



מרכז מורים ארצי למתמטיקה



המחלקה להוראת המדעים

נייר עמדה בנושא
קידום הוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים
מוגש לוועדה לבדיקת מצב המתמטיקה במערכת החינוך
בראשותה של פרופ' נאווה בן-צבי
יולי 2001

תוכן העניינים

- קבוצת הכתיבה
- פתח דבר
- תהליך הכנת נייר העמדה
- הצהרת עמדות ועקרונות
- תכנית הלימודים במתמטיקה לחטה"ב
- קידום קבוצות שונות
- מורים והוראה
- הערכה של החינוך המתמטי בבית הספר
- שינויים ארגוניים
- הצעות אופרטיביות ליישום

אירוח המשתתפים בשלושת ימי העבודה המרוכזים במכון ויצמן
למדע התאפשר באדיבות המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן
למדע.

קבוצת הכתיבה

ד"ר רוחמה אבן, ראש
מרכז מנור, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע

צוות תכנית הלימודים בחטיבת הביניים

ד"ר רנה הרשקוביץ, ראש
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
פרופ' רון אהרוני
הפקולטה למתמטיקה, הטכניון
ג'ין אלברט
המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין
נורית הדס
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
פרופ' ויקטור הרניק
החוג למתמטיקה, אוניברסיטת חיפה
ד"ר נורית זהבי
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
יוסף חורי
מדריך ארצי, משרד החינוך ומרכז מורים אזורי, עיבלין
טובה קוטינסקי
המכללה האקדמית לחינוך תלפיות
ד"ר בלהה קוטשר
המכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין

צוות קידום קבוצות שונות

ד"ר ליאורה לינצ'בסקי, ראש
ביה"ס לחינוך, האוניברסיטה העברית והמכללה האקדמית לחינוך ע"ש דוד ילין
פרופ' אברהם הרכבי
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
פרופ' שלמה וינר
תכנית להוראת המדעים והטכנולוגיה, אוניברסיטת בן-גוריון
צלילה חדש
מפמ"ר מתמטיקה, משרד החינוך ותיכון הרצוג, כפר סבא
נעמי מנצ'יק
ביה"ס לחינוך, האוניברסיטה העברית
זאהר עאמר
חטיבת ביניים כפר קאסם ומכללת בית-ברל
נעמי רובינזון
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
גרשון רוזן
בי"ס תיכון אזורי מקיף למדעים ואומנויות גליל מערבי ומרכז מורים אזורי, תל-חי

צוות מורים והוראה

פרופ' דינה תירוש, ראש
ביה"ס לחינוך, אוניברסיטת ת"א
ד"ר רוחמה אבן
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
טלי וולך
המכללה האקדמית לחינוך אחוה
ד"ר דורית פטקין
מרכז מורים אזורי, נתניה והמכללה האקדמית לחינוך סמינר הקיבוצים

ד"ר פסיה צמיר
ביה"ס לחינוך, אוניברסיטת ת"א והמכללה האקדמית לחינוך סמינר הקיבוצים
ד"ר רוזה לייקין
ביה"ס לחינוך, אוניברסיטת חיפה
אורי סרי
בי"ס מקיף דתי המתמיד, קריית שמונה ומרכז מורים אזורי, תל-חי

צוות הערכה של החינוך המתמטי בבית-הספר

ד"ר אורית זסלבסקי, ראש
המחלקה להוראת המדעים והטכנולוגיה, הטכניון
נעמי צ'זיק
מנהלת הוראת מתמטיקה, רשת אורט
ד"ר אלכס פרידלנדר
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
אביבה יונתן
חטיבת ביניים חצור הגלילית
ציפי רזניק
אולפנית בני עקיבא, ת"א
בבה שטרנברג
המרכז לטכנולוגיה חינוכית
ניצה שיאון
בי"ס שרת, כפר סבא ומדריכה ארצית, משרד החינוך

וכן השתתפו

פרופ' טומי דרייפוס
המכון האקדמי הטכנולוגי, חולון
בלה יעקובוביץ
בי"ס מקיף א' אשדוד
פרופ' מיכל ירושלמי
ביה"ס לחינוך, אוניברסיטת חיפה
מרים כרמלי
המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע
פרופ' זמירה מברך
מדענית ראשית, משרד החינוך

תכנון וארגון כתיבת נייר העמדה, עריכתו, הפקתו והפצתו, נעשו במרכז מנור - מרכז המורים הארצי למתמטיקה בחטיבת הביניים, המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

פתח דבר

נייר עמדה זה, העוסק בנושא קידום הוראת המתמטיקה בחטיבות הביניים, נכתב כמענה לפניית הוועדה הציבורית לבדיקת מצב המתמטיקה במערכת החינוך, אל מרכז מנור - מרכז המורים הארצי למתמטיקה בחט"ב. בחיבור המסמך השתתפו 36 מומחים בהיבטים שונים של הוראת המתמטיקה, שכללו מורים, מדריכים, מפתחי תכניות לימודים, מורי מורים, מתמטיקאים, וחוקרים בחינוך מתמטי, ממוסדות שונים בארץ.

נייר עמדה זה דן אך ורק בגורמים הקשורים לחינוך מתמטי באופן ישיר. המסמך כולל עקרונות, כיוונים והדגשים; ביסוס רעיוני, תיאורטי ומחקרי; והצעות אופרטיביות ליישום. הוא אינו כולל היבטים וגורמים חברתיים-תרבותיים וארגוניים כלליים. לדוגמה, האלימות הפושה כיום בבתי הספר משפיעה לרעה על האווירה הלימודית בבית-הספר. מספר החיסורים הרב יחסית מבית הספר, של תלמידים בישראל, כפי שבא לידי ביטוי בתוצאות של ה-TIMSS, מעיד על הפסד רב של שעות לימוד. תופעה זו מעידה, כנראה, גם על בעיה ביחס התלמידים (ואולי גם של החברה) לבית הספר וללימודים. גורמים כאלה, שאינם קשורים ישירות לתחום החינוך המתמטי, משפיעים, כמובן, על לימודי המתמטיקה ועל הישגי התלמידים. אנו מניחים שהוועדה תקבל חוות דעת ממומחים בתחומים שונים, שבוודאי יתרמו להבנה טובה יותר של המצב המורכב.

תהליך הכנת נייר העמדה

אפריל

- תכנון המבנה ונושאי המסמך
- בחירת המשתתפים בכתיבת המסמך
- תכנון תהליך כתיבת המסמך
- הזמנת הכותבים להשתתף בהכנת המסמך

מאי

- 24.5.01 - יום מרוכז של צוות הכתיבה במכון ויצמן למדע
- כתיבת טיוטה ראשונה של חמשת הנושאים
- עריכת טיוטה ראשונה של המסמך
- הפצת הטיוטה הראשונה של המסמך לכל המשתתפים ולמרכזת הוועדה לבחינת מצב המתמטיקה

יוני

- 7.6.01 - יום מרוכז של צוות הכתיבה במכון ויצמן למדע
- ניסוח הצעות אופרטיביות
- 15.6.01 - יום מרוכז של צוות הכתיבה במכון ויצמן למדע
- כתיבת טיוטה שנייה של חמשת הנושאים
- הפצת הטיוטה השנייה לראשי הצוותים
- 22.6.01 - יום מרוכז של ראשי הצוותים באוניברסיטת ת"א
- עריכת טיוטה שנייה של המסמך
- הפצת הטיוטה השנייה של המסמך לכל המשתתפים

יולי

- קבלת תגובות מהמשתתפים
- עריכה והפקה של טיוטה שלישית של המסמך
- הצגת טיוטת המסמך בפני הוועדה לבחינת מצב המתמטיקה

אוגוסט-אוקטובר

- הכנסת טיוטת המסמך לאתר האינטרנט של מרכז מנור
- קבלת תגובות מקהילת החינוך המתמטי

נובמבר-דצמבר

- עריכת גרסה סופית של המסמך והפצתו לכל המעוניין

הצהרת עמדות ועקרונות

השקפת מחברי המסמך היא כי חינוך מתמטי הינו תחום מורכב ולא קיימת דרך פשוטה אחת לקדם אותו. מורכבות התחום נובעת הן מאופי התחום עצמו והן מגורמים כלליים, שאינם קשורים ישירות לתחום הוראת המתמטיקה. להלן עמדתנו לגבי מספר מישורים מרכזיים בהם נדרשת עבודה מתואמת של הגורמים השונים במערכת, כדי לקדם את הוראת המתמטיקה בחטיבות הביניים בישראל.

תכנית הלימודים במתמטיקה לחטה"ב. תכנית לימודים כוללת (א) תפיסה רעיונית, מטרות ועקרונות כלליים וספציפיים, (ב) פירוט התכנים, הנושאים, המושגים, הכשרים, המיומנויות ומסגרת השעות, (ג) דרכים להערכה, (ד) חומרי לימוד, הוראה והערכה. עמדתנו היא שיש לבנות תכנית לימודים במתמטיקה לחטיבות הביניים אשר תתרכז במתמטיקה חשובה ורלוונטית, תהיה קוהרנטית מבחינה רעיונית, תעוגן בתיאוריה, במחקר ובמעשה של הוראת המתמטיקה, תוך בניית רצף עם תכניות הלימודים במתמטיקה לבית-הספר היסודי ולחטיבה העליונה. חשוב שתכנית הלימודים תהיה ברורה ומקובלת על הגורמים השונים במערכת.

קידום של קבוצות שונות. אוכלוסיית התלמידים בחטיבת הביניים כוללת תלמידים בעלי רקע סוציו-אקונומי שונה, מגדר שונה, מגזר שונה, ותק שונה בארץ, ויכולות שונות במתמטיקה. עמדתנו היא שהוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים צריכה להיות מכוונת להצלחה בלימודים של כל התלמידים, לתת מענה לצרכים המיוחדים של התלמידים השונים, תוך התחשבות ביכולות האישיות וברקע התרבותי, והימנעות מתהליכי סינון ומיון המתייגים תלמידים ומגדילים פערים בין הקבוצות. גישה המדגישה קידום של כל התלמידים, הנובעת מהשקפת עולם חברתית-דמוקרטית, לא רק שלא תפגע בהישגים הכוללים של התלמידים, אלא להפך. מתוצאות ה-TIMSS עולה כי פער גדול בהישגים בין תלמידים מאפיין מדינות שבהן ההישגים נמוכים יחסית.

מורים והוראה. ידע, יכולות ומכוונות המורה, כמו גם עבודה משותפת של צוות המורים למתמטיקה בבית הספר, הינם גורמים מרכזיים הקובעים את איכות הוראת המתמטיקה. גורמים אלה קשורים, בין השאר, לסביבת העבודה של המורה, לתהליך ההכשרה ולהמשך ההתפתחות המקצועית. עמדתנו היא שסביבת העבודה של המורה צריכה להיות מאתגרת, משתפת באחריות ובקבלת החלטות, תומכת, מעודדת התפתחות מקצועית והמשך למידה, תוך שאיפה מתמדת לשיפור ההוראה. תהליך ההכשרה והמשך ההתפתחות המקצועית צריכים להתמקד בתחומים הבאים ובקשרים ביניהם: מתמטיקה, דרכי למידת מתמטיקה של תלמידים, תכנית הלימודים, דרכי הוראה, והערכת ההוראה. בד בבד עם התמקצעות המורים, על המערכת להאציל להם סמכויות מקצועיות ולתגמלם בהתאם.

הערכה. כיום, הערכה של הוראה ולמידה של המתמטיקה בבית-הספר מתמקדת, בדרך כלל, בהישגי תלמידים, אשר נמדדים עם סיום הלמידה באמצעות מבחנים. עמדתנו היא שהערכה של החינוך המתמטי בבית-הספר צריכה להקיף ממדים נוספים של הישגים: תהליכי למידה, דרכי חשיבה, כישורי תקשורת וכישורי עבודה בצוות. כמו כן, הערכה של החינוך המתמטי בבית-הספר צריכה לכלול שני תחומים נוספים: עבודת צוות המורים למתמטיקה; וגישות, יוזמות ומפעלים בתחום החינוך המתמטי בבית-הספר. ההערכה צריכה להיות מעצבת ומסכמת, וביצועה בשלושת התחומים האלה צריך להיות חלק בלתי נפרד מתהליכי הלמידה, ההוראה והפעילות המתמטית השוטפים בבית-הספר. חשוב להשתמש במגוון כלים שיספקו מידע רב-ממדי, לבצע את ההערכה על פי קריטריונים מתאימים, ולהשתמש בתוצאות לתכנון המשך ההוראה והפעילות הבית-ספרית.

שינויים ארגוניים. מערכת החינוך המתמטי בישראל כיום הינה ריכוזית ביותר, כמעט בכל תחום. משרד החינוך מרכז בידיו שליטה כמעט מוחלטת בכל הנוגע לתכנית הלימודים במתמטיקה, לאישור מגמות של פיתוח חומרי למידה, להפעלת תכניות לימודים, לאישור השתלמויות מורים במסגרות שונות, ולהערכת תלמידים בבחינות משוב ארצי ובבחינות הבגרות. ריכוז סמכויות נרחב כזה אינו מתאים לגישות המקובלות כיום, הקוראות ליותר אוטונומיה לגופים מקצועיים. היקף הפעילות הקיימת בתחום הוראת המתמטיקה בארץ אינו מאפשר לגופים האחראים במשרד החינוך להכיר לעומק את הפעילויות השונות. כמו כן, אופי התחום צריך לאפשר לקולות שונים של מומחים בתחום: נציגי משרד החינוך, חוקרים בחינוך מתמטי, מפתחי תכניות לימודים במתמטיקה, מתמטיקאים, מורים, אנשי תעשייה, להישמע ולהשפיע. עמדתנו היא כי יש לשנות את המבנה הארגוני הקיים, להאציל סמכויות לגופים מקצועיים בעלי ניסיון מוכח של כישורים וידע מתאימים, ולאפשר להם יתר חופש וגמישות לפעול במערכת.

תכנית הלימודים במתמטיקה לחטה"ב

רציונאל

הערות לגבי מצב תכניות הלימוד במתמטיקה (סילבוס) בארץ

כיום, תכניות הלימוד (הסילבוסים) המחייבות של משרד החינוך, בעיקר אלו של חטה"ב והחטיבה העליונה, מפרטות בעיקר רשימות תכנים, ללא הרבה קישור וללא הדגשת ממדים נוספים. תכניות כאלו משדרות הן לכותבי חומרי לימוד מסוימים, ובעיקר למורה ולמערכת בתוכה הוא פועל, כי החשיבות האמיתית בהוראת מתמטיקה היא שליטה במיומנויות לשמן ובפתרון בעיות הגזרות לפי תבניות ידועות. כלומר, מתמטיקה הלוקה בפרגמנטציה ונתונה במגרות. ואכן רוב ספרי הלימוד במתמטיקה הנלמדים בארץ, הם ספרי תרגול של מיומנויות ללא דגש על הבנה ויכולת טיעון מתמטי. וזאת למרות אי-הנחת מכך של חלק מהתלמידים והמורים עצמם.

בעולם קיימות דוגמאות בעלות אופי שונה לחלוטין. למשל, ה- Standards (1989) וה- Standards and Principles (2000) של הארגון של המורים למתמטיקה בארה"ב (NCTM), המשלבים, זה בצד זה, סטנדרטים כמו "הסבר מתמטי", "דרכי פתרון בעיה", "מתמטיקה כתקשורת" ו"קשרים מתמטיים", וסטנדרטים תכניים יותר הקשורים באלגברה, באריתמטיקה, בגיאומטריה, במדידה וכד'. הנחיות כאלה מציבות סטנדרטים הן לכותב ספר הלימוד והן למורה לגבי אופי המתמטיקה הנלמדת. בנוסף לכך קיים בארץ נתק מסוים בין תכניות הלימודים במתמטיקה בשלוש החטיבות, ופעולות ההטמעה שלהן. אנו איננו רואים את הוראת המתמטיקה בחטה"ב, את פיתוח חומרי הלימוד, ואת תהליכי ההטמעה, הכוללים את הכשרת המורים למתמטיקה בחטה"ב ותמיכה בהוראתם, כתהליך העומד בפני עצמו, אלא כקשור ונמצא ברצף אחד עם הוראת המתמטיקה בבית הספר היסודי ובחטה"ע.

התפיסה לגבי תכנית הלימודים במתמטיקה ומטרותיה (בחטה"ב)

- מתמטיקה הוא מקצוע מרכזי בלימודים בחטה"ב. התלמיד לומד מתמטיקה כ- 5 שעות שבועיות במשך כל שלוש השנים, על התכנית לשקף הן מושגים ותכנים יסודיים והן תהליכי חשיבה מרכזיים במתמטיקה.
- כל האוכלוסייה בחטה"ב לומדת מתמטיקה. מטרת התכנית לכן היא להיות מכוונת לכל התלמידים, תוך הצבת ציפיות גבוהות מכולם ומתן הזדמנויות שוות לכולם מצד אחד, אך תוך מודעות והתחשבות בהבדלים בין יחידים וקבוצות בתוך הכיתה, בתוך בית הספר ובתוך המערכת כולה. כלומר, על התכנית והטמעתה להציע דרכים לתמיכה המותאמת לצרכים של קבוצות ויחידים שונים.
- על התכנית לקחת בחשבון את השימוש בכלים טכנולוגיים כמתווכים בהוראת ולמידת מתמטיקה. השימוש בכלים ממוחשבים מתגבר את המושגים ותהליכים המתמטיים הנלמדים, משנה תכנים וגישות בהוראת המתמטיקה, נותן מענה לקידום ולצרכים של הקבוצות השונות והיחידים.
- ההוראה תתבסס על ידע של המורה והבנה לגבי טבע המתמטיקה שמציעה התכנית, לגבי הידע של התלמיד, תהליכי הלמידה שלו ותהליכים של נטילת אחריות של התלמיד לתהליך למידתו, לגבי דרכי ההוראה ולגבי היתרונות של השימוש באמצעים שונים. הוראה כזו מחייבת פעמים רבות שינויים בארגון של מבנה ההוראה ומבנה הכיתה.

- הלימוד תתבסס על הבנה של תהליכים ופעולות מתמטיות, בניגוד לשינון עובדות ופעילות ללא הבנה, תוך כדי קבלת אחריות של תלמידים ללמידה.
- אנו רואים בתכנית הלימודים במתמטיקה מסמך הלוקח בחשבון את הנקודות הנ"ל ונקודות נוספות, ומצביע על כיוונים הנותנים מענה להן.
- אנו רואים במונח תכנית לימודים במתמטיקה ככולל הן את הרצף של תכנים ומושגים יסודיים, הן תהליכי חשיבה במתמטיקה והיכולת לבטאם בטיעונים והסברים מתמטיים, והן את הגישות להוראה וארגון.
- ברור לנו כי הכנת תכנית כזו הבנויה לפי סטנדרטים שונים ומגלמת בתוכה רב ממדיות, אשר תהיה בהירה למורים ולמפתחי חומרי הלימוד, היא עבודה רבה ונמצאת מחוץ למגבלות הזמן של הכנת מסמך זה. ועדה הדנה בתכנית חטה"ב החלה לעבוד לפני מספר חודשים. פירות ראשונים של עבודתה, המבטאים גישה הלוקחת בחשבון ממדים רבים כנ"ל בעיצוב התכנית הם כבר בנמצא. מספר חברים בוועדה זו שותפים גם לכתובת מסמך זה.
- מספר נקודות כלליות שהועלו על ידי "הוועדה של תכנית חטה"ב ו/או על ידי הצוות השוקד על הכנת סעיף זה, ומגלמות את הרעיונות המרכזיים הרלוונטיים (Big ideas) יובאו להלן:

עקרונות וסטנדרטים כלליים לתכנית הלימודים במתמטיקה בחטה"ב

- בניית התוכנית לפי "היבטים מתמטיים – דידקטיים" ברורים, אשר מתוכם נגזרים הן המושגים, הן תהליכי החשיבה, והן הגישות להוראה ולארגון.
 - למידת מתמטיקה המדגישה הבנה, חקר ותהליכים מתמטיים
 - אלגוריתמים ומניפולציות מתמטיות ככלי עזר לפתרון בעיות, תוך הבנת התהליכים המתמטיים שבבסיסן של הפעולות האלגוריתמיות. (ראה ספרה של ליפינג-מא).
 - קישוריות בין נושאים שונים בתוך המתמטיקה וכן בין מתמטיקה ושטחים אחרים.
 - שימוש נכון בכלים ממוחשבים הינו גורם חשוב של שינוי תכנים ו/או גישות בהוראה ולמידה של מתמטיקה ברוח העקרונות שנמנו לעיל.
 - שילוב דרכי הוראה ולמידה הלוקחות בחשבון, את כל הנקודות המרכזיות שהועלו לעיל.
 - שילוב דרכי הוראה ולמידה הלוקחות בחשבון את הטרוגניות הכיתה וההבדלים בין תלמידים שונים בתוכה.
- הוועדה לתכנית חטה"ב בחרה להציג את העקרונות והרעיונות המרכזיים בתכנית הלימודים לחטה"ב במטריות מארגנות (לאלגברה, לגיאומטריה וכנראה אף סטטיסטיקה והסתברות, המתארות כל אחת בעיקר שני ממדים). הממד המושגי התכני: כפי שהוא מתבטא בנושאים המתמטיים המרכזיים (ראה הטור הראשון מימין במטריצה של האלגברה בעמוד הבא).
- הממד המבטא תהליכים ופעולות מתמטיות: (המפורטים בשורה שבראש המטריצה ראה המטריצה של האלגברה המצורפת), אשר על התלמיד לעבור ולהתנסות בהם תוך כדי לימודו את הנושאים השונים והם משותפים לנושאים ומושגים רבים.

בעמוד הבא מצורפת ההצעה של המטריצה – המארגנת של לימודי האלגברה בכיתות ז' – ט' ותאורה: כל אחד מהמושגים והנושאים המרכזיים (ראה א' – י' בטור הימני) יובא באופן מפורט יותר במספר אופנים: האחד: פירוט נוסף של מטרות ותכני השורה המתאימה לו. השני: פירוט נוסף של מטרות ואפיוני הטורים בהקשר לשורה הזו.

השלישי: הבאת דוגמאות בתאים ומשבצות שונות בטבלה, המדגימות את השילוב של המטרות והתכנים עם התהליכים והפעולות המתמטיות, תוך הצבעה על שיטות ההוראה והלמידה המתאימות, ושילוב הכלים הטכנולוגיים.

הרביעי: קישוריות של הנושא עם נושאים אחרים בתחום זה, בתחומים אחרים של המתמטיקה, ובתחומים שונים אחרים (מדע וכד').

המטריצה המתאימה להוראת גיאומטריה לא הוכנה עדיין. העקרונות והרעיונות המרכזיים אשר נראים לצוות הם:

- הוראת גיאומטריה המדגישה תהליכים אינדוקטיביים של חקר וגילוי התכונות של צורות גיאומטריות וקשרים ביניהם, בסביבה שבה ניתן לבחון דוגמאות רבות של הצורה הגיאומטרית (למשל סביבת מחשב של גיאומטריה דינאמית), תוך העלאת השערות כהכללות ובדיקתן – כולל הפרכה ע"י דוגמה ואישור אינדוקטיבי.
- תהליכים דדוקטיביים של הסבר והוכחה, כאשר ההוכחה משמשת ככלי להסבר מדוע התכונות הגיאומטריות שנתגלו בתהליכים האינדוקטיביים הנ"ל הן נכונות (אינן נכונות) תמיד.

מטריצה להכנת תכנית לאלגברה ופונקציות בחטה"ב

		מתמטיזציה										פעולות ומניפולציות (עם ובלי טכנולוגיה)			
		שימוש ובניית מודלים:										חשיבה – ארגומנטציה			
	תכנים ומושגים יסודיים	משתנים, כמויות וקשרים בסיטואציה 1	גרפי	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ויזואליות
א	ניתוח תופעות * • קצב השתנות • תכונות patterns • תכונות ומבנים מספריים														
ב	השוואה בין תופעות בקצבי השתנות שונים*														
ג	מבנים מספריים ואלגבריים														
ד	משפחות של תופעות ופונקציות מסוגים שונים**														
ה	פונקציות לינאריות														
ו	שקילות ליניארית – משוואות ואי שוויונים במשתנה אחד														
ז	משוואות עם יותר ממשתנה														

		תכנים ומושגים יסודיים	מתמטיזציה									חשיבה – ארגומנטציה				פעולות ומניפולציות (עם ובלי טכנולוגיה)			
			שימוש ובניית מודלים:																
			גרפי	נומרי	אלגברי	השערות	הכללות	נימוקים	הוכחות	על מספרים	סימבוליות	גרפיות	ויזואליות						
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
	אחד																		
ח	פונקציות ריבועיות																		
ט	משוואות ריבועיות שקולות																		
י	פונקציות מעריכיות וחוקי חזקה **																		

* מומלץ טכנולוגיה ** מבוסס טכנולוגיה

הערות כלליות לגבי הטמעת התכנית

ברור לנו כי בכדי שלתכנית וכן להצעות ולהמלצות לשיפורים ולשינויים תהיה השפעה יש לכרוך את ביצוען במספר פעולות מלוות והן:

(א) מסר ברור לקהילה - חשוב שיועבר מסר ברור, מן הגופים השונים במערכת החינוך, למפתחי החומרים לתכניות הלימודים, למורים, למורי המורים, למדריכים, מנהלים, מפקחים וכד', באשר לשינויים או למדיניות הקשורה בהוראת המתמטיקה שתוצע.

(ב) פעולות של תמיכה שילוו את ביצוע השינוי. למשל, תמיכה בפיתוח חומרי לימוד מתאימים ובהטמעתם בכיתות, ותמיכה במורה בתוך ביה"ס בעת ביצוע השינוי.

(ג) מסרים מחייבים - חשוב כי התהליכים המוצעים יהיו מלווים במסרים המחייבים את מפתחי החומרים, מערכת בתי הספר והמורים. זאת מבלי לפגוע באוטונומיה של ביה"ס, צוות מורים והמורה הבודד, בתכנון ההוראה. מסרים של שינוי שאינם מחייבים, אינם מתבצעים בד"כ או מתבצעים רק במידה מועטה. (במערכת החינוך בארץ, יש דוגמאות רבות של שינויים שהתבצעו כיוון שהיו מחייבים. למשל – לימוד לפי תכנית מתמטיקה חדשה לגמרי בחטה"ב (מתחילת חטה"ב לפני 30 שנה ויותר), שגרם לכך כי אלגברה מלמדים כיום מתחילת כיתה ז' ולא מתחילת כיתה ט' כפי שהיה נהוג בעבר.

המלצות

ההמלצות הבאות מחולקות לשניים.

I. המלצות פדגוגיות ותכניות הקשורות לדרך הוראת המתמטיקה בביה"ס.

II. המלצות ארגוניות.

I. **המלצות פדגוגיות ותכניות הקשורות לדרכי הוראת המתמטיקה – (מכוונות בעיקר אל מפתחי תכניות הלימודים, מורים, רכזים, מדריכים וכד'...)**

- * למידת מתמטיקה המכוונת לעבודה המותאמת לשוני שבין יחידים וקבוצות בכיתה.
- * הוראת מתמטיקה הרואה את התלמיד במרכז, משלבת סיטואציות הקרובות לתלמיד והתנסויות, צומחת מידע קודם ונותנת הזדמנות לבנייה אינטואיטיבית של מושגים ותהליכים, לפני הגיבוש הפורמלי שלהם.
- * הוראה ולמידה הנעשות באופן ספירלי, תוך שימת דגש על יצירת קשרים בין הנושאים המתמטיים השונים ובין נושאים מתמטיים לנושאים שונים אחרים.
- * הוראה המדגישה את יכולת ההטעון המתמטי תוך כדי שיח קבוצתי ובמליאת הכיתה.
- * הוראה המשלבת כלים ממוחשבים ברוח ההמלצות העקרוניות לעיל.
- * הוראה המעודדת תלמידים בודדים, זוגות, או קבוצות קטנות, לעשיית פרוייקטים מתמטיים.
- * הערכת התלמידים נעשית באופן המשקף את דרכי ההוראה והלמידה.

11. המלצות ארגוניות לקובעי המדיניות והאחראים לביצועה (משרד החינוך, המחוז, המרכז האזורי, ביה"ס)

המלצות לגבי הוראה בחטה"ב

- * אנו ממליצים על הקמת ועדה אשר בה יהיה ייצוג למורים, מפתחי חומרי לימוד, מתמטיקאים, אנשי אקדמיה בחינוך המתמטי, ואנשי משרד החינוך, שתסקור את חומרי הלימוד הקיימים ותאשר את אלו המתאימים לרוח התכנית החדשה. רשימה של חומרים אלה תסופק לבתי הספר באופן מיידי, עוד לפני שהתכנית תוצא לאור פורמלית. אותה ועדה גם תמליץ על פיתוח נוסף באותם נושאים (על פי אותם סטנדרטים) שלא כוסו על ידי חומרים קיימים ועל פיתוח נוסף בכלל.
- * המורים בחטיבות הביניים יחויבו ללמד לפי תכנית הלימודים החדשה (כאשר זו תושלם). כאשר למורה ולביה"ס תשאר האוטונומיה לבחור את החומרים מהם ילמד ואת סדר ההוראה.
- (מורי חטיבות הביניים יראו עצמם מחויבים לתכנית הלימודים הארצית שתקבע, כולל העקרונות שנזכרו לעיל ושיהיו יסוד לתכנית, ולא כמחויבים לדרישות אזוריות או מקומיות המוטלות עליהם על ידי מורי המתמטיקה בחטיבה העליונה.)
- * תוקם מערכת המציעה הדרכה ותמיכה במורים בתוך בית ספרם, במרכזים האזוריים, ובמרכזים שבהם מפתחים חומרי לימוד לצורך הטמעת התכנית החדשה. בעיקר חשובה התמיכה לאורך השנה. יש אפוא להקצות משאבים באופן מיידי להפעלת מדריכים בית ספריים, לאפשר תנאי הדרכה בתוך ביה"ס והאזור ולתגמל את המורים המודרכים. עבודה של מדריך – מלווה מול בית ספר חשובה ביותר.
- * בנוסף לכך אנו ממליצים על פיתוח חומרי הדרכה למדריכים ברוח התכנית.

המלצות לגבי הוראה בחטה"ע

- * אנו מציעים כי תוקם ועדה אשר תשקוד על הכנת תכנית מתמטיקה לחטה"ע שאף היא לוקחת בחשבון בנוסף לתכנים, גם עקרונות וסטנדרטים, ואשר תהיה המשך רציף של התכניות לביה"ס היסודי ולחטה"ב. בעקבות זה אנו ממליצים על שינויים בבחינות הבגרות שישקפו את רוח תכניות הלימודים החדשות. השינויים ינתנו במבחנים אופציונליים למשך שלוש שנים ואחר כך יחייבו את כל המבחנים והנבחנים.

המלצות לגבי רצף לימודי המתמטיקה בין החטיבות השונות

באופן כללי אנו ממליצים על הוראה הלוקחת בחשבון את התלמיד במרכז לכל אורך לימוד המתמטיקה בביה"ס, ומיישמת את כל העקרונות שנמנו לעיל.

להלן מספר המלצות המתחייבות מכך:

- * כדי שהתלמיד לא יעבור זעזועים מרובים במעברים בין החטיבות השונות, אנו מציעים שלא לקיים מבחני מיון כלליים אזוריים או בית ספריים ולסמוך על דעת מורה המתמטיקה בחטיבה אשר ממנה בא התלמיד.
- * רצוי כי צוות המורים למתמטיקה בבית הספר השש-שנתי יעבוד כצוות אחד, יתכנן במשותף את מהלך ההוראה וההערכה לאורך חטיבת הביניים והחטיבה העליונה, בהתאמה לתכנית הלימודים החדשה. רצוי לעודד מורים ללמד בשתי החטיבות, דבר שייצור מחויבות ואחריות משותפות ללמידת התלמידים.

בנוסף, אנו ממליצים לקיים סדנאות משותפות של מורי חטיבת הביניים ומורי החטיבה העליונה. סדנאות אלה יעסקו בנושאים מתמטיים קוריקולריים, בדרכי הערכה, בקשיים קוגניטיביים בלמידת מתמטיקה, דרכי פתרון שונות שהוצעו על ידי תלמידים וכדומה.

* יטופחו הקשרים בין מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים ובבית הספר היסודי באמצעות ביקורים הדדיים בשיעורים המלווים בדיון, רפלקציה והפקת לקחים לאחר השיעור.

* המלצה כללית: יטופחו הקשרים התכניים והארגוניים בין מסגרות שונות:

- תיאום ועבודה משותפת של מורי המורים (pre-service), המדריכים (in-service), מפתחי חומרי הלימודים לפי התכנים והגישות הכלולות בתכנית

הלימודים, מתמטיקאים, מפקחים ומנהלים.

קידום קבוצות שונות

עקרונות מנחים וביסוס רעיוני

אוכלוסיית התלמידים בחטיבת הביניים איננה שונה מאוכלוסיית האזרחים במדינת ישראל, אי כך היא, לשמחתנו, הטרוגנית במהותה. להטרוגניות פנים רבות. בהקשר של מסמך זה, כוונתנו בהטרוגניות לזיהוי קבוצות בחברת הלומדים שעצם ההשתייכות אליהן עלולה או עשויה להשפיע על הסיכויים להצליח או להיכשל בלימודים בכלל ובלימודי המתמטיקה בפרט, וקבוצות שגם אם לא ייכשלו הרי שהמערכת מקפחת אותם בזה שאיננה נותנת מענה לצרכים המיוחדים שלהם הנובעים מיכולות אישיות או מרקע תרבותי. הקבוצות המרכזיות (שאינן זרות זו לזו) הרלוונטיות לצורך דיון זה הן: קבוצות בעלות רקע סוציו-אקונומי שונה, מגדר שונה, מיעוטים, עולים חדשים, תלמידים בעלי יכולות שונות במתמטיקה כולל תלמידים מחוננים, תלמידים עם ליקויי למידה, ותלמידי החינוך המיוחד.

ההנחה המרכזית שהנחתה את קבוצת הדיון שעסקה בקידום קבוצות שונות במתמטיקה היא ש: ניתן ללמד מתמטיקה בחטיבת הביניים כך שבסיומה הדרך ללמוד מתמטיקה במסלול לבגרות תהיה פתוחה בפני מרבית התלמידים. יותר מכך, יתכן ותלמידי הלימודים במתמטיקה לחטיבת הביניים, גם זו הנוכחית, מאפשרת לבנות תכניות התערבות כך שמרבית התלמידים יצליחו ברוב התכנים המופיעים בה באופן שהדרך למסלולי בגרות תהיה פתוחה בפניהם. בנוסף, קיימות במערכת החינוך בארץ (ובעולם) תכניות התערבות לא מעטות (הכוללות ספרי לימוד, מדריכים למורים, הנחיה, ומודל הערכה) שמאפשרות השגת המטרה הנ"ל.

השאלה הנשאלת, אם כך, היא מדוע מטרה זו איננה מושגת? לדעת קבוצת הדיון שעסקה בקידום קבוצות שונות במתמטיקה ישנן מספר סיבות לקושי בהגשמת משימה זו. הסיבות המרכזיות שנדונו הן:

- עמימות בניסוח תכנית הלימודים במתמטיקה לחטיבת הביניים. עמימות זו מובילה לפרשנויות שונות הבאות לידי ביטוי בספרי לימוד, במטלות לימודיות, במבחני מיון וכדומה. חלק מפרשנויות אלו מובילות לתהליכי סינון וניפוי שאין להם הצדקה. ההדגשים בפרשנויות אלו מונחים, לרוב, על ידי תפישה מסורתית של מה זו מתמטיקה.
- הפרשנות של מורים, מורי מורים, מרכזי מקצוע, מנהלים, כותבי ספרי לימוד, מפקחים ועוד לתכנית הלימודים נובעת לא פעם מהשקפת העולם שלהם שהיא, במודע או שלא במודע, בעד סגרציה או לחילופין בעד אינטגרציה.
- דרישות בחטיבת הביניים שאינן מגובות על ידי הדרישות בחטיבה העליונה. למרות שכיום בחינת הבגרות ברמה של שלוש יחידות לימוד ויתרה על חלקים מהדגשים מסוימים בתכני הלימוד השייכים באופן מסורתי לחטיבת הביניים, עדיין הפרשנות השכיחה של תכנית הלימודים לחטיבת הביניים דבקה במטרות ובהדגשים הקודמים. לדוגמא, הוראת הגיאומטריה בצורה פורמלית, תרגול טכניקות אלגבריות תוך דרישה לרמה גבוהה של מאניפולציות בביטויים אלגבריים ועוד. המורה שהוכשר/ה, לדוגמא, במכללה שבה הגיאומטריה נלמדה בצורה המסורתית מפרש/ת זאת כדרך שבה הוא/היא אמור/ה ללמד גיאומטריה בחטיבת הביניים

ללא קשר לדרישות בפועל של בחינות הבגרות. כתוצאה מכך נדרש מתלמידים להתמודד עם תכנים מתמטיים אשר עלולים להיפך לכלי "מנשיר".

- תפישה מסורתית ונוקשה של המתמטיקה של בית הספר כמקצוע היררכי. בעוד שניתן להתחיל כמעט כל נושא מתמטי חדש באופן כזה שדרישות הידע הקודם אינן מאימות על הידע החדש.
 - הסתכלות על התלמידים בחטיבת הביניים דרך המסננת של הישגים בבחינות הבגרות. במקרים קיצוניים ניפוי תלמידים בשלבים מוקדמים של הלימודים על מנת לא "לפגוע" בסטטיסטיקות של בית הספר לגבי הצלחה בבחינות בגרות (כגון, אחוז המצליחים מבין הניגשים, ציונים ממוצעים, ועוד).
 - תחרותיות בין חטיבות לגבי "התקבלות" תלמידיהם לחטיבות עליונות יוקרתיות. (אופייני למבנה של חטיבת ביניים הנפרדת מחטיבה עליונה).
 - דרכי הוראה שאינן לוקחות בחשבון גישות דידקטיות אלטרנטיביות המאפשרות ליותר תלמידים להיות שותפים לתהליך הלמידה. (כמובן מבלי לפגוע בערך המתמטי של תהליך הלמידה).
 - התפישה שמתמטיקה "ליותר" תלמידים מובילה בהכרח להורדת הרמה של הוראת המתמטיקה.
 - תפישות מפלות בהוראת המתמטיקה כבר בבית הספר היסודי.
 - חוסר הבחנה בין תכני לימוד ומיומנויות שהם קריטיים להשתלבות בהמשך לימודי המתמטיקה לבין כאלו שאינם ולכן למרות חולשה בהם הם אינם צריכים להוות קריטריון למיון.
 - מסר לא אחיד מהמערכת למורים ולמרכזי המקצוע בחטיבות הביניים. כגון, עידוד הערכה חלופית מצד אחד וקיום בחינות מחוזיות צנטרליסטיות ומסורתיות מצד שני, עידוד הוראה בכיתה הטרוגנית מצד אחד ומסר בדבר הקבוצות מצד שני.
 - הרכב אוכלוסיית התלמידים בהקבוצות הנמוכות ובמיוחד אלו המכונות לעתים "הקבוצות ג'". ההקבוצות הנמוכות מהוות במרבית בתי הספר "ערי גלות" לתלמידים עם בעיות משמעת, ליקויי למידה, היסטוריה בית ספרית בעייתית ושאר קשיים שלמורים אין כלים או מוטיבציה להתמודד אתם. אי לכך הופכות הקבוצות אלו לאיים של מצוקה לתלמידים ולמורים והפוטנציאל שלהן לקידום תלמידים הוא אפסי.
- לדעת קבוצת הדיון שעסקה בקידום קבוצות שונות במתמטיקה, לחלק מהסיבות המוזכרות לעיל ניתן לתת מענה. לדוגמא:
- ניתן לצרף לתכנית הלימודים פרשנות מפורשת יותר שתבטא בדוגמאות רבות, בהצגת דרכי הוראה אלטרנטיביות, דרכי הערכה ועוד.
 - ניתן לפרש את מטרות הוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים לאור הדרישות המשתנות בחטיבה העליונה.
 - ניתן לבדוק את גישות ותכניות הלימוד הקיימות לאור הקריטריון של השוויוניות.
 - יש לערוך סקר מקיף על המתרחש בהקבוצות הנמוכות וכיצד מתמודדים בתי הספר השונים עם האוכלוסיות המתקשות.
 - יש צורך לבדוק אם המעבר לכיתות הטרוגניות גרם בחלק מהחטיבות להפחתת מספר שעות המתמטיקה המוקצה לשכבת גיל לעומת מה שהיה נהוג בהקבוצות.

- יש צורך לארגן השתלמויות מורים בהן הדגש יהיה על התייחסות לאוכלוסיות שונות כולל הקניית כלים דידקטיים לארגון הלמידה בכיתה/בכיתות בה/ן יש תלמידים עם צרכים שונים.

חברי הקבוצה ערים לכך שמרבית תשומת הלב בדיונים על קידום קבוצות שונות ניתנת לקבוצת התלמידים הבאה מרקע סוציו-אקונומי חלש בערים הגדולות ובעירות הפיתוח. הסיבה לכך היא, כנראה, החפיפה הרחבה, עדיין – גם כיום, שנים כה רבות אחרי שמערכת החינוך הישראלית משרתת את כל מגזרי האוכלוסייה – בין השתייכות לקבוצת התלמידים הנמצאים בסיכון לכישלון ותת-השגיות במתמטיקה ובין השתייכות לקבוצות בעלות רקע סוציו-אקונומי חלש כולל חלק מהעולים החדשים. מערכת החינוך הישראלית, למרות מודעותה לנושא, לא השכילה למצוא פתרון משביע רצון לבעיה זו.

נוספת לכך העובדה שהמתמטיקה מהווה את אחד הפילטרים המרכזיים במערכת החינוך הישראלית והעולמית על כל שלביה ולכן חוסר התמודדות יסודית, אמינה וישימה עם הבעיה משמעה – במידה רבה – החלטה עקיפה על הגבלת פוטנציאל הניידות החברתית של שכבות רחבות באוכלוסייה.

אחת הדרכים המוזכרות לא פעם להתמודדות עם תפקידה של המתמטיקה כ"שומר הסף" היא ביטול המתמטיקה כמקצוע חובה בבחינות הבגרות. להצעה זו יש לא מעט תומכים. הנימוק המרכזי בעד קבלתה הוא האפשרות להגדיל את מספר הזכאים לתעודת בגרות במיוחד בקרב אוכלוסיות מרקע סוציו-אקונומי נמוך. הנימוק המרכזי נגד קבלתה הוא היות המתמטיקה מרכיב הכרחי במגזרים רחבים בשוק העבודה – בדרך-כלל המגזרים היוקרתיים והמתגמלים יותר. קבלת הצעה זו, טוענים המתנגדים, תוביל להנצחת הפער החברתי ולשמירה על מוקדי הכוח הכלכלי בידי שכבות מסוימות בניגוד לכוונת חסידי ההצעה. יתר על כך, ניתן לראות בהצעה זו מנוף לשוויון רק במידה והמוסדות להשכלה גבוהה יראו בתעודת בגרות ללא מתמטיקה תנאי קבלה מספיק. אחרת התעודה הזו תהיה בחזקת "הונאה".

לדעת קבוצת הדיון שעסקה בקידום קבוצות שונות במתמטיקה יש להשאיר את המתמטיקה כמקצוע חובה מכיוון שהוא מהווה מרכיב הכרחי במסלולים הלימודיים היוקרתיים ובמגזרים המתגמלים בשוק העבודה. המסקנה הנובעת מההמלצה להשאירו מקצוע חובה היא, לדעת חברי הקבוצה, ליישם דרכי הוראה והערכה שישאירו את המסלולים לבגרות פתוחים בפני מרבית התלמידים.

מהאמור לעיל נראה, לחברי הקבוצה שתכנית חדשה לחטיבת הביניים צריכה לתת מסר ברור וחד משמעי למורים, מורי מורים, לכותבי ספרי לימוד, ולמקבלי ההחלטות במערכת. המסר צריך לכלול הצהרה מפורשת המתייחסת לשונות בין התלמידים, לאי הפליה ביניהם, לתכנון למידה כך שבסיום חטיבת הביניים המסלולים לבגרות יהיו פתוחים בפני מרבית התלמידים. המסר צריך לכלול גם התייחסות לדרכים דידקטיות המתאימות להשגת מטרות אלו. נראה לחברי הקבוצה שככל שתהליך הסגרגציה בלימודי המתמטיקה נעשה מאוחר יותר הסיכוי להשיג שוויון גדל. מזה נגזרות דרכי הוראה ותיכנון חומר למידה שיאפשרו השגת מטרה זו.

תמצית ההמלצות

A. תכנית לימודים משותפת לכל תלמידי חטיבת הביניים.

II. הוראת מתמטיקה בכיתות הטרוגניות בכיתות ז' ו' – ח'. בכיתות ט' ניתן לעבור להטרוגניות מתונה.

ממצאי המחקר הבינלאומי מראים כי במרבית מדינות העולם יש תכנית לימודים משותפת לכלל התלמידים (כמו כן אין חלוקה של התכנית המשותפת לרמות שונות). דרך העבודה במדינות אלו בנויה כך שהמורה בכיתה נענה/נענית לצרכים מיוחדים של תלמידים.

עבודה בדרך זו מחייבת הבחנה מקצועית בין תכני לימוד, מושגים, ומיומנויות שהם קריטיים להשתלבות בהמשך לימודי המתמטיקה לבין כאלו שאינם ולכן למרות חולשה בהם הם אינם צריכים להוות קריטריון למיון. יש היום ידע מקצועי מספיק המאפשר למפות את התכנים הקריטיים Indispensable Mathematical (Knowledge). אין בהמלצה זו כוונה שתלמידים מסוימים יחשפו רק לתכנים הקריטיים, ההפך הוא הנכון. החשיפה חייבת להיות רחבה וסביבת הלימודים עשירה הן בגורם האנושי והן בתכני הלימוד ודרך הלימוד. בתכנים קריטיים הכוונה היא רק לתכנים המהווים קריטריון מיון וסינון.

ההמלצה להוראת מתמטיקה בכיתות הטרוגניות נשענת על ממצאי מחקר המראים שהפיצול לקבוצות למידה נפרדות לפי רמות גורם לפערים בין התלמידים העולים עם הזמן באופן משמעותי על הפערים הצפויים לפי הבדלי היכולות והידע ביניהם בזמן ההפרדה לקבוצות. פערים אלו נוצרים כתוצאה מההפסדים של הקבוצות הנמוכות. קבוצת הלומדים איננה ארגון אדמיניסטרטיבי של הלמידה, היא אחד המשאבים היקרים והקריטיים בתהליך התפתחותו של לומד.

יש ללמד מתמטיקה בחטיבת הביניים בכיתות הטרוגניות. יש לתת מענה לקבוצות לומדים בעלי צרכים ייחודיים, במקרים מיוחדים גם במסגרות נוספות. לדוגמה, יש לעודד תכניות לטיפול מצינויות במתמטיקה.

III. פירוט מלא של תכנית הלימודים שיהווה פרשנות מוסמכת של כוונת התכנית ורוחה וימנע נתק בין רוח התכנית ובין יישומה בפועל בספרי לימוד, בהוראה בכיתה, ובמבחנים למיניהם. הפירוט יתבטא במתן דוגמאות, הצעות דידקטיות, דרכי הערכה, הנחיות דמוי ה - standards האמריקאיים ועוד.

העמימות הקיימת בתכנית הנוכחית וההסתפקות בכותרות מתמטיות מובילים לפרשנויות הסותרות את רוח התכנית ומובילות הרבה פעמים לתהליכי סינון וניפוי שאין להם הצדקה. הפרשנות של מורים, מורי מורים, מרכזי מקצוע, מנהלים, כותבי ספרי לימוד, מפקחים ועוד לתכנית הלימודים נובעת לא פעם מהשקפת העולם שלהם שהיא, במודע או שלא במודע, בעד סגרגציה וניפוי ומשפיעה באופן ישיר על קיפוח קבוצות מסוימות.

IV. השארת המתמטיקה כמקצוע חובה בבחינות הבגרות ברמה של 3, 4 או 5 יחידות לפחות כל זמן שמקצוע זה הוא תנאי קבלה למוסדות להשכלה גבוהה בכלל ולאוניברסיטאות בפרט.

אחת הדרכים המוזכרות לא פעם להתמודדות עם תפקידה של המתמטיקה כ"שומר הסף" או "פילטר" היא ביטול המתמטיקה כמקצוע חובה בבחינות הבגרות או אפשרות להיבחן ברמה של יחידה אחת. להצעה זו יש לא מעט תומכים. הנימוק המרכזי בעד קבלתה הוא האפשרות להגדיל את מספר הזכאים לתעודת בגרות במיוחד בקרב אוכלוסיות מרקע סוציו-אקונומי נמוך. הנימוק המרכזי נגד קבלתה הוא היות המתמטיקה מרכיב הכרחי במגזרים רחבים בשוק העבודה – בדרך-כלל המגזרים היוקרתיים והמתגמלים יותר. קבלת הצעה זו, טוענים המתנגדים, תוביל להנצחת הפער החברתי ולשמירה על מוקדי הכוח הכלכלי בידי שכבות מסוימות בניגוד לכוונת חסידי ההצעה.

יתר על כך, ניתן לראות בהצעה זו מנוף לשוויון רק במידה והמוסדות להשכלה גבוהה יראו בתעודת בגרות ללא מתמטיקה או עם מתמטיקה בהיקף של יחידה אחת תנאי קבלה מספיק. אחרת התעודה הזו תהיה בחזקת "הונאה". לכן, לדעת קבוצת הדיון שעסקה בקידום הוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים יש להשאיר את המתמטיקה כמקצוע חובה מכיוון שהוא מהווה מרכיב הכרחי במסלולים הלימודיים המתקדמים ובמגזרים המתגמלים בשוק העבודה. המסקנה הנובעת מההמלצה להשאיר מקצוע חובה היא, לדעת חברי הקבוצה, ליישם דרכי הוראה והערכה שישאירו את המסלולים לבגרות פתוחים בפני מרבית התלמידים.

V. לפחות 5 שעות מתמטיקה בשבוע לתלמיד. לפחות 150 שעות מתמטיקה בשנת לימודים.

למרות שמבחינה פורמלית שעות לימוד המתמטיקה הממוצע בחטיבת הביניים בארצנו אינו נופל מהממוצע העולמי הרי שבפועל בגלל תרבות בית הספר הישראלי וסדרי העדיפות שלו מספר השעות בפועל קטן בהרבה. הכוונה היא לקיום ימי טיול, פעילויות חברה, ימי עיון והרצאות, יציאה להצגות ומוזיאונים, ארגון חגיגות לקראת חגים ואירועים חשובים אחרים ועוד. כל אלו הם חלק מהפעילויות שמערכת החינוך הישראלית מקדמת. אבל, בפועל פירושן של דבר ביטול מסיבי של שעות הוראה.

ביטול השעות גורם ללחץ זמן ואיננו מאפשר למורים דיפרנציאציה בתוך כיתתם.

VI. גודל כיתת המתמטיקה צריך להיקבע על פי מה שהיה מקובל בחטיבות הביניים בזמן ששכבת הגיל למדה בהקבוצות. לדוגמא, אם בחטיבה מסוימת כל 3 כיתות ז' חולקו ל – 4 כיתות הקבוצה הרי שעכשיו תחולקנה 3 הכיתות ל – 4 קבוצות למידה הטרוגניות שוות במספרן.

כאשר לפני מספר שנים יצאה תקנה/המלצה ללמד מתמטיקה בכיתות הטרוגניות, למרבית הפלא, נוצלה הכוונה זו לרעה על ידי מקבלי ההחלטות בחלק מחטיבות הביניים. באם לפני המעבר לכיתה הטרוגנית חולקו התלמידים להקבוצות כך שבממוצע בכל הקבוצה היו פחות תלמידים מאשר בכיתה אם, הרי שעם המעבר לכיתות הטרוגניות הושארו כיתות האם בגודלן המקורי ללא כל תמיכה נוספת. על המורים באותן חטיבות הוטלה משימה שהכשילה אותם. לכן יש לדרוש שהגודל הממוצע של הקבוצה ההטרוגנית לא יעלה על זה שהיה מקובל קודם לכן. לדוגמא, אם בחטיבה מסוימת כל 3 כיתות ז' חולקו ל – 4 כיתות הקבוצה הרי שעכשיו תחולקנה 3 הכיתות ל – 4 קבוצות למידה הטרוגניות שוות במספרן.

VII. במישור הארצי לא ייאסף מידע ולא יעשה שימוש במידע שנאסף בדרכים אחרות על מנת לסנן ולנפות תלמידים בשלבי לימודיהם בחטיבת הביניים.

אם משרד החינוך רוצה/צריך לקבל מידע על מצב לימודי המתמטיקה במערכת עליה הוא אחראי יעשה הדבר באמצעות מערכת מבחנים כדוגמת המשוב הארצי. במבחני משוב ארצי כוונתנו למבחנים שחוברו על ידי ועדה שהוסמכה לכך ומיועדים לתת למערכת משוב על מצב לימודי המתמטיקה בשכבת הגיל הנבדקת ברמה כלל מערכתית. המבחנים לצורך מטרה זו מועברים למדגם בתי ספר ובתוכם תלמידים שונים מקבלים מבחנים שונים.

הקבוצה ממליצה לבטל את המבחנים המחוזיים למיניהם המחוברים על ידי קבוצות לא מוסמכות מכיוון שמבחנים אלו הפכים להיות התכנית הרשמית במחוז (או בקבוצת בתי הספר הרלוונטית) למרות שלא פעם הם מהווים פרשנות לא נכונה של תכנית הלימודים ומנוצלים לתהליכי סינון לא מוצדקים. ולא כדוגמת המי"צב.

VIII. תכנית הכשרה במכללות למורים ובאוניברסיטאות תכלול הכשרה יסודית בדרכי עבודה שיקדמו את כל הקבוצות השונות.

התכנית תכלול הכשרה לעבודה בכיתות הטרוגניות, לטיפול בלקויות למידה במתמטיקה. התכנית תתייחס להבדלים בהישגים במתמטיקה בין בנים ובנות. התכנית תתייחס לצרכים מיוחדים של עולים חדשים. התכנית תצייד את המורה באפשרויות הקיימות להיענות לצרכים של תלמידים מחוננים במתמטיקה במסגרת הכיתה ומחוץ לה.

IX. יוצעו למורים השתלמויות יסודיות ושיטתיות בנושאים המפורטים בהמלצה VIII.

X. יכתבו ספרי לימוד וחומרי לימוד שיאפשרו הוראה בכיתות הטרוגניות.

XI. יינתן למורים מערך תמיכה אינטנסיבי שיאפשר את יישום ההוראה תוך היענות לצרכים הייחודיים של התלמידים.

מורים והוראה

המחקר בחינוך מתמטי מראה בבירור כי הצלחתם של ניסיונות שונים לרפורמות בחינוך מתמטי תלויה, במידה רבה, בחשיבות שהמורים המעורבים ברפורמה מייחסים לה, בתחושת השותפות וההזדהות שלהם עם המהלך ובקידום הידע ויכולות המורים לפעול ברוח הרפורמה (NCTM, 1991, 2000).

בחלק זה של נייר העמדה נעסוק בארבע סוגיות מרכזיות הקשורות במורים למתמטיקה ובהוראת מתמטיקה בחטיבת הביניים. הסוגיה הראשונה קשורה בידע, ביכולות ובמכוונות הנדרשים להוראת מתמטיקה בחטיבת ביניים, הסוגיה השנייה מתייחסת לסביבת העבודה של המורים, הסוגיה השלישית - להכשרה ולהתפתחות המקצועית של מורים והסוגיה הרביעית - להכשרה ולהתפתחות מקצועית של מורי מורים. בסיום יובאו הצעות אופרטיביות.

ידע, יכולות ומכוונות להוראת מתמטיקה בחטיבת ביניים

למורים תפקיד מרכזי ביישום השינויים המוצעים בתכנים ובאופי הוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים. טיפוח סביבות למידת מתמטיקה מאתגרות ותומכות דורש ידע מסוגים שונים (הכוונה היא לידע במובן הרחב, כולל הבנה, תפיסות, אמונות, השקפת עולם, וכולי), יכולת לישים את השינויים הנדרשים, ומכוונות להוראת מתמטיקה באופן התואם את השינויים המוצעים בתכנים ובאופי ההוראה. נתייחס לחמישה ממדים מרכזיים הנדרשים להוראה ברוח השינויים המוצעים:

1. ידע של ועל המתמטיקה ומכוונות לעסוק במתמטיקה

- אנו סבורים כי הידע המתמטי של מורים למתמטיקה בחטיבת הביניים חייב להיות בהיקף של תואר ראשון במתמטיקה, לפחות, ולכלול היבטים שונים שהמרכזיים בהם הם:
- ידע עמוק ועשיר של הנושאים, המושגים והרעיונות המתמטיים הנלמדים בחטיבת ביניים. ידע זה כולל הבנה של ההקשר הרחב של הנושאים, המושגים והרעיונות המתמטיים ושל הקשרים המורכבים ביניהם, התפתחותם ההיסטורית וכולי.
- היכרות עם תחומים ונושאים במתמטיקה שאינם כלולים בתכנית הלימודים של חטיבת הביניים (התחומים והנושאים הנכללים יבחרו כך שיתרמו להרחבת ההבנה של מהות המתמטיקה, אופייה, והיקפה).
- ידע של טבע המתמטיקה. ידע זה כולל היכרות עם מבנה המתמטיקה ועם דרכי עבודה במתמטיקה, כולל אופי ההשערות ואופני בדיקתן, טבע ההגדרות המתמטיות ואופי התקשורת המתמטית.

2. ידע על למידת מתמטיקה של תלמידים ומכוונות להקשבה לתלמיד

ההשקפה על למידה הבאה לידי ביטוי במסמך זה היא שלמידה כרוכה בבניית ידע על ידי הלומד בתוך קהילה, והיא איננה קליטה פשוטה של דברי המורה. השקפה זו, הרווחת כיום בקהילת החינוך המתמטי בארץ ובעולם, נגזרת בעיקר מהזרמים הקונסטרוקטיביסטי והסוציו-תרבותי ומגישות תיאורטיות ספציפיות לחינוך מתמטי (ראו, למשל, Davis, Maher & Noddings, 1990; Lave & Wenger, 1991; Sfard, 1998). הוראה התואמת השקפה זו דורשת ידע על דרכי ההתפתחות האופיניות של למידת מושגים מתמטיים, על תפיסות רווחות (נכונות ומוטעות) של מושגים, על דרכי חשיבה של תלמידים באופן כללי ועל אלה של התלמידים בכיתה. תובנה חשובה נוספת קשורה בכך ש'לדעת' הינו מושג מורכב שאינו דיכוטומי ובכך שידעיה והבנה באות לידי ביטוי בדרכים שונות. בנוסף, חשוב להכיר בחשיבות שיש לתרבות הכיתה בתהליך הלמידה

ובתוצריה. יישום השקפה זו על למידה לצורך ההוראה בכיתה דורש, מחד גיסא, היכרות עם הספרות המקצועית בחינוך מתמטי העוסקת בנושאים אלה ועם גישות תיאורטיות שונות ללמידת מתמטיקה ולהוראתה, ומאידך גיסא, ידע פרקטי שמקורו בהתנסויות בהוראה המלוות ברפלקציה מאתגרת ומקדמת. בנוסף, חשוב שלמורה תהיה מכוונות להתייחסות לדרכי חשיבה של תלמיד(ים), ויכולות מגוונות הנדרשות בהקשר זה וביניהן יכולת צפייה, הקשבה, שאילת שאלות לצורך הבנה של חשיבת תלמידים, ניתוח, מתן פרשנות של המתרחש בכיתה (ברמת הפרט וברמה הכוללת), ויכולת ומכוונות לתכנון ההוראה בהתאם לידע התלמיד(ים), וזאת מתוך פרספקטיבה רחבה.

3. ידע של דרכי הוראה ויכולת בנייה של סביבות למידה מתאימות

השקפתנו היא שאין דרך אחת להוראת מתמטיקה המתאימה לכל תלמיד, לכל מצב ולכל מורה. עם זאת, אנו טוענים כי סביבות למידה מתאימות הן אלה המתאגרות את התלמידים וזאת תוך הקפדה על יצירת תנאים תומכים ללמידה. תנאים הכרחיים להבניית סביבות הוראה מאתגרות, מחד גיסא, ותומכות, מאידך גיסא, הם הכרה בחשיבותם ללמידה ויכולת לתכנן, לבנות, להעריך ולשפר סביבות למידה שונות לצרכים מגוונים.

4. ידע של תכנית הלימודים

מורה למתמטיקה בחטיבת הביניים חייב להכיר באופן מפורט את הרציונל ואת העקרונות של תכנית הלימודים במתמטיקה בחטיבת הביניים ואת הקשרים בינה לבין תכניות הלימודים לבית הספר היסודי ולחטיבה העליונה. אנו כוללים כאן גם היכרות עמוקה עם מגוון חומרי הלמידה בחטיבת הביניים ועם חומרי הלמידה של "כיתות התפר" בבית ספר יסודי ובחטיבה העליונה, יכולת להשוואה ולהערכה של התרומה הדיפרנציאלית של חומרי למידה שונים, היכרות עם הספרות המקצועית המתאימה (למשל, כתבי עת המציעים פעילויות שונות למורים) ועם חומרי למידה בארצות אחרות.

5. ידע על הערכת תלמידים ועל הערכת ההוראה

הערכה היא תהליך מתמשך ורציף המהווה חלק אינטגרלי ובלתי נפרד מתהליך הלמידה. הערכה יכולה לסייע למורה בבניית פרופילים המשקפים ממדים שונים של הידע המתמטי של כל אחד מתלמידיו ושל הכיתה כולה ולתכנן, בהתאם, את ההוראה הנדרשת ברמת הפרט וברמת הכלל. שימוש ראוי בהערכה דורש, בראש ובראשונה, אימוץ השקפה הרואה בהערכה אמצעי לקידום ולשיפור הלמידה ברמת הפרט וברמת הכלל, וכן הכרה ויכולת להפעלה מתאימה של מגוון מקורות וכלי הערכה וזאת בהתאם למטרות ולצרכים הספציפיים של התלמיד כפרט ושל הכיתה ככלל.

סביבת העבודה של מורים למתמטיקה בחטיבת ביניים

סביבת העבודה של המורים כוללת את הסביבה הפיזית, את הסביבה האנושית ואת תנאי העבודה. בסביבה הפיזית כוונתנו לסביבה הפיזית בבית הספר (חדר הכיתה, חדר המורים, ספריה, חדר מתמטיקה, ועוד), ול"ביתו המקצועי החוץ בית-ספרי של המורה" (למשל, מרכז מורים, מכללה, אוניברסיטה ועוד), הסביבה האנושית כוללת את התלמידים, צוות המורים-העמיתים, ההנהלה, הפיקוח וההורים. בתנאי העבודה נכללים מספר שעות הוראה, המטלות והתפקידים השונים אותם המורה ממלא בבית הספר. נציין באופן רחב כי סביבת העבודה של המורים, בדומה לסביבת הלמידה של התלמידים, צריכה להיות מאתגרת, משתפת באחריות ללמידה, תומכת ומעודדת התפתחות מקצועית והמשך למידה תוך שאיפה

מתמדת לשיפור ההוראה. בשינוי גישה להוראה יכולים להיות כרוכים סיכונים שונים כגון ירידה זמנית בתחושת השליטה ובמידת הבטחון של המורה בהוראה. חשוב שסביבת העבודה של המורה תעודד ותתמוך, מקצועית ואנושית, במהלך. תמיכה מקצועית מעין זו יכולה להתרחש באופנים שונים (למשל, באמצעות השתייכות לקבוצת עניין ספציפית במרכז מורים המתמודדת עם קשיים דומים בהדרכת מנחה - מומחה, באמצעות חברות בפורום העוסק בנושא ועוד). בנוסף לתמיכה ועידוד תהליכי ההתפתחות המקצועית של המורה ברמת הפרט יש, להערכתנו, חשיבות רבה לכך שצוות מורי המתמטיקה בבית הספר יהווה קהילה לומדת השוקדת, באופן מתמיד, על קידומה המקצועי. לשם כך, יש להבנות את סביבת העבודה של צוות המורים באופן שיאפשר, יעודד ויתמוך בלמידה המשותפת והמתמשכת של צוות המורים וזאת תוך התייחסות למכלול הממדים הכלולים בסביבת העבודה.

הכשרה והתפתחות מקצועית של מורים

מקצוע ההוראה דורש התפתחות מקצועית והמשך למידה מתמיד. קביעה זו נכונה במיוחד כאשר המורה נדרש ללמד בדרכים שונות מהמקובל (וזוהו המצב כיום). לדעתנו, ההכשרה (pre-service) וההתפתחות המקצועית של מורים (in-service) צריכה להעשות במספר מישורים: המקצועי (על פי הממדים שפורטו בסעיף הראשון בפרק זה), האישי (דימוי מקצועי, בטחון עצמי, תחושות הקשורות לתפקיד) והחברתי (התייחסות להוראה כתהליך חברתי המערב קשרים עם מורים, מנחים, מנהלים ועם הפיקוח ויכולת לעבודה בשיתוף פעולה עם גורמים אלה). חשוב שבמהלך ההכשרה וההתפתחות המקצועית של המורים תהיה מודעות והתייחסות לכל אחד ממישורי ההתפתחות המקצועית ויעשה מאמץ לטיפוחם.

השקפתנו היא שההכשרה וההתפתחות המקצועית של מורים הם תהליכי למידה של מורים על הוראת מתמטיקה. לכן, עקרונות הלמידה/הוראה הכלליים תקפים גם בהקשר זה. נבהיר כי לדעתנו הגישות של *situated learning* (Lave & Wenger, 1991) ושל חונכות קוגניטיבית (Collins, Brown & Newman, 1989) מתאימות ללמידת מורים. מגישות אלה ניתן לגזור את העקרונות הבאים לגבי ההכשרה ולגבי ההתפתחות מקצועית של מורים:

- כניסה הדרגתית למקצוע ומתן לגיטימציה להשתתפות מוגבלת בתחילת הדרך ובנקודות מפנה (למשל, התחלת הוראה של נושא חדש).
- חברות בקהילות מקצועיות, כולל בקבוצות-עניין ספציפיות (למשל, הוראה בתיווך מחשב, פיתוח דרכי הערכה חלופיות, כתיבת יומן מתמטי על-ידי תלמידים).
- צפייה בעבודת מומחים בדרגות שונות החברים בקהילה ורפלקציה מודרכת על צפייה זו.
- תמיכה מקצועית של מומחים ושל חברים אחרים בקהילה בכניסה למקצוע וביוזמות לשינוי.
- בישראל ובארצות אחרות קיימים דגמים רבים ושונים להכשרת מורים ולהתפתחות מקצועית של מורים (ראו, למשל, Loucks-Horsley, Hewson, Love & Stiles, 1998). חשוב להציע מגוון רחב של מסלולי הכשרה והתפתחות מקצועית שיתאימו לצרכים שונים של מורים בנקודות זמן שונות בהתפתחותם המקצועית, וזאת תוך הקפדה על רמתם המקצועית של תהליכי ההכשרה והקידום המקצועי.

הכשרה והתפתחות מקצועית של מורי מורים

במונח מורי מורים אנו כוללים את אלה המופקדים על הכשרת המורים ועל ההתפתחות המקצועית של מורים. אנו טוענים כי נדרשת למידה והכשרה לתפקידים אלה. חשוב שהכשרת מורי המורים תעסוק, בין היתר, בהעמקת הידע המתמטי של מורי המורים, בהתייחסות לגישות עכשוויות לגבי למידת תלמידים ולגבי למידת מורים, בפיתוח ידע ומומנויות הנדרשים לצורך עבודה בצוות והנהגתו ובתמיכה ביצירת פורומים שונים של מורי

מורים. בישראל קיימות כיום מספר מסגרות העוסקות בהיבט זה של התפתחות מקצועית וביניהם הקורס הדו-שנתי להכשרת מנחים למורי מתמטיקה בבית-הספר העל יסודי (מנור), במסגרת מרכז המורים הארצי למורי מתמטיקה בבית-הספר העל יסודי במכון ויצמן למדע, תכנית הלימודים לתואר שני עם התמחות למורי מורים למתמטיקה במחלקה להוראת המדעים בטכניון ולימודי המשך לבעלי תואר שני בהוראת המדעים בחוג להוראת המדעים באוניברסיטת תל-אביב. חשוב לעודד את העוסקים בהכשרה ובהתפתחות מקצועית של מורי מורים ואת אלו המתעתדים לעסוק בכך להכשיר עצמם במסגרות אלה ולחבור וליצור קהילות העוסקות בנושאים אלה.

הצעות אופרטיביות

בעשור האחרון נעשים ניסיונות רבים בארצות שונות בעולם, וגם בישראל, לשנות באופן משמעותי את הוראת המתמטיקה בבתי הספר. שינויים אלה התרכזו בעיקר בתכנים ובגישות הוראה. מחקרים רבים והניסיון בשטח מראים כי לא ניתן לערוך שינויים משמעותיים בחינוך בלי ללוותם בשינויים ארגוניים ובכללם האצלת סמכויות מקצועיות לגורמים הפועלים בשטח וביניהם המורים. על המערכת לתמוך בתהליך ההתמקצעות וההתפתחות המקצועית של המורים, לערב בהליך זה גופים מקצועיים, להשקיע בו משאבים ולהקציב את הזמן הנדרש לצורך זה (הספרות המקצועית מראה בבירור כי יצירת שינוי מהותי באופן ההוראה הוא תהליך מתמשך האורך מספר שנים).

ציינו בתחילת פרק זה כי ההצלחה של רפורמות בחינוך המתמטי תלויה, במידה רבה, בחשיבות שהמורים המעורבים ברפורמה מייחסים לה, בתחושת השותפות וההזדהות שלהם עם המהלך ובקידום הידע ויכולות המורים לפעול ברוח הרפורמה. שינוי מהותי בהוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים בישראל אינו יוצא מהכלל בהקשר זה.

לאור האמור למעלה, אנו ממליצים:

(pre-service) מורים הכשרת מורים (pre-service)

1. בדיקה ותכנון של הכשרת המורים למתמטיקה בחטיבת הביניים. לשלב הראשון של ההתקשרות להוראת המתמטיקה בחטיבת הביניים חשיבות מרובה בעיצוב גישתו של המורה להוראת מתמטיקה, ברישית ידע מתמטי, יכולות ומכוונות הנדרשים להוראה. ציינו קודם לכן את החשיבות הרבה שיש לכך שהידע המתמטי של מורים למתמטיקה בחטיבת הביניים יהיה בהיקף של תואר ראשון במתמטיקה, לפחות, ואת החשיבות שיש להתייחסות, במהלך הכשרת המורים, לממדים נוספים הנדרשים להוראה. בישראל קיימות כיום מסגרות שונות העוסקות בהכשרת מורים למתמטיקה בחטיבת הביניים (מכללות, אוניברסיטאות ותכניות שונות להסבה להוראה). ההכשרה במסגרות אלה נעשית באופן שונה מבחינת תנאי הקבלה, תנאי הסיום, תכני הלימוד והקפי השעות המוקדשים, באופן ספציפי, למתמטיקה ולהוראתה. אנו ממליצים לקבוע תכנית מינימום מחייבת של לימודי המתמטיקה והוראתה הנדרשת לצורך הוראת מתמטיקה בחטיבת הביניים (כדאי להיעזר, לצורך זה, בהמלצות הוועדה שהוקמה על ידי משרד החינוך בשנת 1994 לצורך בדיקה ותכנון של הכשרת המורים למתמטיקה למסלול העל-יסודי במכללות והגישה המלצות מפורטות ב-1998). אנו ממליצים לעודד פתיחת מסלולי לימודים דו-חוגיים לקראת תואר ראשון במתמטיקה ובהוראתה באוניברסיטאות בהן עדיין לא נפתחו מסלולים כאלה.

2. עידוד ותמרוץ מועמדים מתאימים ללמידה לקראת הוראת מתמטיקה בחטיבת הביניים. אנו עוקבים בדאגה אחר הירידה המתמשכת במספר הסטודנטים המכשירים עצמם להוראת מתמטיקה במוסדות

המיועדים לכך. למצב זה השלכות קשות על אופי ההוראה ואיכותה. אנו ממליצים על יצירת מערכת מלגות ותמריצים נוספים לעידוד סטודנטים מתאימים לבחור בכיוון התמחות זה.

(ב) המלצות לגבי התפתחות מקצועית של מורים (in-service) ושל מורי מורים

1. מיסוד מערכי התמקצעות מתמידים בהוראת מתמטיקה ברמת הפרט וברמת צוות בית הספר. אנו ממליצים לראות בהתמקצעות מורי המתמטיקה, הן ברמת הפרט והן ברמת צוות בית הספר, צורך מתמיד שיש להקצות לו את הזמן ואת המשאבים הנדרשים. ההתמקצעות המתמדת במתמטיקה חייבת להיות חלק אינטגרלי ממשרתם של מורי המתמטיקה. לשם כך על המערכת לתמוך, לעודד ולתגמל את ההשתתפות המתמידה של מורי המתמטיקה בהשתלמויות מתמשיות על פי צרכיהם ורצונותיהם ותוך התחשבות בצרכי המערכת.

לצד ההתפתחות המקצועית המתמדת של המורה ברמת הפרט, אנו רואים חשיבות רבה לכך שצוות מורי המתמטיקה בבית הספר ישקוד על קידום הוראת המתמטיקה בבית-הספר ועל קידום ההתפתחות המקצועית של הצוות. דרך אופרטיבית אפשרית שאנו מציעים לצורך זה היא הכנת תכניות עבודה בשני המישורים (קידום הוראת המתמטיקה בבית-הספר וקידום ההתפתחות המקצועית של הצוות) על-ידי צוותי המתמטיקה בבתי הספר, בשיתוף עם הנהלת בית הספר, ובתמיכה, לפי הצורך, של אנשי מקצוע שונים. יש לבנות מנגנוני בקרה, הערכה ותגמול מתאימים לצוותים (בישראל מתנהלים כיום מספר פרויקטים שנקטו בדרך זו ומתנסים בה מספר שנים. חשוב לבחון את היתרונות והחסרונות שלהם, ולהבנות מודלים בהתאם).

2. מיסוד מערכי התמקצעות של מורי המורים. למותר לציין את החשיבות הרבה שיש לאלה המופקדים על הכשרת המורים ועל ההתפתחות המקצועית של מורים ביוזמה, בהנהגה ובהפעלה של תהליכי שינוי. הבהרנו קודם כי נדרשת למידה והכשרה לתפקידים השונים אותם ממלאים מורי המורים. כיום קיים חסר במורי מורים בעלי הכשרה מתאימה. על המערכת לתמוך, לעודד ולתגמל מועמדים מתאימים המעוניינים בהכשרה זו ולתמוך במסגרות המאפשרות את המשך התפתחותם המקצועית.

(ג) המלצות ארגוניות ומחקריות

1. הגדרת תפקידיהם של הגורמים השונים המופקדים על ההכשרה ועל ההתפתחות המקצועית של מורי מתמטיקה במערכת, קביעת נוהלי עבודה של כל גורם, ואופי הקשרים ונוהלי העבודה בין הגורמים. כיום מופקדים על ההכשרה ועל ההתפתחות המקצועית של מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים גורמים שונים ומעורבים בה גופים רבים ונושאי תפקידים שונים (למשל, מכללות, אוניברסיטאות, מרכזי מורים אזוריים, מרפדי"ם, מרכז מורים ארצי, מל"מ, גופים שונים ברמת המחוז והאגף להכשרה ולהשתלמויות במשרד החינוך). בתהליכי קבלת החלטות לגבי תהליכי ההכשרה וההתפתחות המקצועית של מורים מעורבים גורמים שונים וביניהם המפמ"רים, המפקחים הכוללים, המנהלים, הרפרנטים, מנהלי מחוזות, מטה המרכזים האזוריים, ועוד. חשוב ליצור מערכת בקרה יעילה, מאורגנת, ממוסדת ושקופה בה יהיו מעורבים הגורמים המקצועיים העוסקים בהוראת מתמטיקה.

2. ריכוז מידע לצורך קבלת החלטות לגבי ההכשרה וההתפתחות המקצועית של מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים. במהלך כתיבת המסמך הצוות חש בחוסר במידע חיוני הנדרש לצורך המלצות לגבי צרכים כלליים וצרכים ספציפיים של מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים. המידע הנדרש כולל נתונים על מאפייני אוכלוסיית מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים ושל המתכשרים להוראה. למשל, השכלה (תואר אקדמי -

איזה? במה? מאיזה מוסד?), השתתפות מורים בהשתלמויות ובפעילויות מקצועיות אחרות (שכיחויות? חתכים לפי משתנים שונים כגון השכלה?), מאפייני מקומות העבודה של המורים (חט"ב עצמאיות, מוסד על יסודי שש שנותי, חלק מבית-ספר יסודי). מידע נוסף נדרש על הפעילויות להתפתחות מקצועית של מורים בחט"ב הקיימות כיום במערכת (סוגי הפעילויות, המוסדות המקיימים את הפעילות, היקף הפעילויות, ההשתתפות בהן). דרושים נתונים לגבי תפיסות והשקפות המורים לגבי ההתפתחות המקצועית שלהם, תוך התייחסות לדיפרנציאליות בהשכלה, ותק, המוסד, צרכים מיידיים וצרכים לטווח ארוך (למשל, באילו פעילויות מקצועיות מעוניינים, מהם התנאים הנדרשים/מעודדים השתתפות בפעילויות מקצועיות). כמו כן, נדרש מידע על מסגרות קיימות להתפתחות מקצועית של מורים, אופי פעילותן, ותפיסותיהם לגבי האופנים בהם ניתן לשפר את ההתפתחות המקצועית של המורים כדי להפכה לאורח חיים של המורה.

אוכלוסיית המורים בחטיבת הביניים מונה כמה אלפי מורים השונים זה מזה בידע, ביכולות ובמכוונות בחמשת הממדים המרכזיים הנדרשים להוראה, בתפיסותיהם לגבי תפקיד המורה ומחויבותו, ובניסיון המקצועי שלהם. לכן, אין טעם בהכרזה גורפת על קידום מקצועי אחיד, אשר איננה מבוססת על ידע מספיק על המערכת. הכרזה גורפת מעין זו עלולה להביא לכך שחלק גדול מהמורים יידרש להשתלם בנושאים שאינם תואמים את צרכיהם ואת רצונותיהם. אנו קוראים לעריכת מחקר שיספק נתונים הכרחיים לצורך בניית מערכים להתמקצעות מתמדת ויעילה של מורים.

- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Davis, R. B., Maher, C. A., & Noddings, N. (Eds). (1990). Constructivist views on the teaching and learning of mathematics (JRME Monograph Series No. 4). Reston, VA: Author.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). Situated learning: Legitimate peripheral participation.
Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Loucks-Horsley, Hewson, P. W., Love, N. & Stiles, k. S. (1998). Designing professional development for teachers of science and mathematics. Thousands Oaks, Ca: Corwin
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). Professional standards for teaching mathematics. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: Author.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and the dangers of choosing just
one. Educational Researcher, 27(2), 4-13.

הערכה של החינוך המתמטי בבית הספר

1. עקרונות מנחים וביסוס רעיוני

נקודת המוצא לפרק על ההערכה במתמטיקה היא שהערכה במתמטיקה צריכה להיות חלק בלתי נפרד מתהליך הלימוד, הן ברמת התלמידים והן ברמה הבית-ספרית. מחקרים מצביעים על כך שהערכה מעצבת המתבצעת כחלק בלתי נפרד מתהליך הלימוד תורמת ללומד ומקדמת אותו (NCTM, 2000).

הפרק נשען על גישות הרווחות כיום בקרב קהילת העוסקים בחינוך המתמטי בארץ ובעולם (ראה רשימת המקורות), אשר במרכזן עומדים העקרונות הבאים:

- ההערכה צריכה להתמקד במתמטיקה ראויה, שתלמידים אמורים לדעת ולהיות מסוגלים "לעשות" ולשקף את תהליכי הלימוד שהלומד עבר;
- ההערכה צריכה לקדם את למידת המתמטיקה;
- ההערכה צריכה להיות מותאמת להבדלים בין התלמידים;
- ההערכה צריכה להישען על מגוון מקורות וכלים;
- ההערכה צריכה לשקף את השגת היעדים של החינוך המתמטי ברמת בית הספר.

בפרק יש התייחסות נפרדת להערכת תלמידים במתמטיקה (סעיף 2) ולהערכת הוראת המתמטיקה בבית הספר (סעיף 3). בהקשר לתלמידים, בצד ההתייחסות לדרכי ההערכה הרווחות כיום מובאות הצעות לשינויים שיכולים להביא לשיפור ולקידום הלמידה. בהקשר להוראת המתמטיקה בבית הספר, מובאת הצעה לתכנית כוללת להערכת החינוך המתמטי ברמה בית-ספרית, שמטרתה ליצור מנגנון מבוקר שיביא ללמידה ברמה המערכתית.

2. הערכת תלמידים במתמטיקה

2.1 היבטים הקשורים למטרות ההערכה

	המצב הרווח כיום:	המצב אליו יש לשאוף:
א.	התלמיד הוא האובייקט המרכזי להערכה.	ההערכה היא למען העצמת הלמידה של התלמיד.
ב.	ההערכה היא בעיקרה מסכמת (מעריכה למידה עם סיומה - בסיכום נושא; מיועדת למיון תלמידים או לדירוגם).	ההערכה היא בעיקרה מעצבת (מסייעת לתלמיד בתהליך הלמידה ולמורה בתהליך ההוראה). המורה מחויב להפיק לקחים ולהפעיל שיקול דעת בעקבות ההערכה ולאתר בעיות קריטיות הדורשות דרכי התערבות לצורך טיפול בהן, הן ברמת הפרט והן ברמת הכיתה או בית הספר.
ג.	ההערכה מתמקדת בתוצר סופי.	ההערכה מתמקדת בתהליכי למידה, סגנונות חשיבה, כישורי תקשורת וכישורי

עבודה בצוות.	
--------------	--

2.2 היבטים הקשורים לדרכי ההערכה של תלמידים

מאפיינים של כלי ההערכה

המצב הרגיל כיום:	המצב אליו יש לשאוף:
א. הסתמכות ניכרת על מבחנים ובחנים הניתנים בכתב וכעבודת יחיד – גם בכיתות המתנסות בשיטות הוראה אחרות (למשל, למידה בקבוצות, שילוב כלים טכנולוגיים).	התאמת ההערכה לדרכי ההוראה ושימוש במגוון כלים – כגון: מבחנים, עבודת בית, דיונים כיתתיים וקבוצתיים, שיחות, יומנים, תיקי עבודות.
ב. ההערכה מבוססת ברובה על מספר גדול של משימות קצרות, התמקדות בנושאים מתמטיים מצומצמים ובמיומנויות מבודדות.	ההערכה מבוססת על מספר קטן של משימות מסוגים שונים (שאלות הבודקות שליטה במיומנויות טכניות, שאלות הבנה ושימוש במושגים ושאלות חקר) בעלות היקפים שונים (כולל משימות מורכבות בעלות היקף רחב).
ג. רוב פריטי ההערכה הם משימות בעלות רמת קושי גבוהה או גבוהה מאד.	הערכה מאוזנת מבחינת רמת הקושי, מתוך מטרה למנוע כשלון בקרב התלמידים המתפקדים ברמה בסיסית בלבד בחומר הנלמד ולמנוע תסכול בקרב רוב אוכלוסיית התלמידים.
ד. התמקדות בביצוע מיומנויות טכניות וב"שכפול" מדויק של פרוצדורות ששוננו מראש.	התמקדות בהבנה לעומק של מושגים, תהליכי חשיבה, תהליכי פתרון, התמודדות עם בעיות מתמטיות ותקשורת מתמטית.

מאפיינים של ביצוע ההערכה

המצב הרגיל כיום:	המצב אליו יש לשאוף:
א. ביצוע ההערכה נעשה בנפרד מתהליך ההוראה.	ביצוע ההערכה כחלק אינטגרלי מתהליכי ההוראה והלמידה, כך שרובו אינו מהווה תהליך פורמלי נפרד מן ההוראה השוטפת.

ב.	ניהול הערכה אחידה לכל התלמידים.	התייחסות לשונות שבין התלמידים – למשל הימנעות מיצירת לחץ של זמן, התאמה לשונות בקצב התפתחות הידע של התלמידים ושימוש במשימות המאפשרות דרכי פתרון שונות, בהתאם לשונות בסגנון החשיבה של תלמידים.
ג.	ההערכה מתבצעת בפרקי זמן מזומנים ומרוחקים זה מזה.	ההערכה היא תהליך מתמשך ורציף.
ד.	הסמכות והניהול של ההערכה היא בידי המורה.	בנוסף למורה, גם התלמיד נוטל חלק פעיל ושותף לחלק מניהול תהליך ההערכה (למשל, בניית קריטריונים והערכה עצמית).

דרכי דיווח ומשוב לתלמידים

	המצב הרווח כיום:	המצב אליו יש לשאוף:
א.	שקלול הציון הכולל נעשה על סמך הניקוד שניתן על עבודת התלמיד בכל סעיף בנפרד.	הערכת עבודת התלמיד כמכלול, לפי קריטריונים מוגדרים מראש וידועים גם לתלמידים.
ב.	מתן ציון מספרי אחד, שאינו מתאר את הישגי התלמיד בתחומי תוכן שונים ואת סגנון עבודתו מבחינת כישורים שונים.	בניית פרופיל של תלמיד המשקף את התפתחות למידתו בתחומים שונים של המקצוע ולפי תחומי כישור (קריטריונים) שונים.

2.3 תחומים וקריטריונים להערכת תלמידים במתמטיקה

המתמטיקה היא מקצוע מורכב הדורש ידע מושגי ושליטה בפעולות ומניפולציות, מחד, ויכולת להשתמש בידע זה בהקשרים שונים, ע"י בניית מודלים מתמטיים והפעלת שיקולים ואסטרטגיות, תוך הפגנת תקשורת מתמטית, יכולת רפלקטיבית וכישורי ארגון ועבודה בצוות, מאידך.

כתוצאה מכך, על ההערכה להתייחס לרב ממדיות של תחומים אלה. זאת בשני מישורים – בקביעת התוכן והמסגרת של הכלים להערכה ובקביעת הקריטריונים להערכה של עבודת התלמידים. במישור הראשון, יש לעצב ולהשתמש בכלים שיספקו את המידע המתאים לתחומים שנקבעו, (בפרט לכלול פתרון משימות ממושכות ובעלות הקף גדול), ובמישור השני, על המעריך לבחון את עבודת התלמידים בהתאם לקריטריונים המתארים את התחומים המוערכים.

2.4 כלים להערכה

כלים שונים להערכה מתאימים לאיסוף מידע המתייחס למגוון תחומים וקריטריונים. לכן, לבניית פרופיל שלם ככל האפשר של עבודת התלמידים במקצוע, חשוב להשתמש במגוון רחב של כלים להערכה. חלק מן הכלים (כמו למשל מבחנים ובחנים בכתב) הם בשימוש נרחב גם כיום. לאור המגבלות שיש להתרכזות כמעט בלעדית בכלים אלה, חשוב לשקול מחדש את המטרות, את דרך הפעלתם ואת תדירות השימוש בהם. חלק אחר מבין הכלים להערכה (כמו למשל, תצפיות בהשתתפות התלמידים בדיונים כיתתיים או קבוצתיים ושיחות בין מורה לתלמיד) מקובלים אף הם, אך מומלץ להגביר את השימוש בהם ולבסס אותם כאמצעי חשוב לאיסוף מידע להערכת התלמידים. בנוסף לכך מומלץ לבסס את השימוש בכלים נוספים – כגון: עבודות (שעורי בית, דו"חות עבודה, פרויקטים, תיקי עבודות), יומנים, ראיונות יזומים של המורה ושאלוני משוב. האחריות, הניהול ולפעמים אף עיצוב הכלים להערכה יכולים להיות גם של התלמידים עצמם (למשל, הערכה עצמית או עיצוב מבחן בידי התלמידים) או של עמיתיהם (למשל, הערכת עמיתים של עבודות). השימוש במגוון כלי הערכה מחייב גם שינוי והתאמה של אופן הדיווח על הישגי התלמידים במתמטיקה (למשל, בתעודת סוף שנה). חשוב למצוא דרך לדווח על התקדמות התלמידים, כך שיבואו לידי ביטוי מכלול המרכיבים שתוארו לעיל.

3. אחריות בית הספר להערכת החינוך המתמטי

3.1 מטרות ההערכה ברמת בית הספר

כיום יש דגש על התייחסות לבית הספר כארגון לומד. מנגנון הערכה ובקרה מתאים של החינוך המתמטי בביה"ס יכול לשמש מקור מרכזי שממנו בית הספר יוכל לשאוב וללמוד. תכנית ההערכה הבית ספרית המוצעת באה לתת מענה למטרות הבאות:

- מעקב ובקרה אחר קיום ההמלצות הממלכתיות הקשורות לחינוך המתמטי;
- עידוד להחדרה מושכלת ומבוקרת של שינויים וחידושים בתחום החינוך המתמטי;
- קידום תרבות של עבודת צוות ויזמות בית ספרית בתחום החינוך המתמטי;
- יצירת מנגנון תומך בביה"ס כמערכת לומדת בתחום החינוך המתמטי;
- מנוף לשיתוף וללמידה הדדית בין בתי ספר.

3.2 מה מעריכים?

תכנית ההערכה המוצעת מתמקדת בשלושה מרכיבים מרכזיים, המשקפים את מדיניות וחזון בית הספר בתחום החינוך המתמטי: 1. דרכי העבודה של צוות המורים למתמטיקה; 2. גישות, יוזמות ומפעלים בתחום החינוך המתמטי; 3. תמונת מצב של התלמידים בתחום החינוך המתמטי.

מומלץ שביה"ס יבנה תכנית מבוקרת לבחינה עצמית וקבלת מידע על היבטים רבים ככל האפשר מתוך אלה המפורטים להלן:

היבטים הקשורים לדרכי העבודה של צוות המורים למתמטיקה:

- א) התפקידים והסמכויות של רכז המקצוע;
- ב) אופן קבלות החלטות בנוגע למטרות הוראת המתמטיקה בביה"ס, תכניות הלימודים, ספרי הלימוד וכיו"ב;

- ג) התפתחות מקצועית של הצוות – כיצד מתבצעת?
- ד) ישיבות צוות – תדירות ונושאים בהם מתמקדות;
- ה) דרכי שיתוף הפעולה בין חברי הצוות ופעילויות משותפות;
- ו) דרכי מעקב אחר עבודת המורים;
- ז) דרכי מעקב אחר התקדמות התלמידים;
- ח) דרכי לימוד והפקת לקחים.

גישות, יוזמות ומפעלים בתחום החינוך המתמטי בבית הספר:

בסעיף זה מובאת רשימה של גישות, יוזמות ומפעלים שמומלץ לקדם בכל בית ספר. מובן מאליו שלא בכל בית ספר מתקיימות כל הפעילויות האלה. עם זאת, יש לעודד בתי ספר לאמץ חלק גדול מהם, ולהעריך אותם, בין היתר, על בסיס ההיקף והאיכות של פעילויות מסוג זה.

- א. קיום מעבדה למתמטיקה ואופן השימוש בה;
- ב. שימוש מושכל באמצעים טכנולוגיים;
- ג. הנחיית פרויקטים אינדיבידואליים / קבוצתיים של תלמידים;
- ד. עריכת פרויקטים בית-ספריים בחינוך מתמטי (יום/יריד מתמטי, תחרויות, בולטין);
- ה. טיפוח קבוצות מיוחדות (כגון: מתקשים, בנות, לקויי למידה, מצויינים);
- ו. יישום גישות חדשניות / מתקדמות להוראת מתמטיקה (כגון: גישות שיתופיות, חקר, משימות פתוחות, משימות ללימוד עצמאי, דיונים בכיתה, כתיבה, תיק עבודות);
- ז. קישור לתחומים אחרים ויישום גישה אינטרדיסציפלינרית ללימוד מתמטיקה;
- ח. יישום גישות מתקדמות להערכת תלמידים ולהערכת הוראת המתמטיקה (תלקיט, משימות מיוחדות);
- ט. בדיקת עמדות של תלמידים ביחס למקצוע המתמטיקה;
- י. טיפול בחרדת מתמטיקה.

תמונת מצב של התלמידים:

- א. הישגים של התלמידים במתמטיקה (כפי שבאים לידי ביטוי בגישות המתקדמות להערכה);
- ב. עמדות התלמידים ביחס למקצוע מתמטיקה וביחס ללימוד מתמטיקה בבית הספר.

3.3 כיצד מעריכין?

ביה"ס יגבש עקרונות וקווים מנחים לפעולה ויכין תכנית להערכה עצמית של החינוך המתמטי בביה"ס בעצה אחת עם גוף מקצועי שייקבע ע"י ביה"ס. הגוף המקצועי יכלול בעלי תפקידים ומומחיות בביה"ס. רצוי שהגוף המקצועי יכלול גם נציג(ים) מבחוץ בעלי מומחיות וניסיון שיאפשרו מתן נקודות מבט נוספות על התחומים הקשורים למציאות בית הספר. לבית ספר שיבחר לפנות לגורם חיצוני (כגון: מרכז מורים אזורי, חבר סגל ממוסד להשכלה גבוהה, מומחה בתחום) יינתנו המשאבים הדרושים למימון הייעוץ החיצוני. הגוף המקצועי יעבוד בשיתוף עם צוות המורים למתמטיקה.

כחלק מתכנית ההערכה הבית ספרית, כל בית ספר יכין ויפרסם תכנית הערכה של התלמידים במתמטיקה, על פי העקרונות שפורטו בסעיף 3. בכל שנה יבחר ביה"ס היבטים אחדים (מתוך הרשימה בסעיף 4.2) שבהם יתמקד. התכנית להערכת התלמידים תישען על לפחות אחד מרכיב אחד מעבר למבחן בכתב (כגון: תיק עבודות,

יומן אינדיבידואלי, פרוייקט אישי, ראיון). בנוסף, תכנית ההערכה תכלול בדיקת עמדות התלמידים ביחס למקצוע מתמטיקה (כלים לבדיקת עמדות התלמידים יועמדו לרשות בתי הספר שיבקשו זאת).

בית הספר יתבקש להציג בסוף שנת הלימודים דו"ח שיתייחס לנקודות שנקבעו בראשית השנה, לרבות מידת השגת היעדים שהוצבו. הצגת תכני הדו"ח ודוגמאות של פעילויות מיוחדות או מייצגות יכולה להיעשות במסגרות שונות, כגון, בימי עיון במרכז מורים אזורי, ביום מתמטי בביה"ס, במפגשים עם הורים ותלמידים, ועוד. תמצית הדו"ח תועמד בספריית בית הספר ותהיה נגישה לכל מי שיהיה מעונין לעיין בה. מרכז המקצוע או מישור אחר מצוות המורים בביה"ס, שיהיה אחראי על הכנת הדו"ח, יתוגמל בהתאם.

יש לחתור לכך שיהיו תמריצים לבתי ספר ליזום מפעלים ולנסות גישות חדשניות בלימוד מתמטיקה, באמצעות תגמול הולם (למשל, ע"י פרסום של בתי ספר "עם יוזמות מיוחדות", ו/או תוספת שעות הוראה או סיוע בהצטיינות, בהתאם לצורכי ביה"ס וכיווני ההתפתחות שלו).

4. תמצית ההמלצות

דרכי ההערכה הנקוטות בבתי הספר, אופן הדיווח על הישגי התלמידים ומבנה התעודה, ייבנו כך שיהיו מותאמים לדרך שבה מלמדים, ישרתו מכלול של מטרות ועקרונות (ר' סעיף 2.2), יתייחסו למגוון של כישורים (ר' סעיף 2.3), במגוון של מדדים, תוך התייחסות לרמות השונות של התלמידים (בסיסית, הקפית, אתגר). ההערכה תהיה מלווה בתהליך הפקת לקחים. (ר' המלצה מס' 18);

הערכה	ולא	על	מבחן	ייעודי.
קבלת החלטות לכל צורך שהוא לגבי תלמידים תהיה מבוססת על חוות דעת מקצועיות ומגוון של אמצעי				

(ר' המלצה מס' 7);

לצורך בניית מנגנון בקרה עצמי בתחום החינוך המתמטי, בית הספר יקבע גוף מקצועי, שילול, בעלי תפקידים ומומחיות בביה"ס ורצוי גם נציג(ים) מבחוץ. (ר' המלצה 21 וסעיף 3.3);

בית הספר יכין ויפרסם, בעצה אחת עם הגוף המקצועי, תכנית בית ספרית להערכה במתמטיקה שתתייחס לנקודות הבאות: תחומים וקריטריונים להערכה, מגוון כלי הערכה (מעבר למבחנים והתרשמויות של המורה), דרכי תיעוד המידע על התלמידים, דרכי דיווח של המורים על השימוש בממצאי ההערכה, ומבנה התעודה.

התכנית תהיה ברורה וידועה מראש לתלמידים, להורים, למורים ולהנהלה. (ר' המלצה 21);

הנהלת בית הספר תעודד את המורים למתמטיקה ותאפשר להם להשתתף בהשתלמויות ובמסגרות להתפתחות מקצועית שבהן ילמדו על גישות חלופיות להערכה במתמטיקה ויתנסו בתכנון ויישום שלהן בבית הספר. (ר' המלצה מס' 10).

5. רשימת מקורות

בירנבוים, מנוחה (1997). חלופות בהערכת הישגים. הוצאת רמות – אוניברסיטת תל-אביב.

- Leder, G. (Ed.) (1992). Assessment and Learning of Mathematics. Australian Council for Educational Research.
- Lesh, R., & Lamon, S. J. (Eds.) (1992). Assessment of Authentic Performance in School Mathematics. Washington, D. C.: AAAS Press.
- MSEB (Mathematics Sciences Education Board) (1993). Measuring What Counts: A Conceptual Guide for Mathematics Assessment. Washington D. C.: National Academy Press.
- MSEB (Mathematics Sciences Education Board) (1998). Learning about Assessment, Learning through Assessment. Washington D. C.: National Academy Press.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). The Assessment Standards for School Mathematics. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). Principles and Standards for School Mathematics. (pp. 22-24). Reston, VA: NCTM.
- Niss, M. (1993). Cases of Assessment in Mathematics Education. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Webb, N. L., & Coxford, A. F. (Eds.) (1993). Assessment in the Mathematics Classroom -1993 Yearbook. Reston, VA: NCTM.

שינויים ארגוניים

בעשור האחרון נעשים ניסיונות רבים בארצות שונות בעולם, וגם בישראל, לשנות באופן משמעותי את הוראת המתמטיקה בבתי הספר. אולם שינויים אלה התרכזו בעיקר בתכנים ובגישות הוראה. מחקרים רבים וניסיון בשטח מראים שלא ניתן לערוך שינויים משמעותיים בחינוך, בלי ללוות אותם בשינויים ארגוניים, כמו, האצלת סמכויות מקצועיות לגורמים הפועלים בשטח, למשל, למורים, למרכזי המורים, ולאקדמיה. מערכת החינוך המתמטי בישראל כיום הינה ריכוזית ביותר, כמעט בכל תחום. משרד החינוך מרכז בידיו שליטה כמעט מוחלטת בכל הנוגע לסילבוס במתמטיקה, לאישור מגמות של פיתוח חומרי למידה, להפעלת תכניות לימודים, לאישור השתלמויות מורים במסגרות שונות, ולהערכת תלמידים בבחינות משוב ארצי ובבחינות הבגרות. ריכוז סמכויות נרחב כזה אינו מתאים לגישות המקובלות כיום, הקוראות ליותר אוטונומיה לגופים מקצועיים. היקף הפעילות הקיימת בתחום הוראת המתמטיקה אינו מאפשר לגופים האחראים במשרד החינוך להכיר לעומק את הפעילויות השונות. כמו כן, אופי התחום צריך לאפשר לקולות שונים להישמע ולהשפיע. אנשי אקדמיה רבים בארץ מעורבים הלכה למעשה בפיתוח תכניות לימודים, בהכשרת מורים ובהתפתחותם המקצועית, ובפיתוח הערכה מתאימה לתכניות הלימודים החדשות. אולם, במבנה הארגוני הקיים כיום, אנשי האקדמיה מקבלים, למשל, מנדט לפיתוח תכנית לימודים בגישה מסוימת, אולם אין להם סמכות להטמעת התכנית בבתי הספר. אנשי החינוך המתמטי באקדמיה בארץ הינם בעלי מומחיות, ידע וניסיון רב בתחום התאורטי, המחקרי והמעשי, ובעלי רצון ומחוייבות לתרום בתחום התמחותם. כדי לנצל נכון משאב זה, על משרד החינוך לשנות את המבנה הארגוני הקיים, להאציל סמכויות מקיפות לאנשי אקדמיה, בעלי ניסיון מוכח של כישורים וידע מתאימים, ולאפשר להם יתר חופש וגמישות לפעול במערכת.

כמובן ששינויים ארגוניים מהסוג המוצע לעיל, מצריכים בנייה של מערכות בקרה מתאימות. כיום, פעילות האקדמיה כרוכה באישורים ממשרד החינוך, כאשר הבקרה העיקרית נעשית לפני תחילת הפעילות. לכל פעילות יש להגיש הצעה מפורטת, כולל מספר העמודים בספר הלימוד שייכתב, ומה יעשה בכל מפגש בסדנאות במרכז מורים אזורי. שלב זה מלווה כיום בבירוקרטיה רבה מצד משרד החינוך וגורם לפיגור רב בקבלת אישורים לביצוע הפעילות, ולעתים אף לביטולה עקב כך. שלב נוסף של בקרה מתרחש כאשר נמסר דיווח קצר אחרי סיום הפעילות. כל חוסר התאמה בין מה שתוכנן למה שבוצע בפועל (כגון, מספר העמודים בספר ושמות התוצרים), גורר אחריו קשיים בירוקרטיים וסנקציות תקציביות, גם אם חוסר ההתאמה נובע משיקולים מקצועיים שהתבררו תוך כדי עבודה בשטח, ותבעו יותר השקעה ממה שתוכנן או השקעה מסוג אחר. סוג בקרה כזה מדכא, במקום לעודד, ביצוע של פרויקטים חדשניים, ואינו מתאים לתחום שלנו. הצעתנו היא להפוך את סדר הבקרה לגבי אנשים ומוסדות בעלי רקורד מתאים. לאפשר הגשת הצעות הכוללות תיאור כללי של הפעילות המוצעת, אולם לדרוש דו"ח מפורט על הפעילות בשלבים שונים, המתבסס על מחקר (שמימונו יכלל בתקציב הפעילות). הערכת הפעילות תיעשה על סמך דו"חות שנתיים או חצי שנתיים, תוך מתן לגיטימציה לשינוי הפעילות המתוכננת על סמך שיקולים מקצועיים. אופי כזה של בקרה מתאים הרבה יותר לתחום בו אנו עוסקים. הבקרה תיעשה על-ידי גוף ציבורי-מקצועי (אפשר להרחיב את סמכויות ועדת המקצוע), הכולל מומחים בתחום: נציגי משרד החינוך, חוקרים בחינוך מתמטי, מפתחי תכניות לימודים במתמטיקה, מתמטיקאים, מורים, אנשי תעשייה. חברות בגוף המקצועי תוגבל לכ-5 שנים, זאת כדי לא לקבע דרך חשיבה מסוימת, ולאפשר לקולות מקצועיים שונים להישמע. החלפה של חלק מחברי הגוף הציבורי-מקצועי בכל שנה יאפשר המשכיות ורצף בעבודה, תוך בניית ידע וזכרון ארגוני מצד אחד, והערכת הגישות ונקודות המבט מצד שני.

הצעות אופרטיביות ליישום

ברמה המערכתית

המלצה 1: תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לחטיבת-הביניים תיבנה תוך התחשבות במגמות עכשוויות בחינוך מתמטי.

בימים אלה נבנית תכנית חדשה במתמטיקה לחטיבת-הביניים. חשוב שהתכנית תתרכז במתמטיקה חשובה ורלוונטית, תהיה קוהרנטית מבחינה רעיונית, תעוגן בתיאוריה, במחקר ובמעשה של הוראת המתמטיקה, תוך התחשבות בשינויים שמביאה הטכנולוגיה לסביבה המתמטית ולדידקטיקה של המתמטיקה ובניית רצף עם תכניות הלימודים במתמטיקה לבית-הספר היסודי ולחטיבה העליונה.
לפירוט עיינו בעמ' 17-10

המלצה 2: תכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לחטיבת-הביניים תיבנה כך שתהיה משותפת לכל תלמידי חטיבת הביניים.

יש לבנות תכנית זאת כך שתתאים לכל קבוצות הלומדים ותיתן מענה לצרכים המיוחדים של קבוצות לומדים שונות (בעלות רקע סוציו-אקונומי שונה, מגדר שונה, מיעוטים, עולים חדשים, תלמידים בעלי יכולות שונות במתמטיקה כולל תלמידים מחוננים, תלמידים עם ליקויי למידה, ותלמידי החינוך המיוחד).
לפירוט עיינו בהמלצות I – II בעמ' 21, 22

המלצה 3: יינתן פירוט מלא של תכנית הלימודים שיהווה פרשנות מוסמכת של התפיסה הרעיונית והמטרות.

פירוט זה ימנע עמימות ונתק בין רוח התכנית ובין יישומה בפועל בספרי לימוד, בהוראה בכיתה, ובמבחנים למיניהם. הפירוט יכלול את הנושאים, התהליכים, הגישות להוראה ולמידה וכן דוגמאות, הצעות דידיקטיות, תיאור קטעי שיעור, דרכי הערכה, ועוד. יפורסמו קריטריונים לאישור חומרי למידה מתאימים וייערך סקר של חומרי לימוד קיימים לבחינת התאמתם לתכנית החדשה.
לפירוט עיינו בהמלצה III בעמ' 22

המלצה 4: תוקם ועדה להכנת תכנית לימודים במתמטיקה לחטיבה העליונה, ולהכנסת שינויים בבחינות הבגרות.

תכנית הלימודים לחטיבה העליונה תהיה המשך רציף של התפיסה הרעיונית, המטרות והעקרונות, התכנים, הנושאים, המושגים, ודרכי ההערכה של תכנית הלימודים של חטיבת-הביניים. בחינות הבגרות יותאמו וישיקפו את התכניות החדשות.
לפירוט עיינו בהמלצות לגבי הוראה בחט"ע בעמ' 16

המלצה 5: המקצוע מתמטיקה ימשיך להיות מקצוע חובה לתעודת בגרות.

מקצוע המתמטיקה יישאר כמקצוע חובה לקבלת תעודת בגרות, כל זמן שהוא מהווה מרכיב הכרחי במסלולים הלימודיים המתקדמים ובמגזרים המתגמלים בשוק העבודה.
לפירוט עיינו בהמלצה IV עמ' 22

המלצה 6: יוקם גוף ציבורי-מקצועי שתפקידו להעריך הצעות לפרוייקטים בתחום החינוך המתמטי ולאשר אותם. הרכב הגוף יבטיח ייצוג מתאים לקבוצות שונות של מומחים בתחום ויהיה מבוסס על תחלופה והתחדשות.

הגוף הציבורי-מקצועי יגבש ויפרסם קריטריונים לאישור פרוייקטים הקשורים לפיתוח חומרי לימוד ולמסגרות להתפתחות מקצועית של מורים. תהליך קבלת ההחלטות יהיה שקוף ויתבסס על חוות דעת מנומקות באופן מקצועי של מומחים בתחום החינוך המתמטי. הגוף ייצור מערכת בקרה מאורגנת, ממוסדת וגלויה בה יהיו מעורבים הגורמים המקצועיים בתחום החינוך המתמטי.
הרכב הגוף הציבורי-מקצועי יכלול מומחים בתחומים מגוונים ומקבוצות עניין שונות: נציגי משרד החינוך, מורים, מפתחי תכניות לימודים במתמטיקה, חוקרים בחינוך מתמטי, מורי מורים, מתמטיקאים, אנשי תעשייה. חברות בגוף תוגבל לכ-5 שנים. החלפה של חלק מחברי הגוף הציבורי-מקצועי בכל שנה ייאפשר המשכיות ורצף בעבודה, תוך בניית ידע וזכרון ארגוני מצד אחד, והעשרת הגישות ונקודות המבט מצד שני. ניתן להרחיב את סמכויות ועדת המקצוע כך שתמלא גם תפקידים אלה.
המלצות לגבי מבנה והשתלבות במערכת הקיימת יגובשו במסמך הסופי.
לפירוט עיינו בעמ' 40

המלצה 7: בחטיבת הביניים לא יערכו מבחנים חיצוניים לכל האוכלוסייה (ארציים, מחוזיים, וכו')

לקבלת מידע על מצב לימודי המתמטיקה במערכת יערכו מבחני משוב באופן מדגמי בלבד. המידע לא יהיה שמי (לא ברמת התלמיד, המורה או ביה"ס). תימשך השתתפות מדינת ישראל במחקרים משווים בינלאומיים

(כדוגמת ה-TIMSS). במישור הארצי לא ייאסוף מידע ולא יעשה שימוש במידע שנאסף בדרכים אחרות על מנת לסנן ולנפות תלמידים בשלבי לימודיהם בחטיבת הביניים.
לפירוט עיינו בהמלצה VII בעמ' 23 ובהמלצה ב עמ' 38

ברמה של הכשרת מורים והתפתחות מקצועית של מורים

המלצה 8: ייקבעו דרישות מחייבות לתכניות הכשרת המורים במתמטיקה לחטיבות הביניים במכללות ובאוניברסיטאות.

תכנית ההכשרה תכלול לימודי מתמטיקה בהיקף של תואר ראשון, ולימודי הוראת המתמטיקה (כדאי להיעזר, לצורך זה, בהמלצות הוועדה שעסקה בבדיקה ובתכנון של הכשרת המורים למתמטיקה למסלול העל-יסודי במכללות). דגש מיוחד בתכנית ההכשרה יושם על דרכי עבודה שיקדמו את כל קבוצות הלומדים השונות (בעלי רקע סוציו-אקונומי שונה, מגדר שונה, מגזר שונה, ותק שונה בארץ, ויכולות שונות במתמטיקה).
לפירוט עיינו בהמלצה א' 1 בעמ' 28 ובהמלצה VIII בעמ' 23

המלצה 9: יינתנו עידוד ותמיכה למועמדים מתאימים להוראת מתמטיקה בחטיבת הביניים.
לאור הירידה המתמשכת במספר הסטודנטים המכשירים עצמם להוראת מתמטיקה מומלץ לבנות מערכת מלגות ותמריצים נוספים לעידוד כניסה של אנשים מתאימים למקצוע.
לפירוט עיינו בהמלצה א' 2 בעמ' 28

המלצה 10: תתוגבר ההתפתחות המקצועית של המורים.
לצורך קידום לימודי המתמטיקה בחט"ב והטמעת תכנית הלימודים החדשה יש חשיבות מיוחדת להשתלמויות ולהדרכה הקשורים ישירות לעבודת המורה בכיתתו. דגש יושם על דרכי עבודה שיקדמו את כל קבוצות הלומדים השונות ועל דרכי הערכה המשקפות מכלול של תחומי ידע וכישורים. יש להרחיב את מערכת ההדרכה בבתי הספר, למצוא דרכים להפעלה יעילה יותר של המסגרות הקיימות במרכזי המורים האזוריים, ולנצל טוב יותר את כח האדם המקצועי והידע במוסדות להשכלה גבוהה.
לפירוט עיינו בהמלצה ב' 1 בעמ' 28, בהמלצה ה' בעמ' 38 ובעמ' 40

המלצה 11: ימוסדו מערכי התמקצעות של מורי מורים ומנחים למורי מתמטיקה.
לעוסקים בהכשרת המורים ובהתפתחות המקצועית של מורים חשיבות רבה בייזום, בהנהגה ובהפעלה של תהליכי שינוי. נדרשת למידה והכשרה לתפקידים השונים אותם ממלאים מורי המורים והמנחים. כיום קיים חוסר במורי מורים ומנחים בעלי הכשרה מתאימה. על המערכת לתמוך, לעודד ולתגמל מועמדים מתאימים המעוניינים בהכשרה זו ולתמוך במסגרות המאפשרות את המשך התפתחותם המקצועית.
לפירוט עיינו בהמלצות ב' 1 ו-ג' 1 בעמ' 29

המלצה 12: ייאספו נתונים לצורך תכנון ההתפתחות המקצועית של מורי המתמטיקה בחטיבת הביניים.
אוכלוסיית המורים בחט"ב מונה כמה אלפי מורים השונים זה מזה בידע, בתפיסות לגבי תפקיד המורה, ובניסיון המקצועי שלהם. לכן, אין להמליץ על קידום מקצועי אחיד. אנו קוראים, לכן, לעריכת מחקר שיספק נתונים על רקע המורים, לצורך בניית מערכים מתאימים להתמקצעות מתמדת ואפקטיבית של המורים השונים.
לפירוט עיינו בהמלצה ג' 2 בעמ' 29, 30

המלצה 13: המורים יתוגמלו על השתתפותם בתכניות להתפתחות מקצועית.
תהליכי השינוי הנדרשים מהמורים דורשים השקעת זמן ומאמץ מעבר לעבודתם הרגילה. לכן, יש לדאוג לתגמול הולם למורים (לדוגמה, בתחילת הפעלת 'מחר 98' ניתן למשתלמים מענק השתלמות בהיקף של שעות על שש שעות השתלמות שבועיות).
לפירוט עיינו בהמלצה ב' 1 בעמ' 28, 29

ברמת בית הספר

המלצה 14: המורים יחויבו ללמד לפי תכנית הלימודים החדשה.
בית הספר יהיה אוטונומי לבחור את חומרי הלימדה מבין אלו המאושרים ולהחליט על רצף ההוראה.
לפירוט עיינו בהמלצות לגבי הוראה בחט"ב בעמ' 16

המלצה 15: כל תלמיד בחטיבת הביניים ילמד מתמטיקה בהיקף של לפחות 5 שעות שבועיות ולפחות 150 שעות שנתיים.

למרות שמבחינה פורמלית מוקצות 5 שעות שבועיות להוראת מתמטיקה בכל שנה בחטיבת הביניים, במקרים רבים אין הדבר מתבצע בפועל. זאת במיוחד לגבי קבוצות של תלמידים בעלי צרכים מיוחדים. תוצאות ה-TIMSS מלמדות גם הן על הפסד רב של שעות הוראה במתמטיקה בישראל, למרות ההחלטה הפורמלית. לפירוט עיינו בהמלצה V בעמ' 22, 23

המלצה 16: ככלל, התלמידים ילמדו מתמטיקה בחטיבת הביניים בכיתות הטרוגניות. ממצאי מחקר מראים שהפיצול לקבוצות למידה נפרדות לפי רמות פוגע בקבוצות החלשות ומגדיל פערים. לכן, יש להורות כי הוראת המתמטיקה בכיתות ז' ו-ח' תתבצע בכיתות הטרוגניות. במידת האפשר, יש להמשיך בכך גם בכיתות ט'. יש לתת מענה לקבוצות לומדים בעלי צרכים ייחודיים, במקרים מיוחדים גם במסגרות נוספות. לדוגמה, יש לעודד תכניות לטיפוח מצוינות במתמטיקה. לפירוט עיינו בהמלצה II בעמ' 21, 22

המלצה 17: מספר התלמידים בכיתות המתמטיקה בחטיבת הביניים לא יעלה על 30. גודל כיתות המתמטיקה צריך להיקבע על פי מה שהיה מקובל בחטיבות הביניים בזמן ששכבת הגיל למדה בהקבוצות. לדוגמה, אם בחטיבה מסוימת כל 3 כיתות ז' חולקו ל-4 כיתות הקבצה הרי שעכשיו תחולקנה 3 הכיתות ל-4 קבוצות למידה הטרוגניות שוות במספרן. לפירוט עיינו בהמלצה VI בעמ' 23

המלצה 18: דרכי ההערכה יותאמו לדרכי ההוראה. הערכת הישגי התלמידים במתמטיקה תהיה חלק בלתי נפרד מתהליכי הלמידה, ההוראה והפעילות המתמטית השוטפים בבית-הספר. דרכי ההערכה הנקוטות בבתי הספר, אופן הדיווח על הישגי התלמידים ומבנה התעודה, יבנו כך שיהיו מותאמים לדרך בה מלמדים, ישרתו מכלול של מטרות ועקרונות, יתייחסו למגוון של כישרים, במגוון של מדדים, תוך התייחסות לרמות השונות של התלמידים. ההערכה תהיה מלווה בתהליך הפקת לקחים שייעשה ע"י ביה"ס. לפירוט עיינו בעמ' 32-35 ובהמלצה א בעמ' 38

המלצה 19: רצוי כי צוות המורים למתמטיקה בחטיבת הביניים יהיה חלק מצוות המתמטיקה השש-שנתי בבית-הספר העל-יסודי. רצוי כי צוות המורים למתמטיקה בבית הספר השש-שנתי יעבוד כצוות אחד, יתכן במשותף את מהלך ההוראה וההערכה לאורך חטיבת הביניים והחטיבה העליונה, בהתאמה לתכנית הלימודים החדשה. רצוי לעודד מורים ללמד בשתי החטיבות, דבר שייצור מחויבות ואחריות משותפות ללמידת התלמידים. לפירוט עיינו בהמלצות לגבי הרצף הלימודי בעמ' 17

המלצה 20: צוות המורים למתמטיקה יבנה תכנית עבודה שנתית ורב-שנתית. צוות המורים בראשות מרכז המקצוע יבנה תכנית עבודה שתכלול (1) רצף הוראה שש-שנתי של הנושאים השונים, (2) תכנון הספק, הדגשים, פרויקטים, ויוזמות, (3) ותכנית הערכה של הוראת המתמטיקה בבית-הספר. לפירוט עיינו בפרקים השונים

המלצה 21: בית הספר יכין תכנית שנתית להערכה של הוראת המתמטיקה בבית-הספר שתקיף היבטים מגוונים של הפעילות המתמטית בבית הספר. בית הספר ימנה גוף מקצועי של בעלי תפקידים ומומחיות מביה"ס, ולפי שיקול דעת ביה"ס גם מבחוץ, לצורך בניית מנגנון בקרה עצמי בתחום החינוך המתמטי. הגוף המקצועי יכין תכנית הערכה של הוראת המתמטיקה בבית-הספר אשר תתמקד בשלושה תחומים: (1) דרכי העבודה של צוות המורים למתמטיקה, (2) גישות, יוזמות ומפעלים בתחום החינוך המתמטי, (3) תמונת מצב של התלמידים בתחום החינוך המתמטי. בהקשר לתמונת מצב של התלמידים, תכנית ההערכה תתייחס לנקודות הבאות: תחומים וקריטריונים להערכה, מגוון כלי הערכה, דרכי תיעוד המידע על התלמידים, דרכי דיווח של המורים של ממצאי ההערכה, ומבנה התעודה. התכנית תהיה ברורה וידועה מראש לתלמידים, להורים, למורים ולהנהלה. לפירוט עיינו בעמ' 32-38

המלצה 22: הנהלת בית הספר תעודד עבודת צוות והתפתחות מקצועית של צוות המורים למתמטיקה. הנהלת בית הספר תדאג לכך שמורי המתמטיקה יקיימו ישיבות צוות שבועיות ותעודד את המורים להשתתף בפעילויות התפתחות מקצועית הקשורות ישירות להוראת המתמטיקה. צוות המורים יחליט על תכנית שנתית להתפתחות מקצועית (למשל, השתלמות במרכז המורים האזורי, בחינה משותפת של חומרי למידה חדשים, למידה של נושא רלוונטי להוראה). בסוף כל שנה יסכם הצוות את ההתנסות. לפירוט עיינו בהמלצה ב1 בעמ' 28, 29