

# Utjecaj kontenerizacije hlađenih tereta na prijevoz tereta morem i lučku tehnologiju

UDK 621.798.13—71:656.614.3./615.

## 1. Uvod

Izvještaj što ga je 1983. god. objavila tvrtka »Drewry Shipping Consultants Ltd.« iz Velike Britanije pod naslovom »Tržište hlađenog tereta — razvitak brodskog prijevoza i trgovina lako pokvarljivom robom«, bio je prvi indikator da kontenerizacija počinje znatno utjecati na poslovanje konvencionalnih brodova hladnjača.

Razvitak do kojeg je u novije vrijeme došlo kod kontenerskih brodova sa potpunim ili djelomično hlađenjem na ključnim trgovačkim pravcima između Australije i Novog Zelanda, između SAD i Evrope, te između Južne Afrike i Evrope doveo je do toga da su kontejnerski brodovi s uređajima za hlađenje preuzeli inicijativu u trgovini bananama na linijama između Srednje Amerike i SAD, i između Karipskog otočja i Evrope.

Ovi činici, zajedno s planiranom kontejnerizacijom linija između Evrope i Južne Amerike, naveli su Drewry — a na zaključak da konvencionalnim tramperskim brodovima hladnjačama prijeti gubitak značajnog dijela njihovog tradicionalnog tržišta koje bi trebalo preći u ruke vlasnika kontejnerskih brodova s potpunim odnosno djelomičnim hlađenjem. Međutim, rezultati poslovanja i visine vozarina hlađenih tereta u zadnjih par godina, kao i mali porast novogradnji, donijeli su starijim brodovima hladnjačama dodatno produljenje života, bar za izvjesni period. U prilog tome govori i podatak da su krajem 1986. god. povećane vozarine zbog Brazilske velike potrebe za uvozom mesa, a posebna pogodnost je bila i mogućnost povratnog tereta Brazilskog narančinog soka. To nije samo osiguralo toliko potrebne poslove u mirnim mjesecima predkraj godine,

već je pomoglo da se vozarine dignu mnogo prije normalnog početka pune sezone. Osim toga značajan dio trgovine hlađenih tereta u 1987. god. činilo je povrće i riba ulovljena u Južnom Atlantiku. S obzirom na rečeno vozarine su već početkom 1987. god. bile dignute do visine pune sezone od 1/1.10 \$/cu ft, i zadržale su se duže od uobičajenog.

Takvo stanje na tržištu hlađenih tereta pogoduje klasičnim brodovima hladnjačama budući da je mali porast novogradnji, što uvjetuje i malobrojan odlazak brodova u rezalište — tabela 1.

Bez obzira na trenutno stanje frigo flote u kojoj ne dominiraju frigo kontejneri, klasični brodovi hladnjače slobodne plovidbe proživljavaju krizu. U tom smislu govori izvještaj Drewry-a koji pokazuje porast flote konvencionalnih brodova hladnjača za 25% tokom 1984. god., i 1985. god., dok je u istom periodu flota kontejnerskih brodova hladnjača porasla za gotovo 10%.

Treba imati na umu još jedan faktor koji u postojećim uvjetima otežava uvođenje kontejnerizacije hlađenih tereta. Naime, osim tehnološki, kontejnerizacija frigo tereta i organizacijski znači reformaciju poslovanja frigo brodova i podrazumijeva formiranje i održavanje postojećih robnih tokova hlađenih tereta, jer je kontejner tehničko sredstvo optimalizacije transporta morem jedino u linijskoj plovidbi.

Treći značajan faktor je i tehnički progres koji u ovom području značajno ide naprijed. Po Klaveness Chartering-u, banana hladnjača od oko 480.000 cu ft građena 1986. god. troši 19 tona goriva ploveći sa 18 čv brzine, u usporedbi s 27 tona za brod iz 1983. god. Bu-

Tabela 1.

Brodovi hladnjače po zemljama i godina gradnje

Zastava	64	65-69	70-74	75-79	80	81	82	83	84	85	ukupno brodova	hl. kap. (000 cu. ft.)
Japan	—	3	12	34	9	1	22	42	15	6	144	38,967
Panama	10	22	17	11	—	—	1	14	10	15	100	32,264
UK	—	2	15	11	—	1	1	1	4	5	40	18,951
Grčka	5	13	16	—	—	—	—	—	—	—	34	13,279
Nizozem. Antili	—	—	—	28	6	—	3	3	6	2	48	12,124
USSR	3	10	18	6	1	1	—	1	—	4	44	11,045
Liberia	5	17	2	1	—	—	—	—	—	—	25	8,649
Ekvador	2	6	3	2	2	1	—	—	—	—	16	5,931
Ostali	10	36	46	51	13	14	4	2	5	9	190	63,483
UKUPNO	35	109	129	144	31	18	31	63	40	41	641	204,693

Izvor: »JAMRI« — Lloyd's list, May 1987.

dući da samo tri godine mogu značiti toliku razliku u performansama, što istodobno koincidira s novim tehnološkim zahtjevima prijevoza hlađenih tereta, vlasnici i

operatori će i u buduće osjećati žestok pritisak ka daljnoj modernizaciji (kontejnerizaciji) frigo flote.

Pregled novogradnji frigo brodova u prošloj, tekućoj i idućoj godini dan je slijedećom tabelom:

Tabela 2.

Novogradnje brodova hladnjača s kapacitetima				
Kapacitet (000 cu ft)	1987		1988 — 90	
	broj brodova	kapacitet	broj brodova	kapacitet
1 — 150	4	580,000	—	—
150 — 250	2	375,000	3	480,000
250 — 350	16	4,585,000	3	880,000
350 — 450	—	—	2	860,000
450 — 550	2	924,000	6	2,826,000
550 —	—	—	3	1,800,000
UKUPNO	24	6,464,000	17	6,846,000

Izvor: Klaveness Chartering

Trend narudžbi novih frigo brodova čiji kapaciteti su prikazani u tabeli 2, ide k izgradnji skupih paletnih brodova. Porast zahtijeva za ovakvim plovnih jedinica i djelomično za kontejnerskim brodovima hladnjačama dovodi do špekulacija s vozarinskim stavovima, budući ulaz navedenih 6.800,000 cu ft novosagrađenog brodovlja na tržište u 1988 — 90. god. može izazvati pad vozarina, ili će veći dio starije tonaže morati završiti u starom željezu.

Glavni negativni indikatori kod trgovine klasičnih brodova hladnjača jesu kontejnerizacija Južno — Američke trgovine za Evropu, te rastuća važnost kontejnerizacije u trgovinama bananama, na koju, prema Drey-u, otpada 30% cjelokupne trgovine hlađenih tereta.

S obzirom na rečeno, postavlja se pitanje: »Kakav će biti budući razvojni trend brodova hladnjača i u kakvom odnosu stoji kontejnerizacija hlađenih tereta prema klasičnom načinu prevoženja takvog tereta?« Da bi se odgovorilo na spomenuto pitanje treba izvršiti uvid u postojeće stanje tehnologije prijevoza hlađenih tereta i tendencije koje iz toga proizlaze.

### Kategorije brodova hladnjača

Općenito, hlađeni tereti prevoze se smrznuti ili ih treba hladiti na određenoj temperaturi da bi ostali svježi. Dijapazon tih temperatura je slijedeći:

- duboko smrznuti tereti (do — 40°C),
- smrznuti tereti (do — 8°C),
- svježi tereti (od — 2°C do +12°C).

Rashladni uređaji na trgovačkim brodovima mogu se podijeliti na nekoliko zasebnih sistema:

- rashladni boksovi
- posebni rashladni uređaji u svakom skladištu,
- uređaji s pomoću ohlađenog zraka,
- kontejneri prikopčani na brodski rashladni sistem (porthole type boxis), ili s vlastitim rashladnim kapacitetima koji traže samo električni priključak (integral boxis).

Ad a) Rashladni boksovi su najjednostavniji i najjeftiniji rashladni uređaji. Led u komadima koji obično za-

uzima polovinu volumena boksa postavi se na dno i pokriva vunenim pokrivačima. Teret se objesi o kuke pričvršćene za strop boksa. Takav način hlađenja tereta danas se više ne upotrebljava za komercijalni teret, osim što se tako ponekad čuvaju živežne namirnice za brodsku posadu.

Ad b) Posebni rashladni uređaji u pojedinim skladištima kompresorskog su tipa i hlade se pomoću ekspanzije komprimiranih plinova. Od plinova za rashlađivanje upotrebljavaju se: ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ) — sve manje u upotrebi, sumporni dioksid ( $\text{SO}_2$ ), amonijak ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) ili freon ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ). Na suvremenim brodovima najčešće se nalaze uređaji s freonom budući je to nezaljiv, bezbojan i neoporan plin teži od zraka. Ekspanzirani plin kreće se kroz cijevi stvarajući hladnoću koja se zrakom prenosi po skladištu. Spirale kroz koje cirkulira plin obično se postavljaju na uspravne stijjenke skladišta.

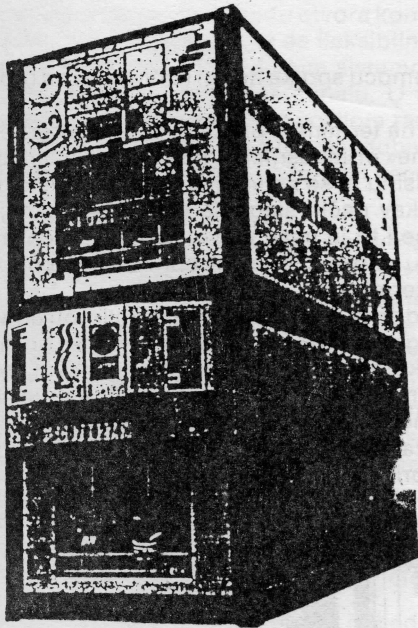
Ad c) Najsuvremeniji uređaji rade pomoću ohlađenog zraka. To su također uređaji s komprimiranim plinovima, ali su spirale smještene u posebnoj prostoriji. Ohlađeni zrak cijevima i ventilatorima odatle se odvodi u brodska skladišta, a količina hladnog zraka regulira se ventilom kroz koji zrak ulazi u kućište ventilatora. Hladni zrak pušta se u skladište vodoravno i po dnu, odakle se diže prema gore i kroz odvodne cijevi odlazi napolje. Ventilacijski sustav obnavlja zrak u skladištu najmanje šest puta u 24 sata. Zrak koji struji preko spirala kondenzira vlagu i odlazi suh i ohlađen u skladište. Uslijed toga povremeno se na spiralama nahvata led pa ih tada treba odlediti, obično toplom morskom vodom ili postupnim isključenjem uređaja iz pogona. Količina  $\text{CO}_2$  u skladištima ne smije prijeći 1%, i automatski se regulira upućivanjem ventilatora. Vlažnost zraka se održava u granicama 85 — 95% relativne vlage.

Ad d) Kontejner hladnjača je kontejner u kojem temperatura mora biti održavana u skladu sa određenim limitom i skladišnim uvjetima koje zahtijeva lako pokvarljiva roba. Vrijednosti te temperature su općenito između 12°C i 25°C. U upotrebi su dva sistema za hlađenje kontejnera:

- a) individualni sistem (integral boxis)
- b) kolektivni sistem (porthole type boxis)

Kod individualnog sistema kontejner se hladi uz pomoć svog vlasitog agregata. Kolektivni sistem ima izdvojen sistem — izvor hlađenja iz kojeg se distribuira hladni zrak u kontejnere i koji je sastavni dio broda.

Kontejneri individualnog sistema obično su opremljeni elektomotorom 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 montirana na vanjskoj strani čeonog zida kontejnera. Ta jedinica poznata je kao »clip-on diesel« i može se lako montirati i demontirati, zavisno od potrebe za vlastitim izvorom energije — slika 1.



SLIKA 1.

Kontejneri individualnog sistema sa i bez »clip-on diesel« jedinice

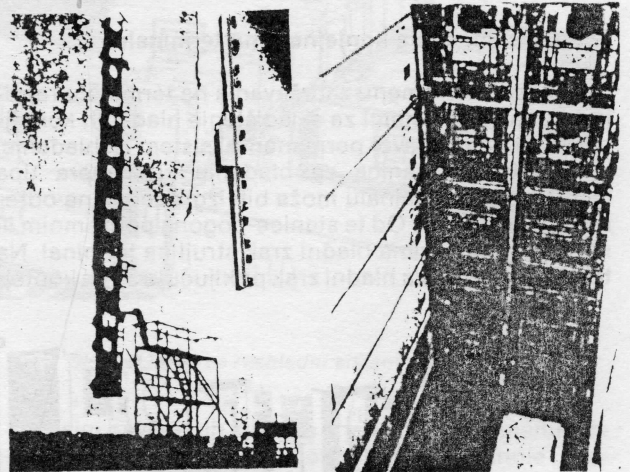
Za kopneni transport kamionom ili željeznicom, gdje ne postoji mogućnost priključena kontejnera na vanjski izvor energije, aktivira se »clip-on diesel« jedinica. Za vrijeme prevoženja kontejnera brodom »clip-on diesel« jedinica se odstranjuje i električna jedinica za hlađenje priključuje se na brodsku električnu mrežu.

Prednosti ovakvog tipa kontejnera su u tome što, zavisno od potreba, kontejner može biti nezavisna rashladna jedinica kada nema mogućnosti priključka na električnu mrežu.

Kontejneri sa vlastitim sistemom za hlađenje sadrže iste glavne komponente kao i veliki sistemi za hlađenje i to: kompresor, kondenzator, ventil za regulaciju i evaporator. Kontejneri ovog tipa po pravilu su opremljeni samo jednim 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 extra kondenzator hlađen morskim vodom. Takav kondenzator se potom priključuje na fleksibilnu cijev za vodeni sistem hlađenja.

Iz opisanih razloga kontejneri s vlastitim sistemom hlađenja (integral boxis) ne mogu biti upotrebljavani 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 sistem također zahtijeva hladne kontejnere (ventilated and insulated containers), s tom razlikom što kontejneri ovog sistema nemaju ugrađenu elektro-motornu jedinicu za individualno hlađenje nego na čeonom dijelu, suprotno od vrata, imaju dvije okrugle rupe — »portholes« postavljene vertikalno jedna iznad druge i služe za dovod i odvod hladnog zraka ili nekog drugog rashladnog sredstva. Preko ta dva otvora kontejner se također priključuje na vertikalni »CONAIR« sistem — slika 2a, 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 u 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« sistem hlađenja — slika 2b.

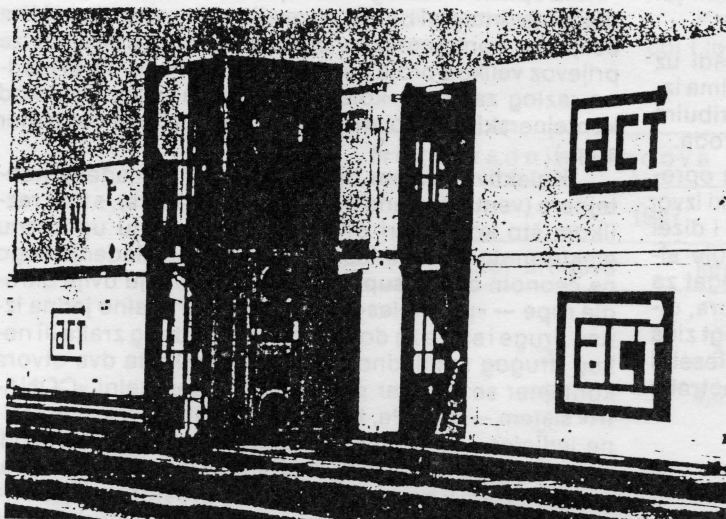


Sl. — 2a, »CONAIR« vertikalni priključci za hlađenje »porthole« kontejnera prilikom montaže.

Sl. — 2b, Skladište čelijskog frigo-kontejner broda s »conair« priključcima i vodilicama za »porthole« kontejnere.

Kako je već objašnjeno, transport kontejnera hladnjača tipa »integral boxis« ima određene nedostatke, posebno kada se radi o prijevozu velikog broja kontejnera. Te nedostatke možemo sumirati:

- a) Prostor zauzet sistemom za hlađenje reducira efektivni teretni volumen kontejnera
- b) Gubitak korisnog teretnog prostora na brodu, koji kontejneri zauzimaju kada su složeni tako da mogu biti kontrolirani i servisirani za vrijeme vožnje.
- c) Prekovremeni rad potreban za inspekciju i servis kontejnera.
- d) Extra mrtve težine agregata za hlađenje na povratnoj vožnji u slučaju kada se hlađeni teret prevozi samo u jednom pravcu.
- e) Osim jednog kondenzatora hlađenog zrakom postoji potreba i za kondenzatorom hlađenim morskim vodom u slučaju potrebe slaganja kontejnera u potpalublju.



Sl. 3.  
Priključci za »porthole« kontejnere na terminalu

Kada se svi navedeni faktori uzmu u razmatranje, mogu se ustanoviti značajne prednosti kolektivnog sistema »porthole boxis« kod prijevoza većeg broja hladjenih kontejnera.

### 3. Sistemi hlađenja kontejnera na terminalu

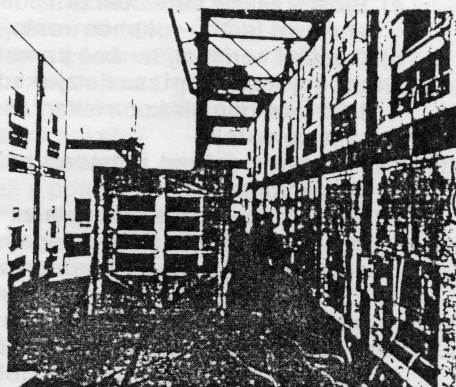
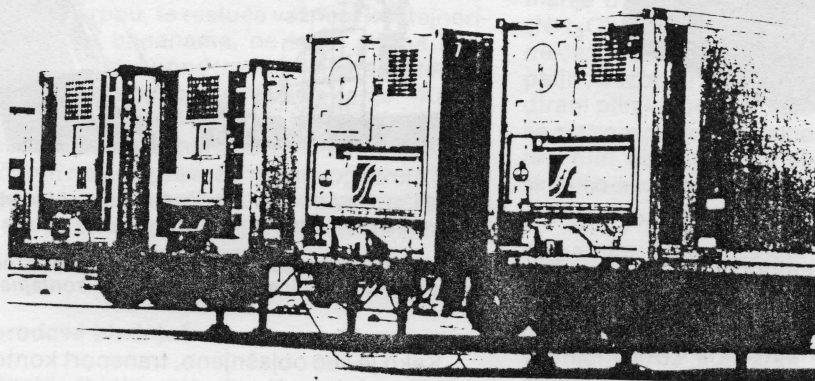
Ovisno o vremenu zadržavanja na terminalu razvijeni su različiti sistemi za skladištenje hladjenih kontejnera koji nemaju svoj permanentni sistem za hlađenje.

Centralna stanica za hlađenje kontejnera tipa »porthole« na terminalu može biti izgrađena i na određenoj udaljenosti. Od te stanice-pogona podzemnim ili nadzemnim cijevima hladni zrak struji na terminal. Na terminalu kanali za hladni zrak priključuju se na kontej-

nere pomoću spojka na isti način kao i na brodu — slika 3.

Ako su na terminalu prisutni »straddle carrier« ili »gantry crane« prijenosnici, kontejneri se mogu slagati i do pet u visinu te se zatim priključuju na sistem za hlađenje. Takav način slaganja kontejnera zahtijeva manje površine i to je nesumljivo najekonomičnija metoda u pogledu visoke cijene potrebne za uređenje velikih površina terminala.

Kad se radi o kontejnerima »clip-on units« sistema ili »integral boxis« kontejnerima, koji se obično na kontejnerskom terminalu skladište u manjem broju, koristi se jedan od dva sistema prikazanih na slici 4. Pri tome kontejneri koji nemaju dizel generatora za pogon sistema za hlađenje, a što je najčešće slučaj, koriste električne priključke na mrežu terminala.



Sl. 4. — GORE, »Chassis-mounted« sistem skladištenja frigo-integral kontejnera na prikolicama.

— LIJEVO, integral kontejneri složeni na klasičan način s kabelima za priključak na električnu mrežu terminala.

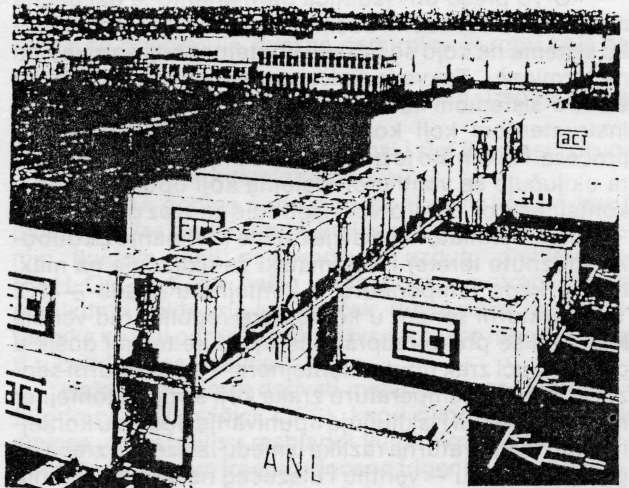
«Grenco» je na primjer razvio tzv. »FRIDGEMASTER« sistem hlađenja kontejnera dualnog »integralnog-porthole« tipa. Fridgemaster je u stvari 20-stopni ili 40-stopni kontejner kod kojeg je jedan dio efektivnog volumena iskorišten za smještaj kompletne instalacije za hlađenje (kondenzator, kompresor, hladnjak za zrak, ventilator i elektromotor). Ujedno, takav kontejner ima i dva okrugla otvora (spigots or porthole) u zidu nasuprot vrata za ukrcaj tereta. Otvori kod 20-stopnih kontejnera imaju promjer od 250 mm, a 350 mm kod 40-stopnih kontejnera. Pomoću »Grenco-clip« spojnice mogu biti priključeni na sistem cijevi za provod hladnog zraka (kolektivni sistem hlađenja). Na terminalu koji nije opremljen kolektivnim sistemom za hlađenje »porthole type« kontejnera »fridgemaster« se priključuje na električnu mrežu i koristi svoj rashladni sistem (individualni sistem hlađenja). Otvori na čeonom dijelu kontejnera (spigots) automatski se zatvaraju kada se s njih demontiraju »Grenco-clip« spojnice. Funkcija spojnice jest da premoste razmak od desetak cm između otvora kontejnera i sistema cijevi s hladnim zrakom, te da fleksibilno i hermetički povežu kontejner s kolektivnim sistemom hlađenja kako na brodu, tako i na terminalu. U slučaju transporta željeznicom ili cestovnim vozilom rashladni sistem »fridgemastera« električnu energiju dobiva iz dizel generatora smještenog ispod vagona ili kamionske prikolice.

Na terminalima gdje postoji samo električni priključak »fridgemaster« kontejneri se slažu do dva u visinu pomoću »straddle carrier« prenosnika. Ova metoda, meditim, zahtijeva i veliki skladišni prostor na terminalu zbog ograničenog broja kontejnera u vertikalnom nizu, ali su zato troškovi za instalaciju na terminalu niži nego u slučaju da je terminal opremljen permanentnom instalacijom za kolektivni sistem hlađenja. Prednost »clip-on units« sistema jest u tome što omogućava terminalima prilagođavanje različitim zahtjevima slaganja, budući da se skladišni prostor terminala može brzo adaptirati za »fridgemaster« kontejnere, odnosno prilagoditi drugim potrebama kada nema hlađenih kontejnere.

Hall — Thermotank International Limited, Dordford, England dizajnirao je »Halltherm Unicore system«. Razvijena su tri osnovna tipa, svaki s mogućnošću hlađenja od  $-25^{\circ}\text{C}$  do  $+13^{\circ}\text{C}$ . Sistem se odnosi na 20-stopne ISO kontejnere »porthole type«. Dizajnirani su »Unicore 24« »Unicore 48« i »Unicore 72« i predviđeni su za hlađenje 24, 48 i 72 kontejnera složena po 1,2 ili 3 u visinu. Sistem je u svojoj polaznoj osnovi bio baziran na pretpostavci za rad u ambijentu do  $+40^{\circ}\text{C}$ . Adaptibilan je za bilo koje zahtjeve prostora na terminalu, uključujući upotrebu na brodu. Može također biti pripremljen na kontejnere različite po dizajnu i temperaturi na kojoj mogu biti skladišteni, a koja može biti i veća od gore naznačene polazne od max.  $40^{\circ}\text{C}$ . Na terminalu sistem zahtijeva samo priključak na električnu mrežu.

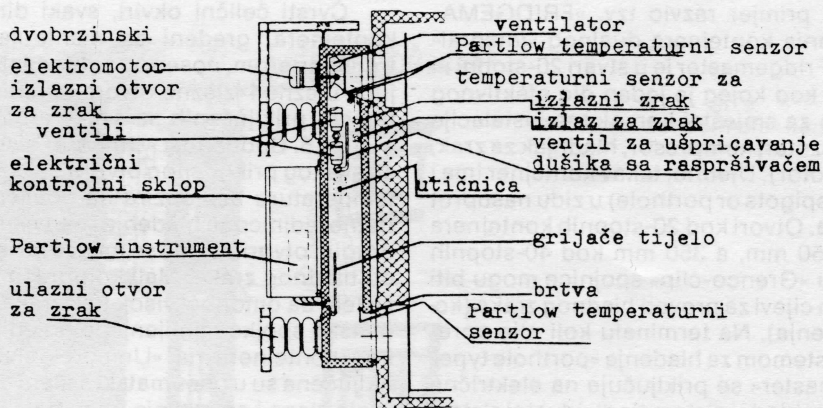
Osnova svakog »Unicore« sistema je centralna strojarница koja sadrži postrojenje za hlađenje i kontrolni sistem koji je smješten unutar čelične strukture dimenzija standardnog 20-stopnog kontejnera. Iz hladnjaka za zrak smještenih sa svake strane strojarnice vode produžeci (cijevi), određene dužine koje se granaju po vertikal formirajući dvostruke priključke za 1, 2, ili 3 kontejnera složena po vertikal — slika 5. Kroz cijevi iz centralne strojarnice cirkulira hladan zrak prema i iz »porthole« kontejnera spojenih na dvostruke priključke sistema.

Čvrsti čelični okviri, svaki dimenzija 40-stopnog kontejnera, građeni za manipulaciju kontejnerskim transporterom, nose vod za hlađenje koji ima odgovarajuće ulazne i izlazne otvore-spojnice za hlađenje kontejnera priključenih sa svake strane rashladnog voda — slika 5. Budućnost »Unicore« sistema je u sposobnosti svakog priključnog otvora da održava bilo koju danu temperaturu bez obzira na udaljenost otvora od centralne jedinice za hlađenje i neovisno od temperature na drugim otvorima koji se nalaze na istom centralnom vodu hladnog zraka. Mali kompresor zraka je uključen u sistem da omogući visok tlak zraka za aktiviranje pneumatske spojke namijenjene pojedinom priključku svakog kontejnera na »Unicore« sistem. Sušila za zrak uključena su u pneumatski sistem da spriječe kondenziranje vlage i smrzavanje pneumatskih spojki kada su izložene vrlo niskim temperaturama.



Sl. 5. »Unicore« rashladni sistem na terminalu

Osim navedenih sistema značajno je spomenuti da se na nekim kontejnerskim terminalima »porthole type« kontejneri mogu priključiti na sistem hlađenja tekućim dušikom. Upotreba tekućeg dušika u transportu hladnog tereta je u porastu, posebno u USA. Kod hlađenja kontejnera tekućim dušikom na terminalu se u sastavu sistema nalazi i cisterna s tekućim dušikom u kojoj je tlak malo veći od atmosferskog. Tekući dušik prolazi kroz cjevovod i raspršivače koji ga u obliku sitnih kapljica ubacuju u kontejner. Dopuštena količina dušika u kontejneru regulira se pomoću magnetskog ventila koji se podešava pomoću termostata u kontejneru. Čim dušik u raspršenom stanju uđe u kontejner, isparava u kontaktu sa zrakom unutar kontejnera, te na taj način ekspandira i vezuje na sebe toplinu unutrašnjosti kontejnera i tereta. Za vrijeme transporta »mrtvih« tereta koji ne ispuštaju plinove ili »ne dišu«, dovoljna cirkulacija zraka unutar kontejnera automatski je osigurana velikom temperaturnom razlikom između kapljica tekućeg dušika i zraka unutar kontejnera što dovodi do brzog kretanja molekula zraka i kapljica ušpricanog dušika. Međutim, cirkulacija zraka koja nastaje na ovakav način nije dovoljna za transport »živog« tereta, odnosno tereta koji ispušta plinove ili »sazrijeva«, te se mora osigurati stvarna cirkulacija i izmjena zraka. Na terminalu kontejner se fiksira na sistem hlađenja preko svoja dva otvora i »cryo press-on« jedinice koja regulira hlađenje kontejnera tekućim dušikom — slika 6.



Sl. 6. Shema »cryo press-on« jedinice

»Cryo press-on« jedinica permanento je uključena na cjevovod s tekućim dušikom i predstavlja fiksnu točku sistema na koju se pripaja kontejner koji se skladišti na terminalu. Takva jedinica opremljena je daljinskim elektro-sistemom kontrole rada i Partlowim kontrolnim instrumentom koji konstantno bilježi stanje čitavog procesa. Nakon što je postignuta zahtjevana temperatura uključuje se ventilator sistema koji upuhuje zrak u kontejner kroz donji otvor i ispuhuje ga kroz gornji otvor — ventil. Ventilator ima dvije brzine (najmanju za duboko smrznute terete) i automatski se uključuje na max. brzinu kada temperatura u kontejneru pređe  $-4^{\circ}\text{C}$ . Temperaturni senzor u kontejneru regulira rad ventila kroz koji se preko raspršivača upuhuje tekući dušik u cirkulirajući zrak unutar kontejnera. Temperaturni senzor kontrolira temperaturu zraka koji struji u kontejner kroz donji ventil i isključuje upuhivanje dušika u kontejner kad temperatura razlika između izlazećeg zraka na gornjem otvoru — ventilu i ulazećeg na donjem ventilu postane manje od  $2^{\circ}\text{C}$ . Svježiji zrak ulazi u kontejner kroz specijalne otvore i ventile »cryo press-on« jedinice. U slučaju pada temperature ispod zahtjevane uključuje se grijaač kojim se utječe na porast temperature.

Osnovne prednosti ovog suvremenog sistema su:

- Kontrola temperature u kontejneru kreće se granicama između  $-25^{\circ}\text{C}$  i  $+15^{\circ}\text{C}$ . To znači da se, u slučaju potrebe, zrak koji cirkulira u kontejneru može grijati umjesto hladiti.
- Maximalna devijacija od  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  s obzirom na zahtjevanu temperaturu.
- Mogućnost ventilacije s različitim postotkom vanjskog svježeg zraka, što je vrlo važno, budući ovaj sistem omogućava minimalan postotak kisika kod hlađenja voća.
- Oba otvora u kontejneru iskorištena su u cilju postizanja umjetnog propuha i optimalne cirkulacije postojećeg zraka u kontejneru.
- Dušik je bezbojan, bezmirisan i bezukusan interni plin, što sve čini dušik posebno pogodnim za procese koji uključuju kontakt s hranom.

#### 4. Zaključak

Iz priloženog pregleda tehnologije hlađenja kontejnera na brodu i terminalima evidentna je tendencija k optimizaciji hlađenja i uskladištenja tereta uzimajući kontejner kao osnovno tehničko sredstvo unitizacije frigo tereta.

Od mnoštva hlađenih tereta najvažnije su dvije vrste: meso i voće. Vrlo značajan udio mesnih proizvoda danas se prevozi kontejnerskim brodovima linijskih kompanija, primjerice na australskim rutama. Velik dio tog tereta je time izgubljen za konvencionalne brodove, hladnjače a očekuje se i budući pad, dok će rasti promet kontejneriziranog frigo tereta.

»Salén reefer services A/B« procijenio je da su za transportni lanac između proizvođača i tržišta palete jeftinija alternativa i da su pojedine vrste voća bolje kvalitete ako se transportiraju na paletama a ne u kontejnerima. Međutim, »pilot« testovi napravljeni također od »Salén« -a u pogledu paletizacije banana ukazali su na problem distribucije ohlađenog zraka ispod palete i u samom teretu što je, primjerice, za bananu kao vrlo kvarljiv teret štetno. S obzirom na to, a uzevši u obzir i snažan razvoj kontejnerizacije hlađenih tereta s novim tehnološkim rješenjima koja omogućavaju optimalnu kvalitetu prevoženja bilo koje vrste frigo tereta (hlađenje tekućim dušikom), uz niske transportne troškove, došlo je do formiranja linijskog prijevoza frigo kontejnera na pojedinim plovidbenim pravcima. Primjerice, osnivanje tri kontejnerske linije za banane između Hondurasa i USA, Centralne Amerike i Evrope i Francuskih Antila i Francuske. To su sve indikacije da će i u buduće konvencionalno krcanje hlađenog tereta biti zamijenjeno kontejnerizacijom. Još je jedan razlog u prilog rečenom, budući da pojedine brodske kompanije imaju poseban interes za primjenu kontejnera, jer brodski poduzetnici neprestano povećavaju ponudu kontejnera hladnjača gdje god trgovina zahtjeva palete.

#### LITERATURA:

##### Knjige

- Alders A. W. C., »Marine refrigeration manual«, Rotterdam marine chartering agents, Rotterdam 1987.
- Warren H. Atkins, »Modern marine terminal operations and management«, The Port of Oakland, California 1983.

UNCTAD, »Port development«, Untide Nations, New York 1985.

##### Časopisi

- Fairplay, 26th March 1987.
- Lloyd's List, 14th May 1987.
- Motor ship, September 1980.
- Motor ship, May 1988.
- Ship manager, July 1988.
- Ship manager, September 1988.