



מרכז ארצי לבחינות ולהערכה (ע"ר)  
NATIONAL INSTITUTE FOR TESTING & EVALUATION  
المركز القطري للامتحانات والتقييم  
מיסודן של האוניברסיטאות בישראל

סקירת המאפיינים של לימודי מתמטיקה  
במדינות נבחרות, בחינוך העל-יסודי  
הוכנה עבור קרן טראמפ

## דוח לגורמי חוץ

ER32

אוקטובר 2018

מיכל ליבל | הגר לרמן | ליאת עצמון הכט | דנה שולגה-רז

דוח לגורמי חוץ  
ER32

סקירת המאפיינים של לימודי מתמטיקה  
במדינות נבחרות, בחינוך העל-יסודי  
הוכנה עבור קרן טראמפ

מיכל ליבל  
הגר לרמן  
ליאת עצמון הכט  
דנה שולגה-רז

אוקטובר 2018



## תוכן עניינים

2	מבוא
3	תקציר ממצאי הסקירה
5	ישראל
7	פינלנד
9	קנדה, אונטריו
11	שווייץ, קנטון פריבורג
15	אנגליה
17	סינגפור
19	אירלנד
21	הולנד
24	ניו זילנד
26	אוסטרליה, ויקטוריה
29	מקורות

## טבלאות

2	טבלה 1 - ציון ממוצע, דירוג ושיעור המצטיינים במתמטיקה במבחן פיז"ה 2015
4	טבלה 2 - מבחנים ארציים בחינוך העל-יסודי במדינות שנסקרו
7	טבלה 3 - פינלנד - מספר יחידות לפי מסלולים
12	טבלה 4 - שווייץ (פריבורג) - מספר שעות מתמטיקה בחט"ב

## תרשימים

18	תרשים 1 - סינגפור - נדבכי תוכנית הלימודים במתמטיקה
----	--

סקירת הספרות שלהלן עוסקת בלימודי המתמטיקה בחינוך העל-יסודי בעשר מדינות: ישראל, פינלנד, קנדה (אונטריו), שווייץ (קנטון פריבורג), אנגליה, סינגפור, אירלנד, הולנד, ניו זילנד ואוסטרליה (ויקטוריה).

מטרת סקירת הספרות היא לבחון את לימודי המתמטיקה במדינות בעלות הישגים גבוהים במתמטיקה במבחן פיז"ה, אשר קיים דמיון תרבותי ומערכתי מסוים בין לבין ישראל, כדי לנסות ללמוד מהן.

בטבלה הבאה מפורטים, עבור המדינות הנכללות בסקירת הספרות, הדירוג של כל אחת מהן במתמטיקה במבחן פיז"ה, הציון הממוצע וסטיית התקן, ושיעור המצטיינים במבחן.

**טבלה 1 - ציון ממוצע, דירוג ושיעור המצטיינים במתמטיקה במבחן פיז"ה 2015**

רמה 5 או מעל (ציון מעל 606.99 נקודות)		ס"ת	ציון ממוצע	דירוג בפיז"ה	מדינה
טעות תקן	%				
0.8	34.8	95	564	1	סינגפור
1.0	19.2	96	521	8	שווייץ
0.8	15.1	88	516	10	קנדה
0.8	15.5	92	512	11	הולנד
0.7	11.7	82	511	13	פינלנד
0.6	9.8	80	504	18	אירלנד
0.7	11.4	92	495	21	ניו זילנד
0.6	11.3	93	494	25	אוסטרליה
0.7	10.6	93	492	27	בריטניה
<b>0.1</b>	<b>10.7</b>	<b>89</b>	<b>490</b>	-	<b>ממוצע בינלאומי (OECD)</b>
0.7	8.9	103	470	39	ישראל

התחומים שנסקרו לגבי כל מדינה הם:

- מבנה לימודי המתמטיקה בחינוך העל-יסודי (האם יש חלוקה לפי שנים המשפיעה על מבנה הלימודים - כדוגמת ההבחנה בין חט"ב לתיכון - או רצף מבני, האם יש חלוקה לרמות לימוד או לסוגים של תוכניות לימוד, על פי מה נעשית החלוקה, וכיו"ב)
- תוכנית לימודי המתמטיקה (תפיסת לימודי המתמטיקה, התוכן והמיומנויות הנלמדים)
- היקף הלימודים לאורך שנות החינוך העל-יסודי ברמות הלימוד השונות
- מדדי הישגים
- תוכניות לעידוד מוטיבציה ומצוינות
- ההשכלה וההכשרה הנדרשות ממורים למתמטיקה בחינוך העל-יסודי

## תקציר ממצאי הסקירה

### מבנה לימודי המתמטיקה:

קיימים הבדלים ניכרים במבנה הלימודים בכלל ובלמודי המתמטיקה בפרט בין המדינות שנסקרו. יש מדינות שבהן קיימת הפרדה מבנית בין חטיבת ביניים לתיכון ואילו במדינות אחרות (כגון קנדה) עוברים ממערכת החינוך היסודית ישר לתיכון. חט"ב היא לפעמים חלק מבית הספר היסודי, ולעתים שייכת לחינוך העל-יסודי. מספר שנות חינוך חובה שונה ממדינה למדינה, ולעתים (כמו באנגליה למשל) השנים האחרונות של בית הספר הן בחירה לתלמידים בעלי הישגים גבוהים המעוניינים ומסוגלים להמשיך בלימודים גבוהים לאחר החינוך העל-יסודי.

בלימודי המתמטיקה מקובלת חלוקה לרמות לימוד, או למסלולי לימוד, על פי יכולות התלמידים. במדינות מסוימות (סינגפור, הולנד) יש הסללה למסלולי לימודים שונים, שממנה נגזרת גם רמת לימודי המתמטיקה. במדינות אחרות החלוקה לרמות היא ספציפית למקצוע המתמטיקה (כמו בישראל). יש גם מדינות שבהן אין חלוקה קשיחה לרמות לימוד, אלא התלמיד מתקדם ברמת הלימוד (כמו בוויקטוריה באוסטרליה) או יכול לבחור אילו קורסים ילמד (A-levels באנגליה).

### תוכנית הלימודים במתמטיקה וגישות להוראה:

תוכניות הלימודים במתמטיקה אינן מוגבלות להקניית ידע ומיומנויות בנושאים המתמטיים הנלמדים<sup>1</sup>, אלא מבקשות להקנות מיומנויות חשיבה, חקר וביקורת, לעודד חשיבה עצמאית, ליצור קישורים בין המתמטיקה לחיים ויכולת יישום של מיומנויות וידע מתמטי בתחומים אחרים, ואף להקנות ולפתח מיומנויות "רכות" כגון יכולת להציג ולתקשר מסקנות, או יכולת עבודה בקבוצות.

יש מדינות – בראש ובראשונה אלה שנעשית בהן הסללה למסלולי לימודים ברמות שונות, כגון שווייץ, סינגפור, או הולנד – שבהן הישגי התלמידים תופסים מקום מרכזי, לעתים מגיל מוקדם (בשווייץ נעשית ההסללה בגיל 12, ובסינגפור – בגיל 13). מדינות אחרות שמות את התלמיד במרכז, כגון קנדה (שם דוגלת מערכת החינוך בלמידה מותאמת אישית), פינלנד (שנותנת תמיכה אישית לכל תלמיד על פי צרכיו מתוך חתירה לשוויון), או ניו זילנד (המשקיעה רבות בקידום תלמידים חלשים). כלומר, לא נראה שאפשר להצביע על מודל ספציפי של הוראה הקשור להצלחתה של מדינה במתמטיקה: מודלים שונים ואולי אף מנוגדים נמצאים במדינות בעלות הישגים גבוהים.

### הערכת הישגים ארצית:

בדרך כלל מתקיימות בחינות ארציות בסיום שלב – סיום תיכון, סיום חט"ב, וכד'. מרבית הבחינות הארציות משמשות להערכת רמת הידע של התלמיד, וחלקן משמשות לשיבוץ והשמה למסלולי לימוד, רמות לימוד, או אף לימודים גבוהים. כמה בחינות משמשות למטרות לא-טיפוסיות: איתור קשיים (ישראל), שיפור תוכנית הלימודים (פינלנד), או הערכה מעצבת אינדיבידואלית (אוסטרליה – ויקטוריה). בטבלה שלהלן מצוינים המבחנים הארציים הנהוגים במדינות שנסקרו בשלבים השונים של החינוך העל-יסודי.

<sup>1</sup> פירוט הנושאים הנלמדים, המסלולים ורמות הלימודים השונות, היקף השעות, דרישות הידע והמיומנויות מפורטים לכל מדינה בסקירה שבהמשך.

## טבלה 2 - מבחנים ארציים בחינוך העל-יסודי במדינות שנסקרו

אוסטרליה - ויקטוריה	ניו זילנד	הולנד	אירלנד	סינגפור	אנגליה	שווייץ - פריבורג	קנדה - אונטריו	פינלנד	ישראל	
		מבחן CITO בסוף יסודי (בוחן בעיקר כישורים)		בחינת סיום יסודי (PSLE) המשמשת להשמה והסללה לתיכון		מבחן חלוקה לזרמים	מבחן ארצי בסוף כיתה ט		מבדק לאיתור קשיים	תחילת חט"ב או חינוך על- יסודי
VCE – תעודה מבוססת הערכה בית- ספרית וחיצונית, לתיאור התקדמות ומה נדרש להשלמת יחידה מסוימת			בחינה בסוף חט"ב			מבחן כניסה לתיכון		מבחנים מדגמיים בסוף כיתה ט להערכת הישגים ושיפור תוכנית הלימודים	מיצ"ב בכיתה ח, מבחנים מסכמים בסוף כיתות ז ו-ט	במהלך הלימודים העל- יסודיים
תעודת דירוג (ATAR) המשמשת לקביעת מדרג הקבלה ולהסללה ללימודים באוניברסיטאות	בחינות בגרות מדורגות ב-3 השנים האחרונות ללימודים	בחינת סיום תיכון	בחינה בסוף תיכון		בחינת בגרות (GSCE) בסוף שנים 11- 10, בחינות A-Level לתלמידים הלומדים ברמה ז	בחינת בגרות	בחינת בגרות	בחינת בגרות	בחינת בגרות (כיתות ו"א ו- י"ב)	בסוף לימודי על-יסודי

### עידוד למידה ויצירת מוטיבציה:

במדינות שנסקרו מופעלות תוכניות מסוגים שונים שמטרתן קידום מצוינות והגברת מוטיבציה בתחום המתמטיקה:

- תוכניות מצוינות שמטרתן להגביר סקרנות ועניין במתמטיקה ולעודד לימודי מתמטיקה ברמה גבוהה בכיתות הגבוהות.
- תוכניות שמטרתן עידוד ותמיכה בתלמידים מתקשים במטרה לעודד אותם למצות את יכולותיהם.
- תוכניות בשיתוף פעולה עם גורמים אקדמיים, ארגונים ממשלתיים וגופים פרטיים שנועדו לפתח מיומנויות חשיבה ולגרות את סקרנותם של התלמידים על ידי פעילויות חדשניות, אירועים מיוחדים בנושא מתמטיקה ("חגיגות מתמטיקה"), מפגשי לימוד ייחודיים למצטיינים, קורסים אוניברסיטאיים מיוחדים למצטיינים, תחרויות נושאות פרסים, חידות, ועוד.
- תוכניות שהמוקד שלהן הוא תמונת עתיד – לעידוד עיסוק במקצועות מדעיים או טכנולוגיים.
- פלטפורמות אינטרנטיות אינטראקטיביות – לתמיכה ולקידום מתקשים, ולטיפוח מצוינות והעשרה.

### הכשרת המורים:

בכל המדינות שנסקרו נדרש מהמורים למתמטיקה בחינוך העל-יסודי להיות בעלי תואר אקדמי – לרוב במתמטיקה או בתחום מדעי. בחלק מהמדינות מורים בתיכון נדרשים להיות בעלי השכלה גבוהה יותר ממורים בחט"ב (תואר שני במקום תואר ראשון, תואר בשני מקצועות במקום במקצוע אחד, וכד'). יש מדינות שבהן נדרש גם תואר אקדמי בהוראה, ואילו במדינות אחרות ההכשרה להוראה נעשית על ידי גופים או רשויות מומחים לדבר, ולא על ידי מוסדות אקדמיים. במדינות שבהן יש מחסור במורים למתמטיקה קיימות תוכניות מיוחדות להכשרה ולהסבה מקצועית. בנוסף לכך, כמה מדינות מדגישות את החשיבות של העשרה מקצועית רציפה של המורים (השתלמויות וכד').



**תוכנית הלימודים החדשה לחט"ב (2013)**

להלן האיפיונים העיקריים של הידע והמיומנויות הנלמדות בתוכנית הלימודים החדשה במתמטיקה לחט"ב:

- לימוד משולב של מיומנויות חישוב (אריתמטיות ואלגבריות) עם לימוד לקראת הבנה, כך שהמיומנויות הנלמדות יתמכו בפיתוח הבנה, ופיתוח הבנה יתמוך בלימוד ובחיזוק המיומנויות.
- הדגשת דרכי חשיבה, דרכי עבודה ודרכי שיח האופייניים למתמטיקה: זיקוק רעיון מתוך התנסויות והכללות, הכרת הגדרה ויישומה, שימוש בשפה מתמטית לייצג בעיות, לפתור אותן ולבקר את פתרונן, פיתוח הסברים וטיעונים (מתן הסברים ובחינה ביקורתית של הסברים של אחרים), מעקב אחר מהלכי הוכחה והבנתם ויכולת לבנות הוכחות פשוטות, שימוש בייצוגים ובכלים שונים ופיתוח אסטרטגיות לפתרון בעיות.
- שילוב מושכל של שלושת התחומים המתמטיים (מספרי, אלגברי וגיאומטרי) הכולל הדגמות, המחשבות, שיקולים, הסברים, הוכחות ופתרון בעיות על ידי יישום כלים או גישות של אחד התחומים בתחום האחר. שילוב זה הוא לצורך חיזוק והעמקת הידע המתמטי והעשרתו, לצורך קישור בין נושאים וכמתן אפשרויות למידה שונות לתלמידים עם נטיות/העדפות מתמטיות שונות.
- לימוד "ספירלי" המבוסס על כך שהתלמידים נחשפים לאותו נושא או רעיון מתמטי מרכזי מספר פעמים במהלך שלוש השנים בכל התחומים, כאשר כל פעם מתווספים רבדים, רמות פירוט ו/או עומק בהתאם לידיע, לניסיון ולתחכום המתמטי שנצברו במהלך הזמן. חזרה משמעותית זו על נושא והרחבתו היא לצורך ביסוס הידע וגיבושו, לשם פיתוח הדרגתי של פרספקטיבה מתמטית רחבה על כלל הנושאים הנלמדים.

**טיוטת תוכנית הלימודים החדשה לתיכון**

בשנים האחרונות עוסקת ועדה מקצועית בכתיבת תוכנית לימודים חדשה במתמטיקה לכיתות י"ב.

התוכנית נבנית מתוך ראיית הרלוונטיות של המתמטיקה לחיים והקישור בינה לבין תחומים אחרים. לפי מטרות העל של התוכנית החדשה, לימודי המתמטיקה בחטיבה העליונה מיועדים להשגת המטרות הבאות:

- עיצוב תפיסת המתמטיקה כשפה אוניברסלית שבאמצעותה ניתן לתאר תהליכים כלכליים וחברתיים, כאמצעי לבניית מודלים שמתארים תופעות בתחומי חיים שונים של האזרח.
- פיתוח חשיבה לוגית, ההכרחית להבנת התופעות החברתיות וכלכליות, הכוללת ביקורתית, דיוק, ודבקות במטרה.
- הכרת תפקידה של מתמטיקה בחיי היום-יום, החברה, והכלכלה.
- רכישת כלים מתמטיים שיעזרו לבוגר מערכת החינוך ללמוד מקצועות נוספים, כגון מדעי הסביבה, גיאוגרפיה.
- הקניית בסיס אורייני-מתמטי אשר עליו ניתן לבנות הכשרה עתידית, שאיננה מסתמכת על ידע מתמטי פורמלי.

**מבנה הלימודים בחטיבות הביניים - כיתות ז'ט'**

התוכנית מיועדת ל-150 שעות לימוד (לפחות) בכל שכבת גיל:

כיתה ז' - 68 שעות לתחום האלגברי, 30 שעות לתחום המספרי, ו-52 שעות לתחום הגיאומטרי.

כיתה ח' - 58 שעות לתחום האלגברי, 54 שעות לתחום המספרי ו-38 שעות לתחום הגיאומטרי.

כיתה ט' - 90 שעות לתחום האלגברי (כולל הסתברות) ו-60 שעות לתחום הגיאומטרי.

עוד לפני הגעת התלמידים לתיכון, מופעלת במרבית חטיבות הביניים בישראל שיטת ההקבצה – חלוקת התלמידים לפי רמות לימוד.

## מבנה הלימודים בתיכון - כיתות י"ב

מתמטיקה היא בין מקצועות החובה שמקנים זכאות לתעודת הבגרות, לכן לימודי המתמטיקה בתיכון מכוונים להכנה לבחינות הבגרות. ניתן לבחור בין שלוש רמות של לימודי מתמטיקה בתיכון, בהתאם לרמה של בחינות הבגרות שבה מתכננים התלמידים להיבחן: 3 יח"ל, 4 יח"ל ו-5 יח"ל. הנושאים הנלמדים בכל אחת מהרמות מותאמים לבחינה שבה ייבחנו התלמידים.

להלן נושאים הנלמדים בכל אחת מהרמות:

3 יח"ל: אלגברה, סדרות, גיאומטריה אנליטית, טריגונומטריה במישור ובמרחב, הסתברות וסטטיסטיקה, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי. סה"כ 270-360 שעות לימוד.

4 יח"ל: אלגברה, טריגונומטריה, גיאומטריה, גיאומטריה אנליטית, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, הסתברות, סדרות. סה"כ 360-450 שעות לימוד.

5 יח"ל: אלגברה, טריגונומטריה במישור ובמרחב, גיאומטריה המישור, גיאומטריה אנליטית, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, הסתברות, סדרות, וקטורים, מספרים מרוכבים. סה"כ 450-540 שעות לימוד.

## מדדי הישגים

מדדים שבהם משתמשים בחינוך העל-יסודי כדי להעריך את הישגי התלמידים הם:

ברמה הבית-ספרית - עבודות, בחנים ומבחנים.

ברמה הארצית - בתחילת כיתה ז' מתקיים מבדק לאיתור קשיים. בסוף כיתה ז' ובסוף כיתה ט' מתקיים מבחן מסכם. בכיתה ח' מתקיים מבחן מיצ"ב. בחינות הבגרות מתקיימות בכיתה י"א וי"ב.

## השכלת המורים

החל משנת הלימודים התשע"ז אושר רישיון לעסוק בהוראת מקצוע המתמטיקה לכיתות ז'-י"ב, לבעלי תואר B.A או B.Sc, וכן למי שסיימו בהצלחה לימודים בתכנית של משרד החינוך להרחבת הסמכה במתמטיקה ל-5 יחידות לימוד.

## יצירת מוטיבציה ללימודי מתמטיקה בחינוך העל-יסודי

מספר תוכניות מופעלות בבתי ספר כדי להעלות מוטיבציה ללימודי מתמטיקה ומדעים אצל התלמידים בחטיבות הביניים ולעודד אותם ללימודי 5 יחידות מתמטיקה בתיכון.

### התוכנית למיצוי ומצוינות במתמטיקה:

מטרת התוכנית "מיצוי ומצוינות במתמטיקה" היא לקדם את "אוכלוסיות הקצה" בחטיבות הביניים בתחום לימודי המתמטיקה. התוכנית מיועדת לשתי אוכלוסיות: האחת (מיצוי) – לתלמידים המתקשים ואילו השנייה (מצוינות) – לתלמידים המוכשרים ביותר ללימוד מתמטיקה.

התוכנית מתקיימת בשיתוף עם המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון ועם האגף לחינוך על יסודי במשרד החינוך והתרבות.

### תוכנית עמ"ט - עתודה מדעית טכנולוגית:

עמ"ט היא תוכנית מצוינות אשר נועדה להעלות את מספר התלמידים המקבלים תעודת בגרות ב-5 יח"ל מתמטיקה ובשני מקצועות מדעיים/טכנולוגיים מוגברים. מסלול עתודה מדעית טכנולוגית הינו שש שנתי- כיתות ז'-י"ב. בחטיבת הביניים מקבלים תלמידי התכנית שעות תוספתיות במתמטיקה, פיזיקה ומדעי המחשב על פי תכנית ייחודית.

במסגרת התוכנית של עמ"ט מתקיימות פעילויות העשרה וגיבוש כדי להעלות את המוטיבציה של התלמידים וקידום המצוינות.

שתי התוכניות הנ"ל מתחילות כבר בחטיבת הביניים ונמשכות בתיכון.

בשנת 2015, הושקה התוכנית לתת חמש - התכנית הלאומית לקידום המתמטיקה, בשיתוף עם היוזמה "52". במסגרת התוכנית, בפעם הראשונה מאפשר משרד החינוך לכל התיכונים בישראל ללמד לימודים מוגברים במתמטיקה, מתוך הקפדה על איכות אקדמית. היעד: להכפיל בתוך 4 שנים את מספר הלומדים 5 יח"ל מתמטיקה.

תוכניות נוספות לעידוד לימודי מתמטיקה ומדעים מופעלות ע"י גורמים פרטיים.

**מבנה מערכת החינוך**

בית ספר יסודי כולל חט"ב (כיתות א'-ט') + תיכון עיוני או תיכון מקצועי (כיתות י'-י"ב).

פינלנד דוגלת בשוויון, ומערכת החינוך שלה בנויה בהתאם. כל תלמיד מקבל את התמיכה שהוא זקוק לה. החינוך מושתת למעשה על רעיון של חינוך מיוחד לכל: במקום לספק תמיכה לתלמידים הנכשלים, פינלנד מספקת תמיכה ברמה מותאמת לכל אחד כדי למנוע מראש את הכישלון. כ-30% מהתלמידים (ככל הנראה, האחוז הגבוה בעולם) מקבלים תמיכה מיוחדת מסוג זה או אחר. אחוז התלמידים הזקוקים לתמיכה בחינוך העל-יסודי נמוך מאחוז זה בחינוך היסודי, מה שמוכיח, לדעת קובעי המדיניות בחינוך הפיני, שמדיניות של מניעת הכישלון אכן אפקטיבית.

שלושת הנדבכים של התמיכה דומים במידה רבה לגישת RTI (Response to Intervention) הנהוגה בארה"ב. הנדבך הראשון הוא הוראה איכותית, הוראה דיפרנציאלית, קבוצות גמישות, והוראה בצמד (הוראה שיתופית של שני מורים בכיתה, כפי שיתואר בהמשך). הנדבך השני, שנוסף לאחרונה, הוא תמיכה אינטנסיבית יותר בצורת תוכנית לימודים אישית. והנדבך השלישי - תוכנית הוראה פרטנית. כדי להבטיח את התמיכה המיטבית ולאפשר הוראה בצמד, כל בית ספר מעסיק מורה אחד או שניים המתמחים בחינוך מיוחד, זאת בנוסף למורה הרגיל בכיתה. המורים לחנ"מ חולקים את זמנם בין הכיתות השונות בבית הספר. המורה לחנ"מ יכול ללמד בצמד עם המורה הרגיל בכיתה או ללמד תלמידים שזקוקים לכך בקבוצות קטנות. תלמיד שיש לו קשיי למידה או קושי להגיע לבית הספר זכאי ללמידה פרטנית חלקית, ותלמיד שזקוק לתמיכה קבועה יזכה לתגבור בהתאם לתוכנית האישית. את התוכנית האישית מפתחים בשיתוף עם מספר אנשי מקצוע בהתאם לקשיי התלמיד.

כל אלה נכונים גם ללימודי המתמטיקה. כמו כן, יש שימוש בטכנולוגיה בשיעורים, הכיתות מצוידות בלוחות אינטראקטיביים.

**לימודי המתמטיקה בחטיבת הביניים**

המטרות העיקריות בהוראת מתמטיקה בחט"ב הן להעמיק את ההבנה של מושגים מתמטיים ולפתח מיומנויות שקשורות לפתרון בעיות מתמטיות יומיומיות, לספק לתלמידים הזדמנויות שמעודדות חשיבה מתמטית, ולפתח יכולת להביע באופן מדויק רעיונות מתמטיים. עיקרי התוכנית כוללים: מיומנויות ומתודות חשיבה, מספרים וחישובים, אלגברה, פונקציות, גאומטריה, הסתברות וסטטיסטיקה.

**לימודי המתמטיקה בתיכון**

הוראת המתמטיקה מאורגנת באופן שמעודד תלמידים לשאול שאלות, לשער השערות ולהסיק מסקנות בהסתמך על תצפית, ולהוכיח אותן. התלמידים לומדים להבין מושגים מתמטיים ולקשר ביניהם לבין מושגים רחבים יותר. בתיכון ניתן לבחור בין מסלול מתמטיקה בסיסי למסלול מורחב/מתקדם. הלימודים מתחלקים ליחידות (קורסים) לפי נושאי לימוד. היקפה של כל יחידה כזאת היא 38 שיעורים של 45 דקות, כמפורט בטבלה הבאה:

**טבלה 3 – פינלנד – מספר יחידות לפי מסלולים**

מספר יחידות חובה	מספר יחידות הרחבה	סה"כ יחידות במסלול	סה"כ שעות לימוד במסלול
1			
5	2	8	304
9	3	13	494

היחידה המשותפת לשני המסלולים עוסקת בנושא של מספרים וסדרות.

היחידות במסלול הבסיסי: ביטויים ומשוואות, גאומטריה, מודלים מתמטיים, סטטיסטיקה והסתברות, המתמטיקה שבכלכלה. יחידות ההרחבה למסלול הבסיסי: אנליזה מתמטית, סטטיסטיקה והסתברות ב'.

היחידות במסלול המתקדם: פונקציות ומשוואות פולינום, גאומטריה, וקטורים, גאומטריה אנליטית, נגזרת, פונקציות טריגונומטריות, פונקציות שורשים ופונקציות לוגריתמיות, חישוב אינטגרלים, הסתברות וסטטיסטיקה. יחידות ההרחבה במסלול המתקדם: תורת המספרים וההוכחות, אלגוריתמים במתמטיקה, קורס מתקדם בחשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי.

### מדדי הצלחה - הערכת הישגים

פרט למבחן הבגרות בסוף התיכון אין כמעט מבחנים חיצוניים כלליים. המועצה הלאומית לחינוך - Opetushallitus - מארגנת מבחנים מדגמיים למסיימי כיתה ט' כדי להעריך את הישגי התלמידים הפיניים ולשפר את תוכנית הלימודים. מבחנים אלו מתרכזים בתכנים המרכזיים של תוכנית הלימודים. התוצאות של בתי הספר לא מתפרסמות כדי לא ליצור תחרות בין בתי הספר ובין המורים. רק הממוצע הכלל-ארצי מתפרסם.

### עידוד למידה

הדגש בלימודי המתמטיקה בפינלנד אינו על הישגים, אלא על חקירה והבנה. הערכים השולטים בחינוך הם טיפוח אחריות אישית, חשיבה יצירתית בפתרון בעיות, אימון ושיתוף פעולה.

ברמה הכלל-ארצית מעודדים שיתוף פעולה בין בתי הספר ובין אוניברסיטאות. הפן הזה נמצא בין היתר בתחום אחריותו של הפרויקט LUMA של המועצה הלאומית לחינוך. פרויקט זה נועד להעלות מוטיבציה ללימודי מתמטיקה, מדעי הטבע, מדעים מדויקים וטכנולוגיה אצל ילדים ונוער באמצעים חדשניים ובפעילויות הקשורות למדע וטכנולוגיה. בתחום אחריותו של פרויקט LUMA נמצא גם ארגון ההשתלמויות ולימודי המשך למורים במסגרת העידוד המקובל בפינלנד ללמידה מתמשכת לאורך החיים, וחיזוק הלמידה מבוססת המחקר, שמערכת החינוך הפינית כה מתגאה בה.

### השכלת המורים

המורים למתמטיקה בחט"ב ובתיכון חייבים להיות בעלי תואר שני במתמטיקה (להבדיל מהמורים ביסודי, שצריכים להיות בעלי תואר שני בחינוך).

### מבנה מערכת החינוך

בית הספר היסודי (כולל את חטיבת הביניים) - כיתות א'-ח'. תיכון - כיתות ט'-י"ב.

מתמטיקה היא מקצוע חובה לבגרות.

בקנדה 13 מערכות חינוך נפרדות (לכל פרובינציה ולכל טריטוריה יש מערכת חינוך עצמאית). סקירה זו מתמקדת באונטריו.

מתוך הכרה בהבדלים בין-אישיים בלמידה, בקנדה מעודדים הוראה במגוון שיטות ותוך שימוש בעזרי לימוד, כדי לאפשר לתלמידים דרכים שונות להגיע להבנת הנושא. בהוראת המתמטיקה שמים דגש על פיתוח ביטחון עצמי אצל התלמידים, על פתרון בעיות תוך שימוש במיומנויות חשיבה מסדר גבוה וקישור בין מושגים מתמטיים לבין תחומים אחרים בעולם האמיתי, שואפים לשלב בין תחומי הידע - להשתמש במתמטיקה בשיעורי המדעים המדויקים ובשיעורי מדעי החברה, ולהיפך. כמו כן, במקביל ללמידה עם מורה וללמידה עצמאית, מעודדים למידה בקבוצה.

### העקרונות המנחים של לימודי המתמטיקה

במהלך הלימודים בחט"ב ובתיכון מצופה מהתלמידים לרכוש שליטה ב-7 סוגים של תהליכי חשיבה מתמטית: פתרון בעיות, הנמקה והוכחה, המחשה, בחירת כלים ואסטרטגיות חישוביות, חיבור אישי, ייצוג, תקשורת מתמטית. התלמידים נדרשים ללמוד ליישם תהליכי חשיבה אלו באופן פעיל בכל אחד מהתחומים המתמטיים הנלמדים, זאת מתוך ההבנה שלמידה אפקטיבית מחייבת יישום של מיומנויות חשיבה מתמטיות בכל תחום ותחום בתוכנית הלימודים, ולא רק בתחום מתמטי ספציפי.

### בית הספר היסודי (עד סוף כיתה ח')

לקראת סוף כיתה ח' מצופה שהתלמידים יפתחו ידע ומיומנויות ב-5 התחומים הבאים: חשיבה מספרית וחשבון, מדידה, גאומטריה וחשיבה מרחבית, סדרות ואלגברה בסיסית, ניהול נתונים (סטטיסטיקה) והסתברות.

המורים מעריכים את הישגי התלמידים לפי המשימות השוטפות, המבחנים והתפקוד הכללי בכיתה, וזאת על-פי טבלת הערכה מסודרת שכוללת 4 רמות שליטה ב-4 ממדים, וקריטריונים להערכה בכל אחד מהם: ידע והבנה, חשיבה, תקשורת מתמטית, יישום.

### הקבוצות הלימוד בתיכון (כיתות ט'-י"ב)

בכיתות ט'-י"ב ניתן לבחור בין 2 סוגי קורסים במתמטיקה - אקדמי או מעשי.

תלמידים שסיימו בהצלחה את הקורס המעשי ומעוניינים לעבור לקורס האקדמי יכולים עדיין לעשות זאת, אם הם עוברים בהצלחה קורס השלמה.

הקורסים שהתלמידים בוחרים בכיתות ט'-י"ב מהווים בסיס ללימודים העתידיים בכיתות י"א-י"ב, ששם החלוקה היא בין קורסי הכנה לאוניברסיטה, קורסי הכנה לקולג' או הכנה למעגל העבודה, כאשר חלק מהקורסים משותפים למסלול ההכנה לאוניברסיטה ולמסלול ההכנה לקולג'. לכן בבחירת הקורסים בכיתה ט'-י"ב על התלמידים לקחת בחשבון את העדפותיהם העתידיות.

נושאי לימוד במסלול האקדמי - "עקרונות מתמטיים" - כיתה ט':

חשיבה מספרית ואלגברה, משוואות לינאריות, גאומטריה אנליטית, מדידות וגאומטריה.

נושאי לימוד במסלול המעשי - "יסודות מתמטיקה" - כיתה ט':

חשיבה מספרית ואלגברה, משוואות לינאריות, מדידות וגאומטריה.

נושאי לימוד במסלול האקדמי - "עקרונות מתמטיים" - כיתה י':

משוואות ריבועיות, גאומטריה אנליטית, טריגונומטריה.

נושאי לימוד במסלול המעשי - "יסודות מתמטיקה" - כיתה י':

מדידות וטריגונומטריה, הצגה גרפית של משוואות לינאריות, משוואות ריבועיות.

הקורסים במסלול ההכנה לאוניברסיטה בכיתות י"א-י"ב:

פונקציות (י"א), פונקציות מתקדמות (י"ב), חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי (י"ב), מתמטיקה של ניהול נתונים (י"ב).

הקורסים במסלול אוניברסיטה/קולג':

פונקציות ויישומים (י"א).

הקורסים במסלול ההכנה לקולג' בכיתות י"א-י"ב:

יסודות מתמטיקה לקולג' (י"א), מתמטיקה טכנולוגית לקולג' (י"ב), יסודות מתמטיקה לקולג' (י"ב).

הקורסים במסלול הכנה למעגל העבודה:

מתמטיקה בעבודה ובחיי היומיום (י"א + י"ב).

היקף כל אחד מהקורסים בתיכון הוא 110 שעות.

### הערכת הישגים

הערכת הישגי התלמידים מתבצעת על-פי טבלת הישגים המשמשת להערכת הישגים הן בביה"ס היסודי והן בחינוך העל-יסודי. 70% מהציון השנתי מתבסס על הערכת תפקוד התלמיד במהלך השנה, ו-30% מהציון - על מבחן סוף שנה. מלבד מבחני הבגרות, המבחן הארצי היחיד להערכת הישגי התלמידים במתמטיקה נערך בסוף כיתה ט'.

### עידוד מוטיבציה

ב-2016 משרד החינוך של אונטריו החליט לנקוט אסטרטגיה שמטרתה להביא יותר תלמידים לרמה 3 לפי טבלת ההערכה (כלומר ציון 70-80) ויותר. במסגרת האסטרטגיה החדשה לכיתות א'-ח' מוקצות לפחות 60 דקות ביום ללימוד מתמטיקה, ניתנת תמיכה רבה יותר לפי צרכיו של כל תלמיד, ומעודדים למידה בבית - למידה עצמאית או בעזרת ההורים והמורים. במסגרת התוכנית, תלמידי כיתות ז'-י' יכולים לקבל עזרה מקוונת ממורה מוסמך באתר של משרד החינוך של אונטריו כל יום אחר הצהריים.<sup>2</sup>

ארגון ייעודי לקידום מצוינות בתחום המתמטיקה - האגודה לחינוך מתמטי באונטריו (Ontario Association for Mathematics Education) - הפועל באונטריו שם לו למטרה לקדם מצוינות בחינוך המתמטי באונטריו, בקרב התלמידים והמורים כאחד.

תוכניות נוספות לתלמידים בעלי כישורים מתמטיים, כמו גם תוכניות סיוע לתלמידים המתקשים, מופעלות ע"י גורמים פרטיים.

### השכלת המורים

המורים מחויבים להיות בעלי תואר (לפחות 3 שנים) ממוסד אקדמי מוכר ולהשלים תוכנית מיוחדת להוראה (4 סמסטרים).

<sup>2</sup> <http://www.edu.gov.on.ca/elearning/homework.html>

## שווייץ, קנטון פריבורג

### מבנה מערכת החינוך

11 שנים של לימודי חובה (יסודי וחט"ב) עד גיל 15, ואחר כך 3-4 שנים תיכון עיוני או מקצועי. החינוך נמצא בידי הקנטונים (בשווייץ 26 קנטונים) וקיים שוני מסוים בין קנטון אחד לאחר. למשל, בחלק מהקנטונים דוברי הגרמנית התיכון מתחיל אחרי בית הספר היסודי (כלומר כולל בתוכו את חט"ב) ונמשך 6 שנים.

### קנטון פריבורג

קנטון פריבורג נבחר כדוגמה לקנטון שהישגי התלמידים במתמטיקה בו גבוהים.

### הקווים הכלליים בחינוך המתמטי

בפריבורג, בשנה הראשונה של חט"ב (בגיל 12) עוברים התלמידים בחינה במקצועות הליבה, ביניהם מתמטיקה (הציון בבחינה הוא מתוקנן). לאחר הבחינה התלמידים מופרדים לשלושה זרמים (הקבוצות): הקבוצה בסיסית - הכנה לעולם העבודה (כ-25% מהתלמידים), הקבוצה כללית (כ-50% מהתלמידים), או הקבוצה מתקדמת (כ-25% מהתלמידים). החלוקה לזרמים נעשית על בסיס תוצאות הבחינה בצירוף הצהרת כוונות עתידיות של הילדים.

ישנם מודלים שונים של בתי ספר בקנטונים שונים. חלקם מתחלקים לפי הזרמים, בחלק אחר יש אינטגרציה בין ההקבוצות, בסוג השלישי התלמידים לומדים בכיתה אחת ומופרדים להקבוצות במקצועות הרלוונטיים. בפריבורג התוכנית נלמדת בהקבוצות נפרדות. עם זאת, המערכת גמישה ותלמידים שהישגיהם טובים יכולים לעבור בין ההקבוצות.

לקראת התיכון התלמידים מחליטים באיזה סוג תיכון לבחור - תיכון המכין לבגרות כללית או תיכון מקצועי. לפי דוח eurydice של האיחוד האירופי, שלישי מבני ה-18-19 בשווייץ מקבלים תעודת בגרות. היתר פונים לתיכונים מקצועיים ולתיכונים שבהם הלימודים משולבים עם העבודה (VET-Vocational education and training).

### חט"ב

מערכת החינוך בשווייץ נמצאת באחריות הקנטונים, אך בשנים האחרונות נעשו מאמצים להגיע לקווים אחידים בחינוך חובה שיהיו משותפים לכל הקנטונים. נושאי הלימוד נקבעו בתוכנית נפרדות לבתי ספר לדוברי צרפתית (PER Plan d'études romand) ולבתי ספר לדוברי גרמנית.

הקו הכללי של התוכנית הבין-קנטונית במתמטיקה הוא פיתוח שמונה המיומנויות שהוגדרו כמיומנויות נדרשות, והעמקה הדרגתית של הידע מתחילת יסודי ועד סוף חט"ב בחמישה תחומים מתמטיים:

- מספרים, חישובים ואלגברה
- חשיבה מרחבית
- גדלים ומידות
- פונקציות
- ניתוח נתונים והסתברות.
- שמונה המיומנויות הנדרשות הן:
  - לדעת לזהות ולתאר בעיה
  - ליישם כללים ולהשתמש בטכניקות
  - להשתמש בכלים הרלוונטיים
  - להציג ולתקשר
  - להמחיש באמצעים מתמטיים
  - להציג עמדה ולהוכיח
  - לפענח ולנתח תוצאות
  - לחקור ולנסות.

חלוקת שעות הלימוד במתמטיקה בתוכנית הלימודים של פריבורג מתוארת בטבלה הבאה:

**טבלה 4 – שווייץ (פריבורג) - מספר שעות מתמטיקה בחט"ב**

שנה א' חט"ב	שנה ב' חט"ב	שנה ג' חט"ב	
4	5	5	ההקבצה המתקדמת prégymnasiales PG
5	5	5	ההקבצה הכללית générales G
6	6	6	ההקבצה הבסיסית exigence de base EB

המסגרת הכללית של נושאי הלימוד, לפי האתר המציג את תוכנית הלימודים לבתי הספר הצרפתיים, בנויה סביב אלמנטים של פתרון בעיות בתחומים הבאים:

- צורות גאומטריות דו- ותלת-מימדיות, טרנספורמציות גאומטריות, איתור בשרטוט ובמרחב.
- מספרים וחישובים.
- פונקציות, דיאגרמות, אלגברה - ביטויים אלגבריים ומשוואות.
- חישוב מידות, מדידות והמרת יחידות.

אין בחינת סיום חינוך חובה/חט"ב, אבל בקנטונים רבים, בהם פריבורג, מתקיימות בחינות כניסה במקצועות ליבה כדי להתקבל לתיכונים. בחינות אלה מתבססות על החומר שנלמד עד כיתה י"א.

## תיכון

### עיקרי התוכנית המשותפת לתיכונים המכינים לבגרות:

המסגרת הכללית של תוכנית הלימודים השווייצרית במתמטיקה, המשותפת לתיכונים המכינים לבגרות (אשר מכינים את תלמידיהם ללימודים באוניברסיטה ללא צורך בבחינות כניסה), נקבעה בשנת 1994, וב-2016 נכתב לה נספח המחדד את מטרות התוכנית. התוכנית מדגישה את החשיבות של הקניית ידע ופיתוח מיומנויות בסיסיות אצל כל התלמידים מתוך שאיפה לא רק להקנות ידע "יבש", אלא גם לפתח יכולת להתאים את הידע הנרכש לבעיה ושימוש פעיל בכלים שהוא מקנה. מודגשת חשיבות השימוש במתמטיקה ככלי עזר בלימודי המדעים המדויקים, כמו גם שאיפה להראות את היופי שבמתמטיקה עצמה.

הנושאים העיקריים בתוכנית הלימודים הם:

- חשבון: כללי החישוב וכללי הכתיבה שלהם
- אלגברה: ביטויים אלגבריים ומשוואות
- אנליזה: פונקציות, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי
- גאומטריה: גאומטריה בסיסית ואנליטית, וקטורים, טריגונומטריה
- סטטיסטיקה והסתברות
- כמה היבטים של ההיסטוריה של המתמטיקה

המיומנויות הנלמדות:

- יכולת להשתמש בידע המתמטי שנרכש
- שליטה בכללים ובעקרונות של החשיבה הלוגית
- הפגנת חשיבה גאומטרית
- יכולת ליישם שיטות מתמטיות ידועות על בעיות בתחומים שונים



- יכולת להשתמש בשיטות עבודה ומחקר
- יכולת לנסח הוכחות גאומטריות בצורה ברורה ומדויקת
- יכולת להפעיל חשיבה ביקורתית בעת הצגת התוצאות
- יכולת לארגן את הידיעות המתמטיות באופן שיקל על מציאת קווים אנלוגיים
- יכולת להציג פתרון ולדון בו

היחס למקצוע שמצופה מהתלמידים:

- השקעת מאמץ וגילוי התמדה
- עצמאות בעבודה
- שימוש בדמיון, גילוי סקרנות ופתיחות
- הקפדה ויכולת ביקורת עצמית
- הפגנת חשיבה הגיונית, גמישות מחשבתית ואינטואיציה
- יכולת אנליזה וסינתזה
- יכולת להעריך את הפן האסתטי שבתיאוריה
- אהבה למשחקי חשיבה

השעות המוקצבות ללימודי מתמטיקה בתיכונים - פריבורג:

בשנה הראשונה בתיכון כולם לומדים 4 ש"ש מתמטיקה. בשנים הבאות, בתיכונים שבהם מלמדים תוכנית בסיסית לומדים 4 ש"ש, ואילו בתיכונים שמלמדים לבגרות - 5 ש"ש.

פירוט נושאי תוכנית הלימודים בתיכון - פריבורג:

- שנה א' (משותפת למסלול הבסיסי ולמסלול המורחב):  
וקטורים גאומטריים I, גאומטריה ואלגברה, פונקציות ומשוואות I  
המסלול הבסיסי -
- שנה ב': פונקציות ומשוואות II, וקטורים גאומטריים II, סטטיסטיקה והסתברות I
- שנה ג': וקטורים גאומטריים III, אנליזה I
- שנה ד': אנליזה II, סטטיסטיקה והסתברות II  
המסלול המורחב -
- שנה ב': פונקציות ומשוואות II, וקטורים גאומטריים II, אנליזה I
- שנה ג': סטטיסטיקה והסתברות I (המשך), וקטורים גאומטריים III, אנליזה II
- שנה ד': אנליזה III, סטטיסטיקה והסתברות II, אלגברה לינארית

### הערכת הישגים

ההערכה נעשית באמצעות משימות פנימיות. פרט למבחן שבתחילת חט"ב (שנועד לחלק את התלמידים ל-3 זרמים), מבחני כניסה לתיכון ומבחן בגרות, אין מבחנים חיצוניים.

### תוכניות מצוינות

האגודה המתמטית השווייצרית ומוסדות אקדמיים שונים דואגים לעידוד המצוינות בתחומי המתמטיקה והמדעים המדויקים.

דוגמאות לפעילויות בתחום - פרס על עבודת התיכון הטובה ביותר בתחום המתמטיקה, תוכניות בינתחומיות במתמטיקה ובמדעים המדויקים, שבועות מחקר כגון "המדע קורא לצעירים" (La 'science appelle les jeunes') לתלמידי התיכונים, מפגשי לימוד שבועיים לנוער המגלה עניין במתמטיקה באוניברסיטה הטכנולוגית של ציריך - ETH Math Youth Academy.

בנוסף, פועלות תוכניות שמיועדות לעורר סקרנות ועניין במתמטיקה אצל תלמידי חטיבות הביניים, כדוגמת התוכנית Mathematics goes to School, שבמסגרתה נשלחות לתלמידים חידות מתמטיות ולאחר מכן נציגת התוכנית מגיעה לביה"ס ועובדת עם התלמידים על פתרון החידות.

## השכלת המורים

מורים בחט"ב חייבים להיות בעלי תואר MA בחינוך (משך הלימודים לתואר - בין 4.5 ל-5 שנים).

כדי ללמד מתמטיקה בתיכון צריכים להיות בעלי תואר MA בשני מקצועות הוראה (אחד מהם מתמטיקה), ולעבור הכשרה של שנה להוראה.

### מבנה מערכת החינוך

מערכת החינוך באנגליה כוללת 11 שנות חינוך חובה (מגיל 5 עד גיל 16) שבסופן נבחנים התלמידים בבחינות ה- GCSE (General Certificate of Secondary Education) הכוללות בחינת חובה במתמטיקה, וכן שנתיים נוספות של תיכון (שאינו חינוך חובה) שבסופן בחינות ה-A-levels (שאינן כוללות מקצועות חובה אך תלמידים יכולים לבחור להרחיב במסגרתם את לימודי המתמטיקה אם הם מעוניינים בכך).

על מנת להגדיל את האוריינות השפתית והמתמטית של האוכלוסייה הכללית, נערכו בשנים האחרונות רפורמות בלימודי אנגלית ומתמטיקה באנגליה, אשר כללו בין השאר שינויים בתוכנית הלימודים, בבחינות ובהערכה.

### תוכנית הלימודים במתמטיקה

תוכנית הלימודים במתמטיקה לתלמידי חטיבת הביניים והתיכון מתחלקת לשלושה חלקים:

- **רמה 3 (Key Stage 3)** לתלמידי כיתות 7 עד 9 (בגילאי 11-14; מקביל לחטיבת ביניים בישראל);
- **רמה 4 (KS4)** לתלמידי כיתות 10-11 שבסופה בחינות בגרות (GCSE);
- לימודי הרחבה/מגמה במתמטיקה במסגרת **A-level**.

תוכנית הלימודים שמה דגש על אוריינות מתמטית לשימוש בחיי היומיום ובעולם העבודה בעתיד. התוכנית מבקשת להקנות לתלמידים שליטה ביסודות המתמטיקה שתאפשר להם להשתמש בכלים מתמטיים לפתרון בעיות ולניתוח מצבים. התוכנית שמה דגש על חישוב ללא מחשבון, על שימוש במחשבון בבעיות מתקדמות, וכן על שימוש בשפה מתמטית ויישום של רעיונות מתמטיים בתחומי לימוד אחרים. מטרתו אלו עוברות כחוט השני ברמות השונות של לימודי המתמטיקה, כמפורט להלן.

#### רמה 3 (KS3):

בשלב זה (של חטיבת הביניים) התלמידים אמורים להפוך לבקיאים בנושאים הבאים: חשבון בסיסי/מספרים, אלגברה, יחסים, פרופורציות והמרה, גאומטריה, הסתברות וסטטיסטיקה. תוכנית הלימודים בכל נושא ונושא מחולקת לשלוש רמות: בסיסית (המינימום שעל כל התלמידים לדעת), סטנדרטית (הכוללת את החומר שעליו ייבחנו התלמידים) ומתקדמת (שנועדה לתלמידים מצטיינים). שיבוץ התלמידים לרמות הלימוד השונות נתון לשיקול דעתו של כל בית ספר. ככלל, מקובל להניח שרמת המתמטיקה בבתי ספר פרטיים גבוהה יותר מאשר בבתי ספר ציבוריים.

#### רמה 4 (KS4, GCSE):

הנושאים הנלמדים ברמה 3 נלמדים גם ברמה 4 תוך תוספת של מורכבות ושל רמת השליטה המצופה מן התלמידים. ברמה 4 תוכנית הלימודים מחולקת לשתי רמות בלבד: בסיסית ומתקדמת. בתי הספר נדרשים על פי חוק ללמד את כל החומר הכלול ברמה הבסיסית. בסוף שלב זה (שהינו גם סוף חינוך חובה באנגליה וכן השנה האחרונה שבה תלמידים מחויבים ללמוד מתמטיקה) נבחנים התלמידים בבחינות ה-GCSE, בהתאם לרמת הבחינה שנבחרה על ידי ביה"ס – בחינה ברמה הבסיסית או ברמה המתקדמת (בשנת 2018 56% מהתלמידים נבחנו ברמה הבסיסית). הבחינות נכתבות על ידי ספקי שירות מתחום הבחינות וההערכה, תחת גולציה של משרד החינוך ושל

ה- Ofqual (Office of Qualifications and Examinations Regulation).

#### :A-level

השנתיים האחרונות של התיכון (מגיל 16 עד גיל 18) אינן חובה באנגליה והן מיועדות במיוחד למי שרוצה לרכוש בעתיד תואר ראשון. הלימודים בשנתיים אלו דומים במהותם ללימודי המגמה בבתי ספר תיכוניים בישראל – כל תלמיד נדרש לבחור כ-4 נושאים להרחבה מתוך רשימת תחומים מגוונת המונה עשרות תחומים, וכוללת בין היתר יחידת הרחבה במתמטיקה (A-level mathematics) ויחידה של מתמטיקה מתקדמת (A-level further mathematics).

יחידת ההרחבה במתמטיקה נועדה להכשיר תלמידים לחשיבה כמותית במסגרות של השכלה גבוהה ותעסוקה במגוון תחומים, לרבות מדעי החברה ומנהל עסקים, וכן לשמש תנאי סף ללימודי מתמטיקה מתקדמת (ראו להלן). במסגרת זו התלמידים נדרשים ליישם כישורים וידע מהסוגים הבאים: פתרון בעיות מתמטיות, שימוש בטיעון, מונחים והוכחות מתמטיות, בניית מודלים מתמטיים בתחומים שונים, וכן שימוש בתוכנות ממוחשבות רלוונטיות. בלימודי ההרחבה התלמידים מעמיקים בנושאים שנלמדו בעבר ולומדים נושאים חדשים, הכוללים בין היתר את התחומים הבאים: אלגברה מתקדמת, גיאומטריה אלגברית, סדרות מתמטיות, טריגונומטריה, לוגריתמים, דיפרנציאלים, אינטגרלים, וקטורים, דגימה סטטיסטית, הצגה ופרשנות של מידע מתמטי, הסתברות, התפלגות, בדיקת השערות בסטטיסטיקה, ונושאי יסוד בפזיקה (לדוגמה, חוקי ניוטון, מומנט, קינמטיקה). בארבע השנים האחרונות יחידת ההרחבה במתמטיקה היא מקצוע הבחירה המבוקש ביותר. בשנת 2018 בחרו במתמטיקה 12.1% מהנבחנים.

לימודי מתמטיקה מתקדמת נועדו לתת לתלמידים בסיס ללימודים מתקדמים במתמטיקה, הנדסה מדעים מדויקים, מדעי המחשב וכלכלה, ותחומי תעסוקה הדורשים הבנה ויישום של מתמטיקה מורכבת. המבנה של יחידה זו הינו דינמי, מחציתו חובה ומחציתו השנייה נתונה לבחירה. במסגרת היחידה נלמדים נושאים הבאים: מספרים מורכבים, מטריצות, אלגברה מתקדמת, וקטורים מתקדמים, קואורדינטות, פונקציות היפרבוליות, ומשוואות דיפרנציאליות. בשנת 2018 בחרו במתמטיקה 2% מהנבחנים.

### השכלת המורים

מורים באנגליה, ובכלל זה מורים למתמטיקה, נדרשים להציג תוצאות טובות בנושאי הליבה של ה-GCSE (אנגלית, מתמטיקה) וכן להיות בעלי תואר ראשון כלשהו. עם זאת, כ-90% משעות הלימוד במתמטיקה מועברות על ידי מורים שיש להם השכלה גבוהה רלוונטית למקצוע. מסלול ההכשרה למורים כולל הסבה מקצועית (למי שלמדו תארים שאינם תארים בחינוך) וכן קורסים מרכזיים ללימוד/רענון במתמטיקה. באנגליה קיים מחסור חמור במורים למתמטיקה ומושקעים תקציבים ומענקים שמטרתם לעודד בחירה בהוראת המתמטיקה כמקצוע.

לנוכח מיעוט במשאבי טבע בסינגפור, משקיעה ממשלת סינגפור משאבים רבים בפיתוח ההון האנושי. במסגרת זו משרד החינוך מפקח באופן הדוק וישיר על בתי הספר. תוכנית הלימודים, התקצוב, שכר הלימוד ותנאי הקבלה נקבעים על ידי משרד החינוך. בין שנות ה-60 לשנות ה-80 של המאה שעברה הושקעו עיקר המאמצים בפיתוח אוריינות לשונית ומתמטית. בשנת 1997 הונהגה רפורמה בחינוך שבמסגרתה הושם דגש על מיצוי יכולות התלמידים, במטרה להכשיר אותם לעולם העבודה ולאפשר לתלמידים בעלי כישורים ונטייה למתמטיקה ולמדעים להתפתח בתחומים אלו.

### מבנה מערכת החינוך

חינוך חובה בסינגפור מתחיל בשנה שבה ילדים הופכים בני 7. משך החינוך היסודי הוא 6 שנים. בסוף השנה השישית נבחנים כל התלמידים בבחינה סופית - PSLE (Primary School Leaving Examination) המהווה בחינת כניסה להמשך לימודים (Secondary school) של 4 או 5 שנים נוספות, המתחלקים לשלושה מסלולים מרכזיים:

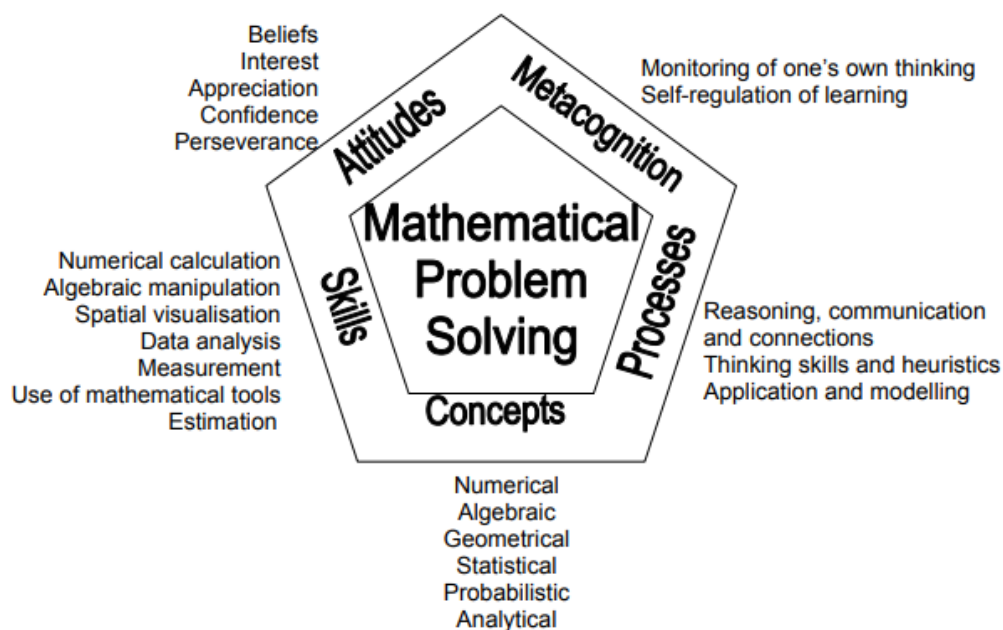
- מסלול מהיר – 60 אחוז מהתלמידים במסלול זה ששם דגש על לימודים אקדמיים;
  - מסלול רגיל אקדמי – 25 אחוז מהתלמידים בוחרים במסלול זה, שגם בו הדגש הוא אקדמי (ההבדל בין שני המסלולים האקדמיים קשור ללימוד שפת אם ואינו רלוונטי ללימודי מתמטיקה);
  - מסלול רגיל טכנולוגי – 15 אחוז מהתלמידים לומדים במסלול זה, מרביתם ילמדו מתמטיקה ברמה גבוהה פחות מהמסלולים האחרים.
- בהתאם למסלול הלימודים, רבים מהתלמידים ממשיכים לימודים אקדמיים, לימודים טכנולוגיים גבוהים או הכשרה מקצועית לא-אקדמית. ההסללה לרמות שונות בלימודי המתמטיקה נעשית אחרי 4 שנות לימוד של החינוך היסודי, כאשר מרבית התלמידים (אלו שימשיכו בעתיד ללימודים במסלול המהיר ובמסלול האקדמי הרגיל) מפתחים לרמה גבוהה יותר את המושגים שנלמדו עד אז, ואילו תלמידים שמתקשים בלימוד מתמטיקה מתמקדים בלימוד מתמטיקה יסודית שכוללת בעיקר חזרה והעמקה של החומר שנלמד עד אז (תלמידים אלו ימשיכו למסלול הטכנולוגי). כעיקרון, כל רמה נוספת בלימודי המתמטיקה מתבססת על הרמה הקודמת, תוך כדי העמקה וביסוס של המושגים והכישורים הנלמדים.

### תוכנית הלימודים במתמטיקה

תוכנית הלימודים במתמטיקה נועדה לעודד חשיבה מתמטית ויישומה בחיי היומיום ובמקצועות משיקים, ליצור ביטחון אצל התלמידים לגבי שימוש בכלים מתמטיים, לחזק חשיבה לוגית והסקת מסקנות, לעודד יצירתיות מתמטית במגוון תחומים. תוכנית הלימודים מבוססת על חמישה נדבכים שבאים לידי ביטוי לכל אורך תוכנית הלימודים (ראו תרשים באנגלית בהמשך):

- מושגים – הקניית מושגים מספריים, אלגבריים, גאומטריים, סטטיסטיים, הסתברותיים ואנליטיים, במטרה להקנות גוף ידע הוליסטי, שיאפשר הבנה עמוקה של רעיונות מתמטיים.
- כישורים – הקנייה שיטתית של כישורים שמטרתה לאפשר יכולת חישובית גבוהה, תפיסה מרחבית מפותחת, ניתוח נתונים, וכישורי הערכה, מדידה והסקת מסקנות.
- תהליכי חשיבה מתמטיים – תהליכי חשיבה הנדרשים במסגרת החשיבה המתמטית: הנמקה, הסקה והיקש, ניתוח ובניית טיעון לוגי, שימוש במושגים מתמטיים והעברת רעיון בשפה מתמטית; הבנה בינתחומית במתמטיקה וקישור בין תחומים שונים במתמטיקה לתחומי ידע אחרים; שימוש במודלים מתמטיים והצגת בעיות באמצעות מודלים מתמטיים.
- גישה – פיתוח גישה חיובית כלפי מתמטיקה וכלפי הרלוונטיות שלה לחיים; יצירת עניין והנאה מלימודי המתמטיקה; פיתוח הערכה ליופי מתמטי; יצירת ביטחון בשימוש במתמטיקה; ופיתוח התמדה בפתרון בעיות במתמטיקה.
- מטה-קוגניציה – פיתוח חשיבה ומודעות ביחס לחשיבה המתמטית כדרך לפתח יכולת לפתרון בעיות מתמטיות. לשם כך מעודדים תלמידים לפתור בעיות מתמטיות במגוון דרכים, להשוות דרכי פתרון שונות, לתכנן את דרך הפתרון מראש ולהעריך בדעבד את יעילותה.

## תרשים 1 – סינגפור – נדבכי תוכנית הלימודים במתמטיקה



### הוראה ולמידה

תוכנית הלימודים שמה דגש על הוראה ולמידה בהתבסס על שלושה עקרונות מובילים:

1. הוראה נועדה לבסס למידה; למידה נועדה ליצור הבנה; הבנה נועדה לקדם הסקת מסקנות ויישום שהם הבסיס של פתרון בעיות: עקרון זה בא להבהיר את הצורך בלמידה אינטראקטיבית המבוססת על הבנה ולא על שינון.
2. ההוראה צריכה להתבסס על הידע, העניין והניסיון של התלמידים, ולעשות בהם שימוש אקטיבי ורפלקטיבי במסגרת הלמידה: עקרון זה מבטא את ההבנה שמתמטיקה היא מקצוע היררכי שניתן לבסס אותו רק כאשר יסודות הידע של התלמיד חזקים. כל התקדמות מבוססת על שליטה בנדבכים קודמים והעמקתם.
3. על ההוראה לקשר את הלמידה ליישום בעולם האמיתי תוך שימת דגש על התקדמות טכנולוגית, שימוש בכלים מתקדמים של טכנולוגיה מידע ותקשורת (ICT) ובניית כישורים מתאימים למאה ה-21: למתמטיקה יש תרומה משמעותית להתפתחות טכנולוגית, באמצעות היכרות עם תרומה זו, תלמידים ילמדו להעריך את חשיבותה של המתמטיקה ויפתחו בה עניין. מורים יכולים לעשות שימוש בכלים טכנולוגיים על מנת לעודד תלמידים ללמוד ולשים דגש על מיומנויות אחרות בעלות חשיבות לעבודה בעולם המודרני - שיתוף פעולה וחשיבה ביקורתית.

### הכשרת מורים

המורים בסינגפור מוכשרים על ידי המכון הממלכתי לחינוך (National Institute of Education (NIE)). הכשרת המורים ושיבוצם בבתי ספר נעשים אף הם על ידי משרד החינוך. מורים למתמטיקה החל מחטיבת הביניים נדרשים להיות בעלי תואר ראשון במתמטיקה. ההכשרה של מורים למתמטיקה במכון הממלכתי לחינוך כוללת הכשרה פדגוגית תוך שימת דגש על היכרות עם תוכנית הלימודים במתמטיקה.

### מבנה מערכת החינוך

חינוך החובה מתחיל בגיל 4-5 בשנתיים של גן חובה, ולאחר מכן - 6 שנים בבית הספר היסודי, 3 שנים בחטיבת ביניים, ושנתיים או שלוש בתיכון (בחלק מבתי הספר יש שנת מעבר בין החטיבה לתיכון). מרבית התלמידים ממשיכים לתיכון, ואילו כ-12% עוזבים את מערכת החינוך אחרי סיום החט"ב.

תלמידי תיכון יכולים לבחור באחת משלוש האפשרויות - תעודת בגרות, תעודת בגרות מקצועית ותעודת בגרות מעשית.

### חטיבת ביניים

לימודי מתמטיקה בחט"ב מוצעים בשתי רמות - רגילה ומורחבת. תלמידי המגמה המורחבת לומדים את כל מה שלומדים תלמידי הרמה הרגילה וחומרים נוספים. תוכנית הלימודים ממליצה להקצות מינימום של 240 שעות לימוד מתמטיקה בחט"ב, עם אפשרות להרחבה לפי שיקול דעת בית הספר.

תוכנית הלימודים כוללת חמישה נושאים עיקריים:

- סטטיסטיקה והסתברות
- גאומטריה וטריגונומטריה
- מספרים
- אלגברה
- פונקציות

נושאים אלה נועדו ליצור המשכיות עם החומר הנלמד בבית הספר היסודי. המורים מונחים לקשר את הנושאים המתמטיים הנלמדים למקצועות אחרים ולחיי היומיום, כך שהתלמידים יפתחו מיומנות בתחומים הבאים הקשורים למתמטיקה:

- הבנה קונספטואלית - הבנת מושגים מתמטיים, פעולות ויחסים.
- מיומנויות שוטפות - מיומנויות הנדרשות לביצוע הולם של פעולות שוטפות, כגון גמישות, דיוק ויעילות.
- יכולת אסטרטגית - יכולת לגבש, לייצג ולפתור בעיות מתמטיות בהקשרים מוכרים ולא-מוכרים.
- הסקת מסקנות מותאמת - יכולת חשיבה לוגית, שיקוף, הסבר, הוכחה ותקשורת
- גישה פרודוקטיבית - פיתוח נטייה לראות את המתמטיקה כהגיונית, שימושית, וכדאית, יחד עם אמונה בחריצות, התמדה, ויעילות של התלמיד.
- פתרון בעיות הוא חלק מהותי מלימודי מתמטיקה בחט"ב. התוכנית רואה בפיתוח מיומנויות של פתרון בעיות חלק בלתי נפרד מההוראה ומהלמידה. בעיות יכולות להתבסס על נושאים מתמטיים "טהורים" או להישאל בהקשר יישומי.

את תוכנית הלימודים המלאה לחט"ב ניתן למצוא בקישור זה:

[https://www.curriculumonline.ie/getmedia/4f6cba68-ac41-485c-85a0-32ae6c3559a7/JCSEC18\\_Maths\\_Examination-in-2016.pdf](https://www.curriculumonline.ie/getmedia/4f6cba68-ac41-485c-85a0-32ae6c3559a7/JCSEC18_Maths_Examination-in-2016.pdf)

### תיכון

החומר הנלמד בתיכון מתבסס על הנושאים שנלמדו בחט"ב ומרחיב אותם. נושאי הגג הם אותם חמישה נושאים שכוללת תוכנית הלימודים של חט"ב. תוכנית הלימודים בתיכון נועדה לפתח אצל התלמידים ידע, מיומנויות והבנה הנדרשים לחיים, לעבודה או ללימודים מתקדמים. למגמה הבסיסית תוכנית נפרדת מזו של המגמה הרגילה ושל המגמה המורחבת. לימודי המתמטיקה

במגמה הבסיסית נועדו לצייד את התלמידים בידע ובכלים מתמטיים בסיסיים הדרושים בחיי היומיום ובמקצועות שאינם דורשים ידע מתמטי מופשט.

המגמה הרגילה והמגמה המורחבת מתבססות על אותה תוכנית, שהיא המשך ישיר לתוכנית של חט"ב, אלא שבמגמה המורחבת לומדים חומר נוסף על זה שנלמד במגמה הרגילה. מכסת השעות המינימלית ללימודי מתמטיקה בתיכון היא 180 שעות, והיא ניתנת להרחבה על-פי שיקול דעת בית הספר.

חמש מיומנויות המפתח המרכזיות בהוראה ובלמידה על פי תוכנית הלימודים בתיכון הן:

- עיבוד מידע
- יעילות
- תקשורת
- חשיבה ביקורתית ויצירתית
- עבודה בשיתוף פעולה

בקישור הבא ניתן למצוא פירוט של תוכניות הלימודים לתיכון לפי המגמות:

[https://www.curriculumonline.ie/getmedia/f6f2e822-2b0c-461e-bcd4-dfcde6decc0c/SCSEC25\\_Maths\\_syllabus\\_examination-2015\\_English.pdf](https://www.curriculumonline.ie/getmedia/f6f2e822-2b0c-461e-bcd4-dfcde6decc0c/SCSEC25_Maths_syllabus_examination-2015_English.pdf)

### מבחנים

בסוף חטיבת הביניים יש מבחן מטעם המדינה, ומבחן נוסף בסוף התיכון. בכיתות אלה מתקיימים גם מבחני מתכונת, וחלק גדול מבתי הספר משתתפים בהם, אך אלה אינם מבחנים מטעם המדינה.

מבחן הסיום במתמטיקה בסוף החטיבה מתקיים בשתי רמות, ואילו המבחן בסוף התיכון - בשלוש רמות, בהתאם להקבצות הלימוד.

### יוזמות לקידום מתמטיקה

לפני כמה שנים השיקה המחלקה לחינוך ולפיתוח מיומנויות (המקבילה של משרד החינוך הישראלי) אסטרטגיה לאומית לשיפור הסטנדרטים של האוריינות הלשונית והמספרית. במסגרת האסטרטגיה הושקו יוזמות כגון Maths Week Ireland (חגיגת מתמטיקה שנתית) ו-Engineering & Discover Science (תוכנית שנועדה להגביר עניין במדע, בטכנולוגיה ובמתמטיקה בקרב תלמידים, מורים וכלל הציבור).

יוזמות נוספות מנוהלות בידי גופים פרטיים בתמיכת המדינה, כגון תערוכות מדע וטכנולוגיה, Engineers Ireland STEPS Programme, אירועי SciFest, תחרויות נושאות פרסים, מלגות ועוד.

בנוסף לכך, אוניברסיטאות מארגנות מפגשים ותוכניות לתלמידים המתעניינים במתמטיקה, כגון המרכז למצוינות של אוניברסיטת דבלין, והתוכנית Math circles של הקולג' האוניברסיטאי בקורק שמזמינה תלמידים המצטיינים במתמטיקה למפגשים של כמה שעות בימי ראשון בבוקר כדי ללמוד נושאים שאינם נכללים בתוכנית הלימודים הבית-ספרית.

### השכלת המורים

המורים למתמטיקה ולמדעים בחינוך העל-יסודי הם בעלי תואר ראשון במתמטיקה או במדעים ותואר שני בהוראה. חלק מהאוניברסיטאות מציעות תוכנית המשלבת את שני התארים בתוכנית ארבע-שנתית הכוללת הוראה מעשית. השתלמויות ותוכניות העשרה מוצעות באופן קבוע למורים ע"י The Professional Development Service for Teachers ומרכזי השכלה נוספים.



### מבנה מערכת החינוך

חינוך החובה מתחיל בגילאי 4-5 בשנה או שנתיים של לימודים בגן חובה, ולאחר מכן 6 שנים בבית הספר היסודי ו-4-6 שנים בחינוך העל-יסודי, כאשר חט"ב ותיכון מהווים מקשה אחת בשנתיים (לעתים שלוש שנים, תלוי בבית הספר) הראשונות של החינוך העל-יסודי נלמדים לימודים בסיסיים, וההתייחסות אליהם היא כאל חט"ב. לאחר מכן מתפצלים הלימודים לשלושה מסלולים.

### בית הספר העל-יסודי: חטיבת ביניים + תיכון

אחרי סיום בית הספר היסודי בוחרים התלמידים במסלול להמשך לימודיהם. בשנתיים-שלוש הראשונות של הלימודים העל-יסודיים לומדים תלמידים בעלי יכולות דומות יחד, אם כי חלק מבתי הספר מציעים מסלולי חט"ב הטרוגניים בשנתיים הראשונות על מנת לתת לתלמידים אפשרות לדחות את ההחלטה על בחירת המסלול המתאים. אחרי שנתיים או 3 שנים בחינוך העל-יסודי כל התלמידים מחויבים לבחור באחד מהמסלולים הבאים:

- המסלול העל-יסודי טרום-מקצועי (VMBO): מסלול זה נמשך שנתיים בהמשך ללימודי חט"ב הבסיסיים (סה"כ 4 שנים – שנתיים חט"ב ושנתיים תיכון) ומציע 4 תוכניות התמחות - לימודים מקצועיים בסיסיים, לימודי הכנה למסלול מקצועות הניהול, לימודים משולבים מקצועיים ותאורטיים, ולימודים תאורטיים. אחרי סיום שנתיים של לימודים התלמידים יכולים להמשיך ללימודים המקצועיים, או אם הם למדו בתוכנית המשולבת או התאורטית, הם יכולים להשתלב במסלול התיכוני הרגיל (HAVO) שמפורט להלן:
- המסלול התיכוני העיוני (HAVO): מסלול זה נמשך 3 שנים בהמשך ללימודי חט"ב הבסיסיים (סה"כ 5 שנים), וגם הוא מציע 4 תוכניות התמחות - מדע וטכנולוגיה, מדע ובריאות, תרבות וחברה, כלכלה וחברה. עם סיום המסלול התלמידים יכולים להשתלב בלימודים מקצועיים גבוהים או במסלול הטרם-אוניברסיטאי (VWO) שמפורט להלן:
- המסלול הטרם-אוניברסיטאי (VWO): נמשך 4 שנים בהמשך ללימודי חט"ב הבסיסיים (סה"כ 6 שנים), ומציע תוכניות התמחות דומות לאלו שמציע המסלול התיכוני, עם הכנה ללימודי מחקר אוניברסיטאיים. בסיום המסלול התלמידים יכולים להמשיך לתואר ראשון באוניברסיטה או ללימודים מקצועיים גבוהים.

לימודי מתמטיקה הם חובה בכל אחד מהמסלולים פרט לתוכנית המקצועית מעשית (בסיסית) של מסלול VMBO.

תלמידים שאינם צפויים לגשת למבחני הסיום של הלימודים העל-יסודיים, אך יכולות הלימוד שלהם עולות על יכולות המצופות מתלמידים בחינוך מיוחד, נכנסים לרוב לתוכניות עבודה מעשית (PRO). תוכניות אלה מכינות את התלמידים להשתלבות ישירה בשוק העבודה.

### תוכנית הלימודים

תוכנית הלימודים במתמטיקה בשנתיים הראשונות של החינוך העל-יסודי (המקבילות לחט"ב) כוללת 9 יעדים עיקריים. המיומנויות שהתלמידים מצופים ללמוד עד סוף חט"ב הן:

- להשתמש בשפה מתמטית המתאימה לארגון חשיבה מתמטית, לדעת להסביר ולהבין הסברים בהקשרים מתמטיים.
- לזהות הזדמנויות המתאימות לשימוש במתמטיקה לפתרון בעיות ולהשתמש בה במצבים מעשיים, הן לבד והן בשיתוף פעולה עם אחרים.
- לבסס טיעון מתמטי ולהבדיל אותו מדעה, ללמוד להציג ולקבל ביקורת מתמטית ולתת כבוד לדרכי חשיבה אחרות מאלו שלהם.
- להכיר את המבנה של מערכות מספרים חיוביים ושליליים, מספרים עשרוניים, שברים, אחוזים, פרופורציות ואת הקשרים ביניהם, וללמוד לעבוד עם מערכות אלה בצורה משמעותית במצבים מעשיים.

- לבצע חישובים מדויקים, לדעת לאמוד סדר גודל, ולהציג הבנה של דיוק, סדר גודל ומרווח טעות המתאימים למצב נתון.
  - לבצע מדידות, לזהות את המבנה ואת הקשרים של השיטה העשרונית, ולהשתמש בחישובים הכוללים מדידות ביישומים שכיחים.
  - להשתמש בסימונים לא רשמיים, בייצוגים סכמטיים, בטבלאות, בתרשימים ובנוסחאות כדי להבין קשרים בין כמויות ובין משתנים.
  - לעבוד עם צורות דו- ותלת-מימדיות ועם אובייקטים אמיתיים, ליצור ולפרש ייצוגים של אובייקטים אלה, ולחשב ולהסיק מסקנות באמצעות המאפיינים שלהם.
  - ללמוד לתאר, לסדר ולהציג נתונים באופן שיטתי, ולהתייחס לנתונים, לייצוגים ולמסקנות באופן ביקורתי.
- בתיכון הדגש מושם על הכנה למבחני הסיום.

### התוכנית החדשה (2015) לתיכונים העיוניים והטרומ-אוניברסיטאיים

#### המסלול התיכוני העיוני (HAVO):

- מתמטיקה A ל-HAVO - סה"כ 320 שעות: יחסים אלגבריים, שינויים, סטטיסטיקה והסתברות, נושא לפי בחירת בית הספר.
- מתמטיקה B ל-HAVO - סה"כ 360 שעות: פונקציות, גרפים ומשוואות, חישובים גאומטריים, אנליזה.
- מתמטיקה C לא קיים ב-HAVO.
- מתמטיקה D ל-HAVO - סה"כ 320 שעות: סטטיסטיקה והסתברות - תאוריה, אנליזה, גאומטריה של המרחב, מתמטיקה בתחום הטכנולוגי, נושא לבחירת בית הספר.

#### המסלול הטרומ-אוניברסיטאי (VWO):

- מתמטיקה A ל-VWO - סה"כ 520 שעות: יחסים אלגבריים, שינויים, סטטיסטיקה והסתברות, נושא לפי בחירת בית הספר.
- מתמטיקה B ל-VWO - סה"כ 600 שעות: נוסחאות, פונקציות וגרפים, חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי, פונקציות טריגונומטריות, גאומטריה, נושא לפי בחירת בית הספר.
- מתמטיקה C ל-VWO - סה"כ 480 שעות: יחסים אלגבריים, שינויים, סטטיסטיקה והסתברות, תורת ההיגיון, צורה ומרחב, נושא לבחירת בית הספר.
- מתמטיקה D ל-VWO - סה"כ 440 שעות: סטטיסטיקה והסתברות - תאוריה, מערכות דינמיות, גאומטריה, מספרים מרוכבים, מתמטיקה בתחום המדעים, נושא לבחירת בית הספר.

#### המסלול העל-יסודי טרומ-מקצועי (VMBO):

בתיכוני VMBO הדגש הוא על הצד המעשי שבמתמטיקה.

הנושאים העיקריים הנלמדים בתיכונים אלו הם:

הכוונה ללמידה ולעבודה, מיומנויות מתמטיות בסיסיות, כישורים הדרושים ללמידה מתמטית, חיבורים אלגבריים, חישוב ואומדן, גאומטריה, עיבוד מידע, סטטיסטיקה, פעילויות מתמטיות משולבות, דרישות נוספות והעשרה, עיבוד נתונים ואופן הגשתם. כל אחת מהמגמות מתעמקת במידה שונה בנושאים הנ"ל.

### מבחנים ארציים

- בסוף יסודי - מבחן CITO. מבחן זה בודק בעיקר כישורים, ופחות ידע.
- בסוף בית הספר התיכון מתקיימת הבחינה הארצית. היא מורכבת משאלות פתוחות ומשאלות ברירה מרובה. בחינה זו מקבילה לבחינת הבגרות בישראל מבחינת חשיבותה והשימוש שנעשה בה, וציוניה דרושים לתלמידים המתכננים להמשיך בלימודיהם. הציון הסופי משוקלל לפי הציון בבחינת הגמר וביצועי התלמיד במבחן הפנימי של בית הספר, שאושר על-ידי הפיקוח – 50% לבחינת הגמר ו-50% למבחן הפנימי.

## יזמות קידום ומצינות

בשנים האחרונות גבר העניין של קובעי המדיניות בהולנד בתלמידים בעלי הישגים גבוהים. מספר מוסדות חינוך ובתי ספר קיבלו תמיכה כספית לתוכניות המיועדות לשיפור החינוך לתלמידים מוכשרים או לעידוד מצינות בקרב התלמידים. אתר האינטרנט [www.talentstimuleren.nl](http://www.talentstimuleren.nl), שהוקם על-ידי משרד החינוך התרבות והמדע, הוא פלטפורמה שבה בתי ספר, מורים, הורים, סטודנטים, מומחים וקובעי מדיניות יכולים למצוא ולשתף מידע בנושא מצינות ועידוד למצינות בכל שכבות הגיל. האתר כולל קישורים לתוכניות וחומרי לימוד.

דוגמאות למיזמים כאלה:

- מרכז הכישרונות הלאומי של הולנד ( NTCN - The National Talent Center of the Netherlands ), שיתוף פעולה בין כמה גורמים, שם לו למטרה לסייע להתפתחות המיטבית של אנשים מוכשרים ומחוננים מכל שכבות הגיל. המרכז חולק מידע באמצעות הפלטפורמה האינטראקטיבית [talentstimulating.nl](http://talentstimulating.nl) ובאמצעות ארגון אירועים מגוונים (כנסים, סדנאות, e-learning, הכשרות מיוחדת, ועוד).
- Platform Bèta Techniek היא יוזמה שנועדה לעודד תלמידים להמשיך בקריירה טכנית או מדעית. היא הוקמה כשיתוף פעולה בין בתי ספר, אוניברסיטאות, עסקים, משרדי ממשלה, עיריות ומועצות מקומיות. החזון של התוכנית הוא ש-40% מכלל התלמידים (בחינוך הכללי ובחינוך המקצועי) יקבלו תעודה בדגש טכני או מדעי. היוזמה נועדה להעלות מוטיבציה אצל תלמידים בכל שכבות הגיל.

## השכלת המורים

מורים בבתי הספר העל-יסודיים הם מורים מקצועיים. רובם בעלי תואר ממכללות להוראה לחינוך העל-יסודי עם התמחות בהוראת מקצוע אחד ובהוראה כללית. בוגרי התואר הראשון ממכללה להכשרת מורים מוסמכים ללמד ברמה של חט"ב בכל המסלולים, ובתיכון הטרומ-מקצועי והמקצועי. מורים המוסמכים ללמד בכל התיכונים הם לרוב בעלי תואר שני אוניברסיטאי במקצוע שאותו הם מלמדים (למשל, מתמטיקה), ולעתים גם תואר בחינוך בנוסף לכך. המורים נדרשים להתמיד בהתפתחותם המקצועית: מגוון קורסים ופעילויות מקצועיות במוסדות שונים, כמו גם סדנאות וכנסים, זמינים למורים המעוניינים בכך. כמו כן, עומדים לרשותם כתבי עת דיגיטליים רבים, מגזינים ועלוני מידע מקצועיים.

### מבנה מערכת החינוך

מערכת החינוך בניו זילנד כוללת חינוך חנם חובה מגיל 6 עד גיל 16, אך בפועל רוב התלמידים לומדים 13 שנים במערכת החינוך – מגיל 5 עד גיל 18. חלוקת שנות הלימודים דומה למקובל בישראל: החינוך העל-יסודי מתחיל אחרי 6 או 8 שנות חינוך יסודי, אך ההבדל במבנה אינו משפיע על תוכניות הלימודים. בדומה לישראל, הלימודים העל-יסודיים אינם מחולקים לבתי ספר מקצועיים או עיוניים אלא מציעים לתלמידים ללמוד מגוון נושאים עיוניים וישומיים. בחינוך היסודי ועד סוף הכיתה השמינית יש דגש מיוחד על אוריינות שפתית ומתמטית. בניו זילנד קיימות שתי מערכות חינוך: בתי ספר שמלמדים באנגלית ובתי ספר מאורים (ילידיים). לשתי מערכות החינוך תוכניות לימוד נפרדות, אך מבחינת חומר הלימוד במתמטיקה ובסטטיסטיקה התוכניות דומות זו לזו.

בתי הספר נהנים מחופש ביישום תוכנית הלימודים שמפורסמת על ידי משרד החינוך, ומצופים להתאים את תוכנית הלימודים לצרכים ולרמה של התלמידים. לבתי הספר יש גמישות גם בשיטות ההערכה והמערכת מעודדת בתי ספר לגוון את שיטות ההערכה. תוכנית הלימודים בניו זילנד מחולקת לרמות (levels 1-8), כאשר רמות 5-8 מקבילות לשנים של חטיבת הביניים והתיכון. קיימת חפיפה בין הרמות השונות שמאפשרת לבתי הספר גמישות בהוראה.

### תוכנית הלימודים במתמטיקה

מטרת תוכנית הלימודים במתמטיקה לפתח חשיבה אנליטית, לוגית, ביקורתית, אסטרטגית ויצירתית ולהקנות לתלמידים כלים של הערכה, השערה, הסקת מסקנות, ניתוח תוצאות במגוון יישומים בחיי היומיום, בתחומי ידע אחרים ובעולם העבודה. תוכנית הלימודים מורכבת, כבר מהחינוך היסודי, משני דגשים: מתמטיקה וסטטיסטיקה שנלמדים כשני נושאים מקבילים וקשורים הדדית המחולקים לשלושה נושאים: חשבון ואלגברה, מדידה וגאומטריה, וסטטיסטיקה. הנושאים השונים חוזרים על עצמם ברמת קושי ומורכבות שעולה משנה לשנה.<sup>3</sup>

תוכנית הלימודים בניו זילנד שונה מתוכנית הלימודים במדינות אחרות בכך שהיא כוללת לימודי סטטיסטיקה כמקצוע נפרד לאורך כל שנות הלימוד, מכיתה א' ועד סיום התיכון. לימודי הסטטיסטיקה מורכבים משלושה חלקים – חקירה סטטיסטית, אוריינות סטטיסטית והסתברות – החוזרים על עצמם כל שנה בהתאם לגיל ולרמה של התלמידים. בסוף התיכון התלמידים אמורים לשלוט בסטטיסטיקה ברמה המקבילה פחות או יותר לנלמד בתואר ראשון בישראל, ובכלל זה: ידיעת שיטות סטטיסטיות, ביצוע ניסויים תוך שימוש במערכי מחקר מתאימים, בדיקת השערות, הסקה סטטיסטית, הבנה והערכה ביקורתית של ממצאים ודיווחים סטטיסטיים ומחקריים מסוגים שונים.

### הערכת הישגים

בחיות הבגרות (National Certificate of Educational Achievement - NCEA) נכתבות על ידי הגוף המרכזי להערכה (New Zealand Qualifications Authority - NZQA). הבחינות נערכות באופן מדורג בשלוש השנים האחרונות ללימודים וכוללות בכל שנה 80 נקודות זכות שמתוכן לפחות 10 בחשיבה כמותית.<sup>4</sup> הבחינה במתמטיקה נקראת Mathematics Common Assessment Task (MCAT) ובשנים האחרונות נשמעו ביקורות שמדובר בבחינה קשה מדי.

### עידוד לימודי מתמטיקה

משום שלבתי ספר יש אוטונומיה רבה, רוב התוכניות לעידוד לימודי מתמטיקה הן תוכניות מקומיות. עם זאת, מרבית התוכניות פעלו בעיקר בבתי ספר יסודיים (ולא בחטיבות ותיכונים) ובדגש על תלמידים חלשים.

<sup>3</sup> לפירוט לגבי תוכנית הלימודים במתמטיקה וסטטיסטיקה בכל שלב ראו: <http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Mathematics-and-statistics/Achievement-objectives>

<sup>4</sup> בחינה לדוגמה משנת 2016:

<http://www.mathscentre.co.nz/html/blobLog.php?id=641759&name=&email=&attach=true>

## השכלת המורים

ככלל, הכשרת מורים בניו-זילנד כוללת תואר ראשון (בכל תחום שהוא) ותעודת הוראה, ונמצאת תחת רגולציה של המועצה להשכלה (Education Council of Aotearoa New Zealand). מורים למתמטיקה בחינוך העל-יסודי מצופים להשלים מסלול לימודים על-תיכוני במתמטיקה. בשנים האחרונות קיים מחסור מחמור במורים למתמטיקה לחינוך העל-יסודי. כחלק מהפיקוח המקצועי על מורים, מורים נדרשים לעבור השתלמויות מקצועיות. החל משנת 2013 נקבעה המתמטיקה כאחד התחומים המועדפים להשתלמויות מורים (יחד עם מדעים, קריאה כתיבה ואוריינות דיגיטלית).

### מבנה מערכת החינוך

מערכת החינוך באוסטרליה שואפת להכיל מורים איכותיים, תוכנית לימודים מגוונת, הטרוגניות של תלמידים מרקעים שונים וחללי למידה אשר בנויים בכדי לעזור לכל תלמיד למצות את יכולותיו.

החינוך הוא חובה לילדים מגיל 6 עד גיל 17 (11 שנים) אך בפועל התלמידים נמצאים במערכת החינוך במשך 13 שנים.

בית ספר היסודי (Primary) הוא מגיל 5 עד גיל 12 והכיתות מחולקות למכינה (prep) ושנים 1-6.

בית הספר התיכון וחטיבת הביניים הם בית ספר אחד (Secondary) מגיל 12 ועד גיל 20 והכיתות מחולקות לשנים 7-12. חלק מבתי הספר הם רק יסודיים, חלקם תיכוניים וחלקם הם משנת המכינה ועד שנה 12.

### תוכנית הלימודים

תוכנית הלימודים בבתי הספר בוויקטוריה מותאמת לתוכנית הלימודים האוסטרלית. יש תוכנית לימודים אחת לשנת המכינה (גיל 5) עד שנה 10 (גיל 17) - AusVELS (The Australian Curriculum through the Victorian Essential Learning Standards) – ותוכנית לימודים אחרת לשנים 11 ו-12 (גיל 18-20) - Victorian Certificate of Education. כל בתי הספר מציעים גם תכניות נוספות ומגוונות מחוץ לתוכנית הלימודים. מנהל בית הספר הוא האחראי על התוכנית החינוכית בבית הספר.

תוכנית הלימודים האוסטרלית F-10 בנויה כרצף על פני רמות של הישגי למידה (ולא שנות בית ספר), כך שמתאפשר פיתוח תוכניות למידה ממוקדות לכלל התלמידים, ותוכנית הלימודים משמשת לתכנון ביחס לרמת הלמידה בפועל של כל תלמיד, ולא לרמת הלמידה הנמדדת שלהם על פי גיל. כל תחום לימודים כולל הסברים לגבי תוכן הלימודים ותיאור הסטנדרטים הישגיים המתארים מה על התלמידים להיות מסוגלים להבין ולעשות. במתמטיקה הסטנדרטים עבור הישגים ניתנים ב 11 רמות.

בתוכנית יש חלוקה לשלושה שלבים: שלב בסיס (שנת מכינה עד שנה 2), שלב העומק (שנים 3-8) בו לתלמידים יש הזדמנות לעסוק באופן מלא בכל תחומי הלמידה והיכולות (תוך התמקדות באנגלית, במתמטיקה ובמדעים), ושלב המסלול (שנים 9-10) בו התלמידים רוכשים השכלה רחבה יותר ומתחילים לתכנן את תוכנית הלימודים המשנית הבוגרת שלהם (שנים 11 ו-12 והשכלה גבוהה).

תוכנית הלימודים בבתי הספר בוויקטוריה, על פי מטרתה המוצהרת, נועדה לספק לתלמידים בסיס להצלחה. היא גמישה ורחבה ומעודדת פיתוח חשיבה עצמאית, כישורי חיים, חשיבה לגבי העתיד וביטחון ביכולת ההתמודדות עם העתיד. יישום התוכנית על ידי המורים בכיתות נעשה באופן המתאים לסגנונות למידה שונים (הוראה ממוקדת בתלמיד).

תוכנית הלימודים בוויקטוריה תואמת למבנה שנות הלימוד באוסטרליה ומבוססת רמות למידה, כלומר התקדמות התלמיד היא על סמך ההתקדמות שלו בחומר ונושאי הלימוד.

### שנת המכינה עד שנה 10:

תוכנית הלימודים מחולקת ל-17 תחומים כאשר ישנם שלושה תחומי ליבה:

- למידה פיזית, אישית וחברתית – בלמידה זו התלמידים לומדים על עצמם ומיקומם בחברה, לקיחת אחריות על רווחתם הפיזית ועל הלמידה שלהם, פיתוח מיומנויות בינאישיות וחברתיות, אזרחות בהקשרים מקומיים, לאומיים וגלובליים.
- למידה מבוססת דיסציפלינה – למידה זו כוללת אומנויות, מדעי הרוח (כלכלה, גיאוגרפיה, היסטוריה, אנגלית ושפות שאינן אנגלית), מתמטיקה ומדע.
- למידה בין-תחומית – למידה זו כוללת תקשורת, עיצוב, יצירתיות וטכנולוגיה, טכנולוגיית מידע ותקשורת (ICT) ותהליכי חשיבה.

כל תחום כולל מגוון תתי תחומים והרחבות שונות.

## תוכנית הלימודים במתמטיקה – מכינה עד שנה 10:

תוכנית הלימודים במתמטיקה מתחלקת ל-16 רמות ולתחומים שונים (כגון: אלגברה, גאומטריה, סטטיסטיקה והסתברות), כאשר בכל רמה המיומנויות הנדרשות משתנות ועולות בכל תחום, כמו גם ההישגים הנדרשים.

תוכנית הלימודים במתמטיקה נועדה להבטיח שהתלמידים:

- יפתחו מיומנויות מתמטיות ומספריות שתהיינה שימושיות בחיי היומיום, בעבודה וכאזרחים פעילים ביקורתיים בעולם טכנולוגי.
- יראו קשרים ויוכלו ליישם מושגים מתמטיים, מיומנויות ותהליכים כדי להציב ולפתור בעיות במתמטיקה ובדיסציפלינות והקשרים אחרים.
- ירכשו ידע וכישורים מתמטיים לצורך למידה מתקדמת במתמטיקה.
- יעריכו את המתמטיקה כדיסציפלינה - ההיסטוריה, הרעיונות, הבעיות והיישומים, האסתטיקה והפילוסופיה.

תוכנית הלימודים מאורגנת בשלושה תחומים עיקריים - מספר ואלגברה, מדידה וגיאומטריה, סטטיסטיקה והסתברות. לכל תחום פירוט של תתי תחומים שמטרתם לתת מיקוד ובהירות לגבי רצף ההתקדמות של התפתחות מושגים ומיומנויות בתחום ספציפי ובין רמות שונות באותו התחום.

תחת תחום המספר והאלגברה ניתן למצוא תתי תחומים כגון: מספר וערך, שברים פשוטים ועשרוניים, מספרים אמיתיים, כסף ומתמטיקה פיננסית, תבניות ואלגברה, יחסים לינאריים ולא לינאריים.

בתחום המדידה והאלגברה קיימים תתי התחומים: שימוש ביחידות מידה, צורה, הנמקה/חשיבה גיאומטרית, מיקום וטרנספורמציה, פיתגורס וטריגונומטריה.

בתחום הסטטיסטיקה והסתברות תתי התחומים הם סיכוי וייצוג נתונים ופרשנות.

## תוכנית הלימודים בשנים 11-12:

בשנים אלו מקצוע החובה היחיד הוא אנגלית ושאר המקצועות נתונים לבחירת התלמיד. ישנם מעל 90 נושאים אשר מחולקים ל-9 תחומי למידה מרכזיים. מתמטיקה היא אחד מהתחומים המרכזיים, וכלולים בו חמישה נושאים.

רשימה מלאה של הנושאים ופירוט שלהם ניתן למצוא באתר האינטרנט, בקישור הבא:

<https://www.vcaa.vic.edu.au/Pages/vce/index.aspx?Redirect=1>

## הערכת הישגים

באוסטרליה קיימת מערכת קוהרנטית להערכת הלמידה של התלמידים בהתאם למטרות לאומיות. הערכת התלמידים נעשית בשילוב של תוכנית ההערכה הלאומית - אוריינות ומתמטיקה (NAPLAN - National Assessment Program – Literacy and Numeracy) המכוונת על ידי מועצת החינוך, והערכות המבוססות על הערכות המורים.

הרשות ללימודים אסטרטגיים, הערכה ודיווח של אוסטרליה (The Australian - ACARA - Curriculum, Assessment and Reporting Authority) היא הרשות הסטטוטורית העצמאית האחראית על הניהול הכולל של תוכנית ההערכה הלאומית האוסטרלית, בשיתוף עם נציגים מכל המדינות והטריטוריות כמו גם בתי הספר הלא-ממשלתיים.

תוכנית ההערכה הלאומית (NAPLAN) מתבצעת פעם בשנה עבור כלל התלמידים בשנים 3, 5, 7 ו-9. נבדקות מיומנויות בקריאה, כתיבה, איות, דקדוק ופיסוק, ומתמטיקה.

בנוסף להערכה הלאומית, ההערכה משמשת את המורים בכדי להבין כיצד ומה תלמידיהם לומדים כמו גם את התלמידים להבנת הדרך בה הם לומדים ולצורך פיתוח מיומנויותיהם האנליטיות. מטרת הערכת התלמידים בוויקטוריה היא בין השאר לעודד מצוינות ומוטיבציה על ידי הכרות התלמידים עם הערכתם תוך הצבת מטרות והדרך להשיגן. ההערכה מתמקדת בהכנת התלמידים לחברה, לתעסוקה וללמידה לאורך החיים. נעשה שימוש מאוזן בשיטות

שמטרתן לבנות ולפתח את הידע והמיומנויות של התלמידים. ההערכה נערכת לאורך שנת הלימודים ואינה מוגבלת רק לבחינות ומבחנים.

בתי הספר בוויקטוריה מעניקים תעודה (Victorian Certificate of Education - VCE) אשר מכילה הערכה מבוססת תוצאות ומתארת מה על התלמיד לדעת ומה עליו להיות מסוגל לעשות בכדי להשלים יחידה מסוימת. בתעודה ישנם שני סוגים של הערכה: בחינות חיצוניות ומשימות בית ספריות. כאשר בתי הספר מגדירים משימות הערכה לצורך בדיקת ההתקדמות לאורך השנה. כאשר ישנם שני סוגים של הערכה בתעודה: משימות בית ספריות ובחינות חיצוניות.

תעודה נוספת המוענקת בסוף השנה ה-12 היא תעודת "דירוג" בעבור שנים 11 ו-12 (Australian Tertiary Admission Rank - ATAR), ובה התלמיד מקבל ציון מתוך 50 בעבור כל יחידה. ציון זה משקף את טיב ביצועי התלמיד ביחס לכל התלמידים שעשו את אותה יחידה/אותו נושא באותה השנה. הציונים משמשים לקביעת הדירוג המשמש את האוניברסיטאות כאשר הציון, הנושא הנלמד והעדפות התלמיד הם שיקבעו איזה תואר יש באפשרותו ללמוד ובאיזו אוניברסיטה. בנוסף, ישנם פרסים שונים לסטודנטים בעבור הצטיינות בלימודים.

### השכלת המורים

על המורים בוויקטוריה להיות בעלי תואר ראשון (לימודים של 4 שנים) ממוסד להשכלה גבוהה. על הלימודים לכלול קורס הוראה (Initial Teacher Education courses - ITE) אשר מתמקד בדרך כלל בהכשרה להוראה לבי"ס יסודי או חטיבה ותיכון (או גם וגם).

ישנן שלוש דרכים להסמכה להוראה: למידת תואר ראשון בחינוך (4 שנים תואר בהוראה), למידת תואר כפול - שני תארים בו-זמנית אשר אחד מהם הוא תואר מאושר בחינוך, או למידת תואר ראשון כלשהו כגון מדעים, ואז לימודי הוראה במשך שנתיים.



### ישראל:

[OECD – Education GPS - Israel](#)

[timss encyclopedia Israel](#)

[http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut\\_Pedagoqit/Matematika/ChativatBeinayim/](http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Mazkirut_Pedagoqit/Matematika/ChativatBeinayim/)

<http://cms.education.gov.il/NR/ronlyres/250994BE-7DA2-4D2E-BA14-414142168C43/187243/mavo.pdf>

### פינלנד:

[OECD – Education GPS](#)

[timss encyclopedia Finland](#)

<https://www.oph.fi/>

<https://www.edu.fi/perusopetus/matematiikka>

<https://www.luma.fi/keskus/>

R. L. Seaberg, Mathematics lessons from Finland and Sweden, Mathematics Teacher, Vol. 108, No. 8, April 2015

<http://ksyk.fi/lukio/opiskelijalle/lukion-kurssit/>

### קנדה:

[OECD – Education GPS - Canada](#)

[timss encyclopedia Canada](#)

<https://www.ontario.ca/page/ministry-education>

<http://www.eqao.com/en>

<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/math.html>

<http://www.oame.on.ca/main/index1.php?code=principles>

### שווייץ:

<https://swisseducation.educa.ch/en/lower-secondary-education>

<https://swisseducation.educa.ch/en/upper-secondary-level-0>

<http://www.fr.ch/osso/fr/pub/12-15 ans cycle 3/types de classe.htm>

<https://pisa.educa.ch>

[https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/switzerland\\_en](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/switzerland_en)

<http://www.edk.ch/dyn/11553.php>

[https://www.fr.ch/osso/files/pdf87/fr\\_brochure\\_co.pdf](https://www.fr.ch/osso/files/pdf87/fr_brochure_co.pdf)

[https://edudoc.ch/record/96783/files/grundkomp\\_math\\_f.pdf](https://edudoc.ch/record/96783/files/grundkomp_math_f.pdf)

<http://www.plandetudes.ch/web/guest/mathematiques>

[http://www.fr.ch/osso/files/pdf87/fr\\_grille\\_horaire\\_c3.pdf](http://www.fr.ch/osso/files/pdf87/fr_grille_horaire_c3.pdf)

### אנגליה:

<https://www.atm.org.uk/write/MediaUploads/Consultations/ATM-Conference-DfE-Presentation-2013-03-27.pdf>

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/381754/SECONDARY\\_national\\_curriculum.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/381754/SECONDARY_national_curriculum.pdf)

<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-mathematics-programmes-of-study#key-stage-3>

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/254441/GCSE mathematics subject content and assessment objectives.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/254441/GCSE_mathematics_subject_content_and_assessment_objectives.pdf)

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/712450/Report - summer 2018 exam entries GCSEs Level 1 2 AS and A levels.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/712450/Report_-_summer_2018_exam_entries_GCSEs_Level_1_2_AS_and_A_levels.pdf)

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/729885/functional-skills-mathematics-conditions-and-requirements.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/729885/functional-skills-mathematics-conditions-and-requirements.pdf)

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/516949/GCE AS and A level subject content for mathematics with appendices.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/516949/GCE_AS_and_A_level_subject_content_for_mathematics_with_appendices.pdf)

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/516950/GCE AS and A level subject content for further mathematics with appendices.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/516950/GCE_AS_and_A_level_subject_content_for_further_mathematics_with_appendices.pdf)

### **סינגפור:**

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/countries/singapore/>

[https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/mathematics-syllabus-sec-1-to-4-express-n\(a\)-course.pdf](https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/mathematics-syllabus-sec-1-to-4-express-n(a)-course.pdf)

### **אירלנד:**

<http://timss2015.org/encyclopedia/countries/ireland/>

<https://www.ncca.ie/en/>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Education\\_in\\_the\\_Republic\\_of\\_Ireland](https://en.wikipedia.org/wiki/Education_in_the_Republic_of_Ireland)

<https://www.examinations.ie/index.php?l=en&mc=ex&sc=he>

<https://www.projectmaths.ie/>

<http://euclid.ucc.ie/MATHENR/index.html>

<http://sfi.ie/>

### **הולנד:**

<http://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm054a4.pdf>

<http://gpseducation.oecd.org>

<https://www.futureschool.com/netherlands-curriculum/>

<http://ncee.org/what-we-do/center-on-international-education-benchmarking/top-performing-countries/netherlands-overview/netherlands-instructional-systems/>

<https://staff.science.uva.nl/j.vandecraats/Mainz15042010.pdf>

<https://www.onderwijsraad.nl/upload/documents/publicaties/volledig/apsnotitie-wiskunde-bovenbouw-hv.pdf>

### **ניו זילנד:**

<http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/countries/new-zealand/>

<http://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/#collapsible14>

<https://www.nzqa.govt.nz>

<http://www.mathscentre.co.nz/html/blobLog.php?id=641759&name=&email=&attach=true>

[https://www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c\\_id=1&objectid=11712312](https://www.nzherald.co.nz/nz/news/article.cfm?c_id=1&objectid=11712312)

<http://services.education.govt.nz/pld/news/a-first-look-at-how-the-new-pld-system-will-work/>

## אוטרליה:

<https://www.study.vic.gov.au/en/study-in-victoria/victoria's-school-system/Pages/curriculum-and-assessment.aspx>

<https://www.study.vic.gov.au/en/study-in-victoria/victoria's-school-system/Pages/default.aspx>

<http://victoriancurriculum.vcaa.vic.edu.au/mathematics/curriculum/f-10>

<http://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?plotter=h5&primaryCountry=AUS&treshold=10&topic=EO>

<https://www.study.vic.gov.au/en/study-in-victoria/victoria's-school-system/Pages/curriculum-and-assessment.aspx>

<https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/profdev/careers/Pages/qualifying.aspx>

<https://www.vcaa.vic.edu.au/Pages/vce/index.aspx?Redirect=1>

[http://www.oecd.org/education/EDUCATION%20POLICY%20OUTLOOK%20AUSTRALIA\\_EN.pdf](http://www.oecd.org/education/EDUCATION%20POLICY%20OUTLOOK%20AUSTRALIA_EN.pdf)

<https://www.aamt.edu.au/>

<http://www.nap.edu.au/about>

<https://www.aitsl.edu.au/teach/standards>