

STEM בין-תחומי מקדם הוגנות

גישת החינוך STEM בין-תחומי מקדם הוגנות בבתי הספר היסודיים



גישת החינוך STEM בין-תחומי מקדם הוגנות בבתי הספר היסודיים

צוות כתיבה

עדי מרום, ד"ר גילמור קשת-מאור, בילי פרידמן, מוריה טלמור, אסתר רוזן-צמח, נעמי פגיר, אפרת גרינר
כתיבת פרק תכנון סביבת למידה המקדמת STEM: בילי פרידמן, מיקי אריאן-כדריה, סיגל ירמיהו, ד"ר ענת מור-אבי,
עדי מרום, אפרת גרינר

צוות היגוי

אגף א' מדעים, המזכירות הפדגוגית: ד"ר גילמור קשת-מאור, בילי פרידמן, ד"ר נורית הוכברג, עופרה שפר
אגף א' יסודי, המנהל הפדגוגי: חנה ללוש, מוריה טלמור ואסתר רוזן-צמח
התוכנית הלאומית לפריפריה, מנהל החינוך הטכנולוגי: נעמי פגיר ורמי נייפריס
אגף בכיר מיפוי ותכנון, מנהל פיתוח: מיקי אריאן-כדריה וסיגל ירמיהו
ג'וינט אשלים: מיכל אטינגר ועדי מרום
עמותת אופנים: אלי דרור, יפעת קלמרו ואפרת גרינר

יועצים

ד"ר ניר פלג, ד"ר רוחמה ארנברג (ממונה על תוכניות לימודים במדעים, אגף מדעים), ד"ר ענת מור-אבי (אדריכלית פדגוגית)

ברצוננו להודות לשותפים הבאים שתרמו רבות במהלך השנים לפיתוח הגישה החינוכית:

מרכז המורים הארצי למדע ולטכנולוגיה בחינוך היסודי, אוניברסיטת תל אביב: ד"ר מירי דרסלר, גיא גרובס וצוות המרכז
מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד בירושלים: ד"ר מיה הלוי, ד"ר חגית טישלר, אתי אורן
מכון דוידסון לחינוך מדעי: ד"ר נעמה בר-און
לימור בן שיטרית, ליאת שני, קרן דגן

עריכה גרפית: אוסו באיו

2024

תוכן עניינים

4	1. שער ראשון: מבוא ועקרונות בגישת החינוך STEM בין-תחומי
5	1.1 רציונל
6	1.2 גישת החינוך STEM בין-תחומי
8	1.3 למידה בין-תחומית בתחומי ה-STEM
9	1.4 מאפיינים לתהליכי ההוראה-למידה-הערכה של STEM בין-תחומי
10	2. שער שני : מיומנויות הליבה בגישת STEM ותהליך הלמידה
11	2.1 אוריינות מדעית
12	2.2 אוריינות הנדסית-טכנולוגית
14	2.3 יישומים מתמטיים ב-STEM בין-תחומי
16	2.4 תהליך הלמידה
17	2.5 פעולות בהוראת חקר מדעי ותכן הנדסי משולב
23	3. שער שלישי: הוגנות בלמידת STEM
24	3.1 תפיסת ההוגנות בחינוך
28	3.2 פרקטיקות מקדמות הוגנות בגישת STEM
35	4. שער רביעי: עקרונות ודרכים ליישום מיטבי של גישת החינוך ל-STEM בין-תחומי מקדם הוגנות
36	4.1 עקרונות ודרכים ליישום מיטבי בזירות השונות של בית הספר היסודי
41	5. שער חמישי: בתי ספר מקדמי STEM
42	5.1 ייחודיות בית ספרית – STEM בין-תחומי מקדם הוגנות
47	5.2 תהליך ההכרה בייחודיות
48	6. שער שישי: תכנון סביבת למידה מקדמת STEM
49	6.1 מבוא: מטרה והגדרות פדגוגיות ומרחביות
50	6.2 המרכיבים של סביבת עולם אמיתי מקדמת STEM והוגנות
51	6.3 מאפייני גישת STEM
52	6.4 עקרונות פדגוגיים מקדמי הוגנות וביטויים במרחב
56	6.5 עקרונות-על למרחב D-STEM
58	6.6 מהלכים לבחירת טיפוסים
61	6.7 סיכום
65	7. שער שביעי : הוראת STEM בין-תחומי בכיתות א'-ב' בחינוך היסודי
66	7.1 גישת STEM לכיתות א'-ב' בבתי הספר היסודיים: סקירה קצרה של הספרות המחקרית
68	8. שער שמיני: המלצות ודגשים בשילוב שותפים מהמגזר העסקי והמסחרי בפעילויות
69	8.1 המלצות ודגשים בשילוב שותפים מהמגזר העסקי והמסחרי בפעילויות STEM

שער ראשון:

מבוא ועקרונות בגישת החינוך STEM בין-תחומי



1.1 רציונל

משרד החינוך חותר לספק לתלמידי בית הספר היסודי חוויות למידה המזמנות פיתוח ידע, מיומנויות וערכים על פי "תפיסת הלמידה המתחדשת" שהמשרד מוביל.

תפיסה זו מיועדת לתמוך בהתמודדות תלמידים עם סוגיות מגוונות במציאות המשתנה, ובעולם שבו המדע והטכנולוגיה ממלאים חלק מרכזי, גדל והולך. בתפיסת הלמידה המתחדשת התלמידים יוכלו לקבל החלטות מושכלות, לשגשג כפרטים בחברה, לממש את הפוטנציאל שלהם ולעצב את עתידם באופן שיקדם את רווחתם הרגשית והחברתית.

משרד החינוך אגף א' מדעים במזכירות הפדגוגית, אגף א' חינוך יסודי במנהל הפדגוגי והתוכנית הלאומית למצוינות STEM בפריפריה במנהל החינוך הטכנולוגי, מנהל פיתוח סביבות למידה במוסדות חינוך, בשיתוף הג'וינט ועמותת אופנים חברו יחדיו כדי ליצור מיזם משותף הדוגל בגישת החינוך STEM (בין-תחומי מקדם הוגנות (STEM: Science, Technology, Engineering, Mathematics). במשך שלוש שנים (תשפ"ב-תשפ"ד) שקדו על מיזם זה, שמטרתו פיתוח והטמעה של גישה זו בבתי הספר. הגישה מיישמת למידה בין-תחומית בתחומי STEM, ומזמנת פיתוח ידע ומיומנויות STEM לצד פרקטיקות מקדמות הוגנות (ראו פירוט בהמשך).

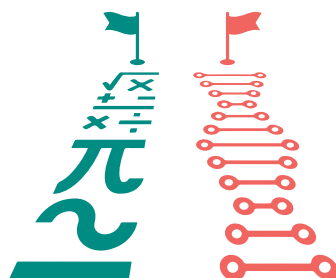
מסמך זה מציג כלי תכנון אסטרטגי, שנועד לתמוך בצוותי החינוך בבתי הספר שבחרו להטמיע את גישת החינוך STEM בין-תחומי מקדם הוגנות, וכמחווה לתכנון ולהערכה של העשייה החינוכית הבית ספרית על פי גישה זו לאורך זמן.

עקרונות בגישת החינוך STEM בין-תחומי

1. תחומי ה-STEM הם תחומי המדע האלה: ביולוגיה, כימיה, פיזיקה, מדעי כדור הארץ ומדעי הסביבה, ולצידם טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה.



2. לפני שניגשים ללמידה הבין-תחומית יש להבנות את הידע במדע ובטכנולוגיה מזה, ובמתמטיקה מזה, ולפי מטרות הלמידה של כל אחד מהתחומים.



3. גישת STEM הבין-תחומית מאפשרת הפעלת הידע בעזרת המיומנויות, ויישומן בהקשר של סוגיה מהעולם האמיתי.



גישת החינוך STEM בין-תחומי

המציאות שבה אנו חיים כיום מאופיינת בגדילה ניכרת ובגלובליזציה של ידע, פיתוח מואץ של טכנולוגיות, רב-תרבותיות ואי ודאות. מגמות אלה מזמינות התמודדות עם אתגרים מורכבים ופתרון בעיות, שהמענה אליהם אינו יכול להתבסס על הסבר פשוט וחד-משמעי.

חינוך בגישת STEM בין-תחומי הוא גישה פדגוגית, שבה התלמידים לומדים את הקשרים ההדדיים בין-תחומי מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה. העדויות מצביעות על כך שיש צורך להגיע ללמידה בגישת STEM עם ידע רלוונטי בתחומי הדעת, ובעיקר במדע ובמתמטיקה, כדי ליהנות מהתועלות הנלוות אליה. גישה זו מספקת תשתית ללמידה שיתופית, פיתוח יכולות חקר מדעי ופתרון בעיות והצגת התיכון ההנדסי לתלמידים.¹

גישת STEM מספקת הזדמנות אותנטית ליישום של ידע לאחר שנלמד באופן דיסציפלינרי. גישת החינוך STEM בין-תחומי מקדמת למידה התנסותית (Hands on, Minds on) המשלבת תוכן, מיומנויות ועמדות בתחומי מדע, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה תוך כדי פתרון סוגיות מהעולם האמיתי. מטרתה של גישה זו להסביר תופעות, לפתור בעיות או לפתח מוצר, באופן שאינו מתאפשר באמצעות תחום דעת אחד בלבד. לדוגמה, התמודדות עם סוגיות שונות מתחומי הבריאות, הסביבה, האנרגיה ושינוי האקלים, מחייבת התייחסות רב-תחומית מתחומי דעת שונים ומבוססת על ידע והבנה על אודות הקשרים שביניהם.

1.2 מיומנויות גישת החינוך STEM בין-תחומי

מדיניות "תפיסת הלמידה המתחדשת" של משרד החינוך² מכוונת את מערכת החינוך לפיתוח של ידע, מיומנויות וערכים כדי לאפשר ללומדים התמודדות מוצלחת עם אתגרי החיים בחברה הישראלית המשתנה של המאה ה-21 ברמה האישית, החברתית-אזרחית והתעסוקתית. אלה 13 מיומנויות שונות, שמחולקות לארבעה תחומים: קוגניטיבי, רגשי, חברתי וגופני. מתוך המיומנויות הללו, אלה הן המיומנויות המרכזיות בגישת STEM בספרות ובמסמכי המדיניות בעולם:³

- אוריינות מדעית
- אוריינות טכנולוגית-הנדסית⁴
- אוריינות מתמטית
- חשיבה ביקורתית ובכלל זה קבלת החלטות
- חשיבה יצירתית
- אוריינות דיגיטלית
- מודעות עצמית ובכלל זה הכרת העצמי ומסוגלות עצמית

1. STEM integration in K-12 education. (2014). In *National Academies Press eBooks*. <https://doi.org/10.17226/18612>

2. OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030 Learning Compass 2030*. Accessed 16 January 2022. <https://did.li/cyzzrl>

3. ניתן לקרוא בהרחבה על המיומנויות מתוך אתר משרד החינוך.

4. גישת STEM משלבת גם את האוריינות ההנדסית טכנולוגית על פי מסמכי מדיניות בעולם ובהם ה-NGSS.

- הכוונה עצמית הכוללת ויסות עצמי, הנעה עצמית וחוסן
- מודעות חברתית ורגישות תרבותית
- התנהלות חברתית כוללת תקשורת, עבודת צוות וניהול קונפליקטים
- אוריינות גלובלית כוללת אחריות גלובלית-סביבתית והתנהלות רב-תרבותית

מיומנויות קוגניטיביות

חשיבה יצירתית

אוריינות מתמטית

אוריינות מדעית/טכנולוגית/הנדסית
שאלת שאלות, פתרון בעיות, התמצאות מדעית, הסבר מדעי של תופעות, תכנון ביצוע והערכת מחקר, פרשנות נתונים

חשיבה ביקורתית
קבלת החלטות

אוריינות דיגיטלית

מיומנויות רגשיות

הכוונה עצמית
התמדה, לומד עצמאי

מודעות עצמית
מסוגלות עצמית ותודעת צמיחה

מיומנויות חברתיות

מודעות חברתית
רגישות תרבותית

אוריינות גלובלית
אחריות גלובלית והתנהלות רב תרבותית

התנהלות חברתית
תקשורת, עבודת צוות וניהול קונפליקטים

במדינות רבות בעולם קיים מהלך, שבו הידע חזר להיות המוקד המרכזי בתוכניות הלימודים והמיומנויות משולבות בו בהתאמה לתחומי הדעת.⁵ בהתאם למגמה עולמית זו, יש להדגיש כי בחינוך בגישת STEM בין-תחומי התכנים בתחומי הדעת הם אלו שמובילים את הלמידה, ואילו המיומנויות משולבות בהלימה לפעילות המוצעת בהקשר לתכנים – ולא להפך. כדי ליישם את גישת STEM בין-תחומי באופן מיטבי מומלץ להתמקד בתהליכי חשיבה של חקר ופתרון בעיות הכוללים לפחות את חמש מיומנויות STEM האלה:

אוריינות מדעית, אוריינות מתמטית, אוריינות טכנולוגית והנדסית, עבודת צוות, מסוגלות עצמית.
בהמשך מומלץ לפתח גם את המיומנויות האחרות.

Roberts, N. (2021). The school curriculum in England briefing paper. *House of Commons Library* (3-4). 5

1.3 למידה בין-תחומית בתחומי STEM

ידע בין-תחומי מוגדר כיכולת לשלב ידע ודרכי חשיבה של שני תחומי דעת או יותר, כדי ליצור פיתוח חשיבה, כגון הסבר של תופעה, פתרון בעיה או ייצור מוצר בדרך שלא הייתה סבירה אם רק תחום דעת אחד היה מעורב.⁶ שילוב של מדע והנדסה זה עם זה ועם תחומי תוכן אחרים יכול להעצים את הבנת התחומים והקשרים בין המושגים המשותפים. ההבנה, הזיכרון ושליפה עתידית של הידע משתפרים כאשר המושגים מקושרים ומאורגנים ברשת תפיסתית.⁷ יתרה מכך, שילוב ידע ודרכי חשיבה יכול לקדם את כל התחומים, זאת בתנאי שהרעיון או הבעיה המנחים את הלמידה מבוססים על התוכן הייחודי במדע ובמתמטיקה, תואמים את הפרקטיקות בטכנולוגיה ובהנדסה ומותאמים לשלב הגיל. יש לציין כי קיימות גישות שונות להוראת STEM: משרד החינוך מאמץ את הגישה המשתמשת ב-STEM בין-תחומי כיישום של נושאים שנלמדו בתוכניות הלימודים במדע וטכנולוגיה ובמתמטיקה. מסמך זה מתייחס ל-STEM בגישה בין-תחומית כפדגוגיה ליישום ידע בתחומי הדעת השונים, מתוך כבוד לתוכנם הייחודי.

ניתן להשתמש בדרכים הבאות לשילוב (אינטגרציה) בין תחומי דעת:^{8,9}

1. קשרים שטחיים (תוספת או רצף) - שילוב ההקשר בלבד. דיסציפלינה אחת משתמשת

בבעיה או רעיון מדיסציפלינה אחרת כהקשר ללמידה, אבל מנסה להשיג מטרות למידה רק בדיסציפלינה העיקרית. או לחלופין, שני התחומים מסייעים לעסוק בסוגיה, אבל ברצף - לימוד האחד אחרי השני.



2. שילוב חלקי - שילוב של תוכן המכוון להשגת מטרות למידה בשני תחומים או יותר בו-זמנית.

קיימת התייחסות בפעילות הלמידה לשני תחומים או יותר, לעיתים כאשר האחד משמש בתפקיד תומך. התחום המשני מתבטא ברמת החזרה או התרגול.



3. שילוב מלא - הסוגיה המניעה את הלמידה היא בעיה מורכבת או רעיון גדול, ולעיסוק בהם

נחוצים תחומים מרובים. הרעיונות והפרקטיקות משתלבים ככל שהם נעשים שימושיים לעיסוק בסוגיה. כל התחומים העיקריים משולבים בכל שיעור מוביל, פעילות הוראה או פרויקט. זו בדרך כלל סוגיה מהעולם האמיתי, הדורשת שימוש בתחומים מרובים ומשמשת כהקשר הלימודי, אבל התחומים אינם נתמכים באופן מלא.



בפעילות למידה המתבססת על STEM בין-תחומי מתבצע מיזוג בין גישות השילוב השונות והוספת עקרונות פדגוגיים ספציפיים לתחומי הדעת. השיעורים מאורגנים במשכי זמן המתאימים ללימוד הנושאים מתוכניות הלימודים הרלוונטיות לפני ההתנסויות המשלבות כך שכל תחום שומר על ליבת המושגים והפרוצדורות שלו - וגם מתחבר באופן מלא לתחומים האחרים בעזרת מושגים ופרקטיקות חוצים. כך ההתנסויות הלימודיות משלבות שני תחומים או יותר אבל רק כאשר השילוב משרת את מטרות שני התחומים.

6. Boix Mansilla, V., Miller, W. C., & Gardner, H. (2000). On disciplinary lenses and interdisciplinary work. *Interdisciplinary curriculum: Challenges to implementation*, 17-38.

7. Patterson, K., Nestor, P. J., & Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature reviews neuroscience*, 8(12), 976-987.

8. Schweingruber, H., Pearson, G., & Honey, M. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>

9. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022). *Science and Engineering in Preschool Through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26215>

NRC report, integration STEM מציעים ארבעה עקרונות שיבטיחו חיבור איכותי של מדע והנדסה עם תחומים אחרים, כלהלן:¹⁰

1. הקניה של הידע והמיומנויות בכל אחד מתחומי הדעת, ובין התחומים, תיעשה באופן מפורש בהוראה, בתכנון ובחומרים. ההתנסויות יתמכו במפורש ובמכוון בבניית ידע ומיומנויות התלמידים בתחומי הדעת, ובין התחומים.
2. יש ללמד כל אחד מתחומי הדעת בנפרד, בהתאם לתוכנית הלימודים של תחום הדעת.
3. ידע זה יהווה בסיס ללימוד בין-תחומי.
4. שילוב רב יותר אינו בהכרח טוב יותר. המחקר המשווה בין סוגים שונים של תוכניות לימודים רב-תחומיות מצביע על כך ששילוב בין-תחומי מלא אינו בהכרח טוב יותר בכל המקרים. חשובה התמקדות בהזדמנויות ליישום הוראה רב-תחומית בדרכים שתומכות בתחומי הדעת באופן הדדי זו בזו ולא באופן מאולץ, דבר שיכול לסייע להבטיח שהתלמידים לומדים ומפתחים פרקטיקות בדיסציפלינות המשולבות.
5. תלמידות ותלמידים יעסקו בהתנסויות חקר מדעי ותיכון הנדסי בהקשרים מתחומים שונים. כאשר ההקשר ללמידה משמעותי ועשיר, התלמידים עוסקים בפעילות שמגייסת ומעמיקה את הפרקטיקות, המיומנויות והידע שפותח בחלקים אחרים של היום הבית ספרי ובונים זהויות חיוביות במדע והנדסה.

1.4 מאפיינים לתהליכי הוראה-למידה-הערכה של STEM בין-תחומי

1. קידום ויישום פרקטיקות של חקר מדעי ותיכון הנדסי, המבוססות על סוגיה מהעולם האמיתי, הקשורה לנושאים בתוכנית הלימודים.
2. פיתוח אוריינות מדעית ואוריינות מתמטית.
3. קידום מיומנויות כמו חשיבה יצירתית, עבודת צוות ומכוונות עצמית בלמידה.
4. למידה התנסותית במעבדה ומחוץ לכיתה.
5. לימוד בין-תחומי מיישם ידע ומטפח מיומנויות לפי תוכניות הלימודים במדע ובמתמטיקה. הידע נלמד בנפרד בכל אחד מהתחומים.

Schweingruber, H., Pearson, G., & Honey, M. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. 10 National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>