

## 0545 התכנית להנדסת סביבה

### ראש התכנית: פרופ' עמוס אולמן

#### מטרת התכנית

מטרת תכנית הלימודים היא להכשיר אנשי מקצוע בתחום הנדסת סביבה שישתלבו בתעשייה, במשרדי הנדסה וייעוץ ובמסגרות ממשלתיות או מוניציפליות בתפקידים הנדסיים-ביצועיים והנדסיים-ניהוליים. תרומתו של מהנדס סביבתי במסגרות אלו כוללת: איתור והגדרה (איכותית וכמותית) של הבעיות הסביבתיות, הגדרת מטרות ויעדים לתכניות לטיפול במפגעים, הצעה, בחינה ובחירה ולעיתים אף פיתוח של פתרונות טכנולוגיים לבעיית זיהום הסביבה. הידע הנדרש כדי לעמוד במטלות אלו הינו מתחומים שונים ומגוונים ורצוי שיהיה מושתת על רקע הנדסי. על כן נועדה תכנית הלימודים לתואר שני להוסיף ללימודי התואר הראשון בהנדסה את הנדבך הנוסף של ידע וכלים מתאימים בתחומים הרלוונטיים הנחוצים להכשרת מהנדס הסביבה.

למעוניינים בכיוון מחקרי, מאפשרת התכנית ביצוע עבודת גמר (תיזה) במגוון נושאים בתחום הנדסת סביבה תוך כדי הקניית כלי ניסוי ומחקר מתקדמים.

#### תנאי קבלה

הנוסח המחייב בנושא דרישות הרישום והקבלה, בנוסף לתנאים אוניברסיטאיים כלליים, מתפרסם כל שנה ב"חוברת המידע למועמדים" היוצא לאור לקראת כל שנת לימודים, על ידי המרכז למרשם.

א. ללימודי התואר השני בהנדסת סביבה רשאי להגיש מועמדות נרשם הממלא אחר כל התנאים המפורטים בדיעוון הפקולטה וכן התנאים הבאים:

1. בעל תואר "בוגר אוניברסיטה" (B.Sc. או B. Tech.) בהנדסה או במדעים מדוייקים, בתחומים הרלוונטיים כגון: כימיה, גיאופיזיקה ופיזיקה. מטעם מוסד מוכר להשכלה גבוהה.

2. הממוצע המשוקלל של ציוניו בלימודי התואר הראשון הוא 75 לפחות.

ב. סף הקבלה עשוי להשתנות משנה לשנה ותלוי בבסיס הידע, ברקע לימודי התואר הראשון של המועמד, ובמיקום יחסי (מדרג) גבוה במחזור לימודי התואר הראשון. על המועמד להמציא אישור על מיקומו בכיתה במקצוע הנלמד.

ג. מועמד שרמת ציוניו נמוכה מסף הקבלה ולא פחותה מ-75 רשאי ראש התוכנית לקבלו ללימודי התואר השני במעמד על-תנאי לתקופה שלא תעלה על שנה.

ד. למועמדים אשר חסרים את הרקע האקדמי הנדרש למסלול בהנדסת סביבה תיקבע תכנית השלמות מתאימה.

תנאי מעבר ללימודי תואר שני במעמד "מן המניין" יהיו: סיום כל קורס השלמה בציון 70 לפחות וציון ממוצע בהשלמות יש לעמוד בתנאים נוספים שייקבעו ע"י הפקולטה. כישלון סופי בשני רישומים עוקבים באחד מקורסי ההשלמה גורר הפסקת לימודים.

## **תכנית הלימודים**

התכנית מציעה שני נתיבי לימוד לתואר שני "מוסמך אוניברסיטה בהנדסת סביבה"  
(M.Sc.in Environmental Engineering).

### **1. נתיב מחקרי**

הדרישות לקבלת התואר בנתיב זה:

- סיום קורסים בהיקף 24 נ.ז. לפחות, בהתאם לתכנית הלימודים, בממוצע 75 לפחות.
- השתתפות בסמינרים מחלקתיים (ראה תקנון פקולטי).
- כתיבת עבודת גמר (תיזה), בהיקף 12 שעות בהתאם לתקנון לתארים מתקדמים של הפקולטה.

### **2. נתיב פרויקט גמר**

נתיב זה מיועד לבוגרי תואר ראשון בהנדסה ובוגרים במדעים מדוייקים (תלמידים חיצוניים בלבד).

הדרישות לקבלת התואר במסלול זה:

- סיום קורסים בהיקף 36 נ.ז. לפחות, בהתאם לתכנית הלימודים, בממוצע 75 לפחות.
- השתתפות בסמינרים מחלקתיים (ראה תקנון פקולטי).
- ביצוע פרויקט בהיקף 3 נ.ז.

### **שלבי הלימודים:**

ככלל, לימודי התואר השני בפקולטה להנדסה כוללים שני שלבים: הראשון – "לימודי צבירה" והשני – לימודים "מן המניין". תלמידים ב"זמן מלא" יתקבלו ישירות לשלב "מן המניין". מועמדים לתואר שני הנדרשים ללימודי השלמה – יתקבלו ללימודי השלמה.

### **פירוט שלבי הלימוד, חובות לימודים בכל שלב, תנאי מעבר משנה לשנה ותנאי מעבר לשלב "מן המניין" ראה תקנון תאר שני החדש**

יש לסיים את הלימודים בשלב הצבירה במהלך שלוש שנים אקדמיות לכל היותר. בכל שנה במהלך לימודי הצבירה יש ללמוד לפחות 3 קורסים.

תלמיד בשלב לימודי הצבירה חייב לסיים בהצלחה את קורסי החובה של המחלקה (לרבות רישום חוזר לאחר כשלון - אם נדרש) לא יאוחר מתום הסמסטר הרביעי ללימודיו. מומלץ לכן להירשם לכל קורסי החובה במהלך השנה הראשונה ללימודים, כך שניתן יהיה לתקן כשלון, במידה ויהיה כזה, עד תום השנה השנייה ללימודים.  
הערה: הקורסים הנצברים יהיו בציון ממוצע של 70 לפחות, וכן נדרש לסיים בהצלחה את כל קורסי החובה של בית הספר/המחלקה.

תלמיד בשלב לימודי הצבירה העובר ללימודים ב"זמן מלא" יעבור למעמד "מן המניין".

**בכל נתיב לימודים על התלמיד ללמוד לפחות 25% מתוכנית הלימודים קורסים הנדסיים (למעט קורסים בניהול) במעמד "מן המניין".**

מס' הקורס	שם הקורס	נ"ז	שעות לימוד	דרישות קדם	מתקיים בסמ' /
<b>שיעורי חובה פקולטתיים</b>					
חובה ללמוד קורס אחד מתוך הקורסים בתיאום עם המנחה:					
0510.5001	משוואות דיפרנציאליות ואינטגרליות	3	3	ראה ביה"ס להנדסת חשמל	א
0510.5002	אנליזה פונקציונאלית	3	3	ראה ביה"ס להנדסת חשמל	ב
0540.5001 (0541.5101)	שיטות מתמטיות בהנדסה	3	3	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	א
<b>שיעור חובה מחלקתי</b>					
0540.5300 (0541.5100)	מכניקת זורמים מתקדמת	3	3	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	ב
0540.5000	סמינר בית ספרי <sup>1</sup>	-	-		א / ב
<b>שיעורי ליבה של התכנית</b>					
חובה ללמוד 3 (במסלול עם עבודת גמר), 6 (במסלול עם פרויקט ללא עבודת גמר) מתוך הקורסים הבאים, בתיאום עם המנחה.					
0542.4121 (0542.3581)	תהליכי הפרדה בהנדסת סביבה	3	4	רמה מקבילה <sup>2</sup>	ב
0542.4122 (0542.3583)	הסעת מזהמים בסביבה	3	4	רמה מקבילה <sup>3</sup>	ב
0545.5101	זיהום אוויר	3	3	מכניקת הזורמים (1)	א
0545.5102	בקרת מזהמי אוויר חלקיקיים <sup>4</sup>	3	3	מכניקת הזורמים (1) זיהום אוויר	-
0545.5103	בקרת מזהמים בתהליכי בעירה <sup>5</sup>	3	3	תרמודינמיקה (1) מכניקת הזורמים (1)	-
0545.5110	אנרגיה סולרית <sup>6</sup>	3	3	מעבר חום; תרמודינמיקה (1)	-
0545.5201	טיפול בשפכים עירוניים ותעשייתיים (1)	3	3	מכניקת הזורמים (1)	א
0545.5202	טיפול בשפכים עירוניים ותעשייתיים (2) <sup>7</sup>	3	3	טיפול בשפכים עירוניים ותעשייתיים (1)	-
<b>שיעורי בחירה</b>					
ייבחרו מהקבצים הבאים בתיאום עם המנחה					
<b>קובץ איכות הסביבה</b>					
0545.5126	התמרת אנרגיה <sup>8</sup>	3	3		-
0545.5203	טכנולוגיות לטיפול במים	3	3	כימיה בסיסית להנדסה	ב
0545.5301	הערכת סיכונים בטיפול בחומרים מסוכנים <sup>9</sup>	3	3	מבוא להסתברות וסטטיסטיקה	-
0545.5303	הערכת סיכוני קרינה ובטיחות קרינה <sup>10</sup>	3	3		-
0545.5401	טיפול בפסולת מוצקה	3	3		א
0545.5501	התפלת מים מלוחים ומליחים	3	3		ב
<b>קובץ מדעי ההנדסה (כללי)</b>					
0540.6501 (0541.5220)	מעבר חום - הסעה <sup>11</sup>	3	3	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	-

-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	תרמודינמיקה מתקדמת <sup>12</sup>	<a href="#">0540.6503</a> (0541.5321)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	מעבר מסה <sup>13</sup>	<a href="#">0540.6504</a> (0541.5133)
-	רמה מקבילה <sup>15</sup>	4	3	תהליכי מעבר חום וחומר <sup>14</sup>	<a href="#">0542.4123</a> (0542.3656)
-	רמה מקבילה <sup>17</sup>	4	3	בקרת תהליכים מתקדמת <sup>16</sup>	<a href="#">0542.4651</a> (0542.3271)
ב	הדרכה אישית מומלץ למסלול עם תזה	2+2	2	כתיבה טכנית אנגלית לתואר שני	<a href="#">0550.6200</a>
<b>קובץ זרימה והסעה</b>					
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	זרימה בסביבה נקבובית <sup>18</sup>	<a href="#">0540.6101</a> (0541.5129)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	זרימה צמיגה <sup>19</sup>	<a href="#">0540.6301</a> (0541.5120)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	מבוא לזרימה טורבולנטית <sup>20</sup>	<a href="#">0540.6305</a> (0541.5424)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	הידרודינמיקה של גלים <sup>21</sup>	<a href="#">0540.6306</a> (0541.5125)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	זרימה רובדית <sup>22</sup>	<a href="#">0540.6307</a> (0541.5126)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	שכבות גבול <sup>23</sup>	<a href="#">0540.6309</a> (0541.4529)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	מכניקת זורמים פיזיקלית <sup>24</sup>	<a href="#">0540.6310</a> (0541.5130)
ב	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	זרימה דו-פאזית	<a href="#">0540.6311</a> (0541.5131)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	יציבות הידרודינמית <sup>25</sup>	<a href="#">0540.6312</a> (0541.5134)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	התורה הקינטית של הגזים <sup>26</sup>	<a href="#">0540.6315</a> (0541.5160)
<b>קובץ שיטות חישוב וניתוח</b>					
-	ראה ביה"ס להנדסת חשמל	2	2	מבוא לדינמיקה לא לינארית <sup>27</sup>	<a href="#">0510.7006</a>
-	רמה מקבילה <sup>29</sup>	4	3	מבוא לשיטות נומריות בזרימה ומעבר חום <sup>28</sup>	<a href="#">0542.3649</a>
א	רמה מקבילה <sup>30</sup>	5	3	מעבדה בסימולציות נומריות של זרימה ומעבר חום	<a href="#">0542.4391</a> (0542.3657)
א	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	מבוא לתורת תכן מוצרים	<a href="#">0540.5600</a> (0543.5108)
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	3	מכניקת זורמים ממוחשבת <sup>31</sup>	<a href="#">0540.6303</a> (0541.5122)
<b>קובץ שיטות ניסוי ומדידה</b>					
-	ראה ביה"ס להנדסה מכנית	3	2	הנדסת ניסויים <sup>32</sup>	<a href="#">0540.6314</a> (0541.5151)

### קורסי בחירה חוץ-מחלקתיים

בנוסף לקורסים שיינתנו על-ידי המחלקה, יוצעו לתלמידים במסלול, בהתחשב ברקע הקודם שלהם ובתיאום עם המנחה, קורסים בנושאי איכות הסביבה ממחלקות אחרות באוניברסיטה. להלן רשימה חלקית. תכני הקורסים מפורטים בידיעונים של המחלקות:

<b>שם הקורס</b>	<b>מספר הקורס</b>
	<b>מדעי החיים</b>
מערכות אקולוגיות וזרימת אנרגיה	<a href="#">0431.1010</a>
אקולוגיה מיקרוביאלית	<a href="#">0453.4103</a>
בעיות אקולוגיות של האדם וסביבתו	<a href="#">0455.3419</a>
אקולוגיה של זיהום ושיקום מקווי מים	<a href="#">0455.3018</a>
אספקטים ביולוגיים של איכות הסביבה	<a href="#">0455.3021</a>
שימוש במיקרואורגניזמים ימיים לניטור ושחזור הסביבה הימית	<a href="#">0455.3448</a>
נושאים באיכות הסביבה	<a href="#">0910.3000</a>
	<b>מדעים מדויקים</b>
מזומטאורולוגיה	<a href="#">0341.4317</a>
כימיה אטמוספירית	<a href="#">0341.4148</a>
גיאולוגיה יישומית	<a href="#">0341.4165</a>
	<b>מדעי החברה</b>
סוציולוגיה סביבתית	<a href="#">1041.3502</a>
קבלת החלטות בסקטור הציבורי	<a href="#">1082.4003</a>
	<b>מדעי הרוח</b>
איכות הסביבה בעולם ובישראל	<a href="#">0691.4460</a>
כלכלה אקולוגית	<a href="#">0691.4616</a>
	<b>ביה"ס ללימודי הסביבה</b>
דיני איכות הסביבה	<a href="#">0910.1000</a>
נושאים באיכות הסביבה	<a href="#">0910.3000</a>

<sup>1</sup> תלמיד תואר שני במסלול עם תיזה חייב להשתתף בסמינרים מחלקתיים בהיקף של 14 סמינרים ובמסלול ללא תיזה בהיקף 8 סמינרים (ראה תקנון).

<sup>2</sup> רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>3</sup> רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>4</sup> לא יינתן בתשע"א.

<sup>5</sup> לא יינתן בתשע"א.

<sup>6</sup> לא יינתן בתשע"א.

<sup>7</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>8</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>9</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>10</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>11</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>12</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>13</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>14</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>15</sup>רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>16</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>17</sup>רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>18</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>19</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>20</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>21</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>22</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>23</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>24</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>25</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>26</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>27</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>28</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>29</sup>רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>30</sup>רמה מקבילה – עיין בתכנית הלימודים לתואר ראשון. לתואר שני יוכרו עד 6 נ.ז. בקורסים ב"רמה מקבילה" במסלול עם תיזה, ו-9 נ.ז. במסלול עם פרויקט ללא תזה.

<sup>31</sup>לא יינתן בתשע"א.

<sup>32</sup>לא יינתן בתשע"א.