📋 מהנדסים לומדים מטעות: מצנח משתפר – תהליך תכנון הנדסי וחשיבה מתפתחת

כיתה ד' | 🌱 כישורי חיים | 45 דק' | מערך שיעור למורה · לפי מעגל הלמידה

מטרה מרכזית: התלמידים/ות ישוו בין זמני הנחיתה של המצנח בשלושה סבבי שיפור, ינמקו בכתב איזה שינוי יחיד השפיע על זמן הנחיתה ומה למדו מהניסיון הפחות מוצלח, ויעבירו את דרך הפעולה הזאת למצב מחייהם.

מטרות אופרטיביות:

- התלמידים/ות יתכננו ויבצעו שלושה סבבי בדיקה של מצנח, וישנו משתנה אחד בלבד בכל סבב (גודל הכיפה, אורך החוטים או חור באמצע), כפי שמתועד בטבלת התצפיות.
- התלמידים/ות ימדדו בסטופר את זמן הנחיתה, ירשמו אותו בטבלה ויסדרו את שלושת הזמנים מהקצר לארוך.
- התלמידים/ות יסבירו במשפט אחד מה למדו מהסבב הפחות מוצלח ואיך המידע הזה הוביל לשינוי הבא.
- התלמידים/ות יתאימו משפט של חשיבה תקועה למשפט של חשיבה מתפתחת, ויתכננו "שינוי קטן" אחד למצב שעוד לא מצליח להם.

עיגון בתוכנית הלימודים: כישורים לחיים (שפ"י), כיתה ד' – תחום ההתמודדות: התמודדות עם תסכול ועם כישלון, דימוי עצמי ומסוגלות. בשילוב מדע וטכנולוגיה – תהליך תכנון הנדסי (תכנון, בנייה, בדיקה, שיפור) ומיומנות ההשוואה בין ממצאים והסקת מסקנות. בקטעי המקור שסופקו אין ניסוח של הישג או תקן תוכן בנושא זה (הקטעים הם תפריטי ניווט של הפורטל), ולכן לא מובא ציטוט. יש להשלים ציטוט מילולי מתוך תוכנית "כישורים לחיים" של שפ"י לכיתה ד'.

מקור: משרד החינוך, שפ"י – כישורי חיים – https://pop.education.gov.il/tchumey_daat/kishurei-hayim/

ידע קודם: היכרות עם שימוש בסטופר: הפעלה, עצירה וקריאת השניות. · השוואה בין מספרים וסידורם מהקטן לגדול. · ניסיון קודם בעבודה בקבוצה עם תפקידים. · שיחה כיתתית קודמת על רגשות, כולל תסכול.

מושגים: תהליך תכנון הנדסי · משתנה · שיפור · התנגדות האוויר · חשיבה מתפתחת · "עוד לא"

חומרים: כרטיסיית החקר האישית "תחנת המצנח המשתפר" (הדף שכתבה נעמי מועלם): סיפור הפתיחה, טבלת התצפיות, שרטוט המצנח, משימת ההתאמה, שאלות החקר והסיכום · דמויות LEGO (דמות אחת לכל קבוצה, אותה דמות בכל הסבבים) · שקיות ניילון משומשות · חוטים · סרט דביק · מספריים בטיחותיים · סטופר לכל קבוצה · סימון גובה קבוע על הקיר בסרט דביק צבעוני · שלוש כיפות מוכנות מראש בגדלים שונים (לקבוצות שזקוקות לתמיכה) · טבלה כיתתית גדולה על הלוח לזמני כל הקבוצות · כרטיסי מצב לשלב היישום וכרטיס יציאה

בטיחות: רק המורה עומדת על כיסא, או תלמיד/ה על כיסא יציב כשהמורה מחזיקה אותו. מפילים תמיד מאותו גובה מסומן. משתמשים במספריים בטיחותיים בלבד. אין להכניס שקיות ניילון לראש או לפנים.

הלימה: מטרה – פעילות – עדות

מטרה	פעילות	עדות להשגה
תכנון ובדיקה של שלושה סבבים עם משתנה אחד בכל סבב	התנסות: בנייה ושלושה סבבי הפלה, ובכל סבב עמודת "מה שינינו?" בטבלת התצפיות	בטבלת התצפיות מופיע שינוי אחד בלבד בכל שורה; המורה בודקת בסבב בין הקבוצות
מדידת זמן נחיתה, רישום וסידור הזמנים	התנסות: מדידה ורישום; המשגה: הצגת הזמנים בטבלה הכיתתית והשוואה ביניהם	עמודת "זמן נחיתה" מלאה, ושלושת הזמנים מסודרים מהקצר לארוך
הסבר מה נלמד מהניסיון הפחות מוצלח	המשגה: "אני מדגימה – נעשה יחד – עכשיו לבד"; כתיבה בעמודת "מה למדנו?" ובשאלת הסיכום בכרטיסייה	משפט בכרטיסייה ובכרטיס היציאה הקושר בין התוצאה לשינוי הבא
העברה של חשיבה מתפתחת ו"שינוי קטן" למצב אישי	יישום: כרטיסי מצב, משימת ההתאמה (חלק 3 בכרטיסייה) ושאלת חקר 2	התאמה נכונה של זוגות המשפטים, ושינוי קטן אחד המנוסח כפעולה שאפשר לבדוק

מהלך השיעור

1. פתיחת המעגל – איתור ידע קודם **4 דק'**	*איתור ידע קודם ועוררות לנושא: הבדל בין "לא" לבין "עוד לא".* 1. קוראת את סיפור הפתיחה מהכרטיסייה: המצנח של מנחם "נפל כמו אבן". 2. כותבת על הלוח שני משפטים: "אני לא יודע/ת לעשות את זה" ו"אני עוד לא יודע/ת לעשות את זה". 3. שואלת: "מה ההבדל בין שני המשפטים? איך מרגיש מי שאומר כל אחד מהם?" 4. מציגה את השאלה המנחה: "כיצד משפיע שיפור התכנון אחרי כל ניסוי על זמן הנחיתה של המצנח?" **התלמידים:** מקשיבים/ות לסיפור. · משיבים/ות בשיחה כיתתית על ההבדל בין המשפטים. · משתפים/ות בקצרה רגע שבו משהו לא הצליח להם בפעם הראשונה. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "'עוד לא' אומר שבעתיד זה יצליח" ← המורה: "נכון, ומה צריך לקרות בין עכשיו לבין 'אחר כך'?" • תפיסה שגויה: "מי שטועה הוא לא מוכשר" ← המורה: "נבדוק היום אם גם מהנדסים טועים, ומה הם עושים עם הטעות."

2. התנסות **16 דק'**	*התנסות: בניית מצנח, השערה, ושלושה סבבי בדיקה עם שינוי של משתנה אחד בכל סבב – לפני כל הגדרה.* 1. מחלקת לקבוצות של 3 עם תפקידים: בונה, מודד/ת זמן, רושם/ת. 2. מבקשת לכתוב השערה בכרטיסייה: "שערו: כיצד ישפיע גודל הכיפה על זמן הנחיתה?" 3. מפילה בעצמה כל מצנח מהגובה המסומן, או מחזיקה את הכיסא כשתלמיד/ה עומד/ת עליו. 4. אחרי כל סבב שואלת כל קבוצה: "מה קרה? מה תשנו? ואיזה דבר אחד בלבד תשנו?" 5. מזכירה: "קוראים בסטופר את השניות ואת הספרה הראשונה אחרי הנקודה, למשל 2.4." **התלמידים:** כותבים/ות השערה. · בונים/ות מצנח ראשון לדמות ה-LEGO משקית, חוטים וסרט דביק (כ-4 דקות). · מודדים/ות ורושמים/ות את זמן הנחיתה בטבלת התצפיות. · משנים/ות דבר אחד בלבד ובודקים/ות שוב, עד שלושה סבבים, וממלאים/ות בכל סבב את העמודות "מה שינינו?" ו"מה למדנו?". **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "כיפה גדולה יותר – המצנח יורד לאט יותר" ← המורה: "זו השערה. נבדוק אותה ונראה אם המדידה מתאימה לה." • תפיסה שגויה: "נשנה כמה דברים ביחד וזה ישתפר מהר יותר" ← המורה: "אם המצנח השתפר, איך תדעו איזה מהשינויים עזר?" • תפיסה שגויה: "זמן קצר יותר הוא תוצאה טובה יותר" ← המורה: "מה מצנח צריך לעשות לאדם שקופץ ממטוס? אז איזה זמן נרצה – קצר או ארוך?"
3. המשגה **9 דק'**	*המשגה של "תהליך תכנון הנדסי", "משתנה" ו"חשיבה מתפתחת" מתוך הנתונים של הכיתה, בהוראה מפורשת.* 1. רושמת על הלוח את זמני כל הקבוצות בטבלה כיתתית. 2. אני מדגימה: "בקבוצה שלי זמן הנחיתה בסבב 1 היה 1.6 שניות, והמצנח הסתובב. בסבב 2 הגדלנו רק את הכיפה, והזמן עלה ל-2.3 שניות. מה למדתי מסבב 1? שכיפה קטנה פוגשת פחות אוויר. לכן השינוי הבא היה הגדלה." 3. נעשה יחד: בוחרת קבוצה אחת מהלוח, והכיתה מנסחת בעזרת התבנית: "בסבב __ שינינו __, הזמן היה __, ולמדנו ש__." 4. עכשיו לבד: כל קבוצה כותבת משפט כזה על הסבב הפחות מוצלח שלה, בעמודת "מה למדנו?". 5. מגדירה מתוך דברי התלמידים/ות: "משתנה – הדבר שאנחנו משנים כדי לבדוק אם הוא משפיע"; "תהליך תכנון הנדסי – מתכננים, בונים, בודקים ומשפרים, שוב ושוב"; "חשיבה מתפתחת – האמונה שאפשר להשתפר בעזרת מאמץ, ניסיון ולמידה מטעויות". 6. מסבירה: "כיפה גדולה יותר פוגשת יותר אוויר. האוויר דוחף אותה כלפי מעלה ומאט את הנפילה – לזה קוראים התנגדות האוויר." **התלמידים:** משווים/ות בין זמני הקבוצות בטבלה הכיתתית. · מנסחים/ות יחד ואחר כך לבד משפט למידה לפי התבנית. · מסדרים/ות את שלושת הזמנים שלהם מהקצר לארוך. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "הניסיון הכי גרוע לימד אותנו הכי הרבה" ← המורה: "תנו דוגמה מהטבלה שלכם." • תפיסה שגויה: "הקבוצה עם הזמן הארוך ביותר הצליחה, והאחרות נכשלו" ← המורה: "השוו את סבב 1 לסבב 3 של כל קבוצה. מי השתפרה? מה הן עשו?" • תפיסה שגויה: "המצנח נופל לאט כי הוא קל" ← המורה: "הדמות לא השתנתה בין הסבבים. מה כן השתנה, ואיך זה קשור לאוויר?" **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • השוואה: "שתי קבוצות הגדילו את הכיפה. האם שתיהן השתפרו באותה מידה? מה יכול להסביר את ההבדל?" • נימוק: "למה מהנדסים משנים רק דבר אחד בכל פעם?"
4. יישום – ביצועי הבנה **10 דק'**	*ביצוע הבנה בהקשר חדש: העברה של "שינוי אחד ובדיקה" ושל חשיבה מתפתחת למצבים מהחיים.* 1. מחלקת לכל זוג כרטיס מצב, למשל: "נועה מנסה לקלוע לסל בחנ"ג ומחטיאה", "עומר מתבלבל בתרגילי כפל", "מאיה לא מצליחה לצייר פנים בשיעור אומנות". 2. שואלת: "מה הדבר האחד שכדאי לשנות קודם? איך תדעו אם זה עזר?" 3. מפנה למשימת ההתאמה בכרטיסייה (חלק 3: משפט "תקוע" ומשפט של חשיבה מתפתחת) ולשאלת חקר 2. 4. מסתובבת בין הזוגות ושואלת: "האם זה שינוי אחד? אפשר לבדוק אותו?" **התלמידים:** בזוגות: כותבים/ות לכרטיס המצב שינוי אחד ודרך לבדוק אותו. · לבד: מתאימים/ות בכרטיסייה בין זוגות המשפטים. · לבד: עונים/ות על שאלת חקר 2 – מצב מהחיים שלהם ו"השינוי הקטן" הבא שינסו. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "נועה תעמוד קרוב יותר לסל ותבדוק כמה פעמים היא קולעת" ← המורה: "מצוין, שינוי אחד ובדיקה שאפשר למדוד." • תפיסה שגויה: "פשוט להתאמץ יותר" ← המורה: "מאמץ חשוב, אבל מה בדיוק תעשה אחרת? בחר/י פעולה אחת." **שאלות מסדר חשיבה גבוה:** • העברה להקשר חדש: "מה דומה בין שיפור מצנח לבין לימוד רכיבה על אופניים?"

5. סגירת המעגל – הערכה וסיכום **6 דק'**	*סיכום, רפלקציה רגשית והערכה מעצבת.* 1. שואלת: "איך הרגשתם כשהמצנח נפל מהר? מה עזר לכם להמשיך?" 2. מבקשת להשלים בכרטיסייה ביומן הלמידה: "טעות שלמדתי ממנה היום..." ו"הידע שלמדתי היום הוא _____". 3. מחלקת כרטיס יציאה ומקריאה את מדדי ההצלחה. **התלמידים:** משתפים/ות רגש ודרך התמודדות. · כותבים/ות ביומן הלמידה. · ממלאים/ות כרטיס יציאה. **תשובות צפויות:** • תשובה צפויה: "הרגשתי תסכול, אבל כשראיתי שהזמן עלה רציתי להמשיך" ← המורה: "זה בדיוק התהליך: התסכול הוא חלק מהלמידה." **כרטיס יציאה:** המצנח של דנה נחת אחרי 1.2 שניות בלבד. כתבו: מה דנה יכולה ללמוד מהניסיון הזה, איזה דבר אחד כדאי לה לשנות, ולמה רק דבר אחד? • מציין/ת שינוי אחד בלבד (למשל הגדלת הכיפה). • מסביר/ה מה אפשר ללמוד מהתוצאה (הכיפה פוגשת מעט אוויר, המצנח יורד מהר). • מנמק/ת: כשמשנים דבר אחד יודעים מה גרם לשינוי. בפתיחת השיעור הבא המורה מציגה שתי תשובות אנונימיות (אחת עם כמה שינויים ואחת עם שינוי אחד) לדיון כיתתי. תלמידים/ות שהציעו כמה שינויים יחד יעבדו בקבוצה קטנה עם המורה על בחירת משתנה אחד, בעזרת שלוש הכיפות המוכנות. תלמידים/ות שעמדו בכל הקריטריונים יתכננו ניסוי לבדיקת משתנה חדש.

התאמה לשונות

תמיכה	• שלוש כיפות מוכנות בגדלים שונים: הקבוצה רק בוחרת, מחברת ובודקת. • בנק מילים על הלוח: כיפה, חוטים, משתנה, זמן נחיתה, שיפור, "עוד לא". • תבנית משפט כתובה: "בסבב __ שינינו __, הזמן היה __, ולמדנו ש__." • תפקיד אחד מוגדר בקבוצה (מודד/ת זמן) עם כרטיס הוראות בשלושה צעדים.
ליבה	• ביצוע מלא של הכרטיסייה: השערה, שלושה סבבים, טבלה, שרטוט המצנח, משימת ההתאמה ושאלות החקר.
העשרה	• הקבוצה בודקת משתנה נוסף, חור באמצע הכיפה, ומסבירה מה הוא משנה בתנועת המצנח (יציבות, פחות התנדנדות), ולא רק בזמן הנחיתה. • הקבוצה משערת ומנמקת: האם הגדלת הכיפה תמשיך לשפר את הזמן בלי סוף? מה עלול לקרות לכיפה גדולה מאוד (הסתבכות חוטים, התהפכות)?

מחוון

- שינוי של משתנה אחד בלבד בכל סבב, לפי טבלת התצפיות.
- מדידה ורישום מלאים של שלושה זמני נחיתה, וסידור נכון שלהם.
- משפט למידה הקושר בין תוצאת הסבב הפחות מוצלח לבין השינוי הבא.
- העברה: שינוי קטן ובר-בדיקה למצב אישי, והתאמה נכונה של משפטי החשיבה המתפתחת.

רב-תחומיות

- מדע וטכנולוגיה: התלמידים/ות מפעילים/ות את תהליך התכנון ההנדסי ומסבירים/ות את תפקיד התנגדות האוויר בזמן הנחיתה. אפשרות הרחבה: כיפות בגדלים שונים בחיתוך במכונת החיתוך, ומחבר קטן לחוטים במדפסת התלת־ממד.
- מתמטיקה: קריאת זמן בסטופר, השוואה בין מספרים וסידור שלושה זמנים מהקצר לארוך, כדי לקבוע באיזה סבב חל שיפור.

🌱 כישורי חיים · כיתה ד' · כרטיסיית חקר אישית

🪂 מהנדסים לומדים מטעות: מצנח משתפר

🧭 תחנה: תחנת המצנח המשתפר

שם: ..... תאריך: .....

✉️ **שלום תלמידים יקרים!**

המצנח שמנחם בנה לדמות ה-LEGO שלו נפל כמו אבן. "אני לא יודע לבנות מצנחים," אמר וקימט את השקית. עליצה עצרה אותו: "מהנדסים כמעט אף פעם לא מצליחים בפעם הראשונה. הם בודקים מה קרה ומשפרים." בתחנה הצאת תבנו מצנח ותשפרו אותו שלוש פעמים – וכל ניסיון שלא הצליח יהיה רמז לניסיון הבא.

🔎 **אתגר החקר**

כיצד משפיע שיפור התכנון אחרי כל ניסוי על צמן הנחיתה של המצנח?

🎯 מיומנות השיעור: השוואה בין קבוצות ומסקנות · 🧩 הכלי שלנו: טבלת ניסויים חוזרים – כשמשנים רק דבר אחד בכל פעם ורושמים, יודעים בדיוק מה גרם לשיפור; נשתמש בכך בכל ניסוי ובכל פעם שננסה לתקן משהו.

🧰 **הציוד הנדרש**

דמויות LEGO | שקיות ניילון מאוחצרות | חוטים | סרט דביק | מספריים בטיחותיים | סטופר

🪜 **מהלך החקר**

1. **שערו: כיצד ישפיע גודל הכיפה על צמן הנחיתה?**
2. בנו מצנח ראשון ובדקו אותו מהגובה המסומן.
3. מדדו את צמן הנחיתה ורשמו בטבלה.
4. שנו דבר אחד בלבד ובדקו שוב – שלושה סבבים.
5. השוו בין הסבבים וכתבו מה למדתם מהניסיון הכי פחות מוצלח.

📋 **טבלת תצפיות ותיעוד**

סבב	מה שינינו?	צמן נחיתה (שניות)	מה למדנו?

1 רשמו את הסבבים.

סבב	מה שינינו?	צמן נחיתה (שניות)	מה למדנו?

2 שרטטו את המצנח הטוב ביותר שלכם וסמנו את השינוי שעשיתם.

3 התאימו משפט "תקוע" למשפט של חשיבה מתפתחת.

אני לא יודע	טעות עוצרת לי ללמוד
זה קשה מדי	אני עוד לא יודע
טעיתי	זה ייקח קצת זמן ומאמץ

? שאלות חקר וסיכום

1. מה ההבדל בין "אני לא יודע" לבין "אני עוד לא יודע"?

.....

2. באיזה תחום בחיים שלכם תנסו "שינוי קטן" ובדיקה חוצרת?

.....

הידע שלמדתי היום הוא _____

חותמת פיצוח!
אישור המדריכה