

## לימודי הסמכה - מסלולי לימוד

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

### הנדסה אזרחית

ההנדסה האזרחית עוסקת בתכנון, בתכן ובביצוע של תשתיות אזרחיות לצורכי הציבור, הפרט והמדינה. המשימות האופייניות שמהנדסים אזרחיים צפויים לעסוק בהן בעבודתם כוללות תכנון מבנים ובניינים רבי קומות, מבני דיור ותעשייה, דרכים, שדות תעופה, נמלים, מתקנים לאנרגיה הידרואולית וגרעינית, גשרים, סכרים, מובלים ומאגרי מים, מערכות לניהול נגר עילי ותת קרקעי ולאספקת מים ואיסוף שפכים, פתרונות תחבורתיים להסעת המונים, פתרונות הנדסיים לטיפול בפסולת מוצקה, שפכים ופליטות של מזהמים לאוויר, וניהול פרויקטי תשתית ובנייה הן בסביבה העירונית והן בסביבה הפתוחה. כל אלה מותנים בבקיאות ביסודות המדע וההנדסה. הבעיות העומדות לפתרון דורשות הכרת היבטים מקצועיים יסודיים, כגון תכונות כימיות, פיזיקליות והנדסיות של חומרי בנייה וקרקע, ביסוס, מכניקת מבנים ומכניקת זורמים, מדידה, מיפוי, חישה ושליטה בכלי ניתוח וחישוב. לכן, תכנית הלימודים כוללת קשת רחבה של תחומים בסיסיים לרבות השימוש במחשבים ובתוכנות מתקדמות.

במסגרת הלימודים נכללים מקצועות היסוד (פיזיקה, מתמטיקה, כימיה ואנגלית), מקצועות הנדסה בסיסיים כגון: מבוא למכניקה הנדסית, מכניקת זורמים, מבוא למחשב ותכנות, סטטיסטיקה, ניתוח מערכות ושרטוט הנדסי ממוחשב, ומקצועות בחירה כלל-טכניוני. במחצית השנייה של תכנית הלימודים לומדים הסטודנטים עקרונות בתכן מבנים, תחבורה, הנדסת הסביבה, הידרוטכניקה וכן את העקרונות והשיטה הנדרשים במדעי הבנייה, בתכן הנדסי ובניהול. לרשות הסטודנטים עומדות המעבדות למכניקת קרקע, דרכים ואספלט, חומרי בניין, מודלים למבנים, הידרוליקה, הנדסה סביבתית, מדידות ו-GPS, מיפוי ספרתי ו-GIS, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק.

**סטודנטים יכולים ללמוד הנדסה אזרחית במסלול כללי (ללא התמחות) או במסלולים עם התמחות יעודית: הנדסת מבנים, הנדסת ניהול ובנייה, הנדסת תחבורה, הנדסת מים.**  
**סטודנטים במסלול הכללי בהנדסה אזרחית צריכים ללמוד שתי שרשרות התמחות לפי בחירתם: הנדסת מבנים, הנדסת משאבי מים, הנדסת הסביבה, הנדסת תחבורה, ניהול הבנייה, חומרים תפקוד וטכנולוגיה של בנייה, גיאודזיה (מיפוי וגיאוא-אינפורמציה), וגיאוטכניקה. תאור מפורט של שרשרות ההתמחות, מובא בהמשך.**

בכל מסלולי הלימוד תכנית הלימודים הנה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית". התואר למסיימים של תכנית לימודים עם התמחות ייעודית מצוין את ההתמחות, כפי שמפורט בהמשך.

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

**פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות לימודי הסמכה בפקולטה:**

[cee.ug@technion.ac.il](mailto:cee.ug@technion.ac.il), [cee.ug.stu@technion.ac.il](mailto:cee.ug.stu@technion.ac.il)

ובאתר הפקולטה.

### הנדסה אזרחית – הנדסת מבנים

המסלול להנדסה אזרחית - מבנים מכשיר מהנדסים אזרחיים שעיסוקם העיקרי הוא תכן מבנים למגורים, תעשייה, פעילות ציבורית, גשרים, ממגורות, מגדלי מים, ועוד. מהנדס מבנים מתמחה בתכנון השלד של מבנים: חוזקו, יציבותו, ועמידותו בהטרחות שונות כגון רוח ורעידות אדמה. מהנדס המבנים מתכנן בניינים תוך שימת לב לחיכוך במשקל, עלות הבנייה ושיקולי ביצוע. כחלק מצוות העוסק בתכנון הפונקציונאלי והצורת של המבנה, מהנדס המבנים אחראי לחוזק ולציביות שלו. מהנדסי מבנים, בעיקר אלו שהמשיכו את לימודיהם לתארים אקדמיים מתקדמים, יכולים לעסוק בפיתוח

## הפקולטה להנדסה אזרחית וסביבתית

### חברי הסגל האקדמי

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

## הנדסה אזרחית - הנדסת תחבורה

המסלול להנדסת תחבורה מכשיר מהנדסים שעיסוקם יהיה בתחומי התחבורה השונים: תכנון תחבורה, הנדסת תעבורה, תכן דרכים, תכן מבנה של דרכים ובטיחות בדרכים. ההכשרה המקצועית של מהנדס התחבורה מורכבת משני חלקים: החלק הבסיסי הוא למודי הנדסה אזרחית והחלק המתקדם מורכב ממקצועות התחבורה, חקר ביצועים ובינוי ערים. מגוון מקצועות הבסיס הנלמד במסגרת לימודי הנדסת תחבורה נועד להקנות מיומנות רב-תחומית במקצועות המדעיים המדויקים, מדעי החברה, תכנון תשתיות, חקר בצויעים ותכנון אורבני, הדרושים לתפקוד מהנדס התחבורה. ניתן ללמוד הנדסת תחבורה הן כמסלול לימודים מלא והן כשרשרת התמחות. תכנית הלימודים במסלול המלא מספקת 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".

לימודי הנדסת תחבורה במסגרת שרשרת התמחות **במסלול הכללי בהנדסה אזרחית** מקנים ידע בנושאים של תכנון תעבורה ותחבורה, כולל תכנון המבנה של מיסעות גמישות וקשיחות על חומריהן השונים. לימודי שרשרת ההתמחות מהווים נדבך ראשון בהתמחות המהנדס ומאפשרים לימודי המשך בתחום הנדסת תחבורה ותעבורה, וכן את השתלבותו בצוותי פרויקטים תחבורתיים בהם שותפים מהנדסים מתחומים שונים, למשל מערכות עירוניות להסעת המונים, תכנון ותפעול תחבורה ציבורית ומכללי תשתית בשדות תעופה.

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

## הנדסה אזרחית - הנדסת מים

המסלול להנדסת מים מכשיר מהנדסים בתחומים של הנדסת מים, מערכות אספקת מים ואיסוף שפכים, ניקוז, ניהול אגני היקוות ומניעת שיטפונות, הידרולוגיה על-ותת-קרקעית, פיזיקה של זרימת מים בסביבה על-קרקעית ותת-קרקעית, בקרה, והיבטים של מערכות טיפול במים ובשפכים. נושא תשתיות מים הינו מהחשובים ביותר במשק הישראלי וגם בארצות רבות בעולם. המסלול להנדסת מים משלב עקרונות של הנדסת מים עם ידע בסיסי בהנדסה אזרחית. מהנדסי מים משמשים בתפקידי ניהול, תכנון, הקמה ותפעול מערכות מים עירוניות, אזוריות ולאומיות. כמו גם בנושאים הקשורים למשאבי מים. לימודי הנדסת מים מוצעים הן כמסלול מלא והן במסגרת שרשרת התמחות.

השלמת לימודי הנדסת מים במסלול המלא מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת אזרחית - הנדסת מים".

במסגרת הלימודים **במסלול הכללי בהנדסה אזרחית** ניתן לבחור בשרשרת ההתמחות **משאבי מים והידרוטכניקה**. המקצועות בשרשרת זו מכשירים 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, ועוד. פרויקטי תשתית קשורים באופן הדוק בהידרולוגיה העל-קרקעית ובהרחקת עודפי מי הגשמים על ידי מערכות ניקוז. כמעט כל בעיות הסביבה, החל מאספקת מים וסילוק שפכים וניצולם וכלה בזיהום האוויר, דורשות את הבנתם היסודית של תהליכי הזרימה, כך גם בהקשר של ניצול אנרגיית רוח, גלים, ואנרגיה הידרואלקטרית. הנדסה ימית והנדסת נמלים וחופים מהווה תחום הנמצא בפיתוח מואץ בארץ ובעולם. שרשרת הבחירה מתאימה למהנדסים המעוניינים להתמחות בעבודות ציבוריות, הנדסה עירונית, הנדסה הידרואולית, הנדסת קרקע, והנדסת סביבה. פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות שבפקולטה: [cee.ug.env@technion.ac.il](mailto:cee.ug.env@technion.ac.il) ובאתר הפקולטה.

מערכות מבנים עתידיות: מבנים ניידים, מבנים האופייניים לערי ענק, בינוי מתחת למים, איים מלאכותיים ומבנים בחלל החיצון. תכנית הלימודים מתחילה בהקניית בסיס רחב בהנדסה אזרחית כשהמשך ניתנת הכשרה ממוקדת הכוללת הקניית הכלים הדרושים לעיסוקו של מהנדס מבנים.

ניתן ללמוד את תחום הנדסת מבנים הן כמסלול לימודים מלא והן כשרשרת התמחות. מסלול הלימוד המלא מכשיר בוגרים שתחום עיסוקם יהיה הנדסת מבנים. בוגרי המסלול, לאחר קבלת רישוי, הם היחידים הרשאים לתת את תכניותיהם. תכנית הלימודים 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).

לימוד שרשרת ההתמחות בהנדסת מבנים במסגרת **לימודי הנדסה אזרחית (המסלול הכללי)** נותן הכשרה רחבה הכוללת לימוד של מקצועות מתחום הבנייה והביצוע. השרשרת מעניקה ידע כללי ובסיסי במבנים אך אינה מאפשרת רישום ורישוי כמהנדס מבנים, אלא כמהנדס אזרחי.

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

## גיאוטכניקה

מהנדסים אזרחיים המעוניינים להתמחות בהנדסת קרקע יכולים ללמוד את שרשרת ההתמחות **גיאוטכניקה** במסגרת **המסלול הכללי בהנדסה אזרחית**. לקרקע תפקיד יסודי בהנדסה אזרחית מאחר וכל התשתיות האזרחיות בנויות עליה או בתוכה. כמו כן, קרקע משמשת גם כחומר בנייה (סוללות עפר, סכרים, מנהרות וכו'). לכן, חשיבותה מכרעת בהנדסה כחומר ביסוס ובנייה. השימוש הנכון בקרקע דורש מחשבה הנדסית רבה, בעיקר בגלל אופייה המסובך והבלתי אחיד. הקרקע משתנה במידה ניכרת בשטח ולעומק, כך שיש להתחשב בהשפעת תכונותיה המשתנות על התנהגותו של המבנה הבנוי עליה. השרשרת בגיאוטכניקה נותנת לסטודנט את היסודות להבנה ולטיפול בבעיות גיאוטכניקה נפוצות בהן הוא צפוי להפגש כמהנדס אזרחי. במסגרת הלימודים הסטודנט יחשף לעקרונות הביסוס של מבנים, תכנון מבנים תומכים, חישוב יציבות מדורנות, והתנהגות מכנית של סלע. שימו לב שלצורך רישום בפנקס המהנדסים בתחום גיאוטכניקה נדרש תואר שני בגיאוטכניקה כיוון שלימוד מקצועות השרשרת אינו מספיק לצורך הרישום.

## הנדסה אזרחית – הנדסת ניהול ובנייה

הוצאה מן הכוח אל הפועל של פרויקטי בנייה מחייבת עבודת צוות של מהנדסים מתחומים שונים. בכל פרויקט בנייה פעילים מהנדסים בעלי התמחויות שונות המתמקדים באספקטים שונים של ניהול וביצוע הפרוייקט. המסלול ל"הנדסה אזרחית - ניהול ובנייה" מכשיר מהנדסים שעיסוקם העיקרי הוא ניהול וזיום של פרויקטים הנדסיים, הן מצד הקבלן והן מצד הזים.

ניתן ללמוד הנדסת ניהול ובנייה הן כמסלול לימודים מלא והן כשרשרת התמחות. מסלול הלימוד המלא מכשיר בוגרים שתחום עיסוקם יהיה הנדסת ניהול ובנייה, כאשר הדגשים הם על טכניקות ניהוליות, שימושי מחשב בבנייה וטכנולוגיות מידע, ועוד. לצד הרקע הבסיסי בכל תחומי ההנדסה האזרחית, ההתמקדות היא בניהול משאבים וכוח אדם, ניהול פיננסי וכלכלת הבנייה, חומרים וטכנולוגיות, שיטות ביצוע, בידוד תרמי ואקוסטי, קיים, איטום, ובטיחות אש. התכנית מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסה אזרחית - ניהול ובנייה". בוגרי המסלול בניהול ובנייה מוכרים ע"י רשם המהנדסים ומתאפשר רישום בפנקס המהנדסים במדור להנדסת ניהול הבנייה.

לימודי שרשרת ההתמחות בניהול ובנייה במסגרת לימודי **הנדסה אזרחית במסלול הכללי** כוללים לימוד מגוון מצומצם יותר של מקצועות ההתמחות.

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

חישה מרחוק – ניתוח הדמאות ממצלמות קרקעיות ולוויות הקולטות קרינה באורכי גל שונים. חישה מרחוק מאפשרת יצירת תמונות בהן נראים מרכיבים כימיים (חנקן, פחמן) ופרמטרים ביולוגיים (ליבלוב, צימוח, יובש) שלא ניתן לזהותם בעין בלתי-מזוינת. מדידות הנדסיות וטופוגרפיות – קביעת 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 הרישום מבוצע רק על-ידי בוגרי המסלול למיפוי וגיאואינפורמציה, בעלי רישון ממשלתי לעסוק בתחום, היוצרים ותכניות לצרכי רישום הקרקע כשייכת לבעליה.

גיאודזיה, מדידות לוויות וניוט – הצגה כמותית של צורתו ומידותיו של כדור הארץ, קביעת מיקום מדויק והקמת רשתות בקרה בעזרת לויני GNSS, אלגוריתמים לשיערוך מיקום ומצב זוויתי של אלמנט במרחב.

לימודי מיפוי וגיאואינפורמציה אפשריים בשלושה אופנים. המסלול להנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה הוא מסלול לימוד ארבע-שנתי מלא ועצמאי. לסטודנטים ניתנת אפשרות להתמחות בתחום המקרקעין והקדסטר, המיפוי והמידע המרחבי, או המדידות הגיאודזיות וההנדסיות, זאת באמצעות לימוד שרשרת בחירה במסגרת תוכנית הלימודים. התכנית מקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה".

המסלול התלת-שנתי למיפוי וגיאואינפורמציה מקנה תואר BSc במיפוי וגיאואינפורמציה. תוכנית הלימודים דומה לזו של המסלול הארבע שנתי, אך היקף הלימוד בתכנית התלת-שנתית מסתכם ב-120 נקודות לימוד בעוד שבתכנית הארבע-שנתית היקף הלימוד מסתכם ב-157 נקודות לימוד. הלימודים בתכנית התלת-שנתית כוללים את מרבית מקצועות היסוד והחובה וכן את רוב מקצועות ההתמחות הנלמדים במסלול הארבע-שנתי, אך הוא אינו כולל את מקצועות הרקע הנדסיים בהנדסה אזרחית. התכנית מקנה את התואר "בוגר למדעים במיפוי וגיאואינפורמציה". **בוגרי מסלול זה אינם יכולים להירשם בפקס המהנדסים.** הסטודנטים רשאים לבקש השלמת לימודים לתואר "מוסמך למדעים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה" בתנאי שישלימו 37.0 נקודות נוספות לפחות.

ניתן ללמוד הנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה גם כשרשרת התמחות במסגרת לימודי המסלול הכללי בהנדסה אזרחית. לימודי שרשרת התמחות זו מאפשרים לרכוש רקע בתחום המדידות הנדסיות והטופוגרפיות, הדרוש לשם תכנון וביצוע פרויקטים הנדסיים. בתחום זה נכללים הנושאים: קדסטר ורישום מקרקעין, פוטוגרמטריה וחישה מרחוק ומאגרי מידע גיאוגרפי (GIS). הלימודים בשרשרת התמחות זו נותנים את הבסיס הנדסי לתחומי הניוט, המדידה המדויקת והמיפוי מבוסס תצלומי אוויר והדמאות לוויין. הסטודנט נחשף לטכנולוגיות מיפוי ומדידה מודרניות: עיבוד פוטוגרמטרי, ציוד מדידה גיאודטי מדויק, ומערכות מידע גיאוגרפי. לימודי שרשרת ההתמחות בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה מקנים למהנדס האזרחי את האפשרות להשתלב בעבודות הדורשות ידע בתחום וכן להוות בסיס להמשך השתלמות בכיוון זה.

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת תחבורה וגיאואינפורמציה בפקולטה: [cee.ug.geoinfo@technion.ac.il](mailto:cee.ug.geoinfo@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 רישון הוראה בבתי ספר על-יסודיים בתחום ההתמחות. הלימודים בהיקף של לפחות 36 נקודות. על לימודים אלה חלות כל התקנות הטכניות לגבי תואר ראשון נוסף. פרטים בפרק "הפקולטה לחינוך למדע וטכנולוגיה".

### בקה, אוטומציה ורובוטיקה בתשתיות

מהנדסים אזרחיים המעוניינים להעמיק בתחום הבקרה, אוטומציה ורובוטיקה בתשתיות יכולים להתמחות בשרשרת התמחות זו במסגרת לימודי המסלול הכללי בהנדסה אזרחית. השרשרת מקנה לסטודנטים ידע משלים בנושאים הקשורים למערכות מכניות עתירות חיישנים, בקרה ואוטומציה בתשתיות. הלימודים בשרשרת מקנים רקע שיאפשר להשתלב בתחומים אחרים של הנדסה אזרחית בתכנון מערכות תשתיות חכמות. במסגרת השרשרת נלמד הבסיס ההנדסי של תחומי הבקרה, אוטומציה, ודינמיקה ומכניקה של רובוטים. פרויקט הסיום מאפשר אינטגרציה של הנושאים הייחודיים הנלמדים בשרשרת זו בתשתיות אזרחיות, למשל בקרת מערכות מים או אוטומציה בבניה, וכן יישום טכנולוגיות "בית חכם".

### הנדסת הסביבה

ניתן ללמוד הנדסת הסביבה בשני אופנים: במסגרת מסלול לימודים עצמאי או במסגרת שרשרת התמחות בלימודי הנדסה אזרחית במסלול הכללי. תכנית הלימודים הייחודית במסלול המלא מכשירה את מקבלי התואר לעסוק במגוון רחב של נושאים בתחומי יזום, תכנון, הקמה, ביצוע, תפעול, פיקוח ומחקר בהנדסה סביבתית. הלימודים מקנים רקע חזק במקצועות יסוד מדעיים והנדסיים ומדגישה את נושאי הניהול והטיפול במשאבי סביבה (קרקע, מים, אוויר), טכנולוגיות ניטור, בקרה וטיפול במים, אוויר וקרקע, איכות מי שתייה, ניהול מערכות אקוטאיות, הסביבה הימית והסביבה הפתוחה. הסטודנטים לומדים את הרקע התיאורטי והפרקטי/אמפירי בקשר לזרימה בתוך אחיד ובתוך פרוזויבי, ופיזור מזהמים באוויר, במים ובקרקע. הלימוד כולל תכן מערכות וטכנולוגיות לטיפול בשפכים, בפסולת מוצקה, ובזיהום אוויר. לימודי הנדסת סביבה מכשירים את הבוגרים לבחירה בין חלופות תכן של מתקני טיפול במזהמים: טיפול פיזיקלי, טיפול כימי וטיפול ביולוגי, שימוש בכלים מתחום הביוטכנולוגיה הסביבתית, וניהול הסביבה הימית והסביבה הפתוחה המופרות על ידי פעילות האדם. התכנית הינה ארבע-שנתית ומקנה את התואר "מוסמך למדעים בהנדסת הסביבה".

שרשרת התמחות בהנדסת הסביבה במסגרת לימודי המסלול הכללי בהנדסה אזרחית מקנה למהנדס האזרחי ידע בנושאים הקשורים בהגנה על איכות הסביבה והמשאבים הטבעיים, טיפול בפסולות ושפכים ומיחזורם, וניהול משאבי אוויר. הלימודים בשרשרת התמחות בהנדסת הסביבה מכשירים מהנדסים היכולים להגדיר ולנסח את הבעיה, להציע ולתכנן חלופות הנדסיות לפתרון הבעיה, לפקח ולנהל את הביצוע של פרויקטים המיועדים לשמור ולשפר את איכות הסביבה (קרקע, מים, אוויר) ולהפעיל ולתחזק מתקנים ומערכות אלה. דוגמאות לבעיות להן אופי סביבתית כוללות ניצול מקורות מים, סילוק, מיחזור וניצול שפכים ופסולת מוצקה, בקרת איכות מים ואוויר, והגנה על בריאות הציבור. לשם כך, מקצועות הלימוד משלבים אנליזה, סינתזה ותכן.

פרטים על התכנית ניתן לקבל במזכירות היחידה להנדסת הסביבה, מים וחקלאות בפקולטה: [cee.ug.env@technion.ac.il](mailto:cee.ug.env@technion.ac.il) ובאתר המסלול: <https://sviva.net.technion.ac.il>, ובאתר הפקולטה.

### הנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה

המסלול להנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה מכשיר מהנדסים במגוון התחומים העוסקים בהרכשת, עיבוד, ניתוח והצגת מידע גיאואינפורמציה. בבסיסו התחום עוסק בתיאור פני כדור הארץ והתכנית שעל פניו. נושאי הלימוד כוללים:

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

פוטוגרמטריה לצורכי תעודת 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.

## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית

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

מקצועות חובה	106.5 נק'
מקצועות בחירה בשרשרות	34.0 נק'
מקצועות בחירה פקולטיים	4.5 נק'
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0 נק'
(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)	

ה' - הרצאה, 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	-	5
104042	4	2	-	6
104019	3.5	2	-	3
114051	2	1	-	2
125001	2	2	-	5
394800	-	2	-	1
20.0	23	-	11	14.5

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

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א מ1 104018

סמסטר 2	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014008	2	2	-	4
014104	3	2	-	5
104044	4	2	-	7
104131	2	1	-	4
125013	-	-	1.5	0.5
234128	2	2	2	4
324033	4	-	-	3
22.0	24	3.5	9	17

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א מ2 104022

סמסטר 3	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014108	2	2	-	5
014214	3	2	-	4
014505	3	1	1	5
014702	3	2	1	4
124503	2	1	-	4
314535	2	1	-	3
394800	-	2	-	1
21.0	25	2	11	15

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

סמסטר 4	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014003	2	2	-	4
014006	2	2	-	5
014153	3	2	-	4
014405	1.5	1	-	2
014403	2	1	-	4
014841	2	2	1	4
114052	3	1	-	4
21.5	27	1	11	15.5

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014005	1	-	2	4
014205	2	1	1	5
014212	2	1	-	2
014322	2	1	-	2
014409	3	1	1	5
014618	3	2	-	4
17.5	23	4	6	13

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014004	2	2	-	4
14.0				
4.0				
21.0				

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
114054	3	1	-	4
7.0				
2.5				
4.0				
2.5				
19.5				

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
פרויקט				2.5
מקצועות בחירה פקולטיים				2.0
מקצועות מתוך שרשרת בחירה				8.0
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים				2.0
14.5				

### מקצועות בחירה לפי שרשרות

יש לקחת שתי שרשרות. כל שרשרת כוללת פרויקט, מקצועות חובה ומקצועות בחירה בהתאם לדרישות המפורטות בכל אחת מהשרשרות (22.5-14.5 נקודות לשרשרת בהתאם לבחירה מבין השרשרות). ניתן להחליף מקצוע באישור מרכז השרשרת/מסלול.

#### שרשרת 1 - הנדסת מבנים

פרויקט:

014101	פרויקט בקונסטרוקציות	2	-	5	2.5
--------	----------------------	---	---	---	-----

#### מקצועות חובה:

014145	תורת החוזק 2	4	-	6	5.0
014148	עיקרי תכן מבנים	1	-	3	3.0
014146	מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות א'	3	2	1	4.5
014143	שיטות מחשב בסטטיקת מבנים	2	-	5	3.0

#### ועוד 2 מקצועות מהקבוצה הבאה:

014113	יסודות	2	-	1	2.5
014150	מבני פלדה 1	3	-	5	4.5
014149	מבני בטון 2	3	-	6	4.5

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).

#### שרשרת 2 - הנדסת הסביבה

פרויקט:

014301	פרויקט בהנדסה סביבתית	2	-	5	2.5
--------	-----------------------	---	---	---	-----

#### מקצועות חובה:

014326	טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה	2	-	1	2.5
014956	מבוא לכימיה של הקרקע	2	-	2	2.5
014968	אקולוגיה למהנדסים	2	-	2	2.5
016306	זיהום אוויר	3	-	1	3.5

#### ועוד 2 מקצועות לפחות מהקבוצה הבאה:

014327	כימיה של המים	2	1	3	3.5
014977	מבוא לתהליכי זרימה וזיהום	2	-	1	3.0
016206	מכניקה זורמים סביבתית	2	-	2	3.0
016328	הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים	2	1	1	3.0
016336	טכנולוגיות לניהול משאבי אוויר	2	-	3	2.0

#### שרשרת 3 - משאבי מים והידרוטכניקה

פרויקט:

014201	פרויקט בהנדסת מים 1	2	-	5	2.5
--------	---------------------	---	---	---	-----



## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית-הנדסת מבנים

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

מקצועות חובה - טכניוניים ופקולטיים	97.0	נק'
מקצועות מסלול הבחירה	39.5	נק'
מקצועות בחירה במסלול	8.0	נק'
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0	נק'

(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית,  
2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)

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

### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014008	2	2	-	4
014103	3	2	-	5
104042	4	2	-	6
104019	3.5	2	-	3
125001	2	2	-	5
394800	-	-	-	2
<hr/>				
	21.5	23	-	12 14.5

הערה: סטודנטים חסרי "השלמות פיזיקה 1" אינם יכולים ללמוד את המקצוע "מבוא למכניקה הנדסית".  
\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 1 מ104018

### סמסטר 2

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014104	3	2	-
104044	4	2	-
114051	2	1	-
234128	2	2	4
125013	-	-	1.5
314535	2	1	3
324033	4	-	-
<hr/>			
	21.5	23	3.5 8 17

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 2 מ104022  
\*\* יש להקפיד על לימוד במקביל לתורת החוזק 1

### סמסטר 3

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014145	4	2	-
014108	2	2	-
014211	2	2	-
014505	3	1	1
104131	2	1	-
114052	3	1	-
<hr/>			
	20.5	28	1 9 16

### סמסטר 4

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014003	2	2	-
014006	2	2	-
014153	3	2	-
014213	3	1	-
014405	1.5	1	-
014603	2	1	-
014841	2	2	1
<hr/>			
	21.5	27	2 11 15.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
1	-	2	4
3	3	-	6
3	1	1	5
3	2	-	3
2	1	-	4
2	2	-	4
2	2	-	5
<hr/>			
	22.5	31	3 11 16

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
1	3	-	4
3	2	-	5
3	1	2	4
2	2	-	3
1	1	-	4
3	1	-	5
-	-	-	2
<hr/>			
	20.5	25	1 12 13

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
2	1	-	5
2	3	-	5
3	2	-	3
<hr/>			
	5.0		
	14.5		

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
-	4	-	10
5.0			
5.0			
<hr/>			
	15.0		

### מקצועות בחירה

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

014107	מבוא לתורת האלסטיות	2.5
016111	בטון דרוך	3.0
016122	תכן מבנים תחת עומסי הדף ואימפקט	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 שסך הנקודות מקבוצות א' וב' לא יפחת מ-8.**

\* סטודנט מצטיין במסלול מבנים יכול לקחת את הקורס:

014151	נושא אישי בהנדסת מבנים למצטיינים	2.5
<hr/>		
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

## תכנית הלימודים

### בהנדסה אזרחית - ניהול ובנייה

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

מקצועות יסוד וחובה טכניוניים	39.0	נק'
מקצועות חובה ב"הנדסה אזרחית"	51.5	נק'
מקצועות במסלול הלימודים הנבחר	49.0	נק'
פרויקט בניהול הבניה	2.5	נק'
פרויקט נוסף לפי בחירה (מבנים, או חומרים, או מבנה דרך)	2.5	נק'
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0	נק'
(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)		

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

#### מקצועות החובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

סמסטר 1	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014008	2	2	4	3.0
014103	3	2	5	4.0
104042	4	2	6	5.0
104019	3.5	2	3	4.5
125001	2	2	5	3.0
394800	-	2	-	1.0
	14.5	12	23	20.5

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

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א מ1 104018

#### סמסטר 2

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
3	2	5	4.0
4	2	7	5.0
2	1	4	2.5
2	1	4	2.5
2	2	4	4.0
-	-	1.5	0.5
4	-	-	3.0
17	8	24	21.5

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א מ2 104022

#### סמסטר 3

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
2	2	4	3.0
2	2	4	3.0
2	2	5	3.0
3	1	5	3.5
3	2	3	4.0
2	2	4	3.5
2	1	3	2.5
16	12	28	22.5

#### סמסטר 4

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
2	2	5	3.0
1	-	2	1.5
3	2	4	4.0
1.5	1	2	2.0
3	2	4	4.0
2	1	4	2.5
3	1	4	3.5
15.5	9	27	20.5

סמסטר 5	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014004	2	2	-	4
014409	3	1	1	5
014617	2	2	-	4
014730	2	1	-	3
014620	3	3	-	3
114052				
פיסיקה 2	3	1	-	4
	15	10	1	23

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

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

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
016504	2	-	-	2
394800	-	2	-	1.0
014503	-	2	-	5
	2	2	4	או 7

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

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

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

#### מקצועות הפרוייקטים:

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

להלן רשימת מקצועות הקדם לפרוייקטים במבנים, חומרים או מבני דרך והסמסטר בהם הם ניתנים:  
014101 – פרוייקט בקונסטרוקציות  
מקצועות הקדם:  
014145 – חוץ 2 – סמסטר חורף  
014146 – מבוא לדינמיקת מבנים ורעידות אדמה – סמסטר אביב  
014143 – שיטות מחשב בסטטיקת מבנים – סמסטר חורף

014501 – פרוייקט בחומרים ותפקוד

מקצועות הקדם:

014506 – טכנולוגיה מתקדמת של בטון – סמסטר חורף + אביב

# תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית - הנדסת תחבורה

014724 – פרויקט במבני דרך

מקצועות הקדם:

014709 – מעבדת דרכים – סמסטר חורף + אביב

014710 – מיסעות גמישות – סמסטר חורף

על הסטודנט לבחור מקצועות מארבע הקבוצות הבאות, כלהלן:

## קב' א': ניהול הבנייה

כל סטודנט במסלול צריך לקחת מקבוצה זו שלושה מקצועות לפחות:

014600	סמינריון בניהול הבנייה	1.5
014613	ניהול משאבי אנוש בבנייה	2.5
014615	מבוא לניהול פיננסי בבנייה	2.5
014616	ניהול ומנהיגות בביצוע פרויקטים	2.5
014630	מבוא להיבטים משפטיים בבנייה	3.0
014631	אומדן עלויות של פרויקטי תשתית	3.0
014632	פרויקטי תשתית: שיטות וניהול	3.0
015017	ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר	2.5
016619	תכן טפסות לבטון	2.0
016620	מערכות מכניות וחשמליות בבניינים	2.5
016630	מבוא לניתוח השקעות בשוק הנדל"ן	3.0

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

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

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

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

## קב' ג': מבנים

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

את שלושת המקצועות הבאים:

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

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

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

## קב' ד': קרקע ודרכים

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

014709	מעבדת דרכים	2.0
014710	מיסעות גמישות	2.5
סטודנט שלא מבצע פרויקט במבנה דרך, צריך לקחת מקבוצה זו מקצוע אחד לפחות:		

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

\* ובלבד שלא נלמד כבר בקב' א'

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

מקצועות חובה – טכניוני, מסלולי	115.0	נק'
מקצועות בחירה במסלול	30.0	נק'
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0	נק'
(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)		

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 1מ2* 104042
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	20.0

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

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 1מ1 104018

### סמסטר 2

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 2מ2* 104044
2	1	-	4	משוואות דיפי 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	22.0

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 2מ2 104022

### סמסטר 3

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	8	תכנון תחבורה 014702
2	2	1	4	יסודות המיפוי והמדדה 1 014841
2	1	-	3	מבוא להנדסת חומרים 314535
15	10	3	29	21.0

### סמסטר 4

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
3	1	2	4	תכן ותפעול דרכים 014779
2	1	-	4	כלכלה הנדסית 014603
-	-	-	2	חינוך גופני 394800
13.5	11	2	23	19.5

### סמסטר 5

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



מקצועות בחירה מרשימה ג'

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

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

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

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

סמסטר 6	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014213	3	1	-	4
014316	2	1	-	4
014731	1	1	-	4
	6	3	-	12
	20.0			

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

סמסטר 7	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014709	1	-	2	4
014710	2	1	-	4
	3	1	2	8
	3	1	2	8
	19.5			

סמסטר 8	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
	1	-	2	4
	2	1	-	4
	3	1	2	8
	3	1	2	8
	19.5			

**מקצועות בחירה במסלול**

**יש לבחור מקצועות מרשימות א', ב', ו-ג'. סה"כ 30.0 נק'.**

מקצועות בחירה מרשימה א'  
יש לבחור מקצועות מהרשימה, לפחות 9.0 נק'.

014734	תחבורה ציבורית	4.0
014845	תכנות מונחה עצמים למידע גיאוגרפי	3.0
015019	מבוא לבקרה	4.0
016713	בקרה אופטימלית – תאוריה ויישומים בתחבורה	2.0

**מקצועות בחירה מרשימה ב'**

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
014726	בטיחות בדרכים	2.5
014728	תכנון תשתיות תחבורה	2.5
014846	מסדי נתונים גיאומטרית	3.0
014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1	3.0
014872	מבוא למערכות מידע גאוגרפי למהנדס	3.0
014943	מעבדה לבקרה	2.0
014941	הנדסת ניקוז עילי ותת קרקעי	3.5
015017	ציוד מערכות ושיטות בעבודות עפר	2.5
016306	זיהום אויר	3.5
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
016714	נושאים מיוחדים בהנדסת בתחבורה	2.5
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
207006	ערים חכמות	3.0
207342	גאוגרפיה עירונית ואזורית	2.0
207600	תכנון תחבורה מוטה אנשים	3.0
207945	תכנון וקיימות	3.0

\* ניתן להשתמש בקורסים אלה כחלק מתוכנית התמחות משנית בכלכלה. פרטים על התוכנית מופיעים בפרק של הפקולטה להנדסת תעשייה וניהול

## תכנית הלימודים בהנדסה אזרחית-הנדסת מים

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
2	2	-	4	014004 ניתוח מערכות
3	1	-	4	014325 תכן מערכות מים ושפכים
1	-	3	5	014935 שיטות מדידה
6	3	3	13	011.5 מקצועות בחירה
20.0				

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
2	2	-	5	014108 סטטיקת מבנים 1
-	-	-	5	014201 פרויקט בהנדסת מים 1
2	1	-	4	016203 הנדסת מערכות משאבי מים 1
4	5	-	14	012.5 מקצועות בחירה
20.5				

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
4	5	-	14	012.0 מקצועות בחירה

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

רשימה א'	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014411 * הנדסת קרקע	2	2	-	4
014153 * מבני בטון 1	3	1	-	4
016206 * מכניקת זורמים סביבתית	2	2	-	3
014941 הנדסת ניקוז	2	2	-	3.5
014942 הנדסה הידרולית ומאגרים	2	2	-	3.5
014956 מבוא לכימיה של הקרקע	3	2	-	2.5
014972 משאבות ומערכות שאיבה	2	2	-	2.5
016210 גלי מים	2	2	-	2.5
016211 הידרולוגיה של נגר על-קרקעי	2	2	-	2.5
016223 הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום	2	2	-	4.5
114054 פיזיקה 3	2	2	-	3.5

\* יש לבחור 2 מתוך 3 קורסי חובת התמחות

רשימה ב'	ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
014202 פרויקט בהנדסת מים 2	2	2	-	2.5
014305 מעבדה לטיפול במים ושפכים	2	2	-	2.5
014329 מבוא לאנרגיה מתחדשת	2	2	-	2.5
014940 תופעות מעבר	2	2	-	3.0
**014943 מעבדה לבקרה	2	2	-	2.0
014952 סקר קרקעות ומערכות מידע	2	2	-	2.5
**014958 הנדסת השקיה 1	2	2	-	3.5
**016209 הנדסת נמלים וחופים	2	2	-	2.5
016208 הנדסה ימית	2	2	-	2.5
016328 הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים	2	2	-	3.0
**017012 פיזיקה של סביבה נקבובית	2	2	-	2.5
017036 חקלאות מדייקת	2	2	-	3.0

\*\* יינתן פעם בשנתיים

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

115 נק'	מסלולי	מקצועות חובה-טכניוני, מסלולי
30 נק'	מקצועות בחירה בהתמחות	
12.0 נק'	מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	
(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)		

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

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 1
3	3	-	2	014103 מבוא למכניקה הנדסית
4	4	-	2	104042 חדו"א 2*
3.5	3	-	2	104019 אלגברה ליניארית מ'
2	2	-	1	114051 פיזיקה 1
2	2	-	2	125001 כימיה כללית
-	-	-	2	394800 חינוך גופני
20.0				23 = 11 14.5

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

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 1 מ104018

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2
2	2	-	4	014008 מידע גרפי הנדסי
3	3	-	2	014104 תורת החזק 1
4	4	-	2	104044 חדו"א 2*
2	2	-	1	104131 משוואות דיפרנציאליות/ח'
2	2	-	2	234128 מבוא למחשב - שפת פייתון
4	4	-	-	324033 אנגלית טכנית - מתקדמים
21.5				24 2 9 17

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 2 מ104022

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
2	2	-	4	014003 סטטיסטיקה
3	3	-	4	014214 יסודות מכניקת הזורמים
2	2	1	4	014841 יסודות המיפוי והמדידה 1
2	2	-	4	014730 מבוא להנדסת תחבורה
3	3	-	4	114052 פיזיקה 2
2	2	-	4	124503 כימיה פיזיקלית ב'
2	2	-	3	314535 מבוא להנדסת חומרים
21.5				27 1 10 16.0

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	5	014006 מבוא לשיטות נומריות
1.5	1	-	2	014405 גיאולוגיה הנדסית
2	2	-	3	104228 משוואות דיפרנציאליות מ'
2	2	-	4	014603 כלכלה הנדסית
2	2	3	3	014327 כימיה של המים
3	3	1	4	015019 מבוא לבקרה
3	3	1	4	מקצועות בחירה
2.0				9 12.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
2	2	-	5	014205 הידרוליקה
2	2	-	4	014212 מבוא להידרולוגיה הנדסית
3	3	1	5	014409 גיאומכניקה
2	2	-	2	014322 יסודות הטיפול במים ושפכים
3	3	1	5	014505 חומרי בניה
2	2	-	5	014977 מבוא לתהליכי זרימה וזיהום בקרקע
1.0	1.0	1.0	1.0	394800 חינוך גופני
2.0				מקצועות בחירה
21.5				26 2 7 14

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 6
2	2	-	4	014004 ניתוח מערכות
2	1	-	4	*014603 כלכלה הנדסית
3	1	-	3.5	016306 זיהום אויר
2	1	-	3	או
2	3	-	2.5	**054452 בעיות סביבתיות - זיהום אויר
3	2	-	4	054323 תהליכי הפרדה 1 בהני כימית וביוכי
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
10	8	-	12	19.0 בחירה/מקצועות התמחות

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

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 7
2	2	-	1	015024 תהליכים ביולוגיים בהנד. סביבתית
2	2	-	2	016338 טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקת
4	4	-	3	15.0 בחירה/מקצועות התמחות

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 8
-	-	-	5	*014302 פרויקט בהנדסת סביבה
-	-	-	14.0	בחירה/מקצועות התמחות

\*ניתן להרחיב להיקף של 5.5 יחידות (2.5 נק' ע"ח מקצועות בחירה) באישור מרכז תוכנית. אז יש להתחיל בסמסטר 7.

**מקצועות התמחות: סה"כ 30.5 נקודות.**

יש לבחור אחת מההתמחויות הבאות – כולל כל הקורסים המופיעים בה. את הנקודות הנותרות ניתן לבחור מההתמחות האחרת ו/או מרשימת הנושאים הנוספים.

**התמחות 1 - הסביבה הפתוחה**

2.0	014321	טוקסיקולוגיה סביבתית
3.5	014954	מבוא לפיזיקה של אטמוספירה
3.0	016206	מכניקת זורמים סביבתית
3.5	016339	גורל מזהמים אנתרופוגנים בסביבה
4.5	016223	הידולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום

**התמחות 2 - טכנולוגיות בהנדסת סביבה**

2.5	014305	מעבדה לטיפול במים ושפכים
2.5	014309	טכנולוגיות מים ושפכים
2.0	014935	שיטות מדידה
2.0	016303	מעבדה לאיכות אויר
3.0	*016328	הפרדה ממברנלית בטיפול בשפכים
2.0	016336	טכנולוגיות לניחול משאבי אויר

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

**נושאים נוספים**

3.0	014008	מידע גרפי הנדסי
2.5	014324	מחקר אישי בהנ. מים וסביבה למצטיינים
3.5	014325	תכן מערכות מים ושפכים
2.5	014329	מבוא לאנרגיה מתחדשת
2.0	014405	גיאולוגיה הנדסית
4.0	014890	מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק
3.5	014941	הנדסת ניקוז
3.5	014942	הנדסה הידרולית ומאגרים
2.5	014952	סקר קרקעות ומערכות מידע
3.5	*014958	הנדסת השקיה 1
2.5	014972	משאבות ומערכות שאיבה
2.0	*015001	סביבה וצמחים
2.5	016203	הנדסת מערכות משאבי מים 1
2.5	016208	הנדסה ימית
2.5	016210	גלי מים
2.5	016211	הידרולוגיה של נגר על קרקעי
2.0	**016220	נושאים באוקינוגרפיה פיזיקלית

**תכנית הלימודים בהנדסת הסביבה**

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

מקצועות חובה - טכניוני, מסלולי	115.0 נק'
מקצועות בחירה	30.5 נק'
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0 נק'
(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)	

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	-	5.0	124120 יסודות הכימיה
3	-	-	3.0	134058 ביולוגיה 1
2	1	-	2.5	114051 פיזיקה 1
16.5	7	-	13	20.0

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	-	-	3.0	324033 אנגלית טכנית למתקדמים
2	1	-	2.5	124801 כימיה אורגנית 1
2	1	-	2.5	104131 משוואות דיפרנציאליות רגילות ח'
17	8	-	25	20.5

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3
3	2	-	4	014214 יסודות מכניקת הזורמים
3	2	-	4	או
2	1	-	4.0	*054203 עקרונות הנדסה כימית 1
2	2	-	3.0	014978 אקולוגיה למהנדסים
2	2	4	4.0	234128 מבוא לשפת פייתון
2	1	-	2.5	134019 מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה
2	2	4	3.5	054316 תרמודינמיקה א' מתקדם
3	1	-	3.5	114052 פיזיקה 2
-	2	-	1.0	394800 חינוך גופני
14	11	6	19	21.5

\* ניתן בסמסטר אביב בלבד

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4
2	2	-	4	014003 סטטיסטיקה
2	-	3	3.0	014313 מיקרוביולוגיה סביבתית ואפידימולוגיה
2	1	3	3.5	014327 כימיה של המים
2	-	2	2.5	014956 מבוא לכימיה של הקרקע
2	2	-	3.0	104228 משוואות דיפרנציאליות חלקיות מ'
2	2	-	3.0	014006 מבוא לשיטות נומריות
2	2	-	4	או
2	2	-	3.0	054374 אנליזת תהליכים בשיטות נומריות
12	7	8	16	18.0

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5
2	2	-	5	014205 הידרוליקה
2	1	-	3.0	014977 מבוא לתהליכי זרימה בקרקע
2	1	-	2.5	014212 מבוא להידרולוגיה הנדסית
2	2	-	3.0	014412 יסודות הטיפול במים ושפכים
2	2	-	3.0	014940 תופעות מעבר במערכות טבעיות
10	8	-	18	20.0 בחירה/מקצועות התמחות

## תכנית הלימודים בהנדסת מיפוי וגיאוגרפיה במסלול ארבע-שנתי

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

מקצועות חובה	95.5	נק'				
מקצועות חובה בשרשרת	16.5, 19.5, 20.5	נק'				
מקצועות בחירה	33.0, 30.0, 29.0	נק'				
מקצועות בחירה כלל-טכניוניים	12.0	נק'				

(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 4 נק' בחירה כללית,  
2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)

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)	סמסטר 2 (אביב)
4	2	-	6	104042	104042
2	2	-	4	014008	014008
3	2	-	3	104019	104019
2	2	-	5	125001	125001
2	2	2	4	234128	234128
-	-	-	1	394800	394800
13	12	2	22	20.5	20.5

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 1מ 104018

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 2 (אביב)	סמסטר 3 (חורף)
2	2	2	4	014881	014881
2	2	-	4	014845	014845
4	2	-	7	104044	104044
3	2	-	5	015007	015007
2	1	-	4	114051	114051
4	-	-	3	324033	324033
17	9	2	24	21.0	21.0

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 2מ 104022

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 3 (חורף)	סמסטר 4 (אביב)
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
-	-	-	1	394800	394800
14	12	3	27	21.0	21.0

\* מחנה מדידות 1 - שבועיים בתחילת סמסטר קיץ

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 4 (אביב)	סמסטר 5 (חורף)
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
-	-	6	2	014863	014863
14	10	10	28	22.0	22.0

\* מחנה מדידות 1 - שבועיים בתחילת סמסטר קיץ

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'	סמסטר 5 (חורף)	סמסטר 6 (אביב)
2	2	-	4	014004	014004
2	-	-	2	014829	014829
2	2	3	6	014843	014843
2	2	3	5	014851	014851

או (לשרשרת מיפוי)

2.5	016304	פיזיקה מתקדמת של האטמוספירה
2.0	016329	הידרוביולוגיה
3.0	016337	אלקטרוכימיה סביבתית
2.0	016514	מחזור בבניה
3.0	017001	מערכות אקולוגיות
2.5	017006	עקרונות חישה במערכות טבעיות
2.5	017012	פיזיקה של סביבה נקבובית
3.0	017036	מבוא לחקלאות מדייקת
3.0	054314	מבוא לדינמיקה ולבקרת תהליכים מ'
2.5	054371	סיכון סביבתי ובטיחות בתעשייה הכימית
3.5	054410	תיכון מפעלים מ'
2.5	056142	תהליכי הפרדה וטיהור ע"י ממברנות
2.0	056379	מעבדה לתהליכי ממברנות
2.5	054310	מעבדה להנדסה כימית 1
2.5	054400	מעבדה להנדסה כימית 2
4.0	054414	תכן מערכות לבקרת תהליכים
2.5	054451	מודלים מתמטיים בהנדסה כימית
2.5	096553	כלכלת הסביבה
3.0	134076	הכרת המערכת האקולוגית במפרץ אילת

\* קורס ניתן פעם בשנתיים

\*\* ניתן במכון הבינאוניברסיטאי אילת.

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

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

שרשרת מיפוי ומידע מרחבי				
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
3.5	3	2	2	2
4.0	4	-	2	3
1.5	2	-	2	-
2.5	5	-	2	-

20.5

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

שרשרת קדסטר וניהול מקרקעין				
3.5	4	-	1	3
2.0	2	-	-	2
1.0	-	6	-	-
4.0	2	-	2	3
2.0	5	-	-	2
3.0	4	-	2	2
1.5	2	-	2	-
2.5	5	-	2	-

19.5

**מקצועות בחירה**

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

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

1.0	4	3	-	-
2.5	5	2	-	-
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
2.0	-	6	-	-
4.0	5	3	2	2
3.0	4	3	2	1
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
3.0	4	2	1	2
3.0	3	2	1	2
2.5	-	8	-	-
2.5	5	2	-	-
2.5	5	-	2	-

5.0	5	4	-	-
5.0	5	4	-	-
2.5	-	3	1	1
3.5	4	-	1	3
2.0	2	-	-	2
3.5	3	2	2	2
4.0	4	-	2	3
4.0	2	-	2	3
2.0	5	-	-	2
2.5	6	2	-	2
3.0	4	-	2	2
3.0	4	-	2	2
2.5	4	-	1	2
3.0	3	-	2	2

# 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**

2.5	3	-	1	2
3.0	5	-	2	2
2.5	4	-	1	2
3.0	4	-	2	2
2.5	3	2	-	2

3.0	4	-	2	2
4.0	4	-	2	3
13.0				
16.0				

**סמסטר 6 (אביב)**

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
4.0	6	3	2
3.0	4	3	2
3.0	4	-	2
2.5	-	8	-
3.0	4	-	2
3.0	4	-	2
3.5	3	2	2
1.0	-	6	-
12.5			
13.5			
5.0			

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

**סמסטר 7 (חורף)**

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
2.5	5	-	2
2.5	5	-	2
3.5	4	-	1
4.0	2	-	2
2.5			
10.0			

\* 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)**

ה'	ת'	מ'	ע"ב נק'
1.5	2	-	2
2.0	5	-	-
3.0	4	-	2
2.0	2	-	-
1.5			
1.5			
7.0			

**שרשרת מדידות גיאודטיות והנדסיות**

4.0	5	3	2	2
3.0	4	3	2	1
2.5	-	8	-	-
3.0	4	-	2	2
1.5	2	-	2	-
2.5	5	-	2	-
16.5				

\*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')

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

016831	גיאוגרפיה וסביבתית	2	1	2	3	3.0
016833	שירותים מבוססי מקום	2	2	4	2.5	2.5
016834	סדנא בפיתוח בממ"ג	2	2	4	2.5	2.5
016836	התווית גבולות בינלאומיים	2	2	3	3.0	3.0

### רשימה ג' - מקצועות הסמכה נוספים

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'	
014103	מבוא למכניקה הנדסית	3	2	5	4.0
014104	תורת החוזק 1	3	2	5	4.0
014108	סטטיקת מבנים	2	2	5	3.0
014114	עיקרי תכן מבנים	1	3	4	2.5
014153	מבני בטון 1	3	2	6	4.0
014211	מכניקת זורמים	2	1	1	3.0
014212	מבוא להידרולוגיה הנדסית	2	1	4	2.5
014205	הידרוליקה	2	1	5	3.0
014409	גיאומכניקה	3	1	5	4.0
014405	גיאולוגיה הנדסית	1.5	1	2	2.0
014406	מעבדה במכניקת הקרקע	1	2	4	2.0
014505	חומרי בנייה	3	3	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	1.5
014733	הנדסה וניהול של תנועה	3	2	4	4.5
014779	תכן ותפעול דרכים	3	1	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	1	2.5
094219	הנדסת תוכנה	3	2	2	3.5
094313	מוד' דטרמיניסטיים בחקר ביצועים	3	1	1	3.5
094314	מוד' סטוכסטיים בחקר ביצועים	3	1	1	3.5
094323	מערכות דינמיות לינאריות	3	1	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

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

נק'	83.0	מקצועות חובה
נק'	16.5-20.5	מקצועות חובה בשרשרת
נק'	6.5-10.5	מקצועות בחירה
נק'	10.0	מקצועות בחירה כלל-טכנוניים

(6 נק' בחירה מתוך קורסי העשרה, 2 נק' בחירה כללית, 2 נק' בחירה מתוך קורסי חינוך גופני)

ה'-הוצאה, ת'-תרגיל, מ'-מעבדה, ע"ב-עבודות בית, נק'-נקודות  
מקצועות חובה - השיבוץ המומלץ לפי סמסטרים

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
4	2	-	6	5.0
3.5	2	-	3	4.5
2	2	-	4	3.0
2	2	2	4	4.0
-	2	-	2	1.0
11.5	10	2	17	17.5

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 1מ 104018

### סמסטר 2 (אביב)

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
2	2	2	4	3.5
2	2	-	4	3.0
2	1	-	4	2.5
4	2	-	7	5.0
4	-	-	-	3.0
-	2	-	-	1.0
14	9	2	19	18.0

\* אם נדרשת חזרה על המקצוע אפשר ללמוד גם את חדו"א 2מ 104022

### סמסטר 3 (חורף)

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
2	2	-	4	3.0
2	2	3	5	4.0
3	2	-	5	4.0
2	2	-	5	3.0
3	1	-	4	3.5
2	1	-	4	2.5
14	10	3	27	20.0

### סמסטר 4 (אביב)

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
2	2	-	5	3.0
3	2	-	5	4.0
2	1	2	4	3.0
2	2	2	5	3.5
3	2	-	5	4.0
-	-	6	-	2.0
12	9	10	24	19.5

\*מחנה מדידות 1 - שבועיים בתחילת סמסטר קיץ

### סמסטר 5 (חורף)

ה'	ת'	מ'	ע"ב	נק'
2	-	-	2	2.0
2	2	3	6	4.0
2	2	3	5	4.0
2	2	-	4	3.0
3	2	-	4	4.0
13.0				10.0
13.0				13.0

5.0	5	4	-	-	פרויקט בתעשייה במיפוי ספרתי	014876
2.5	-	3	1	1	סדנה בתיעוד אתרי מורשת	014880
3.5	4	-	1	3	קדסטר 2	014885
2.0	2	-	-	2	ניהול מקרקעין	014882
3.5	3	2	2	2	פוטוגרמטריה 2	+ 014889
4.0	4	-	2	3	מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק	+ 014890
4.0	2	-	2	3	עקרונות בהערכת שווי מקרקעין	016828
2.0	5	-	-	2	סדנה בהערכת שווי מקרקעין	016829
2.5	6	2	-	2	פוטוגרמטריה ספרתית	016815
3.0	4	-	2	2	מיפוי ימי מתקדם	016819
3.0	4	-	2	2	מיפוי גרפי תלת ממדי	016830
2.5	4	-	1	2	ניווט ומערכות אינרציאליות	016832
3.0	3	-	2	2	היבטים נומריים בפתרון תצלומים	016835

# 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**

2.5	3	-	1	2	חשבון תאום 2	016801
2.5	4	-	1	2	עיבוד תמונה מתקדם למיפוי	016817
3.0	4	-	2	2	היבטים בקדסטר מודרני	016818
3.0	4	-	2	2	מיפוי ימי מתקדם	016819
2.5	3	2	-	2	חישה מרחוק למיפוי סביבתי	016820
3.0	3	2	1	2	גיאואינפורמטיקה חישובית וכמותית	016831
2.5	4	2	-	2	שירותים מבוססי מקום	016833
2.5	4	2	-	2	סדנה בפיתוח ממי"ג	016834
3.0	3	-	2	2	התווית גבולות בינלאומים	016836

**רשימה ג' - מקצועות הסמכה נוספים**

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

⊗ 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'	<b>סמסטר 6 (אביב)</b>	
2	2	3	6	4.0	קדסטר 1	014888
					(לשרשרת מדידות) ובנוסף	
1	2	3	4	3.0	מדידות GPS	014852
2	2	-	4	3.0	מדידות הנדסיות מיוחדות	014853
-	2	-	2	1.5	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	014866
-	2	-	5	2.5	פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1	**014867
-	-	8	-	2.5	מחנה מדידות 2	+*014864
					(לשרשרת מיפוי) או	
2	2	-	4	3.0	עיבוד וניתוח מידע מרחבי תלת-ממדי	014856
2	2	-	4	3.0	מערכות מידע גיאוגרפי 1	014857
-	2	-	2	1.5	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	014866
-	2	-	5	2.5	פרויקט במיפוי ספרתי 1	***014869
2	2	2	3	3.5	פוטוגרמטריה 2	014889
					סה"כ לשרשרת מדידות	16.5
					סה"כ לשרשרת מיפוי	17.0

+ 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	רשתות בקרה גיאודטיות	+014851
1	2	3	4	3.0	מדידות GPS	014852
-	-	-	8	2.5	מחנה מדידות 2	+014864
2	2	-	4	3.0	מדידות הנדסיות מיוחדות	014853
-	2	-	2	1.5	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	014866
-	2	-	5	2.5	פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1	* 014867
						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	עיבוד תמונה לצורכי מיפוי	014855
2	2	-	4	3.0	עיבוד וניתוח מידע מרחבי תלת-ממדי	014856
2	2	-	4	3.0	מערכות מידע גיאוגרפי 1	014857
2	2	2	3	3.5	פוטוגרמטריה 2	014889
3	3	-	4	4.0	מבוא לספקטרוסקופיה וחישה מרחוק	014890
-	2	-	2	1.5	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	014866
-	2	-	5	2.5	פרויקט במיפוי ספרתי 1	*014869
						20.5

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

**מקצועות בחירה**

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

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

3	3	-	4	1.0	מחנה גיאודזיה בקדסטר	014831
2	2	-	2	1.5	סמינר במיפוי וגיאואינפורמציה	+* 014866
2	2	-	5	2.5	פרויקט במיפוי ספרתי 1	+ 014869
2	2	-	4	3.0	עיבוד תמונה לצורכי מיפוי	+ 014855
2	2	-	4	3.0	עיבוד וניתוח מידע מרחבי תלת-ממדי	+ 014856
2	2	-	4	3.0	מערכות מידע גיאוגרפי 1	+ 014857
-	-	6	-	2.0	מחנה מדידות קדסטרליות	* 014886
2	2	3	5	4.0	רשתות בקרה גיאודטיות	*# 014851
1	2	3	4	3.0	מדידות GPS	# 014852
2	2	-	4	3.0	מדידות הנדסיות מיוחדות	014853
2	2	-	4	3.0	מיפוי ימי	014859
2	2	1	4	3.0	מיפוי נושאי	014879
2	2	1	3	3.0	מדידות אסטרונומיות	014862
-	-	8	-	2.5	מחנה מדידות 2	*# 014864
-	-	2	-	2.5	פרויקט בגיאודזיה ומדידות 1	# 014867
-	2	-	5	2.5	פרויקט מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה	014868
-	-	4	-	5.0	פרויקט בתעשייה בגיאודזיה ומד'	014875

## לימודים לתואר מגיסטר

### תנאי קבלה

תנאי הקבלה (לכל אחד מהמסלולים בפקולטה) וכן תנאי המעבר מנתיב ללא תזה לנתיב מחקרי, מופיעים בהמשך בפירוט 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 ינתן 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'	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

## 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

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 ההנדסה החקלאית".

\*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 חיונית 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

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.



## 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 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 מזוין, מבטון דרוך, מבטון טרום, ושל מבנים מרוכבים, שיטות מחשב ויישומים, יציבות ודינמיקה של מבנים, הנדסת רעידות אדמה.

### מקצועות קדם:

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

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:

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

### ב. מקצועות חובה בתחום ההשתלמות לפי הרשימה שלהלן:

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

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

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

בטון דרוך	016111
מבנים מרוכבים	016124
הנדסת רעידות אדמה	016142
בטון 3	016143
מבנים טרומיים מבטון מזוין	018126
תכן מבנים תחת עומסי הדף ואימפקט	016122
ניסוח בעיות במכניקת מבנים לפתרון במחשב	018127
נושאים נבחרים במבני פלדה	018140
תכן בניינים רבי קומות 1	018101
מבנים מבטון דרוך	018116
תכן אופטימלי של מבנים	019136
תכנון מבנים לרעידות אדמה	019143
נושאים נבחרים בבטון מזוין	019145
גשרי בטון	018138
אנליזה ותכן מבנים לא לינאריים	018117
אנליזה מכוונת לתכן מבנים	019137
אלמנטים סופיים באנליזה של מבנים	019140
בקרת מבנים תחת עומסים דינמיים	018141
מכניקה של חומרים רכים	019149
הנדסת גשרים מתקדמת	019150

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

קיים של חומרי בנייה ומבנים	016503
אבטחת איכות ובקרת איכות	016504
תכן טפסות לבטון	016619
תכנון בר קיימא של מבנים ותשתיות	018142
מבנים תומכים	018418
טכנולוגיה של בניה מבטון טרום	018504
ייזום ובחינת כדאיות פרויקטים הנדסיים	018600
ניהול חברת בניה	018601
שיטות מחשב בניהול הבניה	018602
ניהול פיננסי בחברת בנייה	018603
ניהול וביצוע של פרויקטי בנייה תת קרקעיים	018617
ביסוס	019430
מנהור בקרקעות רכות	019431
פרקים נבחרים בתורת הבטון	019513
חומרי בניה מרוכבים	019517
וכן	
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 בגיאומכניקה ומנהור (\*)**

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

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

מקצועות קדם:	
014409	גיאומכניקה
014411	הנדסת קרקע

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

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: מקצוע חובה לכל הסטודנטים במסלול:**

019431	מנהור בקרקעות רכות	2.0
--------	--------------------	-----

**ובנוסף:**

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

מקצועות חובה בתחום ההשתלמות:

נק'	מכניקת קרקע מתקדמת	018420
3.0	חלחול ויציבות מדרונות	018417
2.0	חוקים קונסטרוקטיביים בגיאומכניקה	019427
3.0	ביסוס	019430
2.0	מנהור בקרקעות רכות	019431

**ב. בנתיב עבודת גמר או נתיב ללא תזה - 7 נ"ז לפחות מהמקצועות שלעיל, עוד נ"ז נוספות מתוך הרשימה שלהלן להשלמת לפחות 14 נ"ז בתחום ההשתלמות ועוד מקצועות בהנדסה אזרחית וסביבתית ו/או קורסים נוספים באישור המנחה להשלמת 28 נ"ז לתואר במסלול עבודת גמר או 35 נ"ז במסלול ללא תזה. שני מסלולים אלה כוללים, בנוסף, עבודת גמר או סמינר מתקדם, בהתאמה:**

**מקצועות מתחום ההשתלמות בגיאומכניקה:**

016403	מבוא למכניקת הסלע	2.5
016421	חקירות שדה בגיאומכניקה	2.0
018416	מבוא לדינמיקת הקרקע	2.0
018418	מבנים תומכים	2.0
018617	ניהול וביצוע של פרויקטי בניה תת קרקעיים	2.0
019423	מכניקת מבנים טמונים	2.0
019424	אספקטים גיאומכניים של רעידות אדמה	2.0
019429	שיפור קרקע ויציב מדרונות	2.0
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.

**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.

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

**מקצועות קדם:**

014505	חומרי בנייה	3.5
--------	-------------	-----

**וכן שני מקצועות לפחות מתוך הרשימה הבאה:**

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

**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 10 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 14 נ"ז מתוך הרשימה להלן, 018507 - סמינר מתקדם במדעי הבנייה (5.0 נ"ז), וכן 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:**

נק'	קיים של חומרי בנייה ומבנים	016503
2.0	אבטחת איכות ובקרת איכות בבנייה	016504
2.0	בנייה בעץ - חומרים וטכנולוגיה	016505
2.0	מחזור בבנייה	016514
2.0	תכנון בר קיימא של מבנים ותשתיות	018142
2.5	בטיחות קרינה בבניינים	018500
2.5	הערכת מחזור חיים במערכות הנדסה אזרחית וסביבתית	018501
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 בבנייה	2.0
019517	חומרי בנייה מרוכבים	2.0
019520	נושאים מתקדמים במדעי הבנייה	2.0
019523	אנרגיה בבניינים	2.0

**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.

**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 10 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 14 נ"ז מתוך הרשימה להלן, 018623 - סמינר מתקדם בניהול הבניה (5.0 נ"ז), 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 80 ומעלה (במסלול הנדסת תחבורה ודרכים), וממוצע משוקלל 78 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
014733	הנדסה וניהול של תנועה
014708	תכן ותפעול דרכים

### 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
018710	הנדסת מערכות חכמות לתחבורה ולערים	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 ודיווח 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
--------	----------------------------	-----

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

רשימה א':	רשימה ב':	נק'
016820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי	018824 כרטוגרפיה ספרתית	2.5
016815 פוטוגרמטריה ספרתית	018817 עיבוד מידע גיאומרחבי	2.5
<b>רשימה ג':</b>		
016816 גיאודזיה פסיקלית 1		3.0
018814 אנליזה של רשתות גיאודטיות		2.0

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

**ה. 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:

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

רשימה א':	רשימה ב':	נק'
016801 חשבון תאום 2		2.5

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

רשימה א':	רשימה ב':	רשימה ג':	נק'
016820 חישה מרחוק למיפוי סביבתי	018824 כרטוגרפיה ספרתית	016816 גיאודזיה פסיקלית 1	2.5
016815 פוטוגרמטריה ספרתית	018817 עיבוד מידע גיאומרחבי	018814 אנליזה של רשתות גיאודטיות	2.5

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

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

**מסלול לתואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת מיפוי וגיאוא-אינפורמציה" (למהנדסים בעלי תואר ראשון 4 שנים)**

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 והגיאוא-אינפורמציה במגוון נושאים עם דגש הנדסי יישומי, וכן לעודד בוגרי הנדסת מיפוי וגיאוא-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.

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

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

מקצועות חובה	מקצועות בחירה	סמינר מתקדם במיפוי וגיאוא-אינפורמציה	סה"כ
13.0-14.0 נק'	21.0-22.0 נק'	5.0 נק'	40.0 נק'

019704	מעבדה למבנה דרכים 1	2.0
019705	מעבדה למבנה דרכים 2	2.0
019707	טכנולוגיות מתקדמות בסלילת מיסעות	2.0
019721	כלכלת תחבורה	2.0
018420	מכניקת קרקע מתקדמת	3.0
019427	קשרים קונסטרוטיביים בגאוטכניקה	2.0
019430	ביסוס	2.0
019140	אלמנטים סופיים באנליזה של מבנים	2.0

**בנתיב ללא תיזה, יש להרשם למקצוע:**

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 ודיווח מדעי.

מקצועות בחירה נוספים להשלמת מספר הנקודות הנדרשות במסלול

**דרישות לימוד לבוגרי מסלולים תלת שנתיים:**

**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.

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" ברמה הנדרשת כדי להתקבל להשתלמות לתואר מגיסטר. (נדרש ממוצע מצטבר 80 לפחות ולא פחות מציון 75 במקצוע בודד).

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

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

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 וגיאוא-אינפורמציה"**

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

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

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

א. שני מקצועות חובה פקולטיים מתוך הרשימה הבאה:
019001 יסודות מתמטיים למהנדסים
019002 משוואות דיפרנציאליות ובעיות הנדסיות
019003 שיטות נומריות למהנדסים
019004 מכניקת הרצף
019006 שיטות כמותיות למערכות הנדסה וניהול
019007 פרקים נבחרים בסטטיסטיקה

**ב. מקצוע חובה במסלול**

016801 חשבון תאום 2	2.5
---------------------	-----

**מקצועות חובה**

מבנה נתונים מרחבי למיפוי	018822
היבטים בקדסטר מודרני	016818
מיפוי ימי מתקדם	016819
אינטגרציה של מיפוי וחישה מרחוק	018811
נושאים מתקדמים בהנדסת מיפוי וגיאואינפורמציה	019813
התווית גבולות בינלאומיים	016836

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

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

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

**ב. הקורס 016801 – חשבון תאום 2**

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

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

**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 גיאומרחבי
018821	סדנא יישומית ב-GIS

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

018812	חשבון תאום 3
018813	ניתוח ספקטראלי בגיאודזיה
016817	עיבוד תמונה מתקדם למיפוי

**סמינר מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה**

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

**מסלול לתואר "מגיסטר במיפוי וגיאואינפורמציה"**

(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 בגיאואינפורמציה להתמחות בתחומי המיפוי והגיאואינפורמציה 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 וגיאואינפורמציה.

**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 והגיאואינפורמציה בנתיב מחקר). בנוסף להשלמת 10.0 נק' לפחות מלימודי הסמכה בהתאם לרקע של המועמד. מקצועות ההשלמה והיקפם יקבעו על ידי ועדת הקבלה היחידתית לתארים מתקדמים.

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

מקצועות חובה	13.0-14.0 נק'
מקצועות בחירה	21.0-22.0 נק'
סמינר מתקדם במיפוי וגיאואינפורמציה	5.0 נק'
<b>סה"כ</b>	<b>40.0 נק'</b>

**מקצועות חובה**

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

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

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

**ב. הקורס 016801 – חשבון תאום 2**

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

רשימה א'		
016820	חישה מרחוק למיפוי סביבתי	2.5 נק'
016815	פוטוגרמטריה ספרתית	2.5 נק'

רשימה ב'		
018824	כרטוגרפיה ספרתית	3.0 נק'
018817	עיבוד מידע גיאומרחבי	3.0 נק'

**דרישות לימוד לבוגרי מסלולים תלת שנתיים:**  
 בוגרי מסלולים תלת שנתיים יחויבו ללמוד לפחות 30.0 נק' בנתיב מחקר (כשמתוכנן עד 10.0 נק' הסמכה ולפחות 20.0 נק' מתקדמים) ובנוסף ידרשו בלימוד "מקצועות ליבה"

רשימה ג'  
 016816 גיאודזיה פסיקלית 1  
 018814 אנליזה של רשתות גיאודטיות

**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 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 גיאומרחבי
018821	סדנא יישומית ב-GIS

**בנוסף למקצועות בכל מסלול לימוד, מוצעים במסלול מיפוי וגיאודזיה אינפורמציה 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 ימי מתקדם
018811	אינטגרציה של מיפוי וחישה מרחוק
019813	נושאים מתקדמים בהנדסת מיפוי וגיאודזיה אינפורמציה
016836	התווית גבולות בינלאומיים

**סמינר מתקדם במיפוי וגיאודזיה אינפורמציה**

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

**מסלול לתואר "מגיסטר למדעים במדעי המיפוי והגיאודזיה אינפורמציה"**

**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 שנתי במדעי הטבע, או במדעי ההנדסה (לא גיאודזיה), יחויבו 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 וגיאודזיה אינפורמציה"

**מקצועות ליבה:**

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

**פטור מלימוד מקצועות אלו עקב לימוד מקצועות דומים/זהים בתואר הראשון ינתנו ע"י וועדת 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 שנתי לבוגר תואר ראשון תלת שנתי בגיאודזיה או במיפוי וגיאודזיה אינפורמציה.**

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

**לבוגר תואר ראשון תלת שנתי לא בגיאודזיה או במיפוי וגיאודזיה אינפורמציה**

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

להלן פירוט עבור 10.0 נק' הסמכה לבוגר תלת שנתי לא בגיאודזיה או במיפוי וגיאודזיה אינפורמציה:

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

**מדידות וגיאודזיה**

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

**מיפוי ומערכות מידע גיאוגרפיות**

014845	תכנות מונחה עצמים למידע גיאוגרפי	3.0
014846	מסדי נתונים גיאומרחביים	3.0
014857	מערכות מידע גיאוגרפי 1	3.0

**פוטוגרמטריה**

014843	מבוא לפוטוגרמטריה	4.0
014855	עיבוד תמונה לצורכי מיפוי	3.0
014858	יישומים במיפוי פוטוגרמטרי	3.0
014856	עיבוד וניתוח מידע מרחבי תלת-ממדי	3.0

**חישה מרחוק**

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

**קדסטר**

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

## 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'	מקצועות קדם (קורס אחד מהרשימה שלהלן):	014322
2.5	יסודות הטיפול במים ושפכים	
3.5	זיהום אוויר	016306
2.5	טכנולוגיות טיפול בפסולת מוצקה	014326
3.0	מבוא לזרימה וזיהום בקרקע	014977

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'	מקצועות קדם (קורס אחד מהרשימה שלהלן):	014956
2.5	מבוא לכימיה של הקרקע	
3.0	מבוא לתהליכי זרימה וזיהום בקרקע	014977
4.0	מכניקה יישומית 1	015007

#### דרישות הלימוד

יידרשו 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

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



5.0	018310	סמינר מתקדם בהנדסת סביבה ומים
<b>כמו כן, יש ללמוד לפחות 8 נק' מאחת משלוש הקבוצות (א', ב' או ג')</b>		
<b>קבוצה א'</b>		
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
<b>קבוצה ב' – קרקע וזרימה</b>		
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
<b>קבוצה ג' – אויר ואקולוגיה</b>		
2.0	016303	מעבדה לאיכות אויר
2.5	016304	פיסיקה מתקדמת של האטמוספירה
2.0	019335	אירוסולים באטמוספירה
3.5	016306	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 לוועדה לתארים מתקדמים בפקולטה הצעת מחקר מייקדמית - נייר עבודה (כחמישה עמודים) שהכין בהתייעצות עם המנחה המיועד. הצעה 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 לדין 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 (מוצע מצטבר הנמוך מ-80.0); (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 הבחנים לקראת בחינת המועמדות לאישור ועדת ל"מ הפקולטית; ההרצאה השנייה תינתן לפני הגשת הצעת ועדת הבחנים 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 במזכירות תארים מתקדמים בפקולטה.

הנדסה חקלאית/מדעי ההנדסה החקלאית.

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

### קורסים מתמטיים:

019001	יסודות מתמטיים למהנדסים	3.0
019004	מכניקת הרצף	3.0

### קורסים סטטיסטיים:

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

### קורסי נומריים:

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

### קורס חובה מחלקתי:

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

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

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

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

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

### הנדסה סביבתית/מדעי איכות הסביבה:

019309	שיטות לטיפול מתקדם במים	3.0
019310	שיטות לטיפול מתקדם בשפכים	3.0
019336	טכנולוגיות לניהול משאבי אויר	2.0
019318	כימיה של הסביבה	3.0
019319	מיקרוביולוגיה של הסביבה	3.0

### הנדסה חקלאית/מדעי ההנדסה החקלאית

017036	חקלאות מדייקת	3.0
019062	מודלים וסימולציה של מערכות טבעיות	3.0
017033	מבוא לכמומטריה	2.5
017012	פיסיקה של סביבה נקבובית	2.5

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

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

### מקצועות קדם (1 מ-4)

014322	יסודות הטיפול במים ושפכים	2.5
016306	זיהום אויר	3.5
014326	פסולת מוצקה	2.5
014977	מבוא לזרימה וזיהום בקרקע	3.0

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

019001	יסודות מתמטיים למהנדסים	3.0
019003	שיטות נומריות למהנדסים	3.0
019007	פרקים נבחרים בסטטיסטיקה	3.0

### מקצועות חובה בתחום ההשתלמות

019309	שיטות לטיפול במים	3.0
019318	כימיה של הסביבה	3.0
019319	מיקרוביולוגיה של הסביבה	3.0
016336	טכנולוגיות לניהול משאבי אויר	2.0
016223	הידרולוגיה של מי תהום: זרימה, הסעת מומסים ושיקום	4.5
016206	מכניקת זורמים סביבתית	3.0

## 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 וגיאו-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>