

סיכום סיור לימודי באנגליה – מדריכות קידום 5 יח"ל במתמטיקה

המניעים לסיור

הסיור לאנגליה יצא לדרך מתוך כוונה להכיר מערכת חינוך שמתמודדים בה עם אתגרים הדומים לאלו שיש בישראל. האתגר המרכזי קשור למספר התלמידים הלומדים מתמטיקה ברמות הגבוהות ומתכננים לימודים אקדמיים במקצועות מדעיים.

בתי הספר שנבחרו לסיור הם בתי ספר ציבוריים, שלומדים בהם מגוון של תלמידים מרקעים חברתיים-כלכליים שונים. בכל בתי הספר שנבחרו לביקור מלמדים מתמטיקה ברמות הגבוהות, אחרי כיתה י', ומשקיעים רבות בהכוונת תלמידיהם ללימודים אקדמיים.

אנגליה אינה מדורגת גבוה במיוחד במבחנים בין-לאומיים בתחום המתמטיקה. הם נמצאים בעיצומו של תהליך הדומה לתהליך המתרחש בישראל: מעבר מהוראה המתבססת על טכניקה להוראה המתבססת על הבנה.

הכנה לסיור

כחלק מההכנות לסיור המשותף באנגליה, ובמטרה להגיע לכל אחד מיעדי הסיור כשבידינו ידע על המקום ועל פעילותו, כל זוג מדריכות למדו באופן מעמיק על אחד האתרים שביקרנו בהם (בית ספר או מרכז לפיתוח חומר לימוד). לאחר מכן הציג כל זוג סיכום בכתב לקבוצה, ובו עיקרי הממצאים ושאלות מעניינות שעלו מהסיכום לצורך דיון וחשיבה משותפים בטרם היציאה. תהליך הכנה זה השפיע על המעורבות שלנו ועל השיח שהתקיים במהלך הביקורים במקומות השונים.

הוראת מתמטיקה באנגליה

חלוקת הלימודים

1. יסודי – מהגן ועד לכיתה השישית (מקבילה לכיתה ה' בישראל)
2. חטיבת ביניים – מהכיתה השביעית ועד לכיתה ה' (מקבילה לכיתה י' בישראל)
3. חטיבה עליונה – הכיתות ה'12 וה'13 (מקבילות לכיתות י"א וי"ב בישראל)

ניהול הבחינות וההערכות ללימודים אקדמיים

בתום השנה ה-11 ללימודים (כיתה י'), התלמידים נבחנים במבחנים ארציים בכמה מקצועות, ובהם כמובן מתמטיקה. המבחנים נקראים GCSE Exams. אין טופס אחיד למבחן לכל המדינה, אך רמת הטפסים השונים אחידה, ובעיון בטופסי המבחנים מצאנו כי הם מקבילים לרמת 3 יח"ל בישראל.

תלמידים המצליחים בבחינות ה-GCSE ממשיכים ללמוד בין שלוש לארבע מקצועות בחירה שונים ברמת A-level. חלק מהתלמידים בוחרים ללמוד מתמטיקה ברמה זו, המקבילה לרמת 5 יח"ל בישראל. יש אפשרות ללמוד ברמה זו במסגרות שונות: הם יכולים להמשיך ללמוד בחטיבת הביניים שבה למדו או ללמוד בקולג'ים או בבתי ספר ייעודיים הנקראים Sixth form.

בלימודים ברמת A level אין חובה להמשיך ללמוד מתמטיקה. בימים אלו חל שינוי בנושא זה, ובקרב המשך לימודי המתמטיקה יהיו חובה לכלל התלמידים לשנתיים נוספות במסגרת תכנית Core math, הכוללת תכנים המקושרים לחיי היום-יום של התלמידים.

Core math – תכנית לימודים חדשה, שצמחה מתוך ההכרה של קובעי המדיניות באנגליה בחשיבות של המשך לימודי המתמטיקה גם עבור תלמידים שלא בחרו להרחיב בו, וכן בחשיבות של הקניית ידע מתמטי המקושר לחיי היום-יום שלהם. התכנית מזכה את התלמידים בנקודות זכות לקבלה לאוניברסיטה. יש בתכנית בקרה על מספר התלמידים הלומדים בבתי הספר וצוות מנחים המסייעים ליישם את התכנית בבתי הספר. חשוב לציין כי התכנית אינה כוללת את כל הנושאים בסטטיסטיקה הנדרשים לקראת לימודים אקדמיים.

התלמידים הבוחרים להמשיך את לימודיהם בכיתות 12–13 מחויבים ללמוד שלושה נושאים מורחבים (יש גם בתי ספר שלומדים בהם שלושה נושאים וחצי או ארבעה נושאים). עד השנה נבחנו התלמידים בחלק מהנושאים בתום השנה ה-12 וביתר בתום השנה ה-13. מציאות זו עומדת להשתנות – החל מעוד שנתיים ייבחנו במתמטיקה רק בתום שנה ה-13 בכל סט המבחנים. במקצועות אחרים התחילו בתהליך זה כבר השנה, 2016.

בלימודי המתמטיקה ברמת A level יש שני מסלולי בחינות. במסלול הראשון יש ארבעה מבחני ליבה (Core) 1-4; חשוב להעיר שבהקשר זה המילה Core משמשת במשמעות אחרת מזו שבמושג Core math, התכנית שהוזכרה בעמודים קודמים). המסלול השני, הנקרא Further Mathematics, כולל את המסלול הראשון בתוספת של כמה נושאים, ויש בו סט נוסף של מבחנים. את המבחנים כותבים בשלושה מוקדים אקדמיים שונים, ובית הספר מזמין את המבחנים מאחד המוקדים האלה.

כיום מתנהל באנגליה שיח בנוגע לדגשים בהוראת המתמטיקה. בין היתר חלה מגמה של מעבר מהוראה ובחינות המבוססות על טכניקה אל הוראה ובחינות המבוססות על חשיבה והבנה בשילוב פתרון בעיות.

בבתי ספר שביקרנו בהם האופק של הלימודים באוניברסיטה מניע את התלמידים ומשפיע מאוד על אקלים בית הספר ועל השיח המתנהל בין מורים לתלמידים ובין ההנהלה להורי התלמידים. היה קל לזהות את המסרים ברוח זו על קירות בית הספר (לוח מכתבי קבלה של תלמידים, ציטוטים של מתמטיקאים, שמות כיתות כשמות האוניברסיטאות, ועוד).

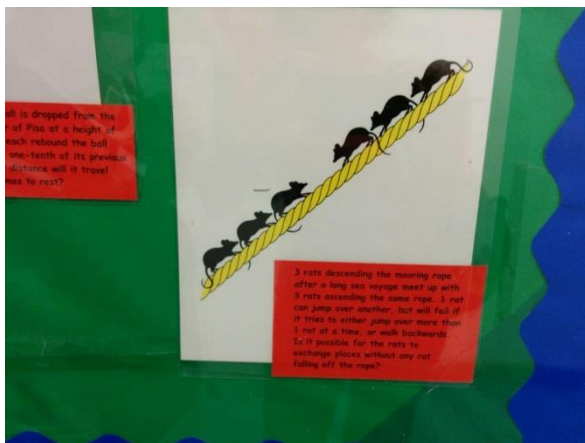
למקבלי ההחלטות במערכת החינוך באנגליה יש דילמות דומות לאלו של מקבלי ההחלטות במערכת החינוך בישראל בהקשר של החינוך המתמטי. גם באנגליה קיים מחסור של תלמידים הממשיכים ללמוד מתמטיקה ברמות הגבוהות, ומתוך כך פועלים פרויקטים שונים ומגוונים העוסקים בקידום החינוך המתמטי ובעידוד למידת מתמטיקה חווייתית לתלמיד לצד עיסוק בהתפתחות המקצועית של המורים.

הכשרה המעשית של מורים למתמטיקה באנגליה

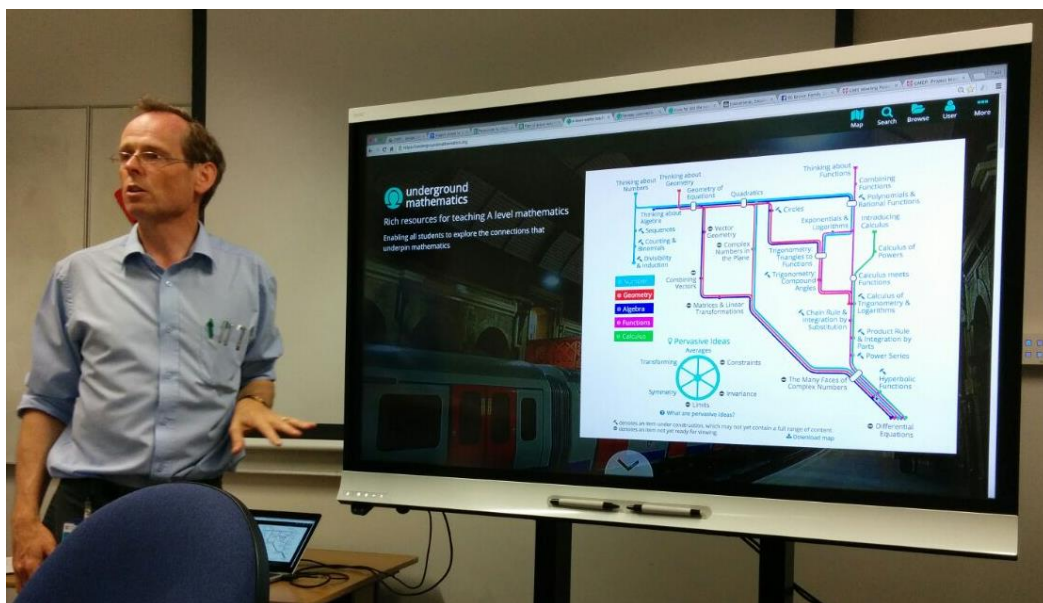
את אחד המודלים להכשרה מעשית של מורים פגשנו בביקורנו בבית הספר King Solomon Academy. על פי מודל זה, עם סיום הלימודים באוניברסיטה משמש המורה עוזר הוראה במשך שנה (מורה שני בכיתה). לאחר שנה של התנסות המורה מחליט יחד עם צוות ההנהלה של בית הספר אם הוא ימשיך לשנה נוספת כעוזר הוראה, כחלק מתהליך הכשרתו להוראה בהמשך. כלומר במשך שנתיים המורים מועסקים כמורים נוספים בכיתה, וכך הם מקבלים מהמורים הוותיקים חונכות הכוללת הכשרה פדגוגית ומתמטית, ולומדים מהם על אופן ניהול הכיתה. רק לאחר שנתיים שבהם הם מועסקים כעוזרי הוראה, הם מחליטים אם בכוונתם להמשיך לעסוק בהוראה. ב־King Solomon Academy 80% מהמורים בוחרים להמשיך בהוראה. הכנה הדרגתית זו מאפשרת למורים החדשים ללמוד על אקלים בית הספר ולקבל הכשרה גם בניהול כיתה ובתכנון שיעורים. יש מודלים נוספים המספקים תמיכה למורים בתחילת דרכם בהוראה, אך אליהם לא נחשפנו במהלך הביקור.

מערכות תמיכה בהוראה והעשרה בשילוב טכנולוגיה

Nrich



מרכז ותיק לפיתוח חומרי לימוד במתמטיקה, המיועדים לילדים מהגן ועד לכיתה ה-11. מרכז הפיתוח שוכן בלב הפקולטה למתמטיקה באוניברסיטת קיימברידג' – מיקום מרגש במיוחד. כיום הם נסמכים על תרומות ומחפשים דרכים להמשיך את פעילותם. בשיתוף פעולה עם חוקרים מהפקולטה למתמטיקה, הם מציעים מגוון פעילויות למורים למתמטיקה הפתוחות לכל המורים באנגליה ללא תשלום. למרכז יש אתר ובו מוצעים חומרי הוראה רבים ומגוונים, ובהם יישומנים ומשחקים לפיתוח חשיבה מתמטית.



הקבוצה עוסקת בבניית משימות מעניינות הקשורות לתכנית הלימודים, בכתיבת מדריכים למורה ליישום המשימות ובפיתוח אתר שהקשר בין כל הנושאים מוצג בו באופן חזותי. הדימוי שההיבט החזותי מתבסס עליו הוא מפת הרכבת התחתית: כל נושאי הלימוד מוצגים בעזרת מפה של קווים ותחנות כמו מפת הרכבת התחתית בלונדון. כל נושא מקבל צבע, ולתחנות השונות מגיעים קווים שונים. (פירוט בנוגע לביקור בהמשך).

Mathematics Mastery



מרכז לפיתוח משימות מתמטיות לרשת של בתי ספר. המרכז מפתח חומרים בעיקר לבתי ספר יסודיים ולחטיבות ביניים. כ־300 בתי ספר ברחבי אנגליה חברו לרשת. מטרת המרכז היא לאפשר למורים להתמודד עם מגוון היכולות והקשיים של תלמידים, ללמוד כיצד להגיע מוכנים לשיעור ולארגן את ההוראה. כל זאת כדי להעצים את המורה ולטפח את הביטחון העצמי שלו בתחילת דרכו.

ביקורים בבתי ספר – מה למדנו?

King Solomon Academy

בית הספר שוכן בסמוך לאזור מגורים שמתגוררים בו בין היתר גם ילדי מהגרים בעלי רקע חברתי-כלכלי קשה.



בכל פינה של בית הספר אפשר להבחין בכתובות על שמירת השקט ובציטטות ומשפטים המעודדים את התלמידים למצוינות ולהתמדה. בית ספר זה מתפאר בהישגיו ובשיעור הגבוה של תלמידים המסיימים בהצלחה את לימודיהם וממשיכים ללמוד באוניברסיטה. זה ההישג הגדול ביותר של בית הספר. בעבר רק אחוזים בודדים מתלמידי בית הספר עברו ללמוד במוסדות להשכלה גבוהה.

בכל כיתה התלמידים עובדים ומוערכים כקבוצה. כך, למשל, אם תלמיד אחד אינו מכין שעורי בית, נקודות יורדות לכל הקבוצה. שיטה זו נותנת לתלמידים מוטיבציה לתמוך זה בזה על מנת להצליח.

בכל שיעור המורה כותב את מבנה השיעור על הלוח, ובתום השיעור כל כיתה מקבלת ציונים על פי קריטריונים ידועים מראש, ובהם גם התנהגות והקשבה ומספר התלמידים שלא הצליחו לפתור תרגיל מסוים.

התלמידים מקבלים ציון אישי וכיתתי על התנהגות על סמך שורת קריטריונים המכונה SLANT (ישיבה – Sit, הקשבה – Listen, שאילת שאלות – Ask, הנהון או הקלקה ביד – Nod ומעקב בעיניים – Trace). בכיתות הגבוהות ההערכה היא על פי PRIDE (מקצוענות, רפלקציה, יושרה, החלטיות והתלהבות). בכל כיתה מוצגת טבלת ניקוד.

בעת הביקור הדגיש צוות המורים את נושא העקביות בפתרון בבעיות משמעת. בעזרת שיטה זו התלמידים לומדים מה עליהם לעשות כדי להצליח. מי שמקבל ציון גבוה זכאי לבחור שתי שעות לימוד במקצועות הבחירה – ספורט, אמנות, בישול ועוד. בשכבות הבוגרות הפרס הוא סיור תרבותי בלונדון.

לכל תלמיד יש מערכת ציפיות ידועה מראש של הישגים שאליהם הוא צריך לשאוף. כל תלמיד קובע יחד עם הוריו ומוריו ציון מ-1 עד 10 שאליו הוא נדרש להגיד. הוא מקבל ציון הנמוך בשלוש נקודות מהציון שנקבע דנים בעניינו, ובתעודה מידע זה מסומן בצבע אדום. גם התלמידים מתבקשים להעריך את מוריהם.

במערכת השעות השבועית של המורים בבית הספר יש מספר לא מבוטל של שעות לימוד פרטניות. אחת המורות שפגשנו בסיור דיווחה כי המשרה שלה כוללת הוראה בשתי כיתות בלבד, ושאר השעות הן שעות לימוד פרטניות, והיקף משרתה הוא 20 שעות שבועיות.

צוות המורים למתמטיקה מורכב מ-6 מורים, וכל מורה מלמד 20 שעות שבועיות. התלמידים לומדים בכל שנה 5–7 שעות מתמטיקה בשבוע. כל שיעור אורך 60 דקות. בכיתות ז–ט כל הקבוצות הטרופיות ומתקדמות בקצב אחיד. בכל שנתון יש מורה אחד שבונה את השיעורים לכל שאר המורים. בכיתה י לומדים מתמטיקה בהקבוצות.

משרתו של רכז המתמטיקה כוללת 5 שעות שבועיות המיועדות לעבודת הריכוז, ובהן הוא פוגש כל מורה אחת לשבוע, וצופה בכל מורה לפחות 10 שעות בשנה. תהליך הקבלה של המורים קשיח ומוקפד. מורה בתחילת דרכו בהוראה נצפה בין 70 ל-80 שעות בשנה. כל מורה נמצא בישיבת צוות שבועית ובישיבה כללית.

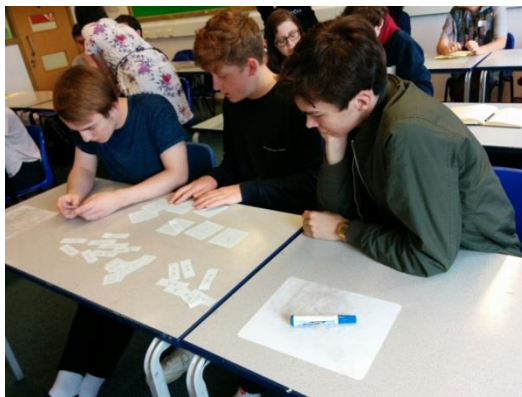
התלמידים בבית הספר אינם לומדים מספרי לימוד, אלא רק מדפי עבודה. השיקולים המנחים את המורים לעבודה בדפים שהם עורכים קשורים בין היתר לכך שרוב ספרי הלימוד הם ספרי תרגול ברמת קושי גבוהה, ושילובם של דפי העבודה בלמידה מאפשר להציג את החומר בהדרגה ולהתמודד אתו ועם קצב הלימוד בצורה טובה.

ההישגים של בית הספר:

- 95% מהתלמידים מסיימים את מבחן ה-GCSE בציון A-C, והוא מדורג במקום השלישי מתוך בתי הספר הציבוריים בלונדון.
- בקשות רבות לביקורים מבתי ספר אחרים ללמוד מהם (אמצעי נוסף למימון פרויקטים).
- בית ספר מנגן – כל תלמיד בן שבע ומעלה מחויב להשתתף בתזמורת.
- בשנה האחרונה 35 תלמידים מתוך 60 המשיכו ללמוד באוניברסיטה ר-25 Sixth form. כ-60% מהתלמידים התקבלו לאוניברסיטה, ובבית הספר שואפים להגיע ל-100%. זאת בעוד שיעור הקבלה לאוניברסיטה באזור עד כה היה רק 1%.

- בית הספר מבוקש: מתקבלות 20 פניות על כל מקום פנוי.
- לדברי המורים, התלמידים אוהבים את בית הספר. מחלקים פרסים רבים, ופעם או פעמיים בשנה התלמידים יוצאים לטיולים של שלושה או ארבעה ימים: כיתות ז נוסעות לאוניברסיטה ולטיול היכרות עם הסביבה, כיתות ח נוסעות לפריז, כיתות ט נוסעות לטיול מחנאות ולאוקספורד, כיתות י לבלגיה, וכיתות יא נוסעות לקיימברידג'.

Comberton Village College



בית ספר מקיף מהכיתה השביעית ועד הכיתה ה-13. בבית הספר לומדים 1,900 תלמידים, כ-20 תלמידים בכל כיתה. האווירה בבית הספר נעימה מאוד, והוא נחשב למצוין ומבוקש. ההורים משלמים לא מעט, והתלמידים מגיעים מאזורים מרוחקים באמצעות הסעות. גורמים אלו משפיעים על התנהגות התלמידים ועל המוטיבציה שלהם ללמוד בבית הספר.

בכיתות שביקרנו בהן עבדו התלמידים בקבוצות. בהסבר על בית הספר הדגישו בפנינו שבתחום המתמטיקה מתרחש תהליך של מעבר להוראה המבוססת על פתרון בעיות, ששמה במוקד את ההבנה של התלמידים.

בית הספר מעורב באופן פעיל בקהילה. הוא מזמין גם אנשים מבוגרים למפגשי למידה בשעות אחר הצהריים. האתגר של בית הספר הוא להגדיל את מספר התלמידים הבוחרים ללמוד מתמטיקה ברמה גבוהה ובפרט את מספר הבנות שלומדים ברמה זו.

הצוות מורכב מ-16 מורים, כולם בעלי MA, ומהם שניים מורים בצוות מדריכי מורים וארבעה מתרגלים באוניברסיטה, חלקם בודקי בחינות. המורים נפגשים לשמונה ישיבות צוות בשנה וכן נפגשים עם מורים בבתי ספר אחרים במחוז ובונים עבודת קיץ משותפת.

התרשמנו כי רמת המורים המלמדים בבית הספר הזה גבוהה מזו של המורים ב-King Solomon Academy. חלקם משמשים גם מנחים של מורים המובילים תכניות לאומיות חדשניות ושותפים ב-Nrich.

בית הספר אימץ את מודל הלמידה של השיטה היפנית Lesson study – המורים מכינים כל שיעור במשותף, צופים בשיעורים זה של זה ומנהלים דיון אחריהם. אלמנטים אלה הם שילוב של הרעיונות שאנחנו מכירים מהפרויקטים "רמזור" ו"עדשה".

בית הספר מספק עידוד ותמיכה לתלמידים המתקשים ולכל מי שמעוניין בכך. ככלל התלמידים אינם משתמשים בספרי לימוד, אך תלמידי A level נעזרים בספרי תרגילים מהבחינות האחרונות.

Hills Road Sixth Form College



בית ספר שנוסד לפני 30 שנה בקיימברידג', ובו המרכז הגדול ביותר של לומדי מתמטיקה ברמת A level. בבית ספר זה לומדים אך ורק תלמידי כיתות 12–13, כלומר תלמידי כיתות יא–יב. כל התלמידים בו בוחרים ללמוד מקצועות מוגברים ברמת A level. בבית הספר לומדים 2,000 תלמידים, ומהם 1,000 לומדים מתמטיקה. מעט מהתלמידים משפרים את תוצאות ה-GCSE, ואינם לומדים עדיין ל-A level (על פי החוק המדינה, כל בית ספר חייב גם לאפשר לתלמידים לשפר את הישגיהם במבחן הבסיסי).

התלמידים שבחרו להמשיך וללמוד מתמטיקה ברמה גבוהה חותרים להתקבל לאוניברסיטה יוקרתית. מעיון במבחני הסיכום במתמטיקה עלה כי חלק מהנושאים נלמדים ברמה גבוהה מזו שבארץ, אך התרשמו שהלימוד מבוסס יותר על טכניקה של פתרון תרגילים ומעט על פתרון בעיות.

בתצפיות שהשתתפנו בהן התרשמונו לטובה מהאווירה הנעימה בכיתות, מהמוטיבציה של התלמידים, מיכולותיהם הגבוהות וממספר הלומדים בכיתה – 24 תלמידים לכל היותר. אחד הדברים שהרשימו אותנו ככלי להערכה מעצבת היה קירות הכיתה העטופים בלוחות לבנים מיוחדים לכתיבה, כך שבמהלך השיעור, בהתאם להנחיות המורה, התלמידים ניגשים ללוחות, דנים בבעיה ומציעים דרכי פתרון, והמורה יכול במבט אחד לראות את דרכי החשיבה וההצעות העולות בכל אחת מהקבוצות. כל החומרים המוצגים בכיתה וכן עבודות הבית מועלים לאתר בית הספר. התלמידים בבית הספר אינם נדרשים לתלבושת אחידה. על פי הכללים בבית הספר, על הדלת בכיתה יש חלון הפונה למסדרון לצורך שקיפות ובקרה.

התלמידים לומדים ארבע שיעורי מתמטיקה בשבוע, כל שיעור 65 דקות (שקול לשש שעות שבועיות בישראל). שבוע לימוד בנוי מ-25 שעות, ומורה מלמד 19 שעות שבועיות.



ביקורים במרכזי פיתוח מקצועי – מה למדנו?

Nrich

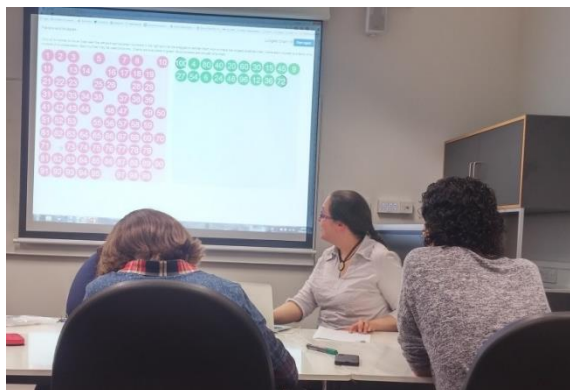


מרכז לפיתוח חומרי הוראה במתמטיקה, השוכן באוניברסיטת קיימברידג'. בחדר שהתקיים בו המפגש היו שולחנות לבנים ארוכים שהם למעשה לוח לכתבה בטושים מחיקים. כל פתרונות הבעיות שהוצגו לנו נכתבו על השולחנות.

במרכז הציגו לנו כמה פעילויות, שעסקו בעיקר בתובנה מספרית. כל הפעילויות מקוונות ומרכזים רבים בעולם, לרבות בישראל, נעזרים בהן. הפעילויות מתמקדות בלימוד מתמטיקה מתוך הבנה.

באתר של המרכז יש כ-2,400 משימות "עשירות" שאפשר לפתח, מקודדות לפי נושאים; מאמרים לתלמידים ולמורים; משחקים מתמטיים אינטראקטיביים; סביבות הוראה ודפי עבודה. חומרי ההעשרה מותאמים לתכנית הלימודים.

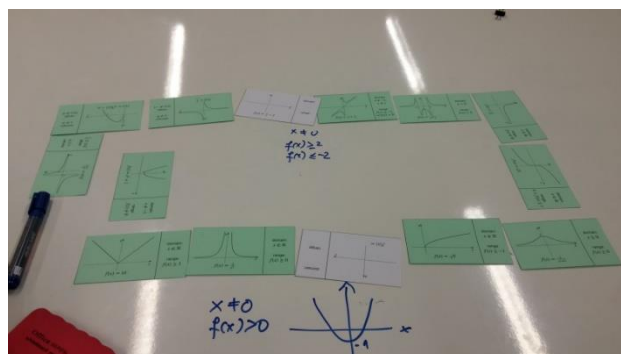
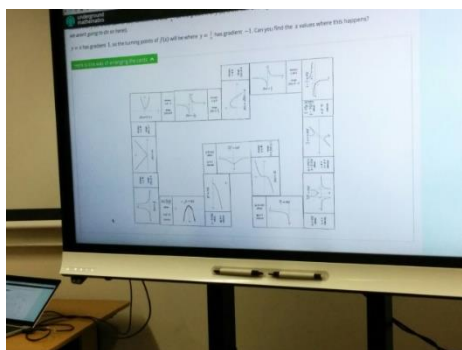
מאפייני הבעיות המוצגות באתר:



- בעיות קצרות המעודדות חשיבה ומצריכות 5–10 דקות לפתרון
- בעיות המאורגנות באופן שונה: מעודדות את התלמידים לחשוב כמתמטיקאים ומעודדות ויזואליזציה, הוכחות ועבודה שיטתית
- בעיות חשיבה לפיתוח סקרנות, עבודה בצוות, נחישות (לא לפחד מלהיות "תקוע") וחשיבה ברמה גבוהה

- החומר מבוסס על מיפוי תכנית הלימודים הבריטית בשנים האחרונות, ובכל נושא יש קישור לבעיות מתאימות.

Underground Mathematics



מרכז לפיתוח חומרי הוראה לרמת A level במחלקה למתמטיקה באוניברסיטת קיימברידג'. במהלך הביקור נחשפנו לפעילויות מתמטיות המתאימות לחטיבה העליונה, שוטטנו באתר ולמדנו על הדרך שבה מוצגות המשימות. היו לנו שתי הזדמנויות ללמוד על הפעילויות המתקיימות במרכז – אחת באמצעות ג'וליאן גילביי (מפגש אישי בבית המלון בלונדון בערב הראשון) והשנייה באמצעות פול בראון ואנה בייקר (מפגש בקיימברידג'). התרשמנו לטובה מדרך הצגת החומר, מהפשטות ומהחכמה של המשימות ומעבודת הצוות של המפתחים. בבתי הספר שביקרנו בהם מצאנו שהמורים משתמשים בחומרים שפותחו במרכז.

מובילי הפרויקט בנו לחומר הלימוד במתמטיקה מפה המבוססת על מפת הרכבת תחתית של לונדון (Underground), המסועפת למסלולים בצבעים שונים. התחנות במפה מייצגות את הנושאים השונים, וחומר הלימוד מחולק לחמישה נושאים, שכל אחד מסומן בצבע אחר: מספרים, גאומטריה, אלגברה, פונקציות וחישובים. על המפה מופיעים גם הצמתים המייצגים קשרים הדדיים בין הנושאים. לחיצה על כל נושא

מציגה מגוון פעילויות בנושא הנבחר, ובכל צומת המחבר בין כמה נושאים יש פעילויות המשלבות בין הנושאים.

ה"אני מאמין" של הפרויקט: "כל אחד צריך להבין מתמטיקה לעצמו, אך לא בעצמו", כלומר יש ללמד מתמטיקה בהקשר חברתי, שיהיו קשר בין הנושאים ועבודה בקבוצות.

אתר הפרויקט: [/https://undergroundmathematics.org](https://undergroundmathematics.org)

כל משתמש יכול ליצור חשבון, להשתתף בדיונים ולקבל שישה עיתונים בשנה. בצוות הפרויקט יש חמישה כותבים ויוצרים, צוות הערכה של שלושה אנשים ואיש טכני מעולה. קהל היעד של הפרויקט הוא המורים למתמטיקה. הצוות עוסק גם בהכשרת מורים ל-A level, הזקוקים לתואר במתמטיקה או בפיזיקה.

כל משימה המפותחת במרכז ניתנת להקרנה על לוח בכיתה, לעבודה במכשירי טלפון חכמים או להדפסת על דפי עבודה. העקרונות הנדרשים בכל משימה שהצוות מפתח:

- היא מתאימה להוראת מורים

- היא מפתחת את גישת הוראה

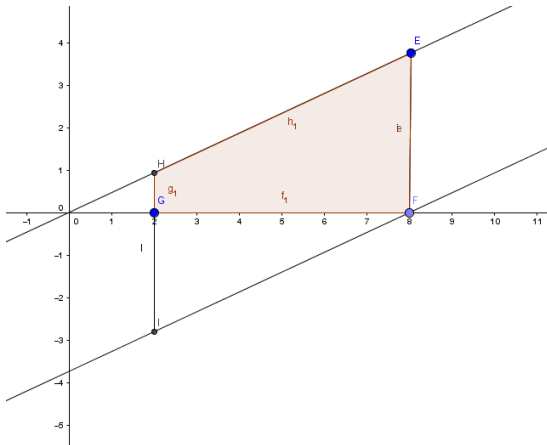
- יש בה שאלות מפתח

- יש בה רמזים

- מוצגות בה נקודות חשובות/נקודות מפתח

בין הפעילויות המוצעות יש כאלה המשלבות בין גאומטריה לאלגברה, בעיות לפתיחת נושא, בעיות לפיתוח חשיבה ודוגמאות לשאלות מבחינות בגרות ישנות (1960–1990), כולל הפתרונות. הצוות שואף לפתח שאלות לבחינות בגרות הבודקות הבנה ולא רק טכניקה ולשתף פעולה בהמשך בכתיבת מבחני כניסה לאוניברסיטה.

אחת הפעילויות המעניינות שהציגו לנו הייתה פעילות דומינו, שצד אחד של קלף הדומינו הוא ביטוי של פונקציה והגרף שלה, והצד האחר הוא תחום וטווח של פונקציה אחרת. המטרה הייתה ליצור מעגל. כולנו נתקלנו בקושי בסגירת המעגל, ואז קיבלנו שני כרטיסי דומינו נוספים שבהם היה עלינו ליצור פונקציה בעצמנו ולהתאים תחום וטווח כדי לסגור את המעגל. המשימה עודדה התמודדות של קבוצה עם קושי, התלבטות, נחישות ויצירתיות בדרך אל הפתרון.



שאלה לדוגמה: נתונים שני ישרים מקבילים. שטח הטרפז EHGF הוא 12 יחידות שטח. מהו שטח המשולש GFI?

דרכים שונות לפתרון: דמיון, שטח מקבילית, משוואת ישר.

Mathematics Mastery



מרכז לפיתוח חומרי לימוד השוכן בלונדון. במהלך הביקור הוצגה לנו משימת חקר, והפעילות סביבה נעשתה באמצעות לוח לבן אישי – כלי מצוין שאפשר להציג באמצעותו תוצרים להערכה מעצבת של המורה תוך כדי ההוראה.

קבוצת חוקרים זו מאמינה כי הדגש הרב על הספירלות שהיה עד היום בלימודי המתמטיקה לא הוכיח את עצמו כגורם המוביל להבנה וללמידה משמעותית.

לטענתם, זוהי למידה המבוססת על "נגיעות" בנושאי הלימוד השונים, ללא העמקה והבנה אמתית. החוקרים מאמינים כי יש להקדיש לכל נושא מתכנית הלימודים כמה שיעורים המעודדים העמקה והרחבה לצורך הבנה.

אתר האינטרנט של המרכז סגור בפני אורחים לצורך הצצה במשימות השונות, ופתוח רק לבתי ספר המשתתפים בתכנית.

מצורף קישור לתכנית הלימודים לכיתות 7–11 (מקביל לכיתות ו–י בישראל), כלומר עד למבחן ה-GCSE:

<file:///C:/Users/User/Downloads/Mathematics-Mastery-Secondary-Curriculum-Map-2016-17.pdf>

סיכום סיור – מבט אישי: שלושת המ"מים



מפתיע	משפיע	מרגיע	אירית
בהרחבה ל־A level לומדים תלמידים המתאימים ל־4 ול־5 יח"ל יחד, ובדפי העבודה שניתנו היה ניכר שחלק עובדים על תרגילי טכניקה בסיסיים וחלק ניגשים מיד לשאלות חשיבה. היה מעניין לראות ניהול כיתה כזו.	למידה משותפת שלנו כקבוצת מדריכות – לאורך הביקור למדנו רבות גם זו על זו ועל העשייה הרבה של כל אחת. אני מתכוונת להמשיך את המהלך הזה במפגשים שלנו בארץ.	באופן כללי התברר לנו ששיעור התלמידים המרחיבים מתמטיקה באנגליה הוא נמוך. אם נביא בחשבון את מספר התלמידים המרחיבים מתמטיקה בישראל ב־4 יח"ל וב־5 יח"ל, השיעור בישראל גבוה יותר.	
אף שאני מודעת למסורת הנימוסים וההליכות של התושבים באנגליה, התרשמתי מההתנהגות של התלמידים, מהמשמעת העוטפת את יום הלימודים ומאפשרת התנהלות באקלים מיטבי.	הסיור במרכזים לפיתוח מקצועי השפיעו עליי משום שהראו כיצד אפשר להמשיך ולפתח נקודות מבט נוספות, חומרי הוראה, התנסויות בלמידה של נושאים מתכנית הלימודים, ובכל זאת "להתחדש".	גם לאחר הסיור הלימודי הראשון שלי בלונדון וגם לאחר הסיור הנוכחי חזרתי לארץ בתחושה שבהחלט יש לנו במה להיות גאים במסלולי הכשרת המורים למתמטיקה ובחלק לא מבוטל מהפרויקטים לשיפור הוראת מתמטיקה המוטמעים כיום. גם לאנגליה יש מה ללמוד מישראל.	רותי
למידה במשמעת נוקשה מאוד מביאה להצלחות. רמת המשמעת הגבוהה והעובדה שלא ראיתי טלפונים, גם לא אצל המורים. כמו כן, השאלות שראיתי במבחנים לדוגמה היו מבוססות על טכניקה, שלא בדומה למה שנהוג בישראל (שאלות חשיבה	עבודה קבוצתית על לוחות הבנויים על קירות הכיתה. עזרי למידה שלא הכרתי – לוחות זכוכית המותקנים לאורך הכיתה כולה, כלי המאפשר לקבוצות קטנות של תלמידים עבודה משותפת במקביל. התלהבתי מאוד מהרעיון, וכבר יישמנו אותו בבית הספר שבו אני מלמדת.		צלילה
	יש לנו ארץ נהדרת, ואנחנו לא נופלים מבריטניה הגדולה. אצלנו השיעורים תוססים ומקדמים חשיבה ושילוב של כמה נושאים בפתרון בעיה אחת.		שלומית

	המצריכות יישום טכני יותר פשוט ומועט).	נקודה נוספת שאנחנו כבר מיישמים היא שבע דקות מחנך בבוקר. אחת התרומות של הסיור היה בגיבוש הצוות, שצפוי להגביר את שיתוף הפעולה ולאפשר לנו ליישם רעיונות חדשים על בסיס עבודה שיתופית.
יאנה	מגוון רחב של תכניות לימודים, חוסר אחידות בבחינות המקבילות לבחינות הבגרות בישראל. כחלק מלימוד מתמטיקה ברמות גבוהות תלמידים לומדים פרקים בפיזיקה.	מגוון פעילויות מעניינות שאפשר ליישם גם בחטיבות הביניים וגם בחטיבות העליונות.
סמדר	ב־ Comberton Village College מתאמצים רבות כדי להביא להצלחת התלמידים במתמטיקה. הם לומדים 10 שעות לימוד בשבוע, מקבלים שיעורי תמיכה פעמיים בשבוע, ימים מרוכזים והכנה למבחני כניסה ולראיונות לאוניברסיטאות.	עבודה על שולחן מחיק נתנה חוויה שונה של פתרון בעיות: כולם רואים, אפשר לחשוף את תהליך החשיבה, קל למחוק ולשנות, יש מרחב עבודה גדול. שחרור מהצורך לכתוב בצורה מסודרת מאוד, מעודד נסייה וטעייה.
מזל	יש מספר רב של גברים העוסקים בהוראה. כמו כן, בכל הכיתות שביקרנו בהן לא היו בעיות משמעת.	יש לנו סיבות רבות להיות גאים בתכנית הלימוד במתמטיקה ברמת 5 יח"ל וברמת הלימוד הנדרשת בישראל. אנחנו מחנכים לחשיבה יצירתית, לדיונים מתמטיים, לשאלות שיש בהן גורם הפתעה ולביקורתיות.
ורדית	בבחינות המקבילות לבחינות הבגרות בישראל יש הדרגתיות בקושי השאלות. בתחילת הבחינה יש שאלות המבוססות רק על טכניקה ובהמשך שאלות המבוססות על חשיבה ומצריכות מעט טכניקה (כמו בישראל).	בכל בתי הספר ראינו עבודה רבה בקבוצות, גם ברמות הגבוהות. השיעורים פורמליים פחות, משתמשים רבות באמצעי עזר לעבודה בקבוצות, כגון לוחות מחיקים על קירות הכיתה, שולחנות מחיקים ועוד.
זהר	התלמידים אינם שואלים שאלות כלל אף שאפשר לראות שלא הבינו. אפילו כשתלמידה אמרה שלא הבינה, המורה פנתה לילד אחר שיענה ולא הסבירה לה בעצמה, גם לא בהמשך השיעור.	עבודה בקבוצות והשימוש הרב בשולחנות מחיקים, דבר המקל מאוד במעקב ומציגה תמונה של הבנת התלמידים בזמן אמת.
יהלומית	משמעת קפדנית מאוד. התלמידים אינם מחזיקים טלפונים כלל. אין פתיחות	כיתות קטנות ולעיתים שני מורים בעת ובעונה אחת אחראים על אותה כיתה

בין המורים לתלמידים. ראיתי תלמידים שלא הבינו מילה ולא העזו לשאול את המורה.	קטנה. יש שם תנאים מצוינים להצלחה. הכיתות מצוידות בלוחות חכמים ולעתים בכורסאות או בספות, הנותנות תחושה ביתית ואפשרות לעבודת צוות נינוחה.	והשיפור שהשגנו מצוינים יחסית אליהם.
נלי ברוב המקומות שהיינו בהם, כאשר היה מדובר על פיתוח שיטות ההוראה באנגליה, מצאתי הקבלות לשיטות הלימוד המפותחות אצלנו. הייתי מופתעת מכך שלא שמעתי על שיתוף פעולה בין הקבוצות המפתחות חומרים דומים בשתי המדינות, ולא התרשמתי שעמיתינו האנגלים מכירים את המחקרים שעורכים בארץ.	1. אחרי ביקור בכל אחד מהמקומות שהיינו בהם התעוררו בי מחשבות על האופן שבו אפשר ליישם את הרעיונות שקיבלנו בבית הספר שאני מלמדת בו ובבתי הספר של המחוז (כבר התחלתי לקדם כמה רעיונות, בייחוד אחרי הביקור בקיימברידג'). 2. תמיד חשבתי, וקיבלתי חיזוק למחשבות האלה, שמתמטיקה יצירתית – מתמטיקה של חשיבה – חייבת להתבסס על שליטה בטכניקות שונות ברמה גבוהה. זהו אחד הרעיונות הבסיסיים של שיטת ה- Mathematics Mastering.	יכולתי להתגאות שוב ושוב ברמה ובצורת הלימוד של מתמטיקה בארץ. גם אם איננו מרוצים מחלק מהדברים הנעשים בישראל, הרמה ומידת ההשקעה בחשיבה על תהליכי הלמידה אצלנו נותנים תקווה לכך שהתהליך שנעשה הוא הטוב ביותר האפשרי.
ניצה שמענו התנגדויות להוראה הספירלית שהייתה נהוגה עד כה באנגליה. בתחילה הופתעתי, כי בתפיסה החינוכית שלי חשוב מאוד ללמד באופן ספירלי. לאחר מכן הבנתי שיש הבדלים גדולים ביני לבינם בפרשנות של המושג "ספירליות". באנגליה נהגו להקדיש בכל שיעור כמה דקות לכל נושא, ולהיחשף בשיעור אחד לנושאים רבים, ובכך לא הגיעו לעומק בשום נושא. כיום עברו ללמד יותר לעומק, ומלמדים כל נושא למשך זמן קצוב מראש.	מאז החשיפה לאתרים של מרכזי המורים שביקרנו אני "חיה" בהם. אני מתרגמת משימות, מתאימה אותן לחטיבות הביניים ומציגה אותן במפגשי מדריכים. החומרים ממש מצוינים, מעוררי השראה ומשפיעים עליי להיות יצירתית יותר.	

תובנות ומסקנות

א. לקובעי המדיניות:

✓ באנגליה לאחר כיתה י התלמידים בוחרים את מקצועות ההרחבה שלהם (בין שלושה לארבעה מקצועות) ולומדים רק אותם. מקצועות אלו משמשים להם הכנה לקראת הלימודים באקדמיה. זאת בניגוד ללימודים בארץ, המעמיסה על התלמיד מקצועות רבים והרחבה של מקצועות בחירה. מספר השעות המוקצות ללמידה בשנים אלה באנגליה נמוך באופן ניכר ממספר שעות הלימוד של תלמיד בחטיבה העליונה בישראל.

✓ לימודי המתמטיקה הבסיסיים באנגליה מסתיימים בכיתה י. כל המעוניין להרחיב במתמטיקה ממשיך ללמוד בהיקף המקביל ל-5 יח"ל בישראל. כלומר אין רמת ביניים בין הלימודים הבסיסיים ובין הרמה המוגברת, השקולה לרמת 4 יח"ל בישראל. לא מצאנו במבנה זה יתרון כלשהו על פני מבנה הלימודים בישראל, מאחר שרמת 4 יח"ל מאפשרת לתלמידים רבים ללמוד מתמטיקה ברמה המתאימה ללימודים אקדמיים שאינם מדעיים באופן מובהק. עם זאת, יש בלימודי המתמטיקה המוגברים באנגליה אפשרות להיבחן במכניקה או בסטטיסטיקה. לומדי המכניקה מתכננים ללמוד בעתיד הנדסה ולומדי הסטטיסטיקה מתכננים ללמוד מדעי החברה.

✓ אחד החידושים שזיהינו בביקורים במקומות השונים הוא השימוש במשטחי כתיבה, המשמשים למורה כלי להערכה מעצבת בזמן ההוראה בכיתה. הכיתות היו מצוידות במשטחי הכתיבה לתלמידים, ובהם לוחות המקיפים את הכיתה, לוחות על השולחנות או לוחות ניידים אישיים. התלמידים משתמשים במשטחים אלו בזמן העבודה בקבוצות, העבודה בזוגות או העבודה האישית. בכל אלה השימוש במשטחי כתיבה מאפשר למורה לתת לכל תלמיד משוב מידי ולבדוק אם הבין את מה שנלמד.

✓ השימוש בטכנולוגיה דומה לשימוש שנעשה בישראל. מורים מלמדים בעזרת מצגות וכן בעזרת פעילויות חקר בשילוב הכלי הטכנולוגי.

✓ המבחן הארצי בסוף כיתה י והמבחנים ברמת A level אינם אחידים. יש כמה מרכזים אקדמיים המורשים לכתוב את המבחנים האלה, וכל בית ספר בוחר את המרכז שעמו הוא עובד ושמןו הוא מקבל את המבחנים הרלוונטיים.

✓ בכל הכיתות שביקרנו בהן למדו התלמידים ללא ספרי לימוד. כל בית ספר יכול ללמד בעזרת ספר הלימוד שהוא בוחר, ובאפשרותו גם לא לבחור בספר לימוד, אלא ללמד בעזרת מאגרים גדולים באינטרנט. המורים עובדים בצוותים ובונים את מהלכי השיעור באופן מפורט, ובכלל זה גם מצגות לשימוש בכיתה.

✓ בבתי הספר שביקרנו בהם כל המורים המלמדים באותה שכבת גיל או באותה רמה משתמשים באותה מצגת, שהכינו מראש במשותף. תהליך שכזה מאפשר קליטה רכה יותר של מורים חדשים במערכת ומקל לפתח את הביטחון שלהם בהוראה. לפיכך כדאי להדגיש ולחזק את העבודה השיתופית של המורים בבתי הספר בתהליכי הכנה משותפים של חומר הלימוד.

✓ כל אחד מהמרכזים לפיתוח חומרי הוראה נמצא בקשר ישיר עם בתי ספר ברחבי אנגליה שהחומרים שהם מפתחים מוטמעים בהם באופן מבוקר ושיטתי. לפיכך כדאי לחשוב על שיתופי פעולה ישירים בין מרכזים לפיתוח חומרי הוראה ובין המורים.

ב. לצוות ההדרכה:

✓ צריך להפיץ את חומרי ההוראה שנחשפנו אליהם בביקורים במרכזי הפיתוח. החומר כבר הופץ בחלקו בהשתלמות מדריכים שהתקיימה בבית יציב בקיץ 2016. יש להמשיך להפיץ את החומרים במניפות ההדרכה, בישיבות ההדרכה הארציות ובהשתלמויות המחוזיות.

ג. מה לא עלה בסיור?

✓ מטרתנו הייתה להתמקד בהוראת מתמטיקה ברמות הגבוהות, ותכנית הסיור נבנתה בהתאם לכך. לכן לא נחשפנו ללימודי המתמטיקה הבסיסיים ולהוראת מתמטיקה ברמות נמוכות או בהקבצות.

✓ שילוב של הדרכה בבתי הספר הוצג רק במרכזים לפיתוח חומרי הוראה, שקיבלו על עצמם גם את הטמעת החומרים, או ביוזמות של בתי ספר שבהן מורים מובילים עוסקים בפיתוח חומרים ומשתפים את צוות בית הספר. ההדרכה באה לידי ביטוי גם בכך שמורים ותיקים למתמטיקה חונכים מורים חדשים במסגרת בית הספר.

✓ המבחנים באנגליה מבוססים עד היום על טכניקה אלגברית, בדומה למבחנים שהיו נהוגים בישראל בעבר. כיום קיימת באנגליה מודעות לכך שיש לבסס את ההוראה על הבנה משמעותית, על קישור החומר לחיי היום-יום ועל קישור בין הנושאים השונים במתמטיקה ובין המתמטיקה לתחומים נוספים. מערכת החינוך בישראל נמצאת צעד אחד לפני אנגליה בהיבט זה, דבר הבא לידי ביטוי בתכנית הלימודים החדשה בחטיבות הביניים ובתחילת הניסוי של תכנית הלימודים בחטיבות העליונות.

✓ באנגליה המעבר מלימודי התיכון לאוניברסיטה הוא רציף, וכך נוצר עם התלמידים שיח מוכון מטרה לקראת לימודיהם באקדמיה. זאת בניגוד לישראל, שבה התלמידים המסיימים את לימודיהם בתיכון הולכים לשירות צבאי או לאומי, הקוטע את רצף הלימודים. בישראל לא מעודדים ומכוונים די את התלמידים הממשיכים את לימודיהם בכיתות יג ויד או את אלו הממשיכים לעתודה אקדמית. כדאי לחשוב כיצד אפשר לחזק את הקשר בין לימודי התיכון להמשך הלימודים באקדמיה.

✓ ייתכן שבשראל, מתוך רצון ללמד את התלמידים לחשוב ולחוות מתמטיקה, יש נטייה להזניח את הבנייה של הבסיס הטכני, דבר שלא פעם עומד בדרכם של התלמידים להצלחה בלימודי המתמטיקה ולהכרה ביופי שבמתמטיקה. זהו נושא שחשוב לדון בו במסגרות המתאימות הן בהמשך ההטמעה של תכנית הלימודים בחטיבות הביניים, והן לקראת שילובה של תכנית הלימודים בחטיבות העליונות.

ביקרנו באנגליה מתוך הבנה שמערכת החינוך שלה מתמודדת עם אתגרים הדומים לאלו של מערכת החינוך בישראל בהקשר של חינוך מתמטי. למדנו רבות בנוגע לסביבת הכיתה, בנוגע להוראה ובנוגע לבחינות.

הסיור תרם רבות לגיבוש צוות ההדרכה המוביל את קידום הוראת המתמטיקה ברמות הגבוהות. הסיור היווה עוד נדבך בעשייה ובלמידה המשותפת של צוות המדריכות בהמשך לעבודה שיתופית לאורך השנתיים האחרונות.

תודות:

תודה גדולה לקרן טראמפ, שאפשרה את הסיור המקצועי ששימש לנו מסגרת ללמידה משמעותית על הוראת המתמטיקה ומבט רפלקטיבי על לימודי המתמטיקה בישראל.

תודה רבה למונהא פארס, מנהל האגף לקידום תכניות לאומיות במשרד החינוך, ולנרית כץ, מפמ"ר מתמטיקה במשרד החינוך, על התמיכה בהוצאת סיור זה לפועל. תודה חמה למטח, שליווה ועודד את הסיור המקצועי שלנו כצוות מדריכות לקידום 5 יח"ל, ובמיוחד לפרופ' שרה הרשקוביץ ולד"ר מורין הוך, שארגנו את הסיור המוקפד ובחרו בתי ספר ואתרים שהיו מרתקים ומקור ללמידה שיתופית.

ותודה אחרונה חביבה לנטע גלקין, על התמיכה הטכנית בארגון הסיור.