Metrika operativnih performanci cross dockinga u robno transportnom centru

Vičević, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:119:676101

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Ivan Vičević

METRIKA OPERATIVNIH PERFORMANCI CROSS DOCKINGA U ROBNO TRANSPORTNOM CENTRU

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

METRIKA OPERATIVNIH PERFORMANCI CROSS DOCKINGA U ROBNO TRANSPORTNOM CENTRU

PERFORMANCE METRICS OF THE CROSS DOCKING OPERATIONS IN THE CARGO TERMINAL

Mentor: doc. dr. sc. Ratko Stanković

Student: Ivan Vičević, 0135229415

Zagreb, svibanj 2016.

METRIKA OPERATIVNIH PERFORMANCI CROSS DOCKINGA U ROBNO TRANSPORTNOM CENTRU

SAŽETAK

Metrika operativnih performanci cross dockinga u robno transportnom centru uvelike ovisi o vrsti performanci koje se namjeravaju mjeriti. Kao takva ona nije unaprijed definirana i ne postoji jedan univerzalan pristup mjerenju performanci koja se primjenjuje za sve cross docking sustave, već svaki slučaj zahtjeva jedinstven pristup. Pristup mjerenju operativnih performanci sastoji se od pronalaženja čimbenika koji utječu na postizanje željene razine performanca, kontinuiranog mjerenja promatranih performanci, te optimiranju sustava cross dockinga temeljem dobivenih rezultata. Čimbenici koji utječu na performance su varijable čijim se podešavanjem postiže optimalno funkcioniranje sustava cross dockinga.

KLJUČNE RIJEČI: metrika, operativne performance, cross docking, optimiranje

PERFORMANCE METRICS OF THE CROSS DOCKING OPERATIONS IN THE CARGO TERMINAL

SUMMARY

Performance metrics of the cross docking operations in the cargo terminal largely depends on the performances which will be measured. As such, it is not pre-defined and there is no universal approach for measuring performances which applies to all cross docking systems, but each case requires a unique approach. The method for measuring operational performances consists of finding the factors that affect the achieving of the desired level of performances, continuous measurement of the observed performances and the optimization of the cross docking system on the basis of the results obtained. The factors which affect the concerned performance are variables, whose adjustment results in the optimal functioning of the cross docking system.

KEYWORDS: metrics, operational performances, cross docking, optimization

SADRŽAJ

1.UVOD 1
2. SVRHA MJERENJA OPERATIVNIH PERFORMANCI 2
2.1 Razlozi za mjerenje operativnih performanci 2
2.2 Mjerenje operativnih performanci 3
2.2.1 Ekonomski pristup 4
2.2.2 Tehnički pristup 5
3. KLJUČNI POKAZATELJI PERFORMANCI SUSTAVA CROSS DOCKINGA 7
3.1 Pojam ključnih pokazatelja performanci 7
3.2 Sustav cross dockinga 8
3.2.1 Funkcioniranje sustava cross dockinga 9
3.2.3 Usporedba tradicionalnog skladišta i cross dockinga 10
3.2.3 Prednosti i nedostatci cross dockinga 12
3.2.4 Procesi otpreme i tipovi cross dockinga 14
3.2.5 Dizajn cross docking terminala 15
3.2.6 Implementacija strategije protoka tereta kroz cross docking sustav 18
3.3 Ključni pokazatelji performanci sustava cross dockinga 19
4. ANALIZA KLJUČNIH POKAZATELJA PERFORMANCI 21
5. MJERENJE OPERATIVNIH PERFORMANCI CROSS DOCKINGA 22
5.1 Čimbenici koji utječu na ukupno vrijeme rada 23
5.2 Definiranje i odabir modela cross docking sustava 24
5.3 Način funkcioniranja odabranih modela 27
6. INTERPRETACIJA I VREDNOVANJE DOBIVENIH REZULTATA 28
7. ZAKLJUČAK 32
LITERATURA 33
POPIS KRATICA 35
POPIS SLIKA 36
POPIS TABLICA 37

1.UVOD

Određivanje i primjena metrike operativnih performanci sustava cross dockinga u robno transportnom centru je ključna obveza rukovodstva svakog sustava cross dockinga. Značajna je jer primjenom ključnih pokazatelja performanci omogućava kontinuirano unapređivanje cross docking operacija, a sukladno tome i opstanak na današnjem brzo mijenjajućem i zahtjevnom tržištu. Mjerenje performanci i implementacija dobivenih rezultata nije samo opcija koju bi svako rukovodstvo trebalo uzeti u obzir, već pristup bez kojeg se danas ne može opstati na tržištu.

Rad započinje objašnjenjem zašto i kako se mjere operativne performanci, gdje se između dvije opcije mjerenja performanci; tehničke i ekonomske, objašnjava koja je prikladnija za operativne performanci. Poglavlje 3. je posvećeno ključnim pokazateljima performanci te metrici operativnih performanci za sustave cross dockinga, gdje se daje detaljan uvid u problematiku implementiranja sustava cross dockinga, sa svim prednostima i nedostacima, kao i zahtjevima. Nakon upoznavanja s problematikom implementiranja sustava cross dockinga objašnjen je način odabira ključnih pokazatelja performanci kao i njihova veza s metrikom operativnih performanci cross dockinga. U poglavlju 4. analizirani su navedeni ključni pokazatelji performanci od kojih je potom odabran jedan na kriteriju utjecaja na ukupno vrijeme potrebno za obradu primljenih proizvoda. Za odabrani ključni pokazatelj performanci je zatim u 5. poglavlju na temelju prethodno učinjenog istraživanja prikazan način kako se pristupa mjerenju odabranog performanca, a rezultati mjerenja su izneseni u poglavlju 6. gdje se daje potpuni pregled dobivenih rezultata.

Uz prikaz dobivenih rezultata, u poglavlju 6. se također prikazuje i utjecaj promjena vrijednosti vremenskih konstanti na konačno rješenje te je napravljena usporedba rezultata za dvije različite vremenske konstante. Na kraju poglavlja navedeni su i objašnjeni rezultati istraživanja, a u zaključku sinteza rezultata i spoznaja izloženih u analitičkom dijelu rada.

2. SVRHA MJERENJA OPERATIVNIH PERFORMANCI

U ovom poglavlju objašnjena je svrha mjerenja performanci, ali i pristup/e na temelju kojeg se određuju tražene performance. U mjerenju performanci, primjenjuje se ekonomski i tehnički pristup. U nastavku su objašnjeni razlozi za mjerenje performanci, kao i načini kako se mjerenja izvodi.

2.1 Razlozi za mjerenje operativnih performanci

Današnja paradigma koja vlada u poslovnom svijetu se temelji na rezultatski orijentiranim ciljevima. Upravo iz toga proizlazi razlog za mjerenje operativnih performanci. Operativne performance mjere se prikupljanjem, analiziranje i izvještavanje informacija u svezi s performancom određenog pojedinca, grupe, organizacije ili sustava. Tražene informacije se dobiju proučavanje parametara, procesa i strategija unutar sustava, nakon čega slijedi usporedba dobivenih (realnih) izlaznih veličina s onima koje su bile planirane. Implementacijom sustava za mjerenje performanca omogućava se praćenje napretka, dobivaju se vitalne informacije o performanci u tom trenutku te se pruža polazište za određivanje ciljeva kojima je namjera da pomognu s implementacijom optimalnih strategija za rast. Pojednostavljeno, razlog mjerenja operativnih performanci se može svesti na smanjenje troškova kroz poboljšanje produktivnosti (omjer uloženo/dobiveno), efektivnosti (napraviti pravu stvar - rezultat) i efikasnosti (ispravan rad - postupak).

Mjerenje operativnih performanci procesa podržava donošenje boljih i bržih proračunskih odluka, kao i kontrolu nad procesima u određenom sustavu, tj. smanjenje rizika. Mjerenje operativnih performanci također daje odgovornost i poticaj vodstvu, temeljem stvarnih podataka, a ne anegdotama i subjektivnim procjenama. Ovo služi za povećanje motivacije dobivene od djelovanja na konkurentnom tržištu te omogućava usporedbu performanca s vanjskim organizacijama. Uz navedeno pruža i racionalnu osnovu za odabir prvih poslovnih poboljšanja kojih treba učiniti, a prikupljanje podataka o troškovima procesa prijašnjih projekta omogućuje procjenu troškova budućih projekta. [8]

Što se tiče mjerenja operativnih performanci u cross dockingu, pažnja je prvobitno usmjerena na identifikaciju mogućnosti u dizajnu i operacijama koje će dati najveće prednosti, tj. "ubrzanje" opskrbnom lancu. Iz perspektive cijelog opskrbnog lanca, smanjenje vremena transfera tereta se može smatrati najbitnijom stavkom u optimiranju opskrbnog lanca, naročito ako se uzme u obzir da na čekanje otpadne većina vremena koje teret provede u cross dockingu. [2, str. 26] Na temelju toga vidljivo je da svako kašnjenje u rukovanju teretom može omesti izvedbu cijelog opskrbnog lanca. U prošlosti, zbog nedostatka informacija u stvarnom vremenu o dolaznim i odlaznim pošiljkama, cross docking nadzornik se mogao osloniti samo na njegovo iskustvo iz prošlosti, zbog čega je performanc karakterističnih cross docking operacija bio, po definiciji, sub-optimalan [9] (manji od najvišeg standarda ili kvalitete). S obzirom na tehnološke napretke dosad, informacije u stvarnom vremenu o sadržaju, lokaciji i destinaciji pošiljke u cross dockingu su lako dostupne. Kao primjeri moguće je uzeti napredne obavijesti dostave (*Advance Shipping Notices* - ASN), koji daje uvid u sadržaj dolaznih transportnih jedinica prije nego one stignu; s radio frekvencijsko identifikacijskim (*Radio-Frequency Identification* - RFID) oznakama pričvršćenim na teret te RFID čitačima instaliranim na prijemnim i otpremnim dokovima, informacije o kretanju tereta unutar cross dockinga dostupne su u bilo kojem vremenu. Dodatno, u suradnji sa sustavom upravljanja skladištem (*Warehouse Management System* - WMS), navedene informacije u stvarnom vremenu omogućavaju razvoj učinkovitijih operacija. Dakle, smanjenje vremena i/ili troškova koji se dogode prilikom prijenosa tereta od zone prijema u zonu otpreme je glavni izazov cross docking sustavu.

2.2 Mjerenje operativnih performanci

Postoje dva povezana, ali i relativno različita pristupa na temelju kojih se mjere operativne performance u skladišnoj industriji. Ovisno o pristupu, to može biti ekonomski (tj. prihode u odnosu na troškove) ili tehnički (tj. omjer dobivenog i uloženog). Kako ta dva pristupa funkcioniraju općenito, a kako kad se primjenjuju na RTC objašnjeno je u nastavku:

2.2.1 Ekonomski pristup

Radi nastojanja da se prevladaju gospodarski izazovi i da se unaprijedi rast industrije, kreatori poslovnih politika trebaju vjerodostojne analitike koje točno prikazuju promjenjive uzorke na globalnom tržištu. Progresivna integracija globalne ekonomije rezultirala je u tome da su nacionalne granice izgubile na važnosti u ekonomskim performansima, dok su mikroekonomska obilježja globalno mobilnih kompanija dobile na važnosti. Opće je poznato da države više nisu primarni igrači na globalnom tržištu, već se kompanije, uklopljene u njihov industrijski sektor, natječu za udio na regionalnom, kontinentalnom i globalnom tržištu. Bezobzira na to, ekonomska učinkovitost i konkurentnost se i dalje mjeri u odnosu na države.

Ekonomske performance se mogu mjeriti dvama pristupima:

1. Tradicionalni pristup – Pristup odozgo prema dolje, gledan na razini cijelog gospodarstva da bi se izmjerio ukupni ekonomski učinak. Primjer ovog pristupa su pojedinačne mjere poput BDP-a (*Bruto domaći proizvod*).
2. Novi industrijski temeljen pristup – Pristup odozdo prema gore koji gleda na kompanije i industrije kao na pokretače ukupnog ekonomskog učinka.

Indeks ekonomskih performansi (*Economic Performance Index* - EPI) razvijen od strane GES-a (*Global Economic Symposium*) i Towers Watson-a mijenja način mjerenja ekonomske performanci na razini kompanija i industrija. IEU ispituje mikroekonomsku prirodu natjecanja i čimbenike koje utječu na rast i pad učinkovitosti kompanija i industrija, tako razbijajući ukupnu ekonomsku uspješnost pojedinih država na heterogene dijelove. Na primjer i u Sjedinjenim Američkim Državama i u Kini, neke industrije cvatu, dok se druge bore za opstanak, zato se ukupni ekonomski učinak treba mjeriti uzimanjem ove heterogenosti u obzir.[10]

Ne postoji jedinstven način na koji se mjeri rast industrije. Već svaka industrija zahtjeva prevođenje složenih sila koji utječu na rast industrija (naposljetku i država) u mjerljive pokazatelje performansi s dubinskim pregledom svih temeljnih čimbenika. Čimbenici se mogu grupirati u sedam ključnih komponenti koje su i različite, ali i u korelaciji jedan s drugim, čime se postiže održavanje kontinuirane interakcije između tržišta i vladinih

organizacija. Ovih sedam komponenti se mogu prenijeti na sve industrije, ali se čimbenici koji čine svaku komponentu razlikuju po industriji. Komponente su:

1. Postizanje financijskih ciljeva i produktivnost,
2. Inovacije,
3. Troškovi poslovanja,
4. Dostupnost talenta i njegova kvaliteta,
5. Efektivnost vlade i infrastrukture,
6. Poslovno okruženje i
7. Industrijski specifični čimbenici.

U slučaju robno transportnih centara (RTC), procjena ekonomskih performansi je pomalo teška jer RTC-i ne ostvaruje direktne prihode kao takve, već služe kao podrška opskrbnom lancu. Štoviše, budući da RTC neke tvrtke može biti smješten u urbanom, pred-urbanom ili u ruralnom području, razlike u postavkama će utjecati na troškove izgradnje prostora i resursa kao što je radna snaga. Nadalje, troškovi akvizicije opreme za RTC-e (viličari, skladišni regali, konvejeri itd.) ovise o cjelokupnoj ekonomskoj situaciji te naročito o kupovnoj moći vlasnika objekta. Zbog ovih i drugih razloga, procjena tehničkih performanci koja se temelji na omjeru uloženog i dobivenog ima tendenciju dati jasniju sliku prilikom procjene operativne performanci jednog određenog RTC-a u skupini RTC-a, jer se izbjegava nesigurnost ili varijacije uvedene kad se mjere temelje na financijskom izvješću.[2, str. 1-2]

2.2.2 Tehnički pristup

Procjenom tehničkih performanci dobiva se odgovor na pitanje koliko dobro neki sustav zadovoljava svoje zahtjeve i ciljeve. Primjeri tehničkih performanci koje se mjere su produktivnost, efektivnost, efikasnost, pouzdanost, propusnost, ljudski čimbenici, vrijeme odziva, složenost, dostupnost, vrijeme, brzina, itd. Procjena tehničkih performanci, tj. proizvoda i procesa, obavlja se osmišljavanjem, implementiranjem i testiranjem relevantnih mjerila. Koriste se:

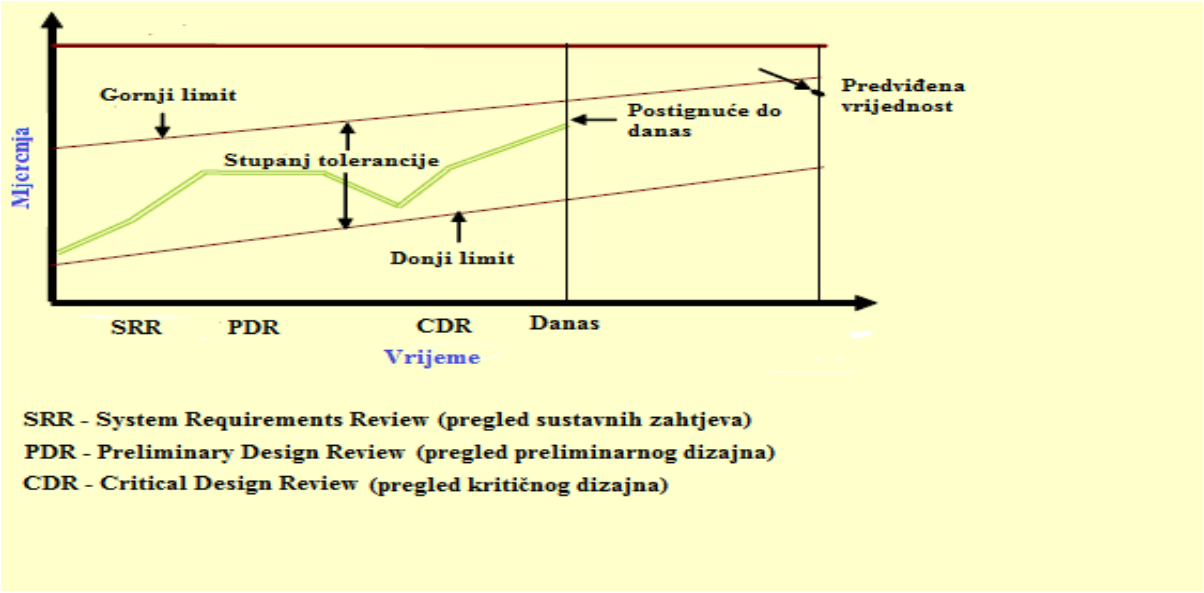
- za prognoziranje rezultata koje bi treba postići planirani tehnički napor,
- za dobivanje uvida u stvarne u odnosu na planirane performanse,
- za rano otkrivanje / predviđanje budućih problema,
- kao podrška utjecaju predloženih promjena.

- utvrđuju utjecaj tih razlika
- omogućuju osvrt na dizajn

Karakteristike tehničkih performanci su sljedeće:

- važnost i relevantnost,
- laka mjerljivost,
- performanc koja se s vremenom poboljšava,
- postojanje korektivnih akcija u slučaju da mjera pređe svoj prag,
- kontrola nad mjerenim parametrima,
- mogućnost usporedbe troškova, rasporeda i performansi,
- obavezno dokumentiranje,
- obavezna prilagođenost dotičnoj proizvodnji.[12]

Kombinirajući troškove, raspored i tehnički napredak u jedan sveobuhvatni alat za upravljanje, moguće je procijeniti napredak cijelog programa. Programi na kojima je obično utemeljena metrika operativnih performanci je složena te buduće stanje tehničke izvedbe nije odmah vidljivo. Metrika tehničkih performanci je također korisna za praćenje rizika, gdje ako su rezultati ispod očekivanih, postane vidljivo da treba uzeti u obzir alternativne opcije. Na slici 1. prikazan je učinak performanci na ispunjene zadanih ciljeva.



Slika 1: Učinak performanci na ispunjenje zadanih ciljeva

Izvor: [11]

Mjerenje tehničkih performanci u skladišnoj industriji tradicionalno zapošljava set pojedinačnih čimbenika mjera produktivnosti koji uspoređuju uloženo s dobivenim. To se još naziva i metoda omjera. Međutim, korištenjem seta mjerila omjera može doći do zabuna, naročito ako su neka mjerila dobra, a druga siromašna. Stoga je korisnije koristiti mjeru koja istovremeno mjeri sva značajnija mjerila. Postoje razni pristupi mjerenja tehničkih performanci.

3. KLJUČNI POKAZATELJI PERFORMANCI SUSTAVA CROSS DOCKINGA

U ovom poglavlju se upoznaje s ključnim pokazateljima performanci te s funkcioniranjem sustava cross dockinga. Funkcioniranju cross dockinga se daje podosta pažnje te je tako sustav cross dockinga uspoređen s tradicionalnim skladištem, iz čega su potom izvučene njegove prednosti i nedostaci, a zatim spomenuti procese otpreme i tipovi cross dockinga. Naposljetku dat je uvid u dizajn cross docking sustava i strategiju protoka tereta kroz sustav cross dockinga, a poglavlje završava objašnjenjem ključnih pokazatelja performanci u sustavu cross dockinga. S ovim poglavljem prikazana je važnost metrike za odabir najboljih ključnih pokazatelja performanci.

3.1 Pojam ključnih pokazatelja performanci

Ključni pokazatelji performanci (*Key Performance Indicators* - KPI) su skup mjerljivih vrijednosti koje daju uvid u učinkovitost nekog sustava k postizanju ključnih poslovnih ciljeva. Iako su skup mjerljivih vrijednosti, treba napraviti razlika između KPP-i i metrike, naime kako je već spomenuto KPP-i služe za postizanje ključnih poslovnih ciljeva dok metrika služi kao standardi mjerenja pomoću kojih se procjenjuju performanci. Svaki KPP-i spada u metriku, dok nije svaka metrika KPP-i, ali bez metrike ne bi bilo KPP-a Potvrđivanje određene mjere kao ključnog pokazatelja performanci znači da odabrana mjera bitno utječe na operativne performanci. KPP-i izravno utječu na ključne poslovne ciljeve koji mogu biti ponavljanje periodičnih operativnih postignuća (npr. nula pogreška, 10/10 zadovoljnih kupaca, itd.) i/ili napredovanje prema strateškim ciljevima. Njihova vrijednost leži u cilju kojeg se želi postignuti, često se događa da organizacije slijepo usvoje unaprijed poznate ključne pokazatelje performanci, a da se oni ne odraze na vlastiti performanc, pa tako i ne dođe do ikakvih pozitivnih promjena. Jedan od najvažnijih aspekta ključnih pokazatelja performanci, koji se

često previdi, je da su oni oblik komunikacije. Kao takvi, oni se pridržavaju istih pravila i prakse kao i bilo koji drugi oblik komunikacije tj. kratkoće, jasnoće i relevantnosti informacije.

U smislu razvoja strategije za formuliranje ključnih pokazatelja performanci, treba započeti s osnovama i znati koji su organizacijski ciljevi, kako ih se misli postignuti te kako djelovati s informacijama dobivenih od mjerenja. Kao takav, proces treba biti iterativan i uključivati povratne informacije od analitičara, voditelja odjela i menadžera. Relevantnost ključnih pokazatelja performanci se mjeri pomoću SMART kriterija:

- **S**pecific – da li je cilj specifičan,
- **M**easureable – može li se mjeriti napredak prema tom cilju,
- **A**ttainable – je li cilj realno ostvariv,
- **R**elevant – koliko je relevantan cilj određenom sustavu,
- **T**ime-bound – koji je vremenski okvir za postizanje cilja.

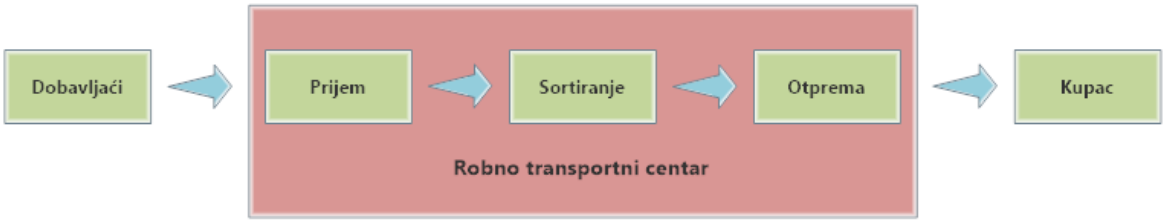
SMART kriteriji mogu biti prošireni na SMARTER kriteriji dodavanjem **E**valuate (procjena) i **R**e-evaluate (ponovne procjene), kako bi se osiguralo kontinuirano procjenjivanje ključnih pokazatelja performanci i njihova relevantnost za određen sustav. Na primjer, ako su rezultati nekog procesa iznad postavljenih, tada bi se trebalo utvrditi da li je to zato što su se ciljevi postavili prenisko ili bi se to trebalo pripisati nekim drugim čimbenicima. [13]

3.2 Sustav cross dockinga

Prije nego li se započne s prikazom ključnih pokazatelja performanci u sustavu cross dockinga opisati će se i objasnit funkcioniranje cross dockinga, spomenuti razni oblici cross dockinga, usporediti s tradicionalnim skladištem te navesti prednosti i nedostaci. Jednom kad se dobije potpuna slika cross docking sustava, nastavlja se s analiziranjem ključnih pokazatelje performanci u cross dockingu te na kraju poglavlja prikazuju najvažnije. Upoznavanje s sustavom cross dockinga je potrebno da bi se dobilo uvid u metriku operativnih performanci cross dockinga, kao i važnost određenih performanca na cjelokupni sustav.

3.2.1 Funkcioniranje sustava cross dockinga

Cross docking je logistička praksa iskrcaja tereta iz dolaznih kamiona te ukrcaja tog istog tereta u otpremne kamione u manje od 24 sata, s malo ili nimalo prostora za pohranu između. Rezultat primjene sustava cross dockinga je elimineriranje funkcija skladištenja i komisioniranja. Ako se izvede iz definicije da je glavna značajka cross dockinga neposredni prekrcaj tereta naspram skladištenja, koja je glavna značajka tradicionalnih logističkih sustava, vidljivo je da cross docking spada u Just-in-Time (JIT) distribuciju. Kako JIT koncept biva sve više prihvaćen u skladišnoj industriji, provedba cross docking operacija mijenja fokus s skladištenja zaliha na upravljanje zaliha kroz protok u tranzitu od dobavljača do kupca. Svrha cross dockinga je smanjenje troškova zaliha, povećanje obrtaja zaliha, konsolidacija prijevoza, povećanje propusnosti te smanjenje operativnih troškova kroz eliminiranje nepotrebnog rukovanja i skladištenja tereta. Slika 2. prikazuje tipičan protok proizvoda u cross docking sustavu.



Slika 2: Tipičan protok robe u cross dockingu

Izvor: [1, str 2.]

Cross docking ubrzano postaje ključna strategija za poboljšanje performanca usluga opskrbnog lanca kroz povećanje brzine kretanja tereta, smanjenje zaliha te sve bržih odgovora na tržišne zahtjeve. Kupci logističkih usluga traže brzinu i točnost pa skladišta danas prolaze transformaciju od fiksnog fizičkog prostora gdje se drže "pogreške" u predviđanju zvane zalihe, na prostor koji distribuira teret u najkraćem mogućem roku i s najnižim mogućim troškovima. Zbog sve većeg broja partnera, točka isporuka, manjih ali učestalijih narudžbi, strožim radnim vremenima vozača, zahtjeva za sve kraćim vremenima isporuke te zahtjeva za smanjenjem zaliha, opskrbni lanci su danas pod kontinuirano rastućim pritiskom da zadovolje zahtjeve

tržišta. Zbog trenda prema manjim i rjeđim skladištima za očekivati je da bi moglo doći do sve više cross docking operacija u 21. stoljeću [3, str. 111]. Kako izgleda tipičan cross docking terminal prikazano je na slici 3.



Slika 3: Tipični izgled cross-docking terminal

Izvor: [1, str 2.]

3.2.3 Usporedba tradicionalnog skladišta i cross dockinga

Usporedba sustava cross dockinga s tradicionalnim skladištem će se provesti u sedam točaka: dolazna roba, komisioniranje, obrtaj zaliha, troškovi zaliha, rukovanje materijalom, informacijski sustav te upravljanje voznim parkom.

1. Dolazna roba – u tradicionalnim skladištima dolazna roba je je smještena u prostor za pohranu, jer se sustav temelji na procesu skladištenja, dok se u sustavu cross dockinga odmah premješta u zonu otpreme. Gledano s ove strane gledišta, tradicionalno skladište je statički sustav koji zahtjeva značajan iznos rezerviranog kapitala koji narušava financijske mjere i performans, dok je cross docking dinamički sustav bez rezerviranog kapitala u zalihama, tako poboljšavajući financijske operacije.

2. Komisioniranje – u tradicionalnim skladištima potrebna roba se komisionira iz skladišta da bi se zadovoljila potražnja, naspram cross dockinga gdje gotovo i ne postoji skladištenje. Proces dostave traje duže u tradicionalnim skladištima jer narudžba mora proći kroz skladište pa se tek onda roba šalje prema svojoj destinaciji. S ovim sustavom smanjuje se mogućnost nezadovoljstva kupaca jer skladištenje pruža sigurnosne zaliha. Cross docking sustav ima kraći proces dostave jer se koordinacijom između potražnje i ponude uklanja potreba za skladištenjem, ali se i zbog nedostataka sigurnosnih zaliha povećava mogućnost nezadovoljnih kupaca.
3. Obrtaj zaliha – u tradicionalnim skladištima postoji niski obrtaj zaliha, od nekoliko dana u većini slučajeva, za razliku od sustava cross dockinga gdje je dnevni obrtaj zaliha. Upravo se u tom kraćem ciklusu prolaza robe kroz sustav nalazi temeljna razlika između cross dockinga i tradicionalnog skladišta. Zbog toga cross docking ima pozitivni učinak na financijsko stanje u korporacijama jer su ciklusi novčanih tokova kraći i postižu jače novčane tokove, ali u isto vrijeme imaju negativan učinak na koordinaciju i komunikaciju u opskrbnom lancu jer se informacije moraju brzo i na odgovarajući način razmjenjivati na sve dijelove cross docking lanca opskrbe, tako stavljajući naglasak na potrebu za naprednim informatičkim sustavima.
4. Rukovanje materijalima – U cross dockingu sustavu je rukovanje materijalom minimalno, suprotno od tradicionalnog skladišta gdje se pretjeruje s rukovanjem materijala. Temeljno samo na ovom elementu je sustav cross dockinga isplativiji u usporedbi s tradicionalnim skladištem.
5. Troškovi zaliha – Zbog neposrednog prekrcaja troškovi skladištenja su gotovo zanemarivi u cross dockingu, dok su u tradicionalnom skladištu ti troškovi visoki i nema neposrednog prekrcaja. Prije provedbe cross dockinga sustava potrebno je učiniti usporedbu između minimalnih troškova zaliha i neostvarenog profita od izgubljenih prodaja te nakon toga provesti konfiguraciju najbolje logističke strategije s kojom se odobrava provedba cross docking strategije ili ne.
6. Informacijski sustav – Zbog izuzetno zahtjevne potrebe za komunikacijom između dijelova opskrbnog lanca u cross dockingu, danas postoji potreba za vrlo učinkovitim informatičkim sustavima, dok je u tradicionalnim skladištu manje zahtjevna potreba, a s tim i učinkovitost informatičkih sustava nije ista s onim u cross dockingu.
7. Upravljanje voznim parkom – Budući da se tok proizvoda u tradicionalnom skladištu održava u diskretnom i stalnom tempu, kojeg prvobitno skladištenje i dopušta. Vozni park je relativno manji i lakši za upravljati nego u slučaju sustava cross dockinga gdje

logističko vodstvo mora simultano upravljati s rasporedom i organizacijom dolaznih i odlaznih kamiona. Zbog tog razloga, cross docking tehnologija zahtjeva napredan sustav za upravljanje voznim parkom. Interesantno je za spomenuti da Wal Mart koristi sustav za upravljanje svog voznog parka kojeg podržava i njihov vlastiti satelit. Iz navedenog postaje jasno da je upravljanje voznim parkom daleko skuplje nego u tradicionalnom skladištu.[4, str. 11-13]

Zaključno za ovu usporedbu između tradicionalnog skladišta i sustava cross dockinga treba staviti naglasak da svaka organizacija treba učiniti svoju usporedbu između minimalnih troškova zaliha i neostvarenog profita od izgubljenih prodaja, te da ne mogu svi proizvodni tokovi biti procesuirani od strane cross docking sustava. Kao primjer dat je slučaj Wal Mart gdje se cross docking tehnologija koristi za 85% isporučenih proizvoda, a ostalih 15% se obrađuje tradicionalnim skladištima.

3.2.3 Prednosti i nedostatci cross dockinga

Unatoč svim prethodno spomenutih potencijalima, cross docking sustav kao skladišna opcija također podliježe prednostima i nedostatcima. Usporedba i vaganje između tih prednosti i nedostataka je osnovna odgovornost logističkog vodstva organizacije koja razmišlja o implementaciji cross dockinga.

Prednosti su:

- Kraći proces dostave – Zbog neposrednog prekrcaja u kombinaciji s ne skladištenjem očito je da se skraćuje vrijeme dostave. Uz to, kraće vrijeme dostave utječe i na kraći ciklus zaliha i posljedično poboljšanje korporativno financijskog učinka.
- Bolja korisnička usluga – Povezano sa skraćenjem procesa dostave, u što se kraćem roku roba isporuči kupcu, to je kupac zadovoljniji. S cross dockingom i kraćim procesom dostave kojeg donosi, organizacijama se omogućuju brži odgovori na zahtjeve kupca te se ostvaruje poboljšana usluga za korisnike.
- Minimalna potreba za prostorom – Korištenjem cross dockinga znači da proizvodi koji uđu u RTC iz njega i izađu, što rezultira u smanjenju radnih sati potrebnih za nadzor i upravljanje zalihama, a također utječe i na potrebu, tj. nepotrebnost za skladišnim prostorom. To je posebno korisno u sve više konkurentnom poslovnom svijetu gdje je važno imati prednost nad poslovnim rivalima. S implementacijom sustava cross dockinga organizacije nisu vezane za ugovore o velikim skladišnim prostorima, te

izbjegavaju situacije s prevelikim zalihama, što čini lakše prilagodbu i promjenu radi zadovoljenja trenutnih zahtjeva. Još jedna korist od nepostojanja zaliha nagomilanih u skladištima je ta da ograničava vjerojatnost slučajnog oštećenja, požara ili krađe.

- Niski troškovi zaliha – Kao drugi rezultat odsutnosti skladištenja, niski troškovi zaliha poboljšavaju korporacijski novčani tok i cjelokupno korporativno financijsko poslovanje, tako stvarajući konkurentsku prednost za organizaciju koja uvodi cross docking.
- Zanemariv trošak zastarijevanja – Neposredni prekrcaj i nedostatak dugog skladištenja eliminira mogućnost zastarijevanja zaliha i s time povezane troškove njihovog zastarijevanja. Kasnije navedena prednost je presudna u industrijskim sektorima kao što su potrošačka elektronika i modne robe, gdje se tehnološki napredak i modni trendovi mijenjaju brzim tempom.
- Smanjeno vrijeme rukovanja materijalima i povezani troškovi – Implementacija cross dockinga je izuzetno ekonomičan način obavljanja transporta i distribucije proizvoda jer eliminira potrebu za obavljanje tipičnih skladišnih poslova kao što su komisioniranje i inspekcija proizvoda, što pozitivno utječe na troškove rada. Osim toga dolazi do ušteda na prijevoznim troškovima jer se proizvodi prikupljaju na jednom centralnom mjestu otkud se onda otpremaju za konačnu destinaciju.
- Konsolidacija transporta – Radi pojednostavljenja konsolidacije i ukrcajnih sustava, cross docking sustavi stvaraju efikasnije okruženje koje omogućuje da se proizvodi brže kreću kroz unutar skladišne procese. Krajnji rezultat je da proizvodi stignu do kupaca brže, tako omogućavajući organizacijama da dobiju prednost nad konkurencijom.

Što se tiče nedostataka, većina njih je povezana s koordinacijom cross docking procesa:

- Kvalitetni informatički sustav - Izuzetno bitna potreba za koordinacijom zahtjeva kompleksne i skupe informatičke sustave s ciljem da se osigura da se prijamne i otpremne operacije obave u određenom ciljanom vremenskom razdoblju.
- Fleksibilni i brzi transportni sustav – Sustav koji se sastoji od vozila koji su na odgovarajući način upravljani od strane elektroničkog sustava je podosta skup, što čini odluku za uvođenjem cross dockinga teškom i rizičnom za nedovoljno velike organizacije.

- Točnost prognoza potražnje i njihovo dijeljenje s dobavljačima – Bez obzira na točnost prognoze potražnje, rizik od ekstremne situacije u procesu distribucije uvijek postoji. Ako se to dogodi, nastala situacija će rezultirati u velikim problemima za opskrbni lanac jer će kontinuirani tok proizvoda biti narušen, a potražnja kupaca neće biti zadovoljena zbog nepostojanja sigurnosnih zaliha (skladištenja).
- Vozni park koji djeluje po optimalnom rasporedu – Cross docking je učinkovit samo u distribucijskim sustavima s znatnom flotom vozila koji rade po neprekidnom rasporedu i imaju velike količine isporučenih proizvoda. Očito je da se operativi troškovi za takve logističke procese jedino mogu pokriti u velikim organizacijama s jakim novčanim tokovima i zdravom kapitalnom osnovom. Vodstvo organizacije treba uložiti mnogo pažnje, vremena i planiranja da cross docking sustav profunkcionira učinkovito. [4, str. 8-10]

3.2.4 Procesi otpreme i tipovi cross dockinga

Što se tiče procesa otpreme u sustavu cross dockinga, razlikujemo dva glavna procesa otpreme:

1. Pošiljke u skladu s proizvodom – Početno mjesto isporuke (npr. dobavljač, izvor) pokriva cijelu pošiljku (puni kontejner ili kamion) traženog proizvoda za sva konačna odredišta (čvorove maloprodajne mreže). Drugi, specifičniji slučaj, je da cross docking distribucijski centar primi više dolaznih pošiljka istog proizvoda od različitih izvora kojih onda alocira izlaznim pošiljkama prema sljedećim destinacijama.
2. Pošiljke prema konačnoj destinaciji - Početno mjesto isporuke (npr. dobavljač, izvor) otpremi označavajući svaku pošiljku prema njenoj konačnoj destinaciji, tako ubrzavajući cross docking operacije u centru. Radnicima cross docking distribucijskog centra ne preostaje onda ništa osim da se neposredno nakon dolaska pošiljka iskrca i premjesti u zonu otpreme za ukrcaj i otpremu. [4, str. 5-6]

Što se tiče tipova cross docking sustava s obzirom na zajedničke karakteristike; konsolidacija tereta i izuzetno kratkog vremenskog ciklusa, dijele se na:

1. Proizvodni cross docking – glavna operacija je primanje i konsolidacija pošiljaka kao podrška za JIT sustav. Zahvaljujući činjenici da postoji stalna potražnja te informacije

dobivene od modela planiranja materijalnih potreba (*Material Requirements Planning* - MRP), potreba za držanjem zaliha postaje nepotrebna.

2. Distributivni cross docking – konsolidacija pošiljka od različitih prodavača u teretne jedinice raznolikih proizvoda koje se onda isporučuju jednom kad su svi proizvodi primljeni. Ovaj tip cross dockinga se još i zove centar za spajanje u tranzitu, a često se može susresti u računalno distribucijskim tvrtkama.
3. Transportni cross docking – konsolidacija pošiljka od raznih pošiljatelja u industrijama djelomičnih pošiljaka (*Less Than Truckload* - LTL) i malenih paketa. Generički tip cross dockinga koji se obično susreće u cestovnom transportu, ali se može susresti i u željezničkom transportu.
4. Maloprodajni cross docking – primanje proizvoda od strane više prodavača i sortiranje na otpremne kamione prema različitim trgovinama. Wal-Mart koristi ovaj tip cross dockinga s već poznatim odličnim rezultatima.
5. Oportunistički cross docking – upotreba u svakom skladištu transferiranjem tereta izravno iz prijemnog doka u otpremni dok. [4, str. 6-7]

Bitno je spomenuti da cross docking tehnologija nije prikladna za sve vrste proizvoda. Dva glavna preduvjeta za primjenu cross docking tehnologije su relativno male fluktuacije u potražnji (glavne značajke proizvoda koji se prodaju u velikim trgovačkim centrima) i relativno velike količine (druga značajka proizvoda koji se prodaju u velikim trgovačkim centrima). Iz tih dviju značajki proizlazi glavni razlog uspješnog primjenjivanja cross docking tehnologije u Wal-Martu (najveći trgovački lanac u SAD-u) te FedEx-u i UPS-u (multinacionalni LTL prijevoznici velikih količina paketa s niskim fluktuacijama u potražnji).

3.2.5 Dizajn cross docking terminala

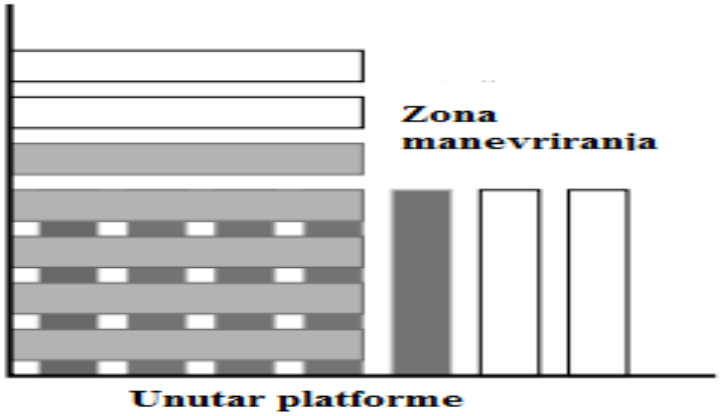
Terminali za cross docking se mogu steći na razne načine, a kako neke kompanije nemaju mogućnost izgradnje svojih samostalnih objekata, već moraju zakupiti ili prenamijeniti postojeći objekt te se slijedom toga može dogoditi da postanu nasljednik tuđeg lošeg dizajna. Prilikom dizajniranja cross docking terminala pažnja treba biti usmjerena na internim mjerama učinkovitosti kao što su troškovi internog transporta i zagušenja. No ponekad to nije moguće jer oblik cross docking terminala mogu ograničavati jednostavnosti kao veličina i oblik parcele na kojoj će stajati. Uz to, tu je i pozicija cross docking terminala u

odnosu na parcelu, parkirališni zahtjevi, prostor za okretanje kamiona (potrebni radijus) te potreba za uredima i prostorima za održavanje. [5, str. 235.]

Prilikom dizajniranja cross docking terminala treba donijeti odluke u vezi:

- Broja dokova – Broj otpremnih dokova je relativno lako odrediti jer kompanije znaju koliko odredišta cross docking sustav mora služiti, pa ako se pretpostavi da svako odredište zahtjeva jedan dok, broj otpremnih dokova je jednak broju odredišta. Odredišta prema kojim idu veliki tokovi robe mogu zahtijevati više dokova da bi se osigurala dovoljna propusnost za dotično odredište. Određivanje broja prijamnih dokova ovisi o konfiguraciji cross docking terminala, tj. dali je moguće uredno raspoređivanje paleta i dali se obavljaju usluge dodatnih vrijednosti kao pakiranje ili označavanje. U takvim slučajevima broj prijamnih i otpremnih dokova je jednak jer je jedna strana platforme posvećena prijemu a druga otpremi. Za LTL cross dockinge, koji uglavnom ne obavljaju usluge dodatnih vrijednosti, broj prijemnih dokova se računa Little-ovim zakonom množenjem potrebne propusnosti s prosječnim vremenom istovara.
- Minimalne širine doka – Minimalna širina je određena potrebom za slaganjem tereta ispred doka. Do slaganja tereta dolazi jer se ukrcaj tereta ne obavlja odmah kad teret stigne u zonu otpreme. Ako je prostor za slaganje tereta premalen dokovi postanu zagušeni te se propusnost smanjuje. Stoga je standardna praksa da se prostor neposredno ispred svakog doka koristi isključivo za teret koji prolazi tim dokom. Potrebni prostor ispred svakog doka, a time i širina doka, ovisi o procjeni potrebe za slaganjem tereta, što pak ovisi o tipu tereta, broju postaja po vozilu, broju paleta itd. Utovarni slijed se određuje na temelju sljedećih potreba:
  - Da je teret adekvatno zapakiran,
  - Da je krhki teret na vrhu,
  - Da se teret utovaruje u obrnutom slijedu od istovara.
- Obliku terminala – Cross docking terminali mogu biti u obliku I, L, U, E, T, H i X. Većina malih cross docking terminala su I-oblika jer s ovim oblikom se teret može direktno pomicati od zone prijema u zonu otpreme. Platforme u obliku T i H imaju veću centralnost od I-oblika te je kod njih manje izraženo pogoršanje efikasnosti koje se dogodi povećanjem dokova, međutim to se postiže dodatnim kutovima u obliku terminala, što također umanjuje efikasnost cross docking sustava. Razlikuju se unutarnji i vanjski kutovi, jer rezultiraju u različitim vrstama troškova.

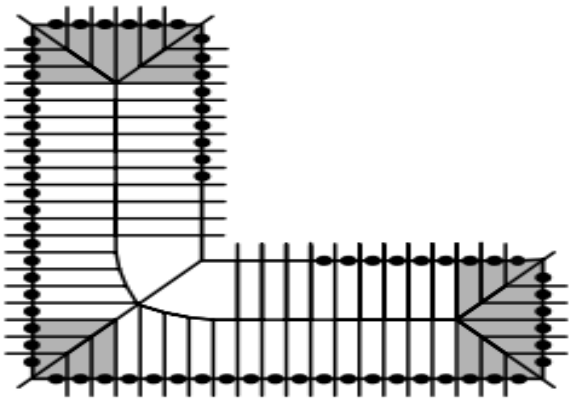
Unutarnji kutovi čine neke dokove neupotrebljivim jer je nesigurno ili nemoguće za neka vozila da ih koriste, kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4: Unutarnji kut koji čini neke dokove neupotrebljivim

Izvor: [5, str. 238.]

Kod L, T, H i X-oblika terminala unutarnji kutovi su naročito štetni jer su blizu centra platforme, te su tako dokovi koji su najcentralnije smješteni neupotrebljivi. Upravo ti dokovi su oni koji bi se trebali najviše koristiti jer imaju mnogo susjednih dokova, što stvara mogućnost za smanjenjem transfernih distanca unutar terminala. Što se tiče vanjskih kutova, oni rezultiraju u smanjenju prostora za slaganje tereta te su više osjetljivi na zagušenja unutar terminala, što je idealno prikazano na slici 5.



Slika 5: Prirodna podjela prostora za slaganje tereta

Izvor: [5, str 239.]

Kako se veličina cross docking terminala povećava, najviše radno-učinkoviti oblici su I, T i X. Eksperimenti pokazuju da je je I-oblik najviše učinkovit za terminale s manje od 150 dokova, T-oblik za terminale srednje veličine (između 150-200), a X-oblik kad terminal ima više od 200 dokova [5, str. 241.]. Nije lako predvidjeti koji je oblik bolji, npr. na prvi pogled će I-oblik uvijek djelovati bolje od L-oblika u slučaju istog broja dokova, razlog tomu je što L-oblik ima dva kuta više ali ne i više centralnosti. No postoje slučajevi kada L-oblik ima laganu prednost nad I-oblikom jer se mijenja udaljenost između dokova pa su neki parovi dokova bliže nego što bi inače bili. Veličine terminala gdje je T-oblik poželjniji nad I-oblikom, a X-oblik nad T-oblikom uvelike ovisi o broju prijemnih dokova i koncentraciji tokova. T i X-oblici su privlačniji kad su tokovi ujednačeni jer dovode do većih ušteda. To je zato jer većina rada bude usmjerena na podskup dokova, te se tako dovede do smanjenja cijele platforme. Što se tiče oblika koje treba izbjegavati, to su oblici koji su topološki ekvivalentni kao što su L i U-oblici, koji se treba izbjegavati radi dodatnih kutova. [5, str. 243.]

3.2.6 Implementacija strategije protoka tereta kroz cross docking sustav

Uspješna implementacija sustava cross dockinga zahtjeva uspješnu implementaciju strategije protoka tereta. A za uspješnu implementaciju strategije protoka tereta potrebno je razviti spremnost na tri razine, a to su:

1. Prostorna spremnost – dizajn i raspored terminala utječu na sposobnost provedbe uspješne strategije protoka tereta. Cross docking terminali trebaju veliki broj prekrcajnih dokova, te velike površine za slaganje tereta. Fleksibilni proces upravljanja dvorištem je još jedan uvjet za uspješnu provedbu strategije protoka tereta. Skladišni sustav bi treba omogućavati uvid u inventar koji se nalazi u dvorištu. Mehanizacija pomaže ako je veliku količinu proizvoda moguće transferirati na konvejerima od zone prijema do zone otpreme. Mada nije preduvjet, mehanizacija ima velik utjecaj na smanjenje troškova kad je ispravno planirana.
2. Poslovna spremnost – protočni procesi zahtijevaju promjene u postojećim poslovnim procesima i očekivanjima. Poslovne procese i organizaciju proizvoda je potrebno uspostaviti radi identifikacije najboljih kandidata za protok. Karakteristike proizvoda i potražnje koji definiraju takve proizvode se mogu mijenjati tokom vremena te zahtijevaju pregled ciljnog asortimana. Potrebno je ustanoviti kriterije, frekvenciju i vlasništvo tih procesa. Kako nema više skladištenja proizvoda, trgovine moraju same

računati sigurnosne zalihe, očekivanja razina usluga te potencijalno mijenjati frekvencije i veličine narudžba. Mora se preispitati ispunjenost mreže kako bi se bilo sigurno da su sve destinacije unutar prihvatljive udaljenosti od svog primarnog centra distribucije. Strategija protoka tereta često rezultira u manjima ali češćim pošiljkama prema trgovinama. Treba sa sigurnošću znati ako je distribucijska mreža sposobna za takvu metodu distribucije bez štetnog učinka na razinu usluga. Svi članovi opskrbnog lanca moraju sudjelovati u primjeni strategije protoka.

3. Sustavna spremnost – sustav mora biti spreman podržati promjene u poslovnim procesima i operacijama. Treba imati dovoljno povijesnih podataka o potražnji da bi se definirali najbolji kandidati za strategiju protoka. Sustavi za skladišno upravljanje moraju biti integrirani s sustavima svih članova opskrbnog lanca za primanje informacija o pošiljkama u stvarnom vremenu. Trebalo bi biti moguće reagirati na nastale promjene. Automatizirani/mehanizirani sustav skladištenja povećava učinkovitost i smanjuje greške. Također bi bilo poželjno imati vidljivost inventara u cijelom opskrbnom lancu, kao i uvid u potražnju po članicama lanca što rezultira u boljim reakcijama na promjene u potražnji. Ovaj zadnji koncept je vrlo sličan proizvodnoj industriji gdje se konačna montaža zadržava do posljednjeg mogućeg trenutka. Kako protočna strategija tereta rezultira u frekventnijim pošiljkama, pošiljkama namijenjenim više destinacija te većim količinama pošiljka, treba provjeriti ako transportni sustav može optimizirati takve pošiljke, omogućiti praćenje pošiljki te omogućiti promjene od strane korisnika ako bi bilo potrebno. [14]

3.3 Ključni pokazatelji performanci sustava cross dockinga

Za postizanje konzistentnih i pouzdanih performanca potrebno je utvrditi i mjeriti metriku operativnih performanca. Izmjereni performanci se zatim mogu usporediti s onim od konkurenata ali i industrijskim standardima. To može uključivati i usporedbu s drugim internim sustavima mjerenja kako poboljšanja u drugim sektorima sustava ne bi rezultirali u nepoželjnim posljedicama cjelokupne izvedbe. Sljedećih pet koraka omogućuju određivanje ključnih pokazatelja performanci u metrici operativnih performanci cross docking sustava:

1. Odrediti prave upravljačke programe – Fokus na dva osnovna upravljačka programa koji utječu na izvrsnost: efikasnost i kvaliteta.
2. Definirati efikasnost – Odabir najvažnijih faktora koji definiraju operacijsku efikasnost, kao npr. ukupno vrijeme boravka proizvoda u sustavu.

3. Definirati kvalitetu – Definiranje kvalitete je izravnije od definiranja učinkovitosti. Upravljački programi koji utječu na kvalitetu su: točnost i šteta. Fokus je na konceptu nule – nula propuštenih pošiljki, nula šteta i nula pogrešnih označavanja.
4. Kategorizirati pokazatelja efikasnosti – ukupno vrijeme za utovar i / ili istovar , iskoristivost dokova, radni sati, transferna distanca, zakrčenost, ukupno vrijeme rada, vremenske devijacije u obradi vozila, stopa popunjenosti kamiona, neisporučeni proizvodi i duljina rasporeda.
5. Mjerenja i praćenje preko duljih vremenskih okvira – Dobri tjedni ili mjeseci ne ukazuju na izvrsnost, već performans iz kvartala u kvartal ili iz godine u godinu. To je jedini način mjerenja održivih performanci. [15]

Kroz pet navedenih koraka, kako je već rečeno, određuju se ključni pokazatelji performanci u cross dockingu, te se osigurava kontinuirana analiza performanca. U prvom koraku se određuju ciljevi (u ovom slučaju unapređenje efikasnosti kvalitete) te način na koji ću se postići. Drugi i treći korak u ovom slučaju su definiranje efikasnosti i kvalitete za određeni sustav. Četvrti korak je kategorizacija pokazatelja efikasnosti na temelju mogućih metrika, što omogućuje cjelokupni uvid u efikasnost određenog sustava, naspram djelomičnog uvida u samo određene faze korištenjem jednog ili par pokazatelja efikasnosti. Peti korak je mjerenje performanci te njihova analiza. Peti korak zahtjeva kontinuiranu implementaciju, dok za prethodne korake to nije potrebno, ali ih je potrebno revaluirati paralelno s promjenama na tržištu. Uspješna primjena ključnih pokazatelja performanci zahtjeva univerzalni pristup bezobzira na sustav za koji se primjenjuje. Pristup se sastoji od četiri koraka koja se konstantno ponavljaju: planiranje – implementacija – provjera – djelovanje. Uz prethodno spomenute prednosti cross dockinga, povezane prednosti upravljanja dobro dokumentiranog cross docking sustava uključuju već spomenutu razmjenu informacija svih članova opskrbnog lanca, legitimni programi poticaja, uspješni transportni troškovi te smanjenje rada zbog nepostojanja dugog skladištenja.

4. ANALIZA KLJUČNIH POKAZATELJA PERFORMANCI

Spomenuto je kako se u metrici operativnih performanci cross dockinga određuju i primjenjuju ključni pokazatelji performanci te se sad može započeti s analizom navedenih pokazatelja performanci u cross dockingu. Pod analizom se smatra objašnjavanje relevantnosti pokazatelja performanci navedenih pod četvrtim korakom u pod poglavlju 3.3. Važno je naglasiti da spomenuti pokazatelji performanci ni u kojem slučaju ne predstavljaju sve moguće pokazatelje performanci za cross docking sustave, već isključivo one koje se fokusiraju na problem raspoređivanja kamiona. [6, str. 16.] Dotični pokazatelji performanci su:

- Ukupno vrijeme za utovar i/ili istovar – kako bi se ubrzao obrtaj robe i oslobodilo dokove što je prije moguće, smanjenje ukupnog vremena kojeg teret provede na otpremnim dokovima pored otpremnih vozila je moguća opcija. Slično tome, ako je stopa iskoristivosti prijemnih dokova visoka, ukupno vrijeme kojeg teret provede na prijemnim dokovima pored prijemnih vozila je također značajan pokazatelj za mjerenje.
- Iskoristivost dokova – stopa iskorištenja prijemnih i otpremnih dokova je pokazatelj koji je usko povezan s ukupnim vremenom istovara i/ili istovara.
- Radni sati – radna snaga je vrlo često prvi trošak logističkog terminala u kojoj se operacije obavljaju ručno. Stoga je ukupan broj radnih sati potreban za dovršetak određenih operacija važan pokazatelj tijekom faze planiranja.
- Transferna distanca – pokazatelj usko povezan s radnim satima i ukupno prevaljenom distancom proizvoda unutar cross docking terminala. Veća transferna distanca zahtjeva duže vrijeme da radnik izvrši svoj zadatak.
- Zakrčenost – smanjenje transferne distance može dovesti do toga da se poslovi ukrcaja i iskrcaja obavljaju u istom prostoru, što može rezultirati u zagušenju i usporenju cjelokupnog cross docking procesa. Nema jednostavnog načina za mjerenje zagušenja, ali su mogući pokazatelji postotak ukupnog prostora kojeg se koristi, ili ukupan broj puta kad dva proizvoda pređu jedan pored drugog.
- Ukupno vrijeme rada – ukupno vrijeme rada je od trenutka kada se prvi proizvod iz prvog zakazanog prijemnog vozila istovari na prijemni dok, do trenutka kada se posljednji proizvod zadnjeg zakazanog otpremnog vozila utovari u njega s otpremnog doka. U ovom radu će se koristiti ovaj pokazatelj za mjerenje operativnih performansi

s ciljem da se pronađe najmanje moguće ukupno vrijeme rada ili drugim riječima najveća moguća propusnost.

- Vremenski devijacije u obradi vozila – kada se vremena dolaska definiraju važno je osigurati da se oni i poštuju, s pokazateljem preranosti ili kašnjenja dolaznih i odlaznih kamiona. Iz ovog pokazatelja treba izuzeti točnost s strane pružatelja prijevoza, jer iako vrlo važno, poslovno upravljanje nema izravan utjecaj na to. Spomenuti pokazatelji se primjenjuju u situaciji kada su kamioni prisiljeni pristići ranije planiranog roka ili otići kasnije planiranog roka, zbog nemogućnosti za početka iskrcaja ili završetka ukrcaja na vrijeme.
- Stopa popunjenosti kamiona – ako su LTL odlasci dopušteni razumno je pratiti stope popunjenosti kamiona, kako bi se osiguralo da uštede od primjene sustava cross dockinga opstanu zbog povećanja troškova prijevoza zbog napola popunjenih kamiona.
- Neisporučeni proizvodi – još jedan pokazatelj koji je moguće mjeriti kad su LTL odlasci dopušteni je broj propuštenih naloga tj. broj proizvoda koji nisu bili dostavljeni te su rezultirali u neostvarenoj dobiti.
- Duljina rasporeda – ako je važan cilj završiti poslove što je ranije moguće, ukupna duljina rasporeda se mjeri. To je točka u vremenu kada je posljednja operacija (vjerojatno posljednji ukrcaj) završen. [6, str. 16-18.]

5. MJERENJE OPERATIVNIH PERFORMANCI CROSS DOCKINGA

Radi kompleksnosti provođenja samostalnog mjerenja operativnih performanci cross dockinga, koristiti će se istraživanje preuzeto od Wooyeon Yu, Operational strategies for cross docking systems, Iowa State University, 2002. koje prikazuje utjecaj ukupnog vremena rada na operativne performance cross docking sustava. Istraživanje koje je provedeno od Wooyeon Yu-a se sastoji od nabrajanja čimbenika koji utječu na ukupno vrijeme rada, definiranja modela cross docking sustava, odabir modela za koja će provesti mjerenja, provođenje mjerenja te na kraju prikaz dobivenih rezultata. U ovom radu je zbog kompleksnosti kalkulacija na temelju kojih je Wooyeon Yu došao do svojih rezultata dio istraživanje posvećen provođenju mjerenja prepušten čitateljima na samostalno čitanje, dok je pažnja rada usmjerena na čimbenike koji utječu na ukupno vrijeme rada, način na koji su odabrani korišteni modeli, opis odabranih

modela te u sljedećem poglavlju prikaz i vrednovanje rezultata dobivenih u spomenutom istraživanju.

5.1 Čimbenici koji utječu na ukupno vrijeme rada

Prvi korak k mjerenju ukupnog vremena rada je pronalazak i definiranje čimbenika koji na njega utječu. Na svaki od navedenih pokazatelja performanca utječu određeni čimbenici na kojima se bazira određenje radnja koja se želi mjeriti te na temelju kojih se pristupa mjerenju. Drukčije nije ni u slučaju mjerenja ukupnog vremena rada, gdje su čimbenici:

1. Raspored i dizajn prijemnih i otpremnih dokova.
2. Broj prijemnih i otpremnih dokova.
3. Stvarni raspored prijema i otpreme.
4. Kombinacija i broj proizvoda za svaki prijemni i otpremni kamion.
5. Usmjeravanje proizvoda u skladištu.
6. Rukovanje vrstama materijala u skladištu.
7. Raspored zadataka po viličaru, ako se viličari koriste kao sprave za rukovanje materijalima u skladištu.
8. Dostupnost kamiona.
9. Trajanje odgode prilikom promjene kamiona. U većini cross docking sustava promjene kamiona imaju značajan utjecaj na performanc cjelokupnog sustava.
10. Prostor potreban za prijevremeno skladištenje proizvoda prije nego što se dostave.
11. Raspored pristajanja uz dokove za kamione.
12. Količina proizvoda, kao i raspored iskrcaja i ukrcaja prema vrsti proizvoda za svaki kamion.
13. Raspored dolazaka i odlazaka prijemnih i otpremnih kamiona.

U istraživanju se smatra da su čimbenici 1-9 unaprijed poznate informacije, a zasnovano na čimbenicima 10 i 11 tri modela su odvojeno uspoređena. Čimbenici 12 i 13 se koriste kao odlučujuće varijable k smanjenju ukupnog vremena rada. Rješenje svakog modela nastoji pronaći najbolje rasporede za čimbenike 12 i 13. [7, str. 15]

5.2 Definiranje i odabir modela cross docking sustava

Da bi neka metrika uopće bila korisna, potrebno je izraditi relevantne modele na kojima će se moći mjeriti. U istraživanju učinjenog od autora Wooyeon Yu-a, prije samog definiranja modela pristupa se podijeli radnog procesa tipičnog cross docking sustava na pet koraka, svrha kojih je da posluže kao smjernice za daljnje definiranje modela kao i za njegovo sužavanje da obuhvati samo one procese bitne za mjereni ključni pokazatelj performanci . Pet koraka tipičnog cross docking sustava su sljedeći:

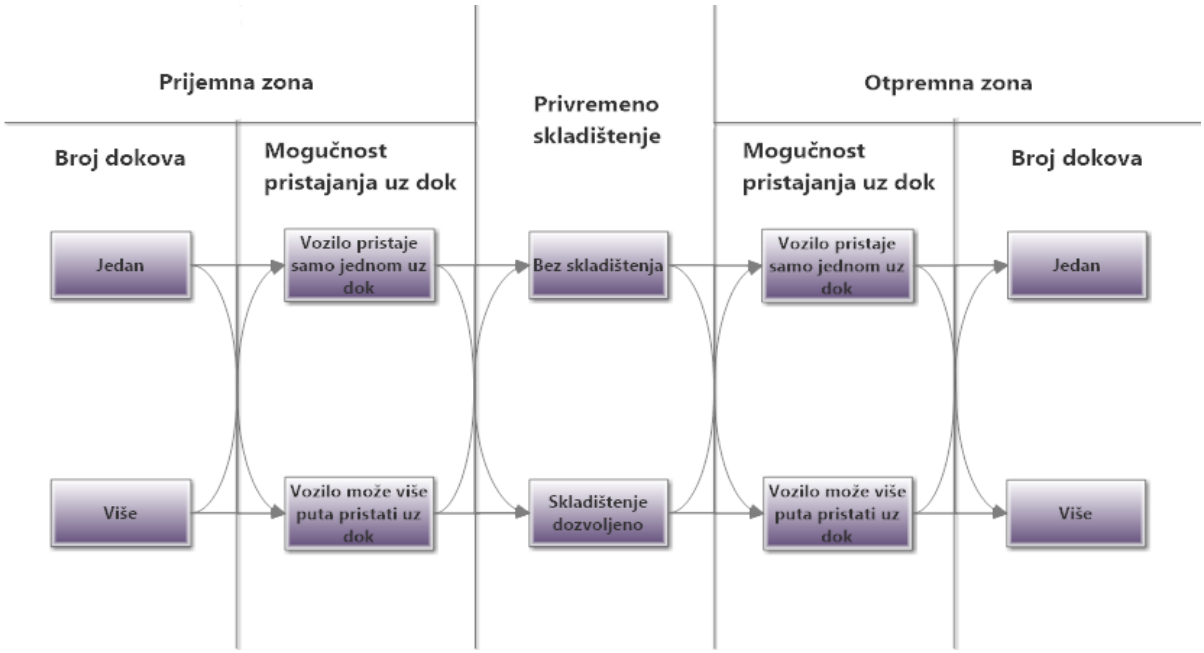
1. Prijemni kamioni stignu na prijemne dokove i obavlja se iskrcaj proizvoda.
2. Proizvodi se skeniraju i provjeravaju u zoni prijema, a u nekim cross docking sustavima to podrazumijeva i vaganje, mjerenje dimenzija i označavanje.
3. Proizvodi se stavljaju na sortacijski sustav te se sortiraju prema destinaciji.
4. Proizvodi se premještaju na odgovarajuće mjesto u zoni otpreme.
5. Obavlja se ukrcaj proizvoda u otpremne kamione i oni kreću prema konačnim destinacijama.

Kako je nagovješteno radi svrhe sužavanje obuhvatnosti budućeg modela, u korištenom istraživanju je za izradu modela tipični radni proces smanjen s pet na tri koraka:

1. Prijemni kamioni stignu na prijemne dokove i obavljaju iskrcaj proizvoda.
2. Proizvodi se premještaju iz zone prijema u zonu otpreme na konvejerima.
3. Obavlja se ukrcaj proizvoda u otpremne kamione koji zatim napuštaju otpremne dokove.

Sukladno tome, cross docking sustav definiran u spomenutom istraživanju ne uzima u obzir poslove skeniranja i provjere, kao ni poslove sortiranja. S tom odlukom omogućuje se da prilikom mjerenja ukupnog vremena rada dolazak proizvoda na otpremne dokove je isti kao i iskrcaj proizvoda na prijemne dokove. Drugim riječima to znači da je raspored kojim se proizvodi iskrcavaju na prijemnom doku isti kao i raspored kojim proizvodi dolaze na otpremni dok.

Definiranje modela cross docking sustava započinje pregledom svih mogućih načina funkcioniranja sustava, gdje se odabirom opcija iz tri temeljne grupe koje su: oblik cross docking platforme, radnim uvjetima te primijenjenim strategijama upravljanja dolazi do broja mogućih načina funkcioniranja. U izradi modela uključeni su parametri broj dokova, mogućnosti pristajanja uz dokove te postojanjem ili nepostojanjem opcije privremenog skladištenja. Ova tri izbora služe za distinkciju uspoređenih modela. Za svaku od navedenih opcija se dvije mogućnosti mogu razmotriti, za broj dokova jedan ili više, za privremeno skladištenje da ili ne, a za metodu upravljanja dolaskom i odlaskom kamiona jednu od sljedeće dvije strategije. Prva strategija gdje kamion kad pristane uz dok (prihvatilište) stoji tamo dok svi proizvodi nisu iskrcani ili ukrcani, ili druga strategija gdje kamioni mogu pristati ili otići s doka više puta. U primjeru to bi izgledalo tako da jedan kamion pristane uz dok te iskrca dio svog tereta, nakon čega se makne s doka da drugi kamion može iskrcati svoj teret te se na kraju opet vrati u taj isti ili drugi dok da iskrca ostatak tereta [7, str. 11]. Svi mogući načini funkcioniranja spomenutog cross docking sustava prikazani su na slici 6.



Slika 6: Različiti modeli cross-docking sustava

Izvor: [7, str 12.]

Kad se izračuna broj svih mogućih različitih načina upravljanja prikazanih na Slici 6, dolazi se do tridesetdva moguća modela funkcioniranja koji su prikazani u tablici 1. Poželjno je spomenuti da modeli kojima je izvodljivost označena s F su izvodljivi modeli, a oni kojima je označena s su djelomično izvodljivi modeli. Što se tiče redova koji su obojani u zeleno, oni

predstavljaju modele koji su analizirani u istraživanju na kojem se temelji utjecaj ukupnog vremena rada na operativne performanci u sustavu cross dockinga.

Tablica 1: Mogući modeli cross docking sustava

Izvor: [7, str 13.]

Broj modela	Zona prijema		Privremeno skladištenje	Zona otpreme		Izvodljivost
	Broj dokova	Mogućnost pristajanja uz dok		Mogućnost pristajanja uz dok	Broj dokova	
1	Jedan	Jednom	Ne	Jednom	Jedan	S
2	Jedan	Jednom	Ne	Jednom	Više	S
3	Jedan	Jednom	Ne	Višestruko	Jedan	F
4	Jedan	Jednom	Ne	Višestruko	Više	F
5	Jedan	Jednom	Da	Jednom	Jedan	F
6	Jedan	Jednom	Da	Jednom	Više	F
7	Jedan	Jednom	Da	Višestruko	Jedan	F
8	Jedan	Jednom	Da	Višestruko	Više	F
9	Jedan	Višestruko	Ne	Jednom	Jedan	F
10	Jedan	Višestruko	Ne	Jednom	Više	F
11	Jedan	Višestruko	Ne	Višestruko	Jedan	F
12	Jedan	Višestruko	Ne	Višestruko	Više	F
13	Jedan	Višestruko	Da	Jednom	Jedan	F
14	Jedan	Višestruko	Da	Jednom	Više	F
15	Jedan	Višestruko	Da	Višestruko	Jedan	F
16	Jedan	Višestruko	Da	Višestruko	Više	F
17	Više	Jednom	Ne	Jednom	Jedan	S
18	Više	Jednom	Ne	Jednom	Više	S
19	Više	Jednom	Ne	Višestruko	Jedan	F
20	Više	Jednom	Ne	Višestruko	Više	F
21	Više	Jednom	Da	Jednom	Jedan	F
22	Više	Jednom	Da	Jednom	Više	F
23	Više	Jednom	Da	Višestruko	Jedan	F
24	Više	Jednom	Da	Višestruko	Više	F
25	Više	Višestruko	Ne	Jednom	Jedan	F
26	Više	Višestruko	Ne	Jednom	Više	F
27	Više	Višestruko	Ne	Višestruko	Jedan	F
28	Više	Višestruko	Ne	Višestruko	Više	F
29	Više	Višestruko	Da	Jednom	Jedan	F
30	Više	Višestruko	Da	Jednom	Više	F
31	Više	Višestruko	Da	Višestruko	Jedan	F
32	Više	Višestruko	Da	Višestruko	Više	F

5.3 Način funkcioniranja odabranih modela

Od tridesetdva generirana modela, tri modela koji su analizirani su zatim uspoređeni da bi se pronašao najbolji model. Razlog zašto su upravo zeleno označeni modeli odabrani je taj što imaju identičan broj prijemnih i otpremnih dokova, kao i identične mogućnosti pristajanja za oba doka, što ubrzava kalkulaciju performanci, te omogućava brže pronalaženje najboljeg rješenja na temelju kombinacija mogućnosti pristajanja uz dokove s postojanjem privremenog skladištenja. Jednostavnije rečeno, korištenjem svakog od tri moguća pristupa te njihovim međusobnim uspoređivanje pronalazi se optimalno ukupno vrijeme rada. Modeli korišteni u istraživanju su opisani u nastavku:

- Model 1 – U ovom modelu postoji mogućnost privremenog skladištenja koje se nalazi ispred otpremnog doka. To znači da ako kamion za proizvod koji pristiže u otpremni dok još nije na raspolaganju, da se dotični proizvod može uskladištiti u privremeno skladište dok odgovarajući otpremni kamion ne bude na raspolaganju. U ovom modelu prijemni i otpremni kamioni moraju stajati uz dok sve dok njihova radnja iskrcaja ili ukrcaja ne završi. Ovaj model odgovara modelu 5 u Tablici 1.
- Model 2 – Za razliku od prethodnog modela u ovom modelu ne postoji mogućnost privremenog skladištenja. Međutim, i prijemni i otpremni kamion mogu pristajati uz dok više puta, sve dok ne završe svoje radnje. Stoga je moguće da prijemni kamion iskrca neke od proizvoda koje dovozi, odmakne se s doka, pričeka da drugi kamion iskrca proizvode, te opet pristane uz dok da iskrca preostale proizvode. Slični slijed se može primijeniti i za otpremne kamione. No međutim, konvejer koji spaja zonu prijema i zonu otpreme će se nekad morati zaustaviti ako otpremni kamion nije na raspolaganju kad proizvodi stignu do otpremnog doka. Ovaj čin je neophodan zbog odsutnosti privremenog skladištenja. Ovaj model odgovara modelu 11 u Tablici 1.
- Model 3 – Ovaj model obuhvaća prednosti modela 1 i modela 2. To znači da postoji mogućnost privremenog skladištenja ispred otpremnog doka, kao i da i prijemni i otpremni kamioni mogu više puta pristajati uz dok kao u modelu 2 sve dok ne završe radnje iskrcaja ili ukrcaja. Mogućnost kombiniranja prednosti modela 1 i 2 omogućuje korištenje triju različitih strategija prilikom mjerenja ukupnog vremena rada za model 3. Ovaj model odgovara modelu 15 u Tablici 1. [7, str 16.]

6. INTERPRETACIJA I VREDNOVANJE DOBIVENIH REZULTATA

U prethodnom poglavlju prikazana, tj. opisana su tri modela cross docking sustava koja su testirana na setu od dvadeset različitih testnih problema, svrha čega je bila pronaći optimalnu operacijsku strategiju za maksimalno smanjenje mjerenog performanca, tj. ukupnog vremena rada. Mjerenja i rezultati preuzeti su od Wooyeon Yu, Operational strategies for cross docking systems, Iowa State University, 2002. Prvih deset setova testnih problema predstavljaju probleme male veličine, gdje je raspon prijemnih i otpremnih kamiona između tri i pet, respektivno, a ukupan broj proizvoda po setu je između 890 i 1030 jedinica. Drugih deset setova predstavljaju probleme srednje veličine gdje je raspon prijemnih i otpremnih kamiona od četiri do šest, respektivno, a ukupni broj proizvoda po setu između 1180 i 2030 jedinica.

Rezultati su prikazani kao ukupni broj vremenskih jedinica potrebnih za prijenos svih proizvoda iz prijemnih u otpremne kamione. Usporedba dobivenih rezultata za svaki od korištenih modela je prikazana u nastavku, a potrebno je spomenuti kako su za model 3 prikazani rezultati od svih triju korištenih strategija, kao i one optimalne. Također, da bi se pokazala promjenjivost rezultata prilikom izmjena vremena promjene kamiona, rezultati su jednom dati za slučaj kad promjena kamiona iznosi 75 vremenskih jedinica, te jednom kad iznosi 15 vremenskih jedinica. Rezultati su dobiveni korištenjem matematičkih modela i heurističkih algoritama kao što su tabu pretraživanje i metoda grananja i ograničavanja na tri ranije opisana modela cross docking sustava. Rezultati su prikazani sljedeće: zelenom bojom su prikazani najbolji rezultati, žutom drugi najbolji, a narančastom najgori. Rezultati kad promjena kamiona traje 75 vremenskih jedinica prikazani su u tablici 2, a rezultati kad promjena kamiona traje 15 vremenskih jedinica prikazani su u tablici 3.

Tablica 2: Rezultati kad promjena kamiona traje 75 vremenskih jedinica

Izvor: [7, str 178.]

Broj problema	Optimalno rješenje (model 1)	Optimalno rješenje (model 2)	Optimalna rješenja (model 3)			
			Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3	Optimalno
1	1557	1840	1509	1532	1480	1480
2	1557	1880	1683	1580	1580	1580
3	1372	1515	1354	1354	1354	1354
4	1749	2225	1940	1860	1912	1860
5	1579	1810	1484	1484	1484	1484
6	1546	1870	1497	1497	1495	1495
7	1535	1830	1549	1510	1510	1510
8	1525	1815	1461	1461	1451	1451
9	1473	1825	1443	1415	1440	1440
10	1452	1705	1399	1399	1399	1399
11	2232	2470	2320	2320	2263	2263
12	2833	3100	2800	2725	2725	2725
13	2386	2910	2330	2405	2526	2330
14	2385	2830	2395	2334	2380	2334
15	2745	3030	2802	2906	2745	2745
16	2407	2915	2574	2540	2465	2465
17	1867	2030	1805	1805	1730	1730
18	2502	2995	2620	2620	2695	2620
19	2553	2945	2495	2495	2495	2495
20	2734	3395	2938	3066	2863	2863

Tablica 3: Rezultati kad promjena kamiona traje 15 vremenskih jedinica

Izvor: [7, str 179.]

Broj problema	Optimalno rješenje (model 1)	Optimalno rješenje (model 2)	Rješenja (model 3)			
			Strategija 1	Strategija 2	Strategija 3	Optimalno
1	1257	1240	1195	1195	1195	1195
2	1321	1280	1250	1250	1235	1235
3	1192	1095	1065	1065	1065	1065
4	1389	1325	1295	1265	1295	1265
5	1279	1210	1180	1180	1180	1180
6	1306	1270	1225	1225	1210	1210
7	1251	1230	1200	1200	1200	1200
8	1225	1155	1095	1095	1095	1095
9	1232	1165	1105	1105	1105	1105
10	1212	1165	1120	1120	1120	1120
11	1932	1870	1840	1840	1855	1840
12	2473	2260	2245	2230	2215	2215
13	2026	1950	1875	1875	1890	1875
14	2025	1990	1945	1960	1930	1930
15	2385	2310	2302	2295	2280	2280
16	2047	2015	1985	1985	1970	1970
17	1585	1430	1385	1385	1385	1385
18	2142	2095	2065	2035	2050	2035
19	2253	2045	1985	1985	1970	1970
20	2432	2375	2360	2345	2330	2330

Očito je da za većinu ispitanih problema model 3 pronalazi najbolje rezultate, u 13/20 problema kada vrijeme promjene kamiona traje 75 vremenskih jedinica, a u 20/20 problema kada traje 15 vremenskih jedinica. Za slučaj kada promjena kamiona traje 75 vremenskih jedinica, model 1 pronalazi najbolje rezultate za 7/20 problema, dok za sve ostale pronalazi druge najbolje rezultate. Model 2 za ovaj slučaj pronalazi najgore rezultate kad uspoređen s modelom 1 i 3. Poredak je pomalo drukčiji za slučaj kad promjena kamiona traje 15 vremenskih jedinica. Naime u ovom slučaju model 3 i dalje pronalazi najbolje rezultate kao što je već rečeno

ali i vidljivo u tablicama, dok do promjene u poretku dolazi između modela 1 i 2 jer za ovaj slučaj model 2 pronalazi druge najbolje rezultate za svaki problem, dok model 1 za svaki problem u ovom slučaju pronalazi najgore rezultate od uspoređenih.

Do promjene u poretku između modela 1 i 2 dolazi zbog razlike u vremenu potrebnom za promjenu kamiona. Naime iz tablica je očito da kad vrijeme potrebno za promjenu kamiona premašuje ukupno vrijeme za prijenos proizvoda u privremeno skladište i iz privremenog skladišta, opcija temeljena na promjenama kamiona postaje neefikasna. K tomu u prilog ide i činjenica da je model 3 koji radi na principu da bira najbolji pristup na temelju zadanih uvjeta za sve testne probleme dao rješenja koja idu u korist privremenom skladištenu naspram promjena kamiona. Model 2 postaje tek koliko toliko konkurentan jednom kad se vrijeme potrebno za promjenu kamiona dovoljno smanji da postane efikasnije češće mijenjati kamiona na dokovima nego slati proizvode na privremeno skladištenje. No i tada, u kombinaciji s privremenim skladištenjem se dobivaju rezultati koji su iznad onih od modela 1 i 2. Na kraju vidljivo je da rezultati uvelike ovise o vremenu trajanja pojedinih cross-docking operacija, te da jedan od prioriteta treba biti smanjenje vremena izvođenja za performanci bitnih operacija, također očito je da su najbolji rezultati dobiveni onim modelom koji je kombinirao oba dva pristupa rješavanju problema. Što ukazuje da najbolji rezultati nisu dobiveni poboljšanjem određenih performanci cross-docking sustava, već poboljšanjem cjelokupnog sustava te kombiniranjem više strategija upravljanja cross-docking operacijama.

7. ZAKLJUČAK

Za opstanak na današnjem tržištu mjerenje performanci i implementacija dobivenih rezultata nije opcija, već obaveza koju je potrebno kontinuirano ispunjavati. To je naročito istina za tržište logističkih usluga, gdje se sa sigurnošću može reći da u utrci za ponudu najkvalitetnije usluge uz najpovoljniju cijenu još dugo vremena neće biti vidljiv kraj. No dok kupci usluga traže sve kvalitetniju i jeftiniju uslugu, davatelji usluga ne moraju samo zadovoljavati zahtjeve kupaca, već moraju biti u mogućnosti zadržati korisnike svojih usluga, ali i privući nove. Upravo tu leži glavni razlog mjerenja operativnih performanci, zadržavanje prednosti nad konkurencijom te osiguranje te iste prednosti.

Koje performance će se mjeriti određuje svaka organizacija za sebe, ono što je svima zajedničko je mjerenje efikasnosti i kvalitete svojih usluga i operacija. Poznata je činjenica da je brzina isporuke jedan od glavnih zahtjeva kupaca logističkih usluga uz sigurnost i kvalitetu usluge. Na temelju te činjenice ovaj se završni rad posvetio brzini prolaza proizvoda kroz cross docking sustav, tj. ukupno vrijeme rada koje je bilo potrebno da se određeni proizvodi prenesu iz prijemnih u otpremne kamione. Važnost ukupnog vremena rada za operativne performance cross docking sustava je izvedena iz istraživanja u Wooyeon Yu, Operational strategies for cross docking systems, Iowa State University, 2002. gdje se na temelju dobivenih rezultata prikazala da se prilikom potrage za optimiranim načinom vođenja cross docking sustava treba poslužiti različitim pristupima.

Što se time postiglo je da se prikazalo da se kombiniranjem više pristupa omogućuje korištenje prednosti svakog od njih. Što ne uvjetuje samo postojanje višestrukih prednosti, već i da postojanjem više pristupa se nedostatak svakog od njih može zamijeniti s prednošću drugog, tako efektivno uklanjajući nedostatke koji bi se pojavili da se koristi samo jedan pristup.

LITERATURA

[1] Jiana-Fu Wang, Operational Strategies for Single-Stage Crossdocks, University of California, Irvine 2010.

[2] Johnson, A.L. and L.F. McGinnis, Performance Measurement in the Warehousing Industry, IIE Transactions 43(3): 203-215., 2011.

[3] Zhengping Li, Cheng Hwee Sim, Wei He, Chong Chuan Chen, Journal of Service Science and Management, 111-117., 2012.

[4] Vrisagotis, V., Siassiakos, K., Panta, M. and Kaimakamis, The problem of cross-docking analyzed by Markov chain method. The application to a major Greek retailer, 2009.

[5] John J. Bartholdi, Kevin R. Gue, The Best Shape for a Crossdock, Georgia Institute of Technology, 2001.

[6] Anne-Laure Ladier. Scheduling cross-docking operations : Integration of operational uncertainties and resource capacities. Automatic. Universit´e de Grenoble, 2014.

[7] Wooyeon Yu, Operational strategies for cross docking systems, Iowa State University, 2002.

Internet izvori:

[8] https://balancedscorecard.org/Resources/Articles-White-Papers/Why-Manage-Performance (ožujak 2016.)

[9] http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/suboptimal (ožujak 2016.)

[10] http://www.global-economic-symposium.org/review-2013/table-of contents/download/EconomicPerformanceIndex_16.07.2013HQ.pdf (ožujak 2016.)

[11] http://acqnotes.com/acqnote/careerfields/technical-performance-measurement (ožujak 2016.)

[12] http://www.dtic.mil/ndia/2005systems/wednesday/oakes.pdf (ožujak 2016.)

[13] http://klipfolio.com/resources/articles/what-is-a-key-performance-indicator (ožujak 2016.)

[14] http://www.supplychainmusings.com/2008/04/understanding-cross-docking.html(ožujak 2016.)

[15] http://www.inboundlogistics.com/cms/article/benchmark-your-way-to-successful-crossdocking/ (ožujak 2016.)

POPIS KRATICA

RTC (Robno Transportni Centar)

ASN (Advance Shipping Notices) napredne obavijesti dostave

RFID (Radio Frequency Identification) radio frekvencijska identifikacija

WSN (Warehouse Management System) sustav upravljanja skladištem

BDP (Bruto Domaći Proizvod)

EPI (Economic Performance Index) indeks ekonomske performansi

GES (Global Economic Symposium)

KPI (Key Performance Indicators) ključni pokazatelji uspješnosti

JIT (Just in Time) model usklađivanja zaliha samo onda kada su potrebni

MRP (Material Requirements Planning) model upravljanja materijalnim potrebama

LTL (Less Than Truckload) model djelomičnih pošiljaka

FedEx (Federal Express)

UPS (United Parcel Service)

POPIS SLIKA

Slika 1: Učinak performanci na ispunjenje zadanih ciljeva 6
Slika 2: Tipičan protok robe u cross dockingu 9
Slika 3: Tipični izgled cross-docking terminala 10
Slika 4: Unutarnji kut koji čini neke dokove neupotrebljivim 17
Slika 5: Prirodna podjela prostora za slaganje tereta 17
Slika 6: Različiti modeli cross-docking sustava 25

POPIS TABLICA

Tablica 1: Mogući modeli cross docking sustava 26
Tablica 2: Rezultati kad promjena kamiona traje 75 vremenskih jedinica 29
Tablica 3: Rezultati kad promjena kamiona traje 15 vremenskih jedinica 30

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000
Zagreb
Vukelićeva
4

METAPODACI

Naslov rada: Metrika operativnih performanci cros dockinga u robno transportnom centru

Autor: Ivan Vičević
Mentor: doc. dr. sc. Ratko Stanković

Naslov na drugom jeziku (engleski):
Performance metrics of the cross docking operations in the cargo terminal

Povjerenstvo za obranu:

- **prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić**, predsjednik
- **doc. dr. sc. Ratko Stanković**, mentor
- **dr. sc. Diana Božić**, član
- **prof. dr. sc. Mario Šafran**, zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
Zavod: Zavod za transportnu logistiku
Vrsta studija: Sveučilišni
Naziv studijskog programa: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Stupanj: Preddiplomski
Akademski naziv: univ. bacc. ing. traff.
Datum obrane završnog rada: **03.05.2016**

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 završnog rada pod naslovom **Metrika operativnih performanci cross dockinga u robno transportnom centru**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 20.04.2016

(potpis)