

Sustavi hlađenja na ribarskim brodovima

Varezić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:928820>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-26**



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL**

IVAN VAREZIĆ

SUSTAVI HLAĐENJA NA RIBARSKIM BRODOVIMA
ZAVRŠNI RAD

DUBROVNIK, 2022.

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL
BRODOSTROJARSKI SMJER**

SUSTAVI HLAĐENJA U RIBARSKIM BRODOVIMA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. MATKO BUPIĆ

Komentor:

LEO ČAMPARA, dipl. ing.

Pristupnik:

IVAN VAREZIĆ

DUBROVNIK, rujan 2022.

Republika Hrvatska
SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
POMORSKI ODJEL
Preddiplomski sveučilišni
studij BRODOSTROJARSTVO

Ur. broj:

Dubrovnik, 31. svibnja 2022.

Kolegij: BRODSKI RASHLADNI UREĐAJI

Mentor: doc. dr. sc. MATKO BUPIĆ, dipl. ing.

Komentor: LEO ČAMPARA, dipl. ing.

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Pristupnik: **IVAN VAREZIĆ**

Zadatak: **SUSTAVI HLAĐENJA NA RIBARSKIM BRODOVIMA**
COOLING SYSTEMS ON FISHING BOATS

Zadatak treba sadržavati:

1. Opis ribarskih brodova.
2. Rashladni sustavi na ribarskim brodovima.
3. Teškoće u radu rashladnih sustava na ribarskim brodovima.

Osnovna literatura:

1. Pavković, B.: *Tehnika hlađenja*, Tehnički fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka
2. Ozretić, V.: *Brodski pomoćni strojevi i uređaji*, Split Ship Management d.o.o., Split, 1996.

Zadatak uručen pristupniku: 31. svibnja 2022.

Rok za predaju završnog rada: 30. rujna 2022.

Mentor:

Pročelnik odjela:

doc. dr. sc. MATKO BUPIĆ

doc. dr. sc. SRĐAN VUJIČIĆ

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora doc. dr. sc. Matka Bupića.

Ivan Varezić

SAŽETAK

Ribari znaju da je ključno sačuvati ulov kako bi potrošačima omogućili dobar kvalitetan proizvod. Nakon što se riba ulovi, potrebno ju je uskladištiti i hladiti. Za proces hlađenja potrebno je da ribarski brod ima opremu za hlađenje i oblik leda koji je najprikladniji za veličinu i vrstu ulovljene ribe. Sustavi hlađenja su različiti, a dizajniraju se i ugrađuju tako da odgovaraju dostupnom prostoru, a time se postiže i veća učinkovitost i smanjeni operativni troškovi. Kako su tema ovog rada upravo sustavi hlađenja na ribarskim brodovima, navedeno će biti detaljnije predstavljeno u nastavku rada.

Ključne riječi: ribarski brod, hlađenje, rashladni sustav

ABSTRACT

Fishermen know that it is crucial to preserve the catch in order to provide consumers with a good quality product. Once the fish is caught, it needs to be stored and refrigerated. The cooling process requires that the fishing vessel has the cooling equipment and ice shape that is most appropriate for the size and type of fish caught. Cooling systems are different, and are designed and installed to suit the available space, thus achieving greater efficiency and reduced operating costs. As the topic of this paper is cooling systems on fishing boats, this will be presented in more detail below.

Key words: fishing boat, cooling, refrigeration system

SADRŽAJ

1. UVOD	8
2. RIBARSKI BROD	3
2.1 VRSTE RIBARSKIH BRODOVA.....	4
2.2 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽAMA STAJAČICAMA	6
2.3 BRODOVI ZA RIBOLOV POVLAČNIM MREŽAMA	7
2.4 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽAMA POTEZAČAMA.....	8
2.5 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽOM PLIVARICOM	8
2.6 BRODOVI ZA RIBOLOV UDICOM, PARANGALIMA I PANULAMA.....	9
2.7 BRODOVI ZA LOV HARPUNIMA.....	10
2.8 BRODOVI ZA PRIJEVOZ I PRERADU RIBE	11
3. RASHLADNI SUSTAVI NA RIBARSKIM BRODOVIMA	13
3.1 ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA ODABIR SUSTAVA HLAĐENJA NA RIBARSKIM BRODOVIMA	14
3.2 GLAVNI DIJELOVI RASHLADNIH UREĐAJA	15
3.3 HLAĐENJE I ZALEĐIVANJE RIBE	16
3.3.1 POSTUPCI HLAĐENJA RIBE.....	17
3.3.2 HLAĐENJE RIBE MORSKOM VODOM	17
3.3.3 POSTUPCI PROIZVODNJE LEDA ZA HLAĐENJE RIBE.....	19
3.3.4 POSTUPCI ZALEĐIVANJA RIBE.....	21
3.3.5 HLAĐENJE I ZALEĐIVANJE TUNJA NA BRODU	27
4. TEŠKOĆE U RADU RASHLADNOG UREĐAJA BRODSKE LEDENICE	30
5. ZAKLJUČAK	35
6. LITERATURA	36
POPIS SLIKA	37

1 UVOD

Sektor ribarstva ima važnu ulogu u mnogim zemljama, opskrbljuje domicilno tržište ribom, istu izvozi na strana tržišta, stvara radna mjesta itd. Vrijeme, odnosno duljina vremena koliko ribarski brod može ostati na moru ovisi o duljini vremena koliko se ulovljena riba može skladištiti, a da se ne pokvari dok stigne do potrošača. Skladištenje u ledu ili na neki drugi način koji drži ribu ohlađenu dovoljno je za razdoblja ne dulja od dva tjedna. U praksi, vremensko ograničenje za skladištenje ribe u ledu često znači da se ribarski brodovi moraju vratiti u matičnu luku sa djelomično praznim prostorom za ribu. Zbog toga postoji potreba za zamrzavanjem i hladnim skladištenjem ribe kako bi se omogućio dulji boravak ribarskih brodova na moru. Kada je tek ulovljena, riba se brzo zamrzava i čuva na niskim temperaturama na brodu tako da nema ograničenja duljine putovanja. Ribarski brodovi mogu ostati na ribolovnom području skroz dok ne napune spremišta. Time se povećava udio vremena provedenog u ribolovu i poboljšava ekonomičnost ribolova. Osim toga, riba koja je smrznuta na ribarskom brodu je vrlo dobre kvalitete i ostaje više vremena na raspolaganju za distribuciju takve ribe na širem području.¹ Sve vrste ribe, ako su pravilno ohlađene, ostat će svježije dulje vrijeme nego ona riba koja nije ni na koji način sačuvana.²

Predmet ovog rada su sustavi hlađenja na ribarskim brodovima. Cilj rada je predstaviti i analizirati načine i sustave hlađenja ribe i plodova mora na ribarskim brodovima.

Podaci korišteni za izradu završnog rada na temu „Sustavi hlađenja na ribarskim brodovima“ su iz sekundarnih izvora i to iz raznih domaćih i stranih izvora. To su knjige i stručni članci koji se odnose na temu završnog rada te razne publikacije objavljene na internetu.

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations: Freezing at sea, dostupno na: <https://www.fao.org/3/V3630E/v3630e14.htm>

² Shawyer, M., Medina Pizzali, A.F.: The use of ice on small fishing vessels, Food and Agriculture Organization of the United Nations, dostupno na: <https://www.fao.org/3/Y5013E/y5013e00.htm>

Završni rad je podijeljen na četiri poglavlja. Prvo, uvodno poglavlje, govori o predmetu i cilju rada te izvorima podataka i metodama prikupljanja. U drugom poglavlju je predstavljen ribarski brod i vrste ribarskih brodova. O rashladnim sustavima na ribarskim brodovima, čimbenicima koji utječu na odabir sustava hlađenja na ribarskim brodovima, hlađenju i zaleđivanju ribe te teškoćama u radu rashladnog uređaja se govori u trećem poglavlju. Četvrto, zaključno poglavlje, sažima temu ovog rada.

2 RIBARSKI BROD

Ribarski brod je određen i specijalno opremljen za lov ribe, preradu ribe na moru i prijevoz ribe.



Slika 1. Ribarski brod – koča [1]

Osnovna je karakteristika ribarskog broda da mora obavljati istovremeno dva jednako važna zadatka: plovidbu i ribolov. Da bi se s broda mogao obavljati ribolov, treba da postoji neki određeni raspored palubne i ribolovne opreme, da na palubi postoji određena minimalna slobodna radna površina, da nadvođe broda i palubna ograda ne pređu neku određenu visinu — što sve u krajnjoj liniji uvjetuje i neki određeni raspored prostorija i određeni oblik gornjeg dijela trupa broda. Za sve manje ribarske brodove, a ti sačinjavaju golemu većinu ukupne ribarske flote, istodobna dvostruka djelatnost, plovidba i ribolov, ima tu posljedicu da se brodu, njegovom pogonskom uređaju i pomoćnim uređajima u eksploataciji ne može posvećivati toliko pažnje kao u eksploataciji ostalih tipova brodova. Tome treba dodati da se ribolov vrlo često obavlja u krajnje nepovoljnim vremenskim uvjetima, tako da je brod izvrnut velikim habanjima i naprezanjima. Vrlo je teško postići redovno i pravilno održavanje pogonskog postrojenja i pomoćnih uređaja ribarskih

brodova, jer se redovito glavna pažnja posvećuje ribolovu i posada broda se smatra prvenstveno ribarima, a tek sekundarno mornarima i pomorcima.³

Postoji više tipova ribarskih brodova, namijenjenih pojedinim metodama ribarenja. Svaki tip ima neki određeni raspored prostorija, određenu ribolovnu opremu, a često i određenu veličinu. Na izbor tipa i veličine broda utječu udaljenost ribolovnog područja i vremenski uvjeti koji na njemu pretežno vladaju, kao i vrste riba koje se love i ribolovne metode koje dolaze u obzir. Pri projektiranju ribarskog broda obično se polazi ili od dužine broda ili od volumena skladišta ribe. Volumenom skladišta ribe približno je određena korisna nosivost broda, pa je to logičan put pri projektiranju većih brodova koji sav ulov drže u skladištu ribe. Manji ribarski brodovi, koji svakodnevno svraćaju u luku i koji nose ulov djelomično ili čak većim dijelom na palubi, projektiraju se polazeći od neke zahtijevane dužine broda.⁴

2.1 VRSTE RIBARSKIH BRODOVA

Ribarski brodovi se obično dijele prema metodi ribarenja za koju je brod određen. Osnovne metode ribarenja su:⁵

- mrežama stajaćicama,
- povlačnim mrežama,
- mrežama potezaćicama,
- mrežama plivaricama,
- udicom,
- parangalima,
- panulama,
- harpunom.

Za pojedine metode ribarenja postoji i nekoliko tipova ribarskih brodova, kao što postoje i ribarski brodovi koji mogu služiti za nekoliko metoda ribolova (kombinirani brodovi). Među ribarske brodove se ubrajaju i brodovi koji samo prevoze ili prerađuju ulovljenu ribu. Tipovi novijih ribarskih brodova su:⁶

³ Tehnička enciklopedija: Brodogradnja – brodovi specijalni, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1963/97., str. 429.

⁴ Ibid, str. 429-430.

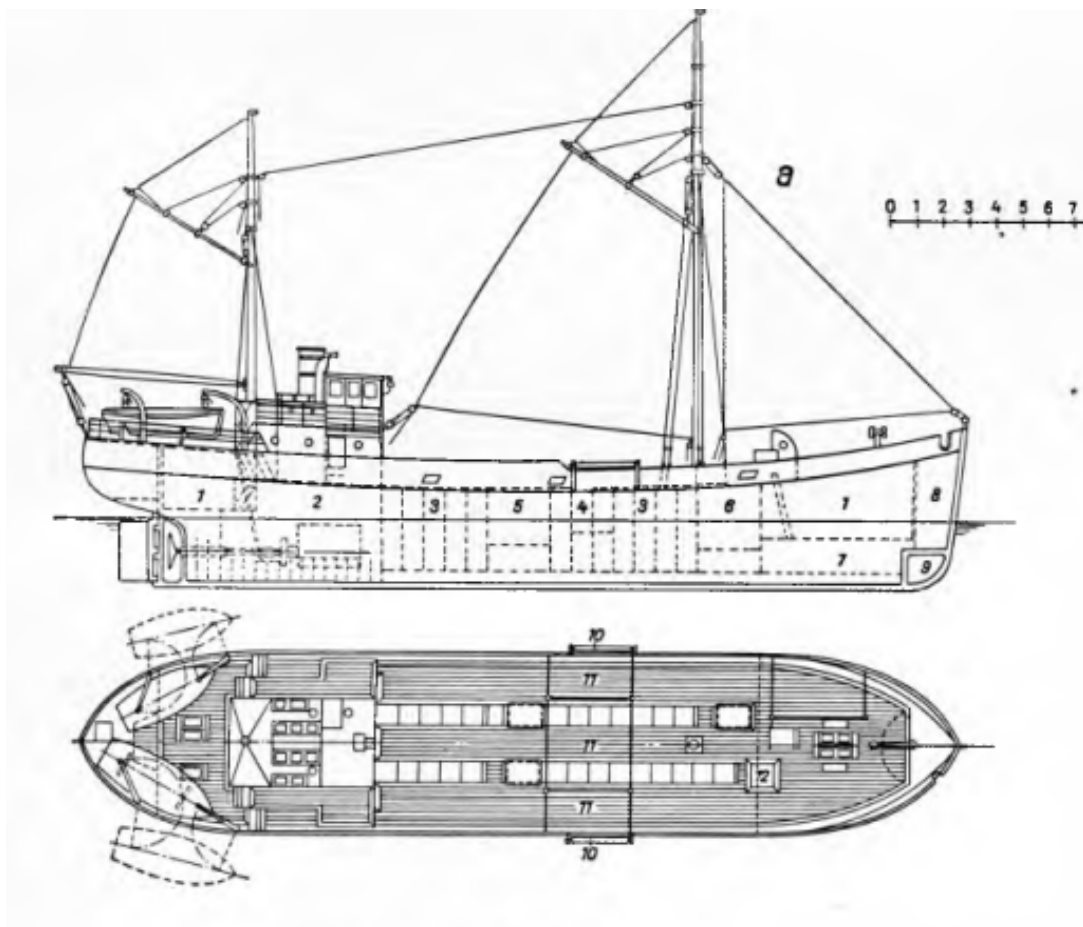
⁵ Ibid, str. 439.

⁶ Ibid, str. 437-439.

- brodovi za ribolov mrežama stajačicama,
- brodovi za ribolov povlačnim mrežama:
 - kočari za povlačenje mreže po boku:
 - obalni kočar,
 - mali morski kočar,
 - srednji kočar,
 - kočar za duboko more,
 - kočari za povlačenje mreže po krmi:
 - kočar za rakove,
 - kočar sa krmenom rampom,
 - kočari za povlačenje mreže u paru:
 - kočar-pareja,
 - kočar-teguri,
- brodovi za ribolov mrežama potezačama:
 - brod za lov danskom potezačem,
- brodovi za ribolov mrežama plivaricama:
 - plivaričar,
 - plivaričar-tunolovac,
- brodovi za ribolov udicom, panulama i parangalima:
 - brodovi za lov udicom:
 - brod za lov liganja,
 - brod za lov skuša,
 - brod za lov tunja,
 - tuna-kliper,
 - brodovi za lov panulama i parangalima:
 - troller,
 - brod za lov parangalima,
- brodovi za lov harpunima:
 - kitolovac,
- brodovi za preradu ribe:
 - brod-tvornica,
 - brod za preradu kitova.

2.2 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽAMA STAJAČICAMA

Glavna je prednost ribolova mrežama stajaćicama što brod ne mora imati snažan pogonski stroj. Nedostatak je pasivni karakter ove metode ribolova i visoka cijena nabavke i održavanja mreža. Nekada je ribolov mrežama stajaćicama bio vrlo raširen u zapadnoj Evropi (lov sleđeva), ali je danas u naglom opadanju zbog ograničene sezone ribolova mrežama stajaćicama i jer brodovi namijenjeni ovoj vrsti ribolova imaju male snage pogonskih strojeva, pa ne odgovaraju za druge vrste ribolova.⁷



Slika 2. Logger – brod za ribolov mrežama stajaćicama [10]

⁷ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 439.

2.3 BRODOVI ZA RIBOLOV POVLAČNIM MREŽAMA

Ribolov povlačnim mrežama, kočarenje, predstavlja jedan od najvažnijih načina ribarenja u evropskim zemljama sa razvijenim ribarstvom. Za kočarenje služi nekoliko tipova brodova koji se razlikuju u načinu na koji povlače mrežu, a to su:⁸

- kočari za bočno povlačenje mreže – najbrojnije su zastupani tip ribarskog broda uopće. Iako svi kočari ovog tipa imaju jednaku ribolovnu opremu, ribare na isti način i imaju približno jednaki raspored prostorija, ipak postoje velike razlike u veličini ovih brodova, u glavnim karakteristikama oblika njihova trupa i njihovoj opremi,
- kočari za povlačenje mreže po krmu – su obično kombinirani ribarski brodovi, tj. brodovi koji mogu da ribare na nekoliko različitih načina, a kada love kao kočari, povlače mrežu po krmu. Ovi brodovi imaju široku slobodnu krmenu palubu ispod koje je skladište ribe i mreže, a kormilarnica, nastambe posade i strojarnica su na pramčanom dijelu broda,



Slika 3. Kočar s krmenom rampom [10]

⁸ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 440.

- kočari za povlačenje mreže u paru – kočarenje u paru je stari način ribolova koji se danas još uvijek ponegdje primjenjuje. Dva broda plove paralelno povlačeći između sebe mrežu bez širilica, što zahtijeva izvrsnu uvježbanost posada brodova, jer oba broda moraju svoj rad potpuno uskladiti. Pod izvjesnim uvjetima kočarenje u paru može da bude efikasnije nego kad kočari jedan brod mrežom sa širilicama, ali u slučaju lošeg vremena, ili po noći, ili ako postoji opasnost da mreža zapne za morsko dno, kočarenje u paru ne dolazi u obzir. Najkarakterističniji tipovi ribarskog broda za ovaj način ribarenja su španjolski kočar „pareja“ i japanski kočar „teguri“.

2.4 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽAMA POTEZAČAMA

Za ribolov mrežama potezačama služe mali brodovi od 14 do 20 m dužine, većinom drvene konstrukcije, po rasporedu prostorija vrlo slični malim priobalnim kočarima. Ribolov potezačom je najrašireniji u sjevernoj Europi, a obavlja se tako da brod položi mrežu potezaču u polukrugu, a zatim se usidri i povlači mrežu prema sebi. Veliki brodovi ne odgovaraju za ovaj način ribolova jer na valovima, uslijed ljuljanja, prenose na mrežu suviše jake trzaje; zbog veće bočne visine velikog broda otežano je i baratanje mrežom kad se ona izvlači. Strojarnica i kućica sa kormilarnicom su smještene na krmi, sredinu broda zauzima skladište ribe, koje je obično izolirano i u kojem se riba drži u tucanom ledu. Ponekad je dio skladišta izveden kao bunar sa morskom vodom u kome se drži živa riba.⁹

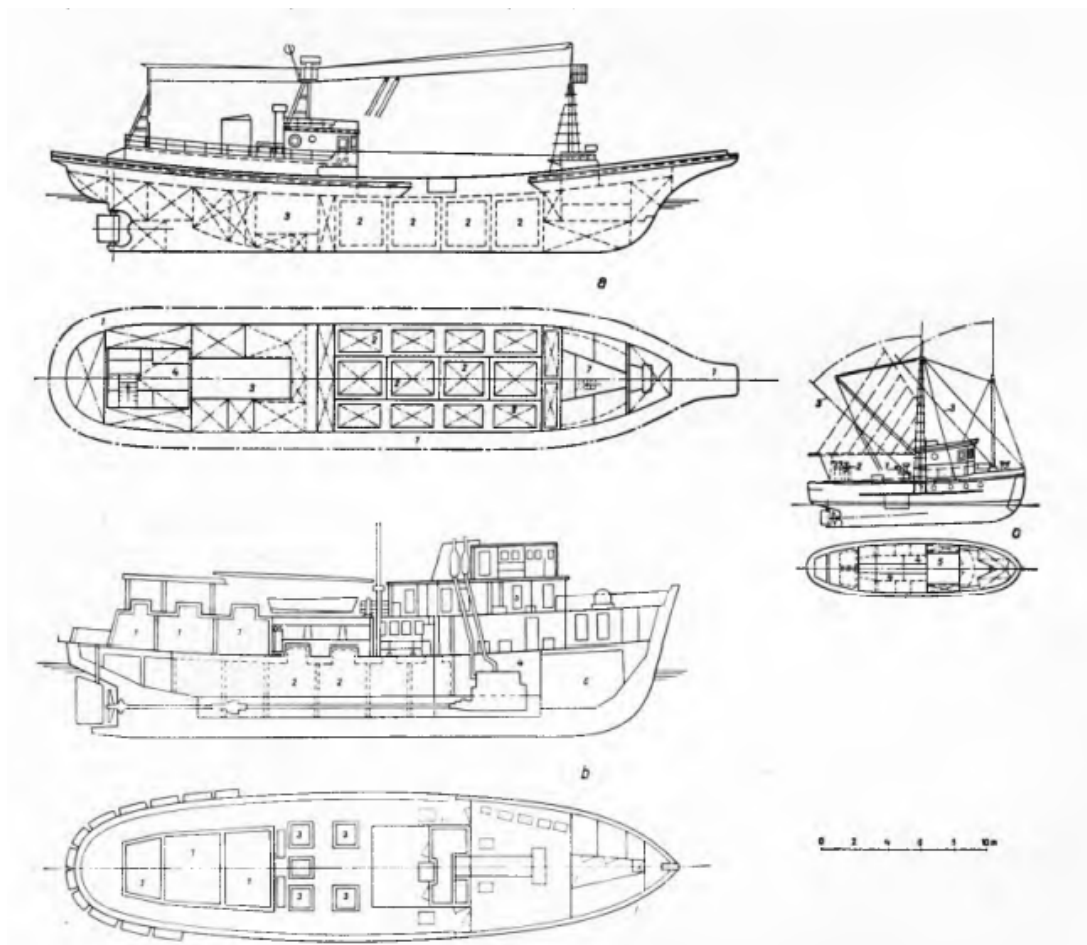
2.5 BRODOVI ZA RIBOLOV MREŽOM PLIVARICOM

Ribolov mrežom plivaricom razvio se je u posljednjih 60 godina i uz kočarenje danas predstavlja jedan od najčešćih načina ribarenja. U SAD-u plivaričarenje daje preko 50% ukupnog ulova ribe. Postoji nekoliko tipova ribarskih brodova za lov mrežom plivaricom, jer postoji i nekoliko načina polaganja i izvlačenja mreže. Svi ti tipovi brodova mogu se uglavnom svrstati u dvije osnovne grupe: brodovi za plivaričarenje pri kojem polažu mrežu dva pomoćna čamca i brodovi koji sami polažu mrežu. Skladište ribe je na sredini broda pa brod zadržava isti trim bez obzira na to koliko je skladište ribe puno.¹⁰

⁹ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 443.

¹⁰ Ibid, str. 444.

2.6 BRODOVI ZA RIBOLOV UDICOM, PARANGALIMA I PANULAMA



Slika 4. Brodovi za ribolov udicom [10]

Po svome značaju ribolov udicom zaostaje za ribolovom mrežama. Ipak za lov nekih vrsta riba ribolov udicom je važna privredna grana. Ribolov udicom je najrašireniji u Japanu i SAD-u. U Japanu postoji nekoliko tipova ribarskih brodova namijenjenih ribolovu udicom i parangalima. Strojarnica, kormilarnica i nastambe su na krmenom dijelu broda, a sredinu broda i pramčani dio zauzima skladište ribe. Ulovljena riba se drži u tucanom ledu ili je skladište ribe hlađeno. Za lov tunja u Japanu postoje dvije vrste brodova i to veliki brodovi-matice i čelični brodovi s pogonskim dizel-motorima. Na krmi navedenih brodova se nalazi strojarnica i nadgrađe s kormilarnicom i nastambama, a ostali dio broda zauzimaju hlađena skladišta ribe.¹¹

¹¹ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 444.

U Sjevernoj Americi su se razvila dva karakteristična tipa ribarskih brodova za lov udicom, a to su tuna-kliperi i trolleri. Kod tuna-klipera na pramčanom dijelu broda se nalazi nadgrađe s kormilarnicom i nastambama, strojarnica i veliki tankovi goriva, a srednji i krmeni dio broda zauzimaju skladišta ribe opremljena uređajima za duboko smrzavanje. Troller je mali brod, većinom drvene konstrukcije, određen za lov panulama. Kod trollera je kućica s kormilarnicom i nastambama i strojarnica na pramcu, a skladište ribe je na krmi broda.¹²

U Europi je lov udicama od manjeg značenja. Na taj način jedino Portugalci i Norvežani ribare u vodama Grenlanda služeći se velikim škunama i pregrađenim starim teretnim brodovima. Ti brodovi na sebi nose veći broj malih čamaca (dory), koje u ribolovnom području spuštaju u more, pa iz njih po dva ribara love ribu udicom, Ulovljenu ribu čamci predaju matičnom brodu, gdje se ulov usoljuje ili sprema u hladena skladišta.¹³

2.7 BRODOVI ZA LOV HARPUNIMA

Ribolov kopljima i harpunima, s izuzetkom kitolova, od sporednog je ekonomskog značenja. Urođenici Azije, Afrike, Australije i Eskimi love ribu kopljima i strelicama, služeći se pri tome različnim tipovima običnih čamaca i kanua. Jedino u vodama Sicilije, gdje pomoću harpuna love ribe sabljarke, postoji poseban tip čamca za tu vrst ribolova.¹⁴

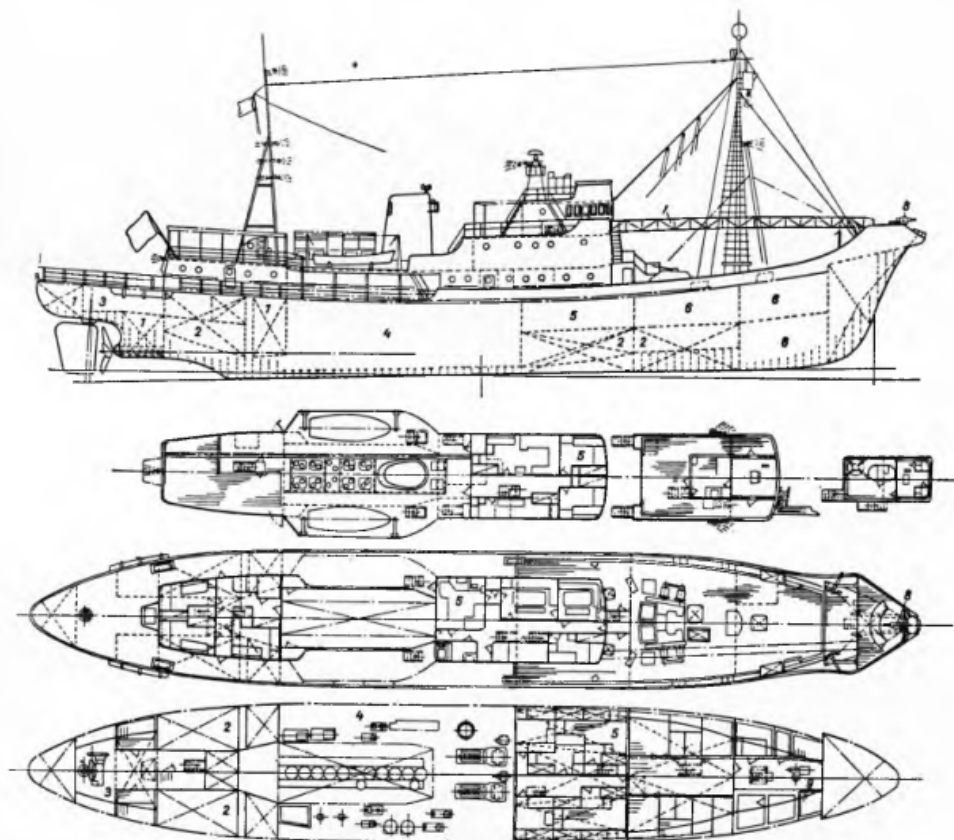
Brodovi za lov kitova harpunima spadaju u tehničkom pogledu među najsavršenije ribarske brodove. Konstrukcija broda je čelična, redovito pojačana za plovidbu kroz led. Efikasnost kitolovaca uvelike ovisi o njihovoj brzini. Moderni brodovi imaju pogon pomoću sporohodnih ili srednje brzih dizel-motora, a stariji pomoću parnog stroja. Kitolovci djeluju u zajednici s matičnim brodom-tvornicom koji preuzima i odmah prerađuje ubijene kitove.¹⁵

¹² Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 444.

¹³ Ibid

¹⁴ Ibid

¹⁵ Ibid, str. 446.

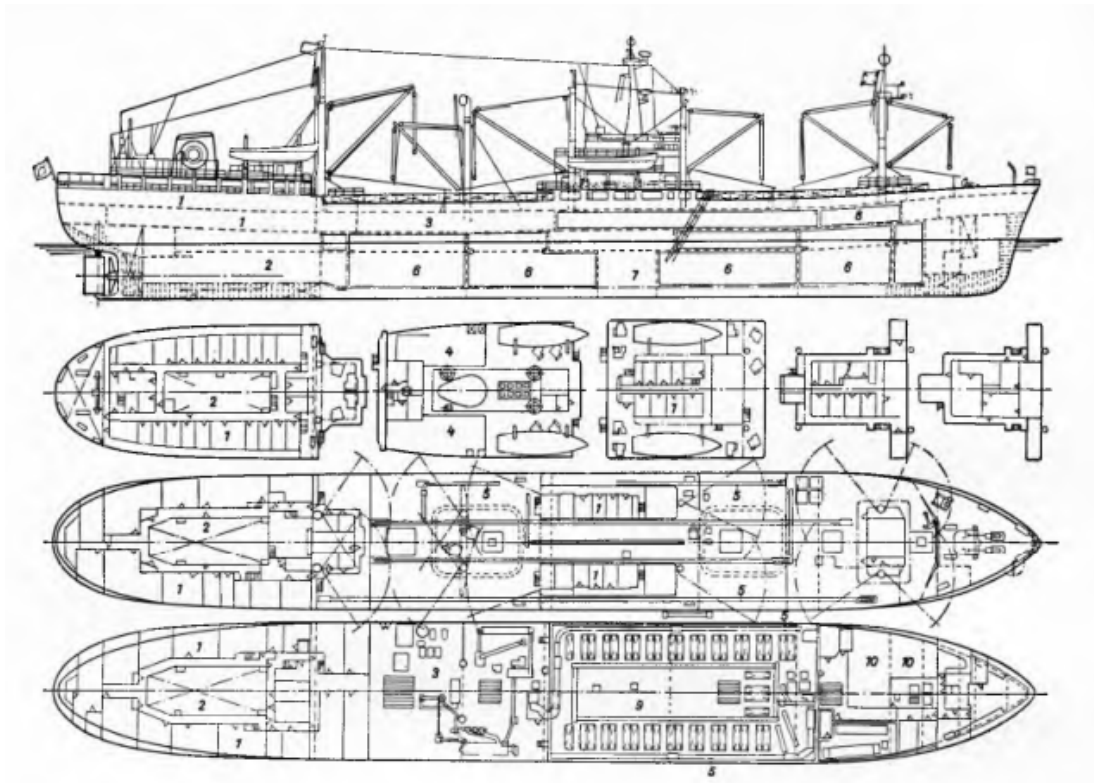


Slika 5. Kitolovac [10]

2.8 BRODOVI ZA PRIJEVOZ I PRERADU RIBE

Ribarsku flotu ponekad prate brodovi koji preuzimaju ulovljenu ribu i opskrbljuju ribarsku flotu gorivom, slatkom vodom, ledom, namirnicama itd. To su većinom pregrađeni trgovački brodovi ili manje ratne jedinice koje su zbog zastarjelosti ili kao višak rashodovane. Ti brodovi nemaju posebnih karakteristika, najrazličitijih su veličina i oblika, a jedino im je zajedničko da imaju hladena skladišta ribe. Za preradu ribe služe specijalno građeni brodovi, ali i pregrađeni stari trgovački brodovi. Brodovi specijalno građeni da prate ribarske flote i prerađuju ulovljenu ribu prilično su rijetki, jer visoki investicijski i pogonski troškovi čine rentabilnost takvih brodova problematičnom. Radi smanjenja investicijskih troškova češće se kao brodovi-tvornice upotrebljavaju stari teretni brodovi kojima su skladišta tereta pregrađena u tvorničke prostorije i u hladena skladišta ribe.¹⁶

¹⁶ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 446.



Slika 6. Brod-tvornica [10]

3 RASHLADNI SUSTAVI NA RIBARSKIM BRODOVIMA

Prethodno su predstavljene različite vrste ribarskih brodova te je predstavljeno kako je koji brod organiziran, odnosno gdje se na brodu skladišti i čuva riba dok se ne doveze do odredišta.

Ribarski brodovi, a kao što se to može zaključiti iz prethodnog poglavlja, pohranjuju ulovljenu robu u skladišta. Najjednostavnija skladišta ribe bez ikakve toplinske izolacije i bez uređaja za hlađenje imaju ribarski brodovi koji se u lovu zadržavaju kratko vrijeme i svakodnevno iskrcavaju ulov na kopno i brodovi na kojim se ulovljena riba odmah usoljuje i sprema u burad. Većina srednjih i velikih ribarskih brodova ima toplinski izolirana skladišta ribe. U tim skladištima riba se drži u tucanom ledu na temperaturi od 0°C. Hladeći ribu led se otapa, pa skladište mora imati dobar drenažni sistem radi odvoda otopljene vode i ventilacijski sistem radi odvlaživanja skladišta. Da bi se led što sporije otapao, ovakva skladišta su ponekad opremljena i malim, jednostavnim rashladnim uređajima. Najjednostavniji način toplinskog izoliranja skladišta ribe je oblaganje zidova plutom i unutarnjom oblogom od drvenih dasaka debljine 25 mm ili oblogom od dva sloja dasaka između kojih je nepropusna ljepenka. Nedostatak je takve izolacije što, usprkos zaštitnim premazima, drvo i pluto upijaju vlagu i mirise pa postaju žarišta razvijanja bakterija. Zbog vlažnosti povećava se toplinska vodljivost izolacije, sama izolacija je izložena truljenju, a riba se u takvom skladištu brže pokvari.¹⁷

Na modernim brodovima kao izolacijski sloj sve se više upotrebljavaju lagane mase i materijali koji ne upijaju vlagu ni mirise, kao pjenaste plastične mase, aluminijska folija, staklena vuna itd., a kao unutarnja obloga pocinčani čelični lim ili aluminijski lim. U ovakvom skladištu riba ostaje svježija do 40% dulje nego u skladištu obloženom drvenim daskama. Skladište ribe je podijeljeno na pregratke s policama u koje se stavljaju sanduci s ribom u tucanom ledu. Drvene police i sanduci imaju iste nedostatke kao i drvena izolacija pa se zato na modernim brodovima upotrebljavaju aluminijski sanduci za ribu na aluminijskim policama koje se mogu demontirati.¹⁸

¹⁷ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 438.

¹⁸ Ibid

U posljednje vrijeme veći ribarski brodovi sve više imaju uređaje za duboko smrzavanje ribe ili ribljih fileta i umjetno hlađena skladišta. Duboko smrzavanje se obavlja na jedan od četiri načina:

- a) riba se ispire u hladnoj slatkoj vodi i zatim stavlja u tekući hlađeni rasol, tako da se oko ribe stvori sloj leda,
- b) hlađeni tank s ribom se naplavi hlađenim rasolom, pa kad se riba smrzne, rasol se ispusti,
- c) riba se stavlja na rešetkaste police između kojih velikom brzinom struji hlađen zrak koji zamrzne ribu,
- d) riba se zamrzava stavljanjem na metalne ploče hlađene rasolom ili direktno isparivačima rashladnog medija.

Pri dubokom smrzavanju riba se hladi na -18° do -30°C pa se zamrznuta pohranjuje u hlađena skladišta, gdje vladaju isto tako niske temperature. Duboko smrzavanje osigurava dobru kvalitetu ribe za vrlo dugo vrijeme, ali zahtijeva skuplje uređaje na brodu i razvijen sistem hladnjača na kopnu, jer duboko smrznuta riba ne smije se odmrznuti prije nego što dođe do potrošača.¹⁹

3.1 ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA ODABIR SUSTAVA HLAĐENJA NA RIBARSKIM BRODOVIMA

Vrlo je važno da na ribarskim brodovima postoji odgovarajući sustav hlađenja koji će zadovoljiti potrebe određenog broda. Nepravilno hlađenje morskih plodova dovodi do rasta opasnih bakterija što ih čini opasnim za konzumaciju. Vrsta rashladnog sustava na ribarskom brodu ovisi o nekoliko čimbenika, a to su:²⁰

- veličina ribe koja se lovi – ovisno o tome da li se lovi mala, srednja ili velika riba treba imati prikladan sustav hlađenja. Naravno da postoji i niz drugih čimbenika, kao i vrsta ribe, vlastiti resursi, vremenski uvjeti i drugi uvjeti koji također utječu na najbolji način, međutim, svakako treba razmotriti slijedeće:
 - male ribe – male ribe poput srdela se lako pokvare jer zbog svoje veličine nisu toliko zaštićene. Međutim, one se također brzo ohlade i duže ostaju hladne zbog svoje veličine. Važno je imati dobro izoliran

¹⁹ Tehnička enciklopedija, op.cit., str. 438.

²⁰ Semco/Semcold LLC: Tips to Select the Best Cooling System for Your Fishing Vessel, dostupno na: <https://semcoice.com/tips-select-best-cooling-system-your-fishing-vessel/>

- hladnjak za male ribe. Kako bi ih se održalo dovoljno hladnim, treba koristiti mješavinu leda i ohlađene morske vode u hladnjaku,
- ribe srednje veličine – ribe kao što su losos ili tilapija su neke od ekonomskih najvažnijih ulova pa je od vitalnog značaja da ostanu svježe. Kada je riječ o ribi srednje veličine, drugi čimbenici kao što je udaljenost ribarenja, utječu na najbolju vrstu hlađenja,
 - velike ribe – velikim ribama treba puno dulje da se ohlade i njih treba prije hlađenja iznutriti kako bi se komadići leda mogli staviti izravno u njih, a kako bi se povećala učinkovitost hlađenja,
- vrsta morskih plodova koji su ulovljeni – veličina ulovljene ribe je važna, ali je važna i vrsta morskih plodova koji su ulovljeni. Škampi su poseban slučaj jer se počinju kvariti čim uginu. Zbog toga je škampe potrebno odmah zamrznuti. Uobičajene metode uključuje uranjanje škampi u hladnu slanu otopinu. Druge vrste morskih plodova, poput jastoga i rakova, se obično održavaju na životu tijekom transporta kako bi se spriječilo kvarenje i osigurala maksimalna svježina,
 - raspoloživi prostor na brodu – raspoloživi prostor na brodu je također jedan od faktora koji određuje vrstu rashladnog sustava. Na primjer, sustav koji koristi poliuretansku pjenu za izolaciju bi mogao biti od koristi ako se postavi u područje koje sigurno neće primati vodu, ali možda neće biti od koristi na malim brodovima,
 - cijena sustava – trošak sustava je također jedan od faktora koji utječu na odabir rashladnog sustava.

3.2 GLAVNI DIJELOVI RASHLADNIH UREĐAJA

Najvažniji dio rashladnog uređaja je kompresor. Kao što pouzdano regulira potrebnu snagu, tako isto pouzdano osigurava tok rashladnog ciklusa pri promjeni temperature isparavanja i kondenzacije. On usisava plin iz isparivača i tlači ga na dovoljno visok tlak, da se osigura kondenzacija rashladnog sredstva u kondenzatoru. Koriste se stapni i vijčani kompresori. U današnje vrijeme se u velikim rashladnim uređajima koriste vijčani kompresori jer imaju jednostavniju izvedbu, smanjene dimenzije, težinu i cijenu.²¹

²¹ Ozretić, V.: Brodski pomoćni strojevi i uređaji, Split Ship management d.o.o., Split, str. 372.

Kondenzator je dio rashladnog uređaja u kojemu se oduzima toplina iz rashladnog sredstva koje se kondenzatoru dovodi u obliku plina pod visokim tlakom. Toplina se oduzima rashladnom vodom. Plin se kondenzira i ukapljuje i na taj način dolazi do promjene agregatnog stanja rashladnog sredstva. Brodski kondenzatori izvedeni su isključivo površinski od cijevnog snopa.²²

Isparivač je dio rashladnog uređaja u kojem rashladno sredstvo ključa, tj. isparava, a toplinu za isparavanje oduzima iz okoline koju rashlađuje, te joj snižava temperaturu, ovisno o visini tlaka nakon prolaza kroz regulacijski ventil.²³

Sakupljač tekućine (resiver) je posuda koja se nalazi smještena ispod samog kondenzatora, a služi da primi višak rashladnog sredstva tijekom rada.²⁴

Sušilac rashladnog sredstva se ugrađuje u rashladnom sustavi da se iz rashladnog sredstva odstrani vlaga, koja može izazvati stvaranje korozije i blokiranje pojedinih regulacijskih dijelova.²⁵

Regulacijski uređaji obuhvaćaju ekspanzijski ventil, presostat, regulator rashladne vode, regulator na usisu kompresora i magnetski ventil.²⁶

3.3 HLAĐENJE I ZALEĐIVANJE RIBE

Postupcima hlađenja i zaleđivanja ribe, riba se održava u svježem stanju na kraće ili dulje vrijeme. Prilikom hlađenja ribe, razlikuju se tri stupnja hlađenja, odnosno zaleđivanja:²⁷

1. stupanj: ohlađivanje od početne temperature, do početka zaleđivanja,
2. stupanj: postupak zaleđivanja, dok se ne dostigne temperatura koja je u jezgri tijela oko 5 K ispod točke zaleđivanja,
3. stupanj: nastavak zaleđivanja, do konačne, željene temperature.

²² Ozretić, V., op.cit., str. 381.

²³ Ibid, str. 384.

²⁴ Ibid

²⁵ Ibid, str. 387.

²⁶ Ibid, str. 387-399.

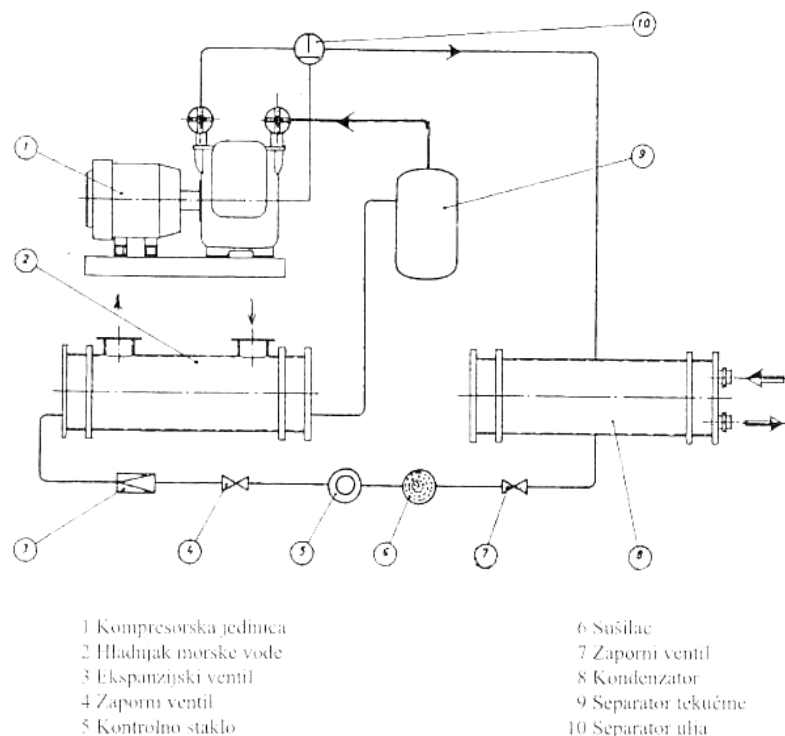
²⁷ Ibid., str. 447.

3.3.1 POSTUPCI HLAĐENJA RIBE

Ribarski brodovi koji love ribu u toplim tropskim predjelima trebaju na brodu osigurati da se ulovljena riba, do predaje na tržište, zadrži što dulje u svježem stanju i zbog toga se primjenjuju postupci neposrednog hlađenja ribe u ohlađenoj morskoj vodi ili ledom.

3.3.2 HLAĐENJE RIBE MORSKOM VODOM

Kod hlađenja ribe morskom vodom, na brodu je potrebno imati barem jedan tank koji je napunjen morskom vodom, u kojem treba ribu ohladiti i održavati na temperaturi od -1°C . Kada se postigne navedena temperatura, u tank se unosi ulovljena riba. U svrhu hlađenja morske vode koristi se rashladni uređaj izravne ekspanzije sa freonom 22 ili freonom 502. Protok morske vode između hladnjaka morske vode i tanka se obavlja posebnom sisaljkom, a kao što se može vidjeti na slici 7. Hladnjak je, u stvari, isparivač rashladnog sredstva, u kojem se oduzima toplina iz morske vode. Ovaj sustav hlađenja se naziva osnovnim sustavom.



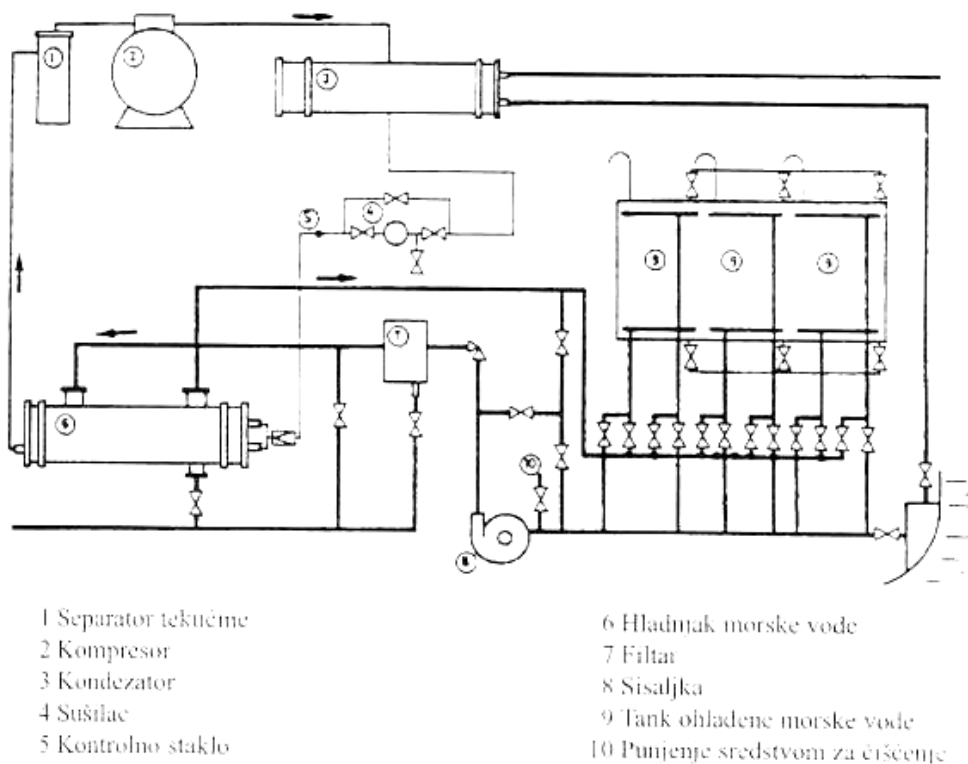
Slika 7. Osnovni sustav hlađenja morskom vodom [7]

Pri određivanju kapaciteta rashladnog uređaja u obzir treba uzeti slijedeće podatke:²⁸

- početnu temperaturu ulova ribe,
- količinu ribe u tanku
- temperaturu hlađenja morske vode (-1°C),
- zapremnina tanka morske vode,
- prijelaz topline unutar tanka,
- vrijeme hlađenja morske vode (obično uzima 5 sati).

Pri određivanju zapremnine tanka potrebno je uzeti odnos 4:1 (riba : voda). Tako npr. za 60 tona ribe u tanku je potrebna zapremnina tanka 75 m³, uzevši u obzir gustoće ribe i morske vode. Da se nadomjeste gubici topline kroz izolaciju tanka, cijevi i sisaljke, kapacitet rashladnog uređaja se treba povećati približno 10%.

Slika 8. prikazuje složeniji sustav hlađenja morske vode, koji se naziva cirkulacijski.



Slika 8. Cirkulacijski sustav hlađenja morskom vodom [7]

²⁸ Ozretić, V., op.cit., str. 448.

Cirkulacijskim načinom koji je prikazan na slici 8. se vrši istodobno punjenje, pražnjenje i protok morske vode, s pomoću sisaljke i pripadnih ventila za promjenu smjera protoka tijekom rada. Ventili su posebno važni za slučaj pražnjenja ili začepljenja cijevi, onih u tanku. Kapacitet sisaljke se određuje na osnovi 0,5 do 1 puta na sat cirkulacije tanka ili tankova uključenih u sustav hlađenja. Kada se postigne željena temperatura ribe, smanji se cirkulacijski protok na 1/3 zapremnine tanka/tankova na sat, uz upozorenje da ne smije doći do kvarenja ribe. U tu svrhu preporučuje se na cijevi, na pokrovu unutar tanka i na ulazu morske vode napraviti rupe promjera 8 do 15 mm. Njihov ukupan presjek treba biti jednak četverostrukom presjeku cijevi na crpnoj strani sisaljke iz tanka.²⁹

3.3.3 POSTUPCI PROIZVODNJE LEDA ZA HLAĐENJE RIBE

Spremanjem ribe nakon ulova u kutije sa ledom smanjuje se naglo njena temperatura i održava dulje vrijeme, do predaje na kopno. Ako je ulov ribe spremljen u kutije, još uskladišten u prostoru s rashladnim cijevnim serpentinama rashladnog sredstva, vrijeme i sigurnost zadržavanja svježine ribe još se više povećava. Glavnu ulogu ovdje odigrava proizvodnja leda na ribarskom brodu pomoću uređaja u kojem se rashladnim strojevima u ciklusu hlađenja proizvodi led u određenim oblicima. Rashladni strojevi rade u ciklusu izravne ekspanzije s freonom 22 ili freonom 502.³⁰

Led se može proizvesti iz slatke i iz morske vode. Led od slatke vode je prikladan za uskladištenje na duže razdoblje, osigurava postojanu temperaturu pri topljenju, može se uskladištiti na većoj temperaturi prostora, rizik zaleđivanja u gromadama je malen i led je homogen. Led od morske vode traži niže radne temperature koje daju povećano pothlađivanje leda i led se može uskladištiti pri nižoj temperaturi prostora. Proizvodnja leda na ribarskom brodu ima brojne prednosti, a neke od njih su:³¹

- omogućuje dulje vrijeme ribarenja,
- svježina ribe se može održati 2 do 3 tjedna,
- dobar dodir između ribe i leda, a topljenje leda osigurava brzo hlađenje ribe,
- osigurava konstantnu temperaturu ribe,
- mali gubitak težine i neznatno oštećenje ribe,
- neovisnost o proizvodnji leda u luci,

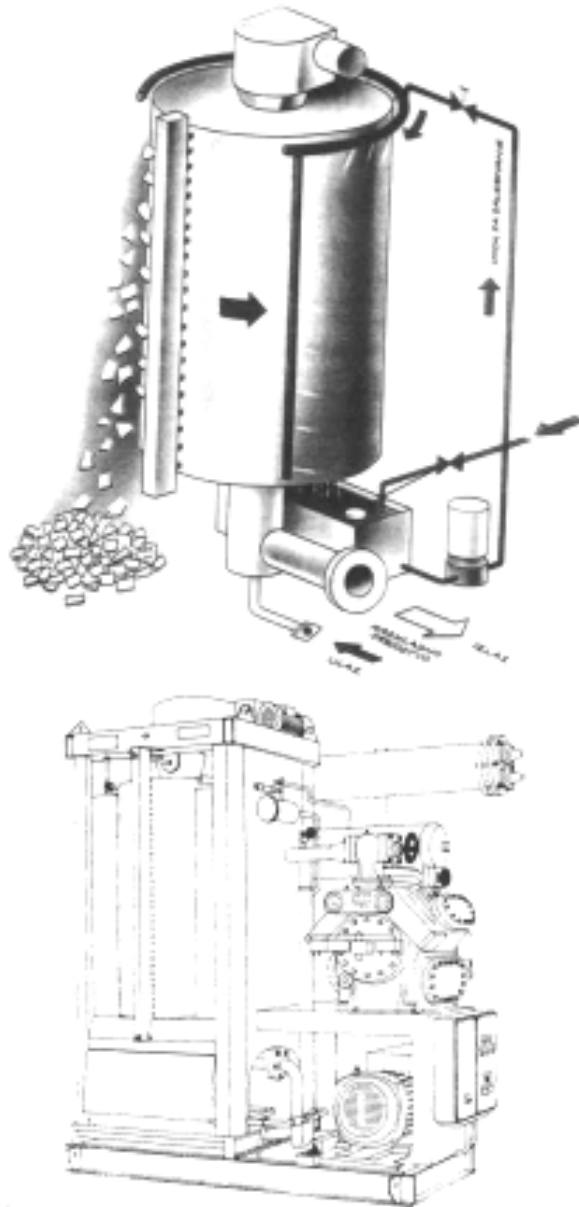
²⁹ Ozretić, V., op.cit., str. 449.

³⁰ Ibid, str. 450.

³¹ Ibid

- mogućnost boravka na položaju pogodnom za dobar ulov ribe dulje vremena, jer se kroz to vrijeme proizvodi led,
- osigurava se stalna dobava svježeg suhog leda,
- led se može proizvesti kako od slatke, tako i od morske vode.

Na slici 9. je prikazana modulska jedinica za proizvodnju leda u ljuskama



Slika 9. Modulska jedinica za proizvodnju leda u ljuskama [7]

Led se može proizvoditi u blokovima, u pločama, u cijevima ili u ljuskama. Led u blokovima je zaleđen u čeličnim limenkama koje su uronjene u tankovima s cirkulacijom rasoline. Led u pločama je zaleđen na pločama vertikalnog zaleđivača, koji je inače u funkciji zaleđivanja ribe u blokovima. Led u obliku cijevi je zaleđen u dugim vertikalnim cijevima unutar vertikalnog pločastog zaleđivača. Led u ljuskama je zaleđen u tankim slojevima na vanjskoj strani vertikalnog bubnja uređaja za proizvodnju leda u rashladnom procesu. Led u ljuskama se najviše primjenjuje za hlađenje ribe ledom.³²

3.3.4 POSTUPCI ZALEĐIVANJA RIBE

Riba se zaleđuje postupcima zaleđivanja u zraku ili zaleđivanja u neposrednom dodiru ili zaleđivanja uranjanjem, a mogu postojati i kombinacije ovih postupaka. Svaki od navedenih postupaka se može raščlaniti na nekoliko načina:³³

- zaleđivanje u zraku:
 - zaleđivanje u skladištu,
 - zaleđivanje na policama,
 - zaleđivanje u tunelima
- zaleđivanje u neposrednom dodiru:
 - zaleđivanje u pločastim zaleđivačima koji mogu biti horizontalni, vertikalni ili rotacijski,
- zaleđivanje uranjanjem:
 - zaleđivanje u tekućem plinu, dušiku,
 - zaleđivanje u tekućoj rasolini.

Kako bi se održala najbolja kakvoća, ribu treba naglo zalediti i postupak je potrebno obaviti u području temperature od 0°C do -5°C u roku od 2 sata i tu temperaturu je potrebno održavati u zaleđivaču.

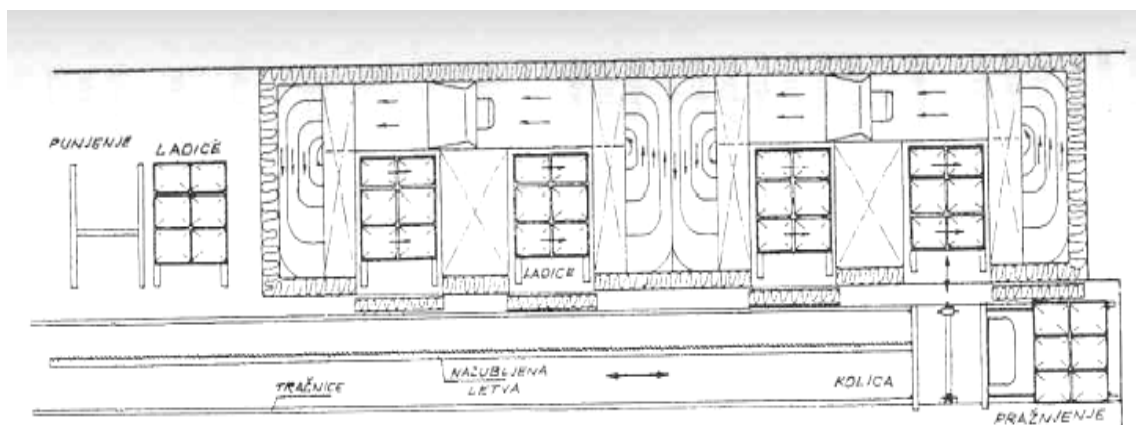
Kod zaleđivanja na zraku, najprimitivniji način zaleđivanja je u skladištu u hladnoj komori, gdje se održava tražena niska temperatura. Ovim postupkom se polagano zaleđuje riba, a što može imati za posljedicu kvarenje ribe. Drugi postupak zaleđivanja na zraku je zaleđivanje na policama i ono se sastoji u postavljanju ribe na policama ili u pliticama u

³² Ozretić, V., op.cit., str. 450-452.

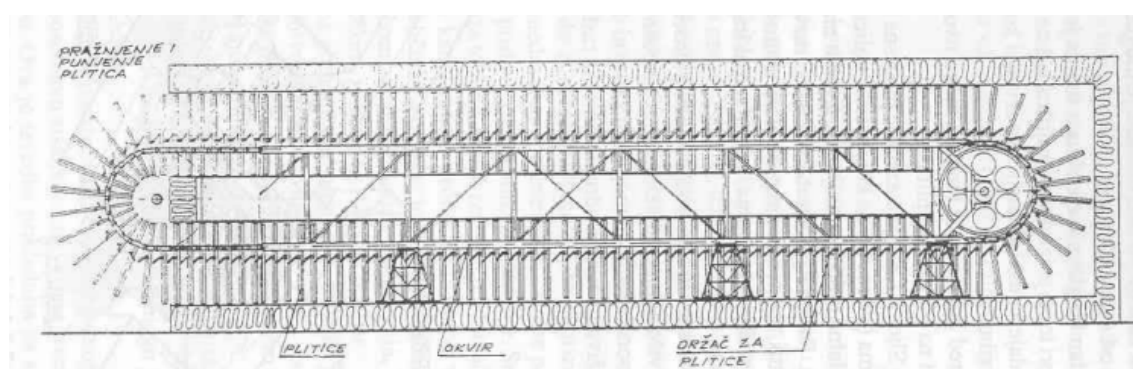
³³ Ibid, str. 452-453.

neposrednom dodiru s rešetkama od hladjenih cijevi, raspoređenih ispod policama ili plitica. Postupak zaleđivanja se odvija dijelom u hladjenom zraku prostora, a dijelom u dodiru s hladnim cijevima rashladnog sredstva. Poboljšanje se može postići ugradnjom ventilatora koji stvaraju prestrujavanje hladnog zraka uzduž policama. Ovaj postupak se koristi za zaleđivanje velikih rakova. Još jedan način zaleđivanja na zraku je zaleđivanje u tunelima. Zaleđivači u tunelu se koriste kod velikih ribarskih brodova za oceanski ulov. U tunelu velikom brzinom iznad ribe struji hladni zrak niske temperature. Riba koja se uvodi u tunel može biti pojedinačno velika i obješena, položena u paketu ili postavljena u pliticama, koristeći konvejjere za protok ribe kroz tunel. Tunelski zaleđivači se odlikuju velikim kapacitetom, do 75 tona na dan. Mogu biti izvedeni za kontinuirano zaleđivanje ili s prekidima, tj. pojedinim šaržama. Protok zraka preko ili oko ribe može biti paralelan ili poprečan u odnosu na smjer tunela. Poprečnom protoku zraka se daje prednost jer razvija nižu temperaturu. Poželjno je da riba uđe u tunel, s temperaturom nižom od 10°C. Ovo je moguće riješiti korištenjem konvejjerskog tunela, ugradnjom sekcije pred ulazom u tunel za prethlađenje ribe. Kod određenih vrsta ribe prethlađenje se može riješiti hlađenjem ribe u morskoj vodi ili u ledu. Zaleđivanje ribe je brže ako je ona nepakirana, kao što je npr. tunj koji se vješa na kuku pri prolazu kroz tunel. Manja riba je pakirana u kartonske kutije ili postavljena u plitice ili posebne metalne plitice s poklopcem, da se mogu stvoriti blokovi zaleđene ribe.³⁴ Na slici 10. i 11. je prikazana procesna linija zamrzavanja ribe u tunelu na kolicima s policama i u tunelu s konvejjerom.

³⁴ Ozretić, V., op.cit., str. 453-454.



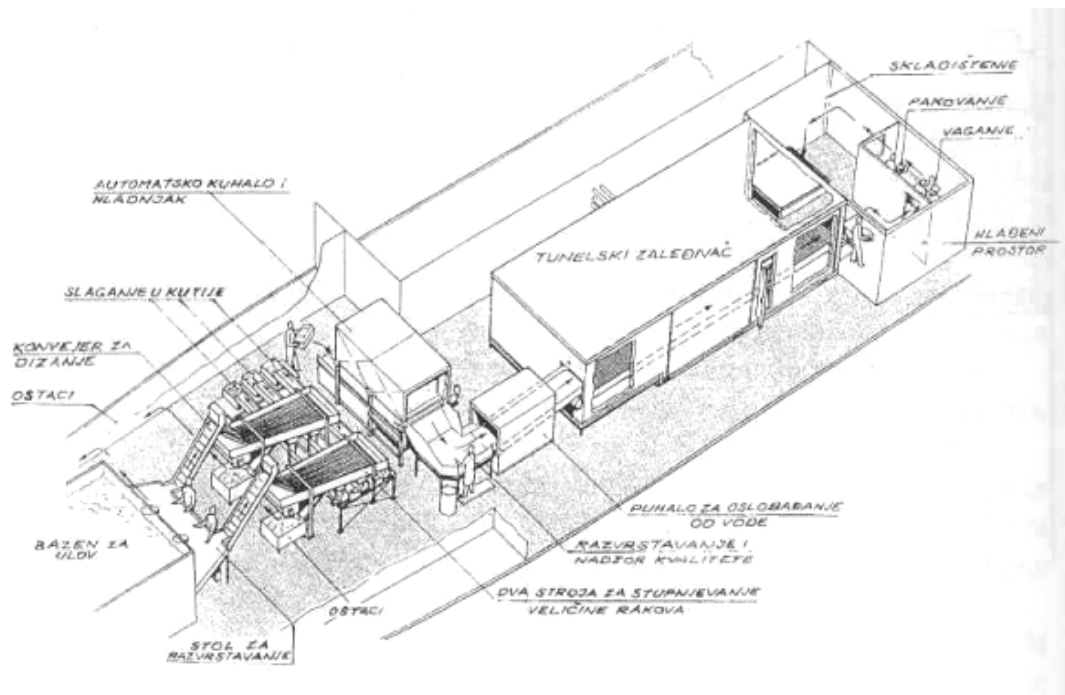
Slika 10. Procesna linija zamrzavanja ribe u tunelu na kolicima s policama [7]



Slika 11. Procesna linija zamrzavanja ribe u tunelu s konvejerom [7]

Jedan od glavnih elemenata tunela je konvejer, koji prima i provodi ribu kroz tunel, i pri tome je izložena struji zraka. Isto tako konvejer na izlazu iz tunela zaleđenu ribu predaje za uskladištenje. Po izvedbi konvejer mora biti prilagođen veličini, vrsti i obliku ribe. Pored konvejera u tunel se mogu uvoditi kolica, s pomoću kojih se riba može postaviti na police ili u plitice. Na slici 12. je prikazana procesna linija zaleđivanja malih rakova mekušaca gdje se proces odvija u šaržama. Rakove je potrebno očistiti, razvrstati, odstraniti vodu, kuhati da zadrže dobar ukus, zatim ohladiti prije ulaza u tunel. U tunelu se provode kroz struju hladnog zraka u svrhu zaleđivanja, zatim se pakiraju, važu i provode u brodsko hladeno skladište. Rashladni uređaj koji posluhuje proces zaleđivanja u tunelu sadrži dvije ili više kompresorskih jedinica, sposobnih za održavanje traženih temperatura. Kompresorske jedinice mogu biti sastavni dio tunela ili posebno smještene na brodu za posluživanje tunela i drugih procesa rashlađivanja na brodu.³⁵

³⁵ Ozretić, V., op.cit., str. 456.



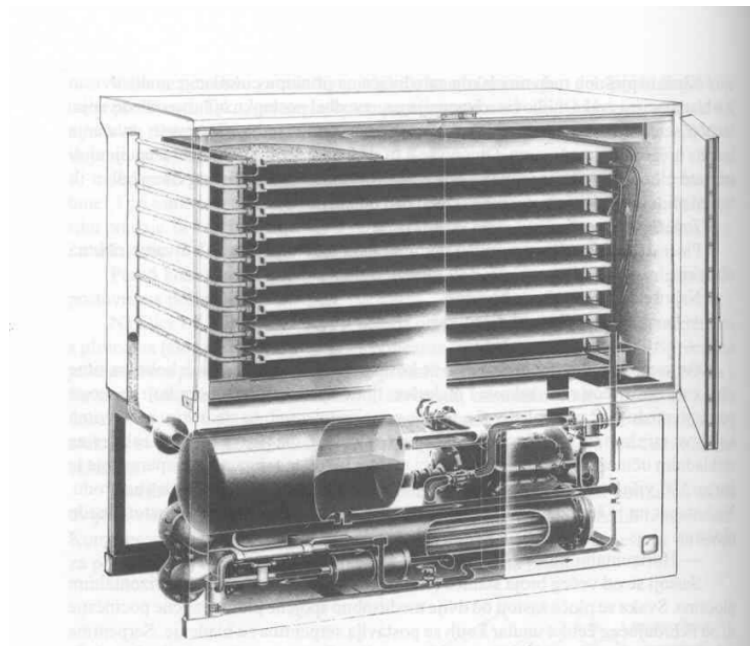
Slika 12. Linija procesa kuhanja, hlađenja i zamrzavanja malih rakova mekušaca [7]

Prilikom zaleđivanja na dodir, u kojem pločasti zaleđivači na direktan dodir najdjelotvornije zaleđuju ribu na ribarskim brodovima, najviše se koriste dvije izvedbe:³⁶

- horizontalni pločasti zaleđivač – on se sastoji od većeg broja stanica (6 do 10) koje su međusobno omeđene horizontalnim pločama. Svaka ploča se sastoji od dvije međusobno spojene ploče, čelične pocinčane ili od nehrđajućeg čelika unutar kojih se postavlja serpentina za hlađenje. Serpentina je kvadratnog presjeka radi boljeg prijelaza topline. Druga izvedba pojedinačne ploče je napravljena od punog aluminija sa kanalima za prolaz rashladnog sredstva. aluminijske ploče su djelotvornije od čeličnih za prijelaz topline. Za održavanje dobrog dodira sa ribom, a time i boljeg zaleđivanja, ploče se međusobno pritišću hidrauličkim postupkom, približnog tlaka od 0,1 bar. Riba se postavlja među pločama na pliticama od aluminija, koje su pritisnute skupa s pločama zaleđivača u svrhu djelotvornog zaleđivanja. Danas su

³⁶ Ibid, str. 457-458.

- pločasti zaleđivači modulske izvedbe, s pripadnim rashladnim uređajem na freon 22 ili freon 502, te hidrauličkim sustavom. Pločasti zaleđivači mogu biti izvedeni sa separatorom tekućine rashladnog sredstva postavljenim iznad jedinice pločastog zaleđivača. Na taj su način ploče natopljene gravitacijski tekućim freonom. Ovim rješenjem glavnu ulogu u ciklusu hlađenja ima ventil na plovak niskog tlaka. drugo rješenje izvedbe je postavljanje separatora tekućine rashladnog sredstva ispod jedinice pločastog zaleđivača, s posebnom sisaljkom zatvorene izvedbe, kroz koju protječe tekuće rashladno sredstvo. Ova je izvedba prikladnija za smještaj u brodu, zbog potrebne manje visine, jednostavnijeg posluživanja i kraće je vrijeme zaleđivanja. Na slici 13. je prikazan horizontalni pločasti zaleđivač,
- vertikalni pločasti zaleđivač – sastoji se od ploča zavješanih vertikalno na klizne tračnice. Na slici 14. je prikazan vertikalni pločasti zaleđivač.



Slika 13. Horizontalni pločasti zaleđivač [7]



Slika 14. Vertikalni pločasti zaleđivač [7]

Na vertikalnom pločastom zaleđivaču ploče se pomiču naprijed i natrag hidrauličkim načinom, a između ploča su ugrađeni okviri za ribu koju treba zaleđivati. nakon zaleđivanja okviri i zaleđeni blokovi ribe klize vani na bočnim stranama. Ploče zaleđivača su izrađene od aluminija. Hidraulički uređaj za osiguranje djelotvornog dodira ploče s ribom stvara vodonepropusni dodir uokolo okvira ploča. Sisaljka za protok tekućeg rashladnog sredstva je sastavni dio rashladnog ciklusa. kako bi se izbjeglo zaljepljivanje ribe na ploče. ribe se otope toplim plinom. Vertikalni zaleđivački mogu zaleđivati ribu veće debljine, do 100 mm.

Uz horizontalne i vertikalne pločaste zaleđivače, koji su prethodno predstavljani, za zaleđivanje ribe na ribarskim brodovima se koriste još i slijedeći postupci:³⁷

- radijalni pločasti zaleđivač – radi se o zaleđivaču koji je proizveden u Rusiji, a koji radi automatski, pri punjenju i pražnjenju. Kapacitet mu je 8 tona na dan, u proizvodnji blokova ribe dimenzija 400 x 250 x 60 mm i težine 6 kg. Vrijeme zaleđivanja je 2 sata i 18 minuta na temperaturu od -25°C, a rashladno sredstvo od -32°C,
- zaleđivač s rotacijskim bubnjem – sastoji se od bubnja od nehrđajućeg čelika koji se vrti i održava se na niskoj temperaturi. Ulaznim konvejerom se riba

³⁷ Ozretić, V., op.cit., str. 459-460.

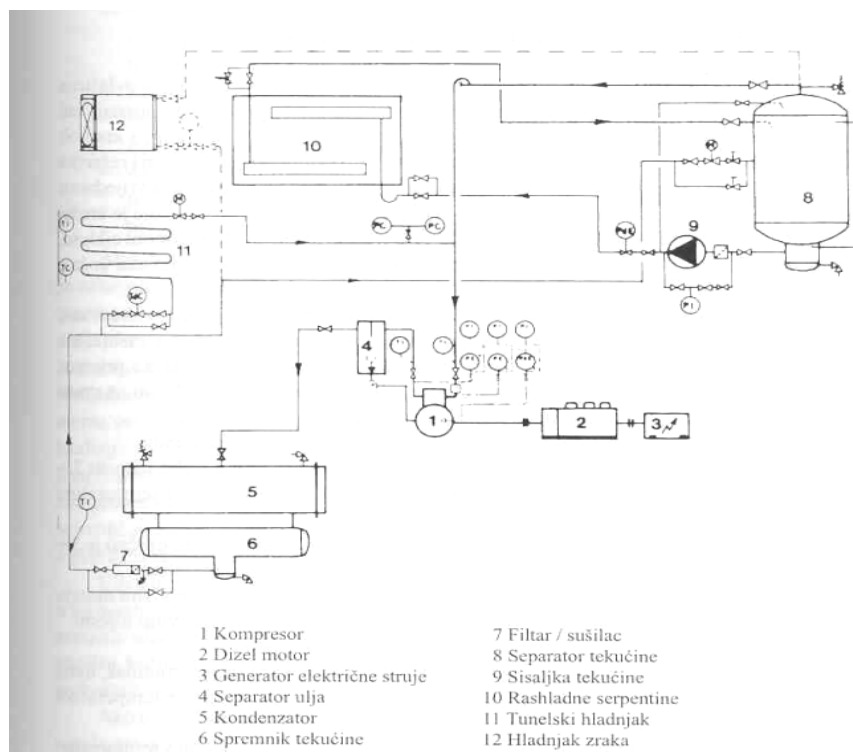
uvodi u bubanj, a iz bubnja se odvodi izlaznim konvejerom. riba se prijanja uz bubanj zaleđivanjem vode na njegovim unutarnjim površinama. Pri izlazu iz bubnja riba se struže s bubnja. Prije pakiranja riba prolazi kroz automatsko glačalo. Zaleđivanje se odvija dosta brzo i ovaj zaleđivač se koristi za zaleđivanje rakova i rezane ribe,

- zaleđivanje uranjanjem u rasolinu – radi se, u stvari, o zaleđivanju u tanku ili u više tankova obloženih cijevnim serpentinama za neposrednu ekspanziju rashladnog sredstva, kojim se preuzima toplina rasolini u tanku. Obično se kao rashladno sredstvo koristi amonijak (NH_3). Rasolina je sastavljena od morske vode i soli (NaCl), u takvom odnosu da se postigne gustoća rasoline od 1126 kg/m^3 . Za ovaj postupak se koristi sisaljka kojom neprekidno protječe rasolina, da se osigura kvalitetan dodir preko cijevnih serpentina i položene ribe u tanku. Ovaj postupak se koristi za zaleđivanje tunja, rakova i bijele ribe,
- zaleđivanje uranjanjem u tekući dušik – ovaj način se pokušao koristiti za vrlo brzo zaleđivanje neposrednim uranjanjem u tekući dušik od -196°C . Zbog vrlo niske temperature dolazi do unutarnjeg oštećenja mesa ribe, uzrokovanog trenutačnim zaleđivanjem, pa je ovaj postupak zbog navedenog razloga postao neprihvatljiv.

3.3.5 HLAĐENJE I ZALEĐIVANJE TUNJA NA BRODU

Hlađenje i zaleđivanje tunja na brodu se odvija u tri stupnja, a počinje u tanku ili tankovima napunjenim morskom vodom. Posebna sisaljka osigurava protok morske vode tankom ili tankovima. Rashladne serpentine od mekog čelika su postavljene na svim stranama tanka, kroz koje prolazi rashladno sredstvo za neposredno isparavanje, obično amonijaka (NH_3). Tankovi su napunjeni morskom vodom, koja se hladi na temperaturu od -1°C . Ova se temperatura održava rashladnim serpentinama, dok se ne počne unositi riba. Kontinuiranim radom rashladnog procesa i protokom morske vode na putu od tanka prema sisaljki temperatura se ponovno snizi na -1°C . Nakon ovog postupka slijedi drugi stupanj procesa. Morskoj vodi u tanku napunjenom ribom se dodaje kuhinjska sol u prikladnoj količini, pri kojoj tunj u tanku može biti zaleđen na temperaturi od -8°C . U

tanku se stvori rasolina, koja s pomoću sisaljke cirkulira da se u tanku postigne djelotvorno hlađenje uronjene ribe. nakon postignute temperature od -8°C slijedi treći stupanj, tj. zaleđivanje. Isprazni se rasolina iz tanka, odnosno tankova, pomoću sisaljke i izbaci izvan broda. Djelovanjem rashladnog procesa se nastavlja zaleđivanje tunja u prostoru tanka preko cijevnih serpentina, dok se ne dostigne temperatura od -12°C do -15°C . Na ovoj se temperaturi tunj održava do 24 sata prije početka iskrcaja na kopno. Tada nastupa topljenje i međusobno oslobađanje zaleđene ribe u tanku, protokom tople morske vode preko ribe. Ukoliko se tunj treba nakon iskrcaja na kopno dalje uskladištiti, proces ponovnog zaleđivanja se nastavlja u hlađenom skladištu. Kako se radi o trostupanjskom procesu hlađenja/zaleđivanja, rashladni uređaj ima tri temperaturna usisna sustava s kojima se upravlja pomoću regulatora usisnog tlaka. Na taj način se može osigurati da temperatura u svakom tanku bude točno kako zahtijeva proces. Dobavom tekućeg rashladnog sredstva, rashladnoj serpentinu svakog tanka upravlja se s pomoću termostatskog ekspanzijskog ventila, i to ručnim upravljanjem. Rashladni uređaj je projektiran za jednostupanjsko tlačenje kompresora. regulacija kompresora osigurava prilagodljiv i ekonomičan rad, u skladu sa zahtjevima hlađenja.³⁸ Na slici 15. je prikazan rashladni uređaj na ribarskom brodu.



Slika 15. Rashladni uređaj za različite postupke hlađenja i zaleđivanja [7]

³⁸ Ozretić, V., op.cit., str. 460.

Na ribarskim brodovima se ugrađuju rashladni uređaji koji služe za višenamjensko hlađenje, odnosno zaleđivanje. Prema vrsti, obliku i veličini ulova određen je postupak hlađenja i zaleđivanja. Na slici 15. je prikazan rashladni uređaj za izravnu ekspanziju rashladnog sredstva freona 22. Navedeni uređaj se poslužuje rashladnim sredstvom u postupcima hlađenja i zaleđivanja i to u pločastom zaleđivaču, u tunelskom zaleđivaču hladnjakom zraka i hlađenje vode u tanku sa cijevnim serpentinama, za predhlađenje ribe. Osim toga predviđen je i separator tekućeg rashladnog sredstva sa cirkulacijskom sisaljkom u funkciji postupka hlađenja i zaleđivanja.³⁹

³⁹ Ibid, str. 461-462.

4 TEŠKOĆE U RADU RASHLADNOG UREĐAJA BRODSKE LEDENICE

Rashladnim uređajem na brodu trebaju rukovati osobe koje dobro poznaju rad rashladne tehnike kao i sve sastavne dijelove uređaja. Pri posluživanju i kontroli rada potrebno je imati alat i kontrolne instrumente, a pri popravku ili zamjeni i rezervne dijelove. Brodski strojar koji nadzire rad rashladnog uređaja treba paziti da vrijednosti pod kojima se postiže optimalan rad uređaja ne padnu ispod veličina za koje je uređaj predviđen. Nezaobilazna oprema na brodu je brodska ledenica i potrebno joj je posvetiti posebnu pozornost.⁴⁰ U tablici 1. su prikazane važnije teškoće i problemi u rashladnom uređaju brodske ledenice sa stapnim kompresorom, na freon 22 pri izravnoj ekspanziji, njihovi uzroci i načini otklanjanja.

Tablica 1. Teškoće u radu rashladnog uređaja brodske ledenice [7]

Teškoće	Uzrok	Otklanjanje
1. Visok tlak u kondenzatoru	<ul style="list-style-type: none"> • Zrak ili nekondenzirani plinovi u sustavu • Rashladna voda previše topla ili nedovoljna količina vode prolazi kroz kondenzator • Cijevi kondenzatora začepljene nečistoćom ili kamencom • Previše tekućeg freona u sakupljaču i nešto u kondenzatoru 	<ul style="list-style-type: none"> • Ispustiti nečisti plin iz kondenzatora • Provjeriti i očistiti ventil vode i filter vode i uvjeriti se je li ventil dovoljno otvoren • Očistiti cijevi kondenzatora • Ispustiti rashladno sredstvo u posebnu posudu
2. Prenizak tlak u kondenzatoru	<ul style="list-style-type: none"> • Previše vode, ili je previše hladna voda koja se provodi kroz kondenzator • Tlačni ventili propuštaju 	<ul style="list-style-type: none"> • Prilagoditi dobavu vode • Skinuti poklopac

⁴⁰ Ozretić, V., str. 465.

		<p>cilindra, pregledati ploče ventila ili prstenova i obnoviti ih (ako je potrebno)</p>
<p>3. Usisni tlak previsok</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Previše tekućine ulazi kroz regulacijski ventil • Previše tekućine dolazi iz regulacijskog ventila • Usisni ventili propuštaju 	<ul style="list-style-type: none"> • Prilagoditi regulacijski ventil, ispitati osjetnik termostatskog regulacijskog ventila • Provjeriti radi li regulacijski ventil ispravno • Skinuti poklopac cilindra, pregledati ploče ventila ili prstenova i obnoviti ih (ako je potrebno)
<p>4. Usisni tlak prenizak</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cijevi začepljene tekućiom, usisni filter, ili filteri ispred regulacijskih ventila • Premalo punjenje freonom • Previše ulja protječe kroz sustav 	<ul style="list-style-type: none"> • Isprazniti, izvaditi, provjeriti i očistiti filtre. Nadodati freona • Provjeriti nakuplja li se ulje odnekuda u sustav. Ispustiti višak ulja • Provjeriti je li zatvorena dobava vode. Sisaljku rashladne vode zaustaviti. Ispitati regulacijske ventile rashladne vode
<p>5. Kompresor se često zaustavlja i upućuje (pri prekidu rada pri visokom tlaku)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nedovoljno vode protječe kroz kondenzator (cijevi kondenzatora začepljene) 	<ul style="list-style-type: none"> • Provjeriti i očistiti (ako je potrebno) cijevi kondenzatora i filter u cijevi rashladne vode

	<ul style="list-style-type: none"> • Uređaj za isključivanje neispravno postavljen • Sustav sadrži previše freona • Uređaj za isključivanje često se otvara i zatvara, jer je dio cijevi kondenzatora uronjen u pretičak tekućeg freona. Kondenzator je djelomično neaktivan 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulirati uređaj na određeni tlak • Otpustiti tekući freon • Izvući freon iz uređaja
6. Kompresor se često upućuje i zaustavlja	<ul style="list-style-type: none"> • Zamrznute su cijevi isparivača • Filtri za tekućinu i usisni ili ekspanzijski ventili su blokirani • Tlačni ventili kompresora propuštaju 	<ul style="list-style-type: none"> • Odmrznuti isparivač • Očistiti filtre • Provjeriti i očistiti ventile ili ih obnoviti (ako je potrebno)
7. Kompresor neprekidno radi	<ul style="list-style-type: none"> • Pomanjkanje freona • Tlačni ventili kompresora propuštaju 	<ul style="list-style-type: none"> • Dopuniti potrebnu količinu freona i provjeriti propuštanje • Provjeriti ventile (ako propuštaju, skinuti cilindarski poklopac i popraviti ih)
8. Šumovi u kompresoru	<ul style="list-style-type: none"> • Temeljni vijci ne drže, olabavili su zbog vibracija • Previše ulja protječe i izaziva jastuke od tekućine • Tekući freon dospio u 	<ul style="list-style-type: none"> • Pritegnuti vijke • Provjeriti razinu ulja • Prilagoditi regulacijski

	kompresor, jer se u isparivaču nije potpuno pretvorio u plin	ventil
9. Ulje nestaje iz kućišta koljenastog vratila kompresora (kartera)	<ul style="list-style-type: none"> • Previše se tekućine vraća u kompresor • Propuštaju stapni prstenovi, ili su cilindri istrošeni • Povratna cijev iz separatora ulja je začepljena u kućištu koljenaste osovine 	<ul style="list-style-type: none"> • Prilagoditi regulacijski ventil tako da se usisna cijev na kompresoru ne zamrzava • Obnoviti stapne prstenove (ako je potrebno) i navlake i stapala • Očistiti filter ulja u povratnoj cijevi
10. Ulje nestaje iz kućišta koljenastog vratila kompresora	<ul style="list-style-type: none"> • Namotaj magnetskog ventila pregorio na povratnoj cijevi ulja • Filter magnetskog ventila začepljen na povratnoj cijevi ulja 	<ul style="list-style-type: none"> • Izmijeniti namotaj • Očistiti filter
11. Kompresor se ne može uputiti	<ul style="list-style-type: none"> • Uređaj isključivanja pri visokom tlaku isključen iz djelovanja 	<ul style="list-style-type: none"> • Popraviti kvar na uređaju za isključivanje
12. Kompresor se uputi i naglo zaustavi	<ul style="list-style-type: none"> • Premalo ulja u kompresoru • Kontrola tlaka ulja ne radi 	<ul style="list-style-type: none"> • Nadoliti ulje • Popraviti ili zamijeniti uređaj ili instrument za kontrolu ulja
13. Vlaga od kondenzacije na cilindrima i kućištu koljenastog vratila	<ul style="list-style-type: none"> • Kompresor usisava neisparenu tekućinu 	<ul style="list-style-type: none"> • Pregledati je li tekuće rashladno sredstvo usisano u kućištu koljenastog vratila

		<ul style="list-style-type: none">• Provjeriti razinu ulja i ispraviti je• Utvrditi jesu li ekspanzijski ventili ispravno postavljeni i jesu li ventili za ručnu prilagodbu zatvoreni
--	--	--

5 ZAKLJUČAK

Ribarski brod je određen i specijalno opremljen za lov ribe, preradu ribe na moru i prijevoz ribe. Osnovna je karakteristika ribarskog broda da mora obavljati istovremeno dva jednako važna zadatka: plovidbu i ribolov. Ribari znaju da je ključno sačuvati ulov kako bi potrošačima omogućili dobar kvalitetan proizvod. Nakon što se riba ulovi, potrebno ju je uskladištiti i hladiti. Vrijeme, odnosno duljina vremena koliko ribarski brod može ostati na moru ovisi o duljini vremena koliko se ulovljena riba može skladištiti, a da se ne pokvari dok stigne do potrošača. Za proces hlađenja potrebno je da ribarski brod ima opremu za hlađenje i oblik leda koji je najprikladniji za veličinu i vrstu ulovljene ribe.

Sustavi hlađenja su različiti, a dizajniraju se i ugrađuju tako da odgovaraju dostupnom prostoru, a time se postiže i veća učinkovitost i smanjeni operativni troškovi. Ribarski brodovi, pohranjuju ulovljenu robu u skladišta. Najjednostavnija skladišta ribe bez ikakve toplinske izolacije i bez uređaja za hlađenje imaju ribarski brodovi koji se u lovu zadržavaju kratko vrijeme i svakodnevno iskrcavaju ulov na kopno i brodovi na kojim se ulovljena riba odmah usoljuje i sprema u burad. Većina srednjih i velikih ribarskih brodova ima toplinski izolirana skladišta ribe. U posljednje vrijeme veći ribarski brodovi sve više imaju uređaje za duboko smrzavanje ribe ili ribljih fileta i umjetno hlađena skladišta.

Vrlo je važno da na ribarskim brodovima postoji odgovarajući sustav hlađenja koji će zadovoljiti potrebe određenog broda. Nepravilno hlađenje morskih plodova dovodi do rasta opasnih bakterija što ih čini opasnim za konzumaciju. Postupcima hlađenja i zaleđivanja ribe, riba se održava u svježem stanju na kraće ili dulje vrijeme, a u radu su predstavljeni različiti postupci hlađenja i zaleđivanja ribe, odnosno različiti sustavi hlađenja koji se primjenjuju na ribarskim brodovima.

6 LITERATURA

- [1] Burza nautike, dostupno na:
https://www.burzanautike.com/hr/mali_oglas/prodajem-ribarski_brod_koca/31073
- [2] e-Škole: *Carnotov kružni proces*, https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/7cc8c4f6-c4e2-4532-8928-afc1ba71beee/html/1002_Carnotov_kruzni_proces.html
(17.09.2021.)
- [3] Grozdek, M.: *Rashladna tehnika*, Hrvatska tehnička enciklopedija, online:
<https://tehnika.lzmk.hr/rashladna-tehnika/> (15.09.2021.)
- [4] Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Hrvatska enciklopedija: *Carnotov kružni proces*, <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=70169>
(17.09.2021.)
- [5] Martinović, D.: *Brodski rashladni uređaji*, Zagreb, 1994.
- [6] Matijaš, I.: *Brodski rashladni uređaji – provijant*, završni rad,
<https://repositorij.pfst.unist.hr/islandora/object/pfst%3A779/datastream/PDF/view>
(22.09.2021.)
- [7] Ozretić, V.: *Brodski pomoćni strojevi i uređaji*, Split Ship Management d.o.o., Split, 1996.
- [8] Pavković, B.: *Kompresori*, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
- [9] Pavković, B.: *Tehnika hlađenja*, Tehnički fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka
- [10] Tehnička enciklopedija: *Brodogradnja – brodovi specijalni*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Zagreb, 1963/97

POPIS SLIKA

Slika 1. Ribarski brod – koča [1].....	3
Slika 2. Logger – brod za ribolov mrežama stajačicama [10].....	6
Slika 3. Kočar s krmenom rampom [10]	7
Slika 4. Brodovi za ribolov udicom [10].....	9
Slika 5. Kitolovac [10]	11
Slika 6. Brod-tvornica [10].....	12
Slika 7. Osnovni sustav hlađenja morskom vodom [7].....	17
Slika 8. Cirkulacijski sustav hlađenja morskom vodom [7].....	18
Slika 9. Modulska jedinica za proizvodnju leda u ljuskama [7].....	20
Slika 10. Procesna linija zamrzavanja ribe u tunelu na kolicima s policama [7]	23
Slika 11. Procesna linija zamrzavanja ribe u tunelu s konvejerom [7].....	23
Slika 12. Linija procesa kuhanja, hlađenja i zamrzavanja malih rakova mekušaca [7]	24
Slika 13. Horizontalni pločasti zaleđivač [7]	25
Slika 14. Vertikalni pločasti zaleđivač [7].....	26
Slika 15. Rashladni uređaj za različite postupke hlađenja i zaleđivanja [7].....	28

POPIS TABLICA

Tablica 1. Teškoće u radu rashladnog uređaja brodske ledenice [7].....	30
--	----