

## הפיזיקה של התנועה - פיילוט תשפ"א – דוח מסכם

ראש הפרויקט: פרופ"ח שולמית קפון, [skapon@tehnion.ac.il](mailto:skapon@tehnion.ac.il),  
הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה, הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

1.....	תיאור קצר של התכנית
2.....	מטרות התכנית ועד כמה היא השיגה את יעדיה
7.....	התוצרים והתפוקות של התוכנית
8.....	שותפויות שנוצרו עם ארגונים אחרים
8.....	השפעת התוכנית על התחום ועל ארגונו
8.....	אתגרים
10.....	כוונות להמשך לאחר סיום התוכנית

### תיאור קצר של התכנית

- א. פיתוח והרצה של פיילוט לקורס MOOC (Massive Open Online Courses) בפיזיקה לכיתות ט' במסלולי המצוינות. תחום התוכן הפיזיקאלי של הקורס הוא קינמטיקה ושלושת פרקי הפיילוט שפותחו במסגרתו הם: פרק 1 – 'כיצד מתארים מיקום?', פרק 2 – 'תיאור תנועה – מיקום כפונקציה של הזמן', פרק 3 – 'וקטור המהירות ותנועה שוות מהירות'. הקורס שם דגש על פיתוח מיומנויות דרך זימון של התנסויות אקטיביות של תלמידים בבניית מודלים מתמטיים וחישוביים לצורך חקירה של תופעות פיזיקאליות והנדסיות, ועל למידה פעילה, חווייתית ומגוונת. הקורס פותח ע"י מומחים בהוראת הפיזיקה והמתמטיקה ובמחקר בחינוך מדעי ומתמטי; ומכיל סרטונים אינטראקטיביים, משחקים, תרגילים אינטראקטיביים, סימולציות, משימות חקר, פרויקטונים, הערכה מובנית ועוד – מצ"ב [קישור לסרטון קצר \(1.5 דקות\) שמציג את הפרויקט והפעילות בקורס](#).
- ב. הקורס מלווה בפיתוח מקצועי למורים במסגרת מקוונת בהיקף של 30 שעות. הכשרת המורים התמקדה בכלים לשילוב ה MOOC בהוראה באופן אינטגרלי במודל הוראה משולבת (Blended instruction)<sup>1</sup>. בהוראה מסוג זה הסביבה המקוונת משמשת למינוף ההוראה, ייעול הלמידה, העמקת השליטה של התלמידים בתכנים ובמיומנויות הנלמדים והגדלת מעורבותם בתהליך הלמידה. המורה ממוצב במקום בו הוא מלמד את התלמידים ללמוד במסגרת קורס מקוון, ויכול להחליט על דרכים שונות להשתמש במרכיבים השונים של הקורס בהתאם לחוזקות, לצרכים ולאלוצים שלו. עבודה רבה הושקעה בטיפוח הוראה ממוקדת נתונים על לומדים. במסגרת זאת, המורים למדו ודנו כיצד להשתמש במידע שהמערכת המקוונת מוציאה אודות ביצועי התלמידים.
- ג. היקף פיילוט תשפ"א: הרצה ב 17 כיתות – 16 כיתות עמ"ט וכיתה ט' מואצת אחת בחט"ב ממינת.

<sup>1</sup> Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2015) Designing for deeper learning in a blended computer science course for middle school students. Computer Science Education, 25(2), 199-237

## מטרות התכנית ועד כמה היא השיגה את יעדיה

**מטרה 1:** לפתח שלושה פרקים מהקורס מוכנים להרצה בקמפוס IL:

- היעד הושג במלואו

**מטרה 2:** להריץ את הפיילוט ב 20 כיתות ט' בקבוצות מצוינות

- היעד הושג באופן כמעט מלא.

להשתלמות המורים נרשמו 21 מורים המלמדים בכיתות עמ"ט במגזר היהודי (ממלכתי וממלכתי דתי). חלק ניכר מהם בעלי הכשרה בהוראת הפיזיקה, אבל כמה מהם עם רקע מאד שטחי בפיזיקה (למשל תואר ראשון בהוראת הביולוגיה ממכללה). בפועל 17 מורים לקחו חלק פעיל בהשתלמות וכל המורים שהשתתפו בהשתלמות הפעילו בסופו של דבר את הקורס בכיתותיהם. 2 מורים שנרשמו לא הופיעו, מורה אחד עזב מסיבות רפואיות ומורה נוסף פרש בתחילת ההשתלמות. מעל 400 תלמידי כיתה ט' נרשמו לקורס. השתלמות המורים החלה במקביל לפיתוח הקורס בחודש דצמבר 2020 והסתיימה בסוף אפריל 2021. ההשתלמות אפשרה למורים להתנסות בלמידה בקורס כלומדים, ליוותה והדריכה אותם בתכנון הוראה עם הקורס וליוותה את ההפעלה בכיתות של שני פרקי הפיילוט הראשונים, ובהתנסות כלומדים ותכנון ההוראה של פרק 3. חלק ניכר מהמורים החל בהפעלת פרק 3 בכיתות באופן עצמאי. למרות שעל פי התכנון שלנו הוראת שלושת הפרקים תוכננה במקום ל 15 שיעורים עם תוספת של של 5-6 שעות של עבודת בית, לרוב המורים ההוראה של פרקים 1 ו-2 בתקופת הקורונה, בה רוב השיעורים התקיימו במפגשים סינכרוניים בזום, לקחה יותר מ 15 שיעורים.

תרשים 1 מציג תמונה שצילמה אחת המורות בזמן שיעור בכיתה במהלך חודש מאי עם החזרה לבתי הספר. הטקסט בהודעה היה: "ממשיכים לעבוד על מודולה 2 גם מקרוב 🙌" (הוראה "מקרוב" בניגוד להוראה "מרחוק" בזום). המורה ששלחה את התמונה היא מורה לביולוגיה בהכשרתה. היו לנו כמה מורים כאלה.



תרשים 1. צילום שצילמה מורה בקהילה משיעור בו תלמידיה לומדים עם ה MOOC.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> המורה הרשתה לנו לצרף את התמונה לדו"ח. **אין לפרסם את התמונה ברשת.**

**מטרה 3:** ללמד תלמידים להשתמש ולבנות מודלים מתמטיים וחישוביים לצורך חקירה של תופעות פיזיקאליות (מיקוד בתיאור וחקר התנועה בטבע) ויישומים הנדסיים שנגזרים מהן.

- היעד הושג ברמה סבירה בהתחשב בשנת הקורונה ובכך שהיה עלינו להתמודד עם תקלות טכניות רבות הקשורות להרצה ראשונה בקנה מידה כזה בקמפוס IL. אנחנו מבססים את ההערכה שלנו על ציונים המבחנים<sup>3</sup> בסיום פרק 1 ופרק 2. היינו שמחים אילו היינו יכולים להשוות לתוצאות של מבחן מקדים, אבל הצורך לעשות פיתוח בהיקף רחב כמו שעשינו בזמן קצר כ"כ על מנת להעלות MOOC מוכן להפעלה בכיתות כבר בתשפ"א, לא השאיר זמן לפיתוח מבחן מקדים. בידנו התוצאות של המבחן המסכם של פרק 1 ב 16 מתוך 17 כיתות. מורה אחת החליטה להדפיס את המבחן ולתת לתלמידיה לענות עליו בכתב במקום ברשת, ועדיין לא סרקה ושלחה לנו את המבחנים. יש בידנו ציונים למבחן המסכם של פרק 2 רק מ- 10 כיתות, שכן יש מספר מורים שרק סיימו את הוראת הפרק או עדיין מלמדים אותו ותלמידיהם ייבחנו עליו בשבוע-שבועיים הקרובים. וציון החציון של שני הפרקים הוא 80. ממוצע הציונים של פרק 1 הוא 78 ושל פרק 2 הוא 77. מדובר במבחנים לא פשוטים. בפרק 3 שחלק מהמורים כבר מריצים כרגע, מחכה לתלמידים קפיצת מדרגה נוספת.

**מטרה 4:** למצב את המורה במקום בו הוא מלמד את התלמידים ללמוד במסגרת קורס MOOC, ויכול להחליט מהי מידת האחריות שהוא בוחר לקחת על התכנים הנלמדים בהתאם לביטחון שלו בנושאים אלה. ללמד את המורה להשתמש בנתונים שמוציאה המערכת המקוונת על מנת לבצע החלטות פדגוגיות מושכלות. המורים יכולים להוציא מהמערכת דוחות שמציגים להם את הפיזור של התשובות של התלמידים על כל סעיף, שאלה או פעילות בקורס, לבדוק בקלות האם יש טעויות נפוצות, ולקבל תובנות באילו היבטים עליהם לטפל באופן יסודי בכיתה. בהשתלמות הראינו דוגמאות לטיפול מסוג זה – למשל, אחרי שאלה אמריקאית שחלק ניכר מהתלמידים בחר בה במסיח לא נכון, המורה מחלק את הכיתה לקבוצות קטנות, מקרין את שני המסיחים, ומבקש מהתלמידים לשכנע אחד את שני ולהסביר לא רק מדוע מסיח אחד נכון, אלא גם לנמק באופן מלא מדוע השני אינו נכון, מרכז על הלוח את הנימוקים בעד ונגד שעלו בקבוצות, מסכם בנימוק מלא מדוע תשובה אחת נכונה והשניה לא, ומציע שאלה נוספת שבודקת את ההבנה של העיקרון.

- היעד הושג למרות שנפתח לנו התיאבון ואנו מכוונים ליעדים גבוהים יותר. כל המורים סיימו להעביר בכיתתם את תכני פרק 1, מדיווחיהם ומניתוח נתוני הלומדים עולה כי בקרב מרבית המורים (87%), מעל 75% מהלומדים בקורס ביצעו באופן שוטף את כל המטלות, הפעילויות ואירועי ההערכה בפרק. חשוב להבין שמחקרים בעולם מראשים שבקורסי MOOC אחוז הנשירה עומד על 95% בערך<sup>4</sup>, והעובדת שכשלושה רבעים מהתלמידים ביצעו באופן מלא את כל המשימות מעידה

<sup>3</sup> המבחנים מכילים שאלות מסוגים שונים. למשל, סיפור תנועה שיש למדל ע"י משוואה אלגברית ו/או על ידי גרף, דרישה להציע פרדיקציה על התנועה בהתאם למודל המתמטי, דרישה להסביר איך היה משתנה הסיפור עבור אותם משוואה או גרף אילו היינו מגדירים את מערכת הצירים באופן שונה (מה מייצג במרחב הכיוון החיובי של הציר, הראשית שלו, היחידות וכדומה), דרישה לזהות מקרים בהם קיים פתרון מתמטי שאין לו משמעות פיזיקאלית, וכדומה.

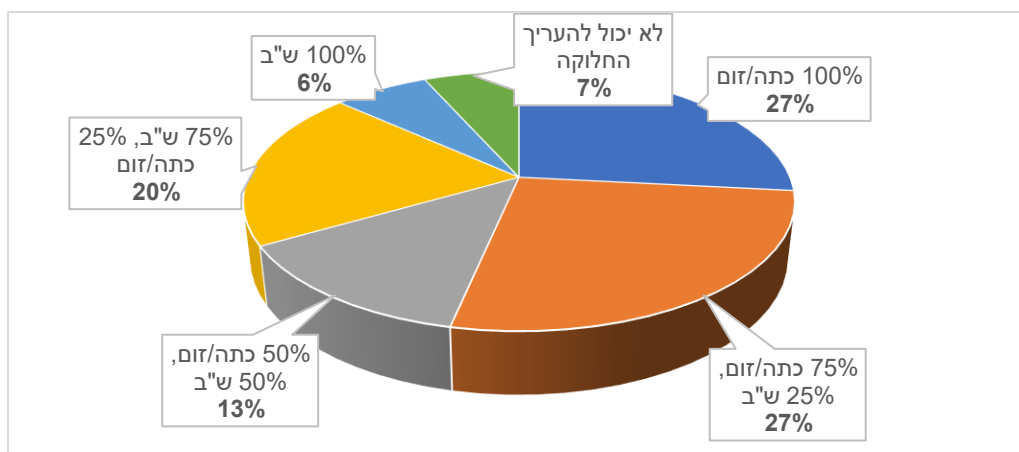
<sup>4</sup> Reich, J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2019). The MOOC pivot. *Science*, 363(6423), 130-131.

Chuang, I., & Ho, A. (2016). HarvardX and MITx: Four years of open online courses--fall 2012-summer 2016. Available at SSRN 2889436.

על העוצמה של מודל ההוראה המשולבת. הפקת הדוחות למורה בתשפ"א הייתה מאד מסורבלת ולכן המורים בעיקר עבדו עם הדוחות רק כשהפעלנו אותם במפורש סביב הדוחות הללו בהשתלמות. אבל בתשפ"ב עם הכניסה של התוסף של קמפוס II שיאפשר הפקה מאד פשוטה של דוחות, אנחנו מקווים שנוכל הוביל אותם לשימוש במידע הזה באופן שוטף.

בהשתלמות המלווה הוצגו למורים מספר מודלים להפעלת הפרק בכיתה ושילובו בהוראה השוטפת. המורים הפעילו את התלמידים בצורות שונות בכיתה. למשל, בכל אחד מהפרקים מופיעה לפחות איפוגרפיקה אחת עם סיכום רעיונות מרכזיים. היו מורים שנתנו לתלמידים לקרוא את האינפוגרפיקה לבנות על בסיסה מצגת מלווה בקול שמטרתה ללמד עמיתים את הרעיונות הללו. היו מורים שחילקו את הכיתה לקבוצות וביקשו מכל קבוצה בשלב הראשון להמציא בעיה בפיזיקה שנבנית על מה שמוסכם באינפוגרפיקה, ובשלב השני לפתור בעיה שהמציאה קבוצה אחרת ולהעריך אותה. היו מורים שחילקו את הכיתה לקבוצות, ביקשו מכל קבוצה ליצור מפת מושגים על פי האינפוגרפיקה ואז להציג את המפה במליאה ולבקר את המפות של הקבוצות האחרות. אפילו השימוש בסרטונים היה שונה בין המורים. היו מורים שנתנו לתלמידים לצפות בסרטונים בבית, וסיכמו רעיונות מרכזיים בע"פ בכיתה. היו מורים שנתנו לתלמידים לצפות בסרטונים בבית ופתחו דיון בכיתה על השאלות האינטראקטיביות בסרטונים. היו מורים שהציגו את הסרטונים בכיתה, עצרו את הסרטון באמצע בחלקים שונים על מנת להדגיש רעיון מסוים, או לשאול שאלה, ואז המשיכו להקרין. גם התרגילים הופעלו בצורות שונות. היו תרגילים שמורים בחרו להפעיל בעבודה בקבוצות בזום, תרגילים שהם נתנו הביתה כש"ב והתייחסו בכיתה רק לסעיפים בהם הופיע קושי, תרגילים שהם בחרו להרחיב ולתת אחריהם תרגול נוסף וכד'. גם בהפעלת המשחקים והפרויקטונים ראינו גיוון מאד גדול.

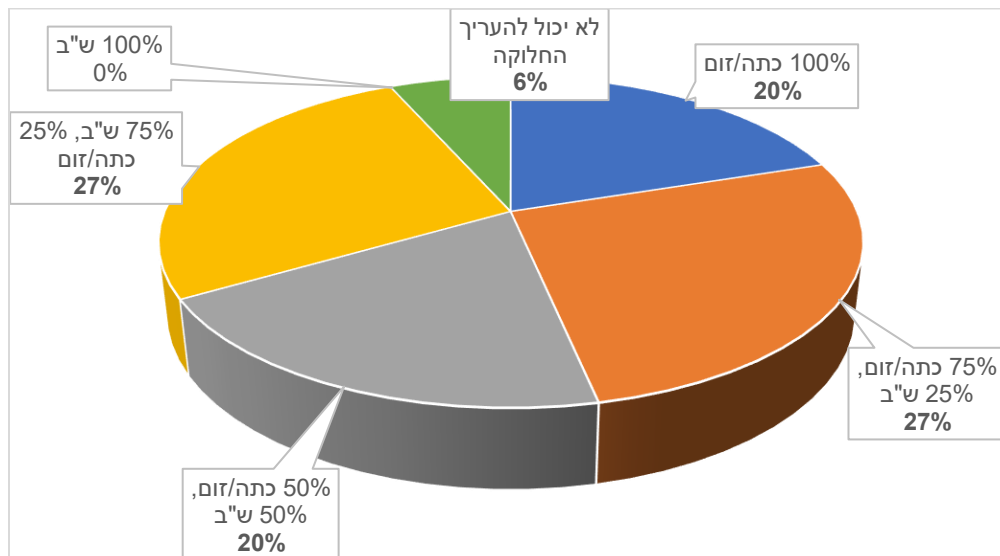
תשובות המורים לשאלה "היכן התבצעה רוב העבודה של התלמידים על התרגילים בפרק 1?" מסוכמות בתרשים 2:



תרשים 2. דיווחי המורים אודות אופי העבודה בכיתה על תכני הקורס בפרק הראשון.

בפרק 2 מתוך 17 המורים המפעילים את הקורס, נכון לתחילת חודש מאי - 12 מורים (71%) סיימו להעביר במלואם את תכני הפרק פרט למבחן, וכ-50% סיימו אותו כולל ביצוע המבחן. תשובות

המורים לשאלה "היכן התבצעה רוב העבודה של התלמידים על התרגילים בפרק 2?" בטופס שמילאו במהלך המפגש איתם בתחילת מאי, מופיעות בתרשים 3:



תרשים 3. דיווחי המורים אודות אופי העבודה על תכני הקורס בפרק השני.

תרשים 2 ותרשים 3 מצביעים באופן ברור על כך שהמורים לא פעלו בגישת "שגר ושלח" אלא ממש עבדו עם התלמידים בכיתות והשתמשו בקורס על מנת ליצור למידה פעילה. אפילו המורה היחיד שנקט בגישת שגר ושלח בפרק הראשון (100% שיעורי בית) כבר לא עשה את זה יותר בפרק השני. תכנוני ההוראה שהמורים העלו והעדויות שהם הביאו מהכיתה במלך המפגשים, כמו גם הראיונות עם המורים, כולם מצביעים על כך שהם למדו להשתמש בקורס כפלטפורמה לקידום הלמידה של התלמידים. כך למשל הוספנו שתי פעילויות לפרק השני תוך כדי הרצתו שעוצבו במיוחד בעקבות בקשה של אחת המורות בהשתלמות לאמצעי הוראה נוסף להפעלת התלמידים בכיתתה. בסיבוב הבא בכוונתנו להתמקד באופן הרבה יותר נרחב בפדגוגיה של שילוב הקורס המקוון בהוראה ובעיצוב הוראה מבוססת נתונים שמערכת כזו מזמנת.

בשיחות עם הקרן כשהגשנו את ההצעה לפיילוט, עדי קידרון שיתף איתנו משוב של שני מורים על ההצעה, שצינו שהם אינם מבינים מה יגרום למורים לביולוגיה או מתמטיקה לרצות ללמד את התכנית, וכיצד נתמוך בהם. לדעתנו הפיילוט מפריך לחלוטין את החשש הזה. כרבע מהמשתתפים בפיילוט היו מורים למדעים שמלמדים פיזיקה בחטה"ב למרות שאין להם השכלה אקדמית מסודרת בפיזיקה (למדו ביולוגיה, תעשייה וניהול וכד'). לדעתנו אם לא היינו מכוונים מלכתחילה רק למורים בעמ"ט כפי שהקרן דרשה מאיתנו, היו משתתפים בהשתלמות אפילו יותר מורים כאלה. למעשה כשליש מהנרשמים למפגש החשיפה לתכנית שנקיים ביולי 2021 הם מורים למתמטיקה או מדעים/ביולוגיה/כימיה. ודאי שעדיף שמורים לפיזיקה ילמדו פיזיקה גם בחטה"ב, אבל קיים מחסור אדיר במורים לפיזיקה ועודף אדיר במורים לביולוגיה שחלקם מלמדים בפועל גם את הפיזיקה של כיתה ט'. המורים הללו שהשתתפו בהשתלמות הרגישו מאד בנוח להפעיל את התכנית במיצוב של מנחה, משום שהם לא נדרשו לעמוד לפני הכיתה "לדובב" מצגות שפיתחנו עבורם, אלא יכלו לאפשר לתלמידים לצפות בסרטונים ולעבוד על הפעילויות ולעזור ולתמוך

בתהליך הלמידה שלהם. במהלך ההשתלמות, לפני שהם הביאו את התכנית לכיתה, הם התנסו כלומדים בכל הקורס, וקיבלו תמיכה מוקדמת וחיזוק בכל סוגיה שהם לא הבינו. כשהם הגיעו לכיתה ונתקלו בתלמידים מתקשים, הם הרגישו בנוח וידעו איך לעזור להם. העובדה שהצוות היה זמין בווטסאפ כשהיה צריך לעזור באופן מהיר ומידי נתנה ביטחון נוסף. באשר למורים למתמטיקה – יש במערכת היום הרבה מורים למתמטיקה מהנדסים בהשכלתם (מוסבים), ואנחנו נתקלים בטכניון בלא מעט מהם שמאד מתוסכלים מכך שהשימושים של המתמטיקה במדעים ובהנדסה לא באים לידי ביטוי בתכנית הלימודים הפורמאלית במתמטיקה. לדעתנו מורים כאלה שמלמדים בשעות תוספתיות מאד יתחברו לתכנית שלנו.

אחד משני המורים שהקרן שלחה אליהם את ההצעה לפיילוט בזמנו שאל מדוע לא להפעיל את התכנית עם סטודנטים למדע והנדסה, ומה הייתרון של מורים מדעים/מתמטיקה. ראשית, ההנחה שיש כמות משמעותית של סטודנטים למדע והנדסה זמינים שיהיו מוכנים להשתלם וללמד את התכנית בבתי ספר פשוט אינה ריאלית. מעבר לכך, ראינו ייתרון משמעותי בהפעלה של התכנית עם מורים מנוסים. המורים לקחו את הפרויקטונים בסוף כל פרק והפכו אותם להפנינג של יצירה בכל כיתה, הם היו הרבה יותר מנוסים בזיהוי ועבודה עם תלמידים מתקשים, והעובדה שהם ימשיכו ללמד את התכנית מאפשרת התמצקות ושיפור משמעותי בהפעלה בכיתות.

**מטרה 5:** להעצים מורים ולתרום לפיתוחם המקצועי הן כמומחים לניהול למידה של תלמידים והן כמומחים בהוראת הפיזיקה.

- המטרה הושגה, למרות שכפי שצינו בסעיף הקודם יש לנו שאיפות גדולות יותר, גם בהיבט של הוראה שנשענת על נתונים, גם במגוון הדרכים לתמוך בלמידה וגם בהעמקת ההבנה של התכנים הפיזיקאליים. לדעתנו העדויות המשמעותיות ביותר מגיעות ממה שהמורים אמרו. במשוב הפתוח שהעברנו בסיום הקורס ובראיונות שביצע ד"ר נאיף עוואד עם המורים רובם דיברו באופן מפורש על השינוי בתפקיד של המורה בכיתה, על הדינמיקה היחודית של תהליך הלמידה, ו/או על כך שהם מעמיקים את הבנתם בפיזיקה ובהוראתה מבלי לאבד את המעמד שלהם מול הכיתה והתלמידים. להלן מספר ציטוטים נבחרים:

מורה: **"נהייתי מהמקום החדש של מורה המלווה תהליך למידה ומנחה אותו ולא דווקא מורה את החומר כל הזמן. אלא מעריך, נותן אינפוטים.** נהנתי מהאנימציות, התרגולים והפרויקטונים. הם היו בגדר משב רוח מרענן לי, ולתלמידים מישוהו אחר ללמוד ממנו."

(מתוך משוב כתוב)

מורה: "התרגולים מהממים באמת כאילו, הקטע שאתה משנה גם נקודת ייחוס וגם כיוון וגם פה וגם שם הם באמת מעולים." (ראיון, התייחסות ספציפית לפרק 1)

מורה: "אהבתי את שיקול הדעת בבניה של כל אחת מהיחידות וגם את ההדגשים הפיזיקליים תוך התעכבות על פרטים שאנחנו יודעים שיש לתלמידים קושי. אהבתי את הגיון: סרטונים, תרגילים, סיכום הנושא. מאוד אהבתי את השילוב של המשחקים." (מתוך משוב כתוב)

מורה: "וגם נושא של הסרטונים שהיה נראה לי שאני הכי טבעי שבעולם גם סרטונים שבאמת ערוכים נהדר כאילו, באמת גם מבחינת ההסברים גם מבחינת הגרפיקה וכן הלאה, הם נראים ממש נהדר. וחשבתי בהתחלה כשראיתי את זה בפעם הראשונה שכאילו אני

**מיותר שם**, תן להם לראות את הסרט הכל בסדר וכולי. **אבל מהר מאוד הבנתי שדווקא בסרטונים אני רואה את זה איתם ביחד, אני רואה איתם ביחד אני עוצר לאורך הסרט אני מסמן להם את הנקודות שבהם אני רוצה לעצור ואני שואל שאלות, קושר את זה לחומרים אחרים שלמדנו נגיז לפני שנה לפני שנתיים, מזכיר להם כל מיני דברים או מושגים** אם זה משהו רלוונטי, חוזר עוד פעם על הדברים שנראים לי חשובים וקצת אולי שדורשים יותר הבנה מעמיקה, הנקודות שבהם צריך לחדד את ההבדלים." (ריאיון) עדות נוספת להעצמה של המורים היא שמתוך 17 המורים שהשתתפו בהשתלמות הצמחנו שלושה שיצטרפו אלינו כמובילי קהילה בשנה הבאה, אחת מהן היא מורה לביוגיה בהכשרתה, אשת חינוך מעולה וכריזמטית, שידעה להפעיל ולתמוך בתהליך הלמידה של התלמידים בצורה מאד יפה. אנחנו מתכוונים לצוות אותה עם איש פיזיקה מהצוות שלנו. רק מורה אחד ציין שהוא לא מתכוון ללמד עם הקורס בשנה הבאה משום שהוא לא אהב את הפלטפורמה של קמפוס (ראו את הדיון באתגרים).

המורים הרגישו שהם נתרמו מההשתלמות למרות היתה מאד אינטסיבית : מורה : "היה מעניין ומועיל. גם לשמוע את המורים המתנסים וגם לשמוע את שיקולי הדעת של הצוות המפתח". (משוב כתוב)

מורה : "היתה חשיבות עצומה להוביל אותנו להתנסות בכל פרק ופרק. כך הרגשתי מוכנה לבוא לשיעורים. גם היוותי דוגמא אישית לתלמידים שלי בעיקר בנושא הפרוייקטון". (משוב כתוב)

מורה : "מפגשי ההשתלמות היו מועילים מאוד, נתנו במה להעלות שאלות, פתרונות והצעות יעול ומשוב על הפעילות ועל התוכן שהועבר. מאוד נעזרתי בהקלטות המפגשים, סרטוני הסבר (מקווה שיישאר פתוחים) (המורה מתייחסת לסרטוני ההסבר על העבודה הטכנית בממשק המורה במערכת קמפוס שיצרנו עבור המורים), עבודת צוות, צוות ההדרכה היה מקצועי, איכפתי ותומך מאוד - על כך התודה!" (משוב כתוב)

מורה : "ההשתלמות היתה מצוינת אך היה ריבוי משימות - מבינה שחשובה למידה פעילה אולם היו לא מעט משימות לביצוע בכל שיעור". (משוב כתוב)

אחד המורים מתכנן לנסות להפעיל את התכנית גם בכיתה ט' רגילה באופן דיפרנציאלי. מורה זה השתמש על דעת עצמו בחומרים מהקורס עם תלמידים מתקשים בכיתה י' ועל בסיס התנסות זו הוא החליט לנסות להפעילו בכיתה ט' רגילה (בי"ס עם אוכלוסיה מאד חזקה, שממיינ תלמידים כבר בכניסה לחטה"ב).

### התוצרים והתפוקות של התוכנית

- שלושה פרקים מוכנים להרצה בקמפוס II שנוסו ב 17 כיתות (סרטונים, משחקים, תרגילים אינטראקטיביים, סימולציות, מבחנים וכד'). הפרקים דורשים כ 20-15 שעות הוראה.
- קהילת מורים תוססת בת 17 מורים שמפעילים את התכנית בכיתותיהם, שהצמחנו מתוכה שלושה מובילים, וש 13 מורים מתוכה הביעו רצון מפורש להפעיל את התוכנית בכיתתם גם בשנה הבאה.
- סרטוני הדרכה למורים על שימוש בממשק המורה של קמפוס ומעקב אחרי ביצועי התלמידים שלהם.

### שותפויות שנוצרו עם ארגונים אחרים

- הצלחת ההשתלמות והגיוס המהיר של המורים לא היו יכולים לצאת לדרך בלי העזרה של המדריכות הארציות - בפרט הגבי' שלומית ארצי, הגבי' בר שיף, והגבי' גניה חייקין שאנו מודים להן מאד. בכוונתנו לשלוח את דוח זה גם לעיון.
- המפמ"ר היוצא של מדע וטכנולוגיה, ד"ר עופר מוקדי ראה את הפוטנציאל לקידום הוראת הפיזיקה בחטה"ב ואפשר לנו לנסות ללמד תכנית פיילוט ששונה באופן מהותי מתוכנית הלימודים של כיתה ט' בעמ"ט, ולפטור את תלמידי עמ"ט שיסיימו את הקורס בציון גבוה מ 70 מהבחינה החיצונית בתשפ"א ובתשפ"ב. אנו מקווים שנוכל לבנות שיתוף פעולה פורה ומוצלח גם עם המפמ"רית הנכנסת. לשמחתנו היא אישרה לנו להפעיל את התכנית בתשפ"ב ב 25 כיתות עמ"ט על חשבון שעות ההוראה של תכנית החובה של עמ"ט, ב 10 כיתות ט' עם תלמידי הקבצה א' במתמטיקה - על חשבון שעות הוראת המדעים בכיתה ט', ובמספר בלתי מוגבל של כיתות בשעות מדעים תוספתיות.
- נעזרנו הרבה בצוות של קמפוס II שיצאו מגדרם להתגייס ולעזור ואנחנו מאד מודים להם על שיתוף הפעולה.

### השפעת התוכנית על התחום ועל ארגונו

- כיוון שמדובר בפיילוט קצר עם 17 כיתות, לדעתנו מוקדם מידי להעריך את ההשפעה על התחום ועל הארגון שלנו.

### אתגרים

מרבית המורים הביעו שביעות רצון מתכני הקורס ואופיו. 80% מהם הביעו כוונה לשלב את הקורס בכתתם גם בשנה הבאה, 93% מהם תומכים בהמשך פיתוח של פרקים נוספים בקורס ומרבית המשובים חיוביים מאוד. ניכרת שביעות רצון רבה מאופי התכנית, הגיוון, הגישה הפדגוגית בסרטונים שהסברים בהם מתפתחים דרך שיח בין מורה אמיתי לתלמידים מצוירים, שמציפים קשיים אותנטיים אותם חווים תלמידים שלומדים את הנושא, ומפעילים באופן אינטראקטיבי את הצופים, הסימולציות, התרגולים וההבנייה ההדרגתית של התכנים. עיקר הביקורת של המורים על ה MOOC עסקה בפלטפורמת קמפוס II, שמבחינה טכנית יצרה קשיים – הן לצוות הפיתוח והן למורים – בעיקר ביכולת לצפות בקלות בהישגי הלומדים ולנתח אותם. צוות קמפוס ער וקשוב לצרכינו והם מפתחים כלים שיסייעו להתמודד עם הקשיים שעלו, אך חלקם טרם הגיעו לרמת גימור מספקת. המורה היחיד שהחליט לא להשתמש בקורס בשנה הבאה (שלושת האחרים מתלבטים) ציין את הפלטפורמה בתור הסיבה המרכזית לכך:

מורה: "אני מאוד אוהב את הרעיון אני מאוד אוהב את היישומים והסרטונים ואופן איך זה מוגש ממש כל החלק הזה מעולה, מה שאני מאוד לא אוהב זה הפלטפורמה, הפלטפורמה של קמפוס II לדעתי לא מתאימה לקורס כזה ובמיוחד לתלמידים של חטיבת ביניים, יכול להיות שהגישה שלי לא אובייקטיבית כי אני שנים עובד במודל (פטי"ל) בכל המערכת הזאת מבוססת מודל ולדעתי זה הפלטפורמה הרבה יותר מתאימה מבחינת המבנה" (ראיון)



אנחנו ערים לאתגרים ולבעיות שהפלטפורמה של קמפוס מציעה ועובדים איתם באופן צמוד על פתרונות. הבעיה הכי גדולה שגילינו בהרצה הייתה שמאד מסורבל למורים לעקוב אחרי הביצועים והציונים של התלמידים. מיד כשגילינו את זה פנינו לקמפוס. הם ענו לנו מיד שהם מפתחים תוסף למערכת שיאפשר למורה להיכנס בקלות ולעקוב אחרי הציונים של התלמידים, שהוא בשלבי פיתוח סופיים ויעלה לאוויר בתחילת ספטמבר 2021. לפני מספר שבועות הציגו לנו את התוסף והוא אסטטי ומאד נוח לשימוש. כדי לאפשר לנו לעבוד באופן סביר כבר בתשפ"א המתכנת של קמפוס יצר עבורנו ועבור עוד שני קורסים של הפיקוח על הוראת הפיזיקה, קובץ אקסל עם מאקרו שמסייע בהפקת הדוחות, והצטרף מספר פעמים למפגש עם המורים כדי לפתור בעיות מקומיות. נאלצנו לפתח לא מעט סרטוני הדרכה על מנת לעזור למורים להשתמש במרכיבים הפחות ידידותיים של המערכת לניטור הלמידה של התלמידים. חשוב לציין שהדברים דינאמיים וחלק ניכר מהבעיות נפתרו במהלך השנה. לפי מה שהובטח לנו לרוב הסוגיות יהיה פתרון בתחילת השנה הקרובה.

אתגר מעניין עלה דווקא מחלק מהמורים המומחים בהוראת הפיזיקה שהשתתפו בהשתלמות, שעיקר משרתם בחטה"ע והם מלמדים כיתת עמ"ט אחת בחטה"ב. בהרצת ה MOOC בהפעלה הסגורה ביקשנו מכל המורים בקהילה להפעיל את התלמידים ברצף ובסדר של הקורס מבלי לדלג על פעילויות כדי שנוכל להעריך ולשפר אותן. מורים אלה ציינו שהם מאד אוהבים את הפעילויות, אבל מרגישים נוח יותר עם פלטפורמה כמו פט"ל שמאפשרת להם לבצע שינויים בהיקף גדול יותר גם בתוך פעילויות ספציפיות, להשתמש בחלקים מפעילויות, להשתמש בהן בסדר שונה, להטמיע אותן בתוך פעילות משלהם וכד'. אנחנו מתלבטים בסוגיה זו בעצמנו, כיוון שראינו שמהצד השני לרוב המורים של חטה"ב שהשתתפו בהשתלמות, דווקא הרצף המלא והקוהרנטי מאד עזר. ברגע שה MOOC ייפתח באופן מלא, לא רק בהפעלה סגורה, (בלי נדר כבר במהלך השנה הבאה) מורים יוכלו ברמה העקרונית לשלוח תלמידים ישירות גם לקטעים או פעילויות ספציפיים.

אתגר נוסף עלה מהתכנים של הקורס. התכנים בתכנית הלימודים בפיזיקה בכיתה ט' של עמ"ט ובכיתות הרגילות אינם עוסקים בקינמטיקה. הסיבה שבחרנו להתמקד דווקא בקינמטיקה היא בשל הרצון לבחור בתחום תוכן פיזיקלי שמתאים לפיתוח מיומנויות של מידול מתמטי וחישובי ברמה גבוהה כבר במסגרת לימודי הפיזיקה בכיתה ט'. מצד אחד הקינמטיקה אינה נבנית על ידע קודם נרחב בפיזיקה ומצד שני היא מאפשרת (בשונה מאנרגיה למשל) לעשות שימוש משמעותי באלגברה שהתלמידים לומדים בכיתות ח' וט' על מנת למדל תופעות מגוונות של תנועה בעולם ולפתור בעיות מורכבות באמצעות מושגים כמו פונקציה, פונקציה לינארית פונקציה ריבועית, ושיפוע של פונקציה, שהתלמידים למדו עליהם במסגרת לימודי האלגברה בכיתות ח' ו-ט'. הפטור שמפמ"ר מדע וטכנולוגיה היוצא נתן לתלמידים עמ"ט שהשתתפו בפילוט ממבחן המפמ"ר בתשפ"א ובתשפ"ב אפשר למורי עמ"ט שהתעניינו בתכנית להתנסות עם תלמידיהם בתכנית, למרות השוני בינה לבין תכנית הלימודים המחייבת של עמ"ט. יש לציין שהרוב המוחלט של המורים שהתנסו בתכנית השנה מאד אהבו אותה ורוצים להמשיך להפעיל את התכנית בכיתותיהם. אנו מקווים להרחיב את מעגל המשתמשים גם לבתי ספר שיהיו מוכנים לפתוח הקבצות מצויינות פיזיקה בכיתה ט' (קיבלנו אישור מהמפמ"ר ליישם את הפעלה בכיתות ניסיוניות על חשבון שעות הלימודים במדעים), ולבתי ספר שמקבלים שעות תוספתיות שמוצעות דרך הרשויות המקומיות לכיתות המצויינות.

שנת הקורונה יצרה אתגרים יחודיים. ראינו הבדל עצום בזמינות של שעות הזום בין המורים בבתי הספר השונים. דווקא הגמישות שמאפשר אופי השילוב של הקורס המקוון אפשרה למורים להתאים את השימוש בו

לאילוצי המערכת. יחד עם זאת כל המורים דיווחו על קצב למידה איטי בהרבה מאשר קצב ההוראה בשנה רגילה. המקרה הקיצוני ביותר בהשתלמות היה של מורה שלקח לו 12 שיעורים לסיים את הוראת פרק 1 שתוכנן על ידנו להוראה של 3 – 5 שיעורים בכיתה. מורה לפיזיקה מאד מנוסה שהשתתפה בהשתלמות סיפרה שלקח לה ללמד את פרק 1 ופרק 2 ביחד כמעט 20 שיעורים בשל הצורך "לאסוף" את התלמידים לזום, לדובב אותם וכד' – מהלכים חינוכיים שהיו הכרח המציאות בתקופת הקורונה, אבל "שרפו" למורה חלק גדול מזמן ההוראה המוקדש להוראת תחום התוכן עצמו. היו מורים שסיפרו שהם לא יכולים לתת שיעורי בית בשל המצב ולכן חלק ניכר מהפעילויות של התלמידים באתר הקורס שהם זיהו כמתאימות לעבודה עצמאית של התלמידים בבית, ניתנו לתלמידים במהלך השיעור כשהמורה תומך ומנטר את העבודה בחדרים בזום.

### **כוונות להמשך לאחר סיום התוכנית**

- בכוונתנו להשלים את הפיתוח למבנית שלמה בקמפוס שתעסוק במידול מתמטי וחישובי של תנועה בקו ישר עם פרק מסכם שימתקד בחקר של תנועה במהירות משתנה בקו ישר ו/או תנועה במישור ולתרגם אותה לערבית.
- במהלך הקיץ נכניס שינויים ושיפורים קלים בעיצוב הקיים בעקבות התובנות מההפעלה בתשפ"א, ונפתח את הקורס בקמפוס גם להפעלה פתוחה.
- אנו מתכננים להרחיב את ההטמעה של התוכנית לקבוצות מצויינות אחרות בכיתה ט', לבתי ספר שבהם אין כתות עמ"ט, לרשתות, רשויות וכד'.
- בכוונתנו לחזק ולהעמיק את הפיתוח המקצועי של המורים (מורים לפיזיקה, מתמטיקה, מדעים ומקצועות טכנולוגיים שילמדו את התכנית) דרך עבודה עם המורים בקהילות מקוונות שיתמקצעו בהוראה משלבת (Blended Instruction).