

# מבני נתונים, סמסטר א' תשפ"ג,

## תרגיל תכנות 2

מועד הגשה: 15.1 עד השעה 23:55

### הנחיות כלליות:

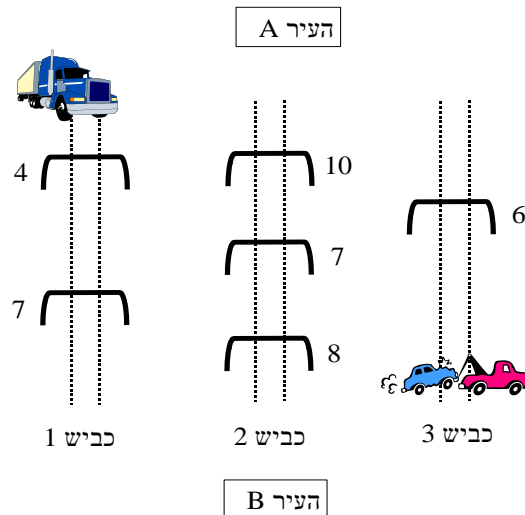
- א. התרגיל הינו תרגיל חובה.
- ב. התרגיל ניתן להגשה בבודדים או בזוגות, אך לא בקבוצות גדולות יותר.
- ג. גם תלמידים החוזרים על הקורס מחויבים בהגשת התרגיל, ולא משנות הנסיבות.
- ד. ציון "נכשל" בתרגיל, או הגשה מאוחרת שלו ללא אישור מתאים שניתן על ידי המרצה, יגררו ציון "נכשל" סופי בקורס.
- ה. איחור בהגשה יאושר רק במקרה של מילואים, מחלה או לידה, וגם זאת רק בתנאי שהפנייה למרצה בנושא נעשתה לפני מועד ההגשה המקורי של התרגיל.

### מטרת התרגיל:

מימוש בשפת C++ טיפוס נתונים מופשט שמכיל נתונים על כבישים וגשרים כמתואר להלן.

נתונות שתי ערים A,B וביניהן יש  $m$  כבישים מקבילים (לא נחתכים), הממוספרים מ-1 ועד  $m$ . במהלך הזמן בונים על הכבישים גשרים, כאשר על כל כביש יכול להיות מספר כלשהו (לא מוגבל) של גשרים, והגובה של כל גשר יכול להיות מספר ממשי חיובי כלשהו.

**דוגמה:** במקרה זה יש  $m = 3$  כבישים בין A ל-B, כאשר על כל כביש מצוירים הגשרים שנבנו עליו, וליד כל גשר רשום גובה הגשר. מספר הגשרים הכולל במקרה זה הוא 6.



עליכם לתכנן מבנה נתונים שתומך בפעולות הבאות:

שימו לב – כל אות מתארת את שם הפעולה

- `Init()` – אתחול מבנה הנתונים כך שיכיל  $m$  כבישים ללא גשרים עליהם. יעילות הפעולה צריכה להיות  $O(m)$  במקרה הגרוע.
- `AddBridge(float h, int r)` – הוספת גשר שגובהו  $h$  על כביש מספר  $r$ . יעילות הפעולה צריכה להיות  $O(\log m)$  במקרה הגרוע.
- `WhichRoad(float height)` – הפונקציה תדפיס מספר של כביש שבו יכולה לנסוע משאית שגובהה  $height$  (המשאית תיסע מתחת לגשרים ואסור לה כמובן להיתקל באף אחד מהגשרים שעל הכביש הזה. לכן גובה המשאית צריך להיות קטן ממש מגובה כל הגשרים שעל הכביש). אם יש כמה כבישים שבהם המשאית יכולה לעבור, יודפס מספרו של הכביש בו גובה הגשר הנמוך ביותר הוא מקסימלי. אם יש כמה כבישים עם גובה גשר נמוך ביותר זהה, יודפס אחד מהם. אם המשאית אינה יכולה לעבור באף כביש – יודפס 0.
- `Print(int r)` – הפונקציה מדפיסה את הגבהים של כל הגשרים שנמצאים על כביש מספר  $r$ . יעילות הפעולה צריכה להיות  $\Theta(1)$  במקרה הגרוע.

קלט ופלט: התכנית תקבל כקלט את מספר הכבישים  $m$ , בין הערים  $A$  ו  $B$ .  
 בשורה נפרדת תקבל התוכנית את מספר הפעולות שיבוצעו,  $n$ , ולאחר מכן, בכל שורה את הפעולה עם פרמטרים במידת הצורך בהתאם לפעולה **בדקו כמובן שהקלט תקין!**  
 קלט לדוגמה:

5  
 11  
 a  
 b 2.5 4  
 b 3.2 2  
 b 7 1  
 b 4.4 3  
 b 6.3 5  
 b 6.8 5  
 c 5.1  
 b 4 1  
 d 5  
 c 5.1

הסבר:

- המספר 5 מתאר 5 כבישים בין הערים  $A$  ו  $B$ , כלומר  $m=5$ .  
 המספר 11 מתאר 11 פעולות:
- פעולה מסוג "a" שיוצרת מבנה חדש.
  - 6 פעולות מסוג "b" שמוסיפות 6 גשרים.
  - פעולה מסוג "c" שהיא פעולת מציאת כביש מתאים, שאחריה יודפס הערך 1 שכן רק בכבישים 1 ו 5 אין גשר שגובהו 5.1 ומטה ולכן המשאית יכולה לעבור בהם, אך גובה הגשר הנמוך ביותר בכביש מספר 1 הוא 7, וגובה הגשר הנמוך ביותר בכביש מספר 5 הוא 6.3. הערך 7 גדול מ 6.3, ולכן יודפס 1 (בכביש מספר 1 גובה הגשר הנמוך ביותר הוא מקסימלי מבין הכבישים בהם יכולה המשאית לעבור).
  - פעולה נוספת מסוג "b" שמוסיפה גשר שגובהו 4 לכביש מספר 1.
  - פעולה מסוג "d" שבעקבותיה יודפסו הגבהים של הגשרים על כביש 5: 6.8, 6.3.
  - ופעולה נוספת מסוג "c", שאחריה יודפס הערך 5, שכן כעת רק בכביש 5 אין גשר שגובהו 5.1 ומטה ולכן המשאית יכולה לעבור רק בכביש זה.

## הנחיות לכתיבת התכנית

1. השתמשו במערך בגודל  $m$  שבו יהיה תא לכל כביש, שישמור את כל הגשרים (ונתונים נוספים לבחירתכם). שימו לב שמספר הגשרים על כל כביש אינו מוגבל.
2. בנוסף, עליכם להשתמש בערימה שבה  $m$  איברים, אחד לכל כביש, עם מצביעים הדדיים בין איברים המתאימים לאותו הכביש במערך ובערימה (כלומר, שמאיבר בערימה ניתן יהיה לגשת ב  $\Theta(1)$  לתא של אותו הכביש במערך, ומתא במערך ניתן יהיה לגשת ב  $\Theta(1)$  לאיבר המתאים לכביש זה בערימה).
- חשבו אם זו תהיה ערימת מינימום או מקסימום, מה תהיה העדיפות של כל איבר בערימה, ומה יהיו נתוני הלוויין שלו על מנת שבעזרתה אפשר יהיה לבצע את פעולת WhichRoad(float height) ביעילות הדרושה.
3. אסור להשתמש ב-STL למעט במחלקה string.

## השלבים לביצוע התרגיל

- א. קראו תחילה היטב את ההנחיות של התרגיל ותכננו את מבנה הנתונים שלכם כך שיעמוד בדרישות היעילות של כל הפעולות. מומלץ להריץ את התכנית "הרצה יבשה" על דוגמאות.
- ב. שימו לב, פתרונות אשר אינם עושים שימוש בערימה ייפסלו על הסף!
- ג. תכננו את ה-design של התוכנית שלכם: בחרו אילו מחלקות תממשו, החליטו על data members מתאימים ועל methods רלוונטיים לכל מחלקה.
- ד. כתבו מימוש מלא לכל המחלקות שייעשה בהן שימוש במסגרת התוכנית.
- ה. **שימו לב:** לא ניתן להניח דבר על הקלט או על חוקיותו, במקרה של שגיאה כלשהי בקלט עליכם לצאת מהתכנית ולהדפיס wrong input. יהיו טסטים במאמא שיכילו בין היתר קלטים שגויים, אם כי התכנית שלכם יכולה בהחלט להיבדק גם על קלטים שלא נמצאים במאמא.

## הנחיות הגשה

יש להגיש במערכת mama במקום המיועד להגשה את הקבצים הבאים:

**1.** קובץ readme שיכיל את כל פרטי ההגשה הבאים:

כותרת – תרגיל תכנות מס' 2 במבני נתונים תשפ"ג סמסטר א'.

שורה מתחת - שמות המגישים, מספרי ת.ז. שלהם ומספר הקבוצה של כל אחד מהם (מותר להגיש עם בן זוג מקבוצה אחרת).

שימו לב: קובץ טקסט פשוט – לא word.

**2.** כל קבצי הקוד בסיומות .cpp ו- .h.

**3.** אנא הקפידו על עבודה אישית/בזוגות והימנעו מאי נעימויות – התכניות תיבדקנה בתוכנה שחושפת העתקות.

**4.** אין להגיש עבודות כפולות!! !! מכל זוג יגיש אך ורק אחד מהם.

**5.** בהמשך יועלו טסטים לתרגיל, אנא הקפידו לעבור אותם. הפעם התכנית תיבדק רק בסביבת מאמא ולא בויז'ואל.

**שימו לב! הגשה שאינה בפורמט הנדרש תידחה אוטומטית.**