

עבודת גמר בהנדסת מכונות/מכטרוניקה/בקרה/רובוטיקה

למי מיועדת העבודה

כתיבת עבודת-גמר טכנולוגית מיועדת לתלמידים הלומדים במסלול של 5 יח"ל באחד ממקצועות ההתמחות במגמת המכונות. חלק נכבד של עבודת התלמיד הכותב, היא עבודת חקר איסוף מידע: רלוונטי, מקיף, מעודכן ומלא, תוך התייחסות ביקורתית. שימוש נכון ומספק במשאבים בחומרים וברכיבים קיימים, כולל שימוש במעבדות, בסדנאות ובמחשבים לשם בניה ועיצוב המוצר או הדגם.

הזכות להגיש עבודת-גמר:

תלמיד אשר לימדו במקצוע ההתמחות, במסלול של 5 יח"ל, סדירים והוא עומד בכל החובות והמשימות המוטלות על כל תלמידי הכיתה, לאורך שלוש שנות הלימוד במקצוע, עד להערכת העבודה.

תוצרי העבודה

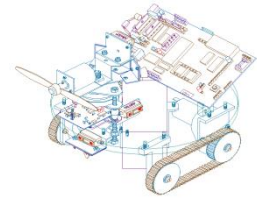
מקצוע טכנולוגי מאופיין בכך שחלק גדול משעות הלימוד מבוסס על השימוש במעבדות, סדנאות ובמחשבים. עבודת-הגמר, המהווה סיכום למקצוע טכנולוגי, מחייבת לשמור על הזיקה הקיימת בין הרקע התיאורטי לבין הרקע המעשי הנלמד, מכאן גם שקיימת דרישה מעבודת-גמר טכנולוגית שתלווה בדגם או מוצר עובד אשר הוכנו בידי חברי הקבוצה.

נושא העבודה

נושא עבודת הגמר יכול להיות נושא אישי עצמאי, אולם מומלץ כי יהיה חלק ממכלול בעיות של נושא רחב יותר עמו מתמודדת קבוצה של תלמידים. עבודת צוות מאפיינת עבודה בעולם התעשייה המודרני, בו אנשי מקצוע שונים מובילים במשותף תהליך לפתרון בעיה. פיצול העבודה בתוך הצוות יכול להיות בהתאם לחלוקת תחומי עניין שונים, או לפי מבנה הבעיה זאת, כדי לפרק בעיה בעלת היקף רחב לתת-בעיות, בהיקף המתאים לעבודת-גמר. לפיכך, גם אם התבצעה העשייה בקבוצה, לכל תלמיד יש תחום בו הוא מתמקד ויכול לעבוד באופן עצמאי, תוך תיאום עם שאר חברי הצוות.

בחירת נושא העבודה

בחירת נושא עבודת-הגמר הינו בעל חשיבות רבה ובעצם מהווה את ההחלטה הראשונה, מתוך שלל ההחלטות העומדות בפני התלמיד, במהלך עבודת-הגמר. נושא זה של העבודה אמור להעניק לתלמיד מוטיבציה והרגשת שייכות, לכל פרק הזמן הארוך והמפרך של תהליך כתיבת העבודה, לפיכך רצוי שנושא העבודה יהיה כמה שיותר קרוב אל התלמיד, כל שכן לקבוצה המבצעת עבודה משותפת. כתיבת העבודה מתאפשרת בקבוצה של עד 4 תלמידים.



בחירת הנושא יכולה להיעשות במספר דרכים:

א. בחירת חברי הקבוצה לאחר בחירת נושא העבודה:

- ◀ העלאת בעיות בפורום הכיתתי אשר מטרידות את התלמידים בחיי היום יום.
- ◀ בחירת בעיה מתוך שלל הבעיות המועלות אשר קיימת לגביה הסכמה לכך שיש בה צורך בפתרון טכנולוגי.
- ◀ בחירת חברים לכיתה (עד 4 תלמידים בקבוצה) אשר המכנה המשותף שבניהם הינו רצון לפתרון בעיה נבחרת המהווה נושא לעבודתם.

ב. בחירת נושא העבודה לאחר בחירת חברי הקבוצה:

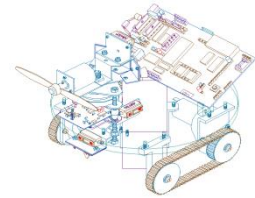
- ◀ בחירת חברי הקבוצה מהכיתה המעוניינים לבצע עבודה משותפת (עד 4 תלמידים בקבוצה).
- ◀ דיון והעלאת בעיות במסגרת חברי הקבוצה, אשר קיים בהן צורך לפתרון טכנולוגי, המהווה נושא לעבודת-הגמר.
- ◀ בחירת הבעיה, המעניינת ומקובלת ביותר על כל חברי הקבוצה, אשר תהווה נושא לעבודת-הגמר.

דוגמאות לבעיות אשר העלו תלמידים:

1. **בעיית חניה:**
דרושים שני מקומות חניה לבית בו קיים בפועל מקום לרכב אחד בלבד.
2. **אשפה כמטרד ביתי:**
דרוש פתרון לצמצום נפח האשפה הביתית ולהורדת האשפה הביתית המהווה מטרד ובמיוחד בסופי שבוע.
3. **פתרון לתקר ברכב:**
דרוש פתרון לבעיית החלפת גלגל בעקבות תקר, דבר אשר מהווה בעיה למספר לא מבוטל של נהגים.
4. **כריכים אוטומטים:**
פתרון לבעיית הכנת הכריכים הביתיים לבית הספר ולעבודה המהווה מטרד בכל בוקר למספר גדול מאוד של הורים.
5. **הקלה על חיי הנכה ביום יום:**
מתן פתרון לנחה על כיסא גלגלים כך שיוכל להושיט יד ולהגיע אל חפצים אשר נמצאים בגובה בו אין באפשרותו להשיגם.

לאחר ההחלטה על נושא העבודה רצוי לבצע מספר בדיקות:

- השוואה מול פתרונות קיימים ומתחרים(האם קיימות מערכות כאלו, כיצד הן בנויות האם נתן לשפרן ולהוזילן).
- לנסות לברר על איזה צורך יענה הפתרון.
- מה אתם עלולים להפסיד באם הבעיה לא תיפתר.
- אלו יתרונות יש במצב הנוכחי.
- האם קיימת דרישה לפתרון.
- מה הם דרישות הלקוח/המשתמש כלפי המערכת?
- בראייה עתידית שהפתרון מיושם בהצלחה
- מי יושפע לטובה?
- מי עתיד להפסיד?
- מי הם התומכים?
- התייחסות הבעיה כלפי חוקים, איכות הסביבה ודת.



תהליך התכן ההנדסי

תהליך זה משמש מהנדסים כאשר הם חוקרים בעיה ומחפשים פתרונות לבעיה זו. תהליך התכן עשוי להיות מורכב משישה שלבים הקשורים ביניהם בקשרים לא לינאריים.

שלב ראשון: שלב הגדרת הבעיה, שלב הבלבול

שלב זה כרוך בהכרה שקיימת בעיה ובהחלטה לפתור אותה בדרך של פתרון טכנולוגי. שלב זה שבו צצות הבעיות טומן בחובו בלבול, חוסר אונים ותחושת העדר היכולת של בעל הבעיה או השותפים לו. בנוסף נבדקים בשלב זה תחומי התעניינות, התנסויות ותהיות, המהווים נקודת מוצא לקראת הגדרת הבעיה.

כאן גם יכולות להופיע התנהגויות כמו ניסיונות לדחות את ההתעסקות בפתרון הבעיה. התנהגויות אחרות עשויות לבוא לידי ביטוי בביטול האפשרות כי קיים פתרון לבעיה או כאשר הבעיה מורכבת מאוד.

הגדרת הבעיה - בעיה יש להגדיר כפער בין מצב מצוי לבין מצב רצוי.

א. ניסוח הפער צריך להיות מנוסח במונחים עובדתיים קרי: תופעות אירועים והתנהגויות הניתנות למדידה.

ב. כל זמן שניתן להגדיר את הבעיה באופן אמין ומוסכם משמע שהפער קיים.

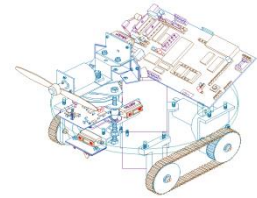
ג. במידה ולא ניתן להגדיר פער זה בשום כלי טכנולוגי מדידה או בתיאור, כנראה שישנה בעיה בעצם הגדרת הבעיה.

ד. הבעיה בהגדרת הבעיה יכולה לנבוע מאחת מהסיבות הבאות:

- ◀ יתכן ולא ידוע מהו המצב הרצוי. לאן רוצים להגיע.
- ◀ אין ערובה כי אם וכאשר נגיע לפתרון, יסתיים תהליך פתרון הבעיה.
- ◀ לא כל פער בין מצב רצוי לבין מצב מצוי מהווה בעיה.
- ה. ניתן להניח כי פער מהווה בעיה בפועל אם:
 - ◀ הוא ימשיך להתקיים בעתיד אם לא יטופל.
 - ◀ קיומו גורם או יגרום לאי שביעות רצון למישהו.
 - ◀ קיימים או שניתן להשיג את היכולות והמשאבים לטיפול בפער.
 - ◀ על מנת לאמת את הצורך בפתרון הבעיה ניתן לבצע סדרת שאלות:
 - תיאור הבעיה.
 - מה אתם עלולים להפסיד באם הבעיה לא תיפתר.
 - אלו יתרונות יש במצב הנוכחי.
 - סיכום הבעיה באמצעות שאלות איך ל והאם...?

ו. בראיה עתידית שהפתרון מיושם בהצלחה.

- ◀ מי יושפע לטובה?
- ◀ מי עתיד להפסיד?
- ◀ מי הם התומכים?



תוכן עניינים להגדרת הבעיה

1. הגדרת הבעיה בשפת היום יום.
2. הצגת קלט ופלט של המערכת המיועדת.
3. הגדרת קהל היעד.
4. דרישות הכרחיות (תפקוד, ממדים, מחיר)
5. דרישות nice to have (שיפור, שיווק)
6. הגדרת הנושאים אותם יש ללמוד כדי לפתור את הבעיה.
7. בדיקה האם קיימות מערכות אחרות או דומות לה בשוק הפותרות בעיה זו.

הגדרת דרישות המערכת

דרישה מהמערכת צריכה לבוא לידי ביטוי ביכולת המערכת לביצוע משימה ומשימות המערכת צריכות להיות פועל יוצא של רצון המשתמש. לכן דרישות המערכת צריכות להיות למעשה תרגום של רצון המשתמש או הלוקחות לדרישות הנדסיות.

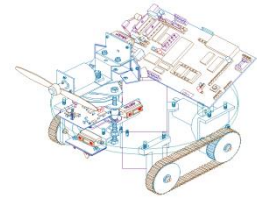
דרישות הנדסיות כוללות מונחים עובדתיים קרי: תופעות אירועים והתנהגויות הניתנות למדידה.

לדוגמה להגדרת דרישה ותרגומה למונחים הנדסיים:

1. יכולת עצירה טובה של הרכב שתרגומה במונחים הנדסיים תהיה מרחק עצירה הקטן מ- 10 מטר במהירות של 50 קמ"ש בתנאי מזג אויר קשים.
2. יכולת סחיטה טובה במכונת הכביסה שתרגומה במונחים הנדסיים תהיה מהירות סיבוב התוף ב-1800 סל"ד לפחות.

להלן דוגמא להגדרת דרישות המערכת:

דרישות המשתמש	דרישות הנדסיות	דרישות הכרחיות	דרישות רצויות
הרחקת עופות נודדים	מערכת שתזהה עופות לא רצויים ותבריא אותם מהדגה	+	
אי זיהום הברכה והסביבה	מערכת שלא תפלוט גזים/חומרים מזהמים	+	
אי הפרעה לתהליך הדייג	מערכת שיהיה ניתן להוציא מהברכה בזמן הדיג	+	
אי פגיעה בעופות	הברחת העופות ללא פגיעה פיזית קשה	+	
מסלול מתוכננת מראש (אוטומטי) ובעל אפשרות לשליטה בזמן אמת	מערכת בעלת יכולות תמרון במים (כולל סביב מכשולים)	+	
תוספות אפשריות למערכת כגון ניקוי הברכה, מסירת מידע על הברכה בזמן אמת (טמפ' המים, נוכחות חיידיקים מזיקים ועוד).	מערכת אשר ניתן להתקין עליה תוספות בעלות פונקציות שונות		+
הנעה בעזרת אנרגיה ירוקה (אפשרות מועדפת – אנרגיה סולרית)	מערכת בעלת מנוע הפועל על אנרגיה סולרית (כאשר זה אפשרי)		+
זיהוי סוג הציפור והרחקת ציפורים אשר פוגעות בדגה בלבד	מערכת בעלת חיישנים לזיהוי העופות		+



שלב שני: אבחון הבעיה ואיסוף אינפורמציה - עיצוב מסגרת החקירה

בשלב האבחון ועיצוב המסגרת נעשה פירוק של הבעיה לגורמים וכל הקשרים שביניהם. הגורמים יכולים להיות תת בעיות או נושאים בהם יש להתחשב בפתרון הבעיה. הגורמים וקשריהם צריכים להיות מתורגמים למסגרת עבודה (טבלה, גרף, דיאגרמה). כדי למקד את הבעיה רצוי להרחיב את מסגרת הבעיה עד כמה שניתן על ידי הרחבה של מסגרות החשיבה. על פי המסגרת, יש לקבוע את הנושאים הרלוונטיים, הכמויות והדיוקים אותם נדרש לאתר כדי ללמוד לפתור את הבעיה.

איסוף המידע

באיתור הנושאים הרלוונטיים, הכמויות והדיוקים, יעשה גם ניסיון לבדוק מערכות אחרות הפותרות בעיה זו או דומות לה. איתור הנושאים יעשה באמצעות מקורות מידע בסיסיים המקובלים כמו: מקורות מקוונים (אתרי אינטרנט), ספרות מקצועית, כתבי עת מקצועיים, מוסדות מחקר, אנשים הקרובים לנושא ועוד. יש לזכור כי תהליך התיכון מחייב התייחסות אל הקדמה הטכנולוגית על מנת לצור מוצר חדיש העומד בחזית הטכנולוגית.

ארגון המידע

ארגון המידע הרלוונטי הוא מיומנות אשר יכולה לכלול גם ארגון מידע בטבלה גרף או דיאגרמה. אנחנו מתייחסים לשתי גישות מדעיות לשם כתיבת עבודה.

1. מן החומר אל התכנית - במצב זה אין לכותב מבנה או דגם מגובש על הצורה שבה תכתב העבודה.

1.1. שלבים בעיבוד החומר ובאירגונו:

1.1.1. תיחום הנושא - הכותב מצמצם וממקד את נושא העבודה.

1.1.2. איסוף החומר, ורישום הרעיונות העיקריים של המקורות.

1.1.3. ברירה ומיון.

1.1.4. חלוקה לקבוצות ענייניות - חלוקה של המקורות לפי תחומים.

1.1.5. ניסוח ראשוני של ראשי הפרקים.

1.1.6. קביעת סדר הופעת ראשי הפרקים וזאת בהתאם לעיקרון הפיתוח שנבחר לצורך כתיבת העבודה.

1.1.7. ניסוח סופי של ראשי הפרקים.

הניסוח הסופי של ראשי הפרקים יעשה רק בשלבי הניסוח הסופיים של העבודה עצמה.

1.2. עיבוד ראשי הפרקים:

בשיטת עיבוד וכתובת עבודה של מן החומר אל התכנית, הכותב בוחר נושא לעבודה ואז מתחיל לאסוף חומר עליו. תוך כדי איסוף וקריאת החומר הוא כותב את הנושאים העיקריים שבהם מתמקד כל אחד מן המקורות השונים. השלב הבא הוא שלב המיון בו הוא משמיט נושאים אשר חוזרים על עצמם ומשלים פרטים שחסרים. התהליך הבא הוא צירוף רעיונות בעלי קו משותף, אשר בעזרתם הוא מארגן קבוצות עניין ונותן שם ראשוני לכל אחת מהקבוצות האלו. בשלב הבא מארגן הכותב את רשימת הנושאים על פי סדר הגיוני בהתאם לעיקרון הפיתוח של העבודה בו הוא בחר.

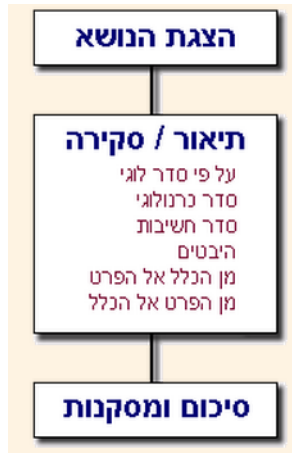
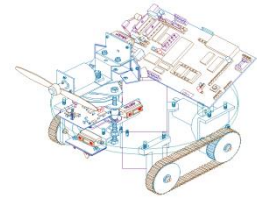
מבנה העבודה הוא שילוב של חלקים מדגמים שונים:

1.2.1. דגם של תיאור תופעה.

1.2.2. דגם של עימות, השוואה והנגדה.

1.2.3. דגם של ניתוח תופעה.

1.2.4. דגם של הצגת טענה וביסוסה.



1.2.1. דגם של תיאור תופעה.

דגם זה ימשש את כותב העבודה במידה ובחר לתאר תופעה, לסקור תהליך, לתאר מצב, להציג עמדה וכדומה. אחרי הסקירה של הנושא יגיע הכותב למספר מסקנות, אשר יהיו פועל יוצא של הסקירה אותה בחר להציג.

דגם זה כולל למעשה שני חלקים עיקריים:

➤ תיחום הנושא ותיאורו.

➤ מסקנות.

הצגת הנושא או התופעה יתבצע תמיד בסדר לוגי: על פי סדר כרונולוגי, מהקל אל הכבד, מהמשותף למיוחד וכדומה. חשוב שהמסקנות אליהן יגיע הכותב ינבעו מן הדברים שהוצגו. הצגת הדברים תעשה תמיד בלשון אובייקטיבית.

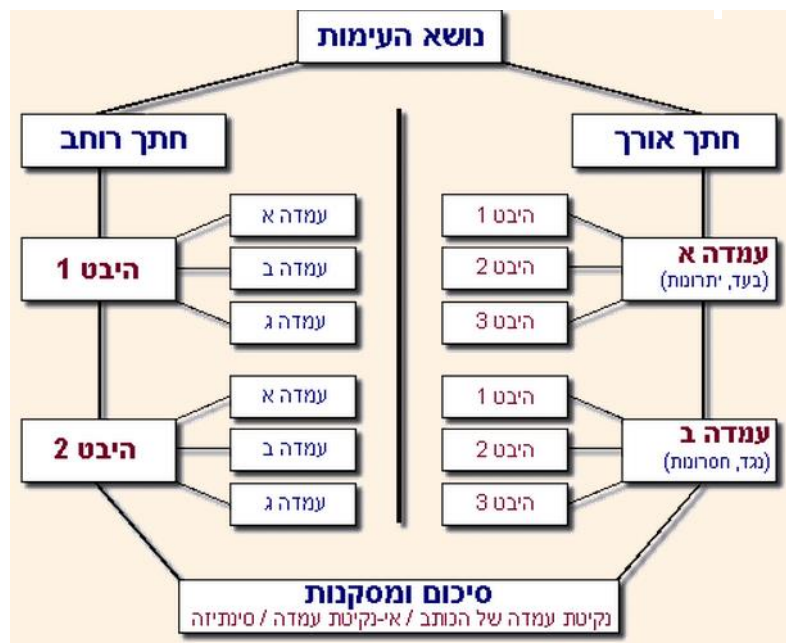
1.2.2. דגם של עימות, השוואה והנגדה.

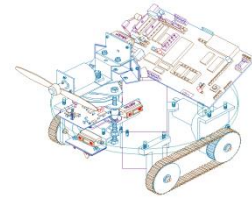
במקרים בהם מטרת כותב העבודה היא לעסוק בהשוואה בין עמדות שונות לגבי אותו נושא, להצביע על מגמות שונות לגבי אותה תופעה, להשוואות בין תהליכים הקשורים לאותו תחום, יבחר הכותב להשתמש בדגם של עימות, השוואה והנגדה.

קיימים שני מבנים עיקריים של דגם ההשוואה והנגדה:

א. חתך אורך - בתחילת דבריו מודיע הכותב על כוונת העימות, אז הוא מציג עמדה אחת על כל הבטיה, אחרי זה את העמדה השנייה על כל הבטיה, ולבסוף הוא מגיע לשלב הסקת המסקנות. בשלב המסקנות יכול הכותב לבחור אם לנקוט עמדה או שהוא יכול לבצע סינטזה של העמדות השונות.

ב. חתך רוחב - הכותב מציג את הסוגייה עצמה, ואז מציג היבטים שונים מתוך הדיעות השונות, ומבצע עימות בין העמדות השונות ביחס לנקודות שונות.





1.2.3. דגם של ניתוח תופעה.

במקרים בהם מטרת הכותב היא להציג תופעה, למנות את סיבותיה, לקשר בין הסיבות לבין התוצאות, לפרט את ההשלכות שלה, ולהציע פתרונות שונים או דרכים להתמודד עם הבעיה. חשוב לשים לב להבדל בין סיבה לתוצאה. הסיבה קודמת לתופעה, היא נותנת סיבה מדוע קרתה התופעה. המבנה של דגם ניתוח תופעה מכיל מספר מרכיבים:

- מבוא.
- תיאור התופעה ואפיונה.
- הגורמים לתופעה (חשוב להציג את הגורמים בצורה לוגית).
- תוצאות והשלכות.
- פתרונות והמלצות.
- סיכום.

במקרים של עבודה מצומצמת יכול הכותב להסתפק רק בחלק מן המרכיבים של מבנה זה.



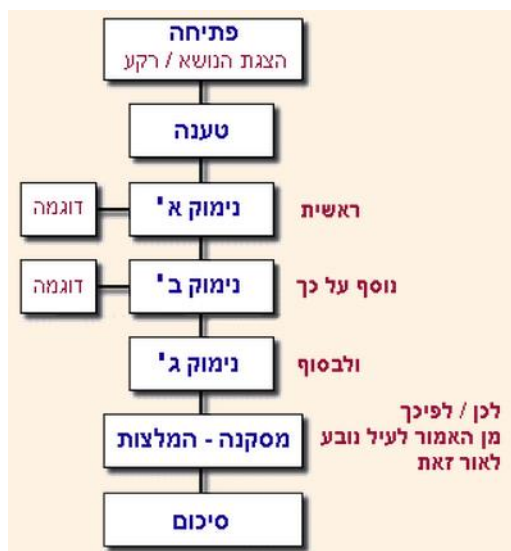
1.2.4. דגם של הצגת טענה וביסוסה.

במקרים בהם מטרתו העיקרית של הכותב היא להביע את עמדתו או עמדת אחרים הוא ישתמש בדגם זה. מכיוון שמטרת הכותב לשכנע את קוראיו בצדקת טענותיו, אליו לספק ראיות ונימוקים כדי לבססה.

הכותב יכתוב את טענתו במבוא ויציין כי בכוונתו לבסס עמדה זו במהלך העבודה. מכאן והלאה כל חלקי העבודה מטרתם תהיה לבסס את הטענה. מרכיביו של דגם זה הם:

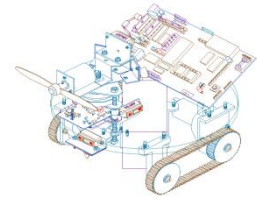
- תיחום הנושא הנידון והצגת הטענה.
- נימוקים לביסוס הטענה ודוגמאות.
- מסקנות, המלצות לפיתרון וכו'.
- סיכום.

חשוב לשים לב להבחנה בין טענה לבין קביעת עובדה.



2. מן התכנית אל החומר - במצב זה הכותב גיבש מבנה לכתיבת העבודה, או על ידי בחירה שלו או על פי בחירה של המנחה.

כאשר הכותב בוחר להשתמש בשיטה זו לכתיבת עבודתו, הוא למעשה קובע מראש את עיקרון הפיתוח ואת מבנה העבודה עוד בטרם החל באיסוף החומר. ישנם מקרים בהם מבנה העבודה מוכתב לו על ידי המנחה המקצועי. קביעת עיקרון העבודה והמבנה שלה יקבעו למעשה את סוג החומרים להם יזדקק הכותב, לשם כתיבת העבודה.

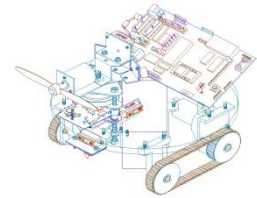


סיכום - צמצום המידע

הסיכום הוא הפרק החותם את העבודה כולה, ואסור בשום אופן לוותר על כתיבתו. היקפו של פרק הסיכום תלוי בהיקף העבודה כולה וזאת בדומה לפרק המבוא ולהקדמה של העבודה.

פרק הסיכום כולל מספר מרכיבים:

1. סיכום הרעיונות המרכזיים שהופיעו בעבודה.
חלק זה הוא למעשה איזכור הרעיונות המרכזיים אשר הופיעו בעבודה, והוא משמש כסגירת מעגל, אשר יוצר למעשה את העבודה כולה.
חשוב לשים לב למספר כללים:
 - אין להזכיר רעיונות חדשים שלא עלו בעת כתיבת העבודה.
 - אין צורך להזכיר את כל הרעיונות, אלא רק את אילו המרכזיים.
 2. הכותב יפריד בין ריכוז הרעיונות לבין הניתוח ונקיטת המסקנות, אשר יבואו בחלקו השני של הסיכום.
בפרק זה ישתמש הכותב בפעלי בחינה ועיון בלשון עבר (בחנתי, עסקתי, סקרתי, דנתי, וכו').
אין להאריך בחלק זה יותר מדי.
 - מסקנותיו של הכותב.
 - חלק זה נועד לאפשר לכותב העבודה להציג מסקנות והמלצות, אשר נובעות מתוך עיקרי הדברים של העבודה. הקישור אל המסקנות יכול להתבצע בצורה הבאה: מכל האמור ניתן לקבוע...לפיכך, על...המסקנה היא וכדומה.
 - חשוב לשים לב לשני כללים עיקריים:
 - אין מקום להסיק מסקנות מנקודות שלא עלו ולא הופיעו בעבודה עצמה.
 - ניתן להציג את המסקנות על פי סדר הצגת השאלות כפי שהופיעו במבוא או על פי כל סדר אחר. למשל מהמסקנה החשובה לפחות חשובה וכדומה.
 3. משפט מסיים.
קיימים שני סוגים של משפט מסכם:
 - משפט סיכום הכולל למעשה גם פתיח לנושא חדש, כלומר הצגת שאלה חדשה הנובעת מתוך כל שנאמר בעבודה ואשר דורשת עבודה בנפרד עליו.
 - אימרה או ציטוט שאול ממקור אחר.
- בעבודות גדולות במיוחד ניתן לכלול בכל פרק סעיף של סיכום ומסקנות. במקרה כזה פרק הסיכום יכלול תמצית של המסקנות השונות העולות מן הפרקים השונים.



אזכור מקורות המידע

מקורות המידע כוללים הפניה למקור ממנו אותר החומר כמו מקורות מקוונים, ספרות מקצועית ועוד ירשמו באופן הבא: (שם המשפחה של המחבר, שנת ההוצאה של הספר או המאמר והעמודים או במקור מקוון כתובת האתר ממנו נלקח המקור).

עיבוד מקורות

בבסיס כל כתיבת עבודה נמצא איסוף החומר.

1. כותב העבודה זקוק למקורות שונים על מנת לבסס, להרחיב ולפתח נושאים שונים, אשר עולים מתוך העבודה.
2. איסוף החומר, מיונו וארגונו דורשים דיוקנות ובהירות רבה.
3. בזמן איסוף החומר יש להקפיד לרשום את כל הפרטים הביבליוגרפים של המקור (שם מלא של המחבר, תאריך הפרסום, שם כתב העת/חבורת/ספר וכו').
4. חשוב לערוך בנפרד את כל רשימת המקורות, אם זה בדף נפרד, כאשר מדובר בעבודה בעלת היקף קטן ומספר מקורות מצומצם, ואם זה במחברת כאשר מדובר בעבודה בעלת היקף גדול.
5. דרך זאת תאפשר לכותב עיון חוזר במקורות, וכמו כן יכולה לשמש לעבודות אחרות.
6. רישום מדויק, תמצות וציטוט נכונים חוסכים זמן ומונעים צורך באיתור מחודש של הקטעים האמורים להופיע בסופו של דבר בעבודה.

שיטות שונות לאיסוף ולעיבוד המקורות.

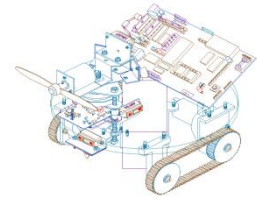
1. דפים או כרטיסיות לסיכום נושא נידון אחד: בשיטה זו לכל נושא או ראש פרק, יש דף בו מרוכזים כל המקורות הנוגעים לו, כולל התמצית שלהם ועיקר הרעיונות המסתתרים בהם.
2. דפים או כרטיסיות לכל מאמר בנפרד: בשיטה זאת כל הרעיונות והתמצית של כל מאמר נכתבים בדף נפרד. לצורך הבחנה בין הנושאים השונים משתמשים בשתי שיטות:
 - ◀ שימוש בצבעים שונים להבחנה בין הנושאים השונים בשלב תמצות החומר, כל צבע מצביע על נושא אחר.
 - ◀ הדבקת דפי המאמר על דפים גדולים, ורישום של ראשי הפרקים אליהם משתייכים הקטעים השונים של המאמר.
3. תרשים זרימה - שלב מקדים לכתיבה: תרשים הזרימה מציג לכותב את תוכנית הכתיבה, ואת הקשרים השונים בין החלקים של העבודה. הכותב יכול לעקוב אחר השלבים השונים ולבדוק את עצמו, האם לא סטה מהעיקר והאם לא שכח לדון בנושאים מהותיים.
4. דף או כרטיס המרכז מידע לצורכי השוואה.

עימות והשוואה בין מקורות.

קיימים מקרים בהם כותב העבודה זקוק להשוואה בין עמדות שונות, לשם פיתוח וביסוס רעיון מסוים העולה מן העבודה. באמצעות ההשוואה שהוא עורך עומד הכותב על היבטים הדומים והשונים העולים מן המקורות אשר אסף.

לאחר שקרא את המקורות ירשום כותב העבודה סוגיות משותפות, אשר מופיעות במקורות שלפניו. לאחר מכן יערוך השוואה בין העמדות השונות ביחס לאותן סוגיות. את ההשוואה בין המקורות יערוך כותב העבודה בחתך רחב, כלומר יציג סוגייה משותפת ויכתוב את ההתייחסויות השונות, אשר עולות מן המקורות השונים.

ביצוע ההשוואה נועד על מנת להציג תיאור מהימן ואובייקטיבי של כל סוגייה העולה בעבודה. חשוב שהכותב ימנע מלהביע את דעתו בזמן ההשוואה בין המקורות השונים, לפרשנות הכותב ייוחד מקום בנפרד בעבודה.



ביטויים וצירופי לשון להשוואה ולעימות

- ◀ דמיון - כשם ש... כך גם, כפי ש, בדומה ל, במקביל ל, בדומה ל... כך גם..
- ◀ ניגוד - בעד ש... לעומתה, כנגד ה, בניגוד ל, אינו דומה ל... אבל, אך, אולם, עם זאת, לעומת זאת, ואילו, בניגוד לכך, מצד אחד... מצד אחר, מחד גיסא... מאידך גיסא.

- ◀ לתוספת ולצירוף - וכן, וכמו כן, נוסף לכך, יתר על כן, לא כל שכן, זאת ועוד, יתרה מזאת, לא רק... כי אם.

ריכוז מידע בטבלה לצורכי עימות והשוואה

ניתן להציג את העמדות השונות לגבי הנקודות השונות של העבודה על ידי טבלה. הטבלה תהיה מורכבת שני מרכיבים עיקריים:

- ◀ רכיב המציין את המקור ורכיב המציין את הנושא.
- ◀ משבצת ריקה מציינת כי המקור אינו מתייחס לנקודה הנדונה.

יש לזכור!!

- ◀ היקף / מימדים - מתייחס לתופעה מופשטת.
- ◀ שיעור - מתייחס למספר יחסי (אחוזים).
- ◀ גודל - מתייחס למימדים פיסיים.
- ◀ מספר - מתייחס לעצמים ספירים.
- ◀ כמות - מתייחס לעצמים בלתי ספירים.

כללים לאזכור מקורות

ההפנייה למקור ממנו צוטט החומר או תומצת החומר, תיעשה בסוף הציטוט עצמו, בסוף התמצות או בסוף דיון בסוגייה, אשר מתבססת על המקור. קיימות שלוש שיטות לביצוע ההפנייה:

1. בגוף הטקסט.
2. בהערות השוליים בתחתית העמוד.
3. במרוכז בסוף כל פרק או בסוף העבודה.

רישום ההפנייה:

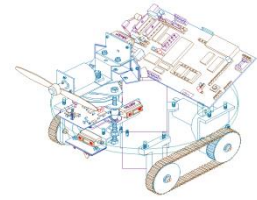
1. בגוף הטקסט.
תצוין ההפנייה בסוגריים ותכלול את כל המרכיבים הבאים: שם משפחה של מחבר המקור, שנת ההוצאה של הספר או המאמר ממנו נלקח המקור והעמודים בהם מופיע המקור.
2. בהערות השוליים בתחתית העמוד.
 - ◀ הערות התחתית צריכות להיות מופרדות בקו מן הטקסט של העבודה עצמה.
 - ◀ ההפנייה להערה וההערה עצמה חייבות להיות באותו עמוד.
 - ◀ כל הערה חייבת להתחיל בשורה חדשה.
 - ◀ מספור הערה - בגוף הטקסט יירשם מעל הטקסט מספר הערה אחרי סימן פיסוק, ובתחתית העמוד בהערות יירשם המספר בתחילת הערה בגובה השורה.

מספור הערות ייעשה בשלוש צורות אפשריות:

- מספור בסדר עולה מתחילת העבודה ועד סופה.
- כל עמוד ימוספר בנפרד בסדר עולה.
- כל פרק ימוספר בנפרד בסדר עולה.

3. הערות בסוף פרק או בסוף העבודה-

כל הערות אשר נכתבות במרוכז בסוף פרק או בסוף העבודה ימוספרו בסדר עולה. הערות בסוף העבודה עצמה יבואו אחרי פרק הסיכום ולפני הרשימה הביבליוגרפית.



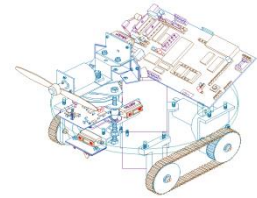
רישום המקור בהערות

1. הפנייה לספר תכלול: שם פרטי (האות הראשונה של השם או השם כולו), שם משפחה, שם הספר, כרך, מקום ההוצאה, תאריך ההוצאה והעמוד.
2. הפנייה למאמר בספר או בכתב עת תכלול: שם פרטי של כותב המאמר (אות ראשונה או שם מלא), שם משפחה, שם המאמר (תמיד "במרכאות"), שם כותב הספר או העורך, שם הספר, מקום ההוצאה, תאריך ההוצאה ועמוד. כאשר מדובר בכתב עת תאריך הפרסום יופיע בסוגריים.
3. אם הכותב הוא עורך, לצד שמו ייצוין בסוגריים את היותו עורך.
4. אם יש שניים או שלושה כותבים לאותו מאמר או לאותו ספר, שמם יכתב כפי שהוא כתוב בספר. אם יש יותר משלושה כותבים ירשם השם הראשון ואחריו המילה "ואחרים".
5. בהפנייה למאמר בעיתון, יודגש שם העיתון או באותיות מובלטות או בקו תחתון.
6. כאשר ההפנייה היא למקור המוזכר בספר אחר, יציין הכותב את שם המקור ויוסיף את המשפט הבא: כפי שמופיע אצל..., בתוך....
7. כאשר הכותב מסתמך על מספר מקורות, ישתמש במילות הקישור כמו כן, וראה גם, וכן כדי לקשר בין המקורות השונים, או שיקשר ביניהם על ידי נקודה ופסיק (;).
8. כאשר הכותב משתמש באותו מקור יותר מפעם אחת, כדי שימצא לו קיצור, כאשר לרוב יהיה הקיצור שם המשפחה של המחבר ולצידו מספר העמוד. אם בחר הכותב בדרך ציון אחרת, יציין זאת בפעם הראשונה שבה יופיע המקור. אופן הקיצור יופיע בסוגריים בצירוף השם ומספר העמוד.
9. כאשר ישנו רצף של הערות המתייחסות למקור אחד, יופיע בפעם הראשונה פרטי המקור במלואם, ופעם השנייה יכתוב: שם, שם - כאשר מתייחס לאותו עמוד, ושם ומספר עמוד - כאשר מדובר על אותו מקור רק עמוד שונה. אם בהערה הוזכרו שני מקורות, ובהערה הבאה נעשה שימוש רק במקור אחד, יש לכתוב את הקיצור של המקור ולהוסיף את המילה "שם" ומספר עמוד.
10. בהפנייה לתעודה יש לציין את פרטי התעודה, שם הארכיון ופרטי התיק ממנו נלקחה.
11. בהפנייה לערך באנציקלופדיה יש לציין את שם הערך 'במרכאות יחידות', שם האנציקלופדיה, מספר הכרך, מקום ההוצאה והשנה, המהדורה והעמוד.
12. על ההערות הללו מתייחסות גם להפנייה למקורות לוועזיים.

תפקידי הערות בתחתית

רישום הערות בתחתית ולא כחלק מגוף העבודה יכול להופיע בתחתית העמוד, במרוכז בסוף פרק או במרוכז בסוף העבודה - מונע למעשה קיטוע ברצף של הדברים.
תפקידי הערות:

1. מראה מקום למקורות שונים.
2. ביסוס טענות המופיעות בטקסט או לחילופין השמעת דיעות מנוגדות.
3. הפנייה לעיון במקורות נוספים המרחיבים בנושא הכתיבה.
4. הגדרת מונחים.
5. הבעת עמדתו האישית של הכותב גם בפרקים בהם מוצגים עובדות ונתונים ואשר מחייבים כתיבה אובייקטיבית.
7. הפנייה להערות אחרות.



רישום ביבליוגרפי

רשימה ביבליוגרפית היא חובה בכל כתיבת עבודה, אשר בה היה שימוש במקורות מידע שונים. הרשימה תופיע אחרי פרק הסיכום ולפני פרק הנספחים. יש לרשום בה את כל המקורות בהם המחבר השתמש והסתייע לצורך כתיבת העבודה.

כללים לכתיבת רשימה ביבליוגרפית:

1. הרשימה הביבליוגרפית תהיה ערוכה לפי סדר א"ב של שמות המשפחה של הכותבים השונים.
2. השם הפרטי יופיע במלואו או רק האות הראשונה של שמו הפרטי. יש להקפיד על עקביות ברישום, אם מופיע השם הפרטי במלואו יופיע שם המשפחה ראשון, כאשר בין שני השמות יופיע פסיק. אם נרשמת רק האות הראשונה של השם הפרטי היא תופיע לפני שם המשפחה ללא הפרדה של פסיק ביניהם.
3. יש לבצע הפרדה בין מקורות בעברית ומקורות בלועזית. ברוב המקרים אין צורך להפריד בין ספרים לבין מאמרים שהופיעו בעיתונים וכתבי עת, אלא עם כן נדרש אחרת על ידי המנחה.

כללי הרישום:

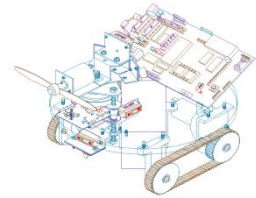
רישום ביבליוגרפי כולל את המרכיבים הבאים:

- שם משפחה, שם פרטי.
- כותרת שמו המלא של הספר או של המאמר ומספר הכרך.
- מקום ההוצאה, שם ההוצאה ושנת ההוצאה. בין שם הספר ומקום ההוצאה תבוא נקודה.
- בין מקום ההוצאה ושם ההוצאה יבואו נקודתיים או פסיק.
- שם הספר יודגש בקו או באותיות מובלטות.
- אם המקור הוא מאמר, יבוא המאמר בגרשיים ויירשמו מספרי העמודים של המאמר.
- כאשר לפרסום יש יותר ממחבר אחד שמו הפרטי של המחבר השני יירשם לפני שם המשפחה ולא יופרד בפסיק.
- במקורות אזרחיים אין נוהגים לרשום תאריכים מקצועיים או אקדמאיים של המחברים.
- אם שם המחבר איננו מופיע, יש לרשום בתחילה את הכותרת של הספר או את שם המוסד שהוציא את הספר.
- במידה ובחר כותב העבודה לרשום בגוף העבודה להשתמש בהערות שוליים ובקיצורים, תסודר הרשימה הביבליוגרפית לפי סדר א"ב של הקיצורים, כאשר ליד הקיצור יופיע השם הרישום הביבליוגרפי המלא של המקור.

כללים לשימוש במספרים:

ישנם מספר כללים לשימוש במספרים בעת כתיבת עבודה:

1. מספרי עמודים ותאריכים המובאים בגוף העבודה עצמה, או בהערות או בהפניות יכתבו תמיד מימין לשמאל על פי רצף הכתיבה.
2. כתיבת מספרים עד 10 (כולל) בלשון רבים בלבד (עשרה אחוזים). מ-11 ומעלה אפשר לכתוב מספרים גם ביחיד (32 שנה).
3. מספרים עד 10 (כולל) בצירוף שמות עצם ייכתבו כמלים (שלוש שנים).
4. כ + מספר יש לכתוב במלים כלומר: כעשרים ולא כ-20.



שלב שלישי: העלאת רעיונות, אלטרנטיבות ופתרונות אפשריים

קימות מספר טכניקות ליצירת רעיונות ולהעלאת פתרונות:

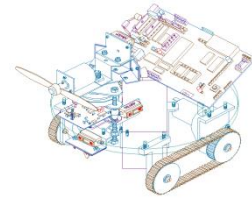
1. **סיעור מוחות.**
בטכניקה זו מועלות האלטרנטיבות הנובעות מתוך הבעיה כפי שהוגדרה. טכניקה זו כוללת חשיבה יצירתית מסתעפת פרי דמיונכם ללא גבולות היוצרת כמות רעיונות וזהו הקריטריון היחיד המתבקש בשלב זה. ככל שמספר הרעיונות יהיה רב יותר, המגוון יגדל, ואתו יגדלו הסיכויים שימצא פתרון ייחודי.
2. **יצירת קשרים לא מקובלים בין רעיונות שונים.**
בטכניקה זו מנסים לאחד רעיונות שהקשר ביניהם לא נראה למתבונן בהתחלה כדבר מקובל ומעשי. טכניקה זו יוצרת קשרים אשר יכולים להפוך לפריצת דרך לפתרון.
3. **ניצול הניסיון הקודם בצורה אפקטיבית.**
טכניקה זו מציגה שתי אפשרויות:
א. אפשרות לשיפור מצב קיים כך שהפתרון יהיה עדכון גרסה ולא פריצת דרך. דבר זה מקובל כאשר קיים פתרון ויש לשכללו.
ב. יכולת מציאת פתרון על פי הניסיון דבר הדורש מהמתכנן ניסיון בתהליכי תכנון ובתחום בו עוסק הפתרון.
יש להפריד בין יצירת הפתרונות לבחינתם, שכן בסיעור מוחות חשיבה ביקורתית מהווה בלם הרסני לתהליך היצירתי.
רעיונות יצירתיים אינם בדרך כלל רעיונות הצצים ראשונים.
בשלבם הראשונים עולים בדרך כלל רעיונות המבוססים על ניסיון העבר ואחר כך הרעיונות היצירתיים יותר.

שאלות לדיון ברעיונות שהועלו:

- א. באיזו מידה קיימת פתיחות לרעיונות חדשים?
- ב. באיזו מידה קיימת התייחסות לטכנולוגיות חדישות?
- ג. באיזו מידה נלקחים בחשבון סיכונים הכרוכים בפתרון הבעיה?
- ד. באיזו מידה נלקחים בחשבון המשאבים והאילוצים הכרוכים בפתרון הבעיה?
- ה. באיזו מידה עונה הפתרון על הדרישות ההכרחיות ועל הדרישות ? nice to have

תיעוד הרעיונות

יש לתעד לפחות שלושה פתרונות אפשריים כולל דיון על כל אחד ואחד על מנת להכיר אותם לקראת שלב בחירת הפתרון המועדף.
רצוי שלכל פתרון יצורף הסבר ותיאור הכולל ממדים, מבנה וגם סרטוט במידת האפשר.



שלב רביעי: הערכה ובחירת הפתרון

בשלב זה נדרש המתכנן לבחור את הפתרון המתאים ביותר לדרישות מבין הפתרונות האפשריים (שכבר נבחנו בצורת דיון כוללני). לצורך כך ניתן לראות שתי גישות אפשריות:

1. **בחירה על סמך השוואה של יתרונות וחסרונות הנגזרים מהפתרונות עצמם.**
בגישה זו מתקיימת התייחסות ספציפית למימדי הפתרונות המשווים, על פיהם נערכת ההשוואה. יש להתייחס למגבלות של הגישה, בכך שהמאפיינים של כל גישה לא בהכרח שווים ובכך עלול המתכנן, במודע או שלא במודע, "לפתור" את ההשוואה, כך שיבחר הפתרון אותו הוא מעדיף מלכתחילה (נבואה המגשימה את עצמה).

2. **בחירה בהתאם לקריטריונים** אשר נקבעים מראש באופן בלתי תלוי בפתרונות האפשריים. השוואת קריטריונים - קריטריונים יכולים להיקבע בשתי צורות, קריטריונים המתייחסים למצב הרצוי ומתייחסים לתפוקות, וקריטריונים של עלויות/יעילות המתייחסים לתהליך.

את שתי הגישות ניתן לסכם בטבלת השוואה המצורפת כאן.

קריטריונים יתרונות וחסרונות

פתרונות	1	2	3	4	5
א					
ב					
ג					
ד					
ה					

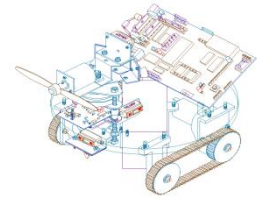
הנתונים בטבלה יכולים להיות איכותיים (עומד/לא עומד בקריטריונים) או כמותיים (סימון X על סולם הדרגות). יש לבחור בפתרון בעל הציון הכללי הגבוה ביותר.
בנוסף ניתן גם לשכלל את הממדים עצמם כך שכל מיימד מקבל משקל בהתאם לחשיבותו. לדוגמה, חשיבה במונחי תפוקות מחייבת בדרך כלל מתן משקל רב יותר לקריטריונים של תכלית מאשר לקריטריונים של עלות.

סיווג הקריטריונים:

- יש לסווג את הקריטריונים לאלה המהווים תנאי הכרחי להשגת המטרה ואלה שרצוי אך לא הכרחי שיתמלאו.
- כל פתרון אשר אינו עומד באחד מהקריטריונים ההכרחיים נדחה על הסף. הפתרון הנבחר הוא הפתרון העומד בכל התנאים ההכרחיים, ומקבל את הציון הגבוה ביותר בתנאים הרצויים.

בחינת התנאים:

קיימת אפשרות כי הפתרון המוצג הוא יישום של פתרון אחר אשר יושם בהצלחה, גישה חסכונית כשלעצמה, שכן אין להמציא את הגלגל מחדש, כמו כן נמנעות טעויות שהן בדרך כלל בלתי נמנעות בעת יישום בכורה של פתרונות.
עם זאת יש אפשרות כי הצלחת הפתרון בעבר נבעה מגורמים או צרוף גורמים אשר אינם בהכרח יתקיימו במצב של הפתרון המוצג. יש לאתר גורמים אלה ולסווגם לתנאים הכרחיים ותנאים רצויים. כאשר הפתרון אינו עומד בתנאי הכרחי יש לפסלו ובמידה והפתרון אינו עומד בתנאי רצוי, יש לדאוג לשינוי הפתרון ו/או המצב.
בבחינת פתרון יש לרשום לכל פתרון את מירב הנתונים והמאפיינים בנוסף רצוי להוסיף תרשים המתאר את הפתרון. יש לבדוק את ההשלכות האפשריות ביישום הפתרון כלפי תקנונים, חוקים בטווח הזמן המידי ובטווח הארוך.



שלב חמישי: תכנון וביצוע הפתרון הנבחר

שלב זה הינו השלב הארוך ביותר, דבר המחייב את המתכנן בביצוע מספר פעילויות אשר יאפשרו לו לקבל שליטה בתהליך אשר בסופו יתקבל דגם או אב טיפוס של הפתרון.

1. לתכנן את הפעילויות אותן יש לבצע דבר שיאפשר קבלת תשובות מי עושה מה, מתי והיכן. ובמידה והתהליך עשוי להתפתח לכיוונים שונים, יש לשאול את השאלה באיזה תנאים.

2. תכנון תכנית משוב במידה ולא ניתן לחזות בוודאות את כל כיווני ההתפתחות האפשריים כלומר: מי מדווח, מה, למי, מתי, היכן ובאיזה תנאים.

יש לדאוג שהמשאבים הניתנים לתהליך ינוצלו באופן כזה שהתהליכים - המשימות הגדולות יבוצעו ראשונות דבר המבטיח ניצול נכון ובקרה של המשאבים.

איכות התכנון נמדדת על פי מידת ההתאמה שבין התוכנית לבין התהליך. על מנת להבטיח עמידה ביעדים שנקבעו יש להבטיח שמספר השאלות העולות, ללא התשובות, קטן ומירב התשובות לתהליך מצויות או ניתנות להשגה ללא משאבים רבים.

קבלת התשובות על שאלות שעולות בביצוע הפתרון מחייבות לעיתים תהליך, אומנם מוקטן, של שלבי פתרון בעיה.

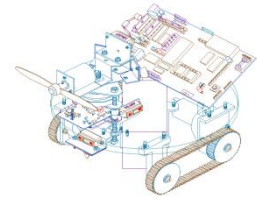
לפתרון השאלה יובאו מספר פתרונות וכול זאת לאחר חיפוש מיידע רלוונטי.

הפתרון שיתקבל יהיה המתאים ביותר לפתרון הבעיה שעלתה.

נושאים לבחירת התלמיד - התלמיד נדרש לבחור נושא אחד מבין מספר הנושאים:

1. תהליך טכנולוגי, ביצוע חישובי חוזק וניתוח תפקודי על מכלול מרכזי במערכת.
2. חקר מדעי.
3. חקר ביבליוגרפי.

תהליך אשר מתאפיין בניסוי חקירה והסקת מסקנות מהווה את הערך המוסף בעבודת גמר 5 יח"ל. בנוסף יש לגבות את הדגם או אב הטיפוס בסרטוטי הרכבה, סרטוטי חלקים ותרשימים. נדרש להציג צילומים ותרשימים המלווים בהסברים של הדגם ושל תת-המערכות. בסופו של שלב זה יש לראות אב טיפוס או דגם עובד של פתרון הבעיה.



שלב שישי: הערכת הפתרון

בשלב זה נבחן באיזו מידה של יעילות והצלחה נפתרה הבעיה.

לצורך כך ניתן להשתמש באחת השיטות המוצאות:

1. הגדרת הקריטריונים להצלחה.

על מנת לדעת את מידת ההצלחה של הפתרון יש להגדיר קריטריונים להצלחה ושיטות למדידתם. רצוי לבצע זאת לפני בדיקות הפתרון על מנת לצמצם את האפשרויות שצידוקים פריעו לבדיקה וניתוח אמינים לאחר מעשה.

2. בחינת הדרישות ההכרחיות לפתרון.

ניתן לעמוד על מידת הצלחה של הפתרון כאשר נעשית בחינה של הדרישות ההכרחיות לפתרון אותן הצבנו בשלב הגדרת הבעיה.
בנוסף נבחן באיזו מידה של הצלחה מתקיימות הדרישות שהגדרנו כ nice to have.

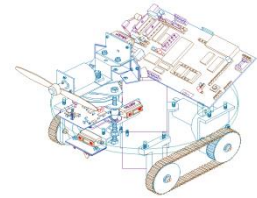
3. בחינת השאלות משלב הגדרת הבעיה.

על מנת לעמוד על טיבו של הפתרון רצוי להשיב על כל אותן שאלות שנשאלו בשלב הראשון של התהליך - שלב הגדרת הבעיה.
גם כאשר לא כל התשובות לשאלות תתקבלנה כתשובה חיובית, עדיין ניתן להדגיר את הפתרון כמוצלח.

בנוסף לשיטות שהוצאו רצוי לבחון היבטים נוספים כמו למשל:

- א. האם מתקיים פער בין המצב המצוי, בתחילת התהליך, לפני הפתרון, למצב הרצוי לאחר שהפתרון מיושם?
- ב. האם הפתרון יעיל ומוצלח עבורנו?
- ג. האם ישנם שיפורים שעשויים לשפרו? אם כן רצוי לציין זאת.

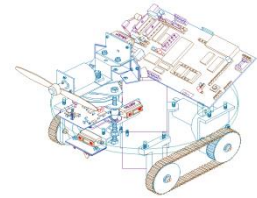
בהגדרת בעיה כפער בין מצב מצוי לבין מצב רצוי, קל יותר לקבוע את מידת ההצלחה. בסופו של שלב זה יש לסקור את כל אותן בעיות וקשיים, שהופיעו במהלך התהליך ואת הדרכים שנקבתם כדי להתגבר עליהם. רצוי להציג את הפתרון לשאר חברי הכיתה, כך שניתן יהיה לקבל הערכה נוספת, לאיכות הפתרון ולדרכי שיפורו.



מבנה חוברת עבודת הגמר

חוברת עבודת הגמר כמו כל עבודה כתובה אחרת מחולקת לארבע חלקים עיקריים:

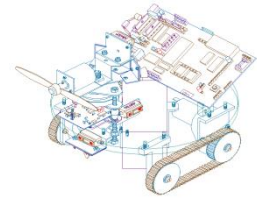
1. **חלק ראשון:** המצביע על נושא, תוכן ורקע העבודה - חלק הכולל את שני הפרקים הראשונים של תהליך התכנון:
 - 1.1. הגדרת הבעיה.
 - 1.2. אבחון הבעיה ואיסוף אינפורמציה
2. **חלק שני:** גוף העבודה, דן בידע ובתיאוריות עליהן מתבססים התהליכים השונים בפתרון - חלק הכולל את הפרק השלישי, הרביעי והחמישי של תהליך התכנון.
 - 2.1. העלאת רעיונות, אלטרנטיבות ופתרונות אפשריים.
 - 2.2. הערכה ובחירת הפתרון.
 - 2.3. תכנון וביצוע הפתרון הנבחר. התכנון כולל חישובים רלוונטיים לתת-המערכות בפרויקט.
3. **חלק שלישי:** סיכום העבודה ועיקרו הסקת מסקנות מן העבודה - חלק הכולל את הפרק השישי של תהליך התכנון ההנדסי.
 - 3.1. הערכת הפתרון
4. **חלק רביעי:** חומר רקע להבנת העבודה - נספחים וביבליוגרפיה.
 - 4.1. רשימת מקורות (ביבליוגרפיה): הרשימה כוללת את כל המקורות שמתוכם סוכם או נלקחו פרטים (כגון תרשימים או עובדות) במהלך הכנת העבודה.
 - 4.2. נספחים
(א) הנספחים כוללים את כל הדרוש להבנת העבודה (ואינן נחלת הכלל) ותיאורם של מהלכים שנעשו במיוחד עבור העבודה. לפיכך, תהיינה הפניות לנספחים הרלוונטיים במקומות המתאימים בגוף העבודה.
(ב) נספחים אפשריים:
 - תיעוד מהלך עבודת-הגמר: מכתבים, שאלונים, תקצירי ראיונות וכו'.
 - תהליכים של עיבוד תוצאות, ייצוגים גרפיים, נתוני יסוד, תוצאות ראשוניות ותוצאות ביניים.
 - שרטוטים (ידני לפי תקן או ממוחשב).
 - מפרטי ייצור ותהליכים טכנולוגיים.
 - צילומים או דפים מקטלוגים שנעשה בהם שימוש במהלך העבודה.
 - תכניות מחשב או בקר מתוכנת שנכתבו במיוחד לעבודה.
 - מפרט טכני של המוצר הסופי.
 - דפי הכנה או הדרכה לשימוש בעבודות הכוללות מערכי ניסוי או הפעלה



דוגמא לתוכן העניינים

- דף שער
- הצעת פרויקט מאושרת
- תוכן עניינים
- הבעת תודה (לא חובה)

1. הגדרת הבעיה
2. אבחון הבעיה ואיסוף אינפורמציה
3. העלאת רעיונות, אלטרנטיבות ופתרונות אפשריים
 - 3.1 פתרון א
 - 3.2 פתרון ב
 - 3.3 פתרון ג
4. הערכה ובחירת הפתרון
 - 4.1 השוואה בין הפתרונות השונים.
 - 4.2 תהליך הפתרון (שימוש בכלי חשיבה והערכה)
 - 4.3 הגדרת הפתרון הנבחר
5. תכנון וביצוע הפתרון הנבחר
 - 5.1 תיאור המערכת שנבנה
 - 5.2 שלבי הבניה
 - 5.3 תכנית הבקרה
 - 5.4 בעיות בפעולת המערכת
6. הערכת הפתרון
 - 6.1 הרצת הדגם שנבנה
 - 6.2 שיפור ראשון
 - 6.3 שיפור שני
 - 6.4 בדיקת הדגם הסופית
 - 6.5 סיכום



הערכת עבודת גמר במגמת הנדסת מכונות

להלן קישור למצגת המסבירה את תהליך ההערכה המפורט בדף זה. שימו לב, תהליך ההערכה זה הינו שילוב מאוזן של הערכה מעצבת עם מרכיב קטן יחסית של הערכה מסכמת.

הערכת העבודה תבצע על-ידי מעריך חיצוני שיקבע במשרד החינוך. הערכה מפורטת של המנחה תישלח במקביל להגשת העבודה ולא פחות מ-10 ימים לפני מועד מפגש הערכה. המנחה יעריך את התלמיד ועבודתו בהתאם לקריטריונים ברורים ומפורטים בהן מוערכת עבודת גמר טכנולוגית. המעריך יקרא את העבודה, יעריך אותה ולאחר מכן ייפגש המעריך עם התלמיד וישוחח עמו על העבודה ויעריך את יכולתו ואת עבודתו. הפגישה עם התלמיד בבית הספר תיערך, לאחר תיאום מראש, עם רכז-המגמה, המנחה והתלמיד. לשם הצגת עבודת הגמר יכין התלמיד או הצוות הרצאה מסודרת בליווי מצגת של כ-10 דקות, כאשר משך הזמן הכולל של המפגש יהיה בין חצי לשלושת-רבעי שעה. תכני עבודת-הגמר נבחרים בהחלטה משותפת של התלמיד והמנחה. התהליך הטכנולוגי שהתלמיד מציג מעיד על יכולתו בפתרון בעיות מסוג זה והבנתו לגבי תהליך. בתיאור העבודה, על התלמיד להתמקד ולהרחיב בארבעה חלקים (תת-בעיות) של הפתרון השלם, בהם הוא מאמין שהוא במיטבו. כדי לסייע לתלמיד בבחירת הנושאים, יש לוודא שידועים וברורים לו הקריטריונים להערכה.

קישור למחווה הערכה חדש במכטרוניקה, 5.12.2010

הערכת המנחה ומעריך עבודת-הגמר תעשה בהתאם לקריטריונים ברורים ומפורטים:

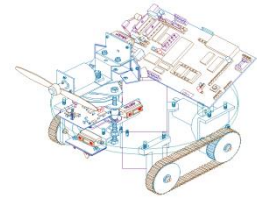
- א. הערכת העבודה בעקבות קריאת העבודה:
 1. צורת ההגשה וסגנון הכתיבה: מקורות, עבוד מקורות, ארגון החומר ובנית ראשי פרקים, כתיבה, ואסתטיות.
 2. נושאים נבחרים של התלמיד או הצוות בתהליך עבודת-הגמר: חקר, הסקת מסקנות ויכולת חיפוש מידע.
 3. התהליך הטכנולוגי: שימוש נכון ומספק בעקרונות התיכון: איסוף נתונים, ממגוון מקורות מידע והכנת מפרטים עבור סימולציות, דגמים ומוצרים.
- ב. הערכת ידיעותיו של התלמיד:
 1. ידע כללי בתחום מקצוע ההתמחות ובתחום בו עוסקת עבודתו: עקרונות טכנולוגיים, מדעיים ותהליכים טכנולוגיים שהם הרקע לעבודה ותרומה העקרונות המדעיים והטכנולוגיים לפיתוח המוצר.
 2. ידע והבנה בנושאי העבודה: סביבת הבעיה והפתרון, סוגיות, דילמות, ממצאים, מסקנות ומשמעותן, שגיאות וחולשות בעבודה.
 3. יכולת התלמיד בהפגנת מקורות ויצירתיות בתהליך העבודה ובתוצרים: תהליך הפיתוח, עצמאותו והיוזמה שנקט במהלך העבודה וכמובן הרושם הכללי של תוצרי העבודה - מעוררי עניין, מקוריים ואסתטיים.

מעריך העבודה

- מעריך העבודה יקבע על-ידי הפיקוח המקצועי לפי הכישורים הבאים:
1. בעל ידע אקדמי בתחום בו בוצעה העבודה.
 2. בעל ניסיון בהוראה והנחיה של עבודת-גמר טכנולוגית מדעית.
- בבית ספר המגיש מספר עבודות, יתכן מצב בו ימונו מספר מעריכים, לפי תחומי הדעת העיקריים של עבודות הגמר.

הרכב ציון עבודת-הגמר

הציון השנתי יורכב מהערכת מנחה העבודה ומציון משוקלל דו-שנתי במקצוע שיינתן על-ידי בית הספר. לפיכך, הציון הסופי בעבודת הגמר 5 יח"ל יורכב מציון משוקלל במקצוע 25%, מהערכת מנחה העבודה 25% והערכת המעריך החיצוני 50%.



קריטריונים להערכת עבודת גמר:

בהערכת עבודת-גמר, קיימים קריטריונים ברורים ובתוכם מפורטים קריטריונים המיוחדים לעבודה טכנולוגית. עקב מגוון התחומים בעבודות הגמר הטכנולוגיות, יתכן כי חלק מהקריטריונים אינם רלוונטיים או אינם מספקים ולכן יש צורך אולי בהוספת קריטריונים. במקרים אלה, מומלץ לשנות את הקריטריונים ובתנאי שתשמר התפיסה הכללית.

הערכת העבודה:

א. הערכת העבודה בעקבות קריאת העבודה:

1. צורת ההגשה וסגנון הכתיבה - עשר נקודות.
2. התייחסות לכלים טכנולוגיים ומדעיים - עשרים נקודות.
3. התהליך הטכנולוגי - עשרים נקודות.
4. נושאים נבחרים של התלמיד או הצוות בתהליך עבודת-הגמר - עשרים נקודות.

ב. הערכת העבודה בעקבות השיחה עם התלמיד:

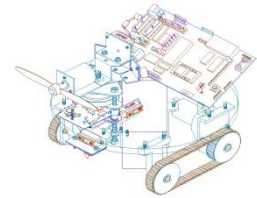
5. הוכחת ידע והבנה באופן כללי - עשר נקודות.
6. הוכחת ידע והבנה בנושאי העבודה - עשר נקודות.
7. גישה מקורית ואסתטיקה של המוצר - עשר נקודות.

א. הערכת העבודה בעקבות קריאת העבודה - פירוט הקריטריונים:

1. צורת ההגשה וסגנון הכתיבה - עשר נקודות.
 - א. העבודה קריאה ואסתטית, מאורגנת ומובנה.
 - ב. צורת העריכה מאפשרת התמצאות נוחה - עמודים ממוספרים, פרקים מובחנים, רווחים.
 - ג. סגנון ענייני, עברית תקנית כאשר העבודה מהוגת היטב.
2. התייחסות לכלים טכנולוגיים ומדעיים - עשרים נקודות.
 - א. תיאור העבודה והתוצאות: התהליך הטכנולוגי מפורט, התהליך המחקרי בוצע כראוי, הציוד והמכרות שהופעלו מתוארים באופן מפורט ומלא, הצגת נתונים תהליכים וממצאים בצורה עניינית תוך שימוש בגרפים ובטבלאות. הצגת תרשימי זרימה ותרשימים לוגיים, שימוש באיורים מתאימים.
 - ב. סיכום העבודה (דיון ומסקנות):
 - פירוש הממצאים נכון.
 - פירוש התוצאות חד-משמעי.
 - התוצאות מתייחסות לאילוצים ולדרישות.
 - קיימת התייחסות ביקורתית של התוצאות הן כלפי האילוצים והדרישות והן לגבי פתרונות חלופיים.
 - המסקנות נגזרות מהממצאים.
 - ג. קיום נספחים רלוונטיים.

3. התהליך הטכנולוגי - עשרים נקודות.

- א. שימוש נכון ומספק במשאבים בחומרים וברכיבים קיימים, כולל שימוש במעבדות, בסדנאות ובמחשבים לשם בניה ועיצוב המוצר.
- ב. שימוש נכון ומספק בעקרונות התיכון: איסוף נתונים, ממגוון מקורות מידע ושימוש בבסיסי נתונים, הכנת מפרטים עבור סימולציות ודגמים, בניית מודלים ודגמים, יכולת לשלב מחשב ככלי תכנוני והצעת פתרונות חלופיים.
- ג. תכונות, ביצועים ועיצוב מוצרי הביניים והמוצר הסופי, כולל עמידה בדרישות הבסיסיות והתמודדות עם אילוצים שנוצרו במהלך העבודה.
- ד. שילוב גורמים הקשורים לפיתוח וסביבת המוצר הסופי, כגון: שיקולים כלכליים, שיקולים חברתיים ושיקולים סביבתיים.
- ה. מקוריות במהלך הפיתוח ובתוצר עצמו.



4. נושאים נבחרים של התלמיד או הצוות בתהליך עבודת-הגמר - עשרים נקודות.
נושאי חלק זה נבחרו על-ידי התלמיד והם יכולים להיות מתחומי עשייה שונים: חקר ביבליוגרפי, חקר מדעי, תהליך טכנולוגי, עיצוב המוצר ועוד. לפיכך, הנושאים יוערכו בדומה למתואר בסעיפים 2 ו-3 לעיל בהקשר המתאים.
- ב. הערכת העבודה בעקבות השיחה עם התלמיד – פירוט הקריטריונים:
5. הוכחת ידע והבנה באופן כללי - עשר נקודות.
א. יכולת התלמיד לשוחח על הרקע לעבודתו: סביבת הבעיה ופתרונה לפי מאפיינים שונים - אנושיים,
ב. חברתיים, תרבותיים, כלכליים, אקולוגיים, פיזיים.
ג. יכולת התלמיד לשוחח על תחום בו עוסקת עבודתו ולהסביר עקרונות מדעיים ותהליכים טכנולוגיים.
6. הוכחת ידע והבנה בנושאי העבודה - עשר נקודות.
א. יכולת התלמיד להסביר כל סוגיה בעבודתו.
ב. יכולת התלמיד להסביר ממצאים.
ג. יכולת התלמיד להסביר את המשמעות ממסקנות שקיבל.
ד. יכולת התלמיד להתייחס לשגיאות, נקודות בעייתיות וחולשות בעבודה.
ה. יכולת התלמיד לשוחח על תרגום העקרונות המדעיים והטכנולוגיים לפיתוח המוצר.
7. גישה מקורית ואסתטיקה של המוצר - עשר נקודות.
א. ניכרת מעורבות אישית תוך הרחבת העבודה ביוזמת התלמיד.
ב. מורגשת גישה מקורית ויצירתית בתהליך הפיתוח.
ג. רושם כללי של המוצר - מעורר עניין, מקורי ואסתטי.