

- פיילוט – תשפ"א -



המינהל למדע וטכנולוגיה
משרד החינוך

המגמה לתחבורה מתקדמת

תכנית לימודים

אוטו-טק

מסלול טכנאים והנדסאים כיתות יג' יד'

תש"ף – תשפ"א 2020 - 2021

תוכן עניינים

1	ועדת המקצוע
2	רציונל
2	החזון :
3	מערך שעות הוראה לתואר הנדסאי תחבורה מתקדמת – יישומי אוטו-טק
4	בחינות חיצוניות
5	מקצוע תשתית – תחבורה מתקדמת
6	המקצוע הנלמד: תשתיות לתחבורה חכמה
7	המקצוע הנלמד : פיזיקה ויסודות ההנדסה
9	המקצוע הנלמד: תרמו דינמיקה ובקרת אקלים
11	המקצוע הנלמד : כימיה ותורת החומרים
13	המקצוע הנלמד : מערכות הנדסיות אוטומטיביות
13	א. הנדסה אוטומוטבית – 130 שעות
16	ב. בקרה אוטומוטבית 56 שעות
17	המקצוע הנלמד: חשמל ואלקטרוניקה
20	המקצוע הנלמד: אנגלית אוטומוטבית
23	המקצוע הנלמד: ניהול ותכנון מרכז שירות
27	המקצוע הנלמד: מתמטיקה
29	מקצוע התמחות- יישומי אוטו-טק
30	המקצוע הנלמד: הנדסת מערכות הרכב
34	המקצוע הנלמד: מערכות סיוע לנהג
36	המקצוע הנלמד: מנועים ומערכות להעברת הכוח
36	א. מנועים – בכיתה יג' 56 שעות ובכיתה יד' 130 שעות
41	ב. מערכות להעברת הכוח
44	המקצוע הנלמד: רכב היברידי ורכב חשמלי
46	המקצוע הנלמד : מערכת תקשורת וסייבר ברכב
49	המקצוע הנלמד: מערכת חשמל ממוחשבות
51	המקצוע הנלמד: מעבדות אוטו-טק
55	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 עודד רייכספלד – מנהל מקצוע במגמה
אסף מנוחין – ממונה חינוך טכנולוגי על תוכני
מוטי שמכה – מדריך ארצי ומרצה במכללות
קובי אביטל – סמנכ"ל מחקר ופיתוח איגוד המוסכים
אלכס בוגטיקוב – מהנדס, ומרצה במכללות
צדוק יהושע – מצ"ט המנהל לחינוך התיישבותי
חגית אליאס – מנכ"לית מומנטום – יבואני הרכב
יניב טוכמן – מחלקת הדרכה מכשירי תנועה
ענאן חרבאוי – משרד התחבורה
נחום לסקי – מנהל טכני UTI
הימת יונס - היחידה לתחליפי דלקים ותחבורה חכמה

רציונל

החזון :

תכנית לימודים זו נכתבה מתוך רצון שבוגר התכנית יהיה אדם בעל בסיס ידע בתחום הדעת, מיומנויות מקצועיות ואישיות הנדרשות בעולם לא ידוע, וערכים אוניברסליים. כלים אלו יאפשרו לבוגר התכנית להשתלב בעולם עתיר טכנולוגיה שבו קצב השינוי מואץ מחד אולם ערכים אוניברסליים ממשיכים להיות חשובים בו למרות השינויים הללו. לכן, רציונל התוכנית מתמקד בשכלול מיומנויות וחשיבה בסביבת התוכן ולא בשינון פרטי ידע המאפיינים אותו. תכנית זו מנסה ליישם הלכה למעשה את המהפכה בתחום הטכנולוגי בכלל ובתחום התחבורה בפרט בעולם ההכשרה, הפדגוגיה וההוראה. אין מדובר בשדרוג של תכנית קיימת אלא בניסיון ליצור מחדש "בוגר" שכמותו אין עדיין בעולם האוטומוטיבי.

מבנה הלימודים בתכנית זו מבוסס על מבנה הלימודים בכיתות יג' יד' בעתודה הטכנולוגית. תחומי הידע והדעת נבחרו על סמך תחזית הקדמה הטכנולוגית של רכבי העתיד 2030. הושם דגש על הכרת מגוון רחב של עולמות תוכן מתחומי המדעים, החשמל והאלקטרוניקה, בקרת מערכות, מע' תקשורת וסייבר בתוך ומחוץ לרכב, אנגלית אוטומוטיבית, מתמטיקה טכנית, תרמודינמיקה, רכב חשמלי והיברידי ומגוון מערכות בטיחות וסיוע לנהג ADAS, תשתיות לעולם התחבורה החכמה הנוצר בימים אלו וכולל מערכות בקרה ותנועה V2V, V2X, תפיסת המהפכה הרביעית ACES ונושאים כמו (MOBILITY AS A SERVICE), Maas, Carpooling. איננו יודעים מה יהיה פני עולם התחבורה בעוד 10 שנים ולכן, המטרה היא לבנות תוכנית שתצייד את הבוגר בכלים נכונים ותהווה בסיס לשינויים שיחולו בתחום בעתיד הקרוב.

בוגר התכנית יהיה בעל מיומנויות :

- ✓ יכולת תקשורת
- ✓ עבודת צוות
- ✓ חשיבה ביקורתית
- ✓ יכולת לפתרון בעיות
- ✓ יצירתי ובעל תפיסה חדשנית
- ✓ בעל אוריינות דיגיטלית (מידע, מדיה וטכנולוגיה)
- ✓ גמיש סתגלן למציאות המשתנה
- ✓ יוזם וחותר למטרה - הכוונה עצמית
- ✓ בעל כישורים חברתיים ורעיונותיים, תרבותיים,
- ✓ בעל מנהיגות ואחריות

התכנית נכתבה בשיתוף פעולה של מספר גורמים הטכניים, משרד החינוך, משרד התחבורה, איגוד המוסכים ונציגי יבואני הרכב – מומנטום.

מערך שעות הוראה לתואר הנדסאי תחבורה

מתקדמת – יישומי אוטו-טק

שם המקצוע		א		ב		ג		ג*		ד		ה		ו	
		ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע
מקצועות תשתית															
מתמטיקה	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
אנגלית	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
אוטומוטיבית															
מע' הנדסיות	1	1	1	1	1	-	-	-	2	-	4	-	4	-	-
אוטומוטיביות															
פיזיקה ויסודות	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
ההנדסה															
תשתיות לתחבורה	2	-	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-
חכמה															
כימיה ותורת	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-
החומרים															
חשמל	2	1	2	1	2	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-
ואלקטרוניקה															
תרמודינמיקה	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
ובקרת אקלים															
ניהול ותכנון מרכז	2	-	2	-	2	-	-	-	1	1	3	-	3	-	-
שירות															
סיכום תשתית	16	2	6	2	2	-	-	-	12	2	16	-	16	-	-
מקצועות התמחות															
הנדסת מערכות	3	-	3	-	3	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
הרכב															
מערכות סיוע	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
לנהג ADAS															
מנועים ומערכות	4	-	4	-	4	-	-	-	4	-	4	-	4	-	-
להעברת הכוח															
רכב היברידי ורכב	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	2	-	-
חשמלי															
מערכות תקשורת	1	-	1	-	1	-	-	-	1	-	2	-	2	-	-
וסייבר ברכב															
מערכות חשמל	2	-	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
ממוחשבות															
מעבדות אוטו-טק	-	5	-	5	-	2	-	-	5	-	4	-	4	-	-
ע"ג / פ"ג	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	16
הכוונה (כלכלה)	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-	-
סיכום התמחות	14	5	14	5	5	0	18	13	5	12	4	12	4	0	16
סיכום כללי	32	5	32	5	5	5	18	25	7	28	4	28	4	4	16
סיכום															

הערה: טרימסטר ג' * מעבר בין כיתה יג' לכיתה יד', טרימסטר ג' ללא * הינו לבוגר טכנאי ללא המשך לכיתה יד'.

בחינות חיצוניות

בחינות בתום יג'			
שם הבחינה	סמל שאלון	שם הבחינה	סמל שאלון
תחבורה מתקדמת ט'		מעבדת אוטו-טק ט'	
מערכות אוטו-טק ט'		הגנה על פרויקט גמר טכנאים באוטו-טק	

בחינות בתום יד'			
שם הבחינה	סמל שאלון	שם הבחינה	סמל שאלון
תחבורה מתקדמת ה'		מעבדת אוטו-טק ה'	
מערכות אוטו-טק ה'		הגנה על פרויקט גמר הנדסאים באוטו-טק	

מקצוע תשתית – תחבורה מתקדמת

מקצוע תשתית – תחבורה מתקדמת – יג' + יד'								
תשתיות לתחבורה חכמה	פיזיקה ויסודות ההנדסה	תרמודינמיקה ובקרת אקלים	כימיה ותורת החומרים	מע' הנדסיות אוטומטיביות א. הנדסה אוטומוטיבית ב. בקרה אוטומוטיבית	חשמל ואלקטרוניקה	אנגלית אוטומוטיבית	ניהול ותכנון מרכז שירות	מתמטיקה

ריכוז שעות הוראה במקצועות התשתית – תחבורה מתקדמת בכיתות יג' יד'

מס"ד	המקצוע הנלמד	שעות לימוד ב- יג'	שעות לימוד ב- יד'	סה"כ שעות לימוד
1	תשתיות לתחבורה חכמה	56	56	112
2	פיזיקה ויסודות ההנדסה	56	74	130
3	תרמודינמיקה ובקרת אקלים	56	74	130
4	כימיה ותורת החומרים	28	28	56
5	מערכות הנדסיות אוטומוטיביות א. הנדסה אוטומוטיבית - 130 ב. בקרה אוטומוטיבית - 56	0	0	186
		74	56	
		56	0	
6	חשמל ואלקטרוניקה	84	18	102
7	אנגלית אוטומוטיבית	56	74	130
8	ניהול ותכנון מרכז שירות	56	102	158
9	מתמטיקה	56	0	56
<u>סה"כ</u>		<u>504</u>	<u>556</u>	<u>1060</u>

המקצוע הנלמד: תשתיות לתחבורה חכמה

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 112 שעות לימוד

שעות לימוד	נושא הנלמד	מס"ד
12	היסטוריה של התחבורה ומבט לעתיד	1
20	תשתיות חכמות לתחבורה עתידית 2.1 מערכות בקרה ותנועה V2V 2.2 V2X everything 2.3 2.4 חנייה חכמה	2
12	רכבים אוטונומים – המהפכה הרביעית Autonomous, Connected, Electric Shared vehicles (אוטונומי, מחובר, חשמלי ושיתופי)	3
12	ניידות כשירות – Mobility as a service	4
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – 56 טכנאים</u>		
<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 56 שעות</u>		
10	תחבורה שיתופית	5
10	מיקרו מוביליות בתוך הערים	6
20	חשמל בעולם התחבורה 7.1 תכנון והנדסת נקודות טעינה לרכב חשמלי	7
10	איכות סביבה ואתיקה בעולם התחבורה	8
6	יוזמות מתחדשות ואקטואליות מתחבורת העתיד	9
112	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד : פיזיקה ויסודות ההנדסה

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 130 שעות לימוד

שעות לימוד	נושא הנלמד	מס"ד
56	מבוא לפיזיקה	1
	1.1 חוקי ניוטון	
	1.2 עבודה ואנרגיה (הנוצרים ומושקעים בתנועת הרכב ובעבודת המנוע)	
	1.3 מתקף ותנע (מרחקי בלימה, התנגשות הרכב)	
	1.4 גמישות, תהודה (כוח התמד במנגנון הארכובה ותופעת הרזוננס)	
	1.5 כוח צינטרופוגלי וצינטרפטאלי (כוח בלתי מאוזן במנוע, רכב בפניות וסיבובים)	
	1.6 מאמצים והטרחות למתיחה, לחיצה, לפיתול, לכפיפה, לגזירה ולקריסה כולל חישובים (גל ארכובה, טלטל, גל הנעה, גיר)	
	1.7 חוק הוק (קפיצים, רצועות, כבלי גרר)	
	1.8 הספק, מומנט ומהירות (קשר בין המושגים, חישובי מנוע ורכב)	
	<u>סיום התכנית לכיתה יג' – 56 טכנאים</u>	

- פיילוט – תשפ"א -

74	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 74 שעות</u> פיזיקה של רכב 2.1 חישוב משקל הרכב, קביעת מרכז כובד ומרכז 2.2 חישוב הכוחות הפועלים על הסרנים במצב סטטי 2.3 חישוב כוח ההצמדה הפועל בין הצמיג לכביש 2.4 תיאור גרפי של כוחות הפועלים על הרכב המצוי בתנועה ישרה, מעגלית, בשיפוע או בעיקול דרך. 2.5 הצגת גרף של כוחות הבלימה וכוחות דחף באופני ההנעה 2.6 חישוב של כוחות הבלימה וכוח הדחף 2.7 חישוב הכוחות הפועלים על הסרנים במצב בלימה / תאוצה 2.8 מקדם גרר בין הרכב לאוויר והשפעתו על תנאי הנסיעה 2.9 התנגדויות הפועלים על הרכב (גלגול, שיפוע חיובי / שלילי, אוויר, התמדה, תאוצה) 2.10 חישוב עבודה והספק הדרושים להתגברות על ההתנגדויות 2.11 חישוב מהירות נסיעה של הרכב במצבי נסיעה שונים (ישרה, עקומה) 2.12 חישוב תאוצה מקסימלית 2.13 חישוב מהירות נסיעה בהחלקה ובהתהפכות	2
<u>130</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: תרמו דינמיקה ובקרת אקלים

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו - 2 ש"ש

סה"כ 130 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
56	מבוא לתרמודינמיקה 1.1 מושגי יסוד 1.2 תכונות הגזים 1.3 חום סגולי 1.4 החוק הראשון של התרמודינמיקה 1.5 תהליכים תרמודינמיים 1.6 מחזוריים תרמודינמיים 1.7 מחזוריים של מנועי שריפה פנימית (תיאורטיים) 1.8 מאזן חום במנוע 1.9 ערכים אינדיקטורים במנוע 1.10 ערכים <u>מכניים</u> במנוע 1.11 תצרוכת דלק במנוע 1.12 הספקים שונים במנוע	1
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – 56 טכנאים</u>		

- פיילוט – תשפ"א -

18	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 74 שעות</u> מעבר חום – הולכה, הסעה וקרינה – ללא חישוב	2
28	<u>מבוא למערכות מיזוג אוויר ברכב</u> 3.1 מבנה המערכת 3.2 עקרונות מיזוג אוויר 3.3 דיאגרמת מולייר 3.4 חישוב מערכת מיזוג אוויר 3.5 חישוב תפוקת הקירור	3
28	בקרת אקלים 4.1 מבנה המערכת 4.2 אופן פעולה 4.3 מערכת רב איזורית 4.4 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	4
<u>130</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד : כימיה ותורת החומרים

כיתה יג - טרימסטר א' - 1 ש"ש

טרימסטר ב' - 1 ש"ש

טרימסטר ג' - 1 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 1 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 1 ש"ש

טרימסטר ה' - 1 ש"ש

טרימסטר ו' - 1 ש"ש

סה"כ 56 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
10	מבוא לכימיה 1.1 מבנה החומר 1.2 חומרים הנדסיים 1.3 התנהגות החומרים (אלסטיות ופלסטיות) 1.4 התנהגות החומר בטמפרטורות גבוהות 1.5 התנהגות החומר בתנאים דינמיים 1.6 שיתוך (קורוזיה) 1.7 טיפול תרמי 1.8 תקנים	1
18	דלקים 2.1 הנפט הגולמי, הרכב וזיקוקו 2.2 תכונות ונתונים אופייניים (מספר סטן, אוקטן, נקודת התלקחות, רתיחה וכדומה) 2.3 מזוטים למיניהם 2.4 תהליך השריפה במנוע בנזין ודיזל כולל תוצרי בעירה 2.4.1 גזי הפליטה הנפלטים מהמנוע בתהליך שריפה תקין 2.4.2 גזי הפליטה הנפלטים מהמנוע בתהליך שריפה לא תקין 2.4.3 בדיקת פליטת מזהים במנועי בנזין ודיזל הערה: לסעיפים 2-4.2.1 יש להתייחס לבנזין ודיזל	2
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – 28 טכנאים</u>		

- פיילוט – תשפ"א -

<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 28 שעות</u>		
3	שמנים 3.1 שמן הבסיסי 3.2 צמיגות, מדד הצמיגות לפי תקנים SAE ו API כולל תיאור גרפי 3.3 דרישות לשמני מנוע (בנזין ודיזל) 3.4 סוגי שמנים - רב דרגתי, מינרלי וסינתטיים 3.5 תוספים לשמן מנוע 3.6 הטיפול בשמן מנוע 3.7 שמן לממסרות מכאניות ברכב	16
4	נוזל קירור 4.1 הרכב נוזל קירור של מנוע 4.2 הסיבות להחלפה תקופתית של נוזל הקירור 4.3 השפעת הלחץ והטמפרטורה על נקודת הרתיחה של נוזל הקירור	6
5	נוזל בלמים 5.1 תכונות הנוזל 5.2 הסיבות להחלפה תקופתית של הנוזל	6
<u>סה"כ שעות לימוד</u>		
<u>56</u>		

המקצוע הנלמד : מערכות הנדסיות אוטומטיביות

א. הנדסה אוטומוטבית – 130 שעות

- כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש
 טרימסטר ב' - 2 ש"ש
 טרימסטר ג' - 2 ש"ש
 כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר
 טרימסטר ד' - 2 ש"ש
 טרימסטר ה' - 2 ש"ש
 טרימסטר ו' - 2 ש"ש

שעות	הנושא הנלמד	מס"ד
56	מבוא להידראוליקה ופנאומטיקה 1.1 מושגים בסיסיים : לחץ, ספיקה, הספק מכאני, הספק הידראולי ונצילות 1.2 השוואה בין שימוש במערכות פנאומטיות להידראוליות 1.3 תכונות האוויר – פנאומטיקה 1.4 תכונות הנוזל הערה: יש להתייחס לצמיגות, צפיפות, דחיסה, השפעה לחום, נוכחות גז במערכות הנ"ל. 1.5 חלקי המערכת פנאומטיקה 1.5.1 מערכת הזנת הלחץ: מדחס (קומפרסור), מסנן, משמנת ווסת לחץ. 1.5.2 מפעילים: בוכנות. 1.5.3 שסתומים בקרת המערכת: 1.5.3.1 שסתום הפעלה 5/2 1.5.3.2 שסתומי גבול 3/2 1.5.3.3 שסתומי הפעלה 3/2 1.5.3.4 סימנים מוסכמים בסרטוטי מערכת 1.6 חלקי המערכת הידראולית 1.6.1 מערכת הפעלה: מיכל, מסנן משאבה, שסתום פורק לחץ ומנוע. 1.6.2 מפעילים: בוכנות דו כיווניות וחד כיווניות, מנועים הידראוליים. 1.6.3 בקרת המערכת: שסתומי בקרת לחץ, בקרת כיוון ובקרת מהירות 1.6.4 סימנים מוסכמים בסרטוטי מערכת 1.7 שימוש במערכות אלו ברכבים 1.8 פנאומטיקה – בלמי אוויר 1.9 מגדשים 1.9.1 סוגים 1.9.2 תפקידים	1

- פיילוט – תשפ"א -

	1.10 הידרוליקה – מערכת סיכה במנוע, מערכת קירור, מערכת הבלמים כולל חוק פסקל, תיבת הילוכים אוטומטית	
	<u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים – 56 שעות</u>	
	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים – 74 שעות</u>	
74	מבוא למערכות מכאניות 2.1 ממסרות מכאניות <u>2.1.1 מושגי ייסוד</u> 2.1.1.1 תרשים מכונה כללית 2.1.1.2 מהירות סיבוב ויחס תמסורת 2.1.1.3 הספק 2.1.1.4 מומנט 2.1.1.5 נצילות מכאנית <u>2.2 מצמדים - הגדרה, שימוש ברכב (ללא הרחבות) 20 שעות</u> 2.2.1 סיווג למצמדים קבועים, ביטחון וחיכוך 2.2.3 מצמדים קבועים 2.2.3.1 בחירת מצמד – מומנטים נומינליים ואפקטיביים, מקדם תנאי עבודה וסטיות בין הגלים (מצמדים גמישים) 2.2.4 מצמדי חיכוך 2.2.4.1 תנאי עבודה 2.2.4.2 טבלאות לרפידות, סוגי עבודה לפי שטח אחיד ובלאי קבוע 2.2.4.3 גאומטריה של מצמד חיכוך חד דיסקי ורב דיסקי 2.2.4.4 מצמד קוני 2.3 ממסרת גלגלי שיניים : גלגלי שיניים, ישרות, אלכסוניות וקוניות 2.3.1 גאומטרית גלגל שיניים, מודול, כוחות השילוב והשפעה על גלים ומסבים 2.3.1.1 תקנים 2.3.1.2 חומרים לייצור (טבלת פלדות) 2.3.1.3 תכונות מכניות וטיפול תרמי 2.3.2.1 תיבות הילוכים מכאנית 2.3.2.2 תיבת הילוכים פלנטרית 2.3.2.3 תיבת הילוכים רציפה 2.3.2.4 דיפרנציאל 2.4.1 גלים וסרנים – הגדרה 2.4.1.1 גאומטריה לגל מלא וגל חלול 2.4.1.2 חומרים לייצור גלים 2.4.1.3 גל הינע כולל חישוב מהירות קריטית וחישובי פיתול 2.5 ממסרות – (היכר הממסרות)	2

- פיילוט – תשפ"א -

	2.5.1 ממסרת רצועה : מבנה וגאומטריה של המנגנון, גלגלי ההנעה ושיטות למתיחה 2.5.2 גאומטריה של הרצועה ע"פ סוג הממסרה, פירוט לגבי כוחות החיכוך, הצגת טבלאות של יצרני רצועות ע"פ התקן 2.5.3 ממסרת רצועות: טריזית, MICRO-V , ישרה ומשוננת 2.5.4 ממסרת שרשרת 2.5.5 ממסרת חלזונית לשימוש במערכת ההיגוי ברכב 2.5.6 ממסרת פס שיניים לשימוש במערכת ההיגוי ברכב 2.5.7 ממסרת בורגית לשימוש במערכת ההיגוי ברכב <u>2.6 מסבים ואטמים 20 שעות</u> 2.6.1 מסבי החלקה 2.6.1.1 שימושם במנגנון הארכובה והסבר המושג "טריז שמן" 2.6.2 מסבי גלילה 2.6.2.1 מבנה גופי הגלילה, מיון, תקנים, עומסים כושר דינמי וסטטי של המסב ע"פ קטלוגים של יצרנים נפוצים NSK, SKF 2.6.3 סוגי אטמים 2.6.4 מחזירי שמן 2.7 חלקי חיבור ומחברים בין חלקי מכונות 2.7.1 פינים 2.7.1.1 פין בוכנה 2.7.1.2 סוגים ותקנים 2.7.1.3 קביעת קוטר הפין 2.7.2 שגמים 2.7.2.1 שימוש בשגמים ברכב 2.7.2.2 שגם פריסמטי: מידות גיאומטריה וחומרים לייצור 2.7.2.3 תקן DIN685 לשגמים – קביעת מידות <u>2.8 ריתוך – הגדרה 4 שעות</u> 2.8.1 שיטות ריתוך: חשמלי, גז, אוטוגני, 2.8.2 סוגי תפרים, גיאומטריה של התפר (עובי הצלע ואורך) 2.8.3 דוגמאות לשימוש בריתוך מעולם הרכב <u>2.9 ברגי הידוק 23 שעות</u> 2.9.1 ברגים – גאומטרית תברגים הברגות כלליות 2.9.2 סימוני מידות הבורג ע"פ תקנים DIN / BS / UN (תקן אירופאי , אמריקאי ובריטי לפי סוגי התברגים עדין ורגיל) 2.9.3 סימון דרגות חוזק לבורג (חלוקה לקבוצות) 2.9.3.1 קביעת בורג מתאים וחשוב מומנט סגירה הכולל 2.9.4 צורת ראשי ברגים 2.9.5 אומים תקניים 2.9.6 אמצעי אבטחה לברגים 2.9.7 דוגמאות לשימוש בברגים שונים בעולם הרכב	
--	--	--

- פיילוט – תשפ"א -

	2.10 ברגי הנעה (ברגי לחץ) 2.10.1 שימוש במוסכים: מלחצים, חולצים, ליפטים, מנגנון הרמה 2.10.2 גאומטריה של תברגים 2.10.3 תקנים 2.11 קפיצים 2.11.1 הכרת המבנה של קפיץ בורגי על סוגיו ברכב ובמנוע 2.11.2 הכרת המבנה של קפיץ שטוח (קפיץ עלים) 2.11.3 קפיץ פרוגרסיבי 2.11.4 ממדים גאומטריים, חומרים, תקן DIN לקוטר התיל	
130	סה"כ שעות לימוד	

ב. בקרה אוטומוטיבית 56 שעות

כיתה יג - טרימסטר א' - ש"ש

טרימסטר ב' – ש"ש

טרימסטר ג' - ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג - ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו - ש"ש

שעות לימוד	נושא הנלמד	מס"ד
40	מבוא לבקרת תהליכים במערכות אוטומוטיביות 3.1 מהי בקרה 3.2 מושגי ייסוד – משתנה מבוקר , הפרעה, משתנה מבקר, ערך רצוי וערך רצוי כולל תיאור גרפי. 3.3 תופעת משוב – חוג פתוח וחוג סגור 3.4 דיאגרמת מלבנים לחוג פתוח וחוג סגור מעולם הרכב כולל תוספת מושגים (הפרעה). 3.4 חישוב הגבר של מערכת תמסורת 3.5 חיישנים דיגיטליים לעומת חיישנים אנלוגיים בתהליך מבוקר 3.6 דוגמאות מעולם הבקרה ברכב - (ממנוע , רכב , שלדה ותקשורת)	3
16	חידושים בעולם הבקרה ברכב	4
56	סה"כ שעות לימוד	

המקצוע הנלמד: חשמל ואלקטרוניקה

כיתה יג - טרימסטר א' - 3 ש"ש

טרימסטר ב' - 3 ש"ש

טרימסטר ג' - 3 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 4 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 3 ש"ש

טרימסטר ה' - 3 ש"ש

טרימסטר ו' - 3 ש"ש

סה"כ 120 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
8	מבוא לתורת החשמל 1.1 מבנה החומר 1.2 מבנה האטום 1.3 המטען החשמלי 1.4 מוליכים ומבודדים 1.5 גדלים פיזיקליים וסולמות מדידה	1
10	הזרם החשמלי 2.1 הגדרת הזרם החשמלי 2.2 המעגל החשמלי 2.3 עוצמת הזרם החשמלי 2.4 סוגי זרמים ושימושם – ישיר, חילופין 2.5 סלילים 2.6 תופעת האלקטרומגנטיות 2.7 חוק יד ימין	2
10	התנגדות חשמלית 3.1 הגדרת ההתנגדות החשמלית 3.2 יחידת ההתנגדות החשמלית 3.3 תלות ההתנגדות בממדי המוליך 3.4 ההתנגדות הסגולית 3.5 חישוב התנגדות במוליך 3.6 תלות ההתנגדות בטמפרטורה 3.7 מוליכות חשמלית וסגולית	3
8	המתח החשמלי 4.1 הפרש פוטנציאלי 4.2 הגדרת מתח החשמלי 4.3 יחידת המתח החשמלי 4.4 מקורות מתח ישר	4

- פיילוט – תשפ"א -

	4.5 תחומי המתח 4.6 מדידת מתח	
5	חוק אוהם 5.1 הקשר בין מתח, עוצמת הזרם וההתנגדות 5.2 חוק אוהם 5.3 מדידת התנגדות באמצעות מד מתח ומד זרם	5
10	מעגלים חשמליים 6.1 חוקי קירכהוף (חוק הזרמים וחוק המתחים) 6.2 מעגל טורי 6.3 מעגל מקבילי 6.4 מעגל מעורב	6
15	אנרגיה והספק חשמלי 7.1 אנרגיה חשמלית 7.2 הספק חשמלי – חישוב ומדידת הספק 7.3 חוק ההספק, חוק לנץ 7.4 חישובים חשמליים 7.4.1 הסבר יחידות מידה, סולמות מידה וגדלים פיזיקליים 7.4.2 חישובי התנגדויות קבועות ומשתנות, בטור, במקביל ובמעורב 7.4.3 חישובי עוצמת זרם וכמות חשמל, עבודה והספק חשמליים, חוק אום, 7.4.4 חישובי כ"אמ ומפלי מתח פנימיים, 7.4.5 חישובים בחוקי קירכהוף	7
18	רכיבים חשמליים 8.1 נגדים – נגד צעדים, נגד משתנה, פוטנציומטר, נגד משתנה תלוי טמפרטורה, נגדי הספק, נגד משתנה תלוי אור (LDR) 8.2 קבלים – קבלי על, קבלי במעגל זרם חילופין 8.3 חשיבות החיווט 8.4 נתיכים 8.5 מתגים (N.O , N.C) 8.6 ממסרים 8.7 דיודה – דיודת זנר, דיודת LED, דיודה קולטת אור, דיודת מבוקרת S.C.R. 8.8 סוגי טרנזיסטורים – PNP, NPN, בי – פולרי, MOSFET וסוגים נוספים מעולם האוטומוטיבי. 8.9 מנועים חשמליים – מנוע סינכרוני ואסינכרוני 8.10 בקרת שליטה על מנועים חשמליים(h bridge) 8.11 בקרת מפעילים ברכב (DUTY CYCLE PWM , LSD, HSD)	8

- פיילוט – תשפ"א -

	8.12 קריאת תרשימים חשמליים וניתוחם	
	<u>סיום התכנית לכיתה יג' - טכנאים 84 שעות</u>	
	<u>תחילת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים 36 שעות</u>	
26	חיישנים, אותות וחישה 9.1 חיישן השראתי 9.2 חיישן הול 9.3 חיישן לחות 9.4 חיישן אור 9.5 חיישן GMR 9.6 חיישן דיגיטלי מול חיישן אנלוגי 9.7 אותות AC , DC 9.8 ממיר D/A , A/D 9.9 כולל התנסות מעשית (הערה : סוגי החיישנים ילמדו במקצועות השונים ע"פ המערכות בהם יש שימוש בחיישנים השונים כגון: חיישן דוושת האצה – ילמד בפרק ניהול מנוע)	9
10	מכשירי מדידה 10.1 רב מודד ושימושיו (מד מתח, מד זרם, מד התנגדות, תדירות) 10.2 מד פולסים דיגיטלי 10.3 משקף תנודות 10.4 כולל התנסות מעשית	10
<u>120</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: אנגלית אוטומוטיבית

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 130 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
20	<u>ניהול מרכז שירות Service Center Management</u> 1.1 בטיחות Safety 1.2 כללי עבודה Safety Rules 1.3 כלי עבודה Tools & Materials 1.4 התמצאות בתרשימי זרימה ממאגרי מידע Flow Charts & Database 1.5 שיח תקין בין לקוח למנהל מרכז השירות Communication & Customer Contact 1.6 שיח והסבר לעובד כיצד לתפקד מול הוראות יצרן Manufacturer Instructions & Industrial Relations	1
10	<u>מערכות הנדסיות Engineering Systems</u> 2.1 מבנה מתכות Metals Structure 2.2 חיכוך ותופעות פיזיקליות Friction & Physical Phenomenon 2.3 מסבים Plain Bearings	2
14	<u>מרכב הרכב Vehicle Body Construction</u> 3.1 מערכת המתלה The Suspension System 3.2 צמיגים Tires	3

- פיילוט – תשפ"א -

12	<u>העברת הכוח Transmission</u> 4.1 תיבת הילוכים The Manual Gearbox 4.2 גלי הינע Drive Shafts 4.3 דיפרנציאל Differential	4
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים – 56 שעות</u> <u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים – 74 שעות</u>		
10	<u>מערכות בטיחות ברכב Safety Systems</u> 5.1 מערכת בקרת יציבות Stability Control System 5.2 כריות אוויר Air Bags	5
20	<u>מנועי שריפה פנימית Internal Combustion Engines</u> 6.1 מבנה מנועי שריפה פנימית Internal Combustion Engines Structure 6.1.1 חלקי המנוע Engine Parts 6.1.2 אופן פעולה מנועי שריפה פנימית – בנזין ודיזל Internal Combustion Engine Operation- Gasoline& Diesel 6.1.3 מערכות עזר למנוע (סיכה, קירור התנעה וטעינה) Engine Auxiliary systems (Lubrication, Cooling ,Propulsion, Charging) 6.2 ניהול מנוע בנזין ודיזל Engine Management-Gasoline & Diesel 6.2.1 חיישנים וזיהויים בתרשימים ממאגרי מידע Sensors Identification in Flow Charts & Database 6.2.2 מפעילים במערכת ניהול מנוע Operators in Engine Management Systems	6
15	<u>הנעות חלופיות Alternate Propulsion</u> 7.1 רכב היברידי Hybrid Vehicle 7.2 רכב חשמלי Electric Car	7

- פיילוט – תשפ"א -

	7.3 מימן Hydrogen	
10	<u>זיהום אוויר הנפלט ממנועי שריפה פנימית</u> <u>Internal Combustion Engine Air Pollution</u> 8.1 תקנים ותקנות בנושא זיהום אוויר Standards & Regulations in Air Pollution	8
9	תשתיות חכמות לתחבורה עתידית 9.1 מערכות בקרה ותנועה V2V 9.2 V2X everything 9.3	9
10	רכבים אוטונומים – המהפכה הרביעית Autonomous, Connected, Electric Shared vehicles	10
<u>130</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: ניהול ותכנון מרכז שירות

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 3 ש"ש

טרימסטר ה' - 3 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 158 שעות לימוד

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד
1	עקרונות הניהול ומושגים 1.1 כלכלה 1.2 ניהול ותכנון זמן 1.3 ניהול פיננסי 1.4 תכנון עסקי 1.5 תקשורת עסקית 1.6 נהלים של פתיחת עסק ומיקומו 1.7 העסקת כוח אדם 1.8 הגורם האנושי בעבודה 1.9 הדרכת עובדים	12
2	כלכלה 2.1 צורות התאגדות משפטית 2.2 מאזן 2.3 חישוב מאזן רווח והפסד 2.4 הנהלת חשבונות 2.5 מאזן בוחן 2.6 פחת 2.7 ריבית	10
3	ניהול ותכנון זמן 3.1 ניהול זמן למנהל	4
4	ניהול פיננסי 4.1 יסודות בניהול פיננסי 4.2 חובה וזכות, הכנסות והוצאות 4.3 שוטף – קבוע 4.4 השקעה והוצאה 4.5 צורות תשלום	8
5	תכנון עסקי 5.1 סוגי התכנון	6

- פיילוט – תשפ"א -

	5.2 שלבים	
6	שיווק תקשורת עסקית 6.1 שיווק ומכירות ליזם המתחיל 6.2 תקשורת עסקית וייעודה 6.3 נהלים לכתובת מכתב עסקי 6.4 הגדרת מושגים	10
7	נהלים של פתיחת עסק ומיקומו 7.1 השגת רישיון לעסק 7.2 מושגים בניהול עסק 7.3 בחירת מיקום לעסק 7.4 שיקולים עסקיים	6
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים – 56 שעות</u> <u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים – 102 שעות</u>		
8	העסקת כוח אדם 8.1 עובדים זמניים 8.2 העסקת עובדים 8.3 ראיון קבלה 8.4 ניהול יום יומי	6
9	הגורם האנושי בעבודה 9.1 תקשורת בין אישית 9.2 הנעת עובדים 9.3 מטרות אישיות 9.4 תכונות חשובות למנהל	10
10	ניהול מלאי במרכז השירות 10.1 תפקיד המלאי במוסך רכב והשיקולים להחזקת מלאי 10.2 סוגי מלאי במוסך רכב: חומרים, חלפים ומכלולים 10.3 עלות החזקת מלאי 10.4 בעיות בניהול מלאי ובקרתו 10.5 כלל פארטו ושימושי המעשיים 10.6 מדיניות חידוש המלאי: מלאי למתן ביטחון אופטימלי, גודל הזמנת המלאי ותדירותה 10.7 מערכות ידניות וממוחשבות למעקב, לבקרה ועדכון של רמת המלאי 10.8 שיטות למספור וקטלוג חלפים 10.9 חישובי עליות ותמחור מלאי בתנאי אינפלציה 10.10 שיטת LIFO (Last In first out) ושיטת FIFO (First in first out) 10.11 ספירת מלאי תקופתית	12
11	בטיחות במרכז השירות 11.1 ההיבט החוקי	10

- פיילוט – תשפ"א -

	11.2 דרכי גישה 11.3 סיכונים קיימים	
10	12 דיני עבודה ודיני מיסים 12.1 דיני עבודה 12.2 הסכמי עבודה 12.3 יחסי עובד מעביד 12.4 דיני מיסים 12.4.1 המסים הנהוגים בישראל 12.4.2 שיטות מיסוי – ישר ועקיף 12.4.3 מבנה אגף מס הכנסה ופקיד שומה	
10	13 הסכמי עבודה 13.1 הסכם עבודה קיבוצי 13.2 הסכם עבודה קיבוצי מיוחד 13.3 הסכם קיבוצי כללי 13.4 חוזה עבודה אישי 13.5 חוקי עבודה	
7	14 יחסי עובד מעביד 14.1 חיוניות היחסים בין עובד ומעביד 14.2 עובד ומעביד 14.3 שעות עבודה ומנוחה 14.4 חופשה שנתית 14.5 הגנת השכר 14.6 צורת הקשר ביחסי עובד מעביד	
10	15 סמכויותיו של משרד התחבורה וקשריו עם המוסכים 15.1 המבנה הארגוני של מרכז השירות 15.2 שיפור שיטות העבודה במרכז השירות 15.3 תקן מוסכי שירות 15.4 תלונות הציבור 15.5 נזקים ברכב 15.6 אגף הרישוי 15.7 המפקח על התעבורה 15.8 הנדסת תנועה ובטיחות בדרכים 15.9 עקרונות ייסוד בדיני תעבורה 15.10 חוק הפיקוח על מצרכים ושירותים 15.11 צווי פיקוח מטעם שר התחבורה	
6	16 תכנון מרכז השירות 16.1 הממדים והחלוקה של שטח מרכז השירות 16.2 חישוב ותכנון שטח עבודה	

- פיילוט – תשפ"א -

	16.3 שטח המגרש הכולל הנדרש לבניית מרכז שירות 16.4 מערכות התשתית הנדרשות במרכז שירות	
5	המבנה הארגוני של מרכז השירות 17.1 ארגון העבודה 17.2 תכנון ובקרת העבודה במרכז השירות 17.3 הדרך להצלחה בתפקידי ניהול	17
6	שיפור שיטות העבודה 18.1 מדידת עבודה כאמצעי לשיפור שיטות העבודה – ייעול וחיסכון 18.2 השיטות והתנאים למדידת עבודה 18.3 חקר הזמן של העבודה 18.4 שיטות פדיון ושכר	18
10	השירות ללקוח 19.1 היחסים בין מנהל המוסך, עובד המוסך והלקוח 19.2 תקשורת כתובה עם הלקוח 19.3 חזות המוסך 19.4 תקן איכות השירות 19.5 הטיפול בתלונות 19.6 הגנת הצרכן 19.7 אמנת השירות	19
158	סה"כ שעות לימוד	

המקצוע הנלמד: מתמטיקה

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - ש"ש

טרימסטר ה' - ש"ש

טרימסטר ו' - ש"ש

סה"כ 56 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
12	אלגברה 1.1 פונקציות שבריות והתווייתן (פגישות בצירים, נקודות קיצון, אסימפטוטות: אופקית, אנכית ואלכסונית) 1.2 פונקציות מעריכיות והתווייתן (פגישות בצירים, נקודות קיצון, אסימפטוטות: אופקית, אנכית, ואלכסונית) 1.3 קריאת גרפים 1.4 שינוי נושא נוסחה	1
14	טריגונומטריה 2.1 המעגל הטריגונומטרי וערכן של הפונקציות והטריגונומטריות בו 2.2 משפט ה-sin והשימוש בו לחישוב אורכים, שטחים וזוויות (מקרים פשוטים) 2.3 משפט ה-cos והשימוש בו לחישוב אורכים, שטחים וזוויות (מקרים פשוטים)	2
10	חשבון דיפרנציאלי 3.1 תורת הגבולות 3.2 הנגזרת ושימושה (במצאת נקודת קיצון, בבעיות תנועה ועוד) 3.3 הדיפרנציאל השלם ושימושיו (בחישוב שגיאות בעבודת מעבדה)	3
10	חשבון אינטגרלי 4.1 פעולת האינטגרציה והמשמעות של קבוע האינטגרציה 4.2 אינטגרל מסוים וחישובו 4.3 אינטגרלים מידיים ושיטות אינטגרציה בסיסיות 4.4 חישוב שטחים ונפחים באמצעות אינטגרציה, משפטי "פפוס-גולדין" (לגבי סיבוב)	4
10	אלגברה וקטורית 5.1 הדטרמיננט (עד סדר שלוש ועד בכלל) 5.2 הצגת הווקטור במרחב 5.3 פעולת חיבור וחסור בווקטורים – הצגה אלגברית וגרפית; השימוש	5

- פיילוט – תשפ"א -

	שעושים בפעולות אלה בתחומים שונים (מכניקה, חשמל ועוד...) 5.4 מכפלה סקלרית שבין שני וקטורים והשימוש בה בתחומים שונים (במכניקה, בזרימה ועוד) 5.5 מכפלה וקטורית שבין שני וקטורים והשימוש בה בתחומים שונים (בהנדסת המישור, בחשמל ובמגנטיות, בזרימה ועוד)	
56	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

מקצוע התמחות- יישומי אוטו-טק

מקצוע התמחות – יישומי אוטו-טק						
התמחות במעבדות	מערכות חשמל ממוחשבות	מערכות תקשורת וסייבר ברכב	רכב היברידי ורכב חשמלי	מנועים ומערכות להעברת הכוח	מערכות סיוע לנהג ברכב ADAS	הנדסת מערכות הרכב

טבלה מרכזת סה"כ שעות במקצועות ההתמחות – יישומי אוטו-טק

מס"ד	הנושא הנלמד	שעות לימוד ב-יג'	שעות לימוד ב-יד'	סה"כ
1	הנדסת מערכות הרכב	84	74	158
2	מערכות סיוע לנהג ברכב	56	74	130
3	מנועים ומערכות להעברת הכוח א. מנועים ב. העברת כוח	0	0	260
		56	130	
		56	18	
4	רכב היברידי וחשמלי	56	74	130
5	מע' תקשורת וסייבר ברכב	28	65	93
6	מע' חשמל ממוחשבות	56	18	74
7	מעבדת אוטו-טק	140	157	297
8	פרויקט גמר	0	96	96
<u>סה"כ</u>		<u>532</u>	<u>706</u>	<u>1238</u>

המקצוע הנלמד: הנדסת מערכות הרכב

כיתה יג - טרימסטר א' - 3 ש"ש

טרימסטר ב' - 3 ש"ש

טרימסטר ג' - 3 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 158 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
20	מערכת המרכב	1
	1.1 מידות כלליות של הרכב	
	1.1.1 ממדים של הרכב	
	1.1.2 משקל	
	1.1.3 מהירויות נסיעה	
	1.1.4 מרכז הכובד של הרכב – ביחס לכביש וביחס לסרנים	
	1.2 סיווג כלי רכב (נוסעים, משאיות, טנדרים, ג'פים ואופנועים)	
	1.3 שלדות ומרכב נושא	
	1.3.1 סוגי שלדות	
	1.3.2 מרכב נושא	
	1.3.3 חומרים לייצור שלדות	
	1.3.4 מספר השלדה ומשמעות האותיות והספרות	
	1.3.5 הסבר על קריאה לעדכון גרסה וריקול	
	1.3.6 שילדה קורסת (נקודות קריסה)	
	1.4 שמשות	
	1.4.1 שמש Anti Sun	
	1.4.2 מערכת להפשרת אדים בחלונות	
	1.4.3 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות.	
	1.4.4 פירוק הכוחות הפועלים על הרכב במצב סטטי ובמצב דינמי	
35	מערכת המתלה	2
	2.1 מבנה עקרוני של המתלה ברכב	
	2.1.1 קפיצים	
	2.1.2 בולמים	
	2.1.3 מייצבים	
	2.2 סיווג מתלים	

- פיילוט – תשפ"א -

	2.2.1 תלוי, בלתי תלוי, תלוי למחצה 2.2.2 מק פרסון 2.2.3 רב זרועות 2.3 קפיצים 2.3.1 קפיץ עלים 2.3.2 קפיץ בורגי (ספירלי) 2.3.3 קפיץ פרוגרסיבי 2.3.4 מוט פיתול 2.3.5 פנאומטיים לסוגיהם 2.3.6 הידרופנאומטי 2.3.7 קפיץ גומי 2.4 בולמי זעזועים 2.4.1 אופן פעולת הבולם ההידראולי 2.4.2 קפיץ אויר 2.5 מתלים מיוחדים ברכבי שטח 2.6 מתלה ממוחשב 2.7 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	
12	צמיגים 3.1 סוגי צמיגים: ראדיאלי, דיאגונאלי, אל תקר 3.2 סימון צמיגים 3.3 תיקוני צמיגים ואבובים 3.3.1 איזון גלגלים 3.4 חישוקים שונים לרכב – חישוקי מגנזיום וחישוקי פלדה (השפעת חתך הצמיג על יציבות הרכב) 3.5 חישוב רדיוס דינמי 3.6 חישונים למדידת לחץ אוויר 3.7 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	3
35	מערכת הבלמים ברכב 4.1 מערכת בלמים הידראולית - מושגים כללים (חוק פסקל) 4.1.1 פריסת המערכת – מבנה המערכת 4.1.2 מגבר בלם – מבנה ועקרון פעולה 4.1.3 משאבת בלמים מרכזית – מבנה ועקרון פעולה 4.1.4 בלם תוף, בלם דיסק – מבנה ועקרון פעולה 4.1.5 משאבות אופן קדמי ואחורי 4.1.6 חישובי תאוטה בהתאם לתקנים בינלאומיים 4.1.7 חישוב כוחות הפועלים על הבוכנה במשאבה המרכזית	4

- פיילוט – תשפ"א -

	4.1.8 חישוב הגבר בלימה 4.1.9 חישוב מומנט בלימה 4.1.10 חישוב כוח התמדה בזמן בלימה 4.1.11 חישוב עבודה, הספק ואנרגיה הבלמה **בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות 4.2 מערכת בלמי אוויר 4.2.1 מערכת אספקה וייבוש 4.2.2 מערכת הגנה 4.2.3 מערכת בלמי שירות 4.2.4 מערכת בלם יד 4.2.5 מערכת פיקוד לנגר 4.2.6 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות. 4.2.7 מערכת בלמי אוויר EBS 4.2.8 בלם מנוע – מנועי מדחס 4.2.9 בלם פליטה 4.2.10 בלם אלקטרו מגנטי – טלמה 4.2.11 מאיט הידרודינמי (ריטארדר) 4.2.12 מאיט ג'קובס <u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים 102 שעות</u>	
<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 56 שעות</u>		
15	4.3 מערכות יציבות ברכב ESP, TCR, EBL, EBD, ABS, ASR, BDS 4.3.1 הגורמים המשפיעים על יציבות הרכב 4.3.2 מבנה המערכת 4.3.3 אופן פעולת המערכת 4.3.4 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות. 4.4 בלם חשמלי	
35	מערכת ההיגוי ברכב 5.1 תכונות ההיגוי – על היגוי, תת היגוי, היגוי נטרלי, זוויות ההחלקה 5.2 זוויות היגוי 5.2.1 עקרון אקרמן – טרפזית ההיגוי 5.2.2 קדם אופן 5.2.3 שפיעת אופן 5.2.4 זווית צידוד יד הסרן 5.2.5 התכנסות והתרחבות אופנים	5

- פיילוט – תשפ"א -

	5.2.6 התבדרות אופניים <u>אבחון</u> - בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. 5.3 ממסרות היגוי ברכבים – היכר הממסרות 5.4 היגוי מכאני 5.4.1 מבנה המערכת 5.4.2 עקרון פעולת המערכת 5.5. היגוי הידראולי 5.5.1 מבנה מערכת ההגבר 5.5.1.1 משאבת השמן 5.5.1.2 מחוון השמן בתיבת ההיגוי 5.5.2 היגוי אלקטרו הידראולי 5.6 היגוי חשמלי 5.6.1 מבנה המערכת הממוחשבת 5.6.1.1 חיישנים ומפעילים 5.6.1.2 תהליכי כיוול של המערכת 5.6.2 מיקום המנוע החשמלי והשלכותיו על מבנה המערכת 5.6.3 ממסרת היגוי חשמלי והגה קורס 5.6.4 תמסורת לשינוי יחס בין סיבוב גלגל ההגה לבין סיבוב הגלגלים 5.7 היגוי ארבע גלגלים 5.8 בדיקות במערכות היגוי על מרכיביה 5.8.1 בדיקות מכאניות 5.8.2 בדיקות חשמליות לחיישנים ולמפעילים השונים 5.9 תקלות אופייניות במערכות ההיגוי השונות	
6	כריות אוויר SRS 6.1 מבנה המערכת 6.2 אופן פעולת המערכת 6.3 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	6
<u>158</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: מערכות סיוע לנהג

ADAS Advanced driver-assistance systems

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 130 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד:	מס"ד
4	מערכות בטיחות אקטיביות לעומת מערכות בטיחות פסיביות ברכב	1
2	Cruise Control System מערכת בקרת שיוט	2
6	Adaptive Cruise Control System מערכת בקרת שיוט אדפטיבית 3.1 סוגי המערכות השונות 3.2 הכרת סוגי מצלמות ורדארים ולידאר 3.3 אופן זיהוי עצמים בעזרת מצלמה, לידאר לעומת ראדר	3
6	LKS – lane keeping system מערכת שמירה על הנתיב 4.1 מבנה המערכת 4.2 סוגי מערכות 4.3 אופן פעולת המערכת 4.4 מגבלות המערכת	4
6	Automatic Emergency Braking מערכת עזר לבלימת חירום 5.1 מבנה המערכת 5.2 אופן פעולת המערכת 5.3 מגבלות המערכת	5
6	Blind Spot Detection מערכת לזיהוי רכב בשטח מת 6.1 מבנה המערכת 6.2 אופן פעולת המערכת 6.3 מגבלות המערכת	6
6	Rear Traffic Alert מערכת לזיהוי תנועה חוצה מאחור 7.1 מבנה המערכת 7.2 אופן פעולת המערכת 7.3 מגבלות המערכת	7
6	Valet Parking (driverless parking) מערכת חיישני חנייה 8.1 מבנה המערכת 8.2 אופן פעולת המערכת	8

- פיילוט – תשפ"א -

	8.3 מגבלות המערכת	
	8.4 יישומים שונים כולל חנייה אוטומטית	
	<u>סיום התכנית לכיתה יג' – 56 טכנאים</u>	
<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 74 שעות</u>		
10	מערכת תאורה אדפטיבית AFS – Adaptive Front-Lighting Systems 9.1 מבנה המערכת 9.2 צורות יישום	9
8	מערכת עזר לשליטה בנגרר בנסיעה לאחר TA 10.1 מבנה המערכת 10.2 אופן פעולה 10.3 מגבלות המערכת	10
8	חיישני גשם והפעלת מגבים אוטומטית	11
8	מערכת לזיהוי עייפות הנהג Fatigue Detection	12
8	התרעת לחץ אוויר בצמיגים Tire Pressure Monitoring System 13.1 מבנה המערכת 13.2 אופן פעולת המערכת 13.3 מגבלות המערכת 13.4 שיטות יישומים 13.5 מערכת ניטור לחץ אוויר TPMS 13.6 מדידה ישירה ביחס למדידה עקיפה	13
8	פיקוד קולי למערכות הרכב	14
8	מערכות נוחות ומולטימדיה	15
10	מערכות עתידות להיכנס לתא הנהג	16
20	<u>אבחון-בדיקות</u> , איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות. לכלל המערכות המופיעות לעיל.	17
<u>130</u>	סה"כ שעות לימוד:	

המקצוע הנלמד: מנועים ומערכות להעברת הכוח

א. מנועים – בכיתה יג' 56 שעות ובכיתה יד' 130 שעות

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 4 ש"ש

טרימסטר ה' - 4 ש"ש

טרימסטר ו - ש"ש

סה"כ 186 שעות לימוד מנועים

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
12	מבוא למנועי שריפה פנימית 1.1 השריפה במנוע בנזין 1.1.1 סוגי שריפות: מוקדמת, דטונטיבית מאוחרת ונורמלית 1.1.2 דיאגרמה אינדיקטורית של מנוע בנזין 1.1.3 ניתוח דיאגרמות של מצבים שונים בפעולת המנוע 1.1.4 הצתה מאוחרת/ מוקדמת/ ללא ניצוץ/ דטונציה 1.1.4.1 תזמון מנוע 1.1.4.2 חשיבות התזמון וסיווג המנגנונים לתזמון המנוע 1.2 מנגנון שסתומים 1.2.1 סיווג מנגנונים ושיטות לפתיחת השסתומים 1.2.1.1 דיאגרמת שסתומים 1.2.1.2 מנגנון שסתומים משתנה	1
8	1.3 מערכת הצתה 1.3.1 מבנה ועקרון פעולת המערכת 1.4 מאזן חום של מנוע בעירה פנימית 1.4.1 מערכת קירור 1.4.2 מערכת קירור סגורה בלחץ 1.4.2.1 מבנה ועקרון פעולת המערכת 1.4.2.2 מבנה ועקרון פעולה מע' קירור בעלת משאבה חשמלית ושתי תרמוסטטים. 1.4.2.3 השפעת הלחץ על נקודת הרתיחה במנועים חדישים 1.4.2.4 טמפרטורה קריטית למנוע 1.4.2.5 גורמים לחימום וקירור יתר של המנוע 1.4.2.6 הפעלת מאווררים	
4	1.5 מערכת סיכה 1.5.1 מבנה ועקרון פעולת המערכת	

- פיילוט – תשפ"א -

	1.5.1.1 סוגי משאבות ותרשימי זרימת השמן במנוע	
	1.5.1.2 מערכת סיכה בעלת משאבה עם ספיקה משתנה	

6	1.6 גידוש מנוע 1.6.1 מילוי נפחי 1.6.1.1 סוגי מגדשים – מבנה ועקרון פעולה 1.6.1.2 מגדש טורבו 1.6.1.3 מגדש בעל גאומטריה משתנה 1.6.1.4 מצנן בניים	
14	2.1 הכוחות הפועלים במנוע 2.1.1 חישוב הכוחות הפועלים במנגנון הארכובה א. הכוח על ראש הבוכנה ב. הכוח הנורמלי ג. הכוח הפועל לאורך הטלטל ד. הכוח המשיקי הגורם למומנט הסיבוב ה. הכוח הרדיאלי הפועל על מסיבים ו. מומנט התהפכות ומומנט המנוע ז. כוח בלתי מאוזן הפועל על החלקים המסתובבים ח. כוחות ההתמדה במנוע ט. מסה משתתפת 2.2 איזון מנוע 2.2.1 איזון סטטי ודינמי 2.2.2 הסיבות לחוסר איזון בפעולת המנוע 2.2.3 אמצעים לצמצום בעיות האיזון 2.2.3.1 תהודה בגל הארכובה 2.2.3.2 אי קציבות בגל הארכובה 2.2.3.3 מהירות קריטית של גל הארכובה	2
12	אבחון-בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. <u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים 56 שעות</u>	

40	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים 130 שעות</u> ניהול מנוע בנזין 3.1 תפקיד ניהול המנוע והיסטוריה בתחום 3.2 ניהול מנוע motronic עם חלוקת המערכת לאותות מבוא, יחידת בקרה ומפעילים. 3.3 מערכת ההצתה – DIS ו סליל רוכב (COP) 3.3.1 מבנה ועקרון פעולה 3.4 מערכות הזרקת דלק 3.4.1 הזרקת סעפת רב נקודתית MPI 3.4.1.1 מבנה מערכת הדלק במנועי בנזין 3.4.1.2 משאבת דלק, מסנן, ווסת לחץ דלק, 3.4.1.3 מזרקי הדלק 3.4.1.4 הגורמים המשפיעים על שינויי זמני ההזרקה 3.5 הזרקה ישירה FSI, GDI 3.5.1 סוגי הזרקות – מרובדת והומוגנית 3.5.2 משאבת לחץ גבוה 3.5.3 וויסות לחץ הדלק במערכת 3.5.4 מזרקי לחץ גבוה במנוע בנזין 3.6 חיישני המערכת 3.6.1 חיישן נקישות ובקרת נקישות 3.6.2 חיישן טמפ' מנוע 3.6.3 חיישן טמפ' אוויר 3.6.4 חיישני חמצן לסוגיהם 3.6.5 בקרה ותיקוני תערובת 3.6.6 הרכב התערובת ויחס דלק אוויר 3.6.7 חיישן מסת אוויר לסוגיהם 3.6.8 חיישן סל"ד לסוגיהם 3.6.9 חיישן מצערת 3.6.10 חיישן דוושת האצה 3.6.11 חיישן לחץ סעפת 3.6.12 חיישן לחץ גידוש 3.7 מפעילים המערכת שאינם מופיעים לעיל 3.7.1 מערכת למחזור גזי פליטה EGR 3.7.2 מערכת למחזור אדי דלק EVEP 3.7.3 מנוע מצערת 3.8 בקרת פליטה במנוע בנזין מתקדמים 3.8.1 הגזים הנפלטים ממנוע בנזין	3
----	--	---

- פיילוט – תשפ"א -

	3.8.2 ממיר קטליטי – מבנה ואופן פעולה 3.8.3 מסנן חלקיקים במנועי בנזין 3.8.4 ניטור חיישני חמצן במערכת 3.8.5 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	
20	מנוע דיזל 4.1 הסבר תהליך השריפה במנוע דיזל בעזרת דיאגרמת שלבי השריפה 4.2 דיאגרמה אינדיקטורית של מנוע דיזל 4.3 מבנה מערכת הדלק במנוע דיזל 4.3.1 מבנה של מערכת הדלק בעלת משאבת הזרקה רוטורית 4.4 מערכת מסילה משותפת common rail 4.4.1 מבנה ואופן פעולת מערכת מסילה משותפת 4.4.2 אמצעי הבטיחות שיש לנקות בעת טיפול במערכת. 4.4.3 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	4
30	ניהול מנועי דיזל 5.1 רכיבים במערכת ניהול מנוע 5.2 בקרת בפליטה במנוע דיזל 5.2.1 הגזים הנפלטים ממנוע דיזל 5.2.2 מערכת למחזור גזי הפליטה EGR 5.2.3 מערכת SCR 5.2.4 מסנן חלקיקים DPF 5.2.5 בקרת אוריאה AD blue 5.2.6 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	5
10	אופייני מנוע 6.1 הכרה וניתוח של דיאגרמות אופייניות של מנועי שריפה פנימית 6.1.1 גרף ההספק 6.1.2 גרף המומנט 6.1.3 גרף תצרוכת הדלק הסגולית 6.1.4 גמישות מנוע 6.1.4.1 חישוב גמישות מנוע 6.1.4.2 גמישות קינטית 6.1.4.3 גמישות דינמית	6
30	חישובי מנוע 7.1 חישוב ממדי מנוע 7.1.1 חישוב נפחים, מהלך בוכנה, יחס דחיסה ושינוי יחס דחיסה	7

- פיילוט – תשפ"א -

	7.2 חישובי בוכנה 7.2.1 חישוב מהירויות בוכנה רגעית, מקסמילית וממוצעת 7.2.2 חישוב מיקום הבוכנה בצילינדר 7.2.3 חישוב תאוצות בוכנה מקסימלית, מינימלית ורגעית 7.3 חישוב כמויות חום במנוע 7.3.1 חישוב תצרוכת דלק (על פי נתונים שונים). 7.4 חישוב הספקי מנוע 7.4.1 חישוב הספק אינדיקטורי 7.4.2 חישוב הספק יעיל 7.5 חישוב מומנט מנוע 7.6 חישוב נצילות יעילה, מכאנית וכללית. 7.7 איזון מנוע 7.7.1 חישוב אי קציבות בגלגל התנופה 7.7.2 חישוב הכוח הצינטרפוגלי בגלגל התנופה 7.7.3 איזון דינמי ואיזון סטטי של החלקים המסתובבים במנוע 7.8 חישובים במנגנון השסתומים 7.8.1 חישוב שטח מעבר החופשי של הגזים 7.8.2 חישוב מהירות זרימת הגזים 7.8.3 חישובי זוויות פתיחת השסתומים 7.8.3.1 חישובי זמני פתיחת השסתומים	
14	מנועי גז 8.1 תיאור המבנה ובאופן פעולה של מנוע גז מסוג CNG 8.2 תיאור המבנה ובאופן פעולה של מנוע גז מסוג LPG 8.3 תהליך ייצור חשמל באמצעות תאי דלק מימן	8
10	כוח הנעה עתידי	9
186	סה"כ שעות לימוד	

- פיילוט – תשפ"א -

ב. מערכות להעברת הכוח

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו - 2 ש"ש

סה"כ 74 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד-	מס"ד
12	מצמדים 1.1 מצמד חיכוך 1.1.1 מבנה ואופן פעולת המצמד 1.1.2 מבנה דיסקת חיכוך ומנחת התנודות 1.2 מצמד הידרואלי 1.2.1 מבנה ואופן פעולה מצמד הידרואלי 1.3 ממיר מומנט 1.3.1 מבנה ממיר המומנט 1.3.2 אופן פעולת ממיר מומנט 1.3.3 זרימת השמן בממיר 1.3.4 מצמד גישור 1.3.5 מצבת חופשי 1.4 חישובי מצמדים 1.4.1 חישוב כוח ההצמדה במצמד חיכוך 1.4.2 חישוב נצילות העברת המומנטים 1.4.3 חישוב שיעור החלקה 1.4.4 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	1
34	תיבות הילוכים ברכב 2.1 תיבת הילוכים ידנית 2.1.1 מבנה ואופן פעולת התיבה 2.1.2 יחסי התמסורת בתיבה 2.1.3 גרף "משור" בתיבה. בניית הגרף ע"י חישובים, (הבנת קריאת הגרף והוצאת נתונים לחישובים שונים) 2.1.4 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	2

- פיילוט – תשפ"א -

	2.2 תיבת הילוכים אוטומטית 2.2.1 המערכת הפלנטרית בתיבה 2.2.1.1 מערכת פלנטרית מסוג סימסון 2.2.2 חפיפת הילוכים בתיבה האוטומטית 2.2.3 נוזל הידראולי בתיבה האוטומטית 2.2.3.1 בדיקת מפלס הנוזל בתיבה 2.2.4 מצמד רב דיסקי רטוב בתיבה 2.2.5 בקרה ממוחשבת בתיבה האוטומטית <u>אבחון</u>- בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. 2.3 תיבת הילוכים רציפה CVT 2.3.1 מבנה התיבה ושינוי יחסי המסירה 2.3.2 תמסורת פלנטרית וייעודה בתיבה הרציפה 2.3.3 מבנה הרצועה/חגורה בתיבה הרציפה 2.3.4 אופן פעולת התיבה 2.3.5 בקרה ממוחשבת בתיבה הרציפה 2.3.6 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. 2.4 תיבת הילוכים רובוטית 2.4.1 תיבת הילוכים רובוטית מסוג DSG 2.4.1.1 מבנה ואופן פעולה של תיבת הילוכים DSG בעלת מצמד כפול 2.4.1.2 מבנה ואופן פעולה של תיבת הילוכים DSG בעלת מצמד רב דיסקי <u>אבחון</u>- בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. 2.4.2 תיבת הילוכים רובוטית בעלת מנגנון הפעלה ממוחשב	
10	גלי הינע ומפרקים 3.1 תפקידי הגל והמפרק 3.2 סוגי מפרקים לתנועה קצובה ולתנועה בלתי קצובה 3.3 גרף אופייני למפרקים בתנועה קצובה ובלתי קצובה 3.4 שיני ההזחה בגל ההינע <u>אבחון</u>- בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות <u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים 56 שעות</u>	3

- פיילוט – תשפ"א -

18	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים 18 שעות</u> ממסרת הינע סופי 4.1 הדיפרנציאל 4.1.1 תפקיד 4.1.2 מבנה הדיפרנציאל 4.1.3 אופן פעולת הדיפרנציאל 4.1.4 נעילת דיפרנציאל 4.1.5 סיווג סוגי דיפרנציאלים <u>אבחון-בדיקות</u>, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית.	4
<u>74</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: רכב היברידי ורכב חשמלי

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 130 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
	הרכב היברידי	1
	1.1 מבנה בסיסי של רכב היברידי	
	1.1.1 הגדרות ופירוט חלקיו העיקריים	
	1.1.2 הוראת הנוהל 146	
	1.2 חלוקה לקטגוריות תצורות רכב היברידי לפי הגדרות יצרני הרכב	
	Micro Hybrid 1.2.1	
	Mild Hybrid 1.2.2	
	Strong Hybrid 1.2.3	
	Plug-in Hybrid 1.2.4	
	1.2.5 שיטות נוספות לסיווג רכבים היברידיים: טורי, מקבילי ומשולב	
	1.3 בטיחות במערכות מתח גבוה	
	1.3.1 הגורם האנושי	
	1.3.2 אמצעי זהירות והגנה	
	1.3.3 חוק החשמל לעבודה במתח גבוה – הרשאה מנהלית	
	1.3.4 המתח הגבוה ואמצעי זהירות ברכבי היברידי	
	1.3.4.1 מערכת אינטרלוק	
	1.3.4.2 מעגלי פריקת קבלים	
	1.3.4.3 מעגלי ניטור לזליגת מתח גבוה ופריצת בידוד	
	1.3.5 מערכת החשמל – פריסת הרכיבים ברכב היברידי וחשמלי	
	סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים	
	התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים	
	1.4 עקרונות שיטת מערכת היברידי ברכבי נוסעים	
	1.5 מנועים חשמליים לזרם ישר וחילופין M.G (motor generator)	
	1.5.1 מנוע תלת פאזי סינכרוני וא-סינכרוני	
	1.6 המרת מתח ישיר וחילופין ברכב	
	1.6.1 ממיר מתח	
	1.6.2 מהפך הזרם	

- פיילוט – תשפ"א -

	1.7 מצבר 12v ותפקידו ברכב היברידי 1.8 סוללת המתח הגבוה – עקרונות הפעולה, ומושגים בסוללות 1.8.1 מושגים בסוללות 1.8.1.1 סוללת ליטיום איון Li-ion 1.8.1.2 סוללת ליטיום פולימר Li-pol 1.8.1.3 סוללת ניקל מטאל היידריד Nimh 1.8.2 מערכת בקרת סוללת המתח הגבוה 1.8.2.1 מעגל ממסרי SMR 1.8.3 קירור הסוללה – קירור אוויר , קירור נוזלי, 1.8.4 איזון תאים בסוללות המתח הגבוה 1.8.5 מצבי טעינה כולל בלימה רגנטיבית 1.9 מערכת ניהול האנרגיה ברכב Battery mode – Gasoline mode 1.9.1 העברת התנועה לגלגלים באמצעות מנוע בעירה פנימית 1.9.1.1 מנוע בנזין -מחזור אטקינסון 1.9.1.2 מנוע בנזין -מחזור מילר 1.9.2 העברת התנועה לגלגלים באמצעות מנוע חשמלי 1.9.3 שילוב כוחות ומומנטים של מנוע בעירה פנימית ומנוע חשמלי 1.9.4 שליטה ידנית ואוטומטית לבחירת סוג העברת התנועה 1.10 בדיקות חשמל במערכת האלקטרונית משולבת ציוד אבחון ומשקף תנודות 1.11 הכרה והתמצאות בסרטוטי חשמל של המערכת ההיברידית והחשמלית. אבחון-בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות. 1.12 קורס CPR – החייאה וטיפול במצב של פגיעה ממתח גבוה – מד"א בכפוף לדרישות משרד התחבורה **מותנה בקבלת מוסמך רמה 02 לרכב היברידי	
130	סה"כ שעות לימוד	

המקצוע הנלמד : מערכת תקשורת וסייבר ברכב

כיתה יג - טרימסטר א' - 1 ש"ש

טרימסטר ב' - 1 ש"ש

טרימסטר ג' - 1 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 1 ש"ש – טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 1 ש"ש

סה"כ 93 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
5	שיטות להעברת נתונים לפני עידן התקשורת הדיגיטלית	1
2	התפתחות מערכות התקשורת ברכב – רקע היסטורי	2
5	הכרת המושגים 3.1 ביט bit 3.2 סיבית byte 3.3 קצב העברה 3.4 תקשורת טורית 3.5 תקשורת מקבילית	3
6	הכר מבנה השכבות בתקשורת 4.1 פיזי 4.2 חשמלי 4.3 מבנה ההודעות 4.4 בניית ההודעה	4
2	טופולוגיה 5.1 שיטות לחיבור יחידות הבקרה	5
8	הכרת פרוטוקולים שונים לתקשורת בין יחידות הבקרה בעולם הרכב 6.1 LIN 6.2 CAN 6.3 השוואה בסיסית לתקשורת מחשבים	6
28	<u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים</u>	
	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים</u>	
	<u>65 שעות</u>	
10	תקשורת CAN BUS 7.1 החיווט – שזירה, התמודדות עם הפרעות, שדה מגנטי, כשלים ותיקון 7.2 תאום עכבות – התנגדות הקו	7

- פיילוט – תשפ"א -

	7.3 הרמה החשמלית – רמת המתח אופן שינוי המידע 7.3.1 השוואה בין תקנים שונים 7.4 מבנה רכיב CAN BUS ביחידת הבקרה 7.5 טופולוגיה רשת שונות 7.6 מבנה ההודעה, משמעות השדות וזיהוי כשלים	
10	תקשורת LIN 8.1 החיווט – מבנה והשוואה ל can bus 8.2 מבנה התקשורת Master – 1 Slave 8.3 מבנה ההודעה, משמעות השדות וכשלים	8
8	תקשורת Flexray 9.1 החיווט – שזירה, סיכוך, התמודדות עם הפרעות, שדה מגנטי, כשלים ותיקון 9.2 תאום עכבות – התנגדות הקו 9.3 הרמה החשמלית – רמת המתח אופן שינוי המידע, השוואה 9.4 טופולוגית כוכב וחלוקה לאיזורים 9.5 מבנה ההודעה, בניית ההודעה ומשמעות השדות 9.6 היער תקלות במערכת התקשורת	9
8	תקשורת אופטית MOST 10.1 השוואה בין אות חשמלי לאות אופטי 10.2 אופן החיבור 10.3 צורת התיקון 10.4 קצבים	10
4	יחידות קלט פלט	11
4	ממשקי אבחון 12.1 מבנה שקע האבחון 12.2 מטרת שקע האבחון 12.3 תקן OBD 12.4 ההבדלים בין מערכות אבחון השונות	12
4	קישוריות וסייבר 13.1 תקשורת בין רכבים – V2V 13.2 תקשורת בין רכב לגורם אחר - V2X 13.3 הגנת סייבר למחשבי הרכב	13
5	מהווה למציאות מוטת עתיד MASS Mobility as a service	14

- פיילוט – תשפ"א -

20	<u>אבחון-בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ</u> <u>הוראות יצרן, בדיקות חשמלית.</u>	15
<u>93</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: מערכת חשמל ממוחשבות

כיתה יג - טרימסטר א' - 2 ש"ש

טרימסטר ב' - 2 ש"ש

טרימסטר ג' - 2 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 2 ש"ש - טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 2 ש"ש

טרימסטר ה' - 2 ש"ש

טרימסטר ו' - 2 ש"ש

סה"כ 74 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד:	מס"ד
16	מצברים וניהול האנרגיה 1.1 מצבר עופרת - פריקה וטעינה 1.2 מצבר ללא טיפול 1.3 מצבר AGM , EFB 1.4 מצבר ג'ל 1.5 סימוני מצברים 1.6 מצבר ניקל מטאל, ליתיום 1.7 סוללה לרכב היברידי / חשמלי 1.8 מושגים אנרגיה וקיבול בסוללות לרכבים היברידי וחשמליים 1.9 קריאת תרשימים חשמליים וניתוחם 1.10 בדיקות, איתור תקלות ואבחון	1
20	מערכת טעינה והתנעה במנועי שריפה פנימית 2.1 המתנע – מבנה ואופן פעולה 2.2 תמסורות הפחתה במתנע 2.3 בדיקות מתנע 2.4 מתנע לרכב כבד 2.5 האלטרנטור – מבנה ואופן פעולה (מעגל יישור, ווסת טעינה) 2.6 מעגל טעינה 2.7 טעינה חכמה 2.8 בקרת טעינה 2.9 בדיקות האלטרנטור 2.10 מצב המצבר במערכת טעינה חכמה 2.11 קודי תקלה במערכות טעינה 2.12 קריאת תרשימים חשמליים וניתוחם <u>אבחון</u>- בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמליות.	2

- פיילוט – תשפ"א -

20	מערכת התאורה 3.1 תקן דין למערכות תאורה 3.2 סוגי נורות 3.3 תאורה ראשית, אסימטרית 3.4 מנגנון כיוון אורות 3.5 סוגי פנסים 3.6 תאורת קנסנון 3.7 תאורת לייזר 3.8 תאורת LED 3.9 תאורת יום קבועה 3.10 קריאת תרשימים חשמליים וניתוחם 3.11 בדיקות, איתור תקלות ואבחון בעזרת ציוד מתאים וע"פ הוראות יצרן, בדיקות מכניות ובדיקות חשמלית. <u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים 56 שעות</u>	3
	<u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים 18 שעות</u>	
9	מערכת מחוונים ברכב מודרני 4.1 מחוונים 4.2 מחוונים דיגיטלים 4.3 קריאת תרשימים חשמליים וניתוחם	4
9	5.1 מערכות עזר לאבטחת הרכב 5.2 מפתח חכם	5
74	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

המקצוע הנלמד: מעבדות אוטו-טק

כיתה יג - טרימסטר א' - 5 ש"ש

טרימסטר ב' - 5 ש"ש

טרימסטר ג' - 5 ש"ש

כיתה יד - טרימסטר ג' - 5 ש"ש - טרימסטר מעבר

טרימסטר ד' - 4 ש"ש

טרימסטר ה' - 4 ש"ש

טרימסטר ו' - 5 ש"ש

סה"כ 297 שעות לימוד

שעות לימוד	הנושא הנלמד	מס"ד
6	שיטות לאבחון תקלות ותחקור לקוח	1
14	שימוש נכון במאגרי מידע – נתוני יצרן ותכנת מידע	2
10	שימוש נכון בכלי עבודה ובמכשירי המדידה במעבדה רב מודד, משקף תנודות, סורק תקלות, מד פולסים, כלי מדידה – מד זחיה - קליבר, מיקרומטר פנימי וחיצוני ואינדיקטור.	3
15	פירוק ראש מנוע ותזמון מנוע תוך שימוש בהוראות יצרן / תכנת מידע ושימוש במד מומנט	4
15	מדידות מנוע – בדיקת יישור ראש, מדידת צילינדרים, קטרי צווארי הגלים ומרווח סיכה.	5
5	משאבות ברכב 6.1 סוגי משאבות – שמן, מים, דלק, בלם מרכזית ומשאבת אופן, משאבת וואקום. 6.2 בדיקות ע"פ אופן הפעלת המשאבה.	6
15	בדיקות מכאניות במנועי שריפה פנימית 7.1 בדיקת דחיסה מכאנית ואלקטרונית 7.2 בדיקת תת לחץ 7.3 בדיקת לחץ הפוך 7.4 בדיקת לחץ שמן 7.5 בדיקת דליפות במערכת הקירור	7
30	בדיקות במערכות לניהול מנוע 8.1 מנועי בנזין 8.1.1 קריאת תרשימי חשמל וביצוע מדידות חשמליות לכל החיישנים והמפעילים במערכת תוך שימוש בכל מכשירי המדידה הנדרשים. 8.1.2 שימוש בסורק תקלות לקריאת נתוני זרם המידע מהמערכת 8.1.3 בדיקות לחץ דלק בנקודות הנדרשות ע"פ הוראות היצרן. 8.1.4 הקפדה על תהליך אבחון תקין ומסודר מקבלת ביצוע המטלה רכב ועד למסירה "ללקוח" -בכתב. 8.1.5 בדיקות גזי פליטה 4,5 גזים תוך ניתוח תוצאות	8

- פיילוט – תשפ"א -

	8.2 מנועי דיזל 8.2.1 בדיקת תקינות מזרקים ע"י בדיקת כמויות עודפים 8.2.2 קריאת תרשימי חשמל וביצוע מדידות חשמליות לכל החיישנים ולמפעילים במערכת תוך שימוש בכל מכשירי המדידה הנדרשים. 8.2.3 שימוש בסורק תקלות לקריאת נתוני זרם המידע מהמערכת 8.2.4 בדיקות לחץ דלק בנקודות הנדרשות ע"פ הוראות היצרן (ע"י סורק ולא בדיקות מכאניות) 8.2.5 הקפדה על תהליך אבחון מסודר מקבלת המטלה / רכב ועד למסירה "ללקוח" בכתב. 8.2.6 בדיקת עשן במנועי דיזל	
18	בדיקות במערכת העברת הכוח 9.1 פירוק והרכבת מכלולי המערכת – מצמד, תיבות הילוכים גל הינע, דיפרנציאל. 9.2 בדיקות מכאניות וחשמליות במערכת העברת הכוח. הערה: תוך שימוש בכלים מתאימים ומכשירי מדידה ממוחשבים	9
12	בדיקות במערכת המתלה ומרכב 10.1 פירוק והרכבת מתלה 10.2 בדיקות מכאניות וחשמליות במערכת המתלה 10.3 בדיקת מתלה בעזרת מכשיר מיוחד לבדיקת הבולם – מומלץ לסייר במכון בדיקת רכב 10.4 בדיקות חשמליות במערכת כריות אוויר SRS תוך שימוש בהוראות יצרן	10
<u>סיום התכנית לכיתה יג' – טכנאים - 140 שעות</u> <u>התחלת התכנית לכיתה יד' – הנדסאים - 157 שעות</u>		
30	בדיקות במערכת הבלמים, היגוי ומערכת בקרת יציבות 11.1 בדיקות בלם דיסק, תוף 11.2 פירוק והרכבת משאבה מרכזית ומגבר בלם 11.3 בדיקת בלמים בעזרת דינמומטר 11.4 זיהוי חיישנים ומפעילים במערכת ABS, ESP, TCS ובדיקתם תוך שימוש במכשירי מדידה מתאימים והשוואה לנתוני יצרן – בכתב. 11.5 בדיקות מערכת ההיגוי בדיקות זוויות היגוי 11.6 מדידת זוויות היגוי ע"י מכשיר לכיוון פרונט ממוחשב ומכאני 11.7 ביצוע כיוון לזוויות השונות וקריאת נתוני יצרן 11.8 תקלות בכיוון הזוויות המשפיעות על שחיקת הצמיגים	11
23	בדיקות במערכות חשמל ממוחשבת	12

- פיילוט – תשפ"א -

	12.1 בדיקות מצברים לסוגיהם - הידרו מטר, וולט מטר, בעומס , בדיקה ע"י בודק מצברים אלקטרוני 12.2 בדיקות מערכת התנעה 12.2.1 בדיקות מפלי מתח לאורך מע' ההתנעה 12.2.2 בדיקת צריכת זרם בזמן התנעה 12.2.3 פירוק והרכבת מתנע 12.2.4 בדיקת עוגן 12.2.5 בדיקה ע"י מכשיר רטן 12.3 בדיקות מערכת טעינה 12.3.1 בדיקת מתח טעינה ובדיקת זרם טעינה באמפרמטר השראתי 12.3.2 פירוק והרכבת אלטרנטור מהמנוע 12.3.3 פירוק חלקי האלטרנטור לגורמים ובדיקות חלקי האלטרנטור 12.3.4 בדיקת ווסתים 12.4 בדיקת מערכת התאורה 12.4.1 בדיקת אורות ע"פ מעגלי התאורה: חניה, ראשי, איתות ובלימה 12.4.2 התאמת נתיכים למערכות 12.4.3 בדיקת כיוון אורות ועוצמת תאורה במכשיר כיוון אורות	
20	בדיקות במערכות התקשורת ברכב 13.1 בדיקות התנגדות במערכות התקשורת (can-bus, lin-bus) 13.2 בדיקות מתחים במערכת בעזרת סקופ (can-bus, lin-bus)	13
24	בדיקות במערכת בקרת האקלים 14.1 הכרת וזיהוי מבנה המערכת 14.2 בדיקות לחצים במערכת בקרת אקלים 14.3 אבחון תקלות במערכת ובדיקת דליפות במכשירים ייעודיים 14.4 חיבור מכשיר למילוי קרר ובדיקת מערכת פעולת המיזוג. (ייבוש, וואקום מילוי קרר ע"פ משקל) 14.5 שימוש בטבלאות לאיתור תקלות מונחה כולל תרשימי זרימה של יצרני הרכב 14.6 פירוק והרכבת מדחס, מעבה , שסתום התפשטות, ומייבש. 14.7 בדיקות חשמליות במערכת בקרת אקלים ע"פ נתוני יצרן. 14.8 בדיקה בעזרת סורק תקלות	14
30	בדיקות ברכב היברידי וחשמלי 15.1 זיהוי רכיבי המתח הגבוה 15.2 בדיקות חשמל במערכת האלקטרונית משולבת ציוד אבחון ומשקף תנודות, 15.3 הכרה והתמצאות בסרטוטי חשמל של המערכת ההיברידית והחשמלית ברכב .	15
30	בדיקות במערכות נוחות וסיוע לנהג - ADAS	16

- פיילוט – תשפ"א -

	ביצוע בדיקות חשמליות בעזרת סורק התקלות ומכשירי המדידה המקובלים, מומלץ לקיים סיורים למרכז שירות / מחלקה טכנית של יבואני הרכב ליום הדרכה בנושא וחשיפה מוגברת לסטודנטים.	
<u>297</u>	<u>סה"כ שעות לימוד</u>	

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, (כרך א' - ב') יוסי בן שיפרוט הוצאת אוטודאטא.
6. מיזוג אוויר ובקרת אקלים לרכב – יוסי בן שיפרוט ואברהם גרינברג תשע"ב 2012.
7. תורת המנוע, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
8. תורת הרכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
9. מערכות ממוחשבות ואבחון ברכב, אלכס בוגטיקוב הוצאת אוטודאטא.
10. תכנון וניהול מוסך, אליעזר וייסברג, נסים עדן ויוסי ברגיג, משרד החינוך.
11. תוכנת ELECTUDE - הולנד.
12. Euro Lehrmittel – מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת (2020)
13. Euro Lehrmittel ספר נוסחאות מתורגם לעברית בהוצאת מכללת מוטו-גת (2020)
14. Europa thek – modern automotive technology -2019
15. הזרקת דלק ממוחשבות במנוע בנזין, ב' אביעד.
16. מבוא למערכות אוטו-טק – חלק א' יניב טוכמן הוצאת רשת אורט 2014.
17. תיבות הילוכים אוטומטיות, ב' אביעד, הוצאת אורית.
18. מבוא לחומרים הנדסיים, מאת: אריה קפלן
19. הנדסת חומרים וטיפול טרמי, מאת: יוסף פישביין
20. מטרולוגיה מכנית - מאת: אינג י. אלפרוביץ
21. תורת החוזק והאלסטיות – מאת: אינג י. אלפרוביץ
22. מכניקה טכנית – מאת: אינג י. אלפרוביץ
23. פיזיקה חוג שני- מכניקה, תורה מוליקולרית, תרמודינמיקה. מאת: ד"ר מ. לינדמן, ליפשיץ
24. מבוא לתרמודינמיקה - ד"ר מילארד חמיסה
25. נוסחאות בתרמודינמיקה- מאת: יוסי ברגיג
26. טכנולוגיה של מוצרי נפט מאת: אינג מ. בביץ (בולטין טכני לתעשייה, לתחבורה ולחקלאות
27. חלקי מכונות – (חלקים 1-3) מאת: יוג'ין וינגר ומיכאל פרישמן הוצאת אורט 2003.