



פרויקט תכן לייצור – סילבוס חורף 2020/21

מרצה ומנחה: חבייר ארקה

טל': 050-4039169

דא"ל: arcajavier@technion.ac.il (יש להסב את תשומת ליבי ב-SMS/WA)

מטרת הקורס:

- א. התנסות בביצוע פרויקט תכן מכני קטן, כולל ההיבטים הניהוליים, המערכתיים, החישוביים ואנליזות. תכנון משימה ותיעוד הנדסי.
- ב. הפרויקט מהווה יישום של כל מה שנלמד עד שלב זה והשלמת ידע במספר תחומים שאינם מכוסים בקורסים אחרים

תכולת הקורס:

במהלך הקורס נבצע פרויקט תכן מכני, החל משלב הרעיון ועד סקר תיכון CDR - הפרויקט הוא אישי ומקורי!
ניתן לבצע את הפרויקט כזוג או כשלושה. היקף הפרויקט יהיה בהתאם.

דרישות הקורס:

1. במהלך הסמסטר יתקיימו 4 הרצאות - **השתתפות חובה:**
 - א. מטלות הקורס, הפיתוח כהליך להפחתת סיכונים
 - ב. מפרט דרישות, תכולת עבודה, סקר שוק, סקר ספרות
 - ג. סקר חלופות, בחירת חומרים, טכנולוגיות ייצור
 - ד. תכן מפורט ותיעוד הנדסי
2. במהלך הסמסטר יתקיימו 9 מפגשי ייעוץ אישי. **חובה להשתתף בלפחות ב-5.** יש להגיע עם חומר מוכן.
3. הגשת שלב א' עד **06/12/2021**. מהווה 25% מהציון הסופי
הגשת שלב ב' עד **25/03/2021**. מהווה 75% מהציון. לא יתקבלו פרויקטים הנמסרים באיחור ללא אישור - סטודנט הנתקל בקשיים עקב מילואים, מחלה, או כל סיבה אישית מוצדקת מוזמן לפנות במייל לכתובת הנ"ל. גישה חיובית מובטחת.

תכנית הסמסטר ורישום לייעוץ: <https://docs.google.com/spreadsheets/.....>

בהצלחה



בחירת נושא לפרויקט

1. סיפור המסגרת:

- א. כל צוות (שלושה או ארבע סטודנטים) מהווה משרד תכנון עצמאי המציע ליזם תכנון עבור פרויקט לביצוע. היזם ושאר בעלי העניין הינו המרצה
- ב. ההצעה תחל כאקט שיווקי, תציג סקר ספרות: פטנטים, מוצרים דומים או מתחרים, מאמרים או כל חומר רלוונטי אחר (ראה/י פרק בחירת נושא)
- ג. המשך בכתובת מפרט דרישות המהווה חלק טכני בחוזה ותכולת עבודה (SOW) המהווה פרק ניהולי
- ד. בהמשך יהיו כל שלבי התכן והסקרים
- ה. המשימה תסתיים בהגשת תיק מסמכים המכיל את כל התיעוד ההנדסי

2. תכולת המסמכים למסירה בשלב א':

א. מפרט (15%)

ב. סקר ספרות (10%)

3. תכולת המסמכים למסירה בשלב ב':

א. גירסה מעודכנת של המפרט

ב. מסמך שיקולי תכן, חישובים אנליזות. לפחות 6 חישובים לסטודנט

ג. מסמך הנמקה לבחירת חומרי גלם

ד. שירטוטים: 6-8 שירטוטי חלקים לסטודנט, שירטוט הרכבה תיב"מ

ה. תיק הרכבה, כולל תרשימים מפוצצים, סכימות, ושלבי הרכבה

4. צורת הגשה הפרויקט:

- א. טקסט/חישובים/אנליזות יימסרו מודפסים על דפי A4 לכל פרק דף כותרת
- ב. המסמכים משודכים ומנוקבים לתיק קרטון A4. אין צורך בכריכה מיוחדת
- ג. שרטוטים מוגשים בגיליונות A3 עד A2 בלבד מקופלים ובקנה מידה קריא
- ד. חומר שנמסר לא בהכרח מוחזר. על הסטודנט לשמור קבצי מקור או עותק

5. בחירת נושא לפרויקט

- א. בחירת נושא הפרויקט היא מטלה מרכזית בתהליך. בחירה נכונה היא תנאי להצלחה
- ב. לפגישת הייעוץ הראשונה יש להביא 3 הצעות בלתי תלויות לפרויקט. יש להגיש את ההצעות בכתב יד או מודפס. כל הצעה בהיקף של עמוד בודד. לא יתקבלו הצעות בע"פ.
- ההצעה תכלול סכמות/ציורים, והסבר שישכנע את היזם להשקיע בפרויקט
- ג. יש לבחור נושא שיתאים בהיקפו להיקף הקורס – כ-8 חלקי תכן לסטודנט



- ד. רצוי לבחור נושא הקרוב לליבכם ואשר יש בו יתרון על פני מתחרים. (ניסיון קודם כמתכנן, ניסיון כמשתמש, הכרת הצרכים, הכרת התמונה העסקית: לקוחות, ספקים, מתחרים, שותפים, פטנטים)
- ה. במערכת הנבחרת יהיו מנגנונים נעים בהנעה ידנית, חשמלית. הידראוליים או פניאומטיים
- ו. ניתן ורצוי להשתמש בפריטים/ מכלולים קנויים כמו מנועים, מסבים וכד'
- ז. יש לתכנן בפירוט רכיב מורכב אחד לפחות (קפיץ, גלגל שיניים, מסב...וכו)..

סוגי פרויקטים ודוגמאות:

- עזרי ספורט: מתקנים לחדר כושר, מתקני עזר לאימון וכד'
- עזרי רפואה: מתקנים להתעמלות פסיבית, ולפזיותרפיה
- מענה לצרכים: בעבודה, בבית, בתחביב
- צעצועים – לא מומלץ
- אביזרים לתעשיית הרכב: לשיפור הנוחות, הבטיחות

הערות:

1. במקרים בהם קיים במערכת הנבחרת צורך בעיצוב או בטכנולוגיות ייצור המוניות עם השקעה ראשונית גבוהה – הפרויקט יתמקד בתכן אב טיפוס לצורך בדיקות פיתוח לקראת תכן המוצר הסופי
2. במקרים בהם המערכת כוללת אלקטרוניקה ו/או תוכנה הסטודנט יתפקד כמנהל הפרויקט וכמתכנן המכני בלבד



המבנה האירגוני ומקומו של מהנדס המכונות – מטריצה רב מימדית

- א. הלקוח: מזמין, משתמש, נציגים
- ב. הנהלת החברה: סמנכ"ל מו"פ, סמנכ"ל כספים ובקרה, סמנכ"ל שיווק ופיתוח עיסקי, משא"ן
- ג. ניהול הפרויקט (לקוח פנימי): מנהלה, ראש הפרויקט, מנהל תכנון ובקרה, מנהל ILS
- ד. מו"פ: מהנדס מערכת ראשי, ממ"ע מכניות, ממ"ע אלקטרוניות, ממ"ע תוכנה, ממ"ע ייצור, ממ"ע צב"דים
- ה. אגף הנדסה: מח' מערכת, מח' מכניקה, מח' אלקטרוניקה, מח' תוכנה, מח' צב"דים
- ו. ספקים: חומרי גלם, רכש קטלוגי (קשיחים, רכיבים אלקטרוניים, כלי עבודה...וכו), רכש עבודות חוץ (BTP), רכש מיקור חוץ (BTS)
- ז. מפעל ייצור: מהנדס מערכת ייצור, תפ"י, רכש, מחלקות ייצור/הכללה, מחסן מוצרים בתהליך/גמורים
- ח. סיוע פרויקטאלי: הנדסת סביבה, מתקן ניסויים, אא"כ ותקינה, מטלורגיה, כימיה, חוזק, מעבר חום, מח' רכש ולוגיסטיקה, סדנת דגמים, בית מלאכה, מחשוב, מידע עסקי (ERP), תיעוד, אריזה ושינוע....

הנדסת המערכת – מהלך חיי פרויקט

- (1) **קדם תכן - הנבטה**: מחקר, לימוד הצרכים, זיהוי סיכונים, סקר ספרות, סקר פטנטים, מידע עסקי תעשייתי, בקשה לקבלת מידע מספקים - RFI
- (2) **קדם תכן - היבטים עסקיים**: גיוס משקיעים/שותפים, שיווק, אופיון, מפרט, דגם עלות, מחיר. התקשרויות רכש: מפרט = Spec., תכולת עבודה = SOW, בל"מ = RFP, חוזה, סקר חוזה, תנאי התקשרות = T&C, סקר דרישות = SRR
- (3) **התנעת הפיתוח המלא (FSD)**: תכן קונספטואלי, סיעור מוחות = BS, הצגת מספר חלופות תכן, תוכנית ניהול סיכונים, תכנית עבודה, סקר תיכון מערכתי = SDR
- (4) **תכן ראשוני**: הגדרת ממשקים, תכן עקרוני, בדיקת רעיונות, החלטות make/buy, חישובים/אנליזות ראשוניות: טולרנציות, חוזק, חום, דינמיקה, תנאי סביבה. סקר תיכון ראשוני = PDR



(5) **תכן קריטי:** תכן מפורט, ייצור דגמים, הקפאת ראשונית של תיקי ושרטוטי הייצור, גליונות ביקורת, תיקי הרכבה ובחינה. חישובים סופיים, תכנון מתקני עזר להכללה, תכנון ציוד בדיקה ובחינה (צב"דים). תיעוד הנדסי. סקר תיכון קריטי = CDR

----- עד כאן תכולת הקורס..... בפועל יש המשך: -----

(6) **הוכחה:** סקר מוכנות לניסוי = TRR. ניסויי פיתוח להפחתת סיכונים, ניסויי אישור דגם - מבחני סביבה = QTI

(7) **התארגנות לייצור:** הקמת קווי ייצור והכללה, ייצור קדם סדרה, סקר מוכנות לייצור = PRR

(8) **ייצור ובחינה:** ייצור סדרתי, בדיקת פריט ראשון = FAI, בדיקות סינון = ESS, בדיקות קבלה = ATI, השלמות תיעוד (הוראות הפעלה, השמשה ותחזוקה, סבב שיפורים ושינויים/ התנעת דור ב')

(9) **תמיכה כוללת במוצר - תכ"מ = ILS:** ספרות, הדרכה, הטמעה, חלקי חילוף, תחזוקה מונעת, תחזוקת שבר, מעקב ובדיקות התיישנות, גריט