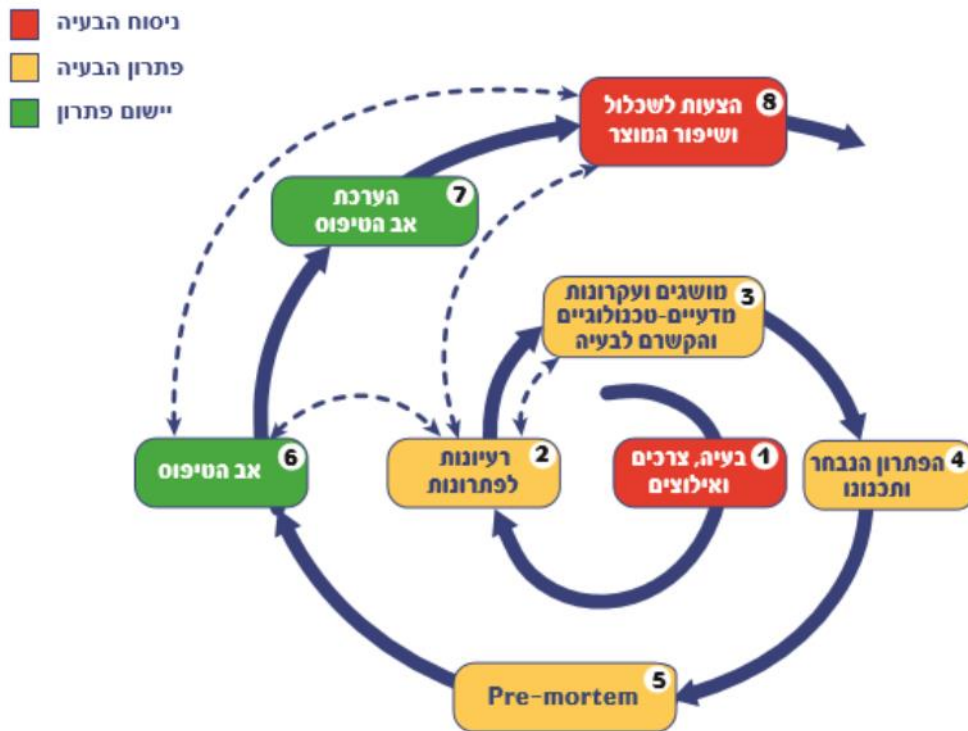


הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"



▪ מעובד על פי:

Bailey, R., & Szabo, Z. (2007). Assessing engineering design process knowledge. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 508.

חוברת למורה - תהליך התיכון ההנדסי

מודלינג : חלק ג'

כתבה רויטל חליף

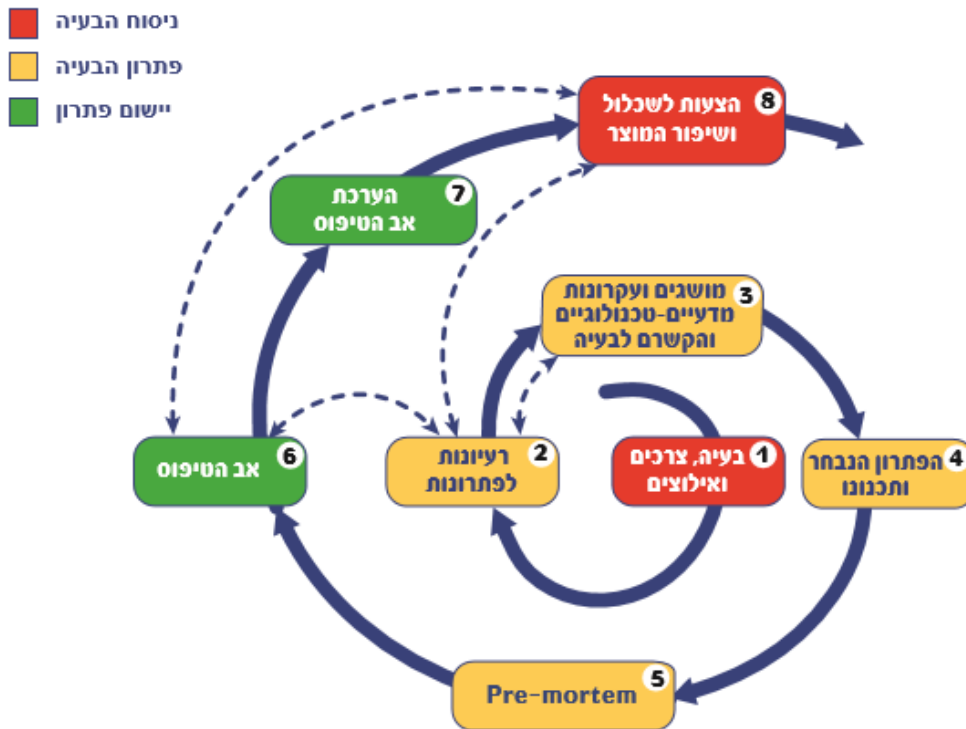
עריכה מדעית: פרופ' דיוויד פורטס

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

תוכן עניינים

3	מבוא והכרות עם תהליך התיכון ההנדסי
9	בעיה, צרכים ואילוצים
17	רעיונות לפתרונות
19	מושגים ועקרונות מדעיים טכנולוגיים והקשרם לבעיה
22	הפתרון הנבחר ותכנונו
27	Pre-mortem
29	בניית אב טיפוס
31	הערכת אב הטיפוס, הצעות לשכלול ושיפור המוצר

מבוא והכרות עם תהליך התיכון ההנדסי



■ מעובד על פי:

Bailey, R., & Szabo, Z. (2007). Assessing engineering design process knowledge. *International Journal of Engineering Education*, 22(3), 508.

מבוא

התפתחות האדם הייתה מאז ומעולם באמצעות יצירת אמצעים מלאכותיים, אמצעים טכנולוגיים, החל מכלים לשמירת מזון ועד למחשבי העל.

האמצעים הטכנולוגיים כולם נוצרו כתשובה לצורך ומטרה אשר האדם או החברה הציבו לעצמם וכולם מעשה ידי אדם.

תהליך התיכון ההנדסי הינו תחום מחקר, מדעי, מתמטי וטכנולוגי העוסק ביצירה של פתרונות לבעיות טכנולוגיות.

בחוברת זאת תכירו ותחוו את השלבים השונים בתהליך התיכון ההנדסי – מאיתור הצורך דרך שלבי המחקר, התכנון והביצוע ועד לשלב הערכת המוצר מעשה ידיכם.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

תהליך התיכון ההנדסי כולל רצף מומלץ של שלבים המאפשרים יצירתו של פתרון טכנולוגי לבעיה אנושית. חשוב להבין כי הרצף אינו לינארי בהכרח, כל שלב "מדבר" עם שלב אחר, ולעיתים אנו מחויבים אף "לחזור" ולבצע שוב אחד מהשלבים לפני שממשיכים הלאה ברצף.

עבור כל אחד מהשלבים המוצגים בתרשים התהליך קיימים כמה דגשים ייחודיים להוראת הנושא.

הערה: את הוראת נושא זה ניתן ללוות עם המשימות לתלמיד מאחד מפרקי הלימוד (או שניהם) מהחוברת - התנסות בתהליך התיכון ההנדסי /או זיהוי והגדרת שלבי התיכון ההנדסי / דר' רחל כהן

הדגשים מפורטים להלן:

שלב ראשון - בעיה, צרכים ואילוצים.

זיהוי/הגדרת בעיה

היכולת לזהות בעיה מתוך "ספור מקרה" היא מיומנות הדורשת התנסות.

בעיה טכנולוגית היא שאלה שפתרונה מביא לביטול מצב לא רצוי.

הגדרת הבעיה חייבת להיות באופן כזה המוביל לפתרון טכנולוגי, מערכת או מוצר מעשה ידי אדם,

מומלץ לנסח בעיה טכנולוגית כשאלה המתחילה במילים "איך?" או "כיצד?".
לדוגמה:

איך ניתן לחסוך באנרגיית חשמל הביתית?

איך נייצר חלב שניתן להשאירו מחוץ למקרר מבלי שיתקלקל?

זיהוי צרכים ואילוצים

לאחר הגדרת הבעיה באופן המוביל לפתרון הטכנולוגי, יש לערוך רשימת צרכים ואילוצים כפי שעולים מתוך "ספור המקרה". מומלץ לערוך שלב של איסוף מידע וחקר קצר כדי לאתר עוד צרכים ואילוצים עליהם יש לתת את הדעת.

את הרשימה יש לקטלג:

צרכים ואילוצים הכרחיים הם אלה שעליהם חייב הפתרון לענות ואי אפשר להתפשר עליהם.

לדוגמה:

הפתרון לא יחייב שינוי במערכת החשמל הביתית.

הפתרון לא יזיק להרכב החלב.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

לעומת זאת צרכים ואילוצים רצויים הם אלה שניתן לוותר עליהם או להתפשר לגביהם. לגבי הצרכים והאילוצים הרצויים יש להתייחס לדרגת חשיבותם. האדם המתכנן הוא המחליט לגבי דרגת החשיבות של האילוצים השונים, בהתאם לשיקולים שונים. כגון:

הפתרון יבנה בתוך קופסה בצבע הקיר.

הפתרון יותאם לצבע השולט במטבח.

מומלץ לארגן את הרשימה בטבלה:

שם מקוצר	פירוט	הכרחי/לא הכרחי	ניקוד מ 1-5 עבור פריט לא הכרחי (1) – לא הכרחי ..

הענקת השם המקוצר יכולה לסייע בהמשך לשלב הדיון והבחירה.

הפירוט הוא פירוט קצר וממצה המגדיר את הצורך/דרישה.

שלב שני - רעיונות לפתרונות

בשלב זה התלמידים עורכים סיעור מוחות.

על פי השלבים הבאים:

1. העלו רעיונות ואפילו המופרכים ביותר. תארו אותם בקצרה בכתב ו/או בשרטוט.

לדוגמה:

מה דעתכם על רובוט שישאל האם סיימנו לשהות בגינה ויכבה את האור?

מה דעתכם על מארז לחלב שהוא מקרר קטן?

2. בצעו "סקר שוק" קצר כדי לבדוק האם קיימים פתרונות לבעיה שלכם ומהם – בדוגמאות שלנו:

האם יש מערכות תאורה שאין צורך באדם כדי לכבותן?

מהן אריזות החלב הנמכרות בשוק? האם כולן נשמרות בקירור?

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

3. לאחר ביצוע הסקר בצעו שלב העלאת רעיונות נוסף – שפרו או שנו את הרעיון הראשוני שלכם בהתאם למידע החדש שאספתם.

לדוגמה:

ניתן אולי להיעזר בחיישן אור כמו בחלק ממערכות בקיימות.

אולי במקום מקרר עדיף להכין אריזה שומרת קור למשך 24 שעות.

שלב שלישי – מושגים ועקרונות מדעיים טכנולוגיים והקשרם לבעיה.

שלב זה מהווה את החקר המקדים לשלב בחירת הפתרון ותכנונו. מטרת החקר היא להעניק לתלמידים מידע נוסף אודות הבעיה/הצורך ואודות אמצעים אפשריים לפתרון.

כדי לסייע בארגון כל המידע שנאסף מומלץ לאגד את המושגים הדורשים למידה נוספת בהתאם לתחומי הדעת שלהם ולת"ל במו"ט לכל ל ו/או בכל קטגוריה נוספת שיכולה לסייע. חשוב לערוך רשימת מקורות מסודרת בהתאם לכללים הנהוגים. לרשום דף כללים נהוגים.

מומלץ ליצור "כרטיסיה" לכל מושג.

שם המושג _____
שם הנושא בתכנית הלימודים _____
הרעיון המדעי _____
תחום הידע (במידה ולא מצוי בתכנית הלימודים) _____
המידע שנאסף –
מלל, תמונה, סרטון, קישור למאמר.....

שלב רביעי - הפתרון הנבחר ותכנונו

מהותו של שלב זה היא בחינת כל פתרון שעלה מול רשימת הצרכים והאילוצים.

לצורך בחירת הפתרון עובדים עם הצרכים והאילוצים כפי שהוגדרו ונרשמו בטבלה המסכמת בשלבים הקודמים.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

פתרון אשר אינו עונה על כל הדרישות ההכרחיות – יפסל.
פתרונות אשר עונים על הדרישות ההכרחיות יקבלו ניקוד בהתאם לדרישות שאינן הכרחיות עליהן הם עונים.
הפתרון הנבחר יהיה זה בעל הניקוד הגבוה ביותר.
את ההשוואה אפשר לערוך בעזרת הטבלות הבאות :
טבלת השוואה בין פתרונות.

פתרון 4 :	פתרון 3 :	פתרון 2 :	פתרון 1 :	פתרונות / דרישות הכרחיות
				סיכום רצויות
				סיכום : אילוצים
				סיכום :

- א. סמנו בתא המתאים בטבלה באיזו מידה עונה כל פתרון על הדרישות מהמוצר ועל האילוצים, על פי סולם הדירוג הבא :
0 - אינו עונה כלל ; 1 - עונה במידה מועטה ; 2 - עונה במידה בינונית ; 3 - עונה במידה רבה ביותר.
- ב. בדקו אלו פתרונות אינם עונים לדרישות ההכרחיות. מחקו פתרונות אלו מהטבלה.
- ג. בדקו אלו פתרונות אינם עונים על האילוצים. מחקו פתרונות אלו מהטבלה.
- ד. סכמו מתוך הפתרונות שנותרו אלו עונים על מירב הדרישות והאילוצים.

פתרון 4 :	פתרון 3 :	פתרון 2 :	פתרון 1 :	פתרונות / סיכות נקודות
				דרישות הכרחיות
				דרישות רצויות
				אילוצים

ה. איזה מבין הפתרונות עונה על מירב הדרישות מהמוצר והאילוצים?

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

תכנון הפתרון הנבחר.

מומלץ כי התיכון יהיה מפורט ככל האפשר, הוא חייב לכלול את הפריטים הבאים:

- שרטוט או תיאור מפורט.
- רשימת הרכיבים והחומרים הנדרשים.
- מידע נוסף שנאסף לגבי שלב התיכון ו/או הביצוע.

שלב חמישי – Pre – mortem

המטרה בשלב חשוב זה היא לנסות ולזהות את הנקודות הבעייתיות בפתרון הנבחר עוד לפני שלב הביצוע. ביצועו באופן מלא ונכון יכול לחסוך אמצעים רבים.

כדי לבצעו על התלמידים להיעזר בדמיונם- "נסו לחשוב כיצד יתפקד הפתרון שלכם בחיי היומיום לאחר שיבוצע. האם אתם מזהים נקודות בעייתיות, נסו למנעם מראש!"

שלב שישי – בניית אב טיפוס

למידה במסגרת ביצוע תהליך תיכון מלא היא אחת מיני רבות המכונות "למידה מבוססת פרויקטים". במסגרת אופי למידה מבוססת פרויקטים יש חשיבות רבה לסגירת המעגל וביצוע המודל או האב טיפוס ובכל להביא את השלבים השונים שנעשו עד כה לכדי "מעשה".

על חשיבותם של תוצרים

התוצר הסופי של הפרויקט – שיכול להיות חפץ (למשל, מכונה או יצירת אמנות), הופעה (למשל, הצגת תיאטרון או דיון ציבורי), או פעולה חברתית (למשל, הנחיית שיעור לילדים צעירים) – ממקד את הפרויקט ונותן לו כיוון מהרגע הראשון. תחשבו על העבודה שלכם – גם אתם פועלים בביטחון עצמי רב יותר כאשר ברור לכם מה אמורה להיות התוצאה הסופית של הפעולה, מאשר כאשר המטרה שלשמה אתם פועלים היא מעורפלת. חשוב גם שהתוצר הסופי של הפרויקט יהיה דבר שהתלמידים (ואנשים אחרים) יעריכו. אפשר לדעת אם הצלחתם בכך אם בסיום הפרויקט התלמידים שומרים את העבודה או זורקים אותה מיד עם תום האירוע.

ועם זאת נדגיש כי לתוצר חשיבות רבה - אך העיקר הוא תהליך הלמידה.

לקוח מתוך: מעשה חושב- למידה מבוססת פרויקטים: המדריך למורה

החשיבות של בניית אב טיפוס - פיתוח אב טיפוס (prototype) הינו אחד השלבים החשוב ביותר בתהליך פיתוחו של מוצר חדש. הוגה הרעיון ברוב המקרים חושב על פונקציה מסוימת אותה המוצר עתיד לשרת וגם אם במוחו עולה המראה הסופי של המוצר, הרי שפעמים רבות ההבדל בין המחשבה לבין מה שמוצר בפועל אינו תואם את הציפיות. אב טיפוס ברוב המקרים דומה למוצר המוגמר אך הוא מאפשר למפתחים וצוותי הפיתוח להתנסות בו ולעמוד על המבנה, השמישות ואף העיצוב

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

הסופי שלו. בניית אב טיפוס כוללת ברוב המקרים הכנת מספר מודלים למוצר המוגמר אשר בהם הושמו במתכוון אופציות לשינויים, תוספות וצמצומים כך שהגמישות לשינויים גדולה.

לצורך העניין, אין הכרח ליצור אב טיפוס מלא ופונקציונאלי ופעמים רבות אב הטיפוס נשאר בתור מודל דו ממדי (שרטוט) או כישות תלת מימדית בתוכנות מחשב מתקדמות. בחלק מהפעמים מספיקה הכנת מודל שנראה כמו התוצר הסופי אך ללא הטכנולוגיה שמפעילה אותו (כגון עכבר מחשב ללא המנגנונים הטכנולוגיים).

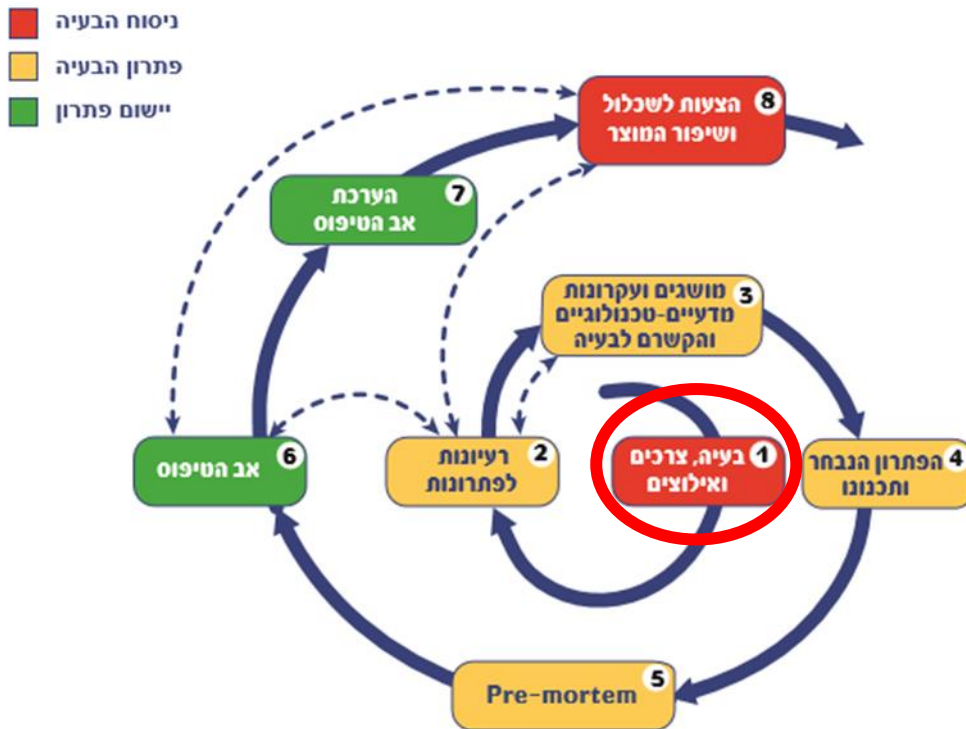
שלב שביעי – הערכת אב הטיפוס

בסיום הכנתו של האב טיפוס או המודל יש לבצע הערכה. ההערכה היא לא לאופן הביצוע והתפקוד של האב טיפוס או המודל אלה לתפקוד הפתרון עצמו כפי שהוא משתקף מביצועי האב טיפוס או המודל. לצורך ההערכה יש לחזור אל רשימת הצרכים והאילוצים המקורית ולוודא כי אכן הפתרון עונה על כל מה שתוכנן. יש לזהות את הנקודות שחובה לשפרם כך שיענו על כל הדרישות ההכרחיות ועל הנקודות שניתן לשפרם כך שיענה על שאר הדרישות.

שלב שמיני – הצעות לשכלול ולשיפור

על התלמיד לחזור שוב על שלב התיכון כדי לענות על הרשימה שהוכנה בשלב קודם. בהתאם למגבלות הזמן והאמצעים אין חובה בבניית מודל נוסף, ניתן להיעצר בשלב תיכון הפתרון המשופר.

שלב ראשון – בעיה, צרכים ואילוצים.



שלב זיהוי הבעיה הוא שלב חשוב ביותר ובעצם הוא זה המגדיר את הצלחתו של התיכון ההנדסי, לפיכך יש להקדיש לו שיעור נפרד.

היכן יוצת הזיק שיניע את הפרויקט? בדברים שאתם נלהבים לגביהם, או בדברים שהתלמידים שלכם מתרגשים מהם. מה שחשוב הוא שמישהו אחד לפחות יתלהב מאוד מהרעיון – וההתלהבות שלו כבר תהיה מדבקת. נכון שלמידת פרויקטים צריכה הרבה יותר מאשר רק רוח-ההתלהבות, אבל אם לא נתחיל ממישהו שמדליק אותנו במיוחד, שיש לנו רגשות חזקים כלפיו, ולא יהיה לנו כיף לבצע את הפרויקט – איכותו תיפגע.

לקוח מתוך: [מעשה חושב- למידה מבוססת פרויקטים: המדריך למורה](#)

שלב זיהוי הבעיה יתחיל מהצגת "מקרה".

ההצגה יכולה להיות מתוך ספור אישי, של התלמידים או המורה. אפשרות נוספת היא הצגת "ספור" המפורסם ברשתות התקשורת.

ניתן לבחור ספור אחד לכל הכיתה או ספור לכל קבוצת עבודה.

מומלץ ואפילו הכרחי לעבוד בקבוצות, חלק ממהות העבודה בעולם ההנדסה היא עבודת צוות. היכולת לעבוד בצוות היא מיומנות נרכשת שחשוב להקנותה לתלמידים.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

• למידה מבוססת פרויקטים מפתחת בקרב התלמידים ביטחון ויכולת הכוונה עצמית, בזכות יכולתם להסתדר גם כלומדים עצמאיים וגם כלומדים השותפים לעבודת צוות.

למידה מבוססת פרויקטים

הספור שנבחר כדוגמא מלווה מס' 1 הוא - "תחזית עליית מחירי החשמל".

הכתבה בעיתון גלובוס עוסקת בסוגיית מחירי החשמל בשנת 2016.

רשות המסים שוקלת מהלך שיקפיץ את תעריפי החשמל בכ-11%, בין המלצות ועדת "המיסוי הירוק 3": העלאת המס על הפחם והגז הטבעי שתוביל לעלייה בתעריף החשמל.

מהכתבה עולות סוגיות רבות מתחומי הכלכלה, תעשייה, חברה ועוד.

מתוך הסיפור יש להגיע אל הגדרת הבעיה כך שתוביל לפתרון טכנולוגי (פתרון מעשי כמענה לבעיה / לצורך אנושי, תוך ניצול חידושי המדע אך ניתן לצמצם את צריכת אנרגיית החשמל בבית המשפחה בעזרת מערכת טכנולוגית?

חשוב להנחות את התלמידים לאיתור פתרון אישי/משפחתי לבעיה.

כדי לאפשר את חיבורם האישי של התלמידים אל התהליך בקשו מכל קבוצה לספר על מקרה שמתרחש בביתם ובו ניתן לצמצם את צריכת האנרגיה החשמלית

משימה לתלמידים

הציגו בפני חבריכם סיפור העוסק בצמצום צריכת אנרגיה חשמלית או האזינו לספור המוצג על ידי המורה/ חבריכם לקבוצה וזהו את הבעיה העולה ממנו.

דוגמה לסיפור

במוצאי השבת ארחנו את המשפחה בגינה והדלקנו את האורות.

בערב ניקינו והלכנו לישון עייפים ומאושרים.

למחרת בצהריים כאשר התעוררנו ויצאנו לגינה הבחנו כי האורות נותרו דלוקים כל הלילה.

רשמו מהי לדעתכם הבעיה: _____

הבעיה

איך ניתן למנוע מצב בו אורות הגינה דלוקים ללא צורך?

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

הספור שנבחר כדוגמא מלווה מס' 2 הוא - "האם לזרוק את קרטון החלב?".

סייעתם להורכים בקניות השבועיות. הורדתם את סלי הקניות מהרכב וסדרתם אותם במקרר ובארונות ומיהרתם לחדרכם. כעבור שעה כאשר נגשתם לקחת כוס שתיה, גיליתם כי השקית עם מכלי החלב נותרה מחוץ למקרר... מה עושים?

הכתבה באתר "מכבי שירותי בריאות" עוסקת בדיוק בסוגיה זאת.

איזה מזון יש לזרוק לפח לאחר ששהה ללא קרור יותר משעתיים

כלל השעתיים (תקף גם למקרה שהמקרר חדל לתפקד) אומר שמזונות מסוימים אשר שהו ללא קרור (בטמפרטורה העולה על 5 מעלות) יותר משעתיים מקומם בפח. אגב, אם המקרר חדל לתפקד ולא פתחתם את דלתו אז הטמפרטורה הנאותה תישמר בו במשך 4 שעות.

מהכתבה עולות סוגיות רבות מתחומי כלכלת הבית, ביצוע משימות במלואן ועוד. מתוך הסיפור יש להגיע אל הגדרת הבעיה כך שתוביל לפתרון טכנולוגי (פתרון מעשי כמענה לבעיה/לצורך אנושי, תוך ניצול חידושי המדע):

איך ניתן לוודא כי החלב לא יישאר מחוץ למקרר?

או

איך ניתן ליצור חלב שניתן לשמור מחוץ למקרר?

חשוב להנחות את התלמידים לאיתור פתרון אישי/משפחתי לבעיה

כדי לאפשר את חיבורם האישי של התלמידים אל התהליך בקשו מכל קבוצה לספר על מקרה שמתרחש בביתם ובו ניתן לצמצם את זריקת מוצרי החלב

משימה לתלמידים

הציגו בפני חבריכם סיפור לתהליך בו נאלצתם לזרוק מצורי חלב שהתקלקלו כי נותרו מחוץ למקרר או האזינו לספור המוצג על ידי המורה/ חבריכם לקבוצה וזהו את הבעיה העולה ממנו.

דוגמא לתשובה

בצהריי השבת ארחנו את המשפחה ושכחנו את קנקן החלב על השולחן.

בערב גילנו אותו על השולחן ונאלצנו לזרוקו לפח.

רשמו מהי לדעתכם הבעיה _____

הבעיה:

איך ניתן למנוע מצב בו החלב יתקלקל מחוץ למקרר?

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

צרכים ואילוצים

לאחר הגדרת הבעיה יש להמשיך להכין את רשימת הצרכים והאילוצים.
לצורך הכנת הרשימה יש לבצע חקר במגוון נושאים בהתאם לבעיה שהוגדרה.

■ איך ניתן למנוע מצב בו אורות הגינה דלוקים ללא צורך ?

■ איך ניתן למנוע מצב בו החלב יתקלקל מחוץ למקרר ?

החקר יעסוק ראשית בצרכים הכרחיים :

נושא ראשון – חשוב ביותר וחובה הוא כל הקשור לבטיחותו ובריאותו של המשתמש.

מהן הדרישות הבטיחותיות בנושא מערכות תאורה ביתיות

מידע בנושא זה ניתן למצוא באתרים רשמיים רבים, לדוגמא [המוסד לבטיחות ולגיהות](#).

דרישה הכרחית נוספת נובעת עלות צריכת האנרגיה של גופי התאורה והערכת החיסכון האפשרי.

בנושא זה ניתן למצוא מידע במסגרת תחומי ידע שונים :

[מחשבון הצריכה של חברת החשמל](#)

או הידע המדעי הנדרש [מאתר מורי הפיזיקה](#).

הצרכים שאינם הכרחיים יכולים להגיע ממבחר רחב של תחומים : עיצוב (הפתרון לא יבלוט לעין) נוחות (יהיה קל לתפעול ולא ידרוש מאמץ).

הרשימה המוצגת בטבלה שבעמוד הבא היא רשימה לדוגמה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

צרכים ואילוצים			
שם מקוצר	פירוט	הכרחי/לא הכרחי	ניקוד מ 1-5 עבור פריט לא הכרחי
בטיחות	אין לשנות דבר במכשיר החשמל ובוודאי לא ברשת החשמל הביתית ללא חשמלאי מורשה.	הכרחי	
עלויות	עלות הפתרון לא תעלה על 100 ₪	הכרחי	
ידידותיות	הפתרון חייב להיות פשוט וקל לתפעול.	לא הכרחי	5
נוחות	הפתרון לא יפגע בחיי היום יום בבית.	לא הכרחי	4
עיצוב	גודל המוצר לא יעלה 5X5X5 ס"מ	לא הכרחי	3
עיצוב	המוצר ישתלב בעיצוב הסביבה.	לא הכרחי	2
בטיחות	המוצר יעמוד בתנאי הסביבה.	הכרחי	

הגדרת רמת החשיבות באמצעות הניקוד עבור הדרישות שאינן הכרחיות היא בהתאם למתכננים ולהיכרות שלהם עם ה"ספור" וה"בעיה".

בדוגמה שהוצגה – מתוך ההכרות עם המשפחה והצרכים שלה יכול המתכנן להחליט כי נוחות וידידותיות חשובות מעיצוב ובהתאם לכך להוסיף נקודות.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

מהן הדרישות הבריאותיות בנושא אחסון מוצרי חלב?

מידע בנושא זה ניתן למצוא באתרים רשמיים רבים, לדוגמא ["אחסון נכון במקרר"](#)

דרישות הכרחיות נוספות יכולות לנבוע ממידע אודות הגורמים להחמצתו של החלב ומוצרו.

בנושא זה ניתן למצוא מידע במסגרת תחומי ידע – ביוטכנולוגיה, הנדסת מזון ..

לדוגמא [מדוע החלב מחמיץ?](#)

הצרכים שאינם הכרחיים יכולים להגיע ממבחר רחב של תחומים: עיצוב (הפתרון לא יבלוט לעין) נוחות (יהיה קל לתפעול ולא ידרוש מאמץ).

הרשימה המוצגת בטבלה שבעמוד הבא היא רשימה לדוגמה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

צרכים ואילוצים			
שם מקוצר	פירוט	הכרחי/לא הכרחי	ניקוד מ 1-5 עבור פריט לא הכרחי
בריאות	החלב לא יבוא במגע עם חומר רעיל.	הכרחי	
עלויות	עלות הפתרון לא תעלה על 1 ₪ לליטר חלב	הכרחי	
ידידותיות	הפתרון פשוט וקל לתפעול.	לא הכרחי	5
נוחות	הפתרון יתאים לתפעול אדם בוגר	לא הכרחי	4
עיצוב	צבעי המוצר יהיו נעימים לעין	לא הכרחי	3
עיצוב	המוצר יעוצב כמוצר מזון	לא הכרחי	2
בטיחות	המוצר לא יהיה שביר	לא הכרחי	5

הגדרת המשימה לתלמיד :

משימה

אספו מידע נוסף אודות צרכים ואילוצים הנוגעים לבעיה אותה בחרתם לפתור.
בצעו חקר קצר אודות מערכות טכנולוגיות בתחום תוך דגש על היבטים של בטיחות ובריאות.

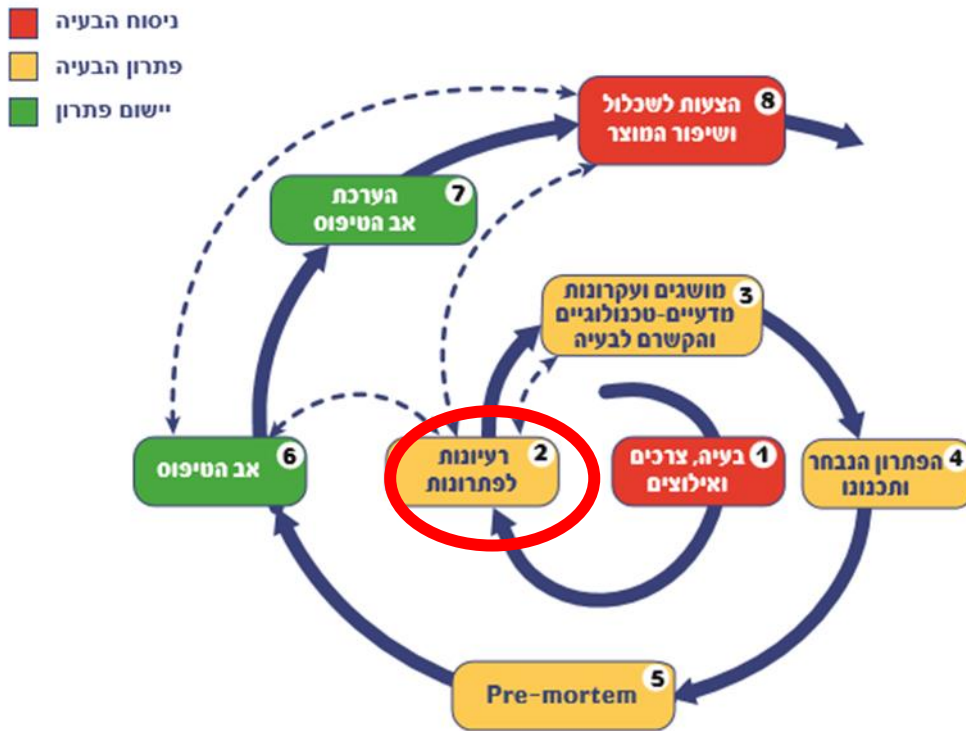
הגדירו את הצרכים והאילוצים מהפתרון לבעיה.

קטלגו את רשימת הצרכים – הכרחי/לא הכרחי

דרגו את הצרכים שאינם הכרחיים בהתאם ל"ספור" ול"בעיה".

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

שלב שני – רעיונות לפתרונות



בשלב זה ניתן דגש מיוחד על עבודת הצוות.

יש להדגיש כמה כללים:

1. כל אחד יכול להעלות בתורו רעיון.
2. בשלב זה כל רעיון הוא אפשרי ואינו "מופרד" (כל עוד הוא עונה על כללי בטיחות ואתיקה).
3. אין לפסול אף רעיון.
4. יש לערוך סבב בין חברי הצוות ולרשום את כל הרעיונות.

מידע נוסף על [סיעור מוחות](#) ניתן למצוא בעולם העסקים והתעשייה.

את סיעור המוחין מומלץ לבצע בשני סבבים.

הראשון חופשי ומתבסס על דמיונו והידע האישי של כל תלמיד.

השני אחרי שהתלמידים בצעו סקר קצר בסביבתם והכירו פתרונות קיימים לצורך דומה/זהה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

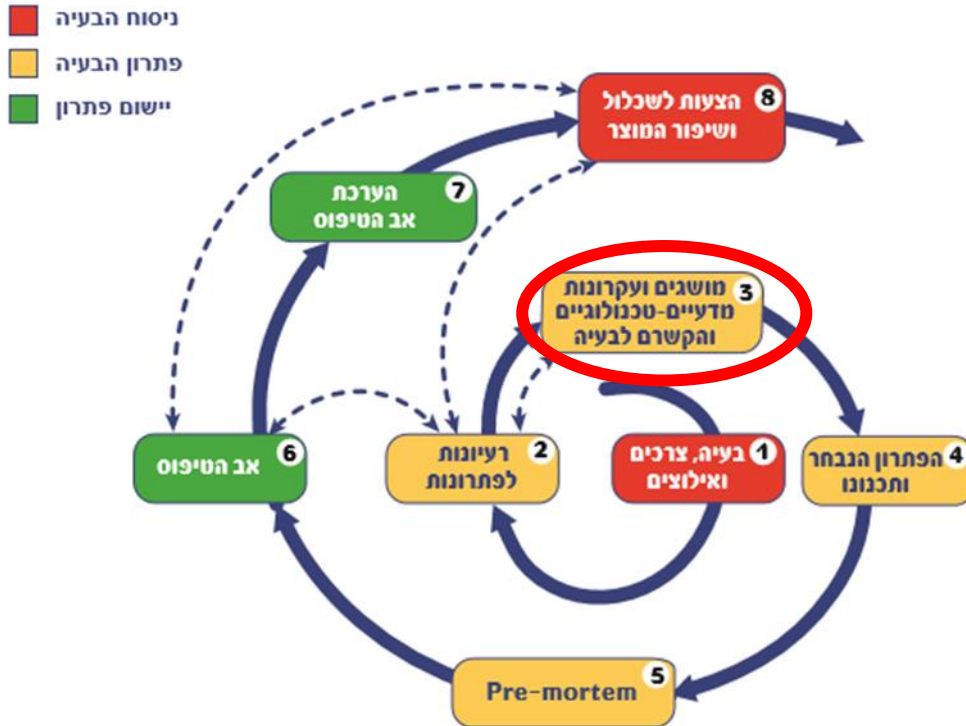
■ בדוגמא מס' 1 ניתן להפנות לאתר של [משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים](#) בו ניתן למצוא – טיפים והמלצות לחיסכון באנרגיה בבית.

■ בדוגמא מס' 2 ניתן להפנות לאתר של [מועצת החלב](#), בו ניתן למצוא – עצות לאחסון מוצרי חלב

אפשרויות נוספות הן : חיפוש חופשי ברשת אודות פתרונות קיימים, סיור בחנות, הפניית שאלות לחוקרים ומהנדסים בתחום.

שלב שלישי - מושגים ועקרונות מדעיים-טכנולוגיים

והקשרם לבעיה



רשימת המושגים והתחומים המחייבים למידה תבנה מתוך הבעיה כפי שהוגדרה ומתחומי הידע הנגזרים ממנה.

הבעיה הנדונה בדוגמה מס' 1 "איך ניתן למנוע מצב בו אורות הגינה דלוקים ללא צורך?"

מגיעה מתוך שני עולמות תוכן מרכזיים והשילוב ביניהם:

1. עולם הטכנולוגיה - מערכות תאורה ומערכות בקרה.
2. עולם המדע - פיזיקה נושא האנרגיה.

לדוגמא ניתן לראות את השילוב בתוכנית הלימודים בנושא 9.1 – אנרגיה.

- מנגנון בקרה כולל: רכיב מדידה המודד ומגיב לשינויים בתהליך המבוקר, חיישן המודד את גודל הסטייה בין הערך הנמדד לערך הרצוי של התהליך המבוקר, מנגנון תיקון או הפעלה המבצע את פעולת התיקון הדרושה.
- במערכת הבקרה, משולבים רכיבי הפעלה וחיישנים שממירים אותות וגדלים פיסיקליים מסוג מסויים לאותות מסוג אחר הניתנים למדידה ולשליטה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

המערכת הטכנולוגית בדוגמא מס' 1 היא מערכת תאורת החוץ.
הבקרה הנדרשת – כיבוי התאורה בזמן שאינה נחוצה.
הגדלים הפיזיקליים שיגיעו אל החיישנים הם עוצמת אור וזמן.
מתוך הלמידה ניתן לזהות את סדרת מושגים הבאה:

- מהי מערכת טכנולוגית ?
- מהי מערכת מבוקרת ?
- סכמת מלבנים.
- חיישן אור.
- חיישן זמן.
- אנרגיה חשמלית.
- יחידות מידה של אנרגיה.
- יחידות מידה של אנרגיה לזמן
- המרת אנרגיה חשמלית לאנרגית אור.

הבעיה הנדונה בדוגמא מס' 2 – " איך ניתן למנוע מצב בו החלב יתקלקל מחוץ למקרר ?"

מגיעה מתוך שני עולמות תוכן מרכזיים והשילוב ביניהם:

3. עולם הטכנולוגיה – ביוטכנולוגיה, הנדסת מזון.
4. עולם המדע - ביולוגיה - מיקרואורגניזם.

לדוגמא ניתן לראות את השילוב בתוכנית הלימודים בנושא 9.6 – מיקרואורגניזמים וביוטכנולוגיה.

- השוואה בין שיטות שונות לשימור מוצר מזון אחד כגון פסטור לעומת עיקור חלב. או החמצת חלב.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

המערכת הטכנולוגית בדוגמא מס' 2 תהיה מערכת המאפשרת שימור טריות החלב מחוץ למקרר.

מתוך הלמידה ניתן לזהות את סדרת מושגים הבאה:

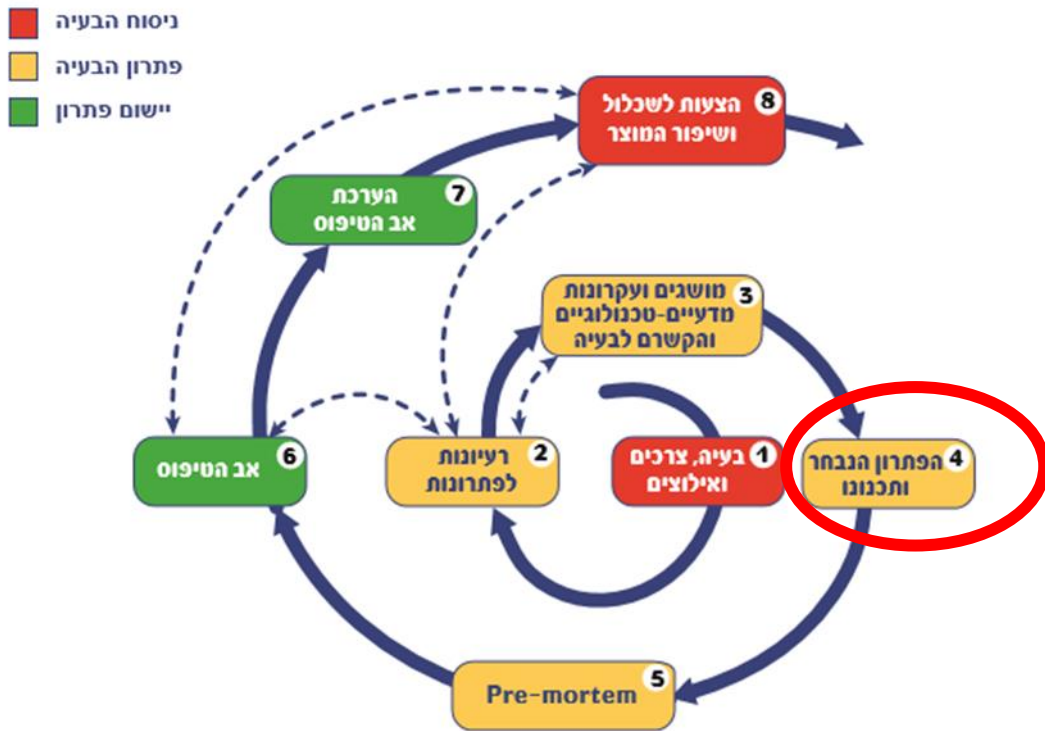
- מהו תהליך טכנולוגי ?
- סכמת מלבנים.
- הולכת חום
- שימור טמפרטורה
- שיטות טכנולוגיות לשימור מזון:
 - הקפאה
 - עיקור
 - פסטור
 - הוספת חומרים משמרים

משימה לתלמידים.

1. זהו את הנושאים בתכנית הלימודים ו/או תחומי הידע שלא נכללים בתכנית הלימודים, שעליכם לחקור כדי לענות על הבעיה שהצגתם. את הנושאים השונים ומושגים רלוונטיים קשורים תוכלו לאתר גם מתוך תכנית הלימודים של המקצוע.
2. זהו מתוך המידע שאספתם את הרעיונות המדעיים והמושגים המרכזיים הדרושים לצורך הפתרון.
3. ארגנו את הרעיונות והמושגים ברשימה.
4. ערכו עבור כל מושג כרטיסייה והשלימו את המידע שאספתם אודותיו.

שם המושג _____
הרעיון המדעי _____
שם הנושא בתכנית הלימודים _____
תחום הידע (במידה ולא מצוי בתכנית הלימודים) _____
המידע שנאסף –
מלל, תמונה, סרטון, קישור למאמר.....

שלב רביעי – הפתרון הנבחר ותכנונו



בסיומו של שלב סיעור המוחות נוצרה רשימה של פתרונות אפשריים.

בשלב זה יש לבחון כל אחד מהפתרונות מול הרשימה המקוטלגת ומנוקדת של הצרכים והאילוצים ולבצע בחירה מנומקת בחירה המנומקת מתבססת על הכימות.

על הרעיון הנבחר לענות על כל הצרכים ההכרחיים ועל מירב הנקודות של הצרכים הרצויים (לא הכרחיים).

נקודה חשובה – במידת הצורך ניתן לשנות את הקטלוג או הניקוד של צורך זה או אחר בהתאם למידע שנאסף בשלב הקודם.

דוגמא מס' 1

1. פתרון א' – תאורה המאירה רק בשעות החשיכה.

פתרון זה אינו עונה על הבעיה – התאורה תמשיך לדלוק גם אחרי שבני הבית יעזבו את הגינה.

2. פתרון ב' - נוסף נורה ליד הדלת שתידלק יחד עם אורות הגינה וברגע שנינעל את הדלת היא תזכיר לנו כי לא כיבינו את האורות.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

פתרון אפשרי, עונה על הצרכים ההכרחיים, מחייב בדיקה נוספת של ניקוד הצרכים האחרים מול פתרונות נוספים היות ודורש מהמפעיל פעולות נוספות, התבוננות בנורה וכיבוי האורות.

3. פתרון ג' - הרכבת מערכת טכנולוגית שתכבה את תאורת הגינה כאשר נועלים את דלת הכניסה לבית.

פתרון נבחר, הוא עונה על כל הצרכים ההכרחיים ועל ניקוד גבוה של הצרכים שאינם הכרחיים. היות ואינו דורש מהמפעיל פעולה נוספת (בניגוד לפתרון ב').

תכנון הפתרון

לאחר בחירת הפתרון עוברים לשלב התיכון.

התיכון יכלול את הפריטים הבאים:

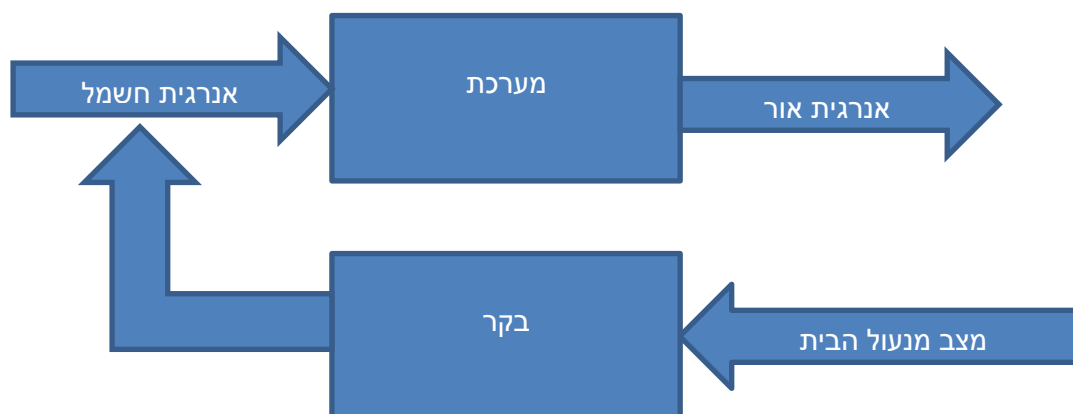
- תיאור מילולי מפורט של הפתרון – אופן הפעולה ומטרתו.
- תיאור הפתרון בעזרת תרשים מלבנים מערכתי
- שרטוט טכני של המערכת.
- רשימת הרכיבים והציוד הנדרש.

דוגמה.

הרכבת מערכת טכנולוגית שתכבה את תאורת הגינה כאשר נועלים את דלת הכניסה לבית.

תיאור מילולי

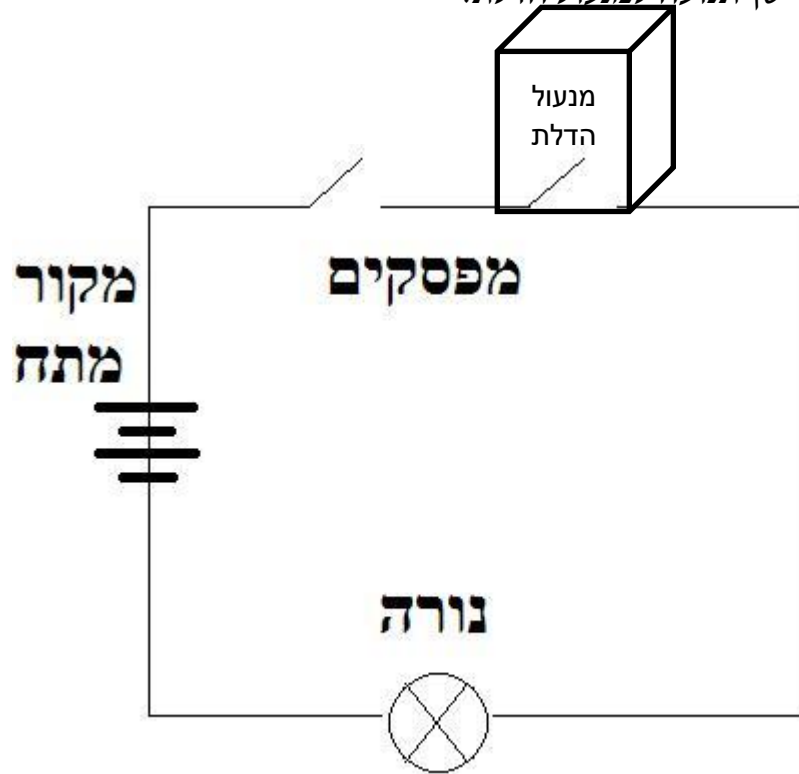
המערכת תשלוט בתאורת הגינה על ידי רכיב הפעל/הפסק בהתאם לחיישן אשר ישלח אות בזמן נעילת דלת הכניסה.



הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

שרטוט טכני של המערכת.

במקרה זה מדובר על חיווט נוסף או קשר אלחוטי מהמנעול למתג התאורה וחיישן תנועה למנעול הדלת.



האות ממנעול הדלת משמש כמפסק השני במעגל, בחיבור חוטי או אלחוטי.

רשימת הרכיבים והציוד הנדרש:

מתג תאורה עם חיווט כפול.

חוטי חשמלי מתאימים.

חיישן תנועה המתאים למנעול הדלת.

משדר/מקלט אלחוטי לאות מהחיישן.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

דוגמא מס' 2

בחירת פתרון

1. פתרון א' – לשמור את החלב תמיד בתוך כלי שומר מבודד חום (לדוגמה - תרמוס)
פתרון זה אינו עונה על הבעיה – באם החלב שימזג אל התרמוס לא יהיה בטמפרטורה הרצויה (כמו במקרה בו נשכח בחלל המטבח אחרי שנקנה).
2. פתרון ב' – לרכוש רק חלב עמיד.
זהו אינו פתרון טכנולוגי כי אם פתרון צרכני/חברתי.
3. פתרון ג' – העברת החלב תהליך של "שימור" מתאים לפני אחסונו במקרר מיד לאחר הקנייה.
פתרון נבחר, הוא עונה על כל הצרכים ההכרחיים ועל ניקוד גבוה של הצרכים שאינם הכרחיים. תהליך "פשוט" של חימום החלב והעברתו לכלי מעוקר יסייע לשמירתו מחוץ למקרר.

תכנון פתרון

לאחר בחירת הפתרון עוברים לשלב התכנון.
התכנון יכלול את הפריטים הבאים:

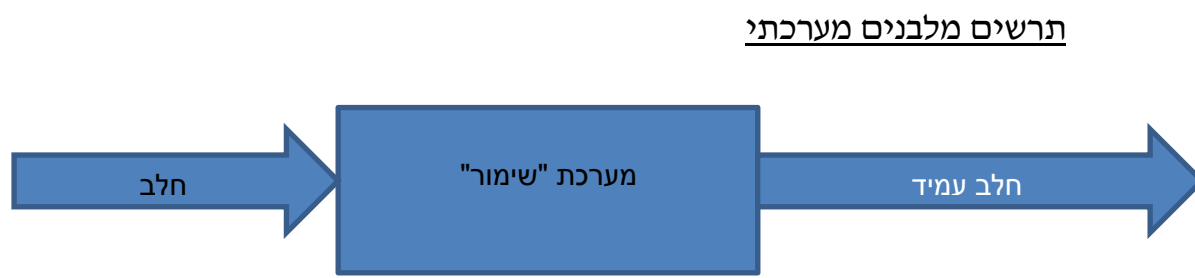
- תיאור מילולי מפורט של הפתרון – אופן הפעולה ומטרתו.
- תיאור הפתרון בעזרת תרשים מלבנים מערכת/תהליכי.
- שרטוט המודל הבנוי של המערכת נדרשת לתהליך.
- רשימת הרכיבים והציוד הנדרש.

דוגמא.

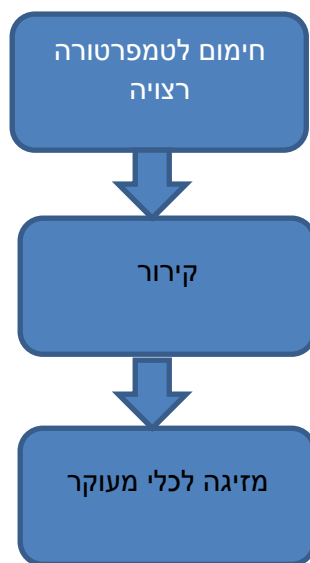
הפתרון הנבחר – העברת החלב תהליך של "שימור" מתאים לפני אחסונו במקרר.
תיאור מילולי

בניית תהליך טכנולוגי יעיל ומהיר ל"שימור" החלב. העברת החלב בתהליך "השימור" ומזיגתו לכלי אחסון מעוקר.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"



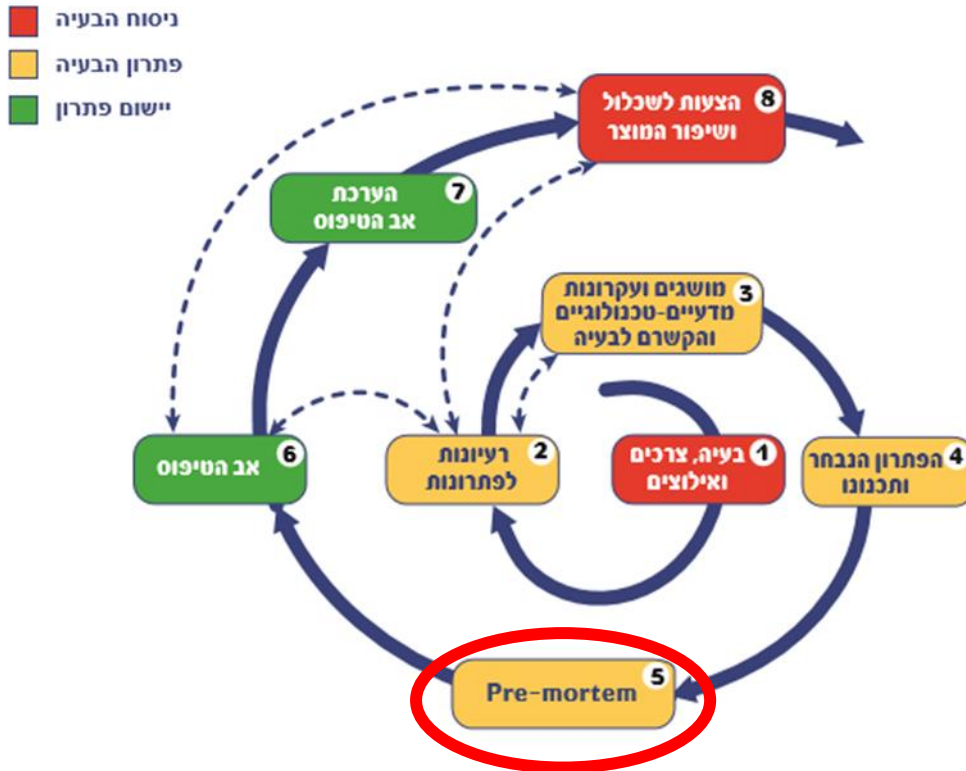
תרשים מלבנים של התהליך



רשימת הרכיבים והציוד הנדרש.

- מנגנון חימום
- מנגנון קירור
- מנגנון עיקור
- מכלים הניתנים לעיקור

שלב חמישי – Pre-mortem



לפני שלב הבניה יש לבצע שלב Pre-mortem קצר.

על הצוותים לדמיין את המערכת בנויה ופועלת ולנסות לאתר חולשות ונקודות טעונות שיפור.

רכזו בטבלה הבאה את הנקודות שעלו.

התלמיד האחראי	השינוי הנדרש	הקושי שנמצא	המרכיב

אחרי שלב זה יש לעצור ולוודא האם נדרשים שינויים נוספים בתכנון הפתרון.

חזרו לתוצר של השלב הקודם ותקנו את הנדרש.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

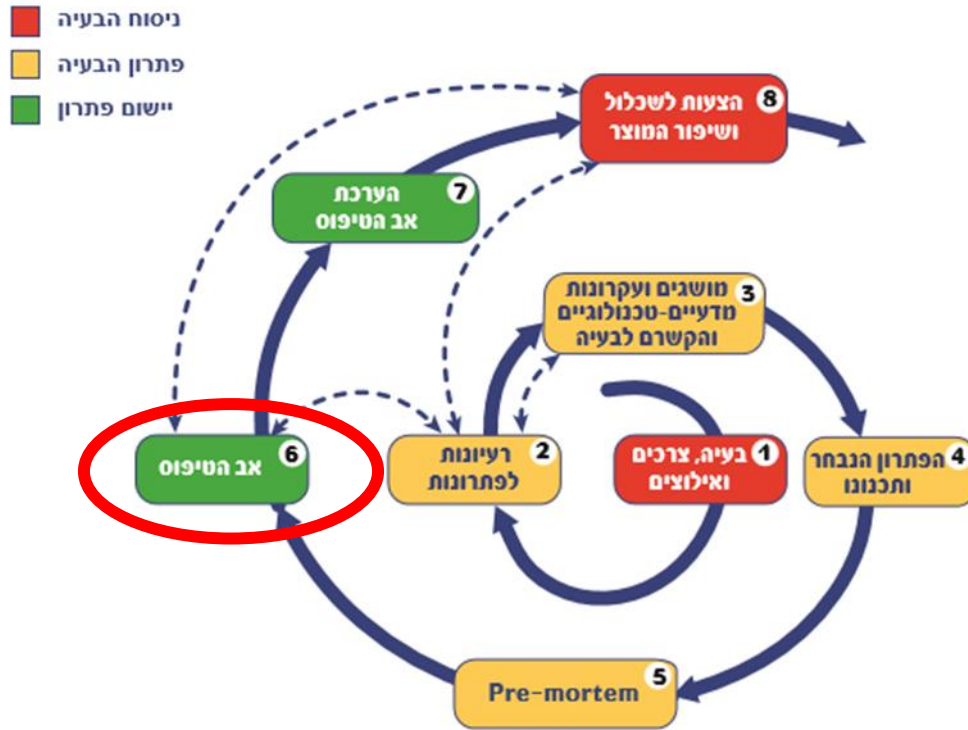
לדוגמה:

1. מה קורה אם נועלים את הדלת כאשר התאורה אינה עובדת – האם המערכת מזהה את המצב ?
2. האם יתכן מצב בו אנשים יושבים בגינה ומישהו נועל את הבית?

לדוגמא:

1. מה קורה אם מחממים את החלב מעבר לטמפרטורה הרצויה?
2. מה קורה אם לא מקררים את החלב ומעבירים אותו חם למקרר?

שלב שישי – בניית אב טיפוס.



זהו שלב הביצוע – בניית המודל או אב הטיפוס.

בהתאם לאמצעים הקיימים ברוב המקרים יבנו התלמידים מודל ולא אב טיפוס.

עברו לשלב הביצוע – בניית המודל או אב הטיפוס.

בצעו את הבנייה בהתאם לשלבים הבאים:

- וודאו כי יש ברשותכם את כל החומרים והרכיבים הנדרשים.
- וודאו כי אתם יודעים את כל כללי הבטיחות לעבודה עם חומרים ורכיבים אלה.
- באם נדרש ציוד נוסף לצורך הבניה – ציוד מעבדתי (מבער, מבחנות), סדנת עבודה (מחרטה, מקדחה), תוכנות מחשב ייעודיות ..
- וודאו כי יש ברשותכם את כל הציוד הנדרש.
- וודאו כי אתם יודעים את כל כללי הבטיחות לעבודה עם ציוד זה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

החלו בשלב הבניה בהתאם לתכנון שהשלמתם בשלב השלישי ובהתאם לתיקונים והשינויים שבצעתם בו אחרי שלב ה Pre-mortem.

שלב	פעולה	חומרים וציוד	תלמיד אחראי
1	בניית מעגל חשמלי הכולל.....		
2	חיבור המעגל למערכת נעילה של דלת....		

עצרו ובדקו לעיתים תכופות כי הבניה נעשית בהתאם לתכנון.
תעדו את שלבי הביצוע בעזרת מלל, צילומים, סרטונים.

דוגמה :

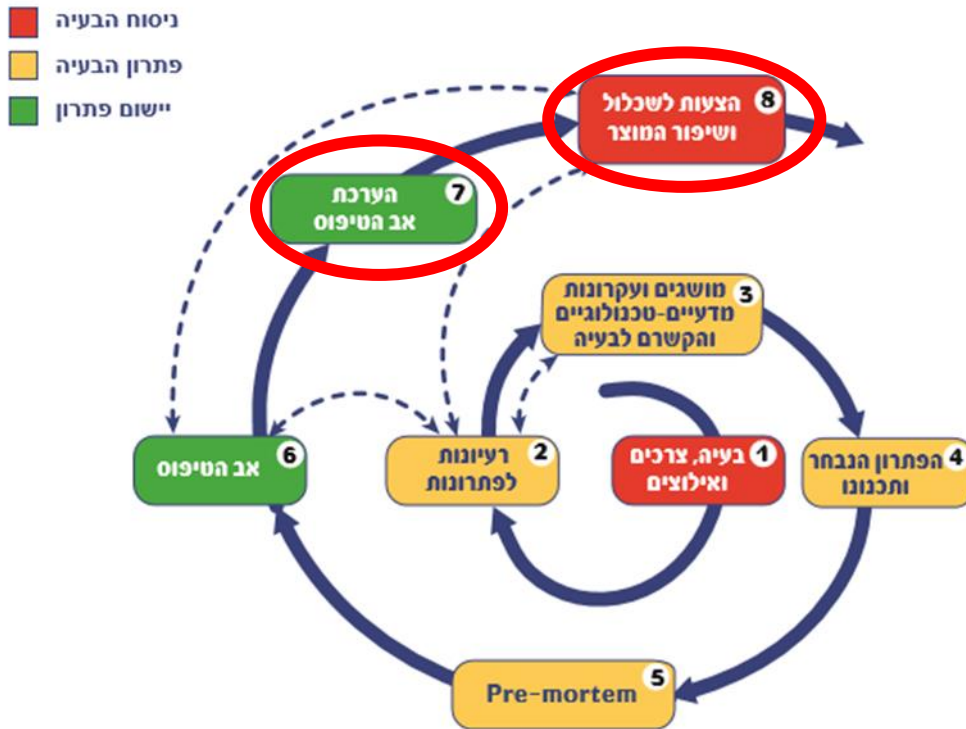
מודל ראשון - בניית מעגל חשמלי הכולל מקור אנרגיה (מומלץ סוללה), נורה מתאימה, חיישן תנועה, מנעול מכני, משדר/מקלט אל חוטי.
הפעלתו של המנעול תשלח אות לחיישן שימיר אותו וינתק את התאורה ממקור האנרגיה.
מודל שני – בניית מודל למערכת בעזרת מערכות לגו הכוללת חיישן תנועה, מפסקים ונורה.

דוגמה :

מודל ראשון – בניית תהליך "שימור" המיועד לכמות חלב בהתאם למבחנה מעבדתית הכולל את כל השלבים – חימום, קירור.

שלב שביעי ושמיני - הערכת אב הטיפוס,

הצעות לשכלול ושיפור המוצר.



המודל ייבדק בשני אופנים :

הראשון - האם הוא עונה על המטרה – פותר את הבעיה.

השני – מול רשימת הצרכים והאילוצים – האם הוא עונה באופן מעשי על כל הצרכים ההכרחיים ומירב הצרכים האחרים.

דוגמה

לאחר בניית האב טיפוס יתכן ויהיה מצב (בהתאם לסוג חיישן התנועה) שבו גם פתיחת הדלת מכבה את התאורה.

במקרה זה על המתכנן לחזור אל הבעיה והספור ממנו היא נבעה ולברר האם מצב זה מפריע /דורש שיפור.

בהתאם לתשובה יש לשפר את המוצר ואולי להחליף את חיישן התנועה.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

דוגמה

לאחר ביצוע התהליך יתברר כי החלב מתקלקל אחרי שהות של כשעה מחוץ למקרר.

במקרה זה על המתכנן לחזור אל שלב החקר ולוודא מהו התהליך המדויק ואיזה שלב דורש שיפור.

בהתאם לתשובה יש לגשת לשיפור אותו שלב.

הפיקוח על "מדע וטכנולוגיה לכל"

קישורים:

- מעשה חושב: PBL- למידה מבוססת פרויקטים- המדריך למורה/ אתר משרד החינוך, האגף לתלמידים מחוננים ומצטיינים.

<http://gifted.cet.ac.il/ShowItem.aspx?ItemID=3ab5c0be-7b77-4b93-8967-06f153389d1c&lang=HEB>

- כללים לכתיבת רשימת מקורות.

http://www.openu.ac.il/library/bibliographic_reference.html

- למידה מבוססת פרויקטים ותפקידי המורה בה/ אתר ברנקו וייס

[/http://www.branco weiss.org.il/1009](http://www.branco weiss.org.il/1009)

- סעור מוחות

<http://www.manufacturingterms.com/Hebrew/Brainstorming.html>

קישורים למידע נוסף:

הסבר פשוט וממצה על מעגל חשמלי ורכיביו.

<http://www.gomeh.com/course/lesson0007.html>

קורס קצר אודות אנרגיה חשמלית והספק חשמלי.

<http://www.gomeh.com/course/lesson0018.html>

פתרון קיים - חיישן תנועה המורכב על בית מנורה

<http://www.alltech.co.il/product423.aspx>

מדוע החלב מחמיץ ? / מכון דוידסון

http://davidson.weizmann.ac.il/online/askexpert/life_sci/%D7%9E%D7%93%D7%95%D7%A2-%D7%94%D7%97%D7%9C%D7%91-%D7%9E%D7%97%D7%9E%D7%99%D7%A5-%D7%A6%D7%99%D7%95%D7%9F