

פרויקט גמר אינטרדיסציפלינרי במקצועות טכנולוגיים בבתי ספר תיכון: אתגרים מובנים ותנאים להצלחה

2018



היזמה למחקר יישומי בחינוך

מת"ת מחקר תומך תכנון

מסמך זה נכתב במסגרת ערוץ הפעילות מידע תומך תכנון
(מת"ת) של היזמה למחקר יישומי בחינוך, בהזמנת מנהל
תקשוב, טכנולוגיה ומערכות מידע במשרד החינוך.

ת/ר/ת

תודתנו שלוחה לכל מי שתרמו מזמנם וממרחם ליצירת המסמך:
ד"ר אלי איזנברג, לשעבר סמנכ"ל אורט ישראל; ד"ר רונית
אשכנזי, סמנכ"ל פדגוגיה רשת עמל; ד"ר איתי אשר, המדען
הראשי במשרד החינוך; ד"ר אסנת דגן, מכללת בית ברל; ד"ר
אביטל היימן, המובילה מחקר פעולה על אודות פרויקט ג'אם
טק; עינת קריצימן, מפמ"רית עיצוב, ממונה פרויקט ג'אם טק;
חגי קרפ, רכז פדגוגי, פרויקט ג'אם טק; מיכל רינות, שנקר.

כתיבה: צוות היזמה
עריכת תוכן: תמי חלמיש-אייזנמן
עריכת לשון: מוריה יזרעאלב
עיצוב גרפי: אמונה כרמל

מסמך זה נכתב לבקשת עינת קריצ'מן, נציגת מנהל תקשוב טכנולוגיה ומערכות מידע במשרד החינוך, מפמ"ר מגמת אמנויות העיצוב וממונה על פרויקט ג'אם טק - אשר ביקשה להאיר היבטים בתחום למידה מבוססת פרויקטים במקצועות טכנולוגיים לצורך תכנון עתידי. **פרויקט ג'אם טק** הוא ניסוי חלוצי בתחום הפדגוגי המשלב 2-3 מגמות טכנולוגיות. מטרתו לאפשר לתלמידי מגמות טכנולוגיות להתנסות בתכנון מוצרים לרווחת האדם ובעבודה בצוות רב תחומי, במסגרת עבודת גמר במקצוע ההתמחות בחינוך הטכנולוגי. כל אחד מחברי הצוות תורם לתהליך את תחום הידע שלו, ונבחן על חלקו בפיתוח על ידי בוחן מתחום הדעת. בתשע"ט ייגשו לראשונה תלמידים משבעה בתי ספר לבגרות אינטרדיסציפלינרית במסגרת הפרויקט. התלמידים הצטרפו לניסוי זה דרך קול קורא שפרסם אגף טכנולוגיה.

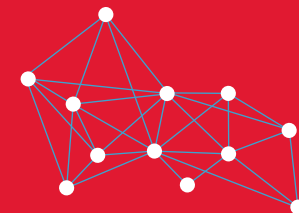
מינהל המדע והטכנולוגיה במשרד החינוך מוביל בשנים האחרונות תהליכי למידה יישומיים שבהם תלמידי מגמות שונות מקימים צוות למען מטרה משותפת. שאלות רבות נשאלות על תהליכי למידה אלו, ועל היכולת להרחיב את השימוש בצורת לימוד זו. מסמך זה מציג סיכום ממוקד של ידע מחקרי העוסק בהוראה ולמידה באמצעות פרויקטים אינטרדיסציפלינריים במקצועות טכנולוגיים בבתי ספר תיכון; מטרתו להרחיב את נקודת המבט ולספק ידע מהימן ומבוקר עבור קובעי מדיניות, מפתחים ומפעילים של מתודת הוראה זו.

מסמך זה מורכב מחמישה חלקים:



מהמחקר עלה כי יישום איכותי של **פרויקט חקר (PBL) אינטרדיסציפלינרי בתחומי הטכנולוגיה בבתי ספר תיכוניים** כולל: (1) פרויקטים מובנים למחצה שבהם מתפתחת בהדרגה עצמאות התלמידים ונוצרת תחושת מסוגלות. פרויקטים אלו אינם בנויים כמתכון שהתוצאה שלו ידועה מראש ויש לעקוב בדיוקנות אחרי שלביו השונים, אך גם אינם פתוחים לחלוטין כמו שאלת מחקר באקדמיה; (2) הכשרה ייעודית למורים ותמיכה בהם במהלך עבודתם; (3) הערכת התהליך והתוצר ברורה לסגל ולתלמידים.

א. פרויקט גמר אינטרדיסציפלינרי במקצועות הטכנולוגיה - מושגי יסוד ודגשים מהמחקר



ביאור מושגים ודגשים מהספרות המחקרית:

למידה מבוססת פרויקטים (Project Based Learning - PBL) מבוססת על חיבור בין ידע תיאורטי ופרקטיקה. שיטת למידה זו מעודדת את הלומדים למצוא פתרון לבעיה בעזרת יישום של ידע וכלים מוכרים וידועים או באמצעות לימוד ידע וכלים חדשים הממוקדים בפתרון הבעיה. כך למשל, כאשר תלמידים מתנסים בבניית מודל של גשר הם נדרשים להשתמש בידע קודם שיש להם מלימודי מכניקה, ולהוסיף וללמוד (תוך כדי התנסות) על תנאי בסיס לעומס ומתח.

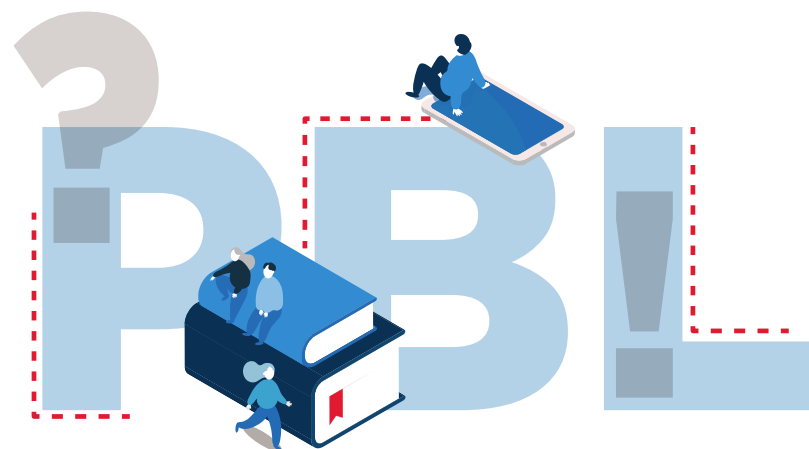
בלמידה מבוססת פרויקטים המורה משמש **מנחה ומאמן (Coacher)**. הוא עוזר לתלמיד להבחין בין ידע קיים שעליו להביא לידי ביטוי ומימוש בפרויקט, ובין ידע חסר שעליו ללמוד לצורך הפרויקט.

יש המבחינים בין למידה מבוססת פרויקטים ל**למידה מבוססת בעיות (Problem-Based Learning)**. לפי הבחנה זו, למידה מבוססת בעיות מתרכזת יותר בחשיבה אינטגרטיבית: בחיבור של ידע ממקורות שונים ובחשיבה על אודות חשיבה. למשל, התלמידים לומדים להבחין בין ידע קיים שעליהם להביא לידי ביטוי ומימוש בפרויקט, ובין ידע חסר שעליהם לרכוש על מנת להצליח ליישם בפרויקט. לעומת זאת למידה מבוססת פרויקטים מתמקדת בביצוע תהליכי: בתכנון מסודר והוצאתו לפועל לצורך הפקת תוצר.

יש הרואים חפיפה בין שני המונחים, כפי שעולה מראשי התיבות הזיהים. לצורך הנוחות, זאת גם העמדה הננקטת במסמך זה.

בשנים האחרונות רווחת יותר למידה הדורשת מהתלמידים להתמודד, כחלק מצוות, עם בעיה אותנטית הדורשת עיבוד של ידע מתחומי דעת שונים (אינטרדיסציפלינרי). המקצועות הטכנולוגיים מוגדרים מלכתחילה כמקצועות אותנטיים, על כן אך טבעי שהם מובילים בהפעלת מתודת למידה זו.

תהליכי הוראה ולמידה מבוססי פרויקטים במקצועות הטכנולוגיה בבתי ספר תיכונים כוללים פעמים רבות את אחד מבין שני המאפיינים הבאים או את שניהם: הם דורשים למידה אינטרדיסציפלינרית, והם נעשים בקבוצות הטרוגניות קטנות (צוותים).



דגשים מהמחקר העוסק בלמידה מבוססת בעיות ופרויקטים:

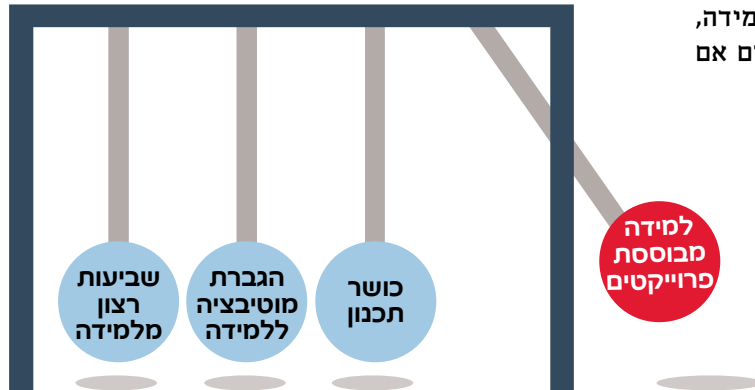
משרד החינוך מציע שני מסלולים מואצים מרכזיים שמטרתם לעודד תלמידים בעלי הישגים גבוהים ללמוד מקצועות טכנולוגיים:

לימודים במגמת טכנולוגיה בצירוף לימודי תחום מדעי ברמת חמש יחידות, וכן עבודת חקר בתחום טכנולוגי בחמש יחידות. סך הכול: 15 יחידות לימוד.

לימודים בתוכנית עתודה מדעית טכנולוגית המשלבת לימודים עיוניים מדעיים עם לימודים טכנולוגיים. בוגרי המסלול לומדים חמש יחידות במתמטיקה, חמש יחידות במקצוע מדעי עיוני (כגון פיזיקה) וחמש יחידות במקצוע טכנולוגי.

יש מתאם בין למידה מבוססת פרויקטים והצלחה ברכישת מיומנויות לטווח ארוך, כגון כושר תכנון, הגברת המוטיבציה של תלמידים ללמוד והגברת שביעות הרצון שלהם מהלמידה. זאת, בין השאר, בגלל התחושה שהיא מלמדת כיצד עובדים בעולם המחקר ובעולם התעסוקה. בבחינת ההישגים הלימודיים התוכניים (ידע תוכן) בטווח הקצר לא נמצא יתרון ללומדים בשיטת למידה מבוססת פרויקטים. תלמידים הלומדים בשיטות אחרות (הנחשבות מסורתיות) משיגים ציונים גבוהים יותר במבחנים סטנדרטים. כמו כן, יש הטוענים כי שביעות הרצון של המורים המלמדים ושל התלמידים הלומדים בשיטת הוראה מבוססת פרויקטים נמוכה יותר מאשר בשיטות הוראה אחרות.

לסביבת הלמידה יש השפעה מכרעת על איכות הלמידה בשיטה מבוססת הפרויקטים. נמצא כי ההקשר שבו מופעלת הלמידה, ובעיקר שיתוף הפעולה של המורים והמנהלים, הם הקובעים אם שיטת הלמידה הזו תצליח או תיכשל.



חשוב לציין שבמגמה החינוכית הנוכחית, החינוך הטכנולוגי אינו נתפס בישראל ובעולם כעומד בפני עצמו אלא כחלק ממקצועות טכנולוגיים-מדעיים, או **STEM Education** (Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education). ראשי התיבות הומצאו בארה"ב לפני כ-25 שנה, ומטרתם הייתה לאגד את תחומי הדעת האלו כתחומי דעת נושקים. בהמשך, שילוב בין תחומי הדעת האלו הפך לאידיאל לימודי, וכיום מקובל לשלב ביניהם בצורות כאלו ואחרות.

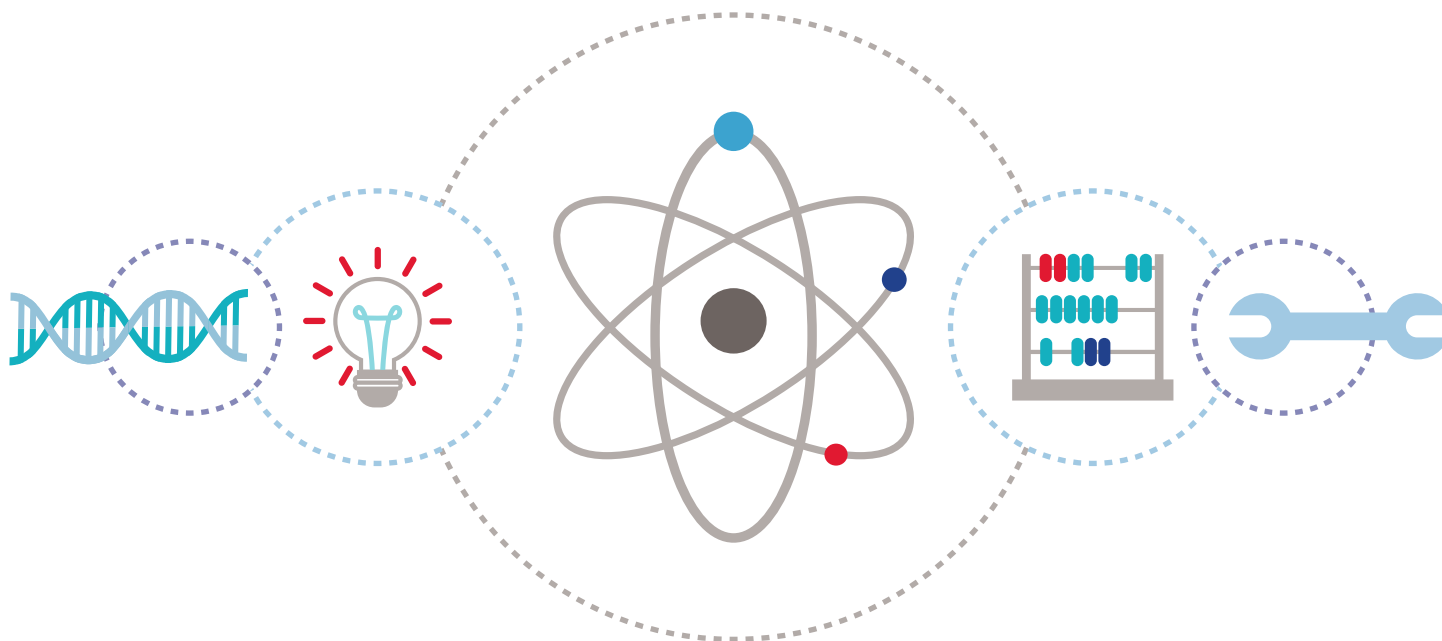
מדינות רבות, ובתוכן ישראל, הצטרפו בעשורים האחרונים לתפיסת ה-STEM. תפיסה זו באה לידי ביטוי באופנים הבאים:

הוקמו בתי ספר STEM
(STEMx)

רשתות מקצועיות של
מורים הוקדשו לנושא
STEMNET, EU STEM
Coalition

ארגוני מגזר שלישי
המקדמים הוראה
אינטגרטיבית מבוססת
פרויקטים: למשל
Project Lead the way;
Technology Students
Association

תוכניות הכשרה והתפתחות
מקצועית למורים הממוקדות
בהוראה אינטרדיסציפלינרית
ובשיטות הוראה המקדמות
למידה מבוססת פרויקטים.
למשל Integrative STEM
Education



במקביל להתפתחות לימודי המדעים, הטכנולוגיה וכן לימודי ההנדסה במכונים להשכלה גבוהה, התפתחה גם מגמה לעיצוב משלים. תכליתה להקנות כלים עיצוביים למהנדסים ואנשי טכנולוגיה בבואם לפתח מוצר. מגמה זו טרם חלחלה באופן מובהק ללימודי התיכון. מבחינה זו פרויקט ג'אם טק הוא ייחודי מסוגו.

בהקשר לנושא STEM ולשילוב מקצועות טכנולוגיים-מדעיים חשוב להתעכב על המונח **למידה אינטרדיסציפלינרית** (אינטגרטיבית, Integrative Learning). המונח מתייחס ללמידה המערבת שני תחומי למידה או יותר (למשל ביולוגיה וכימיה), ברמות משתנות של חיבור והעמקה.

המערכת הבית ספרית אינה תומכת בלמידה אינטרדיסציפלינרית היות והיא מאורגנת על פי תחומי דעת, והתלמיד נדרש לעמידה ביעדים של כל תחום בנפרד.

לעיתים בוחרים המורים ליישם למידה האינטרדיסציפלינרית בצוותים. למידה בצוותים (Team Learning) מעודדת אווירה שיתופית בלמידה, ולרוב היא מונחית למחצה ומתקיימת בקבוצות קטנות. נמצא במחקר כי למידה כזו, כאשר היא נעשית באופן מיטבי, מנבאת הצלחה אקדמית עתידית.

למידה בקבוצות המתבצעת כהלכה מקדמת את המרכיבים הבאים:



מחקרים מצביעים על שלושה תנאים חשובים לקיומה של למידה אפקטיבית בקבוצות:

- הנחייה מספקת מצד המורה.
- ביטחון של המורה ביכולתו לנהל את הפעילות הלימודית.
- סביבה תומכת למידה, דהיינו אווירה כיתתית המאפשרת למידה בצוותים ותנאים פיזיים נאותים.

הספרות מבחינה בין שני סוגים של למידה אינטרגרטיבית:

למידה רבת-תחומית (Multidisciplinary Learning) היא למידת נושא דרך פריזמות של תחומים שונים, הממשיכים לעמוד כל אחד בפני עצמו כתחומי ידע נלמדים. בלמידה רבת-תחומית לא מבקשים לייצר תחום ידע חדש, אלא לקדם הבנה רחבה יותר ורב-ממדית של נושא או בעיה מסוימים. למשל, בלימודים יישומיים של חשמל אפשר להרחיב על תופעות פיזיקליות תיאורטיות כגון שדות מגנטיים. במקביל לכך בלימודי פיזיקה אפשר להתנסות בבעיות מעשיות מתחום לימודי החשמל.

למידה בינתחומית (Interdisciplinary Education) היא למידה שבה נושא כלשהו נלמד מלכתחילה תוך התייחסות לתחומי דעת המשותפים לו. למידה זו יוצרת חיבורים עמוקים בין תחומי הלימוד השונים, על חשבון העמקה בכל אחד מהתחומים. דוגמה לכך היא למידה של תופעה כמו זיהום אוויר מזווית גיאוגרפית (השפעת כיווני רוחות על זיהום), דמוגרפית (אוכלוסייה בסיכון) וכלכלית (המחיר הכלכלי שגובה זיהום אוויר והמחיר שיעלו יוזמות להפחתתו). הידע של התלמיד על דמוגרפיה וכלכלה נלמד בהקשר לזיהום אוויר.

על אף ההבחנה התיאורטית בין למידה רבת-תחומית ללמידה בין-תחומית, בשפה היומיומית לא מבחינים ביניהם, והמינוח המקובל לתאר תהליך למידה המשלב מספר תחומי דעת הוא למידה אינטרדיסציפלינרית.

מחקרים מצביעים על שני קשיים מרכזיים בהוראה אינטרדיסציפלינרית:

- קיים פער בין המודל התיאורטי השואף לגשר על תחומי ידע, לבין יישומו בפועל. פעמים רבות היישום יוצר קישורים מלאכותיים, או 'מקשט' לימודי תחום אחד באזכורים שטחיים של תחום אחר.

מקורות להרחבה עבור חלק זה:

[אודות החינוך הטכנולוגי](#)

[בוזו-שוורץ, 2016, למידה בקבוצות בכיתה](#)

[שביט, יוסי. 2013. "החינוך המקצועי/טכנולוגי במחשבה שנייה," מחקרי מדיניות, מרכז טאוב לחקר המדיניות החברתית בישראל](#)

[Connolly, Paul, Nicole Craig, Sarah Miller, Louise Archer, Becky Francis, Jeremy Hodgen, Anna Mazenod, Becky Taylor&Antonina Tereshchenko, "The effects of grouping students by academic attainment on educational outcomes in secondary schools," \[Protocol for a Systematic Review\], The Campbell Collaboration](#)

[Lopone, Christina, 2016. "Exploring the Integrated Curriculum: A Critical Analysis of the Ontario Ministry of Education's Language Curriculum Document," MA Thesis, University of Toronto](#)

[Strobel, Johannes and Angela van Barneveld, 2009. "When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms," Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, Vol.3\(1\). pp. 44-58.](#)

[Andrew Elbert Walker, Heather Leary, Cindy E. Hmelo-Silver, Peggy A. Ertme \(eds.\), 2015. "PBL Effectiveness, Tensions, and Practitioner Implications," in Problem-based Learning, pp. 354-369.](#)

למידה בקבוצות או בצוותים רווחת בשיטת הוראה מבוססת פרויקטים. פעמים רבות העבודה בקבוצות דורשת התמודדות עם יכולות הטרוגניות של תלמידים. **הוראה הטרוגנית/דיפרנציאלית/ לתלמידים עם הישגים מעורבים** (Heterogeneous/Differential Education/Mixed-Attainment Teaching) היא הוראה משותפת לקבוצת תלמידים בעלי מגוון יכולות והישגים אישיים. היא דורשת התייחסות לצרכים לימודיים, חברתיים ורגשיים של התלמידים השונים בכיתה. ההוראה הטרוגנית מקודמת בעשורים האחרונים כעיקרון חינוכי ואידיאולוגי; זאת כתגובת נגד להסללה (Tracking) המבוססת על הוראה הומוגנית. לימים נמצא כי ההסללה מרחיבה פערים בחברה, על כן המעבר מהוראה הומוגנית להוראה הטרוגנית הוא ניסיון למנוע את המשך הרחבת הפערים.

דגשים מהמחקר:

ההוראה הטרוגנית יעילה יותר עבור תלמידים מתקשים. נמצא כי כאשר הוראה הטרוגנית מתקיימת באופן מיטבי, יותר תלמידים ממצים את הפוטנציאל שלהם, בלי שייפגעו תלמידים בעלי הישגים גבוהים.

יחס התלמידים ה'חזקים' וה'חלשים' בקבוצה משפיע על ההישגים בצורה לא אחידה: נמצא כי שילוב של תלמידים מתקשים רבים יחסית בסביבת למידה משפיע באופן שלילי על הישגי תלמידים ממוצעים. זאת עקב הפרעות במהלך השיעור ובשל הצורך של המורה להתאים את רמת ההוראה לרמת התלמידים.

שילוב תלמידים בעלי הישגים גבוהים משפיע לחיוב על תלמידים בעלי הישגים גבוהים מן הממוצע.

ההשפעות החיוביות והשליליות של הוראה הטרוגנית גדלות ככל שהקבוצה קטנה יותר.

ב. אתגרים מרכזיים בהוראה ובלמידה של פרויקט חקר אינטרדיסציפלינרי בתחום הטכנולוגיה בבתי ספר תיכון



כיצד ניתן להרחיב את השימוש בלמידה אינטרדיסציפלינרית בתיכון ולעקוף את חסם הבחינה הדיסציפלינרית? להלן כמה הצעות כפי שעלו במחקר:

להפוך לימודים אינטרדיסציפלינריים למקצוע לימוד מובחן שבו **נערך מבחן סטנדרטי** (מבחן בגרות, למשל). הדבר נעשה בעבר במידה מסוימת בחבל אונטריו בקנדה ובקליפורניה בארה"ב (Howes et al., 2013). למעשה, לא נמצא בספרות המחקר הנוכחית עדות לקיומה של בגרות אינטגרטיבית. כמו כן תיעוד והערכה מחקרית ללימודים אינטגרטיביים אשר מתקיימים בעיקר בבתי ספר יסודיים ובחטיבות הביניים (Drake & Reid, 2010).

לאפשר תוכנית לימודים אינטגרטיבית הבנויה מיחידות הוראה משני תחומי דעת או יותר. כלומר, **לכתוב את תוכנית הלימוד של כל דיסציפלינה בזיקה לדיסציפלינה השנייה**.

ליצור **שיתופי פעולה בין בתי ספר למכוני מחקר**, כפי שנעשה בסינגפור ובבריטניה, וליצור תוכניות לימוד ייחודיות, לרוב מחוץ לשעות הלימוד.

שיטת הוראה מבוססת פרויקטים (PBL) שכיחה במקצועות הטכנולוגיים, היות והם מקצועות יישומיים בהגדרתם. הוראה אינטרדיסציפלינרית יוצרת חיבורים ובכך מאפשרת לתלמידים להעמיק את הבנתם בכל אחד מתחומי הדעת הטכנולוגיים ומאפשרת להם להתנסות ביישום שלהם בצורה אוטנטית ומקצועית. ואכן, העוסקים במקצועות אלו כבוגרים נדרשים לפתור בעיות וליצור תוצרים חדשים והם עושים זאת, בדרך כלל, בעבודת צוות. לכן הוראה מבוססת פרויקטים הולמת הן את הצרכים של תחומי הדעת הן את הוראת המיומנויות הנדרשות עבורם.

האתגר המרכזי של ההוראה האינטרדיסציפלינרית הוא הצורך ללמד במקביל כל אחד מתחומי הדעת לעומק ולעמוד ביעדי **בחינות סטנדרטיות משוות** המתמקדות בדרך כלל בתחום דעת יחיד, כגון בחינות בגרות. פער זה בין התכנים הנלמדים (אינטרדיסציפלינרי) ובין הדרישה לעמוד בהצלחה בבחינות (דיסציפלינרי) הוא הגורם המרכזי לכך שכמעט ולא מופעלים תוכניות ופרויקטים לימודיים אינטרדיסציפלינריים בבתי ספר תיכון, למרות היתרונות של שיטה זו כפי שצוינו לעיל.

שיתופי פעולה בין בתי ספר למכוני מחקר

כתיבת תוכנית לימודים של כל דיסציפלינה בזיקה לדיסציפלינה השנייה





(1) אתגרים ומענים מרכזיים בהכשרה ובפיתוח מקצועי של מורים בנושא הוראה מבוססת פרויקטים אינטרדיסציפלינריים:

אתגרים:

פעמים רבות מורים מתקשים ללמד תחום מקצועי שלא למדו והתנסו בו במהלך הכשרתם להוראה. יתר על כן הכשרת מורים ותהליכי פיתוח מקצועי מתמקדים לרוב בתחום דעת אחד, ומוגבלים בהתנסות בפתרון בעיות, תכנון ויישום של פרויקטים.

מורים רגילים להורות כיחידים בכיתה, ואינם מנוסים בהוראה צוותית יחד עם מורים אחרים. הוראה משותפת נמצאת פעמים רבות בליבה של שיטת ההוראה האינטרדיסציפלינרית.

כמענה לאתגרים האלו מציעים מפתחי שיטות הוראה כמה דרכי ההתמודדות:

בניית קורסים המכשירים את פרחי ההוראה הן להוראה אינטגרטיבית הן לשיטות הוראה חלופיות, כגון הוראה מבוססת פרויקטים ליחידים ולצוותים (Virginia Tech). כמו כן יש לבנות קורסים בנושא הוראה אינטגרטיבית ושיטות הוראה חלופיות במסגרת פיתוח מקצועי של מורים מנוסים, ולכתוב מדריכים ליישום הוראה מבוססת פרויקטים בצוותים.

פיתוח מודלים מפורטים לתכנון ולהנחיה של פרויקטים בהוראה בין-תחומית ([STEM Capstone Project Guide; T-STEM Capstone Handbook 2013-2014](#)).

תחזוק מערכות תמיכה למורים במרכז מורים או באתר אינטרנט, הן בפן התוכני הן בפן הדידקטי (Problem Based Learning Projects).

בנוסף לחסם הבחינה הדיסציפלינרית קיימים שלושה אתגרים מרכזיים ביישום שיטת לימוד זו:

- (1) הכשרה מתאימה של מורים;**
- (2) הכנה מתאימה לתלמידים;**
- (3) מחווני הערכה מעצבת והערכה מסכמת של הפרויקטים המוגשים במסגרת זו.**

להלן יוצגו כל אחד מהאתגרים בליווי דרכי התמודדות ופתרונות אפשריים.



(3) מרכיבים מרכזיים בהערכה מעצבת ומסכמת של למידה מבוססת פרויקטים אינטרדיסציפלינריים:

הערכה של פרויקטים אינטרדיסציפלינריים מורכבת מאוד. זאת משום שהלמידה מכילה מטרות רבות יותר וההערכה נדרשת להתייחס לכל אחת מתחומי הדעת המעורבים בפרויקט, לכלים ולמיומנויות שרוכש התלמיד - כלומד עצמאי וכחבר בצוות. תהליך הערכה של פרויקט אינטרדיסציפלינרי צריך לכלול בחינה של היכולות הבאות:

אתגרים:

יכולת לבסס טיעונים בכל אחד מתחומי הדעת שעליהם מבוסס הפרויקט, וזאת על מנת להוכיח היכרות עם הידע הנלמד בכל תחום דעת והבנה שלו. לעיתים מצופה מהתלמידים להיות מומחים בתחום הדעת שאליו הם משתייכים ולהוכיח הבנה מסוימת בתחומי הדעת שאליהם הם נחשפים במהלך הפרויקט.

יכולת לערוך אינטגרציה של תחומי הדעת, כלומר הוכחה שהתלמיד מבין גם את הקשרים בין תחומי הדעת וגם את הידע הנבנה מהשילוב ביניהם.

יכולת לחשוב באופן ביקורתי ורפלקטיבי על אודות מהלך העבודה בפרויקט, לאור תחומי הדעת השונים שעליהם מושתת הפרויקט. למשל, האם שיטת העבודה שנבחרה או סוג הפרויקט התאימו לתחומי הדעת, ואם כן, מדוע.

יכולת להשתמש במיומנויות הטכניות והתיאורטיות שנרכשו במהלך העבודה על הפרויקט.

יכולת עבודה בצוות.



(2) אתגרים ומענים מרכזיים בהכנת תלמידים ללמידה מבוססת פרויקטים אינטרדיסציפלינריים:

אתגרים:

למידה מבוססת פרויקטים דורשת מהתלמידים התנהגות תלמידאית שאינה מחויבת (ובוודאי שלא בעוצמה כזו) בשיטות הוראה אחרות. בשיטה זו על התלמידים להכיר באחריות שלהם כלומדים אקטיביים, לגבש מעורבות ועניין בנושא הנלמד, לאמץ כלים להתמודדות עם בעיות תוכן ולהשתמש בהם וכן לעבוד בצוות.

התלמידים החזקים נדרשים לקבל על עצמם הובלה של הצוות ולעיתים גם למלא חלק גדול יותר מעבודת הצוות. התלמידים המתקשים צריכים לבחור להיות מעורבים בפרויקט למרות האתגר הלימודי והאתגר החברתי הניצבים בפניהם.

לעיתים נדרשים התלמידים להתמודד עם כישלונות חוזרים ונשנים, ועם האפשרות שבסיום מסגרת הזמן הפרויקט לא יסתיים בתוצר שפועל כמצופה. זהו מאפיין של תהליכי פיתוח חדשניים ויצירתיים.

כמענה לאתגרים האלו המחקר מציע להטמיע את שיטות ההוראה מבוססות הפרויקטים באופן הדרגתי. יש להשקיע זמן רב כדי שהתלמידים יכירו בצורה מעמיקה את שיטות הלימוד וליצור אמון בקרב התלמידים בהערכה שלהן. זאת למעשה הגישה גם בפרויקט ג'אם טק.

מקורות להרחבה עבור חלק זה:

זהר, ע' (תשס"ז). מבוא. בתוך: ע' זהר (עורכת), למידה בדרך החקר: אתגר מתמשך, ירושלים, האוניברסיטה העברית: מאגנס.

[Drake, M. S., & Reid, J. \(2010\). WHAT WORKS? Research into Practice. Research Monograph 28, The Literacy and Numeracy Secretariat, Ontario.](#)

[Howes, A., Kaneva, D., Swanson, D. & Williams, J. \(2013\). Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies, A Report for the Royal Society, The University of Manchester, Manchester.](#)

Innovation in Assessment (2013). Appendix B in: Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies, A Report for the Royal Society, The University of Manchester, Manchester.

[Kärkkäinen, K. & Vincent-Lancrin, S. \(2013\). Sparking Innovation in STEM Education with Technology and Collaboration: A Case Study of the HP Catalyst Initiative, OECD Education Working Papers, No. 91, Paris, France: OECD Publishing.](#)

Krauss, J. & Boss, S. (2013). Thinking Through Project-based learning. Guiding Deeper Inquiry. Thousand Oaks, CA: Corwin.

[Nikitina, S. \(2002\). Three Strategies for Interdisciplinary Teaching: Contextualizing, Conceptualizing, and Problem-Solving. Interdisciplinary Studies Project Zero, Harvard Graduate School of Education.](#)

[Patton, A. \(2012\). Work that Matters: The teacher's guide to Project-Based Learning, Paul Hamlyn Foundation.](#)

[Peterson, A. \(2018\). Combinations of pedagogies, innovative and established. In: Peterson, A. et al. \(2018\). Understanding innovative pedagogies: Key themes to analyze new approaches to teaching and learning, OECD Education Working Papers No. 172, Paris, France: OECD Publishing.](#)

לדוגמה, שלושה תלמידים ממגמות תקשוב, הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים והנדסת מכונות, רובוטיקה ותעופה משתתפים בפרויקט גמר בהנחיית שלושה מורים מאותן המגמות, בנושא בניית מוצר שמתריע על שִׁכָּחַת ילדים במכונית. התלמיד ממגמת תקשוב צריך להוכיח בקיאות בתחום התקשוב והבנה בשני התחומים האחרים; הוא נדרש להציג יומני עבודה שבהם מוכחת התפתחות החשיבה הביקורתית על אודות התהליך שעבר כלומר עצמאי וכחבר בצוות, בהקשר למגמת האם שלו ובהקשר למוצר שנבנה בעבודת הגמר; ועליו לקבל ציונים טובים משני עמיתיו ומשלושת המנחים על קריטריונים של עבודת צוות (כגון השקעה, יוזמה וניהול משא ומתן) ועל פיתוח יכולותיו הטכניות.

כיוון שהערכת פרויקט אינטרדיסציפלינרי מורכבת מאוד, כמודגם לעיל, התפתחו בעשורים האחרונים כלים טכניים רבים, כגון טבלאות ויומני ביצועים, שתפקידם להקל על מורכבות הערכת הפרויקטים. כלים אלו מאפשרים אמידה של הישגים באופן רציף או בחלוקה לאבני דרך, למשל ([Innovation in Assessment Appendix b](#)).

ניתן לשלב כלים כאלו גם במערכות לניהול למידה (LMS - Learning Management System).

ג. סקירת פרויקטים דומים מהעולם



פרויקט **PBL** בתחומי טכנולוגיה מופעל ברחבי העולם בהיקפים שונים וברמות שונות (מדינה, מחוז, רשת בתי ספר, או בית ספר עצמאי). בחלק זה יוצגו פרויקטים נבחרים מארצות הברית ומהאיחוד האירופי. כל הפרויקטים מדעיים, נערכים בבתי ספר תיכון ומלווים במחקר הערכה מהימן. הפרויקטים מוצגים על פי קנה המידה שבו הם מופעלים (מדינה, מחוז או רשת). עבור כל אחד מהפרויקטים מפורטים עיקריו, תוצריו, אופן הלימוד בו, אופן הערכת התלמידים וידע קודם הנדרש מהם. לאחר סקירת הפרויקטים תוצג השוואה בין המאפיינים המשותפים להם.

ארה"ב:

פרויקט PHOTON PBL פעל בקנה מדינה בין-מדינתי בשנים 2009-2017. זהו פרויקט STEM PBL שהפעיל ועד החינוך הגבוה של שש מדינות באזור ניו-אינגלנד. במסגרת הפרויקט, בחרו מורים כמה אתגרים טכנולוגיים חינוכיים, שנבנו במיוחד לתלמידי הכיתות הגבוהות בשיתוף חברות מסחריות ואקדמיה. בדומה לחומרי ההוראה של Project Lead the Way, גם בפרויקט Photon PBL מדובר במודולים המשתלבים בתוכנית הלימודים הרגילה. למורים בתוכנית ניתנו הוראות מפורטות באשר להנחיית התלמידים ולהערכת ביצועיהם. התלמידים נבחנו בשאלות סגורות ופתוחות הנוגעות לסוגיות כלליות ולבעיות טכניות ספציפיות באתגר. הערכת התלמידים בחנה באיזו מידה הם סיגלו מומחיות בתחום הפרויקט (Adaptive Expertise), והיא נחלקה לשלושה חלקים:

1. ידע טכני נרכש.
2. יכולת לקשר בין התחומים השונים (Conceptual Knowledge). כדי לבחון את היכולת הזו, נדרשו התלמידים לבנות מפת מושגים הקשורים לאתגר.
3. יכולת פתרון בעיות (Problem Solving). כדי לבחון את היכולת הזו, נדרש כל אחד מחברי הצוות להעריך את עבודתו בנקודות זמן לאורך הפרויקט, וכן להגיש יומן המנתח את שלבי העבודה ואת תהליך הלמידה שעבר.

ארגון Project Lead the Way פועל בקנה מידה ארצי ב-6,500 חטיבות ביניים ותיכונים ברחבי ארה"ב. הארגון מתמקד בהכנת התלמידים ללימודים גבוהים בהנדסה ובטכנולוגיה, ומספק חומר לימודי למורים ולתלמידים וכן מחוונים למורים. חומרי הלימוד מותאמים למבחנים לאומיים משווים במתמטיקה, אנגלית ומדעים, ומשתלבים כמודולים עצמאיים בתוכנית הלימודים הרגילה. הארגון מספק את חומרי הלימוד לבתי ספר הרשומים לתוכנית, ומטמיע את התכנים באמצעות רכוז מקצוע.

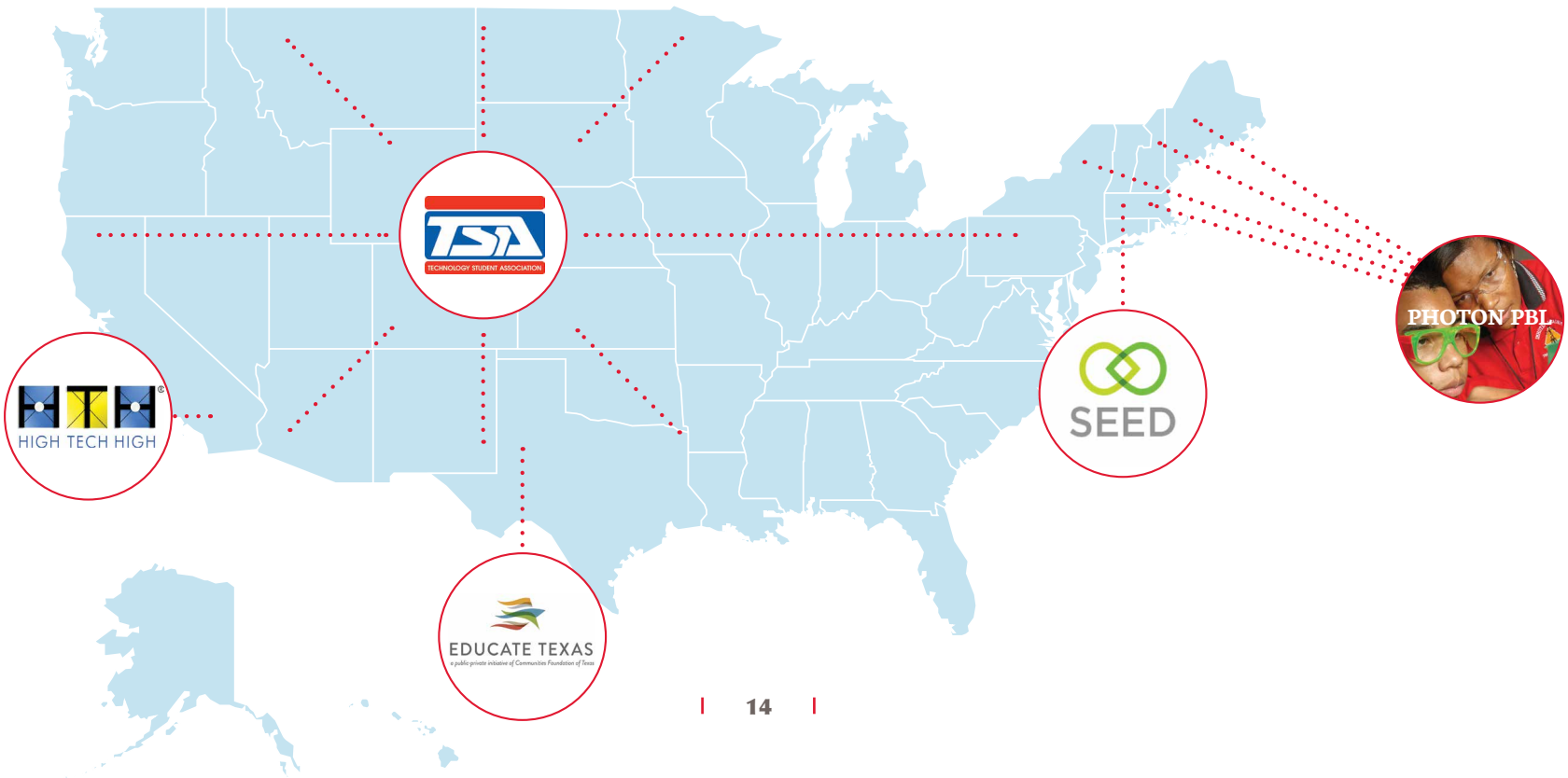
דרכים נוספות להטמיע STEM Education באמצעות PBL הן **בתחרויות בין קבוצות תלמידים**, הפועלות בהנחיית מורים. ארגון **Technology Student Association** מפעיל תחרויות כאלו המבוססות על פרויקטים מובנים למחצה **מתחום ההנדסה** שאמורים לעמוד בקריטריונים מסוימים. התלמידים והמורים משתתפים בפרויקט מחוץ לשעות הלימודים ואינם מקבלים על כך קרדיט. המוטיבציה להשתתף נובעת מתחרותיות ומתוך רצונם של התלמידים, המורים והמוסדות להצטיין.

תלמיד מגיש עבודת גמר אישית כחלק ממחויבותיו לשנה האחרונה. המורים מעריכים את הפרויקטים באמצעות מחוונים של הערכה מעצבת והערכה מסכמת של ביצועים.

פרויקט נוסף הפועל בקנה מידה אזורי הוא פרויקט **SEED** שמפעיל **המכון הטכני של מסצ'וסטס (MIT)**. זהו פרויקט ללימודי עיצוב מוצר המיועד לתלמידי חטיבות ביניים וחטיבות עליונות בקרבת המכון. מטרת התוכנית היא לאתר סטודנטים פוטנציאליים מקבוצות מיעוט. התלמידים בפרויקט לומדים בקורסים סמסטריאליים בנושא הנדסה. הלמידה אינה אינטגרטיבית, אך התלמידים רוכשים ידע רב-תחומי ככל שהלימודים מתקדמים. הם מיישמים את הידע שרכשו בפרויקטים צוותיים, ובמהלכם הם מתנסים בתכנון אסטרטגיה, סיעור מוחות, תכנון מודולים של עבודה וביצועים. התוכנית אינה מודדת את הצלחת הפרויקטים, אלא מבססת תחושת מסוגלות בקרב המשתתפים ונותנת להם כלים טכנולוגיים.

בשנים 2013-2014 הכין **אגף החינוך של מדינת טקסס** חוברת הדרכה בקנה מידה ארצי ליישום עבודות גמר בבתי ספר תיכוניים (**Cap Stone Projects**) בנושא STEM Education. כל צוות בפרויקט מנה שני תלמידים, והחוברת כללה הוראות מפורטות לתלמידים ומחוונים למורים.

הרשת התיכונית **High Tech High (HTH) Schools** מסן דייגו היא דוגמה לרשת בקנה מידה אזורי שחרטה על דגלה חינוך מבוסס צדק חברתי המדגיש את לימודי STEM. הרשת מונה 13 בתי ספר, חמישה מהם תיכוניים. בתי הספר ברשת HTH מתמקדים בתוכנית STEM ופועלים לפי שיטת הוראה מבוססת פרויקטים. כל פרויקט מונה שני מורים לפחות מתחומי דעת שונים; המורים המנחים עוברים הכשרה מקצועית ייעודית בנושא זה בבית הספר לחינוך של הרשת, וממשיכים בפיתוח מקצועי הנערך בבית הספר שלהם. התלמידים פועלים בקבוצות, והפרויקטים מוצגים בתערוכות בית-ספריות. כל



האיחוד האירופי:



LUMA הוא ארגון בינלאומי שבסיסו בפינלנד, ומטרתו לעודד לימודי מדעים ומתמטיקה בבתי הספר. אחד הפרויקטים שהוא מפעיל, **StarT**, פועל בפינלנד ומחוצה לה. במסגרת הפרויקט, מורים מנחים קבוצות תלמידים בשיטת PBL, בנושאי STEM. המורים מקבלים הדרכה כיצד להנחות את תלמידיהם, ומקבלים גם מחוונים להערכה מעצבת והערכה סופית. גם התלמידים נדרשים להעריך את עבודתם ואת תפקודם. תיאור התהליך והעמידה במחוונים, הרפלקסיה של התלמידים ווידאו המסכם את הפרויקט נשלחים לפינלנד, וחבר מושבעים בוחר את הפרויקטים הטובים ביותר ואת אלו שבהם שיטות ההוראה הטובות ביותר (best practice).

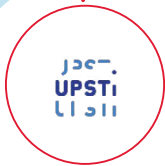


ארגון המורים ללימודי מדע וטכנולוגיה תעשייתית בצרפת, **UPSTi** מארגן "אולימפיאדה שנתית למדעים וטכנולוגיה". האולימפיאדה מיועדת לצוותים של תלמידי תיכון ממגמות מדעים וטכנולוגיה מרחבי צרפת (ולעיתים גם ממדינות אחרות). התלמידים המשתתפים בפרויקט עוסקים בפיתוח מוצר בתחומי STEM.



הפרויקטים הנבחרים מכל מחוז מתחרים בתחרות ארצית, ו"חבר מושבעים" של תלמידים, מורים, אנשי אקדמיה ואנשי תעשייה בוחרים פרמטרים כמו: חדשנות טכנולוגית, ביסוס מדעי, שילוב בין תחומי דעת, וכן עד כמה יישומי הפרויקט וכיצד הוא הוצג בפניהם.

אין הערכה מעצבת אולם המורים המנחים את הפרויקטים זכאים להנחה אקדמית.



בהולנד קיימת רשת לאומית בשם **HO-VO**, שמטרתה לקדם את החיבור בין בתי הספר והאקדמיה, באמצעות קידום ההוראה במקצועות הטכנולוגיה והעשרת התכנים בהם. התוכנית פועלת ברמה האזורית, וכל אחד מעשרת המחוזות פועל באופן עצמאי. הרשת מפתחת מערכי לימוד של הוראת STEM PBL ועורכת השתלמויות למורים להטמעתם. תוכני הלימוד מותאמים לבחינת סטנדרטיות במקצועות STEM בהולנד, ושיטות ההוראה באקדמיה מהוות השראה לפעילות הרשת.

רשת הולנדית נוספת בשם **JET-NET** מקדמת שיתופי פעולה בין חטיבות ביניים ותיכונים מדעיים-טכנולוגיים לתעשייה. שיתופי הפעולה נערכים בעיקר ברמה האזורית. לא קיימת אסדרה של סוגי הפעילויות ולא ניתן קרדיט עבורן.



מאפיינים משותפים לפרויקטים השונים שנסקרו:

הפרויקטים שהוצגו לעיל מציגים מודלים שונים של הוראה אינטגרטיבית של מקצועות טכנולוגיים בבתי ספר תיכון. בהקשר זה יש לשים לב לדגשים הבאים:

פרויקטים מסוג זה מתרחשים בדרך כלל בשלבים מוקדמים יותר של תוכנית הלימודים הרב-שנתית ולא בשנת הלימודים האחרונה; הם אינם מעניקים קרדיטציה לתעודת בגרות או מקבילות לה.

הפרויקטים מתבססים בדרך כלל על הוראה או הנחיה של מורה אחד ולא של צוות מורים.

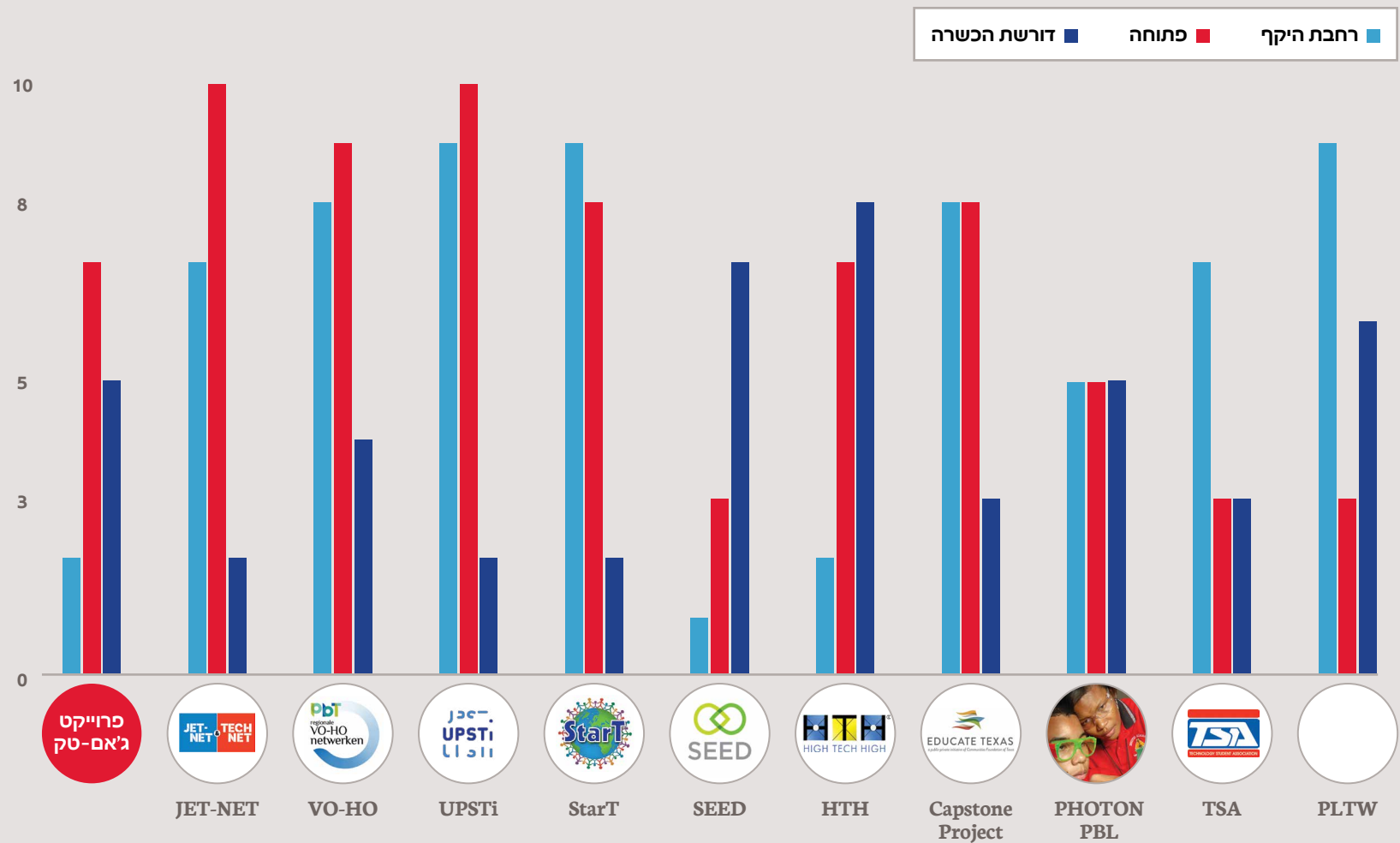
הם נערכים לרוב במסגרת שהולמת את תוכני הלימוד למבחן סטנדרטי בתחום דעת אחד; כלומר הם אינם אינטרדיסציפלינריים.

אם נתמקד בפרויקטים שמאפייניהם תואמים את פרויקט ג'אם טק, נוכל להצביע על שני דגמים מרכזיים:

דגם שבו מורים מקבלים תוכנית מובנית למחצה שקל יחסית להבינה, להסבירה, לעקוב אחרי ההתקדמות בה ולהעריכה. בדגם זה המורים משמשים כמלווים לקבוצה. פרויקט PHOTON PBL או פרויקטי הגמר (Capstone Projects) בטקסס הם דוגמאות למודל זה.

דגם פתוח שבו המורים והתלמידים פועלים באופן חופשי יחסית כדי להשיג יעד ידוע מראש, שניתן להעריכו באופן ידוע מראש. בדגם זה המורים עצמם משתתפים בתהליך הלמידה אך גם משמשים כמאמנים לצוות התלמידים. האולימפיאדה השנתית למדעים וטכנולוגיה בצרפת ופרויקט StarT הם דוגמאות לדגם זה.

הגרף הבא מסכם את התוכניות שנסקרו וכולל כמה פרמטרים: עד כמה **פתוחה** התוכנית שנסקרה, באיזה **היקף** היא נערכת, ועד כמה היא דורשת **הכשרה מוקדמת של מורים**. הגרף נע על הטווח שבין 0 ל-10. המדדים של כל תוכנית הם בגדר יוריסטיקות בלבד.



מקורות להרחבה עבור חלק זה:

[Design Principle: Common Intellectual Mission.](#)

[Dischino, M., James A. D., Donnelly, J., Massa, N. M. & Hanes, F. \(2011\). Increasing the STEM Pipeline through Problem-Based Learning. Proceedings of The 2011 IAJC-ASEE International Conference.](#)

[Graham, M., Slocum, A. & Sanchez, R. M. \(2007\). Teaching High School Students and College Freshmen Product Development by Deterministic Design With PREP. Journal of Mechanical Design, 129\(7\), 677-681.](#)

[Hess, J. L., Sorge, B., & Feldhaus, C. \(2016\). The Efficacy of Project Lead the Way: A Systematic Literature Review. 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, Louisiana. 10.18260/p.26151.](#)

[High Tech High International Charter Petition, 2013.](#)

[Howes, A., Kaneva, D., Swanson, D. & Williams, J. \(2013\). Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies. A Report for the Royal Society, The University of Manchester, Manchester.](#)



ניתן להצביע על **שני מאפיינים משותפים** לתוכניות שהצליחו ליישם באופן מוצלח את הרחבת התוכנית בכיתות גבוהות של בתי ספר תיכוניים - משלב הניסוי לשלב ההטמעה הרחבה:

עבודה בתוכנית לימודים "סגורה" יחסית המאפשרת לקבוצות הלמידה לבחור מתוך כמה פרויקטים מובנים למחצה. הדבר מאפשר הן למורים הן לתלמידים תחושה של שיתוף בתכנים. יתרון על כן הוא נותן למורים כלים פשוטים יחסית להבין וליישם את העבודה ואת ההערכה המעצבת והסופית. סוג כזה של תוכנית מתאים יותר לעבודת גמר. דוגמאות: PLTW, PBL.

קיום תחרויות ארציות בנושאים אינטגרטיביים הקשורים למקצועות STEM. במקרה זה עבודת המורים והתלמידים מתרכזת ביעד ידוע מראש, אולם הדרך להגיע אליו פתוחה ותהליכי העבודה בקבוצה קובעים את סיכויי הצלחה. המחווניים להערכה מתרכזים בעיקר בהערכה הסופית, על פי יעדים שנקבעים מראש בתנאי התחרות. דוגמאות: StarT, UPSTi, TSA.

בשני הסוגים שצוינו לעיל קיים מתאם בין הצלחת התוכנית לבין הכשרת המורים להנחיית פרויקטים ולליווי שלהם בזמן ההנחיה.

ד. תנאים להצלחתה של למידה אינטרדיסציפלינרית מבוססת פרויקטים



חסרונות מרכזיים:

חסרונות מרכזיים של שיטת הוראה זו נובעים מפער בין תכנון לביצוע, וכן מדרישות ומציפיות סותרות של מערכת החינוך:

באופן אידאלי התלמידים אמורים להתמקצע וללמוד לעומק תחום דעת מסוים ולאחר מכן ליישם אותו בפרויקט אינטרדיסציפלינרי שבו כל שותף לצוות תורם לפי תחום המומחיות שלו. בפועל ישנם פערים רבים בין תכנון לביצוע: **פעמים רבות תלמידים נדרשים לבצע פרויקטים לפני שרכשו ידע ומיומנויות ברמה מתאימה**; תלמידים נבחנים בבחינות סטנדרטיות (בגרות) על תחום הדעת שבו הם התמקצעו והפרויקט היישומי לא נתפס בעיניהם (לעיתים בצדק) כגורם המקדם את הידע שלהם בתחום הדעת.

מורים צריכים לעבוד **הכשרה נוספת** ולהתנסות בעצמם בפרויקט צוותי על מנת שיוכלו להנחות תהליכי לימוד כאלו ולהעריך אותם כראוי. בפועל מורים מעטים התנסו בשיטת למידה כזו.

פרויקטים אינטרדיסציפלינריים דורשים **שיתוף פעולה בין מורים מתחומי דעת שונים**. לעיתים קשה מאוד ליישם שיתופי פעולה כאלו במערכת הבית ספרית.

עבודה משותפת של קבוצת תלמידים על פרויקט הדורש ידע ומיומנויות אינטרדיסציפלינריות היא שיטת הוראה מוכרת ונהוגה בעולם. שיטה זו יכולה לפעול ברמות מורכבות שונות, החל **מתרגיל כיתתי של ניסוי מובנה** (כפי שנערך בתיכונים ברשת HTH), דרך **התמודדות פתוחה של תלמידים עם פרויקט סגור** (כמו בתוכנית PHOTON PBL) או עם **מחוננים מובנים** (כפי שנערך בתחרויות כמו האולימפיאדה למדעים וטכנולוגיה בצרפת או תחרויות של ארגון Technology Student Association), וכלה **בפרויקט חקר פתוח** המקביל לניסויי אקדמי או לפיתוח מוצר בתעשייה (פרויקט SEED, JET-NET).

תלמידים, אנשי חינוך, מתווי מדיניות ומעסיקים עתידיים - כולם תופסים את שיטת הלימוד הזו כ**שיטה המדמה את עולם התעסוקה ואת עולם המחקר** (כפי שעולה למשל בפרויקט HO-VO).



הכרה אקדמית
בתוצר הפרוייקט

כיתוח
מחוננים ברורים

ביסוס הפרוייקט
בשיטות הוראה שתאפשר לכל מורה להנחות

התמקדות
בתחום ידע אחד חזק במודל בין-תחומי

התאמה
בין רמת הפרוייקט לרמת הידע של התלמידים והמורים

תנאים מרכזיים להצלחת השיטה:

מהמחקר ומהניסיון המצטבר בעולם בקשר להפעלת פרויקטי גמר אינטרדיסציפלינריים בבתי ספר תיכון עולה כי נדרשים כמה **תנאים להצלחת השיטה**, בעיקר בקנה מידה גדול:

(1) **התאמה** בין רמת הפרוייקט היישומי לרמת הידע של התלמידים ולרמת הניסיון של המורים.

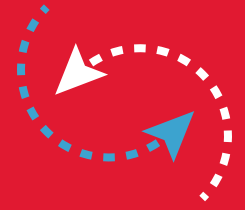
(2) **התמקדות בתחום ידע אחד** חזק, שהעבודה האינטגרטיבית נעה סביבו. כלומר, עבודה במודל בין-תחומי ולא רב-תחומי.

(3) **ביסוס הפרוייקט** בשיטות הוראה כלליות יותר למורים, כך שהמחוננים בפרוייקט יהיו מובנים גם למורים שלא התנסו קודם לכן בהנחיית תוכניות כאלו.

(4) **פיתוח או אימוץ של מחוננים ברורים** בהיבטים שונים:

- **הערכת רמת הידע** שהתלמיד רכש במקצוע.
- הערכה בפן המטה-קוגניטיבי - **רכישת מיומנויות למידה חדשות**.
- **הערכה בפן החברתי** - רפלקסיה של התלמיד ושל עמיתיו על התמודדותם עם אתגרים קבוצתיים ותפקודים ניהוליים עצמיים וכן על תרומת כל אחד מהם לקבוצה.
- (5) **הכרה אקדמית בתוצר הפרוייקט**. למשל, נקודות בונוס לבגרות באחד מתחומי הדעת או הענקת תעודה המוכרת בשוק העבודה.

ד. תגובות וחוות דעת



הרחבה ודיוק מחקרי

למידה אינטרדיסציפלינרית

במסמך נערכת הבחנה בין "למידה רב תחומית" (Multidisciplinary) ו"למידה בין-תחומית" (Interdisciplinary). נוסף על כך וכפי שמקובל בשפת החינוך היום-יומית, שני המונחים אוחדו במסמך לכדי מונח אחד: "למידה אינטרדיסציפלינרית". בחירה זו מנציחה מצב בעייתי. יש לייצר בהירות כחלק מהתמקצעות אנשי החינוך ולא להשתמש במונח מקובל אך עמום. פתרון אפשרי הוא להשתמש במונח "לימודים משולבים" (Integrated Curriculum) כפי שנהוג באונטריו, קנדה. להרחבה ראו:

Lepone, C. (2016). Exploring the Integrated Curriculum: A Critical Analysis of the Ontario Ministry of Education's Language Curriculum Document (MA dissertation). [Exploring the Integrated Curriculum: A Critical Analysis of the Ontario Ministry of Education Language Curriculum Document](#)

(בהשכלה הגבוהה) ראו בנטור, א', זוננשיין, א' ודיין ת' (2018). חינוך מהנדסים במאה ה-21: היבטים גלובליים ונגזרות. מוסד שמואל נאמן למחקר מדיניות לאומית. אוחזר בתאריך 23.7.2018: [חינוך מהנדסים במאה ה-21: היבטים גלובליים ונגזרות למדינת ישראל](#)

כדי לבסס את תוכנו של המסמך ולעגן אותו בשדה החינוך בישראל נשלח המסמך לחוקרים ולאנשי שטח המתמחים בתחום הנסקר. בפרק שלהלן מוצגות תמות מרכזיות שעלו בחוות הדעת.

אנו מודים לכל מי שהקדיש מזמנו וחיווה את דעתו על המסמך שלעיל (לפי סדר הא"ב):

ד"ר אלי איזנברג, לשעבר סמנכ"ל אורט ישראל; ד"ר רונית אשכנזי, סמנכ"ל פדגוגיה רשת עמל; ד"ר איתי אשר, המדען הראשי במשרד החינוך; ד"ר אסנת דגן, מכללת בית ברל; ד"ר אביטל היימן, מובילה מחקר פעולה על אודות פרויקט ג'אם טק; עינת קריצ'מן, מפמ"רית עיצוב, ממונה פרויקט ג'אם טק; חגי קרפ, רכז פדגוגי, פרויקט ג'אם טק; מיכל רינות, שנקר (עוסקת ב-PBL בעיצוב).

סיכום הערות וחוות הדעת נחלק לשני סוגים:

- (1) הרחבת הידע המוצג במסמך ודיוק מחקרי.
- (2) הערות ודגשים בהקשר של הפעלת הפרויקט ומערכת החינוך הישראלית.

יש חשיבות לתמהיל התלמידים בצוות, אך במחקר עולות עדויות סותרות באשר לטענה כי תלמידים בעלי הישגים גבוהים אינם נפגעים מלימוד בכיתה הטרוגנית, כפי שהוצג במסמך. נמצא למשל ששילוב של תלמידים מתקשים רבים יחסית בסביבת למידה משפיע באופן שלילי על הישגי תלמידים ממוצעים. זאת עקב הפרעות במהלך השיעור ועקב הצורך של המורה להתאים את רמת ההוראה לרמת התלמידים. מצד שני, נראה כי בחלק מהמודלים, שילוב תלמידים בעלי הישגים גבוהים מאוד בקבוצה משפיע לטובה על קבוצת התלמידים בעלי הישגים הגבוהים מהממוצע. כמו כן, נראה שמידת המובהקות של ההשפעות החיובית והשלילית גדלה ככל שהקבוצה קטנה יותר.

ראו:

Burke, M. A. & Sass, T. R. (2013). Classroom peer effects and student achievement. *Journal of Labor Economics*, 31(1), 51-82

Lavy, V., Paserman, M. D., & Schlosser, A. (2012). Inside the black box of ability peer effects: Evidence from variation in the proportion of low achievers in the classroom. *The Economic Journal*, 122(559), 208-237.

נוסף על כך, בהקשר ללמידת תוכנית לימודים מוגברת בקבוצות הטרוגניות, נמצאה השפעה חיובית על הישגים של תלמידים בינוניים ומתקשים, בעוד שהישגיהם של תלמידים חזקים לא הושפעו. ראו: Burris, C. C., Heubert, J. P. & Levin, H. M. (2006). Accelerating mathematics achievement using heterogeneous grouping. *American Educational Research Journal*, 43(1), 137-154.

באופן כללי, מסמך כמו זה שמטרתו להציג תמונה מורכבת לצורך קבלת החלטות באופן מושכל, מדגישה את האתגרים והקשיים בסוג כזה של פרויקט ובכך עלולה ליצור הטיה אצל הקוראים שאינם מכירים פרויקטים כמו ג'אם-טק או מנוסים בהפעלתם.

ניתן למצוא בספרות המחקר הגדרות רבות ל-PBL, ואלו מרחיבות את ההגדרה הצרה שנבחרה במסמך זה. מההגדרה המופיעה במסמך זה חסרים (או לא מודגשים) כמה מאפיינים, ביניהם העובדה כי בתהליך PBL נוצר ידע חדש בעולם. זאת לפי הגדרת הפיתוח הניסויי ([Frascati Manual](#)) Experimental development (עמוד 45). כמו כן, ב-PBL מודגשות ומשוכללות מיומנויות של חשיבה יצירתית, חדשנות ויזמות.

על קשרים בין PBL להישגים ראו למשל: Sanson-Fisher, R. W. & Lynagh, M. C., (2005). Problem-based learning: a dissemination success story? *The Medical Journal of Australia*, 183(5), pp.258-260.

יש המבחינים גם בין למידת חקר (Problem Based Learning) ללמידה מבוססת פרויקטים (Project Based Learning). הראשונה מדמה מחקר אקדמי והשנייה - מחקר ופיתוח בתעשייה.

על עקרונות ה-PBL של רשת הי טק היי ראו: פאטון, א' (2012). [מעשה חושב: למידה מבוססת פרויקטים - המדריך למורה](#). מאנגלית: ענת פלג ואמנון סדובסקי. ירושלים: התיכון שליד האוניברסיטה העברית; פז, ד' וסלנט ע' (2011). [High Tech](#) ארה"ב. תל אביב: מופ"ת.

בסעיף א' במסמך, בחלק העוסק בנושא PBL ומבוסס על מאמרם Stobel ואחרים משנת 2015, מוצגות שתי קביעות: הראשונה עוסקת בשביעות רצון נמוכה של תלמידים ומורים מ-PBL, והשנייה מציגה משתנים מתערבים כאחראים באופן בלעדי להצלחת השיטה. יש לציין שמסקנות אלו שנויות במחלוקת.

על שאלות כלליות של אימוץ טכנולוגיות חדישות ב-PBL בחינוך המדעי-טכנולוגי בחטיבה העליונה ראו: [Horizon Report, 2015](#).

הפעלת הפרויקט ומערכת החינוך הישראלית

למידה אינטרדיסציפלינרית

בהקשר של **בתי הספר בישראל יש** לציין כי:

- פרויקטים אינטרדיסציפלינריים דורשים תיאום מורכב של זמני עבודה וזמני מערכת משותפים בין תחומי הדעת השונים - הן למורים הן לתלמידים. היות ומערכת השעות בבתי הספר בישראל לרוב אינה פועלת ב'בלוקים' (כלומר, תלמידים מכיתות שונות אינם לומדים את אותו התחום באותן השעות), ותלמידים לומדים מספר רב של תחומי בחירה - קשה לתאם זמן משותף שיספיק לעבודה על הפרויקטים.
- פרויקטים אינטרדיסציפלינריים דורשים מקום מתאים לעבודה משותפת. יש לבחון את הימצאותם של מרחבים המאפשרים עשייה משותפת.

יש לציין כי בנוסף על האתגרים שצוינו בטקסט, הוראה בפרויקט מסוג זה מעמידה בפני המורים אתגרים נוספים:

- בעיית משאבים (זמן, שעות שהייה) שמקשה להעמיק בתהליכי הלמידה הנדרשים. כמו כן המורים צריכים לעמוד מול התלמידים וההנהלה במקרים שבהם הפרויקט לא יסתיים בתוצר שפועל כמצופה. אומנם זה מאפיין של תהליכי פיתוח חדשניים ויצירתיים אבל מוסיף למורה מתח ומורכבות (ולעיתים גם מסכן את תעודת הבגרות של התלמיד).
- המורים המתמחים בתחום דעת אחד ומלמדים במשותף עם מורה אחר נדרשים לבצע בעצמם פרויקט בין-תחומי.
- כאשר נוצר עומס רגשי על התלמיד (למשל בגלל הדרישה להתמודד עם כישלונות חוזרים ונשנים), המורה נדרש לתמוך גם במישור הרגשי ולהתאים את הציפיות ליכולת התלמיד וללוח הזמנים שעומד לרשותם.

הסקירה מעניינת וחשובה. הכתוב מחזק את הנעשה בשטח ומאפשר להסביר חלק מהתופעות בבתי הספר המיישמים את פרויקט ג'אם טק. בעבר נעשו ניסיונות ספורדיים להפעיל פרויקטים אינטרדיסציפלינריים במערכת החינוך הישראלית אך הדבר לא צלח. הידע המחקרי והתמונה הרחבה במסמך שלעיל יכולים להיות לעזר בקבלת החלטות, תכנון והפעלה עתידיים, כמו למשל פיתוח מחוונים להערכת פרויקטים ותהליך ההוראה שלהם או יצירת הסכמה בין כל הנוגעים בדבר (מפמ"רים, מנהלים ומורים) על הדרישות מהתלמידים.

האתגר המרכזי בלמידה אינטרדיסציפלינרית בישראל הוא הניגוד בין הצורך "לכסות את חומר הלימוד" והרצון להתעמק בסוגיות צרות שבהן כמה תחומי דעת משיקים. יחד עם זאת, החינוך הגבוה בישראל הותאם ללימודים בין-תחומיים וכך הוא נערך היום. יש תוכניות רבות המשלבות תחומי מומחיות שונים כגון מדעי החיים ופסיכולוגיה, פסיכולוגיה, כלכלה ומדעי המדינה, לימודים רב תחומיים וכדומה.