

Tehnološki razvoj Cargo City-a u funkciji povećanja konkurentnosti zračne luke

Muža, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:119:077771>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matej Muža

TEHNOLOŠKI RAZVOJ CARGO CITY-A U FUNKCIJI
POVEĆANJA KONKURENTNOSTI ZRAČNE LUKE

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**TEHNOLOŠKI RAZVOJ CARGO CITY-A U FUNKCIJI POVEĆANJA
KONKURENTNOSTI ZRAČNE LUKE**

**TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF CARGO CITY TO INCREASE
AIRPORT COMPETITIVENESS**

Mentor: doc. dr. sc. Igor Štimac

Student: Matej Muža

JMBAG: 0135245129

Zagreb, rujan 2024.

Zagreb, 21. ožujka 2022.

Zavod: **Zavod za zračni promet**
Predmet: **Planiranje aerodroma**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 6668

Pristupnik: **Matej Muža (0135245129)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Zračni promet**

Zadatak: **Tehnološki razvoj Cargo Citya u funkciji povećanja konkurentnosti zračne luke**

Opis zadatka:

U prvom dijelu rada potrebno je uvodno opisati trendove prijevoza tereta na globalnoj razini s posebnim osvrtom na Republiku Hrvatsku. U nastavku potrebno je definirati i grafički prikazati tehnološke procese prihvata i otpreme tereta na zračnoj luci, te ukratko opisati opremu koja se koristi za utovar/istovar tereta. Nadalje, potrebno je definirati pojam Cargo City, utvrditi koju infrastrukturu i tehnologiju on podrazumijeva te navesti specifičnosti istoga. Na temelju prethodnog istraživanja, potrebno je prikazati po odabiru nekoliko primjera Cargo Citya na zračnim lukama u svijetu koji bi bili primjeri dobre prakse. Na kraju rada potrebno je izraditi zaključak na temelju provedenih istraživanja.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

doc. dr. sc. Igor Štimac

SAŽETAK

Zračne luke imaju jednu od najznačajnijih uloga u razvoju zračnog prometa, a kako bi se na siguran i učinkovit način zadovoljili sve veći tržišni zahtjevi nužno je da planiraju i razvijaju svoje tehničke, tehnološke i kapacitivne sadržaje. Robni promet u zrakoplovstvu nije eksponiran na razini putničkog, međutim, stalnim rastom i razvojem internetske trgovine, osnivanjem brojnih logističkih kompanija i distributera, robni prijevoz zrakoplovom dobiva na značaju, a konkurentska prednost prijevoza robe zrakoplovima očituje se brzinom i visokom razinom sigurnosti. Zračne luke razvojem infrastrukturnih sadržaja mogu značajno pridonijeti razvoju gradova u kojim se nalaze i statusu zračnog prometa na tržištu, a upravo je model Airport Cargo City-a suvremen i efikasan način da zračna luka učvrsti svoj status čvorišta transportnih lanaca i pridonese industrijskom razvoju regije u kojoj se nalazi. U radu je prikazano na koji se način zračna luka može razvijati sa stajališta prometne i infrastrukturne učinkovitosti povećanjem robnog prometa i sadržaja koji to omogućuje s ciljem ukazivanja na ulogu i vrijednost koju razvoj sadržaja kao što je Cargo City može imati u pogledu prometne, industrijske, infrastrukturne i regionalne razvijenosti.

KLJUČNE RIJEČI: Robni promet zrakoplovom; Infrastruktura zračne luke; Prihvat i otprema tereta u zračnoj luci; Airport Cargo City; Robni terminal

SUMMARY

Airports have a significant role in the development of air traffic, and in order to meet growing market demands securely and efficiently, it is a necessity that they plan and develop their technical, technological, and capacity facilities. While cargo traffic isn't as exposed as passenger traffic, with the continuous growth and advancement of internet trade, the establishment of numerous logistics companies and distributors, air cargo transportation is gaining significance. The competitive advantage of air cargo transportation manifests through its speed and high level of safety. By enhancing their infrastructure, airports can substantially contribute to the development of the cities they

are situated in and elevate the status of air traffic in the market. The Airport Cargo City model is a modern and efficient way for the airport to strengthen its status as a hub of transport chains and contribute to the industrial development of the region it resides in. This thesis demonstrates how an airport can be developed from the standpoint of traffic and infrastructural efficiency, by increasing cargo traffic and the associated facilities, with the aim of highlighting the role and value that the development of content like Cargo City can have in terms of traffic, industrial, infrastructural, and regional advancement.

KEY WORDS: Air cargo; Airport infrastructure; Cargo handling at the airport; Airport Cargo City; Cargo terminal

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TRENDOVI KRETANJA ROBNOG PROMETA U ZRAKOPLOVSTVU.....	3
2.1. Robni zračni prijevoznici	6
2.2. Robni zračni promet u Republici Hrvatskoj.....	10
3. TEHNOLOŠKI PROCESI UPRAVLJANJA TERETOM NA ZRAČNOJ LUCI	12
3.1. Elementi tehnološkog procesa svrstani prema postojanosti unutar tehnološkog procesa.....	13
3.1.1. Promjenjivi elementi tehnološkog procesa prihvata i otpreme	13
3.1.2. Nepromjenjivi elementi tehnološkog procesa prihvata i otpreme	15
3.2. Elementi značajnog utjecaja na odvijanje tehnološkog procesa prihvata i otpreme	16
3.3. Sudionici, područja odgovornosti i prijelazne točke tehnološkog procesa	17
3.4. Oprema za utovar i istovar robe na zračnoj luci	20
3.4.1. Ukrcajne jedinice u zračnom prometu.....	20
3.4.2. Manipulativna sredstva za utovar i istovar robe	21
3.5. Osnovni dokumenti vezani uz robni zračni promet	23
4. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ZAHTJEVI RAZVOJA CARGO CITY NA ZRAČNOJ LUCI.....	25
4.1. Podjela prihvatno-otpremnih terminala.....	26
4.2. Trendovi i inovacije u tehnološkom procesu prihvata i otpreme robe	29
4.2.1. IATA <i>e-freight</i> tehnologija	29
4.2.2. RFID tehnologija.....	31
4.2.3. Cargo iQ sustav.....	32
4.2.4. Dronovi u zračnom prijevozu tereta	33
4.3. Elementi planiranja i zaštita u prihvatno-otpremnim terminalima.....	35
4.3.1. Tehnološki aspekti dizajniranja infrastrukture	35

4.3.2. Zaštitni pregled tereta u prihvatno-otpremnim terminalima	37
4.4. Kvaliteta prihvata i otpreme robe na zračnoj luci	40
4.5. Karakteristike Cargo City-a	43
4.6. Airport City kao razvojni koncept.....	44
4.7. Potencijal Cargo City-a u Republici Hrvatskoj	48
5. PRIMJERI CARGO CITY-A NA ZRAČNIM LUKAMA U SVIJETU – STUDIJE SLUČAJA.....	51
5.1. Studija slučaja Frankfurt Airport Cargo City-a	51
5.1.1. Atraktivna lokacija i dobra pristupačnost.....	51
5.1.2. Kategorije roba sadržane u Frankfurt Airport Cargo City-u	53
5.2. Studija slučaja Airport Cargo City-a u Parizu	55
5.2.1. Paris Charles de Gaulle Cargo City	56
5.2.2. Paris Orly Cargo City.....	58
5.3. Studija slučaja Amsterdam Schiphol Cargo City-a	59
5.4. Studija slučaja Memphis Airport Cargo City-a	61
5.5. Studija slučaja Hong Kong Airport Cargo City-a.....	63
6. ZAKLJUČAK	66
LITERATURA.....	68
POPIS SLIKA	74
POPIS TABLICA	75
POPIS GRAFIKONA	75

1. UVOD

Zračni promet je brzo rastuća prometna grana koja je u konstantnom razvoju. Jedna od ključnih stavki neophodnih za rast je upravo razvoj zračnih luka koje predstavljaju čvorišta i povezuju sve i najudaljenije dijelove svijeta na najbrži mogući način. Razvijanjem država dolazi i do rasta gospodarstva, a samim time i potrebe da se razna dobra nekih krajeva mogu na brz i efikasan način dostaviti na bilo koju destinaciju u svijetu. Osim putničkih terminala, jako bitnu ulogu imaju i robni terminali na zračnim lukama jer upravo oni su jedan od ključnih dijelova u tehnološkom procesu prijevoza između pošiljatelja i primatelja. Robni terminal, odnosno zgrada robnog prometa namijenjena je za prihvat i otpremu tereta, odnosno robe i pošte i to najčešće između cestovnog i zračnog prometa, ali isto tako i između željezničkog ili pomorskog prometa. Sadržaji u robnom terminalu na zračnoj luci bi trebali osigurati prihvatljivo i brzo kretanje roba i pošte između kopnenog i zračnog transporta i obratno s najnižim mogućim troškovima. Koncept u kojem se na najsuvremeniji način manipulira robom na zračnim lukama zove se Cargo City. U ovom radu se analiziraju sadržaji i načini na koji neka velika čvorišna zračna luka koristi svoj Cargo City kako bi unaprijedila i razvila svoje poslovanje i stanje na tržištu. Rad se sastoji od šest cjelina kako slijedi:

1. Uvod
2. Trendovi kretanja robnog prometa u zrakoplovstvu
3. Tehnološki procesi upravljanja teretom na zračnoj luci
4. Tehničko-tehnološki zahtjevi razvoja Cargo City na zračnoj luci
5. Primjeri Cargo City-a na zračnim lukama u svijetu – studije slučaja
6. Zaključak

U uvodnom poglavlju predstavljena je tema rada i pojam Cargo City-a kao strateškog rješenja u cilju porasta prometa na zračnoj luci te je prikazano šest radnih teza koje se nalaze u radu.

U drugom poglavlju opisani su trendovi prijevoza tereta na globalnoj razini. Navedeno je koja se to roba najviše prevozi zračnim prometom te koji su vodeći svjetski zračni prijevoznici i koje su najprometnije svjetske zračne luke po obujmu robnog prometa.

U trećoj cjelini definirani su i grafički prikazani tehnološki procesi prihvata i otpreme tereta na zračnoj luci. Također, navedeno je tko su sudionici tog tehnološkog procesa, koja se oprema najčešće i najviše koristi te koji dokumenti su najzastupljeniji tokom cijelog procesa.

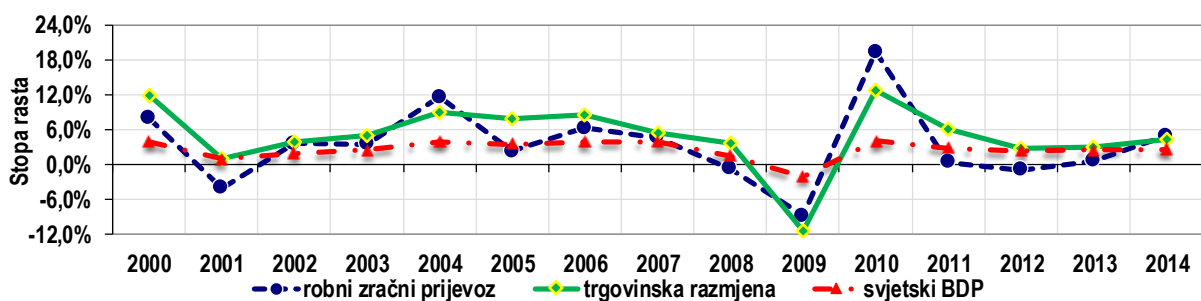
Četvrto poglavlje analizira i utvrđuje koje su specifičnosti tehnologije i infrastrukture koja se koristi u Cargo City-u. Navode se i suvremeni trendovi i inovacije koje su primijenjene i sadržane u Cargo City-u te na koji način one pospješuju poslovanje zračne luke.

U petoj cjelini navedeno je nekoliko primjera Cargo City-a u svijetu koji su primjeri dobre prakse. U tu svrhu odabrane su zračne luke Frankfurt na Majni, Paris Charles de Gaulle, Paris Orly i Amsterdam Schiphol iz Europe, zračna luka Memphis iz Sjeverne Amerike te na kraju zračna luka Hong Kong iz Azije.

U završnom poglavlju izrađene su i obrazložene činjenice koje proizlaze iz provedenih istraživanja u kojima se zaključuje što točno znači i predstavlja Cargo City te kako takav koncept povećava samu konkurentnost određene zračne luke.

2. TRENDVI KRETANJA ROBNOG PROMETA U ZRAKOPLOVSTVU

Trend prijevoza tereta zračnim prometom odraz je kretanja globalne ekonomije, osobito trgovine, a njegov porast daje pozitivan učinak na gospodarstvo, primjerice, bržom razmjenu dobara. Također, razvoj internet trgovine i proces globalizacije u značajnoj mjeri doprinose povećanju zračnog prijevoza tereta. Zahvaljujući primjeni suvremenih transportnih tehnologija, robni zračni promet u svijetu bilježi stalni napredak, a rezultati prijevoza tereta zračnim putem, kao što se može vidjeti na slici 1., u uskoj su korelacijskoj vezi s kretanjima opsega trgovačke razmjene i svjetskog BDP-a. Na slici 1. robni zračni prijevoz podrazumijeva vrijednost iskazanu u robnim tonskim kilometrima, a oni odgovaraju sumi produkata broja tona prevezene robe na svakoj pojedinačnoj dionici leta i duljine leta u kilometrima [1], [2], [3].

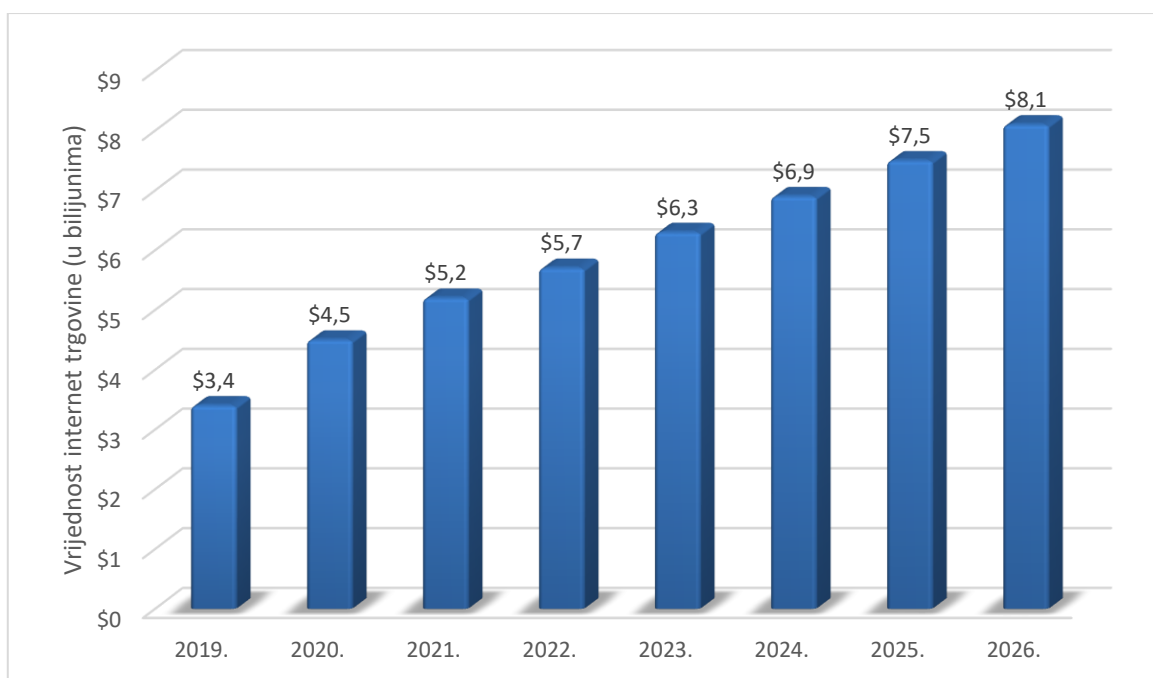


Slika 1. Kretanje stopa rasta globalne ekonomije, trgovinske razmjene i zračnog robnog prijevoza (robni tonski kilometri) u razdoblju 2000.-2014. godina, [2]

Kako bi detaljnije i recentnije prikazao trend rasta robnog zračnog prometa u svijetu je 1984. godine prevezeno 13.4 milijuna tona robe, a 2021. godine (godina nakon oporavka iz krize izazvane pandemijom COVID-19) prevezeno je 65.8 milijuna tona robe, što za razdoblje dugo 37 godina daje prosječnu godišnju stopu rasta od 4.4 %. Broj ostvarenih robnih tonskih kilometara 1984. godine iznosio je 39.7 milijardi, a 2021. godine iznosio je 274.8 milijardi što daje prosječnu godišnju stopu rasta od 5.4 %. Približno tri četvrtine robnih tonskih kilometara otpada na međunarodni redovni zračni prijevoz. S druge strane, vrijednost ukupnih raspoloživih robnih tonskih kilometara za 2021. godinu je iznosila 488 milijardi, što znači da je ostvareni robni faktor popunjenosti 56.3 % što ukazuje da sa stajališta zračnih prijevoznika postoji

možnosti za napredak čak i bez ulaganja u nove resurse. Ukupna vrijednost prevezene robe u 2021. godini iznosila je približno 6.5 bilijuna američkih dolara [2], [4].

Analizirajući buduće prognoze jedan od najutjecajnijih elemenata za rast i razvoj robnog zračnog prometa je sveprisutniji trend već spomenute internet trgovine. Sve veći broj trgovinskih lanaca otvara svoje digitalne platforme preko kojih kupci naručuju i kupuju proizvode koje žele. Internet trgovina raste brže od tradicionalne te je u 2019. godini ona procijenjena na 3.4 bilijuna američkih dolara, a kako je prikazano na grafikonu 1., očekuje se da će do 2026. godine biti više od dvostruko veća nego pretpandemijske 2019. godine [5].

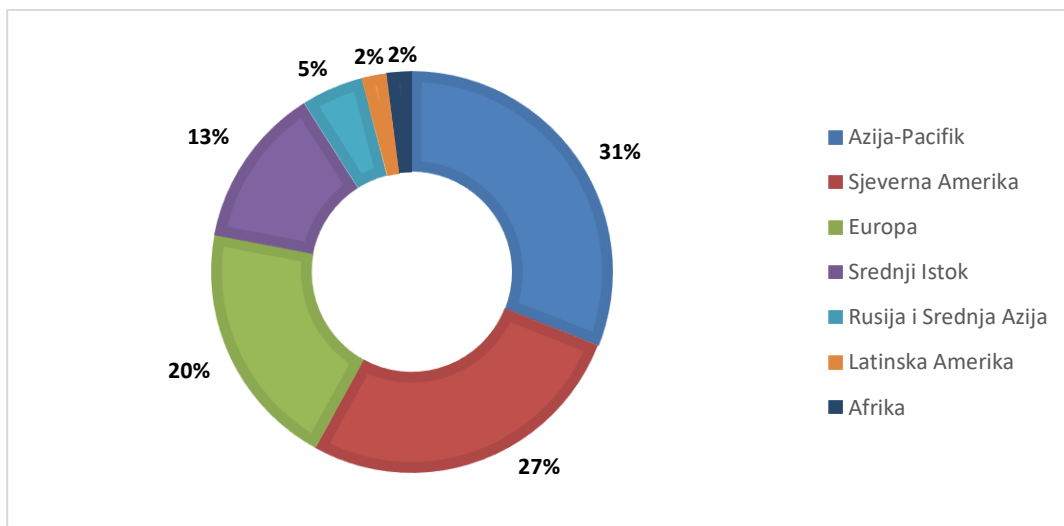


Grafikon 1. Očekivana vrijednost internet trgovine do 2026. godine

Izvor: [6]

Tri vodeća tržišta prema vrijednosti u američkim dolarima koja su 2021. godine predvodila internet trgovinom su Kina (dva bilijuna), Sjedinjene Američke Države (960 milijardi) te Europska unija (496 milijardi) [6].

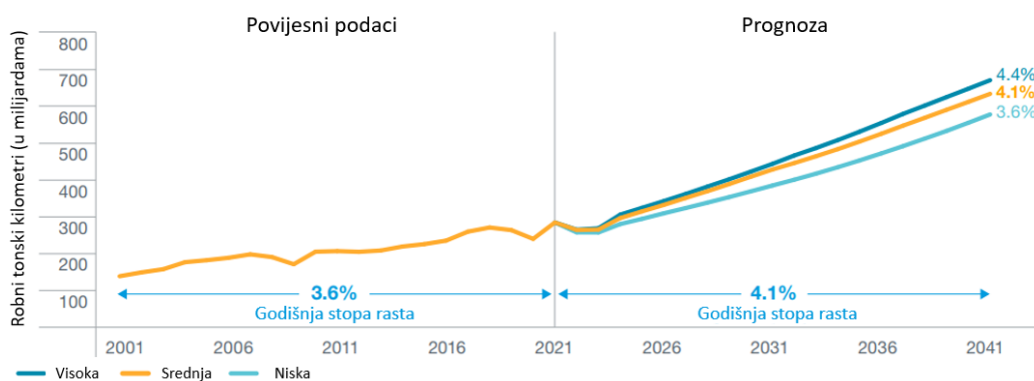
U nastavku je na grafikonu 2. prikazano u kojem su omjeru svjetske regije kada se radi o tržišnom udjelu robnog zračnog prijevoza.



Grafikon 2. Tržišni udio svjetskih regija u robnom zračnom prijevozu

Izvor: [6]

Američki proizvođač zrakoplova Boeing je temeljem povijesnih statističkih podataka napravio prognozu razvoja robnih tonskih kilometara za sljedeća dva desetljeća kako je prikazano na slici 2. Uz godišnju stopu gospodarskog rasta od 2.6 %, trgovina i industrijska proizvodnja biti će ključni pokretači za rast robnog zračnog prijevoza. Boeing prognozira kako će svjetska trgovina rasti prosječnom godišnjom stopom od 2.8 %, a industrijska proizvodnja stopom od 2.2 %. Zbog navedenih prognoza, liberalizacije tržišta, napretka internet trgovine i intermodalnog prometa te ostalih srodnih industrija, Boeing je prognozirao da će prosječna godišnja stopa rasta robnih tonskih kilometara iznositi 4.1 % za razdoblje od 2022. do 2041. godine [6].



Slika 2. Prognoza rasta robnih tonskih kilometara od 2021. do 2041. godine

Izvor: [6]

2.1. Robni zračni prijevoznici

U počecima komercijalnog zračnog prijevoza robe nisu postojali zrakoplovi namijenjeni isključivo za prijevoz robe, nego se ona uglavnom prevozila na donjoj palubi putničkih zrakoplova. S potrebom za učinkovitijim obavljanjem robnog prijevoza, na tržištu su se pojavili konvertirani zrakoplovi za prijevoz robe, odnosno putnički zrakoplovi koji su prepravljani za potrebe prijevoza robe, a potom su ubrzo proizvedeni i zrakoplovi namijenjeni isključivo prijevozu robe velikih nosivosti i doleta. Danas se u zračnom prometu roba može prevoziti putničkim, teretnim i vojnim zrakoplovima, a u nastavku je detaljnije prikazano na koji način zračni prijevoznici obavljaju tu vrstu prijevoza [2].

Robni zračni prijevoz obavlja se jednom od tri moguće opcije:

1. Prijevoz robe i pošte putničkom verzijom zrakoplova (tzv. „*Belly Hold*“) koja polazi od spoznaje da se približno polovinom prihoda od robe pokrivaju robni troškovi, dok preostala polovina ostaje za pokrivanje ostalih troškova, koji bi se ionako pojavili bez obzira je li roba ukrcana u zrakoplov.
2. Isključivo teretna verzija zrakoplova za prijevoz robe i pošte (tzv. „*All Cargo*“ koncepcija).
3. Prijevoz robe i pošte kombiniranom verzijom zrakoplova (tzv. „*Combi Aircraft*“ koncepcija).

Isključivo teretne verzije zrakoplova imaju određene tehničke modifikacije koje se ne nalaze u putničkim ili kombiniranim zrakoplovima. Radi lakšeg manipuliranja robom, teretni zrakoplovi imaju povećana vrata, a često i posebna dodatna vrata za ukrcaj i iskrcaj robe. Krila su također modificirana odgovarajućim aerodinamičnim profilima radi veće nosivosti. Ta vrsta zrakoplova često uz brojčanu oznaku tipa zrakoplova nosi i slovo F (npr. B747F).

Kombinirana verzija zrakoplova ima konfiguraciju koja omogućava istovremeni prijevoz putnika i prtljage na glavnoj palubi i ona je najmanje zastupljena na zrakoplovnom tržištu, iako ima svoju logiku i opravdanost u slučajevima kada je primjerice izuzetno veliki plaćeni teret (*payload*) širokotrupnih teretnih zrakoplova prevelik za potencijalnu potražnju na tržištu, a „*belly hold*“ opcija nije dovoljna da

zadovolji te potrebe. U ovoj varijanti zrakoplova osobito je važno što preciznije utvrditi veličinu zajedničkih i posebnih robnih troškova.

U prošlosti se koristila i tzv. „*quick change*“ konverzija zrakoplova u kojoj se jednostavnim i brzim ubacivanjem i izuzimanjem sjedala moglo iz teretnog zrakoplova pretvoriti u putnički i obratno, a njome bi se dio vremena (danju) prevozilo putnike, a preostali dio (obično noću) robu ili poštu. Ova se koncepcija zbog sve restriktivnijih zahtjeva dozvoljene razine buke, brzine konverzije te mogućih oštećenja prilikom zamjene gotovo u potpunosti prestala koristiti [7].

Analizirajući značaj robnog prometa tri su osnovne kategorije zračnih prijevoznika po udjelu tereta u ukupnom prijevoznom učinku:

1. Ekskluzivno orijentirani i specijalizirani zračni prijevoznici za robni promet kao što su primjerice Federal Express, United Parcel Service, DHL, Nippon Cargo i Cargolux.
2. Zračni prijevoznici s visokim udjelom tereta u ukupnom prometnom učinku kao što su primjerice Emirates, Korean Air, Cathay Pacific, China Eastern, China Southern, All Nippon Airways, Air China, Lufthansa, Air France i KLM.
3. Zračni prijevoznici kojima je ovaj vid transporta relativno marginalan u prometnim učincima i ukupnim tonskim kilometrima gdje osim čarter tvrtki i niskotarifnih prijevoznika pripadaju i redovni zračni prijevoznici kao što je primjerice Croatia Airlines [2], [7].

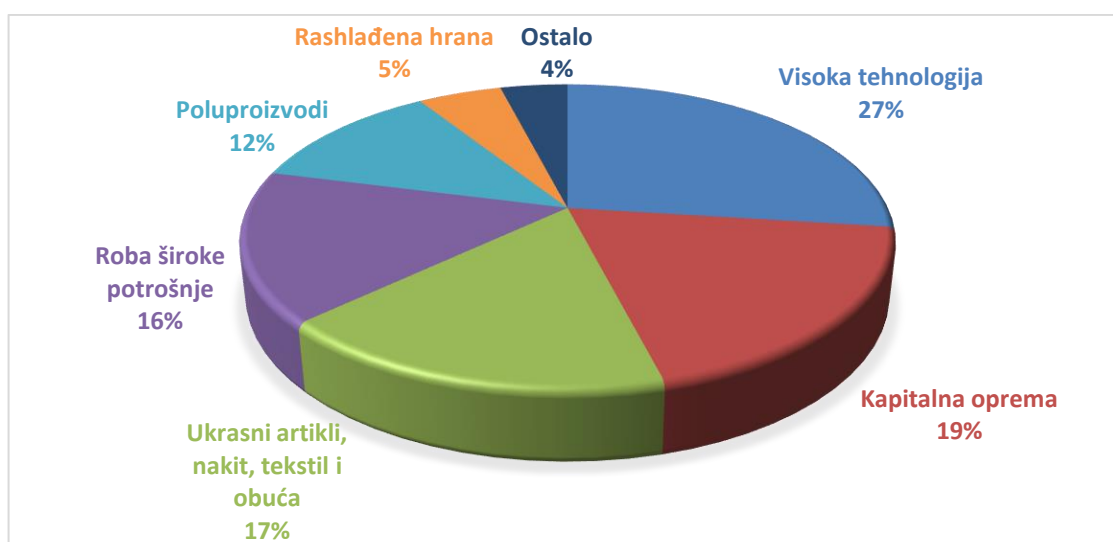
U tablici 1. prikazano je 10 vodećih svjetskih zračnih prijevoznika prema ostvarenim robnim tonskim kilometrima u 2022. godini.

Tablica 1. Vodeći zračni prijevoznici prema ostvarenim robnim tonskim kilometrima u 2022. godini

Zračni prijevoznik	Ostvareni robni tonski kilometri (u milijunima)
1. Federal Express (FedEx)	19.547
2. United Parcel Service (UPS)	15.889
3. Qatar Airways	14.267
4. Emirates	10.153
5. Korean Air	9.518
6. Atlas Air	8.675
7. Turkish Airlines	8.318
8. Cargolux	7.971
9. China Southern Airlines	6.915
10. China Airlines	6.359

Izvor: [8]

Vrste roba koje dominiraju u zračnom prijevozu su proizvodi visoke tehnologije, kapitalna oprema (dugotrajni proizvodi korišteni u procesu proizvodnje drugih dobara ili usluga poput informatičke opreme, strojeva ili alata), ukrasni artikli, nakit, tekstil i obuća, roba široke potrošnje, poluproizvodi, rashlađena hrana i ostalo, a na grafikonu 3. prikazano je u kojem su omjeru navedeni proizvodi.



Grafikon 3. Omjer vrsta roba koje dominiraju u zračnom prijevozu

Izvor: [6]

Zračnim prijevozom prijašnjih je godina prevezeno otprilike samo 2 % od ukupne globalne trgovine prema volumenu, a s druge strane njime je prevezeno otprilike 35 % vrijednosti ukupne globalne trgovine. Razlog tomu je visoka razina pouzdanosti i brzina na velikim udaljenostima, a posebice za lakopokvarljive, temperaturno osjetljive, žurne i vrijednosne pošiljke [2].

Vodeći robni zračni prijevoznici većinom operiraju na velike čvorišne zračne luke, a u tablici 2. prikazano je 10 zračnih luka koje predvode u obujmu robnog zračnog prometa u 2022. godini.

Tablica 2. Vodeće zračne luke po obujmu robnog prometa u metričkim tonama u 2022. godini

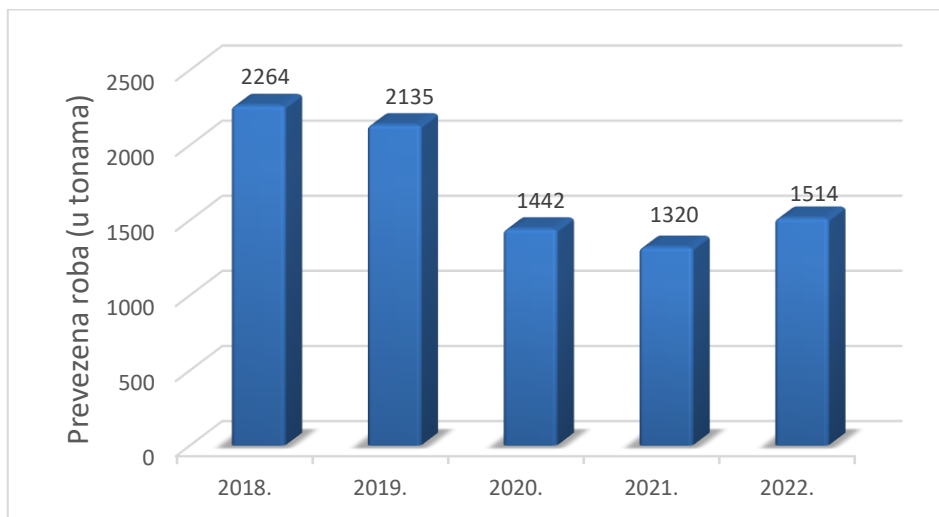
Međunarodna zračna luka	Ostvareni robni promet (u metričkim tonama)
1. Hong Kong (HKG)	4.199.196
2. Memphis (MEM)	4.042.679
3. Ted Stevens Anchorage (ANC)	3.461.603
4. Shanghai Pudong (PVG)	3.117.216
5. Louisville Muhammad Ali (SDF)	3.067.234
6. Incheon (ICN)	2.945.855
7. Taipei Taoyuan (TPE)	2.538.768
8. Miami (MIA)	2.499.837
9. Los Angeles (LAX)	2.489.854
10. Tokyo Narita (NRT)	2.399.298

Izvor: [9]

Vodeće europske zračne luke po obujmu robnog prometa u 2022. godini su bile Frankfurt na Majni, Paris Charles de Gaulle, Leipzig/Halle, Amsterdam Schiphol i London Heathrow [10].

2.2. Robni zračni promet u Republici Hrvatskoj

U Republici Hrvatskoj robni zračni promet nije ni približno zastupljen kao u vodećim zemljama svijeta niti Europske Unije. Republika Hrvatska je geografski vrlo dobro pozicionirana te njome prolazi Mediteranski koridor Transeuropske prometne mreže (TEN-T) kojoj je zadaća stvoriti efikasnu intermodalnu povezanost cijele Europske Unije. Međutim, sa stajališta zračnog prometa još nisu razvijeni projekti koji će pridonijeti razvoju robnog zračnog prometa. U Hrvatskoj postoje zračni prijevoznici koji mogu obavljati robni prijevoz poput Croatia Airlines-a i Trade Air-a, međutim, svi spadaju u kategoriju zračnih prijevoznika kojima je ovaj vid transporta relativno marginalan u prometnim učincima i ukupnim tonskim kilometrima. Croatia Airlines jedini je relevantni prijevoznik za prijevoz tereta pa je na grafikonu 4. prikazan broj prevezene robe u tonama za razdoblje od 2018. do 2022. godine. S grafikona 4. se može vidjeti kako se količina prevezene robe još nije vratila na pretpandemijsku razinu no očekuje se kako će ta razina biti dostignuta u narednih par godina [2], [11], [12].

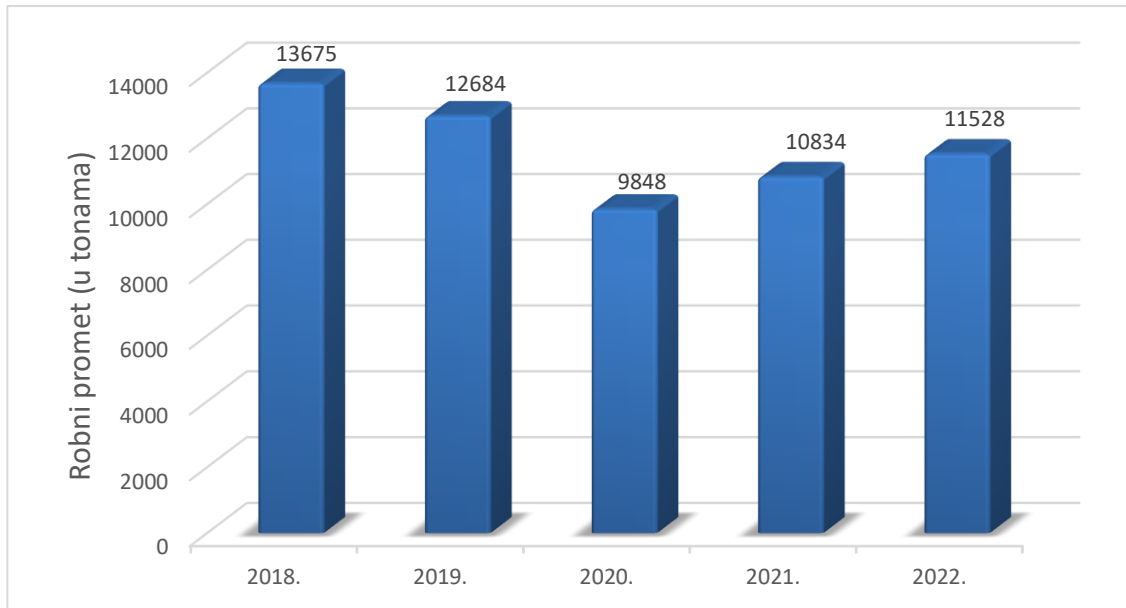


Grafikon 4. Količina prevezene robe Croatia-e Airlines od 2018. do 2022. godine

Izvor: [12]

Analizirajući aerodrome u Republici Hrvatskoj robni promet se bilježi na ukupno devet zračnih luka: Zagreb, Osijek, Pula, Rijeka, Mali Lošinj, Zadar, Split, Brač i Dubrovnik. Zračna luka Franjo Tuđman u Zagrebu izrazito prednjači u robnom prometu sa preko 90 % u odnosu na sve ostale zračne luke, stoga je na grafikonu 5. prikazana

količina robnog prometa Zračne luke Franjo Tuđman za razdoblje od 2018. do 2022. godine [13], [14].



Grafikon 5. Robni promet u tonama na Zračnoj luci Franjo Tuđman od 2018. do 2022. godine

Izvor: [13]

Kao što je također vidljivo sa grafikonu 5. robni promet još nije dostigao pretpandemijsku razinu međutim u 2023. se bilježi rast u odnosu na 2022. stoga se ubrzo očekuje novi porast te prestizanje i pretpandemijskih razina. Zračna luka Franjo Tuđman Zagreb zbog svoje dominacije u odnosu na druge zračne luke u Republici Hrvatskoj imala je u svojim dugoročnim planovima razvoj robnog terminala kako bi mogla dodatno povećati svoj promet te zauzeti veću konkurentnost i na regionalnoj razini. Taj razvoj još nije realiziran, međutim, ulaskom Republike Hrvatske u Schengenski prostor 2023. godine Europsko tržište postalo je još bolje dostupno te ta mogućnost i dalje ostaje otvorena.

3. TEHNOLOŠKI PROCESI UPRAVLJANJA TERETOM NA ZRAČNOJ LUCI

Tehnologija se definira kao znanost koja istražuje primjenu ljudskog rada i uma u određenim djelatnostima. Ona predstavlja znanstveno utemeljenu cjelinu koja se, korištenjem znanstvenih metoda, bavi analizom ukupnih odnosa različitih tehnika unutar istog procesa rada. U kontekstu prihvata i otpreme tereta, tehnološki proces podrazumijeva niz unaprijed određenih koraka svakog pojedinog sudionika, koji kroz međusobnu interakciju koriste različite tehnike rada na predmetu obrade s ciljem postizanja visokog stupnja uspješnosti u realizaciji planiranog zadatka [15].

Kako bi se mogle objasniti sve pojave unutar tehnološkog procesa uz sami pojam tehnologije potrebno je definirati i sljedeće pojmove:

- Sudionik (mentalitet) tehnološkog procesa – Karakteriziraju ga specifična tehnološka i organizacijsko-funkcionalna obilježja koja su karakteristična za određenu proizvodnu lokaciju i njezine faze proizvodnje. Pojam mentalitet naglašava posebnost uloge svakog pojedinog sudionika unutar tehnološkog procesa.
- Predmet prijevoza (prijevozni entitet) – Čini predmet obrade u tehnološkom procesu prijevoza koji u samom procesu evoluiru u višu razinu elementa tehnološkog procesa, koji se naziva pošiljka. Očuvanje integriteta predmeta prijevoza te njegove više tehnološke forme čini temeljni cilj ostvarivanja tehnološkog procesa prijevoza.
- Prihvat i otprema tereta – Obuhvaća široki spektar aktivnosti u obradi robe, odnosno tereta u zračnom prometu. Pojam prihvata podrazumijeva sve radnje i postupke vezane uz pripremu dokumenata i predmeta prijevoza u fizičkom smislu, a pojam otpreme podrazumijeva ispostavljanje robnog manifesta, organizaciju ukrcaja, formiranje ukrcajnih jedinica, pozicioniranje pošiljaka na stajanci i ukrcaj u zrakoplov, te osiguranje pošiljke za proces samog prijevoza zrakom koji i jest primarna svrha prihvata i otpreme [15].

3.1. Elementi tehnološkog procesa svrstani prema postojanosti unutar tehnološkog procesa

Elemente tehnološkog procesa moguće je podijeliti u dvije skupine, a to su promjenjivi i nepromjenjivi. Pojam promjenjivosti ne odnosi se na učinak obrade predmeta prijevoza unutar procesa, već na okolnosti povezane s njegovim procesiranjem [1], [15].

3.1.1. Promjenjivi elementi tehnološkog procesa prihvata i otpreme

Promjenjivi elementi tehnološkog procesa su [1], [15]:

- Predmet prijevoza – Predmet obrade u tehnološkom procesu prihvata i otpreme koji će nakon procesa rezultirati dobivanjem pošiljke.
- Distributivno sučelje ili infrastruktura – Ovisno o fazi tehnološkog procesa može biti skladište operatera, zemaljska strana robnog terminala zračne luke, zračna strana terminala, prostor unutar terminala.
- Manipulativna sredstva za prihvat i otpremu – Njihova vrsta ovisit će o karakteristikama same pošiljke (masa, dimenzije, vrsta pakiranja, kategorija tereta) i može varirati od jednostavnih sredstava za manipulaciju poput ručnih viličara do složenih sredstava kao što su ukrcajno-iskrcajne platforme.
- Prijevozna sredstva – Razlikuju se ovisno o fazi tehnološkog procesa. Pošiljatelji, logistički operateri i primatelji uglavnom se služe cestovnim prijevoznim sredstvima. Zračni prijevoznici također organiziraju cestovni prijevoz kamionima na relacijama između dvije zračne luke ukoliko na liniji imaju odobrenje za odvijanje komercijalnih letova.
- Ekvivalent ljudskom radu – Ovaj pojam obuhvaća aktivnosti koje se ovisno o okolnostima obavljaju ljudskim radom ili strojno, odnosno automatizirano. Primjer za to mogu biti procesi unutar skladišta.
- Dokumenti, tj. dokumentarna obrada – Tri su osnovna dokumenta u cijelom procesu Zrakoplovni teretni list, koji je osnovni prijevozni dokument u zračnom prometu, postaje predmet obrade kada pošiljka stigne u područje odgovornosti

logističkog operatera. Robni manifest obrađuje se u interakciji između zračnih luka i prijevoznika. Izvorni račun, kao prateći dokument pošiljke, obrađuje se u odnosima između pošiljatelja, logističkog operatera i carinske službe. U svakom slučaju, dinamika izmjene dokumenata s različitim funkcijama čini ovaj element promjenjivim.

- Informacije – One su po svom karakteru najdinamičnije. Karakterizira ih posebnost u odnosu prema namjeni i prema izvoru. Dijele se u tri grupe. Prva grupa su opće informacije o karakteristikama predmeta prijevoza. Odlikuju se opisnim karakterom i imaju važnu ulogu u definiranju uvjeta prijevoza, ali nemaju dinamična obilježja. Druga grupa obuhvaća podatke vezane uz sve faze tehnološkog procesa prijevoza. To su protokolarne informacije koje sadrže detalje o definiranim postupcima za svaki korak unutar tehnološkog procesa, unutar područja odgovornosti svakog sudionika. Treća grupa su pokretačke informacije koje su izrazito dinamične po svojoj funkciji. Karakteriziraju ih definirani zadaci i tempirano vrijeme interakcije. Sadržajno, to su informacije koje mijenjaju dinamiku tehnološkog procesa prebacujući ga iz dinamičkog u statičan i obratno.
- Faze tehnološkog procesa – Karakteriziraju ih obilježja i uloge sudionika procesa, a sastoje se od unaprijed definiranih radnji koje imaju za cilj jedinstveno funkcioniranje s visokim stupnjem međusobne interakcije. Postoje tri faze, a to su pripremna, provedbena i završna. Pripremna faza obuhvaća obradu predmeta prijevoza unutar područja odgovornosti pošiljatelja te interakciju s logističkim operaterom zaduženim za organizaciju otpreme. Provedbena faza uključuje interakcije između prijevoznika i prihvatno-otpremni terminala. Završna faza podrazumijeva obradu predmeta prijevoza unutar područja odgovornosti logističkog operatera na odredištu te primatelja.

3.1.2. Nepromjenjivi elementi tehnološkog procesa prihvata i otpreme

Nepromjenjive elemente karakterizira postojanost u izvornom obliku i zadanoj ulozi, a ukoliko dođe do promjena na nekom od tih elemenata tijekom realizacije, više se ne radi o izvornom procesu. Nepromjenjivi elementi tehnološkog procesa su [1], [15]:

- Cilj – U cilju svakog tehnološkog procesa sadržan je motiv koji služi kao temelj za kreiranje samog procesa.
- Dizajn – Pretpostavka za postojanje tehnološkog procesa prihvata i otpreme je dizajniranje istog, što podrazumijeva uključivanje svih bitnih elemenata specifičnih za okruženje u kojem će se proces odvijati. Dizajniranje procesa ima za svrhu procijeniti uvjete pod kojima će se proces izvršavati u svom završnom obliku.
- Sustav mjerenja i kontrole – Iako tehnološki proces pokazuje dinamičnost zbog dosljednosti i aktivnog nadzora nad svakom fazom i korakom unutar njega, sustav mjerenja i kontrole pruža stabilnost i karakter nepromjenjivosti jer omogućuje precizno praćenje i upravljanje dinamikom tijekom svake faze i koraka procesa.
- Kvalifikacijski sustav – Kontinuirana dosljednost u sustavu kvalifikacije osigurava da proces ostane relevantan i prilagođen promjenama u okruženju u kojem djeluje. Kvalifikacija sustava uključuje redovitu procjenu učinkovitosti i usklađenosti s ciljevima kako bi se osigurala njegova trajna primjenjivost i preciznost.
- Proizvodni karakter – Tehnološki proces ne može biti svrha sam sebi, stoga je njegova svrha unaprijed definirana kako bi postigao određeni cilj. Razmatrajući elemente svakog procesa i način njegova funkcioniranja, moguće je usporediti faze procesa s proizvodnim fazama, što mu po definiciji daje proizvodni karakter jer je usmjeren na stvaranje određenog proizvoda ili rezultata.
- Početne i završne točke – Početne i završne točke tehnološkog procesa su unaprijed definirane jer one postavljaju njegov okvir. Svaka promjena na tim točkama može dovesti u pitanje funkcionalnost određenog koraka, faze ili čak cjelokupnog procesa stoga je njihova točnost ključna za uspješno izvršavanje.

3.2. Elementi značajnog utjecaja na odvijanje tehnološkog procesa prihvata i otpreme

U faktore koji značajno utječu na tijek tehnološkog procesa ubrajaju se oni koji su općenito relevantni za svaku industrijsku granu. Njihova pojava je usko vezana uz planiranje procesa. Neki od tih faktora zahtijevaju posebne mjere pri planiranju. Primjerice, vremenski uvjeti u području gdje se proces odvija mogu zahtijevati specifične prilagodbe. Zimska i ljetna razdoblja sa svojim karakterističnim vremenskim uvjetima mogu imati značajan utjecaj na pripremu i realizaciju tehnološkog procesa. U te elemente ubrajaju se [1], [15]:

- **Prostor i vrijeme u fiziološkom smislu** – Značajno utječu na kvalitetu tehnološkog procesa jer primjerice jedinstven tehnološki proces prijevoza lakopokvarljivih pošiljaka nije moguće primijeniti u svakom prostoru i u svakom vremenu. Uvjeti karakteristični za određeno podneblje mogu biti specifični u prostorno-vremenskom pogledu isključivo za to okruženje te se ne mogu primijeniti u drugim podnebljima.
- **Odnos ponude i potražnje** – Kreiranje ponude za koju ne postoji potražnja predstavlja primjer lošeg ulaganja.
- **Stupanj tehničke razvijenosti** – Određuje koji se procesi mogu ili ne mogu ostvariti. Primjerice, organizirati prihvata i otpremu lako pokvarljive robe nije moguće ukoliko se ne može osigurati određene temperaturne režime.
- **Geoprometno okruženje** – Predstavlja bitan element u planiranju tehnološkog procesa jer može utjecati na kvalitetu ostvarivih veza u distributivnom lancu. Izoliranost u geoprometnom smislu može biti prepreka u stvaranju i realizaciji kvalitetnog tehnološkog procesa prihvata i otpreme u zračnom prometu.
- **Regulatorna pitanja** – Procedure i uvjeti nametnuti od strane vlasti moraju osigurati prihvatljivu razinu sigurnosti, brzinu te kvalitetu odvijanja tehnoloških procesa.

3.3. Sudionici, područja odgovornosti i prijelazne točke tehnološkog procesa

Sudionici kao subjekti u organizacijsko-funkcionalnom smislu procesu prihvata i otpreme su sljedeći:

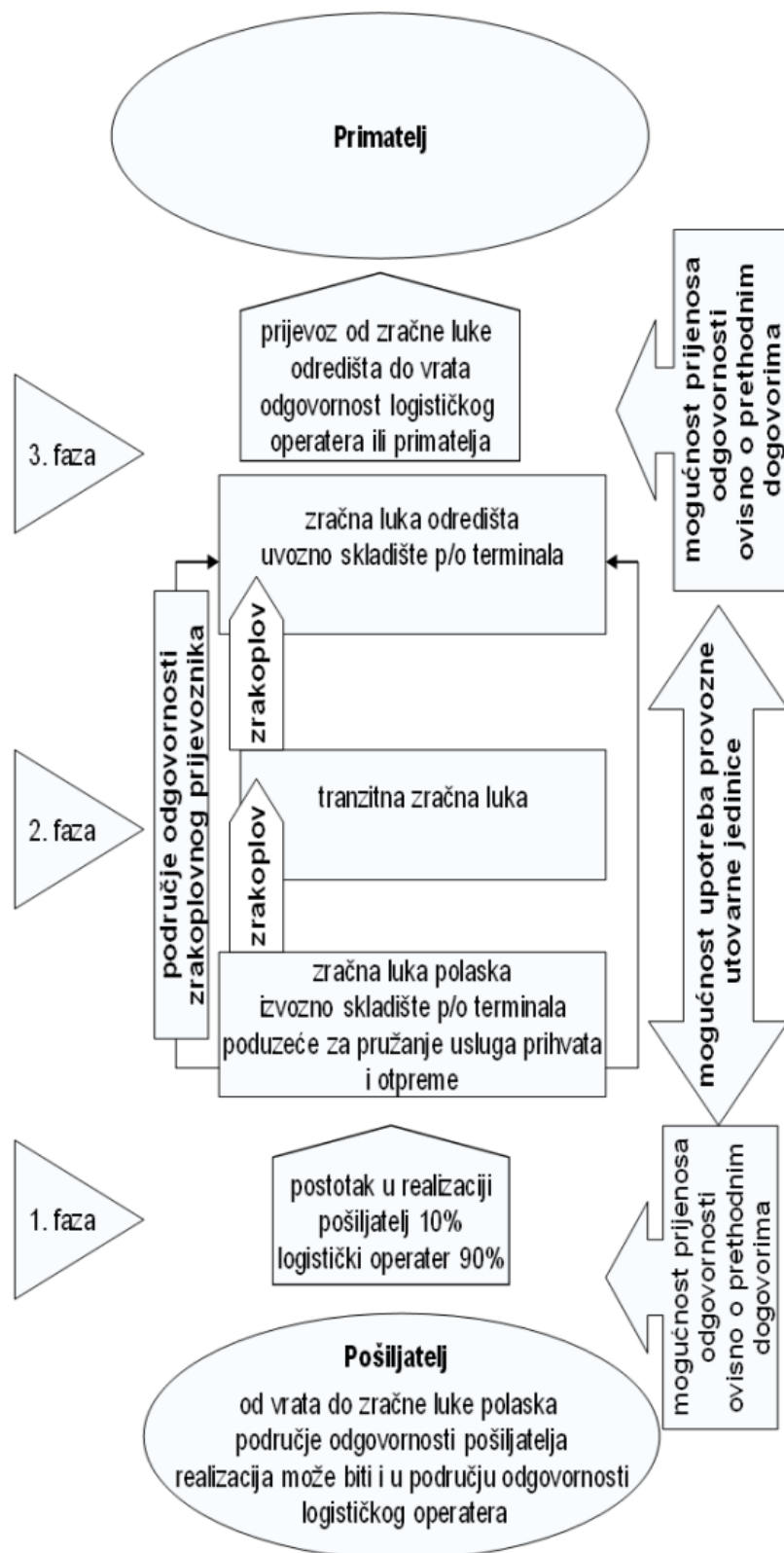
- Pošiljatelj,
- Prihvatno–otpremni terminal,
- Prijevoznik,
- Logistički operater,
- Integrator,
- Logistički operater specijaliziran za određeno područje,
- Primatelj.

Svrstaju li se navedeni sudionici u grupe sličnih uloga ili karakteristika unutar tehnološkog procesa, mogu se podijeliti u tri osnovne grupe:

1. Sudionici koji u formalno-pravnom pogledu polažu pravo nad predmetom prijevoza (vlasništvo).
2. Sudionici odgovorni za organizaciju i provođenje zadataka u području distribucije i logističkih usluga. Ugovorne veze ostvaruju se na relaciji:
 - pošiljatelj – logistički operater,
 - logistički operater – logistički operater,
 - logistički operater – prijevoznik,
 - logistički operater – prihvatno-otpremni terminal,
 - logistički operater – primatelj.
3. Sudionici izravno uključeni u fizičku realizaciju prijevoznog zadatka, prihvatno-otpremni terminali i prijevoznici. Ugovorni odnosi ostvaruju se na relaciji:
 - prijevoznik – pošiljatelj,
 - prijevoznik – logistički operater,
 - prijevoznik – prihvatno-otpremni terminal.

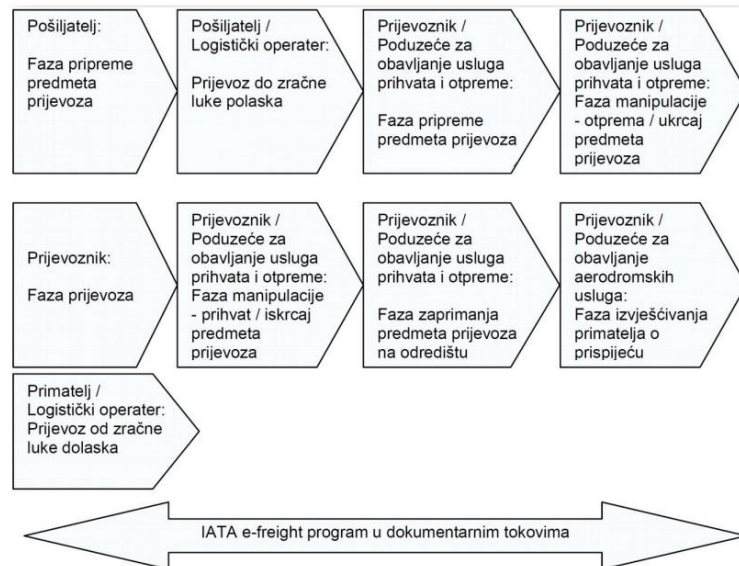
Za uspješnost realizacije tehnološkog procesa ključno je definirati ulogu svih sudionika, odrediti područja odgovornosti i jasno utvrditi prijelazne točke. Na slici 3.

shematski je prikazan glavni model podjele područja odgovornosti unutar tehnološkog procesa u zračnom prometu [1], [15].

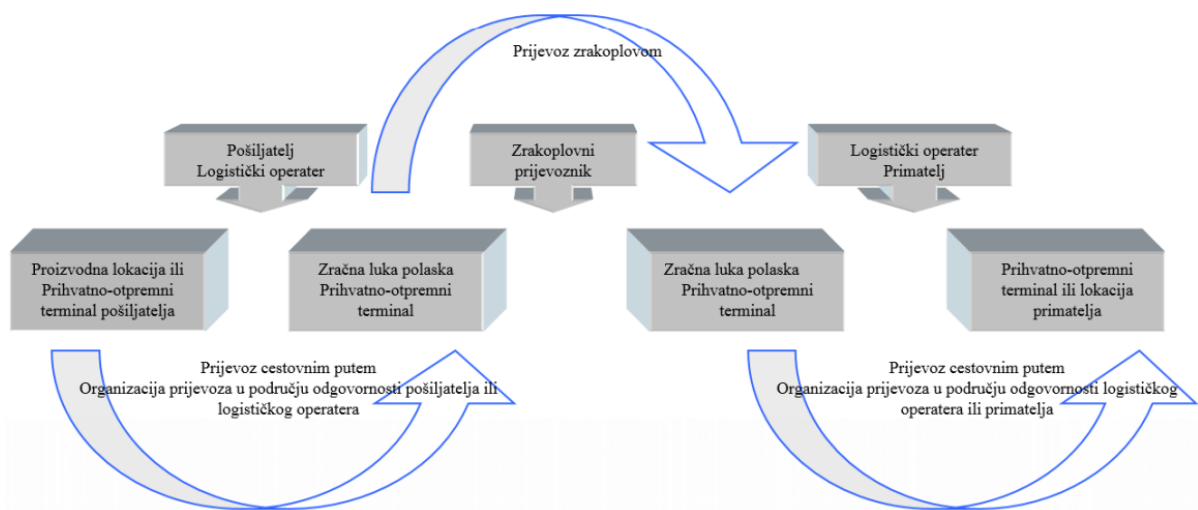


Slika 3. Područja odgovornosti i faze tehnološkog procesa prijevoza u zračnom prometu, [15]

Točke prijenosa odgovornosti unutar tehnološkog procesa, imaju ključnu važnost za kvalitetu provedbe. Određivanjem tih prijelaznih točaka jasno se definira uloga različitih sudionika u tehnološkom procesu. Učinkovitost tehnološkog procesa uvelike ovisi o prijelaznoj točki te se tu kontroliraju ulazne odnosno izlazne karakteristike predmeta prijevoza. Na slici 4. shematski je prikazan primjer fizičkih i dokumentarnih tokova, a na slici 5. opći prikaz tehnološkog procesa prihвата i otpreme tereta u zračnom prometu [1], [15].



Slika 4. Dijagram fizičkog i dokumentarnog toka realizacije prihвата i otpreme tereta u zračnom prometu, [15]



Slika 5. Prikaz tehnološkog procesa prihвата i otpreme u zračnom prometu, [15]

3.4. Oprema za utovar i istovar robe na zračnoj luci

3.4.1. Ukrcajne jedinice u zračnom prometu

Za prijevoz robe u zračnom prometu koristi se jedinično sredstvo ukrcaja (engl. *Unit Load Device* – ULD), koje obuhvaća palete, kontejnere i iglu. Ovo sredstvo omogućava visoku učinkovitost prilikom ukrcaja i iskrcaja tereta. Njegova glavna funkcija je objedinjavanje i zadržavanje okrupnjenog tereta tijekom manipulacije i transporta, čime se smanjuje broj pojedinačnih jedinica za utovar u zrakoplov. To štedi vrijeme i olakšava posao zemaljskoj posadi koja obavlja utovar i istovar. Svaki ULD ima jedinstvenu identifikacijsku oznaku koja definira standardiziranu veličinu i oblik, te posjeduje manifest za praćenje njegovog sadržaja kao cjeline.

ULD paleta je standardizirana aluminijska ploča s ojačanim rubovima koji sadrže otvore za kopče koji služe za učvršćivanje mreže koja osigurava teret. ULD kontejner je potpuno zatvoren prostor sastavljen od aluminijskih stranica ili stranica od umjetnih vlakana postavljenih na ojačanu limenu ploču. Pored paleta i kontejnera prikazanih na slici 6., koristi se i zrakoplovni iglu. Zrakoplovni iglu je paleta s integriranom zatvorenom krutom kupolom koja odgovara obliku unutrašnjosti odjeljka zrakoplova. Ova kupola je obično izrađena od staklene vune ili lakog metala [15], [16].



Slika 6. Prikaz ULD palete i ULD kontejnera, [16]

3.4.2. Manipulativna sredstva za utovar i istovar robe

Sredstva za rukovanje ukrcajnim jedinicama u zračnom prijevozu, kao i sredstva za prijenos i utovar paleta i kontejnera u skladištu te na platformi zračne luke utovara ili zračne luke istovara mogu se podijeliti na sredstva za transfer ili prijevoz te sredstva za utovar ili istovar. Najkorištenija manipulativna sredstva za utovar i istovar robe su [15], [16]:

- Utovarivači – Koriste se za istovar i utovar tereta koji je smješten u kontejnerima ili na paletama. Sastoji se od dvije platforme koje se neovisno spuštaju ili podižu od zrakoplova do razine stajanke i obratno, kao što je prikazano na slici 7. Na utovarivaču se kontejneri ili palete pokreću pomoću ugrađenih valjaka ili kotača koji se preko platformi s kolica prenose u zrakoplov.



Slika 7. Utovarivač za utovar i istovar robe iz zrakoplova

Izvor: [17]

- Transporteri – Platforme koje su konstruirane tako da se osim za utovar i istovar, s njima može prevoziti i teret. Njima se mogu prevoziti i palete i kontejneri te se njihovom upotrebom ubrzava utovar i istovar i smanjuje broj opreme koja opslužuje zrakoplov jer kolica za kontejnere ili palete nisu potrebna. Na slici 8. prikazan je izgled transportera.



Slika 8. Transporter za prijevoz tereta

Izvor: [18]

- Dolly kolica – Najkorištenija sredstva za prijenos ULD-a od platforme do utovarivača u zrakoplov. Izgled dolly kolica prikazan je na slici 9.



Slika 9. Dolly kolica

Izvor: [19]

- Transportne trake – Koriste se za jednostavniji, brži i sigurniji utovar i istovar. Glavni dijelovi transportne trake su pogonski motor, hidraulički sustav, vozilo, pokretna traka i most, kao što je vidljivo na slici 10.



Slika 10. Transportna traka

Izvor: [20]

Ostala manipulativna sredstva koja se često koriste na zračnim lukama su:

- Viličari – Koriste se kada se osnovna oprema zračne luke ne može upotrijebiti za istovar ili utovar težih tereta.
- Traktori i tegljači – Vozila koja na zračnoj luci imaju široku primjenu poput vuče kolica za palete i kontejnere, kolica za prtljagu, vučnih agregata i stepenica te vuču manjih aviona [15], [16].

3.5. Osnovni dokumenti vezani uz robni zračni promet

Dva ključna dokumenta u robnom zračnom prijevozu su zračni teretni list (eng. *Air Waybill* – AWB) te robni manifest (eng. *Cargo Manifest*). Zračni teretni list predstavlja ugovor o prijevozu robe zrakom između pošiljatelja ili njegovog ovlaštenog agenta s jedne strane, te prijevoznika ili njegovog ovlaštenog agenta s druge strane. Ovaj dokument izdaje prijevoznik ili njegov ovlaštenu agent za svaku pošiljku koja se prihvaća za prijevoz, bez obzira radi li se o međunarodnom ili domaćem prometu. Primjerak praznog zračnog teretnog lista može se vidjeti na slici 11. Robni manifest je dokument koji sadrži popis svih pošiljaka koje se šalju zrakoplovom na određenom

letu, za određeni dan i prema određenom odredištu. Osim toga, sadrži detaljne informacije o robi koja je ukrcana u zrakoplov, te se može koristiti kao dokument za carinjenje na odredištu. Izrađuje se na osnovu zračnog teretnog lista [21].

XXX

Shipper's Name and Address		Shipper's Account Number		Not Negotiable Air Waybill Issued by			
Consignee's Name and Address		Consignee's Account Number		Copies 1, 2 and 3 of this Air Waybill are originals and have the same validity. It is agreed that the goods declared herein are accepted in apparent good order and condition (except as noted) for carriage SUBJECT TO THE CONDITIONS OF CONTRACT ON THE REVERSE HEREOF. ALL GOODS MAY BE CARRIED BY ANY OTHER MEANS INCLUDING ROAD OR ANY OTHER CARRIER UNLESS SPECIFIC CONTRARY INSTRUCTIONS ARE GIVEN HEREBY BY THE SHIPPER. AND SHIPPER AGREES THAT THE SHIPMENT MAY BE CARRIED VIA INTERMEDIATE STOPPING PLACES WHICH THE CARRIER DEEMS APPROPRIATE. THE SHIPPER'S ATTENTION IS DRAWN TO THE NOTICE CONCERNING CARRIER'S LIMITATION OF LIABILITY. Shipper may increase such limitation of liability by declaring a higher value for carriage and paying a supplemental charge if required.			
Issuing Carrier's Agent Name and City		Accounting Information					
Agent's IATA Code		Account No.					
Airport of Departure (Addr. of First Carrier) and Requested Routing		Reference Number		Optional Shipping Information			
To	By First Carrier	Routing and Destination	to	by	to		
Airport of Destination		Requested Flight/Date		Amount of Insurance			
				INSURANCE - If carrier offers insurance, and such insurance is requested in accordance with the conditions thereof, indicate amount to be insured in figures in box marked 'Amount of Insurance'			
Handling Information					SCI		
HOLD FOR PICKUP							
No. of Pieces RCP	Gross Weight	Rate Class Commodity Item No.	Chargeable Weight	Rate / Charge	Total	Nature and Quantity of Goods (incl. Dimensions or Volume)	
Prepaid		Weight Charge		Collected		Other Charges	
		Valuation Charge					
		Tax					
		Total Other Charges (Inc Agent)					
		Total Other Charges Due Carrier					
		Total Prepaid		Total Collected			
						Signature of Shipper or his Agent	
Currency Conversion Rates		CC Charges in Local Currency					
						Signature of Issuing Carrier or its Agent	
For Carrier's Use only at Destination		Charges at Destination		Total Collected Charges		at (place)	
						XXX-	

Slika 11. Zračni teretni list

Izvor: [22]

Ostala često korištena dokumentacija u robnom zračnom prijevozu je Obavijest kapetanu zrakoplova (NOTOC), Carinska deklaracija, Deklaracija opasnog materijala, Uvozna i Izvozna dispozicija, Kontrolne liste za specijalnu robu, Instrukcija pošiljatelja te druga specifična dokumentacija [21].

4. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ZAHTJEVI RAZVOJA CARGO CITY NA ZRAČNOJ LUCI

Kao centralni i ključni dio svakog Airport Cargo City-a svakako se smatra sama zgrada robnog prometa, tj. robni terminal. Funkcija robnog terminala je izmjena modaliteta prijevoza te prihvata i otprema tereta i pošte na zračnoj luci koja se sastoji od prihvata i otpreme robe, pošte i dokumenata koji ih prate. Te funkcije terminala zahtijevaju prostor za sadržaje za obradu robe i pošte, zaštitni pregled te skladištenje odnosno prostor za formiranje pošiljaka za utovar. Sadržaji i tehnologija unutar skladišta trebali bi omogućiti efikasno i brzo odvijanje procesa prihvata i otpreme tereta i pošte, posebno kada se radi o kombinaciji kopnenog i zračnog transporta, kao i obratno.

Tehničko-tehnološka koncepcija zgrade robnog prometa zavisi od količine robe, vrste robe, primjene ULD-a, razvijenosti države i drugih faktora. Konfiguracija zgrade na strani stajanke zavisi od stupnja mehaniziranosti tog dijela. Na tehničko-tehnološkoj razini, zgrade robnog prometa mogu se podijeliti prema stupnju mehaniziranosti procesa prihvata i otpreme tereta na slabo mehanizirane, srednje mehanizirane te visoko mehanizirane i automatizirane. Slabo mehanizirani robni terminali su namijenjeni za manji promet tereta u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju. U tim terminalima teret se uglavnom ručno manipulira, a od opreme se najčešće koriste viličari i nepogonjene valjčaste linije. Srednje mehanizirani robni terminali koriste se za niže i dijelom srednje intenzitete prometa i najčešći su tip terminala u svijetu. U njima se koristi pokretna oprema za odlaganje pošiljaka u visoke regale. Visoko mehanizirani i automatizirani robni terminali namijenjeni su za velike intenzitete prometa. Osim visokog stupnja mehaniziranosti, uključuju sofisticirane sustave za upravljanje i nadzor, transportne jedinice koje se mogu kretati po tračnicama i imaju mogućnost podizanja. U nastavku su prikazane osnovne podjele prihvatno-otpremni terminala [23].

4.1. Podjela prihvatno-otpremni terminala

Prihvatno-otpremni terminali dijele se po vlasničkoj strukturi, složenosti forme, stupnju informatizacije, stupnju automatizacije, namjeni te slojevitosti strukture zgrade robnog prometa [15], [16].

Po vlasničkoj strukturi dijele se na:

- Prihvatno-otpremni terminali zračnih luka,
- Prihvatno-otpremni terminali logističkih operatera,
- Prihvatno-otpremni terminali poduzeća registriranih za prihvat i otpremu tereta,
- Prihvatno-otpremni terminali zrakoplovnih prijevoznika,
- Prihvatno-otpremni terminali integralnih prijevoznika,
- Prihvatno-otpremni terminali kurirskih operatera,
- Prihvatno-otpremni terminali poštanskih službi,
- Prihvatno-otpremni terminali mješovite vlasničke strukture (zračna luka – poduzeće za pružanje usluga prijehvata i otpreme tereta ili zračna luka – logistički operater, i slično).

Složenost forme odnosi se na raspored i broj zgrada prihvatno-otpremnog terminala, pri čemu složena forma uključuje više terminalnih zgrada koje su funkcionalno povezane u jedinstvenu cjelinu. Prema složenosti forme prihvatno-otpremni terminali dijele se na:

- Jednostavne (jedna zgrada terminala),
- Složene centralizirane (više terminalnih zgrada u neposrednoj blizini),
- Složene decentralizirane (više terminalnih zgrada, više terminalnih operatera, rasprostranjenost na većem području, karakteristika prijehvata i otpreme na velikim zračnim lukama).

U slučajevima složene decentralizirane forme, prihvatno-otpremni terminali mogu biti povezani sustavom cestovnih i IT komunikacija kako bi se omogućila brža i učinkovitija raspodjela pošiljaka. U takvim situacijama obično djeluje više poduzeća koja pružaju usluge prijehvata i otpreme. Veća koncentracija ponude usluga može

dovesti do poboljšanja kvalitete usluge, a posebno kada su operativni troškovi na određenoj lokaciji približno isti. Primjer je zračna luka Heathrow u Londonu [15], [16].

Podjela prema stupnju informatizacije ovisi o namjeni terminala i njegovoj vlasničkoj strukturi. Terminali logističkih operatera mogu biti opremljeni informatičkim sustavima za interne potrebe obrade podataka. Takvi sustavi mogu biti potpuno povezani sa svim sudionicima tehnološkog procesa prihвата i otpreme, uključujući carinske službe. Prema ovom kriteriju, prihvatno-otpremni terminali mogu se podijeliti na:

- Prihvatno-otpremne terminale bez informatičke podrške (obrada podataka odvija se isključivo ručno),
- Terminale ograničene informatičke podrške (dio obrade u dokumentarnom prihvatnu i otpremi odvija se kroz umrežen informatički sustav, primjerice ispostavljanje robnog manifesta),
- Potpuno informatizirane prihvatno-otpremne terminale (*e-freight* podrška, RFID tehnologija, bar kodovi, Cargo iQ).

U smislu automatizacije procesa obrade pošiljaka prihvatno-otpremne terminale klasificiramo na:

- Prihvatno-otpremne terminale manualnih procesa obrade pošiljaka,
- Prihvatno-otpremne terminale poluautomatiziranih procesa obrade (automatiziran sustav odlagališnih regala),
- Prihvatno-otpremne terminale potpuno automatiziranog sustava obrade pošiljaka (suvremeni sustavi protoka, pozicioniranja i skladištenja pošiljaka).

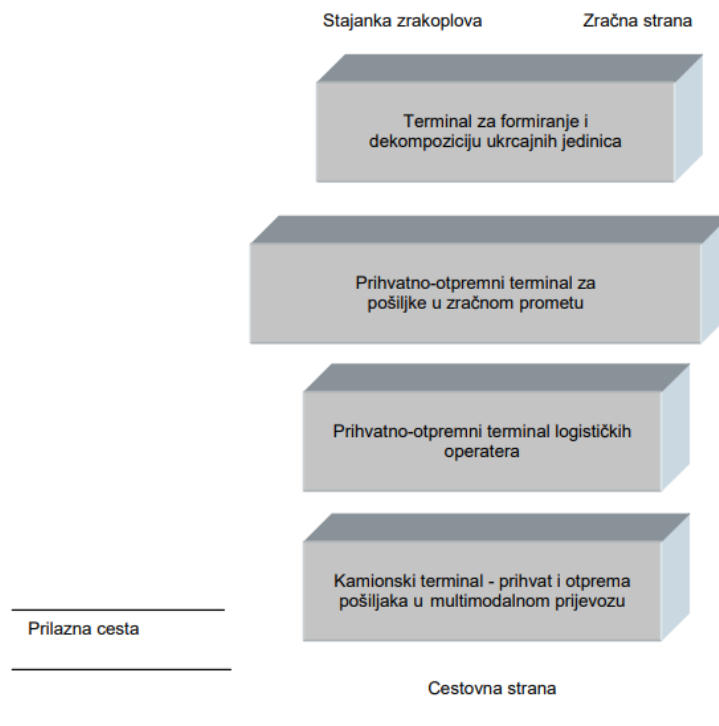
Prihvatno-otpremni terminali zračnih luka prema namjeni dijele se na:

- Prihvatno-otpremni terminali za zračni promet tereta,
- Prihvatno-otpremni terminali za multimodalni promet tereta.

Prihvatno-otpremni terminali zračnih luka prema slojevitosti strukture zgrade robnog prometa mogu biti:

- Jednoslojni prihvatno-otpremni terminali,
- Dvoslojni prihvatno-otpremni terminali,

- Višeslojni prihvatno-otpremni terminali (shematski prikazan na slici 12.).



Slika 12. Primjer višeslojnoga prihvatno-otpremnog terminala na zračnoj luci, [15]

Primjeri složene, decentralizirane i višeslojne strukture prihvatno-otpremnih terminala su Europske suvremene zračne luke kao primjerice Paris Charles de Gaulle, London Heathrow ili Frankfurt na Majni. Ovakve strukture su nastale iz potrebe proširenja kapaciteta, ali i kao posljedica odvojenih kapaciteta za pojedinu vrstu robe kao kurirske i lako pokvarljive pošiljke.

Prihvatno-otpremni terminali nisu samo objekti dizajnirani za obradu tereta u procesu prijema i otpreme. Oni također mogu uključivati druge sadržaje poput:

- Uredski prostori poduzeća za pružanje usluga prijema i otpreme,
- Uredski prostori kurirskih službi,
- Uredski prostori i kontrolne sobe službe sigurnosti,
- Uredski prostori poštanske službe,
- Uredski prostori prijevoznika,
- Uredski prostori carinske službe.

Pored lokacija za prihvat i otpremu uobičajenih pošiljaka terminali mogu biti opremljeni i prostorijama za skladištenje opasnih, lakopokvarljivih ili roba visoke vrijednosti. Na zračnim lukama elemente terminala također čine manevarske površine i prometnice na zračnoj strani te prilazne ceste na zemaljskoj strani [15], [16].

4.2. Trendovi i inovacije u tehnološkom procesu prijvata i otpreme robe

Kako bi Cargo City bio dijelom neke zračne luke, ona mora sadržavati i podržavati suvremene tehnologije i inovacije koje prate razvoj procesa prijvata i otpreme robe. Ranije navedene tehnologije kod potpuno informatiziranih prihvatno-otpremni terminala detaljnije su opisane u nastavku.

4.2.1. IATA *e-freight* tehnologija

Inicijativa „poslovati jednostavnije“, pokrenuta 2004. godine od strane Međunarodnog udruženja zračnih prijevoznika (IATA-e), svjetskog je karaktera te aktivno uključuje zrakoplovne prijevoznike, otpremnike (špeditere), pružatelje usluga prijvata i otpreme te carinske službe. Tehnologija IATA *e-freight* pridonosi optimizaciji svih procesa na globalnom tržištu zračnog prometa. Robni prijevoz u zračnom prometu može biti vrlo složen, uglavnom zbog velike upotrebe papirnatih dokumenata. Prosječno svaku robnu pošiljku prati oko 38 papirnatih dokumenata, a istraživanja koja je provela IATA su pokazala da prosječno vrijeme prijvoza pošiljaka traje šest dana (ne uključujući sami prijevoz), od čega je jedan dan otprema, a čak pet dana sređivanje papirologije. Stoga, svrha projekta je bila da robna industrija pojednostavi svoje složene procese radi smanjenja troškova i dobije daljnju konkurentnu prednost u odnosu na druge oblike prijvoza skraćivanjem vremena potrebnog za prijevoz tereta do odredišta. Očekivane prednosti IATA *e-freight*-a su [15], [24]:

- Poboljšati učinkovitost procesa smanjivanjem ručnih pogrešaka pri kreiranju i usklađivanju dokumenata,

- Manja mogućnost gubitka dokumenata,
- Brži i precizniji protok informacija (prije dolaska robe),
- Pristup dokumentima u svakom trenutku,
- Skraćivanje vremena isporuke za robne pošiljke,
- Veće zadovoljstvo kupaca,
- Smanjenje troškova obrade papirologije, ekološki aspekt,
- Opći podaci i komunikacijski standardi pojednostavljaju robnu industriju,
- Bolji tijek novca i smanjenje obrtnog kapitala.

Pozitivni učinci obuhvaćaju različita područja kao što su poslovna učinkovitost, kvaliteta usluge te sigurnost i zaštita okoliša, što se očituje kroz [15], [24]:

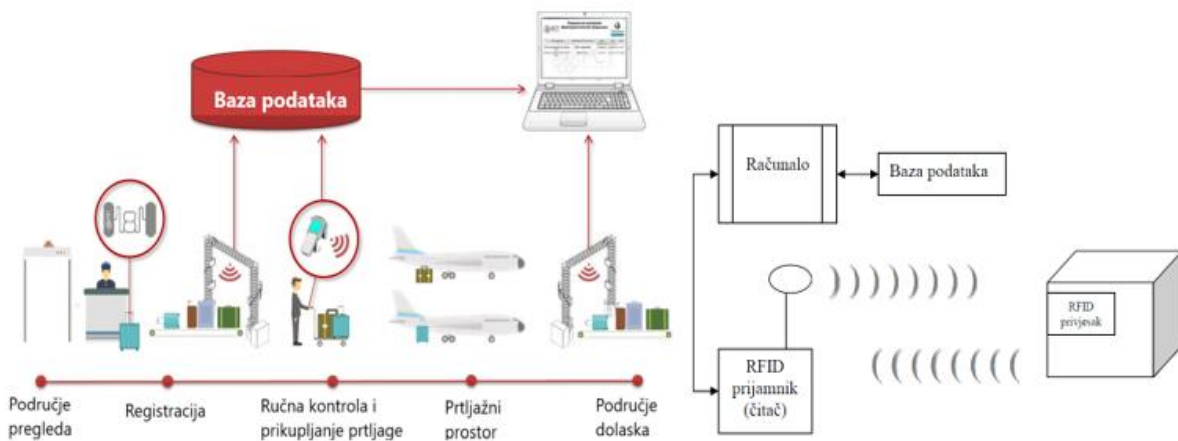
1. Smanjenje troškova: prosječna godišnja ušteda na razini industrije između 3.1 i 4.9 milijardi američkih dolara, ovisno o stupnju implementacije i primjene.
2. Skraćivanje trajanja ciklusa od pošiljatelja do primatelja: mogućnost slanja dokumenata na odredište prije robe omogućuje skraćivanje vremena trajanja ciklusa i njegovo dovođenje u okvire prosječno 24 sata.
3. Veća pouzdanost: jednom izrađeni elektronički dokumenti šalju se elektroničkim putem svim sudionicima u procesu i pogreške u manipulaciji dokumentacijom neće biti uzrokom kašnjenja pošiljke.
4. Pridržavanje odredbi: IATA *e-freight* tehnologija odvija se sukladno pravilima koja vrijede za manipulaciju elektroničkom dokumentacijom, zahtjevima carine, civilnih zrakoplovnih vlasti i ostalih regulatornih tijela.
5. Povećanu sigurnost: elektronička dokumentacija dostupna je samo sudionicima u procesu kojima je potrebna za obavljanje aktivnosti u procesu.
6. Vidljivost: elektronički dokumenti omogućuju lakše praćenje pošiljaka i traganje za pošiljkama u slučaju potrebe.
7. Jednostavnost: ukoliko svi sudionici primjenjuju IATA *e-freight* tehnologiju i koriste elektroničke poruke, proces će biti standardiziran.
8. Zaštitu okoliša: primjena IATA *e-freight* tehnologije omogućuje elektroničku zamjenu za 7.800 tona papirnatih dokumenata godišnje.
9. Kvalitetu usluge: navedeno donosi višu razinu kvalitete usluge.

Zaključno se može ustvrditi da su tri temeljna cilja ove inicijative smanjenje troškova operacija, unapređenje kvalitete usluge i zamjena papirnatih dokumenata elektroničkim sustavima u procesu obrade tereta.

4.2.2. RFID tehnologija

RFID (eng. *Radio Frequency Identification*) tehnologija započinje svoj razvoj tijekom Drugog svjetskog rata prolazeći kroz značajan tehnološki razvoj i primjenu. Njeno najznačajnije razdoblje započinje u devedesetim godinama 20. stoljeća kada troškovi njene primjene postaju prilagodljivi za široku upotrebu u svakodnevnom životu. Unatoč tome, RFID tehnologija još uvijek zahtijeva značajna ulaganja, a njena globalna primjenjivost je otežana zbog nedostatka standardizirane regulative u vezi s korištenjem istih frekvencija [15], [24].

RFID tehnologija radi na principu prijenosa podataka između prijemnika (čitača) i predajnika (transpondera) putem određenih frekvencijskih područja (LF, HF i UHF) na jednosmjernan ili dvosmjernan način. Privjesak se sastoji od kućišta, antene i mikročipa. Antena omogućava komunikaciju s prijemnikom, dok mikročip sadrži podatke potrebne za tu komunikaciju. Privjesci mogu biti pasivni, djelomično aktivni ili aktivni, ovisno o tome imaju li vlastiti izvor napajanja. Pasivni privjesci nemaju vlastiti izvor napajanja te koriste energiju iz dolaznog signala za prijenos podataka. Informacije se prenose putem radiovalova na koje antena privjeska reagira na odgovarajuću frekvenciju. Raspon prijenosa informacija ovisi o frekvencijskom spektru i prisutnosti izvora napajanja. Informacije prenesene radiovalovima formatirane su kao kodni signal koji prijemnik pretvara u računalne podatke. Kapacitet silikonskog čipa određuje spektar njegove upotrebljivosti u RFID tehnologiji. Osim osnovne funkcije identifikacije, RFID privjesci mogu prikupljati različite podatke poput temperature, razine vlage, tlaka ili vibracija. Na slici 13. shematski je prikazan način rada RFID tehnologije [15], [24].



Slika 13. Rad RFID tehnologije

Izvor: [25]

Beneficije korištenja ove tehnologije dovele su do toga da prema IATA Rezoluciji 753, svim zračnim prijevoznicima je preporučeno primjenjivati RFID tehnologiju. IATA također navodi sljedeće prednosti korištenja RFID tehnologije: manje pogrešaka i brže rukovanje prtljagom za do 90 %, smanjenje količine izgubljene prtljage i potencijalna ušteda od oko 100 američkih dolara po komadu prtljage, mogućnost praćenja prtljage uživo putem interneta, točnost identifikacije najmanje 95 %, poboljšanje kvalitete usluge putnicima te mogućnost informiranja o statusu njihove prtljage [25], [26].

4.2.3. Cargo iQ sustav

Cargo iQ (prije 2016. pod nazivom Cargo 2000) je interesna skupina IATA-e koja djeluje kao njena neprofitna članska grupa, a ima misiju stvaranja i implementacije standarda kvalitete za svjetsku industriju zračnog prijevoza tereta. Članovi Cargo iQ skupine zajedno rade na razvoju procesa zračnog prijevoza tereta prateći uspjeh i kontinuirano poboljšavajući vrijednost zračnog prijevoza za klijente. Njih čini preko 60 članova diljem svijeta uključujući zračne prijevoznike, špeditere, zemaljsku opskrbu, IT tvrtke i same zračne luke. Godišnje se prosječno prati 12 milijuna pošiljaka od zračne luke do zračne luke te četiri milijuna pošiljaka od vrata do vrata. Članovi Cargo iQ-a

razvili su sustav planiranja pošiljaka i praćenja performansi robnog zračnog prometa na temelju uobičajenih poslovnih procesa i ciljeva. Skupina se sastoji od tri radne grupe: za proces, za elektroničku razmjenu podataka i za označavanje bar kodovima. Sustav upravljanja kvalitetom uključuje i prilagodbe tradicionalnih metoda odvijanja procesa, smanjujući broj procesnih koraka sa 40 na 19 [27], [28].

Kao dio tog sustava postoji tzv. Glavni operativni plan koji opisuje standardni „od vrata do vrata“ proces prijevoza zračnog tereta. Sama implementacija Cargo iQ sustava se provodi u tri faze [27], [28]:

- Prva faza: upravljanje kretanjem na relaciji aerodrom–aerodrom (planiranje i praćenje pošiljaka na razini Glavnog zračnog tovarnog lista (eng. *Master Air Waybill*),
- Druga faza: praćenje i planiranje pošiljke na razini Lokalnog tovarnog lista (eng. *House Air Waybill*) te nadzor kretanja pošiljke „od vrata do aerodroma“ i „od aerodroma do vrata“,
- Treća faza: završna faza planiranja i dokumentarnog praćenja individualne pošiljke i upravljanje stvarnim vremenom ciklusa distribucijskog procesa jedne pošiljke. U ovom koraku dolazi i povezanost s ranije navedenim *e-freight* i RFID tehnologijama [27], [28].

4.2.4. Dronovi u zračnom prijevozu tereta

Kao sljedeća velika inovacija za globalnu trgovinu pojavljuje se tehnologija dronova velikog dometa. Razvijeni u sklopu projekta Dronamics koji financira Europsko vijeće za inovacije (EIC), teretni dronovi mogu pružiti rješenja za prekograničnu dostavu tereta i dostavu tereta na dugim relacijama sa smanjenom potrošnjom goriva. Dronamics će upravljati vlastitom flotom dronova unutar mreže infrastrukturno učinkovitih luka za dronove. Dronovi, poput Black Swan-a prikazanog na slici 14., moći će nositi teret od 350 kilograma unutar doleta od 2.500 kilometara, a trebat će im samo 400 metara uzletno-sletne staze. Prema istraživanjima inženjera, također su pristupačniji do 90 % za proizvodnju i rad od alternativa. Dronamics će također omogućiti međunarodne isporuke istog dana za 5 eura ili manje po kilogramu uz do 60

% niže emisije CO₂. Prve luke za bespilotne letjelice izgradit će se na Mediteranu s planovima za širenje diljem EU kako bi opsluživale udaljene ili nedovoljno opslužene zajednice koje nisu čvorišta [29], [30].



Slika 14. Black Swan dron za prijevoz robe

Izvor: [30]

Krajem 2023. godine Dronamics i Qatar Airways Cargo potpisali su međukompanijski sporazum koji obostrano omogućuje proširenje mreže dostave, značajno povećavajući njihov doseg, kao i omogućavajući pristup područjima koja su prije bila teško dostupna tradicionalnim zračnim prijevozom tereta. Kroz ugovor, Dronamics može ponuditi usluge prijevoza tereta iz bilo koje od svojih manjih luka do šire mreže koju opslužuje Qatar Airways Cargo. Ovom mrežnom ekspanzijom, korisnici Dronamics-a mogu napraviti jednu rezervaciju za prijevoz robe od manjih luka do bilo kojeg odredišta ili čak cargo city-a koje pokriva međukompanijska zajednička mreža, i obrnuto. Potencijal za protok robe, od farmacije do hrane, od e-trgovine, pošte i paketa do rezervnih dijelova, je značajan, što omogućuje brze i pouzdane isporuke do i od lokacija koje nisu dovoljno pokriveno zračnim prijevozom [29], [30].

4.3. Elementi planiranja i zaštita u prihvatno-otpremim terminalima

U tehnološkom procesu prihvata i otpreme infrastrukturu svih sudionika u zračnom prometu čine prihvatno-otpremni terminali. Trenutni trend rasta prometa, širenje kapaciteta, složenost tereta, visoki stupanj mehaniziranosti procesa i primjena transportne tehnologije dovode do složenijih, decentraliziranih i višeslojnih struktura prihvatno-otpremih terminala.

4.3.1. Tehnološki aspekti dizajniranja infrastrukture

Prvi korak u planiranju uključuje određivanje prostora za iskrcaj robe na terminalu. Pošiljke koje se otpremaju zračnim putem na prihvatno-otpremne terminale u zračnim lukama obično dolaze cestovnim vozilima. Planiranje parkirnih mjesta mora uzeti u obzir prostor potreban za manevriranje viličara ili druge ukrcajno-iskrcajne opreme. Opravdanost izgradnje platforme temelji se na broju operacija u kamionskom prijevozu. Izgradnja platforme pojednostavljuje i ubrzava proces iskrcaja i ukrcaja te donosi uštede. Prostor za inicijalno zaprimanje robe dio je terminala s višom sigurnosnom razinom i uključuje ograničenja kao što su vrata i sigurnosni prolazi. Planiranje prostora obuhvaća zaštitu od vanjskih vremenskih utjecaja, manipulaciju operativnom opremom i provedbu sigurnosnih mjera [31].

U zgradi robnog prometa potrebno je osigurati prostor i opremu kao što su blagajna ili soba s teškim vratima, prostorija za životinje, hladnjaci (standardni i za duboko smrzavanje), prostorija za posmrtnu ostatke te izolirane prostorije za određene opasne tvari (npr. prostorija ožbukana baritnom žbukom za radioaktivne tvari i izolirana prostorija za zarazne tvari). Raznovrsnost specijalnih vrsta robe, uključujući žive ljudske organe za presađivanje, meso, voće, cvijeće, dnevne novine, žive životinje, te ekspresnu i drugu robu, zahtijeva izuzetnu žurnost, dok opasne tvari zahtijevaju posebnu ambalažu, pakiranje, rukovanje i skladištenje. Neke vrste robe prevoze se isključivo teretnim zrakoplovima, dok se žive životinje prevoze u kontejnerima s potrebnom hranom i drugim potrebama [23], [31].

Planiranje rashladnih komora potrebno je obaviti u prostorima koji nisu izloženi vanjskim temperaturnim utjecajima ili u izoliranim dijelovima kako bi pristup i manipulacija pošiljkama bili jednostavniji i efikasniji. Preporučuje se planirati pretkomore za temperaturno kontrolirane komore kako bi se smanjio utjecaj vanjske temperature prilikom otvaranja i obrade pošiljaka. Visina ulaza u komoru mora odgovarati ulasku odgovarajućih manipulativnih sredstava. Rashladne komore ne bi trebalo smještati blizu izvora visokih temperatura [15], [31].

Ostale komore, poput onih za opasnu robu, moraju biti odvojene od ostalih vrsta robe i lako dostupne službama za izvanredne situacije i vatrogascima. Nekompatibilne opasne robe treba smjestiti u različite skladišne komore. Vrijednosne pošiljke moraju biti pod neprekidnim nadzorom. Prostor za žive životinje mora imati sustav grijanja i ventilacije te biti izoliran od buke i otvorenih dijelova terminala, s prilagodljivom razinom osvjetljenja i temperature [15], [31].

Temperaturni profil i njegovo određivanje uključuje dizajniranje procesa za praćenje i bilježenje temperature. Utjecaj temperature je važan u planiranju, definiranju i realizaciji svih faza procesa. Planiranje odgovarajuće infrastrukture, manipulativnih sredstava, ukrcajnih jedinica ili prijevoznih sredstava zahtijeva razumijevanje uvjeta u kojima će se procesi odvijati. Pošiljatelj treba razraditi temperaturni profil svojih skladišnih kapaciteta i cestovnih prijevoznih sredstava ukoliko temperatura ima značajnu ulogu u proizvodnji i distribuciji proizvoda. Logistički operateri i robni terminali također trebaju definirati temperaturni profil za svoje okruženje. Prijevoznik može definirati profil ukrcajnog odjeljka za svaki zrakoplov. Utvrđivanje temperaturnog profila temelji se na precizno definiranim modelima praćenja, mjerenja i bilježenja temperature na unaprijed određenim pozicijama. Relevantnost pozicije za mjerenje određuje se poznavanjem specifičnih uvjeta za tu poziciju i procijenjenim utjecajem na proces. Na slici 15. prikazan je Data logger, uređaj za mjerenje temperature u ukrcajnim odjeljcima zrakoplova [15], [31].



Slika 15. Data logger, [31]

Temperaturni profili infrastrukture definirani su procesima mjerenja i bilježenja temperaturnih vrijednosti unutar skladišta. Poznavanje temperaturnog profila infrastrukture može pomoći u pravilnom postavljanju rashladnih komora i drugih prostornih odjeljaka unutar skladišta. Utvrđivanje temperaturnog profila skladišne infrastrukture postiže se analizom vanjskih temperaturnih utjecaja, položajem i brojem vrata, dimenzijama objekta, rasporedom i brojem izvora ventilacije i grijanja, kvalitetom izolacije te ukupnom površinom pod staklenim oblogama. U skladištima je potrebno postaviti mjerne instrumente i definirati model praćenja i bilježenja izmjerenih vrijednosti. Kao i kod ukrcajnog odjeljka, potrebno je planirati izradu ljetnog i zimskog temperaturnog profila, kao i dnevnog i noćnog profila za infrastrukturu. Poznavanje temperaturnog profila sučelja u kojem se odvija tehnološki proces dodaje vrijednost sustavu kvalitete usluge, omogućujući mjere za smanjenje negativnog utjecaja temperature na proces [15], [31].

4.3.2. Zaštitni pregled tereta u prihvatno-otpremnim terminalima

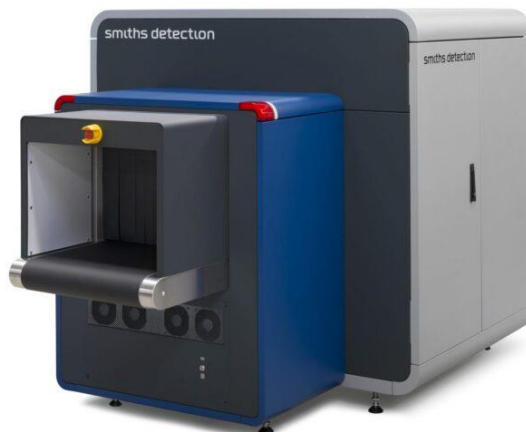
Improvizirane zapaljive i eksplozivne naprave zrakoplovstvu čine najveću prijetnju. Dobro postavljene regulative temelj su adekvatne zaštite tereta i pošte te moraju biti redovito preispitivane kako bi se osigurala visoka razina sigurnosti. Ključne zaštitne mjere uključuju pravilno pakiranje i nadzor pošiljki, čime se osigurava da pošiljke nisu bile neovlašteno manipulirane. Razna regulatorna tijela sudjeluju u određivanju i unapređenju regulatornih okvira za zaštitu tereta i pošte. Na globalnoj

razini, nadležno tijelo je Organizacija međunarodnog civilnog zrakoplovstva (ICAO), dok na regionalnoj razini u Europi djeluju Europska komisija i Europsko vijeće. Prema Uredbi 2015/1998, zračnim putem može se prevoziti samo teret koji je podvrgnut zaštitnom pregledu. Sigurnost i zaštita mogu se postići na dva načina, a to su osigurani opskrbni lanac te zaštitni pregled tereta [32].

Zaštitni pregled tereta i pošte uključuje korištenje raznih sredstava i metoda za otkrivanje zabranjenih predmeta unutar pošiljki. Iako špediteri teoretski mogu provoditi zaštitni pregled, u praksi ga obavlja zemaljsko osoblje u zaštitno ograničenom području zračne luke. Zemaljsko osoblje provjerava teret raznih pošiljatelja u ime zračnog operatera. Zaštitni pregledi se također mogu provoditi interno kod tzv. integratora, koji kombiniraju ulogu špeditera, zemaljskog osoblja i zračnog prijevoznika (kao što su DHL i FedEx). U svrhu sigurnosti zračnog prometa, screening kontrola primjenjuje tehnička ili druga sredstva kako bi se identificiralo i otkrilo oružje, eksplozive ili druge opasne uređaje, predmete ili tvari koje bi se mogle koristiti za nezakonite aktivnosti. Kontrola se provodi neposredno prije zaprimanja robe namijenjene za zračni prijevoz u carinskom skladištu zračne luke. Subjekt koji provjerava teret mora osigurati kontrolu koristeći odgovarajuća sredstva ili metode, uzimajući u obzir prirodu pošiljke, budući da nisu svi načini prikladni za sve pošiljke. Ako se ne može s potpunom sigurnošću utvrditi da u teretu nema zabranjenih predmeta, teret se podvrgava ponovnom pregledu dok osoba koja provodi pregled ne bude sigurna u rezultat [32].

Zaštitni pregled robe na zračnoj luci se izvršava na sljedeće načine:

- Ručna pretraga,
- Rendgenska oprema (*X-Ray – XRY*); primjer prikazan na slici 16.,



Slika 16. Rendgenski uređaj za zaštitni pregled

Izvor: [33]

- Sustavi za otkrivanje eksploziva (*Explosive Detection Systems – EDS*); primjer prikazan na slici 17.,



Slika 17. Uređaj za otkrivanje eksploziva HI-SCAN 10080 XCT

Izvor: [34]

- Oprema za otkrivanje tragova eksploziva (*Explosive Trace Detection – ETD*),
- Psi za otkrivanje eksploziva (*Explosives Detection Dogs – EDD*),
- Vizualna provjera,
- Provjera detektorima metala; primjer prikazan na slici 18.



Slika 18. Detektor metala EMIS 130200

Izvor: [35]

Danas najčešće korištena metoda u uporabi je rendgenska, a najkorištenija je za kontrolu zrakoplovnih ukrcajnih jedinica (ULD-ova). Kontrolu isključivo vrši osoblje educirano za očitavanje slike rendgena. Međutim, zračne luke koje imaju velik opseg robnog prometa i koje sadržavaju sustav Cargo City, mogu imati i koristiti sve od navedenih metoda zaštitnih pregleda robe, a sve u svrhu najveće moguće razine sigurnosti i usluge [32].

4.4. Kvaliteta prihvata i otpreme robe na zračnoj luci

Funkcija robnog terminala je prihvata i otprema robe i pošte ponajviše između cestovnih vozila i zrakoplova. Prostorije unutar zgrade trebale bi omogućiti efikasno i brzo kretanje robe i pošte između kopnenog i zračnog transporta, uz minimalne troškove i mogućnost proširenja terminala bez značajnih izmjena. U robnom terminalu postoje četiri osnovna toka lokalnih tereta: domaći dolazak, domaći odlazak, međunarodni dolazak (uvoz) i međunarodni odlazak (izvoz). Pored lokalnog prometa, prisutni su i tranzitni i transferni promet. Svaki od ovih tokova ima ulazne i izlazne putanje kroz zgradu. Vršna opterećenja se ne preklapaju jer se promet odvija u

različitim dijelovima dana, što znači da nema jednog vršnog opterećenja za cijelu zgradu, već su opterećenja raspoređena po tokovima roba i pošte. Za aerodromsko poduzeće najpovoljnije bi bilo da je promet ravnomjerno raspoređen tijekom dana i godine, kako bi se izbjegla potreba za dodatnim kapacitetima tijekom vršnih opterećenja. Međutim, zračni prijevoznici nastoje maksimalno iskoristiti svoju flotu i red letenja u najatraktivnije vrijeme za putnike, što uzrokuje vršna opterećenja i neravnomjerno opterećenje tijekom dana. Roba i pošiljke se obično primaju direktno od pošiljatelja, ali i od špeditera ili logističkih operatera. Danas prevladava prijevoz roba na ukrcajnim jedinicama (ULD – paleta, kontejner i iglu). Potrebno je osigurati prostor za odlaganje praznih ULD-ova, jer dolazni i odlazni tokovi nisu uravnoteženi. ULD-ovi se nakon istovara iz zrakoplova, ako nisu trenutno potrebni, privremeno odlažu u za to predviđen prostor. Svu robu i ukrcajne jedinice prati odgovarajuća dokumentacija, a IATA je propisala broj i način distribucije dokumenata. U srednjim i velikim robnim terminalima proces je uglavnom automatiziran i informatiziran. Međunarodni i domaći prihvat i otprema tereta mogu se obavljati u istom objektu, pregrađenom po tokovima ili u odvojenim objektima. Tranzitni teret ostaje u zrakoplovu, dok transferni teret mijenja zrakoplov. Transferni teret može biti izravno pretovaren na stajanci ili privremeno odložen u zgradi robnog prometa [36].

Izvozni tok robe u zgradi robnog prometa obrađuje sljedeće aktivnosti:

- Prihvaćanje i pregled robe i dokumenata te zaštitni pregled,
- Vaganje, mjerenje i označavanje robe odnosno pošiljke,
- Carinski pregled,
- Svrstavanje i odlaganje odnosno pozicioniranje robe,
- Ispostavljanje robnog manifesta,
- Prikupljanje roba za jedan let, slaganje na kolica ili u ULD,
- Predotpremno odlaganje kolica ili ULD-a,
- Prevoženje do zrakoplova i utovar.

S druge strane, uvozni tok robe obrađuje sljedeće aktivnosti:

- Istovar robe iz zrakoplova i prevoženje u robni terminal,
- Prijam robe i dokumenata, prijavljivanje pošiljke carini,
- Stavljanje robe pod carinski nadzor,

- Iskup zračnoga tovarnog lista (AWB-Air waybill) i ostalih dokumenata,
- Uvozno carinjenje,
- Izdavanje robe [36].

Na manjim i srednjim zračnim lukama pripremljeni teret se transportira do zrakoplova i utovaruje pomoću teretnih utovarivača. Na zračnim lukama s velikim robnim prometom, uz robni terminal su postavljene utovarno-istovarne rampe koje omogućuju brzo iskrcavanje velikog broja kontejnera ili paleta te pripremu tih kontejnera i paleta za ukrcaj u isti zrakoplov. Ove radnje se mogu obaviti u vrlo kratkom vremenu, često unutar sat vremena ili manje. Ukrcajno-iskrcajna rampa je namijenjena za teretne zrakoplove koji imaju posebna nosna vrata, kao što je prikazano na slici 19.



Slika 19. Ukrcaj robe u zrakoplov preko nosnih vrata, [16]

Kada se radi o planiranju kapaciteta robnih terminala koriste se metode analize i proračuna kapaciteta primarnih prometno-tehnoloških sadržaja kao i kod putničkih terminala, a to su: modeli redova, metoda kritičnog puta i simulacije. Metoda kritičnog puta koristi se za analizu tokova tereta i dokumenata. Postoje opći principi planiranja koji ovise o stupnju automatizacije procesa prihvata i otpreme roba te godišnjem

prometu po kvadratnom metru robnog terminala. U terminalima s niskim stupnjem automatizacije, gdje prevladava ručna manipulacija teretom, godišnji promet iznosi oko pet tona po kvadratnom metru. U automatiziranim terminalima, gdje se koristi automatizirana manipulacija, taj broj raste na oko 10 tona godišnje po kvadratnom metru. U visoko automatiziranim terminalima, s visokim stupnjem automatizirane manipulacije, godišnji promet može doseći oko 20 tona po kvadratnom metru, a primjerice na Dalekom istoku, neke zračne luke postižu i veće vrijednosti do čak preko 30 tona godišnje po kvadratnom metru [36].

Osim samih sadržaja unutar robnih terminala, kod Cargo city sustava također se unaprijed planira i vodi računa o sadržajima na zemaljskoj strani zračne luke. Planiraju se i grade prilazne prometnice koje podržavaju promet kamiona i većih dostavnih vozila, a također se mora osigurati i dovoljan broj adekvatnih parkirališta koja osim mjesta za osobna vozila sadrže i parkirna mjesta za kamione i ostala dostavna vozila [36].

4.5. Karakteristike Cargo City-a

Uzeći u obzir ranije navedene podjele i karakteristike robnih prihvatno-otpremnik terminala može se zaključiti da se razvijanjem istih kroz povijest postepeno dolazilo do takvog sustava koji se naziva Cargo City. Karakteristike zračne luke s infrastrukturom i tehnologijom koncepta Cargo City-a podrazumijevaju:

- Složenu decentraliziranu formu sa više terminalnih zgrada i operatera rasprostranjenih na većem području,
- Potpuno informatizirane prihvatno-otpremne terminale,
- Potpuno automatizirane sustave obrade pošiljaka,
- Višeslojne prihvatno-otpremne terminale.

Osim navedenog, specifičnosti Cargo City-a su skladišta koja su opremljena za različite vrste tereta i često koriste napredne tehnologije poput automatskih sustava za sortiranje i sustava za praćenje tereta kako bi se osigurala točna i brza obrada. Osim toga, mnoge zračne luke imaju specijalizirane objekte poput hladnjača za skladištenje

osjetljivih tereta poput hrane i lijekova. Infrastruktura u Cargo City-u često je dizajnirana s obzirom na potrebe različitih vrsta tereta i operacija, pružajući fleksibilnost u njihovom rukovanju. Sadrži i prostore za carinsku obradu tereta koji omogućuju brzu i učinkovitu carinsku kontrolu i deklaraciju tereta koji prelazi granice. Iznimo je važna i sigurnost i zaštita stoga da bi se osigurala zaštita tereta i objekata prisutne su kamere za nadzor, sustavi za detekciju ilegalnih supstanci, pristupne kontrole i druge sigurnosne mjere.

Cargo City osim tehničke infrastrukture za obradu tereta sadrži i lokacije poput poslovnih prostorija koje služe za razne sastanke i konferencije. Samim time u sklopu Cargo City-a velikih čvorišnih zračnih luka mogu biti izgrađeni i hoteli kako bi ponuda i kvaliteta usluge bila na vrlo visokoj razini. Postojanje hotela i poslovnih prostorija prati i dobra povezanost s glavnim cestovnim prometnicama, željeznicom i drugim vrstama prijevoza, a sve u svrhu brze i učinkovite distribucije tereta.

Cargo City ključan je za globalnu logistiku i opskrbni lanac jer omogućava brzu i učinkovitu razmjenu tereta između različitih lokacija širom svijeta. Uz sve veću potražnju za robnim prijevozom, Cargo City postaje sve važnije središte za globalnu trgovinu i ekonomsku povezanost.

4.6. Airport City kao razvojni koncept

Razvoj prometa zrakoplova, putnika, prtljage i tereta rezultirao je povećanjem potreba putnika i drugih zainteresiranih strana koje na zračnim lukama ostvaruju svoje poslovne interese. Prepoznavajući i zadovoljavajući različite zahtjeve svih zainteresiranih strana, zračne luke se razvijaju, nude nove sadržaje i postaju značajni poslovni centri. Osim prihvata i otpreme zrakoplova, putnika, prtljage i tereta, nude i niz drugih komercijalnih sadržaja kao što su trgovine, restorani, zdravstvene usluge, mogućnost obavljanja vjerskih potreba, *rent-a-car* usluge, prijevoz do gradskih središta različitim prometnim sredstvima, iznajmljivanje ureda i prodajnih prostora, parkiranje automobila i mnoge druge usluge. Infrastruktura za pružanje ovih usluga ne gradi se samo unutar terminala, već i u njihovoj neposrednoj blizini ili čak izvan područja zračnih luka. Tako se grade hoteli, stanice podzemne željeznice ili autobusa, poslovne zgrade s uredskim prostorima za iznajmljivanje, muzeji, zdravstvene ustanove, trgovački

centri, nadzemne ili podzemne garaže, robni i logistički centri i slično. Sve to pokazuje da se stvaraju tzv. aerodromski gradovi, odnosno Airport City [37].

Pojam Airport City najčešće obuhvaća sadržaje unutar zračne luke, uključujući putnički terminal, stajanku za zrakoplove, uzletno-sletnu stazu te druge aktivnosti zračne luke poput prihvata i otpreme tereta, logistike, uredskih prostora, trgovina i hotela. Koncept Airport City predstavlja model u kojem zračna luka prelazi iz tradicionalnog modela, gdje su dominirale aeronautičke usluge, na razvoj neaeronautičkih komercijalnih sadržaja, usluga i izvora prihoda. Cilj menadžmenta zračnih luka je stalno povećanje prometa zrakoplova, putnika i tereta. Kako bi povećale prihode i dobit te omogućile buduće investicije, zračne luke su shvatile da samo prihod od povećanja prometa nije dovoljan. Povećanje cijena prihvata i otpreme je ograničeno jer bi to povećalo troškove zračnih prijevoznika i negativno utjecalo na širenje mreže linija i povećanje prometa. Razvojem interkontinentalnog prometa, putnici su počeli provoditi sve više vremena na velikim, čvorišnim zračnim lukama. Ovo vrijeme trebalo je iskoristiti za generiranje dodatnih prihoda za operatore zračnih luka, pa su se sve više razvijali sadržaji koji su obogaćivali ponudu, generirali potražnju i stvarali dodatne prihode [37].

Brojne aktivnosti u sklopu Airport City-a mogu se podijeliti u dvije osnovne grupe:

- Aktivnosti vezane za infrastrukturu – Promet na tlu, intermodalni promet, dostupnost javnog prijevoza, zrakoplovstvo,
- Aktivnosti vezane za tržište – Tržište nekretnina, usluge poslovnim putnicima vezane za poslovanje, zračni cargo i logistika, trgovina.

Poslovnim se putnicima tako mogu ponuditi i ugostiteljske usluge poput hotela, *rent a car*-a, parkirališta, zdravstvenih ustanova i rekreacijskih aktivnosti. Nekoliko je grupa zainteresiranih strana za razvoj Airport City-a, a svaka grupa interes pronalazi u korištenju i razvoju sadržaja koje on nudi [37].

Kada se radi o Airport City-u presudan utjecaj na investiranje i izbor modela imaju udaljenost zračne luke od centra grada i raspoloživost zemljišta za izgradnju njegovih sadržaja. Temeljem prethodno navedenog u nastavku su navedeni slijedeći modeli Airport City-a:

- Model 1. – Zračna luka smještena 20 ili više kilometara od centra grada. Ovaj model karakterizira dostupnost velike površine slobodnog prostora s manjom gustoćom naseljenosti, što je tipično za novije zračne luke. Problem buke ovdje nije značajan. Primjeri takvih zračnih luka uključuju zračnu luku Atena Eleftherios Venizelos, London Gatwick, Helsinki-Vantaa, Stockholm Arlanda i Berlin Brandenburg.
- Model 2. – Zračna luka locirana relativno blizu centra grada, često kada je zračna luka sama investitor u infrastrukturu. Ovaj model je obično manjih razmjera, sastoji se od nekoliko zgrada, a u ekstremnim slučajevima samo jednog hotela i poslovne zgrade.
- Model 3. – Velika zračna luka gradi infrastrukturu u svojoj neposrednoj blizini. To uključuje logistički park ili Cargo City, te izgradnju željezničke stanice nekoliko stotina metara od putničkog terminala. Poslovne zgrade su također u blizini. Neaeronautički prihodi čine do 70 % ukupnih prihoda. Primjer ovog modela je zračna luka Frankfurt na Majni.
- Model 4. – Zračna luka smještena gotovo u centru grada, s odličnom prometnom povezanošću. Airport City predstavlja značajni razvojni potencijal grada, uključujući hotele, kongresne centre, parkove, restorane, poslovne prostore, auto salone i druge sadržaje. Primjer ovog modela je zračna luka Duesseldorf.
- Model 5. – Airport City razvijen kao marketinški brend koji promovira okolno područje i gospodarski razvoj. Sadrži poslovne zgrade, trgovačke centre, hotele i logistički centar, a karakterizira ga dobra povezanost, jeftino zemljište i suradnja s lokalnom zajednicom. Primjer ovog modela je zračna luka Helsinki-Vantaa.
- Model 6. Airport City smješten potpuno izvan zračne luke, ali s odličnom prometnom povezanošću i više linija javnog prijevoza. Sastoji se od poslovnih zgrada, garaža i drugih sadržaja, blizu autoceste. Ovaj „grad u gradu“ koristi postojeću infrastrukturu grada. Udaljen je 10 do 15 kilometara, odnosno 10 do 20 minuta vožnje automobilom ili javnim prijevozom od zračne luke. Primjer ovog modela je zračna luka Nikola Tesla u Beogradu.

Kao razvojni koncept Airport City odražava viziju razvoja zračne luke. Primjerice Amsterdam Schiphol Grupa vidi zračnu luku kao dinamično središte gdje se susreću

ljudi i poslovanje, logistika i trgovina, informacije i zabava, što upravo definira koncept Airport City-a [37].

Utjecajni faktori za razvoj Airport City-a djeluju sinergijski, a ne pojedinačno. Oni se mogu svrstati u četiri grupe kritičnih faktora, a to su povezanost, ekonomski potencijal zaleđa, komercijalna politika operatora zračne luke i kontekst održivog razvoja. Glavni razlozi za planiranje, izgradnju i razvoj Airport City-a su bolje pozicioniranje zračne luke na međunarodnom tržištu zračnog prometa povećanjem njene konkurentnosti i doprinos gospodarskom razvoju na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini [37].

Airport City se zaključno može smatrati razvojnim konceptom i to iz slijedećih razloga:

- Investicija u izgradnju potrebne infratrukture,
- Postaje sjedište određenog broja zračnih prijevoznika,
- Otvaranja novih radnih mjesta, zapošljavanja, što utječe na povećanje socijalne stabilnosti lokalne zajednice,
- Podizanja konkurentnosti zračne luke i kvalitetnije pozicije na tržištu,
- Omogućuje promjenu strukture prihoda zračne luke pri čemu raste učešće neaeronautičkih prihoda, što omogućuje manje cijene handlinga i veći promet zrakoplova, putnika i robe,
- Podrazumijeva otkup zemljišta od okolnog stanovništva što utječe na njihov materijalni status kao i materijalni status lokalne zajednice,
- Povećanja prihoda lokalne zajednice kroz komunalnu naknadu, poreze, prireze itd.,
- Zapošljavanja građevinske operative što utječe na smanjenje nezaposlenosti,
- Pokretanja novog investicijskog ciklusa i poboljšavanja investicijske klime.

Kada zračna luka sama opslužuje širu regiju povezanu multimodalnim transportom te komercijalno povezanu s različitim proizvodnim i poslovnim grupacijama unutar aerodromskog poslovnog parka, kao i sa informacijskom i komunikacijskom tehnologijom, maloprodajom, hotelima i zabavnim centrima, industrijskim i logističkim parkovima, veleprodajom te razvojem stambenih objekata, i kada se te aktivnosti razvijaju duž glavnih prometnih pravaca na udaljenosti do 35

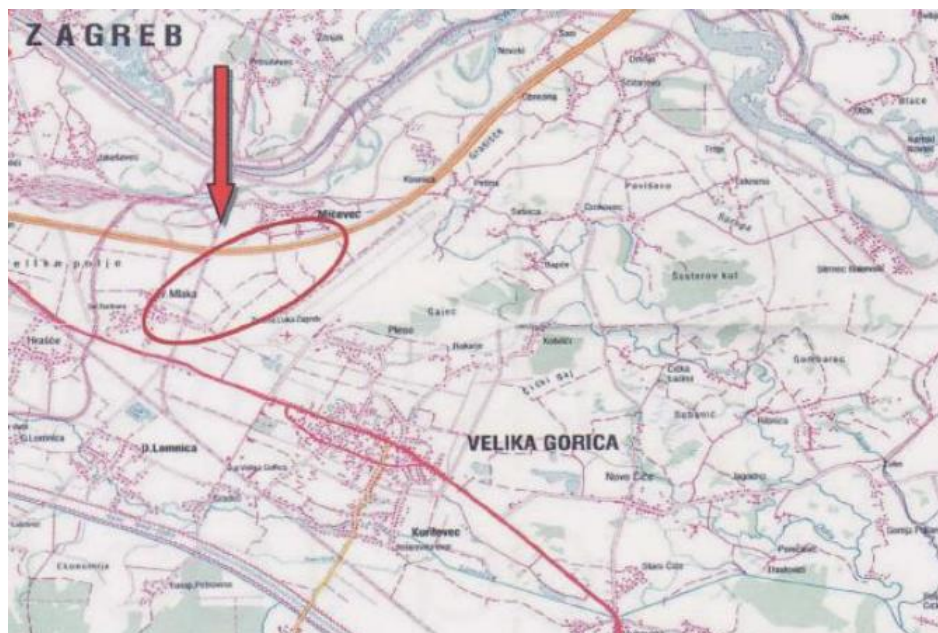
kilometara izvan zračne luke, tada se može raditi o širokom razvoju koji je povezan s aerodromskim aktivnostima. Ovaj model omogućuje tranziciju Airport City-a u novu, proširenu urbanu formu koja se naziva Aerotropolis [37].

4.7. Potencijal Cargo City-a u Republici Hrvatskoj

Zagreb kao glavni grad Republike Hrvatske i već navedene činjenice da zauzima preko 90 % robnog zračnog prometa na nacionalnoj razini, jedino Zračna luka Franjo Tuđman u Zagrebu ima plan razvoja Cargo City-a i Master Plan razvoja Airport City-a općenito. Airport City zračne luke Zagreb koncipiran je kao kombinacija Modela 2. i 5., smješten u neposrednoj blizini novog putničkog terminala zračne luke i grada Velike Gorice, te udaljen samo 15 kilometara od centra grada Zagreba. U prvoj fazi, planira se izgradnja hotela, dok se u drugoj fazi planira izgradnja jedne ili više poslovnih zgrada te drugih sadržaja poput trgovačkog centra i željezničke stanice. Treća faza uključuje razvoj logističkog centra poznatog kao Zagreb Airport Cargo City Projekt. Ovaj projekt bi se razvijao kao prepoznatljiv marketinški brend koji promovira šire okolno područje [38].

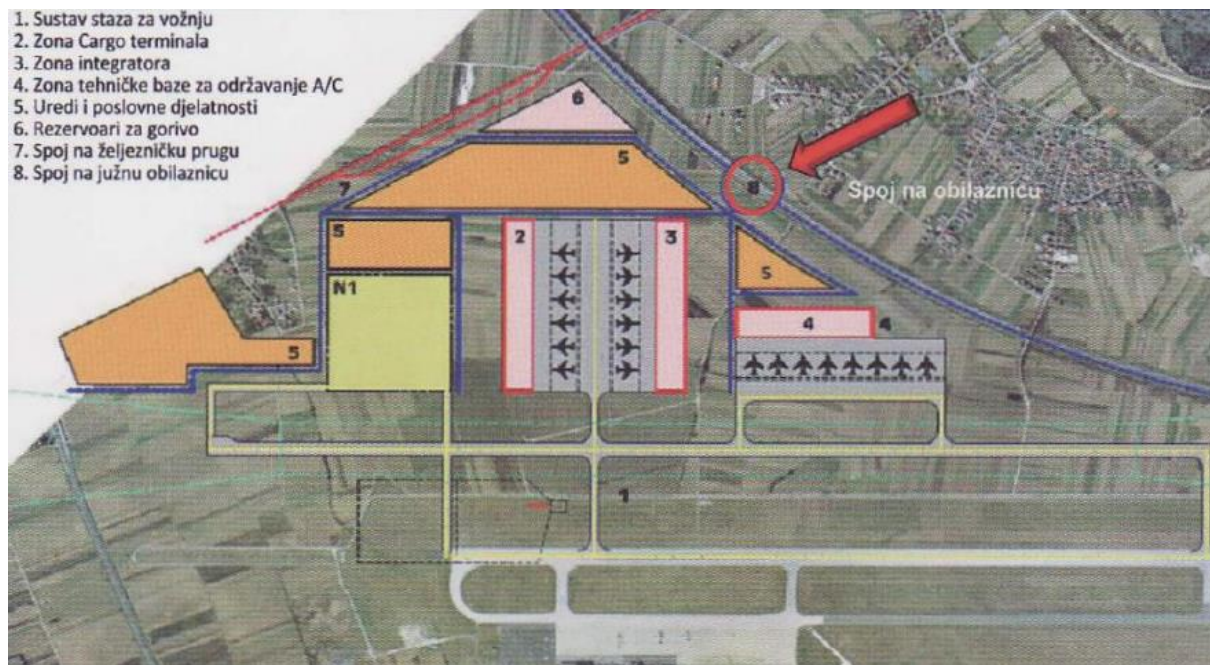
Zagreb Airport Cargo City Projekt fokusira se na intermodalnost, što uključuje optimizaciju i smanjenje troškova transportnih procesa, te održivost koja se odnosi na racionalan utjecaj razvoja na okoliš, a također je i usklađen s drugim projektima prometne infrastrukture u okruženju.

Projekt Zagreb Airport Cargo City planiran je s realizacijom na lokaciji Zračne luke Franjo Tuđman u Zagrebu, unutar trokuta ograničenog južnom zagrebačkom obilaznicom, željezničkom prugom koja prolazi kroz Veliku Mlaku i spaja ranžirni kolodvor s prugom Zagreb–Sisak, te sjevernom granicom uzletno-sletne staze, kako je prikazano na slici 20. Zemljište ima ukupnu površinu od otprilike 350 hektara i rezervirano je za širenje aktivnosti zračne luke prema Prostornom planu Zagrebačke županije i grada Velike Gorice. Studija o isplativosti ulaganja pokazuje da se povrat investicije može ostvariti u razdoblju od 10 godina [38].



Slika 20. Prikaz potencijalne lokacije Zagreb Cargo City-a, [38]

Tri su predviđene faze izvedbe ovog projekta. Prva faza obuhvaća priključke na infrastrukturu kao što su energetika, komunalije, ceste i željeznička pruga. Planira se izgradnja skladišnih objekata s specijalnim prostorima ukupne površine od 8.300 četvornih metara opremljenih svom potrebnom opremom, što bi zadovoljilo potrebe za prometom od oko 60.000 tona tereta godišnje. Također je predviđena izgradnja stajanke za teretne zrakoplove površine otprilike 20.000 četvornih metara, što bi omogućilo parkiranje dva zrakoplova veličine Boeing 747 ili tri do pet manjih zrakoplova, uz sustav staza za vožnju koji bi se mogao prenamijeniti u drugu uzletno-sletnu stazu. U planu je i izgradnja uredskih prostora namijenjenih zračnoj luci, partnerima i državnim službama. Druga i treća faza projekta uključuju eventualno proširenje skladišnog, uredskog i parkirnog prostora. Na slici 21. prikazan je izvadak iz Master Plana na kojem su prikazane lokacije objekata koji su planirani u Zagreb Airport Cargo City Projektu [38].



Slika 21. Planirana infrastruktura Zagreb Airport Cargo City-a, [38]

Za realizaciju i početak investiranja u ovaj projekt potrebno ga je dovesti u fazu visokog stupnja dokumentiranosti, a to podrazumijeva sljedeću dokumentaciju:

- Studija izvodljivosti, uključivo i analizu varijanti,
- *Cost/Benefit* analizu (analiza rizika, financijska i ekonomska analiza),
- Izračun nedostajućih sredstava,
- Idejni projekt i glavni projekt,
- Informacije o statusu zemljišta, lokacijska dozvola i građevinska dozvola,
- Opis budućeg modela funkcioniranja i održavanja,
- Aranžmane u provedbi i terminski plan,
- Financijski plan i plan nabave,
- Procjenu troškova svih komponenti projekta,
- Studiju utjecaja na okoliš (uključivo i javne rasprave).

Robni zračni promet je ključni strukturni element svakog integriranog intermodalnog prijevoznog sustava, a integracija Zračne luke Franjo Tuđman u Zagrebu sa stajališta robnog zračnog prometa u intermodalni sustav prometa bi omogućila Republici Hrvatskoj da se pozicionira kao važan faktor na tržištu robe jugoistočne Europe [38].

5. PRIMJERI CARGO CITY-A NA ZRAČNIM LUKAMA U SVIJETU – STUDIJE SLUČAJA

Većom potražnjom za robnim prijevozom Cargo City postaje sve važnije središte za globalnu trgovinu i ekonomsku povezanost. Cargo City kao dio zračne luke ključan je za globalnu logistiku i opskrbni lanac jer omogućuje brzu i učinkovitu razmjenu tereta prema različitim lokacijama širom svijeta. Cargo City sadrži svu potrebnu infrastrukturu, više raznovrsnih terminala različitih operatera, opremu, sadržaje i skladišta za razne vrste roba i posebnih roba, stajanke za teretne zrakoplove te pristupne prometnice koje omogućuju dolaske, utovare i istovare većeg broja kamiona i dostavnih vozila istovremeno. U nastavku su prikazane studije slučaja velikih Cargo City-a koji su primjeri dobre prakse.

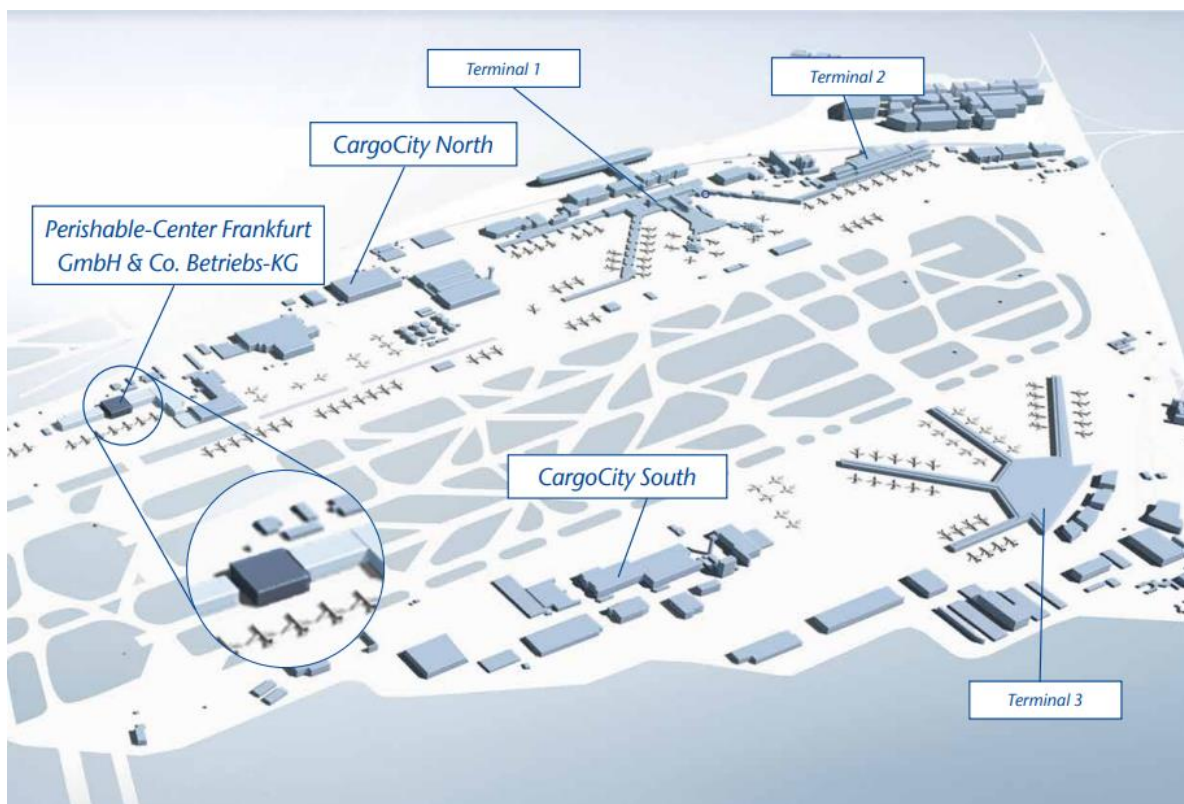
5.1. Studija slučaja Frankfurt Airport Cargo City-a

Zračna luka Frankfurt čvorišna je i najprometnija zračna luka u Njemačkoj, a njome upravlja prijevoznička tvrtka Fraport. Po putničkom prometu šesta, a po robnom prometu najprometnija je zračna luka u Europi. Smještena u srcu kontinenta na vodećoj poslovnoj lokaciji ističe se visoko profesionalnim rukovanjem svih vrsta tereta [39].

5.1.1. Atraktivna lokacija i dobra pristupačnost

Svake se godine u zračnoj luci Frankfurt pretovari više od dva milijuna tona robe. To Frankfurt čini vodećim robnim čvorištem te jednim od najvažnijih prometnih čvorišta općenito u Europi. Prema podacima iz 2022. godine 117 putničkih i robnih zračnih prijevoznika povezuje Frankfurt s 334 odredišta u 100 zemalja. U zračnoj luci Frankfurt se nalazi više špeditera nego na bilo kojem drugom mjestu u Europi te je upravo zbog toga Frankfurt posebno privlačan za zračne prijevoznike. Jedan od razloga za to je

središnji položaj zračne luke u srcu Europe. Do zračne luke se može stići kamionom iz svih europskih zemalja za najviše 18 sati i izravno je povezana s najprometnijim čvorištem autoceste u Europi što čini jedinstveno i optimalno umrežavanje zraka i ceste. Cargo City u Frankfurtu podijeljen je na dva dijela, a to su sjeverni „CargoCity North“ i južni „CargoCity South“ kao što je prikazano na slici 22. Prilaz automobilom ili kamionom za sjeverni Cargo City je dolazeći njemačkim autocestama A3 ili A5 te državnom cestom B43, a za južni Cargo City je autocestama A5 i A3. Za dolazak vlakom zračna luka ima dvije željezničke postaje koje povezane s regionalnom i međunarodnom željezničkom mrežom. Obje stanice nalaze se u neposrednoj blizini Terminala 1, a samim time i Cargo City-a. Za dolaske zrakoplovom, željeznicom ili autobusom, autobusni terminal zračne luke nalazi se točno nasuprot izlaza C terminala 1. Autobusi koji polaze s autobusnih stanica 10-13 voze direktno do Cargo City-a. Ukupna površina Cargo City-a je 149 hektara sa mogućnošću proširenja za još dodatnih 27 hektara [39], [40], [41].



Slika 22. Mapa Cargo City-a na zračnoj luci Frankfurt, [40]

Frankfurt je jedna od vodećih europskih poslovnih lokacija. Zbog toga je grad uglavnom poznat kao financijski centar, ali također i kao farmaceutska, kemijska te automobilska industrija. U sve većem razvoju je i sektor robotike koji također ima veliku gospodarsku ulogu. Niti jedan drugi grad u Njemačkoj nema više korporativnih sjedišta međunarodnih kompanija od Frankfurta. U Cargo City-u zračne luke Frankfurt osim domaćeg zračnog prijevoznika Lufthansa Cargo, sjedišta imaju i najveće svjetske logističke i špediterske kompanije kao što su FedEx, DHL, UPS, Nippon Express i Kuehne + Nagel [39], [40].

5.1.2. Kategorije roba sadržane u Frankfurt Airport Cargo City-u

Zračna luka u Frankfurtu ističe se brzim, sigurnim i profesionalnim rukovanjem velikim brojem raznih kategorija roba. Cargo City Frankfurt je najveći europski centar za lakopokvarljivu robu, jedna od najsuvremenijih stanica za žive životinje u svijetu, te posjeduje veći broj raznih skladišta za opasnu i vrijednosnu robu. Činjenica da se carina i druga relevantna tijela, poput veterinarskih agencija, službi za zaštitu bilja i njemačkog saveznog ureda za poljoprivredu i hranu, nalaze izravno na zračnoj luci, osigurava optimalnu i brzu uslugu. U nastavku su navedene i opisane neke od kategorija roba kojima se rukuje u Frankfurt Cargo City-u [39], [40]:

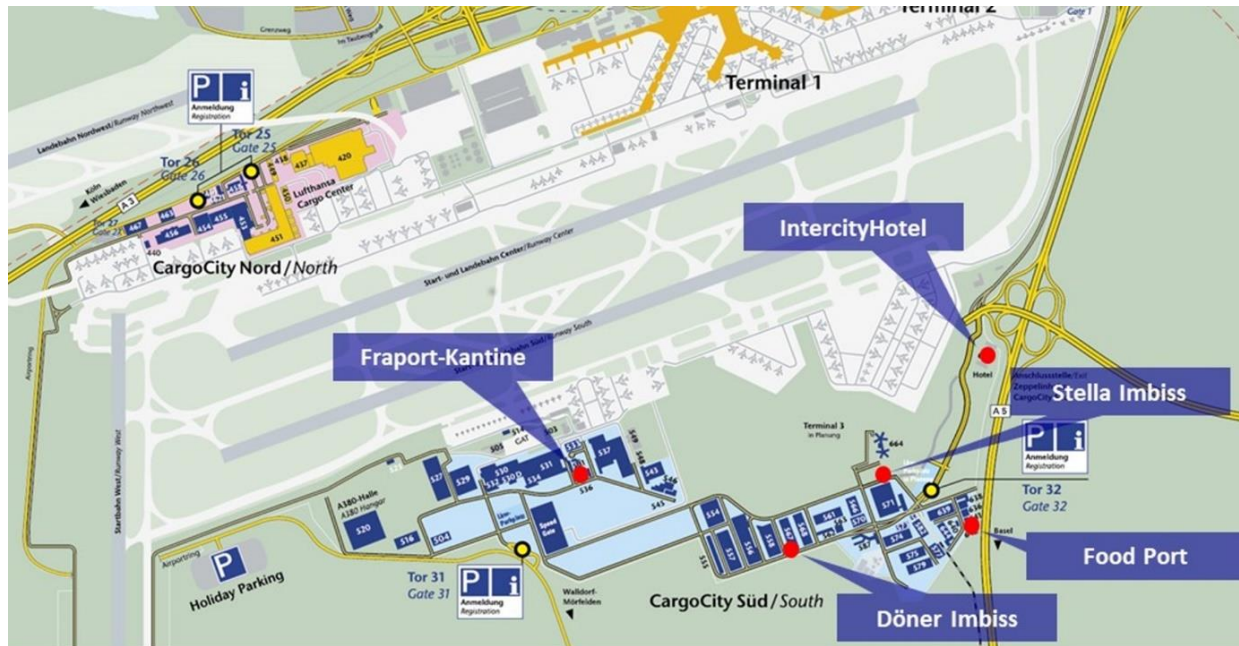
- Farmaceutski proizvodi – Za rukovanje lijekovima, Frankfurt Cargo City ima više od 14.000 četvornih metara certificiranog skladišnog prostora s podesivom temperaturom neposredno uz stajanku. Na samoj stajanci moguć je prijevoz u specijalnim vozilima s kontroliranom temperaturom. Ova jedinstvena infrastruktura i dodatni kapacitet koji pružaju posebno određeni farmaceutski timovi kod brojnih otpremnika i rukovatelja teretom čine Zračnu luku Frankfurt vodećim europskim farmaceutskim središtem.
- Lakopokvarljiva roba – Svake godine više od 120.000 metričkih tona svježih robe sortira se, bira i stavlja u privremeno skladište specifično za proizvod u najmodernijem europskom centru za zračni prijevoz lakopokvarljive robe. U vršnim satima svakog dana sposobno je za rukovanje s više od 700 tona svježih proizvoda. Pokrivajući više od 9.000 kvadratnih metara, Centar lakopokvarljive robe u Frankfurtu pruža usluge s kontroliranom temperaturom u 20 različitih

klimatskih zona koje su prilagođene grupama proizvoda te rade cijele godine bez prekida. Pod kontrolom računala i stalnim nadzorom, temperature se kreću od -25°C do +25°C. Najčešći proizvodi su voće i povrće, cvijeće i biljke, lijekovi, svježa ili smrznuta riba i meso.

- Žive životinje – Frankfurt Airport Cargo City je suvremena postaja za životinje koje putuju zračnim prometom. Bilo da se radi o paradnim konjima, mačkama i psima, nosorozima ili šarenim tropskim ribama, sve se životinje ovdje tretiraju na način prikladan za njihovu vrstu. Veliki i mali boksovi za životinje, posebni volijeri i klima komore s individualnim podešavanjem temperature pružaju optimalne uvjete za različite vrste životinja na prostoru koji se prostire na više od 4.000 četvornih metara. Preko 110 milijuna životinja godišnje putuje sigurno preko zračne luke Frankfurt. Sukladnost sa strogim odredbama IATA-inih propisa o živim životinjama i Konvencijom o međunarodnoj trgovini ugroženim vrstama osigurana je u svakom trenutku.
- Vrijednosna roba – Razne tvrtke u zračnoj luci specijalizirane su za skladištenje vrijednosne i ranjive robe. Njihovi skladišni prostori opremljeni su visokosigurnosnim područjima za utovar i istovar, odjelima za komisioniranje i konsolidaciju robe te detektorima eksploziva. To znači da se vrijednosne pošiljke kao što su plemeniti metali, gotovina, umjetnička djela, oružje i narkotici, kao i visokokvalitetni elektronički i farmaceutski proizvodi mogu skladištiti u skladu s relevantnim zakonskim i sigurnosnim zahtjevima.
- Opasna roba – U zračnoj luci Frankfurt moguće je rukovati svim klasama opasnih tvari i skladištiti ih više od 24 sata. Ovo se ne odnosi na eksplozive. Iskusni i redovito educirani stručnjaci pregledavaju i nadziru sve skladišne prostore u kojima se nalazi opasna roba.
- Zračna pošta i e-trgovina – Zračna luka Frankfurt glavno je središte međunarodnog prijevoza pošte i paketa, opremljena najsuvremenijom infrastrukturom i tehnologijom. Različiti pružatelji usluga omogućuju brzo i pouzdano rukovanje međunarodnom zračnom poštom i ekspresnim pošiljkama na licu mjesta s najsuvremenijim strojevima za distribuciju i sortiranje. Godine 2018. na zračnoj luci Frankfurt rukovano je s preko 90.000 tona zračne pošte.

Uz osnovnu namjenu rukovanja i skladištenja zrakoplovne robe Cargo City u Frankfurtu nudi i ima dostupan širok raspon usluga i opcija ugostiteljstva. Na slici 23.

prikazani su neki od ugostiteljskih objekata poput hotela i restorana prisutnih u Frankfurt Cargo City-u [39], [40].



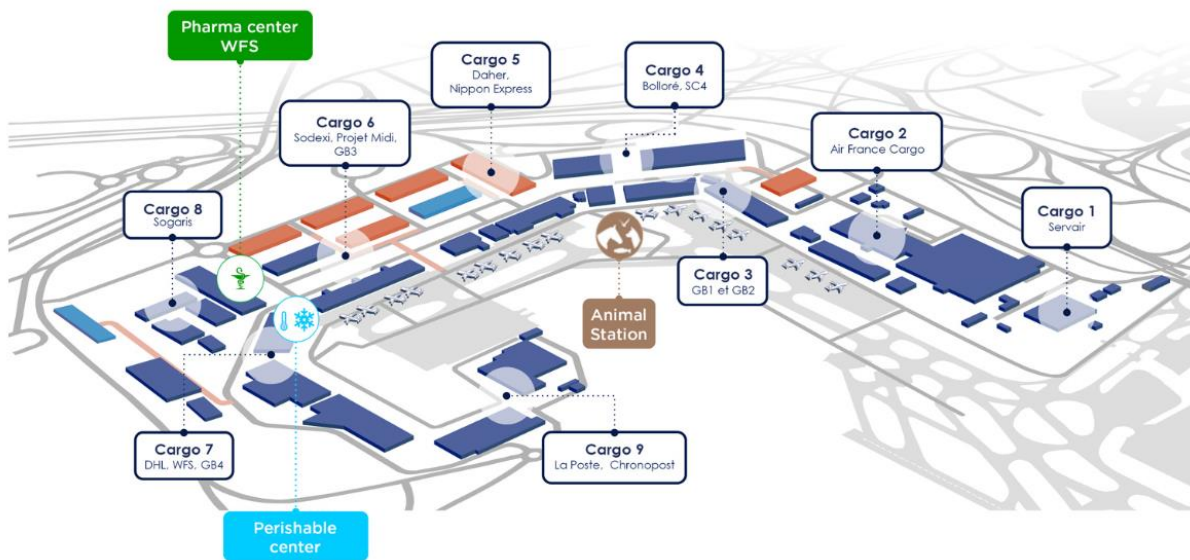
Slika 23. Ostali sadržaji Frankfurt Cargo City-a, [39]

5.2. Studija slučaja Airport Cargo City-a u Parizu

Upravno tijelo zračnih luka *Aéroports de Paris* (ADP) grupacija je koja u svom vlasništvu ima dvije najveće zračne luke u Parizu, a to su *Charles de Gaulle* i *Orly*. Obje zračne luke imaju interes za robni zračni promet te imaju veliki potencijal za razvoj i širenje zrakoplovne i građevinske infrastrukture. Grupacija ADP ima temeljnu ulogu za razvoj, djelujući kao upravitelj zajednice i integrator, prikupljajući podršku, promičući i organizirajući razmjene te razvijajući sinergiju i resurse za poboljšanje učinkovitosti i konkurentnosti. ADP uz značajnu potporu IATA-e aktivno promiče širenje *e-freight* tehnologije. Kao dio inovativnog pristupa grupacija ADP i *CIN France* (*Cargo Information Network*) razvili su „*Cargo Community System*“ koji omogućuje praćenje robnih operacija u zračnoj luci uz optimizaciju usklađenosti s carinskim propisima i sigurnosnim obvezama. Ovom programu priključilo se već preko 300 tvrtki [42], [43].

5.2.1. Paris Charles de Gaulle Cargo City

Paris Charles de Gaulle jedno je od najvećih robnih čvorišta u Europi i druga po veličini europska zračna luka po putničkom prometu. Nudi jednu od najboljih svjetskih mreža letova, ima četiri uzletno-sletne staze i povezana je s više od 320 odredišta diljem svijeta. Ove prednosti znače da je ADP gupacija spremna ispuniti zahtjeve za brzim globalnim konekcijama te je svaki tjedan dostupno 25.000 konekcija u manje od dva sata. Charles de Gaulle je u mogućnosti ponuditi operacije 24 sata dnevno svakog dana, tri milijuna četvornih metara posvećenih robnim aktivnostima i jedinstveni raspored koji omogućuje brzi prijenos robe između javnih i ograničenih područja. Zračna luka Charles de Gaulle ima gotovo 80 parkirnih pozicija za samo teretne zrakoplove. Na slici 24. nalazi se skica Cargo City-a Charles de Gaulle-a koji pod video nadzorom ima površino od 300 hektara, 600.000 četvornih metara skladišnog prostora i jednu veliku prostoriju za žive životinje [42], [43].



Slika 24. Skica Charles de Gaulle Cargo City-a, [42]

Zračna luka Charles de Gaulle izdvaja četiri sektora odnosno kategorija roba kojima se najviše manipulira u njenom Cargo City-u.

Prvi sektor je internet trgovina i žurna roba. Tržište inozemne internet prodaje i dalje bilježi snažan rast, s 1.5 milijardi u 2015. na 3.4 milijarde američkih dolara u 2019., a prema Boeingovoj prognozi svjetskog zračnog tereta trebalo bi dosegnuti 8.1 milijardu američkih dolara do 2026. godine. Konkurencija raste i potrošači postaju sve zahtjevniji u pogledu vremena isporuke za svoje kupnje. ADP grupacija podržava razvoj internet trgovine i žurnih pošiljki stalnim dodavanjem više izravnih zračnih veza, čime se smanjuje vrijeme potrebno za isporuku proizvoda potrošačima. Pariške zračne luke imaju prednosti strateškog položaja koje se očituju kroz slivno područje od 25 milijuna stanovnika u krugu od 200 kilometara, udaljenost do drugih glavnih europskih gradova u trajanju do 2 sata leta te raspona letova povezanih s preko 320 odredišta koji omogućuju pristup cijelom svijetu. Također, carinski objekti na zračnoj luci rade svakog dana od nula do 24 sata. Kao dokaz kvalitete i brzine je podatak da je FedEx, kao jedan od vodećih svjetskih operatera žurnog robnog prijevoza, otvorio svoje europsko središte na zračnoj luci Charles de Gaulle [42], [43].

Drugi sektor su farmaceutski proizvodi. Farmaceutska industrija trenutno se suočava s velikim izazovima povezanim sa snažnim porastom biotehnoloških proizvoda osjetljivih na temperaturu i pooštavanjem propisa. U samo nekoliko godina logistika hladnog lanca postala je ključna stavka farmaceutske industrije. Globalno tržište logistike s kontroliranom temperaturom za zdravstvene proizvode 2021. godine prema izvorima IATA-e vrijedilo je 78.5 milijardi američkih dolara i očekuje se da će rasti impresivnom godišnjom stopom od 8.6 % između 2022. i 2030. U srcu velikog farmaceutskog središta ADP grupacija jamči usklađenost s najvišim standardima transporta i skladištenja kako bi se očuvao integritet farmaceutskih proizvoda i osiguralo da ti proizvodi stignu na odredište u najkraćem mogućem roku, na destinacije na svim kontinentima. Charles de Gaulle posjeduje skladišta s mogućnošću kontroliranja temperature ukupne površine od 18.000 kvadratnih metara te surađuje s 13 logističkih operatera farmaceutske robe odobrenih od strane IATA-e od kojih su najpoznatiji DHL, Kuehne + Nagel i Schenker [42], [43].

Treći sektor su vrijednosne pošiljke. Industrija vrijednosnih pošiljaka je dragulj francuskog gospodarstva i glavni pokretač vanjske trgovine, a 43 % prihoda u ovom sektoru ostvaruje se izvozom. Više nego u bilo kojem drugom proizvodnom sektoru, tvrtke u modnoj industriji predane su osiguravanju da trgovine dobiju isporuke točno na vrijeme. To znači da mogu ograničiti prekomjerne zalihe i učinkovito prilagoditi

ponudu u odnosu na potražnju. Zračni promet je najbolji odgovor za ovaj strateški izazov, a za neke je tvrtke zračni prijevoz jedino sredstvo prijevoza njihovih proizvoda na velike udaljenosti. Da bi pariške zračne luke mogle zadovoljiti zahtjeve vrijednosnih pošiljki i osjetljive modne industrije, imaju brojne prednosti od kojih se ističu ultrasigurne infrastrukture visokih performansi, prisutnost najvećih svjetskih špeditera i ekspresnih prijevoznika, te visokoučinkovit IT sustav za praćenje robe – CIN (*Cargo Information Network*) [42], [43].

Četvrti sektor su svježi i lakopokvarljivi proizvodi. Potaknuto sve većom potražnjom razvijajućeg gospodarstava, tržište svježih proizvoda odnosno lakopokvarljive robe jedno je od najdinamičnijih u industriji robnog zračnog prijevoza. Za lomljive proizvode i one s kratkim vijekom trajanja, zrakoplov je još uvijek jedina održiva metoda prijevoza. Cargo City Carles de Gaulle je čvorište lakopokvarljive robe jer se nalazi u neposrednoj blizini najvećih francuskih proizvodnih područja i potrošačkom tržištu od preko 10 milijuna stanovnika. Hangari su locirani tako da osiguravaju izravni pristup između zemaljske i zračne strane zračne luke te je zahvaljujući devet carinskih postaja u robnom području osigurano iznimno brzo vrijeme carinjenja koje osigurava kvalitetu i optimalnost cijelog prihvatnog i otpremnog procesa [42], [43].

5.2.2. Paris Orly Cargo City

Smješten u srcu prometne mreže visokih performansi koja opslužuje treće najveće gospodarsko središte Pariza, robni terminal zračne luke Orly nudi vrhunske sadržaje koji jamče visokokvalitetne i brze usluge prijevoza tereta. Cargo City zračne luke Orly nalazi se na samo 10 minuta automobilom od strogog centra glavnog grada Francuske i ima kapacitet od 300.000 tona robnog prometa godišnje. Atraktivnost i povezanost ove zračne luke značajno će porasti i s nadolazećim pokretanjem novih metro linija naziva *Grand Paris Express*. Ipak, ključna strateška stavka ovog Cargo City-a je to što je smješten u neposrednoj blizini međunarodne tržnice Rungis, najveće svjetske tržnice svježih prehrambenih proizvoda. Jedna od ključnih lokacija, prikazana na slici 25., zadužena za logističke i skladišne potrebe je poslovni park *Romeo*,

smješten u srcu robnog područja Orly-a osigurane površine od 22.000 kvadratnih metara [42], [43].



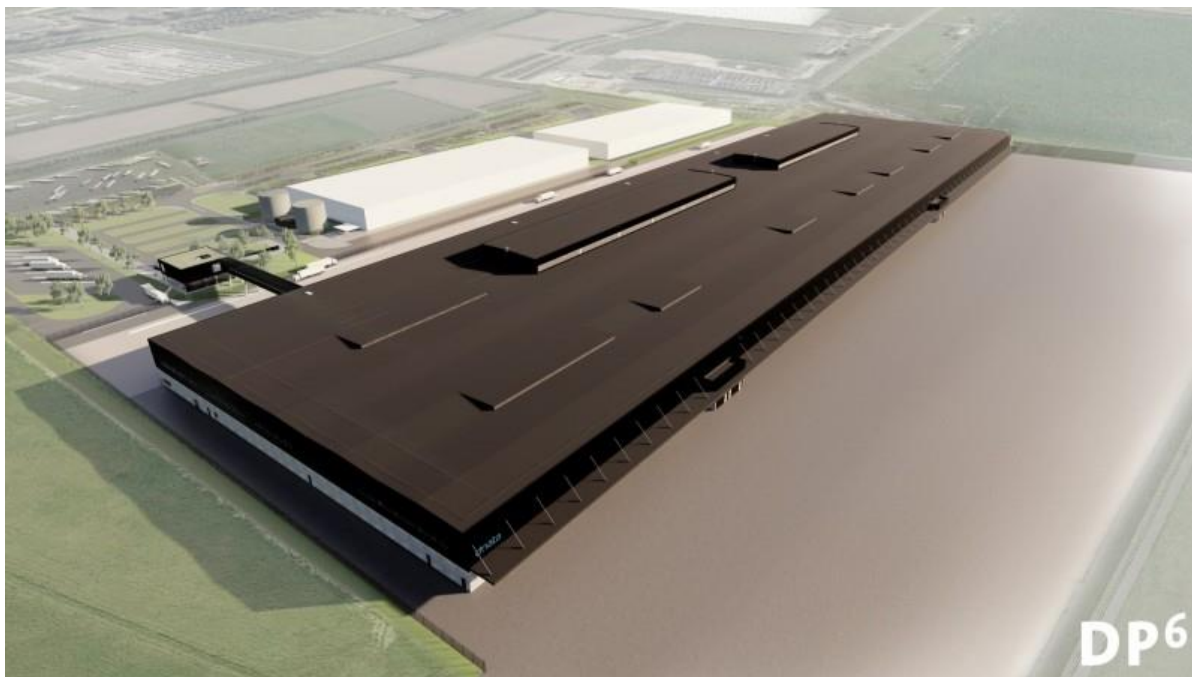
Slika 25. Poslovni park Romeo na zračnoj luci Orly u Parizu, [42]

5.3. Studija slučaja Amsterdam Schiphol Cargo City-a

Zračna luka Schiphol u Amsterdamu je najprometnija međunarodna zračna luka u Nizozemskoj i nalazi se oko 20 minuta vožnje i 9.1 kilometar jugozapadno od centra grada u općini Haarlemmermeer. Četvrta je najprometnija zračna luka u Europi po putničkom te treća po robnom prometu. Schiphol ima 400.000 kvadratnih metara robnih skladišta od čega 60 % s izravnim pristupom na zračnu stranu zračne luke. Schiphol je povezan s više od 320 odredišta u 98 zemalja i glavno je središte za domaći KLM te također služi kao europsko čvorište za Delta Air Lines. Poput ostalih Cargo City-a strukturiran je sa centralnim terminalom, industrijskim prostorima poput hangara i skladišta, stambenim područjima i hotelima te ima učinkovit i dobro povezani cestovni i željeznički sustav [44], [45].

Roba koja prevladava na Schipholu su ponovno farmaceutske proizvodi te uz njih svježa hrana i cvijeće, dok su najzastupljeniji partneri DHL i dnata (*Dubai National Air Travel Agency*). Upravo pružatelj usluge prihvata i otpreme „dnata“ planira proširenje i dodatnu izgradnju Cargo City-a u Amsterdamu najavivši ulaganje od 200

milijuna eura u dnata Cargo City Amsterdam, potpuno automatizirani robni centar u zračnoj luci Schiphol. Projekt dnata Cargo City Amsterdam planiran je kao jedan od najvećih te vrste, sposoban za obraditi preko 850.000 tona tereta godišnje. Cargo City će omogućiti dnata-i da proširi svoje poslovanje u Nizozemskoj i doprinese lokalnom gospodarstvu. Skladišni prostori od 61.000 četvornih metara obrađivali bi sve vrste robe, uključujući lakopokvarljive proizvode, lijekove, opasne tvari, žive životinje, zrakoplovne motore i vozila. Centralno skladište izgledalo bi kao što je vidljivo na slici 26. Cargo City Amsterdam bit će opremljen s dva automatizirana sustava za skladištenje i preuzimanje koji koriste najnoviju tehnologiju tvrtke *Loedige*. Inteligentna automatizirana vođena vozila također će omogućiti fleksibilan transport robnih jedinica unutar objekta, a pametna vrata će automatski bilježiti volumen i težinu sve ulazne robe skeniranjem u 3D. Značajke će biti integrirane u sveobuhvatan sustav upravljanja skladištem visokih performansi. Visoka razina automatizacije značajno će produžiti vrijeme rukovanja i poboljšati kvalitetu usluge dnata-e, a istodobno će povećati sigurnost i osloboditi radno osoblje za zadatke veće vrijednosti [45], [46].



Slika 26. Planirano centralno skladište dnata-e u Schiphol Cargo City-u

Izvor: [47]

5.4. Studija slučaja Memphis Airport Cargo City-a

Sjedinjene Američke Države poznate su po vrlo razvijenom i zastupljnom zračnom prometu te predvode i putničkim i robnim prometnim statistikama. Sa stajališta robnog prometa Memphis se smatra distribucijskim i logističkim centrom služeći poslovnim interesima diljem sjeveroistočne, jugoistočne i jugozapadne regije Sjedinjenih Država. Iako je Memphis širom svijeta poznat po svojim globalnim poduzećima, kulturnim dobrima i doprinosima medicini i glazbi, Međunarodna zračna luka Memphis bez sumnje je jedna od najsuverenijih u zračnom prometu i opslužuje više od 10 milijuna putnika i 4 milijuna tona robe godišnje. Zračna luka Memphis smatra se Aerotropolisom, jedinom takve vrste u Sjevernoj Americi [44], [48].

U zračnoj luci Memphis nalazi se sjedište i globalno čvorište FedEx-a. FedEx zapošljava više od 11.000 zaposlenika u svom središtu u Memphisu i ima više od 3 milijuna četvornih metara prostora pod zakupom na posjedu zračne luke. FedEx ima gotovo 400 letova dnevno i obrađuje više od 180.000 paketa i 245.000 dokumenata na sat u svom središtu. Na slici 27. prikazana je stajanka na zračnoj luci u Memphisu koja predočava zastupljenost FedEx-ovih zrakoplova. Direktna odredišta FedEx-a iz Memphisa uključuju gradove diljem kontinentalnog SAD-a, kao i kanadske, meksičke i karipske gradove. Interkontinentalni FedEx letovi uključuju: Koeln, Dubai, Pariz, London, Sao Paulo, Seul i Tokio. Od 1993. do 2009. Memphis je bila vodeća zračna luka u svijetu po obujmu robnog prometa, da bi od 2010. postao drugi iza Hong Konga. Međutim, ostao je najprometnija zračna luka po robnom prometu u Sjedinjenim Državama. U Memphisu su također glavni nacionalni i međunarodni distribucijski pogoni za Flextronics, Hewlett-Packard, Nike, Sharp i mnoge druge, i smješteni su uglavnom u blizini središta FedEx-a. UPS također je značajno prisutan u Memphisu, s kampusom od približno 134 hektara. Tlocrtna površina njihovih objekata trenutno iznosi preko 27 tisuća četvornih metara, a proširenje koje je u tijeku uskoro će taj broj povećati na 40 tisuća četvornih metara. Proširenje UPS-a će povećati njihovu sposobnost sortiranja na 59.800 paketa na sat. Nakon završetka proširenja, UPS će zapošljavati oko 950 zaposlenika u Memphisu [44], [48].



Slika 27. Zračna luka Memphis kao sjedište FedEx-a

Izvor: [49]

Zračna luka Memphis ima opsežne objekte i sadržaje te razne mogućnosti distribucije unutar svojih granica Cargo City-a. *Cargo East* ima površinu od oko 130 tisuća četvornih metara stajanki za robni promet. Objekt uključuje više od tri tisuće četvornih metara građevinskog prostora sa vrlo visokom razinom sigurnosti, uključuje hladnjaču i skladište opasnih materijala, kao i predvorja, recepcije, administraciju i upravljačke prostore prilagođene poslovanju. U području zračne luke dostupan je zakup prostora za kratkoročne poslovne zgrade. Prostor se kreće od 400 četvornih metara do skoro 20 tisuća četvornih metara [44], [48].

5.5. Studija slučaja Hong Kong Airport Cargo City-a

Međunarodna zračna luka Hong Kong od 1996. godine najprometnija je međunarodna zračna luka za robni promet u svijetu. U 2022. godini u njoj je obrađeno 4.2 milijuna tona ukupnog tereta, što je činilo oko 48 % ukupne vrijednosti vanjske trgovine Hong Konga. Rekorda godina bila je 2018. u kojoj je obrađeno preko 5.1 milijuna tona tereta. Trenutno zračna luka nudi 55 parkirnih pozicija za teretne zrakoplove. Zračna luka Hong Kong čvorište je kompanija poput DHL-a i UPS-a te jedno od fokusnih odredišta kompanija poput Nippon Cargo Airlines-a [50].

Brz i učinkovit carinski postupak ključan je za Hong Kong i njegovo gospodarstvo. Zračna luka ubrzava carinjenje pružanjem integrirane veze za elektroničku razmjenu podataka između osam glavnih operatora robnog zračnog prijevoza i Odjela za carinu i trošarine. Pogodnosti toga su što omogućuje carinjenje prije dolaska, pokrivajući sve vrste tereta do razine „kućnog“ zrakoplovnog tovarnog lista, pružanje mogućnosti „prioritetnih pošiljaka“ i automatske dodjele zadanih kodova ograničenja te omogućivanje ovlaštenim pružateljima usluga da pružaju usluge prekograničnog prijevoza kamiona u kopnenu Kinu. Zračna luka Hong Kong je uspostavila robna skladišta na strateškim lokacijama u području Velikog zaljeva. To omogućuje bolji odnos s izvorima tereta i olakšava protok robe preko Hong Konga, povećavajući ulogu zračne luke kao ključne karike u kineskom opskrbnom lancu. U nastavku su navedeni značajni robni terminali koji se nalaze u sklopu Hong Kong Cargo City-a [51]:

- *Asia Airfreight Terminal* – Projektirani kapacitet od 1.5 milijuna tona godišnje. Zemljište površine oko osam hektara. Najsuvremeniji potpuno automatizirani sustav rukovanja teretom i RFID sustav kontrole kamiona s informacijama dostupnima putem interneta i mobilnih aplikacija.
- *Cathay Cargo Terminal* – Projektirani kapacitet od 2.6 milijuna tona godišnje. Zemljište površine oko 11 hektara. Najsuvremeniji sustav rukovanja materijalima i certificirani Cargo iQ član.
- DHL centralno azijsko čvorište – Obrađuje preko 35 tisuća paketa i 40 tisuća dokumenata na sat. Zemljište površine oko 3.5 hektara.

- *Hong Kong Air Cargo Terminals* – Projektirani kapacitet od 2.6 milijuna tona godišnje. Zemljište površine oko 17 hektara. Certificirani Cargo iQ član.
- Centar zračne pošte – Obraduje 700 tisuća poštanskih pošiljaka dnevno. Zemljište površine oko 2 hektara. Opremljen najsuvremenijim sustavom za sortiranje pošte čija se unutrašnjost može vidjeti na slici 28.
- Aerodromski otpremnički centar – Zemljište površine oko šest hektara s bruto površinom od oko 133 tisuće kvadratnih metara. Osigurava skladišni i uredski prostor špediterima za konsolidaciju i distribuciju.
- Tradeport logistički centar – Zemljište površine oko 1.4 hektara s bruto površinom od oko 31 tisuće kvadratnih metara. Pruža prilagođene logističke usluge kao što su upravljanje zalihama, obrada narudžbi i odgoda sklapanja.



Slika 28. Unutrašnjost poštanskog centra na Zračnoj luci Hong Kong, [51]

Većina navedenih terminala je opremljena najsuvremenijim potpuno automatiziranim sustavom za rukovanje robom te sadrži skladišta za lakopokvarljivu, vrijednosnu, rashlađenu, opasnu i žurnu robu te žive životinje. Bitno je istaknuti kako je Zračna luka Hong Kong i njen Cargo City zapravo otok te predstavlja izvrstan primjer intermodnog središta u kojem osim cestovnih i željezničkih prometnica Hong Kong Cargo City ima i vlastito brodsko pristanište [51].



Slika 29. Zračna luka Hong Kong nakon završne faze trenutnog plana razvoja

Izvor: [52]

Kako bi se dodatno ojačao status Hong Konga kao međunarodnog zračnog središta i kako bi se zadovoljila dugoročna potražnja za putničkim i robnim zračnim prometom, Međunarodna zračna luka Hong Kong razvija sustav, s trenutno dvije u funkciji, na tri uzletno-sletne staze. Na slici 29. prikazano je kako je planiran finalni izgled projekta sa tri operative uzletno-sletne staze [53].

6. ZAKLJUČAK

Robni zračni promet doprinosi ekonomiji u svijetu i značajno pokazuje njenu učinkovitost, a razvoj zračnih luka od velike je važnosti za gospodarski razvoj jer često predstavlja pokretač razvoja lokalne zajednice u kojoj se nalazi. Taj razvoj pored razvoja tehnologije i infrastrukture na zračnoj strani zračne luke podrazumijeva i razvoj odgovarajućih komercijalnih sadržaja u bližem ili daljem okruženju zračne luke. Doprinosi promjeni strukture ukupnih prihoda zračne luke povećujući udio neaeronautičkih prihoda. Razvojem koncepta Airport i Cargo City-a zračne luke sa svojim širim područjem postaju razvojni centri na lokalnoj, ali i nacionalnoj razini te čine robni zračni promet neizostavnim elementom intermodalnog sustava prijevoza.

Temeljem provedenih istraživanja može se zaključiti da je Cargo City centralno mjesto za obradu tereta, odnosno robe na zračnoj luci. Njegova lokacija je obično blizu uzletno-sletnih staza i posebno namijenjenih stajanki za teretne zrakoplove. U području Cargo City-a se obavljaju različite operacije vezane uz robu, uključujući utovar, istovar, sortiranje, skladištenje i distribuciju, stoga infrastruktura Cargo City-a uključuje skladišta, terminale za utovar i istovar te osim toga i carinske prostore, što omogućuje brzu i učinkovitu obradu robe koja prelazi granice. Skladišta u Cargo City-u su opremljena za različite vrste roba i često koriste napredne tehnologije poput automatiziranih sustava za sortiranje, sustava za praćenje tereta te sigurnosnih i nadzornih sustava, a sve kako bi se osigurala točna, brza i sigurna obrada. Osim toga, mnoge zračne luke imaju specijalizirane objekte poput hladnjača za skladištenje lakopokvarljivih roba poput hrane i lijekova, te također posebnih hangara za primjerice žive životinje.

Osim navedenog Cargo City nudi i ostale pogodnosti na zračnim lukama poput hotelskih smještaja i uredskih prostora kako bi ponuda u potpunosti bila prilagođena svim subjektima i korisnicima zračne luke. Suvremeni Cargo City koncepti su usmjereni i na ekološku održivost, odnosno na smanjenje utjecaja na okoliš kroz primjenu održivih praksi upotrebe obnovljivih izvora energije, koristeći se solarnim panelima, recikliranjem otpada i smanjenjem emisija rabeći električna ili hibridna vozila za unutarnji transport. Moderna tehnologija očituje se i kroz autonomna vozila i robote koji se koriste za manipulaciju robom u posebno opremljenim skladištima.

Cargo City na zračnim lukama s velikim obujmom robnog prometa ključan je za globalnu logistiku i opskrbni lanac jer omogućuje brzu i učinkovitu razmjenu tereta i robe između različitih lokacija širom svijeta. Uz sve veću potražnju za robnim prijevozom, Cargo City postaje sve važnije središte za globalnu trgovinu i ekonomsku povezanost svijeta.

LITERATURA

- [1] Štimac I. *Uvod u tehnologiju prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 24. veljače 2020.
- [2] Tatalović M, Mišetić I, Bajić J. *Planiranje zračnog prijevoza*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2017.
- [3] Škurla Babić R. *Benefiti zrakoplovstva Ekonomski aspekt*. [Prezentacija] Gospodarenje i upravljanje u zračnom prometu. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 1. veljače 2021.
- [4] Škurla Babić R. *Prometni učinci*. [Prezentacija] Planiranje zračnog prijevoza. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 7. studenog 2022.
- [5] Air Cargo News. E-Commerce Logistics. Preuzeto s: <https://www.aircargonews.net/category/sectors/e-commerce-logistics/> [Pristupljeno: 15. svibnja 2023.]
- [6] Boeing. World air cargo forecast 2022.-2041. Preuzeto s: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/market/assets/downloads/Boeing_World_Air_Cargo_Forecast_2022.pdf [Pristupljeno: siječanj 2024.]
- [7] Štimac I. *Tipovi zrakoplova i jedinice za prijevoz tereta*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 2. ožujka 2020.
- [8] Air Cargo News. Top 25 Cargo Airlines 2022. Preuzeto s: <https://www.aircargonews.net/data-hub/top-25-cargo-airlines-2022/> [Pristupljeno: 3. rujna 2023.]
- [9] ACI World. International travel returns: Top 10 busiest airports in the world revealed. Preuzeto s: <https://aci.aero/2023/04/05/international-travel-returns-top-10-busiest-airports-in-the-world-revealed/> [Pristupljeno: 25. listopada 2023.]

- [10] Statista. Total volume of cargo handled by major European airports in 2022. Preuzeto s: <https://www.statista.com/statistics/1402888/total-cargo-volume-by-european-airport/> [Pristupljeno: 26. listopada 2023.]
- [11] Croatia Airlines. Godišnje izvješće društva Croatia Airlines d.d. i Grupe Croatia Airlines za 2020. godinu. Preuzeto s: <https://www.croatiaairlines.com/resources/dokumenti/korporativno-upravljanje/godisnja-izvjesca/godisnje-izvjesce-2020.pdf> [Pristupljeno: 1. rujna 2023.]
- [12] Croatia Airlines. Godišnje izvješće društva Croatia Airlines d.d. i Grupe Croatia Airlines za 2022. godinu. Preuzeto s: <https://www.croatiaairlines.com/resources/dokumenti/korporativno-upravljanje/godisnja-izvjesca/godisnje-izvjesce-2022.pdf> [Pristupljeno: 1. rujna 2023.]
- [13] Međunarodna zračna luka Zagreb. Statistika. Preuzeto s: <https://www.zagreb-airport.hr/poslovni/b2b-223/statistika/278> [Pristupljeno: 1. rujna 2023.]
- [14] Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. Transport promet u morskim i zračnim lukama. Preuzeto s: <https://podaci.dzs.hr/media/l5gpb2g/transport-promet-u-morskim-i-zracnim-lukama.xlsx> [Pristupljeno: 1. rujna 2023.]
- [15] Majić Z, Pavlin S, Škurla Babić R. *Tehnologija prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2010.
- [16] Štimac I. *Sadržaj prihvatno-otpremih terminala*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 9. ožujka 2020.
- [17] Trepel. Products. Preuzeto s: <https://trepel.com/products/cargo-high-loaders/> [Pristupljeno: 1. studenog 2023.]
- [18] Mulag. Products. Preuzeto s: <https://www.mulag.de/en/ground-support-equipment/products/container-transporters/pulsar-7d/> [Pristupljeno: 1. studenog 2023.]
- [19] Aeroexpo. Preuzeto s: https://img.aeroexpo.online/images_ar/photo-g/168998-10460705.jpg [Pristupljeno: 1. studenog 2023.]

- [20] Sunnforest. Airport GSE. Preuzeto s: <https://www.sunnforest.com/Airport-Ground-Equipment/Aircraft-Shcs80-Conveyor-Belt-Loader.html> [Pristupljeno: 1. studenog 2023.]
- [21] Štimac I. *Dokumentarni tokovi u tehnološkom procesu prihvata i otpreme tereta*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 30. ožujka 2020.
- [22] Shiphub. Air Waybill. Preuzeto s: <https://www.shiphub.co/air-waybill/> [Pristupljeno: 1. studenog 2023.]
- [23] Pavlin S. *Aerodromi I*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2006.
- [24] Štimac I. *Trendovi u razvoju infrastrukture i opreme za prihvat i otpremu tereta i pošte*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 11. svibnja 2020.
- [25] RST Invent. RFID-Solution for baggage labeling. Preuzeto s: <http://www.rst-invent.com/wp-content/uploads/2020/03/RFID-for-baggage-labeling.pdf> [Pristupljeno: 5. siječnja 2024.]
- [26] SKYbrary. Airworthiness. Preuzeto s: <https://skybrary.aero/articles/radio-frequency-identification-rfid-airline-operations-and-maintenance> [Pristupljeno: 5. siječnja 2024.]
- [27] IATA. Cargo. Preuzeto s: <https://www.iata.org/en/programs/cargo/cargoiq/> [Pristupljeno: 7. siječnja 2024.]
- [28] Cargo iQ. Cargo iQ Basics 2023. Preuzeto s: https://www.cargoiq.org/files/ugd/722a02_690c1a8a7aa5404d94087a1b6adf6ce8.pdf [Pristupljeno: 7. siječnja 2024.]
- [29] Cordis. The first European cargo drone airline. Preuzeto s: <https://cordis.europa.eu/project/id/190132011> [Pristupljeno: 5. veljače 2024.]
- [30] Dronamics. The black Swan. Preuzeto s: <https://www.dronamics.com/solution> [Pristupljeno: 5. veljače 2024.]

- [31] Štimac I. *Elementi planiranja u prihvatno-otpremnim terminalima*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 4. svibnja 2020.
- [32] Štimac I. *Dizajniranje tehnološkog procesa prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu*. [Prezentacija] Tehnologija prihvata i otpreme tereta i pošte. Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. 27. travnja 2020.
- [33] Rubin promet. Proizvodi. Preuzeto s: <https://rubin-promet.hr/rendgenski-x-ray-uredaji/> [Pristupljeno: 5. veljače 2024.]
- [34] Airport Suppliers. Products. Preuzeto s: <https://www.airport-suppliers.com/product/hi-scan-10080-xct-advanced-ct-explosives-detection-system/> [Pristupljeno: 5. veljače 2024.]
- [35] CEIA – Metal Detectors. Products. Preuzeto s: <https://www.ceia.net/security/product.aspx?a=EMIS%20130160%20-%20EMIS%20130200> [Pristupljeno: 5. veljače 2024.]
- [36] Pavlin S. *Aerodromi II*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2014.
- [37] Drljača M. AIRPORT CITY KAO RAZVOJNI KONCEPT. *Suvremeni promet*, Vol. 36, No. 5-6, Hrvatsko znanstveno društvo za promet, Zagreb, 2016, str. 311-315. ISSN 0351-1898; UDK 565. [Pristupljeno: 10. veljače 2024.]
- [38] Drljača M, Kramarić G, Pašagić Škrinjar J. ZAGREB AIRPORT CARGO CITY PROJEKT. ZIRP 2012, International Scientific Conference Development of Logistic Business and Transport System Supported by EU Funds, Faculty of Transport and Traffic Science Zagreb, Zagreb, 2012, p. 235-240. [Pristupljeno: 10. veljače 2024.]
- [39] Fraport. CargoCity Frankfurt. Preuzeto s: <https://www.fraport.com/en/business-areas/operations/cargocity-frankfurt0.html> [Pristupljeno: 4. travnja 2024.]
- [40] Fraport. Europe's Leading Perishables Hub. Preuzeto s: <https://www.fraport.com/content/dam/fraport-company/documents/geschaeftsfelder/betrieb/cargocity->

[frankfurt/12119 folder perishable center ansicht 4.pdf/ jcr content/renditions/original/12119 folder perishable center ansicht 4.pdf](#) [Pristupljeno: 4. travnja 2024.]

[41] Fraport. Access to the CargoCity Frankfurt. Preuzeto s: <https://www.fraport.com/en/business-areas/operations/cargocity-frankfurt0/access-to-the-cargocity-frankfurt.html> [Pristupljeno: 4. travnja 2024.]

[42] Paris Aeroport. Welcome to cargo city. Preuzeto s: <https://www.parisaeroport.fr/en/professionals/cargo/discover/welcome-to-cargo-city> [Pristupljeno: 4. travnja 2024.]

[43] Paris Aeroport. Our commitment to the cargo community. Preuzeto s: <https://www.parisaeroport.fr/en/professionals/cargo/discover/our-commitment-to-the-cargo-community> [Pristupljeno: 4. travnja 2024.]

[44] Zamanov A. *Airport City Model*. Preuzeto s: https://ayazzamanov.weebly.com/uploads/2/5/4/0/25407348/airport_city_model_-_case_study_of_amste.pdf [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[45] Schiphol. Schiphol Cargo. Preuzeto s: <https://www.schiphol.nl/en/cargo/> [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[46] Airportindustry-News. dnata to Operate Advanced Cargo City at Schiphol Airport. Preuzeto s: <https://airportindustry-news.com/dnata-to-operate-advanced-cargo-city-at-schiphol-airport/> [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[47] Airportindustry-News. dnata Amsterdam Cargo City. Preuzeto s: <https://airportindustry-news.com/wp-content/uploads/sites/2/2022/02/dnata-Amsterdam-Cargo-City.jpeg> [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[48] Memphis International Airport. Properties and Cargo. Preuzeto s: <https://flymemphis.com/properties-and-cargo/> [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[49] Flickr. FedEx Fleet. Preuzeto s: https://live.staticflickr.com/3611/3336164023_5707759e8d_b.jpg [Pristupljeno: 5. travnja 2024.]

[50] Hong Kong International Airport. Overview, Air Cargo. Preuzeto s: <https://www.hongkongairport.com/en/the-airport/air-cargo/> [Pristupljeno: 10. travnja 2024.]

[51] Hong Kong International Airport. Infrastructure and Facilities, Air Cargo. Preuzeto s: <https://www.hongkongairport.com/en/the-airport/air-cargo/infrastructure-facilities.page> [Pristupljeno: 10. travnja 2024.]

[52] Hong Kong International Airport. Airport City. Preuzeto s: <https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/image/the-airport/airport-development/airport-development-video.jpg> [Pristupljeno: 10. travnja 2024.]

[53] Hong Kong International Airport. Three-runway System. Preuzeto s: <https://threerunwaysystem.hongkongairport.com/en/three-runway-system/project-overview/> [Pristupljeno: 10. travnja 2024.]

POPIS SLIKA

Slika 1. Kretanje stopa rasta globalne ekonomije, trgovinske razmjene i zračnog robnog prijevoza (robni tonski kilometri) u razdoblju 2000.-2014. godina, [2].....	3
Slika 2. Prognoza rasta robnih tonskih kilometara od 2021. do 2041. godine	5
Slika 3. Područja odgovornosti i faze tehnološkog procesa prijevoza u zračnom prometu, [15].....	18
Slika 4. Dijagram fizičkog i dokumentarnog toka realizacije prihvata i otpreme tereta u zračnom prometu, [15]	19
Slika 5. Prikaz tehnološkog procesa prihvata i otpreme u zračnom prometu, [15]....	19
Slika 6. Prikaz ULD palete i ULD kontejnera, [16]	20
Slika 7. Utovarivač za utovar i istovar robe iz zrakoplova.....	21
Slika 8. Transporter za prijevoz tereta	22
Slika 9. Dolly kolica.....	22
Slika 10. Transportna traka.....	23
Slika 11. Zračni teretni list.....	24
Slika 12. Primjer višeslojnoga prihvatno-otpremno terminala na zračnoj luci, [15]..	28
Slika 13. Rad RFID tehnologije	32
Slika 14. Black Swan dron za prijevoz robe	34
Slika 15. Data logger, [31].....	37
Slika 16. Rendgenski uređaj za zaštitni pregled.....	39
Slika 17. Uređaj za otkrivanje eksploziva HI-SCAN 10080 XCT.....	39
Slika 18. Detektor metala EMIS 130200	40
Slika 19. Ukrcaj robe u zrakoplov preko nosnih vrata, [16].....	42
Slika 20. Prikaz potencijalne lokacije Zagreb Cargo City-a, [38]	49
Slika 21. Planirana infrastruktura Zagreb Airport Cargo City-a, [38].....	50
Slika 22. Mapa Cargo City-a na zračnoj luci Frankfurt, [40]	52
Slika 23. Ostali sadržaji Frankfurt Cargo City-a, [39].....	55
Slika 24. Skica Charles de Gaulle Cargo City-a, [42]	56
Slika 25. Poslovni park Romeo na zračnoj luci Orly u Parizu, [42]	59
Slika 26. Planirano centralno skladište dnata-e u Schiphol Cargo City-u	60
Slika 27. Zračna luka Memphis kao sjedište FedEx-a.....	62
Slika 28. Unutrašnjost poštanskog centra na Zračnoj luci Hong Kong, [51].....	64
Slika 29. Zračna luka Hong Kong nakon završne faze trenutnog plana razvoja	65

POPIS TABLICA

Tablica 1. Vodeći zračni prijevoznici prema ostvarenim robnim tonskim kilometrima u 2022. godini	8
Tablica 2. Vodeće zračne luke po obujmu robnog prometa u metričkim tonama u 2022. godini	9

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Očekivana vrijednost internet trgovine do 2026. godine	4
Grafikon 2. Tržišni udio svjetskih regija u robnom zračnom prijevozu.....	5
Grafikon 3. Omjer vrsta roba koje dominiraju u zračnom prijevozu	8
Grafikon 4. Količina prevezene robe Croatia-e Airlines od 2018. do 2022. godine ..	10
Grafikon 5. Robni promet u tonama na Zračnoj luci Franjo Tuđman od 2018. do 2022. godine	11

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je **diplomski rad** isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Tehnološki razvoj Cargo City-a u funkciji povećanja konkurentnosti zračne luke**, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student: Matej Muža

U Zagrebu, 12.07.2024.



(potpis)