

ברירה להצלת צפרדעים

תכנון ובנייה של בריכת נוי



יחידת לימוד בהנדסה גיאוטכנית

גיאולוגיה

יחידה לתלמידי כיתות ד'-ו'



הקדמה

יחידה זו היא אחת מעשר יחידות לימוד, שפותחו עבור בתי ספר יסודיים במסגרת הפרויקט ENGINEER, שבתמיכת האיחוד האירופי. מטרת הפרויקט לתמוך בהוראת מדעים וטכנולוגיה באמצעות מגוון רחב של משימות אתגר מתחומי הנדסה שונים. פיתוח היחידות התבסס על המודל המוצלח של למידת חקר, שהתווה מוזיאון המדע של בוסטון בפרויקט *Engineering is Elementary*. כל יחידת לימוד עוסקת בתחום מדעי והנדסי שונה, תוך שימוש בחומרים זמינים וזולים, במטרה לקדם את החקירה המדעית של התלמידים ואת ההתנסות שלהם עם תהליך התיכון ההנדסי, כדרך לפתרון בעיות בהנדסה. היחידות פותחו מתוך כוונה לפנות לקשת רחבה של תלמידים, לקרוא תגר על הֶטֶפְסִים (סטריאוטיפים) הנוגעים להנדסה ולמהנדסים, ובכך לעודד מעורבות של בנים ובנות כאחד בתחומי מדע וטכנולוגיה.

הגישה הפדגוגית שלנו

במרכז של כל יחידת לימוד מצוי תהליך התיכון ההנדסי: לשאול שאלות ולאסוף מידע; להעלות רעיונות; לתכנן; לבנות; להעריך ולשפר. שימת דגש על תהליך זה מסייעת למורים לטפח סקרנות ויצירתיות אצל התלמידים, ומקנה לתלמידים מרחב לפיתוח מיומנויות משלהם לפתרון בעיות, לרבות בחינת חלופות אפשריות, ניתוח תוצאות והערכת הפתרונות שהם מגבשים. המטלות והאתגרים תוכננו בצורה פתוחה ככל האפשר, תוך הימנעות מקביעת "תשובות נכונות". מפתחי היחידות השתדלו במיוחד להימנע מתחרותיות, שעלולה ליצור ניכור אצל חלק מהתלמידים, תוך שמירה על המוטיבציה של הרצון לפתור בעיות. אחת המטרות החשובות של כל היחידות היא לעודד עבודת צוות, המבוססת על שיתוף פעולה, על מנת לאפשר ביטוי של מגוון דעות ורעיונות של התלמידים. התלמידים נדרשים לדון ברעיונותיהם במהלך הבחינה והחקירה של כל בעיה, להבין יחד מה עליהם לדעת ולחלוק את ממצאיהם, לבחור פתרון מועדף, לתכנן ולבנות אותו ולאחר מכן לבחון אותו ולהעלות הצעות לשיפור.

מבנה היחידות

כל יחידת לימוד מתחילה בשיעור הכנה העוסק בנושא ההנדסה באופן כללי, המשותף לכל עשר היחידות. למורים הבוחרים להעביר יותר מיחידה אחת מומלץ לפתוח בשיעור הזה בפעם הראשונה, שהם מעבירים את היחידות, ולהתחיל ישירות מהפרק הראשון בהוראת היחידות הבאות. הפרק הראשון מציג משימת אתגר הנדסית באמצעות סיפור רלוונטי לתלמידים, שמניע את המשך התהליך. הפרק השני מתמקד בלמידה חווייתית של הידע המדעי הדרוש לתלמידים כדי לפתור את המשימה. בפרק השלישי התלמידים מתכננים ובונים את פתרון שלהם, והפרק הרביעי והמסכם מקנה הזדמנות לתלמידים להעריך את מה שעשו, להציג את הפתרון ולדון בכך.

כל יחידה הינה ייחודית. חלק מהיחידות תובעניות יותר בהיבט של ההבנה המדעית הנדרשת, ולכן משך הזמן הנדרש לכל יחידה עשוי להשתנות. בסקירה של כל יחידה מצוינים אומדני הזמן הנדרשים לביצוע כל פעילות וקבוצות הגיל הרלוונטיות. היחידות תוכננו כך, שיאפשרו גמישות למורים בבחירת הפעילויות המתאימות למגוון יכולות של תלמידים.

תמיכה במורה

לכל יחידת לימוד נכתב "מדריך למורה" שנועד לספק למורים תמיכה מדעית, טכנית ופדגוגית מתאימה, על בסיס ניסיון וידע של מומחים ממגוון תחומים. כל שיעור כולל הצעות וטיפים לתמיכה בלמידת חקר, בארגון הכיתה ובהכנה הנדרשת. הניסויים, ההדגמות והבניות המופיעות ביחידה מומחשות באמצעות צילומים וסרטונים. הנספח כולל הערות פדגוגיות מדעיות המסבירות את הפן המדעי שבכל יחידה, ודנות בו ובאופן שבו ניתן לקדם את הבנת המושגים המרכזיים בקרב תלמידים בקבוצות הגיל הרלוונטיות. היחידות כוללות גם דפי עבודה שניתן לצלם, ומפתח תשובות.

זכויות יוצרים

יצירה זו מופצת תחת [רישיון ייחוס 4.0 בין-לאומי של Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

ניתן לך החופש:

- לשתף - להעתיק, להפיץ ולהעביר את היצירה
- להכין רמיקס - לעבד את היצירה בכפוף לתנאי הבא:
- ייחוס - עליך לייחס את היצירה (לתת קרדיט) באופן המצוין על-ידי היוצר או מעניק הרישיון (אך לא בשום אופן המרמז על כך שהם תומכים בך או בשימוש שלך ביצירה).

תוכן עניינים

2	הקדמה	
5	מידע כללי	
6	ציוד וחומרים	
9	שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות	
10	0.1 פתיחה – עבודה בקבוצות ודיון במליאה – 10 דק'	
10	0.2 פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'	
11	0.3 פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודיון במליאה – 15 דק'	
11	0.4 פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות	
12	0.5 סיכום – 10 דקות – דיון במליאה	
13	0.6 הערכה של הישגים ותוצאות – פעילות בחירה	
14	פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית	
15	1.1 פתיחה – ליאו ובריכת הנוי – דיון במליאה – 15 דק'	
15	1.2 מה זאת בעצם בריכת נוי? – תצפית ודיון – 30 דק'	
15	1.3 הצגת תהליך התיכון ההנדסי – 5 דק'	
15	1.4 הצגת הפעילות המעשית – 5 דק'	
16	1.5 מילקשייק של אדמה ומים – עבודה בקבוצות – 20 דקות	
16	1.6 סיכום – דיון במליאה – 15 דקות	
17	פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?	
18	2.1 פתיחה: ממה מורכבת קרקע? – ניסוי/עבודה בקבוצות – 20 דק'	
19	2.2 מים פוגשים ברכיבים שונים של הקרקע – ניסוי, פעילות בקבוצות – 30 דק'	
19	2.3 מים פוגשים בחומרים שונים – עבודה בקבוצות – 30 דקות	
20	2.4 קרקעית אטומה למים – עבודה בקבוצות – 30 דק'	
21	2.5 סיכום – דיון במליאה – 15 דק'	
22	פרק 3 – כאן בונים!	
23	3.1 פתיחה – משימת האתגר ההנדסית ותהליך התכנון – דיון במליאה – 5 דק'	
23	3.2 דגם מוקטן של בריכת הנוי – פעילות בקבוצות – 40 דק'	

24	סיכום — דיון במליאה – 20 דק'	3.3
25	פרק 4 – אז איך הלך לנו?	
26	פתיחה – איך להעריך את דגם הבריקה? -עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'	4.1
26	תכנון של בריכת נוי בקנה מידה מלא –עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 45 דק'	4.2
26	סיכום – דיון במליאה בהנחיית המורה – 15 דק'	4.3
27	נספחים	
27	סיפור המסגרת: ליאו והבריקה	
29	תהליך התיכון ההנדסי	
30	דפי עבודה, כולל תשובות	
31	דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה? – הערות למורה	
31	דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה או לא הנדסה?	
33	דף עבודה 1 פרק 1 – כיצד נוצרות בריכות (1)	
34	דף עבודה 1 פרק 1 – כיצד נוצרות בריכות (2)	
35	דף עבודה 1 פרק 1: כיצד נוצרות בריכות (3)	
36	דף עבודה 2 פרק 1 – מילקשייק של אדמה ומים	
37	דף עבודה 1 פרק 2 – מים זורמים במרכיבי קרקע שונים	
38	דף עבודה 2 פרק 2 – מים זורמים דרך חומרים שונים	
39	דף עבודה 3 פרק 2 – קרקעית אטומה למים	
40	דף עבודה 1 פרק 3 – דגם הבריקה	
41	דף עבודה 1 פרק 4 – הבריקה	
42	דף עבודה 2 פרק 4 – לדמיין איך לבנות בריכת נוי בקנה מידה מלא	
43	נספח פרק 2 – בניית התא	
44	חומר רקע מדעי למורים על קרקע ועל חלחול מים	
47	תפישות שגויות של תלמידים לגבי מדעי כדור הארץ ותנועה של מים	
49	שותפים	



משך היחידה: 6 שעות ו- 35 דקות

קהל יעד: תלמידי כיתות ד' ו'

תקציר: נקודת הפתיחה של היחידה, שבמסגרתה תציג המורה את משימת האתגר ההנדסית, היא שבקרב עומדים לבנות קניון במקום שבו נמצא עכשיו גן ציבורי עם בריכה טבעית קטנה מקסימה, המשמשת כסביבת מחייה לצפרדעים ולחיות נוספות. כדי להציל את הצפרדעים, התלמידים יצטרכו ללמוד לתכנן ולבנות בריכת נוי.

המטרה המעשית של היחידה היא לתכנן ולבנות דגם של בריכת נוי. תכנון הדגם יאפשר לתלמידים לחשוב כיצד ניתן ליצור בריכת נוי אמיתית, בקנה מידה מלא.

התלמידים יבחנו את התכונות העיקריות של הבריכה. הניסויים יעזרו להם להבין את הרכב הקרקע ואת האופן שבו חומרים שונים מגיבים בבואם במגע עם מים. בשלב הבא יעבדו התלמידים בקבוצות. כל קבוצה תבחר, על סמך הניסויים, חומר אטום למים המתאים לדעתה לשמש כקרקעית. בכל מהלך היחידה התלמידים יעזרו בשלבים השונים של תהליך התיכון ההנדסי - איסוף מידע, העלאת רעיונות, פיתוח ותכנון, בנייה, והערכה ושיפור - כדי להשלים בהצלחה את משימת האתגר ההנדסית.

קשר לתוכנית הלימודים במדע וטכנולוגיה: מדעי כדור הארץ – גיאוספירה: קרקעות (מרכיבים ותכונות); טכנולוגיה – פתרון בעיות: תהליך התיכון ההנדסי (תכנון ובנייה של בריכה עם קרקעית אטומה).

תחום ההנדסה: הנדסה גיאוטכנית

מטרות היחידה:

- התלמידים יערכו היכרות עם תכונות שונות של מרכיבי הקרקע ויעמדו על ההבדלים במידת החדירות שלהם.
- התלמידים ילמדו לתכנן ולבנות בריכת נוי.
- התלמידים ילמדו ליישם את תהליך התיכון ההנדסי על מנת לפתור משימת אתגר מתחום הגיאוטכניקה תוך קישור בין הנדסה למדע.
- התלמידים ילמדו להעריך את חשיבותם של גורמים סביבתיים לתהליך התיכון ההנדסי.

יחידת הלימוד כוללת את החלקים הבאים:

שיעור הכנה - מטרתו להעלות את המודעות להשפעה של ההנדסה והטכנולוגיה על חיי היומיום בדרכים שאינן תמיד גלויות לעינינו. **פרק ראשון** - כולל הצגה של משימת האתגר ההנדסית, הקשרה, ואת תהליך התיכון ההנדסי. **פרק שני** - כולל את שלב איסוף המידע בתהליך התיכון ההנדסי. התלמידים לומדים, תוך התנסות, על הרכב הקרקע, על יכולת החדירות של מרכיבי הקרקע, ועל יכולת החדירות של חומרים המוכרים להם מחיי היומיום. **פרק שלישי** – בפרק זה התלמידים מיישמים את תהליך התיכון ההנדסי כדי לפתור את משימת האתגר. משימת האתגר ביחידה זו היא לתכנן ולבנות דגם של בריכת נוי. **פרק רביעי** – זה הזמן להעריך את תהליך העבודה שנעשתה במהלך יחידת הלימוד, תוך התייחסות לשלבי תהליך התיכון ההנדסי. זאת ההזדמנות של התלמידים לבדוק אם הדגם שבנו עמד בדרישות, ולשוחח על האופן שבו הצליחו לשפר את הדגם הראשוני. זה גם הזמן שבו התלמידים מוזמנים לבדוק אם הם יכולים להתארגן כדי לתכנן ולבנות בריכת נוי אמיתית בקנה מידה מלא.

ציוד וחומרים



הטבלה כוללת ציוד וחומרים עבור 30 תלמידים.

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור 0	כמות כוללת	ציוד/חומר
		6	6		6	דלי 
	6		6		6	מעדר קטן 
		24	12		24	בקבוק פלסטיק (שקוף, ללא צבע) בנפח 1.5 או 2 ליטר
6		6			6	סרט מדידה 
		6			6	מספריים 
		6			6	גֶאָזָה 
		18			18	גומיות
		5 קילו			5 קילו	חרסית/חמר (ניתן למצוא בחנויות עשה זאת בעצמך ובמשתלות)
	6				6	שקית אשפה (גדולה מהעציץ)
		3 קילו			3 קילו	חצץ

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור 0	כמות כוללת	ציוד/חומר
						
		6 קילו			6 קילו	חול 
	X	X	X		6 דליים	אדמה מגינה או משדה (לא אדמה קנויה) 
		6			6	מיכל למים 
		30			30	צלחות חד-פעמיות 
		30			30	כוסות חד-פעמיות שקופות 
						נייר
		12			12	ספוג
		6			6	שקית פלסטיק
		12			12	משטחי פלסטיק שקופים בגודל 25X25 סנטימטרים ובעובי 2 עד 4 מילימטרים (יש מסגרות לתמונות בגדלים אלו, אבל יש לוודא שהן עשויות מפלסטיק ולא מזכוכית)
		6			6	פיסת אריג
		1 שק			1 שק	חול מתגבש לחתולים

פרק 4	פרק 3	פרק 2	פרק 1	שיעור 0	כמות כוללת	ציוד/חומר
						
		3 קילו			3 קילו	קמח
		6			12	חיתולים 
		6			6	מוטות עץ מרובעים סנטימטר 2x2x25 
		12			12	מוטות עץ מרובעים סנטימטר 2x2x23
		3			3	מסקינגטייפ 
	6				6	עציץ בקוטר 20 סנטימטר 

שיעור הכנה – תכנון ובנייה של מעטפות ואריזות מהי הנדסה ומה עושים מהנדסים?

משך השיעור: כל מורה תחליט לכמה זמן היא זקוקה כדי להעביר את השיעור, בהתאם לידע ולניסיון של התלמידים. ההקדמה, הפעילויות המרכזיות והסיכום דורשים כ-40 דקות; פעילות הבחירה עשויה לקחת 10 עד 30 דקות נוספות.

מטרות:

- בשיעור זה התלמידים יחשפו למגוון אמצעים ושיטות שבהם משתמשים מהנדסים כדי לפתור בעיות, ויוכלו לתאר אותם.
- התלמידים יוכלו להסביר את משמעות המושג טכנולוגיה ולתאר מה עושים מהנדסים.
- התלמידים ילמדו שפתרונות שונים נועדו לפתור בעיות שונות, בהתאם להקשר ולחומרים שהיו זמינים בזמן ובמקום מסוימים.
- התלמידים ייווכחו לדעת שחפצים שונים תוכננו ונבנו כדי לפתור בעיות וצרכים ממשיים.
- התלמידים יבינו שגברים ונשים יכולים להיות מוכשרים באותה מידה בפתרון בעיות הנדסיות.

ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):

- 8X ערכות של דוגמאות לאריזות לפעילות הבחירה ☐
- 8X ערכות של דבק, ומספרים לפעילות הבחירה ☐
- 8X חבילות של פתקיות נדבקות ☐
- 8X ערכות של מעטפות מ-5 סוגים שונים ☐
- 8X ערכות של חפצים מ-5 סוגים שונים ☐

הכנות:

- לרכז מגוון של מעטפות ואריזות
- להדפיס עותק של **דף עבודה 1 פרק 1**
- לאסוף צילומים ותמונות לפעילות המקדימה

אופן העבודה בכיתה:

- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

תקציר השיעור:



שיעור זה זהה בכל היחידות ומטרתו לעודד את התלמידים לחשוב מהי טכנולוגיה ולהתמודד עם המושגים השגויים הרווחים על הנדסה ועל מהנדסים (בעיקר אלו הקשורים למגדר). מטרתו לגרום לתלמידים להבין שמוצרים/אביזרים/חפצים תוכננו ונבנו על ידי מהנדסים כדי לענות על צורך קיים או עתידי בחיי היומיום, ושהמילה טכנולוגיה, במובן הרחב של המילה, חלה על כל חפץ, שיטה או תהליך שעברו שינוי או עיצוב כדי להתאימם לצרכים או למטרות מסוימות.

הפרק מעודד את התלמידים לחשוב אילו בעיות נועדה הטכנולוגיה לפתור (במקרה הזה, מעטפה או אריזה). בפרק ידונו התלמידים במגוון הטכנולוגיות שבהן נעשה שימוש על מנת לפתור את הבעיות ההנדסיות הקשורות בתכנון וביצירה של מעטפות ואריזות שנועדו לצורך מסוים.

אחת ממטרות הפרק היא ללמד את התלמידים להיות זהירים בבואם לנקוט עמדות שיפוטיות בנוגע לטכנולוגיה 'מפותחת' לעומת טכנולוגיה 'פרימיטיבית', ולעודד אותם להעריך כל טכנולוגיה בהקשרה; טווח החומרים והאמצעים הזמינים במקום ובזמן מסוים הוא זה שקובע באיזו טכנולוגיה יעשה המהנדס שימוש בבואו לפתור בעיה מסוימת.

0.1

פתיחה – עבודה בקבוצות ודיון במליאה – 10 דק'

המורה תחלק את התלמידים לקבוצות של ארבעה ותיתן חבילת פתקיות נדבקות לכל קבוצה. המורה תשאל את התלמידים: אילו אסוציאציות עולות לכם כשאתם שומעים את המילים הנדסה וטכנולוגיה? יש לוודא שכל אחד מהתלמידים בכל אחת מהקבוצות רושם לפחות רעיון אחד. כל קבוצה תציג את הפתקיות שלה על הלוח הראשי ותסביר בקצרה את בחירותיה לשאר התלמידים. יש לשמור את הרשימה של כל הכיתה ולבחון אותה שוב בסוף הפרק.

חומר נוסף לדיון



ניתן להרחיב חלק זה באמצעות תמונות של דוגמאות טיפוסיות להנדסה לעומת דוגמאות חריגות. המורה תבקש את התלמידים לחלק את התמונות לאלו שמתקשרות אצלם עם המילים הנדסה וטכנולוגיה ולאילו שלא. אפשר להפנות את התלמידים לצילומים בדף העבודה הראשון, או להציג את הצילומים בדף העבודה על הלוח בפני כל הכיתה. המורה תבקש מהתלמידים לעבוד בזוגות. כל זוג יתבקש להחליט אילו צילומים קשורים למילים הנדסה וטכנולוגיה ואילו אינם קשורים, ולהסביר את בחירתם. כל זוג תלמידים יחלק את דעותיו עם זוג תלמידים אחר ויבחן את ההבדלים ואת הדמיון בתובנות שאליהן הם הגיעו. ניתן להשתמש ברעיונות אלו כבסיס לדיון בכיתה; המורה תנסה לעודד את התלמידים להרחיב את ההגדרות של הנדסה וטכנולוגיה, כמו גם את המושגים שלהם בנוגע למהנדסים, מהנדסות, ממציאים וממציאות.

0.2

פעילות 1: מהי אריזה? – עבודה בקבוצות – 5 דק'

המורה תחלק לכל קבוצת תלמידים מעטפות ואריזות שונות. כל קבוצה תדון בשאלה מהי מעטפה/אריזה. כדי לסייע בדיון, המורה תספק מגוון דוגמאות למעטפות שמכסות ו/או מגנות על חפצים או חומרים (כפי שניתן לראות בתמונות).



אחת ממטרות הפעילות היא לגרום לתלמידים לשים לב שיש פרשנויות רבות ושונות למילה מעטפה, שמהווה למעשה אריזה. בתמונות לעיל יש כמה דוגמאות שעשויות לאתגר את התלמידים בבואם להגדיר את המושג מעטפה. מעטפה או אריזה היא למעשה דבר מה אשר 'מגן', 'מכיל', 'מחזיק במקום', 'מכסה', 'מסתיר', ואפילו 'חושף' טווח רחב של חפצים שונים ומשונים.

0.3

פעילות 2: התאמה בין אריזות לחפצים – עבודה בקבוצה ודיון במליאה – 15 דק'

המורה תחלק את הכיתה לקבוצות של ארבעה תלמידים ותספק לכל קבוצה מגוון של מעטפות וחפצים שניתן להכניס לתוכן. המורה תבקש מהתלמידים להתאים בין המעטפות לחפצים ולהסביר על סמך מה נעשתה ההתאמה.



החפצים עשויים לכלול: זוג משקפיים, דיסק DVD, תעודה מזהה או צילום שאסור שיתקמטו, תכשיט עדין, מסמכים חסויים, זוג מספריים ועוד. מגוון החפצים והמעטפות עשוי להשתנות בהתאם להקשר ולחומרים הזמינים למורה.

השאלות הבאות עשויות לסייע בהנחיית הדיון:

- מאיזה חומר המעטפה עשויה?
 - באילו אמצעים נעשה שימוש כדי לסגור את המעטפה?
 - האם יש בתוך המעטפה אמצעים מיוחדים כדי למנוע מהחפץ שבפנים להחליק או לזוז?
 - לאיזה סוג של חפצים עשויה המעטפה להתאים?
 - מאילו חומרים נוספים ניתן לדעתכם להכין אותה?
- בסיום הדיון הקבוצתי, יציג נציג מכל קבוצה את התובנות של הקבוצה בפני המליאה.



נוצרת כאן הזדמנות למורה להנחות את הדיון ולציין את הטכנולוגיות השונות שבהן נעשה שימוש לשם תכנון המעטפה, כולל צורת המעטפה, אופן הסגירה שלה והאמצעים השונים שנקטו כדי למנוע תזוזה או החלקה של החפץ המאוחסן בתוכה (לדוגמה, סגירה חד-פעמית לעומת סגירה רב-פעמית; אמצעי קיבוע, החומר שממנו עשוי החלק הפנימי המעטפה לעומת החומר שממנו עשוי החלק החיצוני; חתימה לשם מניעת דליפות; אריזות אטומות לאור וכו').

המורה יכולה להוסיף דיון בנוגע לתהליך המחשבתי של האנשים שעיצבו את האריזה; אילו בעיות הם היו צריכים לפתור ועל אילו צרכים היה עליהם לענות? כיצד הם ניגשו לפתרון הבעיה? האם לדעת התלמידים עמדו בפניהם אפשרויות נוספות? אילו גרסאות מוקדמות, מוצלחות פחות, היו אולי למעטפות שהתלמידים רואים עכשיו?

0.4

פעילות בחירה – 10-30 דקות – עבודה בקבוצות

חלק א'

המורה תציג בפני התלמידים מגוון מעטפות ותבקש מהם להעריך את העיצוב שלהן על פי מידת התאמתן למטרה שלשמה הן נועדו (ר' צילום).



ניתן להשוות מעטפות על פי סוג הסגירה, אמצעי הקיבוע, ושילוב החומרים שמהם הן עשויות (לדוגמה, אריזת פלסטיק עם בועות אוויר ('פצפצים'), יכולת ספיגה, עמידות לחום, לאש, לקריעה, וכדומה). ניתן להרחיב את הפעילות ולבחון את צורות הקיפול השונות כדי להבין כיצד ניתן להשתמש בקיפולים עצמם כדי לצמצם או למנוע את הצורך בדבק בתהליך הייצור. שלושת התמונות הבאות מציגות מעטפות אשר ייצורן מצריך סוג אחד בלבד של חומר, ושאינן צורך בדבק. כדי להכין את המעטפות והאריזות האלו די בחיתוך ובקיפול בלבד.



חלק ב'

המורה תחלק את התלמידים לקבוצות ותבקש מהם לתכנן ו/או ליצור מעטפה שנועדה לחפץ מסוים. לשם כך יצטרכו הקבוצות להשתמש בידע שלהם על חומרים ועל תהליך התכנון והבנייה. בדיון במליאה שיתקיים לאחר מכן יציגו הקבוצות את המעטפה שלהם ויקבלו משוב מהמורה ומהתלמידים האחרים בכיתה.

סיכום – 10 דקות – דיון במליאה 0.5

- המורה תזכיר לתלמידים את מה שרשמו על הפתקיות הנדבקות מתחילת השיעור ותסב את תשומת לבם למה שחשבו בתחילת התהליך לעומת מה שהם חושבים עכשיו, בסופו של התהליך. המורה תבקש מהתלמידים לחשוב על המקום שממלאים הנדסה וטכנולוגיה בחיינו ותסכם את הנקודות המרכזיות שעלו בדיון:
- משמעות המילה טכנולוגיה היא מעשה ידי אדם. אנשים (מהנדסים) מתכננים מפתחים ובונים חפצים/מוצרים/אביזרים/תהליכים על מנת לפתור בעיה או לתת מענה לצורך קיים או עתידי.
 - לשם כך עליהם לבצע תהליך מחשבתי ומעשי כדי לפתור את הבעיות הניצבות בפניהן; כמה מהתוצאות של תהליכים אלו מוצלחות מאוד, ואילו אחרות מוצלחות פחות. התהליך כולל שלב של הערכה ושיפור של הרעיון המקורי.
 - אין טכנולוגיה 'מפותחת' (High-Tec) וטכנולוגיה 'פרימיטיבית' (Low-Tec). יש טכנולוגיה **מתאימה** לצרכים ולמשאבים העומדים לרשות המהנדסים והחברה בזמן ובמקום נתונים.
 - יש מגוון תחומי הנדסה ובעיות הנדסיות מסוגים שונים, שמהנדסים ומהנדסות מכל רחבי העולם מנסים למצוא להן פתרון.



יש הגדרות נוספות, תקפות באותה מידה, למילים הנדסה וטכנולוגיה; לעתים קרובות נוהגים להשתמש במילים אלו כמילים נרדפות. ניתן להגדיר הנדסה כשימוש בטכנולוגיה לשם פתרון בעיות. כאשר דנים בקשר בין הנדסה, מדע וטכנולוגיה יש לעודד את התלמידים לחשוב על האופן שבו מהנדסים משתמשים בסוגים שונים של טכנולוגיות (כולל גזירה והדבקה, שילוב חומרים, מרכיבים ושיטות ייצור מעורבות) כמו גם בידע שלהם על תהליכים מדעיים. זוהי ההזדמנות לדון באופן שבו חפצים מיוצרים, ולשאול על ידי מי הם מיוצרים וכיצד מתנהל תהליך החשיבה המוביל לייצורם משלב הצגת הבעיה ועד לשלב הפתרון.

0.6 הערכה של הישגים ותוצאות - פעילות בחירה

בסוף השיעור תלמידים צריכים להיות מסוגלים:

- להבין כיצד נעשה שימוש במגוון של שיטות, תהליכים, חומרים ואמצעים כדי ליצור חפצים שונים מעשה ידי אדם ובכך לספק מגוון פתרונות לבעיות בחיי היומיום.
- להיות מודעים לכך שטכנולוגיה מתאימה תלויה לעתים קרובות בהקשר ובחומרים הזמינים בזמן ובמקום מסוימים.
- לתת את הדעת לכך שמהנדסים ומהנדסות משתמשים במגוון רחב של כישורים כדי לפתור בעיות.
- להבין שמהנדסים ומהנדסות יכולים להיות אנשים בעלי כישורים, רקע ותחומי עניין שונים.

פרק 1 – הצגת הצורך ומשימת האתגר ההנדסית

משך הפרק: 90 דק'



מטרות:

- התלמידים יערכו היכרות עם תהליך התיכון ההנדסי, ויתחילו להבין את הקשר בינו ובין תהליך התכנון והבנייה של בריכת נוי.
- התלמידים ילמדו לזהות את התכונות ואת המאפיינים העיקריים של בריכה טבעית, בעיקר בכל הנוגע לממדים ולעומק.
- התלמידים ילמדו שחלק מהכישורים הדרושים לשם ביצוע תהליך חקר מדעי כוללים את היכולת לארגן ולמייין את התצפיות שלהם.
- התלמידים ילמדו שחלק מהכישורים הדרושים לשם ביצוע תהליך חקר מדעי כוללים את היכולת לנסות לחזות את ההשפעה של גורמים מסוימים על התוצאה.

ציוד וחומרים (ל-30 תלמידים):



- ☐ 3X דליים
- ☐ 6X מעדרים קטנים
- ☐ 6X בקבוקי פלסטיק בנפח 1.5-2 ליטרים

הכנות:

- לצלם עותקים של **דפי עבודה 1.1** לכל קבוצה, או להכין מקרן כדי להראות אותם לכל הכיתה
- להביא כמה מיכלים קטנים עם קרקע מהגינה, ולבקש מהתלמידים להביא איתם כמה מיכלים עם אדמה משלהם

אופן העבודה בכיתה:



- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

רעיונות מרכזיים:



- ניתן לפתור בעיות באמצעות טכנולוגיה.

תקציר הפרק:

בפרק זה נציג את תהליך התיכון ההנדסי, את משימת האתגר ההנדסית ואת סיפור המסגרת. בנוסף, התלמידים יחשבו מה הם צריכים לדעת כדי להשלים את משימת האתגר בהצלחה.



1.1 פתיחה – ליאו ובריכת הנוי – דיון במליאה – 15 דק'

המורה תקריא לילדים את הסיפור 'ליאו והבריכה' (בנספחים). בעקבות קריאת הסיפור המורה תנהל דיון ובמהלכו תעלה את השאלה: "באילו קשיים עלול ליאו להיתקל כשהוא מחליט לבנות בריכת נוי?" המורה צריכה לרשום את תשובותיהם של התלמידים על הלוח, או בכל מקום בולט אחר. יש להניח שחלק מהתשובות יעסקו בנושאים כמו מציאת מיקום חדש וכדומה, לכן על המורה לשוב ולנתב את הדיון לאתגר ההנדסי הכרוך בבניית בריכה. לדוגמה, הצורך לוודא שהבריכה תכיל מים בלי שהמים יחלחלו לאדמה וייספגו בה.

1.2 מה זאת בעצם בריכת נוי? – תצפית ודיון – 30 דק'

המורה תשאל את התלמידים אם הם יודעים מהי בריכה טבעית וכיצד היא נוצרת. המורה תבקש מהתלמידים להתבונן בתצלומים הקשורים בנושא (דף עבודה 1, פרק 1). התלמידים ישוו בין מה שידוע להם מידע קודם ובין תוצאות ההתבוננות בתצלומים. המורה תבקש מהתלמידים למנות מאגרי מים נוספים שהם מכירים, ולהשוות בינם ובין הבריכה. המורה תנסה לכוון את תשומת לבם של התלמידים להבדל בין מאגרי מים טבעיים (בריכות, ביצות ואגמים) ובין אלו שנבנו על ידי מהנדסים (מאגרי מים לשתייה, בריכות שחייה ובריכות נוי). לפעמים, כמו במקרה של בריכות נוי, אנחנו רוצים שהמאגר יראה טבעי ככל האפשר. המורה תרשום את כל האבחנות של התלמידים על הלוח.

- בריכה היא מאגר קטן של מים עומדים.
- בריכה היא מאגר מים קטן ורדוד יחסית (עומקה אינו עולה בדרך כלל על 3 מטרים)
- לשם בנייתה ואחזקתה, הבריכה זקוקה לאספקת מים; אלו יכולים להיות מי מעיינות (מים ממקור תת קרקעי), מים ממקור עילי (כמו פלג מים או תעלה), או מי גשמים.
- קרקעית הבריכה צריכה להיות אטומה יחסית למים, אחרת המים יחלחלו וייספגו באדמה.
- בריכה מכילה בוך, חול ואבנים קטנות על הקרקעית ועל הגדות, המהווים מצע אידאלי לשפע של צמחיה.
- מפלס המים בבריכה משתנה בהתאם לעונה.
- מפלס המים בבריכה נמצא בשפל בשנים שחונות וגואה בשנים ברוכות.

1.3 הצגת תהליך התיכון ההנדסי - 5 דק'

המורה תציג את תהליך התיכון ההנדסי ותבקש מהתלמידים לזהות באיזה שלב של משימת האתגר ההנדסית הם נמצאים (התשובה הנכונה היא שהתלמידים מתחילים לשאול שאלות ולאסוף מידע על תהליך התכנון של הבריכה ומנסים לדמיין כיצד הבריכה שלהם עשויה להיראות). המורה תסביר לתלמידים שעל מנת לתכנן בהצלחה את הבריכה, צריך להבין כיצד מים ואדמה מתערבבים. זה בדיוק מה שנלמד בחלק הבא של השיעור. בשלב זה המורה תחלק את התלמידים לקבוצות. עדיף שהקבוצות יהיה מעורבות, הן מבחינה מגדרית והן מבחינת היכולות והכישורים של התלמידים.

1.4 הצגת הפעילות המעשית – 5 דק'

מספר ימים לפני השיעור המורה יכולה לבקש מהתלמידים להביא, בנוסף לדגימות שהיא תביא בעצמה, מיכל או שקית אדמה קטנה מהגינה או מהשדה. הדבר יספק לתלמידים הזדמנות להשוות בין סוגי אדמה שנלקחו ממקומות שונים, על מנת לגלות אם יש ביניהם הבדלים. המורה תסביר לתלמידים את החשיבות של הבנת הרכב הקרקע בפרויקטים הנדסיים הכרוכים בבנייה ובקידוח. לדוגמה, לפני שבונים בית או תעלה, על הגיאולוג* ללמוד את הרכב הקרקע, לקחת דגימות אדמה מעומקים שונים, לערוך דגימות ליבה, ולחפור שוחות. גם במקרה של קרח נהוג לערוך דגימות ליבה. דגימות הליבה באנטרקטיקה, לדוגמה, נלקחות מעומק של מאות מטרים. הקידוח העמוק ביותר בקרח נערך בתחנת המחקר הרוסית ווסטוק, שבאנטרקטיקה, והגיע לעומק של 3,652 מטרים!

*מי שעוסק או מתמחה בתורת האדמה והקרקע, חקר כדור הארץ, מרכיביו והתהליכים שהביאו להיווצרותו ומתרחשים בו כיום (כמו רעידות אדמה ונדידת יבשות).

1.5 מילקשייק של אדמה ומים – עבודה בקבוצות – 20 דקות

המורה תזכיר לתלמידים את האמירה של ליאו: "אבל אדמה זה בסך הכול אדמה, לא?" באמת? האם אדמה עשויה מחומר אחד בלבד? האם זה עד כדי כך פשוט? הגילוי המרכזי שהילדים יגיעו אליו בפרק זה היא 'השכבתיות'. כלומר, הקרקע מסתדרת בשכבות, וזו אולי התובנה החשובה ביותר בדרך לבניית בריכה. המורה תציע לתלמידים לבדוק מה קורה כשמערבבים יחד מים ואדמה. המורה התחלק את **דף עבודה 3, פרק 1**, שבו יוכלו התלמידים לרשום את תשובותיהם. התשובות האלו ישמשו כקווים מנחים, תחילה בדיון הקבוצתי, ואחר כך בדיון במליאה. התלמידים יענו על דף העבודה עד לנקודה שבה הם מתבקשים לחזות מה יקרה: על החלק הזה הם יענו בפרק הבא.



המורה תסביר לתלמידים מה הם צריכים לעשות. התלמידים צריכים לשים את האדמה בבקבוק: כל קבוצה תבחר את הכמות שהיא רוצה להכניס (3 סנטימטרים מהקרקעית? 7 סנטימטרים? כמעט חצי בבקבוק?). אחר כך התלמידים ימלאו את הבקבוק כמעט עד שפתו במים, יסגרו את הפקק, וינערו את הבקבוק בעדינות על מנת שהאדמה והמים יתערבבו היטב. התלמידים יניחו את הבקבוקים בשורה על השולחן וישאירו אותם שם עד לשיעור הבא. עכשיו התלמידים צריכים לשטוף את הידיים, לאסוף את החומרים והכלים ולנקות את השולחנות.

1.6 סיכום – דיון במליאה – 15 דקות

במהלך הדיון התלמידים כבר צריכים להתחיל לחשוב על תהליך התכנון: מה הם צריכים לדעת כדי להשלים בהצלחה את משימת האתגר? המורה תזכיר לתלמידים את המאפיינים העיקריים של הבריכה. הבריכה היא לא סתם חור גדול באדמה מלא במים! חשוב שהמים יישארו בבריכה ולא יחלחלו ויספגו מיד באדמה! המורה תשאל את התלמידים מה לדעתם חשוב לדעת כדי לבנות בריכה מוצלחת. החלק החשוב ביותר (בתהליך הבנייה) הוא להבין איך אפשר להפוך את הקרקעית לאטומה יחסית למים. התלמידים עשויים להזכיר גם את הצמחים ושאר בעלי החיים בבריכה, אבל על המורה לשוב ולהדגיש שהמפתח לפיתרון נמצא באיטום משיע רצון של הקרקעית.

פרק 2 – מה אנחנו צריכים לדעת?

איסוף מידע על הרכב הקרקע ועל מידת החדירות של המרכיבים השונים

משך הפרק: 125 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו להבחין ולזהות בין סוגי הקרקע השונים.
- התלמידים ילמדו להבחין במידת החדירות (החלחול) של סוגי הקרקע השונים.
- התלמידים ילמדו לזהות חומרים טבעיים וחומרים מעשה ידי אדם שאטומים לחלוטין או באופן חלקי למים.
- התלמידים יוכלו ליישם את הידע המדעי שרכשו לצורך תכנון הברכה.

ציוד וחומרים (ל 30 תלמידים):



☐ 3X דליים של אדמה מחצר בין הספר ו/או	☐ חומרים נוספים לבדיקה
☐ מגינות ציבוריות, חצרות או שדות	☐ 12X משטחי פלסטיק שקופים בגודל 25X25
☐ 24X בקבוקי פלסטיק של 1.5 או 2 ליטרים,	☐ סנטימטרים ובעובי 2 עד 4 מילימטרים (יש מסגרות
☐ שקופים ועם פקק	☐ לתמונות בגדלים אלו, אבל יש לוודא שהן עשויות
☐ 3X קילוגרם חצץ	☐ מפלסטיק ולא מזכוכית)
☐ 6X קילוגרם חול	☐ 6X מוטות עץ רבועים, 2X2X25 סנטימטר
☐ 3X קילוגרם חרסית	☐ 12X מוטות עץ רבועים, 2X2X23 סנטימטרים
☐ 1X קילוגרם של חול מתגבש לחתולים	☐ מסקינגטייפ
☐ 6X ספוגים	☐ 6X סרגלים
☐ נייר או קרטון	☐ 6X זוגות מספריים
☐ אריג או חתיכת בד	☐ X גילי גאזה
☐ 3X שקיות פלסטיק גדולות	☐ 6X כפיות
☐ 3X קילוגרם קמח	☐ 16X גומיות
☐ 6X חיתולים	☐ Xמכלי מים כמו קארף זכוכית (לגין) או משורה

הכנות לפני השיעור

- לבקש מהתלמידים להביא מהבית בקבוקי פלסטיק ריקים (שקופים, פקוקים היטב, בנפח 1.5-2 ליטרים)
- לבקש מהתלמידים להביא מראש כל חומר שלדעתם יכול להאט או למנוע לחלוטין מעבר על מים
- להכין סמרטוטי ריצפה ומגבות נייר (עובדים עם מים!)

אופן העבודה בכיתה

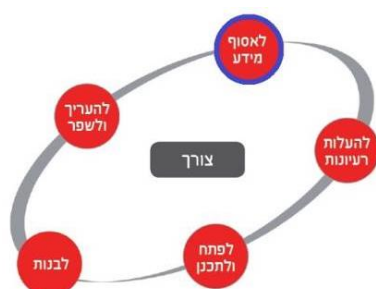
- עבודה בקבוצות
- דיון במליאה

רעיונות מרכזיים:

- כדי לשמור על איזון במערכת דינמית (כמו בריכת מים), מוכרחים לאזן בין אובדן המים להוספת המים.
- מידת הזרימה של נוזל (במקרה הזה, מים) דרך חומר אחר, נקראת מידת החדירות של החומר.
- לחומרים שונים (כולל למוצקים ולרכיבים שונים של הקרקע) יש מידת חדירות שונה.

תקציר הפרק

שלב איסוף המידע של תהליך התיכון ההנדסי מוביל לבחינה של קרקעות, על תכונותיהן השונות. באמצעות ניסויים התלמידים מגלים את ההבדלים במידת החדירות למים של חומרים שונים ואת המאפיינים הדרושים לבניית בריכת נוי מוצלחת.



: document is produced under the EC contract № 288989

2.1

פתיחה: ממה מורכבת קרקע? – ניסוי/עבודה בקבוצות – 20 דק'

בואו נבדוק מה קרה לבקבוקים שלנו מהשיעור הקודם (פעילות 1.5). מיד אחרי שניערנו את הבקבוק, ראינו רק מים עכורים ובוציים. לאחר מכן ראינו שמשקע של גרגרים גסים מתחיל להיווצר על קרקעית הבקבוק. לאחר כמה דקות נוספות, התחילה להיווצר שכבה נוספת, הפעם של גרגרים דקים יותר, אבל המים עדיין עכורים. הגרגרים הדקים ביותר עדיין צפון. אחרי כמה שעות הגרגרים הדקים ביותר שקעו והמים נעשו צלולים. החומרים שעדיין צפון, אם ישנם כאלו, היו בדרך כלל חלקים של צמחים.



החומרים השונים המרכיבים את הקרקע נחים בשכבות שונות בבקבוק, בהתאם לגודל הגרגרים. הגרגרים הגסים ביותר הם חצץ וגרגרי חול. חצץ וגרגרי חול עשויים מאותו חומר. שניהם חלקיקים של סלעים (יש הרבה סוגים של סלעים), רק שחצץ גדול יותר. אם לקחתם את האדמה מהגינה, סביר להניח שמדובר בחול ולא בחצץ. נדיר למצוא חצץ באדמה שנאספה בגינה, במיוחד בשכבה העליונה ביותר. הגרגרים הקטנים יותר עשויים מטין ואילו הגרגרים הקטנים ביותר נקראים חרסית. דגימות קרקע שנלקחו ממקומות שונים עשויות לחשוף יחסים שונים בין אותם מרכיבים. ניתן לראות זאת הן באמצעות התבוננות ישירה והן באמצעות מדידה של גובה השכבות). כדי לבחון זאת באמצעות התבוננות, המורה תחלק את האדמה (היבשה) לקבוצות, ותבקש מכל קבוצה להתבונן היטב בדגימה שלה (עדיף, אם אפשר, גם באמצעות דרך זכוכית מגדלת). עם זאת, גם בעין לא מזוינת, ניתן לראות גרגרי חצץ, חול וחומר הדומה לאבק. גם האבק מורכב מגרגרים, אם כי קטנים בהרבה. בנוסף, אפשר לראות שאריות צמחים. התלמידים יתבקשו למלא את **דף עבודה 3 פרק 1**. הם יכולים לכתוב בדף עצמו, או לרשום את תשובותיהם על פתקים שיודבקו לבריסטול משותף. בסוף הניסוי התלמידים צריכים להיות מסוגלים להבחין שלסוגי קרקע שונים יש תכונות משותפות:

- קרקע (או אדמה) היא מילה כוללת לכמה חומרים שונים. כל קרקע עשויה מכמה סוגים של חומרים.
- אחרי שמנערים אדמה עם מים, החומרים מסתדרים בשכבות.
- השכבות האלו מופיעות תמיד באותו סדר.
- חומרים שונים נוכחים בכמויות שונות (ולפעמים חומר מסוים נעדר לחלוטין).

2.2 מים פוגשים ברכיבים שונים של הקרקע – ניסוי, פעילות בקבוצות – 30 דק'

לקראת סוף פרק 1 הגענו למסקנה שברכיבה היא לא סתם בור באדמה מלא במים. בנוסף, בפעילות הקודמת ראינו שאדמה אינה עשויה רק ממרכיב (חומר) אחד. כיצד מתנהגים החומרים השונים כשהם באים במגע עם מים?

לשם כך המורה צריכה להסביר שחצץ, חול וחרסית הם שלושת החומרים העיקריים שמהם מורכבת הקרקע. המורה תבקש מהתלמידים למזוג מים דרך שכבה של חצץ, שכבה של חול, ושכבה של חרסית, כדי לראות באיזו מהירות המים מחלחלים דרך כל אחד מהחומרים, ולגלות איזו מהשכבות היא האטומה ביותר למים (דף עבודה 1 פרק 2).



התלמידים יבחינו שהמים זורמים מהר דרך החצץ, מהר פחות דרך החול, ולאט מאוד דרך החרסית. החרסית אטומה במידה מסוימת למים (לדוגמה, הקרקעית בשדות אורז עשויה מחרסית).

בסוף הניסוי התלמידים יתבקשו להחזיר למקומם את החומרים והכלים שבהם השתמשו ולנקות את השולחנות.

2.3 מים פוגשים בחומרים שונים – עבודה בקבוצות – 30 דקות

עכשיו התלמידים יבדקו באיזו מהירות המים מחלחלים דרך חומרים אחרים הנפוצים בחיי היומיום. המורה תבקש מהתלמידים להביא מהבית חומרים שונים שהם רוצים לבדוק. המורה תחלק לכל קבוצה חומר אחד (לדוגמה, נייר, קרטון, ספוג, שקית פלסטיק, פיסת אריג, חול מתגבש לחתולים, קמח, חיתולים, וכל חומר אחר), כך שבכיתה שבה יש 6 קבוצות, ייבחנו 6 חומרים שונים. המורה תבקש מהתלמידים לשער מהי מידת החדירות של כל חומר. לאחר מכן, התלמידים ימזגו מים על החומרים השונים כדי לראות מה יקרה. **בדף עבודה 3 שיעור 2** ניתן למצוא הוראות מפורטות כיצד לנהל את הניסוי. בסוף הניסוי התלמידים יכולים לדון בממצאים בדיון כיתתי בהנחיית המורה, לערוך רשימה של החומרים האטומים ביותר למים, ולרשום אותם על הלוח.

בסוף הניסוי, התלמידים יתבקשו להחזיר למקומם את החומרים והכלים שבהם הם השתמשו ולנקות את השולחנות.

המורה תציין שהספוג סופג מים: האם הוא יעיל לצורך האטה או מניעה של מעבר מים? לא כל כך, מכיוון שלאחר זמן קצר המים מחלחלים ועוברים לצד השני.

המורה תבקש מהתלמידים לחשוב כיצד מחלחלים המים דרך חומרים שונים. לאחר שהתלמידים יעלו את השערותיהם, תסביר המורה שהמים (ונוזלים אחרים) מחלחלים דרך חומרים מוצקים באמצעות תעלות קטנות לא סדירות העשויות מנקבוביות, חורים וחללים אחרים הנמצאים בתוך החומר; בחומרים

נקבוביים מסוימים החללים לא קשורים זה לזה, כך שהמים אינם יכולים לחלחל לצד השני. בחומרים העשויים מגרגרים (כמו אדמה למשל) המים זורמים דרך החללים הריקים שבין הגרגרים.



התופעה של תנועת המים דרך הגרגרים נקראת חלחול (פרקולציה). ככל שהמרחק בין החלקיקים קטן יותר, הדחיסות של הקרקע גדולה יותר ומידת החלחול של המים קטנה יותר. יש חומרים אטומים באופן מלא או חלקי למים, לדוגמה פלסטיק, טין, ניילון על מטריה, או חול פלא. החול המתגבש לחתולים מונע את מעבר המים בצורה מוצלחת ביותר. הוא עשוי מסוג של חרסית מיוחדת שנקראת בנטוניט. החומר משמש גם לבנייה של יסודות אטומים למים בבניינים. לקריאה נוספת על החומר: ערך בנטוניט בוויקיפדיה:

<http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%91%D7%A0%D7%98%D7%95%D7%A0%D7%99%D7%98>

גם קמח אטום למים, אבל אם לא זורקים אותו מיד לאחר השימוש, מגלים שאחרי כמה ימים הוא מתחיל להסריח. הקמח הוא חומר אורגני 'שנאכל' על ידי מיקרואורגניזמים. תוצאת הימצאותם של אותם מיקרואורגניזמים (שלא ניתן לראותם בעין לא מזוינת), היא ריח רע. בדיון בפרק 3 המורה יכולה לציין שהקמח אמנם אטום למים, אבל השימוש בו כדי לבנות את קרקעית הבריכה הוא לא רעיון מוצלח במיוחד, מפני שבאדמה עצמה יש הרבה מאוד מיקרואורגניזמים ש"שמחו לארוחת חנם". אם נשתמש בקמח כקרקעית, היצורים יאכלו אותו עד מהרה, והקמח יאבד מעוביו ומתכונות האיטום שלו.

חיתולים סופגים מים הודות לגרגרים קטנים העשויים מחומר סופג במיוחד העשוי מפולימר בשם סודיום פוליאקרילט. המולקולות של הפולימר "מושכות" מולקולות של מים ואוחזות בהן. גרגרי הפולימר הולכים ותופחים ככל שהם סופחים יותר מים.

2.4 קרקעית אטומה למים – עבודה בקבוצות - 30 דק'

כדי שתהיה לנו בריכה, היא צריכה להיות מלאה כל הזמן במים. כדאי לשאול את התלמידים באילו דרכים ניתן לגרום לכך שהקרקע תהיה אטומה יותר למעבר מים. תשובה אפשרית היא להוסיף לקרקעית חומרים אטומים למים (ר' דף עבודה 3 פרק 2). המורה תחלק 6 'תאים', אחד לכל קבוצה (ההוראות המפורטות מופיעות בנספח). אם למורה יש את הזמן ואת הביטחון שלתלמידים יש את הכישורים הדרושים, היא יכולה לתת לתלמידים לבנות את התאים בעצמם. במקרה כזה, המורה תדגים כיצד בונים תא (ותעצור בסיום כל שלב כדי לוודא שהתלמידים הבינו את התהליך), ואחר כך תיתן לתלמידים לבנות את התאים הנוספים בעצמם.



המורה תמזוג מים לתא אחד ותבקש מהתלמידים לחזות כמה זמן יידרשו למים לחלחל דרך האדמה שבתא. התלמידים ירשמו את השערותיהם. בזמן שהם מחכים שהמים יחלחלו, כל קבוצה תמלא כשליש מהתא באדמה יבשה, תפרוש שכבה מהחומר האטום למים שהיא בודקת, ואחר כך תוסיף עוד אדמה בתא, כמעט עד שפתו. אחר כך כל קבוצה תחפור גומה בשכבה העליונה של האדמה (בלי לגעת בשכבה האטומה למים) ותמזוג את המים מאוד לאט לתוך הגומה עד שהגומה מלאה במים. בכל פעם שחלק מהמים מחלחלים והגומה מתרוקנת חלקית, התלמידים צריכים למזוג עוד מים. מה קורה? כמה זמן לוקח למים "להעלים" מהגומה?

התא הוא מעין חתך רוחב של בריכה. התלמידים יגלו שהמים מחלחלים לא רק כלפי מטה, אלא גם לצדדים, ושהוספה של חומר חדיר יכולה לשנות את האופן שבו המים מחלחלים דרך המצע האטום למים (הקרקעית שלנו).

חשוב מאוד שהקבוצות יגיעו להסכמה לגבי האופן שבו יתנהלו הניסויים. לדוגמה, כל קבוצה יכולה לבחור חומר אחר, או שתי קבוצות יכולות לבדוק את אותו חומר, אבל בעובי שונה. בסוף הפעילות, התלמידים יחלקו את תצפיותיהם עם שאר התלמידים, כך שיתקבלו הרבה תוצאות בו-זמנית.

גם המהנדסים שבונים את הקניון בסיפור על ליאו נאלצים להתמודד עם בעיית חדירות של קרקע, אם כי במקרה שלהם הם רוצים למנוע מהמים לחלחל ליסודות המבנה.

בסיום, התלמידים יחזירו את החומרים והכלים למקומם וינקו את השולחנות.

2.5 סיכום – דיון במליאה – 15 דק'

המורה תבקש מהתלמידים לספר מה היו התגליות שלהם במהלך הפרק הנוכחי, ואיזו מהתגליות יכולה לדעתם לעזור להם לבנות דגם של בריכה. במהלך הדיון המורה תדגיש שעלינו לשמור על מפלס מים עקבי פחות או יותר. במילים אחרות, אנחנו רוצים לשמור על איזון בין המים שהולכים לאיבוד ובין המים שמתווספים בכל רגע נתון לבריכה. כדי לעשות זאת, אנחנו צריכים לצמצם ככל האפשר את חלחול המים, ולהוסיף מים כדי לפצות על המים שבכל זאת הולכים לאיבוד (אנחנו לא יכולים למנוע לחלוטין אובדן מים, מפני שבריכה היא לא בִּיצָה, והמים בה, בניגוד לביצה, אינם מים עומדים. בנוסף, מים הולכים לאיבוד גם באמצעות התאידות). המורה תזכיר לתלמידים שוב את תהליך התיכון ההנדסי ותשאל את התלמידים מה לדעתם יהיה השלב הבא (התשובה הנכונה היא: שלב הפיתוח והתכנון).

פרק 3 – כאן בונים! תכנון ובנייה של דגם של בריכת נוי

משך השיעור: 90 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו שתהליך התיכון ההנדסי יכול לשמש ככלי חשוב להתמודדות עם אתגרים הנדסיים.
- התלמידים ייווכחו לדעת שהידע המדעי שהם למדו בשלב איסוף המידע על מבנה הקרקע והשוני במידת החדירות של חומרים שונים, חשוב מאוד לצורך התכנון והבניה של בריכת נוי מוצלחת.
- התלמידים ייווכחו לדעת שהתהליך המדעי של העלאת השערות ובחינתן חיוני לשם תכנון הנדסי מוצלח.

חומרים (ל 30 תלמידים):

- | | |
|--|--|
| ☐ 6X עציצים (בקוטר 20 סנטימטרים בערך) | ☐ חומר שישמש ליצירת הקרקעית האטומה למים |
| ☐ 6X שקיות פלסטיק, גדולות מהעציצים | ☐ בבריקה |
| ☐ 3X דליים עם אדמה | ☐ 6X מיכלים למזיגת מים |
| ☐ 6X מעדרים קטנים | ☐ סמרטוטי רצפה או מגבות נייר |



הכנות לפני השיעור:

- חשוב לוודא שסמרטוטי הרצפה ומגבות הנייר נמצאים בהישג יד. ילדים עובדים עם מים!

אופן העבודה בכיתה:

- פעילות בקבוצות
- דיון בכיתה



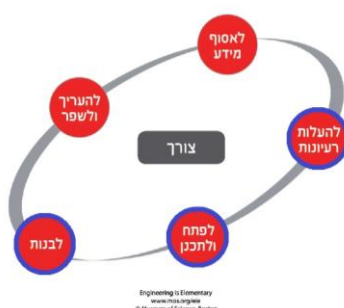
רעיונות מרכזיים:

דגמים נועדו כדי לסייע לנו כדי להבין את המציאות בצורה טובה יותר וכדי לפתור בעיות.



תקציר הפרק

בפרק הנוכחי יעבדו התלמידים בהתאם לשלבי תהליך התיכון ההנדסי 'העלאת רעיונות' 'ופתוח ותכנון'. שלבים אלו יעזרו להם לבנות את המודל דל בריכת הנוי בקנה מידה קטן.



3.1 פתיחה – משימת האתגר ההנדסית ותהליך התכנון – דיון במליאה – 5 דק'

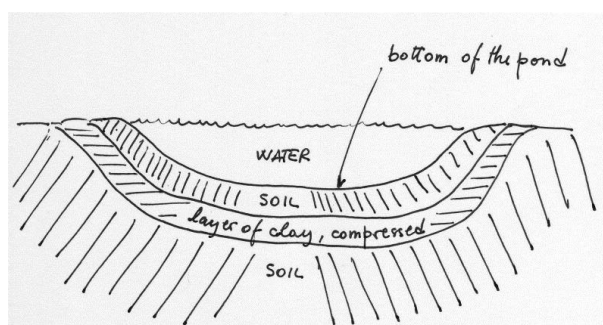
המורה תזכיר תציג שוב את משימת האתגר ההנדסית: תכנון ובנייה של בריכת נוי!

- איפה להתחיל?

- למה צריך להקדיש תשומת לב מיוחדת?

המורה תזכיר לתלמידים את תהליך התיכון ההנדסי שמלווה אותם במהלך היחידה: התלמידים שאלו שאלות ואספו מידע לגבי האופן שבו מורכבת בריכה טבעית. הם גם התחילו להעלות רעיונות כיצד ניתן לבנות אותה. עכשיו הם הולכים לבנות דגם מוקטן של הבריכה. אבל תחילה הם צריכים לתכנן אותו. התלמידים גילו כיצד מים מחלחלים לאדמה, וכיצד ניתן לשנות את תכונות הקרקע כדי לשפר את מידת האטימות. עכשיו הם יכולים להתחיל לבנות את הדגם.

התלמידים צריכים להחליט איזה חומר הם רוצים שישמש כקרקעית בדגם הבריכה שלהם, ולהכין תרשים של הדגם, שכולל כל המאפיינים שהם בחרו (לדוגמה, ר' את התרשים הבא):



רישום הוא אחד הכלים המרכזיים של כל מהנדס או מהנדסת.

יש חוקרים המאמינים שליאונרדו די וינצ'י (1452-1519) היה הראשון שעשה שימוש בתרשימים הנדסיים במובן המודרני של המילה.

3.2 דגם מוקטן של בריכת הנוי – פעילות בקבוצות – 40 דק'

לעתים קרובות מהנדסים בונים דגם מוקטן לפני שהם מתחילים לבנות את הדבר האמיתי כדי לבדוק את הרעיון שלהם ולראות אם הוא עובד במציאות. התלמידים צריכים לבנות דגם מוקטן של בריכת נוי בעזרת עציץ, אדמה, והחומר האטום למים אשר לדעתם הוא המתאים ביותר כדי לשמש כקרקעית (דף עבודה 1 פרק 3).

הם צריכים למלא את העציץ באדמה כמעט עד שפתו ואז לחפור בור באדמה. כל קבוצה צריכה לפרוש את החומר האטום למים המתאים ביותר לדעתם בקרקעית הבור, על פי הניסויים שהם ערכו בפרק 2. לאחר מכן הם צריכים לכסות את החומר האטום למים בשכבה נוספת של אדמה ולעצב את האדמה בצורת בריכת נוי קטנה.



כל קבוצה תמלא את הבור שלה במים ותתבונן בשינויים העוברים על מפלס המים לאורך זמן. כשהם יסיימו, התלמידים צריכים להחזיר למקומם את החומרים והציוד ולנקות את השולחנות.

התלמידים יכולים לבדוק את מפלס המים פעם נוספת לפני שהם הולכים הבית; אם הם צריכים להוסיף מים, עליהם לבדוק איזו כמות מים הם היו צריכים להוסיף כדי למלא את הבור. בפעילות בפרק הבא תהיה להם הזדמנות לבדוק את מפלס המים בבריכת הנוי המוקטנת שלהם פעם נוספת.

3.3 סיכום — דיון במליאה – 20 דק'

כל קבוצה תציג את דגם הבריכה שלהם בפני הקבוצות האחרות. הם צריכים לתאר את המאפיינים המרכזיים של הדגם ולהציג אותו בתרשים גדול.

התלמידים יתארו כיצד הם החליטו למנוע ככל האפשר חלחול מים, לציין באיזה חומר הם בחרו להשתמש כדי לרפד את קרקעית הבריכה, ולהסביר מדוע הם בחרו דווקא בחומר הזה. בזמן הדיון המורה צריכה להסביר מהם הפיתרונות הידידותיים ביותר לסביבה: לדוגמה, חרסית היא חומר ידידותי יותר לסביבה מיריעת פלסטיק (שאינה מתכלה). המורה תאחסן את הדגמים במקום בטוח עד לפרק הבא.

פרק 4 – אז איך הלך לנו? הערכה של שיטת העבודה ושל התוצר המוגמר

משך השיעור: 90 דק'



מטרות:

- התלמידים ילמדו להציב דרישות שהתוצר יצטרך לעמוד בהן, כדי שיוכלו להעריך את מידת ההצלחה של הפרויקט. במקרה זה הדרישות צריכות לכלול עד כמה המפלס נשאר קבוע ללא צורך בהוספה נוספת של מים.
- התלמידים יתמודדו עם האתגרים הניצבים במעבר מדגם בקנה מידה קטן לפרויקט בקנה מידה מלא.
- התלמידים ילמדו על חשיבותם של גורמים סביבתיים.

חומרים (ל 30 תלמידים. 6 קבוצות של 5 תלמידים):

6X סרטי מדידה ☐



אופן העבודה בכיתה:



הכנות לפני השיעור

- יש לברר מראש אם הורה של אחד התלמידים עובד בעבודות הקשורות לחפירה ולבניין. אם כן, ניתן להזמין אותו או אותה לדבר על המכונות שבהן הם משתמשים במהלך העבודה.

- דיון בקבוצות
- דיון במליאה

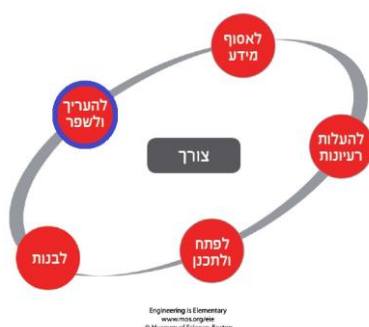
רעיונות מרכזיים:



תמיד חשוב לנסות להבין מה יהיו תנאי העבודה בפרויקט. עם זאת, חשוב לא פחות להיות פתוחים לשינויים ולהפתעות, נעימות ולא נעימות, שבהן אנחנו עשויים להיתקל במהלך העבודה הממשית.

תקציר הפרק

בפרק זה התלמידים יעריכו את הדגם של בריכת הנוי וינסו לדמיין כיצד לבנות בריכת נוי "אמיתית" (בקנה מידה מלא) בחצר בית הספר.



4.1 פתיחה – איך להעריך את דגם הבריכה? –עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 30 דק'

התלמידים הכינו את דגם הבריכה שלהם. עכשיו המורה תבקש מהם להחליט איזה מהדגמים שיצרו הוא המוצלח ביותר. עליהם לקחת בחשבון גורמים כמו כמות המים ההולכים לאיבוד, סוג החומרים שבהם נעשה שימוש, וכמות החומר שבו נעשה שימוש.

על סמך הקווים המנחים האלו, התלמידים ידונו בדגמים שלהם. תחילה בקבוצות ואחר כך בדיון במליאה. אם יתברר שאחד הדגמים לא מוצלח במיוחד, עליהם לבדוק מה בדיוק השתבש ולהחליט כיצד אפשר לשפר אותו.

המורה תרשום את ההצעות לשיפור על הלוח.

4.2 תכנון של בריכת נוי בקנה מידה מלא –עבודה בקבוצות/דיון בכיתה – 45 דק'

המורה תשאל את התלמידים כיצד לדעתם אפשר לתכנן ולבנות בריכת נוי אמיתית.

קווי ההנחיה לדיון הם:

- האם יש צורך לבצע שינויים במעבר מהדגם המוקטן לבריכת נוי בקנה מידה מלא?
- האם המיקום של הבריכה חשוב? מדוע? לדוגמה: כשבחרים מקום, חשוב לבחור מקום שבו האדמה לא יבשה מדי, ושאינו חשוף מדי לשמש (כדי למנוע התאיידות מהירה של מים. במיוחד במדינות חמות).
- האם עליהם לכלול בפרויקט גם מתקן להוספת מים בנוסף למי הגשמים? אסור שהבריכה תתייבש בשום שלב: הפרויקט המוצלח ביותר יהיה זה שבו אין צורך להוסיף מים לבריכה לפחות במשך יום אחד, ושבו נדרשת בכל שלב הוספת כמות מים קטנה ככל האפשר.
- מה יהיה גודל הבריכה שלהם, והאם שינוי הגודל כרוך באתגרים מדעיים והנדסיים חדשים? בדרך כלל לילדים אין מושג אינטואיטיבי של גודל, כך שהם מתקשים לכתוב את מימדי הבריכה. על מנת להקל עליהם לדמיין את גודל הבריכה 'האמיתית' שלהם, המורה תשאל: האם הבריכה תהיה בגודל הכיתה? גדולה יותר? קטנה יותר? באיזה עומק הם רוצים שהבריכה תהיה (בהשוואה לקירות בכיתה). חשוב לתת לכל קבוצה סרט מדידה כדי לתת לתלמידים מושג של גודל (אולי כדאי למדוד את הכיתה כדי לספק להם בסיס להשוואה).
- אילו מאפיינים סביבתיים הם היו רוצים להוסיף לבריכה? לשם כך כדאי אולי לחזור לסיפור של ליאו והצפרדעים; כיצד הם יכולים לעזור לצפרדעי ולבעלי חיים וצמחים נוספים לשגשג בבריכה?

התלמידים יתבקשו להשלים את **דף עבודה 1 שיעור 4**: התלמידים יכולים לכתוב את התשובות בדף העבודה או על פתקים שיודבקו על בריסטול משותף. השאלות יכולות לשמש כקווים מנחים, תחילה בדיון בקבוצות, ואחר כך בדיון בכיתה.

לאחר מכן יציגו הקבוצות את הרעיונות שלהן בפני הכיתה. בעקבות הדיון בכיתה וההערות של חבריהם לכיתה, ינתן לתלמידים זמן נוסף כדי להכניס את השיפורים שהוצעו להם ולהציג את התוצאה הסופית על בריסטול.

4.3 סיכום – דיון במליאה בהנחיית המורה – 15 דק'

המורה תסקור את היחידה בכללותה, תזכיר לתלמידים כיצד הם יישמו את תהליך התיכון ההנדסי, ותציין את הנקודות המרכזיות בתהליך הלימוד:

- עד כמה שימש אותם תהליך התיכון ההנדסי במהלך העבודה?
- איזה ידע מדעי הם רכשו?
- איזה ידע מדעי הם יישמו בתהליך התכנון והבנייה?
- האם מדע יכול להיות "כיף"?
- מה הם למדו על עבודה בקבוצות ועל עבודה בשיתוף פעולה עם תלמידים אחרים?

נספחים

סיפור המסגרת: ליאו והברכה

סוף, סוף שנת הלימודים הסתיימה. ליאו היה תלמיד טוב וסיים את הלימודים בהצלחה. עכשיו יש לו הרבה זמן פנוי והוא החליט ללכת לגינה הציבורית לא רחוק מהבית, שבו הוא נוהג לשחק עם חבריו. הוא ביקר בגינה הזאת הרבה גם עם חבריו לכיתה ועם המורה שלו, שאוהבת לקיים שם את שיעורי המדע.

ליאו הלך בשביל המקיף את בריכת הנוי ונזכר בכל הדברים שהמורה לימדה אותו ואת חבריו לכיתה על צפרדעים וסלמנדרות, טריטונים, שפיריות ויתושים. הוא למד על מחזור החיים של חלק מבעלי החיים האלו, על האופן שבו הם חולקים יחד את הברכה, על המאבק שלהם להישרדות ועל הצמחים בסביבת הגידול שלהם. הוא וחבריו אהבו מאוד את הגינה ואת הברכה.

בזמן שהוא חשב על כל זה, הבחין ליאו בקבוצה נוספת של אנשים: היו להם מכשירים מוזרים. הם שוחחו בינם ובין עצמם ובחנו בעיון דפים גדולים שנראו כמו מפות. כמה מהם קדחו חורים באדמה בעזרת מקדחות, ואחר כך התבוננו מבעד למיקרוסקופים קטנים שניצבו על חצובות וניתחו את הממצאים.

"מה הם עושים?" שאל את עצמו ליאו.

הוא הסתובב לידם, ניסה לא למשוך יותר מדי תשומת לב, והשתדל לשמוע על מה הם מדברים. הוא שם לב שאחד מהם לובש חולצה שעליה מתנוסס הכיתוב: **גיאוטק**.

"הנה", אמר האיש, שנראה כמו המפקח, והצביע לעבר הברכה. "הכניסה לקניון תהיה כאן, ומהחורשה והלאה, יהיה הקניון."

"אנחנו צריכים לדעת מה ההרכב של שכבות הקרקע מתחת לברכה ובכל האזור של החורשה, כדי לדעת לאיזה סוג של יסודות אנחנו זקוקים", המשיך ואמר האיש.

ליאו היה המום: הם רוצים לבנות קניון, מרכז קניות, במקום הברכה והחורשה שלו? ... לא! לא יכול להיות!

הוא רץ הביתה. הוא היה מוכרח לחלוק את התגלית עם מישהו.

ליאו שכב במיטה, בהה בקיר וחיכה שהוריו יחזרו מהעבודה... "אבל איך יכול שהברכה והגינה לא יהיו שם יותר?" שאל את עצמו ליאו שוב ושוב. הוא היה עצוב. אבל הוא גם כעס: איפה הוא ישחק עם החברים שלו עכשיו? ולכן כל החיות שגרות בברכה?

כשהורים שלו חזרו סוף, סוף הביתה, ליאו רץ לקראתם ומיד הכריז על מפגש משפחתי. במשפחה שלו, בכל פעם שצצה בעיה והיה צריך להגיע להחלטה חשובה, הם הכריזו על מפגש משפחתי. ההורים שלו היו קצת מופתעים, אבל לא התנגדו ומיהרו להתיישב, אף על פי שהם היו עייפים אחרי יום עבודה.

"מה קרה, ליאו?" הם שאלו.

ליאו סיפר להם.

"אני לא רוצה לאבד את הגינה", הכריז ליאו עם תום סיפורו. "מה אפשר לעשות כדי לעצור אותם?"

הוא היה נסער. הוריו החליפו ביניהם מבטים עצובים. הם לא ידעו איך להמתיק את הגלולה המרה ושנאו את המחשבה שיהיה עליהם לאכזב את בנם.

כמו שקורה לעתים קרובות, הרעיונות הכי מוצלחים שלנו עולים במהלך הלילה, ולמחרת ליאו הגיע לארוחת הבוקר נלהב מאוד מהרעיון שצץ במוחו.

"אימא, קרא ליאו, אני אשכנע את המורה שלי לבנות בריכה חדשה בחצר בית הספר, כדי שנוכל להעביר לשם את כל בעלי החיים וככה להציל אותם!"

הוא היה כל כך נלהב שהוא אפילו לא המתין לתשובה, אלא רק קרא, "ביי, אימא!" ומיהר להתקשר לחבריו לכיתה כדי להציג בפניהם את הרעיון ולבקש מהם לעזור לו לשכנע את המורה להשתתף במיזם.

הרעיון של ליאו הפך לפרויקט ממשי, בעזרתה של המורה ושל כמה הורים. הם עוד חיכו לאישור של המנהלת ושל רשויות בית הספר, אבל לבסוף גם הם נתנו את הסכמתם. בסתיו ליאו התחיל לתכנן איך לבנות את הבריכה.

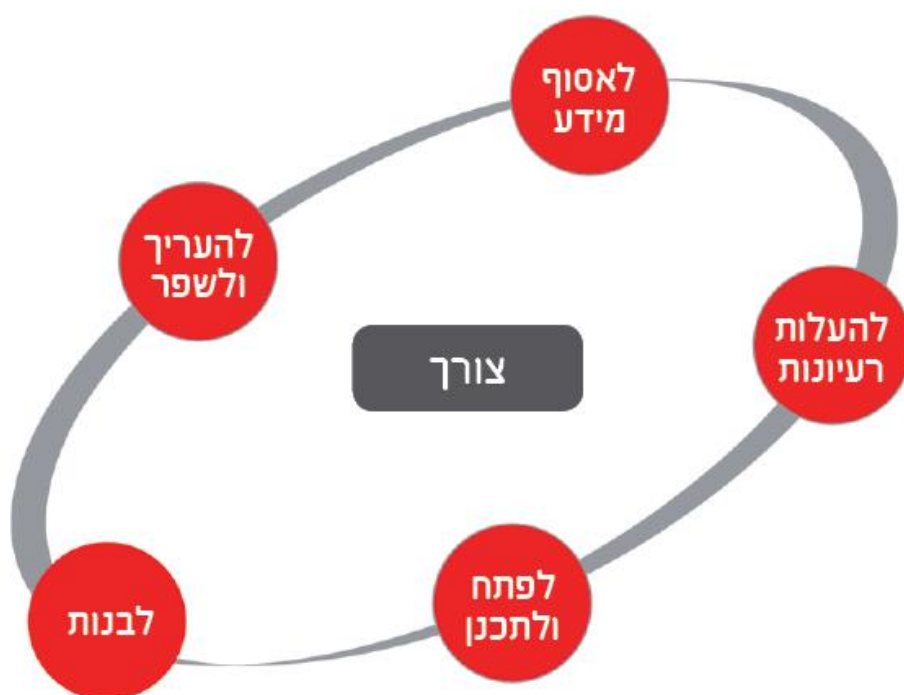
אבל מאיפה בעצם מתחילים? מה צריך לדעת כדי לבנות בריכה? האם מספיק פשוט לחפור בור באדמה ולמלא אותו במים?

בינתיים, העבודות בשטח הגינה הציבורית התחילו, וכמה בולדוזרים התחילו לחפור ליד הבריכה. יום אחד, שאל אחד המהנדסים, שראה את ליאו מסתובב לעתים קרובות באזור הבריכה, למה הוא כל כך מתעניין בעבודה שלהם. ליאו סיפור לו על התוכנית שלו ושאל את האיש שאלות שהטרידו אותו. המהנדס ענה על השאלות ואמר לו שחשוב שהמים לא יחלחלו ליסודות שהם ייצקו, בייחוד בהתחשב בעובדה שהם עומדים לבנות את הקניון באזור של אדמת בוץ, (ברור! הרי היו שם הרבה מים! והייתה גם הבריכה!). אם הם לא יעבדו נכון, המים יחלחלו ליסודות ומשם למבנה עצמו. כדי למנוע זאת, הם נוהגים להשתמש במלט מיוחד ולמרוח חומר אטום מים על הקירות (במקרים מסוימים, הם אפילו השתמשו ביריעות עבות של גומי חזק במיוחד). המהנדס גם הסביר לליאו שלפעמים הם אפילו צריכים להפעיל משאבות כדי לנקז את המים.

ליאו חשב על כל הדברים החדשים שהוא למד וניסה להחליט אם חלק מהם עשויים להיות שימושיים גם לפרויקט הבריכה שלו. גם הם צריכים לחפור בור באדמה! הוא נזכר ביום הראשון שבו הוא ראה את המהנדסים בגינה, ונזכר שהם אמרו שחשוב לדעת מה הרכב הקרקע.

"מה זאת אומרת, מה הרכב הקרקע?" חשב ליאו. "אדמה זה אדמה, לא?"

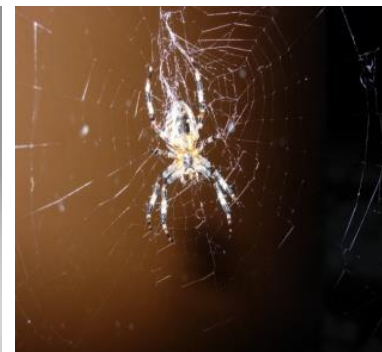
תהליך התיכון ההנדסי



Engineering is Elementary
www.mos.org/eie
© Museum of Science, Boston

דפי עבודה, כולל תשובות

דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה או לא הנדסה?



דף עבודה 1 פרק 0 – הנדסה? – הערות למורה

הצילומים בדף הסיכום נועדו לגרום לתלמידים לשאול מה זאת הנדסה? מה מהנדסים עושים? איזה תחומי הנדסה קיימים? מי יכול להיות מהנדס?

הצילומים של העכביש והשבלול מהווים אתגר מיוחד. התלמידים עשויים להחליט, לדוגמה, שהעכביש 'מהנדס' את הקורים שלו (וכך גם לגבי חיות 'מהנדסות' אחרות, כמו בונה הבונה סכר). מכאן נובע שחשוב להדגיש שהמושג המקובל של הנדסה חל על חפצים מעשה ידי אדם. עם זאת, אנחנו יכולים ללמוד מהתבוננות ומצפייה בטבע. לדוגמה, בני האדם העתיקו את החומר שבו עכבישים משתמשים כדי לטוות קורים כדי ליצור חומר עמיד וחזק מאוד (קוולר) בעל תכונות מועילות רבות. השאלה המעניינת היא אם ניתן למצוא שימוש לפתרונות של הטבע לצורך פתרון בעיות בעולם האנושי. השבלול פיתח שיטה יעילה מאוד של זחילה על משטחים מחוספסים המגנה על גופו הרך מפני פגיעות. האם ניתן למצוא שימוש לעובדה זו בחיי היומיום? התשובה תלויה בצרכים ובדמיון שלנו. לשיטת הזחילה של השבלול טרם נמצא שימוש, לעומת זאת, ההשראה לסקוץ' (צמדן), באה בעקבות התבוננות בקוצים של צמח בשם לפה גדולה.

גם את הצעצועים ניתן להחשיב כתוצר של הנדסה מאחר והם מורכבים מפיקות וזיזים, אבל יהיה מעניין לשאול מאילו חומרים אפשר להכין אותם ומי בעצם בונה אותם. יש להניח שהדיון יוביל לכמה סוגיות של מגדר (ילדים רבים עשויים לחשוב שרק גברים מעצבים ובונים צעצועים).

שאלה דומה עשויה לעלות בעקבות ההתבוננות בצילומים של הסריג ושל הארוחה המוכנה – תלמידים עשויים לחשוב שרק נשים מכינות פריטים אלו ושהם אינם תוצר של הנדסה.

כמה מהצילומים האחרים, שבהם מוצגים פסלים ויצירות אמנות, עשויים להיתפס כלא קשורים לתחום ההנדסה מאחר ואין להם שימוש מעשי מוגדר. הדבר יעלה שאלות בנוגע לקשר בין הנדסה לאמנות ויגרום לתלמידים (ולמורה) לתהות האם לחפצים מעשה ידי אדם צריך להיות שימוש מעשי, על מנת שניתן יהיה להחשיב אותם כתוצר של הנדסה.

הצילומים נועדו לעורר דיון ודו-שיח. זה עשוי להיות העיתוי הנכון מבחינת המורה להציג את תהליך התיכון ההנדסי.

דף עבודה 1 פרק 1 – כיצד נוצרות בריכות (1)

שם:

תאריך:

בריכת לורה (איטליה)



בריכת צ'נטוולו (איטליה)



ביצת circoe (איטליה)



דף עבודה 1 פרק 1 – כיצד נוצרות בריכות (2)

שם:

תאריך:

אגם באסו פלומדוסה (איטליה)



אגם איזאו



אגם סאן קריסטובל



דף עבודה 1 פרק 1: כיצד נוצרות בריכות (3)

.....: שם

.....: תאריך



סכר ואן דוהוק

איזה הבדלים אתם רואים בין בריכה, אגם וביצה?

.....

.....

.....

מה יכול להיות משותף בין בריכות לנהרות?

.....

.....

האם סכר הוא מאגר מים? האם יש לו משהו משותף עם בריכה?

.....

.....

מה לדעתכם התכונות העיקריות של בריכה? ערכו רשימה שלהם:

.....

.....

דף עבודה 2 פרק 1 – מילקשייק של אדמה ומים

.....:שם

.....:תאריך

זוכרים את המשפט האחרון של ליאו: "אבל אדמה היא אדמה, לא?" האומנם? האם אדמה מורכבת מחומר אחד בלבד? האם זה עד כדי כך פשוט?

מה אנחנו צריכים?

- אדמה שאספנו בחצר בית הספר, או בגינות ובחצרות אחרות
- בקבוק פלסטיק בנפח 1.5-2 ליטרים. שקוף. עם פקק מתאים
- כפית
- דף נייר
- סרגל

לעבודה!

1. הכניסו את האדמה לבקבוק: הדביקו על הבקבוק תווית שבה רשום מפלס האדמה בסנטימטרים
 2. מלאו את הבקבוק במים
 3. סגרו היטב את הפקק
 4. נערו חזק את הבקבוק עד שכל הגושים ייעלמו. הניחו את הבקבוק לצד שאר הבקבוקים על השולחן.
- מה לדעתכם יקרה עכשיו?

.....

.....

.....

5. רשמו מה קורה בבקבוק מיד אחרי הניעור. אחרי 5 דקות. אחרי 30 דקות ו אחרי שעתיים. (או אם אפשר למחרת).

.....

.....

.....

6. האם אתם יכולים לתת הסבר למה שקרה בבקבוק?

.....

.....

.....

דף עבודה 1 פרק 2 – מים זורמים במרכיבי קרקע שונים

שם:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- 3X בקבוקי פלסטיק בנפח 1.5-2 ליטרים, שקוף, עם פקק מתאים
- מספרים
- גאזה
- 3X גומיות
- חצץ
- חול
- חרסית
- מים
- מכל מים כמו קארף זכוכית (לגין) או משורה

לעבודה!

1. חיתכו את הבקבוק כמעט באמצע.
2. כסו את פיית הבקבוק בגאזה וחברו אותה במקומה בעזרת גומייה. כאשר תהפכו את הבקבוק החצוי עם הפייה, תגלו שיש לכם משפך.



3. הכניסו את המשפך לתוך חציו השני של הבקבוק, שם יאספו המים שיעברו דרך המשפך.



4. הכניסו חצץ לתוך משפך אחד, וחול וחרסית לאחרים. מלאו את כולם עד לאותו מפלס.
5. מיזגו את המים באיטיות לתוך המשפכים: התבוננו במים הזורמים לחתלקו התחתון של הבקבוק.

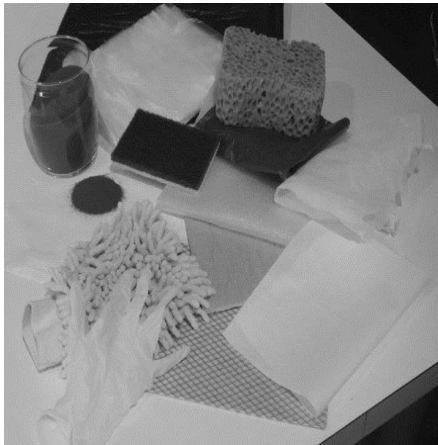
דף עבודה 2 פרק 2 – מים זורמים דרך חומרים שונים

שם:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- צלחות חד-פעמיות וכוסות פלסטיק שקופות
- המשפכים (עם הגאזה) וחצאי הבקבוקים
- מהפעילות הקודמת
- נייר או קרטון, שני סוגי ספוג, שקית פלסטיק, פיסת אריג, חול מתגבש לחתולים, קמח, חיתול,
- מים
- מכל מים כמו קארף זכוכית (לג'ין) או משורה



לעבודה!

1. שימו את החומר שבחרתם בתוך המשפך או כוס פלסטיק בעזרתו.
2. מיזגו את המים באיטיות על החומר. אילו חומרים חדירים יותר למים (כלומר, מאפשרים מעבר מהיר יותר של מים)?

.....

.....

האם אלו התוצאות שציפיתם להם?

.....

3. אם בחנתם חומר בצורת אבקה וחומר גרגרי, שימו לב מה קורה להם כשהם רכים וכשהם דחוסים.

4. הניחו חומרים כמו ספוג, שספגו הרבה מים, על צלחת יבשה. האם המים נשארים בתוך החומר?

.....

דף עבודה 3 פרק 2 – קרקעית אטומה למים

שם:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- תא (ר' דף עבודה 5 שיעור 2)
- אדמה יבשה
- חומרים שישימשו כשכבת ביניים: חול חתולים מתגבש,,
- מים
- מזלף או מזרק (בלי מחט)
- פלסטלינה



לעבודה!

1. מלאו שליש מהתא באדמה יבשה.
2. הכינו שכבה של החומר שאתם רוצים לבדוק.
3. מלאו את התא עד שפתו באדמה יבשה.
4. שימו את הכלי במאונך. השתמשו בפלסטלינה כדי להחזיק אותו במקומו.
5. חפרו גומה קטנה במרכז השטח (הקפידו לא לגעת בשכבת הביניים).
6. מזגו את המים מאוד באטיות לתוך הגומה עד שהיא מלאה. המשיכו למלא אותה באיטיות כאשר המים מחלחלים ונספגים.

מה קרה? כמה זמן זה לקח?

.....

.....

.....

דף עבודה 1 פרק 3 – דגם הבריכה

שם:

תאריך:

מה אנחנו צריכים?

- עציץ (בקוטר של כ- 20 סנטימטר)
- 1 שקית אשפה, גדולה מהעציץ
- מים
- חצי דלי אדמה
- מעדר קטן
- חומר להכנת קרקעית אטומה למים
- מגבות נייר או סמרטוט ריצפה

לעבודה!

1. בחרו מקום מתאים לדגם, פרשו את שקית האשפה (פתוחה), והניחו את העציץ בתוך השקית (כך שהמים לא יישפכו על השולחן, אם הדגם לא יעבוד כמו שצריך).
2. מלאו את העציץ כמעט עד שפתו באדמה.
3. חיפרו בור קטן באדמה (אל תחפרו עד קרקעית העציץ).
4. פרשו על קרקעית הבור את החומר האטום למים שבחרתם: שימו לב לעובי השכבה.
5. כסו את החומר האטום למים בשכבה של אדמה. עצבו את האדמה בצורת הברכה.
6. מלאו את דגם בריכת הנוי שלכם במים: מדדו את שכבת המים שהייתם זקוקים לה.
7. חזרו לאחר שעה ובדקו את מפלס המים. אחר כך בדקו אם יש מים בשקית.

דף עבודה 1 פרק 4 – הבריקה

.....: שם

.....: תאריך

לעבודה!

1. החליטו היכן אתם רוצים למקום את הבריקה: היכן לדעתכם כדאי לחפור בור לבריקת הנוי שלכם? למה דווקא שם?

.....

.....

.....

.....

2. ממדי הבריקה:

.....: אורך

.....: רוחב

.....: עומק

.....: עובי השכבה האטומה למים

3. האם לדעתכם יהיה צורך להוסיף מים? מדי פעם? בכל תקופה קצובה? איך?

.....

.....

.....

.....

דף עבודה 2 פרק 4 – לדמיין איך לבנות בריכת נוי בקנה מידה מלא

.....: *שם*

.....: *תאריך*

לעבודה!

1. איזה מאפיינים צריך לדעתכם לשנות במעבר מהדגם לבריכת נוי בקנה מידה מלא?

.....
.....
.....
.....

2. פרטו את השלבים של תכנון ובניית הבריכה:

.....
.....
.....
.....

3. איזה כלים ומכשירים לדעתכם הכרחיים לשם בניית הבריכה:

.....
.....
.....
.....

4. איזה חלק יהיה לדעתכם המסובך ביותר לבנייה?

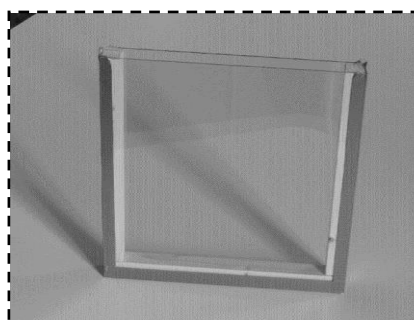
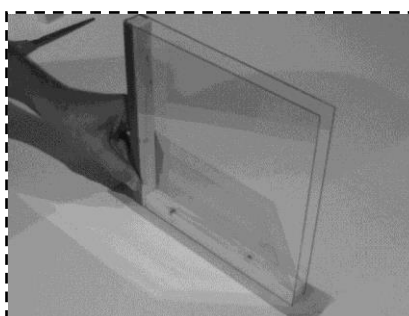
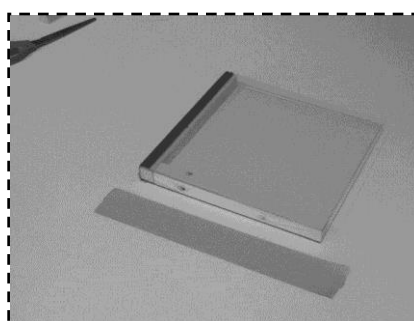
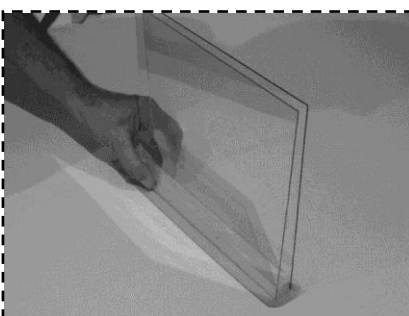
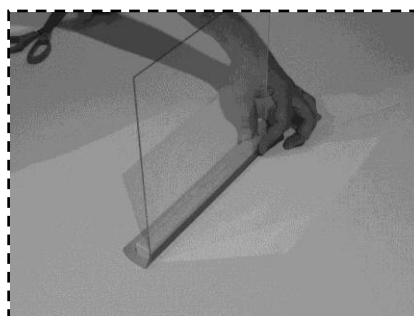
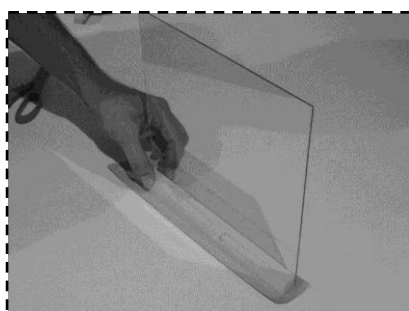
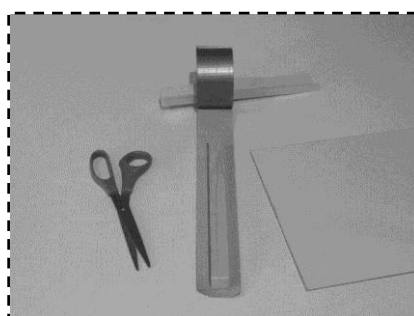
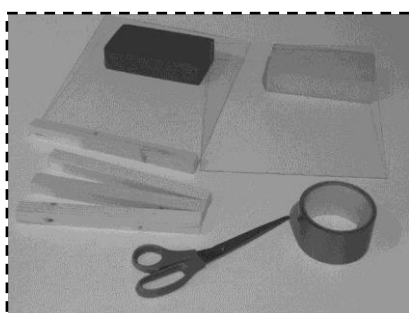
.....
.....
.....
.....

נספח פרק 2 – בניית התא

מה אנחנו צריכים?

- 2 משטחי פלסטיק שקופים בגודל 25X25 סנטימטרים ובעובדי 2 עד 4 מילימטרים (יש מסגרות לתמונות בגדלים אלו, אבל יש לוודא שהן עשויות מפלסטיק ולא מזכוכית)
- 1 מוט עץ מרובע 2x2x25 סנטימטר
- 2 מוטות עץ מרובעים 2x2x23 סנטימטרים
- מסקינגטייפ
- מספרים

לעבודה!



חומר רקע מדעי למורים על קרקע ועל חלחול מים

פרק 2 - מושגים מרכזיים

על קרקעות:

- קרקעות הן תערובת של חומרים שונים.
- כשנמנעים אדמה עם מים ואחר כך מניחים למים לשקוע, האדמה שוקעת בשכבות.
- השכבות שוקעות תמיד באותו סדר, כאשר המשקעים הכבדים ביותר מונחים בשכבה הראשונה, הגרגרים הקטנים יותר בשכבה הבאה, והחלקיקים הקטנים ביותר בשכבה העליונה ביותר.
- ייתכנו שיירי צמחים אשר ממשיכים לצוף.
- חומרים שונים נמצאים בכמויות שונות בכל סוג של קרקע.
- שלושת המרכיבים העיקריים של אדמה הם חצץ, חול וחרסית.
- הגרגרים הגדולים ביותר הם של חצץ וחול. החלקיקים הקטנים ביותר הם של חרסית.
- באדמה שנלקחה ממקומות שונים עשויים להיות יחסים שונים בין אותם מרכיבים.
- המים אינם מחלחלים בחומרים שונים באותה מידה.
- מים מחלחלים במהירות בחצץ; פחות מהר בחול; ולאט מאוד בחרסית.

על בריכות:

- בריכה היא מערכת דינאמית אשר מאבדת מים ומקבלת מים.
- כדי לשמור על האיזון בבריכה, יש לשמור על שיווי משקל בין אובדן המים מהבריכה להוספת מים לבריכה.
- בריכות זקוקות לאספקת מים על בסיס קבוע.
- יש לוודא שאובדן המים בבריכה מועט ככל האפשר.
- קצב החלחול של המים בקרקעית הוא גורם מכריע בשמירה על מאזן המים בבריכה.

על חלחול מים בחומרים

- קצב הזרימה או החלחול של חומר (במקרה זה, של מים) בחומר אחר, נקרא **חדירות**.
- לחומרים שונים (כולל מוצקים, רכיבי קרקע, וחומרים מעשה ידי אדם) יש מידת חדירות שונה.
- יש חומרים, כמו פלסטיק וחרסית, אשר אטומים למים, באופן מוחלט או חלקי.
- בחומרים נקבוביים (כמו נייר או ספוג), המים יכול לחלחל באמצעות מעבר בתעלות קטנות ובלתי-סדירות העשויות מנקבוביות, גומות, תעלות וחללים שונים.
- בחומרים גרגריים (כמו חול או חצץ) המים חודרים לחללים הריקים בין הגרגרים וזורמים דרכם.
- המעבר של נוזל (במקרה זה, מים) בחומרים נקבוביים נקרא **חלחול** (פרקולציה).
- בחומרים נקבוביים מסוימים, אין רצף בין הנקבוביות, עובדה המונעת את חלחול המים.
- מידת הדחיסות של הגרגרים מצמצמת את גודל החללים הריקים ביניהם ומאטה את קצב חלחול המים

הנדסה גיאוטכנית

היא ענף של הנדסה אזרחית המתייחס לחומרי כדור הארץ. היא עוסקת בקשר שבין אותם חומרים לתכנון, לביצוע ולתפעול של פרויקטים הנדסיים, בין אם על פני הקרקע ובין אם מתחת לפני הקרקע. תפקידם של המהנדס או המהנדסת הוא לבחון את התנאים של האזור המיועד לפיתוח, כדי לוודא שהם עומדים בדרישות של פרויקט הבנייה המוצע. לשם כך עליהם להבין בעקרונות המכניים והפיזיקליים של מרכיבי הקרקע והסלעים, וזאת כדי לדעת להעריך את גורמי הסיכון לבני אדם, לרכוש ולסביבה. בין גורמי הסיכון ניתן למנות סכנות טבעיות כמו מפולות קרקע, רעידות אדמה, בולענים, התנזלות קרקע ומפולת סלעים. המהנדס או המהנדסת בוחנים את הרכב הקרקע ומצע הסלע, כמו גם את קווי ההעתק והשבר בסלע, ואת תגובת הגומלין הפוטנציאלית

שלהם עם המבנה המוצע. תוצאות הבדיקה משמשות על מנת לקבוע מה סוג היסודות המתאים למבנה. לדוגמה, יסודות עשויים להיות עמוקים או רדודים, בהתאם לממצאים. כמו כן, היסודות עשויים להזדקק למבנים תומכים נוספים, כמו סכרים או קירות תומכים. עבודות העפר המתלוות לעתים לעבודת של המהנדסים הגיאוטכניים כוללות הקמה של סוללות עפר, חפירת תעלות, הקמת סכרים, וסילוק פסולת מסוכנת.

מהי בריכה?

בריכה היא מאגר מים עומדים, טבעי או מלאכותי, קטן ורדוד. ההגדרה הטכנית של 'בריכה' עשויה להשתנות, אך היא כולל בדרך כלל כמה מרכיבים מרכזיים:

- (1) האור צריך להגיע עד קרקעית הבריכה (אם המים לא עכורים מדי).
- (2) הבריכה צריכה להיות רדודה מספיק כדי לאפשר לצמחים להכות שורש.
- (3) המים נעדרים ריבוד תרמי.
- (4) גדות הבריכה נעדרים פעילות גלית.
- (5) העומק (עד 3 מטרים) ממלא תפקיד מרכזי בהגדרה של בריכה לעומת אגם.

גם בריכות וגם אגמים נוצרים בדרכים שונות, כולל פעילות קרחונית, טקטונית או וולקנית. אחת מאותן פעילויות, או שילוב ביניהן מותירה שקע בקרקע אשר יכול להתמלא במים. בריכות יכולות להיווצר גם בעקבות פּוּשֵׁט הצפה של נהר. גם חיות מסוימות, כמו בונים, יכולים לתרום להיווצרותה של בריכה. שלא כביצות, בריכה אינה נוצרת כתוצאה מהצפה של אזורי שפלה על ידי מי ים או נהר. לשם יצירתה ותחזוקתה, הבריכה זקוקה לאספקת מים. מקור המים יכול להיות עילי (פלגים או תעלות), תת-קרקעי (מי תהום או מעיינות תת-קרקעיים), או מי משקעים (גשמים). מפלס המים משתנה בהתאם לעונה, והוא מגיע לשפל בשנים שחונות ולגאות בשנים ברוכות. לשם היווצרות של בריכה יש צורך בקרקעית מתאימה שתמנע חלחול מים, אחרת הבריכה תיעלם. הסביבה הפיזית של בריכה כוללת בוך, חול ואבנים על הקרקעית והגדות. הגדות תומכות בבריכה ומשמשות סביבת מחייה לצמחייה. למרות גודלה הקטן, בריכה יכולה להיות מערכת אקולוגית עשירה במגוון רחב של צמחים ושל בעלי חיים.

משימת האתגר דורשת מהתלמידים לחשוב על יעילותם של החומרים (כולל קרקעות מסוגים שונים) אשר עשויים לשמש לשם תכנון ובנייה של בריכה. מהנדסים גיאוטכניים בודקים את התכונות הכימיות והפיזיקליות של החומרים המוצעים ובוחנים את האופן שבו הם מתנהגים כאשר הם באים במגע עם הקרקע. המהנדס גם ייקח בחשבון כיצד החומרים המוצעים עשויים להשפיע על התנהגותה של הקרקע. התהליך הזה יתחיל בבדיקה של דגימות קרקע מהאתר.

ממה מורכבת קרקע?

אדמה היא תוצר של תהליכים פיזיקליים, כימיים ואורגניים הפועלים לאורך זמן (1000 שנים ויותר). הסלעים מתפוררים בבליה. בליה פיזית נגרמת בגלל רוחות, מים, קור ושינויי טמפרטורה, אשר מפוררים את הסלעים לחתיכות קטנות יותר (אך אינה משנים את הרכבם). לחילופין, חומה קשה יכול להפוך לחומר רך בעקבות בליה כימית. התגובות הכימיות עשויות להתרחש בין המינרלים שבסלע והחמצן או דו תחמוצת הפחמן שבאוויר, בעוד שפעילות בקטריאלית עשויה להפוך את שורשים הצמחים למרכיבים נוספים בקרקע. מצב הקרקע (ההרכב והריבוד) הוא תוצאה של שלבים שונים בהיסטוריה: תצורה גיאולוגית (תהליכי התפוררות), שינויים (קרחונים, גשמים, נהרות, הצפות), וריבוע (שְׁקוּעַ או בלועזית סְדִימֶנְטַצְיָה, וניקוז). אם חופרים לעומק, ניתן לראות שהאדמה מורכבת משכבות. לקריאה נוספת על מבנה הקרקע:

<http://passel.unl.edu/pages/informationmodule.php?idinformationmodule=1130447025&topicorder=4>
(באנגלית)

אם מתבוננים בעיון בקרקע באמצעות זכוכית מגדלת, ניתן לראות שהיא מורכבת מגרגרים שונים. מים, אוויר, או שניהם גם יחד, יכולים למלא את החללים בין הגרגרים. גיאולוגים ומהנדסים גיאוטכניים מייחסים חשיבות רבה לגודל הגרגרים. כדי לקבוע את הרכב הקרקע, נוהגים להשתמש בסיווג הבא:

שברי סלע - קוטר גדול מ 200 מילימטרים

חצץ - קוטר בין 2 מילימטרים ל 200 מילימטרים
חול - קוטר בין 0.06 מילימטר ל 2 מילימטרים
טיין (silt) - קוטר בין 0.002 מילימטר ל 0.06 מילימטר
חרסית (clay) - קוטר הקטן או שווה ל 0.002 מילימטר

היחס בין החומרים קובע את התכונות הפיזיקליות של הקרקע (כמו היכולת למנוע או לאפשר חלחול של מים). מים מחלחלים במהירות באדמה חולית. אדמה כזאת מאווררת ומנוקזת היטב ונוטה להתייבש (ומכאן שאינה מתאימה לבריכות). אדמה עם כמות גבוהה של חרסית נוטה לספוג מים היטב (ומכאן שהיא הרבה יותר מתאימה לבניית בריכות). ניתן לבצע ניסוי פשוט שיספק מידע בסיסי על הרכב הקרקע. כל מה שצריך לעשות הוא לאסוף כמות קטנה של קרקע מתחת לפני השטח (כמות שמספיקה כדי ליצור כדור בקוטר של כ- 2.5 סנטימטרים). באמצעות טיפת מים, הרטיבו את הכדור עד לנקודה שהוא נעשה מספיק דביק כדי להידבק לאצבע. עכשיו לחצו קצת הכדור הלח. אם האדמה חולית או טיטית (מרקם מחוספס) הכדור יתפורר תחת הלחיצה הקלה ביותר. אם האדמה חולית או טיטית (מרקם עם חספוס בינוני) הכדור ישנה את צורות בקלות ולא יתפורר. אם ישנה התנגדות, והאדמה אינה משנה את צורתה - הקרקע מכילה כמות גדולה של חרסית או טין (מרקם עם חספוס דק).

בפרק 2 התלמידים בודקים הרכב של קרקעות שונות, ובוחנים את החשיבות של סוג הקרקע לתהליך התכנון והבנייה של בריכה. חרסית, טין וחמר יכולים לשמש חומרים מצוינים למניעה של דליפה מהירה של מים, בגלל תכונותיהם המקשות על ניקוז מים. חול בעל מרקם מחוספס, כמו גם תערובת של חצץ וחול, מאפשרים ניקוז מהיר, ומכאן שהם אינם מתאימים לשמש כקרקעית בריכה.

כיצד מים מחלחלים בחומרים

הקרקע פועלת כספוג הסופח מים ואינו מאפשר להם לחלחל במהירות. התנועה של המים לתוך הקרקע נקראת **סינון**, והתנועה מטה של המים לתוך הקרקע נקראת **חלחול (פרקולציה)**. המרווחים בין הגרגרים מאפשרים סינון של המים וחלחול שלהם כלפי מטה. הקרקע משמשת כמאגר מים. **חדירות** היא תכונה של החומר הקשורה ליכולתו לאפשר מעבר נוזלים (במקרה זה, מים).

בפרק 2 התלמידים בודקים כיצד מים מחלחלים בחומרים שונים (כולל חצץ, חול וחרסית), כחלק מהניסיון למצוא קרקעית מתאימה לבריכה. בפרק זה הם זוכים להכיר את מושג החדירות המתאר את יכולתו של החומר להעביר נוזלים. הפעילות מאפשרת לתלמידים הזדמנות לחשוב על חומרים נקבוביים שונים במונחים של מעבר מים בתעלות קטנות ובלתי-סדירות העשויות מנקבוביות, גומות וחללים אחרים הקיימים בחומרים יומיומיים, כמו נייר וספוג; ללמוד באמצעות התנסות על גודל החללים בין החומרים השונים, שמהם מורכבת הקרקע; להכיר חומרים נקבוביים שבהם החללים אינם קשורים זה לזה, ולכן אינם מאפשרים מעבר מים; ולהבין כיצד הדחיסות של האדמה מצמצמת את גודל החללים הריקים בין הגרגרים ומאטה את חלחול המים. קצב הסינון עשוי להיות נמוך מאוד (קרוב לאפס) כשמדובר בחרסית ובאדמה דחוסה, בעוד הקצב באדמה חולית עשוי להגיע גם ל- 20 סנטימטרים בשעה. תת-סעיפים 2.3 ו-2.4 מאפשרים לתלמידים לבחון את מידת החדירות של מרכיבים שונים של הקרקע ושל חומרים אחרים, ולשקול אילו מהם מתאימים יותר ואילו מתאימים פחות לשמש כקרקעית בבריכה שלהם.

תפישות שגויות של תלמידים לגבי מדעי כדור הארץ ותנועה של מים

תפישת עולם הטבע של ילדים מבוססת על ההתנסויות והחוויית שהם עוברים מידי יום. התפישות שלהם אולי אינן מבוססות על העקרונות המדעיים המקובלים, אבל הם ניחנו בדרך כלל בשכל ישר וביכולת הסקת מסקנות המבוססת על תצפית ואינטראקציה עם הסביבה. הדרך הטובה ביותר ללמד עקרונות מדעיים היא באמצעות עריכת ניסויים שמעמיתים אותם עם הידע הקודם שלהם, במקום לצטט באוזניהם עובדות. עם זאת, יש קושי רב לשנות את אותן תפישות שגויות שקיימות אצל ילדים (ומבוגרים), במיוחד כאשר נראה שהן עומדות בניגוד לשכל הישר. כמו כן, קשה לעיתים לזהות שאכן קיימות תפישות שגויות אצל ילדים, מאחר ולעיתים קשה להם לבטא באופן ברור (בדיבור ו/או בציור) את מחשבותיהם. למרות זאת, חשוב שמורים ייתנו את הדעת לתפישות שגויות הרווחות בקרב ילדים, על מנת שיוכלו להתייחס אליהן ולהבין את ההקשרים השגויים שתלמידים עלולים לעשות.

לתלמידים עשוי להיות ניסיון מוגבל עם מדעי כדור הארץ ועם המינוחים המדעיים בנושא. על המורים להיות מודעים לכך שהמושגים של ילדים על מונחים שגורים כמו 'סלע' 'אדמה' עשויים להיות שונים מהמושגים המדעיים. אלן (1) לדוגמה, מציין שההגדרה המדעית של סלע היא 'כל חומר טבעי שהוא תוצר של תהליכים גיאולוגיים, המורכב ממינרל אחד או יותר'. אך ישנם תלמידים שעבורם 'סלע' הוא כל דבר שגדול מכדי לזרוק אותו, בעוד 'שאבן' היא כל דבר שאפשר להחזיק ביד ולזרוק. יש תלמידים שחושבים שסלע מוכרח להיות מחורץ ומשונן, בעוד אחרים אינם מתקשים להשלים עם העובדה שסלעים יכולים להיות גם עגולים (1).

גם ההיכרות של תלמידים על המושגים 'קרקע' או 'אדמה' עשויה להיות מוגבלת. אחת התפישות השגויות הרווחות ביותר היא שקרקע או אדמה, היא כל דבר 'מלוכלך' שמונח על הארץ (ר' 2 לתקציר של המחקר), במקרים אחרים, התלמידים מבחינים בין אדמות 'טובות' (דהיינו, כאלו שאפשר לגדל בהן דברים) ובין אדמות 'גרועות' או 'סתם' אדמות. כאשר הם אינם מצליחים להחליט אם הקרקע 'טובה' או 'גרועה', הם נוטים להגיד 'שמומחה' יוכל לקבוע זאת. ילדים בדרך כלל מודעים לחשיבות הקרקע לגידול צמחים (1), ולכן שהקרקע משמשת סביבת מחייה לבעלי חיים שונים כמו תולעים, אך הם פחות מודעים לאורגניזמים המתים באדמה, לכן כדאי אולי לקשר מידע זה לאופן ההיווצרות של מאובנים (3).

בעוד שחלק מהתלמידים רואים באדמה ישות אחידה, אחרים חושבים עליה כעל אוסף של חלקים בצבעים ובגדלים שונים (3). ילדים מושפעים עמוקות מפני השטח המוכרים להם בסביבתם הקרובה ועשויים לא לזהות סוגים אחרים של אדמה 'כאדמה'. לעתים קרובות הם נוטים להתרכז ב'חלקים החומים-כהים הקטנים', ולראות בחומרים מרקיבים שניתן לראות בעין לא מזוינת וחלקי סלע גדולים יותר כחלקים שהם 'לא-אדמה'. בנוסף, הם עשויים לא לקשר את 'החלקים הקטנים' לסלעים (מפני שסלע 'קשה' ואדמה 'רכה'). תלמידים לעתים קרובות חושבים על סלע במקומות שבהם הוא חשוף, ומודעים פחות לשכבות הסלע מתחת לפני הקרקע (3). לעתים קרובות הם חושבים על סלע כעל 'משהו קשה ובלתי משתנה', ולכן מתקשים להבין את הקשר בינו ובין אדמה (3).

הנה כמה מושגים של ילדים לגבי האופן שבו נוצרת הקרקע (3):

- הנהרות מביאים את האדמה ומשאירים אותה 'שם'
- האדמה הייתה תמיד
- האדמה היא 'צעירה יחסית' ונוצרת תוך כמה שנים
- האדמה עתיקה כמו כדור הארץ עצמו

פרק 2 מאפשר לתלמידים להרחיב את היכרותם עם הקרקע באמצעות ניסויים ותצפיות, ולרכוש מושגים מרכזיים על ההרכב של הקרקע. זאת ההזדמנות לעזור לתלמידים לקשר בין אדמה וסלעים, ולדבר על האופן שבו האדמה נוצרת על פני פרקי זמן ארוכים.

פרק 2 גם מתמקד בחללים בין החלקיקים ובתפקיד שהם ממלאים בחלחול המים. ייתכן שהתלמידים אינם מודעים לחללים בין החומרים השונים שמהם מורכבת הקרקע, או שהם אינם מבינים שהחללים האלו מכילים

אוויר/מים. ייתכן שהם הבחינו בעבר בחיות המתגוררות לעיתים באדמה (בעיקר אחרי גשמים עזים), והצליחו להגיע בכוחות עצמם למסקנה שהם זקוקים לפני השטח כדי לנשום (3). אלן (1) מציע שאחת הדרכים המוצלחות יותר לעזור לתלמידים להבין שהאדמה אינה מקשה אחת, היא לבקש מהתלמידים לשים חופן אדמה בכלי לביצים רכות ואחר כך לבקש מהם לנחש כמה מים אפשר להוסיף לפני שהכלי יעלה על גדותיו. הם יהיו מופתעים מהכמות שהם יצליחו להוסיף. הניסוי הזה יסייע להם לעכל את הרעיון בהמשך הפרק, שהמים חודרים לחללים בין הגרגרים. שימוש בגולות בגדלים שונים יכול גם כן לסייע לתלמידים לראות את החללים ואת הבדלי הגודל ביניהם. כלי עזר חשובים נוספים הם זכוכית מגדלת או מיקרוסקופ פשוט. באמצעות ההשוואה בין הגרגרים בסוגים שונים של קרקע, התלמידים יכולים להתחיל לקשר בין ההרכב הקרקע ובין האופן שבו סוג האדמה יכול להשפיע על גדילת הצמחייה ועל ניקוז המים בבריכה. ככל שלתלמידים יצברו ניסיון רב יותר עם מעבר מים (או אי-מעבר מים), במגוון חומרים מחיי היומיום, כך יקל עליהם להחליט אילו חומרים מתאימים ליצירת הקרקעית בבריכה, ויעמיק את הבנתם של מושגים כמו סינון, חלחול וחדירות.

מראי מקום

- (1) Allen, M. (2010) *Misconceptions in Primary Science*. Open Univesrity Press: Berkshire, England.
- (2) Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V.(1994) *Making Sense of Secondary Science*. Routledge : London.
- (3) Nuffield Primary Science: Teachers' Guides (Ages 7-12): Rocks, Soils and Weather (1995) HarperCollins Publishers:London.

שותפים

Bloomfield science Museum Jerusalem
The National Museum of Science and Technology "Leonarda da Vinci"
Science Centre NEMO
Teknikens hus
Techmania Science Center
Experimentarium
The Eugenides foundation
Condervatoire National des Art et Métiers- muse des arts et métiers
Science Oxford
The Deutsches Museum Bonn
Boston's Museum of Science

Modiin Macabim Reut
Istituto Comprensivo Copernico
The Daltonschool Neptunus
Gränsskolan School
The 21st Elementary School
Maglegårdsskolen
The Moraitis school
EE. PU. CHAPTAL
Pegasus Primary School
Donatusschule

ECSITE – European Network of Science Centres and Museums
ICASE – International Council of Associations for Science Education
ARTTIC
Manchester Metropolitan University
Bristol Centre for Research in Lifelong Learning and Education

There are 10 units available in these languages.



The units are available on www.engineer-project.eu till 2015 and on www.scientix.eu



MUSEO
NAZIONALE
DELLA SCIENZA
E DELLA
TECNOLOGIA
LEONARDO
DA VINCI

