



משרד החינוך  
המינהל למדע וטכנולוגיה



אוניברסיטת תל-אביב



משרד האנרגיה והמים

## מדריך למורה

# אנרגיה בראש אחר

### חיסכון ושימור אנרגיה



לכיתה



## בית חסכוני באנרגיה

אוניברסיטת תל-אביב | המינהל למדע וטכנולוגיה | משרד האנרגיה והמים



משרד החינוך והתרבות  
אישור מס': 2461  
אושר בתאריך: 14/12/2011

הסדרה "אנרגיה בראש אחר" פותחה במרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי, אוניברסיטת תל-אביב ביזמה ובמימון של משרד האנרגיה והמים ובשיתוף עם המינהל למדע וטכנולוגיה, משרד החינוך.

ראש בית ספר לחינוך, אוניברסיטת תל-אביב  
ראש הפרויקט "אנרגיה בראש אחר"

פרופ' רפי נחמיאס  
ד"ר מירי דרסלר

משרד האנרגיה והמים  
כותבת המדריך למורה "בית חסכוני באנרגיה"  
עורך מדעי  
עורכת פדגוגית

אדי בית הזבדי  
ד"ר רוחמה ארנברג  
פרופ' מאיר מידב  
ד"ר מירי דרסלר

חברי וועדת היגוי

- אדי בית הזבדי (ראש הוועדה), מנהל האגף לשימור אנרגיה, משרד האנרגיה והמים.
- סימינה ברטשניידר, המחלקה לייעול הצריכה אגף השיווק חטיבת לקוחות, חברת חשמל.
- אסנת פרנס, הממונה על חינוך לקימות, מינהל למדע וטכנולוגיה, משרד החינוך.

עורכת לשון  
עיצוב גרפי של השער  
עיצוב גרפי

מיטל שרף  
בן שוורץ, נוטלסטודיו  
רחל שמיר

יצא לאור על ידי המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי, אוניברסיטת תל אביב, בשנת תשע"ב (2012)

## תוכן העניינים

<b>5</b>	<b>חלק ראשון: מבואות כלליים</b>
5	- חלק א: מבוא כללי
8	- חלק ב: מבנה הסדרה "אנרגיה בראש אחר"
<b>10</b>	<b>חלק שני: מדריך לסביבת הלמידה "בית חסכוני באנרגיה"</b>
10	- הנושא הלימודי
10	- מטרות כלליות
11	- מושגים מרכזיים
12	- הקשר לתכניות הלימודים
<b>13</b>	<b>שער ראשון: התנהגות חסכונית באנרגיה</b>
13	- חלק א: מבוא כללי
14	- חלק ב: המלצות דידיקטיות
<b>18</b>	<b>שער שני: עקרונות לתכנון בית חסכוני באנרגיה</b>
18	- חלק א: מבוא כללי
22	- חלק ב: המלצות דידיקטיות
<b>30</b>	<b>שער שלישי: תכנון בית חסכוני באנרגיה</b>
30	- חלק א: מבוא כללי
31	- חלק ב: המלצות דידיקטיות



## חלק ראשון: מבואות כלליים

### חלק א: מבוא כללי

#### פתח דבר

הסדרה "אנרגיה בראש אחר" לבית הספר היסודי נועדה לשנות **דפוס חשיבה והתנהגות** ביחס לצריכת אנרגיה במישור שתלמידים יכולים להשפיע בו כאזרחים, וזאת בהתאם למסוגלות העצמית שלהם: הקטנת צריכת האנרגיה בבית הספר, בבית ובקהילה. הקטנת הצריכה תתבטא בהתייעלות אנרגטית ובאימוץ התנהגויות של חיסכון באנרגיה. כל זה נעשה תוך הרחבת בסיס הידע המדעי/טכנולוגי/סביבתי אודות ניצול מקורות אנרגיה מתכלים ומתחדשים (יתרונות וחסרונות), יעילות אנרגטית של מכונות/כלים/מכשירים ושל מבנים (הבית ובית הספר).

הסדרה מיועדת לתלמידי כיתות ג-ו, היא מותאמת לתכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה לבית הספר היסודי" והיקף השעות הדרוש לכל כיתה הוא 15.

#### תפיסה חינוכית

קיומה של כל תרבות תלוי באנרגיה. אנרגיה מהווה את התשתית החיונית ביותר לקיומנו ברמה האישית, החברתית והתרבותית. כל אחד מאיתנו משתמש באנרגיה בכל יום – לתחבורה, לבישול, למיזוג החדר, לתאורה ועוד. אנו נשענים על מקורות האנרגיה כדי לשפר את איכות החיים וכדי להגביר את יכולותינו לבצע מגוון רחב של פעולות באופן יעיל ומהנה כאחד. בישראל, כמו גם במקומות רבים בעולם, נעשה שימוש רב במקורות אנרגיה פוסיליים, שהם מקורות אנרגיה מתכלים. עלותם הכלכלית גבוהה והשימוש בהם כרוך במחיר סביבתי כבד.

שמירה על איכות החיים מחייבת שימוש מושכל באנרגיה – הן ברמת ההתנהגות האישית והחברתית של צריכת אנרגיה, הן ברמת הפיתוח הטכנולוגי של מוצרים בעלי יעילות אנרגטית גבוהה יותר והן ברמה של מציאת פתרונות טכנולוגיים חלופיים למקורות האנרגיה הפוסיליים. להחלטות האישיות שאנו עושים (באופן מודע ובלתי מודע), ביחס לאופן שבו אנו מנצלים את מקורות האנרגיה, יש השפעה על איכות הסביבה ועל איכות החיים שלנו. למשל, לחיצה על המתג או רכישה של מכשירים בעלי יעילות אנרגטית גבוהה.

שימוש מושכל באנרגיה מתייחס לשני היבטים: **שימור אנרגיה ויעילות אנרגטית**. שימור אנרגיה (energy conservation) מתייחס לכל התנהגות שתוצאתה מובילה להפחתה בכמות האנרגיה שנצרכת. למשל, כיבוי אורות חשמל כאשר עוזבים את החדר.

יעילות אנרגטית (energy efficiency) מתייחסת לפתרונות הטכנולוגיים שמביאים לצריכה קטנה יותר של אנרגיה לביצוע אותה פעולה. למשל, שימוש בנורות פלואורסצנט קומפקטיות במקום בנורת ליבון רגילה. אולם ההחלטה להשתמש בנורות פלואורסצנט קומפקטיות במקום בנורות ליבון רגילות היא דוגמה לשימור אנרגיה.

במישור האזרחי, חשוב לחנך את הפרט לשימור אנרגיה ברמת החיסכון הישיר וברמה של רכישה מושכלת של מכשירים/מכונות/כלים בעלי יעילות אנרגטית גבוהה. במישור הלאומי יש לשקוד על פיתוחים טכנולוגיים בני-קיימא, וביניהם מעבר לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים, פיתוח כלים/מכשירים/מכונות בעלי יעילות אנרגטית גבוהה יותר, פיתוח מבנים ומרחבי נוף המביאים בחשבון שיקולים אנרגטיים ועוד.

## מטרות כלליות

- הבנת התלות של החברה המודרנית במקורות אנרגיה לקיומה ולתפקודה.
- פיתוח הבנה שהאדם משתמש במשאבי אנרגיה לסיפוק צרכיו השונים, וכי פעילות האדם משפיעה על סביבה זו, בדרכים חיוביות ושליליות כאחד.
- הכרת היתרונות והחסרונות של משאבי אנרגיה מתכלים ומתחדשים ופיתוח גישה חיובית ביחס לניצול אנרגיות מתחדשות.
- העלאת המודעות לצורך בשימור אנרגיה וביעילות אנרגטית, ופיתוח הבנה שהתייעלות אנרגטית אינה פוגעת ברמת השירות שלה ושיש בה יתרונות סביבתיים וכלכליים.
- פיתוח גישה חיובית לגבי אחריותנו ויכולתנו להשפיע על ניצול מושכל של משאבי אנרגיה לקידום התנהגות בת-קיימא; שינוי עמדות, ערכים ודפוסי התנהגות הקשורים לשימוש מושכל באנרגיה.
- פיתוח דמיון וחשיבה יצירתית לפיתוח בר-קיימא ולשימוש מושכל באנרגיה.

## הקשר לתכניות לימודים

הסדרה **אנרגיה בראש אחר** נשענת על תכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה לבית הספר היסודי (תשנ"ט)" ועל הסטנדרטים של התכנית.

יעד מרכזי של תכנית הלימודים הוא הכשרת אזרחים להתמודדות עם סוגיות חברתיות וסביבתיות בחברה שבה אנו חיים, ובכללן סוגיות הנוגעות לשימור אנרגיה ולהתייעלות אנרגטית. כפועל יוצא של יעד זה, לימודי המדע והטכנולוגיה נלמדים בהקשרים חברתיים ותרבותיים. שתי הנחות היסוד המרכזיות הנובעות מתפיסת העולם החינוכית של תכנית הלימודים באות לידי ביטוי בסדרה:

- האדם הוא חלק מסביבה רבת מרכיבים, חיים ודוממים, המקיימים ביניהם יחסי גומלין, אשר מהם הוא מושפע ועליהם הוא משפיע במישור האישי ובמישור החברתי-תרבותי.
- על האדם מוטלת האחריות המוסרית והמעשית (ההתנהגותית) לשימוש מבוקר במדע ובטכנולוגיה, במטרה למנוע את בזבוז משאבי כדור הארץ, ובכללם את משאבי האנרגיה.

ההקשר החברתי-תרבותי שאותו מדגישה תכנית הלימודים פותח שערים להרחבת היעדים של שיעורי המדע והטכנולוגיה אל היבטים הערכיים וההתנהגותיים הקשורים ביישומים של מדע וטכנולוגיה בחברה – היבטים אלה מודגשים בסדרה **אנרגיה בראש אחר**.

נוסף על תכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה", הסדרה **אנרגיה בראש אחר** נמצאת בזיקה חזקה לעקרונות הקוריקולריים והפדגוגיים של ה"מתווה לפיתוח תכנית לימודים בחינוך לקיימות לבית הספר היסודי" (משרד החינוך, תשע"א). הסדרה יכולה לשמש בסיס לפיתוח תכנית לימודים בית ספרית בחינוך לקיימות בנושאים של שימור אנרגיה והתייעלות אנרגטית.

## תפיסה פדגוגית

הסדרה **אנרגיה בראש אחר** נשענת על גישות הבנייתיות ללמידה. גישות אלה מדגישות את החשיבות שיש ללמידה התנסותית ופעילה של התלמידים לצורך הבניה של ידע, מיומנויות, אמונות, עמדות והתנהגויות. לאור זאת, הסביבה מציעה מגוון של התנסויות חווייתיות (Hands On Activities) הכוללות ביצוע ניסויים, הפעלה ובנייה של דגמים ומשחקים, הבהרת ערכים, טיפול בדילמות ובתהליכים של קבלת החלטות, למידה חוץ כיתתית ועוד. מגוון הפעילויות תומך בשני יעדים מרכזיים של הסדרה אשר שולבים זה בזה:

**הבהרת ערכים והבניית התנהגות:** הסדרה מזמנת מגוון של פעילויות לימודים שנועדו להבהרת ערכים ולהבניית התנהגויות הקשורים בחיסכון באנרגיה ברמה האישית והחברתית. למשל: סקרים וראיונות, שיח רפלקטיבי שמטרתו להביא למודעות על הרגלים של שימוש באנרגיה, כתיבת כרזות ומכתבים, משחקי סימולציה ועוד.

**הבניית ידע ומיומנויות:** הסדרה תומכת בהבניית ידע מדעי, טכנולוגי וחברתי (סביבתי, כלכלי ואחר) הדרוש לצורך גיבוש עמדה חיובית ביחס לשימור אנרגיה, להתייעלות אנרגטית ולשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים. ידע זה מעניק את הרציונליזציה לצורך באימוץ ההתנהגות והוא אשר עתיד לשמש את התלמידים בתהליכים של חשיבה ביקורתית (כלומר, מדוע אני חייב לשנות הרגלים? מה ארוויח מכך? מה הסביבה תרוויח מכך? וכדומה). נוסף על הבניית הידע, הסדרה, תומכת בהבניה של אסטרטגיות חשיבה מסדר גבוה, וביניהן ניסוח טיעונים, פתרון בעיות וקבלת החלטות, וכן חשיבה מטה-קוגניטיבית (חשיבה על חשיבה). כל אלה נעשים באמצעות קשת רחבה של משימות לימודיות הכוללות ניסויים ותצפיות, ניתוח טקסטים מידעיים, בניית דגמים, משימות ביצוע, סקרים, משחקים ועוד.

## חלק ב: מבנה הסדרה "אנרגיה בראש אחר"

### סביבות הלמידה

הסדרה **אנרגיה בראש אחר** לבית הספר היסודי כוללת סביבות למידה לכיתות ג-ו (אחת לכל כיתה). הנושא המרכזי שבו עוסקת כל אחת מהסביבות הותאם לנושאי לימוד מרכזיים שנלמדים בתכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה לבית הספר היסודי".

#### כיתה ג: אנרגיה סביב

סביבת הלמידה עוסקת במקורות האנרגיה שבהם משתמשים בבית ובבית הספר, תוך התמקדות במקורות אנרגיה שמשמשים לתאורה, לחימום ולהנעה של מכונות. נושא זה מתקשר לשני נושאי לימוד מרכזיים שנלמדים בכיתה ג במסגרת תחומי התוכן "מדעי החומר" ו"טכנולוגיה": "חשמל בשירות האדם" ו"חומרי דלק".

#### כיתה ד: אנרגיה ומים

סביבת הלמידה עוסקת בממשק שבין מים לאנרגיה. לממשק זה יש ביטוי בכמה היבטים: הפקת אנרגיה ממים בתנועה, הפקת אנרגיה (ביו-גז) משפכים, המחיר האנרגטי הכרוך באספקת מים לצרכנים. הקשר שבין חיסכון במים לחיסכון באנרגיה. נושא זה מתקשר לנושא המים שנלמד בכיתה ד במסגרת שלושה תחומי תוכן: "מדעי החומר", "מדעי כדור הארץ והיקום" ו"טכנולוגיה".

#### כיתה ה: הכול מהשמש

סביבת הלמידה עוסקת בשמש כמקור אנרגיה: הקשר שבין האנרגיה הסולרית לבין מקורות האנרגיה הפוסיליים (חומרי דלק: נפט גולמי, פחם אבן, גז טבעי) ומקורות האנרגיה המתחדשים (תנועה של מים, רוח). ניצול ישיר של אנרגיית השמש (יישומים תרמו-סולריים ויישומים פוטו-וולטאיים) וניצול עקיף של אנרגיית השמש (למשל, שימוש בחומרי דלק). נושא זה מתקשר אל תחום התוכן "מדעי כדור הארץ והיקום", שבמסגרתו עוסקים במערכת השמש בכלל ובשמש כגוף בחלל המייצר חום ואור בפרט.

#### כיתה ו: בית חסכוני באנרגיה

סביבת הלמידה נועדה ליצור אינטגרציה של ידע והתנהגויות שנלמדו בכיתות הקודמות עם ידע חדש שהעתיד להיבנות בכיתה ו, לצורך ביצוע מיזם של בניית בית חסכוני באנרגיה. נושא זה מתקשר אל תחום התוכן "מדעי החומר" שבמסגרתו עוסקים בניצול אנרגיה (חשמלית, אור וקול) וכן אל תחום התוכן "טכנולוגיה" שבמסגרתו עוסקים בהבניית תהליך תיכון של מוצר.



## מרכיבי סביבת הלמידה

**כרטיסי משימות "רב פעמיות":** הכרטיסים כוללים: ניסויים, הפעלת דגמים, בניית דגמים, ניתוח טקסטים, עשייה חברתית ועוד. הכרטיסיות נועדו לשימוש רב פעמי ולכן חשוב להנחות את התלמידים לכתוב את התשובות ואת הפתרונות במחברת מיוחדת שתוקדש לנושא.

**תקליטור:** התקליטור כולל: גרסת פי-די-אף של כרטיסי הפעילות, מדריך למורה, טבלאות עזר לביצוע משימות.

**משחקים:** משחקים הקשורים לשימוש מושכל באנרגיה.

**כרזות:** כרזות דידקטיות בנושאים של שימור אנרגיה והתייעלות אנרגטית.

## רצפי הוראה בסביבת הלמידה

כל אחת מסביבות הלמידה פותחה לפי רצף ההוראה הבא:

**רגע לפני הרגע שמתחילים:** תבנית זו שפותחת את סביבת הלמידה נועדה לבדוק את העמדות ואת ההתנהגויות של התלמידים ביחס לשימור אנרגיה ולהתייעלות אנרגטית. כדי לקבל התפלגות של העמדות וההתנהגויות של תלמידי הכיתה, מוצע להשתמש בגיליון אקסל או בתבניות של שאלונים מקוונים כמו גוגלדוקס. חשוב להשתמש בממצאים שיעלו לצורך תהליכי ההבניה של העמדות וההתנהגויות שבהן עוסקת הסדרה.

**שערים:** כל סביבת למידה בנויה משערים אחדים. כל שער מהווה מעגל למידה לנושא מרכזי. את השער פותחת התבנית הלימודית "רגע לפני שמתחילים", שמטרתה לחשוף ידע ותפיסות של תלמידים ביחס לנושאים שמטופלים בשער. את השער מסיימת התבנית הלימודית "רגע לפני שממשיכים", שמטרתה לאפשר לתלמידים לסכם את הנלמד הן מן ההיבט של הבניית הידע והמיומנויות והן מן ההיבט של עמדות והתנהגויות. מוצע להשתמש בתבנית זו גם כמשימת הערכה.

בין שתי תבניות אלה, מופיעים הפרקים של כל שער. כל פרק בנוי מסדרה של משימות השזורות זו בזו ובהן פעילויות מסוגים שונים (ניסויים, בניית דגמים, ניתוח קטעי מידע, ביצוע סקרים, כתיבת כרזות ועוד).

## מסגרות לשילוב סביבת הלמידה

אפשר לשלב את הלימוד של סביבת הלמידה במסגרת מקצוע הלימוד "מדע וטכנולוגיה" באופנים שונים:

- מליאת הכיתה: במסגרת זו, כל הכיתה לומדת יחד את נושאי הלימוד.
- פרטנית: במסגרת זו, המורה תנחה קבוצת לומדים אחת (בסבב), בעוד שקבוצות לומדים אחרות עוסקות בלימוד נושאים אחרים (למשל, תרגול).

## חלק שני: מדריך לסביבת הלמידה "בית חסכוני באנרגיה"

### הנושא הלימודי

סביבת הלמידה "אנרגיה בראש אחר" לכיתה ו מבססת את המושג התייעלות אנרגטית ומתמקדת באפיון ובתכנון בית "יעיל וחסכוני באנרגיה". בתכנון הבית מביאים בחשבון גורמים כגון: בידוד תרמי, צבע הבית, מפנה לשמש, תאורה חשמלית, מקורות אנרגיה ועוד.

#### שער ראשון: התנהגות חסכונית באנרגיה

בשער זה הלומדים בודקים בעזרת סקר עד כמה אנשים שסביבם חוסכים באנרגיה בהתנהגות היומיומית שלהם. לצורך הבדיקה, הם לומדים לערוך סקר, עורכים סקר, מעבדים את הנתונים, מסיקים מסקנות ולומדים לבנות טיעון שמטרתו לשכנע אנשים להשתמש באנרגיה בחסכנות וביעילות.

#### שער שני: עקרונות לתכנון בית חסכוני באנרגיה

בידוד של קירות וגגות יכול לחסוך עד 30% מהוצאות החימום והקירור של הבית. תכנון נכון יכול להפחית מאוד (ובמקרים מסוימים אף לבטל) לחלוטין את הצורך בחימום ובקירור הבית באמצעים מלאכותיים, כמו מזגן ותנור חימום. בשער מוצגים כללים לתכנון בית חסכוני באנרגיה. השער מחולק לשש משימות שכל אחת מהן ממוקדת בגורם אחר המשפיע על מידת צריכת האנרגיה של אנשי הבית: איטום פתחים, חומרי בנייה מבודדים תרמית, צבע הבית, מפנה פתחי הבית ופיזור הצמחייה סביבו.

#### שער שלישי: תכנון בית חסכוני באנרגיה

בשער זה הלומדים מיישמים את הידע שרכשו על התייעלות אנרגטית ועל חיסקון באנרגיה בבית, בבניית דגם של בית חסכוני באנרגיה באזור מדברי. כאן מתנסים הלומדים בתהליך התיכון על שלביו השונים, החל מעריכת רשימה של הגורמים השונים שבהם יש להתחשב בעת תכנון הבית ובנייתו, עבור דרך רשימת הדרישות ההכרחיות והאילווצים, הפתרונות המוצעים ועד בחירת הפתרון המתאים לבניית הדגם. לסיום, עליהם להציג את המוצר שבנו "בית חסכוני באנרגיה" ולהסביר כיצד הדגם שבנו חסכוני באנרגיה.

### מטרות כלליות

#### הבניית ידע

- הבנת הקשר בין מידת האיטום של הפתחים לבין חיסקון באנרגיה.
- הכרת חומרים המתאימים לאיטום פתחים.
- הכרת חומרים מתאימים לבידוד תרמי של בית.
- הבנת הקשר בין צבע הבית לבין חיסקון באנרגיה.
- הבנת הקשר בין כיוון הפתחים בבית לבין חיסקון באנרגיה.
- הבנת הקשר בין הצל שמטילים הצמחים לבין החיסקון באנרגיה.

### **הבניית דרכי חשיבה**

- איסוף מידע בדרכים מגוונות: סקרים, תצפיות, ניסויים, מקורות מידע כתובים ומתוקשבים.
- ארגון מידע בטבלאות ובתרשימים.
- הסקת מסקנות מתוך ממצאי סקרים, ממצאי ניסויים.
- ניסוח טיעונים מבוססים (טענות מנומקות).
- הצגת הידע והמידע בדרכים שונות: סיכומים, כרזות, דגמים, טבלות ותרשימים.
- העלאת רעיונות לפתרונות והפעלת חשיבה יצירתית.
- הפעלת חשיבה רפלקטיבית וביקורתית.

### **הבניית עמדות והתנהגות**

- פיתוח עמדה חיובית ביחס לחיסכון באנרגיה.
- פיתוח עמדה חיובית ביחס לשימוש בחומרים ולתכנון מבנים במטרה לחסוך באנרגיה.
- אימוץ התנהגויות לחיסכון באנרגיה ולהתייעלות אנרגטית.
- פיתוח אחריות אישית וערכית כלפי הסביבה.

### **מושגים מרכזיים**

סקרים, טיעון, חיסכון באנרגיה, התייעלות אנרגטית, בידוד תרמי, חומר מבודד תרמי, מוליכות חום, בליעת חום, איטום, מפנה דרומי, בית אקולוגי, תהליך התיכון.

## הקשר לתכנית הלימודים

### תכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה לבית הספר היסודי"

סביבת הלמידה "בית חסכוני באנרגיה" בסדרה "אנרגיה בראש אחר" נמצאת בהלימה לתכנית הלימודים "לימודי מדע וטכנולוגיה לבית הספר היסודי" (תשנ"ט), הן מבחינת התפיסה והן מבחינת התכנים. הסביבה נמצאת בהלימה לשלושה תחומי תוכן מרכזיים: מדעי החומר, מדעי כדור הארץ והיקום וטכנולוגיה. להלן הרשימה של תחומי התוכן ושל ציוני הדרך שבאים לידי ביטוי בסביבת למידה זו:

- תחום תוכן: **מדעי החומר – חומרים**: הקשר בין תכונות החומרים לבין השימוש בהם, אחריות אישית בביצוע משימות לשמירת הסביבה, אחריות לשמירה ולהגנה על ערכי טבע ועל איכות הסביבה, פתרונות טכנולוגיים אפשריים להקטנת הנזק הסביבתי.
- תחום תוכן: **מדעי החומר – אנרגיה**: אנרגיית אור: בליעת אור והחזרת אור ויישומן בחיי היומיום, חום ואנרגיה חשמלית ויישומן בחיי היומיום, אחריות אישית בביצוע משימות לשמירת הסביבה, אחריות לשמירה ולהגנה על ערכי טבע ועל איכות הסביבה, פתרונות טכנולוגיים אפשריים להקטנת הנזק הסביבתי כתוצאה משימוש באנרגיה.
- תחום התוכן: **טכנולוגיה**: פתרונות טכנולוגיים לצרכים אנושיים לשיפור איכות החיים והבעיות הכרוכות בהשגת הצרכים, השפעות חיוביות ושליליות של פיתוחים טכנולוגיים על החברה ועל הסביבה, תהליך התיכון: תכנון והתנסות בבניית מוצר מהצורך עד המוצר, בהתאם לתהליך התיכון [צורך, (הגדרת מטרה), דרישות, תכנון פתרונות אפשריים, בחירת פתרון אופטימאלי ובדיקתו, מימוש הפתרון (בניית אב טיפוס), הערכתו ושיפורו], והצגת העבודה לפני אחרים.

### מתווה לפיתוח תכנית לימודים בית ספרית לחינוך לקיימות

הסדרה "אנרגיה בראש אחר" נמצאת בהלימה לעקרונות הקוריקולריים והפדגוגיים של ה"מתווה לפיתוח תכנית לימודים בחינוך לקיימות בבית הספר היסודי" (משרד החינוך). סביבת למידה זו (בית חסכוני באנרגיה) יכולה להשתלב בנושאים הקשורים לניצול מושכל של אנרגיה.

## שער ראשון: התנהגות חסכונית באנרגיה

### חלק א: מבוא כללי

#### הנושא הלימודי

בשער זה התלמידים בודקים עד כמה האנשים שסביבם חוסכים באנרגיה בהתנהגות היומיומית שלהם. בשער שלוש פעילויות מרכזיות: העברת סקר, סיכום הממצאים וניתוחם והמלצות לחיסכון באנרגיה. לצורך בדיקת מידת התנהגות חסכונית באנרגיה מתוודעים התלמידים לשלבי הסקר, לומדים לאסוף נתונים ולעבדם ולהסיק מסקנות. בעקבות הסקר וממצאיו הם מתבקשים להציג המלצות לחיסכון באנרגיה ולכתוב טיעון שמטרתו לשכנע אנשים להשתמש באנרגיה בחסכנות וביעילות.

#### מטרות

- הכרת הסקר ככלי לאיסוף נתונים ומידע.
- עריכת סקר, ארגון מידע וסיכום ממצאים מתוך סקר.
- ניתוח ממצאים והסקת מסקנות.
- ניסוח טיעונים מבוססים (טענות מנומקות) שמטרתם לשכנע אנשים להשתמש באנרגיה ביעילות.

#### דברי רקע

סקר הוא כלי לאיסוף מידע על ידי מדידה של מדגם והכללת הממצאים על אוכלוסייה רחבה. כלי זה משמש כאשר איסוף נתונים על כלל האוכלוסייה אינו אפשרי או כאשר איסוף נתונים בעזרת תצפיות יגזול זמן רב או כאשר עריכת ניסוי אינה אפשרית. ניתן לבצע סקר על גורמים א-ביוטיים, כגון איכות המים בנחלי ארצנו, או על גורמים ביוטיים, כגון ספירת ציפורים הנודדות בשמי ארצנו בעונת הסתיו, או על אוכלוסייה אנושית.

## חלק ב: המלצות דידקטיות

### סקר חיסכון באנרגיה

המדע משתמש בכלים שונים לצורך איסוף מידע: ניסויים, תצפיות וסקרים. בשער זה התלמידים מתוודעים לסקר ככלי לאיסוף מידע. ביצוע הסקר, סיכום הממצאים, ניתוח התוצאות והסקת מסקנות וכתובת המלצות, נעשים בהדרגה, באמצעות סדרה של משימות המתפתחות זו מזו, כאשר כל שלב בסקר מוביל לשלב הבא.

השער כולל את הפעילויות הבאות:

- רגע לפני שמתחילים: כאן נעשית חשיפה ראשונית להכרת הסקר ככלי לאיסוף נתונים ולשלב ביצועו.
- משימה 1: עוסקת בניתוח שאלות סקר, בעריכת סקר במטרה לבדוק באיזו מידה אנשים מנצלים אנרגיה ביעילות ובסיכום הממצאים הקבוצתיים.
- משימה 2: עוסקת בסיכום ממצאי הסקר הכיתתיים וניתוחם.
- משימה 3: עוסקת בהמלצות כיצד להשתמש באנרגיה ביעילות.

### רגע לפני שמתחילים

לפני העברת הסקר כדאי לברר עם התלמידים באיזו דרך ניתן לאסוף מידע על התנהגות אנשים. דרך אחת היא לערוך תצפיות, אלא שהיא גוזלת זמן רב. דרך אחרת היא להשתמש בסקר ככלי לאיסוף מידע. איסוף מידע באמצעות סקר יכול להיעשות בדרכים שונות: באמצעות ריאיון טלפוני, באמצעות ריאיון פנים אל פנים, באמצעות שאלון למילוי עצמי או על ידי הסוקר, או באמצעות שאלון מקוון. כדאי לקיים דיון עם התלמידים על היתרונות ועל החסרונות של כל אחת מהדרכים השונות לביצוע סקר ולהגיע יחד איתם להסכמה משותפת על הדרך שבה הם יערכו את הסקר. בשלב הבא חשוב לקיים איתם דיון לבירור שלבי הסקר. את שלבי הסקר מומלץ לכתוב על פלקט, לתלות אותו בכיתה ולסמן בו כל שלב שבוצע.

### משימה 1: סקר: חיסכון באנרגיה (א)

#### מטרות

- התלמידים יבינו את הקשר בין התנהגויות מומלצות לבין חיסכון באנרגיה.
- התלמידים יעבירו שאלון סקר ויסכמו את הממצאים.
- התלמידים ייצגו את ממצאי הסקר בדיאגרמת עמודות.
- התלמידים יסיקו על מידת ההתנהגות החסכונית באנרגיה של קבוצת האנשים שאותה בדקו.

המשימה מזמנת לתלמידים התנסות שמטרתה לחשוף עד כמה אנשים סביבם חוסכים באנרגיה בהתנהגות היומיומית שלהם, ובעקבותיה להכין המלצות שתפקידן לשכנע אנשים לשנות את התנהגותם.

### שלב א: ניתוח שאלות הסקר

לפני העברת סקר, חשוב לקיים דיון עם התלמידים לבירור ההתנהגויות המעידות על שימוש באנרגיה באופן יעיל וחסכוני. יש להניח כי התלמידים יודעים מחיי היומיום ומלימודיהם בשנים קודמות מהן ההתנהגויות המעידות על שימוש באנרגיה באופן יעיל וחסכוני. במקביל לדיון הכיתתי כדאי לערוך רשימה של התנהגויות חסכוניות

באנרגיה ואחר כך לבדוק עם התלמידים אילו התנהגויות נוספות מוצעות בשער. ייתכן שבדיון יעלו התנהגויות שאין בינן ובין חיסכון באנרגיה דבר. כדאי בשלב זה לא להיות שיפוטי. השלב הבא שבו מתבקשים התלמידים להסביר את הקשר בין ההתנהגות לבין חיסכון באנרגיה יזמן התייחסות למידת נכונותן של ההצעות השונות.

### שלב ב: העברת הסקר

**מבנה שאלון.** לפני העברת השאלון חשוב לדון עם התלמידים בנקודות הבאות:

- מטרת הסקר
- קהל היעד
- מספר האנשים שרוצים לשאול
- השאלות שיש לשאול כדי לקבל מידע על מטרת הסקר

בעוד שהתשובות לשלוש הנקודות הראשונות פשוטות למדי, כתיבת שאלון הסקר היא משימה מורכבת למדי. כדאי לתת לתלמידים להתנסות בכתיבת שאלון ובדיון על השאלות שכתבו לעמוד על ההיבטים הבאים:

- האם השאלות רלוונטיות למטרת הסקר?
- האם השאלות מנוסחות בצורה ברורה?
- האם השאלות דורשות תשובה קצרה שניתן לסכמה לצורך איסוף ממצאים?

בסיכום הדיון יש להציג לפנייהם כדוגמה את השאלון המוצע בשער ולהסביר את מבנהו. לכל אחת מהשאלות מוצגות שלוש אפשרויות תשובה. האפשרות הראשונה מציגה התנהגות יעילה וחסכונית באנרגיה והניקוד הניתן לה גבוה. האפשרות השנייה מציגה התנהגות פחות חסכונית והניקוד בהתאם, ואילו השלישית מציגה התנהגות לא חסכונית באנרגיה ולכן הניקוד שניתן לה הוא הנמוך ביותר. בכיתות שבהן יש ביכולתם של התלמידים לחבר שאלון יעבירו התלמידים שאלונים שהם יחברו.

**העברת הסקר.** מומלץ לשכפל לכל קבוצה עשרה דפי שאלון לצורך העברתו בקרב הנשאלים. רצוי לעודד את התלמידים להכין שאלונים מקוונים ולהעביר אותם לאנשים באמצעות הרשת.

### שלב ג: סיכום השאלון (קבוצתי)

- **סיכום ממצאים.** סיכום הממצאים נעשה בשלושה שלבים. בשלב ראשון נעשה סיכום של הנקודות של כל נשאל/ת. כדאי שעל הדף של כל אחד מהשאלונים יירשם סיכום הנקודות בצורה בולטת. בשלב הבא, נעשה סיכום הנקודות של כל הקבוצה. הנקודות שקיבל כל אחד מהנשאלים יועברו לטבלה הגדולה למקומות המתאימים. בשלב השלישי מסכמים את מספר הנקודות שקיבלו הנשאלים בכל אחת מרמות החיסכון. הצגת ממצאים יכולה להיעשות בטבלה או על ידי דיאגרמת עמודות. כדאי להשוות עם התלמידים את שתי דרכי הייצוג ולעמוד על יתרונות הייצוג בדיאגרמת עמודות.
- **ניתוח ממצאים.** לאחר סיכום הנקודות בטבלה וייצוגן בדיאגרמת עמודות, התלמידים מתבקשים לנתח את הממצאים ולהסיק מסקנות על מידת השימוש באנרגיה באופן יעיל וחסכוני. כאן המקום לקיים דיון על ההבדל בין הממצאים למסקנות. הממצאים הם הנתונים שנאספו על התנהגות האנשים – נתונים המיוצגים במספרים ובדיאגרמת עמודות. המסקנות הן התובנות שאליהן אנו מגיעים בעקבות הממצאים. דיון זה יוביל לשאלה עד כמה המסקנות תקפות לקבוצה גדולה יותר של אוכלוסייה. חשוב להסביר לתלמידים שכיוון שאי אפשר לקיים סקר בקרב כל האוכלוסייה, נבחרת קבוצת אנשים המהווה מדגם. המדגם הוא קבוצת פרטים המהווה מודל לאוכלוסייה שאליה היא משתייכת. מובן שככל שהמדגם גדול יותר, המסקנות על האוכלוסייה שאותה מייצג המדגם מדויקות ותקפות יותר.

**משימה 2: סקר חיסכון באנרגיה (ב)****מטרות**

- התלמידים יסכמו את ממצאי סקר וייצגו אותם בדיאגרמת עמודות.
- התלמידים יסיקו על מידת ההתנהגות החסכונית באנרגיה של מדגם גדול יותר של אנשים.
- התלמידים ישוו בין המסקנות שהתקבלו ויסבירו את ההבדלים אם יש כאלה.
- התלמידים יתנסו בבנייה של טיעונים שמטרתם לשכנע אנשים להשתמש באנרגיה ביעילות ובחסכנות.

**שלב א: ארגון הנתונים**

סיכום ממצאים במדגם גדול. בשלב זה מארגנים בטבלה כיתתית את הנתונים שנאספו. מומלץ לשקף את הטבלה ולהזמין נציגים מכל קבוצה למלא את הנתונים שנאספו.

**שלב ב: עיבוד הנתונים**

שלב זה מהווה חזרה על הפעילות שנעשתה בשלב קודם, במדגם גדול יותר. ייצוג הנתונים בדיאגרמות יאפשר הדגשת היתרון של ייצוג הנתונים בדיאגרמה בהשוואה לזה שבטבלה. חשוב לקיים דיון עם התלמידים במשמעות התוצאות. ככל שמספר האנשים גדול יותר ברמת חיסכון 4, משמעות הדבר שהאוכלוסייה הנבדקת בעלת הרגלי התנהגות חסכונית באנרגיה. כדאי לבקש מהתלמידים להשוות את המסקנות שקיבלו במדגם הקבוצתי למסקנות שהתקבלו במדגם הכיתתי. אם יש שוני במסקנות, חשוב לברר ממה נובע השוני. חשוב להשוות את האוכלוסיות בשני המדגמים (הקבוצתי והכיתתי) ולבדוק האם יש הבדל בפרופיל האוכלוסיות. זו הזדמנות לדון בשונות הממצאים הנאספים הנובעת מהשוני שבין אוכלוסיות. לתלמידים יש נטייה לשאול במקרה של שוני בממצאים: "אילו ממצאים נכונים ואילו אינם נכונים?". חשוב לציין כי כל הממצאים נכונים, וכי כל מסקנה תקפה ביחס לקבוצה שלנתוניה היא מתייחסת.

**ממליצים ומשפיעים**

חלק זה מהווה שלב אחרון של עריכת הסקר – ניסוח המלצות בעקבות המסקנות. בשלב זה התלמידים מתבקשים לפעול בהתאם למסקנות הסקר שערכו: הכנת כרזה הממליצה על התנהגויות חסכוניות באנרגיה. חשוב לבקש מהם לצרף להמלצה נימוקים משכנעים, תוך התייחסות לחיסכון באנרגיה. כתיבת נימוקים להמלצות היא למעשה כתיבה טיעונית. כדאי לחזור לשאלון שהוצג בתחילת הפעילות – ניתוח שאלות סקר, ולהיעזר בו לצורך כתיבת המלצות ונימוקים.

אפשר לערוך תחרות של כתיבת סיסמאות הקוראות להתנהגות חסכונית באנרגיה בליווי נימוקים. אפשר להוציא סטיקרים עם הסיסמאות או סימניות ולחלק בין תלמידי בית הספר או בקהילה.

כדי להגדיל את המעורבות ואת האחריות האישית לחיסכון באנרגיה, חשוב להביא את הלומדים לאימוץ התנהגויות חוסכות אנרגיה כחלק משגרת היומיום שלהם בבית ובבית הספר. אפשר לדוגמה שכל אחד מתלמידי הכיתה יבחר מטרה מוגדרת לשינוי התנהגותי שלו, יבנה תכנית פעולה ויישם את התכנית לאורך זמן.



## רגע לפני שממשיכים

1. תשובה: שאלה זו מכוונת את התלמידים להתבוננות רפלקטיבית על שאלון הסקר שהעבירו. חשוב להביא את התלמידים למודעות על אודות חשיבות העברת סקרים לצורך איסוף מידע ועל חשיבות הסקר ככלי ללמידה. למשל, מה למדנו בעקבות הסקר על אודות הרגלי צריכת החשמל של האנשים.
2. תשובה: אפשר לשתף את הקהילה בממצאי הסקר במגוון דרכים: העלאת הממצאים לפורום מתאים באתר האינטרנט של בית הספר, הכנת מידעון והפצתו באופן דיגיטלי או בחלוקה ידנית, קיום ערב בנושא של חיסכון באנרגיה ובמסגרתו להציג את הממצאים ועוד.
3. תשובה: אפשר לשתף את הקהילה בהמלצות לחיסכון באנרגיה: העלאת ההמלצות לפורום מתאים באתר האינטרנט של בית הספר, הכנת מידעון והפצתו באופן דיגיטלי או בחלוקה ידנית, קיום ערב בנושא של חיסכון באנרגיה ובמסגרתו להציג את הממצאים ועוד, חלוקת סטיקרים על מגנטים, הכנת סרטון והזנתו לאתר יו-טיוב ועוד.
4. תשובה: כדי לפתח את החשיבה הטיעונית של התלמידים, חשוב להקפיד על כך שבכתיבת השירים על חיסכון באנרגיה מובאים נימוקים מתאימים לכל טענה.
5. תשובה: הטיעון אמור לשכנע בצדקתה של טענה מסוימת או לסתור אותה. הנימוקים צריכים להישען על ראיות מבוססות או על הסברים. חשוב לאמן את התלמידים בכתיבת טיעונים כדי לפתח אצלם את הנטייה ואת ההרגל לחשיבה ביקורתית.

# שער שני: עקרונות לתכנון בית חסכוני באנרגיה

## חלק א: מבוא כללי

### הנושא הלימודי

בשער זה לומדים כללים לתכנון בית חסכוני באנרגיה. הכללים מבוססים על עקרונות מדעיים. הידע שירכשו הלומדים בשער זה ישרת אותם בתכנון בית חסכוני באנרגיה בשער הבא. בשער שש משימות שכל אחת מהן ממוקדת בגורם אחר המשפיע על מידת צריכת האנרגיה של אנשי הבית: איטום פתחים, בידוד תרמי, צבע הבית, מפנה הפתחים ופיזור הצמחייה סביב הבית.

### מטרות

- התלמידים יבינו את הקשר בין מבנה הבית (איטום פתחים, חומרי בנייה, צבע, מיקום חלונות וצמחייה סביב הבית) לבין חיסכון באנרגיה.
- התלמידים יכירו כללים/עקרונות לתכנון בית חסכוני באנרגיה.

### רקע מדעי

#### העברת חום

העברת חום מגוף בעל טמפרטורה גבוהה לגוף בעל טמפרטורה נמוכה אפשרית בשלוש דרכים: הולכה, הסעה וקרינה. לעתים מעבר החום מתבצע בדרך אחת ולעתים הוא נעשה על ידי שילוב של כמה דרכים.

– מוליכות חום היא תכונה של חומר שמשמעה העברה של חום בעזרת מגע בין שני גופים מוליכי חום שונים, או העברה של החום בתוך הגוף המוליך עצמו. כאשר מחממים חומר, אחת התוצאות היא התחממות יתר חלקי הגוף. חומר המאפשר לחום לעבור דרכו במהירות נחשב כ**מוליך חום טוב**, ואילו חומר שאינו מאפשר מעבר חום בקלות ובמהירות נחשב כ**מוליך חום גרוע** או **מבודד**. לכל חומר יש מוליכות חום ייחודית לו. לחומרים שונים, בעיקר למתכות, יש מוליכות חום טובה. תכונה זו מנוצלת בכל תחומי החיים: בבישול, בעיבוד חומרים, ברפואה ועוד. גם לחומרים בעלי מוליכות חום גרועה יש שימושים רבים, החל בהכנת בגדים למכבי אש וחומרי בנייה מבודדים ועד להכנת לבני בידוד לתנורי יציקה ולחלליות.

– הסעת חום מתרחשת כאשר גופי חומר חמים, שנמצאים במקום שבו הטמפרטורה גבוהה, נעים למקום שבו שוררת טמפרטורה נמוכה יותר.

– קרינת חום: גופים חמים פולטים קרינה. סוג הקרינה תלוי בטמפרטורה של הגוף. למשל גופים בטמפרטורת החדר פולטים קרינה שעיקרה בתחום התת אדום. גופים חמים יותר, כמו מתכת לוהטת או עצים בוערים, פולטים קרינה שעיקרה בתחום האור הנראה.

## בידוד תרמי<sup>1</sup>

בידוד תרמי משמעו מניעת מעבר חום (על ידי הולכה, הסעה או קרינה) בין גופים בעלי טמפרטורה שונה. הכלי המוכר ביותר המשמש לבידוד תרמי הוא הבגד המונע מעבר של חום הגוף לאוויר הסביבה. בענף הבנייה משתמשים בחומרים מבודדים תרמית כדי להבטיח שטמפרטורת החללים הפנימיים של הבית תישמר בטווח נוחות מקובל, ללא צורך בהשקעת אנרגיה לקירור/לחימום של הבית.

ניתן לבטא את יכולת הבידוד התרמית של חומר בשתי צורות:

- על ידי תכונת "מוליכות תרמית סגולית" המבטאת את מידת יכולתו של חומר להעביר חום דרכו. ככל שהמוליכות התרמית קטנה יותר, החומר מבודד טוב יותר.
- על ידי תכונת "ההתנגדות התרמית" המבטאת את יכולתו של חומר לעכב מעבר חום דרכו. ככל שההתנגדות התרמית גדולה יותר, החומר נחשב למבודד חום טוב יותר והמוליכות התרמית הסגולית שלו קטנה יותר. ההתנגדות התרמית גדלה ביחס ישר לעובי שכבת החומר.

על מנת להגדיל את ההתנגדות התרמית של קיר ולשפר את כושר הבידוד שלו, מגדילים את עובי הקיר או מקטינים את ערך המוליכות. חומרי בידוד מצטיינים בכך שלמרות עוביים הקטן יחסית (סנטימטרים אחדים), התנגדותם למעבר חום גדולה. את החומרים המבודדים ניתן לסווג לשתי קבוצות עיקריות:

- **חומרים פולימריים או מינרליים:** לקבוצה זו שייכים הפוליסטרין המוקצף ("קל-קר") וצמר הסלעים. השימוש בחומרים אלו מאפשר להגיע להתנגדות תרמית גבוהה בעובי של 2-3 ס"מ בלבד. חומרי הבידוד בקבוצה זו מועדפים במיוחד, כאשר רוצים לשפר משמעותית את הבידוד התרמי, מבלי להוסיף עובי גדול למעטפת הבניין.
- **חומרים על בסיס צמנט או סיד:** בקבוצה זו נכללים טיח תרמי, בטון מוקצף ומשטחי איטונג. כדי להגיע לתוצאות בידוד שוות לאלו שבקבוצה הראשונה, נדרש עובי גדול יותר. השימוש בחומרים מקבוצה זו נעשה במקומות שבהם אין צורך ברמת בידוד גבוהה וכאשר ניתן להוסיף עובי למעטפת המבנה.

## בידוד תרמי של חלונות<sup>2</sup>

בידוד תרמי של חלונות הוא בעל חשיבות גבוהה מאוד כיוון שרוב משאבי האנרגיה בחימום הבית ובקירורו נדרשים עקב מעבר חום דרך חלונות הבית. מחקרים מראים שאיבוד האנרגיה דרך הפתחים הוא 37% מסך איבוד האנרגיה דרך המעטפת, וזאת על אף ששטח החלונות הוא רק כ-4% משטח המעטפת. כיצד דואגים לחלונות ולדלתות עם בידוד תרמי יעיל? חשוב להקפיד על בידוד תרמי של כל מרכיבי החלון: הזכוכית, מסגרת החלון, ארגז התריס.

**זכוכית:** בידוד תרמי יעיל מושג בזכוכית כפולה ("בידודית") עם מרווח בין הזכוכיות של 12 מ"מ ומעלה. במרווח יש אוויר או גז בעל מקדם הולכה נמוך יותר משל אוויר, כמו: ארגון, קריפטון או פחמן דו-חמצני. שיפור משמעותי ליכולת הבידוד של הזכוכית משיגים עם זכוכית low-e שהיא ציפוי שקוף בצד הפנימי של הזכוכית המשפר את יעילות הבידוד התרמי.

1 אתר אדריכלות ובנייה בישראל, בפרק: בידוד תרמי: עניין של נוחות: [http://www.architecture.org.il/art\\_bniya\\_bidud.php](http://www.architecture.org.il/art_bniya_bidud.php)

2 מתוך מבוא לתכנון חלונות: חלונות pvc תרמיים - חיסכון גדול בכסף ובאנרגיה בזכות בידוד תרמי מעולה: <http://www.beita.co.il/plan/plan.html>

**פרופיל:** פרופילי עץ או פרופילים מחומרים פולימריים הם בעלי מקדם בידוד תרמי מעולה. הפרופילים המתכתיים, אלומיניום וברזל, אינם מבודדים תרמית כלל. פרופיל אלומיניום מוליך חום פי עשרה בהשוואה לפרופיל פי-וי-סי.

**מערכת הצללה:** בחירה בוילון נכון מאפשרת הצללה משתנה בהתאם למזג האוויר המשתנה. כאשר חם בבית והקרינה חזקה, סוגרים את הווילונות ומצלים את הבית וכך מונעים התחממות שלו. איטום: בריחת אוויר חם מהבית מהווה גורם מרכזי של איבוד חום. בשוק מצוי מיגון של חומרי איטום כמו סיליקון, חומרים על בסיס אקרילי, רצועת דביקות מצד אחד להדבקה על חריצים ועוד. חומרים אלו נמכרים בחנויות חומרי בניין.

### חומרים לאיטום והדבקה של פתחים<sup>3</sup>

לחומרי איטום המשמשים לאיטום חריצים או להדבקות חיבורים בין משטחים שונים בבניין תפקיד כפול: לגשר על פני מרווחים וליצור מחסום אוטם המאפשר בידוד תרמי. חומרים אלו מתאפיינים בכך שהם בעלי כושר הדבקה חזק למשטח ההדבקה וכושר אלסטיות המאפשר להם להתכווץ או להימתח בהתאם לתזוזת המשטחים, תוך שמירה על כושר ההידבקות שלהם אל המשטחים שבניהם הם מגשרים. להלן סוגים עיקריים של חומרי איטום והדבקה:

**מסטיקים אקריליים:** חומרים אלו בעלי כושר הידבקות גבוה, יכולת עמידות טובה מפני קרינה אולטרה סגולה.

**יתרונות:** נוחים מאוד לשימוש, אינם רעילים/ידידותיים לסביבה ולמשתמש, ניתנים לצביעה, מסופקים במבחר גוונים עצום ומחירם זול במיוחד.

**חסרונות:** עמידות ירודה יחסית בפני לחות ורטיבות מתמדת. מומלץ להשתמש בהם בפנים המבנה ולא במקומות שבהם קיימת היקוות מים רבה.

**שימושים שכיחים:** בשימוש פנימי – איטום בין מחיצות/פנלים, איטום סדקים בשכבות טיח פנימיות, איטום חיבורים שונים, תפרים בין חלונות וסביבם, משקופים, מסגרות.

**סיליקונים:** אלה חומרי האיטום המוכרים והנפוצים ביותר ברחבי העולם וטווח השימושים שלהם גדול מאוד.

**יתרונות:** בעלי עמידות גבוהה מפני מים ורטיבות, עמידות מעולה תחת טמפרטורות חום/קור קיצוניות, גמישותם נשמרת לאורך שנים רבות, מחירם נמוך ביחס לחומרים דומים אחרים.

**חסרונות:** רוב סוגי הסיליקונים אינם ניתנים לצביעה.

**חומרי איטום והדבקה על בסיס פוליסולפידי:** חומרים אלו נצמדים היטב למרבית חומרי הבנייה.

**יתרונות:** בעלי עמידות מצוינת במים, בקרינה אולטרה סגולה ובתנאי אקלים קשים.

**חסרונות:** אינם מתאימים לשימוש על גבי מוצרי פלסטיק שונים כגון פי-וי-סי, פוליקרבונט ואחרים.

### בליעת אור

בליעת אור על ידי החומר גורמת להתחממותו. כיוון שכך, חומרים בעלי צבע לבן, המחזירים את רוב האור הנראה, מתחממים הרבה פחות מחומרים בעלי צבע שחור שבולעים את האור הנראה. מסיבה זו צביעה של בניין בצבע בהיר תגרום לכך שהחלק הפנימי של הבניין יהיה קריר יותר בהשוואה לחלקו החיצוני. זו גם

הסיבה שבארצות חמות כמו ישראל מסיידים את הגגות בלבן. גגות כהים היו גורמים להתחממות רבה של פנים הבית. בדוד שמש שבו מעוניינים בהתחממות המים, הלוחות קולטי הקרינה הם כהים כדי שתתאפשר בליעת אור מרבית ובעקבותיה התחממות המים בצינורות הצמודים לקולטים. פני החומר החיצוניים משפיעים גם הם על מידת התחממות הגוף. חומרים מחוספסים (לדוגמה: טיח גס), לוכדים גרגירי אבק וצבעם משתנה, דבר המשפיע על מידת בליעת האור שלהם ועל התחממותם.

### **מפנה הבית**

מיקום הפתחים השונים של הבית הוא גורם המשפיע משמעותית על הוצאות החימום/הקירור של הבית. פתחים בכיוון צפון מעניקים תאורה טבעית רכה ללא אור שמש ישיר לתוך המבנה. מאידך גיסא, כיוון שאין קרינה מצד צפון בארצנו, הצד הצפוני של הבית יהיה קריר יותר, לכן מומלץ שבצד זה יהיו החדרים הפחות שימושיים (שירותים, ממ"ד, מחסן, חדרי ארונות), שהם חדרים שבהם מבלים מעט יחסית. חדרים שימושיים כדאי למקם בצד דרום. פתחים לכיוון דרום ומזרח יסייעו בחימום טבעי בחורף עקב זווית השמש. בקיץ מומלץ לשמור על פתחים אלו סגורים במידת האפשר או להתקין הצללות על מנת לחסום את קרני השמש ולהפחית את מידת התחממות הבית. מבנה שחזיתו בכיווני מזרח או דרום חשוף לשמש ישירה שעות רבות, לכן רצוי להשתמש בהצללה כגון תריסים, על מנת למנוע סנוור ולהפחית את עוצמת הקרינה.

## חלק ב: המלצות דידקטיות

### אמצעים לבידוד תרמי ולחיסכון באנרגיה

בלימודיהם בשנים קודמות התוודעו התלמידים לתכונות חומרים, ביניהן תכונת מוליכות חום. הם יודעים כי יש חומרים המתחממים במהירות ועל כן נחשבים למוליכי חום טובים, ויש המתחממים באיטיות ועל כן נחשבים למבדדים. מהי המשמעות של תכונה זו בבניית בית חסכוני באנרגיה? הפרק דן בהיבט זה. הפרק כולל שש משימות בדרגת מורכבות שונה, המתייחסות להיבטים שונים של בידוד תרמי (בידוד תרמי): מידת איטום פתחים, חומרי בנייה מבודדי חום השפעת צבע הבית על מידת התחממותו של הבית, מפנה הבית והשפעת הצמחייה.

### רגע לפני שמתחילים

השער נפתח במידע קצר על אודות המגמות הקיימות כיום ביישום של אמצעים טכנולוגיים לבידוד תרמי של הבית ולחיסכון באנרגיה. מוצע לבקש מהתלמידים להביא דוגמאות של אמצעים כאלה. למשל, שימוש בחומרי איטום, שימוש בבידוד תרמי, בהצללה מתאימה, באנרגיה סולרית ועוד. מוצע לחפש ברשת האינטרנט דוגמאות של בתים "חוסכי אנרגיה" ולהציף את השאלה "כיצד תכנון הבית תורם לחיסכון באנרגיה".

#### משימה 1: באיזו מידה הפתחים שבבית אטומים?

##### מטרות

- התלמידים ידעו לבדוק מידת אטימות של פתחים.
- התלמידים יבינו את הקשר בין איטום של הפתחים לבין יעילות אנרגטית.

הקפדה על איטום יעיל של הפתחים בבית (דלתות וחלונות) היא דוגמה להתייעלות אנרגטית, כיוון שהיא חוסכת בצורך בקירור או בחימום נוסף של הבית בגלל היעדר דליפה של אוויר מהבית החוצה ומהחוץ פנימה. לפני הפעילות חשוב לקיים בכיתה דיון על חשיבות סגירה טובה של פתחי הבית כאשר מקררים/מחממים אותם לצורך התייעלות אנרגטית ומה משמעותה לחיסכון במשאבי כדור הארץ ולחיסכון כספי של המשפחה. למשימה שלושה שלבים המתפתחים זה מזה במטרה לענות על השאלה כיצד נדע אם פתחי הבית אטומים ביעילות. בניית מכשיר לבדיקת מידת איטום פתחים, בדיקת איטום פתחים בעזרת המכשיר שנבנה והסקת מסקנות.

#### בונים "מד לבדיקת אטימות הפתחים"

לפני הכנת המכשיר, כדאי להציג לתלמידים את השאלה כיצד נוכל לדעת אם הפתח אטום באופן יעיל. ייתכן שההצעה לבנות מכשיר כמו זה המוצע בפעילות תעלה מתוך הדיון עם הילדים ואולי יעלו התלמידים הצעה יעילה יותר. בשלב הבא כדאי להכין בכיתה יחד עם התלמידים מד לבדיקת אטימות פתחים ולבדוק איתם את מידת האיטום של החלונות והדלתות בכיתה או במקומות אחרים בבית הספר, כתרגול וכהכנה לבדיקה שאותה יבצעו בבתיהם.

**בודקים ומגלים****מסיקים מסקנות**

גם בפעילות זו חשוב שהתלמידים יבחינו בין שלושת המושגים הבאים: תוצאה, מסקנה והמלצה בעקבות המסקנה. התוצאה היא מה שמראה הבדיקה שערכנו, במקרה זה – מידת התנועה של הנייר. המסקנה היא מה שמבינים ממה שקרה, במקרה זה מה מידת האיטום של כל אחד מהפתחים של הבית. ההמלצה היא מה שאנחנו חושבים שכדאי לעשות בעקבות המסקנות – באילו פתחים יש לתקן את האיטום.

כהכנה לבדיקה שתבצע בבית, כדאי שבכיתה יכינו התלמידים את הטבלאות. כדי לא לסרב את הפעילות עם טבלאות רבות, מומלץ שכל תלמיד ישתמש בטבלה אחת גדולה, לתוצאות ולמסקנות. ההצעה לסמן את המסקנות בנקודות צבע – תסייע להבחין בין התוצאות למסקנות וגם תאפשר לראות בקלות יחסית מה מידת האיטום של הפתחים בבית כולו. אפשר לבקש מהם לסכם את המסקנות – בכמה פתחים אין דליפת אוויר, בכמה פתחים דליפת האוויר מועטה ובכמה פתחים דליפת האוויר גדולה ובהתאם לתת ציון כללי על מידת איטום פתחי הבית.

**ממליצים ומשפיעים**

את הכלל שנלמד בעקבות משימה זו כדאי לכתוב על בריסטול בכיתה ובהמשך להוסיף את הכללים הבאים שילמדו בעקבות המשימות הבאות. בשלב ההמלצות לאיטום הפתחים בבית כדאי לדון באופן שבו התייחסות אישית לחיסכון באנרגיה בכלל ולאיטום בפרט עשויה להשפיע על חיסכון באנרגיה בהיקף גדול, בכל המדינה ובכל העולם.

**משימה 2: איזה חומר מתאים ביותר לאיטום הפתחים בבית?****ניסוי: חומרים מתאימים לאיטום פתחים**

**ציוד לקבוצה:** 5 בקבוקי שתייה מפלסטיק (קטנים) שווים בגודלם, 5 פקקים, בכל פקק נקב להחדרת מד טמפרטורה, 5 מדי טמפרטורה, פלסטלינה, חומרי בידוד שונים: נייר עיתון, צמר, בדים, שבבי קלקר, פלסטיק ואחרים.

**מטרות**

- התלמידים ישוו הולכת חום של חומרים שונים.
- התלמידים יכירו חומרים מתאימים לאיטום פתחים.
- התלמידים ימליצו על בחירה מושכלת של חומרי איטום לשם חיסכון באנרגיה חשמלית.

בניסוי זה מתבקשים התלמידים למדוד את טמפרטורת המים בבקבוקים העטופים בחומרי בידוד שונים בתחילת הניסוי וכעבור כחצי שעה ולחשב את ההפרש בין הטמפרטורות. ככל שהפרש טמפרטורת המים גבוה יותר, ניתן להסיק שהחומר שעטף את בקבוק המים הוא מוליך חום טוב ולכן אינו מתאים לאיטום פתחי הבית.

שימו לב:

מציאת חומרים מתאימים לאיטום הבית מזמנת טיפול והתייחסות לתהליך החקר המדעי. הפעילות מזמנת התייחסות להיבטים הבאים: בידוד משתנים, העמדת קבוצת ביקורת, ביצוע חזרות, איסוף תוצאות וחישובי ממוצע והסקת מסקנות.

- לפני שניגשים לביצוע הניסוי כדאי לתכנן עם הכיתה את הניסוי המתאים. בתכנון חשוב לעמוד על הנקודות הבאות:
- איזו תכונה צריכה להיות לחומר שיתאים לאיטום פתחי הבית? מדוע?
  - כיצד נדע לבחור בחומר המתאים?
  - כיצד נבדוק את מידת הולכת החום של חומרים שונים? כאן ייתכן שיעלו הצעות רבות. חשוב לכוון להצעות שטכנית ניתנות לביצוע בכיתה.
  - מדוע חשוב להעמיד גוף אחד שלא יהיה עטוף בשום חומר? מה מטרתו של גוף זה? כדי לחדד את חשיבותו של גוף זה, אפשר לשאול מה יקרה אם לא נעמיד גוף כזה? איך נוכל לדעת שהחומרים שבדקנו אכן מבודדים חום? ייתכן שגם ללא עטיפה בחומר נקבל תוצאות דומות. אפשר להציג את המושג קבוצת ביקורת בהשוואה לקבוצת ניסוי ולהסביר כי לקבוצת ביקורת מטרה חשובה מאוד. ניתן להשוות בינה לבין קבוצת הניסוי ולראות האם יש הבדלים בתוצאות המתקבלות וכך להיות בטוחים שההבדלים שהתקבלו אכן נובעים מהגורם שבדקנו – סוג החומר המוליך ולא מגורמים אחרים.
  - על אילו גורמים קבועים נקפיד בעת בדיקת הולכת חום של חומרים שונים? מדוע? אפשר להציג את המושג בידוד משתנים, ולהסביר כי כאשר רוצים לבדוק השפעת גורם מסוים במקרה זה – סוג החומר – על הולכת חום, משווים הולכת חום בין חומרים שונים ובמקביל מקפידים שגורמים אחרים במערכת הניסוי יהיו זהים. חשוב לשמור שכל הגורמים האחרים במערכת הניסוי שווים, לא מפני שאינם משפיעים על מידת הולכת החום, אלא מפני שמידת השפעתם על הולכת חום בכל קבוצת הניסוי זהה. כך נוכל להיות בטוחים בעת איסוף התוצאות שהגורם הנבדק, במקרה זה – סוג החומר, הוא היחיד שגרם להבדלים בתוצאות.
  - מי יבצע את הניסוי בכיתה? מדוע חשוב שאת הניסוי יבצעו כל תלמידי הכיתה? מה המטרה של החזרות בניסוי? חשוב להדגיש כי ביצוע חזרות בניסוי נותן תוקף לתוצאות המתקבלות ולמסקנות העולות מהן.

### בודקים ומוודים

את זמן ההמתנה בניסוי כדאי להקדיש להעלאת השערות על מידת בידוד החום של כל אחד מהחומרים הנבדקים. אפשר לכוון בדיון לדוגמאות למוצרים בחיי היומיום שאנו רוצים שהיו מבודדי חום, כמו שמיכות חורף המונעות בריחת חום הגוף, תרמוס למים חמים, תיקי אוכל בעלי דפנות כפולות לשמירת טמפרטורת המזון ועוד, ולבדוק מאילו חומרים עשויים מוצרים אלו ואיזו תכונה מאפיינת אותם. בעת איסוף התוצאות חשוב לשוב ולברר על מה מעיד הפרש טמפרטורות גבוה.

### חושבים ומסיקים מסקנות

לאחר ביצוע ההתנסות התלמידים מתבקשים לנתח את הממצאים, להסיק מסקנות ולהבנות את הכללים הנובעים מהמשימה.

- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו גדול יותר, ניתן להסיק שהחומר **מבודד תרמי גרוע**.
- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו קטן יותר, ניתן להסיק שהחומר **מבודד תרמי טוב**.

כדאי להשוות את הטמפרטורות שקיבלו הקבוצות השונות ולהדגיש כי בעת ביצוע מדידות חוזרות, הערכים המתקבלים לא תמיד זהים. חשוב לבדוק האם המגמות זהות, כלומר האם כל הקבוצות הגיעו למסקנה זהה לגבי מוליכות החום של החומרים השונים שנבדקו.

### חושבים וממליצים

חלק זה מקשר בין הניסוי המדעי שערכו התלמידים ליישום הטכנולוגי של התכונה הנבדקת בחומרים השונים. חשוב להדגיש לתלמידים כי בחירת החומרים המומלצים לאיטום הבית על ידי הגופים השונים נעשית באופן



דומה לניסוי שבוצע בכיתה, אלא שבהמלצה על חומרים מתאימים נכללים שיקולים נוספים, כמו למשל, עלות החומרים, מידת הנזק שהם גורמים לסביבה, רעילות שלהם ועוד. את הפעילות חותם כלל נוסף לחיסכון באנרגיה שחשוב שיצטרף לפלקט התלוי בכיתה המציג את התפתחות הלמידה בנושא כללים לחיסכון באנרגיה.

### **משימה 3: באילו חומרי בנייה כדאי להשתמש לבידוד תרמי של הבית?**

#### **ניסוי: חומרים מתאימים לבידוד תרמי**

**כלים וחומרים לקבוצה:** קופסת קלקר (ללא מכסה), מד טמפרטורה, שעון עם דקות, חומרי בנייה בצורת לוח. כל הלוחות באותו עובי. האורך והרוחב של כל לוח צריכים להתאים לגודל המכסה של קופסת הקלקר. דוגמאות לחומרי בנייה: לבידי עץ (דיקט), זכוכית, קרמיקה, גבס, אבן "ירושלמית", לבנה ואחרים.

#### **מטרות**

- התלמידים ישוו בידוד תרמי של חומרים שונים.
- התלמידים יכירו דוגמאות של חומרי בידוד תרמיים.
- התלמידים יכירו דרך נוספת לחיסכון באנרגיה על ידי שימוש בחומרים מבודדים תרמית.

מעבר חום מהבית לסביבה או מהסביבה לבית לא נעשה רק דרך פתחי הבית אלא גם דרך החומרים הבונים את קירות הבית. לכן התייחסות לבידוד תרמי תיעשה לא רק ביחס לפתחים אלא גם ביחס לקירות הבית. כדי להסביר ללומדים על התכונה הנבדקת כדאי לערוך דיון מקדים ולשאול אותם באילו מקרים אנו מעוניינים במוצרים העשויים מחומרים מוליכים חום היטב ובאילו מקרים אנו מעוניינים בחומרים בעלי מוליכות חום גרועה (מבודדים תרמיים). המשותף לכל המקרים שבהם אנו מעוניינים במוליכות חום גבוהה הוא מהירות החימום. ככל שמוליכות החום טובה יותר, מהירות החימום גדולה יותר. לדוגמה: סירי בישול עשויים חומרים בעלי מוליכות חום גבוהה כיוון שאנו מעוניינים שהאוכל יתחמם במהירות. ולהיפך, במקרים שבהם אנו מעוניינים במוליכות חום גרועה, מהירות החימום קטנה, לדוגמה: ידיות סירי הבישול עשויות פלסטיק כיוון שאיננו מעוניינים שיתחממו. כוסות המיועדות לשתייה חמה עשויות חומרים קרמיים כיוון שאנו מעוניינים שהטמפרטורה של המשקה תישמר. דיון זה יכול לשמש בסיס טוב להבנה מדוע בבית הבנוי מחומרים בעלי מוליכות חום גרועה, חום הבית "יברח" לאט יותר בחורף ובכך יאפשר חיסכון באנרגיה הדרושה לחימומו.

#### **בודקים ומודדים**

בדומה למשימה הקודמת גם כאן כדאי לתכנן עם הלומדים מערך ניסוי לבדיקת תכונת בידוד לפני קריאת מהלך הניסוי המוצע במשימה.

בהתנסות זו מתבקשים התלמידים להשוות את טמפרטורת האוויר הכלוא בקופסאות שהועמדו בשמש למשך חצי שעה. דבר זה נעשה כדי לבדוק את השפעת סוג החומר שממנו עשוי מכסה הקופסה על מידת התחממות האוויר. ככל שהפרש הטמפרטורות בין תחילת הניסוי וכעבור חצי שעה גבוה יותר, משמעות הדבר שהחומר שממנו עשוי מכסה הקופסה מוליך חום טוב יותר.

#### **משוים ומסיקים מסקנות**

לאחר ביצוע ההתנסות התלמידים מתבקשים לנתח את הממצאים, להסיק מסקנות ולהבנות את הכללים הנובעים מהמשימה.

– ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו גדול יותר, ניתן להסיק שחומר הבנייה הוא **מבודד תרמי גרוע יותר**.

– ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו קטן יותר, ניתן להסיק שחומר הבנייה הוא **מבודד תרמי טוב יותר**.

גם כאן כדאי להשוות את הטמפרטורות שקיבלו הקבוצות השונות ולהדגיש כי בעת ביצוע מדידות חוזרות, הערכים המתקבלים לא תמיד זהים. חשוב לבדוק האם המגמות זהות, כלומר האם כל הקבוצות הגיעו למסקנה זהה לגבי מוליכות החום של החומרים השונים שנבדקו. בבדיקת התוצאות חשוב לבקש מהתלמידים לנמק מדוע הפרש טמפרטורות גבוה מעיד על הולכת חום טובה ומדוע הפרש טמפרטורה נמוך מעיד על הולכת חום גרועה – בידוד תרמי טוב.

### חושבים וממליצים

חלק זה מחבר בין הניסוי המדעי שערכו התלמידים לבין היישום הטכנולוגי של התכונה הנבדקת בחומרים השונים. בנייתו הדיאגרמה כדאי להפנות את תשומת לבם של הלומדים לחומר מוליך החום הטוב ביותר המוצג בה, ולשאול לאיזו קבוצת חומרים הוא שייך. אלומיניום שייך לקבוצת המתכות שמוכרת להם מלימודיהם הקודמים, כקבוצת חומרים בעלי מוליכות חום טובה. כמו כן כדאי לציין לפנייהם כי המשותף לרוב החומרים המבודדים הוא האוויר הכלוא בהם, הנחשב כמבודד חום, מה שמקנה להם את תכונתם. כאן אפשר לציין כי במקומות רבים נוהגים להשתמש בחלונות עם זכוכית כפולה, כשבין שני לוחות הזכוכית שכבת אוויר המשמשת כמבודדת. לסיכום הדיון רצוי לבקש מהם לתת כותרת לדיאגרמה.

גם כאן חותם את הפעילות כלל נוסף לחיסכון באנרגיה – אם משתמשים בחומרי בנייה מבודדי חום מנצלים את האנרגיה באופן חסכוני ויעיל. חשוב לצרף כלל זה לפלקט התלוי בכיתה המציג את התפתחות הלמידה בנושא כללים לחיסכון באנרגיה.

### משימה 4: מה הקשר בין צבע הבית לבין חיסכון באנרגיה?

#### ניסוי: צבע ובליעת חום

**כלים וחומרים:** 5 בקבוקי שתייה מפלסטיק (קטנים) שווים בגודלם, 5 פקקים, בכל פקק נקב להחדרת מד טמפרטורה, צבעי גואש: לבן, שחור, אדום, אפור, מכחולים, 5 מדי טמפרטורה

#### מטרות

- התלמידים ישוו את השפעת הצבע על מידת התחממות גופים.
- התלמידים יבינו את הקשר בין צבע הבית לבין חיסכון באנרגיה.
- התלמידים יכירו דרך נוספת לחיסכון באנרגיה על ידי שימוש בצבעים שבולעים פחות חום.

המשימה מזמנת לתלמידים התנסות שמטרתה לחשוף גורם נוסף המשפיע על מידת התחממות הבית – צבע הבית.

#### בודקים ומוודים

בהתנסות התלמידים מתבקשים להשוות את טמפרטורות המים בבקבוקים שהדופן החיצונית שלהם צבועה בצבעים שונים. את הבקבוקים מעמידים בשמש במשך כחצי שעה. דבר זה נעשה כדי לבדוק את השפעת הצבע על מידת ההתחממות של גופים. ביצוע הניסויים הקודמים יכול לשמש בסיס לתכנון משותף עם הכיתה של ניסוי לפני קריאת ההצעה שבספר. אם התלמידים מעלים הצעות טובות והן בנות ביצוע, ניתן לבצע אותן במקום את ההצעה המוצגת.

### משווים ומסיקים מסקנות

לאחר ביצוע הניסוי, התלמידים משווים את התוצאות והם מתבקשים לנתח את הממצאים, להסיק מסקנות ולהבנות את הכללים הנובעים מהמשימה.

- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו גדול יותר, ניתן להסיק **שבליעת החום של הצבע גבוהה יותר.**
- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילת הניסוי לסופו קטן יותר, ניתן להסיק **שבליעת החום של הצבע נמוכה יותר.**
- גם כאן כדאי להשוות את הטמפרטורות שאליהן הגיעו הקבוצות השונות ולהדגיש כי בעת ביצוע מדידות חוזרות, הערכים המתקבלים לא תמיד זהים. חשוב לבדוק האם המגמות זהות, כלומר האם כל הקבוצות הגיעו למסקנה זהה לגבי מידת בליעת החום של הצבעים השונים שנבדקו.

בבדיקת התוצאות חשוב לבקש מהתלמידים לנמק מדוע הפרש טמפרטורות גבוה מעיד על בליעת חום גבוהה ומדוע הפרש טמפרטורה נמוך מעיד על בליעת חום גרועה – בידוד תרמי טוב.

### חושבים וממליצים

לאחר הבניית הכלל הלומדים מתבקשים ליישמו בהקשרים טכנולוגיים (יישום של עיקרון מדעי). שאלות 1-4 מתייחסות לצבע המתאים לצביעת בתים במקומות שונים בעולם. הנימוק להמלצות צריך להישען על הכלל שהוסק בעקבות ההתנסות. כדאי לדון עם הלומדים במקרים שבהם יש עדות לתופעת התחממות גדולה/קטנה יותר בהשפעת צבע. למשל הכבישים לוחטים יותר מהמדרכות כיוון שהם צבועים בשחור. בעבר נהגו לקרוא הקיץ לסייד את גגות הבית בלבן כדי להקטין את מידת התחממות הבית. גם כאן חותם את הפעילות כלל נוסף לחיסכון באנרגיה – אם צובעים את הבית בצבע מתאים שקולט פחות חום, מנצלים את האנרגיה באופן חסכוני ויעיל. חשוב לצרף כלל זה לפלקט התלוי בכיתה, המציג את התפתחות הלמידה בנושא כללים לחיסכון באנרגיה.

### משימה 5: כיצד משפיע כיוון הבית על כמות האנרגיה שצורכים?

#### ניסוי: הקשר בין מפנה הבית לבין הטמפרטורה שבבית

**כלים וחומרים:** תבנית דגם מקרטון של ארבעה בתים, מספריים, 4 מדי טמפרטורה, שקפים, נייר דבק (סלוטייפ), מצפן.

### מטרות

- התלמידים ישוו את השפעת מפנה חלונות הבית על מידת התחממות הבית.
- התלמידים יבינו את הקשר בין כיוון הבית לבין חיסכון באנרגיה.
- התלמידים יכירו דרך נוספת לחיסכון באנרגיה על ידי קביעת מפנה חלונות הבית לכיוונים החשופים פחות לחום.

המשימה מזמנת לתלמידים התנסות שמטרתה לחשוף גורם נוסף המשפיע על מידת התחממות הבית – מפנה חלונות הבית.

**מודדים ובודקים**

בהתנסות זו מתבקשים התלמידים להשוות את טמפרטורת האוויר הכלוא בתוך הבתים שהועמדו בשמש למשך חצי שעה. דבר זה נעשה כדי לבדוק את השפעת מפנה החלונות שבכל אחת מהבתים על מידת התחממות האוויר שבתוך הבית. ביצוע הניסויים הקודמים יכול לשמש בסיס לתכנון משותף עם הכיתה של ניסוי לפני קריאת ההצעה שבמשימה.

**חושבים ומנתחים**

לאחר ביצוע הבדיקות התלמידים מתבקשים לנתח את הממצאים, להסיק מסקנות ולהבנות את הכללים הנובעים מהמשימה:

- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילתו של הניסוי לסופו גדול יותר, ניתן להסיק שהמפנה המסוים של החלונות משפיע יותר על התחממות הבית.
- ככל שהפרש הטמפרטורה בין תחילתו של הניסוי לסופו קטן יותר, ניתן להסיק שהמפנה המסוים של החלונות משפיע פחות על התחממות הבית.

**חושבים וממליצים**

לאחר הבניית הכלל הלומדים מתבקשים ליישמו על ידי המלצות למיקום החלונות. שאלות 1-2 מתייחסות לאזורי הארץ השונים. מכיוון שבמפנה דרומי הבית מתחמם יותר, חשוב שבאזורים חמים מאוד לא להפנות חלונות לכיוון דרום, כך אפשר לחסוך בהוצאות הדרושות לקירור הבית. לעומת זה, באזורים קרים, דווקא מפנה דרומי יאפשר התחממות גדולה יותר של הבית וכך אפשר לחסוך בהוצאות הדרושות לחימום הבית.

גם כאן חותם את הפעילות כלל נוסף לחיסכון באנרגיה – מפנה חלונות הבית משפיע מידת על התחממות הבית, לכן מפנה חלונות לכיוון הרצוי יאפשר שימוש יעיל וחסכוני באנרגיה. חשוב לצרף כלל זה לפלקט התלוי בכיתה, המציג את התפתחות הלמידה בנושא כללים לחיסכון באנרגיה.

**משימה 6: מה הקשר בין צל הצמחים לבין חיסכון באנרגיה?**

צמחים יכולים לספק הצללות יעילות על הקירות ועל הפתחים של הבית ובכך לתרום לחיסכון בהוצאות של קירור הבית. הצללות טובות יכולים לספק עצים נשירים. בחורף עצים אלו חשופים ואינם חוסמים את אור השמש, ואילו בקיץ הם מונעים התחממות של המבנה. בנוסף יוסיפו הצמחים יופי ואסתטיקה לבניין ויתרמו לתחושת הפרטיות.

**בדיקה: הקשר בין צמחים לבין טמפרטורת הבית**

**ציוד:** מד טמפרטורה

**מטרות**

- התלמידים ישוו את השפעת הצמחייה על מידת התחממות הסביבה.
- התלמידים יבינו את הקשר בין הצל שמטילים הצמחים לבין חיסכון באנרגיה.
- התלמידים יכירו דרך נוספת לחיסכון באנרגיה – שתילת צמחייה סביב הבית.

**בודקים ומודדים**

בהתנסות זו מתבקשים התלמידים להשוות את טמפרטורת האוויר באזור מוצל על ידי צמחייה ובאזור חשוך מצמחייה. דבר זה נעשה כדי לבדוק את השפעת הצמחייה המקיפה את הבית על טמפרטורת הבית. גם כאן

ביצוע הניסויים הקודמים יכול לשמש בסיס לתכנון משותף עם הכיתה של בדיקת השפעת צמחייה על מידת התחממות הסביבה.

שימו לב:

בדיון עם התלמידים חשוב לעמוד על שני ההיבטים הבאים:

- הצמחים אמנם מטילים צל ובכך תורמים להתחממות קטנה יותר של הבית, אך הם גם עלולים למנוע כניסה של אור דרך החלונות, דבר שיצריך שימוש בתאורה חשמלית. לכן בתכנון הצמחייה סביב הבית חשוב להתייחס לא רק להיבט של מניעת חום בעזרת צל, אלא גם לכך שהצמחייה לא תחסום את התאורה הטבעית של השמש.
- שתילה ואחזקה של צמחייה סביב הבית דורשת השקיה. לכן בתכנון הצמחייה סביב הבית חשוב לבחור צמחים שאינם דורשים השקיה מרובה של מים.

### **בודקים וממליצים**

בפעילות זו התלמידים מתבקשים לערוך סיור בבית הספר שמטרתו לבדוק האם הבניין מוצל על ידי צמחים, להסיק מסקנות ובהתאם להגיש להנהלת בית הספר המלצות מתאימות. בכתיבת ההמלצות חשוב לוודא שהתלמידים מביאים הסברים על אודות הקשר שבין הצמחייה לבין חיסכון באנרגיה.

### **בודקים ומציעים**

בפעילות זו התלמידים מתבקשים לבדוק את מצב הצמחייה בביתם. כאן התלמידים צריכים לעשות שימוש בכלים ובידע שרכשו במשימות קודמות על השפעת המפנה של הבית על מידת התחממות הבית. רצוי כמובן לשתול צמחייה בצדדים שמתחממים יותר וכך למנוע הוצאות כספיות על קירור הבית. גם כאן חותם את הפעילות כלל נוסף לחיסכון באנרגיה – צמחייה סביב הבית משפיעה מידת על התחממות הבית, לכן שתילת צמחייה תאפשר שימוש יעיל וחסכוני באנרגיה. חשוב לצרף כלל זה לפלקט התלוי בכיתה, המציג את התפתחות הלמידה בנושא כללים לחיסכון באנרגיה.

### **רגע לפני שממשיכים**

1. תשובה: בשער זה התלמידים הכירו שישה כללים לבניית בית חסכוני באנרגיה. במשימה זו התלמידים מתבקשים להשתמש בכללים אלה לכתיבת כרזה שמטרתה לשכנע את האנשים להתייעלות אנרגטית.
2. אחת הדרכים להביא את התלמידים למודעות על אודות התובנות שרכשו בעקבות תהליכי למידה היא לבקש מהם להסביר את מה שלמדו לאנשים אחרים. חשוב לעודד את התלמידים לכתוב את ההסבר "מהו בית חסכוני באנרגיה" לאור מה שלמדו ולעודד אותם לכתוב תשובה מלאה.

## שער שלישי: תכנון בית חסכוני באנרגיה

### חלק א: מבוא כללי

#### הנושא הלימודי

שער זה מזמן התנסות בתהליך פתרון בעיות, ומאפשר יישום של מיומנויות התיכון, תוך הפעלת חשיבה יצירתית מחד גיסא, ויישום הידע וההבנה שנרכשו בלימוד השערים הקודמים מאידך גיסא לצורך בניית בית חסכוני באנרגיה. בשלבים הראשונים מתבקשים הלומדים לערוך רשימה של גורמים שיש להתחשב בהם בבנייה של בית באזור מדברי, להגדיר דרישות הכרחיות ואילוצים, להציע פתרונות ולבחור בפתרון המתאים ביותר. בהמשך עליהם לבנות דגם של "בית חסכוני באנרגיה" ולהציגו, תוך התייחסות להיבטים של חיסכון באנרגיה שבאים בו לידי ביטוי.

#### מטרות

- התלמידים יתכננו מוצר המספק פתרון לבעיה – בית חסכוני באנרגיה.
- התלמידים יתנסו בבניית דגם של בית חסכוני באנרגיה.
- התלמידים יישמו את הידע שרכשו על חיסכון באנרגיה בתכנון ובבניית הבית.
- התלמידים יתנסו בדרכים מגוונות להצגת הידע שלהם בנושא.

#### דברי רקע<sup>5</sup>

הבנייה הירוקה נועדה ליצור סביבת מגורים בריאה ונוחה תוך צמצום הפגיעה במשאבים ובאיכות הסביבה. ניתן להשיג מטרות אלה בדרכים אחדות:

1. בידוד תרמי יעיל של מעטפת הבניין.
2. תכנון נכון של צורת הבית וכיוון העמדתו: ניצול של אור טבעי, אוורור טבעי ואנרגיית השמש.
3. שימוש באביזרים חוסכי מים ואנרגיה.
4. שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים (רוח, שמש).
5. שימוש בצבעים ידידותיים לסביבה.
6. מחזור פסולת, מים "אפורים" ומי ביוב.
7. בחירה מדוקדקת של חומרי בנייה, לדוגמה:
  - חומרי בנייה שייצורם דורש מעט אנרגיה.
  - חומרי בנייה שאינם מתכלים (חציר, עץ וכו') או שניתנים למחזור.
  - חומרי בנייה מקומיים.
  - חומרים שאינם גורמים לפליטת גזים רעילים לאוויר.

5 על פי: בנייה ירוקה – מבוא מאת: אבישי נווה – מהנדס אזרחי M.Sc [http://www.itum-net.co.il/www/mag\\_article.asp?id=381](http://www.itum-net.co.il/www/mag_article.asp?id=381) בנייה

ירוקה – קווים מנחים: <http://www.bniya-yeruka.co.il/page/19.html>

## חלק ב: המלצות דידקטיות

### רגע לפני שמתחילים

בפתיחה של השער מוצגות דוגמאות של מבנים בישראל שיושמו בהם עקרונות של בנייה חסכונית באנרגיה. הצגת המבנים נועדה ליצור אצל הלומדים גירוי ועניין לקראת ביצוע המיזם שבו עוסק שער זה. גם כאן עולה וצפה השאלה "כיצד תכנון של בית יכול להביא לחיסכון באנרגיה?". זוהי שאלה מרכזית שתלווה את הלומדים בתכנון דגם של בית חסכוני באנרגיה ובבנייתו.

### מיזם: בית החלומות של גברת סולרי

תכנון ובניית דגם של בית חסכוני באנרגיה נעשים בצורה מובנית באמצעות סדרה של משימות המתפתחות זו מזו: ממשימות של הגדרת דרישות ואילוצים, דרך העלאת פתרונות ובדיקתם ועד להכנת הצעה לדגם ובנייתו.

#### מטרות

- התלמידים יזהו צורך, ינסחו בעיה ויגדירו דרישות ואילוצים.
- התלמידים יתנסו בהעלאת רעיונות לפתרון בעיה.
- התלמידים יתנסו בחיפוש מידע רלוונטי קיים לפתרון הבעיה.
- התלמידים יתנסו בתכנון הצעה לבניית דגם.
- התלמידים יעריכו את הדגם.

### מתכננים ובונים

#### רגע לפני שמתכננים – מבינים את המשימה

המשימה כוללת כמה שלבים וביצועה יכול להימשך כמה שבועות. חשוב לבצע חלק זה בקבוצות של 4-5 תלמידים. לפני שמתחילים במשימה חשוב לקרוא את סיפור המקרה – "בית החלומות של הגברת סולרי", ולהבין מה המשימה – בניית דגם של בית המותאם למגורים באזור חם. בשאלה 2 הלומדים מתבקשים לערוך רשימה של גורמים שיש להתחשב בהם בעת תכנון בית באזור חם. רשימה זו מאפשרת מבט רפלקטיבי לעבר מה שנלמד בשערים הקודמים וכן בשערים האחרים של סביבת למידה זו, במטרה לסייע בתכנון הדגם וביישום הכללים שנלמדו בפרקים הקודמים במהלך בניית הדגם.

#### מגדירים צורך ומנסחים בעיה

בחלק זה מתבקשים התלמידים להגדיר את הצורך של הגברת סולרי – בית המשתמש ביעילות, בתבונה ובחיסכון במשאבי אנרגיה. בנוסף התלמידים מתבקשים לנסח את הבעיה שאותה עליהם לפתור כדי לענות על הצורך. כדי לסייע לתלמידים להגדיר את הבעיה, מוצע להתחיל את ניסוח הבעיה במילות שאלה – איך או כיצד. כאן המקום לדון עם התלמידים במושגים: מצב רצוי, מצב מצוי, פער בין מצב רצוי לבין מצב מצוי. המצב הרצוי: בית חסכוני באנרגיה, המצב המצוי – אין בית. הפער בין המצב הרצוי למצוי הוא הבעיה שיש לפתור – איך נבנה בית חסכוני באנרגיה?

### מגדירים דרישות ובודקים אילוצים

בשלב זה מתבקשים התלמידים להגדיר דרישות הכרחיות ואילוצים. כדי לסייע להם בהכנת רשימת הדרישות והאילוצים, מובאות דוגמאות שמטרתן לדרישות ולאילוצים. הדרישות: ניצול אנרגיות מתחדשות, למשל אנרגיית השמש, חומרי בנייה מבודדי חום, תאורה חסכונית באנרגיה, איטום טוב של פתחים, תכנון פתחים ועוד. אילוצים: מחסור בידע מתאים, מחסור בחומרים, עלויות וכדומה.

### מעלים רעיונות לפתרונות

בחלק זה מתבקשים הלומדים להעלות רעיונות לפתרון. אפשר לבקש שבשלב הראשון כל תלמיד/ה יעלה/ תעלה רעיונות משלו/ה, ובשלב שני יציגו את הרעיונות שלו לקבוצה. הקבוצה תערוך דיון, תשווה בין הרעיונות, תבדוק עד כמה כל אחד מהם עומד בדרישות ובאילוצים שהוגדרו בשלב הקודם ותבחר ברעיון הטוב ביותר לפתרון הבעיה.

### בודקים פתרונות קיימים

בפעילות זו התלמידים נשלחים לחיפוש ברשת אחר מידע בנושא בנייה חסכונית באנרגיה. פעילות זו תסייע להם בגיבוש הפתרון ובתכנון הדגם. חשוב מאוד שלכל פתרון קיים יבררו לעצמם מהם היתרונות /חסרונות שלו וישוו אותו אל מול רשימת הדרישות והאילוצים שערכו. את המידע הנאסף מומלץ לארגן בטבלת השוואה, שתסייע להם בהמשך תכנון הדגם שלהם. ייתכן שישתמשו בחלק מהרעיונות/פתרונות שימצאו ברשת, ייתכן שישתמשו בשילוב של רעיונות / פתרונות וייתכן שיפתחו פתרון חדש משלהם.

### מכינים הצעה

תהליך בניית הדגם הוא תהליך מורכב ודורש תכנון מקדים. לילדים יש נטייה לגשת לשלב הביצוע עוד לפני סיומו של שלב התכנון וגיבושו. לכן חשוב לבקש מהם להציג את ההצעה שלהם לפני שהם ניגשים לשלב הביצוע. ההצעה צריכה להתייחס לכמה היבטים: תכנון הדגם, לוח זמנים, אחריות של כל אחד מחברי הקבוצה. בגלל ריבוי הפרטים חשוב מאוד לעבוד בצורה מסודרת. לכן בשלב ראשון מתבקשים הלומדים לשרטט את הדגם (שאלה 1), ורק אחר כך לרשום מה דרוש להם לצורך בניית הדגם (שאלה 2).

### בונים דגם

חלק זה כולל שלושה שלבים: תכנון הדגם, בניית הדגם ובדיקתו. בשלב התכנון הלומדים מיישמים את הרעיונות שלהם לפתרון בניית דגם בית חסכוני באנרגיה, בהתאם להנחיות שמופיעות בכרטיסיות הלימוד. בניית הדגם מזמנת הפעלת מיומנויות עשייה כמו גזירה, הדבקה, חיתוך ועוד. במידת הצורך ניתן להיעזר באנשי מקצוע. בדיקת הדגם מהווה את שלב ההערכה. על התלמידים לבחון האם הדגם שבנו עונה על הדרישות שהוצגו ונותן מענה לבעיה וכן לבדוק האם כללי החיסכון באנרגיה שאותם למדו בשער השני מיושמים בדגם שבנו. לצורך כך עליהם לערוך שורה של בדיקות.

### מציגים את הדגם

בשלב זה עורכים למידת עמיתים. התלמידים מתבקשים להציג את הדגמים בכיתה ולתאר כיצד הדגם מדגים בית חסכוני באנרגיה. כאן המקום לעודד מתן משוּב שתפקידו להביא לשיפור הדגם.



**מגישים תוצרים**

שלב זה כולל שלושה רכיבים: הדגם עצמו, עבודה כתובה/מצגת/סרט המלווה את הדגם, היצג לפני תלמידי הכיתה.

**תוצר א: הדגם**

בחלק זה התלמידים מכינים את הדגם לתצוגה לפני הקהל, לכן חשוב לקיים דיון עם הלומדים כיצד מציגים תוצר בתערוכה: הכנת שילוט מתאים, הכנת בסיס שעליו יעמוד הדגם ועוד.

**תוצר ב: תיעוד התהליך**

בחלק זה התלמידים מגישים יומן המתעד את תהליכי העבודה על הדגם. חלק זה יכול תיאור של שלבי העבודה, הסברים מדוע נבחרו הפתרונות השונים, הבדיקות שנערכו לבדיקת יעילות הדגם ועוד.

**הצגת העבודה**

בשלב זה התלמידים מתבקשים להציג את הדגם שבנו, תוך התייחסות להיבטים הבאים: הדרישות מהדגם, כיצד הדגם עונה על הדרישות, מדוע נבחרו הפתרונות המוצגים ולא אחרים וכיצד הפתרונות שנבחרו עונים על הדרישה המרכזית – חיסכון באנרגיה. חשוב להקדיש זמן להכנות לקראת ההיצג וללמד את התלמידים כיצד מציגים לפני קהל: מה חשוב להציג ועל מה לוותר, חלוקת תפקידים בין חברי הקבוצה בשלב ההיצג, וכיצד להעריך ולהקשיב בעת שקבוצות אחרות יציגו את הדגמים שלהן.

לסיום, מוצע לערוך תערוכה שבה יוצגו הדגמים שבנו התלמידים. חשוב ללוות כל דגם בכרטיס מידע שמסביר כיצד הדגם מדגים בית חסכוני באנרגיה. כדאי להזמין לתערוכה את תלמידי בית הספר וכן את ההורים.

