

**מדריך לפרויקט גמר**

**תכנית מב"ט**

**מצוינות בחינוך הטכנולוגי**

**תשפ"א**

<b>1. מבוא לפרויקט גמר</b>	<b>3</b>
התפיסה הרעיונית	3
עקרונות למידה	3
ארגון הלימודים בתכנית מב"ט	4
רעיונות מרכזיים:	4
<b>2. מושגי יסוד</b>	<b>5</b>
<b>3. לקראת ביצוע פרויקט הגמר</b>	<b>5</b>
מהו פרויקט גמר?	5
ניהול פרויקט הגמר	6
למידה באמצעות הכנה של פרויקט גמר	7
סוגים שונים של פרויקט גמר	7
מפגשי הנחייה	8
<b>4. תהליך התכן ההנדסי – Engineering Design</b>	<b>8</b>
מאפייני תכן הנדסי	10
עקרונות על בטכנולוגיה והנדסה	10
חברה-מדע-הנדסה	11
<b>5. שלבי הביצוע של פרויקט הגמר</b>	<b>12</b>
רעיונות מרכזיים	12
שלבי הביצוע של פרויקט הגמר	12
שלב א': בחירת נושא לפרויקט הגמר	13
שלב ב': סקר ספרות ובדיקת חלופות	16
שלב ג': הגשת ההצעה לפרויקט גמר	16
שלב ד': אישור ההצעה על ידי מינהלת התכנית לפי מחוון אחיד	16
שלב ה': בניית הפרויקט, ליווי הנחיה, מחקר ופיתוח ומימוש הפתרון	17
שלב ו': עריכה של ספר פרויקט הגמר	21
שלב ז': התחרות הארצית ובחינת הבגרות מעמד ההגנה על פרויקט הגמר	22
שלב ח': בחירת המשלחת הבינלאומית	23
<b>6. נספחים</b>	<b>24</b>
נספח 1- זכויות יוצרים	24
נספח 2- פטנטים	25
נספח 3- מבנה הצעת פרויקט מב"ט	26
נספח 4- אודות התחרות הארצית והתחרויות הבינלאומיות	28

### התפיסה הרעיונית

ביצוע הפרויקט טכנולוגי מהווה את יישום מטרותיה העיקריות של תכנית מב"ט (מצוינות בחינוך הטכנולוגי):

- ✓ יצירת קבוצת איכות בחינוך הטכנולוגי, ע"י התנסות מעשית של תלמידים בביצוע ובכתיבת עבודת חקר מדעי ופתרון בעיות טכנולוגיות ברמה אקדמית.
- ✓ טיפוח המצוינות ועידוד התלמידים לחשיבה יצירתית ויזמות בתחומי ההנדסה והטכנולוגיה.
- ✓ עידוד התלמידים לבחירת מקצועות מדעיים וטכנולוגיים בהמשך דרכם בלימודים אקדמיים ובקריירה.
- ✓ קידום איכות פרויקטים בחינוך הטכנולוגי.
- ✓ עידוד בנות לבחירת מגמה טכנולוגית ושילובן בקבוצת האיכות.
- ✓ בניית ממשקים ושת"פ עם האקדמיה, צה"ל והתעשייה המתקדמת.

למידה באמצעות הכנה מעשית של מוצר טכנולוגי בעל חשיבות לחברה- הינה גישה חינוכית, המדגישה את תפקודו הפעיל של הלומד באמצעות שלבי תכנון, ביצוע ובקרה של פרויקט מעשי ארוך טווח.

ספר זה מקנה לתלמידים מיומנויות של יזמות, חשיבה יצירתית וכלי חשיבה, החל משלב תכנון הפרויקט, הצעת המחקר ועד ליצירת מוצר טכנולוגי, אשר נותן מענה לבעיה/ צורך ממשי באוכלוסייה הכללית בהיבטים מדעיים, חברתיים ו/או כלכליים.

### "הדמיון חשוב יותר מן הידע" / אלברט איינשטיין

### עקרונות למידה

הלמידה בתכנית מב"ט מבוססת על העקרונות הבאים:

#### א. למידה עצמית ועבודת צוות

הפרויקט מבוצע ע"י תלמיד או זוג תלמידים. הלמידה מבוססת על מספר תחומים במדע והנדסה ומחייבת פיתוח כישורי למידה עצמית תוך עמידה בלוחות זמנים. יכולת הלמידה העצמית הינה חיונית למצוינים העוסקים בתחומי המדע והטכנולוגיה. במידה ומדובר על ביצוע הפרויקט בזוגות קיימת חשיבות לחלוקת המשימות ושיתוף פעולה מלא. על התלמידים להתעמק בתחום המעניין אותם ולהבין את העקרונות המדעיים שעומדים בבסיסו של הפרויקט.

#### ב. יצירתיות, חדשנות ויזמות

הפרויקטים בתכנית מב"ט מראים יצירתיות משמעותית וחשיבה מפותחת. זוהי הזדמנות הניתנת לתלמידים לממש רעיון אישי במסגרת לימודיהם בתיכון. על הפרויקט להראות חדשנות, הבאה לידי ביטוי בזיהוי הזדמנויות, מחקר ופיתוח של שיטה/מוצר טכנולוגי קיים או חדש. על התלמיד להראות יוזמה פעילה לאורך כל השתתפותו בתכנית. יש להדגיש כי הפיתוחים הטכנולוגיים המשמעותיים ביותר נשענים על עקרונות אלו.

#### ג. קהיליית לומדים

במסגרת תכנית מב"ט התלמידים מקבלים ליווי מדעי וטכנולוגי ע"י מומחה מהתעשייה, צה"ל והאקדמיה. המנחה מסייע לתלמיד ליישם את הפרויקט הטכנולוגי בכך שמפנה אותו למקורות

מידע רלוונטיים, מכוון אותו בשלבים ההנדסיים השונים, שם דגש על עקרונות מדעיים וטכנולוגיים ומשמש כמנטור מקצועי עד ליצירת המוצר הסופי. התכנית נבנית כקהילת תלמידים המאפשרת לימוד וסיוע הדדי, זאת באמצעות מחנה קיץ, סדנאות וכנסים משותפים.

### **ארגון הלימודים בתכנית מב"ט**

כל התהליכים המתרחשים באמצעות הכנתו של הפרויקט- החקר המדעי, הפיתוח הטכנולוגי, הלמידה העצמית, יצירתיות, חדשנות, יזמות, טיפול בהיבטים חברתיים-מוסריים- נתפסים כמרכזיים בתכנית מב"ט. רמתו הגבוהה של הפרויקט תלויה בלימוד מקצוע מדעי ברמה מוגברת, לימוד מקצוע הנדסי (מקצוע מוביל) ובלמוד מיומנויות יסוד בתחומי המדע והטכנולוגיה, תיכון (תכף) הנדסי.

תהליך הלמידה וההכנה של הפרויקט הטכנולוגי נעשה ע"י התלמידים ומתבצע במהלך כיתות י"ב.

### **רעיונות מרכזיים:**

- למידה באמצעות פרויקט גמר היא גישה חינוכית שמדגישה את התפקיד הפעיל של הלומד דרך תכנון, ביצוע והערכת פרויקט מעשי ארוך טווח.
- למידה באמצעות פרויקט גמר במסגרת תכנית מב"ט, משלבת תהליכי חקר מדעי ותהליכי פתרון בעיות טכנולוגיות.
- תיק התיעוד מהווה אוסף מכוון ומובנה של תהליך העבודה וכולל מסמכים, הסברים והערכה של הלומד לגבי עבודתו. בסופו של התהליך מהווה תיק התיעוד את "חומר הגלם" להכנת הספר של פרויקט הגמר.

### **דגשים נוספים:**

- היקף המידע העצום מחייב רכישת מיומנויות של טיפול במידע, כגון איתור (שימוש במנועי חיפוש מתאימים) ועיבוד מידע.
- הטכנולוגיה וההנדסה עוסקות בפתרון בעיות ובמענה על צרכים אנושיים.
- ההנדסה היא מרכיב של הטכנולוגיה, העושה שימוש בשיטות חקר מדעיות, בידע מדעי ובמודלים מתמטיים.
- תהליך התכן ההנדסי- שיטה שבאמצעותה פותרים בעיות בטכנולוגיה והנדסה.
- הרצון להבין תופעות בעולם בו אנו חיים, הוא הגורם המניע את המדע.
- תהליך החקר המדעי הוא השיטה שבאמצעותה אנו רוכשים ידע על העולם.
- מדע וטכנולוגיה הם שני תחומי דעת עצמאיים בעלי תפיסות חשיבה שונות. מדובר בתחומים שווים בחשיבותם, שיש ביניהם תחומי חפיפה ומגוון קשרי גומלין.
- להתפתחויות בתחומי המדע, הטכנולוגיה וההנדסה יש השפעות שונות על החברה והסביבה.

## **2. מושגי יסוד**

### **מדע**

מדע הנו מכלול האמיתות והעובדות אודות העולם, שנצברו והושגו באמצעות צפייה, ניסוי והסקה שיטתיים. עולם המדע מצויד בדרכי מחקר שנועדו לפתח ידע זה והשיטה המדעית המכונה גם חקר מדעי, כוללת תהליכים המשמשים לאיסוף הידע המדעי. המדע-שיטה של איסוף ידע והסקת מסקנות.

הידע המדעי מתגבש ומצטבר תוך כדי תהליך מתמשך של ביקורת והוספה. לפיכך, המדע הוא תהליך מתחדש ומתפתח בכל רגע נתון. מדעי הטבע הוא שם כולל לתחומי המדע העוסקים בעולם הפיזי בהיבטים העיקריים: ביולוגיה, פיזיקה, כימיה ומדעי כדור הארץ.

### **טכנולוגיה**

הטכנולוגיה נתפסת כתבונה אנושית שמטרתה פתרון בעיות. מקורה בצורך לפתור בעיות הנובעות מהאינטראקציה בין האדם לסביבה, תוך שכלול והרחבה של היכולת האנושית ומענה לצרכים.

היכולת לפתח וליישם תכניות לפתרון בעיות כוללת מרכיבים רבים: שימוש בחומרים, מקורות אנרגיה, כלים ומכונות, ידע מעשי ותיאורטי, הגדרת בעיה, תכנון פתרון, יישום, שילוב שיקולים חברתיים וערכיים ושיפור המוצר. גורמים אלה מהווים את תמצית תהליך החשיבה הטכנולוגית.

### **הנדסה**

הנדסה היא "מרכיב של הטכנולוגיה העושה שימוש בשיטות חקר מדעיות, ידע מדעי ובמודלים מתמטיים".

זוהי תורה המבוססת על ידע מדעי ומתמטי, תוך שילוב יכולת שיפוט, ניסיון וחשיבה לוגית בתהליך הפתרון של בעיות מעשיות.

ניתן לתאר את הפעילות ההנדסית כזיהוי בעיה ופיתוח פתרון טכנולוגי לבעיה כמענה לצרכים אנושיים. בין תחומי ההנדסה ניתן למצוא הנדסת מחשבים, אלקטרוניקה, מכניקה, כימיה אזרחית ועוד. בשנים האחרונות נוספו תחומי ביניים המשלבים בין תחומי ההנדסה הבסיסיים, כגון ביו-טכנולוגיה, ביו-רפואה וביו-אינפורמטיקה.

כדי "להנדס" פתרון לבעיה טכנולוגית, נדרש שימוש בידע מתחומי תוכן שונים: מדעי, טכנולוגי, חברתי וכלכלי. המהנדס פועל תוך שיקול דעת והתחשבות בנתונים כגון מחיר, בטיחות, ארגונומיה (הנדסת אנוש) והשפעות סביבתיות.

### **פירוט לגבי זכויות יוצרים בנספח 1 ופטנטים בנספח 2.**

## **3. לקראת ביצוע פרויקט הגמר**

### **מהו פרויקט גמר?**

להלן מספר הגדרות לפרויקט גמר:

- "משימה חד פעמית בעלת נקודות התחלה וסיום ברורות, שיש לבצעו במסגרת משאבים (תקציבים, לוח זמנים, מידע, ציוד) מוגדרים מראש".
- "מאמץ זמני שמטרתו ליצור מוצר או שירות".
- "פעילות מוגדרת הכרוכה בהמרת משאבי מידע ומשאבים חומריים במסגרת זמן מוגבלת".

בכל ההגדרות מושם דגש על מספר מאפיינים עיקריים:

- נקודות התחלה וסיום מוגדרות

- מטרות ויעדים ברורים
- שימוש במערך מוגדר של משאבים

### ניהול פרויקט הגמר

על מנת לנהל פרויקט גמר בצורה יעילה (כדי להשיג את המטרות בזמן שהוקצב) נעזרים בתרשים גאנט. התרשים מראה לוח זמנים מוגדר שבו הפעילויות מוצגות באמצעות מלבנים על ציר הזמן.

דוגמה : לוח זמנים ושלבי ביצוע של פרויקט הגמר

שלב	כיתה יב'				כיתה יא'				כיתה י'				
	ספט' אוק'	אפר' - יולי	ינואר - מרץ	דצמבר	ספט' אוק'	אפר' - יולי	ינואר - מרץ	דצמבר	ספט' אוק'	אפר' - יולי	ינואר - מרץ	דצמ'	ספט' אוק'
הרשמה לתכנית													
כנס תלמידים פתיחה													
בחירת נושא הפרויקט													
הגשת ההצעה													
אישור ההצעה													
ביצוע הפרויקט													
כנס תלמידים בחנוכה													
כנס תלמידים פסח													
כנס סיום יא והצגת תוצר ביניים													
הגשת ספר פרויקט													
תחרות ארצית													
תחרות בינלאומית לזוכים													

תרשים זה מאפשר לתכנן את משך הזמן הצפוי לשלבי הפרויקט ולעקוב אחר משכי הזמן של ביצוע השלבים השונים ביחס לתכנון המקורי.

### למידה באמצעות הכנה של פרויקט גמר

למידה באמצעות הכנה של פרויקט גמר משלבת משימות אותנטיות מחיי היומיום. התמודדות עם משימות אלה מאפשרת לתלמיד להבנות את הידע ומספקת לו הזדמנות ללמידה משמעותית. למידה שכזו היא בבחינת הזדמנות ללמוד לספק את סקרנותו, כמו גם אפשרות להתמודד עם אתגרים. ביצוע של פרויקט גמר מאפשר אינטראקציה בדיונים קבוצתיים, פעילויות עצמאיות, חקירה וגילוי. כל אלה נעשים תוך שאילת שאלות, העלאה ובדיקה של השערות וטיפול העלאת רעיונות. סביבת לימוד זו כוללת את המאפיינים הבאים:

- סביבת לימוד "עשירה" בה יכול התלמיד ללמוד נושאים הלקוחים מעולמו.
- חשיפה לעולמות תוכן שונים.
- אפשרות מעבר בין פעולות התנסותיות הכוללת חשיבה קונקרטיית, שתוביל להתפתחות הכללה וחשיבה מופשטת.
- התנסות בהתמודדות עם בעיות רב-תחומיות.
- לגיטימציה לעשיית טעויות תוך כדי הפעילות.
- מודעות לשגיאות.
- חשיבה ביקורתית.
- הבחנה בין תיאוריה למעשה.
- הצגת פתרונות שונים והערכתם.

דרך הלימוד הדורשת הגשת פרויקט גמר במסגרת תכנית מב"ט, משלבת תהליכי חקר מדעי ותהליכי פתרון של בעיות טכנולוגיות. דבר זה בא לידי ביטוי בפרויקט הגמר של התלמידים. חלק מהפרויקטים ממוקדים בפיתוח טכנולוגי, כלומר ההיבט המדעי מתבטא בלימוד העקרונות המדעיים ובחקירה "מקומית" לצורך בניית ידע חדש הדרוש לעצם הפיתוח. עבודות אחרות ממוקדות במחקר מדעי, כאשר ההיבט הטכנולוגי מתבטא בבניית מערכת כלי המחקר. בתהליך של הכנת פרויקט הגמר מושם דגש על הצורך במשמעות אישית לתלמיד-הן בבחירת הנושאים והן בהתאמת הפרויקטים לדרישות השונות. התלמיד מקבל עידוד לאמירה אישית, כמו גם לאמירה ערכית. בפועל, חלק ניכר מהתלמידים בוחרים נושאים שיש בהם כדי לענות על צרכים מחייהם ובה בעת גם על צורכי הסביבה, הקהילה ועוד.

### סוגים שונים של פרויקט גמר

פרויקט הגמר יכול להציע פתרון חדשני למצב קיים או למערכת קיימת. הוא יכול להיות גם בבחינת שיפור טכנולוגי או שיפור המשלב היבט טכנולוגי ומדעי יחדיו. פרויקט גמר יהיה אחד מן הסוגים הבאים:

- א. פרויקט גמר הנדסי- שתכליתו פיתוח ובניית דגם הנדסי פעיל וחדשני, הפותר בעיה שטרם נמצא לה פתרון הולם, או לחילופין מציע פתרון טוב יותר מהפתרונות הקיימים.
- ב. פרויקט גמר הנדסי מחקר- המתבצע כדרישה לפיתוח טכנולוגי-תכליתו לחקור תופעה.

## מפגשי הנחייה

במסגרת פרויקט הגמר של תכנית מב"ט יתקיימו מפגשי הנחייה שוטפים עם המנחה במטרה לקדם את התלמיד אל עבר המטרה- ביצוע פרויקט טכנולוגי ברמה אקדמית. הליווי וההדרכה הטכנולוגיים יתבצעו ע"י מנחים מהתעשייה, האקדמיה וצה"ל. המפגש בין התלמיד למנחה יערך על בסיס קבוע, כחלק מביצוע פרויקט הגמר. התלמידים נושאים באחריות למפגש ההנחה ועליהם להתכונן לקראתו מבעוד מועד. לאחר הגשת הצעת המחקר ע"י התלמידים וקבלתם לתכנית, ישויכו הפרויקטים למנחים- תהליך שיתרחש בסוף כיתה י'. יש לציין כי תהליך ההנחה הינו ממושך: מפגשים שבועיים במהלך כיתה יא' ו-יב'.

העקרונות אשר עומדים בלב תהליך ההנחה:

- **אחריות**- פרויקט הגמר הוא של התלמיד ובאחריותו. המנחה יעשה את כל המאמצים כדי שהתלמיד יעמוד בדרישות הפרויקט, כפי שמפורט בספר הפרויקט של תכנית מב"ט.
- **למידה עצמית**- על התלמיד לחקור וללמוד לעומק את הבסיס המדעי של הפרויקט, זאת בהתאם להכוונה והייעוץ של המנחה. לאחר הבנת הבסיס המדעי, על התלמיד לבצע סקירת ספרות בנושא הבעיה והפתרון המוצע וללמוד את העקרונות עליהם מתבסס הפרויקט.
- **יוזמה**- על התלמיד לקחת חלק פעיל בהובלת הפרויקט, לאורך כל שלבי התכנית.
- **שיתוף פעולה**- על התלמיד לשתף את המנחה ברעיונות, דרכי חשיבה, מגבלות ותוצאות הניסויים. זאת בכדי לאפשר למנחה לקבל תמונת מצב עדכנית ביותר על התקדמות התלמיד.
- **תיעוד**- על התלמיד לתעד את התקדמותו בתכנית באופן שוטף, כך שתיעוד זה יהיה בשקיפות מלאה למנחה ולצוות התכנית. התיעוד יהיה בהלימה עם לוח הזמנים המתוכנן (גאנט).

המפגש בין המנחה לתלמיד/ים מאפשר לטפל בהיבטים העולים מתהליך ביצוע פרויקט הגמר:

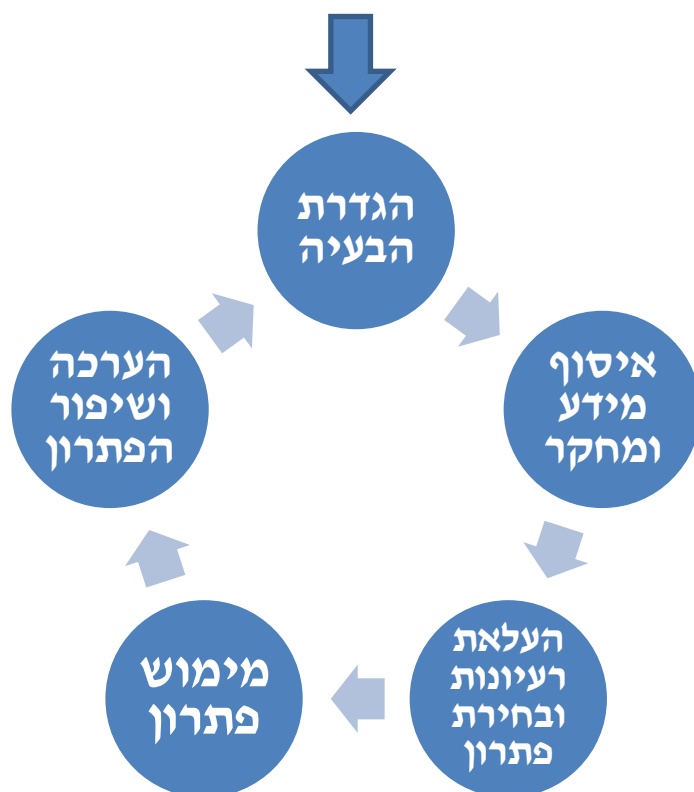
- באיזו מידה עמד התלמיד בלוח הזמנים?
- קשיים המצריכים התערבות של המנחה/ צוות התכנית.
- היבטים שונים בפרויקט הגמר שלא טופלו דיים.
- הכוונת התלמיד/ים למבנה ולרמה הנדרשים לפרויקט.
- הכוונה של התלמיד/ים ביחס להמשך תהליך העבודה.
- טיפול בהיבטים של עבודת צוות.
- שיתוף דרכי פעולה חדשות שעולים במהלך ההשתתפות בתכנית.

## 4. תהליך התכנון ההנדסי – Engineering Design

המילה תכנון מתייחסת לתכנון בתחום הטכנולוגיה וההנדסה. ההגדרה המילונית לתכנון עפ"י מילון "רב מילים": "תכניות מפורטות לבנייה או ייצור של מבנה, מכונה, התקן אלקטרוני וכו', לרוב באמצעות ייצוג גרפי".



תכן הנדסי פירושו תכנון מוצרים המבוסס על המדע ועל ההנדסה. באמצעות תהליך התכן ההנדסי פותרים בעיות בטכנולוגיה והנדסה. התהליך מספק מסגרת ארגונית ולוגית לצורך פתרון בעיות מתחום הטכנולוגיה / הנדסה. תהליך התכן ההנדסי מורכב מחמישה שלבים:



בתהליך התכן ההנדסי מעורבים בד"כ שלושה גורמים: מתכנן- לקוח- משתמשים.



לדוגמה- מערכת לזיהוי רגשות סטודנטים בקורסים מקוונים, לשיפור רמת ההוראה והעניין. הלקוח הוא המוסד האקדמי המלמד את הקורס ואליו רשומים סטודנטים. המשתמשים הם מרצי הקורס. המתכנן המהווה את צוות פיתוח הקורסים המקוונים נדרש לתכנן מוצר טכנולוגי שיאפשר זיהוי online של רגשות הסטודנטים (עניין, ריכוז, שעמום, עייפות וכו') במהלך למידה

מרחוק ואשר יאותת למרצה על רגשות הסטודנטים. זיהוי זה יאפשר שינוי אופי ההוראה באופן מידי ע"י המרצה (עירור עניין ע"י דוגמאות, סרטונים וכו').  
על המתכנן להבין מה רוצה הלקוח ולתרגם זאת לשפה טכנית. על הלקוח להבין, בד"כ באמצעות חקר שוק, מה הוא רוצה ומה צריך המשתמש.

### מאפייני תכן הנדסי

לבעיות מובנות בתחומים כמו מתמטיקה, חידות ומשחק שח יש מטרה מוגדרת; בד"כ מדובר בפתרון אחד ובמערכת חוקים שבאמצעותה ניתן להגיע לפתרון.  
לבעיות הנדסיות, בניגוד לכך, יש את המאפיינים הבאים:  
א. מרחב הידע והפתרונות אינם ברורים בתחילת התהליך (חוסר ודאות).  
ב. התהליך כרוך ביישום ידע מתחומים שונים: חברתי, כלכלי, מדעי, מתמטי והנדסי.  
ג. לבעיה נתונה יש מספר פתרונות.  
ד. הפתרונות הם למעשה פשרה בין הדרישות למגבלות.

### גורמים שיש לקחת בחשבון בעת ביצוע התהליך של תכן הנדסי

- תפקוד- המוצר תוכנן ונבנה כדי להשיג מטרה העונה על צורך אנושי.
- איכות- במוצר חייב לעמוד באמות מידה (סטנדרטים) מסוימות.
- בטיחות בעת השימוש.
- ארגונומיה- ממשק נוח, יעיל ולא מזיק למשתמש.
- אסתטיות- מבוססת על בחירת חומרים, תהליכים, ייצור, צבע וצורה.
- היבטים סביבתיים- השפעות של השימוש במוצר ואורך חיי המוצר.
- היבטים כלכליים- עלות המוצר וכדאיות הקנייה.

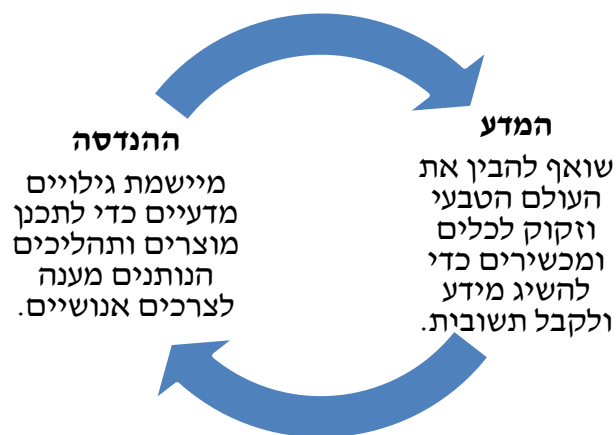
### עקרונות על בטכנולוגיה והנדסה

- הטכנולוגיה/ הנדסה עוסקת בפתרון בעיות כמענה לצרכים אנושיים.
- לפעילות טכנולוגית/ הנדסית דרושים משאבים (חומרים, אנרגיה, מידע, הון).
- תהליך התכן ההנדסי היא השיטה שבאמצעותה פותרים בעיות בטכנולוגיה והנדסה.
- תהליכי תכן הנדסי מושפעים משיקולים כלכליים, חברתיים, אתיים, בטיחותיים ואסתטיים.
- לבעיה נתונה יכולים להיות פתרונות שונים.
- הפתרונות ההנדסיים הם פשרה בין דרישות ואילוצים לבין שאיפה למצוא פתרון אופטימלי.
- לפתרונות השונים יש השפעות על החברה והסביבה.
- הטכנולוגיה/ הנדסה מקיימת קשרי גומלין עם תחומי דעת נוספים (מדע, חברה).

מדענים ומהנדסים פועלים יחד כדי להרחיב את יכולתנו להבין את העולם. לדוגמה: מדענים ומהנדסים מיישמים ידע מדעי בפיזיקה כדי לפתח לייזרים וטכנולוגיית סיבים אופטיים לשימוש בתחום הביו-רפואה ובתחומים אחרים. ידע זה מיושם גם כדי לפתח טכנולוגיות תקשורת.

בין מדע והנדסה מתקיימים קשרי גומלין: הם משפיעים זה על זה וקיימת ביניהם הפריה הדדית. כיום, טכנולוגיה מודרנית כוללת מדענים שמעורבים בעשייה טכנולוגית ומהנדסים שמתפקדים כמדענים.

ניתן לתאר את השילוב בין חברה, מדע והנדסה כתהליך: תחילתו בחברה- בצרכים אנושיים והמשכו בקשרי גומלין בין מדע והנדסה- כדי לספק מענה לצרכים אלה באמצעות פתרונות הנדסיים.



#### חדשנות טכנולוגית (על שיפורים המצאות ופטנטים)

הזדמנויות לפיתוח מוצרים נמצאות בסביבה הקרובה- בבית, בבית הספר ובקהילה בה אנו חיים. לכן, ניתוח מוצר או מערכת קיימת מנקודת מבט של "מה הבעיה שמוצר זה אמור לפתור?" או "לאיזה מענה הוא אמור לספק פתרון?"- יכול להוביל למספר פתרונות לשיפור המוצר.

חדשנות טכנולוגית מתנהלת בדרך כלל בשתי רמות, הנבדלות זו מזו מבחינת משמעותן הטכנולוגית וחשיבותן הכלכלית: שיפור טכנולוגי ותכן מקורי.

#### שיפור טכנולוגי (תכן התפתחותי)

שיפור טכנולוגי פירושו שכלול או השבחה של צורה/ מבנה/ תפקוד של מוצר קיים, המבוסס על עקרונות קיימים.

#### תכן מקורי (המצאה)

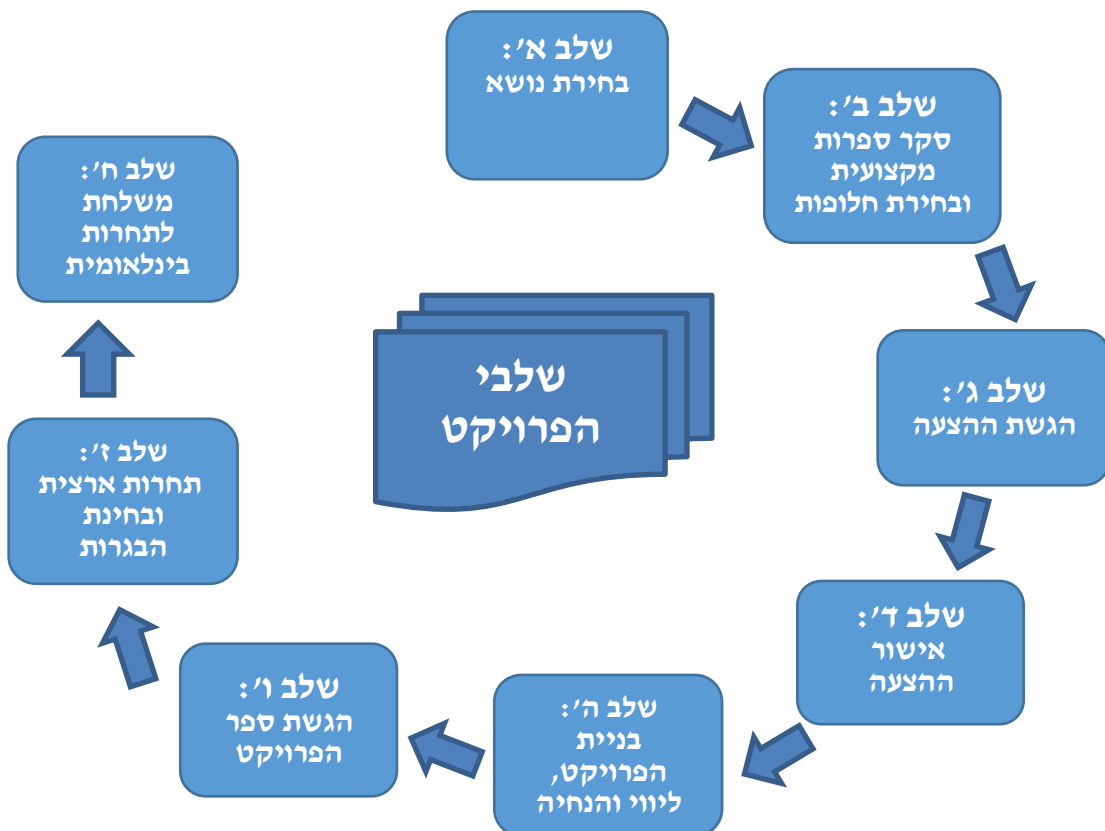
תהליך טכנולוגי המבוסס על פיתוח מוצר חדש ומקורי. תהליך תכן מקורי מבוסס על עקרונות ו/או חומרים חדשים, שיכולים להציע צירוף חדש של תכונות.

**רעיונות מרכזיים**

- יש חשיבות רבה שהתלמיד/ים יבחר/ו את נושא העבודה.
- הרעיונות לנושאים לפרויקט הגמר מגיעים מכל תחומי החיים עם דגש על מודעות לצרכים אנושיים.
- הצעת העבודה היא בעלת מבנה ומרכיבים מוגדרים וקבועים.
- תכן הנדסי פירושו תכנון מוצרים המבוסס על המדע ועל ההנדסה.
- תהליך התכן ההנדסי הוא השיטה שבאמצעותה פותרים בעיות בטכנולוגיה והנדסה.
- תהליך בחירת פתרון מוביל מתבסס על השוואה בין הפתרונות השונים על פי קריטריונים.
- ספר פרויקט הגמר מהווה אחד מכלי ההערכה המשמעותיים ביותר. במסגרת עבודתו התלמיד מתעד את שלבי העבודה השונים, בוחן ומנתח את תהליך הפעילות הלימודית.
- שלב הערכת פרויקט הגמר מתמקד הן בהערכת תהליך הלמידה והן בהערכת התוצר.
- המפגש בין המעריך לתלמיד מתמקד ביכולת של התלמיד להסביר את הרקע לעבודה, את תחומי התוכן הרלוונטיים וכן סוגיות שונות הקשורות לתהליכי העבודה.

**שלבי הביצוע של פרויקט הגמר**

תחילתו של פרויקט הגמר בבחירת הנושא וסיומו במבחן "ההגנה" על העבודה. לאורך כל שלבי הביצוע יתקיים תהליך תיעוד שיהווה תשתית להכנתו של ספר פרויקט הגמר המוגש לפני התחרות הארצית במהלך כיתה יב'. ככל שתהליך המחקר והפיתוח מתקדם, חומר הלימוד הולך ונאגר ולכן יש להקפיד לשמור את החומרים התיעודיים השונים, באופן נגיש למנחה ולצוות התכנית. בסיום התהליך, חומר זה מהווה את הבסיס להכנת הספר של פרויקט הגמר. למבנה ולתוכן של ספר פרויקט הגמר יש משקל משמעותי בהערכה הכוללת של פרויקט הגמר.



בשלב זה ידרשו התלמידים להתמודד עם בחירת נושא ראוי לפרויקט גמר. על התלמידים להגדיר מהי הבעיה שהמערכת שלהם מיועדת לפתור, מי קהל היעד ומהן הדרישות מהמערכת? שאלות אלה יעזרו לתכנן ולקבוע את תהליך המחקר והעבודה.

בחירת נושא לפרויקט גמר הינה בעלת חשיבות רבה. זוהי בעצם ההחלטה הראשונה מתוך סדרת החלטות העומדות בפני התלמיד במהלך הכנתו של פרויקט הגמר. נושא העבודה אמור להעניק לתלמיד מוטיבציה והרגשת שייכות ולכן רצוי לבחור נושא הקרוב לעולמו של התלמיד, כל שכן לצוות המבצע עבודה משותפת.

#### כיצד בוחרים נושא לפרויקט גמר?

באופן עקרוני, הדרך המקובלת היא בחירת בעיה הקיימת בחברה/ בסביבה ובעקבותיה העלאת רעיון חדשני הנותן מענה הנדסי לבעיה.

התהליכים המתוארים בשלב הזה הינם זהים לפיתוח כל רעיון.

**הנטייה הטבעית היא לבחור פרויקט שנמצא בתחום הידע שלנו ושל מנחה הפרויקט מהסיבות הבאות:**

- אנחנו מרגישים על קרקע בטוחה
- אין סכנה שניתקע באמצע התהליך
- תמיד נוכל לפנות אל המנחה
- תהליך הפיתוח קל יותר ופשוט יותר

#### **אך לבחירה בנוח ובבטוח, חסרונות לא מבוטלים**

- הבחירה מונעת התפתחות של מחקר מעמיק
- תהליך הלמידה העצמית - חלקי
- פגיעה ביצירתיות
- פגיעה ביוזמה
- פגיעה ביזמות

בחירה מסוג זה עלולה להביא לכך שרוב הפרויקטים מספרים סיפורים שונים עם תהליך ופתרון זהה, לדוגמה: חיישנים – בקר – מעגל אלקטרוני

#### דוגמאות לפרויקטים זהים עם סיפורים שונים

"מזכיר לזקן לקחת תרופה", "נהיגה בשכרות", "שכחתי ילד ברכב", "מערכת הגנה לבית", "בית חכם", "מחזור מים במקלחת", "השקיה חכמה"

#### **כללי מפתח לבחירת פרויקט ע"י תלמיד שמאמין בעצמו ורוצה לפתח פרויקט ייחודי ואיכותי**

1. לא לפחד להעז להיכנס לתחומים שאיננו מומחים בהם ואפילו מבינים
2. להעז ליזום
3. להבין שהמורה/מנחה אינו חייב להיות בעל הידע המוחלט בכל תחום
4. לכל בעיה יש מספר חלופות לפתרון

5. אין מגבלה על תחומי המחקר והרעיונות
6. לנסות לשלב תחומי ידע שונים (רב תחומיות)
7. כדאי להימנע:

- 7.1 להיכנס לתחומים בדיוניים
- 7.2 להיכנס למחקר הדורש התערבות פולשנית לגוף האדם
- 7.3 להיכנס לתחום שברור שבו כתלמידים אינכם יכולים לחדש
8. רצוי להימנע להיכנס לפרויקטים נדושים:
  - נהיגה בשכרות, נשכח ילד ברכב, מערכת רמזורים חכמה, חנייה ממוחשבת.
  - אלא אם כן יש חשיבה אחרת שניתן להבחין בה ולהעריך אותה.

#### השיטות המקובלות לבחירת נושא לפרויקט גמר

- א. חיפוש רעיון בתחום המדעי הנותן פתרון טכנולוגי- הנדסי לבעיה מתחומים שונים. ככל שחשופים יותר למידע המגיע מהסביבה, כך סביר יותר שתצליחו יותר להעלות רעיונות.
- ב. צורך אישי: מתוך הסביבה בה אתם חיים עולה רעיון שבא להתמודד עם בעיה שנחשפתם אליה.
- ג. לעיתים הצעה של המנחה.

	מקור רעיון	רעיון	דוגמה
א.	לדוגמה, בעיה בתחום רפואי	מערכת טכנולוגית להתמודדות עם הבעיה	סביר להניח שרעיונות רבים שיעלו (בתקופה שבה העולם התמודד עם מגפת הקורונה) יהיו בנושאים שונים שמרכזם התמודדות במגוון תחומים הקשורים בהתמודדות עם המגיפה
ב.	צורך אישי	תלמיד מתוך הסביבה בה הוא חי מעלה רעיון המתמודד עם בעיה שהוא חשוף אליה	תלמיד שסבתא שלו נכה על כיסא גלגלים רוצה להיות עצמאית, ולא יכלה להגיע אל מצרכים הממוקמים בגובה
ג.	הצעה של המנחה	תחום או רעיון שהמנחה מעוניין שהתלמידים יקדמו	

#### שיטות נוספות בהן ניתן להשתמש

מקור הרעיון	תחום עניין
תחום עניין אישי	מדעי המוח, אסטרונומיה, התנדבות במד"א, אחר
תחום מהמדעים המדויקים	פיסיקה, ביולוגיה, כמיה
תחום טכנולוגי	רובוטיקה, מדעי המחשב, אלקטרוניקה, מכונות
מדעי הרוח	פסיכולוגיה, סוציולוגיה וכל תחום אחר
זיהוי תופעה	מתוך חשיפה לפרסומים וכתבות, לדוגמה: אפקט החממה
מכוון תחרות ספציפית	לדוגמה כדי להשתתף בתחרות המים של שטוקהולם הפרויקט צריך להיות בנושא מים

## חשיבה מחוץ לקופסא- מושג נפוץ אבל בעייתי

- א. מה זה אומר לחשוב אחרת?
- ב. מה זה אומר להיות יצירתי?
- ג. אני חושב שכיוון מסוים הוא יצירתי, אך המנחה או תלמיד אחר חושב אחרת.
- ד. איך הופכים רעיון ליצירתי? כך שגם אחרים חושבים כך.

### אפשר לנסות לגבש מספר כללים

- אם הרעיון דורש רב תחומיות
- אם אין לנו מושג בשלב העלאת הרעיון כיצד יראה כוון הפיתוח
- אם אין פתרון ידוע לבעיה שאנו באים לפתור
- אם הרעיון שלנו ייחודי ושונה ממה שקיים כיום
- אם נמנע מרעיונות נדושים כפי שהוזכר מקודם

ניתן להשתמש בשיטות הבאות כדי שהרעיון יהפוך למיוחד :

1. להוסיף את צמד המילים "בזמן אמת".
- לדוגמה : תלמידים העלו את הרעיון מערכת לטיפול בזיהומי נפט בים.

הרעיון	כוון הפתרון	מוצרים דומים	הערות המנחה
מערכת לטיפול בזיהומי נפט בים	לפתח מערכת מסועים ושאיבה של זיהום הנפט	מסועים, שאיבה, שרוולי חסימה, חומר כימי לפירוק הזיהום	<ul style="list-style-type: none"> <li>• אין ייחוד</li> <li>• מה הסיכוי שהתלמידים יפתחו מערכת מכנית יותר יעילה?</li> </ul>

המנחה ביקש מהתלמידים למצוא מה החסרונות של השיטות הקיימות :

יעילות	רק כ-20% מהזיהום מטופל
טיפול כימי (דיספרנטים)	השיטה העיקרית פיזור החומר מעל הזיהום שמאיץ את התפרקות הנפט, מפוזר באמצעות מטוסים
חלון זמנים	יעילות הטיפול הולכת ויורדת ככל שפרק הזמן עד תחילת הטיפול הולך וגדל. לאחר 12 שעות, טיפול בחומר כימי אינו יעיל
זמן תגובה	לוקח זמן להתארגן ולהתחיל לטפל הממוצע עד 12 שעות
התפשטות הזיהום	עקב פרק הזמן הארוך שלוקח להתחיל לטפל בזיהום, הוא מתפשט על פני מאות ואלפי קילומטרים.

המסקנה שאליה הגיעו התלמידים : צריך לטפל בזיהום כבר במקור (במכליות). הרעיון הסופי : פיתוח מערכת שתזהה דליפה כבר בזמן התרחשותה במכלית ותזרים דיספרנטים יחד עם הנפט, כך שתהליך הפירוק יתחיל כבר בזמן אפס.

2. הוספת צמד המילים "לפני שהתפתח".
- דוגמה : "זיהוי התפתחות התקף של מחלת הנפילה עוד בשלב ההתחלתי" מאפשר טיפול יעיל ולא אגרסיבי.

3. כאשר לפני הרעיון מגיעה הקידומת "בלתי אפשרי", זוהי הזדמנות להראות יצירתיות! חוקרים רבים הביאו לפריצת דרך וזכו בפרסי נובל כאשר פנו לתחום שנחשב "בלתי אפשרי" (פרופסור עדת יונת, פרופסור דן שכטמן).  
דוגמה: טיהור מים באמצעות קרינת UV של השמש.
4. אם לרעיון מסוים הפתרונות הקיימים בשוק זהים פחות או יותר, קיים צורך לחפש כוון שהוא שונה לחלוטין.  
הייחודיות מבליטה את הרעיון של התלמידים.  
דוגמה: "מצלמה מהחלל לאיתור דליפות מים בצנרות בינעירוניות"- כל הפתרונות הקיימים מתבססים על זיהוי בשינויי לחצים, בספיקות וסריקה של הקו (שאורכו מאות ואלפי קילומטרים).
5. להימנע מרעיונות שדורשים פיתוחים של מערכות אלקטרוניות או מכניות מאוד מורכבות, שדי ברור שבאמצעים הקיימים בבתי הספר הם קשים ועד בלתי אפשריים לביצוע. להעדיף תמיד פתרון מכני או אלקטרוני פשוט הנתמך על ידי מערכת או אפליקציה ממוחשבת.

#### שלב ב': סקר ספרות ובדיקת חלופות

נושאי סקר הספרות מתארים את בסיס הידע הנדרש על מנת להתחיל את שלב המחקר ועל התלמידים לרכוש ידע זה. לפיכך, לאחר הגשת הצעת העבודה ואישורה יש להתמקד בלימוד הנושאים של סקר הספרות הראשוני.  
כחלק טבעי מהתהליך- ככל שהתלמיד יעמיק יותר בנושא סקר ספרות, כך יעלו נושאים חדשים שאותם התלמיד ילמד ויוסיף לרשימת פרקי סקר הספרות.  
יש להשתמש במקורות ביבליוגרפיים חוקיים כמו לדוגמה מאמרים מדעיים/טכנולוגיים שפורסמו בכתבי עת בינלאומיים. אין להשתמש באנציקלופדיות מסוגים שונים, כולל ממוחשבות.

#### שלב ג': הגשת הצעה לפרויקט גמר

הכנה של הצעת פרויקט גמר מהווה את "הצהרת הכוונות" של התלמידים ותכוון אותנו במהלך העבודה.  
להצעת העבודה מבנה אחיד הכולל מספר סעיפים (פירוט מבנה הצעה לפרויקט מב"ט – נספח 3).  
ההצעה תישלח באופן מקוון דרך אתר מב"ט – משרד החינוך.

#### שלב ד': אישור ההצעה על ידי מינהלת התכנית לפי מחוון אחיד

לאחר הגשה מקוונת של הצעת הפרויקט, יאושרו הפרויקטים מכלל ההצעות אשר ייקחו חלק בתכנית מב"ט. ההצעה תיבדק בהתאם לקריטריונים המופיעים בנספח 3.



כדי להקל על החשיבה ופיתוח הפרויקט כדאי להשתמש ברעיון של "כלי פיתוח". ערכות פיתוח משמשות ככלי ללמידת נושא/ אמצעי לא מוכר לתלמיד כמו מצלמה, מסד נתונים, גרפים, מפות וכדומה אשר תוך כדי תהליך החקר יש צורך לשלבם במערכת הסופית.

כלי הפיתוח מבוססים בעיקר על היבטים הנדסיים וטכנולוגיים:

- א. ההיבט המדעי של הנושא, לדוגמה: ההיבט המדעי מאחורי פעולה של חיישן אנלוגי/ דיגיטלי (לדוגמה חיישן מרחק אולטראסוניק)
  - ב. היבט טכנולוגי: ביצוע ניסוי עם החיישן כדי לבדוק וללמוד את תכונותיו (חיבור החיישן אל בקר ארדואינו)
- ב.1 חיבור המערכת אל המחשב, כתיבת תכנית והצגת ערכי החיישן על המסך
- ב.2 התאמה לחלק כלשהו של הפרויקט

#### הרעיון מאחורי ערכות הפיתוח הוא:

- לחשוב בקטן על הפרטים
  - לימוד הנושא
  - תחושה של התקדמות
  - היבט מעשי
  - בסוף התהליך, קיים צורך בחיבור ערכות הפיתוח והתאמתם לכדי מערכת אב טיפוס סופית
- תהליך המחקר והפיתוח בכיתה יא' כולל העמקה ברקע המדעי, תכנון כלי הפיתוח, עריכת ניסויים ועיצוב מערכת האב טיפוס.

לקראת סוף כיתה יא' יש להציג את ההתקדמות בפני המינהלת ומשתתפי התכנית. לקראת מועד זה, יש להגיש תקציר ומצגת המתארים את התהליך שבוצע במהלך שנת הלימודים. בנוסף לאחר הצגת ההתקדמות, יש להגיש את תוכן העניינים הראשוני של ספר הפרויקט.

#### **תוכן עניינים ראשוני - ריכוז פרקי המחקר והפיתוח**

כאמור, מיד לאחר הגשת התקציר על התלמיד להגיש תוכן עניינים ראשוני לספר הפרויקט:

- פרקים שנכתבו והסתיימו
  - פרקי מחקר ידועים שצריכים להיכתב
  - פרקי מחקר ופיתוח שעדיין לא נכתבו
- המטרה: להתוות את התהליך להמשך הדרך

#### **ניסויים ומסקנות**

לאחר התקציר ותוכן העניינים יש להתכוונן אל השלבים המעשיים המתקדמים מספטמבר עד דצמבר של כיתה יב' הכוללים:

- החלטה סופית על "כלי הפיתוח" שישולבו בתוך מערכת האב טיפוס (יפורט בהמשך)
- ביצוע ניסויים עם כלי הפיתוח
- פירוט ניסויים בנושאים מדעיים

כל גיבוש כוון צריך להיעשות בתיאום עם המנחה.

דוגמה לכלי פיתוח לרעיון שמתואר בהמשך

רעיון	תיאור הבעיה	פרוט הרעיון
ריצה נכונה למרחקים ארוכים	חוסר מודעות לריצה נכונה והבעיות שהיא עלולה לגרום	מערכת משולבת חומרה, תוכנה שמטרתה לאמן אנשים לרוץ בצורה נכונה

שם הפרויקט	כלי פיתוח	ניסויים	תיאור
מערכת בקרה לניתוח ריצה נכונה	חיישנים: זווית, גודל צעד, דופק, סטורציה, בקר ארדואינו	מסלול ריצה מדידות	מערכת בקרה אלקטרונית אשר תקרא את המידע מהחיישנים
	שילוב גרפים באפליקציית תוכנה	תצוגה גרפית של קריאות החיישנים על מסלול הריצה	אפליקציה שתאפשר תצוגה גרפית בזמן אמת של מדידות החיישנים על צג המחשב
	עיבוד תמונה: קריאה ממצלמה ופעולות פשוטות של עיבוד תמונה	זיהוי צבע פיקסל בתמונה המרת תמונה לשחור לבן	כתיבת אפליקציה פשוטה של קליטת תמונה ומניפולציות על התמונה כדי ללמוד את הנושא

**החלטה על כיוון הפיתוח הסופי של הפרויקט**

במהלך חודש ספטמבר בכיתה יב' זוהי נקודת הזמן שבה נלמדו ונחקרו כבר הפרקים המדעיים המשמעותיים של הרעיון:

- פותחו "ערכות הפיתוח"
- בוצעו מגוון ניסויים עם "ערכות הפיתוח"
- קיים כיוון ברור למימוש הרעיון
- במקרה של מערכת טכנולוגית- תוכנו ושורטטו יישומים שונים של המערכת

לדוגמה: הרעיון "ריצה נכונה למרחקים ארוכים"

שם הפרויקט עודכן "תיקון איכות הריצה למרחקים ארוכים בזמן אמת".

מתואר תהליך התפתחות תיאורטי של הרעיון:

שם הפרויקט	פרקי מחקר מדעיים	כלי פיתוח	ניסויים
תיקון איכות הריצה למרחקים ארוכים בזמן אמת	פגיעות גופניות עקב סגנון ריצה לא נכון	חיישנים עם בקר ארדואינו	ניתוח סרטונים המציגים ריצה נכונה מול לא נכונה
	מערכות גוף האדם המשתתפות בתהליך הריצה	שילוב הארדואינו באפליקציית מחשב	ניתוח ריצה לפי הכללים על מסלול ריצה
	שלד, עצמות ומפרקים	כלים לבניית גרפים ששולבו באפליקציית מחשב	הפרמטרים הרפואיים הנמדדים בריצה נכונה מול ריצה לא נכונה בזמן אמת על מסלול ריצה
	סגנון ריצה נכונה	אפליקציית מחשב לעיבוד תמונה	למקם חיישנים על גוף הרץ בניסיון לזהות ריצה נכונה/לא נכונה ועיבוד המידע
	מגבלות גופניות שמחמירות או מונעות ריצה נכונה	מבנה נעלי הריצה וההשפעה על איכות הריצה	מדידת הלחץ שמפעילה כף הרגל בזמן ריצה
	פעילות תלוית גיל		
	חשיבות הריצה לבריאות הגוף והנפש		

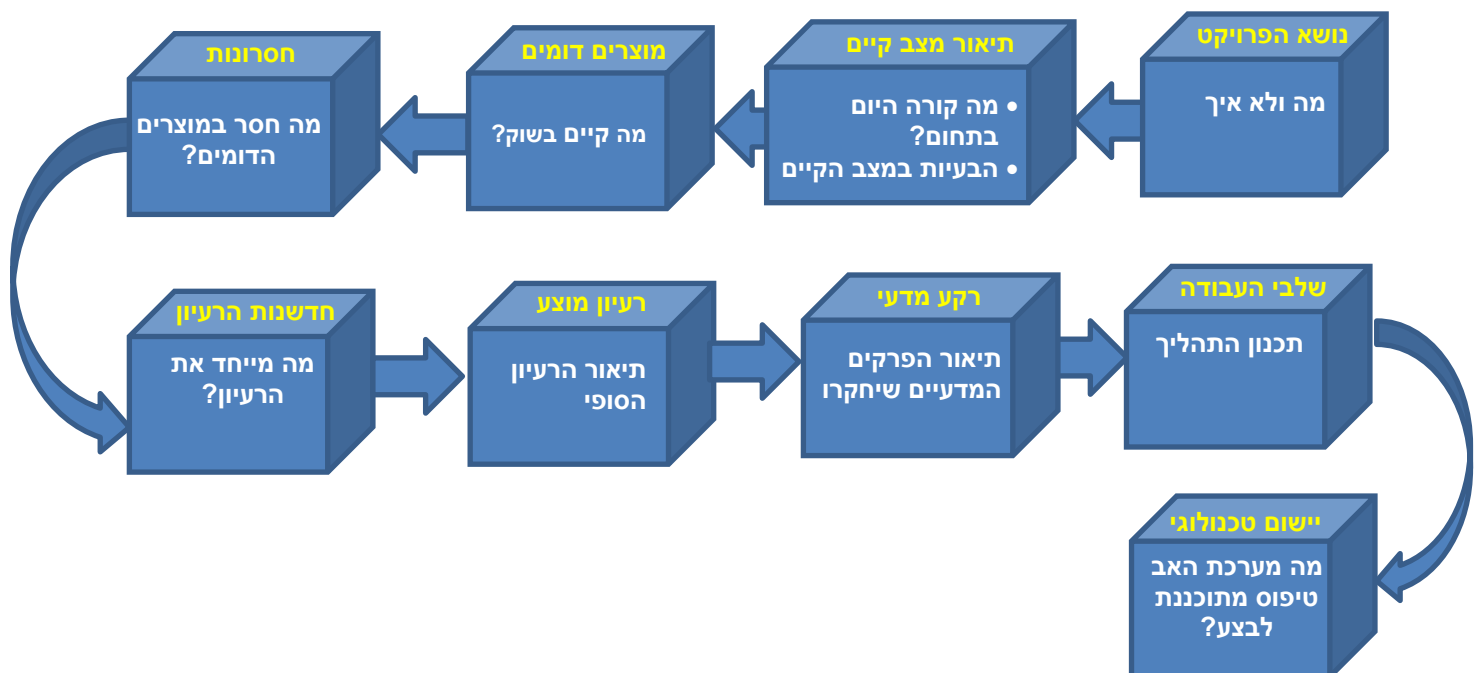
		מנגנונים גופניים מדידים (דופק, סטורציה, זווית בין הברך לקרסול, לחץ של כף הרגל על האדמה....)	
מסקנות	קביעת הנקודות בגוף האדם המשתתפות בפעילות הריצה וניתנות למדידה		
חלופות לפתרון	האם פתרון באמצעות מערכת הכוללת חיישנים?		
	האם פתרון של עיבוד תמונה (ייתכן ומדבקות הניתנות לזיהוי בצילום על נקודות בגוף המשתתפות בתהליך הריצה)?		
	האם משולב?		

במהלך החודשים ספטמבר- דצמבר של כיתה יב' יבוצעו הניסויים מעשיים סופיים, תגובש מערכת האב טיפוס הסופית (חומרה ותוכנה) ויבוצעו בדיקות – פעולות אלו ילוו במסקנות תהליך המחקר והפיתוח.

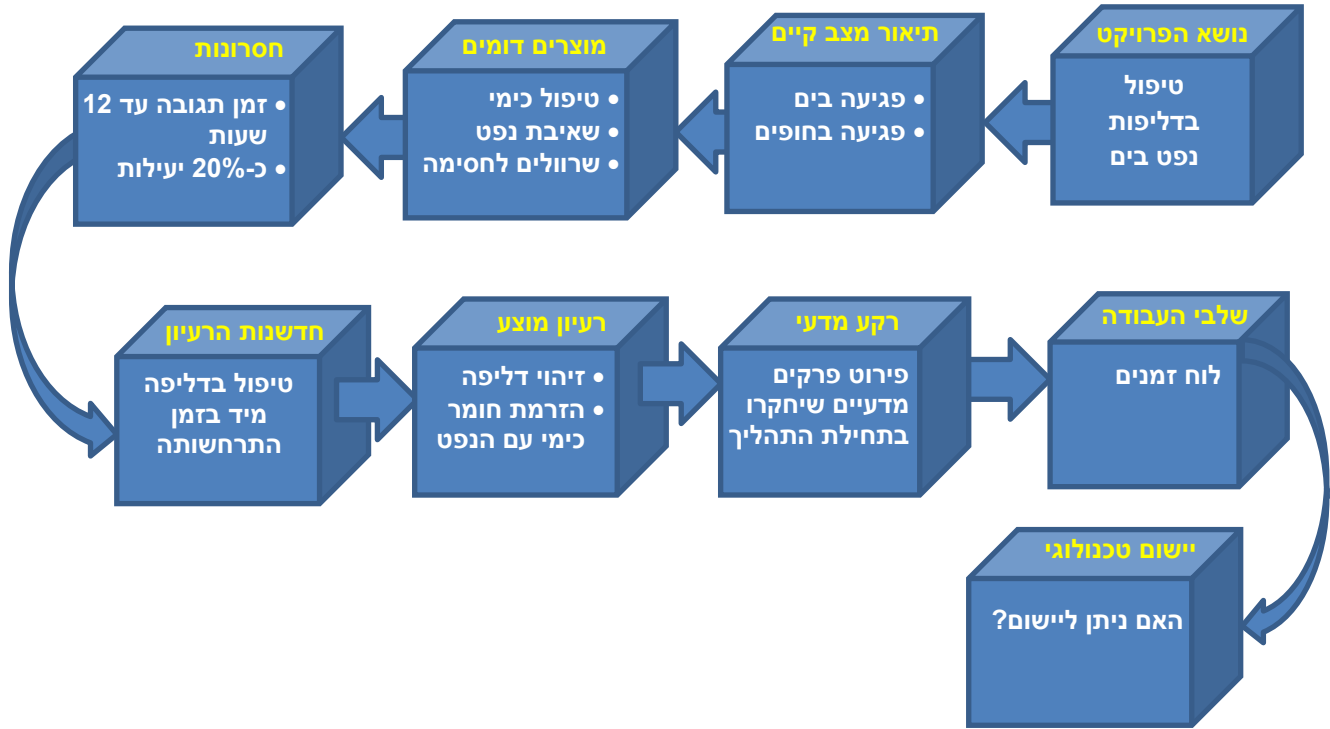
### כללים למערכת אב טיפוס סופית

1. מערכת מעוצבת ואסטטית
2. חיווט חוטים במערכת חשמלית ואלקטרונית בקווים ישרים מוצמדים ללא חוטים רופפים
3. אין קצוות וחיבורים של מוליכי חשמל גלויים ללא בידוד
4. מסכי תוכנה מעוצבים, קריאים וידידותיים למשתמש
5. אזורים במערכת שיכולים לפצוע צריכים להיות מוגנים
6. כל חלק במערכת מקובע למקומו
7. חיישנים ימוקמו באופן קבוע למערכת בצורה שתאפשר להמחיש את תפקידם
8. תוויות ליד חלקים במערכת שמסירים את תפקידם, כמו: חיישן טמפ', בקר ארדואינו, מקלט GPS וכדומה

כל פרויקט צריך להכיל את הקריטריונים הבאים:



דוגמה על הפרויקט "זיהוי דליפות נפט" (פירוט- באתר/ פרויקטים משנים קודמות)



**פירוט לוחות הזמנים עד לסיום**

במפגש הראשון בתחילת כיתה יא' עם המנחה יש להתמקד בלוחות הזמנים (גאנט) עד למימוש הרעיון במערכת אב טיפוס.

לוח זמנים תכנית מב"ט כיתה יא'-יב':

חודשים	נושא
ספטמבר- אפריל, כיתה יא'	בסיס מדעי, מחקר ופיתוח, ניסויים, כלי פיתוח, עיצוב מערכת האב טיפוס
מאי- יוני, כיתה יא'	הגשת תקציר על פני שלושה עמודים של התהליך שנעשה עד כה
	מצגת עדכנית 12 שקפים: כוללת את תהליך המחקר והפיתוח שנעשה הרצאה ובהתאם הנחיה להמשך הדרך
ספטמבר-דצמבר, כיתה יב'	הגשת תוכן עניינים ראשוני - ריכוז פרקי המחקר והפיתוח
פברואר, כיתה יב'	ניסויים מעשיים סופיים ובניית מערכת אב טיפוס: חומרה, תוכנה בדיקות ומסקנות
מרץ, כיתה יב'	הגשת ספר הפרויקט מעמד ההגנה על הפרויקט, תחרות ארצית "מדענים ומפתחים צעירים"

## שלב ו': עריכה של ספר פרויקט הגמר

שלב זה מתבצע למעשה במשך כל שלבי תהליך העבודה ומסתיים ב"הרכבת" הספר של פרויקט הגמר. הספר מתעד את כל שלבי העבודה והחשיבה משלב הרעיון, דרך תהליך המחקר ועד פיתוח מערכת האב טיפוס הסופית. הספר של פרויקט הגמר יישלח למשרד החינוך (בהתאם לכללים שיהיו תקפים באותה שנה) לפני מעמד ההגנה הסופי. הספר נועד לתעד הן את תהליך הלמידה שעברו התלמידים כפרטים וכצוות והן את המשימות שעמן התמודדו. למעשה, רוב העבודה הכרוכה בעריכתו של ספר פרויקט הגמר נעשית במהלך התיעוד השוטף של השלבים השונים. ספר פרויקט הגמר מהווה אחד מכלי ההערכה החשובים ביותר, שכן הוא מחייב את התלמיד לקחת אחריות על תיעוד מלא של הפעילות הלימודית. סיום כתיבת הספר של פרויקט הגמר ושליחתו אל מינהלת התכנית יב' במהלך חודש פברואר של כיתה יב'.

### ספר הפרויקט הסופי - מבנה ועמידה בכללים ויעדים

1. שוליים 3 ס"מ מכל הצדדים (כולל ראש הדף ותחתית הדף)
2. גודל פונט 12
3. כותרות גודל פונט 12 או 14
4. דף פתיחה: שם בית הספר, שם המגמה, תאריך עברי ולועזי, שם הפרויקט, שמות התלמידים, שמות המנחים.
5. תודות, כדאי להודות לאנשים שעזרו וליוו אתכם לאורך התהליך (לא חובה).
6. תקציר על לא יותר משלושה עמודים - תפקיד התקציר לאפשר לקורא להבין את הפרויקט ואת התהליך מבלי להיאלץ לקרוא את כל ספר הפרויקט.
7. תוכן עניינים
8. מספור עמ' יתחיל בעמ' אחרי תוכן העניינים: יודגש שתוכן העניינים לא ממוספר)
9. פרקי סקר ספרות יחולקו לפי:
  - חברתי
  - מדעי
  - טכנולוגי
10. פרקי מחקר ברמה מעמיקה, כולל מסקנות והחלטות
11. פרקי פיתוח
12. מערכת האב טיפוס
13. סיכום אישי או קבוצתי
14. מקורות ביבליוגרפיים
15. נספחים
  - דפי נתונים
  - שרטוטים
  - קוד תוכנה
  - תמונות

## שלב ז': התחרות הארצית ובחינת הבגרות- מעמד ההגנה על פרויקט הגמר

במהלך חודש מרץ בכיתה יב', יתקיים מעמד ההצגה של הפרויקט. מעמד זה יהווה חלק מתחרות ארצית בה יקבעו הזוכים והמשלחת שתייצג את המדינה בתחרות בחו"ל, כשלחברי המשלחת יקבעו סדנאות הכוללות פרזנטציה באנגלית והצגה מול קהל במעמד זה יקבע גם ציון הבגרות. שלב זה מתמקד הן בהערכת תהליך הלמידה והן בהערכת התוצר.

### דגשים מיוחדים בהערכת הפרויקטים:

1. יצירתיות- פרויקט המדגים דמיון וחדשנות, הנותנים פתח לאפשרויות וחלופות חדשות. דגש על תוצאות המחקר והערכת יצירתיות.
2. פרזנטציה/ראיון- הערכת והבנת הבסיס המדעי של הפרויקט, הפרשנות של התלמידים לתוצאות והמסקנות, תוך התייחסות למגבלות.

### מפגש של התלמיד עם מטה התכנית והתחרות

המפגש מאפשר למעריך לקבל הבהרות מהתלמיד לגבי דברים שכתב ולקבל תמונה שלמה יותר על ידיעותיו והבנתו בנושאי העבודה. המפגש בין המעריך והתלמיד מתמקד ביכולת התלמיד להסביר את הסוגיות השונות הקשורות לעבודה ואת תחומי התוכן הרלוונטיים. על התלמיד להתכונן למפגש גם בהיבט התקשורתי: צורת ההצגה, הניסוח, התקשורת המילולית והלא מילולית ועוד. רצוי שלקראת המפגש עם המעריך החיצוני יתאמנו התלמידים בהצגת עבודותיהם.

### הצגה תכלול את השקפים הבאים:

- פתיחה- שם העבודה, שמות המגישים ושם ביה"ס
- סקירה כללית- ראשי הפרקים של המצגת לצורך מיקוד המאזיני בנושאי המצגת
- תיאור מצב קיים, סקירת חלופות
- תיאור הבעיות במצב הקיים, התייחסות לקהלי יעד
- תיאור הפתרון המוצע בהתייחס לדרישות ולצרכים
- תיאור הפתרונות שהועלו במהלך העבודה
- תיאור הפתרון המוביל, יש להוסיף תרשים מלבנים/ תרשים זרימה/ הדגמה של הדגם/ אב טיפוס
- מסקנות- קשיים במהלך העבודה, המלצות לפיתוח עתידי

### הנחיות להכנת מצגת בפני צוות התחרות

1. אורך המצגת הכולל יהיה 10 דקות.
2. רצוי לכלול תמונות, שרטוטים, איורים (לעיתים אף מתבקש סרטון קצר).
3. השקפים במצגת יהיו נקיים מכל איור או רקע שאינו שייך לנושא. צבעי הרקע יהיו בהירים והכתב כהה. יש להקפיד שתוכן השקף לא ייבלע ברקע, או שהרקע ימשוך את תשומת לב הצופים יותר מהתוכן.
4. רצוי להימנע מצלילים ומאפקטים שוני, אלא אם הם תורמים להבהרת התכנים.

### "טיפים להצגה" בעל פה

הטיפים שלפניכם יעזרו לכם להצליח בהרצאה בכיתה או בהסבר שתתנו על הפרויקט שלכם. כמובן שהצגה בעל פה מחייבת להתכונן ברמת התוכן, אך במקביל יש לקחת בחשבון את קהל היעד. מה מאפייניו? מה הוא מצפה לשמוע? ממה רצוי שהקהל יתרשם: ילמד תכנים חדשים? יתפעל מרמת המומחיות בנושא?

להצגה מוצלחת וברורה בעל פה ניתן להיעזר בטיפים הבאים:

- **מעניין**- נסו לעורר עניין! נסו לשלב קטע מעורר, המחשה, סיפור פיקנטי, הומור, משהו אישי.
- **מלהיב**- הדביקו את הקהל בהתלהבות שלכם! דברו כאילו זו הפעם הראשונה שאתם חושבים על הדברים.
- **ברור**- דברו לאט, ברור ובקול רם.
- **פשוט**- השתמשו במילים פשוטות ובמשפטים קצרים.
- **שפה**- דברו בשפה תקינה ועשירה. דאגו שדבריכם ישקפו את היקף העבודה שעשיתם ואת רמתה.
- **קשר עין**- שמרו רוב הזמן על קשר עין עם הקהל, אל תפנו לו את הגב.

### **שלב ח': בחירת המשלחת הבינלאומית**

התלמידים אשר יזכו במקומות הראשונים בתחרות הארצית בחודש מרץ בכיתה יב' יזכו לייצג את מדינת ישראל בתחרויות טכנולוגיות בינלאומיות כגון ISEF ותחרות האיחוד האירופי למדענים צעירים (EUCYS). יש לציין כי כלל התלמידים בתכנית יקבלו ציון בגרות לאחר עמידה בכל הדרישות, ללא קשר להשתתפות בתחרות הבינלאומית. מידע על התחרויות בנספח 4.

## **6. נספחים**

### **נספח 1- זכויות יוצרים**

כתלמידים וכאזרחים עליכם להיות מודעים לכך, שמידע ותכנים הלקוחים מרשת האינטרנט עשויים להיות מוגנים בזכויות יוצרים.

ידוע שמשתמשים רבים אינם מודעים לכך, ששימוש בחומרים המוגנים בזכויות יוצרים נחשב לעברה פלילית עפ"י חוק. לפיכך אין ספק, שכאשר הנכם גולשים ברשת האינטרנט במסגרת בית הספר, עליכם להקפיד לשמור על "זכויות היוצרים".

המשתמש רשאי לעשות "שימוש הוגן" בחומר המוגן, לפי הכללים הקבועים בדין. להלן ארבעת הגורמים לפיהם יש לקבוע אם שימוש בחומר המוגן בזכויות יוצרים נחשב חוקי:

- השימוש בחומר יהיה למטרות חינוכיות בלבד ללא כוונת רווח.
- החומר המקורי בו משתמשים יכלול בעיקר עובדות.
- השימוש יהיה רק בחלק מהחומר המוגן למטרת הוכחת נקודה מסוימת או לצורך הדגמה.
- אין לפגוע בפרנסתו של יוצר העבודה.

שימוש הוגן כולל ציטוט סביר מתוך החומר המוגן. המצטט כאמור חייב לציין את המקור לציטוט, בין אם הוא המשרד ובין אם הוא גורם אחר. אסור למשתמש לעשות בחומר המוגן כל שינוי שיהיה בבחינת סילוף או פגיעה בערך החומר המוגן; בכלל זאת מדובר בפגיעה בכבודו או בשמו של בעל זכויות היוצרים בו.

בכפוף לדיני זכויות יוצרים, אסור למשתמש להעתיק, להפיץ, לשדר מחדש או לפרסם חומר מוגן, ללא הסכמה מראש ובכתב מאת המשרד.

### **שימוש הוגן ביצירות המוגנות בזכות יוצרים**



פטנט בא להבטיח לממציאים את הזכות הבלעדית (זכות יוצרים) על המצאותיהם ולמנוע מאחרים ייצור, מכירה או שימוש בהמצאה. פטנט נרשם רק על תיכון מקורי שהוא חדש, שימושי ומהווה המצאה של ממש, לא רק צירוף של מתקנים קיימים. המקוריות היא אחת מאבני הבוחן לרישום פטנט על פי הגדרת חוק הפטנטים תשכ"ז - 1967: "המצאה הינה מוצר או תהליך תעשייתי או חקלאי שהוא לכאורה חדש, ויש בה התקדמות המצאתית... בין שהיא מוצר ובין שהיא תהליך, שהיא חדשה, מועילה, ניתנת לשימוש בתעשייה ובחקלאות ויש בה התקדמות המצאתית..." בעל המצאה זכאי לבקש ממשרד הפטנטים שתינתן לו הכרה בהמצאה כפטנט. הזכות החוקית ניתנת לממציא לתקופה של 20 שנה, שאחריה מותר לכל אדם לעשות שימוש ברעיון לייצור ולמכירה.

#### **כיצד רושמים פטנט?**

שלב ראשון: **פיתוח המצאה בעלת פוטנציאל רווחים.**

שלב שני: **עורך פטנטים מכין את בקשת הפטנט.**

ההמצאה צריכה להיות ערוכה בקפדנות. עורך פטנטים מכין את הבקשה על פי נהלים. כמו כן, הוא בדוק פטנטים בשליחות החברה בה הוא מועסק, וזאת כדי ל"חסוך" עבודה על רעיונות שכבר נרשמו כפטנטים.

שלב שלישי: **לשכת הפטנטים בוחנת את הבקשה לרישום ההמצאה כפטנט.**

## הצעת נושא לפרויקט גמר

### תכנית מב"ט

מגמה טכנולוגית- \_\_\_\_\_

עבודת יחיד/זוג

שם הפרויקט: \_\_\_\_\_

נושא הפרויקט: \_\_\_\_\_

פרויקט תכנית מב"ט מתבסס על היכולת ליישם רעיונות חדשנים ויצירתיים ועיסוק במשימות משמעותיות ומאתגרות. יש לבסס את הצעת הפרויקט על הרעיון הבסיסי לפתרון הבעיה, תוך ניתוח נתונים ראשוניים ואינטרפרטציה שלהם. בפרויקט הטכנולוגי ישנה חשיבות רבה לתהליך החקר עצמו- גיבוש הרעיון, התכנון ובניית התוצר הסופי.

#### 1. תיאור המצב הקיים

יש להציג את הבעיה בצורה בהירה ומשמעותית, הצורך, התופעה או התהליכים בהם מדובר כפי שהם היום, ללא הוספת מסקנות או הערות.

#### 2. סקירת מוצרים דומים

סקירת מוצרים/ מערכות/ מחקרים דומים שנעשו בתחום.

#### 3. תיאור הבעיות במצב הקיים

יש להצביע על נקודות החולשה והבעיות בתופעה, במוצר או בתהליכים כפי שהם מתקיימים כיום ושאותם או את חלקם הנכס מתכננים לפתור.

#### 4. תיאור הרעיון הכללי לפתרון הבעיה

בהצגת הרעיון הכללי יש להתייחס לתכלית הפרויקט המוצע ושימושו לצרכים של צרכנים פוטנציאליים, להדגיש את החידוש/ השיפור בהצעת הפתרון ביחס לחלופות קיימות. יש להראות חדשנות ומקוריות של הנושא המוצע. מומלץ להראות רב תחומיות (שילוב ידע מתחומים שונים כגון מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) יש לבדוק את הייתכנות ליישום טכנולוגי של הרעיון המוצע.

#### 5. תיאור הרקע המדעי הבסיסי עליו מושתת הרעיון המוצע בפרויקט

6. סקירת ספרות מדעית ראשונית (לא מקורות מידע פופולאריים), גישות ותיאוריות נוספות בתחום

מטרתו של סקר הספרות היא ליצור את בסיס הידע הרעיוני והמחקרי, עליו מתבסס פיתוח הפרויקט.

**7. חלוקת העבודה בין חברי הצוות (במידה ורלוונטי)**

יש לחלק את תחומי האחריות בין חברי הצוות, עם פירוט מה תפקידו ומה המשימות של כל חבר צוות.

**8. מקורות ביבליוגרפיים ראשוניים**

**9. צירוף מסמכים/תרשימים/תמונות רלוונטיים**

**אודות התחרות הארצית- תחרות מדענים ומפתחים צעירים**

תחרות מדענים ומפתחים צעירים בישראל הינה תחרות ארצית המתקיימת מזה 20 שנים. התחרות מתקיימת מידי שנה במוזיאון המדע בירושלים ומתמודדים בה תלמידים ותלמידות, אשר הגיעו להישגים מדעיים וטכנולוגיים בולטים במיוחד במדינת ישראל. הפרויקטים בתחרות היוקרתית הינם מדעיים והנדסיים חדשנים ומקוריים. התלמידים אשר נרשמו לתחרות וזכו להגיע לשלב הגמר, משתתפים בכנס ייחודי בן 3 ימים בירושלים. במהלך כנס זה נערך תהליך השיפוט, כשבשיאו של הכנס מכריזים על הזוכים בטקס חגיגי במעמד נבחרי ציבור, מכובדים רבים, ההורים והמורים של התלמידים המדענים והמפתחים.

לאחר התחרות, מתקיימת תערוכת עבודות במוזיאון המדע בפני הקהל הרחב, אשר מושכת תשומת לב רבה של התקשורת והציבור.

**הזוכים בתחרות הארצית מייצגים את ישראל בתחרויות בינלאומיות למדענים צעירים באירופה ובארה"ב וזוכים במלגות לימודים במוסדות להשכלה גבוהה בישראל.**

[לאתר התחרות](#)

**אודות תחרויות בינלאומיות**

**תחרות ה- ISEF (International Science and Engineering Fair)**

תחרות יוקרתית בינלאומית הגדולה ביותר (75 מדינות) לקידום המצוינות בחינוך המדעי טכנולוגי הנערכת בארצות הברית בכל שנה למשך 5 ימים. אליפות זו מיועדת להרחבת וקידום ההשכלה בתחומי ה-STEM והמחקר המדעי. בתחרות מתחרים כ-1,800 תלמידים שנבחרו מתוך עשרות מיליונים שהשתתפו בתחרויות שונות ברמה הארצית. במדינת ישראל, נבחרת התלמידים מורכבת מהזוכים בתחרות מדענים ומפתחים צעירים המתקיימת במוזיאון המדע שבירושלים.

[לאתר התחרות](#)

**תחרות האיחוד האירופי למדענים צעירים, EUCYS-** תחרות האיחוד האירופי מתקיימת מדי שנה

באחת ממדינות אירופה ומשתתפים בה נציגים מלמעלה מ-30 מדינות. התחרות הוקמה בכדי לעודד את שיתופי פעולה והקשר בין מדענים צעירים באירופה.

[לאתר התחרות](#)