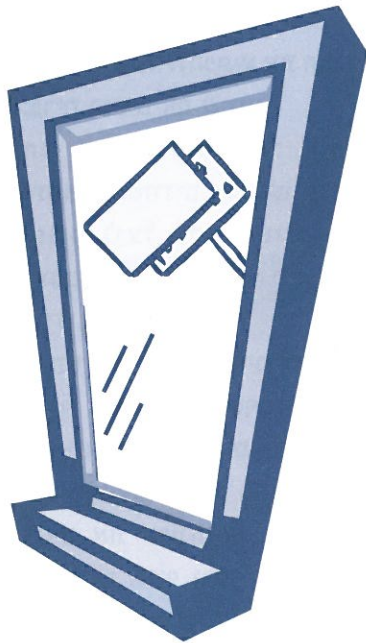




תכסיס

ההכפלה



גם בפרק זה נציג תחילה כמה דוגמאות, נעמוד על העיקרון המשותף לכולן ונגדיר באמצעותו את התכסיס שבו נדון.

דוגמה ראשונה: מדינות רבות רואות ביצירות אמנות נכס לאומי ומטילות פיקוח על הוצאתן מחוץ לגבולותיהן. כנופיית שודדי אמנות שפעלה ברוסיה לאחר נפילת הקומוניזם מצאה דרך להבריח את התמונות היקרות. המבריחים ציירו בצבעי מים תמונה חדשה על גבי תמונת השמן המקורית. לאחר שחצו את הגבול עם התמונה, הם שטפו את צבעי המים והסירו אותם, מבלי לפגוע ביצירה המקורית.

דוגמה שנייה: כדי להגיע לצדו החיצוני של חלון בקומה גבוהה ולנקות אותו, אפשר להיעזר בפיוגומים תלויים או בחבלי גלישה (סנפלינג). דרך אחרת, פשוטה בהרבה, היא להיעזר במגב בעל שני משטחים ספוגיים, האחד בצדו הפנימי של החלון והאחר מולו, בצדו החיצוני.

המשטח החיצוני נצמד לשמשה בעזרת מגנטים המורכבים בתוכו ומושכים אותו למשטח שנמצא מצדה הפנימי של השמשה.

כאשר מזיזים את המגב שבצד הפנימי, המשטח החיצוני נע במקביל ועוקב אחר תנועתו. כך ניתן לנקות את החלון משני צדדיו בקלות ובמהירות.

דוגמה שלישית: טילים הם הנשק היעיל ביותר נגד מטוסי הקרב. חלקם מצוידים במערכות עקיבה המתבייתות על החום והלהבה שפולטים מנועי המטוס. הסיכוי של המטוס לחמוק מהם הוא נמוך.

ובכל זאת, אחת הדרכים להגן על המטוס היא "לבלבל" את מערכת העקיבה של הטיל. טייס שמטוסו טס מעל אזור שבו מוצבות סוללות טילים, או שמגלה כי שוגר לעברו טיל, משחרר לסביבת המטוס נוזרים (פצצות תאורה חלשות), הפולטים חום ואש. הטיל מתביית על הנורים, סוטה ממסלולו ומחטיא את המטוס. אגב, בלוחמת האוויר מאמצים עיקרון זה גם כאשר רוצים להטעות מערכות מכ"מ. המטוסים מפזרים מוץ עשוי משבבי מתכת קטנים. אלה נקלטים על מסכי המכ"מ ונראים ממש כמו מטוס. בקרי הטיסה מתקשים לזהות את המטוס האמיתי בין שפע הנקודות שמופיעות על המסך, ובינתיים הטייס מצליח לסיים את משימתו ולחמוק עם מטוסו.

דוגמה רביעית: האחראים על מערך האבטחה של ראשי מדינות מוסיפים לשיירה שבה הם נוסעים כמה מכוניות הזהות למכוניות שבה נמצא המנהיג שעל חייו הם שומרים. המכוניות הזהות "מבלבלות" את המתנקש, בדומה לדרך שבה הנורים מבלבלים את מערכת ההנחיה של הטילים.

מהו העיקרון המשותף לאופן שבו נפתרו הבעיות בדוגמאות שהוצגו כאן?

העיקרון הוא הוספת מרכיב הדומה למרכיב שכבר קיים במערכת, ושימוש בכפילות שנוצרה כדי לפתור את הבעיה. עיקרון זה מכונה **תכסיס ההכפלה**.

תכסיס ההכפלה

מנפילים אחד ממרכיבי המערכת או סביבתה, ונעזרים בעותקים הנוספים כדי לבצע פעולה שתאפשר להתגבר על הבעיה.

כאשר מפעילים את תכסיס ההכפלה, אפשר להשתמש בעותק זהה למקור, אך לעתים קרובות יש צורך לשנות את העותק, תוך שמירה על הדמיון המהותי למקור. בדוגמה הראשונה מציירים על גבי היצירה המקורית ציור נוסף. בדוגמה השנייה יוצרים עותק נוסף של משטח הניקוי. בדוגמה השלישית יוצרים עותקים נוספים מהלהבה שיוצאת ממפלטי המטוס.

כפי שהסברנו, פתרון המצאתי חייב למלא אחר תנאי העולם הסגור, ולכן, כדי לפתור בעיה באופן המצאתי, יש להשתמש אך ורק במרכיבים הקיימים במערכת. לכאורה יש כאן סתירה, שכן תכסיס ההכפלה מוסיף מרכיבים חדשים למערכת, אבל כזכור התנאי אוסר להוסיף מרכיבים מסוג חדש, אך לא מרכיבים מסוג קיים.



השודדים ראו את האור

תושבי החופים באירלנד ובסקוטלנד של ימי הביניים סבלו מהתקפות חוזרות ונשנות של שודדי ים. השודדים נהגו לתמרן את ספינותיהם אל החוף בחסות החשיכה ולהפתיע את תושבי הכפרים הנמים את שנתם. אחרי שנפלו שוב ושוב קורבן להתקפות השודדים, החליטו תושבי הכפרים לנצל את החשיכה ואת מיקומם על צוק גבוה בחוף כדי לפגוע בשודדים.

הם החשיכו את הכפרים והדליקו מדורות רחוק מקו החוף. השודדים הניחו שאורות אלה מסמנים את בתי הכפר ומצויים על קו החוף וניווטו לעברם את ספינותיהם. טעות זו בחישוב קו החוף גרמה להתרסקות ספינות השודדים על הצוקים.

שלב א': הגדרת הפעולה העקרונית

שלב א': הגדרת הפעולה העקרונית



שלב ב': פירוט מרכיבי המערכת וסביבתה

מרכיבי הסביבה

מרכיבי המערכת

מרכיב 3

מרכיב 2

מרכיב 1

מרכיב 3

מרכיב 2

מרכיב 1



שלב ג': בחירת מרכיב להכפלה



שלב ד': הגדרת השוני בין המרכיב המקורי להעתק שנוצר



שלב ה': תיאור הפתרון

הקו המקווקו בין שלב ב' לשלב ג' מציין שרק מרכיב אחד נבחר כדי לבצע את הפעולה.

העיקר הניקיון

כדי לנקות את צדו הפנימי של אקווריום משתמשים במגנטים מצופים לבד. מצמידים את אחד המגנטים לצד הפנימי של הזכוכית, כפי שעושים בניקוי חלונות, ומזיזים אותו בעזרת המגנט שבצד החיצוני.

צביקה א', צביקה ב', צביקה ג'

אחד מסיפורי הגבורה המפורסמים של מלחמת יום הכיפורים הוא סיפורו של צביקה גרינגולד.

צביקה היה מ"פ שריון שעם פרוץ המלחמה ארגן שני טנקים ויצא לעבר הסורים באזור ציר נפח. טנק אחד נפגע מיד עם תחילת הקרב, וגרינגולד נותר עם טנק בודד מול כוחות עודפים של השריון הסורי.

כדי להטעות את הסורים ולגרום להם לחשוב שעומדים מולם כמה טנקים, ולא טנק יחיד, הוא החליף עמדות משני עברי הציר, וירה כל פעם מנקודה אחרת. גרינגולד גם הזדהה בקשר "כוח צביקה", בתקווה שהמודיעין הסורי שמאזין לו יחשוב שמדובר בכוח המונה כמה וכמה טנקים. לאחר הקרבות התברר ש"כוח צביקה" השמיד כ-20 טנקים, ובלם חטיבה סורית שלמה. על קרב זה קיבל צביקה גרינגולד את אות הגבורה.

בדומה לתכסיס האיחוד, גם בתכסיס ההכפלה מגדירים בשלב ראשון פעולה עקרונית שמסייעת להתגבר על הבעיה. בדוגמה הראשונה שהבאנו, הפעולה היתה הסתרת הציור המקורי, ובדוגמה השלישית היא היתה שיבוש מערכת העקיבה של הטיל.

בשלב ב' מכינים רשימה של מרכיבי המערכת העיקריים ושל מרכיבי הסביבה הקרובה. בדוגמה של הברחת הציור, המרכיבים העיקריים הם בד, מסגרת וציור. בדוגמה של המטוס והטיל יש מרכיבים רבים. כדי להיות יעילים, מתמקדים תחילה במרכיבים הבולטים: מנוע, מפלט, אף המטוס. בהמשך, אפשר לכלול בין המרכיבים גם תוצרים של פעולת המערכת. למשל, גלי הקול שיוצר המטוס, הלהבות, החום וכדומה.

בשלב ג' בוחנים את המרכיבים ויוצרים עותק נוסף מאחד מהם. לאחר מכן, בודקים האם ניתן להשתמש בעותק הנוסף או בצירוף של העותק והמקור כדי לבצע את הפעולה העקרונית הדרושה.

במקרים מסוימים מסתפקים ביצירת עותק יחיד, כמו בדוגמה השנייה, שבה שכפלנו את המגב או כמו בדוגמה הראשונה שבה שוכפל הציור המוברח. במקרים אחרים יוצרים ממרכיב אחד מספר רב של עותקים, כמו בדוגמת המטוס, בה שכפלנו את הלהבה ללהבות רבות בצורת נורים.

בשלב ד' בודקים האם צריך לשנות את העותק שיצרנו כדי שנוכל להשתמש בו לצרכינו. פעמים רבות שלב זה מתרחש במקביל לשלב ג'. בדוגמה של הציור המוברח, היה צריך לשנות את ההעתק כך שיסווה את המקור. ההעתק צויר בצבעי מים, כדי שאפשר יהיה להסירו בלי לפגוע במקור.

בשלב האחרון מתארים את הפתרון.

נבחן עתה בעיות שונות שבהן שימוש בתכסיס ההכפלה מסייע לפתרון. כל בעיה שונה מעט מחברותיה ומאפשרת להעמיק את הבנתנו לגבי התכסיס והשיטה. השוו את הפתרונות שלכם לאלה שיובאו להלן.

הגז הנעלם

בארות גז נמצאות בדרך כלל במקומות נידחים, והגז המופק מהן זורם בצינורות שאורכם עשוי להגיע למאות קילומטרים. כדי לוודא שאין דליפות גז בדרך, נוסע צוות בדיקה מצויד בגלאים מיוחדים לאורך הצינורות. בחברות הגז לא מרוצים משיטת הבדיקה הזו, הנמשכת ימים רבים מדי, ומחפשים דרך קצרה ויעילה יותר לאתר את הדליפות.

כיצד ניתן לסייע להן באמצעות תכסיס ההכפלה?

מכפילים ופותרים: הגז הנעלם

הפעולה העקרונית:

גילוי דליפה.

מרכיבי המערכת:

הצינור והגז.

מרכיבי הסביבה האפשריים:

צמחיה, אוויר, בעלי חיים.

יוצרים עותקים נוספים מהמרכיבים השונים.



יצירת עותק נוסף של הצינור לא מסייעת לנו לזהות את הדליפה. לעומת זאת, יצירת עותק נוסף של הגז מכוונת אותנו לפתרון מעניין. מזרימים דרך הצינור גז נוסף, שונה מהגז המוזרם בו, גז צבעוני למשל. הגז הצבעוני יסייע לזהות את הדליפה.

חברות הגז נקטו את הפתרון הזה ואף שיכללו אותו. הן הכניסו גז נוסף לצינורות, שונה בריחו מהגז המקורי. לגז הנוסף היה ריח של נבלה של בעל חיים, ריח שמשך למקום עופות דורסים ואוכלי נבלות. כל שנותר לאנשי חברות הגז היה לטוס לאורך הצינור ולגלות היכן התקבצו בעלי חיים – שם היו נקודות הדליפה.

במקרה שלפנינו, העותק הנוסף משמש לפעולה שונה מזו של העותק המקורי. העותק המקורי משמש כמקור אנרגיה, בעוד העותק הנוסף משמש לאיתור מקום הדליפה.

שימו לב שהפתרון משלב שימוש בתכסיס ההכפלה ובתכסיס האיחוד. שימוש בתכסיס ההכפלה הנחה אותנו לרעיון הוספת הגז. במקביל, יצירת שינוי בגז מאפשרת לנו לנצל מרכיב קיים בסביבה, בעלי חיים, לביצוע הפעולה העקרונית, של איתור וסימון מקום הדליפה.

מקרה זה מדגים כיצד שימוש בתכסיסים שונים עשוי להוביל פתרון זהה. אם משתמשים בתכסיס האיחוד כדי לפתור את הבעיה, יש לבדוק כיצד אפשר להשתמש במרכיבי הסביבה לגילוי הדליפה. בהחלט ייתכן שהתכסיס ינחה את החשיבה שלנו לנסות ולבחון כיצד להשתמש בבעלי חיים כדי לזהות את הדליפה. מכאן קצרה הדרך לרעיון של הוספת גז שיש לו ריח שמושך בעלי חיים.

גם בדוגמה הבאה נראה שלא די להכפיל את אחד המרכיבים וכי יש לשנות את העותק שהתקבל כדי להשיג את המטרה.

שאלה של טעם

אוניות דיג שיוצאות למסעות ארוכים באוקיינוס מצוידות במכלים גדולים שלתוכם מכניסים הדייגים את הדגים שדגו. המכלים מאפשרים לשמור את הדגים חיים

במהלך המסע, כך שיגיעו לחנויות טריים. אבל כשמשווים את טעמו של דג שנצוד זה עתה לטעמו של דג ששהה שבועות מספר במכלי האווייה, מתברר שטעמו של האחרון טוב פחות. מדוע? מתברר שדגים הנמצאים זמן רב בתנאי שבי ממעטים בתנועה, וצריכת החמצן שלהם נמוכה. כתוצאה מכך, טעמם אינו כשל דגים שזה עתה עלו ברשת.

כיצד יכול שימוש בתכסיס ההכפלה לפתור את הבעיה?

מכפילים ופותרים: שאלה של טעם

הפעולה העקרונית:

הגברת התנועה של הדגים במכל.

מרכיבי המערכת:

מים, מכל ודגים.

מרכיבי הסביבה:

הים, דגים, צמחים ומרכיבים אחרים שנמצאים בים.

יוצרים עותקים של המרכיבים השונים ובודקים כיצד הם עוזרים לפתרון הבעיה. במידת הצורך משנים את העותק שיוצרים.

הכפלת כמות המים: כמות המים שאפשר להוסיף למכל מוגבלת כיוון שממדיו קבועים.

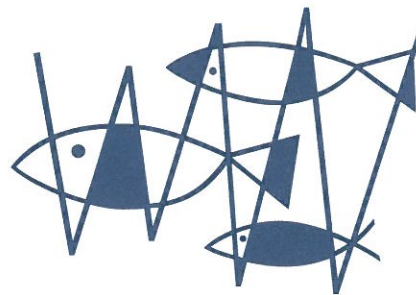
כיוון חשיבה זה לא מקדם אותנו, אם כי עשוי היה להנחות אותנו לרעיון טוב שאינו מבוסס על תכסיס ההכפלה: כדי למנוע הצפת המכל עם הוספת מים, יש להוציא מים במקביל להוספה. כלומר, נוצרת זרימת מים שתגרום לתנועה מהירה של הדגים. שימוש במשאבה להזרמת המים מפר את תנאי העולם הסגור. לעומת זאת, אפשר לנצל את תנועת האווייה כדי להזרים מים דרך המכל.

הוספת מכל: יצירת עותק נוסף של המכל, כלומר הגדלתו, תאפשר לדגים מרחב תנועה גדול יותר. רעיון זה עשוי לפתור את הבעיה בתנאי שתוספת המשקל אינה מכבידה על האווייה. עם זאת פתרון זה אינו נחשב להמצאתי.

רעיון נוסף שמבוסס על הכפלת המכל הוא יצירת עותק של המכל והצבתו בתוך המים. רעיון זה משמש בספינות דייג המכונות "מכמורתן". אלו ספינות שגוררות את המכמורת שבתוכה נמצאים הדגים שנלכדו, ורק כשהאווייה קרבה לחוף מעלים אותה מהמים.

הוספת דגי-ים: אפשר להוסיף למיכל דגים, בהנחה שהצפיפות והחיכוך יגרמו למריבות בין הדגים ויגבירו את תנועתם.

אפשרות טובה יותר היא להוסיף למכל דג מסוג מסוים, שיגרום להגברת התנועה של הדגים, אם בגלל סקרנותם ואם בגלל חששם ממנו. אפשר להוסיף למכל דג טורף (אמיתי או דמה). דג כזה יפחיד את הדגים ויגביר את תנועתם. בהנחה



גם בפרסום

משרד פרסום פרסם את עצמו בכרזה: "קח את הניסיון שלנו לניסיון".



היהודי הבודד

על אי בודד נתגלה יהודי שחי בו לבד, כרובינסון קרוזו, במשך שנים רבות. בטרם התפנה מהמקום, ערך היהודי למציליו סיור באי. הוא הראה להם את הרפת, את הדיר, את המחסן ואת שני בתי הכנסת שבנה. שאלו אותו: לשם מה לך שני בתי כנסת? ענה האיש: בראשון אני מתפלל ואילו לשני אני בשום אופן לא מוכן להיכנס.

שמדובר בדג יחיד או במספר קטן של דגים טורפים, מספר הדגים שייפגע יהיה קטן.

הוספת הדגים מדגימה שימוש נכון בתכסיס ההכפלה, ואילו הוספת המכל הוא פתרון שבעינינו הוא שגרת.

מדוע?

נקודה זו תובהר בסעיף הבא.

הכפלה או סתם הוספה

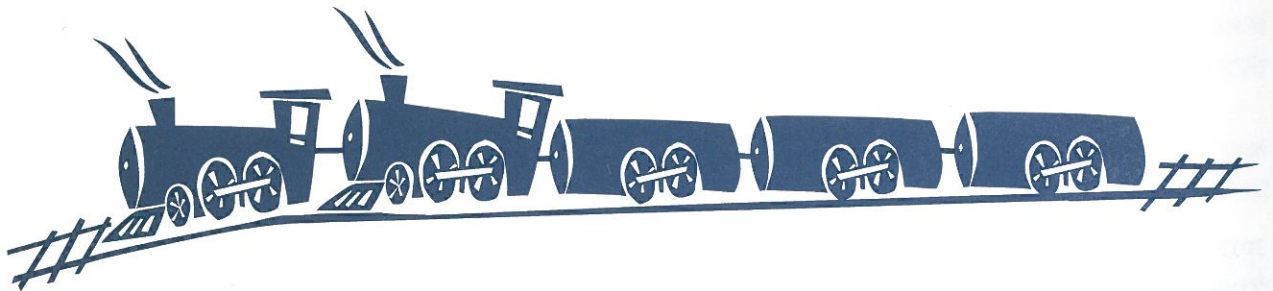
בסעיף הקודם הצגנו שני פתרונות. שניהם מבוססים על יצירת עותקים ממרכיב קיים. רק אחד מהם מהווה יישום נכון של תכסיס ההכפלה.

מה ההבדל בין שני הפתרונות? בפתרון אחד מוסיפים מכל ומגדילים את הנפח העומד לרשות הדגים. בפתרון השני מוסיפים דג טורף, שגורם להגברת התנועה של הדגים במכל.

בפתרון הראשון המכל הנוסף משמש בתפקיד זהה לזה של המכל המקורי. תוספת זו היא בבחינת עוד מאותו דבר, כדי לתמוך ולהעצים פעולה קיימת, ולא לכך מכוון תכסיס ההכפלה.

נחدد הבחנה זאת בעזרת דוגמה נוספת:

קטר רכבת מסוגל לגרור אחריו קרונות במשקל מסוים. כאשר מוסיפים קרונות לרכבת, לא די בקטר בודד כדי לגרור אותה ולכן רותמים אליה קטר נוסף.



בפתרון זה אמנם יוצרים עותק נוסף של מרכיב קיים (הקטר), אך משתמשים בו בדרך שגרתית, לתמיכה בפעולה של המרכיב המקורי (הקטר הראשון), ולכן פתרון זה אינו מסוג הפתרונות שהשיטה ההמצאתית מכוונת אליו.

לעומת זאת, בפתרון הדג הטורף, העותק הנוסף משמש לפעולה חדשה במערכת, השונה מהפעולה שביצע המרכיב המקורי. אמנם משתמשים באסטרטגיה של הוספת עוד מאותו דבר, אך הפעם לשם ביצוע פעולה חדשה (הפחדת הדגים), לא לשם חיזוק פעולה קיימת.

נקודה זו היא מרכזית בתכסיס ההכפלה. הפעולה שמטילים על העותק **שונה** מהפעולה שמבצע המרכיב המקורי. בדוגמה שהצגנו בתחילת הפרק, הלהבה המקורית מכוונת את הטיל למטוס, ואילו העותקים הנוספים משמשים להרחקת הטיל מהמטוס. בדוגמה של דליפת הגז, העותק הנוסף משמש למשיכת בעלי חיים, ולא כמקור אנרגיה. נציג שתי דוגמאות נוספות.

קפוא אך משוחרר

כל מי שניסה אי-פעם לשלוף קוביות קרח מתבנית הפלסטיק המשמשות להקפאתן, יעיד שהמשימה כלל אינה קלה. הקוביות נדבקות לתבנית הפלסטיק והניסיון לשחרר אותן, בנעיצות מזלג או בכיפוף התבנית, מסתיים לא אחת בהינתקות פתאומית של כל הקוביות ואף החלקתן לרצפה. מפעל המייצר תבניות פלסטיק להכנת קוביות קרח חיפש דרך לפתור את הבעיה. אחד הטכנאים גילה שהקרח נדבק לתבנית זמן קצר לאחר שהמים קופאים. עוד התברר שאם מנתקים את הקוביות מיד לאחר שקפאו ובטרם נדבקו חזק, הן לא נדבקות שנית.

כיצד נפתור את הבעיה בעזרת תכסיס ההכפלה?

מכפילים ופותרים: קפוא אך משוחרר

הפעולה העקרונית:

ניתוק קוביית קרח מהתבנית שלה.

מרכיבי המערכת:

תבנית, קרח ומים.

מרכיבי הסביבה:

אוויר ומרכיבים נוספים, שנפרט במידת הצורך.

יוצרים עותקים של המרכיבים הקיימים:

אפשרות אחת היא הכפלת התבנית: מקפאים מים בתבנית אחת. ממלאים תבנית נוספת במים, ועליה מניחים הפוך את התבנית עם הקוביות הקפואות, כך שנוצר מגע בין המים שבתבנית התחתונה לקרח שבתבנית ההפוכה המונחת עליה. מכניסים את שתי התבניות למקפיא כשהן צמודות, וכאשר המים בתבנית התחתונה קופאים, הם נדבקים לקוביות הקרח שבתבנית העליונה. כשמפרידים את התבניות זו מזו, קוביות הקרח יאבדו את האחיזה שלהן מהתבניות ונקבל קוביות בגודל כפול.

אפשרות נוספת היא הכפלת המים. הרטבת הקוביות הקפואות במים אמנם עשוייה לגרום לקרח להתמוסס מעט, אך פתרון זה הוא שגרתי ואינו יעיל במיוחד.

כאמור, פעמים רבות מגיעים לפתרון לאחר שמשנים את התכונות של העותק שיצרנו. נבחן אם כן, אילו שינויים אפשר לערוך בעותקים השונים.

שינויים בתבנית: משנים תבנית אחת כך שתהיה שטוחה יותר מהתבנית הרגילה. אם משתמשים בפתרון שהצענו כאן, של הנחת תבנית על תבנית, מקבלים הפעם קוביות קרח קטנות יחסית.

שינויים במים: משנים משקל סגולי, צמיגות, נקודת קיפאון או צבע. שינוי המשקל הסגולי, הצבע או הצמיגות של המים אינו מקדם אותנו לפתרון הבעיה. אבל שינוי נקודת הקיפאון מכוון לפתרון מעניין: ממלאים את תחתית התבנית בנוזל שטמפרטורת הקיפאון שלו נמוכה מטמפרטורת הקיפאון של מי ברז. זמן קצר לאחר שהמים קופאים, קופא גם הנוזל הנוסף. הנוזל הקפוא מתרחב כמו המים. כתוצאה מכך, הנוזל מפעיל לחץ על קוביות הקרח שמעליו, דוחף אותן כלפי מעלה ומשחרר את אחיזתן.

אפשר להניח בתחתית התבנית שקיות (או "שלפוחיות") של פלסטיק שימולאו בנוזל. הנוזל הנוסף יכול להיות מים שהמסו בהם חומר שגורם להורדת נקודת הקיפאון.

דוגמה זו שבה וממחישה כי דווקא השינוי בעותק הנוסף מכוון אותנו לפתרון הבעיה. ישנם מקרים שבהם השינוי מסייע גם להעלאת רעיונות כיצד לבצע את הפעולה העקרונית, כפי שראינו בדוגמת הקרח. כוחו של תכסיס ההכפלה נובע בעיקר משילוב בין פעולת ההכפלה לפעולת השינוי. לכן מומלץ לשנות תכונות של העותקים שיוצרים, גם אם במחשבה ראשונה נראה שאין צורך בכך. שינויים יזומים כאלה מסייעים למציאת כיוונים חדשים לפתרון הבעיה.

אפשר להיעזר בטבלה שבה רושמים את תכונות המרכיבים ובודקים מה התועלת שתושג על ידי שינויים בהם.

התכונה	השינוי	שימוש אפשרי בעותק לאחר שינוי
צבע	צבע אחר	--
צפיפות	נוזל בעל צפיפות שונה	--
טמפרטורת הקיפאון	מנמיכים את טמפרטורת הקיפאון	משתמשים ב"מים" הנוספים לדחיקת קוביות הקרח

קודם ראינו שגם תוצר של מערכת נחשב כמרכיב בה ויכול לשמש לפתרון בעיה. בדוגמה הבאה נראה שאפשר גם להכפיל תוצר של המערכת ולפתור בעיה.

ציפורים קטלניות

הציפורים מהוות את אחד המפגעים הגדולים בתעופה. לא אחת קורה שציפורים הנקלעות למסלולו של מטוס נשאבות אל מנועו וגורמות להתרסקות כלי הטיס. במקרה של מטוסי נוסעים, הסכנה קיימת בעיקר בעת ההמראה והנחיתה, משום שבמהלך הטיסה עצמה המטוס נמצא בגובה של כ-10 ק"מ, והציפורים אינן מגיעות לגבהים כאלה. רשויות שדות התעופה מנסות דרכים שונות כדי להרחיק את הציפורים מסביבת המסלולים.

האם שימוש בתכסיס ההכפלה יכול לפתור את הבעיה?

מכפילים ופותרים: ציפורים קטלניות

הפעולה העקרונית:

למשל, למנוע את הישאבות הציפורים אל תוך מנוע המטוס. פעולה זו לא מונעת את האפשרות שהציפור תתנגש בגוף המטוס, ולכן ננסה להגדיר פעולה אחרת: הרחקת הציפורים מאזור המסלולים.

מרכיבי המערכת:

מטוס, ציפור.

מרכיבי סביבה:

מסלול, אוויר, פקחי טיסה.

נבחן עתה את המרכיבים השונים ונבדוק האם העותק מסוגל לעזור בביצוע הפעולה שהגדרנו.

הכפלת המטוס: מטוס נוסף טס לפני מטוס הנוסעים ומפלס לו דרך. המטוס הנוסף יכול להיות מטוס קטן, בעל מנועי בוכנה. במקרה של התנגשות בציפור, מטוס הבוכנה פגיע פחות. לחילופין אפשר להשתמש במטוס ללא טייס להרחקת הציפורים.

הכפלת הציפור: בשדות תעופה מסוימים נוהגים לשחרר ציפורי טרף, כגון בזים, שירחיקו את הציפורים הקטנות מהאזור. מספר קטן של ציפורים כאלו עשוי להספיק, מבלי שיהווה סכנה רבה למטוסים.

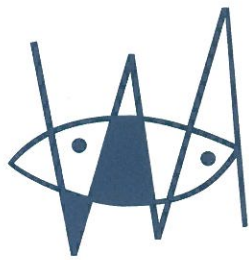
הכפלת המסלול: כאשר מזהים ציפורים בסביבת המסלול, מכוונים את המטוס למסלול חלופי.

כל הרעיונות הללו טובים, אך יש בהם חסרונות. הפתרון הראשון והפתרון האחרון יקרים מדי. החסרון של הפתרון השני הוא שגם ציפורי הטרף מסכנות את המטוסים. לכן, יש להמשיך ולחפש פתרונות נוספים. בפרק קודם ראינו שכאשר לא מצליחים לקשור בין אחד המרכיבים לבין הפעולה הנדרשת, כדאי להעשיר את רשימת המרכיבים, או לבחון מרכיבי משנה.

רעש לבן

במפעלי תעשייה רבים גילו שרעש מפריע לעובדים להתרכז, ומקטין את הקצב העבודה שלהם. מחקרים גילו שרעש לא סדיר הוא הרעש המזיק ביותר.

אחת השיטות להילחם ברעש היא על ידי הוספת רעש. משמיעים רעש רקע מונוטוני, שממסך את הרעש המקורי, או "משלים" אותו לרעש אחיד. רעש זה מכונה רעש לבן.



נדבקים לו לזנב

בדג יולית ים סוף מצוי כתם דמוי עין באזור הזנב. כתם זה מטעה דגים טורפים שמנסים לתקוף את הדג באזור הזנב במקום בראש. הזנב רגיש פחות מאשר הראש, ולכן גדל הסיכוי שהדג יצליח להימלט מהתקפה.

אם נבחן מרכיבי משנה של הציפור, כמו נוצות, הפרשות וציוץ, סביר להניח שנגיע גם אנו לפתרון שבו משתמשים בשדות תעופה שונים: יוצרים העתק של קריאת מצוקה שמשמיעות הציפורים כשהן נמצאות בסכנה, ומשמיעים אותו באזור המסלול בעזרת מערכת רמקולים. הציפורים שבקרבת המסלול שומעות את הקריאות, ומתרחקות.

הסברנו לעיל, שייחודו של תכסיס ההכפלה הוא בכך שהעותק הנוסף משמש לפעולה שונה מפעולתו של המרכיב המקורי. במקרים רבים משתמשים בעותק הנוסף כדי לבצע פעולה שאינה רק שונה אלא אף מנוגדת לפעולה המקורית. השימוש בפעולה מנוגדת לזו המקורית הוא עיקרון מוכר בחשיבה יצירתית בכלל, ולא רק בחשיבה ההמצאתית – **עיקרון הפיכת חסרון ליתרון**. לפי עיקרון זה, מנצלים את מקור הבעיה כדי לפתור אותה. הדוגמאות הבאות ממחישות את העיקרון.

אחת הדרכים לכבות שריפות באזורים פתוחים היא ליצור שבילי אש. מבעירים אש באופן מבוקר במרחק-מה מאזור השריפה. רצועה של אדמה צחיחה שנוצרת כתוצאה מכך, בולמת את התפשטות האש. כלומר, האש משמשת אותנו כדי להילחם בהתפשטות האש.

דוגמה נוספת לקוחה מתחום הרפואה: חיסונים נגד נגיפים מחזקים את גוף האדם בפני מחוללי מחלות אלה. קיימים שני סוגים עיקריים של חיסונים: חיסונים פסיביים וחיסונים אקטיביים. חיסון פסיבי מורכב מתרופה למחלה, המוחדרת לגוף. חיסון אקטיבי, לעומת זאת, מורכב מ"עותקים" של הנגיף המוחלש, המוחדרים לגוף וגורמים לו לפתח נוגדנים כנגד הנגיף. נוגדנים אלה מאפשרים לגוף להתמודד טוב יותר עם נגיפים מסוגם כאשר ייחשף אליהם.



תרגילים

נסו לפתור את השאלות הבאות. מומלץ להעלות כמה רעיונות ולנסות להפעיל את תכסיס ההפעלה. הצעות לפתרונות תוכלו למצוא בעמ' 52-54.

הצייד החכם

באחת מארצות הצפון חי צייד שנהג לצאת ליער בחברת כלבו הנאמן. הכלב היה רץ לפני אדונו, מאתר את הטרף ומזעיק את הצייד בנביחותיו. עם השנים איבד הצייד את כושר השמיעה ולא הגיב לנביחות כלבו. האם ניתן לעזור לצייד?

מסמרים עם ראש טוב

להכנת תבניות עץ משתמשים בשלושה לוחות עץ. כל זוג לוחות (A, B) מחובר בעזרת לוח שלישי (C) ומסמרים. אורך המסמרים אינו עולה על עובי הלוחות, וזאת כדי שלא יבלטו מהצד השני

של הלוחות. בתום העבודה מפרקים את הלוחות ומשתמשים בהם שוב. הדרך המקובלת לפרק את הלוחות היא להוציא את המסמרים על ידי דפיקה בפטיש מהצד השני. אך מאחר שהמסמר לא בולט מעבר ללוח, יש להיעזר בצבת או בחולץ. הבעיה היא שאין מרווח מספיק בין ראש המסמר ללוח העץ, ולכן קשה לאחוז בראש המסמר באמצעות הצבת.

היעזרו בתכסיס ההכפלה כדי להקל על הוצאת המסמרים.

פתיל קצר

כיצד מודדים פרק זמן של $3/4$ שעה בעזרת שני פתילים, שכל אחד מהם בוער במשך שעה שלמה? (הערה: אסור לסמן על הפתילים)

אסירים ומנעולים

בבית סוהר החליטו להנהיג שירות דואר, שיאפשר לאסירים לשלוח מכתבים זה לזה. אסיר שמונה לתפקיד הדואר מעביר את המכתבים בין תאי האסירים בתוך תיבה נעולה.

שני אסירים רוצים להעביר ביניהם מכתבים מבלי שהאסיר הדואר יקרא בהם. כל אחד מהם יכול לקנות מנעול הכלא ולנעול את התיבה, אך כיוון שאסור להם להיפגש, הם אינם יכולים להעביר ביניהם עותק של המפתח. אמנם אפשר להעביר עותק של המפתח בתיבה, אך אז גם הדואר יוכל לשכפל אותו.

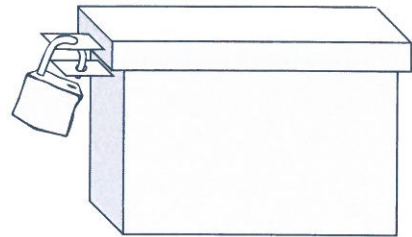
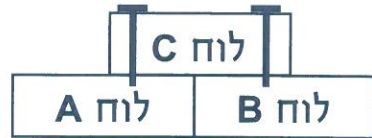
האם יש דרך להעביר מכתבים מבלי שהדואר יעיין בהם?

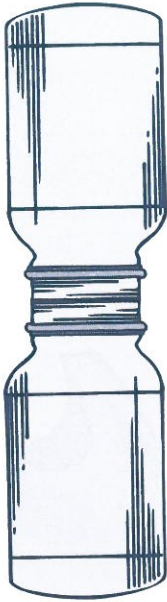
מכפילים וממציאים

בפרק הקודם הצגנו את האפשרות להשתמש בחשיבה המצאתית גם לפיתוח רעיונות למוצרים חדשים. בשלב הראשון מעלים רעיון למוצר חדש, ורק בשלב השני מחפשים צורך שהמוצר יוכל לספק.

תכסיס ההכפלה וכן שלושת התכסיסים האחרים, מאפשרים לשנות מוצר קיים כדי לקבל ממנו רעיונות למוצר חדש. אופי השינוי מוגדר על ידי התכסיס שבו משתמשים. במקרה של תכסיס ההכפלה, מוסיפים למוצר עותקים נוספים של מרכיבים שקיימים בו. רק לאחר השינוי בודקים לאיזה צורך עשוי לשמש המוצר שהתקבל.

נשאלת השאלה, מה יתרונם של השינויים שהתכסיסים מגדירים, על פני שינויים מסוגים אחרים. התשובה היא, ששינויים אלה מגדילים את הסיכוי להגיע לרעיונות מקוריים ומעניינים.





הסבירות שאדם יציע שינויים מהסוג שהתכסיסים מכוונים אליהם הוא נמוך, כיוון שכדי לחשוב עליהם יש להתגבר על קיבעונות בחשיבה. תכסיסי החשיבה תוכננו כדי להתגבר על קיבעונות אלו, תוך שמירת תנאי העולם הסגור. על ידי כך הם מגדילים את הסיכוי להגיע לתוצר יצירתי.

ממציאים מוצר: השלבים

שלב א':

בוחרים מוצר.

שלב ב':

מגדירים את העולם שאליו שייך המוצר.

שלב ג':

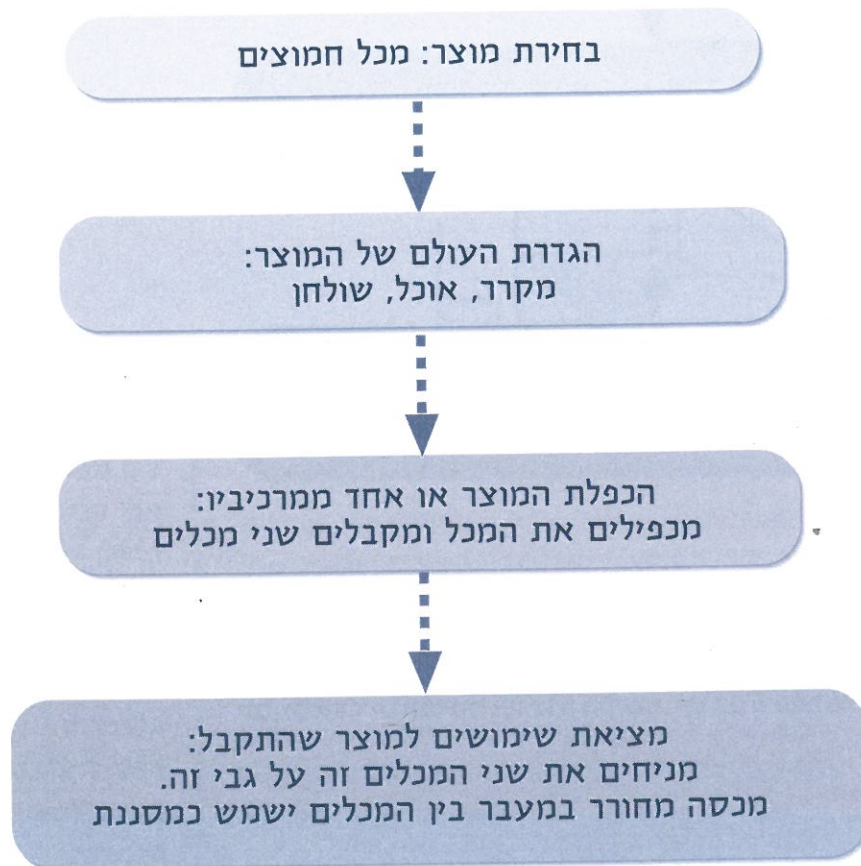
מכפילים מרכיב של מוצר או את המוצר כולו.

שלב ד':

מנסים למצוא שימושים למוצר שהתקבל.

להלן כמה רעיונות למוצרים חדשים.

מכל חמוצים



התוצר הוא מכל חדש לחמוצים. כאשר המכל נמצא במקרר, החמוצים נמצאים בתוך המכל התחתון, בתוך המים המלוחים. כאשר מגישים את החמוצים, הופכים את המכל. המים עוברים למכל התחתון דרך המסננת, החמוצים נשארים במכל העליון.

כעת הסועדים יכולים לשלוף את החמוצים בלי לטבול את ידיהם במים.

אפודה



בחירת מוצר: אפודה

הגדרת העולם של המוצר: בגדים

הכפלת המוצר או אחד ממרכיביו:
מכפילים את השכבה החיצונית ומשנים את צבע העותק והטקסטורה שלו

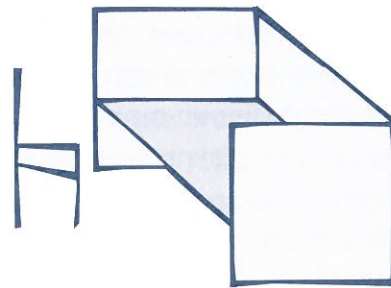
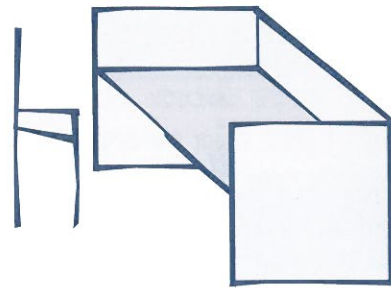
מציאת שימושים למוצר החדש:
מחברים את הבד הנוסף לחלק הפנימי של האפודה ומקבלים אפודה דו-כיוונית

בניגוד לדוגמה הקודמת, המוצר החדש מתקבל בעקבות השינוי שעשינו בעותק המקורי. כשהופכים את הצד הפנימי כלפי חוץ, מקבלים אפודה פשוטה ליום-יום, וכשחוזרים ומציגים את צדה החיצוני, זהו לבוש המתאים לאירועים חגיגיים.

שולחן ילדים רב-גילי

בחירת מוצר: שולחן.
הגדרת העולם שאליו שייך המוצר: גן ילדים.

אפשר לשכפל את השולחן כולו, אך רעיון זה הוא בבחינת "עוד מאותו הדבר". נשכפל אם כן אחד ממרכיביו של השולחן. ניצור עותק נוסף של רגלי השולחן, נשנה את אורכן ונקבל שולחן דו-כיווני. כאשר ילד גבוה רוצה לצייר, הוא הופך את השולחן, וזוכה לפינת ישיבה בגובה המתאים לו. כאשר ילד נמוך רוצה לצייר, שוב הופכים את השולחן, והזאטוט מקבל פינת ישיבה המותאמת למידותיו.



ביג-מק

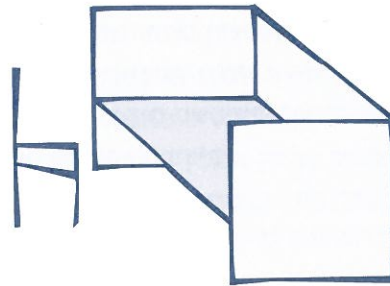
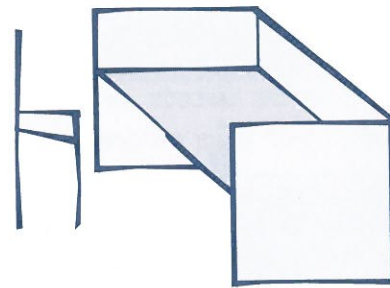
ג'ים גלגטי, זכיון של מקדונלדס, הוא אבי הביג-מק, ההמבורגר הכפול. הרעיון של גלגטי היה לשים שתי קציצות המבורגר מופרדות על ידי פרוסות לחמניה. הביג-מק, שבא לעולם ב-1967, הגביר את מכירות מקדונלדס ב-12 אחוז. האם לדעתכם המצאה זו מהווה דוגמה לשימוש יצירתי בעיקרון ההכפלה?

שולחן ילדים רב-גילי

בחירת מוצר: שולחן.

הגדרת העולם שאליו שייך המוצר: גן ילדים.

אפשר לשכפל את השולחן כולו, אך רעיון זה הוא בבחינת "עוד מאותו הדבר". נשכפל אם כן אחד ממרכיביו של השולחן. ניצור עותק נוסף של רגלי השולחן, נשנה את אורכן ונקבל שולחן דו-כיווני. כאשר ילד גבוה רוצה לצייר, הוא הופך את השולחן, וזוכה לפינת ישיבה בגובה המתאים לו. כאשר ילד נמוך רוצה לצייר, שוב הופכים את השולחן, והזאטוט מקבל פינת ישיבה המותאמת למידותיו.



ביג-מק

ג'ים גלגטי, זכין של מקדונלדס, הוא אבי הביג-מק, ההמבורגר הכפול. הרעיון של גלגטי היה לשים שתי קציצות המבורגר מופרדות על ידי פרוסות לחמניה. הביג-מק, שבא לעולם ב-1967, הגביר את מכירות מקדונלדס ב-12 אחוז. האם לדעתכם המצאה זו מהווה דוגמה לשימוש יצירתי בעיקרון ההכפלה?

עט כתיבה

בחירת מוצר: עט כתיבה

הגדרת העולם של המוצר: כלי כתיבה

הכפלת המוצר או אחד ממרכיביו:
מכפילים את מילוי הדיל

מציאת שימושים למוצר שהתקבל:
עט בעל מילויי דיל בצבעים שונים

המוצר שתיארנו נמכר בחנויות. האם הוא מוצר יצירתי? לא ממש. אולי משום שכאשר מכפילים מרכיבים קיימים, ולמרות ההכפלה והשינוי שנעשה – צבע אחר לכל מילוי – עדיין העותקים משמשים לאותה פעולת כתיבה. במה שונה המוצר הזה ממיכל החמוצים?

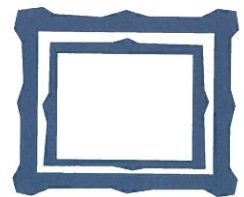
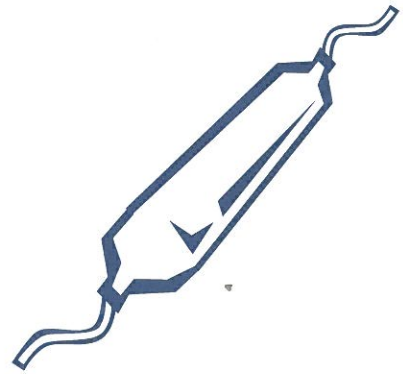
נציג כעת שני מוצרים נוספים: משחת שיניים בשופרת, תמונה על הקיר. מהם התוצרים שנקבל על ידי הכפלת המוצרים או מרכיביהם?

משחת שיניים

מה דעתכם על שופרת דו-כיוונית בעלת שני פתחים? הדבר יקל על סחיטת המשחה לכל אורך השופרת.

תמונה על הקיר

מכפילים את המסגרת ומוסיפים ציור מהעבר השני של הציור הראשון. מקבלים תמונה דו-כיוונית. כאשר נמאס לראות את התמונה בסלון, הופכים אותה ונהנים מהתמונה שבצד השני. הרעיון יכול לשמש גם כפתרון לאחסון תמונות.



סיכום

תכסיס ההכפלה הוא תבנית חשיבה שבה משכפלים את אחד המרכיבים של המערכת או של סביבתה, כדי לבצע פעולה שתביא לפתרון בעיה. השימוש בתכסיס ההכפלה מאפשר להתגבר על שני קיבעונות חשיבתיים, המונעים מאתנו להגיע לתוצרים רצויים.

הקיבעון הראשון הוא הקיבעון התפקודי, המוכר לנו מהפרק הקודם. אנו משתמשים בעותק של מרכיב קיים כדי לבצע פעולה שונה מזו שנעשתה באמצעות המרכיב המקורי. בדוגמת תבנית הקרח, המים הנוספים אינם משמשים לצינון משקאות, אלא לשחרור קוביות הקרח מהתבנית.

הקיבעון השני מתייחס לאופן שבו משתמשים בתבנית החשיבה ולא לדרך שבה משתמשים בחפץ. הנטייה הטבעית שלנו היא להשתמש בדפוס חשיבה המעודד אותנו לקחת "עוד מאותו דבר", כדי לחזק פעולה קיימת. לעומת זאת, כשמפעילים את תכסיס ההכפלה, לוקחים עוד מאותו דבר כדי לאפשר פעולה חדשה, שלעתים אף מנוגדת לפעולה שביצע המרכיב ששכפלנו. בכך עוזר לנו תכסיס ההכפלה להתגבר על קיבעון תפקודי, הקשור לאופן השימוש בדפוס חשיבה מסוים.

תכסיס ההכפלה דומה מבחינות רבות לתכסיס האיחוד. בשניהם מגדירים פעולה עקרונית. בשניהם משתמשים במרכיבים קיימים או במרכיבים מהסוג שקיים במערכת, כדי להתגבר על בעיה. ועם זאת, התכסיסים שונים זה מזה.

תכסיס האיחוד מאפשר לפתור את הבעיה מבלי להכביד על המערכת במרכיבים נוספים. לעומת זאת, תכסיס ההכפלה מכוון את החשיבה שלנו לעבר קבוצת פתרונות שונה באופן איכותי, בזכות העותקים הנוספים של מרכיבים שיצרנו במערכת. למשל, פתרונות שמתבססים על יחסי גומלין בין שני מרכיבים: בין המרכיב המקורי לעותקים הנוספים שנוצרים, כמו בדוגמת המגב לניקוי חלונות שהבאנו בתחילת הפרק. לחילופין, התכסיס מאפשר לחשוב על רעיונות שעולים מעצם הריבוי. הריבוי מאפשר פעולת גומלין בין העותקים הנוספים לבין עצמם, פעולה שאינה אפשרית בפתרונות העולים תוך שימוש בתכסיס האיחוד.

לצורך המחשה נחזור לדוגמה מהפרק הקודם: בתרגיל ביצירתיות שנערך בבית ספר, התבקשו תלמידים להציע רעיונות לשימושים שונים בבקבוק משקה מפלסטיק. באמצעות תכסיס האיחוד, הגיעו תלמידים לפתרונות, כגון: אהיל למנורה, מתזי מים, עציץ, משפך, מתקן לרחצה, סירה, וכדומה. לעומת זאת, תכסיס ההכפלה מכוון אותם לרעיונות נוספים, כגון: שעון חול (חיבור של שני בקבוקים), חגורת הצלה (חיבור של כמה בקבוקים בטור), סנדל להליכה על המים (חיבור של כמה בקבוקים ליצירת משטח שקושרים לנעל) ועוד.

תכסיסים שונים מולידים, אם כן, רעיונות שונים. היות שמטרתנו האמיתית היא להגיע למגוון רחב ככל האפשר של רעיונות, רצוי לנצל את מגוון תכסיסי החשיבה לפתרון בעיה.

גמישות מחשבתית

"גמישות" היא אחד ממרכיבי החשיבה המסתעפת, שחקר הפסיכולוג ג'. פ. גילפורד.

גמישות מוגדרת כ יכולת ליצור רעיונות מכיוונים שונים, כלומר לעבור ממערך חשיבה אחד למערך חשיבה אחר. ההפעלה של תכסיסים שונים לפתרון בעיה אחת, מאפשרת להגמיש את החשיבה באופן שיטתי.



פתרונות

הצייד החכם

הפעולה העקרונית:

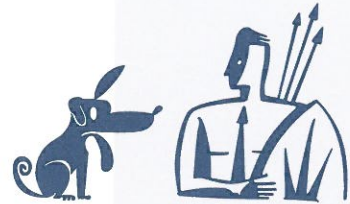
איתור הכלב.

מרכיבי המערכת:

כלב, צייד, בעלי חיים.

תיאור הפתרון:

"משכפלים" את הכלב. כלב אחד מזהה את הטרף ושומר שלא יברח, והכלב השני רץ אל הצייד ומוביל אותו אל מקום הימצאותם של הניצוד והכלב הראשון.



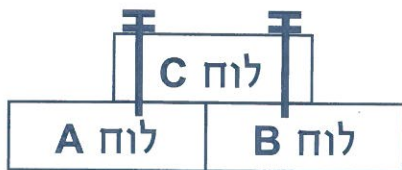
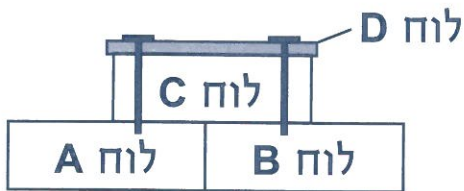
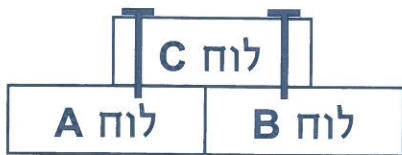
מסמרים עם ראש טוב

הפעולה העקרונית:

יצירת מרווח בין ראש המסמר ללוח העץ.

מרכיבי המערכת:

עובדים, מסמר, תבנית, לוחות, פטיש.



עותקים נוספים:

"הכפלת" העובד, כלומר: תוספת כוח אדם, תזרז את קצב העבודה. רעיון שגתי, חסר יצירתיות, המתבסס על העיקרון של הוספת עוד מאותו דבר כדי לחזק את הפעולה המקורית.

תיאור הפתרון:

הכפלת המסמר או התבנית אינן מעוררות בנו רעיונות חדשים או מעניינים. גם מהכפלת הלוחות A ו-B לא תבוא הישועה. אך שימו לב ללוח C. מוסיפים עותק של הלוח (לוח D) ומניחים אותו בין ראש המסמר ללוח העץ. דופקים את המסמרים דרך לוחות C ו-D ומחברים את שני הלוחות אל לוחות B ו-A כמקודם. אלא שהלוח D שונה מלוח C בכך שהוא עשוי מחומר שמתפורר כתוצאה מדפיקות פטיש, אך אינו מתפורר עם הכנסת מסמר. כאשר רוצים להוציא את המסמרים, מפוררים את הלוח החדש, שחוצץ בין ראש המסמר ללוח המקורי, ומכניסים את הצבת או החולץ במרווח שנוצר. אפשר גם לשוב ולבחון את רשימת המרכיבים ולהעשיר אותה במרכיבי משנה. הדבר עשוי לחשוף אותנו לרעיונות טובים נוספים, לעתים טובים מאלה שהגענו אליהם.

כדי שלא לייגע אתכם בכל רשימת המרכיבים, נדגים את העיקרון בעזרת מרכיב אחד – המסמר. מרכיבי המשנה של המסמר הם הגוף והראש שלו. הכפלת ראש המסמר מכוונת אותנו לרעיון הבא: יוצרים מסמרים בעלי ראש כפול, מכניסים את החולץ בין הראשים ושולפים את המסמר.

פתיל קצר

הפעולה העקרונית:

יצירת יחידות זמן קצרות, שבעזרתן נמדוד את הזמן הדרוש.

מרכיבי המערכת:

פתילים, מצת.

תכסיס ההכפלה נותן רמז כיצד לחלק את יחידות הזמן הכלליות ליחידות קטנות יותר, שתאפשרנה למדוד שלושת רבעי שעה.

תיאור הפתרון:

מדליקים פתיל אחד משני צדדיו. כלומר, מכפילים את הלהבה. במקביל, מדליקים את הפתיל השני מצדו האחד בלבד. כאשר הלהבות של הפתיל הראשון נפגשות, חלפה בדיוק חצי שעה. בשלב זה מכבים את הפתיל השני שבער בדיוק עד חציו. כיצד נשיג את פרק הזמן הנותר של רבע שעה? נדליק את הפתיל השני שוב, הפעם משני צדדיו. הפתיל יבער רבע שעה – עד שהלהבות תפגשנה. הזמן שחלף בסך הכל הוא שלושת רבעי השעה.

שימו לב שפתרון זה עובד גם אם הפתילים אינם אחידים בקצב הבעירה שלהם.

אסירים ומנעולים

הפעולה העקרונית:

העברת המפתח.

המרכיבים:

אסירים, תיבה, מפתחות ומנעולים.

תיאור הפתרון:

מכפילים את מרכיבי המערכת:

שכפול מפתח: למעשה המנעול נמכר בחנויות עם שני עותקים של המפתח. אסיר אחד יכול לרכוש מנעול ולשלוח עותק אחד של המפתח לאסיר השני. הבעיה היא שהאסיר הדוור עלול לשכפל לעצמו עותק ולפתוח את התיבה מאוחר יותר, כאשר האסירים יעבירו בה מכתבים.

הפתרון נמצא בשכפול המנעול: כל אסיר רוכש לעצמו מנעול אחד. לכל אחד מהאסירים יש כעת מנעול אחד ושני עותקים של מפתח.

אסיר א' מניח בתיבה עותק של מפתח של מנעולו (מנעול א'), נועל אותה בעזרת עותק נוסף של המפתח, שנותר בידי, ושולח את התיבה אל אסיר ב'.

אסיר ב' מוסיף ונועל את התיבה במנעול שהוא רכש – מנעול ב' – ושולח אותה בחזרה לאסיר א'.

אסיר א' מחזיק כעת בידי תיבה נעולה בשני מנעולים, מנעול א' ומנעול ב'. בעזרת עותק המפתח שנותר אצלו הוא מסיר את מנעול א' ושולח את התיבה לאסיר ב', כשהיא נעולה במנעול ב' בלבד.

אסיר ב' פותח את מנעול ב' ומוציא מהתיבה את עותק המפתח של מנעול א' שנשלח אליו.

כעת לשני האסירים יש עותק מפתח של מנעול א', והם יכולים לשלוח מכתבים זה לזה באין מפריע.



לפ
המ
זוג
תב
כע
הר

אוו
כיז
רא
שב
לדו
למ
בא
המ



תכסיס

החלוקה

לפני כמה שנים הופיעה ידיעה בעיתון: נתפס מבריאח הנעליים ש"שיגע" את שלטונות המכס. בגוף הידיעה דווח על יבואן שמצא דרך מתוחכמת להבריח ארצה אלפי זוגות נעליים. האיש ידע שסחורה משוחררת מהנמל רק לאחר שהיבואן משלם תמורתה לשלטונות המכס. אם מסיבה כלשהי איש לא בא לדרוש את הסחורה, כעבור זמן מה המכס מציע אותה למכירה פומבית. הסחורה מוצעת אז לציבור הרחב במחיר בסיסי נמוך, ומי שמציע את המחיר הגבוה ביותר זוכה בה.

אותו מבריאח העביר את הסחורה דרך המכס באופן גלוי, ומבלי לשלם עליה מס. כיצד עשה זאת?

ראשית, המבריאח הפריד את זוגות הנעליים לשתי קבוצות: נעליים ימניות ונעליים שמאליות. הוא שלח את הנעליים הימניות לארץ, אך לא הגיע למחסני המכס כדי לדרוש אותן. מאחר שאף יבואן אחר לא טען שהסחורה שלו, הוצעו הנעליים למכירה פומבית במחיר נמוך במיוחד. היבואן שלנו הגיע למכירה הפומבית, מלווה באנשים שהתחזו למתחריו, וקנה את הנעליים במחיר סמלי, נמוך בהרבה ממחיר המכס שהיה צריך לשלם תמורת זוגות שלמים. כעבור זמן מה הגיעו הנעליים

