

# התכנית הבין-יחידתית לאנרגיה

יו"ר

פרופ'ח יאיר עין-אלי - הנדסת חומרים

## חברי הוועדה

פרופ'ח רחל בקר – הנדסה אזרחית וסביבתית  
 פרופ' מיכאל שפירא – הנדסת מכונות  
 פרופ' לוי שכטר – הנדסת חשמל  
 פרופ'ח יועד צור - הנדסה כימית  
 פרופ' יובל שוהם - הנדסת מזון וביוטכנולוגיה  
 פרופ' ישעיהו לוי – הנדסת אירונטיקה וחלל  
 פרופ' יעקב קרטיק - פיסיקה  
 פרופ' אפרת ליפשיץ – כימיה  
 פרופ' עודד בזיה – ביולוגיה  
 פרופ'ח גדי קפלוטו – ארכיטקטורה ובינוי ערים  
 פרופ'ח אמיר לנדסברג – הנדסה ביו-רפואית

**תכנית בין-יחידתית בהשתתפות היחידות הבאות: הנדסה אזרחית וסביבתית, הנדסת מכונות, הנדסת חשמל, הנדסה כימית, הנדסת ביוטכנולוגיה ומזון, הנדסת אירונטיקה וחלל, פיסיקה, כימיה, ביולוגיה, ארכיטקטורה ובינוי ערים, הנדסת חומרים, הנדסה ביו-רפואית.**

המחסור במקורות אנרגיה הינו אחד האתגרים הגדולים ביותר העומדים בפני האנושות המודרנית. כיום ישנה הסכמה כי הפתרון לאנרגיה ממקורות פוסליים (פחם, נפט וגז), בקצב הולך וגדל מהווה סכנה מוחשית לטבע ולהתפתחות האנושית. על כן, קיים צורך דחוף לפתח מקורות אנרגיה אלטרנטיביים ולפתח טכנולוגיות של שימוש יעיל יותר במקורות קיימים ועתידיים.

בטכניון, על יחידותיו השונות, מתנהלת פעילות ענפה במחקר והנדסת אנרגיה. בכדי למסד פעילות זו הוקמה תכנית מחקרית בין-יחידתית באנרגיה. תכנית מטרייה זו מובילה מחקר רב-תחומי תוך שיתוף פעולה של טובי החוקרים והמדענים בדיסציפלינות השונות בטכניון ואף מחוצה לו - מחקר המתמקד בבעיות בסיסיות והנדסיות הנדרשות לקידומו של תחום האנרגיה בארץ ובעולם.

התכנית מתמקדת בארבעה אשכולות מחקר: 1. דלקים אלטרנטיביים (דלקים ביולוגיים, טכנולוגיית מימן, דלקים נטולי פחמן). 2. אגירה והמרת אנרגיה (סוללות ותאי דלק). 3. אנרגיות מתחדשות (תאים סולריים, אנרגיית רוח, אנרגיה סולרית טרמית). 4. שימור אנרגיה (פרויקטים חוסכי אנרגיה כגון חיכוך מופחת, תהליכי שריפה אפקטיביים, מבנים חוסכי אנרגיה). הלימודים ועבודות המחקר המתבצעים במסגרת תכנית זו משלבים היבטים שונים של מדעי האנרגיה וההנדסה, יחד עם התמחות בשטח מחקר ספציפי.

## לימודים לתואר מגיסטר

התכנית מציעה את המסלולים הבאים לתואר מגיסטר:

מסלול לתואר "מגיסטר למדעים בהנדסת אנרגיה (עם תזה)" לבוגרי תואר בהנדסה: לימוד 18 נקודות מוסמכים וביצוע עבודת מחקר. בנוסף תידרשנה נקודות השלמה במידת הצורך.

מסלול לתואר "מגיסטר למדעים באנרגיה (עם תזה)" לבוגרי תואר במדעים: לימוד 30 נקודות וביצוע עבודת מחקר. בנוסף תידרשנה נקודות השלמה במידת הצורך.

## תנאי הקבלה

כיאות לשטח בין-תחומי, תכנית הלימודים באנרגיה פתוחה בפני סטודנטים העומדים בדרישות הקבלה של ביה"ס ללימודי

מוסמכים, בוגרים מצטיינים של פקולטות הנדסיות או בוגרי פקולטות מדעיות. **תנאי לקבלה הוא מציאת מנחה מבין חברי הסגל בפקולטות השונות, ואישור קבלת הסטודנט ונושא המחקר (על סמך הצעת מחקר) ע"י ועדת התכנית.** נושאי המחקר חייבים לשלב היבטים מדעיים/הנדסיים באנרגיה. יתקבלו לתוכנית מועמדים מצטיינים בוגרי טכניון/אוניברסיטה בעלי תואר ראשון, ממוסד אקדמי מוכר, בהנדסה או במדעים מדויקים, באישור ועדת הקבלה. על כל הסטודנטים להגיש שתי המלצות ממרצים, ולעבור סדרת ראיונות אישיים.

מועמד בעל ניסיון תעסוקתי רלוונטי רב (כחמש שנים) יוכל להגיש בקשה מנומקת ומפורטת בצירוף קורות חיים ושתי המלצות ממקום עבודתו. לאחר שהועדה הבין-יחידתית ללימודי מוסמכים תשקול את הנושא ותמצא כי ניסיונו והישגיו המקצועיים מספקים, יוכל, בהתאם לשיקול ועדת ל"מ, להתקבל לנתיב מחקר/פרויקט או עבודת גמר.

## דרישות הלימוד

ההשלמות יתמקדו בתחומי המדע, ההנדסה והטכנולוגיה. מקצועות המוסמכים יהיו הן מתחומי המדע וההנדסה והן מתחומי הטכנולוגיה. קורסי ליבה ובחירה ספציפיים לתכנית יותאמו לנרשמים. על הסטודנטים להשלים את קורסי החובה של התכנית, וקורס בשיטות מחקר כמותיות (לפחות קורס אחד מתוך רשימת בחירה). כמו כן יש להשלים גם עד שישה קורסי בחירה, כאשר לפחות קורס בחירה אחד הוא מתוך הקורסים היעודיים לתכנית. קיים מגוון קורסי בחירה רלוונטים הקיימים בפקולטות המשתתפות בתכנית, אשר אושרו כמקצועות בחירה. רשימת הקורסי הבחירה המלאה נמצאת באתר האינטרנט של ביה"ס ללימודי מוסמכים. הרישום לכל המקצועות יהיה מותנה בהמלצת המנחה ובאישור הוועדה הבין-יחידתית ללימודי אנרגיה. עבודת המחקר תעשה באחת היחידות האקדמיות המשתתפות בתכנית. המחקר יתבצע בנושא שיקלול הן היבטים מתחומי מדעי האנרגיה והן מתחומי ההנדסה, ויאושר ע"י הוועדה הבין-יחידתית ללימודי אנרגיה.

נקודות השלמה	הערות	נקודות מוסמכים	בוגרי תואר ראשון
בהתאם לצורך	ביצוע עבודת מחקר	18	בוגרי תואר בהנדסה
בהתאם לצורך	ביצוע עבודת גמר	26	בוגרי תואר בהנדסה
בהתאם לצורך	ביצוע עבודת מחקר	30	בוגרי תואר במדעים
בהתאם לצורך	ביצוע עבודת גמר	38	בוגרי תואר במדעים

הדרישות לשפות הן בהתאם לתקנות בית הספר ללימודי מוסמכים.

## פירוט המקצועות בתכנית

### מקצועות חובה – ינתנו אחת לשנתיים

518001	טכנולוגיות אנרגיה נקיה	2 נק'	סמסטר חורף
518002	אתגרים לאומיים וגלובליים באנרגיה	2 נק'	סמסטר אביב

### מקצועות בחירה

518003	כלכלה וניהול של מערכות אנרגיה	2 נק'	סמסטר אביב
518004	קורס מתקדם בקטליזה הטרוגנית	2 נק'	לא ינתן השנה

מסלול הלימודים במגמת הגז הטבעי והנפט יתקיים במסגרת התכנית הבין-יחידתית ללימודי אנרגיה בטכניון. במסלול זה יוענק התואר "מגיסטר להנדסה בהנדסת אנרגיה (ME ללא תזה)".

התכנית מיועדת לבוגרי תואר ראשון בהנדסת אירונטיקה וחלל, הנדסה אזרחית וסביבתית, הנדסה כימית והנדסת מכונות. לתכנית יתקבלו מועמדים אשר סיימו את לימודיהם בהצטיינות. תינתן עדיפות לבעלי ניסיון ובעלי וותק תעסוקתי בתחום האנרגיה, הגז והנפט. על המועמדים להגיש טפסי רישום, גיליון ציונים, שתי המלצות ולעמוד בדרישות קדם בטרם יתקבלו לתכנית.

משך הלימודים הוא כ- 18 חודשים (כולל פרויקט הגמר). הלימודים יחלו בחודש דצמבר 2011 ויתנהלו במתכונת של סמסטרים מקוצרים. משך כל סמסטר מקוצר הוא שבעה עד תשעה שבועות. תכנית הלימודים תכלול 40 נקודות זכות אקדמיות, מהן 5 נקודות יוקדשו לפרויקט גמר. רוב הקורסים הינם קורסי חובה ומהווים את ליבת התכנית. לסטודנטים קיימת בחירה בהרכבת 35 נקודות הזכות האקדמיות שנצברות בקורסים. חריגה מרשימת הקורסים המומלצת באישור המנהל האקדמי של התכנית. על הסטודנטים לעמוד בדרישות לימוד השפה האנגלית עפ"י נהלי ביה"ס. המקצועות שיינתנו על ידי מרצים מחו"ל יתקיימו בשפה האנגלית.

**מקצועות חובה:**

516101	מבוא לגיאולוגיה למהנדסי נפט (קדם לקורס 518103)	2 נק'	1	פרק לימודים	סמסטר חורף
516102	מבוא לגיאופיסיקה שימושית	2 נק'	1	פרק לימודים	סמסטר חורף
518103	גיאולוגיה של גז טבעי ונפט	2 נק'	2	פרק לימודים	סמסטר אביב
518105	תרמודינמיקה וקינטיקה כימית	2.5 נק'	2	פרק לימודים	סמסטר אביב
518109	פעולות קידוח 1	2.5 נק'	2	פרק לימודים	סמסטר אביב
518107	זרימה דו-פאזית (מקצוע חופף למקצוע 036033 בפקולטה להנדסת מכונות)	2 נק'	3	פרק לימודים	סמסטר אביב
518110	קידוח ושליטה של בארות במים עמוקים	2 נק'	4	פרק לימודים	סמסטר אביב
518108	פיתוח והפעלה של שדות גז ימיים	2.5 נק'	4	פרק לימודים	סמסטר אביב
518111	זרימה בתווך נקבובי	2 נק'	5	פרק לימודים	סמסטר אביב
518112	הנדסת הפקת גז	2 נק'	5	פרק לימודים	סמסטר אביב
518113	הפקה תת קרקעית ותת ימית	2 נק'	6	פרק לימודים	לא ינתן השנה
518115	הנדסת מאגרים 1	2 נק'	6	פרק לימודים	לא ינתן השנה
518114	אכשור ועיבוד גז טבעי	2 נק'	7	פרק לימודים	לא ינתן השנה
518106	הפקה, אחסון, הובלה ובטיחות	2.5 נק'	7	פרק לימודים	לא ינתן השנה
518104	חומרים ותקנים בגז טבעי ונפט	2 נק'	8	פרק לימודים	לא ינתן השנה
518116	פרויקט בהנדסת גז ונפט	5 נק'	8	פרויקט	לא ינתן השנה

**מידע נוסף**

מזכירות התכנית הבין-יחידתית לאנרגיה, טל. 077-8871882  
 יו"ר התכנית, טל. 04-8295098  
<http://gtep.technion.ac.il>

518005	אנרגיה סולרית ופוטו-וולטאית	2 נק'	לא ינתן השנה
518006	אנרגיה של ביו-מסה	2 נק'	לא ינתן השנה
518007	מערכות הולכת אנרגיה מתקדמות (רשת חכמה)	2 נק'	לא ינתן השנה

**לימודים לתואר דוקטור**

**תנאי הקבלה**

ההשתלמות לקראת התואר "דוקטור לפילוסופיה" (PhD) מיועדת לבעלי תואר שני בהנדסה או במדעים מדויקים שהישגיהם הקודמים בלימודים ובמחקר היו טובים מאד ויבדקו לגופו של עניין. בנוסף להישגים אקדמיים קודמים נאותים ובכפוף לדרישות ביה"ס ללימודי מוסמכים, על המועמד להיות בעל יכולת מוכחת לבצוע מחקר עצמאי. הועדה הבין-יחידתית תיבחן את הישגי המועמד ותת-ועדה תמליץ על קבלתו לאחר ריאיון אישי עם המועמד והגשת הצעת מחקר מקדמית על ידו. על סמך תוצאות הריאיון עם המועמד ודיון בהצעת המחקר תיקבע הועדה אם המועמד יתקבל ובאילו תנאים.

**מועמד לתואר דוקטור ימצא מנחה מיועד לפני הגשת בקשת הקבלה.** במקרים מיוחדים (למשל, כשהמועמד בא מחו"ל) יסייע מרכז הועדה הבין-יחידתית במציאת מנחה. כמו כן, על המועמד להגיש שתי המלצות ממרצים, ולעבור סדרת ראינות אישיים.

**דרישות הלימוד**

תכנית הלימודים כוללת:  
 - עמידה בתנאים המיוחדים שהטילה הועדה הבין-יחידתית (אם היו כאלה).  
 - לימוד 8 נקודות מוסמכים לפחות.  
 - הגשת הצעת מחקר לקראת בחינת המועמדות והגנה עליה בפני ועדת בוחנים.  
 - מתן הרצאה סמינריונית אשר מועדה יפורסם בידיעון הטכניון.  
 הגשת חיבור על המחקר והגנה עליו בפני ועדת בוחנים.

**מסלול ישיר לתואר דוקטור**

סטודנטים בעלי הישגים גבוהים במיוחד, שהתחילו את לימודיהם לקראת תואר מגיסטר עם תזה, והמצטיינים בלימודים ובמחקר, יוכלו לעבור למסלול ישיר לתואר דוקטור, בהתאם להמלצת הועדה הבין-יחידתית. יוטלו עליהם 8 נקודות מוסמכים לפחות בנוסף לדרישות המגיסטר.

**מסלול מיוחד לתואר דוקטור**

מיועד לסטודנטים מצטיינים "בהצטיינות יתרה" ישירות לאחר התואר הראשון. תנאי הקבלה הנוספים ונוהל הלימוד מפורטים בקטלוג בית הספר ללימודי מוסמכים (סעיפים 32.05 ו-34.02 בתקנות).

**המגמה להנדסת גז טבעי ונפט (NG&PE)**

**לימודים לתואר מגיסטר להנדסה בהנדסת אנרגיה (ME ללא תזה)**

מסלול הלימודים בהנדסת גז טבעי ונפט הוקם כפועל יוצא לצורך המידי להנחת התשתית אשר תבטיח את ניצולם הנכון של המשאבים הלאומיים לטווח הארוך. מטרת הלימודים לתואר מגיסטר להנדסה בהנדסת אנרגיה (ME ללא תזה), במגמה להנדסת גז טבעי ונפט היא להכשיר את כח האדם המקצועי לתחומי הנדסת הגז הטבעי והנפט השונים. תכנית זו מכירה בחשיבות הלאומית בפיתוח תשתיות מחקר בתחום, ופועלת להקמת מרכז מחקר לאומי במגוון הנושאים הקשורים להנדסת גז טבעי ונפט. מרכז מחקר זה יפעל בשיתוף פעולה עם גופים ממשלתיים וגופי תעשייה, יקיים מחקר בנושאים הקשורים לתעשיית הגז טבעי והנפט, וישמש מקור לפיתוחים חדשניים. כמובן, על בסיס זה, יובטח המשך החינוך של מהנדסי גז טבעי ונפט לעתיד הרחוק.