



דו"ח מחקר בנושא: בדיקת יישום מיומנויות של המאה ה-21 המקדמות מצוינות ב-STEM במערכות חינוך מתקדמות במדינות בעולם

אוגוסט 2020

דו"ח המחקר מוגש ליוזמת "פ"5 על-ידי:

ד"ר אלי איזנברג - עמית מחקר בכיר

איילת רווה - מידענית ועוזרת מחקר



מוסד שמואל נאמן
למחקר מדיניות לאומית

עריכת לשון - תמר אדלשטיין זקבך



תוכן העניינים

4	תקציר מנהלים
7	מבוא
7	1.1 מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM
9	1.2 שאלות המחקר
9	אוכלוסיית המחקר
9	1.3 מקורות מידע וידע למחקר
10	אסטוניה
10	רקע
10	מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן
11	יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
11	מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות
13	פינלנד
13	רקע
14	מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן
14	יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
15	מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות
16	סינגפור
16	רקע
16	מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן
17	יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
18	מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות



תוכן העניינים - המשך

19	הולנד
19	רקע
19	מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן
20	יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
21	מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות
22	אונטריו - קנדה
22	רקע
22	מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן
23	יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
24	מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות
25	ממצאים, מסקנות ותובנות על גורמים התורמים ליישום מיומנויות המאה ה-21
25	מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM
26	תהליך גיבוש המיומנויות והמשתתפים בו
26	יישום אפקטיבי של מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים
27	הערכה ומדידה התורמות ליישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM
28	גורמים נוספים העשויים לתרום ליישום המיומנויות
29	נספח
29	התייחסויות ותפיסות שעלו בראיונות עם מומחים ואנשי אקדמיה מישראל ומהעולם
31	מקורות



תקציר מנהלים

המאה ה-21 מתאפיינת בשינויים מהירים בתחומים רבים של החיים: גלובליזציה, הגירה, התפתחות טכנולוגית ותקשורתית, שינויים בידע, במידע, ובמאפייני שוק העבודה. מיומנויות המאה ה-21 מגדירות את הכישורים ואת יכולות הלמידה שמערכות החינוך מעוניינות להקנות לבוגריהן, על מנת לעודד השתלבות מיטבית בחברה ובעולם התעסוקה. המיומנויות החדשות הכרחיות לצורך עמידה בדרישות המשתנות של שוק העבודה והחברה, כפי שמדגימה ביתר שאת תקופה זו של אי ודאות בשל מגפת הקורונה והעתיד (הלא ברור) שמעבר לה.

לבקשת יוזמת 2015, התמקדנו במחקר זה במיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM: Science, Technology, Engineering & Mathematics:

1. עבודת צוות, שיתוף פעולה ושותפות, תקשורת בין אישית
2. למידה עצמית, למידה לאורך החיים
3. פתרון בעיות מורכבות, חשיבה ביקורתית
4. יזמות, חדשנות, יצירתיות
5. גמישות מחשבתית ורגשית, כושר הסתגלות מהיר, חוסן נפשי
6. מודעות בין תרבותית, כשירות גלובאלית, הכלת השונה
7. לקיחת אחריות וקבלת החלטות, מודעות אתית ומוסרית

מיומנויות אלו מוגדרות כמיומנויות משמעותיות במאמרים, דוחות מחקר, אתרים, ספרים, כנסים ועל-ידי רוב רובם של החוקרים והעוסקים בתחום בארץ ובעולם. אולם, מעבר למספר מצומצם של "איי מצוינות", מיומנויות אלה אינן מוטמעות במערכת החינוך של מדינת ישראל. לאור זאת נתבקשנו לבדוק מהם הגורמים התורמים ליישום מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM (להלן: מיומנויות המקדמות מצוינות ב-STEM) במערכות חינוך מתקדמות בעולם. בחרנו לחקור זאת במערכת העל-יסודית, בדגש על בתי-הספר התיכוניים, בחמש מדינות: אסטוניה, פינלנד, סינגפור, הולנד ומחוז אונטריו בקנדה.

שאלות המחקר הן:

1. האם וכיצד גובשו מיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM בהתאם לצרכי הכלכלה והחברה במדינות המחקר.
2. האם ועד כמה מיושמות מיומנויות אלו בתוכניות הלימודים הלאומיות.
3. האם ועד כמה מיושמות מיומנויות אלו בתהליכי ההערכה והמדידה של מערכת החינוך.

במסגרת המחקר נבחנו תהליכי הגיבוש וההחלטה על המיומנויות; תכני ושיטות ההוראה, הלמידה, ההתנסות וחומרי הלימוד כפי שהם מפורטים בתוכניות הלימודים; היבטים מרכזיים במערכת הבחינות הלאומיות לרבות גילאי הנבחנים, יעדי ושיטות ההערכה, מרכז ההערכה או ביזורה, פרסום והנגשת התוצאות לתלמידים, הורים, צוות חינוכי, מקבלי החלטות וקובעי מדיניות.



להלן המסקנות והתובנות המרכזיות שנמצאו במסגרת המחקר:

- המיומנויות לעיל הופיעו בניסוחים **זהים** או **דומים מאוד** למיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM. כפי שצוינו בתוכניות הלימודים, ההערכה והמדידה של מערכות החינוך המתקדמות של מדינות המחקר. בעת זו של מגפת הקורונה התחדדה חשיבותן של מיומנויות אלו **בכלל**, ושל המיומנויות של גמישות מחשבתית ורגשית, יזמות/חדשנות/יצירתיות, ושיתוף פעולה ושותפות **בפרט**, ויש הרואים בהן כמיומנויות הישרדותיות של ממש.
- קיימת הסכמה רחבה כי **תכנון ויישום של תהליך מובנה, שיטתי ומתמיד** תורם משמעותית ליישום המיומנויות במערכת החינוך. התהליך הכולל מיפוי זיהוי של המיומנויות, פיתוח תכנים וחומרי לימוד והוראה, גיבוש שיטות הוראה, למידה והתנסות, ופיתוח דרכי ההערכה ומדידה, נמשך **לפחות שלוש שנים**, **במחזוריות של שש עד עשר שנים**. התהליך צריך להיות **משתף ומשותף** לכלל בעלי העניין הרלבנטיים: קובעי מדיניות ומקבלי החלטות במשרד החינוך ובמשרדי ממשלה רלבנטיים אחרים, מנהלי בתי-ספר, מורים מובילים, הורים, תלמידים, אנשי תעשייה ומשק, ארגוני מורים, מנהלי אגפי חינוך ברשתות המקומיות, מומחים וחוקרים באקדמיה, אנשי אתיקה, מוסר ופילוסופיה בחינוך ואנשי ציבור.
- **צמצום הנושאים התוכניים של מקצועות ה-STEM בתוכניות הלימודים ושילוב המיומנויות בצמידות** לנושאי הלימוד הרלבנטיים, מסייעים בהטמעת המיומנויות וביישומן. **פיתוח, פרסום והנגשה** של חומרי לימוד, הוראה והתנסות מגוונים לאוכלוסיות שונות, וכן של דרכי הערכה ומדידה עם מחוונים מפורטים, מקדמים גם כן את הטמעת המיומנויות. לצד זאת הוענקה **אוטונומיה פדגוגית וניהולית** (דיפרנציאלית לבתי-הספר על פי הבשלות והמוכנות לקבל אחריות שכזו) לגורמי השטח ברשות המקומית, ברשת החינוך ובבתי-הספר עצמם. מתן אמון בצוותי ההוראה בבתי-הספר מחייב שקיפות מחד וסמכות מאידך, ועמידה ביעדים ובמדדים, שהוסכמו על-ידי גורמי משרד החינוך ומנהלי בתי-הספר. לרשות בתי-הספר **הועמדו הכלים, התקציב ואנשי המקצוע** (מורים מנהיגים ומובילים מבתי-ספר אחרים) הנדרשים לצורך הצלחת התהליך.
- ניסוח המיומנויות בתוכניות הלימודים הוא **במונחים התנהגותיים ביצועיים**, ומציין בצורה ברורה ובהירה את הנדרש מהתלמידים לבצע על מנת לשקף את רמת השליטה במיומנויות שרכשו. בנוסף, ניסוח של כלל מסמכי התוכנית ליישום מיומנויות המאה ה-21 (ניירות עמדה ומטה, תוכניות לימודים, חומרי וכלי לימוד והוראה, דרכי הערכה ומדידה ועוד) **בלשון פשוטה** ולא מליצית, הברורה, ממוקדת ומובנת למורה מן השורה ולכלל הציבור, מעלה את אמון הציבור במערכת החינוך ותמיכתו בה בהטמעת המיומנויות.
- בכל מערכות החינוך המתקדמות שנבדקו במחקר פותחו ויושמו **מקצועות לימוד בין-תחומיים** ורב-תחומיים כמו: קיימות, טכנולוגיה וחיים, בריאות וגלובליזציה. תחומי לימוד אלו מזמנים אפשרויות קלות וטבעיות יותר לשילוב מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתכנים, בשיטות ההוראה והלמידה, בסביבות ההתנסות, ובדרכי ההערכה המעצבת והמסכמת. כמו כן פותחו ויושמו **שיטות הוראה ולמידה חדשניות** כגון שיטת למידה מבוססת פרויקטים בסביבות makers ובשילוב האקטונים; הוראה, אימון וחונכות על-ידי מספר מורים למספר מקצועות (כמו מקצועות מדע וטכנולוגיה) **ביחד**; התייחסות של מורי מתמטיקה ומדעים ליישומים בתחומי החיים והטכנולוגיה, והתייחסות של מורי הטכנולוגיה לעקרונות המדעיים והמתמטיים ביישומים רלבנטיים לעולם התלמידים.
- הערכה ומדידה הן בעלות תפקיד משמעותי בעיצוב התנהגות ובכללה למידה. כיוון שתהליך ההערכה נעשה לשם הלמידה עצמה ולא רק לסיכום הלמידה, על ההערכה להתבצע **כחלק בלתי נפרד מתהליך**



הלמידה. במדינות המחקר שולבה **ההערכה התהליכית המעצבת** על-ידי המורים בבתי-הספר וגורמים חיצוניים (אנשי תעשייה וחברה, מפקחים ומדריכים, אנשי אקדמיה) **עם ההערכה המסכמת** של המבחנים הלאומיים והמבחנים הבין-לאומיים. **דרכי ההערכה הן מגוונות** (צפייה בתהליך הלמידה וההתנסות, ראיונות עם התלמידים, הצגה מנומקת ומבוססת נתונים אישית וקבוצתית, מבחנים עם שאלות פתוחות וסגורות ועוד), וכלי ההערכה העומדים לרשות הצוות החינוכי כוללים **מחוונים ברורים** המקלים על הערכת רמת השליטה של התלמידים במיומנויות שרכשו. ממצאי המחוונים ניתנים להצגה על **סרגלי פרופילים** של התלמידים, ובכך להאיר על היבטים שונים של שליטת התלמיד במיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM. **המידע הנצבר בתהליכי ההערכה מונגש** ומשרת את המורים, התלמידים, ההורים, המוסדות להשכלה גבוהה, מקבלי החלטות והציבור בכללותו.

- שילוב הקניית המיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM גם **בחינוך הבלתי פורמלי** כגון חוגים, מוזיאונים, ומרכזי מחקר חיצוניים, באופן מתואם ומוסדר עם הקנייתן בחינוך הפורמלי, עשוי לקדם משמעותית את הקניית המיומנויות. באופן דומה נראה כי גם שילוב פעולה עם מערכת ההשכלה הגבוהה להכללת מיומנויות המאה ה-21 **בכלי המיון ותנאי הקבלה למוסדות הלימוד המתקדמים**, וכן למידה **מכלי ההערכה והמיון של מיומנויות המאה ה-21** הנהוגים בצה"ל יכולים לסייע בהטמעת המיומנויות במערכת החינוך ובאוכלוסייה כולה.



מבוא

1.1 מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM

המאה ה-21 מתאפיינת בשינויים מהירים בתחומים רבים של החיים: גלובליזציה, הגירה, התפתחות טכנולוגית, שינויים במידע, בידע, ובשוק העבודה. מיומנויות המאה ה-21 מגדירות את הכישורים ויכולות הלמידה שמערכות החינוך בעולם מעוניינות להקנות לבוגריהן העתידיים, על מנת לעודד השתלבות מיטבית בחברה ובעולם התעסוקה. המיומנויות החדשות הכרחיות לצורך עמידה בדרישות המשתנות תדיר של שוק העבודה והחברה, כפי שמדגימה ביתר שאת תקופה זו של אי וודאות עקב מגפת הקורונה, והעתיד הלא ברור שמעבר לה.

אנשי אקדמיה, חינוך, ממשלות ותאגידים גלובליים בתעשיית ההיי-טק עסקו בשנים האחרונות בפיתוח מודלים שונים להגדרת מיומנויות המאה ה-21. ישנה הסכמה כי המיומנויות הנחוצות קשורות בלמידה מעמיקה המבוססת על חשיבה ביקורתית ואנליטית, פתרון בעיות מורכבות ועבודת צוות. מיומנויות אלה נבדלות מיכולות אקדמיות מסורתיות בכך שהן אינן מבוססות על ידע ושינון.

מיומנויות המאה ה-21 נחלקות לשלושה סוגים:

1. מיומנויות שמחייבות חשיבה מעמיקה וביקורתית - בה לבני אדם יש יתרון יחסי על מכונות.
2. מיומנויות שקשורות להתמצאות בטכנולוגיות חדישות - נחוצות במיוחד בסביבה דיגיטלית ובסביבה שמתבססת על טכנולוגיות מידע.
3. מיומנויות רכות, רגשיות וחברתיות - נדרשות לצורך התנהלות אישית ובין אישית בעולם משתנה.

לבקשת יוזמת 2019, התמקד מחקר זה במיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) (להלן: מיומנויות המקדמות מצוינות STEM), כפי שגובשו במחקר על התאמת מערכת החינוך למאה ה-21 (איזנברג, זליבנסקי-עדן, 2019) ובתהליך היועצות לאיתור מיומנויות נדרשות למצוינות מדעית טכנולוגית בהתאמה לצרכי הצבא, האקדמיה והתעשיות המתקדמות שביצעה יוזמת 2019 (יוזמת 2019, שיתופים, 2019).

להלן המיומנויות שנבחרו:

1. עבודת צוות, שיתוף פעולה ושותפות, תקשורת בין אישית
2. למידה עצמית, למידה לאורך החיים
3. פתרון בעיות מורכבות, חשיבה ביקורתית
4. יזמות, חדשנות, יצירתיות
5. גמישות מחשבתית ורגשית, כושר הסתגלות מהיר, חוסן נפשי
6. מודעות בין תרבותית, כשירות גלובאלית והכלת השונה
7. לקיחת אחריות וקבלת החלטות, מודעות אתית, מוסרית



תיאור המיומנויות:

1. **עבודת צוות, שיתוף פעולה ושותפות, תקשורת בין אישית** - היכולת של הפרט לעבוד בצוות בשיתוף פעולה ובשותפות על מנת להתמודד עם מטלות ומשימות מורכבות, והיכולת להתמיד בעבודת צוות גם כשעולים קשיים. עבודה קבוצתית יעילה מחייבת יכולות חברתיות לצד יכולות קוגניטיביות כגון ניהול פרויקטים וחלוקה יעילה של משימות.
2. **למידה עצמית, למידה לאורך החיים** - כישורי למידה עצמית ולמידה לאורך החיים נגזרים מקיומם של ידע (רחב וספציפי) ושל מיומנויות כגון היכולת לחפש ולרכוש תכנים רלוונטיים והיכולת ליישם אסטרטגיות לימוד חדשות. המשמעות של עידוד ופיתוח מיומנויות ללמידה עצמית הינה בפיתוח המוטיבציה להשלים לבד ידע רלבנטי לצד הקניית כלים ללמידה עצמית אפקטיבית. היכולת ללמידה עצמית מחזקת עמידות וחוסן נפשי להתמודדות עם אתגרים ומורכבויות שיהפכו להיות חלק אינטגרלי משוק העבודה העתידי.
3. **פתרון בעיות מורכבות, חשיבה ביקורתית** - חשיבה ביקורתית מתבטאת בשימוש בכישורים ובאסטרטגיות שמגדילים את ההסתברות לקבלת תוצאה רצויה. חשיבה ביקורתית באה לידי ביטוי בשימוש בחשיבה שיטתית ומוכוונת מטרה וקשורה בפתרון בעיות, בגיבוש מסקנות וחישוב הסתברויות (Halpern, 1999). מיומנות זו נדרשת במיוחד בסביבה של אי ודאות.
4. **יצירתיות, חדשנות, יזמות** - יצירתיות, לפי החוקרים רוברט סטרנברג וטד לוברט (Strenberg & Lubert, 1999), היא היכולת לייצר תוצרים שהם גם חדישים (כלומר מקוריים ובלתי צפויים) וגם נדרשים (כלומר שימושיים, מתאימים לדרישות ולחסמים בשטח). יזמות היא היכולת לזהות הזדמנויות ליצירת ערך באמצעות חדשנות ולפתח מיזמים שיביאו את היצירתיות לידי ביטוי. כדי לאפשר יזמות, יצירתיות וחדשנות, נדרש תהליך עבודה שמאפשר את הבאת היצירתיות לידי ביטוי וסביבה שתומכת בחדשנות ומאפשרת התנסויות לא סטנדרטיות וכישלונות.
5. **גמישות מחשבתית ורגשית, כושר הסתגלות מהיר, חוסן נפשי** - אי ודאות ושינויים תכופים דורשים יכולת הסתגלות והתאמה למצבים משתנים, ויכולת התמודדות עם דברים חדשים ומאתגרים. אי לכך, גמישות מחשבתית ורגשית וכושר הסתגלות מהיר יהיו חיוניים לצורך הישרדות בתחומי ה-STEM. חוסן נפשי מתייחס ליכולת להתגבר על מצבים קשים ומאתגרים. מתוך החוסן הנפשי נובעת גם יכולת ההעזה והיכולת להתגבר על כישלונות.
6. **מודעות בין תרבותית, כשירות גלובאלית, הכלת השונה** - תהליכי הגלובליזציה והתפוצה הבין-לאומית של טכנולוגיות מידע מגבירים את שיתופי הפעולה הבין-לאומיים, בוודאי בכל הקשור ל-STEM. על רקע זה נדרשת מודעות בין תרבותית, והבנה של מגוון הערכים והשונות הגדולה הקיימת בין אנשים מתרבויות שונות. אזרחי העתיד יידרשו לידע נרחב בשפות, בייחוד שליטה גבוהה בשפה האנגלית, ולכישורי תקשורת גבוהים עם אנשים ממדינות ומתרבויות אחרות.
7. **לקיחת אחריות וקבלת החלטות, מודעות אתית ומוסרית** - העידן המודרני מחייב יכולת לזהות באופן עצמאי סוגיות אתיות, מוסריות וחברתיות שונות ולהתמודד עמן. מיומנויות אלה נבנות בהדרגה ולכן רצוי וחשוב ללמד ולתרגל אותן מוקדם ככל האפשר. יש להקדיש תשומת לב מיוחדת לבחינת ההשלכות האתיות, המשפטיות והחברתיות של פיתוחים טכנולוגיים כגון יישומים של אינטליגנציה מלאכותית, האינטרנט של הדברים, מדפסות תלת ממד וכדומה.



בכנס בין-לאומי של מומחי חינוך ומנהיגים שנערך לאחרונה בקטאר, חיזק הפרופסור אנדראס שליכר, מנהל תחום החינוך של ארגון ה-OECD, את הצורך הקריטי במיומנויות שהוזכרו לעיל. לטענתו, מערכות החינוך שדאגו לשלב מיומנויות כמו למידה עצמית, חוסן נפשי, כושר הסתגלות, תקשורת בין אישית, לקיחת אחריות אישית ועוד, היטיבו להתמודד עם האתגרים של למידה מרחוק, הרבה יותר ממדינות שהמשיכו לשקוד על למידה באמצעות שינון. מגפת הקורונה מהווה אם כך, הזדמנות משמעותית ליישום חינוך מכוון מיומנויות המקדמות מצוינות STEM.¹

1.2 שאלות המחקר

1. האם וכיצד גובשו מיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM בהתאם לצרכי הכלכלה והחברה במדינות המחקר.
2. האם ועד כמה מיושמות מיומנויות אלו בתוכניות הלימודים הלאומיות.
3. האם ועד כמה מיושמות מיומנויות אלו בתהליכי ההערכה והמדידה של מערכת החינוך.

אוכלוסיית המחקר

אוכלוסיית המחקר כוללת חמש מערכות חינוך תיכוניות במדינות אסטוניה, פינלנד, סינגפור, הולנד ובמחוז אונטריו בקנדה. השיקולים לבחירת מערכות אלו היו: חברותן בארגון ה-OECD והיבחותן במבחנים בין-לאומיים PISA, TIMSS ו-PIAAC (הערכת כישורי בוגרים). גיוון האוכלוסייה במדינה: קבוצות אתניות במיקום חברתי, כלכלי ופוליטי שונה. נגישות למסמכים ונתונים על המידע המבוקש ממערכות החינוך.

1.3 מקורות מידע וידע למחקר

1. מקורות ידע ממוסדות בין-לאומיים: ספריית ה-OECD, ספריית ה-EU, הבנק העולמי, UNESCO.
2. מקורות מידע ברמת המדינה, מאוחזרים מאתרים מרשויות החינוך הלאומיות.
3. מקורות מידע העוסקים בהערכת המדיניות והתוכניות השונות, מאוחזרים ממאגרי מידע כמו ERIC, Academic Search Complete, ECONLIT, Web of Science, EBSCO ו-PROQUEST.
4. דו"חות מחקר בנושא המחקר הנדון בארץ ובעולם.
5. ראיונות וחומרים נוספים משישה חוקרים מומחים מובילים בתחום: פרופ' ענת זוהר (האוניברסיטה העברית, ירושלים), פרופ' רמי בנבנישתי (האוניברסיטה העברית בירושלים ואוניברסיטת בר-אילן, רמת גן), פרופ' אבי עשור (אוניברסיטת בן גוריון, באר-שבע), עודד בושריאן (היוזמה למחקר יישומי בחינוך בירושלים), Prof. Kimberly Schonert-Reichl (אוניברסיטת קולומביה הבריטית, נקובר, קנדה) ו-Prof. Henry Brau (בוסטון קולג', מסצ'וסטס, ארה"ב).

בפרקים הבאים יפורטו התשובות לשאלות המחקר ביחס לחמש מדינות המחקר שנבחרו.

¹ https://www.wise-qatar.org/app/uploads/2020/04/sess-4_keynote_andreas-schleicher.pdf



אסטוניה

רקע

באסטוניה מתגוררים כ-1.3 מיליון תושבים על שטח של כ-45 אלף קמ"ר. אסטוניה קיבלה את עצמאותה המחודשת ב-1991. אסטוניה היא דמוקרטיה פרלמנטרית עם נשיא וראש ממשלה. עיר בירתה היא טאלין. התמ"ג לנפש הוא 33,900 דולר. ההתפלגות האתנית היא כ-70% אסטונים, כ-25% רוסים והיתרה אוקראינים, בלארוסים ומיעוטים אחרים. 36% מהאוכלוסייה מוגדרים כחסרי דת, ו-36% נוצרים. שיעור ילודה עומד 2.11 ילדים לאישה.

מערכת החינוך של אסטוניה נחשבת למערכת איכותית, שוויונית וחדשנית. הישגי התלמידים במבחנים הבין-לאומיים הם מהטובים באירופה, ושיעורי האוריינות הלשונית והכמותית של המבוגרים גבוהים בהרבה מממוצע מדינות ה-OECD (OECD, 2016). המערכת מחולקת לחמישה שלבים: קדם בית-ספר, כיתות א'-ג', כיתות ד'-ו', כיתות ז'-ט' וכיתות י"ב. בתי-הספר מנוהלים על-ידי הממשלה, הרשויות המקומיות והסקטור הפרטי. רוב רובם של התלמידים מתחנך במערכת הציבורית. מבחינה ניהולית המערכת היא מבוזרת, עם אוטונומיה רבה לבתי-הספר. משרד החינוך והמחקר מציג יעדים לימודיים כלליים לכל מקצוע לימודי, ומשאיר בידי המורות והמורים את ההחלטות איזה חומר ללמד ובאיזה שלב.

מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן

משרד החינוך והמחקר האסטוני יוזם, מפתח ומיישם פרויקטים ותוכניות מערכתיות חדשניות בכל שלבי החינוך בתחומי הידע והמיומנויות הדיגיטליות (כמו פרויקטים לפתרונות דיגיטליים לבעיות ולאגרים של חיי היום-יום) ותחומי החינוך ליזמות (תרבות של יזמות וכישורי יזמות). אחד הגופים המרכזיים באמצעותם מיישמת הממשלה את תוכניתה הוא HITSA, שהוא שיתוף פעולה בין האוניברסיטה של טאלין, האוניברסיטה של טארטו והאוניברסיטה הטכנולוגית של טאלין (Estonian Ministry of Education and Research 1, 2020).

מוסד חשוב ומשמעותי נוסף שהוקם על-ידי משרד החינוך והמחקר בשנת 2003 הוא The INNOVE Foundation. הקרן היא גוף חוץ-ממשלתי בעל רשת ייעוץ ארצית, העוסק בפיתוח ויישום תוכניות לימודים והסמכות, תיאום פיתוח קריירות, ביצוע מחקרים ופרויקטים חינוכיים עם האיחוד האירופי ועם קרנות חינוכיות, פיתוח הדרכות והכשרות מקצועיות למנהלים ולמורים. כמו כן מפתחת הקרן חומרי לימוד ומתודולוגיות הוראה ולמידה אשר מונגשים למורים ולכלל הציבור. בקרן עובדים חוקרים ומומחים לחינוך בשותפות עם אנשי שדה שמזוהים כמנהלים וכמורים מצטיינים. בפרסומי הקרן נמצאו ניסוחים זהים או דומים למיומנויות המקדמות מצוינות STEM כפי שהוגדרו במחקר זה (INNOVE 1, 2020).

בתוכנית הלימודים הארצית לבתי-הספר התיכוניים מוקדש פרק מיוחד למיומנויות ולכישורים של בוגר התיכון (בנוסף לפרקים על ערכי הליבה של החינוך העל יסודי, יעדי בתי-הספר התיכוניים, ארגון הלימודים ועוד) (Estonian Ministry of Education and Research 2, 2020). גם כאן מפורטות מיומנויות זהות או דומות מאוד למיומנויות שצוינו לעיל. כך למשל, בוגר בית-ספר תיכון באסטוניה צריך להיות בעל המיומנויות הבאות: לפעול בדרך אתית על פי ערכים ועקרונות מוסריים; להיות אחראי לבחירותיו, להחלטותיו ולחובות שלקח בהפעלת שיקולים אתיים; ללמוד לבד לאורך החיים תוך שימוש באסטרטגיות למידה שונות; להיות שחקן צוות ולתרום להשגת יעדים משותפים; לחשוב באופן ביקורתי ויצירתי תוך מתן הצדקה לבחירות



ולעמדות שנקט; להבין, להעריך ולכבד את המסורות התרבותיות באסטוניה ובמדינות אחרות.

במקום אחר בתוכנית הלימודים מפורטים כישורי חיים איתם צריך לצאת בוגר מערכת החינוך כמו: חינוך לאורך החיים ופיתוח קריירה; יזמות בהקשרים אזרחיים, חברתיים וקהילתיים, שימוש בחדשנות טכנולוגית לתועלות חיוביות; והכרה וקבלת החלטות על פי שיקולים אתיים וערכים מוסריים (Estonian Ministry of Education and Research 3, 2020).

יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים

בנוסף ללימוד מקצועות החובה (מתמטיקה, מדעים, השפה האסטונית, שפה זרה, לימודי חברה, חינוך גופני ועוד), יכולים בתי-הספר התיכוניים באסטוניה לפתח ולשלב קורסים של נושאים בין-תחומיים ורב-תחומיים, המשמשים כאמצעי לשילוב המיומנויות שהוזכרו לעיל. דוגמא לכך היא קורסים של פרויקטים לתלמידים בודדים או לקבוצת תלמידים. תוכנית הלימודים מדגישה את הסביבה הפיזית והסביבה החברתית בהן תתבצע הלמידה וההתנסות, כגורמים התומכים והתורמים ליישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM. משרד החינוך והמחקר מדגיש גם את חשיבותן של פעילויות חוץ לימודיות עם מוסדות תרבות ומפעלים אזרחיים, עמותות אזרחיות, ואת ההשתתפות בפרויקטים מחוזיים, לאומיים ובין-לאומיים, כגורמים מסייעים להטמעת המיומנויות בלימודים, בחינוך ובהתנסות של תלמידי התיכון.

תוכנית הלימודים במתמטיקה (Estonian Ministry of Education and Research 4, 2020), מפרטת את נושאי התוכן והמתודולוגיות באמצעותן ניתן ליישם מיומנויות המקדמות מצוינות STEM. בלימוד גאומטריה צורנית, למשל, מומלץ לבחון ולמצוא צורות גאומטריות בארכיטקטורה ובטבע של מדינות ותרבויות שונות, על מנת לפתח אצל הלומדים את המיומנות של מודעות בין תרבותית וגלובאלית. את המיומנות של תקשורת בין אישית ויכולת הצגת נושאים בכתב ובעל פה מוצע ליישם באמצעות הצגת משמעות מדויקת של הגדרות והנחות מתמטיות, היפותזות ופתרונות מתמטיים, על-ידי תלמיד או קבוצת תלמידים לכיתה כולה.

עוד מתארת התוכנית אפשרויות לאינטגרציה של לימודי המתמטיקה עם מקצועות לימוד אחרים, וקיימות הפניות לחומרי הוראה ולימוד, המקלים על בתי-הספר ולמורים ביישום. גם כאן מפורטות מיומנויות המקדמות מצוינות ב-STEM שניתן לשלב בגישה זאת, והדרכים ליישומן בהוראה ובלמידה. כך למשל שילוב של הוראת מקצועות המתמטיקה, המדעים והתקשוב מאפשר לפתח בצורה טבעית ורלבנטית מיומנויות של למידה לאורך החיים ופיתוח קריירה. התוכנית מציינת דרכים לשילוב למידה חוץ קוריקולרית והשתתפות בחוגים עם התוכנית הלאומית במתמטיקה. שילוב זה מאפשר ליישם את המיומנויות וללמד את התלמידים באמצעות החזקות ותחומי העניין הקיימים שלהם, וכך לקדם את הצלחתם גם בנושאי הלימוד הרלבנטיים במתמטיקה.

מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות

משרד החינוך והמחקר באסטוניה אחראי על הערכת הישגי התלמידים בבתי-הספר. המשרד משתמש במגוון כלים על מנת לעקוב אחר הביצועים של מערכת החינוך. המידע על תוצאות הלמידה מתבסס על מדגם לאומי של הערכת סטנדרטים בכיתות ג', ו', ט', ו-י"ב. המבחנים הלאומיים נערכים אחת לשנה באביב. בכיתה ט' נבחנים התלמידים במתמטיקה, בשפה האסטונית ובמקצוע בחירה שהם רשאים לבחור מתוך רשימה נתונה של מקצועות. ציונים אלה משמשים גם ככלי מיון לקבלת מועמדים לחטיבה העליונה



של בתי-ספר מסוימים. בכיתה י"ב נבחנים התלמידים בבחינות לאומיות במתמטיקה, בשפה האסטונית ובשפה זרה נוספת, ונדרשים לכתוב חיבור על מחקר שביצעו. בשאר מקצועות הלימוד מתבצעת ההערכה והמדידה על-ידי המורים בבתי-הספר. קרן INNOVE שהוזכרה לעיל מפתחת, מיישמת, בודקת ומעריכה את כל המבחנים הלאומיים של תלמידי כיתות ט', ו-י"ב במדינה, וכן מדגם של כיתות ג' ו-ו', באמצעות וועדות של מורים ומרצים הממונים על-ידי הקרן ומאשרים על-ידי משרד החינוך והמחקר. הקרן אחראית על פרסום המידע של ממצאי המבחנים הלאומיים והפצתו בכלל המדינה (INNOVE 2, 2020).

ההערכה והמדידה באסטוניה מבוססים הן על ההערכה מעצבת של תהליך הלמידה והן על ההערכה מסכמת של תוצאות הלמידה. הידע, המיומנויות והכישורים שצוינו בתוכניות הלימודים של המקצועות השונים מוערכים על-ידי זוגות של מורים באמצעות משוב ומדידה על ההבעה בכתב ועל ההבעה בעל פה של התלמידים בפעילויות מעשיות. המדריכים והמחוננים הניתנים למורים מסייעים להם הן בהערכה המסכמת, והן בהערכה המעצבת של תהליך המשימות והעבודה המעשית שמבצעים התלמידים.

בפרק ההערכה הפדגוגית של יישום המיומנויות מצוינות שלוש רמות של חשיבה שיש לשלב בהערכת הישגי התלמידים:

1. ידע של עובדות, תהליכים ועקרונות - זכירה, הכרה, איתור מידע, חישוב, מדידה וסיווג.
2. יישום של ידע, הצגה של מספר אפשרויות לפתרון, בחירה של אפשרות אחת תוך הנמקה, ובניית מודלים.
3. דיון, הצדקה, ניתוח, סינתזה, הכללה, הערכה של תוצאות ופתרון של בעיות לא שגרתיות. (INNOVE 3, 2020)

תוכנית ההערכה והמדידה של אסטוניה המופיעה באתר של INNOVE מדגישה שוב ושוב את ההערכה המעצבת של תהליך הלמידה וההתנסות, ומפנה את המורים להערכת יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM כמו יצירתיות, שיקולים אתיים ומוסריים, היכולת ללמוד לאורך החיים ועוד, בהוראה ובלמידה של נושאים בין-תחומיים ורב-תחומיים.

דוגמא מעניינת היא מקצוע הבחירה לתיכון הנקרא חינוך ליזמות. באתר של INNOVE מופיעים לא רק תיאור מפורט של תכני הלימוד, המיומנויות, שיטות ההוראה, מתודולוגיות הלמידה, תוצרי הלמידה וסביבת ההתנסות, אלא גם הצעות ואפשרויות לשילוב עם מקצועות לימוד ונושאים אחרים כגון ספרות (קשרי שוק ועסקים ביצירות ספרותיות); מתמטיקה (הערכת הריווחיות של המודל העסקי); שפה זרה (שיפור אוצר המילים בעבודה עם מקורות מידע בשפה זרה); מוזיקה (הזדמנויות עסקיות בעולם המוזיקה ומוזיקאים מעוררי יוזמה); למידה לאורך החיים ותכנון קריירה; טכנולוגיה וחדשנות (מוצרים ושירותים חדשניים וניתוח עלות-תועלת) (INNOVE 4, 2018). דוגמא זו ממחישה כיצד ניתן לקדם, עם מחוננים וקריטריונים ברורים של הערכה ומדידה, את יישומן של מיומנויות המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM בלימודי התיכון.



פינלנד

רקע

בפינלנד מתגוררים כ-5.6 מיליון תושבים על שטח של כ-338 אלף קמ"ר. פינלנד קיבלה את עצמאותה ב-1917 והמשטר שלה הוא דמוקרטיה פרלמנטרית עם נשיא וראש ממשלה. עיר בירתה היא הלסינקי. 92% מתושביה הם פינים ו-5.5% הם פינים שבדים. אחוז המהגרים בפינלנד הוא כ-5%. רוב תושבי פינלנד (70%) משתייכים לכנסיה הלותרנית של פינלנד, 27% הם חסרי דת ו-1% משתייך לכנסיה האורתודוקסית הפינית. שיעור הילודה הוא 1.7 ילדים לאישה. בדומה לשאר מדינות סקנדינביה, פינלנד היא מדינת רווחה הדוגלת במדיניות סוציאלית-דמוקרטית. התמ"ג לנפש הוא 44,000 דולר. נכון לשנת 2019 פינלנד נחשבת למדינה בה אזרחיה המרוצים ביותר בעולם.

מבנה מערכת החינוך בפינלנד הוא כדלהלן: חינוך לגיל הרך (גילאי 0-5); קדם בית-ספר יסודי (גיל 6); בי"ס יסודי כיתות א'-ט' (גילאי 7-16, בכיתות א'-ו' מורה מחנך המלמד את רוב מקצועות הלימוד ובכיתות ז'-ט' מורים למקצועות הלימוד השונים); בית-ספר תיכון כיתות י'-י"ב (גילאי 17-19). אף שבית-הספר התיכון בנוי כיחידה של שלוש שנים, ניתן לסיימו תוך שנתיים עד ארבע שנים. בתי-הספר התיכוניים נחלקים לבתי-ספר ללימודים עיוניים כלליים עם בחינות בגרות, ובתי-ספר מקצועיים-טכנולוגיים עם הכשרות והסמכות מקצועיות. לשני הנושאים, העיוני והמקצועי-טכנולוגי, מעמד זהה, ומספר התלמידים הלומדים בהם דומה. בנוסף, המבנה המודולרי של תוכניות הלימודים מאפשר לתלמידים ללמוד מקצועות וקורסים בשני סוגי התיכונים. בוגרי בתי-הספר התיכוניים של שני הנושאים יכולים להתקבל ללימודי תואר ראשון באוניברסיטאות הכלליות ובאוניברסיטאות ליישומים מדעיים (טכנולוגיה והנדסה). אחד היעדים הלאומיים החשובים למערכת החינוך בפינלנד הוא הגדלת חלקם של בוגרי האוניברסיטאות בקבוצת הגילאים 25-34 מ-41% כיום ל-50% בשנת 2030.

מקצוע ההוראה מוערך מאוד בחברה הפינית וגם שכר המורים גבוה יחסית למגזר הציבורי. המורים בפינלנד הם בעלי תואר שני ומעלה, ועל כל מקום ללימודי הכשרת מורים באוניברסיטאות מתמודדים כעשרה מועמדים. הרשויות המקומיות, בתי-הספר והמורים זוכים לאמון ולאוטונומיה רבה בארגון ובניהול בתי-הספר, הן מהבחינה הפדגוגית והן מהבחינה התקציבית והניהולית. צוות הניהול והמורים משתתפים בקבלת ההחלטות ובחרים את השיטות להוראה וללמידה, את חומרי הלימוד ואת הסביבות בהן יתחנכו הלומדים. מעניין לציין כי זמן ההוראה בפינלנד הוא מהנמוכים בעולם (190 ימי לימוד בשנה). התלמידים הפינים לומדים כ-6,300 שעות בבית-הספר הבסיסי (כיתות א'-ט'), שהן 1,200 שעות פחות מהממוצע במדינות ה-OECD (Finnish Ministry of Education and Culture 1, 2018).

היעדים הלאומיים של מערכת החינוך בפינלנד כוללים שוויון בחינוך ומתן הזדמנות שווה לקבל חינוך והכשרה איכותיים. החינוך נתפס כבסיס לכושר התחרות ורווחה בחברה. מטרות תוכניות הלימודים בחינוך הבסיסי, ולימודי התיכון הכללי והמקצועי-טכנולוגי, כוללות את הקניית הידע והמיומנויות הדרושים לבוגרים בחיים, כמו גם לקדם הגינות, אזרחות פעילה וערכים, האמורים לשמש להם בסיס ללמידה לאורך החיים (היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018).



מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן

הסוכנות הפינית הלאומית לחינוך הוקמה על-ידי משרד החינוך, אך פועלת כגוף סטטוטורי עצמאי, ואחראית על פיתוח המטרות ותכני הגרעין של מקצועות הלימוד של מערכת החינוך בבתי-הספר הבסיסיים והתיכוניים. באתר הסוכנות מפורטות תוכניות הלימודים במקצועות השונים, עקרונות להערכת התלמידים, צרכים של תלמידי החינוך המיוחד, סביבות ללמידה ועוד. פיתוח העקרונות והחומרים נעשה בשותפות של חוקרים ומומחים בתחום החינוך, מקבלי החלטות, נציגי סקטורים רלבנטיים כמו תעשייה והמגזר העסקי, מורים, הורים ותלמידים. לרשויות המקומיות, בתי-הספר, ספקי שירותי החינוך והמורים יש מרחב גדול מאוד לפתח וליישם תכנים, מתודולוגיות הוראה ולמידה, חומרי לימוד, סביבות למידה והערכה ומשוב, המתאימים לתנאים ולרצונות שלהם. הסוכנות הפינית הלאומית לחינוך אף מדגישה כי היא מצפה מהגורמים המקומיים להיות פרו-אקטיביים בשינויים ובשיפורים של תוכניות הלימודים כדי לבנות עתיד טוב יותר לתלמידיהם (Finnish National Agency for Education 1, 2020).

תהליך התכנון והגיבוש של תוכניות הלימודים הכוללות את המיומנויות הנדרשות מבוגר מערכת החינוך במאה ה-21 הורכב ממספר שלבים, בהובלת הסוכנות הפינית הלאומית לחינוך, ובהשתתפות נציגי משרד החינוך, מוסדות לימוד למורים, מוציאים לאור בתחום החינוך, ארגוני מורים, ספקי חינוך ומורים. בשלב האחרון של התהליך הוצגו התוצרים של תוכניות הלימודים לציבור הרחב לצורך קבלת התייחסויות והערות של האזרחים. תהליך זה המאופיין בשקיפות רבה ובשיטתיות, הן עם בעלי עניין והציבור בפינלנד והן עם מומחים בעולם, נעשה על מנת לוודא את הרלבנטיות והישימות של תוצרי הפיתוח של תוכניות הלימודים. תוכניות הלימודים בפינלנד עודכנו עד כה אחת לעשר שנים (היזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018). בוגר בית-ספר תיכון בפינלנד אמור להיות בעל כישורים ומוטיבציה ללמידה לאורך החיים. המיומנויות המרכזיות לקידום מצוינות STEM המפורטות בתוכניות הלימודים הן: חשיבה ביקורתית ויצירתית; כישורי שיתוף פעולה ותקשורת בין-אישית; הכלה תרבותית והפעלת שיקולים אתיים; כישורים של ניהול מידע; מיומנויות תקשוב; ויכולת לחשיבה מערכתית ואינטגרטיבית של נושאים רב ובין-תחומיים.

יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים

תוכנית הלימודים של פינלנד מדגישה שבעה תחומים בהם משולבת הקניית מיומנויות המאה ה-21: חשיבה ולמידה כיצד ללמוד; כישורים גלובליים, תקשורת בין-אישית ויכולת הבעה; אוריינות רב-תחומית; כישורי תקשוב, כישורי עבודה ויזמות; אזרחות פעילה, מעורבות ובניית עתיד עם קיימות.

בתוכניות הלימודים מודגש חזר והדגש כי **פיתוח, הוראה ולמידה של יחידות לימוד רב-תחומיות ובין-תחומיות, ובגישה אינטגרטיבית והוליסטית**, מקדמים את היישום של מיומנויות המאה ה-21. כל בית-ספר מחויב לתכנן וליישם שילוב של מספר מקצועות לימוד במודולים של למידה, בהתאם לצרכים ולרצונות של בית-הספר והרשויות המקומיות (Finnish National Agency for Education 2, 2016). גם בדו"ח המחקר "עיצוב תוכניות לימודים למאה ה-21 - סקירה השוואתית בין-לאומית" מצוין כי מיומנות החשיבה הרוחבית מובלטת בתוכניות הלימודים, ויישומה מתבצע כיחידת לימוד בין-תחומית עצמאית המפותחת על-ידי מורים ותלמידים, או כמקצועות לימוד רב-תחומיים (היזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018).

כישורי המאה ה-21 בפינלנד אינם פוסחים על התחום הרגשי-חברתי, המכונה בלשונם של מחברי תוכניות הלימודים "ממד תרבות הלב - מה יותר כשנשכח את כול מה שנלמד". במסגרת זו נכללות היכולת להכלה תרבותית ולאזרחות פעילה בקהילה, והחיבור לעולם שסביב; סינגור, אחריותיות והיכולת לנהל את חייך.



ביחס למיומנויות של גלובליות ורב תרבותיות, למשל, מצוין בתוכנית כי על הלומד להבין את עקרונות הגלובליזציה ואת השפעתה על החיים של כל אדם בנסיבות מסוימות. יישומה של יכולת זו נעשה באמצעות שימוש ברשתות חברתיות רב-לשוניות, בסביבות למידה ובפרויקטים טכנולוגיים ומדעיים עם קהילות שונות בפינלנד ועם מדינות שונות באירופה ובעולם (Finnish National Agency for Education 3, 2019).

בכל אחת מתוכניות הלימודים של מקצועות ה-STEM מפורטות מיומנויות מסוימות שיש לשלבן במיקוד רב יותר בהוראה, בלמידה ובהתנסות. בביולוגיה למשל, בנוסף למיומנויות של חשיבה ביקורתית, יצירתיות וחשיבה רב-תחומית, מופיעה גם המיומנות של הפעלת שיקולים אתיים ומוסריים בנייתוח של מערכת ביולוגית. בלימודי הפיזיקה מודגשת עבודת החקר, אישית או קבוצתית, בה יש להקנות מיומנויות של שיתוף פעולה, תקשורת בין-אישית, קבלת אחריות לתוצרי הפרויקט ועוד. בלימודי הכימיה מוסיפים את המיומנויות של גלובליות, הכלה של חברות וההתייחסויות לתרבויות שונות. במערכת החינוך של פינלנד נכללים מקצועות לימוד כמו ייעץ ותכנון קריירה, חינוך לבריאות, ומלאכה וטכנולוגיה, התומכים ביישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM. תוכניות הלימודים תוכננו מתוך מחשבה על **הרלבנטיות של נושאי הלימוד ושמירה על עדכונם המתמיד** על-ידי בתי-הספר והמורים המקומיים, גורם משמעותי המסייע להטמעתן של מיומנויות המאה ה-21 בהוראה ובלמידה בבתי-הספר (היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018).

מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות

הערכת הישגי התלמידים, על פי היעדים והמדדים שנקבעו מלכתחילה, יכולה לנוע מקצה אחד של הערכת תוצרי הלמידה של כל תלמידה ותלמיד לקצה השני של הערכה לשם קידום הלמידה. מערכת החינוך של פינלנד ממוקדת בקצה השני של ההערכה והמדדה, ונתפסת ככלי להדרכה ולעידוד הלומד במהלך תהליך הלמידה. לכן, ההערכה הלאומית של הישגי התלמידים על-ידי משרד החינוך מתבצעת רק בסוף כיתה י"ב, בהיות התלמיד בוגר מערכת החינוך. במשך כל שנות הלימוד, מכיתה א' ועד כיתה י"ב ובכל שלבי הלימוד, מתבצעת הערכה מעצבת על-ידי המורים, על בסיס היעדים של תוכניות הלימודים הגרעיניות של משרד החינוך וכן על פי היעדים שנקבעו על-ידי בית-הספר והרשות המקומית. המשוב, ההערכה והמדדה של הישגי התלמידים הן בידע שרכשו והן במיומנויות שהוקנו להם נעשים באופן רצוף, אתי והגון שתורם להתאמת יישום ההוראה, הלמידה והחינוך לתלמידים השונים (היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018).

מטרתם של מבחני הבגרות הלאומיים המתקיימים בסוף כיתה י"ב היא לקבוע האם בוגרי מערכת החינוך השיגו את רמת הידע והשליטה במיומנויות המאה ה-21 על פי היעדים והמדדים שהוגדרו בתוכניות הלימודים. זכאות לתעודת בגרות מחייבת הצלחה בארבעה מבחנים: מבחן חובה בשפת האם, ושלושה מבחנים נוספים לבחירת התלמידים. אלו יכולים לכלול שפה לאומית שניה (פינית או שוודית), שפה זרה, מתמטיקה או כל מקצוע לימוד אחר מהתחום ההומני או מתחום מדעי הטבע. בתעודת הבגרות רשומים פרטי כל בחינה שהבוגר ניגש אליה, הרמה והציון שהשיג. גם בבחינות הבגרות מוטמעות הערכה ומדידה של מיומנויות המאה ה-21. בחינת הבגרות בשפת האם למשל כוללת חלק ראשון בו הנבחן מוערך על מיומנויות אנליטיות ולשוניות של הצגת מידע, וחלק שני של כתיבת חיבור, בו מוערך הנבחן על מיומנויות חשיבה ביקורתית, יצירתיות, טיפול בדילמות אתיות וערכיות, ועוד. הבוגר יכול לבחור להיבחן גם במקצוע לימוד כמו אתיקה, ולהיות מוערך על שליטתו במיומנויות של לקיחת אחריות וקבלת החלטות במצבים של דילמות תוך הפעלת שיקולים אתיים ומוסריים. אם יבחר הבוגר להיבחן בכימיה תתמקד ההערכה במיומנויות להערכה קריטית של ידע (מהימנות המקורות, גיוונם והשוואתם), מיומנויות חקר, התנסות ויישום הידע לפתרון בעיות ריאליות (Finnish Ministry of Education and Culture 2, 2020).



סינגפור

רקע

בסינגפור מתגוררים כ-6.2 מיליון תושבים על שטח של כ-720 קמ"ר. סינגפור קיבלה את עצמאותה ב-1965 והמשטר שלה הוא רפובליקה בעלת מאפיינים סמכותיים, עם נשיא וראש ממשלה. עיר בירתה היא סינגפור. אוכלוסיית סינגפור מורכבת מרוב סיני (כשלושה רבעים מהתושבים) ומיעוטים שונים (מלזים דוברי מלאית, הודים טמילים, סינים מלאיים, ועובדים זרים). הרכבה הדתי של סינגפור הוא מגוון: 33% מהאוכלוסייה משתייכת לדת הבודהיסטית, 18% לנצרות, 18% חסרי דת, 14% מוסלמים, 10% טאוואיסטים ו-5% הינדואיסטים. שיעור הילודה הוא כ-1.5 ילדים לאישה. לסינגפור כלכלה מפותחת הנסמכת על ייצור וייצוא של מוצרי אלקטרוניקה, ביוטכנולוגיה, פרמצבטיקה וכימיקלים, והיא מהווה מרכז פיננסים ומסחר. התמ"ג לנפש עומד על 85,000 דולר.

מערכת החינוך של סינגפור מנוהלת באופן ריכוזי על-ידי משרד החינוך. חוק חינוך חובה קיים מסינגפור משנת 1996. שפת ההוראה בבתי-הספר היא אנגלית. מערכת החינוך מחולקת לשלושה שלבים: בית-ספר יסודי שש שנתי (א'-ו'), בית-ספר תיכון ארבע שנתי (ז'-י'), מסלול על תיכוני דו-שנתי (י"א-י"ב) קדם אקדמי או מקצועי. הישגיה של מערכת החינוך בסינגפור הם מהטובים בעולם, עם השיעור הגבוה ביותר של תלמידים מצטיינים, והשיעור הנמוך ביותר של תלמידים מתקשים (Singapore's Ministry of Education 1, 2020).

מערכת החינוך של סינגפור ידועה בעולם גם בשל רמתם ואיכותם של המורים שלה. בשנת 2010 הקים משרד החינוך הסינגפורי את האקדמיה למורים של סינגפור. המטרה המרכזית אל האקדמיה היא לבנות תרבות של מצוינות מקצועית של המורים, בהובלתם של מורים מנהיגים. הפיתוח המקצועי של המורים בסינגפור נעשה במוסד זה על-ידי מורים מובילים והמצוינים ביותר במדינה, במקצועות הלימוד אותם הם מלמדים (Academy of Singapore Teachers, 2020).

מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן

מערכת החינוך בסינגפור מגדירה את פיתוח זהותו וערכיו של הבוגר כציר המרכזי עליו מתבססת שאר העבודה החינוכית של הקניית המיומנויות והידע הנדרשים. כישורי החיים והמיומנויות משולבים לאורך לימודיו וחינוכו של התלמיד בשנות הלימוד השונות ובמקצועות הלימוד השונים (היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018). הערכים שבליבת כישורי המאה ה-21 הם אחריות על קבלת החלטות; ניהול יחסים עם הזולת; מודעות חברתית; ניהול עצמי ומודעות עצמית; יכולת לשתף פעולה ולפעול בשותפות; שליטה במיומנויות תקשורת; אוריינות אזרחית, מודעות גלובלית ומיומנות של הכלת רב-תרבותיות; וחשיבה ביקורתית והמצאתית.

גיבוש הכישורים והמיומנויות מתבצע במסגרת תהליך עדכון תוכניות הלימודים (ראו בפרק הבא), במהלך שיתופי הכולל את הדרג הפוליטי-מקצועי (משרד החינוך על כל אגפיו), חוקרים באקדמיה, השדה החינוכי (מורים מובילים עם פתיחות לשיתוף הורים ומנהיגי קהילות), אנשי תעשייה ומשק. לפני עשור ביצע המכון הלאומי לחינוך NIE – National Institute of Education, האחראי גם להכשרת כל פרחי ההוראה במדינה, תהליך מקיף נוסף לגיבוש המאפיינים של בוגר מערכת החינוך במאה ה-21, והתאים את דרכי פעולתו לאור ממצאיו (NIE 1, 2020).



יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים

תוכנית הלימודים בסינגפור מתעדכנת אחת לשש שנים, בכל אחד ממקצועות הלימוד. לאחר שלוש שנים מתבצע תהליך של הפקת לקחים מהתוכנית הקיימת, הכולל גם בחינה של צרכי המשק והחברה, ושילוב של חדשנות קוריקולרית מחקרית. התהליך מתבצע במכון הלאומי לחינוך (NIE - National Institute of Education) שבאוניברסיטה הטכנולוגית של נאניאנג, בהובלת משרד החינוך, ומעורבים בו אנשי משרד החינוך, חוקרים, מורים ותעשיינים. בשנת 2012, למשל, נבדקו תוכנית הלימודים במתמטיקה והמשימות המתמטיות הנדרשות מהתלמידים, ונמצא כי הן משקפות בעיקר מיומנויות של חשיבה מסדר נמוך (שחזור, הבנה ויישום) ולא מיומנויות מסדר חשיבה גבוה (סינתזה, הערכה ויצירת ידע). בעקבות זאת פותחה תוכנית לימודים חדשה ששילבה מיומנויות מסדר חשיבה גבוה, מתודולוגיות מתאימות של למידה והוראה ודרכי הערכה מותאמות.

תוכנית הלימודים בסינגפור מפרטת בהרחבה את **אופן שילוב הקניית המיומנויות בנושאי ההוראה, הלימוד וההתנסות**, הן ברמה הפילוסופית עקרונית, והן ברמה הפרקטית. כך למשל, בתיאור הכישור של חשיבה ביקורתית והמצאתית מפורטת ההתנסות של הלומד ביכולת להביע סוגים שונים של הנמקות להחלטותיו במציאות מסוימת, לנתח ולהעריך עובדות, השקפות ואמונות, לפרש מידע ולהסיק מסקנות, ולהיות מסוגל לבקר עשייה והתנסות. בכישור זה נכללות גם היכולות לשאול שאלות מתוך סקרנות, לקחת סיכונים ולשגות במצבים של אי וודאות, לחשוב בצורה יצירתית וחדשנית, ועוד (Singapore's Ministry of Education 2, 2020). בתוכנית הלימודים למדעים היעד המרכזי הוא ללמוד את המדע כחקר, לרכוש ידע, הבנה ויישומים במדע, לרכוש מיומנויות ולשלב שיקולים אתיים וגישות מוסריות. המדעים נלמדים עם רלבנטיות ומשמעות לחיי היום-יום, לחברה ולסביבה, והתלמידים מתחנכים ומתנסים בתועלות וביישומים של המדע בחייהם. גם כאן מפורטות המיומנויות הרלבנטיות לנושאי הלימוד השונים כגון פתרון בעיות, תקשורת בין-אישית, עבודה בשותפות ולמידה לאורך החיים (Singapore's Ministry of Education 3, 2014).

אמצעי חשוב נוסף היא התוכנית החינוכית Applied Learning Program שפותחה על-ידי משרד החינוך ומיושמת, נכון לסוף 2019, בשליש מבתי-הספר בסינגפור. בתוכנית מפתחים מורים לתחומי דעת שונים **תוכניות לימודים בין-תחומיות ורב-תחומיות**, בהן קל יותר לשלב את החינוך, ההוראה והלמידה של מיומנויות המקדמות מצוינות ב-STEM. דוגמא לכך היא שילוב של כישורים אתיים וערכיים ביחידת לימוד על מחקר גנטי שעוסק במחלות קשות, או בילודה של בני זוג עם הרכבים תורשתיים מסוימים.

ניתן להעריך כי יישום הכישורים והמיומנויות בבתי-הספר בסינגפור הוא גבוה למדי. שילוב הכישורים והמיומנויות בתוכנית הלימודים הוא בעל מתווה סגור ומפורט המשאיר מרחב פעילות מצומצם לדרגי השטח, מערכת החינוך מטבעה היא ריכוזית והתרבות ההתנהגותית מאופיינת ברמה גבוהה של משמעת (Singapore's Ministry of Education 4, 2020). לכך ניתן להוסיף גם את הרמה הגבוהה של המורים. לפי מחקר TALIS האחרון של ה-OECD: כמעט כל המורים משתתפים בתהליכי התפתחות מקצועית ורובם מיישמים בכיתותיהם את מה שהוכשרו אליו.



מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות

ההערכה הפדגוגית בסינגפור מבוססת על גישה המשלבת הערכה לשם למידה המתבצעת למשל באמצעות למידה מבוססת פרויקטים, והערכה של הלמידה בה נבחנים התלמידים בבחינות לאומיות ובין-לאומיות בכיתות ו', י', ו"ב (היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018).

המבחן הנערך בסוף כיתה ו' קובע את שיבוץ התלמידים לבית-הספר תיכון, הן לפי רמה והן לפי תחומי הלימוד (מתמטיקה ומדעים, מדעים וטכנולוגיה, אומנויות וספורט). כיוון שמערכת החינוך בסינגפור מתאפיינת ברמה גבוהה של תחרותיות, המבחנים הלאומיים הסטנדרטיים מהווים גורם לחץ אצל ההורים והתלמידים (Singapore's Ministry of Education 5, 2020). בשנים האחרונות מבקש משרד החינוך להפחית במספר המבחנים, ולבחון מחדש את אופיים ואת דרכי פרסום התוצאות. זאת מתוך ההבנה כי הלמידה צריכה להניע סקרנות, ולשלב התנסות חווייתית ופיתוח דמיון, אשר אינם ניתנים להערכה ולמידה במבחנים סטנדרטיים. במסגרת זו מפתח משרד החינוך, באמצעות המכון הלאומי לחינוך, שיטות וכלי הערכה למדידת תהליך הלמידה, היחס, המוטיבציה, המאמץ והמוטיבציה של התלמידים.

באשר ליישום המיומנויות המאה ה-21, תוכניות הלימודים של תחומי הידע השונים מפרטות גם את מטרות ההערכה ואופני הערכה של הקניית מיומנויות. בנוסף, החל מ-2013 עורך המכון הלאומי לחינוך שורה של מחקרים אמפיריים בקרב תלמידי תיכון לבחינה והערכה של כישורי המאה ה-21 כמו יצירתיות קולקטיבית ושותפות בפתרון בעיות. המחקרים בודקים כיצד בתי-הספר יכולים למדוד טוב יותר, לאפיין ולעודד יצירתיות ויכולת פתרון בעיות בעבודת צוות, באופן המשקף את מציאות החיים, עולם התעסוקה והחברה. בפרויקט של מדידת יצירתיות משותפת מפותחים למשל סרגלים של הערכה במקום ציון מסכם אחד. סרגלי ההערכה מבטאים את הפרופיל של מרכיבי היצירתיות המשותפת ומאפשרים למורה ולתלמיד להעמיק את המרכיבים החזקים של התלמיד, ולשפר בתהליך הלמידה וההתנסות מרכיבי יצירתיות חלשים יותר (NIE 2, 2020). הליווי המחקרי האמפירי ארוך הטווח של פיתוח כלים להערכה ולמידה של הטמעת הכישורים בהוראה ובלמידה מהווה ערך מוסף ייחודי של מערכת החינוך בסינגפור ביחס לקידום היישום של כישורי המאה ה-21 המקדמים מצוינות ב-STEM.



הולנד

רקע

בהולנד מתגוררים כ-17.1 מיליון תושבים על שטח יבשתי של כ-33.7 אלף קמ"ר בצפיפות של יותר מ-410 תושבים לקמ"ר (אחת מהמדינות הצפופות בעולם). הולנד קיבלה את עצמאותה ב-1863 והמשטר שלה הוא מונרכיה חוקית, עם מלך, ראש ממשלה ופרלמנט. עיר בירתה של הולנד היא האג. ההרכב הדתי של האוכלוסייה הוא 44% נוצרים קתולים ופרוטסטנטים, 5% מוסלמים, 1% בני דתות אחרות וכ-50% חסרי דת. בהולנד יש שתי שפות רשמיות כלליות, הולנדית ופריזית. להולנד כלכלה משגשגת עם התערבות ממשלתית מועטה. התעשייה מפותחת בעיקר בתחומי עיבוד המזון, כימיה, עיבוד נפט ומיכון חשמלי. החקלאות בהולנד מפותחת ומתבססת על מיכון חקלאי, והיא ממוקמת במקום השלישי בעולם ביצוא חקלאי. התמ"ג לנפש עומד על 54,000 דולר. שיעור הילודה הוא 1.78 לאישה.

מערכת החינוך ההולנדית נחלקת לבתי-הספר יסודיים בני 8 שנים (גילאי 4-12), ובתי ספר תיכוניים בני 4-6 שנים (גילאי 13-18) במגוון של מסלולים עיוניים ומקצועיים-טכנולוגיים. האחריות הכוללת למערכת החינוך נמצאת בידי משרד החינוך, התרבות והמדע, אשר מתווה את המסגרת, היעדים והמטרות אותם צריכים בתי-הספר להשיג, אך הוא אינו מכתוב ומפרט את נושאי הלימוד של תוכניות הלימודים. לרשויות המקומיות אחריות להנחיה ולפיקוח, אך ניהול בתי-הספר, היסודיים והתיכוניים, נתון בסמכותם של הוועדים המנהלים של בתי-הספר.

ממשלת הולנד הציבה לעצמה למטרה להיות בין חמש המדינות המובילות בעולם באיכות מערכת החינוך. הממשלה קבעה יעדים ברורים של אחוז נשירה נמוך מאוד (כ-5%) לצד אחוז גבוה של בוגרי המוסדות להשכלה גבוהה (כ-45%), וכן קידום יעדים לאומיים כגון הקניית כישורים, ידע ומיומנויות; מגוון רחב של קורסים לבחירת התלמידים; ושקיפות הביצועים של בוגרי המערכת. באוקטובר 2019 החלה רפורמה לשיפור ולהרחבה של החינוך הטכנולוגי והמקצועי הן במסגרת בתי-הספר התיכוניים והן לחשיפת התלמידים לטכנולוגיה בבתי-הספר היסודיים, (Dutch Ministry of Education and Culture 1, 2020), (Eurydice- European Commission, 2020).

מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן

משרד החינוך התרבות והמדע של הולנד נקט החל מ-2017 באסטרטגיה דו-ראשית ייחודית לגיבוש מיומנויות המאה ה-21 ולהטמעתן בתוכנית הלימודים, בהוראה ובלמידה. בתהליך ראשון עסקו מורים ומנהיגים חינוכיים מובילים במיפוי הכישורים והמיומנויות ובהכללתם בתוכניות הלימודים הנהוגות בהולנד. בתהליך השני הוזמנה מחלקת החינוך של ה-OECD, ארגון חיצוני בין-לאומי, לבחון את תוכניות הלימודים על פי הכישורים והמיומנויות שמופו בפרויקט של הארגון "OECD Future Education and Skills 2030". שני התהליכים בוצעו במקביל בהובלת המוסד הלאומי לפיתוח תוכניות לימודים של הולנד (National Institute for Curriculum Development) אשר הוקם על-ידי משרד החינוך התרבות והמדע. המוסד מהווה את מרכז הידע, המומחיות והניסיון של מערכת החינוך ההולנדית, והוא נוקט בגישה עקרונית של שיתוף פעולה הדוק עם המורים בשדה ועם שותפים אחרים בחברה ההולנדית. (The National Institute for Curriculum Development – (SLO) 1, 2020).

התהליך הראשון נערך במודל שיטתי ומובנה "מלמטה למעלה" בשנים 2017-2019. התהליך כלל שמונה



סבבים של בדיקה ופיתוח של תוכניות הלימודים מחד, ופרקי זמן תחומים לקבלת משוב והערכה מאלפי מורים מהשטח מאידך. בראש התהליך עמדו צוותים של מורים ומנהיגי חינוך מבתי-הספר היסודיים, התיכוניים (עיוני ומקצועי) והחינוך המיוחד. בתהליך לקחו חלק גם מומחים וחוקרים באקדמיה, מכוני הכשרה למורים, איגודים מקצועיים, והקהילה העסקית, וכן התקבלו במסגרתו גם משובים מהורים ומתלמידים. בסיום התהליך הוגשה לשר החינוך הצעה לתוכניות לימודים בתשעה תחומי למידה, אשר עומדת נכון לכתבת המחקר לבחינת והחלטת הפרלמנט ההולנדי (Dutch New Curriculum Website, 2020).

תשע המיומנויות אשר מופו במסגרת התהליך **דומות בניסוחן למיומנות לקידום מצוינות STEM** שהוגדרו במסמך זה. המיומנויות נחלקות לשלוש קטגוריות:

1. מיומנויות קוגניטיביות: חשיבה ביקורתית, יצירתיות ופתרון בעיות;
2. מיומנויות אישיות: הכוונה עצמית, יזמות ורפלקציה אישית, ופיתוח קריירה;
3. מיומנויות חברתיות: מיומנויות חברתיות ותרבותיות, שותפות ותקשורת.

כל אחת מתשע המיומנויות מפורטת בתוכנית הלימודים במונחים התנהגותיים-ביצועיים שתורמים ליישומה בבתי-הספר. כך למשל מיומנות השותפות (Collaboration) מתוארת כאחת המיומנויות המשמעותיות במאה ה-21, אשר יש להקנותה לתלמידים החל מבית-הספר היסודי ובהמשך גם בבתי-הספר התיכוניים. המיומנות כוללת התנהגויות של הכרה בתפקידים שונים לתלמיד ולאחרים, יכולת לתת ולקבל משוב על ביצוע התפקידים, יכולת הבעה והתנהגות חיובית ופתוחה לרעיונות שונים, כיבוד השונה, יכולת משא ומתן והגעה להסכמה עם החברים לקבוצה, היכולת לתפקד בקבוצה הטרוגנית ולתקשר באפקטיביות (The National Institute for Curriculum Development – (SLO) 2, 2020).

כל המיומנויות שולבו בתוכניות הלימודים של מערכת החינוך בתשעה תחומי לימוד: שפות לאומיות (הולנדית ופריזית), אנגלית/שפה זרה, מתמטיקה, מדעי החברה, מדעים, אמנות ותרבות, חינוך לאזרחות, אוריינות דיגיטלית וחינוך גופני. כמו כן שובצו המיומנויות בארבעה תחומים בין-תחומיים ורב-תחומיים: קיימות, טכנולוגיה, בריאות וגלובליזציה. יש לציין כי בתוכניות הלימודים אין הכוונה באשר לפדגוגיה או להערכה הנדרשת, אלא ניתנת האוטונומיה למורים ולמנהלים של בתי-הספר ליישמן על פי רצונם, ולהשיג את היעדים הרשומים בתוכניות הלימודים בדרכים המתאימות והאפשריות להם.

יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים

בתהליך השני נבחנה מידת היישום של המיומנויות בתוכניות הלימודים של בתי-הספר התיכוניים, באמצעות כלי חדשני בשם Curriculum Content Mapping (CCM) אשר פותח ויושם על-ידי ה-OECD. מטרת הכלי היא לשקף את הכישורים החזקים ביותר בתוכניות הלימודים כמו גם את שטחי החולשה והעיוורון, לזהות פערים בין המטרות המוצהרות של התוכניות לבין היישום בפועל, ולאפשר השוואה למדינות אחרות. בממצאי הפעלת הכלי ניתן למצוא פירוט על מידת ההטמעה של כל מיומנות בכל אחד מתחומי הלימוד גם באופן מוחלט וגם באופן יחסי: מהמיומנות שיושמה במידה הרבה ביותר ועד למיומנות שיושמה במידה הנמוכה ביותר בתחום הלימודים הספציפי.

כך למשל במקרה ההולנדי נמצא כי **בתחום הלימודים של מדעים** (ביולוגיה, פיזיקה, כימיה, מדעי כדור הארץ, חלל ואסטרונומיה) בולטות המיומנויות של חשיבה ביקורתית (70%), גמישות מחשבתית ורגשית וחוסן נפשי (50%), אחריות בקבלת החלטות (50%), ופתרון בעיות (36%). המיומנויות של הכלת השונה ואמפתיה לאחר, לעומת זאת, נמצאו ברמת הטמעה נמוכה בתוכניות הלימודים במדעים ובמתמטיקה.



באשר **לכלל תחומי הלימוד** בולטות ביישומן בהולנד המיומנויות של חשיבה ביקורתית, פתרון בעיות, וכיבוד והכלת השונה; ואילו המיומנויות של שותפות ושיתוף פעולה, נחישות והתמדה, וללמוד כיצד ללמוד, נמצאו בדרגת היישום הנמוכה ביותר.

בהשוואה בין-לאומית נמצא כי המיומנויות הבולטות ביישומן בהולנד לעומת כלל מדינות OECD הן תקשורת והכלה וכבוד לאחר, חשיבה ביקורתית, ויצירתית. זאת בהשוואה למיומנויות של יזמות, חוסן נפשי וכושר הסתגלות, אשר הטמעתן בתוכניות הלימודים של הולנד מצויה בפער גדול לעומת יישומן בתוכניות הלימודים של כלל מדינות OECD (OECD Education 2030 - Curriculum Content Mapping, 2020).

מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות

התלמידים ההולנדיים נבחים בבחינות לאומיות בשנה האחרונה ללימודיהם בכל רמת לימודים. בחינת הסיום של בית-הספר היסודי בודקת את כישורי השפה והחשבון ואת רמת השליטה במיומנויות שרכשו בתחומים אלה. מטרתו היחידה של המבחן היא להבטיח מעבר חלק עד כמה שאפשר לבית-הספר התיכון המתאים לילד.

תעודת הגמר של בית-הספר התיכון ניתנת בהתאם להישגי התלמיד בבחינות הבית-ספריות ובבחינות הלאומיות. לכל מקצוע לימוד, בין אם הוא מקצוע חובה או בחירה, יש בחינה לאומית. רשימת הנושאים לבחינה, הן לבחינות הלאומיות והן לבחינות הבית-ספריות, מאושרות על-ידי משרד החינוך התרבות והמדע באמצעות מפקחים. לבית-הספר ניתנת אוטונומיה פדגוגית מלאה לקבוע את תכני המבחנים, מספרם, אופן הבחינה ומשך הזמן שלה (Dutch Ministry of Education and Culture 2, 2020). הערכת המורים את הישגי התלמידים מועברת למשרד החינוך טרם ההיבחנות במבחנים הלאומיים. הציון בתעודת הסיום הוא ממוצע הציון הבית-ספרי והציון בבחינה הלאומית בכל מקצוע לימוד, אם כי ישנם בהם, שהציון הבית-ספרי הוא הציון הבלעדי. בשנת 2020, בשל מגפת הקורונה, כך היה המצב לגבי כל מקצועות הלימוד.

המכון הממשלתי לפיתוח תוכניות לימודים בהולנד מנגיש ומפרסם הנחיות מפורטות, דוגמאות של שאלות ומשימות, שיטות וכלי הערכה מגוונים לבחינה בעל פה, בכתב ובהתנסות מעשית, לכל מקצוע לימוד, לכל רמת לימוד, ולאוכלוסיות תלמידים שונות. בתי-הספר אינם מחויבים לקבל את הנחיות המכון, וניתנת להם האוטונומיה הפדגוגית לפתח וליישם שיטות הערכה ומדידה שיוודאו את השגת היעדים החינוכיים, ובכללם הטמעת מיומנויות המאה ה-21 (The National Institute for Curriculum Development – (SLO) 3, 2020).

בעקבות הרפורמה העמוקה והשיטתית של תוכניות הלימודים במערכת החינוך של הולנד גובשו, בוצעו ופורסמו שינויים והנחיות חדשות בהערכה ובמדידה של הישגי התלמידים. כך למשל צומצמו נושאים בתוכניות הלימודים (סילבוסים); המבחנים הלאומיים במקצועות הלימוד אינם מכסים את כל נושאי הלימוד הנכללים בתוכניות (בדומה למיקוד הנושאים לבגרות בישראל); בתי-הספר רשאים לשלב היבטים תוכניים-פדגוגיים עצמאיים בתוכניות הלימוד, להעריך ולבחון אותם; נערכו שינויים ושיפורים משמעותיים בתוכניות הלימודים ובמבחנים הלאומיים במקצועות המדעים, החיים והטכנולוגיה, מדעי החברה וגיאוגרפיה, ובמיוחד במתמטיקה (Eurydice-European Commission, 2018).

מהמקרה ההולנדי עולה כי תהליך מובנה ושיטתי, הנערך בהובלת של אנשי חינוך באמון, שקיפות ושיתוף של בעלי עניין אחרים בכלכלה, בחברה ובאקדמיה, ותוך יצירת בסיס נתונים רחב, מהימן, מגוון הכולל נתונים של מערכת החינוך ההולנדית ובהשוואה בין-לאומית, מאפשר גיבוש מדיניות וקבלת החלטות התורמות ליישומן של מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות STEM בתוכניות הלימודים.



אונטריו - קנדה

רקע

אונטריו, הממוקמת במרכז-מזרח קנדה, היא הפרובינציה המאוכלסת ביותר בקנדה: 14.7 מיליון תושבים (מתוך 37.7 מיליון בקנדה כולה). שטחה היבשתי עומד על 159 אלף קמ"ר. קנדה היא פדרציה של עשר פרובינציות ושלוש טריטוריות, קיבלה את עצמאותה בשנת 1567 מבריטניה והמשטר שלה הוא מונרכיה חוקתית ודמוקרטיה פרלמנטרית. לכל פרובינציה מושל ופרלמנט עצמאיים, המופקדים על תחומי החינוך, הבריאות, התחבורה ותחומי פנים נוספים. באונטריו נמצאות שתיים מהערים הגדולות בקנדה, טורונטו, מרכז הפיננסים והכלכלה של קנדה, ואוטווה שהיא עיר הבירה הפדרלית. השפות הרשמיות הינן אנגלית וצרפתית. הדמוגרפיה בקנדה (על פי זיהוי עצמי) היא: קנדים - 32%, אנגלים - 18%, סקוטים - 14%, קנדים צרפתים - 14%, אירים - 13%, גרמנים, סינים ועוד. רוב הקנדים הינם נוצרים: כ-40% קתולים, 28% פרוטסטנטים ו-24% חסרי דת. התמ"ג של אונטריו מהווה 40% מכלל התמ"ג של קנדה העומד על כ-47,000 דולר לנפש. התעשייה באונטריו מבוססת על ייצור וייצוא של חשמל, מכונות, ברזל, פלדה, מוצרי מזון, מוצרי חשמל, מוצרים כימיים ונייר. שיעור הילודה הוא 1.4 ילדים לאישה. קנדה, ובכללה גם אונטריו, מדורגות בין המדינות הראשונות בעולם במדדי השוואה של איכות חיים.

מערכת החינוך באונטריו היא בעלת אחריות רגולטורית עצמאית למדיניות החינוך וליישומה בכלל ההיבטים: יעדי ומטרות החינוך, תוכניות לימודים, הכשרות מורים, הערכה ומדידה, תקציב, מבנים, סביבות הלימוד, התנסות מעשית ועוד. שרי החינוך של הפרובינציות חברים במועצה משותפת שמטרתה לחלוק בניסיון ובמומחיות של כל פרובינציה ולייצר לשיתופי פעולה ביניהן. בתוך כל פרובינציה נחלקת האחריות בין משרד החינוך המקומי לבין וועדי המנהלים המקומיים של בתי-הספר, אשר נבחרים במסגרת הבחירות לרשויות המקומיות.

מבנה מערכת החינוך באונטריו נחלק לחינוך לגיל הרך (גני ילדים גילאי 5-6), בית-ספר יסודי (א'-ו', גילאי 6-12), ובית-ספר תיכון (ז'-י"ב, גילאי 12-18). בתום לימודי התיכון יכולים הבוגרים להמשיך ללימודים גבוהים באוניברסיטאות או במכללות, או להכשרה מקצועית טכנולוגית וחניכות מקצועית. אונטריו מדורגת בעשירייה הראשונה בעולם בהישגים במבחני פיזה, עם שיעור גבוה של תלמידים מצוינים ופערים נמוכים בין קבוצות מוחלשות וחזקות באוכלוסייה, וזאת למרות שיעור גבוה של מהגרים (30% מהתלמידים אינם ילידי קנדה).

מערכת החינוך באונטריו דוגלת ב"מצוינות עם שוויון" (Excellence with Equity), מסר המפורסם ומשתקף בכל מסמכי המדיניות של הממשלה, משרד החינוך והוועדים המנהלים של בתי-הספר. תוכנית-האב למערכת החינוך 2016-2021 קובעת את תוכניות הלימודים, חומרי הלימוד, שיטות ההוראה והלמידה, ודרכי ההערכה והבחינה. עם זאת, כל בית-ספר רשאי להתאים את ההוראה והלמידה לקבוצות תלמידים ואף לתלמיד הבודד בהתאם לפרופיל האישי שלו (Canada Learning Systems-NCEE, 2020).

מיומנויות המקדמות מצוינות STEM ותהליך גיבושן

The Six Cs: Citizenship; Communication; Critical Thinking and Problem Solving; Collaboration; Creativity and Imagination; Character Education. במיומנות של Character education מדובר על אחריות, התמדה, אמפתיה, וויסות עצמי, מסוגלות עצמית, בריאות אישית ופיתוח קריירה. מיומנויות אלה דומות מאוד לשבע המיומנויות שהוגדרו



במסמך זה כמקדמות מצוינות STEM. משרד החינוך של אונטריו רואה במיומנויות אלו את הבסיס לקידום הרווחה המיטבית (well being) של כל תלמיד ושל החברה באונטריו כולה, וזאת בהתייחסות הן להישג הבוגר בתום לימודיו והן ליכולתו ליישם את מה שלמד.

גיבוש המיומנויות בוצע בתהליך עמוק של היוועצות עם מומחים לתוכניות לימודים, מורים, הורים ובעלי עניין אחרים. התהליך ארך כתשע שנים, תוך כדי הטמעתו בבתי-הספר, והוא עתיד להסתיים ב-2020. משרד החינוך של אונטריו מפרסם ומציג בשקיפות רבה את היעדים והמטרות של תוכניות הלימודים, פירוט עיקרי נושאי הלימוד ופריטי הידע בשילוב המיומנויות, חומרי למידה, דרכי הוראה ולמידה ושיטות הערכה ומדידה מפורטות (Ontario Ministry of Education 1, 2020).

פרופסור מייקל פולן נחשב כמי שעומד מאחורי רפורמת החינוך באונטריו בשני העשורים האחרונים של המאה ה-21, ושימש כיועץ הבכיר של ראש ממשלת אונטריו, עוד בטרם היבחרו לתפקיד. ליבת המהלך לגיבוש התוכנית הייתה ההבנה כי פיתוח וניהול החינוך אינם יכולים להתבצע בצורה המיטבית על-ידי משרד החינוך, הנמצא רחוק מדי מהשדה החינוכי, וגם לא על-ידי כל בית-ספר או מורה לבדו, באין להם ראייה מערכתית. במקומן הוחלט להתמקד בדרכי הביניים, קרי מחוז, רשות מקומית או מסגרת רחבה של בתי-ספר, ובתנאי שיהיו להם הכלים והתקציב לבצע את המהלך בהצלחה.

עיקרון חשוב אחר לגיבוש הרפורמה של החינוך החדשני באונטריו הוא הקוהרנטיות והלכידות (Cohesiveness and Coherence) של המהלך החינוכי בין בתי-הספר ובתוך בתי-הספר. היבטים של לכידות חינוכית הם מספר מצומצם של יעדי-על, דגש על הוראה איכותית והישגי הלומדים, העצמה ופיתוח יכולות של צוות ההוראה והמנהלים, וטיפוח הגישה המערכתית (לעומת הפרטנית). ההשפעות המשמעותיות של הגישה הקוהרנטית והלכידות על מערכת החינוך הן מיקוד והתמדה; שימת-לב מתמידה בשיפור מעשי, שיפור המוטיבציה ומיצוי היכולות; ביצוע אפקטיבי, והשגת שותפות של יותר אנשים בבתי-הספר ומחוץ לבתי-הספר כמו משרד החינוך, ארגוני מורים, הורים וכלל הציבור. היבטים אלה תורמים ליישום מיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM, החל מהשר והמנכ"ל וכלה באחרון המורים בכיתות בית-הספר.

יישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכנית הלימודים

האסטרטגיה המרכזית להטמעת המיומנויות בתוכניות הלימודים הייתה **צמצום תכני הידע ושילובן של ששת המיומנויות (the Six C's) בתוכנית הלימודים**. משרד החינוך של אונטריו מפרט עבור תוכניות הלימודים של מקצועות הלימוד השונים את אופן השילוב של המיומנויות, ביחס ליעדי התחום, חומרי הלימוד, שיטות ההוראה והלמידה, ודרכי ההערכה והמדידה. דגש מיוחד ניתן למיומנות של חשיבה ביקורתית וחשיבה מסדר גבוה כמו סינתזה ויצירתיות, לפחות בשלב הראשון של יישום תוכניות הלימודים בבתי-הספר. כך למשל קובע משרד החינוך ביחס לתוכניות הלימודים במתמטיקה כי התלמידים נדרשים להפגין חשיבה ביקורתית ויצירתית במשולב עם נושאי הלימוד; לנקוט במיומנויות של פתרון בעיות משלב הבנת הבעיה, לתכנון הפתרון, ביצועו והערכתו; להפעיל מיומנויות תקשורת של הבעה בכתב ובעל-פה בהצגת תהליך פתרון בעיה מתמטית עם הנמקות והסברים, תוך שימוש בתצוגות גרפיות כגון תמונות וטבלאות; ולהשתמש בידע ובמיומנויות שנרכשו במגוון של יישומים בחיים היום-יומיים (Ontario Ministry of Education 2, 2020).

משרד החינוך מקדם מאוד גם הוראה, למידה והתנסות בין-תחומית ורב-תחומית, חשיבה מערכתית וחקר בשיתוף פעולה ובשותפות בין התלמידים והמורים. **למידה מבוססת פרויקטים** מסוג זה מסייעת אף היא בהטמעת המיומנויות המקדמות מצוינות STEM.



במסגרת האוטונומיה הבית-ספרית, מגבש כל בית-ספר תוכנית עבודה שנתית המציגה את שילוב המיומנויות בלימוד, בהוראה ובהתנסות של תחומי הלימוד השונים. תוכנית העבודה מוגשת למפקח/מנכ"ל משרד החינוך אשר מגבש עם בית-הספר את מדדי ההצלחה. לכל ארבעה בתי-ספר יש מלווה/מאמן פדגוגי המגיע לבית-הספר בתדירות שבועית כדי לסייע בהטמעת תוכניות הלימודים ולנתח את ממצאי העמידה ביעדים. בתי-הספר מקבלים תמיכה רבה ממשרד החינוך כדי לעמוד ביעדים שנקבעו (הגיע זמן חינוך - קרן טראמפ, 2019). בנוסף, בשנת 2017 החליט משרד החינוך של אונטריו להקים קרן השקעות של עשרה מיליון דולר לשנה לעידוד פיתוח והטמעת חדשנות פדגוגית לקידום יכולות המאה ה-21 בבתי-הספר. הבעת האמון הפדגוגית בצוותי בתי-הספר והתמיכה הכספית ביוזמותיהם תורמות ליישום מיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM בבתי-הספר (Edugains Canada, 2020).

מערכת הבחינות הלאומית והערכה פדגוגית של יישום המיומנויות

ההערכה והמדידה באונטריו מתבצעות על-ידי זרוע עצמאית ובלתי תלויה של משרד החינוך שנקראת Education Quality and Accountability Office – EQAO. לפי הצהרתו, פועל EQAO מתוך "גישה בריאה" הלוקחת בחשבון את פיתוחו הקוגניטיבי, הרגשי, החברתי והפיזי של הלומד. EQAO מפתח ומיישם הערכה ומדידה באמצעות מבחנים לכל התלמידים באונטריו, בקריאה, בכתיבה ובחשבון בכיתות ג', ד', ו', ובמתמטיקה בלבד (תכנים ומיומנויות) בכיתה ט'. בסוף כיתה י' נבחנים התלמידים במבחן אוריינות לשונית (Ontario Secondary School Literacy Test – OSSLT), הבודק את מיומנויות הקריאה והכתיבה שרכש התלמיד בכל מקצועות הלימוד עד לסוף כיתה ט'. הישגי המבחן האוריינות מהווים את אחד מתנאי הזכאות לתעודת סיום תיכונית, ותלמיד שאינו צולח אותו אינו יכול להתקדם ולהמשיך את לימודיו בתיכון.

באונטריו אין מבחני בגרות בסוף כיתה י"ב, והציונים של בית-הספר הם הקובעים לצורך קבלה לאוניברסיטאות. הישגי התלמידים השנתיים מוצגים בטבלה עם מחוונים של "תלמיד שהצליח בביצוע מטלה (ידע ומיומנויות)" לבין תלמיד "שלא הצליח". מידע זה משמש את התלמידים, המחנכים והמורים לזהות את החוזקות והחולשות של התלמידים ולקדם אותם בשיפור הישגיהם. כמו כן קיים מידע עם נתונים מערכתיים כמו הישגי התלמידים במתמטיקה ובאוריינות לשונית בשנים שחלפו, בשכבות הגיל השונות בכלל מערכת החינוך, המאפשרים קבלת החלטות מבוססות ידע על-ידי משרד החינוך של אונטריו (EQAO, 2020).

על פי תוכנית הלימודים של אונטריו, ההערכה והמדידה של הישגי התלמידים מיועדת לשיפור הלמידה שלהם, ולקידום למימוש יעדי ההצלחה במקצועות השונים. הערכת ההישגים מוגדרת במונחים התנהגותיים/ביצועיים, וכוללת מחוונים בארבע רמות (59%-50%, 69%-60%, 79%-70%, 100%-80%), על פני ארבע קטגוריות הערכה: ידע והבנה של פריטי ידע, חשיבה וחקר, תקשורת, ויישום. לדוגמא, הערכת הישגי הלומד במדעים בכיתות ט'-י"ב כוללת את הערכת ההתנהגות של ביצוע קשרים בין מדע, טכנולוגיה, חברה וסביבה (Science Curriculum grades 9 & 10, 2008), (Science Curriculum Grades 11 & 12, 2009).

הגישה של הערכת מיומנויות וידע באמצעות מחוונים מפורטים ושיטתיים מחד, ופרסום והנגשת הממצאים הן למערכת החינוך והן לציבור בכלל מאידך, מהווים גורמים התורמים ליישום של מיומנויות המקדמות מצוינות בתחום ה-STEM בבתי-הספר של מחוז אונטריו קנדה.



ממצאים, מסקנות ותובנות על גורמים התורמים ליישום מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM במערכת חינוך לאומית

בפרק זה אנו ממפים ומסכמים את הממצאים, המסקנות והתובנות על פי המחקר, על גורמים התורמים ליישום מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM, ושעל פי ניסיונו ומומחיותו, יש להם היתכנות יישומית במערכת החינוך הישראלית.

יצוין כי בנוסף לעשרות מאמרים, דו"חות מחקר, מסמכים ואתרים רלבנטיים שנבחנו, ערך החוקר הראשי מספר ראיונות וקיבל חומרים רלבנטיים לשאלות המחקר ממומחים ואנשי אקדמיה בישראל ובעולם. ריכוז המסקנות וההצעות מראיונות אלה מפורטים בנספח א'.

מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות בתחומי ה-STEM

שבע המיומנויות שהוגדרו במחקר זה, נמצאו כמיומנויות וכישורים שזוהו כחשובים ומשמעותיים גם בחמש המדינות שמערכות החינוך שלהן נבחנו: אסטוניה, פינלנד, סינגפור, הולנד ומחוז אונטריו בקנדה. המיומנויות נמצאו בצורה זהה, או בקבוצות מעט שונות של היגדים, או בניסוחים מאוד דומים, הן בתוכניות הלימודים והן בדרכי ההערכה והמדידה שלהן במערכות החינוך המתקדמות של מדינות המחקר. המיומנויות שזוהו הן:

1. עבודת צוות, שיתוף פעולה ושותפות, תקשורת בין אישית
2. למידה עצמית, למידה לאורך החיים
3. פתרון בעיות מורכבות, חשיבה ביקורתית
4. יזמות, חדשנות, יצירתיות
5. גמישות מחשבתית ורגשית, כושר הסתגלות מהיר, חוסן נפשי
6. מודעות בין תרבותית, כשירות גלובאלית, הכלת השונה
7. לקיחת אחריות וקבלת החלטות, מודעות אתית ומוסרית

ראוי להוסיף שדווקא בעת הזו של מגפת הקורונה התחדדה חשיבותן של מיומנויות אלו בכלל, והמיומנויות של גמישות מחשבתית ורגשית, יזמות/חדשנות/יצירתיות, ושיתוף פעולה ושותפות, בפרט. יש אף המתייחסים למיומנויות אלה כהישרדותיות ולא רק כמיומנויות נחוצות לבוגרי מערכת החינוך במאה ה-21.

מעניין כי בחלק מהמדינות הופיעה המיומנות של יצירתיות וחדשנות, אשר מוגדרת על פי רוב כמיומנות אישית של הפרט, דווקא כמיומנות קולקטיבית, הכוללת גם עבודה בצוות ושיתוף פעולה של מגוון תלמידים בעלי כישורים שונים וחוזקות שונות. מיומנות זו של **יצירתיות קולקטיבית** צוינה כמיומנות חשובה לפתרון בעיות ואתגרים מורכבים ורחבים.



תהליך גיבוש המיומנויות והמשתתפים בו

יש הסכמה רחבה כי גורם התורם משמעותית ליישום מיומנויות המאה ה-21 במערכת החינוך הוא תכנון ויישום של תהליך מובנה, שיטתי ומתמיד. תהליך זה, הכולל מיפוי וזיהוי של המיומנויות, פיתוח תכנים וחומרי לימוד והוראה, גיבוש שיטות הוראה, למידה והתנסות, ופיתוח דרכי ההערכה ומדידה נמשך **לפחות שלוש שנים במחזוריות של שש עד עשר שנים**.

תהליך הגיבוש צריך להיות **משתף ומשותף** לכלל בעלי העניין הרלבנטיים ובכללם קובעי מדיניות ומקבלי החלטות במשרד החינוך ומשרדי ממשלה רלבנטיים אחרים, מנהלי בתי-ספר, מורים מובילים, הורים, תלמידים, אנשי תעשייה ומשק, ארגוני מורים, מנהלי אגפים לחינוך ברשתות המקומיות, מומחים וחוקרים באקדמיה, אנשי אתיקה, מוסר ופילוסופיה בחינוך, ואנשי ציבור.

קיימת תמימות דעים כי על התהליך לנקוט בגישה משולבת של קביעת מדיניות עם יעדים ומדדים על-ידי מקבלי החלטות ("**מלמעלה למטה**"), עם הזנה מתמדת מהשדה החינוכי, המאפשרת הרחבה של פרקטיקות מוצלחות לרמה הלאומית ("**מלמטה למעלה**"). בהקשר זה יש לציין לטובה את הגישה שאומצה באונטריו קנדה, אשר מעניקה **אוטונומיה פדגוגית וניהולית עם סמכויות תקציב וביצוע לדרגי הביניים** (מחוז, רשות המקומית או מסגרת המאחדת מספר בתי-ספר כמו רשתות חינוך) הקרובה יותר לשדה ממשרד החינוך מחד, ובעלת ראייה מערכתית רחבה יותר משל בית-הספר הבודד מאידך.

עוד נמצא, כי ברוב רובן של המדינות שנחקרו, הוקמו על-ידי משרד החינוך **מוסדות אוטונומיים סטטוטורית** עם מיטב החוקרים והמומחים במדינה, לריכוז, ניהול, פיתוח והערכה של תהליכי גיבוש המיומנויות והטמעתן במערכות החינוך הלאומיות. נראה כי חלק מסמכויות וגופי משרד החינוך הועברו לגופים אלה. מוסדות אלו מהווים גורמים משמעותיים ביישום מיומנויות מקדמי מצוינות בתחומי ה-STEM.

יישום אפקטיבי של מיומנויות המקדמות מצוינות STEM בתוכניות הלימודים

בבחינת הגורמים המסייעים ליישום האפקטיבי של מיומנויות בתוכניות הלימודים עולה כי מדינות המחקר פעלו **לצמצום כמות הנושאים** התוכניים הנכללים בתוכניות הלימודים במקצועות ה-STEM **ושילבו את המיומנויות בצמידות** לנושאי הלימוד המתאימים והרלבנטיים, ולא בנפרד מהם.

מדינות המחקר פעלו **לפתח, לפרסם ולהנגיש** חומרי לימוד, הוראה והתנסות מגוונים לאוכלוסיות שונות, וכן דרכי הערכה ומדידה עם מחוונים מפורטים. כל זאת לצד **מתן אוטונומיה פדגוגית וניהולית** (דיפרנציאלית לבתי-הספר על פי הבשלות והמוכנות לקבל אחריות שכזו) לגורמי השטח ברשות המקומית ובבתי-הספר עצמם. מתן אופן בצוותי ההוראה בבתי-הספר מחייב שקיפות מחד וסמכות מאידך, ועמידה ביעדים ובמדדים, שהוסכמו על-ידי גורמי משרד החינוך ומנהלי בתי-הספר. לרשות בתי-הספר במדינות המחקר **הועמדו הכלים, התקציב ואנשי המקצוע** (מורים מנהיגים ומובילים מבתי-ספר אחרים) הנדרשים כדי ללוות ולסייע להם.

בדיקת אופן הכתיבה של שילוב מיומנויות המקדמות מצוינות ב-STEM בתוכניות הלימודים מראה כי המיומנויות מנוסחות **במונחים התנהגותיים ביצועיים** המשקפים בצורה ברורה ובהירה את המשימות שעל התלמידים לעמוד בהן כדי לשקף את רמת השליטה במיומנויות שרכשו. בנוסף עולה כי כל מסמכי התוכנית ליישום מיומנויות המאה ה-21 (ניירות עמדה ומטה, תוכניות לימודים, חומרי וכלי לימוד והוראה, דרכי הערכה ומדידה ועוד) נוסחו **בלשון פשוטה** ולא מליצית, המובנת למורה מן השורה ולכלל הציבור. באופן זה עלתה הסבירות לאמון רב יותר של הציבור במערכת החינוך ולתמיכתו בה בהטמעת המיומנויות. שידור המסרים החינוכיים בצורה קוהרנטית ואחידה נמצא כתורם לקליטה, להבנה וליישום טוב יותר של המיומנויות.



בכל מערכות החינוך המתקדמות שנבדקו במחקר זה נמצא כי פותחו ויושמו **מקצועות לימוד בין-תחומיים** **ורב-תחומיים** כגון קיימות, טכנולוגיה וחיים, בריאות וגלובליזציה. תחומי לימוד אלו מזמנים אפשרויות קלות וטבעיות יותר לשילוב מיומנויות מקדמות מצוינות STEM הן בתכנים, הן בשיטות ההוראה והלמידה, הן בסביבות ההתנסות והן בדרכי ההערכה המעצבת והמסכמת. מדינות המחקר הטמיעו בתוכניות הלימודים **שיטות הוראה ולמידה חדשניות** כמו שיטת הלמידה מבוססת פרויקטים בסביבות makers ובשילוב האקטונים; הוראה, אימון וחונכות על-ידי **מספר מורים** למספר מקצועות (כגון מדע וטכנולוגיה) **ביחד**; התייחסות של מורי המתמטיקה והמדע ליישומים בתחומי החיים והטכנולוגיה, והתייחסות של מורי הטכנולוגיה לעקרונות המדעיים והמתמטיים ביישומים רלבנטיים לעולם התלמידים.

לבסוף ראוי לציין את בחינת מידת ההטמעה של המיומנויות בתוכניות הלימודים שביצע ה-OECD בהולנד באמצעות כלי המחקר החדשני **Curriculum Content Mapping**, תוך השוואה למדינות אחרות בעולם, כתהליך שתרם רבות ליישום האפקטיבי של המיומנויות בתוכניות הלימודים.

הערכה ומדידה התורמות ליישום מיומנויות המקדמות מצוינות STEM

הערכה ומדידה הן בעלות תפקיד משמעותי עיצוב התנהגות ובכללה למידה. בני אדם, ומורות ומורים בכללותם, רוצים להצליח במה שהם עושים, והם מוערכים ונמדדים על פי הישגי תלמידיהם. כיוון שתהליך ההערכה נעשה לשם למידה ולא רק לסיכום הלמידה, עליו להתבצע ולהתקבל על-ידי מערכת החינוך **כחלק בלתי נפרד מתהליך הלמידה** ולא רק כמסכמת אותו. שילוב דרכי ההערכה והמדידה של מיומנויות המקדמות מצוינות STEM **בכלל ההערכות** המתבצעות בתהליך החינוכי לאורך שנותיו, כגון הערכות בית-ספריות ומבחנים לאומיים, תעודות המוענקות לבוגרי בתי-הספר, ואף בקריטריונים ובתנאי הקבלה של המוסדות להשכלה גבוהה, מסייעת בהטמעת המיומנויות וביישומן.

באתרים של משרדי החינוך בחמש המדינות מפורטות **דרכי הערכה מגוונות** הכוללות צפייה בתהליך הלמידה וההתנסות, ראיונות עם התלמידים, דו"חות אישיים של התלמידים, הבעה בכתב, בעל פה והצגה מנומקת ומבוססת נתונים על-ידי התלמיד אישית וקבוצתית, מבחנים עם שאלות פתוחות וסגורות ועוד. **ההערכה התהליכית המעצבת** על-ידי המורים בבתי-הספר וגורמים חיצוניים (כמו אנשי תעשייה וחברה, מפקחים ומדריכים, אנשי אקדמיה) **משולבת עם ההערכה המסכמת** של המבחנים הלאומיים של משרד החינוך והמבחנים הבין-לאומיים כמו הפיזה והטימס. כלי ההערכה העומדים לרשות הצוות החינוכי כוללים **מחווים ברורים** המקלים על הערכת רמת השליטה של התלמידים במיומנויות שרכשו. ממצאי המחווים ניתנים להצגה על **סרגלי פרופילים** של התלמידים, ובכך להאיר על היבטים שונים של שליטת התלמיד במיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM. המחווים יכולים לשרת את המורים, התלמידים, ההורים, המוסדות להשכלה גבוהה, מקבלי החלטות והציבור בכללותו.

בכל מערכות החינוך שנבדקו נמצא כי **מספר הבחינות הלאומיות בסוף התיכון הוא קטן יחסית**, וכי עיקרי הלימוד התוכניים לבחינה **ממוקדים מראש** (כפי שנעשה השנה בשל מגיפת הקורונה). דרכי ההערכה של בחינות הסיום הן **מגוונות** (בכתב, בעל פה, פנים אל פנים ובאופן מקוון), ולבתי-הספר המתאימים והמעוניינים ניתנת **אוטונומיה וסמכות להערכה עצמאית**. צמצום תכני הלימוד בבחינות הסיום מאפשר את העברת הדגש למיומנויות, ומקדם את יישומן והטמעתן. ממצאי ההערכה של התלמידים לאורך השנים ובשכבות הגיל השונות ושל בתי-הספר נשמרים במאגרי מידע של משרד החינוך ושל בתי-הספר עצמם. ניתוח של ממצאים אלה, **הצגתם והנגשתם בצורות שונות ובאופן מושכל ומתאים**, משמשות את מקבלי החלטות וקובעי המדיניות מחד, ואת המורים, התלמידים והוריהם מאידך, ומקדמת את הטמעת המיומנויות במערכת החינוך.



גורמים נוספים העשויים לתרום ליישום המיומנויות

במספר מדינות שנבחנו נמצא כי מדיניות לאומית יכולה להתבטא בפיתוח וביישום פרויקטים לאומיים במערכת החינוך. אלה יכולות להיות יוזמות של משרד החינוך או של גורמי שדה, שיאומצו על-ידי גורמי מטה. דוגמא לכך היא פיתוח מקצוע לימוד חדש "חינוך ליזמות" וכן שילוב נושאים להוראה, ללמידה ולהתנסות מתחום היזמות והחדשנות במקצועות לימוד אחרים. פרויקטים לאומיים כאלה תורמים ליישום מיומנויות מקדמות מצוינות ב-STEM במערכת החינוך.

מסקנה נוספת העולה מן המחקר היא כי שילוב פורמלי, מתואם ומסודר של הקניית המיומנויות מקדמות מצוינות STEM המתבצעת בחינוך הבלתי פורמלי, כגון חוגים, מוזיאונים, ומרכזי מחקר חיצוניים, עם הקנייתן בחינוך הפורמלי בבתי-הספר, עשוי לקדם משמעותית את הקניית המיומנויות והטמעתן.

באופן דומה נראה כי גם שיתוף פעולה עם מערכת ההשכלה הגבוהה להכללת מיומנויות המאה ה-21 בכלי המיון ותנאי הקבלה למוסדות הלימוד המתקדמים, וכן למידה מכלי ההערכה והמיון של מיומנויות המאה ה-21 הנהוגים בצה"ל יכולים לסייע בהטמעת המיומנויות בחינוך ובאוכלוסייה כולה.



נספח: התייחסויות ותפיסות שעלו בראיונות עם מומחים ואנשי אקדמיה מישראל ומהעולם

במהלך המחקר ערך החוקר הראשי מספר ראיונות וקיבל חומרים רלבנטיים לשאלות המחקר ממומחים ואנשי אקדמיה בישראל ובעולם הרשומים להלן:

- פרופסור ענת זוהר, האוניברסיטה העברית בירושלים
- פרופסור רמי בנבנישתי, האוניברסיטה העברית בירושלים ואוניברסיטת בר-אילן, רמת גן
- פרופסור אבי עשור, אוניברסיטת בן גוריון, באר שבע
- עודד בושריאן, היוזמה למחקר יישומי בחינוך, האקדמיה הישראלית למדעים, ירושלים
- Prof. Kimberly Schonert-Reichel, The University of British Columbia, Vancouver, Canada
- Prof. Henry Brown, Boston College, Massachusetts, USA
- Dr. Imbi Henno, Chief Expert, Ministry of Education and Research, Tallinn, Estonia

מניתוח הראיונות והחומרים שנתקבלו הנוגעים לגורמים ההשפעה על יישום מיומנויות המאה ה-21 המקדמות מצוינות STEM בהוראה ובלימודים בבתי-הספר במערכת חינוכית לאומית, עלו המסקנות וההצעות הבאות:

1. יש להקדיש זמן ומחשבה לתהליך הכשרת הלבבות הן בבתי-הספר (מנהלים, מורים ותלמידים), והן אצל בעלי עניין חיצוניים כגון הורים, אנשי משק ותעשייה, קהילה, ארגוני המורים והציבור הרחב. יש לערב את נציגיהם בדיונים ובהחלטות, ולשתף את כלל בעלי העניין בתהליך, בממצאים ובמסקנות.
2. המסמכים, הדו"חות והפרסומים השונים צריכים להיות מנוסחים בשפה פשוטה (לא מליצית עם מונחים מקצועיים הנהירים רק לקהילה החינוכית), בהירה, מובנת וממוקדת.
3. התהליכים של ההטמעה והיישום של מיומנויות המאה ה-21 בהוראה ולמידה צריכים להיות הן "מלמעלה למטה" (ממשרד החינוך לבתי-הספר) והן "מלמטה למעלה" (יוזמות של מורים בבתי-הספר למשרד החינוך).
4. מתן אוטונומיה פדגוגית, ניהולית, ארגונית ותקציבית ליישום מיומנויות המאה ה-21 עם שקיפות, סמכות ואמון.
5. דגש מיוחד ניתן ליכולות ולכישורים של כוח ההוראה ופיתוחו המקצועי (פרחי הוראה, מורים, מורים מובילים ומנהלים), לליווי ולתמיכה בהם תוך תהליך היישום של המיומנויות.
6. יש לגבש מלכתחילה את דרכי ההערכה, המשוב והמדידה עם ממצאים ונתונים על השגת היעדים והמדדים שנקבעו בנקודות מפנה ובסיום, של הישגי התלמידים ברכישת המיומנויות בשכבות הגיל השונות (למשל כיתות ד', ז', ט' וי"ב) ולאורך השנים. בסיסי הנתונים השונים ישמשו לשיפור הלמידה וההוראה מחד, ולקבלת החלטות של קובעי מדיניות וגורמים מקצועיים מאידך.
7. יש לגוון את דרכי ההערכה והמדידה המעצבת והמסכמת כך שיכללו כלים ושיטות כגון צפייה, מחוונים, דיווח עצמי, מבחנים פתוחים וסגורים, פרויקטים והתנסות, ראיונות עם מספר מעריכים ועוד.



8. יש לתכנן את תהליך פיתוח ויישום של המיומנויות בכלל ממערכת החינוך כתהליך ארוך טווח של כעשר שנים לפחות.
9. יש לשתף פעולה עם המוסדות להשכלה גבוהה והמועצה להשכלה גבוהה ליצירת ממשק אפקטיבי של כלי מיון ותנאי קבלה לאוניברסיטאות ולמכללות האקדמיות שיכללו גם מיומנויות המאה ה-21.
10. יש למפות ולבחון כלי הערכה ומיונים בצה"ל הכוללים את מיומנויות מאה ה-21 למועמדים לגיוס וכן לשיבוץ ליחידות השונות ולתפקידים שונים.
11. יש לבדוק הוספת מיומנויות של אוריינות בריאותית ואוריינות של רווחה מיטבית (בנוסף לאלו של שפה, חשיבה, מתמטית, דיגיטלית, מידע, סביבה וחברה).
12. מומלץ לשלב את הקניית מיומנויות המאה ה-21 בחינוך הפורמלי (בתי-הספר) ובחינוך הבלתי פורמלי (תנועות נוער, חוגים, ספורט, לימודיים במוזיאונים, במקומות עבודה, במכוני מחקר ועוד) באופן מובנה, שיטתי ומתמיד.
13. יש לבצע מחקרי חלוץ ביוזמה ו/או שיתוף עם האגף למו"פ, המזכירות הפדגוגית, המינהל לחינוך טכנולוגי ולתקשוב והאגף לאסטרטגיה במשרד החינוך, בבתי-ספר ניסויים במערכת החינוך.
14. ראוי לבחון ולבדוק באופן קבוע את המוכנות, המוטיבציה, והמעורבות של המנהלים וצוותי ההוראה בתהליך ההטמעה של מיומנויות המאה ה-21 בהוראה, בלמידה, בהתנסות ובהערכה בבתי-הספר.



מקורות

- איזנברג, אלי, ועומר זליבנסקי-אדן, 2019. "התאמת מערכת החינוך למאה ה-21", ירושלים: המכון הישראלי לדמוקרטיה.
- הגיע זמן חינוך, קרן טראמפ, 2019. "שווים ומצטיינים: יומן מסע במערכת החינוך של ארץ המיפול".
<https://www.edunow.org.il/edunow-media-story-257060>
- היוזמה - המרכז לידע ולמחקר בחינוך, 2018. "עיצוב תוכניות לימודים למאה ה-21: סקירה השוואתית בין לאומית". ירושלים: האקדמיה הלאומית הישראלית למדעים.
- יוזמת 5פ2, שיתופים, 2019. "תהליך היוועצות לאיתור מיומנויות נדרשות למצוינות מדעית טכנולוגית בהתאמה לצרכי הצבא, האקדמיה והתעשיות המתקדמות" שביצעה יוזמת 5פ2, בית יהושע: שיתופים-אסטרטגיות להשפעה חברתית.
<https://www.5p2.org.il/wp-content/uploads/%D7%A1%D7%99%D7%9B%D7%95%D7%9D>
- Halpern, Diane F., 1999. "Teaching for Critical Thinking: Helping College Students Develop the Skills and Dispositions of a Critical Thinker." *New Directions for Teaching and Learning*, 1999 (80): 69–74.
- Sternberg, Robert J., and Todd I. Lubart, 1999. "The Concept of Creativity: Prospects and Paradigms." In: Robert J. Sternberg (ed.), *Handbook of Creativity*, 3–15. Cambridge: Cambridge University Press.
- Academy of Singapore Teachers, 2020.
<https://www.academyofsingaporeteachers.moe.edu.sg>
- Canada-learning systems-NCEE, 2020.
<http://ncee.org/what-we-do/center-on-international-education-benchmarking/top-performing-countries/canada-overview/canada-instructional-systems/>
- Dutch Ministry of Education and Culture 1, 2020.
Government.nl/ministries/ministry-of-education-culture-and-science
- Dutch Ministry of Education and Culture 2, 2020.
<https://www.government.nl/topics/secondary-education/secondary-school-leaving-examination>
- Dutch New Curriculum Website, 2020.
<https://www.curriculum.nu/het-proces/>
- Edugains Canada, 2020.
<https://www.edugains.ca/newsite/Home/index.html>
- EQAO, 2020.
<https://www.eqao.com/en>
- Estonian Ministry of Education and Research 1, 2020. **Important activities in the 2019/2020 academic year.**
https://www.hm.ee/sites/default/files/htm_koolialgusepakett_a4_eng.pdf

- Estonian Ministry of Education and Research 2, 2020.
<https://www.riigiteataja.ee/en/eli/524092014009/consolide>
- Estonian Ministry of Education and Research 3, 2020. **Upper secondary school national curriculum.** <https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021?leiaKehtiv>
- Estonian Ministry of Education and Research 4, 2020. **Mathematics curriculum for upper secondary schools.** <https://oppekava.innove.ee/gumnaasiumiharidus/matemaatika/>
- Eurydice – **European Commission, 2018.**
https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/assessment-general-lower-secondary-education-25_de
- Eurydice – **European Commission, 2020.**
https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/netherlands_en
- Finnish Ministry of Education and Culture 1, 2018. **Compulsory Education in Finland/2018.**
<https://www.oph.fi/en/statistics-and-publications/publications/compulsory-education-finland>
- Finnish National agency for education 1, 2020.
<https://www.oph.fi/en/services/enquiries-about-finnish-education-system>
- Finnish National agency for education 2, 2016. **New national core curriculum for basic education, 2016.**
<https://www.oph.fi/en/statistics-and-publications/publications/new-national-core-curriculum-basic-education-focus-school>
- Finnish National Agency for Education 3, 2019. **High school Curriculum Basics 2019.**
<https://eperusteet.opintopolku.fi/beta/#/fi/lukio/6828810/tekstikappale/6828938>
- Finnish Ministry of Education and Culture 2, 2020.
<https://minedu.fi/en/finnish-matriculation-examination>
- OECD - School education in Estonia, 2016. **OECD Reviews of School Resources: Estonia 2016.**
<https://www.oecd.org/governance/oecd-reviews-of-school-resources-estonia-2016-9789264251731-en.htm>.
- INNOVE 1, 2020. **The Innove Foundation.** <https://www.innove.ee/en>
- INNOVE 2, 2020. <https://www.innove.ee/eksamid-ja-testid/riigieksamid/>
- INNOVE 3, 2020. **Curriculum Information Portal-Gymnasium-Mathematics/Innove Foundation**
<https://oppekava.innove.ee/gumnaasiumiharidus/matemaatika/>
- INNOVE 4, 2018. **Entrepreneurship Curriculum. Curriculum Information Portal-General Competences/Innove Foundation Upper secondary school elective course "Entrepreneurship Education", 2018**
https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=en&prev=search&pto=nl&rurl=translate.google.com&sl=et&sp=nmt4&u=https://www.innove.ee/wp-content/uploads/2019/03/Gymnaasiumi_valikoppeaine_Ettevotlusopetus_2018.pdf&usq=ALkJrh-B6_yyaJZBYB_X0wXDUVs0conA

- **NIE 1 – National Institute of Education 1, 2020.**
<https://www.nie.edu.sg>
- **NIE 2 – National Institute of Education 2, 2020.**
[National Institute of Education \(NIE\) – Educational Research](#)
- OECD EDUCATION 2030 – Curriculum Content Mapping, 2020. **An Analysis Of The Netherlands Curriculum Proposal.**
https://www.oecd.org/education/2030project/contact/E2030_CCM_analysis_NLD_curriculum_proposal.pdf
- ONTARIO Ministry of Education 1, 2020.
<http://www.edu.gov.on.ca/eng/teachers/curriculum.html>
- ONTARIO Ministry of Education 2, 2020. **Mathematics Curriculum – Secondary - Grade 9 – 10.**
<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/math910curr.pdf>
- Science Curriculum Grades 9 & 10, 2008.
http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/science910_2008.pdf
- Science Curriculum Grades 11 & 12, 2009.
http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/secondary/2009science11_12.pdf
- Singapore's Ministry of Education 1, 2020.
<https://www.moe.gov.sg/education/education-system>
- Singapore's Ministry of Education 2, 2020.
<https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/21cc/files/annex-21cc-framework.pdf>
- Singapore's Ministry of Education 3, 2014.
<https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/science-lower-upper-secondary-2014.pdf>
- Singapore's Ministry of Education 4, 2020. **Singapore Curriculum Philosophy.**
<https://www.moe.gov.sg/about/singapore-teaching-practice/singapore-curriculum-philosophy>
- Singapore's Ministry of Education 5, 2020.
<https://www.seab.gov.sg/home/examinations/psle>
- The National Institute for Curriculum Development (SLO) 1, 2020.
<https://slo.nl/>
- The National Institute for Curriculum Development (SLO) 2, 2020.
<https://slo.nl/thema/meer/21e-eeuwsevaardigheden/samenwerken/>
- The National Institute for Curriculum Development (SLO) 3, 2020.
<https://slo.nl/handreikingen/introductie/>