

# Informacijske tehnologije u funkciji optimizacije ukrcaja i prijevoza tereta

---

Filipaš, Tajana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:306545>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-11**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**POMORSKI FAKULTET**

**Tajana Filipaš**

**INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI**  
**OPTIMIZACIJE UKRCAJA I PRIJEVOZA TERETA**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2024. godina

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**POMORSKI FAKULTET**

**INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI**  
**OPTIMIZACIJE UKRCAJA I PRIJEVOZA TERETA**

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF**  
**OPTIMIZING LOADING AND TRANSPORT OF CARGO**

**ZAVRŠNI RAD**  
**BACHELOR THESIS**

Kolegij: Informacijske tehnologije

Mentor: dr. sc. Edvard Tijan

Komentor: izv. prof. dr. sc. Saša Aksentijević

Studentica: Tajana Filipaš

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112083892

Rijeka, lipanj 2024.

Studentica: Tajana Filipaš

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

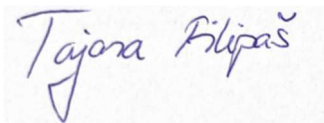
JMBAG: 0112083892

## IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom „Informacijske tehnologije u funkciji optimizacije ukrcaja i prijevoza tereta“, izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Edvarda Tijana, te komentorstvom izv. prof. dr. sc. Saše Aksentijevića.

U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Studentica



---

(potpis)

Studentica: Tajana Filipaš

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

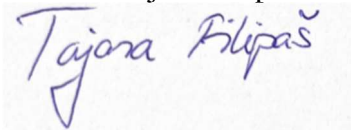
JMBAG: 0112083892

## IZJAVA STUDENTA - AUTORA O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student: Tajana Filipaš



---

(potpis)

## SAŽETAK

U suvremenom poslovanju, informacijske tehnologije (IT) igraju ključnu ulogu u optimizaciji raznih segmenata, posebno u sektorima ukrcaja i prijevoza tereta. Ovaj rad istražuje kako IT tehnologije transformiraju i unapređuju procese u vezi s ukrcajem i prijevozom, te kako dovode do veće efikasnosti u odnosu na tradicionalne metode koje nisu koristile IT. Jedan od ključnih aspekata ovog rada jest analiza upotrebe proširene stvarnosti (AR), virtualne stvarnosti (VR) i mješovite stvarnosti (MR) u kontekstu skladišnog poslovanja. Ove tehnologije omogućavaju brže i preciznije planiranje ukrcaja, bolju vizualizaciju prostora skladišta i optimizaciju rasporeda tereta. Također, pružaju mogućnost za trening zaposlenika kroz simulirane scenarije, što rezultira smanjenjem pogrešaka i povećanjem produktivnosti. Osim toga, rad se osvrće na ulogu "big data" i umjetne inteligencije (AI) u unapređenju procesa. Korištenjem velikih skupova podataka i naprednih analitičkih alata, kompanije sada mogu bolje predviđati trendove, pratiti i optimizirati rute prijevoza, kao i precizno planirati kapacitete. Umjetna inteligencija, s druge strane, omogućava automatizaciju određenih procesa, predikciju potreba i personalizirano prilagođavanje rješenja za svaku specifičnu situaciju.

**Ključne riječi:** informacijske tehnologije, skladišno poslovanje, optimizacija ukrcaja.

## SUMMARY

In modern business, information technologies (IT) play a pivotal role in optimizing various segments, especially in the sectors of loading and cargo transportation. This paper explores how IT technologies transform and enhance processes related to loading and transport, leading to greater efficiency compared to traditional methods that did not utilize IT. A key aspect of this paper is the analysis of the use of augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) in the context of warehouse operations. These technologies enable faster and more accurate planning of loading, better visualization of warehouse spaces, and optimization of cargo arrangements. Additionally, they provide opportunities for employee training through simulated scenarios, resulting in a reduction of errors and an increase in productivity. Furthermore, the paper touches upon the role of "big data" and artificial intelligence (AI) in process improvement. Using vast datasets and advanced analytical tools, companies can now better predict trends, monitor and optimize transport routes, and accurately plan capacities. Artificial intelligence, on the other hand, facilitates the automation of certain processes, predicts needs, and tailors solutions for every specific situation.

**Key words:** information technologies, warehouse operations, loading optimization.

# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 1.1. Predmet i cilj rada.....  | 1  |
| 1.2. Metode istraživanja i izvori podataka.....                            | 1  |
| 1.3. Sadržaj i struktura rada .....  | 1  |
| 2. TEORIJSKA POZADINA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI.....          | 3  |
| 2.1. Osnove informacijskih tehnologija u logistici.....                    | 3  |
| 2.2. AR/VR/MR tehnologije: definicija i osnovne karakteristike .....       | 4  |
| 2.3. Uloga umjetne inteligencije u modernoj logistici.....                 | 5  |
| 3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U SEKTORU UKRCAJA I PRIJEVOZA TERETA<br>..... | 7  |
| 3.1. Pregled trenutnog stanja u industriji.....                            | 7  |
| 3.2. Tradicionalni pristupi u ukrcaju i prijevozu tereta .....             | 8  |
| 3.3. Učinci digitalne transformacije na sektor ukrcaja i prijevoza .....   | 9  |
| 4. AR/VR/MR TEHNOLOGIJE U SKLADIŠNOM POSLOVANJU .....                      | 11 |
| 4.1. Primjene AR/VR/MR tehnologija u skladištenju .....                    | 11 |
| 4.2. Prednosti AR/VR/MR rješenja u logističkim operacijama.....            | 12 |
| 4.3. Studije slučaja: Uspješne implementacije AR/VR/MR tehnologija.....    | 15 |
| 5. BIG DATA I UMJETNA INTELIGENCIJA U OPTIMIZACIJI PROCESA .....           | 18 |
| 5.1. Definicija i osnovne karakteristike Big Data.....                     | 18 |
| 5.2. Primjene umjetne inteligencije u logistici .....                      | 19 |
| 5.3. Učinci Big Data i AI na optimizaciju ukrcaja i prijevoza.....         | 20 |
| 6. ZAKLJUČAK.....  | 22 |
| LITERATURA .....   | 24 |
| PRILOZI.....   | 26 |



# **1. UVOD**

U posljednjem desetljeću, informacijske tehnologije (IT) postale su nezamjenjiv dio svakodnevnog života, ali i industrije, omogućujući tvrtkama da poboljšaju svoju produktivnost, smanje troškove i postanu konkurentniji na globalnom tržištu. Posebno su sektor ukrcaja i prijevoza tereta prepoznali prilike koje nudi IT, prilagodivši svoje operativne procese kako bi maksimalno iskoristili prednosti digitalne transformacije. U sklopu kolegija Informacijske tehnologije na studijskom smjeru Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu, ovaj završni rad bavi se upravo tom temom.

## **1.1. Predmet i cilj rada**

Predmet ovog rada jest analizirati ulogu informacijskih tehnologija u optimizaciji procesa ukrcaja i prijevoza tereta te kako te tehnologije mijenjaju i unapređuju ovaj sektor. Cilj je istražiti i ocijeniti doprinos IT tehnologija u usporedbi s tradicionalnim metodama, te identificirati potencijalne koristi i izazove koje donose. Poseban naglasak stavlja se na tehnologije proširene, virtualne i mješovite stvarnosti (AR/VR/MR) u kontekstu skladišnog poslovanja te na ulogu big data i umjetne inteligencije (AI) u procesima logistike.

## **1.2. Metode istraživanja i izvori podataka**

Za potrebe ovog istraživanja koristit će se kombinacija deskriptivne analize, proučavanja literature te analize relevantnih izvora podataka. Izvori podataka obuhvaćat će znanstvene članke, industrijske izvještaje, publikacije relevantnih institucija, te će se analizom literature steći dublji uvid u stvarne prednosti i izazove povezane s primjenom informacijskih tehnologija u ovom sektoru.

## **1.3. Sadržaj i struktura rada**

Završni rad sastoji se iz nekoliko glavnih poglavlja. Nakon uvoda, drugo poglavlje donosi teorijsku pozadinu o informacijskim tehnologijama i njihovoj ulozi u logistici, s

posebnim osvrtom na AR/VR/MR tehnologije i umjetnu inteligenciju. Treće poglavlje fokusira se na analizu postojećeg stanja u sektoru ukrcanja i prijevoza tereta te na usporedbu s pristupima prije digitalne transformacije. Četvrto poglavlje pruža detaljan uvid u primjene AR/VR/MR tehnologija u skladišnom poslovanju i prednosti koje donose. Peto poglavlje bavi se ulogom big data i AI u optimizaciji procesa, dok šesto poglavlje donosi zaključke istraživanja, preporuke za budućnost i potencijalne pravce daljnjeg istraživanja.

## **2. TEORIJSKA POZADINA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI**

Informacijske tehnologije u posljednjih nekoliko desetljeća postale su kamen temeljac brojnih industrijskih sektora, uključujući logistiku. Tradicionalni logistički modeli, koji su se oslanjali na ručno praćenje, papirnatu dokumentaciju i ograničenu komunikaciju, doživjeli su revolucionarne promjene s dolaskom digitalizacije. Ova transformacija nije samo olakšala operativne procese, već je i stvorila nove prilike za optimizaciju, unapređenje efikasnosti i smanjenje troškova.

U ovom poglavlju proučit ćemo kako informacijske tehnologije mijenjaju pejzaž logističke industrije. Počevši s osnovama kako IT utječe na logističke procese, prelazit ćemo na specifične tehnologije kao što su AR/VR/MR, te analizirati njihove definicije, karakteristike i primjenu. Završno, osvrnut ćemo se na ulogu koju umjetna inteligencija igra u modernoj logistici, te kako AI može biti ključan igrač u budućim transformacijama ovog sektora.

### **2.1. Osnove informacijskih tehnologija u logistici**

Informacijske tehnologije (IT) postale su integralni dio suvremene logističke industrije, donoseći značajne promjene u način na koji se roba prevozi, prati i distribuira. Prije pojave IT-a, logističke operacije uglavnom su se oslanjale na ručne procese, što je često rezultiralo sporim odzivom, pogreškama i nedostatkom transparentnosti (Chopra i Meindl, 2018).

S pojavom računalnih sustava 70-ih i 80-ih godina prošlog stoljeća, logistika je počela koristiti automatizirane sustave za upravljanje zalihama i praćenje pošiljaka (Azuma, 1997). Uvođenjem softverskih rješenja kao što su sustavi upravljanja skladištem (WMS) i sustavi upravljanja transportom (TMS), kompanije su mogle bolje upravljati svojim resursima, optimizirati rute prijevoza i smanjiti troškove (Chopra i Meindl, 2018).

Internet i razvoj cloud computinga dodatno su ubrzali integraciju IT-a u logistiku. Danas, pomoću modernih IT rješenja, tvrtke mogu u stvarnom vremenu pristupiti informacijama o statusu pošiljke, predviđanju potražnje, optimizaciji ruta i mnogim drugim ključnim aspektima logističkog procesa. Osim toga, razmjena podataka između različitih dionika u opskrbnom lancu postala je brža i učinkovitija (Chopra i Meindl, 2018).

Jedna od ključnih prednosti primjene IT-a u logistici je poboljšana vidljivost kroz cijeli opskrbni lanac. S modernim sustavima praćenja i traganja, tvrtke sada mogu u stvarnom vremenu pratiti kretanje robe od proizvođača do krajnjeg potrošača (Schwab, 2017). Ova transparentnost omogućava tvrtkama da brzo reagiraju na bilo kakve promjene u potražnji ili zastoje u isporuci, osiguravajući tako bolju uslugu krajnjim korisnicima.

Još jedno značajno poboljšanje koje IT donosi logistici je preciznije planiranje i prognoziranje. Pomoću sofisticiranih algoritama i analitičkih alata, logističke tvrtke sada mogu bolje predvidjeti fluktuacije u potražnji, optimizirati zalihe i smanjiti troškove povezane s prekomjernim zalihama ili nestašicama (Schwab, 2017).

Uz to, integracija IT-a u logistiku pridonosi i povećanju održivosti (Schwab, 2017). Na primjer, korištenjem tehnologije za optimizaciju ruta, tvrtke mogu smanjiti broj nepotrebnih vožnji, čime se smanjuju emisije CO<sub>2</sub> i drugih štetnih plinova.

## **2.2. AR/VR/MR tehnologije: definicija i osnovne karakteristike**

AR (proširena stvarnost), VR (virtualna stvarnost) i MR (mješovita stvarnost) su tehnologije koje su u posljednjem desetljeću postale sve prisutnije, nudeći korisnicima inovativne i uronjive iskustva koja mijenjaju način na koji doživljavamo digitalni svijet.

AR (Proširena stvarnost) - Proširena stvarnost omogućava integraciju digitalnih informacija s fizičkim svijetom u stvarnom vremenu. Koristeći kamere i senzore, AR uređaji prepoznaju svijet oko korisnika i preklapaju digitalne informacije, poput grafike, zvukova ili interaktivnih podataka, izravno na korisnikovu stvarnu okolinu (Russel i Norvig, 2020). Primjer ovoga je mobilna aplikacija koja koristi kameru pametnog telefona za prepoznavanje objekta u stvarnom svijetu i prikazivanje dodatnih informacija o njemu na ekranu.

VR (Virtualna stvarnost) - za razliku od AR-a, virtualna stvarnost potpuno uranja korisnika u simulirani digitalni svijet. Pomoću VR naočala, korisnici mogu iskusiti 360-stupanjske vizualne i auditivne simulacije koje ih "transportiraju" u potpuno drugačije okruženje, bilo da je to igra, simulacija ili virtualni obilazak nekog mjesta (Russel i Norvig, 2020). Ova tehnologija pruža potpunu izolaciju od stvarnog svijeta, pružajući potpuno uronjivo iskustvo.

MR (Mješovita stvarnost) - Mješovita stvarnost kombinira elemente i AR-a i VR-a,

omogućujući korisnicima da vide i interagiraju s digitalnim objektima postavljenim u stvarnom svijetu, dok su istovremeno uronjeni u virtualno okruženje (Russel i Norvig, 2020). MR naočale, poput Microsoftovih HoloLens-a, prepoznaju fizičku okolinu korisnika i omogućuju interakciju s virtualnim objektima unutar te okoline.

Sve tri tehnologije imaju svoje specifične karakteristike i primjene. Dok je AR izvrsno rješenje za dodavanje interaktivnih informacija stvarnom svijetu, VR pruža duboko uronjivo iskustvo koje je idealno za igre, obuku ili simulacije. MR, s druge strane, pokušava izvući najbolje iz oba svijeta, omogućujući korisnicima interakciju s digitalnim i fizičkim svijetom simultano.

Ove tehnologije otvaraju vrata za brojne mogućnosti u logističkom sektoru. Bilo da je riječ o obuci zaposlenika kroz VR simulacije, korištenju AR za pomoć pri skladištenju robe ili korištenju MR za planiranje optimizacije prostora u skladištu, jasno je da će AR/VR/MR tehnologije igrati ključnu ulogu u budućnosti logističke industrije.

### **2.3. Uloga umjetne inteligencije u modernoj logistici**

U posljednjih nekoliko godina, umjetna inteligencija (engl. *AI – artificial intelligence*) postala je ključna komponenta mnogih industrijskih sektora, uključujući logistiku. AI, s njenim sposobnostima analize velikih količina podataka, predviđanja obrazaca i automatizacije zadataka, revolucionarizira način na koji logističke operacije funkcioniraju, pružajući unaprijeđene procese i veću efikasnost.

Jedno od glavnih područja gdje AI igra značajnu ulogu je u prediktivnoj analizi. U sektoru gdje su vremenske prognoze, prometne informacije i trendovi potražnje od vitalne važnosti, AI može analizirati ogromne količine podataka u stvarnom vremenu, omogućavajući kompanijama da predviđaju moguće izazove i prilagođavaju svoje operacije prema tome (Wang i Ranjan, 2015). Na primjer, uz predviđanje vremenskih neprilika, kompanije mogu preusmjeriti isporuke kako bi izbjegle kašnjenja.

Automatizacija skladišnih operacija je još jedno područje koje se dramatično promijenilo zahvaljujući AI. Roboti opremljeni umjetnom inteligencijom sada mogu preuzeti zadatke poput sortiranja i pakiranja, radeći brže i preciznije od ljudi. Osim toga, sustavi upravljanja skladištem (WMS) koji koriste AI mogu dinamički optimizirati raspored robe, osiguravajući maksimalnu iskoristivost prostora i smanjujući vremenske

troškove za preuzimanje i isporuku (Russel i Norvig, 2020).

Kada govorimo o transportu i distribuciji, AI omogućuje optimizaciju ruta i prilagodbu u stvarnom vremenu (Russel i Norvig, 2020). To ne samo da smanjuje troškove goriva i povećava efikasnost isporuke, već također smanjuje emisije ugljičnog dioksida, čineći logističke operacije ekološki prihvatljivijima.

AI također igra ključnu ulogu u upravljanju lancem opskrbe. Analizom podataka o prodaji, inventaru i trendovima potražnje, AI može predvidjeti kada će biti potrebne nove narudžbe, optimizirati razinu zaliha i smanjiti troškove pohrane (Russel i Norvig, 2020).

Konačno, uloga AI-a u korisničkoj službi ne smije se zanemariti. Chatbotovi i virtualni asistenti, pokretani umjetnom inteligencijom, sada mogu brzo odgovarati na upite klijenata, pružajući informacije o statusu isporuke, odgovarajući na često postavljana pitanja ili čak rješavajući probleme u stvarnom vremenu (Bowersox i sur., 2019).

U zaključku, umjetna inteligencija nije samo dodatni alat u svijetu logistike - ona postaje osnovna komponenta koja transformira svaki segment industrije. Kako tehnologija nastavlja napredovati, očekuje se da će uloga i utjecaj AI-a u logistici postati još izraženiji, čineći procese učinkovitijima, preciznijima i prilagodljivijima budućim izazovima.

### **3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U SEKTORU UKRCAJA I PRIJEVOZA TERETA**

U svijetu logistike i transporta, sektor ukrcaja i prijevoza tereta predstavlja vitalnu kariku koja povezuje proizvođače, distributere i krajnje potrošače. Ova komponenta logističkog lanca, posebno u kontekstu pomorstva, doživjela je značajne promjene u posljednjem desetljeću, prvenstveno zbog tehnološke evolucije i digitalne transformacije. Kako bi se razumjelo stvarno stanje i izazovi s kojima se sektor suočava, nužno je prvo sagledati trenutnu sliku industrije i razumjeti tradicionalne pristupe koji su godinama dominirali ovim segmentom.

Pregledom trenutnog stanja u industriji pružit će se uvid u ključne čimbenike, trendove i izazove koji oblikuju današnju dinamiku ukrcaja i prijevoza tereta. Osim toga, bit će zanimljivo usporediti kako su tradicionalne metode postupale s ovim izazovima u odnosu na novije, tehnološki napredne pristupe. Ovo će nam omogućiti da bolje razumijemo utjecaj digitalne transformacije na ovaj sektor, s posebnim osvrtom na pomorski segment, koji je uvijek bio ključna komponenta globalne trgovine i logistike.

#### **3.1. Pregled trenutnog stanja u industriji**

Industrija ukrcaja i prijevoza tereta, posebice u okviru pomorskog sektora, doživjela je značajne promjene u posljednjem desetljeću. Vođene tehnološkim inovacijama, ekološkim imperativima i promjenama u globalnoj trgovini, ove promjene odražavaju se kroz cijeli lanac vrijednosti - od infrastrukture do operacija i upravljanja.

Jedan od ključnih trendova u današnjoj industriji je neupitno povećanje volumena globalne trgovine. Kako zemlje nastavljaju sa sve većom specijalizacijom i fokusom na trgovinske odnose, pomorski prijevoz tereta postaje sve važniji. Prema Svjetskoj trgovinskoj organizaciji, volumen pomorskog prijevoza tereta kontinuirano raste, pri čemu većina svjetske robe putuje morem (Porter i Heppelmann, 2014).

S rastom ovog volumena dolazi i povećani pritisak na luke i infrastrukturu. Modernizacija lučkih kapaciteta, proširenje i optimizacija kanala za prijevoz, te usvajanje automatizacije postali su imperativ (Stopford, 2009). Također, integracija informacijskih tehnologija u svakodnevne operacije postala je neophodna kako bi se upravljalo sve složenijim operacijama ukrcaja i iskrcaja.

Osim toga, ekološka pitanja postala su centralna u ovoj industriji. Propisi o emisijama, fokus na održivim gorivima i tehnologijama, kao i pritisci od strane potrošača i dionika, usmjeravaju industriju prema zelenijim rješenjima. To se odnosi na sve, od dizajna brodova koji su energetske učinkoviti do operacija u lukama koje smanjuju svoj ugljični otisak (Acciaro i sur., 2020).

Još jedan važan aspekt je sve veća potreba za transparentnošću i praćenjem u lancu opskrbe. Klijenti i partneri sada očekuju uvid u svaku fazu procesa, od trenutka kad se roba ukrca na brod pa sve do njezina iskrcanja (Notteboom i Rodrigue, 2017). Informacijske tehnologije igraju ključnu ulogu u osiguravanju te transparentnosti, omogućavajući realno praćenje tereta, predviđanje kašnjenja i prilagodbu logističkih operacija u stvarnom vremenu.

U konačnici, dok se industrija prilagođava navedenim trendovima i izazovima, ključna riječ postaje 'optimizacija'. Sve od optimizacije ruta, preko kapaciteta brodova, pa do brzine isporuke, sve se to oslanja na tehnologiju i inovacije kako bi se zadovoljile potrebe tržišta i ostvarila konkurentna prednost. U tom kontekstu, razumijevanje trenutnog stanja industrije ne samo da je važno za današnje aktere, već i za buduće generacije koje će nastaviti oblikovati i usmjeravati ovaj vitalni sektor globalne ekonomije.

### **3.2. Tradicionalni pristupi u ukrcaju i prijevozu tereta**

U svijetu pomorstva, tradicionalni pristupi u ukrcaju i prijevozu tereta temeljili su se na stoljetnim praksama i iskustvima. Ove metode, koje su oblikovale osnovu globalnog pomorskog prometa, bavile su se planiranjem, koordinacijom i fizičkim postupkom transporta robe od točke A do točke B uz minimalnu upotrebu tehnologije.

Prvo i najosnovnije, pomorski prijevoz tereta povijesno se oslanjao na ručno vođene evidencije. Brodari su koristili logove i tablice kako bi pravilno planirali kapacitete brodova, procjenjivali putne rute te pratili stanje tereta i opreme. Također, komunikacija među lučkim radnicima, brodskim posadama i dionicima lanca opskrbe često je bila usmena ili putem pismenih zapisa (Petersen, 2018).

Proces ukrcaja tereta zahtijevao je fizičko prisustvo stručnjaka koji bi procijenio stanje tereta i osigurao pravilno skladištenje na brodu. Ručno mjerenje i procjena prostora bili su ključni kako bi se osiguralo da teret bude pravilno raspoređen i osiguran, minimizirajući



rizik od nesreća ili oštećenja tereta tijekom plovidbe (Branch, 2007).

Tradicionalne metode također su se oslanjale na osnovne alate i opremu. Dok je mehanizacija bila prisutna u većim lukama, mnoge manje luke oslanjale su se na radnu snagu za manipulaciju teretom. To je često značilo da je proces bio sporiji i podložan ljudskim pogreškama.

Osim toga, tradicionalni pristupi bili su reaktivni, a ne proaktivni. To znači da su se brodari i operateri luka suočavali s izazovima i poteškoćama tek kad bi se oni pojavili, umjesto da ih predvide i spriječe. To je moglo rezultirati neplaniranim zastojećima, kašnjenjima i dodatnim troškovima (Stopford, 2009).

Ipak, vrijedno je napomenuti da su se i unutar ovih tradicionalnih okvira razvijale i usavršavale taktike i strategije kako bi se poboljšala efikasnost. No, uprkos tome, te metode često su bile ograničene dostupnim alatima, resursima i informacijama.

### **3.3. Učinci digitalne transformacije na sektor ukrcanja i prijevoza**

S razvojem informacijskih tehnologija, digitalna transformacija donijela je revolucionarne promjene u sektoru ukrcanja i prijevoza, posebno u kontekstu pomorstva. Ovi utjecaji nisu se samo odrazili na povećanu efikasnost, već su omogućili stvaranje potpuno novih modela poslovanja i strateških pristupa.

Jedan od najprimjetnijih utjecaja digitalizacije jest automatizacija procesa. Sustavi upravljanja teretom postali su sve sofisticiraniji, omogućavajući automatsko praćenje tereta, optimalno iskorištavanje prostora na brodovima i preciznu koordinaciju između brodova, luka i klijenata. Ovo je rezultiralo znatnim smanjenjem vremena potrebnog za ukrcaj i iskrcaj tereta te smanjenjem ljudske pogreške (Notteboom i Rodrigue, 2017).

Digitalne platforme također su omogućile bolju komunikaciju i suradnju među svim dionicima lanca opskrbe. Integrirane mreže pružaju trenutne informacije o lokaciji tereta, očekivanim vremenima dolaska i odlaska te eventualnim preprekama ili kašnjenjima. Time se omogućuje proaktivno rješavanje problema, što znači da se potencijalni izazovi mogu anticipirati i riješiti prije nego što postanu veći problem (Notteboom i Rodrigue, 2017).

Pored toga, upotreba tehnologija poput AR/VR/MR donijela je nove mogućnosti za obuku osoblja, simulaciju ukrcanja tereta i vizualizaciju prostora na brodu. Kroz ove tehnologije, luke i brodari sada mogu planirati ukrcaj i raspored tereta u virtualnom

okruženju, što pomaže u smanjenju grešaka i povećanju efikasnosti (Russel i Norvig, 2020).

Digitalizacija je također omogućila masovno prikupljanje i analizu podataka (big data). Analitičke alatke sada pružaju mogućnost analize povijesnih podataka o kretanjima tereta, vremenskim uvjetima, potražnji i mnogim drugim faktorima (Petersen, 2018). Ovo zauzvrat omogućava kompanijama da bolje predviđaju buduće trendove, optimiziraju rute i prilagođavaju kapacitete prema stvarnoj potražnji.

Ipak, s ovim tehnološkim napretkom dolaze i izazovi. Pitanja sigurnosti i zaštite podataka postala su sve važnija, a ulaganje u nove tehnologije i osposobljavanje osoblja za rad s njima zahtijeva značajna financijska sredstva.

Zaključno, digitalna transformacija u sektoru ukreaja i prijevoza tereta donijela je brojne prednosti, ali i izazove. Međutim, jasno je da je tehnološki napredak postavio novu normu u industriji, omogućavajući kompanijama da budu brže, fleksibilnije i konkurentnije u globalnom tržištu.

## **4. AR/VR/MR TEHNOLOGIJE U SKLADIŠNOM POSLOVANJU**

Skladištenje i upravljanje logistikom neophodni su segmenti u lancu opskrbe, a nisu pošteđeni tehnoloških inovacija koje su se pojavile posljednjih godina. Među najinovativnijima su tehnologije proširene (AR), virtualne (VR) i mješovite stvarnosti (MR), koje otvaraju vrata novim pristupima i metodom upravljanja teretom, naročito u kontekstu pomorstva. Ove tehnologije pružaju mogućnost vizualizacije podataka na način koji ranije nije bio moguć, omogućujući operaterima da intuitivnije razumiju složene informacije i donose informirane odluke u realnom vremenu.

U ovom poglavlju, detaljno ćemo razmotriti kako AR, VR i MR tehnologije utječu na skladišno poslovanje, posebno se osvrćući na procese ukrcaja i prijevoza u pomorskom sektoru. Razmotrit ćemo specifične primjene tih tehnologija, analizirati prednosti koje pružaju u logističkim operacijama i proučiti stvarne studije slučaja gdje su ove tehnologije dovele do značajnih unapređenja u skladišnim i transportnim operacijama.

### **4.1. Primjene AR/VR/MR tehnologija u skladištenju**

S razvojem tehnologije i sve većim zahtjevima tržišta, sektor pomorstva i skladištenja suočava se s potrebom za efikasnijim i preciznijim operativnim procesima. Proširena (AR), virtualna (VR) i mješovita stvarnost (MR) postaju ključni alati u modernizaciji pomorskih luka i skladišnih operacija.

Pomorske luke, kao ključne točke globalne trgovine, suočavaju se s izazovima u smislu rukovanja teretom, praćenja inventara i optimizacije prostora. AR tehnologija može pomoći osoblju u luci pružajući im vizualne informacije o teretu u stvarnom vremenu, poput težine, odredišta i specifikacija tereta (Scholz i Smith, 2016). Osim toga, AR može biti korišten za usmjeravanje radnika prema točnim lokacijama za preuzimanje ili isporuku tereta, smanjujući tako vrijeme traženja i povećavajući učinkovitost.

VR tehnologija u kontekstu luka koristi se uglavnom za obuku i simulacije. Novo osoblje može biti obučeno u virtualnom okruženju koje simulira stvarne uvjete rada u luci, pružajući im praktično iskustvo bez rizika od nesreća ili oštećenja opreme i tereta. Također, simulacije se mogu koristiti za planiranje i testiranje novih postupaka i taktika rukovanja teretom (Porter i Heppelmann, 2017).

MR tehnologija, koja kombinira elemente AR-a i VR-a, može omogućiti radnicima da interagiraju s virtualnim objektima u stvarnom svijetu (Porter i Heppelmann, 2017). Na primjer, pri planiranju postava tereta unutar skladišta ili broda, radnici mogu koristiti MR kako bi vizualizirali optimalnu konfiguraciju, uzimajući u obzir težinu, dimenzije i ostale specifikacije tereta.

U kontekstu skladištenja, AR može pružiti radnicima informacije o točnom mjestu artikala unutar skladišta, olakšavajući inventuru i smanjujući pogreške pri pripremi pošiljki. VR, s druge strane, može biti korišten za simuliranje i testiranje novih konfiguracija skladišnog prostora kako bi se maksimizirao kapacitet i efikasnost. MR može pomoći u kombiniranju stvarnih i virtualnih informacija kako bi se postigla bolja suradnja između timova i povećala učinkovitost rada (Carmigniani i Furht, 2011).

#### **4.2. Prednosti AR/VR/MR rješenja u logističkim operacijama**

U svijetu gdje je brzina, preciznost i učinkovitost ključna, pomorska industrija sve više prepoznaje i usvaja prednosti tehnologija proširene (AR), virtualne (VR) i mješovite stvarnosti (MR) u svojim logističkim operacijama. Upravo u segmentima kao što su luke, ukrcaj i prijevoz tereta, ove tehnologije nude revolucionarne prednosti koje mogu preobraziti tradicionalne metode rada.

Povećana učinkovitost i preciznost u operacijama: AR može pružiti radnicima u luci instantne informacije o teretu – njegovoj težini, odredištu, sadržaju i potrebama za rukovanje. Kroz AR naočale, radnik može vidjeti gdje teret treba biti smješten, optimalne putanje kretanja i čak dobiti upute u stvarnom vremenu o tome kako najbolje rukovati određenim teretom (Russel i Norvig, 2020).

Osim toga, AR aplikacije mogu integrirati povijesne podatke o teretima, olakšavajući radnicima prepoznavanje potencijalnih problema ili specifičnih zahtjeva povezanih s određenim teretom. Pomoću ove tehnologije, radnici mogu identificirati i prioritetne pošiljke, osiguravajući brzo i učinkovito rukovanje, što u konačnici rezultira smanjenjem vremenskih kašnjenja i povećanjem produktivnosti operacija.



Slika 1. AR naočale u upotrebi

Izvor: Laser Focus World. AR glasses improve marine maintenance services.

<https://www.laserfocusworld.com/optics/article/16571264/ar-glasses-improve-marine-maintenance-services> Pristupljeno 30.08.2023.

Sigurnost i obuka osoblja: VR pruža mogućnost simuliranja stvarnih uvjeta rada u pomorskim lukama bez fizičkih rizika. Novaci se mogu obučavati u virtualnom okruženju, stječući iskustvo s potencijalnim izazovima i opasnostima prije nego što započnu s radom u stvarnim uvjetima (Russel i Norvig, 2020).

Optimizacija prostora i planiranje: S razvojem modernih tehnologija, luke diljem svijeta traže načine kako unaprijediti svoje operacije, a mješovita stvarnost postaje ključni alat u tom nastojanju. MR predstavlja sinergiju proširene (AR) i virtualne stvarnosti (VR), omogućujući korisnicima da iskuse digitalni sadržaj usred stvarnog svijeta (Russel i Norvig, 2020).

U luci, primjena MR može drastično promijeniti način na koji se tereti prate, planiraju i rukuju. Radnici mogu koristiti MR headsetove kako bi vizualizirali optimalne putanje za prenos tereta, simulirali procese prije stvarne manipulacije te prepoznali potencijalne prepreke ili rizike. Ova tehnologija također olakšava trening novih zaposlenika, omogućavajući im da se kroz simulirane scenarije upoznaju s pravilima i procedurama luke bez stvarnih rizika.

Osim toga, MR može integrirati različite izvore podataka, poput informacija o teretu, meteoroloških podataka i statusa opreme, pružajući holistički pregled operacija u luci i pomažući donositeljima odluka da djeluju proaktivno i učinkovito.



Slika 2. MR tehnologija i njena primjena

Izvor: Marine Link. Maritime's Amazing World of Mixed Reality.

<https://www.marinelink.com/news/maritimes-amazing-world-mixed-reality-462876>  
pristupljeno 06.09.2023.

Realno vrijeme praćenja i komunikacija: AR može biti integriran s sustavima praćenja tereta kako bi se osiguralo da radnici u stvarnom vremenu primaju ažurirane informacije o statusu tereta, mogućim zakašnjenjima ili promjenama u planiranju (Carmigniani i Furht, 2011).

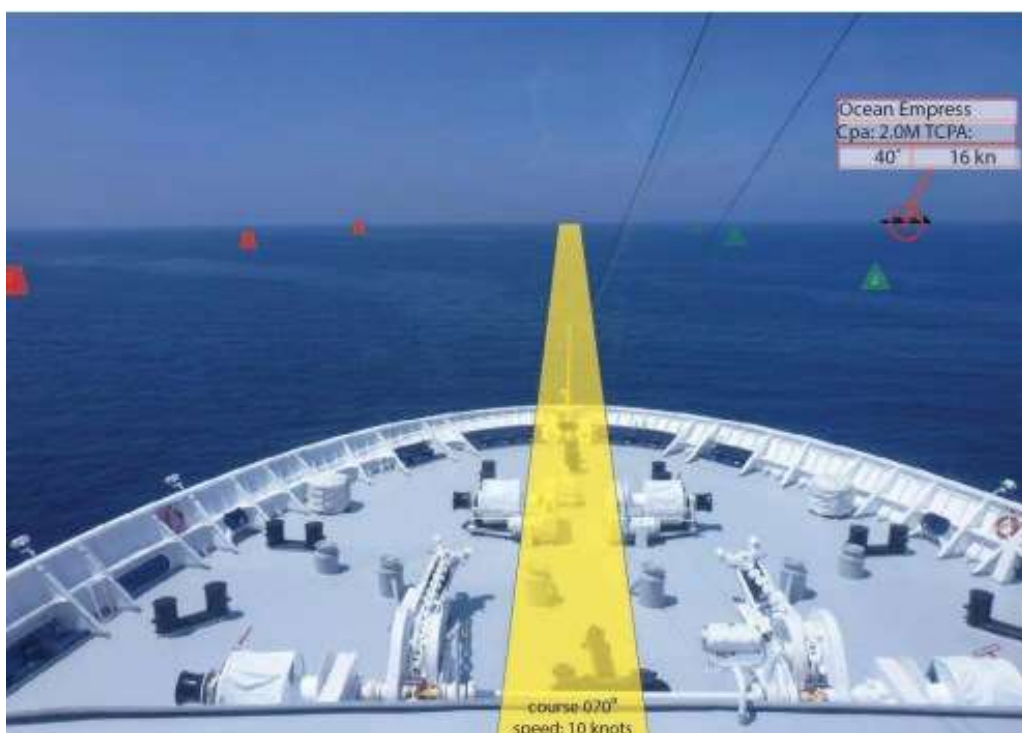
Smanjenje pogrešaka: Integracijom AR/VR/MR tehnologija s naprednim informacijskim sustavima, moguće je smanjiti broj pogrešaka u operacijama. Bilo da se radi o pogrešnoj lokaciji tereta, nepravilnom rukovanju ili neusklađenosti u dokumentaciji, ove tehnologije pomažu identificirati i ispraviti pogreške prije nego što postanu veći problem (Russel i Norvig, 2020).

Bolje iskustvo za klijente: S brzim i preciznim operacijama, AR/VR/MR tehnologije ne samo da poboljšavaju interne procese, već i pružaju klijentima bolje iskustvo, smanjujući vrijeme čekanja i povećavajući pouzdanost usluge.

#### 4.3. Studije slučaja: Uspješne implementacije AR/VR/MR tehnologija

U posljednjem desetljeću, AR/VR/MR tehnologije su doživjele brz napredak i našle su primjenu u brojnim industrijama, uključujući logistiku i pomorstvo. Kroz različite studije slučaja, možemo bolje razumjeti kako su ove tehnologije pozitivno utjecale na operacije, donoseći inovacije i unapređenja.

1. AR u luci Rotterdam: Jedna od najprometnijih luka na svijetu, luka Rotterdam, usvojila je AR tehnologiju kako bi poboljšala svoje procese ukrcanja. Radnici su opremljeni AR naočalama koje im pružaju realno-vremenske informacije o teretima, poput težine, odredišta i sigurnosnih uputa. Osim što je povećana produktivnost, primijetilo se i smanjenje pogrešaka i nesreća tijekom ukrcanja.



Slika 3. Primjer AR sustava koji se koristi za otkrivanje plutača i plovila u daljini

Izvor: Maritime Symposium Rotterdam. Augmented reality used in navigation.

<http://www.maritimesymposium-rotterdam.nl/uploads/Route/Augmented%20Reality%20n%20The%20Bridge.pdf> pristupljeno 08.09.2023.

Dodatno, koristi se i sofisticirani AR sustav za identifikaciju i otkrivanje plutača i plovila na daljinu. Kroz vizualizaciju podataka, osoblje luke može brzo prepoznati i reagirati na potencijalne prepreke ili nesigurne situacije, osiguravajući glatko funkcioniranje operacija.

2. Virtualna obuka u luci Singapur: Luka Singapur, poznata po svojoj težnji za inovacijama, implementirala je VR tehnologiju u svoje obuke. Novi radnici prolaze kroz simulacije različitih scenarija koji se mogu dogoditi u stvarnom životu, omogućujući im da steknu iskustvo i vještine prije nego što započnu stvarne operacije (Russel i Norvig, 2020).

3. MR u planiranju prostora u luci Los Angeles: Luka Los Angeles koristi mješovitu stvarnost kako bi optimalno iskoristila prostor na svojim dokovima. Kroz MR headsetove, planeri mogu vizualizirati različite konfiguracije tereta i opreme, simulirajući najučinkovitije rasporede i strategije za iskorištavanje prostora.



Slika 4. Obuka za tehnologije virtualne i mješovite stvarnosti

Izvor: Martide. Seafarer Training And Virtual And Mixed Reality.

<https://www.martide.com/en/blog/augmented-reality-is-used-for-training> pristupljeno

08.09.2023.



4. AR za održavanje opreme u luci Hamburg: U Hamburgu, AR naočale koriste se za brzu i učinkovitu dijagnostiku kvarova na opremi. Tehničari mogu vizualizirati problematična područja i dobiti upute za popravak u stvarnom vremenu, što skraćuje vrijeme popravka i smanjuje zastoje.

5. MR za analizu prometa u luci Tokyo: Kako bi se bolje razumjeli obrasci prometa i ponašanja plovila, luka Tokyo koristi mješovitu stvarnost. Integriranjem podataka iz različitih izvora, poput radara i AIS-a, MR omogućava analitičarima da vizualiziraju promet u luci, identificirajući potencijalna uska grla i predviđajući buduće trendove (Russel i Norvig, 2020).

Kroz ove studije slučaja, vidljivo je da AR/VR/MR tehnologije imaju značajan potencijal za revolucioniranje pomorske industrije. Njihova sposobnost integracije stvarnog i digitalnog svijeta donosi nove mogućnosti za optimizaciju operacija, povećanje sigurnosti i smanjenje troškova.

## **5. BIG DATA I UMJETNA INTELIGENCIJA U OPTIMIZACIJI PROCESA**

U suvremenom svijetu informacijskih tehnologija, Big Data i umjetna inteligencija postaju ključne komponente u oblikovanju i transformaciji industrijskih sektora, uključujući i logistiku. Dok digitalne tehnologije neprestano napreduju, pružajući poduzećima nove alate i metode za optimizaciju svojih operacija, Big Data i umjetna inteligencija zauzimaju središnje mjesto u ovoj revoluciji, pružajući dublje uvide i automatizirane rješenja za brojne izazove.

U ovom poglavlju istražiti ćemo što točno predstavlja pojam "Big Data", njegove osnovne karakteristike i kako se one preklapaju s potrebama logističkog sektora. Osim toga, detaljno će se analizirati uloga i primjene umjetne inteligencije unutar logističkih operacija, s posebnim naglaskom na optimizaciju procesa ukrcanja i prijevoza. Kroz različite aspekte ovog poglavlja, cilj je razumjeti kako kombinacija ovih naprednih tehnologija može revolucionarizirati suvremenu logistiku i postaviti nove standarde za industriju.

### **5.1. Definicija i osnovne karakteristike Big Data**

Big Data, doslovno prevedeno kao "veliki podaci", odnosi se na ogromne količine informacija koje se generiraju, pohranjuju i analiziraju pomoću naprednih informacijskih tehnologija. Ovi podaci su često tako veliki da klasični alati za obradu podataka ne mogu učinkovito upravljati njima. Karakteristike Big Data obično se opisuju kroz pet karakteristika: Volumen (ogromna količina podataka), Brzina (tempo kojim se podaci generiraju i obrađuju), Raznolikost (različite vrste podataka), Istinitost (pouzdanost podataka) i Vrijednost (korisne informacije koje se mogu izvući iz podataka) (Herodotou i sur., 2020).

U kontekstu pomorstva, Big Data ima poseban značaj. Pomorski sektor je globalno povezan i obuhvaća različite operacije poput ukrcanja, prijevoza, praćenja tereta, održavanja brodova, prognoze vremenskih uvjeta i mnoge druge. Sve te operacije generiraju goleme količine podataka svakodnevno. Na primjer, senzori postavljeni na brodu mogu pružiti informacije o trenutnom stanju strojeva, potrošnji goriva ili stanju tereta u realnom vremenu. Kroz luke, sustavi praćenja tereta generiraju podatke o lokaciji, vremenu dolaska i odlaska brodova, kao i o količini i vrsti tereta koji se prevozi (Herodotou i sur., 2020).

Analiza ovih podataka pruža dublje uvide u radne procese, omogućava bolje planiranje, optimizaciju ruta i predviđanje mogućih problema prije nego što se pojave. Primjerice, analizom podataka o stanju brodskih strojeva može se predvidjeti potreba za održavanjem i time smanjiti vrijeme zastoja broda. U lukama, analiza podataka o protoku tereta može pomoći u optimizaciji procesa ukrcaja, smanjenju vremena čekanja i povećanju efikasnosti operacija.

## **5.2. Primjene umjetne inteligencije u logistici**

Logistika je industrija koja se neprestano mijenja i prilagođava, težeći većoj učinkovitosti i produktivnosti. U današnjem digitalnom dobu, umjetna inteligencija (AI) postaje ključni instrument transformacije logističkih operacija, pružajući mogućnosti koje su nekada bile smatrane nemogućima (Russel i Norvig, 2020).

Jedna od najvažnijih primjena AI u logistici je prognoza potražnje. Pomoću naprednih algoritama, AI može analizirati obimne setove podataka iz različitih izvora i precizno predvidjeti buduće trendove potražnje (Russel i Norvig, 2020). Ova sposobnost omogućuje kompanijama da se bolje pripreme za buduće potrebe, optimizirajući zalihe i resurse.

Društva koja se bave pomorstvom koriste AI kako bi poboljšali operacije na brodovima i u lukama. Kroz sustave prepoznavanja slika, AI može nadzirati teret u stvarnom vremenu, identificirajući potencijalne probleme i pomažući u njihovom rješavanju. Pomoću senzora i AI, brodovi mogu automatski detektirati prepreke, smanjujući rizik od sudara i olakšavajući navigaciju (Herodotou i sur., 2020).

Dodatno, umjetna inteligencija ima velik potencijal u automatizaciji operacija u luci. Pomoću AI-a, automatizirani sustavi mogu upravljati ukrcajem i iskrcajem tereta, smanjujući ljudsku intervenciju i potencijalne pogreške. Ovo je posebno korisno u velikim lukama gdje se svakodnevno prevozi ogroman broj tereta.

U području pomorstva, umjetna inteligencija također olakšava planiranje rute brodova. Korištenjem velikog broja podataka o vremenskim uvjetima, strujama i drugim relevantnim informacijama, AI može optimizirati put broda, čime se smanjuju troškovi goriva i skraćuje vrijeme putovanja (Herodotou i sur., 2020).

Također, AI može pomoći u praćenju i upravljanju lancem opskrbe u realnom vremenu, pružajući kompanijama trenutne informacije o statusu pošiljaka, mogućim zakašnjenjima i

preprekama na putu.

Uz sve te primjene, važno je napomenuti da implementacija umjetne inteligencije u logistiku donosi i određene izazove. Sigurnost podataka, potreba za obukom zaposlenika i visoki troškovi implementacije su neki od potencijalnih prepreka. Međutim, prednosti koje AI donosi logističkoj industriji, posebno u sektoru pomorstva, čine ga nezaobilaznim alatom za budućnost.

### **5.3. Učinci Big Data i AI na optimizaciju ukrcaja i prijevoza**

U suvremenoj logistici, koncepti Big Data i umjetne inteligencije (AI) postaju temeljni alati za transformaciju procesa ukrcaja i prijevoza, posebno u kontekstu pomorstva (Russel i Norvig, 2020). Kombinacija ova dva tehnološka alata omogućava industriji da prepozna obrasce, predviđa trendove i optimizira operativne procese na načine koji su prethodno bili nezamislivi.

U kontekstu pomorstva, svaki brod, svaka luka i svaki kontejner postaju izvorom ogromnih količina podataka. Ovi podaci uključuju informacije o vremenskim uvjetima, statusu tereta, točnom vremenu dolaska i odlaska broda, i mnoge druge. Analizirajući ove podatke uz Big Data tehnologiju, logističke tvrtke mogu preciznije planirati ukrcaj i iskrcaj, smanjujući vremenska čekanja i optimizirajući iskorištenost resursa (Herodotou i sur., 2020).

S druge strane, AI, koristeći ove podatke, može donositi napredne analitičke odluke u realnom vremenu. Na primjer, AI algoritmi mogu automatski prepoznati kada je teret spreman za ukrcaj na temelju kombiniranih podataka o vremenskim uvjetima, dostupnosti opreme i rasporedu brodova. Ovo smanjuje nepotrebna kašnjenja i povećava ukupnu učinkovitost operacija u luci.

Jedan od ključnih učinaka AI-a na ukrcaj i prijevoz tereta u pomorstvu je automatizacija navigacije brodova. Sustavi potpomognuti AI-em mogu predviđati optimalne putanje, uzimajući u obzir varijable kao što su morske struje, prepreke na putu i vremenski uvjeti. Ovo ne samo da povećava sigurnost plovidbe, već također doprinosi smanjenju troškova goriva i vremena putovanja (Russel i Norvig, 2020).

Pored toga, AI i Big Data omogućuju bolje praćenje tereta tijekom cijelog transportnog lanca. Uz pomoć senzora i IoT uređaja, kompanije mogu u stvarnom vremenu pratiti

lokaciju, stanje i čak temperaturu tereta, što je posebno važno za osjetljive proizvode poput hrane ili lijekova (Herodotou i sur., 2020).

Za sektor pomorstva, sinergija Big Data i AI također znači bolju procjenu rizika i donošenje informiranih odluka. Na primjer, algoritmi mogu predvidjeti potencijalne tehničke kvarove na brodu ili u luci te omogućiti pravovremenu intervenciju.

Zaključno, kombinacija Big Data i umjetne inteligencije predstavlja revoluciju u optimizaciji procesa ukrcaja i prijevoza tereta, posebno u sektoru pomorstva. Dok se tehnologija i dalje razvija, nesumnjivo je da će njihov utjecaj na industriju samo rasti, omogućavajući veću efikasnost, sigurnost i produktivnost.

## 6. ZAKLJUČAK

U eri digitalne transformacije, informacijske tehnologije postaju nezamjenjive u optimizaciji brojnih sektora, uključujući sektor ukrcanja i prijevoza tereta. Ovaj završni rad detaljno je analizirao kako različite informacijske tehnologije, posebice AR/VR/MR, big data i umjetna inteligencija, igraju ključnu ulogu u modernizaciji i optimizaciji procesa u ovom ključnom sektoru.

U početnim fazama pomorstva i logistike, procesi ukrcanja i prijevoza tereta oslanjali su se na ručno vođene evidencije, osnovne alate i tradicionalne metode. U takvom okruženju, pogreške, zastoji i neučinkovitosti bile su česte. Uvođenjem informacijskih tehnologija, postalo je moguće digitalno pratiti i analizirati svaki segment procesa, što je rezultiralo značajno smanjenim vremenskim zaostacima, povećanom produktivnošću i optimizacijom resursa.

Tehnologije AR/VR/MR ponudile su inovativne načine za poboljšanje skladišnog poslovanja i operacija u luci. Kroz primjenu AR tehnologije, radnici su mogli dobiti realno-vremenske informacije o teretima, njihovim karakteristikama i optimalnim putanjama za rukovanje. Ovo nije samo pojednostavilo postupak, već je i drastično smanjilo pogreške i nesreće. VR i MR tehnologije, s druge strane, omogućile su treniranje radnika u simuliranom okruženju, pružajući im priliku da steknu iskustvo i razumijevanje složenih operacija prije nego što se suoče s realnim izazovima.

Big data i umjetna inteligencija predstavili su se kao moćni alati za analizu ogromnih količina podataka generiranih tijekom procesa ukrcanja i prijevoza. Ova analiza omogućila je prediktivno modeliranje i bolje razumijevanje obrazaca, što je omogućilo pomorskim tvrtkama da predviđaju i planiraju resurse i operacije na mnogo učinkovitiji način. Pored toga, AI sustavi su omogućili automatizaciju brojnih zadataka koji su tradicionalno zahtijevali ljudsku intervenciju, dodatno povećavajući učinkovitost.

U svjetlu svega navedenog, postaje jasno da su informacijske tehnologije ključni čimbenik koji omogućuje sektoru ukrcanja i prijevoza tereta da postigne optimalne rezultate. Bez njihove primjene, sektor bi i dalje suočavao s neučinkovitostima, povećanim troškovima i smanjenom konkurentnošću na globalnom tržištu.

Za kraj, važno je napomenuti da, iako informacijske tehnologije pružaju brojne

prednosti, njihova primjena također zahtijeva stalnu edukaciju i prilagodbu. Kako tehnologija nastavlja napredovati, pomorske tvrtke moraju biti spremne adaptirati se i usvojiti nove inovacije kako bi ostale konkurentne i iskoristile puni potencijal digitalne transformacije. S obzirom na sve prednosti koje informacijske tehnologije pružaju u optimizaciji procesa ukrcaja i prijevoza tereta, njihova uloga će sigurno postati još važnija u budućnosti pomorskog sektora.

## LITERATURA

1. Acciaro, M., McKinnon, A., Sys, C. (2020). Decarbonization in Maritime Transport: Pathways to Zero-Carbon Shipping by 2035. Palgrave Pivot.
2. Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6(4), 355-385.
3. Bowersox, D. J., Closs, D. J., Cooper, M. B. (2019). Supply Chain Logistics Management. McGraw-Hill Education.
4. Branch, A. E. (2007). Elements of Shipping. Routledge.
5. Carmigniani, J., Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. In Handbook of augmented reality (pp. 3-46). Springer, New York, NY.
6. Chopra, S., Meindl, P. (2018). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. Pearson.
7. Herodotou, H., Aslam, S., Holm, H., Theodossiou, S. (2020). Big Maritime Data Management.  
[https://www.researchgate.net/publication/345895853\\_Big\\_Maritime\\_Data\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/345895853_Big_Maritime_Data_Management) pristupljeno 08.09.2023.
8. Laser Focus World. AR glasses improve marine maintenance services.  
<https://www.laserfocusworld.com/optics/article/16571264/ar-glasses-improve-marine-maintenance-services> pristupljeno 07.09.2023.
9. Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. TechTrends, 56(2), 13-21.
10. Notteboom, T., Rodrigue, J-P. (2017). The Geography of Transport Systems. Routledge.
11. Marine Link. Maritime's Amazing World of Mixed Reality.  
<https://www.marinelink.com/news/maritimes-amazing-world-mixed-reality-462876> pristupljeno 08.09.2023.
12. Maritime Symposium Rotterdam. Augmented reality used in navigation.  
<http://www.maritimesymposium-rotterdam.nl/uploads/Route/Augmented%20Reality%20On%20The%20Bridge.pdf> pristupljeno 08.09.2023.
13. Martide. Seafarer Training And Virtual And Mixed Reality.  
<https://www.martide.com/en/blog/augmented-reality-is-used-for-training> pristupljeno 08.09.2023.



14. Petersen, P. D. (2018). *Digital Transformation in Maritime and City Logistics*. CRC Press.
15. Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64-88.
16. Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2017). Why every organization needs an augmented reality strategy. *Harvard Business Review*, 95(6), 46-57.
17. Russell, S. J., Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Malaysia; Pearson Education Limited.
18. Scholz, J., Smith, A. N. (2016). Augmented reality: Designing immersive experiences that maximize consumer engagement. *Business Horizons*, 59(2), 149-161.
19. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Currency.
20. Stopford, M. (2009). *Maritime Economics*. Routledge.
21. Wang, L., Ranjan, R. (2015). Processing distributed internet of things data in clouds. *Cloud Computing: Principles, Systems and Applications*, 2, 163-191.

## **POPIS SLIKA**

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. AR naočale u upotrebi .....  | 13 |
| Slika 2. MR tehnologija i njena primjena.....   | 14 |
| Slika 3. Primjer AR sustava koji se koristi za otkrivanje plutača i plovila u daljini ..... | 15 |
| Slika 4. Obuka za tehnologije virtualne i mješovite stvarnosti .....                        | 16 |