


כ"א בכסלו תשפ"ג, 15 בדצמבר 2022




## תחבורת העתיד - תחבורה נקייה משימה 2: תִּכּוּן הַנְּדָסִי

ברוכים הבאים לתחרות תחבורת העתיד - תחבורה נקייה!  
במשימה 1 התבקשתם להציג את הרעיון שלכם לתחבורת העתיד,  
אשר השימוש בו יביא להקטנת פליטות של פחמן דו-חמצני לאטמוספירה.  
לאחר שעברתם את השלב הראשון של התחרות,  
אתם מתבקשים במשימה זו, לשכלל את הרעיון שלכם  
ואחר כך לממש אותו לפתרון הנדסי.



איך אפשר לממש רעיון  
לפתרון הנדסי?



כדי להבין זאת צריך תחילה להכיר  
את עולמם של המהנדסים והמהנדסות.

# אל עולמם של המהנדסים והמהנדסות

1

אז... מי הם המהנדסים והמהנדסות?



מהנדסים הם המתכננים. הם נכנסים לפעולה כאשר עולה צורך בתפקוד חדש שאינו קיים, במוצר חדש או בתהליך חדש שעדיין לא נוסה. אפשר להגיד שמשימתם של המהנדסים היא לפתח ולתכנן מתקנים ומערכות, כדוגמת גשרים, בניינים, מוצרי חשמל, מכונות למיניהן מערכות ממוחשבות - כולל תכנון אופן הייצור והתפעול שלהם.



3

אימא שלי היא מהנדסת חשמל והשכן שלנו הוא מהנדס מים. אני מבינה שיש כל מיני סוגי מהנדסים.



נכון, ההנדסה היא תחום רחב מאוד. ההנדסה כוללת תחומים כגון: הנדסת חומרים, הנדסת אנרגיה, הנדסה רפואית, הנדסת מזון, רובוטיקה, הנדסת מחשבים וכמובן הנדסת תחבורה וגם הנדסת רכב.



2

אז... למה קוראים להם מהנדסים ומהנדסות? בשיעורי הנדסה למדנו על צורות מישוריות וגם על גופים תלת ממדיים. האם לזה התכוונת?



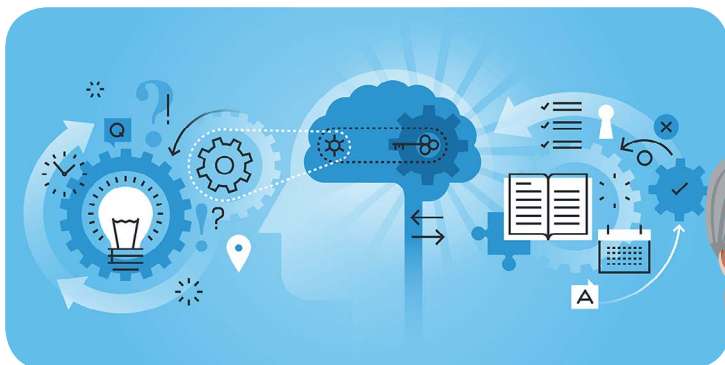
זו שאלה מצוינת!

לא לסוג הזה של ההנדסה התכוונתי, למרות שהיא מאוד חשובה למהנדסים. בואו ננסה להבין מהו המקור של המילה הנדסה בעברית ובערבית. המקור של המילה מהנדס בעברית ומוהנדס בערבית הוא מהתקופה שהאסלאם שלט בהודו. המילה "הינד" מבטאת חוכמה שאותה ייחסו המוסלמים להודים שהיו פורצי דרך בתגליות ובהמצאות רבות. ההודים המציאו את השחמט ואת הסימן אפס במתמטיקה. באנגלית קוראים להנדסה Engineering שהמקור שלה הוא מהמילה הלטינית Ingenious שפירושה הוא חכמה והיכולת ליצור.



4

אז מה משותף לכל המהנדסים והמהנדסות?



הם מממשים רעיונות באמצעות תוכן הנדסי.



מה זה תְּכָן הנדסי?

בתְּכָן הנדסי, המהנדסים מכינים תוכנית שבה הם מפרטים את כל הפעולות שצריך לעשות כדי לבנות בדיוק את המוצר שאותו הם רוצים.

### קצת עברית

- מתכון - מרשם לפעולה
- מתכון הנדסי - תכנית הנדסית
- לכוון - ליצור דבר חדש, ליזום
- לתכן - לערוך תכן הנדסי
- תְּכָן - הוא תהליך הנדסי לפיתוח מוצר

ומה עושים מהנדסי התחבורה?

מהנדסי התחבורה שייכים להנדסה האזרחית. מהנדסי תחבורה אחראיים על תכנון פרויקטים רחבי היקף כמו כבישים, מחלפים, מסילות רכבת ועוד, וזאת תוך שמירה על איכות הסביבה והגברת הבטיחות בדרכים. על מהנדסי התחבורה להיות בקיאים בתחומי ידע רבים בכדי להפיק את התוצאות הטובות ביותר, ביניהם: מדעים מדויקים, אדריכלות ובינוי ערים, הנדסת תעשייה וניהול, כלכלה, הנדסת חשמל, גיאולוגיה, פסיכולוגיה ועוד.



אדם אחד לא יכול לעשות את כל הפעולות האלה. באופן כללי יש כמה מהנדסים שונים שעובדים יחד בשיתוף פעולה. למשל, בתחום הנדסת הרכב עובדים בשיתוף פעולה מהנדסי חשמל, מהנדסי תוכנה (תוכנה היא אוסף של הוראות ומידע הניתנות לביצוע על ידי מחשב), מהנדסי מכונות, מהנדסי בטיחות, מהנדס המוצר (הרכב) ומהנדסי יצור.



וואי... לא ידעתי שמהנדסים מבצעים כל כך הרבה פעולות. האם עושה אדם אחד?



ובתחרות היזמות שלנו נצטרך לעסוק בכל סוגי ההנדסה האלה? זה נראה מאוד קשה ומסובך.



עשית לי כבר חשק לתכן.



חכי! יש לי עוד כמה דברים לספר לכם לפני שמתחילים להנדס את הפתרון שלכם.



במה מדענים יכולים לעזור למהנדסים?



לדוגמה, כיום אי אפשר לתכנן כלי רכב בלי המדע. הודות למחקר המדעי מייצרים מכוניות "חכמות" יותר, בטיחותיות יותר, מהירות יותר, יעילות יותר בצריכת האנרגיה ועוד ועוד.



ממש לא! אתם תבצעו את התפקיד של מהנדסי המוצר - מהנדסי מוצר בוחנים את הרעיון החדש מכל ההיבטים שבו. הם בודקים את ההיתכנות של המוצר, עורכים רשימה של החומרים והרכיבים הדרושים לבנייה של המוצר, מתכננים כל רכיב אחר שנדרש עבור המוצר, ובונים אב טיפוס למוצר כגרסה ראשונית, לפני הפיתוח המלא.



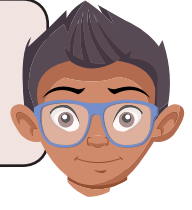
מה למשל? מה עוד אפשר לספר?



מהנדסי רכב ותחבורה לא עובדים לבד. הם עובדים בשיתוף פעולה עם מדענים כדי לייצר פתרונות משוכללים יותר ואשר נותנים מענה לצרכים האנושיים.



את יכולה לתת לי דוגמה  
כדי שאבין יותר?  
חשוב לי להצליח.



יש דוגמאות רבות:

חקירת גורמים שיכולים להשפיע על  
החיכוך של הגלגלים עם הכביש, חקירת  
ההשפעה של צורת כלי הרכב על צריכת  
האנרגיה, חקירת תכונות חומרים כדי  
להתאים את החומר לחלקי המוצר השונים,  
חקירת הנצילות אנרגטית של המנוע,  
חקירת ההשפעה של השימוש במקור  
האנרגיה על הסביבה... ועוד הרבה.  
אבל לא רק מדענים דרושים לתכנון הפתרון.  
דרוש גם ידע במתמטיקה כדי לערוך  
כל מיני חישובים ולעשות  
כל מיני סרטוטים.



נשמע מאוד מעניין ומסקרן.  
נכון, כדי לסרטט את  
המוצר צריך לסרטט  
גוף בתלת ממד (תיבה, גליל).  
למדנו על הנושאים האלה  
בשיעורי גאומטריה.  
האם אפשר כבר להתחיל?



כן... בוודאי.  
שימו לב... אם תצטרכו לשכלל ולשפר  
את הרעיון שלכם... זה בסדר גמור.  
לפעמים בעקבות התִּכְוֵן ההנדסי  
הרעיון הסופי שונה מהרעיון הראשון.  
אל תהססו לשנות אם צריך.  
בהצלחה!



**קדימה  
אל משימה 2!!**

אתם מוזמנים למשימה 2 של התחרות  
"תחבורת העתיד - תחבורה נקייה".  
משימתכם היא לערוך תִּכְוֵן הנדסי לרעיון שלכם.



## משימה 2

במשימה זו תערכו תְּכָן הנדסי של הפתרון שהצעתם.

במשימה שני חלקים:  
**שלב א':** שכלול הפתרון  
**שלב ב':** תְּכָן הנדסי

### שלב א': שכלול הפתרון

פעלו על פי ההנחות הבאות:

שכללו את הפתרון שלכם על פי השלבים הבאים:

- קראו היטב את המשוב שקבלתם על הביצוע של משימה 1 ושפרו את הפתרון בהתאם (זה יהיה תוצר 1).
- שכללו את **תוצר 1** בהתייחס למדדים המופיעים בטבלה הבאה (זה יהיה תוצר 2):

שאלות	מדדים
1. כיצד הפתרון שלכם תורם להפחתת הפליטה של פחמן דו-חמצני לאטמוספירה? יש להציג לפחות שני נימוקים.	הפחתת פחמן דו-חמצני
2. מהן ההשפעות החיוביות והשליליות של הפתרון על האדם ועל הסביבה? בחנו את הפתרון שהצעתם בהקשר הסביבתי והחברתי ותארו את ההשפעות החיוביות והשליליות כאחד.	השפעה סביבתית וחברתית
3. כל פתרון הוא רכיב במערכת מורכבת. תארו באמצעות תרשים את המערכת שבה הפתרון מהווה רכיב (ציינו את הרכיבים ותארו קשרים ביניהם). שימו לב: גם הסביבה היא מערכת.	הפתרון כרכיב במערכת
4. האם הפתרון שבחרתם הוא פתרון חדשני? • במידה ומדובר בפתרון חדשני שאינו קיים, תארו מהו החידוש? • במידה ומדובר בפתרון שהוא שיפור של פתרון קיים, תארו מהו החידוש?	חדשנות

- שכללו את **תוצר 2** באמצעות תכנון וביצוע ניסוי שתוצאותיו תומכות בפתרון שהצעתם (זה יהיה **תוצר 3**).  
הקפידו על ביצוע נכון של מיומנויות החקר.

#### דוגמאות:

- בדיקת הקשר בין צורת הרכב למהירות הרכב והסקת מסקנה לגבי צריכת האנרגיה וההתייעלות באנרגיה.
- בדיקת הקשר בין החומר ממנו עשוי הכביש / נפח האוויר בגלגלים למהירות הרכב והסקת מסקנה לגבי צריכת האנרגיה ופליטת פחמן דו-חמצני לאוויר.

- כתבו תיאור מפורט של הפתרון שמתייחס לתוצרים 1-3.

### מילון

**התייעלות באנרגיה:** מושג המתייחס להפחתת צריכת האנרגיה והגדלת ניצול האנרגיה (נצילות).

**נצילות:** כמות האנרגיה המנוצלת במכשיר מתוך סך כל האנרגיה שהמכשיר צורך במשך זמן מסוים.

**לדוגמה:** ישנן נורות הפולטות חום רב, חלק גדול מהאנרגיה בנורה מומר לחום.

ישנן גם נורות "חסכוניות" שצורכות פחות אנרגיה ורוב האנרגיה בנורה מומרת לאור ומעט מאד לחום. הנצילות של נורה זו גבוהה יותר.



מרכז מורים ארצי  
למו"ט בחט"ב



מרכז המורים הארצי  
למדע ולטכנולוגיה  
בחינוך היסודי



בית הספר לחינוך  
המרכז לחינוך  
מדעי וטכנולוגי



מינהלת מל"מ  
המרכז הישראלי  
לחינוך מדעי טכנולוגי  
ע"ש עמוס דה-שליט



משרד האנרגיה  
www.energy.gov.il



משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית -  
אגף א' מדעים  
הפיקוח על הוראת  
מדע וטכנולוגיה

## שלב ב': תִּקְן הַנְּדָסִי

במידה והפתרון **מנצל אנרגיה**, פנו להנחיות שמופיעות בעמוד 7.

במידה והפתרון **קשור בתשתיות ובמערכות תומכות** (לא בכלי הרכב עצמו), פנו להנחיות שמופיעות בעמוד 8.

בעמוד 9 תמצאו את רשימת התוצרים שיש לשלוח לועדת השיפוט של התחרות.

### פתרון הקשור בניצול אנרגיה

#### 1. סרטוט ראשוני של הפתרון

הכינו נייר ועפרונות וסרטוט באופן חופשי (סקיצה) את קווי המְתָאָר של הפתרון.  
**שימו לב:** תוכלו גם לסרטוט באמצעות כלי טכנולוגי.

- א. סרטוט את הפתרון מכיוונים שונים: מבט צדי, מאחור, מלפנים (רצוי גם ממבט על).
  - ערכו כמה ניסיונות... אל תהססו לשנות את הסרטוטים.
  - בחרו את הסרטוט שמבטא את הפתרון שלכם באופן הטוב ביותר.
  - צלמו או סרקו את התרשים לתמונה. **זה תרשים 1**
  - הדפיסו אותו בכמה עותקים להמשך העבודה.

ב. הסבירו בכמה משפטים כיצד מבנה הפתרון שסרטטתם עשוי להביא לצמצום פליטת פחמן דו-חמצני.

#### מקורות מידע



סרטוט: סרטוט יצירתי של כלי רכב  
באמצעות סקיצה



סרטוט: מדוע חשוב לסרטט את  
הרכב באמצעות נייר ועיפרון?

#### 2. סרטוט מערכות מרכזיות בפתרון המוצע

- א. סרטוט את **תרשים 2** הכולל את:
  - המערכת לקליטת האנרגיה בפתרון המוצע.
  - המערכת/רכיב המאפשר המרה של האנרגיה ממקור האנרגיה לאנרגיה מסוג אחר.
  - סמנו את הרכיבים העיקריים של כל מערכת.
  - ציינו את שמו ותפקידו של כל רכיב.
- ב. סרטוט את **תרשים 3** המציג את המערכת המניעה (למשל, מנוע).
  - סמנו את הרכיבים העיקריים של המערכת.
- ג. צלמו או סרקו את שני הסרטוטים ותנו שם לכל תרשים. **אלה תרשימים 2 ו-3.**

#### 3. מיקום המערכות בפתרון

- א. קחו עותק אחד של **תרשים 1**.
  - סמנו עליו במספרים את מיקומן של **מערכות הקליטה וההמרה** של האנרגיה. הכינו מקרא.
  - במידה ועולה צורך לשנות את התרשים הראשוני - אל תהססו לעשות זאת. כך קורה גם במציאות. התרשימים משתנים תוך כדי פיתוח.
- ב. צלמו או סרקו את התרשים החדש. **זה תרשים 4.**

#### טבלה לארגון התוצרים של שלב ב'

תרשים 1	
תרשים 3	תרשים 2
תרשים 4	

## פתרון הקשור בתשתיות ובמערכות תומכות (לא בכלי הרכב עצמו)

### 1. סרטוט ראשוני של הפתרון

הכינו נייר ועפרונות וסרטטו באופן חופשי (סקיצה) את קווי המתאר של הפתרון.  
**שימו לב:** תוכלו גם לסרטט באמצעות כלי טכנולוגי.

- א. סרטטו את הפתרון מכיוונים שונים: מבט צדי, מאחור, מלפנים (רצוי גם ממבט על).  
• ערכו כמה ניסיונות... אל תהססו לשנות את הסרטוטים.  
• בחרו את הסרטוט שמבטא את הפתרון שלכם באופן הטוב ביותר.  
• צלמו או סרקו את התרשים לתמונה. **זה תרשים 1**  
• הדפיסו אותו בכמה עותקים להמשך העבודה.

ב. הסבירו בכמה משפטים כיצד מבנה הפתרון שסרטטתם עשוי להביא לצמצום פליטת פחמן דו-חמצני.

### מקורות מידע



סרטוט: סרטוט יצירתי של כלי רכב  
באמצעות סקיצה



סרטוט: מדוע חשוב לסרטט את  
הרכב באמצעות נייר ועיפרון?

### 2. סרטוט מפורט של הפתרון

- א. בהתבסס על הסרטוט הראשוני (תרשים 1) סרטטו תרשים מפורט של הפתרון בהתאם להנחיות הבאות:  
• סמנו בתרשים את הרכיבים העיקריים של הפתרון.  
• ציינו את שמו ותפקידו של כל רכיב (מומלץ להכין מקרא).  
• הציגו בתרשים את הקשרים שבין הרכיבים.  
ב. צלמו או סרקו את הסרטוט ותנו שם לתרשים. **זהו תרשים 2.**

### 3. מיקום הפתרון בסביבה

- א. סרטטו תרשים נוסף שמציג את הסביבה שבה הפתרון הוא מרכיב בה.  
• מקמו את הפתרון בסביבה.  
**שימו לב:** בתרשים הזה אין צורך להציג את הסרטוט המפורט של הפתרון (תרשים 2)  
• סמנו בתרשים את מרכיבי הסביבה האחרים.  
• ציינו את שמו של כל מרכיב בסביבה (מומלץ להכין מקרא).  
• הציגו בתרשים את הקשר שבין הפתרון למרכיבי הסביבה האחרים.  
ב. צלמו או סרקו את הסרטוט ותנו שם לתרשים. **זהו תרשים 3.**

### טבלה לארגון התוצרים של שלב ב'

תרשים 2	תרשים 1
תרשים 3	





מרכז מורים ארצי  
למו"ט בחט"ב



מרכז המורים הארצי  
למדע ולטכנולוגיה  
בחינוך היסודי



בית הספר לחינוך  
המרכז לחינוך  
מדעי וטכנולוגי



מינהלת מל"מ  
המרכז הישראלי  
לחינוך מדעי וטכנולוגי  
ע"ש עמוס דה-שליט



משרד האנרגיה  
www.energy.gov.il



משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית -  
אגף א' מדעים  
הפיקוח על הוראת  
מדע וטכנולוגיה

## תוצרי המשימה

### 1. תוצרים של חלק א':

• תיאור הפתרון המשוכלל בהתאם לתוצרים 1-3 שקבלתם בתהליך שכלול הפתרון.

### 2. תוצרים של חלק ב':

פתרון הקשור בתשתיות ובמערכות תומכות	פתרון הקשור בניצול אנרגיה
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>תרשים 1:</b> סרטוט ראשוני של הפתרון.</li> <li>• <b>תרשים 2:</b> סרטוט מפורט של הפתרון תוך התייחסות לרכיבי הפתרון ולקשרים ביניהם.</li> <li>• <b>תרשים 3:</b> סרטוט של הסביבה שבה נמצא הפתרון ותיאור הקשר שבין הפתרון למרכיבי הסביבה האחרים.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>תרשים 1:</b> סרטוט ראשוני של הפתרון.</li> <li>• <b>תרשים 2:</b> תיאור של מערכת קליטת האנרגיה ושל המערכת/רכיב המאפשרת המרת מקור האנרגיה לסוג אחר של אנרגיה וכן סימון הרכיבים העיקריים של כל מערכת בכל אחד מן הסרטוטים.</li> <li>• <b>תרשים 3:</b> תיאור של המערכת המניעה את הפתרון המוצע וכן סימון הרכיבים העיקריים של המערכת.</li> <li>• <b>תרשים 4:</b> תיאור מתקדם של מבנה הפתרון המוצע כולל מיקומן של המערכות ששורטטו בתרשימים 2-3.</li> </ul>