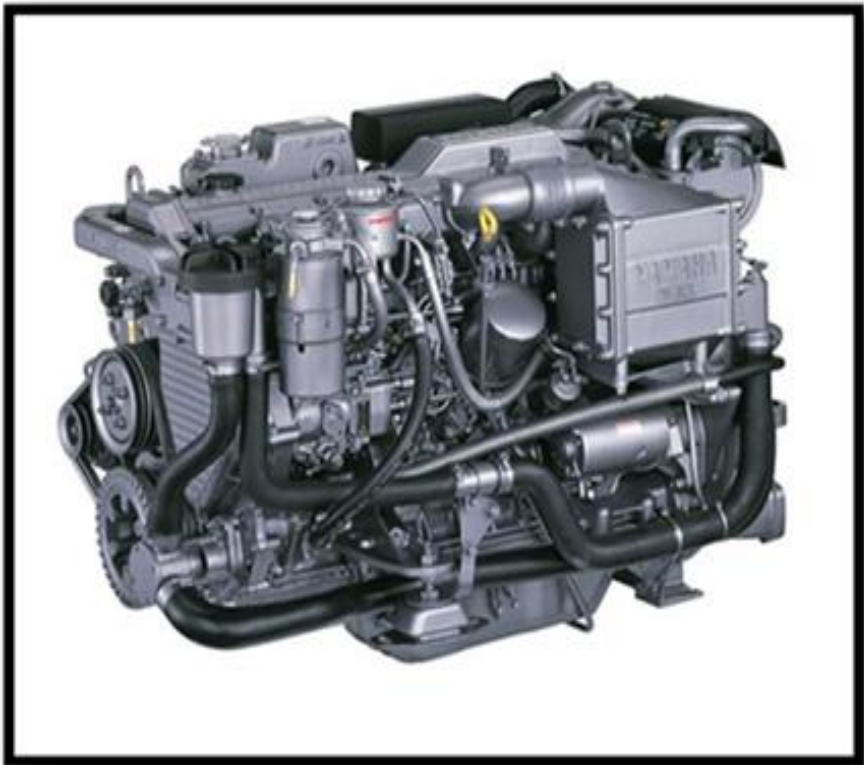




קורס מכונה

נושאי הקורס:

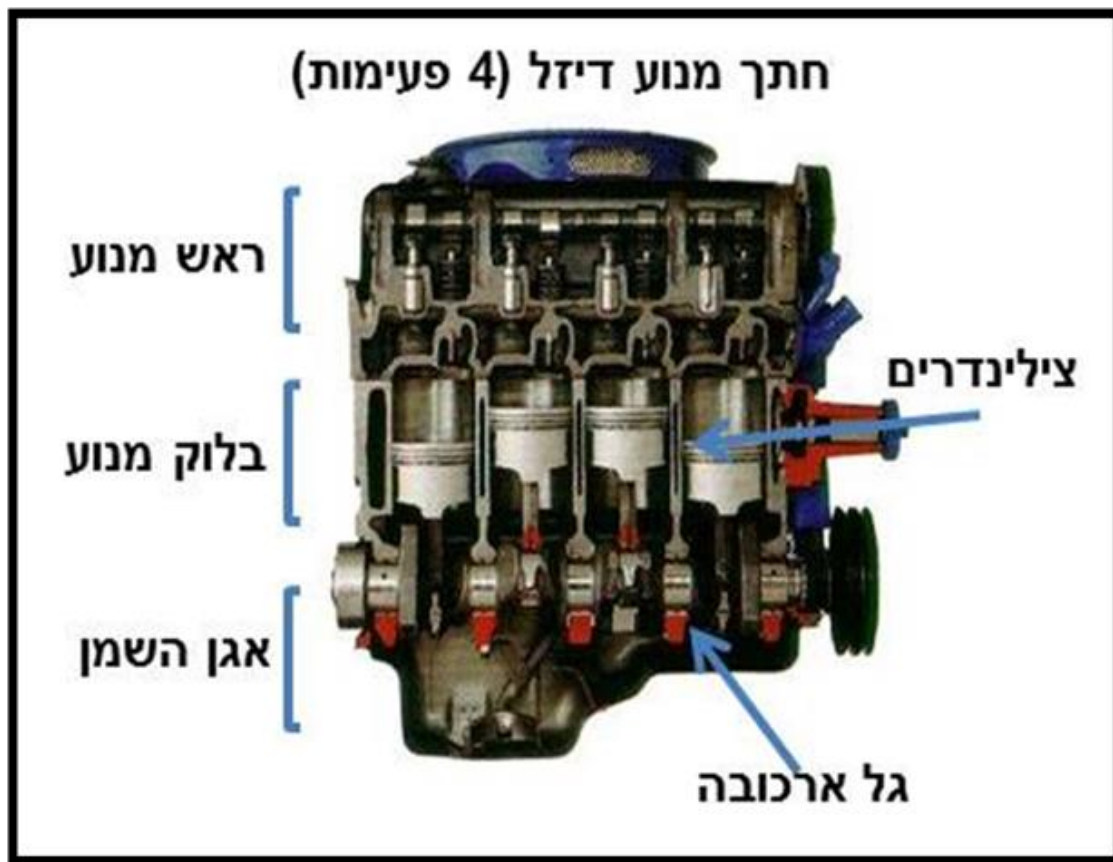
- מבנה המנוע
- מחזור עבודה 4 פעימות בנזין/ סולר
- מנועי 2 פעימות בנזין \סולר
- מערכת הדלק
- מערכת השמן
- מערכת הקירור
- מערכת הנעת מדחף
- מערכת החשמל
- משאבות ביאכטה
- המרת מידות
- תקלות



המנוע

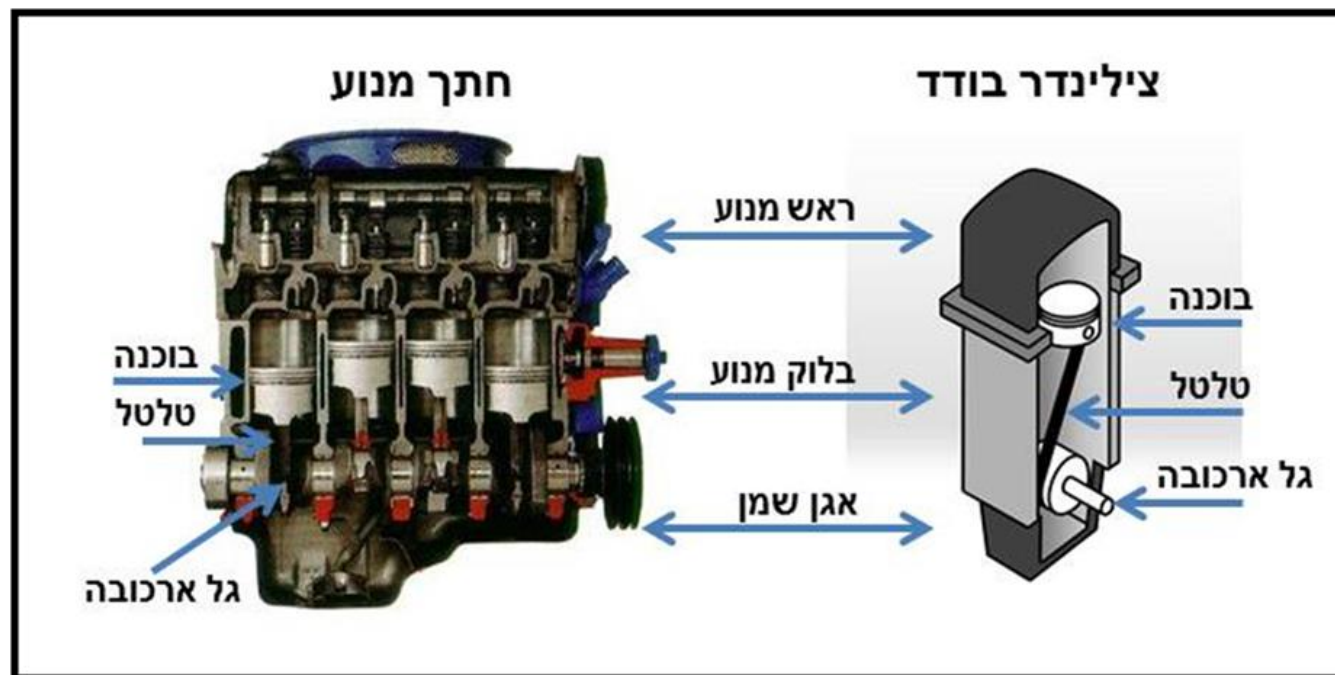
- מנוע הינו מכונה הממירה אנרגיה כימית לאנרגיה מכנית כלומר תנועה .
- **מנוע בעירה פנימי** - מנוע אשר הופך אנרגיית חום לאנרגית תנועה, כאשר הבעירה מתרחשת בחלל פנימי במנוע.
- **עקרון פעולת המנוע** – יצירת שריפה היוצרת לחץ גבוה של גזים שידחוף בוכנה כלפי מטה ותיווצר תנועה . התנועה הקווית מעלה מטה של הבוכנה מומרת לתנועה סיבובית .

מבנה המנוע



- ראש מנוע – חלל השריפה
- בלוק מנוע – הצילינדרים
- גל הארכובה – המכלול אותו מניעות הבוכנות. תפקידו המרת התנועה הקווית של הבוכנות לתנועה סיבובית.

הצילינדרים



הצילינדר :

- הצילינדר הינו חלל בצורת גליל אשר נקדח בבלוק המנוע בתהליך היצור.
- בצילנדר מתבצעת המרת האנרגיה מחום לתנועה בעזרת תהליך השריפה ותנועת הבוכנה.
- חלל הצילינדר הינו חלל העבודה של המנוע. נפח המנוע נקבע על פי סכום חללי העבודה של כלל הצילינדרים במנוע נתון.
- לדוגמה במנוע 4 צילינדרים בנפח 2000 סמ"ק, נפח כל צילינדר יהיה 500 סמ"ק.

הצילינדרים

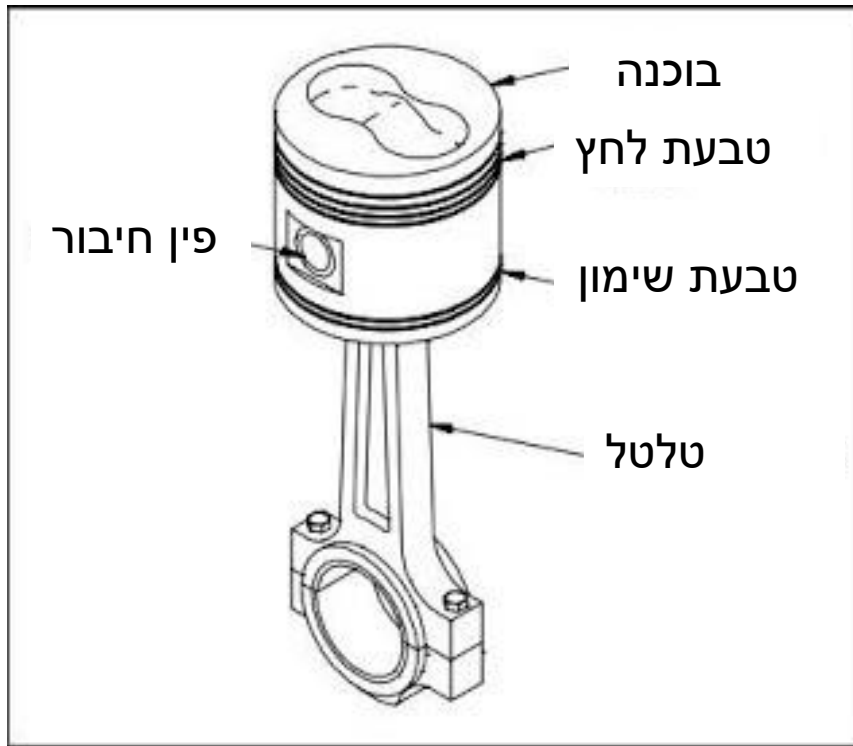


הצילינדר :

- הצילינדר הינו חלל בצורת גליל אשר נקדח בבלוק המנוע בתהליך היצור.
- בצילנדר מתבצעת המרת האנרגיה מחום לתנועה בעזרת תהליך השריפה ותנועת הבוכנה.
- חלל הצילינדר הינו חלל העבודה של המנוע. נפח המנוע נקבע על פי סכום חללי העבודה של כלל הצילינדרים במנוע נתון.
- לדוגמה במנוע 4 צילינדרים בנפח 2000 סמ"ק, נפח כל צילינדר יהיה 500 סמ"ק.

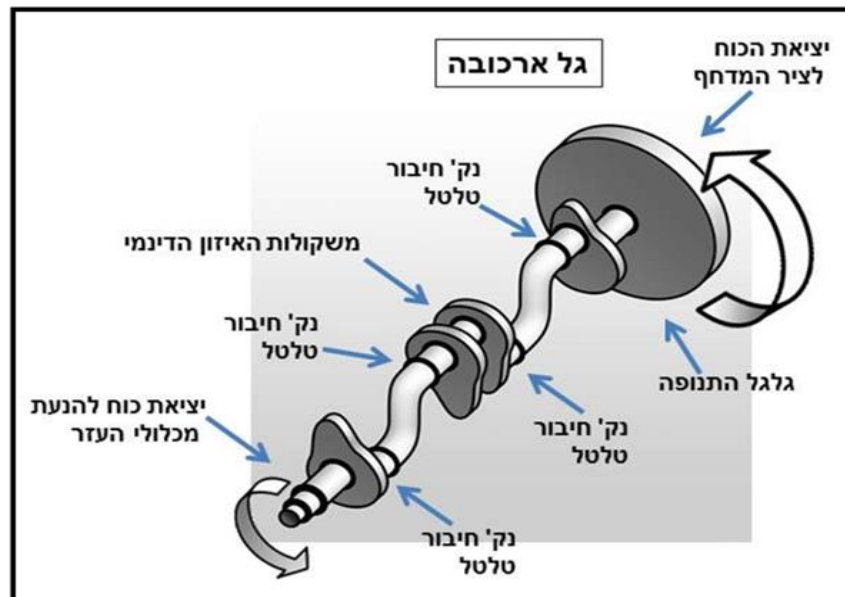
בוכנה וטלטל

- הבוכנה הינה החלק הנע מעלה, מטה בתוך הצילינדר כתוצאה מתהליך השריפה.
- על הבוכנה טבעות – "רינגים" אשר תפקידם אטימה ושימון למניעת שחיקה.



גל ארכובה

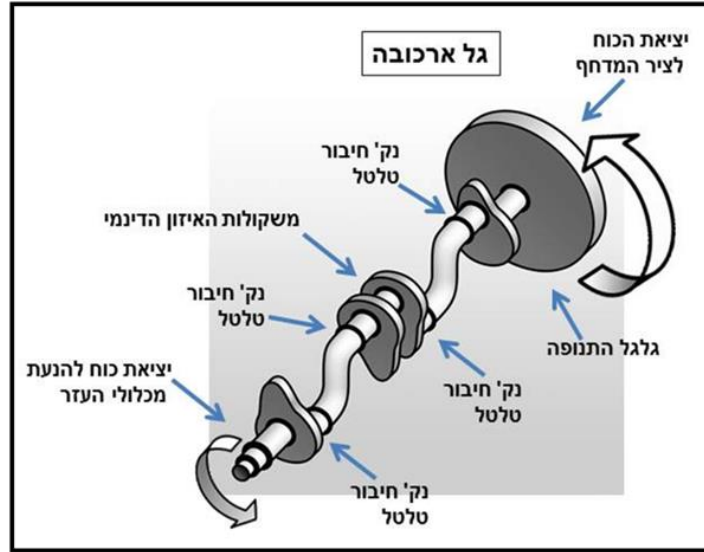
- תפקיד – המרת תנועה קווית של הבוכנות לתנועה סיבובית. פעולה זו מתאפשרת הודות למבנה גל הארכובה והטלטלים.
- בצדו האחד מחובר לגלגל התנופה ומשם לגיר ולמדחף
- בצדו השני לפולי הנעת הרצועה



גלגל התנופה

תפקיד גלגל התנופה :

- הינו איזון ותנופה אינרטיית לגל הארכובה
- העברת התנועה לתשלובת (גיר) ולציר המדחף.
- על גלגל התנופה יש גלגל משונן שאיליו מתחבר הסטרטר לצורך הנעת המנוע על ידי סיבוב ראשוני לגל הארכובה .
- הנעת מכלולים נוספים
- ככל שיש פחות צילינדרים במנוע, גלגל התנופה יהיה גדול יותר
- משקולות איזון צנטריפוגלי על גל הארכובה – תפקידן איזון פעולת הבוכנות לסיבוב אחיד של גל הארכובה

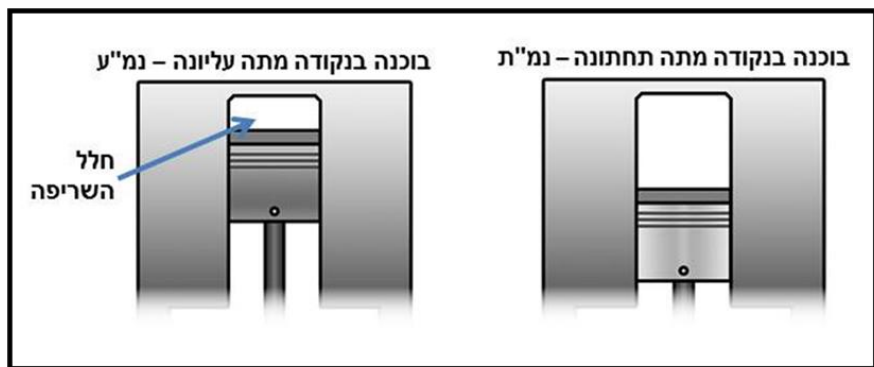


הבעירה

- כתוצאה מהבעירה בחלל הצילינדר נוצרים גזים בלחץ והבוכנה נדחפת כלפי מטה ונוצרת תנועה.
- תנאי להיווצרות הבעירה – קיום משולש הבעירה : חום, חמצן, חומר בעירה
- טמפ' הצתה חיצונית – טמפ' בה החומר יידלק ע"י גורם חיצוני – בנזין - 17°, דיזל - 68°
- טמפ' התלקחות עצמית – טמפ' בה החומר יידלק מעצמו - בנזין - 400°, דיזל - 600°

הגדרות

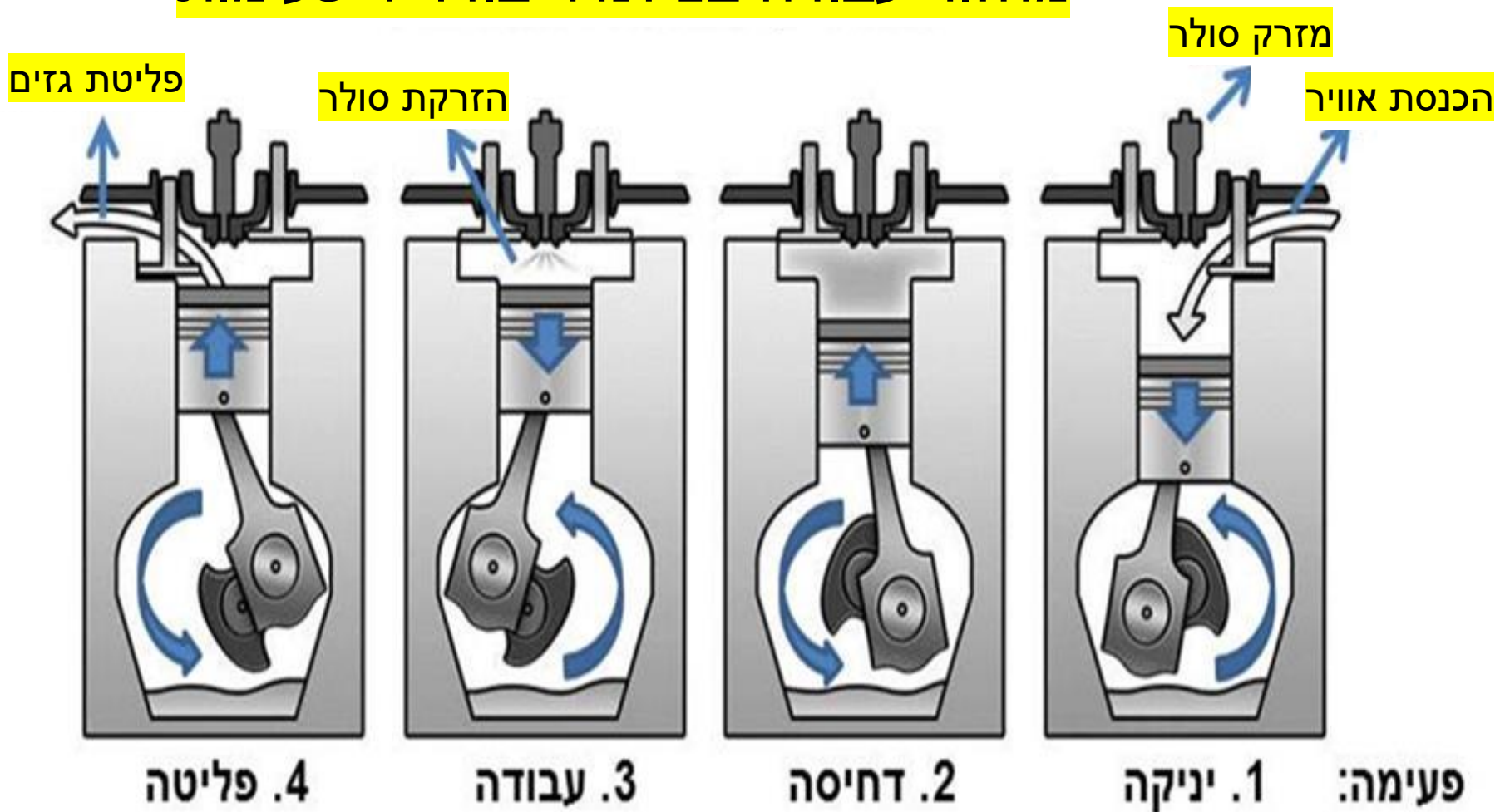
- **נמ"ע** – נקודה מתה עליונה (שיא הגובה של הבוכנה בעלייתה כלפי מעלה)
- **נמ"ת** – נקודה מתה תחתונה (הנקודה הנמוכה ביותר אליה יורדת הבוכנה)
- **פעימה** – עליה או ירידה של הבוכנה, גל הארכובה מבצע חצי סיבוב כלומר 180° בכל עלייה או ירידה של הבוכנה
- **מחזור עבודה** – הינו השלמת מעגל עבודה שלם אחד מיניקה ועד סיום הפליטה.
- **מנוע 2 פעימות** – מנוע אשר מבצע מחזור עבודה ב- 2 פעימות כלומר סיבוב אחד של גל הארכובה - 360°
- **מנוע 4 פעימות** – מנוע אשר מבצע מחזור עבודה ב- 4 פעימות – 2 סיבובים של גל הארכובה כלומר 720°
- **יחס דחיסה** - היחס בין חלל הצילינדר בנמ"ת – הנקודה בה הבוכנה נמצאת בנקודה התחתונה ביותר. לנמ"ע הנקודה בה הבוכנה נמצאת בנקודה הגבוהה ביותר.



מהלך עבודה של צילינדר בודד במנוע 4 פעימות :

1. יניקה – הבוכנה יורדת ויונקת לחלל הצילינדר תערובת של אויר ובנזין, או אויר בלבד במנועי דיזל, דרך סעפת היניקה.
2. דחיסה - הבוכנה דוחסת את התערובת. הדחיסה מעלה את הטמפ' וכך מגיעה התערובת לטמפ' ולחץ גבוהים
3. עבודה - הצתת התערובת – יוצרת תהליך בעירה מהיר אשר מעלה את לחץ הגזים בחלל ודוחף את הבוכנה כלפי מטה. תנועת הבוכנה מטה יוצרת חצי סיבוב בגל הארכובה.
4. פליטה – הבוכנה עולה ודוחפת את הגזים השרופים אל סעפת הפליטה.

מחזור עבודה בצילנדר בודד 4 פעימות

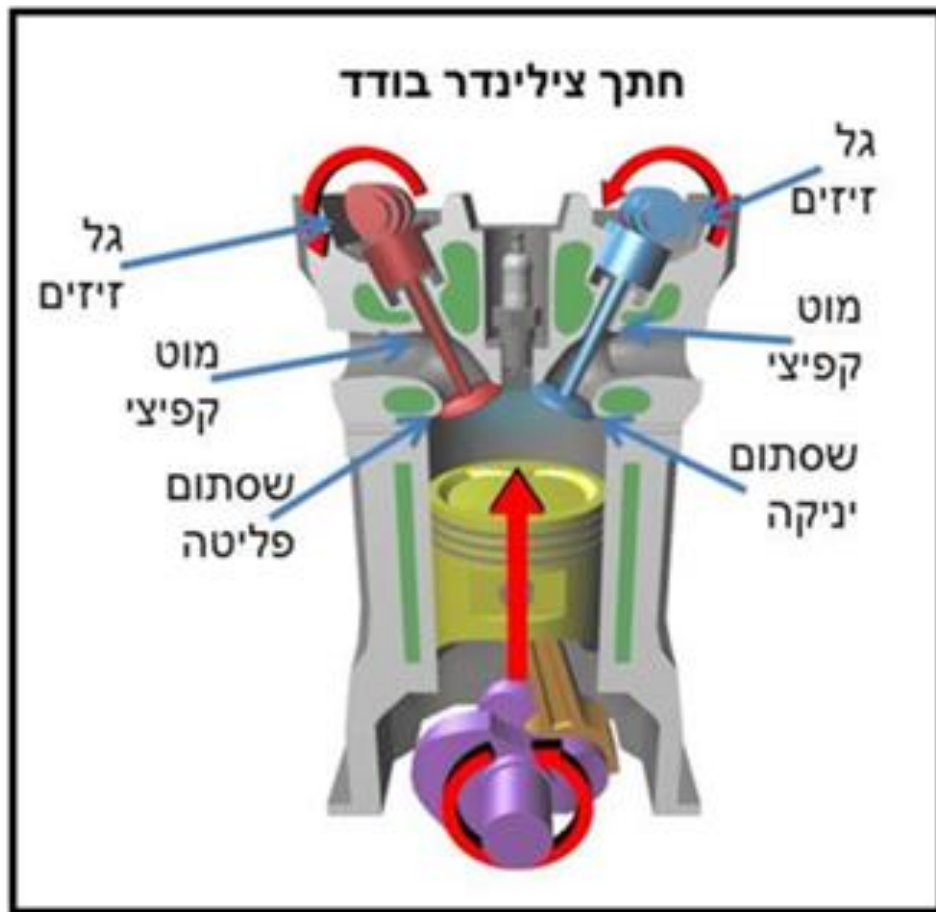


סיבוב גל הארכובה



- כל פעימת עבודה מייצרת את הכח לסובב את גל הארכובה חצי סיבוב
- בשאר הפעימות גל הארכובה הוא זה שמניע את הבוכנות על ידי האינרציה שמייצר גלגל התנופה.
- גלגל התנופה נותן תנופה אינרטית להמשכיות סיבוב גל הארכובה בפערים שבין פעימות העבודה.
- משקולות האיזון הדינאמיות מאזנות את פעולת הבוכנות לסיבוב אחיד ורציף של גל הארכובה.

מערכת השסתומים:



- השסתומים מאפשרים את היניקה והפליטה בתזמון המתאים.
- **שסתום יניקה** – נפתח ונסגר עם פעימת היניקה
- **שסתום פליטה** – נפתח ונסגר עם פעימת הפליטה



מבנה השסתום:

- **השסתום** - הינו צלחת מתכת עגולה אשר סוגרת את פתח היניקה או הפליטה.
- **מוט קפיצי** - מוט מתכת המחובר אל השסתום עצמו.
- **גל הזיזים** - מוט ארוך ועגול הנמצא מעל השסתומים ותפקידו ללחוץ על השסתום ולפתוח אותו בתזמון הנכון.



צלחת השסתום

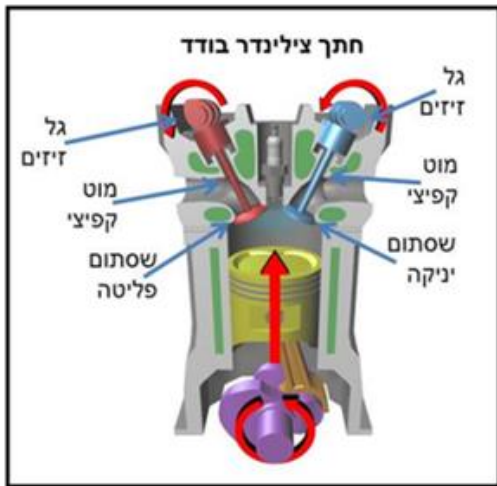
תזמון פתיחת השסתומים:

- גל הזיזים מסתובב והזיזים דוחפים כל אחד בתורו את השסתום כלפי מטה
- הזיזים מתוזמנים לפתיחה וסגירה מדויקת של השסתומים בהתאם למחזור העבודה.
- לאחר מעבר הזיז השסתום חוזר למקומו בעזרת הקפיץ המחזיר.

סוגי גלי הזיזים

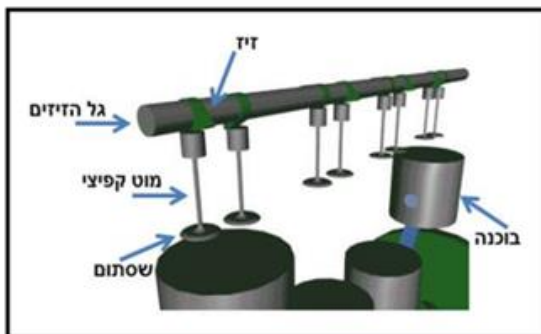
• גל זיזים עילי כפול:

- שני מוטות גל זיזים – אחד לטור שסתומי הפליטה ואחד לטור שסתומי היניקה.
- גל הזיזים לוחץ ישירות על השסתום.
- מסתובב באמצעות רצועת טיימינג (תיזמון)



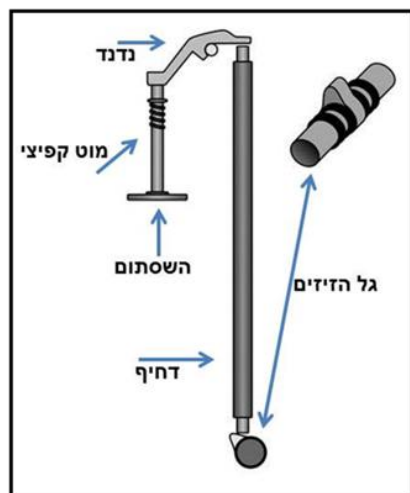
• גל זיזים עילי יחיד:

- מוט יחיד המניע את כל השסתומים
- השסתומים כולם מסודרים בטור אחד
- מסתובב באמצעות רצועת טיימינג (תיזמון)



• גל זיזים תחתי:

- ממוקם בצמוד לגל הארכובה
- מסתובב ישירות מגל הארכובה בעזרת גלגל שיניים
- בשיטה זו מבוצע שימוש בדחוף ונדנד על מנת להעביר את התנוע מגל הזיזים שנמצא למטה לשסתום הנמצא למעלה
- מערכת זו נפוצה פחות כיום



(טיימינג) -רצועת התזמון

רצועת התיזמון היא רצועת גומי משוננת או שרשרת חוליות מתכת על מנת שהרצועה לא תוכל להחליק ובכך יפגע התיזמון המדויק של השסתומים

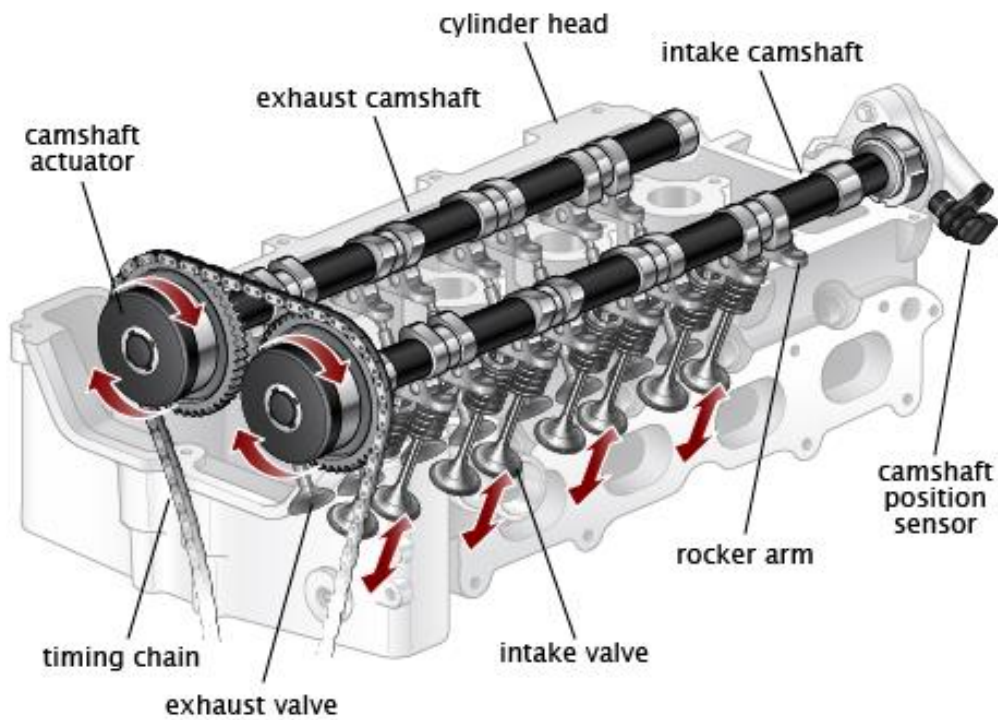
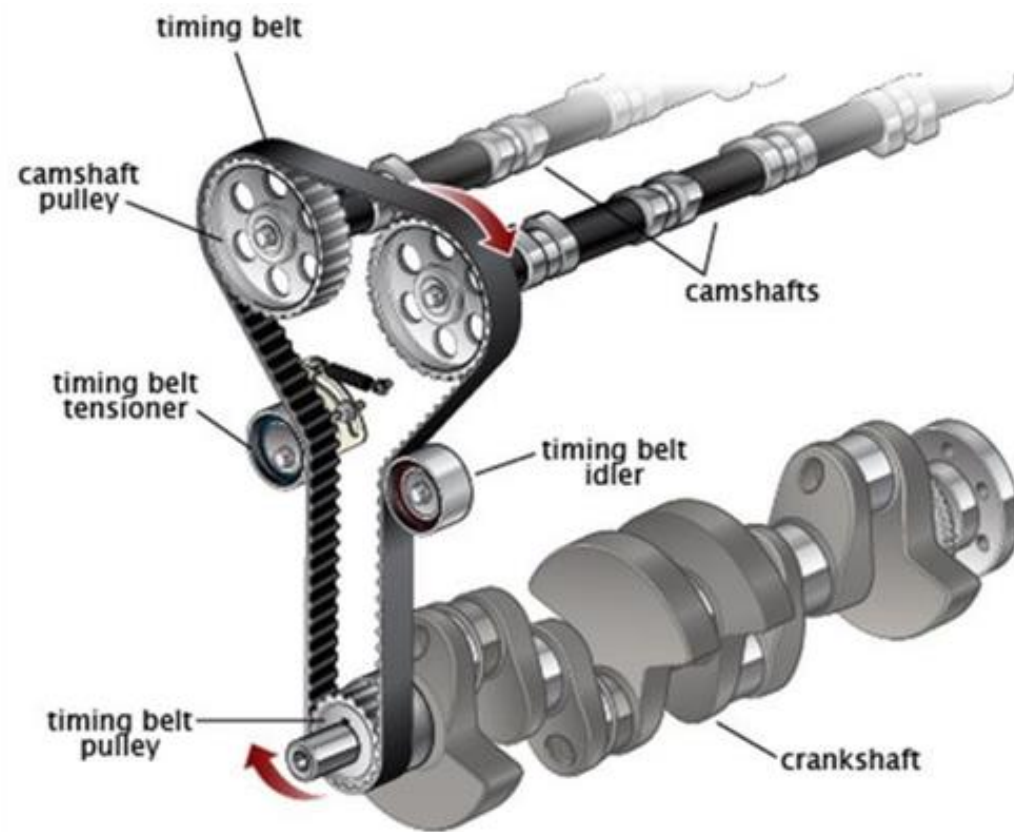
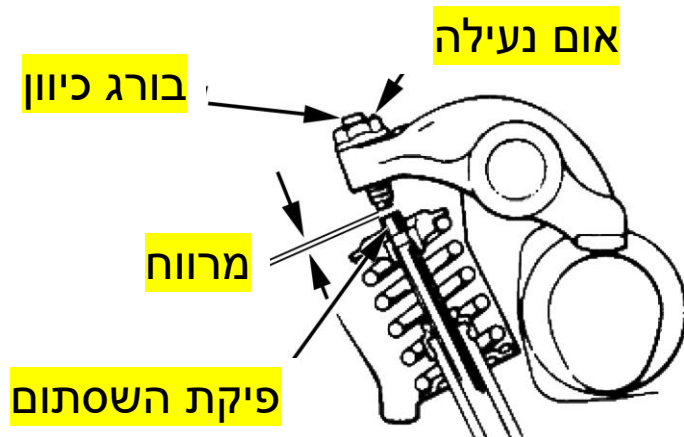
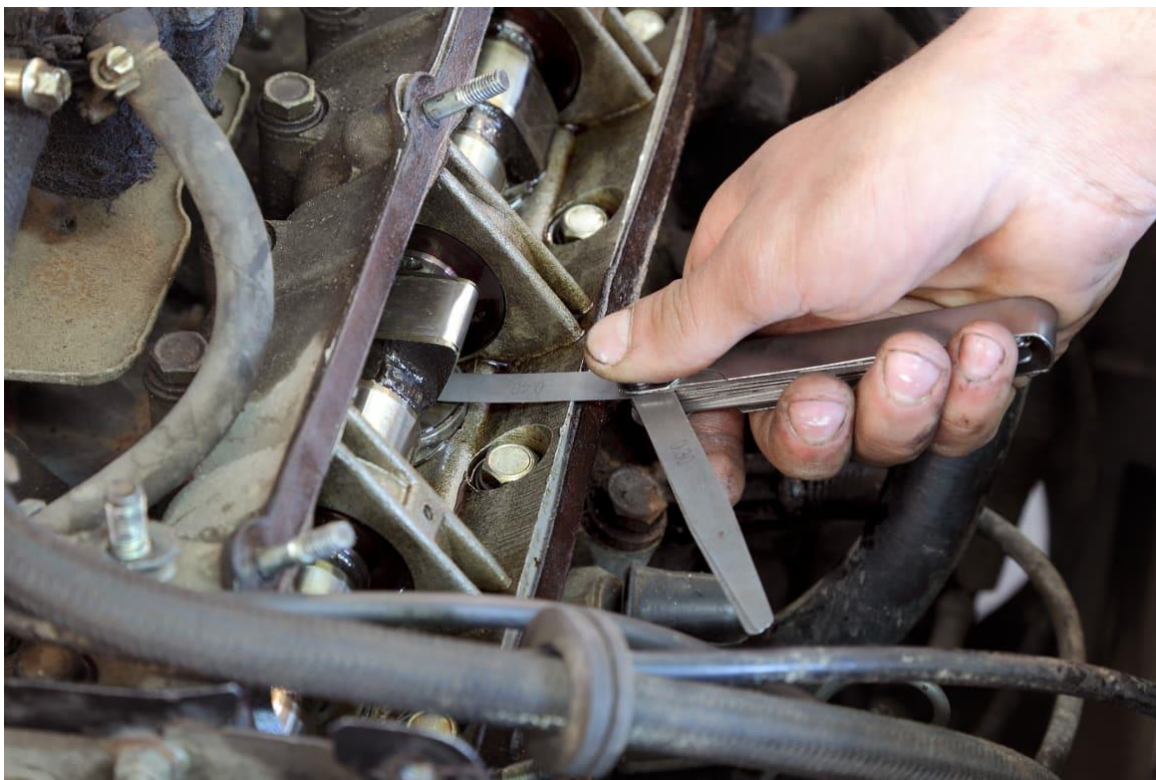


Image courtesy of ClearMechanic.com



מרווח שסתומים



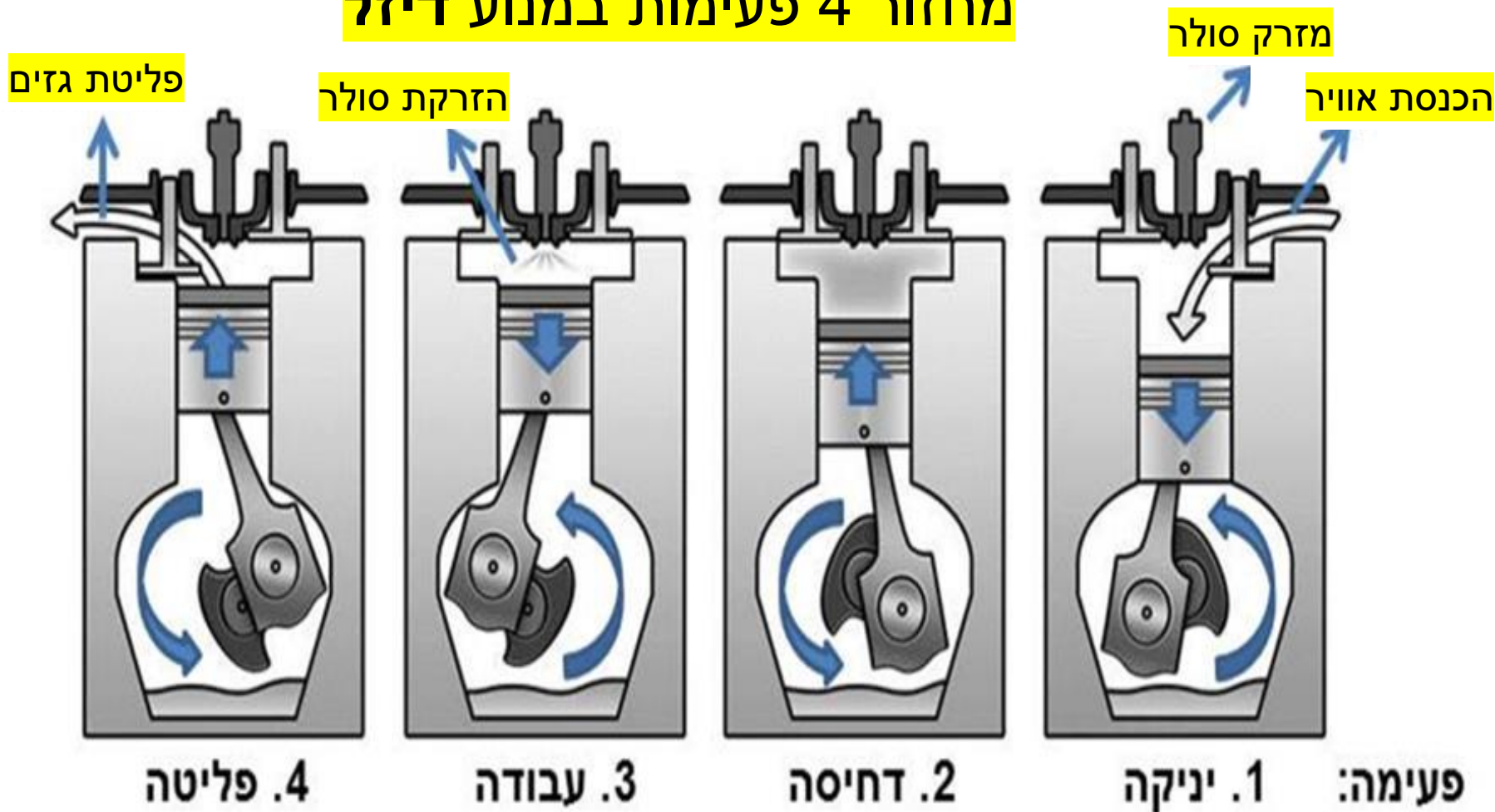
- המרווח חיוני כדי לאפשר התרחבות המתכות עם העלייה בטמפי' המנוע בזמן עבודה.
- מרווח שסתומים תקין הכרחי לעבודה תקינה של המנוע.
- **מרווח גדול מידי** – השסתומים לא נפתחים כמו שצריך והזיזים רק דופקים על המוטות.
במצב זה נוצר רעש מהשסתומים והמנוע ירעיש.
- **מרווח קטן מידי** – השסתומים נפתחים מוקדם מידי –
במצב זה שסתום הפליטה יישרף בפעימת העבודה.

מנועי 4 פעימות כללי :

מחזור עבודה - 4 פעימות:

- 1. יניקה** – הבוכנה יורדת (מכוח סיבוב גל הארכובה) ומכניסה אוויר או תערובת לחלל הצילינדר. (גל הארכובה - 0° - 180°)
- 2. דחיסה** – הבוכנה עולה (מכוח סיבוב גל הארכובה) ודוחסת את האוויר / תערובת ומביאה אותה לטמפי המתאימה. (גל הארכובה - 180° - 360°)
- 3. עבודה** – התערובת ניצתת וכתוצאה מלחץ התפשטות הגזים הנוצר הבוכנה נדחפת למטה ומניעה את גל הארכובה. (גל ארכובה - 360° - 540°)
- 4. פליטה** – הבוכנה עולה למעלה (מכוח האינרציה של גלגל התנופה) ודוחפת את שארית הגזים השרופים (גל הארכובה - 540° - 720°)

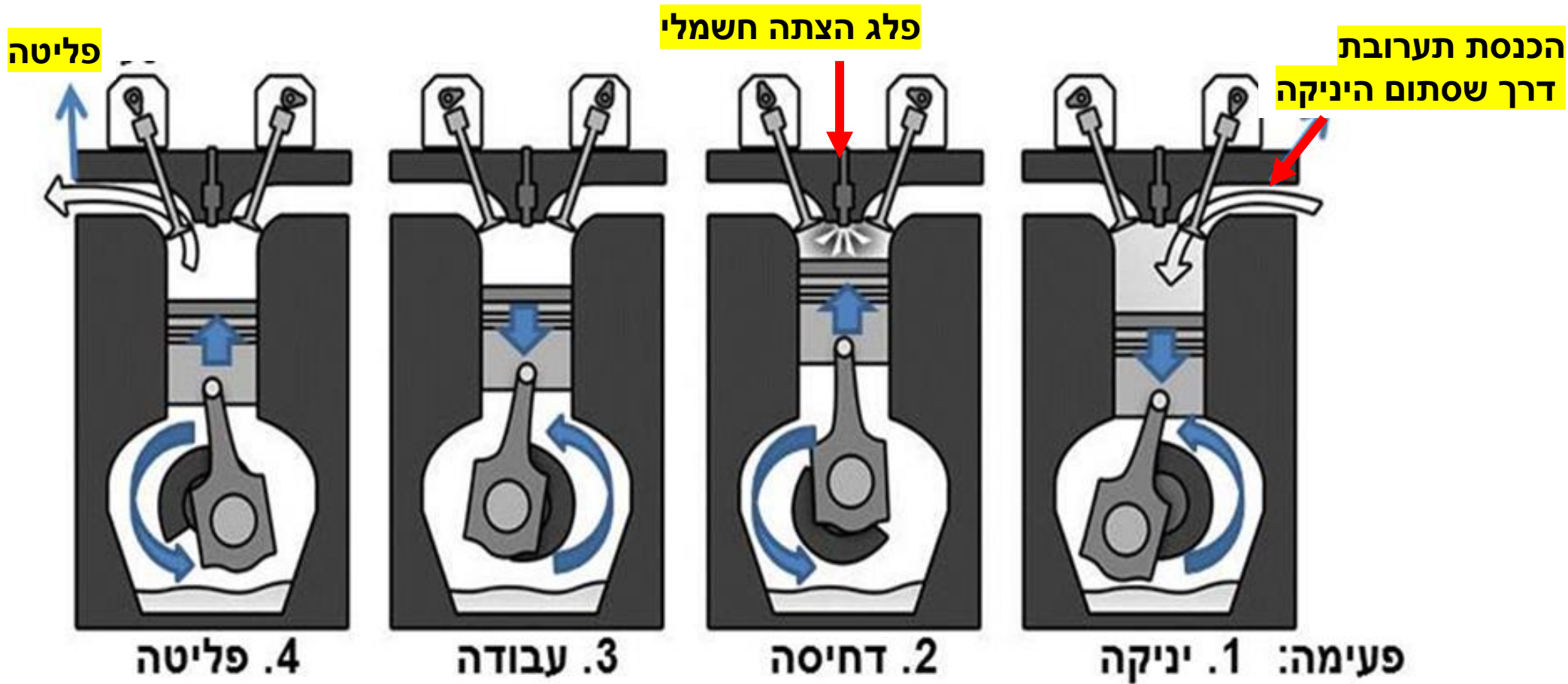
מחזור 4 פעימות במנוע דיזל



מנוע דיזל 4 פעימות - פירוט

1. **פעימה ראשונה : יניקה** - (גל הארכובה - 180° - 0°)
 - בוכנה נעה מנמי"ע לנמי"ת, בכוח תנועת כל הארכובה.
 - שסתום יניקה פתוח
 - יניקה – אוויר בלבד
 - סיום פעימה – חלל הצילינדר מלא באוויר, שסתום יניקה נסגר, בוכנה בנמי"ת.
2. **פעימה שנייה : דחיסה** - (גל הארכובה - 360° - 180°)
 - בוכנה מנמי"ת לנמי"ע, בכוח תנועת גל הארכובה.
 - דחיסה – יחס 1:20 (בממוצע), האויר מגיע לטמפ' של לפחות 600° .
 - מעט לפני סיום הפעימה מרוסס הדיזל לחלל הצילינדר.
 - סיום הפעימה – בוכנה בנמי"ע, בחלל הצילינדר אוויר עם דיזל ותחיל תהליך התלקחות עצמית. שסתומים סגורים.
3. **פעימה שלישית : עבודה** - (גל ארכובה - 540° - 360°) :
 - בוכנה נעה מנמי"ע לנמי"ת מלחץ הגזים ומניעה את גל הארכובה חצי סיבוב.
 - סיום הפעימה – חלל הבוכנה מלא בשארית הגזים אשר נוצרו בתהליך השריפה.
4. **פעימה רביעית : פליטה** - (גל הארכובה - 720° - 540°)
 - בוכנה מנמי"ת לנמי"ע, מונעת בכוח תנועת גל הארכובה
 - שסתום פליטה פתוח.
 - סיום פעימה – בוכנה בנמי"ע, שסתום הפליטה נסגר.

מחזור 4 פעימות במנוע בניזין



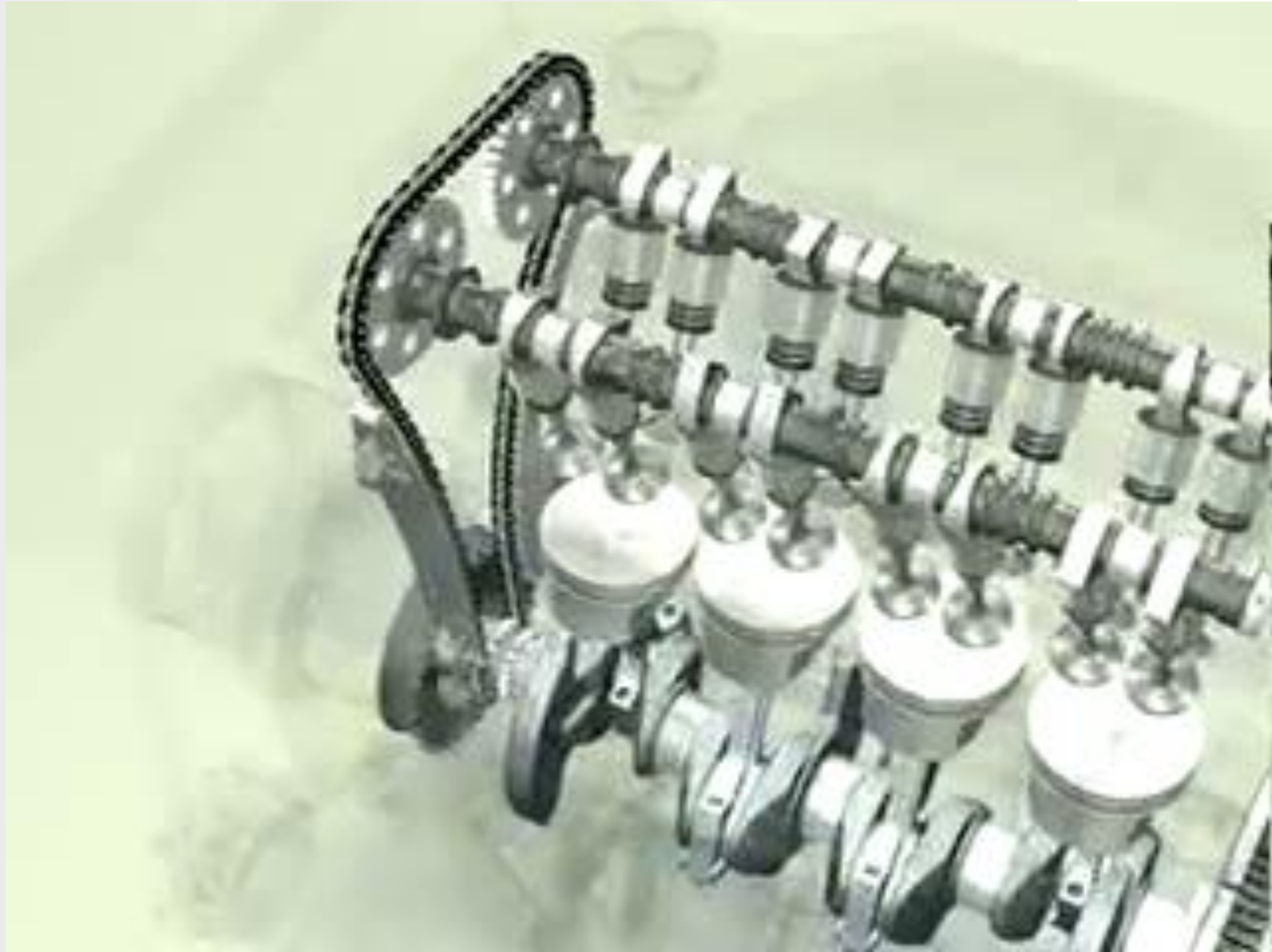
מנוע **בנזין** 4 פעימות - פירוט

1. **פעימה ראשונה** : יניקה - (גל הארכובה - 0° - 180°)
 - בוכנה נעה מנמ"ע לנמ"ת, בכוח תנועת כל הארכובה.
 - שסתום יניקה פתוח
 - יניקה – **תערובת אוויר בנזין**
 - סיום פעימה – חלל הצילינדר מלא באוויר, שסתום יניקה נסגר, בוכנה בנמ"ת.
2. **פעימה שנייה** : דחיסה - (גל הארכובה - 180° - 360°)
 - בוכנה מנמ"ת לנמ"ע, בכוח תנועת גל הארכובה.
 - דחיסה – יחס 10:1 (בממוצע), על התערובת להיות בטמפ' למעלה מ- 17° .
 - מעט לפני סיום הפעימה המצת מחולל ניצוץ ומצית את התערובת
 - סיום הפעימה – בוכנה בנמ"ע, בחלל הצילינדר התערובת מתחיל לבעור.
3. **פעימה שלישית** : **עבודה** - (גל ארכובה - 360° - 540°) :
 - בוכנה נעה מנמ"ע לנמ"ת מלחץ הגזים ומניעה את גל הארכובה חצי סיבוב.
 - סיום הפעימה – חלל הבוכנה מלא בשארית הגזים אשר נוצרו בתהליך השריפה.
4. **פעימה רביעית** : **פליטה** - (גל הארכובה - 540° - 720°)
 - בוכנה מנמ"ת לנמ"ע, מונעת בכוח תנועת גל הארכובה
 - שסתום פליטה פתוח.
 - סיום פעימה – בוכנה בנמ"ע, שסתום הפליטה נסגר.

הבדלים בין מנועי בנזין למנועי דיזל :

מנוע בנזין	מנוע דיזל
דלק	סולר
יחס דחיסה	1:10 ממוצע
הצתה	ניצוץ חשמלי
גורם מצית	מצת חשמלי – פלג
יניקה	תערובת אוויר דלק הנוצרת במאייד – קרבורטור או מחשב הזרקה
סל"ד	גבוה – 900 – 10,000
עומס	בינוני עד גבוה
מאפיינים נוספים	מנוע מסוכן יותר כתוצאה מטמפ' ההצתה הנמוכה של בנזין. יהיה בד"כ מהיר יותר.
	מנוע גדול וכבד יותר עשוי חומרים עמידים יותר מכיוון שעובד בעומסים גדולים יותר. לכן יהיה בד"כ יותר יקר.

מומלץ לצפות בסרטון – " אופן פעולה מנוע 4 פעימות "



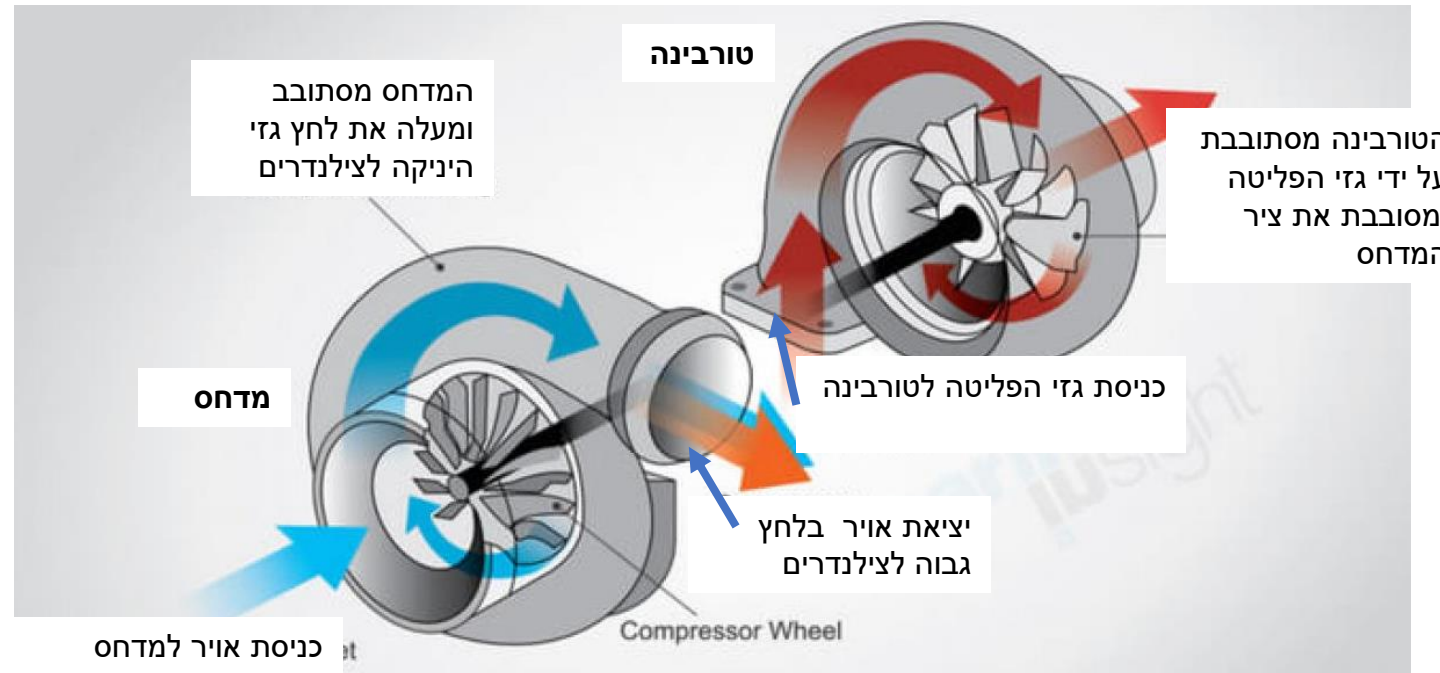
רכיבים נוספים במנוע

סעפת היניקה – תעלה המחדירה אוויר לראש המנוע ומשם לחללי הצילינדרים לשם תהליך הבעירה. בראש הסעפת ממוקם פילטר אשר מונע כניסת לכלוך לתוך חלל הצילינדר. הסעפת מחוברת אל שסתומי היניקה בכל צילינדר. כאשר הפילטר סתום, לא מגיע מספיק אוויר לחלל הצילינדר. הבעירה לא תהיה יעילה ויפלט עשן שחור מהמנוע.

מאייד \ קרבורטור (קיים במנוע בנזין) – רכיב הממוקם בראש סעפת היניקה מיד לאחר מסנן האוויר אשר תפקידו יצירת תערובת של אוויר בנזין ביחס המתאים בהתאם לטמפ' ועומס והעברת התערובת לשסתומי היניקה

רכיבים נוספים במנוע

טורבו צ'ארג' (מנוע דיזל) – מנגנון המעלה את לחץ האוויר המוחדר לחלל הצילינדר.
המנגנון מורכב מטורבינה ומדחס. הטורבינה נמצאת על סעפת הפליטה של המנוע והמדחס נמצא בסעפת היניקה. הטורבינה והמדחס מחוברות ביניהן בציר הטורבינה שעל סעפת הפליטה מסתובבת על ידי גזי הפליטה ומסובבת את המדחס שבסעפת היניקה המדחס מעלה את לחץ האוויר המוחדר לתוך הצילינדרים ובכך מעלה את הספק המנוע.



**מנועי 2
פעימות
בנזין \ סולר**

**Sail
la vie**
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

מנועי 2 פעימות כללי

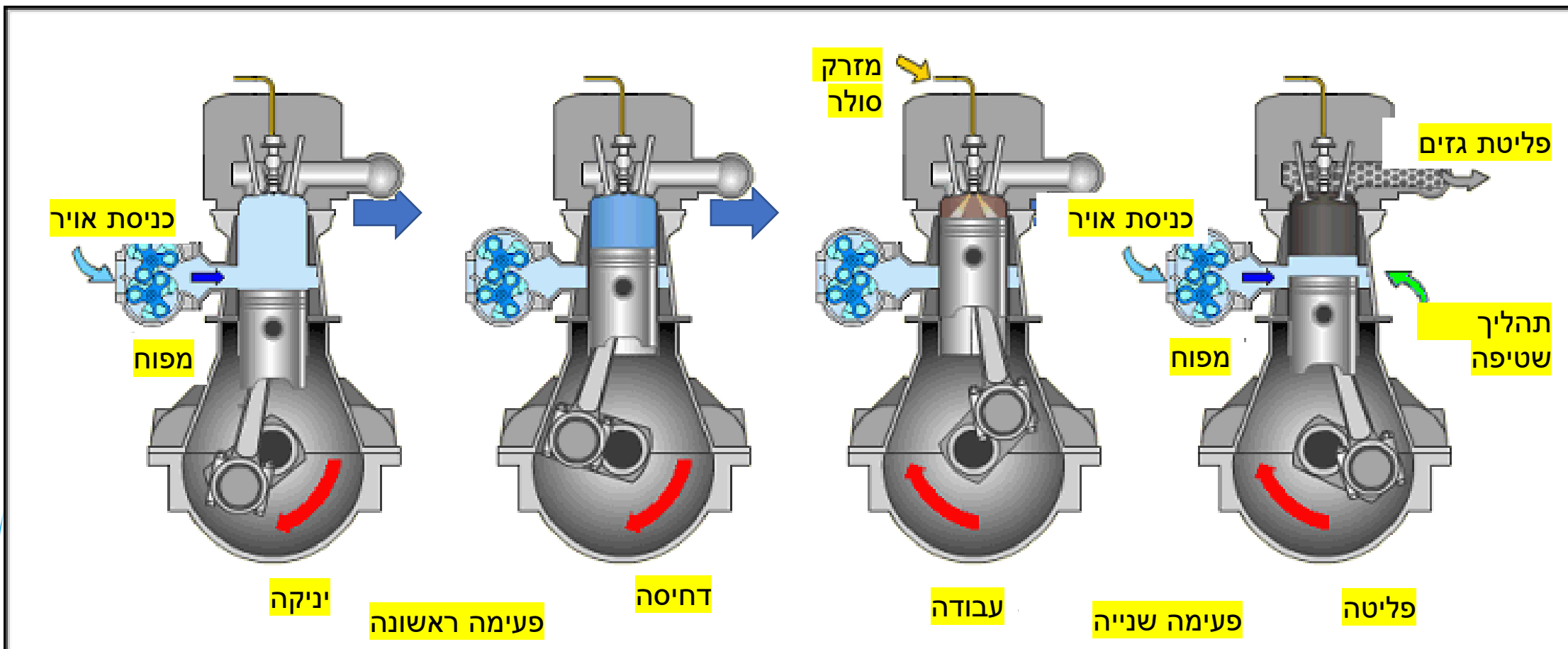
- בכדי לקצר את מחזור העבודה ל- 2 פעימות, פעולת הפליטה והיניקה מתאחדות לפעולה אחת הנקראת שטיפה. בשטיפה אוויר / תערובת נכנסים לחלל הצילינדר ושוטפים החוצה את שארית גזי הפליטה.

- מחזור עבודה:

- פעימה ראשונה: יניקה, דחיסה
- פעימה שנייה: עבודה, פליטה.
- בכל פעימה (עליה או ירידה של הבוכנה גל הארכובה מבצע חצי סיבוב כלומר 180 מעלות
- סה"כ במחזור 2 פעימות ולכן גל הארכובה מסתובב סיבוב אחד במחזור כלומר 360 מעלות.

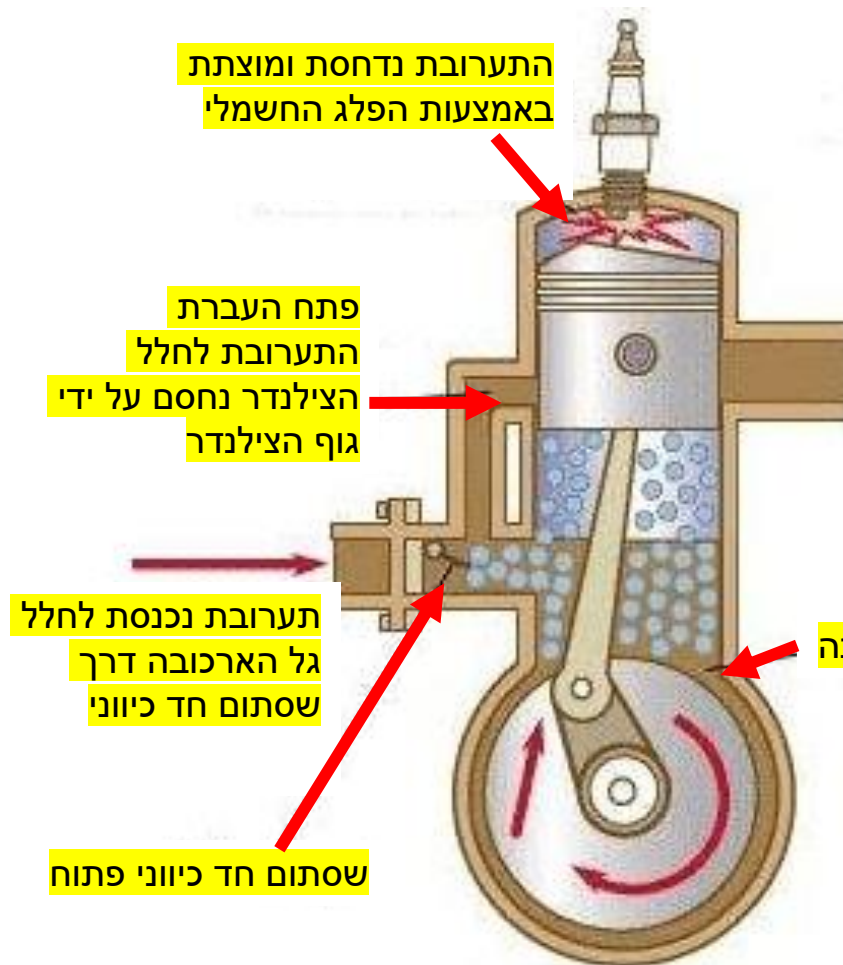
מנוע דיזל 2 פעימות

- במנוע דיזל 2 פעימות קיים שסתום אחד בלבד (שסתום פליטה)
- בעל מנגנון מפוח המזרים אויר נקי לחלל הצילינדר לטובת שטיפה ודחיסה.
- תהליך השטיפה – מתבצע ע"י מפוח המחדיר אוויר נקי לחלל הצילינדר בזמן עליית הבוכנה כלפי מעלה. תנועת הבוכנה והאוויר דוחפים החוצה את גזי הפליטה.
- מנוע זה ניתן למצוא בכלי שייט גדולים כגון אוניות

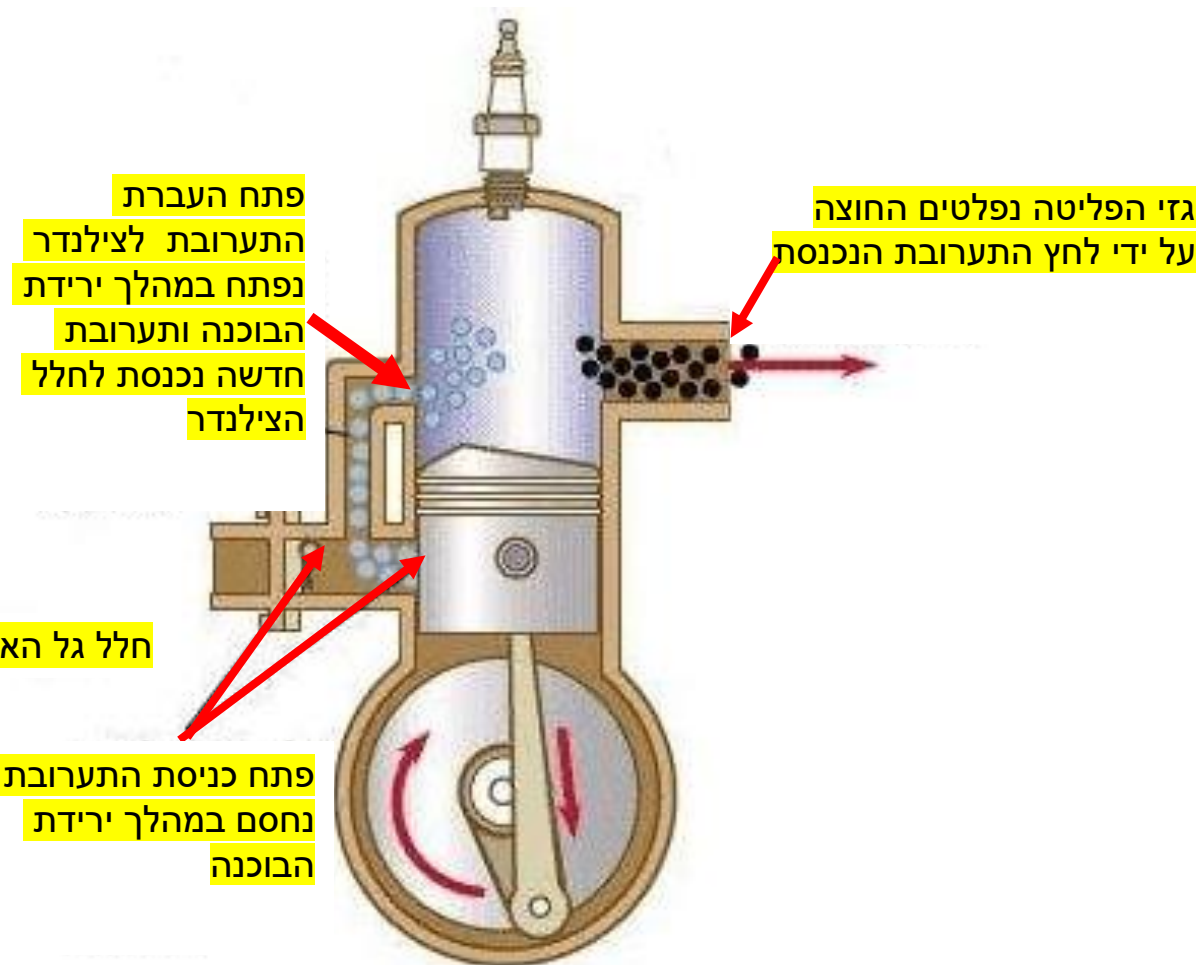


מנוע בנזין 2 פעימות

- כיום שימושי בעיקר בכלים חקלאיים כגון מכסחות דשא, חרמשים וכמנועים חיצוניים בסירות מנוע קטנות ואופנועי ספורט שמיועדים לשטח.
- במנוע זה אין שסתומי פליטה ויניקה כלל גוף הבוכנה משמש כשסתום.
- המנוע מוזן בתערובת המורכבת מאוויר, דלק ושמן הנשאבת אל חלל בית הארכובה דרך צינורית ושסתום חד כיווני.
- השמן המהול בתערובת נועד לשימון חלל הצילינדר.
- מנוע זה עובד בסל"ד גבוה ומייצר כח רב ביחס לגודלו.
- כתוצאה משריפת השמן בתערובת המנוע מאוד מזהם ואסור לשימוש נרחב במדינות רבות.



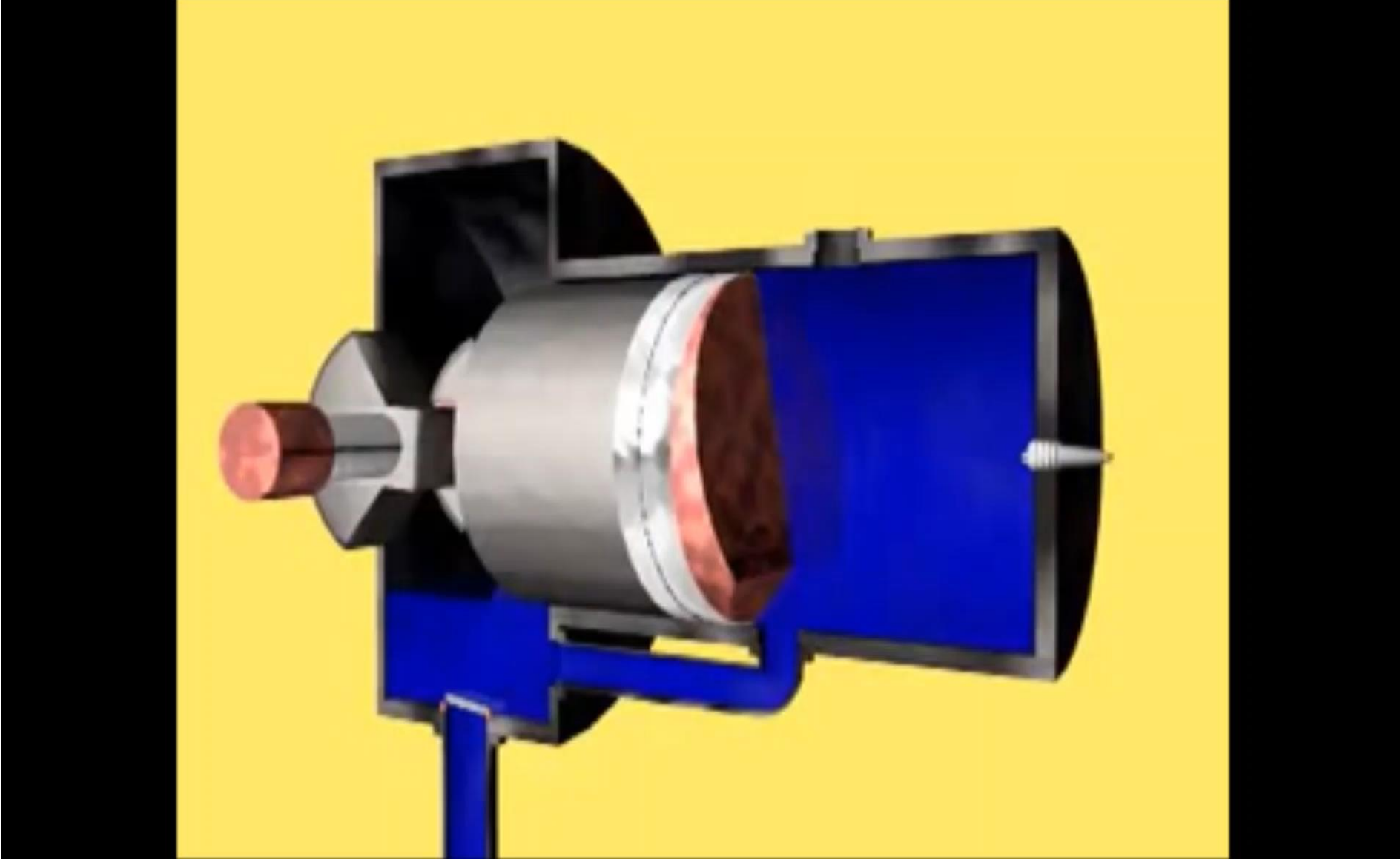
פעימת דחיסה



פעימת עבודה

מנוע בנזין 2 פעימות

מומלץ לצפות בסרטון - " אופן פעולה מנוע 2 פעימות בנדין "



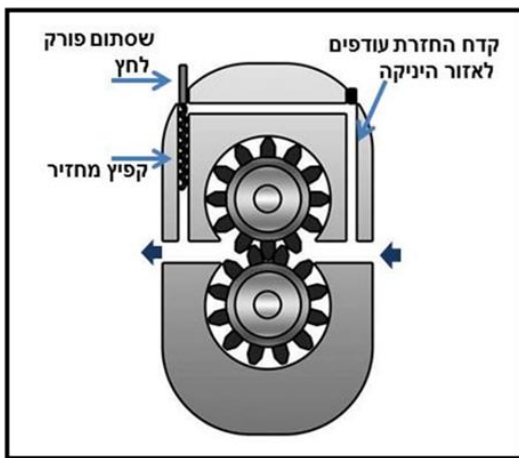


משאבות

Sail
la vie
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

משאבות ביאכטה

רוב המשאבות ביאכטה עובדות על עקרון שינוי נפח – שינוי נפח חלל המשאבה כלומר יצירת תת לחץ לשאיבה ולחץ עודף לדחיפה.

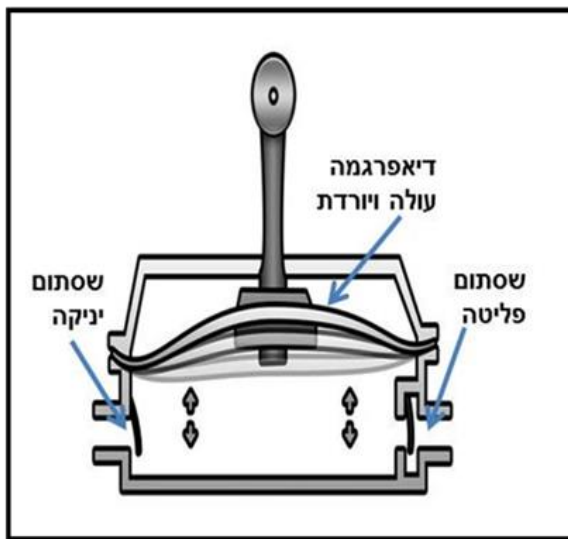


משאבת גלגלי שיניים (גג"ש)

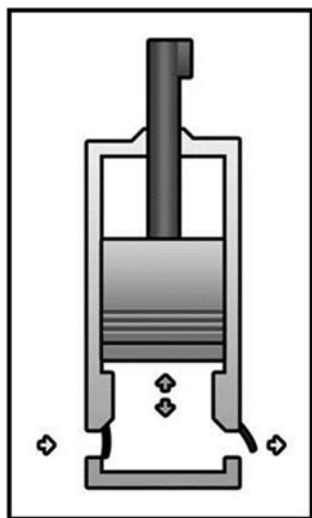
- שינוי הנפח – גלגלי השיניים הנלחצים אחד אל השני.
- משאבה זו מייצרת לחץ מאוד גבוה. לכן קיים גם שסתום פריקת לחץ עודף, העובד על קפיץ מחזיר.
- כיוון השאיבה יהיה הפוך לכיוון סיבוב גלגלי השיניים.
- משאבה זו אינה מתאימה לעבודה עם מים.
- ביאכטה משמשת כמשאבת שמן במנוע.



משאבת דיאפרגמה



- שינוי נפח – עליה וירידה של דיאפרגמת גומי.
- במשאבה שסתומי יניקה ופליטה חד כיווניים.
- משאבה זו יוצרת לחץ נמוך עד בינוני.
- משמשת ביאכטה כמשאבת : הזנת דלק, משאבת שיפוליים ידנית, ומשאבת ניקוז מקלחת.
- עשויה לא לעבוד כאשר :
 - הדיאפרגמה קרועה
 - פילטר בכניסה למשאבה סתום



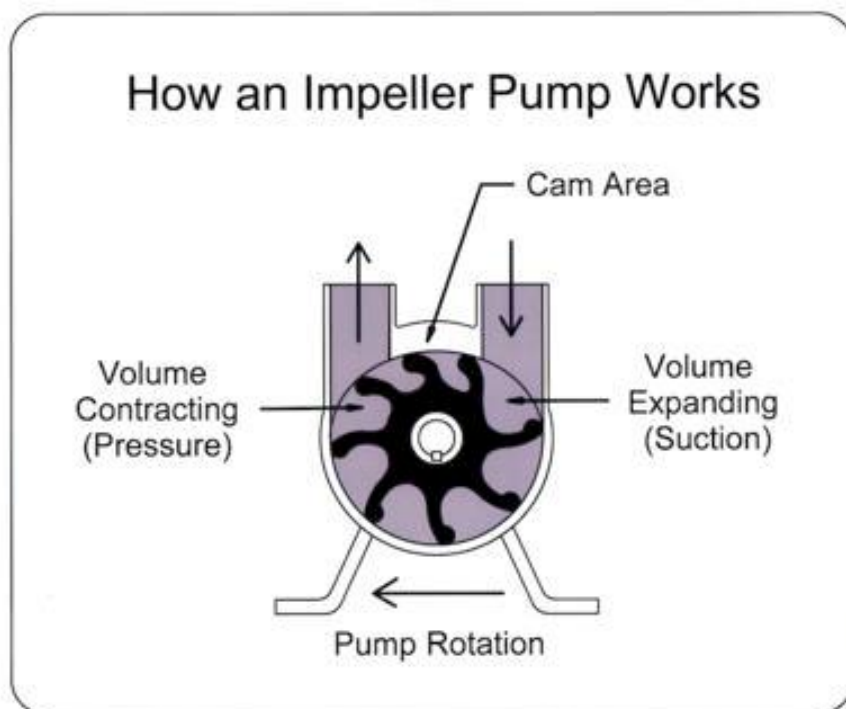
משאבת בוכנה

- שינוי נפח – עליה וירידה של הבוכנה.
- במשאבה שסתומי יניקה ופליטה חד כיווניים.
- משאבה זו יוצרת לחץ בינוני עד גבוה.
- משמשת ביאכטה כמשאבת : הזרקת דלק ושטיפת האסלה.
- עשויה פלסטיק או מתכת

משאבת אימפלור גומי – ג'בסקו

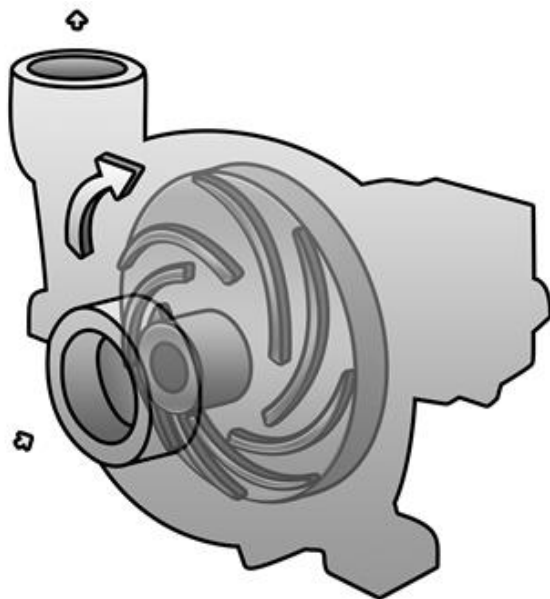


- עקרון פעולה שינוי נפח – התכווצות והתרחבות החלל בין כנפי האימפלור.
- האימפלור עשוי גומי גמיש, חלל המשאבה אינו עגול אלא אליפטי בחלק העליון מה שגורם לכיפוף הכנפיים תוך כדי סיבוב האימפלור.
- אין להפעיל משאבה זו ללא נוזל, האימפלור ישחק וישרף.
- יש להחליף אימפלור אחת לתקופה.



משאבת צנטריפוגה:

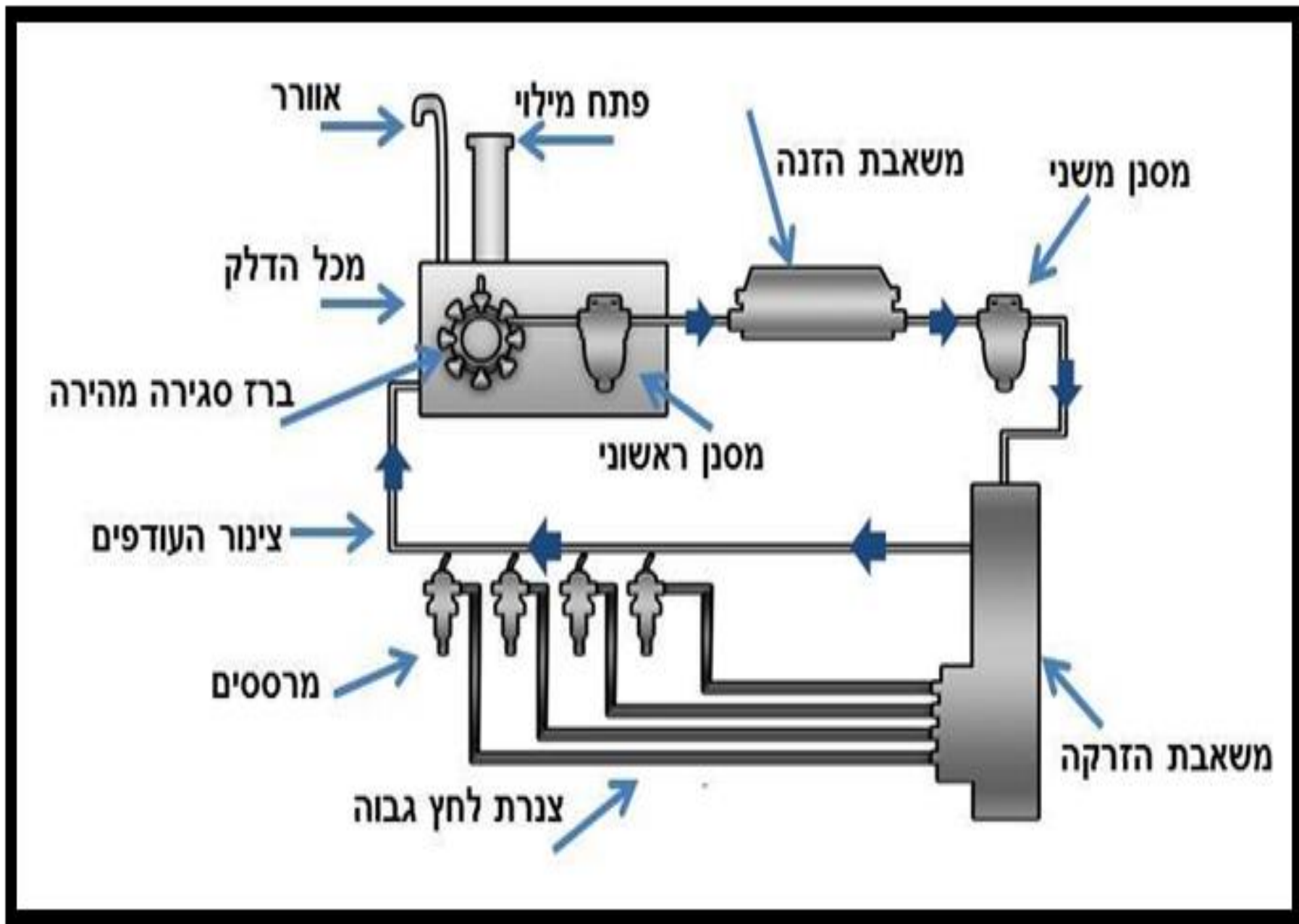
- משאבה זו עובדת על עיקרון הצנטריפוגה ולא על עיקרון שינוי נפח.
- בחלל המשאבה מסתובב אימפלור קשיח אשר שואב מים למרכז ומוציא אותם החוצה במהירות גבוהה על ידי התנועה הסיבובית של האימפלור.
- המשאבה הזו יכולה להגיע כמשאבה טבולה כלומר שהיא מונחת טבולה בתוך המים ומוציאה את המים החוצה דרך צינור.
- למשאבה זו ספיקה גדולה מאוד.
- משמשת ביאכטה כמשאבת: שיפוליים (ניקוז מים מרצפת היאכטה במידה וחדרו מים ליאכטה)
- וכמשאבת מים מטופלים במערכת הקירור במנוע.





מערכת
הדלק

Sail
la vie
מועדון יאכטות ובי"ם לשוייט



מערכת הדלק

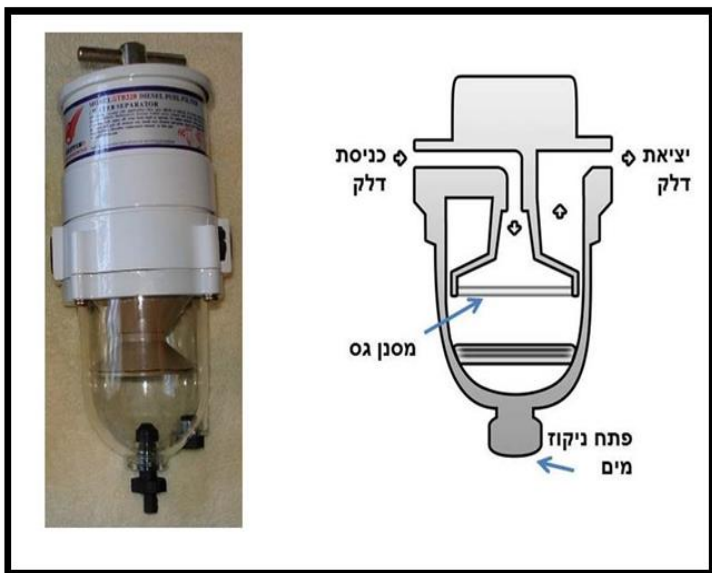
רכיבי מערכת הדלק:

1. **מכל הדלק:** נמצא בירכתיים. למכל 4 פתחים: מילוי, אספקת דלק למנוע, איורור, חזרת עודפים
2. **ברז סגירה מהירה:** לסגירת חירום של אספקת הדלק למנוע.
3. **מסנן ראשוני \ מפריד מים (SEPERATOR):** מסנן לכלוך גס ומפריד שאריות מים בדלק.
4. **משאבת הזנה:** שואבת את הדלק מהמכל בלחץ נמוך, מונעת ע"י המנוע.
5. **מסנן משני:** מסנן חלקיקי לכלוך עדין
6. **משאבת הזרקה:** מעלה את לחץ הדלק ומספקת דלק בלחץ גבוה למרססים בתזמון הנכון לפעימת העבודה.
7. **צינורות לחץ גבוה:** מעבירים דלק בלחץ גבוה ממשאבת הזרקה למרססים (כולם שווים באורכם).
8. **מרססים \ אינג'קטורים:** מרססים דלק בלחץ גבוה לחלל הצילינדר.
9. **צינור העודפים:** דרכו חוזרים עודפי הדלק מהתהליך למכל הדלק.

מכל הדלק:

- דיזל העומד זמן רב ללא שימוש, עלול לפתח בקטריות אשר גורמות למשקעים מוצקים במכל הדלק. משקעים אלו עשויים לגרום לסתימת דלק.
- פתח האירור במיכל הדלק תפקידו לפצות באוויר במקרה של שאיבת דלק או הכנסת דלק ולאורר את מיכל הדלק מגזים דליקים
- במכל בנזין, סכנת השריפה והפיצוץ הינה הגדולה ביותר כאשר המכל כמעט ריק.

מסנן ראשוני \ מפריד מים (SEPERATOR)



- תפקידו סינון לכלוך גס – מסנן גס והפרדת משאריות מים מהדלק
- מים אשר יגיעו לחלל הצילינדר עלולים להפוך לקיטור וליצור לחץ גבוה ופיצוץ בתוך הצילינדר.
- המסנן עובד על עקרון הפרדת משקל – מים כבדים יותר מדלק.
- יש לבדוק ולנקות את המים מתחתית המסנן אחת לתקופה



מסנן משני:

- תפקידו סינון לכלוך עדין – עד 10 מיקרון.
- עובד בעזרת פילטר קרטון מיקרוני.
- אחת לתקופה יש להחליף את הפילטר כולו.

משאבת הזרקה:

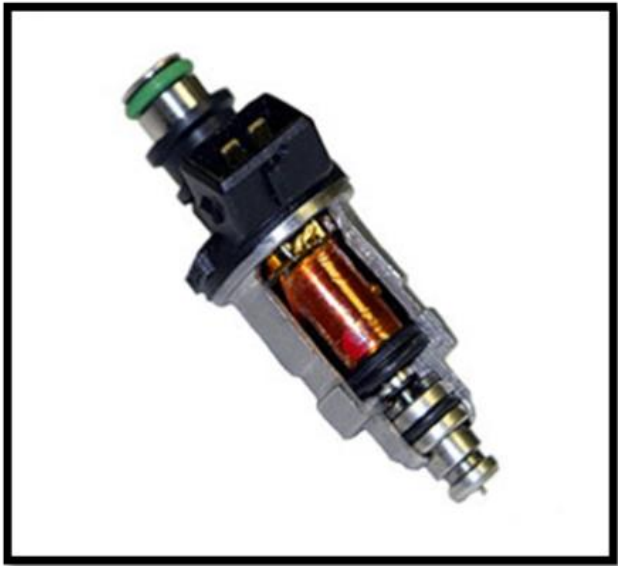
- העלאת לחץ הדלק להזרקה בלחץ גבוה. פעולה זו מתבצעת בחללים דמוי צילינדר בהם בוכנות הדוחסות את הדלק. לכל מרסס בוכנה משלו.
- תזמון ההזרקה.
- וויסות כמות הדלק המרוססת בכל צילינדר.
- הבוכנות שולטות גם בכמות הדלק המועברת למרססים. זווית הבוכנה משפיעה על כמות הדלק המועברת.
- זווית הבוכנה נקבעת ע"י מוט שליטת הדלק הנשלט בידי ווסת הדלק.
- חלק מהדלק לא מועבר למרססים. דלק זה מועבר לצינור העודפים ומשמש לקירור המערכת.
- בכדי לוודא כי מגיע דלק למשאבת ההזרקה ניתן לפתוח את בורג צינור העודפים.

ווסת הדלק/ הסיבובים :

- **תפקידו: קביעת הסל"ד בהתאם למצערת ושמירה על סל"ד קבוע בעומסים משתנים.**
- **נשלט ע"י ידית המצערת.**
- **מערכת בקרה לשמירה על סל"ד קבוע.**

צינורות דלק לחץ גבוה (ממשאבת ההזרקה למזרקים):

- **עמידים בלחץ גבוה – עשויים מנחושת.**
- **שווים באורכם בכדי שהתזמון למרססים יהיה מדויק ולא יהיו הפרשי לחצים בין המרססים כתוצאה מאורכי צינור שונים.**



המרססים \ אינג'קטורים:

- ממוקמים בראש הצילינדר ותפקידם ריסוס הדלק מעט לפני הגעת הבוכנה לנמ"ע.
- בנויים בצורת שסתום החוסם ומאפשר מעבר של דלק.
- הדלק מרוסס לצילינדר בלחץ גבוה מאוד.
- ישנה חשיבות לפיזור אחיד בכדי ליצור בערה יעילה.
- המרסס מזריק רק 30% מהדלק המגיע אליו לתוך הצילינדר 70% מהדלק מוחזר דרך צינור העודפים למיכל הדלק.
- מרסס עלול להיסתם, במצב זה לא תתרחש בעירה.
- מרסס עלול לנזול. מצב זה מכונה מרסס משתין. התוצאה תהיה פליטת עשן שחור וחדירת דלק למערכת השמן.

פריימינג – ניקוז אוויר ממערכת הדלק

- חדירה של אוויר למערכת הדלק, תגרום למנוע לגמגם ואז בדרך כלל להדמים
- חדירת אוויר למערכת עשויה להתרחש כתוצאה:

1. מהפעלת המנוע עם מיכל דלק ריק,
2. פילטר שאינו אטום כראוי
3. צנרת בלוייה ולא מהודקת או כל רכיב אחר פגום במערכת.

- המנוע לא יניע עד שננקז את בועות האוויר מהמערכת.
- פעולת ניקוז האוויר נקראת **פריימינג**.

- לפני ביצוע הפריימינג יש לאתר ולאטום את מקור חדירת האוויר.

אוויר יכול להיות כלוא בצנרת לחץ נמוך או לחץ גבוה

1. מערכת לחץ דלק נמוך – כלומר מהמיכל ועד למשאבת ההזרקה
2. במערכת לחץ דלק גבוה כלומר בקטע שלאחר משאבת ההזרקה ועד למזרקים (בצנרת המתכת)

פריימינג – ניקוז אוויר ממערכת הדלק

1. תהליך הפריימינג במערכת לחץ נמוך:

- 1. פתיחה חלקית של בורג ניקוז**
- 2. הפעלה ידנית של משאבת הזנת הדלק.**
- 3. השפרצת דלק החוצה דרך הבורג עד לקבלת סילון דלק נקי מאוויר .**
- 4. תוך כדי יציאת סילון דלק סגירת בורג הניקוז .**

2. תהליך פריימינג במערכת לחץ גבוה:

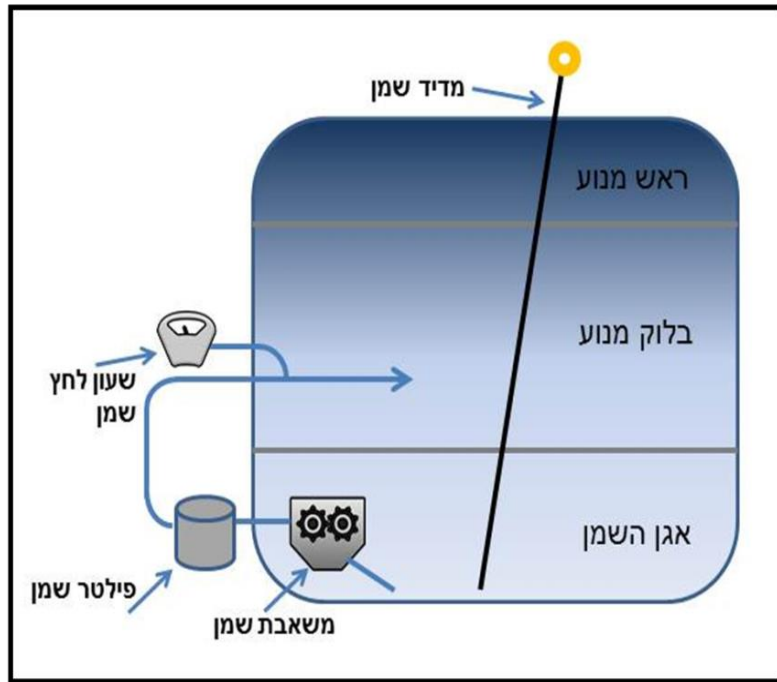
- 1. הפעלת הסטרטר ומיקום המצערת בגז מקסימלי בניוטרל – הזרמת דלק מקסימלית לבוכנות.**
- 2. פתיחת ניפלים(חיבור הצינור למזרק)**
- 3. הפעלת הסטרטר על מנת לסובב את גל הארכובה ובכך להפעיל את משאבת ההזרקה ,דלק יותז דרך החיבור המשוחרר ויוציא איתו את האוויר הכלוא**



מערכת
השימון

Sail
la vie
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

מערכת השמן



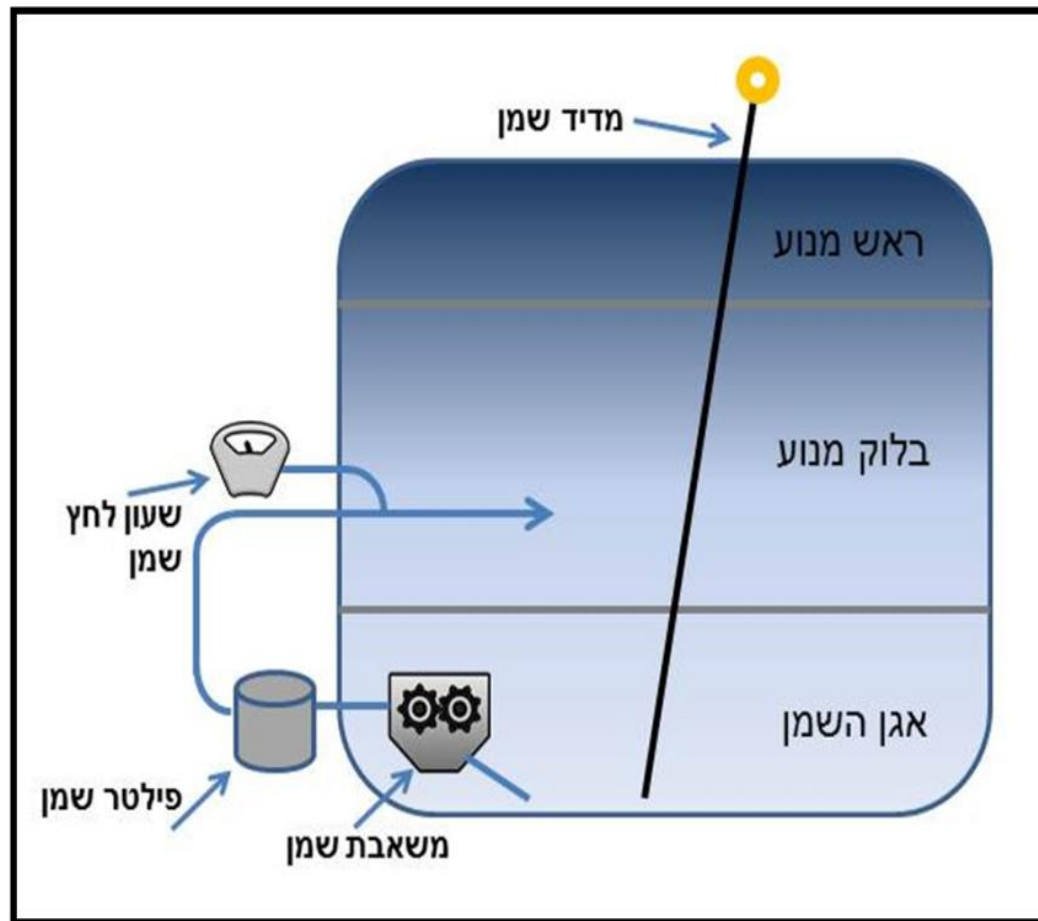
תפקידי השמן :

- הקטנת חיכוך
- קירור
- ניקוי
- מניעת חלודה
- סיוע באטימת חלל הצילינדר.

חלקי הערכת :

- **מדיד השמן** - עבודה עם כמות שמן נכונה הינה מהותית לשמירה על מנוע תקין. מעט שמן – חוסר בשימון חלל הצילינדר וחלקים נעים במנוע.
- **אגן השמן** – נמצא בתחתית המנוע ומכיל את כל השמן כאשר המנוע דומם .
- **משאבת שמן** -ממוקמת באגן השמן. מונעת על ידי גל הארכובה ומזרימה שמן בלחץ לכל חלקי המנוע הנעים.
- **מסנן שמן** – יש להחליף את השמן ואת מסנן השמן אחת לתקופה על פי הגדרות יצרן המנוע
- **שעון לחץ שמן** - לחץ תקין : 2 – 5 אטמ' ונורית חיווי להתראת לחץ שמן נמוך

מערכת השמן – אופן פעולה



- **מנוע דומם** – השמן באגן השמן
- **מנוע עובד** – המשאבה שואבת ודוחפת שמן אל חלקי המנוע. לאחר הגעת השמן אל יעדו הוא ניגר חזרה לאגן השמן וכך שוב מגיע למשאבת השמן.
- כאשר המנוע עובד רוב השמן יהיה בחלקי המנוע השונים, לכן
- **בדיקת שמן נעשה כאשר המנוע דומם.**
- בשגרה חלק קטן מהשמן נשרף בתהליך השריפה. זוהי תופעה נורמלית כל עוד כמות השמן החסרה היא קטנה

השפעת טמפ' המנוע על צמיגות השמן:

- **מנוע חם** – צמיגות השמן יורדת ולכן לחץ השמן לחץ נמוך יחסית 3 – 2
- **מנוע קר** – צמיגות השמן עולה , לחץ גבוה – 5 – 3.

תקלות:

- **פילטר שמן סתום** – לחץ שמן נמוך – החלפת פילטר.
- **טבעות דחיסה שחוקות או שבורות** – עשן יצא מנשם אגן השמן
- **טבעות שימון שחוקות** – שריפת שמן יביא לתופעה של עשן כחול מצינור הפליטה .
- **מפלס שמן גבוה מידי .**

גורמים:

1. **אמולסיה** – מים בשמן, השמן ישנה צבע ללבן. יש לאתר את מקור הבעייה ולהחליף את כל השמן.
 2. **דלק בשמן** – צבע השמן אינו משתנה, אך הלחץ יורד. נגרם כתוצאה מדליפה במערכת הדלק.
- כאשר מנוע עובד בסל"ד נמוך לאורך זמן, יעילות מערכת השמן יורדת ויצטבר פיח בחלל הצילינדר.

אחזקה:

החלפת השמן והסנן אחת לתקופה על פי הוראות היצרן.



מערכת
הקירור

Sail
la vie
מועדון יאכטות ובי"ם לשוייט

מערכת הקירור

מטרת מערכת הקירור – שמירה על טמפ' מנוע תקינה – 90 – 70 מעלות
ישנם 3 סוגים עיקריים של מערכות קירור: סגורה, פתוחה ומשולבת

מערכת סגורה

- סגורה – אין שאיבה ופליטה של מי ים
- מי קירור (מים מטופלים) המנוע עוברים דרך צנרת (מחלף חם) העוברת בדרך כלל מתחת לספינה במי הים ועל ידי כך מתקררים מי הקירור העוברים בתוך הצנרת.

מערכת פתוחה

- מי ים נשאבים על ידי משאבה ומוזרמים לתוך בלוק המנוע מקררים אותו ונפלטים חזרה לים.

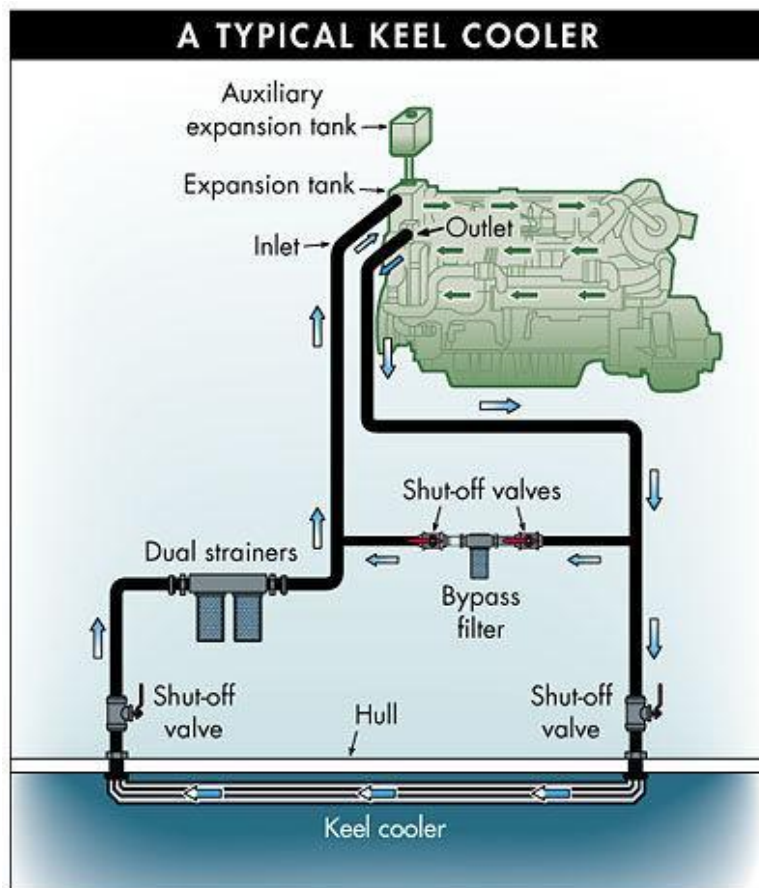
מערכת משולבת

- מי קירור של המנוע מקררים את המנוע באופן קבוע במעגל סגור (במערכת סגורה) ומי ים מקררים את מי הקירור באמצעות מחלף חום, **זוהי המערכת הנפוצה במנועי יאכטות.**
- מים מטופלים** – מי קירור המנוע (אנטי פריז) אלו מים שעברו טיפול כך שימנעו קורוזיה טמפ' הרתיחה שלהם גבוהה יותר משל מים רגילים וטמפ' הקיפאון שלהם נמוכה יותר משל מים

מערכת קירור סגורה COOLING KEEL

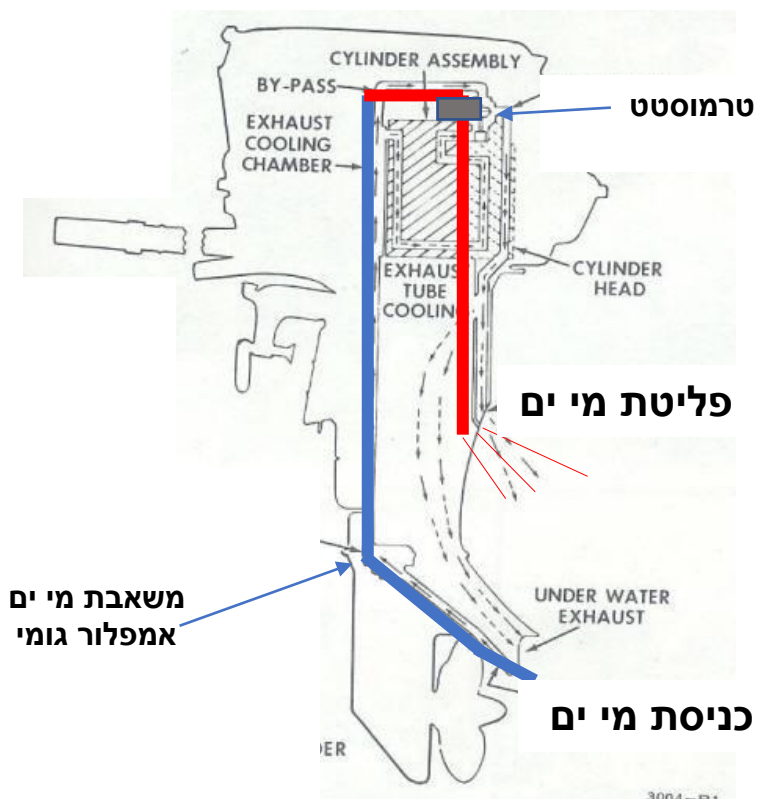
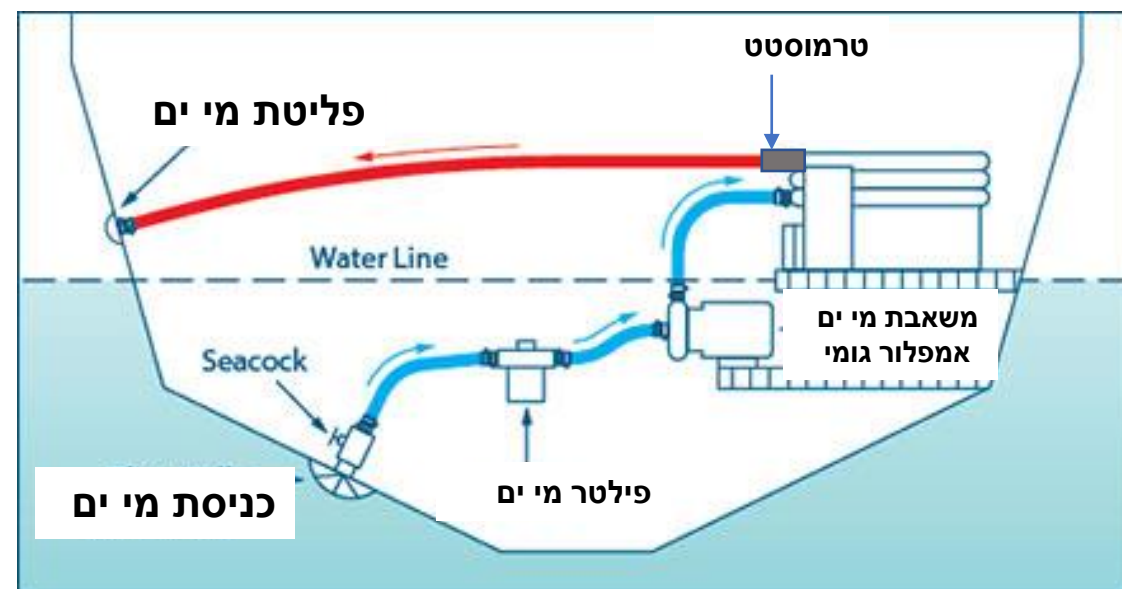
מערכת קירור סגורה בה החלפת החום מתבצעת ע"י הזרמת מי קירור המנוע (מים מטופלים-אנטי פריז) בצינוריות לאורך תחתית הסירה בתוך מי הים כך משיגים קירור של הצינוריות על ידי מי הים הקרים.

שיטה זו כבר כמעט שאינה בשימוש והיא מתאימה בעיקר איזורים בהם טמפרטורת מי הים נמוכה כמו בים הצפוני לדוגמא .



מערכת קירור פתוחה

- המנוע מקורר במערכת זו באמצעות מי ים הנשאבים ונפלטים חזרה אל הים.
- השאיבה מתבצעת ע"י משאבת אימפלור גומי, דרך פתח יניקה ופילטר.
- המים מקררים את חלקי המנוע ומגיעים לתרמוסטט – ועל פי טמפ' המנוע חלק נפלטים לים וחלק נכנסים למנוע מקררים אותו ונפלטים לים.



מערכת קירור משולבת

זוהי המערכת הנפוצה ביותר במנועי דיזל ימיים הנמצאים בשימוש ביאכטות.
מערכת זו משלבת מערכת סגורה עם מערכת פתוחה. המערכת הסגורה
שבה זורמים מי קירור מטופלים מקררת את חללי הקירור במנוע. מי
הקירור (המים המטופלים) זורמים במערכת סגורה באמצעות משאבה
צנטרפוגלית דרך מחלף חום וטרמוסטט.
המערכת הפתוחה מזרימה מי ים על גבי מחלף החום המקררים אותו
ונפלטים חזרה לים דרך אגוז פליטת הגזים של המנוע

משאבת מי ים – משאבה מסוג אימפלור גומי.השואבת מי ים דרך - Seacock ברז

כניסת מי ים לתוך הספינה

פילטר מי ים – פילטר עם מסננת, המסנן לכלוך שמגיע מהים והצליח לעבור את ברז מי הים.

תרמוסטט – רכיב שמשמש כפקק עם קפיץ, הנפתח ונסגר בהתאם לטמפרטורה. הוא

מאפשר מעבר מי קירור מטופלים במערכת הסגורה רק כאשר המים מגיעים לטמפ' של 75 מעלות. בצורה זו קירור המנוע לא מבוצע מיד עם הנעת המנוע, אלא רק כאשר המנוע חם. בכך מתאפשרת הגעת המנוע לטמפרטורת עבודה תקינה (של 70-90 מעלות) בצורה מהירה יותר.

מחלף חום – מיכל שבתוכו צינורות, בהם זורמים המים המטופלים. המכל מלא במי ים המקררים את הצינורות. תפקיד מחלף החום הוא לספוג את החום מצינורות המים המטופלים ולהעבירו למי הים הנפלטים חזרה לים.

פתח מילוי מחלף החום - פקק עם שסתום לחץ שמשמש למילוי נוזל קירור ולשמירת לחץ גבוה בתוך מחלף החום ועל ידי כך העלאת נקודת הרתיחה של נוזל הקירור.

מיכל התפשטות – מיכל האוגר בתוכו מי קירור המתפשטים במחלף החום במקרה של חום גבוה ויציאת עודפי נוזל קירור מתוך מחלף החום .

.

שעון טמפ' – מחוון המציג את טמפ' המנוע, כאשר המדידה מבוצעת באמצעות סנסור המורכב על בלוק המנוע. טווחי הטמפרטורה לרוב יסומנו על גבי המחוון:

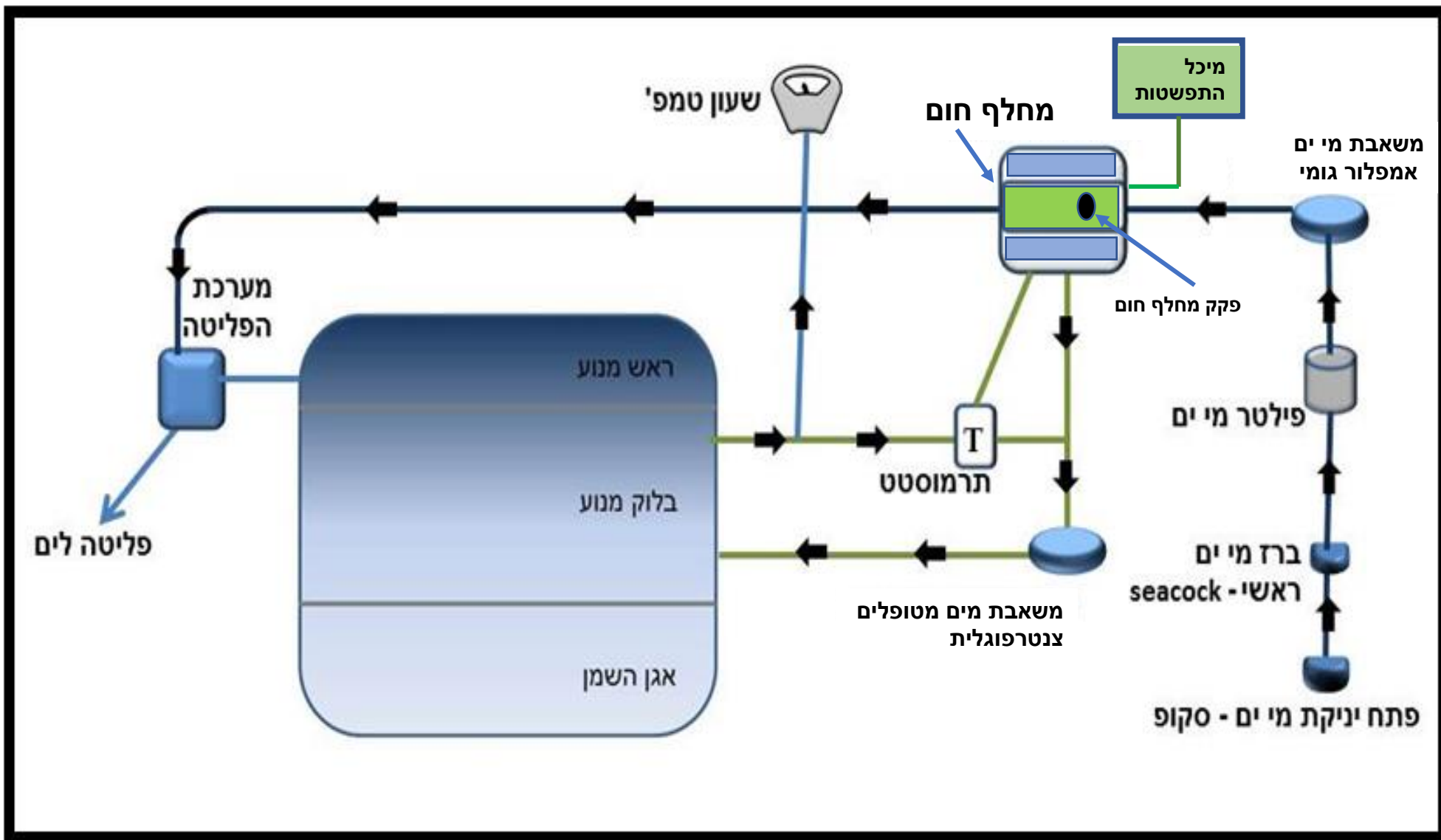
70-90 מעלות - טמפ' עבודה תקינה.

90 מעלות - מנוע חם (יש להוריד סל"ד ולבחון בהמשך).

100 מעלות - מנוע רותח. יש להדמים את המנוע מידית .

משאבת מים מטופלים – משאבה צנטריפוגלית המונעת על ידי רצועה

מערכת קירור משולבת



מנוע מתחמם :

- כאשר טמפי' המנוע עולה מעל 90 מעלות – הורדת סל"ד
- כאשר טמפי' המנוע עולה מעל 100 מעלות **הדממה מיידית**. המנוע רותח, אטם ראש המנוע עלול להשרף. במצב זה תהיה ירידה חדה בכמות מי הקירור, ומים עשויים לחדור למערכת השמן.

כאשר המנוע מתחמם ראשית יש לבדוק באיזו מערכת התקלה :

נבדוק תחילה האם יש פליטת מים מהאגוז ?

- **יש פליטה בכמות רגילה** – תקלה במערכת הסגורה
- **אין פליטה של מי ים** – תקלה במערכת הפתוחה.

תקלות אפשריות במערכת הסגורה:

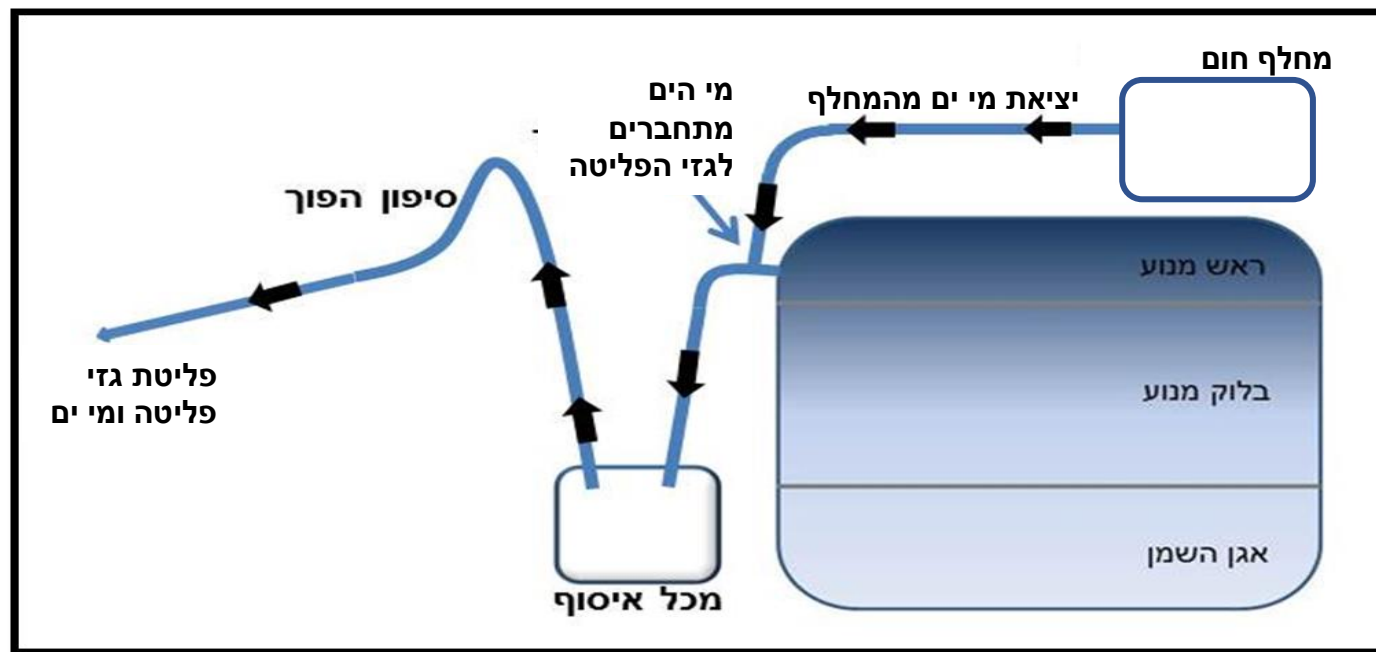
- **תרמוסטט לא תקין תקוע במצב פתוח או סגור :**
 1. פתוח - יגרום לקירור תמידי של המנוע לעבודת המנוע בטמפ' נמוכה מידי – לאורך זמן עלול להגרם למנוע נזק מצטבר עקב עבודה בטמפ נמוכה מידי
 2. סגור – ימנע סירקולציה של מי קירור לבלוק המנוע ויגרום לחימום יתר של המנוע
- **רצועת משאבה קרועה- מנוע יתחמם בשילוב עם התראת אי טעינת מצברים**
- **משאבה צנטרפוגלית (של המים המטופלים) לא תקינה – מנוע יתחמם**
- **מחסור בנוזל קירור – מנוע יתחמם**

תקלות אפשריות במערכת הפתוחה:

1. ברז מי ים SEACOCK סגור.- אין פליטת מי ים מהאגוז
2. מסנן מי ים סתום – אין פליטה או פליטה נמוכה של מי ים מהאגוז
3. משאבת מי ים לא תקינה\ אימפלור שחוק- אין פליטה או פליטה נמוכה של מי ים מהאגוז
4. מחלף חום סתום. - אין פליטה או פליטה נמוכה של מי ים מהאגוז

מערכת הפליטה - אגזוז

במנועים בעלי מערכות קירור פתוחות או משולבות, מערכת הפליטה משותפת לגזי הפליטה ולמי הים החמים.



המים מקררים את הגזים הנפלטים וכך מקטינים את נפחם ומיעלים את הפליטה.

בכדי למנוע כניסת מי ים דרך מערכת הפליטה הצינור בנוי בצורת סיפון הפוך .

מיכל האיסוף משמש גם כעמם לרעש המנוע בדומה לאגזוז ברכב

תקלה אפשרית: חור בצינורות הפליטה או במיכל האיסוף – מצב זה מסוכן כיוון שגזי הפליטה עלולים להפלט לתוך חלל המגורים בספינה ולכן יש להדמים מידית ולתקן את התקלה.

חיבור המדחף תיבת התשלובת

**Sail
la vie**
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

חיבור המדחף למנוע :

מערכת העברת התנועה מהמנוע אל המדחף. קימות שתי סוגי מערכות :
מערכת ברך ומערכת גל מדחף

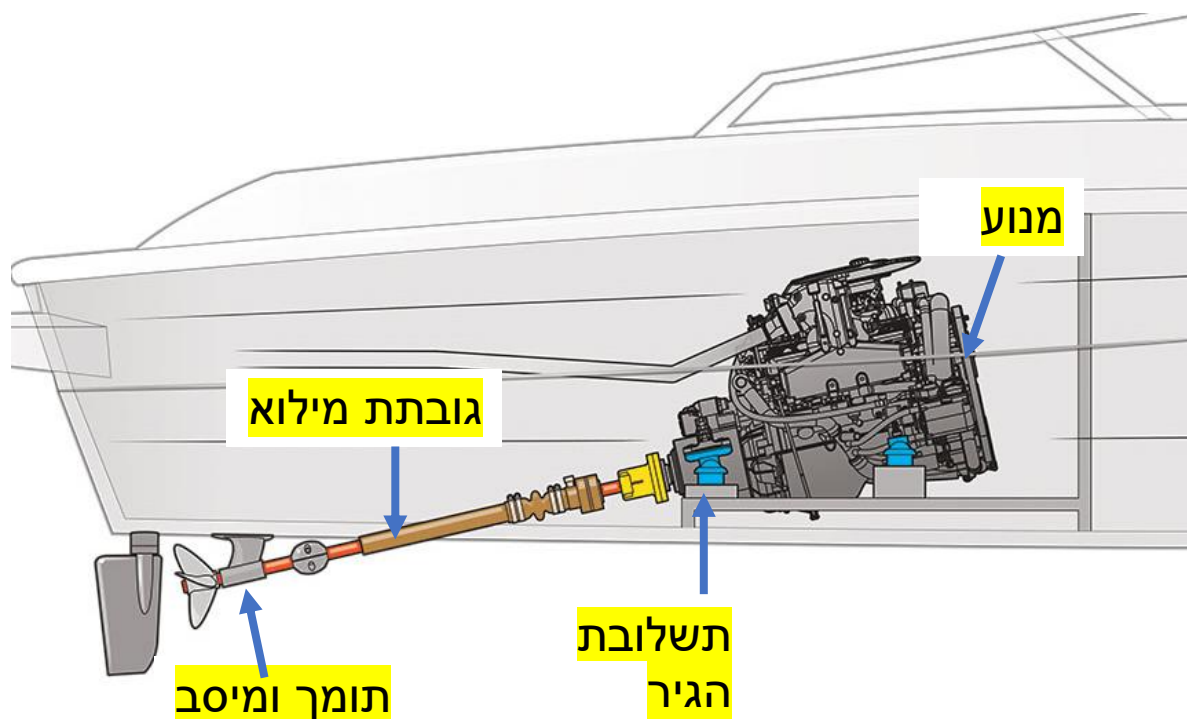
מערכת ברך (sail drive)

- המערכת בצורת ברך. מערכת זו נפוצה יותר כיום .
- **יתרונות :**
- פחות רעש ורעידות מהמנוע .
- ניצול מיטבי יותר של הספק המנוע הודות למיקום המדחף ישר ובניצב לכיוון התקדמות הספינה
- **חסרונות :**
- רגישה מאוד להיתפסות חוטי דייג וחבלים במדחף מה שעלול לגרום לקריעת אטמי הגומי (מחזירי שמן) ביציאת הציר מהברך וכניסת מי ים למכלול הברך .

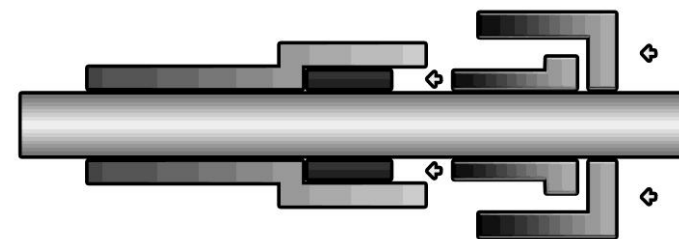


מערכת גל מדחף (shaft drive)

- המדחף מחובר באמצעות ציר ארוך למנוע שמסובב את המדחף
- יתרונות :
- אין במים חלקים המכילים שמן
- חסרונות :
- נדרש לבצע איזון לציר למניעת רעידות ורעש
- בדרך כלל הציר אלכסוני ולכן יעילות המדחף נמוכה יותר בכיוון התנועה .
- חדירת מי ים דרך אטם מעבר הגוף של הציר



גובתת מילוא:
אטימת פתח יציאת
הציר למים

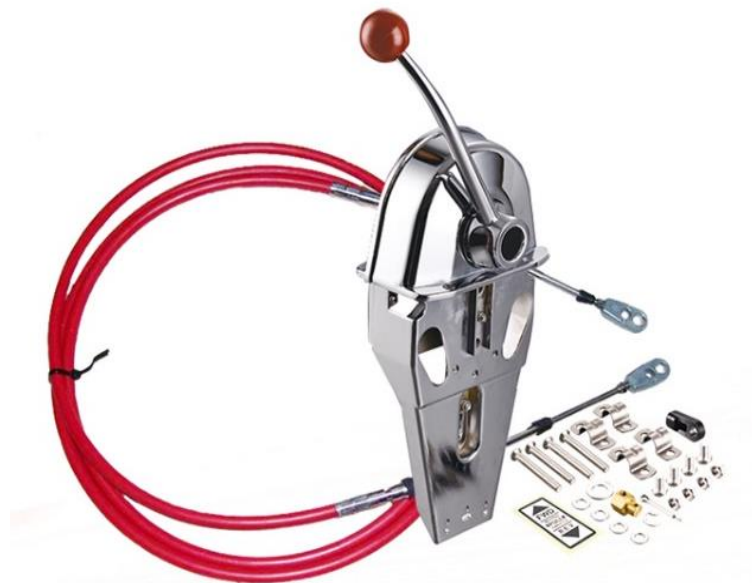


תיבת התשלובת – "הגיר"

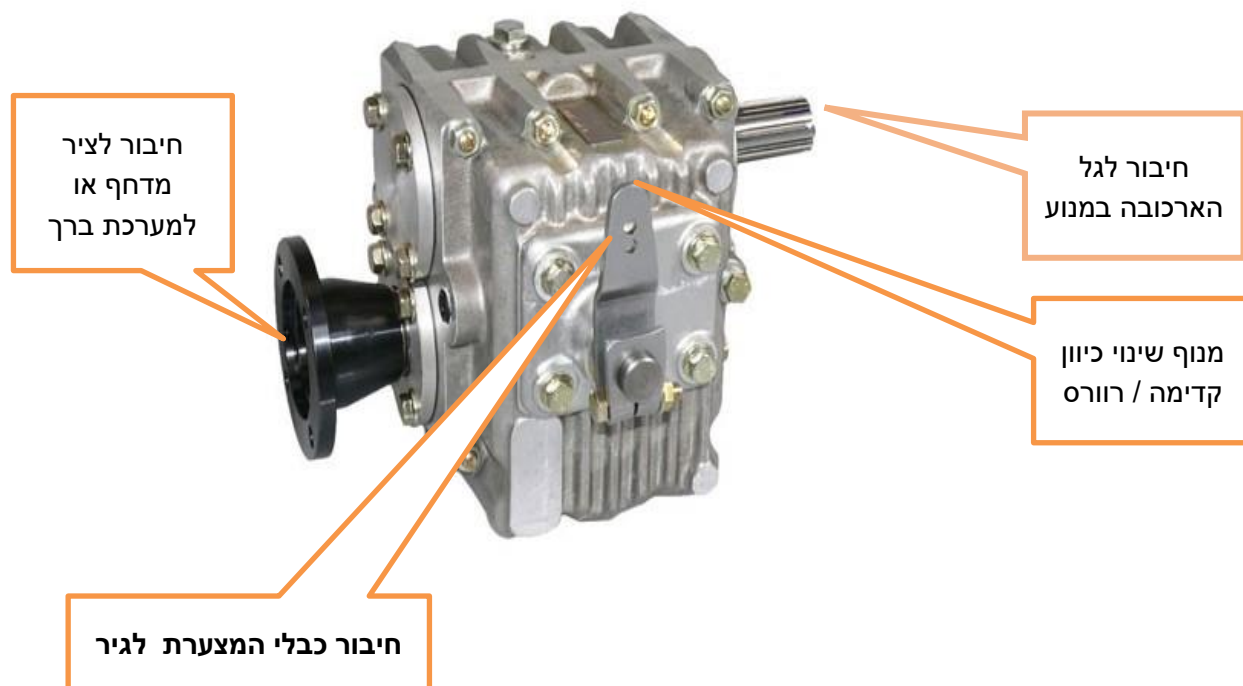
התשלובת למעשה מעבירה את התנועה הסיבובית מגלגל התנופה בקצה גל הארכובה אל ציר המדחף ומאפשרת החלפת כיוון להנעה קדימה ולרוורס.

התשלובת מפחיתה את סל"ד המנוע לכיוון המדחף ביחס קבוע המצוין על התשלובת

ידית מצערת

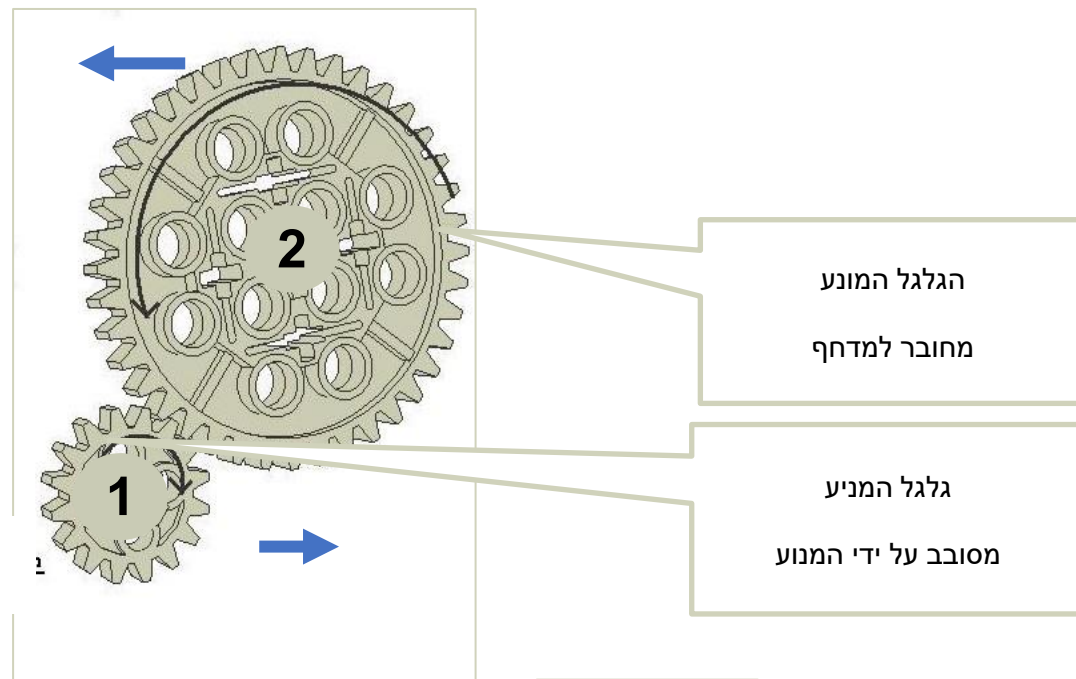
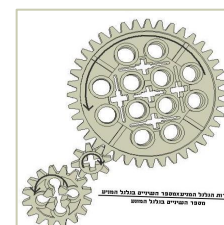


מכלול התשלובת



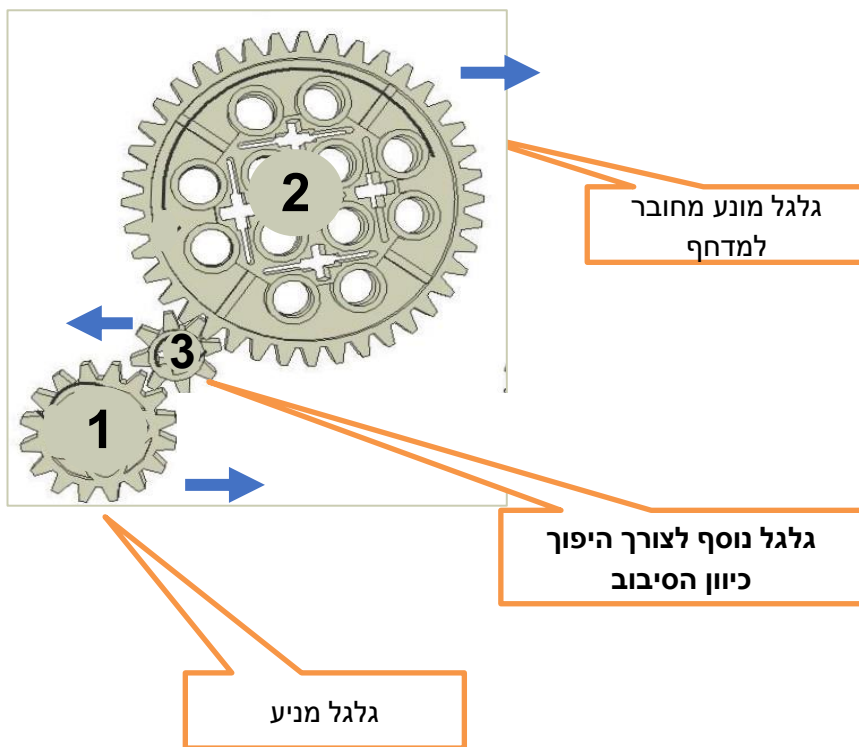
שילוב קדימה - גלגל השיניים המחובר למנוע משתלב ישירות בגלגל השיניים המסובב את ציר המדחף.
כל גלגל מסתובב לכיוון אחר.

מדחף מסתובב שמאלה



שילוב לאחור - הוספת גלגל שיניים נוסף בין גלגל השיניים המסובב על ידי המנוע לבין הגלגל המסובב את המדחף יגרום להיפוך כיוון הסיבוב של ציר המדחף.

מדחף מסתובב ימינה



ניוטרל - במצב ניוטרל גלגלי השיניים מתרחקים זה מזה, והגלגל המנוע על ידי המנוע אינו מסובב יותר את ציר המדחף.

המדחף

• חיבור המדחף לציר:

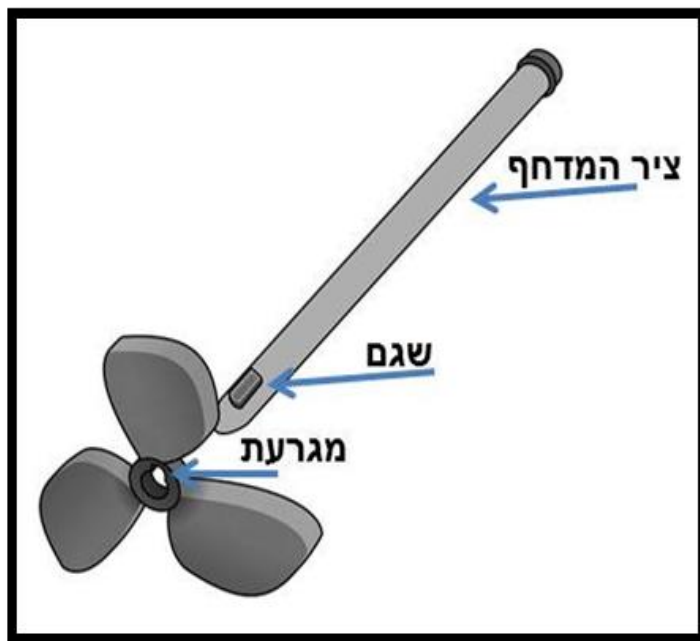
• קצה קוני – מעביר את הכוח מהמדחף לספינה

• שגם ומגרעת

• ברגים / אום ופלא אבטחה

• מידות המדחף:

קוטר המדחף – זהו למעשה מדד לכמות המים שהמדחף דוחף. על פי מדד זה נקבע כוח הדחף המתקבל מסיבוב המדחף. **הגדלת קוטר המדחף תעלה את כוח הדחף אך במקביל תעלה את עומס המנוע.**



זווית הפסיעה של המדחף – מוגדרת כמרחק אשר מתקדמת הסירה בזמן סיבוב אחד של המדחף. הפסיעה נקבעת ע"י זווית הלהבים והיא משפיעה על מהירות הסירה. **הגדלת הפסיעה תעלה את מהירות הסירה אך תעלה במקביל את העומס המנוע.**

לכל מנוע יש להתאים מדחף בעל מידות המתאימות לתכונות המנוע כך שיהיה ניצול מקסימלי של כוח המנוע. מדחף קטן מידי לא ינצל את מלוא הכוח של המנוע ואילו מדחף גדול מידי ייצור עומס יתר על המנוע.

תקלות:

- **במערכת ציר מדחף ציר לא ישר \מאוזן** – עלולות להיווצר רעידות בגוף הספינה, בתשלובת או במנוע, ואף לחדור מים דרך מערכת האטימה גובתת המילוא.



מערכת הטרוטל (מצערת):

- הינה ידית הגז השולטת בסל"ד המנוע וכיוון סיבוב המדחף.
- הטרוטל מחובר למנוע בעזרת שני כבלים : אחד המחובר לתשלובת ושולט בכיוון סיבוב המדחף והשני מחובר לווסת הדלק ושולט בסל"ד.

תקלות:

- **כבל מצערת שליטה קרוע:** ווסת הדלק והתשלובת מצוידים בידיות שליטה מקומיות בעזרתן ניתן לשלוט במנוע ללא הטרוטל.

מערכת חשמל
•
מערכת המתנע
•

**Sail
la vie**
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

מערכת החשמל

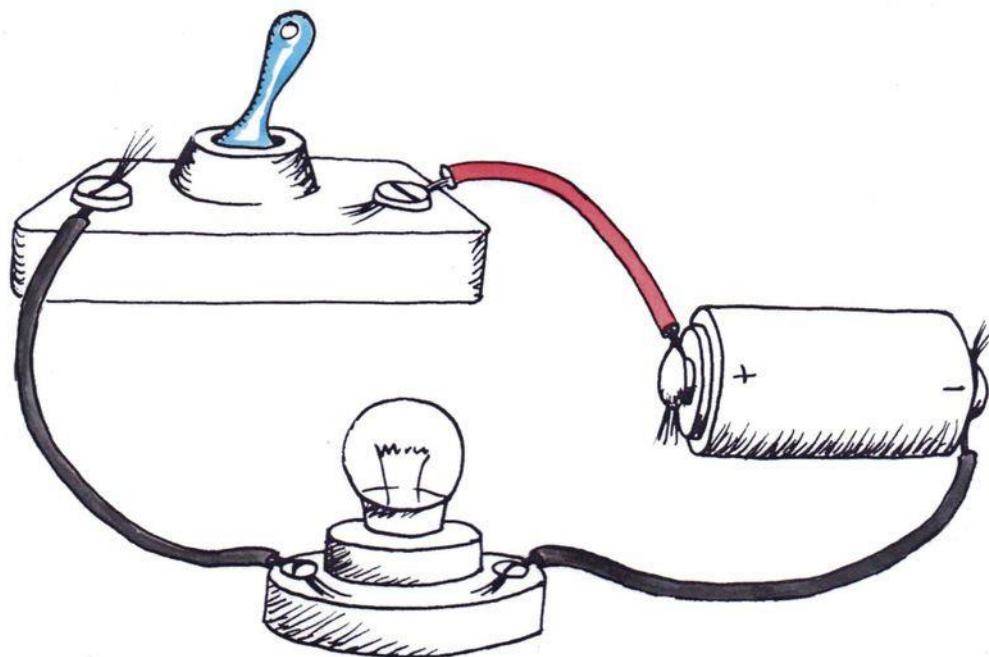
הגדרות :

• מתח חשמלי:

הינו הפרש פוטנציאל חשמלי בין שתי נקודות. כאשר נמקם מוליך בין שתי נקודות בעלות פוטנציאל חשמלי, ייוצר זרם חשמלי – תנועת אלקטרונים . **מתח נמדד ביחידות וולט ומסומן באות V.**

• זרם חשמלי:

הינו תנועה של מטענים חשמליים בתוך המוליך המחבר את שתי הנקודות שבניהם קיים הפרש פוטנציאלים . **זרם נמדד ביחידות אמפר ומסומן באות A.**

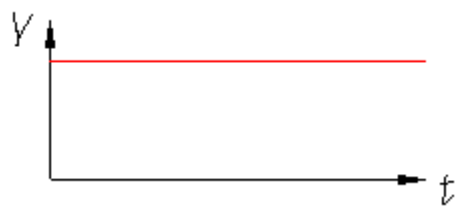


מערכת החשמל

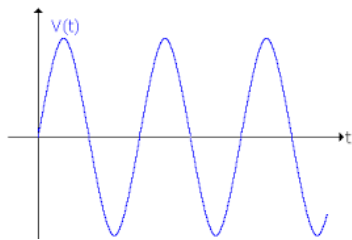
- **קיבולת:** האנרגיה של המצבר כלומר הקיבולת מצביעה על כמות הזרם שניתן לצרוך מהמצבר ליחידת זמן עד להתרוקנות המצבר **הקיבולת נמדדת ביחידות של אמפר שעה AH**
- **הספק חשמלי :** הספק חשמלי של מכשיר הוא כמות האנרגיה החשמלית ליחידת זמן הנכנסת אליו ומומרת בו לצורות אחרות של אנרגיה **הספק חשמלי נמדד ביחידות W וואט.**

• סוגי זרם:

- **זרם ישר:** הינו זרם בעוצמה קבועה שלא משתנה לאורך זמן . דוגמה לזרם זה הינה סוללה.
- זרם זה מסומן באותיות **DC**.



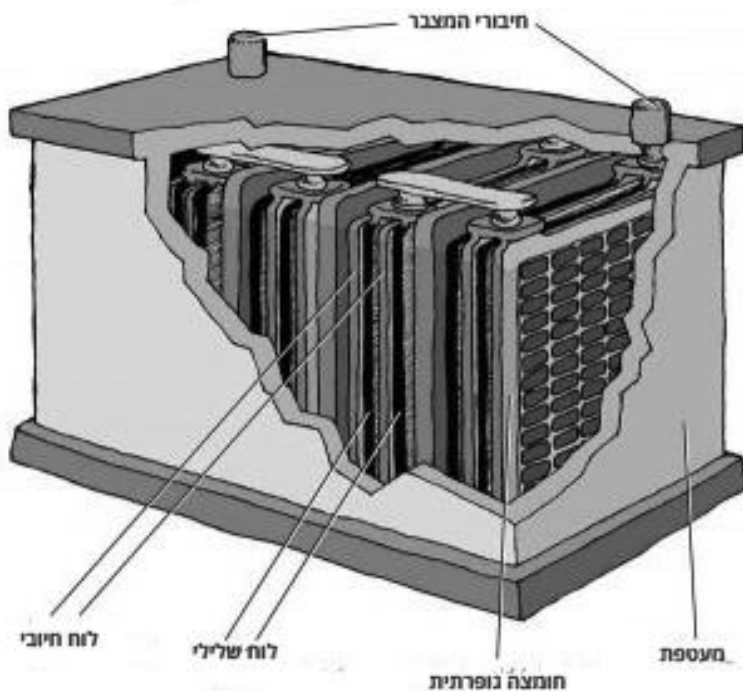
- **זרם חילופין :** הינו זרם בו כיוון הזרם מתחלף באופן קבוע. סוג זרם זה משמש אותנו במערכת החשמל הביתית.



- זרם זה מסומן באותיות **AC**.

הזרם בספינה :

- מצברי היאכטה מספק מתח ישר **12V DC**.
- כל מכשירי הספינה המיועדים להפעלה תוך כדי הפלגה עובדים במתח של 12 V DC
- קו מתח החוף מספק לנו מתח חשמלי מסוג מתח **חילופין** של רשת החשמל כמו בבית – **220V AC** וכאשר אנו מחוברים למתח החוף במרינה נקבל גם מתח חילופין בשקעי היאכטה
- מתח החוף טוען את המצברים באמצעות יחידת מטען מצברים שממירה את מתח הרשת למתח מתאים לטעינת מצברי הספינה , והמכשירים בספינה מופעלים על ידי המצברים .
- ניתן להתקין ביאכטה ממירים של מתח 12 V DC מהמצברים למתח 220V AC המתאים למכשירי החשמל הביתיים .
- ניתן להתקין בספינות גדולות יחידות גנרטור שיספקו לנו מתח 220V AC . להפעלת מכשירים ביתיים גם בלב ים .



המצבר

תפקיד המצבר : אספקת זרם חשמלי להנעת המנוע ולהפעלת הצרכנים השונים כאשר המנוע דומם.

- המצבר הוא למעשה סוללה המחולקת ל- 6 תאים. כל תא מספק 2V וביחד כולם מספקים 12V. **מתח ישר DC**
- התאים בנויים מלוחות עופרת הטעונים חיובי ושלילי לסירוגין.
- החלל בין התאים מלא בחומצה גופרתית המהולה במים מזוקקים. נוזל זה מהווה את האלקטרוליט – החומר המוליך בין הלוחות .
- יצירת חשמל בדרך זו מכונה תהליך אלקטרו כימי .
- בתהליך כימי זה נוצרים אדים המשתחררים מחלל המצבר דרך חורים זעירים המצויים על פקקי המצבר.
- בדומה למצבר הרכב, למצבר יש שני קטבים : חיובי ושלילי. השלילי יהיה תמיד דק יותר.
- כיום ישנם מצברים מתקדמים יותר כגון מצברי ג'ל או ליתיום הדורשים פחות אחזקה, יותר בטוחים לשימוש ומאריכי חיים

למצבר שני הדקים (חיבורים):

- **חיובי** - בדרך כלל יהיה עבה יותר יסומן ב (+) יהיה צבוע אדום
- **שלילי** - בדרך כלל יהיה דק יותר, יסומן ב (-) יהיה צבוע שחור

אחזקה:

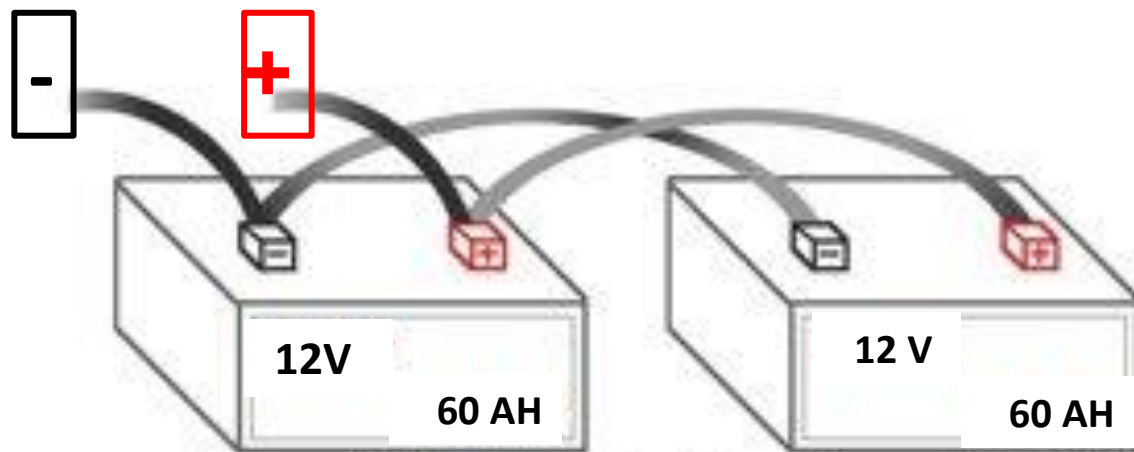
- יש לחבר היטב את המצבר פיזית למקומו בספינה, למניעת טלטולים.
- יש לחבר היטב את חיבורי החשמל של המצבר ולצפות אותם בחומר סיכה המגן עליהם מפני שיתוך.
- יש לשמור את המצבר במקום מאוורר ולשמור את חורי האוורור נקיים תמיד.
- אחת לתקופה יש לבדוק את ריכוז התמיסה במצבר בעזרת **הידרומטר**.
- גובה התמיסה במצבר צריך להיות ס"מ 1 מעל לוחיות העופרת . במידה והתמיסה יורדת יש להשלים במים מזוקקים.

חיבור מצברים זה לזה

ישנם שתי שיטות לחיבור מצברים אחד לשני: חיבור טורי וחיבור מקבילי, מכל שיטה נקבל מתח, וולט וקיבולת שונים.

- **חיבור מקבילי:** פלוס לפלוס ומינוס למינוס. בחיבור זה הקיבולת תהיה סכום הקיבולת של שני המצברים ואילו המתח יהיה זהה למתח של מצבר יחיד.
לדוגמה: בחיבור מקביל של שני מצברים בעלי מתח של 12V וקיבולת של 60AH אמפר כל אחד, נקבל מתח כללי של 12V וקיבולת של 120 אמפר שעה.

חיבור מקבילי של מצברים

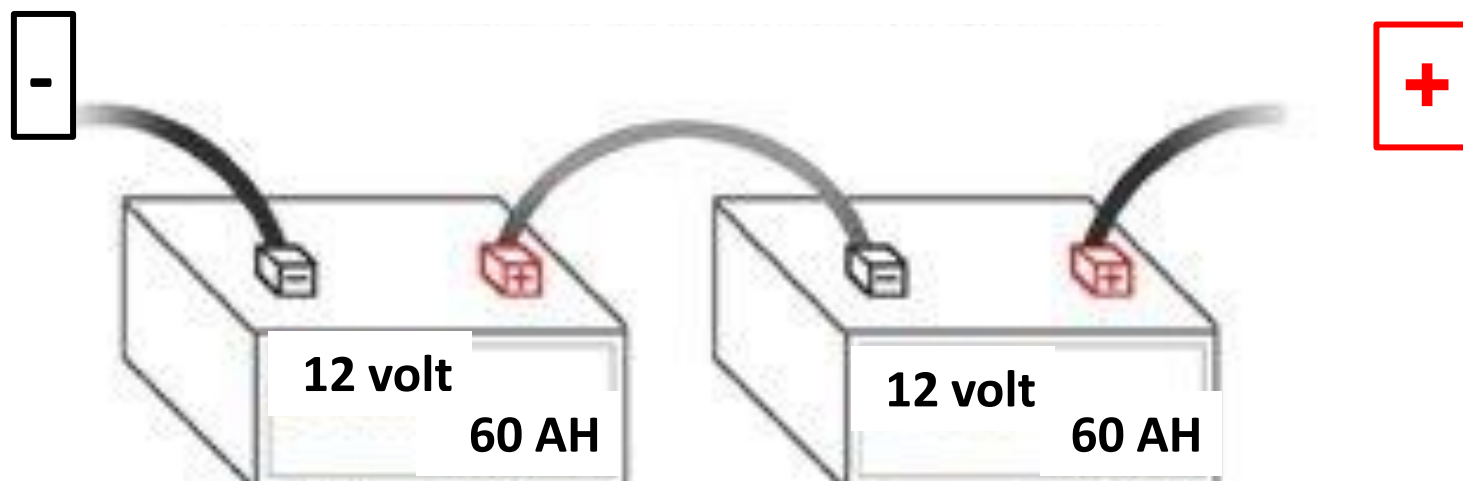


במערכת הכללית קיבולת = סכום הקיבולות מתח ללא שינוי
12 volt 120 AH

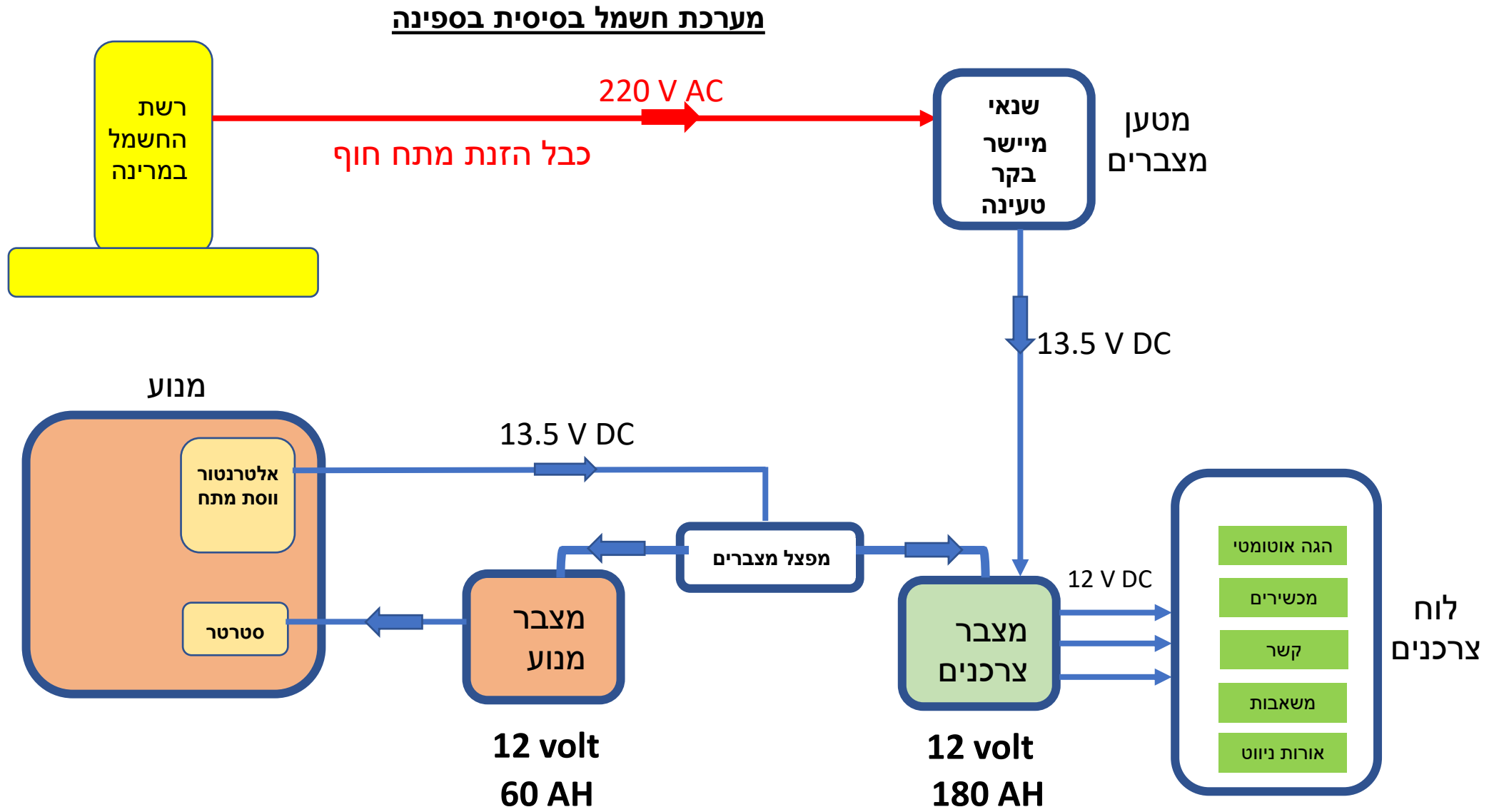
- חיבור טורי:** המצברים מחוברים פלוס למינוס. במצב זה מתח המצברים יהיה סכום מתח שני המצברים ואילו הקיבולת תהיה זהה לקיבולת של מצבר אחד.

לדוגמה: בחיבור טורי של שני מצברים בעלי מתח של 12V קיבולת של 60 אמפר, נקבל מתח של 24V וקיבולת של 60 אמפר.

חיבור טורי של מצברים



במערכת הכללית מתח כללי = סכום המתחים וקיבולת ללא שינוי
 24 volt 60 AH



רכיבי מערכת החשמל בספינה :

אלטרנטור – האלטרנטור הוא דינמו המייצר מתח מתנועה סיבובית של המנוע על האלטרנטור ישנו ווסת מתח הדואג למתח קבוע ויציב לטעינת המצברים (האלטרנטור טוען את המצברים רק כאשר מנוע הספינה עובד וציר האלטרנטור מסתובב על ידי הרצועה)

• שתי מערכות מצברים נפרדות :

- 1. מצבר התנעה** – מצבר המשמש רק להנעת המנוע ומחובר לסטרטר החשמלי
- 2. מצבר צרכנים** : בדרך כלל מצבר זה יהיה בקיבולת גדולה יותר כדי להספיק להרבה שעות הפעלה של כל הצרכנים בספינה . או חיבור של מספר מצברים במקביל לקבלת קיבולת גבוהה

- מערכת מתח חוף** : כבל מתח לרשת החשמל , המספק לספינה מתח 220V AC , יחידת מטען מצברים הכוללת : שנאי מיישר ובקר טעינה .

- **מטען מצברים ובקר טעינה** – תפקידו להמיר את מתח הרשת מהחוף 220 V AC למתח מתאים לטעינת המצברים 13.5 – 13.8 V DC ולבקר על תהליך הטעינה .
 - **לוח צרכנים** – לוח שליטה באספקת החשמל לצרכנים השונים.
 - **נתיך – (פיוז)** לכל מערכת יש נתיך המגן עלייה מפני זרם גבוה מידי כתוצאה מקצר או עומס יתר . בעומס גבוה הנתיך מנתק את אספקת הזרם למערכת . יש להחליפו בנתיך זהה או לחדש את פעולתו רק לאחר תיקון מקור עומס היתר. לכל נתיך יש מידת זרם קבועה בה הוא מנתק את המערכת .
- טעינת המצברים:**
- **במרינה בחיבור למתח חוף :** ע"י מתח חוף. מתח החוף מומר ע"י מטען המצברים המכיל שנאי, מיישר מתח ובקר טעינה לכיוון סופי של המתח למתח הטעינה הנדרש – 13.5 – 13.8 V DC.
 - **בהפלגה בים :** ע"י האלטרנטור. האלטרנטור יוצר זרם חשמלי AC מתנועת הרצועה. הזרם עובר דרך מיישר אשר הופך את הזרם לזרם ישר, DC, ומווסת את המתח לטעינת המצברים.
 - בעת שימוש בצרכנים עם מנוע דומם, יש להניע מנוע אחת לפרק זמן בכדי לא לרוקן את המצברים. כנ"ל בעת עבודה עם צרכנים בעלי הספק גבוה כגון כננת עוגן.

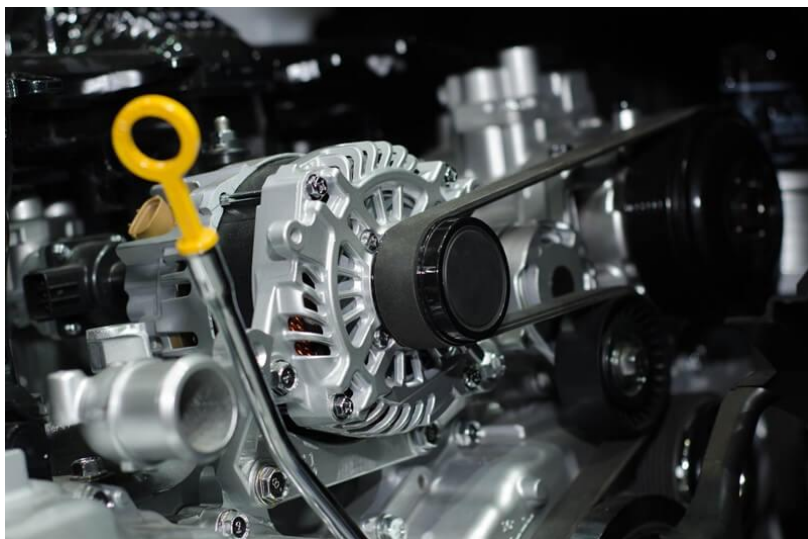
מערכת התנעת המנוע – סטרטר

- אספקת מתח למנוע הסטרטר החשמלי באמצעות מתג או מפתח
- שילוב ציר מנוע הסטרטר בגלגל התנופה יגרום לסיבובו
- גל הארכובה יסתובב כתוצאה מסיבוב גלגל התנופה
- הבוכנות יעלו וירדו ויווצרו תנאי לחץ להנעת המנוע
- במנוע דיזל ירוסס סולר לצילנדר והמנוע יונע בהצתה עצמית
- במנוע בנזין תסופק תערובת והיא תוצת באמצעות המצתים (פלגים)
- לאחר ההנעה ציר מנוע הסטרטר מתנתק מגלגל התנופה



מומלץ לצפות בסרטון

" אופן פעולה מנוע הסטרטר ומערכת ההתנעה "



אלטרנטור



מטען מצברים



מפצל מצברים



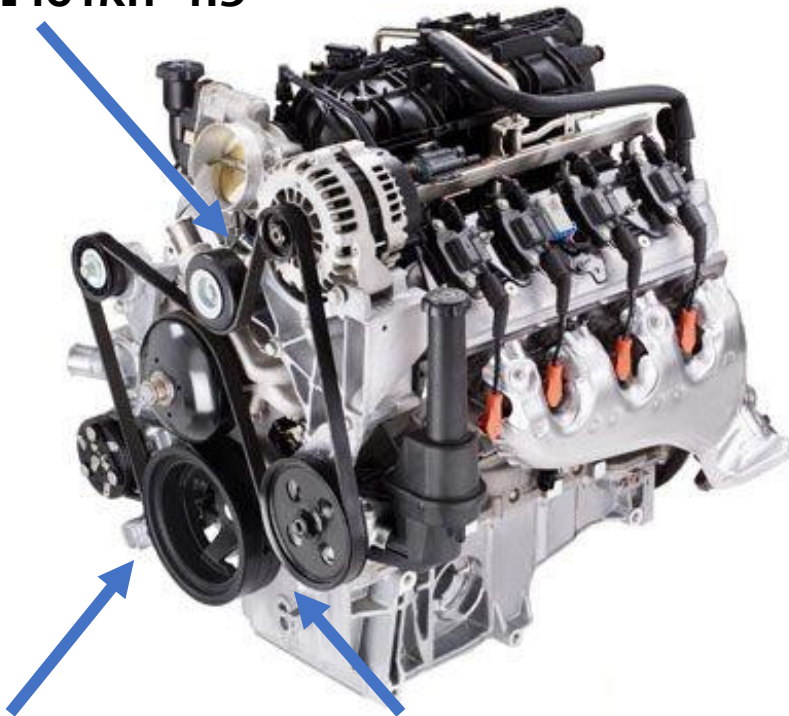
מנוע סטרטר

בקרה על צריכת חשמל ביאכטה:

- **שעון מתח:** מראה את מצב טעינת המצבר. על המצברים להיות טעונים ביותר מ $12V$. כאשר המד מראה על מתח נמוך מכך יש להניע את המנוע.
- כאשר המצבר בטעינה מלאה ואף צרכן אינו עובד עדיין תהיה פריקה של 1 אמפר לשעה. זוהי פריקה נורמאלית של המצברים ולא תקלה.
- כאשר צרכן גדול עובד, טבעי שתהיה ירידה קלה בטעינת המצבר. ירידה משמעותית, פירושה שהמצבר עומד להתרוקן או שיש תקלה בטעינה.
- **שעון זרם:** מראה את צריכת הזרם של הצרכנים השונים ביחידות אמפר.



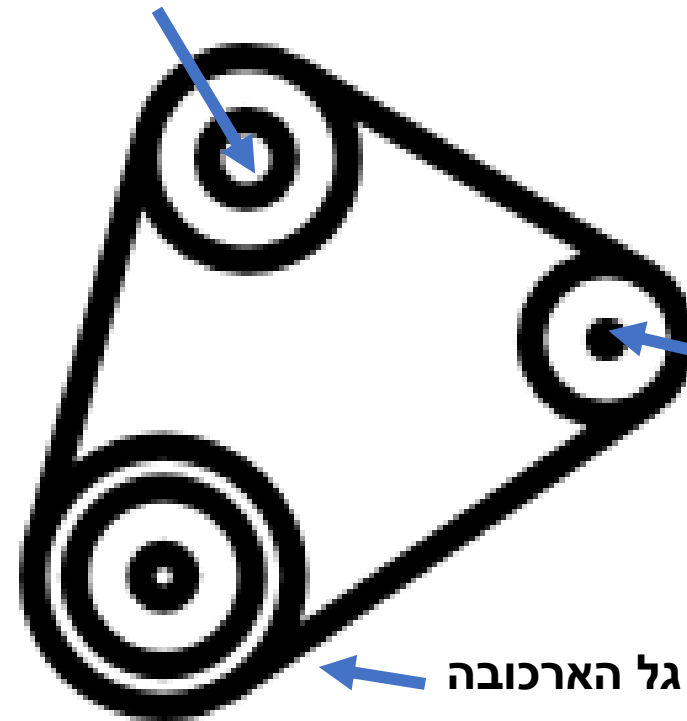
פולי האלטרנטור



פולי גל הארכובה

פולי משאבת המים

פולי משאבת המים



פולי האלטרנטור

פולי גל הארכובה

רצועת הנעת המכלולים (אלטרנטור, משאבת מים מטופלים) :

- משמשת להנעת מכלולי עזר במנוע: אלטרנטור ומשאבת מי הקרור.
- מונעת על ידי הפולי (גלגל) הראשי המחובר לגל הארכובה ומניעה את גלגלי ההנעה של האלטרנטור ומשאבת המים המטופלים .
- במידה והרצועה תיקרע או תהייה רופפת מידי לא יסתובבו גלגלי ההנעה של האלטרנטור ומשאבת המים כנדרש ונקבל התראות חוסר טעינה ובהמשך גם התראת חוסר מנוע

תקלות שכיחות במערכת חשמל :

- סטרטר לא מסתובב:**

1. **מצבר חלש מידי לסיבוב הסטרטר** – נשמעת נקישה, נקישה זו היא התחברות גלגל השיניים של הסטרטר לגלגל התנופה אך אין מספיק זרם לסיבוב את גלגל התנופה .
2. **תקלה מכנית בצילינדרים** – מנוע תפוס גל הארכובה תקוע .
3. **תקלה במנוע הסטרטר עצמו.**

- אין טעינה**

1. **רצועה רופפת \קרועה** – כאשר הרצועה אינה מתוחה כראוי היא מחליקה על גבי הפולים של משאבת המים והאלטרנטור ואינה מספקת להם את כוח ההנעה הנדרש. פולי האלטרנטור קטן יותר מפולי משאבת המים ולכן במקרה של רצועת רופפת קודם תפגע הטעינה ורק לאחר מכן תפגע יכולת הקירור של משאבת המים ותגרום להתחממות המנוע.
 2. **אלטרנטור לא תקין .**
- מערכת חשמלית לא עובדת – בדירת נתיך המערכת לשלמות**

- בעת תקלה במערכת החשמל יש להשאיר את המנוע מונע ולהפעיל מינימום צרכנים. אין לכבות צרכנים חיוניים כמו אורות ניוט, GPS, משאבת שיפוליים וכו'.
- הפעלה של כמה צרכנים גדולים במקביל עשויה לרוקן את המצבר. לכן נפעיל אותם רק כאשר המנוע מונע והטעינה תקינה. צרכנים גדולים הם : מכ"ם, שידור בקשר, משאבות, כננת עוגן .
- **מנוע דיזל יכול לעבוד ללא חשמל!** (היות ואין לו פלגים וההצתה מבוצעת בהתלקחות עצמית , במנוע דיזל נדרש מתח רק לצורך ההנעה הראשונית על ידי הסטרטר ולכן אם המנוע כבר עובד ויש תקלת מתח **לא נכבה את המנוע** . צריך לקחת בחשבון שבמקרה כזה מערכת ההתראות של המנוע לא תעבוד משום שלכך נדרש מתח להפעלת החיוויים .
- **מנוע בנזין לא יעבוד ללא מתח :** היות ונדרש כל הזמן מתח לפעולת הפלגים בצילנדרים כדי להצית את התערובת

- בדיקות מנוע
- הגנה מקורוזיה
- המרת מידות
- תקלות מנוע שכיחות

**Sail
la vie**
מועדון יאכטות ובי"ם לשייט

הגנה מקורזיה (הגנה קטודית):

• מתכת הבאה במגע עם מי ים לתקופה ממושכת עוברת תהליך חמצון הגורם לקורזיה

סוגי הגנה מקורזיה:

• **צביעה** : יוצרת שכבת בידוד בין המתכת למים

• **הגנה קטודית פאסיבית** – אבץ : אבץ הינו מתכת "חלשה" יותר מבחינת קשרים כימיים והוא יתפרק לפני מתכות אחרות. כאשר נצמיד אבץ למתכת אחרת הוא יתחמצן לפנייה. כל עוד יש אבץ הוא יעבור חמצון ולא המתכת.

• נצמיד גוש אבץ לכל חלק מתכתי בספינה המצוי מתחת לפני המים.

• את גושי האבץ נחליף בחדשים בכל הספנה.

• **הגנה קטודית אקטיבית** : הגנה המבוססת על מתח חשמלי. מערכת זו מתאימה לכלי שייט הבנויים מתכת ואינה מתאימה ליאכטות העשויות פיברגלס או עץ.



בדיקות מנוע

בדיקות לביצוע לפני הנעת המנוע

- בדיקת נוזלים: שמן, מים ודלק
- בדיקת רצועה
- לוודא כי ברז מי ים פתוח – SEACOCK
- לוודא כי ידית המצערת במצב נוטרל

בדיקות לביצוע אחרי הנעת המנוע

- לחץ שמן
- פליטה – מערכת קירור
- זרם וטעינה
- לפני שיחרור הספינה מחבלי הרתיקה בדיקת הצמדות לגיר (שילוב קדימה ולאחור ולוודא תגובה של הספינה)

חלקי חילוף מומלצים להחזקה ביאכטה:

מסננים, שמן מנוע, שמן גיר, מי קירור, אימפלור, רצועות, אטמים, צינורות וסגרים.

תקלות מנוע שכיחות

תופעה	פיתרון אפשרי
מנוע לא מניע – נשמעת נקישה בלבד או סיבוב איטי של הסטרטר	מצבר חלש או חיבורי המצבר רופפים
מנוע לא מניע – סטרטר מסתובב	בעיית דלק – חדירת אוויר למערכת נדרש לבצע פריימינג
מים אינם נפלטים מצינור הפליטה	ברז מי ים סגור – תקלה במערכת המים הפתוחה כמו אימפלור שחוק
מנוע לא מגיע לטמפרטורת עבודה מתחמם לאט מידי	טרמוסטט תקוע במצב פתוח ומאפשר קירור קבוע במצב זה יגרם למנוע נזק לאורך זמן
רעידות במנוע ובגוף הספינה	חוסר קוויות בציר המנוע בדרך כלל יגרום לכניסת מים ממערכת אטימת הציר גובתת מילוא
מנוע מניע בנוטרל ובעת שילוב נכבה מיד	מדחף תפוס – חבל או שקית במדחף
עליית סלד בלתי נשלטת	כיבוי המנוע מיידית על ידי חניקת כניסת האוויר למנוע. גורם אפשרי תקלה בווסת הסיבובים או בכבל בין המצערת לווסת



המרת מידות

•

Sail
la vie
מועדון יאכטות ובי"ם לשוייט

המרת מידות

במדינות שונות נהוג להשתמש ביחידות מידה שונות למדדים כגון : לחץ, נפח, טמפרטורה, ומידות אורך ולכן לפעמים נצטרך להשתמש בנוסחאות המרה
אין צורך לזכור את הנוסחאות בעל פה

יחידות לחצים

1 atm	1 בר
14.7 PSI	1 atm
0.07 atm	1 PSI

נוסחאות המרה:

מאטמוספירה ל – PSI : $PSI = 14.7 \times \text{אטמוספירה}$

מ – PSI לאטמוספירה : $PSI \div 14.7 = \text{אטמוספירה}$

יחידות טמפרטורה:

ישראל ואירופה – צלזיוס	ארה"ב – פרנהייט
°0C	32 F
100 °C	212 F

נוסחאות המרה:

מצלזיוס לפרנהייט: $(C \times 1.8) + 32 = F$
מכפילים את הטמפי בצלזיוס ב- 1.8 ומוסיפים - 32.

מפרנהייט לצלזיוס: $(F - 32) \div 1.8 = C$
מחסירים 32 מהטמפי בפרנהייט ומחלקים את הכל ב- 1.8

לדוגמא: 176 מעלות פרנהייט הם 80 מעלות צלזיוס

הספק:

- הספק מוגדר כעבודה ליחידת זמן
- הספק נמדד ביחידות של וואט או ביחידות של כח סוס
- . וואט הינה יחידה של אנרגיה לזמן – 1 וואט 1 שווה לג'אול (יחידת אנרגיה) לשנייה.
- 1 כוח סוס שווה ל- 746 וואט \ 0.75 קילו וואט (1000 וואט).

• המרה:

- 1 כוח סוס = 0.75 קילו וואט
- 1 קילו וואט = 1.33 כוח סוס
- מעבר מכוח סוס לקילו וואט: $\text{כוח סוס} \times 0.75 = \text{קילו וואט}$
- מעבר מקילו וואט לכוח סוס: $\text{קילו וואט} \div 0.75 = \text{כוח סוס}$

לדוגמא : 250 כוח סוס הם 186 קילוואט

מרחק

$$1 \text{ אינץ'} = 2.54 \text{ ס"מ} = 25.4 \text{ מ"מ}$$

$$\text{מעבר מס"מ לאינץ': אינץ} = 2.54 \div \text{ס"מ}$$

$$\text{מעבר מאינץ' לס"מ: ס"מ} = 2.54 \times \text{אינץ}$$

נפח:

$$1 \text{ גלון אמריקאי} = 3.8 \text{ ליטר}$$

$$1 \text{ גלון אנגלי} = 4.5 \text{ ליטר}$$

$$1 \text{ קוב} = 1 \text{ מטר מעוקב} = 1000 \text{ ליטר.}$$

$$\text{לדוגמא : } 1 \text{ מטר מעוקב} = 1000 \text{ ליטר}$$

$$5 \text{ מטר מעוקב} = 5000 \text{ ליטר}$$

ערכים חשובים שנדרש להכיר

טמפ' מנוע			
טמפ' בצלזיוס	טמפ' בפרנהייט	מצב מנוע	תפעול
C 70 – 90	F 158 – 194	תקין	אין צורך
C 90 – 100	F 194 – 212	מנוע חם	הורדת עומס ובדיקת מערכת קירור
מעל C 100	מעל F 212	מנוע רותח	הדממה מיידית

לחץ שמן מנוע - , תקין בין 2 ל- 5 אטמוספרות	
אטמוספרות / atm / בר	PSI
2	29.4
5	73.5