

## אסטרטגיה בתהליך פיתוח מוצרים מחומרים פלסטיים

נכתב על ידי: דרור חזנר, 23/12/2006.

מחזור החיים של מוצרים טכנולוגיים הכוללים בתוכם חלקים פלסטיים, כמו לדוגמה טלפונים סלולאריים, מתקצר בעקבות שינויים טכנולוגיים ושינויים אופנתיים. אולם לשינוי בטעמי הצרכנים השפעה רבה על מוצרים לא טכנולוגיים, כמו ריהוט גן וגם להם אורך חיים מוגבל.

השינויים הטכנולוגיים התכופים בשילוב עם השינויים בטעם הצרכנים, מחייב ארגונים לעסוק כל הזמן בפיתוח מוצרים חדשים, תוך כדי ייעול וקיצור זמני הפיתוח. ישנם ארגונים אשר פונים למיקור חוץ לביצוע עבודת הפיתוח, במיוחד כאשר מושא הפיתוח אינו חלק מיכולת הליבה של הארגון. פניה לגורם חיצוני מצריכה תיאום בין כל הגורמים המעורבים בתהליך הפיתוח של המוצר, משלב הרעיון ועד לייצור.

כמו משחק כדורסל מוצלח, הצלחה בתכנון וייצור של מוצר פלסטי תלויה במאמץ קבוצתי ואסטרטגיה מפותחת היטב. כאשר מפתחים מוצר פלסטי או כזה הכולל חלקים פלסטיים, ישנם גורמים רבים משפיעים על התיכון והייצור. על האנשים המעורבים בפיתוח המוצר להיות מגוונים: יועצים (מומחים בתחום), מעצבי המוצר, מנהל הפרויקט, מהנדסי הפיתוח, ספקי חומרי הגלם, יצרני התבניות, כלי הייצור ויצרן המוצר (מפעל הייצור וההרכבה).

הצלחה בפיתוח המוצר תלויה במאמץ הקבוצתי של הגורמים הללו ומצריכה פיקוח ותיאום מתמיד בין חברי הקבוצה השונים. הסיכוי לייצר מוצר אשר יצליח ויתחרה בצורה טובה בשוק גדל, כאשר האסטרטגיה מנצלת את מלוא החוזקות של חברי הצוות. מתחשבת במגבלות חברי הצוות ונמנעת מהטלת כל העומס על איש צוות אחד. על מנהל הפרויקט או מתכנן המוצר לשקול גורמים אלו, מוקדם ככל האפשר בשלב בניית האסטרטגיה, ולבצע התאמות על בסיס הנתונים המתקבלים ממגוון האנשים המעורבים בפרויקט.

בשלב מוקדם ככל האפשר של תהליך הפיתוח, יש לשדל בו זמנית את כל אחד מחברי הצוות השונים לספק משוב לגבי המוצר, לפני שהרבה אספקטים הקשורים בתהליך העיצוב והתיכון יקבעו ולא יוכלו להשתנות. יש לפתח את המוצר בהתאם להצעות השונות הנוגעות לשיפור ביצועים, או עבור שיפור ופישוט מגוון תהליכי הייצור השונים כמו בניית כלי הייצור, תהליך העיבוד, תהליך ההרכבה והגימור.

ישנים מקרים בהם ממהרים להעביר תכנונים מצב של פיתוח קונספט או תכן ראשוני ישירות לייצור, וזאת מבלי להתייחס לאספקטים השונים של הייצור. במקרים רבים מתוכננים חלקים פלסטיים ללא ידע מוקדם או הבנה של כלי הייצור, תהליך העיבוד וההרכבה. בשני המקרים הללו חוסר ההתאמה לייצור או הקושי לייצור מוביל לתהליך ייצור מסובך ויקר אשר מוסיף עלויות בלתי נדרשות למוצר.

קבלת משוברים בשלב מוקדם ממגוון גורמי התיכון והייצור, עוזרים למקד את צומת הלב במכלול העלויות של המוצר, לעומת מיקוד בעלויות החלק עצמו או תהליך הייצור. במקרים מסוימים כאשר מדובר על ייצור של מספר מצומצם של חלקים או סדרת ייצור קטנה, על ידי הוספת שלב עיבוד נוסף אשר מתבצע בצורה ידנית, קדיחת חור שלא במישור החליצה של התבנית, יכול להוביל להוזלה בכלי הייצור ובסופו של דבר להוזלה במחיר המוצר או החלק. במקרים אחרים כאשר מדובר על ייצור מספר רב של חלקים או סדרות ייצור גדולות הוספה של עלויות לכלי הייצור או העיבוד יכול להקל על תהליך ההרכבה, הוספת סנפים לחלקים מייקרת אומנם את מחיר התבנית ומחיר החלק, אולם מפשטת את תהליך ההרכבה וחוסכת זמן וכח אדם יקרים. דוגמא נוספת יכולה להתבטא בהגדרת חומר הגלם לייצור החלק, לעיתים הגדרה של חומר גלם צבוע בצבע מוגדר מראש ובעל תוסף נגד קרינה אולטרא סגולה, יכול לבטל תהליך משלים כמו צביעה, שעלול בתורו לגרום לפחת ולעלויות נוספות כמו שינוע.

כאשר מתכננים ומפתחים מוצר או חלק יש להתמקד ולשים דגש על הגדרת הדרישות של החלק או המוצר מבחינת ביצועים ומראה, הגדרת הדרישות האמיתיות הנדרשות מהמוצר, הערכת שיטות הייצור והעיבוד השונות, הפחתת עלויות הייצור וביצוע בדיקות לאב טיפוס. מהסיבות המצוינות מעלה על כל התהליכים להתבצע בו זמנית.

ההחלטה לייצר חלק או מוצר מחומר פלסטי איננה מתייחסת רק לנקודת האיזון הכלכלית של כמות המוצרים המצדיקים בניית כלי ייצור. ההחלטה מורכבת הרבה יותר ומחייבת התייחסות למאפיינים שונים של החומרים וטכנולוגיות הייצור.

הכרות עם תהליך התכנון של חלקים ומוצרים מחומרים פלסטיים (בעיקר בהזרקה), חשובה לשם תאום ציפיות בין יזם הפיתוח לגורם המתכנן בעיקר בשלושה אספקטים: לוחות זמנים, תקציב ואחריות משותפת. תהליך הפיתוח של חלקים ומוצרים מוזרקים ייחודי בגלל שני מאפיינים עיקריים: עלות כלי הייצור (תבניות, פיות וכדומה), בכלל זה עלות ביצוע שינויים

ותיקונים. המורכבות הגיאומטרית של החלקים הנובעת מצרכים פונקציונאליים, והרצון למימוש יתרונות הטכנולוגיה ודרישות עיצוביות.

בתהליך הפיתוח של חלקים פלסטיים ישנם שלבי בדיקה מסוגים שונים, שתפקידם לוודא שהתקדמות תהליך הפיתוח עומד בקנה אחד עם הגדרת הדרישות. תחילה מבחינת התאמת הפתרונות והקונספט הנבחר, עיצוב המוצר ולבסוף מבחינת התכנון המפורט.

ישנם חמישה מרכיבים מתודיים עיקריים בתהליך הפיתוח של מוצר פלסטי:

1. הגנט – קביעת לוח הזמנים בפרויקט.
2. אפיון המוצר – מפרט הגדרת דרישות.
3. המפרט הטכני.
4. סקרי התיכון (PDR, CDR).
5. קובצי תיב"ם ושרטוטים.

שרשרת הפיתוח של מוצר פלסטי או המכיל חלקים פלסטיים כוללת את השלבים הבאים:

מחקר:

- אפיון ראשוני של המוצר.
- מחקר שוק – שוק יעד, מתחרים ותמחיר ראשוני.
- כתיבת מפרט דרישות ראשוני המתאר את המוצר, מספר החלקים, משתמשים וכדומה.

גיבוש קונספט:

- גיבוש רעיונות תוך התחשבות באילוצים ובהתניות שהוגדרו במפרט הדרישות.
- בחירת מספר קונספטים ובחינת מימושם – בדרך כלל שלושה.
- בחירת הקונספט המתאים ביותר.
- עדכון מפרט הדרישות.

עיצוב:

- גיבוש רעיונות תוך התחשבות בנושאים כמו הנדסת אנוש, עיצוב גראפי ו-GUI.
- עיצוב ראשוני – גיבוש מספר חלופות לרעיונות עיצוביים למימוש התצורה הנבחרת.
- עיצוב מפורט - פיתוח עיצובי נוסף של הכיוון הנבחר עד לרמת עיצוב סופי.

#### הנדסה:

- תכן ראשוני - כולל ביצוע תכן ראשוני של הכיוון העיצובי הנבחר.
- תכנון מפורט – כולל ביצוע תכן פרטני של המוצר.
- הכנת תיק מוצר שכולל שרטוטי חלקים מפורטים והרכבות עיקריות.

#### דגמים:

- מוק אפ – מתבצע בדרך כלל בסיום תהליך העיצוב הראשוני והסופי.
- בניית דגם אב טיפוס ראשוני בטכנולוגיות שונות (תכן ראשוני).
- בניית דגם אב טיפוס פונקציונאלי בדיגום מהיר או בעיבוד שבבי (תכן מפורט).

#### סדרת ייצור/דגמים קטנה:

- ייצור החלקים בעיבוד שבבי.
- ייצור תבניות סיליקון ושכפול החלקים ביציקת לחץ נמוך.
- תבניות הזרקה מאלומיניום.

#### סדרות ייצור:

- בניית כלי ייצור – תבניות הזרקה, פיות שיחול ועוד.
- ייצור חלקים ראשוניים וביצוע שינויים ועדכונים לכלי הייצור.
- ייצור סדרתי של חלקי המערכת כולל הרכבות.