

# Tehnologija prijevoza rasutih tereta morem

---

Štefanić, Ema

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:192569>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-07**



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

Repository / Repozitorij:

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



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**EMA ŠTEFANIĆ**

**TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA RASUTIH TERETA MOREM**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA RASUTIH TERETA MOREM  
TRANSPORTATION OF DRY BULK CARGO BY SEA**

**ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Tehnologija prijevoza morem

Mentor: Dr. sc. Renato Ivče

Studentica: Ema Štefanić

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112080357

Rijeka, rujan 2023.

Student/studentica: Ema Štefanić  
Studijski program: Tehnologija i organizacija prometa  
IMBAG: 0112080357

IZJAVA STUDENTA - AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Student/studentica - autor

Štefanić

(potpis)

Student/studentica: EMA ŠTEFANIĆ

Studijski program: TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA PROMETA

JMBAG: 0112080357

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA RASUTIH TERETA MOREM  
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

prof. dr. sc. Renato Ivčić  
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc. dr. sc. Ime i Prezime)

te komentorstvom \_\_\_\_\_

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke \_\_\_\_\_  
(naziv tvrtke).

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

Student/studentica

Štefanić

(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

EMA ŠTEFANIĆ

## **SAŽETAK**

Prijevoz rasutog tereta morem efikasan je i jednostavan način prijevoza velikih količina tereta. Prevozi se brodovima u brodskim skladištima i često je jedini teret na brodu zbog čega dolazi do specijalizacije brodova, a tako i terminala koji su ključni da bi se ova vrsta prijevoza mogla obavljati. Što više vrsta i količina brodova nastaje to su veće mogućnosti nesreća i povećava se broj mogućih opasnosti, stoga na snagu stupaju pravila, zakoni i konvencije koje reguliraju ovu vrstu prijevoza do zadnjeg detalja kako bi teret, brodovi, posada, a i okoliš prošli cijeli proces prijevoza bez ikakvih nesreća.

Ključne riječi: brod, prijevoz tereta, rasuti teret, terminal.

## **SUMMARY**

Transport of bulk cargo by sea is an efficient and simple way of transporting large quantities of cargo. It is transported by ships in cargo holds and is often the only cargo on board, which leads to the specialization of ships and thus terminals, which are crucial for this type of transportation to be possible. The more types and sizes of ships are created, the greater the possibility of accidents and the number of possible dangers increases, therefore rules, laws and conventions are made to regulate this type of transport process without any accidents.

Keywords: ship, cargo transportation, bulk cargo, terminal.

# SADRŽAJ

<b>SAŽETAK .....</b>	<b>I</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>I</b>
<b>SADRŽAJ .....</b>	<b>II</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. RASUTI TERET .....</b>	<b>2</b>
2.1. KRATKI POVIJESNI RAZVOJ PRIJEVOZA RASUTIH TERETA MOREM .....	2
2.2. OBILJEŽJA TERETA .....	2
2.2.1. Štete na teretu.....	5
2.2.2. Pravilnici.....	6
<b>3. BRODOVI ZA RASUTI TERET .....</b>	<b>8</b>
3.1. POKLOPCI SKLADIŠTA .....	9
3.2. PODJELA BRODOVA .....	9
3.3. NAJVEĆI BRODOVI .....	12
3.4. KOMPANIJE .....	14
<b>4. UKRCAJ I ISKRCAJ .....</b>	<b>15</b>
4.1. SREDSTVA UKRCAJA I ISKRCAJA RASUTIH TERETA .....	15
4.2. PRIPREMA BRODSKOG SLADIŠTA ZA UKRCAJ .....	18
4.3. UKRCAJ.....	19
4.4. PRIJETNJE SIGURNOSTI BRODA PRILIKOM PREKRAJA TERETA .....	21
4.5. ISKRCAJ .....	22
<b>5. TERMINALI .....</b>	<b>24</b>
5.1. SIGURNOSTI RADA NA TERMINALIMA .....	24
5.2. TERMINALI ZA RASUTI TERET U RH.....	25
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>33</b>

## 1. UVOD

Prijevoz brodovima najučinkovitiji je način prijevoza velike količine tereta. Osobito ako se prevozi velika količina rasutog tereta čija se potražnja i dalje povećava pa se time povećavaju i brodovi kako bi omogućili prijevoz veće količine u manjem broju putovanja.

Teret koji se nalazi na brodovima za prijevoz rasutog tereta ima posebna svojstva i ponašanje prilikom prijevoza koja treba dobro razmotriti i uzeti u obzir pri odabiru načina i sredstva prijevoza. U početku rada detaljnije će pisati o karakteristikama rasutog tereta, kao i o teretima koji se često prevoze ovim načinom, kao što su žitarice, rudača i ugljen.

Rad sadrži informacije o glavnim dijelovima broda, o vrstama brodova za prijevoz ovih tereta i nekoliko kategorija brodova kao i neke od najvećih brodova za prijevoz rasutog tereta trenutno i najveće kompanije.

Kako bi se teret mogao ukrcati i iskrcati iz broda moramo imati i prekrcajna sredstva koja se razlikuju ovisno radi li se o ukrcaju ili iskrcaju. Kao i sredstva ukrcaja i iskrcaja, potrebni su i terminali za rasuti teret koji su posebno zanimljivi jer su drugačiji od svih ostalih tereta ali istovremeno jednostavni jer to svojstva ovih materijala omogućuju. Kada se govori o terminalima za rasuti teret i njihovim specifičnostima, potrebno je spomenuti i terminale za rasuti teret u Hrvatskoj i Luku Rijeka i terminale koji spadaju pod nju.

A kroz rad spomenut će se i moguće nezgode na moru i u lukama, te kako ova vrsta tereta lako može postati opasan teret. Moguće štete na brodu i teretu prilikom prekrcaja i prilikom transporta koje ne možemo uvijek izbjeći i Konvencije koje ih pokušavaju spriječiti i smanjiti koliko je moguće.



## **2. RASUTI TERET**

Brodski teret može biti bilo kakav materijal koji je prihvaćen na prijevoz u skladištu broda. U ovom slučaju naglasak će biti na rasutim teretima. Rasuti tereti su tereti koji nisu pakirani, nemaju ambalažu, već se zbog svojih karakteristika utovaruju direktno u brodski prostor.

Kada bi se sipki teret pakirao, smatrao bi se generalnim teretom i mogao bi se prevoziti brodovima za generalni teret ali upravo zbog toga što se bez ambalaže krca u brod, može se prenesti puno veća količina tereta i prekrcaj je skoro potpuno automatiziran pa je i vrijeme broda u luci kraće.

Brodovi za rasuti teret postali su sve veći zbog povećane potrebe za prijevozom rasutog tereta, a zatim se povećao i broj brodova. Tako u 21. stoljeću udio rasutih tereta u pomorskoj razmjeni iznosi oko 33% pomorske trgovine. <sup>1</sup>

### **2.1. KRATKI POVIJESNI RAZVOJ PRIJEVOZA RASUTIH TERETA MOREM**

Brodovi za prijevoz rasutog tereta pojavljuju se sredinom 20. stoljeća, a razvili su se iz brodova za generalne terete. Započelo je s brodovima za prijevoz željezne rudače, a već 1980. godine se počinju prevoziti razni rasuti tereti. Počelo je sa manjim brodovima koji nisu mogli prelaziti velike udaljenosti i nevrjeme ih je ometalo u prijevozu ali kako je tehnologija i potražnja napredovala tako su i brodovi i terminali. Sada brodovi prevoze tada nezamislive količine.

### **2.2. OBILJEŽJA TERETA**

Rasuti teret možemo podijeliti na mnogo načina, ovisno o određenim svojstvima, rukovanju i obilježjima. Za početak će se podijeliti na suhe i tekuće rasute terete, a onda će suhi imati još podjela.

Tekući tereti su tereti koji se prijevoze bez ambalaže i u tekućem obliku. Krcaju se i iskrcavaju cijevima, cjevovodima. Pod tekuće terete možemo svrstati mlijeko i sokove, ali i neke opasnije tekućine kao što su nafta, benzin i prirodni plin s kojima treba postupati s dodatnim oprezom.

---

<sup>1</sup> <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bulk-carrier>

Suhi rasuti tereti su oni na koje obično mislimo kada kažemo rasuti teret, te će kroz ovaj rad naglasak biti na njima. To su tereti koji se prijevoze bez ambalaže, u rasutom, suhom obliku pa ih na engleskom jeziku zovemo "dry bulk cargo". Krcaju se u brodska skladišta. Neki od najpoznatijih tereta koji se prevoze u rasutom stanju su željezna rudača, ugljen, sol, žitarice i cement. Svojstva rasutih tereta su granulacija, gustoća ljepljivost, te:

- Faktor slaganja koji se definira kao omjer slobodnog prostora potrebnog za teret i mase tog tereta, a izražava se u kubičnim metrima po metričkoj toni ( $m^3/mt$ ). Da bi lakše shvatili, možemo reći da prikazuje koliko je prostora potrebno za jednu tonu dobro složenog tereta.
- Kut nasipanja ili nasipni kut je najveći kut nagiba nekog tereta. Kada se nasipaju na ravnu površinu poput broskog skladišta, rasuti materijali stvaraju oblik stošca. Kut nasipanja ovisi o vrsti materijala, obliku i krupnoći zrna, vlažnosti i brzini nasipanja. Kut, zbog vibracija, u transportu mijenja svoj iznos. Postoje dvije vrijednosti kuta nasipanja: vrijednost tokom transportu ili kretanja i vrijednost pri mirovanju.
- Sadržaj vlage predstavlja količinu vlage u teretima. Većina suhih rasutih tereta sadrži malu količinu vlage u sebi ali više od toga može pokrenuti drugačije ponašanje tereta, tada se rasuti teret ponaša kao tekućina.

Suhe rasute terete možemo prema obilježjima podijeliti na:

- Terete koji mogu postati žitki – To su materijali koji sadrže mali postotak vlage ali ne moraju biti vidljivo vlažni. Žitko stanje nastaje kad se materijal zasiti tekućinom toliko da se pod utjecajem kretanje broda počinje ponašati kao tekućina. SOLAS, glava VI, dio B ima posebne odredbe za rasute terete izuzev žitarica. Opisuje kako sigurno rukovati teretima koji mogu postati žitki. Objašnjava raspored slaganja, ukrcaja i iskrcaja, balastiranja i debalastiranja na najbolje načine da bi se izbjegle nezgode. Da bi izbjegli problem slobodnih površina koji nastaje zbog vibracija i vlažnosti u teretu, treba redovno provjeravati količinu vlage u prostoru.
- Terete koji imaju kemijske opasnosti – Odredbe za sigurno rukovanje, potrebnu dokumentaciju, zahtjeve za slaganje i prijevoz tereta koji imaju kemijske opasnost nalaze se u SOLAS glavi VII, dio A koji se odnosi na sve brodove koji prevoze opasne terete.

- Terete koji su nekohezivni ili sipki – u sipke terete možemo svrstati žitarice. U SOLAS glavi 6, dio B mogu se pronaći pravila o prijevozu i rukovanju ovom vrstom tereta, a jedno od bitnijih svojstva ovih tereta koje treba spomenuti je kut nasipanja.
- Ostale rasute terete

Nadalje će ukratko biti opisani prethodno spomenuti najpoznatiji i najčešće prevezeni rasuti tereti:

- Žitarice su rasuti teret u koji spadaju pšenica, kukuruz, zob, riža i ostali koji se ponašaju slično žitaricama. Kod žitarica, kao i kod svih rasutih tereta treba paziti na sigurnost broda i stanje tereta. Žitarice su specifične zbog nekih svojih svojstava i treba posebno obratiti pažnju na njihovo stanje i na način ukrcanja. Žitarice su kvarljivi teret, dakle lako se mogu oštetiti kontaminacijom tereta koji su prije bili u skladištu, nepravilnom ventilacijom i najviše vlagom. Kada vlaga, odnosno voda, dođe među žitarice, one započinju klijanje, a ako prostorija nije dobro ventilirana, započinje i truljenje što može uništiti cijelu pošiljku na brodu. Zbog toga je potrebna kontrola tereta pri ukrcanju, iskrcanju i tokom prijevoza. Poklopci grotla moraju biti vodonepropusni kako se voda ne bi nakupljala u skladištu s teretom. Problem kondenzacije se rješava konstantnom ventilacijom kroz cijelo putovanje. Osim vlage, postoji mogućnost insekata u teretu. Kako bi se to spriječilo provodi se fumigacija. Fumigacija je proces istrebljivanja insekata koji su ukrcani u skladište zajedno sa žitaricama.

Svaki brod je prije ukrcanja žita dužan dokazati da je u mogućnosti udovoljiti uvjetima za ukrcaj, iskrcaj i putovanje sa žitom. Tek nakon što je dokazano da je siguran za rukovanje žitom, dobiva dozvolu za ukrcaj.

Opasnost za brod kod prijevoza žita je problem stabilnosti koji se stvara zbog toga što se površinski dio žita može pomicati tokom prijevoza. To je najveći razlog za oprez pri prekrcanju i prijevozu žita su tako nastala pravila za ukrcaj i raspored po skladištima i imamo i Međunarodni kodeks o prijevozu žitarica IGC code.

- Ugljen je fosilno gorivo koje se prevozi u rasutom obliku. Spada pod opasne terete zbog mogućih opasnosti pri prijevozu kao što su požari, eksplozije, nagrizanje brodske strukture i ispuštanje otrovnih plinova. Zbog toga je važno planirati ukrcaj, iskrcaj i skladištenje ugljena u detalje. Tokom prijevoza obavezna je dobra ventilacija i redovno mjerenje temperature i prisutnosti plinova u brodskom skladištu. Radnje koje bi ugrozile sigurnost broda i posade kao što su pušenje na palubi i u skladištima ili rad otvorenim

plamenom su zabranjene. Interesantno je da se prije iskrcaja ugljena podmaže staza poklopca grotla mašću kako ne bi došlo do iskrenja.

- Željezne rude su stijene iz kojih se željezo kao metal može vaditi. Teret je velike gustoće pa je faktor slaganja nizak. Zauzimaju samo dno skladišta što može uzrokovati naprezanja broskog trupa i valjanja na moru su izraženija pa je potrebno planiranje prije ukrcanja. Da se opasnost smanji skladišta se prekrivaju jutom i ventiliraju se tokom cijelog procesa prijevoza zbog količine vlage u teretu. Kan test je jedan od načina kojim se osigurava sigurni prijevoz. To je test kojim se može utvrditi ako postoji mogućnost da se željezna ruda uslijed vibracija pretvori u tekuće stanje.
- Šećer je teret koji mora ostati suh. Topiv je u vodi što znači da vlaga ili ulaz vode kroz brodska skladišta može uzrokovati štetu na teretu. Poklopci skladišta zbog toga moraju biti vodonepropusni. Opasnosti su slične kao kod svih tereta koji zbog veće količine vlage mogu postati tekući. Pri iskrcaju treba paziti na vremenske prilike kako šećer ne bi došao u dodir s kišom.
- Sol je kao teret slična šećeru. Ima malo veći postotak vlage od šećera ali je isto topiva u vodi i postoji mogućnost likvifikacije (akumulacija vode u rasutim teretima). Sol nagriza željezne dijelove skladišta koje dodiruje pa ih prije ukrcanja treba namazati vapnom radi očuvanja stanja broskog skladišta.

### **2.2.1. Štete na teretu**

Štete koje nastaju na ovim teretima često su posljedica vremenskih neprilika poput kiše, snijega, vjetra, magle...

Vlaga se skuplja na stijenama broskih skladišta i na samom teretu. Kako ne bi došlo do problema s teretom, potrebno ga je pregledavati, provjetravati brodska skladišta i upotrijebiti neku vrstu zaštite koja će spriječiti dodirivanje tereta sa dijelovima broskog skladišta i omogućiti kruženje zraka oko tereta. Na dnu skladišta stvara se žitka površina od vlažnih tereta koja može uzrokovati pomicanje tereta, a kod pre vlažnih rudača, skuplja se tekućina koja slobodnim površinama može nepovoljno djelovati na stabilnost broda.

Rasuti je teret sklon i toplinskim štetama. Tokom cijelog putovanja obavezno je provjeravati i prilagođavati temperaturu u skladištima kako bi teret na odredište došao u stanju u kakvom je dogovoreno.

Do štete od trenja dolazi zbog valjanja broda i vibracija koje nastaju zbog uporabe strojeva na brodu. Može prouzročiti čak i eksploziju.

Najčešća je šteta od insekata. Prilikom ukrcaja i iskrcaja potrebno je temeljito pregledati teret, a i tokom prijevoza obavezni su redoviti pregledi. Ako se u nekom od pregleda otkrije da ima insekata u teretu, potrebno je poduzeti sve mjere kako se insekti ne bi prenesli na ostatak teret. Često se izvodi fumigacija, što označava odstranjivanje insekata plinom.

Važno je napomenuti da teret može postati opasan zbog načina na koji vlaga, temperatura ili neke druge okolnosti utječu na teret. Upravo zbog toga su stvoreni međunarodni pravilnici koji kontroliraju i definiraju način prijevoza tereta. To su BC Kodeks odnosno Kodeks o sigurnom postupanju s krutim teretom u rasutom stanju i IGC Kodeks ili Kodeks o sigurnom prijevozu žitarica. Ovim kodeksima pokušava se unaprijediti, poboljšati i regulirati ukrcaj, iskrcaj, prekrcaj i smještaj rasutih tereta, te usmjeriti pozornost na moguće opasnosti s ovim teretom. Klasificirani su prema Kodeksu o opasnim materijalima za kruti teret ili IMSBC Code.

### **2.2.2. Pravilnici**

BC Code ili Code of safe practice for solid bulk cargos ili prevedeno Kodeks o sigurnom postupanju s krutim teretima u rasutom stanju.

Ovaj kodeks ukazuje na opasnosti koje se javljaju pri transportu određenih vrsta rasutih tereta, daje upute o postupcima koje treba primijeniti, pruža informacije o svojstvima tereta koji se često otpremaju u rasutom stanju i načinu na koji treba postupati s njima. Piše o zahtjevima i kriterijima koji se primjenjuju pri slaganju i prijevozu rasutih tereta, osim žitarica koje imaju zasebna pravila.

Kodeks sadrži niz mjera opreza i napominje da je ključno da je rasuti teret pravilno raspoređen po skladištima broda kako konstrukcija ne bi bila preopterećena i kako bi brod imao odgovarajuću stabilnost.

Cilj ovog kodeksa je skrenuti pažnju na prihvaćene metode smanjenja i kompletnog uklanjanja opasnosti prilikom prijevoza rasutog tereta morem.

International Grain Code ili Međunarodni kodeks o sigurnom prijevozu žitarica u rasutom stanju primjenjuje se na brodove, bez obzira na veličinu, koji prevoze žitarice u rasutom stanju i na koje se primjenjuje dio C poglavlja VI SOLASa. Svrha kodeksa je

osigurati međunarodni standard za siguran transport žitarica u rasutom stanju. Sastoji se od posebnih zahtjeva i smjernica za skladištenje žitarica i uporabu armature za žito, te izračuna nagibnih momenata.<sup>2</sup>

Poglavlje VI SOLAS Konvencije ističe da brod koji prevozi žito mora zadovoljiti zahtjeve ovog kodeksa i imati dokument o autorizaciji koji se zahtjeva prema tom kodu. Brod bez dokumenata ne smije ukrcavati žito dok se ne udovolje zahtjevi kodeksa.

Konvencija SOLAS ili Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskog života na moru iz 1974. godine bavi se različitim aspektima pomorske sigurnosti i sadrži, u poglavlju VI, obvezujuće odredbe koje uređuju prijevoz suhih rasutih tereta. Ove odredbe su proširene u Međunarodnom pomorskom kodeksu o rasutim teretima ili IMSBC Code. Cilj obveznog IMSBC kodeksa je olakšati i unaprijediti skladištenje i otpremu rasutih tereta pružanjem informacija o opasnostima tokom transporta ovakvih tereta i obaveznim postupcima pri rukovanju i transportu.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Grain-Code.aspx>

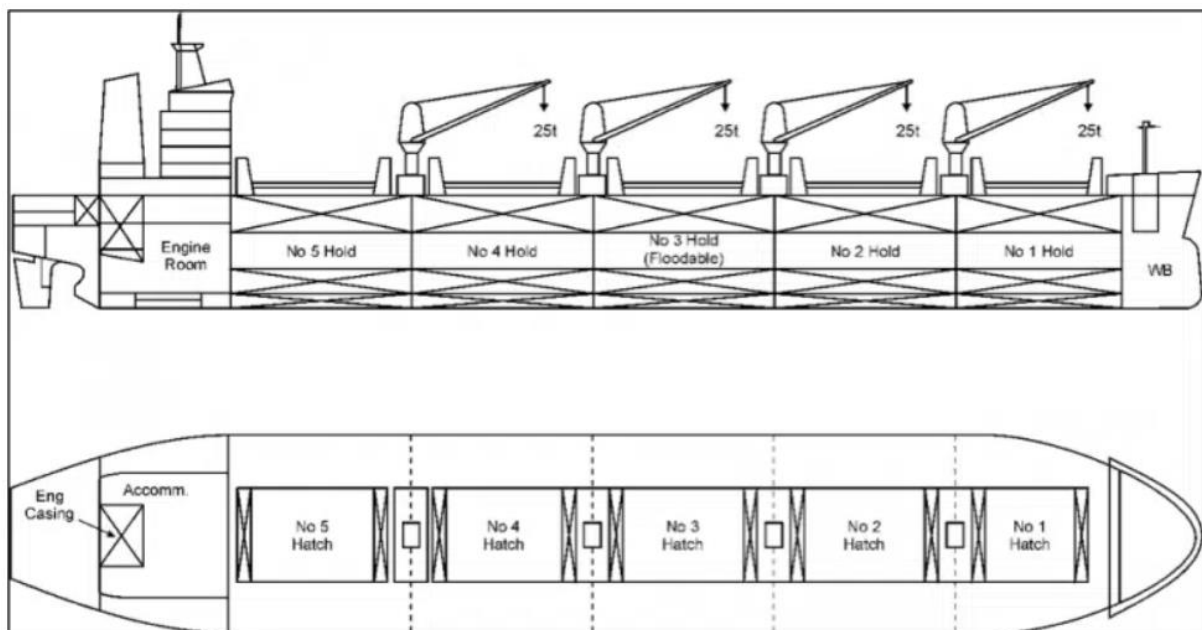
<sup>3</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/CargoesInBulk-default.aspx>

### 3. BRODOVI ZA RASUTI TERET

Za ovu vrstu prijevoza tereta morem koriste se specijalizirani brodovi. Brodovi za prijevoz rasutih tereta, engleski su Bulk Carrieri, kao što sam naziv govori, to su brodovi koji se koriste za prijevoz rasutih tereta. Posebno su dizajnirani za prijevoz tereta koji nisu pakirani. Zbog sve veće potražnje za robom, ovi brodovi se konstantno razvijaju i povećavaju. Sa svakim novim dizajnom pokušava se maksimalno iskoristiti kapacitet, poboljšati sigurnost, učinkovitost i trajnost. Brodovi zbog veličine izgledaju ekonomično i učinkovito ali često se vraćaju u praznom hodu, odnosno plove prazni do izvorišne luke, pa brod mora biti spreman iskoristiti balastne tankove za slučaj povratnog putovanja bez tereta.

Svi su moderni brodovi za rasuti teret izgrađeni sukladno SOLAS-ovoj definiciji.

To su jednalubni brodovi sa prostranim brodskim skladištima. Imaju uzvojne i potpalubne bočne tankove u skladištu tereta. Po uzdužnom sustavu gradnje građeni su paluba i dvodno, dok je po poprečnom sustavu gradnje građena bočna oplata što znači da se pri gradnji koristi mješovit sustav gradnje. Suvremeni imaju dvostruku, a klasični jednostruku oplatu. Dizajn brodova za rasuti teret ne mijenja se s veličinom, a radi lakšeg rukovanja teretom pri ukrcaju i iskrcaju, ovi brodovi imaju i veće otvore, odnosno grotla.



Slika1: poprečni presjek i tlocrt broda za rasuti teret

(10.8.2023.)

### **3.1. POKLOPCI SKLADIŠTA**

Grotla skladišta se kod brodova za rasute terete vodonepropusno zatvaraju različitim vrstama poklopaca koji su jedni od najbitnijih dijelova broda zbog svojstava koje ima većina rasutih tereta, a to je da ne podnose dobro vlagu. Najčešće kategorije poklopaca su: sklopni poklopci na povlačenje, poklopci koji se otvaraju prema boku, hidraulični sklopni poklopci i pontonski tip poklopca.

Sklopni poklopci na povlačenje upotrebljavaju se kod manjih brodova za rasute terete, Grotlo skladišta se najčešće zatvara pramčanom i krmenom sekcijom poklopaca što omogućuje djelomično zatvaranje skladišta.

Poklopci koji se otvaraju prema boku najčešće se koriste kod velikih kombiniranih brodova za prijevoz rudača/rasutih/ulja (OBO brodovi) te rudača/ulja (OO brodovi). Pokrov grotla sastoji se od dva poklopca koji se otvaraju horizontalno prema boku broda, a za otvaranje i zatvaranje se koristi hidraulični sustav ili se pomoću vitala povlače čelik čelima. Pogodni su zbog mogućnosti brzog zatvaranja.

Hidraulični sklopni poklopci koriste se na manjim i srednjim brodovima za prijevoz rasutog tereta. Pokrov grotla se sastoji od pramčane i krmene sekcije. Poklopci unutar sekcije zglobno su povezani i većih su dimenzija od sklopnih poklopaca na povlačenje, a podižu se okomito hidrauličnim sustavom.

Pontonski tip poklopaca se koristi kod brodova za prijevoz rasutih tereta starije gradnje. Poklopci se podižu i stavljaju na svoju poziciju uz pomoć brodske dizalice, što znači da je masa i veličina poklopaca ograničena dopuštenim radnim opterećenjem dizalice. Grotlo se zatvara s jednim ili više poklopaca.

### **3.2. PODJELA BRODOVA**

Zbog sve veće potrebe za prijevoz tereta, proizvode se specijalizirani brodovi za neke vrste rasutih tereta koje se prevoze u većim količinama, pa mogu biti konstruirani kao:



- Brodovi za prijevoz rasutog tereta opće namjene
- Brodovi za prijevoz rudača
- Brodovi za prijevoz cementa
- Kombinirani brodovi: rudača/ulje, rudača/rasuto/ulje, rasuto/kontejneri

#### Brodovi za prijevoz rasutih tereta opće namjene

Mogu prevoziti sve vrste suhih tereta u rasutom stanju, a najefikasniji je prijevoz ugljena i žitarica.

#### Brodovi za prijevoz rudače

Ova vrsta broda za rasuti teret namijenjena je prijevozu rudače koja je specifična radi mogućnosti nastanka žitke površine što može poremetiti stabilnost i oštećenja skladišta. Teret se ukrcava u centralna skladišta, a neki brodovi mogu imati i uzdužne pregrade u skladištima.

#### Brodovi za prijevoz sipkog tereta

To je brod koji zadovoljava kriterije iz SOLAS 74 za prijevoz sipkih tereta pa mora i posjedovati priručnik za ukrcaj takvih tereta. Ova vrsta tereta može se ponašati kao tekućina što može loše utjecati na stabilnost broda i upravo zato brod treba zadovoljavati određene kriterije i prihvatiti poseban način krcanja tereta u skladišta. Nekad je potrebno postaviti pregrade i uvrećavati dio tereta.

#### Brodovi za cement

Zbog karakteristika cementa rade se specijalni brodovi. Cement ne smije doći u kontakt s tekućinom pa je potrebna dobra ventilacija u skladištima, a poseban oprez potreban je i zbog velike količine prašine koja nastaje pri prekrcaju.

#### Kombinirani brodovi

Ovi brodovi su posebni zbog toga što mogu prevoziti više vrsta tereta:

-rudača/ulja- Brod je namijenjen je prijevozu rudače u centralnim skladištima tereta i ulja u centralnim i bočnim skladištima tereta.

-rudača/rasuto/ulja- Koristi se za prijevoz ulja i suhog rasutog tereta, uključujući i rudaču u rasutom stanju

-rasutog/kontejnera- pored rasutog tereta može prevoziti i kontejnere na istom putovanju tako što ima rasuti teret u skladištu, a kontejnere na palubi. Opremljen je sustavom za učvršćenje kontejnera.

Osim što brodove možemo podijeliti po mjestu prijetoza i vrsti tereta, dijelimo ih i po veličini što je najpoznatija podjela:

#### Handy-sized bulkers

– najčešća veličina ovog broda je od 25.000 do 50.000 tona nosivosti sa gazom manjim od 11,5 metara što im daje veliku prednost ulaska u manje luke pa time i veći broj luka. Opremljeni su dizalicama koje im omogućuju prekrcaj tereta i u lukama bez dizalica. Plove na kratkim i srednjim relacijama.

#### Handymax bulkers

– brodovi svih kategorija rastu, pa tako i handy-sized kategorija. Smatraju se zasebno kategorijom od 35.000 do 50.000 tona nosivosti ali neki prelaze i 55.000 tona.

#### Panamax bulkers

– stekli su ovaj naziv zbog svoje veličine koja točno odgovara Panamskom kanalu. Granične veličine za prolaz Paname za brodove koji prevoze rasute terete su dužina 289 metara, širina 23 metra, a gaz do 12 metara. Nosivost se kreće od 65.000 do 80.000 tona. Veliki broj američkih luka je građeno samo za panamax brodove i zato su popularni.

#### Cape-sized bulkers

– nosivost ovih brodova seže od 100.000 do 180.000 tona. Gaz im prelazi 17 metara što znači da su pre veliki za većinu luka. Upravo zbog tih svojih karakteristika se koriste za prijevoz ugljena i željezne rudače.

#### VLBC

– Very large bulk carriers su brodovi sa preko 180.000 tona nosivosti. Zbog svoje veličine koriste se za putovanja dužih relacija poput putovanja od Brazila do Europe i Australije do Kine. Dijelimo ih na ore carriers (brodovi za prijevoz rude), ore/oil carriers (rude/ulja) i OBO (oil/bulk/ore).

Ore carriers su brodovi s jednom palubom koji služe za prijevoz teških tereta i željezne rude. Njihova skladišta su mala i imaju visoki položaj sustavnog težišta broda.

OBO odnosno ore/bulk/oil su brodovi veličine panamax-a i cape-size-a koji prevoze suhe i tekuće terete pomoću svojih višenamjenskih skladišta.

OBO i OO su vrsta brodova koja izumire zbog toga što priprema skladišta nije jednostavna.

#### Mini bulkers

- imaju do 10.000 tona nosivosti, 5 ili manje skladišta, a prevoze manje terete. Popularni su u Europi i Japanu za obalni prijevoz i kraće relacije.

Dalje ne dijelimo po veličini ali i ovi brodovi su česti i treba ih spomenuti:

#### Geared bulk carriers

- koriste se u lukama koje nisu opremljene dizalicama jer imaju svoje dizalice i opremu za prekrcaj tereta ali sporiji su pri iskrcaju i ukrcaju.

#### Self-unloaders

- ovi brodovi su opremljeni pokretnom trakom i granom koja se može, kako bi direktno iskrcala teret, okrenuti prema obali. Ova instalacija troši previše prostora za teret pa nije isplativa i nema mnogo ovakvih brodova.

#### Open bulk carriers

- dizajnirani su za prijevoz pakirane drvene građe za čiji ukrcaj imaju velika grotla.

Conbulkera – razvili su se iz open bulk carriera, pa kao i oni, imaju široka grotla koja omogućuju manipulaciju kontejnerima.

### 3.3. NAJVEĆI BRODOVI

Kako se svijet razvija, tako i brodovi stalno rastu ali ovdje će se spomenuti dva broda koja su trenutno među najvećima u svijetu.

Ore Brasil, prije poznat kao Vale Brasil prijevoznik je rude u vlasništvu brazilske rudarske tvrtke Vale. Ona je prvi od sedam vrlo velikih brodova za prijevoz željezne rudače za transport iz Brazila u Aziju oko Južne Afrike. Ore Brasil po dužini ima 362 metra, što ga čini jednim od najdužih brodova koji su trenutno u službi. Nosivost joj je 402 347 tona, a gaz 23 metra. Ore Brasil ima sedam teretnih skladišta. Kada prevozi puni teret željezne rudače, jednak je otprilike 11.150 kamiona. Ore Brasil ograničen je na samo nekoliko luka u Brazilu, Europi i Kini zbog svoje veličine.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/biggest-bulk-carriers/>



Slika2: Ore Brasil

Izvor: <https://www.shipspotting.com/photos/1505536> (10.8.2023.)

Pacific Fluorish je brod za rasuti teret registriran i plovi pod zastavom Hong Konga. Njezina nosivost iznosi 399.116tona. Ukupna dužina joj je 361,9m, a širina je 65m. Brod je izgrađen 2018.godine. <sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> [https://youtu.be/ExH\\_jpCc804](https://youtu.be/ExH_jpCc804)



Slika3: Pacific Fluorish

Izvor: <https://www.vesselfinder.com/vessels/details/9807736> (10.8.2023)

### 3.4. KOMPANIJE

Neke od najvećih kompanija za prijevoz rasutih tereta morem trenutno:<sup>6</sup>

Western Bulk je tvrtka za prijevoz rasutog tereta s flotom od između 100 i 150 komercijalno kontroliranih brodova. Tvrtka je osnovana 1982. godine, sa sjedištem u Oslu, Norveška. Tvrtka ima pogone u Singapuru, Seattleu, Santiagu i Casablanci, a flote pokrivaju veličine brodova Handysize do Panamax.

Star Bulk Carriers je tvrtka koja olakšava pomorski prijevoz. Kontrolira i nadzire flotu brodova za prijevoz rasutog tereta. U floti Star Bulka nalazi se 128 modernih brodova. Regije u kojima tvrtka pruža svoje usluge su: Sjeverna Amerika, Europa, Afrika, Australija i Azija. Na siguran, učinkovit i ekološki osviješten način, tvrtka prevozi više od 60 milijuna metričkih tona tereta svake godine.

---

<sup>6</sup> <https://dailylogistic.com/10-largest-dry-bulk-companies-in-2023/>

## 4. UKRCAJ I ISKRCAJ

Ukrcaj i iskrcaj su, iako ne zvuče tako, vrlo složeni procesi koji zahtijevaju vrlo detaljno planiranje prije početka radnji. Od prihvaćanja dokumenata do čišćenja i pregleda skladišta više će pisati u nastavku rada.

### 4.1. SREDSTVA UKRCAJA I ISKRCAJA RASUTIH TERETA

Prekrajni mostovi su prekrajna postrojenja, čelične konstrukcije s mehaničkim uređajima velikog kapaciteta. Nosivi uređaj dizalice izvodi naizmjenično gibanje punog i praznog hoda, a glavno obilježje je dugačak most i veliki raspon. Ima malu brzinu vožnje dizalica, a veliku brzinu vožnje vitla jer tijekom rada radi samo vitlo dok most miruje. Zbog toga što se rasuti tereti prevoze velikim brodovima koji mogu prenesti masovne količine tereta, potrebna su prekrajna sredstva koja će taj masovan teret čim brže prekrati. Za to se koriste prekrajni mostovi za iskrcaj i ukrcaj, odnosno brodoukrcavači i brodoiskrcavači koji svojom konstrukcijom, velikim dohvatom i nosivošću obavljaju posao.

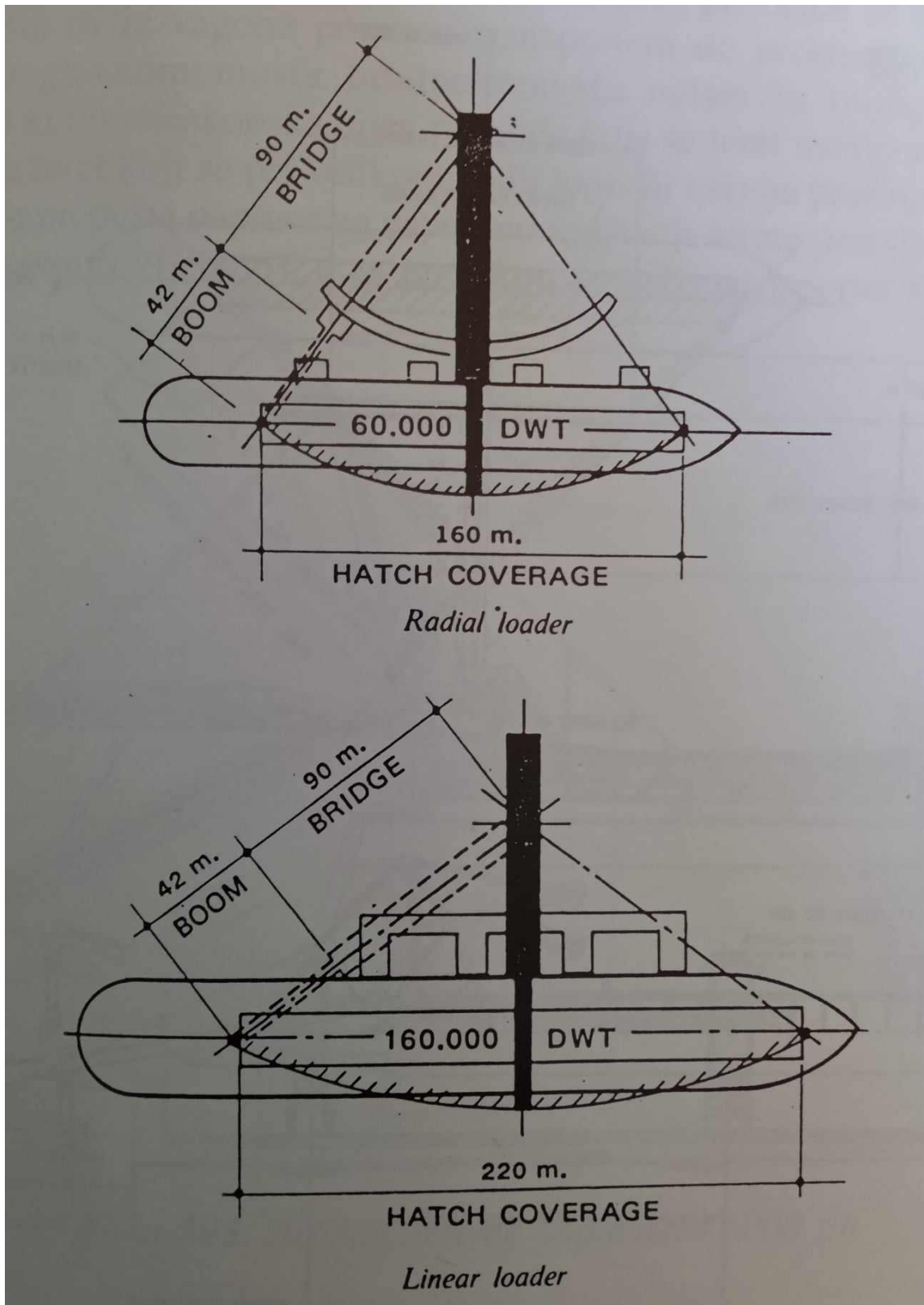
- Brodoukrcavači

Ukrcaj rasutih tereta poput ugljena, željezne rude, boksita i sličnog, najčešće se izvodi pomoću linearnih i radijalnih brodoukrcavača visokog kapaciteta ukrcaja.

Linearni ukrcavači rade tako da se most ukrcavača okreće osovine, dok se u isto vrijeme oslanja na tračnicu koja prati brod. Osim što se rotira, most se kreće i preko osovine. Zbog ove kombinacije kretnji, prednji dio mosta se kreće paralelno sa stranom broda. Ukrcajni nosač s vodoravnim i okomitim pokretom povezan je s mostom da bi dosegnuo do skladišta na brodu.

Radijalni ukrcavači funkcioniraju na sličan način kao i linearni zbog okretanja oko osovine, ali razlika je što su radijalni na drugom kraju oslonjeni kružnim kolosijekom. Teleskopski ukrcajni nosač pričvršćen je na mostu. Radijalni ukrcavač može dosegnuti najudaljenije kutove brodskih skladišta, što uvelike utječe na način iskrcaja, a time i na kvalitetu iskrcaja.

Na slici vidimo prikaz radijalnog i linearnog brodoukrcavača za ukrcaj ugljena, željezne rude i boksita.



Slika4: Radijalni i linearni brodougkrcavači za ukrcaj ugljena, željezne rude i boksita

Izvor: Dundović Č. 2005, *Prekrajna sredstva prekidnoga transporta*,  
 Udžbenici/priručnici, knjiga 15, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka (10.8.2023.)

Postavljanje brodoukrcavača zahtjeva odgovarajuće pristane. Potrebna je dovoljna dubina, površina i konstrukcija pristana, privezišta brodova i mnogi drugi zahtjevi za ove teške konstrukcije prekrcajnih mostova koje su dovoljno velike da sežu do kraja broskog skladišta.

Pokretni mosni brodoukrcavač je ukrcajni uređaj postavljen na mobilnoj platformi namijenjenoj kretnji tračnicama. Teret se transporterima prenosi iz skladišta ili vagona do prekrcajnog mosta na obali. Na glavnom mostu brodoukrcavača je transporter i teleskopska cijev koja teret ukrcava u brod, a za teret koji stvara veliku količinu prašine ili teret koji se može lakše slomiti, dodaju se sprave za sporije spuštanje tereta kao što su žljebovi ili teleskopske cijevi. Na kraju naprave za spuštanje stavljeni su i kratki horizontalni trakasti transporter i odlagači da bi se teret podjednako rasporedio po skladištu.

Fiksni brodoukrcavači se koriste za ukrcaj manjih brodova u lukama sa slabijim prometom rasutog tereta. Mogućnost gibanja dohvatnika je ograničena kod ovih brodoukrcavača. Takve izvedbe češće se koriste za ukrcaj sirovog šećera, a rijetko za ukrcaj ugljena li željezne rude.

- Brodoiskrcavači

Brodoiskrcavači imaju istu čeličnu konstrukciju kao brodoukrcavači ali im je princip rada različit i imaju puno manji kapacitet. Zasniva se na radu vitla sa zahvatačem koji zahvata teret u broskom skladištu te ga prebacuje na trakasti transporter koji prenosi teret do skladišta ili vagona. Brodoiskrcavači mogu biti građeni u obliku rešetkastog nosača, kutijastog oblika ili od cijevi.

Zahvatače tereta koji će se dalje spominjati jer se koriste za zahvatanje rasutih tereta su: grabilice, posude(baje) i košare, te elektromagneti.

Grabilice su zahvatna sredstva za rasuti teret kao što su ugljen, fosfati, željezna ruda, pijesak i šljunak. Koriste se na dizalicama radi zahvatanja, ispuštanja ili prenošenja tereta u rasutom stanju na način da nema potrebe za dodatnim radom. Prve su se grabilice upotrebljavale samo za prekrcaj žitarica i ugljena. Danas imamo različite vrste grabilica. S obzirom na konstrukcijsku izvedbu otvaranja i zatvaranja dijele se na: jednužetne, dvoužetne, četveroužetne i specijalne grabilice.



Pri prekrcaju rasutog tereta upotrebljavaju se i posude i košare u različitim oblicima. Obješene su za kuku dizalice pomoću lanca ili užeta. Punjenje i pražnjenje izvodi se ručno ili posebnim uređajima za punjenje i sipanje tereta.

Magnetski hvatači rjeđe se koriste ali su također korisni za dizanje i prenošenje metalnih tereta koji su u rasutom stanju. Pozitivna strana korištenja elektromagneta je lako dizanje i ispuštanje materijala. Nedostatak je težina samog hvatača što smanjuje korisnu nosivost dizalice. U prostoru u kojem se magnet koristi ne smiju se zadržavati ljudi jer se u svakom trenutku može dogoditi nestanak struje uslijed kojeg postoji opasnost pada tereta s visine. Možemo ih podijeliti na okrugle koje se koriste za sitniji teret i pravokutne koje se koriste za veći teret kao što su tračnice, limovi i nosači.<sup>7</sup>

#### **4.2. PRIPREMA BRODSKOG SLADIŠTA ZA UKRCAJ**

Priprema skladišta brodova za novi teret zahtjeva detaljno planiranje.

Razmatranje prijave tereta na osnovu koje se pokreće izrada plana tereta uzimajući u obzir naprezanje brodske konstrukcije, nosivost i poprečnu stabilnost broda je početak i preduvjet za ukrcaj tereta u brod. Plan tereta je grafički prikaz koji nam pokazuje raspored i količinu tereta po skladištima, kojoj luci je koji teret namijenjen, te kako i kojom brzinom treba slagati teret. Podaci o teretu koji su bitni da bi se plan dovršio su: faktor slaganja, kut nasipanja, vlažnost, temperatura, gustoća, ponašanje tereta tijekom prijevoza i ostala obilježja tereta koja mogu uzrokovati oštećenja tereta ili broda tokom prijevoza, treba dostaviti krcatelju. Osim podataka o teretu, treba voditi brigu o poprečnim silama, momentima savijanja i dopuštenim masama po skladištima broda. Uz sve te zahtjeve treba još i uskladiti ukrcaj sa debalastiranjem broda.

Kod brodova za rasuti teret postoji pregrada između svakog skladišta. Konstrukcija skladišta ima rebra i kosine smještene visoko pa su nepristupačna zbog čega se često događa da na njima ostane starog tereta ili korozije. Box shaped skladišta nisu česta kod brodova za rasuti teret. Ona imaju bočne balastne tankove i glatke stijenke koje olakšavaju prekrcaj i čišćenje.

Svaka šteta mora se zabilježiti i popraviti i svaki dio skladišta očistiti prije ulaska novog tereta da ne dođe do kontaminacije. Pregled skladišta trebao bi uključivati pregled

---

<sup>7</sup> Dundović Č.: Prekrcajna sredstva prekidnoga transporta, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2005.

kompletnog prostora uključujući cjevovode ili slične prostore. Kako bi tokom plovidbe bilo manje briga, treba pripremiti skladišta pažljivo na način koji je adekvatan za vrstu tereta koja se prevozi.

Postoji 5 razina čistoće skladišta kojima se treba prilagoditi ovisno o zahtjevima tereta:[7]<sup>8</sup>

- *Bolnički čisto* je najstrože, u svim prostorima na brodu treba pregledati čak i boju koja ne smije biti oštećena niti na jednom djelu, a najčešći teret na kojem se upotrebljava je riža, mineralni pijesak i natrijev karbonat.
- *Žitarice čisto* je najtraženiji standard za čistoću skladišta, traži se za prijevoz žitarica, soje, sumpora i cementa.
- *Normalno čisto* se misli na skladišta bez ostataka prijašnjeg tereta ali samo su pometena i oprana jer će se krcati sličan teret.
- *Lopata čisto* se odnosi na skladište očišćeno lopatama i površinski pometeno
- *Krcanje preko* označava ukrcaj čak i ako ima ostataka tereta koji se prije prevozi, koristi se pri prijevozu istih tereta.

Kada u skladištu ostane ostataka tereta pitamo se što se događa s tim ostacima.

Zbrinjavanje ostataka tereta uređuje MARPOL (Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova) i nacionalni lokalni propisi.

Prije ukrcaja još treba provjeriti ako radi ventilacija, rasvjeta i slične stvari koje su važne za održavanje tereta u onom stanju u kojem mora biti.

### 4.3. UKRCAJ

Ukrcajni proces se najkraće sastoji od dovođenja robe do broda, prijenosa s obale na brod, te sortiranja i slaganja robe unutar brodskih skladišta. To je kontinuirani proces u kojem brodoukrcavači ukrcavaju teret u brodska skladišta.

Sustav ukrcaja suhog rasutog tereta puno je jednostavniji od sustava iskrcaja. Stoga postoji razlika između terminala za ukrcaj i terminala za iskrcaj. Na ukrcajnim ili izvoznim terminalima potrebna je beskonačna traka i lijevak s vagom, te usmjerivač tereta u grotlo broda.

---

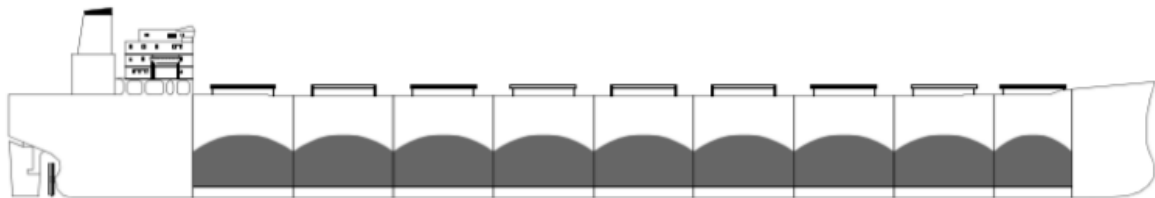
<sup>8</sup> Babić Dino: Tehnologija prijevoza rasutih tereta morem, Pomorski fakultet u Rijeci, 2020. <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:2008>

Ukrcaj može početi kada je prihvaćen plan ukrcanja kojeg se treba strogo pridržavati i pritom održavati komunikaciju terminala i broda. Može doći do nesimetrične raspodjele tereta ili prekoračenja količine pa je potreban stalni nadzor operacija i skladišta, pratiti naprezanje broda i usklađivanje prekrcanja s manipulacijama balastom. U slučaju nepridržavanja plana, zapovjednik može tražiti prekid prekrcanja.

Teret se u skladišta najčešće krca:

- Jednako u sva skladišta

Ovaj način krcanja uobičajen je za ovaj tip brodova, pogotovo kada se radi o punom kapacitetu. Obično se primjenjuje za terete poput ugljena i žitarica koji imaju malu gustoću, ali tako se može prevoziti i željezna ruda.



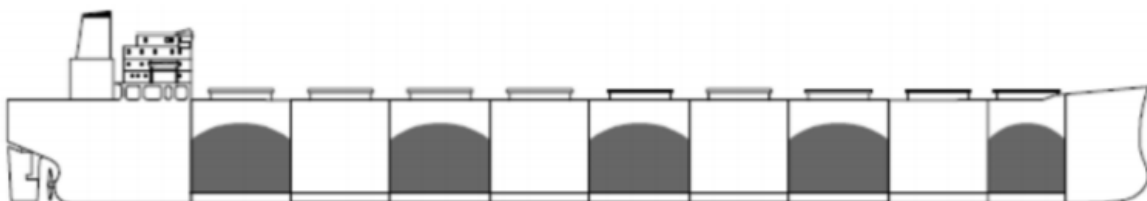
Slika5: Prikaz tereta jednako ukrcanog u sva skladišta

Izvor: Korać M.: Sigurnost brodova za prijevoz rasutog tereta, Sveučilište u Dubrovniku, 2020.,

<https://zir.nsk.hr/islandora/object/unidu:1389/datastream/PDF> (10.8.2023.)

- U svako drugo skladište

Koristi se kako bi se podiglo težište sustava broda i olakšalo kretanje. Kod ove vrste krcanja tereta krca se veća količina nego u prvom načinu pa brod mora biti ojačan, a Registar mora odobriti ovu vrstu ukrcanja. Koristi se za prijevoz željezne rude.

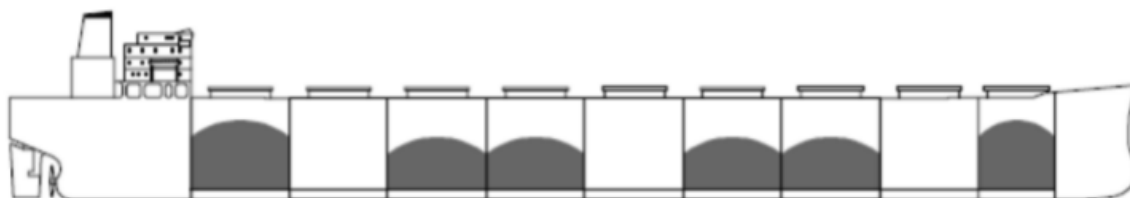


Slika6: Prikaz tereta krcanog u svako drugo skladište

Izvor: Korać M.: Sigurnost brodova za prijevoz rasutog tereta, Sveučilište u Dubrovniku, 2020.

- Blok slaganjem tereta po skladišnim prostorima

Blok slaganje znači slaganje u dva ili više susjednih skladišta. Obično pri ovakvom ukrcaju nije ispunjen kapacitet broda što znači da se radi o djelomičnom ukrcaju.



Slika7: Prikaz blok slaganja tereta u skladišne prostore

Izvor: Korać M.: Sigurnost brodova za prijevoz rasutog tereta, Sveučilište u Dubrovniku, 2020. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unidu:1389/datastream/PDF> (10.8.2023.)

Nakon ukrcaja potrebno je poravnati teret, očitati gaz i stabilnost i pripremiti brod za plovidbu.

#### **4.4. PRIJETNJE SIGURNOSTI BRODA PRILIKOM PREKRCAJA TERETA**

Kod svakog teretnog broda vrlo je važno da se teret ukrca i rasporedi na način da naprezanja u brodu budu ravnomjerno raspoređena i minimalna, pa tako ma to treba paziti i kod brodova za rasuti teret, osobito velikih brodova za rasuti teret.

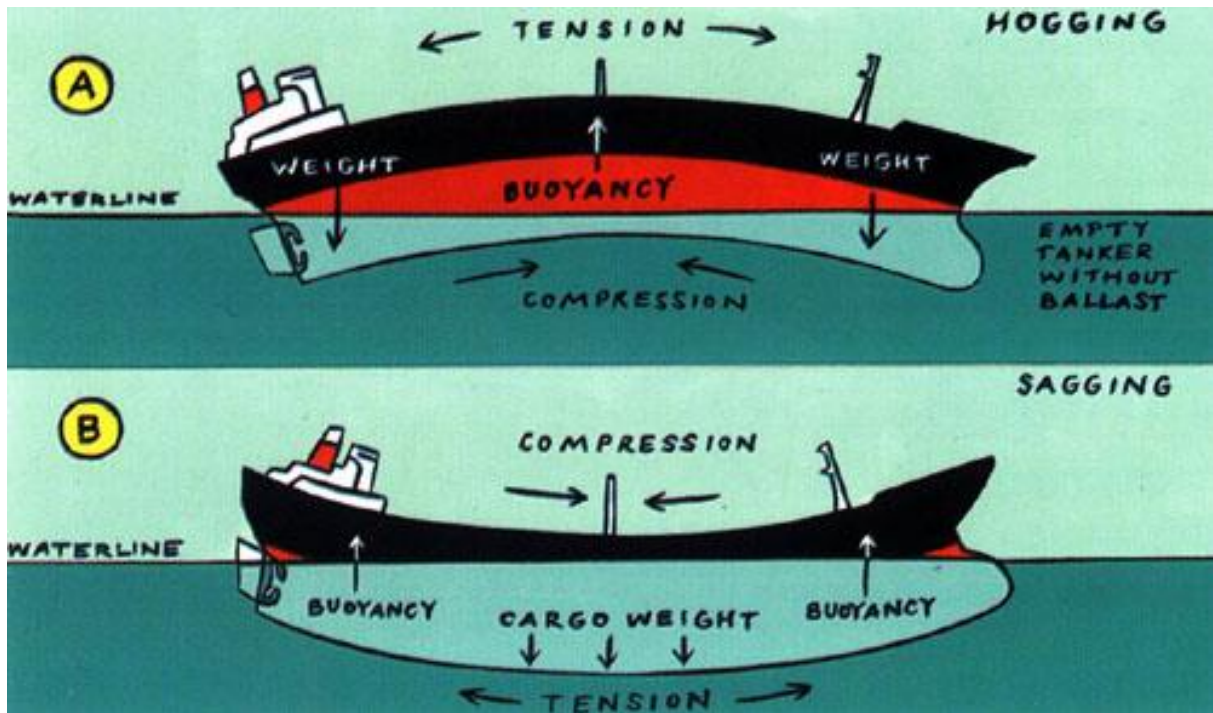
Kako bi se ostvarila sigurnost na brodu i kako bi se održala strukturna cjelovitost, brodovi su konstruirani s ograničenjima nosivosti ali i sa mogućnostima prekrcaja. Prelaskom preko ograničenja može doći do pretjeranog naprezanja brodske konstrukcije što može dovesti do ozbiljnih kvarova.

Brodska konstrukcija je dizajnirana da podnese statička i dinamička opterećenja koja će brod doživjeti. Glavna opterećenja do kojih dolazi su smične sile, progib i pregib.

Ta opterećenja mogu se kontrolirati podjelom tereta kao kod homogenog utovara, odnosno krcanjem jednake količine u svako skladište. Sile savijanja maksimalne su kada su

duljina vala i duljina broda jednake. Rasporedom balastnih voda u tankovima može se smanjiti opterećenje na unutarnjoj strukturi broda.

Pravilna manipulacija, regulacija stabilnosti broda i upravljanje balastnim vodama vrlo su važne prilikom plovidbe na valovitom moru kada valovi dodatno djeluju na stabilnost broda. U luci, trup tolerira veća naprezanja jer je brod u zaklonjen i trpi manje opterećenja, pa je dopuštena mala razlika u opterećenju svakog skladišta.



Slika8: Prikaz opterećenja na brodski trup

Izvor: <http://sailor-ru.narod.ru/chapter2/2-4.htm> (10.8.2023.)

#### 4.5. ISKRCAJ

Kao i kod ukrcaja, kod iskrcaja je potreban plan iskrcaja tereta koji treba smisliti prije početka manipulacija teretom. Teret se treba pregledati i onda počinje iskrcaj prema planu koji je usklađen sa balastiranjem.

Brodovi za prijevoz rasutih tereta posjeduju vlastite prekrcajne uređaje, transportere i elevatore koji omogućuju izbacivanje tereta iz broda na obalu ali na obali treba biti sredstvo koje preuzima teret da bi ga odvelo do skladišta.

Za iskrcaj na lučkim terminalima nalaze se: dizalice s grabilicama, pneumatski i hidraulički transporteri, mehanički vertikalni transporteri i žljebasti elevatori.

Bitno je smanjiti fizičke ozljede i nesreće na radu, smanjiti zadržavanje broda u luci, te povećati sigurnost rada na uređajima i pri fizičkom radu, povećati iskoristivost broda, a to se sve može postići mehanizacijom lučkih prekrcajnih uređaja.

Postoje razne vrste sustava za iskrcaj tereta, sa različitim kapacitetima i dimenzijama, ovdje ćemo objasniti pneumatske i hidraulične transportere.

Pneumatski transporteri koriste se za prekrcaj rasutih tereta niske gustoće i granulacije, Tu mogu spadati žitarice, usitnjeni ugljen i cement. U prednosti ubrajamo mogućnost prilagodljivosti teško dostupnim mjestima, te zatvorenu izvedbu koja omogućuje ekološku prihvatljivost. Ako se osvrnemo na način rada, možemo ih podijeliti na tlačni i usisni pneumatski transport, a koriste se i kombinirane metode. Usisni pneumatski transport ima jednostavniju izvedbu, radi na principu stvaranja vakuma da može usisati materijal iz brodskih skladišta. Hidraulični transporteri redovito se primjenjuju pri prijenosu tekućina, ali primjenjuje se i pri prijenosu različitih rasutih materijala gdje treba spomenuti slurry tehnologiju odnosno prijenos sipkog tereta u kombinaciji s vodom.

## 5. TERMINALI

Terminal je mjesto na početku i na kraju transportnog puta za prihvat putnika, tereta i robe. Terminali moraju biti opremljeni sredstvima za normalno odvijanje prekrcaja, mogu služiti i za preradu, razvrstavanje, pakiranje i druge dodatne usluge. Na terminalu se roba mora štititi od vremenskih nepogoda, držati u onom stanju u kakvom je došla i takva predati dalje.

Načini prekrcaja na terminalima mogu biti:

- Direktan prekrcaj što znači da roba direktno iz broda ide u cestovna vozila ili vagone i obrnuto.
- Indirektan prekrcaj označava prekrcaj kod kojeg se roba prvo skladišti neko vrijeme, a onda tek stavlja na sljedeće prekrcajno sredstvo i odvozi iz skladišta.

Terminali, osobito za rasute terete, opremljeni su za ukrcaj ili za iskrcaj. Ukrcajni terminali su smješteni na mjestima nalazišta određenog materijala, a iskrcajni na mjestima potrošačkih središta.

Pri izgradnji terminala, osim prigodnih prekrcajnih sredstava, treba paziti i na poziciju terminala kako bi brodovi, objekti, prekrcajna sredstva i sam terminal, u slučaju djelovanja vanjskih sila i meteoroloških i oceanografskih utjecaja, ostali nepromijenjeni. Još jedna bitna stavka je povezanost terminala i luke sa zaleđem grada u kojem se nalaze.

Osim prekrcaja, na terminalima se odvijaju još neki procesi koji nisu spomenuti ali su jednako važni. Proces priveza i odveza broda, skladištenja, pružanja dodatnih usluga kao prerada robe, mjerenje i vaganje robe, su samo neki od njih. Svi procesi moraju zadovoljiti potrebe na način da su troškovi što manji, a efikasnost što veća.<sup>9</sup>

### 5.1. SIGURNOSTI RADA NA TERMINALIMA

Mjere sigurnosti i zaštite na radu podrazumijevaju mjere zaštite od eksplozija i požara, mjere zaštite na radu, mjere zaštite okoliša, te zaštita terminala za skladištenje zaliha tereta. Mjere zaštite od eksplozije i požara moraju se pridržavati propisa donesenih na temelju zakona i posebnih mjera koje uređuju tu vrstu zaštite. Mjere zaštite okoliša podrazumijevaju

---

<sup>9</sup> Novosel Sara: Tehničko-tehnološke značajke terminala za rasuti teret, Pomorski fakultet u Rijeci, 2019. <https://zir.nsk.hr/en/islandora/object/pfri%3A1526>

zaštitu zraka, tla, vode i sređivanje otpada, te moraju biti u skladu sa zakonima i posebnim propisima koji uređuju zaštitu okoliša.

Poslodavac je dužan redovito pregledavati strojeve i uređaje koji se koriste da provjeri ako udovoljavaju propisima zaštite na radu i da utvrdi da ne ugrožavaju zdravlje i sigurnost radnika koji rade u blizini strojeva. Ako nisu u ispravnom stanju, poslodavac bi ih trebao dovesti u operativno stanje ili staviti van upotrebe. Ispitivanja u kojima se provjerava količina buke i vibracija koja nastaje tokom rada je isto potrebno obaviti.

Radnici su obvezni nositi opremu koja ih štiti od buke, prašine i udaraca da bi se spriječile sve vrste ozljeda na radu. Trebali bi nositi zaštitnu kacigu i odijelo, zaštitne naočale, rukavice i cipele. Loša radna obuća vrlo je čest uzrok ozljeda na radu. Uganuća zglobova, pad oštih predmeta na dijelove tijela ili oštri predmeti na tlu čest su upravo zbog nekvalitetne radne obuće i odjeće.

Štetne tvari koje lučki radnik može udisati na radnom mjestu mogu biti: plinovi poput ugljičnog monoksida mogu štetno djelovati na organizam jer onemogućava krvi da prenosi kisik, pare općenito kao plinoviti oblik tvari i aerosoli koji predstavljaju raspršene čestice u zraku.

## **5.2. TERMINALI ZA RASUTI TERET U RH**

Terminal je prometno čvorište morskih i kopnenih pravaca, opremljen prekrcajnim sredstvima i opremom specijaliziranom za određenu vrstu tereta.

Terminali za rasuti teret drugačiji su od ostalih terminala jer se najčešće dijele na terminale za ukrcaj i iskrcaj ali u nekim slučajevima postoje i ukrcajno iskrcajni terminali. Možemo ih dijeliti i po vrstama tereta koji se na tom terminalu prekrcajavu kao terminali za prekrcaj ugljena, rudača, fosfata, žitarica i ostali specijalizirani terminali za rasute terete.

U Republici Hrvatskoj ima nekoliko luka koje uključuju operacije ukrcaja i iskrcaja, a tu spadaju luka Rijeka, luka Ploče i luka Split.

Luka rijeka smještena je u Kvarnerskom zaljevu, ima izuzetan geoprometni položaj zbog Jadranskog mora koje slovi kao najdublji uvučeni dio europskog kopna i omogućuje srednjeeuropskim zemljama pristup moru. Dubina gaza koja se prihvaća u ovoj luci veća je od 16 metara što ovoj luci daje prednost primanja većih brodova. Iako ima mnoga sredstva za



prekrcaj, većina ih ne zadovoljava uvjete modernog prekrcaja ili su neiskorištena i zastarjela. Lučki terminali opremljeni su za manipulaciju svih vrsta tereta na pet različitih lokacija.<sup>10</sup> Terminal za žitarice opremljen je za skladištenje i rukovanje pšenice, žitarica i uljarica. Nalazi se u bazenu Rijeka, a raspolaže operativnom obalom koja može prihvatiti brodove od 60.000 tona nosivosti. Na terminalu se nalazi suvremena oprema za sušenje, provjetravanje, vaganje, deratizaciju i dezinfekciju.<sup>11</sup>



Slika9: Silosi u Rijeci

Izvor: [https://lukarijeka.hr/wp-content/uploads/2019/01/Terminal-Silos\\_2.jpg](https://lukarijeka.hr/wp-content/uploads/2019/01/Terminal-Silos_2.jpg) (10.8.2023.)

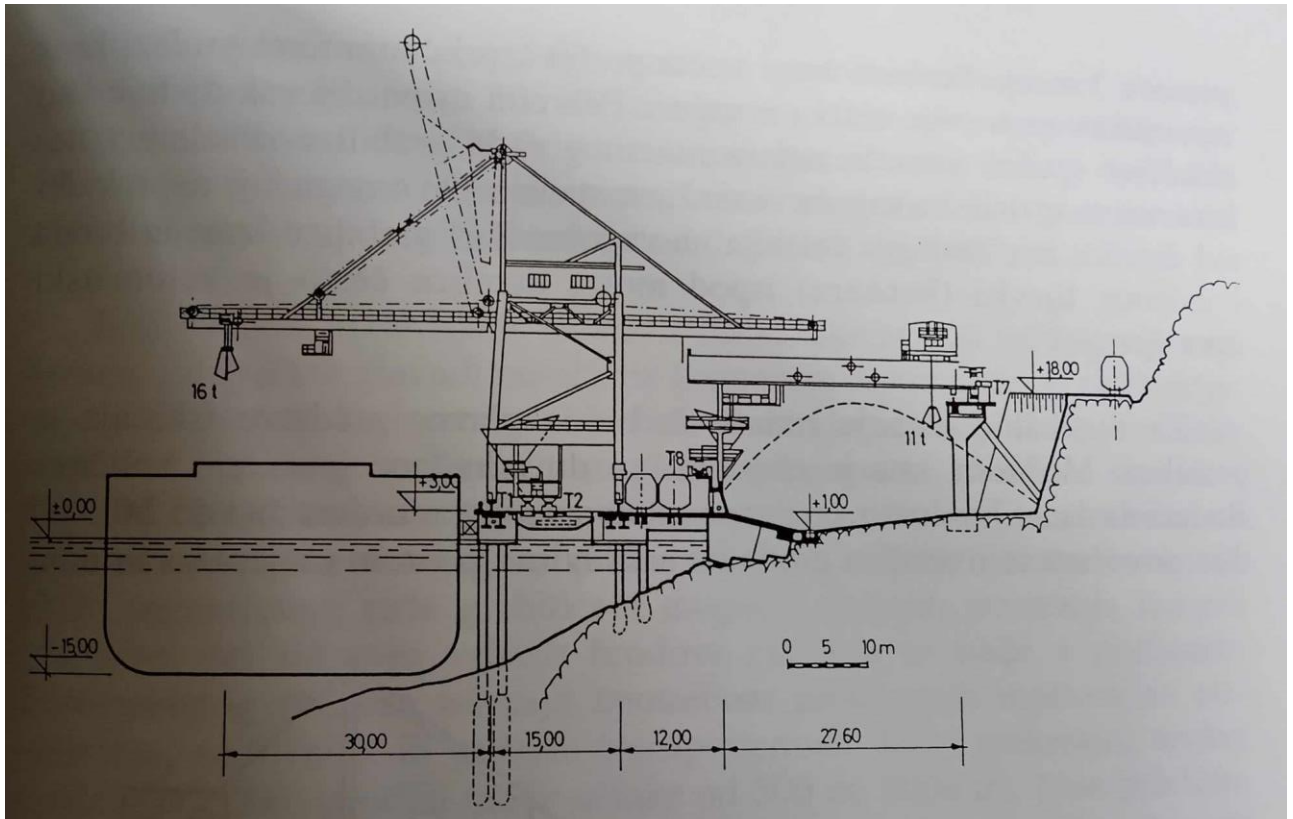
Terminal za rasute terete smješten u Bakarskom zaljevu specijaliziran je za skladištenje i prekrcaj ugljena, željezne rude i ostalih rasutih tereta. Njegova posebna vrijednost je u tome da prihvaća gaz do 18 metara, zbog čega može primati brodove do 150.000 tona. Ukupni godišnji kapacitet luke iznosi 4.000.000 tona.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> <https://lukarijeka.hr/>

<sup>11</sup> <https://www.portauthority.hr/terminal-za-zitarice/>

<sup>12</sup> <https://www.portauthority.hr/terminal-za-rasuti-teret/>



Slika10: Poprečni presjek brodoiskrcavača i obale za suhe rasute terete u Bakru  
 Izvor: Dundović Č. 2005, Prekrcajna sredstva prekidnoga transporta, Udžbenici/priručnici,  
 knjiga 15, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka (10.8.2023.)



Slika 11: Terminal za rasuti teret u Bakarskom zaljevu

Izvor: <https://www.portauthority.hr/terminal-za-rasuti-teret/#lg=1&slide=4> (10.8.2023.)

Luka Ploče je na istočnoj obali Jadranskog mora, unutar zaljeva kojeg sa strane zatvara poluotok Pelješac. Povezana je sa svojim zaleđem, sa sjeverno-istočnim djelom Hrvatske, čak sa Srednjom Europom što omogućava kvalitetnu pomorsku vezu sa lukama. Luka raspolaže sa sedam terminala što omogućava vrhunsku uslugu u pomorskom prometu, uslugama skladištenja robe i špedicije i lučkim uslugama. U luci se nalaze dva silosa od kojih je jedan za žitarice.<sup>13</sup> Od tereta koji prometuje preko Luke Ploče dominiraju rasuti tereti. Terminal za rasute terete ima dužinu obale 510 metara i kapacitet skladišta 200.000 tona.<sup>14</sup>

Luka Split ima terminal koji se prostire na 21.600 m<sup>2</sup>, za rasuti teret. Dužina operativne obale iznosi 550 metara, a dubina mora je na svim vezovima do 10,3 metara. Najčešće manipulirani tereti su: ugljen, žitarice, šećer, sol i umjetno gnojivo. Osim manipulacije prekrcaja tereta, na terminalu se obavljaju i dodatne aktivnosti poput paletiziranja, sortiranja i uvrećavanja. Osim

<sup>13</sup> <https://www.luka-ploce.hr/terminali-i-usluge/terminali/rasuti-tereti/>

<sup>14</sup> <https://www.ppa.hr/hr/>

skladištenja robe, moguće je obaviti i direktni prijenos robe u vagone i kamione zbog toga što je terminal povezan sa željezničkom i cestovnom mrežom.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> <https://portofsplit.com/>

## 6. ZAKLJUČAK

Rasuti tereti su neupakirani materijali koji zbog svojih svojstava imaju poseban način prekrcaja i transporta. Možemo ih podijeliti na nekoliko načina ali ako ih upakiramo oni postaju generalni tereti.

Svakodnevno se specijaliziranim brodovima za rasuti teret prevoze tone i tone rasutih tereta, a potražnja sve više raste. Ovaj način prijevoza rasutog tereta trenutno nema konkurencije pa će se rast i razvoj vjerojatno nastaviti.

Kod rasutih tereta postoje razne tehnike rukovanja i prekrcajnih sredstava obzirom na razne terete koji se prevoze u rasutom stanju, a i ovisno na kojim terminalima se nalazimo imati ćemo različita prekrcajna sredstva, za ukrcaj ili za iskrcaj.

Prije ukrcaja tereta u skladište treba pripremiti skladište za ukrcaj tereta, očistiti od prošlog tereta na razni koju taj teret zahtjeva, pregledati stanje skladišta i tek onda započeti ukrcaj. Tokom ukrcaja kao i tokom prijevoza potrebno je pregledavati teret zbog uočavanja bilo kakvih promjena jer vrlo lako može postati opasan teret, osobito tokom prijevoza jer i mala promjena koja dovodi do veće štete može uzrokovati ugrožavanje sigurnosti broda, posade, tereta, a i okoliša.

To se može izbjeći poštivanjem pravilnika i kodeksa koji su stvoreni upravo zato da reguliraju načine prijevoza i prekrcaja, te daju preduvjete koji se moraju ispuniti prije početka izvedbe manipulacija teretom kako ne bi došlo do šteta, nezgoda i većih katastrofa.

## LITERATURA

### KNJIGE:

Dundović Č.: *Prekrcajna sredstva prekidnoga transporta*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2005.

Dundović Č. i Kesić B.: *Tehnologija i organizacija luka*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 2001.

Komadina P.: *Brodovi multimodalnog transportnog sustava*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka 1998.

### ZAVRŠNI RADOVI:

Biočić Tonći: "Izazovi upravljanja lukama za suhe rasute terete u 21.stoljeću", Sveučilište u Dubrovniku, 2022. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unidu%3A1943> (10.8.2023.)

Cvijić Maja: "Konstrukcijske karakteristike brodova za prijevoz rasutog tereta", Pomorski fakultet u Rijeci, 2017. <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:692> (10.8.2023.)

Erkapić Tomislav: "Specifičnosti prijevoza rasutih tereta morem", Pomorski fakultet u Rijeci, 2017. <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:855> (10.8.2023.)

Korać Maroje: "Sigurnost brodova za prijevoz rasutog tereta", Sveučilište u Dubrovniku, 2020. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unidu:1389/datastream/PDF> (10.8.2023.)

Sanković Lea: "Održavanje brodova za prijevoz rasutog tereta", Pomorski fakultet u Rijeci, 2021.

<https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:2319> (10.8.2023.)

Majer Laura: "Tehnologija prijevoza rasutih tereta morem", Pomorski fakultet u Rijeci, 2022. <https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/pfri:3144> (10.8.2023.)

### INTERNETSKE STRANICE:

[https://www.cargohandbook.com/Bulk\\_Cargo](https://www.cargohandbook.com/Bulk_Cargo) (10.8.2023.)

<https://www.marvest.de/en/magazine/ships/bulk-carriers/#anchor-development-of-bulk-carriers> (10.8.2023.)

<https://www.marineinsight.com/types-of-ships/what-are-bulk-carrier-ships/> (10.8.2023.)

<https://www.linkedin.com/pulse/types-bulk-cargo-break-solid-liquid-abdul-gafoor> (10.8.2023.)

<https://dfreight.org/blog/what-is-bulk-cargo/> (10.8.2023.)



## **POPIS SLIKA**

SLIKA1: Poprečni presjek i tlocrt broda za rasuti teret.....	8
SLIKA2: Ore Brasil.....	13
SLIKA3: Pacific Fluorish.....	14
SLIKA4: Radijalni i linearni brodoukrcavači za ukrcaj ugljena, željezne rude i boksita...	16
SLIKA5: Prikaz tereta jednako ukrcanog u sva skladišta.....	20
SLIKA6: Prikaz tereta krcanog u svako drugo skladište.....	20
SLIKA7: Prikaz blok slaganja tereta u skladišne prostore.....	21
SLIKA8: Prikaz opterećenja na brodski trup.....	22
SLIKA9: Silosi u Rijeci.....	26
SLIKA10: Poprečni presjek brodoiskrcavača i obale za suhe rasute terete u Bakru.....	27
SLIKA11: Terminal za rasuti teret u Bakarskom zaljevu.....	28