

5 מערכת כיבוי אש ושאיבת שיפוליים

5.1 מבוא

5.1.1 כללי

קו כיבוי אש (כ"א) עשוי צנרת קשיחה שרצה לאורך כל הספינה ותפקידו העיקרי לספק מי-ים להידראנטים לכיבוי אש. הוא מוזן מ- 4 משאבות כ"א שממוקמות בספינה במדורים הבאים:

- 1# מכשירים אחורי
- 2#, 3# חדמ"ק
- 4# חדמ"א – בניריות 7, 8 יש משאבת כיבוי אש נוספת בחדמ"א, משאבה 5#

הלחץ הנומינלי בקו היינו 9 אטמ', ולחץ העבודה המינימלי הוא 6 אטמ'. בשגרה מספיק להפעיל משאבה בודדת או זוג משאבות. בעמדות קרב מפעילים את כולן. לכל משאבה ספיקה של 25 טון/שעה בלחץ 9 אטמ'. קו כ"א גם מזין את מערכת יניקת השיפוליים. למערכת זו שלוש סעפות יניקה ראשיות: אחת במדור מכשירים אחורי, ואחת בכל חדר מכונות. כל סעפת יניקת שיפוליים מחוברת לשני יונקי ונטורי, כשלכל ונטורי ספיקת שאיבה של 20 טון/שעה.

הוראות הפעלה מלאות ונתוני עבודה של המערכת נמצאים באוגדן מכונה לספינות נירית סימוכין ים – 2 – 603, פקודות 4.03. אוגדן בקרת נזקים (בקנ"ז) סימוכין ים – 2 – 503 מתאר את הפעלת המערכת במצבי חירום. שרטוטים של המערכת המלאה נמצאים באטלס שרטוטי מערכות סטי"ל (מק"ט ח"י 18-18-9959-1), ושרטוטי מספנות ישראל:

- 4318.01 מערכת כיבוי אש ויניקת שיפוליים
- 4318.02 מערכת שימשה והתזת סיפונים

5.1.2 תפקידים עיקריים

המערכת ממלאת תפקידים בשלושה רבדים. ברובד הראשון, זו מערכת בטיחות בחשיבות עליונה שמשמשת כמערכת בקרת הנזקים העיקרית של שספינה. בנוסף לאספקת מי-ים להידראנטים לכיבוי שריפות, המערכת מספקת מי-ים להצפת חדרי תחמושת במקרי שריפה, ומספקת מי-ים למערכת יניקת שיפוליים במקרה של הצפה במדור, ולשאיבת שיפוליים בשגרה. ברובד השני זו מערכת לגיבוי אספקת מי-ים למכלולים. במסגרת זו, המערכת מספקת מי-ים לקירור חירום של המכלולים הבאים:

- 4 מנועים ראשיים
- 4 גנטורים
- 2 יחידות מיזוג אוויר ראשיות
- תותח 76 מ"מ

ברובד השלישי קו כ"א נותן את אספקת מי-הים הראשית של מערכות שונות בספינה. כאן מערכות הספינה מתחלקות לשתי קבוצות. בקבוצה הראשונה מי-הים מסופקים בלחץ המלא של קו כ"א (שיכול להגיע ל- 10 אטמ'). מערכות שמשתייכות לקבוצה זו הן:

- מערכת שימשה והתזת סיפונים
- קירור תותח נוקמני
- מערכת מלוי והורקת מכלי נטל

- שאיבת מכלי ביוב
- שטיפת אסלות במדורי הספינה פרט למבנה העילי

הקבוצה השניה של המערכות מוזנות במי-ים בלחץ מופחת (בד"כ 3.0 – 3.5 אטמ'), כאשר לכל מערכת מפחית לחץ משלה. מערכות אלו הן:

- קירור CLU
- קירור מגל אש
- מי-ים למערכת סניטרית במבנה העילי

5.2 מערכת כיבוי אש

5.2.1 סקירת מערכת

5.2.1.1 קו כ"א ראשי

קו כ"א רץ לאורך הספינה, בד"כ לאורך דופן ימין, וממנו יציאות לחמישה הידראנטים על הסיפון (לאורך דופן ימין), חמישה הידראנטים בתוך מדורי הספינה, ולצרכנים שאינם בחדרי מכונות. לקו שלושה שסתומי קוק, הנקראים מפרידים ראשיים, שמאפשרים בידוד חלקים בקו כ"א עקב תקלות מבלי לנטרל את כל הקו לאורך כל הספינה – ראה שרטוט 1. כל מפריד ממוקם בצד הקדמי של מחיצה בין מדורים (מספרים בסוגריים מרובעים מציינים את מספר השסתום בשרטוט מערכת כ"א):

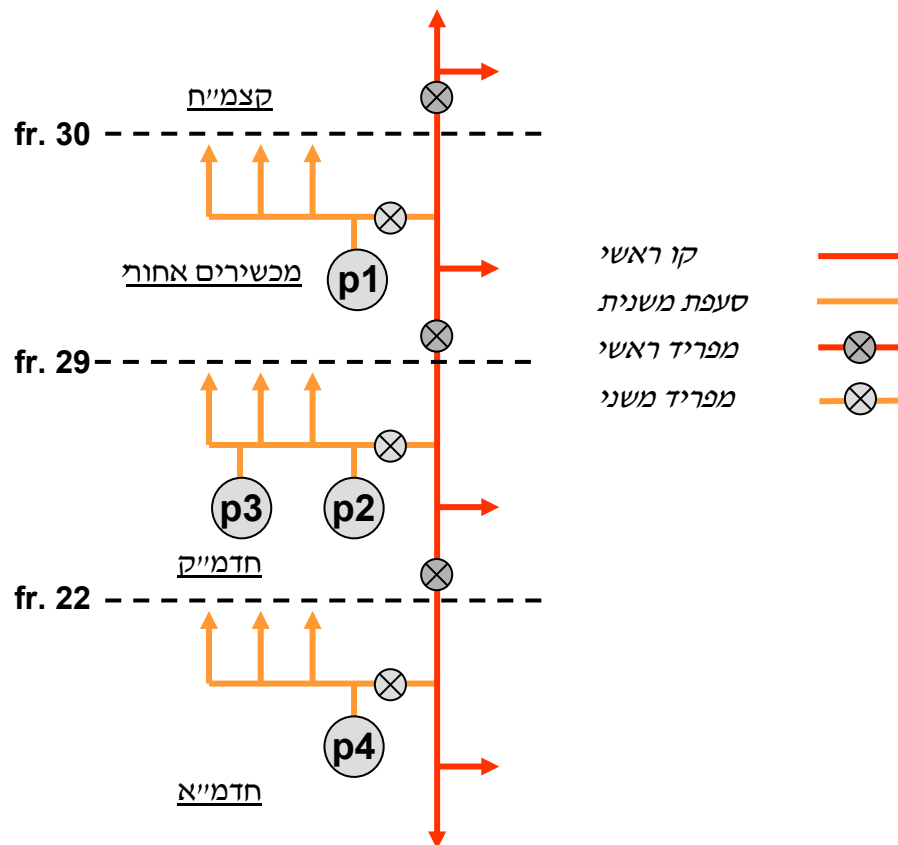
- מפריד קצמ"ח [429] מחיצה 30 בין מדור קצמ"ח למדור מכשירים אחורי
- מפריד קדמי [428] מחיצה 29 בין מדור מכשירים אחורי לחדמ"ק
- מפריד אחורי [427] מחיצה 22 בין חדמ"ק לחדמ"א

לשסתומי מפריד קדמי ואחורי מאריכים קרדנים שמאפשרים לתפעל כל שסתום משני צדי המחיצה – חשוב בהצפות חמורות שנגרמות עקב פריצה בקו כ"א.

בנוסף לקו הראשי, ישנן שלוש סעפות כ"א משניות - סעפת במכשירים אחורי, וסעפת בכל חדר מכונות. כל סעפת משנית מוזנת ממשאבת/ות כ"א שבמדור. הסעפת עצמה מזינה את מערכת שאיבת שיפוליים שבמדור וצרכנים נוספים, ומחוברת לקו כ"א ראשי דרך מפריד משני, שסתומים [433], [431], [422]. אם המשאבה שמחוברת לסעפת פועלת אז הסעפת יכולה לספק מים לקו כ"א ראשי, ואם המשאבה מודממת אז הסעפת מוזנת מקו כ"א ראשי. סגירת המפריד המשני מאפשרת לספק לסעפת מי-ים מהמשאבה שלה, ולהפעיל את צרכני הסעפת המשנית, וביניהם שאיבת שיפוליים במדור, אפילו אם קו כ"א ראשי במדור נפגע והוא גורם להצפה.

ספינות נירית מקורן בהסבה של ספינות חוחית שתוכננו ונבנו במקור כספינות חוחית. הספינות א. קשת, א. רומח, א. חץ נבנו ביחד עם החוחיות בתחילת שנות ה-80. לכן בקו כ"א ישנם שרידים המבטאים זאת, אפילו בספינות שהן בניות חדשות ולא הסבות של גופי חוחית. השרידים הם כתוצאה מביטול מערכת הקצפת האנגר ושירותי צוות נוספים במדור נוקמני שהיו קיימים בספינות חוחית. במקום לשנות את השרטוטים במספנות ישראל ולבטל את החיבורים למערכות הנ"ל, מתקינים אטם עיוור (blind flange) שחוסם את היציאה מקו כ"א למערכת שאינה. לאלתור הזה יש נטייה להיפרץ עקב חומרי יצור לא מתאימים (אלומיניום, ברזל ועוד חומרים שלא עמידים במי-

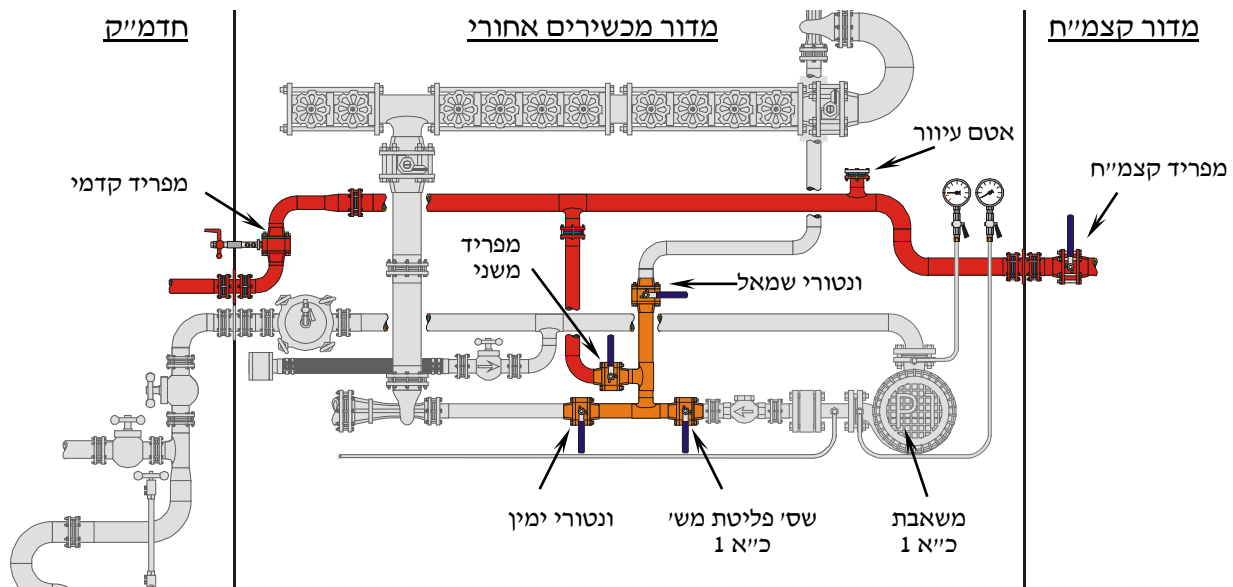
ים). ישנם שלושה אטמים עיוורים כאלה, בקו כ"א בשיפולי מדור נוקמי, בקו כ"א ראשי במדור מכשירים אחורי, ובקו כ"א ראשי בחדר מכונות אחורי, צמוד לדופן ימין ליד סעפת פליטה תת-מימית של מנוע 2.



שרטוט 2; מבנה סכמתי של מערכת כ"א

5.2.1.2 סעפות כ"א משניות

הסעפת המשנית במכשירים אחורי היא הפשוטה ביותר מבין שלושת הסעפות המשניות, ולכן תשמש דוגמא. הסעפת מתוארת בפרוטרוט בשרטוט 2, כאשר כתום מציין את הסעפת המשנית, ואדום את קו כ"א ראשי. בסעפת משנית זאת ישנם סה"כ ארבעה שסתומי קוק, שהם משותפים לכל הסעפות המשניות – בחדרי מכונה לסעפות המשניות יש שסתומים נוספים שמובילים לצרכנים אחרים. השסתום הראשון מבין הארבעה הוא שסתום הפליטה של משאבת כ"א 1 שמספקת לחץ לסעפת זו. ונטורי ימין ושמאל של סעפת יניקת שיפוליים מוזנים דרך שני שסתומים נוספים, והשסתום האחרון הוא המפריד המשני שמקשר בין הסעפת לקו כ"א ראשי.

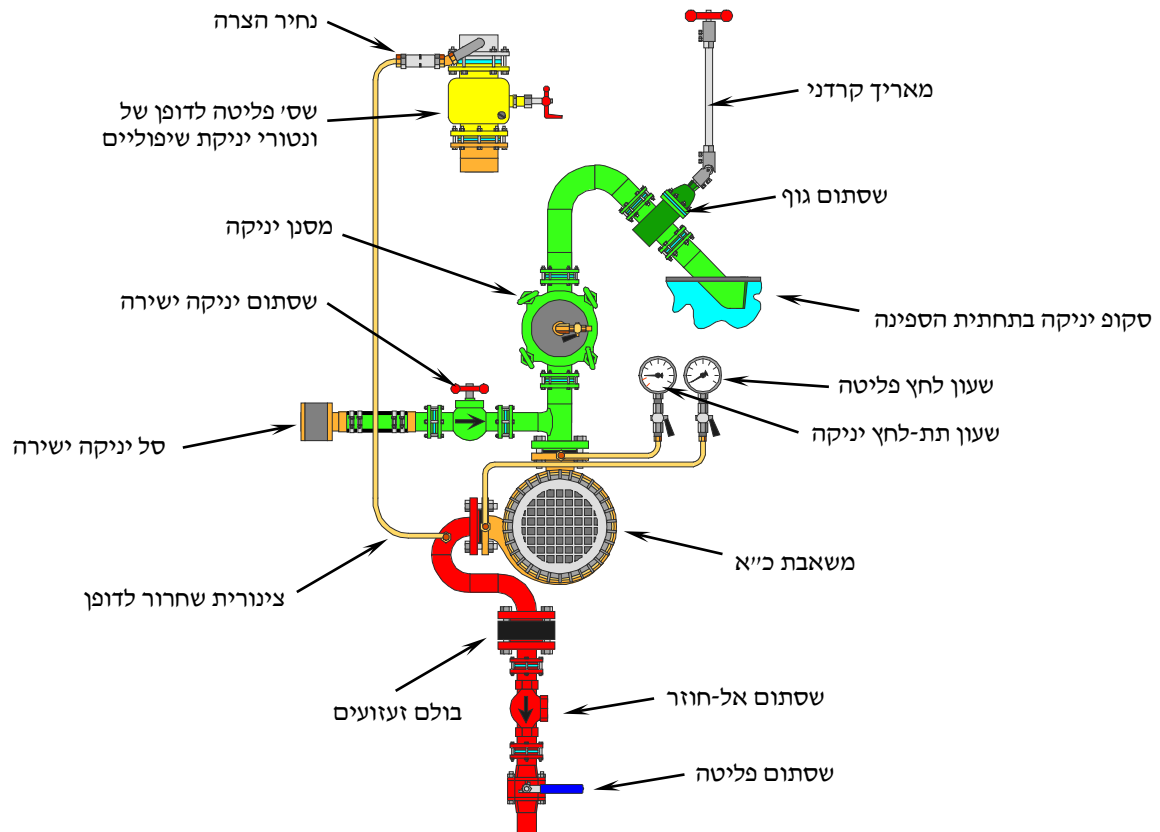


שרטוט 3 ; סעפת משנית *כתום) וקו כחול ראשי *אדום) במדור מכשירים אחורי

5.2.1.3 יחידת משאבה

מכלול צנרת היניקה והפליטה דומה בכל המשאבות. שרטוט 3 מתאר משאבה אופיינית, כאשר הצנרת ביניקת המשאבה ירוקה, וצנרת בפליטה אדומה. המשאבה יונקת מי-ים דרך סקופ שמרוחק לתחתית הספינה. לאוגן היציאה של הסקופ מחובר שסתום גוף מסוג שער. פגיעה בסקופ או בשסתום הגוף היא כמו פגיעה בתחתית הספינה, ותגרום להצפה מסוכנת. פגיעה בכל קטע צנרת אחרי שסתום הגוף ניתנת לנטרול ע"י סגירת שסתום הגוף ושסתומים מפרידים אחרים במערכת. לאחר שסתום הגוף יש מסנן מי-ים גס מטיפוס מסנן סל שנועד למנוע כניסת עצמים זרים למשאבה והצנרת בהמשך. לאחר המסנן המים מוזרמים ליניקת המשאבה. הצנרת שמחברת את שסתום הגוף ואת מסנן הסל ליניקת המשאבה היא צנרת קשיחה מברונזה.

במקביל לקו יניקת מי-ים הרגיל, ישנו קו יניקת חירום מהמדור שמתחבר ישירות ליניקת המשאבה. במקרה חירום של הצפה חמורה שלא הגיעה לגובה המנוע החשמלי של המשאבה, ניתן לינוק את הנוזלים במדור באמצעות קו היניקה הישירה של המשאבה. במדור יש סל יניקה גס שמתחבר בצנרת גמישה לשסתום יניקה ישירה מסוג אל-חוזר מתכוון. שסתום היניקה הישירה מחובר בצנרת קשיחה לצינור שמוביל ליניקת המשאבה. יש לשים לב שקו יניקה ישירה עוקף את מסנן מי-הים שבקו היניקה הרגיל, ועל כן יש סיכוי לשאיבת עצמים זרים שיגרמו להרס המשאבה או סתימות בצנרת כ"א. יניקה ישירה מתבצעת ע"י פתיחה הדרגתית של שסתום היניקה הישירה, תוך כדי סגירה הדרגתית של שסתום הגוף. את הנוזלים שנשאבו מנתבים לדופן דרך אחד הוונטורים של הסעפת המשנית שצמודה למשאבה. בזמן היניקה הישירה סוגרים את כל שאר הצרכנים בסעפת המשנית ואת המפריד המשני שמחבר את הסעפת לקו כ"א ע"מ למנוע זיהום של קו כ"א בנוזלים שבשיפולי חדרי מכונות. נוהל יניקה ישירה מפורט מופיע באוגדן מכונה, פקודה 4.03.



שרטוט 4; יחידת משאבה וצנרת נלוות

קווי היניקה מזינים את משאבת כיבוי האש, משאבה צנטרפוגלית בעלת ספיקה של 25 טון/שעה בלחץ 9 אטמ'. גוף המשאבה וכל צנרת היניקה מותקנים מתחת לקו המים ע"מ להבטיח פריימינג טוב של קו היניקה. במסנן מי-הים יש ברז לשחרור אוויר הכלוא בגוף המסנן ע"מ לבצע פריימינג לאחר פתיחת המסנן. ליניקה והפליטה של המשאבה מחוברים צינורות נחושת דקים (קוטר 10 מ"מ) שמובילים לשעוני לחץ יניקה/פליטה. בכניסה לכל שעון יש שסתום T שמאפשר ביצוע פריימינג. כמו כן, מחובר צינור נחושת דק נוסף לצנרת הפליטה של המשאבה שמוביל לנחיר הצרה ומשם לפליטה לדופן של אחד הוונטורים לשאיבת שיפוליים. צינור זה נקרא צינור שחרור לדופן והוא נועד להבטיח זרימה תמידית (בספיקה נמוכה) של מים דרך המשאבה גם כשאין צריכת מים מקו כ"א. ללא זרימה זו, כל הספק המנוע היה מתבזבז על חיכוך מים במאיץ, וכך טמפי המים הייתה עולה והיה נגרם נזק למשאבה.

לאחר פליטת המשאבה מותקן בולם זעזועים מגומי מגופר שנועד למנוע העברת רעידות ומכות לחץ מהמשאבה לשאר הצנרת הקשיחה של קו כ"א. בהמשך לבולם הזעזועים ישנו שסתום אל-חוזר שמונע זרימת מים הפוכה מהלחץ שבקו כ"א דרך המשאבה כאשר היא מודממת. בנוסף לירידת לחץ בקו כ"א, זרימת מים בכיוון ההפוך דרך המשאבה המודממת גורם לה להסתובב בכיוון הפוך ועלול להרוס את האטם המכני על הציר שלה. לבסוף מחובר שסתום פליטה מסוג קוק שמקשר את מכלול המשאבה לסעפת המשנית שלה.

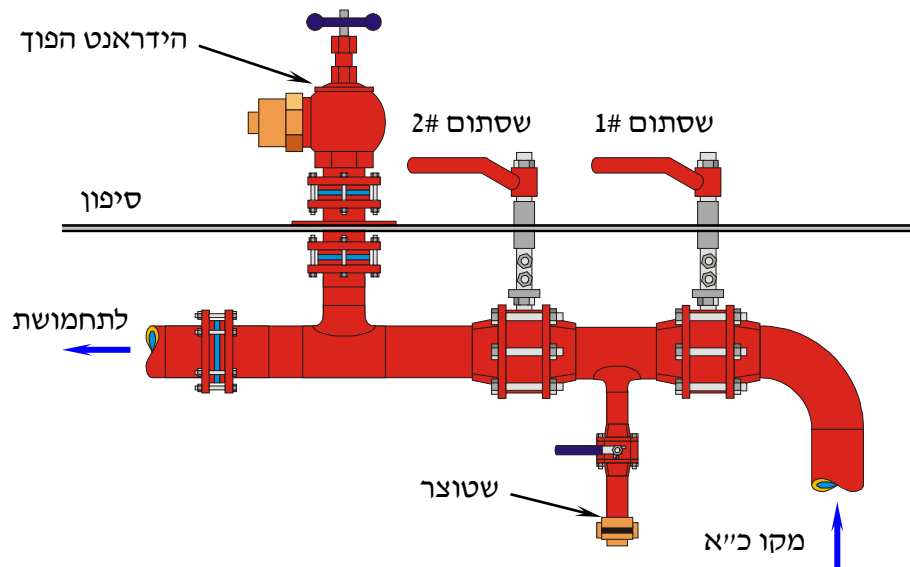
למשאבות 1 ו-2 יש סקופ יניקה ושסתום גוף משותפים בשיפולי חדמ"ק. לאחר שסתום הגוף הקו מתפצל להזנת שתי המשאבות. בין הפיצול למסנן מי-הים של כל משאבה יש שסתום מפריד נוסף לכל משאבה, שסתומים [4105], [4106]. שני המפרידים נמצאים בחדמ"ק, אבל מסנן מי-הים של משאבה 1 וכל מה שאחריו ממוקמים כבר במדור מכשירים אחורי.

5.2.1.4 מערכת הצפת חדרי תחמושת

בספינה שלושה מדורי תחמושת עיקריים:

- שיפולי מדור נוקמני
- מדור משגרי VLU
- תותח 5

במקרה של שריפה באחד מהמדורים האלו יש אפשרות לבצע הצפה מכוונת של המדור ע"י הזרמת מי ים מקו כ"א דרך מתזים בתקרה. שרטוט 4 מתאר את מערכת השסתומים האופיינית.



שרטוט 5; מערכת שסתומים להצפת תחמושת

ע"מ למנוע הצפה בטעות, מותקנים שני שסתומי קוק בטור – צריך לפתוח את שניהם כדי לאפשר מעבר מים מקו כ"א למתזים. שסתומי ההצפה מותקנים מתחת לסיפון בדופן שמאל, ויש להם מאריכים קרדנים שמאפשרים הפעלה מהסיפון. ידיות ההפעלה על הסיפון מאובטחות, והן מסודרות כך שהן מקבילות לאורך הספינה במצב סגור, וזאת ע"מ שלא יבלטו ויגרמו לחיילים על הסיפון להיתקל בהן ולמעוד, ולגרום לפתיחת השסתומים. אחרי השסתומים מותקן ההידראנט הפוך שמאפשר להציף את המדור במקרה תקלה. אם אחד משני שסתומי ההצפה תקוע, אז אפשר להכניס מים להידראנט ההפוך דרך זרנוק שמחובר להידראנט רגיל של קו כ"א, ובכך לעקוף את שסתומי ההצפה הכפולים. אם אין לחץ בקו כ"א בספינה, אז ניתן להציף את התחמושת ממקור חיצוני, כמו משאבת ספייט או קו כ"א ברציף או של ספינה שכנה.

בין שסתומי ההצפה מותקן שסתום קוק קטן עם שטוצר שמאפשר לבצע בדיקה למערכת:

1. מוודאים ששני השסתומים סגורים
2. פותחים את החיבור לשטוצר ומוודאים שאין יציאת מים שמעידה על כשל השסתום הראשון
3. פותחים את השסתום השני ומכניסים לחץ אוויר לחיבור של שהשטוצר
4. בודקים שנפלט אוויר מכל המתזים בחדר התחמושת

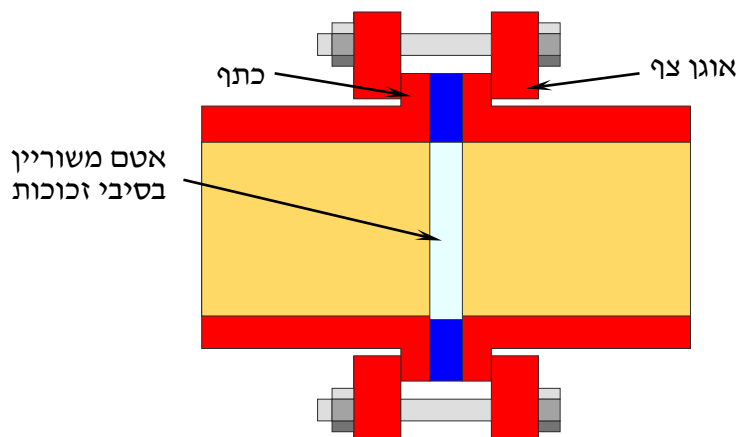
5.2.2 סקירת מכלולים

5.2.2.1 צנרת קשיחה

קו כ"א עשוי כולו צנרת קשיחה מסגסוגת CuNiFer המצטיינת בעמידות בקורוזיה וחוזק מכני גבוה. הרכב הסגסוגת:

9-11%	Ni	ניקל	•
1.0-1.8%	Fe	ברזל	•
0.5-1.0%	Mn	מנגן	•
86.2-89.5%	Cu	נחושת	•

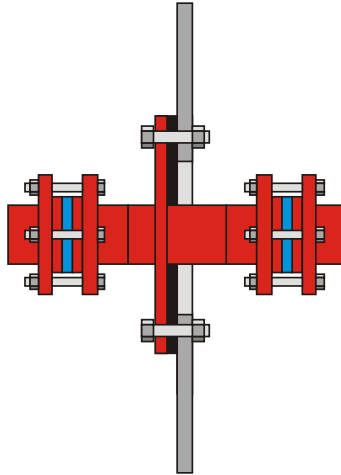
הצנרת עשויה ממקטעים שמחוברים עם אוגנים וברגים ומאפשרים פירוק מכלולים וקטעי צנרת לצורך תיקונים. כל מקטע עשוי מחלקי צנרת ישרים, ברכיים מכופפות, ואוגני חיבור לשסתומים וקטעי צנרת. חלקים אלו מרותכים ביניהם בריתוך אוטוגני מיוחד שמתאים לסגסוגת. האוגנים שמחברים את מקטעי קו כ"א הם מסוג אוגן צף, כלומר טבעת האוגן נשענת על כתף שמרותכת לצינור, ראה שרטוט 5. סוג אוגן זה מאפשר טולרנסים יותר גדולים בהרכבת הצנרת. לברגי ההידוק יש דיסקאות קפיציות ע"מ לעמוד ברעידות ומכות לחץ. האטם בין האוגנים הוא מיוחד ומחוזק בסיבי זכוכית. אטם קלינגרית רגיל אינו תיקני, ולא עומד במכות הלחץ שבקו. האטימה מתבצעת בין הכתפיים שמרותכות לקצה כל צינור.



שרטוט 6; חתך אוגן צף של קו כ"א

כאמור לחץ העבודה הנומינלי של המערכת הוא 9 אטמ', אך בפועל תתכנה מכות לחץ חזקות יותר כתוצאה מתופעה הנקראת water hammer. סגירה פתאומית של שסתום בצינור שבו זרימה בספיקה גבוהה גורמת לעליית לחץ חדה בצנרת שלפני השסתום עקב עצירת זרימת המים. התופעה מורגשת היטב כאשר נסגרים שסתומי הדיאפרגמה של מערכת נטל, ולא פעם נפרצים אטמים וקטעי צנרת. לכן, לאחר ההרכבה מבוצע טסט-לחץ של כל קו כ"א ב- 14 אטמ'.

מעבר צנרת דרך מחיצה אטומה מבוצע בעזרת צינור מעבר מיוחד שמתחבר עם אוגן למחיצה, ואוגנים רגילים לצנרת כ"א, ראה שרטוט 6. יש אטם גומי בין המחיצה לאוגן של צינור המעבר.



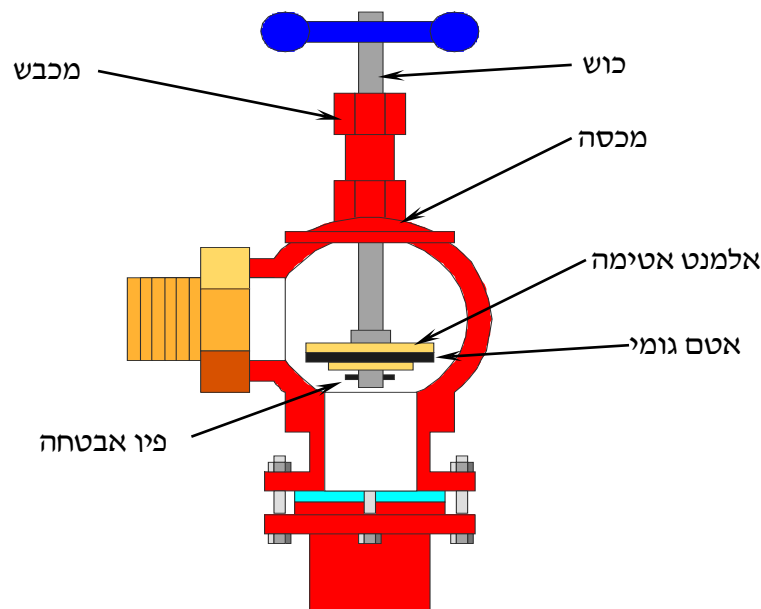
שרטוט 7 ; מעבר צנרת טיפוסי דרך מחיצה אטומה

5.2.2.2 ברז הידראנט

בספינה מותקנים 10 הידראנטים לכיבוי אש אשר מוזנים מקו כ"א ראשי. על הסיפון יש חמישה הידראנטים לאורך דופן ימין במוצבים 1,2,3,4,5. בתוך הספינה יש הידראנטים במדורי מגורים (חרטום, קצמ"ח, וירכתיים) ובחדרי מכונה. הידראנט רגיל הוא שסתום ברז רגיל עם אטימת גומי – אלמנט האטימה תפוס בפין אבטחה. גוף השסתום וחלקים פנימיים עשויים ברונזה, והכוש מפלבי"ם. הכוש נאטם ע"י מכבש שלוחץ על ליפופים של חבל חלב. בית המכבש הוא חלק מהמכסה שמתברג לגוף השסתום מלמעלה. פתיחת המכסה מאפשרת גישה לאלמנט האטימה. שרטוט 7 מתאר חתך של השסתום. לברז הידראנט רגיל מספר חסרונות:

- תפעול איטי
- הזרמת מים בכיוון ההפוך הורסת את אלמנט האטימה
- ידיות שבירות

כתוצאה מחסרונות אלו, בחלק מהספינות מותקנים שסתומי קוק במקום שסתומי הברז הרגילים. הבעיה עם שסתומי הקוק היא שיש להם נטייה לקבל מכות מהעוברים ושבים, ואז להיפתח ולנפח את זרנוק כיבוי האש שמחובר אליהם ולגרום לנזקים.



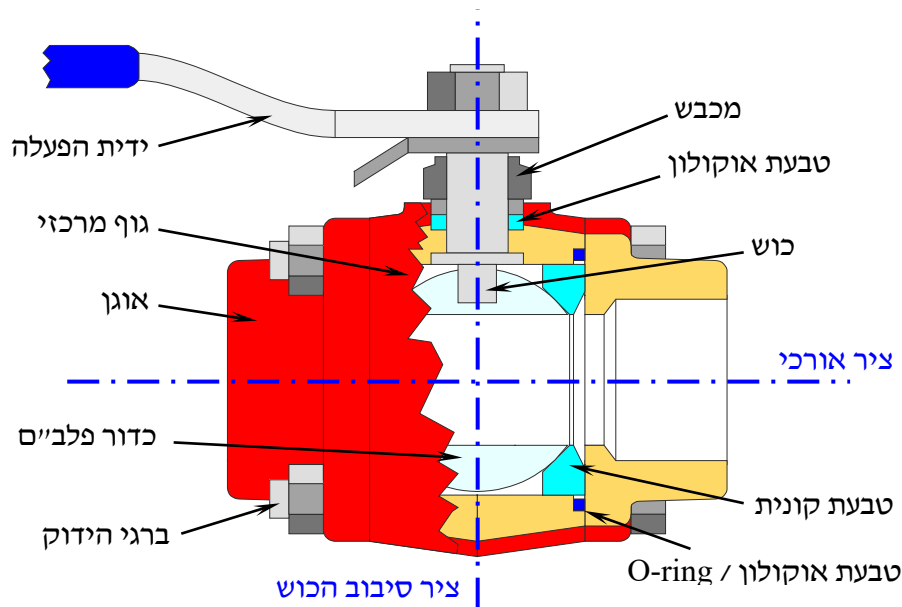
שרטוט 8; חתך של ברז הידראנט

מקו כ"א בחדמ"ק יש יציאה להידראנט נוסף על הסיפון בדופן ימין של מוצב 3. זהו הידראנט "הפוך" שמאפשר הכנסת מי-ים בלחץ מהרציף כאשר הספינה מחוברת למתח חוף, ומשאבות כיבוי האש מודממות. המיוחד בהידראנט זה הוא שיש לו שסתום מסוג קוק במקום ברז הידראנט רגיל. שסתום קוק מאפשר זרימת מים בשני הכיוונים, ואילו ברז הידראנט רגיל נהרס עקב הזרמת מים בכיוון ההפוך.

5.2.2.3 שסתום קוק

כמעט כל השסתומים בקו כ"א הם מטיפוס קוק. זהו שסתום שמצטיין בפשטות, אמינות ותפעול מהיר. כמו כן, במצב פתוח הוא מהווה הפרעה מינימלית לזרימת המים, ובגלל המבנה הסימטרי הוא מתאים לזרימת מים בשני הכיוונים. חסרון של השסתום הוא שלא ניתן לווסת אתו את זרם המים מכיוון שפתיחה חלקית הורסת את האטימה.

שרטוט 8 מתאר חתך של שסתום טיפוס. אלמנט האטימה הוא כדור פלבי"ם עם קדח למעבר מים. הכדור מסתובב דרך 90 מעלות על ציר שניצב לציר האורכי של השסתום. במצב פתוח, הקדח מקביל לכיוון זרימת המים ובמצב סגור הקדח ניצב והכדור חוסם את מעבר המים. הכדור נמצא בתוך גוף השסתום ונלכד בין שני אוגנים שמהודקים בברגים משני צדי הגוף המרכזי. הגוף והאוגנים עשויים ברוזה. ברוב המקרים האוגנים מרותכים לצנרת קו כ"א, אך יש גם מקומות שבהם הצינור מוברג לתוך האוגן (כמו בשסתומי קוק שמחליפים הידראנטים רגילים). כוש פלבי"ם שנמצא בגוף השסתום משתלב בחריץ בכדור הפלבי"ם ומסובב אותו. אל הכוש מחוברת ידית הפעלה. כדור הפלבי"ם נאטם ע"י שתי טבעות אוקולון בחתך קוני. האטימה בין הגוף לאוגנים היא בעזרת טבעות אוקולון עם חתך מלבני או עם O-rings מגומי. הכוש אטום עם טבעת אוקולון עם חתך מלבני שמהודקת עם מכבש.



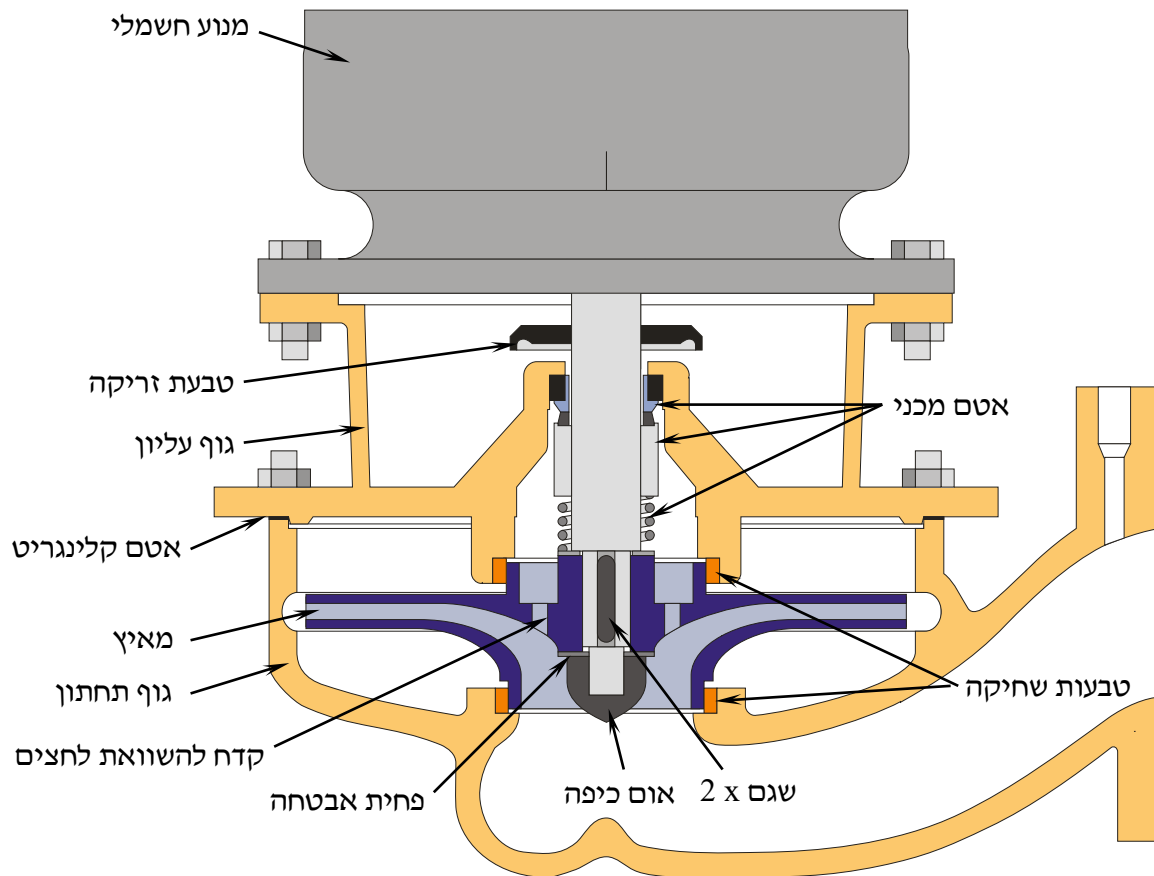
שרטוט 9 ; חתך של שסתום קוק טימסי

5.2.2.4 משאבת כיבוי אש

משאבת כיבוי אש היא משאבה צנטרפוגלית בעלת דרגה אחת עם מאיץ (אימפלור) סגור. נתונים כללים של המשאבה והמנוע שמניע אותה :

מנוע חשמלי	אסינכרוני תלת פאזי 440V/60Hz ~30A
הספק	25 כ"ס ב-3520 סל"ד
ספיקה נומינלית	25 טון/שעה בלחץ 9 אטמ'
לחץ מקסימלי סטטי	10 – 9.5 אטמ'
ספיקה מקסימלית	~45 טון/שעה בלחץ 3.5 אטמ'
כיוון סיבוב	עם כיוון השעון במבט מלמעלה
משקל יחידה מנוע + משאבה	180 ק"ג

שרטוט 9 מתאר חתך של המשאבה ואת חיבורה למנוע חשמלי. המשאבה מותקנת כיחידה אחת ביחד עם המנוע לגוף הספינה בעזרת ארבעה ברגים שמתחברים לאוזניים שעל המנוע. הציר הראשי של המשאבה אנכי ומשותף למנוע ולמשאבה. הציר עשוי מפלבי"ס 316, ויש לו שני מיסבים כדורים בגוף המנוע החשמלי. גוף המשאבה מורכב משני חלקים שעשויים מברונזה, עם אטם קלינגריט ביניהם. החלק העליון מהודק למנוע, ומכיל את האטם המכני שאוטם את ציר המשאבה. האטם המכני מאוד רגיש ונהרס עקב הפעלה ללא פריימינג טוב או חיבור פאזות לא נכון שגורם לכיוון סיבוב הפוך. בחלל שבין גוף המשאבה והמנוע יש טבעת זריקה מגומי שמותקנת על ציר המשאבה. תפקידה להסיט נוזלות מים מהאטם המכני, ולמנוע מהן לחדור למנוע החשמלי. החלק התחתון של המשאבה מכיל את המאיץ, את צינור היניקה שמוביל למרכז המאיץ, ואת החילזון שאוסף מים מהמאיץ ומנתב אותם לפליטה.



שרטוט :; חתך של משאבת כיבוי אש

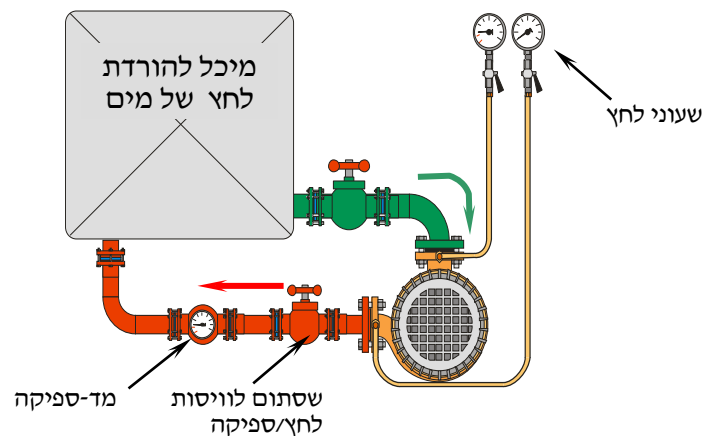
המאיץ מהודק לציר עם אום כיפה עם פחית אבטחה. ההנעה מעוברת מהציר למאיץ בעזרת שני שגמים. האום, פחית האבטחה והשגמים, כולם עשויים מפלבי"ם 316. המאיץ ממוסב לגוף המשאבה בשתי טבעות שחיקה מברונזה שמוכנסות בלחץ לגוף המשאבה. בזמן שיפוף המשאבה מתאימים את טבעת השחיקה כך שקוטרה הפנימי יהיה גדול ב- 0.3 מ"מ מהקוטר החיצוני של המאיץ.

מלבד האטם המכני הרגיש, המאיץ הוא גם בעל בלאי גבוה. תת-לחץ ביניקה גורם לקאוויתציה (cavitation) וכתוצאה מכך לשחיקה של המאיץ באזור זה. לאחר שיפוף מאזנים את המאיץ, קדחי האיזון נמצאים בצידו האחורי. נשים לב שבאזור היניקה יש קדחים שמקשרים בין צדו הקדמי והאחורי של המאיץ. קדחים אלו נועדו להשוות את הלחץ בין שני צדי המאיץ, ובכך למונע לחץ צירי חזק על מיסבי המנוע החשמלי.

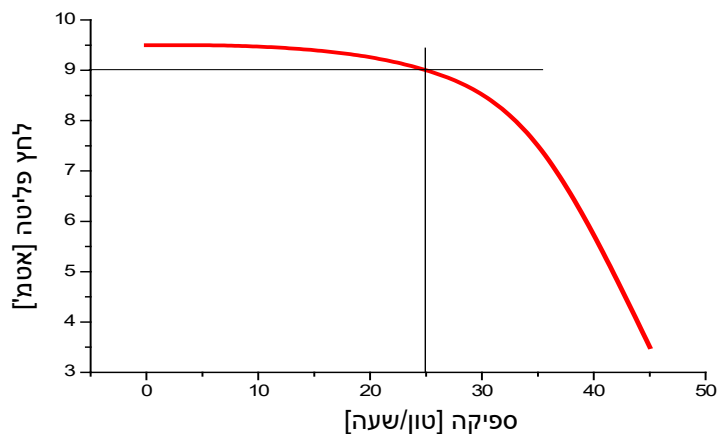
ללוח חשמל המקומי של המשאבה יש חילוף אספקות ידני, והוא מכיל ממסר להתנעת המנוע בשיטת כוכב-משולש. מנגנון כוכב-משולש נועד להפחית את זרם ההתנעה של המנוע. כאשר המשאבה מותנעת, הממסר נמצא במצב כוכב, כלומר סלילי הסטטור של המנוע מחוברים לפאזות בצורת כוכב, דבר שמגביל את הזרם וההספק המקסימלי של המנוע. לאחר 10 שניות הממסר קופץ ומעביר את חיבור הסלילים לצורת משולש, וכך המנוע יכול לעבוד בהספק המקסימלי.

לאחר שיפוף המשאבה עוברת טסט לחץ סטטי ב- 13 אטמ' שבודק נזילות מגוף המשאבה, אטם הקלינגריט שבין חצאי הגוף, ונזילות מהאטם המכני. לאחר מכן המשאבה עוברת הרצה. במתקן ההרצה המשאבה מזרימה מים במעגל סגור לתוך מיכל שפתוח לאטמוספירה, כפי שמופיע

בשרטוט 10. תפקיד המיכל להוריד את לחץ המים ללחץ אטמוספירי, ולספוג את האנרגיה של המשאבה שמבטאת בהתחממות המים. בפליטת המשאבה מותקן שסתום שמווסת את הספיקה של המשאבה, ואחריו מד-ספיקה. כמו כן נמדדים לחצי יניקה/פליטה וזרם ומתח של כל אחת מהפאזות R, S, T. גרף 1 מציג עקום לחץ-ספיקה של משאבה טיפוסית. נשים לב שכאשר פליטת המשאבה סגורה (ספיקה אפס) נקבל לחץ סטטי של 9.5 אטמ'. עד לספיקה של 25 טון/שעה הלחץ נשאר מעל 9 אטמ', אך בספיקות יותר גבוהות יש נפילה חדה בלחץ, עד לרמה של 3.5 אטמ' בספיקה של 45 טון/שעה



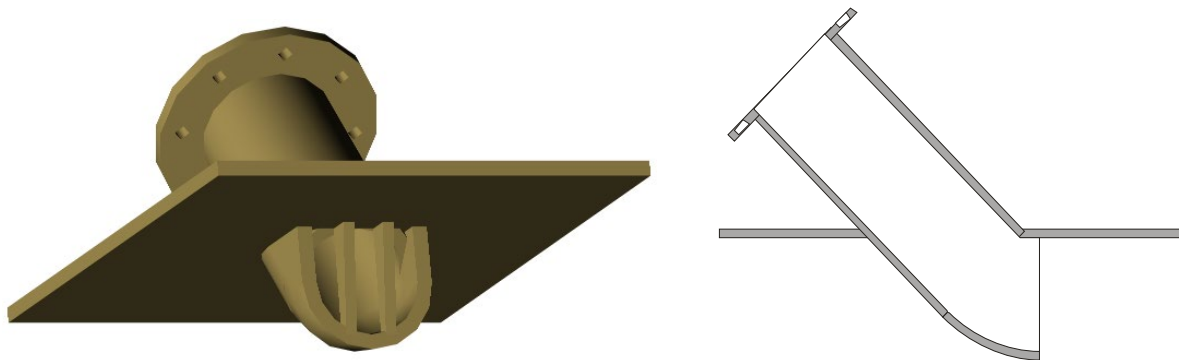
שרטוט 21; סכמה של מתקן הרצה למשאבות כ#א



גרף 2; לחץ פליטה כפונקציה של ספיקה עבור משאבת כ#א טיפוסית

5.2.2.5 סקופ

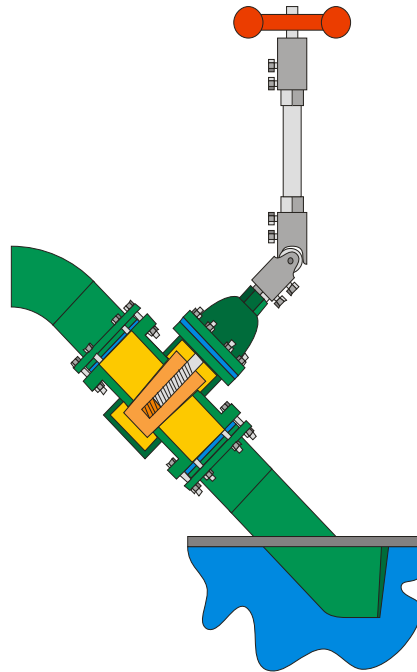
הסקופ נבנה כיחידה נפרדת מגוף הספינה, כאשר הוא כולל את החלק של דופן הספינה אליו הוא מתחבר. בזמן הריתוך לספינה הפח ההיקפי מותאם לפתח בתחתית הספינה, והריתוך מבוצע בין הפח ההיקפי לתחתית. הסקופ עשוי מפלדה ולכן עובר תהליך צביעה באפוקסי ע"מ להגדיל את עמידותו לקורוזיה. הסקופ בנוי כחלק צינור עם אוגן שמרוותך בזווית לפח ההיקפי. בפתח היניקה יש רשת גסה, וכיפוף שמפנה את הפתח לכיוון חרטום, ראה שרטוט 11. בזמן הפלגה מהירה צורת הסקופ גורפת את המים פנימה לצינור בלחץ, ואף יש מצבים שנוצר על-לחץ בצנרת היניקה של משאבות כ"א.



שרטוט 22; חתך של סקופ יניקה *ימין- ומבט כללי על סקופ והפח ההיקפי *שמאל

5.2.2.6 שסתום גוף

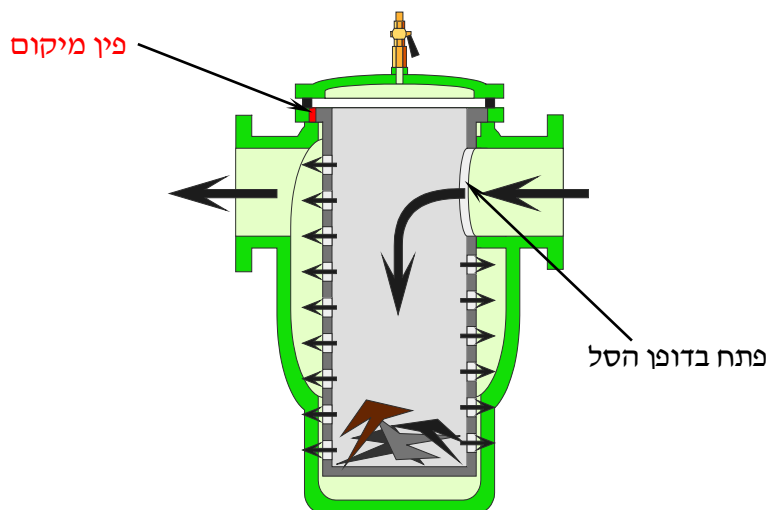
שסתום הגוף הוא מסוג שסתום שער, עם אלמנט אטימה טרפזי. ציור חתך של השסתום מוצג בשרטוט 12. גוף השסתום ואלמנט האטימה עשויים מברונזה, ויש אטימת שטח בין האלמנט לגוף השסתום. הצורה הטרפזית של אלמנט האטימה מגדילה את כח ההידוק שלו כנגד הגוף בזמן סגירת השסתום. הכוש הוא מפלב"ם, ובקצה העליון יש לו חתף מרובע שאליו מתחבר מאריך קרדני. מכבש קונונציונלי עם חבל חלב אטום את הכוש. כזכור, בשסתום שער ההברגה היא בין אלמנט האטימה והכוש, ורק אלמנט האטימה מבצע תנועה אנכית. ע"מ לקבל כיווני סיבוב רגילים לפתיחה וסגירה, ההברגה על הכוש היא שמאלית (הפוכה). אם השסתום נשאר פתוח או סגור לזמן ממושך, נוצרים גידולים ימיים (barnacles) אשר פוגעים במשטחי האטימה, ועלולים לתקוע את השסתום. לכן חשוב לתפעל את השסתומים בהתאם להוראות האחזקה ע"מ לשמור על תקינותם. כזכור, אלו מכלולים קריטיים, שסתומים שהם חלק אינטגרלי מאטימות גוף הספינה, ואין להם גיבוי במקרה של תקלה/הצפה.



שרטוט 23; חתך של שסתום גוף וחיבורו לסקופ יניקה

5.2.2.7 מסנן יניקה

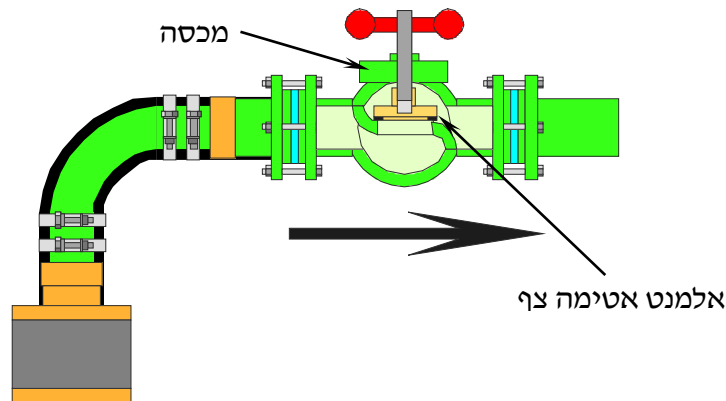
מסנן מי-ים היינו מסנן מסוג סל. גוף המסנן והמכסה עשויים מברונזה, והסל מפלבי"ם. המים נכנסים לסל מחור בדופן שלו ומסוננים כלפי חוץ – דהיינו הלכלוך נשאר בתול הסל, ראה שרטוט 13. כך, בעת פתיחת המסנן לניקוי, ניתן לשלוף את הסל עם הלכלוך שהצטבר בתוכו. על כן, יש חשיבות למיקום החור דופן הסל – תמיד לכיוון הכניסה למסנן, אחרת הוא נסתם מהלכלוך הכי קטן. ישנו פין מיקום קטן בגוף המסנן שמשתלב בחריץ בשפה העליונה של הסל, אך לא תמיד הדבר מבטיח שהסל מורכב בכיוון הנכון. מכסה המסנן מהודק עם ארבעה ברגי כנף, ונאטס ע"י טבעת גומי שיושבת בחריץ במכסה. בחלקו העליון של המסנן יש שסתום לשחרור אוויר (פריימינג) שהצטבר בקו היניקה.



שרטוט 24; חתך של מסנן מי-ים

5.2.2.8 שסתום יניקה ישירה

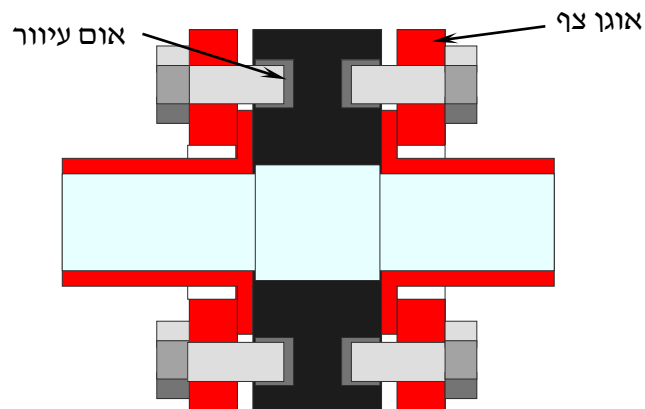
זהו שסתום מסוג אל-חוזר מתכוונן עם גוף מברונזה וכוש מפלבי"ם. אלמנט האטימה מחליק על הכוש, וכך כאשר הכוש מורם אז מים שזורמים בכיוון הנכון מרימים את האלמנט ועוברים אותו, ואילו מים שמגיעים בכיוון ההפוך מהדקים את האלמנט כלפי מטה, וכך הם לא עוברים. שרטוט 14 מתאר מבנה סכמתי של השסתום. בדומה להידראנט, לשסתום יש מכסה עליון מתברג שמכיל את המכבש של הכוש ואת ההברגה שלו. פתיחת המכסה מאפשרת גישה לאלמנט האטימה.



שרטוט 25; חתך של שסתום אל-חוזר יניקה ישירה

5.2.2.9 בולם זעזועים

תפקיד בולם הזעזועים הוא למנוע העברת רעידות ומכות לחץ ממשאבת כיבוי האש לצנרת הקשיחה בהמשך. חתך של הבולם מופיע בשרטוט 15. הבולם עשוי מגומי סינתטי מגופר שבתוכו מושתלים אומים עיוורים. לתוך האומים מוברגים ברגי ההידוק שמצמידים אוגן צף מכל צד של הבולם. האטימה של האוגנים היא הגומי של הבולם עצמו.

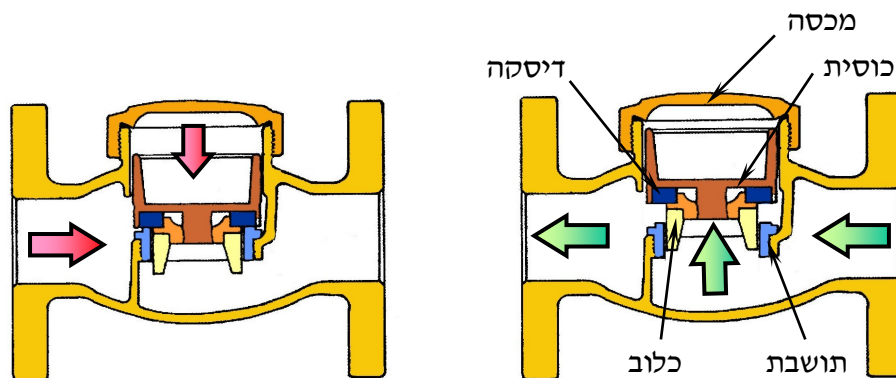


שרטוט 26; חתך של בולם זעזועים

5.2.2.10 שסתום אל-חוזר

כפי שהוסבר, בפליטה של כל משאבה מותקן שסתום אל-חוזר למניעת זרימה הפוכה דרך משאבה מודממת. חתך של השסתום כאשר הוא פתוח וסגור מתואר בשרטוט 16. לשסתום גוף מברונזה עם מכסה שנאטם ב-O-ring. פתיחת המכסה מאפשרת גישה לאלמנט האטימה שבנוי משלושה חלקים – כוסית שמוברגת לתוך כלוב, וביניהם תפוסה דיסקת אטימה. במצב סגור הדיסקה נאטמת באטימת שטח כנגד תושבת שמוברגת לתוך גוף השסתום. הכוסית בקוטר שקטן במעט מהקוטר הפנימי של בית השסתום, כך שיש מעבר מים חופשי מסביב לכוסית והלחץ מעל הכוסית זהה ללחץ המים בצד הפליטה של השסתום. תפקיד הכלוב בתחתית האלמנט היא למרכז אותו ביחס לתושבת בגוף השסתום, אך בכל זאת לאפשר מעבר מים כאשר האלמנט מורם.

כאשר המים זורמים בכיוון הנכון הם מרימים את אלמנט האטימה מהתושבת והשסתום נפתח ומאפשר מעבר. שימו לב שלא נוצר לוק הידראולי בחלל שבין הכוסית והמכסה בגלל שמים יכולים לעבור מסביב לכוסית. לוק הידראולי לא היה מאפשר לאלמנט להתרומם בקלות. כאשר מגיעים מים בלחץ בכיוון ההפוך הם לוחצים על צידה העליון של הכוסית, ובכך מהדקים את אלמנט האטימה על התושבת שלו וחוסמים את מעבר המים.



שרטוט 27; שסתום אל-חוזר- מעבר מים בכיוון הנכון *ימין- מניעת מעבר מים בכיוון ההפוך *שמאל

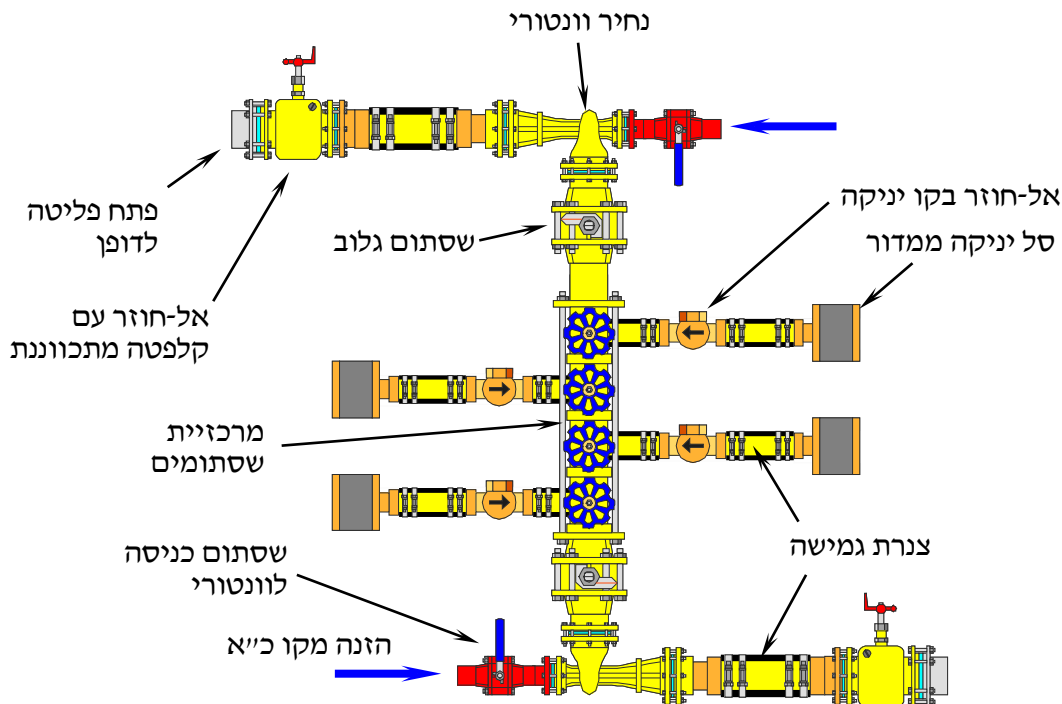
בספינות מותקנים שסתומים עם מספר וואריאציות. בחלק מהדגמים דיסקת האטימה מאוקולון, ובחלק מפלבי"ם או ברוזה. כמו כן ישנם שסתומים עם אוגני חיבור אינטגרלים לגוף השסתום שמתאימים לאוגנים של בולם הזעזועים. לשסתומים אחרים יש הברגות שלתוכם מוברגים קטעי צנרת CuNiFer עם אוגנים צפים כמו של קו כ"א.

5.3 מערכת שאיבת שיפוליים

5.3.1 סקירת מערכת

תפקיד מערכת שאיבת שיפוליים היא לאפשר יניקת נוזלים מהשיפוליים של כל מדור בספינה. המערכת כוללת מנגנון התראה הבנוי ממצופים המותקנים בכל מדור. כאשר גובה המים במדור עולה, הוא מרים את המצוף ונסגר מעגל חשמלי שמפעיל צופר התראה בבקרה ובגשר. בנוסף נדלקות נוריות התראה שמציינות את מיקום המצוף, וההתראה נרשמת במערכת בקרת ספינה. תת-לחץ ליניקה נוצר ע"י נחירי וונטורי שמחוברים למרכזיות שסתומים שמקושרות לכל מדורי הספינה. מרכזיית שסתומים טיפוסית מוצגת בשרטוט 17. ישנן 3 מרכזיות ליניקת שיפוליים, צמודות לסעפות המשניות של קו כ"א:

- מכשירים אחורי – יניקה ממדור מכשירים אחורי ושאר המדורים לכיוון חרטום
- חדמ"ק – יניקה מחדרי מכונות
- חדמ"א – יניקה מחדרי מכונות ושאר המדורים לכיוון ירכתיים



שרטוט 28; מרכזיית יניקת שיפוליים טיפוסית

מרכזיית השסתומים בנויה מסדרה של שסתומים מסוג אל-חוזר מתכוונן עם חלל יניקה משותף שמתחבר לשני נחירי הוונטורי. נחירי הוונטורי מופרדים מהמרכזייה ע"י שסתומי גלוב, שהם בעצם שסתומי קוק גדולים. שסתומי הגלוב מאפשרים בחירת ונטורי ימין או שמאל ליצירת תת-לחץ בסעפת. הוונטורים מוזנים מהסעפת המשנית של קו כ"א במדור. הנוזלים שנשאבו זורמים בצנרת גמישה מהוונטורים לפתחי פליטה לדופן שנמצאים מעט מעל קו המים. בכל פתח מורכב שסתום אל-חוזר עם קלפטה מתכווננת שמונע כניסת מי ים למערכת דרך הפליטה לדופן. מהתחתית של כל שסתום במרכזייה יוצא צינור גמיש אל סל יניקה במדור. בכל מדור יש לפחות סל יניקה אחד.

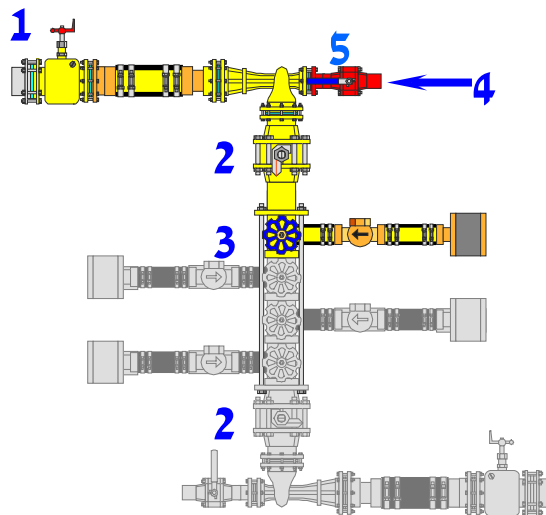
במדורים עם שיפוליים מפוצלים (חדמ"ק ו-VLU) יש לפחות יניקה אחת מכל חלק. מדורים שלהם שיפוליים שטוחים (תקרת מיכלי דלק) מצוידים ביניקה מכל דופן כדי לאפשר שאיבה כשהספינה נוטה הצידה. במדור שצמוד למדור שממנו שואבים (צמוד לכיוון סעפת היניקה) יש שסתום אל-חוזר נוסף. תפקיד אל-חוזר זה ופעולת האל-חוזר של שסתומי המרכזייה הוא למנוע חזרת מים והצפה של מדור במקרה של תקלה בוונטורי יניקה או כל תקלה/טעות הפעלה אחרת.

במרכזיית השסתומים בחדמ"א יש סה"כ 8 שסתומים, אך בגלל הוספת מדור VLU נוצר הצורך ב-10 סלי יניקה ממדורים. הפתרון שנמצא הוא הוספת מרכזיית משנה בת שלושה שסתומים במעבר מיכלים הימני (צמוד למיכל דלק 1, ברוב הספינות זהו מחסן מכונה). תת-לחץ ליניקה מגיע למרכזיית המשנה דרך אחד מהשסתומים במרכזייה בחדמ"א, ומרכזיית המשנה שואבת מסלי יניקה במעבר מיכלים ימני, ומשני סלי יניקה במדור VLU, אחד לפני מיכל ביוב אחורי, והשני אחריו.

נתאר בקצרה את אופן הפעלת המערכת ע"מ לשאוב מדור. הוראות הפעלה מלאות נמצאות

באוגדן מכונה, פקודה 4.03. שרטוט 18 מתאר את סדר הפעלת השסתומים הרלוונטים במערכת:

1. וודא פליטה לדופן פתוחה
2. כוון שסתומי גלוב לוונטורי מתאים
3. וודא שכל שסתומי מרכזייה סגורים פרט למדור הנשאב
4. וודא שיש מספיק לחץ בקו כ"א (מינימום 7.5 אטמ')
5. פתח שסתום קוק להזנת ונטורי ובדוק שהמדור נשאב
6. אם לחץ קו כ"א נופל מתחת ל-6 אטמ' יש להפעיל משאבה נוספת



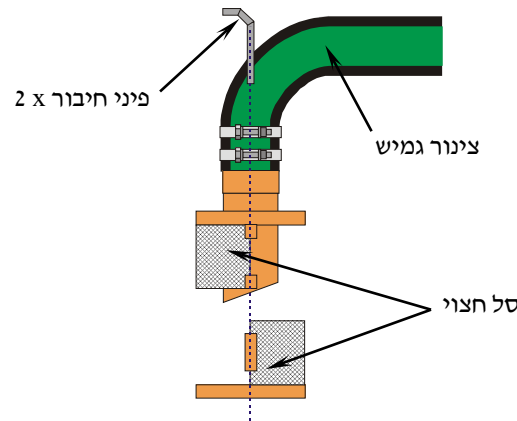
שרטוט 29; הפעלת מערכת לשאיבת מדור

5.3.2 סקירת מכלולים

5.3.2.1 סל יניקה וקו יניקה מהמדור

קווי היניקה בין המדורים למרכזיות יניקת שיפוליים הם צינורות גומי דו-שכבתיים משוריינים בסליל פלדה. סליל הפלדה נועד למנוע את קריסת הצינור עקב תת-לחץ היניקה. ישנם מקרים בהם השכבה הפנימית ומתקלפת מדופן הצינור וסותמת אותו. בקצה הצינור יש סל יניקה – זהו הסינון היחיד של הנוזלים הנשאבים. סל היניקה מתפרק לשני חצאים שמחוברים בפינים, ראה שרטוט 19. סל היניקה עשוי מפלדה והוא נצבע באפוקסי כדי למנוע קורוזיה. סל היניקה מותקן כך שלא יגע

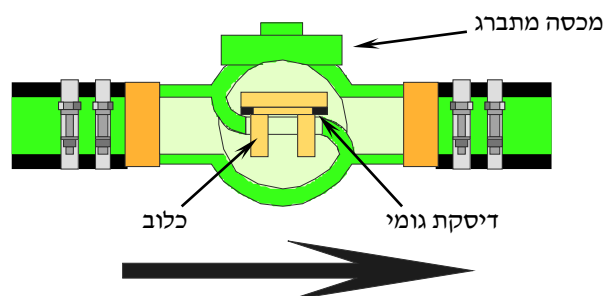
בתחתית הספינה – מגע בין הסל לתחתית גורם לקורוזיה מוגברת, ובמקרים רבים נוצרים חורים בתחתית/שדרית.



שרטוט 2; סל יניקה מהמדור

5.3.2.2 שסתום אל-חוזר

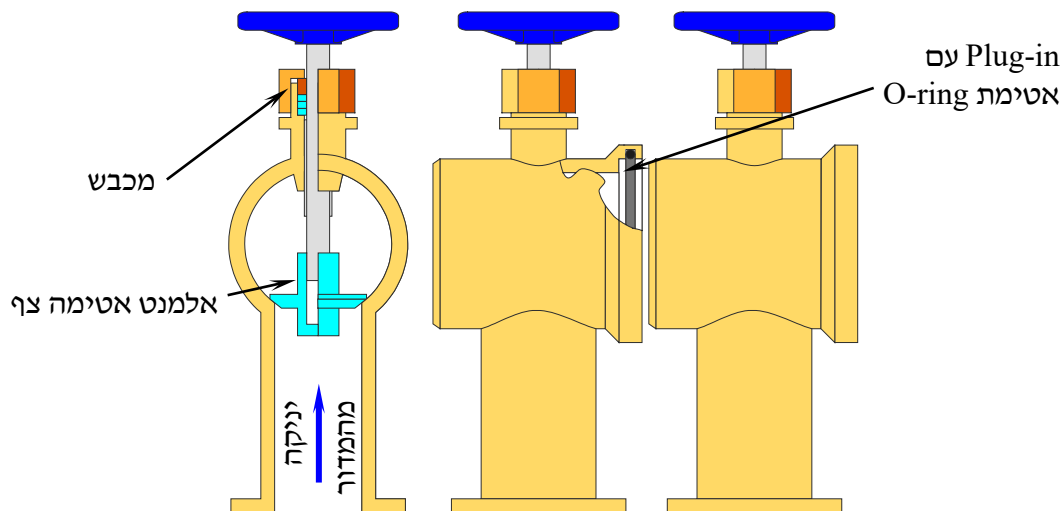
בנוסף לשסתומים במרכזיות שגם מתפקדים כאל-חוזרים, מותקנים שסתומי אל חוזר על קווי היניקה מהמדורים. שסתומים אלו נועדו למנוע הצפה של המדורים במקרה של תקלה במערכת או טעות הפעלה (כמו נסיון לבצע שאיבה עם פליטה לדופן סגורה). גוף השסתום ואלמנט האטימה עשויים מברונזה. בדומה לאל-חוזרים של משאבות כ"א, לשסתומים אלו אלמנט אטימה בתצורת כלוב, אך האטמיה מתבצעת בעזרת דיסקת גומי, ראה שרטוט 20. שסתומים אלו מותקנים במדור הצמוד למדור שאותו שואבים (לכיוון המרכזייה) – הדבר מאפשר גישה לטיפול בשסתום במקרה של הצפה במדור אותו רוצים לשאוב. לשסתום יש מכסה מתברג שמאפשר גישה לאלמנט האטימה. מכיוון שהסינון היחיד של הנוזלים הנשאבים הוא סל היניקה (הגס) במדור, יש נטייה להצטברות לכלוך שסותם את השסתומים שמותקנים על קווי יניקה מחדרי מכונה.



שרטוט 31; שסתום אל-חוזר בקו יניקה

5.3.2.3 שסתום מרכזייה

מרכזיית השסתומים מורכבת מצבר של יחידות שסתום. יחידת השסתום היא מסוג אל-חוזר מתכוונן, חתך שלה מופיע בשרטוט 21. צינורות היניקה מהמדורים מתחברים לצידה התחתון של כל יחידה ויחידה. היחידות מחוברות ביניהן בעזרת 4 גוז'ונים ארוכים. צבר השסתומים יוצר חלל יניקה משותף שמתחבר לוונטורים. האטימה בין היחידות היא ע"י חיבורי plug-in זכר/נקבה עם טבעת O-ring מגומי לאטימה. לסעפות יניקת שיפוליים בחדרי מכונה יש שסתום קוק שאליו אפשר לחבר צינור יניקה ניידת.

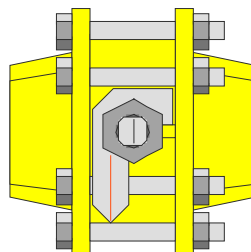


שרטוט 32 ; יחידת שסתום במרכזיית יניקת שיפוליים

כל יחידה במרכזיה היא שסתום אל-חוזר מתכוונן. ההפעלה היא ע"י סיבוב כוש שעולה ויורד עם הברגה. אלמנט האטימה מאוקולון, והוא צף על הכוש. כאשר הכוש מהודק כלפי מטה אז הוא לוחץ את אלמנט האטימה כנגד התושבת בבית השסתום. כאשר הכוש מוברג כלפי מעלה אלמנט האטימה חופשי להתרומם ולאפשר זרימה מהמדורים לוונטורי. לחץ נגדי גורם לאלמנט להתהדק למטה ולא מאפשר זרימה בכיוון ההפוך. לכוש אטימת חבל חלב רגילה עם מכבש – אטימה גרועה תשבור את הוואקום שהוונטורי יוצר ותשבש את השאיבה.

5.3.2.4 שסתום גלוב

זהו שסתום קוק גדול ללא ידית, ראה שרטוט 22. לקצה הכוש יש חתך מרובע, וההפעלה ע"י סיבוב עם מוט מאריך מיוחד שמתלבש על הקצה הריבועי של הכוש. מצב השסתום מצוין ע"י פחית בצורת חץ. השסתום משמש לבחירת וונטורי ימין או שמאל ליצירת תת-לחץ בסעפת יניקת שיפוליים.

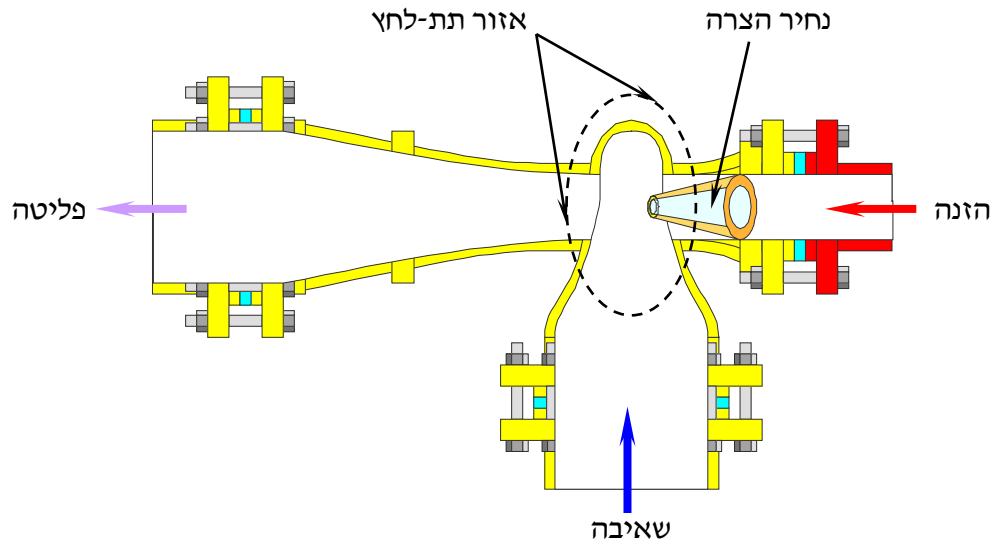


שרטוט 33 ; מבט-על של שסתום גלוב

5.3.2.5 נחיר ונטורי

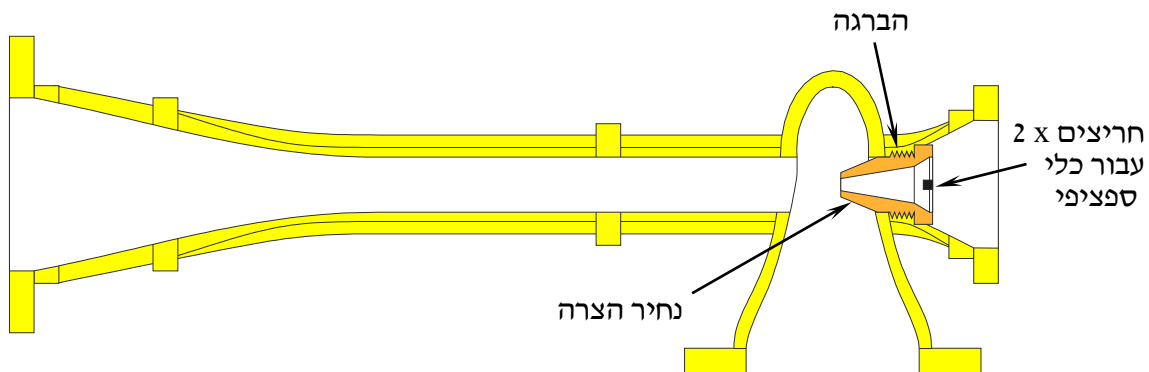
עקרון הפעולה של הוונטורי מושתת על חוק ברנולי שאומר שהלחץ הכולל של נוזל, שהוא סכום של הלחץ הסטטי והלחץ הדינמי (לחץ כתוצאה מזרימה), נשאר קבוע. יישום חוק זה לנחיר וונטורי מתואר בשרטוט 23. הוונטורי מוזן מקו כיבוי אש. המים שנכנסים עוברים דרך נחיר הצרה. בכניסה לנחיר שטח החתך גדול, ואילו ביציאה שטח החתך קטן. הדבר גורם להגדלת מהירות זרימת המים. המהירות המוגברת מגדילה את הלחץ הדינמי על חשבון הלחץ הסטטי. הלחץ הנמוך

שנוצר במרכז הוונטורי משמש לשאיבת נוזלים אשר נכנסים לוונטורי מהכניסה התחתונה. הנוזלים שנשאבו והמים שמזינים את הוונטורי מקו כ"א יוצאים יחד ונפלטים לדופן.



שרטוט 34 ; עקרון פעולה של נחיר וונטורי

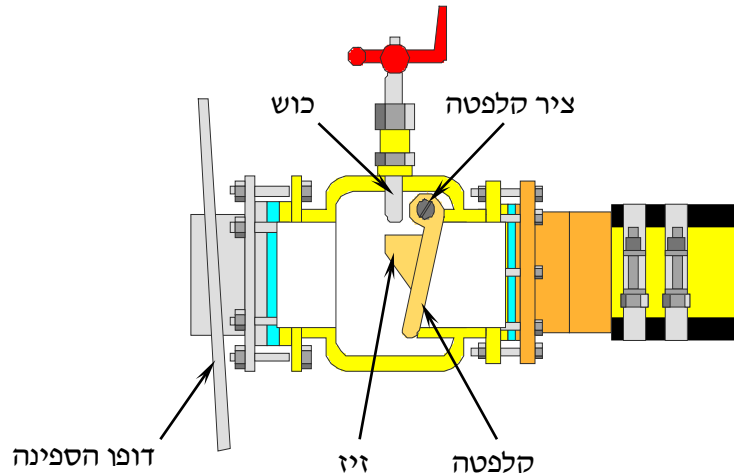
גוף הוונטורי עשוי מברונזה. נחיר ההצרה מתפרק וניתן להחלפה, וזאת מכיוון שמהירות הזרימה הגבוהה בנחיר יוצרת בלאי מואץ. הנחיר גם כן עשוי מברונזה, והוא מתברג לתוך גוף הוונטורי. בצד הגדול של הנחיר יש כתף עם שני חריצים שמאפשרים להבריג אותו עם כלי ספציפי. שרטוט 24 מתאר את מבנה הוונטורי.



שרטוט 35 ; מבנה של נחיר וונטורי

5.3.2.6 שסתום פליטה לדופן

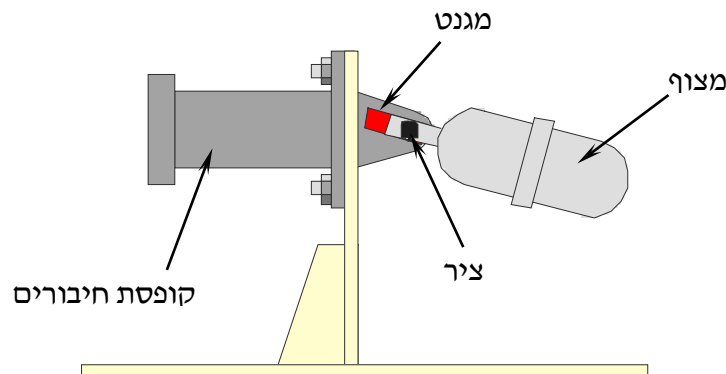
שסתום פליטה לדופן הוא מסוג אל-חוזר מתכוונן. אלמנט האטימה הוא קלפטה על ציר עם אטימת שטח. במצב סגור הכוש נשען על זיז בקלפטה ומהדק אותה. בית השסתום, הציר והקלפטה עשויים מברונזה, והכוש מפלבי"ם. השסתום מתחבר לאוגן פלדה שמרוחק לגוף הספינה מעט מעל לקו המים. חתך השסתום מתואר בשרטוט 25.



שרטוט 36 ; שסתום פליטה לדופן

5.3.2.7 מצוף התראת שיפוליים

המצוף גורם לסגירת מעגל חשמלי ברגע שהוא מתרומם כתוצאה מגובה נזילים חריג. גוף המצוף עשוי גליל פלבי"ם אטום שנע על ציר נדנדה (שרטוט 26). בצידה השני של הנדנדה יש מגנט שמפעיל את המפסק שנמצא בתוך קופסת חיבורים האטומה. אין לצבוע את המצוף – הדבר מעלה את משקלו כך שלא יתרומם בזמן הצפה. המצופים מותקנים בנקודה הכי נמוכה של כל מדור. במדורים עם שיפוליים מפוצלים (כמו חדמ"ק) יש שני מצופים. במדורים עם שיפוליים שטוחים (תקרת מיכלי דלק) המצופים מותקנים בתוך שקעים שיש בכוות האדם של שמיכלים. הדבר נועד להקטין את כמות המים הדרושה להרמת המצוף – פעם, כאשר המצופים היו מותקנים ישירות על תקרת המיכלים, היה צורך ב- 15 ס"מ גובה מים מעל תקרת המיכל ע"מ לקבל התראה. 15 ס"מ מים במי"ק הם בערך 4 טון מים שהורסים את כל המכשור האלקטרוני בשיפוליים.



שרטוט 37 ; מצוף התראת שיפוליים

5.4 מערכת שימשה והתזת סיפונים

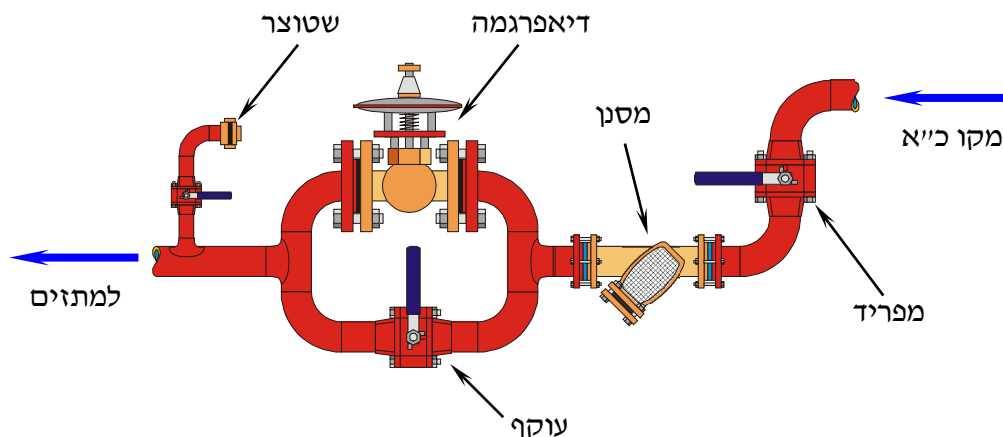
5.4.1 סקירת מערכת

5.4.1.1 מערכת שימשה

מערכת שימשה היא מערכת להתזת מי ים על הדפנות החיצוניות של חדרי מכונות, במטרה לקרר אותן ולהקטין את החתך התרמי של הספינה. המערכת יכולה לקבל אספקת מי ים מהסעפת כ"א משנית בחדמ"ק או חדמ"א. הפעלה היא ע"י פתיחת שסתום קוק. המערכת מורכבת מצינורות PVC עם קדחי התזה קטנים. הצינורות תלויים מזרועות לאורך דופן הספינה. לזרועות יש ציר שמאפשר לקפל את המערכת ולהצמיד את הצינורות לריילינג כאשר הספינה בנמל. בים המערכת נפרשת לצדדים, והצינורות מתיזים על דפנות הספינה. ע"מ לאפשר את הקיפול בצנרת יש ברכיים עם מרפק סיבובי. המפרק בנוי כמו מיסב כדורי עם טבעת גומי שאוטמת את המים. יש פקק קטן על המפרק שמאפשר להוציא את הכדורים ובכך להפריד את שני החלקים. המפרקים דורשים גרוז והזזה לעיתים תכופות ע"מ שלא יתפסו, ראה הוראות אחזקה למערכת.

5.4.1.2 מערכת התזת סיפונים

מערכת התזת סיפונים נועדה לשטוף את כל המבנה החיצוני של הספינה מחל"כ במקרה של התקפה כימית. המערכת מתיזה מי ים המסופקים מקו כ"א דרך פיות התזה על הסיפונים, תורן והמבנה העילי. המערכת מחולקת לחצי קדמי וחצי אחורי. החצי הקדמי מוזן מקו כ"א בקצמ"ח, ומתיז על התורן, מבנה עילי וסיפונים קדמיים. החצי האחורי מוזן מסעפת כ"א משנית בחדמ"א, ומתיז על הסיפונים מחדרי מכונה ואחורה. לכל חצי יש מערכת שסתומים דומה המתוארת בשרטוט 27. המים מקו כ"א עוברים דרך קוק מפריד ומשם למסן. ההפעלה היא ע"י שסתום דיאפרגמה שמפוקד מהגשר. יש שסתום קוק לעקיפת חירום של הדיאפרגמה. במערכת השסתומים האחורית, לשסתום העקיפה יש ידית הארכה שמאפשרת הפעלה מהסיפון, שארית היסטורית מספינות סער 4 (תכלית ונדרן). אחרי הדיאפרגמה יש שטוצר להכנסת מים מתוקים לשטיפת המערכת לאחר הפעלה עם מי ים.



שרטוט 38 ; מערכת שסתומים של התזת סיפונים

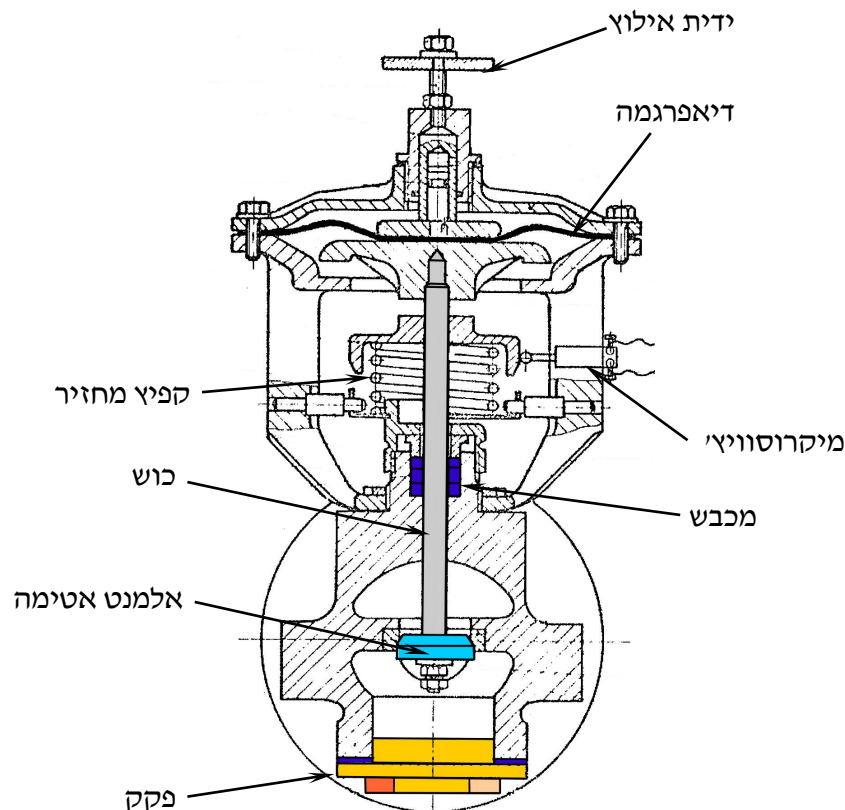
5.4.2 סקירת מכלולים

5.4.2.1 שסתום דיאפרגמה

שסתום דיאפרגמה הוא שסתום עם פיקוד אוויר בלחץ 6 אטמ'. שרטוט 28 מתאר חתך של השסתום. לחץ האוויר לוחץ על דיאפרגמת גומי שמזיזה את כוש השסתום למטה כנגד קפיץ מחזיר שרוצה למשוך את הכוש למעלה ולסגור את השסתום. יש בורג אילוף ידני שיכול להניע את הכוש במקום הדיאפרגמה. ברוב השסתומים יש לבורג האילוף הברגה הפוכה ע"מ לשמור על כיווני פתיחה וסגירה רגילים – סיבוב שמאלה (בכיוון פתיחה) גורם לבורג האילוף לרדת (הפוך מהברגה רגילה), ואז הבורג לוחץ על הכוש ופותח את השסתום. הכוש נאטם במכבש עם חבל חלב רגיל. אלמנט האטימה עשוי אוקולון – יש גישה אליו מפקק בתחתית השסתום. בחלק מהשסתומים הפקק נאטם ע"י אטם קלינגריט, ובאחרים יש O-ring. אוויר הפיקוד נשלט ע"י סולנואידים חשמליים שמותקנים בחדרי מכונה. לסולנואידים יש פיקוד חשמלי מהגשר והבקרה. יש 3 אפשרויות הפעלה לשסתום דיאפרגמה:

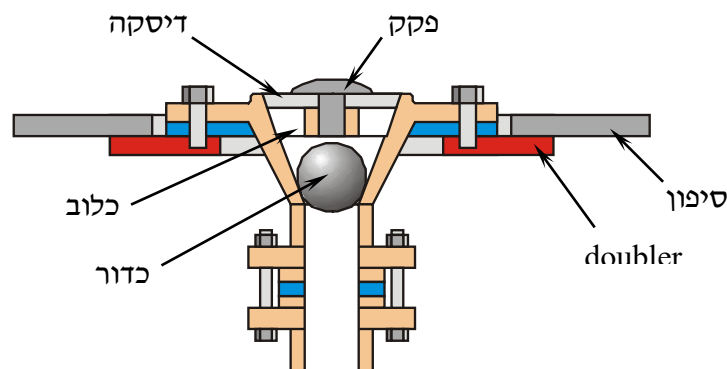
- חשמלי: מפעיל סולנואיד שמפעיל דיאפרגמה
- אוויר: אילוף מכני של הסולנואיד נותן אוויר לדיאפרגמה
- מכני: בורג אילוף של הדיאפרגמה

בצמוד לכוש מותקן מיקרוסוויץ' שבעזרתו מצב השסתום מוצג בגשר ובבקרה. המיקרוסוויץ' נלחץ ע"י הצלחת של הקפיץ המחזיר של הכוש.



5.4.2.2 פיה להתזת סיפונים

הפיות להתזת סיפונים בנויות כך שלא יבלטו ויהיו מכשול על הסיפון. הן מורכבות מפיה קונית שפונה כלפי מעלה ובמרכזה כדור בתוך כלוב, ראה שרטוט 29. לתוך הכלוב מתברג פקק עם דיסקת כיסוי מלמעלה. בזמן שגרה הפקקים סגורים, והם שומרים על הפיות שלא תיסתמנה. כאשר מעלים את כוננות האב"כ מכינים את המערכת להפעלה ע"י פתיחת הפקקים. הכדור משמש כאל-חוזר שמונע מלכלוך להכנס לצנרת כשהמערכת מודממת עם פקקים פתוחים. כמו כן, כשהמערכת פועלת הכדור מתרומם ועוזר להסיט את ההתזה לצדדים ע"מ לכסות כמה שיותר שטח של הסיפון. כל רכיבי הפיה עשויים מפלבים, והפיה מתחברת ל- doubler בסיפון מלמעלה עם ברגים ואטם. בחלק התחתון יש אוגן שמתחבר לצנרת CuNiFer שמגיעה ממערכת שסתומי ההפעלה של המערכת.

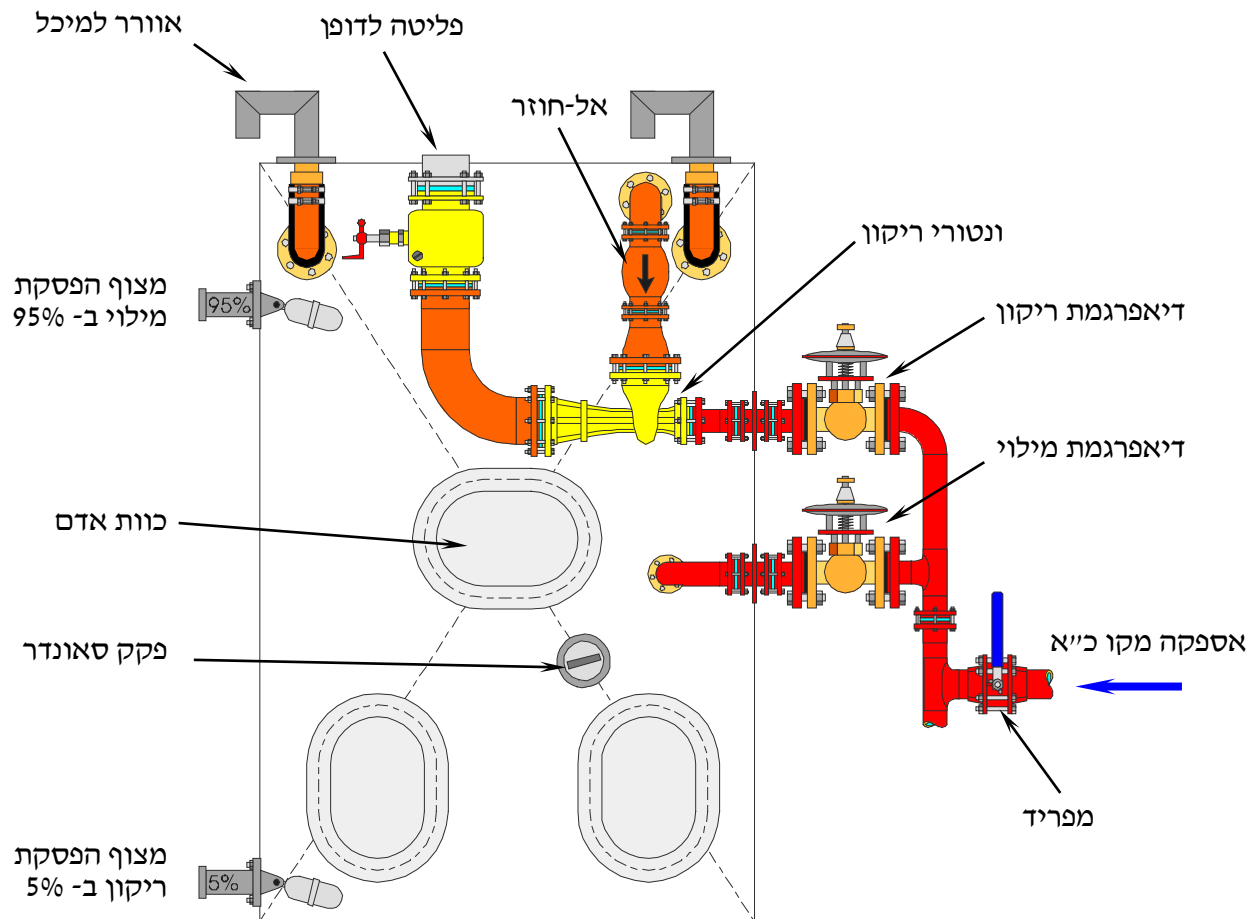


שרטוט 3: פיה להתזת סיפונים

5.5 מערכת נטל

בספינה שלושה מיכלי נטל שניתן למלאם במי ים ע"מ לייצב את הספינה. מיכל קדמי 3A נמצא בבילדג' מכשירים קדמי. במדור תותח יש את שני המכלים האחוריים – אחד בכל דופן.

שרטוט 30 מתאר מערכת צנרת של מיכל טיפוס. מילוי המיכלים מתבצע ישירות מקו כ"א. הריקון מתבצע ע"י נחיר וונטורי שמוזן מקו כ"א. בקו היניקה מהמיכל מותקן שסתום אל חוזר שמונע הצפה של המיכל עקב תקלה בוונטורי. אספקת המים מקו כ"א מבוקרת ע"י שסתומי דיאפרגמה עם פיקוד מרחוק מהגשר והבקרה. בדומה לשסתומי הדיאפרגמה של מערכת התזת סיפונים ניתן להפעיל את המערכת בשלושה אופנים: פיקוד חשמלי, אילוף הסולנואיד של פיקוד האוויר על הדיאפרגמה, והפעלה מכנית של בורג האילוף על הדיאפרגמה עצמה. למיכלים מצופים בגובה 5% ו- 95% שמפסיקים את פעולת המילוי/ריקון בהתאם. לפני דיאפרגמת המילוי ולפני דיאפרגמת הריקון של מיכל 3A מותקן שסתום קוק מפריד מקו כ"א. לדיאפרגמות של המיכלים האחוריים יש שסתום מפריד משותף במדור ירכתיים. ברוב הספינות הפליטות לדופן של ריקון מיכלי נטל אחוריים נמצאות כמטר מעל קו המים כדי למנוע את ריקון המיכלים בזמן הפלגה כתוצאה מאפקט וונטורי של זרם המים לאורך קו המים של שספינה.

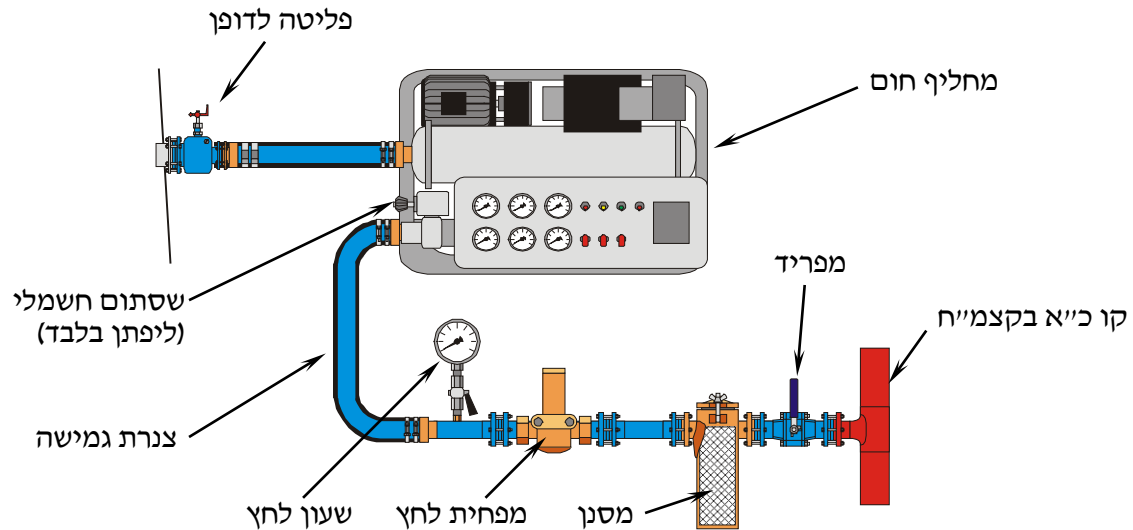


שרטוט 41; מערכת צנרת של מיכל נטל טיפוסי

5.6 מערכות נלוות

5.6.1 קירור שעון מעורר ולפתן פירות

מערכות ליפתן פירות ושעון מעורר מקוררות ע"י מערכת קירור של מים מתוקים במעגל סגור. המים המתוקים מקוררים במחליפי חום ע"י מי ים שמסופקים מקו כ"א. מחליפי החום מותקנים בשיפולי מדור קצמ"ח. מערכת צנרת טיפוסית מתוארת בשרטוט 31. בהתחלה מותקן שסתום מפריד מקו כ"א. לאחר מכן המים עוברים סינון והפחתת לחץ ל- 3.0 עד 3.5 אטמ'. יש שעון לבקרה על לחץ מי הים לאחר המפחית. לאחר המפחית מותקן צינור גמיש שמתחבר למחליף החום (כל הצנרת הקודמת קשיחה). על מחליף החום של מערכת ליפתן פירות מותקן שסתום מי ים חשמלי שהוא מקור להרבה בעיות – פירוט בפסקה הבאה. לאחר מחליף החום המים נפלטים לדופן.

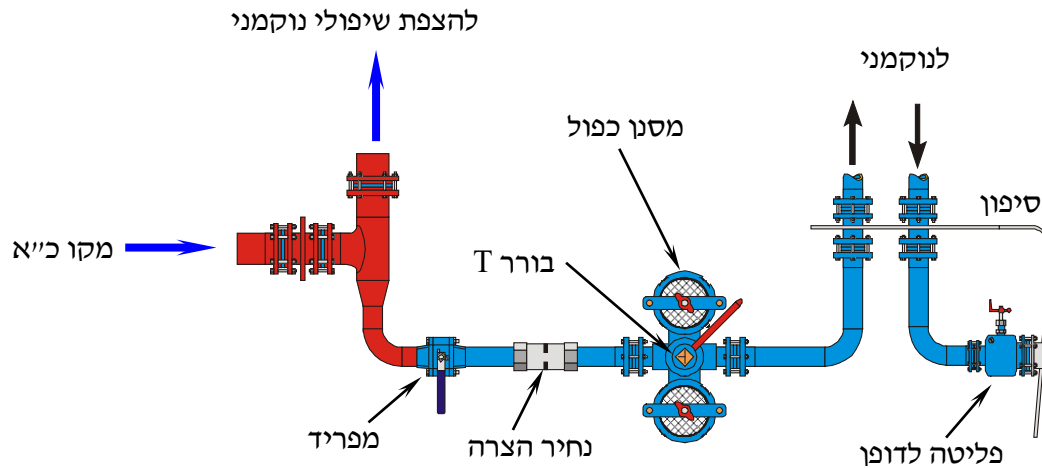


שרטוט 42 ; מערכת מי ים לקירור שעון מעוררסליפתן פירות

בשגרה בנמל, כאשר המערכת מודממת, המפריד לפני המפחית חייב להיות סגור. במצב מודמם, השסתום החשמלי על מחליף החום נסגר אוטומטית. אם המפריד לפני המפחית פתוח, אז נוצר מצב שזליגה מאוד קטנה של מים דרך המפחית (שתמיד קיימת עקב בלאי במשטח האטימה) מעלה את הלחץ הסטטי בין המפחית למחליף החום עד ללחץ בקו כ"א. כתוצאה מכך הצינור הגמיש בין המפחית לשסתום החשמלי נפרץ או מתנתק מהצנרת הקשיחה וגורם להצפה חמורה בקצב של עשרות טונות מים בשעה. לכן חשוב להקפיד שהמפריד פתוח רק אם השסתום החשמלי פתוח כך שיש זרימה קבועה דרך המפחית. מפחית לחץ יכול להפחית את הלחץ רק של מים בזרימה, ולא במצב סטטי.

5.6.2 קירור נוקמני

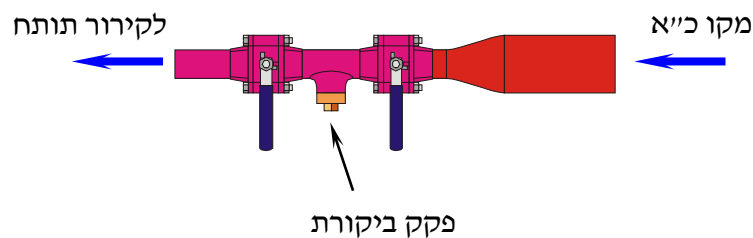
מערכת נוקמני מקבלת אספקת מי ים לקירור מקו כ"א (מהפיצול להצפת התחמושת בשיפולי נוקמני). מערכת מי הים (שרטוט 32) מורכבת משסתום מפריד, נחיר הצרה לשמירה על ספיקה קבועה וזוג מסננים עם בורר T. הבורר מאפשר לפתוח את אחד המסננים לניקוי בזמן שמים זורמים דרך השני והמערכת עדיין פועלת. לאחר המסננים המים זורמים בצנרת קשיחה על לסיפון. מעל הסיפון יש חיבור בצנרת גמישה לנוקמני. המים שעברו בנוקמני חוזרים בצינור גמיש לחיבור בסיפון. משם המים זורמים בצנרת קשיחה אל תוך גוף הספינה ואז יוצאים מפליטה לדופן מעל לקו מים.



שרטוט 43; מערכת קירור נוקמני

5.6.3 קירור חירום תותח 5

הקנה של תותח 5 מקורר במים מתוקים ממיכלי המים בחדר הגה. המים מוזרמים בעזרת משאבה צנטרפוגלית שממוקמת בשיפולי חדר הגה. במקרה של תקלה במשאבה או שהמים במיכלים נגמרו אז ניתן לקרר את התותח בעזרת מי ים מקו כ"א שעוקפים את המשאבה. אספקת המים לקירור חירום מקו כ"א היא דרך שני שסתומי קוק מאובטחים שמסודרים בטור, ע"מ למנוע החדרת מי ים בטעות למיכלי מי שתייה עקב טעות הפעלה או תקלה (שרטוט 33). כמו כן יש פקק ניקוז בין שני השסתומים ע"מ לבדוק נזילות מהשסתום הראשון, ממש כמו השטוצר שבין שסתומי הצפת תחמושת.



שרטוט 44; קירור חירום תותח 6