

TRIZ - פתרון בעיות המצאתיות:

תהליכים, כלים ושיטות

שרה גרינברג, מכון טכנולוגי חולון, osa10@zahav.net.il

תקציר

הופעת המצאה, או פטנט הן פועל יוצא של פתרון בעיה. הופעה של "המצאה" לפי שיטת ה-TRIZ מוגדרת כפתרון בעיה המצאתית. גיינריך אלטשולר מייסד וממציא שיטת ה-TRIZ הגה ופיתח אותה בתקופת עבודתו כמהנדס ורשם פטנטים בצי הסובייטי.

תיאורית ה-TRIZ (The theory of inventive problem solving) היא מערכת של חוקים ועקרונות המבוססת על המכנים המשותפים בין המצאה, חשיבה יצירתית ופתרון בעיות טכנולוגיות. מטרתה להביא ליצירת טכנולוגיות מתקדמות ולפתירת בעיות מסובכות ע"י השימוש בכלים יצירתיים שנלמדו מפתרונות קודמים לבעיות דומות.

מהי בעיה המצאתית?

בעיות המצאתיות במערכות טכנולוגיות מופיעות בתהליכים שמטרתם לשפר חלק או פונקציה אחת במערכת ללא יצירת השפעה מזיקה על יתר החלקים במערכת ותפקודם. שיפור זה מביא לקפיצת מדרגה בביצועי המערכת ולשיפור ניכר ביחס תועלת עלות של המערכת הכוללת.

קיים הבדל מהותי בין ממציא למתכנן מערכות לצורך שיפורן. "בעיה המצאתית" לעיתים נחשבת בטעות לבעיה הנדסית, טכנולוגית, או תכנון לוגי. "הממציא" מחפש לפתור בעיות עם סתירות (contradictions). אחרי פתרון הבעיה המוגדרת המצאתית יש ליישמה הלכה למעשה במערכת. שלב זה מצריך ידע בתחומי תוכן כמו הנדסה, טכנולוגיה, תכנון ומדע.

תהליכים ממוקדים לפתרון בעיות המצאתיות

כדי להביא לשיפורים פורצי דרך במערכות טכנולוגיות אנו נתקלים לרוב בבעיות המציבות אתגרים, הנפוץ שבהם הוא מצב בו חלק אחד של המערכת נדרש לבצע פעולות או לקיים פונקציות המנוגדות זה לזו בו זמנית והנקרא סתירה פיזיקאלית: "Physical contradiction".

כדי להצליח במציאת פתרונות יש להתמקד בהגדרת הבעיה, במגבלות, במשאבים ובמציאת החלק במערכת בו יש דרישה לקיום תכונות או פונקציות, המנוגדת זו לזו ולפתור את הסתירה ללא "פשרה" כלשהי.

הגילויים העיקריים שאפשרו את פיתוח שיטת ה-TRIZ

- ❖ ל 99.7% מההמצאות הידועות כיום יש עקרונות משותפים לפתרון בעיות.
- ❖ פחות מ – 0.3% מההמצאות מוגדרות כהמצאות "חדשות".
- ❖ פריצת דרך טכנולוגית היא תוצאה של פתירת סתירות (ניגודים).
- ❖ ממצאים ובעלי חשיבה יצירתית משתמשים בדגם חשיבה דומה.
- ❖ פתרון יצירתי של בעיות הוא אוניברסאלי ומשותף לכל תחומי החיים.
- ❖ האבולוציה של מערכות אותם יצר האדם נשלטת ע"י מגמות ומנגנונים קבועים.
- ❖ המצאות חדשות נוצרות באופן שיטתי ע"י שימוש בניסיון קודם ובפתרונות ידועים.

העיקרון המרכזי של השיטה הוא, כי כל מערכת טכנולוגית "מעשי ידי אדם" נועדה לענות על צורך באמצעות פונקציה מרכזית אחת לפחות, וכי מערכות טכנולוגיות משתנות לפי כללים אבולוציוניים מובנים. ניתן לנבא מגמות התפתחות עתידיות של מערכות טכנולוגיות באמצעות ניתוח ויישום חוקים אלו.

מה מייחד את שיטת ה TRIZ

שיטה זו מתייחדת בכך שהיא משמשת ככלי המחולל "המצאות" הפותר בעיות שלכאורה נחשבות לבלתי פתירות ומביא לפריצות דרך טכנולוגיות.

מאפיינים עיקריים של השיטה:

- ה TRIZ פותח ככלי וכשיטה המתארים את המכנה המשותף של מאות אלפי פטנטים. יתרון בפיתוח טכנולוגיות חדשות בעלות תכונות חדשניות.
- החשיבה היצירתית והתפיסה כי "הכול אפשרי" בפתרון בעיות – מהווה יתרון בפתיחות מחשבתית ובהסרת מחסומים פסיכולוגיים.
- הגדרת הבעיה באופן מדויק מאפשרת את פתרונה באופן שיטתי.
- השיטה מבוססת על טכניקה להתרת ניגודים וסתירות. באמצעותה ניתן להתגבר על מכשולים שלא ניתן להתגבר עליהם בדרך אחרת. ייעול ושיפור תהליכי ייצור, ניהול וקבלת החלטות, ופיתוח טכנולוגי מתקדם.
- התאמת השיטה לתחומים שונים, תוך שימוש בעקרונות המובילים לחדשנות.

מושגי יסוד, חוקים, כלים, ושיטות מתקדמות לפתרון בעיות המצאתיות

לשיטת ה TRIZ מספר רב של כלים ברמות שונות לפתרון בעיות המצאתיות הנה כמה מהם:

- עקרון המערכת ה"אידיאלית"

המגמה האבולוציונית העיקרית של התפתחות מערכת טכנולוגית מוגדרת כיחס בין סך כל ביצועי המערכת המייצרים ערך לבין האפקטים השליליים (Harmful effects) שהיא מייצרת והעלויות (Cost) הכרוכות בתפקודה. מערכת אידיאלית הינה מערכת המממשת את הפונקציה לה היא נועדה בצורה מושלמת ללא צריכת משאבים וללא יצירת נזק:

$$Ideality = \frac{\sum \text{Functionality}}{\sum \text{Harmful effects} + \sum \text{Cost}}$$

ככל שערכי תפקודה של המערכת יהיו גבוהים יותר וואו האפקטים השליליים במערכת ועלויותיה נמוכים יותר, רמת האידיאליות שלה תהיה גבוהה יותר.

תפיסת עקרון "המערכת האידיאלית" היא פשוטה ובעלת עוצמה גם יחד. ארגונים שואפים לממש אותה ע"י חדשנות בתחומי התכנון, הביצוע ובפתרון בעיות. התרבות המערבית כה רגילה להשתמש בפשרות שלעתיים קרובות אינה מנסה להגשים אידיאל זה בשל ההנחה שהוא לא ניתן לביצוע מראש.

• **"ניגוד" או "סתירה" במערכת טכנולוגית (*Contradiction).**

סתירה במערכת טכנולוגית הינה המודל הראשוני לניסוח בעיה המצאתית. סתירה במערכת טכנולוגית מוגדרת כמצב בו חלק אחד של המערכת או פרמטר צריך לקיים דרישות המנוגדות זו לזו בו זמנית. הופעת סתירה במערכת טכנולוגית מבדילה בין בעיה המצאתית לבעיות אחרות.

• **"40 העקרונות ההמצאתיים" (40 Inventive principles).**

עקרונות המצאתיים משמשים לפתור בעיות עם סתירות. עקרונות אלו מתארים דרך או כיוון לפתרון בו יש להשתמש כדי לפתור בעיה.

• **ניתוח חומר-שדה (Substance-Field analysis).**

זוהי שפה הבונה מודל לתיאור האינטראקציות בין כל מרכיבי המערכת ומאפשרת לנסח פתרונות סטנדרטיים לבעיות המצאתיות מתוך מאגר ידע קודם של פתרונות דומים.

• **ARIZ (Algorithm for inventive problem solving)**

אלגוריתם מובנה לפתרון בעיות טכנולוגיות, שלא נמצאה להם מקבילה מתוך מאגרי ידע של פתרונות דומים.

• **התפתחות אבולוציונית של מערכות טכנולוגיות מאפשרת חיזוי של טכנולוגיות עתידיות.**

• **מאגרי מידע מדעיים**

מתחומי הפיסיקה, כימיה, גיאומטריה ומבנים מרחביים, ביולוגיה ועוד המשמשים ליישום הפתרון הלכה למעשה.

בימינו, צמיחה כלכלית ברמות טכנולוגיות מתקדמות היא קשה, דורשת חדשנות, מקוריות ויוזמה אמיתית. החדשנות מתאפשרת הודות להפעלת הדמיון, החקירה, החופש להתנגד ולבקר, לבחון השערות ולקשור קשרים. לפי שיטת ה TRIZ חדשנות טכנולוגית מתרחשת בקפיצות, והמעבר ממערכת טכנולוגית קיימת לחדשנית יותר מתרחשת כאשר מופיע פתרון המצאתי לבעיה קיימת.

במדינות שונות בעולם הבינו את הפוטנציאל הגלום בהוראת שיטה זו ובמקומות שונים מצויים מרכזי TRIZ המלמדים את השיטה ומפרסמים באתריהם עבודות ומחקרים הקשורים בפיתוח ובאפליקציות של השיטה כל אחד בתחומו. מרכזים כאלו אפשר למצוא ברוסיה, ארה"ב, גרמניה, יפן וקוריאה. ברוסיה אף מלמדים TRIZ בחלק מבתי הספר היסודיים ובתיכון.

מומלץ להתחיל בבנייה ויישום של תכניות להוראת ה TRIZ בבתי הספר בישראל ובכך לקדם באופן משמעותי את יכולות הדור הצעיר להתמודד עם האתגרים הטכנולוגיים המופיעים חדשות לבקרים.

רשימת מקורות

John Terninko, Alla Zusman, & Boris Zlotin (1998). "An Introduction to TRIZ" (Theory of Inventive Problem Solving). CRC press.

Salamatov, Y. (1993). "TRIZ: The Right Solution at the Right Time". Insytec B.V.

Semyon D. Savransky (2000). "Engineering of creativity introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving". CRC press.

Zlotin and A. Zusman, (1999). "Tools for Classical TRIZ". Ideation International

 

קול קורא להגשת תקצירים לכנס הרביעי
יוזמות לקידום הלמידה במוסדות ההשכלה הגבוהה

יתקיים ביום ה' יד' בסיוון תש"ע, 27 במאי 2010,
במכללה האקדמית להנדסה אורט בראודה בכרמיאל

נושא מרכזי: פיתוח כישורי חשיבה של סטודנטים
בין הנושאים בהם יעסוק הכנס

- מיפוי מיומנויות החשיבה הנדרשות מן הסטודנטים ומן הבוגרים
- קורסים לשיפור מיומנויות חשיבה- פיתוח ומחקרי הערכה
- פתרון בעיות וקבלת החלטות
- דרכי הוראה והכשרת מרצים לקידום מיומנויות חשיבה של סטודנטים

הרצאת עוגן של פרופ' ראובן פוירשטיין, יו"ר המרכז הבינלאומי לקידום כשר הלמידה
יועץ לוועדת התכנית: פרופ' שלמה קניאל, בית הספר לחינוך אוניברסיטת בר-אילן ומכללת אורות אלקנה

מועד אחרון להגשת הצעות: 02.03.2010

ליצירת קשר גב' שני אלצ'ק בדוא"ל tlc@braude.ac.il טל' 04-9901724

ההרשמה דרך אתר הכנס <http://conferences.braude.ac.il/tlc2010> 