćenje prijevoza
- vremensko skraćenje prekrcaja
- okrupnjavanje tereta
- povećanje sigurnosti prijevoza robe
- smanjenje skladišnih površina

Kada intermodalna prijevozna jedinica na transportnom putu koristi više od jedne grane prijevoza tada to postaje intermodalni transport.



Slika 2 Intermodalne prijevozne jedinice (ITU) [3]

3. MODELI ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA

Prijevoz se može definirati kao potražnja koja stvara vremensku i prostornu korisnost premještajući robu i povećavajući joj vrijednost kada za njom postoji potreba [15]. Sukladno tomu mogu se definirati pojmovi kao što su čvorovi, veze i transportna mreža. Čvor je mjesto, destinacija ili točka prekrcaja gdje se obavljaju početno završne radnje odnosno:

- ukrcaj/iskrcaj
- sortiranje
- slaganje između prometnih grana

Veze predstavljaju prijevoz odnosno aktivnosti koje spajaju čvorove stvarajući time transportnu mrežu. Transportna mreža se prikazuje spajajući sva polazišta i destinacije s dovoljnim brojem prekrcajnih čvorova. Unutar prijevozne mreže nalaze se prihvatni čvorovi ili transportirajući čvorovi koji se nazivaju gateways jer transport ne počinje ili završava u gatewayu, oni služe za spajanje različitih tipova mreže. Prijevozni sustav se uvijek oblikuje prema geografskim uvjetima te prema potražnji za prijevozom koja je određena količinom robe za prijevoz. Glavna ideja intermodalnog prijevoza je sve ekonomske i operacijske prednosti različitih prijevoznih modova spojiti u jedan prijevozni lanac da bi se poboljšala efikasnost prijevoznog lanca i cjelokupnog prijevoznog sustava. Kada se projektira intermodalni terminal važan utjecaj ima postojeća infrastruktura koja bi se trebala nalaziti na mjestu terminala ili u njegovoj neposrednoj blizini. Intermodalni terminali se najčešće grade u blizini željezničkih teretnih postaja, a razlog tomu je visok udio troškova u početnom investiranju željezničke infrastrukture [4].

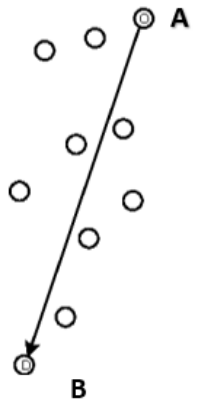
Za organizaciju intermodalnog prijevoza koriste se različiti modeli pomoću kojih se ostvaruje prijevoz od početne do završne točke. U nastavku će biti opisani sljedeći modeli organizacije intermodalnog prijevoza:

- Izravna veza
- Koridor veza
- Fiksna veza
- Fleksibilna veza
- Hub and spoke veza

3.1. IZRAVNA VEZA

Kod izravne veze postoji izravna prijevozna relacija između točke A i točke B. Vremenski raspored ne ovisi o drugim prijevoznim zadacima i lako se može prilagoditi kupcu odnosno

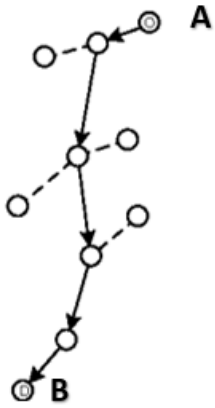
korisniku usluge sve dok postoji slobodan kapacitet u željezničkoj mreži [4]. Najbolji način povezivanja više točaka koje se nalaze na različitim zemljopisnim položajima (koje mogu biti: tvornice, distribucijski centri, skladišta) je sustavom izravne veze koji je prikazan slikom (3).



Slika 3 Izravna veza [4]

3.2. KORIDOR VEZA

Koridor veza dizajnirana je s čestim vezama duž linije, kratkim linijama između terminala na koridoru te sa satelitskim terminalima. Na satelitskim terminalima koriste se vlakovi kratkog dometa koji su u privatnom vlasništvu. Prijevozni tokovi se grupiraju na terminalima koji su na liniji koridora [4]. U primjeru prikazanom slikom (4) veza B je na liniji koridor dok A terminal predstavlja satelitski terminal. To znači da je najkraća transportna veza od A do najbližeg terminala na koridoru praćena transportom po koridoru.



Slika 4 Koridor veza [4]

3.3. FIKSNA VEZA

Pri korištenju fiksnih ruta operator koristi one rute koje su već unaprijed dogovorene konekcijama s drugim fiksnim terminalima. Mnogi terminali kod fiksne veze se koriste kao mjesta prekrcaja i ukrcaja, a prijevoz se organizira kao petlja što na slici (5) predstavljaju dvije kružnice sa strelicama koje prikazuju smjer petlje. Sustav se može generirati s dva područja na kojima se podiže ili isporučuje roba s jednom vezom na glavne terminale. Plan ukrcaja je bitan jer ukrcaj na prijevozno sredstvo mora omogućiti rukovanje robom na svim terminalima. Kada je vozilo napunjeno, rute mogu biti kratko spojene u bilo kojoj točki uz dodatno vozilo koje služi kao potpora [4].



Slika 5 Fiksna veza [4]

3.4. FLEKSIBILNA VEZA

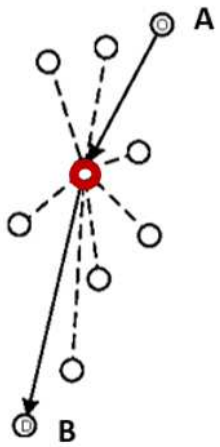
U fleksibilnoj vezi omogućen je maksimalan stupanj slobode. Rute se dinamički dodjeljuju prema stvarnoj potrebi. Izravne veze između svih terminala moguće su ako postoji dovoljno robe između krajnjih točaka. Operator može izabrati mnogo različitih ruta između točaka A i B, a te različite rute pokazane su slikom (6). Informacije o trenutnoj potražnji u prometu od ključne su važnosti u ovom planiranju procesa uz mogućnost promjene voznog reda u kratkom roku [4].



Slika 6 Fleksibilna veza [4]

3.5. HUB AND SPOKE VEZA

Kod hub and spoke koncepta jedan terminal je izabran kao središnji te svi transporti prolaze kroz njega i onda kada su pošiljatelj i primatelj blizu jedan drugome i kada su udaljeni od središnjeg terminala. Hub sustavi podrazumijevaju središnji posrednički terminal, koji je na slici (7) označen crvenim krugom, a preko kojega se primaju i obrađuju prijevozna sredstva iz više pravaca [1]. U daljnjem radu detaljno je objašnjena Hub and spoke veza.



Slika 7 Hub and spoke veza [4]

U nastvku se nalazi tablični prikaz, Tablica 1. koji je baziran na zahtjeve vezane za funkcije terminala koji se odnose na dizajn prometne mreže. Što je veći rezultat (broj) to je veća potražnja. Za svaku od šest vrsta mreže postoji potražnja za: kapacitetom terminala, vrstom prekrcaja, troškovima, pouzdaosti, pristupačnosti te vrsti tereta kojim se rukuje.

Tablica 1 Podaci o mrežama

DIZAJN MREŽE	VRSTA TERMINALA	VISOK KAPACITET TERMINALA	BRZ PREKRCAJ	NISKI FIKSNI TROŠKOVI	TEHNIČKA POUZDANOST	ODVOJIVA CESTOVNA I ŽELJEZNIČKA VOZILA	PRISTUPAČNOST TERETU U VLAKU	VRSTA UTOVARENOG TERETA
DIREKTNA VEZA	Krajnji terminal	3	3	1	3	2	2	3
KORIDOR	Krajnji terminal	2	3	3	3	3	2	2
VEZA	Srednji terminal	1	4	4	2	4	5	2
HUB AND	Hub terminal	5	5	1	5	n.a	5	2
SPOKE	Spoke terminal	2	2	3	2	2	2	2
POVEZANA	Hub terminal	3	4	2	5	n.a	2	4
ČVORIŠTA	Spoke terminal	2	2	3	2	2	2	2
STATIČKE RUTE	Prekrcajni terminal	2	2	3	3	n.a	4	4
	Gateway	4	4	1	5	n.a	4	2
FLEKSIBILNA VEZA	Prekrcajni terminal	3	3	3	3	n.a	5	3

Izvor: [5]

4. HUB AND SPOKE KONCEPT ORGANIZACIJE INTERMODALNOG PRIJEVOZA

Glavna značajka hub and spoke dizajna je da sve pošiljke prolaze kroz središnji terminal koji mora prihvatiti opsežan protok robe. Zbog velikog protoka robe središnji terminal mora osigurati veliki kapacitet kako bi vrijeme manipulacije bilo što kraće. Kao i u modelu Koridor, poluprikolice se mogu koristiti samo ako je vrijeme pretovara kratko dok se željeznički pretovar odvija u središnjem terminalu. Cestovna vozila dostavljaju i preuzimaju teret na satelitskim terminalima koji se mogu tretirati kao i lokalni terminali u sklopu modela direktne veze. Vremenski razmak je nevažan u odnosu na glavni terminal [4].

Sustav Hub and spoke izveden je iz sustava višestrukog terminala te se može koristiti u logističkim sustavima koji imaju nekoliko glavnih ruta, ali moraju imati dosljedan protok u oba smjera što znači da nema razlike između točke polaska i dolaska.

4.1. VRSTE HUB AND SPOKE KONCEPTA

U praksi postoje tri vrste hub nad spoke mreža, a to su :

- Čista
- *Stopovers with feeders*
- *Stopovers with feeders and center directs*

Čista hub and spoke mreža

Pure ili čista hub and spoke mreža zahtjeva da svaka radnja s prijevoznim sredstvom mora započeti ili završiti u središtu. U središtima (hub) teret na dolazećim vozilima je potpuno iskrcan, sortiran i ponovno napunjen za izlazna vozila za odredišne centre ili druga čvorišta ako je daljnje rukovanje ekonomično. U ovisnosti o broju čvorišta s kojima se centar može povezati, čista hub and spoke veza se dijeli na jednostruku mrežu ili mrežu s više zadataka [6].

Stopovers with feeders mreža

Kod ove vrste hub and spoke mreže za primarne i sekundarne rute, vozila manjeg kapaciteta koriste se za prijevoz robe od manjih dostavnih centara do tranzitnih centara na sekundarnim rutama. Takav princip naziva se *feeder* operacije.

Stopover i feeder operacije uzrokuju dva modela teretnih putova od kojih je prvi uzorak od centra porijekla preko čvorišta do odredišnog centra, dok je kod drugog uzorka dodatni teretni put za centre na *feeder* rutama tj. od centra porijekla preko tranzitnih centara, čvorišta ponovno tranzitnih centara do odredišnog centra [6].

Stopovers, feeders and center directs mreža

Ova mreža je slična hub and spoke mreži sa *stopovers and feeders*, ali s većom operativnom fleksibilnošću. To bi značilo da kada god se prijevozno sredstvo na sekundarnim rutama zaustavi preko centra uzimajući dodatnu robu, prijevoznik istodobno može istovariti dostavljani teret. Takav sustav naziva se središte (*center directs*) te se ne provodi ponovno sastavljanje čvorišta. Prednost istovara pristiglog tereta koji može zahtijevati slaganje tijekom prijevoza je ta da se time oslobađa prijevozni kapacitet prijevoznog sredstva [6].

4.2. UČINKOVITOST HUB AND SPOKE KONCEPTA

Tipična konfiguracija sustava hub and spoke koja se uglavnom koristi kod ekspresnih kurira je višestruka terminalna mreža koja se temelji na više čvorišta koji se nalaze na istoj hijerarhijskoj razini. To znači da roba koja dolazi ili odlazi u bilo koje satelitske točke zahtjeva jedno ili više rukovanja prije nego što stigne do konačnog odredišta. Ako se usporedi s jednostrukom terminalnom mrežom, višestruka konfiguracija terminala rezultira smanjenom prijeđenom udaljenosti, ali je manje djelotvorno korištenje transportnih resursa [7].

Hub and spoke koncept se primjenjuje i kod takozvanih globalnih kompanija, koje upravljaju s nekoliko proizvodnih pogona u različitim regijama i zemljama gdje je svaka odgovorna za određeni asortiman proizvoda. U takvom slučaju postoji dvosmjerni protok između bilo kojeg domaćeg čvorišta i međunarodnog središta. U jednom smjeru dolazi roba koja napušta lokalne tvornice za inozemne kupce, dok u drugom smjeru dolazi iz inozemstva i usmjerena je na lokalno tržište.

U usporedbi s izravnom vezom Hub and spoke ima sljedeće prednosti [7]:

- Ekonomija razmjera veza koja nudi visoku frekvenciju – obavljanjem jedne usluge na dan između bilo koja dva para u direktnoj povezanosti mogućeje hub and spoke mrežom obaviti četiri usluge u danu
- Ekonomija razmjera čvorišta – omogućuje potencijalni razvoj učinkovitog distribucijskog sustava jer hub and spoke sustavi rukuju velikim pošiljkama

- Ekonomija opsega pri korištenju prekrcajnih sadržaja – poprima nekoliko dimenzija poput nižih troškova za korisnike, kao i kvalitetniju infrastrukturu
- Za povezivanje istog broja odredišta potrebno je manje veza
- Veći koeficijent obrtaja jer je transportni tok koncentriran u manje veza
- Pokrivenost uslugama održavanja na mnogim izvorima i odredištima te uz rute s rijetkim prometom

Hub and spoke veza također posjeduje i nedostatke [7]:

- Povećanje vremena isporuke
- Povećanje srednje udaljenosti između svakog para čvorova (izraženo ako su čvorovi blizu)
- Povećani operativni troškovi zbog aktivnosti rukovanja i protokom robe
- Veći rizik od oštećenja i gubitka robe

4.3. PRIMJENA HUB AND SPOKE KONCEPTA U OSTALIM TERETNO TRANSPORTNIM INDUSTRIJAMA

Uvođenjem terminala za prekrcaj postupno se razvijao novi transportni model, a to je hub and spoke model koji je primjenjiv na razne oblike prijevoza, kao što su [8]:

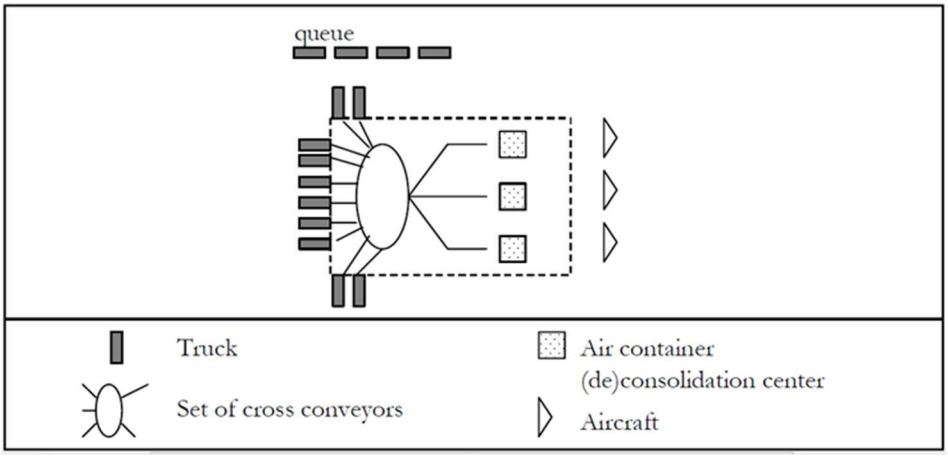
- Pomorski prijevoz u kojem brodovi prevoze kontejnere iz različitih luka na središnji kontejnerski terminal koji se ukrcava na veće brodove
- Zrakoplovni prijevoz tereta
- Željeznički prijevoz robe
- Javni prijevoz koji koristi razna prometna čvorišta kako bi putnicima omogućio prijevoz do željenog odredišta, ta čvorišta predstavljaju mjesta na kojima se nalaze autobusi, tramvaji i podzemna željeznica.

Za navedene hub and spoke modele u različitim granama prijevoza, u nastavku su prikazane industrije koje koriste dvije vrste prijevoza čineći time intermodalni prijevoz.

4.3.1. INDUSTRIJA DOSTAVE ROBE CESTOVNIM I ZRAČNIM PRIJEVOZOM

U industriji dostave robe cestovnim i zračnim prijevozom, pošiljke stižu do terminala za prijenos putem kamiona za preuzimanje i dostavu, a parcele su razvrstane po liniji za sortiranje

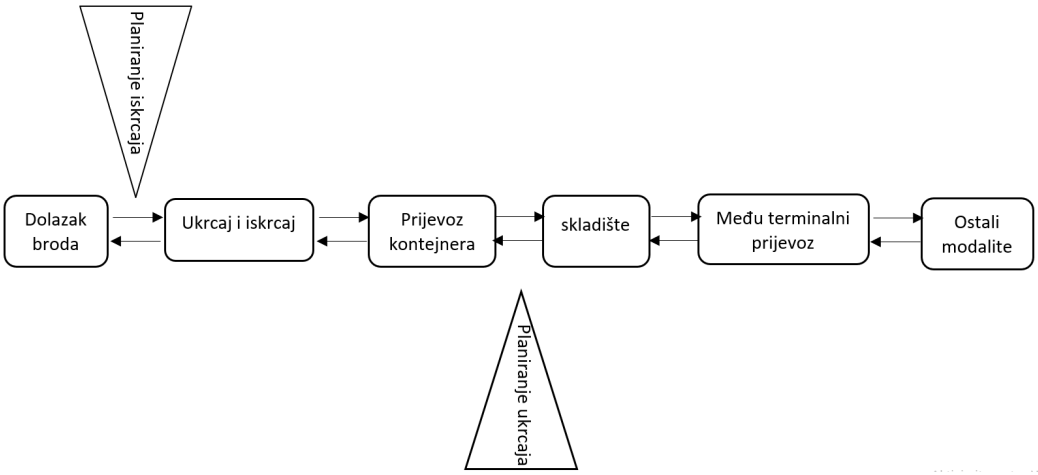
transportera. Kamioni moraju stići prema rasporedu u određenom vremenskom razdoblju kako bi se transportna linija održala produktivnom, smanjujući red čekanja pošiljki za obradu te kako bi se zadovoljilo vrijeme odlazaka zrakoplova. Koordinacija između dolazaka kamiona i odlazaka zrakoplova naziva se sort (sortiranje). Sortiranje završava kada su svi paketi obrađeni za pojedini zrakoplov ili za skupinu zrakoplova. U nastavku slikom (8) je prikazana organizacija hub and spoke mreže.



Slika 8 Organizacija hub and spoke koncepta u industriji dostave robe cestovnim i zračnim prijevozom [8]

4.3.2. OPERACIJE KONTEJNERSKOG TERMINALA

Kontejnerski terminal služi kao poveznica između mora s jedne strane te ceste i željeznice s druge strane. To je tek jedna vrsta kontejnerskog terminala jer za neke kontejnerske terminale, na primjer, postoji i poveznica s unutarnjim plovnim putovima. Slikom (9) je prikazana operacije prijenosa za spomenute načine. Model odlaska i dolaska kontejnera generira protok kontejnera od i do morskog terminala. Plovilo isporučuje kontejnere iz različitih izvora koji se moraju transportirati cestom i željeznicom do raznih destinacija. Izravna veza u određenom vremenskom rasponu gotovo je nemoguća i vrlo rijetka jer ju je vrlo teško organizirati.

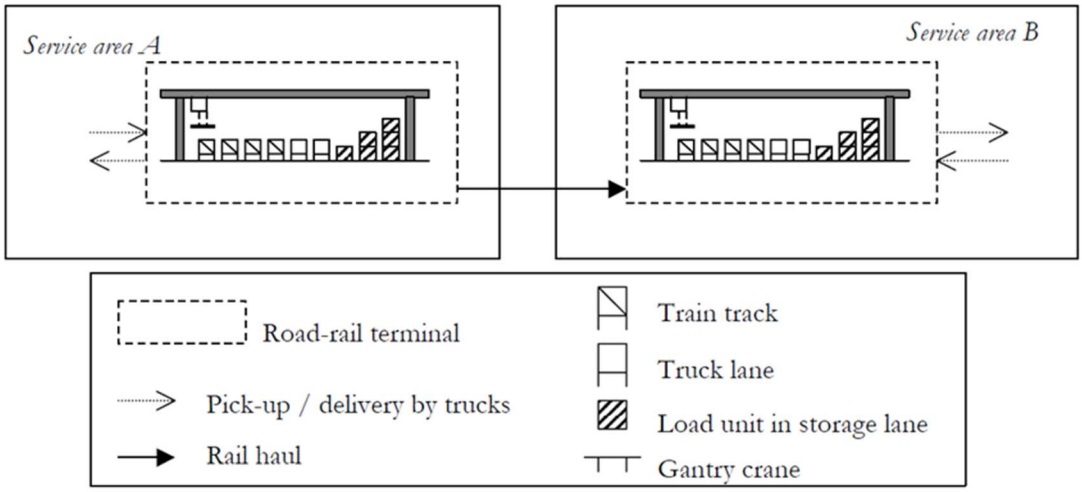


Slika 9 Operacije prijenosa na kontejnerskom terminalu

Izvor: [8]

4.3.3. UPRAVLJANJE CESTOVNO ŽELJEZNIČKIM TERMINALOM

Cestovno željeznički terminal ima funkciju distribucije i prikupljanja za intermodalne prijevozne jedinice u određenom području usluge. Prijevozne jedinice priključene su na vlak koji putuje do cestovno željezničkog terminala u drugom uslužnom području. Na cestovno željezničkom terminalu manipulacija standardiziranim teretnim jedinicama vrši se pomoću portalnih dizalica ili (reach stackers) dizalica za manipulacije između kamiona i vlaka. Cestovno prijevozno sredstvo dolazi do terminala kako bi: isporučilo jednu ili dvije prijevozne jedinice, podiglo jednu ili dvije prijevozne jedinice [8]. Što se tiče vlakova, oni dolaze do terminala kako bi isporučili ili pokupili teretnu jedinicu. Dolasci vlaka i cestovnog prijevoznog sredstva nisu usklađeni, u praksi kamioni koji isporučuju prijevozne jedinice stižu prije odlaska vlaka, dok kamioni koji preuzimaju teret obično stižu nakon dolaska vlaka, time smanjuju svoj boravak na terminalu.



Slika 10 Operacije na cestovno željezničkom terminalu [8]

4.4. PROBLEMI KOJI SE JAVLJAJU PRILIKOM RAZVOJA I DIZAJNIRANJA HUB AND SPOKE KONCEPTA

Za rješavanje problema prilikom dizajniranja hub and spoke mreže koristi se standardna mrežna konfiguracija koja se sastoji od velikog broja čvorova spojenih samo na jedan čvor od malog broja potpuno međusobno povezanih čvorišta (hubs). Standardna mrežna konfiguracija predstavlja tri pojednostavljujuća ograničenja [9]:

- Sva čvorišta (hubs) su potpuno međusobno povezana
- Svi čvorovi su spojeni samo na jedno čvorište (hub)
- Nema izravnih non – hub to non – hub intermodalnih veza

Čvorišta (hubs) predstavljaju izazov prilikom planiranja hub and spoke modela. To su pitanja koja se tiču:

- Lokacije
- Usmjeravanja
- Cijene prijevoza
- Aglomeracija

U daljnjem radu opisana su karakteristična pitanja poput: lokacije čvorova, ruta i cijena i područja usluga.

Lokacija čvorova

Glavni primjer u odabiru lokacije može se prikazati s vatrogasnom postrojbom koja odlučuje gdje postaviti vatrogasne stanice te ima unaprijed određen plan intervencije. Kod takvih modela ima smisla tretirati cijeli problem kao jedinstveni zadatak optimizacije. U slučaju zračnog teretnog hub and spoke modela pažnja se pridodaje sustavu isporuke jer operator odlučuje gdje smjestiti centre za sortiranje i ima kontrolu nad usmjeravanjem pošiljki između centara [9]. Budući da se zračni prijevoz brine o turama putovanja pojedinačnih paketa oni u velikoj mjeri iskorištavaju hub and spoke metodu. Mnoge tvrtke za isporuku ekspresnih pošiljki imaju slične lokacijske postavke.

Rute i cijene

U hub and spoke sustavima određivanje optimalne rute od polazišta do odredišta složeno je pitanje, pri čemu se javljaju određeni zahtjevi [9]:

- Mreža može biti organizirana tako da štedi na broju spoke to hub priključaka
- Mogu postojati ograničenja kapaciteta na najkraćem putu što dovodi do ponovnog preusmjeravanja
- Mreža može djelovati pod određenim ekonomskim razmjerima gustoće ili opsega te time utjecati na usmjeravanje tokova dalje od alternativne rute.

Prilikom razmatranja cijena u hub and spoke sustavu ključno pitanje je usporedni trošak usmjeravanja toka. U mrežnim čvorištima želi se potaknuti kontrolirano zagušenje, jer je za veći faktor opterećenja niži jedinični trošak ukupne interakcije.

Područje usluga

U sustavu distribucijskih centara od skladišta se očekuje da imaju nepreklapajuća uslužna područja. Ta se činjenica može iskoristiti za rješavanje problema lokacijskih modela. Kod mrežnih čvorišta (hubs) postoji potražnja za lokacijom postrojenja koje pruža najbolje načine dovršavanja transakcija između polazišta i željenog odredišta [9].

4.5. MEĐUNARODNI I DOMAĆI PRIMJER HUB AND SPOKE KONCEPTA

Postoje razni primjeri zemalja koje imaju uspostavljenu međunarodnu hub and spoke mrežu kao što su : Sjeverna Europa, Daleki Istok, Indijski potkontinent, Jugoistočna Azija, Bliski Istok i mnogi drugi. U nastavku su prikazani europski i svjetski primjeri hub and spoke koncepta te

primjena hub and spoke koncepta u Republici Hrvatskoj. Najbolji europski primjer klasične hub and spoke mreže je Luka Hamburg, u kojoj je 2018. godine rukovano sa 8,7 milijuna TEU-a, odnosno 135,1 milijuna Tona. Statistički podaci luke u nastavku su prikazani Tablicom 2 i Tablicom 3.

Tablica 2 Statistika Luke Hamburg za 2018. godinu

dolasci plovila	9681
količina tereta godišnje	145.7 milijuna tona
godišnji volumen spremnika	9.73 milijuna TEU-a
putnički promet	589000
prihod	€ 44,4 milijuna

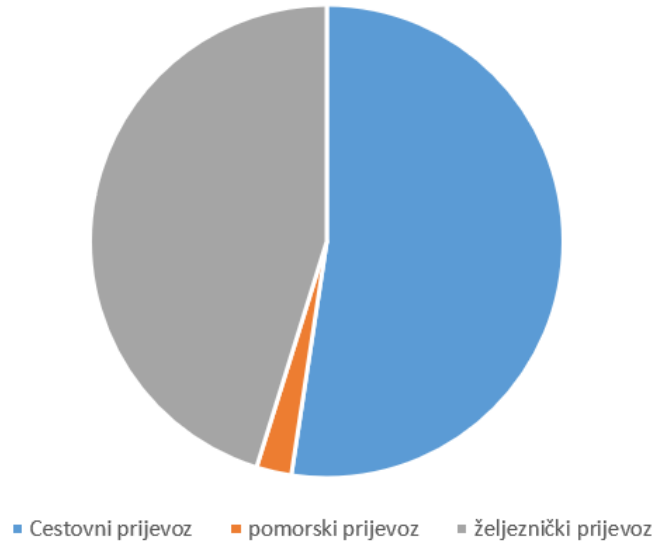
Izvor: [10]

Tablica 3 Broj kontejnera Luke Hamburg u TEU-ima za 2018. godinu

puni kontejneri	7.6 TEU-a
prazni kontejneri	1.1 TEU-a
uvoz	4.6 TEU-a
izvoz	4.3 TEU-a
ukupno	8.7 TEU-a

Izvor: [10]

U nastavku je slikom (11) prikazan udio korištenja pojedine grane prijevoza u Luci Hamburg iz koje je vidljivo da su cestovni i željeznički prijevoz najkorišteniji oblici prijevoza.



Slika 11 Udio pojedine grane prijevoza u Luci Hamburg [10]

Luka Singapur je najveća svjetska luka i najbolji prikaz hub and spoke koncepta u intermodalnom prijevozu.

Elementi koji rezultiraju uspješnost su :

- Povezanost
- Kapacitet
- Konkurentnost

Povezanost je mjera učestalosti i dometa priključnih i dubinskih veza. Povezivanje je ključno za brodare, a Singapur nudi visoku razinu povezanosti kao primarni čvor u pretovari u regiji. Singapur je izgradio pouzdanu i gusto povezanu mrežu između Azije i Europe te feeder mreže za manje luke u regiji.

Strateško planiranje luke mora osigurati pružanje odgovarajućeg kapaciteta, koji služi za ispunjavanje zahtjeva ključnih brodskih linija i njihovih saveznih partnera. Mogućnost širenja prostora luke ključna je za očuvanje povezanosti i snage mreže. Brodske linije preferiraju partnerstvo s lukama koje mogu zadovoljiti njihove dugoročne planove rasta. Odgovarajući kapacitet luke i operativna sposobnost da se održi korak sa zahtjevima brodskih linija osigurava sigurnost i ističe luku Singapur [11].

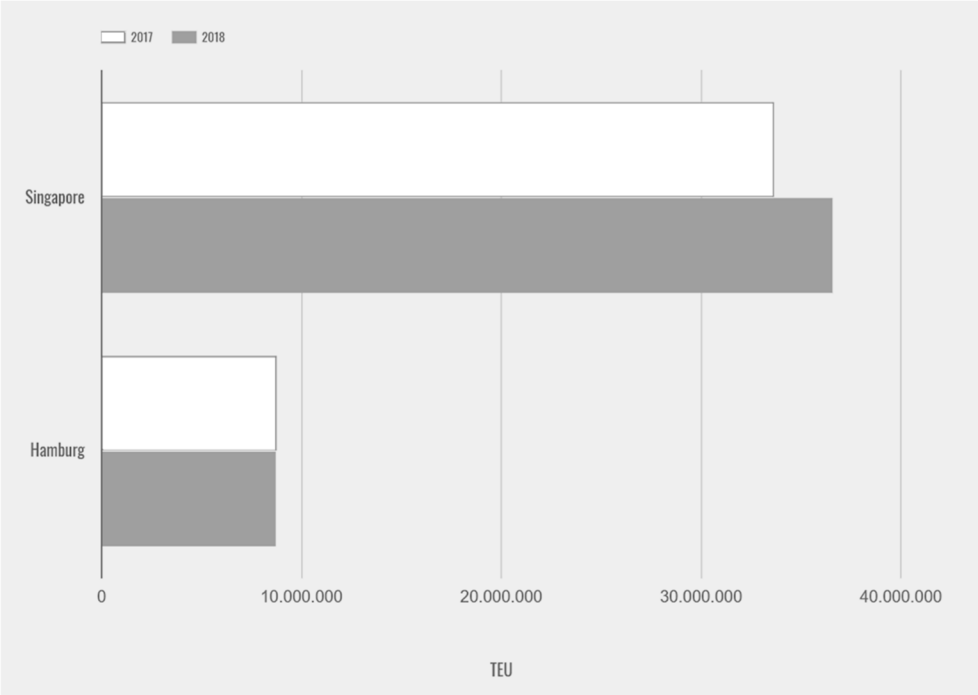
Kako bi se održala konkurentnost potrebno je stvarati i unaprjeđivati usluge za ključne sudionike. Luka Singapur nudi kraća tranzitna vremena i omogućuje plovilima da nadoknade kašnjenja, pružanjem učinkovite usluge na optimalan način. Luka Singapur neprestano ulaže u tehnologiju i inovacije poboljšavajući time produktivnost i konkurentnost.

Luka Singapur ima dva glavna trgovačka operatera lučkog terminala, a to su PSA Corporation Limited (koji najvećim dijelom upravlja kontejnerima) i Jurong Port (koji je glavni singapurski operater za rasuti i konvencionalni terminal). Najnoviji Pasir Panjang Terminal na svom prostoru može pohraniti do 13.000 TEU-a te posjeduje obalne dizalice što je prikazano slikom (12).



Slika 12 Pasir Panjang Terminal [11]

Usporedba Luke Hamburg i Singapur u protekle dvije godine prikazana je u slikom (13) u nastavku gdje se može uočiti velika prednost Luke Singapur kao jedne od najprometnijih luka.



Slika 13 Rukovanje kontejnerima u lukama Singapur i Hamburg za 2017. i 2018. godinu[10]

Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku uniju povećana je potreba za intermodalnim prijevozom. Danas je u Republici Hrvatskoj udio željeznice u ukupnom teretnom prijevozu 18%, dok je 10% iskorištenost prijevoza unutarnjim plovnim putovima. Regulativom Europske unije u nadolazećim godinama potrebno je preusmjeriti 30% cestovnog teretnog prijevoza na druge oblike prijevoza, kao što su željeznica i vodni prijevoz, također postoji potreba za izgradnjom željezničke mreže za vlakove velikih brzina [16]. Spomenutim promjenama koje će uslijediti u budućnosti otvara se mogućnost za razvoj hub and spoke koncepta u domaćem intermodalnom prijevozu. Što se tiče sadašnjeg hub and spoke koncepta najbolji primjer je zračna luka u Zagrebu. Zbog geoprometne lokacije grada Zagreba, postoji pogodnost korištenja hub and spoke koncepta. Zračna luka Zagreb se i u svojoj povijesti koristila za povezivanje bivše države Jugoslavije sa zapadnom Europom kako u putničkom tako i u teretnom prijevozu. Danas, kada je domaći prijevoznik Croatia Airlines, promet u zračnoj luci se odvija konceptom direktne povezanosti za slučaj niskotarifnih prijevoznika dok redovni prijevoznici koriste hub and spoke koncept što znači da taj prijevoznik ima stalnu vezu sa zračnom lukom Zagreb. Hub and spoke koncept omogućuje veću vjerojatnost ostvarenja pozitivnog poslovanja [12].

5. ANALIZA PREDNOSTI UPORABE HUB AND SPOKE KONCEPTA

Hub and spoke model omogućuje centraliziranu kontrolu za razvoj vještina, iskorištavanje resursa, operativnu učinkovitost i jedinstvene operativne procese. Također ovaj model osigurava veću kvalitetu usluge uz niže troškove pružanja usluga klijentima putem pružanja visoko klasificiranih resursa na lokalnoj razini. Prednost hub and spoke koncepta je poboljšano vrijeme pristupa tržištu te niži troškovi za uvođenje tehnologija, također osigurava mala ulaganja u tehnologiju za svaki novi centar koji je postavljen za istu vrstu operacija. Također, još jedna od prednosti hub and spoke koncepta je popunjenost vozila. Naime, direktne linije uglavnom budu ne popunjene što nije slučaj kod hub and spoke koncepta jer se vozila popunjavaju iz više izvora pa se prema odredištu šalju puna. Detaljnija usporedba hub and spoke i usporedne povezanosti nalazi se u nastavku ovoga poglavlja.

Sljedeće dvije činjenice su glavne prednosti hub and spoke sustava i razlozi njegove široke primjene [13]:

- Poboljšanje i širenje poslovanja prijevoznika – brzi rast u veličini, konkurencijskoj strategiji i prometnoj potražnji
- Veća povezanost unutar mreže, te veća pokrivenost tržišta

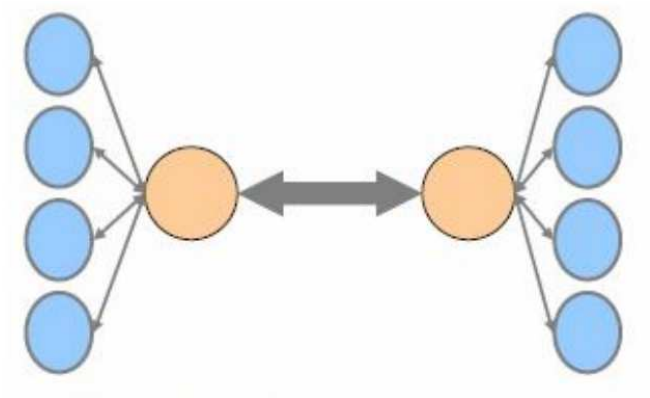
5.1. USPOREDBA HUB AND SPOKE KONCEPTA I DIREKTNE POVEZANOSTI

U nastavku je obrađena usporedba između dva modela na primjeru kontejnerskih terminala. Na hub and spoke primjeru, koji je prikazan slikom (14) uočljivo je devet veza. Jedna veza služi za upravljanje s mega kontejnerskim brodovima, a ostale veze služe za upravljanje kratkim morskim uslugama. Broj uključenih brodova se mijenja sa svakom regijom. Glavni čimbenici koji definiraju mrežu su: tokovi tereta i broj linearnih operatora koji rade u luci [14].

Tradicionalna direktna povezanost (od točke do točke) složenija je od hub and spoke mreže. U danom primjeru, slikom (15) prikazana je mreža sa 16 neovisnih veza. Čimbenici koji određuju složenost mreže su [14]:

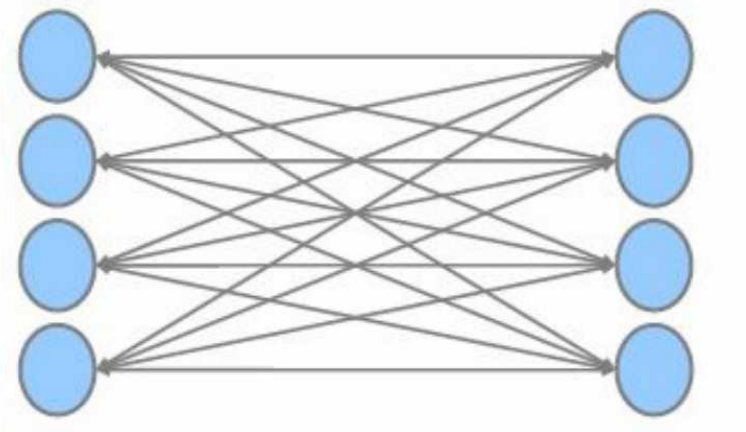
- Broj uključenih brodova
- Veličina brodova koji se mogu uključiti u mrežu

- Trajanje operacija ukrcaja i iskrcaja
- Opremljenost luka
- Složenost logistike
- Konkurentnost luke



Slika 14 Hub and spoke koncept [14]

Hub and spoke mreža u usporedbi s direktnom povezanosti zahtijeva manje ruta. Za mrežu od n čvorova, samo su n-1 rute potrebne za povezivanje svih čvorova u hub and spoke mreži dok je kod direktne povezanosti za mrežu od n čvorova potrebno $\frac{n(n-1)}{2}$ ruta. Prijeđena udaljenost po ruti bit će veća kod hub and spoke mreže te se time smanjuje učinkovitost.



Slika 15 Direktna povezanost [14]

5.2. UNAPRJEĐENJE HUB AND SPOKE KONCEPTA

Kako bi se unaprijedio hub and spoke koncept potrebno je riješiti određene probleme koji se pojavljuju, neki od tih problema su [13]:

- Zakrčenost i kašnjenja na hubovima – potrebno je ograničiti vrijeme čekanja i omogućiti različite vrste konekcija. Primjer u zračnom prijevozu: više ulaznih i izlaznih letova u određenom vremenskom periodu
- Neravnomjerno opterećenje – problem predstavlja maksimalan promet i upotreba sadržaja u različitim vremenskim terminima te minimalan promet i neupotrebljivost sadržaja u drugim vremenskim terminima. Takav sustav će često rezultirati ili kašnjenjima ili neadekvatnom razinom usluge.
- Kapacitet terminala, zračnih luka – prijevoznici koji koriste hub and spoke sustav, imaju određeni broj zračnih luka koje su međusobno povezane mrežom letova, no takve zračne luke imaju ograničeni kapacitet koji je popunjen umreženim letovima unutar hub and spoke sustava. Samim time drugi prijevoznici ne mogu koristiti iste zračne luke zbog popunjenosti kapaciteta.

6. ZAKLJUČAK

Hub and spoke koncept uz koridor, fiksnu, fleksibilnu i direktnu vezu čini model organizacije intermodalnog prijevoza. Hub and spoke koncept ima široku primjenu kako u intermodalnom prijevozu i prijevoznim znanostima tako i u gotovo svim djelatnostima. U ovom radu pažnja se usmjerila na njegovu primjenu u intermodalnom sustavu. Za razliku od spomenutih modela hub and spoke ima brzi rast u veličini, konkurencijskoj strategiji i prometnoj potražnji te veću povezanost unutar mreže i veću pokrivenost tržišta. Prikazom jednih od najprometnijih čvorišta uočena je prednost i učinkovitost hub and spoke koncepta u odnosu na direktnu povezanost, zahtjev potrebnih ruta je puno manji nego kod spomenutog direktnog koncepta, dok je prijeđena udaljenost veća. U radu su za primjer takvih čvorišta uzete luka Singapur kao jedna od najvećih svjetskih luka te luka Hamburg kao primjer jedne europske luke. Kako bi se održala učinkovitost hub and spoke koncepta u tim dvjema lukama, ali i svim ostalim prometnim čvorištima, potrebno ga je stalno usavršavati te rješavati pitanja poput zagušenosti, neravnomjernog opterećenja te kapaciteta.

Tokom istraživanja vezanih za ovaj rad spoznaje se više različitih koncepata intermodalnog prijevoza. Svaki od njih zadovoljava potrebe zahtijevanih usluga, neki više – neki manje, ovisno o vrsti usluge koja se obavlja. Prilikom istraživanja provedenih u ovom radu došlo se do zaključka da je hub and spoke jedan od prilagodljivijih koncepata koji ima puno prostora za unaprjeđenje. Njemu je za povezivanje određenog broja odredišta potrebno manje veza u odnosu na ostale koncepte, ima mogućnost viših putnih frekvencija između čvorova, te za razliku od drugih koncepata pruža pokrivenost mnogih izvora i odredišta kao i ruta s rijetkim prometom. Kao i svi ostali koncepti ima prostora za usavršavanje i napredak. Skraćivanjem vremena isporuke, smanjivanjem srednje udaljenosti između svakog para čvorova, redukcijom troškova te smanjivanjem opasnosti gubitka i oštećenja robe hub and spoke koncept mogao bi u budućnosti, postati jedan od unaprjeđenijih i korištenijih koncepata za prijevoz dobara i usluga.

POPIS LITERATURE

[1] Brnjac N. Intermodalni transportni sustavi. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2012.

[2] Zelenika R. Multimodalni prometni sustavi. Rijeka: Ekonomski fakultet; 2006.

[3] Cosmos. Preuzeto sa:http://www.intermodal-cosmos.eu/content/intermodal-transport-in-south-east-europe/intermodal-basics/terms-and-definitions/index_eng.html (Pristupljeno: srpanj 2019)

[4] Woxenius J. Development of small scale intermodal freight transportation in a system context. Sweden; 1998.

[5] Semantic Scholar. Preuzeto sa: https://www.semanticscholar.org/paper/Alternative-transport-network-designs-and-their-for Woxenius/f0fcbc2c204e389e908cfe891de93646792fa017 (Pristupljeno: srpanj 2019.)

[6] Cheng- Chang Lin, Sheu- Hau Chen. An integral constrained generalized hub and spoke network design problem

[7] Lumsden K. Improving the efficiency of the Hub and Spoke system for the SKF European distribution network

[8] Bontekoning Y. Hub exchange operations in intermodal hub and spoke networks; 2006.

[9] M. O'Kelly. A geographer's analysis of hub and spoke networks. Transport Geography; 1998.

[10] Port of Hamburg. Preuzeto sa: https://www.hafen-hamburg.de/en (Pristupljeno: srpanj 2019.)

[11] Civil Service College. Preuzeto sa: https://www.csc.gov.sg/articles/connecting-to-the-world-singapore-as-a-hub-port (Pristupljeno: srpanj 2019.)

[12] Pavlin S. South east europe hub and spoke air network reconfiguration. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2016.

[13] AviationKnoweledge. Preuzeto sa: http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:advantages-and-disadvantages-of-hub-and-spoke-opera (Pristupljeno: srpanj 2019)

[14] Todorin N. Trends in the container shipping and need of a new generation container terminals and container vessels. Bulgaria: Faculty of Shipbuilding

[15] Roso, V. Emergency and significance of dray ports, Chalmers University of technology, Göteborg, Sweden, 2006.

[16] Proago. Preuzeto sa: http://www.proago.hr/main/?p=1816 (Pristupljeno: kolovoz 2019.)

POPIS SLIKA

Slika 1 Intermodalni transportni sustav 3
Slika 2 Intermodalne prijevozne jedinice (ITU) 5
Slika 3 Izravna veza 7
Slika 4 Koridir veza 7
Slika 5 Fiksna veza 8
Slika 6 Fleksibilna veza 9
Slika 7 Hub and spoke veza 10
Slika 8 Organizacija hub and spoke koncepta u industriji dostave robe cestovnim i zračnim prijevozom 14
Slika 9 Operacije prijenosa na kontejnerskom terminalu 15
Slika 10 Operacije na cestovno željezničkom terminalu 16
Slika 11 Udio pojedine grane prijevoza u Luci Hamburg 19
Slika 12 Pasir Panjang Terminal 20
Slika 13 Rukovanje kontejnerima 21
Slika 14 Hub and spoke koncept 23
Slika 15 Point to point koncept 23

POPIS TABLICA

Tablica 1 Podaci o mrežama 10
Tablica 2 Statistika Luke Hamburg 18
Tablica 3 Broj kontejnera Luke Hamburg u TEU-ima 18