

גשרים - יחידת לימוד לכיתה ז' המשלבת מדע וטכנולוגיה

ערן פלג, ביה"ס אורט רחובות והמחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות

עובד קדם, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות

[מבוא](#)

[תיאור הפעילויות :](#)

[משוב](#)

[הערות ומסקנות](#)

[מבוא חזרה לתחילת המאמר](#)

המחלקה להוראת המדעים של מכון ויצמן למדע מפתחת תוכניות לימודים חדשות עבור תלמידי חטיבות הביניים במסגרת לימודי המדע והטכנולוגיה.

מבין העקרונות המנחים אותנו בפיתוח תוכניות לימודים נציין שלושה :

תהליך הלמידה חייב לערב את התלמיד באופן **פעיל** ולהתמקד בו.

בניית ההבנה והידע תתבצע בגישה המקשרת בין תחומי ידע שונים.

התכנים הטכנולוגיים וההקשרים החברתיים ישולבו יחד עם התכנים והעקרונות המדעיים.

היחידה "גשרים" היא נסיון לממש עקרונות אלה.

על פי רצף הלימודים המתוכנן, לומדים התלמידים בכיתה ז' שתי יחידות בעלות זיקה הדדית.

חלקיקים וריק : יחידה זו דנה באופן בו נשאלות שאלות על מבנה החומר ובדרכים לטיפול מדעי בשאלות. היחידה מתמקדת בתלמיד והתמודדותו עם סוגיות מדעיות-פילוסופיות הנוגעות למבנה החלקיקי של החומר.

אינטראקציה וכוחות : יחידה זו עוסקת באופן בו מתבוננים באינטראקציות בין גופים ומנסים להסביר את תוצאותיהן. במרכז היחידה מצוי מושג האינטראקציה ועל סמך מושג זה "ממציאים" את מושג הכוח ודנים במאפייניו וכיצד הוא משמש להבנת מבנה החומר ופעולת מכונות פשוטות.

היחידה "גשרים" מכוונת "לגשר" בין שתי היחידות הנ"ל באמצעות סידרת פעילויות בעלות גוון טכנולוגי. התלמיד דן בגשר כמוצר טכנולוגי המיועד לענות על צרכים חברתיים וכלכליים והמגלם בתוכו את מיטב הידע של תקופת בנייתו בכל הנוגע לתיכון (design) מבנים, חוזק חומרים והדרכים להפקתם ועיבודם. כמו כן מתמודדים התלמידים עם בניית דגמי גשרים בהתחשב באילוצים, תוך תיעוד תהליך התיכון.

[תיאור הפעילויות : חזרה לתחילת המאמר](#)

סקירת גשרים - בחלק זה מכירים התלמידים סוגים שונים של גשרים ממקומות שונים בעולם ומתקופות שונות במהלך ההיסטוריה. במסגרת הפעילות נידון הגשר כנדבך חשוב בהתפתחות הטכנולוגית של החברה האנושית.

התלמידים לומדים על שיטות שונות לבניית גשרים כגון: גשר קורה, גשר תלוי וכדומה.

בניית גשר ראשון - במהלך פעילות זו מתחלקים התלמידים לקבוצות ומתנסים בבניית דגם של גשר העומד בדרישות מוגדרות של אורך ויכולת העמסה.

לרשות התלמידים עומדים חומרים זמינים כגון: מוטות עץ, צינורות פלסטיק, מוטות, "איטריות" (spaghetti), דבקים וכדומה.

התלמידים אינם מקבלים הדרכה לגבי צורת הבנייה הרצויה, ועל כן מתבסס כל התיכון על אינטואיציה והתבוננות בסביבה.

בתום הזמן המוקצב, מציגה כל קבוצה את גשרה תוך ציון הנקודות המצדיקות את שיטת הבנייה שבה הם בחרו, לדוגמה: "הגשר שלנו מהיר להרכבה, דורש מעט חומרים ובנוסף לכך הוא יפה".

עם תום הצגת הגשרים נערך דיון כיתתי בו מסוכמים תחומי הידע אותם חשוב ללמוד על מנת שבניית הגשר הבא לא תתבסס על אינטואיציה בלבד.

חשוב לציין, שלתלמיד אין בדרך כלל זכות להצביע על תחומי ידע שלדעתו חיוניים ללימוד נושא מסוים, על כן יש בפעולה זו כדי להעלות את המוטיבציה של התלמידים.

תחומי הידע שאנו מצפים שיעלו הם: תכונות חומרים, שיטות תיכון ושימוש במחשב, תיכון מבנים (קשר בין צורת המבנה וחוזקו, קשר בין צורת הקורה וחוזקה).

חוזק חומרים - במהלך פעילות זו משווים התלמידים את חוזקם של חומרים שונים על ידי ניסוי כפיפה פשוט, התלמידים אינם נדרשים לבצע חישובים או למדוד את ערכם של קבועי החומר. בסיום הפעילות מסוגלים התלמידים לדרג את החומרים השונים על פי חוזקם ולדון בנושאים כגון: מידת האלסטיות ומשמעות המושג חומר "טוב" לבניית גשר ומוצרים טכנולוגיים אחרים.

תיכון בעזרת מחשב - פעילות זו מציגה גישה חדשה להכרת המחשב ככלי תיכון. המחשב מוצג ככלי עבודה ידידותי ואמין היכול לסייע בחיזוי תופעות פיזיקליות הקשורות לעבודתו של התלמיד. השימוש בתוכנה נעשה במקביל לניסויים ממשיים באופן שהתלמיד משתכנע "ממראה עיניים" שאכן החיזוי של המחשב מתאימה לתוצאות הניסוי שהוא מבצע.

התלמיד מתפקד כמעין מהנדס צעיר המפעיל תוכנה ייחודית לצורך תיכון פרויקט, תהליך המכונה בלועזית (Computer Aided Design (CAD). לשם כך, פותחה במחלקה להוראת המדעים, לומדה בשם "קורות".

סביבת הפיתוח: לאור ניסיון שנצבר, הוחלט לפתח את הלומדה בסביבת חלונות בעזרת התוכנה Visual Basic 1 המאפשרת שילוב גרפיקה מתקדמת, שהיא בעלת חשיבות רבה לשם יצירת ממשק ידידותי בין המחשב למשתמש בלתי מנוסה.

עקרונות בפיתוח: ניתן לומר שהעיקרון המנחה לאורך כל הדרך היה ידידותיות ופשטות. לקחנו בחשבון שמורה בחטיבת הביניים המלמד בכיתה ז', לא יוכל להתמודד עם בעיות משתמש של התלמידים. במילים אחרות במידה והתלמידים לא יצליחו להפעיל את כל התוכנה בכוחות עצמם התוצאה תהיה שלילית מכל הבחינות: התלמידים יזכרו את המפגש עם המחשב לרעה וגם המורה יהיה מתוסכל. עיקרון זה חייב אותנו לתכנן לומדה "סגורה" יחסית עם אפשרויות מוגבלות.

תיאור הלומדה (כללי): הלומדה "קורות" מסוגלת לחזות את תגובתה של קורה להפעלת כוח חיצוני עליה, לאחר שמספקים את הנתונים הבסיסיים. סדר הכנסת הנתונים אינו חשוב וניתן לשנותם בכל אחד משלבי העבודה.

הנתונים המבוקשים:

שם התלמיד

צורת החתך של הקורה

סוג החומר ממנו עשויה הקורה

צורת התמיכה של הקורה

אורך הקורה וגודל הכוח המופעל על הקורה

לאחר הכנסת הנתונים, מחושב כיפוף הקורה ומתקבל פלט בצורה גרפית ומספרית. בסיום העבודה, יכול התלמיד לשמור את תוצאות עבודתו בקובץ אישי ולפתוח קובץ זה בהמשך עבודתו.

תיאור התוכנה: התוכנה מורכבת ממסכים שונים, כאשר בכל מסך מעדכן התלמיד נתונים. להפעלת התוכנה צריך לחוץ פעמיים על צלמית (icon) בסביבת העבודה חלונות.

- 1. מסכים מקדימים -** לאחר לחיצה כפולה על הצלמית של התוכנה, מופיע מסך פתיחה שבו מתבקש התלמיד לכתוב את שמו; בהמשך פונה המחשב לתלמיד בשמו. לאחר מכן מופיע מסך נוסף ובו תאור שלבי העבודה העיקריים. לחיצה על המקש "enter" מעלה את מסך התפריט הראשי.
- 2. מסך תפריט -** במסך התפריט (תרשים 1) מופיעים כפתורי "רדיו". בחירת כפתור ולחיצה על כפתור **אישור**, מפנה את התלמיד למסך אחר שבו הוא מקליד נתונים למחשב. בנוסף לכפתורי הרדיו קיימת אפשרות לפתיחת קובץ אישי ללא צורך בהכנסת נתונים נוספים.

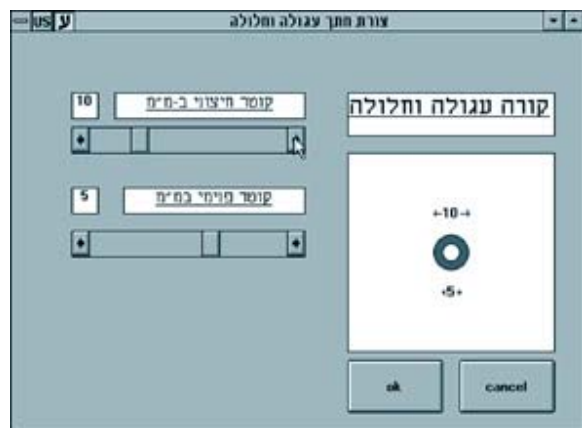


תרשים 1: מסך התפריט

- 3. מסך צורת החתך -** לחיצה על כפתור הרדיו "בחירת צורת חתך" מעבירה את המשתמש למסך שבו הוא מציין למחשב, מהי צורת החתך של הקורה. במסגרת התוכנה "קורות" יכול התלמיד לבחור צורה אחת מתוך חמש צורות מקובלות (תרשים 2).

4. לאחר בחירת צורת חתך, ולחיצה על אישור עוברים לשלב בו קובעים את הגדלים של צורת החתך. הכנסת הנתונים אינה דורשת הקלדה, והבקרה של המשתמש היא חזותית (תרשים 3).

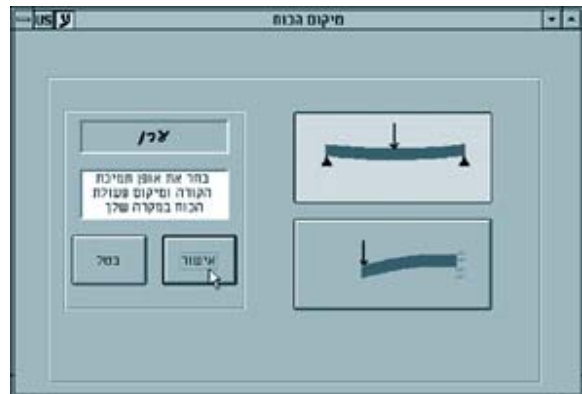
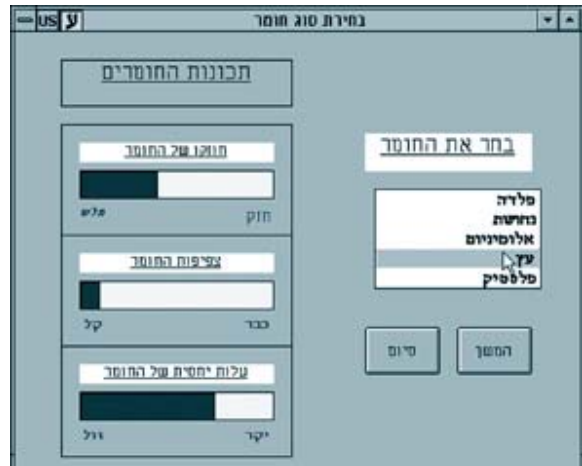
5. **מסך בחירת חומר** - לחיצה על הכפתור "בחירת סוג החומר" ומתן אישור מעבירה את המשתמש למסך שבו הוא בוחר מתוך רשימה של חמישה חומרים שכיחים, מהו החומר ממנו עשויה הקורה הנבדקת (תרשים 4). בחירת החומר קובעת את הערכים של הקבועים הפיזיקליים המתאימים כגון מודול האלסטיות, משקל סגולי, מאמץ מותר וכדומה.



6. **מיקום פעולת הכוח ואופן תמיכת הקורה** - לחיצה על כפתור הרדיו "אופן העמסת הקורה" מעבירה את המשתמש למסך (תרשים 5) שבו הוא קובע באיזו צורה מופעל הכוח על הקורה וכיצד הקורה נתמכת. כמובן שבמציאות קיימות אין סוף אפשרויות, אך אנו הסתפקנו בשתי אפשרויות מקובלות.

לאחר ביצוע כל הפעולות שפורטו לעיל, ניתן לעבור למסך האחרון (תרשים 6) מתוך התפריט הראשי, על ידי לחיצה על כפתור הרדיו "עיצוב נתונים".

במסך זה קובע התלמיד שני נתונים נוספים: גודל הכוח המופעל ואורך הקורה. לאחר לחיצה על הכפתור "הראה כיפוף", מתקבלת תמונה של הקורה המכופפת בתוספת רשימה המפרטת את נתוני הקורה. בשלב זה התלמיד יכול לסיים את עבודתו על ידי שמירת הנתונים בקובץ אישי ובמקביל להדפיס את המסך, כמו כן התלמיד יכול לחזור לכל אחד מהשלבים הקודמים ולשנות את הנתונים.



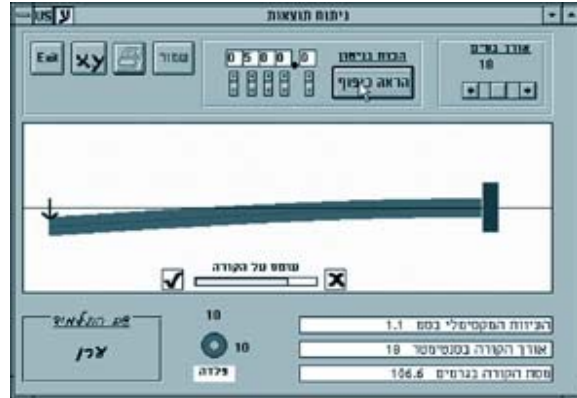
תיכון קורות ומבנים - פעילות זו מהווה מעין "הכשרה מהירה" ללימוד שיטות בתיכון ובנייה של מבנים פשוטים. בפעילות זו מושם דגש על עבודה מעשית לקראת בניית גשר שני. בתחילה לומדים התלמידים על ידי התנסות כיצד משפיעה צורת חתך הקורה על "יעילותה", כלומר על היחס בין חוזקה ומשקלה. התלמידים מתבקשים להרכיב קורות מארבע רצועות קרטון, לכל קורה צורת חתך אחרת. ההבדל בין חוזקן של הקורות נראה לעין.

דוגמאות לצורות חתך שונות מובאות בתרשים 7.

בשלב הבא בוחנים התלמידים, באמצעות תצפיות ותקשורת מדעית מונחית, את שיטות הבנייה של מבנים מוכרים כגון עמודי חשמל, אנטנות, מגדל אייפל וכדומה.

פעילות זו מובילה למספר מסקנות פשוטות :

יחידת המבנה היציבה ביותר היא בצורת משולש. מבנים גדולים כגון אנטנות ועמודי חשמל הם למעשה קורה גדולה



וחלולה. ניתן לראות ברוב הגשרים מעין קורה חלולה שמכוניות ואנשים עוברים בתוכה.

בניית גשר שני - הרעיון לתת לתלמידים "הזדמנות שניה" בבניית גשר נובע מהצורך להראות שניתן לנצל ידע שנצבר. תלמידים רבים אינם מודעים לקשר בין החומר הנלמד לבין הצרכים היומיומיים והדבר גורם לעיתים לחוסר מוטיבציה. כולנו מכירים את השאלה המרגיזה אך הלגיטימית: "המורה, למה אנחנו צריכים את זה?".

פעילות זו נותנת לתלמיד, בנוסף ל"כיפיות", תחושת סיפוק הנובעת משיפור יכולתו לתכנן מבנה, לעבוד במסגרת של צוות מתכן ומבצע ואוליאף התנסות בתופעה בה לידע שהוא רכש, עשויה להיות תכלית מסוימת בעתיד.

משוב חזרה לתחילת המאמר

עלינו להבהיר שאין מדובר במקרה זה במשוב מדעי הכוללת צפיות עקביות בכיתות, עריכת סקרים וניתוחם. המשוב מבוסס בשלב זה על שיחות שערכנו עם מורים מחטיבות הביניים דה-שליט וקציר שהשתתפו בהפעלת התוכנית במסגרת פרויקט ניסויי ברחובות. מטרת המשוב הייתה כפולה:

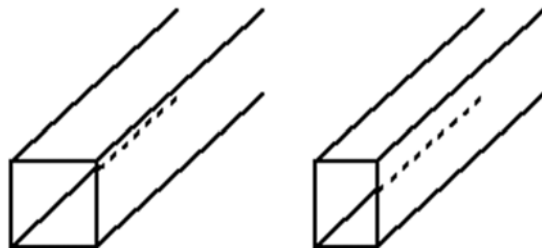
הפקת לקחים לקראת מהדורת הפיתוח

שיתוף המורים בתהליך הפיתוח

להלן תקציר הערות המורים:

התוכנית היוותה שבירת שיגרה הן לתלמידים והן למורים.

נושא התוכנית יצר מלכתחילה התלהבות אצל התלמידים: "תלמידים הצטיידו במצלמות לקראת הטיל השנתי על מנת לצלם גשרים". הפעילות במסגרת התוכנית מתאימה מאוד לכיתות הטרוגניות. גם בכיתות שבהם לומדים



תלמידים המתאימים לחינוך המיוחד, הצליחה התוכנית להפעיל את התלמידים. כל תלמיד התקדם בקצב שלו".

"התלמידים גילו יצירתיות רבה".

בעיות הבנייה בהם נתקלו התלמידים עוררו את סקרנותם בנושאים כגון: חומרים, יציבות מבנים, שיטות תיכון, בטיחות ואסתטיקה. במקרים מסוימים, תלמידים שבדרך כלל אינם בולטים, הובילו במיוחד במהלך העבודה הקבוצתית. היו בעיות לוגיסטיות בתחום המיחשוב והשגת החומרים. היתה כמובן גם ביקורת, שנועדה לשפר את התכנית, אך באופן כללי ניתן לראות שהנחות היסוד שלנו בתהליך הפיתוח היו טובות והמורים מגלים שביעות רצון מהתוכנית.

הערות ומסקנות חזרה לתחילת המאמר

מהפעלת יחידה זו אנו מנסים ללמוד יותר לגבי אופני שילוב פוריים של מדע וטכנולוגיה.

מצאנו שהנושא ואופן הפעילות מציתים את הדמיון של מורים ותלמידים. עלינו לנצל התלהבות זו לשם הגברת הרצון לשאול שאלות ולחפש דרכים לענות עליהן ברוח הסילבוס החדש למדע וטכנולוגיה.

מראי מקום

1. רוזנפלד, ש., פיתוח עצמי של לומדות וסביבות הדמייה פשוטות בעזרת "Visual Basic" תהודה 16 (3), עמ' 36-40, דצמבר 1994.