



פיתוח ויישום אפלטוריתם

בבתי תכנה יש הבחנה בין **מתכנן ומתכנת**. תפקיד המתכנן הוא בעיקר פיתוח האלגוריתם והתאמתו לבעיה הנתונה. התוצר של המתכנן מועבר למתכנת שנדרש ליישם את האלגוריתם הנתון לתכנית מחשב. אם התכנית שנכתבה אינה משיגה את הפתרון הרצוי, יוחזר האלגוריתם למתכנן לתיקון, ובחזרה למתכנת לקידוד, וחוזר חלילה עד לקבלת תוצר מוגמר הפותר את הבעיה. מובן שמתכנן טוב ידאג לבצע בדיקות תקינות לאלגוריתם שפיתח כדי לקצר ככל האפשר את חלק היישום.

במסגרת לימודי יסודות מדעי המחשב, אנו נדרשים למלא את שתי הפונקציות – פיתוח האלגוריתם ויישומו לתכנית מחשב. לעיתים מלאכת הפיתוח נראית מיותרת, במיוחד כאשר פתרון הבעיה נראה מובן, אך טוב נעשה אם נתרגל כבר משלבים ראשונים של הלימוד לעסוק בתכנון ופיתוח כדי להקל על עבודתנו בעתיד.

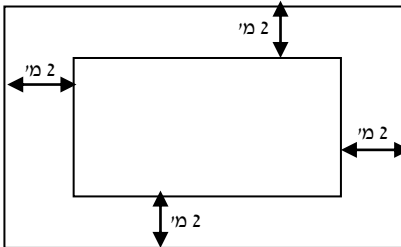
נבחן את התהליך באמצעות שתי הבעיות שלהלן:

בעיה 1:

אבינועם הוא אדריכל גנים ונוף. יום אחד נדרש אבינועם לתכנן מדשאה שצורתה מלבן, והיא מוקפת באבני שפה.

המטרה: לפתח עבור אבינועם אלגוריתם לתכנית מחשב, שיקלוט את אורך המדשאה ואת רוחבה במטרים, ויצגי כפלט כמה מטרים רבועים של דשא דרושים עבור המדשאה ומהו האורך הכולל של אבני השפה שיקיפו את המדשאה.

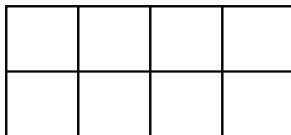
בעיה 2:



עודד הוא רצף. משימתו של עודד היא לרצף אולם מלבני כך שבשוליו 2 מ' של מרצפות מעוטרות ובמרכזו מרצפות בגוון אחיד.

המטרה: לפתח עבור עודד אלגוריתם לתכנית מחשב, שיקלוט את אורך ורוחב האולם, ויצגי כפלט כמה מ"ר של מרצפות מעוטרות וכמה מ"ר של מרצפות בגוון אחיד עליו להזמין כדי לבצע את העבודה.

בעיה 3:



יחזקאל הוא מסגר אומן המתמחה בסורגים מעוצבים לחלונות. לקראת החגים, ויציאתם של רבים מלקוחותיו לחופשות, יצא יחזקאל במבצע מיוחד עבור הסורג שבשרטוט – העיצוב והעבודה חינם, הלקוח ישלם אך ורק עבור חומרי הגלם.

לקוח המבקש להזמין סורג, מוסר ליחזקאל את מידות החלון – אורך ורוחב, ויחזקאל מחשב עבורו את עלות הסורג, לפי התקן הקובע שיש להציב פס ברזל כל 20 ס"מ.

המטרה: לפתח עבור יחזקאל אלגוריתם לתכנית מחשב, שיקבל כקלט את אורך החלון ורוחבו, וכן את המחיר למטר ברזל, ויצגי כפלט את האורך הכולל של מוטות הברזל במטרים, ואת המחיר שיעלה הסורג.

המשימה הנדרשת בכל אחת מהתכניות עשויה להיות מורכבת יותר או פחות, הכל בהתאם לכמות הקלט והחישובים הנדרשים. לעיתים הבעיה פשוטה והפתרון שלה מיידי ולעיתים עלינו להיעזר בידע נוסף (למשל נוסחאות מתמטיות) להשגת הפתרון.

על מנת שנוכל לפתור בעיות ברמת מורכבות שונה, עלינו להתייחס לכל בעיה, פשוטה כמורכבת באותו אופן, כלומר, **פיתוח ויישום אלגוריתם לפתרון**.

פתוח – התהליך שעובר על המתכנת החל מהצגת המשימה ועד להשגת אלגוריתם הפותר את הבעיה.
יישום – המרת האלגוריתם לתכנית מחשב הנותנת תוצאות נכונות עבור כל קלט אפשרי.

לפי הצורה בפיתוח ויישום אלגוריתם

תהליך **פיתוח** האלגוריתם ו**יישום** על ידי תכנית מחשב מתחיל בבעיה אלגוריתמית נתונה וכולל את השלבים הבאים:

- א. זיהוי הבעיה האלגוריתמית (נקודת מוצא ומטרה).
- ב. בחינת דוגמאות קלט שונות והקשר בין קלט לפלט.
- ג. חלוקת משימות האלגוריתם **לתת משימות**.
- ד. בחירת משתנים - תפקיד, שם וטיפוס לכל משתנה.
- ה. ניסוח האלגוריתם וכתבתו.
- ו. כתיבת תיעוד לאלגוריתם.
- ז. **בדיקת נכונות** האלגוריתם באמצעות **טבלת מעקב** עבור דוגמאות קלט מייצגות.
- ח. כתיבת התכנית ל**יישום** האלגוריתם, הרצתה במחשב ובדיקתה עבור דוגמאות קלט נוספות.
- ט. כתיבת תיעוד לתכנית.

לא תמיד מתבצעים השלבים השונים בצורה מסודרת שלב אחרי שלב. יתכן איחוד של שלבים ותיתכן חזרה משלב מתקדם לשלב קודם. לפעמים, בשלב כתיבת האלגוריתם עולה צורך בשינוי כמו פירוק אחר לתת-הבעיות ו/או בחירת משתנים נוספים.

גם בבדיקת התכנית עלולות להתגלות שגיאות באלגוריתם, ותיקון עשוי להביא לבחירת משתנים נוספים ולשינוי הוראות האלגוריתם.

שיפור ותיקון האלגוריתם תוך חזרה משלב מתקדם לשלב קודם הינו תהליך טבעי ומקובל.

בדיקת נכונות התכנית וטבלת מעקב

לאורך ההיסטוריה הקצרה של עידן המחשב, נרשמו אינספור דוגמאות של תכניות שגויות שהביאו לתוצאות בלתי צפויות כמו למשל, סיפורה של הסבתא בת ה-106 שקיבלה מכתב רישום לכיתה א, חישובים מורכבים שהניבו תוצאות שגויות או גרמו לתקיעת המערכת, או החשש מפני קריסת כתוצאה מאי הכרת מבנה המחשב ודרך פעולתו.

חלק ניכר מזמן הפיתוח של תכניות מחשב, מוקדש ל**הוכחת נכונות** של התכנית. מטרתה של הוכחת הנכונות היא לאמת את הטענה שהתכנית תציג פלט נכון עבור כל קלט אפשרי.

אלגוריתם (תכנית) לפתרון בעיה נתונה הוא נכון, אם ביצעו מביא להצגת הפלט הדרוש עבור כל קלט חוקי (בהתאם להגדרת הבעיה).

מספר האפשרויות השונות של קלט חוקי הוא גדול מאוד. בתעשייה מקובל להשתמש בתוכנות המריצות ובדקות את התוכנה אך לנו אין אפשרות זאת. כיוון שכך, לא יעלה על הדעת שנבדוק את נכונות

האלגוריתם על ידי בדיקת כל קלט אפשרי, ולכן, נבחר בדרך כלל בקלט מייצג. דוגמאות קלט מייצגות הינן דוגמאות המייצגות קבוצה של קלטים אפשריים. למשל, מספר שלילי, מספר חיובי, מספר שלם או ממשי, המספר אפס וכד'.

בשלב הראשון, נקבע לכל תכנית מהו קלט מייצג בהתאם לנתוני הבעיה. בשלב מאוחר יותר, נלמד כיצד לעקוף נתוני קלט לא חוקיים (כמו למשל – קלט של מספרים שליליים בבעיות המחשבות מידותיהם של גופים הנדסיים).

בדיקת נכונות האלגוריתם נעשית באמצעות טבלת מעקב.

טבלת מעקב הינה טבלה המציגה את תוכן תאי הנתונים בשעת ביצוע התכנית. קיימות שיטות שונות לביצוע טבלת מעקב, אך המשותף לכולן הוא הימצאות עמודה מיוחדת לכל משתנה המופיע באלגוריתם או בתכנית, ועמודה נוספת עבור פלט התכנית.

הטבלה שבחרנו להציג בספר זה מכילה את העמודות ההכרחיות, ולעיתים לצורך הבהירות, הוספנו את שורות הקוד או את מספרי השורה המתאימים בתכנית. בפרקים המתקדמים, נוסיף עמודות נוספות שיסייעו בהבנה ומעקב אחר הביצוע.

דוגמא:

נריץ קטע התכנית הבא בטבלת מעקב עבור הצהרת המשתנים הבאה:

```
int a, b ;
double x, y ;
```

קטע התכנית	a	b	x	y	מסך / פלט
a = 12; Console.WriteLine("Type a number → "); b = int.Parse(Console.ReadLine()); x = 2 * a + b ; y = x / 2 ;	12	5			Type a number → 5
			29.0	14.5	x = 29.0 y = 14.5
	14		34.0		x+y = 48.5 x = 34.0
Console.WriteLine("x = {0} y = {1}", x, y); a = a + 2; x = 4 * b + a; Console.WriteLine("x+y = {0} x = {1}", x+y, x);					

הדגשים בטבלת המעקב:

- תוכן משתנה מספרי הוא מספר בלבד. הפעולה החישובית נעשית ביחידה החישובית ולא בתוך תא הנתונים. בתא יש לשים אך ורק את תוצאות החישובים.
- כל עוד לא קיבל המשתנה ערך, נשאיר את המשבצת ריקה.
- אם לא רושמים את מספרי השורות (או את ההוראות) בטבלת המעקב, ניתן להתייחס לכל עמודה כאילו היא תא נתונים אחד, ובמקרה זה אין חשיבות היכן ירשם הערך, ובלבד שהוא ירשם בעמודה המתאימה. (המשמעות: ניתן להתחיל למלא את עמודות הטבלה החל מהשורה העליונה).

- אם תא נתונים משנה את ערכו במהלך הביצוע, נסמן את הערך הישן כמחוק (נעביר עליו קו שיראה שהערך הישן מחוק אך עדיין קריא), ונרשום מתחתיו את הערך החדש. שינוי ערכו של תא נתונים אחד, אינו משפיע על תוכנם של תאי הנתונים האחרים (כלומר: אין צורך להעתיק את תוכנם לשורות הבאות בטבלה).
- פלט התכנית מנותב בדרך כלל למסך המחשב. ניתן להמיר את עמודת הפלט בעמודת "מסך" ואז להציג בעמודה זו כל מה שנרשם במסך, כולל הוראות הקלט ומשפטי ההסבר לפלט. בשלב מאוחר יותר נוכל לוותר על עמודת המסך ולהסתפק בעמודת פלט בלבד (שהרי מטרת הטבלה היא לבדוק נכונות הביצוע והחישובים), ולהוסיף עמודות נוספות בהתאם לצורך.

נבחן את תהליך הפיתוח והיישום על התכניות שהצגנו בתחילת הפרק:

תכניתו fe אפיוןוצט לחישוב שטח המדשאה והיקפה.

א. זיהוי הבעיה האלגוריתמית (נקודת מוצא ומטרה).

נקודת המוצא של התכנית, או הקלט לתכנית הוא האורך והרוחב של המדשאה המלבנית. המטרה, או פלט התכנית הוא שטח המדשאה והיקפה.

ב. בחינת דוגמאות קלט שונות והקשר בין קלט לפלט.

כדוגמאות קלט מייצגות עבור האורך והרוחב ניתן לקחת כל שני מספרים חיוביים. המספרים יכולים להיות שלמים או ממשיים.

ג. חלוקת משימות האלגוריתם לתת משימות.

כדי לחשב את שטח המדשאה ורוחבה, יהיה עלינו לבצע את השלבים הבאים:

- קלט מידות המדשאה לתוך משתנים שישמרו את מידות האורך והרוחב.
- חישוב שטח המדשאה והיקפה.
- פלט התוצאות.

ד. בחירת משתנים - תפקיד, שם וטיפוס לכל משתנה.

שם המשתנה	טיפוס המשתנה	תפקיד המשתנה
length	int	אורך המדשאה.
width	int	רוחב המדשאה.
lawnArea	int	שטח המדשאה.
lawnPerimeter	int	היקף המדשאה.

- נהוג לתת לכל משתנה שם משמעותי המרמז על תפקידו. אולם בתכניות המחשבות מידות של שטחים גיאומטריים, מקובל יותר להשתמש בסמלים המופיעים בספרי הגיאומטריה ולקרוא למשתני הצלעות בשמות a ו-b (או x ו-y), לשטח s, ולהיקף p.

- לצורך הנוחות בלבד, בחרנו במספרים שלמים. יכולנו באותה מידע לקבוע שהאורך והרוחב יהיו מספרים ממשיים, ובמקרה זה היו גם השטח וההיקף מספרים ממשיים. הרחבה על אופן בחירת סוג המשתנה, בפרק 4.

ה. ניסוח האלגוריתם וכתבתו.

כדי לחשב את שטח המדשאה נכפול את אורך המדשאה ברוחבה. כדי לחשב את היקף המדשאה, נחשב את סכום הצלעות המקיפות את המדשאה, כלומר – פעמיים האורך והרוחב או פעמיים האורך + פעמיים הרוחב.

האלגוריתם: חישוב-שטח-המדשאה-והיקפה

```

}
  קלט : אורך ורוחב המדשאה (lawn).
  פלט : שטח המדשאה והיקפה.
{
  (1) קלט : אורך המדשאה ← length
  (2) קלט : רוחב המדשאה ← width
  (3) lawnArea ← length * width
  (4) lawnPerimeter ← 2 * (length + width)
  (5) פלט : שטח המדשאה הוא : lawnArea
  (6) פלט : אורך אבני השפה הוא : lawnPerimeter
  
```

ו. כתיבת תיעוד לאלגוריתם.

- אמנם בחרנו בשמות משתנים משמעותיים למשתנים, דבר התורם לקריאות ובהירות האלגוריתם, אך הדבר אינו פוטר אותנו מרישום הערות המסבירות את החישובים.
- נהוג לתת לאלגוריתם שם המעיד על תפקידו.
- לכל אלגוריתם יש לצרף תיעוד המתאר את הקלט לתכנית ואת הפלט. אם ירצה המפתח, בשלב מאוחר יותר, להרחיב את האלגוריתם שכתב, יעזור התיעוד לשחזר את קו המחשבה שלו בעת שפיתח את האלגוריתם המקורי, ויסייע בהבנתו.

ז. בדיקת נכונות האלגוריתם באמצעות טבלת מעקב עבור דוגמאות קלט מייצגות.

מספר השורה	length	width	lawnArea	lawnPerimeter	פלט
(1+2)	4	5			
(3+4)			20	18	
(5)					שטח המדשאה הוא : 20
(6)					אורך אבני השפה הוא : 18

ח. כתיבת התכנית ליישום האלגוריתם, הרצתה במחשב ובדיקתה עבור דוגמאות קלט נוספות.

```

/*~~~~~*
*           קלט : אורך ורוחב המדשאה.           *
*           פלט : שטח המדשאה והיקפה.           *
*~~~~~*/
using System;
namespace SimpleProgram
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int length, width;           // אורך ורוחב המדשאה
            int lawnArea, lawnPerimeter; // שטח והיקף המדשאה

            Console.Write ("Type length of the lawn ---> ");
            length = int.Parse(Console.ReadLine());
            Console.Write ("Type width of the lawn ---> ");
            width = int.Parse(Console.ReadLine());

            lawnArea = length * width;
            lawnPerimeter = 2 * (length + width);

            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine("Lawn Area is: " + lawnArea);
            Console.WriteLine("Lawn Perimeter is: " + lawnPerimeter);
        }
    }
}

/*~~~~~ פלט התכנית ~~~~~
Type length of the lawn → 4
Type width of the lawn → 6

Lawn Area is: 24
Lawn Perimeter is: 20
~~~~~*/

```

ט. כתיבת תיעוד לתכנית.

- התיעוד לתכנית דומה לתיעוד האלגוריתם. מטרת תיעוד התכנית : לזהות חלקים מורכבים בעת בדיקת נכונות האלגוריתם.
 - לספק את המידע הדרוש לתכניתן שיתחזק את התכנית בעתיד.
 - לסייע במציאת המקומות המתאימים בשלב הרחבת התכנית (ביצוע upgrade לתכנית).
- מומלץ להוסיף לתיעוד את שם כותב התכנית.

תכניתו של צורך לחישוב שטח המרצפות מכל סוג, הדרוש לריצוף האולם.

א. זיהוי הבעיה האלגוריתמית (נקודת מוצא ומטרה).

נקודת המוצא של התכנית, או הקלט לתכנית הוא האורך והרוחב של האולם המלבני. המטרה, או פלט התכנית הוא שטח המרצפות המעוטרות ושטח המרצפות בגוון האחד.

ב. בחינת דוגמאות קלט שונות והקשר בין קלט לפלט.

כדוגמאות קלט מייצגות עבור האורך והרוחב ניתן לקחת כל שני מספרים חיוביים, ובלבד שגודלו של כל מספר יהיה גדול מ- 4 (למה?). המספרים יכולים להיות שלמים או ממשיים, לצורך הנוחות נבחר במשתנים מטיפוס מספר שלם.

ג. חלוקת משימות האלגוריתם לתת משימות.

ניתן לחשב את השטח האולם המרוצף בכל אחד מסוגי המרצפות ביותר מדרך אחת. אנו נבחר בדרך של הפרש שטחים. לשם כך יהיה עלינו לבצע את השלבים הבאים:

- קלט מידות האולם לתוך משתנים שישמרו את מידות האורך והרוחב.
- חישוב אורך ורוחב המלבן הפנימי של האולם שיהיה מרוצף במרצפות בגוון האחד.
- חישוב שטח המלבן הפנימי המרוצף במרצפות בגוון האחד.
- חישוב השטח המרוצף במרצפות המעוטרות.
- פלט התוצאות.

ד. בחירת משתנים - תפקיד, שם וטיפוס לכל משתנה.

שם המשתנה	טיפוס המשתנה	תפקיד המשתנה
length	int	אורך האולם.
width	int	רוחב האולם.
innerLength	int	אורך המלבן הפנימי.
innerWidth	int	רוחב המלבן הפנימי.
hallArea	int	השטח הכולל של אולם.
innerArea	int	שטח המלבן הפנימי.
decordArea	int	שטח המרצפות המעוטרות

ה + ו. ניסוח האלגוריתם וכתיבתו. כתיבת תיעוד לאלגוריתם.

- מכיוון שקיימת דרישה שהאזור המעוטר יהיה ברוחב של 2 מ', יש לקלוט עבור אורך ורוחב האולם ערכים הגדולים מ- 4 מ' (2 מ' מכל צד).
- כדי לחשב את אורך ורוחב המלבן הפנימי נחסר 4 מ' מאורך האולם ו- 4 מ' מרוחבו.
- כדי לחשב את השטח המעוטר נחסר משטח האולם הכללי את השטח הפנימי.

האלגוריתם : חישוב-שטח-המרצפות-לריצוף האולם

- } קלט : אורך ורוחב האולם
- { פלט : שטח המרצפות המעוטרות ושטח המרצפות בגוון האחיד.
- (1) קלט : אורך האולם \leftarrow length
- (2) קלט : רוחב האולם \leftarrow width
- (3) $hallArea \leftarrow length * width$
- (4) $innerLength \leftarrow length - 4$
- (5) $innerWidth \leftarrow width - 4$
- (6) $innerArea \leftarrow innerLength * innerWidth$
- (7) $decorArea \leftarrow hallArea - innerArea$
- (8) פלט : השטח הכולל של המרצפות המעוטרות הוא : decorArea
- (9) פלט : השטח הכולל של המרצפות בגוון האחיד הוא : innerArea

ז. בדיקת נכונות האלגוריתם באמצעות טבלת מעקב עבור דוגמאות קלט מייצגות.

מספר השורה	length	width	inner Length	inner Width	hall Area	inner Area	décor Area	פלט
(1-2)	20	15						
(3)					300			
(4-5)			16	11				
(6-7)						176	124	
(8)								השטח הכולל של המרצפות המעוטרות הוא : 300
(9)								השטח הכולל של המרצפות בגוון האחיד הוא : 124

חשוב : האם המספרים 30 - ו- 20 יכולים להיות קלט מייצג ?
 האם המספרים 4 ו- 5 יכולים להיות קלט מייצג ?



ח. כתיבת התכנית ליישום האלגוריתם, הרצתה במחשב ובדיקתה עבור דוגמאות קלט נוספות.

```

/*~~~~~*
*           קלט : אורך ורוחב האולם.           *
*           פלט : שטח הריצוף המעוטט והאחיד.   *
*~~~~~*/

using System;
namespace SimpleProgram
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int length, width;           // אורך ורוחב האולם
            int innerLength, innerWidth; // אורך ורוחב המלבן הפנימי
            int hallArea, innerArea, decorArea; // שטח האולם, המלבן הפנימי והחלק המעוטט

            Console.Write ("Type length of the hall ---> ");
            length = int.Parse(Console.ReadLine());
            Console.Write ("Type width of the hall ---> ");
            width = int.Parse(Console.ReadLine());

            hallArea = length * width;

            innerLength = length - 4;
            innerWidth = width - 4;

            innerArea = innerLength * innerWidth;
            decorArea = hallArea - innerArea;

            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine("Area of decore tile: " + decorArea);
            Console.WriteLine("Area of plain tile: " + innerArea);
        }
    }
}

/*~~~~~ פלט התכנית ~~~~~*/
Type length of the hall → 12
Type width of the hall → 10

Area of decore tile: 72
Area of plain tile: 48
~~~~~*/

```

תכניתו של יחלקאף המסכר לחישוב מחיר הסורג.

א. זיהוי הבעיה האלגוריתמית (נקודת מוצא ומטרה).

הקלט לתכנית הוא האורך והרוחב של החלון המלבני, והמחיר למטר ברזל. פלט התכנית הוא האורך הכולל של מוטות הברזל הדרושים לבניית הסורג, ומחירו של הסורג כולו.

ב. בחינת דוגמאות קלט שונות והקשר בין קלט לפלט.

נחשב מהו האורך הכללי של מוטות הברזל הדרושים ליצירת סורגים עבור חלונות בגדלים שונים: לצורך העניין, נניח כי אורך החלון ורוחבו נתונים בס"מ, והם מספרים המתחלקים ב-20.

בחלון שמידותיו הם: 80x40 (כמו בשרטוט). יש צורך ב-5 פסי אורך ו-3 פסי רוחב. **חשוב:** כמה פסי אורך וכמה פסי רוחב יש לקבוע בחלון שמידותיו הם: 120x100? והתשובה: עבור פסי האורך: נחשב $120 / 20 + 1$ ונקבל 7 פסים ואילו עבור פסי הרוחב: $100 / 20 + 1$ ונקבל 6 פסי רוחב.



שים ♥ : יש לספור גם את פסי האורך והרוחב שיוצרת מסגרת הסורג.

ג. חלוקת משימות האלגוריתם לתת משימות.

כדי לחשב את מידות הסורג ומחירו, יהיה עלינו לבצע את השלבים הבאים:

- קלט מידות החלון לתוך משתנים שישמרו את מידות האורך והרוחב.
- קלט מחיר מטר ברזל.
- חישוב כמות הברזל הדרושה לבניית הסורג.
- חישוב מחיר הסורג.
- פלט התוצאות.

ד. בחירת משתנים - תפקיד, שם וטיפוס לכל משתנה.

שם המשתנה	טיפוס המשתנה	תפקיד המשתנה
length	int	אורך החלון בס"מ.
width	int	רוחב החלון בס"מ.
lengthBar	int	מספר פסי האורך.
widthBar	int	מספר פסי הרוחב.
totalLength	int	האורך הכולל של פסי הברזל.
price	double	מחיר מטר ברזל.
totalPrice	double	סה"כ מחיר הסורג.

- מכיוון שמידות החלון נתונים בס"מ, וקבענו שהמידות יתחלקו ב-20, נקבעו משתני האורך, הרוחב ומספר המוטות להיות משתנים מטיפוס שלם.
- מחירו של מטר ברזל יכול להיות שלם או ממשי.

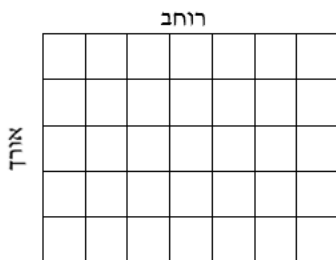
ה.ו. ניסוח האלגוריתם וכתיבתו. כתיבת תיעוד לאלגוריתם.

- כדי לחשב את מספר מוטות האורך והרוחב הדרושים, נחלק את האורך ואחר כך גם את הרוחב ב- 20 ס"מ ונוסיף 1 לכל אחת מהתוצאות (עבור מוט המסגרת).
- כדי לחשב את האורך הכולל של הברזל, נכפול את מספר מוטות האורך באורך ואת מספר מוטות הרוחב ברוחב.
- המחיר שנקלט הוא למטר ברזל, לכן יש לכפול את המחיר באורך הכללי במטרים.
- בתרגום האורך הכללי מס"מ למטרים, חילקנו את האורך הכולל בשורה (7) ב- 100, וב- שורה (8) ב- 100.0. ההסבר לכך יינתן בפרק 4 - פעולות עם משתנים מסוגים שונים.

האלגוריתם: חישוב-מחירו-של-סורג-ברזל

```

} קלט: מידות החלון – אורך ורוחב. מחירו של מטר ברזל.
  פלט: כמות הברזל במטרים, ומחיר הסורג.
{
(1) קלט: אורך החלון ← length
(2) קלט: רוחב החלון ← width
(3) קלט: מחיר מטר ברזל ← price
(4) lengthBar ← width / 20 + 1
(5) widthBar ← length / 20 + 1
(6) totalLength ← lengthBar * length + widthBar * width
(7) totalPrice ← price * totalLength / 100
(8) פלט: האורך הכולל של המוטות במטרים הוא: totalLength / 100.0
(9) פלט: המחיר הכולל לסורג הוא: totalPrice
    
```



ז. בדיקת נכונות האלגוריתם.

מספר השורה	length	width	length Bar	width Bar	total Length	price	total Price	פלט
1+2+3	100	140				24.5		
4+5			8	6				
6+7					1640		401.8	
8								אורך המוטות במ': 16.4
9								מחיר הסורג: 401.8

ח+ט. כתיבת תכנית מתועדת ליישום האלגוריתם.

```

/*-----*/
*      קלט: מידות החלון – אורך ורוחב. מחירו של מטר ברזל.
*      פלט: כמות הברזל במטרים, ומחיר הסוגר.
*-----*/

using System;
namespace SimpleProgram
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int length, width;           // אורך ורוחב החלון
            int lengthBar, widthBar;     // מספר מוטות האורך והרוחב
            int totalLength;             // האורך הכללי
            double price, totalPrice;    // המחיר למטר והמחיר הכולל

            Console.Write ("Type window's length ---> ");
            length = int.Parse(Console.ReadLine());

            Console.Write ("Type window's width ---> ");
            width = int.Parse(Console.ReadLine());

            Console.Write ("Type price for 1 meter ---> ");
            price = double.Parse(Console.ReadLine());

            lengthBar = width / 20 + 1;
            widthBar = length / 20 + 1;
            totalLength = lengthBar * length + widthBar * width;
            totalPrice = price * totalLength / 100;

            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine("Total bar length is: {0}",totalLength/100.0);
            Console.WriteLine("Grid price is : {0}",totalPrice);
        }
    }
}

/*-----*/

Type window's length → 140
Type window's width → 100
Type price for 1 meter → 24.5

Total bar length is: 16.40
Grid price is : 401.8
-----*/

```

תרגילים

1. הנח כי ערכם של המשתנים a ו- b הם 3 ו-5 בהתאמה. מה יהיה ערכו של המשתנה a לאחר ביצוע כל הוראה ?

א. הנח : כל הוראה אינה תלויה בהוראות האחרות (ראה דוגמא).

	ההוראה	ערך a
1	$a = 1;$	$\exists 1$
2	$a = a + 1;$	$\exists 4$
3	$a = 2 * a + 3;$	
4	$a = 2 * a + (a - 3);$	
5	$a = b;$	
6	$a = a + a * b ;$	
7	$a = a * b;$	

ב. הנח : כל הוראה תלויה בהוראות שלפניה (ראה דוגמא).

	ההוראה	ערך a
1	$a = 1;$	$\exists 1$
2	$a = a + 1;$	$\dagger 2$
3	$a = 2 * a + 3;$	
4	$a = 2 * a + (a - 3);$	
5	$a = b;$	
6	$a = a + a * b ;$	
7	$a = a * b;$	

2. הנח כי ערכם של המשתנים a ו-b הם 5 ו-7 בהתאמה. מה יהיה ערכו של המשתנה a לאחר ביצוע כל הוראה? א. הנח: כל הוראה אינה תלויה בהוראות האחרות.

	ההוראה	ערך a
1	$a = 1;$	
2	$a = a + 6;$	
3	$a = 2 * a + 9;$	
4	$a = 2 * a + (a - 6);$	
5	$a = 2 * b;$	
6	$a = a + b;$	
7	$a = b * b;$	
8	$a = 2 * b + a;$	

ב. הנח: כל הוראה תלויה בהוראות שלפניה.

	ההוראה	ערך a
1	$a = 1;$	
2	$a = a + 6;$	
3	$a = 2 * a + 9;$	
4	$a = 2 * a + (a - 6);$	
5	$a = 2 * b;$	
6	$a = a + b;$	
7	$a = b * b;$	
8	$a = 2 * b + a;$	

טבלאות מעקב

3. בנה טבלת מעקב לתכנית הבאה:

```
using System;
namespace arithmetic
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int num ;

            num = 97 ;
            Console.WriteLine("Num = {0}",num);
            num = num + 3 ;
            Console.WriteLine("Num = " + num);
            Console.WriteLine("num + 5 = ");
            Console.WriteLine(num + 5);
            Console.WriteLine("stop !");
        }
    }
}
```

num	פלט

4. לפניך תוכנית בשפת C:

```
/* תוכנית לחישוב אברי הסדרה */
using System;
namespace arithmetic
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int element ;           // element - הוא איבר בסדרה

            Console.Write (" → הקש האיבר הראשון בסדרה ");
            element = int.Parse(Console.ReadLine());
            element = element * 2;
            Console.WriteLine (" {0} ", element);
            element = element * 3;
            Console.WriteLine (" {0} ", element);
        }
    }
}
```

element	פלט

בנה טבלאות מעקב לתכנית עבור הקלטים הבאים:

- (1) הקלט 3
- (2) הקלט 1
- (3) הקלט 5

5. נתון קטע התוכנית הבא :

```
c = 0 ;
a = (a+5) * a ;
b = b + 2 * a ;
Console.WriteLine ("{0} {1} {2}", a, b, c) ;
```

a	b	c	פלט

הנח שערכיהם התחיליים של המשתנים a, b ו-c הם 1, 2, ו-3 בהתאמה.

- א. בנה טבלת מעקב עבור קטע התוכנית.
- ב. מהו פלט התוכנית ?

6. בנה טבלת מעקב עבור קטע התוכנית הבא, עבור הקלט 3 2.

```
Console.Write("Type 1st number → ");
n1 = int.Parse(Console.ReadLine());

Console.Write("Type 2nd number → ");
n2 = int.Parse(Console.ReadLine());

sum = n1 + n2 ;
Console.WriteLine("Sum = " + sum) ;

sum = sum + sum ;
Console.WriteLine("Sum = " + sum) ;
```

n1	n2	sum	פלט

7. נתון קטע התוכנית הבא :

```
Console.Write("Type 1st number → ");
x = int.Parse(Console.ReadLine());

Console.Write("Type 2nd number → ");
y = int.Parse(Console.ReadLine());

x = x + y ;
y = x - y ;
x = x - y ;

Console.WriteLine ("x = " + x + " y = " + y) ;
```

x	y	פלט

- א. מהו פלט התוכנית עבור הקלט 5 ו-13 ? בנה טבלת מעקב.
- ב. מהו פלט התוכנית עבור הקלט 4 ו-9 ? בנה טבלת מעקב.
- ג. מה מבצע קטע התכנית?
- ד. הצע פתרון שונה לביצוע אותה משימה.

8. לפניך קטע תוכנית :

```

Console.WriteLine("Type 1st number → ");
a = int.Parse(Console.ReadLine());

Console.WriteLine("Type 2nd number → ");
b = int.Parse(Console.ReadLine());

Console.WriteLine("Type 3rd number → ");
c = int.Parse(Console.ReadLine());

t1 = a + b * c ;
t2 = (a + b) * c ;
Console.WriteLine(" T1 = {0} T2 = {1}", t1, t2) ;
    
```

a	b	c	t1	t2	פלט

בהנחה שהקלט הוא : 2, 5, ו-10 בהתאמה, הצג טבלת מעקב.

```

using System;
namespace arithmetic
{
    class Class1
    {
        static void Main()
        {
            int a = 7, b = 34, temp ;
            Console.WriteLine ("A = {0} B = {1}", a, b) ;
            temp = a ;
            a = b ;
            b = temp ;
            Console.WriteLine ("A = {0} B = {1}", a, b) ;
        }
    }
}
    
```

9. נתונה התכנית הבאה :

a	b	temp	פלט

א. מה יהיה פלט התכנית ? הרץ בטבלת מעקב.

ב. הסבר במילים מה מבצעת התכנית.

פיתוח ויישום אלגוריתמים

10. פתח ויישם אלגוריתם שיקלוט למשתנה Dollar את מספר הדולרים שברצונך לרכוש, ולמשתנה yatzig את שער הדולר היציג. יש לחשב ולהדפיס את המחיר בשקלים.
11. הדוד מבליגה הגיע לביקור ונתן לדרור כמתנה 150 יורו, אלא שדרור מתכנן טיול לארה"ב ועליו להמיר את היורו לדולרים.
הבנק מבצע המרה כפולה דרך השקל (יורו ← שקל ← דולר).
- פתח ויישם אלגוריתם המקבל כקלט את שער המכירה של היורו ואת שער הקניה של הדולר ומציג כפלט את כמות הדולרים שיקבל דרור לאחר ההמרה בבנק.
12. א. פתח ויישם אלגוריתם לקליטת מרחק במטרים והצגתו ב-feet. $1m = 3.281\text{feet}$
ב. פתח ויישם אלגוריתם לקליטת מרחק ב-feet והצגתו במטרים.
13. א. פתח ויישם אלגוריתם לקליטת משקל בגרמים והמרתו לאונקיות. $1gr = 0.0353oz$
ב. פתח ויישם אלגוריתם לקליטת משקל באונקיות והמרתו לגרמים.
14. פתח ויישם אלגוריתם שיקלוט למשתנים בעלי שמות משמעותיים את ציוניך במקצועות: אנגלית, מתמטיקה, היסטוריה ומדעי-המחשב. יש לחשב את ציוניך הממוצע.
15. פתח ויישם אלגוריתם שיקלוט מחירו של מוצר, וידפיס את מחיר המוצר בצירוף מע"מ (18%). יש להוסיף הודעות מתאימות להוראות הקלט והפלט.
16. חברה המייצרת חולצות, נותנת עמלות לסוכני המכירה של מוצריה. העמלה היא בגובה 12% מהמחיר לצרכן. פתח ויישם אלגוריתם הקולט את מחיר החולצה לצרכן, ואת כמות החולצות שמכר הסוכן. על האלגוריתם לחשב ולהדפיס את גובה העמלה המגיעה לסוכן.
17. פתח ויישם אלגוריתם לביצוע הפעולות הבאות: קלוט למשתנה Salary את משכורת החודשית של נערה המועסקת בעבודה קבועה כשמרטף.
משכר זה מפרישה הנערה 15% לחיסכון. מהסכום הנותר שליש הולך לביגוד והשאר להוצאות שוטפות. בהנחה שהיא מבקשת להקצות סכום שווה להוצאות השוטפות בכל יום, ובחודש יש 30 יום, הצג כפלט מהו הסכום הממוצע היומי להוצאות שוטפות.
18. סוכן נכסים מקבל דמי עמלה, אחוז מסויים ממחיר הנכס אותו הוא מוכר. המוכר מקבל את מחיר הנכס בניקוי עמלת הסוכן והוצאות המכירה (אחוז מסויים ממחיר הנכס עבור מיסים וכד').
- פתח ויישם אלגוריתם הקולט את מחיר הנכס, את אחוז העמלה המגיעה לסוכן ואת אחוז ההוצאות ומדפיס את הסכום אותו מקבל המוכר.
19. פתח ויישם אלגוריתם שיקלוט ערך למשתנה A וערך אחר למשתנה B. על האלגוריתם לבצע החלפת תוכן המשתנים זה בזה כך שתוכנו של משתנה A יהיה במשתנה B ותוכנו של משתנה B יהיה במשתנה A. (הצע שני אלגוריתמים שונים).