Analiza produktivnosti terminala za suhi rasuti teret na primjeru morske luke Split

Franc, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:517929

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Tomislav Franc

ANALIZA PRODUKTIVNOSTI TERMINALA ZA SUHI RASUTI TERET NA PRIMJERU MORSKE LUKE SPLIT

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA PRODUKTIVNOSTI TERMINALA ZA SUHI RASUTI TERET NA PRIMJERU MORSKE LUKE SPLIT

PRODUCTIVITY ANALYSIS OF DRY BULK CARGO TERMINAL: CASE STUDY MARITIME PORT OF SPLIT

Mentor: doc. dr. sc. Vlatka Stupalo

Student: Tomislav Franc

JMBAG: 0135 227 111

Zagreb, rujan 2019.

ANALIZA PRODUKTIVNOSTI TERMINALA ZA SUHI RASUTI TERET NA PRIMJERU MORSKE LUKE SPLIT

SAŽETAK

U prvom dijelu rada analizirani su: vrste krutog rasutog tereta, brodovi kojima se prevozi ova vrsta tereta, prekrcajna mehanizacija koja se koristi pri prekrcaju i lučki skladišni prostori za krute rasute terete. Prikazan je i ekološki aspekt terminala za krute rasute terete te su opisani načini rješenja pojedinih problema, poput podizanja prašine prilikom rukovanja krutim rasutim teretom. U istraživačkom dijelu rada analitički je obrađena morska luka Split i njeni prekrcajni kapaciteti krutog rasutog tereta. Kvantitativna analiza provedena je koristeći podatke iz Eurostat statističke baze i baze Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske.

KLJUČNE RIJEČI: kruti (suhi) rasuti teret; prijevoz; skladištenje; rukovanje; terminal; analiza; Split

SUMMARY

Types of dry bulk cargo, ships used for transporting it, handling equipment used on dry bulk cargo terminals and port storage facilities are described in the first part of this thesis. Ecological aspect of dry bulk cargo terminals is also considered and solutions for dealing with ecological problems are given, for example dust generation as result of cargo handling. In second, research part of the thesis, maritime port Split is processed analytically with its dry bulk cargo handling capacity. Quantitative analysis was done using Eurostat's statistical database and Croatian's Bureau of Statistics database.

KEY WORDS: dry bulk cargo; transport; storage; handling; terminal; analysis, Split

SADRŽAJ

1 UVOD 1

2 SUHI RASUTI TERET 3

2.1 Krupniji kruti rasuti teret 7

2.1.1 Željezna rudača 7

2.1.2 Ugljen 8

2.1.3 Žitarice 9

2.1.4 Fosfati 10

2.1.5 Boksit/aluminijev oksid 10

2.2 Sitniji kruti rasuti teret 11

2.2.1 Šećer 12

2.2.2 Sol 12

2.2.3 Gips 13

2.2.4 Bentonit 14

3 BRODOVI ZA PRIJEVOZ SUHOG RASUTOG TERETA 15

4 PREKRCAJNA MEHANIZACIJA U LUCI 19

4.1 Tehnički elementi i tehnološki procesi prekrcaja tereta na terminalu za kruti rasuti teret 19

4.1.1 Obavijest o dolasku broda i spremnost broda 19

4.1.2 Operacije privezivanja broda 20

4.1.3 Proces iskrcaja tereta iz broda 22

4.1.3.1 Grabilice 23

4.1.3.2 Pneumatski sustavi 24

4.1.3.3 Vertikalni transporteri 25

4.1.3.4 Vjedričar 26

4.1.3.5 Slurry system 27

4.1.3.6 Brodovi samoiskrcivači 27

4.1.4 Proces ukrcaja tereta u brod 28

4.2 Propusna moć terminala 31

4.3 Upravljanje terminalom za kruti rasuti teret 33

4.4 Vrste terminala za kruti rasuti teret 35

4.4.1 Konvencionalni izvozni terminali 35

4.4.2 Konvencionalni uvozni terminali 35
4.4.3 Višenamjenski vezovi 36
4.4.4 Odobalni (engl. offshore) terminali za rasuti teret u suspenziji 36
5 SKLADIŠNI PROSTORI U LUCI 38
5.1 Prijevoz robe od veza do skladišta 39
5.2 Skladištenje i povrat 40
5.2.1 Otvoreni skladišni prostori 40
5.2.2 Zatvoreni i skladišni prostori 42
5.2.2.1 Natkriveni skladišni prostori 42
5.2.2.2 Silosi 43
5.3 Miješanje, prerada i vaganje 44
6 PROBLEMI ZAGAĐENJA U LUCI 45
6.1 Štetni učinci na okoliš zbog izgradnje luke 46
6.1.1 Učinci jaružanja i nasipavanja na morsku floru i faunu ispod i na morskom dnu 46
6.1.2 Zagađenje mora 47
6.1.3 Zagađenje zraka 47
6.1.4 Buka i vibracije 47
6.2 Štetni učinci na okoliš zbog lučkih operacija 47
6.2.1 Jaružanje za održavanje 48
6.2.2 Zagađenje vode uzrokovano rukovanjem teretom 48
6.2.3 Zagađenje zraka uzrokovano rukovanjem i skladištenjem tereta 48
6.2.4 Zagađenje bukom uzrokovano operacijama broda, kopnenog prijevoza i rukovanja teretom 48
6.2.5 Zagađenje uzrokovano prljavim teretom (engl. dirty cargo) 49
7 ANALIZA TERMINALA ZA SUHI RASUTI TERET U LUCI SPLIT 50
7.1 Vranjičko-solinski bazen 51
7.2 Kaštelanski bazen – bazen B 52
7.3 Kaštelanski bazen – bazen C 53
7.4 Analiza krutog rasutog tereta u morskoj luci Split 55
7.4.1 Analiza ukupno prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split 55
7.4.1.1 Analiza iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split 57

7.4.1.2 Analiza ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split 59
7.4.2 Usporedba prekrcane količine tereta u morskoj luci Split i vodećih europskih luka……60
8 ZAKLJUČAK 62
LITERATURA.....65
POPIS SLIKA 68
POPIS TABLICA.....69
IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST 71

1 UVOD

Kruti rasuti teret prevozi se u sipkom obliku, odnosno bez posebnog prijevoznog spremnika (ambalaže). Takav način prijevoza uvelike utječe na transportnu tehnologiju i tehniku koja se mora koristiti prilikom rukovanja takvim teretom na lučkom terminalu. Kruti rasuti teret zahtijeva i posebne karakteristike brodova kojim se prevozi. Ove dvije činjenice razlikuju kruti rasuti teret od drugih vrsta tereta koje se prevozi pomorskim putem.

Kruti rasuti teret od velike je važnosti za svjetsku ekonomiju i industriju. Prijevoz velikih količina krutih rasutih tereta od njihovih izvorišta do mjesta prerade ili uporabe predstavlja ključan udio u razvoju industrija koje zahtijevaju takvu vrstu tereta. Kontejnerizacija morskog prometnog tržišta uvelo je promjene i u prijevozu krutih rasutih tereta, pa se sve više javlja upotreba kontejnera za prijevoz rasutih tereta. Kako industrije koje koriste krute rasute terete zahtijevaju velike količine takvih tereta, kontejnerizacija za sada još nije prevladala u transportu u ovom pogledu jer je isplativije prevoziti velike količine odjednom nego putem pojedinačnih kontejnera. Terminali za prekrcaj krutih rasutih tereta predstavljaju visoko specijalizirana postrojenja koja omogućuju brz iskrcaj ili ukrcaj broda.

Morska luka Split, uzimajući u obzir već spomenutu vrijednost krutih rasutih tereta za industriju, prekrcava znatne količine takvog tereta u hrvatskim okvirima. Cementna industrija te prehrambena i kemijska industrija od velikog su značaja za hrvatsko gospodarstvo te zahtijevaju prijevoz krutih rasutih tereta, bilo uvoz ili izvoz, a luka Split je jedan od ključnih čimbenika u tom industrijskom lancu.

Neka pitanja na koja će rad dati odgovor su slijedeća:

1. Što je kruti rasuti teret i kako se dijeli?
2. Kakvim se brodovima prevozi?
3. Koja se prekrcajna mehanizacija koristi kod utovara/istovara takvog tereta?
4. Kako se skladišti kruti rasuti teret i koje su vrste skladišta?
5. Koji su mogući zagađivači kod terminala za kruti rasuti teret i kako se mogu spriječiti?
6. Koji je udio morske luke Split u ukupnom prekrcanom krutom rasutom teretu u Hrvatskoj?

Kao što je već navedeno, temeljni okvir razmatranja ovog rada je kruti rasuti teret i njegovo rukovanje na terminalima sa primjerom morske luke Split. Rad je podijeljen u sljedeća glavna poglavlja:

1. Suhi rasuti teret
2. Brodovi za prijevoz suhog rasutog tereta
3. Prekrcajna mehanizacija u luci
4. Skladišni prostori u luci
5. Problemi zagađenja u luci
6. Analiza terminala za rasuti teret u luci Split
7. Zaključak.

Nakon *Uvoda* u drugom poglavlju naziva *Suhi rasuti teret* objašnjena je podjela između glavnih vrsta krutih rasutih tereta i razlike između njih te su navedeni glavni primjeri od svake vrste. Pojašnjena su i opća obilježja krutih rasutih tereta poput granulacije ili kuta unutarnjeg trenja.

Poglavlje tri s nazivom *Brodovi za prijevoz suhog rasutog tereta* navodi glavna obilježja brodova za prijevoz krutih rasutih tereta. Analizirana je podjela ovih brodova po veličini i vrsti prekrcajne mehanizacije koju koriste.

Prekrcajna mehanizacije i njena podjela navedena je u poglavlju pod brojem četiri naziva *Prekrcajna mehanizacija u luci*. Postoji više vrsta prekrcajne mehanizacije za krute rasute terete i velike su razlike između pojedinih vrsta takve mehanizacije. Ugrubo se može podijeliti na obalnu i brodsku mehanizaciju za pretovar krutog rasutog tereta.

Peto poglavlje pod nazivom *Problemi zagađenja u luci* sadrži pojašnjenja glavnih izvora zagađenja u terminalu za kruti rasuti teret i dana su opća rješenja za glavne izvore zagađenja.

U poglavlju šest naziva *Analiza terminala za rasuti teret u luci Split* obavljena je kvantitativna i kvalitativna analiza dinamike prometa krutih rasutih tereta u morskoj luci Split i napravljena je usporedba luke s drugim morskim hrvatskim lukama na temelju količina tereta.

Zadnje poglavlje je *Zaključak* u kojem su navedene glavne točke razmatranja rada. Na kraju rada je navedena korištena *Literatura*, *Popis slika* i *Popis tablica*.

2 SUHI RASUTI TERET

Prema potrebama prijevoza i prekrcaja teret se može podijeliti na:

1. generalni teret
2. suhi rasuti teret
3. tekući teret (tekući rasuti teret).

Rasuti teret je roba koja se ukrcaje u rasutom stanju, tj. bez ambalaže. U skupinu rasutih tereta ubraja se i tekući teret jer je to roba u tekućem stanju koja se obično ukrcaje u rasutom stanju, tj. bez ambalaže.

Pregledom dostupne literature utvrđeno je da se u engleskoj literaturi javljaju dva pojma, koja su prema *Wärtsilä enciklopediji morske tehnologije*[1] istoznačnice. Radi se o pojmovima suhi rasuti teret (engl. *dry bulk cargo*) i kruti rasuti teret (engl. *solid bulk cargo*). Obzirom da Međunarodni pomorski kodeks za krute rasute terete (engl. IMSBC[2] *Code*), u daljnjem tekstu: IMSBC Kodeks, i *Pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova, Prijevoz tereta*[3] koriste pojam kruti rasuti teret, umjesto pojma suhi rasuti teret u nastavku ovog rada te u naslovima potpoglavlja korišten je naziv kruti rasuti teret.

Kruti rasuti teret je bilo koji materijal, osim tekućine ili plina, koji se sastoji od čestica, zrnaca ili drugih većih komada materijala, općenito jednakih po sastavu, a krca se izravno u prostoriji za teret, bez ikakvog međupostupka.[4]

Prema Vraniću[5], krutim rasutim teretom smatraju se nepakirani materijali koji se zbog svoje sipkosti krcaju u rasutom stanju te mogu biti, više ili manje, usitnjeni, npr. u gromadama (krupniji rasuti teret) ili u gromadama pomiješanim s usitnjenim dijelovima tereta. Sličnu definiciju daje i Poletan Jugović[6] te Ligteringen i Velsink[7] koji definiraju kruti rasuti teret kao teret homogenog sastava, odnosno kao nepakiranu robu koja se uobičajeno utovaruje u sipkom, rastresitom stanju, bez ambalaže. Naime kada se kruti rasuti teret pakira u vreće ili bačve (često kod prijevoza šećera, žitarica i soli) i tako prevozi, tada se taj teret proučava kao generalni teret.

[1] *Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology*. Preuzeto sa: https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/dry-bulk-cargo-solid-bulk-cargo [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
[2] IMSBC – engl. *International Maritime Solid Bulk Cargoes*
[3] Republika Hrvatska. Pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova. Prijevoz tereta. Izdanje 069. Zagreb: Narodne novine; 2018. Preuzeto sa: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_69_1413.html [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
[4] Republika Hrvatska. Pravilnik o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama. Izdanje 051. Zagreb: Narodne novine; 2005.
[5] Vranić D. Tereti u pomorskom prometu. Rijeka: Visoka pomorska škola Rijeka; 2000. p. 12.
[6] Baričević H, Vilke S, Poletan Jugović T. Tereti u prometu. Rijeka: Pomorski fakultet u Rijeci; 2010. p. 189.
[7] Ligteringen H, Velsink H. Ports and terminals. 2. izd. Delft: Delft Academic Press; 2017. p. 199.

Kruti rasuti teret često čini jedini teret na brodu te ima sljedeća osnovna obilježja:[8]

1. pojavljuje se u sipkom stanju (u sitnom ili krupnom obliku)
2. različite je gustoće
3. može se grabiti i sipati, a da mu se pritom ne gubi vrijednost.

Ukupan svjetski pomorski prijevoz sitnog rasutog tereta otprilike je jednak jednoj trećini ukupnog svjetskog pomorskog prijevoza krupnog rasutog tereta.[9]

Za sipku ili rasutu robu znakovita su sljedeća svojstva koja utječu na izbor i način prijevoza, prekrcaja i skladištenja:[10]

1. granulacija
2. gustoća materijala
3. kut unutarnjeg trenja
4. habajuće (trošivo) djelovanje
5. ljepljivost
6. vlažnost.

U nastavku opisana je podjela krutog rasutog tereta prema Mavrinu[11] prema sljedećim svojstvima robe: 1) granulacija, 2) gustoća materijala, 3) kut unutarnjeg trenja i 4) habajuće (trošivo) djelovanje.

1. Granulacija

Prema *granulaciji*, odnosno krupnoći zrna rasutog materijala i prema njegovoj većoj ili manjoj ujednačenosti po izmjerama, razlikuje se:[12]

1. razvrstani
2. nerazvrstani materijal.

Ako je odnos najveće mjere najmanjega komada (a_{min}) i najveće mjere najvećega komada (a_{max}) $a_{min} : a_{max} \leq 0{,}4$ smatra se da je sipka roba razvrstana. Ako je odnos $a_{min} : a_{max} \geq 2{,}5$ tada je to nerazvrstana sipka roba. Razvrstana roba, ovisno o krupnoći zrna, na osnovi veličine granulacije, gdje je a granulacija, prema formuli:[13]

$$a = \frac{a_{max} + a_{min}}{2} \; [mm]$$

može biti:

1. komadna ako je a > 10 [mm]
2. zrnčana ako je a = 0,5 – 10 [mm]
3. prašnasta ako je a < 0,5 [mm].

[8] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 199.
[9] Ibid. p. 200.
[10] Mavrin I. Transporteri. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 1999. p. 8.
[11] Ibid.
[12] Ibid.
[13] Ibid.

2. Gustoća materijala

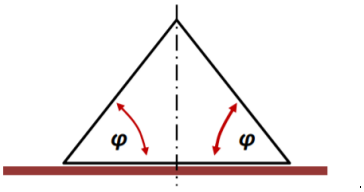
Prema *gustoći materijala* (ρ) kruti rasuti materijali mogu se razvrstati u sljedeće skupine:[14]

1. laki materijali u kojih je gustoća ρ < 1 [t/m^3]
2. srednje laki materijali s ρ = 1-2 [t/m^3]
3. teški materijali s ρ > 2 1-2 [t/m^3].

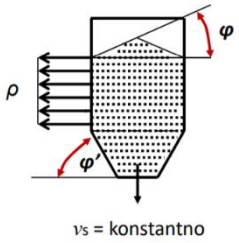
3. Kut unutarnjeg trenja

Kut prirodnog nasipavanja ili nasipni kut (slika 1.) je kut koji zatvara izvodnica stošca koji se stvara pri nasipanju krutog rasutog tereta na ravnu površinu. Stožac se oblikuje zbog trenja između zrnaca krutog rasutog materijala. Koeficijent trenja povezan je s nasipnim kutom φ izrazom μ = tg φ, gdje je φ kut unutarnjeg trenja materijala.[15]

Nasipni kut nije konstantan ni pri jednoj vrsti materijala. Mijenja se ovisno o vrsti materijala, njegovu stanju, vlažnosti, krupnoći i obliku zrna te o brzini nasipavanja. Vrijednost kuta nasipavanja mijenja se pri prijevozu. Praktično se razlikuju dvije vrijednosti nasipnog kuta: pri mirovanju i pri pokretu (prijevozu). Uobičajene vrijednosti za različite vrste materijala u stanju mirovanja su od 35° do 65°. U pokretu su ti kutovi manji i iznose od 22° do 55°.[16]



Slika 1. Kut nasipa
Izvor: Mavrin I. op. cit., p. 10.



Slika 2. Istjecanje sipkog materijala iz silosa
Izvor: Mavrin I. op. cit., p. 10.

Pri istjecanju sipkog materijala iz silosa mora biti osiguran uvjet iz slike 2., odnosno da je φ < φ', gdje je φ' kut nagiba lijevka od horizontale. To je uvjet da se rasuti materijal gravitacijski potpuno sam isprazni iz silosa. Tako vrijednost kuta nasipa utječe na konstrukciju lijevka silosa. Tekućina u spremnicima i rasuti materijal ne ponašaju se jednako. Brzina istjecanja tekućine ovisi o njezinoj visini u spremniku dok je brzina istjecanja sipkih materijala stalno jednaka, sve dok se pražnjenje spremnika ne približi kraju.[17]

Tablica 1. Primjeri nasipnog kuta za različite materijale

Materijal	Gustoća materijala ρ [t/m^3]	Nasipni kut u mirovanju φ [°]	Nasipni kut pri pokretu φ [°]
Žito	0,65 – 0,83	35	25
Cement	1,00 – 1,30	50	35
Sol	1,00 – 1,70	50	30
Željezna ruda	2,10 – 2,40	50	30

Izvor: Mavrin I. op. cit., p. 10.

[14] Mavrin I. op. cit., p. 9.
[15] Ibid. p. 10.
[16] Ibid.
[17] Ibid.

4. Habajuće (trošivo) djelovanje

Habajuće djelovanje sipkog materijala ovisi uglavnom o tvrdoći, obliku materijala i trenju klizanja na kliznicama prijevoznog uređaja. Prema stupnju habanja (trošenja) rasuti materijali mogu se podijeliti u sljedeće skupine:[18]

1. malo habajući – zrnčani materijali koji imaju glatke površine zrna (okrugli šljunak, vapno)
2. srednje habajući – su materijali s oštrim rubovima zrna i komada te srednje tvrdoće (ugljen, pijesak, troska)
3. jako habajući – materijali velike tvrdoće (željezna rudača, koks, boksit, tucani kamen).

Ostala svojstva materijala koja valja uvažavati pri projektiranju ili izboru prekrcajne mehanizacije jesu ljepljivost, agresivnost, sklonost smrzavanju, upijanje vlage iz zraka i dr. Za takve materijale moraju se primjenjivati specijalni transporteri s posebnim izvedbama transportnih uređaja.[19]

Pri izboru tehnologije prijevoza i prekrcaja, prijevoznih sredstava te načina skladištenja važno je sagledati osnovna fizičko-tehnička obilježja krutih rasutih tereta. Ova obilježja imaju utjecaj na izgradnju i kapacitet prijevoznih sredstava, a pri eksploataciji i na izbor sredstava za određivanje uvjeta prijevoza i prekrcaja.[20] U nastavku su tako analizirane fizičko-tehnička obilježja krutih rasutih tereta koje su Ligteringen i Velsink[21] podijelili na sljedeće dvije osnovne skupine:

1. krupniji kruti rasuti teret: željezna rudača, ugljen, žitarice, fosfat, boksit
2. sitniji kruti rasuti teret: šećera, soli, gipsa, bentonita, kopra, piljevine itd.

Za gore navedene krupnije i sitnije krute rasute terete izrađene su tablice s prikazom karakterističnih vrijednosti i grupe, ako je moguća primjena, prema IMSBC Kodeksu.[22] Ovaj kodeks klasificira terete u tri grupe:[23]

---

[18] Mavrin I. op. cit., p. 11.
[19] Ibid.
[20] Baričević H, Vilke S, Poletan Jugović T. op. cit., p. 189.
[21] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 199.
[22] IMSBC Code: 1) International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). Resolution MSC.268(85): International Maritime Organization; 2008. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documen ts/MSC.268(85).pdf [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].; 2) International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). Amendment to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.318(89): International Maritime Organization; 2011. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.318(89).pdf [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].; 3) International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). Amendets to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.354(92): International Maritime Organization; 2013. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/ MSC.354(92).pdf. [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].; 4) International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). Amendets to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.393(95): International Maritime Organization; 2015. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.393(95).pdf. [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].
[23] International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 199.

1. grupa A – tereti koji se mogu likvificirati ako se prevoze u uvjetima koji prekoračuju njihove granice vlage prilikom prijevoza (engl. *Transportable Moisture Limit*, TML[24])
2. grupa B – tereti koji imaju kemijsku opasnost koja može dovesti do opasne situacije na brodu
3. grupa C – tereti koji nisu podložni likvifikaciji i ne posjeduju kemijsku opasnost; tereti u ovoj grupi svejedno mogu biti opasni.

2.1 Krupniji kruti rasuti teret

Krupniji kruti rasuti teret sastoji se uglavnom od neprerađenih prirodnih sirovina koja se prevoze od mjesta rudarenja/žetve do mjesta daljnje obrade/prepakiravanja.[25] U nastavku su analizirane karakteristike uobičajene vrste krupnog rasutog tereta i to redom: željena rudača, ugljen, žitarice, fosfati i boksit, odnosno aluminijev oksid, a u sljedećoj tablici prikazani su i faktori slaganja ovih tereta prema Ligteringen i Velsinku, dok je u potpoglavljima naveden faktor slaganja ove vrste tereta prema IMSBC Kodeksu.

Tablica 2. Prikaz pojedinačnih faktora slaganja krupnijih krutih rasutih tereta

Vrsta tereta	Željezna rudača	Ugljen	Žitarice	Fosfati	Boksit
Faktor slaganja [m^3/t]	0,30 – 0,52	1,2 – 1,4	1,30	0,92 – 1	0,8 – 0,88

Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 200.

2.1.1 Željezna rudača

Željezna rudača (engl. *iron ore*) čini otprilike 20% ukupnog prijevoza krutog rasutog tereta, gledajući po težini. Tako da se može smatrati najvažnijom robom u grupi krutih rasutih tereta. Željezna rudača ima faktor slaganja tereta u rasponu 0,30 – 0,52 m^3/t, s prosjekom od 0,4 m^3/t. Radi se o prašnjavom teretu te je preporučeno korištenje opreme za usisavanje prašine. Gustoća željezne rudače ograničavajući je faktor visine slaganja prilikom skladištenja u terminalima zbog ograničenja nosivosti tla. Kut nasipa uglavnom je niži od 40°.[26]

Tablica 3. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za željeznu rudaču

Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m^3]**	**Faktor slaganja [m^3/t]**
nije primjenjivo	1,250 – 3,500	0,29 – 0,8
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
do 250 mm	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 210.

Ponekad željezna rudača (slika 3.) prolazi kroz proces koncentriranja prije prijevoza i zatim se pečenjem oblikuje u kugle (engl. *spheres*) ili kuglice (engl. *pellets*).[27]

[24] TML – maksimalna količina vlage koja se smatra sigurnom prilikom prijevoza
[25] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 199.
[26] Ibid. p. 200.
[27] Ibid.



Slika 3. Željezna rudača na otvorenom skladištu

Izvor: *The West Australian*. Preuzeto sa: https://thewest.com.au/business/mining/bhp-follows-rio-in-cutting-iron-ore-forecast-ng-b881171527z [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

2.1.2 Ugljen

Faktor slaganja ugljena (engl. *coal*) varira između 1,2 – 1,4 m^3/t, dok kut nasipa ugljena varira od 30° do 45°.

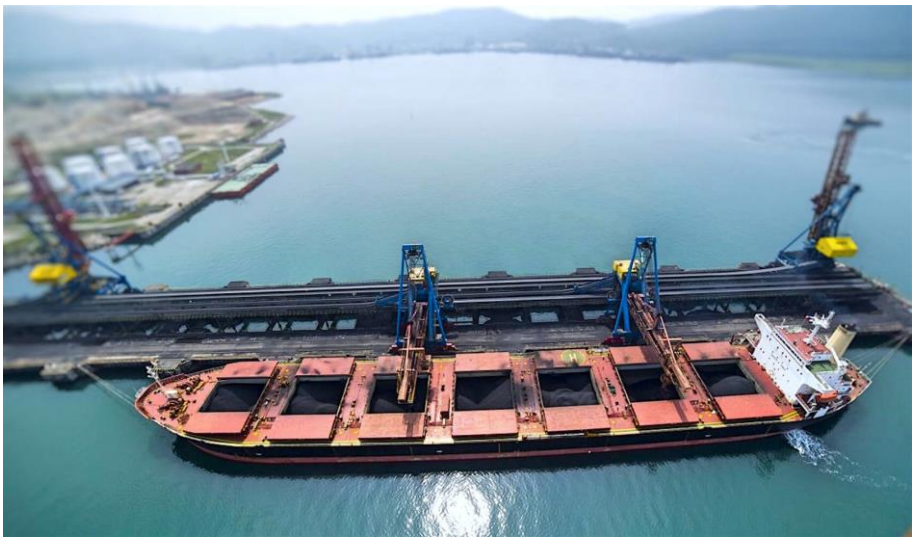
Tablica 4. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za ugljen

Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m³]**	**Faktor slaganja [m³/t]**
nije primjenjivo	654 – 1266	0,79 – 1,53
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
do 50 mm	MHB*	B (i A)

Napomena: *MHB – engl. *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 po IMDG Kodeksu (IMDG – Međunarodni pomorski kodeksom za opasne tvari).
Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 125.

Svi tipovi ugljena, uključujući i antracit, podložni su spontanom samozapaljenju, uzrokovanom zagrijavanjem ugljena prilikom upijanja kisika iz zraka. Razni tipovi ugljena različito su osjetljivi na ovaj fenomen, što je vrlo važno kod planiranja skladištenja ugljena, jer može ograničiti dopuštenu visinu slaganja. Opasnost je veća što je ugljen sitniji. Generalno, podizanje prašine može se kontrolirati prskanjem vode na točkama transfera i istovara te prilikom skladištenja.[28] Slika 4. prikazuje utovar ugljena na brod.

[28] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 200.



Slika 4. Utovar ugljena u brod

Izvor: *OpenSea*. Preuzeto sa: https://opensea.pro/blog/shipping-coal [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

2.1.3 Žitarice

U grupu žitarica (engl. *grain*) ubrajaju se: pšenica, ječam, zob, raž, tapioka itd. Svaka žitarica ima različitu gustoću i svojstva, prema tome i različite zahtjeve za skladištenjem i rukovanjem. Prosječan faktor slaganja žitarica iznosi 1,30 m^3/t. Kako su žitarice kvarljiva roba nužno je korištenje odgovarajuće ventilacije i zaštite od vremenskih uvjeta i štetočina prilikom prijevoza i skladištenja. Trgovina žitaricama veoma ovisi o varijacijama vremenskih uvjeta koji mogu dovesti do velikih promjena u zahtjevima za prijevoz. Za prijevoz žitarica (slika 5.) koriste se različite vrste brodova različite veličine, uključujući i brodove za kombinirani prijevoz.[29]



Slika 5. Žitarice u brodskom skladištu

Izvor: *IUMIShop.* Preuzeto sa: https://iumishop.mycoracle.com/catalogue/grain-am_11/ [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

[29] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 200.

2.1.4 Fosfati

Fosforit[30] (engl. *phosphate*) je glavni sirovi materijal u industriji gnojiva. Vrlo je prašnjav (Slika 6.) i veoma brzo upija vlagu što može uzrokovati probleme prilikom istovara. Prosječni faktor slaganja tereta je od 0,92 do 1 m^3/t. U tablici dolje prikazane se tipične karakteristike fosforita. Većinom se prevozi u obliku praškastog koncentrata. Takav materijal je veoma prašnjav i zahtijeva posebne zaštitne radnje radi sprečavanja problema oko podizanja prašine.[31]

Tablica 5. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za fosforit

Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m^3]**	**Faktor slaganja [m^3/t]**
nije primjenjivo	794 – 1563	0,64 – 1,26
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
nije primjenjivo	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 268.



Slika 6. Obrada fosforita u Maroku

Izvor: *Morocco World News.* Preuzeto sa: https://www.moroccoworldnews.com/2017/12/235571/ocps-turnover-morocco-office-cherifien-des-hosphates/ [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

2.1.5 Boksit/aluminijev oksid

Ruda boksita (engl. *bauxite ore*), prerađena u aluminijev oksid (engl. *alumina*), osnovni je materijal za proizvodnju primarnog aluminija. Ova dva sirova materijala uvelike se razlikuju u ukrcajnoj gustoći. Boksit ima faktor slaganja tereta od 0,8 do 0,88 m^3/t, a aluminijev oksid 0,6 m^3/t. Karakteristike rukovanja ovih dvaju tereta također se razlikuju. Preporuka je da se boksit pretvori u aluminijev oksid na mjestu otpreme, odnosno izvorišta, što upola smanjuje zahtjeve prijevoza. Aluminijev oksid je posebno prašnjav materijal i zahtijeva mjere predostrožnosti protiv zagađenja zraka i tla.[32] U tablicama dolje su prikazane karakteristične vrijednosti za boksit (Tablica 6.) i aluminijev oksid (Tablica 7.) dok je krcanje boksita u luci Bar prikazano na Slika 7.

[30] *Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža*. Preuzeto sa : http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=20221 [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].

[31] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 200.

[32] Ibid.

Tablica 6. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za boksit

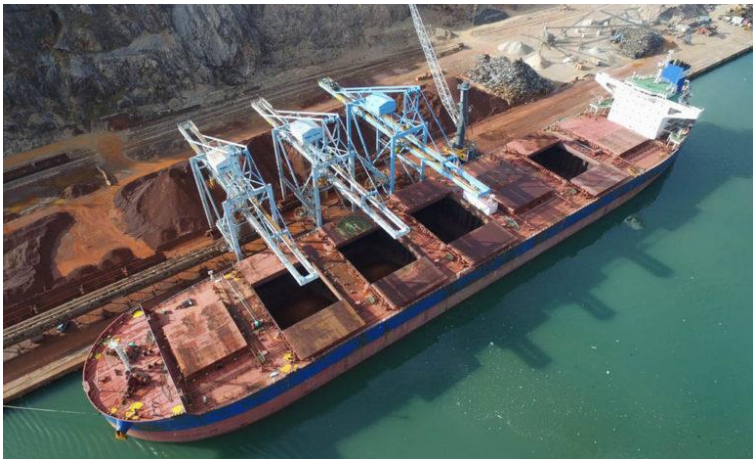
Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m^3]**	**Faktor slaganja [m^3/t]**
nije primjenjivo	1190 – 1389	0,72 – 0,84
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
70% do 90% grumeni 2,5 mm do 500 mm; 10% do 30% prah	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 93.

Tablica 7. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za aluminijev oksid

Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m^3]**	**Faktor slaganja [m^3/t]**
nije primjenjivo	781 – 1087	0,92 – 1,28
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
fini prah	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 56.



Slika 7. Ukrcaj boksita u luci Bar

Izvor: *Pomorac*. Preuzeto sa: http://pomorac.net/2017/10/17/tijeku-sanacija-hladnjace-luci-bar/ [Pristupljeno 2. 7. 2019.].

2.2 Sitniji kruti rasuti teret

Sitniji kruti rasuti teret uglavnom predstavlja materijale ili namirnice koji su barem djelomično prerađeni. U nastavku su analizirane karakteristike najvažnijih predstavnika ove vrste tereta u svjetskoj pomorskog trgovini i to redom: šećer, sol, gips i bentonit te su prikazani faktori slaganja svakog od navedenih tereta (Tablica 8.). Potrebno je napomenuti kako se vrijednosti faktora slaganja iz tablice 8. i ostalih tablica izrađenih za pojedinačne terete razlikuju. Tablica 8. prikazuje podatke prema Ligteringenu i Velsinku, dok su ostale uzete iz IMSBC Kodeksa.

Tablica 8. Prikaz faktora slaganja sitnijih krutih rasutih tereta

Vrsta tereta	Šećer	Sol	Gips	Bentonit
Faktori slaganja [m^3/t]	1,17 – 1,2	0,98 – 1,11	0,67 – 0,78	1,14

Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 200.

2.2.1 Šećer

Šećer je naziv za klasu supstanci, ugljikohidrata, slatkog okusa koje se koriste u prehrani. Postoje razne vrste šećera i potječu iz raznih dijelova svijeta. Faktor slaganja šećera (Tablica 9.) je od 1,17 do 1,27 m^3/t. Kut nasipa u prosjeku bi trebao iznositi 37°, s donjom i gornjom granicom između 35° i 39°.[33] Na slici 8. prikazan je prekrcaj šećera trakastim transporterom.

Tablica 9. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za šećer

Kut nasipa	**Gustoća tereta [kg/m^3]**	**Faktor slaganja [m^3/t]**
nije primjenjivo	625 – 1000	1,00 – 1,60
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
zrnca do 3 mm	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13.. p. 331.



Slika 8. Prekrcaj šećera trakastim transporterom

Izvor: *DatamarNews*. Preuzeto sa: https://www.datamarnews.com/noticias/record-sugar-shipment-volume-handled-at-port-of-paranagua/ [Pristupljeno 2. 7. 2019.].

2.2.2 Sol

Sol se proizvodi u velikim količinama duž svijeta. Faktor slaganja soli je od 0,98 do 1,11 m^3/t. Zahtijeva posebnu količinu vlage, između 55 – 65%, i preporučljivo je korištenje ventilacije prilikom skladištenja. Posebna pažnja treba se obratiti ako se sol prevozi iz hladnijih u toplije krajeve, i obrnuto, radi stvaranja vodene pare što dovodi do likvifikacije soli ili vlage što dovodi do stvaranja plijesni. Vodena para stvara se na stijenkama skladišta zbog promjene vanjske temperature. Način na koji se može u potpunosti otkloniti je korištenje ventilacije i održavanjem iste temperature tijekom cijelog prijevoza.[34] U tablici dolje prikazane su karakteristične vrijednosti soli (Tablica 10.) dok je prekrcaj soli u luci Walvis Bay prikazano na Slika 9.

[33] *CargoHandbook*. Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Sugar_(raw_and_refined) [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

[34] *CargoHandbook*. Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Salt [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

Tablica 10. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za sol

Kut nasipa	Gustoća tereta [kg/m^3]	Faktor slaganja [m^3/t]
nije primjenjivo	893 – 1235	0,81 – 1,12
Veličina	**Klasa**	**Grupa**
zrnca do 12 mm	nije primjenjivo	C

Izvor: International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 291.



Slika 9. Prekrcaj soli u luci Walvis Bay, SAD

Izvor: *Namport*. Preuzeto sa: https://www.namport.com.na/news/189/bulk-salt-exported-through-the-port-of-walvis-bay-namport/ [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

2.2.3 Gips

Gips je vrlo mekan mineral. Kemijski naziv gipsa je kalcij-sulfat dihidrat ($CaSo_4x2H_20$). Nije topljiv u vodi i ima brojne primjene. Faktor slaganja gipsa je od 0,67 do 0,78 m^3/t (Tablica ***11***.). Prekrcaje se u obliku finog praha (Slika 10.) koji ima tendenciju skupljanja u grudice. Prosječna vlažnost je između 1 – 2%, ne smije se prekrcavati tijekom oborina, nije zapaljiv odnosno ima nisku stopu rizika zapaljenja i potrebno ga je održavati suhim.[35]

Tablica 11. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za gips

Kut nasipa	Gustoća tereta [kg/m^3]	Faktor slaganja [m^3/t]
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 Code). op. cit., Section 13. p. 199.

[35] International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code). op. cit., Section 13. p. 199.



Slika 10. Utovar gipsa pomoću brodskih dizalica u luci Salalah
Izvor: *Kunooz Gypsum*. Preuzeto sa: http://kunoozgypsum.com/port/ [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

2.2.4 Bentonit

Bentonit (slika 11.) je vrsta gline u obliku praška te se razlikuju dvije vrste: natrijev i kalcijev bentonit. Faktor slaganja iznosi 1,14 m^3/t.[36]



Slika 11. Skladištenje bentonita
Izvor: *CargoHandbook*. Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Bentonite [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

[36] *CargoHandbook*. Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Bentonite [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

3 BRODOVI ZA PRIJEVOZ SUHOG RASUTOG TERETA

Brodovi za prijevoz krutih rasutih tereta dizajnirani su za prijevoz velike količine jednolične i nepakirane robe poput žitarica, ugljena, željeznih rudača, boksita, fosfata, cementa itd. Obzirom da se ova vrsta tereta prevozi u velikim količinama (tablica 12.) grade se posebni brodovi kako bi se osigurala rentabilnost prijevoznog procesa. Teret se ukrcaje u brodska skladišta i međupalublje, a kako bi se prekrcajnoj mehanizaciji osigurao pristup svakom dijelu brodskog skladišta ova vrsta brodova uobičajeno imaju široka grotla (engl. *hatches*). Danas je proces prekrcaja krutog rasutog tereta gotovo potpuno mehaniziran čime je vrijeme boravka broda u luci svedeno na najmanju moguću mjeru.[37]

Tablica 12. Uobičajena nosivost brodova za kruti rasuti teret obzirom na vrstu tereta

Vrsta tereta	DWT [1000 t]
Rude, ugljen	100 – 365
Poljoprivredni proizvodi	0,5 – 10

Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op. cit. p. 29.

Brodovi za prijevoz krutog rasutog tereta mogu se klasificirani obzirom na veličinu (tablica 13.)

Tablica 13. Klase brodova za (kruti) rasuti teret

Klasa	DWT [t]	
	od	do
Handysize	10 000	39 999
Handymax	40 000	64 999
Panamax	65 000	99 999
Capesize	100 000	+
VLOC[1]	200 000	350 000
Valemax[2]	380 000	400 000

Napomena: [1] VLOC – engl. *Very Large Ore Carrier*. [2] Ligteringen i Velsnik ovu klasu još zovu i ULOC – engl. *Ultra Large Ore Carrier* ili *Chinamax.*
Izvor: *Bimco*. Preuzeto sa: https://www.bimco.org/news/market_analysis/2019/ 20190220_2019_01_drybulk_ shipping [Pristupljeno: 5. 9. 2019].

Trenutno jedan od najvećih brodova za prijevoz krutog rasutog tereta je MS Vale Brasil (slika 12.). Pripada Valemax floti te ga koristi brazilski rudni div Vale do Rio Doce (VALE) za prijevoz željezne rudače od Brazila do europskih i azijskih luka.[38]

[37] Cf. 1) Vranić D. op. cit., p. 12; 2) Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 201.
[38] Cf. 1) *Maritime connector*. Preuzeto sa: http://maritime-connector.com/worlds-largest-ships/ [Pristupljeno: 5. 9. 2019.].; 2) *Vessel Tracking.* Preuzeto sa: http://www.vesseltracking.net/ar ticle/ms-vale-brasil [Pristupljeno: 5. 9. 2019.].





Osnovne karakteristike	
Nosivost	198 980 GT (67 993 NT)
Dužina (Loa)	362 [m]
Širina broda (B)	65 [m]
Gaz broda (D)	23 [m]
Nosivost	402 347 DWT
Brzina	15.4 [kt] (28,5 km/h)

Slika 12. Brod za krute rasute terete MS Vale Brasil

Izvor: 1) *Maritime Connector.* Preuzeto sa: http://maritime-connector.com/worlds-largest-ships/ [Pristupljeno: 5. 9. 2019.].; 2) *Vessel Tracking.* Preuzeto sa: http://www.vesseltracking.net/article/ms-vale-brasil, [Pristupljeno: 5. 9. 2019.].

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:[39]

1. OBO brodovi (engl. *Ore/Bulk/Oil, hrv. Ruda/Rasuti/Nafta*) – sva brodska skladišta koriste se za kruti i/ili tekući rasuti teret, što zahtjeva čišćenje brodskih skladišta nakon svake promjene vrste tereta, čime se povećavaju troškovi i vrijeme provedeno u luci. Ovo se pokazalo u praksi kao veliki nedostatak OBO vrste brodova.
2. OCO brodovi (engl. *Ore cum Oil*, hrv. 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.

Ni OBO ni OCO brodovi se nikada nisu masovno koristili, zbog njihovih ograničavajućih faktora primjene. Trenutno se ovi tipovi brodova ne proizvode.[40]

Ukrcaj brodova za kruti rasuti teret gotovo se uvijek obavlja obalnom prekrcajnom mehanizacijom, dok se iskrcaj pretežno obavlja upotrebom obalne prekrcajne mehanizacije, ali se može obaviti i uporabom brodskih uređaja. Većina brodova za prijevoz krutog rasutog tereta nije opremljena vlastitim uređajima za prekrcaj tereta, dok se razlikuju sljedeća dva tipa brodova za krute rasute terete s vlastitim uređajima:[41]

[39] Ligteringen H,Velsink H. op. cit., p. 201.
[40] Ibid.
[41] Ibid.

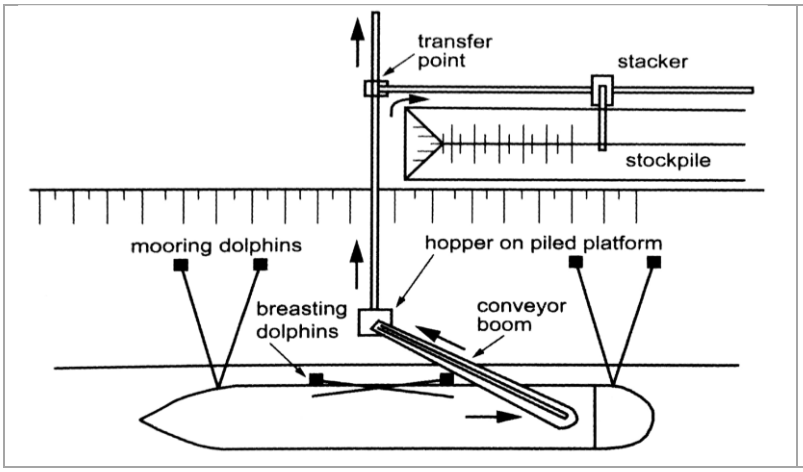
1. brod za krute rasute terete s vlastitom opremom za ukrcaj/iskrcaj tereta (engl. *geared bulk carrier*), tzv. samoiskrcavajući i samoukrcavajući brod za kruti rasuti teret – opremljen je samaricom (engl. *derrick*) montiranom na palubi broda, generalno po jednom za svako brodsko skladište ili s mosnom dizalicom (engl. *gantry crane*) te ne treba obalne dizalice
2. brod za krute rasute terete s vlastitim uređajem za iskrcaj tereta, tzv. samoiskrcavajući brodovi za kruti rasuti teret (engl. *self-unloading bulk carrier* ili CSU – *Continuous Self Unloader*) - opremljen je sustavom iskrcajne transportne trake. Sustav se sastoji od jedne ili više uzdužnih horizontalnih transportnih traka koje se nalaze u najnižem dijelu broda. Skladišta ovih brodova konusnog su oblika, kroz koji se teret spušta do trakastih transportera na dnu, kroz hidraulički upravljane ventile i vrata. Horizontalni trakasti transporter iskrcava teret na nagnuti ili vertikalni transporter koji teret transportira do trećeg transportera koji je montiran na kraku okretnog nosača, dužine do 80 m. Na kraju procesa teret se spušta u lijevak bunkera na obali (slika 13.).



Slika 13. Brod za krute rasute terete s vlastitim uređajem za iskrcaj tereta
Izvor: *Oldendorff*. Preuzeto sa: https://oldendorff-website-assets.s3.amazonaws.com/assets/images/Sophie-O.-Ops-at-pier.jpg [Pristupljeno: 2. 7. 2019.].

Brodovi za rasute terete s vlastitim uređajem za ukrcaj/iskrcaj tereta porijeklo vuku iz trgovine ugljenom s Velikih jezera u Sjevernoj Americi. Danas se koriste u velikim količinama za prijevoz na kraćim udaljenostima na različitim mjestima u svijetu, primjerice za prijevoz ugljena od Sumatre do Jave. Također se koriste i za izravan prijevoz od glavne luke do privremenog terminala. Prednost ovih brodova je što ne zahtijevaju nikakve obalne dizalice, i što je dovoljan jednostavan vez s priveznim stupom za samoiskrcavač umjesto veza na rubnoj operativnoj obali, za prihvat broda čak i u slučaju širokih nagiba (slika 14.). Nedostatak ovih brodova je njihova cijena po tonskom kapacitetu i veća osjetljivost na mehaničke kvarove, na

primjer kvar trakastog transportera je veoma teško popraviti u ograničenom prostoru na dnu broda.[42]



Legenda:
engl. *conveyor boom* – hrv. pomični krak dizalice s transporterom
engl. *breasting dolphins* – hrv. dodirni stupovi
engl. *hopper on piled platform* – hrv. lijevak na platformi
engl. *mooring dolphins* – hrv. privezni stupovi
engl. *transfer point* – hrv. točka prekrcaja
engl. *stacker* – hrv. slagač
engl. *stockpile* – hrv. skladišna hrpa

Slika 14. Privezni stup za brodove samoiskrcivače
Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 202.

Za manje prijevozne kapacitete i kraće udaljenosti, upotrebljavaju se brodovi za obalnu plovidbu (engl. *short sea traders* ili *coasters*). Prednost ovih brodova je mogućnost pristajanja u gotovo svaku luku, zbog ograničenog gaza. Uobičajeno se njima prevozi kruti rasuti i generalni teret te obično raspolažu brodskom prekrcajnom mehanizacijom za iskrcaj tereta.[43]

Tipične dimenzije nekonvencionalnih brodova za prijevoz rasutih tereta prikazani su u tablici 14.

Tablica 14. Dimenzije nekonvencionalnih brodova za prijevoz rasutih tereta

Dimenzije	Samoiskrcivači	Brod obalne plovidbe
DWT[1] [t]	20 000 – 70 000	300 – 3 000
L_{oa}[2] [m]	200 – 250	40 – 95
B_s[3] [m]	20 – 30	5,5 – 13
D[4] [m]	7,5 – 12,5	2,5 – 6

Napomena: [1] DWT – engl. *dead weight tonnage*, hrv. nosivost; [2] L_{oa} – eng. *length over all*, hrv. dužina preko svega; [3] B_s – eng. *Breadth*, hrv. širina broda; [4] D – eng. *draught* – hrv. gaz broda. Vrsta tereta (niska ili visoka gustoća), utječe na stvaran gaz broda.
Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 202.

Stvaran gaz ograničavajući je pokazatelj iskorištenja broda, osobito kod definiranja luka koje će brod ticati, npr. luka ograničene dubine pristana. Tako da je važno ocijeniti najučinkovitije i najekonomičnije odnose između:[44]

1. vrste tereta koji se prevozi i njegove gustoće
2. vrste broda koji najviše odgovora prijevozu zadanog tereta
3. mogućih kombinacija tereta
4. tehničkih ograničenja luke ticanja.

[42] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 201.
[43] Ibid.
[44] Ibid. p. 202.

4 PREKRCAJNA MEHANIZACIJA U LUCI

Kakva se mehanizacija koristi u luci ili na terminalu najviše ovisi o njegovoj veličini, odnosno količini tereta koji prolazi kroz taj terminal ili luku. Drugi parametri poput same veličine površine terminala i udaljenosti do skladišnih područja također se moraju uzeti u razmatranje za odabir prekrcajne mehanizacije. Poglavlje je podijeljeno u četiri potpoglavlja:

1. tehnički elementi i tehnološki procesi prekrcaja tereta na terminalu za kruti rasuti teret
2. propusna moć terminala
3. upravljanje terminalom za kruti rasuti teret
4. vrste terminala za kruti rasuti teret.

4.1 Tehnički elementi i tehnološki procesi prekrcaja tereta na terminalu za kruti rasuti teret

Statistički podaci pokazuju da se nezgode na brodu događaju deset puta više za vrijeme lučkih operacija nego na moru i iz tog se razloga posebna pažnja treba posvetiti lučkim operacijama. Obje strane, brod i lučka operativa, obvezni su surađivati kako bi se postigao najviši stupanj sigurnosti operacija na terminalu i izbjeglo nastajanje incidentnih situacija i pojava opasnih po teret, brod, posadu i lučke radnike.[45]

Automatizacijom terminala, kvalitetnom opremom (uređajima), visoko stručnim kadrovima i bliskom suradnjom broda i terminala stupanj opasnosti se može značajno smanjiti.[46]

Tehnološki proces prekrcaja tereta sadrži slijedeće elemente:[47]

1. obavijest o dolasku broda u luku i spremnost broda
2. operacije privezivanja broda
3. proces ukrcaja tereta u brod
4. proces iskrcaja tereta iz broda
5. odlazak broda iz luke.

4.1.1 Obavijest o dolasku broda i spremnost broda

Suradnja između broda i terminala mora započeti prije dolaska broda u luku. Budući da se brodovi međusobno razlikuju u specifičnim obilježjima, ovisno o teretu koji prevoze, u interesu je terminala da je brod opremljen dovoljno fleksibilnom opremom da može udovoljiti potrebama različitih brodara. Pored zakonske obveze javljanja broda organima pomorske uprave, komunikacija između broda i terminala mora biti ostvarena u skladu s utvrđenom

[45] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za tekuće terete. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2000. p. 65.
[46] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001. p. 15.
[47] Ibid.

sigurnosnom praksom propisanom od nadležnih službi terminala u suradnji sa organima pomorske uprave.[48]

Terminal je obvezan pobrinuti se za adekvatan način komunikacije između broda i obale. Tamo gdje postoje jezični problemi u komunikaciji između posade broda i terminala potrebno je sporazumjeti se o načinu komuniciranja i jeziku koji će se koristiti, no za obavezne svjedodžbe i uvjerenja propisan je u pravilu engleski (u izuzecima francuski) jezik.[49]

Nakon obavijesti o dolasku broda, brod i terminal moraju razumjeti slijedeće informacije:[50]

1. informacije koje brod daje terminalu:
   - gaz i trim pri dolasku
   - maksimalan gaz i trim broda koji se očekuje nakon završetka ukrcaja/iskrcaja
   - stanje brodskih tankova za teret (kemijska svojstva tereta, sadržaj vlage itd.).
2. informacije koje terminal daje brodu:
   - dubina na pristanu
   - strana broda kojom će se vezati
   - veličina tornja s kojim će se cijevi spajati
   - oprema za vez i specifična obilježja veza
   - maksimalni kut i brzina upravljanja.

Spremnost broda se odnosi na spremnost protupožarnog sustava za eventualno gašenje požara, spremnost brodskih uređaja za prekrcaj tereta te spremnost brodskih motora za brzo napuštanje luke u slučaju opasnosti. Sustav protupožarne zaštite nije rigorozan kao u slučaju prekrcaja tereta iz tankera.[51]

4.1.2 Operacije privezivanja broda

Privezivanje je prva radnja nakon dolaska broda u luku. Pri vezivanju se koriste različite užadi sintetičkog porijekla poput terilena, polietilena, polipropilena i najlona.[52] U prošlosti se vezivalo na osnovi operativnih iskustava. Čak i danas je prisutna i uobičajena praksa, da se upotrijebi kompletno sva brodska užad što nerijetko rezultira kidanjem brodova s priveza. Ne zato što je vez nedovoljan već zato što su brodovi previše vezani. Način vezanja u svakom slučaju ovisi o tipu terminala na kojem se vrši iskrcavanje odnosno ukrcavanje. Loše privezivanje može oštetiti brod i privez te povrijediti osoblje terminala i posadu broda.[53]

Brod se mora vezati u pravcu koji omogućuje maksimalno smanjenje utjecaja sila koje mogu djelovati na brod, a potječu od vjetrova, struja, valova, plime i oseke te manevra drugih brodova koji uplovljavaju i isplovljavaju. Vjetar i morske struje su najčešći uzroci sila, dok se

[48] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op.cit., p. 16.
[49] Ibid.
[50] Ibid.
[51] Ibid.
[52] Ibid. p. 17.
[53] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za tekuće terete. op. cit., p. 69.

drugi uzroci sila javljaju s manjim ili većim utjecajem ovisno o tehničkoj izvedbi terminala, prostoru na kojem se terminal nalazi i zemljopisnom položaju.[54]

Djelovanje sile *vjetra* osobito je važno za prijevoz sitnozrnatih rasutih tereta, poput žitarica, zbog efekta slobodnih površina i opasnosti ugrožavanja stabilnosti broda s obzirom na njihovu osjetljivost na ovu vrstu sila u uvjetima kada su prazni ili puni. Ako se raspored privezivanja izvodi tako da se udovolji maksimalnom vjetru i strujama, vez će također biti dovoljan da odoli i drugim djelovanjima sila koje se mogu pojaviti.[55]

Snaga vjetra ovisi i o tome na koju površinu broda vjetar puše. Rezultanta djelovanja sile vjetra na brod može se podijeliti u dvije komponente, na longitudinalnu komponentu (silu) koja djeluje paralelno s longitudinalnom osi broda i na transverzalnu silu koja djeluje okomito na longitudinalnu osovinu.[56] Najširu longitudinalnu silu vjetra na brod ima krmeni vjetar, no kako krmeni vjetar udara samo na mali dio izložene površine broda longitudinalna sila vjetra je relativno mala. Bočni vjetar udara po cijeloj izloženoj površini broda koja je velika tako da pruža veliki otpor vjetru. Za određenu brzinu vjetra maksimalni longitudinalni vjetar može biti oko pet do deset puta jači od maksimalnog transverzalnog vjetra. Ako vjetar puše koso, tj. iz bilo kojeg pravca osim bočnog i krmenog pravca, prouzročit će i maksimalnu longitudinalnu silu na privezani brod, međutim komponente transverzalne i longitudinalne sile ovoga kosog vjetra, za bilo koju datu brzinu vjetra, bit će manje od odgovarajućih sila prouzrokovanih puhanjem istoga vjetra u bok ili krmu broda. Upravo zbog tog efekta slobodnih površina u interesu luke i broda je smanjiti utjecaj bočnog vjetra odnosno brod vezati na način da bočni vjetar ne može ugroziti stabilnost i operacije ukrcaja tereta.[57]

Zbog promjene položaja broda (dizanja ili spuštanja) nastalih uslijed plime i oseke ili promjene u opterećenju broda teretom (ukrcaj ili iskrcaj tereta), sile koje djeluju na privezu mogu se sukobiti sa silama uzgona broda. Ove sile mogu se kompenzirati odgovarajućim podešavanjem užadi, ručno ili uz pomoć odgovarajućih vitala.[58]

Nakon što je brod propisno i sigurno vezan, predstavnik terminala treba stupiti u vezu s odgovornim časnikom broda radi:[59]

1. pružanja obavijesti vezanih za pravila terminala i mjesnih odredbi
2. davanja obavijesti o postupcima vezanim za dobivanje „dozvole za rad“
3. obavijesti o načinu dozivanja u pomoć s terminala, požarne, liječničke službe i službe policije te drugih službi za slučaj opasnosti
4. dogovora o poduzimanju akcija u slučaju požara ili drugih opasnosti.

[54] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za tekuće terete. op. cit., p. 69.
[55] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 17.
[56] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za tekuće terete. op. cit., p. 70.
[57] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 18.
[58] Ibid. p. 17.
[59] Ibid.

4.1.3 Proces iskrcaja tereta iz broda

Prije samog iskrcaja broda potrebno je izmijeniti neke informacije između broda i terminala i to:[60]

1. Informacije koje terminal mora dati brodu:
   - prihvatljiv redoslijed iskrcaja tereta od strane terminala
   - maksimalna norma iskrcaja
   - bilo koja ograničenost od strane terminala
   - sustav komunikacije za kontrolu iskrcaja uključujući i signal za zaustavljanje u slučaju opasnosti.
   - ograničenost operacija terminala.
2. Informacije koje terminal mora primiti od broda:
   - specifikacije tereta
   - količina i kvaliteta ukrcanog tereta
   - maksimalno moguća brzina iskrcaja.

Iskrcaj rasutog tereta moguće je obaviti na više načina:[61]

1. brod – vagon neposredno
2. brod – vagon neposredno putem transportera i vaganjem
3. brod – skladište neposredno
4. brod – skladište preko transportera
5. brod – vagon preko transportera i ukrcajne stanice za vagone
6. brod – skladište neposredno ili preko transportera.

Brod mora biti spreman za odlazak iz luke po završetku operacija iskrcaja ili ukrcaja tereta.[62] Postoji više vrsta iskrcajne prekrcajne mehanizacije, koja se može sastojati od neprekidnih i/ili prekidnih sustava različitog kapaciteta. Najčešću iskrcajnu opremu i sustave čine:[63]

1. grabilice
2. pneumatski sustavi
3. vertikalan transporter
4. vjedričar ili žlicar (engl. *bucket elevator*)
5. sustavi suspenzije (engl. *slurry systems*)
6. brodovi samoiskrcivači.

[60] Komadina P, Lovrović M, Martinović D, Matković M, Stanković P, Vranić D, Zorović D. Prijevoz ukapljenih plinova morem. Rijeka: Pomorski fakultet Rijeka; 1992. p. 82.
[61] Ibid.
[62] Ibid.
[63] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 203.

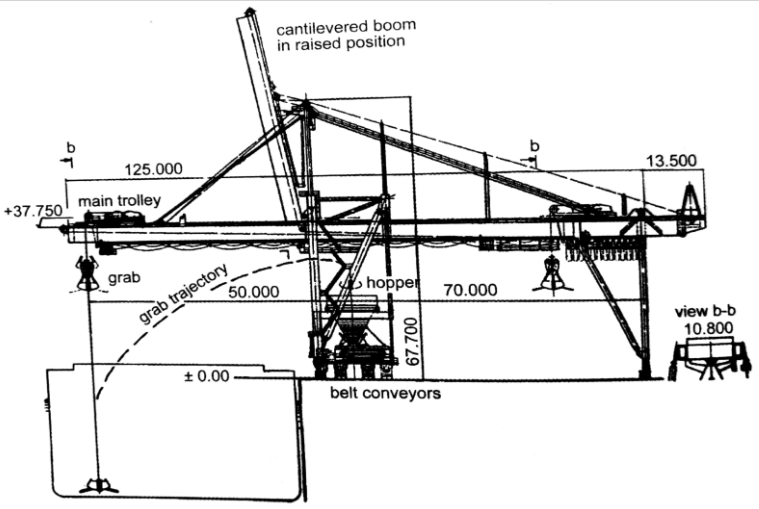
4.1.3.1 Grabilice

Grabilica montirana na dizalici je najčešći tip uređaja za iskrcaj rasutog tereta. Dizalica ispušta teret izravno na skladišni prostor koji se nalazi neposredno uz lučku obalu ili izbacuje teret na lijevak iz kojeg teret pada na transporter koji ga prosljeđuje dalje do skladišta. Tipične brzine prekrcaja za takav tip dizalice su od nekoliko stotina tona do 1500 t/h ako je dizalica okretna i do 4000 t/h ako dizalica nije okretna. Ovo su maksimalne brzine prekrcaja koje je moguće ostvariti. Prosječna brzina prekrcaja obično iznosi 60% maksimalne brzine prekrcaja.[64]

Grabilica se uobičajeno koristi za podizanje tereta iz brodskog skladišta i ispuštanja istog u lijevak pozicioniran na rubu lučke obale nakon čega teret silom teže pada na trakasti transporter, što je vidljivo iz slike 15.[65]

Ostvarljiva brzina rukovanja grabilice ovisna je o broju različitih faktora poput:[66]

1. brzina podizanja
2. ubrzanje grabilice vjedričara
3. putna brzina
4. vodoravne i okomite udaljenosti
5. vremena zatvaranja grabilice
6. vještini dizaličara
7. karakteristikama tereta kojim se rukuje
8. obliku i veličini skladišnog prostora
9. zahtjevima za čišćenje.



Legenda:
engl. *belt conveyors* – hrv. trakasti transporter
engl. *hopper* – hrv. lijevak
engl. *grab trajectory* – hrv. putanja grabilice
engl. *grab* – hrv. grabilica
engl. *main trolley* – hrv. glavna kolica
engl. *cantilevered boom in raised position* – hrv. konzolni krak u podignutom položaju

Slika 15. Primjer iskrcivača sa dizalicom nosivosti 85 [t]
Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 204.

Mehanička ograničenja grabilice i umor dizaličara ograničavaju broj obrta po satu koji može doseći do 60, iako uobičajen prosjek obrta po satu je 40. Omjer korisne nosivosti

[64] Agerschou H, et. al . Planning and design of ports and marine terminals. 2. izd. London: Thomas Telford Publishing; 2004. p. 318.
[65] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 204.
[66] Ibid.

grabilice vjedričara utječe na neto produktivnost, normalan omjer je 1:1, dok noviji dizajni dostižu vrijednosti od 2:1.[67]

Terminal za kruti rasuti teret za široki spektar tereta zahtijeva komplet od dva ili tri vjedričara po dizalici (jedno u upotrebi, jedno u rezervi i/ili jedno na popravku). Robe sa značajno različitim fizičkim karakteristikama zahtijevaju dodatne setove grabilica. Tipovi grabilica značajno variraju, ovisno o vrsti proizvoda kojom se rukuje. Osnovni materijali koji se rukuju grabilicom su:[68]

1. željezna rudača
2. ugljen
3. boksit
4. aluminijev oksid
5. fosfati.

Manje i mobilnije grabilice rukuju sa sirovim šećerom, gnojivima, naftnim koksom i raznovrsnim drugim robama.[69]

Osim već spomenute dizalice za iskrcaj sa pomičnom grabilicom (engl. *overhead trolley crane)* postoji i okretna zahvatna dizalica (engl. *revolving grabbing crane*).[70]

Pri tom tipu dizalice, grabilica grabi i diže teret te ga ispušta u obalni lijevak na samom početku dizalice kako bi uklonila okretaj (eng. *slewing*) tereta tijekom rukovanja. Teret iz lijevka odlazi na trakasti transporter ili direktno puni željezničke vagone ili kamione. Kapacitet podizanja ovakve grabilice dosiže vrijednosti do 85 t.[71]

Karakteristični opsezi procijenjenih kapaciteta pojedinačnih tipova dizalica su kako slijedi:[72]

1. dizalica za iskrcaj sa pomičnom grabilicom, 500 – 2500 tona po satu
2. okretna zahvatna dizalica, 500 – 700 tona po satu
3. okretna zahvatna dizalica sa pomakom od 90°, 200 – 250 tona po satu.

4.1.3.2 Pneumatski sustavi

Pneumatički uređaji se obično koriste za iskrcaj žitarica, cementa i ostalih sličnih tereta. Nedostatak takvih uređaja je potrošnja velike količine energije za njihovo korištenje, ali su jednostavni za korištenje i onemogućuju podizanje prašine. Brzine prekrcaja tipično iznose nekoliko stotina tona po satu.[73]

Pneumatska oprema podijeljena je u dvije vrste:[74]

1. vakuumski ili sukcijski tip (od više mjesta do jedne točke)

[67] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 204.
[68] Ibid. p. 205.
[69] Ibid.
[70] Ibid.
[71] Ibid.
[72] Ibid.
[73] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 319.
[74] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 206.

2. pritisni ili puhački tip (od jedne točke do više mjesta).

Rasuti teret s niskom razinom specifične težine i viskoznosti poput žitarica, cementa, prašine ugljena itd. može se rukovati bilo kojim pneumatskim sustavom. Nedostatak pritisnog tipa je u tome što stvara velike količine prašine.[75]

Konstrukcija vakuumskog tipa pneumatskih sustava je jednostavna i nema prosipanja tereta prilikom prijevoza. Međutim, u usporedbi s drugim prijevoznim sustavima koristi velike količine energije.[76]

Pneumatsko dizalo može se nalaziti na:[77]

1. lučkoj obali
2. plutajuće (instalirano na pontonu).

Karakteristične stope iskrcaja (procijenjeni kapacitet) u opsegu su od 200 do 500 tona po satu, ali mogući su kapaciteti do 1000 tona po satu. Prijenosna pneumatska oprema sa kapacitetom od otprilike 50 tona po satu može se koristiti u slučajevima relativno niske propusnosti terminala i/ili terminala koji nisu projektirani za rukovanje rasutim teretom. Kako bi se brodska skladišta praznila u isto vrijeme moguća je upotreba više takvih uređaja istovremeno.[78]

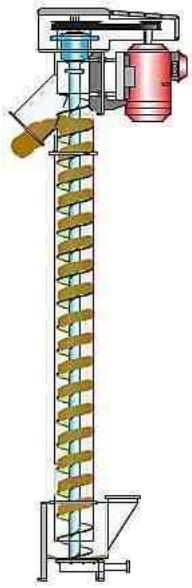
4.1.3.3 Vertikalni transporteri

Različite vrste vertikalnih transportera za iskrcavanju su:[79]

1. lančani transporter
2. vertikalni vijčani transporter (
3. slika **16**.)
4. spiralni transporter.

Lančani transporter je obično smješten unutar pravokutnog kućišta dok se vertikalni vijčani transporter nalazi unutar cjevastog kućišta. Prekrcaj lančanim transporterima je ograničen na suhe, trošne terete, dok vijčani transporter učinkovito može operirati sa praškastim, zrnatim, grudastim, polutekućim i fibroznim teretom. Propusnost uređaja je ograničena na brzinu ulaska tereta u transporter. Za ukrcaj ili iskrcaj rasutog tereta može se koristiti i vertikalni spiralni transporter.[80]

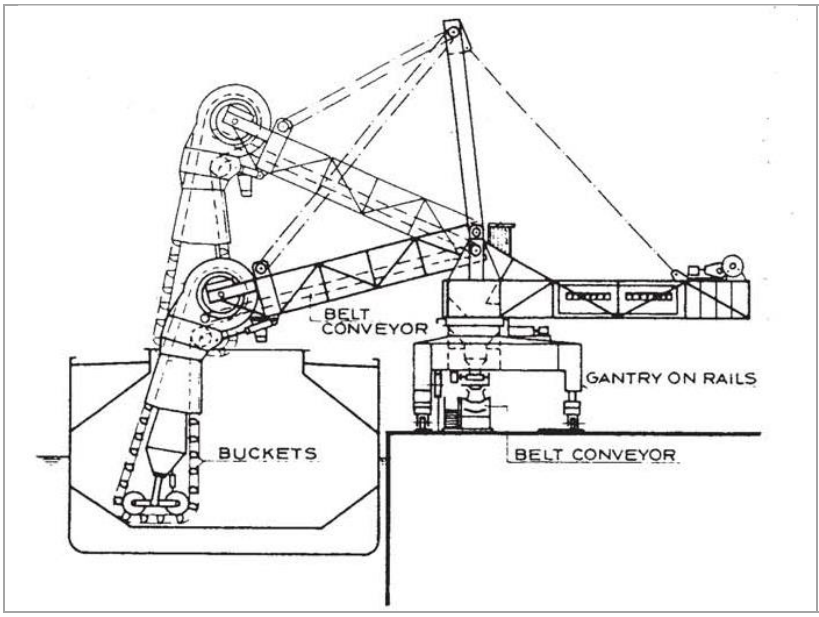
[75] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 206.
[76] Ibid.
[77] Ibid.
[78] Ibid.
[79] Ibid. p. 207.
[80] Ibid.



Slika 16. Vertikalni vijčani transporter
Izvor: *SolidsWiki.* Preuzeto sa: https://www.solidswiki.com/index.php?title=Vertical_Screw_Conveyors [Pristupljeno: 29. 08. 2019].

4.1.3.4 Vjedričar

Neprekidni mehanički uređaji se obično koriste kod visoko kapacitivnih terminala sa čestim dolaskom brodova. Primjer takvog uređaja prikazan je na slici 17. Vjedričari imaju brzine prekrcaja u rasponu od 1000 do 5000 tona po satu.[81]



Legenda:

engl. *buckets* – hrv. grabilica vjedričar

engl. *belt conveyor* – hrv. trakasti transporter

engl. *gantry on rails* – hrv. mosna dizalica na pruzi

Slika 17. Neprekidni mehanički uređaj za iskrcaj tereta iz broda
Izvor: Agerschou H, et. al. op. cit., p. 318.

[81] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 318.

4.1.3.5 Slurry system

Glavni ekonomski i tehnički problem leži u količini vode koja je potrebna za pumpanje suspenzije kroz cjevovod. Obično je volumen vode prisutan u suspenziji veći od 50%. Ako je tu vodu bilo potrebno dovesti brodom do točke sidrenja dolazi do znatnog povećanja troškova prekrcaja. Stoga se voda izlijeva iz brodskih skladišta prije odvezivanja broda i može se izbaciti u more ili se šalje natrag na obalu ovisno o dozvoljenoj kontaminaciji vode. U bilo kojem slučaju, značajne količine (otprilike 10%) vode ne može se ukloniti iz brodskih skladišta i ostaje u njima što povećava troškove prijevoza rasutog tereta. Teret se u odredišnoj luci opet mora pretvoriti u suspenziju te iz tog razloga luka ili terminal moraju biti opremljeni odgovarajućom opremom. Važno je napomenuti da se teret, koji je ukrcan kao kruti rasuti, može iskrcati u obliku suspenzije.[82]

Problemi rukovanja teretom u obliku suspenzije su slični problemima kod rukovanjem tekućih rasutih tereta. Međutim, ovdje su prisutni i dodatni tehnički problemi poput gušenja cjevovoda i znatnog habajućeg trošenja samog cjevovoda i pumpi. Također je važno napomenu da je teret u suspenziji prije samog korištenja potrebno osušiti i to može predstavljati znatan trošak, kako je slučaj kod fino mljevenog ugljena. Rukovanje krutim rasutim teretom u obliku suspenzije je ultimativno rješenje za sprečavanje podizanja prašine.[83]

4.1.3.6 Brodovi samoiskrcivači

Prednosti korištenja brodova samoiskrcivača su slijedeće:[84]

1. smanjenje vremena obrta zbog velike brzine pretovara
2. mogućnost priveza u različitim vrstama luka jer zbog svoje prekrcajne mehanizacije ne ovise o mehanizaciji luke
3. mogućnosti miješanja tereta jer se teret različite kvalitete, koji zahtijeva miješanje, može ukrcati u različita brodska skladišta i izmiješati pomoću sustava trakastih transportera
4. fleksibilnost iskrcaja broda, odnosno mogućnost iskrcaja u:
   a. obalne lijevke
   b. druge brodove
   c. skladišta ili silose
   d. direktno na skladišne hrpe
5. kontrola zagađenja
6. jeftina izgradnja veza jer je potrebna samo nekolicina priveznih stupova
7. nema potrebe za uslugom štivadora.

[82] Agerschou H, et. al. op. cit., pp. 320-321.
[83] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 211.
[84] Ibid. p. 212.

Nedostaci korištenja takvog sustava u usporedbi sa konvencionalnim brodovima za prijevoz krutih rasutih tereta su:[85]

1. viša cijena broda koja vodi do više cijene tarifa prijevoza
2. viši troškovi posade jer su potrebni specijalizirani stručnjaci za iskrcavanje
3. niži prijevozni kapacitet zbog površine koje zauzima mehanizacija za iskrcavanje
4. viša mehanička osjetljivost koja vodi do dužeg vremena održavanja.

4.1.4 Proces ukrcaja tereta u brod

U luci ukrcaja nužno je zapovjedniku broda predati svjedodžbu ili svjedodžbe o svojstvima tereta koji će se krcati. Svjedodžbe u kojima se navodi stupanj vlažnosti do kojeg je dopušten prijevoz moraju sadržavati prosjek sadržaja vlage materijala u vrijeme kada je svjedodžba podnijeta zapovjedniku ili svjedodžbi mora biti priložena izjava krcatelja da je navedeni sadržaj vlage istinit, po njegovom najboljem znanju i uvjerenju.[86]

Prije početka operacije ukrcaja potrebno je izmijeniti dodatne informacije između broda i terminala odnosno krcatelja i to:[87]

1. kemijska svojstva tereta (otrovnost, korozivnost itd.)
2. stupanj vlažnosti pri kojem teret postaje žitak
3. faktor slaganja
4. sadržaj vlage
5. kut osipanja tereta
6. drenaži kojom se stvara vlažna osnovica i dr.

Informacije koje terminal daje brodu su kako slijedi:[88]

1. vrsta i obilježja tereta
2. nominirana količina ili količina tereta za ukrcaj
3. maksimalna norma ukrcaja
4. broj i tehničke karakteristike ukrcajne mehanizacije
5. sustav komunikacija za kontrolu ukrcaja, uključujući i signal za zaustavljanje u slučaju opasnosti
6. ograničenost operacija terminala.

Ukrcaj može započeti kada su svi detalji utvrđeni, sve informacije dane i primljene te izvršene sve potrebne inspekcije. Neposredno prije početka ukrcavanja prostori za teret moraju biti propisno pregledani i pripremljeni za teret koji se namjerava ukrcavati.[89]

Zapovjednik broda obično preporuča da se poduzmu mjere kako bi se smanjila mogućnost dodira prašine s dijelovima palubnih strojeva koji se okreću i strojeva s vanjskim navigacijskim pomagalima. U tijeku ukrcaja ili iskrcaja mora se, kad god je moguće, isključiti ili

[85] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 213.
[86] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 18.
[87] Ibid. p. 19.
[88] Ibid.
[89] Ibid.

prigušiti sustav ventilacije, a sustav za kondicioniranje zraka, ako postoji, podesiti na recirkulaciju, kako bi se smanjio ulazak prašine u prostorije za boravak posade i druge prostore u unutrašnjosti broda.[90]

U principu je dovoljno sve nadzirati iz kontrolne sobe terminala ako je prisutan visok stupanj automatizacije, što je najčešće slučaj na velikim terminalima.[91]

Prije samih operacija ukrcaja i iskrcaja potrebno je koristiti kontrolne liste sigurnosti na terminalu.[92]

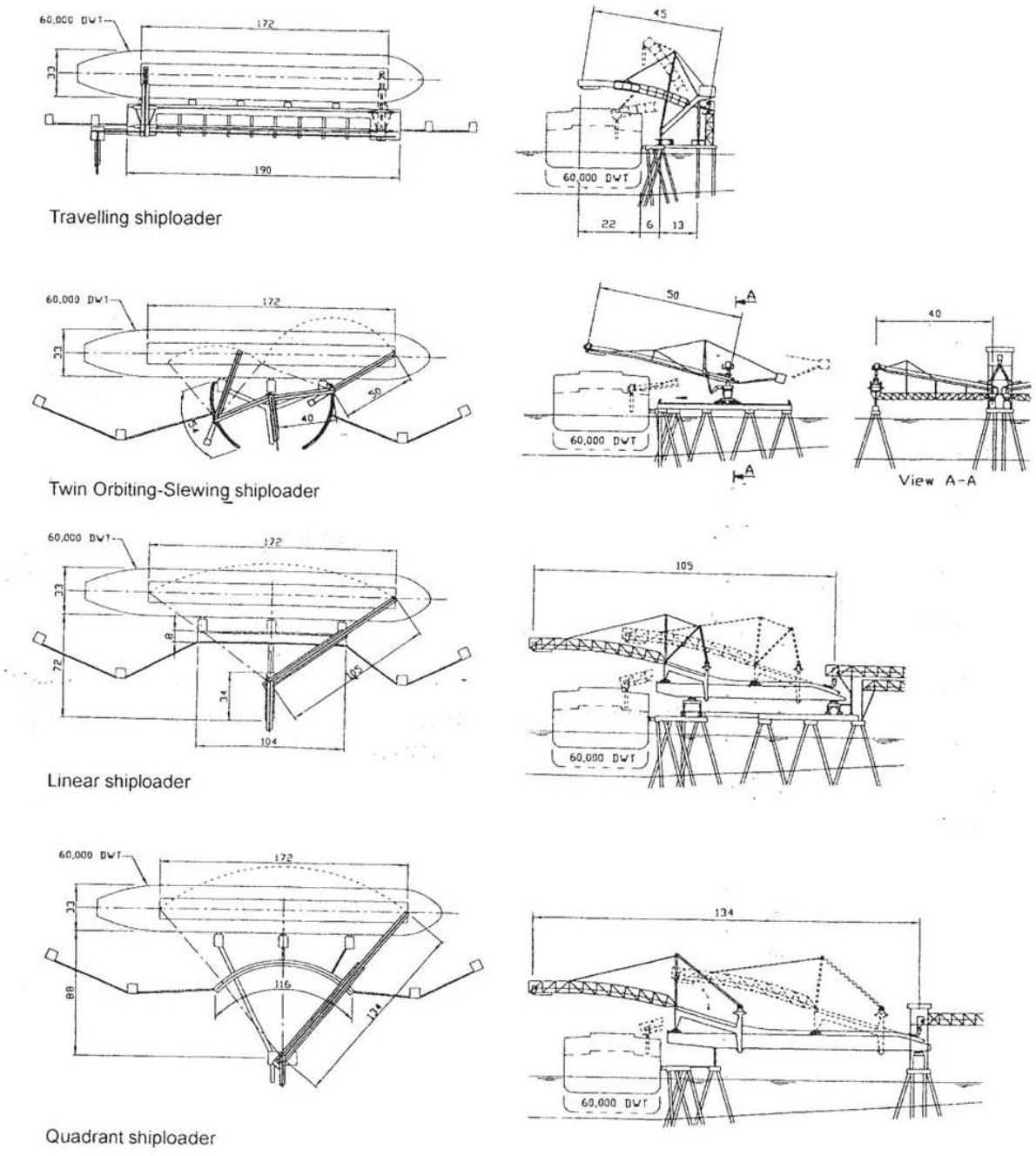
Trim je često vitalni čimbenik na brodovima za rasuti teret. Nakon izvršenja ukrcaja može biti potrebno poravnati konačni trim, što se može učiniti na način da se: 1) ukrca još tereta prema krmi ili prema pramcu (ako nije ukrcana cijela količina tereta koja se namjerava ukrcati), 2) premještanjem tereta (u slučaju kada je cijela količina tereta koja se namjerava ukrcati već ukrcana) i 3) balastiranjem odnosno protresanjem (kako bi se teret slegao i na taj način izbjeglo nastajanje efekta slobodne površine).[93]

Ukrcaj žitarica iz silosa u brod olakšan je korištenjem slobodnog pada. Po završetku operacija ukrcaja ili iskrcaja tereta brod je spreman na odlazak iz luke. Na konvencionalnim izvoznim terminalima koriste se različite vrste ukrcajnih aranžmana ovisno o robi u pitanju i o vrsti lučke obale.[94] Slika 18. prikazuje četiri vrste brodoukrcivača visokog kapaciteta.

Svi prikazani ukrcivači su pogodni za vezove na prilično izloženim položajima. Ne mora biti izravnog doticaja između broda i brodoukrcivača jer rasuti teret zadnjih par metara pada u brodsko skladište i iz tog se razloga može tolerirati prilično znatni brodski pokreti bez prekida ukrcaja. Pokretni brodoukrcivač (engl. *travelling ship loader*) se uobičajeno koristi kad su obje strane veza u uporabi. Ostala tri sustava su prikazana obrnutim redoslijedom od njihova uvođenja na tržište, od kojih je dvostruki kružni brodoukrcivač (engl. *twin-orbiting ship loader*) najnoviji sustav.[95]

Najjednostavniji i obično najjeftiniji sustav ukrcaja je jedan odvod (engl. *spout*) na fiksnoj poziciji. Njegovo korištenje znači da vez mora biti duži nego što je normalno jer se brod mora pomicati po dužini veza radi premještanja ukrcaja s jednog brodskog skladišta na drugo. Ovakav sustav je jedino moguć kod niske propusnosti i nije prikladan kod izloženih pozicija zbog poteškoća pomicanja broda pod teškim vremenskim utjecajima.[96]

[90] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 19.
[91] Ibid. p. 20.
[92] Ibid.
[93] Ibid.
[94] Ibid.
[95] Agerschou H, et. al. op. cit., pp. 314-315.
[96] Ibid. p. 315.



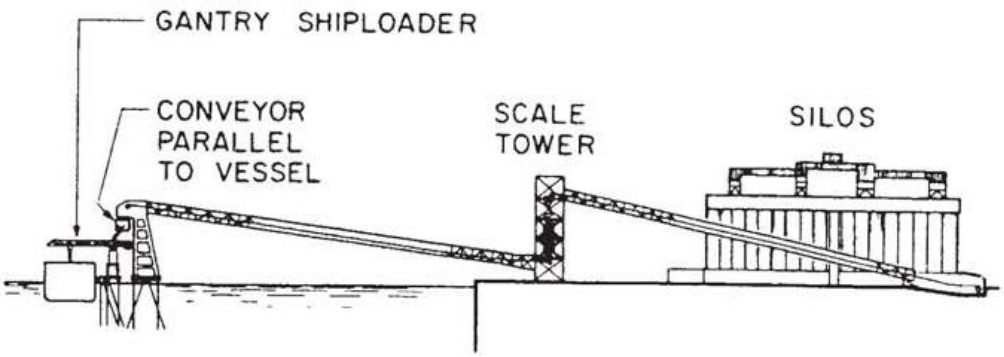
Slika 18. Prikaz četiriju vrsta brodoukrcivača visokog kapaciteta

Napomena: engl. *travelling shiploader* – hrv. pokretni obalni brodoukrcavač; engl. *twin orbiting-slewing shiploader* – hrv. dvostruki orbitno-okretni brodoukrcavač; engl. *linear shiploader* – hrv. linearan brodoukrcavač; engl. *quadrant shiploader* – hrv. kvadrantni brodoukrcavač

Izvor: Agerschou H, et. al. op. cit., p. 316.

Drugi način ukrcaja brodova je dovođenje tereta na povišenu točku uzduž broda i ukrcaj u brodsko skladište slobodnim padom koristeći niz odvoda. Ovakav način je prilično česta kod terminala za žitarice. Nadzemni trakasti transporter pruža se duž veza, a pomični uređaj gura rasuti teret do nagnutih odvoda iznad svakog otvora brodskog skladišta. Modernija izvedba sadrži mosnu dizalicu koja se pomiče ispod uređaja koji raspoređuje rasuti teret iznad otvora

pomoću zakretnog transportera sa prilagodljivim odvodom na kraju. Ovakvim je načinom lakše smjestiti širi raspon brodskih veličina i puno je lakše kontrolirati podizanje prašine pošto je izbjegnut slobodan pad tereta.[97] Karakteristično postrojenje za izvoz žitarica prikazano je na slici 19.



Legenda:
engl. *gantry shiploader* – hrv. mosna dizalica
engl. *conveyor parallel to vessel* – hrv. transporter paralelan sa brodom
engl. *scale tower* – hrv. prekrcajni toranj
engl. *silos* – hrv. silosi

Slika 19. Primjer tipičnog postrojenja za izvoz žitarica
Izvor: Agerschou H, et. al. op. cit., p. 317.

Tipična brzina ukrcaja za transportere s žlijebovima (engl. *conveyor with chutes*) je 1000 do 7000 t/h, a za fiksne žlijebove (engl. *fixed chutes*) oko 500 t/h.[98]

4.2 Propusna moć terminala

Ovisno o količini tereta koja prolazi kroz određenu luku, jedan ili više vezova mogu biti posvećeni isključivo za kruti rasuti teret ili čak posebno samo za određenu vrstu robe. Odluka da li će vez biti korišten isključivo za kruti rasuti teret je ekonomske prirode koja uključuje više faktora, a najvažniji od njih je godišnja ili sezonska prognoza količine tereta koja se očekuje. Lokacija skladišnih prostora, kontaminacija, izlaganja vremenskim uvjetima i sigurnosne opasnosti također mogu imati važnu ulogu u donošenje te odluke. Općenito, kada se vez isključivo koristi za prekrcaj krutog rasutog tereta, moguća je uporaba prekrcajnih uređaja visokih kapaciteta kako bi se obrt brodova ubrzao i smanjilo njihovo vrijeme provedeno u luci. Kada se vez koristi višenamjenski, odnosno za prekrcaj različitih vrsta tereta, moguća je uporaba isključivo mobilnih prekrcajnih uređaja niskog kapaciteta.[99]

Kapacitet iskrcajne prekrcajne mehanizacije obično je odlučujući kod definiranja propusne moći terminala za kruti rasuti teret, naime kapacitet ostale opreme na terminalu trebao bi biti projektiran u skladu s kapacitetom iskrcajnih postrojenja. Postoji više značenja

[97] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 315.
[98] Ibid.
[99] Ibid. p. 313.

pojma kapacitet koji se koristi u terminalima za kruti rasuti teret, pri tome se razlikuje (tablica 15.):[100]

1. *najprometniji kapacitet* (engl. *peak capacity* ili *cream digging rate*), definira se kao maksimalna (satna) stopa iskrcaja pri apsolutno optimalnim okolnostima: puno skladište, iskusan radnik na dizalici na početku smjene. Sva postrojenja nakon iskrcaja (trakasti transporteri, oprema za vaganje, slagači) moraju biti projektirani za ovaj kapacitet. Ako nisu, može doći do čestih zastoja, odnosno uskog grla, u protoku tereta. Iz tog je razloga od primarne važnosti za projektante sustava i dobavljača opreme.
2. *procijenjeni kapacitet* (engl. *rated capacity* ili *free digging rate*), definiran je kao iskrcajna stopa bazirana na vremenu obrta grabilice vjedričara iz točke grabljenja unutar brodskog skladišta do točke ispuštanja na obalnom lijevku i natrag do točke grabljenja, pod prosječnim uvjetima i utvrđen prilikom određenog vremenskog perioda.
3. *efektivan kapacitet* (engl. *effective capacity*), definiran je kao prosječna satna stopa postignuta tijekom iskrcaja čitavog brodskog tereta: prekidi za poravnanje tereta, čišćenje, prelazak na drugo skladište su neizbježni i uzeti su u obzir. Planirani neradni periodi, poput noći, vikenda itd., ne uzimaju se u ovaj proračun.

Ako se pomnoži efektivan kapacitet s godišnjom operativnom dostupnošću veza puta dopustiva stopa zauzetosti dobivamo godišnji kapacitet veza što je glavni parametar za planera luke. Drugim riječima, glavni interes planera opreme je najprometniji (vršni) kapacitet dok je efektivan kapacitet glavni interes planera luke.[101]

Tablica 15. Odnos različitih vrsta iskrcajnih kapaciteta krutog rasutog tereta grabilicom

Vrsta kapaciteta	Koeficijent
Najprometniji	2,5
Procijenjeni	2,0
Efektivan	1,0

Izvor: Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 203.

Za neprekidne iskrcajne sustave, razlike su male, ali znatno odstupaju od sustava do sustava. Primjerice, mehanički lančani iskrcivač (engl. *mechanical chain unloader*) za sirovu tapioku zahtijeva poravnanje tereta i čišćenje skladišta, što dovodi do velike razlike između procijenjenog i efektivnog kapaciteta, dok brodovi samoiskrcivači zadržavaju procijenjeni kapacitet tijekom gotovo cijelog vremena iskrcaja.[102]

Dodatno, lučke uprave, u njihovom marketingu, povremeno koriste maksimalni kapacitet veza, ponekad zvan kapacitet veza, kojeg tvori efektivan kapacitet, ali izračunat za

[100] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 313.
[101] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 203.
[102] Ibid.

stopostotnu stopu zauzetosti veza. Takve brojke nemaju stvarne važnosti jer bi se prilikom takvih uvjeta stvorili veliki redovi čekanja i takav bi terminal ili luka bili neisplativi. [103]

4.3 Upravljanje terminalom za kruti rasuti teret

Operacije na specijaliziranim terminalima su vrlo različite od onih na konvencionalnim terminalima za generalni teret. Uloga lučkog operativnog osoblja uvelike je smanjenja dok je udio predstavnika brodara, štivadora i trgovaca povećan. Na primjer, u ekstremnom slučaju terminala za sirovu naftu lučko osoblje ima malo obaveza, osim pružanja pomoći prilikom vezivanja i odvezivanja tankera. Iz tog je razloga sasvim logično da se tim terminalima upravljaju velika naftna trgovačka društva koja uobičajeno grade sva postrojenja o vlastitom trošku i u skladu s vlastitim planovima. Situacija je slična i kod terminala visokih kapaciteta za prekrcaj mineralnih ruda. Uglavnom su pozicionirani izvan komercijalnih luka i u velikom broju slučajeva su ih izgradila rudarska trgovačka društva. Jasno je da su takva prekrcajna postrojenja u potpunosti upravljana od strane istih privatnih rudarskih kompanija. Međutim, ako će se vez za prekrcaj ruda izgraditi unutar neke luke i sredstva za izradu će osigurati lučka administracija, isti vez će biti u vlasništvu te luke. Na primjer:[104]

1. vezovima *za uvoz gnojiva* se često koriste različiti korisnici te bi se iz tog razloga takvi vezovi trebali upotrebljavati kao zajednički vezovi. Ako je velika tvornica fosfata locirana u blizini komercijalne luke, ona bi morala imati specijalan vez za vlastitu uporabu i isti bi trebao biti pod upravljanjem te tvornice,
2. u slučaju *žitarica***,** veliki elevatori za žitarice (engl. *large grain elevators*) su često pod upravljanjem državnih ministarstava ili nekih drugih državnih agencija zaduženih za zalihe žitarica i distribuciju u razne kontinentalne centre. Ako žitarice uveze privatan trgovac umjesto centralne organizacije, poželjno je da je elevator u vlasništvu luke. Ako luka nema silos za pohranu žitarica, iskrcaj, rukovanje i skladištenje žitarica postaje operacija slična rukovanju teretom u vrećama i odvija se pod nadgledanjem lučke uprave, na vezovima kojima upravlja luka i koje su odredili lučki službenici. U nekim zemljama u razvoju, silos za žitarice je direktno povezan s mlinom za proizvodnju brašna i koristi se isključivo za opskrbljivanje mlina žitaricama. U tom slučaju elevator i vez, s kojim je povezan, postaju privatno postrojenje i odgovornosti lučke administracije su ograničene na opći nadzor aktivnosti vezanim uz morske površine.

Nastavno na sve navedeno, pitanje upravljanja specijaliziranim lučkim terminalima trebalo bi se riješiti prema vrijednostima svakog posebnog slučaja. Ako se očekuje više korisnika na jednom terminalu, terminalom bi trebala upravljati lučka administracija. Ako je terminal namijenjen korištenju samo jednog korisnika može se dati u korištenje tom korisniku za ekskluzivnu uporabu, posebno u slučaju kada su sva postrojenja na terminalu osigurana

[103] Nagorski B. Port problems in developing countries. Tokyo: The International Association of Ports and Harbours; 1972. p. 184.
[104] Ibid pp. 183-184.

sredstvima tog korisnika. Vezovi koji tvore integralni dio industrijskih postrojenja trebali bi biti u uporabi upravo i jedino za isto postrojenje.[105]

Glavna zadaća svake lučke administracije, odnosno lučke uprave je pravilna i učinkovita organizacija složenog i veoma raznolikog toka prometa kroz luku. Svrha same luke je omogućiti brze i ekonomične usluge svih korisnicima luke (brodovima, teretu i putnicima). Manevriranje brodova, rukovanje i skladištenje tereta, carina, prekrcaj na druge vidove prijevoza i dr. moraju biti dobro organizirani i strogo koordinirani kako bi se izbjegla kašnjenja, zagušenja i kaos.[106]

Mnoge funkcije povezane s gore navedenim aktivnostima uglavnom nisu u nadležnosti lučke administracije nego u rukama privatnih trgovačkih društava poput raznih brodara, štivadora, carinika ili raznih državnih ministarstava. Unatoč tome, konačna odgovornost za nesmetano djelovanje luke je na lučkoj administraciji, bez obzira radi li se o autonomnoj luci ili luci pod državnoj ili općinskoj kontroli. Administracija luke, u bilo kojem obliku, postoji upravo isključivo za taj glavni zadatak, koji nadilazi sve ostale, kako bi luka mogla omogućiti najveći benefit za sve uključene strane. Osnovni ciljevi administracije luke su: [107]

1. *iskoristiti što više postojećih postrojenja*, bez obzira na njihova ograničenja - bolje usluge i povećanje kapaciteta trebalo bi ostvariti ne samo fizičkim povećanjem luke, nego i poboljšavanjem svih aspekata aktivnosti unutar luke. Može se dogoditi da prometni zahtjevi unutar luke budu zadovoljeni uklanjanjem nepotrebnih uskih grla, a ne pomoću gradnje novih operativne obale (engl. *wharves*) ili gatova (engl. *piers*). Navedeno se može postići modifikacijom nezgrapnih procedura (engl. *cumbersome procedures*), dodavanjem relativno jeftine opreme, prilagođavanjem skladišnih tarifa u tranzitnim skladištima ili unaprjeđenjem metoda rukovanja teretom. Ako je gradnja novih vezova ipak neizbježna, potrebno je uložiti trud u povećanje kapaciteta starijih instalacija pomoću bolje organizacije, dok se čeka na izgradnju novih.
2. *smanjenje operativnih troškova* koji nastaju kod svih uključenih strana, luke, broda, privatnih poduzeća i interesa tereta.

Brzina operacija je jedna od najboljih metoda za postizanje oba cilja, povećanje kapaciteta postojećih postrojenja i niskih troškova. Vrijeme je ključan čimbenik u godišnjem obrtu tereta po vezu i za troškove stajanja broda u luci. O brzini ukrcaja i iskrcaja tereta ovisi koliko dugo će vez biti zauzet pojedinim brodom i koliki broj brodova vez može primiti tjedno, mjesečno ili godišnje. Što je to veći broj, veća je i zarada luke od pojedinog veza i manja je potreba za gradnjom dodatnog veza. Što se tiče troškova broda, svaki dan duže proveden u luci, zbog čekanja ili sporog prekrcaja, znači ekonomski gubitak.[108]

[105] Nagorski B. Port problems in developing countries. op. cit., p. 185.
[106] Ibid p. 175.
[107] Ibid. pp. 175-176.
[108] Ibid p. 176.

4.4 Vrste terminala za kruti rasuti teret

Obzirom na vrste izvedbe i operacije prekrcaja na terminalu razlikuju se četiri vrste terminala za kruti rasuti teret koje su i opisane u nastavku, to su: konvencionalni izvozni terminal, konvencionalni uvozni terminal, višenamjenski terminal i odobalni terminal za rasuti teret u suspenziji.

4.4.1 Konvencionalni izvozni terminali

Pojam konvencionalnih izvoznih terminala odnosi se na izvozne terminale visokog obujma u kojima se jedan ili više vezova koristi isključivo za robe krutog rasutog tereta i obično se na svakom vezu rukuje samo jednom vrstom robe krutog rasutog tereta. Za željeznu rudaču, ugljen i druge minerale terminal je uobičajeno smješten na povoljnoj lokaciji u blizini rudnika ili u postojećoj obližnjoj luci koja je povezana željeznicom ili cestom sa rudnikom.[109]

Izbor vrste veza za izvoz krutog rasutog tereta ovisi o lokalnim uvjetima i odabranoj ukrcajnoj opremi. Zbog relativno visoke cijene transportera dolazi do manje fleksibilnosti u izboru odgovarajuće lokacije veza. Iz tog se razloga koriste i kontinuirane građevine locirane u blizini skladišnih postrojenja i vezovi platforme.[110]

4.4.2 Konvencionalni uvozni terminali

Vezovi, koji se koriste isključivo za uvoz jedne ili više roba krutog rasutog tereta, se obično nalaze u blizini elektrana za uvoz ugljena, čeličana za uvoz željezne rudače i ugljena, tvornica kemikalija za uvoz sirovih materijala i obrađenih kemikalija i kod uvoza žitarica.[111]

Uvozni terminali obično imaju nižu propusnost od izvoznih terminala. Naime, iskrcavanje tereta iz broda teže je od njegovog ukrcavanja u brod. Iz tog se razloga kod uvoznih terminala koristi veća raznolikost opreme za rukovanje teretom nego kod izvoznih terminala.[112]

Obzirom da je skoro pa nemoguće izbjeći da oprema za iskrcaj tereta dođe u dodir s brodom, potrebno je osigurati puno mirnije uvjete na vezu nego u slučaju ukrcaja tereta u brod. Posrtanje, podizanje i spuštanje broda i njegovo gibanje štetni su utjecaji na proces iskrcaja broda, zbog poteškoća održavanja odgovarajućeg položaja između iskrcajnog uređaja i hrpe rasutog tereta u brodskom skladištu. U upotrebi su uobičajeno slijedeći iskrcajni uređaji:[113]

1. grabilice montirane na dizalici koje grabe određenu količinu tereta po svakom ciklusu (do 50 t)
2. neprekidni mehanički uređaji poput vjedričara ili transportera u obliku vijka
3. pneumatski uređaji.

[109] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 314.
[110] Ibid. p. 315.
[111] Ibid. p. 317.
[112] Ibid.
[113] Ibid. p. 318. Napomena: Iskrcajni uređaji opisani su u poglavlju 4.1.3.

Odabir tipa i kapaciteta uređaja za rukovanje teretom za bilo koji uvozni terminal je zahtjevan problem koji uključuje ekonomičnost operacije, održivost različitih tipova transportnih sustava za određenu vrstu tereta i sklonost tereta na degradaciju uzrokovanu opremom za rukovanje. Proces izbora pravilne opreme zahtijeva podatke od proizvođača opreme za rukovanje rasutim teretom, kako bi se izabralo optimalno rješenje.[114]

Čeoni utorivači i buldožeri se koriste za čišćenje brodskih skladišta i skupljanje posljednjih ostataka rasutog tereta do uređaja za iskrcaj.[115]

4.4.3 Višenamjenski vezovi

Prilikom uvoza ili izvoza određenog rasutog tereta dolazi do niske zauzetosti veza i iz toga je razloga neekonomično osigurati vez samo za jednu svrhu. U tom slučaju se za prekrcaj jedne ili više vrsta rasutih tereta koriste vezovi za generalni teret s dovoljnim zemljišnim prostorom. Rasuti teret se obično prekrcava pomoću grabilica montiranih na dizalici ili kombinacijom grabilica i malih pomičnih transportera.[116]

Rasuti teret predviđen za izvoz na lučku se obalu dovozi kamionima koji ga iskrcavaju na pomične lijevke iz kojih se teret ukrcava na brod pomoću transportera.[117]

Rasuti teret za uvoz se često smješta na privremene skladišne hrpe na lučkoj obali pomoću pomičnih dizalica koje su opremljene grabilicama. Zatim se čeonim ukrcivačima teret ukrcava na kamione koji ga zatim prevoze do skladišnog prostora. Teret se također može izravno iz broda krcati u željezničke vagone ili kamione. U oba je slučaja oprema za rukovanje teretom pomična i mora se koristiti na način da ne ometa normalno korištenje veza za generalni teret. Sa tim u vidu, korištenje plutajućih iskrcajnih uređaja je u prednosti.[118]

Iskrcaj ili ukrcaj brodova za prijevoz rasutih tereta na višenamjenskim vezovima odvija se sporo i relativno je neučinkovito. Međutim, zbog visokih kapitalnih ulaganja, koja su potrebna za učinkovita prekrcajna postrojenja rasutih tereta, ovakav način rukovanja može biti više isplativ. Bilo koja operacija ovakve prirode, trebala bi se procjenjivati s vremena na vrijeme, kako bi se odredilo može li se postići učinkovitiji način prekrcaja s razumnim ulaganjima u unaprjeđenje postojećih postrojenja i opreme ili bi se rukovanje teretom trebalo prebaciti na specijalizirani vez u potpunosti.[119]

4.4.4 Odobalni (engl. offshore) terminali za rasuti teret u suspenziji

Određene krute rasute terete moguće je prekrcavati pomoću cjevovoda u obliku suspenzije, odnosno mješavine vode i rasutog tereta. To je slučaj kod većine minerala i većine krutih goriva. Na lokacijama gdje su konvencionalna lučka postrojenja vrlo skupa, terminali za izvoz krutog rasutog tereta u suspenziji projektirani su za sidrenje na jednu točku (plutaču ili

[114] Agerschou H, et. al. op. cit., 2004. p. 319.
[115] Ibid.
[116] Ibid. p. 320.
[117] Ibid.
[118] Ibid.
[119] Ibid.

sidro).[120] Prednosti i problemi ovog iskrcajnog sustava opisani su detaljnije u poglavlju pod nazivom Slurry system.

[120] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 320.

5 SKLADIŠNI PROSTORI U LUCI

Skladište za kruti rasuti teret mora bili planirano na način da se na minimalan prostor može uskladištiti maksimalna količina tereta. Mogućnost skladištenja ovisi o kapacitetu nosivosti podtla, karakteristikama materijala i dosegu i visini uređaja za slaganje i povrat.[121]

Površina potrebna za skladište rasutog tereta ovisi o slijedećim pokazateljima:[122]

1. visini i obliku hrpa
2. rasporedu brodskog tereta
3. rasporedu dolaska broda
4. rasporedu tranzitnog tereta
5. brzini istovara i utovara broda
6. održavanju strateških rezervi
7. odnosu između neto i bruto površine.

Raspored dolaska broda i raspored tranzitnog tereta zajedno s normalnim stohastičkim odstupanjima, mogu pokazati sezonska odstupanja. Tako da ne postoji generalno pravilo te se zahtjevi tla i prostora moraju pojedinačno izračunavati obzirom na specifičnosti pojedinog projekta.[123]

Kruti rasuti tereti često moraju biti odvojeni na temelju njihovih svojstava. U terminalima za iskrcaj svako skladište mora primiti barem puni brodski teret iz svakog izvora.[124] Rasuti tereti se uvelike razlikuju u odnosu na njihove faktore skladištenja, kutu nasipanja, stvaranju prašine, otporu na degradaciju uzrokovanu mehaničkim rukovanjem i njihovim opasnim svojstvima poput otrovnosti, osjetljivosti na vatru i spontanom samozapaljenju. Dodatno su velike razlike u korozivnim i abrazivnim svojstvima pojedinih roba, a oboje utječe na opremu koja se koristi za rukovanje takvim robama.[125]

Za preliminarne analize skladišnih površina koriste se slijedeća okvirna pravila:[126]

1. kapacitet otvorenih skladišta morao bi biti četiri do šest puta veći od najvećeg kapaciteta brodskog skladišta za pojedinu robu
2. kapacitet natkrivenih skladišta (engl. *covered storage*) treba biti tri do četiri puta veći od najvećeg kapaciteta brodskog skladišta pojedine robe
3. kapacitet silosa mora biti dva do četiri puta veći od najvećeg kapaciteta brodskog skladišta pojedine robe.

Prilikom odabira opreme za rukovanje teretom potrebno je savjetovanje sa proizvođačima koji se specijaliziraju za instalaciju takve vrste opreme zbog velikih razlika između različitih roba koja se mogu rukovati tom opremom. Učinkovita i pouzdana povezanost

[121] Ligteringen H, Velsink H. op.cit., p. 216.
[122] Ibid. p. 217.
[123] Ibid.
[124] Ibid.
[125] Agerschou H, et. al. op. cit., pp. 313-314.
[126] Ibid. p. 314.

između broda i skladišnog prostora od najviše je važnosti za određenu instalaciju. Za mnoge rasute robe, trošak prijevoza i rukovanja tvori veliki postotak ukupnih troškova isporuke.[127]

5.1 Prijevoz robe od veza do skladišta

Prijevoz roba od lučke obale do prostora skladištenja i obrnuto obavlja se obično upotrebom transportera, ali ponekad se izvodi i upotrebom:[128]

1. sajli (engl. *cable*) – vjedričar povezan sajlom (engl. *looped steel wire with buckets)*
2. specijalnih željezničkih kolica (engl. special rail cars)
3. lučkih kamionima (engl. *off-highway trucks*).

Većina transportera su trakastog tipa (engl. *belt conveyors*) koji se naveliko koriste u rukovanju krutog rasutog tereta. U teoriji, moguća je upotreba preko neograničene udaljenosti, ali je upotreba takvih transportera u glavnini ograničena na nekoliko kilometara zbog prijevozno-ekonomskih razloga. Za prijevoz preko većih udaljenosti prikladnije je korištenje željeznice ili kamiona, iako se trakasti transporteri koriste i za duljine preko 100 km, primjerice za prijevoz fosfata od rudnika do luke u Maroku. Prednosti upotrebe trakastih transportera su slijedeće:[129]

1. jednostavna izvedba
2. lako održavanje
3. efikasnost
4. niski energetski zahtjevi prilikom upotrebe
5. prilagodljivost
6. prijevoz bez gubitaka tereta.

Njihov glavni nedostatak je ograničen vertikalan kut pri kojem standardni trakasti transporteri mogu raditi. Znatna razlika u visini između polazišne i odredišne točke zahtijeva značajnu količinu prostora za izvedbu.[130] Obzirom da potporne konstrukcije trakastih transporta, od obale do skladišta ,mogu ometati horizontalno rukovanje generalnog tereta na terminalu prometovanje vozila i slično, poželjno je da skladišta krutog rasutog tereta budu smještena blizu vezova, međutim smještaj skladišnih površina u blizini vezova može uzrokovati geotehničke probleme zbog velikog opterećenja tereta na površine u blizini vezova (kod slaganja tereta na hrpe).[131]

Remeni trakastih transportera za rasuti teret su trasirani, odnosno udubljeni (engl. *troughed*) kako teret ne bi padao sa krajeva dok se za pakirani teret koriste ravni remeni (engl. *flat belts*). Primjer udubljenog transportera prikazan je na slici 20. Za posebne primjene, razvijeni su takozvani cjevasti transporteri (engl. *pipe conveyors*) i transporteri sa remenom u

[127] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 314.
[128] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., pp. 214-215.
[129] Ibid.
[130] Ibid. p. 215.
[131] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 313.

obliku crijeva (engl. *hose belt conveyors*). U osnovi su to trasirani transporteri koji su nakon točaka ukrcaja ili iskrcaja presaviti u oblik slova U. Pomoću takvog oblika prvenstveno se ostvaruje zatvoren sustav bez prašine i omogućuje prijevoz na strmim nagibima i uskim krivinama.[132]



Slika 20. Prikaz udubljenog trakastog transportera
Izvor: *Japan Rubber Weekly.* Preuzeto sa: https://www.japanrubberweekly.com/2018/10/bridgestone-sees-strong-conveyor-belt-sales-on-back-of-american-mining-demand/ [Pristupljeno: 29. 8. 2019.].

Upotrebom konvencionalnih ravnih transportera teret se sa jednog na drugi transporter odvija na transfernim točkama, koje za prašnjav teret moraju biti ograđene. Mnogi moderni terminali za kruti rasuti teret zbog strožih zahtjeva za kontrolu prašine imaju potpuno ograđene sustave trakastih transportera.[133]

5.2 Skladištenje i povrat

Ovisno o vrsti robe i njezinoj propusnosti, skladištenje se obično izvodi u dva osnovna oblika:[134]

1. skladište otvorenog tipa – uglavnom se koristi za robu koja ne trpi ozbiljniju degradaciju kad je izložena vremenskih uvjetima
2. skladište zatvorenog tipa – koristi se za robu koja može degradirati kada je izložena vremenskim uvjetima:
    a. natkriveni skladišni prostori
    b. silosi.

5.2.1 Otvoreni skladišni prostori

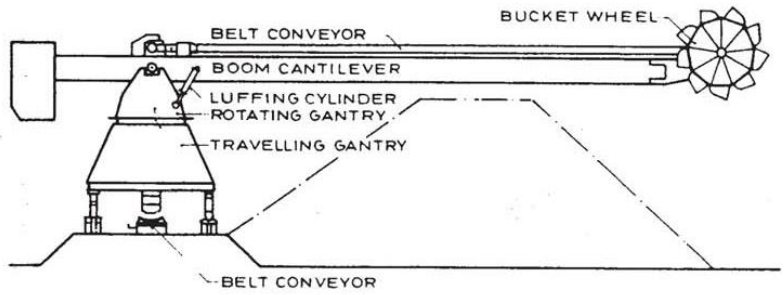
Za skladištenje mineralnih i umjetnih goriva koji se u prometu pojavljuju u rasutom obliku karakteristično je odlaganje na otvorenom prostoru uz poštivanje mjera predostrožnosti.[135]

Ugljen se na terminalima najčešće manipulira neposredno (brod – vagon), no ako je potrebno materijal uskladištiti koriste se otvorena skladišta na kojima je teret izložen

[132] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 215.
[133] Ibid.
[134] Agerschou H, et. al. op. cit., pp. 313-314.
[135] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 215.

djelovanju vremenskih prilika. Kako takav način odlaganja može štetno djelovati na kvalitetu ugljena i povećati opasnost od samozapaljenja, ugljen bi trebalo slagati na otvorenom području u tanke slojeve, no zbog pomanjkanja prostora to je teško ostvarivo. Najčešća visina na koju se slaže ugljen je 4 – 8 metara visine pri čemu se na početku skladištenja postavljaju rupičaste cijevi promjera preko 10 cm na svaka 2 – 3 kvadratna metra po jedna cijev.[136]

Za terete koji se skladište na otvorenom uobičajena je praksa korištenja kombiniranih uređaja za slaganje i povrata (engl. *stacking and reclaiming devices*). Tipičan uređaj za slaganje i povrat prikazan je na slici 21. Kapacitet povrata sa skladišne hrpe je od 1000 do 3000 tona po satu, pomoću okretnog kopanja koje prenosi teret izravno na sustav transportera koji ga dalje prenose do brodoukrcivača. Prilikom slaganja, odnosno skladištenja na hrpe uređaj je potrebno zaokrenuti kako bi teret padao na hrpu s transportera.[137]



Legenda:
engl. *bucket wheel* – hrv. kotač s grabilicama
engl. *belt conveyor* – hrv. trakasti transporter
engl. *boom cantilever* – hrv. noseći krak
engl. *luffing cylinder* – hrv. cilindar za podizanje
engl. *rotating gantry* – hrv. okretna mosna dizalica
engl. *traveling gantry* – hrv. pomična mosna dizalica

Slika 21. Uređaj za slaganje i povrat tereta
Izvor: Agerschou H, et. al. op. cit., p. 317.

Prilikom upotrebe tegljača ili željezničkih vagona za prijevoz od broda do skladišta, upotreba silosa ili skladišnog bunkera uz otvoreno skladište može biti pogodno. Posebna se briga mora voditi kako bi se izbjegla segregacija tereta u slobodnom padu koji ulazi u prazan bunker. Specijalno projektirani spiralni tobogani zaustavljaju slobodni pad tereta.[138]

Takozvani slagači su uređaji koji se koriste za dovođenje tereta u ili na skladišne prostore dok se za povrat koriste uređaji za povrat (engl. *reclaimers*). Slagači su pokretna mehanizacija sa krakom na kojem je smješten trakasti transporter. Transfer rasutog tereta između glavnog trakastog transportera i transportera za slaganje odvija se preko (engl. *tripper*) koji je pričvršćen na slagač i zbog toga je pomičan te se može micati uzduž cijele skladišne površine.[139]

Strojevi za povrat rade na sličnom principu, ali su opremljeni sa uređajem za povrat (engl. *reclaiming device*), primjerice sa vjedričarem za grabljenje, i sa trakastim transporterom.

[136] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 13.
[137] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 316.
[138] Ibid
[139] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 217.

Ponekad se javlja potreba za korištenjem buldožera kako bi prenijeli teret do uređaja za povrat.[140]

Čest je slučaj da se sposobnosti slaganja i povrat spajaju u jedan stroj prikazan na slici 22. Svi od navedenih strojeva su glomazni i teški te zahtijevaju čvrstu konstrukciju.[141]



Slika 22. Prikaz uređaja za slaganje i povrat

Izvor: *Juli Engineering*. Preuzeto sa: http://www.juliengineering.com/mob/home/product/lists/id/24.html [Pristupljeno: 29. 8. 2019.].

5.2.2 Zatvoreni i skladišni prostori

Izbor između korištenja silosa ili nadstrešnica se obično zasniva na temelju ekonomije. Silosi se obično odabiru kada je vrijeme skladištenja kratko i za robu koja je u obliku praška zbog dizanja prašine prilikom skladištenja.[142]

5.2.2.1 Natkriveni skladišni prostori

Natkriveno skladište je potrebno ako vremenski uvjeti utječu na kvalitetu tereta. Skladištenje se uobičajeno vrši preko trakastog transportera postavljenog na vrh zgrade. Poravnanje tereta vrši se strugačima ili podzemnim transporterom prikazanim na slici 23.[143]



Slika 23. Trakasti transporter ispod skladišta

Izvor: *Superior*. Preuzeto sa: https://superior-ind.com/tunnel-reclaim/ [Pristupljeno: 29. 8. 2019.].

Rasuti teret se u često u natkrivenim skladištima dovodi do transportera korištenjem buldožera koji guraju rasuti teret do podzemnih lijevaka putem kojih se teret slijeva do trakastih transportera. Ova metoda se ne koristi u silosima jer su oni opremljeni ugrađenom opremom za rukovanje teretom.[144]

---

[140] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 217.
[141] Ibid.
[142] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 313.
[143] Ibid.
[144] Ibid. p. 316.

5.2.2.2 Silosi

Na tipičnom terminalu za rasute terete nalazi se niz čeličnih cilindričnih ili sferičnih te armirano betonskih nadzemnih spremnika odnosno silosa. Silosi kao specijalna skladišta za smještaj sipkih tereta pružaju mogućnost rukovanja teretom pneumatskim putem, gdje snažna struja zraka može usisavati i nositi lagana zrna kroz cijevi.[145] Konstrukcija silosa sastoji se od vertikalnih niza komora odnosno sekcija u pravilu sferičnog oblika, a iznimno šesterokutnog ili osmerokutnog presjeka. Najbrojnija vrsta silosa su oni namijenjeni skladištenju žitarica i postoje u gotovo svim važnijim lukama preko kojih se obavlja prijevoz žita. Silosi mogu biti opremljeni za oba smjera rukovanja teretom. Silosi za žitarice služe za prekrcaj i skladištenje raznih vrsta žitarica. Osim toga, silosi mogu biti namijenjeni ribljem brašnu, cementu i drugim rasutim teretima. Pored skladištenja silosi pružaju mnoge aktivnosti njege tereta:[146]

1. dezinsekciju – ako je teret zagađen insektima
2. dezinfekciju – ako je teret zagađen bakterijama
3. otprašivanje - kako bi se uklonila prašina
4. provjetravanje i rastresanje – kako bi se spriječilo kvarenje tereta
5. uvrećavanje i dr.

Prilikom transporta i prebacivanja žitarica stvara se žitna prašina, koja u određenoj koncentraciji i postocima sa zrakom postaje eksplozivna masa. Posebno su opasne izvedbe silosa s gumenim trakastim transporterima gdje se može skupiti velik naboj statičkog elektriciteta te i on može biti uzrok eksplozije. Rješenje predstavlja upotreba transportera i elevatora REDLER, primjer kojih je vidljiv na slici 24., kod kojih ne dolazi do skupljanja statičkog elektriciteta.[147]



Slika 24. REDLER trakasti transporter

Izvor: *Indiamart*. Preuzeto sa: https://www.indiamart.com/proddetail/redler-chain-conveyor-14014882897.html [Pristupljeno: 29. 8. 2019.].

[145] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit. p. 13.
[146] Ibid.
[147] Ibid.

Pri planiranju i projektiranju silosa treba voditi računa o statičkom kapacitetu prostora i obilježjima tla budući da su silosi skladišni objekti vrlo velike mase (visina nadzemnih vertikalnih komora može doseći 30 – 50 m, zgrada strojarnice može biti visoka i 45 – 70 m).[148]

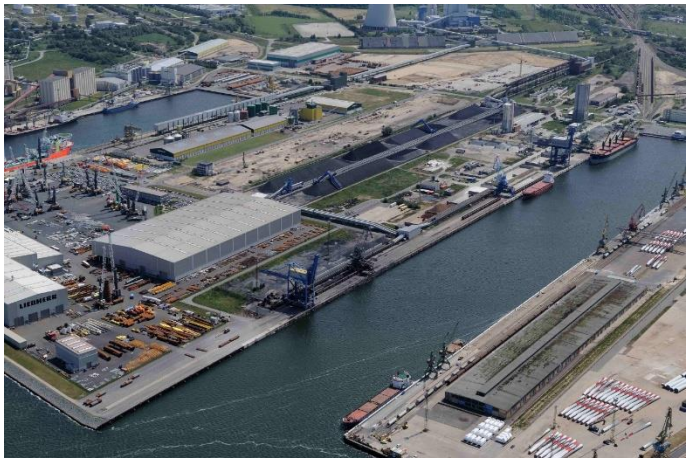
5.3 Miješanje, prerada i vaganje

Miješanje različitih gradacija tereta, posebice kod željezne rudače i ugljena, često je potrebno prije same dostave u elektranu ili čeličanu sa strogim zahtjevima za homogenost same mješavine. Željena mješavina može se postići određenim metodama slaganja i povrata, primjerice, hrpa rasutog tereta može se slagati uzdužnim slojevima različite gradacije.[149]

Prerada krutog rasutog tereta je ograničena u lučkim terminalima i većinom je ograničena na uvrećavanje žitarica, šećera, cementa i drugih sličnih tereta.[150]

Rasuti tereti se često moraju vagati prije ukrcaja ili odmah nakon iskrcaja zbog plaćanja ili provjere brodske teretnice. Koristi se metoda skupnog vaganja (engl. *batch weighing*) ili neprekidno vaganje tereta pomoću trakastih transportera (engl. *continuous weighing*). Također, ponekad je potrebno obaviti uzorkovanje robe kako bi se zadovoljilo zahtjevima kupca.[151]

Na slici 25. prikazan je primjer skladišnih prostora terminala za rasuti teret.



Slika 25. Primjer skladišta terminala za kruti rasuti teret

Izvor: *EuroPorts*. Preuzeto sa: https://www.euroports.com/terminal/dry-bulk-terminal-rostock-germany/, [Pristupljeno: 29. 8. 2019.].

[148] Maletić N. Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete. op. cit., p. 13.
[149] Ligteringen H, Velsink H. op. cit., p. 218.
[150] Ibid.
[151] Ibid.

6 PROBLEMI ZAGAĐENJA U LUCI

Većina rasutog tereta rukuje se transporterima, uređajima za slaganje i povrat i brodskim dizalicama za ukrcaj/iskrcaj. Njihovim operacijama stvara se prašina koja nošena vjetrom može kontaminirati obližnju mehanizaciju za rukovanje teretom i ostala postrojenja na terminalu, ali i susjedne stambene prostore, ako postoje. Kako bi se minimiziralo podizanje prašine prilikom rukovanja teretom, mehanizacija za rukovanje bi u što većoj mjeri trebala biti zatvorena i trebala bi se održavati u vrhunskom stanju tako da se rukovani teret ne prosipa. U mnogim slučajevima teretom se rukuje ručno, primjerice kada se koristi dizalica sa grabilicom. U tom slučaju ispravna edukacija dizaličara i ispravne operacijske procedure su od presudne važnosti. Primjerice, ako dizaličar pokušava rukovati mehanizacijom iznad propisanog kapaciteta iste, dolazi do prepunjavanja i prosipanja tereta. Korištenje prekomjerne operacijske brzine ima slične posljedice. Posljedica rukovanja mehanizacijom iznad brzina za koju je konstruirana je degradacija materijala kojom se rukuje na način da se smanjuje veličina pojedinačne čestice tereta. Ovo zauzvrat povećava sklonost stvaranja prašine.[152]

Čak i kad se koristi ispravna mehanizacija i pravilne operacijske procedure, pojava prašine je neizbježna. Stoga je potrebno poduzeti određene korake uklanjanja prašine nakon njezina nastanka. Postoji opseg raznih tehnologija za sprečavanje ili skupljanje prašine nastale zbog rukovanja krutim rasutim teretom. U osnovi postoje dvije opcije, suha metoda ili mokra metoda.[153]

Suha metoda usisava zrak koji sadrži prašinu i zatim prikuplja prašinu pomoću ciklona (engl. *cyclones*), filtracijskih vreća i elektrostatičnog taloženja.[154]

Prskanje vode na površinu materijala naziva se mokra metoda. Ova je metoda najučinkovitija kod hrpa na otvorenom skladištu i na prijelaznim točkama transportera. Dodatkom surfaktanata (engl. *surfactants*)[155] u vodu kojom se prska povećava se učinkovitost ovog sustava.[156]

Klimatski uvjeti koji prevladavaju na lokaciji terminala mogu uvelike utjecati na planiranje skladišnih operacija. U veoma hladnim područjima, poseban čelik za niske temperature koristi se za konstrukciju opreme za nasipavanje tereta, zupčanici se trebaju zagrijavati prije upotrebe i potrebno je rukovati sa eventualno zamrznutim teretom. U kišnim sezonama, neki tereti zahtijevaju natkriveno skladištenje.[157]

Isto tako u obzir se mora uzeti i zaštita okoliša od utjecaja terminala ili luke, odnosno zaštita od buke i prašine. Sve se veća uloga pridodaje zahtjevima za zaštitu okoliša. Rezultat toga su odredbe poput vodenog zida kod otvora lijevaka, potpuno zatvoreni trakasti transporteri, grabilice bez curenja tereta i djelomično ili potpuno zatvoreno skladištenje koje čine uobičajenu praksu kod novih terminala za kruti rasuti teret. Za terminale koji rukuju

[152] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 319.
[153] Ibid.
[154] Ibid.
[155] Surfaktant – supstance koje snižavaju površinsku napetost vode
[156] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 320.
[157] Ligteringen H,Velsink H. op. cit., p. 219.

ugljenom dobra je praksa prskanje hrpe kako bi se smanjio udio prašine. Voda koja se koristi za prskanje prikuplja se pomoću drenažnog sustava, pročišćava se i ponovno se upotrebljava.[158]

U konačnici, planeri i projektanti terminala za kruti rasuti teret i pripadajućih postrojenja moraju biti svjesni sigurnosnih aspekata, pogotovo što se tiče eksplozije prašine. Postoji povijest takvih eksplozija koje uzrokuju značajnu materijalnu štetu na terminalu i velik gubitak života. Prašina ugljena i žitarica su najosjetljivije na ovu pojavu, ali se ista može pojaviti i kod prašine cementa i boksita. Eksplozija prašine slična je eksploziji plina, ali je uglavnom puno snažnija. Razlog tome je što primarna eksplozija uzrokuje vihore krcate prašinom u okolnim područjima koji rezultiraju lančanom reakcijom. Narav mjera za smanjenje rizika od ovakve eksplozije ovisi o vrsti tereta kojom se rukuje.[159]

Dva su glavna izvora zagađivanja kod terminala za kruti rasuti tereta, pa je iz tog razloga napravljena podjela na štetne učinke zbog izgradnje luke i zbog lučkih operacija. Dok se štetni učinci na okoliš zbog izgradnje luke pojavljuju samo prilikom izgradnje luke, ovisno o stupnju zagađenja i radova, štetni učinci zbog lučkih operacija su prisutni tijekom cijele eksploatacije terminala i iz tog ih je razloga važno što više spriječiti.

6.1 Štetni učinci na okoliš zbog izgradnje luke

Učinci štetni po okoliš zbog izgradnje luke i korektivnih mjera mogu se podijeliti u sljedeće skupine:

1. učinci jaružanja i nasipavanja na morsku floru i faunu
2. zagađenje mora
3. zagađenje zraka
4. buka i vibracije.

Kroz svaki od sljedećih potpoglavlja navesti će se najvažnije karakteristike pojedinih štetnih učinaka.

6.1.1 Učinci jaružanja i nasipavanja na morsku floru i faunu ispod i na morskom dnu

Jaružanje morskog dna će neizbježno poremetiti i/ili uništiti floru i faunu na i ispod morskog dna. Međutim, ovi štetni učinci mogu biti privremeni. Uz to, jaružanjem se povećava dubina mora i time se može poboljšati stanište za neke vrste. Izjaružani materijal mora se zbrinuti ili odlaganjem na morsko dno ili iskorištavanjem kao nasipni materijal gdje je potrebno. Odlaganjem na morsko dno pokriva se postojeće dno i stvara se plitkije stanište za floru i faunu. Ovakvim zbrinjavanjem jaružanog materijala stvara se ili pozitivni ili negativan utjecaj na postojeće stanište, ovisno o lokaciji i postojećim biljnim i životinjskim vrstama. Nasipavanje nekog područja u potpunosti uklanja morsko dno i morska staništa u tom

[158] Ligteringen H,Velsink H. op. cit., p. 220.
[159] Ibid.

području. Ipak, kada je područje i opseg tog područja malo u odnosu na ukupno lokalno stanište, utjecaj na isto može biti prilično ograničen ili možda čak i beznačajan.[160]

6.1.2 Zagađenje mora

Jaružanje može dovesti do zagađenja mora podizanjem čestica mulja i gline u suspenziji. Ovaj efekt je privremen. Tako podignute čestice će nakon nekog vremena ponovo sjesti na dno. Lučki bazeni mogu uzrokovati stagnaciju vode, koja može dovesti do organičkog zagađenja, posebno ako industrijske ili gradske kanalizacijske vode teku u njih. Ovo bi trebalo izbjeći pošto su kanalizacijske vode potencijalno mnogo veći izvori zagađenja od lučkih operacija.[161]

6.1.3 Zagađenje zraka

Određen ograničen stupanj zagađenja zraka, koji nastaje od korištenja dizelske ili benzinske građevne opreme, je neizbježan. Međutim, može i trebao bi biti ograničen na prihvatljive razine pomoću ispravnog održavanja motora. Zagađenje zraka izvan gradilišta iz ovog izvora u pravilu nije problem. Pomicanje zemljanog materijala može izazvati podizanje prašine, koju vjetar može prenijeti na znatne udaljenosti ako se ne kontrolira ili uklanja pomoću natapljanja tla.[162]

6.1.4 Buka i vibracije

Zagađenje bukom stvara se korištenjem mehaničke građevne opreme, ali bi samo stvaranje buke trebalo biti ograničeno prigušivačima za svu opremu koja se koristi kako i njenim pravilnim preventivnim održavanjem. Nadalje, područja koja okružuju luku mogu biti zaštićena od buke koja nastaje pomoću privremeno ili trajno postavljenih zidova različitih tipova.[163]

Postavljanje nosivih stupova uz to što je vrlo glasno, može izazvati vibracije tla koje se mogu osjetiti na znatnim udaljenostima od izvora. Ako se te vibracije ne mogu smanjiti na zadovoljavajuće razine, postavljanje nosivih stupova se ne bi smjelo raditi u noćnom terminu ako je smetnja okolnim stambenim prostorima.[164]

6.2 Štetni učinci na okoliš zbog lučkih operacija

Sve lučke operacije, poput manevriranja i pristajanja broda, iskrcaja ili ukrcaja tereta, pretovara na drugo prijevozno sredstvo i skladištenje tereta, stvaraju određenu razinu zagađenja okoline, pa je u ovom poglavlju isto podijeljeno na sljedeće kategorije:

1. jaružanje za održavanje
2. zagađenje vode uzrokovano rukovanjem teretom
3. zagađenje zraka uzrokovano rukovanjem i skladištenjem tereta

[160] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 377.
[161] Ibid.
[162] Ibid.
[163] Ibid.
[164] Ibid.

4. zagađenje bukom uzrokovano operacijama broda, kopnenog prijevoza rukovanja teretom
5. zagađenje uzrokovano prljavim teretom.

6.2.1 Jaružanje za održavanje

Uzrokuje iste probleme kao i kod prvotnog jaružanja i praktički ništa se ne može napraviti kako bi se ispravilo štetne učinke jaružanja osim da se ne obavlja na posebno osjetljivim područjima. Smanjenje broja jaružanja za održavanje moguće je izvesti na način da se jaružani materijal odlaže na mjesta iz kojih se neće vratiti na mjesta jaružanja prirodnim mehanizmima poput morskih struja uz obalu.[165]

6.2.2 Zagađenje vode uzrokovano rukovanjem teretom

Ako se neoprezno rukuje generalnim teretom, poput korištenja kuka za prekrcaj vreća gnojiva, cementa i sličnog materijala, može doći do prosipanja tereta u vodu između lučke obale i broda. Ovo se u potpunosti može izbjeći korištenjem cerada koje se protežu od brodske palube do operativne površine lučke obale. Rukovanje krutim rasutim teretom pomoću moderne mehanizacije ne uzrokuje zagađenje vode, podrazumijevajući da se opremom koristi na ispravan način. Potonje se osigurava ispravnom edukacijom osoblja i korištenjem sigurnosnih mjera.[166]

6.2.3 Zagađenje zraka uzrokovano rukovanjem i skladištenjem tereta

Rukovanje ugljenom i željeznom rudačom kao i njihovo skladištenje može uzrokovati podizanje prašine. Ova pojava se može smanjiti ili ukloniti korištenjem zatvorenih sustava trakastih transportera te natapanjem površine skladišnih hrpa i prilikom iskrcaja tereta u brodskim skladištima. Cement se rukuje pneumatskim cijevima i skladišti u zatvorena skladišta. Žitarice se također rukuju pneumatskim cijevima i skladište u silose ili nadstrešna skladišta. Ipak, moguća je pojava ograničenog zagađenja zraka, ako skladišta broda u kojeg se krca teret nisu prekrivena ceradama. Gnojiva (engl. *fertiliser*) se skladište u nadstrešnim skladištima i rukuju se grabilicama vjedričarima i transporterima, koji bi trebali biti zatvorenog tipa. Zbog postotka vlage koje sadrže, gnojiva ne bi smjela uzrokovati bilo kakvo zagađenje zraka.[167]

6.2.4 Zagađenje bukom uzrokovano operacijama broda, kopnenog prijevoza i rukovanja teretom

Brodovi, kamioni, vlakovi i mehanizacija za rukovanje teretom neizbježno proizvode određenu razinu buke. Ako su obližnji stambeni prostori pogođeni zagađenjem bukom potrebno je uvesti mjere za sniženje razine buke jer je obično potrebno da se u luci rukuje

[165] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 378.
[166] Ibid.
[167] Ibid.

teretom u bilo koje doba dana. Tipični primjeri ovakvih mjera su zidovi za snižavanje buke i/ili zeleni pojasevi.[168]

6.2.5 Zagađenje uzrokovano prljavim teretom (engl. dirty cargo)

Prljavim teretom (engl. *dirty cargo*) se uobičajeno smatra teret iz sljedećih kategorija:[169]

1. ugljen
2. željezna rudača
3. kemikalije
4. nafta i naftni derivati te petrolej
5. otrovne tvari
6. zarazne tvari
7. radioaktivne tvari.

Ugljen i željezna rudača, koji se skladište na otvorenom, mogu prouzročiti zagađenje zraka prašinom. Mjere za sprečavanje su već navedene u poglavlju 6.2.3.[170]

Padaline mogu uzrokovati zagađenje tla, kao i zagađenje vode, ako nisu poduzete odgovarajuće mjere za sprečavanje prodiranja u tlo i vodu. Jedini način za sprečavanje zagađenja tla je asfaltiranje skladišnih prostora, koje može biti prekomjerno skupo. Zagađenje vode ovim načinom može se spriječiti uporabom sustava odvodnje okolo skladišnih prostora i odvodnog jezera u kojem se krutine skupljaju i iz kojeg se kasnije po potrebi mogu izvaditi.[171]

Prljavi tereti mogu uzrokovati zagađenje tla, zraka i vode kad se izliju iz njihovih teretnih jedinica. Stroga pravila za njihovo rukovanje, skladištenje i nadzor moraju biti dio regulative svake luke i moraju se provoditi s nultom stopom tolerancije. Osoblje treba biti obučeno za procedure za hitne slučajeve za koje redovito treba provoditi vježbe.[172]

[168] Agerschou H, et. al. op. cit., p. 378.
[169] Ibid.
[170] Ibid.
[171] Ibid. p. 379.
[172] Ibid.

7 ANALIZA TERMINALA ZA SUHI RASUTI TERET U LUCI SPLIT

Morska luka Split prema namjeni kojoj služi je luka otvorena za međunarodni javni promet, a prema veličini i značenju je luka od osobitog (međunarodnog) gospodarskog interesa za Republiku Hrvatsku.[173]

Terminal za rasuti teret prostire se na 21 600 m^2 od čega je 10 000 m^2 otvorenog i 11 600 m^2 zatvorenog skladišta. Dužina operativne obale je 550 m, a dubina mora na svim vezovima je 11 m što omogućava prihvat brodova do 40 000 t nosivosti. Tereti koji se najčešće manipuliraju su: šećer, ugljen, sol, žitarice, umjetno gnojivo. Uz redovne manipulacije prekrcaja tereta, na terminalu se rade i dodatne aktivnosti kao što su sortiranje, paletiziranje, uvrećavanje i vaganje tereta. Terminal je povezan sa željezničkom i cestovnom mrežom RH[174] tako da je uz skladištenje robe moguće vršiti i direktnu manipulaciju robe iz i u vagone i kamione. Koncesionar terminala je Luka d.d. Split, koja posjeduje certifikate ISO 9001:2015 i HACCP kao i uvjerenje o sigurnosti za upravljanje željezničkom infrastrukturom što je garancija kvalitetnog i sigurnog prekrcaja i skladištenja roba.[175] Na slici 26. prikazan je iskrcaj sumpora grabilicom u morskoj luci Split.



Slika 26. Iskrcaj sumpora u morskoj luci Split
Izvor: *Luka d.d. Split*. Preuzeto sa: http://www.lukasplit.hr/galerija/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019].

Lučko područje (tablica 16.) obuhvaća kopneni i morski dio kako je to opisano u točki IV. *Odluke o osnivanju Lučke uprave Split*.[176] Lučko područje nad kojom se proteže nadležnost i kojim upravlja Lučka uprava Split čini:[177]

1. bazen Gradska luka
2. Vranjičko-Solinski bazen

[173] *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/lucka-uprava-split/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019].
[174] RH – Republika Hrvatska
[175] *Luka d.d. Split*. Preuzeto sa: http://www.lukasplit.hr/services/terminal-za-rasuti-teret/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019].
[176] Odluka o osnivanju Lučke uprave Split: 1) Republika Hrvatska. *Odluka o osnivanju Lučke uprave Split.* Izdanje 45: Zagreb; 1995.; 2) Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split.* Izdanje 155: Zagreb; 1998.; 3) Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split.* Izdanje 72: Zagreb; 2011.; 4) Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split.* Izdanje 114: Zagreb; 2014.
[177] *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/lucka-uprava-split/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019].

3. Kaštelanski bazen, kojeg čine:
   a. bazen B
   b. bazen C
   c. bazen D.

Tablica 16. Opće karakteristike morske luke Split

Σ površina lučkog područja [km^2]	Kopnena površina [km^2]	Morska površina [km^2]	Σ duljina operativne obale [km]
81, 68	0, 67	81, 01	6, 24

Izvor: *Lučka uprava Split*. Preuzeto sa: https://portsplit.hr/lucka-uprava-split/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

U nastavku su opisani gore navedeni bazeni. Vranjičko-solinski te Kaštelanski bazeni B i C opisani su dalje u radu jer se u njima odvija prekrcaj krutih rasuti tereta, dok bazeni Gradska luka i Kaštelanski bazen D iz tog razloga nisu uzeti u obzir.

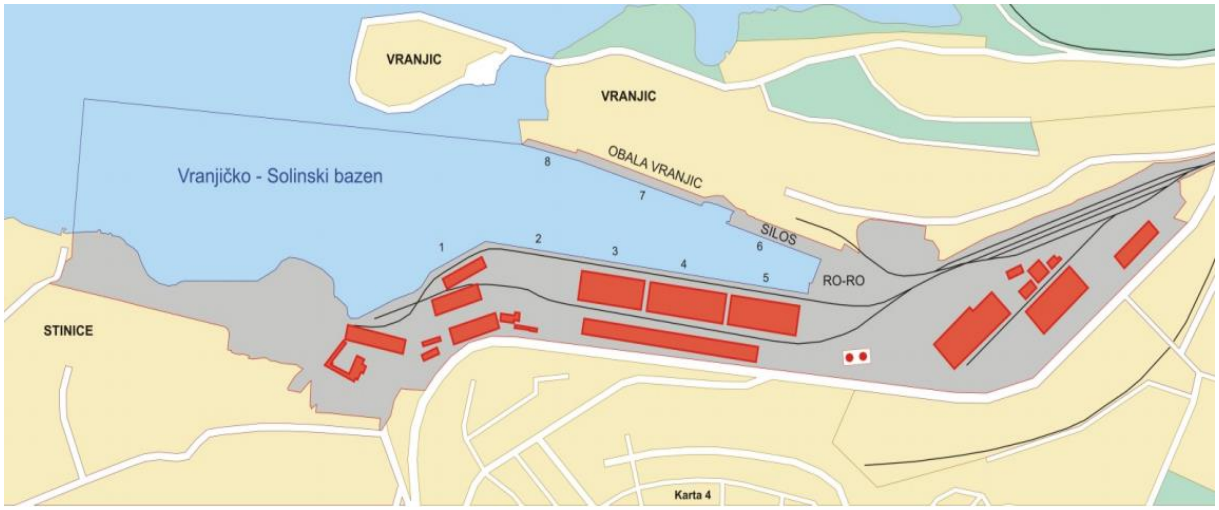
7.1 Vranjičko-solinski bazen

Vranjičko-solinski bazen namijenjen je prvenstveno za potrebe brojnih manjih industrijskih pogona te se sastoji od osam vezova. Na slici 27. vidljivo je područje opsega vranjičko-solinskog bazena.

Tablica 17. Opće karakteristike vranjičko-solinskog bazena

Lokacija (zemljopisna širina; dužina)	Oscilacija morske razine [m]	Površine [km^2]		Dužina operativne obale [km]	Broj vezova	Max. dubina [m]
		Morska	Kopnena			
43°31.6' N; 16°28.1' E	0, 2-0, 4	0, 54	0, 46	1, 85	8	10, 3

Izvor: *Lučka uprava Split.* https://portsplit.hr/vranjicko-solinski-bazen/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019].



Slika 27. Prikaz područja Vranjičko-solinskog bazena

Izvor: *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/vranjicko-solinski-bazen/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

Vranjičko-solinski bazen sastoji se od slijedećih vezova:[178]

1. vezovi od broja 1 do broja 5 – namijenjeni su pristajanju brodova radi obavljanja prekrcajnih operacija svih vrsta tereta u skladu s zakonskim i pod zakonskim propisima. Područje je pod ISPS[179] sigurnosnom zaštitom. Duljina obale iznosi 920 metara, a gaz uz vez broj 1 iznosi 8, 4 m, od veza broj 2 do veza broj 5 iznosi 10,3 m. Na vezu broj 5 nalazi se RO-RO rampa s najvećim dopuštenim gazom od 10,5 m. Opskrba broda pogonskim gorivom načinom autocisterna-brod, obavlja se na vezovima broj 1, 2, 3, 4 i 5. Moguće je privezivanje drugih plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split uz suglasnost Lučke kapetanije Split.
2. vez broj 6 (Obala Silos) – namijenjena je pristajanju brodova koji vrše ukrcaj-iskrcaj žitarica. Dužina obale iznosi 210 m, a gaz uz obalu iznosi 10, 5 m. Područje je pod ISPS sigurnosnom zaštitom. Moguće je privezivanje drugih plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split uz suglasnost lučke kapetanije.
3. vezovi broj 7 i 8 (Obala Vranjic) – namijenjeni su za privezivanje plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split. Dužina obale iznosi 500 m, a gaz uz obalu iznosi 7, 3 m.

7.2 Kaštelanski bazen – bazen B

Kaštelanski bazen B namijenjen je potrebama cementne i metalurške industrije te se sastoji od pet vezova. Prikaz područja kaštelanskog bazena B prikazan je na slici 28.

Tablica 18. Opće karakteristike kaštelanskog bazena B

Lokacija (zemljopisna širina; dužina)	Oscilacija morske razine [m]	Površine [km²]		Dužina operativne obale [km]	Broj vezova	Max. dubina [m]
		Morska	Kopnena			
43°32.3' N; 16°26.7' E	0, 2-0, 4	0, 53	0, 017	0, 54	5	8, 5

Izvor: Lučka uprava Split. Preuzeto sa: https://portsplit.hr/kastelanski-bazen-b/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

Kaštelanski bazen B sastoji se od slijedećih vezova:[180]

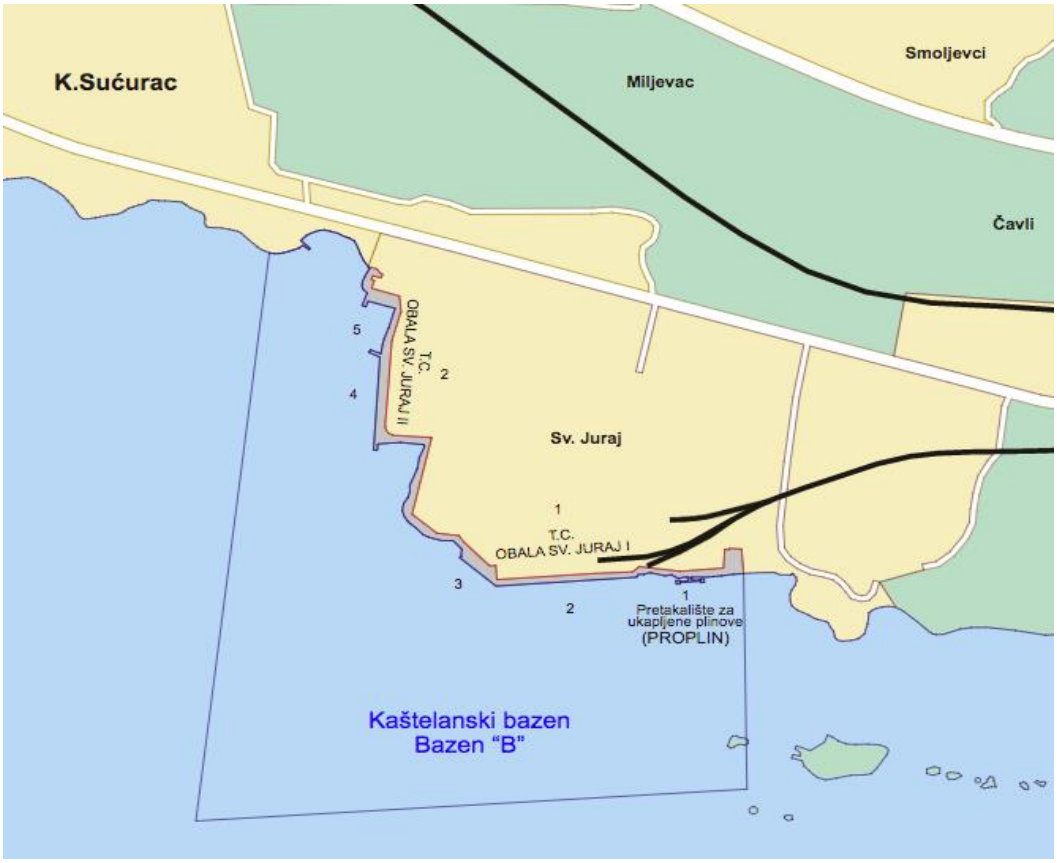
1. vez broj 1 – namijenjen je za vezivanje plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split, uz suglasnost Lučke kapetanije. Maksimalna dubina na vezu iznosi 8, 5 m i duljine je 80 m.
2. vezovi broj 2 i 3 (Obala Sv. Juraj I) - namijenjeni su pristajanju plovnih objekata koji vrše ukrcaj cementa i cementnih proizvoda te iskrcaj troske. Dužina obale iznosi 220 + 75 m, gaz u zapadnom dijelu s distancerima (pontonima 8, 2 m). Maksimalna dubina pristana je 8, 2 m, a maksimalna duljina broda koji može pristati na vezu iznosi

[178] Pravilnik o redu u luci i uvjetima korištenja luke na lučkom području lučke uprave Split. Split: Lučka uprava Split; 2019. p. 5.
[179] ISPS – eng. *International Ship and Port Facility Security Code*, hrv. Međunarodni sigurnosni kod brodova i lučkih objekata
[180] Pravilnik o redu u luci i uvjetima korištenja luke na lučkom području lučke uprave Split. Split: Lučka uprava Split; 2019. p. 5.

120 m. Na ova dva veza obavlja se opskrba broda pogonskim gorivom načinom autocisterna-brod.

3. vez broj 4 (Obala Sv. Juraj II) – namijenjen je plovnim objektima koji vrše iskrcaj ugljena. Duljina obale iznosi 160 m, a gaz uz obalu iznosi 6, 6 m. Moguć je privez drugih plovila po odluci Lučke uprave Split, uz suglasnost lučke kapetanije.
4. vez broj 5 (Obala Sv. Juraj II) – namijenjen je pristajanju brodova koji vrše ukrcaj/iskrcaj autocisterni s gorivom i plinom, u svrhu opskrbe otoka. RO-RO rampa na vezu je dužine 40 m, a gaz uz rampu iznosi 2, 5 m. Opskrba broda pogonskim gorivom obavlja se ulaskom autocisterne u brod. Moguće je pristajanje drugih plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split, uz suglasnost lučke kapetanije. Područje je pod ISPS sigurnosnom zaštitom (vez broj 2, 3 i 4).

Vez 4 i 5 zajedničke su duljine od 280 m, maksimalnog gaza 6, 8 m i maksimalne dužina broda koji može pristati na vez 120 m.



Slika 28. Prikaz Kaštelanskog bazena B

Izvor: *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/vranjicko-solinski-bazen/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

7.3 Kaštelanski bazen – bazen C

Kaštelanski bazen C namijenjen je potrebama cementne i naftnoprerađivačke industrije te se sastoji od ukupno osam vezova. Smještaj vezova vidljiv je na slici 29.

Tablica 19. Opće karakteristike kaštelanskog bazena C

Lokacija (zemljopisna širina; dužina)	Oscilacija morske razine [m]	Površine [km^2]		Dužina operativne obale [km]	Broj vezova	Max. dubina [m]
		Morska	Kopnena			
43°32.2' N; 16°28.3' E	0, 2-0, 4	0, 029	0, 31	0, 92	8	10, 5

Izvor: *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/kastelanski-bazen-c/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

Kaštelanski bazen C sastoji se od slijedećih vezova:[181]

1. vez broj 1 (Obala Sv. Kajo) – namijenjen je pristajanju brodova u međunarodnom i domaćem prometu koji vrše ukrcaj cementa i cementnih proizvoda i iskrcaj troske. Obala je dužine 219 m, gaz 8, 2 m uz korištenje pontona (distancera), maksimalna duljina broda koji može pristati na vezu je 180 m. Opskrba broda pogonskim gorivom obavlja se načinom autocisterna-brod. Moguće je pristajanje drugih plovnih objekata po odluci Lučke uprave Split uz suglasnost lučke kapetanije. Područje je pod ISPS sigurnosnom zaštitom.
2. vez broj 1 i 2 (INA tankerski terminal) – raspona je 150 m, gaza 10, 5 m, namijenjen je operacijama ukrcaja i iskrcaja nafte i naftnih derivata. Maksimalna duljina broda na vezu iznosi 180 m. Područje je pod ISPS sigurnosnom zaštitom.
3. vez broj 3 (Mala obala Solin) – dužine od 103 m, gaza 6 m i namijenjena je vezivanju manjih tankera.
4. obala Brižine, ukupne duljine 190 m, maksimalne dubine 4 m i maksimalne duljine broda na vezu 70 m, sastoji se od slijedećih vezova:

4.1 vez broj 1 - dužine je 120 m, (istočni dio gata) privremeno je namijenjena za vezivanje brodova u raspremi, brodova koji vrše deratizaciju i druge potrebe po odluci Lučke uprave Split uz suglasnost Lučke kapetanije.

4.2 vez broj 2 – dužine od 70 m (južni dio gata) namijenjen je vezivanju ribarskih brodova ili brodica i za druge potrebe po odluci Luke uprave Split uz suglasnost lučke kapetanije.

4.3 vez broj 3 – dužine je 50 m (zapadni dio gata vanjski dio) i namijenjen je vezivanju ribarskih brodova ili brodica i za druge potrebe po odluci Lučke uprave Split, uz suglasnost lučke kapetanije.

4.4 vez broj 4 – operativni dio je dužine 70 m (zapadni dio gata, unutarnji dio) i namijenjen je isključivo potrebama iskrcavanja ribe i ukrcaju potrepština u funkciji ribolova. Vrijeme boravka plovila je ograničeno na maksimalno dva sata. Na navedenom području zabranjuje se ukrcaj i iskrcaj drugih tereta i odlaganja otpada.

[181] Pravilnik o redu u luci i uvjetima korištenja luke na lučkom području lučke uprave Split. Split: Lučka uprava Split; 2019. p. 6.



Slika 29. Prikaz kaštelanskog bazena C

Izvor: *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/kastelanski-bazen-c/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

7.4 Analiza krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Pri analizi krutog rasutog tereta u morskoj luci Split korišteni su podaci iz statističkih baza Eurostata i Državnog zavoda za statistiku. Statistička baza Eurostat korištena je za prikaz količina krutog rasutog tereta kojom se rukovalo u morskoj luci Split i ostalim morskim lukama u Hrvatskoj, dok je statistička baza Državnog zavoda za statistiku (u daljnjem tekstu DZS) poslužila za prikaz količina krutih rasutih tereta u morskoj luci Split po vrsti krutih rasutih tereta. U nastavku je tako prikazana odvojena analiza:

1. ukupno prekrcanog krutog rasutog tereta:
   a. iskrcanog krutog rasutog tereta
   b. ukrcanog krutog rasutog tereta
2. usporedba s ostalim lukama Europske unije.

7.4.1 Analiza ukupno prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Iz tablice 20. vidljivo je da količina prekrcanog krutog rasutog tereta za gledano razdoblje u morskoj luci Split u prosjeku čini 65,96% ukupno prekrcanog tereta u luci. Takav postotak kruti rasuti teret čini glavnim teretom u morskoj luci Split.

Tablica 20. Usporedba prekrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Godina	Količina ukupno prekrcanog tereta [t]	Količina prekrcanog krutog rasutog tereta [t]
2018.	2 099 000	1 622 000
2017.	2 245 000	1 537 000
2016.	2 116 000	1 263 000
2015.	2 451 000	1 602 000
2014.	2 503 000	1 475 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported to/from main ports – Croatia. Indeks: mar_go_am_hr. Podaci ažurirani: 19. 2. 2019.

U usporedbi sa razinom Hrvatske morska luka Split za gledano razdoblje u prosjeku čini 30,7% ukupne količine prekrcanog krutog rasutog tereta u Hrvatskoj (tablica 21.).

Tablica 21. Usporedba prekrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa ukrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama

Godina	Prekrcano ukupno tereta [t]		Prekrcano krutog rasutog [t]	
	Hrvatska	Split	Hrvatska	Split
2018.	19 290 000	2 099 000	7 123 000	1 622 000
2017.	18 264 000	2 245 000	4 339 000	1 537 000
2016.	15 844 000	2 116 000	2 634 000	1 263 000
2015.	15 287 000	2 451 000	5 558 000	1 602 000
2014.	13 977 000	2 503 000	5 145 000	1 475 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Prema tablici 22. vidljivo je da morska luka Split drži drugo mjesto u Hrvatskoj po prekrcanom krutom rasutom teretu, dok je luka Ploče vodeća hrvatska morska luka po prekrcaju krutog rasutog tereta u cijelom gledanom razdoblju.

Tablica 22. Usporedba prekrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim morskim lukama sa morskom lukom Split

Luka	Prekrcano krutog rasutog tereta po godinama [t]				
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Ploče	1 747 000	1 697 000	1 627 000	1 886 000	3 727 000
Split	1 475 000	1 602 000	1 263 000	1 537 000	1 622 000
Bakar	1 156 000	1 143 000	427 000	669 000	1 452 000
Rijeka	379 000	1 117 000	318 000	320 000	323 000
Omišalj	6 000	3 000	1 000	n/a	n/a
Raša	405 000	n/a	n/a	n/a	n/a

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Pregledom statističkih baza DZS nisu pronađene detaljne statističke baze po vrstama krutog rasutog tereta koji se prekrcava u morskoj luci Split, ali je iz identificiranih baza analizirana „gruba“ sliku stanja. Poljoprivredni proizvodi čine najveći udio prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split za gledano razdoblje i čini u prosjeku 18,9% prekrcanog krutog rasutog tereta u luci Split (tablica 23.).

Tablica 23. Prikaz količina prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta

Vrsta krutog rasutog tereta	Ukupno pretovareno krutog rasutog tereta u luci Split					
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Rude	22 308	45 809	233 240	50 506	17 041	2 788
Ugljen	3 857	7 893	29 878	16 704	5 500	65 511
Poljoprivredni proizvodi (žito, soja, tapioka)	306 803	308 599	342 967	299 000	211 830	204 049
Ostala kruta rasuta roba	1 334 354	1 112 508	988 870	897 236	1 302 906	1 067 463
Kruti rasuti teret ukupno	**1 667 322**	**1 474 809**	**1 601 848**	**1 263 446**	**1 537 277**	**1 339 811**

Izvor: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. op. cit.

U nastavku su odvojeno analizirane količine iskrcanog i ukrcanog tereta.

7.4.1.1 Analiza iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Kretanje iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split prikazano je tablicom 24. te je vidljiv uzorak neprekidnog smanjenja količina tereta. Razlika u gledanom petogodišnjem razdoblju, od 2014. do 2018., je gubitak od 11,7% kod krutog rasutog tereta i 13,3% kod ukupne količine tereta. Što se tiče postotka udjela iskrcanog krutog rasutog tereta u usporedbi s ukupnim istovarenim teretom ono u gledanom petogodišnjem razdoblju u prosjeku iznosi 45,56% što znači da kruti rasuti teret predstavlja skoro polovicu ukupnog iskrcanog tereta u morskoj luci Split.

Tablica 24. Usporedba iskrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Godina	Količina ukupno iskrcanog tereta [t]	Količina iskrcanog krutog rasutog tereta [t]
2018.	939 000	469 000
2017.	953 000	433 000
2016.	1 151 000	477 000
2015.	1 076 000	452 000
2014.	1 081 000	531 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Gledajući na razini Hrvatske, morska luka Split u gledanom petogodišnjem razdoblju u prosjeku čini 13,22 % ukupne količine iskrcanog krutog rasutog tereta (tablica 25.). Bez obzira na velike varijacije u ukupnoj količini iskrcanog krutog rasutog tereta na razini Hrvatske u zadnjih pet godina, količine u morskoj luci Split ostaju približno iste.

Tablica 25. Usporedba iskrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa iskrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama

Godina	Iskrcano ukupno tereta [t]		Iskrcano krutog rasutog tereta [t]	
	Hrvatska	Split	Hrvatska	Split
2018.	15 141 000	939 000	5 796 000	469 000
2017.	13 810 000	953 000	3 067 000	433 000
2016.	12 073 000	1 151 000	2 624 000	477 000
2015.	11 276 000	1 076 000	4 179 000	452 000
2014.	9 206 000	1 081 000	3 567 000	531 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Morska luka Split nije među važnijim morskim lukama po iskrcaju krutog rasutog tereta (tablica 26.), najvažnija luka u Republici Hrvatskoj po količini iskrcanog rasutog tereta je morska luka Ploče.

Najviše iskrcanog tereta 2015., 2016. i 2017. godine bilo je pretežno s brodova pripadnosti Malta, a slijede ih brodovi pripadnosti Gibraltar (2015.) i Panama (2016. i 2017.) dok je 2018. najviše tereta istovareno s brodova pripadnosti Portugal, a slijede ih brodovi pripadnosti iz Paname. Od 2015. do 2018. među prvih pet zastava nije bilo brodova pripadnosti Hrvatskoj, dok je 2014. najviše tereta iskrcano upravo s domaćih brodova (tablica 27.).

Tablica 26. Usporedba iskrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim lukama sa morskom lukom Split

Luka	Količina iskrcanog krutog rasutog tereta [t]				
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Ploče	1 589 000	1 614 000	1 469 000	1 702,000	3 592 000
Bakar	1 156 000	1 143 000	426 000	669 000	1 452 000
Split	531 000	452 000	477 000	433 000	469 000
Rijeka	261 000	970 000	251 000	263 000	283 000
Raša	30 000	n/a	n/a	n/a	n/a
Omišalj	n/a	n/a	1 000	n/a	n/a

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Tablica 27. Količina iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po zastavi pripadnosti broda

Zastava	Količina iskrcanog tereta [t]				
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Antigua i Barbuda	14 000	18 000	13 000	n/a	7 000
Cipar	45 000	n/a	n/a	n/a	n/a
Cookovo Otočje	n/a	28 000	6 000	20 000	2 000
Gibraltar	83 000	70 000	25 000	n/a	n/a
Hong Kong	n/a	n/a	31 000	n/a	n/a
Hrvatska	182 000	n/a	1 000	n/a	n/a
Italija - prvi registar	3 000	50 000	20 000	27 000	45 000
Liberija	29 000	4 000	n/a	8 000	n/a
Malta	43 000	203 000	130 000	124 000	39 000
Maršalovo Otočje	2 000	n/a	3 000	7 000	38 000
Njemačka	5 000	9 000	22 000	47 000	24 000
Otok Man	n/a	n/a	37 000	20 000	n/a
Panama	25 000	16 000	92 000	52 000	46 000
Portugal	n/a	n/a	20 000	15 000	54 000
Ujedinjeno Kraljevstvo	4 000	n/a	13 000	42 000	12 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Prema tablici 28. u morskoj luci Split najviše se iskrcava poljoprivrednih proizvoda, u prosjeku 6,9% za gledano razdoblje. Ugljen je drugi po količini iskrcanog krutog rasutog tereta. Podaci iz polja ostale krute rasute robe nisu uzeti u obzir jer ne postoji točna informacija o kojim se teretima radi.

Tablica 28. Prikaz količina iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta

Vrsta krutog rasutog tereta	Istovareno krutog rasutog tereta u luci Split [t]					
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Rude	10 768	7 996	0	5 505	0	2 788
Ugljen	3 857	7 893	29 878	16 254	5 500	65 511
Poljoprivredni proizvodi (žito, soja, tapioka)	67 406	81 478	6 893	18 000	26 445	10 167
Ostala kruta rasuta roba	477 894	433 658	415 631	437 347	401 029	295 200
Kruti rasuti teret ukupno	**559 925**	**531 025**	**452 402**	**477 106**	**432 974**	**373 666**

Izvor: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. Služba statistike transporta i komunikacija. Indeks: BS_PP5. Podaci ažurirani: 14. 8. 2019.

7.4.1.2 Analiza ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Kruti rasuti teret čini većinu ukrcanog tereta u luci, u prosjeku oko 77,7% u odnosu na ukupnu količinu ukrcanog tereta za razdoblje od 2014. do 2015. (tablica 29.).

Tablica 29. Usporedba ukrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split

Godina	Količina ukupno ukrcanog tereta [t]	Količina ukrcanog krutog rasutog tereta [t]
2018.	1 165 000	1 153 000
2017.	1 296 000	1 104 000
2016.	966 000	786 000
2015.	1 375 000	1 149 000
2014.	1 422 000	944 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Udio ukrcanog krutog rasutog tereta u luci Split u odnosu na ukupnu količinu ukrcanog krutog rasutog tereta u svim morskim lukama u Hrvatskoj iznosi približno 77,7%(tablica 26.). Na temelju navedenog može se zaključiti da je morska luka Split glavna ukrcajna luka u Hrvatskoj za krute rasute terete.

Tablica 30. Usporedba ukrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa ukrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama

Godina	Ukrcano ukupno tereta [t]		Ukrcano krutog rasutog tereta [t]	
	Hrvatska	Split	Hrvatska	Split
2018.	4 824 000	1 165 000	1 328 000	1 153 000
2017.	5 147 000	1 296 000	1 346 000	1 104 000
2016.	4 390 000	966 000	1 012 000	786 000
2015.	4 641 000	1 375 000	1 384 000	1 149 000
2014.	5 322 000	1 422 000	1 600 000	944 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Iz tablice 31. jasno je vidljivo da je morska luka Split vodeća hrvatska luka za ukrcaj krutih rasutih tereta u gledanom razdoblju. Slijedi je morska luka Ploče 2014., 2016., 2017. i 2018., dok je 2015. godine morska luka Rijeka bila druga po količini ukrcanog krutog rasutog tereta u Hrvatskoj.

Tablica 31. Usporedba ukrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim morskim lukama sa morskom lukom Split

Luka	Količina ukrcanog krutog rasutog tereta [t]				
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Split	944 000	1 149.000	786 000	1 104 000	1 153 000
Ploče	158 000	84 000	159 000	184 000	135 000
Rijeka	118 000	148 000	67 000	57 000	41 000
Omišalj	6 000	3 000	n/a	n/a	n/a
Raša	375 000	n/a	n/a	n/a	n/a

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

Što se tiče ukrcaja krutog rasutog tereta obzirom na brodove pripadnosti pojedinoj državi, godina 2014., 2015. i 2017. najviše je tereta ukrcano u brodove pripadnosti Panama,

dok je 2016. godine najviše ukrcano u brodove pripadnosti Turska, a 2018. godine najviše krutog rasutog tereta ukrcano je u brodove pripadnosti Cipar (tablica 32.).

Tablica 32. Količina ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po zastavi pripadnosti broda

Zastava	Količina ukrcanog krutog rasutog tereta [t]				
	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Albanija	30 000	32 000	14 000	1 000	18 000
Antigua i Barbuda	3 000	35 000	15 000	13 000	12 000
Barbados	n/a	198 000	20 000	164 000	116 000
Cookovo Otočje	14 000	24 000	19 000	1 000	11 000
Hrvatska	41 000	21 000	51 000	125 000	108 000
Cipar	4 000	4 000	n/a	38 000	218 000
Italija – prvi registar	75 000	45 000	16 000	4 000	6 000
Liberija	15 000	2 000	33 000	4 000	23 000
Malta	129 000	166 000	162 000	194 000	138 000
Moldavija	23 000	22 000	20 000	6 000	12 000
Panama	269 000	269 000	105 000	250 000	96 000
Portugal	n/a	100 000	5 000	112 000	55 000
Sveti Vincent i Grenadini	23 000	22 000	6 000	10 000	3 000
Singapur	109 000	n/a	n/a	n/a	n/a
Turska	98 000	54 000	212 000	38 000	50 000

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Gross weight of goods transported…, op. cit.

U tablici 33. vidljivo je da su poljoprivredni proizvodi glavni kruti rasuti teret koji se ukrcava u morskoj luci Split i u prosjeku čine 24, 7% ukupne količine ukrcanog krutog rasutog tereta. Slijede ih rude, dok za ostale vrste krutog rasutog tereta informacije nisu bile dostupne.

Tablica 33. Prikaz količina ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta

Vrsta krutog rasutog tereta	Ukupno utovareno krutog rasutog tereta u luci Split					
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Rude	11 540	37 813	233 240	45 001	17 041	0
Ugljen	0	0	0	450	0	0
Poljoprivredni proizvodi (žito, soja, tapioka)	239 397	227 121	342 967	281 000	185 385	193 882
Ostala kruta rasuta roba	856 460	678 850	573 239	459 889	901 877	772 263
Kruti rasuti teret ukupno	1 107 397	943 784	1 149 446	786 340	1 104 303	966 145

Izvor: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. op. cit.

7.4.2 Usporedba prekrcane količine tereta u morskoj luci Split i vodećih europskih luka

Usporedbom ukupne količine prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split i ukupne količine prekrcanog krutog rasutog tereta u svim europskim morskim lukama (tablica 34.), vidljivo je da morska luka Split, za razdoblje od 2013. do 2017. godine, čini u prosjeku oko 0,175% prekrcanog krutog rasutog tereta svih europskih luka, dok ukupan prekrcani teret Republike Hrvatske čini 0,53%.

Morska luka Split u usporedbi prekrcanog krutog rasutog tereta s morskom lukom Rotterdam, koja je vodeća europska luka po količini te vrste tereta, za gledano razdoblje u prosjeku čini 1,84% prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Rotterdam.

Tablica 34. Usporedba morske luke Split sa top 5 europskih morskih luka po prekrcanom krutom rasutom teretu

Luka	Ukupna količina prekrcanog krutog rasutog tereta [1000 t]				
	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
EU luke	849 380	873 518	861 200	840 593	879 145
Top 20 luka	280 047	283 822	305 318	274 173	319 799
Amsterdam	44 085	45 680	42 716	43 786	44 585
Constanta	20 613	20 572	21 772	23 185	23 654
Dunkerque	21 590	23 602	21 832	22 142	24 239
Hamburg	27 702	28 388	31 250	30 426	30 818
Hrvatska	4 311	5 145	5 558	3 634	4 339
Immingham	23 953	21 364	18 929	15 712	14 056
Iskenderun, Hatay	26 568	27 897	30 947	34 319	42 470
Riga	20 646	22 872	22 624	21 803	20 394
Rotterdam	86 263	84 459	82 693	77 210	74 804
Split	1 667	1 475	1 602	1 263	1 537

Izvor: Eurostat. Database. Maritime transport. Main annual results. Top 20 ports - gross weight of goods handled in each port, by type of cargo (main ports). Indeks: mar_mg_am_pwhc. podaci ažurirani: 22. 5. 2019.

8 ZAKLJUČAK

Pojam krutog rasutog tereta različiti autori definiraju na različit, ali donekle sličan način. Prema Vraniću kruti teret je svaki nepakirani materijal koji se zbog svoje sipkosti krca u rasutom stanju dok Poletan Jugović te Lingteringen i Velsink kruti rasuti teret definiraju kao teret homogenog sastava koja se utovaruje u sipkom odnosno rastresitom stanju bez ambalaže. Važno obilježje krutih rasutih tereta je da se mogu sipati i grabiti, a da pri tome ne gube vrijednost. Dakle, nakon pakiranja krutog rasutog tereta u vreće ili različite ambalaže, isti teret se više ne smatra krutim rasutim teretom, već generalnim teretom.

Ne postoji opće prihvaćena podjela vrsta krutog rasutog tereta, općenito može se podijeliti na krupniji i sitniji kruti rasuti teret te dalje analizirati obzirom na svojstva robe, odnosno obzirom na granulaciju, gustoću materijala, kut unutarnjeg trenja i habajuće djelovanje. IMSBC Kodeks klasificira kruti rasuti teret u tri grupe: grupa A (teret koji se može likvificirati), grupa B (teret koji ima kemijsku opasnost) i grupa C (teret koji nije podložan likvifikaciji i koji ne posjeduje kemijsku opasnost). U ovom kodeksu navedene su karakteristične vrijednosti prethodno nabrojenih svojstava robe uz dodatak vrijednosti faktora slaganja.

Prirodne neprerađene sirovine poput željezne rudače, ugljena, žitarica i boksita uglavnom spadaju u grupu krupnijeg krutog rasutog tereta. Njihova je karakteristika da se uglavnom prevoze od mjesta rudarenja ili žetve do mjesta prepakiravanja. Dok u grupu sitnijeg krutog rasutog tereta spadaju materijali ili roba koja je već djelomično prerađena, kao što su šećer, sol, gips i bentonit.

Kruti rasuti teret se morem prevozi u velikim količinama radi isplativosti i iz tog razloga brodovi za prijevoz krutih rasutih tereta imaju velike nosivosti. Obzirom na veličini brodovi na prijevoz krutog rasutog tereta mogu se podijeliti na klasu Handysize, Handymax, Panamax, Capesize, VLOC i Valemax. Radi lakšeg prekrcaja i pristupa svakom brodskom skladištu, takvi brodovi se grade sa širokim grotlima. Ukrcaj takvih brodova gotovo uvijek se obavlja obalnom prekrcajnom mehanizacijom, dok se iskrcaj može obavljati i obalnom i brodskom prekrcajnom mehanizacijom. Tako se razlikuju dvije izvedbe brodova za prijevoz krutih rasutih tereta s vlastitom prekrcajnom mehanizacijom: brodovi za krute rasute terete s vlastitom opremom za ukrcaj/iskrcaj tereta, tzv. samoiskrcavajući i samoukrcavajući brodovi, i brodovi za krute rasute terete s vlastitim uređajem za iskrcaj tereta, tzv. samoiskrcavajući brodovi. Prednost takvih brodova je jednostavnost izvedbe veza, odnosno takvi brodovi ne zahtijevaju posebne dizalice na obali, pa je dovoljno samo nekoliko priveznih stupova, dok je veliki nedostatak velika cijena izgradnje brodova po tonskom kapacitetu i velika osjetljivost na mehaničke kvarove.

Proces prekrcaja tereta u terminalima započinje obaviješću o dolasku broda u luku i spremnosti broda, zatim slijede operacije privezivanja broda, nakon toga proces ukrcaja/iskrcaja tereta u/iz broda i odlazak broda iz luke.

Obavijest o dolasku broda i spremnost broda označuje početak suradnje broda i luke prije samog ulaska broda u luku. Pod operacijom privezivanja broda podrazumijeva se sam proces priveza broda u luci, odnosno na terminal. Proces iskrcaja krutog rasutog tereta

moguće je obaviti na više načina, upotrebom različite iskrcajne opreme poput grabilica, pneumatskih sustava, vertikalnih transportera, vjedričara ili žličara, sustava suspenzije i brodova samoiskrcivača. Prilikom ukrcaja obično započinje predajom svjedodžbe o svojstvima krutog rasutog tereta zapovjedniku broda. Ukrcaj krutog rasutog tereta obično se obavlja korištenjem slobodnog pada te je radi stabilnosti broda važno voditi brigu o trimu broda nakon ukrcaja tereta i eventualnom poravnanju konačnog trima.

Broj vezova u luci, koji će biti namijenjeni isključivo ili prvenstveno prekrcaju krutog rasutog tereta, ovisi o prognozi, godišnjoj ili sezonskoj, očekivane količine krutog rasutog tereta. Na vezovima namijenjenim isključivo prekrcaju krutog rasutog tereta koristi se prvenstveno prekrcajna mehanizacije visokog kapaciteta kako bi se smanjilo vrijeme obrt broda u luci. Radi toga bi kapacitet iskrcajne mehanizacije treba biti odlučujući faktor u projektiranju ostale opreme na terminalu.

Lučki terminali za krute rasute terete se, obzirom na vrstu izvedbe i operacije prekrcaja mogu podijeliti na konvencionalne izvozne terminale (obično smješteni u blizini rudnika), konvencionalne uvozne terminale (obično se nalaze u blizini elektrana, čeličana i tvornica kemikalija), višenamjenske terminale i odobalne (engl. *offshore*) terminale za rasuti teret u suspenziji. Konvencionalni izvozni terminali predstavljaju terminale u kojima se jedan ili više vezova koristi isključivo za ukrcaj roba krutih rasutih tereta i takvi su terminali obično imaju veliku propusnu moć. Za razliku od njih konvencionalni uvozni terminalu su niže propusnosti zbog teže operacije iskrcaja tereta. Višenamjenski vezovi koriste se kod terminala u kojima kruti rasuti teret nije većinski teret, pa se upotrebljavaju i za prekrcaj drugih vrsta tereta, dok se odobalni terminali za rasuti teret u suspenziji pogodni za krute rasute terete koje je moguće miješati s vodom pošto se prekrcavaju cjevovodima.

Prijevoz krutog rasutog tereta od lučke obale do prostora skladištenja obično se obavlja korištenjem transportera, većinom trakastog tipa. Prednosti korištenja trakastih transportera su jednostavna izvedba, lako održavanje i učinkovitost, dok im je glavni nedostatak ograničen vertikalni kut pod kojim standardni trakasti transporteri mogu raditi.

Prilikom skladištenja krutog rasutog tereta važno je odvojiti pojedine vrste tereta obzirom na njihova svojstva. Obzirom na vrstu robe i propusnosti te robe, skladištenje krutih rasutih tereta se obično izvodi u skladištima na otvorenom i zatvorenom prostoru. Na otvorenom skladištu uglavnom se skladišti ugljen, mineralna i umjetna gnojiva u rasutom stanju i željezna rudača, dok se u zatvorenim skladišnim prostorima skladište žitarice, cement i gips.

U lučkim terminalima uglavnom se ne obavlja daljnja prerada krutih rasutih tereta, već se prvenstveno nude ograničene usluge u vidu uvrećavanja različitih vrsta roba poput šećera, soli i cementa. Roba krutog rasutog tereta uglavnom ne ostaje dugo na skladištu nego se prekrcava ili direktno na druge vidove prijevoza ili se tek privremeno skladišti.

Prilikom skladištenja krutih rasutih tereta i korištenjem mehanizacije za prekrcaj i skladištenje kod nekih krutih rasutih tereta stvara se prašina koja može kontaminirati ostalu mehanizaciju na terminalu, ali i eventualne obližnje stambene prostore. Mjera sprečavanja podizanje prašine je korištenje zatvorene mehanizacije za rukovanje takvim teretom.

Korištenje mehanizacije za rukovanje i skladištenja tereta stvara i poveću količinu buke koja se mora spriječiti korištenjem zelenih pojaseva ako su stambeni prostori u blizini terminala. Štetni ekološki utjecaji na okoliš zbog izgradnje luke mogu se pojaviti u obliku štetnih učinaka jaružanja, zagađenja mora, zagađenja zraka i buke i vibracije. Štetni učinci na okoliš javljaju se i kod lučkih operacija, a sastoje se od jaružanja za održavanje, zagađenja vode uzrokovano rukovanjem teretom, zagađenja zraka uzrokovano rukovanjem i skladištenjem tereta, zagađenja bukom uzrokovano operacijama broda, kopnenog prijevoza i rukovanja teretom te zagađenja uzrokovano prljavim teretom.

Luka Split je prema namjeni luka otvorena za međunarodni javni promet, a prema veličini i značenju je luka od osobitog gospodarskog značenja za Republiku Hrvatsku. Područje kojem se proteže nadležnost Lučke uprave Split sastavljeno je od tri bazena, odnosno bazena Gradska luka, Vranjičko-solinskog bazena i Kaštelanskog bazena, kojeg tvore Bazen B, Bazen C i Bazen D. Vranjičko-solinski bazen namijenjen je prvenstveno za potrebe brojnih manjih industrijskih pogona te se sastoji od osam vezova. Kaštelanski bazen B namijenjen je potrebama cementne i metalurške industrije te se sastoji od pet vezova. Kaštelanski bazen C namijenjen je potrebama cementne i naftnoprerađivačke industrije te se ukupno sastoji od osam vezova.

Analizom prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split vidljivo je da je morska luka Split jedna od važnijih luka u Hrvatskoj po količini prekrcanog krutog rasutog tereta. Kruti rasuti teret u morskoj luci Split čini većinu prekrcanog tereta. U pogledu ukrcanog krutog rasutog tereta morska luka Split prednjači u usporedbi s ostalim hrvatskim morskim lukama te je to čini glavnom izvoznom hrvatskom morskom lukom za tu vrstu tereta. Ako se prekrcaj krutih rasutih tereta u morskoj luci Split usporedi s količinama prekrcanih krutih rasutih tereta na europskoj razini, vidljivo je da luka Split, iako je značajna za Hrvatsku, tvori tek mali dio europskog tržišta krutim rasutim teretom.

LITERATURA

1. Agerschou H, Dand I, Torben E, Ghoos H, Juul Jensen O, Korsgaard J, Land J, McKay T, Oumeraci H, Buus Petersen J, Runge-Schmidt L, Svendsen H. *Planning and design of ports and marine terminals*. 2. izd. London: Thomas Telford Publishing; 2004.
2. Baričević H, Vilke S, Poletan Jugović T. *Tereti u prometu*. Rijeka: Pomorski fakultet u Rijeci; 2010.
3. *CargoHandbook.* Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Bentonite [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
4. *CargoHandbook.* Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Salt [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
5. *CargoHandbook.* Preuzeto sa: https://www.cargohandbook.com/index.php?title=Sugar_(raw_and_refined) [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
6. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske. *Služba statistike transporta i komunikacija*. Indeks: BS_PP5. Podaci ažurirani: 14. 8. 2019.
7. Eurostat. Database. *Maritime transport. Gross weight of goods transported to/from main ports – Croatia*. Indeks: mar_go_am_hr. Podaci ažurirani: 19. 2. 2019.
8. Eurostat. Database. *Maritime transport. Main annual results. Top 20 ports - gross weight of goods handled in each port, by type of cargo (main ports).* Indeks: mar_mg_am_pwhc. podaci ažurirani: 22. 5. 2019.
9. *International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code).* Amendment to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.318(89): International Maritime Organization; 2011. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/ Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.318(89).pdf [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].
10. *International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code).* Amendets to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.354(92): International Maritime Organization; 2013. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.354(92).pdf. [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].
11. *International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code).* Amendets to the resolution MSC.268(85) by resolutions MSC.393(95): International Maritime Organization; 2015. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.393(95).pdf. [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].
12. *International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code).* Resolution MSC.268(85): International Maritime Organization; 2008. Preuzeto sa: http://www.imo.org/en/ KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/Maritime-Safety-Committee-(MSC)/Documents/MSC.268(85).pdf [Pristupljeno: 9. 8. 2019.].
13. Komadina P, Lovrović M, Martinović D, Matković M, Stanković P, Vranić D, Zorović D. Prijevoz ukapljenih plinova morem. Rijeka: Pomorski fakultet Rijeka; 1992.
14. Ligteringen H, Velsink H. *Ports and terminals*. 2. izd. Delft: Delft Academic Press; 2017.
15. *Lučka uprava Split.* Preuzeto sa: http://www.lukasplit.hr/services/terminal-za-rasuti-teret/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].

16. *Luka d.d. Split.* Preuzeto sa: https://portsplit.hr/lucka-uprava-split/ [Pristupljeno: 4. 9. 2019.].
17. Maletić N. *Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za rasute terete*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2001.
18. Maletić N. *Tehnologija luka, pristaništa i terminala. Terminali za tekuće terete.* Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 2000.
19. Mavrin I. *Transporteri.* Zagreb: Fakultet prometnih znanosti; 1999.
20. Nagorski B. *Port problems in developing countries.* Tokyo: The International Association of Ports and Harbours; 1972.
21. *Pravilnik o redu u luci i uvjetima korištenja luke na lučkom području lučke uprave Split*: Split: Lučka uprava Split; 2019.
22. Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split*. Izdanje 155: Zagreb; 1998.
23. Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split*. Izdanje 72: Zagreb; 2011.
24. Republika Hrvatska. *Odluka o izmjeni i dopuni Odluke o osnivanju Lučke uprave Split*. Izdanje 114: Zagreb; 2014.
25. Republika Hrvatska. *Odluka o osnivanju Lučke uprave Split*. Izdanje 45: Zagreb; 1995.
26. Republika Hrvatska. *Pravila za statutarnu certifikaciju pomorskih brodova. Prijevoz tereta.* Izdanje 069. Zagreb: Narodne novine; 2018. Preuzeto sa: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_69_1413.html [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].
27. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 127. Zagreb: Narodne novine; 2010.
28. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 34. Zagreb: Narodne novine; 2013.
29. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 88. Zagreb: Narodne novine; 2013.
30. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 79. Zagreb: Narodne novine; 2015.
31. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 53. Zagreb: Narodne novine; 2016.

32. Republika Hrvatska. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 41. Zagreb: Narodne novine; 2017.
33. Republika Hrvatska. *Pravilnik o rukovanju opasnim tvarima, uvjetima i načinu obavljanja prijevoza u pomorskom prometu, ukrcavanja i iskrcavanja opasnih tvari, rasutog i ostalog tereta u lukama, te načinu sprječavanja širenja isteklih ulja u lukama*. Izdanje 051. Zagreb: Narodne novine; 2005.
34. Vranić D. *Tereti u pomorskom prometu*. Rijeka: Visoka pomorska škola Rijeka; 2000.
35. *Wärtsilä Encyclopedia of Marine Technology.* Preuzeto sa: https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/dry-bulk-cargo-solid-bulk-cargo [Pristupljeno: 4. 7. 2019.].

POPIS SLIKA

Slika 1. Kut nasipa 5
Slika 2. Istjecanje sipkog materijala iz silosa 5
Slika 3. Željezna rudača na otvorenom skladištu 8
Slika 4. Utovar ugljena u brod 9
Slika 5. Žitarice u brodskom skladištu 9
Slika 6. Obrada fosforita u Maroku 10
Slika 7. Ukrcaj boksita u luci Bar 11
Slika 8. Prekrcaj šećera trakastim transporterom 12
Slika 9. Prekrcaj soli u luci Walvis Bay, SAD 13
Slika 10. Utovar gipsa pomoću brodskih dizalica u luci Salalah 14
Slika 11. Skladištenje bentonita 14
Slika 12. Brod za krute rasute terete MS Vale Brasil 16
Slika 13. Brod za krute rasute terete s vlastitim uređajem za iskrcaj tereta 17
Slika 14. Privezni stup za brodove samoiskrcivače 18
Slika 15. Primjer iskrcivača sa dizalicom nosivosti 85 [t] 23
Slika 16. Vertikalni vijčani transporter 26
Slika 17. Neprekidni mehanički uređaj za iskrcaj tereta iz broda 26
Slika 18. Prikaz četiriju vrsta brodoukrcivača visokog kapaciteta 30
Slika 19. Primjer tipičnog postrojenja za izvoz žitarica 31
Slika 20. Prikaz udubljenog trakastog transportera 40
Slika 21. Uređaj za slaganje i povrat tereta 41
Slika 22. Prikaz uređaja za slaganje i povrat 42
Slika 23. Trakasti transporter ispod skladišta 42
Slika 24. REDLER trakasti transporter 43
Slika 25. Primjer skladišta terminala za kruti rasuti teret 44
Slika 26. Iskrcaj sumpora u morskoj luci Split 50
Slika 27. Prikaz područja Vranjičko-solinskog bazena 51
Slika 28. Prikaz Kaštelanskog bazena B 53
Slika 29. Prikaz kaštelanskog bazena C 55

POPIS TABLICA

Tablica 1. Primjeri nasipnog kuta za različite materijale 5
Tablica 2. Prikaz pojedinačnih faktora slaganja krupnijih krutih rasutih tereta 7
Tablica 3. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za željeznu rudaču 7
Tablica 4. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za ugljen 8
Tablica 5. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za fosforit 10
Tablica 6. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za boksit 11
Tablica 7. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za aluminijev oksid.....11
Tablica 8. Prikaz faktora slaganja sitnijih krutih rasutih tereta.....11
Tablica 9. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za šećer 12
Tablica 10. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za sol 13
Tablica 11. Prikaz karakterističnih vrijednosti i grupe prema IMSBC Kodeksu za gips 13
Tablica 12. Uobičajena nosivost brodova za kruti rasuti teret obzirom na vrstu tereta.....15
Tablica 13. Klase brodova za (kruti) rasuti teret 15
Tablica 14. Dimenzije nekonvencionalnih brodova za prijevoz rasutih tereta.....18
Tablica 15. Odnos različitih vrsta iskrcajnih kapaciteta krutog rasutog tereta grabilicom 32
Tablica 16. Opće karakteristike morske luke Split 51
Tablica 17. Opće karakteristike vranjičko-solinskog bazena 51
Tablica 18. Opće karakteristike kaštelanskog bazena B 52
Tablica 19. Opće karakteristike kaštelanskog bazena C 54
Tablica 20. Usporedba prekrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split.....55
Tablica 21. Usporedba prekrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa ukrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama 56
Tablica 22. Usporedba prekrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim morskim lukama sa morskom lukom Split.....56
Tablica 23. Prikaz količina prekrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta 56
Tablica 24. Usporedba iskrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split.....57
Tablica 25. Usporedba iskrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa iskrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama 57
Tablica 26. Usporedba iskrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim lukama sa morskom lukom Split 58
Tablica 27. Količina iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po zastavi pripadnosti broda.....58
Tablica 28. Prikaz količina iskrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta 58

Tablica 29. Usporedba ukrcanih količina ukupnog tereta i krutog rasutog tereta u morskoj luci Split.....59
Tablica 30. Usporedba ukrcanih količina ukupnog i krutog rasutog tereta morske luke Split sa ukrcanim količinama u hrvatskim morskim lukama.....59
Tablica 31. Usporedba ukrcanog krutog rasutog tereta u hrvatskim morskim lukama sa morskom lukom Split.....59
Tablica 32. Količina ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po zastavi pripadnosti broda.....60
Tablica 33. Prikaz količina ukrcanog krutog rasutog tereta u morskoj luci Split po vrsti tereta 60
Tablica 34. Usporedba morske luke Split sa top 5 europskih morskih luka po prekrcanom krutom rasutom teretu.....61

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

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

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

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu diplomskog rada pod naslovom **Analiza produktivnosti terminala za suhi rasuti teret na primjeru morske luke Split** na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 13.9.2019.

(potpis)