

## **BRODOVI ZA TRANSPORT HLAĐENIH POLJOPRIVREDNO – PREHRAMBENIH PROIZVODA**

### **SHIPS FOR TRANSPORTATION OF REFRIGERATED AGRICULTURAL - FOOD PRODUCTS**

**D. Brčić, L. Šumanovac, D. Zimmer**

#### **SAŽETAK**

Brodovi za transport hlađenih tereta služe za transport lakopokvarljive robe kao što su meso, riba, voće i povrće. Roba se u njima slaže u posebno izgrađena skladišta gdje se prema vrsti tereta regulira i održava odgovarajuća temperatura. Uloga brodova za transport hlađenih tereta je da lakopokvarljivu robu transportira u ispravnom stanju od luke ukrcaja do luke iskrcaja. U radu su prikazani brodovi - hladnjače, brodovi s rashladnim kontejnerima, zahtjevi za utovar i slaganje tereta na brodovima za transport rashlađenih tereta, zahtjevi za pojedine vrste tereta koji se transportiraju u rashlađenom stanju, te luke i terminali za prihvat istih.

Ključne riječi: brodovi, hladnjače, transport, hlađeni teret, kontejneri

#### **ABSTRACT**

Refrigerated cargo ships are used to transport perishable goods such as meat, fish, fruit and vegetables. The goods are stored in specially built storage rooms, where the appropriate temperature is regulated and maintained according to the type of cargo. The role of refrigerated cargo ships is to transport perishable goods in good condition from the port of loading to the port of unloading. The paper presents ships - refrigerators, ships with refrigerated containers, requirements for loading and stowing cargo on ships for the transport of refrigerated cargo, requirements for certain types of cargo transported in a refrigerated state, and ports and terminals for receiving them.

Keywords: ships, refrigerators, transportation, refrigerated cargo, containers

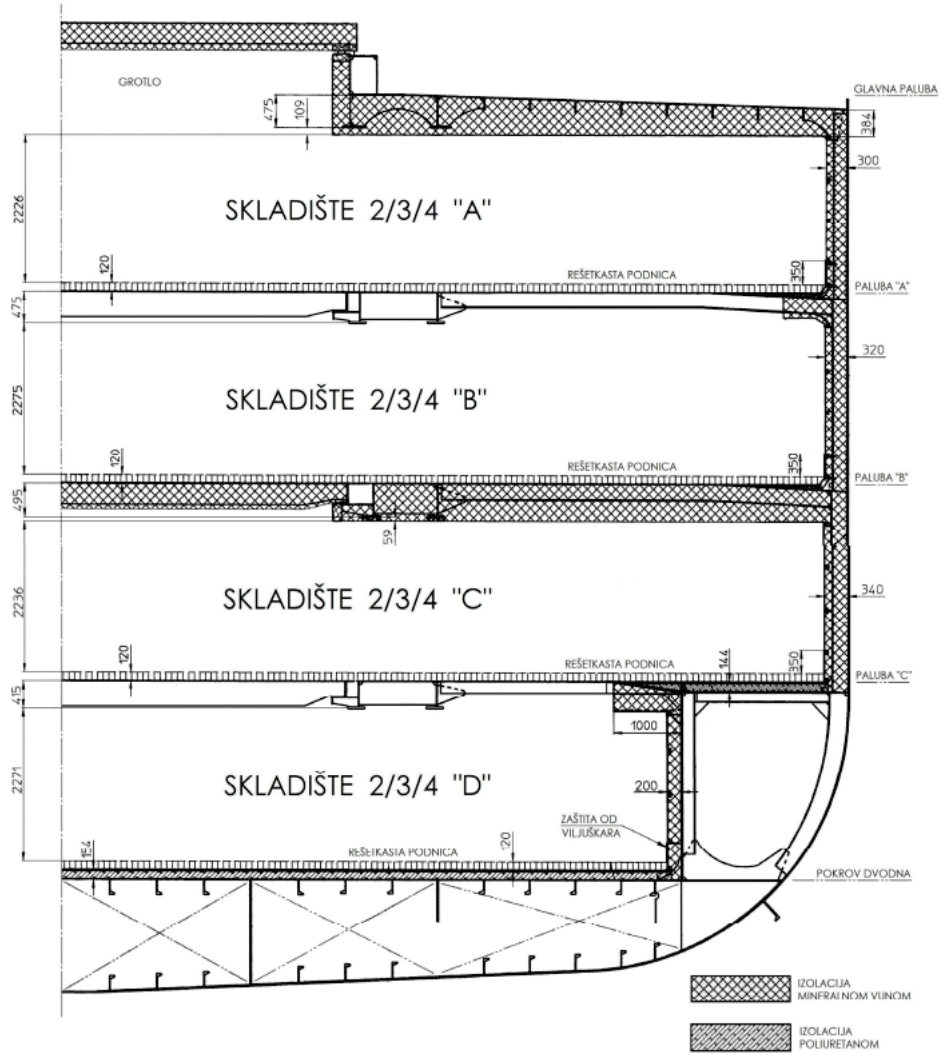
## UVOD

Hlađenje je proces u kojem se temperatura prostora ili njegovog sadržaja smanjuje ispod temperature u njihovoj okolini, Maleš (2020.). Prema Batinić (2019.) podaci odnosno kapacitet o kontejnerima se iskazuje u *TEU*. *TEU* označava ekvivalentnu jedinicu od 20 stopa. Maleš (2020.) navodi da za kontejnere od 40 stopa ponekad se koristi i skraćenica *FEU-forty foot equivalent unit* ( $FEU = 2 TEU$ ). Prema Boštijanu (2016.) najveća brodska tvrtka s flotom kontejnerskih brodova za transport hlađenih tereta je danski *Maersk* (390.000 *TEU*), slijedi švicarska tvrtka *MSC* (106.000 *TEU*), te francuska tvrtka *CMA CGM* (95.000 *TEU*). Godine 2000. u svijetu su bila ukupno dva milijuna kontejnera za prijevoz hlađenih tereta, a 2008. čak 5.2 milijuna. Predviđa se porast broja kontejnera i do 10 % godišnje. Prema Brčiću (2022.) kontejneri za transport hlađenih tereta skuplji su od klasičnih kontejnera te traže održavanje i sposobnost luka za prihvrat takvih kontejnera, što utječe na troškove poslovanja. Maleš (2020.) navodi da se hlađeni tereti koji se prevoze morem prema temperaturi prijevoza mogu podijeliti na: pothlađene terete (temperature od  $-1.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), smrznute terete (temperature  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), duboko smrznute terete (temperature do  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Prema Šumanu (2020.) navedeni tereti se transportiraju u zaleđenom, smrznutom stanju ili se hlade na određenoj temperaturi. Zaleđeni tereti su meso i riba, dok mlijeko, jaja, voće i povrće treba hladiti. Za prijevoz takvih tereta grade se, frigo brodovi (eng. *reefer ship*). Zbog potrebne izolacije, skladišta su nešto manja od uobičajenih, za tu veličinu brodova. Brzina frigo brodova, zbog osjetljivog tereta je obično preko 20 čvorova. Za smrznute terete temperatura može biti i do  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kod brodova za hlađeni teret dolazi do daljnje specijalizacije za neke vrste tereta, brodovi za prijevoz voća, banana. Prema Šućaju (2022.) skladišta takvih brodova su dobro obložena aluminijskim limom, a podnice su rešetkaste s obzirom da se teret podlaže.

## BRODOVI ZA TRANSPORT HLAĐENIH TERETA

Prema Rončeviću (2020.) suvremeni transport hlađenih tereta može se odvijati putem klasičnih brodova za prijevoz hlađenog tereta, brodovima za prijevoz hlađenih tereta koji prekrcaj obavljaju preko bočnih vrata i brodovima za prijevoz kontejnera. Prema Bupić (2012.) brod za hlađeni teret ili brod hladnjača (eng. *reefer ship*) vrsta je specijaliziranoga teretnog broda, posebno izgrađenoga i opremljenog rashladnim sustavom i izoliranim skladištima za prijevoz lakopokvarljivih tereta. Takvi proizvodi zahtijevaju prijevoz uz stroge uvjete smještaja, temperature, izmjene zraka, atmosferske vlažnosti i samoga trajanja transportne faze. Česti teret koji zadaje osobite brige su banane za čiji su prijevoz osnovani posebni brodovi poznati kao bananonosci (*banana carrier*). Općenito se razlikuju dvije vrste brodova za hlađene terete: brodovi hladnjače s bočnim vratima koja se spuste na pristanište i služe kao utovarno/istovarne rampe za viličare i konvencionalni brodovi hladnjače s grotlima i dizalicama za rukovanje paletiziranim i rasutim teretom.

Veličina brodova hladnjača ne iskazuje se konvencionalno u tonama nosivosti, nego se predočuje kapacitetom hlađenoga prostora. Prema podacima *Lloyd's Register of Shipping*, ukupni rashladni potencijal svjetske flote brodova hladnjača prošlog stoljeća iznosio je 436 MW. U razdoblju od 1955. do 1960. godine uvodi se paletizirani način rukovanja teretom, a višenamjenski konvencionalni brodovi hladnjače projektiraju se za prijevoz različitih vrsta tereta uz istodobno različite temperaturne režime između +12 i –30 °C. Godine 1999., svjetska brodska flota za hlađene terete dosegla je brojku od 900 brodova, ali se do sredine 2008. godine, pod utjecajem globalne gospodarske krize, njihov broj smanjio na 789, ukupnoga kapaciteta skladišnog prostora od 7,7 milijuna  $m^3$ . Pritom, istodobnim snažnim porastom flote kontejnerskih brodova i ukupnog kapaciteta rashladnih kontejnera kompenzira se trenutni nedostatak skladišnog prostora brodova (Slika 1.) za prijevoz hlađenih tereta. (Bupić, 2012.)

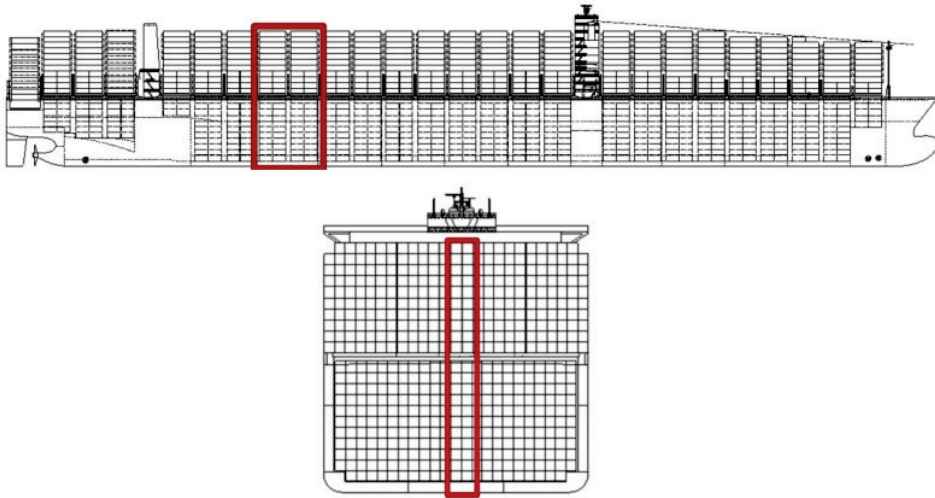


Slika 1. Poprečni presjek glavnog rebra tipičnoga konvencionalnog broda hladnjače  
Izvor: (Bupić, 2012.)

Fig 1 Section through the main rib of a typical conventional reefer ship  
Source: (Bupić, 2012.)

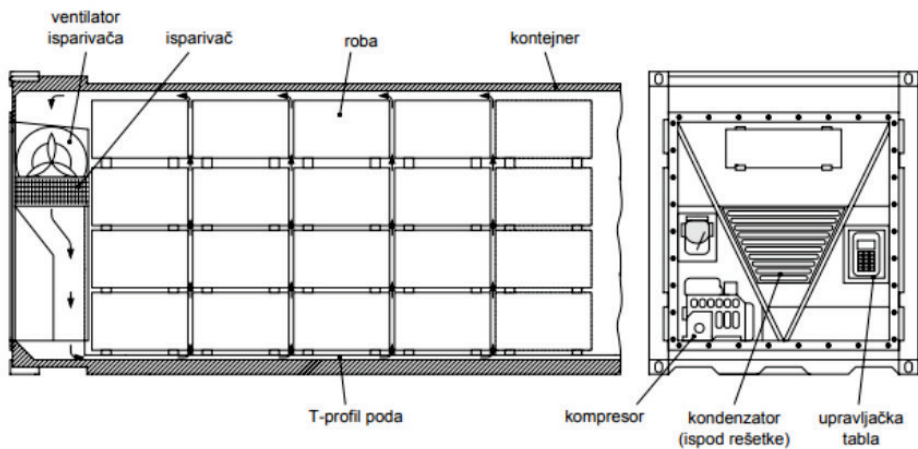
Prema Rončeviću (2020.) rashladni kontejner, odnosno kontejner hladnjača (Slika 2.), je kontejner u kojem temperatura mora biti održavana u skladu s određenim ograničenjem i skladišnim uvjetima koje zahtijeva lakopokvarljiva roba. Rashladni kontejneri (Slika 3.) općenito mogu održavati unutrašnju temperaturu do  $-18^{\circ}\text{C}$  pri temperaturi okoline od  $38.5^{\circ}\text{C}$ . U upotrebi su dva sustava za hlađenje kontejnera: individualni sustav (eng. *integral boxes*) te kolektivni sustav (eng. *porthole type boxes*).

Prema Rončeviću (2020.) kod individualnog sustava kontejner se hladi uz pomoć svog vlastitog agregata. Kolektivni sustav ima izdvojen sustav - izvor hlađenja iz kojeg se distribuira hladni zrak u kontejnere i koji je sastavni dio broda. Kontejneri individualnog sustava obično su opremljeni elektromotorom koji se priključuje na vanjski izvor električne energije, a uz to mogu imati ugrađen i dizel generator koji električnom energijom opskrbljuje sistem za hlađenje. Kod kontejnera kojih se agregat za hlađenje opskrbljuje energijom iz dizel generatora, dizel jedinica je postavljena na vanjskoj strani čeonog zida kontejnera. Ta jedinica poznata je kao „*clip-on diesel*“ i može se lako postavljati i uklanjati ovisno o potrebi za vlastitim izvorom energije. Rashladni kontejneri s prenosivim ili integralnim rashladnim uređajem, gotovo isključivo su kontejneri s oznakama 1 AAA, 1 AA, 1 A, 1 CC i 1 C, odnosno kontejneri duljine od 40 stopa i 20 stopa. Prema Bupić (2012.) kontejneri duljine od 40 stopa po svojoj koncepciji vrlo su slični kamionskim hladnjačama, ali im je rashladni agregat ugrađen unutar gabaritnih mjera. Rashladni kontejneri duljine 20 stopa prikladniji su za terete veće specifične mase. Česta primjena uočava se na dužim relacijama (prekooceanske linije Australija – Europa, Amerika – Japan) i veću količinu iste vrste robe. Bupić (2012.) navodi kako se na suvremene kontejnerske *post – panamax* (Tablica 1.) brodove može ukrcati do 8.000 takvih kontejnera, opsluživanje i nadzor velikog broja individualnih rashladnih agregata može uzrokovati poteškoće, stoga je potrebno voditi brigu o istome. S druge strane, rashladni agregati sa zrakom hlađenim kondenzatorima mogu se postaviti samo na otvoreni prostor - grotleni poklopci. Sve je to uvjetovalo razvoj središnjih rashladnih sustava, kako na brodovima tako i u lučkim terminalima, na koje se 20 - stopni kontejneri priključuju preko odgovarajućih otvora. Kad se prekrcaju iz terminala na vagon ili kamion, na njih se postavljaju prenosivi rashladni agregati.



Slika 2. Uzdužni i poprečni presjek kontejnerskog broda VIII. Generacije  
(Izvor: Bergmann, 2014.)

Fig 2 Longitudinal and cross section of the VIII. Generation ship  
(Source: Bergmann, 2014)



Slika 3. Glavne komponente rashladnog kontejnera. Izvor: (Rončević, 2020.)

Fig 3 Main components of a refrigerated container. Source: (Rončević, 2020)

**Tablica 1. Generacije kontejnerskih brodova****Table 1 Generations of container ships**

Razvojni ciklus (generacije)	KKB	Kapacitet (TEU)	Duljina (m)	Širina (m)
I.	Konvertirani (PVB)	1.000	od 135 - 200	17 - 23
II.	PKB (celularni)	1.000 – 2.000	200 - 250	23 - 30
III.	<i>Panamax</i>	2.500 – 4.500	250 - 300	32.2
IV.	<i>Postpanamax</i>	4.500 – 10.000	290 - 370	32 - 49
V.	Nova <i>Panamax</i>	10.000 – 13.000	366	49
VI.	Nova <i>Postpanamax</i>	13.000 -18.000	370 - 400	49-56
VII.	<i>Mallaca</i>	18.000 – 20.000	370 - 400	56- 60
VIII.	<i>Postmalacca</i>	20.000	veća od 400	veća od 60

Izvor: (Žuškin, 2015., Žeželić. 2016., Jardaš Bičak, 2022., Matanović, 2022.)

Tablica 1. prikazuje podjelu generacija kontejnerskih brodova, njihove razvojne cikluse, klase, kapacitet (TEU), duljinu i širinu. KKB – klase kontejnerskih brodova, PVB – preuredivi višenamjenski brodovi, PKB – potpuno kontejnerski brodovi.

Rončević (2020.) navodi da se rashladni kontejneri konstrukcijski obično izvode od zavarenog čeličnog okvira u koji se postavljaju izolacijski paneli. Čelični je okvir potreban zbog strogih zahtjeva za mehaničkom čvrstoćom, kako bi se omogućilo slaganje kontejnera najveće bruto mase jednog na drugi do 7 redova u visinu u brodskim skladištima i do 5 redova na palubi. Vrlo važna je čvrsta rešetkasta konstrukcija poda koja je sposobna izdržati masu viličara. Bupić (2012.) navodi da integralni rashladni agregat mora preuzeti dio mehaničkog opterećenja kojem je podvrgnut kontejner, kompresor ima veći spremnik ulja posebnog oblika da pri valjanju broda crpka za podmazivanje ne bi usisala zrak, znatno je povećana pouzdanost u radu, usavršena je automatska regulacija temperature i regulacija procesa odmrzavanja. Pogon kompresora je električni ili dizel-motorni. Regulacija rashladnog kapaciteta obavlja se rasterećenjem cilindra kompresora, uključivanjem i isključivanjem kompresora ili prigušivanjem na usisu. Bielić (1990.) navodi da za kopneni transport kamionom ili željeznicom, gdje ne postoji mogućnost priključenja kontejnera na vanjski izvor energije, aktivira se „clip-on diesel“ jedinica. Za vrijeme prevoženja kontejnera brodom „clip-on diesel“ jedinica se odstranjuje i električna jedinica za hlađenje priključuje se na brodsku električnu mrežu.

Prednost ovakvog tipa kontejnera je kontejner s nezavisnom rashladnom jedinicom kada nema mogućnosti priključka na električnu mrežu.

Rončević (2020.) navodi da kontejneri s vlastitim sustavom za hlađenje sadrže iste glavne komponente kao i velik sustav za hlađenje i to: kompresor, kondenzator, ventil za regulaciju i evaporator. Kontejneri ovog tipa po pravilu su opremljeni samo jedinim kondenzatorom hlađenim zrakom. To, međutim, znači da takve kontejnerske jedinice tek uvjetno smiju biti slagane ispod palube zbog problema odvođenja topline iz kondenzatora. Zbog toga ako se takvi kontejneri prevoze ispod palube mora biti predviđen jedan dodatni kondenzator hlađen morskom vodom. Takav kondenzator se potom priključuje na fleksibilnu cijev za vodeni sustav hlađenja. Bielić (1990.) navodi da zbog svega što je prethodno navedeno, kontejneri s vlastitim sustavom hlađenja (*integral boxes*) ne mogu se upotrebljavati na čelijskim kontejnerskim brodovima konstruiranim za prijevoz velikog broja kontejnera hladnjača. To je ujedno razlog zašto je „kolektivni“ sistem u upotrebi kod kontejnerskih brodova čelijskog tipa (*cellular container ship*).

Kolektivni sustav također zahtijeva hladene kontejnere (eng. *ventilated and insulated containers*), s tom razlikom što kontejneri ovog sistema posjeduju dvije okrugle rupe - „*portholes*“ postavljene vertikalno i služe za dovod i odvod hladnog zraka ili nekog drugog rashladnog sredstva. Preko ta dva otvora kontejner se također priključuje na vertikalni „*conair*“ sustav, koji je u funkciji brodske centralne jedinice za hlađenje i s njom je povezan cjevovod. Kod ukrcaja kontejnera „*ventilated*“ ili „*porthole*“ tipa, kontejner već u grotlu skladišnog prostora naliježe na vertikalne vodilice koje su specijalno konstruirane za usmjeravanje kontejnera kod spuštanja i dizanja, te omogućavaju točno slaganje jednog kontejnera na drugi od dna do vrha skladišta kao i priključak kontejnera na „*conair*“ sustav hlađenja. (Bielić, 1990.)





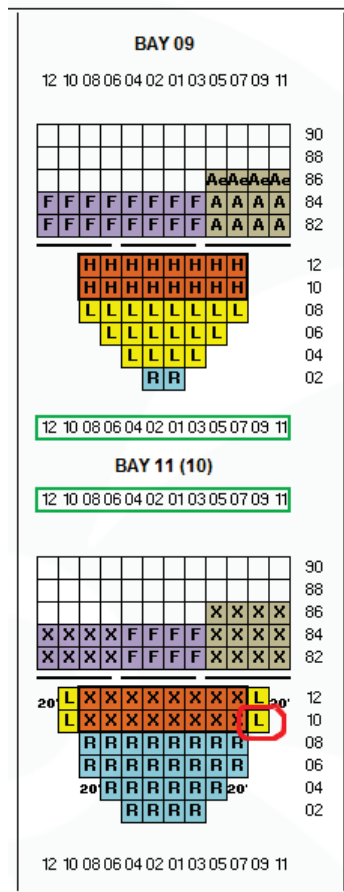
Slika 4. Rashladni kontejner s hlađenim dnom. Izvor: (Piala i sur, 2016.)  
Fig 4 Refrigerated container with a cooled bottom. Source: (Piala i sur, 2016)



Slika 5. Izolacijski kontejner. Izvor: (Piala i sur, 2016.)  
Fig 5 Insulating container. Source: (Piala i sur, 2016)

## ZAHTJEVI ZA UTOVAR I SLAGANJE TERETA NA BRODOVIMA ZA TRANSPORT HLAĐENIH TERETA

Palčić (2012.) i Striebl (2020.) navode da slaganje ili pozicioniranje kontejnera (Slika 6.) jest određivanje pozicije na brodu na koji se stavlja kontejner. Prije samog ukrcaja treba se napraviti plan smještaja kontejnera. U takvom se planu raznim oznakama, bojama planira ukrcaj kontejnera prema vrsti kontejnera, lukama utovara i istovara.



Slika 6. Primjer plana smještaja kontejnera  
Fig 6 Example of a container placement plan

Izvor: (<https://www.shippingandfreightresource.com/container-stowage-planning-and-how-it-works/>)

Prema Palčiću (2012.) i Tomašiću (2020.) prostori za smještaj kontejnera podijeljeni su na manje cjeline, odnosno „BAY-eve“ (Slika 7.). To je prostor koji zauzme jedan 40 stopni ili dva 20 stopna kontejnera i izrađuje se „BAY LIST-a“ s označenim lukama utovara/istovara. Kontejneri se slažu po dužini u odnosu na uzdužnicu broda, kako bi se izbjegle greške u slaganju kontejnera: osim pogrešaka prema luci utovara/istovara, treba još voditi brigu da se rashladni kontejneri utovarivaju na palubu tako da su im kompresori i priključni kabeli okrenuti prema krmi i da se rashladni kontejneri priključuju na brodsku pogonsku mrežu i slažu se tako da je brodska naponska mreža dostupna, kompresor okrenut prema krmi i najčešće u prvi red na palubi. Uključivanje i namještanje temperature rashladnih kontejnera obavlja brodski električar, a kontejneri se mogu spojiti i na „container monitoring system“, te se neprekidno nadzire rad i temperatura rashladnih kontejnera sa zapovjedničkog mosta.



*Slika 7. Podjela kontejnera na manje cjeline odnosno „BAY-eve“*

*Fig 7 Division of containers into smaller units or "BAYs"*

*Izvor: (<http://estudent.fpz.hr/Predmeti/S/>)*

*Sigurnost\_u\_vodnom\_prometu\_II/Materijali/Nastavni\_materijali\_6.pdf)*

## ZAHTJEVI ZA TRANSPORT HLAĐENOG TERETA

**Tablica 2. Zahtjevi za transport banana**

**Table 2 Banana transport requirements**

Temperatura prijevoza (°C)	+12 – brod mora imati rashladni uređaj i uređaj za grijanje
Točka smrzavanja (°C)	/
Vrijeme skladištenja	3 – 8 tjedana
Dopuštena razina ugljikovog dioksida (%)	2
Sadržaj vode (%)	82
Ambalaža	Kartonske kutije
Ventilacija	Strujanje zraka zbog visoke razine otpuštanja etilena
Posebne napomene	Žute i zrele banane se ne utovaraju. Oštećene palete i kutije zamijeniti
Najčešće kvarenje	Crna i pljesniva peteljka – znak starosti banana

Izvor: ([http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom\\_pr\\_/Tereti%20skripte\(s%20datkom%20za%20prijevoz%20UPP\).pdf](http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte(s%20datkom%20za%20prijevoz%20UPP).pdf))

## LUKE I TERMINALI ZA PRIHVAT HLAĐENIH TERETA

Transport, prekrcaj i skladištenje lakopokvarljivih prehrambenih proizvoda ovisi o: temperaturi, kvarljivosti, mogućnosti razvoja mikroorganizama, uvjetima utovara i uskladištenja (ventilaciji, cirkulaciji zraka). (URL 2)

Prema Dawidowicz i sur. (2016.) luke i terminali za prihvata hlađenih tereta posjeduju: pristanište, opremu za rukovanje – „*Top Spreader*“ kao vrlo korišten (Slika 8.), skladišni prostor s dostupnom električnom mrežom, skladišta, zgrade ili prostore za dodatne usluge, cestovnu i željezničku infrastrukturu koja omogućuje laku povezanost s kopnom, parking za transportna vozila (kamioni).



*Slika 8. Uređaj za utovar i istovar kontejnera - Top Spreader  
Fig 8 Container loading and unloading device - Top Spreader*

*Izvor: (<https://www.tandemloc.com/n3100-series>)*

## ZAKLJUČAK

Brodovi za transport hlađenih tereta sastavni su dio preookeanskih i unutarnjih plovidbenih transportnih ruta u svijetu. Veliki obujam skladišta brodova – hladnjača omogućava siguran, pouzdan i učinkovit način transportiranja poljoprivredno - prehrambenih dobara, u ovome slučaju hlađenih tereta. Veliki obujam skladišta broda – hladnjače, održavanje potrebne temperature za pojedinu vrstu hlađenog tereta unutar skladišta, izoliranost od vanjskih utjecaja omogućuju kvalitetu proizvoda od ukrcaja do iskrcaja odnosno do samog odredišta i konzumenta. Brodovi s rashladnim kontejnerima kao i brodovi – hladnjače, koriste se u svim industrijskim segmentima transporta, a njihova razvijenost i rasprostranjenost je omogućila da se hlađeni tereti mogu transportirati na velike udaljenosti. Veliki broj različitih vrsta rashladnih kontejnera omogućuje siguran i učinkovit transport za svaku pojedinu vrstu hlađenih tereta. S obzirom da se južno voće uvozi ponajviše iz Južne Amerike i Srednje Amerike u ostatak svijeta, brodski transport hlađenih tereta je najbolji način transportiranja istog, pogotovo kada se uzme u obzir udaljenost početnog i krajnjeg odredišta odnosno početna i krajnja kvaliteta hlađenog tereta koji se transportira.

## LITERATURA

1. Batinić, V. (2019.): Brodovi u teretnom pomorskom prometu. Završni rad. Sveučilište u Zagreb, Fakultet prometnih znanosti.
2. Bergmann, J. (2014.): Future development of ultra large container ships. – <http://www.innovasjon norge.no/globalassets/arangemeter/9-jost-bergmann.pdf>
3. Bielić, T. (2004.): Rukovanje i slaganje tereta III/IV, skripta za internu upotrebu. Pomorski fakultet, Split.
4. Boštjan, S. (2016.): Savez kontejnerskih brodara i dolasci brodova u Jadranske luke (Koper, Rijeka, Trst i Venecija). Naše More: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 63 No. 2.
5. Brčić, D. (2022.): Integralni transporti u poljoprivredi. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek.
6. Bupić, M. (2012.): Razvoj dinamičkog modela brodskoga rashladnog sustava s nadziranom atmosferom. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje.
7. Dawidowicz L, F., Santos, T.A., Guedes Soares, C. (2016.): Refrigerated cargo handling: Demand and requirements for Portuguese ports. Maritime Technology and Engineering 3 – Guedes Soares & Santos, London.

8. Jardaš Bičak, M. (2022.): *Kontejnerski brodovi*. Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.
9. Maleš, K. (2020.): *Karakteristike i uvjeti prijevoza hlađenih tereta*. Završni rad. Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet.
10. Matanović, D. (2022.): *Podjela i obilježja kontejnera*. Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.
11. Palčić, J. (2012.): „Kliper“, Ustanova za obrazovanje kadrova u pomorstvu, Skripta iz predmeta „krcanje i slaganje tereta“, Split.
12. Piala, P., David, A. (2016.): *Transport of Tropical Fruits to Central Europe*. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 63 (2), 62-65.
13. Rončević, D. (2020.): *Rashladni kontejneri*. Završni rad. Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel.
14. Striebl, L. (2020.) *Podjela i obilježja kontejnera*. Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.
15. Šuća, J. (2022.): *Brodsko rashladno postrojenje za hlađenje tereta*. Završni rad. Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel.
16. Šuman, K. (2020.): *Rukovanje hlađenim teretima u pomorskom prometu*. Završni rad. Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel.
17. Tomašić, M. (2020.): *Prekrajna sredstva i specifičnost ukrcaja i iskrcaja na kontejnerskim brodovima*. Završni rad. Sveučilište u Dubrovniku, Pomorski odjel.
18. Žeželić, S. (2021.): *Analiza kontejnerskih brodova kroz generacije razvoja*. Završni rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.
19. Žuškin, S. (2015.): *Optimizacija rasporeda tereta na kontejnerskim brodovima u funkciji skraćanja prekrajnoga procesa*. Doktorski rad. Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci.
20. URL1: [http://estudent.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost\\_u\\_vodnom\\_prometu\\_II/Materijali/Nastavni\\_materijali\\_6.pdf](http://estudent.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_u_vodnom_prometu_II/Materijali/Nastavni_materijali_6.pdf)
21. URL2: [http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom\\_pr\\_/Tereti%20skripte\(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP\).pdf](http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP).pdf)
22. URL3: <https://pdfslide.tips/documents/tehnologija-i-organizacija-luka-lucki-terminali-skripta-seminarski-diplomski.html?page=52>
23. URL4: <https://www.shippingandfreightresource.com/container-stowage-planning-and-how-it-works/>
24. URL5: <https://www.tandemloc.com/n3100-series>

**Adresa autora – Author's address:**

Dinko Brčić, mag. ing. agr.,  
e-mail: dinkobr97@gmail.com  
prof. dr. sc. Luka Šumanovac  
doc. dr. sc. Domagoj Zimmer  
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek,  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku,  
Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Republika Hrvatska

**Primljeno – Received:**

30.12.2022.