

# Izazovi upravljanja lukama za suhe rasute terete u 21. stoljeću

---

**Biočić, Tonći**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:293102>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-23**



**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**  
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

DIPLOMSKI STUDIJ POMORSTVO

**IZAZOVI UPRAVLJANJA LUKAMA ZA SUHE  
RASUTE TERETE U 21. STOLJEĆU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Marija Bečić

Ko-mentor:

dr. sc. Antun Asić, kap.d.pl.

Student/Pristupnik:

Tonći Biočić, kap.d.pl.

Dubrovnik, 2022.

REPUBLIKA HRVATSKA  
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
POMORSKI ODJEL  
Diplomski studij Pomorstvo

Ur. broj: 15/22

Dubrovnik, 27. Lipanj 2022.

Kolegij: MENADŽMENT U POMORSTVU

Mentor: doc. dr. sc. Marija Bečić

Ko-mentor: dr.sc. Antun Asić

### **ZADATAK DIPLOMSKOG RADA**

Pristupnik: Tonći Biočić, student ak. 2021. / 2022.

### **ZADATAK : IZAZOVI UPRAVLJANJA LUKAMA ZA SUHE RASUTE TERETE U 21. STOLJEĆU**

Rad treba sadržavati :

1. Vrste i količine tereta u lukama za suhe rasute terete
2. Tipovi i veličine brodova za prijevoz suhih rasutih tereta
3. Tehnologija manipuliranja teretom u lukama za suhe rasute terete
4. Upravljački aspekti luka
5. Problematika luka za suhe rasute terete u 21. stoljeću

Osnovna literatura:

1. Notteboom, T; Pallis, A; Rodrigue, J.P.: Port Economics, Management and Policy, Routledge, New York, 2022.
2. UNCTAD: Review of Maritime Transport – razna izdanja, 1968. – 2021., United Nations, Geneve
3. Bichou, K.: Port Operations, Planning and Logistics,
4. Pinder, D.; Slack, B.: Shipping and Ports in the Twenty-first Century - Globalisation, technological change and the environment, Taylor & Francis e-Library, London, 2004.

Zadatak uručen pristupniku: 15. veljače 2022.

Rok za predaju završnog rada: 30. lipnja 2022.

Mentor: doc.dr.sc. Marija Bečić

Komentor: dr.sc. Antun Asić

Pročelnik Pomorskog odjela:

doc. dr. sc. Srđan Vujičić

## IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam diplomski rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora i komentora.

Ime i prezime studenta:

Tonći Biočić, student Pomorskog odjela, diplomskog studija, smjer Pomorstvo

Potpis

## Zahvala

Zahvaljujem dr.sc. Antunu Asiću, kap., na trudu, razumijevanju, svestranoj i nesebičnoj pomoći i ogromnom strpljenju pri izradi ovog diplomskog rada. Veliko hvala mojoj obitelji na strpljivosti i razumijevanju te svima koji su mi pomogli pri izradi ovog rada svojim savjetima i preporukama.

## **SAŽETAK**

Promet suhim rasutim teretima morem ima jako veliki udjel u ukupnom svjetskom prometu, stoga i ne čudi izuzetna važnost luka za razvoj svjetskog gospodarstva. Luke za suhe rasute teret danas imaju funkciju logističkih centara u kojima se odvija cjelokupna briga o teretima. Uz osnovne karakteristike tereta koji prolaze kroz ove luke kao i opis brodova za prijevoz suhih rasutih tereta i njihovu evoluciju, u ovom radu naglasak je stavljen na tehnologiju ovih luka i izazove koje nove tehnologije donose. Budući da se brodovi puno lakše prilagođavaju novim zahtjevima u odnosu na luke, dat je osvrt na nove izazove i trendove koji stoje pred daljnjim razvojem ovih luka. Na kraju rada razrađena je problematika oko zagađenja u ovim lukama, zbrinjavanje otpada i utjecaj novih zahtjeva i trendova koje nosi tzv. zelena logistika, kao i planove i ciljeve Međunarodne pomorske organizacije kroz donošenje regulativnih rješenja s ciljem očuvanja okoliša.

Ključne riječi: luka, tehnologija, brodovi za rasuti teret, teret, izazovi, zagađenje, okoliš

## **SUMMARY**

Dry bulk transport by sea has a considerable share in the total world trade of goods, so it is not surprising that ports are essential for developing the world economy. Nowadays, ports for dry bulk cargo have more of a function of logistics centres where the entire care of cargo takes place. In addition to the basic characteristics of cargo passing through these ports and the description of dry bulk carriers and their evolution, the emphasis is placed on the technology of these ports and the challenges that new technologies bring. As ships are much easier to adapt to new requirements than ports, a review of the new challenges and trends facing the further development of these ports is given. At the end of this paper, the issue of pollution in these ports, waste disposal, and the impact of new requirements and trends caused by the so-called green logistics, as well as the plan and goals of the International Maritime Organisation through the adoption of regulatory solutions aimed at preserving the environment are presented.

Key words: port, technology, bulk carriers, cargo, challenges, pollution, environment

## SADRŽAJ

SAŽETAK .....	i
SUMMARY .....	i
1. UVOD .....	1
2. RAZVOJ POMORSKIH LUKA I NJIHOVA PODJELA.....	4
2.1 Povijesni razvoj pomorskih luka.....	4
2.2 Definicija luke.....	6
2.3 Podjela luka.....	7
2.4 Temeljne funkcije luka .....	10
2.5 Luka kao logističko čvorište .....	13
3. TERETI U POSLOVANJU LUKA ZA SUHE RASUTE TERETE.....	15
3.1. Osnovna obilježja suhих rasutih tereta .....	15
3.2. Glavni suhi rasuti tereti.....	16
3.2.1. Željezna rudača .....	17
3.2.2. Ugljen.....	19
3.2.3. Žitarice .....	21
3.2.4. Boksit / aluminijev oksid .....	22
3.2.5. Fosfati.....	24
3.3. Sporedni suhi rasuti tereti .....	25
3.3.1. Šećer.....	26
3.3.2. Sol .....	27

3.3.3.	Gips .....	28
3.3.4.	Sumpor .....	29
3.3.5.	Cement .....	30
3.4.	Pomorska trgovina suhim rasutim teretima .....	31
4.	BRODOVI ZA PRIJEVOZ SUHOG RASUTOG TERETA.....	34
4.1.	Osnovne karakteristike brodova za suhi rasuti teret .....	34
4.2.	Podjela brodova za prijevoz suhog rasutog tereta .....	34
4.2.1.	Podjela brodova s obzirom na konstrukcijsku izvedbu.....	35
4.2.2.	Podjela brodova s obzirom na veličinu .....	39
4.2.3.	Podjela brodova prema području plovidbe .....	42
4.2.4.	Podjela brodova prema starosti .....	43
4.3.	Evolucija brodova za prijevoz suhog rasutog tereta .....	43
5.	LUKE ZA SUHE RASUTE TERETE.....	46
5.1	Planiranje i bitni čimbenici za razvoj luke za suhe rasute terete .....	46
5.2.	Tehnologija luka za ukrcaj i iskrcaj suhog rasutog tereta.....	47
5.2.1	Iskrcajni terminali za suhe rasute terete.....	48
5.2.2	Ukrcajni terminali za suhe rasute terete.....	50
5.3.	Skladišni prostori u luci .....	52
5.4.	Sigurnosne mjere u lukama .....	55
5.5.	Sigurnosne zaštitne mjere u lukama .....	57
5.6.	Analiza izazova i trendova koji stoje pred lukama za suhe rasute terete	59



5.7. Digitalizacija luka za suhi rasuti teret.....	62
6. PROBLEM ZAGAĐENJA U LUKAMA ZA SUHE RASUTE TERETE .....	65
6.1. Zagađenje uzrokovano manipulacijom tereta.....	66
6.2. Onečišćenje vode uzrokovano rukovanjem tereta .....	67
6.3 Jaružanje u svrhu održavanja luke .....	68
6.4 Izazovi koji stoje pred lukama u pogledu očuvanja okoliša .....	68
7. ZAKLJUČAK.....	71
LITERATURA .....	72
POPIS SLIKA.....	75
POPIS TABLICA .....	77

## 1. UVOD

Pomorski prijevoz sirovina, energije, poluproizvoda i gotovih proizvoda omogućuje povezivanje nacionalnih i regionalnih gospodarstava u jedinstvenu cjelinu svjetskog gospodarstva. U tom prekomorskom povezivanju luke su čvorišta globalnog opskrbnog lanca i prostorno funkcionalni integrator lučkih aktivnosti.

Početne luke svakog globalnog opskrbnog lanca su luke za rasute (masovne- *bulk*) terete u kojima se manipulira sirovinama i energijom, a od kojih posebno mjesto zauzimaju luke za suhe rasute terete (*dry bulk cargo*). Uloga početnih luka tehnološkog procesa, karakteristike tereta koji se u njima manipulira i karakteristika brodova koje u njih uplovljavaju, stavljaju pred njih specifične zahtjeve u pogledu geografskog smještaja, maritimnih karakteristika, kopnenih površina, prometne povezanosti, sigurnosti i sigurnosne zaštite, tehnologije, efikasnosti i zaštite okoliša.

U zadnjih 40 godina zabilježen je veliki porast potražnje za prijevozom tereta morem u rasutom stanju. Razvojem tehnologije, razvijaju se i posebni brodovi specijalizirani za prijevoz rasutih tereta morem. Posebno značajan porast pomorskog prometa ostvaren je kod dvije osnovne vrste sirovina: željezne rudače i ugljena. Glavni tereti koji se danas prevoze brodovima za rasute terete su prvenstveno željezna rudača, ugljen i žitarice.

Tijekom prva dva desetljeća 21. stoljeća, unatoč gospodarskim krizama koje su se događale, prijevoz suhih rasutih tereta stalno se povećavao. Istovremeno se mijenjala gospodarska i tehnološka okolina pomorskog prijevoza pa tako i luka. Tokovi robe usmjeravali su se u novim smjerovima, a ICT- Informacijska i komunikacijska tehnologija (*Information and communications technology*) je skratila vrijeme prijenosa informacija te smanjila kulturološke i kognitivne udaljenosti.

Političko okruženje lučkog sektora, osim onog koji je djelovao na gospodarska kretanja, djelovao je i na potrebu poboljšanja sigurnosne zaštite luke.

Rast globalnog gospodarstva i povećanje broja i standarda stanovništva doprinosi povećanje onečišćenja zraka i povećanja stakleničkih plinova u atmosferi i posljedičnom

promjeni globalne klime. Luke kao prometno čvorište, a nerijetko i industrijsko središte, značajan su onečišćivač zraka i izvor stakleničkih plinova.

Svrha ovog diplomskog je prikazati važnost terminala za suhe rasute terete, njihov utjecaj na svjetski gospodarski razvoj te izazove i trendove s kojima se sama organizacija ovakvih luka u današnje vrijeme nosi.

Sukladno svrsi postavlja se radna hipoteza:

Luke za suhe rasute terete nezaobilazna su sastavnica cjelokupnog gospodarskog sustava pred kojima se u 21. stoljeću nalaze brojni izazovi

Uz postavljenu radnu hipotezu u radu će se nastojati odgovoriti na slijedeća pitanja:

- A. Uloga luka za rasute terete u globalnom gospodarstvu;
- B. Uvjeti za razvoja luka za suhi rasuti teret;
- C. Utjecaj razvoja brodova na luke;
- D. Utjecaj tehnologije na razvoj i učinkovitost luke
- E. Vrste izazova pred lukama i mogućnosti njihova rješavanja

U izradi Diplomskog rada koristi će se znanstvene metode analize i sinteze kao i druge primjenjive metode.

Od literature će se koristiti znanstvena i stručna literatura te izvješća i podaci s internetskih stranica pojedinih brodarskih društava.

Rad se sastoji od šest uzajamno povezanih poglavlja (cjelina) uključujući uvod i zaključak. Sastavni dio rada čini sažetak (na hrvatskom i engleskom jeziku), popis korištene literature te popis slika.

Prvo poglavlje nakon uvoda definirat će pojmovno značenje luka, njihovih funkcija te podjela uz kratki povijesni razvoj.

Drugo poglavlje baviti će se teretima koji prolaze kroz ove luke, njihove obilježja i glavne karakteristike te količine i partije tereta koji se prevoze. Uz tri glavna tereta željezne rudače, ugljena i žitarica obraditi će se i neki važniji sporedni suhi rasuti tereti.

U trećem poglavlju obraditi će se tipovi brodova koji prevoze suhi rasuti teret, njihove dimenzije, karakteristike uz objašnjenje svih prednosti i nedostataka koji određeni tip broda ima.

Četvrto poglavlje ujedno i najobuhvatnije, stavlja fokus na same luke za suhe rasute terete i njihovu tehnologiju za manipuliranje teretom. Naglasak je na tehnologiji i njezinom utjecaju na učinkovitost luka. Opisani su bitni geografski elementi za sami razvoj ovih luka i važnost zaleđa. Istražuju se izazovi koji su stavljeni pred ove luke s obzirom na sve veće dimenzije brodova te sve zahtjevnije logističke podrške.

U petom poglavlju razrađena je problematika zagađenja u lukama te zbrinjavanja otpada te ekološki stupanj razvijenosti samih luka uz kratak osvrt na sve veću važnost zelenih luka.

Zaključno poglavlje objediniti će i istaknuti spoznaje prethodno stečene u tekstu.

## **2. RAZVOJ POMORSKIH LUKA I NJIHOVA PODJELA**

Pomorske luke oduvijek su bile vrlo važan čimbenik za razvoj svjetskog gospodarstva i predstavljale su mjesto gdje se vrši robno novčana razmjena. One su mjesta gdje se sijeku morski i cestovni putovi te su kroz povijest imale veoma značajnu ulogu.

### **2.1 Povijesni razvoj pomorskih luka**

Razvoj samih luka povezan je sa razvojem pomorske plovidbe i pomorske trgovine. Najstariji pomorci Egipćani, Feničani i Grci koristili su svoja primitivna plovila danja, a noći bi ih izvlačili u zaštićenim uvalama koje su im pružale zaštitu od vjetra i valova. U to vrijeme sama luka nije iziskivala neke veće radove, međutim razvojem trgovine i prometa, brodovi su postajali sve veći te su se sukladno tome morale i razvijati i graditi luke koje će moći primiti sve veće i veće brodove. Prvi radovi na najranijim lukama bili su zaštitni zidovi i produbljivanje dubine da bi veći brodovi mogli pristati. Luke su u tom vremenu bile smještene u samoj blizini gradova. Zbog učestalih napada i nužnosti obrane od neprijatelja tadašnje luke uobičajeno su bile opasane zidinama i lukobranima koji su služili kao zaštita od nevremena, ali i od napada neprijatelja. Najpoznatija takva luka bila je Aleksandrija koja je predstavljala najveću luku rimskog doba i mogla primiti i do 1200 brodova [1, p. 27]. Nakon pada rimskog carstva dolazi do opadanja pomorske trgovine i plovidbe. Ne grade se više velike luke, a vještina gradnje pomalo pada u zaborav. Tek u drugoj polovici 13 stoljeća udruživanjem gradova Baltičkog i Sjevernog mora ponovo se razvija prekomorska trgovina. Ovaj razvoj utječe i na razvijanje i jačanje luka Sredozemlja. Pojavljuje se niz luka u Sredozemnom moru, a od važnijih se ističu Tunis i Tanger na sjevernim obalama Afrike, luke Livorno i Genova na apeninskom poluotoku te dvije luke koje su imale ključnu ulogu u razvoju pomorskog prometa samim tim i razvojem luka i robne trgovine Venecija i Dubrovnik. Slika 1. prikazuje Dubrovnik neposredno prije velikog potresa.



Slika 1. Izgled Dubrovnika i njegove luke u 17. stoljeću.

Izvor: <https://dubrovniklady.files.wordpress.com/2013/07/dubrovnik-prior-to-1667.jpg>

Nakon velikih otkrića potkraj 15. stoljeća potaknut je razvoj pomorske trgovine. Unatoč tome sam izgled luka nije se značajnije mijenjao. Razlog tome leži u činjenici što se veličina i tehnologija brodova također nije mijenjala. Ako bi se i dogodilo da brod ne bi mogao pristati u neku luku, usidrio bi se ispred nje pa bi se manjim brodovima ili brodicama odvezio teret u luku. Tek nakon velike industrijske revolucije početkom 19. stoljeća kada brodovi na jedra bivaju zamijenjeni novim čeličnim parnim brodovima dolazi do bržeg razvoja luka. Povezanost luka sa zaleđem postaje od vitalne važnosti. Pomorski promet se okreće morskom prijevozu velikih količina tereta prvenstveno raznih ruda, ugljena i žita. Naglo se razvijaju luke Sjeverne Amerike, Australije i Europe. Pojavom željeznice dolazi do velikih promjena u razvoju pomorskih luka. Također bitan čimbenik u razvoju velikog broja luka jest probijanje Sueskog kanala kojim se uvelike skratio put između istoka i zapada. Daljnjem razvitku i pojavi novih luka koje će kasnije biti jedne od vodećih u svijetu pogoduje završetak Panamskog kanala. Pomorska trgovina je neupitno bitan čimbenik u razvoju samih luka kao i velika otkrića koja su otvorila nove trgovinske putove, međutim najjači utjecaj na razvoj samih luka imao je razvoj brodarstva koji se kroz povijest razvijao od prvih primitivnih plovila preko jedrenjaka i parobroda do danas suvremenih velikih preoceanskih brodova. Upravo su dimenzije i tehnologija brodova uvjetovale su razvoj pomorskih luka od prvotnih skloništa i zakloništa do suvremenih pomorskih luka današnjice.

## 2.2 Definicija luke

Definicija luke se kroz povijest mijenjala kako se razvijala svjetska tehnologija, gospodarstvo i pravi sustav kao i samo značenje luke. U početku su to bila skloništa u prirodnim uvalama, globalnim razvojem kroz povijest luke postaju mjesta gdje se ukrcavaju i iskrcavaju tereti i putnici, da bi danas imali svjetske moderne luke specijalizirane posebno za manipulaciju određenim vrstama tereta ili ukrcaja i iskrcaja putnika. U svrhu boljeg razumijevanja velike važnosti luka i lučkih sustava definirati će se pojam morske luke. Morska luka (Pomorski zakonik, Narodne novine 181/04, 76/07, 146/08, 61/11, 56/13, 26/15, 17/19) je morski i s morem neposredno povezan kopneni prostor s izgrađenim i neizgrađenim obalama, lukobranima, uređajima, postrojenjima i drugim objektima namijenjenim za pristajanje, sidrenje i zaštitu brodova, jahti i brodica, ukrcaj i iskrcaj putnika i robe, uskladištenje i drugo manipuliranje robom, proizvodnju, oplemenjivanje i doradu robe te ostale gospodarske djelatnosti koje su s tim djelatnostima u međusobnoj ekonomskoj, prometnoj ili tehnološkoj svezi [2]. Iz definicije se vidi da su luke vrlo važan podsustav pomorskog prometnog i gospodarskog sustava pa ne iznenađuje činjenica da je upravljanje najvažnijih od njih od državne važnosti. Na luke se mora gledati kao jedinstven dio lučkog sustava unutar cjelovitog prometnog sustava države, regije ili kontinenta. Lučki sustav kao dio prometnog robnog sustava danas je jedan od najvažnijih ako ne i najvažniji podsustav robnog prometa. Preko njega se obavlja najveći dio međunarodne trgovinske razmjene. Upravo su luke od iznimne važnosti budući da se one nalaze na sjecištu pomorskog s kopnenim, zračnim ili pak vodnim prometom. Uz to što luke zapošljavaju veliki broj ljudi, utječu na razvoj trgovine, proizvodnje, turizma i sl. pa stoga imaju i veliko gospodarsko značenje za lokalnu zajednicu, regiju i državu u kojoj se nalaze. Međutim preduvjet za to je da lučki sustav pravilno funkcionira uz što manje negativnih učinaka po zajednicu. Za to je potrebno da svi njegovi segmenti budu efikasni i međusobno povezani. Kao važnije segmente jednog lučkog sustava mogu se izdvojiti:

- Lučka infrastruktura i suprastruktura
- Prijevozna sredstva
- Sustav veza i informatike
- Model upravljanja
- Tehnologija rada i radna snaga

Država je ta koja donošenjem raznih zakona i planiranjem strateškog razvoja pojedine luke može poticati odnosno sputavati razvoj luke i lučkog sustava. Upravljanje lukama se pretežito odvija putem lučkih uprava te su upravo one odgovorne za pravilnu organizaciju poslovanja i rada u lukama.

Moderna luka sa svojim sadržajima omogućava odvijanje svih aktivnosti koje zahtijevaju suvremena tehnologija i ekonomika pomorskog transporta. U takvoj luci brod nastaje, obavlja trgovačke aktivnosti, u njoj je zaštićen kad ne plovi, u njoj se opskrbljuje svime što mu treba, obavlja potrebne popravke i, konačno, na kraju svojega vijeka, tu završava na rezalištu [3].

### **2.3 Podjela luka**

U današnjoj literaturi postoji mnoštvo podjela luka s obzirom na razne čimbenike. Obilježja luke ovisi o njezinoj prometnoj funkciji kao i njenim ekonomskim i političkim svojstvima. Luke se mogu podijeliti prema više kriterija [1]:

1. Prema načinu izgradnje mogu biti prirodne i umjetne.

Prirodna luka pozicionirana je tako da prirodno ima dovoljnu zaštitu od vjetra i valova dok se ova zaštita kod umjetnih luka postiže gradnjom odgovarajućih lučkih objekata kao npr. lukobrana.
2. Prema namjeni kojoj služe mogu biti luke otvorene za javni promet i luke za posebne namjene.
  - a) Luke otvorene za javni promet su one luke koje pod jednakim uvjetima može upotrebljavati svaka fizička i pravna osoba sukladno njezinoj namjeni i raspoloživim kapacitetima. Ove luke mogu biti otvorene za međunarodni i domaći promet. Prema zakonu o pomorskom dobru i morskim lukama RH – NN 158/2003 luke otvorene za javni promet razvrstavaju se u sljedeće razrede:
    - luke osobitog (međunarodnog) gospodarskog interesa za Republiku Hrvatsku (RH),
    - luke županijskog značaja,
    - luke lokalnog značaja.



b) Luke posebne namjene su one koje služe posebnim potrebama trgovačkog društva, druge pravne ili fizičke osobe ili državnog tijela. Te se luke prema djelatnosti mogu podijeliti na :

- vojne luke,
- luke tijela unutarnjih poslova,
- luke nautičkog turizma,
- trgovačke luke,
- industrijske luke,
- športske luke,
- ribarske luke.

3. Prema osnovnoj podjeli brodova luke se mogu razvrstati u četiri grupe:

- zaklonske luke koje isključivo služe za sklanjanje brodova u slučaju nevremena ili nepovoljnih vremenskih uvjeta.
- ratne luke koje se grade za vojne potrebe, kako u vremenima mira tako i za ratne svrhe.
- komercijalne (trgovačke) luke osposobljene za prihvatanje brodova trgovačke mornarice radi obavljanja lučkih operacija ukrcaja, iskrcaja ili prekrcanja tereta i putnika.
- ribarske luke koje služe za potrebe smještaja ribarskih brodova.

Gdje je luka smještena, odnosno njezin geografski položaj u odnosu na pomorske putove i prometnu povezanost s njezinim zaledem, od velike je važnosti za razvitak određene luke. Prema stupnju razvijenosti luka će ostvarivati određeni godišnji promet.

4. Prema veličini i značenju u svjetskoj robnoj razmjeni luke se mogu podijeliti na:

- svjetske,
- međunarodne,
- nacionalne,
- regionalne,
- lokalne.

Svjetske i međunarodne luke uz veliki protok tereta obilježava i povezanost sa svim ostalim kontinentima. Razlika ove dvije luke je ta što međunarodne luke imaju dosta manji promet i linije prema ostalim lukama svijeta nisu u tolikoj mjeri razgranane.

5. Prema veličini luke se mogu podijeliti na:

- velike,
- srednje,
- male.

6. Prema vodostaju luke mogu biti:

- Otvorene,
- zatvorene (dokovske).

7. Prema smjeru kretanja tereta, luke se mogu razvrstati na:

- uvozne,
- izvozne,
- razvozne,
- tranzitne.

Za rad svake luke važna je vlasnička struktura. U RH luke su u državnom vlasništvu, međutim u svijetu je situacija dosta drukčija.

8. Prema upravljačkoj strukturi i nadležnosti luke se mogu podijeliti na:

- državne,
- komunalne,
- autonomne,
- privatne,
- mješovite.

9. Prema vrsti tereta razlikuju se:

- luke za generalni teret,
- luke za rasute terete,
- luke za tekuće terete,

- putničke luke,
- višenamjenske luke,
- specijalizirane luke.

Višenamjenske luke izgrađene su na takav način da mogu primiti više vrsta brodova i tereta, dok su specijalizirane luke usko vezane za određeni tip brodova ili tereta kao npr. trajektne luke, kontejnerske luke i slično.

## 2.4 Temeljne funkcije luka

Kako se svjetsko gospodarstvo razvijalo mijenjalo se značenje i funkcija luka. Najveće promjene s kojima su se luke suočile su zahtjevi za rastućim količinama i pošiljkama tereta kojeg treba prevesti i rastućim veličinama brodova koje luka mora primiti. Razvoj luka prilagođavao se novim uvjetima te su se luke pozicionirale kao važna prometna središta trgovine.

Djelatnost luka može se svrstati u jednu od tri njene osnovne funkcije:

1. prometna,
2. trgovačka,
3. industrijska.

Promet je oduvijek bio temeljna funkcija luka iz kojeg su se razvile ostale dvije funkcije. U svrhu ostvarivanja prometne funkcije luka mora udovoljavati sljedeće zahtjeve:

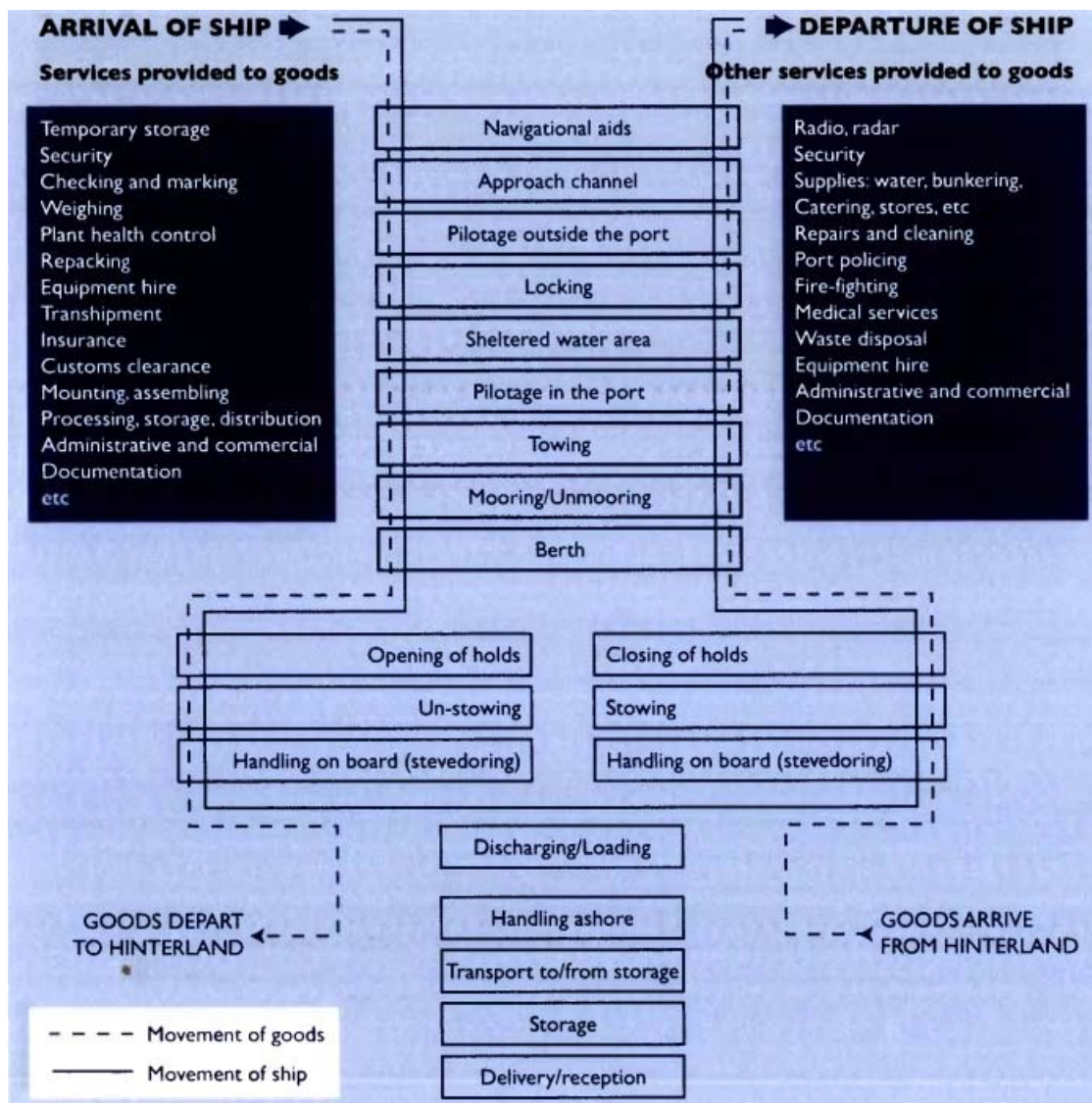
- raspolagati odgovarajućim prekrcajnim kapacitetima,
- imati dobru kopnenu povezanost sa zaleđem,
- razvijene pomorske veze.

Svaka luka teži optimalnom ostvarivanju prometne funkcije. To se može ostvariti jedino ako postoji usklađenost kapaciteta kojima raspolaže određena luka. Razvojem prometne funkcije razvijaju se i ostale funkcije, međutim vrijedi i obrnuto pravilo, odnosno njenom stagnacijom ili nazadovanjem ostale funkcije nestaju ili stagniraju. Trgovačka funkcija luka u potpunosti je zavisna od prometne funkcije. Luka mora zadovoljavati određene uvjete u svrhu uspješnog obavljanja svoje trgovačke funkcije:

- mora imati dobru kopnenu i pomorsku povezanost,

- mora imati dovoljne količine robe,
- mora imati odgovarajući skladišni kapacitet.

Trgovačka funkcija u luci obuhvaća kupoprodaju roba. Na taj način se regulira odnos ponude i potražnje. Neki dodatni zahvati na robi kao npr. pakiranje, punjenje ili sortiranje su također obuhvaćeni ovom funkcijom. Slika 2. prikazuje osnovne funkcije i aktivnosti jedne teretne luke od trenutka dolaska broda do trenutka njegovog odlaska iz luke.



Slika 2. Funkcije i aktivnosti teretne luke.

Izvor: Port and Terminal Management, London 2015, page 69

Dijagram na slici 2. prikazuje glavne operativne i administrativne funkcije neophodno potrebne za rad jedne teretne luke. Dijagram prati funkcije koje se odvijaju od dolaska broda u luku do njegovog isplovljenja. Pruža pregled usluga koje se pružaju brodu i teretu. Međutim ne uključuje složeni portfelj lučkih usluga ni različite kopnene i intermodalne operacije jedne moderne luke.

Luke postaju mjesta idealna za smještaj velikog broja industrijskih grana. U početku je industrijska funkcija bila usko povezana s trgovačkom. Brodogradnja je prva industrijska funkcija u lukama. Industrija se sve više pozicionira u lučkim područjima i na taj način koristi najekonomičniji prijevoz za otpremu svojih sirovina. Ova funkcija izazvala je velike promjene u vanjskom izgledu i organizaciji samih luka. Upravo ova funkcija je razlog negodovanja ili neodobravanja smještaja određene luke od strane lokalne zajednice. Zahvaljujući njoj danas su luke prisilno odmaknute od urbanih središta upravo zbog svog učinka na okoliš i potrebe za velikim površinama na kojima će se smjestiti tvornice i drugi industrijski pogoni.

Razvijene pomorske zemlje sve više nove luke planiraju kao industrijske luke ili industrijske lučke zone sa svim svojim obilježjima i postrojenjima. Na taj način ne premješta se samo industrija iz unutrašnjosti na more, nego uz industriju dolazi čitav niz gospodarskih i društvenih djelatnosti. Taj proces naziva se litoralizacija i predstavlja osnovnu komponentu općeg razvitka i napretka.

Alternativni način razmatranja funkcija luka je promatranje načina na koji su različite usluge strukturirane prema lučkoj imovini i objektima kako je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Raščlamba funkcija luke prema lučkoj imovini i objektima.

<b>Nautička infrastruktura</b> (morski priključak)	<b>Infrastruktura za vez ili pristanište</b> (obalno sučelje)	<b>Lučko nadgrađe</b> (kopneno i intermodalno proširenje)
<b><u>Pomorske usluge</u></b> Očuvanje i zaštita Pristup navigaciji Peljarenje i tegljenje Upravljanje pomorskim prometom Jaružanje i održavanje	<b><u>Usluge terminala</u></b> Vezivanje Usluge vezivanja Skladištenje i upravljanje pristaništem Opskrba (gorivo i ostalo) Operacije na pristaništu	<b><u>Logističke usluge</u></b> Skladištenje i prerada tereta Obrada informacija Usluge iznajmljivanja Usluge popravaka Ostale logističke usluge

Izvor: [Institute of Chartered Shipbrokers: Port and terminal management, London, 2015, page 70]

Luke, kao glavne komponenta pomorske industrije, imaju važnu ulogu u svijetu trgovine, međunarodne logistike i globalnih opskrbnih lanaca. Prepoznato je da upravitelji luka moraju biti svjesni dvaju ključnih svrha modernih luka, a to su luke kao trgovačka vrata i luke kao logistički i distribucijski centri.

Prema gore navedenim funkcijama luka može se zaključiti da su luke izuzetno kompleksni sustavi koji uključuju niz drugih djelatnosti. Bitno je naglasiti da je lučki sustav od vitalne važnosti za poslovanje svake luke. Bez učinkovitog i pouzdanog lučkog sustava ne može se govoriti o učinkovitoj luci. Jedna od navedenih luka u dijelu lučkih podjela, luke za suhi rasuti teret detaljno je razrađena i opisana u petom poglavlju ovoga rada.

## 2.5 Luka kao logističko čvorište

Većina transportnih i distribucijskih sustava sastavljena je od kombinacije veza i čvorova, iako neki distribucijski sustavi još uvijek koriste strukture izravne transportne veze bez čvorišne veze. U sustavu distribucije čvorova i veza, veze predstavljaju transportni sustav dok su čvorovi lokacije za prijenos tereta, multimodalnu razmjenu, skladištenje i čuvanje tereta. Fizički čvorovi u transportnim i distribucijskim sustavima obično se nazivaju terminalima. Terminali možemo definirati kao čvorove u distribucijskim mrežama pošiljatelj-prijevoznik.

Njihova funkcija je olakšavanje kretanja tereta i putnika. Bitno je naglasiti da svi načini prijevoza koriste terminale na određeni način. Terminal može biti bilo koja točka unutar transportnog lanca gdje je kretanje tereta zaustavljeno ili privremeno zaustavljeno radi modalne razmjene, skladištenja ili čuvanja [4, p. 225].

Trgovačke morske luke su dominantna kategorija vodenih terminala i ponekad se kombiniraju s drugim namjenskim terminalima (kao na primjer vojne luke, luke za odmor i razonodu i slično). Iako se sastoje od mnogo vezova, terminali se obično smatraju pod sustavi lučkog sustava (na primjer terminal za suhi rasuti teret, kontejnerski terminal i slično). Ne postoji određena kategorizacija jer se luka može sastojati od više terminala ili može biti svedena na samo jedan terminal. Razvrstavanje vodenih terminala uz cestovne i željezničke terminale može biti zbunjujuća, budući da luke uglavnom rade kao sučelje između pomorskog i kopnenog sustava prometa, pa bi stoga trebali biti zamišljeni kao multimodalni ili intermodalni terminali.

S obzirom na naglasak koji se danas stavlja na protok proizvoda i materijala, suvremeni sustavi proizvodnje i distribucije više se oslanjaju na upravljanje zalihama, a manje na tradicionalno skladištenje. Ova činjenica je dovela do pojave novog tipa objekata kao što su regionalni logistički centri koji obavljaju niz funkcija vezane za proizvod i materijale, uključujući njihovo rukovanje i fizičku distribuciju.

U međunarodnom transportu i logistici, morske luke se mogu tretirati kao pomorski logistički centri za pružanje usluga na sjecištu morskih i kopnenih putova. Uobičajene logističke funkcije luke uključuju rukovanje teretom, skladištenjem i čuvanjem tereta te upravljanje informacijama vezanim za teret. Shema dizajna i planiranja razvoja morskih luka tradicionalno su usredotočene na morske veze kao što su nautički prilazi, obalna infrastruktura, oprema za rukovanje brodovima i tereta i druge povezane obalne objekte. Rezultat toga je da veći dio lučkih operativnih i upravljačkih funkcija usredotočen na more i pojas uz obalu, dok su dizajn, rad luke, marketing javna politika bili gotovo u cijelosti usmjereni prema pomorskom prometu i brodarskim uslugama s malim naglaskom na tokove kopnenog prometa i organizaciju mreže, i mnogo manje o samoj distribuciji unutarnjeg tereta i logističkim sustavima. Posljednjih godina kopnena komponenta lučkog sustava postala je ključan čimbenik u oblikovanju izvedbe i strategija morskih luka.

### 3. TERETI U POSLOVANJU LUKA ZA SUHE RASUTE TERETE

U svrhu razumijevanja problematike i aktivnosti luka za suhe rasute terete (u daljnjem tekstu: luke) neophodno je objasniti glavne i važnije sporedne terete koji prolaze kroz ove luka kao i vrste i karakteristike brodova za rasute terete koji prevoze taj teret. Ovo poglavlje će se orijentirati na sve važne suhe rasute terete koji se danas prevoze u pomorskom prometu.

#### 3.1. Osnovna obilježja suhих rasutih tereta

Rasuti tereti koje se prevoze morem su svi tereti koji se ukrcavaju u brodove bez ikakve ambalaže u rasutom stanju. Taj teret može biti, više ili manje, usitnjen u gromadama (krupniji rasuti teret) ili u gromadama pomiješanim s usitnjenim dijelovima tereta. Poznatiji rasuti tereti su ugljen, željezna rudača, žitarice, sol i drugo. Rasuti teret se krca u brodska skladišta i međupalublje. Oni se prevoze u velikim količinama, a zbog rentabilnosti za njih se grade i posebni brodovi. Zbog prirode rasutog tereta, danas je njihovo krcanje i iskrcavanje gotovo potpuno mehanizirano [5].

Postoje razni načini podjela rasutih tereta, međutim osnovna podjela krutih rasutih tereta prema Međunarodnom pravilniku za prijevoz krutih rasutih tereta (IMSBC<sup>1</sup>) je na tri grupe:

- Grupa A – Tereti koji mogu postati žitki zbog nedopuštene koncentracije vlage;
- Grupa B – Tereti koji mogu imati kemijske opasnosti;
- Grupa C – Tereti koji nemaju svojstva kao tereti navedeni u grupi A i B.

Kao zasebnu grupu rasutih tereta mogu se još izdvojiti i sve vrste žitarica, kao i svi ostali rasuti tereti (npr. tereti velikih gustoća). Suhi rasuti tereti nerijetko su jedini teret ukrcan na brod koji imaju tri osnovna obilježja:

- Pojavljuju se u sipkom stanju (krupnom ili sitnom obliku),
- Različite su gustoće,

---

<sup>1</sup> IMSBC - International Maritime Solid Bulk Cargoes



- Može se grabiti ili sipati, a da se pritom ne gubi vrijednost.

Među glavnim karakteristikama ovih tereta mogu se izdvojiti:

- a) **Faktor slaganja** – definira se kao omjer kubične mjere i njegove težine i izražava se u kubičnim metrima po metričkoj toni ( $m^3/mt$ ).
- b) **Kut rasipanja** – podrazumijeva najveći kut nagiba nekog tereta. Prema IMSBC mjeri se kao kut između vodoravne ravnine i nagiba stošca takvog tereta.
- c) **Sadržaj vlage** – većina suhih rasutih tereta u sebi sadrži vlagu, čiji višak uzrokuje ponašanje tereta kao tekućine.

U svrhu prijevoza, manipuliranja u luci te skladištenju ovi tereta od iznimne je važnosti poznavati fizičko-tehnološka obilježja suhih rasutih tereta. Ova obilježja su iznimno bitna za projektiranje i gradnju prijevoznih sredstava ovih tereta. U zavisnosti od ovih obilježja suhi rasuti tereti mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe:

- Krupni suhi rasuti tereti.
- Sitni suhi rasuti tereti.

Prema ukupnom udjelu u pomorskom prijevozu suhih rasutih tereta razlikuju se [6, p. 259]:

- Glavni tereti u koje se može ubrojiti željeznu rudaču, ugljen, žitarice, fosfat, boksit i aluminijev oksid
- Sporedni tereti u koje se ubrajaju šećer, sol, bentonit, gips, sumpor, piljevina, riba itd.

### **3.2. Glavni suhi rasuti tereti**

Godišnji pomorski promet suhih rasutih tereta ima najveći udjel u ukupnom prijevozu roba morem. Kao glavne terete koji imaju najveću zastupljenost u ovoj pomorskoj grani prijevoza mogu se izdvojiti: željezna rudača, ugljen, žitarice, fosfati, boksit i aluminijev oksid.

To su tereti koji se uglavnom sastoje od neprerađenih prirodnih sirovina, koji se prevoze od mjesta rudarenja ili žetve do mjesta daljnje obrade.

### 3.2.1. Željezna rudača

Pojam željezne rude (tablica 2.) uključuje sve okside i karbonate željeza koji se javljaju u prirodi. Ona je neophodna komponenta za proizvodnju čelika. Od svih ostalih tereta u ovoj skupini željezna rudača ima najveći udjel u ukupnom prijevozu ovih tereta oko 20 % [6, p. 259], gledajući po težini. Uobičajeno faktor slaganja željezne rudače je dosta nizak oko 0,4 m<sup>3</sup>/mt, što znači da skladišta u koja je ukrcana imaju dosta slobodnog prostora. Na ovaj način zbog prevelikog stabiliteta valjanja na moru postaju brža i izraženija. Željezna ruda je prašnjav teret narančaste boje.

Tablica 2. Prikaz karakterističnih vrijednosti željezne rudače prema IMSBC kodeksu

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	1250 – 35000	0.29 – 0.8
Veličina	Klasa	Grupa
do 250 mm	Nije primjenjivo	C

Izvor: [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code), Section 13. p. 236.]

Zbog težine samog tereta izuzetno je važno u ranoj fazi ukrcanja ovog tereta što je moguće ravnomjernije ukrcavati u brodska skladišta da ne bi došlo do prevelikog opterećenja na samo dno broskog skladišta ukoliko se teret ukrcava samo u sredini.

Željezna rudača kao teret može u sebi sadržavati količinu vlažnosti koja ako je preko dozvoljene može bit velika ugroza sigurnosti broda na njegovom putovanju do luke iskrcanja. U svrhu sprječavanja neželjenih događaja na moru dok je brod pod teretom željezne rudače od vitalne je važnosti prije samog ukrcanja i prijama tereta na brod provesti tzv. kan test. Pomoću ovog testa, koji se provodi trešnjom ili vrtnjom uzorka tereta željezne rudače u manjoj posudi, može se ustanoviti postoji li opasnost od pretvaranja željezne rudače u tekuće stanje uslijed vibracija. Pored ovoga prije samog ukrcanja zapovjednik je dužan tražiti deklaraciju o teretu koji treba ukrcati gdje je naznačena količina vlage u teretu. Slika 3. prikazuje australsku luku Dampier sa terminalom za ukrcaj željezne rude te okolnim rudnikom željezne rudače iz kojeg se preko lučkog postrojenja teret ukrcava na brodove.



Slika 3. Luka Dampier – Australija.

Izvor: <https://www.gtreview.com/mining-iron-oreloading-iron-ore-on-a-ship-at-dampier-western-australia/>

Kao što prikazuje slika 3. dosta luka koje izvoze željeznu rudaču teret drže na otvorenome gdje je isti izložen oborinama koje povećavaju kritičnu vlažnost tereta. Ovo je iznimno osjetljivo i treba posvetiti dužnu pažnju u utvrđivanju postotka vlage u lukama Indonezije i Indije. Ukoliko se ukrca željezna rudača s prevelikim postotkom vlage izgledno je da će se ona u putovanju pretvoriti u tekućinu koja može izazvati prevrtanje broda. Na slici 4. prikazan je izgled broskog skladišta u kojem se dogodila pretvorba željezne rudače u tekućinu.



Slika 4. Posljedica nedozvoljenog postotka vlage na ukrcanom teretu željezne rude.

Izvor: Carrying solid bulk cargoes safely, Lloyd Register, 2013, p. 7

Posljedice ukrcane željezne rudače s nedozvoljenim postotkom vlage, kao što prikazuje slika 4. mogu biti ozbiljne pa čak i katastrofalne. Zabilježeno je dosta slučajeva opasnog

naginjanja brodova uslijed likvefakcije željezne rude u žitko (blatno) stanje zbog velike vlage u sebi, međutim bilo je i slučajeva kada se brod prevrnuo i potonuo upravo zbog ovog svojstva željezne rude.

### 3.2.2. Ugljen

Prema analizama i podacima UNCTAD-a<sup>2</sup> iz 2021. godine ugljen (tablica 3.) je drugi najzastupljeniji rasuti teret, odmah poslije željezne rudače. Faktor slaganja za ugljen varira te se najčešće kreće oko vrijednosti 1,3 m<sup>3</sup>/mt.

Tablica 3. Prikaz karakterističnih vrijednosti ugljena prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	654 – 1266	0.79 – 1.53
Veličina	Klasa	Grupa
do 50 mm	MHB	B ( i A)

Napomena: \*MHB – eng. *Materials hazardous only in bulk* hrv. Opasni materijali kada se prevoze u velikim količinama; Tereti koji imaju kemijsku opasnost kada se prevoze u velikim količinama osim tereta koji su klasificirani kao opasni teret po IMDG kodeksu (IMDG – International Maritime Dangerous Goods, hrv. Međunarodni pomorski kodeks za prijevoz opasnih tvari).

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 140]

Ugljen je vrsta tereta koja spada u rasute terete, te se kao takav i ukrcava na brodove specijalizirane za prijevoz rasutog tereta. Ugljen je prirodno čvrsto fosilno gorivo jako male tvrdoće, koje se vadi iz različitih dubina Zemljine kore, gdje se nalazi pokriveno sedimentnim slojevima, često tvoreći goleme naslage. Osnovna podjela ugljena je na prirodni i umjetni. Prirodni nastaje dugotrajnim procesom karbonizacijom ili pougljenjivanje dok se umjetni

---

<sup>2</sup> UNCTAD - United Nations Conference on Trade and Development

ugljen dobiva posebnim postupcima na način da se organska materija zagrijava bez prisutnosti zraka. Taj proces naziva se suha destilacija [7].

U pomorskom prijevozu ugljen se može podijeliti na [8, p. 134]:

- Ugljen – bilo koji ugljen, uključujući veličine razreda, sitno granulirani ugljen, ugljen kaša ili antracit.
- Ugljene granule gornje veličine do sedam milimetara (*Coal duff*).
- Ugljena kaša – ugljen s česticama uglavnom ispod jednog milimetra minimalne veličine (*Coal slurry*).
- Koks – čvrsti ostaci od destilacije ugljena ili nafte (*Coke*).
- Sitno granulirani ugljen – veličine ispod sedam milimetara.

Slika 5. prikazuje proces ukrcaja termalnog ugljena na brod u kineskoj luci Huanghu.



Slika 5. Proces ukrcaja termalnog ugljena na brod.

Izvor: <https://www.globaltimes.cn/page/202012/1210805.shtml>

Teret ugljena spada u opasne terete zbog svojih svojstava. Najčešće opasnosti prijevoza su:

- Mogućnost samozapaljenja,
- Ispuštanje opasnih plinova i eksplozija.

Samozapaljenje tereta događa se u praksi puno češće nego eksplozija. U slučaju da se ugljen ukrcavao pod visokim temperaturama, to jest, ako mu je temperatura bila veća od 55°C,

u samom prijevozu može doći do samozapaljenja. Slika 6. prikazuje jedan takav neželjeni događaj samozapaljenja ugljena u brodskom skladištu.



Slika 6. Samozapaljenje ugljena u brodskom skladištu.

Izvor: Carrying solid bulk cargoes safely, Lloyd Register, 2013, p. 12

Iako je svaka vrsta podjele važna, u pomorskom prijevozu s obzirom na svojstva ugljena, najvažnija podjela obzirom na potražnju za prijevozom je podjela na metalurški ugljen (*coking coal*) i termalni ugljen (*steam coal*). Metalurški ugljen ima nizak udio sumpora i fosfora i može podnijeti veliku temperaturu, dok je s druge strane termalni ugljen, prikazan na slici 5., pogodan za proizvodnju električne energije. Potrebno je istaknuti da prilikom najave luke ukrcaja na brod stigne podatak s punim imenom ugljena koji se namjerava ukrcavati i svim njegovim bitnim svojstvima. Prema tim informacijama potrebno je proučiti sve potrebne sigurnosne mjere i osigurati mogućnost primjene tih mjera prije početka ukrcaja tereta.

S ciljem da se izbjegnu neželjeni događaji iznimno je bitno vršiti dobar nadzor prilikom samog ukrcaja ovog tereta te redovito kontrolirati temperaturu ugljena pri ukrcaju. Također tijekom putovanja vrlo je važno pridržavati se uputa krcatelja i vršiti provjera tereta prema njihovim uputstvima.

### 3.2.3. Žitarice

Pod zajednički naziv žitarice može se ubrojiti: pšenica, kukuruz, ječam, zob, raž, proso, soja, itd. Uz željeznu rudaču i ugljen, žitarice su treći najvažniji suhi rasuti teret koji se prevozi morem. Faktor slaganja varira zavisno o kojoj je žitarici riječ, ali za prosječan slaganja

žitarice može se uzeti 1,3 m<sup>3</sup>/mt. Sve žitarice spadaju u sipke rasute terete te zbog toga svojstva ukrcaj takvih tereta podliježe dodatnim zahtjevima prilikom samog izračuna ukrcaja tereta. Po svojoj naravi žitarice su kvarljivi teret, pa je stoga potrebno voditi brigu o nekoliko važnih stvari prilikom transporta morem. Poklopci brodskih skladišta moraju biti takvi da ne propuštaju vodu unutar skladišta. Tijekom cijelog putovanja prema preporukama krcatelja važno je vršiti ventilaciju tereta. Nakon završetka ukrcaja žitarica u većini slučajeva se vrši tzv. fumigacija, odnosno proces ubijanja insekata koji su ukrcani zajedno sa žitaricom u brodska skladišta. Plinovi od fumigacije opasni su i za čovjeka, pa je izuzetno važno pridržavati se svih uputa i preporuka tvrtke koja je provela fumigaciju posebno onaj dio o otvaranju brodskih skladišta i ulazak u njih. Slika 7. prikazuje proces ukrcaja žita u brodsko skladište.



Slika 7. Ukrcaj žita u brodsko skladište broda.

Izvor: <https://www.wsp.com/en-SE/insights/a-solution-for-exporting-grain-in-the-rain>

Vrlo je važno da nakon završetka ukrcaja teret bude poravnat i kutovi brodskih skladišta što je moguće više ispunjeni. Ukoliko se ovo ne učini, tijekom prijevoza uslijed vibracija žitarice će se polako padati i ukoliko je u kutovima skladišta prazan prostor oni će ga početi ispunjavati, što može rezultirati opasnim nagibom broda.

#### **3.2.4. Boksit / aluminijev oksid**

Osnovni materijal za proizvodnju primarnog aluminijskog oksida je aluminijev oksid koji se dobije preradom rude boksita. Ruda boksita je mineral crvenkasto-smeđe do smeđo-žute boje nalik na glinu i zemljani mineral, netopiv u vodi čiji faktor slaganja dosta varira (tablica 4.). Boksit je nezapaljiv teret te je rizik od požara dosta mali. Međutim pažnju treba obratiti na postotak vlage

ovog tereta budući da se zbog prevelikog sadržaja vlage teret tijekom transporta postupno može pretvoriti u tekućinu, što može značajno utjecati na stabilnost broda.

Preradom rude boksita u aluminijev oksid (*alumina*) dobiva se potpuno drugi teret sa potpuno drugačijim zahtjevima prijevoza morem. Aluminijev oksid je fin, bijeli prah bez mirisa s malo ili bez vlage. Netopljiv u organskim tekućinama. Prilikom ukrcanja na brod stvara izrazitu prašinu koja nadražuje oči i sluznice. Zbog svoga izrazito sipkog stanja prilikom ukrcanja aluminijevog oksida preporuča se ukrcavanje na sredini broskog skladišta bez puno nepotrebnih mijenjanja pozicija ukrcanja jer zbog svog svojstva teret se pravilno raspoređuje u broskom skladištu. Također valja napomenuti da poklopci broskih kaljuža moraju biti dobro zaštićeni separacijom koja sprječava ulazak tereta u brodske kaljuže.

Tablica 4. Prikaz vrijednosti boksita i aluminijevog oksida prema IMSBC kodeksu.

<b>Boksit</b>		
Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	1100-2000	0.50 – 0.91
Veličina	Klasa	Grupa
do 500 mm	Nije primjenjivo	C

<b>Aluminijev oksid</b>		
Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	781-1087	0.92 – 1.28
Veličina	Klasa	Grupa
fini prah	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 58&98]

Koliko je teret boksita prašnjav najbolje pokazuje proces njegovog ukrcanja na brod u poznatoj afričkoj luci Kamsar prikazan na slici 8.





Slika 8. Ukrcaj boksita u luci Kamsar.

Izvor: [https://stock.adobe.com/images/loading-bulk-carrier-ship-with-bauxite-aluminum-ore-at-kamsar-port-guinea/249546678?asset\\_id=340725671](https://stock.adobe.com/images/loading-bulk-carrier-ship-with-bauxite-aluminum-ore-at-kamsar-port-guinea/249546678?asset_id=340725671)

### 3.2.5. Fosfati

Fosfati su također uz već navedene terete izuzetno zastupljeni u prijevozu morem u rasutom stanju. Fosforit je jako važan materijala za stvaranje fosfatnog gnojiva, koji nastaje kao produkt djelovanja fosforne kiseline iz organskih ostataka na kalcit [7]. On je dosta prašnjav te je preporuka prije ukrcaja ovog tereta zaštititi sve ventilacijske otvore na nadgrađu broda, a brodska skladišta koja se ne ukrcavaju držati zatvorenim. Faktor slaganja za ovaj teret također varira, međutim prosječni faktor slaganja iznosi oko  $0,9 \text{ m}^3/\text{mt}$  (tablica 5.).

O kakvom teretu se radi i koliko stvara prašine najbolje govori slika 9. koja prikazuje ukrcaj fosforita na brod za rasuti teret u egipatskoj luci Hamrawein.



Slika 9. Ukrcaj fosforita u luci Hamrawein.

Izvor: <https://madinagp.com/export/>

Tablica 5. Prikaz karakterističnih vrijednosti fosforita prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	794 – 1563	0.64 – 1.26
Veličina	Klasa	Grupa
Nije primjenjivo	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 303]

### 3.3. Sporedni suhi rasuti tereti

Iako znatno manje zastupljeni u pomorskom prijevozu nego već spomenuti glavni suhi rasuti tereti s obzirom na težinu koja se godišnje preveze morem, važnost tereta ove skupine nije umanjena. Tome ide u prilog i činjenica da je već dugi niz godina najveća međunarodna pomorska trgovina upravo suhih rasutih tereta [9, p. 8].

U današnjoj pomorskoj trgovini postoji jako velikih broj tereta koje se može ubrojiti u ovu skupinu, međutim u ovom radu spomenuti će se samo oni najvažniji.

### 3.3.1. Šećer

Zavisno o vrsti, šećer (tablica 6.) može biti smeđi ili bijeli s vrlo malim postotkom vlage, do 0,05 %. Kako je šećer topiv u vodi, prodor vode u brodska skladišta može stvoriti zračne prostore u samom teretu prilikom transporta. Opasnosti su tada slične opasnostima onih tereta koji se zbog prevelikog udjela vlage u sebi mogu prilikom prijevoza pretvoriti u tekućinu. Sam šećer kao teret nije opasan, međutim poklopci brodskih skladišta moraju biti vodonepropusni radi sprječavanja opasnosti likvefakcije šećera. Slika 10. prikazuje proces iskrcaja sirovog šećera lučkim dizalicama u luci Toronto.



Slika 10. Iskrcaj sirovog šećera u luci Toron.

Izvor: <https://torontolife.com/food/redpath-refines-shipload-raw-sugar/>

Tablica 6. Prikaz karakterističnih vrijednosti šećera prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	625 – 1000	1.00 – 1.60
Veličina	Klasa	Grupa
do 3 mm	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 369]

### 3.3.2. Sol

Sol (tablica 7.) za razliku od šećera ima nešto veći udio vlage, do 5,5 %. Bijele je boje najčešće kao fina bijela zrna. Kao i kod šećera, sol je topiva u vodi te predstavlja potencijalnu opasnost za stabilitet broda ukoliko u brodsko skladište prodre voda. Sol kao teret nije opasan. Slika 11. prikazuje ukrcaj tereta soli u indijskoj luci Kandla.



Slika 11. Ukrcaj soli u luci Kandla brodskim dizalicama i grabilicama

Izvor: <https://rankers.in/salt/>

Djeluje dosta nagrizajuće na željezne dijelove broskog skladišta s kojima dođe u kontakt, stoga dijelove teretnog prostora kao što su podnica skladišta, bočne stijenke do visine do koje se očekuje da će biti visina ukrcane soli moraju biti premazane vapnom radi sprječavanja korozije. Brodski prostor ne smije se ventilirati tijekom prijevoza do luke iskrcaja.

Tablica 7. Prikaz karakterističnih vrijednosti soli prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	893 – 1235	0.80 – 1.12
Veličina	Klasa	Grupa
do 12 mm	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 326]

### 3.3.3. Gips

Gips je prirodni hidratizirani kalcijev sulfat. Netopiv je u vodi. Prosječan sadržaj vlage je 1-2 %. Spada u grupu mekih minerala. Faktor slaganja varira, ali za srednji faktor slaganja može se uzeti 0,72 m<sup>3</sup>/mt (tablica 8.). Transportira se u obliku finog bijelog praha koji ima tendenciju skupljanja u grudice. Slika 12. prikazuje ukrcaj gipsa u španjolskoj luci Garrucha.



Slika 12. Ukrcaj gipsa u luci Garrucha.

Izvor: <https://www.spanishpropertyexpert.com/the-port-of-garrucha-exports-twice-as-much-as-those-of-almeria-and-carboneras-combined/>

Za ovaj teret nema nekih bitnih preporuka osim što se ovaj teret nikako se ne smije ukrcavati na brod tijekom bilo kakvog kišnog vremena. Gips ne spada u opasne terete i ima nisku stopu rizika zapaljenja.

Tablica 8. Prikaz karakterističnih vrijednosti gipsa prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	1282 – 1493	0.67 – 0.78
Veličina	Klasa	Grupa
do 100 mm	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 225]

### 3.3.4. Sumpor

Sumpor (tablica 9.) se u prirodi pojavljuje samorodan i u spojevima. Prirodni elementarni sumpor dobiva se rudarskim iskopavanjem ili se u podzemna nalazišta uvodi vodena para, a nastala se sumporna talina komprimiranim zrakom potiskuje kroz cijevi na površinu (Frashov postupak). Čisti se sublimacijom ili pretaljivanjem. Sumpor se rabi za uništavanje štetočina, za vulkanizaciju kaučuka, za proizvodnju sumporne kiseline i drugih kemikalija, sumpornih bojila, u mastima i preparatima protiv kožnih bolesti itd [7].

Zbog izrazito agresivnog djelovanja u slučaju kontakta s vodom, brodska skladišta u koje se ukrcava sumpor moraju biti u jako dobrom stanje te premazana zaštitnim premazom. Slika 13. prikazuje proces ukrcaja sumpora na brod u kanadskoj luci Vancouver.



Slika 13. Ukrcaj sumpora u luci Vancouver.

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=46jDtG0afak>

Sumpor u rasutom stanju je izrazito prašnjav teret te je prije manipulacije njime potrebno zaštititi ventilacijske otvore na nadgrađu te držati druga brodska skladišta zatvorena. Što se tiče ventiliranja tereta tijekom prijevoza preporuka je koristiti samo površinsku ventilaciju. Svi ventilatori teretnih prostora za ovaj teret moraju biti opremljeni zaslonima za sprječavanje iskri.

Tablica 9. Prikaz karakterističnih vrijednosti sumpora prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	1053 – 1176	0.85 – 0.95
Veličina	Klasa	Grupa
Grudice raznih veličina	4.1	B

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 375]

### 3.3.5. Cement

Cement u rasutom stanju (tablica 10.) također zauzima važno mjesto u prijevozu sporednih rasutih tereta morem. Ukrcaj ovog tereta je dosta specifičan i dosta se razlikuje od klasičnog ukrcaja ostalih rasutih tereta. Naime, za razliku od ostalih tereta ovaj se teret ukrcava na brod sa zatvorenim poklopcima brodskim skladišta, jer je izuzetno prašnjav i osjetljiv na vlagu. Obično brodovi za prijevoz rasutih tereta imaju na poklopcima otvore koji se skidaju prilikom ukrcaja cementa te se u te otvore umeće cijev postrojenja preko koje se ubacuje teret na brod. U tom slučaju potrebno je tijekom ukrcaja otvoriti dva ulaza u brodsko skladište te poklopce od ventilacije na poklopcima brodskih skladišta radi oduška zraka kako bi se spriječila oštećenja konstrukcije zbog velikog tlaka. Slika 14. prikazuje proces ukrcaja cementa u rasutom stanju u brodsko skladište koristeći zatvoreni sustav ukrcaja.



Slika 14. Ukrcaj cementa zatvorenim sustavom.

Izvor: <https://bulkcarrierguide.com/bulk-cement-&-clinker-handling.html>



Bitno je napomenuti da i ulazi i ventilacijski otvori moraju bit prekriveni prozračnom tkaninom, tzv. Separacijom, da umanju prašnjavost prilikom ukrcaja. Brodska skladišta moraju biti potpuno suha jer u protivnom dolazi do stvrduća dijela tereta što otežava iskrcaj i pripremu skladišta za sljedeći teret. Također posebnu pažnju treba obratiti na kaljužne zdence, da su dobro zaštićeni i da ne postoji mogućnost prodora cementa u njih tijekom prijevoza. Kao najvažniju radnju koju treba napraviti nakon iskrcaja ovog tereta je dobro pomesti brodsko skladište i uvjeriti se da su ostatci tereta izbačeni van skladišta prije samog pranja, jer u protivnom cjevovodi kaljuže znaju zablokirati od stvrnutog cementa u cijevima i time značajno narušiti samu sigurnost broda.

Tablica 10. Prikaz karakterističnih vrijednosti sumpora prema IMSBC kodeksu.

Kut rasipanja	Gustoća tereta [kg/m <sup>3</sup> ]	Faktor slaganja [m <sup>3</sup> /mt]
Nije primjenjivo	1000 – 1493	0.67 – 1.00
Veličina	Klasa	Grupa
Do 0.1 mm	Nije primjenjivo	C

Izvor : [International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC), section 13. p. 124]

Ukoliko se stvrnuti dijelovi cementa koji se zalijepio na stjenke brodskih skladišta nisu odstranili ili brodska posada nije u mogućnosti to napraviti, biti će potrebno unajmiti profesionalnu tvrtku s obale da obave pranje i pripremu brodskih skladišta za sljedeći teret.

### 3.4. Pomorska trgovina suhim rasutim teretima

Tijekom posljednjih 50 godina pomorska trgovina doživjela je izuzetan razvoj. Danas ona predstavlja udio između 80 i 90 % ukupne međunarodne trgovine. To je izrazito naglašeno u zemljama u razvoju u kojima je trgovina kopnenim i zračnim prometom dosta ograničena. Tablica 11. prikazuje uvid u trendove pomorske trgovine od 1970. godine. Podaci sa slike otkrivaju pomak trgovine od tekućeg do suhog rasutog tereta. Ova promjena se javlja 1980.-ih godina kada je došlo do smanjenja trgovine naftom i plinom za oko 10 %, što odražava pad potrošnje nafte u glavnim zemljama potrošačima, dok se trgovina glavnim suhim rasutim teretima povećalo za oko 60 %. 1970.-ih godina nafta i plin činili su oko 55 % ukupne pomorske trgovine da bi taj udio opao na oko 30 % u 2017. godini [10, p. 4]. Ovaj pomak



dotatno je naglašen brzim razvojem prerađivačke trgovine, što je uključeno u kolonu "suhi teret osim glavnih rasutih tereta" u tablici 11.

Tablica 11. Razvoj međunarodne pomorske trgovine u odabranim godinama (u milijunima tona).

Year	Crude oil, Petroleum products & Gas		Dry cargo other than main bulks <sup>a</sup>	Total (all cargoes)
	Gas	Main bulks <sup>a</sup>		
1970	1 440	448	717	2 605
1980	1 871	608	1 225	3 704
1990	1 755	988	1 265	4 008
2000	2 163	1 295	2 526	5 984
2005	2 422	1 711	2 976	7 109
2006	2 698	1 713	3 289	7 701
2007	2 747	1 840	3 447	8 034
2008	2 742	1 946	3 541	8 229
2009	2 642	2 022	3 194	7 858
2010	2 772	2 259	3 378	8 409
2011	2 794	2 392	3 599	8 785
2012	2 841	2 594	3 762	9 197
2013	2 829	2 761	3 924	9 514
2014	2 825	2 988	4 030	9 843
2015	2 932	2 961	4 131	10 024
2016	3 055	3 041	4 193	10 289
2017	3 146	3 196	4 360	10 702

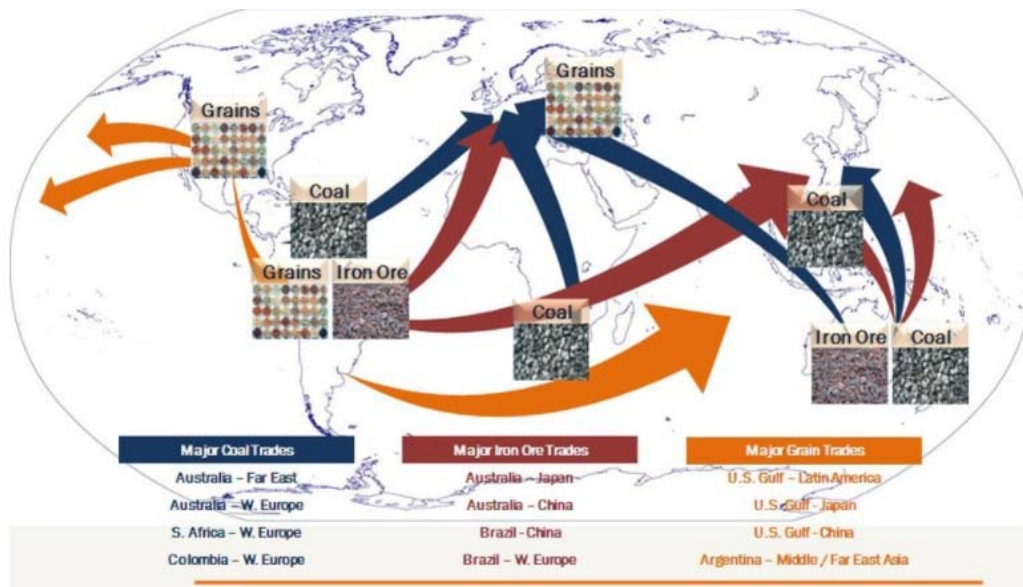
Napomena: Kolona "main bulk" podrazumijeva terete željezne rudače, ugljena i žitarice.

Izvor : UNCTAD - 50 years of review of maritime transport, 1968.-2018.

Iz tablice 11. jasno se vidi da se kontinuirano ukupna količina prevezenog suhog rasutog tereta povećavala. Tijekom 1980.-ih godina dolazi do prevage suhih rasutih tereta koji postaju vodeći teret u ukupnoj pomorskoj trgovini i da to mjesto sigurno drži i danas.

Putovanje brodova za suhe rasute terete se ugovaraju prema zahtjevima tržišta. Dok postoji stalan protok rasutog tereta iz zemalja izvoznica u industrijske zemlje, poplave, suše ili druge prirodne katastrofe mogu utjecati na prinos usjeva regije, mijenjajući cijene i trgovačke tijekove robe. Trgovine ovim teretima se ne odvijaju kao primjerice kod kontejnerskog prijevoza po već utvrđenom rasporedu, te se nerijetko događa da se sljedeća odredišna luka imenuje neposredno prije samog isplavljenja. Čak se može i dogoditi da se luka odredišta promjeni tijekom samog putovanja. Međutim glavni pomorski putovi za glavne suhe rasute

terete se ne mijenjaju baš znatno tijekom godina. Glavni pomorski putovi za željeznu rudaču, ugljen i žitarice prikazani su na slici 15.



Slika 15. Glavni pomorski pravci u trgovini suhих rasutih tereta morem.

Izvor : <https://sumoy.files.wordpress.com/2012/05/drybulk.jpg>

Glavnih pravci trgovine željezne rudače polaze iz Južne Amerike za Europu i Daleki istok, te iz Australije za Daleki istok. Može se spomenuti i trgovinski pravac iz Indije prema Dalekom istoku koji je danas ipak nešto slabije zastupljen nego nekoliko godina unatrag. Što se tiče trgovine ugljena značajan uvoznik je Europa i Daleki istok, dok su izvoznici sjeverne zemlje Južne Amerike, Južnoafrička Republika te Australija. Kod žitarica glavni izvoznici su Sjeverna i Južna Amerika. Izvoz iz Sjeverne Amerike prvenstveno ide prema Dalekom istoku i zemljama Srednje Amerike, dok izvoz iz Južne Amerike vodi uglavnom prema Dalekom istoku, kao što se može vidjeti iz slike 15.

## **4. BRODOVI ZA PRIJEVOZ SUHOG RASUTOG TERETA**

Prema generalnoj podjeli, brodovi koji prevoze rasuti teret mogu se podijeliti na [6, p. 28]:

- Brodovi za prijevoz tekućih rasutih tereta (*liquid bulk carrier*),
- Brodovi za prijevoz suhих rasutih tereta (*dry bulk carrier*).

U ovome poglavlju detaljno će se opisati brodovi za prijevoz suhих rasutih tereta. Početkom 2021. godine ukupna svjetska flota brodova iznosila je 99 800 s oko 2,13 bilijuna tona ukupne bruto nosivosti. Da bi se naglasila važnost brodova za suhi rasuti teret, važno je napomenuti da njihova zastupljenost od prethodno navedene ukupne nosivosti svjetske flote iznosi 42,77 %, iza njih slijede tankeri s 29,0 % udjela [9, p. 31]. Iz svega ovoga vidljivo je da su brodovi za prijevoz suhих rasutih tereta jako bitni i zauzimaju vrlo važno mjesto u svjetskoj trgovini roba morem.

### **4.1. Osnovne karakteristike brodova za suhi rasuti teret**

Brodovi za suhi rasuti teret su konstruirani tako da mogu prevesti velike količine rasutog tereta kao što je ugljen, žitarice, željezna ruda i sl. Dosta često ovi brodovi prevoze samo jednu vrstu tereta, međutim mogu krcati i više vrsta tereta za isto putovanje. Ukrcaj i iskrcaj može se obaviti preko lučkog postrojenja ili brodskim dizalicama. Ipak velika većina ovih brodova nije opremljena dizalicama pa se operacije ukrcaja i iskrcaja obavljaju isključivo opremom u vlasništvu luke. Brodovi koji imaju dizalice obično su puno manji. Prednost takvih brodova je što mogu obavljati operacije ukrcaja ili iskrcaja i na sidrištima bez potrebe organiziranja plutajućeg postrojenja za te operacije. Zbog ukrcaja velikih količina tereta uglavnom velikim brzinama potrebno je posebnu pozornost obratiti na plan ukrcaja i opterećenja na brodsku konstrukciju tijekom ukrcaja ili iskrcaja tereta.

### **4.2. Podjela brodova za prijevoz suhog rasutog tereta**

Danas u raznoj literaturi postoje mnoge podjele brodova za prijevoz suhих rasutih tereta, međutim kao najvažnije podjele ovih brodova može se izdvojiti sljedeće [11]:

- prema konstrukcijskoj izvedbi,
- veličini ili nosivosti,

- području plovidbe,
- starosti.

Svakako od gore navedenih vrsta podjele ovih brodova najpoznatija je ona prema veličini ili nosivosti. U daljnjem tekstu obraditi će se posebno svaka podjela i svi pripadajući brodovi te podjele.

#### **4.2.1. Podjela brodova s obzirom na konstrukcijsku izvedbu**

U ovu podjelu spadaju svi brodovi za suhi rasuti teret koji se razlikuju jedan od drugoga po konstrukciji. Prema konstrukcijskog izvedbi u brodove za prijevoz suhog rasutog tereta ubrajaju se šest uobičajenih vrsta ovih brodova.

##### **a) Brodovi za prijevoz suhих rasutih tereta bez dizalica**

U ovu skupinu spadaju brodovi koji nisu opremljeni uređajima za manipulaciju teretom. Puno su većih dimenzija i kapaciteta nego brodovi koji imaju teretne dizalice. Činjenica da nisu opremljeni dizalicama znači da ovi brodovi mogu ići u luke koje su opremljene lučkim postrojenjima za manipulaciju teretom ili na sidrišta gdje luka može omogućiti plutajuće postrojenje za ukrcaj ili iskrcaj tereta. Prednost ovih brodova je što je količina tereta koji se prevozi u velikoj mjeri veća nego kod brodova opremljenim dizalicama. Vrlo važna prednost je i cijena, budući da ovi brodovi nemaju zahtjevu instalaciju brodskih teretnih dizalica, kao i njihovo održavanje. Obično ovi brodovi mogu imati sedam, devet ili 11 brodskih skladišta dok su jako rijetki oni s pet brodskih skladišta u izvedbi bez teretnih dizalica.

##### **b) Brodovi za prijevoz suhих rasutih tereta s teretnim dizalicama**

Ovi brodovi su opremljeni teretnim dizalicama i to obično s četiri, a u nekim slučajevima i s tri teretne dizalice. Konstrukcijski dosta su slični izvedbi ovih brodova bez dizalica samo su dosta manji. Prednost ovih brodova je da sami mogu i ukrcavati i iskrcavati teret. Obično su opremljeni i grabilicama koje se pričvršćuju na teretne dizalice. Budući da mogu prevesti manje tereta od izvedbe bez dizalica ovi brodovi imaju i znatno manje gazove što im omogućuje dolazak u veći broj luka, a ujedno samostalno mogu obavljati operacije ukrcaja i iskrcaja tereta

i na sidrištima. Nedostatak je nešto veća cijena zbog instalacije teretnih dizalica i trošak održavanja je znatno veći.

c) Kombinirani brodovi za rasuti teret

U prošlosti su brodovi za prijevoz rasutih tereta bili dizajnirani i građeni za prijevoz krutih i tekućih rasutih tereta, takozvani kombinirani brodovi. Pri čemu se razlikuju dvije vrste kombiniranih brodova [6, p. 261]:

- OBO<sup>3</sup> brodovi (Ruda/Rasuti teret/Nafta) - Izvedba ovakvih brodova u usporedbi s konvencionalnim brodovima za rasuti teret je puno skuplja. Ovi brodovi imaju mogućnost prijevoza rude kao i nafte. Na ovim brodovima postoji mogućnost ukrcaja rude u brodska skladišta dok se nafta ukrcava u viseće tankove. Stvarni kapacitet njihovih skladišta je veći nego na bilo kojem drugom brodu za rasuti teret, budući da se brodska skladišta protežu cijelom širinom broda. Takav jedan brod prikazan je na slici 16.



Slika 16. OBO brod.

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ore-bulk-oil\\_carrier](https://en.wikipedia.org/wiki/Ore-bulk-oil_carrier)

---

<sup>3</sup> OBO – Ore Bulk Oil

- OCO<sup>4</sup> brodovi (Ruda s naftom) - imaju zasebna brodska skladišta za kruti i zasebna za tekući rasuti teret čime su se izbjegla mnogobrojna čišćenja skladišta nakon promjene tereta.

Niti jedan od ove dvije vrste brodova nije bio u masovnoj proizvodnji, prije svega zbog ograničavajućih faktora primjene. Ovi brodovi su se pojavili 70.-tih godina prošlog stoljeća na tržištu, međutim već oko 1990. povlače se pomalo sa tržišta i danas gotovo da ih i nema a novi se već odavno ne grade [6, p. 261].

**d)** Brodovi koji samostalno iskrcavaju vlastiti teret (*self unloaders*)

Kod ovih brodova specifičnost je ta što su opremljeni postrojenjem koje omogućuje samostalno iskrcavanje tereta. Prednost ovih brodova je da ne trebaju nikakvu lučku infrastrukturu, te po potrebi mogu iskrcavati teret na obalu ili u teglenice. Nedostatak ovih brodova je znatno skuplja izvedba zbog ugrađenog postrojenja za manipulaciju teretom te osjetljivost na mehaničke kvarove tog postrojenja, kvar na traci i slično, što uzrokuje znatne zastoje u protoku tereta. Jedan takav brod prilikom iskrcaja tereta prikazan je na slici 17.



Slika 17. Brod samostalno iskrcava teret (*self unloader*).

Izvor: <https://www.marineinsight.com/videos/watch-self-unloading-ships-work/>

---

<sup>4</sup> OCO – Ore Cum Oil

e) Brodovi za prijevoz suhog rasutog tereta Velikim Jezerima (*Lakers*)

Ova vrsta brodova je posebno konstruirana za navigaciju po Velikim jezerima. Karakteristika ovih brodova je da su uži obzirom na svoju duljinu nego ostali brodovi radi prilagodbe dimenzijama ustava u Velikim jezerima. Oni isključivo obavljaju prijevoze unutar Velikih jezera. Manje su podložni koroziji jer plove stalno u slatkim vodama pa im je stoga i životni vijek nešto duži od klasičnog broda za prijevoz suhog rasutog tereta morem. Slika 18. prikazuje jedan takav brod.



Slika 18. Brod namijenjen plovidbi isključivo velikim jezerima (*laker*).

Izvor: <https://www.marinedelivers.com/2021/03/canadian-ship-operators-step-up-carbon-busting-efforts/>

Brod prikazan na gornjoj slici također je opremljen postrojenjem za samostalno iskrcavanje tereta.

f) BIBO (*Bulk in, Bags out*) brodovi

Ovo su posebni brodovi za rasuti teret. Njihova specifičnost je u tome što u isto vrijeme ukrcavaju teret i separiraju ga u vreće u manje količine. Teret se ukrcava u rasutom stanju, ali postrojenje s kojim je ova vrsta broda opremljena taj teret uvrećava i takvoga iskrcava s broda. Danas ovi brodovi su rijetki. Slika 19. prikazuje jedan takav brod za obradu šećera. Najzastupljeniji tereti koji se mogu ukrcati u ove sustave su šećer i sol.





Slika 19. BIBO brod (*Bulk in, Bags out*).

Izvor: <https://www.sugaraustralia.com.au/sugar-australia/about/bibo/>

Brod prikazan na slici 19. isključivo plovi po Australiji i ima mogućnost iskrcanja rasutog šećera 500 mt/sat ili u vrećama 3000 mt/dan.

#### 4.2.2. Podjela brodova s obzirom na veličinu

Podjela po veličini ujedno je i najčešća. Slika 20. prikazuje danas četiri najzastupljenije vrste brodova za rasuti teret na pomorskom tržištu. Brodovi se mogu podijeliti prema samoj fizičkoj veličini trupa odnosno po nosivosti u tonama (DWT<sup>5</sup>). Prema tome, brodovi za suhe rasute terete dijele se na [11]:

- a) Mali brodovi za suhe rasute terete

Duljina ovih brodova je do 115 metara i do 25 000 tona nosivosti. Redovito su opremljeni s manje od pet brodskih skladišta. To su u pravilu mali brodovi koji prevoze rasuti ili generalni teret u malim količinama. Njihova putovanja su kratka, obično u dometu obale. Drugo ime za ove brodove je obalni brodovi (*coasters*).

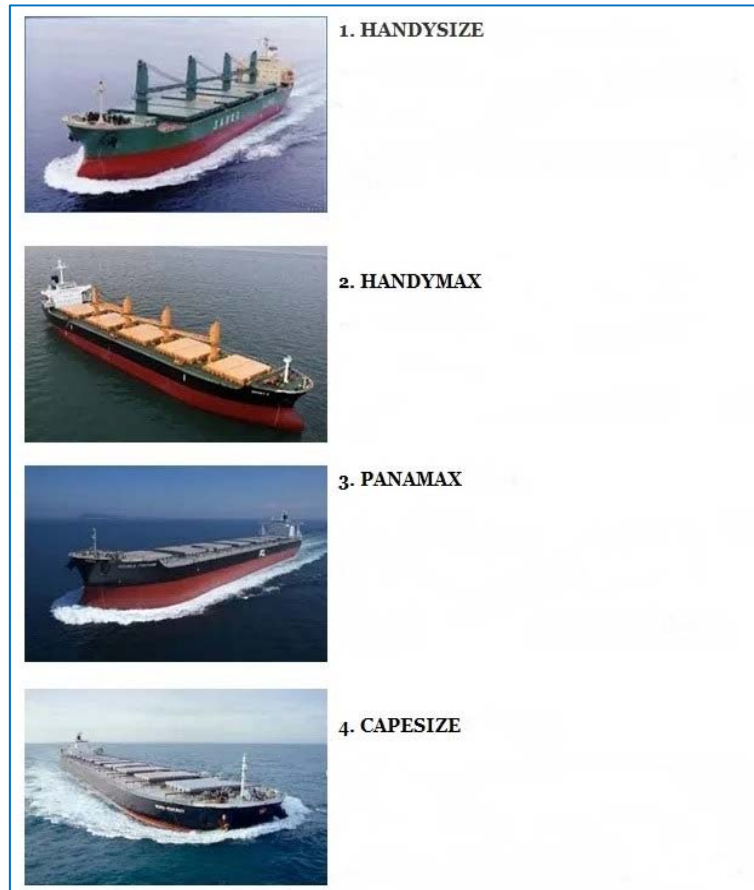
---

<sup>5</sup> DWT – Deadweight Tonnage



b) Handysize

U ovu skupinu spadaju tipični brodovi za rasuti teret kapaciteta od 25 000 – 40 000 tona nosivosti, s maksimalnim gazom oko deset metara. Duljina ovih brodova je do 180 metara. Opremljeni su obično s pet brodskih skladišta i četiri teretne dizalice.



Slika 20. Četiri skupine najzastupljenijih brodova za rasuti teret.

Izvor: <https://shippingandfreightresource.com/baltic-dry-index/>

c) Handymax

Slični kao i prethodna skupina, samo nešto većih dimenzija i kapaciteta. Maksimalna dužina broda je 190 metara, širina 32 metra, nosivosti 40000 – 60000 tona. Također su

opremljeni s pet brodskih skladišta i četiri teretne dizalice i četiri grabilice. U ovu skupinu spadaju i *Supramax* brodovi nosivosti od oko 57 000 tona.

d) Panamax

Ovi brodovi su nešto većih dimenzija s maksimalnom duljinom trupa broda od 225 metara i širinom od 32 metra, te nosivosti 60 000 – 80 000 tona. Imaju sedam brodskih skladišta i nemaju teretne uređaje. Najčešće prevoze ugljen, željeznu rudu i žitarice. Predstavljani su kao i maksimalno veliki brodovi sposobni za siguran prolaz kroz Panamski kanal, pa su tako i dobili naziv *Panamax*. U ovu skupinu može se pribrojiti i tzv. *Post-Panamax* brodove za suhi rasuti teret. Nešto su veće nosivost nego klasični panamax brodovi, od oko 80 000 – 120 000 tona. Ovi brodovi u odnosu na Panamax vrstu su nešto i širi sposobni za prolaz novim lokovima u Panamskom kanalu. Obično imaju devet skladišta i također nisu opremljeni teretnim dizalicama.

e) Capesize

Brodovi velikih dimenzija sa dužinom od oko 270 metara, širinom od 43 do 45 metara i nosivosti od 100 000 do 200 000 tona. Opremljeni su s devet brodskih skladišta, te isto kao i *Panamax* brodovi nemaju uređaje za rukovanje teretom. Prvenstveno služe za prijevoz rudača.

f) VLBC<sup>6</sup>

Ovi brodovi su danas najveći brodovi za rasute terete, izrazito velikih dimenzija s duljinom trupa preko 300 metara i širinom većom od 60 metara. Nosivost im je preko 200 000 tona. Obično imaju devet ili više brodskih skladišta. Prvenstveno služe za prijevoz željezne rudače.

U današnje vrijeme spominje se još jedna vrsta ovih brodova jako velikih dimenzija i nosivosti tzv. ULBC (*Ultra Large Bulk Carriers*) poznatiji još pod nazivom *Chinamax* ili *Valemax*. To su brodovi velikih dimenzija, dužine oko 360 m i širine oko 65 m, najveći gazovi ovih brodova iznose 23 m i nosivosti su 400 000 DWT. Trenutno jedan od najvećih brodova

---

<sup>6</sup> VLBC – Very large bulk carrier

za prijevoz suhih rasutih tereta morem je brod Ore Brasil (prethodno ime Vale Brasil), dug je 362 m, širok 65 m sa najvećim gazom od 23 m, ukupne nosivosti 402 347 tona. Na slici 21. prikazan je jedan od najvećih brodova za prijevoz suhog rasutog tereta Ore Brasil.



Slika 21. Najveći brod za suhe rasute terete.

Izvor: <https://gcaptain.com/shipping-iron-valemax-carriers/>

#### 4.2.3. Podjela brodova prema području plovidbe

Pored dvije naznačene podjele moguća je još jedna, i to prema područjima u kojima plove, ili lukama u koje uplovljavaju. Nazivi brodova koje su spomenuti u nastavku dosta su ustaljeni u pomorskoj terminologiji. Naznačeni su samo najvažniji [11]:

- **Kamsarmax** – Duljina broda 229 metara / nosivost oko 82 000 tona. Ovi brodovi građeni su za vez u afričkoj luci Kamsar.
- **Newcastlemax** - Širina broda 47 metara / nosivost oko 185 000 tona. Ovi brodovi se odnose na najveće brodove koji mogu ući u australsku luku Newcastle. Najveća dužina ovih brodova je 300 m i širine 50 m.
- **Setouchmax** - Duljina broda 299,9 metara / gaz 16,10 metar / nosivost oko 205 000 tona. Ova veličina broda se odnosi na brodove koji plove u Setouchi moru u Japanu.
- **Seawaymax** - Duljina broda 226 metara / gaz 7,92 metra. Veličina ovih brodova odnose se na one brodove koji mogu proći kroz lokove St. Lawrence.

- **Malaccamax** – Najveća dužina 330 m s najvećim gazom 20 m i nosivosti 300 000 tona. Odnosi se na brodove koji mogu sigurno proći tjesnac Malacca.
- **Dunkirkmax** - Duljina broda 289 metara / širina broda 45 metara / nosivost oko 175 000 tona. Odnosi se na brodove koji plove u istočnoj lučkoj ustavi u luci Dunkirk.

#### 4.2.4. Podjela brodova prema starosti

Na kraju, može se spomenuti i još jedna podjela brodova i to prema starosti. Mada nije službeno definirana kao gore naznačene, brodovi bi se mogli podijeliti na one do 12 godina i preko 12 godina starosti. Važnost podjele prema starosti broda proizlazi iz činjenice da su zahtjevi registara i inspekcijskog nadzora stranih brodova (*PSC*<sup>7</sup>) puno stroži prema brodovima starijima od 12 godina. Brodovi stariji od 12 godina su tako puno češće mete nasumičnih pregleda ili pak proširenih izvanrednih pregleda od strane inspekcijskog nadzora stranih brodova.

#### 4.3. Evolucija brodova za prijevoz suhog rasutog tereta

Nekoliko činitelja u povijesti odgovorni su za zapanjujući rast svjetske flote brodova za suhe rasute terete. Ovi brodovi su prvotno zamišljeni kao sredstvo za prijevoz hrane i rude isključivo u rasutom stanju. Početak prijevoza suhog rasutog tereta morem datira iz 1850.-ih godina kada se javljaju prvi takvi brodovi. Poslije pojave kontinuirano se razvijaju i unaprjeđuju. Bitno je naglasiti da je trgovina rudom imala veliku ulogu za nastanak brodova za rasuti teret. 1964. godina u zapisima engleskog registra brodova Lloyd, brodovi za prijevoz ruda i brodovi za prijevoz rasutog tereta se vode kao dvije odvojene vrste brodova. Flota ovih brodova te godine iznosila je 16 665 109 gt<sup>8</sup> i brojila je 1304 broda, zatim 2321 brod 1970. godine, 83 354 613 gt i 4282 brodova 1980. godine, 113 421 003 gt i 4796 brodova 1990. godine te ukupnu bruto tonažu od 142 683 847 gt i 4886 brodova 2000. godine [12, p. 9]. Vidljivo je da se kroz povijest veličina flote ovih brodova kontinuirano povećavala kako u broju brodova tako i u njihovoj nosivosti.

---

<sup>7</sup> PSC – Port State Control

<sup>8</sup> GT – Gross Tonnage

Može se reći da su se današnji brodovi za suhi rasuti teret razvili iz tzv. "tramper brodova" i brodova za prijevoz rude sredinom 50.-ih godina 20. stoljeća. Globalni razvoj svjetske ekonomije i gospodarstva uvjetovao je brzi razvoj ovih brodova koji su mogli prevesti velike količine tereta morem. Donošenje i izmjenama pravila o prijevozu žitarica te konvencija o vodenim linijama iz 1966. godine omogućila ugradnju teretnih dizalica na brodove koji sada imaju mogućnost samostalnog ukrcaja ili iskrcaja tereta. Svjetsko gospodarstvo se razvijalo i dalje te je 1980.-ih godina počela pojava tzv. conbulk<sup>9</sup> brodova, koji su se pojavili uslijed promjene na svjetskom tržištu i većom kontejnerizacijom. Nagli razvitak gospodarstva je ujedno i glavni razlog povećanja nosivosti brodova. Brodovi se puno lakše i brže mogu prilagoditi trendovima ekonomije i gospodarstva u odnosu na luke i terminale kojima za to treba znatno više vremena. Veliki broj luka nije u mogućnosti prihvatiti danas tako velike brodove, pa stoga ne čudi činjenica da su se tijekom vremena razvile posebne vrste brodova za suhi rasuti teret prema veličini odnosno nosivosti samog broda.

Brodovi za suhi rasuti teret danas su sastavni dio globalne trgovine i flote trgovačkih brodova i još uvijek imaju značajnu poziciju u operativnom dijelu pomorskog sektora. S industrijskim procvatom u cijelom svijetu i potražnjom za robom koja svakodnevno raste uz uvođenje nove tehnologije, ovi brodovi su doživjeli nezamislivo povećanje veličina u posljednjih nekoliko desetljeća. Međutim uvođenjem novih zakona i pravila koje je postavio MARPOL<sup>10</sup>, događa se svojevrsna revolucija u brodarskoj industriji koja nastoji pratiti trendove i biti u rang sa 3D valom, a to su dekarbonizacija, digitalizacija i diverzifikacija. Smanjenje sumpornih i dušičnih spojeva natjeralo je brodare da postave ciljeve i planove za ekološki razvoj i nultu emisiju ugljika s brodova do 2050. godine. Neke brodarske tvrtke namjeravaju to učiniti i prije predviđenog roka. Da bi to ostvarili brodari moraju razmišljati o alternativnim gorivima za svoje brodove koji nemaju štetne emisije pri izgaranju. Istražuju se nova potencijalna goriva kao metanol, vodik, amonijak, ukapljeni prirodni plin i slično, koja će zamijeniti fosilna goriva i koja će se u budućnosti koristiti i na brodovima za suhe rasute terete. Zbog sve većeg broja stanovnika i potražnje koja raste iz dana u dan, ponuda i potražnja

---

<sup>9</sup> Conbulk – Container/Bulk

<sup>10</sup> MARPOL - The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

za dobrima nastaviti će rasti. Zbog povećanja globalnog uvoza/izvoza i dugovječnosti ovih brodova, može se očekivati porast potražnje za ovom vrstom brodova. Može se reći da će oni još dugo biti vrlo važna karika globalne trgovačke flote.

## 5. LUKE ZA SUHE RASUTE TERETE

Suhi rasuti tereti se najčešće prevoze bez ikakve ambalaže, što određuje u velikoj mjeri i tehnologije njihova rukovanja i transporta koje se koriste na ovakvim terminalima. Ove činjenice kao i sustav skladištenja tereta čine ove terminale potpuno drukčije od svih ostalih terminala u pomorskom prijevozu. Također bitno je istaknuti da su terminali za suhe rasute terete u današnje vrijeme većinom specijalizirani ili za ukrcaj ili za iskrcaj, što nije čest slučaj kod drugih vrsta tereta. Može se reći da se tehnologije manipulacije teretom bitno razlikuje kod ukrcajne luke i iskrcajne, stoga se i javila potreba o specijalizaciji određenog terminala samo za ukrcaj ili iskrcaj određenog suhog rasutog tereta.

### 5.1 Planiranje i bitni čimbenici za razvoj luke za suhe rasute terete

Planiranje se može definirati kao aktivnost kojom se unaprijed zacrtavaju zadaci koje treba ostvariti u budućem razdoblju [13, p. 111]. Na svjetskom pomorskom tržištu ravnopravno mogu konkurirati jedino one luke koje prate brzi razvoj tehnologija i koje pružaju maksimalnu kvalitetu prometnih usluga. Osnovni preduvjet za to je dobra opremljenost luke i kvalitetna veza sa zaleđem.

Izbor lokacije i planiranja luke, infrastrukture i njene opreme, definiran je njenoj pretežitoj orijentaciji prema izveznoj (ukrcajnoj) ili uveznoj (iskrcajnoj) luci. Za terminale koji su isključivo uvezni, gdje se teret uglavnom iskrcava, izuzetno je bitna kod izbora lokaliteta luke infrastrukturna veza sa zaleđem. Nasuprot tome za ukrcajne luke suhih rasutih tereti, prvenstveno rudače, koji se uglavnom otpremaju odmah nakon iskopa, ukrcajni terminali grade se što je moguće bliže samom rudokopu, nerijetko i na maritimno nepovoljnim lokacijama.

Pored gore navedenih lokacijskih uvjeta, jako je važno i proučiti i one prirodne uvjete pri odabiru lokaliteta za buduću luku. Prirodni uvjeti koji utječu na sam izbor lokacije luke su [1, p. 101]:

- Klimatski (vjetar, oborine, vidljivost, temperatura i vlažnost),
- Oceanografski (valovi, morske struje i morske mijene),
- Topografski i hidrogrfski,
- Uvjeti tla,

- Položajni uvjeti glavnih lučkih objekata.

Uz navedene glavne prirodne čimbenike koji utječu na izbor lokacije luke, može se još spomenuti i prilaz luci i prostor i mogućnost sidrenja. Prije donošenja konačne odluke izgradnji nove luke važno je uzeti u obzir i potrebna zahtjevna istraživanja svih prirodnih uvjeta koji se mogu odraziti na izbor, konstrukciju i troškove izgradnje lučke infrastrukture.

## 5.2. Tehnologija luka za ukrcaj i iskrcaj suhog rasutog tereta

U današnje vrijeme ako neka luka želi ostati konkurentna od vitalne je važnosti da prati trend tehnologija te da nastoji svoju ponudu učiniti što kvalitetnijom. Također je bitno da cijeli lučki proces pravilno funkcionira i da su čekanja brodova svedena na najmanju mjeru.

Važno je naglasiti da se dosta više nezgoda događa za vrijeme lučkih operacija nego dok je brod u plovidbi, stoga se dužna pažnja treba posvetiti sigurnosti svih lučkih operacija. Kvalitetna suradnja broda i lučke operative, kvalitetnom izvedbom terminala i svih njegovih pripadajućih uređaja sigurno će pridonijeti toj sigurnosti [14, p. 15].

Sam prekrcajni proces suhog rasutog tereta sadrži ove bitne elemente [14, p. 15]:

- Obavijest o dolasku broda u luku i spremnost broda.
- Operacije privezivanja broda.
- Ukrcaj tereta na brod.
- Iskrcaj tereta s broda.
- Odlazak broda iz luke.

Vrlo je važna koordinacija između broda i terminala da bi se izgubljeno vrijeme svelo na najmanju moguću mjeru. Uobičajeno je da se količine tereta koje se ukrcaju ili iskrcaju s broda određuju na dva načina:

- Obalnom vagom (*shorescale*).
- Kontrolom gaza broda (*draught survey*).

Ukoliko se određuje ukupna količina tereta kontrolom brodske gaza, ta kontrola se mora vršiti od strane predstavnika broda (prvi časnik palube) i osobe nominirane od strane vlasnika



tereta. Na koji način će se odrediti ukupna količina tereta ovisi o ugovoru o pomorskom prijevozu i samom vlasniku tereta.

Budući da su terminali za suhi rasuti teret jako specifični posebno će se obraditi ukrcajni i iskrcajni terminali.

### **5.2.1 Iskrcajni terminali za suhe rasute terete**

Za primarno iskrcajne terminale za suhe rasute terete od iznimne je važnosti dobra veza sa zaleđem. Budući da brodovi za rasute terete prevoze velike količine tereta, važno je osigurati dobru protočnost terminala odnosno njegovo nesmetano prevoženje do krajnjeg odredišta.

Izvedba ovakvih terminala danas u svijetu dosta varira. To prvenstveno ovisi o stupnju razvoja određene države, a naravno i finansijskim sredstvima koji su utrošeni u samu izgradnju terminala. Tako danas na primjer, luci Rotterdam, koja je jedna od najmodernijih u svijetu po opremljenosti, treba oko 15-tak sati da završi operacije iskrcaja tereta jednog Panamax broda, dok s druge strane za istu količinu tereta neke luke, poglavito zemalja u razvoju, trebaju nerijetko i nekoliko dana. U svakom slučaju, razlika je u automatizaciji i izvedbi samog terminala, ali i funkcionalnosti samog lučkog sustava. Upravo stupanj tehnološkog razvoja luke, koliko pojedina luka prati razvoj tehnologije i ulaže u edukaciju ljudskog potencijala koji radi s njom učiniti će razliku u učinkovitosti dvije luke.

Za iskrcajno orijentirane luke vrlo je važno imati moderno postrojenje koje će moći konkurirati sve većim i težim zahtjevima današnjeg tržišta. Isto tako pri odabiru same tehnologije luke treba voditi računa o pouzdanosti postrojenja, jer se to jako negativno može odraziti kasnije na poslovanje luke. Postoje različite vrste iskrcajnih sustava i opreme, koji mogu biti neprekinuti ili prekinuti sa različitim iskrcajnim kapacitetima. U glavne iskrcajne sustave ubrajaju se [6, p. 262]:

#### **a) Grabilice (*grabs*)**

Dosta uobičajen način iskrcavanja tereta s brodova je na način da grabilica zagradi teret i ispušta ga direktno u lijevke (*hoppers*) na obali koji su spojeni na pokretnu traku ili s mogućnošću ukrcaja u kamion/željeznički vagon koji dođe ispod lijevka. Rjeđi način iskrcavanja je da se teret iz grabilica ispušta direktno na obalu i buldožerima ukrcava u kamione

i odvozi. Veličina i oblik grabilica određen je specifično težinom tereta, njegovom granulacijom, dimenzijama brodskih grotala i kapacitetom dizalica.

#### **b) Pneumatski sustavi (*pneumatic systems*)**

Kod pneumatskih sustava koji se koriste za iskrcaj tereta s brodova koristi se sustav usisavanja. Obično se ovaj sustav koristi kod tereta male gustoće kao na primjer žitarica ili cementa. Nedostatak ovog sustava je što stvara veliku prašinu na izlaznoj strani usisnog sustava, međutim dobra je ta što nema prosipanja tereta. Uobičajeni kapaciteti ovih sustava su od 200 pa sve do 1000 tona/sat [6, p. 266].

#### **c) Vertikalni transportni sustavi (*vertical conveyors*)**

Postoji nekoliko izvedbi ovih sustava, međutim najpoznatiji je spiralni transportni sustav. Sustav se sastoji od duge cijevi u kojoj se nalazi spiralna osovina koja svojom vrtnjom grabi i iskrcava teret. Kapaciteti iskrcaja su slični kao i kod pneumatskih sustava, zavisno o izvedbi variraju od 200 – 900 mt/sat.

#### **d) Sustav kontinuiranog iskrcaja lopaticama (*bucket elevators*)**

Danas uvjerljivo najbrži sustav način iskrcaja tereta s brodova. Međutim, daleko je i najskuplji i troškovi samog održavanja postrojenja su izrazito visoki. Iskrcajni kapaciteti ovih sustava (slika 22.) su dosta visoki i mogu iskrcati i do 5000 mt/sat.



Slika 22. Suvremena lučka postrojenja za iskrcaj suhih rasutih tereta velikih kapaciteta.

Izvor: <https://www.thyssenkrupp-industries-india.com/Products/Mhe/PHES/Continuous-Ship-Unloaders.aspx>

### e) Brodovi samo- istovarivači (*self-discharging vessels*)

Kod ovog načina sam iskrcaj obavlja brod na kojem se teret nalazi. On je opremljen sličnim postrojenjem kao i na terminalima, koji ima mogućnost potpunog iskrcaja tereta s broda. Izgled takvog jednog broda već je prikazan (slika 17.) u poglavlju četiri.

Prednosti ovog način je prvenstveno smanjenje vremena iskrcaja zbog velikih iskrcajnih kapaciteta. Ne zahtjeva nikakvu ili samo osnovnu obalnu opremu za iskrcaj. Također ne zahtjeva lučke radnike. Kao nedostatak u usporedbi sa klasičnim brodom za prijevoz suhih rasutih tereta, znatno je skuplji. Potrebna dodatna i obučena posada. Smanjen kapacitet broda zbog instaliranog postrojenja koje je podložno kvarovima i oštećenjima, što može uzrokovati zastoje.

Uz modernu tehnologiju za učinkoviti rad svake luke vrlo je bitno i ljudstvo i njihova organizacija, odnosno lučki radnici. Oni moraju biti učinkoviti i dobro organizirani jer u protivnom moderna oprema nam neće biti od velike pomoći. Bitno je da cjelokupan lučki sustav besprijekorno funkcionira i svi ogranci u njemu kao peljarska služba, služba za privez brodova i slično. Ako to se ne može postići ne možemo govoriti o učinkovitosti luke. Luke za suhe rasute terete su luke kroz koje prolaze jako velike količine raznih tereta godišnje, koji su vitalni za svjetski gospodarski napredak. Stoga je od iznimne važnosti da ove luke zadrže učinkovitost i idu u korak s tehnologijom u svrhu ostvarivanja globalnog napretka.

#### 5.2.2 Ukrcajni terminali za suhe rasute terete

Za razliku od iskrcajnog procesa, ukrcaj tereta u lukama za suhi rasuti teret je najčešće neprekinuti proces. Ukrcaj se obavlja preko jednog ili više pokretnih ukrcajnih transporterera preko transportne trake. U slučaju da se ukrcava teret koji oslobađa dosta prašine, ukrcajni transporteri imaju mogućnost smanjivanja visine ukrcaja radi smanjivanja nastanka prašine.

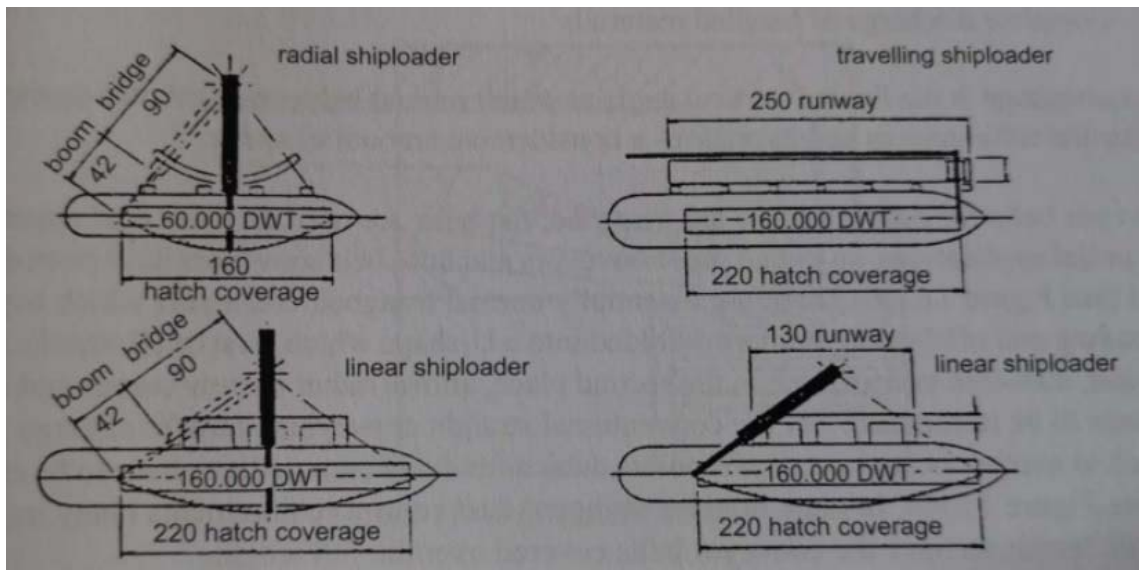
Bitna razlika od terminala za iskrcaj je u tome što ukrcajni terminali obično imaju puno veće brzine ukrcaja tereta. Ukrcajni kapaciteti se kreću od nekoliko tisuća tona do 20.000 tona/sat. Tako velike ukrcajne kapacitete ima luka Tubarao u Brazilu gdje se vrši ukrcaj najvećih brodova za prijevoz suhih rasutih tereta. Još jedna razlika je što ukrcajni terminali, pogotovo oni koji opslužuju velike brodove, moraju imati znatno veću dubinu na terminalu. To

nužno nije slučaj sa iskrcajnim terminalima, budući da se dio tereta može iskrcati i na sidrištima prije samog ulaska broda u luku, odnosno dolaska broda na iskrcajni terminal uz obalu.

Uobičajeno je da se ukrcajno postrojenje kreće po terminalu uzduž broda. Veliki brodovi, kako je ranije spomenuto su preko 300 m u dužini, pa put koji postrojenje mora prevaliti u svrhu ukrcaja u sva brodska skladišta i nije zanemariv. Ova činjenica je znatno povećavala trošak izvedbe ovakvih ukrcajnih postrojenja. Zbog ovoga razloga razvijaju se tzv. radijalna i linearna ukrcajna postrojenja, koja su znatno jeftinija [6, p. 274].

### a) Linearni ukrcajna postrojenja

Tijelo ovog utovarivača rotira se oko osovine, a podupire ga nosač koji klizi po tračnici koja je paralelna s brodom. Pored rotacije, tijelo se može pomicati i uzdužno preko nosača. Zbog ove mogućnosti kretanja tijelo se pomiče paralelno sa brodskom stranom. Kako bi se došlo do skladišta tereta, utovarna grana sa horizontalnom i vertikalnom mogućnošću pomicanja je spojena na tijelo ukrcajnog postrojenja. Slika 23. prikazuje način i razlike u kretanju klasičnog, linearnog i radijalnog ukrcajnog postrojenja.



Slika 23. Usporedba ukrcajnih postrojenja za suhe rasute terete.

Izvor: Ports and terminals, H. Ligteringen, 2017, p.275

Iz slike 23. je vidljivo da linearni i radijalni ukrcajna postrojenja trebaju dosta manje pomicanja u odnosu na klasično putujuće ukrcajno postrojenje. Tako na primjer za brod

kapaciteta 160.000 dwt klasično postrojenje mora preći 250 m da bi mogao ukrcati teret u sva skladišta, dok taj put za linearna ukrcajna postrojenja iznosi 130 m.

### **b) Radijalna ukrcajna postrojenja**

Dosta slična izvedba kao i linearna postrojenja samo kod ove izvedbe nosač koji podupire tijelo se giba polukružno (slika 24.) Ovakav sustav daje mogućnost da brod može dijelom biti vezan na plutače ili na izdvojena mjesta za prihvat konopa koja nisu u sklopu sa glavnom rivom na koju se brod veziva. Ove izvedbe dosta su češće vidljive na terminalima koji su smješteni na rijekama gdje se nerijetko brodovi vežu za plutače i gdje je dužina obalnog zida puno manja od dužine broda.



Slika 24. Radijalno ukrcajno postrojenje.

Izvor: [https://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/7253-14876489.jpg](https://img.directindustry.com/images_di/photo-g/7253-14876489.jpg)

Naravno pored ovih mogućnosti postoji i mogućnost kao i kod iskrcajnih luka, ukrcaj tereta pomoću dizalica i grabilica. Međutim današnja moderne luke su uglavnom opremljene kvalitetnim ukrcajnim postrojenjima s velikim ukrcajnim kapacitetima.

### **5.3. Skladišni prostori u luci**

Planiranje skladišnog prostora u luci od vitalne je važnosti za kasniji učinkoviti način rada pojedine luke. Kod terminala za rasute terete uobičajeni način prebacivanje tereta s iskrcajnog terminala do skladišnog prostora je uz pomoć transportne trake. Skladišni prostori mogu biti na otvorenom ili u zatvorenim prostorima. Uobičajeno je da se sustav pokretne trake koristi u

onim lukama gdje je sam terminal gdje se nalazi brod udaljen ne više od nekoliko kilometara do tereta koji se treba ukrcati. Za veće udaljenosti obično se koriste željeznice ili transportni kamioni. Ima izuzetaka gdje se koriste pokretne trake kao sredstvo prebacivanja tereta na većim udaljenostima od 100 km, kao na primjer transport fosfata od rudnika do luke u Maroku. Sustav pokretnih traka ima nekoliko prednosti [6, p. 275]:

- Jednostavna izvedba.
- Ekonomično održavanje.
- Učinkovitost.
- Prilagodljivost.
- Nema prosipanja i gubitka tereta.

Moderna postrojenja danas na terminalima su zatvorena sa svih strana tako da je i prašenje tereta minimalno.

Planiranje skladišta za suhi rasuti teret mora biti učinjeno na način da na minimalni prostor stane maksimalna količina tereta. Mogućnost samog skladištenja ovisi o nosivosti tla na koji se teret skladišti, karakteristikama materijala i dosegu uređaja koji manipuliraju teretom [6, p. 276]. Slika 25. prikazuje terminal ugljena u Australskoj luci Newcastle gdje se vidi uskladišteni teret ugljena na otvorenom spreman za ukrcaj na brodove.



Slika 25. Luka Newcastle s uskladištenim teretom ugljena.

Izvor: <https://splash247.com/australian-climate-protesters-bring-the-worlds-largest-coal-port-to-a-halt/>

Potrebna površina za skladištenje suhog rasutog tereta ovisi o sljedećem [6]:

- Visini i obliku hrpa.

- Rasporedu brodskog tereta
- Rasporedu dolaska broda.
- Rasporedu tranzitnog tereta.
- Brzini ukrcaja i iskrcaja tereta.
- Održavanju strateških rezervi.
- Odnosu između bruto i neto površine.

Prilikom skladištenja tereta treba voditi računa i o njihovim svojstvima. Za ukrajne terminale uobičajeno je ukoliko se radi o određenoj rudači, skladište tereta nalazi na otvorenom u blizini nalazišta. Uređaj za manipulaciju teretom koji se nalazi na otvorenom prikazan je na slici 26.



Slika 26. Uređaj za slaganje i povrat tereta.

Izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/stacker-machine-8414871497.html>

Tereti koji se zbog svojih svojstava ne mogu skladištiti na otvorenom, spremaju se i slažu u zatvorenim skladišnim prostorima. Prvenstveno se to odnosi na sve vrste žitarica koje se uobičajeno do terminala dopremaju vlakovima ili kamionima te slažu u silose koji se nalaze u blizini terminala. Osim žitarica, u silose se mogu stavljati i drugi tereti koji su osjetljivi, kao na primjer brašno ili cement. U silosima ako to teret zahtjeva vrše se razna djelovanja u svrhu očuvanja tereta kao dezinfekcija, dezinsekcija ili sušenje tereta.

Pri transportu žitarica stvara se prašina, koja u određenom omjeru sa zrakom postaje eksplozivna masa. Veliku opasnost predstavljaju gumene transportne trake gdje se može

skupiti veliki naboj statičkog elektriciteta, koji može biti uzrok eksplozije [15, p. 13]. Danas postoji niz modernih izvedbi ovih pokretnih traka koje rješavaju ovaj problem kao na primjer izvedbe proizvođača Redler ili Riela kod kojih ne dolazi do nakupljanja statičkog elektriciteta.

Pored glavnih operativnih postrojenja za rad s teretom, jako je bitan i odabir popratne opreme koja prvenstveno služi za pomoć u operacijama glavnih postrojenja. Ukoliko neka luka teži učinkovitosti, oprema mora biti u prvom redu pouzdana, a njeno održavanje ekonomski isplativo. O radu lučke opreme direktno ovisi i njena učinkovitost. Ukoliko oprema nije pouzdana i sklona je kvarovima, luka će imati problema sa previše brodova koji čekaju. Na taj način neće moći opstati na tržištu.

#### 5.4. Sigurnosne mjere u lukama

Sigurnosne mjere koje se moraju uzeti u obzir prilikom projektiranja luke, jest sigurnost povezana sa dizajnom, konstrukcijom, osobljem i operacijama koje će se provoditi u to luci.

Kako bi se riješili različiti uvjeti opterećenja, koji se mogu pojaviti tijekom životnog vijeka terminala za privez brodova, bitno je razlikovati tri glavna stanja [16, p. 182]:

- **Operativno stanje** – obuhvaća normalno projektirana opterećenja koja su temeljena na nacionalnim standardima ili preporukama strukture za vez brodova. U ovom slučaju sustav štitnika (*fenders*) trebao bi biti u stanju apsorbirati energiju broda koji se približava projektiranom brzinom bez ikakvog oštećenja strukture terminala.
- **Iznenadno stanje** – obuhvaća stanje koje može nastati uslijed nekog neplaniranog slijeda događaja kao na primjer otkazivanja glavnog motora broda. U ovakvim situacijama oštećenja se mogu očekivati na štitnicima, ali betonska konstrukcija treba biti izvedena na način da se pri ovakvim uvjetima ne sruši. Ona bi trebala biti u stanju odoljeti horizontalnoj sili 20-25 % većoj od projektirane energije. Ovdje je jako bitno da struktura terminala ima što je moguće veću pričuvenu sposobnost protiv urušavanja koliko je to moguće.
- **Katastrofalno stanje** – obuhvaća neku neplaniranu situaciju u kojoj bi se veći brod pri velikoj brzini udario u terminal, što bi moglo izazvati totalno urušavanje terminala. Treba imati na umu da je gradnja otporne konstrukcije na ovakve događaje dosta neekonomična te da je vrlo mala vjerojatnost da se ovakav događaj stvarno i dogodi.



Razmatranje sigurnosti zbog izrade konstrukcije samih vezova trebale bi se temeljiti samo na provjerenim i uobičajenim metodama gradnje i tehnologija. Konstrukcijska rješenja u pravilu bi trebala biti jednostavna te prilagodljiva konstrukcijskoj opremi koja će se koristiti.

Poslovi na terminalu za suhe rasute terete uključuju ozbiljne rizike i stoga se njima mora pažljivo upravljati kako bi se zaštitili svi pojedinci. Uspostavljeni su opći kodeksi posebno za sigurnost operacija i osoblja na svakom terminalu. Svaki terminal mora poduzeti i implementirati određene sigurnosne mjere kako bi se osigurala sigurnost u općim radnim područjima. Šetališta, kolnici i skladišta unutar terminala trebaju biti projektirani na način koji omogućuje sigurno kretanje pješackog i mehaniziranog prometa. Putovi za hitne i slučajevne evakuacije trebaju biti jasno označeni. Osim toga, trebalo bi, koliko to dopušta rad terminala osigurati rukohvate na svim mjestima gdje postoji opasnost od pada u more. Sigurnosne ljestve trebale bi biti projektirane na svim razinama terminala te izdvojenih mjesta za prihvat konopa s broda. Sve sigurnosne pristupne ljestve, stupovi, rubnjaci te staze između njih trebaju biti istaknuti žarkom reflektirajućom bojom. Cijelom dužinom terminala treba biti i adekvatan broj koluta za spašavanje. Osoblje zaposleno na terminalu treba koristiti osobnu sigurnosnu zaštitnu opremu. Za obavezno korištenje osobne sigurnosne opreme moraju biti istaknuti i znakovi unutar terminala (slika 27.).



Slika 27. Znak obavezne uporabe osobne sigurnosne zaštitne opreme na terminalima.

Izvor: [https://www.seekpng.com/ipng/u2e6e6r5u2y3w7a9\\_ppe-required-beyond-this-point/](https://www.seekpng.com/ipng/u2e6e6r5u2y3w7a9_ppe-required-beyond-this-point/)

Budući da se na ovakvim terminalima nalazi dosta postrojenja, bitno je da svi opasni dijelovi strojeva budu dobro zaštićeni. Sva lučka postrojenja moraju biti redovito pregledavana

od strane stručne i ovlaštene osobe. Svi radovi na ovim postrojenjima moraju se obavljati u parkirnom položaju za vrijeme dok postrojenje ne radi.

Sav uskladišteni teret kao i sva oprema terminala mora biti smještena, osigurana i čuvana na način da ne može uslijed djelovanja vanjske sile i svojih vlastitih svojstava predstavljati opasnost osobama u njihovoj blizini. Ukoliko se na terminalu nalaze opasni tereti moraju biti pravilno uskladišteni i vidljivo označeni u skladu s propisanim zahtjevima IMDG<sup>11</sup> kodeksa.

Svaki terminal teži da se broj neželjenih događaja smanji na što je moguće manju mjeru, a da učinkovitost luke zadrži visoku razinu. Upravo ove sigurnosne mjere su jedan od načina ostvarivanja toga plana uz uvjet da se poštuju i provode.

### **5.5. Sigurnosne zaštitne mjere u lukama**

Luke pomorskog prometa oduvijek su bile meta krijumčara, slijepih putnika, pirata i terorista. Otmica putničkog broda Achille Lauro 1985. godine koju su izvršili teroristi, te napad na Svjetski trgovački centar u Sjedinjenim Američkim Državama 11. rujna 2001. godine, bili su ključni za uvođenje sigurnosnih propisa i mjera u brodarsku industriju. Budući da je brodarstvo sa sigurnosnog aspekta prepoznato kao potencijalno visokorizična industrija, te vođeni činjenicom da bi razne terorističke organizacije mogle izvršiti napade na pomorske luke i brodove ili ih iskoristiti kao oruđe za daljnje terorističke napade, Međunarodna pomorska organizacija (IMO) donijela je Međunarodni pravilnik o sigurnosnoj zaštiti brodova i lučkih postrojenja (ISPS Code). Cilj Pravilnika je sigurnosna zaštita brodova, luka, osoba i imovine od terorističkih napada. Pravilnik je propisao da svaki putnički brod i svaki teretni brod poviše 500 BT mora imati plan mjera sigurnosne zaštite na brodu (SSP), te svaki brod mora imati osobu koja je zadužena za sigurnosnu zaštitu na brodu, obično jednog od časnika (SSO). Dok svaka luka mora imati osobu koja je zadužena za sigurnosnu zaštitu luke (PFSO<sup>12</sup>).

Prema odjeljku 2 ISPS koda postoje tri razine sigurnosti [17]:

---

<sup>11</sup> IMDG – International Maritime Dangerous Goods.

<sup>12</sup> PFSO – Port Facility Security Officer.

- Prva razina – zahtjeva minimalne zaštitne mjere i ujedno je i najčešća u pomorskim lukama.
- Druga razina – zahtjeva dodatne mjere za neko određeno vrijeme zbog povećanog rizika od sigurnosnog incidenta.
- Treća razina – zahtjeva veoma specifične mjere i eventualnu blokadu luke na kraće vrijeme zbog neposredne opasnosti ili prijetnje za područje luke.

Proces planiranja sigurnosne zaštite luke mora razviti i provesti mjere za smanjenje ranjivosti luke. Opsežna analiza svih mogućih prijetnji luci osnovni je korak u procesu uspostave učinkovitog lučkog sigurnosnog režima. Upravo ova analiza će pomoći pri odabiru različitih sigurnosnih mjera koji će pridonijeti sigurnosti same luke.

Svaka lučka vlast bi trebala uspostaviti i provoditi sveobuhvatni lučki sigurnosni plan s povezanim procedurama i politikom luke. PFSO u svakoj luci mora voditi računa da se mjere za sigurnosnu zaštitu luke provode i da se vježbe zaštite luke izvode prema planiranim intervalima [17]. U izradi plana treba uzeti u obzir sljedeće [18]:

- Ranjivost luke i potencijalne prijetnje.
- Učinak sigurnosnih mjera na učinkovitost luke i njenih operacija.
- Ograničenja koja nameću fizičke karakteristike luke.
- Dostupnost sredstava.
- Dostupne alternativne mjere.
- Procjenu svih raspoloživih sigurnosnih mogućnosti.

Gdje je to moguće, elementi plana sigurnosti luke trebaju biti izvedeni u koordinaciji sa subjektima kao što su obalna straža, carinska služba, lokalna tijela za provedbu zakona itd.

Važnost kontrole pristupa lučkom objektu je najvažniji. Lučko osoblje mora imati odgovarajuće identifikacijske isprave dok ljudi koji su posjetioци luke moraju imati identifikaciju posjetitelja koja mora biti vidno istaknuta. Neovisno da li se radi o lučkom osoblju ili posjetiteljima, časnici sigurnosne zaštite luke mogu tražiti na uvid identifikacijske isprave.

Da bi program sigurnosne zaštite luke bio učinkovit od vitalne je važnosti da ima podršku više upravljačke strukture luke i odgovornog lučkog osoblja. Najvažniji treći faktor je integracija sigurnosne zaštite u cjelokupno upravljanje i planiranje lučkih operacija. Kao glavni cilj sigurnosne zaštite luke moglo bi reći da je uspostava okruženja u kojoj se trgovina raznim dobrima obavlja uz uvjerenje da luka nije opterećena kriminalnim aktivnostima i da nema nikakve ugroze za ljude i terete koji se nalaze u luci.

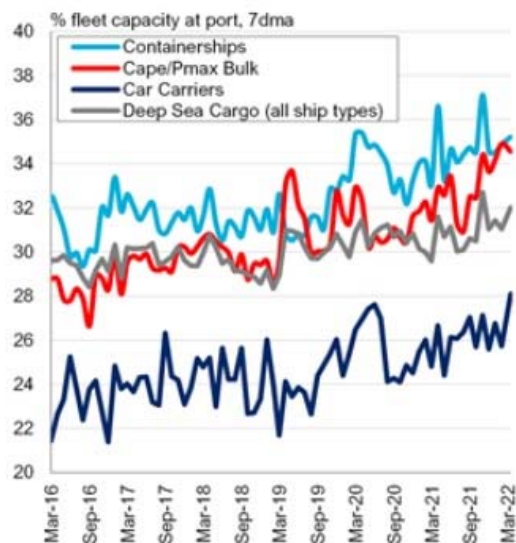
### **5.6. Analiza izazova i trendova koji stoje pred lukama za suhe rasute terete**

Prijevoz krutih rasutih tereta pomorskim putovima od vitalne je važnosti za cjelokupno svjetsko gospodarstvo. Takvi tereti se prevoze morem u jako velikim količinama. To je razlog iznimnog povećanja nosivosti brodova za prijevoz suhih rasutih tereta kroz povijest. Činjenica je da se brodovi dosta lakše mogu prilagoditi određenim trendovima pa tako i naglom gospodarskom rastu. Međutim lukama za to treba znatno puno više vremena i ta prilagodba dosta je zahtjevnija i u konačnici skuplja u odnosu na brodove.

Danas, kada se svjetsko gospodarstvo razvija izuzetno brzo, javlja se i potreba za sve većim količinama sirovina koje je potrebno prevesti. Luke za suhe rasute terete imaju sve veći problem praćenja ovog trenda. Ne javlja se tu problem samo infrastrukture budući da mnoge luke ne mogu zbog svojih karakteristika kao na primjer broj vezova i njihova dubina, dubine prilaza vezovima primiti brodove izrazito velikih nosivosti i dimenzija, tu je još problem i tehnologije manipulacije teretom koja zahtjeva sve bržu manipulaciju. Sve to izrazito puno financijski košta luku, međutim puno veći problem za bogate luke, koje moglo bi se reći nemaju problema sa financijama, je taj što to nije kratkoročni proces.

Trenutno u svijetu je jedno izrazito nesigurno vrijeme uzrokovano nizom neplaniranih događaja kao globalna pandemija, rat u Ukrajini koji neosporno kompliciraju dodatno stvari za pomorske luke. Nedavna zabrana izvoza ugljena iz Indonezija koja je stupila na snagu u siječnju 2022. godine dodatno je narušila situaciju u sektoru za suhe rasute terete. Prema istraživanju Clarksons research-a, indeks zagušenja za brodove za suhe rasute terete kontinuirano raste (slika 28.), tako da je dosta nepredvidivo što će se u budućnosti događati vezano za prijevoz suhih rasutih tereta.

Slično kao Indonezija, Indija je nedavno zabranila izvoz pšenice, što je dodatno destabiliziralo svjetsku gospodarsku sliku. Ova odluka Indije dolazi jer su globalna tržišta pod velikim pritiskom zbog ruske invazije na Ukrajinu. Prije invazije Ukrajina je izvozila 4,5 milijuna tona poljoprivrednih proizvoda mjesečno kroz svoje luke. Sada s blokadom njezinih luka na Crnom moru, preko 20 milijuna tona pšenice se nalazi u ukrajinskim silosima. Predstavници G7 su pozvali zemlje da ne poduzimaju restriktivne mjere koje bi samo dodatno opteretile tržište [19].



Slika 28. Pokazatelj zagušenja luka.

Izvor: <https://www.seatrade-maritime.com/ports-logistics/bulk-port-congestion-hits-record-high>

Iz slike 28 razvidno je da BulkCarrier (Cape/Panamax) Indeks zagušenja luka dosegao je novu najvišu razinu od 36,3% u trećem tjednu veljače i u prosjeku iznosi 35% u godini do danas, u odnosu na 32,8% u odnosu na 2021. godinu uz daljnju tendenciju rasta.

Unatoč trenutnoj neizvjesnoj situaciji u kojoj se nalaze svjetski pomorski trgovinski putovi, sektor prijevoza suhih rasutih tereta morem bilježi ipak lagani rast (slika 29.).

**TABLE 1: WORLD SEABORNE DRY BULK COMMODITY TRADE (MILLION TONNES)**

	2017	2018	2019	2020	2021*	2022*
Iron ore	1,472	1,475	1,455	1,502	1,520	1,500
Coal	1,203	1,264	1,284	1,165	1,230	1,250
Grain (including soybeans)	476	475	478	512	525	530
Other dry bulk commodities	1,936	2,011	2,034	1,990	2,070	2,110
<b>Total dry bulk trade</b>	<b>5,087</b>	<b>5,225</b>	<b>5,251</b>	<b>5,169</b>	<b>5,345</b>	<b>5,390</b>
% growth from previous year	4.1	2.7	0.5	-1.6	3.4	0.8

Napomena: \*predviđanja

Slika 29. Pregled svjetske trgovine suhim rasutim teretima morem po godinama.

Izvor: Clarksons Research (2017-2020 dana) and bulk shipping analysis forecasts, Decemeber 2021

Pored operativne prilagodbe, uslijed pojave brodova sve većih dimenzija, koja zahtjeva dosta vremena kao i navedenih negativnih globalnih događanja u svijetu, pred luke je stavljen i dodatni teret. Sve je veća osviještenost ljudi u pogledu očuvanja okoliša. IMO ima plan do 2050. godine u potpunosti predviđa eliminiranje emisija ugljičnog dioksida iz pomorskog transporta. Dvanaest zemalja iz cijeloga svijeta sudjeluje u projektu IMO-a 'GreenVoyage2050' koji podržava put prema dekarbonizaciji u sektoru pomorstva, a u skladu s inicijalnom strategijom o smanjenju emisija stakleničkih plinova iz pomorskog sektora [20].

Sve su veće inicijative bogatijih zemalja na zelenom opskrbnom lancu i primjenom tzv. zelene logistike u transportu roba. Snažnije uključenje u logističke lance luke, uključujući i luke za rasute terete, morati će se sve više digitalizirati povezujući na transparentan, siguran i točan način sve aktere pomorskog prijevoza. To će uvjetovati i daljnju automatizaciju luka, uključujući i mogućnost luka za prijem potpuno automatiziranih brodova. Tako na primjer prema izvoru [21] luka Rotterdam u Nizozemskoj priprema zajedno s Cisco digitalnu platformu koja će zamijeniti tradicionalnu radio i radarsku komunikaciju između terminala i broda omogućujući prijem brodova bez posade.

Za razne lučke operacije i operacije s teretom očekuje se sve veća primjena dronova, što će doprinijeti efikasnosti, poboljšati nadzor, smanjiti troškove i ukupno poboljšati lučke usluge. Isključivanje izravnog ljudskog rada iz rutinskih lučkih operacija i automatizacija njihovih aktivnosti, neće isključiti potrebu za radnim mjestima, već će se podignuti nivo znanja potrebnog za rukovanje opremom, a radno mjesto premjestiti u prihvatljivije radne uvjete.

Sličan primjer promjena imali smo u proteklih pola stoljeća, kada su lučki radnici mukotrpno manipulirali brodskim samaricama izravno na brodu izloženi vremenskim uvjetima, a danas upravljaju dizalicama visokog stupnja automatizacije iz klimatizirane kabine.

### **5.7. Digitalizacija luka za suhi rasuti teret**

Pomorske luke igraju vitalnu ulogu u globalnoj trgovini. Roba se ukrcava u luci, prevozi i iskrcava u drugoj luci. Svaka luka služi kao čvor u globalnom opskrbnom lancu, koji oblikuje trgovinu i povezuje države, gospodarstva i kulture. Upravljanje imovinom luke podijeljeno je na upravljanje infrastrukturom, kapitalom i komunalnim uslugama. Zbog povećane važnosti globalne logistike, javlja se potreba za korištenjem integriranih rješenja koja uključuju pristup podacima pomoću kojih bi se poboljšala učinkovitost same luke. Veća učinkovitost će dovesti do učinkovitijeg korištenja imovine, a time i do smanjenja troškova. Razvojem tehnologije omogućeno je prikupljanje i pohrana podataka što omogućuje modeliranje i vizualizaciju takvih podataka u stvarnom vremenu, što može pomoći u boljem donošenju odluka. Tijekom zadnjih 10 godina uveden je BIM (*building information modelling*) kao paradigma za poboljšanja dizajna, izgradnje i rada imovine. Njihovom kombinacijom s velikim podacima i analitikom, uključujući umjetnu inteligenciju, moguće je stvoriti integrirani pristup upravljanju lukama koji ima potencijal za poboljšanje učinkovitosti u cijelom opskrbnom lancu. [22, p. 294]. Općenito informatički napredak luka danas izaziva mnogo pažnje kod svih dionika pomorskog prijevoza, prvenstveno kontejnerskog. Međutim, kad je riječ o prijevozu suhih rasutih tereta, situacija je znatno drukčija, ali ipak i ta vrsta prijevoza nije imuna na sve veći utjecaj digitalizacije. Primjena potpuno automatiziranog procesa transporta suhih rasutih tereta nije tako daleko od primjene. Neke australske rudarske tvrtke analizirale su postupak u kojem bi se cijeli transport prepustio zadanom algoritmu dok bi se ljudski utjecaj izbacio. Ljudsko odlučivanje bilo bi u potpunosti zamijenjeno zadanim algoritmom kojim bi se uskladila proizvodnja rudnika ugljena s kapacitetima terminala, radom vagona za dopremu tereta iz rudnika, rasporedom dolaska brodova kao i brzinom ukrcaja tereta na brodove. Budući da je prostor terminala ograničenih kapaciteta nužna je apsolutna učinkovitost, što bi bilo teško izvedivo bez digitalizacije i korištenja umjetne inteligencije. Trošak integracije umjetne inteligencije u operativne poslove luka zasigurno nije nizak, ali dugotrajno ima veliki utjecaj na učinkovitost. Računalno vođena automatizacija uklanja potrebu za zastojima koji su uzrokovani ljudskim faktorom. Da li će budućnost donijeti da će umjetna inteligencija biti

uključena u sve faze dolaska brodova u luku (kontrola prilazne brzine, učinkovita operacija veza broda, digitalna kontrola količina tereta i slično) ostaje za vidjeti.

Razvojem tehnologija i postupnim uvođenjem umjetne inteligencije u operativne poslove luka, one sve više nalikuju kibernetičkom prostoru koji uvelike olakšava trgovinu. Lučki objekti postaju sve složeniji i ovisni o informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji koju koriste. Međutim uporabom napredne tehnologije operativne djelatnosti luka postaju ranjive i podložne informatičkim napadima. Sve je više prisutna svijest o nužnosti osiguravanja računalne sigurnosti (*cyber security*) za normalan rad visoko tehnološki razvijenih luka. Ona se može definirati kao skup alata, politika, sigurnosnih mjera i pristupa, upravljanju rizicima, najbolje prakse i tehnologije koje se mogu koristiti za zaštitu kibernetičkog okruženja, imovine i organizacije korisnika. Kibernetičko okruženje odnosi se na samostalna računala i međusobno povezane mreže informacijske i operativne tehnologije koje koriste elektronički, računalni i bežični sustavi. Imovina organizacije i korisnika uključuje samostalna računala, osoblje, infrastrukturu, aplikacije, usluge i ukupnost prenesenih, obrađenih ili pohranjenih podataka u kibernetičkom okruženju [23, p. 11]. Motivacije aktera kibernetičkih prijetnji za sudjelovanje u cyber-napadu na lučki sustav mogu varirati, uključujući špijunažu koju sponzorira država, potragu za većom pohvalom među hakerima ili jednostavno radoznalost. Motivi obično uključuju [23]:

- Špijunažu
- Aktivizam
- Kriminal
- Terorizam
- Ratovanje

Akteri ovakvih napada mogu djelovati individualno, kao grupa, konkurencija, kibernetički kriminalci, teroristi ili osobe iza kojih stoje države. U lučku imovinu na koju utječe kibernetička sigurnost može se ubrojiti lučka infrastruktura, lučka postrojenja, informacije i komunikacijski sustavi. Kompromitacija bilo kojeg dijela lučke imovine može utjecati na brzinu, sigurnost i efikasnost lučkih operacija, sigurnost i zdravlje lučkog osoblja.

Međunarodna pomorska organizacija ozbiljno je shvatila moguću prijetnju u obliku kibernetičkih napada na lučke terminale i brodove pa je donijela smjernice MSC-FAL.1/Circ.3



*(Guidelines on maritime cyber risk management)* i rezoluciju MSC.428(98) *(Maritime cyber risk management in safety management systems)*.

Smjernice pružaju preporuke o upravljanju pomorskim kibernetičkim rizikom kako bi se brod i luka zaštitili od trenutnih i novih kibernetičkih prijetnji i ranjivosti te uključuju funkcionalne elemente koji podržavaju učinkovito upravljanje kibernetičkim rizikom. Preporuke se mogu uključiti u postojeće procese upravljanja rizicima i komplementarne su praksama upravljanja sigurnošću i sigurnošću koje je već uspostavio IMO.

## 6. PROBLEM ZAGAĐENJA U LUKAMA ZA SUHE RASUTE TERETE

Izgradnja bilo koje teretne luke uvelike narušava i mijenja okoliš, pa ne čudi što se javlja dosta jaki otpor zajednice kada treba dati suglasnost za izgradnju neke teretne luke u blizini stanovanja neke lokalne zajednice. Sama izgradnje luke donosi neke neizbježne štetne učinke:

- Zamućenje mora uslijed radova.
- Buka i vibracije.
- Oštećenje flore i faune nasipanjem i jaružanjem.
- Onečišćenje zraka uzrokovane radom teške mehanizacije.

Svaka operativna aktivnost u luci ima različiti utjecaj na njezin okoliš. Ovim neizbježnim utjecajima na okoliš prilikom normalnog rada u luci treba pridodati i neželjene događaje koji se mogu dogoditi ili nezakonite aktivnosti. Poveznica svih tih utjecaja na okoliš luke prikazani su u tablici 12.

Tablica 12. Utjecaji pomorskih transportnih aktivnosti luke, uključujući slučajne i nezakonite događaje.

	Aktivnosti	Zrak				Voda			Zemljište			Ekosustav		Ostalo		
		Lokalno zagađenje	Buka	Vibracije	Miris	Globalno zagađenje	Zagađenje	Zamućenje	Zagađenje	Acidifikacija	Erozija	Potrodnja	Gubitak raznolikosti	Degradacija	Zagađenje	Otpad
U luci	Manevriranje															
	Ukrcaj/Iskrcaj tereta															
	Jaružanje															
	Kopneni transport															
	Ilegalno odlaganje otpada															
	Održavanje/proširenje luke															
	Ispumpavanje balasta s broda															
	Ispumpavanje crnih ili sivih voda s broda															
	Manipulacija teretom															
	Aktivnosti lučkog postrojenja															
Izlijevanja																

Izvor: Autor prema [24].

Otpad s brodova koji danas dospijeva u more je svakim danom sve veći, prvenstveno zbog većeg broja brodova i većih količina tereta koje se prevoze. Da bi se to spriječilo brodovi bi trebali imati ugrađene uređaje za obradu ili bi luke bile te koje bi prihvaćale otpad s brodova.

U svakom slučaju neophodan je nadzor brodova. Istina, MARPOL konvencija zahtjeva od država potpisnica da osiguraju odgovarajuće uređaje za zbrinjavanje otpada s brodova, navodi za koje vrste otpada je nužno osigurati prihvatne kapacitete, te za to daje smjernice, ali glavnina posla leži na samim lukama. Da bi se shvatila važnost luka vezano za sprječavanje zagađenja mora s brodova bitno je istaknuti da čak četiri od šest poglavlja sadrže odredbe koje se odnose na luke, odnosno organizacije prihvata i zbrinjavanja otpada, a to su [25]:

- Prihvat ulja i zauljenih tekućina (dodatak I).
- Prihvat otrovnih tvari u tekućem stanju (dodatak II).
- Prihvat fekalija (dodatak IV).
- Prihvat smeća s brodova (dodatak V).

Konvencija Marpol 73/78 daje samo općenito odredbe koje luke moraju ispuniti, pa s ciljem olakšavanja posla lukama IMO je pripremila opće smjernice (*MARPOL – How to do it – Manual of practical implications of ratifying and implementing MARPOL 73/78*) koji bi trebali pomoći lukama ispuniti zahtjeve konvencije.

Bitno je naglasiti da nekog univerzalnog rješenja za prihvat otpada za sve luke nema, te da je za uređenje i metode zbrinjavanja otpada sukladno konvenciji obveza svake luke, a što ovisi o vrsti luke, veličini i tipu plovila koja uplovljavaju te otpadu ipak na svakoj pojedinoj luci. U daljnjem tekstu će se obraditi glavni izvori zagađenje u lukama uslijed normalnih lučkih operacija.

### **6.1. Zagađenje uzrokovano manipulacijom tereta**

Opće je poznato da gotovo svi suhi rasuti tereti imaju zajedničku karakteristiku, a to je da prilikom manipulacije s takvih teretima nastaje velika prašina. Ta prašina uvelike može narušiti kvalitetu zraka u blizini luke. Najzastupljenije zagađenje u ovim lukama je upravo proizvedeno manipulacijom suhog rasutog tereta.

Ukoliko se radi o luci gdje je teret uskladišten na otvorenom, padaline također mogu uzrokovati zagađenje tla i vode ukoliko zaštitne mjere nisu poduzete koje će to spriječiti. Za sprječavanje zagađenja uslijed manipulacije tereta u luci od iznimne je važnosti pridržavati se svih propisanih regulativa, te osoblje koje obavlja te poslove mora biti stručno i uigrano. Kako bi se spriječilo onečišćenje uzrokovano oborinama, na obali se grade zatvoreni sustavi pročišćavanja vode, tako da oborinske vode u more utiču čiste.

Moderno opremljene luke ovaj problem podizanja velike prašine donekle rješavaju zatvorenim sustavom trakastih transportera preko kojih se teret ukrcava ili iskrcava na ili s broda. Terete koji nisu osjetljivi na vodu poželjno je i polijevati da se efekt prašenja smanji.

Kod slabije tehnološki opremljenih luka, ili u lukama gdje se ukrcaj ili iskrcaj tereta obavlja brodskim teretnim uređajima, može nastati problem prosipanja tereta u more ili na obalu zbog neadekvatnih grabilica iz kojih može curiti sipki teret. Teret koji na ovaj način pada u more može utjecati na kvalitetu mora, a dugoročno i na dubinu na samom vezu.

Značajan učinak na kvalitetu zraka može imati mehanizacija koja se koristi za dovoz, odvoz ili skladištenje tereta u luci. Ispušni plinovi teške mehanizacije mogu znatno smanjiti kvalitetu zraku u blizini luke. Pored štetnosti kojom mehanizacija utječe na zrak, ona proizvodi određenu buku koja također ima negativan utjecaj. Ovo je još više izraženo ako se u blizini luke nalaze stambeni objekti.

## **6.2. Onečišćenje vode uzrokovano rukovanjem tereta**

Odavno je već poznato da brodovi premještaju ogroman količine balastnih voda s jednog morskog staništa u drugo, a što može imati jako štetan učinak na floru i faunu u lučkom okruženju i šire. Kao reakcija na tu činjenicu su kontinuirano uvođenje novih pravila vezane za rukovanje balastnim vodama u luci od strane IMO-a. Ovo zagađenje javlja se indirektno jer tehnički brod mora uzeti određenu količinu balasta da bi sigurno došao do ukrcajne luke, gdje će tijekom ukrcaja taj balast morati ispumpati u akvatorij luke. Mnoge bakterije i invazivne vrste mogu se prenijeti na ovaj način i uzrokovati promjenu u ravnoteži biljnog i životinjskog svijeta u moru. Brodovi će od 2024. godine prema zahtjevima IMO-a moraju imati sustav na brodu kojim će tretirati balastne vode i na taj način znatno umanjiti njihov negativan utjecaj na morsko okruženje luke.

Pored problema balastnih voda, more u luci može se onečistiti i prosipanjem tereta ili neplaniranim ili namjernim ispuštanjem onečišćujućih tekućina s broda. Neplanirani ili iznenadni neželjeni događaji uvijek se mogu dogoditi i postoji određeni rizik za to, međutim u praksi je to ipak rijetka pojava. S druge strane, namjerno ispuštanje onečišćujućih tekućina s brodova je problem s kojim se luka i razne organizacije bore na razne načine. Prije svega tu su isprave i brodski dokumenti, prvenstveno knjiga o smeću i knjiga o uljima u kojima je brod dužan voditi evidenciju o svim poslovima vezanim za otpad i za okoliš štetne tekućine. Ipak, uvijek ima i neodgovornih pojedinaca koji će nastojati zaobići pravila. Protiv toga se neke pomorske zemlje, kao na primjer USA, bore na način da prilikom dolaska broda u luku, nadležni službenik plombira ventile na brodu preko kojih se nedozvoljene štetne tekućine mogu ispumpati van broda. Svaka plomba ima i svoj odgovarajući kod. Plombu je dozvoljeno skinuti tek po odlasku iz luke, a prije odlaska prilikom odlaznih formalnosti s lokalnim vlastima nadležni službenik provjerava stanje plombe.

### **6.3 Jaružanje u svrhu održavanja luke**

Zavisno o svog geografskog položaja i duljini samog morskog prilaza određenoj luci, nužno je adekvatno održavati morske prilaze i dubine na samim vezovima luke. Održavanje dubine mora prilaznog kanala i samog veza ostvariva se jaružanjem. Ono ima isti negativni utjecaj kao inicijalno jaružanje u fazi izgradnje same luke. Za luke koje se nalaze na rijekama ili ušćima rijeka jaružanje je neizbježno. Međutim, pravilnim planom i iskrcajem jaružanog materijala na mjesta s kojih neće bit moguć povratak tog istog materijala prirodnim strujanjima broj zahtijevanih jaružanja može se znatno smanjiti, a samim time i njegov štetni utjecaj. Uz to jaružanje remeti prirodna staništa biljnog i životinjskog svijeta u luci te kao takvo narušava uspostavljenu prirodnu ravnotežu.

### **6.4 Izazovi koji stoje pred lukama u pogledu očuvanja okoliša**

U vrijeme kad vlada sve veća briga za okoliš i kad je sve više regulativa doneseno vezano za očuvanje okoliša, pred lukama je jedno izrazito zahtjevno razdoblje. Da bi se prilagodile nadolazećim promjenama, luke će morati pomno razraditi plan održivosti i razvoja. Sve se više odstupa od poslovanja klasičnog opskrbnog lanca, a sve se više prihvaća tzv. zelena logistika.

Propisi o zaštiti okoliša dodatno otežavaju prilagodbu terminalima koja se nalaze u blizini naseljenih središta. Sve veća globalna zabrinutost oko klimatskih promjena, održivosti, regionalne konkurencije za trgovinu i promjena uloga države u mnogim robnim sektorima rezultira time da dizajn i rad terminala za suhe rasute terete postaje sve složeniji. Terminali za suhi rasuti teret sada se oslanjaju na više opreme u više procesa koji rukuju teretima. Povećana automatizacija, sofisticirana tehnologija i veći kapaciteti opreme nisu umanjili rizike svojstvene sve složenijim mehaničkim sustavima rukovanja. Da bi luka bila učinkovita, sva oprema i procesi moraju biti pouzdani i dosljedno obavljati svoje funkcije. Mali problem u složenom sustavu brzo prerasta u veliki problem. Najbolji pokazatelj ovoga je primjer iz 2012. godine kad se u jednoj engleskoj luci neispravan sustava pražnjena spremnika doveo do blokade i preopterećenja istog. Zbog brze propusnosti problem je identificiran tek nakon urušavanja strukture lijevka zajedno s potpornom strukturom onemogućujući rad na nekoliko tjedana [26]. U kompleksnim sustavima slabe karike mogu uzrokovati značajne poremećaje u produktivnosti. Tehnološki napredak, automatizacija i poboljšano upravljanje povećali su potrebu za pouzdanim dizajnom terminala i opreme.

Kad se tehnološkoj utrci s konkurentnim lukama pridodaju nadolazeći zahtjevi u svezi očuvanja okoliša, situacija pred lukama je dosta složena. Članice IMO-a usvojile su tzv. početnu strategiju za smanjenje emisije stakleničkih plinova (*Green House Gas – GHG*) iz globalnog brodarstva za najmanje 50 % do 2050. godine. Ovo je svakako prekretnica i za brodove i luke te za cijelu industriju koja se nastoji uskladiti sa zadanim ciljevima. Ključni naglasak ove strategije stavljen je na [27]:

- Prednost prestanka uporabe fosilnih goriva do sredine stoljeća,
- Najmanje 50 % smanjenja do 2050. što je jednako 85 % smanjenja intenziteta ugljika,
- Široku podršku dekarbonizaciji,
- Manje od 5 godina za donošenje početnog plana smanjenja GHG-a,
- Reviziju strategije 2023.

Pored ovih moglo bi se reći dosta optimističnih nastojanja koja bi brodovi i luke morale zadovoljiti, sve je veća prisutnost pritiska na luke na veće zalaganje za čišći zrak. Sve je glasnija ideja o opskrbi brodova električnom energijom preko kopnene elektroenergetske mreže (*cold ironing*). Na ovaj način bi se kvaliteta zraka u lučkim okruženjima znatno poboljšala te smanjila

emisija CO<sub>2</sub> tijekom boravka broda u luci. Međutim, sama izvedba i mogućnost dosta je upitna za veliku većinu svjetskih luka, a također zahtjeva i dosta vremena za implementaciju. Uz to povezana je i s troškovnom stranom cijene zamjene energenata, visokim i zahtjevnim troškovima instalacije te u konačnici pravičnoj i poticajnom naknadom utrošene električne energije. Kako to inače biva u drastičnim promjenama u poslovanju luke stvari se jako sporo mijenjaju, pa ostaje vidjeti kako će se razvijati preobrazba luka i brodova prema sadašnjim zadanim ciljevima.

## 7. ZAKLJUČAK

Budući da su danas prema statističkim podacima koje objavljuje UNCTAD brodovi za suhe rasute terete najzastupljeniji po ukupnom broju, te da se upravo s tim teretima najviše trguje u zadnjih nekoliko godina, neupitna je važnost luka za suhe rasute terete za razvoj svjetskog gospodarstva. Općenito luke koje su u povijesti bile više kao zakloništa od lošeg vremena, postupno su se razvijala u mjesta robne razmjene da bi danas postale centralna mjesta u cjelokupnom opskrbnom lancu, mjesta gdje se sijeku ostali transportni sustavi s pomorskim. O važnosti ovih luka najbolje govori podatak iz UNCTAD analize pomorskog prometa 2021. godine, da je ukupan promet ukrcanim suhim rasutim teretima za 2020. godinu iznosio 7730 milijuna tona.

Međutim tehnologija u svijetu izrazito napreduje, pa stoga ni pomorske luke nisu izuzete od ove činjenice. Sve naprednije tehnologije, sve veći brodovi za prijevoz rasutih tereta stavljaju na luke veliki izazov. Poznato je da se lučki terminali dosta sporije prilagođavaju novim tehnološkim i ekološkim trendovima u odnosu na brodove. Istina, luke ako žele ostati konkurentne na tržištima moraju u što kraćim rokovima prihvatiti nove trendove i tehnologije.

Nadalje, izrazito neizvjesna vremena uzrokovana pandemijom covida-19 te agresijom Rusije na Ukrajinu dodatno su destabilizirale svjetsko gospodarstvo. Kao rezultat sve više država počinje zabranjivati izvoze nekih vrlo važnih tereta, kao npr. ugljen iz Indonezije ili pšenica iz Indije, što će još više utjecati na svjetsku gospodarsku stabilnost.

Ipak nije samo razvoj tehnologije i neizvjesnih svjetskih prilika problem s kojim se danas moderne luke susreću. Sve veća svijest o brizi i očuvanju okoliša, dovelo je do nekih novih ciljeva koje je zadala Međunarodna pomorska organizacija koje se direktno tiču poslovanja luke i brodova. Dodatno sve je veća prisutnost umjetne inteligencije koja se najprije pojavila na kontejnerskim terminalima, ali postaje prisutna i u ostalim morskim lukama. Trošak koji se javlja integracijom umjetne inteligencije zasigurno nije nizak, ali dugotrajno nudi dobitke i učinkovitost. Automatizacija vođena računalom uklanja potrebu za zastoje, promjene smjena, stanke za obroke, pauze i slično. S ljudima dalje od izravne kontrole, automatizirana preciznost korištenja opreme uvelike smanjuje trošenje opreme i potrošnju goriva. Da li će luke prihvatiti umjetnu inteligenciju i da li će ona pomalo potisnuti čovjeka kao nosioca operativnih poslova u luci ostaje još vidjeti.



## LITERATURA

- [1] Č. Dundović i B. Kesić, Tehnologija i organizacija luka, Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, 2001..
- [2] *Pomorski zakonik*, Zagreb, 2020.
- [3] Kirinčić J., Luke i terminali, Zagreb: Školska knjiga, 1991.
- [4] K. Bichou, Port operations, planning and logistic, New York: British Library Cataloguing , 2013.
- [5] Vranić D., Ivče R., Tereti u pomorskom prometu, Rijeka: Sveučilište u Rijeci, 2006.
- [6] Lighterengen H., Ports and terminals, The Netherlands: Delf academic press, 2017.
- [7] »Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje,« Leksikografski zavod Miroslav Krleža, [Mrežno]. Available: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=20221>. [Pokušaj pristupa 22 03 2022].
- [8] House D. J., Cargo work for maritime operations, 8th edition ur., London: Routledge, 2016.
- [9] UNCTAD - Review of maritime transport, New York: United nations, 2021.
- [10] UNCTAD, 50 zears of review of maritime transport, 1968-2018, United Nations, 2018.

- [11] »MarineInSight,« 09 12 2021. [Mrežno]. Available: <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/different-types-of-bulk-carriers>. [Pokušaj pristupa 18 03 2022].
- [12] T. Nick, Bulk carriers the ocean cinderellas, Christchurch: Wilson Scott publishing limited, 2005.
- [13] S. A., Ekonomika poduzeća, Zagreb: Ekonomski fakultet Yagreb, 1993.
- [14] M. N., Tehnologija luka, pristaništa i terminala, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2000.
- [15] M. N., tehnologija luka, pristaništa i terminala, Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2001.
- [16] T. C.A., Port designer's handbook, London: Thomas Telford, 2003.
- [17] IMO, ISPS Code, International ship and port facility security code and Solas amendments 2002, London: IMO, 2003.
- [18] Port Security: A National Planning Guide, Washington: US department of transportation, 1997.
- [19] [Mrežno]. Available: <https://www.aljazeera.com/news/2022/5/14/india-bans-wheat-exports-cites-food-security-and-soaring-prices>. [Pokušaj pristupa 18 05 2022].

- [20] [Mrežno]. Available:  
<https://www.imo.org/en/OurWork/PartnershipsProjects/Pages/GreenVoyage2050.aspx>.  
[Pokušaj pristupa 11 05 2022].
- [21] B. Jacobsen, »Futures platform,« [Mrežno]. Available:  
<https://www.futuresplatform.com/blog/port-future>. [Pokušaj pristupa 31 05 2022].
- [22] N. G. M. Fiorini, ICT Solutions and Digitalisation in Ports and Shipping, London:  
The Institution of Engineering and Technology, 2021.
- [23] H. Boyes, Cyber security for ports and port systems, london: The Institution of  
Engineering and Technology, 2016.
- [24] A. Miola, V. Paccagnan, I. Mannino, A. Massarutto, A. Perujo, M. Turvani, External  
costs of transportation case study: maritime transport, Italy: European Commission JRC  
Institute for Environment and Sustainability, 2009.
- [25] IMO, MARPOL 73/78, London, 2017.
- [26] F. Buttimer, »Port Tehnology,« [Mrežno]. Available:  
[https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/25182319/Buttimer\\_PT63\\_V2.pdf](https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/25182319/Buttimer_PT63_V2.pdf). [Pokušaj pristupa 15 05 2022].
- [27] [Mrežno]. Available:  
<https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx>. [Pokušaj pristupa 15 05 2022].

## POPIS SLIKA

Slika 1. Izgled Dubrovnika i njegove luke u 17. stoljeću .....	5
Slika 2. Funkcije i aktivnosti teretne luke.....	11
Slika 3. Luka Dampier – Australija .....	18
Slika 4. Posljedica nedozvoljenog postotka vlage na ukrcanom teretu željezne rude. ....	18
Slika 5. Proces ukrcanja termalnog ugljena na brod.....	20
Slika 6. Samozapaljenje ugljena u brodskom skladištu .....	21
Slika 7. Ukrcaj žita u brodsko skladište broda.....	22
Slika 8. Ukrcaj boksita u luci Kamsar .....	24
Slika 9. Ukrcaj fosforita u luci Hamrawein .....	25
Slika 10. Iskrcaj sirovog šećera u luci Toronto.....	26
Slika 11. Ukrcaj soli u luci Kandla brodskim dizalicama i grabalicama.....	27
Slika 12. Ukrcaj gipsa u luci Garrucha .....	28
Slika 13. Ukrcaj sumpora u luci Vancouver .....	29
Slika 14. Ukrcaj cementa zatvorenim sustavom .....	30
Slika 15. Glavni pomorski pravci u trgovini suhih rasutih tereta morem.....	33
Slika 16. OBO brod.....	36
Slika 17. Brod samostalno iskrcava teret (eng. self unloaders) .....	37
Slika 18. Brod namijenjen plovidbi isključivo velikim jezerima (eng.laker) .....	38
Slika 19. BIBO brod (eng. Bulk in, Bags out).....	39
Slika 20. Četiri skupine najzastupljenijih brodova za rasuti teret.....	40

Slika 21. Najveći brod za suhe rasute terete .....	42
Slika 22. Suvremena lučka postrojenja za iskrcaj suhих rasutih tereta velikih kapaciteta .....	49
Slika 23. Usporedba ukrcajnih postrojenja za suhe rasute terete .....	51
Slika 24. Radijalno ukrcajno postrojenje .....	52
Slika 25. Luka Newcastle sa uskladištenim teretom ugljena .....	53
Slika 26. Uređaj za slaganje i povrat tereta .....	54
Slika 27. Znak obavezne uporabe osobne sigurnosne zaštitne opreme na terminalima .....	56
Slika 28. Index zagušenja luka .....	60
Slika 29. Pregled svjetske trgovine suhim rasutim teretima morem po godinama .....	61

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Raščlamba funkcija luke prema lučkoj imovini i objektima .....	13
Tablica 2. Prikaz karakterističnih vrijednosti željezne rudače prema IMSBC kodeksu.....	17
Tablica 3. Prikaz karakterističnih vrijednosti ugljena prema IMSBC kodeksu.....	19
Tablica 4. Prikaz vrijednosti boksita i aluminijevog oksida prema IMSBC kodeksu .....	23
Tablica 5. Prikaz karakterističnih vrijednosti fosforita prema IMSBC kodeksu .....	25
Tablica 6. Prikaz karakterističnih vrijednosti šećera prema IMSBC kodeksu.....	26
Tablica 7. Prikaz karakterističnih vrijednosti soli prema IMSBC kodeksu.....	27
Tablica 8. Prikaz karakterističnih vrijednosti gipsa prema IMSBC kodeksu .....	28
Tablica 9. Prikaz karakterističnih vrijednosti sumpora prema IMSBC kodeksu.....	30
Tablica 10. Prikaz karakterističnih vrijednosti sumpora prema IMSBC kodeksu.....	31
Tablica 11. Razvoj međunarodne pomorske trgovine u odabranim godinama (u milijunima tona ) .....	32
Tablica 12. Utjecaji pomorskih transportnih aktivnosti luke, uključujući slučajne i nezakonite događaje .....	65