

אתגר מס' 3 בתוכנית

שיא- (C) אתגרי מים 100

- לחטיבות הביניים -



י"ז אדר ב' תשפ"ד
27 מרץ 2024

"בונים על המים"

אתגר חקר טכנולוגי לאגירה ולשימור מים במרחב הביתי בזמן חירום

במשימת האתגר השלישית התלמידים יתנסו בפעילות הכוללת תהליך פתרון בעיה טכנולוגית. תהליך זה בנוי מסדרת שלבים, החל מהגדרת בעיה או העלאת צורך, דרך איסוף מידע, והעלאת רעיונות לפתרונות אפשריים. השלבים הבאים בתהליך הם בחירת פתרון המתאים לדרישות ולאילוצים, ותכנון מפורט של הפתרון ובנייה של מתקן פיזי.

תהליך זה מאפשר טיפוח של מיומנויות חשובות: יכולת פתרון בעיות, עבודת צוות, חשיבה ביקורתית ויצירתיות.

במשימה שלפניכם, על התלמידים לתכנן ולבנות מתקן לאגירת מי שתייה, שאפשר יהיה להשתמש בו במקרה של הפסקת מים ממושכת. המתקן יוכל לשמש את התושבים באזור שבו יוצב, עד לחידוש אספקת המים על ידי הרשויות. במהלך עבודתם על התלמידים להתייחס להיבטים שונים, כולל בדיקת איכות המים ושמירה על נראות הסביבה.

מסמך זה כולל את ההנחיות למורים והצעות לניהול הפעילות בהנחייתכם.

מומלץ לבצע את שלבי הפעילויות בקבוצות של 4-5 תלמידים, כאשר כל קבוצה תפתח מתקן שונה על פי הרעיון של חברי הקבוצה והתכנון שלהם.

אתגר הנדסי זה מורכב משני חלקים עיקריים: הצגת הנושא והאתגר, ועבודת התכנון והבנייה בקבוצות. להלן תוכן עניינים אשר מתווה את הפעילות:

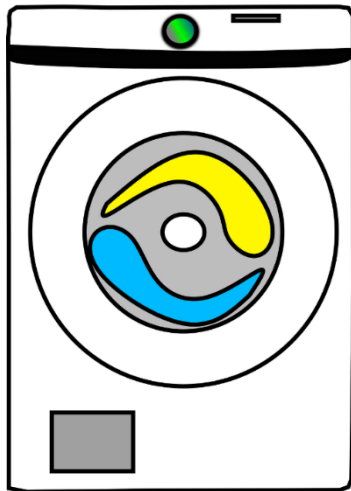
שלב	משך מוצע	תוכן מתאים בדף לתלמיד
1. הצגת הנושא והאתגר		
דיון במליאה	שיעור	א. מים - חשיבות ושימושים
רקע למורה		ב. רקע למורה - איכות המים
דיון במליאה		ג. היערכות למחסור במים
עבודה קבוצתית		ד. רשימת שימושים למים
רקע למורה		ה. הצגת האתגר ומהלך פתרון בעיה טכנולוגית
דיון במליאה		ו. הגדרת הדרישות מהפתרון
2. אפיון הבעיה ומציאת פתרון		
עבודה קבוצתית	שיעור	א. היכרות עם פתרונות עבר לאגירת מים
דיון במליאה	שיעור כפול	ב. השלמת רשימת הדרישות מהפתרון
עבודה קבוצתית		ג. העלאת רעיונות (סיעור מוחות)
עבודה קבוצתית		ד. סינון רעיונות
עבודה קבוצתית	שיעור	ה. הצגת הרעיון שנבחר במליאה
3. בניית המתקן		
הנחיות	שיעור	א. אפיון המתקן ותכנונו
עבודה קבוצתית	הנחייה	ב. בניית המתקן (או הדגם)
עבודה קבוצתית		ג. הערכת המתקן
עבודה קבוצתית		ד. הכנת תוצרים להגשה
4. מקורות מידע נוספים		

בעוד ששלב הצגת הנושא והאתגר יכול להתאים לשיעור כפול, שלב העבודה מתפרש על פני כמה מפגשים. כדאי להקדיש שיעור נפרד להיכרות עם פתרונות קיימים ולעבודת בית בנושא. שיעור כפול נוסף להעלאת רעיונות וסינון רעיונות. השלב השלישי - שלב בניית המתקן מאופיין בעבודה עצמית של הקבוצות. בשלב הזה יש לקיים מפגשי הנחייה. בסיום התהליך הקבוצות יציגו את התוצרים בבית הספר ובאירועי שבוע המדעים והטכנולוגיה.

1. הצגת הנושא והאתגר

זמינות תמידית של מים נתפסת כמובנת מאליה בעיני תלמידים רבים, ובצדק. מרבית הבתים בישראל זוכים כל השנה לאספקה סדירה של מים זורמים באיכות טובה. בפעילות הפתיחה נרצה להציג לתלמידים את הצורך באגירת מים לשעת חירום, מבלי לעורר אצלם פחד מתרחישי קיצון או ממחסור משמעותי במים. חשוב שפעילות הפתיחה תותאם לתלמידים בכל כיתה, בהתאם לגילם, בעיקר במצב הלחימה שבו אנו נמצאים כעת. חשוב להדגיש בפני התלמידים את המוכנות של מדינת ישראל לתרחישי חירום שונים, גם בהיבט של אספקת מים לתושבים.

א. דיון: מים - חשיבות ושימושים



- מומלץ לפתוח בתזכורת לחשיבות המים לקיומם של כל היצורים החיים ולשימושים השונים שאנו עושים במים - בבית, לפעילות פנאי, בתעשייה ובחקלאות.
- האם לכל השימושים האלו דרושים מים באותה איכות?
- אם תהיה לנו רק כמות מוגבלת של מים - מהם השימושים החיוניים ביותר?

ב. איכות המים



מים ראויים לשתיה חייבים להיות באיכות מתאימה, כלומר אסור שיכילו מזהמים. המים בברז שלנו עוברים טיפול מוקדם כדי שיהיו באיכות מתאימה. לא כל מקורות המים מתאימים לשתיה, וגם מים ראויים לשתיה המאוחסנים לזמן ממושך עלולים להזדהם.

חשוב להחליף באופן תדיר מים שמוחזקים לאורך זמן (בערכות חירום לדוגמה), על מנת לשמור על איכותם: לפי הנחיות משרד הבריאות ורשות המים - מי ברז (או מים ממכשירי טיהור וסינון) יש להחליף אחת ל-3 ימים (שבוע אם בקירור), מים מינרלים יש לרענן לפי תאריך התפוגה.

מומלץ לקרוא את הכתבה [על טהרת המים](#) באתר מכון דוידסון, ובכיתה - לדון באופן כללי בסוגי המזהמים שעלולים לפגוע באיכות המים. ניתן לעיין גם [במילון מונחים בנושא איכות מים](#) באתר משרד הבריאות.

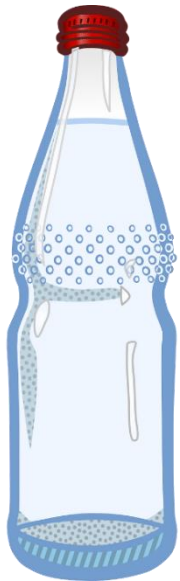
באיכות המים ביישוב שלי יש נתוני בדיקות על גורמים עיקריים לפי יישוב ונקודת דיגום של משרד הבריאות. אפשר להציע לתלמידים לבדוק את איכות המים באזור שבו הם גרים.

ג. דיון: היערכות למחסור במים

נציג גורמים אפשריים לפגיעה באספקת המים הסדירה לבתים. יש להתאים את הדיון למוכנות הרגשית שלהם, ואין להיכנס לפירוט לא נחוץ של תרחישים. מספיק לומר שאספקת מים סדירה תלויה בתקינות של מערכות הולכה (צינורות ומשאבות) ומתקני טיפול במים. פגיעה במערכות הללו תגרום למחסור זמני.

גורמים אפשריים למחסור זמני במים כוללים-

- תקלה טכנית או הפסקה יזומה לצורך תחזוקה
- אסונות טבע: רעידת אדמה, שיטפונות או צונאמי
- פגיעה של גורמים עוינים: מלחמה, אירוע טרור, מתקפת סייבר



הפגיעה באספקת המים יכולה להיות במערכת הובלת המים, כך שמים לא יגיעו כלל לבתים, או באיכות המים בצנרת. פגיעה באספקת המים עלולה להיגרם גם בעקיפין, כתוצאה מהפסקת חשמל נרחבת וארוכה. חשוב להדגיש שמדינת ישראל ערוכה למצבי חירום שונים, בהם גם מצב של פגיעה באספקת המים. בכל עיר ובכל יישוב ישנם מאגרי מים, המיועדים לאספקת מים במקרה של מחסור. חוסן המים של ישראל נשען על כך שאין תלות במקור אחד בלבד למים: בישראל חמישה מתקני התפלה, מאות רבות של מתקני שאיבה מבארות מים, וכמובן - מאגרי מים (ובראשם - אגם כינרת). תאגידי המים המקומיים ערוכים לספק לתושבים מים בנקודות חלוקה, אולם גם ההתארגנות לכך עשויה לקחת זמן.

רתימת התלמידים לתהליך של פתרון הבעיה עשויה להקל על החשש ואף לתרום לחוסן האישי.

- נבקש מהתלמידים להציע במליאה:
 - איך יכולות הרשויות להיערך למצב של פגיעה באספקת המים?
 - איך יכולים התושבים להיערך לכך?
- נציג את המידע על היערכות למקרה של פגיעה באספקת המים. מידע זה מונגש בצורה מתומצתת וברורה בכרזה [מידע למשפחה על מוכנות אזרחית](#), ומומלץ להקרין אותו בכיתה. (מידע מפורט מצוי גם [באתר רשות המים](#) ובאתרים של תאגידי המים).

ההיערכות שלנו התושבים כוללת יישום של ההמלצות של רשות המים: להחזיק בבית ערכת מים והיגינה לחירום, הכוללת 12 ליטר לנפש (4 ליטר מים לנפש ליממה, למשך שלוש יממות). את המים בערכת החירום חשוב להחליף באופן תדיר, כפי שצוין לעיל. המים שיש להכין לשעת חירום מיועדים לשמש כמים לשתיה ולבישול.

ד. עבודה עצמית (או בקבוצות) - רשימת שימושים למים

ערכו עם התלמידים רשימה של שימושים למים בשעת חירום, כאשר מלאי המים מוגבל. דרגו את השימושים לפי סדר חשיבותם. בנוסף, כדאי לציין האם השימוש מחייב מים באיכות של מי שתייה. בדפי התלמיד ישנה טבלה לשימושים למים בשעת מחסור. נביא כאן הצעה לטבלה מלאה:



האם השימוש מחייב מים באיכות של מי שתייה	כמות המים הדרושה ליממה אחת	דירוג שימושי המים לפי סדר חשיבותם.
איכות שתייה	4 ליטרים לאדם	1. שתייה ובישול (רצוי בישול שלא מאדה את המים)
	בהתאם לצורך	2. צרכים רפואיים
איכות שתייה	1.5 ליטרים לכלב במשקל 20 קילו לדוגמה	3. שתייה לבעלי חיים
איכות שתייה	$\frac{1}{3}$ ליטר לאדם	4. היגיינה בסיסית (שטיפת ידיים, צחצוח שיניים ועוד. לא מקלחות)
איכות שתייה	3 ליטרים אחד למשפחה (קערת השרייה ובקבוק שטיפה)	5. שטיפה של כלי אוכל
המים לא חייבים להיות ראויים לשתיה, אבל כדאי שיהיו נקיים	5-10 ליטרים לאדם, לא כל יום	6. שטיפה של הגוף (מקלחת דלי)
	10-20 ליטרים לחמש נפשות, כביסה ביד	7. כביסה של לבוש חיוני
	30-50 ליטרים לאדם	8. מקלחות
	30-50 ליטרים למכונת כביסה	9. כביסה וניקיון
אין להשתמש במי בויב		10. השקיה של צמחים

כאשר נותנים משוב לטבלה שהתלמידים מכינים יש להתייחס לנקודות הבאות:
האם סדר הקדימויות שהתלמידים הציעו תואם את החיוניות של השימוש?
כאשר מתייחסים לשימוש מסוים (כמו ניקיון), האם התלמידים הפרידו בין דרגות והיקפים שונים של שימוש לפי חיוניות? (כמודגם בטבלה המוצעת)?
האם כמויות המים שהם ציינו סבירות? איך הם העריכו את הכמויות? שימו לב שבטבלה יש התייחסות לכלי קיבול (כמו דלי) אשר משתמשים בהם.

ה. האתגר ומהלך פתרון בעיה טכנולוגית

ראינו כי כמות המים שעל כל משפחה להכין לשעת חירום תספיק לשלושה ימים, ורק לשתייה ולבישול. מדובר על אחזקת כמות של 12 ליטר לנפש, כך שמומלץ למשפחה בת 5 נפשות להחזיק כמות של $60 = 12 \times 5$ ליטר, וכן הלאה.

אחת הדרכים להיערך לחירום היא להקים מתקן מקומי לאגירת מים, שיוכל לשמש בשעת הצורך כמה משפחות.

הבעיה לפיצוח היא: כיצד ניתן להבטיח מי שתייה בשעת חירום, כאשר אין אספקה מרכזית של מים?

האתגר: לתכנן מתקן לאגירת 1,000 ליטר מים הראויים לשתייה, שיהיו זמינים לשימוש בשעת חירום. המתקן מיועד לספק מי שתייה לכמה משפחות.

1,000 ליטר הם 1 מטר מעוקב (1קוב או 1מ"ק או 1m^3). ניתן להתרשם מהממדים היחסיים של מטר מעוקב אחד בתמונה הבאה (ומתמונות דומות מרחבי הרשת):



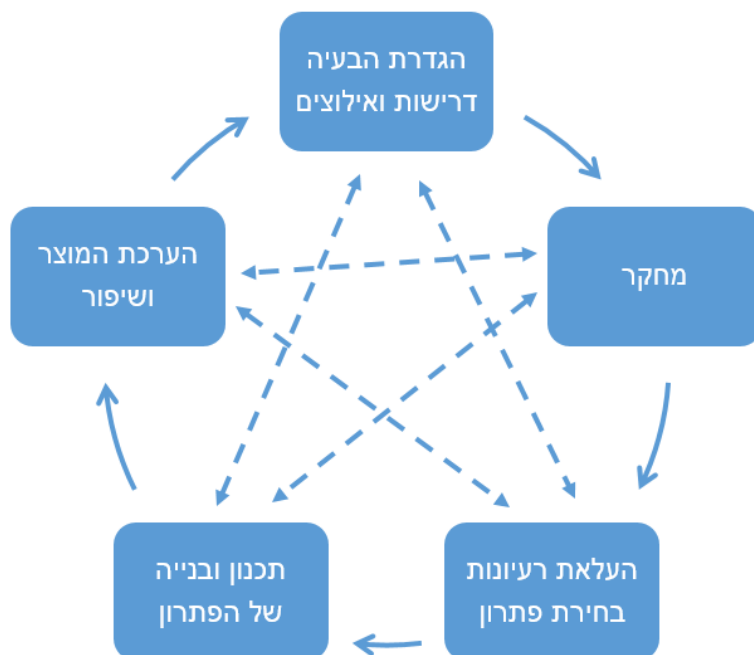
לחצו כאן לקישור לתמונה.

מקור התמונה - Ivtorov, CC BY-SA 4.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>>, via Wikimedia Commons

Commons

איך פותרים בעיה טכנולוגית?

- האתגר שלנו הוא בעיה טכנולוגית, כלומר, בעיה שניתן לפתור בעזרת מתקן טכנולוגי. לרוב, לבעיה טכנולוגית יש כמה פתרונות אפשריים, ונרצה לבחור פתרון שעונה על היבטים שחשובים לנו ומתאים ליכולות ולאילוצים שלנו.
- להלן השלבים העיקריים של תהליך פתרון בעיות טכנולוגיות:
 - ✓ הגדרה של הבעיה הטכנולוגית ושל הדרישות והאילוצים (כמות ואיכות).
 - ✓ מחקר לאיסוף מידע על מאפייני הבעיה ועל פתרונות קיימים.
 - ✓ העלאת רעיונות אפשריים לפתרון ובחירת הפתרון המתאים שבו נתמקד.
 - ✓ תכנון הפתרון ובנייה של מתקן פעיל בגודל מלא או מוקטן, או של דגם המייצג את מאפייני המתקן והנראות שלו.
 - ✓ בדיקת המתקן ושיפורו בהתאם לתוצאות הבדיקה.
 - ✓ הצגת המתקן הסופי והתהליך - לשם כך יש לזכור לתעד את כל השלבים!
- נדגיש כי במקרים רבים תהליך פתרון הבעיה אינו מתנהל בצורה לינארית, על פי הסדר שבו רשומים השלבים. תהליך פתרון הבעיה עשוי להתנהל בצורה גמישה, תוך קפיצה בין השלבים, במיוחד כאשר עולים רעיונות חדשים או אתגרים לא צפויים.

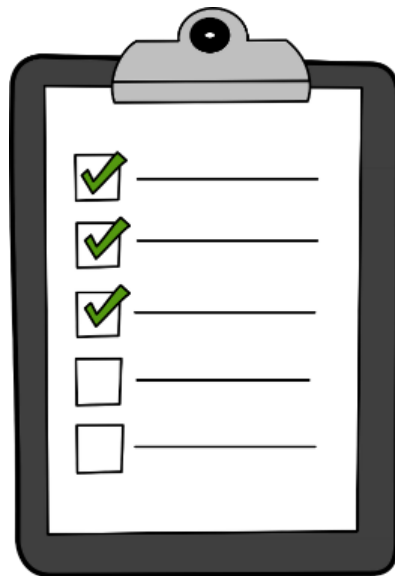


[לחצו על הקישור](#)
[לקבלת האיור](#)
[כשקופית](#)

1. דיון: הגדרת הדרישות מהפתרון

הדרישות שנגדיר יכוונו בהמשך את בחירת הפתרון ואת התכנון והבנייה שלו. בנוסף, לאחר שנסיים לבנות את המתקן (מודל או אב טיפוס), נרצה לוודא שהוא עונה על הדרישות שהגדרנו.

- נציג שוב את האתגר: תכנון ובנייה של מתקן לאגירת 1,000 ליטר מים הראויים לשתייה, שיהיו זמינים לשימוש של כמה משפחות בשעת חירום.
- נסביר כי דרישות הן תכונות חשובות ומאפיינים חשובים של הפתרון (המתקן הסופי).
- נבקש מהתלמידים להציע במליאה:
 - אילו תכונות או מאפיינים צריכים להיות למתקן לאגירת המים לפי הגדרת האתגר? (יש דרישה לגודל המתקן – יכול להכיל 1,000 ליטר מים, ולאיכות המים במתקן – מים לשתייה).
 - אילו תכונות או מאפיינים נוספים חשוב שיהיו למתקן?
- נרשום במסמך שיתופי את הדרישות שיציעו התלמידים, מבלי להתייחס אליהן בשלב זה. לאחר שהתלמידים ישלימו פעילות להיכרות עם פתרונות עתיקים לאגירת מים נחזור להשלים את רשימת הדרישות.



2. אפיון הבעיה ומציאת פתרון

א. עבודה בקבוצות - היכרות עם פתרונות עבר לאגירת מים

- נסביר לתלמידים מדוע חשוב להכיר פתרונות קיימים לבעיה שעומדת לפנינו: כדי שנוכל להגדיר דרישות בצורה מושכלת, חשוב שנרחיב את הידע שלנו בנושא שבו אנו עוסקים. אחת הדרכים לעשות זאת היא להכיר פתרונות קיימים לבעיה שעומדת לפנינו, בהווה ובעבר. ננסה להבין כיצד כל פתרון עונה על הבעיה, מה המאפיינים שלו ומה היתרונות והחסרונות שלו. כך נוכל לדייק את רשימת הדרישות שלנו, ובהמשך גם להציע פתרון חדשני שעדיין לא קיים.
- **פעילות בקבוצות:** כל קבוצה תקבל הפניה למקורות מידע העוסקים בפתרון קיים לאגירת מים, בעבר או בהווה מהרשימה הבאה (תוכלו להפנות למקורות נוספים).

מתקנים לאגירת מים בעבר:

- [באר מים](#) כתבה על חשיפת באר עתיקה ברמת החיל
- [בור מים](#) באתר אאוריקה
- [הבאר "מצאנו מים"](#) בראשון לציון בוויקיפדיה בעברית
- [באר בורין](#), באר מים עתיקה בוויקיפדיה בעברית
- [פיר וורו](#), מערכת מים עתיקה בירושלים באתר עיר דוד
- [הבור הסודי שהתגלה במדבר יהודה](#), כאן 11

מתקנים מודרניים לאגירת מים:

- [מאגרי מים בגולן](#) בוויקיפדיה בעברית, [מאגר בר - און](#) באתר קק"ל
- [מאגרי מים בעמק חפר](#) באתר אגודת עמק חפר
- [מגדל מים](#) מאתר וויקיפדיה בעברית. כדאי להציע לתלמידים לנסות לתרגם את הגרסה האנגלית של הערך או לפחות לעיין בגרסה הזו על מנת להתרשם מהתפוצה העולמית של פתרון האחסון הזה.

• **המשימה בקבוצות:** על התלמידים לקרוא את המידע, לענות על שלוש השאלות המודגשות, ולנסות לתאר בקצרה לפחות חמישה מאפיינים של המתקן המתואר:

○ **מהו המתקן לאגירת מים?** (על התלמידים להתייחס לפחות לחמש מהשאלות)

- האם הוא נמצא כיום בשימוש?
- מאילו חומרים עשוי המתקן?
- מה גודלו? כמה מים הוא יכול להכיל?
- היכן הוא ממוקם?
- האם המים בו מתאימים לשתיה?
- כיצד לדעתכם בנו אותו?
- כיצד לוקחים ממנו מים בעת הצורך?
- כיצד המתקן שומר על איכות המים?
- כיצד שומרים על ניקיון המתקן ותקינותו?
- האם הוא תורם לנראות של הסביבה?
- האם הוא מהווה סכנה לבני אדם או לבעלי חיים?

○ **מהם היתרונות העיקריים של המתקן?**

○ **מהם החסרונות העיקריים של המתקן?**

• בסיום הפעילות, כל קבוצה תוכל להציג במליאה את המתקן שחקרה. אפשר לרכז את המידע בקובץ שיתופי ולתלות את דפי הפעילות עם התשובות על קיר בכיתה.

• **בקהילה יש הון מדעי והנדסי רב.** כדאי לתת לתלמידים מטלה שבה יראיינו קרובי משפחה מבוגרים בקשר לתקופות ולמקומות שבהם הם חיו בסביבה שבה לא היו מי שתייה זמינים בברזים. היכן המים היו נאגרים? מהיכן הגיעו המים למאגרים? כיצד הובילו את המים לצריכה? מה שמר על איכות המים במאגר? האם הייתה הגבלה על הצריכה של המים?

ב. דיון: השלמת הגדרת הדרישות מהפתרון

• נחזור כעת לרשימת הדרישות מהפתרון שלנו. נבקש מהתלמידים להעלות דרישות נוספות, תוך שהם נעזרים במידע על המאפיינים של פתרונות קיימים.

• בדיון מומלץ לכוון את התלמידים בעזרת שאלות, כך שיתייחסו להיבטים הבאים:

- גודל המתקן, החומרים שמהם הוא עשוי, היכן ניתן למקם אותו, הדרך שבה הוא ישפיע על הסביבה. התייחסות לשמירה על איכות המים – רק בקבוצות של תלמידים מתקדמים.
- תהליך הבנייה של המתקן.
- תחזוקת המתקן: מילוי המים, ריענון המים, תחזוקה שוטפת של המתקן.
- השימוש במתקן בשעת חירום כאשר יהיה צורך במים: דרך השימוש בו, בטיחות השימוש, איכות המים.

- נוסף לרשימה בקובץ השיתופי את הדרישות הנוספות שיציעו התלמידים.
- נסמן בעזרת התלמידים: אילו דרישות הן חיוניות או חשובות מאוד? אילו דרישות הן חשובות פחות?

רשימה מינימלית של דרישות שכדאי שיכללו ברשימה:

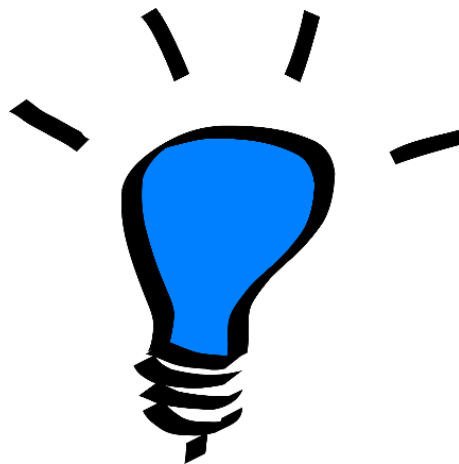
- גודל המתקן מתאים ל-1,000 ליטר מים
- המתקן עשוי מחומר שמתאים לאגירת מים
- המים במתקן צריכים להיות כל הזמן באיכות ראויה לשתייה
- קל למלא את המתקן במים
- קל לתחזק את המתקן (לנקות, לבדוק את איכות המים, להחליף מים)
- קל לצרוך מהמתקן מים בשעת הצורך
- למתקן השפעה מיטיבה על הסביבה
- המתקן לא מהווה סכנה בטיחותית לבני אדם או לבעלי חיים בשום שלב

אילוצים

אילוצים הם הקשיים והמגבלות שעומדים בפנינו בדרך למימוש הפתרון. הם כוללים, למשל, את הזמן שעומד לרשותנו, התקציב, ידע טכנולוגי נדרש, זמינות של חומרים וציוד, וכמובן היבטי בטיחות. בשלב זה אין צורך לדון באילוצים. נחזור אליהם בשלב בחירת הרעיון המתאים.

העלאת רעיונות ובחירת רעיון מתאים

מציאת פתרון מוצלח וחדשני מתבצעת לרוב בשני שלבים: בשלב הראשון מעלים מגוון של רעיונות, לרוב בתהליך של חשיבה קבוצתית (סיעור מוחות). בשלב השני משווים בין הרעיונות ובוחרים מתוכם את הרעיון המתאים ביותר לדרישות ולאילוצים שלנו.



ג. עבודה בקבוצות - שלב העלאת הרעיונות

- בשלב זה כל קבוצה תרשום בקובץ או על נייר גדול כמה שיותר רעיונות לפתרון הבעיה. חשוב שכל חברי הקבוצה יעלו רעיונות בכמה סבבים, כך שיוכלו להתבסס על רעיונות קודמים שעלו.
- רצוי להיעזר במידע על מתקנים קיימים לאגירת מים (היעזרו ברשימת המקורות שבסוף המסמך).
- רושמים כל רעיון שעולה, מבלי לשפוט או לבקר אותו. יש להתייחס בכבוד לכל תלמיד/ה שמעלים רעיון בקבוצה. לעיתים דווקא רעיונות שנראים בלתי אפשריים הם אלו שמובילים לפתרון המתאים.
- מכיוון שהפתרון הרצוי הוא מורכב יחסית, אפשר להעלות בכל סבב רעיונות המתייחסים לאחד ההיבטים של הפתרון, למשל: היכן למקם את המתקן? איך הוא יוכל להשתלב בסביבה? איך ימלאו בו מים? איך ייקחו ממנו מים? ממה הוא יהיה עשוי? וכדומה.

ד. עבודה בקבוצות - שלב סינון הרעיונות ובחירת הרעיון המתאים

ערכו דיון מקדים בכיתה:

- כיצד לקבל החלטה מושכלת. אפשר לשאול את התלמידים: האם כל הרעיונות שרשמתם נראים לכם מתאימים? כיצד נוכל לדעת איזה רעיון הוא הטוב ביותר? איך נוכל להשוות בין הרעיונות? מה יהיו הקריטריונים להשוואה?
- יש להוביל את התלמידים להבנה שהדרישות מהמתקן והאילוצים הם הקריטריונים שבאמצעותם יש להשוות בין הרעיונות.
- הציגו את הדרישות ההכרחיות (גודל המתקן ואיכות המים) ואת הדרישות הנוספות שהכנתם מוקדם יותר.
- התייחסו גם לאילוצים (תקציב, זמן, זמינות חומרים, בטיחות).

עבודה בקבוצות

- כעת כל קבוצה תבחר 6-8 רעיונות שהם מעדיפים מהרשימה שהכינו בשלב הקודם: רעיונות שלדעתם הם חדשניים או יצירתיים וגם עונים על כמה שיותר דרישות ומתאימים לאילוצים. במידת הצורך התלמידים יוכלו לחזור בהמשך לרשימה הראשונית ולקחת ממנה רעיונות נוספים. על התלמידים לרשום לגבי כל רעיון שבחרו:
 - על אילו מהדרישות הוא עונה? על אילו הוא אינו עונה?
 - האם ניתן ליישם אותו? אילו קשיים יכולים להיות ביישום?
 - מה החידוש ברעיון? (משהו מיוחד שלא נמצא במתקנים המוכרים להם)
- רעיונות שאינם עונים על הדרישות ההכרחיות או אינם ניתנים ליישום יש למחוק (או להציע דרך לתקן אותם).

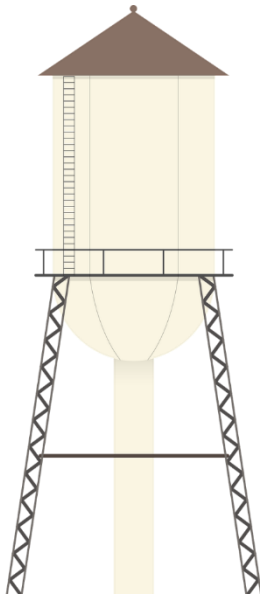
- כעת, על חברי הקבוצה לנסות להגיע להסכמה איזה מהרעיונות הוא המתאים ביותר מבחינתם כפתרון לבעיה. הפתרון שייבחר יכול גם לשלב היבטים מרעיונות שונים (למשל מיקום מרעיון אחד, דרך מילוי מרעיון אחר וכו').
- הדגישו כי אין פתרון נכון יחיד, אפשר לפתור את הבעיה בדרכים שונות, וסביר להניח שכל קבוצה תבחר פתרון שונה.

ה. הצגת הרעיונות שנבחרו

בסיום שלב זה על כל קבוצה להציג למורה (או במליאה) תיאור של הפתרון שבחרה, ולהסביר על אילו דרישות הוא עונה וכיצד ומה לדעתם החידוש בו. אין לדרוש שהפתרונות יתנו מענה טוב לכל הדרישות במידה שווה. טבעי בהחלט שפתרון ייתן מענה טוב לדרישות מסוימות ומענה פחות טוב לדרישות אחרות.

3. בניית המתקן

א. אפיון המתקן ותכנונו



בשלב זה יש להפוך את הרעיון שנבחר, שהוא לרוב רעיון כללי, לתיאור מפורט של מתקן: תיאור הכולל התייחסות לכמה שיותר מאפיינים והיבטים של המתקן הסופי. תכנון מתקן הוא תהליך מורכב, ולכן מומלץ להציג לתלמידים את שלבי התכנון בצורה מדורגת, תוך הנחיה ודיונים בהתאם לצורך.

להלן שלבים מומלצים לאפיון המתקן ולתכנונו:

- **הגדרת המוצר:** המתקן אותו יש לאפיין הוא מתקן לאגירת 1,000 ליטרים של מי שתייה. זהו מתקן גדול יחסית, והוא גם מורכב לבנייה מבחינה טכנית. לכן נוכל לאפיין את המתקן באופן כללי, ולאחר מכן לתכנן ולבנות דגם מוקטן פועל או שאינו פעיל (לא זורמים בו מים), אך הוא מראה ומייצג כמה שיותר מאפיינים של המתקן הרצוי.
- **הגדרה של כל תפקודי המתקן:** רשימה של כל הפעולות שיש לבצע במתקן כאשר יהיה מוכן, למשל: למלא בו מים, לבדוק את איכות המים, לטפל במים או להחליף אותם על פי הצורך, לקחת מים בשעת חירום וכו'.
- **התאמת המתקן למשתמשים:** יש להגדיר כיצד יבוצעו כל אחד מהתפקודים בצורה הנוחה והיעילה ביותר.
- **הגדרות בטיחות:** אילו בעיות בטיחות עלולות להיות, גם כאשר המתקן עומד בסביבה וגם בזמן השימוש בו? כיצד ניתן לוודא שהמתקן יהיה בטיחותי?
- **עיצוב המתקן:** כיצד ייראה המבנה החיצוני של המתקן? יש לקחת בחשבון את המיקום שבו המתקן יעמוד וכיצד הוא יתרום מבחינת הנראות לסביבה שלו. בשלב זה יש להכין איור של המתקן, אפשר על רקע הסביבה.
- **תיאור מבנה המתקן:** יש לפרט את כל החלקים של המתקן ואת החומרים שמהם ניתן לבנות כל חלק. יש לציין אם נדרש חיבור למערכות מרכזיות (מים, חשמל) כדי למלא אותו ולתחזק אותו, ולפרט את מידות המתקן. גם כאן מומלץ להיעזר באיור.
- הנחו את התלמידים לשרטט את כל הסקיצות הראשוניות של דגם המתקן בעיפרון על דף. את הסקיצה הסופית אפשר לצייר באמצעות [CANVA/Auto DRAW](#) או כלי דיגיטלי אחר.
- סרטוט המתקן ורכיביו הוא הזדמנות יישום של חשיבה מתמטית וגיאומטרית: יחידות אורך ונפח, צורות הנדסיות וקנה מידה. התלמידים צריכים לספק סרטוט של חלקי המערכת. עליהם לרשום מידות של מכלים (כמו אורכים, נפח וגובה מעל הרצפה).

ג. עבודה בקבוצות - בניית המתקן (פעיל או דגם מוקטן)

גם את עבודת הבנייה עצמה יש לתכנן. כדאי לשקף לתלמידים את החשיבות של הכנת תוכנית עבודה טרם בניית הדגם. התכנון מסייע להתמקד בסדר הפעולות שיש לעשות ובחשיבותן.

הנחו את התלמידים לעבוד לפי השלבים הבאים:

- כתבו בטבלה את כל שלבי בניית המתקן: איסוף החומרים, בנייה של חלקים או רכיבים שלו, הקמה במיקום שנבחר וכו'.
 - לגבי כל אחד השלבים שהגדרתם, כתבו בטבלה את הכלים והחומרים הנדרשים, הזמן הנדרש לביצוע וחלוקת תפקידים.
 - מומלץ לארגן את הטבלה לפי סדר שלבי הבנייה.
 - מומלץ להכין את הטבלה בקובץ שיתופי, שישמש את כל חברי הקבוצה.
- טבלה לדוגמה:

תיאור השלב	כלים	חומרים	זמן נדרש	מי מבצע?

- הכינו רשימה של כל החומרים והכלים הנדרשים. ציינו ברשימה כמויות מדויקות של כלים וחומרים. ודאו שתוכלו להשיג את כל מה שנדרש. אם לא, חשבו על חלופות מתאימות.
- ארגנו סביבת עבודה מתאימה
- בנו את המתקן בהתאם לשלבי מהלך הבנייה שכתבתם בטבלה. היעזרו בסרטוט הסופי של המתקן.
- הקפידו על כללי בטיחות בכל שלבי העבודה.

ד. עבודה בקבוצות - הערכת המתקן

הנחו את התלמידים להעריך את המתקן שבנו, על פי השלבים הבאים:

- בדקו באיזו מידה המתקן שלכם מתאים לתכנון שלכם ולדרישות מהפתרון.
- בדקו אם הוא מייצג וממחיש את כל המאפיינים העיקריים של המתקן הרצוי.
- שפרו את המתקן במידת הצורך עד לקבלת מתקן סופי.

ה. עבודה בקבוצות - תוצרים להגשה

צרפו [בקישור הבא](#) את התוצרים הבאים:

א. כרזה המתארת את התהליך ההנדסי בפיתוח המתקן לאגירת מים. יש להגיש את הכרזה על פי התבנית המופיעה [בקישור](#).

<p>שם המתקן ותיאורו (סמך כותרת רלבנטית ומעוררת סקרנות)</p> <p>שמות התלמידים: _____ שם ביה"ס: _____ שם היישוב: _____ שם המורה: _____</p>		<p>מסדר הירוק המרכז הלאומי למערכת מים מכון המחקר הלאומי למים</p>
<p>הצגת תרשים או תמונה של המתקן.</p> <p>כולל פירוט חלקי המוצר ותפקידם. רצוי להתייחס למידות החלקים והחומרים מהם מורכב כל חלק.</p>	<p>הפתרון הנבחר ועיקרון פעולתו</p> <p>הצגת הפתרון הנבחר ותיאור עיקרון הפעולה שלו על בסיס עקרונות מדעיים.</p> <p>הצגת הידע המדעי, כולל הסבר מדעי של תפקוד המוצר, אופן פעולתו ובחירת החומרים בהתאמה לדרישות ולאילוצים.</p>	<p>הבעיה</p> <p>הצגת הבעיה בשניים-שלושה משפטים</p> <p>הצורך</p> <p>הצגת המורך בשניים-שלושה משפטים</p> <p>דרישות הכרחיות ומגבלות</p> <p>הציגו במקורות 6 דרישות הכרחיות מהפתרון ומגבלות עיקריות שיש לקחת בחשבון.</p> <p>דרישות רצויות</p> <p>הציגו עוד 3 דרישות רצויות מן המוצר הדרישות תוצגנה בבקורות.</p>
<p>מקורות מידע</p> <p>רישום 3 מקורות מידע אימיים. רישום מקורות המידע יעשה באופן מקוצר</p>	<p>רעיונות והצעות לשכלול המוצר בעתיד</p> <p>הצעות להמשך הפרויקט או הרחבתו בעקבות תהליך הערכת המוצר.</p>	

ב. תיעוד תהליך הלמידה

התיעוד יוגש בפורמט של **מצגת**, הכוללת דף שער עם תמונת הקבוצה ושמות התלמידים החברים בה, שם בית הספר ושם המתקן. ניתן להוסיף קישור לסרט וידאו שמדגים את המתקן.

התיעוד כולל את פריטי ההערכה הבאים:

1. תמונה/מסמך עם מפת הרעיונות (שלב סיעור מוחות) וטבלת סיכום, עם התייחסות להחלטה על איזה רעיון לעבוד.
2. שתי תמונות שונות מעבודת הצוותים.
3. סרטוט הכולל פירוט הרכיבים והמידות.
4. הסבר על מנגנון הפעולה - בהתאם למפורט בהנחיות.
5. שתי תמונות מזוויות שונות של דגם המתקן שבניתם.

4. מקורות מידע

איכות מים:

- [מילון מונחים בנושא איכות מים](#), משרד הבריאות
- [הבטחת איכות מי השתיה](#), מידע באתר משרד הבריאות
- [רשימת הגורמים הנבדקים במי השתייה בישראל](#), כולל חיפוש לפי גורם נבדק והסבר עליו, משרד הבריאות
- [איכות המים ביישוב שלי](#), נתוני בדיקות על גורמים עיקריים לפי יישוב ונקודת דיגום, משרד הבריאות
- [על טהרת המים](#), באתר מכון דוידסון

היערכות למחסור במים:

- [ציוד לשעת חירום](#), פיקוד העורף

מתקנים לאגירת מים בעבר:

- [באר מים](#) כתבה על חשיפת באר עתיקה ברמת החיל
- [בור מים](#) באתר אאוריקה
- [הבאר "מצאנו מים"](#) בראשון לציון בוויקיפדיה בעברית
- [באר בורני](#), באר מים עתיקה בוויקיפדיה בעברית
- [פיר וורו](#), מערכת מים עתיקה בירושלים באתר עיר דוד
- [הבור הסודי שהתגלה במדבר יהודה](#), כאן 11
- [חידושים בחקר מפעלי מים קדומים](#), מאת צביקה צוק, רשות הטבע והגנים (מידע למורים)

מתקנים מודרניים לאגירת מים:

- [מאגרי מים בגולן](#) בוויקיפדיה בעברית, [מאגר בר - און](#) באתר קק"ל
- [מאגרי מים בעמק חפר](#) באתר אגודת עמק חפר
- [מגדל מים](#) מאתר וויקיפדיה בעברית. כדאי להציע לתלמידים לנסות לתרגם את הגרסה האנגלית של הערך או לפחות לעיין בגרסה הזו על מנת להתרשם מהתפוצה העולמית של פתרון האחסון הזה. הגרסה האנגלית של הערך מכילה תמונות שיכולות לתת השראה לפתרונות האגירה של התלמידים.

