

מדריך לעבודת גמר בטכנולוגיה מוכללת

מדריך למורה

דב קיפרמן

ראובן דינוביץ



מכללות ובתי ספר לטכנולוגיה מתקדמת ולמדעים
המינהל למחקר ופיתוח ולהכשרה

מדריך לעבודת גמר בטכנולוגיה מוכללת

מדריך למורה

תוכן העניינים

3	מבוא
5	פרק א סעיף א – מידענות
6	סעיף ה – חדשנות טכנולוגית
7	פרק ב פעילות – מיומנות עבודה בצוות
9	סעיף ה – בחירת צוות לביצוע עבודת גמר
10	סעיף ז – מפגשי הנחיה
12	פרק ג מבוא
13	שלב א – בחירת נושא לעבודת גמר
14	שלב ב – הכנת הצעה לעבודת גמר ואישורה
16	שלב ג – סקר ספרות ובדיקת חלופות
17	שלב ד – מחקר ופיתוח
19	שלב ה – מימוש הפתרון והערכתו
20	שלב ו – עריכה של חוברת עבודת הגמר
21	שלב ז – מבחן "הגנה" על עבודת הגמר

מבוא

עבודת הגמר היא משימה לימודית המאפשרת לתלמיד – כאחת ממשימות הסיום הנדרשות לקבלת תעודת הבגרות – לימוד נושא וחקירתו על פי בחירה ועניין אישיים.

הכנת עבודת הגמר מהווה שיא בתהליך החינוך וההתנסות הלימודית. העבודה מאפשרת התמודדות עם משימה לימודית מעמיקה ומאתגרת, כמו גם עיסוק בסוגיות החורגות מהנלמד בביה"ס במסגרת תוכנית הלימודים הרגילה. ביצוע העבודה מבוסס על ידע מדעי עדכני ועל דרכי מחקר ועבודה מדעיות. חוקרים ואנשי מדע מלווים ומדריכים את התלמיד במהלך הכנתה של העבודה, שדרכה באים לידי ביטוי הידע והכלים שרכש, יכולותיו והתנסויותיו הלימודיות המגוונות.

הספר לתלמיד: 'מדריך לעבודת גמר בטכנולוגיה מוכללת', נועד ללוות את התלמידים במהלך לימודיהם במגמה המדעית-טכנולוגית.

הספר לתלמיד מורכב משני חלקים:

חלק א: לקראת ביצוע עבודת גמר (פרקים א ו- ב)

בחלק א משובצות פעילויות כהכנה לביצוע עבודת הגמר. מטרת הפעילויות היא לאפשר לתלמיד להתנסות במרכיבים שונים של ביצוע עבודת גמר, כגון ניתוח מוצר קיים, בחירת נושא ומבנה הצעה.

הכנת בסיס הידע לביצוע עבודת הגמר כוללת:

- **פיתוח מיומנויות:** חיפוש וארגון מידע, עבודה בצוות.
- **הרחבת מידע:** מאפיינים של מדע, טכנולוגיה והנדסה וקשרי הגומלין ביניהם, מרכיבי עבודת גמר ועוד.

מומלץ ללמד את חלק א במהלך כיתה י' ותחילת כיתה י"א, וזאת במטרה להכין את התלמידים לקראת ביצוע עבודת הגמר בכיתות י"א-י"ב.

חלק ב: תכנ הנדסי (פרק ג)

חלק ב (התכנ הנדסי – שלבי ביצוע עבודת גמר) מהווה מעין "מפת דרכים", המכוונת את התלמידים במהלך ביצועה של עבודת הגמר על שלביה השונים.

מומלץ לאפשר לצוותים השונים קריאה ולימוד עצמי של שלבי העבודה. מדי פעם, על פי הצורך, כדאי לקיים שיעורים משותפים לכל הכיתה לצורך הבהרת נושאים מהותיים: טבלת דרישות, ניתוח תפקודים, בחירת פתרון ועוד.

המדריך למורה משמש כחוליה מקשרת בין התפיסה הרעיונית-תיאורטית של ביצוע עבודת גמר לבין תהליך ביצועה של העבודה בפועל.

תפקידו של המורה הוא לכוון את התלמיד להשגת הידע הנדרש בדרכים אלה:

- לספק לו כלים לאיתור מקורות מידע.
- להעלות בתהליך חשיבה משותף עמו כיוונים שונים לבדיקה וחקירה.
- לסייע לו בארגון הלמידה ובביצוע נכון של שלבי העבודה..
- להתאים את הפעילויות לתלמידים בעלי מאפיינים שונים מבחינת יכולותיהם, רמת התעניינותם ואסטרטגיות הלמידה שלהם.

המדריך למורה כולל:

- מידע מורחב בנושאים שונים.
- הצעות לדרכים שונות של הצגת החומר הנלמד.
- הנחיות והכנות לביצוע פעילויות המופיעות בספר לתלמיד.
- התייחסות לבעיות שעמן נדרשים להתמודד במהלך ההנחיה.

בספר לתלמיד נכללו נספחים שונים, המהווים תשתית לתיעוד התהליך של ביצוע עבודת הגמר.

מומלץ להפנות את התלמידים במהלך שלבי הביצוע לנספחים המתאימים. ◀

**נשמח אם תעשירו את ההמלצות וההנחיות
המופיעות במדריך למורה בניסיונכם כמורים.**

כללנו סעיף זה בספר לתלמיד, כדי להדגיש את חשיבותן של טכניקות איסוף המידע באינטרנט. לצורך עבודת הגמר נדרשים התלמידים לאסוף מידע עדכני בנושאים שונים, כך שהטכניקות לאיסוף המידע, הדוגמאות והפעילויות המופיעות בפרק הן בבחינת "כלי עבודה". מומלץ לתרגל טכניקות אלה בשלבים מוקדמים, בטרם ביצועה של עבודת הגמר.

מקומה של המידענות בחינוך

לצד השאיפה של מערכת החינוך להקנות ידע לתלמידיה, קיימת מטרה חשובה שמהותה הקניית יכולת למידה עצמאית לתלמיד. הכוונה היא ללמד את התלמיד איך להשיג מידע, כיצד יש לטפל בו בצורה מושכלת, איך ניתן להפיק ממנו את הדרוש, ליצור ממנו ידע ולהציגו כהלכה.

המידענות אינה תחום חדש בחינוך, והיא אינה תולדה של טכנולוגיות התקשוב. המידענות קדמה לעידן הדיגיטלי, אולם בהשפעת טכנולוגיות המידע והתקשורת קיבלה משמעות חדשה. היא תופסת מקום יותר ויותר נכבד בתרבות האנושית. יכולתו של אדם להשתמש במידענות כדי ליצור ולגבש בעצמו את הידע הנחוץ לו, חשובה כיום לא פחות, ואולי אף יותר, מצבירת ידע ערוך ומוכן.

ההתפתחות המהירה של מאגרי מידע מתוקשבים, ההופכים בהדרגה ל"ספרייה דיגיטלית" עולמית, מזמנת למערכת החינוך סביבה חיונית להפעלת תהליכי למידה הכוללים התנסות במידענות. סביבה זו, על יתרונותיה וחסרונותיה, מאפשרת ללומד להתנסות בלמידה אותנטית ועצמאית. מערכות הכלים והתוכנות שבסביבה המתוקשבת מאפשרות מגוון תהליכים לאיתור ולשימוש במידע, אך מחייבות שליטה במיומנויות, בתהליכי חשיבה עצמאיים ובמגוון של אסטרטגיות למידה.

חשיבותה של המידענות בעידן טכנולוגיות המידע והתקשורת הולכת וגדלה, בעיקר בשל שלושה מאפיינים של עידן המידע:

1. **כמות המידע** – התפתחות התקשוב בעשור האחרון הביאה לגידול אדיר, מהיר ומתמיד של מאגרי המידע, המופצים בעולם באמצעים רבים ושונים.
2. **זמינות** – אמצעי התקשורת האלקטרונית מעבירים את המידע במהירות עצומה לכל קצווי תבל, דבר המוביל להיותו זמין מאוד. כמויות אדירות של מידע נגישות לכל אחד בכל עת ומכל מקום.
3. **היעדר מערכת בקרה וסינון** – המידע, מאגריו וערוצי העברתו, פתוחים ופרוצים לכול. לא תמיד המידע מבוקר, לעתים אינו מהימן ובחלק מהפעמים אף פוגע ומזיק.

כדי שניתן יהיה לנצל את המידע בצורה מיטבית וראויה ולהפיק ממנו תועלת, יש צורך בכלים, במיומנויות וביכולות מתאימות. בעזרתם ניתן לברור את הטוב והנחוץ מתוך "ים" המידע העצום, לזהות ולהישמר ממידע מטעה ומזיק וכן להשתמש במידע ביעילות ובתבונה.

פרק א, סעיף ה – חדשנות טכנולוגית (ספר לתלמיד, עמ' 24)

בחירת נושא לעבודת הגמר היא בעלת חשיבות רבה, והיא בעצם ההחלטה הראשונה שעל התלמיד לקבל מתוך שורת החלטות המצפות לו בהמשך התהליך.

המטרות בסעיף זה הן:

- ליצור גירוי לצורך בחירת נושא לעבודת גמר.
- לדעת את ההבדלים בין שיפור טכנולוגי (תכן התפתחותי) להמצאה (תכן מקורי).
- להציג בפני התלמידים את מגוון הכלים והאפשרויות, שיהוו בסיס לבחירת נושא לעבודת הגמר.
- להתנסות בניתוח מוצר או מערכת טכנולוגית קיימת כדי לשפרה.

מומלץ לבצע את הפעילות "ניתוח מוצר קיים" (ספר לתלמיד, עמ' 25) במקביל ללימוד פרק ג – שלב א: בחירת נושא לעבודת הגמר.

פרק ב, פעילות – מיומנות עבודה בצוות (ספר לתלמיד, עמ' 32)

הנחיות לביצוע הפעילות: מיומנויות עבודה בצוות

מטרות הפעילות:

- פיתוח מודעות לחשיבותם של כללי התנהגות והתייחסות לקונפליקטים בעבודת צוות.
- התנסות בעבודת צוות ורפלקציה על תהליך העבודה בצוות.

שלב א: עבודה בקבוצות

על המורה להסתובב בין הקבוצות ולרשום לעצמו הערות ביחס לתהליך העבודה ולאופן קבלת ההחלטות בקבוצה.

בהערות יתייחסו המורים ל:-

- כללי התנהגות בסיסיים.
- עימותים (קונפליקטים) בקבוצה.

התייחסות לקונפליקטים:

בכל סיטואציה של עבודת צוות עלולים להיווצר קונפליקטים.

דרכי התגובה או הטיפול בקונפליקט מגוונות:

- התעלמות (בתקווה שהקונפליקט ייעלם).
- "החלקת עניינים": להיענות לדרישה של חבר קבוצה כדי למנוע עימות.
- אכיפה: לאכוף את הפתרון שלך על חברי הצוות.
- פשרה: להציע פשרות של מפגש ב"חצי הדרך".
- מחויבות בונה: בדיקת כל ההצעות של חברי הצוות וחיפוש דרכים למימושן.

שלב ב: הצגת התוצרים של הקבוצות

- על המורה לכוון את התלמידים ולמקדם בתיאור התוצר ותהליך העבודה בקבוצה.
- על המורה לעמת את התלמידים עם כללי ההתנהגות הבסיסיים כפי שנצפו על ידי המורה בשלב הקודם (שלב א).

שלב ג: דיון וסיכום כיתתי

- על המורה להנחות דיון סביב שאלות כגון – מה המשותף והשונה בין תוצרי הקבוצות?
הערה: היתרון של שימוש בבריסטולים (ולא במצגת) הוא שניתן להציג בו-זמנית את תוצרי כל הקבוצות תוך כדי הדיון .
- על המורה לסכם בהתייחס לתוצרים בשלב א – המיומנויות הנדרשות לעבודת צוות.

מיומנויות בסיסיות לעבודה בצוות:

- יכולת לימוד עצמית
- יכולת נימוק
- הקשבה
- יכולת לימוד מאחרים
- יכולת ללמוד אחרים
- פיתוח קשרים אישיים טובים
- גמישות ויכולת לשינוי
- הערכה עצמית
- אחריות אישית

פרק ב, סעיף ה – בחירת צוות לביצוע עבודת גמר (ספר לתלמיד, עמ' 37)

התלמידים בוחרים את חברי הצוות לפי חברויות או נוחות, ואין לכפות עליהם חבר צוות שאינו מקובל עליהם. בכל כיתה יש חריגים, שעמם ניתן להתמודד בדרכים שונות.

אם מדובר בתלמיד שהישגיו בלימודים נמוכים, ניתן לצרפו לצוות קטן וחזק ולהגדירו כאחראי על בדיקת מחירים, איתור ספקים, איסוף חלקים ובניית חומרה (כמו בנייה והלחמה של כרטיס אלקטרוני) וכן על הכנסת חומרים למחשב.

אם מדובר בתלמיד בעל הישגים לימודיים טובים הסובל מבעיות חברתיות, ניתן לצרפו לצוות שבו תרומתו היחסית תהיה משמעותית (כלומר, צוות הזקוק לידע וליכולות שהוא מביא).

◀ מומלץ לבקש מהצוות לתעד את תהליך בחירת הנושא ואנשי הצוות בעזרת דף התיעוד (נספח א).

פרק ב, סעיף ז – מפגשי הנחיה (ספר לתלמיד, עמ' 43)

תפקידו העיקריים של המנחה הם:

- א. להניע את התלמידים לעבודה בצוות, שכל אחד מהחברים בו לוקח על עצמו מטלות יחידניות.
- ב. להניע את התלמידים לראות במנחה ובצוות המורים המקצועי חלק מהמשאבים העומדים לרשותם, כמו אינטרנט, ציוד מעבדה, יועצים מקצועיים או ספרות מקצועית בספרייה.
- ג. להניע את התלמידים ליצור קשר עם היועץ המקצועי או עם המנחה ולקיים עמם מפגשי הנחיה. על התלמידים להציג את הבעיה בפניה הם עומדים ולהגדיר את ציפיותיהם מהמפגש, כל עוד לא מדובר בקבלת פתרון מן המוכן. המנחה או המורה המקצועי אינם אמורים לספק פתרון או תשובה, אלא לספק הנחיה שתכוון את התלמידים לתהליך של מציאת פתרון אפשרי.

מרכיבי הנחיה

הנחיה בתהליך הכנתה של עבודת הגמר כוללת שני מרכיבים עיקריים: מקצועי והדרכתי.

1. **המנחה כמומחה בתחום הדעת** – בהיבט זה על המנחה כמקצוען ואיש הדיסציפלינה, לחשוף את התלמיד למקורות מידע שונים, לבסיסי הידע הרלוונטיים לעבודת הגמר ולחידושים בתחומים אלו. בנוסף, המנחה מדריך את התלמיד בדרכי העבודה ובשיקולים בקבלת החלטות, ומכאן שעליו להיות בעל השכלה אקדמאית רלוונטית לתחום בו מתמקדת עבודת הגמר.

◀ עבודת גמר במגמה המדעית-טכנולוגית מאופיינת במימדים רב-תחומיים, ולכן לא ניתן לצפות שמנחה אחד ישלוט במגוון תחומי הידע. מסיבה זו מומלץ מאוד לשלב מספר יועצים (מהתעשייה או האקדמיה) על פי נושא העבודה.

◀ גם כאשר מצטרף לצוות יועץ מקצועי מהאקדמיה או מהתעשייה, **יש להגדיר מורה אחראי מטעם בית הספר** שישמש כמנחה של עבודת הגמר. היועץ החיצוני יסייע למנחה, ויש לעודד שיתוף פעולה ביניהם הן בהיבט המקצועי והן בהיבט ההדרכתי.

2. **המנחה כמדריך** – כאן מופיע המנחה כמדריך, המלווה את תהליך הלמידה. המנחה מאתר יחד עם התלמיד קשיים ומסייע לו לחפש דרכים להתמודד עמם. כמדריך הוא מסייע לתלמיד לארגן ולהבנות את הידע ואת תכנון התהליך, תוך עידוד יצירתיות וסקרנות. יחסי הגומלין שבין המנחה לתלמיד מבוססים על דיאלוג אינטראקטיבי מתמיד, כאשר המנחה יוצא מנקודת המבט ומדבריו של התלמיד כבסיס לבירור וללמידה. נושאי הדיאלוג נוגעים בעיקר לתהליכים ולחשיבה ופחות לתכנים וידע.

כלי בו נעזר המנחה בדיאלוג הוא שאילת שאלות וחזרה על דברי התלמיד במילים ובניסוח אחר – "שיקוף" (reflection) של הדברים. השיקוף מעודד תהליך של הגדרה, גיבוש ויכולת הכללה והרחבה מעבר לפרטים. בכל אלה המנחה נמנע ככל האפשר ממעורבות יתר, העלולה להוביל להכתבה של דרכי העבודה לתלמיד.

המנחה אחראי על ביצוע העבודה:

א. **בפני המערכת החינוכית** – המנחה האחראי על ביצועה התקין של עבודת הגמר הן מבחינה מקצועית והן מבחינה מוסרית. לפיכך, עליו לחתום על ההצעה ועל העבודה ולהעריכה:

- חתימת המנחה על ההצעה המוגשת מעידה בפני מערכת החינוך כי העבודה בת-ביצוע, וכי המנחה מעריך שכל תלמיד בצוות רכש ידע בסיסי בנושא העבודה המוצעת.
- חתימת המנחה על העבודה המוגשת מאשרת את תקפותה ומהימנותה של עבודת הגמר.
- עם הגשת העבודה על המנחה להוסיף מכתב הערכה של עבודת הגמר. במכתב זה המנחה יעריך כל תלמיד בצוות לפי הקריטריונים המשמשים את המעריך החיצוני להערכת העבודה. הערכה זו מהווה ציון שנתי.

ב. **בפני התלמיד** – על המנחה לסייע לתלמיד בתחומים אלה:

- לבחור נושא שיאפשר כתיבת עבודה העומדת בכל הקריטריונים.
- לבחור נושא שייצור עניין וסקרנות לאורך זמן.
- לוודא שיש מספיק מקורות מידע זמינים הרלוונטיים לנושא העבודה.
- לוודא שדרישות הנושא הולמות את יכולות התלמיד.
- לעמוד בלוח הזמנים.

המנחה והתלמיד בונים יחד לוח זמנים מחייב, שבו משולבים אילוצים חיצוניים כגון: מועד להגשת ההצעה לעבודה, מועד להגשת טיוטה למנחה ומועד הגשת העבודה.

פרק ג, מבוא (ספר לתלמיד, עמ' 46)

פרק זה ילווה את התלמידים במהלך הביצוע של השלבים השונים בעבודת הגמר.

בעת ביצוע עבודת גמר יש להתייחס למרכיבים הבאים:

- מציאת בעיה מתאימה והגדרת התוצר של עבודת הגמר.
- ביצוע תהליך מתאים לפתרון הבעיה.
- מחויבות אישית של כל תלמיד בצוות.
- שיתוף פעולה בין חברי הצוות.

השלבים המתוארים בפרק זה מכוונים את התלמיד להתקדם משלב קודם לשלב הבא. אולם, בתהליך ההנחיה של עבודת הגמר **מומלץ להימנע משימוש קשיח בתהליך**: לא פעם נדרשים התלמידים לחזור לשלבים קודמים כדי לחקור היבטים נוספים, לפתח ניסוי, לאסוף מידע או להעלות רעיונות נוספים.

תהליך הביצוע של עבודת הגמר במגמה המדעית-טכנולוגית מבוסס על שלבי התכן ההנדסי (שהוצגו בפרק א). כן משולבים בו מרכיבים לימודיים, הייחודיים למגמה המדעית-הנדסית (הכנת הצעה במהלך כיתה י"א ומבחני "הגנה" על עבודת הגמר).

בחלק מהשלבים מפורטים "כלי חשיבה הנדסיים": שיטות שיסייעו לתלמידים להתמודד עם הצורך לבחור נושא, להגדיר דרישות, להעלות רעיונות, לבחור פתרון מתאים ועוד.

◀ מומלץ לאפשר לצוותים השונים קריאה ולימוד עצמי של שלבי העבודה השונים. על פי הצורך יש לקיים שיעורים משותפים לכל הכיתה, כדי להבהיר נושאים הטעונים בירור.

פרק ג, שלב א – בחירת נושא לעבודת גמר (ספר לתלמיד, עמ' 49)

בחירת נושא עבודת הגמר היא בעלת חשיבות רבה. זוהי בעצם ההחלטה הראשונה שמקבל התלמיד מתוך שורת החלטות העומדות בפניו במהלך עבודת הגמר. נושא העבודה אמור להעניק לתלמיד מוטיבציה והרגשת שייכות, ולפיכך רצוי שיהיה כמה שיותר קרוב אליו ולצוות המבצע עבודה משותפת.

לקראת בחירת נושא לעבודת הגמר, מומלץ להפנות את התלמידים לפרק א (סעיף ה: חדשנות טכנולוגית).

מאפיינים של בחירת נושא לעבודת גמר:

- המאפיינים שלהלן מאפשרים למנחה לכוון, ליעץ ולהעריך את ה"פוטנציאל" הטמון בנושא הנבחר:
 - הבעיה או הנושא מעוררים עניין אצל התלמידים.
 - התמודדות עם הנושא תוביל לרכישת ידע מדעי והנדסי בנושא ותשפר אצל התלמידים מיומנויות למידה.
 - התמודדות עם הנושא מאפשרת לתלמיד להגדיר לעצמו סולם ערכים ולפתח מיומנות של הערכה וקבלת החלטות (בחירת פתרון מבין חלופות).
 - התמודדות עם הנושא מאפשרת תהליך של חקירה מדעית ו/או טכנולוגית.
 - התמודדות עם הנושא מאפשרת הבנה של קשרי הגומלין ותפקיד המדע והטכנולוגיה בהקשר של חברה וסביבה.

שלב זה יכול להימשך מספר שבועות, והוא כרוך בלימוד הנושא על היבטיו השונים. לימוד זה מבוסס על חיפוש מידע בספרים, באינטרנט ובמפגש עם מומחים.

מומלץ לקיים שיעור כיתתי משותף לכל הצוותים ולהתמקד בנושאים הבאים:

- תיאור מצב קיים.
- תיאור הבעיות במצב הקיים.
- דרישות מהפתרון.
- חקר שוק (לא בהכרח דרוש לכל נושא).

פרק ג, שלב ב – הכנת הצעה לעבודת גמר ואישורה (ספר לתלמיד, עמ' 55)

יש להגיש את ההצעה לעבודת גמר מודפסת על פי המבנה המתואר בפרק (נספח ג).

◀ מומלץ להדגיש את ההבדלים בין תיאור מצב בעייתי (סעיף 2 בהצעת העבודה) לבין תיאור הבעיות במצב הקיים (סעיף 4 בהצעת העבודה).

סעיף 5 – סקר ספרות ראשוני

יש להדגיש, שאין להתחיל בשלב ראשוני זה כתיבה של סקר ספרות מלא. המטרה היא לציין את הפרקים השונים שהצוות יסקור ויחקור בהמשך. בסקר ספרות ראשוני יש להציג את כל הנושאים שצריכים להילמד ולהיחקר, על מנת שניתן יהיה לגשת לשלב הפיתוח. מכך נובע, שנושאים בתחום הידע הראשוני (אשר אינם דורשים הרחבה) אינם יכולים להיכלל כפרקים בסקר ספרות. לדוגמה, זרם חשמלי חייב להיות בתחום הידע של התלמידים במגמה המדעית-טכנולוגית, ולכן אינו יכול להיות פרק בסקר ספרות.

סעיף 8 – חלוקת העבודה בצוות

יש להימנע ממצב שבו רוב העומס נופל על תלמיד אחד, או לחילופין ממצב שבו תלמיד מסוים לא משתתף בתהליך מחקרי כלשהו. ככלל לא מומלצת חלוקה מוחלטת לפי תחומי ידע, לדוגמה: אלקטרוניקה, תכנות, ביורפואה. רצוי שלכל תלמיד יהיה חלק כלשהו גם בתחומי המחקר האחרים, במיוחד בפרקי סקר הספרות. כל הצעה תיבדק קודם כל על ידי המנחה, אשר יעיר את הערותיו ויחזיר אותה לתלמידים. על התלמידים לתקן, לשנות או להוסיף בהתאם להערות ולהחזיר את ההצעה לבדיקה חוזרת. תהליך זה יכול להתרחש מספר פעמים, עד שהמנחה יביע את שביעות רצונו, יחתום על ההצעה ויאשר את שליחת ההצעה לאישור מפמ"ר המגמה.

הנחיות לביצוע הפעילות: תרגול בהכנת הצעה לעבודת גמר (ספר לתלמיד, עמ' 62)

מטרות הפעילות הן:

- להתנסות בכתיבת הסעיפים השונים של הצעת עבודה על בסיס תיאור מצב בעייתי.
- לתרגל חיפוש ואיסוף מידע רלוונטי באינטרנט (בהתאם לנלמד בפרק א).
- ליישם את חלוקת העבודה בצוות בהקשר להכנת סקר ספרות ראשוני.

להלן דוגמאות (פתרונות) לתיאור הרעיון הכללי לפתרון:

רעיון א': "אחות צמודה" למעקב בריאותי

תיאור מצב (בעייתי):

חולה הזקוק למעקב שוטף ויומיומי מבצע חלק מהבדיקות בביתו (דופק, לחץ דם, א.ק.ג.). ייתכנו בדיקות נוספות לפי סוג הבעיה והטיפול. בכל פרק זמן מגיע החולה לרופא לקביעת המשך טיפול.

תיאור הרעיון הכללי לפתרון

פיתוח מערכת ממוחשבת למעקב יומיומי שוטף אחר החולה בביתו. מערכת זו תכלול מגוון חיישנים, כגון דופק, נשימה, א.ק.ג., לחץ דם וחום. המערכת תאגור את הנתונים ותבצע השוואה מול מדידות קודמות שנעשו במהלך היום/ השבוע/ החודש. המערכת תתריע בפני החולה במקרה של חריגות, כאשר לפי בקשה יוצגו הנתונים כגרף או כמסד נתונים. המערכת תאפשר שליחת מידע יומיומית דרך רשת האינטרנט אל הרופא המטפל. במצב חירום היא תזיז את מידע מידית תוך מתן התרעה לרופא.

רעיון ב': מעבדת שינה ביתית

תיאור מצב (בעייתי):

יש ילדים הסובלים מ"שעון ביולוגי הפוך", שפירושו קושי להירדם במהלך הלילה וכתוצאה מכך עייפות ועצבנות במשך היום. ההורים מדווחים שכאשר הם בודקים את שנת הילדים במהלך הלילה, הם מוצאים אותם לרוב ישנים.

הרופאים המטפלים מתקשים לקבוע אם הבעיה פסיכולוגית או פיסיולוגית.

תיאור הרעיון הכללי לפתרון

מערכת ממוחשבת העוקבת אחר הרגלי השינה של ילדים, הסובלים מ"שעון ביולוגי הפוך" או מבעיות שינה אחרות (אמיתיות או מדומות). המערכת באמצעות מגוון חיישנים תעקוב אחר הילד מרגע לכתו לישון עד ההשכמה. המידע יוזן באופן שוטף ובזמן אמת במהלך הלילה אל המחשב.

פרק ג, שלב ג – סקר ספרות ובדיקת חלופות (ספר לתלמיד, עמ' 63)

◀ במפגש הראשון לאחר הגשת ההצעות, מומלץ להגדיר בפני התלמידים מהן המטלות העומדות בפניהם. כמו כן כדאי לפרט את תהליך העבודה משלב זה ועד שלב ההגנה במעמד הבחינה.

בשלב זה החלק הבעייתי ביותר הוא להכניס את התלמידים לתהליך. התלמידים מעולם לא עברו תהליך דומה שבו עליהם לקחת אחריות על הרמת עבודת גמר בסדר גודל כזה ולהוביל אותו כצוות פיתוח לאורך שנה וחצי (עד סוף י"ב).

בשלב הזה ניתן לזהות שתי "קבוצות" של תלמידים:

■ **קבוצה ראשונה** – נצמדים אל המנחים דורשים את כל תשומת הלב ומבקשים אישור והכוונה לכל צעד ולכל שלב. כיוון שגם בלתי אפשרי לתת להם הנחיה צמודה מהסוג שהם דורשים וגם אינו נכון, הם מוצאים את עצמם נדחים לא פעם. התוצאה יכולה להיות תסכול מצטבר, עד מצב של ויתור על המשך העשייה ולמעשה פרישה מהתהליך.

■ **קבוצה שנייה** – משתדלים להיטמע ברקע, משקיעים מאמץ בלא להיות מורגשים ומוצאים סיבות וצידוקים שונים ומשונים להיעדר מהמפגשים ומהשיעורים.
דוגמאות:

□ "אני הולך לספרייה לחפש ספרים עבור פרק בסקר הספרות".

□ "אני הולך להתייעץ עם המורה לביולוגיה".

תלמידים רבים המשתייכים לקבוצה הזו מועדים מראש להישמט באמצע התהליך ולפרוש ממנו. במילים אחרות, כאשר שלב היציאה לדרך מלווה בבלבול, תסכול וכעסים, הצפי הוא שתלמידים אלה יפנו אצבע מאשימה כלפי המורים (ובצדק) וכלפי חברי הצוות.

תפקיד צוות ההנחיה הוא לכוון את התלמידים ולהובילם להיכנס לתהליך; במקביל יש להימנע ממצב שבו המנחה יצטרך "לדחוף את העגלה" כל הזמן.

פרק ג, שלב ד – מחקר ופיתוח (ספר לתלמיד, עמ' 67)

המטרה בשלב זה היא לבחור את הפתרון המתאים ביותר לבעיה תוך תרגול ושימוש בכלי החשיבה המפורטים.

ניתן לבצע את הפעילויות המופיעות בפרק במסגרת מפגשי המנחה עם צוותי עבודת הגמר או כפעילות כלל-כיתתית.

כדי לא להסתמך על אינטואיציות, פותחו כלי חשיבה "הנדסיים", המאפשרים בחירת פתרון מתאים על פי קריטריונים. בשלב הראשון יש להציע פתרונות רבים ככל האפשר לבעיה, ובשלב הבא לבחור מפתרונות אלו את הטוב ביותר או להרכיב פתרון "חדש" המבוסס על הפתרונות המוצעים.

העלאת רעיונות

תהליך העלאת רעיונות לפתרון כרוך בחשיבה יוצרת. זהו תהליך המשלב חשיבה רוחבית וחשיבה אנכית.

- חשיבה רוחבית (מתבדרת) – מאפשרת להעלות מגוון עשיר של רעיונות ואלטרנטיבות.
- חשיבה אנכית (מתכנסת) – חשיבה לוגית סיבתית המאופיינת בכושר ניתוח, ביקורת ושיפוט.

תנאים להתפתחות חשיבה יוצרת:

- סביבה המבוססת על שיתוף פעולה.
- חופש ללמוד ולפעול בתוך סביבה מגוונת.
- ביטחון עצמי לפעולה.
- מרחב לגיטימי לעשיית טעויות.

המכשלה העיקרית בשלב זה היא שהתלמידים כבר "נעולים" על פתרון, ולכן מומלץ להיעזר ב"כלי חשיבה" כגון מפות תפקודים וסיעור מוחות.

שימוש במפות תפקודים מאפשר לבצע אנליזה (ניתוח) של הפתרון הרצוי, כלומר להגדיר את כל התפקודים הדרושים תוך מיון לתפקודים ראשיים ומשניים.

תהליך סיעור המוחות מאפשר להעלות מספר רב ככל האפשר של רעיונות למימוש התפקודים השונים.

בחירת פתרון

תהליך הבחירה של הפתרון מתקשר לחשיבה ביקורתית. במובן הרחב ניתן לומר, שחשיבה ביקורתית כוללת מיומנויות של אנליזה, סינתזה והערכה של רעיונות ועקרונות. היא כוללת גם את היכולת לאסוף, להעריך ולהשתמש במידע באופן אפקטיבי.

חשיבה ביקורתית היא חשיבה שקולה ורפלקטיבית, המתרכזת בהחלטה במה לבחור.

מיומנויות ספציפיות הקשורות לחשיבה ביקורתית:

- מציאת אנלוגיות וקשרי גומלין אחרים בין פיסות מידע.
- הערכת הרלוונטיות והאמינות של מידע כדי לפתור בעיות.
- הערכת חלופות ובחירת פתרונות מתאימים לבעיות.

כיצד בוחרים פתרון?

- בוחנים כל אחד מהפתרונות ביחס לדרישות שהוגדרו בשלב הראשון.
- בוחנים כל אחד מהפתרונות ביחס לחשיבות הדרישה ואם היא הכרחית או רצויה.
- בוחנים כל אחד מהפתרונות ביחס לקריטריונים נוספים כמו זמינות משאבים (כסף, זמן), ידע ומיומנויות הדרושות לפיתוח הפתרון.

כיצד מחליטים מהו הפתרון המתאים ביותר?

משתמשים בשיטה של מתן ניקוד לכל פתרון על פי התאמתו לדרישות השונות. הפתרון המתאים ביותר הוא בעל הניקוד הגבוה, בתנאי שהוא עונה על כל הדרישות שהוגדרו.

האם ניתן לשלב בין רעיונות שונים לפתרון המתאים?

ניתן ואף רצוי. כאשר יש רעיונות שונים העונים על דרישות שונות, אפשר לשלב ביניהם כדי לענות על מרב הדרישות ולהגיע לפתרון מתאים יותר.

◀ מומלץ לעסוק בבחירת הפתרון המתאים במסגרת מפגשי המנחה עם צוותי עבודת הגמר על בסיס קריטריונים לשיפוט שהוכנו על ידי התלמידים.

פרק ג, שלב ה – מימוש הפתרון והערכתו (ספר לתלמיד, עמ' 76)

כיצד לממש את הפתרון?

על מנת ליצור ארגון היררכי של שלבי העבודה, בחרנו להציג שלב זה בנפרד. אולם למעשה מרכיבים שונים בשלב זה של מימוש הפתרון, מתבצעים במקביל לשלבים קודמים. לדוגמה: בחינת הרעיונות השונים מחייבת ביצוע ניסוי, בדיקת חיישנים או כתיבת תוכנה להפעלה ולבדיקה של תת-מערכת. מימוש הפתרון כולל הכנת מפרט חומרים ורכיבים, תכנון והרכבה של המערכת (דגם או אב טיפוס).

בשלב זה של התהליך מומלץ להדגיש שלושה מרכיבים של מימוש הפתרון:

- מבנה מורפולוגי (ארכיטקטורת המוצר)
תרשים כולל של המבנה הפיסי של הפתרון (המערכת המוצעת).
בתרשים מארגנים את כל המימושים של התפקודים הבסיסיים, כך שמתקבלת "תמונה" שלמה של הדרך בה תפעל המערכת.
- "בניית" התוכנה
פירוט הממשקים והתוכנה המפעילה את המערכת המוצעת.
- ערכה למפתח
מטרת הערכה היא לאפשר בדיקה של תת-מערכות ורכיבים (תוכנה ו/או חומרה) אם מתרחשת תקלה במהלך מימוש הפתרון, וזאת **ללא צורך** לבודד מהמערכת.

פרק ג, שלב ו – עריכה של חוברת עבודת הגמר (ספר לתלמיד, עמ' 91)

תיק התיעוד כולל את כל המידע שנאסף במהלך ביצועה של עבודת הגמר.

חוברת עבודת הגמר המוצגת בפני הבוחנים היא למעשה מהדורה ערוכה (חומר שעבר ניפוי, ארגון וכתיבה בשפה תקינה) של תיק התיעוד בהתאם למבנה חוברת העבודה המפורטת בפרק זה.

מטרותיה של חוברת עבודת הגמר הן:

- ריכוז המידע שנאסף ונלמד במהלך העבודה.
- ביסוס תהליכי עבודה נכונים.
- התנסות בתיעוד טכני.
- הצגת עבודת הגמר בפני הבוחנים.

נושא הרישום והתיעוד של הרעיונות והתהליך אינו פשוט, גם משום שקשה לשכנע את התלמידים שזהו תהליך חשוב. לכן מומלץ להקפיד ולהנחות את הצוותים לתעד ביצוע של כל שלב בזמן אמיתי. אם אכן כך, רוב העבודה שיש להשקיע בעריכת חוברת עבודת הגמר מתבצעת במהלך התיעוד השוטף של השלבים השונים.

בשלב זה על הצוות לארגן ולעבד את תוצרי השלבים הקודמים, כגון תיעוד פגישותיו של התלמיד עם המנחה או עם אחרים, נקודות שעלו בדיון, מטלות שבוצעו, רעיונות, קונפליקטים, צומתי החלטה, החלטות שהתקבלו והסיבות להן, שלבי הערכה בתוך התהליך ובעקבותיו, משוב שניתן ועוד. התמודדות עם קונפליקטים ופתרונם מהווה היבט חשוב ורצוי בחוברת. במסגרת עריכת החוברת, מומלץ שתהליך זה יוצג במלואו, כולל הדילמות, פתרונן ושינויי הכיוון שנעשו בעקבותיהן.

כללי כתיבה

כתיבה נכונה מאפשרת לקורא לשים לב לתוכן הטקסט בלי "הפרעות" מיותרות.

יש להשתמש בשפה תקינה ולהקפיד על כללי כתיבה נכונים. חשוב במיוחד לשים לב לקשר הגיוני בין משפטים ובין פסקאות ועל פירוט מובנה ומסודר של הטיעונים.

יש לצרף לחוברת עבודת הגמר את הצעת העבודה המקורית שאושרה ע"י משרד החינוך. ◀

פרק ג, שלב ז – מבחן "הגנה" על עבודת הגמר (ספר לתלמיד, עמ' 93)

◀ מומלץ לחייב את התלמידים להכין מצגת ולהרצות (כולל מתן ציון) בפני הכיתה במהלך ביצוע שלבים שונים של העבודה.

שיטה זו יעילה מהסיבות הבאות:

1. התלמידים רוכשים ניסיון וביטחון עצמי בעמידה מול קהל ויכולת להשיב על שאלות.
2. התלמידים מחויבים בעבודת צוות בשלב הכנת המצגת, וכל תלמיד בצוות חייב להביא לידי ביטוי את חלקו הייחודי בעבודת הגמר.
3. תהליך הצגת עבודת הגמר מסייע במיקוד הנושאים המרכזיים ובניפוי חלקים מיותרים.
4. בעקבות הדיאלוג המתקיים בעת הצגת עבודת הגמר בפני שאר תלמידי הכיתה והמנחה, עולים כיוונים נוספים שהצוות לא היה מודע להם.
5. השיטה גורמת לשאר הצוותים להשוות את השלב המוצג עם השלב בעבודה שבו הם נמצאים, ובכך מדרבנת אותם.

המצגת תורחב ככל שמתקדמים בתהליך ביצוע עבודת הגמר.

המצגת הראשונה תוצג בפני הבוחנים במעמד הבחינה בסוף י"א. עם השלמת העבודה תוצג המצגת המורחבת במעמד ה"הגנה" בסוף כיתה י"ב.

◀ מומלץ שמדי שבוע צוות אחר יכין מצגת על העבודה ויציג אותה בפני כל הכיתה.