



המרכז הישראלי למצוינות בחינוך
Israel Center for Excellence
through Education



מצוינות
יסודי

המכון למצוינות בהוראה

אקדח בגינה

כיצד פועל אקדח השקיה רב-מצבים?

צוות פיתוח: עודד רייכספלד, ד"ר ניר פלג, ד"ר קובי בן ברק,

ד"ר שרה גרופר



מדעים – יסודי

מהדורת טבת תשע"ח – לפני עריכה סופית
מרץ 2018

© כל הזכויות שמורות למרכז הישראלי למצוינות בחינוך ולמשרד החינוך.
חומרי הלימוד הנם לשימוש בהוראת תכנית "מצוינות 2000" בלבד. אין להפיצם בלא רשות,
מראש ובכתב.

הקדמה

מטרתה העיקרית של יחידת לימוד זו היא להמשיך ולהיחשף לעולם הטכנולוגי באמצעות מוצר נוסף, בו קיימים עקרונות מדעיים וטכנולוגיים שונים.

המוצר בו נעסוק ביחידת לימוד זו הוא "אקדח השקיה רב-מצבים". לשם פשטות נכנה אותו כאן בשם "אקדח השקיה". אקדח זה הוא מוצר גינה משוכלל, המאפשר השקיה של צמחי הגינה באופן מתוחכם יותר מאשר צינור ההשקיה אותו מכירים כולם. הוא הפך מוצר פופולרי בשנים האחרונות, כיוון שהוא מאפשר לבעלי הגינות להשקות במספר צורות השקיה, לפי אופי הצמח המושקה. בפיית המוצר ישנם חמישה "מצבי השקיה"¹, מביניהם בוחר הגנן את המתאים לו ביותר בכל רגע לפי דרישת ההשקיה של הצמחים השונים בגינתו.

אקדח ההשקיה בו נעסוק הפעם יהיה לא רק אמצעי לטיפול חשיבה מדעית ויצירתית, אלא גם יאפשר לנו במהלך ההוראה לפרק ולהרכיב אותו במו ידינו, לחשוב על התפקיד של כל חלק, להכיר מושגים מדעיים והנדסיים חדשים, וכל זאת באמצעות שעשועים ומשחקים במים, מה שאהוב מאד על ילדים (וגם עלינו).

יחידת הלימוד מחולקת לשלושה חלקים:

חלק 1 – חקירת תכונות אקדח ההשקיה רב-המצבים: התלמידים יצאו אל החצר, יחברו צינור מים לברז וינסו לשנות את צורת זרם המים ואת מרחק ההתזה בעזרת האצבע. לאחר מכן הם יחברו את אקדח ההשקיה לצינור, ויבדקו באופן כמותי את האופן בו משפיעה צורת החרירים באקדח ההשקיה על שני משתנים אלה. האם **ההספק**, כמות המים ליחידת זמן, משתנה אף הוא עם שינוי החריר? על שאלות אלה יענו התלמידים בסדרה של ניסויים משעשעים ומחכימים, תוך הבנה של הצורך ההנדסי במוצר זה ושל העיקרון המדעי הפועל בו, תוך ביצוע חישובים מתמטיים מתאימים.

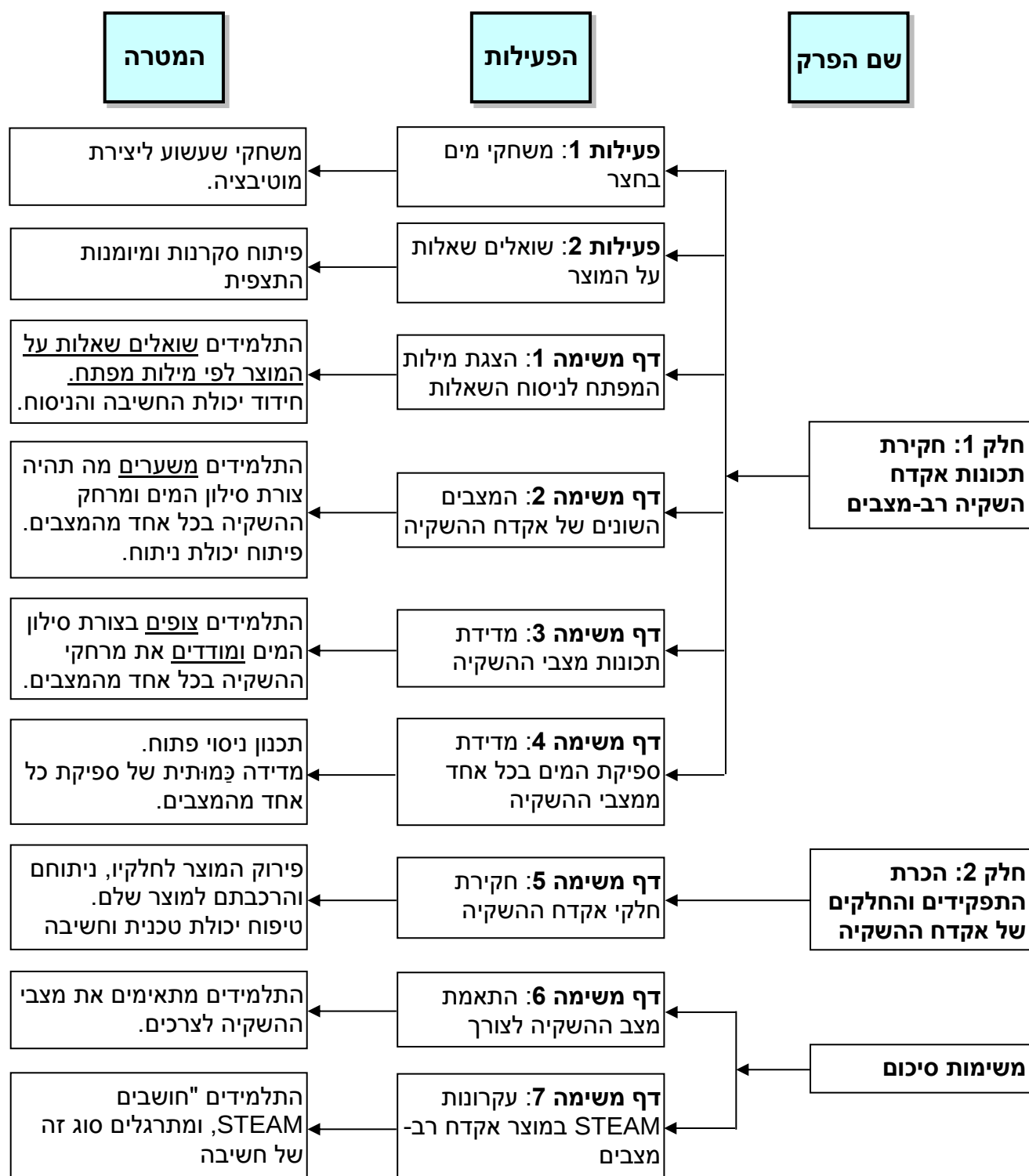
חלק 2 – חקירת המוצר: בחלק זה יבצעו התלמידים "הנדסה הפוכה" (reverse engineering) ובו הם יבחנו מהם החלקים המרכיבים את אקדח ההשקיה וינסו להבין מה תפקידו של כל חלק. הם יפרקו את המוצר לחלקיו וירכיבו אותם, כך שתפקידו של כל חלק יהיה ברור ומובן להם. הם גם יזהו את העיקרון הטכנולוגי הפועל במוצר ואת הכלים האמנותיים הקיימים בממשק המשתמש שלו.

¹ מספרם וסוגם יכולים להשתנות במוצרים של חברות שונות.

משימות סיכום: לסיכום יסכמו התלמידים את הידע שצברו ויכינו סרטון קצר או מצגת על אחד ההיבטים של המוצר, לפי בחירתם.

- הפעילות מיועדת להוראה בכיתה ו'.
- מומלץ להקדיש ליחידה זו 4 מפגשים כפולים בני 90 דקות כל אחד.

מבנה יחידת הלימוד



חלק 1: חקירת תכונות אקדח השקיה רב-המצבים

בחלק זה יבצעו התלמידים שתי פעילויות. בראשונה, הפשוטה והטבעית ביותר, יצאו התלמידים לחצר, יחברו צינור לברז המים ויבחנו כיצד משפיעה צורת הפייה ורוחבה על זרם המים – צורתו של הזרם, מרחק ההתזה, וגם היבט חשוב מאד אך פחות בולט לעין – ההספק – כמות המים הנפלטת מן הצינור ביחידת זמן. הם יתבוננו במוצר, ועל בסיס שתי פעילויות אלה הם יחברו שאלות אותן היו מעוניינים לחקור.

בפעילות השנייה יתבוננו התלמידים בצורות השונות של החרירים של פיית אקדח ההשקיה וינסו לשער כיצד תשפיע צורת הפייה על סילון המים הנפלט ממנה.

פעילות 1: משחקי מים בחצר – היכרות ראשונית עם המוצר

כפתיחה ליחידת הלימוד נשחק עם התלמידים משחקי מים, שעשוע האהוב על כולם. מלבד המשחק והשעשוע, נוכל גם לחשוף את התלמידים למספר היבטים של ההשקיה עליהם מיועד המוצר לענות.

צאו עם התלמידים לחצר בית-הספר. חברו את צינור ההשקיה לברז המים, ושאלו את התלמידים מי מהם יכול להתיז מים למרחק הגדול ביותר. כיצד יעשו זאת? מי מתנדב לבדוק זאת?

סביר שתלמידים רבים יתנדבו, כיוון שכל התלמידים יודעים מניסיונם שכאשר מצמידים אצבע לפתחו של הצינור, הזרם הופך דק, ומרחק ההתזה גדל. בחרו 2-3 תלמידים ותלמידות, ובקשו מכל אחד מהם לנסות ולהתיז את סילון המים למרחק הגדול ביותר. בקשו מ-2 תלמידים להיות המודדים, והם יסמנו את מרחק ההתזה הרב ביותר של כל אחד מהמתנדבים.

התלמידים יגלו בוודאי שמרחק ההתזה נקבע לא רק על-ידי קוטר הפייה (אותו יוכלו להקטין בעזרת כיסוי חלק מהפתח בעזרת האצבע), אלא גם על-ידי זווית הצינור. זה אינו נושא עיקרי ביחידה זו, לכן לא נעמיק בו, אך אם תבחרו, תוכלו להדגים לתלמידים שכאשר הזווית שטוחה או כאשר היא תלולה, מרחק ההתזה נמוך. סילון המים מגיע למרחק הגדול ביותר כאשר זווית הצינור היא 45° ביחס לקרקע.

לאחר התחרות, חברו את אקדח ההשקיה לצינור כאשר הפייה על מצב jet (סילון), ובקשו מאחד התלמידים להדגים כיצד מגביר חריץ זה את מרחק ההתזה ביחס לפייה פתוחה. בשלב זה הדגימו רק מצב השקיה אחד מתוך החמישה. את החקר המעמיק יותר נעשה בהמשך.

לאחר הדגמה זו, היכנסו לכיתה לפעילות הבאה:

פעילות 2: שואלים שאלות על המוצר

שאלות שאלות היא יכולת אנושית שבבסיסה הרצון להבין את העולם הסובב אותנו. זוהי מיומנות חשובה הניתנת לתרגול, תוך מתן דגש על שאלות מְקדמות למידה.

גישת ה-STEAM מעודדת שאלות מתחומים שונים. הגישה מתמקדת בהתבוננות על סביבתו הקרובה של התלמיד כסביבה בה יש שאלות מרתקות עליהן צריך התלמיד לחשוב ולמצוא להן תשובות, גם אם תשובות אלו לא בהכרח תהיינה נכונות.

בפעילות זו יתבקשו התלמידים לחבר שאלות על המוצר שהוצג בפניהם – אקדח השקיה רב-מצבים. בשלב ראשון הם ישאלו שאלות כלליות על המוצר, תוך שימוש במאגר מושגים ומילות שאלה. לאחר מכן יוצג בפניהם מאגר מילים נוסף ובו מילות מפתח הקשורות להיבטים הנדסיים-מדעיים-טכנולוגיים אשר יכוונו אותם לשאלות המתייחסות לניתוח המוצר, תפקודיו וחלקיו.

הורידו את התוויות מאקדחי ההשקיה שרכשתם², וחלקו אקדח השקיה אחד לכל קבוצה. את אקדח ההשקיה הם הכירו ממבט מרוחק כאשר הדגמתם להם בחצר בית-הספר את האופן בו הוא פועל (בחריר אחד מתוך החמישה). הדפיסו וחלקו לכל צוות תלמידים את "דף משימה 1" בהמשך. בקשו מהם להתבונן במוצר תוך שהם עונים על שתי המשימות המתוארות בדף זה.

משימה 1: שאלות כלליות על המוצר

במשימה הראשונה על כל קבוצה לחבר לפחות 4 שאלות הנוגעות לאקדח ההשקיה, תוך שימוש במאגר מילות השאלה.

משימה 2: שאלות הנדסיות-טכנולוגיות על המוצר

לאחר שכל הקבוצות ישלימו את המשימה הראשונה, הסבירו לתלמידים כי כעת ננסה להיכנס לנעלי צוות תכנון המוצר ולבצע ניתוח מדעי-טכנולוגי של המוצר. לשם כך יש לשאול שאלות יותר מכוונות. במשימה זו ימצאו התלמידים רשימת מושגים: **בעיה, צורך, מוצר, יצרן, פתרון, חלקים, הפעלה, עיקרון מדעי, תפקיד, קהל יעד, החברה המייצרת**. על כל קבוצה לחבר לפחות 4 שאלות תוך שימוש באחד או יותר מן המושגים האלו (או בהטיות שלהם). אין חובה להשתמש בכל המושגים, אך יש לכלול מושג אחד לפחות בכל שאלה.

² על התווית יש איור של צורת הזרם בכל מצב השקיה, דבר אותו יתבקשו התלמידים לשער בהמשך.

שאלים שאלות על אקדח השקיה רב-מצבים

משימה 1

התבוננו במוצר "אקדח השקיה רב-מצבים" (לשם קיצור נקרא לו כאן "אקדח השקיה") אותו קיבלתם מן המורה. חברו לפחות 4 שאלות על המוצר, כשאתם נעזרים במאגר מילות השאלה הבאות:

מה ? איזה ? מהו ? מהי ? כיצד ? איזה ? לאיזה ? מה ? מתי ? מדוע ?

_____ (1)

_____ (2)

_____ (3)

_____ (4)

משימה 2

לפניכם רשימת מושגים הקשורים לתהליכי התכנון והייצור: בעיה, צורך, מוצר, יצרן, פתרון, חלקים, הפעלה, עיקרון מדעי, תפקיד, קהל יעד, החברה המייצרת.

חברו לפחות 4 שאלות על אקדח ההשקיה תוך שימוש באחד או יותר מן המושגים האלו (או בהטיות שלהם). אין חובה להשתמש בכל המושגים, אך יש לכלול לפחות מושג אחד בכל שאלה.

_____ (1)

_____ (2)

_____ (3)

_____ (4)

הצגת השאלות במליאה

בקשו מכל קבוצה להציג שאלה אחת מתוך 8 השאלות שכתבו. עשו זאת בסבב בין הקבוצות. בקשו מהתלמידים להשתדל שלא לחזור על שאלות שהוצגו כבר על ידי הקבוצות האחרות. שאלות אפשריות לדוגמה (בסיום הסבב תוכלו להציג שאלות שלא הוצגו על ידי התלמידים):

- מהו הצורך האנושי אותו אמור המוצר לפתור?
תשובה אפשרית: השקיה למרחקים שונים ובעוצמות שונות של זרמי מים בכדי להגיע לצמחים מרוחקים, או למנוע נזקים לנבטים צעירים.
- מהי הבעיה ההנדסית אותה אמורים המהנדסים לפתור?
תשובה אפשרית: הבעיה היא כיצד ניתן לגרום לזרם המים להיפלט מפיית הצינור בזרמים בעלי עוצמות וצורות מגוונות.
- איזה מידע ניתן לקבל על המוצר ועל החברת המייצרת אותו?
תשובה אפשרית: אפשר לחפש באתר החברה באינטרנט, אפשר לשאול בחנות לכלי גינה, אפשר גם להתקשר בטלפון או באמצעות e-mail אל מחלקת השירות של החברה.
- לאיזה קהל יעד מיועדת החברה את המוצר?
תשובה אפשרית: קהל הגננים – חובבים או מקצוענים, בעלי גינות או עציצים ביתיים.
- כיצד מפעילים את המוצר?
תשובה אפשרית: על כך נלמד בהמשך. אין להקדים את המאוחר.
- מהו תפקיד הידית (או כל חלק אחר הנראה לעין במבט חיצוני)?
תשובה אפשרית: על כך נלמד בהמשך. אין להקדים את המאוחר.

אם התלמידים לא יעלו את שתי השאלות הראשונות ברשימה זו, העלו אותן אתם ודונו בהן: מוצרים נוצרים כתוצאה מצורך אנושי. למשל, סביר מאד שגנן מקצועי, או יתכן אפילו בעל גינה חובב, אמר יום אחד לעצמו; "יש לי בגינה ובעציצים צמחים בעלי צרכי השקיה שונים. כמה מהם רחוקים אליהם קשה לי להגיע, וכמה מהם הם נבטים צעירים העלולים להיעקר ולהינזק אם אתיז עליהם סילון מים חזק. חבל שאין לי כאן, בקצה הצינור, פייה המאפשרת לי להתיז מים בצורות שונות". זוהי דוגמה רלוונטית לצורך האנושי במוצר. הצורך נולד בשטח, גם על-ידי חובבים, החשים בחוסר מוצר העונה על צרכיהם.

כעת נולדה **בעיה הנדסית** והיא "כיצד לעשות זאת?". כיצד ניתן ליצור צורות שונות של זרמי מים על-ידי מתקן המורכב בקצה הצינור?

הצורך, בעיקר הצורך במוצרים יומיומיים, מגיע בדרך כלל מהציבור. **הבעיה** היא כבר מדעית-טכנולוגית באופייה, והיא מונחת על שולחנם של המהנדסים בחברה העוסקת במוצרים מסוג זה. כדי לפתור אותה, על המהנדסים להיעזר בידע המדעי ובכושר ההמצאה שלהם. לסיום חלק זה, אספו את כל הדפים עם השאלות – תוכלו לתלות אותם על לוח מתאים בכיתה או לשמור אצלכם. אנו נחזור לשאלות אלו לקראת סיום היחידה.

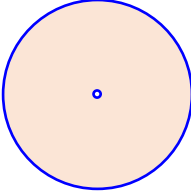
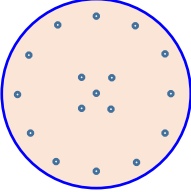
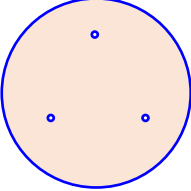
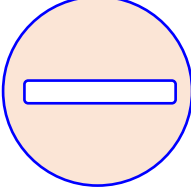
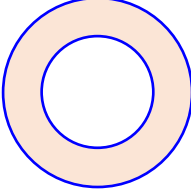
העקרונות המדעיים של אקדח השקיה רב-מצבים

נעבור כעת לחלק המדעי, ובו יתבקשו התלמידים להתבונן בפְּיִית אקדח ההשקיה בה הם יגלו 5 סוגים של חרירים הקובעים את מצבי ההשקיה השונים. הם יתבקשו לשער (ולאיר) מה תהיה צורת זרם המים היוצא מפיית אקדח ההשקיה בכל אחד מהמצבים. בנוסף, הם יתבקשו לדרג בטווח 1-5 את המרחק אליו יגיע זרם המים בכל אחד מהמצבים, כאשר "1" הוא מצב ההשקיה המפיק את זרם המים שיגיע למרחק הגדול ביותר, והמספר "5" יינתן למצב ההשקיה המפיק את הזרם שיגיע למרחק הקטן ביותר.

מטרתה של פעילות זו היא לתרגל חשיבה באמצעות התבוננות במוצר על חלקיו ולנסות לשער מה יהיו ביצועיו. מטרה נוספת היא ליצור ציפייה לקראת הניסוי העתיד לבוא, בו הם ימלאו שנית את הטבלה, אך זאת רק לאחר ניסוי בו הם יבדקו את השערותיהם באופן פְּמוֹתִי, ויוכלו לבחון את נכונות החיזויים שחזו בהתבוננות הראשונית.

המצבים השונים של אקדח ההשקיה

התחלקו לקבוצות וקבלו מהמורה אקדח השקייה. התבוננו בחלקו השטוח, שם תמצאו 5 עיגולים. בתוך כל אחד מהעיגולים תבחינו בחריצים (חורים) קטנים. שימו לב שמספר החריצים בכל אחד מהעיגולים הוא שונה, קוטרם הוא שונה, וכך גם צורתם וסידורם על פני שטח העיגול. מלאו את הטבלה הבאה. בעמודה הימנית מצוירים העיגולים ובתוכם החריצים. בעמודה המרכזית תאיירו את צורת זרם המים העתידים לצאת מן החריצים, ובעמודה השמאלית אתם מתבקשים לדרג את מרחק סילון המים העתיד לצאת מכל אחת מהפיות.

תכונות האקדח רב-המצבים			
השערה: מה תהיה צורתו של זרם המים היוצא ממצב זה?	שם המצב	השערה: מרחקי ההשקיה (דרגו מ-1, הרחוק ביותר, עד 5, הקרוב ביותר)	צורת מצב ההשקיה
			
			
			
			
			

דיון במצבי ההשקיה

בדף המשימה התבקשו התלמידים לשער שני סוגים של השערות;

- ההשערה האחת מתייחסת לצורת סילון המים שייפלט מכל אחד ממצבי ההשקיה של פִּיֵּת האקדח. ניסוי זה הוא פשוט ואיכותני. ההשערה התבססה על התבוננות בצורת החריירים בכל אחד מהמצבים. כדי לבדוק אם השערות יש להזרים מים דרך כל אחד מהמצבים ולהשוות להשערה.
- ההשערה השנייה נוגעת למרחק ההתזה. מן הסתם תוביל את התלמידים האינטואיציה שכלל שהחרייר קטן יותר – כך יגבר מרחק ההתזה. האם האינטואיציה נכונה? ומה יקרה כאשר יש חריירים קטנים מרובים? האם הגדלת מספרם תוביל להגדלת מרחק ההשקיה, או אולי ההיפך? כאן כבר לא ניתן להסתפק בתצפית איכותנית, אלא יש לבצע ניסוי כמותי עליו נדון בהמשך.

הבקשה מן התלמידים לשער השערות נועדה לטפח חשיבה ויכולת ניתוח, וכמו כן ליצור ציפייה וסקרנות במוחם של התלמידים; "האם השערותי הן נכונות?". לשם כך נועדה הפעילות הבאה, בה הם יבחנו את נכונות השערותיהם באופן מסודר וכמותי.

שאלו את התלמידים כיצד היו מציעים לבחון אם השערותיהם נכונות? חלקו את התלמידים לצוותים והניחו להם זמן מספיק בכדי לתכנן ניסוי. דונו בהצעות התלמידים – יתרונותיהן וחסרונותיהן – ובצעו את אחת ההצעות (או, אם הוצעו שתי הצעות ראויות או יותר, יערכו הצוותים השונים ניסויים בהתאם להצעותיהם).

אנו נתאר כאן מערכת ניסוי שתאפשר לבדוק את שתי ההשערות – צורת המים היוצאים מכל אחד ממצבי ההשקיה (ניסוי איכותני) ואת מרחק ההתזה (ניסוי כמותי). יתרונם של הניסוי המוצע הוא בכך שניתן לבצע אותו בקבוצות, והוא אינו תלוי בברז המים (בדרך כלל יש רק ברז אחד בחצר בית-הספר).



תנו לכל קבוצה צינור פלסטיק גמיש בקוטר 17 מ"מ בעל דופן בעובי 1 מ"מ באורך 2 מטר לערך. הקריטריון החשוב לבחירת הצינור הוא היכולת לחבר אותו בכוח סביר אל אקדח ההשקיה, כך

שהחיבור יהיה הדוק וללא נזילות. אם נדרש, אתם יכולים לחזק את חיבור הצינור אל אקדח

ההשקיה בעזרת אזיקון פלסטיק (או חוט ברזל, אותו תלפפו סביב צוואר האקדח ותהדקו היטב בעזרת פְּלֵאִיר).³

מהלך הניסוי

הניסוי הוא פשוט ורב-צהלה (כל ניסוי הכרוך במים הוא רב-צהלה). כל קבוצה תסמן על הצינור קו המציין נפח של 50 מ"ל (בקשו מהתלמידים לחשוב כיצד לבצע זאת). לאחר מכן ימלא הצוות את הצינור במים עד קצהו. אחד התלמידים יעמוד על כסא (או על אבן גדולה, או על משטח גבוה) ויחזיק את הצינור בקצהו העליון, כך שאקדח ההשקיה יהיה תלוי על קצהו התחתון של הצינור כשהוא הפוך וחופשי לנוע בגובה של 60-100 ס"מ מעל הקרקע. הגובה המדויק אינו חשוב, והוא בוודאי יהיה שונה בין הקבוצות השונות, אך חשוב להקפיד על שני תנאים:

- אקדח ההשקיה יהיה באוויר בגובה מספר עשרות ס"מ מעל הקרקע (כך שהוא יתיז מים למרחק).

- הגובה של צינור המים וגובה אקדח ההשקיה חייבים להיות קבועים משך כל הניסויים.

הערה חשובה: הגורם החשוב הקובע את קצב הזרימה (ולכן את מרחק ההתזה וגם את הספיקה) הוא הפרש הגובה בין פני המים העליונים לבין הנקודה בה הם יוצאים מפיית אקדח ההשקיה. תוכלו להדגים זאת בפני התלמידים לפני הניסוי. לכן יש להקפיד שהתלמידים יחזיקו את הפתח העליון של הצינור בגובה קבוע משך כל הניסוי³ (מומלץ שיהיה זה אותו תלמיד המחזיק את הצינור כשידיו מעלה. לחילופין, אפשר לסמן על קיר או עמוד את גובה הפתח העליון של הצינור ולהצמיד את הצינור אל הסימון בכל ניסוי).

בשלב הראשון יבחנו התלמידים את ההשערה הראשונה – צורת סילון המים בכל אחד מהמצבים. הם ימלאו את הצינור, יחזיקו אותו בגובה כפי שתואר למעלה, וילחצו על ההדק בכל אחד ממצבי ההשקיה. זה ניסוי איכותני, וכל שהתלמידים נדרשים הוא לצפות בצורת זרם המים ולאיר אותה במקום המתאים בטבלה.

בשלב השני יבצעו התלמידים ניסוי כמותי ובו ימדדו את המרחק אליו מגיע זרם המים בכל אחד מהמצבים. בניסוי זה יש חשיבות מכרעת לכך שהתנאים בכל אחד מהמצבים יהיו זהים, ולכן יש להקפיד על כך שהצינור יהיה מלא מים עד סופו, והוא יהיה מוחזק באופן כזה שהפרש הגובה בין פני המים העליונים לפתח אקדח ההשקיה יהיה זהה בכל פעם. התלמידים ימדדו בכל אחד מהמצבים בעזרת סרט מדידה ("מטר") את המרחק הראשוני אליו הגיע סילון המים.

³ אם תבחרו, תוכלו לדון עם התלמידים בנושא החשוב **בידוד משתנים**. שאלו אותם מדוע חשוב שיהיה זה אותו תלמיד שיחזיק את הצינור באותו גובה בכל מהלך הניסוי. התשובה היא שאנו מעוניינים לבדוק את מרחק ההתזה ואת הספיקה כתלות במצב ההשקיה (סוג הפייה) בלבד. אם גובה הצינור ישתנה, לא נוכל להגיע למסקנה וודאית שההבדלים שמצאנו (אם יהיו כאלה) מקורם במצב ההשקיה. יתכן שמקורם בשינוי הגובה (או בשני הגורמים גם יחד).

מרחק ההתזה ילך ויקטן עם ירידת פני המים בצינור, ולכן חשוב למדוד רק את המרחק בתחילת הניסוי, עם הלחיצה על ההדק.

מדידת תכונות מצבי ההשקיה

במשימה הקודמת התבקשתם לשער מה תהיה צורתו של סילון המים, וכן מה יהיה מרחק ההתזה בכל אחד ממצבי ההשקיה.

התחלקו לצוותים וחשבו כיצד תוכלו לבחון את השערותיכם. לאחר הדיון עם המורה, ערכו את הניסויים ומלאו את התוצאות בטבלת התוצאות המוצגת בהמשך.

נסביר את כל אחת מהעמודות בטבלה:

- **שם מצב ההשקיה:** לכל אחד מ-5 המצבים יש שם הכתוב על פִּיֶּת אקדח ההשקיה. השמות הם:

1 Jet (סילון)

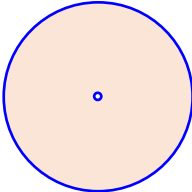
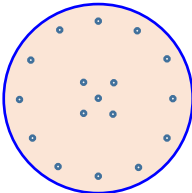
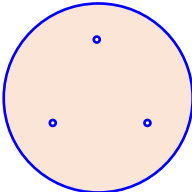
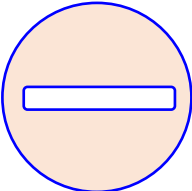
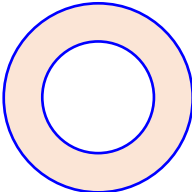
2 Mist (תרסיס, ערפל)

3 Shower (מקלחת)

4 Flat (שטוח)

5 Full (מלא)

- **צורת זרם המים היוצא ממצב זה:** בצעו את הניסוי אותו תכננתם וצפו בצורת זרם המים היוצאת מכל אחד ממצבי ההשקיה. איירו את צורות הזרם במקומות המתאימים בטבלה.
- **מרחק זרם המים:** בצעו את הניסוי אותו תכננתם ומדדו את מרחק זרם המים בכל אחד ממצבי ההשקיה. עשו כך לכל אחד מ-5 המצבים ורשמו את התוצאות בעמודה המתאימה בטבלה.

ניתוח מצבי ההשקיה השונים			
צורת מצב ההשקיה	שם המצב	צורת זרם המים היוצא ממצב זה (איור)	מרחק זרם המים (m)
			
			
			
			
			

דיון בתוצאות הניסויים

אספו את התוצאות מהקבוצות השונות ודונו בשאלות הבאות (ובשאלות נוספות שינבעו מן הניסויים עצמם):

1. האם התאמתו תחזיותיכם בנוגע לצורת זרם המים ומרחק ההתזה?
2. מהו מצב ההשקיה בו מרחק ההתזה הוא מקסימלי?
3. מהו מצב ההשקיה בו מרחק ההתזה הוא מינימלי?
4. פי כמה גודל מרחק ההתזה המקסימלי מהמינימלי?

כעת, לאחר שאנו יודעים את צורות ההשקיה השונות ואת מרחק ההתזה, נוסיף עוד משתנה חשוב אחד לחקירה המדעית שלנו את ביצועי המוצר והוא; **ספיקה**. ספיקה היא יחידת המידה של קצב הפלט של זורם (נוזל או גז) במערכת נתונה⁴. במקרה שלפנינו יחידת המידה היא נפח המים המסופק על-ידי כל אחד ממצבי ההשקיה ביחידת זמן.

מדוע הספיקה כה חשובה? היא חשובה כיוון שהיא קובעת את משך הזמן בו עלינו להשקות צמח או שטח נתונים. נסביר ביתר פירוט:

מובן לכולנו שכל אחד מגידולי השדה או הגינה הוא בעל צרכי מים ייחודיים. מובן גם לכולנו שנדרש נפח קטן של מים בכדי להשקות את פרח החרצית בהשוואה להשקייית דשא רחב ידיים. מה שפחות מובן הוא שיש חשיבות גם למשך ההשקיה של אותו גידול. אם, למשל, נדרשים 100 ליטר לשבוע של מים בכדי להשקות עץ הדר בלב הקיץ, נוכל לספק נפח זה ב-2 דקות על-ידי צינור המספק 50 ליטר לדקה, אך נוכל גם לספק נפח זה ב-100 דקות על-ידי צינור המספק נפח של 1 ליטר לדקה.

על הנייר שני אופני השקיה אלה זהים פְּמוֹתִית, אך מבחינה מעשית הם שונים מהותית זה מזה. מדוע? הם שונים כיוון שתהליך הספיגה בקרקע הוא משמעותי מאד עבור הצמח. הספקה מהירה מאד של מים תוביל לכך שחלק ניכר מהמים ישקעו למי התהום אל מחוץ לטווח השורשים. מאידך, הספקה אטית מאד, כפי שהיתה ההשקיה המסורתית בעבר, היא מסורבלת, מייגעת, ואובדן המים על-ידי אידיוי מפני הקרקע יכול להיות משמעותי⁵.

⁴ אנו מכירים מושג מקביל הנקרא **קספיקה**. זהו מושג המקובל בתחום האנרגיה. למשל, כדי להעלות מסה מסוימת לקומה רביעית יש להשקיע 1,000 קלוריות. המנוע יכול לעשות זאת באטיות, ולהעלות את המשא משך 10 דקות. ההספק שלו הוא **100 קלוריות לדקה**. מנגד, הוא יכול להעלות את המשא במהירות, תוך 2 דקות. ההספק שלו במקרה זה יהיה **500 קלוריות לדקה**. פְּמוֹת האנרגיה הסופית המושקעת היא שווה, אך קצב השקעתה, **ההספק**, יכול להשתנות. יחידות ההספק נקראות "כוח סוס", מושג מוכר עד מאד. נורות החדר אף הן שונות זו מזו בהספק שלהן. יחידת ההספק של נורות נקראת Watt. נורה בת 100 Watt מפיקה כפליים אור (וחום) מאשר נורה בת 50 Watt.

⁵ אחת ההמצאות החשובות, אם לא החשובה ביותר, בתחום זה היתה הטפטפת, המצאה ישראלית שהיתה ועודנה אחת מפריצות הדרך החשובות בעולם החקלאות. הטפטפת פוטרת את החקלאי מלעמוד עם צינור ולהשקות את הצמחים,

כדי לחקור מהי הספיקה האופטימלית עבור גידול נתון, עלינו, ראשית לכל, לדעת באופן מדויק מהי הספיקה של מקור המים בו אנו משתמשים. זו מטרתו של פרק זה ביחידת הלימוד, ולכן נוסיף את המשתנה החשוב הזה לחקירה שלנו את אקדח ההשקיה.

נוכל למדוד את הספיקה בשני אופנים; מהו הזמן הלוך למערכת לפלוט 100 מ"ל? או לחילופין; מהו הנפח אותו פולטת המערכת בכל דקה?

כדי למדוד בהתאם לשיטה הראשונה, ניקח קלי, נסמן עליו 100 מ"ל (או כל נפח אחר בו נבחר), ונמדוד בעזרת שעון עצר את משך הזמן שנדרש למערכת הנבדקת למלא נפח זה. כדי למדוד בשיטה השנייה, ניקח שעון עצר, נפעיל את המערכת ואת השעון באותו הזמן, נעצור את המערכת לאחר דקה (או כל זמן אחר בו נבחר) ונמדוד את נפח המים שהוציאה המערכת בפרק זמן זה.

הסבירו לתלמידים את מושג הספיקה ושאלו אותם כיצד היו יכולים למדוד את הספיקה של כל אחד ממצבי ההשקיה. אין ספק שהניסיון שצברו בניסוי הקודם יהיה בעזרם בתכנון הניסוי הזה. כפי שנהגנו בניסוי הקודם – כך ננהג הפעם. נאפשר לתלמידים לתכנן ניסוי(ים) משלהם, והם יבצעו אותו/ם לאחר דיון. אם יציעו התלמידים הצעה נכונה ומעשית, בחרו בעדיפות ראשונה לבצע אותה עם התלמידים. ניסוי פרי מחשבתם הוא עדיף תמיד על ניסוי המגיע ממקור חיצוני. אנו, מצדנו, נציע כאן ניסוי אפשרי, אותו תוכלו לבצע יחד עם התלמידים במקרה שהם לא הגיעו לתכנון נאות.

יחידות המידה של ספיקה במקרה שלנו הן ml/min, זאת אומרת, כמה מ"ל מים מוציאה המערכת בכל דקה (או, כפי שראינו, כמה זמן לוקח למערכת לפלוט נפח מים מסוים?).

בניסוי שלנו נשאל כמה זמן לוקח למצב ההשקיה לרוקן 50 מ"ל? הבחירה בנפח זה אינה שרירותית, אלא מותאמת למערכת הניסוי. אקדח ההשקיה, על כל חמשת מצביו, פולט 50 מ"ל תוך מספר שניות נוח למדידה, ומצד שני, 50 מ"ל הם נפח נוח למדידה בצינור.

ראשית עלינו לסמן על דופן הצינור את הנפח 50 מ"ל. כיצד נעשה זאת? הציגו שאלה זו בפני התלמידים ודונו בתשובותיהם.

הדרך הפשוטה לעשות זאת היא כך: מלאו את הצינור השקוף במים עד קצהו. אחד התלמידים יחזיק את הצינור גבוה כך שהמים לא יישפכו. בקצה האחר, הנמוך, של הצינור, ליד פתח

כל אחד בתורו, ומשקה את כל הצמחים במקביל. ההפתעה היתה כשהתגלה שהיא גם משפרת מאד את היבול במרבית הגידולים. שיפור זה מיוחס, בין היתר, לעובדה שההשקיה ניתנת באזורים מוגדרים ליד הצמח, ובאזורים היבשים יש הספקת חמצן סדירה. בהשקיה המסורתית היה צורך להשקות בנפח גדול, וכך נמנעה הספקת חמצן משך זמן רב, מה שפגע בצמח וביבול. בנוסף, הטפטפות חוסכות עשרות אחוזים בצריכת המים. לעתים רחוקות מגיע לעולם מוצר עם כל כך הרבה יתרונות וחסרונות מועטים כל כך. אכן, גאוה ישראלית (ומכירות של מאות מיליוני דולרים בשנה).

האקדח, יניח תלמיד אחר מְשוֹרָה של 100 או 200 מ"ל ועליה משפך. התלמיד יאחז היטב במְשוֹרָה ובמשפך, יחזיק את אקדח ההשקיה מעל המשפך, ובמצב זה ילחץ בעדינות על ההדק, כך שהמים יזרמו בקצב אטי אל תוך המְשוֹרָה, ואליה בלבד, ללא אובדן. כאשר ירדו פני המים עד לקו הנפח של 50 מ"ל, הרפו מן ההדק. המים בקצה העליון של הצינור ירדו. במצב זה סמנו בעזרת עט סימון קו על הצינור. הנפח מפני הצינור העליונים ועד לקו הוא 50 מ"ל.

אנו מוכנים כעת למדידת הספיקה:

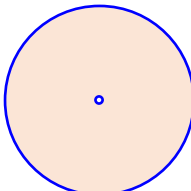
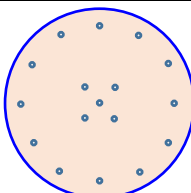
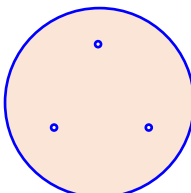
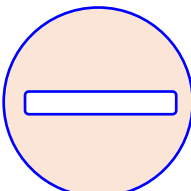
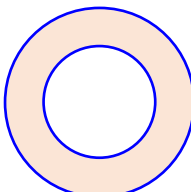
- בקשו מאחד התלמידים לאפס שעון עצר (אפשר להשתמש בטלפון הנייד למטרה זו).
 - התלמידים יבחרו את אחד מחמשת מצבי ההשקיה.
 - התלמידים ימלאו שוב את הצינור עד סופו במים, יחזיקו קלי קיבול ליד אקדח ההשקיה, כך שלא יהיה אובדן מים.
 - אחד התלמידים יעמוד על כיסא או משטח גבוה, יחזיק בצינור ויקרא "עכשיו". בשנייה זו ילחץ התלמיד המודד על לחצן שעון העצר.
 - התלמיד המחזיק בצינור יעקוב אחר ירידת מפלס המים בצינור. כאשר ירדו המים עד לקו 50 המ"ל יקרא התלמיד המחזיק בצינור "עצור", והתלמיד המודד זמן יעצור את שעון העצר.
 - התלמידים ירשמו את התוצאה בטבלה.
 - הם ירשמו בטבלה את הזמן שלקח להתרוקנות של 50 מ"ל בכל אחד מהמצבים.
- כדי לחשב את הספיקה הניחו שקצב זרימת המים הוא אחיד, וחשבו כמה מ"ל של מים יוצאים במצב זה מפיית אקדח ההשקיה בשנייה.
- הבה נביא דוגמה: אם נדרשו 4 שניות במצב השקיה מסוים כדי לרוקן 50 מ"ל, הספיקה היא: $50\text{ml}/4\text{sec}=12.5\text{ml}/\text{sec}$. גם אם אין המדידה מדויקת מאד (כיוון שזרם המים מאט עם ירידת פני המים בצינור), תוכלו לדרג כך את הספקי כל אחד מחמשת מצבי ההשקיה.

מדידת ספיקת המים בכל אחד ממצבי ההשקיה

לאחר שמדדנו את הצורות השונות של זרמי המים במצבי ההשקיה במוצר ואת המרחק אליו מגיעים המים, נמדוד עוד משתנה חשוב שאינו כה בולט לעין כמו שני המשתנים אותם הכרנו

– **ספיקה**.

כבר משמיעת המילה "ספיקה" ניתן להבין שהיא נגזרת של השורש פ.ק.ק, ממנו נגזרת גם המילה "להספיק". משמעותה של המילה "ספיקה" במקרה שלפנינו היא מהו נפח המים היוצא מאקדח ההשקיה בכל יחידת זמן.

מדידת ספיקת מצבי ההשקה השונים		
ספיקה (מ"ל לדקה)	שם המצב	צורת מצב ההשקה
		
		
		
		
		

אם יש ברשותנו ברז בחצר בלחץ מים נתון ובידינו אקדח ההשקיה המופך לנו. באיזה מצב השקיה עלינו להשקות אם ברצוננו להשקות עץ הדר ב-100 ליטר בזמן הקצר ביותר? הארוך ביותר?

כדי לענות על שאלות אלה עלינו למדוד את הספיקה בכל אחד מהמצבים. כיצד נעשה זאת?

התחלקו לצוותים, וחשבו על דרך בה תוכלו למדוד ולדרג את הספיקה של כל אחד מחמשת המצבים של אקדח ההשקיה. הציגו בפני הכיתה את תכנית הניסוי, הציגו בפני המורה את רשימת הציוד הנדרש, ובצעו את הניסוי אותו תכננתם. רשמו את התוצאות בטבלה הבאה.

חלק 2: הכרת התפקודים והחלקים של אקדח ההשקיה

עד כה צפינו בביצועי אקדח ההשקיה ומדדנו אותם גם באופן כמותי. התייחסנו אל המוצר כאל "תיבה שחורה" המקבלת קלט (input) של מים בלחץ נתון, אך פולטת חמישה סוגים של פלט

(output) לפי צורתם ומספרם של החריצים בפיתו.

כיצד קורה הדבר? מהו מסלול המים בתוך ה"תיבה השחורה"? כיצד נמנעת זרימת מים אל ארבעת מצבי ההשקיה שאינם נמצאים בחלק העליון של פית האקדח? מה "נועל" את פית האקדח כך שמצב ההשקיה הרצוי לנו, והוא בלבד, יהיה מול הפתח? כיצד מקבל אקדח ההשקיה קלט מסוג אחד בלבד, אך מתעל אותו כך שהפלט יהיה שונה לפי רצונו של המשתמש?

כדי לענות על שאלות אלה עלינו לבצע

"הנדסה הפוכה" – פירוק המוצר, חקר כל אחד מחלקיו, והרכבתם שנית למערכת שלמה.

עברו אל החלק השני של יחידת הלימוד ובו נחקור את חלקיו של המוצר, וכיצד שילובם למוצר אחד גורם לאקדח ההשקיה לבצע את תפקידיו.

מטרתו של החלק השני ביחידת לימוד זו היא לחקור כיצד מבצע האקדח את הביצועים אותם חקרנו בחלק הקודם.

הדרך לעשות זאת, כפי שגם ראינו במוצרים הקודמים אותם חקרנו, היא לברר מהו התפקיד של כל אחד מהרכיבים המרכיבים את אקדח ההשקיה. כמו ביחידות הלימוד הקודמות, הזכירו לתלמידים את הנחות המוצא שלנו לגבי חלקי המכשיר:

- אין במוצר חלקים מיותרים. לכל חלק במוצר נועד על-ידי המתכננים תפקיד או מטרה, ואין הם נמצאים שם באקראי.
- הצורה והחומר ממנו עשוי כל חלק נקבעים לאחר מחשבה של אדם מסוים או של צוות. בדרך כלל צוות הוא המתכנן כל חלק, כיוון שהחשיבה הנדרשת היא חשיבה רב-תחומית

הנדסה והנדסה הפוכה

כאשר מגיעה אל שולחן המהנדסים דרישה מן השוק (הלקוח, בעל גינה) להשקות במצבי השקיה שונים את הצמחים השונים בגינתו, פורסים המהנדסים דף חלק, ומתכננים את המוצר לפי גישת STEAM. המוצר מורכב מחלקים שונים, וכאשר הם מורכבים ביחד, נוצרת מערכת המיועדת לספק את דרישות הלקוח.

אנו מבצעים את הפעולה ההפוכה: המוצר כבר קיים, הביצועים שלו כבר נתונים. אם אנו מעוניינים לדעת כיצד מבצע אותם המוצר, עלינו לפרק אותו ולבחון את כל אחד מחלקיו, לשער את תפקידם במערכת הכוללת ולבסוף – להרכיב את החלקים (או אף לייצר אותם בעצמנו) כך שיתקבל שוב המוצר השלם.

הנדסה הפוכה נהוגה במקרים של ריגול תעשייתי או ריגול צבאי, בו מעוניין הצד האחד להבין את תכונותיו של מוצר או של כלי נשק הנמצא בידי הצד האחר.

– תפקוד החלק, צורתו, החומרים ממנו הוא עשוי, הנדסת אנוש, ועוד שיקולים רבים הדורשים התייחסות של בעלי התמחויות מגוונות.

פירוק ותפקידי חלקים

מטרת הפירוק היא לגלות חלקים נסתרים ולראות כיצד החלקים הנראים מחוברים זה לזה כדי לאפשר את התפקוד הרצוי.

כדי לעשות זאת, הפנו את התלמידים ל"דף משימה 4". בקשו מהם למלא את הטבלה. מילוי הטבלה יעשה בשני שלבים. בשלב הראשון יתבוננו התלמידים במוצר במבט חיצוני וירשמו את כל החלקים הנראים לעין ואת תפקידם המשוער.

יש חשיבות לשאול בשלב ראשון, לפני הפירוק, מה תפקידו של כל חלק כפי שנראה במוצר השלם. הסיבה היא שקיימים חלקים שאת תפקידם לא ניתן להבין לאחר הפירוק, ובנוסף, ביצועי המתקן לא יכולים להתבצע על ידי אף חלק בנפרד אלא רק כמערכת שלמה.

הרכבת המוצר

לאחר שכל החלקים פרוסים מול עיני התלמידים והטבלה מלאה, בקשו מהם לנסות ולהרכיב מחדש את אקדח ההשקיה. האם הוא פועל כקודם?

בשלב הבא, המתוחכם יותר, בקשו מהם לפרק שוב את המוצר, אך הפעם הם ירכיבו אותו ללא חלק מסוים. האם תפקוד המוצר נפגע? איזה תפקוד?

החסרת מרכיב ומדע הרפואה

הבקשה להרכיב את המערכת ללא חלק מסוים ולבדוק את תפקודה אינה רק תרגיל חביב בהנדסה הפוכה, אלא הדגמה לאופן בו התגלו תגליות רבות ברפואה.

מדע הרפואה פועל לפי עקרונות ההנדסה הפוכה. המערכת הנבדקת כבר קיימת (הגוף האנושי), היא פועלת היטב וללא תקלות במרבית הזמן, אך מדי פעם פעולתו של חלק (איבר) במערכת משתבש, ואז מבקשים החוקרים לזהות בגוף את האיבר הפגום. כך נוצר הקישור בין הפונקציה לבין האיבר. כדי לאשר את הממצא, נוהגים החוקרים לשבש במכוון את האיבר (בניסויים בחיות מעבדה) ובודקים אם ניתן לשחזר כך את המחלה או הפונקציה.

תפקידם של איברים פנימיים רבים התגלה כך במהלך ההיסטוריה של הרפואה. כשבדקו חולי סוכרת גילו שהלבלב ותאים מסוימים בתוכו פגומים והרוסים. כך התגלה תפקידו של הלבלב בוויסות מאזן הסוכר בגוף. באנשים שהתעוורו כתוצאה מפגיעה במוח התגלתה פגיעה בחלק האחורי של קליפת המוח. כך התגלה הקורטקס הראייתי. ובאמת, גירוי חשמלי של חלק זה

יוצר תחושות ראייה אצל נבדקים בריאים. כך התגלו תפקידי חלקים רבים במוח (כולם נראים זהים במבט חיצוני), ועוד דוגמאות רבות אחרות.

חקירת חלקי אקדח ההשקיה הרב-מצבים

לאחר שחקרנו את ביצועי אקדח ההשקיה על חמשת מצביו, נשאל את השאלה הפשוטה; "כיצד יוצר האקדח את סלוני המים השונים?"

כדי לענות על שאלה זו עלינו לבצע "הנדסה הפוכה", משמע, עלינו לפרק את המוצר לחלקיו, ולבחון כל אחד מהם.

ניתוח פרטני של כל אחד מהחלקים הוא חשוב, אך הוא לא יגרום לנו להבין כיצד פועלת המערכת השלימה. רק כאשר משתלבים כל החלקים יחד נוכל להפעיל את המערכת השלימה מחדש ולראות כיצד כל חלק פועל בתיאום עם החלקים האחרים ליצור את הביצועים העונים על צרכי המשתמש.

המלצות לניתוח ולפירוק אקדח ההשקיה

- 1) התבוננו תחילה במוצר השלם ובחלקיו החיצוניים, הגלויים לעין. מהו, לדעתכם, תפקידו של כל אחד מהם? רשמו זאת בטבלה.
- 2) פרקו בעזרת המברג את החלקים המחוזקים בברגים. עשו זאת באטיות ומעל השולחן כדי שחלקים לא ייפלו לרצפה ויאבדו.
- 3) הניחו את החלקים המפורקים על-ידכם לפי סדר. מומלץ אפילו לצלם כל שלב כדי שתוכלו להרכיב את החלקים בסדר הפוך.
- 4) לאחר פירוק כל חלק, כתבו בטבלה את תפקידו המשוער.

הרכבת המוצר

לאחר שכל חלקי האקדח פרוסים לפניכם על השולחן ולאחר מילוי הטבלה, הרכיבו את החלקים בסדר הפוך לסדר פירוקם.

- הפעילו את האקדח. האם הוא תקין? האם הצלחתם לשחזר במלואם את כל מצבי ההשקיה?

הרכבת מוצר תוך החסרת חלק

כעת פרקו שוב את אקדח ההשקיה (וראו כמה קלה היא הפעם השנייה ביחס לפעם הראשונה!), אך הרכיבו אותו ללא חלק מסוים לבחירתכם.

- הפעילו את האקדח. האם הוא תקין? אם לא, איזו פונקציה נפגעה?
- חזרו על פעולה זו כשאתם מחסירים חלקים שונים בכל פעם, ובדקו את תפקוד אקדח ההשקיה בכל מצב.

- חזרו על פעולה זאת שוב, אך הפעם העבירו את המערכת הפגומה לצוות אחר ובקשו מהם לנסות ולזהות מהו החלק הפגום. הם יפרקו את המוצר וינסו לאתר את החלק החסר. האם הם צדקו?

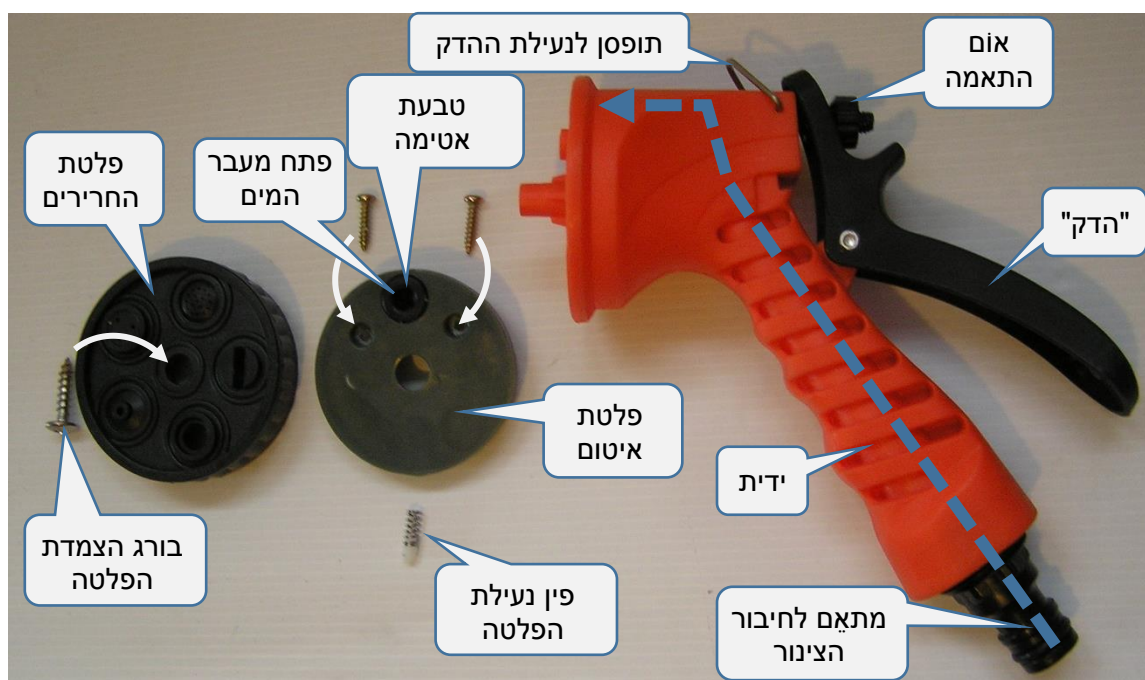
טבלת ניתוח חלקי אקדח ההשקיה הרב-מצבים		
החלק	חיצוני/פנימי	תפקיד משוער

דיון בפירוק המוצר לחלקיו

שלב 1: פירוק על-ידי התלמידים

בקשו מהתלמידים לפרק בכוחות עצמם את המכשיר עד לרמה הנראית בתמונה. הניחו לפניכם את המברגים המתאימים. בקשו מהם לפרק את המוצר מעל השולחן, כדי שחלקים זעירים (בעיקר פין נעילת הפלטה) לא ייפלו ויאבדו.

בתמונה מוצגים החלקים של אקדח השקיה אחד מתוך מספר סוגים המיוצרים על-ידי חברות שונות, ולכן יתכן מאד שמספר חלקים שתגלו במוצר שתרכשו עבור התלמידים יהיו שונים מעט מאלה המוצגים כאן.



תפקידי החלקים

בקשו מהתלמידים לנסות ולהסביר מהו לדעתם תפקידו של כל חלק אותו גילו בעת הפירוק. תוכלו להציג זאת בעזרת שאלות ותשובות. אל תמהרו לענות על השאלות, והניחו לתלמידים זמן מספיק לחשוב ולענות בעצמם.

נסקור כאן את תפקידם של החלקים העיקריים:

▪ פלטת החרירים

היא מכילה את מצבי ההשקיה השונים. המים יזרמו דרך המצב הפונה כלפי מעלה, כך שהחרירים של מצב ההשקיה הספציפי יהיו מול פתח מעבר המים, והמים יזרמו דרכם, ודרכם בלבד.

▪ טבעת האטימה

שאלה לתלמידים: מהו תפקידה של טבעת האטימה, מדוע היא עשויה גומי, ומדוע היא בולטת מעט לעבר פלטת החרירים?

תשובה: תפקידה של הטבעת הוא לאטום את מעבר המים ממסלולה בתוך הידית אל מצב ההשקיה שנבחר בפלטת החרירים, כך שהמים יזרמו רק למצב ההשקיה זה, ולא לאחרים. הטבעת עשויה גומי כיוון שגומי הוא חומר גמיש, והיא בולטת מעט כיוון שמעיכתה בעת הסגירה מאפשרת איטום טוב יותר.

▪ פין נעילת הפלטה

תפקידו לעצור את פלטת החרירים בנקודות מסוימות בלבד שבהן מצב ההשקיה שנבחר נמצא מול פתח זרימת המים. בנוסף, ה"קליק" הנשמע עם נעילת הפין מאותת לגן שמצב ההשקיה בו בחר נמצא במקום הנכון.

▪ אום ההתאמה והשסתום

בקשו מהתלמידים לפרק את האום השחורה הנמצאת ליד ידית ההפעלה של אקדח ההשקיה על-ידי הברגתה בניגוד לכיוון השעון. מכלול זה כולל ארבעה חלקים (לא נראים בתמונה): **מוט השסתום, קפיץ השסתום, מחבר אחורי, אום.** השסתום, כשמו, סותם את מעבר המים. כאשר אנו לוחצים על ה"הדק", אנו דוחפים את האום אחורנית, מוט השסתום נמשך כנגד התנגדות קפיץ השסתום (ולכן הלחיצה אינה קלה), ומסלול המים נפתח והם חופשיים לזרום אל החרירים. מוט השסתום מורכב משלושה מקטעים שונים. בקצה אחד של המוט יש הברגה עליה נמצאת האום. פתיחת האום תגרום לכך שכאשר המשתמש ילחץ על הידית עד הסוף, מהלך מוט השסתום אחורנית יהיה קצר יותר ואז, כאשר הידית לחוצה עד הסוף, פתח מעבר המים יהיה גדול יותר. זה יאפשר לכמות מים גדולה יותר לעבור בכל יחידת זמן פתיחה (ספיקת מים גבוהה יותר). סגירת האום תגרום לתופעה הפוכה.

שאלה לתלמידים: מדוע, לדעתכם, עשוי קפיץ השסתום ממתכת עבה?

פתרון: הוא עשוי מתכת עבה כדי שנהיה חייבים ללחוץ על ההדק בכוח לא מבוטל. תכונה זו מונעת דליפות. אם היה הקפיץ חלש, כל כוח שהיה מופעל בטעות על ההדק היה פותח את השסתום ומים היו אובדים לחינם.

▪ מסלול המים

שאלה לתלמידים: מהו, לדעתכם, המסלול בו עוברים המים מן הברז ועד לצמח המושקה? **פתרון:** מסלול המים נראה כחץ מקווקו כחול בתמונה. המים עוברים דרך צינור ההשקיה, המתאם, משם דרך מסלול הנמצא בתוך הידית (ואינו נראה לעין), ומשם אל החלק העליון של

גוף המוצר, אל פתח מעבר המים (הנראה בחלק העליון של פלטת האיטום), ומשם, דרך מצב ההשקיה שנבחר, אל הגינה המושקית.

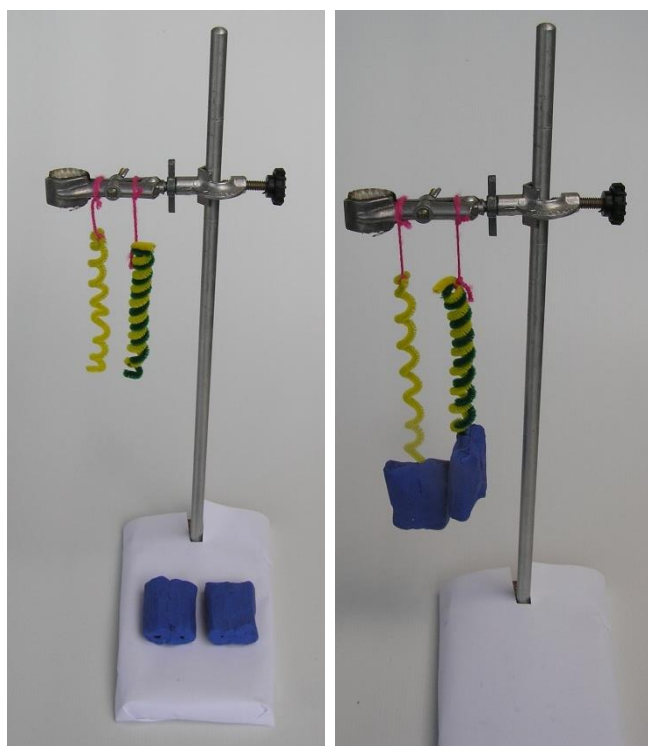
■ הדגמת פעולתו של קפיץ

שאלו את התלמידים היכן נמצאים הקפיצים במוצר? מה תפקידם? במוצר יש שני קפיצים. האחד קטן וחלש יחסית, והוא המצמיד את הפין אל השקע, כך שמצב ההשקיה הנבחר יגיע אל מול מסלול המים ויינעל במקומו. הקפיץ השני הוא קפיץ חזק הרבה יותר, והוא זה המצמיד את השסתום אל טבעת האטימה העשויה גומי, כך שמסלול המים יהיה סגור הרמטית כאשר ההדק רפוי.

שאלו את התלמידים מהו מאפיין קפיצים? כיצד הם מבצעים את תפקידם?

חלקו לתלמידים מנקה מקטרו. בקשו מהם לקצר אותו על-ידי דחיפת הקצוות זה אל זה. התלמידים לא יוכלו לעשות זאת, כיוון שכדי לקצר את המתכת ממנה עשוי המנקה הם נדרשים לדחוס את המתכת, ולשם כך נדרש כוח רב מאד.

בקשו מהם כעת לכופף את המתכת. הם יוכלו לעשות זאת בקלות. העיקרון הזה מאפשר יצירת קפיץ שיהיה בעל חוזק של מתכת, ישמור על צורתו לאורך זמן, אך במקביל הוא יוכל להתקצר לא על-ידי דחיסה, אלא על-ידי כיפוף.



חלקו לכל קבוצת תלמידים מנקה מקטרו. בקשו מהתלמידים לפתל אותו סביב האצבע או סביב עיפרון. כך נוצר קפיץ מאולתר מחוט מתכת ישר. בקשו מהם לבחון בעזרת חושיהם את התנגדות הקפיץ לדחיסה.

כעת חלקו לתלמידים 2 מנקי מקטרו ובקשו מהם ליצור מהם קפיץ אחד על-ידי פיתולם יחד. כפי שתוכלו לחוש, התנגדות הקפיץ הכפול לדחיסה תהיה גדולה יותר מאשר התנגדותו של קפיץ העשוי פתיל אחד⁶. אם תצרו את שני

⁶ אם תבחרו להעמיק בנושא זה, תוכלו לעשות את הניסוי באופן כמותי על-ידי תליית חפץ מסוים על כל אחד משני הקפיצים ולמדוד בסרגל את מידת התארכותם. כך תקבלו אומדן כמותי של התלות של כוח הקפיץ כתלות בעובי המתכת ממנה הוא עשוי.

הקפיצים, זה העשוי מנקה מקטרות אחד וזה העשוי מ-2 מנקי מקטרות, כך שיהיו באותו אורך (תמונה שמאלית) ותתלו עליהן משקולת בעלת מסה שווה, תוכלו להבחין בקלות שהקפיץ הבודד התארך במידה רבה יותר מאשר הקפיץ הכפול (תמונה ימנית).

עובי הקפיץ (ומשתנים נוספים עליהם לא נתעכב כעת) קובע את הכוח שהוא מפעיל בעת דחיסה או בעת מתיחה. קפיץ השסתום, זה המהדק את השסתום אל פלטת האיטום ומונע דליפת מים, עשוי מתכת עבה (בדומה לקפיץ הכפול שהכנו). הקפיץ המחובר לפין נעילת הפלטה (ראו תמונה בהמשך) לעומת זאת, זה המניע את הפין ונועל את מצב ההשקיה, עשוי מתכת דקה, והכוח שהוא מפעיל הוא קטן במידה רבה.

סיכום

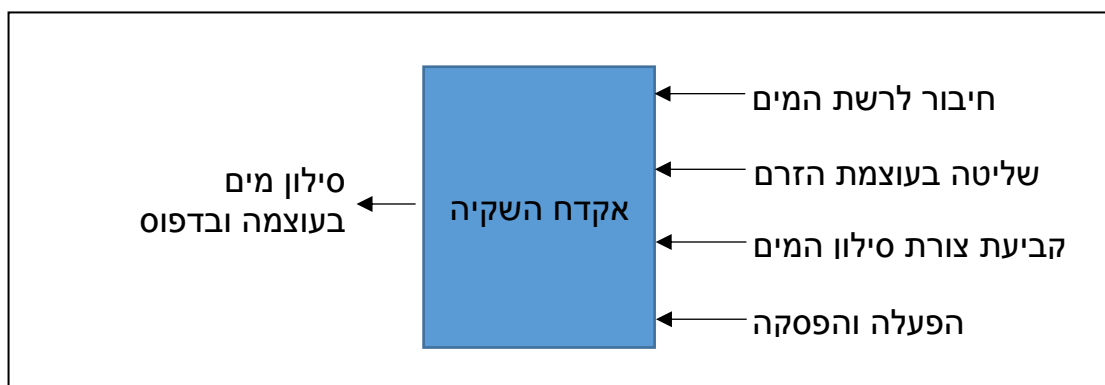
הטבלה הבאה, הזוהה לטבלה שהוצגה לתלמידים ב"דף משימה 5", מסכמת את מיקומם ואת תפקידיהם של החלקים החשובים של המוצר. החלקים המתוארים בה נמצאים בהלימה לתמונת חלקי המוצר שהוצגה למעלה.

טבלת ניתוח חלקי אקדח ההשקיה הרב-מצבים		
החלק	חיצוני/פנימי	תפקיד משוער
ידית	חיצוני	מתאים להחזקת המתקן על-ידי כף יד
מתאם לחיבור הצינור	חיצוני	מקשר בין צינור המים לבין מסלול המים במוצר
הדק	חיצוני	פתיחה וסגירה של זרם המים
אום התאמה	חיצוני	התאמת הכוח שיש להפעיל על ההדק בכדי להפעיל את זרם המים
תופסן לנעילת ההדק	חיצוני	מקל על לחיצה ממשוכת על ההדק
טבעת אטימה	פנימית	עשויה גומי גמיש, ומונעת דליפת מים לכל מצבי ההשקה שאינם מול מסלול המים
פתח מעבר	פנימית	הפתח דרכו זורמים המים אל פלטת החרירים. אטומה על-ידי טבעת האטימה
פלטת חרירים	פנימית	פלטה ובה חמשת מצבי ההשקיה
פין נעילת הפלטה	פנימית	פין הנועל את פלטת החרירים כך שמצב ההשקיה הרצוי ייקבע אל מול פתח המעבר

תרשים המערכת

תוכלו להסביר לתלמידים שניתן להציג את מה שקיבלנו בטבלה גם כתרשים הנקרא: תרשים המערכת.

תרשים המתאר את המכשיר בו אנו עוסקים עשוי להראות כך:



חשוב לציין שממשק המשתמש מאפשר גם לקבוע בקלות את הכיוון ואת הזווית של האקדח ושל הסילון היוצא ממנו. אמנם זה נראה טריוויאלי, אבל ההבדל המהותי בין האקדח הידני לבין ממטרה רגילה הוא היכולת לקבוע את כיוון המים, את עוצמת הזרימה, את זווית הזרימה ואת כמות המים, כך שיתאימו לצרכים המשתנים באזור המושקה.

שאלה לרפלקציה ולדיון

חלק זה מיועד להעמיק בקרב התלמידים את ההכרה בתלות ההדדית המרשימה שלנו באנשים אחרים ובמשאבי הטבע. עד כמה הטכנולוגיה מתאפשרת בזכותם של כה רבים.

הציעו לתלמידים לנסות ולחשוב: כמה אנשים לדעתם מעורבים בייצור המוצר? כקו מנחה בקשו מהם לחשוב על כל השלבים של ייצורו ושיווקו.

כפי שכבר ראינו ביחידת הלימוד הקודמת (מייבש החסה), התשובה יכולה להגיע עד עשרות ואף מאות אלפי אנשים(!). שרשרת הייצור והשיווק כוללת אנשים הקשורים בתכנון, ייצור ושיווק חלקי המכונות שייצרו את המוצר, דרך חברות ההובלה, ספקי הדלק, חומרי הגלם, פרסום ועוד.

חלק 3: משימות סיום

לפניכם מספר הצעות לפעילויות סיכום יחידת הלימוד. תוכלו לבצע את כל המשימות, או רק את חלקן, לפי בחירתכם.

1) יצירת סרטון על אקדח השקיה רב מצבים

בקשו מכל קבוצה לצלם בעזרת הטלפון הנייד סרט קצר, דקה אחת לערך, שיעסוק באחד הנושאים הבאים:

- אופן ההרכבה והפירוק של אקדח ההשקיה
- מצבי ההשקיה השונים והשימושים שלהם
- אופן הפעולה של אקדח ההשקיה (כולו או מערכת מסוימת בו)
- קפיצים באופן כללי
- הקפיצים באקדח ההשקיה ותפקידם
- פרסומת לאקדח ההשקיה
- רעיון אחר על פי בחירתם

לחילופין, אפשר ליצור מצגת שתעסוק באחד מנושאים אלו.

2) הצעות לשיפור אקדח ההשקיה הרב-מצבים

בקשו מהתלמידים להציע הצעות לשיפור המוצר. הם יוכלו להתייחס למבנה, חלקים, צורה, צבע, חומרים ועוד.

3) התאמת מצב ההשקיה לצורך

בקשו מהתלמידים למלא את הטבלה המוצגת ב"דף משימה 6".

4) טבלת STEAM

בקשו מהתלמידים למלא את הטבלה הבאה, ובה ירשמו את היישום של כל אחד ממרכיבי ה-STEAM במוצר (דף משימה 6). טבלה לדוגמה מוצגת בדף שאחרי דף המשימה.

התאמת מצב ההשקיה לצורך

מלאו את הטבלה הבאה. איזה מצב השקיה מתאים, לדעתכם, לכל אחד מהצרכים בגינה? יש להדגיש שאין תשובה נכונה או שגויה לשאלה זו. למשל, יהיו גננים שיעדיפו להשקות מִשְׁטַח דשא במצב השקיה "shower", ויהיו כאלה שיעדיפו להשקות אותו במצב "flat". כל עוד הדשא חי, ירוק ומשגשג – מטרת ההשקיה הושגה, יהא מצב ההשקיה אשר יהא.

נמקו את בחירתכם בעמודה השמאלית.

הצורך	סוג מצב ההשקיה המתאים JET/ FLAT/ SHOWER/ MIST/ FULL	מדוע בחרתם מצב השקיה זה?
השקיית עץ גדול קרוב		
השקיית משטח דשא		
השקיית נבטים שנבטו זה עתה		
השקיית עץ מעבר לגדר של השכן		
ניקוי אבק מעלים		
השקיית זרעים בעציץ		
השקיית ערוגה של ירקות		

מרכיבי ה-STEAM באקדח ההשקיה

נתחו את המוצר לפי מרכיבי ה-STEAM. היכן מתבטא כל אחד מהם במוצר? כתבו את תוצאות הניתוח שלכם בטבלה הבאה (אין חובה למלא אותה במלואה):

ביטוי במוצר	
	Science (מדע)
	Technology (טכנולוגיה)
	Engineering (הנדסה)
	Art (אמנות)
	Mathematics (מתמטיקה)

מרכיבי ה-STEAM באקדח ההשקיה

זו טבלה לדוגמה. סביר שהתלמידים (ואתם) תוסיפו דוגמאות משלכם.

ביטוי במוצר	
מרחק ההתזה	Science (מדע)
ספיקה	
עקרון הקפיץ וכוח ההתנגדות שלו	
לחץ המים	
חוזק החומרים מהם עשויים החלקים השונים	Technology (טכנולוגיה)
תכונות החומרים והתאמתם לתפקידם [גמישות החומר המשמש לאיטום (גומי), חוזק הקפיצים, ידית מתכת]	
התאמת החלקים זה לזה	
עמידות המוצר ושחיקתו לאורך זמן ושימושים חוזרים	
קביעת החומרים מהם ייוצרו החלקים (תכונות, מחיר)	Engineering (הנדסה)
קביעת הגדלים ומספר החריצים בכל אחד ממצבי ההשקיה	
תכנון המכונות והתבניות לייצור כל אחד מהחלקים	
תכנון מספר מינימלי של חלקים (להוזלת היצור)	
צבע החלקים השונים (אסתטיקה)	Art (אמנות)
צורת הידית והתאמתה לאצבעות (ארגונומיה ⁷)	
זווית הידית ביחס לכיוון זרימת המים (ארגונומיה)	
תכנון הגרפיקה של מודעות או סרטי הפרסום של המוצר בעיתונות או בטלוויזיה	
מדידת מרחק ההתזה	Mathematics (מתמטיקה)
מדידת ספיקה	
קביעת עלות המוצר הסופי	
ניהול תקציב הפרויקט בחברה (חלוקת התקציב בכל שלביו – פיתוח, ייצור, שיווק וכו')	

⁷ אֶרְגוֹנוֹמִיָּה הוא תחום העוסק בממשק בין האדם, גופו או רוחו, לבין המוצרים הטכנולוגיים אותם הוא מתכנן ובהם הוא משתמש.

ציוד וחומרים

חלק 1: חקירת תכונות האקדח רב-המצבים

לכיתה

- ברז מים בחצר בית-הספר (יש לבדוק שהוא מחובר לרשת המים)
- צינור מים אותו ניתן לחבר לברז המים
- אקדחים רב-מצבים (להדגמת מורה ובמספר עודף)
- פֶּלִייר

לכל צוות

- אקדח רב-מצבים
- 2 מטר צינור פלסטי שקוף (המתאים בקוטרו לאקדח)
- משפך
- שעון עצר (בטלפון הנייד)
- סרגל
- מְשׁוֹרָה של 100 או 250 מ"ל
- סרט מדידה ("מטר")
- כיסא (להוצאה לחצר בית-הספר)
- חוט ברזל גמיש (להידוק הצינור אל האקדח, אם נדרש)
- עט סימון (מַרְקָר)
- פְּלִי קיבול (לקליטת המים היוצאים בניסוי מדידת הספיקה)

חלק 2: חקירת המוצר

לכל צוות

- אקדח רב-מצבים
- 4 מנקי מקטרות
- סלסלה ובה מברג "פיליפס" (בעל ראש צלב), מברגים נוספים ופֶּלִייר