

# מערכות עבודה פנאומטיות



שמש אלפרד  
מהנדס אנרגיה, גז טבעי ונפט



# מערכת פנאומטית

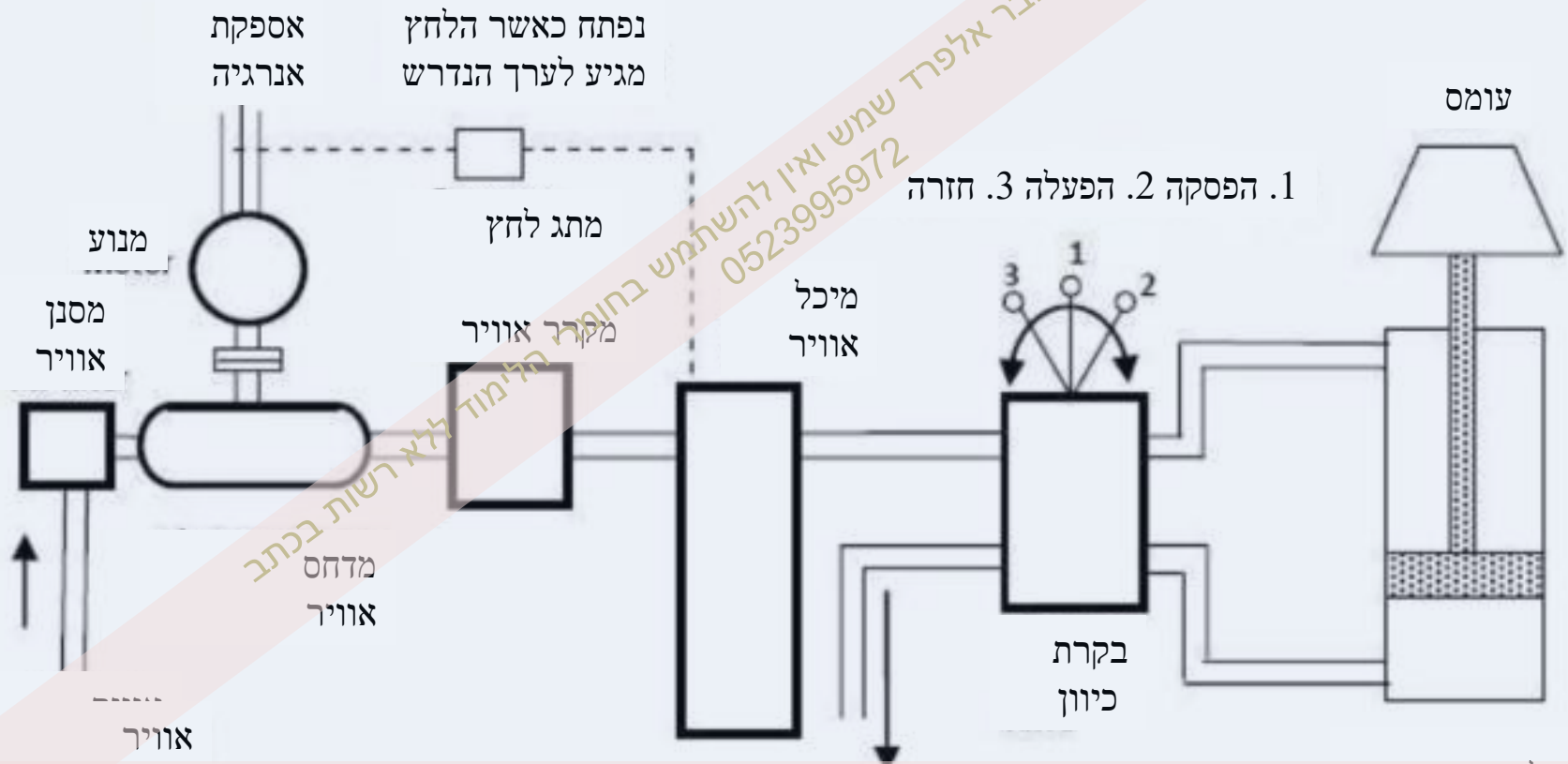
- מערכת פנאומטית (באנגלית Pneumatic System) היא שיטת עבודה להפעלה מכאנית של אלמנטים, כלים ומכונות באמצעות **גז דחוס**, בדרך כלל אוויר דחוס. לעומת ההידראוליקה שמתבססת על נוזלים, **פנאומטיקה מתבססת על גזים**
- הגז הדחוס הוא אנרגיה פוטנציאלית. המיושמת במפעלי תעשייה רבים
- **השימוש הנפוץ ביותר בתחום הפנאומטיקה הוא בייצור סידרתי במיוחד בתהליכים אוטומטיים או חצי אוטומטיים (לדוגמא: אג'זה, שינוע)**
- באמצעות שיטה זו והיתרונות הם:
  - ניתן להפעיל **מערכות רבות במקביל**
  - משאב זמין ובחינם: פנאומטיקה בורכתה מבוססת על **אוויר – משאב חופשי**, המוזל משמעותית את עלויות העבודה
  - **בטיחות: האוויר אינו דליק**. לכן השימוש בשיטה זו הינו בטיחותי בהשוואה לשיטות אחרות אשר משתמשות בגזים אחרים. אין נזק לסביבה במקרה של נזילה
  - **תפעול קל**: מערכות פנאומטיות הינן **קלות לתפעול** ותחזוקה. ניתן להחליף כל רכיב ורכיב במערכות אלו
  - **גודל**: רוב המערכות הפנאומטיות הינן **קטנות וניידות**
  - סביבת **עבודה נקייה**: מערכות פנאומטיות אינן מזהמות. מאפשרות עבודה בסביבה נקייה ומסודרת ואין נזק לסביבה במקרה של נזילה
  - **עלויות נמוכות**: החל משלב התכנון ועד שלב ההתקנה והתפעול של המערכות הפנאומטיות כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב
  - **אורך חיים גדול**: מערכות פנאומטיות מחזיקות זמן רב

# מערכת פנאומטית

• מערכת פנאומטית לרוב מורכבת מהרכיבים הבאים:

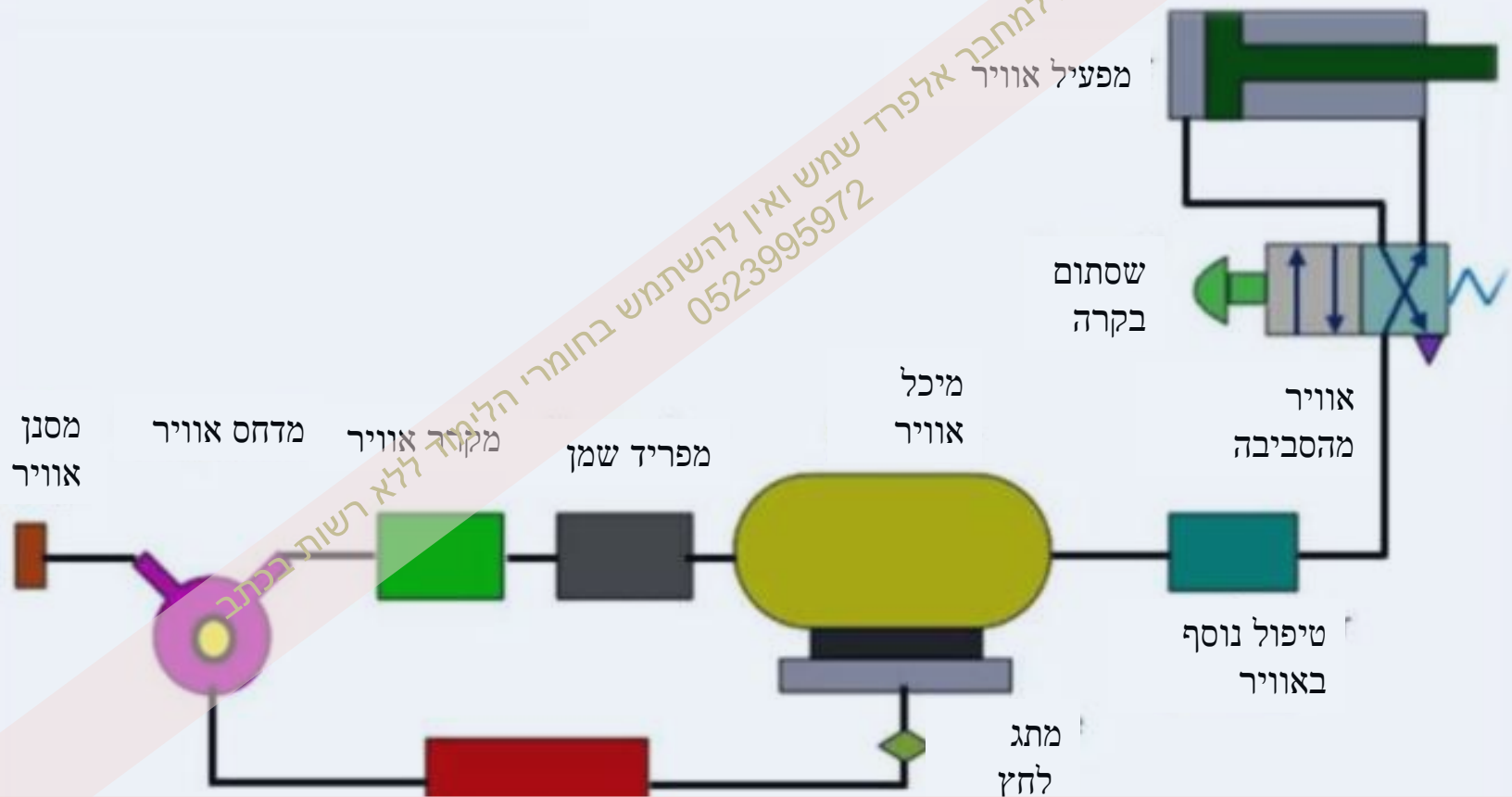
– **מדחס** (קומפרסור), בלון או מיכל לאחסון גז

– **וסת** (לויסות), שסתום סולנואיד, בוכנה ו/או מנוע. המערכת מופעלת באמצעות לחץ אוויר ויוצרת לחץ גבוה אשר גורם לפעולת המתקן



# מערכת פנאומטית

- מערכת פנאומטית לרוב מורכבת מהרכיבים הבאים:
  - מדחס (קומפרסור), בלון או מיכל לאחסון גז
  - וסת, שסתום סולנואיד, בוכנה ו/או מנוע. המערכת מופעלת באמצעות לחץ אוויר ויוצרת לחץ גבוה אשר גורם לפעולת המתקן



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

# מערכת פנאומטית

## לחץ אוויר

- כדי להשתמש בציוד פנאומטי, יש צורך חיוני במדידת לחץ מדויקת. זה נעשה באמצעות מדי לחץ, המכונים בתעשייה גם "שעוני לחץ".
- יחידת המידה
- יחידת המידה הבסיסית ללחץ אוויר היא בר (bar) מערכות בינלאומיות משתמשות ביחידת פסקל – ניוטון אחד למ"ר. בר אחד = 100 אלף פסקל.
- מידה נפוצה נוספת היא פי-אס-איי (PSI) שמשמעות שמה הוא פאונדים לאינץ' ברבוע. 1 בר = 14.5 PSI. בנוסף, PSI אחד = 6,894 פסקל.
- יחידת ה- PSI הבינלאומית נפוצה ויעילה במיוחד למדידת לחץ אוויר של צמיגים במכוניות, כאשר PSI 30-35 נחשב הלחץ הסטנדרטי במרבית הרכבים הפרטיים.

# מערכת פנאומטית

## יתרונותיה

- (1) יעילות גבוהה – שימוש באוויר דחוס לא מוגבל במרחק וניתן בקלות לשינוע
- (2) עמידות ואמינות גבוהות – המערכת לא תינזק בקלות
- (3) תכנון פשוט- מתאים במיוחד במערכות בקרה פשוטות
- (4) מתאימה לעבודה בסביבה קשה- האוויר הדחוס פחות מושפע מטמפ' גבוה, אבק, וקורוזיה וכד'
- (5) בטיחותי – יכולת עבודה בסביבה דליקה ללא צרימת התפצצות
- (6) ניתן בקלות לברור את המהירות המתאימה
- (7) ידידותי לסביבה – העבודה עם המערכת הפניאומטית איננה מזהמת
- (8) עלויות המערכת דיי נמוכות

# מערכת פנאומטית

יתרונותיה - המשך

(8) עלויות המערכת דיי נמוכות

(9) במערכת מותקנים היישנים אשר מבטיחים את הגעת החומרים ליעדן בצורה בטוחה

(10) עם הגדרת אלגוריתמים וחוקים, המערכת מונעת טעויות אנוש בכך שלא מאפשר לבצע פעילות בין שתי תחנות לא מורשות.

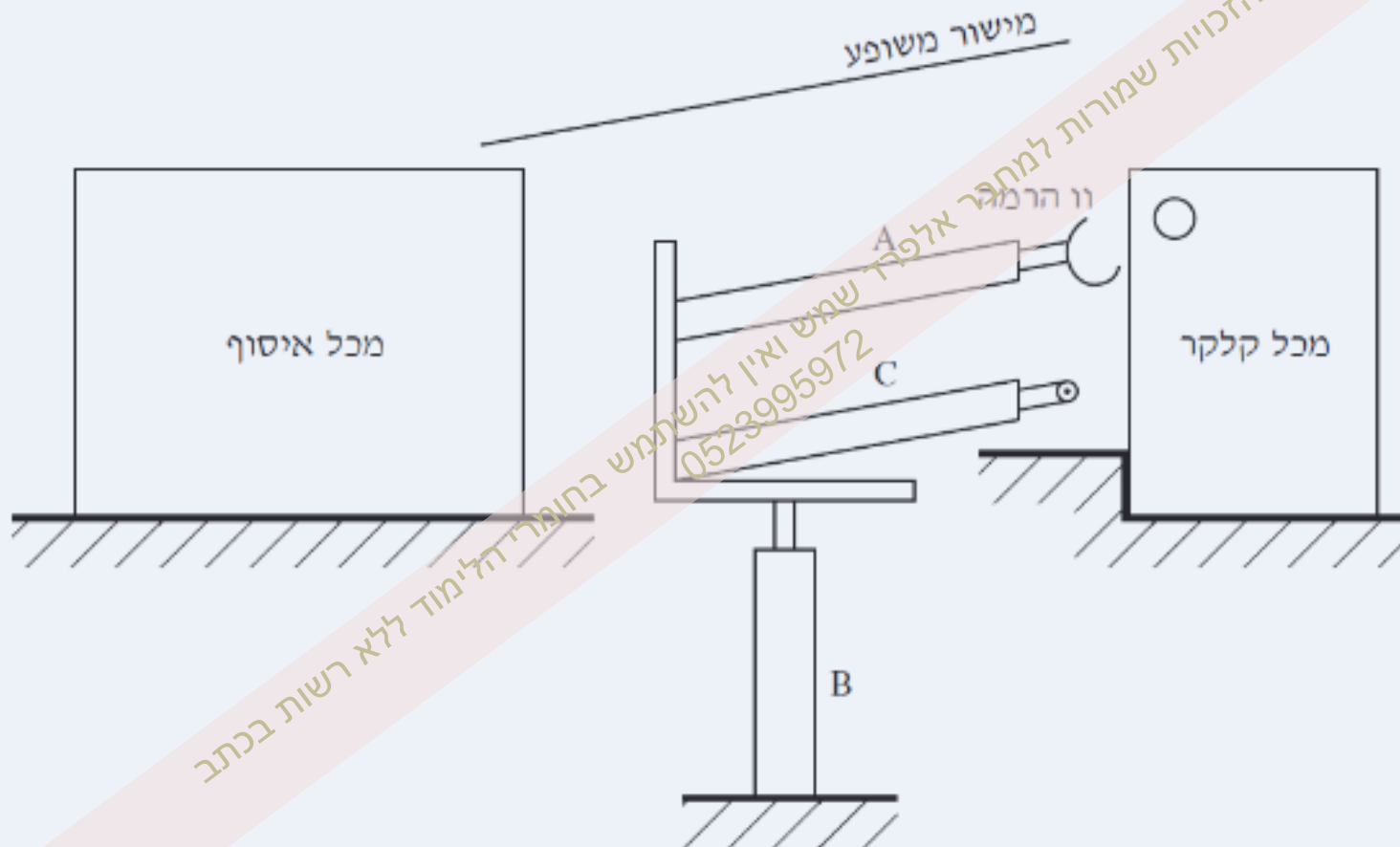
(11) חיסכון בכח אדם – יתרונה הגדול של המערכת הינו בחסכון של כח אדם אשר מבצע פעולה חוזרת הלוך ושוב המערכת מהירה, תמיד זמינה ונטולת טעויות

# מערכת פנאומטית

## חסרונותיה

1. בעלת דיוק נמוך - יחסית למערכות אחרות – נפח האוויר יכול להשתנות כאשר דוחסים או להתחמם ואספקת האוויר למערכת לא תהיה לא מדויקת
2. עומס נמוך - צילנדר המערכת לא יכול להשתנות הרבה לכן מערכת האוויר לא יכולה להעביר עומס כבד מידי
3. נדרשת הפעלת המערכת לפני השימוש – נדרש להזרים את האוויר הדחוס לפני השימוש בו על מנת להבטיח שלא תהיה נוכחות של מים, קיטור, אבק
4. תנועה לא אחידה – מאחר והאוויר נדחס בקלות מהירות הבוכנה לא אחידה
5. רעש- רעש נוצר כאשר אוויר דחוס משוחרר מהמערכת הפניאומטית

## דוגמא למערכת פניאומטית לריקון מיכלי קלקר:



תכנון מעגל פניאומטי בשיטת הקסקדה ליישום המערכת המתוארת באיור מתבצע לפי השלבים הבאים:

1. קבע את מחזור הפעולות.
2. צור דיאגרמת זמן תנועה וקצו האם והיכן יש פיקוד כפול.
3. שרטט דיאגרמת חיצים של מחזור הפעולות.
4. שרטט את מערך הפיקוד של המחזור.

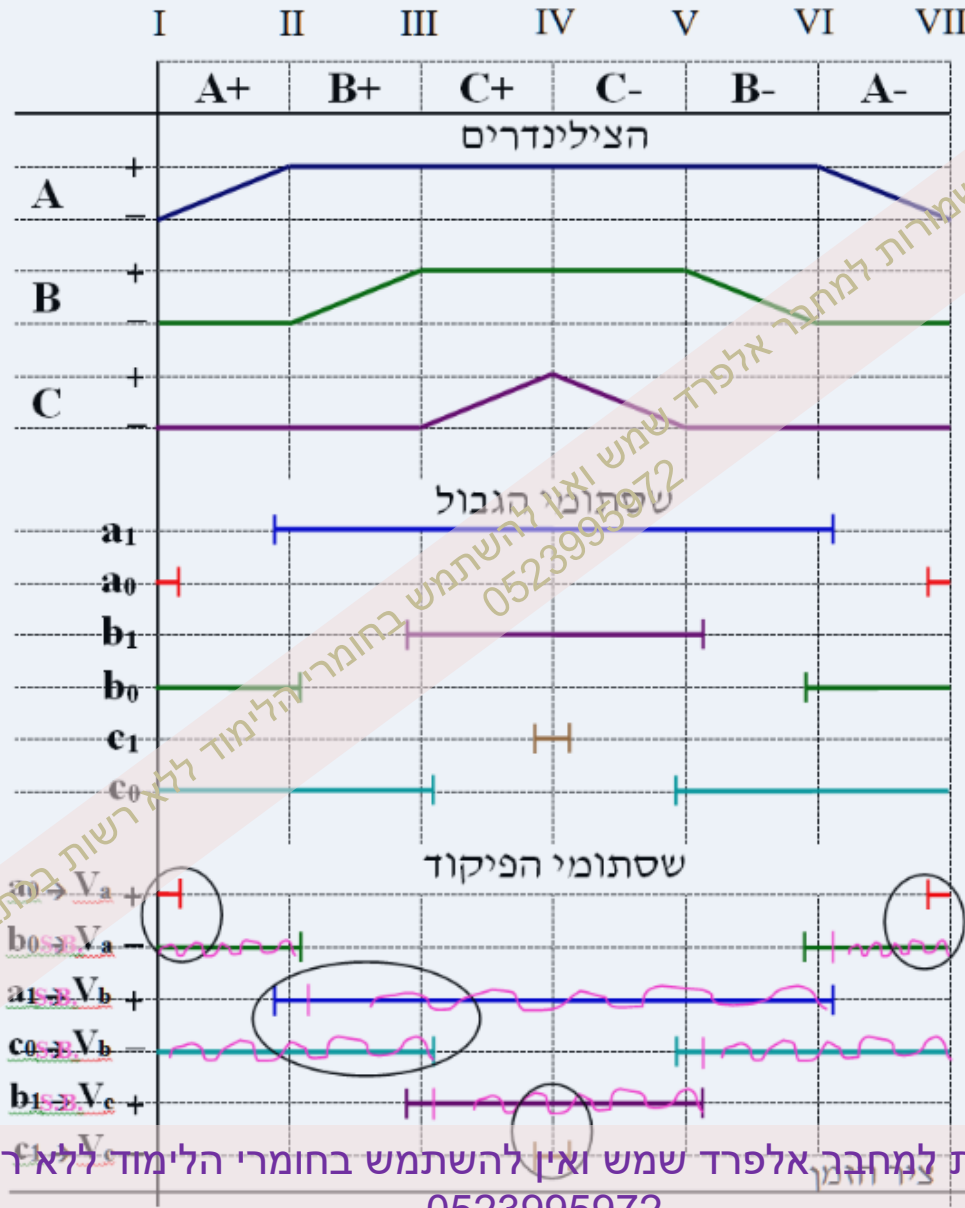
**שלב א': קביעת מחזור הפעולות.**

במקרה שלנו מחזור הפעולות יהיה:  $-A + B + C + C - B - A$

**שלב ב': יצירת דיאגרמת זמן תנועה**

המתארת את התפקוד של מחזור הפעולות איזה שסתום מפעיל מה וכיצד פותרים פיקוד כפול במקרה שמתגלה כזה בדיאגרמה.

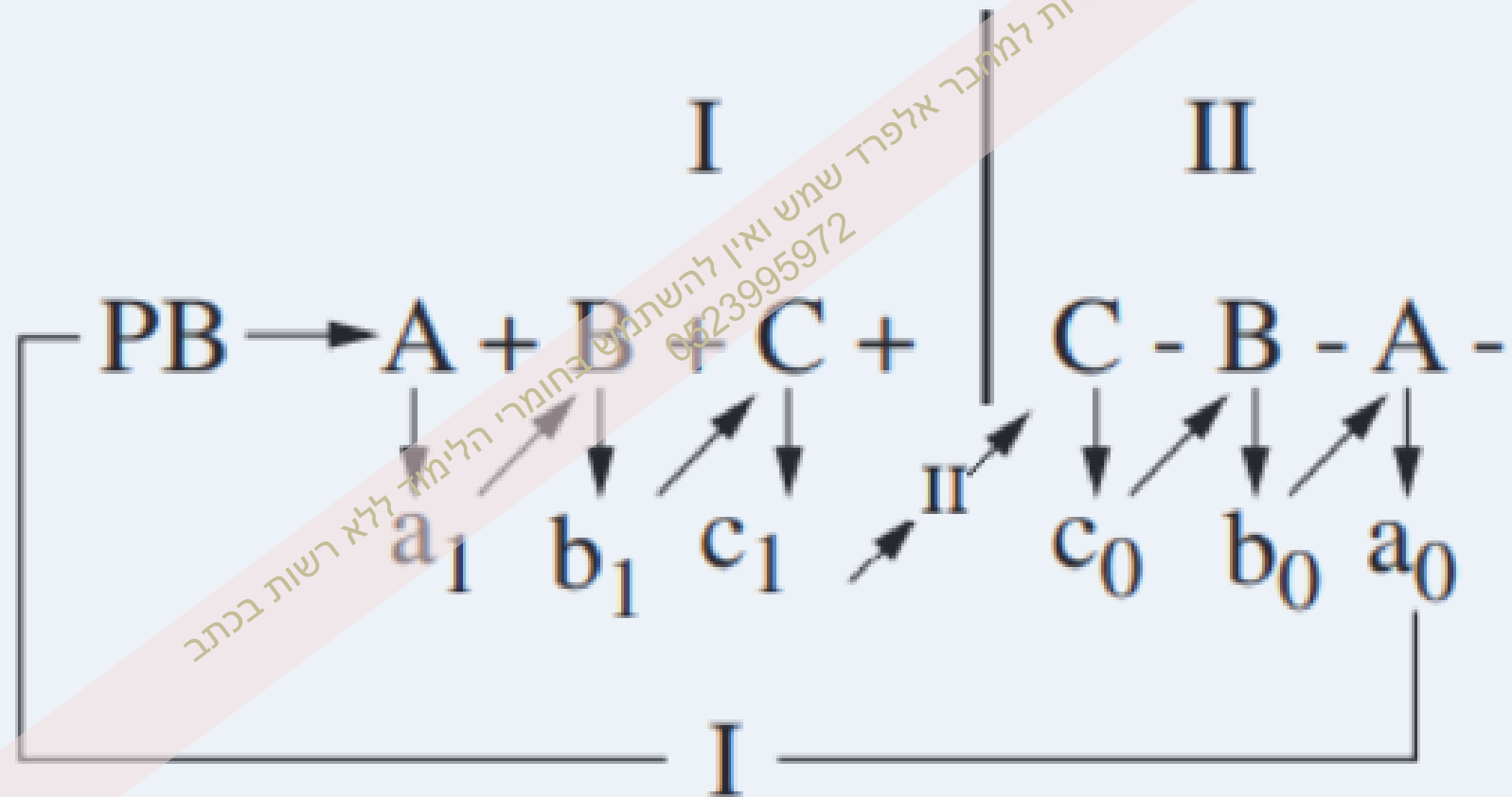
המתארת את התפקוד של מחזור הפעולות איזה שסתום מפעיל מה וכיצד פותרים פיקוד כפול במקרה שמתגלה כזה בדיאגרמה.



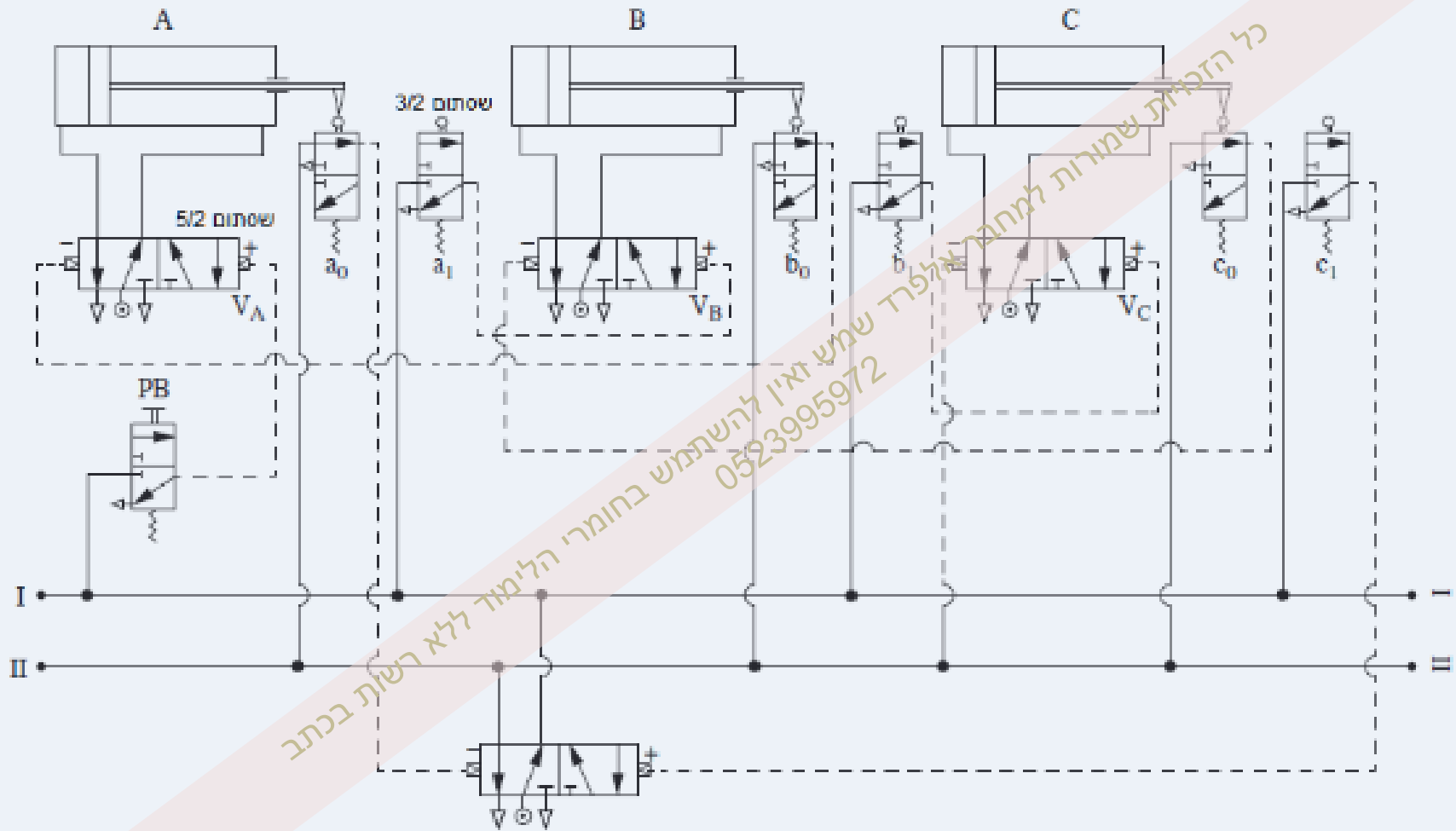
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

## שלב ג': שרטוט דיאגרמת חיצים של מחזור הפעולות

בתוספת השסתומים שגורמים את הפעולות הללו. מחזור הפעולות בדוגמא שלנו מתואר בשיטת הקסקדה בתמונה הבאה:



שלב ד': בשלב הבא נדרש לשרטט את מערך הפיקוד של המחזור בשיטת הקסקדה:



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

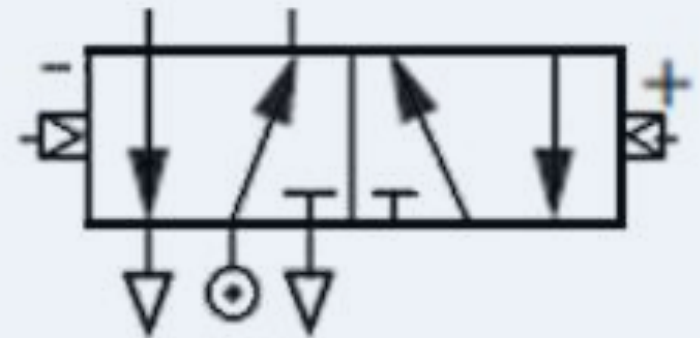
## שסתום מופעל יד מוחזר קפיץ



## שסתום מופעל גלגלת מוחזר קפיץ

**שסתום 3/2:** משמש בדוגמא זו כשסתום גבול בעל שלוש פתחים ושני מצבי פעולה: חלקו העליון עובד כאשר מוט הבוכנה לוחץ עליו וחלקו התחתון עובד כאשר מוט הבוכנה אינו לוחץ עליו.

**שסתום 5/2:** הינו שסתום שיש לו 5 פתחים ושני מצבי פיקוד: הראשון כאשר אויר לוחץ על חלקו הימני אז התא הימני מתפקד, זהו מצב +. המצב השני הוא כאשר אויר לוחץ על חלקו השמאלי התא השמאלי מתפקד וזהו מצב -. המצב "-" מוט הבוכנה A נכנס פנימה כלומר התבצעה פעולה של "A-" ואם יזוז השסתום כך שהתא הימני ייכנס לפעולה מוט הבוכנה יצא כלומר התבצעה פעולה A+.



## Pneumatic conveyor system



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

# כלי עבודה פנאומטיים

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

# כלי עבודה פנאומטיים



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

## כלי עבודה פנאומטיים

- **כלי עבודה המופעלים על ידי לחץ אוויר** משמשים במגוון סוגים של עבודות מקצועיות וביתיות ובמקרים רבים יכולים להוות את התחליף הטוב ביותר עבור כלים מוטוריים וחשמליים
- עבודה עם כלי עבודה פנאומטיים דורשת מקור הזנת **לחץ אוויר גבוה** - מדחס אוויר, כך שלפני כל רכישה של כלי פנאומטי כלשהו, זקוקים למדחס שייצר את לחץ האוויר הנדרש (קיימים מעטים שבאים עם מדחס משלהם ומתאימים לעומס נמוך)

למה כלים פנאומטיים דווקא?

- כלי עבודה פנאומטיים נחשבים לכלים נוחים מאוד לעבודה
- כלים חזקים שיודעים לתת את העוצמה והכוח הנדרשים היכן שכלים מוטוריים וחשמליים אחרים אינם מסוגלים להתמודד עם העומס
- במוסכים משתמשים בכלים פנאומטיים, שמייצרים כוח זמין גבוה למשימות התיקון המכאניות במוסך טיפוס. כלים אלה דורשים חיבור מהאוויר הדחוס מהמדחס אל כלי העבודה (עדיף על כלי נטען ללא כבל כלל, כיוון שכלי כזה לא היה יכול להעמיד

לרשימה המעודכנת את דבריהם הנדרש לבניית המשימות (כל הכלים שמוריד למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

## כלי עבודה פנאומטיים

- השילוב בין זמינות **הכוח הרב ובין עלות התפעול הנמוכה** היא שעומדת בבסיס ההעדרה של כלים פנאומטיים בתעשייה ובבתי מלאכה
- כלי עבודה אלה **עולים כמו כלים מכאניים וכלים חשמליים** הממלאים את אותה פונקציונליות מקצועית. אבל בטווח הארוך יש יתרון מובהק לכלים הפנאומטיים מבחינת עלויות הפעול (עלות התפעול = עלות דחיסת האוויר במדחס) וכאשר מעמידים את העלות הזאת אל מול כלים מוטוריים המופעלים בדלק וכלים חשמליים או נטענים, אפשר **ליהנות גם מיעילות אנרגטית גבוהה מאוד**
- נחשבים **לעמידים ומהימנים** מאוד ויודעים לייצר את הערך הנקוב לאורך שנים ארוכות ללא שחיקה בעוצמה או ביעילות העבודה שלהם. את זה למשל, קשה לומר על כלים נטענים, שלאורך זמן מאבדים מעוצמתם לאור החלשות הסוללה הנטענת

## כלי עבודה פנאומטיים

- כלי העבודה פנאומטיים **קלים ובטוחים**, מכלי עבודה חשמליים, שמבוססים על זרם חשמלי, כי מקבלים את כוחם ממדחס אוויר, שהופך אותם לבטוחים יותר לעומת הכלים החשמליים. בדרך כלל כלי עבודה אלו שוקלים פחות, מכיוון שהם לא דורשים מנוע כמו כלים חשמליים, אלא רק אוויר דחוס
- כלי העבודה הפנאומטיים יוצרים יותר סיבובים לדקה, ומצליחים ליצור יותר מומנט מכלי עבודה חשמליים, ולכן התפוקה שלהם גבוהה בהרבה.
- כלים אלו עמידים יותר מכלים חשמליים. מפני שהם מכילים פחות חלקים נעים שיכולים להתקלקל ולהישחק

# הוראות בטיחות כלליות לכלי עבודה פנאומטים מיטלטלים

1. לחץ אויר עלול לפגוע בעובד או באנשים אחרים בסביבת
2. כלי עבודה המופעל במהירות עלול לגרום לפגיעה חמורה
3. רעש וזעזועים המאפיינים את פעולת הכלים הללו
4. הכלים צריכים להיות מותאמים לדרישות התיפעול ולמשימה עבודה הוא מיועד בלבד
5. האחיזה בכלי חייבת להיות נכונה, כך שתאפשר למפעיל שליטה מלאה למנוע "בריחת" הכלי
6. הכלי צריך להיות מצוייד בכפתור בקרה שיאפשר לנתק את זרם האוויר במקרה של תקלה
7. מיקום המצערת על הכלי צריך להיות כך שתצומצם אפשרות הפעלה אקראית
8. שמורות יד או נעילה אפשריות רק אם אינן מסכנות את האצבעות של המפעיל עקב לחיצה

# הוראות בטיחות כלליות לכלי עבודה פנאומטים מיטלטלים

9. כלי אויר מתוכננים בדרך כלל לעבודה בלחץ מרבי של 6 אטמוספרות
10. הכלי צריך לשאת את שם המוצר והיצרן כדי למנוע טעויות ביעוד השימוש
11. אביזרים וחיבורים צריכים להיות מסומנים. אסור להשתמש בחיבורים שאינם מיועדים לכלי שבשימוש - בגלל הסכנות בניתוק פתאומי או שבירה
12. צנרת האוויר המספקת אנרגיה לעבודת הכלי, חייבת להיות מותקנת באופן מקצועי ובשלמות, כדי למנוע תקלות
13. מים המצטברים בתוך הצנרת עלולים להזיק לחלקי המכשיר ולפגוע במכשיר
14. על הצנרת הקבועה, אליה מתחבר הצינור הגמיש צריכים להימצא: מסנן אויר, וסת לחץ, שסתום ניתוק, מרסס שמן
15. המחבר המהיר המותקן על הצנרת, צריך להיות מן הדגם המנע את עודף הלחץ לפני שהוא מתנתק לחלוטין ובעל 2 דרגות שחרור למניעת ניתור של קצה הצינור בעת השחרור

# הוראות בטיחות כלליות לכלי עבודה פנאומטים מיטלטלים

16. הצינור הגמיש עלול להוות מכשול להולכי רגל, הצינור עלול להשתולל ולפגוע
17. לפני החיבור לכלי צריך לוודא שהצינור נקי ע"י החדרת אויר בלחץ
18. הצינור צריך להיות תלוי מלמעלה או מגולגל על סליל ויסות
19. אם אין מנוס מהנחת הצינור על הרצפה במקום שיש בו תנועה יש להקים מעליו גשרון
20. צינורות גמישים צריכים לעמוד בלחץ של 10 אטמוספירות. או 150% מלחץ העבודה המיוצר ע"י המערכת
21. תחזוקת הכלים באחריות המעסיק ! הטיפול בכלים והתחזוקה חייבים להתבצע ע"י עובדים מוסמכים, מיומנים אשר מורשים לתחזק ולתקן כלים

## הוראות בטיחות כלליות לכלי עבודה פנאומטים מיטלטלים

22. הבדיקה והתחזוקה צריכות להתבצע על פי המלצות היצרן והנחיותיו
23. יש להחליף ללא דיחוי צינורות גמישים ואביזרים שנשחקו או התבלו
24. אם הכלי איננו מיועד לשימוש בזמן הקרוב, צריך לאחסנו כך שלא יפגע מרטיבות ואבק
25. הדרכה: המפעילים צריכים לקבל הדרכה בתפעול בבדיקה ובתחזוקת הכלי
26. יש להרחיק את הידיים והבגדים מן החלק הפעיל של הכלי
27. רעש: עצמת הרעש המותרת לחשיפת אדם במשך 8 שעות היא 85 דציבלים
28. אמצעי מיגון: על העובד להשתמש באמצעי מיגון בהתאם לסוג העבודה שהוא מבצע
29. כובע מגן, מסיכת פנים, כפפות מגן, נעלי בטיחות, סינור מגן, משקפי מגן, אוזניות או אטמים

# הוראות בטיחות נוספות למשחזת פניאומאטי

1. יש להשתמש במשחזות בה מותקן מפסק אוטומטי בידית ההפעלה, המפסיק את המנוע ברגע שהמפעיל משחרר את לחצן ההפעלה
2. יש לבחור במשחזות נוחות לתפעול ביד ימין או ביד שמאל, עם ידידות מתכוונות
3. יש לרתום את החלק המעובד במלחציים או במתקני דפינה מתאימים
4. התקני המגן ההיקפיים לאבן היד הם להיות כשירים חזקים, ויציבים לפי התקן
5. אסור לשלוף כלי המונח מתחת לערימה. לא בחיפה, או לא במשיכה
6. אסור לגלגל על הרצפה ממקום למקום
7. אין להניח כלי על שולחן לפני שהאופן הפסיק להסתובבות
8. יש להקפיד להשתמש בצידוד מגן אישי: משקפי מגן, מסכת אף-פה מגני שמעה ונעלי בטיחות



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

# מערכות הידראוליות

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
0523995972

# מושגי יסוד במכאניקה

**כוח** – הכוח (F) הוא גורם המסוגל לשנות מהירות וכיוון  
ונמדד בניוטון: לפי החוק השני של ניוטון - (a – תאוצה)

במערכות הידראוליות, הכוח מחושב לפי:

(P – לחץ, A – שטח)

$$F(N) = m(K''g) \cdot a(m/sec^2)$$

$$F(N) = P(N/cm^2) \cdot A(cm^2)$$

$$T(Nm) = F(N) \cdot R(m)$$

**מומנט** – המומנט (T) הוא גורם השואף לסובב את הגוף.  
לצורך קבלת מומנט זרוש כוח (F) וזרוע (R).

**עבודה** – עבודה מוגדרת כהפעלת כוח לאורך דרך:

(F – כוח, S – דרך)

$$W(Nm) = F(N) \cdot S(m)$$

Nm = 1J 1 (ג'אול)

ע"י הצבת הלחץ – P והשטח – A במקום הכוח – F מתקבל:

ע"י הצבת הנפח – V במקום השטח – A והדרך – S מתקבל:

**הספק** – ההספק מוגדר כעבודה ליחידת זמן.

(W – עבודה, t – זמן)

$$P(Watt) = W(Nm) / t(sec)$$

ע"י הצבת הכוח – F והדרך – S במקום העבודה – W מתקבל:

ע"י הצבת המהירות – V במקום הדרך – S והזמן – t מתקבל:

$$P(Watt) = F(N) \cdot V(m/sec)$$

נוסחא זו מבטאת את ההספק הקווי (הספק בתנועה ישרה) כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

# מושגי יסוד במכאניקה

**הספק בתנועה סיבובית** – מוגדר כהספקו של גוף מסתובב.

$$P(\text{Watt}) = T(\text{Nm}) \cdot \omega(\text{Rad/sec}) \quad (T - \text{מומנט סיבוב, } \omega - \text{מהירות זוויתית})$$

את המהירות הזוויתית ניתן לחשב לפי:

$$\omega(\text{Rad/sec}) = 2\pi n / 60$$

( $n$  – סיבובים לדקה)

$$= V(\text{m/sec}) / R(\text{m}) \quad \omega(\text{Rad/sec})$$

או לפי הנוסחא: ( $n$  – מהירות היקפית)  
( $R$  – רדיוס הסיבוב)

את המהירות ההיקפית ניתן לחשב לפי:

$$V(\text{m/sec}) = \pi d n / 60 \quad (d - \text{קוטר מעגל הסיבוב})$$

$$P(\text{Watt}) = T(\text{Nm}) \cdot n(\text{rpm}) / 9.55$$

ניתן לחשב את ההספק הסיבובי גם לפי הנוסחא:

$$1000 \text{ (W)} = (\text{K}''\text{W})^1 \quad \textbf{הפיכת יחידות:}$$

$$736 \text{ (W)} = (\text{HP})^1$$

$$1.36 \text{ (HP)} = (\text{K}''\text{W})^1$$

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

# מושגי יסוד בהידרוסטאטיקה

הידרוסטטיקה – פרק הדן במערכות שבהן הנוזל נמצא במנוחה – סטטי.

בפרק ההידרוסטטיקה נדון בכוחות ובלחצים הפועלים על הנוזל הנמצא בכלי סגור או פתוח ונדון בתופעות המתרחשות בנוזל והשימוש בהן.



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

# מושגי יסוד בהידרוסטאטיקה

## הלחץ ההידראולי

הלחץ ההידראולי נוצר כתוצאה מהפעלת כוח על נוזל הנתון בכלי או במערכת הידראולית. כתוצאה מהפעלת הכוח נוצר מאמץ בוסר הנוזל והנוזל מתחמם.

א. חישוב הלחץ נעשה ע"י היחס בין הכוח לבין שטח החתך של הנוזל:

$$\left[ \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \right] \quad F(\text{N})$$

$$A(\text{cm}^2)$$

$$\frac{\pi d^2}{4} = A \quad (\text{cm}^2) \quad (\text{cm}) \quad \text{קוטר שטח החתך}$$

השטח A (שטח עיגול) מחושב לפי:

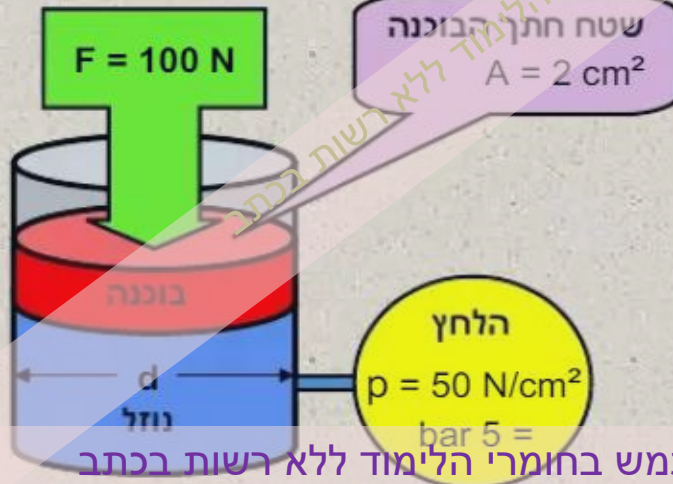
ב. יחידות הלחץ:

$$1 \text{ (bar)} = 10 \text{ (N/cm}^2\text{)} \quad (\text{N/m}^2) \quad 100000 =$$

$$1 \text{ (Pascal)} = (\text{N/m}^2) \quad 1$$

$$10 \text{ (m)} = (\text{bar}) \quad 1 \quad \text{עמוד מים}$$

$$760 \text{ m}^{\circ}\text{m Hg} = (\text{bar}) \quad 1 \quad \text{עמוד כספית}$$

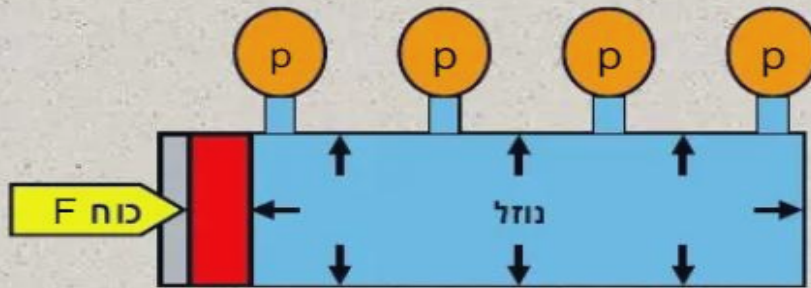


כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

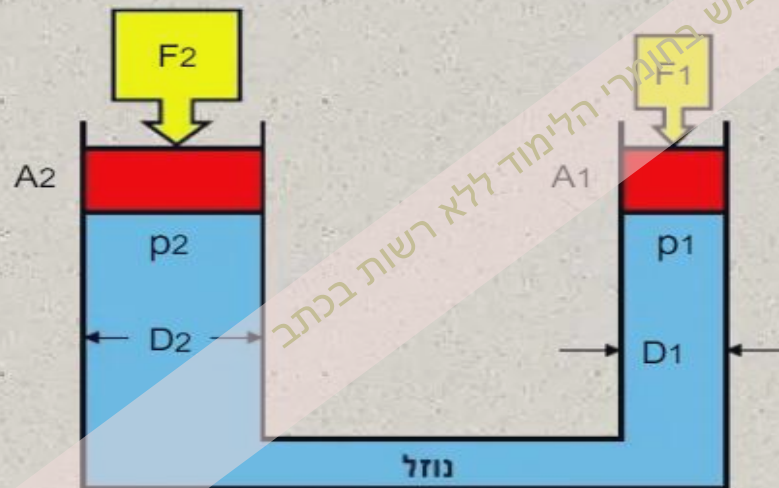
# מושגי יסוד בהידראוליקה

## תכונות הלחץ ההידראולי

א. **חוק פסקל** – חוק פסקל קובע שהלחץ מתפשט לכל הכיוונים במידה שווה ופועל במאונך לשטח.



ב. על סמך חוק פסקל ניתן לכתוב:



1. הלחץ -  $p_1 = F_1 / A_1$

2. הלחץ -  $p_2 = F_2 / A_2$

3. לפי חוק פסקל -  $p_1 = p_2$

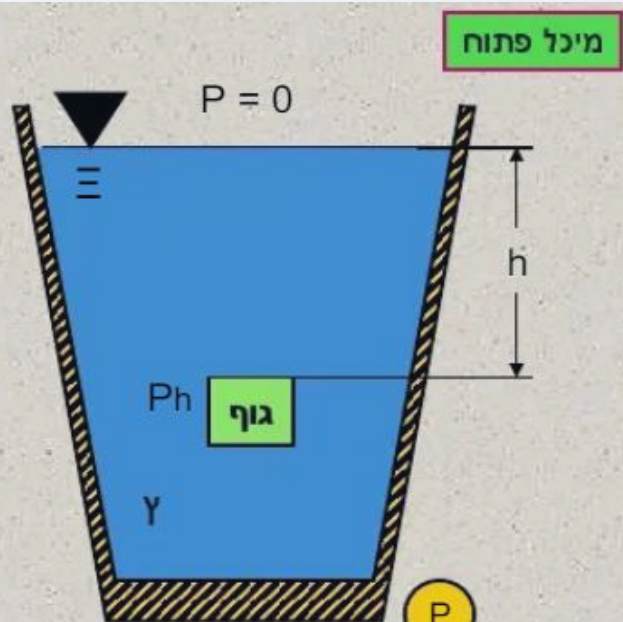
4. קיים שוויון:  $F_1 / A_1 = F_2 / A_2$

5. לאחר סידור:  $F_2 / F_1 = A_2 / A_1$

6. נציב את הערך של השטח:  $F_2 / F_1 = (D_2 / D_1)^2$

# מושגי יסוד בהידראוליקה

## הלחץ ההידרוסטטי



א. הלחץ ההידרוסטטי נוצר בתוך הנוזל כתוצאה ממשקל הנוזל.

ב. הלחץ ההידרוסטטי תלוי בעומק ובמשקלו הסגולי של הנוזל:

$$\bullet Ph(N/m^2) = h(m) \gamma(N/m^3)$$

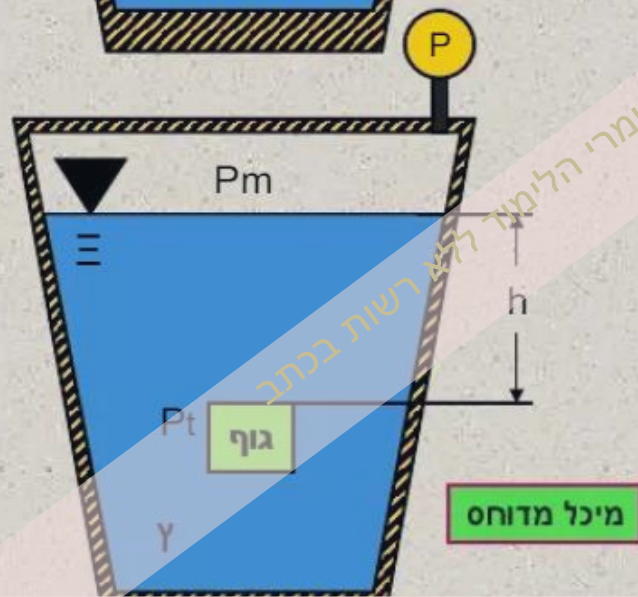
ג. במידה שהנוזל נמצא בכלי סגור ומדוחס, הלחץ הכללי הפועל על הגוף יהיה שווה ללחץ ההידרוסטטי + הלחץ המנומטרי הקיים מעל הנוזל בכלי:

$$Pt = Pm + Ph$$

$$\bullet Pt = Pm + h \gamma$$

ד. לחץ הדיכוס  $Pm$  הקיים מעל הנוזל מתפשט לכל הכיוונים במידה שווה, בהתאם לחוק פסקל.

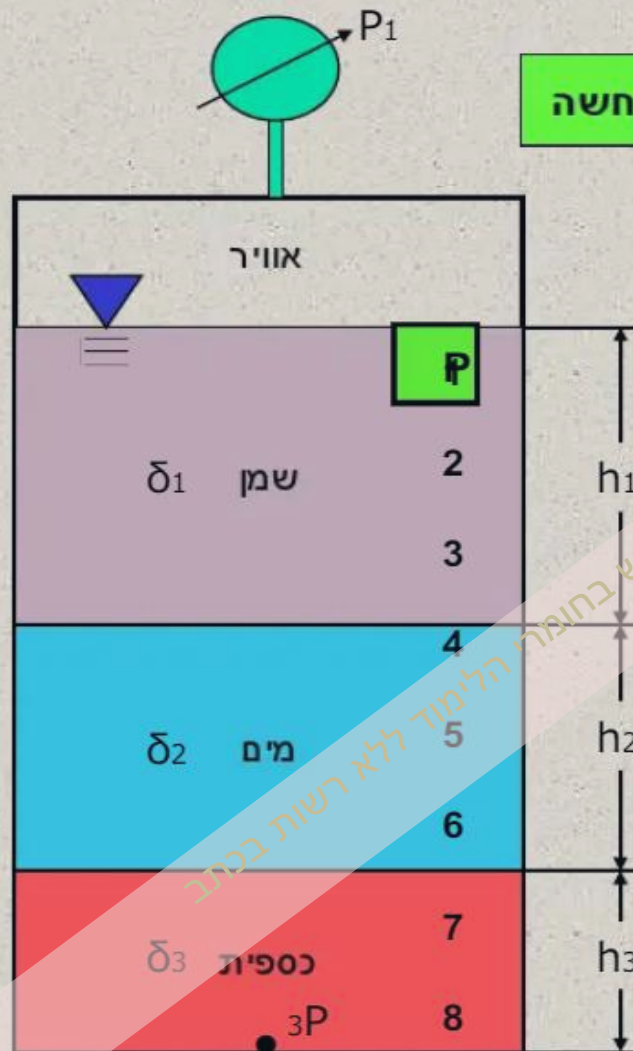
ה. בעומק זהה בתוך הנוזל, הלחץ ההידרוסטטי שווה בכל נקודה בכלי.



# מושגי יסוד בהידראוליקה

## הלחץ ההידרוסטטי

### לחץ להמחשה



א. הלחץ ההידרוסטטי בתוך הנוזל תלוי במשקלו הסגולי של הנוזל ובעומק הנוזל.

$$P_h = h \gamma$$

$\gamma$  – משקל סגולי  
 $h$  – העומק

ב. הלחץ בתחתית המיכל מחושב לפי:

$$P_3 = P_1 + h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 + h_3 \cdot \gamma_3$$

ג.  $\delta$  – המסה היחסית של הנוזל ללא יחידות והיא מחושבת על פי משקלו הסגולי של הנוזל ביחס

$$\delta = \frac{\gamma}{\gamma_w} = \frac{\text{משקל סגולי - נוזל}}{\text{משקל סגולי - מים}}$$

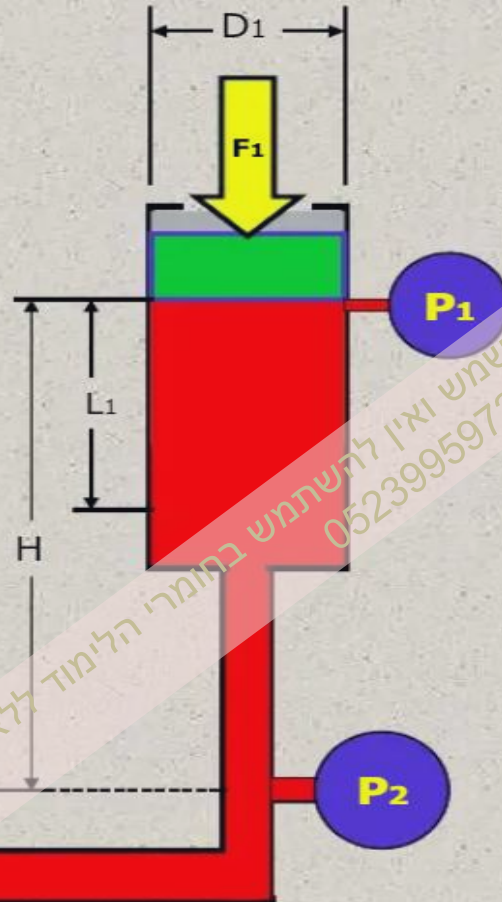
# מושגי יסוד בהידראוליקה

## הפרשי גבהים בין בוכנות

בהתאם לשוויון הנפחים:

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2}$$

$L_1, L_2$  - מהלכי הבוכנות



שטח בוכנה 1  $\frac{\pi D_1^2}{4} = A_1$



שטח בוכנה 2  $\frac{\pi D_2^2}{4} = A_2$

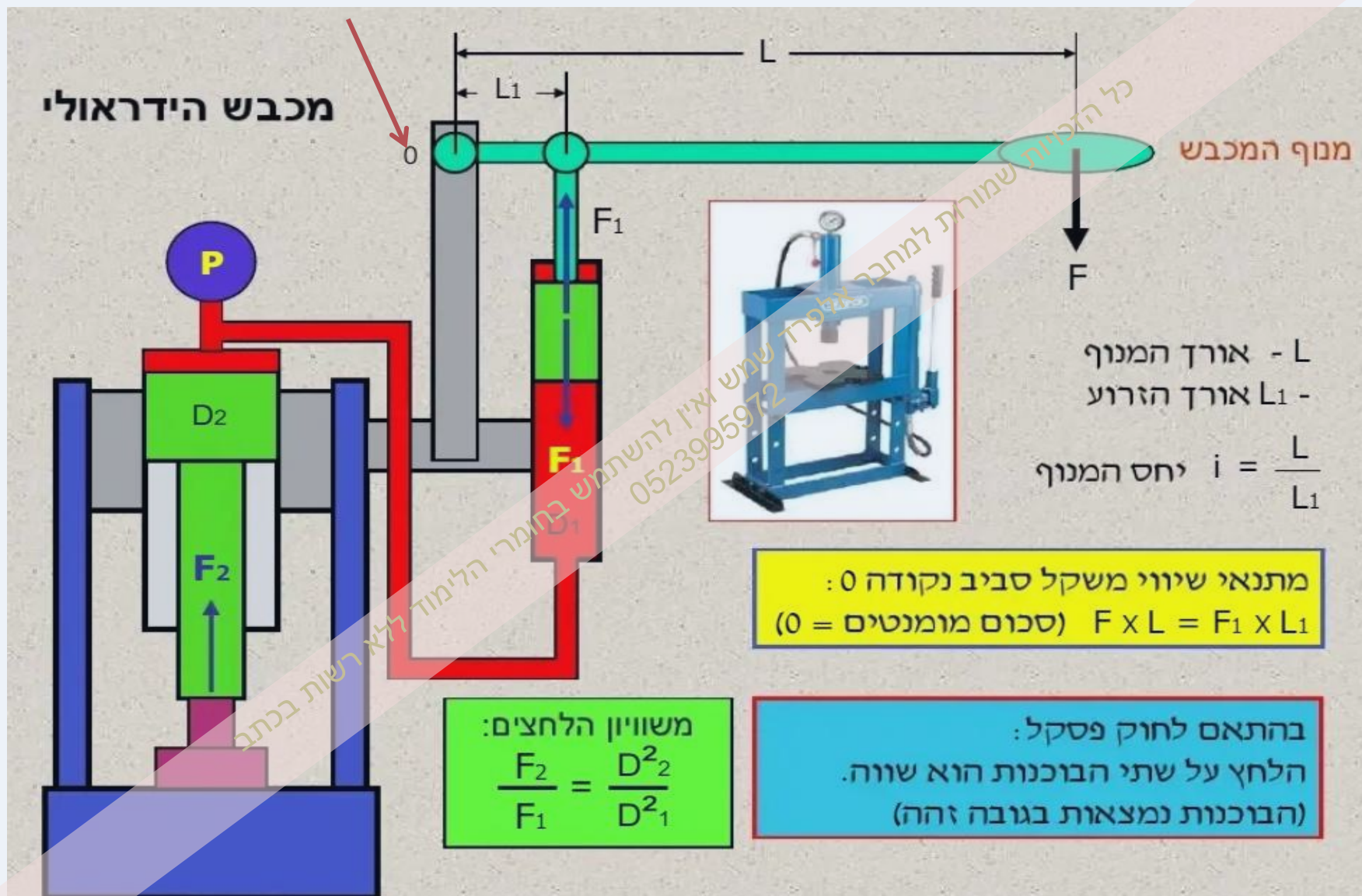
לחץ בוכנה 1  $\frac{F_1}{A_1} = P_1$

לחץ בוכנה 2  $P_2 = P_1 + H \gamma$

$\gamma$  - משקלו הסגולי של הנוזל  
 $H$  - הפרש הגבהים

לחץ להפעלה

# מושגי יסוד בהידראוליקה - יישום בתעשייה



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

# מערכת הידראולית

- מערכת הידראולית הינה מערכת סגורה בעלת תפקיד מוגדר, משמשת להנעת משתמש קצה כלשהו, בין אם זה מנוע, בוכנה הידראולית, גלגל, ממסר או כל יוצר שמייצר תנועה לינארית או רדיאלית
- מבחינה מכאנית, מערכת הידראולית מרימה שמן בתוך צינורות לחץ ומעבירות כוח. בכוח שנוצר משתמשים למגוון צרכים של הנעת גופים, וכדי לחסוך זמן, אנרגיה, הוצאות ומשאבים ומסייעת בשלל שימושים תעשייתיים
- המערכת תהיה תמיד מורכבת ממשאבה הידראולית ומנוע, מאגר שמן, מערך שסתומים, סעפות, צנרת הידראולית ומשתמש קצה כגון; בוכנה הידראולית או מנוע הידראולי.
- יחידות כח הידראוליות מופעלות ע"י חשמל

# מערכת הידראולית

## צנרת הידראולית

- מטרת הצנרת ההידראולית הינה העברת האנרגיה למרחקים כלומר העברת הנוזל ההידראולי בלחץ בין המשאבה למשתמשי הקצה במערכת ההידראולית כגון בוכנה הידראולית או מנוע הידראולי.
- כדי לחבר את הצנרת למשתמשי קצה כגון סעפות ושסתומים וכו' יש להשתמש בקצוות לחיצה
- הקצוות אלו לוחצים על פי טבלת לחיצה ועל ידי בעל מקצוע אשר מבצע את לחיצת הקצוות במכונת לחיצה ייעודית



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב  
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972  
0522005032

# מערכת הידראולית

## צנרת הידראולית

בחירת הצנרת ההידראולית המתאימה על פי קריטריונים עיקריים:

1. קוטר הצינור: נבצע לפי חישובי ספיקה במערכת על מנת לחשב את קוטר הצינור הנדרש, צנרת הידראולית יכולה להגיע בקטרים שונים.
2. סוג החומר העובר בצינור: הצנרת מיוצרת משכבה פנימית אשר פוגשת את הנוזל העובר בתוכו ויש להתאים חומר הצינור לחומר העובר הנוזל
3. טמפרטורה: יש להתאים את הטמפרטורה של הנוזל העובר בצינור ולוודא שהצינור עומד בטווח הטמפרטורה הנדרש
4. ייעוד הצינור: יש להתאים את הצינור לייעוד שלו. לדוגמא : אם נרצה צינור לכלי צמ"ה שעובד בשטח בתנאים קשים ייתכן ונרצה לבחור צינור עם מעטפת חיצונית עמידה יותר
5. לחץ: יש לברר מה הלחץ של המערכת ההידראולית ולפי כך לבחור צינור שיעמוד בלחץ הזה. לצנרת הידראולית יש טווח ביטחון בין לחץ עבודה ללחץ פיצוץ של 1:4

# מערכת הידראולית ושימוש בתעשייה

- מכבשים הידרואליים, שסתומים הידראולים, ספקי כוח, מנועי בוכנה, ומשאבות בוכנה נפוצים בכל תעשייה
- תעשיות שונות שבהם משתמשים במערכת הידראולית הן תעשיית הבניין, המתכת, פלסטיקה, התשתיות, החקלאות ועוד
- בכל מקום ניתקל בשימוש במערכות הידראוליות כאלו ואחרות, כמו למשל במלגזות ובמנופים, במטוסים, במכבשים, במות הרמה, במכונות קידוח, בפרזול, במיכון חקלאי והרשימה עוד ארוכה

# מערכת הידראולית המלצות לבטיחות והבריאות התעסוקתית

מערכת הידראולית קיימות במכונות ולכל מכונה יש הוראות בטיחות משלה. להלן הנחיות כלליות לבטיחות בעבודה

1. קביעת תהליכי עבודה ברורים ואכיפתם
2. חיוב בשימוש בטכנולוגיות חדשות, אמצעי תצפית, מכשירי שקילה ועוד
3. הזנת דוחות החקירה למערכת הממוחשבת, תוך שמירה על תבנית דוח ברורה ומפורטת שתוכל לייצר אחידות ובהירות בנוגע לתאונה הנחקרת גם בעתיד
4. וידוא של מילוי נכון של הדוחות
5. הרחבת הפיקוח, הכשרה ורענון באופן תקופתי