ค. 0001-0962

น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ

(Chilled Water)

คำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ

ค. 0001-0962

น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ

(Chilled Water)

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

แก้ไขครั้งที่ ..... เมื่อ .....

ประกาศกรมอู่ทหารเรือ
เรื่อง กำหนดคำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ

.....

อาศัยอำนาจตามความในข้อ ๗.๓ และ ข้อ ๑๒ แห่งระเบียบกรมอู่ทหารเรือ ว่าด้วยมาตรฐานงานช่าง พ.ศ. ๒๕๕๑ เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ จึงกำหนดคำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ หมายเลข ค.๐๐๐๑ – ๐๙๖๒ น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ (Chilled Water) ไว้ดังรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๒

พลเรือตรี

(สมัย ใจอินทร์)
เจ้ากรมพัฒนาการช่าง กรมอู่ทหารเรือ

<u>รายการแก้ไข</u>

หมายเลขหน้า การแก้ไขครั้งที่

บันทึกการแก้ไข

วัน เดือน ปี	รายการแก้ไข

ค. 0001 – 0962

คำแนะนำทางช่าง น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ (Chilled Water)

1. เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) พ.ศ. 2553 บทที่ 4 ระบบปรับอากาศ (Air Conditioning System) http://www2.dede.go.th/bhrd/old/Download/file_handbook/Pre_Build/Build_14.pdf
2. Process Design of Heat Exchanger, Heat Exchangers Classifications สืบค้น มีนาคม 2562 จาก https://nptel.ac.in/courses/103103027/1
3. Fixed Tube Sheet Heat Exchangers สืบค้น มีนาคม 2562 จาก https://unitedcoolingtower.com/fixed-tube-sheet-heat-exchangers/
4. Types of Heat Exchangers – Classification of Heat Exchangers สืบค้น มีนาคม 2562 จาก https://www.nuclear-power.net/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-exchangers/types-of-heat-exchangers/
5. Design of Evaporator Introduction and Evaporator Classifications สืบค้น มีนาคม 2562 จาก https://nptel.ac.in/courses/103103027/11
6. เอกสาร กรณีศึกษาความเสียหายของ CHILLER เครื่องปรับอากาศ หมายเลข 2 ร.ล.ท่าดินแดง เมื่อ ธันวาคม 2551
7. Water Quality Standard for Cooling water, Cold water, Hot water, Makeup water (JRA GL02-1994)
8. Water Quality Guidelines, BAC Technical Resources
9. มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

2. การแจกจ่าย

ดูรายการ “การแจกจ่าย” ท้ายเล่ม

3. ความมุ่งหมาย

เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการปฏิบัติบำรุงรักษาขั้นพื้นฐานของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งบนเรือผิวน้ำของ ทร. ข้อมูลที่ได้รวบรวมทั้งหมดนี้เป็นการอ้างอิงจากมาตรฐานน้ำเย็นของเครื่องปรับอากาศ และจากคู่มือประจำเครื่องปรับอากาศเรือที่มีใช้ส่วนใหญ่ภายใน ทร. นอกจากนั้นแล้วยังใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง (Reference Operational Data) สำหรับการบำรุงรักษาของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ของเครื่องปรับอากาศของเรือชนิดเดียวกันในอนาคต

4. ขอบเขต

คำแนะนำทางช่างฉบับนี้ ใช้เป็นแนวทางในการบำรุงรักษาขั้นพื้นฐานของระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งบนเรือผิวน้ำ ของ ทร. และต้องใช้ควบคู่กับคู่มือเครื่องฯ ประจำเรือเท่านั้น

5. เนื้อเรื่อง

5.1 ระบบเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งบนเรือผิวน้ำ ของ ทร.

ระบบปรับอากาศในเรือของ ทร. นิยมติดตั้งเป็น ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Central Air-conditioning System) โดยเครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) เป็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่าแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

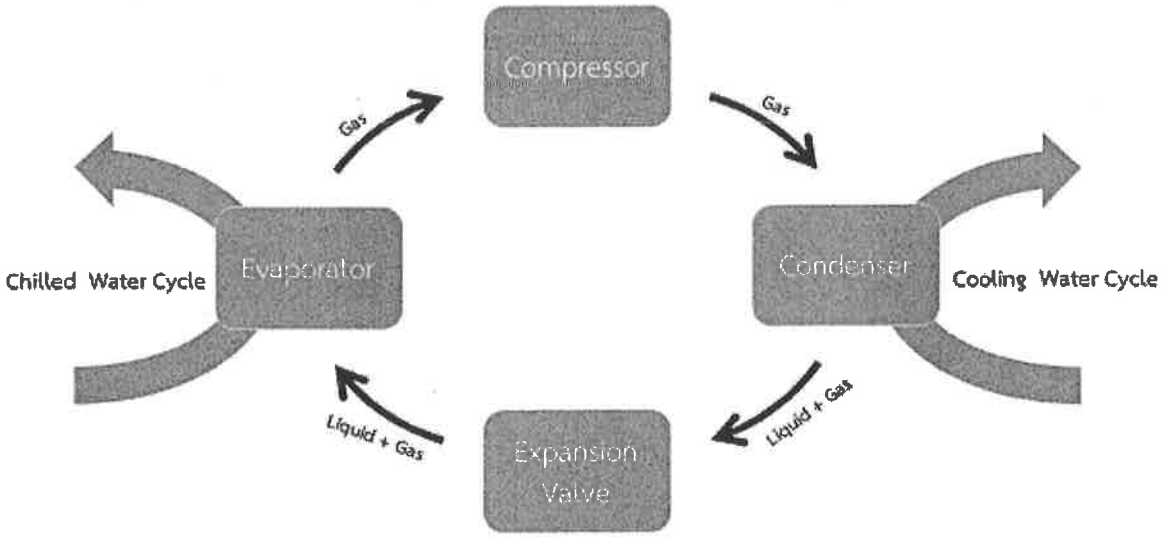
5.1.1 เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Plant) โดยทั่วไปประกอบด้วย

1.) คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่เพิ่มความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น คอมเพรสเซอร์จะอัดไอสารทำความเย็นซึ่งมีความดันและอุณหภูมิต่ำให้มีความดันและอุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อส่งต่อไปยังคอนเดนเซอร์ คอมเพรสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้สารทำความเย็นเกิดการไหลเวียนในระบบ และมีอุณหภูมิสูงพอที่จะระบายความร้อนทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม

2.) คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่มาจากคอมเพรสเซอร์ โดยสารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากไอที่ความดันสูง อุณหภูมิสูง เป็นของเหลวที่ความดันสูง อุณหภูมิสูง โดยใช้การระบายความร้อนด้วยน้ำ

3.) เอ็กแพนชั่นวาล์ว (Expansion Valve) ทำหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่มาจากคอนเดนเซอร์ สารทำความเย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวความดันสูง อุณหภูมิสูง เป็นของผสมระหว่างของเหลวและไอที่ความดันต่ำอุณหภูมิต่ำก่อนไหลเข้าสู่อีวาพอเรเตอร์ต่อไป

4.) อีวาพอเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่ดึงความร้อนจากน้ำที่เคลื่อนผ่าน โดยสารทำความเย็นซึ่งไหลอยู่ ภายในคอยล์เย็นจะเปลี่ยนสถานะจากของผสมระหว่างของเหลวและไอที่ความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำไปเป็นไอร้อนยิ่งยวดที่ความดันและอุณหภูมิใกล้เคียงกัน



รูปที่ 1 วงจรและสถานะของสารทำความเย็น

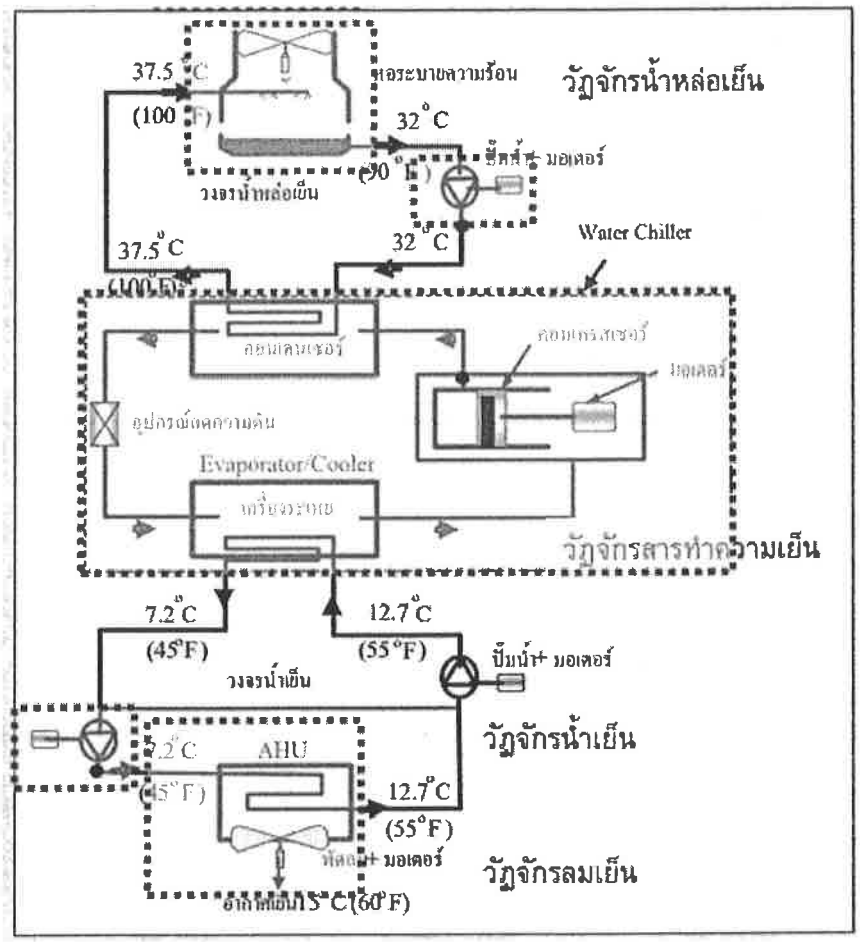
5.1.2 หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น

คอมเพรสเซอร์ จะดูดไอสารทำความเย็นจากอีวาพอเรเตอร์ แล้วอัดส่งไปที่คอนเดนเซอร์ ที่อีวาพอเรเตอร์สารทำความเย็นจะมีความดันและอุณหภูมิต่ำ สารทำความเย็นจะดูดความร้อนจากน้ำเย็นที่ไหลผ่านอีวาพอเรเตอร์และระเหยกลายเป็นไอ ในขณะเดียวกันที่คอนเดนเซอร์ สารทำความเย็นจะมีความดันและอุณหภูมิสูงความร้อนจากสารทำความเย็นจะถ่ายเทให้กับน้ำหล่อเย็น ทำให้สารทำความเย็นกลั่นตัวกลายเป็นของเหลวที่ความดันสูง เมื่อสารทำความเย็นไหลผ่านเอ็กแพนชั่นวาล์วความดันก็จะลดลงเท่ากับความดันต่ำที่อีวาพอเรเตอร์ สารทำความเย็น จะไหลครบวัฏจักรสารทำความเย็น

น้ำหล่อเย็น (Cooling Water) เมื่อได้รับความร้อนจากคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำหล่อเย็นส่งไปที่หอทำความเย็น (Cooling Tower) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศโดยการระเหยน้ำ ทำให้น้ำที่เหลือเย็นลง แล้วไหลกลับไปรับความร้อนที่คอนเดนเซอร์อีก ทำให้ครบวัฏจักรน้ำหล่อเย็น

น้ำเย็น (Chilled Water) เมื่อถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์ก็มีอุณหภูมิต่ำลง เมื่อถูกเครื่องสูบน้ำเย็นส่งไปที่เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit) ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศทำให้น้ำร้อนขึ้น แล้วไหลกลับไปถ่ายเทความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์อีกทำให้ครบวัฏจักรน้ำเย็น โดยคำแนะนำทางช่างฉบับนี้จะกล่าวถึงแนวทางการควบคุมคุณภาพของน้ำเย็นในระบบนี้

เครื่องส่งลมเย็นจะดูดอากาศร้อนจากห้องปรับอากาศผ่านระบบท่อลมไปถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำเย็นทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง แล้วส่งกลับไปที่ห้องปรับอากาศทำให้ครบวัฏจักรลมเย็น



- วัฏจักรสารทำความเย็น
- วัฏจักรน้ำหล่อเย็น
- วัฏจักรน้ำเย็น
- วัฏจักรลมเย็น

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

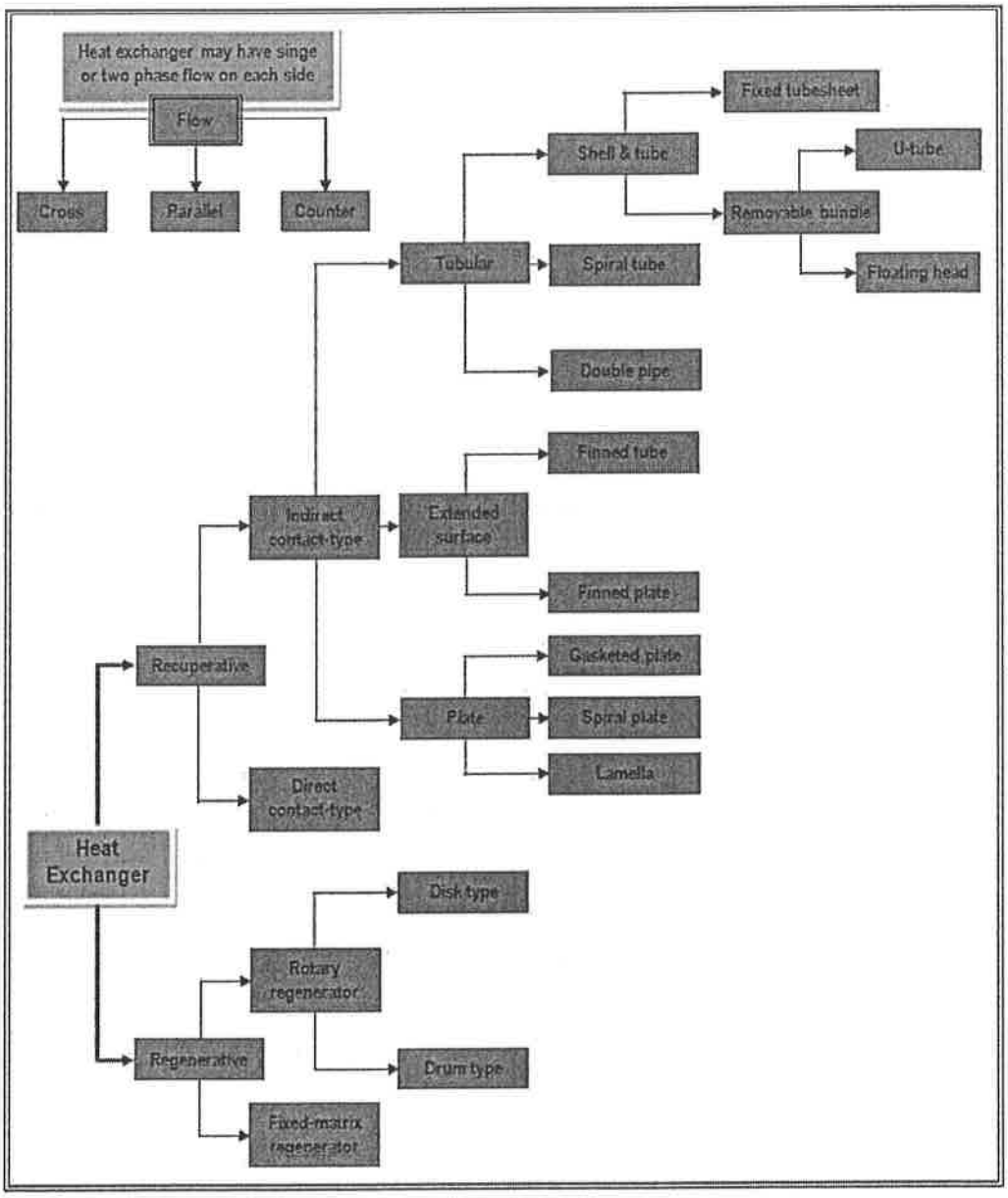
- เครื่องทำน้ำเย็น
- เครื่องสูบน้ำ
- หอระบายความร้อน
- เครื่องส่งลมเย็น

รูปที่ 2 แผนภาพระบบปรับอากาศ

คำแนะนำทางช่างฉบับนี้ จะกล่าวถึงแนวทางในการควบคุมคุณภาพของน้ำเย็น (Chilled Water) ซึ่งเป็นน้ำจืดที่ใช้ในการระบายความร้อนให้กับอีวาพอเรเตอร์ โดยการแลกเปลี่ยนความร้อนจะมีรูปแบบของ Heat Exchanger แตกต่างกันไป โดยจะอธิบายในข้อ 5.2

5.2 การจำแนกประเภทของอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator)

การถ่ายเทความร้อนจากของเหลวหนึ่งไปยังอีกของเหลวหนึ่ง เป็นกระบวนการที่สำคัญในด้านอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่จะมีการออกแบบอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อน เพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของเหลว ซึ่งโดยทั่วไป เรียกอุปกรณ์ดังกล่าวว่า Heat Exchanger โดยทั่วไปสามารถจำแนกประเภทได้ตามกระบวนการถ่ายโอนที่เกิดขึ้น ดังรูปที่ 3



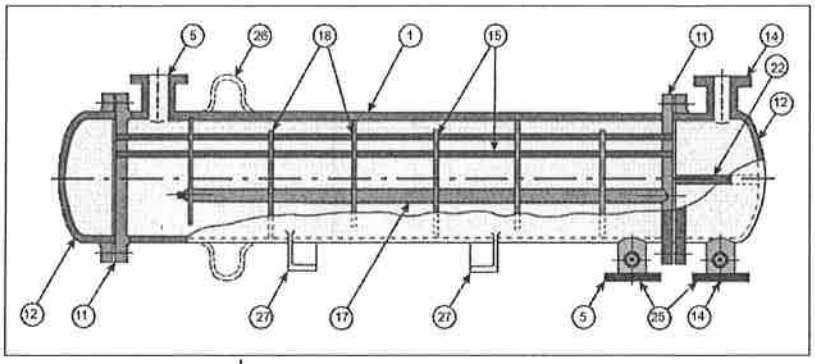
รูปที่ 3 การจำแนกประเภทของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตามการใช้งาน

สำหรับระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) เครื่องปรับอากาศภายในเรือหลวงของ ทร. นั้น ในส่วนของอีวาพอเรเตอร์ จะมีรูปแบบของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat Exchanger) อยู่ ๒ ประเภท คือ แบบ Shell and Tube Heat Exchangers ซึ่งพบได้ในเรือส่วนใหญ่ของ ทร. และ แบบ Plate Heat Exchangers ซึ่งเป็นส่วนน้อย ได้แก่ ร.ล.ลาดหญ้า ร.ล.ท่าดินแดง และ ร.ล.ล่องลม

5.2.1 Shell and Tube Heat Exchangers

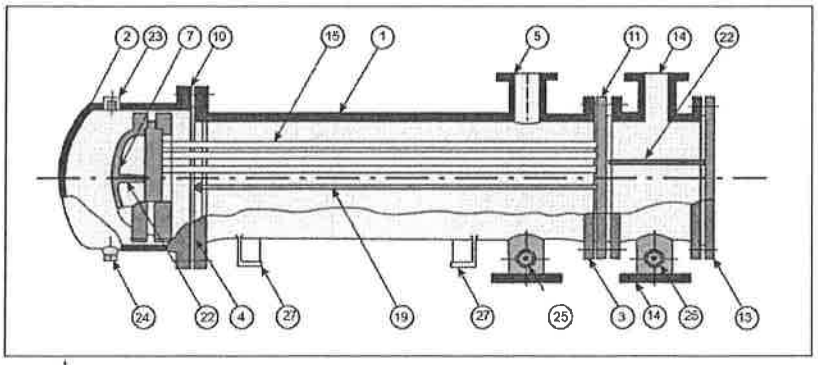
เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนขั้นพื้นฐานที่แพร่หลายและใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม ใช้ในระบบทำความเย็นขนาดใหญ่และระบบปรับอากาศส่วนกลาง เหมาะสำหรับการใช้งานที่มีแรงดันสูง และช่วงอุณหภูมิกว้างแบ่งออกเป็น

Fixed tube-sheet exchanger (non-removable tube bundle) เป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่พบมากที่สุดในทุกอุตสาหกรรม ส่วนใหญ่ใช้ในงานที่มีความดันและอุณหภูมิสูง มีลักษณะเป็นท่อตรงยาว และด้วยรูปแบบที่เรียบง่าย ทำให้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้มีราคาถูก Tube sheets ที่ปลายทั้งสองของ Fixed tube-sheet exchanger ยึดกับ shell ด้วยวิธีการเชื่อม ดังรูปที่ 4

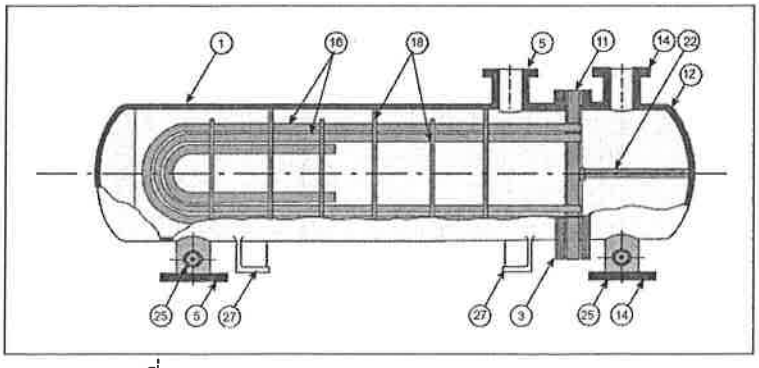


รูปที่ 4 Fixed-tube heat exchanger

Removable tube bundle heat exchanger สามารถถอดท่อออกได้ เพื่อให้ทำความสะอาดทั้งด้านในและด้านนอกได้อย่างสะดวก สามารถแบ่งได้เป็น floating-head และ U-tube exchanger ดังรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ



รูปที่ 5 Floating-head heat exchanger (non-pull through type)

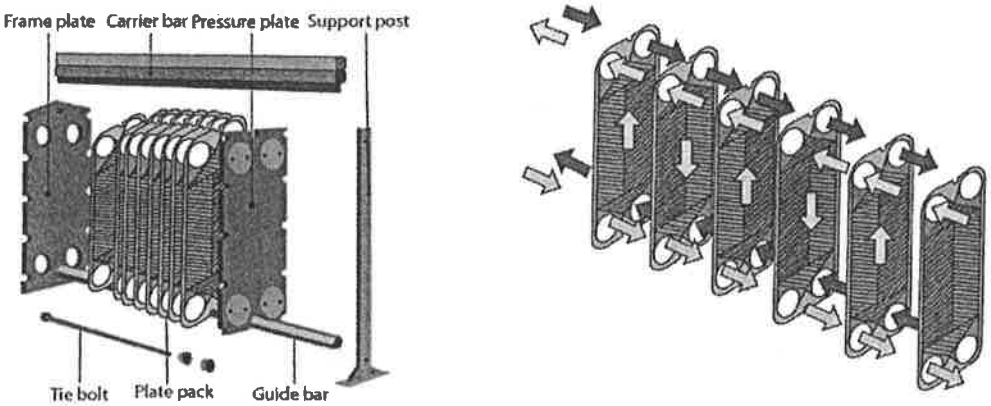


รูปที่ 6 Removable U-tube heat exchanger

1. Shell
2. Shell cover
3. Shell flange (channel end)
4. Shell flange (cover end)
5. Shell nozzle or branch
6. Floating tube sheet
7. Floating head cover
8. Floating head flange
9. Floating head gland
10. Floating head backing ring
11. Stationary tube sheet
12. Channel or stationary head
13. Channel cover
14. Channel nozzle or branch
15. Tube (straight)
16. Tubes (U-type)
17. Tie rods and spacers
18. Transverse (or cross) baffles or support plates
19. Longitudinal baffles
20. Impingement baffles
21. Floating head support
22. Pass partition
23. Vent connection
24. Drain connection
25. Instrument connection
26. Expansion bellows
27. Support saddles
28. Lifting lugs
29. Weir
30. Liquid level connection

5.2.2 Plate Heat Exchangers

เป็นการใช้แผ่นโลหะเพื่อถ่ายโอนความร้อนระหว่างของเหลวสองชนิด ประกอบด้วยโลหะแผ่นบาง วางแยกออกจากกันเล็กน้อย แลกเปลี่ยนความร้อนโดยให้ของเหลวไหลสวนทางกันผ่านทางช่องแคบ ๆ ระหว่าง Plate ดังรูปที่ 7 การแลกเปลี่ยนความร้อนแบบนี้เหมาะสำหรับของเหลวที่มีความหนืดสูง fouling หรือเกิดฟอง และมีความไวต่อความร้อน ด้วยลักษณะของ Heat Exchangers ที่เป็นแผ่นนี้ ทำให้มีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่ในการแลกเปลี่ยนความร้อน และด้วยการจัดเรียงแผ่นโลหะและทางไหลของของเหลวที่ให้ของเหลวไหลสวนทางกันนั้น ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้อย่างรวดเร็วแม้ในพื้นที่จำกัด รูปแบบที่ได้รับความนิยม คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนโดยใช้ก๊าซ (Gasketed-Plate) ซึ่งรูปแบบนี้จะไม่สามารถรองรับแรงดันสูงหรืออุณหภูมิที่มีความแตกต่างกันมากได้ แต่ด้วยความสามารถในการแลกเปลี่ยนความร้อนได้ดีในพื้นที่จำกัด จึงเป็นข้อดีสำหรับเรือใน ทร. ที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ในเรือ ทำให้ยังมีเรือบางส่วน ใช้ Heat Exchangers รูปแบบนี้



รูปที่ 7 Plate Heat Exchangers

5.3 ความสำคัญของน้ำเย็น (Chilled Water)

การระบายความร้อนด้วยน้ำ นอกจากจะต้องมีน้ำเพียงพอแล้ว ยังจำเป็นจะต้องใช้น้ำสะอาด ไม่มีสิ่งสกปรก หรือสารละลายต่าง ๆ เจือปน เช่น หินปูน คาร์บอนไดออกไซด์ กรด ด่าง เกลือ และสารระเหยต่าง ๆ สารเจือปนเหล่านี้ นอกจากจะทำให้เกิดตะกอนขึ้นภายใน ทำให้การถ่ายเทความร้อนไม่ดีแล้ว ยังทำให้เกิดการเสียหายและส่งผลต่ออายุการใช้งานของระบบปรับอากาศได้ ดังนั้น การเลือกใช้น้ำเย็นที่มีค่าไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด จะช่วยยืดอายุการใช้งานและแก้ปัญหาการกัดกร่อน ซึ่งจะส่งผลต่อระบบได้

การตรวจสอบคุณภาพของน้ำเย็น เป็นส่วนสำคัญในการบำรุงรักษาระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) ของเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้มั่นใจได้ถึงความปลอดภัยในการใช้งานและยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ทำความเย็น

ในระบบน้ำเย็นของเครื่องปรับอากาศเรือ จะมีน้ำเย็นไหลเวียนอยู่ในระบบ และขณะที่มันไหลผ่านส่วนต่าง ๆ สิ่งปนเปื้อนที่ละลายอยู่ในน้ำเย็น ถ้าไม่ได้รับการควบคุมที่เหมาะสมความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนที่ละลายอยู่จะเพิ่มขึ้น นำไปสู่การกัดกร่อน การสะสมตัวเป็นตะกรัน และการสะสมตัวของจุลินทรีย์ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการถ่ายเทความร้อนตลอดจนอายุการใช้งานของส่วนประกอบของระบบ

ปัญหาหรือความเสียหายที่เกิดจากน้ำเย็น สามารถแบ่งประเภทได้ มีดังนี้

1.) การเกิดตะกรัน ตะกรันเกิดขึ้นได้จากความกระด้างของน้ำ โดยแคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำไปเกาะสะสมอยู่ที่ผนังโลหะที่เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนความร้อน การสะสมตัวของแคลเซียมหรือแมกนีเซียมจะทำให้การถ่ายเทความร้อนลดลง ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบ หากไม่ได้รับการควบคุมจะทำให้ระบบน้ำเย็น ไม่สามารถแลกเปลี่ยนความร้อนได้ในที่สุด

2.) การกัดกร่อน เกิดจากออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบ ทำให้เกิดสนิมสีแดงบนชิ้นส่วนเหล็กและสนิมสีขาวบนพื้นผิวที่เคลือบด้วยสังกะสีอาจส่งผลต่ออายุการใช้งานของระบบ และนอกจากนั้นยังอาจเกิดจากการก่อตัวของตะกรัน โดยเมื่อมีตะกรันเกาะอยู่ที่ผิวโลหะ จะทำให้น้ำที่เคลื่อนที่ผ่านผิวโลหะช้าลงและบางส่วนจะนิ่ง สามารถทำให้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำมีโอกาสสัมผัสกับโลหะได้มากขึ้นซึ่งจะส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนเกิดเป็นสนิมขึ้น และเมื่อสนิมหลุดออกมาอยู่ในน้ำก็จะทำให้โลหะที่ถูกกัดกร่อนเป็นรูเล็ก ๆ ที่เรียกว่า “ตามด หรือ พิตติ้ง” เกิดขึ้นใต้ชั้นตะกรันขึ้นด้วย โดยโลหะแต่ละชนิดจะสามารถทนการกัดกร่อนได้ต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 8

3.) การสะสมตัวของจุลินทรีย์ (ไบโอฟิล์ม) ในระบบน้ำเย็นเป็นสภาวะร้อนและชื้น และอาจมีสารอาหารจากแหล่งน้ำซึ่งเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตทางชีวภาพที่ไม่พึงประสงค์ เช่น แบคทีเรีย ซึ่งสิ่งปนเปื้อนเหล่านี้อาจทำให้น้ำในระบบน้ำเย็นเกิดเป็นเมือกเหนียวอุดตันตามท่อ หรือเกิดเป็นคราบเกาะแน่นอยู่บนพื้นผิวของท่อส่งผลให้การถ่ายเทความร้อนลดลง และยังส่งเสริมการกัดกร่อน

ไม่ว่าจะเป็น ตะกรันหินปูน (Limescale) ไบโอฟิล์มและสนิม ที่เกิดจากการใช้น้ำหมุนเวียนในระบบได้สะสมในท่อทางเดินของน้ำ ทำให้ระบบทำความเย็นด้อยประสิทธิภาพลง ตะกรันหินปูนและไบโอฟิล์มที่สะสมในระบบท่อน้ำทางด้านน้ำเย็น (Chilled Water) โดยส่วนใหญ่จะเป็นท่อเหล็กหรือท่อสแตนเลส การสะสมเป็นระยะเวลานานเกิดขึ้นและเริ่มสะสมใหม่ตลอดเวลา ในบริเวณท่อเดิมและมีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อปรับค่า pH ของน้ำต้องใช้สารเคมีปรับ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหา ซึ่งเมื่อใช้ปริมาณสารเคมีมาก ก็เป็นการเร่งให้เกิดตะกรันหินปูนเกาะที่ท่อไวขึ้น จนถึงขนาดต้องเปลี่ยนท่อน้ำ เป็นสาเหตุของการเสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากเดิม และเพิ่มต้นทุนโดยหลีกเลี่ยงไม่ได้

5.4 มาตรฐานน้ำเย็น

คณะกรรมการฯ ได้ศึกษาเกณฑ์มาตรฐานน้ำเย็นต่าง ๆ ดังนี้

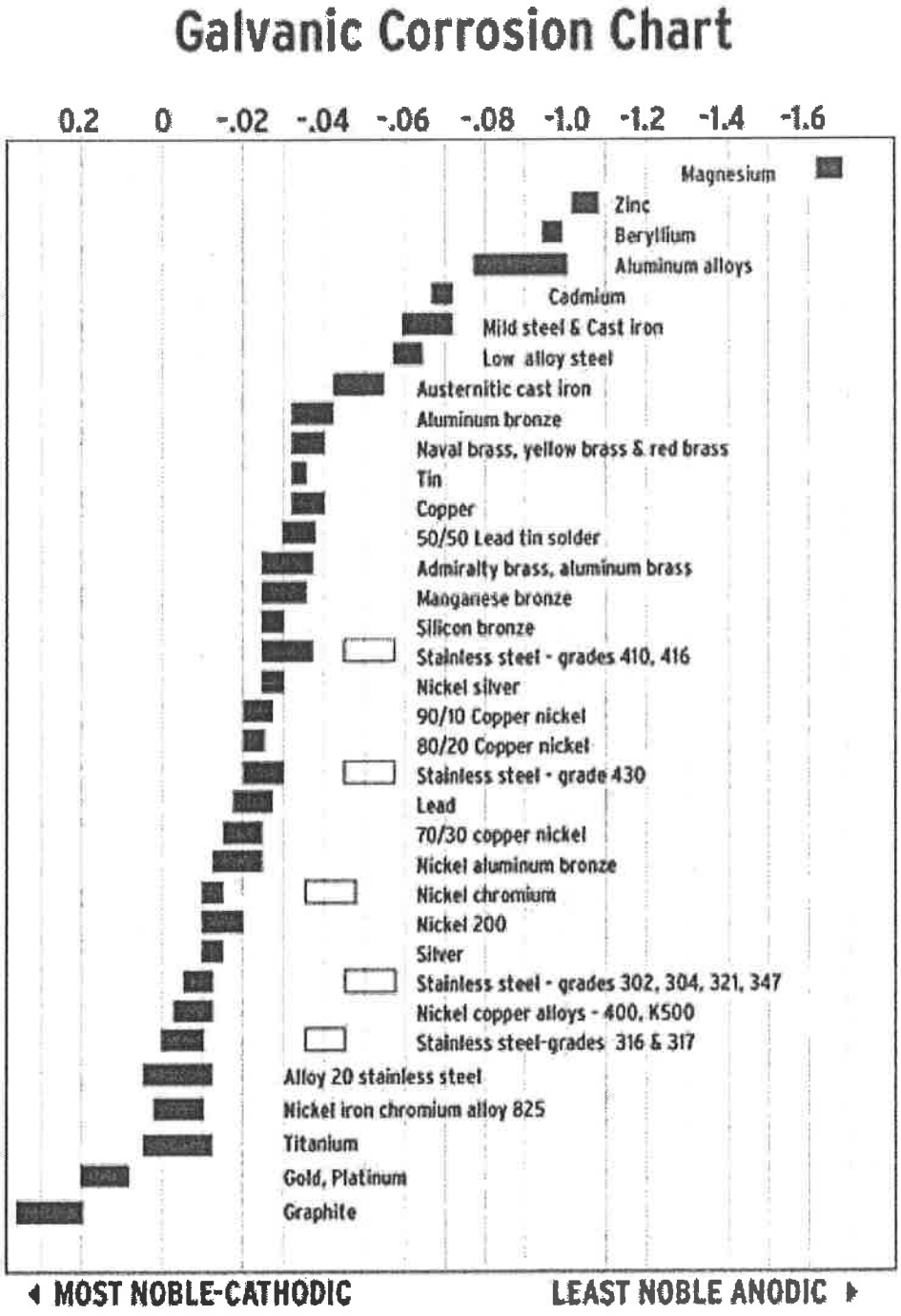
1.) มาตรฐาน Water Quality Standard for Cooling water, Cold water, Hot water, Makeup water (JRA GL02-1994) ดังตารางที่ 1

2.) เกณฑ์น้ำเย็นของหน่วยงานเอกชน Water Quality Guidelines, BAC Techical Resources ดังตารางที่ 2

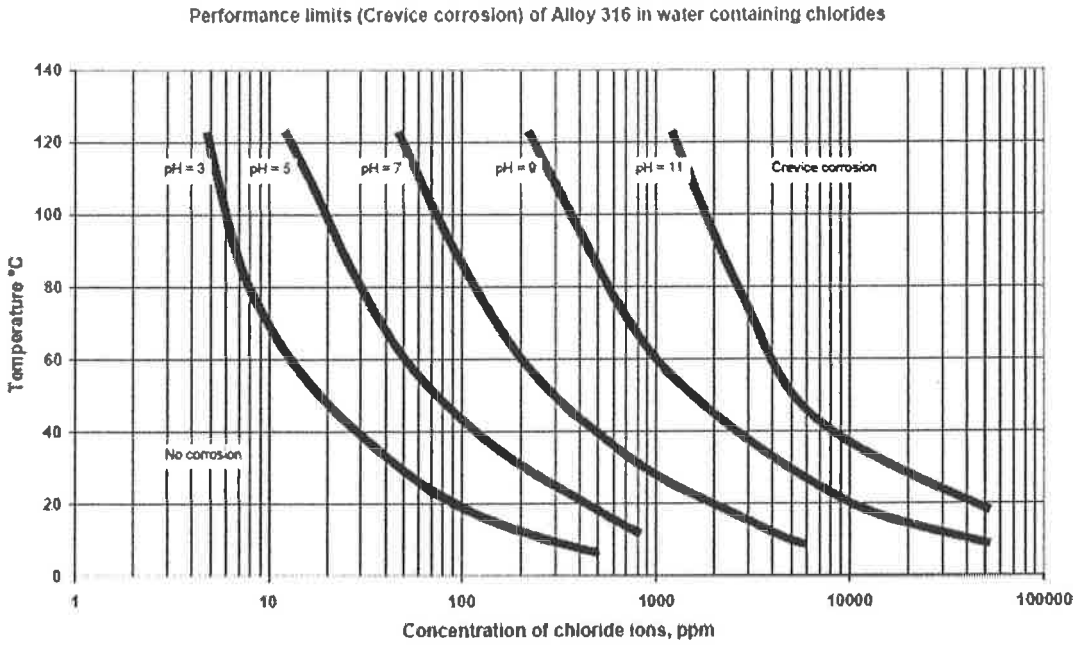
3.) มาตรฐานน้ำเย็นของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Plate Heat ตราอักษร ALFA LAVAL ดังตารางที่ 3

4.) มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ดังตารางที่ 4

จากการร่วมกันพิจารณา พบว่า รายการวิเคราะห์ที่ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำเย็น ได้แก่ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid) ความกระด้าง คลอไรด์ (Cl^-) ไนเตรต – ไนโตรเจน (NO^{3-} - N) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) และ เหล็ก (Fe) ซึ่งหากรายการวิเคราะห์ดังกล่าวมีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค จะทำให้เกิดตะกรัน เกิดการกัดกร่อน และเกิดการสะสมตัวของจุลินทรีย์ (ไบโอฟิล์ม) ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศภายในเรือมีอายุการใช้งานลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าคลอไรด์ เนื่องจากในอดีตเคยเกิดความเสียหายกับเครื่องปรับอากาศภายในเรือของ ร.ล.ท่าดินแดง พบว่า ต้นเหตุของความเสียหายเกิดจากน้ำจืดที่ใช้ในระบบน้ำเย็นมีค่าคลอไรด์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานถึง ๓ เท่า ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับจากบริษัท อัลฟา - ลาวาล (ไทยแลนด์) จำกัด ดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 ตารางอนุกรมกัลป์วานิกแสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าศักย์ของโลหะชนิดต่าง ๆ



รูปที่ 9 กราฟแสดงการกัดกร่อนของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ทำจาก Alloy 316 ต่อปริมาณคลอไรด์ในน้ำ

คณะกรรมการฯ จึงได้พิจารณาแล้วว่าน้ำจืดที่ใช้เติมในระบบน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือสำหรับอีวาพอเรเตอร์แบบ Shell and Tube สามารถใช้น้ำจืดจากหัวจ่ายบริเวณท่าเรือต่าง ๆ ของ ทร. ได้ เนื่องจากผลการวิเคราะห์น้ำจาก วศ.ทร. แสดงให้เห็นว่า น้ำที่ได้มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ดังตารางที่ 5 ส่วนอีวาพอเรเตอร์แบบ Plate Heat Exchanger จำเป็นต้องใช้น้ำจืดที่มีค่าคลอไรด์ที่ไม่เกิน 50 มก./ลิตร ตามคำแนะนำจากกรณีศึกษา การวิเคราะห์ความเสียหายของ CHILLER เครื่องปรับอากาศ ร.ล.ท่าดินแดง

ตารางที่ 1 Water Quality Standard for Cooling water, Cold water, Hot water, Makeup water (JRA GL02-1994)

	Item	Cooling water			Cold water		Hot water				Tendency	
		Circulating water system		transient system			Lower Hot water system		Higher Hot water system			
		Circulating water	Makeup water	transient water	Circulating water (Up to 20℃)	Makeup water	Circulating water (20~60℃)	Makeup water	Circulating water (60~90℃)	Makeup water	Corrosion	Scale genesis
Standard Value	pH (25.0℃)	6.5~8.2	6.0~8.0	6.8~8.0	6.8~8.0	6.8~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	7.0~8.0	○	○
	electric conductivity (mS/m)	up to 80	up to 30	up to 40	up to 40	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	○	○
	chloride ion (mg/ℓ)	up to 200	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 30	up to 30	○	
	sulfate ion (mg/ℓ)	up to 200	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 30	up to 30	○	
	M alkali level (mg/ℓ)	up to 100	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50		○
	total hardness (mg/ℓ)	up to 200	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70	up to 70		○
	calcium hardness (mg/ℓ)	up to 150	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50	up to 50		○
	ionized silica (mg/ℓ)	up to 50	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30	up to 30		○
Reference	iron (mg/ℓ)	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 0.3	up to 1.0	up to 0.3	○	○
	copper (mg/ℓ)	up to 0.3	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.1	up to 1.0	up to 0.1	○	
	sulfide ion (mg/ℓ)	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	Not to be detected	○	
	ammonium ion (mg/ℓ)	up to 1.0	up to 0.1	up to 1.0	up to 1.0	up to 0.1	up to 0.3	up to 0.1	up to 0.1	up to 0.1	○	
	residual chlorine (mg/ℓ)	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.3	up to 0.25	up to 0.3	up to 0.1	up to 0.3	○	
	free carbon dioxide (mg/ℓ)	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 4.0	up to 0.4	up to 4.0	up to 0.4	up to 4.0	○	
	stability index	6.0~7.0	–	–	–	–	–	–	–	–	○	○

ตารางที่ 2 Quality Guidelines for Treated Circulating Water

Property of Water	Recommended Levels for Various Materials of Construction			
	Galvanized Steel	Thermosetting Hybrid Polymer	Type 304 Stainless Steel	TriArmor® Corrosion Protection System or Type 316 Stainless Steel
pH	6.5 to 9.0[1]	6.5 to 9.2[1]	6.5 to 9.2[1]	6.5 to 9.5[1]
Total Suspended Solids	25 ppm	25 ppm	25 ppm	25 ppm
Total Dissolved Solids (TDS)	1,500 ppm	2,050 ppm	2,050 ppm	2,500 ppm
Conductivity	2,400 (microohms/cm)	3,300 (microohms/cm)	3,300 (microohms/cm)	4,000 (microohms/cm)
Alkalinity as $CaCO_3$	500 ppm[2]	600 ppm[2]	600 ppm[2]	600 ppm[2]
Calcium Hardness as $CaCO_3$	50 to 600 ppm[2]	50 to 750 ppm[2]	50 to 750 ppm[2]	50 to 750 ppm[2]
Chlorides (CL)	250 ppm	300 ppm	300 ppm	750 ppm
Sulfates	250 ppm	350 ppm	350 ppm	750 ppm
Silica	150 ppm	150 ppm	150 ppm	150 ppm

Table 1. Quality Guidelines for Treated Circulating Water

ตารางที่ 3 มาตรฐานน้ำเย็นของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Plate Heat ตราอักษร ALFA LAVAL

อิออน		ค่าอ้างอิง	
pH		๗.๐-๙.๐	
$SO_4^{=}$	<	๒๐๐	ppm.
$HCO_3^-/SO_4^{=}$	>	๑.๐	ppm.
Cl^-	<	๕๐	ppm.
$PO_4^{\equiv}$	<	๒.๐	ppm.
NH_3	<	๐.๕	ppm.
Free Chlorine	<	๐.๕	ppm.
Fe+++	<	๐.๕	ppm.
Mn+++	<	๐.๐๕	ppm.
CO_2	<	๓๐	ppm.
H_2S	<	๕๐	ppm.
Temperature	<	๖๕	°C

ปริมาณอิออนของสารละลายในน้ำยืด กำหนดจากบริษัทผู้ผลิต

เพื่อป้องกันการเกิดการกัดกร่อนของทองแดง

ตารางที่ 4 มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค

มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค
ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี 2011

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
1. คุณลักษณะทางกายภาพ		
สีปรากฏ (Apperancecolour)	Pt-Co Unit	15
รสและกลิ่น(Taste and odour)	-	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ
ความขุ่น (Turbidity)	NTU	4
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	-	6.5 - 8.5
2.คุณลักษณะทางเคมี		
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total dissolved solids)	mg/l	600
เหล็ก (Iron)	mg/l	0.3
แมงกานีส(Manganese)	mg/l	0.3
ทองแดง (Copper)	mg/l	2.0
สังกะสี (Zinc)	mg/l	3.0
ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCO_3$)	mg/l	300
ซัลเฟต(Sulfate)	mg/l	250
คลอไรด์(Chloride)	mg/l	250
ฟลูออไรด์ (Fluoride)	mg/l	0.7
ไนเตรทในรูปไนเตรท(Nitrate as NO_3)	mg/l	50
ไนไตรท์ในรูปไนไตรท์(Nitrite as NO_2)	mg/l	3
3.คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา		
โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด(Total Coliform bacteria)	ต่อ100ml	ไม่พบ
อีโคไล (*E.coli*)	ต่อ100ml	ไม่พบ
สแตฟฟิลโลค็อกคัส ออเรียส(*Staphylococcusaureus*)	ต่อ100ml	ไม่พบ
แซลโมเนลลา (*Salmonellaspp.*)	ต่อ100ml	ไม่พบ
คลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์(*Clostridium perfringens*)	ต่อ100ml	ไม่พบ
4.สารเป็นพิษ		
ปรอท (Inorganic mercury)	mg/l	0.001
ตะกั่ว (Lead)	mg/l	0.01
สารหนู (Arsenic)	mg/l	0.01
ซีลีเนียม(Selenium)	mg/l	0.01
โครเมียม (Chromium)	mg/l	0.05
แคดเมียม (Cadmium)	mg/l	0.003
แบเรียม (Barium)	mg/l	0.7
ไซยาไนด์ (Cyanide)	mg/l	0.07

มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค(ต่อ)
ตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก(WHO) ปี 2011

รายการ (Parameter)	หน่วย (Units)	มาตรฐานคุณภาพน้ำประปา
5.สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช		
อัลดรินและดิลดริน (Aldrin and dieldrin)	µg/l	0.03
คลอเดน (Chlordane)	µg/l	0.2
ดีดีที (DDT)	µg/l	1
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and heptachlor epoxide)	µg/l	0.03
เฮกซะคลอโรเบนซีน(Hexachlorobenzene)	µg/l	1
ลินเดน (Lindane)	µg/l	2
เมททอกซิคลอร์ (Methoxychlor)	µg/l	20
6. ไตรฮาโลมีเทน		
คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	µg/l	300
โบรโมไดคลอโรมีเทน (Bromodichloromethane)	µg/l	60
ไดโบรโมคลอโรมีเทน(Dibromochloromethane)	µg/l	100
โบรโมฟอร์ม (Bromoform)	µg/l	100
7. สารกัมมันตภาพรังสี		
ความแรงรวมรังสีแอลฟา (Gross alpha activity)	Bq/l	0.5
ความแรงรวมรังสีเบต้า (Gross beta activity)	Bq/l	1

หมายเหตุคลอรีนคงเหลือในระบบจ่ายน้ำประปาไม่น้อยกว่า 0.2 mg/l

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์น้ำจาก วศ.ทร.

ที่	รายการวิเคราะห์	เกณฑ์มาตรฐาน	เขื่อน อรม.		ท่าเรือ	ท่าเรือ
			ทิศใต้	ทิศเหนือ	แหลมเทียน	จุกเสม็ด
1	สี (Colour) Pt - Co unit	ไม่เกิน 15	**ไม่ผ่าน***	**ไม่ผ่าน***	ผ่าน	ผ่าน
2	ความขุ่น (Turbidity) NTU	ไม่เกิน 50	1	1	8	1
3	ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่ 25 ±1°C	6.5 - 8.5	7.1	7.5	7.9	6.5
4	ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Disolved Solid) mg/l	ไม่เกิน 600	150	143	128	127
5	ความกระด้าง (คำนวณเป็น $CaCO_3$) mg/l	ไม่เกิน 300	43	27	33	110
6	คลอไรด์ (Cl^-) mg/l	ไม่เกิน 250	21	22	14	14
7	ไนเตรต - ไนโตรเจน (NO_3^- - N) mg/l	ไม่เกิน 50	1	0	0	1
8	ซัลเฟต (SO_4^{2-}) mg/l	ไม่เกิน 250	27	29	18	25
9	เหล็ก (Fe) mg/l	ไม่เกิน 0.3	0	0	0	1

หมายเหตุ * = ผลวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

5.5 ระบบปรับอากาศในเรือ ของ ทร. จากการสำรวจข้อมูลระบบปรับอากาศภายในเรือของ ทร. สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระบบปรับอากาศในเรือของ ทร.

ชื่อเรือ	Condenser			Evaporator		
	ประเภท	ตราอักษร/รุ่น	วัสดุที่ใช้	ประเภท	ตราอักษร/รุ่น	วัสดุที่ใช้
ร.ล.ลาดหญ้า	Shell and Tube	Alfa Laval McDEW370	Shell / Tube and Sheet :Stainless Steel grade 316 Tube : Low Finned Tube CuNi 70/30 Condenser Head : Stainless Steel 316	Plate Heat Exchanger	FlatePlate by GEA PHE Systems Item No. CH60/6857	Stainless Steel Plate และ Copper Brazed Plate
ร.ล.ท่าดินแดง	Shell and Tube	Alfa Laval McDEW370	Shell / Tube Sheet : Stainless Steel 316 Tube : Low Finned Tube CuNi 70/30 Condenser Head : Stainless Steel 316	Plate Heat Exchanger	FlatePlate CH60/6386	Stainless Steel Plate 316L และ Copper Brazed Plate
ร.ล.ล่องลม	Shell and Tube		Shell : Stainless Steel 316 หรือ Carbon Steel Schedul 40 Tube Sheet : Stainless Steel 316 หรือ 70/30 Tube : CuNi 70/30 Condenser Head : Stainless Steel 316 หรือ Cast Bronze (BC 6)	Plate Heat Exchanger	Alfa Laval AC-230EQ-150H	Stainless Steel Plate 316L และ Copper Brazed Plate
ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช	Horizontal Shall & Tube		Tube / Tube Plate: Cu/Ni (90/10) Side cover : Ni-Al Bronze	Horizontal Shall & Tube		Tube : Copper Tube Plate / Shell : STS304
ร.ล.สีชัง			Tube / Tube Sheet : CuNi 90/10	Shell & Tube		
ร.ล.นเรศวร	Low Fin Tube		Tube : CuNi 70/30 Tube Sheet :Stainless Steel Grade 316 หรือ CuNi 73/30 Shell :Stainless Steel Grade 316 หรือ Carbon Steel Schedule 40 Condenser Head : Stainless Steel Grade 316 หรือ Cast Bronze (BC 6)	Shell and Tube		Tube Sheet : Carbon Steel Tube : ทองแดง หุ้มด้วยฉนวน Flexible Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว
ร.ล.ทยานชล	Shell and Tube	Alfa Laval McDEW370	Tube : Cu/Ni 70/30 Shell : Carbon Steel Tube Sheet : Stainless Steel 316 Condenser Head : Stainless Steel 316	Shell and Tube	Alfa Laval DXS200 / STD	Tube : Cu Tube Sheet / Shell : Carbon Steel

6. คำแนะนำในการปฏิบัติ

6.1 การตรวจสอบบำรุงรักษาระบบทำความเย็นโดยรวม ตามวงรอบ (ทุกเดือน / ทุก 3 เดือน / ทุก 1 ปี)

6.1.1 ตรวจสอบการทำงาน และการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเป็นประจำ เพื่อให้ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา

6.1.2 ตรวจสอบอุณหภูมิน้ำเข้า – ออก ด้าน Chiller และบันทึกค่าลงในแบบบันทึกผลการตรวจสอบรายละเอียด เป็นประจำทุกเดือน / ทุก 3 เดือน / ทุก / ปี ตามลำดับ

6.1.3 ตรวจสอบความสะอาดของท่อ โดยการล้างผิวท่อทำความเย็นให้สะอาดอยู่เสมอ เพื่อให้อากาศไหลผ่านได้สะดวก และการถ่ายเทความร้อนดีขึ้น

6.1.4 ตรวจสอบการรั่วไหลของระบบทำความเย็น เพื่อสังเกตความผิดปกติ เป็นประจำทุก 6 เดือน

6.1.5 ตรวจสอบการทำงานของระบบน้ำเย็นเป็นประจำ

6.1.6 เปลี่ยนถ่ายน้ำเย็นและเติมน้ำใหม่เข้าระบบตามวงรอบโดยน้ำที่ใช้ในการเติม จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานตามคำแนะนำทางช่างในเล่มนี้

6.1.7 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ หรือเติมน้ำเข้าสู่ระบบ ให้ขอรับการสนับสนุนน้ำกรองจากหน่วยงานของ วศ.ทร. เป็นหลัก โดยพื้นที่สัตหีบ ขอรับได้ที่ แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กผบ.วศ.ทร. ส่วนพื้นที่กรุงเทพ ฯ และปริมณฑล ขอรับได้ที่ วศ.ทร. พุทธมณฑลสาย 3 โดยระบุค่าคุณสมบัติของน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ให้ชัดเจน หากไม่สะดวกในการขอรับจาก วศ.ทร. ให้หน่วยตรวจสอบคุณสมบัติน้ำจากแหล่งที่ใช้ให้มั่นใจว่ามีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานก่อนเติมในระบบทุกครั้ง โดยบันทึกค่าคุณสมบัติของน้ำที่เติม ในสมุดประวัติการซ่อมทำเครื่องปรับอากาศทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถ่ายหรือเติมน้ำในระบบ

6.1.8 เมื่อมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเย็นออกจากระบบ สำหรับแบบ Shell and Tube Heat Exchanger ให้ล้างทำความสะอาดระบบน้ำเย็น และถ่ายน้ำทิ้ง สังเกตจนน้ำที่ไหลออกมาไม่มีสิ่งสกปรกเจือปน จึงเติมน้ำใหม่เข้าสู่ระบบ

6.1.9 เมื่อเติมน้ำใหม่เข้าสู่ระบบน้ำเย็น หากคู่มือประจำเรือมีการกำหนดให้เติมสารเคมีป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion control) สารป้องกันการแข็งตัวของน้ำจืด (Anti Freeze) หรือ สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Biocide) ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำที่คู่มือประจำเรือกำหนด

6.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำจืดที่ใช้เติมในระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) เครื่องปรับอากาศเรือบริเวณท่าเรือต่าง ๆ

6.2.1 ตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จะใช้เติมในระบบน้ำเย็นในเรือเป็นประจำทุกเดือน โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากหัวจ่ายน้ำทุกจุดในบริเวณต่าง ๆ จุดละ 600 มล. เพื่อส่งตัวอย่างให้ วศ.ทร. วิเคราะห์ตามคำแนะนำทางช่างในข้อ 6.3 โดยมีบริเวณที่เก็บตัวอย่าง คือ ท่าเรือ อรม. ท่าเรือจุกเสม็ด ท่าเรือแหลมเทียน และท่าเรือ อจปร.อร.

6.2.2 สำหรับเรือที่มีระบบน้ำเย็นแบบ Shell and Tube หากมีค่าคลอไรด์ ไม่เกิน 250 มก./ลิตร สามารถเติมได้

6.2.3 สำหรับเรือที่มีระบบน้ำเย็นแบบ Plate ได้แก่ ร.ล.ลาดหญ้า ร.ล.ท่าดินแดง และ ร.ล.ล่องลม หากมีค่าคลอไรด์ เกินกว่า 50 มก./ลิตร ให้ระงับการเติม และประสาน วศ.ทร. เพื่อดำเนินการแก้ไขและปรับคุณภาพน้ำให้มีค่าคลอไรด์ ไม่เกิน 50 มก./ลิตร จึงจะสามารถเติมน้ำเข้าสู่ระบบได้

6.3 การตรวจสอบคุณภาพน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ

6.3.1 ตรวจสอบคุณภาพน้ำในระบบน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือเป็นประจำทุก 3 เดือน โดยเก็บตัวอย่างน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือใส่ภาชนะแก้วหรือพลาสติกที่มิดชิดและผนึกแน่น และแน่ใจว่าไม่มีตะกอนปนออกมา หากพบว่ามีตะกอนปนออกมา ให้เปิดน้ำออกทิ้งก่อนเล็กน้อยแล้วจึงเก็บใส่ภาชนะเก็บตัวอย่าง ปริมาณ 600 มล. จากนั้นส่งตัวอย่างให้ วศ.ทร. วิเคราะห์ค่าทางเคมี โดยใช้เกณฑ์ตามคำแนะนำทางช่างในข้อ 6.4 ต่อไป

6.3.2 หากพบว่าน้ำในระบบน้ำเย็นในระบบปรับอากาศภายในเรือมีผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเรือจอดเทียบท่า ให้ถ่ายน้ำในระบบออก และล้างทำความสะอาด จากนั้นจึงเติมน้ำใหม่ที่มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานเข้าสู่ระบบ

6.3.3 สำหรับเรือที่มีอีวาพอเรเตอร์แบบ Plate ได้แก่ ร.ล.ลาดหญ้า ร.ล.ท่าดินแดง และ ร.ล.ล่องลม ให้เติมสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำจืด (Anti Freeze) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำจืดแข็งตัวและก่อให้เกิดความเสียหายได้

6.3.4 ในกรณีที่มีความจำเป็นเร่งด่วนต้องเติมน้ำหรือเปลี่ยนน้ำในระบบน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือโดยทันที ให้ใช้ชุดตรวจวิเคราะห์น้ำแบบภาคสนามในการตรวจสอบน้ำเย็นจืดที่จะใช้เติมและน้ำเย็นในระบบก่อนเติม โดยสามารถขอเบิกชุดตรวจวิเคราะห์น้ำแบบภาคสนามตามผนวกที่แนบ ได้จาก วศ.ทร.

6.4 เกณฑ์มาตรฐานน้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ

รายการวิเคราะห์	เกณฑ์มาตรฐาน[1]
ค่าค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	6.5 – 8.5
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid) มก./ล.	ไม่เกิน 600
ความกระด้าง มก./ล.	ไม่เกิน 300
คลอไรด์ (Cl^-) มก./ล.	ไม่เกิน 250*
ไนเตรต – ไนโตรเจน (NO_3^- - N) มก./ล.	ไม่เกิน 50
ซัลเฟต (SO_4^{2-}) มก./ล.	ไม่เกิน 250
เหล็ก (Fe) มก./ล.	ไม่เกิน 0.3

หมายเหตุ

[1] = อ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค

* = สำหรับเรือที่มีอีวาพอเรเตอร์แบบ Plate ต้องมีค่าคลอไรด์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร

7. แบบบันทึกผลการตรวจสอบ

7.1 ตารางแสดงแบบบันทึกผลการตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำเย็น

รายละเอียด			อุณหภูมิน้ำเย็น (°C)		Diff. Temp	อุณหภูมิอากาศรอบนอก		หมายเหตุ
วัน/เดือน/ปี	เวลาบันทึก	พิกัด	เข้า	ออก		(°C)	%RH	

7.2 ตารางแสดงแบบบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์น้ำจืดที่ใช้เติมในระบบน้ำเย็น (Chilled Water System) เครื่องปรับอากาศเรือบริเวณท่าเรือต่าง ๆ และผลการตรวจวิเคราะห์น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ

รายการวิเคราะห์	เกณฑ์มาตรฐาน[1]	ตัวอย่าง
ค่าค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	6.5 – 8.5	
ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid) มก./ล.	ไม่เกิน 600	
ความกระด้าง มก./ล.	ไม่เกิน 300	
คลอไรด์ (Cl^-) มก./ล.	ไม่เกิน 250*	
ไนเตรต – ไนโตรเจน (NO_3^- - N) มก./ล.	ไม่เกิน 50	
ซัลเฟต (SO_4^{2-}) มก./ล.	ไม่เกิน 250	
เหล็ก (Fe) มก./ล.	ไม่เกิน 0.3	

หมายเหตุ* = สำหรับเรือที่มีระบบน้ำเย็นแบบ Plate ต้องมีค่าคลอไรด์ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม/ลิตร

ผนวก ก

ผลการวิเคราะห์น้ำ จาก วศ.ทร.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กผบ.วศ.ทร. (โทร.๓๖๙๐๘)

ที่ ๑๒๔ /๒๕๖๒ วันที่ ๒๐ ก.พ. ๖๒

เรื่อง ขอรายงานผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ

เสนอ

๑. อ้างถึงข่าว กพช.อร. ที่ ๑๔/๒/๖๒ มวว.๑๓๑๐๓๐ เรื่อง ขอรับการสนับสนุนเจ้าหน้าที่พร้อมเครื่องมือวิเคราะห์น้ำที่ใช้ในการสนับสนุนเรือต่าง ๆ ที่จุดจ่ายน้ำบริเวณท่าเรือ จำนวน ๑๒ ตัวอย่าง นั้น แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กผบ.วศ.ทร. (อู่ตะเภา) ได้ดำเนินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ส่งมาเมื่อ ๑๘ ก.พ. ๖๒ เรียบร้อยแล้ว ตามรายละเอียดผลการวิเคราะห์ ที่แนบ

๒. ผลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค ผวก. ให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๕๐ ต่อท้าย บันทึกข้อความของ กคน. ที่ มท.๕๕๗๐๒-๒/๒๘๕ ลง ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๐ ดังนี้

๒.๑ น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.จักรีนฤเบศร (ตัวอย่างที่ ๖), น้ำ chilled ในระบบ ร.ล. ภูมิพลอดุลยเดช (ตัวอย่างที่ ๘), เชื่อนท่าเรือจุกเสม็ด (ตัวอย่างที่ ๑๒) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานฯ

๒.๒ เชื่อน อรม. ทิศใต้ (ตัวอย่างที่ ๑), น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.สุโขทัย (ตัวอย่างที่ ๒), น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.ทะยานชล (ตัวอย่างที่ ๓), เชื่อน อรม. ทิศเหนือ (ตัวอย่างที่ ๔), น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.สายบุรี (ตัวอย่างที่ ๕), น้ำจากระบบปรับสภาพน้ำ ก่อนเข้าระบบทำความเย็น ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช (ตัวอย่างที่ ๗), เชื่อนท่าเรือแหลมเทียน (ตัวอย่างที่ ๙), น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.ตากสิน (ตัวอย่างที่ ๑๐), โรงผลิตน้ำ อรม. (ตัวอย่างที่ ๑๑) มีค่าสี, ความขุ่น และปริมาณสารละลายทั้งหมด เกินเกณฑ์มาตรฐานฯ

๓. ข้อเสนอแนะ

๓.๑ ตรวจสอบปริมาณการใช้สารเคมีในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เช่น สารส้ม ปูนขาว คลอรีน ในขั้นตอนการผลิตน้ำประปาให้มีความเหมาะสม เพื่อให้ได้น้ำที่มีความใส มีค่าความเป็น กรด – ด่าง อยู่ในเกณฑ์ และคลอรีนสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

๓.๒ ปรับคืนสภาพสารกรองเรซิน เพื่อให้คงประสิทธิภาพในการกำจัดความกระด้างด้วยการใช้สารละลายเกลือแกงความเข้มข้นประมาณ ๒๐ – ๒๕% แช่สารกรองเรซินนานประมาณ ๒๐ – ๓๐ นาที หลังจากนั้นล้างออกให้หมดความเค็ม หากดำเนินการปรับคืนสภาพแล้ว น้ำดื่มยังคงมีค่าความกระด้างสูง แสดงว่าสารกรองเรซินกำจัดความกระด้างหมดอายุการใช้งาน ควรดำเนินการเปลี่ยนสารกรองเรซินใหม่

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

น.ต.

ประจำแผนกสนับสนุนฯ กผบ.วศ.ทร.

เสนอ กผบ.วศ.ทร.

เพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

น.ท.

หน.สนับสนุนฯ กผบ.วศ.ทร.

๒๐ ก.พ. ๖๒

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ
กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

รายงานผลการวิเคราะห์ ทดสอบ		หมายเลขวิเคราะห์	8/62
หน่วยผู้ส่ง	กลน.กพร.ยก.	ประเภทตัวอย่าง	น้ำประปา
อ้างอิงหนังสือ	กพร.ยก. ที่ ๑๔/๖/๖๑ ลว. ๑๑๑๐๑๐ ก.พ. ๖๒	จำนวนตัวอย่าง	12 ตัวอย่าง
วันที่รับตัวอย่าง	18 ก.พ. 62	วันที่ออกรายงาน	20 ก.พ. 62
ผู้วิเคราะห์	1.ว่าที่ ร.ต.นาวิน หุนวงษ์		2. พ.จ.อ.อภินันท์ ศรีโครก

1. เรือน อรม. ฟิตได้
2. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.สุโขทัย
3. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.ทะยานชล
4. เรือน อรม. ทิศเหนือ
5. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.สายบุรี

รายการวิเคราะห์		วิธีวิเคราะห์ [1]	เกณฑ์มาตรฐาน [2]	ผลการวิเคราะห์				
				ต.ย.ที่ 1	ต.ย.ที่ 2	ต.ย.ที่ 3	ต.ย.ที่ 4	ต.ย.ที่ 5
1. สี (Colour)	Pt - Co unit	APHA 2120 C	ไม่เกิน 15	ไม่ผ่าน*	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	ไม่ผ่าน*	ไม่ผ่าน*
2. ความขุ่น (Turbidity)	NTU	APHA 2130 B	ไม่เกิน 5	1	290*	88*	1	199*
3. ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่ 25 ± 1 °C		APHA 4500 – H^+ B	6.5 - 8.5	7.1	7.6	7.3	7.5	7.3
4. ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	mg/l	APHA 2540 C	ไม่เกิน 600	150	125	124	143	124
5. ความกระด้าง (คำนวณเป็น $CaCO_3$)	mg/l	APHA 2340 C	ไม่เกิน 300	43	80	86	27	24
6. คลอไรด์ (Cl)	mg/l	APHA 4500 – Cl B	ไม่เกิน 250	21	20	43	22	15
7. ไนเตรต - ไนโตรเจน (NO_3 - N)	mg/l	APHA 4500 - NO_3 D	ไม่เกิน 50	1	1	1	0	0
8. ซัลเฟต (SO_4^{2-})	mg/l	APHA 4500 - SO_4^{2-} E	ไม่เกิน 250	27	13	2	29	6
9. เหล็ก (Fe)	mg/l	APHA 3500 – Fe D	ไม่เกิน 0.3	0	0.2	0	0	0.3
11. โคลิฟอร์ม (TCB)	MPN/100cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-	-	-	-
12. อี. โคไล (*E .Coli*)	ต่อ 100 cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-	-	-	-

หมายเหตุ

[1] = วิธีวิเคราะห์ของ APHA, AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd EDITION 2012

[2] = เกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค ผวก. ให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2550 ต่อท้าย บันทึกข้อความของ กคน. ที่ มท.55702-2/258 ลง 11 กรกฎาคม 2550

ND = ตรวจไม่พบทางวิธีการวิเคราะห์

- = รายการวิเคราะห์ที่ไม่แสดงในรายงาน แผนกสนับสนุนแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กลบ.วศ.พร. (อู่ตะเภา) ไม่มีอุปกรณ์ และรายการที่ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์

* = ผลวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

น.ต. (นาวิน หุนวงษ์)	น.ท. (ชยุต อาจวิชัย)
ประจำแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ	หัวหน้าแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ (อู่ตะเภา)
70 หมู่ 2 ต.พลา อ.บ้านฉาง จ.ระยอง 21130 โทร.36908, 36504

รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
ห้ามคัดลอก หรือ ทำสำเนาเฉพาะบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการทดสอบ

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ
กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

รายงานผลการวิเคราะห์ ทดสอบ		หมายเลขวิเคราะห์	8/62
หน่วยผู้ส่ง	กคภ.กพช.อร.	ประเภทตัวอย่าง	น้ำประปา
อ้างถึงหนังสือ	กพช.อร. ที่ ๑๔/๒/๖๒ มวว. ๓๓๑๐๓๐ ก.พ. ๖๒	จำนวนตัวอย่าง	12 ตัวอย่าง
วันที่รับตัวอย่าง	18 ก.พ. 62	วันที่ออกรายงาน	๒๒ ก.พ. 62
ผู้วิเคราะห์	1.ว่าที่ น.ต.นาวิน หุนวงษ์		2. พ.จ.อ.อภิบัทร์ ศรีไหรก

6. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.จักรีนฤบดินทร์
7. น้ำจากระบบปรับสภาพน้ำ ก่อนเข้าระบบทำความเย็น ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช
8. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล. ภูมิพลอดุลยเดช
9. เขื่อนท่าเรือแหลมเทียน
10. น้ำ chilled ในระบบ ร.ล.ตากสิน

รายการวิเคราะห์		วิธีวิเคราะห์ [1]	เกณฑ์มาตรฐาน [2]	ผลการวิเคราะห์				
				ต.ย.ที่ 6	ต.ย.ที่ 7	ต.ย.ที่ 8	ต.ย.ที่ 9	ต.ย.ที่10
1. สี (Colour)	Pt - Co unit	APHA 2120 C	ไม่เกิน 15	ผ่าน	ไม่ผ่าน*	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
2. ความขุ่น (Turbidity)	NTU	APHA 2130 B	ไม่เกิน 5	4	3	1	8*	56*
3. ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่ 25 ± 1 °C		APHA 4500 – H^+ B	6.5 - 8.5	7.3	7.9	7.7	7.9	7.5
4. ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	mg/l	APHA 2540 C	ไม่เกิน 600	135	78	36	128	147
5. ความกระด้าง (คำนวณเป็น $CaCO_3$)	mg/l	APHA 2340 C	ไม่เกิน 300	39	ND	ND	33	ND
6. คลอไรด์ (Cl^-)	mg/l	APHA 4500 – Cl^- B	ไม่เกิน 250	14	5	5	14	25
7. ไนเตรต – ไนโตรเจน (NO_3^- - N)	mg/l	APHA 4500 - NO_3^- D	ไม่เกิน 50	0	0	0	0	0
8. ซัลเฟต (SO_4^{2-})	mg/l	APHA 4500 - SO_4^{2-} E	ไม่เกิน 250	28	0	0	18	9
9. เหล็ก (Fe)	mg/l	APHA 3500 – Fe D	ไม่เกิน 0.3	0	0	0	0	0
11. โคลิฟอร์ม (TCB)	MPN/100cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-	-	-	-
12. อี. โคไล (*E.Coli*)	ต่อ 100 cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-	-	-	-

หมายเหตุ
[1] = วิธีวิเคราะห์ของ APHA, AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd EDITION 2012
[2] = เกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค ผวก. ให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2550 ต่อท้าย บันทึกข้อความของ กคน. ที่ มท.55702-2/258 ลง 11 กรกฎาคม 2550
ND = ตรวจไม่พบทางวิธีการวิเคราะห์
- = รายการวิเคราะห์ที่ไม่แสดงในรายงาน แผนกสนับสนุนแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กผบ.วศ.ทร. (อู่ตะเภา) ไม่มีอุปกรณ์ และรายการที่ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์
* = ผลวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

น.ต. (นาวิน หุนวงษ์) ประจำแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ	น.ท. (ชยุต ชาจวิชัย) หัวหน้าแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ (อู่ตะเภา)
70 หมู่ 2 ต.พลา อ.บ้านฉาง จ.ระยอง 21130 โทร.36908, 36504

รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
ห้ามคัดลอก หรือ ทำสำเนาเฉพาะบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการทดสอบ

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ
กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

รายงานผลการวิเคราะห์ ทดสอบ		หมายเลขวิเคราะห์	8/62
หน่วยผู้ส่ง	กคภ.กพช.อร.	ประเภทตัวอย่าง	น้ำประปา
อ้างถึงหนังสือ	กพช.อร. ที่ ๑๔/๒/๖๒ มวว. ๑๓๑๐๓๐. ก.พ. ๖๒	จำนวนตัวอย่าง	12 ตัวอย่าง
วันที่รับตัวอย่าง	18 ก.พ. 62	วันที่ออกรายงาน	20 ก.พ. 62
ผู้วิเคราะห์	1.ว่าที่ น.ต.นาวิน หุนวงษ์		2. พ.จ.อ.อภินันท์ ศรีโสภ
11. โรงผลิตน้ำ อรม.		12. เรือนท่าเรือจุกเสม็ด	

รายการวิเคราะห์		วิธีวิเคราะห์ [1]	เกณฑ์มาตรฐาน [2]	ผลการวิเคราะห์	
				ต.ย.ที่ 11	ต.ย.ที่ 12
1. สี (Colour)	Pt - Co unit	APHA 2120 C	ไม่เกิน 15	ไม่ผ่าน*	ผ่าน
2. ความขุ่น (Turbidity)	NTU	APHA 2130 B	ไม่เกิน 5	2	1
3. ความเป็นกรด - ด่าง (pH) ที่ 25 ± 1 °C		APHA 4500 – H^+ B	6.5 - 8.5	2.3	6.5
4. ปริมาณสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solid)	mg/l	APHA 2540 C	ไม่เกิน 600	957*	127
5. ความกระด้าง (คำนวณเป็น $CaCO_3$)	mg/l	APHA 2340 C	ไม่เกิน 300	39	110
6. คลอไรด์ (Cl^-)	mg/l	APHA 4500 – Cl^- B	ไม่เกิน 250	146	14
7. ไนเตรต – ไนโตรเจน (NO_3^- - N)	mg/l	APHA 4500 - NO_3^- D	ไม่เกิน 50	7	1
8. ซัลเฟต (SO_4^{2-})	mg/l	APHA 4500 - SO_4^{2-} E	ไม่เกิน 250	26	25
9. เหล็ก (Fe)	mg/l	APHA 3500 – Fe D	ไม่เกิน 0.3	0	1
11. โคลิฟอร์ม (TCB)	MPN/100cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-
12. อี. โคไล (*E .Coli*)	ต่อ 100 cm^3	APHA 9223 B	ไม่พบ	-	-

หมายเหตุ

[1] = วิธีวิเคราะห์ของ APHA, AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd EDITION 2012

[2] = เกณฑ์มาตรฐานน้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค ผวก. ให้ความเห็นชอบ เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2550 ต่อท้าย บันทึกข้อความจอง กคน. ที่ มท.55702-2/258 ลง 11 กรกฎาคม 2550

ND = ตรวจไม่พบทางวิธีการวิเคราะห์

- = รายการวิเคราะห์ที่ไม่แสดงในรายงาน แผนกสนับสนุนแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กผบ.วพ.พร. (อู่ตะเภา) ไม่มีอุปกรณ์ และรายการที่ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์

* = ผลวิเคราะห์ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

น.ต. (นาวิน หุนวงษ์)	น.ท. (ชยุต อาจวิชัย)
ประจำแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ	หัวหน้าแผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ

แผนกสนับสนุนสายวิทยาศาสตร์สัตหีบ กองผลิตและซ่อมบำรุง กรมวิทยาศาสตร์ทหารเรือ (อู่ตะเภา)
70 หมู่ 2 ต.พลา อ.บ้านฉาง จ.ระยอง 21130 โทร.36908, 36504

รายงานนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่ได้ตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ เท่านั้น
ห้ามคัดลอก หรือ ทำสำเนาเฉพาะบางส่วน ยกเว้นทำทั้งฉบับ โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากห้องปฏิบัติการทดสอบ

ผนวก ข

ระบบปรับอากาศของเรือใน ทร. จาก กผช.อร.

๑๒๗๖
28 มี.ค. 2562
๑๓๒๐

กองควบคุมคุณภาพ
เลขรับ ๑๐๔๒
วันที่ 02 เม.ย. 2562
เวลา ๑๖๓๐

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กผช.อร. (กอจ. โทร ๙๘๑๓๑)

ที่ กห ๐๕๒๐๔.๒/๑๖๓ วันที่ ๒๖ มี.ค.๖๒

เรื่อง ขอส่งรายละเอียดข้อมูลระบบปรับอากาศของเรือใน ทร.

เสนอ กผช.อร.

๑. กคภ.กพช.อร. ขอรับการสนับสนุนข้อมูลระบบปรับอากาศของเรือใน ทร. เพื่อดำเนินการจัดทำคำแนะนำทางช่างน้ำหล่อเย็นระบบปรับอากาศภายในเรือ จาก กผช.อร.

๒. กผช.อร. ได้ดำเนินการจัดทำข้อมูลระบบปรับอากาศของเรือใน ทร. ตามข้อ ๑ เรียบร้อยแล้ว รายละเอียดตามที่แนบ

จึงเสนอมาเพื่อโปรดพิจารณาดำเนินการต่อไป

พล.ร.ต.
จก.กผช.อร.

ส่ง กคภ.กพช.อร.
เพื่อทราบ และดำเนินการต่อไป

รับคำสั่ง จก.กพช.อร.
น.อ.
รอง จก.กพช.อร.
๒๙ มี.ค.๖๒

ส่ง แผนกวิเคราะห์งานช่างฯ
เพื่อทราบ และดำเนินการต่อไป

น.อ.
ผอ.กคภ.กพช.อร.
๖ เม.ย.๖๒

หน่วย	ชื่อ(เรือ)	ประเภท Heat Exchanger	ตราอักษรของ Heat Exchanger	รุ่นของ Heat Exchanger	วัสดุที่ใช้ผลิต Heat Exchanger	ชนิดของ Heat Exchanger	Flow rate ของน้ำ Chilled
(จำนวน)							
กอง.กง.	ร.ล.จักรีนฤเบศร	Condenser	Carrier	09HX 402	Carbon steel shell and Cu-Ni (90/10) tube	SHELL AND TUBE	113 m3/h
		Evaporator	Carrier	10HX 402	Carbon steel shell and copper tube	SHELL AND TUBE	155 m3/h

กพก.2	ร.ล.ภระบุรี	Condenser	MHG	HBX 13-225-2 CIB		SHELL AND TUBE	
		Evaporator	MHG	VKS 14-250 S-4 Pass		SHELL AND TUBE	40 m3/h
	ร.ล.สายบุรี	Condenser	MHG	HBX 13-225-2 CIB		SHELL AND TUBE	
		Evaporator	MHG	VKS 14-250 S-4 Pass		SHELL AND TUBE	40 m3/h
	ร.ล.เจ้าพระยา	Condenser	MHG	HBX 13-225-2 CIB		SHELL AND TUBE	
		Evaporator	MHG	VKS 14-250 S-4 Pass		SHELL AND TUBE	40 m3/h
	ร.ล.บางปะกง	Condenser	MHG	HBX 13-225-2 CIB		SHELL AND TUBE	
		Evaporator	MHG	VKS 14-250 S-4 Pass		SHELL AND TUBE	40 m3/h
	ร.ล.ตากสิน	condenser	ALFALAVAL	McDEW410	Cu/NI 70/30	SHELL AND TUBE	56.396 m3/h
		Evaporator	ALFALAVAL	DXS345/STD	Copper	SHELL AND TUBE	44.008 m3/h
	ร.ล.นเรศวร	condenser	ALFALAVAL	McDEW410	Cu/NI 70/30	SHELL AND TUBE	56.396 m3/h
		Evaporator	ALFALAVAL	DXS345/STD	Copper	SHELL AND TUBE	44.008 m3/h

หน่วย (จำนวน)	ชื่อ(เรือ)	ประเภท Heat Exchanger	ตราอักษรของ Heat Exchanger	รุ่นของ Heat Exchanger	วัสดุที่ใช้ผลิต Heat Exchanger	ชนิดของ Heat Exchanger	Flow rate ของน้ำ Chilled
กฟผ.1	ร.ล.มกุฎราชกุมาร	Condenser	ACME	MHX-1205A-2	CU-NI (90/10)	SHELL AND TUBE	51 m3/h
(9 ลำ)		Evaporator	ACME	1009-S-2P-2C	Copper	SHELL AND TUBE	32.7 m3/h
	ร.ล.ตากี	Condenser	CARRIER	9W10-304-U			
		Evaporator	DUNHAM-BUS	C2-1001(A)			
	ร.ล.คีรีรัฐ	Condenser	CARRIER	9W10-304-U			
		Evaporator	DUNHAM-BUS	C2-1001(A)			
	ร.ล.รัตนโกสินทร์	Condenser	CARRIER	SN.U972961 A-2 SIZE 1408 B-2P			
		Evaporator					
	ร.ล.สุโขทัย	Condenser	CARRIER	SN.U972961 A-2 SIZE 1408 B-2P			
		Evaporator					
	ร.ล.ศรีรายา	Condenser	ALFALAVAL	McDEW 370	CU-NI (70/30)	SHELL AND TUBE	47.72 m3/h
		Evaporator	ALFALAVAL	DXS200	Copper	SHELL AND TUBE	34 m3/h
	ร.ล.หยานอ	Condenser	ALFALAVAL	McDEW 370	CU-NI (70/30)	SHELL AND TUBE	47.72 m3/h
		Evaporator	ALFALAVAL	DXS200	Copper	SHELL AND TUBE	34 m3/h
	ร.ล.ท่องลม	Condenser	ALFALAVAL	McDEW 370	CU-NI (70/30)	SHELL AND TUBE	47.72 m3/h
		Evaporator	ALFALAVAL	AC-230 EQ-150H	Copper	Plate	33.11 m3/h
	ร.ล.ภูมิพลอดุลยเดช	Condenser	CENTURY	SC-W160NG2	CU-NI (90/10)	SHELL AND TUBE	147.6 m3 /h
		Evaporator	CENTURY	EV-W160NG3	Copper	SHELL AND TUBE	166.8 m3 /h

หน่วย	ชื่อ(เรือ)	ประเภท Heat Exchanger	ตราลักษณของ Heat Exchanger	รุ่นของ Heat Exchanger	วัสดุที่ใช้ผลิต Heat Exchanger	ชนิดของ Heat Exchanger	Flow rate ของน้ำ Chilled
กยฝ.กร.	ต.991	Condenser	ACME	MHX-605D-2	copper	SHELL AND TUBE	15 m3/h
		Evaporator	ACME	DXT-804-Q-4P-1C	copper	SHELL AND TUBE	12 m3/h
	ต.992	Condenser	ACME	MHX-605D-2	copper	SHELL AND TUBE	15 m3/h
		Evaporator	ACME	DXT-804-Q-4P-1C	copper	SHELL AND TUBE	12 m3/h
	ต.993	Condenser	ACME	MHX-605D-2	copper	SHELL AND TUBE	15 m3/h
		Evaporator	ACME	DXT-804-Q-4P-1C	copper	SHELL AND TUBE	12 m3/h
	ต.994	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW275T	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	24.294 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95D	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	18.066 m3/h
	ต.995	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW275T	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	24.294 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95D	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	18.066 m3/h
	ต.996	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW275T	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	24.294 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95D	Stainless Steel	SHELL AND TUBE	18.066 m3/h
	ต.111	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW200	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	14.555 m3/h
					Tube:Cu/Ni Tube		
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95/STD	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	22 m3/h
					Tube:Copper Tube		
	ต.112	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW200	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	14.555 m3/h
					Tube:Cu/Ni Tube		
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95/STD	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	22 m3/h
					Tube:Copper Tube		
	ต.113	Condenser	ALFA LAVAL	Mc DEW200	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	14.555 m3/h
					Tube:Cu/Ni Tube		
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95/STD	Shell:Carbon Steel	SHELL AND TUBE	22 m3/h
					Tube:Copper Tube		
	ต.81	Condenser	Marine Coaxial Coil in shell Condenser	S-6R CN6R001	Copper	Coil in shell	42 m3/h
		Evaporator	Plat Plate	CH-20-20/6369	Stainless Steel	Plat Material 316l	48 m3/h
	ต.82	Condenser	Marine Coaxial Coil in shell Condenser	S-6R CN6R001	Copper	Coil in shell	42 m3/h
		Evaporator	Plat Plate	CH-20-20/6369	Stainless Steel	Plat Material 316l	48 m3/h
	ต.83	Condenser	Marine Coaxial Coil in shell Condenser	S-6R CN6R001	Copper	Coil in shell	42 m3/h
		Evaporator	Plat Plate	CH-20-20/6369	Stainless Steel	Plat Material 316l	48 m3/h

หน่วย	ชื่อ(เมือ)	ประเภท Heat Exchanger	ตราลักษรของ Heat Exchanger	รุ่นของ Heat Exchanger	วัสดุที่ใช้ผลิต Heat Exchanger	ชนิดของ Heat Exchanger	Flow rate ของน้ำ Chilled
(จำแนก)							
กตอ.	ร.ล.ปัตตานี	Condenser	ALFA LAVAL	ACFC/m450/414		SHELL AND TUBE	2x42 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	EHD41.15RH/SX		SHELL AND TUBE	50 m3/h
	ร.ล.นราธิวาส	Condenser	ALFA LAVAL	ACFC/m450/414		SHELL AND TUBE	2x42 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	EHS 185 EHD185		SHELL AND TUBE	50 m3/h
	ร.ล.กาะบี	Condenser	ALFA LAVAL	MCDEW 275		MODERN TUBE MATERIALS	90 m3/h
		Evaporator	ALFA LAVAL	PLUS3 SHELL&TUBE		MODERN TUBE MATERIALS	
	ร.ล.ชลบุรี	Condenser	ATISA ITALY	84T150		SHELL AND TUBE	42 m3/h
		Evaporator	ATISA ITALY	E 30		SHELL AND TUBE	28 m3/h
	ร.ล.สงขลา	Condenser	ATISA ITALY	84T150		SHELL AND TUBE	42 m3/h
		Evaporator	ATISA ITALY	E 30		SHELL AND TUBE	28 m3/h
	ร.ล.ภูเก็ต	Condenser	ATISA ITALY	84T150		SHELL AND TUBE	42 m3/h
		Evaporator	ATISA ITALY	E 30		SHELL AND TUBE	28 m3/h
	ร.ล.สัตหีบ	Condenser	BITZER	K 1053 HB			23.34 m3/h
		Evaporator					
	ร.ล.คลองใหญ่	Condenser	CARRIER	09RH027-109-13			
		Evaporator					
	ร.ล.ตากใบ	Condenser	CARRIER	09RH027-109-13			
		Evaporator					
	ร.ล.กันตัง	Condenser	BITZER	K 1053 HB			23.34 m3/h
		Evaporator					
	ร.ล.เทพา	Condenser	CARRIER	09RH027-109-13			
		Evaporator					
	ร.ล.ท้ายเหมือง	Condenser	CARRIER	09RH027-109-13			
		Evaporator					
	ร.ล.หัวหิน	Condenser					
		Evaporator					
	ร.ล.นาทอง	Condenser					
		Evaporator					
	ร.ล.ศรีราชา	Condenser					
		Evaporator					
	ร.ล.แหลมสิงห์	Condenser	ALFA LAVAL	MC/DEW 275		SHELL AND TUBE	
		Evaporator	ALFA LAVAL	DXS95/3DT		SHELL AND TUBE	

กยพ.	ร.ต.สิริ	Condenser	ACME	MHX-805A-2	Cu/NI 90/10	SHELL AND TUBE	
		Evaporator	Coolman	CL-030-10059-1		SHELL AND TUBE	
	ร.ต.ศุริยพร์	Condenser	ACME	MHX-805A-2	Cu/NI 90/10	SHELL AND TUBE	
		Evaporator	Coolman	CL-030-10059-1		SHELL AND TUBE	
	ร.ต.มันนอก	Condenser	BITZER	K1053 HB			
		Evaporator					
	ร.ต.มันกลาง	Condenser	BITZER	K1053 HB			
		Evaporator					
	ร.ต.มันใน	Condenser	BITZER	K1053 HB			
		Evaporator					
	ร.ต.นัดโพน	Condenser	ALFA-LAVAL	McDEW 200			
		Evaporator	ALFA-LAVAL	DXA 120 / STD			
	ร.ต.ราวี	Condenser	ALFA-LAVAL	McDEW 200			
		Evaporator	ALFA-LAVAL	DXA 120 / STD			
	ร.ต.สิริสัน	Condenser	Carrier	09RS		SHELL AND TUBE	
		Evaporator					

กทบ.กร.	ร.ต.ลาดหญ้า	Condenser	ALFA LAVAL	McDEW 370	CU/NI 70/30	SHELL AND TUBE	45.117 m3/h
		Evaporator	FLAT PLAT	CH 60/6386	Stainless Steel Plate และ Copper Brazed Plate	Plate	
	ร.ต.ท่าดินแดง	Condenser	ALFA LAVAL	McDEW 370	CU/NI 70/30	SHELL AND TUBE	45.117 m3/h
		Evaporator	ACME	CH 60/6386	Stainless Steel Plate และ Copper Brazed Plate	Plate	

ผนวก ค
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบภาคสนาม

การตรวจความกระด้างของน้ำ ใช้ชุดทดสอบความกระด้างของน้ำ สำหรับการทดสอบระดับความกระด้างของน้ำ (Total hardness) เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (PPM) ตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 ชุดทดสอบความกระด้างของน้ำ

การตรวจความเป็นด่างของน้ำ ใช้ Universal Indicator หรือกระดาษลิตมัส เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยจะให้สีที่ชัดเจนในแต่ละช่วงของ pH 0 ถึง pH 14

รูปที่ 2 Universal Indicator และกระดาษลิตมัส

การตรวจวัดค่า Chloride Content คลอไรด์ไอออนเป็นหนึ่งในสารอนินทรีย์ที่สำคัญในน้ำ แม้ว่าความเข้มข้นของคลอไรด์ในน้ำจะไม่เป็นเป็นพิษต่อมนุษย์ แต่จำเป็นต้องตรวจสอบความเข้มข้นของคลอไรด์ในระบบน้ำเย็น เพื่อป้องกันความเสียหายจากชิ้นส่วนโลหะ ซึ่งถ้ามีคลอไรด์ในระดับสูงสามารถกัดกร่อน โดยการตรวจวัดด้วยชุดทดสอบทางเคมีวัดค่าคลอไรด์ ซึ่งใช้หลักการไตเตรท สามารถวัดค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1,000 mg/L (ppm) Cl^-

รูปที่ 3 ชุดตรวจหาปริมาณคลอไรด์

แบบเสนอข้อคิดเห็น

ส่วนราชการ .....

ที่ ..... **วันที่** .....

เรื่อง ร่างคำแนะนำทางช่าง กรมอู่ทหารเรือ เรื่อง น้ำเย็นเครื่องปรับอากาศเรือ (Chilled Water) (ค.๐๐๐๑-xx๖๒)

○ ยืนยันตามมาตรฐานดังกล่าว

○ เห็นควรแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานดังกล่าว ในเรื่องต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

○ ไม่มีข้อคิดเห็น .....

(ลงชื่อ) .....

(.....)

ตำแหน่ง .....

หมายเหตุ *โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลง ○ หน้าขอความที่ต้องการ*