



### שותפים יקרים,

עם סיום קבלת המענק מהקרן, נודה לכם אם תסכימו לחלוק עם הקהילה המקצועית את הידע שנרכש בתכנית – האתגרים, התובנות והלקחים להמשך. כך, כל אדם או גוף אשר עשויים להתעניין בתכנית או בתוצריה, יוכלו ללמוד ולהרוויח מהניסיון הרב והעשיר שצברתם.

תודה על הנכונות לשתף פעולה.

### מידע כללי

|                           |                                           |             |                                              |
|---------------------------|-------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|
| שם הארגון בעברית          | הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל            | שם התכנית   | מחשב"ה – מהלכים מעודדי חשיבה בהוראת המתמטיקה |
| שם הארגון באנגלית         | Technion – Israel Institute of Technology | תקופת המענק | ספטמבר 2016 – אוגוסט 2019                    |
| שם ופרטי קשר מוביל התכנית | ד"ר עינת הד-מצוינים<br>ד"ר טלי נחליאלי    | סכום המענק  | ₪ 750,000                                    |
| שם איש/אשת קשר מהקרן:     |                                           |             |                                              |

### 1. תיאור התכנית ומטרותיה (עד 100 מילים):

פרוייקט מחשב"ה נועד לייצר השתלמויות למורים למתמטיקה בחטיבת הביניים אשר יעשירו את הכלים שיש בידי המורים להוראה חקירתית. הוראה זו כוללת פתרון בעיות, דרישה לרמות חשיבה גבוהות, ניהול דיונים בקבוצות בכתה ושימוש בהנמקות מתמטיות. הפרוייקט אימץ שתי תכניות עיקריות מארה"ב: "חמש הפרקטיקות להובלת דיונים פוריים" ו"שיח מחויב" תוך שהוא מעצב את עקרונות התכניות הללו לצרכי שדה החינוך המתמטי בישראל. הפרוייקט חושף מורים לפרקטיקות הוראה קונקרטיות אשר ניתן לבצע לפני השיעור ובמהלכו, במטרה להוביל דיונים עשירים מתמטית. פרקטיקות אלו כוללות בחירה והצגת משימות ברמה קוגניטיבית גבוהה, ציפייה מראש של פתרונות שונים אפשריים, בחירת פתרונות להצגה מול כל הכתה וקישור ביניהם. בנוסף, הפרוייקט מציג למורים מהלכי דיבור המעודדים בכתה שיח המחויב להנמקה מתמטית ולקהילה הלומדת.



## 2. מהם התוצרים והתפוקות של התכנית (עד 100 מילים)?

במסגרת הפרוייקט נערכו 6 השתלמויות מקצועיות חד-שנתיות ועוד השתלמות אחת דו-שנתית שבהן השתתפו סך הכל 80 מורים. סך הכל הועברו בפרוייקט השתלמויות אחת של 150 ש', אחת של 75 ש', 4 של 60 ש' ואחת של 30 ש'. בנוסף, יוצרו 9 מערכי שיעור בסגנון מחשב"ה, הכוללים "דפי ניטור" המסייעים למורים בתכנון השיעור. מערכי השיעור נמצאים כולם באתר האינטרנט של מחשב"ה. באתר נמצאים גם הסברים לגבי מהות התכנית ולגבי פרקטיקות מעודדות חשיבה בכתה. בנוסף, במסגרת התכנית, ובשיתוף פעולה עם מרכז הסימולציות של בר-אילן, יוצר סרטון המדגים שיעור מחשב"ה. לבסוף, מתוצרי המחקר על הפרוייקט התפרסמו והוצגו 7 מאמרי כנסים בכנסים בינלאומיים תחרותיים, סימפוזיון בכנס ירושלים לחינוך מתמטי, מאמר אחד בכתב עת, ועוד שניים בתהליכי שיפוט והכנה.

## 3. מה למדתם במהלך התוכנית ומהם הלקחים להמשך? האם התוכנית תמשיך גם לאחר סיום המענק?

למדנו על החוזקות של מורים ישראלים. מורים ישראלים שהשתלמו אצלנו פחות הורידו את הדרישה הקוגניטיבית, כאשר הגישו לתלמידיהם משימות ברמה קוגניטיבית גבוהה, מעמיתיהם האמריקאים. למדנו גם על החוזקות של תלמידים ישראלים. ראינו שהתלמידים נהנים מאוד משימות ברמה קוגניטיבית גבוהה ומשיעורים "בסגנון מחשב"ה" כפי שנקראו בפי המורים. תלמידים נהנו להשתתף בדיונים ולעיתים קרובות אף שמענו שהמורים גילו בהם צדדים חזקים שלא הכירו בהם קודם לכן. בהיבט השיח המחויב, התלמידים הישראלים נוטים (עד כמה שאנו ראינו במחקרים שלנו) להשתתף בהתלהבות רבה יותר, ובשיח ער יותר מאשר תלמידים אמריקאים. מצב זה מדגיש בעינינו את הפוטנציאל הרב הקיים בשיעורים המתקיימים סביב דיון מתמטי בכתה הישראלית.

מצד שני, למדנו גם על הקשיים להחדיר את פרקטיקות ההוראה מעודדת החקירה לכתות המתמטיקה בחט"ב. קשיים אלו נובעים, בראש ובראשונה, מנסיבות מערכתיות: תכנית לימודים שלא מעודדת דיה דיונים כיתתיים, היעדר משימות ברמה קוגניטיבית גבוהה באופן מספק בספרי הלימוד, והיעדר תמיכה מצד גורמים במשה"ח בחשיבות של ניהול דיונים כיתתיים והתמודדות עם בעיות ברמה קוגניטיבית גבוהה בחטיבות הביניים. נוספו לכך גם תמריצים לא מספקים למורים להשתתף בהשתלמויות הדורשות עבודה רבה ולאורך זמן ארוך משנה, עבודה אשר הנה הכרחית כאשר מדובר בשינוי פרקטיקות הוראה.

ממצא אמפירי נוסף שעלה מהמחקר הוא הקושי שיש במערכת הנוכחית של הקבוצות בחט"ב. הניתוחים שלנו הראו כי שיעורים בהקבוצות נמוכות היו דלים יותר באופן משמעותי מאשר דיונים בהקבוצות גבוהות. מורות רבות אף הצהירו כי הן לא ילמדו שיעורים בסגנון מחשב"ה בהקבוצות נמוכות שכן התכנים של ההשתלמות לא מתאימים להקבוצות הנמוכות. זאת, למרות נסיונותינו לשכנע שדוקא תלמידים בהקבוצות נמוכות או בינוניות יכולים להרוויח במיוחד מהוראה מעודדת חקירה. שיעורים המשלבים עבודה בקבוצות ודיונים מתמטיים מתאימים במיוחד להוראה בכתות הטרוגניות, וחלק גדול מהתכנית שלנו נועד להכשיר לכך. יחד עם זאת, כיתות הטרוגניות היו נדירות מאוד בקרב המורות המשתלמות. כך נוצר מצב שבו תכנית מחשב"ה הופעלה על ידי מורות בעיקר בהקבוצות. להערכתנו, ההקבוצות הגבוהות נהנו משיעורי מחשב"ה, אך אלו לא היו ממש הכרחיים עבורן, שכן הילדים היושבים בהקבוצות אלו (מטבע הסינון) מסתדרים גם עם הוראה "מסורתית". בהקבוצות הנמוכות, צפינו בקשיים רבים בניהול שיעורי מחשב"ה, אם בגלל בעיות משמעת, או בגלל ציפיות נמוכות של כל המשתתפים (מורה מהתלמידים והתלמידים מעצמם). תקוותנו היתה, בפרוייקט זה, לחזק את עתודת התלמידים שיכולים להגיע לרמת 5 יחידות מתמטיקה, מתוך כיתות הטרוגניות. כלומר, לאפשר לתלמידים שצורת ההוראה המסורתית פחות מתאימה להם, להראות את חוזקותיהם ולהרוויח מהדיונים המתמטיים. אולם, כאשר תלמידים אלו כבר מראש מוכוונים להקבוצות חלשות יחסית, דבר זה לא מתאפשר.



למרות הקשיים שצוינו לעיל, למדנו רבות גם על תהליכי שינוי אפשריים לכיוון הוראה חקירתית אצל מורים ישראלים. לאורך השנים השתתפו בהשתלמויות מורות ומורים אשר עברו תהליכים מאוד משמעותיים ודיווחו על התלהבות רבה מהתכנית, כמו גם על שינוי בדרכי החשיבה שלהם על ההוראה ואף בפרקטיקות ההוראה היום-יומיות שלהן. כמו כן, במחקר אורך שעקב אחר פרקטיקות ההוראה של 40 מורים שהשתתפו בהשתלמויות מחשב"ה, על סמך צילומי וידאו של השיעורים שהם צילמו במהלך השנה, נמצאו שינויים לכיוון הוראה מעודדת חקירה. שינויים אלו נמצאו מובהקים סטטיסטית והם אינם טריוויאליים, שכן הם נוגעים לפרקטיקות ניהול הדיון עצמו (בהן חלה התקדמות). בעוד שישנם מחקרים המראים על שינוי בדרכי הוראה כלליות (כגון בחירת משימות ברמה קוגניטיבית גבוהה או ניהול הלמידה בקבוצות), שינוי באמונות ושינוי בפרקטיקות הוראה על סמך דיווחי המורים המשתלמים, הרי שמחקרים המראים שינוי בפרקטיקות ניהול דיון על פי תצפיות בוידאו הם נדירים ביותר, בוודאי כאשר מדובר בטווח זמן של שנה בלבד.

4

**. אילו הייתם מיעצים לקולגה אשר רוצה להוציא לפועל תכנית דומה – מהם שלושת הדברים להם חשוב לשים לב (בדיקה מקדימה, עשה/אל תעשה, תוצאות בלתי צפויות)?**

א. חשוב מאוד ליצור שיתוף פעולה עמוק ואמיתי עם גורמי מפתח במשה"ח אשר להם יכולת השפעה על הנעשה בשטח. בבדיקה המקדימה חשוב לברר אלו בעיות (של משה"ח, מורים, תלמידים) התכנית המוצעת שלכם פותרת.  
ב. השתלמויות מסוג מחשב"ה, הדורשות שינוי משמעותי בדרכי ההוראה והשקעה רבה מצד המורה, עובדות טוב יותר כאשר הן מבוססות על בחירה מלאה. חשוב מאוד לוודא שמורים שמגיעים להשתלמות כזו מעוניינים בה לצורך התפתחותם האישית והמקצועית. דבר זה אמנם בא על חשבון מספר המשתתפים, אבל מצאנו שעדיף לערוך השתלמויות קטנות יחסית שבהם המורים מחויבים, מאשר השתלמויות גדולות שבהן יש גרעין של מורים פחות מחויבים.  
ג. חשוב מאוד לערוך מחקר המלווה את התכנית. תובנות רבות מאלו שפירטנו לעיל התקבלו רק כעבור שנה, שנתיים ואפילו שלוש מזמן איסוף הנתונים הראשוני. מחקר שיטתי מוביל לתובנות מעמיקות ומבוססות הרבה יותר מאשר התרשמויות "תוך כדי תנועה".

**5. הערות נוספות:**

אנו רואות בפרוייקט מחשב"ה בראש ובראשונה פרוייקט אשר ייצר ידע רב ערך ומקיף בנוגע ל:  
א. מצב השיח בכיתות מתמטיקה בחט"ב  
ב. האפשרויות לשינוי והחסמים העומדים בפני הוראה מעודדת חקירה  
ג. תנאים ללמידת מורים ולשינוי בפרקטיקות הוראה.  
ידע זה לא היה מתקבל ללא החיבור ההדוק בפרוייקט זה בין המחקר וביצוע ההשתלמויות. אנו סבורות שהידע שיווצר בפרוייקט זה ישמש מורי מורים, מדריכי השתלמויות ואנשי מחקר בתחום החינוך המתמטי עוד שנים רבות, בעיקר באמצעות הפרסומים שיצאו וייצאו מתוך הפרוייקט. בנוסף, יוצר ידע רב ברמת ההון האנושי בדמות מדריכות המכירות את עקרונות ההוראה מעודדת הדיון, סטודנטים להוראה שנחשפו לתכנים אלו דרך הקורסים שלנו במכללת לוינסקי ובטכניון ומורות שהשתתפו בהשתלמויות וסיפרו לנו שהן מעבירות את התכנים שלנו הלאה. אתר האינטרנט שנבנה במסגרת התכנית גם הוא מהווה תוצר בר-קיימא חשוב בפרוייקט זה.



## 6. קישורים רלוונטיים (אתר אינטרנט, תוצרי התוכנית):

<https://machshava.technion.ac.il/>

מאמרים שהתפרסמו מתוך הפרוייקט נמצאים אף הם באתר מחשב"ה וכן באתר הקבוצה של ד"ר עינת הד-מצויינים:

<https://einatlab.net.technion.ac.il/conferences-papers/>

[סרטון שיעור מחשב"ה לדוגמה, בשיתוף מרכז הסימולציות הלב של אונ' בר-אילן](#)

אנו מחויבים לערכים של שקיפות ולמידה, ולכן מבקשים לעדכןכם כי בכוונתנו לפרסם את הדוח המלא (או תקציר מתוכו) באתר האינטרנט של הקרן.

תודה רבה ובהצלחה!  
קרן טראמפ