



**המינהל למדע וטכנולוגיה
משרד החינוך**

תכנית לימודים למקצוע התמחות

תת התמחות צמ"ה

סמל מגמה 3710

מועד פרסום: שנת הלימודים תשפ"ז 2026

תוכן

1.....	ועדת המקצוע
2.....	רציונל
2.....	סביבת הלמידה
3.....	מערך שעות הוראה תחבורה מתקדמת
3.....	תת התמחות צמ"ה 3710
4.....	עיקרי התכנית
6.....	המקצוע הנלמד: מנועים והעברת הכוח
12.....	המקצוע הנלמד: חשמל ואלקטרוניקה
15.....	המקצוע הנלמד: מערכות תקשורת בציוד מכני הנדסי – צמ"ה - (כיתה יב')
16.....	רשימת מקורות מומלצת

ועדת המקצוע

מפמ"ר / יו"ר הועדה מר עדן נסים מפמ"ר מגמת תחבורה מתקדמת

עורך מדעי ויועץ אקדמי פרופ' ראובן כץ הפקולטה להנדסת מכונות טכניון

מרכזי הועדה עומר בן ארוש, יוסי ברגיג - מדריכים ארציים

חברי הועדה ד"ר אהרון שחר - מנהל אגף מגמות טכנולוגיות
ד"ר סא"ל - שלום נח - ראש תחום תכנון קד"צ וכ"א חובה
רס"ן - תומר כהן - ראש מדור עתודה טכנולוגית ולימודים
עודד רייכספלד - מנהל מקצוע במגמה
מוטי שמכה - מדריך ארצי ומרצה במכללות
קובי אביטל - סמנכ"ל מחקר ופיתוח איגוד המוסכים
חגית אליאס - מנכ"לית מומנטום - יבואני הרכב
אייל והבי - מתחלל תחום הצמ"ה - צוות הפיקוח
יוסי קליין - ראש מערך הדרכה ב CAT
ענאן חרבאוי - משרד התחבורה

ייעוץ מקצועי

אלעד דוקראר - מדריך ראשי CAT
בעלי תפקידי פיקוד - אגף טכנולוגיה צ. ה. ל
בעלי תפקידים רלוונטיים מהאקדמיה והמכללות בתחום

רציונל

מגמת תחבורה מתקדמת היא מגמה מתפתחת המתקיימת בסביבת למידה רב תחומית, חדשנית ומרתקת שמטרתה לקדם את התלמיד ואת דרכי החשיבה שלו בסביבת הרכב החכם והתחבורה החכמה.

המגמה קמה כדי לשמש בית לבני ובנות נוער שיש להם משיכה לתחום ההנדסי טכנולוגי בכלל ולתחום הרכב והתחבורה החכמה בפרט להעמיק בתחום, לחקור אותו ולהכיר אותו מהיבטים שונים ומגוונים. אנו מאמינים כי סביבת הלמידה במגמה תהווה פלטפורמה יישומית מעניינת ומעודכנת ללמידת מערכתית של תחומים שונים בסביבה מאתגרת ומתחדשת. בוגרי המגמה יהיו אנשים עם ראייה מערכתית רחבה, יכולת למידה עצמית, יכולת עבודה בצוות שיוכלו להתמודד עם אתגרי הרכב החכם והתחבורה החכמה. הם יוכלו להשתלב בתחום זה המתפתח באופן סינגולרי שהופך מדי יום את מה שהיה פעם בגדר חלום למציאות. ההתמחות הינה חמש שנתית וניתן להמשיך את לימודי ההתמחות בלימודים על תוכונים כיתות יג'-יד' טכנאים והנדסאים.

תת התמחות צמ"ה הינה התמחות שבאה בעקבות התפתחות תחום הצמ"ה והמינהור בארץ ובצה"ל בפרט נולד הצורך בהכשרת אנשים מיוחדים לטיפול בנושא מאתגר זה.

סביבת הלמידה

סביבת הלמידה במגמה היא סביבת התנסות בה התלמידים מכירים את תחומי הרכב החכם והתחבורה החכמה. סביבת הלמידה כוללת דגמים, תוכנות הדמיה וגם תוכנות מקצועיות החושפות את הלומדים למערכות רכב החכם בגישת רב תחומית. התלמיד ילמד בכיתה שהיא מעבדה וסדנת לימוד.

במסגרת המקצוע המוביל יעמיקו התלמידים את הידע בהנדסת התחבורה כך ששתי תכניות הלימודים משלימות זו את זו. בתום הלימודים, יגישו התלמידים בקבוצות תלמידים עבודה גמר ברמה של 5 יחידות.

בפרק ההתמחות, יכול בית הספר להתמחות בתחום מסוים. תחום זה חייב להיות קשור לאחד מתחומי התחבורה החכמה לסוגיה, ביבשה בים ובאוויר. לשם כך, על בית הספר להגיש לאישור הפיקוח תכנית לימודים תלת שנתית, לפני הפעלתה. תכנית זו צריכה להתאים לבית הספר והחזון החינוכי שלו.

מערך שעות הוראה תחבורה מתקדמת תת התמחות צמ"ה 3710

סה"כ			כיתה יב'		כיתה יא'		כיתה י'		
סיכום	ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
מקצוע מוביל - מדעי התחבורה מתקדמת 18 ש"ש									
13	4	9	-	3	2	3	2	3	יסודות התחבורה החכמה
5	-	5	-	1	-	2	-	2	אוריינות אוטומוטיבית
מקצוע התמחות – יישומי אוטו-טק 21 ש"ש									
4	2	2	-	-	1	1	1	1	חשמל ואלקטרוניקה
2	-	2	-	2	-	-	-	-	מערכות תקשורת בכלי הצמ"ה
12	6	6	2	2	2	2	2	2	מנועים והעברת הכח בצמ"ה
2 עיוני 1 התנסותי *3	-	-	-	-	-	-	-	-	התנסות טכנולוגית לבחירה ביה"ס בתיאום עם הפיקוח
	12	24	2	8	5	8	5	8	סיכום כללי
39	36		10		13		13		סיכום

*התנסות טכנולוגית (עיוני והתנסותי) לבחירת בית הספר בתיאום עם הפיקוח ניתן
לשבץ בכיתה י' או יא' (בתחום הצמ"ה בלבד)

עיקרי התכנית

כיתה י'

מבוא לצמ"ה – הכרת משפחות כלי הצמ"ה, מחברים וכלי מדידה

- א. כלי זחל
- ב. כלי אופניים
- ג. ציוד זעיר

1. מנועים והעברת הכוח - 60 שעות עיוני, 60 שעות התנסות

- 1.1 מנועי דיזל בכלי הצמ"ה
- 1.2 מע' עזר למנוע הכלי - קירור, שמן, יניקה ופליטה, דלק.
- 1.3 מצמדים בכלי הצמ"ה
- 1.4 תמסורות בצמ"ה
- 1.5 גל הינע והינע סופי מבנה פלנטארי

2. חשמל ואלקטרוניקה – 30 שעות עיוני, 30 שעות מעשי

מבוא למערכות חשמל בכלי צמ"ה במתחים שונים 12v - 24v

- 2.1 יסודות החשמל
- 2.2 רכיבים אלקטרוניים
- 2.3 סוגי חישנים והכרתם
- 2.4 ממסרים ושימושם, סולנואיד.
- 2.5 חישובי מתח, זרם ישר, במעגלים שונים
- 2.6 הספק חשמלי
- 2.7 מצברים בציוד מכני הנדסי (צמ"ה)
- 2.8 מערכות התנעה בכלי הצמ"ה
- 2.9 מערכת תאורה בכלי הצמ"ה השונים
- 2.10 סוגי נתיכים

כיתה יא'

1. מנועים והעברת הכוח - 60 שעות עיוני, 60 שעות התנסות

- 1.1 גידוש מנוע מנועי דיזל בכלי הצמ"ה
- 2.1 ניהול מנוע דיזל
- 1.3 אופייני מנוע דיזל בכלי הצמ"ה
- 1.4 מערכת בלמים בציוד מכני הנדסי
- 1.5 מערכת היגוי בצמ"ה – היגוי בעזרת בלימה, היגוי PIVOT.

2. חשמל ואלקטרוניקה – 30 שעות עיוני, 30 מעשי

- 2.1 מערכת טעינה בציוד מכני הנדסי (צמ"ה)
- 2.2 תא הבקרה וההפעלה של המפעיל
- 2.3 ספרות יצרן
- 2.4 בקרת אקלים ומיזוג אוויר בכלי הצמ"ה השונים

כיתה יב'

1. מנועים והעברת הכוח – 60 שעות עיוני, 60 שעות התנסותי

- 1.1 מערכות הידראוליות בכלי צמ"ה
- 1.2 יסודות התרמודינמיקה
- 1.3 כוחות הפועלים על מנגנון הארכובה
- 1.4 חישובי מנוע והעברת חום
- 1.5 המתלה ומסגרת בכלי מכניים הנדסיים
- 1.6 חישובי כוחות הפועלים על כלי הצמ"ה
- 1.7 – 1.11 מעבדות אוטו-טק בצמ"ה

2. מערכות תקשורת בכלי צמ"ה - 60 שעות עיוני

- 2.1 שיטות להעברת נתונים
- 2.2 התפתחות מערכות תקשורת
- 2.3 מושגים בתקשורת
- 2.4 פרוטוקולים שונים
- 2.5 אבחון – ושימוש במערכת דיאגנוסטיקה ET

המקצוע הנלמד: מנועים והעברת הכוח

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה י <u>מבוא לצמ"ה – הכרת משפחות כלי הצמ"ה, מחברים וכלי מדידה</u> א. כלי זחל ב. כלי אופניים ג. ציוד זעיר	3	
1	מנועי דיזל בכלי הצמ"ה (ציוד מכני הנדסי) 1.1 תהליך השריפה במנוע דיזל 1.2 מבנה ועקרונות פעולה של מנוע דיזל 4 מהלכים 1.3 מבנה ועקרונות פעולה של מנוע 2 דיזל 1.4 מנגנון הארכובה - מבנה והסבר 1.5 מנגנון השסתומים - מבנה והסבר 1.6 מערכות יניקה ופליטה בכלי הצמ"ה	10	15
2	מע' עזר למנוע הכלי – קירור, שמן, דלק: 2.1 מערכת קירור בכלי צמ"ה השונים 2.2.1 - שיטות קירור – מים- והסבר כללי ומבנה החלקים של מערכת הקירור, טמפרטורה אופטימלית של חלקי המנוע 2.2.2 ויסות מערכת הקירור, מד טמפרטורה, מתקן התראה 2.2.3 מע' קירור מתקדמות – 2 תרמוסטטים. 2.2.4 נוזל הקירור 2.2.5 תקלות ובדיקות 2.3 מערכת סיכה בכלי הצמ"ה - חיכוך - הסבר כללי 2.3.1 חיכוך סטטי, חיכוך קינטי, חיכוך החלקה, חיכוך גלגול 2.3.2 שמני סיכה סוגי שמנים ותפקידם 2.3.3 תכונות רצויות של שמן הסיכה 2.3.4 תוספים לשיפור תכונות השמן 2.3.5 תקנים לציון צמיגות השמן ודרגת הטיב 2.3.6 סוגי מערכות סיכה בכלי הצמ"ה 2.3.7 חלקי מערכת הסיכה, מבנה המערכת ואופן פעולה 2.3.8 סוגי משאבות שמן - משאבות גלגלי שיניים, משאבות מסוג סבבת ומשאבה בעלת ספיקה משתנה 2.3.9 סוגי מדי לחץ שמן - מכני, חשמלי 2.3.10 מערכת PCV – אוורור בית גל הארכובה	15	15

3710 - תת התמחות צמ"ה – תשפ"ז

6	8	מצמדים בכלים המכניים ההנדסיים (צמ"ה) 3.1 סוגי מצמדים 3.2 תפקיד המצמד ומיקומו בצמ"ה 3.3 מצמד חיכוך שמש – מבנה, אופן פעולה (חד ודו דיסקי)	3
		3.4 מצמד הידראולי – הסבר כללי 3.5 ממיר מומנט - מבנה ואופן פעולה 3.6 מחלק מומנט בצמ"ה 3.7 תקלות ואיתורם	
14	9	המסורות בכלי המכאניים ההנדסיים (צמ"ה) 4.1 סוגי תמסורות בכלים השונים 4.2 תפקידי התמסורת 4.3 תמסורות בעלת שיניים ישרות, תיבות הילוכים סינכרוניות הסבר מבנה ואופן פעולה 4.4 מערכת פלנטרית עקרונית מבנה 4.5 יחסי מסירה תמסורות כולל חישובים 4.6 תקלות מכניות בתמסורות בכלי הצמ"ה 4.7 תמסורת אוטומטית - הסבר כללי 4.8 תמסורת גל נגדי 4.9 תמסורת בעלת פיקוד אלקטרוני וממחושב 4.10 SMARTRONIC תמסורת בת 12 הילוכים, 24 הילוכים לפנים ולאחור	4
10	15	גלי הינע, הינע סופי ודיפרנציאל בכלי הצמ"ה 5.1 תפקיד גל הינע 5.2 סוגי גל הינע ושימושם 5.3 מבנה גל הינע קרדני וגל הינע יציב 5.4 תקלות העברת התנועה בכלי הצמ"ה 5.5 תפקיד ממסרת הינע סופי 5.6 סוגי ממסרות הינע סופי – בדגש על מבנה פלנטרי 5.7 חישובים בממסרות הינע סופי 5.8 תפקיד הדיפרנציאל 5.9 סוגי הדיפרנציאלים 5.10 אופן הפעולה והמבנה של הינע סופי ודיפרנציאל 5.11 תקלות בממסרת הינע סופי	5
60	60		סה"כ

כיתה יא'		
5	8	גידוש מנועי דיזל בכלי הצמ"ה 6.1 מילוי נפחי 6.2 מהו מגדש ומה תפקידו 6.3 מיקומו של המגדש במנוע 6.4 צורות הנעת המגדש במנועי דיזל 6.5 ויסות מגדש (WestGate) 6.6 מעגל שימון וקירור מגדשים בכלים השונים 6.7 חיבור של מספר מגדשים במקביל, טורבו כפול 6.8 מצנן ביניים ומצנן אחרי גידוש (After cooler)
		6
25	14	ניהול מנועי הדיזל בכלי הצמ"ה השונים 7.1 מערכת דלק במנוע דיזל 7.1.1 הסבר מושגים- ערך קלורי, מס-אוקטן, מס סטן, יחס אויר דלק סוגי תערובות. ניהול מנוע דיזל 7.2 מערכת דלק במנוע דיזל-חללי שריפה במנוע דיזל סקירה כללית 7.2.1 סוגי הזרקות במנוע דיזל מבנה, סוגים והבדלים 7.2.3 מערכות הזרקת דיזל ממוחשבות COMMON RAIL 7.2.4 מבנה ואופן פעולת מערכת ההזרקה בכלי הצמ"ה השונים חיישנים, העברת מידע ומפעילים שונים במערכת. 7.2.5 פיקודים אלקטרוניים בניהול מנוע 7.2.6 זיהום אוויר – גזי הפליטה ממנועי דיזל 7.2.6.1 סוגי הגזים ואופן היווצרותם 7.2.6.2 מדידת גזי פליטה ע"י בדיקת מעשית וניתוח התוצאות 7.2.6.3 מע' לבקרת פליטת מזהמים במנועי דיזל (DPF, SCR)
		7
	9	אופייני מנועי דיזל בכלי הצמ"ה 8.1 ניתוח הגרפים המאפיינים את המנוע – מומנט, הספק ותצורות דלק סגולית ע"פ מערכת הצירים. 8.2 הגורמים המשפיעים על שיפור ביצועי המנוע, כיצד תורמים לטווח גמישות המנוע.
		8

15	15	מערכות בלמים בציוד מכני הנדסי (צמ"ה) 9.1 מהות הבלימה (שינוי האנרגיה הקינטית ליצירת כוחות הפועלים בכוון הפוך לכוון הנסיעה) 9.2 מערכת בלימה הידראולית - עקרון חוק פסקל 9.3 מבנה מערכת בלמים בכלי הצמ"ה - (חלקי המערכת ותפקידם, מעגלי בלימה) 9.4 בלמי דיסק ובלמי תוף הסבר, הבדלים אופן פעולה 9.5 מגבר בלם ומצברי חנקן - תפקיד ואופן פעולה 9.6 תקלות, בדיקות ותיקונים 9.7 מערכות בטיחות ויציבות בכלי צמ"ה (ESP EBD SRS) 9.8 בלם רטוב כולל שסתום פיקוד בלם 9.9 בלם יבש 9.10 בלמי אוויר – מבנה ואופן פעולה 9.11 בלם חנייה אלקטרוני 9.12 רטרדר	9
15	14	מערכות היגוי בציוד מכני הנדסי (צמ"ה) 10.1 תפקיד מערכת ההגה ותכונותיה הרצויות 10.2 סוגי מערכות הגה- מכני, הידראולי, חשמלי ומשולב (הסבר קצר על כל סוג וסקירה על היגוי בכל כלי הצמ"ה) 10.3 היגוי בעזרת בלימה 10.4 היגוי PIVOT 10.5 היגוי דיפרנציאלי 10.6 הגה HUM 10.7 הגה חירום ע"פ סוג הכלי	10
		10.5 הנדסת מערכת ההגה - עקרון אקרמן, טרפזיית היגוי 10.6 ממסרות הגה - חלזונית, סבבת ומוט משונן- מבנה ועקרון פעולה 10.7 זוויות היגוי - תפקיד ומטרות כל זווית 10.8 הגה כוח הידראולי וחשמלי -הסבר ואופן פעולה, מבנה המערכות יתרונות וחסרונות. 10.9 אבחון-תקלות , בדיקות ותיקונים	
<u>60</u>	<u>60</u>	סה"כ	

כיתה יב'			
11	מערכות הידרואליות בכלי הצמ"ה 11.1 מבוא להידרואליקה – קריאת תרשימים 11.2 אימפלימנט והיגוי – אביזרי קצה וכלי עבודה לצמ"ה 11.3 מערכת הידרוסטטית – להנעת כלי צמ"ה	32	20
12	יסודות התרמודינמיקה 12.1 מושגי יסוד - יחידות מידה, צפיפות, לחץ, טמפרטורה, חום 12.2 חוקי הגזים ותכונותיהם- גזים אדיאליים, חוק בוייל מריוט, חוק גיי-לוסק, חוק שרל - חובה תרגילי חישוב 12.3 משוואת החום - חישוב כמות החום 12.4 משוואת מצב הגז - משוואת קלפרון - כולל חישוב 12.5 חום סגולי בנפח קבוע, חום סגולי בלחץ קבוע 12.6 החוק הראשון של התרמודינמיקה - הסבר על אנרגיה הפנימית, משוואת החוק הראשון של התרמודינמיקה - כולל חישוב 12.7 תהליכים תרמודנמיים - במישור P-V (לחץ – נפח) תהליך איזוברי, איזוכורי, איזותרמי, אדייבטי - כולל גרפים 12.8 מחזורי תרמודינמיים: לשרטט במישור לחץ - נפח – (P-V) מחזור אוטו - בעל הוספת חום בנפח קבוע מחזור דיזל - בעל הוספת חום בלחץ קבוע מחזור סבוא - בעל הוספת חום מעורבת	10	
13	הכוחות הפועלים על מנגנון הארכובה 13.1 הסבר על תפקיד מנגנון הארכובה במנוע 13.2 להסביר ע"י תרשים של מנגנון הארכובה הכולל את כל הכוחות הפועלים עליו בעזרת חישובים	4	
14	חישובי מנוע ומאזן החום במנוע 14.1 חישובי ממדי המנוע: נפח המהלך, נפח כולל של המנוע, חישוב יחס דחיסה 14.2 חישובי מומנט והספק היעיל של המנוע 14.3 חישוב לחץ אינדיקטורי ממוצע של המנוע 14.4 חישוב הספק אינדיקטורי, יעיל, ומכני 14.5 חישוב תצרוכת דלק כללית וסגולית 14.6 חישוב נצילות: מכנית, יעילה וכללית	4	

6	5	מערכת המתלה בכלים מכניים הנדסיים (צמ"ה) 15.1 תפקידי המתלה 15.2 סוגי המתלה 15.3 סוגי קפיצים בכלי הצמ"ה 15.4 סוגי מנחתי זעזועים, תפקידים בכלי הצמ"ה 15.5 מייצבים הסבר ותפקיד 15.6 מתלה הידראולי ממוחשב הסבר 15.7 צמיגים - סוגים, מבנה וסימוני הצמיג 15.8 מערכת הזחל בכלי הצמ"ה השונים	15
	5	חישובי כוחות תוך התחשבות באופן פעולת בכלי הצמ"ה 16.1 הכוחות הפועלים על הכלי במצב מנוחה במצב סטטי הסבר בעזרת תרשים המראה את הכוחות, כוח משקל הכלי וכוחות התגובה. חלוקת העומס על הסרנים וחישובם במצב מנוחה. הכוחות המתנגדים לתנועה כולל חישוב: התנגדות האוויר, התנגדות לשיפוע התנגדות לגלגול, התנגדות כוללת 16.2 חישוב הכוחות הפועלים על הכלי במצבי העמסת משקל בכף / בעבודה במצבים שונים (שיפוע/ מישור)	16
8		בדיקות מנוע 17.1 בדיקת לחץ דחיסה 17.2 בדיקת דחיסה יחסית ממוחשבת 17.3 בדיקת לחץ הפוך 17.4 בדיקת תת לחץ במנוע 17.5 מדידות מנוע 17.6 בדיקת 4,5 גזים 17.7 בדיקות במע' הקירור 17.8 בדיקת CO בנוזל הקירור	17
10		מחשב לניהול כלי מכני הנדסי ומשקף תנודות 18.1 התחברות למחשב כלי הצמ"ה השונים והתמצאות בנתוני המנוע והרכב השונים 18.2 ניתוח גרפים של חיישנים בעזרת משקף תנודות	18
6		הכרת והדגמת סוגי העבודות באמצעות צמ"ה	19
5		בדיקת וכיול של מערכת הזחל – מעבדות	20
5		בדיקת רישוי לכלי הצמ"ה השונים – טסט שנתי - מעבדות	21
60	60	סה"כ	

המקצוע הנלמד: חשמל ואלקטרוניקה

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד	
		עיוני	התנסותי
	כיתה י' <u>לפני תחילת לימוד תוכן התכנית יש לבצע סקירה, היכר וייעוד של מערכות החשמל בכלי הצמ"ה לתלמידים V24 ו V12</u>		
1	יסודות החשמל 1.1 מתח, זרם, התנגדות, חיבורי מעגלים בטור, מקביל, מעורב והתנגדות פנימית. 1.2 כללי בטיחות במעבדת חשמל אלקטרוניקה. 1.3 שימוש ברב מודד 1.4 בנייה של מעגלים זרם ישר, יישור זרם ומתח.	7	5
2	רכיבים אלקטרוניים 2.1 סוגי נגדים – טרמיסטור, P.T.C, N.T.C נגד רגיש לאור L.D.R 2.2 טרנזיסטורים 2.3 דיודות, דיודות זנר LED דיודת מבוקרת SCR	2	3
3	סוגי חיישנים והכרתם – אור, חום, השראתי, מגנטי, הול .	1	
4	השראה, מגנטיות ואלקטרו מגנט 4.1 ממסרים ושימושם במעגלים חשמליים בכלי הצמ"ה להפעלת צרכנים שונים (4,5 יציאות N.C, N.O) 4.2 סולנואיד	2	3
5	חישובי מתח, זרם ישר, במעגלים שונים	1	
6	הספק חשמלי כולל חישוב	1	

6	3	מצברים בציוד מכני הנדסי (צמ"ה) 7.1 תפקיד המצבר בכלי הצמ"ה השונים 7.2 נוסחאות טעינה ופריקה של מצברי עופרת וכללי בטיחות בשימושם. 7.3 נתוני מצבר – קיבול, זרם התנעה ובדיקות. 7.4 נוהל חיבור כבלים למצברים בסוגי כלי הצמ"ה השונים 7.5 שיטות לטעינת מצברים שונים 7.6 חיבורי מצבר: טורי, מקבלי ומעורב 7.7 בדיקות מצבר: בעזרת רב מודד, הידרומטר, מד עומס ובעזרת סורק תקלות הערה: יש להתייחס לכלל סוגי המצברים	7
4	3	מערכות התנעה בכלי הצמ"ה השונים 8.1 הצורך במערכת ההתנעה במנועי דיזל 8.2 סוגי מנועים חשמליים – טורי, מקבילי ומעורב כולל אופייניים (גרפים). 8.3 מנוע חשמלי בעל מגנט קבוע ובלתי קבוע. 8.4 מבנה מערכת ההתנעה בכלי הצמ"ה השונים	8

		8.5 מערכת Start – Stop 8.6 קריאת תרשימים של מערכות הבקרה וההפעלה של מערכת התנעה בכלי צמ"ה השונים.	
3		פירוק והרכבת מתנעים מסוגים שונים	9
6		בדיקות במעבדות : 10.1 בדיקה ויזואלית של חלקי המתנע 10.2 בדיקת רציפות 10.3 בדיקת קצר חשמלי בין המתנע לגוף 10.4 בדיקת קצר בין הכריכות העוגן באמצעות מכשיר רטן 10.5 בדיקת זרם במתנע בלי עומס ותחת עומס 10.6 בדיקת סליל משיכה והחזקה בסולנואיד 10.7 בדיקות מכאניות של מיסבים, פחמים ושחיקת תותבים	10

11	מערכת תאורה בכלי הצמ"ה השונים 11.1 סוגי מערכות תאורה 11.2 תיאור המערכת והכרת חלקיה 11.3 קריאת סרטוט חשמלי בתקנים שונים: תקן DIN, תקן אמריקאי ותקן יפני.	4	
12	סוגי נורות: הלוגן, קסנון ותאורת LED	2	
13	מצבי תאורה: איתות, אור חנייה, אור דרך, אור גבוהה (אור אסימטרי וסימטרי)	2	
14	סוגי נתיכים וזיהוי ערכיהם לפי מפתח צבעים	2	
סה"כ			
		<u>30</u>	<u>30</u>
כיתה יא'			
15	מערכת טעינה בציוד מכני הנדסי (צמ"ה) 15.1 האלטרנטור – מבנה ואופן פעולה (מעגל יישור, ווסת טעינה) 15.2 מעגל טעינה 15.3 טעינה חכמה 15.4 בקרת טעינה 15.5 בדיקות אלטרנטור 15.6 בדיקות מערכת טעינה 15.7 מצב המצבר במערכת טעינה חכמה	8	10
16	תא הבקרה וההפעלה של המפעיל 16.1 הכרת תאי מפעיל בכלים השונים 16.2 מוניטור הפעלה 16.3 צגי מידע והפעלות שונות	6	6
17	ספרות יצרן שימוש בספרות יצרן לטובת קריאת סרטוטים ובדיקות שונות במערכות הצמ"ה 17.1 טיפול מפעיל 17.2 טיפול אחזקה שוטפת 17.3 תיקונים יזומים 17.4 שימוש בטבלאות יצרן	8	4

3710 - תת התמחות צמ"ה – תשפ"ז

10	8	בקרת אקלים ומיזוג אוויר בכל הצמ"ה השונים 18.1 תפקיד המערכת 18.2 חלקי המערכת העיקריים: מדחס, מייבש, שסתום התפשטות, מאדה ומאייד, סוגי קררים 18.3 המערכת המבוקרת : חיישנים, יחידת הבקרה ומפעילים	18
<u>30</u>	<u>30</u>	סה"כ	

המקצוע הנלמד: מערכות תקשורת בציוד מכני הנדסי – צמ"ה - (כיתה יב')

שעות לימוד	מס"ד	הנושא הנלמד
4	1	שיטות להעברת נתונים לפני עידן התקשורת הדיגיטלית
4	2	התפתחות מערכות התקשורת – רקע היסטורי
8	3	הכרת המושגים 3.1 ביט bit 3.2 סיבית byte 3.3 קצב העברה 3.4 תקשורת טורית 3.5 תקשורת מקבילית
10	4	הכרת פרוטוקולים שונים לתקשורת בין יחידות הבקרה בעולם הצמ"ה 4.1 LIN 4.2 CAN 4.3 J1939 CDL
4	5	אבחון תקלות בציוד מכני הנדסי – צמ"ה 5.1 מבנה שקע האבחון 5.2 מטרת שקע האבחון 5.3 תקן OBD 5.4 שימוש בתוכנת ET (תכנת האבחון של CAT)
30	6	ליווי והכוונה להכנת פרויקט גמר ע"פ תכנית הלימודים - כאשר ההכוונה תעשה בכיתה בהשתתפות כל התלמידים המבצעים את הפרויקט הגמר. המורה יעביר שיעור ההכוונה על כל נושא שנבחר ע"י התלמידים לטובת העשרה מקצועית לכלל הכיתה.
<u>60</u>	סה"כ	

רשימת מקורות מומלצת

1. המנוע המודרני, יוסי ברגיג, שמואל פרייזן הוצאת מפ"ט – עמל.
2. אוטורניקה, שלמה שקד, הוצאת המכון לאמצעי הוראה מא"ה.
3. מדריך וטבלאות עזר למכונאות רכב, המרכז לחינוך טכנולוגי.
4. מערכות חשמל מתקדמות ברכב, איגוד המוסכים.
5. חשמל ואלקטרוניקה ומיזוג אוויר ברכב, יוסי בן שיפרוט הוצאת אוטודאטא.
6. תורת המנוע, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
7. תורת הרכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
8. מערכות ממוחשבות ואבחון ברכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
9. מיזוג אוויר ובקרת אקלים, יוסי בן שיפרוט הוצאת אוטודאטא.
10. תוכנת ELECTUDE - הולנד.
11. Euro Lehrmittel – מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת 2020
12. Euro Lehrmittel ספר נוסחאות מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת 2020
13. Europa thek – modern automotive technology -2019
14. הזרקת דלק ממוחשבות במנוע בנזין, ב' אביעד.
15. תיבות הילוכים אוטומטיות, ב' אביעד, הוצאת אורית.
16. הנדסת אוטו-טק – חלק א' – הנדסת חשמל ואלקטרוניקה, בקרה ותקשורת הוצאת מכללת מוטו גת, שנת הוצאה 2021, תשפ"א.
17. הנדסת אוטו-טק – חלק ב' – מערכות בקרה, עזר לנהג ומערכות רכב היברידי וחשמלי הוצאת מכללת מוטו גת, שנת ההוצאה 2021, תשפ"א.
18. ספרות טכנית וחומרי עזר – מחלקת הדרכה CATERPILLAR