

28 אוגוסט 2023
י"א אלול תשפ"ג

אל:
מרכזי מגמה ומורים
במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

שלום רב,

הנדון: חוזר מפמ"ר 1 שנה"ל תשפ"ג

תוכן עניינים

2	דבר המפמ"ר.....
3	הרשמה במוקד מקצוע.....
3	הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון.....
4	תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון.....
4	הרכב לימודים במקצוע מוביל.....
5	בחינות.....
6	תכנית הלימודים במקצוע התמחות מערכות אלקטרוניות.....
7	הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/ עבודות גמר :.....
8	היבחנות במקצועות ההתמחות – תיכון.....
13	הזמנת בוחנים ותאום מועד בחינות ההגנה.....
13	הנחיות ונהלים פדגוגיים לנבחנים משנה במקצוע התמחות בתיכון/ מכללה.....
13	הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון.....
14	הנחיות לתוכניות לימוד במכללה.....
14	מערך הבחינות החיצוניות לתלמידי כיתות י"ג י"ד.....
16	הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה :.....
22	השתלמויות.....
22	הצטיידות.....
22	הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך.....
22	נוהל הגשת ערעורים.....

דבר המפמ"ר

מורים ומורות יקרים

תכלה שנה וקללותיה, תחל שנה וברכותיה.

בימים אלה אנו נערכים לפתיחת שנת הלימודים תשפ"ד.

אני תקווה ששנת הלימודים תיפתח במועדה, ונחזור לשגרת לימודים רציפה לאחר החופשה.

צוות הפיקוח נכון לתת עזרה, תמיכה ואוזן קשבת לצרכים הפדגוגיים.

השנה נכנסו מספר שינויים מינוריים לתוכנית הלימודים ולדרכי ההיבחנות. אנא עקבו אחר כל

הפרטים בחוזר זה ושימו לב לשינויים בבחינות הבגרות ובבחינות הטכנאים וההנדסאים.

כמו כן יש לתת את הדעת על כך שחלוקת הנקודות השתנתה בבחינה במקצוע ההתמחות (פרויקטים).

במהלך השנה נאפשר השתלמויות בהלימה לתוכניות הלימודים ולצרכי המשק וצה"ל התואמים לשנת 2024.

הוספנו חלופות חדשות במגמה, ובתי הספר יכלו לבחור את החלופה המתאימה ביותר להם.

לגבי הצטיינות למעבדות, ולפתיחת מגמה יש לפעול ע"פ חוזר מנכ"ל בנושא הגפן בלבד.

אני מאחל לכולנו שנת לימודים מוצלחת ובריאות איתנה, נמשיך לקדם את התלמידים שלנו

למצוינות ולצרכים המשתנים של המדינה.

יהיו ברוכים ושנה טובה.

המסמך כתוב בלשון הזכר, אך מתייחס לזכר ונקבה כאחד.

הרשמה במוקד מקצוע

במוקד מקצוע מתפרסמות מעת לעת הנחיות עדכניות. המורים מתבקשים להקפיד ולהיכנס לאתר לעתים קרובות ולהתעדכן בהנחיות.

כל רכז מתבקש ולוודא את רישומם של כלל מורי המגמה בבית הספר באתר מוקד מקצוע (לחצו כאן להנחיות הרשמה).

הנחיות לתוכניות הלימוד בתיכון

במעבר הדרגתי שהחל בשנה"ל תשע"ט עברו כלל בית הספר ללמד על פי תוכנית לימודים מעודכנת במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים.
מכאן החל משנה"ל תש"פ הבחינה בשאלון 815381 מיועדת רק לנבחנים על פי התוכנית החדשה.
לבית הספר יש את האוטונומיה לבחור את נושא ההתמחות (בחירה ג') הספציפי של המגמה מתוך מספר חלופות בהתאם לחזון בית הספר ומאפייניו.

- תקשורת במערכות אלקטרוניות
- לוחמה אלקטרונית
- אלקטרואופטיקה
- הנדסה רפואית
- בקרה ורובוטיקה
- רכיבים ברי תכנות
- בינה מלאכותית ותחבורה אוטונומית (חדש)
- רב להב (חדש)

רכזי מגמות בתיכון מתבקשים לציין שם של חלופה שנבחרה ע"י ביה"ס, בשאלון הבא: כאן השאלון

עד לתאריך 13.10.2023

רכזי מגמות במכללות מתבקשים לציין מצבת המגמה בשאלון הבא: לחצו לשאלון עד לתאריך
13.10.2023

תוכניות לימודים במקצוע מוביל בתיכון

במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים, החל משנה"ל תשע"ט על כל בתי הספר ללמד לפי תוכניות הלימודים החדשות.

חלוקת השעות לתוכנית הלימודים ניתן למצוא בקישור זה .
תכנית הלימודים במקצוע מוביל :
להלן קישורים לתוכניות הלימודים :

- [מבוא להנדסת אלקטרוניקה \(11.001\) מעודכן יוני 2023](#)
- [מערכות ספרתיות \(11.002\)](#)
- [מבוא למערכות משובצות מחשב \(11.003\)](#)
- [יסודות תכנות בשפת מחשב C# 11.004](#)
- [יסודות תכנות שפת פייתון 11.004](#)

הרכב לימודים במקצוע מוביל

החלוקה ל -70% + 30% היא כדלקמן : הציון עבור 70% מהנושאים בתוכנית הלימודים של המקצוע המוביל יינתן באמצעות ההערכה חיצונית – בחינת בגרות ואילו הציון עבור ה- 30% מהנושאים בתוכניות הלימודים יינתן באמצעות הערכה בית ספרית.

מרכיב ההרחבה והעמקה בהערכה בית-ספרית שמשקלו 30%

- מערכות ספרתיות – לימודים התנסותיים ועיוניים
- מבוא למערכות משובצות מחשב – לימודים התנסותיים ועיוניים

המלצת צוות הפיקוח, לקיים את הבחינה במתכונת פרויקטון או בחינת מעבדה.

הנחיות לבחינה 30%

מרכיב החובה בהערכה חיצונית שמשקלו 70%

התכנים של מרכיב זה הם כל הנושאים המופיעים בתוכניות הלימודים

בחינות

בחינת הבגרות באלקטרוניקה ומחשבים : סמל שאלון 815381 – 70% בכתב.
מיקוד למידה לשנת תשפ"ד יפורסם בפורטל של משרד החינוך.

אופן היבחנות במקצוע מוביל והרכב בחינות בגרות במקצוע המוביל :

בבחינה בשאלון 815381 כל חומר עזר מותר לשימוש, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.

תשובות במחברת הבחינה חובה לכתוב בעט כדורי בצבע שחור או כחול בלבד ולא עט מחיק או

עפרון

במועד קיץ תשפ"ד הבחינה תכיל שמונה שאלות בשלושה פרקים.

על תלמיד לענות על חמש שאלות. לכל שאלה – 20 נקודות. סך הכל - 100 נקודות.

פרק ראשון: יסודות תורת החשמל – **בפרק זה יש לענות על שאלה אחת** מהשאלות 1 ו- 2.

פרק שני אלקטרוניקה תקבילית וספרתית – **בפרק זה יש לענות על שתי שאלות**
מהשאלות 3 עד 5.

פרק שלישי: תכנות בשפת C#/Python – **בפרק זה יש לענות על שתי שאלות** מהשאלות 6 עד 8.
החל משנת תשפ"ג בית הספר רשאי לבחור שפת תכנות C# או Python, ובשנת תשפ"ד להבחן
על פי בחירה בית ספרית.

חשוב: שאלה אחת לפחות בשאלון 815381 תתייחס לחלק התנסותי לפי תוכנית הלימודים.

בבחינה בשאלון 815282 כל חומר עזר מותר לשימוש, חוץ ממחשב הניתן לתכנות.

שאלון 815282 היא בחינה באלקטרוניקה ומחשבים – מוגבר שתי יחידות לימוד השלמה לחמש
יחידות לימוד - כיתה י"א.

בשאלון זה שש שאלות בשני פרקים. יש לענות על שלוש שאלות, שאלה אחת לפחות מכל פרק.
לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות. סך הכל - 100 נקודות.

פרק ראשון: מערכות ספרתיות – בפרק זה יש לענות על שאלה אחת לפחות מהשאלות 1 עד 3.

פרק שני: מבוא למערכות משובצות מחשב – בפרק זה יש לענות על שתי שאלות
מהשאלות 4 ו- 6. (שאלות המשלבות חומרה ותוכנה בסביבת (Arduino UNO)

תכנית הלימודים במקצוע התמחות מערכות אלקטרוניות

שלושה מרכיבי לימודי התמחות:

- [מיקרו בקרים](#) או [שפת VHDL](#)

- מעבדת פרויקטים

- נושאי חלופה

להלן קישורים לתוכניות הלימודים בחלופות:

- [אלקטרואופטיקה](#)
- [מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה](#)
- [הנדסה ביו רפואית](#)
- [לוחמה אלקטרונית](#)
- [תקשורת במערכות אלקטרוניות](#)
- [בינה מלאכותית ותחבורה אוטונומית \(חדש\)](#)
- [רב להב, יישומים בלמידת מכונה \(חדש\)](#)

כבר מספר שנים שאנו נותנים דגש וחשיבות להשבחת פרויקטים כחלק ממהלך כולל במינהל למדע וטכנולוגיה.

החל משנת לימודים תשפ"ד בחוזר מפמ"ר יפורסם כל שנה נושא חדש לפרויקטים. בשנת לימודים תשפ"ד נושא הפרויקטים בכלל בתי הספר התיכון יהיו בנושא " שמירה על כדור הארץ " למעט בתי ספר שיבקשו נושא אחר לשנה נוכחית באישור מפמ"ר.

חלק ממהלך זה דורש שכל הצעות לפרויקטים ברמה של 3 יח"ל ועבודות גמר ברמה של 5 יח"ל תוגשנה כולם באתר מוקד מקצוע לטיפול וועדה מאשרת, ובשילובית

על כל ההצעות שמוגשות באתר לעבור אישור מוקדם ע"י רכזי המגמות

הנחיות וקריטריונים לביצוע פרויקטים/ עבודות גמר:

הפרויקט חייב להתבסס על התכנים שהתלמיד לומד במסגרת לימודי ההתמחות בה בחר. בעבודת גמר ברמה של 5 יח"ל יש לתת דגש על יישום פרויקט מחקר/פיתוחי ברמה נאותה. יודגש, כי פרויקט ברמה של 5 יח"ל חייב להתבסס על צורך או בעיה, חייב לכלול חקר של הצעות לפתרון ולפתור מלא של לפחות אחת מהן, כולל יישום אב טיפוס מתפקד. ביצוע פרויקט אינו פוטר את התלמיד מלימוד של כל התכנים המופיעים בתכנית הלימודים של מקצועות ההתמחות ובהתאם לחלופה שלמד.

❖ פרויקט המתבצע ע"י תלמיד יחיד יכלול:

- בקר אחד
- רכיבי קלט, לדוגמה: חיישן אנלוגי, חיישן ספרתי, חיישן I2C).
- רכיב פלט (LCD, 7 סגמנט, מסך מחשב, טלפון סלולארי וכו').
- מספר רכיבי הפעלה - לדוגמה ממסר, מגבר טרנזיסטורי.
- מספר רכיבי שליטה - לפחות אחד (מסך מגע, שלט IR, לוח מקשים וכו').
- לפחות פרוטוקול תקשורת אחד (I2C, RECS, One Wire, SPI 80 וכו').

❖ פרויקט זוגי:

- התוצר הסופי יכיל בתוכו שני פרויקטים עצמאיים (כמפורט בסעיף הקודם) המקיימים קשר ביניהם.
- שימו לב, בהגשת ספר פרויקט כל תלמיד יציין את חלקו בפרויקט.

פרויקטים מיוחדים באישור המפמ"ר עם צירוף הצעת הפרויקט.

היבחנות במקצועות ההתמחות – תיכון

כלל תלמידי המגמה להנדסת אלקטרוניקה ומחשבים יבצעו :
פרויקט גמר (בהיקף 3 יח"ל) ש.ס.ש 841387 או עבודת גמר (בהיקף 5 יח"ל) ש.ס.ש 841589.

ההערכה תבוצע במתכונת הגנה על עבודת גמר או פרויקט גמר על-ידי בוחן חיצוני בשלבים הבאים :

הגשת הצעת פרויקט

על התלמיד להגיש מסמך הצעת פרויקט למנחה
על המרכז מגמה להגיש את מסמך הצעת הפרויקט שהתלמידים כתבו באמצעות אתר מוקד מקצוע .



על מרכז המגמה למלא את הפרטים הבאים בטופס הממוחשב המופיע עם בחירת הקישור הזמנת בוחנים/תשובונים, כמודגש באיור.

1. מספר ת.ז. של התלמיד (חובה);
2. שם התלמיד (חובה);
3. כיתה (חובה);
4. נושא (חובה);
5. תיאור הנושא (חובה);
6. הערות המורה (חובה לציין אם הפרויקט מבוצע באמצעות תלמיד יחיד או זוג תלמידים).
7. מסמך הצעת הפרויקט שהתלמיד הכין כמסמך PDF אחד. (חובה).

את ההצעות לפרויקט שהתלמידים הכינו יש להגיש עד ל-15 בנובמבר של שנה"ל.

1. תלמיד שלא יגיש הצעת פרויקט לא יוכל להבחן בסוף השנה.
2. אתר הגשת המסמכים ייסגר להזנת הצעות חדשות ב-15 בנובמבר ולא ניתן יהיה להגיש הצעות חדשות.
3. אישור הצעת הפרויקט והבחנות, תתבצע ע"י אותו בוחן חיצוני.

תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע פרויקט הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק התלמיד את המיומנויות הבאות: חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, בניית פרויקט, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה. להלן תיאור שלבי בניית פרויקט שהקפדה על ביצועם חשוב להפקת המרב מתהליך לימודי זה.

תכנון וכתירת הצעת פרויקט

התלמיד, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט בהתאם לדרישות הפיקוח לאותה שנה (בשנת תשפ"ד הנושא הוא "שמירה על כדור הארץ") ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.

1. התלמיד יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
2. התלמיד יתאר במילים שלו את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
3. התלמיד ישרטט את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

בניית הפרויקט

(יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

1. התלמיד ישרטט, באמצעות כלי תוכנה יעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.
2. בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד.
3. לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש התלמיד בתוכנת הדמיה/ מעשי לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
4. לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו התלמיד מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.

בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את התלמיד ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט. כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את התלמיד לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים בבניית פרויקט.

תיעוד

חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על התלמיד לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:

- ניהול יומן פעילות בו יהיה רשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
- על התלמיד לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
- על התלמיד לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בוידאו.
- התלמיד יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
- במידה ובמהלך הבנייה נעשים שינויים בסטייה מהתכנון המקורי על התלמיד לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
- על התלמיד לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.

בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון את הפרויקט בפעולה. תיעוד זה נדרש במקרה של תקלה בפרויקט בעת בחינת ההגנה. במקרה כזה ניתן יהיה להיעזר בתיעוד זה להצגת פעולה תקינה של הפרויקט.

התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט וישמש את בוחן הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו יקחו חלק המנחה והתלמיד. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הנסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על התלמיד לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את תהליך העבודה על הפרויקט, על המסמך להציג את המפרט הטכני המייצג את המבנה, אופן פעולתו ותהליך בנייתו של הפרויקט. החוברת מציגה את מבנה ופעולת הפרויקט מהכלל אל הפרט תוך שימוש בשירטוטים ותרשימים מתאימים. החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

לנוחות מנחה פרויקט והלומדים מצ"ב קישור למסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך המשמש כתבנית שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. [לקישור לחצו כאן](#).

דגם בנוי הוא תנאי להבחנות

הבחנות על פרויקט/ עבודות גמר תתבצע בשתי פעימות :

- **פעימה ראשונה היא חלק אינטגרלי מההבחנות של הפרויקט**
ותתקיים החל מתאריך 16.12 ע"י הבוחן חיצוני.
(הבוחן יצור קשר עם בית הספר לקביעת מועד הבחינה לפעימה ראשונה - בית ספר יקבל כתב מינוי מאגף בחינות.
- **פעימה שניה** בסוף שנה על הפרויקט וספר .

הבחינה בפעימה הראשונה תתמקד בנושאים הבאים:

1. הצגת הצעת פרויקט בהתאם לדרישות "תכנון וכתובת הצעת פרויקט",
2. בדיקת היקפו
3. ביצוע ניסוי מעשי ומדידות בהתבסס על רכיב אחד משמעותי בפרויקט בהתאם להנחיות בנושא "בניית הפרויקט"
4. בדיקת התקדמות התהליך בהתבסס על תיעוד הפרויקט(כדוגמת סרטוט חשמלי ראשוני וחיבורים וקוד בהתאם לסרטוט).

הבחינה בפעימה השנייה תתמקד בנושאים הבאים:

1. מידת מורכבות
2. תקינות פעולה
3. נראות אסתטית וגימור של פרויקט
4. בקיאות בנושא הפרויקט
5. איכות חוברת העבודה (מידת ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים)
(ציון עבור חוברת יינתן 48 שעות לפני מועד הבחינה לפי הנחיות של אגף הבחינות)

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים בהנדסת אלקטרוניקה ומחשבים :

מספר הנקודות עבור כל מרכיב		פירוט	מרכיב ראשי
פרויקט גמר (3 יח"ל)	עבודות גמר (5 יח"ל)		
5	5	איכות הגשת הצעת הפרויקט שהוגשה באתר מוקד מקצוע בתחילת שנת הלימודים : התייחסות התלמיד לנושא : חקר, ניתוח, שיקולי תכנון, חישובים. הצגת הצעת פרויקט בהתאם לדרישות "תכנון וכתבת הצעת פרויקט" ובדיקת היקפו	פעימה ראשונה (20 נקודות ב- 5 יח"ל) (20 נקודות ב- 3 יח"ל)
10	10	ביצוע ניסוי ומדידות בהתבסס על רכיב אחד משמעותי בפרויקט בהתאם להנחיות בנושא "בניית הפרויקט" יכולת לבצע מדידות ולהסביר תוצאתם.	
5	5	בדיקת התקדמות הלמידה בהתבסס על תיעוד הפרויקט.	
15	5	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	פעימה שנייה מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסטטית וגימור של פרויקט (20 נקודות ב- 5 יח"ל) (30 נקודות ב- 3 יח"ל)
15	5	נראות אסטטית וגימור של פרויקט.	
--	10	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות התלמיד עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	
15	10	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	פעימה שנייה בקיאות בנושא הפרויקט (40 נקודות ב- 5 יח"ל) (20 נקודות ב- 3 יח"ל)
5	10	יכולת לבצע שינויים בקוד של תוכנית (ללא מימוש בפועל).	
--	10	שימוש ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים. היכולת להסביר את אופן פעולת הרכיבים, כיצד הם מחוברים וקוד התוכנה המשמש להם ממשק.	
--	10	גישה מולטידיסציפלינארית : היכולת של התלמיד להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים,	

		עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט, הצורך או הבעיה.	
5	5	אסתטיקה ומבנה כללי (דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, תקציר, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים)	פעימה שנייה איכות חוברת העבודה (מידת ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים) (20 נקודות ב- 5 יח"ל) (30 נקודות ב- 3 יח"ל)
10	5	גוף החוברת (תקציר, תרשים מלבנים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה, רפלקציה)	
15	10	איכות התיעוד, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצר (מלווה בסרטון)	
100	100	סה"כ:	

הזמנת בוחנים ותאום מועד בחינות ההגנה

- הזמנת הבוחנים תתבצע ע"י רכז בגרויות על פי הנחיות של אגף בחינות. על הרכז מגמה לבדוק את הזמנת הבוחן ורשימת נבחנים עדכנית מול רכז בגרויות.
- כתב מינוי ישלח לבית-הספר ולבוחן על-ידי אגף בחינות.
- על רכז המגמה לתאם עם הבוחן את מועד בחינת ההגנה אך ורק לאחר קבלת כתב מינוי. אין לקיים את הבחינה לאחר המועד שיקבע מדי שנה על-ידי אגף הבחינות.
- על רכז המגמה לוודא שחוברת הפרויקט תעלה למערכת שילובית שבועיים לפני מועד הבחינה.

הנחיות ונהלים פדגוגיים לנבחנים משנה במקצוע התמחות בתיכון/ מכללה

קישור למסמך

הנחיות לבחינות מותאמות – תיכון

להלן קישור להנחיות לבחינות מותאמות

[התאמות בדרכי היבחנות לתלמידים עם לקויות למידה והפרעת קשב](#)
[במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים, מגמת מערכות בקרה ואנרגיה ומגמה מדעית הנדסית](#)

הנחיות לתוכניות לימוד במכללה .

תכניות לימודים התקפות למכללות

במהלך השנה האחרונה נערכו השתלמויות רבות במסגרת הערכות ליישום תוכניות הלימודים החדשות ויערכו השתלמויות נוספות, הודעה על כך תצא במוקד מקצוע.

להלן קישורים לתוכניות הלימודים במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים :

- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות - טכנאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות מסלול מרום-טכנאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות - הנדסאים](#)
- [מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים בהתמחות מערכות אלקטרוניות מסלול מרום – הנדסאים](#)

בהמשך **למכתבו** של הממונה על החינוך הטכנולוגי העל תיכוני מר אסף מנוחין יש להקפיד על מתן מלוא היקף השעות הנדרש לסטודנט בהתאם לתוכניות הלימודים, בדיקות מדגמיות במכללות יבוצעו ע"י הפיקוח.

להזכירכם על פי נהלי משרד החינוך אם מלמד במוסדכם מרצה בעל תואר הנדסאי, נדרש לקבל עבורו אישור העסקה מהממונה על החינוך הטכנולוגי העל תיכוני מר אסף מנוחין.

מערך הבחינות החיצוניות לתלמידי כיתות י"ג י"ד.

הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ג כלומר, **לא ממשיכים ללמוד בכיתה י"ד:**

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711911.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, הערכה ע"י בוחן חיצוני, ס.ש. 711915.
- בחינת הגנה על פרויקט גמר, הערכה ע"י בוחן חיצוני, ס.ש. 711917.

הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ד:

כיתה י"ג

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711911.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, חיצוני, ס.ש. 711915

כיתה י"ד

- בחינה במקצוע התשתית, ס.ש. 711003.
- בחינה במקצוע ההתמחות, ס.ש. 711913.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, חיצוני, ס.ש. 711916
- הגנה על פרויקט גמר להנדסאי, הערכה ע"י שני בוחנים חיצוניים, ס.ש. 711918.

החל משנת לימודים תשפ"ד בבחינות מעבדה 711915 ומעבדה 711916 תהיה חובה לשלב מרכיב של חומרה ומרכיב של תוכנה עבור כל ניסוי לפי תוכנית הלימודים. **כלומר לא ניתן יהיה להיבחן על ניסוי תוכנה או חומרה בלבד.** לפני הבחינה על הרכז לבנות (להרכיב) מטלות מעבדה על פי דוגמאות מצורפות בהתאם לתוכנית לימודים.

להלן מצורפות מספר דוגמאות לניסויים המקיים שילובים אפשריים של ניסויי מעבדה אשר ניתן יהיה להיבחן עליהם בסוף השנה.

- [לקט דוגמאות 1 לניסויים בכיתה י"ג](#)
- [לקט דוגמאות 2 לניסויים בכיתה י"ג](#)
- [לקט דוגמאות לניסויים בכיתה י"ד](#)

הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה:

• פרויקט המתבצע ע"י סטודנט יחיד יכלול:

- בקר מרכזי או רכיב בר תכנות VHDL אחד לפחות שנלמד בתהליך לימודי במהלך יג - יד יודגש בקר ארדואינו אינו יכול לשמש כבקר המרכזי אך יכול לשמש כבקר משני.
- רכיבי קלט לדוגמה: חיישן אנלוגי, חיישן ספרתי, חיישן I2C וכו'.
- רכיב פלט (תצוגת 7 מקטעים, LCD, מסך מחשב, טלפון סלולארי וכו').
- רכיבי הפעלה - לדוגמה ממסר, מגבר טרנזיסטורי וכו'.
- רכיב שליטה אחד (מסך מגע, שלט IR, לוח מקשים וכו').
- לפחות פרוטוקול תקשורת אחד (SPI, One Wire, I²C, RECS, 80 וכו').

• פרויקט זוגי:

- התוצר הסופי יכיל בתוכו שני בקרים עצמאים (כמפורט בסעיף הקודם) המקיימים קשר ביניהם.
- שימו לב, בהגשת ספר הפרויקט על כל סטודנט לציין את חלקו בתוצר הסופי.

מכללות המבקשות לפתח פרויקטים ייחודיים החורגים מצד אחד מהגדרות אלו, ובעלי אתגר פיתוחי, מחקרי או טכנולוגי יוצאי דופן מתבקשים לבקש מראש אישור המפמ"ר בכתב.

דגם בנוי הוא תנאי להיבחנות

נוהל הגשת הצעות פרויקט ועבודות גמר במסלול העל-תיכוני (כיתות יג-יד):

לצורך פשטות הניסוח, המונח פרויקט המופיע במסמך זה מתייחס לעבודת גמר ולפרויקט גמר כאחד, אלא אם כן מצויין אחרת.

הגשת הצעת פרויקט

הגשת הצעות לביצוע פרויקט תיעשה באמצעות האתר מוקד מקצוע בלבד.



על מרכז המגמה למלא את הפרטים הבאים בטופס הממוחשב המופיע עם בחירת הקישור הזמנת בוחנים/תשובונים, כמודגש באיור.

- מספר ת.ז. של הסטודנט (אין חובה למלא בשלב הגשת הצעת פרויקט);
- שם פרק הבחירה (חובה);
- שם הסטודנט (חובה);
- כיתה (חובה);
- נושא (חובה);
- תיאור הנושא (חובה);
- מפרט טכני (חובה);
- הערות המורה (חובה לציין אם הפרויקט מבוצע באמצעות תלמיד יחיד או זוג תלמידים).

על המרכז לצרף להצעת הפרויקט קובץ של תרשים המלבנים של הפרויקט.

את ההצעות לפרויקט יש להגיש עד ל-6 בנובמבר של שנה"ל.

לאחר הגשת הצעת פרויקט תשלח לרכז תשובה בדבר עמידת ההצעה בקריטריונים. התשובה תופיע בשדה "הערות הבוחן" בהצעה. במידה והצעת פרויקט לא תעמוד בקריטריונים על הסטודנט והמרכז יהיה לתקנה ולשולח שנית לאישור הבוחן

תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע פרויקט הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק הסטודנט את המיומנויות הבאות: חקר, תכנון, ניתוח, תיעוד, בניית פרויקט, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה. להלן תיאור שלבי בניית פרויקט שהקפדה על ביצועם חשוב להפקת המרב מתהליך לימודי זה.

תכנון וכתובת הצעת פרויקט

- ✓ הסטודנט, ורק הוא, יבחר את נושא הפרויקט ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.
- ✓ הסטודנט יחקור את נושא הפרויקט ויבחן את הדרכים האפשריות למימושו.
- ✓ הסטודנט יתאר במילים את תפקיד הפרויקט, מבנהו ואופן פעולתו.
- ✓ הסטודנט ישרטט את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.

בניית הפרויקט (יש לתעד כל אחד מהשלבים הבאים כחלק מרכזי בספר הפרויקט)

- ✓ הסטודנט ישרטט, באמצעות כלי תוכנה ייעודיים, את המעגל החשמלי המממש את תרשים המלבנים של מערכת הפרויקט.
- ✓ בניית המעגל החשמלי תתבצע בשלבים. בכל שלב ייבנה מנגנון אחד.
לאחר תכנון של כל שלב במעגל החשמלי, ישתמש הסטודנט בתוכנת הדמיה לשם ביצוע מדידות במעגל ולתיקון שגיאות התכנון.
- ✓ לאחר בניית כל שלב במעגל, יבצע בו הסטודנט מדידות חשמליות לאישור תקינותו, ולאיתור ותיקון תקלות.
- ✓ בניית פרויקט מלווה בדרך כלל בהתמודדות עם תקלות ובעיות שלא נצפו מראש. על המנחה לראות בהופעתן של תקלות ובעיות כאלה הזדמנות לאתגר את הסטודנט ולדרבן אותו להעמיק את הבנתו באופן פעולת הפרויקט.
- ✓ כאשר מופיעה תקלה, המנחה צריך להימנע מלטפל בה בעצמו. עליו לכוון את הסטודנט לבצע תהליך איתור שיטתי של התקלה ולתקנה. תהליך איתור תקלה ותיקונה הוא אחד מהיעדים החינוכיים המרכזיים בבניית פרויקט.

תיעוד

- חלק חשוב בתהליך העבודה על פרויקט הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על הסטודנט לנהל מסמך תיעוד (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו רישום מדויק הכולל את הנושאים הבאים:
- ✓ ניהול יומן פעילות בו יהיה רשם, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
 - ✓ על הסטודנט לתעד את הדמיות המעגלים שביצע ואת תוצאות המדידות שהתקבלו באמצעותן.
 - ✓ על הסטודנט לצלם את המעגל לאחר כל אחד משלבי הבנייה ולתעד בכתב ובצילום את המדידות שביצע, מוצע גם בווידאו.
 - ✓ הסטודנט יפרט בכתב את ההבדלים, אם קיימים כאלה, בין תוצאות המדידות בפועל לתוצאות בהדמיה ויסביר את מקורם.
 - ✓ יש לתעד את שינויים בסטייה מהתכנון המקורי, לפרט כל שינוי כזה ולהסביר את סיבותיו.
 - ✓ על הסטודנט לתעד את התקלות שהופיעו במעגל, כיצד אותרו ותוקנו.
 - ✓ בסיום בניית הפרויקט יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הפרויקט בפעולה.
 - ✓ התייעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט (ראה פרק 2 להלן) וישמש את בוחן/בוחני הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.

סיכום והפקת לקחים

בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו ייקחו חלק המנחה והסטודנט. בדיון יסקרו השלבים השונים ותהליך העבודה על הפרויקט, כולל השלבים בהם הופיעו תקלות ובעיות. בדיון תהיה התייחסות לשאלה: "לו היית מתחיל היום את העבודה, לאור הניסיון שצברת מה היית משנה בתהליך העבודה, במעגלי החומרה ובתוכנת הפרויקט שנבנתה?" - על הסטודנט לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את תהליך העבודה על הפרויקט. על המסמך להציג את המפרט הטכני המייצג את המבנה, אופן פעולתו ותהליך בנייתו של הפרויקט. החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

לנוחות מנחה הפרויקט והסטודנטים מצ"ב קישור למסמך המרכז את דרישות התיעוד כמסמך תבנית

שעליו ניתן לעבוד תוך כדי העבודה על הפרויקט. לקישור לחצו [כאן](#)

מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה:

ניקוד	פירוט	מרכיב ראשי
10	יישום מלא של דגם תוצר עובד.	מידת מורכבות, תקינות פעולה, נראות אסתטית וגימור של פרויקט (30%)
10	נראות אסתטית וגימור של פרויקט.	
10	מורכבות הפרויקט בדגש על התמודדות הסטודנט עם טכנולוגיות חדשות או ייחודיות, פרויקטים בעלי סיכונים פתוחים / מחקריים.	
10	יכולת להסביר אופן פעולה של הרכיבים והפרוטוקולים המתקשרים איתם.	בקיאות בנושא הפרויקט (50%)
15	יכולת לבצע שינויים בקוד התוכנית, להדר, לצרוב ולהריץ אותו. (כולל שינוי חומרה, ללא מימוש בפועל)	
15	שימוש והבנה ברכיבים ופרוטוקולים עדכניים, כולל היכולת להסביר את ספריות השירות שבהם השתמש כולל היכולת לקשר בין העקרונות של הפרוטוקול ליישום שלו בתוכנה * למען הסר ספק נדרש מהסטודנט להבין את תוכנות השירות/הפעולות/המחלקות/הפונקציות שבהם השתמש ליישום הפרויקט ללא קשר לזהות כותב הקוד.	
10	היכולת של הסטודנט להבין עקרונות מדעיים, מתמטיים, עיצוביים, טכנולוגיים והנדסיים הקשורים לפרויקט שבנה, הצורך או הבעיה.	
3	התייחסות הסטודנט לנושא: חקר, תכנון, ניתוח, שיקולי תכנון וחישובים.	איכות חוברת העבודה (מידת)

2	אסתטיקה ומבנה כללי (דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, תקציר, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים)	ההתאמה לדרישות המצוינות בקריטריונים לביצוע פרויקטים (20%)
2	גוף החוברת (תקציר, תרשים מלבנים והסבר, תרשים חשמלי והסבר, תוכנה, רפלקציה)	
8	תיעוד הלמידה (עבור כל אחד ממרכיבי הפרויקט) - הסבר תפקיד ופעולת הרכיבים, תיעוד קוד התוכנה שבעזרתם נבדקו, תרשימי חשמליים, תקלות, שינויים מדידות.	
5	תיעוד ביצוע מדידות רלוונטיות בדגש על צילום המדידה, הצגת מעגל הנמדד, תיעוד וניתוח התוצאות.	
100	סה"כ:	

הזמנת בוחנים ותיאום מועד בחינות ההגנה/מעבדה

- הזמנת הבוחנים תתבצע ע"י רכז בגרויות על פי הנחיות של אגף בחינות. על הרכז מגמה לבדוק את הזמנת הבוחנים ורשימת נבחנים עדכנית מול רכז בגרויות.
- כתב המינוי ישלח לבית-הספר ולבוחנים על-ידי אגף בחינות.
- על מרכז המגמה לתאם עם הבוחנים את מועד בחינת ההגנה/ בחינת מעבדה אך ורק לאחר קבלת כתב מינוי.
- אין לקיים את הבחינה לאחר המועד שיקבע מדי שנה על-ידי אגף הבחינות.
- על מרכז המגמה לוודא שחוברת הפרויקט תעלה למערכת שילובית שבועיים לפני מועד הבחינה
- על רכז המגמה לשלוח רשימת הניסויים לבוחן שבועיים לפני מועד הבחינה

השתלמויות

בעקבות השינויים שנעשו בתוכניות הלימודים, התקיימו בשנים האחרונות השתלמויות מורים בכל רחבי הארץ בהיקף משמעותי. השתלמויות אלו מהוות את התשתית הפדגוגית והטכנולוגית של המגמה שלנו. בשנה"ל תשפ"ב נמשיך ונקדם השתלמויות נוספות במטרה לחזק בעיקר את הידע הפדגוגי הקשור ללמידה בסביבת פרויקטים ולהעמיק בתוכניות הלימודים החדשות.

פרטים בנוגע למועדי ההשתלמויות והנושאים יפורסמו במהלך השנה באתר האינטרנט של המגמה בכתובת: <https://edu.gov.il/tech/electronics> (מידע למורה - < השתלמויות) ובאתר מוקד מקצוע בכתובת: <http://moked.education.gov.il/> (השתלמויות)

הצטיידות

את תקני הצטיידות במקצוע המוביל אלקטרוניקה ומחשבים (11.00) ובמקצוע ההתמחות מערכות אלקטרוניות (11.40) תוכלו למצוא בטבלת תקני הציון של המגמות הטכנולוגיות באתר המנהל למדע וטכנולוגיה (בשורה של מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים).

הגשת מועמדות להתמנות כבוחן/ מעריך

כל מורה המעוניין להתמנות כבוחן/ מעריך בשנה"ל תשפ"ד, עליו למלא את **השאלון המצורף עד לתאריך 31.12.2023 ובמקביל להגיש מועמדות במרב"ד**. התאמת הבוחן נקבעת על ידי ועדת ההיגוי ועל פי קריטריונים הנמצאים במוקד מקצוע.

נוהל הגשת ערעורים

ערעורים יש להגיש בהתאם להנחיות אגף הבחינות

בברכת שנה"ל פורייה,
שלומי אדמונד אחנין
מפקח מרכז על מגמת
הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
והמגמה המדעית-הנדסית

העתק: דר' אהרון שחר, מנהל אגף טכנולוגיה