

משרד החינוך

המינהל למדע ולטכנולוגיה

הפיקוח על מגמת הנדסת חשמל

ד' אלול, תש"פ
24 אוגוסט 2020

אל:

מרכזי מגמה ומורים
במגמת הנדסת חשמל

שלום רב,

הנדון: שנת הלימודים תשפ"א במגמת הנדסת חשמל

המסמך מהווה הנחיות לשנת הלימודים תשפ"א בהקשר לתוכניות הלימוד בתיכון ובמכללות, מערך ההיבחנות, קריטריונים לביצוע פרויקטים ומדיניות במגמת הנדסת חשמל.

(1) לימודים בצל מגפת הקורונה:

לצערנו, בשנה"ל תש"פ, בתחילת חודש מרץ פרצה מגפת הקורונה ועקב כך נאלצנו להפסיק את שגרת הלימודים המסורתית והתחלנו ללמד באופן מקוון. למידה מרחוק מהווה אתגר למורים ולתלמידים. למרות זאת, תלמידי מגמת הנדסת חשמל, היחידים מבין כל המגמות הטכנולוגיות, ניגשו לבחינות הבגרות החיצוניות במקצוע המוביל ובמקצוע ההתמחות. **שנה"ל תשפ"א נפתחת לפי המתווה של משרד החינוך, שבו תלמידי הכיתות ה'-יב' ישלבו למידה מרחוק ולפחות יומיים של למידה במוסדות החינוך.**

(2) מיקוד במקצוע המוביל לשנה"ל תשפ"א

באתר משרד החינוך "[לומדים בביטחון](#)" התפרסם מיקוד לימודי לשנה"ל תשפ"א. המיקוד מתייחס למקצוע המוביל ומכיל המלצות לשיטות ההוראה וחומרי לימוד. המיקוד מופיע בכותרת "[חינוך טכנולוגי > מערכות בקרה ואנרגיה](#)". בהמשך יפורסם מיקוד למקצוע ההתמחות, במסגרת הנחיות לביצוע פרויקטים ודגשים להיבחנות. **דגשים או מיקוד לבחינות בגרות במקצוע מוביל יפורסמו בהתאם להנחיות משרד החינוך.**

(3) מרכזים טכנולוגיים

אנו פועלים לפתיחה של שני מרכזים טכנולוגיים בטיבה ובאשדוד, אשר יהיו מרכזי העשרה חוץ בית ספרית עבור תלמידינו. המרכזים יכילו הצטיידות המתקדמת ביותר בנושאי חשמל חכם, בית חכם ואנרגיה מתחדשת. מטרת המרכזים, לאפשר לתלמידי המגמה בתיכון ובמכללה להתנסות עם מערכות מתקדמות המדמות את העבודה בתעשייה.

(4) שיתופי פעולה עם התעשייה

אנו פועלים בשיתוף פעולה עם מספר חברות, מהמובילות במשק, אשר יסייעו בחידוש תוכניות הלימודים והתאמתן לצרכי התעשייה, הכשרת מורים והקמת המרכזים הטכנולוגיים. במהלך שנה"ל ישובץ מלווה (מנטור) מתעשייה, תחילה למספר בתי ספר, שילווה את צוות המגמה והתלמידים במתן יעוץ, הדרכה בהנחיית פרויקטים ונושאים מתקדמים הקיימים בתעשייה.

(5) תעשיידע

במהלך הלימודים תינתן אפשרות לתלמידים להצטרף לקורסי העשרה וקורסים הרלוונטיים לשירות העתידי בצבא (בהתאם להנחיות משרד החינוך).

(6) שיתופי פעולה עם צבא

במהלך שנה"ל תשפ"א, תלמידי המגמה יקיימו סיורים בבסיסי הצבא השונים, בהתאם לשיוך החיילי של בית הספר. יתקיימו מפגשים עם חיילי וקציני החיל ויקבלו עזרה לימודית באמצעות מדריך בית ספרי.

(7) זכאות לקבלת רישוי חשמלאי

בוגרי מגמת הנדסת חשמל זכאים לקבלת רישוי של משרד העבודה – חשמלאי עוזר, חשמלאי מעשי, חשמלאי מוסמך, חשמלאי-טכנאי או חשמלאי-הנדסאי. בתיכון – היקף הרישוי מותנה בעמידה בדרישות של משרד העבודה ובאיכות התעודה הטכנולוגית (מס' יח"ל במקצוע המוביל ובמקצוע ההתמחות). במכללה – אפשרות להגשת בקשה לרישיון חשמלאי, רק לאחר עמידה בכל דרישות הלימודים וקבלת דיפלומת טכנאי/הנדסאי. התקדמות בין דרגות הרישוי – בכפוף להנחיות משרד העבודה. רכזי מגמות מתבקשים לעודד את התלמידים להגיש בקשה לקבלת רישיון לעסוק בביצוע עבודות חשמל, לטופס מקוון לחץ כאן.

(8) מסלול טו"ב במגמה

הקריטריונים ותנאי הקבלה למסלול טו"ב מפורטים באתר של משרד החינוך : <https://edu.gov.il/tech/Technical-colleges/tov/Pages/opening-tov.aspx> במהלך שנה"ל תשפ"א תתבצע בקרה ובדיקת העמידה בדרישות הסף בקבלה למסלול, אי עמידה בקריטריונים עשוי לגרור סגירת המסלול.

(9) תנאי קבלה לכיתות יג', יד'

דרישת הסף של תנאי הקבלה ללימודים, על-פי חוקת הזכאות החדשה (ראו חוזר מנכ"ל תשעו/4(א)) 3.1-51 סעיף 4 - תעודות הסמכה בחינוך טכנולוגי מקצועי) היא זכאות לתעודת הסמכה טכנולוגית 2.1 לפחות, במגמת הנדסת חשמל בלבד. להלן פירוט תנאי קבלה לכיתה יג' :

1. ציון 55 לפחות במקצועות:

- מבוא מדעי/מדע וטכנולוגיה לכל - הערכה בית ספרית (90 ש')
- 3 יח"ל במקצוע מוביל
- 3 יח"ל במקצוע ההתמחות

2. תעודת בגרות מלאה או בגרות חלקית (במסלולים ייחודיים), הכוללת ציון 55 לפחות, במקצועות:

- 3 יח"ל מתמטיקה
- 3 יח"ל אנגלית
- עברית / ערבית, הערכה פנימית בהיקף של 90 שעות או 1 יח"ל

אין לקבל לכיתה יג' תלמידים שלא עומדים בתנאי קבלה לפי הסעיפים 1+2 שלעיל .

10) **נהלי נבחני משנה** – תלמיד יוכל לגשת כנבחן משנה לבחינות במקצוע המוביל (שאלונים 845381, 845387, 845282) או מקצוע ההתמחות (שאלונים 848387, 848589) רק אם יתקיימו התנאים הבאים:

1. התלמיד לומד בבית הספר במגמת הנדסת חשמל באותה שנה שהתלמיד מבקש להיבחן כנבחן משנה.
 2. התלמיד למד במגמת הנדסת חשמל וסיים את לימודיו בכיתה יב' בהיותו תלמיד במגמה (כלומר דווח במערכת הדיווח של החינוך הטכנולוגי).
 3. **נבחני משנה טרום רפורמה** – התלמיד למד במגמת הנדסת חשמל וסיים את לימודיו בכיתה יב' בהיותו תלמיד במגמה (כלומר דווח במערכת הדיווח של החינוך הטכנולוגי).
תתאפשר היבחנות במקצוע המוביל (שאלונים 845381, 845282) בלבד.
- 11) **מינוי בוחני פרויקטים** – מינוי בוחני פרויקטים יעשה ע"י ועדת היגוי בהתאם לקריטריונים שיפורסמו בהודעה נפרדת.

תיכון – מקצועות הוראה ושיטות היבחנות:

1. מקצוע מוביל – מערכות חשמל:

1.1 **תוכנית הלימודים.** החל משנת הלימודים תשע"ט כלל בתי הספר מלמדים את המקצוע המוביל על פי תוכנית הלימודים שלהלן:

מקצוע הבחינה	שם מקצוע	י		יא		סה"כ	
		ע	ה	ע	ה	ע	ה
מקצוע מוביל מערכות חשמל	<u>תורת החשמל</u>	2	2	5	4	7	6
	<u>יסודות התכנות בסביבת מערכת משובצת מחשב</u>	2	2	0	0	2	4
	<u>מערכות ספרתיות</u>	2	1	1	0	3	1
	סה"כ	6	5	6	4	12	9
						סה"כ	

1.2 שיטות ההיבחנות במקצוע מוביל

5 יח"ל לפי שאלונים הבאים:

70% (3 יח"ל) יינתן באמצעות הערכה חיצונית – שאלון 845381.
30% (השלמה ל- 5 יח"ל) יינתן באמצעות הערכה בית ספרית – שאלון 845283 או הערכה חיצונית – שאלון 845282.

3 יח"ל לפי שאלונים הבאים:

שאלון 845381 - 70% (3 יח"ל) יינתן באמצעות הערכה חיצונית.
שאלון 845387 – השאלון מיועד למספר מצומצם של בתי ספר עם עדיפות לבתי-ספר תעשייתיים ומח"טים באישור מפמ"ר בלבד.
את הבקשות לקבלת אישור ההיבחנות בשאלון 845387 יש להגיש באתר מוקד מקצוע.

1.3 הרכב שאלונים:

1.3.1 מרכיב ההערכה החיצונית בכתב – שאלון 845381 שמשקלו 70%

התכנים של מרכיב זה, הם כל הנושאים המופיעים בתכניות הלימודים מלבד אלה הכלולים במרכיב הערכה הבית ספרית שפורט לעיל בסעיף 3

הרכב הבחינה החיצונית:

פרק ראשון: תורת החשמל זרם ישר, קבלים – ארבע שאלות

פרק שני: תורת החשמל זרם חילופין, רשת תלת מופעית – ארבע שאלות

פרק שלישי: מערכות ספרתיות - שתי שאלות

שימו לב: הבחינה בכתב תכסה גם את נושאי הלימוד ההתנסותי, רשימת ניסויי המעבדה במערכות חשמל אחידה ואינה מאפשרת בחירה.

יש לענות על חמש שאלות בסה"כ: שתי שאלות מפרק 1, שתי שאלות מפרק 2 ושאלה אחת מפרק 3.

משך הבחינה – 3 שעות.

חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון, וכן כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

הערה: השנה, על-פי מיקוד הלמידה שפורסם, לא תופיע שאלה במגנטיות.

1.3.2 מרכיב ההערכה הבית-ספרית - שאלון 845283 שמשקלו 30%

במסגרת היבחנות בשאלון 845283 ישנן מספר אפשרויות:

- בחינה בכתב על חומר הנלמד

- עבודת חקר

- מטלת ביצוע (פרויקטון, ביצוע ניסויים)

המלצת צוות הפיקוח לקיים את הבחינה במתכונת בחינת פרויקט. לשם כך יש להעלות הצעת פרויקטון באתר מוקד מקצוע. פרטים על הנושא יישלחו בהקדם.

1.3.3 מרכיב ההערכה החיצונית בכתב - שאלון 845282 שמשקלו 30%

שאלון זה, מערכות חשמל – מוגבר, מיועד לבתי ספר שאין להם אפשרות להערכה בית ספרית או נבחנים אקסטרנים המעוניינים לבצע השלמה ל- 5 יח"ל.

מבנה השאלון:

פרק ראשון: יסודות התכנות בסביבת מערכות משובצות מחשב – שתי שאלות

פרק שני: תורת החשמל: זרם ישר, זרם חילופין ורשת תלת מופעית – שלוש שאלות

פרק שלישי: מערכות ספרתיות - שתי שאלות

יש לענות על ארבע שאלות בסך הכל: שאלה אחת לפחות מכל פרק.

משך הבחינה –שעתיים.

חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון, וכן כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

1.3.4 מרכיב ההערכה על ידי בוחן חיצוני - שאלון 845387 שמשקלו 70%

למען הסר ספק, בתי ספר המעוניינים להמיר את הבחינה החיצונית 845381 בבחינה זו,

חייבים לקבל אישור מפמ"ר.

הבוחן ירכיב את השאלון העיוני מתוך [מאגר שאלות המופיע בקישור](#), וחייב לקבל את

אישור הפיקוח.

רכז המגמה יוודא מול הבוחן שהשאלון העיוני קיבל את **אישור הפיקוח**.

הרכב הבחינה:

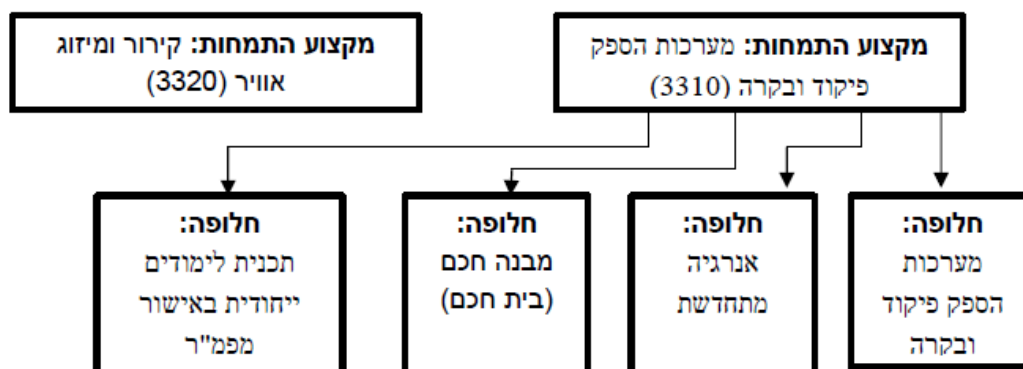
מרכיב 1 – ניסוי חובה בחשמל ומערכות ספרתיות – 50%

מרכיב 2 – שאלון בכתב – 50%

לפרטים נוספים על הרכב הבחינה לחץ [כאן](#)

2 מקצוע התמחות - מערכות הספק פיקוד ובקרה:

מבנה ההתמחויות והחלופות במגמה:



2.1 תכניות הלימודים.

להלן תוכניות לימודים וחלוקת שעות במקצועות התמחות:

שם מקצוע	מס' שעות לימוד בכיתה י"א	מס' שעות לימוד בכיתה י"ב	סה"כ
מתקני חשמל ומערכות הספק	---	2 - ש"ש עיוני 2 - ש"ש התנסותי	4
המרת אנרגיה	---	3 - ש"ש עיוני 1 - ש"ש התנסותי	4
בקרים ומערכות ממוחשבות	---	3 - ש"ש עיוני 1 - ש"ש התנסותי	4
בטיחות במתקני חשמל הנחת פרויקטים	2 - ש"ש עיוני	1 - ש"ש עיוני 1 - ש"ש עיוני 2 - ש"ש התנסותי	6
סה"כ שעות	2 - ש"ש עיוני	10 - ש"ש עיוני 6 - ש"ש התנסותי	18

החל משנה"ל תשפ"א חובה ללמד את מקצוע הבטיחות בחשמל. חוברת עזר בנושא תפורסמה בקרוב באתר מוקד מקצוע ואתר המגמה.

קישורים לתוכניות הלימודים במגמת הנדסת חשמל:

- [מגמת הנדסת חשמל בהתמחות מערכות הספק פיקוד ובקרה](#)
- [מגמת הנדסת חשמל בהתמחות מערכות בקרת אקלים](#)

2.2 תכנית ההבחנות במקצוע ההתמחות – תיכון

בהמשך לתהליך טיוב הפרויקטים החל משנה"ל תשפ"א יבוצעו הפעולות הבאות:

- בוחני פרויקטים ישובצו החל מתחילת שנת הלימודים במטרה לבצע בקרה תהליך ביצוע הפרויקטים, ולא רק התוצר הסופי.
 - אישור הצעות פרויקט יינתן ע"י בוחן פרויקטים שישוּבץ לבית הספר.
 - מספר פרקים בחוברת הפרויקט יוגשו באתר מוקד מקצוע לפי לוח הזמנים הבא:
- הצעות פרויקט בסיסית יש להגיש לאתר מוקד מקצוע עד לתאריך 1/11/20**
- הצעת פרויקט מפורטת, שתכלול שרטוט אדריכלי ומיקום צרכנים ולפחות שני פרקים מתוך ספר הפרויקט יש להגיש עד לתאריך 1/1/21 לאתר מוקד מקצוע
- שאלון 848589 - הצעות פרויקטים ברמה של 5 יח"ל **תוגשנה לאישור באתר מוקד מקצוע.**
- שאלון 848387 - הצעות פרויקט ברמה של 3 יח"ל יאושרו ע"י רכזי המגמות אחריות על רמת הפרויקט והתאמתו לקריטריונים מוטלת על מרכז מגמה. חובה להגיש הצעות פרויקט באתר מוקד מקצוע. רמת הפרויקט מהווה חלק מציון בחינה ותוערך ע"י הבוחן.

2.3 קישור להנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים – תיכון:

[הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במגמת הנדסת חשמל](#)

2.4 מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים – תיכון:

מרכיב ראשי		פירוט	מספר הנקודות לכל מרכיב	
			עבודת גמר (5 יח"ל)	פרויקט גמר (3 יח"ל)
חוברת העבודה, המערכת ופעולתה, תכנון, בקיאות בנושא הפרויקט 50%		<u>הצעת הפרויקט</u> הצעת פרויקט מפורטת, שתכלול שרטוט אדריכלי ומיקום צרכנים ולפחות שני פרקים מתוך ספר הפרויקט שהוגשה עד לתאריך 1/1/21 באתר מוקד מקצוע	10	ללא ניקוד
		<u>אסתטיקה ומבנה כללי</u> דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים, עימוד, גודל פונט אחיד, שוליים	ללא ניקוד	10
		<u>גוף החוברת ואיכות התיעוד</u> שרטוט אדריכלי, שרטוטי לוחות, הסברים, נוסחאות וחישובים יומן עבודה, רפלקציה (5 יח"ל)	15	15
		בקיאות בנושא הפרויקט	25	25
דגם / ניסוי במעבדה ביצוע, בקיאות בנושא 25%		דגם בנוי עובד / ביצוע הניסוי	10	15
		בקיאות בעקרון פעולת הדגם / ניסוי	10	5
		מסמך תיעוד לדגם / דוח מסכם	5	5
בקיאות במרכיב העיוני		<u>כרטיסיה :</u> 4 שאלות מתוך 6	25	25

			בנושא המרת אנרגיה ובטיחות בחשמל 25%
100	100		סה"כ:

4. מכללות י"ג-י"ד:

4.1 תכניות לימודים

להלן קישורים לתוכניות הלימודים במגמת מערכות בקרה ואנרגיה:

- [מגמת הנדסת חשמל בהתמחות מערכות הספק, פיקוד ובקרה - טכנאים](#)
- [מגמת הנדסת חשמל בהתמחות מערכות הספק, פיקוד ובקרה - הנדסאים](#)

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

הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ג - טכנאי:

- בחינה במקצוע הגרעין, שאלון 733001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, שאלון 733911.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, הערכה ע"י מעריך חיצוני, שאלון 733915.
- בחינה הגנה על פרויקט גמר, הערכה ע"י מעריך חיצוני, 733917.

הערכה חיצונית לסטודנטים המסיימים מסלול לימודים בכיתה י"ד - הנדסאי:

כיתה י"ג

- בחינה במקצוע הגרעין, שאלון 733001.
- בחינה במקצוע ההתמחות, שאלון 733911.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, הערכה ע"י **מעריך פנימי** (ללא דיווח למרב"ד) .

כיתה י"ד

- בחינה במקצוע הגרעין, שאלון 733003.
- בחינה במקצוע ההתמחות, שאלון 733913.
- בחינה בהתנסות ובמעבדה, הערכה ע"י מעריך חיצוני, שאלון 733916.
- הגנה על פרויקט גמר להנדסאי, הערכה ע"י שני מעריכים חיצוניים, שאלון 733918.

4.3 קישור להנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במכללה:

[הנחיות לביצוע עבודות גמר ופרויקטים במגמת הנדסת חשמל](#)

4.4 מפתח הערכה לעבודות גמר ופרויקטים במכללה:

מרכיב ראשי	פירוט	ניקוד
חוברת העבודה, 25%	<u>אסתטיקה ומבנה כללי</u> דף שער, הצהרת הסטודנט, הגדרת הפרויקט, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים, עימוד, גודל פונט אחיד, שוליים	10
	<u>גוף החוברת ואיכות התיעוד</u> שרטוט אדריכלי, שרטוטי לוחות, הסברים, נוסחאות וחישובים	15
שיקולי תכנון המערכת 35%	יכולת להסביר את שיקולי התכנון במתקן.	35
בקיאות בנושא העבודה/פרויקט 40%	יכולת להסביר את החישובים, התוצאות והשרטוטים המופיעים בספר הפרויקט.	40
סה"כ:		100

5. הצטיידות

בקשת הצטיידות מוגשת לחברת טלדור והנוהל עבודה הוא כדלקמן:

- בי"ס מגבשים רשימת ציוד לפי התקנים המאושרים שפורסמו באתר [המינהל למדע וטכנולוגיה](#).
- לאחר גיבוש הרשימה בי"ס ממלא [טופס מס' 5](#) ושולח אותו למוקד הבקרה לבדיקה ואישור לכתובת: shanima@taldor.co.il.
- מוקד הבקרה עובר על רשימת הציוד, מציין את הערות הרלוונטיות לפריטים כגון: תקין, לא תקין, לא נמצא בתקנים ועוד.
- לאחר בדיקת הציוד ע"י מוקד הבקרה הרשימה עוברת לאישור המפמ"ר.
- מוקד הבקרה שולח אישור רכישה לרשות/בי"ס.
- בי"ס/רשות רוכשים ושולחים למוקד הבקרה חשבונית לבדיקה.
- מוקד הבקרה שולח לרשות דוחות להחתמה בהתאם לחשבונית.
- מוקד הבקרה בודק את הדוחות ומעביר לחתימה סופית ושחרור הכספים ממשרד החינוך.

את תקני הצטיידות במערכות חשמל (33.00) ובמערכות הספק, פיקוד ובקרה (33.10) תוכלו למצוא [בטבלת תיקני הצטיידות הנמצאת באתר המגמה](#).

6. השתלמויות מורים:

במהלך השנה נקיים השתלמויות פרונטליות (כמובן בהתאם למצב) והשתלמויות מקוונות פרטים נוספים יפורסמו באתר האינטרנט של המגמה בכתובת: <https://edu.gov.il/tech/energy> ובאתר מוקד מקצוע בכתובת: <http://moked.education.gov.il/>
באחריות הרכזים לדאוג שהמורים במגמה ישתלמו בנושאים חדשים.

7. צוות בקרה

בשנה"ל תשפ"א ייבחרו מספר בתי ספר על פי מספר מדדים לביקור המפמ"ר וצוות בקרה. במסגרת הביקור נשמח ללבן את הסוגיות הבאות:

- הטמעת תוכנית הלימודים החדשה בבית הספר בדגש על התהליכים הפדגוגיים.
 - רמת הידע של התלמידים וההישגים הלימודים בבחינות החיצוניות.
 - השתתפות מורים של בית הספר בהשתלמויות.
 - כמות שעות הלימודים שלומד כל תלמיד במגמה.
- בתי הספר יקבלו הודעה כשבועיים מראש .

בברכת שנה"ל פורייה, מוצלחת ובריאה,

אירנה ליברמן
ממונה (הוראת מגמה – הנדסת חשמל)
מינהל מדע וטכנולוגיה
משרד החינוך