

**שם הקורס:** הדפסת תלת-מימד ותכן חלקי פלסטיקה 0542-4425 [נ"ז] 2.5

**מרצה:** צח הררי

**דרישות קדם:** גרפיקה הנדסית, תכן מכני 1, תהליכי עיבוד, מעבדה בתהליכי עיבוד

**מטרת הקורס:** לימוד הטכנולוגיות להדפסה תלת-מימדית, היישומים המתאימים, המגמות, שיטות התכן והחומרים. לימוד הטכנולוגיות ושיטות התכן של חלקי פלסטיקה בהזרקה Injection Molding, שימוש בתוכנת SOLIDWORKS ובכלי האנליזה (FEA) לתכן מתקדם, והתנסויות בהדפסות תלת-מימדיות.

**נושאי הלימוד:**

- לימוד הטכנולוגיות להדפסה תלת-מימדית והיישומים המפותחים כיום.
- לימוד הטכנולוגיות ותכן חלקי הפלסטיקה, שיקולים, חומרים, מידול, חישובים ואנליזות.
- התנסות בתכן ובהדפסה תלת-מימדית של חלקי פלסטיקה.

**הערכה:** 55% פרויקט מסכם ותרגילים, 35% בחינה סופית (\*ייקבע במהלך הסמסטר), 10% השתתפות ומעורבות. \* עדכון לגבי קיום המבחן יועבר במהלך הסמסטר ובמידה והמבחן לא יתקיים יועברו הנקודות להערכה ע"ב הפרויקט והתרגילים. התרגילים יוגשו בזוגות וקיימת חובת הגשה של כל התרגילים.

**נוכחות:** חלה חובת נוכחות ב 85% מהשיעורים.

**שעת קבלה:** תיקבע בתיאום מראש עם המרצה.

**תכנית הסמסטר:**

| שעור | נושאי הלימוד                                                                                                | פירוט                                                                                                                                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | מבוא לקורס והכרות עם טכנולוגיות להדפסת תלת-מימדית                                                           | הצגת הקורס והסילבוס. הכרות עם עולם ה Additive Manufacturing. הכרות עם סוגי טכנולוגיות הדפסה תלת-מימדית, חומרים, יישומים במגוון התחומים, כיווני התפתחות עתידיים ואספקטים סביבתיים. מתן תרגיל יישומי הדפסה. |
| 2    | הדפסת תלת מימד של חומרים פולימרים, מדפסות ביתיות, מבנה ומכלולים מרכזיים במדפסות 3D, גישה לפיתוח של מדפסת 3D | טכנולוגיות להדפסת פולימרים, FDM ופוליג'ט, יישום ההדפסה התלת-מימדית בסביבה הביתית, פרוייקט ה RepRap, המבנה והשיטה, חומרה בקוד פתוח, מכלולים מרכזיים ורכיבים במדפסות 3D, יזמות במסגרת פרוייקט RepRap        |
| 3    | הדפסת תלת מימד של מתכות, טכנולוגיות ותהליכים, יישומי רובוטיקה והדפסה, תהליכים משלימים ותקינה                | הדפסה תלת-מימדית של מתכות, טכנולוגיות ותהליכים, אבקות ותופעות מטלורגיות, בדיקות ואבטחת איכות, יישומי הדפסת מתכות בתעשיה, יישומי רובוטיקה והדפסה, תהליכים משלימים ותקינה.                                  |
| 4    | מבוא לתכן מוצרים פלסטיים. פולימרים, טכנולוגית פלסטיקה Injection Molding                                     | גישות לתכן, חומרים פולימרים, תכונות אופייניות של חומרים פלסטיים, טכנולוגיות, עקרונות להזרקת פלסטיק, תכנון לחוזק ולקשיחות, פיתוח מוצר, מפרט דרישות, טכנולוגית פלסטיקה Injection Molding, הדגמת מידול.      |
| 5    | סיור והדגמות של טכנולוגיות להדפסה תלת-מימדית                                                                | סיור והדגמות של טכנולוגיות להדפסה תלת-מימדית.                                                                                                                                                             |
| 6    | הגשות ומצגות תרגיל יישומי הדפסה                                                                             | הגשות ומצגות תרגיל יישומי הדפסה                                                                                                                                                                           |
| 7    | חזרה על CAD ולימוד אנליזות לקראת יישומי תכן חלקי פלסטיקה והדפסות תלת-מימדיות                                | חזרה על CAD ועל מידול בתוכנת Solidworks. עקרונות אנליזה נומרית אלמנטים סופיים (FEA), אנליזות מבניות. מתן תרגיל אנליזות.                                                                                   |
| 8    | תכן חלקי פלסטיקה באמצעות כלים                                                                               | שימוש בקאד ובאנליזות לתכן מוצרים פלסטיים, צילועים, מחברי                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | אנליטיים, CAD ואנליזות.                                                                                   | press fitting, snap, השוואה לפתרון אנליטי, מתן תרגיל צילועים.                                                                                                                                                                          |
| 9  | הכרות ושימושים במדפסת 3D בקורס, התחלת הדפסות.                                                             | הכרות ושימושים במדפסות 3D – לימוד מדפסת הקורס, שימוש בתוכנת ההפעלה. התחלת הדפסות. מתן תרגיל סוף סמסטר.                                                                                                                                 |
| 10 | אישור הנושאים לפרוייקט המסכם, דגשים להדפסת 3D.                                                            | אישור הנושאים לפרוייקט המסכם, דגשים להדפסת 3D, הנחיות והדפסות. הכרת טכנולוגיות פלסטיקה נוספות, Slicing, forming, Rotational molding וכבישה. טכנולוגיות לסריקה ולדיגום תלת-מימדי, התנסות בסריקות.                                       |
| 11 | הדפסת תלת מימד של חומרים פונקציונליים, חומרים ביולוגיים, המעבר להדפסת אלקטרוניקה ע"ב שיטות ננו-טכנולוגיה. | הדפסת תלת מימד של חומרים פונקציונליים, חומרים ביולוגיים, המעבר להדפסת אלקטרוניקה. תהליך הכנת קבצי ה CAD והתאמתם למדפסות תלת-מימדיות, תהליך ה Slicing ויצירת ה G-Code למדפסת. שימוש בקאד ובאנליזות לתכן מוצרים פלסטיים, הנחיות והדפסות. |
| 12 | המשך הדפסת חומרים פונקציונליים והדפסת אלקטרוניקה.                                                         | המשך הדפסת חומרים פונקציונליים והדפסת אלקטרוניקה. עקרונות ודגשים לתכנון חלקים בהדפסת 3D, שיקולי תכן, מודלים מתאימים להדפסה. אופטימיזציה באמצעות אנליזה, אופטימיזציה טופולוגית.                                                         |
| 13 | מצגות והגשות של הפרוייקטים והדגמים                                                                        | מצגות והגשות של הפרוייקטים והדגמים.                                                                                                                                                                                                    |
|    |                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                        |

הערה: במהלך הסמסטר יתכנו שינויים בתוכנית הקורס ובתרגילים שיינתנו.

## רשימה ביבליוגרפית:

- Gibson Ian, Rosen David, Stucker Berent, "Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing" (2015)
- H. Lipson, "Fabricated, The New World of 3D Printing" (2013)
- Barnatt, C., "3D Printing: The Next Industrial Revolution" (2013)
- M. Ashby, "Materials, Engineering, Science, Processing and Design" (2007)
- G. Erhard, "Designing with Plastics" (2006)