



משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה

# תכנית לימודים

התמחות: בניית מכונות

מקצוע: עיבוד שבבי,  
בלתי שבבי ומדידות

כיתה: י"ד

תשע"א 2011

# עיבוד שבבי, בלתי שבבי ומדידות

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| שעות לימוד:  | הנדסאי 120 שעות                   |
| טרימסטרים:   | ג, ד, ה                           |
| דרישות קדם:  | עיבוד שבבי, בלתי שבבי ומדידות י"ג |
| מבחן חיצוני: | תהליכי ייצור ה (710913)           |

## א. מטרות

1. לפתח מודעות בנושא של עיצוב וייצור מוצרים.
2. הכרת תהליכים בסיסיים בעיבוד בלתי שבבי בתעשיות השונות.
3. יישום שיקולים כלכליים בתהליכי עיבוד בלתי שבבי ועיבוד שבבי בייצור מוצרים.
4. בחירת התהליך המתאים וביצוע חישובים רלוונטיים.

## ב. אסטרטגיות הוראה

1. לימוד עיוני – בכיתה, תוך שימוש באמצעי המחשה, מצגת ואינטרנט.
2. לימוד התנסותי – הדגמות במעבדה והתנסות אישית.
3. סיורים תעשייתיים.

## ג. דרכי הערכה

1. בשיעור העיוני – מבחנים, עבודות בית, ופרויקט קבוצתי.
2. בשיעור התנסותי – ציונים מתרגלי מעבדה, חלק מפרויקט קבוצתי.

## ד. פירוט התכנים (הנושאים) – לימוד עיוני

| שעות | נושאי הלימוד  |
|------|---|
| 4    | <p><b>1 מבוא כללי לעיצוב פלסטי של מתכות חומרים פלסטיים יציקות וריתוך (תרשים זרימה)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ דוגמאות לעיצוב פלסטי</li> <li>■ מבנה גבישי של החומר ומנגנוני דפורמציה (כולל יציבות הדפורמציה הפלסטית)</li> <li>■ המאמצים והכוחות בעיבוד פלסטי</li> <li>■ השוואה בין תכונות החומר לפני ולאחר העיבוד הפלסטי בחום ובקור</li> <li>■ השוואת העיצוב הפלסטי על סוגיו לעומת תהליכי עיצוב אחרים</li> <li>■ שיקולים כלכליים – עלות המוצר ושיקולים לבחירת התהליך המתאים</li> </ul>   |
| 1    | <p><b>2 עיצוב פלסטי של פחים (חומרים דקי עובי) בקור</b></p> <p>2.1 מבוא כללי – תהליכים, מיון פעולות גזירה, כפיפה ומתיחה. סוגי מבלטים.</p> <p>2.2 עיצוב בגזירה (14 שעות)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תיאור התהליך ושלבי גזירת החומר</li> <li>■ פעולות ניקוב, חיתוך גמר וחיתוך חלקי, ארגון חסכוני בחומר</li> <li>■ מבלטי גזירה פתוחים, סגורים, רב שלביים</li> <li>■ שיטות ואמצעים לחילוץ והצמדה</li> <li>■ חישוב כוח גזירה, אמצעים להקטנת כוח הגזירה</li> </ul> <p>2.3 עיצוב בכפיפה (14 שעות)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תיאור התהליך ושלבי כפיפת החומר</li> <li>■ השכבה הניטרלית, רדיוס כפיפה מינימלי, קפיצות החומר</li> <li>■ חישוב כוח הכפיפה, קביעת אורך החומר לפני כפיפה (פריסה)</li> <li>■ מבלטי כפיפה, לפעולות שונות, ומשולבים עם פעולות גזירה</li> <li>■ כיפוף פרופילים במבלטי כיפוף</li> </ul> <p>2.4 עיצוב במתיחה (14 שעות)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תיאור של שלבי התהליך במתיחת החומר</li> <li>■ קביעת מידות וצורות של חומר הגלם, קביעת מספר שלבי מתיחה</li> <li>■ חישוב כוחות מתיחה והצמדה</li> </ul> |

| שעות | נושאי הלימוד  |
|------|---|
| 3    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ מתיחה תוך שינוי עובי החומר</li> </ul>  |
| 2    | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ שיטות מתיחה מיוחדות בגומי, נוזלים, חומרי נפץ ולחצנות</li> </ul>  |
|      | <p style="text-align: center;"><b>3 עיצוב פלסטי של חומרים עבים בחם ובקור</b></p>  |
| 2    | <p>3.1 מבוא כללי –</p> <p>עקרונות התהליכים השונים</p> <p>קשר בין תכונות חומרים לעיבוד פלסטי וצורתם. מכבשים</p>  |
| 5    | <p>3.2 עיצוב בערגול</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תיאור שלבי תהליך ערגול החומר, בחום ובקור</li> <li>■ תברוג בערגול. ייצור פרופילים</li> <li>■ ייצור צינורות עם ובלי תפר</li> <li>■ כוחות, מומנטים והספקים</li> </ul>   |
|      | <p>3.3 עיצוב בחישול בקור ובחום (28 שעות)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ חישול חופשי,</li> </ul> <p>תהליך, זרימת חומר, סיבים בחומר וטיב שטח</p> <p>פעולות רציפה, חורים וכפיפה</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ חישול בטבעים סגורים</li> </ul> <p>תהליכים בטבעים סגורים</p> <p>מישור החלוקה, תעלות עודפי חומר</p> <p>מבנה כלי החישול בהתאם לצורת העובד (מטריצה ופטריצה)</p> <p>חישוב גודל החומר וצורתו, סרטוט צורת החומר לפני ולאחר</p> <p>החישול כולל טבעים, שיפועים ועודפים</p> <p>חישוב גודל המכבש</p> <p>פעולות גמר לאחר החישול – צילוע, טיפול תרמי, יישור והתאמה</p> |
| 4    | <p>3.4 עיצוב בשחילה</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תהליך השחילה וזרימת החומר, שחילה דו-נתיבית.</li> <li>■ דוגמאות למוצרים</li> <li>■ מיון הפעולות, יתרונות וחסרונות בתהליך השחילה</li> <li>■ ייצור גופים חלולים, תרמילים, שפופרות, ייצור פרופילים</li> <li>■ מבנה כלים לפעולות השונות</li> </ul>  |
| 3    | <p>3.5 עיצוב במשיכה</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ תהליך המשיכה של מוטות, צינורות וחוטים</li> <li>■ חישוב כוחות בשלבי משיכה</li> </ul>  |
|      | <p style="text-align: center;"><b>4 עיצוב ביציקה</b></p>  |
| 4    | <p>4.1 מבוא כללי</p>  |

| שעות       | נושאי הלימוד   |
|------------|--|
| 4          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ שיקולים כלכליים</li> <li>יתרונות וחסרונות, מוצרים</li> <li>חומרים ושיטות יציקה</li> </ul>   |
| 4          | <p>4.2 יציקה בחול</p> <p>תבנית, מישור חלוקה, שיפועי יציקה, תוספות לעיבוד</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ דפוסים וגלעינים</li> <li>■ סרטוט של החלק היצוק, כולל שיפועים ותוספות</li> </ul>                                    |
| 4          | <p>4.3 שיטות יציקה מיוחדות</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ יציקה בדפוסי קליפה. גלעיני קליפה</li> <li>■ יציקה בתבנית נעלמת (שעווה)</li> <li>■ יציקה בדפוסי מתכת</li> <li>■ יציקת לחץ</li> <li>■ יציקה צנטריפוגלית</li> </ul> |
| 2          | <p>4.4 שיטות לבדיקות יצקת – צבע חודר, בדיקה מגנטית. זרמי מערבולת, רדיוגרפיה אולטרא סוני, CT</p>  |
| 2          | <p>4.5 פעולות גימור וטיפול תרמי לאחר היציקה</p>  |
|            | <p><b>5 עיצוב חומרים פלסטיים (8 שעות)</b></p>  |
| 4          | <p>5.1 מבוא כללי</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ חומר תרמו פלסטי</li> <li>■ חומר תרמו סטטי</li> <li>■ תכונות ושימושים</li> </ul>  |
| 4          | <p>5.2 שיטות עיצוב</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ עיצוב בהזרקה</li> <li>■ עיצוב בניפוח</li> <li>■ עיצוב בכבישה</li> <li>■ עיצוב בשיחול</li> </ul>  |
| 3          | <p><b>6 מטלורגיות של אבקות</b></p> <p>6.1 מבוא כללי – תהליך. שימושים ותכונות המוצרים</p> <p>6.2 עיצוב וסוגי חומרים המופקים מאבקות</p>  |
| 4          | <p><b>7 עיצוב חומרים מרוכבים</b></p> <p>7.1 חומרים מרוכבים</p> <p>7.2 סוגי עיצובים, שימושים בתעשיית המכוניות והמטוסים</p>  |
| <b>120</b> | <b>סה"כ</b>  |

## ה. ספרי לימוד מוסלצים

1. גולומב, מ'. מבלטנות. הוצאת אורט.
2. גולומב, מ'. חישוב וכבישה בחום. הוצאת אורט.
3. גולומב, מ'. ערגול ומשיכה, הוצאת אורט.
4. פרופ' ירינצקי, י'. עיבוד פלסטי בקור. הוצאת מכלול.
5. פרופ' ירינצקי, י'. עיבוד פלסטי בחום. הוצאת מכלול.
6. לוי, מאיר. תורת המבלטנות חלק א. הוצאת המכון לאמצעי הוראה.
7. פבלובסקי, י'. תורת המבלטנות. הוצאת אורט.
8. פישביין, יוסף. הנדסת חומרים וטיפול תרמי. הוצאת אורט.

# התנסותי – מעבדות

1. מעבדה בעיבוד בלתי שבבי (עיבוד פלסטי)
2. מעבדה בתכן מתקנים
3. מעבדה במדידות

## א. מטרות

1. לפתח מודעות לקשרים בעיצוב, ייצור ומדידות של מוצרים.
2. התנסות בשיטות עיצוב בסיסיים בעיבוד בלתי שבבי.
3. התמודדות עם בעיות בבחירת המתקן כתלות בדיוק ובצורת המוצר
4. התנסות בבקרת תהליך המורכב מעיצובו דפינתו ובדיוקו בזמן אמת

## ב. אסטרטגיות הוראה

1. יישום הקשר בין החלק העיוני והתנסותי,
2. החלק התנסותי – הדגמות במעבדה והתנסות אישית.
3. סיורים תעשייתיים

## ג. דרכי הערכה

1. ציונים ביישום וניתוח תרגלי המעבדה,
2. ניסוי אתגרי בודד/קבוצתי.

## ד. פירוט התכנים (הנושאים) – החלק ההתנסותי

נושא: מעבדה בעיבוד בלתי שבבי / תכן מתקנים / מדידות  
טרימסטרים: ג\*, ד, ה (לכל טרימסטר 36 שעות) סה"כ 108 שעות

לכל אחת מהמעבדות יש להעביר בשיעור הראשון הוראות בטיחות ונוהלי עבודה במעבדה

### מעבדה בעיבוד בלתי שבבי (36 שעות)

1. בדיקת תכונות של מספר חומרים או פחים שונים
  - בדיקות החומר לגזירה (במתקן לבדיקת גזירה) ארבעה סוגי חומר. תאור התנהגותו המעשית של כל חומר וחומר כולל כוח גזירה
  - בדיקת גמישות בכפיפה חד צדדית ודו צדדית, במספר סוגי חומר
  - בדיקת מתיחות החומר לפי אריקסן, במספר פחים.
2. ניסוי בגזירת כולל חישובים כוחות גזירה
3. ניסוי בכפיפה כולל חישוב פריסה וכוחות כפיפה ומכבש
4. ניסוי מתיחה עמוקה, כולל חישוב דיסקה, מספר שלבים ומכבש
5. ניסוי בחישול חופשי
6. ניסוי בערגול
7. ניסוי במשיכה
8. ניסוי ביציקה
9. ניסוי בגילוי סדקים

### מעבדה בתכן מתקנים (36 שעות)

1. שלילת דרגות חופש
  - מיקום של מוצרים עם משטח "ישר" שהתקבל מיציקה, חישול
  - מיקום מוצרים עם קדחים, ומשטחים עגולים
2. הידוק ידני של מתקנים וחישוב כוחות הידוק (בורג, אל-מרכזי, בריח, פרקי)
3. הידוק של מתקנים בהידוק לא ידני וחישוב כוחות הידוק (פנימטי, הידרולי וריק)
4. בניית מתקו מחלקים מדולרים לכרסום
5. בניית מתקו לחריטה
6. בניית מתקו לקידוח קדח ושני קדחים



7. בדיקת דיוק המתקן
8. תכנון מתקן ריתוך
9. תכנון מתקן הרכבה

### **מעבדה במדידות (36 שעות)**

1. שימוש בכלי מדידה ברמות דיוק שונות (סרגל, זחון, מיקרומטר, מד זווית ומד גובה)
2. מדידים גבוליים (GO. NOT- GO)
3. בדיקות של סבלות צורה ותנוחה
4. בדיקות של סבלות מצב – מגמה של אלמנטים קשורים
5. חישובי סבולת מתקבלת וטכנולוגית
6. מדידה השוואתית בעזרת קומפרטור מכני ואופטי.
7. בקרת איכות תהליכים בזמן אמת