



“כמה עולה מכונה?”

מאחורי הקלעים של הצעות המחיר לתכנון מכונות

“הנדסת מכונות הוא מקצוע רצינוני – הכל מחושב ובדוק מראש.”

לא נכון.

מהנדסי מכונות עובדים הרבה יותר לפי תחושות בטן ואינטואיציה מאשר לפי חישובים “קשים” עם תוצאות ברורות מראש. במילים אחרות, אף מהנדס לא מחשב ממש כל בורג וכל חלק בתכנון שלו.

כמובן שאם יש ספק מבצעים חישוב מהיר כדי לוודא שהאינטואיציה נכונה, אבל בשום אופן אין למהנדס זמן לבדוק כל אלמנט בכל חלק.

זו אולי הסיבה על כך שהרבה פעמים כאשר שומעים על מהנדס שהצטיין בלימודים והוא פשוט לא מתכנן מוצלח – הוא כנראה לא הצליח להפנים את הרעיון ולרכוש את תחושות הבטן ונשאר רק עם המספרים והחישובים – טוב לאקדמיה, פחות מתאים לתעשייה.

מה שמפריד בין מתכנן טוב למתכנן לא טוב הוא היכלת, שבנויה על נסיון וידע, לדעת איפה חובה לרדת לפרטים ולוודא ואיפה זה פחות חשוב.

מה התוצאה במכונה שאתה מקבל?

אם המהנדס עשה עבודה טובה, הלקוח מרוויח מכונה חזקה, אמינה וטובה יותר דווקא מהסיבה הזו.

למה?

מהנדס שלא מחשב כל חלק יתכנן מכונה עם יותר “ברזל” במקומות הקריטיים, יכניס מיסבים עם אורך חיים ארוך יותר, מנועים חזקים יותר ועוד ועוד מהסיבה הפשוטה: “טעות” כלפי מעלה [בחלק יותר טוב\ יותר חזק] תעלה כך וכך שקלים, אבל טעות כלפי מטה, עלולה לגרום לשבר בחלק\ מהירות לא מספיקה\ זמן חיים קצר מדי\ תנודות גדולות מדי ועוד כך שהשיקול ברור – עדיף ליצור חלקים חזקים יותר מהנדרש ולא להסתכן בכשל של המכונה.

כדאי לך לשאול...

אם הנדסה היא לא במספרים אלא באינטואיציה ודמיון, יש לך כל סיבה שבעולם לשאול ולקבל תשובות טובות ואמיתיות מה המתכנן מתכוון לעשות, איך זה יפתור את הבעיה, מה המשמעויות של הבחירות שהמתכנן מבצע והיכן נקודות הכשל האפשריות.

אם אינך בטוח בתשובות שקבלת, שאל שוב כדי לוודא שהבנת או פנה לאיש מקצוע אחר להתייעצות. לא בריא להתחיל פרויקט כשאינך תשובות טובות לרוב השאלות והחששות שצצות לפני תחילת הפרויקט[גם ככה יצוצו עוד בעיות בהמשך...].



האמת על הצעות המחיר שתקבל

נושא רגיש...

הרבה מאד פעמים נשאלתי "איך זה שקיבלתי הצעות מחיר לאותה העבודה – אחת ב 50,000 ש"ח ואחת ב – 150,000 ש"ח?"

לא היה לי נעים לומר, אבל גם כאן, תחושת הבטן של המהנדס נכנסות לעבודה...

מה הכוונה?

כשהלקוח מבקש הצעת מחיר לעבודה, המהנדס צריך לתת לו הצעה אמיתי שתגלם את עלויות התכנון, ההרכבה, החלקים, ההובלות + רווח כלשהוא + מקדם בטחון.

כדי לתת הצעה כזו המהנדס זקוק להתקדם בתכנון בצורה רצינית – להשקיע זמן תכנון יקר – עוד לפני הצעת המחיר. תכנון ראשוני ברמה טובה למכונה יכול לארוך כשבוע ולפעמים יותר. עלות הזמן הזה למהנדס היא אלפי שקלים – שעליהם אף אחד לא משלם ובטח אם ההצעה לא מתקבלת...

לכן המהנדס מבצע "הערכה" של המחיר – כך הוא חוסך זמן יקר ונותן הצעת מחיר ללקוח בלי תכנון מעמיק.

בוא נבחן יחד מנקודת המבט של המהנדס – מהן ההשלכות של ההערכה שהוא מבצע:

אם ההערכה נמוכה מדי – המהנדס ייכנס לפרויקט בהפסד. כלומר, המהנדס ישקיע זמן תכנון [יקר, כבר אמרתי?], כסף ברכש חלקים ותשלום לקבלני משנה ובסוף ישאר בלי רווח או אפילו יפסיד כסף. מאחר ומכונות נוטות להיות לא זולות, טעות אחת או שתיים מהסוג הזה עלולות לחסל את העסק שלו מבחינה כלכלית.

אם ההערכה גבוהה מדי, יש שתי אפשרויות: או שהלקוח יקבל את ההצעה ואז המהנדס ירוויח יותר ממה שציפה, או שהלקוח ידחה את ההצעה ואז המהנדס יפסיד הזדמנות להרוויח כסף, אבל לא יסכן את העסק שלו.

לו אתה היית במקומו, היית מעדיף לטעות בהצעת המחיר כלפי מעלה או כלפי מטה?

[כלפי מעלה!, כלפי מעלה!]

יפה.

זה גם מה שאני הייתי עושה.

וזו גם הסיבה שהצעות המחיר לתכנון מכונות נוטות להיות תנודתיות בצורה שנראית מבחוץ חסרת הצדקה. בא נבחן את הנושא מנקודת המבט של הלקוח [שלך]:

נאמר ש"נפלת" על מהנדס שלקח סיכון ונתן הצעה נמוכה יחסית.

מה זה אומר בפעל?



זה אומר שהמהנדס העריך את ההשקעה שלו ב X שעות / ימי עבודה, Y כסף לספקים וקבלני משנה ו-Z זמן בניהול הפרויקט הרכבה וכו'.
מה יקרה כשהוא יראה שההצעה שלו הייתה נמוכה מדי והוא הולך להפסיד?

[מה אתה היית עושה במקומו?]

קודם כל הוא עושה הערכת מצב: זה הסכום שיש לי וכך אני צריך לבצע את העבודה. "זה מה שיש ועם זה [ננסה] לנצח" – הוא מתחיל לחפש חלופות זולות יותר לרכיבים סטנדרטיים ולחלקים בעיבוד מתכת. הוא מתפשר על רכיבים באיכות ירודה יותר [המכונים "סינים"], הוא מתפשר על שיטות ייצור של חלקים, הוא מנסה לתכנן מהר כדי לבזבז כמה שפחות זמן על עבודה לא רווחית, ובמקרה הטוב, הוא מציג מוצר קצת פחות טוב במחיר יותר נמוך.

לדעתי זה סביר שלקוח שחיפש מחיר נמוך יחסית יתפשר קצת על האיכות.

במקרה הרע, משהו מתפקשש...

כבר סיפרתי למעלה מה יכול להיות מחיר הטעות של מהנדס שבוחר לחסוך כמה שקלים ולתת פתרון פחות בטוח.

המכונה יכולה לא לבצע את התפקיד שלה בצורה טובה, יכולה להחזיק מעמד פחות זמן או לדרוש יותר כיוונים ואחזקה צמודה יותר.

זה כבר משהו שלא מגיע ללקוח, גם אם הוא רצה לשלם פחות.

במקרה הכי גרוע, המהנדס פשוט "נופל" אל מעבר לנקודת ה"אל חזור" – הוא לא יכול לספק את המכונה [ולפעמים פושט רגל] ואז כולם מפסידים - חוץ מעורכי הדין.

מאחר ותמחור לא נכון של הפרויקט הוא הגורם העיקרי לנפילה של פרויקטים, כדאי לחשוב טוב לפני שבוחרים הצעות מחיר לתכנון והרכבת מכונה לפי מחיר בלבד.

קח את זה בחשבון כאשר אתה מקבל הצעות מחיר לתכנון מכונה. אל תתביש לשאול את המתכנן איך הוא בנה את ההצעה ואל תופתע כאשר הוא שם מקדם בטחון גבוה – יש כאן סיכון למהנדס והסיכון מתומחר בכסף. כמובן, שכלל שהמכונה יותר "לא סטנדרטית" הסיכון גבוה יותר וההצעות שתקבל יתבססו יותר על "הערכה" מאשר על ידע אמיתי.

מסיבה זו מומלץ מאוד לדרוש מהמתכנן תכנון מוקדם מפורט ככל האפשר עוד לפני אישור סופי של המחיר כדי לוודא שהמחיר בנוי על בסיס תכנוני יציב ולא רק על בסיס הערכות בלבד. בנוסף, כך תוכלו לוודא שהמכונה המתוכננת עומדת בדרישות.

לחילופין, אם ["במקרה"] אתה מתעניין בהתחלת תהליך של תכנון ויצור של מכונת יצור, אתה מוזמן לשמוע

על "**המכונה שמפחידה את המתחרים שלך**" בקישור [כאן](#)

(שים לב: תוכן מכירתי לפניך!)

או התקשר לטלפון: 052-6393998

בברכה

אהד ליפניק – מנכ"ל "לתכן עולם"