

לעשות מתמטיקה

יריד מתמטי באצבע הגליל – תשנ"ו

נגה ואן-דורמולן אברהמי

אורית זסלבסקי

המחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים, הטכניון

תמיד מודע בשלמות לעבודתם של חבריו לעשייה בדומה לצוות אומנים היוצר בצוותא קיר פרסקו ענק, וכל אחד מצייר פרט מתוך היצירה השלמה לפעמים יש צורך להתרחק מקיר הפרסקו כדי לראות את היצירה בשלמותה, כדי לראות ולחוש מהו חלקו האישי של כל אומן ביצירה הכללית, ומה חלקם של חבריו לעבודה כיצד מתחברות יחד כל היצירות האישיות לקיר הפרסקו השלם האם התמונה הכללית הנראית היא זאת שראינו בדמיונו? האם יש צורך לשנותי לשפרי

עם תום שלוש שנות פעילות, שבהן הצטברו שפע של תוצרים של העשייה המתמטית, התעורר הצורך ביריד מתמטי, שיהיה מורכב ממיוון הפעילויות השונות של הפרוייקט, אשר הצגתן זו בזו בדרך שיטתית, חזותית ופעילה, תאפשר לכל העוסקים בפרוייקט, ולמעוניינים להכירו, לקבל תמונה מקיפה ואותנטית של עבודת הפרוייקט, להחליף ידע וניסיון, ללמוד זה מזה, ולחזור לחיי היום-יום של ההוראה עם רעיונות לפיתוח ותחושה של התחדשות

במשך חודשים ארוכים עסק, ללא לאות, צוות שהורכב מנציגים של הקבוצות השונות של משתתפי הפרוייקט, במשימה כמעט בלתי אפשרית – להביא לידי ביטוי מעשי את רעיון היריד המתמטי

רשת התקשורת האזורית תממוחשבת הוכיחה את עצמה ככלי היעיל ביותר לחילופי רעיונות, קבלת החלטות, העברת חומרים, קבלת משוג, ותיאום כל הצדדים הארגוניים בלעדיה לא היה אפשר להעמיד על רגליו מפעל כה מורכב ומקיף כיריד

בשנה האחרונה, ולצערנו אף בתקופות קודמות, אזור אצבע הגליל נקשר בתודעתם של אזרחי ישראל עם בעיות בטחוניות קשות ובעיות פוליטיות מורכבות בוודאי לא נפתיע אף אחד אם נאמר שתושבי אצבע הגליל, למרות כל הבעיות הבטחוניות הקשות, מקיימים חיי חינוך ותרבות תוססים יעידו על כך מפעלים כמו סדנאות האמנות בתל-חי, ימי המוסיקה בכפר בלום, פסטיבל משוררים במטולה, ועוד רבים אחרים שהפכו כבר למסורת

רשימה זו באה לספר על מפעל חינוכי ייחודי, שנערך השנה בפעם הראשונה "לעשות מתמטיקה – היריד המתמטי באצבע הגליל" אנו מורגלים לקשור את המלה "יריד" למושגים שונים עיצוב, אמנות, ספרים, כלי-בית, חקלאות וכו' אך מה ליריד ולמתמטיקה? ננסה לענות על שאלה זו

זאת השנה השלישית שבאצבע הגליל פועל פרוייקט לקידום החינוך המתמטי העל-יסודי (לפרטים ראה מסגרת) עבודת הפרוייקט מורכבת, מסועפת ומקיפה תחומים רבים, שהמושגים להם הוא עשייה מתמטית שותפים בעבודה מורים משתלמים, תלמידיהם בבתי הספר העל-יסודיים באצבע הגליל, צוות מנחים, אנשי אקדמיה ואנשי מינהל טבעו של פרוייקט בהיקף מסוג זה, שכל אחד מהשותפים בו עושה את עבודתו, ולא

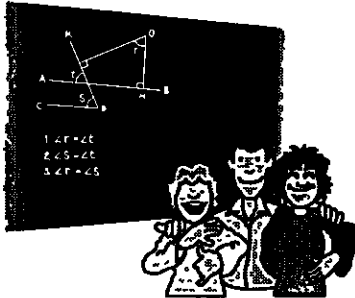
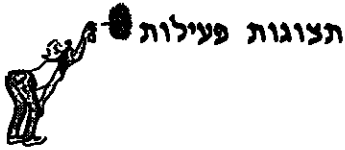
הפרוייקט "מחר 98" לקידום החינוך המתמטי העל-יסודי באצבע הגליל מתנהל במחלקה להוראת הטכנולוגיה והמדעים בטכניון, בראשותה של ד"ר אורית זסלבסקי חברי צוות הפרוייקט מנחים ומעניקים תמיכה מקצועית לכמאה ועשרה מורים למתמטיקה באצבע הגליל אחת לשבוע נפגשים המורים המשתלמים וצוות המנחים, במספר מקומות באצבע הגליל, ומקיימים יום לימודים ועבודה בסדנאות ובקבוצות. המורים המשתלמים מלמדים בכיתות ז-יב, ובכל רמות הלימוד של מקצוע המתמטיקה (אחדים מהם מלמדים במכללות)

בתי הספר הקשורים בפרוייקט שייכים למגזרים שונים ממלכתי, ממלכתי-דתי, התיישבותי, דרוזי וערבי הפרוייקט מקיף 40 בתי-ספר. במסגרת הפרוייקט נעשה ניסיון לפתח דגם להתפתחות מקצועית של ציבור המורים למתמטיקה באזור, שישפיע, באמצעות המורים המשתלמים, על הנעשה בבתי הספר. הכוונה שדגם זה ישתרש, ויוביל בעתיד מהלך מתמיד של התפתחות מקצועית של כלל מורי המתמטיקה באזור. דלת הפרוייקט פתוחה לכל מורי המתמטיקה באצבע הגליל, במטרה שחלק מהם יחליף, בבוא העת, לאחר הכשרה מיוחדת, את צוות הטכניון ביסוד הפרוייקט עומדת התפיסה שלומדים ומלמדים חד המה, ושלמידה בכלל, ולמידת מתמטיקה בפרט, חייבת להיות מבוססת על עשייה פעילה של כל השותפים בתהליך, תוך התעדכנות והתחדשות מתמדת במסגרת הפרוייקט מפותחים חומרי הדרכה ולמידה, ונערכים מחקרים שמהם אפשר ללמוד על הגורמים התורמים לבניית מודל הפרוייקט מסקנות מחקרים אלה ישמשו בסיס לפיתוח פרוייקטים מסוג זה באזורים נוספים

¹ מדובר אף בתלמידי כיתות ז – ח בבתי ספר יסודיים שמונה-שנתיים

תצוגות פעילות

חלק ניכר של העמדות השונות בתערוכה נבנה באופן "שהזמין" התנסות ופעילות של הצופים מספר פעמים במהלך היריד הנוחו תלמידים, מורים משתלמים וחברי צוות, הפעלות של הצופים בעמדות אלו



מוקדים

שלוש פעמים במשך היריד התקיימו במקביל 6 מוקדים - סה"כ 18 מוקדים שונים המוקדים נערכו בדומה למושבים בכנסים מדעיים הם הונחו על-ידי מורים משתלמים כל מוקד ארך חצי שעה, והשתתפו בו בין 10-20 ממבקרי היריד המוקד כלל, בדרך כלל, הצגה דידיקטית של נושא מתמטי, שבו עסק המורה המשתלם (או קבוצת מורים) במשך השנה נוסף על הצגת הנושא בעזרת אמצעי הדגמה והמחשה (מצגות, מחשבים, מודלים) כלל המוקד הפעלה קצרה של משתתפי המוקד כן הוקדש זמן לשאלות ולדיון קצר חשוב לציין שהכנת המוקדים והנחייתם על-ידי המורים המשתלמים, באה לא רק כדי ליצור במה לחילופי ניסיון וידע, אלא גם כדי לאפשר למורים לרכוש ניסיון כמורים מנחים, ולחזק את האיכויות המקצועיות הדרושות להצגת עבודה בפני קהל מקצועי

היריד שיקף חלק גדול ממטרות הפרוייקט

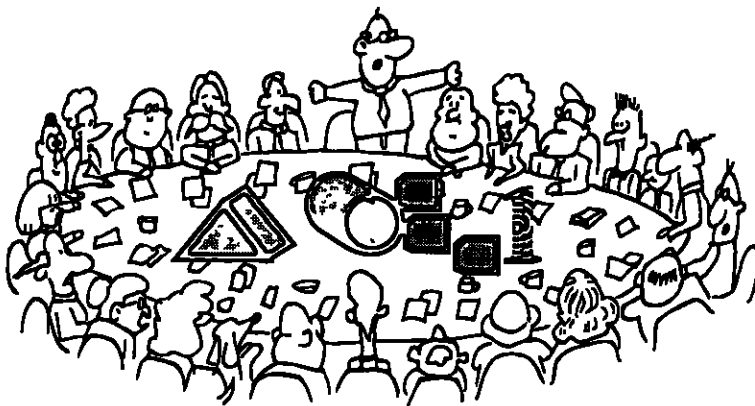
- חיזוק הדימוי של מקצוע המתמטיקה והבנת המטרות של הוראת המקצוע בעיני המורים, התלמידים, והמנהלים, תוך טיפול בראיית המתמטיקה כמקצוע שיש בו כר נרחב ליצירה ולחשיבה רב-כיוונית
- שיתוף בין לומדים ומלמדים ברבדים שונים מנחה / מורה, מורה / תלמיד, מורה / מורה, תלמיד / תלמיד
- קישור המתמטיקה לתחומי חיים ולמקצועות לימוד שונים, תוך התייחסות לעולמו ולנסיגו של הלומד
- קידום המחשב ככלי למידה וחשיבה
- חשיפת המורים לגישות מתקדמות ללמידת מתמטיקה ולהוראתה, והתעדכנות בנעשה בתחום זה בארץ ובעולם
- יצירת קהילה המעניקה למשתתפיה מסגרת לתמיכה, להתעדכנות ולהתפתחות מקצועית מתמדת, תוך מעבר הדרגתי של האחריות על שיפור האיכות של הוראת המתמטיקה בבית הספר מצוות הפרוייקט למורים המשתלמים
- איתור קבוצת מורים, מבין המורים המשתלמים, שתהווה מנהיגות מקצועית אזורית בחינוך מתמטי, ותוביל מהלך מתמיד של התפתחות מקצועית של כלל המורים באזור

מבנה היריד

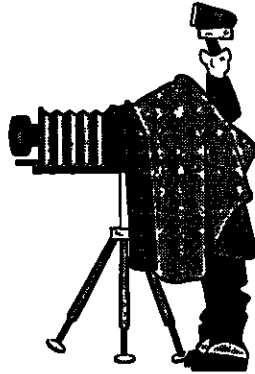
תערוכה

בתערוכה הוצגו

- פרוייקטים אישיים של תלמידים שהונחו על-ידי המורים המשתלמים
- פרוייקטים של מורים משתלמים שהונחו על-ידי צוות הפרוייקט
- תוצרים של קבוצות עבודה אזוריות של מורים משתלמים
- חוברות וחומרי לימוד והדרכה, שהופקו במסגרת הפרוייקט כחומרי עזר למורה
- חוברות וחומרי לימוד והדרכה, שהופקו על-ידי מוסדות שונים העוסקים בחינוך מתמטי



– סרטים המתעדים עבודה של תלמידים על פרויקטים אישיים
– סרטים לימודיים שונים העוסקים בחינוך מתמטי



הטבלה הבאה מאפשרת לקבל מידע על סוגי הפעילויות השונות ביריד, ומי הכין והנחה את הפעילויות השונות²

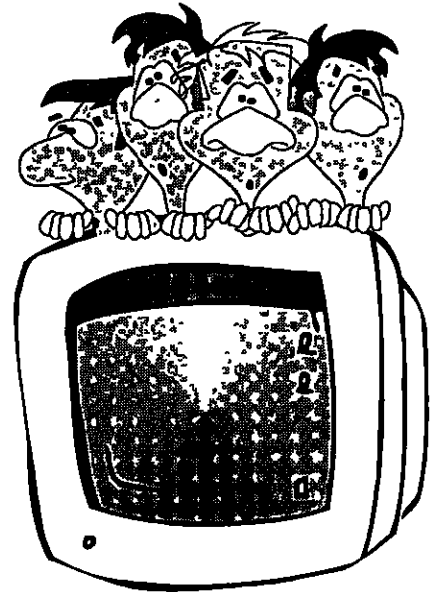
הדגמות במחשב	מוקדים	תצוגות פעילות	תערוכה	סוג הפעילות המכניים והמעילים
			√	תלמידי בתי ספר על-יסודיים
	√	√	√	מורה משתלם ותלמידו
√	√	√	√	מורה משתלם על בסיס אישי
√	√	√	√	קבוצות עבודה של מורים משתלמים
√		√	√	חברי צוות הפרוייקט
√		√	√	מנחים מפרוייקטים אחרים העוסקים בחינוך מתמטי

² למעוניינים, לקבלת התמונה השלמה של מבנה היריד, ורשימה מפורטת של הנושאים השונים שבאו לידי ביטוי בו, מצורף בסוף רשימה זאת "לוח הפעילות הכללי" (דף מתוך חוברת הדרכה, שחולקה לכל משתתפי היריד)

הדגמות של פעילויות למידה במחשב

כפי שכבר הוזכר, אחת ממטרות הפרוייקט היא קידום המחשב ככלי למידה וחשיבה, נושא המטופל באינטנסיביות רבה על-ידי אנשי הצוות המנחים, תומכים ומעודדים את המשתלמים לעשות שימוש מושכל במחשב בעבודת ההוראה בעשר עמדות מחשב הודגמו ביריד פעילויות למידה שונות בעזרת המחשב ההדגמות נערכו על-ידי מורים משתלמים, על-ידי חברי צוות פרויקט "מחר 98", וכן על-ידי מנחים ממוסדות אחרים בכל עמדה ניתנה אפשרות לקבל הסבר והנחיה אישית

פעילויות למידה במחשב



הקרנת סרטים

עקב חדשנותו של הפרוייקט, אורך הטווח של פעילותו, והאופי הדינמי והמתפתח שלו, חשוב היה למתכנניו לתעד ולעקוב מקרוב אחר פעילותו, כדי לשפר את מה שאפשר, וכדי ליצור דגם לפיתוח פרויקטים אזוריים מסוגו לכן מלווה הפרוייקט, לאורך שלוש שנות קיומו, במערכת שלמה של תיעוד, משוב והערכה סדנאות רבות של מורים משתלמים מצולמות במצלמות וידאו כן מצולמים שיעורים למתמטיקה בבתי-ספר, ימי פעילות מתמטית בית-ספריים, ועבודת תלמידים על פרויקטים אישיים במתמטיקה ביריד הוקרנו

– סרט המתעד קטע אופייני מפעילות הפרוייקט, שהופק על-ידי שרות הסרטים הישראלי

– סרטים המתעדים ימי פעילות מתמטית, שמורים משתלמים יזמו והפעילו בבתי הספר שבהם הם מלמדים

שלמות גיאומטרית שנקטעה – תיאור המצבה של קבר יצחק רבין ז"ל, וניתוח גיאומטרי של הצורות המרכיבות אותה בנוסף ניסה התלמיד למצוא את המשמעות והמסר שהצורות הגיאומטריות מעבירות להלן ציטוט מתוך העבודה "הצורה הגיאומטרית של המצבה מסמלת את ייחודו של רבין ואת חייו שנקטעו, לכן בנויה המצבה כמשולש עם מגרעות בצורת קונוס – שלמות גיאומטרית שנקטעה האור שחודר בין שני גושי האבן מסמל אופטימיות"

במוקדים

ארכיאולוגיה מתמטית

באחד המוקדים ביריד, שהוכן והונחה על-ידי מורה משתלם, חולק כתב החידה המתואר באיור שלהלן



הכתב לווה בסיפור קצר המתאר את "מציאתו" ואת תגובו "הארכיאולוגים" בדף יש גם הנחיות ורמזים לפתרון החידה פעילות זאת חוברה על-ידי המורה המשתלם לתלמידיו (ברמו של 4-5 יח"ל) כמבוא לפרק "אי-שוויונים" מטרת הפעילו הייתה להביא את התלמידים להכרה בבעייתיות של הגדרו מספר חיובי, כאשר הוא מוגדר כמספר הגדול מאפס, בזמ שהגדרת היחס "גדול מ-" משתמשת במושג מספר חיובי המטרה הייתה למצוא הגדרה שונה, שאיננה משתמשת ביחס "גדול מ-". פתרון כתב החידה מבסס את ההבחנה בין המספרי החיוביים והשליליים, ומאפשר לתלמידי 4-5 יח"ל להגדיר או

אחת ההחלטות הקשות הייתה לבחור לכתבה זו מספר פעילויות מייצגות מתוך כלל פעילויות היריד המיגוון היה כה רב, ולכל אחת מהפעילויות החן והערך שלה ובכל זאת הנה לפניכם, על קצה המזלג, מספר דוגמאות

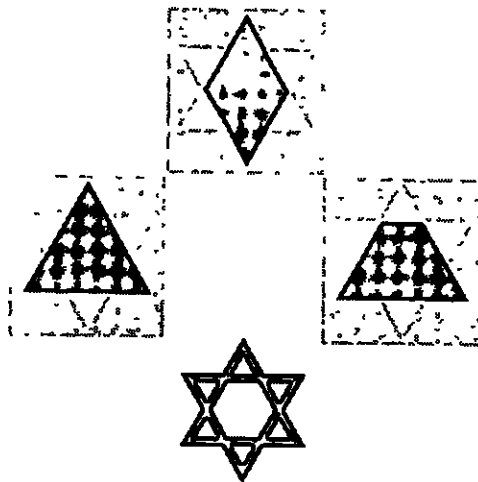
בתערוכה

פרוייקטים אישיים במתמטיקה היה אחד הנושאים שקודמו השנה בתוכנית ההשתלמות של הפרוייקט לעזרת המורים המשתלמים הוצא לאור אוגון, המכיל יותר מחמישים הצעות שונות לפרוייקטים לתלמידים כל הצעה כללה חומר לתלמיד והדרכה למורה רמת הנושאים המתמטיים הותאמה לכל הרמות בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה

במספר בתי ספר, שמוריהם משתלמים במסגרת הפרוייקט, הוקדשו לנושא "הפרוייקט האישי" תשומת לב והדרכה רבה, ואמנם פירות רבים, נאים ומעניינים של מאמצים אישיים אלו, הוצגו בתערוכה נושאי הפרוייקטים האישיים היו רבים ומגוונים מתמטיקה וספרות ומה שביניהן, יישומים מתמטיים ביהדות, משחקים מתמטיים בנושא מבוא לפונקציות, ציר המספרים, הרחבת עולם המספרים, הגיאומטריה סביבנו ועוד מתוך המבחר הרב נספר בקצרה על שלושה פרויקטים אישיים של תלמידים, שעסקו בנושא הגיאומטריה סביבנו

רשת גיאומטרית – חקר של רשת העכביש כיצד היא נבנית, הצורות הגיאומטריות המרכיבות אותה ותכונותיהן המיוחדות וריאציות שונות של רשת העכביש וההבדלים ביניהן

מגן דוד – רקע היסטורי של עיצוב הסמל "פירוק" הסמל לצורות גיאומטריות המרכיבות אותו קבלת צורות גיאומטריות נוספות בתוך מבנה מגן דוד על-ידי דרך צביעה שונה של הסמל תכונות הצורות והוכחה של חלק מהן



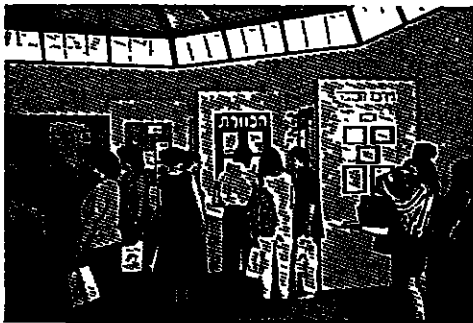
פעילויות למידה במחשב

ציור על צג המחשב בעזרת פונקציות

קבוצת משתלמים הציגה ציורים על צג המחשב הציורים נוצרו על-ידי שימוש בגרפים של פונקציות שונות קוויות, ריבועיות, פולינומיאליות, טריגונומטריות ופונקציות השורש מטרת פעילות זאת היא להכיר את הגרפים של הפונקציות, את תכונותיהם ואת דרך השתנותם הציורים היפים המתקבלים, שלכאורה אין קשר בינם לבין מתמטיקה, מעוררים הנאה והנעה בקרב התלמידים, הן בחטיבת הביניים והן בחטיבה העליונה הפקת הציורים איננה פשוטה ומחווה אתגר חשיבה ללומד

משוב

כפי שכבר הוזכר, מלווה הפרוייקט במערך של שאלוני משוב אותם ממלאים המשתלמים, התלמידים והמנחים גם ביריד חולק למשתתפים דף משוב והם התבקשו למלאו, אם הם מעוניינים באופן כללי, המשוב הצביע על השפע הרב של הרעיונות שאליו נחשפו המבקרים, ועל הסטנדרטים הגבוהים שהוצבו במסגרת היריד, מבחינת התכנים, הארגון והיעיצוב לחץ ציטוטים אחדים המתייחסים לנושאים הבאים



תערוכה

"התרשמותי מאוד מעבודות התלמידים מבתי הספר השונים, ואני מקווה מאוד ליישם זאת בבית ספרי"
 "מאלפת", "מקסימה", "מעניינת ונהדרת", "יכה לחי ותודות למעצבת הגרפית של התערוכה"

המספרים החיוביים כקבוצת מספרים בתוך שדה המספרים הממשיים המקיימת תכונות מסוימות מעניין לציין שבעקבות הפעילות הנייל ובעזרת אותו כתב חידה, פיתחו משתלמים שונים פעילויות חקירה נוספות של תכונות המספרים החיוביים והשליליים, לכיתות ורמות שונות בחטיבת הביניים ובחטיבה העליונה

מוסיקה היא לא רק תווים

מוקד שייצג את האפשרות ללמוד מתמטיקה בגישה רב-תחומית, התבסס על פרויקט שנתי של שלוש משתלמות שאף הנוו את המוקד נושאי המוקד היו

- הבעייתיות של הסולם המוסיקלי של פיתגורס ופתרונו המתמטי
- הקשר בין הגישה הפיתגורית ביוון העתיקה, לבניית הסולם בגישה פיסיקלית מודרנית
- המנחות בנו מודל של תיבת תהודה, הקשורה למחשב (לחישובי גובה הצליל ועצמותו, בהתאם לאורך המיתר, מקום הפריטה במיתר וגודל תיבת התהודה)
- חיכרות עם MIDI – טכנולוגיה לכתיבת מוסיקה במחשב והשמעתה

השילוב בין מוסיקה, מתמטיקה, פיסיקה, שימוש במחשב ומודל מוחשי, משך קהל רב, והמוקד הופעל ללא הפסקה במשך כל שעות היריד

בעיית תכנון הזמן בבחינת בגרות ותכנון ליניארי

המוקד המחיש חקירה, באמצעות תכנון ליניארי, של הנושא "כיכד לחלק את הזמן בין פתרון הבעיות השונות בבחינת בגרות (של 3 יח"ל) כדי להשיג את הציון הגבוה ביותר" מטרת הפעילות הייתה הכרת התכנון הליניארי ושימושי נושא הבעיה נבחר כדי לעורר מוטיבציה בתלמידי מתמטיקה ברמה של 3 יח"ל בפתרון הבעיה נעזרו התלמידים בתוכנת מחשב, תוך הדגשת יתרונות התוכנה ומגבלותיה

האיור הבא הוא אחד השלבים של פתרון הבעיה שהופק על-ידי התלמידים

