

Posebnosti prijevoza, prekrcaja i skladištenja lakopokvarljivih tereta

Šibalić, Enola

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:025288>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-09**



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

Repository / Repozitorij:

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



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

ENOLA ŠIBALIĆ

**POSEBNOSTI PRIJEVOZA, PREKRCAJA I SKLADIŠTENJA
LAKOPOKVARLJIVIH TERETA**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**POSEBNOSTI PRIJEVOZA, PREKRCAJA I SKLADIŠTENJA
LAKOPOKVARLJIVIH TERETA
THE SPECIALTY OF TRANSPORT, TRANSHIPMENT AND
STORAGE OF PERISHABLE CARGO
ZAVRŠNI RAD**

Kolegij: Tereti u prometu

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke

Student/studentica: Enola Šibalić

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0116165711

Rijeka, 2023.

Studentica: Enola Šibalić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0116165711

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

Posebnosti prijevoza, prekrcaja i skladištenja lakopokvarljivih tereta

izradila samostalno pod mentorstvom

izv. prof. dr. sc. Siniša Vilke.

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

Studentica:



Enola Šibalić

Studentica: Enola Šibalić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0116165711

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

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

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

Studentica – autor



SAŽETAK

Kako bi lakše razumjeli pojam lakopokvarljivog tereta, može se reći da su to sve namirnice te prehrambeni proizvodi koji se ne mogu dugo skladištiti a da se ne pokvare, odnosno uslijed klimatskih utjecaja u kratkom se roku mogu pokvariti. Lakopokvarljivi teret prvenstveno se na duže relacije prevezio brodovima hladnjačama, koje su postupno zamjenjivane kontejnerskim brodovima, a multimodalni kontejner sa integriranom rashladnom jedinicom postaje ključan za prijevoz tereta u kontroliranoj atmosferi. Tijekom prijevoza, prekrcanja i skladištenja lakopokvarljivih tereta brojni su faktori koje treba poštivati i zadovoljiti kako bi se očuvala kvaliteta i zdravstvena ispravnost sve do krajnjeg korisnika. Hladni lanac put je temperaturno osjetljivih proizvoda od proizvođača do potrošača te predstavlja proces rukovanja sa temperaturno osjetljivim proizvodima. Neispravnost rukovanja i greška u procesu samo jednog od čimbenika u distribucijskom sustavu unutar samog hladnog lanca, dovoljna je za smanjenje kvalitete te nemogućnosti distribucije proizvoda naručitelju. U radu su istražene i predstavljene tehnologije koje opisuju ispravne metode tijekom različitih faza manipulacije teretom.

Ključne riječi: hladni lanac, lakopokvarljivi tereti, posebnosti prijevoza.

ABSTRACT

To make it easier to understand the concept of perishable cargo, it can be said that these are particular foodstuffs and food products that cannot be stored for a long time without spoiling, that is, due to climatic influences, they can spoil in a short time. Perishable cargo was primarily transported over long distances by reefer ships, which were gradually replaced by container ships, and the multimodal container with an integrated refrigeration unit became crucial for transporting cargo in a controlled atmosphere. During transportation, transshipment and storage of perishable cargo, there are numerous factors that must be respected and satisfied in order to preserve quality and health right up to the end user. The cold chain is the path of temperature-sensitive products from the producer to the consumer and represents the process of handling temperature-sensitive products.

Incorrect handling and error in the process of only one of the factors in the distribution system within the cold chain itself is sufficient to reduce the quality and the impossibility of distributing the product to the customer. Technologies that describe correct methods during different phases of cargo manipulation are researched and presented in the paper.

Keywords: Cold chain, perishable cargoes, the speciality of transport.

SADRŽAJ

1. UVOD	8
2. LAKOPOKVARLJIVI TERET	10
2.1 HLADNI LANAC	12
2.2 SVRHA HLADNOG LANCA	14
2.3 TERETI U RASHLAĐENOM I SMRZNUTOM STANJU	15
3. PRIJEVOZ, PREKRCAJ I SKLADIŠTENJE LAKOPOKVARLJIVIH TERETA	17
3.1 PRIJEVOZ LAKOPOKVARLJIVIH TERETA MOREM	19
3.1.1 Brodovi hladnjače.....	20
3.1.2 Kontejnerski brodovi	22
3.2. RASHLADNI KONTEJNERI	24
3.2.1 Proces hlađenja	25
3.3. KOPNENI PRIJEVOZ	27
3.4. POSEBNOSTI SKLADIŠTENJA LAKOPOKVARLJIVIH TERETA	28
4. TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA LAKOPOKVARLJIVOG TERETA	31
4.1. TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA TERETA	31
4.1.1 Priprema prijevoza.....	32
4.1.2 Provedba prijevoza po fazama.....	33
4.1.3 Završetak prijevoza robe	33
4.2. SUSTAVI UPRAVLJANJA I TRANSPORT	35
4.3. VRIJEME PRIJEVOZA I ODRŽAVANJE TEMPERATURE	36
4.4. UVJETI PRIJEVOZA LAKOPOKVARLJIVIH PROIZVODA	37
5. ZAKLJUČAK	39
LITERATURA	41
Popis slika	42

1.UVOD

Čovječanstvo se oduvijek suočavalo s vremenskim i prostornim promjenama vezanima uz dostupnost hrane. Duljina vremena u kojem hrana ostaje jestiva ovisi o temperaturi, vlazi i drugim čimbenicima koji utječu na stopu rasta organizama koji uzrokuju kvarenje. Neke skladišne tehnike, poput sušenja, soljenja i dimljenja, potječu iz drevnih lovačko-sakupljačkih i ranih poljoprivrednih društava. Najvećim dijelom, tehnologije skladištenja koje su koristili poljoprivrednici bile su skromne modifikacije metoda koje su razvila rana društva. Na primjer, u mediteranskom podneblju koristili su etanol, ocat i maslinovo ulje za konzerviranje raznih namirnica. Promjene u tehnologijama skladištenja hrane ubrzale su se s prijelazom iz poljoprivrednih u industrijsko-tehnološka društva.

Kroz povijest, koncentracija sve većeg udjela stanovništva u gradovima ukazivala je na to da su potrebne veće obradive površine izvan gradova kao i duži opskrbeni vodovi. Sukladno tome, kako se povećavala udaljenost između farmera i potrošača, potencijalno kvarenje hrane moralo se spriječiti na dulje vrijeme, od svega nekoliko dana do nekoliko tjedana, s obzirom da se hrana prevozila do velikih udaljenosti. Tehnološki napredak industrijskog doba revolucionirao je skladištenje mnogih namirnica, omogućivši veću raznolikost predmeta koje treba sačuvati, a nove tehnologije su počele zahtijevati velike unose energije kako bi se postiglo povećanje roka trajanja. Napredak u transportu hrane postignut je tehnološkim inovacijama koje skraćuju vrijeme prijevoza povećanjem brzine transporta zbog pristupa fosilnim gorivima i izuma poput parnog stroja. Paralelno tome motor sa unutarnjim izgaranjem kao i kasnije avionski mlazni motori povećavali su brzinu prijevoza, no zbog ekonomskih razloga komercijalna je brzina pala i održala se do danas rezultirajući tome da je najisplativiji način prijevoza zapravo morskim putem. Ukratko, tehnologije poput konzerviranja i hlađenja na komprimirani plin razvijene su tijekom industrijske revolucije.

Konzerviranje - upotrebom kombinacije zagrijavanja radi eliminiranja mikroba i hermetičko zatvaranje hrane u kontejnere koje služi za sprječavanje razvijanja mikroorganizama — uveo je Appert 1790. godine, a komercijalno ga je razvio Donkin 1810. godine. Hlađenje pomoću komprimiranog plina razvilo se u ranom devetnaestom

stoljeću što je komercijalizirao Birdseye 1928. te se ubrzo počelo primjenjivati u svrhu konzerviranja raznih namirnica.

Usporedno s razvojem tehnologija skladištenja, prijevoz hrane pomogao je prevladati prostorne i vremenske probleme, koje kulminiraju u današnjem globalnom transportnom sustavu, u svrhu dostave svježih i konzervirane hrane diljem svijeta. Budući da se suvremeno društvo ponajviše oslanja na energetske intenzivne tehnologije za skladištenje i transport hrane, postoje ogromni izazovi za rastuću globalnu populaciju što se može iščitati u nastavku rada.

Temeljem prikupljenih podataka, svrha rada je istaknuti posebnosti i problematiku prijevoza, prekrcanja te skladištenja lakopokvarljivih tereta, te zaključiti i naglasiti koji faktori su ključni za očuvanje proizvoda do odredišta u svježem stanju kao u trenutku ukrcanja.

Rad je podijeljen u tri poglavlja. U prvom dijelu naslova *Lakopokvarljivi tereti*, generalno se opisuju bitne činjenice te povijesni razvoj prijevoza tereta, opisuje se hladni lanac te se poglavlje zaključuje opisom tereta u rashlađenom i smrznutom stanju.

Drugi dio rada, pod nazivom *Prijevoz, prekrcanj i skladištenje lakopokvarljivih tereta*, opisuje se prijevoz tereta morem. Također, obrađen je proces rashlade u rashladnom kontejneru kao i kategorizacija i vrsta tereta koji se prevoze.

U trećem, ujedno i posljednjem dijelu, naziva *Tehnologije prijevoza lakopokvarljivog tereta* obrađene su posebnosti cestovnog prijevoza i predstavljeni univerzalni modeli tehnologije cestovnog teretnog prometa odnosno tehnologija pripreme prijevoza, tehnologija provedbe prijevoza te završetak prijevoza.

U zaključku se iznose najvažniji rezultata provedenog istraživanja, a bitno je napomenuti kako tijekom izrade rada korištene opće znanstveno – istraživačke metode: metode generalizacije i specijalizacije te analiza i sinteza.

2. LAKOPOKVARLJIVI TERET

Kako bi lakše razumjeli pojam lakopokvarljivog tereta, može se reći da su to sve namirnice te prehrambeni proizvodi koji se ne mogu dugo skladištiti a da se ne pokvare, odnosno uslijed klimatskih utjecaja u kratkom se roku mogu pokvariti. Većina namirnica spada u kategoriju kvarljivih. Namirnice koji se prevoze i skladište u hladenom ili zamrznutom stanju kako bi im se sačuvala osnovna svojstva ubrajaju se u hladene terete. Budući da su lakopokvarljivi tereti osjetljivi na temperaturu zahtijevaju poseban postupak prijevoza, prekrcaja i skladištenja. Lakopokvarljivi teret¹ možemo podijeliti u sljedeće grupe:

- Lako pokvarljive namirnice - zbog svojih fizičkih, kemijskih i bioloških svojstava odnosno zbog eventualnog smanjenja temperature na kojoj se skladišti indicira osjetljivost na vremenske i temperaturne utjecaje,
- Svježe namirnice- roba na koju se ničim nije djelovalo da bi izmijenila prirodno stanje,
- Smrznute namirnice - su sve namirnice koje su podvrgnute hlađenju na temperaturi nižoj od -8°C . Kako bi se temperatura održala na istom nivou, radna temperatura rashladnog uređaja u kojem se namirnice nalaze trebala bi se kretati u intervalu od -8°C do -18°C .
- Duboko smrznute namirnice - temperatura na kojoj se nalaze ovisno o vrsti i želji kupca obično se kreće od -18°C do -60°C . da bi se to stanje održalo, radna temperatura mora se kretati ovisno o vanjskim uvjetima i temperaturi.

Lako pokvarljive namirnice mogu se grupirati na mesne te mliječne namirnice, voće i povrće te pića.

¹ Marković, I. : Integralni transportni sustavi i robni tokovi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,1990.

Lakopokvarljivi tereti uglavnom se otpremaju u rashladnim kontejnerima, specijaliziranim za lako pokvarljivu robu. Stoga treba osigurati posebne uvjete i pravilno ih kontrolirati zbog ograničenog roka trajanja takvog tereta. Štoviše, kako prijevoz mora trajati što je moguće kraće, položaj luka i prihvatnih skladišta u distribucijskim mrežama utječe na vrijeme prijevoza tereta do odredišta. Propisi o kakvoći propisuju da se prehrambeni proizvodi moraju skladištiti i transportirati pod uvjetima koji osiguravaju očuvanje njihove kakvoće i sanitarno higijenske ispravnosti. Ovisno o temperaturi, mogućnosti razvitka mikroorganizama, kvarljivosti te uvjetima ukrcaja i uskladištenja organizira se prijevoz, prekrcaj i skladištenje takvih tereta. Kako bi se namirnice sačuvale od kvarenja vrlo bitan faktor je i sama ambalaža. Prilikom izbora ambalaže treba voditi računa da u izravnom dodiru s proizvodom ne mijenja higijensku ispravnost kao ni njegova fizička i kemijska svojstva. Glavni uzročnici kvarenja lakopokvarljivih tereta su već spomenuti mikroorganizmi, što čini zaštitu tijekom prijevoza i skladištenja mnogo složenijom. Zaštita se svodi na regulaciju vlažnosti i temperature u skladišnim prostorima.

Sva se hrana kvari, te do određenog kvarenja dolazi spontanom raspadom složenih organskih molekula. Ljudsku hranu mogu jesti i životinje, posebice određeni insekti i glodavci. Međutim, kvarenje hrane namijenjene konzumaciji uzrokuju različiti mikroorganizmi. Omogućen pristup nezaštićenim namirnicama, pogoduje brzom koloniziranju te povećavanju populacije bakterija i gljivica što utječe na proizvodnju otrovnih tvari i kemikalija. Kako bi se spriječilo kvarenje hrane, ljudi koriste dvije glavne strategije²:

- Prevenciju razmnožavanja smanjenjem pristupa osjetljivim namirnicama,
- Ograničavanje veličine populacije mikroorganizama stvaranjem nepovoljnog okruženja.

² Marković, I. : Integralni transportni sustavi i robni tokovi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb,1990.

Mikroorganizmi imaju sposobnost stvaranja golemih populacija i često se šire kao otporne spore koje se prenose zrakom, vodom ili tlom, odnosno iznimno brzo "napadaju" nezaštićenu hranu. Kolonizacija se može usporiti pokrivanjem ili drugim načinima izolacije hrane, te se može spriječiti samo sterilnim zatvaranjem hrane u nepropusne posude. Primjerice, mnogo voća, orašasti plodovi te ptičja jaja zatvorena su u relativno nepropusno kožu, ljuske ili voštane slojeve koji su otporni na invaziju mikroba. Ovo je također prirodno načelo koje se krije iza konzerviranja. Alternativna, češće korištena strategija je usporiti kvarenje stvaranjem uvjeta koji sprječavaju rast ili ograničavaju veličinu mikrobnih populacija. Tehnike poput pasterizacije i zračenja uništavaju mikroorganizme, dok primjerice pranje hrane uklanja neke mikroorganizme s površine. Stope rasta mikroba također ovisi o uvjetima okoliša. Posebno je važna temperatura jer su stope rasta populacije mikroba u uvjetima oko 0°C gotovo nemoguće, te rastu s temperaturama u rasponu od 1°C- 40°C. Ovisno o temperaturi, sadržaju vode te hranjivim tvarima određuje se rok trajanja namirnica kako bi se kvantificirala duljina skladištenja te prikladnost za upotrebu ili komercijalnu prodaju, što na koncu ovisi o veličini, identitetu namirnice, okolišnim uvjetima i metodama očuvanja. S jedne strane, svježa riba, meso, školjke i voća i povrća može se čuvati samo nekoliko dana. Produljenje vremena skladištenja korištenjem korisnih mikrobnih kultura i kontrolirane fermentacije postao je važan način očuvanja svježeg povrća i voća.

2.1 HLADNI LANAC

Jednostavno rečeno, rashladni ili hladni lanac (eng. Cold chain) put je temperaturno osjetljivih proizvoda od proizvođača do potrošača. On predstavlja proces rukovanja temperaturno osjetljivih proizvoda. Neispravnost rukovanja i greška u procesu samo jednog od čimbenika u distribucijskom sustavu unutar samog hladnog lanca, dovoljna je za smanjenje kvalitete te nemogućnosti distribucije proizvoda naručitelju. Ugrožavanje zdravstvene ispravnosti proizvoda također dovodi do povećanih troškova, ali i nezadovoljstva krajnjih potrošača u prilikom dostave traženih proizvoda. Većina prehrambenih proizvoda unutar hladnog lanca s vremenom gubi na kvaliteti, što se najčešće manifestira kada se u procesu transporta teret podlaže

neprimjerenosti temperaturi. Primjerice nepravilno zatvorena vrata skladišnog prostora prijevoznog sredstva, produljeno vrijeme ukrcaja ili iskrcaja proizvoda, nepravilno postavljene parametri hlađenja i isključivanje sustava hlađenja u slučaju gubitka električne energije, kao i nepravilno slaganje tereta unutar prijevozne jedinice, neki su od razloga koji utječu na prekid hladnog lanca kao i na narušavanje zdravstvene ispravnosti proizvoda i same kvalitete.³

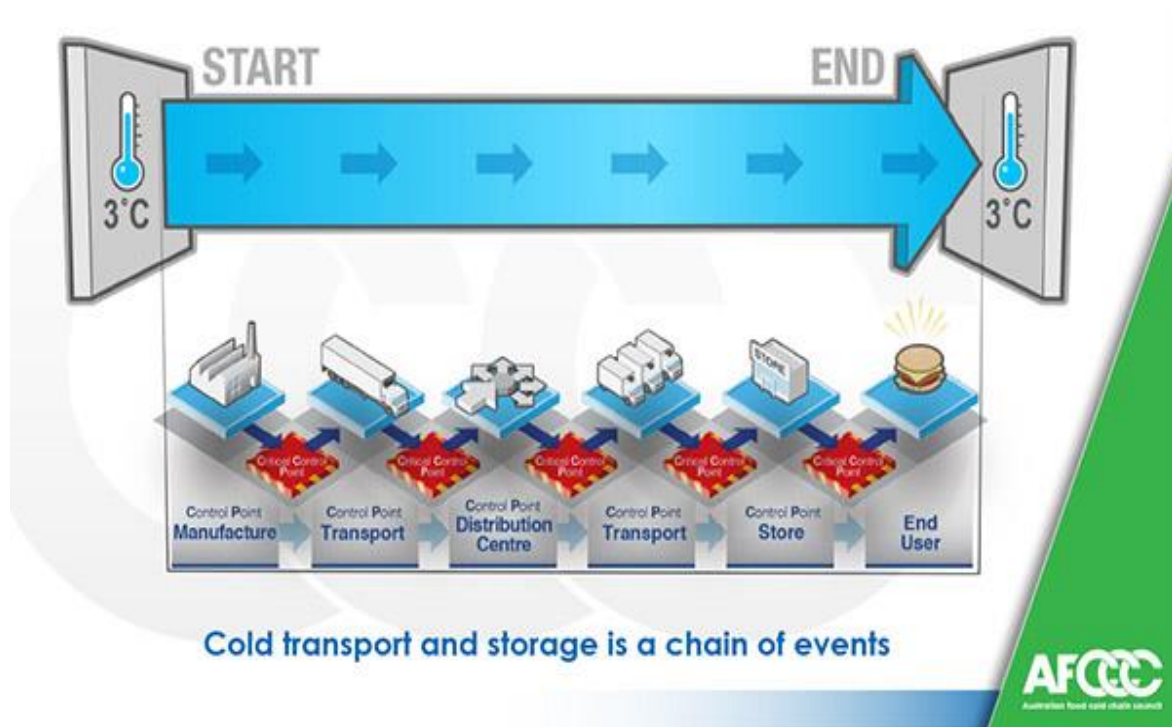
Važno je napomenuti kako su bakterije i mikroorganizmi koji pospješuju kvarenje hrane pri višoj temperaturi skloni bržem razmnožavanju, dok na temperaturi nižoj od 5°C imaju malu ili nikakvu sposobnost, što adekvatno pothlađivanje i hlađenje tereta čini jednim od najvažnijih faktora za većinu prehrambenih proizvoda u transportu i rukovanju od proizvođača do kupaca.

Koordinacija i aktivnost svih sudionika hladnog lanca vrlo je važna kako bi se ispravno izvršili zadaci potrebni za dostavu ispravnih i kvalitetnih proizvoda krajnjim potrošačima. Poznavanje kemijske i biološke strukture proizvoda, kao i pravilan način pakiranja proizvoda sukladno njihovim karakteristikama u svrhu osiguranja zdravstvene ispravnosti proizvoda važan je faktor transportnog lanca. Praćenje i dokumentacija temperaturnih režima tijekom prijevoza pospješuju transparentnost između naručitelja i proizvođača.

Također, bitno je provesti pravilno pakiranje proizvoda u standardizirane multi modalne - teretno manipulacijske jedinice - zbog prijevoza istih do odredišta, što utječe na očuvanje kvalitete te ispravnost proizvoda. Različiti temperaturni režimi razlikuju proizvode zbog zahtjeva temperature, pa recimo svježi, hlađeni ili zamrznuti proizvodi zahtijevaju temperature u intervalu od -25°C do +25°C i odstupanja nepovoljno utječu na proizvode unutar prijevoznih jedinica. Proizvodi koji zahtijevaju vrlo niske

³ Ivčec, R., Vranić, D :Tereti u pomorskom prometu, VPŠ, Rijeka, 2000., str.145

temperature režime mogu imati veoma mala i kratka odstupanja od istih i rukovanje takvim proizvodima tijekom distribucije zahtjevnije je od proizvoda koji zahtijevaju ambijentalne temperature.



Slika 1. Simboličan prikaz hladnog lanca

(<https://afccc.org.au/images/news.%20vietnam%20summit/P2.jpg>)

2.2 SVRHA HLADNOG LANCA

Velika uloga maloprodajnog tržišta hranom spada na hladni distributivni lanac. Procesi distribucije moraju poštovati prvenstveno sigurnost, efikasnost i kvalitetu održavanja proizvoda kao i temperature unutar propisanog odgovarajućeg stanja. Efikasan, dobro održavan lanac distribucije proizvoda pomaže pri⁴:

⁴ Maleš, K., Karakteristike i uvjeti prijevoza hlađenih tereta, završni rad, 2020.

- Smanjenju troškova,
- Poboľšanju integriteta proizvoda,
- Povećanjem zadovoljstva korisnika,
- Smanjuje rasipanje i povrat zaliha robe isteklog roka

Hladni lanci evaluiraju se i kontroliraju na sljedeće načine: Prijevoznici i logistički distributeri dobar su izvor tehničkih savjeta, pružaju sposobnost da prikažu realno vrijeme prijevoza proizvoda, stvore internetske baze podataka i osiguraju elektronsko praćenje pošiljaka. Gotovo u svaki se prijevozni entitet postavljaju mjerači temperature koji odašilju podatke o temperaturi u unaprijed postavljenim intervalima. RFID senzori pomažu u praćenju podataka o temperaturi u skladištima, vozilima te bilježe temperaturu samog proizvoda. Za prijevoz se najčešće koriste vozila opremljena sa rashladnim uređajima, kombiji i kamioni, te naravno brodovi – koji koriste multi modalne rashladne kontejnere.

Aдекватna dokumentacija je ključna - svaki korak lanca mora pratiti ustanovljene protokole i imati odgovarajuću dokumentaciju.

2.3 TERETI U RASHLAĐENOM I SMRZNUTOM STANJU

Tereti koji se prevoze u rashlađenom tereti su tereti koji se prevoze ili u smrznutom stanju dijele se na⁵:

1. Duboko smrznute (temperatura do -60°C)
2. Smrznute (temperatura do - 8°C)
3. Svježe (temperatura od -2°C do +12°C)

Proizvodi poput ribe i mesa se pretežno ubrajaju u duboko smrznute i smrznute terete. U svježe se ubrajaju voće, povrće, jaja, mlijeko i mliječni proizvodi. Nakon branja

⁵ https://www.thermoking.com/content/dam/thermoking/documents/products/70049_SuperFreezer_brochure.pdf

povrća i voća metabolički procesi koji se kreću odvijati u proizvodima se manifestiraju na sljedeće načine :

1. Disanje,
2. Znojenje,
3. Zrenje,
4. Dozrijevanje i
5. Starenje.

Glavni faktori koji utječu na smanjenje kvalitete svježeg voća i povrća su:

1. Fiziološki stres
2. Mehanička oštećenja,
3. Pogrešna temperatura i vlažnost u skladišnim prostorima,
4. Berba u pogrešno vrijeme,
5. Proces disanja,
6. Izlaganje etilenu.

Proces disanja povrća i voća je obrnuti proces usporedno sa fotosintezom. Pri skladištenju robe proces disanja je nepoželjan jer sa nastavkom „disanja“ dolazi do gubljenja kvalitete namirnica. Pa tako postoje namirnice koje dišu sporije i brže. One koje sporije dišu, što bi značilo da oslobađaju manje topline pri proizvodnji energije nego one koje brže dišu, jednostavnije su za čuvanje u hladnjačama.



Slika 2. Prikaz skladišta
(<http://www.lukarijeka.hr/>)

Skladištenje s aspekta procesa disanja puno je jednostavnije za primjerice proizvode kao što su jabuke, luk, limun i grožđe zbog niskog intenziteta disanja za razliku od mahuna ili primjerice mladog luka koji ima visok intenzitet disanja. Tijekom skladištenja treba voditi računa o ambijentalnoj vlažnosti prostora jer ukoliko je zrak previše suh suši se površinski sloj namirnice, a ukoliko je vlažnost previsoka pogoduje razvitku bakterija. Za mjerenje vlage koristi se higrometar, a skladišta se po potrebi ventiliraju ukoliko je potrebno snižavanje vlage.

3. PRIJEVOZ, PREKRCAJ I SKLADIŠTENJE LAKOPOKVARLJIVIH TERETA

Kod prijevoza lakopokvarljivih tereta u prometu posebna se pažnja pridodaje postizanju rashladne ambijentalne temperature početno u skladištu, tijekom manipulacije odnosno prekrcaja te u prijevoznom sredstvu. Redovni gubici na masi proizvoda javljaju se kod hlađenih tereta a gubici su zapravo posljedica prirodnih procesa koji se odvijaju unutar robe ili pri utjecaju atmosferskih promjena, vlage i temperature. Proizvodi kao što su svježi poljoprivredni proizvodi sa većim sadržajem vode gube određeni dio mase. Rashladni lanac, koji se u prijevozu hlađenih tereta proteže od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje, obuhvaća:

- Prometni lanac koji uključuje više vrsta prijevoznih sredstava snabdjevenih rashladnim uređajima (brodovi-hladnjače i dr.),
- Skladišta-hladnjače u otpremnim i prihvatnim mjestima (lučka skladišta-hladnjače),
- Odgovarajuća prekrcajna sredstva (dizalice, viličari, prikolice i dr.),
- Specijaliziranu radnu snagu,
- Posebne norme i standarde kao i poslovne uzance i propise. ⁶

⁶ Baričević, H., Poletan-Jugović, T., Vilke, S.: Teretiu prometu, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci,

Zamrznuti prehrambeni proizvodi koji se pojavljuju kao hladeni tereti dijele se u dvije glavne grupe:

- Mrtvi tereti (meso, riba, mliječni proizvodi),
- Živi tereti (voće i povrće).

Mrtvi proizvodi odnosno tereti, zamrzavaju se u cilju sprječavanja ili smanjenja razvitka mikroorganizama. Kod voća i nekih vrsta povrća snižavanjem temperature usporava se proces dozrijevanja. Pri temperaturi od -8°C prestaje razvitak mikroorganizama a sniženjem temperature na -30°C postiže se sprječavanje truljenja aktivnošću enzima u njima. Tako se temperatura koja je adekvatna za prijevoz banana kreće u granicama od $4,5$ do 15°C , a svojstvo postupnog dozrijevanja banana omogućava prijevoz na udaljene relacije. Bitno je napomenuti da bez obzira radi li se o cestovnom, željezničkom, pomorskom ili zračnom prometu temperaturni režim skladištenja vrijedi i za prijevozna sredstva koja čine rashladni lanac. Prilikom *prekrcaja* lakopokvarljivih hladjenih tereta osobitu pozornost treba posvetiti izbjegavanju dužih promjena u temperaturi. Nakon što se hladeni tereta ukrcaju u prijevozno sredstvo čim prije se treba postići optimalnu temperaturu i održavati je za vrijeme trajanja prijevoza. Samu duljinu trajanja prijevoza bilo bi dobro skratiti što je više moguće, pa tako neki hladeni tereti koji se prevoze u svježem stanju, poput mlijeka, mesa i ribe, imaju propisano maksimalno vrijeme trajanja prijevoza te maksimalnu temperaturu ukrcaja kao i preporučljivu i prihvatljivu temperaturu u prijevoznom sredstvu.

Neki tereti imaju propisanu točnu temperaturu i vlažnost na kojima se moraju čuvati. Kod duboko zamrznutih tereta, propisan je maksimalno dozvoljen porast temperature od ukrcaja na prijevozno sredstvo do njegovog iskrcaja – gdje prilikom promjene temperature za više od određenog vremena koje je ugovorno dogovoreno između naručitelja i prodavača, teret može biti odbijen a osiguravajuća društva mogu potraživati prijevoznika odštetu u ime naručitelja.

Hlađene terete na dulje relacije prevoze se brodovima a rjeđe zrakoplovima, za kraće relacije koriste se vlakovi – vagoni te kamioni. Međusobno, prema uvjetima zaštite to jest temperaturnom režimu razlikuju se pojedina prijevozna sredstva i brodska skladišta. Neka su opskrbljena sustavima za provjetravanje, neka skladišta su pak termički izolirana, a neka se čuvaju od niskih vanjskih temperatura. Općenito, u prijevoznim sredstvima, koriste se sljedeći načini hlađenja:

- Pomoću rashladnog stroja,
- Ledom,
- Suhim ledom
- Ohlađenim zrakom uz uvjet da je izolacija kvalitetna.

3.1 PRIJEVOZ LAKOPOKVARLJIVIH TERETA MOREM

Kad se spomene prijevoz lakopokvarljivih tereta morem, misli se na:

- Rashladne brodove hladnjače – „Frigo“ brodovi,
- Polukontejnerske brodove i
- Obične kontejnerske brodove koji prevoze rashladne kontejnere.



Slika 3. Prikaz broda hladnjače

(<https://www.worldcargonews.com/in-depth/in-depth/zespris-dual-strategy-for-reefers>)

Brodovi hladnjače opremljeni su posebnim rashladnim uređajima koji služe hlađenju i zamrzavanju tereta budući da se prijevoz lakopokvarljivih prehrambenih proizvoda mora osigurati u ispravnom i nepromijenjenom stanju, od mjesta ukrcaja do mjesta iskrcaja. U brodskim rashladnim skladištima potrebna temperatura održava se pomoću električnih agregata koristeći specijalne sustave hlađenja pomoću suhog leda, zraka, amonijaka i sl. Ovisno o korištenom sustavu hlađenja, postoje dva osnovna tipa brodova hladnjača:

- Brodovi opremljeni sustavom rashladnih cijevi, većinom specijalizirani za prijevoz smrznutog mesa,
- Brodovi opremljeni sustavom za cirkulaciju hladnog zraka, najviše korišteni za prijevoz voća.

Također, postoje specijalne vrste brodova među kojima su najzastupljeniji brodovi za prijevoz banana.

3.1.1 Brodovi hladnjače

Takvi tipovi brodova opremljeni su dvostrukim rashladnim uređajima, glavni je razlog zaštita u slučaju kvara, te su oni obično su manjeg kapaciteta. Kada se hlađeni i zamrznuti tereti prevoze brodovima-hladnjačama u pravilu se tovar na palete zbog jednostavnosti prekrcanja i skladištenja. Brod hladnjača je zapravo poseban oblik teretnog broda. Kao što naziv sugerira, takvi se brodovi koriste za prijevoz robe koja mora ostati u hladnjaku tijekom cijelog transporta ili gdje se ne smije prekidati hladni lanac. Takav teret obično je meso ili riba, ali i voće poput ananasa ili banana također.

Brodovi hladnjače s *bočnim vratima* imaju vodonepropusne otvore na trupu broda, koji se otvaraju u teretni prostor. Opremljeni su dizalima ili rampama koje služe za utovar i istovar. Unutar pristupnih otvora ili bočnih vrata, teret se doprema do

odgovarajućih paluba pomoću dizala za palete. Ovaj poseban dizajn čini takva plovila posebno prikladnima za operacije u lošim vremenskim uvjetima budući da su vrhovi skladišta za teret uvijek zatvoreni neovisno o vremenskim uvjetima. Kod konvencionalnih brodova koriste se tradicionalne operacije s gornjim otvorima i dizalicama. Na takvim brodovima, kada su vremenski uvjeti nepogodni, grotla moraju biti zatvorena kako bi se spriječio prodor vode u skladišta. Obje navedene vrste brodova pogodne su za rukovanje paletiziranim i rasutim teretom.

Ukratko, brodovi s rashlađenim teretnim skladištima uglavnom su se koristili za prijevoz banana i smrznutog mesa, no većina tih brodova djelomično je zamijenjena rashladnim kontejnerima koji imaju rashladni sustav pričvršćen na stražnji kraj kontejnera. Dok su na brodu, ti su spremnici uključeni u električnu utičnicu (obično 440 VAC) koja je povezana s brodskom električnom mrežom. Kontejnerski *brodovi hladnjače* nisu ograničeni brojem rashladnih kontejnera koje mogu nositi, za razliku od drugih kontejnerskih brodova koji mogu biti ograničeni u broju rashladnih mjesta ili imaju nedovoljan kapacitet generatora.

Postoje i rashladni sustavi koji imaju dva kompresora za vrlo precizne radnje pri niskim temperaturama, poput prijevoza posude s krvlju u ratnu zonu. Tovari škampa, šparoga, kavijara i krvi smatraju se među najskupljim rashlađenim artiklima. Banane, voće i meso kroz povijest su bili glavni teret brodova hladnjača.

Statistike pokazuju da je između 1880. i 1960. meso bilo najvažniji rashlađeni teret na međunarodnoj razini, a tehnike konzerviranja i hlađenja s godinama postale su sve učinkovitije. Prvi brodovi s posebno dizajniranom konstrukcijom za ovu namjenu datiraju iz 1870-ih te se u početku meso transportiralo izravno u ledu, a kasnije se počeo koristiti hladan zrak. Sve su tadašnje metode funkcionirale na kraćim udaljenostima, ali nisu bile prikladne za prekomorski transport. Godine 1874. francuski brod hladnjača naziva "Frigorifique", prvi je upotrijebio metodu punjenja cijevi salamutom. Inženjer Charles Tellier integrirao je tri rashladna stroja s kompresorom metil etera i osigurao da se govedina prvi put transportira iz Argentine u Europu (točnije u Rouen u Francuskoj) krajem desetljeća. Istodobno su bili uspješni i apsorpcijski rashladni sustavi na

parobrodu “Paragvaj”, u ovom slučaju na liniji između Buenos Airesa i Le Havrea, a 1879. britanski brod “Strathleven” isplovio je iz Sydneya za London.

Metode na temelju kojih radi moderna hladnjača razvijale su se kroz povijest, te su danas usavršene i učinkovitije. Brod hladnjača se izvana teško može prepoznati i izgleda gotovo kao klasični teretni brod. Pokazatelji su bijela boja i nešto tanji dizajn. Skladišta unutar broda hladnjače sastoje se od paluba visine 2,20 metara, koje se nazivaju zona hlađenja. Treba napomenuti da takav tip broda ne mora nužno prevoziti smrznutu robu ispod 0°C, već može prevoziti bilo koji teret, primjerice može prevoziti voće i povrće do odredišta na niskim temperaturama. Prije svega takav način prijevoza omogućen je adekvatnom izolacijom komora od visokih vanjskih temperatura i kompresijskim rashladnim sustavima. U unutrašnjosti se nalaze brojna mjerna mjesta, zahvaljujući kojima se konstantno prate temperature. Osim toga, brod hladnjača je zbog svoje namjene često jače motoriziran i postiže veće brzine. Od 1970-ih koriste se i rashladni kontejneri kod kojih je tehnologija hlađenja unutar kontejnera potpuno automatizirana. U međuvremenu su postojali i “porthole kontejneri” koji su morali biti spojeni na rashladni sustav broda, ali ta tehnologija više nije suvremena.

Razvojem kontejnerizacije, prijevoz lakopokvarljivih hlađenih tereta sve se više odvija u rashladnim kontejnerima koji se prevoze u *polukontejnerskim i kontejnerskim brodovima*.

Polukontejnerski brodovi imaju rashladne uređaje i prostore za prijevoz rashladnih kontejnera, s mogućnosti prijevoza na palubi i u brodskim skladištima ispod palube.

Prednosti prijevoza prehrambenih proizvoda u kontejnerima su višestruke. Živežne se namirnice štite od vanjskih utjecaja, a sama upotreba kontejnera omogućuje primjenu elastičnog temperaturnog režima što je osobito prikladno s obzirom na raznovrsnost lakopokvarljivih proizvoda odnosno njihovih prirodnih svojstava i sastava.

3.1.2 Kontejnerski brodovi

Kontejnerski brodovi prve generacije prema zapisima bili su modificirani tankeri i brodovi za prijevoz rasutog tereta, sa mogućnošću slaganja kontejnera na palubi. U

unutrašnjosti broda prevozio se generalni teret a gaz brodova prve generacije bio je manji od deset metara. Tadašnja lučka postrojenja nisu adekvatno bila opremljena za pretovar te su stoga brodove opremali dizalicama. Brod „Ideal X“ , a „Gateway City“⁷ bio je prvi brod, u potpunosti konvertiran za prijevoz kontejnera sa kapacitetom od 226 TEU. Jedinica mjere TEU (eng. Twenty foot equivalent unit) odnosno dvadeset stopna ekvivalentna jedinica, predstavlja jedinicu kapaciteta tereta, kapaciteta kontejnerskih terminala i samih brodova. Nadalje, razvoj tržišta stvorio je potrebu za povećanjem veličine i brzine brodova, pa tako 1970. godine stvorena je druga generacija kontejnerskih brodova – FCC (eng. Fully Cellular Containership) a kontejner je već bio prihvaćen kao način transporta. Smještaj u pod palubnom i palubnom dijelu, omogućen je novim načinom gradnje odnosno *čelijama* koje su omogućile slaganje kontejnera u redove i stupce uzduž broda. Terminali su pratili tržište stoga je paralelno razvojem specijalizirana infrastruktura za rukovanje kontejnerima, što je rezultiralo relativnim uklanjanjem brodskih dizalica sa većine brodova i povećanim kapacitetom brodova. Prosječna duljina kontejnerskih brodova druge generacije bila je oko 215m te kapacitet 1000-2500 TEU. Zaključno, vezano za povijest kontejnerskih brodova, 1972. predstavljen je prvi brod za prijevoz kontejnera Post-Panamax klase SL-7 kapaciteta oko 2000 kontejnera a dvadeset godina kasnije 1996. godine proizvedena je Maersk Regina klase "K" kapaciteta 6000 kontejnera. “Emma Maersk” 2006. Godine označava šestu generaciju kontejnerskih brodova sa kapacitetom od 14770 TEU. U godinama koje su dolazile, pojavili su se takozvani Post New Panamax ili Ultra Large Container Vessel (ULCV) koji su svojim dimenzijama nadilazili dimenzije novog Panamskog kanala. Dimenzijama su bili nekoliko metra širi i duži od prethodne generacije brodova međutim kapacitet je bio veći za 2500 TEU-a. Titulu najvećeg kontejnerskog broda trenutno nosi HMM Algeciras kapaciteta 24.000 TEU, 399.9m dužine i 61m širine.

Vezano za rashladu, kod kontejnerskih brodova bitno je napomenuti kako su dimenzionirani za prijevoz točno definiranog broja rashladnih kontejnera što diktira broj električnih priključaka ispod palube i na palubi. Hlađeni teret ključni je dio prihoda određenih brodarskih tvrtki. Kontejneri se uglavnom prevoze iznad palube jer ih je

⁷ Vranić,D.,Ivče,R.:Tereti u pomorskom prometu,VPŠ,Rijeka,2000.

potrebno provjeravati rade li ispravno. Također, jedan od glavnih dijelova može otkazati, koji se tada treba zamijeniti ili isključiti. Moderni brodovi za rashladne kontejnere dizajnirani su tako da uključuju sustav vodenog hlađenja za kontejnere smještene ispod palube, što ne zamjenjuje rashladni sustav nego olakšava odvođenje topline sa uređaja rashladne jedinice. Kontejneri smješteni na izloženoj gornjoj palubi hlađeni su zrakom. Dizajn vodenog hlađenja omogućuje dodatne rashladne spremnike ispod palube, budući da se voda može koristiti za raspršivanje velike količine topline koju stvaraju. Takav sustav crpi svježju vodu iz broskog sustava slatke rashladne vode, te zauzvrat prenosi toplinu kroz izmjenjivače topline na morsku vodu koja je ujedno i glavni medij rashlade na brodu.



Slika 4. HMM 24000TEU Class

(<https://indoshippinggazette.com/2022/a-total-cumulative-transported-volume-of-the-hmms-20-mega-containerships-recorded-3-million-teu/>)

3.2. RASHLADNI KONTEJNERI

Svrha rashladne jedinice ugrađene na rashladni kontejner smanjiti je temperaturu unutar samog kontejnera te na taj način omogućiti prijevoz hlađenog ili smrznutog tereta. Temperatura okoline primjerice u ekvatorijalnim geografskim širinama najčešće

je veća od temperature unutar kontejnera, pa prijenos topline nije prirodan – „Toplo – hladno“ . Međutim upravo se utroškom električne energije principom lijevokretnog Carnotova procesa toplina odvodi iz unutrašnjosti kontejnera sprječavajući izjednačavanje sa temperaturom okoline što potencijalno rezultira kvarenjem tereta. Rashladni se kontejner razlikuje od konvencionalnog kontejnera zbog ugrađene rashladne jedinice. U jedinici se nalazi kompletna rashladna tehnika i elektronika koja je zadužena za stvaranje protoka hladnog zraka i opskrbe unutrašnjosti istim. Rashladni medij koji cirkulira unutar rashladnih sustava su najčešće R134a i R404a, te mješavine kao što su R413A, R407F i slični mediji. Temperatura isparavanja i kondenzacije su temperature pri kojima se mijenjaju agregatna stanja medija.

3.2.1 Proces hlađenja

Glavne komponente rashladne jedinice su kompresor, kondenzator, termoekspanzijski i/ili elektroeksplanzijski ventil, isparivač te ventilatori, pa tako kompresor ima funkciju da mehanički rad pretvori u energiju fluida, kondenzator služi za izmjenjivanje topline. Termoekspanzijski ili regulacijski ventil regulira količinu radnog fluida u isparivač a isprivač, kao posljednji element potreban za toplinski proces te ventilatori koji omogućuju prisilnu cirkulaciju zraka.

Važna se uloga pridodaje ventilatorima stoga što omogućuju rashladnom mediju u fazi mokre pare da preuzme toplinu zraka unutar samog kontejnera. Radni medij tada mijenja agregatno stanje pri konstantnoj temperaturi te se počinje pretvarati u paru. Ovisno o tlaku, postoje tablični podaci i dijagrami odnosa temperature i tlaka zasićenja. Stanje koje se postiže kada para potpuno ispari, naziva se *suhozasićena para*. Ukoliko se toplina takvoj pari dovodi te se para pregrijava naziva se *pregrijana para*. Kada se para u kondenzatoru hladi dolazi do pada temperature i same kondenzacije tekućina prelazi u stanje *vrele tekućine*. Nastavak odvođenja topline kondenzacije, bilo u evaporatoru ili kondenzatoru dovodi do *pothlađivanja kondenzata*. Bitna komponenta koja utječe na kvalitetu hlađenja i uštedu energije je pothlađivač kondenzata (eng.

Economizer). Moderniji rashladni kontejneri su opremljeni pothlađivačem kako bi se povećao rashladni učinak.



Slika 5. Prikaz rashladnih kontejnera na kontejnerskom brodu

(<https://mccontainers.com/blog/reefer-containers/>)

Elastičnost temperaturnog režima rashladnih kontejnera dozvoljava prijevoz zamrznutih proizvoda na temperaturi od -60°C do prijevoza elektroničke opreme na temperaturi od $+25^{\circ}\text{C}$. Lakopokvarljivi i hlađeni tereti se u pravilu prevoze u ambalažama raznih dimenzija i veličina, mase između 10 kg i 40 kg. Teret u kontejnerima u pravilu nije paletiziran zbog boljeg iskorištavanja prostora, pa se tako kutije slažu zbijeno u kontejnere. *Prekrcaj* kontejnera odvija se na kontejnerskim terminalima, a terminali imaju odvojene skladišne prostore za rashladne kontejnere jer takvi kontejneri zahtijevaju spajanje na električnu mrežu u što kraćem vremenskom roku tijekom prekrcaja. Terminali moraju imati dovoljan broj električnih priključaka. Nadzor kontejnera u realnom vremenu sadržava zapis o stanju temperature dobave, ambijentalne temperature, napona i drugih parametar. Može se ukoliko oprema dozvoljava vršiti daljinskim putem, ili lokalnim, gdje osoblje svakih 8 sati minimalno obnaša provjeru kontejnera te vode zapisnik. Kada brod dopremi kontejner u luku

odredišta, tereta se u većini slučajeva prekrca u kamione ili vagone hladnjače - rjeđe se skladišti u lučka skladišta.

3.3. KOPNENI PRIJEVOZ

U kopnenom prijevozu lakopokvarljivi hladeni tereti se uobičajeno prevoze vlakovima u rashladnim vagonima te kamionima sa ugrađenom rashladnom jedinicom. Prehrambeni se proizvodi koji dolaze u luku brodom otpremaju uobičajeno prema potrošačima kamionima-hladnjačama kada se radi o manjim pošiljkama. U pravilu, putem željeznice prevoze se veće količine proizvoda na duže relacije. Veoma bitna stavka je međusobna kompatibilnost tereta tijekom prijevoza i skladištenja lakopokvarljivih tereta. Raznovrsni lakopokvarljivi i hladeni tereti dijele se prema načinu i mogućnosti slaganja. Prema robnom susjedstvu hladeni tereti se dijele na⁸:

- Kompatibilne terete koji se mogu slagati jedan pored drugog, a mogućnost kvalitetnog slaganja ovisi dimenzijama, masi i volumenu pakiranja,
- Polukompatibilne terete, kod kojih postoji rizik blizine, prilikom slaganja moraju se odijeliti priručnim sredstvima zbog međusobnog reagiranja sastojaka proizvoda, te
- Inkompatibilne terete, kojima nije dopušteno slaganje u zajedničkom teretnom prostoru.

⁸ Šantić, M. (2021). Sustav za automatski monitoring rashladnih kontejnerskih jedinica REFCON 6 (Diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet.



Slika 6. Prikaz rashladnih vagona

(<https://www.thermoking.com/na/en/rail/cargo.html>)

Radi jednostavnosti manipulacije odvijanja prijevoznog procesa od proizvođača do potrošača, većina lakopokvarljivih hlađenih tereta se paletizira, a manipulacija se odvija viličarima. Kada teret nije paletiziran, potrebno je više vremena za ostvariti jednake prekrajne količine usporedno sa paletiziranom robom, gdje se prekrcaj obavlja brže.

3.4. POSEBNOSTI SKLADIŠTENJA LAKOPOKVARLJIVIH TERETA

Lučke hladnjače služe za skladištenje lakopokvarljivih tereta u lukama. Svi pogoni korišteni za skladištenje živežnih namirnica primjenom hladnoće nazivaju se hladnjačama. Hladnjače se mogu podijeliti na više vrsta, ali svaka treba imati sljedeće tehničke uvijete poput:

- Posebnih prostorija za hlađenje i zamrzavanje,
- Automatske regulacije relativne vlažnosti zraka u rashladnim prostorijama,
- Automatskog reguliranja ventilacije i cirkulacije zraka, čime se postiže obnavljanje zraka u rashladnoj prostoriji, te
- Hlađenja ili zamrzavanja pomoću prethodno rashlađenog zraka.

Skladišne hladnjače prizemne su konstrukcije te uzrokuju manje investicije prilikom izgradnje, međutim pogonski troškovi eksploatacije u odnosu na višekatne hladnjače su manji.



Slika 7. Hladne komore - hladnjače

(<https://www.hechtgroup.com/tips-for-staying-warm-in-a-cold-warehouse/>)

Kako bi se postigla minimalna udaljenost između brodova i lučkih hladnjača grade se na samoj operativnoj obali te omogućavaju da se klimatski uvjeti tereta ne naruše. Kod većine lučkih hladnjača željeznički se kolosijeci uvode u manipulativne prostore kako bi se manipulacija teretom, poput utovara i istovara izvodila u zatvorenom prostoru i na taj način smanjila mogućnost kvarenja namirnica kao i narušavanja klimatskih uvjeta tereta.

Utovar ili istovar kamiona sa rashladnom jedinicom izvodi se na sličan način. Obično na ulazu hladnjače postoje vrata na koja se prislanja zadnji dio prikolice kamiona tegljača te se tako omogućava zatvoreni proces manipulacije teretom i očuvanje temperature kao i smanjivanje gubitaka toplinske energije.

Prednosti prizemnih skladišta hladnjača su spomenuta u nastavku:

- Velike su površine i kapaciteta,

- Pružaju mogućnost etapne gradnje i proširenja kapaciteta po potrebi,
- Omogućavaju jednostavnost unutrašnjeg transporta te se
- Teret može slagati na visinu.

Brojne prednosti prizemnih skladišta nose sa sobom i određene nedostatke koji se očituju u potrebi za velikim površinama na kojima se grade same hladnjače te u velikim troškovima izolacije. Dobra termička izolacija postiže se na način da su stijenke i sami zidovi hladnjača što deblji i da su konstruirani sa što manje otvora. Komore moraju biti opskrbljene uređajem za ventilaciju s prirodnim ili umjetnim strujanjem zraka. Paletni sanduci diktiraju organizaciju posla u hladnjačama pa se tako redovi paleta moraju se postavljati u pravcu strujanja zraka, te se mora ostaviti dovoljno slobodnog prostora pri postavljanju paleta u skladište kako bi se namirnice kasnije mogle nadzirati i kontrolirati. Ukoliko se palete postavljaju nepravilno, tada se u pojedinim dijelovima komore uzrokuje toplija mikroklima, zadržava se etilen i ugljikov dioksid koju utječu na kvarenje robe i namirnica.

Zaključno, *Kontrolirana atmosfera* bilo u hladnjačama ili u rashladnim kontejnerima ovisi o udjelu različitih plinova, te je primjerice prilikom skladištenja i osobito transporta robe u kontroliranim atmosferskim uvjetima bitno hermetički zatvoriti komoru ili kontejner. Važnost i sam uspjeh kontrolirane atmosfere očituje se na način da primjerice povrće ili voće može duže stajati u prirodi, pritom povećavajući masu ploda, smanjujući gubitak, povećavajući plantažnu proizvodnju. Teret koji je najčešće skladišten i transportiran pod uvjetima kontrolirane atmosfere su banane, grožđe, kiwi i naranče, te određeno povrće.

Tehnologija skladištenja i prijevoza u kontroliranoj atmosferi s povijesnog stajališta razvijena je za brodove koji prevoze hlađeni teret, a nakon toga počela je primjena na same rashladne kontejnere. Broj prevezenih kontejnera pod uvjetima kontrolirane atmosfere predstavlja danas oko 5% u odnosu na cjelokupan broj prevezenih hlađenih kontejnera.

4. TEHNOLOGIJE PRIJEVOZA LAKOPOKVARLJIVOG TERETA

Rast trgovine prehrambenih proizvoda i globalizacija tržišta pred proizvođače je postavila sve kompleksnije zahtjeve. Zadovoljavanje sve zahtjevnijih potrošača cilj je svakog proizvođača, drugim riječima u što kraćem roku isporučiti prehrambene proizvode, imajući na umu da je osvrt kupca veoma bitan na tržištu. Kao što je već ranije analizirano, velik je udio prehrambenih proizvoda temperaturno osjetljiv, odnosno zahtjeva točno unaprijed definiran temperaturni režim. Lakopokvarljivom teretu potrebno je posvetiti posebnu pažnju, u cilju očuvanja zdravstvene ispravnosti i kvalitete.

Upravljanje proizvodnim procesima za većinu tvrtki koje proizvode hranu je učinkovito pretežno zbog korištenja automatiziranih tehnologija proizvodnje i nadzora te naravno zbog iskusnih i osposobljenih zaposlenika. Bitno je napomenuti kako procesi distribucije koji uključuju skladištenje i transport proizvoda – koji su nevezani za proizvodnju hrane su kritična karika u generalno prehrambenom lancu. Jedan od razloga je dinamičnost procesa transporta, proizvod je potrebno dostaviti s jedne lokacije na drugu u što kraćem vremenu, što podiže razinu zahtjevnosti.

4.1. TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA TERETA

Tehnologija cestovnog teretnog prometa, poput tehnologija željezničkog i pomorskog teretnog prometa, nacionalnog i međunarodnog prometa, kao znanost i aktivnost, podrazumijeva primjeren kvantum interdisciplinarnih (tj. interaktivno povezanim brojnim znanstvenim disciplinama. Spoznaje, metode, načela i aksiomi sintetiziraju se unutar multidisciplinarnih prometnotehnoloških, prometnotehničkih, prometnoorganizacijskih, prometnoekonomskih, prometnopravnih znanja, vještina i same sposobnosti tehnologa prometa i prometnih menadžera.

Procesi proizvodnje same prometne usluge u cestovnom teretnom prometu su brojni i složeni, te zavise o vrsti predmeta prijevoza, načinu prijevoza i prijevoznih sredstava, duljine transporta, te o tipu transporta poput konvencionalnog, kombiniranog ili multimodalnog.

Univerzalni model tehnologije cestovnog teretnog prometa sastoji se od specifičnih pod tehnologija:

- Tehnologija pripreme prijevoza
- Tehnologija provedbe prijevoza
- Tehnologija završetka prijevoza

4.1.1 Priprema prijevoza

U nastavku su obuhvaćene četiri skupine aktivnosti pripreme postupaka za prijevoza robe u cestovnom prometu:

- 1) Priprema sredstava za rad - temeljita, stručna i kvalitetna analiza tehničkih obilježja samih vozila, cestovne infrastrukture te ocjenjivanje stupnja sposobnosti eksploatacije.
- 2) Priprema procesa prijevoza – Priprema se temelji na planu prijevoza, pripremi tereta i vozilima za prijevoz. Nadalje, priprema mehanizacije za utovar, pripremu posade vozila te pripadajućih obaveznih isprava.
- 3) Organizacija prijevoza, koja obuhvaća - odabir prijevoznih puteva i prijevoznih sredstva, određivanje vremena prijevoza, korištene prijevozne tehnologije, doziv robe, te također pripremu prijevoznih isprava.
- 4) Priprema provedbe prijevoza - zaključivanje ugovora o pakiranju i signiranju, poslove u carinskom postupku, vaganje i transportno

osiguranje tereta kao i uzorkovanje robe te ugovorna kontrola čine posljednju skupinu aktivnosti pripreme.⁹

4.1.2 Provedba prijevoza po fazama

Radnje provedbe i svi postupci cestovnog teretnog prijevoza sustavno se svrstavaju u tri relevantne faze, pa tako postoje¹⁰:

1. **Prva faza provedbe prijevoza** podrazumijeva pravilno postavljanje vozila za utovar te slaganje i zaštitu tereta. Kontrola utovara tereta, kontrola sposobnosti vozila i ljudi za obavljanje dodijeljenog posla, ispostavljanje prijevoznih i drugih isprava čine većinu aktivnosti prve faze provedbe.
2. **Druga faza provedbe prijevoza** prati prijevoz tereta od utovara do istovarnog mjesta te se u drugoj fazi obavljaju stručni i odgovorni poslovi vezani uz vozilo i teret tijekom prijevoza.
3. **Treća faza provedbe prijevoza** kao završna faza provedbe tehnologije prijevoza generalno se sastoji od brojnih špediterskih i ostalih poslovi vezanih za vozilo i teret, kada vozilo dopiše na lokaciju istovara.

4.1.3 Završetak prijevoza robe

Procesi cestovnog teretnog prometa kontinuirano se nastavljaju i nakon provedbe tehnologije prijevoza po fazama. U principu, završetak prijevoznog procesa je početak pripreme novog ciklusa prijevoza, sadržavajući pripremne i završne postupke prijevoza.

⁹ Vranić, D., Ivče, R.: Tereti u pomorskom prometu, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.

¹⁰ Dundović, Č., Kesić, B. Tehnologija i organizacija luka. Pomorski fakultet u Rijeci, 2001.

Potpuno čišćenje i prozračivanje sanduka tereta nakon iskrcaja kao i poštivanje točno zakazanog vremena iskrcaja je obavezno. Putni nalog teretnog lista mora sadržavati točno vrijeme ukrcaja, te u trenutku ukrcaja primjerice lakopokvarljivih tereta mora se provjeriti dogovorena temperatura i postavke rashladnog kontejnera. Tijekom ukrcaja važno je provjeriti i toplinu tereta, adekvatnost pakiranja te generalno stanje. Svi nedostaci moraju se upisati na teretni list te u što kraćem roku obavijestiti sve uključene – bilo prodavača ili naručitelja, kako bi se transportna firma osigurala.

Nadalje, *prije početka transporta* obavezna je provjera količine robe i količina ukrcanih komada, kao i provjera jeli se prilikom slaganja tereta utjecalo na ograničavanje strujanja zraka. *Tijekom transporta* treba voditi računa o zapisivaču topline, te u slučaju većeg zastoja vozač mora odmah obavijestiti disponenta kako bi se odlučilo hoće li se slati drugo vozilo ili će se nastaviti uz kašnjenje. Generalno tijekom odmora, vozilo ne bi trebalo ostavljati bez nadzora.

Pri dolasku na odredište, vrijeme dolaska se treba zabilježiti na putnom nalogu i teretnom listu, te u što kraćem vremenu javiti naručitelju i osigurati što brži iskrcaj. Potvrda primitka robe u ispravnom stanju potvrđuje se potpisom naručitelja, a u koliko je tijekom transporta došlo do većih odstupanja u toplini ili ako je roba pokvarena, primatelj mora obavijestiti disponenta o tome. Potpisom teretnog lista, izvršitelj prijevoza u potpunosti preuzima odgovornost primljene robe. Kako bi se kvalitetno mogao obaviti taj zadatak, pošiljatelj i izvršitelj moraju ispoštovati unaprijed dogovorene uvijete. Svi uvjeti upisani su u teretni list.

1. PRIMATELJU		
POŠILJATELJ <small>(ime i prezime ili naziv)</small> _____ _____ ADRESA _____ _____ MB/MBG/OIB _____	PRIJEVOZNIK <small>(ime i prezime ili naziv)</small> _____ _____ ADRESA _____ _____ MB/MBG/OIB _____	
TERETNI LIST br. _____		
1. Datum i mjesto izdavanja _____ 2. Datum i mjesto utovara tereta _____ 3. Reglatski broj vozila _____		
4. PRIMATELJ <small>(ime i prezime ili naziv)</small> _____ _____ ADRESA _____ _____ MB/MBG/OIB 5. MJESTO ISTOVARA I DOSTAVNI ROK _____ 6. KOLIČINA, VRSTA I MASA TERETA _____ _____ _____ _____		
7. POPIS ISPRAVA UZ TERETNI LIST _____ 8. PRIJEVOZNI I DRUGI TROŠKOVI _____		
POŠILJATELJ <small>(potpis / pečat)</small> _____	PRIJEVOZNIK <small>potpis i pečat izdatičnog osobe za ime i prezime vozila / MBG ili OIB</small> _____	PRIMATELJ <small>potpis i pečat na ime i prezime osobe koja je preuzela robu / MBG ili OIB i datum</small> _____

Slika 8. Teretni list

(https://www.liberdomini.hr/hr/vi_56_teretni_list/1995/68)

4.2. SUSTAVI UPRAVLJANJA I TRANSPORT

Svi poslovi vezani uz prehranu kao i svaka aktivnost vezana uz proizvodnju, preradu i distribuciju hrane definirana je Zakonom o hrani. Procesi transporta i skladištenja prepoznati su kao ključne faze u osiguravanju zdravstvene ispravnosti proizvoda Sve tvrtke koje posluju s hranom od siječnja 2009. godine dužne su primjenjivati HACCP (eng. Hazard analysis and critical control points) odnosno sustav upravljanja sigurnošću hrane.

Bez učinkovitog sustava upravljanja kvalitetom transporta i skladištenja proizvođači ne mogu garantirati da će do naručitelja sigurno stići kvalitetan proizvod, pa se u ove procese osim HACCP sustava uvode i međunarodno priznati sustavi upravljanja, poput ISO 9001, ISO 22000, IFS i drugih. Tvrtke uspostavljaju i unapređuju sustave upravljanja i poslovanje koje je vezano uz transport i skladištenje, bilo da je riječ o logističkoj tvrtki koja posluje samostalno ili o sustavima u vlasništvu naručitelja.

Brzi i intenzivni sustavi distribucije hrane su moderni te obuhvaćaju veliki broj zemalja, što potencijalno utječe na umnožavanje opasnosti prenosivih hranom. Kvaliteta i zdravstvena ispravnost hrane tijekom cijelog distribucijskog lanca treba se osigurati pravilnim skladištenjem i transportom.



Slika 9. Simboličan prikaz cestovnog transporta

(<https://www.shutterstock.com/video/search/delivery-truck-traffic-jam>)

Kao kritičan i ujedno najzastupljeniji proces u Republici Hrvatskoj je cestovni prijevoz temperaturno osjetljivih proizvoda na točno definiranom temperaturnom režimu. Pa tako se najčešće prevozi mlijeko i mliječni proizvodi, meso i mesne prerađevine, voće i povrće, proizvodi od tijesta, sladoled, riba te plodovi mora, voće i povrće, i sl. Premda konditorski proizvodi ne spadaju u lakopokvarljive prehrambene proizvode, kod prijevoza ove vrste proizvoda mora se održavati određeni temperaturni režim zadržavajući kvalitetu i svojstva

4.3. VRIJEME PRIJEVOZA I ODRŽAVANJE TEMPERATURE

Kvaliteta proizvoda opada s vremenom, iako je gubitak puno brži ukoliko je proizvod izložen neprikladnoj temperaturi određeno vrijeme. Bakterije koje uzrokuju trovanje hranom razmnožavaju se najprikladnije na temperaturi od 37°C. Mikroorganizmi uzročnici trovanja hranom na temperaturi nižoj od 5°C ne mogu se razmnožavati što znači da bi temperatura trebala biti ispod 5°C u svim dijelovima hladnog lanca, nikako ne prelazeći vrijednost od 8°C.

Neke vrste voća i povrća mogu se skladištiti i transportirati na nešto višim temperaturama. Temperatura hladnog lanca sprječava razmnožavanje ali ne uništava mikroorganizme, tj. porast broja prisutnih mikroorganizama u hrani. Dva su čimbenika ključna za održanje kvalitete proizvoda, a to su temperatura i vrijeme. Razdoblja bez kontrolirane temperature dopuštena su uz ograničenja, radi praktičnosti rukovanja tijekom pripreme, skladištenja te prijevoza hrane, pod uvjetom da ne predstavlja rizik za zdravlje.

U svijetu je zabilježen porast prometa hrane u hladnom lancu. Potrošačima se putem medija objavljuju informacije vezane za prepoznavanje proizvoda koji su opasni za zdravlje, a 80% temperaturnih odstupanja je ujedno posljedica ljudske pogreške. Istraživanje Američkog instituta za zamrznutu hranu, pokazalo je da 94% potrošača kupuje zamrznutu hranu povremeno, a 30% stalno.¹¹

Nepravilno zatvaranje vrata transportnog vozila ili skladišnog prostora, produženo vrijeme utovara te istovara kao i nepravilno postavljeni parametri hlađenja sustava neki su od razloga narušavanja kvalitete i zdravstvene ispravnosti proizvoda te prekida hladnog lanca.

4.4. UVJETI PRIJEVOZA LAKOPOKVARLJIVIH PROIZVODA

Tijekom transporta i skladištenja hrane, za održavanje hladnog lanca potrebni su prikladni transportni i skladišni uvjeti vezani za opremljenost prostora te vozila, koji su u skladu sa zahtjevima dobre skladišne prakse. Skladišta i skladišni prostori prikladno se moraju održavati te biti dostatni za skladištenje raznih vrsta proizvoda u urednim uvjetima. Osiguranje zaštite od nakupljanja prašine te padanja čestica na zapakirane proizvode, kao i sprječavanje nastanka razvoja plijesni na stijenama skladišta i zidovima i površinama obilježja su provođenja dobre higijenske prakse.

¹¹ Adobor, H. (2019). Supply chain resilience: A multi-level framework. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 22(6)

Temperatura se redovito mora pratiti na onim mjestima gdje su zamjetne ekstremne vrijednosti. Potrebno je propisati radnje poduzimanja u slučaju prisutnosti neodgovarajuće temperature u cilju zaštite i kvalitete prehrambenih proizvoda.

Kvaliteta i zdravstvena ispravnost sustava za razvrstavanje proizvoda po stalcima, policama i paletama ne smiju biti narušene. Drvene palete i spremnici još se uvijek upotrebljavaju iako je preporuka ukloniti drvo iz upotrebe u prehrambenoj industriji. Zahtjeva se dodatan nadzor u cilju sprječavanja mikrobiološke kontaminacije proizvoda nečistim spremnicima ili drvenim paletama.

Kao što je već spomenuto, hladni je lanac put temperaturno osjetljivih proizvoda od proizvođača do potrošača te prekid jedne karike prekida cijeli lanac, a šteta nastala tim prekidom je nepovratna. Sudionici hladnog lanca moraju surađivati međusobno te imati uvid u praksu prethodnih i budućih sudionika. Moraju obavljati dokumentiranje postupaka skladištenja i distribucije, pratiti propise mikroklimatskih uvjeta te ispunjavati zahtjeve vezane za uređenje skladišnih prostora poput opremljenosti transportnih vozila, nadzor i bilježenje temperature te praćenje higijene prostora i samih zaposlenika.

Uređaj za stalno praćenje i bilježenje temperature povezan alarmom koji upozorava na kvar je jedan od ključnih stavki koje hladni prostori trebaju posjedovati. Ventilacijski otvori moraju biti opremljeni filterima za prašinu te biti smješteni tako da se izbjegava ulaz ispušnih plinova iz vozila.

Zaključno, današnji moderni sustavi kontrole mikroklimatskih uvjeta koriste zapisivače podataka (eng. Data logger) koji omogućavaju softversko povezivanje s centralnim računalom te su zaduženi za automatsko bilježenje temperature u zadanim intervalima pružajući mogućnost ispisa.

Kompromitirana zdravstvena ispravnost, gubitak svježeg izgleda te skraćeni rok valjanosti hrane narušena kvaliteta posljedica su prekida hladnog lanca.

5. ZAKLJUČAK

Pravilno rukovanje, transport i skladištenje lakopokvarljivih tereta uključuje osiguranje i nadzor pravilnog temperaturnog režima koji osigurava zdravstvenu ispravnost proizvoda. Pravilnim skladištenjem i transportom osigurava se kvaliteta i zdravstvena ispravnost hrane tijekom cijelog distribucijskog lanca – od proizvođača, transporta i skladištenja do isporuke hrane potrošačima poput trgovačkih lanaca, hotela i krajnjih potrošača. Postepenim razvojem, rashladna tehnika omogućila je snižavanje temperature robe i prostora intermodalnog rashladnog kontejnera ispod temperature okoline i održavanje te temperature za vrijeme cjelokupnog trajanja prijevoza kako namirnice ne bi propale na većoj temperaturi.

Prijevoz robe uključuje niz nepredvidivih faktora koji potencijalno mogu utjecati na promjene temperature, međutim, osiguravanje kvalitete i sigurnosti proizvoda kroz cijeli distributivni lanac, cilj je *hladnog lanca*. Neke radnje vezane za posebnost prijevoza su provjera transportnih vozila ili kontejnera u unaprijed dogovorenim vremenskim intervalima koja uključuje kontroliranje čistoće unutrašnjosti, provjeru adekvatne zaštite robe od vremenskih uvjeta i slično. Tijekom transporta komunikacijski sustavi omogućuju praćenje lokacije tereta i praćenja temperature kao i ostalih parametara, što ovlaštenim sudionicima lanca opskrbe omogućuje praćenje

napretka robe na putu sve do mjesta istovara. Upravljanje prikupljenim informacijama vezanima uz trenutnu lokaciju robe odnosno tereta definira se kao praćenje. Logističko osoblje može efikasnije koristiti podatke dobivene putem informacijske mreže tijekom planiranja, opskrbe i transporta od strane logističkog osoblja.

Zaključno, potrebno je poznavanje obilježja svakog tereta, tehnologije hlađenja, temperature tereta tijekom prijevoza, način i duljina skladištenja i sl. kako bi se manipulacija lakopokvarljivim teretima koja je mnogo složenija u odnosu na druge terete koji se javljaju u prometu uspješno obavila. Brojni se uvjeti moraju zadovoljiti kako bi proizvod do krajnjeg kupca stigao u izvornom stanju, svjež i zdravstveno ispravan, kakav je primljen na ukrcaju. Kvaliteta je najbitnija u odnosu kupac – proizvođač, pa tako konstantna poboljšanja tehnologije koja omogućuje hladni lanac svakim danom podižu ljestvicu i praktičnost prijevoza, prekrcaja i samog transporta tereta.

LITERATURA

KNJIGE

- [1] Baričević, H., Poletan Jugović, T., Vilke, S. Tereti u prometu, Pomorski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2010.
- [2] Dundović, Č. Lučki terminali. Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2002.
- [3] Poletan Jugović, T. (2006). Temelji logističke špedicije. *Pomorstvo*, Rijeka, 2006.
- [4] Dundović, Č., Kesić, B. Tehnologija i organizacija luka. Pomorski fakultet u Rijeci, 2001.
- [5] Vranić, D., Ivče, R.: Tereti u pomorskom prometu, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.
- [6] Maleš, K., Karakteristike i uvjeti prijevoza hladjenih tereta, završni rad, 2020.
- [7] Šantić, M. (2021). Sustav za automatski monitoring rashladnih kontejnerskih jedinica REFCON 6 (Diplomski rad). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:733662>

INTERNETSKI IZVORI (ELEKTRONIČKI IZVORI INFORMACIJA)

- [8] <https://www.sciencedirect.com/science>
- [9] <https://repozitorij.unin.hr>
- [10] <https://www.lukarijeka.hr/hr/terminali>

- [11] <https://dabar.srce.hr>
[12] <https://research.rabobank.com/far/en/sectors/fa-supply-chains>

Popis slika

Slika 1: Simboličan prikaz hladnog lanca

Izvor: <https://afccc.org.au/images/news,%20vietnam%20summit/P2.jpg>

Slika 2: Prikaz skladišta

Izvor: <http://www.lukarijeka.hr/>

Slika 3: Prikaz broda hladnjače

Izvor: <https://www.worldcargonews.com/in-depth/in-depth/zespris-dual-strategy-for-reefers>

Slika 4: HMM 24000TEU Class;

Izvor: <https://indoshippinggazette.com/2022/a-total-cumulative-transported-volume-of-the-hmms-20-mega-containerships-recorded-3-million-teu/>

Slika 5: Prikaz rashladnih kontejnera na kontejnerskom brodu

Izvor: <https://mccontainers.com/blog/reefer-containers/>

Slika 6: Prikaz rashladnih vagona;

Izvor: <https://www.thermoking.com/na/en/rail/cargo.html>

Slika 7: Hladne komore – hladnjače;

Izvor: <https://www.hechtgroup.com/tips-for-staying-warm-in-a-cold-warehouse/>

Slika 8: Teretni list;

Izvor: https://www.libedomini.hr/hr/vi_56_teretni_list/1995/68

Slika 9: Simboličan prikaz cestovnog transporta ;

Izvor: <https://www.shutterstock.com/video/search/delivery-truck-traffic-jam>