

# הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית

## לימודי הסמכה - מסלולי לימוד

אתר הפקולטה: <https://cee.technion.ac.il/>

### הנדסה אזרחית

ההנדסה האזרחית עוסקת בתכנון, בתכן ובביצוע של מבנים ומערכות לצורכי התעשייה, הציבור והפרט. הסטודנט בהנדסה אזרחית חייב להצטיין בנטייה למדעים המדויקים, בעיקר מתמטיקה, פיזיקה וכימיה, על מנת להפיק תועלת מתכנית הלימודים המכוונת לפתח את כישוריו באנליזה ובסינתזה.

המשימות האופייניות שהמהנדסים האזרחיים עשויים לעסוק בהן בעבודתם ההנדסית, כוללות תכנון מבנים ובניינים רבי קומות, מבני דיור ותעשייה, דרכים, שדות תעופה, נמלים, מתקנים לאנרגיה הידרואולית וגרעינית, גשרים, סכרים, ניצול משאבי מים, הידרולוגיה ומבנים הידרולוגיים, אספקת מים וביוב והיבטים של ניהול הבנייה ותשתיות הסביבה. כל אלה מותנים בבקיות ביסודות המדע וההנדסה. הבעיות העומדות לפתרון דורשות הכרת ההיבטים היסודיים כגון: חומרים, קרקע וביסוס, מכניקת מבנים ומכניקת הזורמים, מדידה ומיפוי. תכנית הלימודים כוללת, אפוא, קשת רחבה של תחומים בסיסיים לרבות השימוש במחשבים באמצעי מיחשוב מתקדמים.

במסגרת הלימודים נכללים מקצועות היסוד (פיזיקה, מתמטיקה, כימיה ואנגלית), מקצועות הנדסה בסיסיים כגון: מבוא למכניקה הנדסית, מכניקת זורמים, תכנות מחשבים, ניתוח מערכות, גרפיקה הנדסית ומקצועות בחירה חופשית. במחצית השנייה של תכנית הלימודים לומדים הסטודנטים עקרונות תכן מבנים, תחבורה, הנדסת הסביבה, הידרוטכניקה ואת העקרונות והשיטה הנדרשים במדעי הבנייה, בתכן הנדסי ובניהול.

לסטודנטים ניתנת אפשרות ללמוד שרשרות בחירה לצורך התמחות בתחומים הבאים: הנדסת מבנים, הנדסת משאבי מים וסביבה, הנדסת תחבורה, ניהול הבנייה, חומרים תפקוד וטכנולוגיה של בנייה, גיאודזיה (מיפוי וגיאואינפורמציה), וגיאוטכניקה.

לרשות הסטודנטים עומדות המעבדות למכניקת הקרקע, לדרכים ואספלט, לחומרי בניין, למודלים למבנים, להידרוליקה, להנדסה סביבתית, למדידות ו-GPS, למיפוי ספרתי ו-GIS, לפרטוגרמטריה וחישה מרחוק.

התכנית הנה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית".

**תאור מפורט של השרשרות ותחומי ההתמחות, מובא בהמשך.**

**מרבית הקורסים בפקולטה ניתנים במתכונת חד-שנתית ומותאמים להתחלת לימודים בסמסטר חורף.**

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות לימודי הסמכה בפקולטה:

[yaelly@technion.ac.il](mailto:yaelly@technion.ac.il), [judith@technion.ac.il](mailto:judith@technion.ac.il)

ובאתר הפקולטה.

### הנדסה אזרחית - מבנים

המסלול להנדסה אזרחית - מבנים נועד להכשיר מהנדסים אזרחיים שעיסוקם העיקרי הוא תכן מבנים (מבני מגורים, מבנים ציבוריים, אולמות, גשרים, מבני תעשייה ואחסנה, ממגורות, מגדלי מים ועוד). תכנית הלימודים מתחילה בהקניית בסיס רחב בהנדסה אזרחית. בהמשך, ניתנת הכשרה ממוקדת הכוללת הקניית כלים הדרושים לעיסוקו של מהנדס מבנים, כגון חוזק המבנה, יציבותו, ביסוס ועמידתו בהטרחות שונות כולל רוח ורעידות אדמה, שיקולי חסכון במשקל ועלות ושיקולי ביצוע. כמו-כן, ניתן בסיס לעיסוק במחקרים הקשורים לענפי בנייה משטחים אחרים ובפיתוח מערכות מבנים חדישות.

התכנית הינה מסלול הרשמה. בנוסף, כל סטודנט בפקולטה שמצבו האקדמי תקין ועומד בקריטריוני המעבר יוכל להצטרף לתכנית. התכנית מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית-מבנים". תואר זה מוכר ע"י רשם המהנדסים ומאפשר רישום הבוגר בפנקס המהנדסים בתחום של הנדסת מבנים ובהמשך דרכו המקצועית גם קבלת רישיון בתחום הנדסת מבנים (לאחר בחינות הרשם).

### חברי הסגל האקדמי

דיקן הפקולטה	פרופסורי משנה/ מרצים בכירים
שלמה בכור	אדרי יניב
<b>פרופסורים</b>	אפשטיין רזי
אוסטפלד אבי	גנדל יורי
בכור שלמה	גריסרו חזי
זקס רפאל	דליות שגיא
כץ אמנון	זיטובסקי סמיון
כרמל יוחאי	פן רוני
להב אורי	רדיאן עדי
עגנון יהודה	קידל פאדי
פרידלר ערן	
רבינוביץ עודד	
שושני מקסים	
שיפטן יורם	
<b>פרופסורים חברים</b>	<b>פרופסורים אמריטוס</b>
אבן-צור גלעד	אבנימלך יורם
אמיר עודד	אוזון יעקב
ברודאי דוד	איונברגר משה
ג'בארין מחמוד	בנטור ארנון
גולדפלד יסכה	בר יעקב
דגני אמיר	גוטמן פר אולוף
דובובסקי יעל	גלילי נפתלי
דנציגר אברהם	גרון מיכל
וולוך קונסטנטין	דוורץ קרלוס
חדאד ג'אק	דויטשר ירח
טולדו תומר	הגין יוסף
טלסניק מרק	ינקלבסקי דוד
לבן אורן	ממן יעקב
ליברזון דן	ניומן פיטר
לינקר רפאל	נרקיס נאוה
ספטארי סברנה	סגינר עדו
פורמן אלכס	פולוס אבישי
פילין שגיא	פרוסטיג יהושע
פישביין ברק	פרידמן שלמה
קלר אסף	צדר אבישי
קובלר קונסטנטין	קירש אורי
רמון גיא	רבהון מנחם
שביט אורי	רבינא ישראלה
	רובין הלל
	רוטנברג אביגדור
	שביב אברהם
	שטיאסני מיכאל
	שינמן יצחק
	שלף גדליהו
	שמיר אורי
	שמולביץ יצחק
	שפירא אביעד

הבוגרים יוכלו להשתלב בתפקידי מחקר, תכנון, הקמה ותפעול מערכות מים עירוניות, אזוריות ולאומיות. התכנית הינה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת אזרחית-הנדסת מים". פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת הסיבה, מים וחקלאות שבפקולטה: [kovlerk@technion.ac.il](mailto:kovlerk@technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### הנדסת הסיבה (תכנית משותפת ל-3 פקולטות)

מסלול המוביל לתואר ראשון בהנדסת הסיבה ניתן בתכנית לימודים משותפת לפקולטות להנדסה אזרחית וסביבתית, הנדסה כימית, והנדסת מזון וביוטכנולוגיה והרישום מתבצע דרך הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית. תכנית הלימודים הייחודית מכשירה את מקבלי התואר לעסוק במגוון רחב של נושאים בתחומי מחקר, תכנון, הקמה, ביצוע תפעול ופיקוח בהנדסה סביבתית. התכנית מקנה רקע חזק במקצועות יסוד מדעיים והנדסיים ומדגישה נושאי הנדסת משאבים סביבתיים, בקרת איכות מים, מערכות אקווסטיות וסביבה ימית, הידרולוגיה, אספקת מים, מערכות שפכים, טכנולוגיות טיפול במים ובשפכים, טכנולוגיות טיפול בפסולת מתעשייה, בקרת איכות קרקע, עקרונות השבה ומחזור שפכים ופסולת, דיני איכות הסיבה, ביוטכנולוגיה סביבתית, איכות האוויר ובקרת זיהומים אטמוספריים.

התכנית הינה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת הסיבה". פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת הסיבה, מים וחקלאות שבפקולטה: [kovlerk@technion.ac.il](mailto:kovlerk@technion.ac.il), באתר המסלול: <https://sviva.net.technion.ac.il> ובאתר הפקולטה.

### הנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה

המסלול להנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה נועד להכשיר מהנדסים למגוון התחומים העוסק בהרכבת, עיבוד, ניתוח והצגת מידע גיאומרחבי. בבסיסו התחום עוסק בתיאור פני כדור הארץ והפרטים שעל פניו. נושאי הלימוד מגוונים וכוללים, בין היתר:

**מערכות מידע גיאוגרפי (GIS)** – שילוב שכבות מידע סביבתי ותכנוני עם מידע מרחבי. המערכות מוכרות בעיקר בשימושים יומיומיים, כגון חיפוש מסלולי נסיעה או אתרי תיירות ובילוי בסביבה הקרובה, אך מספקות גם תשתית רחבת היקף בכל גוף גדול בארץ ובעולם.

**פוטוגרמטריה ספרתית ולייזר** – ניתוח תצלומים, הדמאות לוויין ונתוני מערכות לייזר לצורך זיהוי גופים ובניית מודלים תלת ממדיים. הזיהוי והמידול נעשים באמצעות מודלים מתמטיים מתקדמים המפותחים לשם כך.

**חישה מרחוק** – שיטה לצילום בעזרת מצלמות קרקעיות ולווייניות הקולטות קרינה בתחומים הסמויים מהעין. חישה מרחוק מאפשרת יצירת תמונות בהן נראים מרכיבים סביבתיים כמו חנקן, מימן, ומרכיבים ביולוגיים אחרים, שלא ניתן לזהותם בעין בלתי-מזוינת.

**מדידות הנדסיות וטופוגרפיות** – עוסקות בקביעת מיקום פרטים על פני כדור-הארץ. תוצרי המדידות מהווים בסיס לתכנון ולביצוע פרויקטים הנדסיים ברמות מורכבות שונות.

**קדסטר ורישום מקרקעין** – ניהול ורישום זכויות במקרקעין. לפי חוקי מדינת ישראל, מבוצעת רק על-ידי בוגרי המסלול מיפוי וגיאואינפורמציה, בעלי רישיון ממשלתי לעסוק בתחום, היוצרים תוכניות לצרכי רישום הקרקע כשייכת לבעליה.

**גיאודזיה לוויינית (GPS) וניווט** – קביעת מיקום וכיוון תנועה בדיוק מקסימאלי בעזרת מערך לווייני ה-GPS. ניווט אינו מתייחס רק למכשירי ה-GPS המוכרים. הוא משמש גם להכוונת מטוסים, ספינות וניהול צי רכבים.

לסטודנטים במסלול ניתנת אפשרות להתמחות בתחום המקרקעין והקדסטר, בתחום המיפוי והמידע המרחבי, או בתחום המדידות הגיאודטיות וההנדסיות זאת באמצעות לימוד שרשרות בחירה.

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת מים וניהול הבנייה שבפקולטה: [sarits@technion.ac.il](mailto:sarits@technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### הנדסה אזרחית - ניהול ובנייה

המסלול "הנדסה אזרחית - ניהול ובנייה" נועד להכשיר מהנדסים שעיסוקם העיקרי הוא ניהול פרויקטי בנייה; תיאום התכנון; ותכנון תפקודי; תכנון, ניהול ובקרה של הביצוע; ויתר ההיבטים הטכנולוגיים של הבנייה.

הוצאה מן הכוח אל הפועל של פרויקטי בנייה מתקדמים מחייבת עבודת צוות של מהנדסים בכירים מתחומים שונים, אשר השכלתם הבסיסית מוקנית ע"י היחידה להנדסת מים וניהול הבנייה שבפקולטה. בנוסף למהנדס המבנים, העוסק בתכנון ובתכנון הקונסטרוקציה, פעילים בכל פרויקט בנייה מהנדסים אחרים המתמקדים בניהול, ביצוע, חומרים וטכנולוגיות בנייה מתקדמים, ובהיבטים התפקודיים של הבניין ומערכותיו.

הכשרתם של מהנדסים אלה כוללת לצד הרקע הבסיסי בכל תחומי ההנדסה האזרחית, התמקדות בתחומים הספציפיים של ניהול משאבים וכוח אדם, ניהול פיננסי וכלכלת הבנייה, חומרים וטכנולוגיות בנייה, שיטות ביצוע של עבודות בנייה וקרקע, ביסוס ותמיכת מדרונות, בידוד תרמי ואקוסטי, קיים, איטום, ובטיחות אש. המסלול מבוסס לפיכך על תכנית לימודים הכוללת קשת רחבה של מקצועות חובה ובחירה מהתחומים: ניהול הבנייה; חומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבנייה; הנדסת מבנים; וגיאוטכניקה, ורקע בסיסי ביתר תחומי הפקולטה (על בסיס מקצועות חובה מהתחומים: תחבורה; משאבי מים והנדסת הסיבה; וגיאואינפורמציה).

התכנית מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית - ניהול ובנייה".

בוגר המסלול בניהול ובנייה מוכר ע"י רשם המהנדסים ומאפשר רישום הבוגר בפנקס המהנדסים במדור להנדסת ניהול הבנייה.

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת מים וניהול הבנייה שבפקולטה: [sarits@technion.ac.il](mailto:sarits@technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### הנדסה אזרחית - הנדסת תחבורה

המסלול להנדסת תחבורה נועד להכשיר מהנדסים שעיסוקם יהיה בתחומי התחבורה השונים: תכנון ותחבורה, הנדסת תעבורה, תכן דרכים, תכן מבנה דרכים ובטיחות בדרכים. ההכשרה המקצועית של מהנדס התחבורה מורכבת משני חלקים: החלק הבסיסי הוא למודי הנדסה אזרחית והחלק המתקדם המורכב ממקצועות התחבורה, חקר ביצועים ובנייה ערים. במסגרת לימודי הבסיס ילמד הסטודנט מקצועות מתחום הנדסת מבנים, ניהול הבנייה, חומרי בנייה, הנדסת הסיבה ומשאבי מים. מגוון המקצועות הנלמד במסגרת לימודי התחבורה נועד להקנות מיומנות רב-תחומית, במקצועות המדעים המדויקים, מדעי החברה, תכנון תשתיות, חקר בצועים ותכנון אורבני, הדרושים לתפקוד מהנדס התחבורה. תכנית הלימודים המוצעת נועדה לספק את הכלים ובסיס המיומנויות הנדרש ממהנדס התחבורה בעולם משתנה של טכנולוגיה שבו קיימת הקפדה על יצירת סביבה בת-קיימא.

התכנית הנה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית - הנדסת תחבורה".

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת תחבורה וגיאואינפורמציה שבפקולטה: [transeng@technion.ac.il](mailto:transeng@technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### הנדסה אזרחית - הנדסת מים

המסלול להנדסת מים נועד להכשיר מהנדסים בתחומים של הנדסת מים, מערכות אספקה, ניקוז ומניעת שיטפונות, פיזיקה של זרימת מים בסביבה על-קרקעית ותת-קרקעית, בקרה וכמו-כן בהיבטים של מערכות טיפול במים ובשפכים. נושא תשתיות מים הינו מהחשובים ביותר במשק הישראלי וגם בארצות רבות בעולם. המסלול בהנדסת מים משלב עקרונות של הנדסת מים עם ידע בסיסי בהנדסה אזרחית.

## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	108.5 נק'
מקצועות בחירה בשרשרות	34.0 נק'
מקצועות בחירה פקולטיים	4.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית	4.0 נק'
מקצועות בחירת העשרה	6.0 נק'

ה' - הרצאה, ת' - תרגיל, מ' - מעבדה, ע"ב - עבודות בית, נק' - נקודות

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
3	2	-	5	מבוא למכניקה הנדסית 014103
4	2	-	6	חדו"א 1 104003
3.5	2	-	3	אלגברה ליניארית מ' 104019
2	1	-	4	פיזיקה 1 114051
2	2	-	5	כימיה כללית 125001
-	2	-	-	חינוך גופני 394800
14.5	11	-	23	

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
2	2	-	4	מידע גרפי הנדסי 014008
3	2	-	5	תורת החוזק 1 014104
4	2	-	7	חדו"א 2 104004
2	1	-	4	משוואות דיפ. רגילות/ח' 104131
-	-	1.5	-	מעבדה בכימיה 125013
2	2	2	4	מבוא למחשב - שפת פייתון 234128
4	-	-	-	אנגלית טכנית מתקדמים ב' 324033
17	9	3.5	24	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
2	2	-	5	סטטיקת מבנים 014108
3	2	-	4	יסודות מכניקת הזורמים 014214
3	1	1	5	חומרי בנייה 014505
3	2	1	4	תכנון תחבורה* 014702
2	1	-	4	כימיה פיסיקלית 1ב' 124503
2	1	-	3	מבוא להנדסת חומרים 314535
-	2	-	-	חינוך גופני 394800
15	11	2	25	

\* ניתן לחילופין ללמוד את אחד המקצועות: הנדסה וניהול של תנועה (014733) או תכן ותפעול דרכים (014779).

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	4	סטטיסטיקה 014003
2	2	-	5	מבוא לשיטות נומריות 014006
3	2	-	4	מבני בטון 1 014153
1.5	1	-	2	גיאולוגיה הנדסית 014405
2	1	-	4	כלכלה הנדסית 014603
2	2	1	4	יסודות המיפוי והמדידה 1 014841
3	1	-	4	פיזיקה 2 114052
15.5	11	1	27	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
1	-	2	4	מעבדה הנדסית 014005
2	1	1	5	הידרוליקה 014205
2	1	-	4	מבוא להידרולוגיה הנדסית 014212
2	1	-	2	יסודות הטיפול במים ושפכים 014322
3	1	1	5	גיאומכניקה 014409
3	2	-	4	מבוא לניהול ובטיחות בבנייה 014618
13	6	4	23	

התכנית מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה".

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת תחבורה וגיאואינפורמציה בפקולטה: [aliza@tx.technion.ac.il](mailto:aliza@tx.technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### מיפוי וגיאואינפורמציה - מסלול תלת-שנתי

המסלול התלת-שנתי לתואר BSc במיפוי וגיאואינפורמציה דומה במבנהו למסלול הארבע שנתי, כאשר היקף הלימוד בו מסתכם ב-120 נקודות לימוד לעומת 157 נקודות לימוד המסלול הארבע שנתי. הוא כולל את מרבית מקצועות היסוד והחובה וכן את רוב מקצועות ההתמחות של המסלול הארבע-שנתי. הוא אינו כולל את מקצועות הרקע ההנדסיים בהנדסה אזרחית.

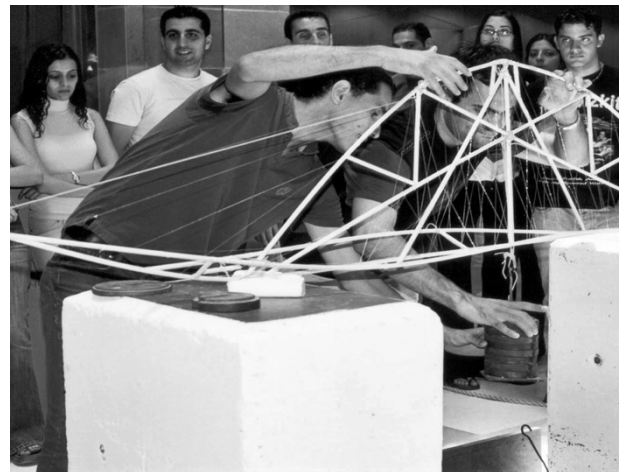
הסטודנטים רשאים לבקש המשך לימודים לתואר "מוסמך למדעים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה", בתנאי שישלמו 36.0 נקודות לפחות. התכנית מקנה את התואר "בוגר למדעים במיפוי וגיאואינפורמציה".

### בוגרי מסלול זה אינם יכולים להירשם בפנקס המהנדסים.

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת תחבורה וגיאואינפורמציה בפקולטה: [aliza@tx.technion.ac.il](mailto:aliza@tx.technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

### לימודים לקראת תואר ראשון נוסף הכולל תעודת הוראה

במקביל ללימודים לקראת תואר ראשון בפקולטה, קיימת אפשרות ללימודי תואר ראשון נוסף (הכולל תעודת הוראה) בפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה. לימודי התואר הראשון הנוסף הם באחת משמונה מגמות ההתמחות הבאות: הוראת מתמטיקה, הוראת פיזיקה, הוראת כימיה, הוראת ביולוגיה, הוראת מדעי המחשב, הוראת מדעי הסביבה, הוראת טכנולוגיה-מכונות, הוראת אלקטרוניקה-חשמל. משרד החינוך מעניק למקבלי תואר זה רישיון הוראה בבתי ספר על-יסודיים בתחום ההתמחות. הלימודים בהיקף של לפחות 36 נקודות. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניוניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק "הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה".



2.5	4	-	1	2	הנדסת מערכות משאבי מים 1	016203
3.0	1	-	2	2	מכניקת זורמים סביבתית	016206
<b>ועוד 6 נקודות לפחות מהקבוצה הבאה:</b>						
3.5	4	-	1	3	תכן מערכות מים ושפכים	014325
2.5	5	-	1	2	הנדסה ימית	016208
2.5	5	-	1	2	הידרולוגיה של נגר על קרקעי	016211
2.5	4	-	1	2	גלי מים	016210
4.5	3	-	3	3	הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום	016223
<b>שרשרת 4 - ניהול ובנייה פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרויקט בניהול הבנייה	014601
<b>מקצועות חובה:</b>						
2.5	-	-	1	2	מיכון בבנייה	014609
2.5	4	-	1	2	ניהול משאבי אנוש	014613
3.0	4	-	2	2	תכנון ובקרה של פרויקטי בנייה	014617
4.0	4	-	2	3	שיטות ביצוע בבנייה	014619
<b>ועוד 3.5 נקודות לפחות מהקבוצה הבאה:</b>						
1.5	2	-	2	-	סמינר בניהול הבנייה	014600
2.5	2	-	1	2	מבוא לניהול פיננסי	014615
3.0	3	-	-	3	מבוא להיבטים משפטיים בבנייה	014630
3.0	3	-	-	3	אומדן עלויות של פרויקטי תשתית	014631
3.0	3	-	-	3	פרויקטי תשתית: שיטות וניהול	014632
2.5	2	1	2	2	ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר	015017
2.0	4	-	-	2	קיים של חומרי בנייה ומבנים	016503
2.0	3	-	-	2	תכן טפסות לבטון	016619
<b>הערה:</b> ההרשמה לפרויקט בניהול הבנייה מתבצעת ידנית ולא במחשב. יש לפנות למורה האחראי לפרויקטים לפחות 2 סמסטרים מראש.						
<b>שרשרת 5 - חומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבנייה פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרויקט בחומרים ותפקוד	014501
<b>מקצועות חובה:</b>						
2.0	4	1	1	1	טכנולוגיה מתקדמת של בטון	014506
2.5	4	-	1	2	בנייה במתכות	014513
4.0	4	-	2	3	תפקוד פיסי ואקלימי של בניינים	014520
2.0	4	-	-	2	קיים של חומרי בנייה ומבנים	016503
<b>ועוד 4.5 נקודות לפחות מהקבוצה הבאה:</b>						
2.5	2	-	1	2	אקוסטיקה בהנ. אזרחית	014512
2.5	6	1	-	2	חומרים פלסטיים ומרוכבים	014515
2.0	2	-	-	2	אבטחת איכות ובקרת איכות בבנייה	016504
2.0	2	-	-	2	בנייה בעץ	016505
2.0	3	-	-	2	מיחזור בבנייה	016514
<b>שרשרת 6 - הנדסת תחבורה פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרוייקט בתחבורה	014701
<b>מקצועות חובה:</b>						
4.5	8	1	2	3	תכנון תחבורה	014702
4.5	4	1	2	3	הנדסה וניהול של תנועה	014733
4.0	4	2	1	3	תכן ותפעול דרכים	014779
2.5	4	-	1	2	מיסעות גמישות	014710
1.5	4	-	1	1	מבוא לתכן מיסעות	014731
<b>ועוד מקצוע אחד לפחות מהרשימה הבאה:</b>						
2.0	4	2	-	1	מעבדת דרכים	014709
2.5	4	-	1	2	מיסעות קשיחות	016712
2.5	5	-	1	2	תכן מתקני תעבורה	014714
4.0	-	-	2	3	תחבורה ציבורית	014734
2.5	-	-	1	2	תחבורה אווירית	014717

					<b>סמסטר 6</b>	
3.0	4	-	2	2	ניתוח מערכות	014004
14.0						מקצועות מתוך שרשרת בחירה
4.0						מקצועות בחירה חופשית/העשרה
					<b>סמסטר 7</b>	
3.5	4	-	1	3	פיזיקה 3	114054
7.0						מקצועות מתוך שרשרת בחירה
2.5						מקצועות בחירה פקולטיים
4.0						מקצועות בחירה חופשית/העשרה
2.5						פרויקט
					<b>סמסטר 8</b>	
2.5						פרויקט
2.0						מקצועות בחירה פקולטיים
8.0						מקצועות מתוך שרשרת בחירה
2.0						מקצועות בחירה חופשית/העשרה
					<b>מקצועות בחירה לפי שרשרת</b>	
יש לקחת שתי שרשרות. כל שרשרת כוללת פרויקט, מקצועות חובה ומקצועות בחירה בהתאם לדרישות המפורטות בכל אחת מהשרשרות (14.5-22.5 נקודות לשרשרת בהתאם לבחירה מבין השרשרות). ניתן להחליף מקצוע באישור מרכז השרשרת/מסלול.						
<b>שרשרת 1 - הנדסת מבנים פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרויקט בקונסטרוקציות	014101
<b>מקצועות חובה:</b>						
5.0	6	-	2	4	תורת החוזק 2	014145
3.0	4	-	3	1	עיקרי תכן מבנים	014148
4.5	4	1	2	3	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות א'	014146
3.0	5	-	2	2	שיטות מחשב בסטטיקת מבנים	014143
<b>ועוד 2 מקצועות מהקבוצה הבאה:</b>						
2.5	5	-	1	2	יסודות	014113
4.5	5	-	2	3	מבני פלדה 1	014150
4.5	6	-	3	3	מבני בטון 2	014149
<b>הערה: בוגרי המסלול למבנים בלבד (בשונה מבוגרי מסלולים אחרים אשר למדו שרשרת מבנים) רשאים לעסוק בתכנון של מבנים (רישום ורישוי אצל רשם המהנדסים במדור הנדסת מבנים).</b>						
<b>שרשרת 2 - הנדסת הסביבה פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרויקט בהנדסה סביבתית	014301
<b>מקצועות חובה:</b>						
2.5	4	-	1	2	טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה	014326
2.5	4	2	-	2	מבוא לכימיה של הקרקע	014956
2.5	4	2	-	2	אקולוגיה למהנדסים	014968
2.5	2	-	1	2	זיהום אויר	016302
<b>ועוד 2 מקצועות לפחות מהקבוצה הבאה:</b>						
3.5	3	3	1	2	כימיה של המים	014327
3.0	5	-	1	2	מבוא לתהליכי זרימה וזיהום	014977
3.0	1	-	2	2	מכניקה זורמים סביבתית	016206
3.0	1	1	1	2	הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים	016328
2.0	3	-	-	2	טכנולוגיות לניהול משאבי אוויר	016336
<b>שרשרת 3 - משאבי מים והידרוטכניקה פרויקט:</b>						
2.5	5	-	2	-	פרויקט בהנדסת מים 1	014201
<b>מקצועות חובה:</b>						
3.0	5	-	1	2	מבוא לתהליכי זרימה וזיהום	014977

## תאור השרשרות במסלול הנדסה אזרחית

### הנדסת מבנים

תחום הנדסת מבנים נועד להכשיר מהנדסים שעיסוקם העיקרי הוא בענפי בנייה בהם חוזק המבנה, יציבותו ועמידותו בהטרדות שונות כגון רוח ורעידות אדמה והחיסכון במשקלו ובעלותו הם גורמים עיקריים. מהנדס מבנים מתמחה בתכנון השלד של מבנים כגון: גשרים, אולמות, מבנים ציבוריים, מבני תעשייה ואחסנה, מבני מגורים, ממגורות מגדלי מים, מבני תשתית למיניהם, וכו'. בנוסף מהנדס המבנים משתתף כמומחה לחוזק וליציבות של מבנים שתכנונם הפונקציונאלי והצורתי מבוצעים על ידי ארכיטקטים ומהנדסים שהתמחו במבנים הידרוטכניים, בתחבורה ובהנדסת הסביבה. הכשרתו המקיפה של מהנדס המבנים מאפשרת אף עיסוק בחוזק ויציבות של מבנים תעופתיים, מטוסים, ספינות, כלי רכב וחלקי מכונות. כמו כן מהנדסי מבנים, ובעיקר אלו שהמשיכו לימודיהם לתארים אקדמיים מתקדמים, עוסקים במחקר הקשור הן לענפי הבנייה והן לשטחים האחרים ובפיתוח מערכות מבנים חדישות לקראת ההתפתחויות בעתיד: מבנים ניידים, מבנים של ערי ענק, בינוי מתחת למים, איים מלאכותיים ומבנים בחלל החיצון.

בתחום הנדסת מבנים מוצעים מסלול ייחודי ושרשרת רגילה: המסלול הייחודי מיועד לבוגרים שתחום עיסוקם מתמקד בהנדסת מבנים ומקנה ידע מורחב בתחום המבנים. בוגרי המסלול מוכרים ע"י רשם המהנדסים לצורך רישום ובהמשך גם רישוי כמהנדסי מבנים (לאחר בחינות הרשם). במלים אחרות, בוגרי המסלול הינם היחידים הרשאים לחתום על תכניות המבנה לאחר קבלת הרישוי. בשונה מהמסלול בהנדסת מבנים, השרשרת הרגילה מיועדת למהנדסים אשר תחום התמחותם אינו במבנים אלא בתחום אחר ועובדים במקביל למהנדסי מבנים. לפיכך, השרשרת הרגילה מעניקה רקע כללי וידע בסיסי במבנים (ולפיכך אינה מאפשרת רישום ורישוי כמהנדס מבנים). מקצועות הבחירה בהמשך ללימודי החובה הפקולטיים נועדו להקנות ידע בסיסי בנושאים עיוניים ומעשיים ההכרחיים לעבודת המהנדס בעתיד, חינוך לדרכי חשיבה עצמאית ופיתוח כושר תכן. מושם דגש על פיתוח יכולת הניתוח והשיפוט ההנדסי והקניית גישה לפתרון בעיות הנדסיות במסגרת אילוצי הדרישות ואפשרויות הביצוע. לצורך זה נכללים במסלול בהנדסת מבנים מקצועות אנליטיים כגון: תורת החוזק 2, שיטות מחשב באנליזת מבנים ומבוא לתורת האלסטיות, מקצועות טכנולוגיה כגון: יסודות, מבני בטון 2, מבני פלדה, בטון דרוך, וגשרי בטון, ומקצועות תכן כגון: עיקרי תכן מבנים, ובניית המהנדס 1. מקצועות מתקדמים במכניקה ממוחשבת (מבוא לאלמנטים סופיים), ומקצועות מתקדמים בדינמיקת מבנים, בנינים רבי קומות והנדסת רעידות אדמה מקנים למהנדס את הכלים לטיפול בבעיות הנדסיות מורכבות ובראשן עמידות מבנים ברעידות אדמה.

### הנדסת הסביבה

שרשרת הבחירה בהנדסת הסביבה נועדה להקנות למהנדס האזרחי ידע בכל אותם הנושאים הקשורים בהגנה על איכות הסביבה והמשאבים הטבעיים, וכן טיפול בפסולות ושפכים ומיחזורם, לשם שיפור חיי האדם והבטחת קיומו למול ההתפתחות הטכנולוגית המואצת בהווה ובעתיד.

תפקידיו של המהנדס הסביבתי מתמקדים במציאת פתרונות הנדסיים לבעיות איכות הסביבה. הנושאים העיקריים הכלולים בתחום פעולתו של המהנדס הסביבתי הם ניצול מקורות המים, סילוק, מיחזור וניצול שפכים ופסולת מוצקה, בקרת איכות מים ואוויר והגנה על בריאות הציבור. בכל אחד מהנושאים הללו ובשילוב של אחדים מהם ביחד, עוסק המהנדס הסביבתי, החל משלב הכרת הבעיה וניסוחה, דרך התכן, התכנון והביצוע ועד להפעלה ואחזקה של מתקנים ומערכות.

מקצועות הלימוד בשרשרת הבחירה מהווים שילוב של אנליזה, סינתזה ותכן הדרושים לניתוח הבעיה הסביבתית, קביעת דרכי הטיפול, בחירה בין אלטרנטיבות טכנולוגיות שונות ותכנון מערכות שונות במסגרת הפתרון האופטימלי. בנוסף מקבל המהנדס רקע בניטור, בקרה, תפעול ואחזקה של מערכות סביבתיות וכן ביסוס לעבודה במחקר ופיתוח בנושאים סביבתיים וביוטכנולוגיים, ידע בנושא תכן ואופטימיזציה מערכות מים ושפכים מוקנה במסגרת טכנולוגיית מים ושפכים, וכן בעקרי תכן אספקת מים ובאיכות משאבי מים. נושאים הקשורים לזיהום אוויר מובאים במסגרת המקצועות זיהום אוויר ומעבדה לאיכות אוויר.

2.5	4	-	1	2	תכן תחבורה מסילתית	014725
2.5	-	-	1	2	תכנון תשתיות תחבורה	014728
2.0	5	-	-	2	בקרה אופטימלית-- תאוריה ויישומים בתחבורה	016713

### שרשרת 7 - מיפוי וגיאוי-אינפורמציה פרויקט:

2.5	5	-	2	-	פרוייקט בגיאודזיה ומדידות 1	014867
-----	---	---	---	---	-----------------------------	--------

### מקצועות חובה:

4.0	5	3	2	2	יסודות המיפוי 2	014842
4.0	5	-	2	3	חשבון תאום 1	014814
3.0	5	-	2	2	מסדי נתונים גיאוי-מרחביים	014846

### ועוד 4.0 נקודות לפחות מהקבוצה הבאה:

3.0	4	-	2	2	מבוא למיפוי ממוחשב	014845
3.5	5	2	2	2	מיפוי ממוחשב	014878
4.0	6	3	2	2	פיטוגרמטריה 1	014843
3.0	4	2	1	2	כרטוגרפיה ומבוא לממ"ג	014877
4.0	5	3	2	2	רשתות בקרה גיאודטיות	014851

### שרשרת 8 - גיאוטכניקה פרויקט: לא ינתן בשנה הקרובה:

3.5	5	-	1	3	הנדסת קרקע	014411
2.5	2	2	-	2	מבוא למכניקת הסלע	016403
2.5	4	-	1	2	מיסעות גמישות	014710

### ועוד 3 מקצועות לפחות מהרשימה הבאה: מתוכם 2 מקצועות לפחות מרשימה א':

2.5	5	-	1	2	יסודות	014113
3.0	5	-	2	2	שימושי אלמנטים סופיים	015902
4.5	3	-	3	3	הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום	016223
2.0	4	-	-	2	חקירות שדה בגיאומכניקה	016421
2.5	3	-	1	2	גיאולוגיה יישומית	014410

### רשימה ב':

3.0	-	-	1	3	הנדסה הידרולית ומאגרים	014942
3.5	1	-	1	3	הנדסת ניקוז	014941
2.5	4	2	-	2	מבוא לכימיה של הקרקע	014956

### שרשרת 9 - בקרה, אוטומציה ורובוטיקה בתשתיות פרויקט:

2.5	5	-	-	-	פרוייקט בבקרה	014929
-----	---	---	---	---	---------------	--------

### מקצועות חובה:

4.5	4	1	2	3	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות א' 3	*014146
2.0	-	6	-	-	מעבדה בבקרה	014943
4.0	4	1	2	3	מבוא לבקרה	015019

### מקצועות בחירה:

2.0	5	-	-	2	בקרה אופטימלית-- תאוריה ויישומים בתחבורה	016713
3.0	4	-	2	2	תכן מערכות בקרה	**017004
2.5	4	-	1	2	מבוא לרובוטיקה	*035001

\* דורש קדמים שלא נלמדים בשרשרת  
\*\* יינתן פעם בשנתיים

## משאבי מים והידרוטכניקה

יישום התפיסה התפקודית בבנייה לפיה דרישות מוצגות על סמך יעדי הפרויקט בלי להכתוב מראש את הפתרונות מאפשרות חדשנות בבנייה. גישה זו מדרבנת פיתוח חומרים, מוצרים ושיטות בנייה חדשות, ושיפור תכונותיהם בכל הקשור להשפעתם על הבטיחות, העמידות בעומסים, באש ובתנאי מזג אוויר, הבידוד התרמי והאקוסטי, האיטום, איכות הגימור, הקיים והאחזקה, שימור אנרגיה והסביבה, הקידום הטכנולוגי והוזלת הבנייה.

חומרי הבנייה בהם נרכש ידע כוללים את חומרי המליטה (הצמנט, סיד וגבס) ומוצריהם, מלט ובטון, פלדה, אלומיניום, עץ, אבן טבעית, וכן חומרים קרמיים ופולימרים ומוצריהם. הכרת תכונותיהם היסודיות של חומרים אלה והקניית דרכי חשיבה מקצועית משמשים בסיס הנדסי לבחירת חומרים בהתאם לדרישות הפרויקט. מטרת אלה משתקפות בסילבוס המפורט של כל המקצועות הכלולים בשרשרת התחום.

מקצוע החובה בשתי השרשרות מבוסס על הגישה התפקודית הבינדיסציפלינרית, ומקנה את תשתית הידע הנדסי בנושאים של בטיחות אש, נוחות תרמית ואקוסטית ואיטום לאוויר ולמים.

המקצועות בשרשרת א' ("חומרים וטכנולוגיה") מרחיבים ומעמיקים את הידע הדרוש למהנדס לגבי הבטון ומוצריו, ומקנים את הידע הבסיסי לגבי יתר החומרים, תהליכי הפקתם, הייצור של רכיבי בנייה העשויים מהם, הבעיות המיוחדות המתעוררות בשימוש בהם במבנים ובבניינים, תהליכי בלייה של החומרים והרכיבים, השפעת החומרים על הסביבה ומיחזורם בבנייה, ניצול פסולות תעשייתיות, וההשלכה של כל אלה על פרטי המבנה והבניין.

המקצועות בשרשרת ב' ("תפקוד בניינים") מרחיבים את בסיס הידע הדרוש לגבי התכנון הפיסי של הבניין וחלקיו, ואופן הבטחת איכותו. בקבוצה ג' כלולים המקצועות המרחיבים ומעמיקים את הידע הדרוש במספר נושאים תפקודיים, כמו אקוסטיקה, קלימטולוגיה, קיים ומאור. ובקבוצות ד' ו-ה' אלה העוסקים בהשפעת החומרים, הטכנולוגיה ושיטות הבנייה על התפקוד ופרטי הבנייה.

## הנדסת תחבורה

שרשרת הבחירה בהנדסת תחבורה מקנה ידע בנושאים של תכנון תעבורה ותחבורה באמצעות המקצועות: תכנון תחבורה; הנדסה וניהול של תנועה; תכן דרכים ותחבורה ציבורית. תכנון המבנה של מיסעות גמישות וקשיחות על חומריהן השונים נלמד באמצעות המקצועות מיסעות גמישות ומיסעות קשיחות. הרחבת הידע לעבר התחבורה האווירית מוקנה באמצעות המקצועות תחבורה אווירית.

שרשרת הבחירה מהווה נדבך ראשון בהתמחות המהנדס בכון עבודות הנדסיות, בלימודי המשך בתחום הנדסת תחבורה ותעבורה, וכן בהשתלבותו בצוותי פרויקטים תחברתיים בהם שותפים מהנדסים מתחומים שונים. דוגמאות ופרויקטים בין תחומיים ניתן למצוא במערכות דרכים על צמתיהם ומחלפיהם, מערכות עירוניות להסעה המונית, מתקנים להסדרי תנועה ובקרתה, תכנון ותפעול תחבורה ציבורית ומכללי תשתית בשדות תעופה.

## הנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה

שרשרת הבחירה בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה נועדה לתת רקע בתחומים של מדידות הנדסיות וטופוגרפיות הדרושות לתכנון וביצוע פרויקטים הנדסיים. בתחומים אלו נכללים קדסטר ורישום מקרקעין, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק ומאגרי מידע גיאוגרפי (GIS).

שרשרת זו מספקת את הבסיס הנדסי לתחומי המיפוי, הניווט, המדידה המדייקת ומיפוי מבוסס תצלומי אוויר והדמאות לוויין. במסגרת זו נחשף הסטודנט לטכנולוגיות מיפוי ומדידה מודרניות הכוללות שימוש בטכנולוגיות עיבוד פוטוגרמטרי, ציוד מדידה גיאודטי מדויק, מערכות המידע הגיאוגרפי כולל הבסיס המחשובי והאלגוריתמי של תחום רחב וחשוב זה.

שרשרת הבחירה בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה, הכוללת את המקצועות: יסודות המיפוי 2, חשבון תאום 1, מסדי נתונים גיאואינפורמציה כמקצועות חובה, וכמקצועות בחירה: מבוא למיפוי ממוחשב, מיפוי ממוחשב, פוטוגרמטריה 1, כרטוגרפיה ומבוא למיפוי, רשתות בקרה גיאודטיות.

שרשרת הבחירה בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה מקנה למהנדס האזרחי את האפשרות להשתלב בעבודות הדרושות ידע בתחום וכן להוות בסיס להמשך השתלמות בכיוון זה.

המקצועות המוצעים בשרשרת הבחירה של משאבי מים והידרוטכניקה מיועדים להכשרת מהנדסים אזרחיים לעסוק בבעיות הנדסיות הקשורות בתהליכי זרימה בכלל וזרימת מים בפרט. תהליכים אלה חשובים במרבית שטחי ההנדסה האזרחית, ההנדסה העירונית, עבודות ציבוריות, הנדסה חקלאית, הנדסת מחצבים, הנדסה סביבתית, הנדסה ימית, הנדסה כימית ועוד. בעיות בסוסו, למשל, קשורות בתהליכי זרימת מים בין גרגרי קרקע הנושאים את המבנה. בניית גשרים, כבישים, שדות תעופה, שכונות וישובים קשורה באופן הדוק בהידרולוגיה העל-קרקעית ובהרחקת עודפי מי הגשמים על ידי מערכת ניקוז. כמעט כל בעיות הסביבה, החל מאספקת מים וסילוק שפכים וניצולם וכלה בזיהום האוויר, דורשות את הבנתם היסודית של תהליכי הזרימה, גם בקשר לניצול אנרגיית הזרמים ממקורות טבעיים, כגון: טחנות רוח, קליטת אנרגיית השמש על ידי זורמים, ואנרגיה מופקת ממקורות ימיים, זקוקים מהמהנדסים לידע הידרוטכני. הנדסה ימית שבמסגרתה הנדסת נמלים וחופים מהווה תחום הנמצא בפיתוח מתמיד בארץ ובעולם. שרשרת הבחירה מתאימה למהנדסי עבודות ציבוריות ומהנדסים עירוניים הזקוקים לידיעה טובה בהנדסה הידרולית ובהנדסת ניקוז, לחישוב מבנים הידרואליים קטנים, ולמהנדסי קרקע הזקוקים לידיעה טובה בזרימת המים בקרקע. מהנדסים העוסקים בבעיות הסביבה חייבים להרחיב השכלתם בכל ענפי מכניקת הזורמים, מאחר ועליהם להבין את תהליכי הזרימה באטמוספירה, במתקני אספקת מים, בביוב ובקרקע.

מקצועות השרשרת כוללים מקצועות עיוניים כלליים כגון מכניקת זורמים סביבתית, מקצועות עיוניים הנדסיים: הידרולוגיה של מי תהום, ומקצועות סינתזה הנדסיים כגון: הנדסת ניקוז ואוקיאוגרפיה הנדסית.

## ניהול הבנייה

מקצועות ניהול הבנייה מכשירים את המהנדס האזרחי לתפקידים הקשורים בניהול ויזום של פרויקטים הנדסיים מצד הקבלן ומצד היום, ולתפקידי ניהול שונים ברמת החברה. לצורך זה לומד הסטודנט נדבך ראשוני של טכניקות ניהוליות, נושאי מחשב וטכנולוגיות מידע, אספקטים טכנולוגיים והנדסיים, ועוד. השרשרת בניהול הבנייה מורכבת ממקצועות חובה לשרשרת וממגוון של מקצועות בחירה. מקצועות החובה כוללים: "שיטות ביצוע בבנייה" ו"מיכון בבנייה" - מקצועות המהווים את הגרעין הנדסי של השרשרת, "תכנון ובקרה של פרויקטי בנייה", בו נרכשים כלים לתכנון לוח הזמנים, תחשיב, הכנות למכרז וקבלת החלטות ו"ניהול משאבי אנוש בבנייה", העוסק בניהול כוח אדם - בחירתו, הכשרתו ויעול תפקודו. מקצועות הבחירה מאפשרים התמקדות בפן הנדסי של הביצוע, או בפן הניהולי. מקצועות הבחירה כוללים, בין היתר, "בנייה מתועשת", "מבוא לניהול פיננסי בבנייה" ועוד.

בסיום השרשרת יכול הסטודנט לבחור בפרויקט גמר מתוך שלוש אפשרויות:

- פרויקט ניהול ותכנון הביצוע של תהליך בנייה בפרויקט זה נרכשות מיומנויות ניהול, בקרה והנדסת ביצוע תחת הנחייה של מיטב המומחים מעולם המעשה, מנהלי פרויקטים ומנהלים של חברות בנייה. הפרויקט עוסק בבחירה של שיטת ביצוע, תכנון התקדמות הביצוע ולוחות זמנים, הקצאת משאבים, ניתוח עלויות בנייה, בחירת ציוד בנייה ותכנון אתר הבנייה.

- פרויקט בייזום של מפעל הנדסי. בפרויקט זה נרכשות מיומנויות בגיבוש פרוגרמה ראשונית, הכנה רעיונית של חלופות הפרויקט, חקר שווקים, הכנת תזרים מזומנים, איתור מקורות מימון, אומדן עלויות וניתוח הכדאיות של פרויקט הנדסי.

- פרויקט באוטומציה ומחשוב תהליך הבנייה - הפרויקט עוסק בבחינה של טכנולוגיות המהוות היום את חזית הידע והתאמתן למטרות מעשיות בתחום ההנדסה האזרחית. טכנולוגיות אלו כוללות נושאי מחשוב מתקדמים, בקרה ואוטומציה באיסוף נתונים (חישה מרחוק), רובוטיקה, ועוד.

## חומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבנייה

שרשרת הבחירה בתחומים אלה מקנות ידע הדרוש בבחירת חומרים לפרויקט מסוים ובתכנון פרטי הבניין. חומרי הבנייה נבחרים על סמך תכונותיהם ההנדסיות, התפקודיות והאדריכליות, תוך התייחסות לעמידותם בפני גורמי בלייה, והשלכותיהם הכלכליות. החלטות תכנוניות והנדסיות נותנות מענה למכלול של דרישות הקשורות לתפקוד הכולל של הפרויקט ומרכיביו השונים, יחסי הגומלין שלו עם הסביבה, אורך חייו המצופה, אחזקתו ועלות מחזור חייו.

## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית-הנדסת מבנים

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 156.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

99.0 נק'	מקצועות חובה - טכניונים ופקולטיים
39.5 נק'	מקצועות מסלול הבחירה
8.0 נק'	מקצועות בחירה במסלול
4.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית
6.0 נק'	מקצועות בחירת העשרה
156.5 נק'	סה"כ

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
2	2	-	4	014008 מידע גרפי הנדסי
3	2	-	5	014103 מבוא למכניקה הנדסית
4	2	-	6	104003 חדו"א 1
3.5	2	-	3	104019 אלגברה ליניארית מ'
2	2	-	5	125001 כימיה כללית
-	2	-	-	394800 חינוך גופני
14.5	12	-	23	

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
3	2	-	5	014104 תורת החוזק 1
4	2	-	7	104004 חדו"א 2
2	1	-	4	114051 פיזיקה 1
2	2	2	4	234128 מבוא למחשב - שפת פייתון
-	-	1.5	-	125013 מעבדה בכימיה
2	1	3	2.5	*314535 מבוא להנדסת חומרים
4	-	-	3	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
17	8	3.5	23	

\* יש להקפיד על לימוד במקביל לתורת החוזק 1

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
4	2	-	6	014145 תורת החוזק 2
2	2	-	5	014108 סטטיקת מבנים
2	2	-	4	014211 מכניקת זורמים
3	1	1	3.5	014505 חומרי בנייה
2	1	-	4	104131 משוואות דיפ. רגילות/ח'
3	1	-	4	114052 פיזיקה 2
16	9	1	28	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	4	014003 סטטיסטיקה
2	2	-	5	014006 מבוא לשיטות נומריות
3	2	-	4	014153 מבני בטון 1
3	1	-	4	014213 מבוא להידרוליקה והידרולוגיה
1.5	1	-	2	014405 גיאולוגיה הנדסית
2	1	-	4	014603 כלכלה הנדסית
2	2	1	3.5	014841 יסודות המיפוי והמדידה 1
15.5	11	2	27	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
1	-	2	4	014005 מעבדה הנדסית
3	3	-	6	014149 מבני בטון 2
3	1	1	5	014409 גיאומכניקה
3	2	-	3	014618 מבוא לניהול ובטיחות בבנייה
2	1	-	4	014730 מבוא להנדסת תחבורה
2	2	-	4	014004 ניתוח מערכות
2	2	-	5	014143 שיטות מחשב בסטטיקת מבנים
16	11	3	31	

### גיאוטכניקה

הקרקע ממלאת תפקיד יסודי בהנדסה אזרחית, מאחר וכל מבנה מבוסס עליה, וכן היא משמשת כחומר בנייה (סוללות עפר, סכרים, מנהרות וכו'). לכן, חשיבותה מכרעת בהנדסה כחומר ביסוס ובנייה. עוד בימים קדומים היה השימוש הנכון בקרקע לבנייה גורם שדרש מחשבה הנדסית רבה, בעיקר בגלל אופייה המסובך והבלתי מוגדר של הקרקע בדרך-כלל כאשר מתכוונים לבנות מבנה כלשהו, עומדים לרשות המתכנן לבחירה חומרי בנייה - עץ, בטון וכד'. לא כן הדבר כשמדובר בעפר, מאחר ואנו חייבים להשתמש בו כפי שהוא מופיע בטבע. בנוסף לכך, העפר משתנה במידה ניכרת בשטח ובעומק באתר הבנייה עצמו, כך שיש להתחשב בהשפעת תכונותיו המשתנות על התנהגותו והתנהגות המבנה המבוסס עליו. במשך השנים חלה התפתחות רבה בגישה לנושאי קרקע בכיוון המדעי, בעזרת מקצועות בסיסיים כגון: מבוא למכניקה הנדסית, תורת האלסטיות והפלסטיות, הבנת תהליכי מאמץ עיבור של קרקע, ובעזרת מכניקת הזורמים להבנת בעיות של הזרימה בקרקע ותוצאותיה לגבי התנהגותה תחת עומס המבנה.

השרשרת בגיאוטכניקה תוכננה לספק לסטודנט את היסודות להבנה ולטיפול בבעיות הגיאוטכניקה הנפוצות שהוא יפגוש כמהנדס אזרחי, בכל שטח שהוא. מקצועות השרשרת מציגים את העקרונות של ביסוס מבנים, תכנון מבנים תומכים, חישוב יציבות מדרונות ומבוא להתנהגות המכנית של סלעים, וכל אלה עם התייחסות ספציפית לתנאי הארץ. המקצועות הינם יישומיים, במטרה להקנות לסטודנט כלי תכנון בנוסף לבסיס תיאורטי.

### בקרה, אוטומציה ורובוטיקה בתשתיות

שרשרת הלימודים "בקרה, אוטומציה ורובוטיקה בתשתיות" בהנדסה אזרחית נועדה להקנות לסטודנטים ידע משלים בנושאים הקשורים למערכות מכניות עתירות חיישנים, בקרה ואוטומציה בתשתיות. השרשרת מקנה רקע למהנדס האזרחי אשר יאפשר שילוב עם תחומים כגון הנדסת מבנים, ניהול הבנייה, הנדסת תחבורה ומשאבי מים לשם תכנון מערכות תשתיות נבונות. שרשרת זו מספקת את הבסיס ההנדסי לתחומי הבקרה, אופטימיזציה, ודינמיקה ומכניקה של רובוטים. מקצועות החובה בשרשרת מספקים בסיס מדעי חזק בתחום הבקרה. מקצועות הבחירה מאפשרים להמשיך להתעמק ולהתמחות בתחום הבקרה והאופטימיזציה או לרכוש ידע בסיסי בתחום הרובוטיקה. מטרת הפרויקט, לאפשר אינטגרציה של החומר הנלמד לשימוש בתשתיות אזרחיות כגון בקרת מערכת מים או אוטומציה בבנייה.

## תכנית הלימודים

### בהנדסה אזרחית - ניהול ובנייה

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 156.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

נק' 41.0	מקצועות יסוד וחובה טכניונים
נק' 51.5	מקצועות חובה ב"הנדסה אזרחית"
נק' 49.0	מקצועות במסלול הלימודים הנבחר
נק' 2.5	פרויקט בניהול הבניה
נק' 2.5	פרויקט נוסף לפי בחירה (מבנים, או חומרים, או מבנה דרך)
נק' 4.0	מקצועות בחירה חופשית
נק' 6.0	מקצועות בחירת העשרה
נק' 156.5	סה"כ

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

#### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
2	2	-	4 3.0	014008 מידע גרפי הנדסי
3	2	-	5 4.0	014103 מבוא למכניקה הנדסית
4	2	-	6 5.0	104003 חדו"א 1
3.5	2	-	3 4.5	104019 אלגברה ליניארית מ'
2	2	-	5 3.0	125001 כימיה כללית
-	2	-	- 1.0	394800 חינוך גופני
14.5	12	-	23 20.5	

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
3	2	-	5 4.0	014104 תורת החוזק 1
4	2	-	7 5.0	104004 חדו"א 2
2	1	-	4 2.5	104131 משוואות דיפר' רגילות/ח'
2	1	-	4 2.5	114051 פיזיקה 1
2	2	2	4 4.0	234128 מבוא למחשב - שפת פייתון
-	-	1.5	- 0.5	125013 מעבדה בכימיה
4	-	-	- 3.0	324033 אנגלית טכנית מתקדמים ב'
17	8	3.5	24 21.5	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
2	2	-	4 3.0	014003 סטטיסטיקה
2	2	-	4 3.0	014211 מכניקת זורמים
2	2	-	5 3.0	014108 סטטיקת מבנים
3	1	1	5 3.5	014505 חומרי בנייה
3	2	-	3 4.0	014618 מבוא לניהול ובטיחות בבנייה
2	2	1	4 3.5	014841 יסודות המיפוי והמידה 1
2	1	-	3 2.5	314535 מבוא להנדסת חומרים
16	12	2	28 22.5	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	5 3.0	014006 מבוא לשיטות נומריות
1	-	2	4 1.5	014005 מעבדה הנדסית
3	2	-	4 4.0	014153 מבני בטון 1
1.5	1	-	2 2.0	014405 גיאולוגיה הנדסית
3	2	-	4 4.0	014619 שיטות ביצוע בבנייה
2	1	-	4 2.5	014603 כלכלה הנדסית
3	1	-	4 3.5	014213 מבוא להידרוליקה והידרולוגיה
15.5	9	2	27 20.5	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
2	2	-	4 3.0	014004 ניתוח מערכות
3	1	1	5 4.0	014409 גיאומכניקה
2	2	-	4 3.0	014617 תכנון ובקרה של פרויקטי בנייה
2	1	-	3 2.5	014730 מבוא להנדסת תחבורה
3	3	-	3 5.0	014620 עקרונות תכן מבנים בהנדסת ביצוע
3	1	-	4 3.5	114052 פיסיקה 2
15	10	1	23 21.0	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
1	3	-	4 3.0	014148 עיקרי תכן מבנים
3	2	-	5 4.5	014150 מבני פלדה 1
3	2	1	4 4.5	014146 מבוא לדינמיקת מבנים והנדסת רעידות אדמה
2	2	-	3 2.5	014316 מבוא להנדסת הסביבה
1	1	-	4 1.5	014731 מבוא לתכן מיסעות
3	1	-	5 3.5	014411 הנדסת קרקע
-	2	-	- 1.0	394800 חינוך גופני
13	12	1	25 20.5	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
2	1	-	5 2.5	014113 יסודות
2	3	-	5 4.0	014147 בניית המהנדס
-	-	-	- 3.0	מקצועות מקבוצות א' +ב'
-	-	-	- 5.0	מקצועות בחירה חופשית
-	-	-	- 14.5	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	4	-	10 5.0	014131 פרויקט מורחב בהנדסת במבנים
-	-	-	- 5.0	014132 חלק א'+ב'
-	-	-	- 5.0	מקצועות מקבוצות א' +ב'
-	-	-	- 5.0	מקצועות בחירה חופשית
-	-	-	- 15.0	

#### מקצועות בחירה

קבוצה א': לפחות שני קורסים מתוך הרשימה, ובלבד ששך הנקודות מקבוצות א' וב' לא יפחת מ- 8

014107	מבוא לתורת האלסטיות	2.5
016111	בטון דרוך	3.0
016124	מבנים מרחביים	3.0
016143	בטון 3	3.0
016144	מבוא לאלמנטים סופיים	3.0
016142	הנדסת רעידות אדמה	3.0

קבוצה ב': לפחות קורס אחד מתוך הרשימה\*, ובלבד ששך הנקודות מקבוצות א' וב' לא יפחת מ- 8.

\* סטודנט מצטיין במסלול מבנים יכול לקחת את הקורס:

014151	נושא אישי בהנדסת מבנים למצטיינים	2.5
014506	טכנולוגיה מתקדמת של בטון	2.0
014520	תפקוד פיסי ואקלימי של בניינים	4.0
014619	שיטות ביצוע בבנייה	4.0
014513	בנייה במתכות	2.5
014609	מיכון בבנייה	2.5
014615	מבוא לניהול פיננסי בבנייה	2.5
016503	קיים של חומרי בנייה ומבנים	2.0
016504	אבטחת איכות ובקרת איכות בבנייה	2.0
016403	מבוא למכניקת הסלע	2.5
016712	מיסעות קשיחות	2.5
014710	מיסעות גמישות	2.5
016619	תכן טפסות לבטון	2.0



על הסטודנט לבחור מקצועות מארבע הקבוצות הבאות, כלהלן:

**קב' א': ניהול הבנייה**

כל סטודנט במסלול צריך לקחת מקבוצה זו שלושה מקצועות לפחות:

1.5	סמינריון בניהול הבנייה	014600
2.5	ניהול משאבי אנוש בבנייה	014613
2.5	מבוא לניהול פיננסי בבנייה	014615
2.5	ניהול ומנהיגות בביצוע פרויקטים	014616
2.5	ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר	015017
2.0	תכן טפסות לבטון	016619
2.5	מערכות מכניות וחשמליות בבניינים	016620
3.0	מבוא להיבטים משפטיים בבנייה	014630
3.0	אומדן עלויות של פרויקטי תשתית	014631
3.0	פרויקטי תשתית: שיטות וניהול	014632

**קב' ב': חומרים, תפקוד, וטכנולוגיה של בנייה**

סטודנט המבצע פרויקט בחומרים ותפקוד (014501), או פרויקט מעבדתי בחומרי בנייה (014504+014503), צריך לקחת מקבוצה זו שלושה מקצועות לפחות;

סטודנט שלא מבצע את אחד הפרויקטים הללו, צריך לקחת מקבוצה זו שני מקצועות לפחות:

2.0	טכנולוגיה מתקדמת של בטון	014506
2.5	אקוסטיקה בהנדסה אזרחית	014512
2.5	בנייה במתכות – חומרים וטכנולוגיה	014513
2.0	בנייה בעץ – חומרים וטכנולוגיה	016505
2.0	מיחזור בבנייה	016514

**קב' ג': מבנים**

סטודנט המבצע פרויקט בקונסטרוקציות (014101), צריך לקחת מקבוצה זו לפחות ארבעה מקצועות כלהלן:

את שלושת המקצועות הבאים:

5.0	תורת החוזק 2	014145
4.5	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה	014146
3.0	שיטות מחשב בסטטיקת מבנים	014143
4.5	ועוד מקצוע אחד לפחות מבין שני המקצועות הבאים:	
4.5	מבני פלדה 1	014150
4.5	מבני בטון 2	014149

סטודנט שלא מבצע פרויקט בקונסטרוקציות, יכול לקחת מקצועות מקבוצה זו:

4.5	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה	014146
3.0	בטון דרוך	016111
4.5	מבני פלדה 1	014150
4.5	מבני בטון 2	014149
5.0	תורת החוזק 2	014145

**קב' ד': קרקע ודרכים**

סטודנט המבצע פרויקט במבנה דרך (014724), צריך לקחת מקבוצה זו שני מקצועות כלהלן:

2.0	מעבדת דרכים	014709
2.5	מיסעות גמישות	014710
2.5	גיאולוגיה יישומית	014410
2.0	מעבדת דרכים	014709
2.5	מיסעות גמישות	014710
2.5	מבוא לתחבורה מסילתית	014725
2.5	מיסעות קשיחות	016712
2.5	מבוא למכניקת הסלע	016403
2.0	חקירות שדה בגיאומכניקה	016421
3.0	פרויקטי תשתית: שיטות וניהול	*014632

\* ובלבד שלא נלמד כבר בקב' א'

החל מסמסטר זה מומלץ גם ללמוד מקצועות בחירה נוספים המהווים קדם לפרויקט הנבחר. בסיום התכנית לפי סמסטרים מופיעה רשימת הפרויקטים וקורסי הקדם אליהם. יש לשים לב לסמסטר בהם הם ניתנים כדי להבטיח עמידה בתנאים לרישום לפרויקטים בסמסטרים האחרונים.

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014411	3	1	-	5
016503	2	-	-	4
014609	2	1	-	2
014520	3	2	-	4
014316	2	1	-	3
014731	1	1	-	4
	13	6	-	22
	16.0			

וכן מקצועות בחירה בהיקף של כ- 4.0 נק', שה"כ 20.0 נק'.

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
016504	2	-	-	2
394800	-	2	-	-
014503	-	2	-	5
	2	2	4	7
	3.0			

וכן מקצועות בחירה בהיקף של כ- 17.0 נק'. שה"כ 20.0 נק'.

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014601	-	2	-	5
014724	-	2	-	5
014504	2	5	-	13
	2	5	-	13
	6.5			

וכן מקצועות בחירה בהיקף של כ- 6 נק'. שה"כ כ- 11.0 נק' הפרויקט בניהול הבנייה, 014601, הוא חובה לכל הסטודנטים במסלול. הערה: ההרשמה לפרויקט בניהול הבנייה 014601 מתבצעת ידנית ולא במחשב. יש לפנות למורה האחראי לפרויקטים לפחות 2 סמסטרים מראש.

**מקצועות הפרויקטים:**

014601	פרויקט בניהול הבנייה
014501	פרויקט בחומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבנייה
014503 + 014504	פרויקט מעבדתי בחומרי בנייה (1) +
014101	פרויקט מעבדתי בחומרי בנייה (2)
014101	פרויקט בקונסטרוקציות
014724	פרויקט במבנה דרך
014503	+ פרויקט זה הוא דו-סמסטריאלי. הוא מקנה בסמסטר הראשון (במקצוע 014503) 0 נקודות, ובסמסטר השני (בסיום מקצוע 014504): 4.0 נקודות.

להלן רשימת מקצועות הקדם לפרויקטים במבנים, חומרים או מבני דרך והסמסטר בהם הם ניתנים:

014101	פרויקט בקונסטרוקציות
014145	חוזק 2 – סמסטר חורף
014146	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה – סמסטר אביב
014143	שיטות מחשב בסטטיקת מבנים – סמסטר חורף
014501	פרויקט בחומרים ותפקוד
014506	טכנולוגיה מתקדמת של בטון – סמסטר חורף + אביב
014724	פרויקט במבני דרך
014709	מעבדת דרכים – סמסטר חורף + אביב
014710	מיסעות גמישות – סמסטר חורף

## תכנית הלימודים

### בהנדסה אזרחית - הנדסת תחבורה

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157.0 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה – מקצועות יסוד טכניים	41.5 נק'
מקצועות חובה פקולטיים	56.5 נק'
מקצועות חובה במסלול	26.0 נק'
מקצועות בחירה במסלול	18.0 נק'
פרויקטים במסלול	5.0 נק'
מקצועות בחירה חופשית	4.0 נק'
מקצועות בחירת העשרה	6.0 נק'
סה"כ	157.0 נק'

ה"ה-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
3	1	-	4	מבוא להידרוליקה והידרולוגיה *014213
2	1	-	4	מבוא להנדסת הסביבה 014316
1	1	-	4	מבוא לתכן מסעות 014731
2	2	-	4	מבוא למיפוי ממוחשב 014845
3	2	1	4	מבוא לבקרה 015019
11	7	1	20	14.5

\* לחילופין ניתן לקחת את הקורסים הידרוליקה (014205) + מבוא להידרולוגיה הנדסית (014212). הנקודות העודפות יהיו על חשבון הבחירה במסלול

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
1	-	2	4	מעבדת דרכים 014709
2	1	-	4	מיסעות גמישות 014710
-	-	2	2	פרויקט
3	3	2	10	7.0

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	-	2	2	פרויקט
-	-	2	2	2.5

#### מקצועות בחירה

יש לבחור מקצועות מהרשימה להלן- סה"כ 18.0 נקודות לפחות

014005	מעבדה הנדסית	1.5
014411	הנדסת קרקע	3.5
014617	תכנון ובקרה של פרויקטי בניה	2.5
014631	עלויות פרויקטי תשתית	3.0
014632	פרויקטי תשתית: שיטות וניהול	3.0
014714	תכן מתקני תעבורה	2.5
014717	תחבורה אווירית	2.5
014725	מבוא לתחבורה מסילתית	2.5
014728	תכנון תשתיות תחבורה	2.5
014734	תחבורה ציבורית	4.0
014846	מסדי נתונים גיאומטרית-מרחביים	3.0
014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1	3.0
014872	מבוא למערכות מידע גאוגרפי למהנדס	3.0
014878	מיפוי ממוחשב	3.5
014943	מעבדה לבקרה	2.0
014941	הנדסת ניקוז עילי ותת קרקעי	3.5
015017	ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר	2.5
016302	זיהום אוויר	2.5
016403	מבוא למכניקת הסלע	2.5
016504	אבטחת איכות ובקרת איכות בבנייה	2.0
016709	תכנון עירוני ואיזורי	2.0
016712	מיסעות קשיחות	2.5
016713	בקרה אופטימלית – תאוריה ויישומים בתחבורה	2.0
017006	עקרונות חישה במערכות טבעיות	2.5
017034	הנדסת רכב מערכות וביצועים	3.0
094314	מודלים סטוכסטיים בחקר ביצועים	3.5
094323	מערכות דינמיות ליניאריות	3.5
094503	מיקרו כלכלה 1	3.5
094513	מאקרו כלכלה	3.5
207806	מבוא להיבטים משפטיים	3.0

#### בחירת פרויקטים בהנדסת תחבורה:

יש לבחור ב-2 מבין 4 הפרויקטים הבאים (כפוף למילוי מקצועות הקדם הרלוונטיים):

014721	פרויקט בתכנון תחבורה	2.5
014722	פרויקט בתעבורה	2.5
014723	פרויקט בתכן ותפעול דרכים	2.5
014724	פרויקט במבנה דרך	2.5

#### לחילופין ניתן לבחור בפרויקט מורחב (שני החלקים) לפי:

014719	פרויקט מורחב בתחבורה – חלק א'	2.5
014720	פרויקט מורחב בתחבורה – חלק ב'	2.5

#### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014103	מבוא למכניקה הנדסית	3	2	-
104003	חדו"א 1	4	2	-
104019	אלגברה ליניארית מ'	3.5	2	-
114051	פיזיקה 1	2	1	-
125001	כימיה כללית	2	2	-
394800	חינוך גופני	-	2	-
14.5	11	-	23	20.0

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014008	מידע גרפי הנדסי	2	2	-
014104	תורת החוזק 1	3	2	-
104004	חדו"א 2	4	2	-
104131	משוואות דיפי' רגילות/ח'	2	1	-
125013	מעבדה בכימיה	-	-	1.5
234128	מבוא למחשב - שפת פייתון	2	2	4
324033	אנגלית טכנית מתקדמים ב'	4	-	-
17	9	3.5	24	22.0

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014108	סטטיקת מבנים	2	2	-
014214	יסודות מכניקת הזורמים	3	2	-
014505	חומרי בנייה	3	1	1
014702	תכנון תחבורה	3	2	1
014841	יסודות המיפוי והמידה 1	2	2	1
314535	מבוא להנדסת חומרים	2	1	-
17	10	3	29	21.0

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014003	סטטיסטיקה	2	2	-
014006	מבוא לשיטות נומריות	2	2	-
014153	מבני בטון 1	3	2	-
014405	גיאולוגיה הנדסית	1.5	1	2
014779	תכן ותפעול דרכים	3	1	2
014603	כלכלה הנדסית	2	1	4
394800	חינוך גופני	-	2	-
15.5	11	2	27	19.5

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014004	ניתוח מערכות	2	2	-
014409	גיאומכניקה	3	1	1
014618	מבוא לניהול ובטיחות בבנייה	3	2	4
014733	הנדסה וניהול של תנועה	3	2	1
094591	מבוא לכלכלה	3	1	-
114052	פיזיקה 2	3	1	4
17	8	4	21	22.5

## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית-הנדסת מים

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה-טכניוני, מסלולי	120.5 נק'
מקצועות בחירה בהתמחות	26.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית	4.0 נק'
מקצועות בחירת העשרה	6.0 נק'
סה"כ	157.0 נק'

ה"ה"רצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014103	3	2	-	4.0
104003	4	2	-	5.0
104019	3.5	2	-	4.5
114051	2	1	-	2.5
125001	2	2	-	3.0
394800	-	2	-	1.0
	14.5	11	-	20.0

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014008	2	2	-	3.0
014104	3	2	-	4.0
104004	4	2	-	5.0
104131	2	1	-	2.5
234128	2	2	2	4.0
324033	4	-	-	3.0
	17	9	2	21.5

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014003	2	2	-	3.0
014214	3	2	-	4.0
014841	2	2	1	3.5
014730	2	1	-	2.5
114052	3	1	-	3.5
124503	2	1	-	2.5
314535	2	1	-	2.5
	16.0	10	1	21.5

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014006	2	2	-	3.0
014405	1.5	1	-	2.0
104228	2	2	-	3.0
014603	2	1	-	2.5
014327	2	1	3	3.5
015019	3	2	1	4.0
	12.5	9	4	20.0

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014205	2	2	-	3.0
014212	2	1	-	2.5
014409	3	1	1	4.0
014322	2	1	-	2.5
014505	3	1	1	3.5
014977	2	1	-	3.0
394800				1.0
	14	7	2	21.5

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014004	2	2	-	3.0
014325	3	1	-	3.5
014935	1	-	3	2.0
	6	3	3	11.5
	6	3	3	20.0

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014108	2	2	-	3.0
014201	-	2	-	2.5
114054	3	1	-	3.5
016203	2	1	-	2.5
	7	6	-	9.0
	7	6	-	20.5

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
מקצועות בחירה				12.0

### מקצועות בחירה בהתמחות

יש לבחור לפחות 18 נקודות מרשימה א'. את יתר הנקודות יש להשלים עם קורסים מרשימה א' או ב'.

#### רשימה א'

014411 *	הנדסת קרקע	3.5
014153 *	מבני בטון 1	4.0
016206 *	מכניקת זורמים סביבתית	3.0
014941	הנדסת ניקוז	3.5
014942	הנדסה הידרולית ומאגרים	3.5
014956	מבוא לכימיה של הקרקע	2.5
014972	משאבות ומערכות שאיבה	2.5
016210	גלי מים	2.5
016211	הידרולוגיה של נגר על-קרקעי	2.5
016223	הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום	4.5

\* יש לבחור 2 מתוך 3 קורסי חובת התמחות

#### רשימה ב'

014202	פרויקט בהנדסת מים 2	2.5
014305	מעבדה לטיפול במים ושפכים	2.5
014940	תופעות מעבר	3.0
**014943	מעבדה לבקרה	2.0
014952	סקר קרקעות ומערכות מידע	2.5
**014958	הנדסת השקיה 1	3.5
**016209	הנדסת נמלים וחופים	2.5
016208	הנדסה ימית	2.5
016328	הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים	3.0
**017012	פיזיקה של סביבה נקבובית	2.5
017036	חקלאות מדייקת	3.0

\*\* יינתן פעם בשנתיים

2.5	3	-	1	2	054452** בעיות סביבתיות - זיהום אויר
1.0	-	-	2	-	394800 חינוך גופני
12.0					בחירה/מקצועות התמחות
20.5	4	-	5	6	

\*קדם לקורס ניתוח מערכות. להנדסת הסביבה בלבד מאושר ללמוד במקביל  
\*\*ניתן בחורף בלבד

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
2	1	-	4	017022 תהליכים ביולוגיים בהנדסת סביבתית
2	-	3	-	014313 מיקרוביולוגיה סביבתית ואפידמיולוגיה
15.5				בחירה/מקצועות התמחות
21.0	4	3	1	4

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	2	-	2	014300 סמינר בהנדסת סביבה
-	-	-	5	014301* פרויקט בהנדסת סביבה
11.0				בחירה/מקצועות התמחות
15.0	4	3	1	4

ניתן להרחיב להיקף של 5 יחידות (נק' ע"ח מקצועות בחירה) ואז יש להתחיל בסמסטר 7.

**מקצועות התמחות: סה"כ 31.5 נקודות.**

יש לבחור אחת מההתמחויות הבאות – כולל כל הקורסים המופיעים בה. את הנקודות הנותרות ניתן לבחור מכל אחת מההתמחויות האחרות ו/או מרשימת נושאים נוספים

**התמחות 1 - הסביבה הפתוחה**

014954	מבוא לפיזיקה של אטמוספירה
016206	מכניקת זורמים סביבתית
016339	גורל מזהמים אנתרופוגנים בסביבה
016223	הידולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום

**התמחות 2 - טכנולוגיות בהנדסת סביבה**

014305	מעבדה לטיפול במים ושפכים
014309	טכנולוגיות מים ושפכים
014935	שיטות מדידה
016303	מעבדה לאיכות אויר
016328*	הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים
016336	טכנולוגיות לניחול משאבי אוויר

\* מוכל בקורס 056142 תהליכי הפרדה ע"י ממברנות.

**נושאים נוספים**

014008	מידע גרפי הנדסי
014324	מחקר אישי בהנ. מים וסביבה למצטיינים
014325	תכן מערכות מים ושפכים
014405	גיאולוגיה הנדסית
014004	ניתוח מערכות
014890	מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק
014941	הנדסת ניקוז
014942	הנדסה הידרולית ומאגרים
014952	סקר קרקעות ומערכות מידע
014958*	הנדסת השקיה 1
014972	משאבות ומערכות שאיבה
015001*	סביבה וצמחים
016203	הנדסת מערכות משאבי מים 1
016208	הנדסה ימית
016210	גלי מים
016211	הידרולוגיה של נגר על קרקעי
016220**	נושאים באוקינוגרפיה פיזיקלית
040163*	פיסיקה מתקדמת של האטמוספירה
016329	הידרוביולוגיה
016337	אלקטרוכימיה סביבתית
016514***	מחזור בבניה
017001*	מערכות אקולוגיות
017006*	עקרונות חישה במערכות טבעיות
017012*	פיזיקה של סביבה נקבובית
017036	מבוא לחקלאות מדייקת
054314	מבוא לדינמיקה ולבקרת תהליכים מ'

**תכנית הלימודים בהנדסת הסביבה**

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157.5 נקודות לפי הפרוט הבא:

116.0 נק'	מקצועות חובה - טכניוני, מסלולי
31.5 נק'	מקצועות בחירה
4.0 נק'	מקצועות בחירה חופשית
6.0 נק'	מקצועות בחירת העשרה
157.5 נק'	

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
4	2	-	6	104003 חדו"א 1
3.5	2	-	3	104019 אלגברה לינארית מ'
4	2	-	-	124120 יסודות הכימיה
3	-	-	-	134058 ביולוגיה 1
2	1	-	4	114051 פיזיקה 1
16.5	7	-	13	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
3	2	-	5	015007 מכניקה יישומית
2	2	-	6	054135 מבוא להנדסה כימית וביוכימית
4	2	-	7	104004 חדו"א 2
4	-	-	-	324033 אנגלית טכנית למתקדמים
4	2	-	6	125801 כימיה אורגנית
17	8	-	24	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
3	2	-	4	014214 יסודות מכניקת הזורמים
3	2	-	4	או
2	2	-	4	054203* עקרונות הנדסה כימית 1
2	-	-	-	014968 אקולוגיה למהנדסים
2	1	-	4	104131 משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'
2	2	2	4	234128 מבוא לשפת פייתון
2	1	-	3	134019 מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה
2	2	2	4	054316 תרמודינמיקה א' מתקדם
-	2	-	-	394800 חינוך גופני
13	10	6	19	

\* ניתן בסמסטר אביב בלבד

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	4	014003 סטטיסטיקה
2	1	3	3	014327 כימיה של המים
2	2	-	4	014956 מבוא לכימיה של הקרקע
2	2	-	2	104228 משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'
3	-	-	4	064419 מיקרוביולוגיה כללית
2	2	-	5	014006 מבוא לשיטות נומריות
2	2	-	4	או
2	2	-	4	054374 אנליזת תהליכים בשיטות נומריות
3	1	-	4	114052 פיזיקה 2
16	8	5	24	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
2	2	-	5	014205 הידרוליקה
2	1	-	5	014977 מבוא לתהליכי זרימה וזיהום בקרקע
2	1	-	4	014212 מבוא להידרולוגיה הנדסית
3	2	-	4	054323 תהליכי הפרדה 1 בהנ' כימית וביוכ'
2	1	-	2	014322 יסודות הטיפול במים ושפכים
2	2	-	-	014940 תופעות מעבר במערכות טבעיות
2	-	-	-	014321 טוקסיקולוגיה סביבתית
15	9	-	20	

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
2	1	-	-	014326 טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה
2	1	-	4	014603* כלכלה הנדסית
2	1	-	-	016302 זיהום אויר
				או

## תכנית הלימודים בהנדסת מיפוי וגיאוגרפיה במסלול ארבע-שנתי

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 157 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	97.5	נק'
מקצועות חובה בשרשרת	16.5-20.5	נק'
מקצועות בחירה	29.0-33.0	נק'
מקצועות בחירה חופשית	4.0	נק'
מקצועות בחירת העשרה	6.0	נק'

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

054371	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית	2.5
054410	תיכון מפעלים מ'	3.5
056142	***תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות	2.5
056379	מעבדה לתהליכי ממברנות	2.0
054310	מעבדה להנדסה כימית 1	2.5
054400	מעבדה להנדסה כימית 2	2.5
054414	תכן מערכות לבקרת תהליכים	4.0
054451	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית	2.5
096553	כלכלת הסביבה	2.5
**134076	הכרת המערכת האקולוגית במפרץ אילת	3.0

\* קורס ניתן פעם בשנתיים

\*\* ניתן במכון הבינאוניברסיטאי אילת.

\*\*\* סטודנטים מהנדסת הסביבה פטורים מקורס הקדם.

\*\*\*\* מוכל בקורס 016328 הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים

### מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1 (חורף)	סמסטר 2 (אביב)
4	2	-	6	104003	104003
2	2	-	4	014008	014008
3	2	-	3	104019	104019
2	2	-	5	125001	125001
2	2	2	4	234128	234128
-	2	-	1.0	394800	394800
13	12	2	22		

2	2	2	4	014881	014881
2	2	-	4	014845	014845
4	2	-	7	104004	104004
3	2	-	5	015007	015007
2	1	-	4	114051	114051
4	-	-	3.0	324033	324033
17	9	2	24		

2	2	-	4	014003	014003
3	1	-	4	114052	114052
2	2	3	5	014842	014842
3	2	-	5	014848	014848
2	2	-	5	014846	014846
2	1	-	4	104131	104131
-	2	-	1.0	394800	394800
14	12	3	27		

2	2	-	5	014006	014006
2	1	-	4	014603	014603
3	2	-	5	014814	014814
2	1	2	4	014877	014877
2	2	2	5	014878	014878
3	2	-	5	014849	014849
-	-	-	2.0	*014863	*014863
14	10	10	28		

\* מחנה מדידות 1 - שבועיים בתחילת סמסטר קיץ

2	2	-	4	014004	014004
2	-	-	2	014829	014829
2	2	3	6	014843	014843
2	2	3	5	014851	014851
2	2	-	4	014855	014855
3	2	-	4	014890	014890
13.0					
16.0					

\*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי(014876) לא ניתן לקחת יותר מ-5 נקודות פרויקט בתואר

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
2	2	3	6

**שרשרת קדסטר וניהול מקרקעין**

014885	קדסטר 2	3	1	4	3.5
014882	ניהול מקרקעין	2	-	-	2.0
014886	מחנה מדידות קדסטרליות	-	6	-	2.0
016828	עקרונות בהערכת שווי מקרקעין	3	2	-	4.0
016829	סדנה בהערכת שווי מקרקעין	2	-	-	2.0
207804	חשיבה כלכלית למתכננים	2	2	-	3.0
16.5					

**מקצועות בחירה**

יש לבחור לפחות 5 מקצועות מרשימה א', ואת היתרה מרשימות ב' ו-ג'

**רשימה א' - מקצועות הסמכה במיפוי וגיאואינפורמציה**

014831	* מחנה גיאודזיה בקדסטר	-	-	3	4	1.0
014866	+ סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	2	-	-	2	1.5
014869	+ פרויקט במיפוי סיפרתי 1	-	-	-	2	2.5
014855	+ עבוד תמונה לצורכי מיפוי	2	2	-	4	3.0
014856	+ מודלים ספרתיים של פני השטח	2	2	-	4	3.0
014857	+ מערכות מידע גיאוגרפי 1	2	2	-	4	3.0
014886	* מחנה מדידות קדסטרליות	-	6	-	2	2.0
014851	*# רשתות בקרה גיאודטיות	2	2	3	5	4.0
014852	# מדידות GPS	2	3	3	4	3.0
014853	# מדידות הנדסיות מיוחדות	2	2	-	4	3.0
014859	מיפוי ימי	2	2	-	4	3.0
014879	מיפוי נושאי	2	1	2	4	3.0
014862	מדידות אסטרונומיות	2	1	2	3	3.0
014864	*# מחנה מדידות 2	-	8	-	2	2.5
014867	# פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1	-	2	-	5	2.5
014868	פרויקט מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה	-	2	-	5	2.5
014875	פרויקט בתעשייה בגאודזיה ומדידות	-	-	4	5	5.0
014876	פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי	-	-	4	5	5.0
014880	סדנה בתיעוד אתרי מורשת	1	1	3	1	2.5
014885	קדסטר 2	3	1	-	4	3.5
014882	ניהול מקרקעין	2	-	-	2	2.0
014889	+ פוטוגרמטריה 2	2	2	2	3	3.5
014890	+ מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק 3	3	2	-	4	4.0
016828	עקרונות בהערכת שווי מקרקעין	3	2	-	4	4.0
016829	סדנה בהערכת שווי מקרקעין	2	-	-	5	2.0
016815	פוטוגרמטריה ספרתית	2	2	-	6	2.5
016819	מיפוי ימי מתקדם	2	2	-	4	3.0
016830	מיפוי גרפי תלת ממדי	2	2	-	4	3.0
016832	ניווט ומערכות אינרציאליות	2	1	-	4	2.5
016835	היבטים נומריים בפתרון תצלומים	2	2	-	3	3.0

# עבור סטודנטים שבחרו בשרשרת מיפוי ומידע מרחבי  
+ עבור סטודנטים שבחרו בשרשרת מדידות גיאודטיות הנדסיות  
\* לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')

**רשימה ב' - מקצועות מוסמכים/הסמכה במיפוי וגיאואינפורמציה**

016801	חשבון תאום 2	2	1	-	3	2.5
016816	גיאודזיה פיזית 1	2	2	-	5	3.0
016817	עיבוד תמונה מתקדם למיפוי	2	1	-	4	2.5
016818	היבטים בקדסטר מודרני	2	2	-	4	3.0
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי	2	2	-	3	2.5
016831	מערכות מידע גיאוגרפי 2	2	1	-	3	2.5
016833	שירותים מבוססי מקום	2	2	-	4	2.5
016834	סדנא בפיתוח בממ"ג	2	2	-	4	2.5

**רשימה ג' - מקצועות הסמכה נוספים**

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
3	2	-	5
3	2	-	5
2	2	-	5
1	3	-	4
3	2	-	6
2	1	-	-

014103	מבוא למכניקה הנדסית	3	2	4	4.0
014104	תורת החוזק 1	3	-	-	4.0
014108	סטטיקת מבנים	2	2	-	3.0
014114	עיקרי תכן מבנים	1	3	-	2.5
014153	מבני בטון 1	3	2	-	4.0
014211	מכניקת זורמים	2	-	-	3.0

**סמסטר 6 (אביב) קדסטר 1**

014885	ובנוסף (לשרשרת מדידות)	2	2	3	6	4.0
014852	מדידות GPS	1	2	3	4	3.0
014853	מדידות הנדסיות מיוחדות	2	2	-	4	3.0
014864	+ מחנה מדידות 2	-	-	8	-	2.5
014856	או (לשרשרת מיפוי) מודלים ספרתיים של פני השטח	2	2	-	4	3.0
014857	מערכות מידע ג"ג 1	2	2	-	4	3.0
014889	פוטוגרמטריה 2	2	2	2	3	3.5
014886	או (לשרשרת קדסטר ומקרקעין) מחנה מדידות קדסטרליות	-	-	6	-	2.0
014886	** סה"כ לשרשרת מדידות					12.5
014886	סה"כ לשרשרת מיפוי					13.5
014886	סה"כ לשרשרת קדסטר וניהול					6.0

+ לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')  
\* מחנה מדידות 2 - שבועיים וחצי בסמסטר קיץ  
\*\* מחנה מדידות קדסטרליות - שבועיים במהלך סמסטר קיץ

**סמסטר 7 (חורף) מקצועות בחירה**

014867	* פרויקט בגיאודזיה 1	-	2	-	5	2.5
014869	** פרויקט במיפוי ספרתי 1	-	2	-	5	2.5
014885	או (לשרשרת מיפוי) קדסטר 2	3	1	-	4	3.5
016828	או (לשרשרת מיפוי) עקרונות בהערכת שווי מקרקעין	3	2	-	2	4.0
014885	סה"כ לשרשרת מדידות					2.5
014885	סה"כ לשרשרת מיפוי					2.5
014885	סה"כ לשרשרת קדסטר וניהול					7.5

\* לחילופין ניתן לקחת פרויקט בתעשייה בגיאודזיה ומדידות (014875) אך לא ניתן לקחת יותר מ-5 יחידות פרויקט בתואר  
\*\* לחילופין ניתן לקחת פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי (014876) אך לא ניתן לקחת יותר מ-5 יחידות פרויקט בתואר

**סמסטר 8 (אביב) סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה**

014866	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	-	2	-	2	1.5
016829	או (לשרשרת מיפוי) סדנה בהערכת שווי מקרקעין	2	-	-	5	2.0
207804	או (לשרשרת מיפוי) חשיבה כלכלית למתכננים	2	2	-	6	3.0
014882	או (לשרשרת מיפוי) ניהול מקרקעין	2	-	-	2	2.0
014882	סה"כ לשרשרת מדידות					1.5
014882	סה"כ לשרשרת מיפוי					1.5
014882	סה"כ לשרשרת קדסטר ומקרקעין					7.0

**שרשרת מדידות גיאודטיות והנדסיות**

014851	+ רשתות בקרה גיאודטיות	2	2	3	5	4.0
014852	מדידות GPS	1	2	3	4	3.0
014864	+ מחנה מדידות 2	-	-	8	-	2.5
014853	מדידות הנדסיות מיוחדות	2	2	-	4	3.0
014866	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	-	2	-	2	1.5
014867	* פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1	-	2	-	5	2.5

\*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה בגיאודזיה ומדידות(014857) לא ניתן לקחת יותר מ-5 נקודות פרויקט בתואר  
+ לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')

**שרשרת מיפוי ומידע מרחבי**

014855	עבוד תמונה לצורכי מיפוי	2	2	-	4	3.0
014856	מודלים ספרתיים של פני השטח	2	2	-	4	3.0
014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1	2	2	-	4	3.0
014889	פוטוגרמטריה 2	2	2	2	3	3.5
014890	מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק 3	3	2	-	4	4.0
014866	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	-	2	-	2	1.5
014869	* פרויקט במיפוי סיפרתי 1	-	2	-	5	2.5
20.5						

## תכנית הלימודים במיפוי וגיאוא-אינפורמציה במסלול תלת-שנתי

על מנת להשלים את התואר יש לצבור 120 נקודות לפי הפרוט הבא:

מקצועות חובה	85.0 נק'
מקצועות חובה בשרשרת	16.5-20.5 נק'
מקצועות בחירה	6.5-10.5 נק'
מקצועות בחירה חופשית	2.0 נק'
מקצועות בחירת העשרה	6.0 נק'

ה'-הרצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות

מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1 (חורף)
4	2	-	6	104003 חדו"א 1
3.5	2	-	3	104019 אלגברה ליניארית מ'
2	2	-	4	014008 מידע גרפי הנדסי
2	2	2	4	234128 מבוא למחשב - שפת פייתון
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
11.5	10	2	17	

סמסטר 2 (אביב)

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2 (אביב)
2	2	2	4	014881 יסודות המיפוי והמדידה ג'
2	2	-	4	014845 מבוא למיפוי ממוחשב
2	1	-	4	114051 פיזיקה 1
4	2	-	7	104004 חדו"א 2
4	-	-	3	324033 אנגלית טכנית- מתקדמים ב'
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
14	9	2	19	

סמסטר 3 (חורף)

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3 (חורף)
2	2	-	4	014003 סטטיסטיקה
2	2	3	5	014842 יסודות המיפוי והמדידה 2
3	2	-	5	014848 מבוא לגיאודזיה
2	2	-	5	014846 מסדי נתונים גיאוא-מרחביים
3	1	-	4	114052 פיזיקה 2
2	1	-	4	104131 משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'
14	10	3	27	

סמסטר 4 (אביב)

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4 (אביב)
2	2	-	5	014006 מבוא לשיטות נומריות
3	2	-	5	014814 חשבון תאום 1
2	1	2	4	014877 כרטוגרפיה ומבוא לממ"ג
2	2	2	5	014878 מיפוי ממוחשב
3	2	-	5	014849 גיאודזיה מתמטית
-	-	6	2.0	*014863 מחנה מדידות 1
12	9	10	24	

\*מחנה מדידות 1 - שבועיים בתחילת סמסטר קיץ

סמסטר 5 (חורף)

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5 (חורף)
2	-	-	2	014829 תחיקת המדידה
2	2	3	6	014843 פוטוגרמטריה 1
2	2	3	5	ובנוסף (לשרשרת מדידות)
2	2	3	5	+014851 רשתות בקרה גיאודטיות
2	2	-	4	או (לשרשרת מיפוי)
2	2	-	4	014855 עיבוד תמונה לצורכי מיפוי
3	2	-	4	014890 מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק
12	9	10	24	סה"כ לשרשרת מדידות
13.0				סה"כ לשרשרת מיפוי

014212	מבוא להידרולוגיה הנדסית	2	1	-	4	2.5
014205	הידרוליקה	2	1	1	5	3.0
014409	גיאומכניקה	3	1	1	5	4.0
014405	גיאולוגיה הנדסית	1.5	1	-	2	2.0
014406	מעבדה במכניקת הקרקע	1	-	-	4	2.0
014505	חומרי בנייה	3	3	1	6	3.5
014618	מבוא לניהול ובטיחות בבנייה	3	2	-	4	4.0
014730	מבוא ל הנדסת תחבורה	2	1	-	4	2.5
014731	מבוא לתכן מסעות	1	1	-	1.5	1.5
014733	הנדסה וניהול של תנועה	3	2	1	4	4.5
014779	תכן ותפעול דרכים	3	1	2	4	4.0
014709	מעבדת דרכים	1	-	2	2	2.0
014710	מיסעות גמישות	2	1	-	4	2.5
014714	תכן מתקני תעבורה	2	1	-	5	2.5
014717	תחבורה אווירית	2	1	-	5	2.5
016213	הנדסה הידרולית	2	1	-	-	2.5
094219	הנדסת תוכנה	3	2	-	3.5	3.5
094313	מוד' דטרמיניסטיים בחקר ביצועים	3	1	-	-	3.5
094314	מוד' סטוכסטיים בחקר ביצועים	3	1	-	-	3.5
094323	מערכות דינמיות לינאריות	3	1	-	-	3.5
⊗234247	אלגוריתמים 1	2	1	-	6	3.0
⊕207804	חשיבה כלכלית למתכננים	2	2	-	6	3.0

⊗ הרישום למקצועות מותנה במילוי הדרישות ואישור הפקולטה למדעי המחשב

⊕ רישום למקצועות מהפקולטה לארכיטקטורה מותנה במילוי הדרישות ואישור הפקולטה לארכיטקטורה

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'	מדידות אסטרונומיות
2	2	1	2	3.0	014862
-	-	8	-	2.5	*# 014864 מחנה מדידות 2
-	-	2	5	2.5	# 014867 פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1
-	-	2	5	2.5	014868 פרויקט מתקדם במיפוי וגיאורמיציה אינפורמציה
-	-	4	5	5.0	014875 פרויקט בתעשייה בגאודזיה ומד'
-	-	4	5	5.0	014876 פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי
1	1	3	-	2.5	014880 סדנה בתיעוד אתרי מורשת
3	1	4	-	3.5	014885 קדסטר 2
2	2	-	-	2.0	014882 ניהול מקרקעין
2	2	2	3	3.5	+ 014889 פוטוגרמטריה 2
3	2	-	4	4.0	+ 014890 מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק
3	2	-	4	4.0	016828 עקרונות בהערכת שווי מקרקעין
2	2	-	5	2.0	016829 סדנה בהערכת שווי מקרקעין
2	2	-	6	2.5	016815 פוטוגרמטריה ספרתית
2	2	4	-	3.0	016819 מיפוי ימי מתקדם
2	2	-	4	3.0	016830 מיפוי גרפי תלת ממדי
2	2	-	4	2.5	016832 ניווט ומערכות אינרציאליות
2	2	-	3	3.0	016835 היבטים נומריים בפתרון תצלומים

# עבור סטודנטים שבחרו בשרשרת מיפוי ומידע מרחבי  
 + עבור סטודנטים שבחרו בשרשרת מדידות גיאודטיות הנדסיות  
 \* לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')

**רשימה ב' - מקצועות מוסמכים/הסמכה במיפוי וגיאורמיציה**

2	1	-	3	2.5	016801 חשבון תאום 2
2	1	-	4	2.5	016817 עיבוד תמונה מתקדם למיפוי
2	2	-	4	3.0	016818 היבטים בקדסטר מודרני
2	2	-	4	3.0	016819 מיפוי ימי מתקדם
2	2	-	3	2.5	016820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי
2	1	-	3	2.5	016831 מערכות מידע גאוגרפי 2
2	2	-	4	2.5	016833 שירותים מבוססי מקום
2	2	-	4	2.5	016834 סדנה בפיתוח ממי"ג

**רשימה ג' - מקצועות הסמכה נוספים**

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'	תיאור
2	2	-	4	3.0	014004 ניתוח מערכות
3	2	-	5	4.0	014103 מבוא למכניקה הנדסית
3	2	-	5	4.0	014104 תורת החוזק 1
2	2	-	5	3.0	014108 סטטיקת מבנים
1	3	-	4	2.5	014114 עיקרי תכן מבנים
3	2	-	6	4.0	014153 מבני בטון 1
2	2	-	-	3.0	014211 מכניקת זורמים
2	2	-	4	2.5	014212 מבוא להידרולוגיה הנדסית
2	2	1	5	3.0	014205 הידרוליקה
3	1	1	5	4.0	014409 גיאומכניקה
1.5	1	-	2	2.0	014405 גיאולוגיה הנדסית
1	-	2	4	2.0	014406 מעבדה במכניקת הקרקע
3	3	1	6	3.5	014505 חומרי בנייה
3	3	-	4	4.0	014618 מבוא לניהול ובטיחות בבנייה
2	2	-	4	2.5	014730 מבוא ל הנדסת תחבורה
1	1	-	5	1.5	014731 מבוא לתכן מסעות
3	2	1	4	4.5	014733 הנדסה וניהול של תנועה
3	1	2	4	4.0	014779 תכן ותפעול דרכים
1	-	2	2	2.0	014709 מעבדת דרכים
2	1	-	4	2.5	014710 מיסעות גמישות
2	2	-	5	2.5	014714 תכן מתקני תעבורה
2	2	-	5	2.5	014717 תחבורה אווירית
2	2	-	-	2.5	016213 הנדסה הידרולית
3	2	-	3	3.5	094219 הנדסת תוכנה
3	1	-	-	3.5	094313 מוד' דטרמיניסטים בחקר ביצועים
3	1	-	-	3.5	094314 מוד' סטוכסטיים בחקר ביצועים
3	1	-	-	3.5	094323 מערכות דינמיות לינאריות
2	1	-	6	3.0	⊗234247 אלגוריתמים 1
2	1	-	-	2.5	⊕205252 מבוא לתכנון ערים
2	1	-	3	2.5	⊕205253 תכנון אזורי (מבוא)
2	1	-	-	2.5	⊕205301 תחיקת התכנון
2	1	-	6	2.5	⊕205302 מימסד התכנון
2	2	-	6	3.0	⊕207804 חשיבה כלכלית למתכננים

⊗ הרישום למקצועות מותנה במילוי הדרישות ואישור הפקולטה למדעי המחשב  
 ⊕ רישום למקצועות מהפקולטה לארכיטקטורה מותנה במילוי הדרישות  
 ורישום הפקולטה לארכיטקטורה

**סמסטר 6 (אביב)**

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'	תיאור
2	2	3	6	4.0	014888 קדסטר 1
1	2	3	4	3.0	014852 (לשרשרת מדידות) GPS
2	2	-	4	3.0	014853 מדידות הנדסיות מיוחדות
-	2	-	2	1.5	014866 סמינר במיפוי וגיאורמיציה
-	2	-	5	2.5	*014867 פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1
-	-	8	-	2.5	+*014864 מחנה מדידות 2
-	-	-	-	-	או (לשרשרת מיפוי)
2	2	-	4	3.0	014856 מודלים ספרתיים של פני השטח
2	2	-	4	3.0	014857 מערכות מידע גיאוגרפי 1
-	2	-	2	1.5	014866 סמינר במיפוי וגיאורמיציה
-	2	-	5	2.5	*014869 פרויקט במיפוי ספרתי 1
2	2	2	3	3.5	014889 פוטוגרמטריה 2
<hr/>					
סה"כ לשרשרת מדידות					
<hr/>					
סה"כ לשרשרת מיפוי					

+ לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')  
 \*מחנה מדידות 2 - שבועיים וחצי בתחילת סמסטר קיץ  
 \*\*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה בגיאודזיה ומדידות (014875) אך לא ניתן לקחת יותר מ-5 נק' פרויקט בתואר  
 \*\*\*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי (014876) אך לא ניתן לקחת יותר מ-5 נק' פרויקט בתואר

**שרשרת מדידות גיאודטיות והנדסיות**

2	2	3	5	4.0	+014851 רשתות בקרה גיאודטיות
1	2	3	4	3.0	014852 מדידות GPS
-	-	8	-	2.5	+014864 מחנה מדידות 2
2	2	-	4	3.0	014853 מדידות הנדסיות מיוחדות
2	2	-	5	1.5	014866 סמינר במיפוי וגיאורמיציה
-	2	-	5	2.5	* 014867 פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1
<hr/>					
16.5					

+ לימוד מקצועות אלה הוא תנאי לאישור התאמנות (סטז')  
 \*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה בגיאודזיה ומדידות (014875)

**שרשרת מיפוי ומידע מרחבי**

2	2	-	4	3.0	014855 עבוד תמונה לצורכי מיפוי
2	2	-	4	3.0	014856 מודלים ספרתיים של פני השטח
2	2	-	4	3.0	014857 מערכות מידע גיאוגרפי 1
2	2	2	3	3.5	014889 פוטוגרמטריה 2
3	2	-	4	4.0	014890 מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק
-	2	-	2	1.5	014866 סמינר במיפוי וגיאורמיציה
-	2	-	5	2.5	*014869 פרויקט במיפוי ספרתי 1
<hr/>					
20.5					

\*ניתן לקחת לחילופין פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי(014876)

**שרשרת קדסטר וניהול מקרקעין**

3	1	-	4	3.5	014885 קדסטר 2
2	-	-	2	2.0	014882 ניהול מקרקעין
-	-	6	-	2.0	014886 מחנה מדידות קדסטרליות
3	2	-	4	4.0	016828 עקרונות בהערכת שווי מקרקעין
2	2	-	5	2.0	016829 סדנה בהערכת שווי מקרקעין
2	2	-	6	3.0	207804 חשיבה כלכלית למתכננים
<hr/>					
16.5					

**מקצועות בחירה**

יש לבחור לפחות 3 מקצועות מרשימה א', ואת היתרה מרשימות ב' ו-ג'

**רשימה א' - מקצועות הסמכה במיפוי וגיאורמיציה**

-	-	3	4	1.0	* 014831 מחנה גיאודזיה בקדסטר
-	2	-	2	1.5	+* 014866 סמינר במיפוי וגיאורמיציה
-	-	2	5	2.5	+ 014869 פרויקט במיפוי ספרתי 1
2	2	-	4	3.0	+ 014855 עבוד תמונה לצורכי מיפוי
2	2	-	4	3.0	+ 014856 מודלים ספרתיים של פני השטח
2	2	-	4	3.0	+ 014857 מערכות מידע גיאוגרפי 1
-	-	6	-	2.0	* 014886 מחנה מדידות קדסטרליות
2	2	3	5	4.0	*# 014851 רשתות בקרה גיאודטיות
1	2	3	4	3.0	# 014852 מדידות GPS
2	2	-	4	3.0	014853 מדידות הנדסיות מיוחדות
2	2	-	4	3.0	014859 מיפוי ימי
2	1	2	4	3.0	014879 מיפוי נושאי



## לימודים לתארים מתקדמים

תארים מתקדמים בפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית מאפשרים לסטודנטים להשתלם לקראת התארים מגיסטר ודוקטור. במספר מסלולים המיועדים לבוגרי הנדסה אזרחית והמוצעים במסגרת המגמות: **הנדסת מבנים, הידרודינמיקה ומשאבי מים, הנדסת תחבורה ודרכים**. התואר השני המוענק במגמות הנ"ל לסטודנטים בוגרי תואר ראשון ארבע-שנתי בהנדסה אזרחית הינו: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית (שם המגמה)". התואר המוענק במגמות הנ"ל לסטודנטים שאינם בוגרי הנדסה אזרחית, ואשר נדרשו בהשלמות רלוונטיות, הינו: "מגיסטר למדעים" בלבד\* (ראה בהמשך). בנוסף, ניתן להשתלם במספר מסלולים נוספים המוצעים במסגרת המגמות: **הנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה, הנדסה סביבתית, והנדסה חקלאית** (ראה בהמשך). התואר המוענק במגמות הנ"ל הינו: "מגיסטר למדעים ב... (שם המגמה)". בנוסף מוענק התואר "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" במסגרתו קיימות שלוש התמחויות בתחומים הבאים:

- גיאוטכניקה
- חומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבניה
- ניהול הבניה

לבוגרי מסלולים אלה יצורף נספח לדיפלומה שיציין את תחום ההתמחות.

לסטודנטים בוגרי תואר ראשון תלת שנתי יוענקו התארים הבאים:

"מגיסטר למדעים במדעי התחבורה", "מגיסטר למדעים במדעי המיפוי והגיאואינפורמציה", "מגיסטר למדעים במדעי איכות הסביבה" ו-"מגיסטר למדעים במדעי הנדסה חקלאית".

\*במקרים מיוחדים, כאשר סטודנט לומד לתואר מגיסטר (מחקרי) בתחום השונה באופן מהותי מלימודיו לתואר ראשון, והוא אינו נדרש להשלים את החסר לו לתואר ראשון בתחום בו הוא אמור לקבל את תואר המגיסטר (מלבד השלמות חיוניות להמשך לימודיו), רשאית הוועדה לקבוע בתחילת לימודיו כי הוא יקבל את התואר "מגיסטר למדעים" ללא פירוט נוסף.

קיים גם נתיב השתלמות ללא תזה המוצע במספר תחומים, כגון: מבנים, תחבורה ודרכים, גיאואינפורמציה, הנדסה סביבתית, פרטים בהמשך. התואר שיוענק לסטודנט בעל תואר ראשון בהנדסה אזרחית שסיים מסלול ללא תזה יהיה "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית (שם המגמה)". התואר שיוענק לסטודנט בעל תואר ראשון בהנדסה אך שונה מהנדסה אזרחית יהיה "מגיסטר להנדסה" במסלול ללא תזה בהנדסה סביבתית יוענק התואר "מגיסטר להנדסה סביבתית". במסלול ללא תזה בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה יוענק התואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה". בנוסף מוענק התואר "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" במסגרתו קיימות שלוש התמחויות בתחומים הבאים:

- גיאוטכניקה
- חומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבניה
- ניהול הבניה

לבוגרי מסלולים אלה יצורף נספח לדיפלומה שיציין את התחום ההתמחות.

במסלול להנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה קיים בנוסף מסלול השתלמות ללא תזה לקראת התואר: "מגיסטר במיפוי וגיאואינפורמציה". המסלול מיועד לבוגרי תואר ראשון תלת-שנתי במקצועות מדעיים.

במסלול "להנדסה חקלאית" קיים מסלול השתלמות ללא תזה לקראת התואר "מגיסטר להנדסה" במסגרת התכנית הבין-יחידתית של הטכניון ל-ME כללי. פרטים נוספים בפרק על ME כללי בקטלוג זה.

התואר דוקטור בכל המסלולים הוא "דוקטור לפילוסופיה" PhD. פירוט התארים המוענקים בפקולטה מופיע בקטלוג זה.

## לימודים לתואר מגיסטר

### תנאי קבלה

תנאי הקבלה (לכל אחד מהמסלולים בפקולטה) וכן תנאי המעבר מנתיב ללא תזה לנתיב מחקרי, מופיעים בהמשך בפרוט תנאי הקבלה ביחידות. מועמד בעל ניסיון רלוונטי רב (כעשר שנים לפחות) שממוצע ציוניו אינו מאפשר קבלה לנתיב מחקרי, יוכל להגיש בקשה מנומקת ומפורטת בצירוף קורות חיים ושתי המלצות ממקום עבודתו. לאחר שהוועדה לתארים מתקדמים היחידתית (ועדת ל"מ) תשקול את הנושא ותמצא כי ניסיונו והישגיו המקצועיים מספקים, יוכל בהתאם לשיקול ועדת ל"מ להתקבל לנתיב מחקר/פרויקט או עבודת גמר.

מועמד בעל תואר ראשון תלת-שנתי במדעים בעלי רקע רלוונטי לתחומים הנלמדים ביחידה האקדמית המבוקשת, יחויב ללמוד לפחות 30.0 נקודות בנתיב מחקר ובנוסף ידרש בלימוד "מקצועות ליבה" (מקצועות קדם) שנקבעו עבור כל מסלול. פטור מלימוד מקצועות ליבה אלו עקב לימוד מקצועות דומים/זהים בתואר הראשון ניתן ע"י ועדת ל"מ של המסלול הרלוונטי. הסטודנט יתקבל במעמד "משלים" (לא מן המניין) לקראת התואר מגיסטר למדעים באחד מהמסלולים המעניקים תואר במדעים (לא בהנדסה), ויעבור למעמד "מן המניין" לאחר שיעמוד בדרישות הלימוד של "מקצועות הליבה" ברמה הנדרשת כדי להתקבל להשתלמות לקראת התואר מגיסטר.

### בחירת נתיב

קיימים שלושה נתיבים לתואר מגיסטר:

1. לימוד 20.0 נקודות מתקדמים וביצוע עבודת מחקר או פרויקט הנדסי מתקדם.
2. לימוד 28.0 נקודות מתקדמים וביצוע עבודת גמר.
3. לימוד 40.0 נקודות מתקדמים בנתיב ללא תזה.

### דרישות הלימוד

בנתיב מחקר/פרויקט/עבודת גמר בנוסף לדרישות הספציפיות בכל מסלול יש ללמוד שני מקצועות חובה פקולטיים ומקצועות נוספים, בהתאם לתכנית הלימודים המתפרסמת בפקולטה, ובהתייעצות עם המנחה הארעי/קבוע.

בנתיב ללא תזה (ME) יש ללמוד 40.0 נקודות מתקדמים לפחות לפי הפרוט שלהלן: שני מקצועות חובה פקולטיים, 5.0 נקודות במקצוע "סמינר מתקדם" בנושא מתחום ההשתלמות, ומקצועות נוספים בהתאם לתכנית הלימודים המתפרסמת בפקולטה, ובהתייעצות עם המנחה הארעי/קבוע.

ניתן לקבל את פירוט תכנית הלימודים במזכירות תארים מתקדמים ביחידות השונות בפקולטה. דרישות כלליות נוספות - אקדמיות ומנהליות - בהתאם לתקנות בית הספר לתארים מתקדמים.

### רשימת מקצועות החובה הפקולטיים:

נק'	יסודות מתמטיים למהנדסים	019001
3.0	משוואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות	019002
3.0	שיטות נומריות למהנדסים	019003
3.0	מכניקת הרצף	019004
3.0	שיטות כמותיות למערכות הנדסה וניהול	019006
3.0	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה	019007

## מסלולי הלימוד ב"יחידה להנדסת מבנים וניהול הבניה"

### תנאי הקבלה:

לתואר M.Sc (נתיב עם תיזה) יתקבלו מועמדים בעלי תואר ראשון בהנדסה אזרחית או בתחום אחר בעלי ממוצע כללי משוקלל של 82

**בנתיב ללא תזה בלבד (בנוסף לדרישות שבכל הנתיבים):**

א. ארבעה מקצועות חובה נוספים לפחות, בתחום ההשתלמות, מתוך הרשימה שלהלן:

3.0	בטון דרוך	016111
3.0	מבנים מרחביים	016124
3.0	הנדסת רעידות אדמה	016142
3.0	בטון 3	016143
3.0	מבוא לאלמנטים סופיים	016144
2.0	מבנים טרומיים מבטון מזויין	018126
3.0	ניסוח בעיות במכניקת מבנים לפתרון במחשב	018127
2.0	נושאים נבחרים במבני פלדה	018140
2.0	תכן בנינים רבי קומות 1	018101
2.0	מבנים מבטון דרוך	018116
2.0	תכן אופטימלי של מבנים	019136
2.0	תכנון מבנים לרעידות אדמה	019143
2.0	נושאים נבחרים בבטון מזויין	019145
2.0	גשרי בטון	018138
2.0	אנליזה ותכן מבנים לא לינאריים	018117
2.0	אנליזה מכוונת לתכן מבנים	019137
2.0	אלמנטים סופיים באנליזה של מבנים	019140
2.0	בקרת מבנים תחת עומסים דינמיים	018141
2.0	מכניקה של חומרים רכים	019149
2.0	הנדסת גשרים מתקדמת	019150

ב. שלושה מקצועות מתחומים אחרים, מתוך הרשימה שלהלן, וכן סמינר מתקדם \*:

2.0	ביסוס	019430
2.0	מבנים תומכים	018418
3.0	ייזום ובחינת כדאיות פרויקטים הנדסיים	018600
2.5	ניהול חברת בניה	018601
2.5	שיטות מחשב בניהול הבניה	018602
2.0	טכנולוגיה של בניה מבטון טרום	018504
2.0	פרקים נבחרים בתורת הבטון	019513
2.0	חומרי בניה מרוכבים	019517
	וכן	
5.0	סמינר מתקדם בהנדסת מבנים (*)	018130

(\*) בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים, שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודווח מדעי.

ג. מקצועות בחירה נוספים להשלמת 40.0 נקודות כנדרש.

הערה: יש לבדוק מקצועות קדם למקצועות הבחירה.

**מסלול לתואר: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" או לתואר: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" עם התמחות בגיאוטכניקה (\*)**

(\*) שם התואר המוענק הוא: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" בנתיב מחקר/עבודת גמר, או: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" בנתיב ללא תיזה. לתעודה יתלווה נספח על תחום ההתמחות.

**נושאי ההשתלמות:** ביסוס מבנים, יחסי גומלין קרקע-מבנה, ניתוח יציבות מדרונות, חישוב מבנים תומכים, תכנון מכניות של הקרקע, שיטות חקירה ומדידה בשדה, בחינת שיטות תיאורטיות לחישוב מצבי הרס.

**מקצועות קדם:**

4.0	גיאומכניקה	014409
3.5	הנדסת קרקע	014411

אם הציון בתואר ראשון במקצוע קדם נמוך מ-65, יידרש הסטודנט בלימוד חוזר של המקצוע.

ומעלה. המועמדים לנתיב זה נדרשים למצוא מראש מנחה למחקר מבין חברי הסגל ביחידה כתנאי לקבלתם ללימודים.

לתואר ME (נתיב ללא תיזה) יתקבלו מועמדים בוגרי תואר ראשון בהנדסה אזרחית עם ממוצע משוקלל של 80 ומעלה ומדרג מתאים אשר עמדו בראיון קבלה.

בוגרי הנדסה אזרחית בממוצע 75 ומעלה ונסיון רלוונטי של 3 שנים ומעלה, או בוגרי אדריכלות או הנדסה שאינה הנדסה אזרחית בעלי ממוצע משוקלל של 80 ומעלה ובעלי 5 שנות נסיון רלוונטי, יכולים להגיש בקשה להתקבל ללימודי ME בצירוף שני מכתבי המלצה ועמידה בראיון קבלה.

מעבר ממסלול ME למסלול M.Sc: אם הישגי הסטודנט לאחר שני סמסטרים יהיו גבוהים (צבירה של 12.0 נ"ז לפחות או שישה מקצועות לפחות במקצועות מתקדמים, בממוצע מצטבר 82.0 לפחות במקצועות אלו, ולא פחות מציון 80.0 במקצוע בודד), תוכל הועדה לתארים מתקדמים לשקול לאשר העברתו לנתיב מחקר/פרויקט/עבודת גמר, בתנאי שמצא מנחה ויש נושא מחקר מאושר ע"י המנחה להגשה.

**מסלול לתואר "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית (הנדסת מבנים)"**

**נושאי ההשתלמות:** אנליזה, תכן ואופטימיזציה של מבנים מפלדה, מבטון מזויין, מבטון דרוך, מבטון טרום, ושל מבנים מרוכבים, שיטות מחשב ויישומים, יציבות ודינמיקה של מבנים, הנדסת רעידות אדמה.

**מקצועות קדם:**

014006	מבוא לשיטות נומריות	3.0	נק'
014104	תורת החוזק 1	4.0	
014105	תורת החוזק 2	4.0	
	או:		
014145	תורת החוזק 2	5.0	
014106	מבוא לדינמיקת מבנים	3.0	
	או:		
014146	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה	4.5	
014108	סטטיקת מבנים	3.0	
014110	בנית המהנדס 1	3.0	
	או:		
014147	בניית המהנדס 1	4.0	
014123	מבני בטון 1	3.5	
	או:		
014153	מבני בטון 1	4.0	
014141	מבני בטון 2	3.5	
	או:		
014149	מבני בטון 2	4.5	
014143	שיטות מחשב בסטיקת מבנים	3.0	

אם הציון בתואר ראשון במקצוע קדם נמוך מ-65, יידרש הסטודנט בלימוד חוזר של המקצוע.

**בכל הנתיבים**

א. מקצועות חובה פקולטיים:

שני מקצועות מתוך רשימת מקצועות החובה שלהלן:

019001	יסודות מתמטיים למהנדסים	3.0
019002	משוואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות	3.0
019003	שיטות נומריות למהנדסים	3.0
019004	מכניקת הרצף	3.0
019007	פרקים נבחרים בסטיסטיקה	3.0

ב. מקצועות חובה בהשתלמות לפי הרשימה שלהלן:

018121	עקרונות היציבות של מבנים	2.0
019128	מכניקת מבנים מתקדמת	2.0
019141	דינמיקה של מבנים 1	2.0
016144	מבוא לאלמנטים סופיים	3.0

**מסלול לתואר: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" או לתואר: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" עם התמחות בחומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבניה (\*)**

(\*) שם התואר המוענק הוא: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" בנתיב מחקר/עבודת גמר, או: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" בנתיב ללא תזה. לתעודה יתלווה נספח על תחום ההתמחות.

**נושאי ההשתלמות:** חומרי הבניה, תפקוד פיסי של בניינים, קיים ואחזקה, אבטחת איכות בבניה, בטיחות אש בבניינים, מחזור ושימור בבניה, אנרגיה בבניינים.

**מקצועות קדם:**

014505	חומרי בניה	3.5
<b>וכן שני מקצועות לפחות מתוך הרשימה הבאה:</b>		
014506	טכנולוגיה מתקדמת של בטון	2.0
014508	תפקוד פיסי של בניינים	2.5
או:		
014520	תפקוד פיסי ואקלימי של בניינים	4.0
014513	בנייה במתכות	2.5
016503	קיים של חומרי בניה ומבנים	2.0

**אם הציון בתואר ראשון במקצוע קדם נמוך מ-65, יידרש הסטודנט בלימוד חוזר של המקצוע.**

**מקצועות חובה פקולטיים: שני מקצועות מתוך רשימת מקצועות החובה הפקולטיים (6 נ"ז).**

**מקצועות חובה בתחום ההתמחות:**

א. בנתיב מחקר או עבודת גמר, לפחות 7 נ"ז מתוך הרשימה להלן, ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 20 נ"ז (בנתיב מחקר) או 28 נ"ז (בנתיב עבודת גמר) לתואר.  
 ב. בנתיב ללא תזה - לפחות 12 נ"ז מתוך הרשימה להלן, סמינר מתקדם בחומרים, תפקוד וטכנולוגיה של הבניה (\*), ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 40 נ"ז לתואר

(\*) **בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים, שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודווח מדעי.**

**רשימת המקצועות מתחום ההשתלמות בחומרים תפקוד וטכנולוגיה של הבניה:**

016501	יסודות הקלימטולוגיה של הבניה	2.0
016503	קיים של חומרי בניה ומבנים	2.0
016504	אבטחת איכות ובקרת איכות בבניה	2.0
016505	בנייה בעץ - חומרים וטכנולוגיה	2.0
016514	מחזור בבניה	2.0
018500	בטיחות קרינה בבניינים	2.5
018501	הערכת מחזור חיים במערכות הנדסה אזרחית וסביבתית	2.5
018502	בעיות רטיבות בבניינים	2.0
018503	שיטות ניסוי מתקדמות בחומרי בניה	3.0
018504	טכנולוגיה של בנייה מבטון טרום	2.0
018506	ביצוע וטכנולוגיה של עבודות בטון	2.0
018508	עמידות אש בבניינים	2.0
019512	פרקים מתקדמים במערכות צמנטיות	2.0
019513	פרקים נבחרים בתורת הבטון	2.0
019516	חומרים פלסטיים בבניה	2.0
019517	חומרי בניה מרוכבים	2.0
019520	נושאים מתקדמים במדעי הבניה	2.0
019523	אנרגיה בבניינים	2.0

**מקצועות חובה פקולטיים (לפחות 6 נ"ז):**

019003 שיטות נומריות למהנדסים  
 3.0 ועוד מקצוע אחד נוסף מתוך רשימת מקצועות החובה הפקולטיים.

**מקצועות חובה בתחום ההתמחות בגיאומכניקה:**

א. בנתיב מחקר/ עבודת גמר לפחות 7 נ"ז מהמקצועות להלן ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 20 נ"ז (בנתיב מחקר), או 28 נ"ז (בנתיב עבוד גמר) לתואר:

018420	מכניקת קרקע מתקדמת	3.0
018417	חלחול ויציבות מדרונות	2.0
019427	חוקים קונסטיטטיביים בגיאומכניקה	2.0
019430	ביסוס	2.0

ב. בנתיב ללא תזה - 7 נ"ז מהמקצועות שלעיל, 5 נ"ז נוספות מתוך הרשימה שלהלן (להשלמת לפחות 12 נ"ז בתחום ההשתלמות), סמינר מתקדם בהנדסת קרקע ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 40 נ"ז לתואר:

**מקצועות מתחום ההשתלמות בגיאומכניקה:**

018416	מבוא לדינמיקת הקרקע	2.0
018418	מבנים תומכים	2.0
016421	חקירות שדה בגיאומכניקה	2.0
019424	אספקטים גיאומכניים של רעידות אדמה	2.0
019425	תורת הפלסטיות במכניקת הקרקע	2.0
019429	שיפור קרקע וייצוב מדרונות	2.0
016403	מבוא למכניקת הסלע	2.5
019908	גיאולוגיה הנדסית מתקדמת	2.0
018423	סמינר מתקדם בהנדסת קרקע (*)	5.0

(\*) **בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים, שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודווח מדעי.**

**רשימת המקצועות מתחום ההשתלמות בניהול הבניה**

נק'		
2.0	תכן טפסות לבטון	016619
2.0	מערכות מכניות וחשמליות בבניינים	016620
3.0	מבוא לניתוח השקעות בשוק הנדל"י	016630
3.0	יזמות בינלאומית בנדל"ן	016631
3.0	מיסוי מקרקעין	016827
3.0	ייזום ובדיקת כדאיות פרויקטים הנדסיים	018600
2.5	ניהול חברת בניה	018601
3.0	ניהול פיננסי בחברת בניה	018603
2.0	ניהול איכות וערך בבניה	018604
2.0	אספקטים משפטיים בבניה	018616
2.0	ניהול וביצוע של פרויקטים תת קרקעיים	018617
2.0	שיתוף פעולה בינלאומי בניהול הבניה	018625
2.0	ניתוח כלכלי של פרויקטים ציבוריים	019606
2.0	מערכות בניה מתועשת	019615
2.0	בניה רזה-ניהול הייצור בתכן ובניה	019619
2.0	נושאים מתקדמים בניהול הבניה	019621
2.0	פיתוח ידע ומנהלים בעולם הפרויקטים	019623
2.0	ניהול פרויקטי בניה בשלב הייזום	019624
3.0	ניהול פרויקטים בסביבה דינמית	019625
2.0	גישה מערכתית בניהול מגה פרויקט בניה	019626
3.0	מידול מידע בניין מתקדם	019627
	קורסים מהפקולטה להנדסת תעשייה וניהול (בתיאום עם המנחה)	****
	קורסים מהפקולטה לארכיטקטורה (בתיאום עם המנחה)	****

**מסלול לתואר: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית או לתואר: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" עם התמחות בניהול הבניה (\*)**

(\*) שם התואר המוענק הוא: "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית" בנתיב מחקר/עבודת גמר, או: "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית" בנתיב ללא תיזה. לתעודה יתלווה נספח על תחום ההתמחות.

**נושאי ההשתלמות:** ניהול פרויקט בניה, ניהול חברת בניה, ייזום ובדיקת כדאיות של פרויקטי בניה, ניהול כוח אדם בבניה, תיעוש ואוטומציה בבניה, ניהול איכות וערך בבניה, בקרת פרויקטי בניה, הנדסת ביצוע.

**מקצועות קדם**

**א. לבעלי תואר ראשון בהנדסה אזרחית של הטכניון:**

014003	סטטיסטיקה	3.0
014603	כלכלה הנדסית	2.5
014606	מבוא לניהול הבניה	3.0
או:		
014618	מבוא לניהול ובטיחות בבניה	4.0
014610	שיטות ביצוע בבניה	2.5
או:		
014619	שיטות ביצוע בבניה	4.0

**וכן 2 מקצועות מתוך 3 המקצועות הבאים:**

014609	מיכון בבניה	2.5
014617	תכנון ובקרה של פרויקטי בניה	3.0
014615	מבוא לניהול פיננסי	2.5

**אם הציון בתואר ראשון במקצוע קדם נמוך מ-65, יידרש הסטודנט בלימוד חוזר של המקצוע.**

**ב. לבעלי תואר ראשון בהנדסה השונה מהנדסה אזרחית, ולבוגרי הנדסה אזרחית במוסדות אקדמיים אחרים:** הדרישות ייקבעו על בסיס הרקע האקדמי והניסיון המקצועי של המועמד.

**מקצועות חובה פקולטיים**

**לפחות 6 נ"ז מתוך 3 המקצועות שלהלן:**

019006	שיטות כמותיות במערכות הנדסה וניהול	3.0
019007	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה	3.0
018603	ניהול פיננסי בבניה	3.0

**מקצועות חובה בתחום ההשתלמות**

בנתיב מחקר או עבודת גמר, לפחות 7 נ"ז מתוך הרשימה להלן, ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 20 נ"ז (בנתיב מחקר) או 28 נ"ז (בנתיב עבודת גמר) לתואר.

בנתיב ללא תיזה, לפחות 12 נ"ז מתוך הרשימה להלן, סמינר מתקדם בניהול הבניה, וכן מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 40 נ"ז לתואר.

018623 (\*) סמינר מתקדם בניהול הבניה 5.0

(\*) בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים, שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודוח מדעי.

## מסלולי הלימוד ב"יחידה להנדסת תחבורה וגיאו-אינפורמציה"

### תנאי הקבלה:

תשקל קבלתם של מועמדים בעלי תואר ראשון בהנדסה אזרחית או בתחום הנדסי אחר או בוגרי תואר ראשון תלת שנתי רלוונטי בעלי ממוצע כללי משוקלל של 84 ומעלה (במסלול הנדסת תחבורה ודרכים), ושל 82 ומעלה (במסלול הנדסת מיפוי וגיאו-אינפורמציה). הוועדה לתארים מתקדמים ביחידה שומרת לעצמה את הזכות להתייחס לנתונים נוספים כולל גם הדירוג של המועמד ולזמנו לראיון אישי.

מועמד בוגר תואר ראשון בהנדסה עם ממוצע משוקלל 77 ומעלה (במסלול הנדסת תחבורה ודרכים), וממוצע משוקלל 75 ומעלה (במסלול הנדסת מיפוי וגיאו-אינפורמציה) יוכל להתקבל לנתיב ללא תזה. אם הישגיו לאחר שני סמסטרים יהיו גבוהים (צבירה של 12.0 נ"ז לפחות או שישה מקצועות לפחות במקצועות מוסמכים, בממוצע מצטבר 84.0 לפחות במקצועות אלו, ולא פחות מציון 80.0 במקצוע בודד), תוכל הוועדה לתארים מתקדמים לשקול לאשר העברתו לנתיב מחקר/פרוייקט/עבודת גמר, בתנאי שמצא מנחה ונושא מחקר.

### מסלול לתואר "מגיסטר למדעים בהנדסה אזרחית (הנדסת תחבורה ודרכים)"

מסלול עם מחקר או עבודת גמר לבעלי תואר ראשון בהנדסה אזרחית בלבד

### מסלול לתואר "מגיסטר למדעים במדעי התחבורה"

מסלול עם מחקר או עבודת גמר לבעלי תואר ראשון שלא בהנדסה אזרחית, ו/או לבעלי תואר תלת שנתי רלוונטי,

### מסלול לתואר "מגיסטר להנדסה בהנדסה אזרחית (הנדסת תחבורה ודרכים)"

מסלול ללא תיזה לבעלי תואר ראשון בהנדסה אזרחית בלבד

**נושאי ההשתלמות:** תכן גיאומטרי של דרכים ותפעול דרכים, צמתים ומחלפים, תכן מבנה דרכים וחומרים, הנדסת תעבורה, מערכות רמזור ובקרה, תחבורה אווירית, תפעול תנועה, זרימת תנועה ומאפייניה, מערכת רימזור ובקרה, בטיחות בדרכים, כלכלת תחבורה והערכת פרויקטים תחבורתיים, תכנון תחבורה, תכנון ותפעול תחבורה ציבורית.

קיימים שני כיווני התמחות במגמת תחבורה ודרכים, והדרישות ללימוד מקצועות הן שונות עבור כל כיוון:

### מקצועות קדם וליבה:

ליבה:	נק'
014003 סטטיסטיקה	3.0
104003 חדו"א 1 או	5.0
104019 אלגברה לינארית מ' וכן קורס אחד נוסף מתוך הקורסים להלן:	4.5
014004 ניתוח מערכות	3.0
014846 מסדי נתונים גיאו-מרחביים	3.0
096420 רגרסיה ותכנון ניסויים	3.0

### קדם בכיוון התמחות של תחבורה:

נק'	שניים מתוך שלושת המקצועות הבאים:
014702 תכנון תחבורה	4.5
014733 הנדסה וניהול של תנועה	4.5
014708 תכן ותפעול דרכים	4.0

### קדם בכיוון התמחות של דרכים:

014731 מבוא לתכן מסעות	1.5
014710 מיסעות גמישות	2.5
014709 מעבדת דרכים	2.0

### פטור מלימוד חלק או כל מקצועות אלו עקב לימוד מקצועות דומים/זהים בתואר הראשון ינתנו ע"י וועדת ל"מ של המסלול.

עבור סטודנטים ללא כל רקע מתאים יידרשו דרישות נוספות, כל מקרה יידון בנפרד בוועדת ל"מ היחידתית ותקבע תוכנית השתלמות אישית.

הסטודנט יתקבל במעמד "משלים" עד להשלמת מלוא מקצועות הליבה והקדם ברמה הנדרשת כדי להתקבל להשתלמות לתואר מגיסטר. נדרש ממוצע מצטבר 84.0 לפחות ולא פחות מציון 75 במקצוע בודד).

### מקצועות חובה פקולטיים

#### בכיוון התמחות של תחבורה:

019006 שיטות כמותיות במערכות הנדסה וניהול	3.0
019007 פרקים נבחרים בסטטיסטיקה	3.0

#### בכיוון התמחות של דרכים:

שני מקצועות מתוך רשימת מקצועות החובה הפקולטיים.

### מקצועות חובה בתחום ההשתלמות

#### בכיוון התמחות של תחבורה

בנתיב מחקר או עבודת גמר, 4 מקצועות לפחות מהרשימה. בנתיב ללא תיזה 7 מקצועות לפחות מהרשימה:

019709 ניתוח רשתות תחבורה	2.0
019710 מודלים לניתוח ביקושים	2.0
019713 פרקים נבחרים בהנדסת תעבורה	2.0
019714 הנדסת תעבורה מתקדמת	2.0
019717 בטיחות במערכת התעבורה	2.0
019718 בקרת תנועה	2.0
019719 הנדסת אנוש במערכת התעבורה	2.0
019721 כלכלת תחבורה	2.0
019722 מודלים ומאפיינים של זרימת תנועה	2.0
018704 מערכות מתקדמות בתחבורה ציבורית	2.0
018706 תכנון תחבורה מבוסס פעילויות	2.0
018707 הערכת פרויקטים תחבורתיים	2.0
018708 מודלים מתקדמים לניתוח ביקושים	2.0
018709 מודלים בסימולצית תעבורה	2.0
016709 תכנון עירוני ואזורי	2.0
016713 בקרה אופטימלית-תיאוריה ויישומים בתחבורה	2.0

#### בנתיב ללא תזה, המקצוע:

018703 סמינר מתקדם בהנדסת תחבורה	5.0
----------------------------------	-----

(\*) בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודווח מדעי.

מקצועות בחירה נוספים להשלמת מספר הנקודות הנדרשות במסלול

### בכיוון התמחות של דרכים

#### בנתיב מחקר ועבודת גמר, 3 מקצועות מהרשימה:

019702 תכן מתקדם של מיסעות כפיפות	2.0
019704 מעבדה למבנה דרכים 1	2.0
019705 מעבדה למבנה דרכים 2	2.0
019707 טכנולוגיות מתקדמות בסלילת מיסעות	2.0

#### בנתיב ללא תזה, 5 מקצועות מתוך הרשימה:

019702 תכן מתקדם של מיסעות כפיפות	2.0
019704 מעבדה למבנה דרכים 1	2.0

2.5	ג. אחד משני הקורסים הבאים:	2.0	מעבדה למבנה דרכים 2	019705
2.5	016820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי	2.0	טכנולוגיות מתקדמות בסלילת מיסעות	019707
2.5	016815 פוטוגרמטריה ספרתית	2.0	כלכלת תחבורה	019721
		3.0	מכניקת קרקע מתקדמת	018420
3.0	ד. אחד משני הקורסים הבאים:	2.0	קונסטרוקטיביים בגאוטכניקה	019427
3.0	018824 כרטוגרפיה ספרתית	2.0	ביסוס	019430
3.0	018817 עיבוד מידע גיאומטרית	2.0	אלמנטים סופיים באנליזה של מבנים	019140

**ה. לפחות מקצוע אחד נוסף ממקצועות המסלול.**

**בנתיב ללא תיזה, יש להרשם למקצוע:**

5.0	018703 סמינר מתקדם בהנדסת תחבורה
-----	----------------------------------

**ו. מקצועות בחירה**  
מקצועות בחירה נוספים להשלמת 20.0 נק' מתוך כלל המקצועות המוצעים במסלול, בפקולטה או במסגרת תארים מתקדמים בטכניון. **נתיב עבודת גמר** - 28.0 נקודות לימוד לפי הפירוט הבא:

(\*) בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה לתארים מתקדמים, יוכל הסטודנט למלא דרישה זו גם ע"י לימוד שני מקצועות אחרים שבדומה למקצועות הסמינריון כוללים מרכיב מהותי של עבודה עצמית, סקר ספרות ודיווח מדעי.

**א. שני מקצועות חובה פקולטיים** (עפ"י הרשימה המופיעה בנתיב מחקר).

מקצועות בחירה נוספים להשלמת מספר הנקודות הנדרשות במסלול

**ב. מקצועות חובה במסלול**  
016801 חשבון תאום 2

**דרישות לימוד לבוגרי מסלולים תלת שנתיים:**

2.5	ג. אחד משני הקורסים הבאים:
2.5	016820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי
2.5	016815 פוטוגרמטריה ספרתית

**בוגרי מסלולים תלת שנתיים** יחויבו ללמוד לפחות 30.0 נק' בנתיב מחקר (כשמתוכנן עד 10.0 נק' הסמכה ולפחות 20.0 נק' מתקדמים). במסגרת נקודות אלו יכללו מקצועות הקדם ללימודים במסלול, אם ידרשו. בנוסף ידרשו בלימוד מקצועות הליבה.

3.0	ד. אחד משני הקורסים הבאים:
3.0	018824 כרטוגרפיה ספרתית
3.0	018817 עיבוד מידע גיאומטרית

עבור סטודנטים ללא כל רקע מתאים יידרשו דרישות נוספות, כל מקרה יידון בנפרד בוועדת ל"מ היחידתית ותקבע תוכנית השתלמות אישית.

**ה. לפחות 4 מקצועות נוספים ממקצועות המסלול.**

**ו. מקצועות בחירה**  
מקצועות בחירה נוספים להשלמת 28.0 נק' מתוך כלל המקצועות המוצעים במסלול, בפקולטה או במסגרת תארים מתקדמים בטכניון.

הסטודנט יתקבל במעמד "משלים" עד להשלמת מלוא "מקצועות הליבה" ברמה הנדרשת כדי להתקבל להשתלמות לתואר מגיסטר. (נדרש ממוצע מצטבר 80 לפחות ולא פחות מציון 75 במקצוע בודד).

**מסלול לתואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת**

**מיפוי וגיאומטרית-אינפורמציה"**  
(למהנדסים בעלי תואר ראשון 4 שנתי)

במסלול לקראת התואר "מגיסטר למדעים במדעי התחבורה" קיימות אפשרות של התמחות **"ב"בטיחות בדרכים"**.

תואר זה מבוסס על צבירת נקודות לימוד בלבד ואינו כולל הגשת חיבור (תזה). התכנית מיועדת לאפשר לבעלי תואר ראשון במקצועות הנדסיים להתמחות בתחומי הנדסת המיפוי והגיאומטרית-אינפורמציה במגוון נושאים עם דגש הנדסי יישומי, וכן לעודד בוגרי הנדסת מיפוי וגיאומטרית-אינפורמציה/הנדסה גיאודטית לחזור ללימודים אחרי מספר שנים בתעשייה, לצורך התמחות בשטחים ונושאים חדשים שהתפתחו מאז שסיימו את לימודיהם. המשתלם במסלול יכול להתמחות באחד משלושת מסלולי ההתמחות: גיאודזיה; פוטוגרמטריה וחישה מרחוק; כרטוגרפיה ספרתית ו-GIS.

תכנית זו נועדה להכשיר אנשי מקצוע ברמה גבוהה שיתמחו, במסגרת לימודי תואר שני, במקצועות רלוונטיים של הנדסת תחבורה ובטיחות בדרכים.

**נושאי ההשתלמות:** מדידות וגיאודזיה, מיפוי ממוחשב, מערכות מידע גיאוגרפי, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק.

שלד ההתמחות דומה במאפייניו למסלול הקיים במדעי התחבורה, אולם קיים שוני במקצועות החובה והבחירה.

קהל היעד של התכנית דומה בעקרון לקהל היעד של המסלול במדעי התחבורה: בוגרי הנדסה אזרחית ומקצועות הנדסה אחרים, וכן בוגרי כלכלה, סטטיסטיקה, גיאוגרפיה, פסיכולוגיה וארכיטקטורה.

**מסלול לתואר "מגיסטר למדעים בהנדסת**

**מיפוי וגיאומטרית-אינפורמציה"**

(לבעלי תואר ראשון בהנדסת מיפוי וגיאומטרית-אינפורמציה/הנדסה גיאודטית)

**נושאי ההשתלמות:** מדידות וגיאודזיה, מיפוי ממוחשב, מערכות מידע גיאוגרפי, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק.

**נתיב מחקר** - 20.0 נקודות לימוד לפי הפירוט הבא:

**התכנית כוללת צבירת 40.0 נקודות לימוד לפי הפירוט הבא:**

13.0-14.0	נקודות חובה
21.0-22.0	נקודות בחירה
5.0	נקודות סמינר מתקדם במיפוי וגיאומטרית-אינפורמציה
40.0	סה"כ נקודות חובה

**סה"כ חמישה מקצועות בהיקף של 13.0 עד 14.0 נקודות לימוד לפי הפירוט להלן:**

**א. שני מקצועות חובה פקולטיים מתוך הרשימה הבאה:**

3.0	019001 יסודות מתמטיים למהנדסים
3.0	019002 משוואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות
3.0	019003 שיטות נומריות למהנדסים
3.0	019004 מכניקת הרצף
3.0	019006 שיטות כמותיות למערכות הנדסה וניהול
3.0	019007 פרקים נבחרים בסטטיסטיקה

3.0	019001 יסודות מתמטיים למהנדסים
3.0	019002 משוואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות
3.0	019003 שיטות נומריות למהנדסים
3.0	019004 מכניקת הרצף
3.0	019006 שיטות כמותיות למערכות הנדסה וניהול
3.0	019007 פרקים נבחרים בסטטיסטיקה

**ב. הקורס 016801 – חשבון תאום 2**

**ג. מקצוע חובה במסלול**  
016801 חשבון תאום 2

**מסלול לתואר "מגיסטר במיפוי וגיאואי-אינפורמציה"**

(לבוגרי תואר ראשון 3 שנתי במקצועות מדעיים)

תואר ללא תיזה, המבוסס על צבירת נקודות לימוד בלבד ואינו כולל הגשת חיבור (תזה). התכנית מיועדת לאפשר לבעלי תואר ראשון במקצועות מדעיים או כאלו הנושקים ודומים לנושאי הלימוד בגיאואי-אינפורמציה להתמחות בתחומי המיפוי והגיאואי-אינפורמציה במגוון נושאים. המשתלם במסלול יכול להתמחות באחד משלושת מסלולי ההתמחות: גיאודזיה; פוטוגרמטריה וחישה מרחוק; מיפוי ממוחשב ו-GIS.

**נושאי ההשתלמות:** ראה המסלול לתואר מגיסטר להנדסה בהנדסת מיפוי וגיאואי-אינפורמציה.

**פירוט תוכנית ההשתלמות:** הנרשמים לתוכנית יחוייבו בהשלמת 13.0 נקודות של מקצועות ליבה (חדו"א 1, אלגברה לינארית ומבוא למחשב שפת C, כנדרש תואר מגיסטר למדעים במדעי המיפוי והגיאואי-אינפורמציה בנתיב מחקר). בנוסף להשלמת 10.0 נקוי לפחות מלימודי הסמכה בהתאם לרקע של המועמד. מקצועות ההשלמה והיקפם יקבעו על ידי ועדת הקבלה היחידתית לתארים מתקדמים.

התוכנית מורכבת מ-35.0 נקוי מתקדמים ועוד סמינר מתקדם בתחום ההשתלמות בהיקף של 5.0 נקוי. התוכנית מורכבת מ-

מקצועות חובה	13.0-14.0 נקוי
מקצועות בחירה	21.0-22.0 נקוי
סמינר מתקדם במיפוי וגיאואי-אינפורמציה	5.0 נקוי
סה"כ	40.0 נקוי

**מקצועות חובה**

**סה"כ חמישה מקצועות בהיקף של 13.0 עד 14.0 נקוי לימוד לפי הפירוט להלן:**

**א. שני מקצועות חובה פקולטיים מתוך הרשימה הבאה:**

019001	יסודות מתמטיים למהנדסים	3.0 נקוי
019002	משואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות	3.0 נקוי
019003	שיטות נומריות למהנדסים	3.0 נקוי
019004	מכניקת הרצף	3.0 נקוי
019006	שיטות כמותיות למערכות הנדסה וניהול	3.0 נקוי
019007	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה	3.0 נקוי

**ב. הקורס 016801 – חשבון תאום 2** 2.5 נקוי

**ג. יש לבחור לפחות שני מקצועות, מתוך רשימה א' ב' או ג' שאינם מאותה קבוצה (אחד מתוך רשימה א' /או אחד מתוך רשימה ב' /או אחד מתוך רשימה ג')**

רשימה א'		
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי	2.5 נקוי
016815	פוטוגרמטריה ספרתית	2.5 נקוי
רשימה ב'		
018824	כרטוגרפיה ספרתית	3.0 נקוי
018817	עיבוד מידע גיאואי-מרחבי	3.0 נקוי
רשימה ג'		
016816	גיאודזיה פסיקלית 1	3.0 נקוי
018814	אנליזה של רשתות גיאודטיות	2.0 נקוי

**מקצועות בחירה**

מקצועות בהיקף כולל של 21.0-22.0 נקודות לימוד מתוך סל המקצועות המוצעים במסגרת המסלול, או לאחר אישור המנחה וסגן דיקן ל"מ, גם מן המקצועות המוצעים בפקולטה או מחוצה לה.

(לשם השלמת התואר, חובה על המשתלם להתמחות באחד משלושת מסלולי ההתמחות: גיאודזיה; פוטוגרמטריה וחישה מרחוק; כרטוגרפיה ספרתית ו-GIS; וללמוד באחד משלושת מסלולי

**ג. יש לבחור לפחות שני מקצועות, אחד מתוך רשימה א' /או אחד מתוך רשימה ב' /או אחד מתוך רשימה ג' להלן:**

רשימה א'		
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי	2.5 נקוי
016815	פוטוגרמטריה ספרתית	2.5 נקוי
רשימה ב'		
018824	כרטוגרפיה ספרתית	3.0 נקוי
018817	עיבוד מידע גיאואי-מרחבי	3.0 נקוי
רשימה ג'		
016816	גיאודזיה פסיקלית 1	3.0 נקוי
018814	אנליזה של רשתות גיאודטיות	2.0 נקוי

**מקצועות בחירה**

מקצועות בהיקף כולל של 21.0-22.0 נקודות לימוד מתוך סל המקצועות המוצעים במסגרת המסלול, או בחירה של מקצועות אחרים המוצעים במסגרת הפקולטה או מחוצה לה, באישור המנחה ומרכז ל"מ.

(לשם השלמת התואר, חובה על המשתלם להתמחות באחד משלושת מסלולי ההתמחות: גיאודזיה; פוטוגרמטריה וחישה מרחוק; כרטוגרפיה ספרתית ו-GIS; וללמוד באחד משלושת מסלולי ההתמחות הללו לפחות ארבעה קורסים).

להלן פירוט המקצועות עבור כל מסלול:

**מסלול גיאודזיה**

016816	גיאודזיה פסיקלית 1
019816	גיאודזיה פסיקלית 2
018814	אנליזה של רשתות גיאודטיות
018823	גיאודזיה לוויינית
018815	ניווט ומערכות אינרציאליות

**מסלול פוטוגרמטריה וחישה מרחוק:**

016815	פוטוגרמטריה ספרתית
019814	יישומים מתקדמים בפוטוגרמטריה אנליטית
019815	יישומים מתקדמים בפוטוגרמטריה ספרתית
019817	מודלים מתמטיים של סנסורים
018818	שיטות מתקדמות להרכשת תמונות
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי
018819	חישה מרחוק רב מימדית

**מסלול כרטוגרפיה ספרתית ו-GIS**

018824	כרטוגרפיה ספרתית
018816	אנליזה טופוגרפית
018820	נושאים מודרניים בכרטוגרפיה ספרתית
018817	עיבוד מידע גיאואי-מרחבי
018821	סדנא יישומית ב-GIS

**בנוסף למקצועות בכל מסלול, מוצעים במסלול להנדסת מיפוי וגיאואי-אינפורמציה גם המקצועות הבאים:**

016801	חשבון תאום 2
018812	חשבון תאום 3
018813	ניתוח ספקטראלי בגיאודזיה
016817	עיבוד תמונה מתקדם למיפוי
018822	מבנה נתונים מרחבי למיפוי
016818	היבטים בקדסטר מודרני
016819	מיפוי מתקדם
018811	אינטגרציה של מיפוי וחישה מרחוק
019813	נושאים מתקדמים בהנדסת מיפוי וגיאואי-אינפורמציה

**סמינר מתקדם במיפוי וגיאואי-אינפורמציה**

לשם השלמת התואר, על הסטודנט ללמוד את הקורס: "סמינר מתקדם במיפוי וגיאואי-אינפורמציה" – 5.0 נקודות

**פטור מלימוד מקצועות אלו עקב לימוד מקצועות דומים/זהים בתואר הראשון ינתנו ע"י ועדת ל"מ של המסלול.**

הסטודנט יתקבל במעמד "משלים" עד להשלמת מלוא מקצועות הליבה" ברמה הנדרשת כדי להתקבל להשתלמות לתואר מגיסטר. (נדרש ממוצע מצטבר 80 לפחות ולא פחות מציון 75 במקצוע בודד).

**מקצועות במסגרת תארים מתקדמים לבוגרי תלת שנותי**

**לבוגר תואר ראשון תלת שנתי בגיאודזיה או במיפוי וגיאואינפורמציה.**

30.0 נקוי לימוד נוספות בנתיב מחקר, מתוכן עד 10.0 נקוי הסמכה ולפחות 20.0 נקוי מתקדמים.

**לבוגר תואר ראשון תלת שנתי לא בגיאודזיה או במיפוי וגיאואינפורמציה**

30.0 נקוי לימוד נוספות בנתיב מחקר, מתוכן עד 10.0 נקוי הסמכה (לפי הפירוט להלן) ולפחות 20.0 נקוי מתקדמים.

להלן פירוט עבור 10.0 נקוי הסמכה לבוגר תלת שנתי לא בגיאודזיה או במיפוי וגיאואינפורמציה:

הסטודנט חייב בלימוד שלושה מקצועות הסמכה לפחות מתוך הרשימה להלן על פי תחום הלימוד שבחר. במידה וסך הנקוי של מקצועות ההסמכה קטן מ-10.0 נקוי, יבחר הסטודנט מקצועות נוספים להשלמת 10.0 נקוי מתוך כלל המקצועות המוצעים במסלול, בפקולטה או במסגרת תארים מתקדמים בטכניון.

**מדידות וגיאודזיה**

4.0	014814	חשבון תאום 1
4.0	014848	מבוא לגיאודזיה
4.0	014849	גיאודזיה מתמטית
4.0	014851	רשתות בקרה גיאודטיות
3.0	014853	מדידות הנדסיו מיוחדות

**מיפוי ומערכות מידע גיאוגרפיות**

3.0	014845	מבוא ליישומי מחשב בגיאודזיה
3.0	014846	מסדי נתונים גיאואינפורמציה
3.0	014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1

**פוטוגרמטריה**

4.0	014843	מבוא לפוטוגרמטריה
3.0	014855	עיבוד תמונה לצורכי מיפוי
3.0	014858	יישומים במיפוי פוטוגרמטרי
3.0	014856	מודלים ספרתיים של פני השטח

**חישה מרחוק**

3.5	014841	יסודות המיפוי והמדידה 1
3.0	014855	עיבוד תמונה לצורכי מיפוי
3.0	014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1
3.0	014874	מבוא לחישה מרחוק

**קדסטר**

4.0	014842	יסודות המיפוי והמדידה 2
2.0	014829	תחיקת המדידה
3.5	014850	קדסטר וניהול מקרקעין

ההתמחות הללו לפחות ארבעה קורסים). במניין ספירת ארבעת הקורסים יילקחו בחשבון גם קורסי החובה.

להלן פירוט המקצועות עבור כל מסלול:

**מסלול גיאודזיה:**

016816	גיאודזיה פסיקלית 1
019816	גיאודזיה פסיקלית 2
018814	אנליזה של רשתות גיאודטיות
018823	גיאודזיה לוויינית
018815	ניווט ומערכות אינרציאליות

**מסלול פוטוגרמטריה וחישה מרחוק:**

016815	פוטוגרמטריה ספרתית
019814	יישומים מתקדמים בפוטוגרמטריה אנליטית
019815	יישומים מתקדמים בפוטוגרמטריה ספרתית
019817	מודלים מתמטיים של סנסורים
018818	שיטות מתקדמות להרכשת תמונות
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי
018819	חישה מרחוק רב מימדית

**מסלול כרטוגרפיה ספרתית ו- GIS**

018824	כרטוגרפיה ספרתית
018816	אנליזה טופוגרפית
018820	נושאים מודרניים בכרטוגרפיה ספרתית
018817	עיבוד מידע גיאואינפורמציה
018821	סדנא יישומית ב- GIS

**בנוסף למקצועות בכל מסלול לימוד, מוצעים במסלול מיפוי וגיאואינפורמציה גם המקצועות הבאים:**

018812	חשבון תאום 3
018813	ניתוח ספקטראלי בגיאודזיה
016817	עיבוד תמונה מתקדם למיפוי
018822	מבנה נתונים מרחבי למיפוי
016818	היבטים בקדסטר מודרני
016819	מיפוי מתקדם
018811	אינטגרציה של מיפוי וחישה מרחוק
019813	נושאים מתקדמים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה

**סמינר מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה**

לשם השלמת התואר, על הסטודנט ללמוד את הקורס: "סמינר מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה" – 5.0 נקודות

**מסלול לתואר "מגיסטר למדעים במדעי**

**המיפוי והגיאואינפורמציה"**

**נושאי ההשתלמות:** מדידות וגיאודזיה, מיפוי ממוחשב, מערכות מידע גיאוגרפי, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק.

**מקצועות קדם לבעלי תואר בהנדסה:**

ייקבעו בהתאם לרקע של המועמד, ומתוך רשימת מקצועות קדם הנמצאות במזכירות תארים מתקדמים בפקולטה. בוגרי תואר ראשון ארבע שנותי במדעי הטבע, או במדעי ההנדסה (לא גיאודזיה), יחוייבו בהשלמת 12.0 נ"ז לפחות.

הדרישות ללימודים בנתיב מחקר או בנתיב עבודת גמר (לאחר השלמת מקצועות הקדם) זהות לאלו המפורטות במסלול לתואר "מגיסטר למדעים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה"

**דרישות לימוד לבוגרי מסלולים תלת שנתיים:**

בוגרי מסלולים תלת שנתיים יחוייבו ללמוד לפחות 30.0 נקוי בנתיב מחקר (כשמתוכן עד 10.0 נקוי הסמכה ולפחות 20.0 נקוי מתקדמים) ובנוסף ידרשו בלימוד "מקצועות ליבה"

**מקצועות ליבה:**

104003	חדו"א 1	5.0
104006	אלגברה לינארית	4.0
234112	מחשב c	4.0



## מסלולי הלימוד ביחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות

### מסלולים לתארים בהנדסת הסביבה:

**"מגיסטר למדעים בהנדסה סביבתית"**  
מיועד לבעלי תואר ראשון הנדסי ארבע-שנתי

**"מגיסטר למדעים במדעי איכות הסביבה"**  
מיועד לבעלי תואר ראשון שלוש-שנתי

**נושאי ההשתלמות:** איכות מים, מניעת זיהום מקורות מים טבעיים, עקרונות וטכנולוגיה של טיפול במים, מערכת איסוף, טיפול, סילוק והשבת שפכים, טיפול וסילוק פסולת רעילה, איכות אוויר, מניעת זיהום אוויר, איסוף ועיבוד פסולת מוצקה, מניעת זיהום קרקע, אקולוגיה, מערכות אקולוגיות ו-GIS, חישה במערכות סביבתיות.

### "מגיסטר להנדסה סביבתית"

ללא תזה, מיועד לבעלי תואר ראשון בהנדסה בלבד

#### מקצועות קדם (קורס אחד מהרשימה שלהלן):

נק'	קוד	שם הקורס
2.5	014322	יסודות הטיפול במים ושפכים
2.5	016302	זיהום אוויר
2.5	014326	טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה
3.0	014977	מבוא לזרימה וזיהום בקרקע

וכן מקצועות נוספים במידת הצורך, בהתאם לרקע של המועמד.

### מסלולים לתארים בהנדסה חקלאית

#### "מגיסטר למדעים בהנדסה

**אזרחית-חקלאות, מדעי המים, קרקע וסביבה"**  
מיועד לבעלי תואר ראשון הנדסי ארבע-שנתי

**"מגיסטר למדעים במדעי ההנדסה החקלאית"**  
מיועד לבעלי תואר ראשון שלוש-שנתי

#### נושאי ההשתלמות:

הנדסת קרקע, מים והשקיה, מכניקה במערכות חקלאיות, ביולוגיות וסביבתיות, איכות הסביבה הפתוחה, חקלאות מבוקרת וממוכנת, חישה ובקרה במערכות חקלאיות, ביולוגיות וסביבתיות, ניהול מערכות חקלאיות ומשאבים טבעיים, מערכות אקולוגיות

#### מקצועות קדם (קורס אחד מהרשימה שלהלן):

נק'	קוד	שם הקורס
2.5	014956	מבוא לכימיה של הקרקע
3.0	014977	מבוא לתהליכי זרימה וזיהום בקרקע
4.0	015007	מכניקה יישומית 1

#### דרישות הלימוד

יידרש לפחות 20 נקודות לימוד, מתוכן 16 נקודות לפחות ברמת תארים מתקדמים, וכן עבודת מחקר/פרויקט/עבודת גמר. משתלם הבחור בנתיב עבודת גמר יידרש לצבור 28 נקודות לימוד במקצועות מתקדמים.

### תכנית הלימודים למסלולי המחקר M.Sc:

הנדסה סביבתית/מדעי איכות הסביבה  
הידרודינמיקה ומשאבי מים/הנדסה וניהול משאבי מים  
הנדסה חקלאית/מדעי ההנדסה החקלאית.

היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות מציעה תארי מגיסטר בשלושה תחומים:

- משאבי מים
- הנדסת הסביבה
- הנדסה חקלאית

### תנאי הקבלה:

יתקבלו מועמדים בעלי תואר ראשון בהנדסה או בוגרי תואר ראשון תלת-שנתי בעלי ממוצע כללי משוקלל של 82 ומעלה.

על המועמדים המבקשים להתקבל למסלול עם תיזה (M.Sc) למצוא מראש מנחה למחקר מבין חברי הסגל ביחידה, כתנאי לקבלתם למסלול לימוד זה.

מועמד בוגר תואר ראשון בהנדסה עם ממוצע משוקלל 75 ומעלה, יוכל להתקבל לנתיב ללא תזה במסלול להנדסה סביבתית. לאחר צבירת 15 נ"ז לימוד בממוצע 87 ומעלה, ולא פחות מציון 80 במקצוע בודד, תוכל הועדה לתארים מתקדמים לשקול לאשר העברתו לנתיב מחקר/פרוייקט/עבודת גמר, בתנאי שמצא מנחה ונושא מחקר. מקצועות קדם נדרשים בהתאם למסלול הלימודים.

### תכנית ההשתלמות

בנתיב מחקר/פרוייקט יידרש לימוד של 20.0 נ"ז במקצועות לימוד מתקדמים, וכן ביצוע עבודת מחקר או פרויקט הנדסי מתקדם.

בנתיב עבודת גמר יידרש לימוד של 28.0 נ"ז במקצועות לימוד מתקדמים וכן ביצוע עבודת גמר בהיקף 12.0 נ"ז.

בוגרי מסלולים תלת-שנתיים יתקבלו במעמד "משלים" ויחויבו ללמוד לפחות 30 נק' בנתיב מחקר, כשמתוכן לפחות 10 נק' הסמכה ו-20 נק' לימודים מתקדמים. בנוסף יידרשו בלימוד מקצועות ליבה בהתאם לרקע של המועמד. פטור מלימוד מקצועות הליבה יינתן בהתאם להחלטת הוועדה לתארים מתקדמים עקב לימוד מקצועות דומים/זהים בתואר הראשון.

בנתיב ללא תיזה (ME), יידרש לימוד של 40.0 נ"ז במקצועות מתקדמים, כולל עבודת גמר בהיקף 5.0 נ"ז. נתיב זה פתוח לבוגרי תואר ראשון הנדסי בלבד.

### מסלולים לתארים במשאבי מים

#### מסלול לתואר "מגיסטר למדעים

**בהנדסה אזרחית (הידרודינמיקה ומשאבי מים)"**  
מיועד לבוגרי תואר ראשון בהנדסה אזרחית בלבד

#### מסלול לתואר "מגיסטר למדעים

#### בהנדסה וניהול משאבי מים"

מיועד לבוגרי תואר ראשון הנדסי שלא בהנדסה אזרחית

**נושאי ההשתלמות:** הידרודינמיקה, הידרוליקה, הידרולוגיה של נגר על-קרקעי ושל מי תהום, השקיה וניקוז, הנדסת חופים והנדסה ימית, איכות מים וזיהום מערכות מים, ניהול משאבי מים, אנרגיה ומעבר חום ומסה בבניינים ובסביבה, הנדסת רוחות.

#### מקצועות קדם

נק'	קוד	שם הקורס
4.0	014214	יסודות מכניקת זורמים ובנוסף, על הסטודנט לבחור קורס אחד מהרשימה שלהלן:
3.0	014205	הידרוליקה
2.5	014212	מבוא להידרולוגיה הנדסית
3.5	014325	תכן מערכות אספקת מים

**כמו כן, יש ללמוד לפחות 8 נק' מאחת משלוש הקבוצות (א', ב' או ג')**

קבוצה א'		
2.0	019330	כימיה של תהליכים סביבתיים
2.5	017022	תהליכים ביולוגיים בהנדסה סביבתית
3.0	019310	טיפול מתקדם בשפכים
3.0	016328	הפרדה ממברנלית
3.0	016337	אלקטרוכימיה סביבתית

**קבוצה ב' – קרקע וזרימה**

2.5	017012	פיסיקה של סביבה נקבובית
3.0	017036	חקלאות מדייקת
2.5	016211	הידרולוגיה של נגר על קרקעי
2.5	016203	הנדסת מערכות משאבי מים 1
3.5	016339	גורל מזהמים אנתרופוגניים בסביבה

**קבוצה ג' – אויר ואקולוגיה**

2.0	016303	מעבדה לאיכות אויר
2.5	016304	פיסיקה מתקדמת של האטמוספירה
2.0	019335	אירוסולים באטמוספירה
2.5	016302	זיהום אויר
3.0	017001	ממשק מערכות אקולוגיות

**לימודים לתואר דוקטור**

**תנאי קבלה**

מלבד דרישות הקבלה המפורטות בתקנות בית הספר לתארים מתקדמים, נדרש המועמד במוצע מצטבר בתואר ראשון – 82.0 לפחות (על פי רוב), ובמוצע מצטבר בתואר שני 85.0 לפחות בציונים, ובציון 85.0 לפחות בתיזה. עם הרשמתו יגיש המועמד לועדה לתארים מתקדמים בפקולטה הצעת מחקר מיקדמית - נייר עבודה (כחמישה עמודים) שהכין בהתייעצות עם המנחה המיועד. ההצעה תכלול: שם הנושא, תקציר, רקע כללי ותאור הבעיה, סקר ספרות מצומצם המתייחס לידע העדכני בנושא, מטרות המחקר, שיטות ביצוע, התרומה המדעית ו/או ההנדסית של המחקר המוצע, ורשימת מקורות עדכנית בהתאם לסקר הספרות המצומצם. חומר זה, יחד עם התעודות על הישגיו בתואר הראשון והשני, ישמשו לדיון בקבלת המועמד. במידת הצורך, ובהתאם לשיקולה של ועדת ל"מ הפקולטית, יוזמן המועמד לראיון קבלה. כמו כן, רשאית ועדת ל"מ פקולטית לזמן לראיון: (א) מועמדים אשר הישגיהם בתואר השני גבוהים אך הישגיהם בתואר הראשון נמוכים יחסית (ממוצע מצטבר הנמוך מ-80); (ב) מועמדים אשר סיימו השתלמותם במוסד אקדמי אחר.

**דרישות הלימוד**

קיימת דרישה ללימודים של לפחות 6.0 נקודות לימוד ברמת מתקדמים, וכן יוטלו על הסטודנט לימודים נוספים, לפי הצורך, בעת הקבלה או לאחר בחינת המועמדות. במשך השתלמותו ייתן הדוקטורנט שתי הרצאות סמינריוניות: ההרצאה הראשונה תינתן לפני הגשת התיאור התמציתי והצעת ועדת הבוחנים לקראת בחינת המועמדות לאישור ועדת ל"מ הפקולטית; ההרצאה השנייה תינתן לפני הגשת הצעת ועדת הבוחנים לקראת בחינת הגמר, לאישור ועדת ל"מ הפקולטית. שאר הדרישות, כגון הגשת תיאור תמציתי ועמידה בבחינת המועמדות, וכן הדרישה לשפה זרה - בהתאם לתקנות בית הספר לתארים מתקדמים. הגשת התיאור התמציתי (הצעת המחקר לקראת בחינת המועמדות) תיעשה על פי דף הנחיות הנמצא במוכרות תארים מתקדמים בפקולטה.

**קורסי חובה פקולטיים** (יש לבחור לפחות 2 קורסים שאינם מאותה קטגוריה או קורסים שקילום באישור המנחה ומרכז תארים מתקדמים).

**קורסים מתמטיים:**

3.0	019001	יסודות מתמטיים למהנדסים
3.0	019004	מכניקת הרצף

**קורסים סטטיסטיים:**

3.0	019007	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה
-----	--------	-------------------------

**קורסי נומריים:**

3.0	019003	שיטות נומריות למהנדסים
-----	--------	------------------------

**קורס חובה מחלקתי:**

1.0	019315	סמינר באיכות הסביבה
-----	--------	---------------------

**מקצועות בתחום ההשתלמות:** יש ללמוד לפחות קורס אחד מהרשימות הבאות בהתאם למסלול הלימודים

**הידרודינמיקה ומשאבי מים/הנדסה וניהול משאבי מים:**

3.0	016206	מכניקת זורמים סביבתית
-----	--------	-----------------------

2.5	016210	גלי מים
-----	--------	---------

**הנדסה סביבתית/מדעי איכות הסביבה:**

3.0	019309	שיטות לטיפול מתקדם במים
-----	--------	-------------------------

3.0	019310	שיטות לטיפול מתקדם בשפכים
-----	--------	---------------------------

2.0	019336	טכנולוגיות לניהול משאבי אויר
-----	--------	------------------------------

3.0	019318	כימיה של הסביבה
-----	--------	-----------------

3.0	019319	מיקרוביולוגיה של הסביבה
-----	--------	-------------------------

**הנדסה חקלאית/מדעי ההנדסה החקלאית**

3.0	017036	חקלאות מדייקת
-----	--------	---------------

3.0	019062	מודלים וסימולציה של מערכות טבעיות
-----	--------	-----------------------------------

2.5	017033	מבוא לכמומטריה
-----	--------	----------------

2.5	017012	פיסיקה של סביבה נקבובית
-----	--------	-------------------------

על הסטודנט להגיש תכנית לימודים בהתאם לתחום ההשתלמות ובאישור המנחה עד תום הסמסטר הראשון ללימודיו.

**תכנית הלימודים ME (ללא תזה) לתואר "מגיסטר להנדסה סביבתית" (לבעלי תואר ראשון בהנדסה בלבד)**

**מקצועות קדם (1 מ-4)**

2.5	014322	יסודות הטיפול במים ושפכים
-----	--------	---------------------------

2.5	016302	זיהום אויר
-----	--------	------------

2.5	014326	פסולת מוצקה
-----	--------	-------------

3.0	014977	מבוא לזרימה וזיהום בקרקע
-----	--------	--------------------------

**מקצועות חובה פקולטיים (לפחות 6 נק')**

3.0	019001	יסודות מתמטיים למהנדסים
-----	--------	-------------------------

3.0	019003	שיטות נומריות למהנדסים
-----	--------	------------------------

3.0	019007	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה
-----	--------	-------------------------

**מקצועות חובה בתחום ההשתלמות**

3.0	019309	שיטות לטיפול במים
-----	--------	-------------------

3.0	019318	כימיה של הסביבה
-----	--------	-----------------

3.0	019319	מיקרוביולוגיה של הסביבה
-----	--------	-------------------------

2.0	016336	טכנולוגיות לניהול משאבי אויר
-----	--------	------------------------------

4.5	016223	הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום
-----	--------	--

3.0	016206	מכניקת זורמים סביבתית
-----	--------	-----------------------

5.0	018310	סמינר מתקדם בהנדסת סביבה ומים
-----	--------	-------------------------------

## מידע נוסף

**מזכירות תארים מתקדמים ראשית בפקולטה**  
טל' 04-8292565, פקס' 04-8293135

**היחידה להנדסת מבנים וניהול הבניה**  
מזכירות ל"מ ביחידה:  
טל' 04-8292322, פקס' 04-8295697

**היחידה להנדסת תחבורה וגיאואי-אינפורמציה**  
מזכירות ל"מ ביחידה:  
טל' 04-8292366, פקס' 04-8295706

**היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות**  
מזכירות ל"מ ביחידה:  
טל' 04-8292343, פקס' 04-8228898

**אתר הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית:**  
<http://cee.technion.ac.il>