

מדריך כיס לפתרון בעיות

**חשיבה יצירתית שיטתית
בעזרת מנופי השראה**



עמוס רדליך

מתבסס על הספר

"איך להמציא

כפי להמציא

את הגלגל"

חשיבה המצאתית בבלי
לפתרון בעיות הנדסיות
מאת עמוס רדליך

וכן מתבסס על מתודולוגיית I-TRIZ
באדיבות חברת Ideation International

לפרטים נוספים וסדנאות

www.rankup.co.il

Amos.Redlich@gmail.com

053-7737562

© כל הזכויות שמורות לעמוס רדליך

למה צריך מדריך ביס?

מדריך הכיס ישדרג את היכולת היצירתית שלך ויהפוך אותה לשיטתית יותר. בעזרת 168 דוגמאות מעשיות או "מנופי השראה", הוא יעזור לך לפתור בעיות ולחשוב על רעיונות רבים יותר ויצירתיים יותר בהשוואה לכל שיטה אחרת.

הברטיסיות נחלקות לשש קבוצות. לכל קבוצה צבע משלה והיא כוללת מספר מנופי השראה (כמצוין)

1. הפרדה על פי תנאי. 20
2. פרדה בין חלק למכלול. 20
3. הפרדה בזמן. 24
4. הפרדה במרחב. 12
5. העלמת פעולות מזיקות. 31
6. איתור משאבים. 61

מנופי השראה, בשיתוף היכולת היצירתית והדמיון שלכם, יציתו אצלכם רעיונות יצירתיים לפתרון בעיה שעל הפרק.

מהי בעיה?

האם קרה לכם פעם שנתקעתם באמצע שום מקום עם תקר בגלגל, ואז גיליתם שאין לכם ג'ק בתא המטען? בתנאים רגילים החלפת גלגל היא בעיה מוכרת ופשוטה שכל נהג יודע לפתור. אבל כשחסך ג'ק, היא הופכת לבעיה קשה לפתרון, הדורשת חשיבה יצירתית.

בעיה אם כך, היא מצב מצוי שאינו רצוי, אשר נדרש לפתור. כלומר לצמצם את הפער בין המצוי לרצוי.

העולם מעמיד אותנו בפני שני סוגי בעיות:

בעיות שאנחנו יודעים לפתור. כי הן פשוטות, כבר פתרנו דומות בעבר, או למדנו באוניברסיטה איך לפתור אותן, או שיש לנו ידע אישי כיצד לפתור אותן.

בעיות שאנחנו לא יודעים לפתור. כי הן מורכבות, לא פתרנו בעיות דומות בעבר, או שלא למדנו לפתור אותן

באוניברסיטה, וחסרים לנו כלים לפתרון. במקרים כאלה אין ברירה אלא לחשוב בצורה יצירתית.

ארבעה צעדים לפתרון הבעיה

גישת "מנופי ההשראה" כוללת ארבעה שלבים:

1. פירוק הבעיה (או המערכת) למרכיביה.
2. הבנת קשרי סיבה תוצאה בין המרכיבים.
3. איתור משאבי סביבה שיתמכו בפתרון הבעיה.
4. מציאת פתרון יצירתי למרכיבי הבעיה תוך ניצול משאבי סביבה.

פירוק הבעיה לגורמים

בדי לפתור בעיה יש להבין את המנגנון שגרם לה לקרות. לשם כך מפרקים את הבעיה או המערכת לשלוש משפחות של פעולות:

1. פעולות מועילות. כלומר; פעולות העוזרות למערכת לבצע את תפקידה.

2. פעולות מזיקות. כלומר; פעולות המפריעות למערכת למלא את תפקידה.

3. סתירות: פעולות מועילות הגורמות לפעולות מזיקות.

אמחיש את הרעיון בעזרת הדוגמה הבאה: נניח שזיהינו שלוש סיבות לירידת מפלס ים המלח בחלקו הצפוני (יש יותר, אבל נסתפק בשלוש):

1. אידוי טבעי של מי הים – זו פעולה מזיקה.

2. הזרמת מים לאגם הדרומי – זו פעולה מזיקה כי היא גורמת לירידת המפלס הצפוני, אך מצד שני היא מועילה כי היא מאפשרת תיירות וייצור אשלג בצד הדרומי. כלומר זו פעולה שנמצאת במצב סתירה.

3. צמצום הזרימה בירדן – פעולה מזיקה כי היא מורידה את המפלס אך גם מועילה כי היא תורמת לשלום עם השכנה ירדן. כלומר גם זו פעולה שנמצאת בסתירה.

כדי לפתור בעיה יש להתמודד לפחות עם הפעולות המזיקות שבה ועם הסתירות. טיפול בפעולות המועילות ישפר את המערכת אך לא בהכרח יפתור את הבעיות שלה.

איך מטפלים בפעולות מזיקות?

בכלל, רצוי לבטל כל פעולה מזיקה (כמו האידוי הטבעי) או לצמצם את השפעתה השלילית על המערכת.

במדריך הכיס מופיעים 31 מנופי השראה לטיפול בתופעות מזיקות. קרא בעיון את מנופי ההשראה ומצא בעזרתם רעיון שיפתור את הבעיה שעומדת בפניכם.

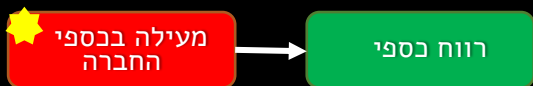
איך מטפלים בסתירות?

סתירה מאופיינת על ידי שלושה מצבים (מסומנים בכוכבית):

1. פעולה מועילה (ירוק) שגורמת לפעולה מזיקה (אדום).
החץ מציין שפעולה א' גורמת לפעולה ב'.



2. פעולה מועילה שמונעת פעולה מועילה אחרת. הקו החוצה את החץ מבטא שפעולה א' "מונעת" את פעולה ב'. (תשלום מס בזמן מונע רווח כספי).



3. פעולה מזיקה שגורמת לפעולה מועילה.



איך פותרים סתירות?

הדרך המסורתית לפתרון סתירות (או סכסוכים) היא על ידי פשרה. ואולם בהגדרה, פשרה היא פתרון רע המביא ל-lose-lose situation. מאידך, פתרון שלא בדרך הפשרה, עשוי להביא לפריצת דרך משמעותית ולהתקדמות המצאתית. לכן נשאף לפתור סתירות בלי להגיע לפשרות.

פתרון סתירות ללא פשרה.

במדריך זה מוצגת שיטה לפתרון סתירות ללא פשרות. זה נעשה על ידי הפרדת הפעולה שמצויה בסתירה לשתי פעולות שאינן מפריעות האחת לשנייה, כיוון שכל אחת

פועלת באזור אחר. לשם כך נעזרים בארבעה כללי הפרדה (הצבע מתייחס לצבע הכרטיסיות):

1. **הפרדה במרחב – הפרדה לשני אזורי מרחב שונים.**
2. **הפרדה על פי תנאי – הפרדה לשני אזורים כשבכל אזור שוררים תנאים שונים.**
3. **הפרדה בזמן – הפרדה לשני אזורי זמן שונים.**
4. **הפרדה בין חלק למכלול – הפרדה לשני אזורים כשבכל אחד המערכת פועלת אחרת.**

מדריך הכיס מציג שבעים ושישה (76) מנופי השראה לפתרון סתירות, הנחלקים לארבעה עשר אסטרטגיות שונות ומקובצים בארבעת כללי ההפרדה.

בדי לפתור סתירה מומלץ לעיין במנופי ההשראה לפתרון סתירות, ולרשום את כל הרעיונות שעולים לפתרון הסתירה הספציפית. רצוי לא לשלול אף רעיון גם אם הוא נראה לא ראוי במבט ראשון. לעיתים קרובות, זיווג של כמה רעיונות "חלשים" מוליד רעיון אחד חזק.

5 דרכים לייצר יותר רעיונות יצירתיים

השתמשו בדמיונכם.

מנופי ההשראה המוצגים במדריך הכיס לוקטו מעולמות תוכן מגוונים. היעזרו בדמיונכם וביצירתיות שלכם כדי לחלץ ממנוף ההשראה רעיון המתאים לעולם התוכן של הבעיה שאתם פותרים.

מצאו מכנה משותף.

אל תדחו על הסף רעיון המוצג במנוף השראה כי ממבט ראשון הוא נראה לא רלוונטי. נסו למצוא מכנה משותף בינו לבין הבעיה או המערכת שלכם.

כבו את מתג השיפוטיות

ידוע ממחקרים שאנשים יצירתיים במיוחד מכבים את יצר השיפוטיות כשהם נכנסים "למצב רוח יצירתי". נסו להשתיק את השיפוטיות שלכם. רשמו כל רעיון, גם אם הוא נראה טיפשי. לפעמים שני רעיונות טיפשיים מולידים רעיון מוצלח.

לדוגמה; למנוף ההשראה "היעזר בגורם לבעיה כדי לפתור את הבעיה" נלווה תיאור המציג שיטה להגנה על כף של דחפור מפני שחיקה. על אף שדוגמת "כף הדחפור" (כמו מרבית הדוגמאות) באה מעולם ההנדסה, היא רלוונטי לפתרון בעיות בעולמות תוכן כמו חינוך, ניהול, ביולוגיה, משק הבית, משפחה ועוד. לדוגמה, מורה בכיתה יכולה לקבל השראה מהכלל "היעזר בגורם לבעיה כדי לפתור את הבעיה" כדאי להטיל על תלמיד מפריע לשמש בעוזר האישי שלה או תורן הכיתה.

תנו משוב, לא ביקורת.

הימנעו מביקורת על רעיונות של אחרים. ביקורת תמיד הורסת גם אם קוראים לה ביקורת בונה. במקום לבקר, תנו משוב לפי המבנה הבא: תחילה פרטו מה אהבתם ברעיון, ואז ציינו מה הייתם משפרים כדי לאהוב אותו אפילו יותר.

הכלילו

מנופי ההשראה נולדו מניתוח פטנטים בתחומי הטכנולוגיה והניהול. כמומחי תוכן בתחומכם, עליכם למנף את הרעיון או את הדוגמה ולהתאימם למערכת שאתם חוקרים.

לדוגמה: למנוף "הגבר באופן הדרגתי את הלחץ ואז פרוק אותו באופן פתאומי" יש זיקה לעולם הפיזיקה, אך אפשר להחילו לתחומים רבים אחרים. לדוגמה בתחום העסקי, השתלטות עוינת נעשית על ידי השתלטות הדרגתית על מניות החברה עד להשגת רוב, ואז החלפת מועצת המנהלים. הגברת לחץ הדרגתית יכולה להתבטא בריכוז מאמצים אנושיים, פיננסיים, פוליטיים, חברתיים, מחשבתיים וכדומה ולא דווקא מאמצים מכניים או פיזיים.

הקצינו

בשבוחנים מנוף השראה, רצוי להקצין את ממדיו. למשל להגדיל או להקטין את ממדיו בכמה סדרי גודל.

לדוגמה מנוף ההשראה "כדורים בקליפורניה" (עמ' 36) מציג לחלק את המערכת לחלקים, ומביא כדוגמה מאגר מים

המכוסה בשכבה של כדורים שנועדו לצמצם את האידוי. נסו להקטין את הכדורים ככל האפשר, נניח לגודל של פרודות. עם מעט דמיון אפשר לחשוב על כיסוי העשוי נוזל בעל משקל סגולי קל מהמים שיכסה את המאגר או קצף שיבודד אותו.

איתור משאבי סביבה

האם קרה לכם שנחשפתם לפתרון כל כך פשוט עד ששאלתם את עצמם "איך לא חשבנו על זה בעצמנו?". הקסם הזה מתרחש כשפותרים בעיה בעזרת משאב שאף אחד לא שם לב לקיומו לפניכם. היעזרו במנופי ההשראה לאיתור משאבים כדי לאתר את המשאבים הגלויים לעין, אבל בעיקר את אלה הסמויים מהעין. אתרו משאבים שאף אחד לפניכם לא ראה ונצלו אותם לפתרון יצירתי של הבעיה.

בחירת הפתרון

התהליך המוצע במדריך הכיס עשוי להניב רעיונות רבים. אחדו כמה רעיונות לפתרון מעשי אחד. כדי לבחור את הפתרונות הטובים ביותר, נתחו כל רעיון על פי שלושה

קריטריונים על פי המודל הבא, ובחרו בפתרון שנמצא בנקודת החיתוך.

לסיום, חשוב לזכור, מדריך הכיס לא נועד לעמוד על המדף, אלא לשימוש חוזר. בכל פעם שאתם נדרשים לפתור בעיה, חיזרו למדריך וחפשו השראה לרעיונות יצירתיים.



זכרו: כל בעיה שונה מקודמתה, והמדריך יעזור אצלכם השראה למציאת פתרונות יצירתיים חדשים.

הפרדה לפי תנאי פעולה

אסטרטגיה

העזר בכרטיסיות ההפרדה כדי לאתר במערכת תנאי פעולה שיעזרו לביצוע פעולות סותרות מבלי שיפריעו האחת לשנייה.

כללי ההפרדה כוללים 20 מנופי השראה:

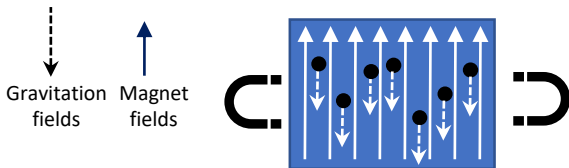
- הפחתת משקל עמ' 14
- יצירת תנאי עבודה מיוחדים עמ' 17
- יצירת השפעה שונה עמ' 20
- האטה, הסטה או מניעה סלקטיבית עמ' 24
- הוספת שדה חיצוני עמ' 29
- שינוי תכונות עמ' 32

הפרדה לפי תנאי פעולה

השפעה שונה

מסנן מגנטי

מסנן מגנטי להפרדת חלקיקים פועל בשיטה הבאה: המסנן בנוי ממכל ובו נוזל פרו-מגנטי אשר משני צדיו פועל כוח מגנטי חזק. מיצרים שדה מגנטי באופן כזה שקווי השטף יפעלו לסירוגין בכיוון כוח הכבידה או בכיוון הפוך. על ידי משחק בעוצמת השדה המגנטי ובכיוונו אפשר להשפיע על צפיפות הנוזל, ובכך להשפיע לכאורה על תנאי הכבידה. בתנאי כבידה שונים, ישקעו חלקיקים בעלי משקל סגולי שונה.



מנוף השראה

חפש במערכת תכונה או משאב שאפשר לשנות אותם או להתבסס על השינוי שלהם כדי לפתור את הבעיה

הפרדה לפי תנאי פעולה

הוספת שדה חיצוני

דבורה מחושמלת

דבורה היא מאבקת חשובה. אך כמות האבקנים שהיא אוספת מכל פרח היא קטנה. הוצע לטעון את הדבורה במטען חשמלי סטטי. החשמל הסטטי גורם ליותר אבקנים להיצמד לדבורה, ומשפר את כושר ההאבקה שלה



מקור beenmaster.com

מנוף השראה

חפש מקור אנרגיה או חומר (שדה חשמלי, מגנטי, כבידה, טמפרטורה, לחץ וכדומה) שהוספתם למערכת תאפשר את פעולתה תחת הפונקציות הסותרות..

הפרדה בין חלק למכלול

אסטרטגיה

אם מערכת צריכה לבצע שתי פעולות הסותרות זו את זו, או שני תהליכים המשרתים מטרות סותרות או פועלים תחת תנאים סותרים, נסה לחלק את המערכת לשני חלקים כך שחלק אחד יבצע את פעולתו בתת מערכת נפרדת, בעוד המערכת כולה ממשיכה לבצע את הפעולה השלמה ללא הפרעה.

ברטיסיות ההפרדה לפי תנאי פעולה עוזרות לאתר תנאים לביצוע פעולות סותרות מבלי שיפריעו האחת לשנייה.

כללי ההפרדה כוללים 23 מנופי השראה:

- הפרדה השלם לחלקיו עמ' 34
- חיבור החלקים לשלם. עמ' 38
- חלוקת המערכת לחלקים משלימים. עמ' 51

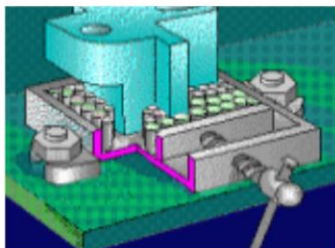
הפרדה בין חלק למכלול

הפרדת השלם וחלקיו

הפרד ומשול

קשה לאחוז במלחציים חלק בעל צורה מורכבת. לפתרון הבעיה אפשר להשתמש בגילילי פלדה המעניקים גמישות באחיזת החלק.

לחילופין אפשר לרתך כמה מעויני פלדה ללסתות המלחציים שיתנו להן אפשרות לאחוז חלקים בעלי צורה ייחודית או לא סימטרית. כל אחד מהגלילים הוא חלק וכולם ביחד מהווים מכלול.



Source: Ideation International

מנוף השראה

פרק את המערכת לחלקים כך שפעולתן ביחד תפתור את הבעיה, או שלב כמה תת מערכות דומות למערכת מוכללת בעלת תכונות משופרות.

הפרדה בין חלק למכלול

הפרדת השלם וחלקיו

כדורים בקליפורניה

במאגר מים גדול בקליפורניה רצו לצמצם את האידוי מבלי להגביל את הגישה של אנשי האחזקה. הפתרון הוא כיסוי המאגר בכדורי פוליסטירן מוקצף. הכדורים צפים על פני המים ומצמצמים אידוי, אך מאפשרים תנועה חופשית של סירות. שיטה דומה משמשת במחסני קירור. מונעים בריחת קור בעזרת ווילון מיריעות PVC שקופות. היריעות מהוות מחסום לאוויר קר, אך אפשרות לאנשים ולציוד לעבור דרכו בחופשיות



Credit: Junkyardsparkle, Wikimedia Commons, the free media repository

מנוף השראה

פרק את המערכת לחלקים כך שפעולתם המשולבת תפתור את הבעיה, או שלב כמה תת מערכות דומות למערכת מוכללת בעלת תכונות משופרות.

הפרדה בזמן

אסטרטגיה

בהינתן שני תהליכים, המשרתים מטרות סותרות, או פועלים תחת תנאים סותרים, נסה לתזמן את התהליך כך שפונקציות הסותרות זו את זו יפעלו בזמנים שונים.

כרטיסיות ההפרדה לפי תנאי פעולה עוזרות לאתר תנאים לביצוע פעולות סותרות מבלי שיפריעו האחת לשנייה.

כללי ההפרדה כוללים 24 מנופי השראה:

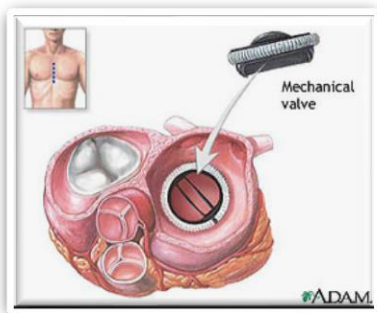
- פעולה מקדימה עמ' 53
- יצירת השהיות מכוונות עמ' 61
- ניצול השהיות מכוונות עמ' 62
- הגדלת דינמיות של מערכת עמ' 67
- זרז תהליכים עמ' 73

הפרדה בזמן

פעולה מקדימה

שסתומי לב

בעבר שסתומי לב מלאכותיים נפתחו ונסגרו בעזרת פולס אנרגיה חיצוני. בשיטה זו אורך חיי השסתום היה קצר למדי. מאוחר יותר למדו שפעולת פתיחה מינימלית ראשונית מספיקה כדי לאפשר ללחץ הדם לפתוח ולסגור את השסתום בכוחות עצמו. שיפור זה האריך מאוד את חיי השסתום המלאכותי.



Source: National Science Foundation (NSF)

מנוף השראה

כיצד אוכל לעורר ביצוע של הפעולה באופן אוטונומי בעזרת שריגר מוקדם או פעולה מקדימה כלשהי?

הפרדה בזמן

פעולה מקדימה

שדה זרוע בפרחים

המזון הזול והאיכותי ביותר לבהמות הוא עשב טרי שנקצר לאחרונה. כדי להעשיר ולאזן את המזון, נהוג לערבב כמה גידולים לאחר שנקצרו. זה תהליך יקר המחייב שימוש במכלים ובמערבלים גדולים. כדי לפשט את התהליך הוצע לזרוע את השדה בשורות, כשבכל שורה גדל עשב אחר מהתערובת. בעת הקציר, הקומביין ינוע בניצב לכיוון הערוגות ויקצור בכל פעם עשב אחר. הדבר חוסך את ערבוב העשבים לאחר הקציר.



מנוף השראה

בצע מראש פעולה כדי למנוע את היווצרות הבעיה.
(דוגמה: לצפות, לקלף, להוסיף, להחסיר, לשלב, לחזק, להחליש, להדביק, ללטש וכדומה)

הפרדה במרחב

אסטרטגיה

כאשר במערכת מתקיימות שתי פונקציות המשרתות מטרת סותרות, או פועלות תחת תנאים סותרים, נסה לארגן את המערכת כך שפונקציות הסותרות זו את זו יפעלו במרחבים שונים.

כרטיסיות ההפרדה לפי תנאי פעולה עוזרות לאתר תנאים לביצוע פעולות סותרות מבלי שיפריעו האחת לשנייה.

כללי ההפרדה כוללים 12 מנופי השראה:

- שימוש במרחב אחר עמ' 76
- הוספת או החסרת ממד עמ' 82
- מטריזשקה עמ' 85
- לעבור דרך עמ' 87

הפרדה במרחב

הוספה או החסרה של ממד

להסתכל מעבר לפינה

בלוחמה בשטח בנוי הסכנה עורבת מעבר לכל פינה ולכל דלת. ממציא ישראלי ניצל את עקרון הפריסקופ בצוללת לפיתוח ה- Corner-shoot.

זהו רובה המשמש לירי מעבר לפינה ואינו חושף את היורה. הרובה מתקפל ב-90 מעלות ומציג את זירת הירי באמצעות מצלמה ומסך קטן.



Source: www.cornershot.com

מנוף השראה

חפש ממד או מסתור שלא נוצל קודם לכן על מנת למקם בו את הפעולה הסותרת. (ממד יכול להיות בתוך, מחוץ, מעל, מתחת, מאחורי, לפני וכדומה)

הפרדה במרחב

הוספת או החסרת ממד

לכווץ ממדים

נורת הפלורסנט הראשונה הייתה בנויה מצינור זכוכית ארוך שבקצותיו שתי אלקטרודות. מאוחר יותר פותחו נורות PL שהיא ווריאציה מקופלת או מסולסלת של נורת הניאון.

משתמשים ברעיון זה לכיווץ אלמנטים כדי שייכנסו לתוך, או דרך חלל קטן. לדוגמה סטנט המשמש לפתיחת עורקים מכווץ במצב ההחדרה שלו ונפתח במצב משוחרר. דיבל המתרחב לאחר שהוכנס לקדח בקיר. קופסאות קרטון המתקפלות אל תוך עצמן. באינטרנט אפשר למצוא עשרות דוגמאות של רהיטים המתקפלים אל תוך עצמם.

מנוף השראה

חפש ממד או מסתור שלא נוצל קודם לכן על מנת למקם בו את הפעולה הסותרת. (ממד יכול להיות בתוך, מחוץ, מעל, מתחת, מאחורי, לפני וכדומה)

טיפול בתופעות מזיקות

אסטרטגיה

כשמזהים במערכת פעולה מזיקה (harmful) יש להעלים, לצמצם, לבטל, או לבודד אותה. כרטיסיות הטיפול בתופעות מזיקות כוללות 32 מנופי ההשראה:

1. בידוד הפעולה המזיקה עמ' 89
2. הגנה מפני הפעולה המזיקה עמ' 94
3. מנע מראש פעולה בלתי רצויה עמ' 96
4. פיצוי על פעולה מזיקה עמ' 98
5. חיבור בין פעולות מזיקות עמ' 101
6. ביצוע פעולה הפוכה לפעולה המזיקה עמ' 102
7. צמצום ההשלכות של פעולה מזיקה עמ' 106
8. ניצול גורם לנזק לצמצום פעולה מזיקה עמ' 108
9. הגברת תופעה מזיקה עמ' 112
10. נטרול תופעה לא רצויה עמ' 114

טיפול בתופעות מזיקות

הגנה מפני הפעולה המזיקה

יצור כדורי פלדה

כדורי פלדה המשמשים למסבים מיוצרים בשיטת הכבישה (Stamping). בתהליך זה נוצרים סדקים על פני השטח. כדי להתגבר על התופעה מצפים את חומר הגלם בסגסוגת ברזל בעלת אחוז נמוך של פחמן. לאחר הכבישה, מסירים את שכבת הפלדה הפחמנית ומקבלים כדור ללא סדקים.



Credit: Max Pixel

מנוף השראה

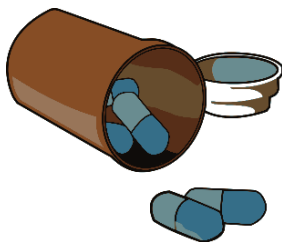
כשפעולה מזיקה בודדת משפיעה על המערכת, בודד את הפעולה המזיקה, אך אם מספר פעולות מזיקות משפיעות על המערכת בודד את המערכת.

טיפול בתופעות מזיקות

מנע מראש פעולה בלתי רצויה

גלולה למניעת התאבדות

נטילת גלולות שינה היא דרך פופולרית להתאבדות. כדי להתמודד עם התופעה, מצפים גלולות בחומר משלשל במינון נמוך. גלולת שינה אחת לא תגרום לשלשול, אך נטילת כמות מופרזת של גלולות שינה יחד תגרום לשלשול חמור ותעכב את ספיגת החומר המרדים בדם.



Credit: Kissclipart

מנוף השראה

נסה לבטל את הגורם להשפעה המזיקה. לפעמים קל יותר לבטל את השפעת הגורם המזיק מאשר לטפל בתופעה המזיקה.

טיפול בתופעות מזיקות

מנע מראש פעולה בלתי רצויה

טלטול ספינה

מייצב הידרודינמי פסיבי נועד להקטין טלטול של ספינות במים גועשים. המייצב מורכב משני מכלי מים הממוקמים משני צדי הספינה ומחוברים ביניהם כך שמים יכולים לזרום בין שני המכלים.

ייצוב הספינה מתקבל בגלל הפרש הפזה בין טלטול הספינה לבין קצב מעבר המים ממכל ימין למכל שמאל. כאשר הספינה נוטה ימינה, המים (ששואפים להישאר מאוזנים) זורמים מהתא ימין לתא שמאל. השמאל הופך כבד יותר, ויוצר מומנט בכיוון הפוך לנטיית הספינה. אפשר לשלוט על קצב זרימת המים על ידי שליטה על גודל הפתח בין שני המכלים.

מנוף השראה

נסה לבטל את הגורם להשפעה המזיקה. לפעמים קל יותר לבטל את השפעת הגורם המזיק מאשר לטפל בתופעה המזיקה.

טיפול בתופעות מזיקות

פיצוי על פעולה מזיקה

טיפול בפליטות מזהמות

בתחנות כוח, התוצרים של שריפת פחם עשירים בסגסוגות אלקליות המהוות מקור של זיהום. מאידך, טיהור גזי הפליטה מתחנות כוח פחמיות נעשה בעזרת כימיקלים אלקליים.

ניתן למהול את הפסולת המכילה סגסוגות אלקליין במים ולטפל באמצעותם בזיהום הנוצר על ידי גזי פליטה. שתי ההשפעות המזיקות מנטרלות האחת את השנייה.

ריסון תנודות בבניינים גבוהים

כדי להגן על בניינים גבוהים מפני רעידות אדמה הוצע לחבר אותם זה לזה במפלס העליון של הבניין. אם לשני הבניינים יש תדירות עצמית שונה, הם ירסנו האחד את התנודות של השני.

מנוף השראה

נסה לחלק את המערכת לחלקים כך שחלק אחד יפצה על הפעולה המזיקה של החלק האחר.

טיפול בתופעות מזיקות

חיבור בין פעולות מזיקות

נגדים מקוטבים

נגדי סליל (wire-wound resistor) לנוטים לשנות את התנגדותם כפונקציה של הטמפרטורה. כדי לשמור על התנגדות במנעד רחב של טמפרטורות, יוצרים מוליך העשוי משני חומרי תיל שונים המחוברים יחד. החומרים נבחרים כך שיש להם מקדמי התנגדות לטמפרטורה שווים בסדר גודל ההפך

פיזור ערפל בעזרת ערפל.

ערפל כבד משבש המראות ונחיתות, גורם לתאונות דרכים ועוד. מוצע לפזר ערפל באמצעות ערפל מלאכותי הרווי בתרסיס של טיפות מים טעונות במטען חשמלי. התרסיס הטעון מושך אליו את הערפל ויוצר גשם מלאכותי המפזר את הערפל.

מנוף השראה

נסה למנוע פעולה מזיקה על ידי חיבורה לפעולה מזיקה אחרת.

טיפול בתופעות מזיקות

ביצוע פעולה הפוכה לפעולה המזיקה

שריון ריאקטיבי

שריון ריאקטיבי הוא מיגון המותקן ברכב קרבי משוריין. קיימים סוגים שונים של מיגון ריאקטיבי, אולם מרביתם משתמשים ביחידות של חומר נפץ הודף המותקנות על הדופן החיצונית של הרכב. עם הפגיעה של הרקטה או הטיל בשריון, המיגון מתפוצץ, יוצר הדף בכיוון הנגדי ומפחית משמעותית את יעילות הפגיעה.



מקור ויקיפדיה

מנוף השראה

אתר במערכת פעולה השווה בעוצמתה לפעולה המזיקה אך הפוכה בכיוונה.

איתור משאבים וניצולם

מהו משאב?

משאב הוא כל גורם, חיצוני או פנימי, שיכול לסייע בפתרון בעיה, ונמצא בסביבת המערכת או יימצא בסביבתה בעת התרחשות הבעיה. ניצול משאבי הסביבה היוו מאז ומתמיד מקור השראה לפתרונות יעילים כמו: שימוש במאגר מים לקירור תהליך תעשייתי או ליצור אנרגיה, שימוש בחומרי בניה מקומיים, או שימוש ברוח ובקרינת השמש ליצור אנרגיה. אולם שימוש במשאב הסמוי מהעין עשוי להניב פתרון מפתיע. כזה שגורר תגובה כמו "איך לא חשבנו על זה קודם"

כרטיסיות איתור המשאבים כוללות 61 מנופי השראה.

- משאבי אנרגיה. עמ' 116
- משאבים פונקציונליים. עמ' 122
- משאבי מידע. עמ' 127
- משאבי חומר. עמ' 132
- משאבי מרחב. עמ' 135
- משאבי זמן. עמ' 138

איתור משאבים וניצולם

איתור משאבי אנרגיה חיצוני

צמצום שחיקת צמיגי מטוסים

כדי להפחית את החיכוך הראשוני הנוצר כתוצאה ממפגש גלגלי מטוסי נוסעים עם מסלול הנחיתה, מנצלים את האנרגיה של זרימת האוויר (לאחר שהגלגלים ירדו) כדי ליצר ספין ראשוני במערכת הגלגלים. כשהגלגלים נוגעים במסלול הם כבר במצב סיבובי ולכן החיכוך ברגע הנגיעה פוחת.



Source: www.alliance-aerospace.com

מנוף השראה

אתר בסביבת המערכת מקורות אנרגיה זמינים כמו אנרגיה חשמלית, כימית, חום, אנרגיה קינטית וכדומה שאפשר לנצלם לפתרון הבעיה.

איתור משאבים וניצולם

איתור משאבי אנרגיה חיצוני

שימוש בכבידה להרמת גשר

גשר המילניום גייטסהד העובר מעל נהר הטיין, שבאנגליה מיועד להולכי רגל ורוכבי אופניים. המיוחד בגשר הוא ניצול כוח הכבידה לחיסכון באנרגיה. ברגע שמתחילים להרים את הגשר, הקשת הנגדית יוצרת וקטור כוח המסייע לתנועת פתיחת הגשר.



Source: wikipedia

מנוף השראה

אתר בסביבת המערכת מקורות אנרגיה זמינים כמו אנרגיה חשמלית, כימית, חום, אנרגיה קינטית וכדומה שאפשר לנצלם לפתרון הבעיה.

איתור משאבים וניצולם

איתור משאבי מידע

איך גלילאו מדד את גובהו של מגדל פיזה?

אגדה אורבנית מספרת איך גלילאו מדד את גובהו של מגדל פיזה. לגלילאו לא היה שעון עצר, אז הוא מדד את הדופק של נזיר עיוור כדי לחשב את זמן התנועה של חפץ שהושלך מראש המגדל. (הנזיר העיוור לא ראה את האבן ולכן הדופק שלו לא הואץ).

מתי ירה האקדח?

אפשר לקבוע מתי אקדח ירה בפעם האחרונה בעזרת השיטה הבאה: התכונות המגנטיות של קנה האקדח משתנות באופן זמני לאחר שהאקדח ירה, וחוזרות למצבן הטבעי לאחר כארבעה שבועות. בדיקה התכונות המגנטיות תוך השוואתן לאקדח זהה, יכולה להצביע על המועד האחרון בו האקדח ירה.

מנוף השראה

חפש בסביבת המערכת מידע הניתן למדידה, שניתן לנצלו לפתרון הבעיה. אם המידע לא זמין, נסה לייצר אותו. (למשל מגנטיות, הולכה חשמלית, הולכה אקוסטית).

איתור משאבים וניצולם

איתור משאבי מידע

שימוש במידע או בתכונה פנימית.

1. חברת Foursquare מספקת שירותי מידע מבוססי מיקום. לדוגמה, מציעה ללקוחותיה להיכנס לסניף הקרוב של מקדונלדס. לאחרונה היא גילתה שהמידע שהיא אוספת בזמן אמת יכול להצביע על תנועתיות ומחזורי מכירות. החברה פיתחה מודל עסקי המבוסס על מכירת מידע זה לבעלי עסקים.
2. חברת Amazon ניצלה את מומחיותה בניהול מאגרי מידע גדולים כדי לפתח מודל עסקי חדשני בתחום מחשוב הענן. כיום שירותי AWS של Amazon הם הנפוצים בעולם.
3. בשנים האחרונות התפתחה טכנולוגית כריית נתונים המאפשרת לעסקים לפתח תובנות חדשות מהמידע הרב הנאגר בבסיסי הנתונים שלהם.

מנוף השראה

חפש בסביבת המערכת מידע הניתן למדידה, שניתן לנצל לפתרון הבעיה. אם המידע לא זמין, נסה לייצר אותו. (למשל מגנטיות, הולכה חשמלית, הולכה אקוסטית).

איתור משאבים וניצולם

איתור משאבי חומר

למה מטוסים היו מתפוצצים?

במלחמת העולם השנייה מטוסי קרב היו מתפוצצים כאשר קליע חדר למכל הדלק. ההתפוצצות נבעה מאדי דלק שהצטברו בחלל המכל (ולא מהדלק עצמו). פתרו את הבעיה על ידי הזרמת גזי פליטה של המנוע למכל הדלק. הגזים יצרו במכל לחץ שמנע הצטברות אדים ובגלל שריכז החמצן שבהם היה אפסי, הם מנעו התלקחות המכל.

לשמן את הקרקע

מערכת מיוחדת של חרירים בשיני כף הדחפור מזרימה את גזי הפליטה ממנוע הדחפור אל תוך הקרקע. הגזים משמנים את דפנות כף הדחפור ומפחיתים את החיכוך שלה עם הקרקע. הקרקע מסננת את תחמוצות הפחמן ומונעת פליטתם לאטמוספירה. ובנוסף, תחמוצות הפחמן מעשירה את הקרקע בחומרים אורגניים.

מנוף השראה

נסה לאתר בסביבת המערכת חומרים מבוזבזים או מיותרים שיכולים לסייע בפתרון הבעיה.