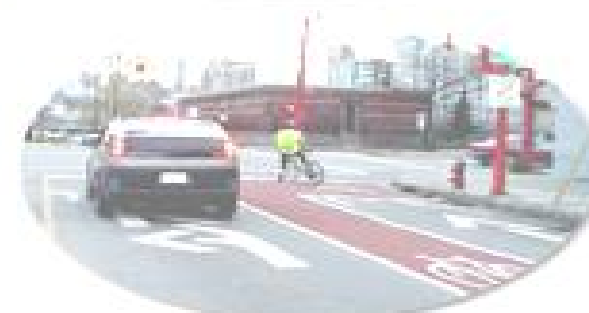


# בעיות טרנספורטציה



# תפריט שאלות

שאלה 1

שאלה 2

שאלה 3

שאלה 4

שאלה 5

שאלה 6

שאלה 7

שאלה 8



# שאלה 1

| היצע | ביתא | אלפא | מרכזי<br>איכסון/<br>מפעלים |
|------|------|------|----------------------------|
| 450  | 12   | 10   | A                          |
| 300  | 9    | 13   | B                          |
| 750  | 400  | 350  | ביקוש                      |

- א.הציגו פתרון לא בסיסי  
ב.שפרו לפתרון בסיסי  
ג.מצאו פתרון בסיסי בשיטת  
"פינה צפון מערבית"  
ד.מצאו פתרון אופטימלי

## סעיף א'

|       | אלפא      | ביתא      | היצע |
|-------|-----------|-----------|------|
| A     | 10<br>100 | 12<br>350 | 450  |
| B     | 13<br>250 | 9<br>50   | 300  |
| ביקוש | 350       | 400       | 750  |

- פתרון בסיסי אפשרי הוא מספר משתנים:  $m+n-1$  בפתרון זה מספר משתנים 4 ולכן אינו בסיסי אפשרי.

פתרון אפשרי

$$10*100+12*350+13*250+9*50=8900$$

# סעיף ב'

מספר משתנים:  $m+n-1=3$

|       | אלפא      | ביתא      | היצע |
|-------|-----------|-----------|------|
| A     | 10<br>50  | 12<br>400 | 450  |
| B     | 13<br>300 | 9<br>0    | 300  |
| ביקוש | 350       | 400       | 750  |

פתרון אפשרי בסיסי

$$10*50+12*400+13*300+9*0=9200$$

# סעיף ג'

מספר משתנים:  $m+n-1=3$   
פינה צפון מערבית:

|      | אלפא                | ביתא                | היצע |
|------|---------------------|---------------------|------|
| A    | <div>10<br/>0</div> | <div>12<br/>0</div> | 450  |
| B    | <div>13<br/>0</div> | <div>9<br/>0</div>  | 300  |
| היצע | 350                 | 400                 | 750  |



# סעיף ג'

צעד 1:

בחירת התא הצפון מערבי

צעד 2:

נבחר את הערך המינימלי

ביותר מבין ההיצע והביקוש

(ע"מ לספק את אילוצי הבעיה)

|       | אלפא                         | ביתא                       | היצע |
|-------|------------------------------|----------------------------|------|
| A     | <div>10</div> <div>350</div> | <div>12</div> <div>0</div> | 450  |
| B     | <div>13</div> <div>0</div>   | <div>9</div> <div>0</div>  | 300  |
| ביקוש | 350                          | 400                        | 750  |

# סעיף ג'

צעד 3:

ביטול השורה/העמודה

שסופקה

צעד 4:

חזרה לבחירת הפינה הצפון

מערבית (שלב א')

|       | אלכא                         | ביתא                       | היצע |
|-------|------------------------------|----------------------------|------|
| A     | <div>10</div> <div>350</div> | <div>12</div> <div>0</div> | 100  |
| B     | <div>13</div> <div>0</div>   | <div>9</div> <div>0</div>  | 300  |
| ביקוש | 0                            | 400                        | 750  |



# סעיף ג'

|       | אלפא      | ביתא             | היצע |
|-------|-----------|------------------|------|
| A     | 10<br>350 | 12<br><b>100</b> | 0    |
| B     | 13<br>0   | 9<br>0           | 300  |
| ביקוש | 0         | <b>300</b>       | 750  |

2. עדכון ערכי היצע וביקוש

3. התקדמות צעד

-אם ביקוש התאפס – צעד ימינה

-אם היצע התאפס – צעד מטה

חוזר חלילה צעדים 1-3

# סעיף ג'

|       | אלפא      | ביתא      | היצע |
|-------|-----------|-----------|------|
| A     | 10<br>350 | 12<br>100 | 0    |
| B     | 13<br>0   | 9<br>300  | 0    |
| ביקוש | 0         | 0         | 750  |

# סעיף ג'

מבחן אופטימליות :

- נסמן  $u, v$  ונחשבם ע"י מחיר המשתנים הבסיסים בלבד
- נבחר את השורה בעלת מספר הרב ביותר של משתנים בסיסים ונגדיר מחיר 0

$$C_{ij} - u_i - v_j = 0$$

- עבור המשתנים הלא בסיסיים נחשב :

$$C_{ij} - m_i - n_j$$

- אם שלילי – לא אופטימלי
- אם חיובי – אופטימלי

$$C_{21} = 13 + 3 - 10 = 6$$

|              | אלפא      | ביתא      | היצע |
|--------------|-----------|-----------|------|
|              | $V1=10$   | $V2=12$   |      |
| <b>A</b>     | 10<br>350 | 12<br>100 | 450  |
| $U1=0$       |           |           |      |
| <b>B</b>     | 13<br>300 | 9<br>300  | 300  |
| $U2=-3$      |           |           |      |
| <b>ביקוש</b> | 350       | 400       | 750  |

## סעיף ג'

|       | אלפא      | ביתא      | היצע |
|-------|-----------|-----------|------|
| A     | 10<br>350 | 12<br>100 | 450  |
| B     | 13<br>0   | 9<br>300  | 300  |
| ביקוש | 350       | 400       | 750  |

• פתרון אופטימלי עבור

•  $X_{11}=350$

•  $X_{12}=100$

•  $X_{21}=0$

•  $X_{22}=300$

מחיר התובלה

$$10 \cdot 350 + 12 \cdot 100 + 13 \cdot 0 + 9 \cdot 300 = 7400$$



גלידות אביב  
מצאו פתרון אופטימלי

## שאלה 2

|          | באר שבע | חיפה   | תל-אביב | היצע   |
|----------|---------|--------|---------|--------|
| ראש העין | 2       | 4      | 1       | 230000 |
| קריית גת | 3       | 5      | 4       | 550000 |
| ביקוש    | 300000  | 260000 | 220000  |        |



# פינה צפון מערבית

## חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

|                   | באר שבע<br>V1=3 | חיפה<br>V2=5 | תל-אביב<br>V3=4 | היצע   |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------|
| ראש העין<br>U1=-1 | 2<br>230000     | 4            | 1               | 230000 |
| קריית גת<br>U2=0  | 3<br>70000      | 5<br>260000  | 4<br>220000     | 550000 |
| ביקוש             | 300000          | 260000       | 220000          |        |

## פינה צפון מערבית

בחירת המשתנה הנכנס – יהיה המשתנה  
בעל הערך השלילי ביותר – ע"מ להקטין  
סה"כ העלות

|                     | באר שבע<br>$V1=3$ | חיפה<br>$V2=5$   | תל-אביב<br>$V3=4$ | היצע   |
|---------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------|
| ראש העין<br>$U1=-1$ | 2<br>230000<br>-  | 4<br>0<br>+      | 1<br>-2<br>+      | 230000 |
| קריית גת<br>$U2=0$  | 3<br>70000<br>+   | 5<br>260000<br>- | 4<br>220000<br>-  | 550000 |
| ביקוש               | 300000            | 260000           | 220000            |        |

בחירת המשתנה היוצא: בעל ההקצאה  
הקטנה ביותר מבין התורמים  
הוצאת איבר 2,4 – הכנסת 1,3

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|                   | באר שבע<br>V1=3 | חיפה<br>V2=5 | תל-אביב<br>V3=2 | היצע   |
|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------|
| ראש העין<br>U1=-1 | 2<br>10000      | 4<br>0       | 1<br>220000     | 230000 |
| קריית גת<br>U2=0  | 3<br>290000     | 5<br>260000  | 4<br>2          | 550000 |
| ביקוש             | 300000          | 260000       | 220000          |        |

פתרון אופטימאלי:  $Z=10000*2+220000*1+290000*3+260000*5= 2,410,000$



# שאלה - 3

מחצבות חצץ – יש לחשב הוצאות הובלה מינימליות

|       | A | B  | C  | היצע |
|-------|---|----|----|------|
| א'    | 5 | 1  | 8  | 12   |
| ב'    | 2 | 4  | 0  | 14   |
| ג'    | 3 | 6  | 7  | 4    |
| ביקוש | 9 | 10 | 11 |      |

פינה צפון מערבית  
 חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
 חישוב ערכים חדשים

|             | A        | B       | C      | היצע |
|-------------|----------|---------|--------|------|
|             | V1=5     | V2=1    | V3=-3  |      |
| א'<br>U1=0  | 5<br>9   | 1<br>3  | 8<br>1 | 12   |
| ב'<br>U2=3  | 2<br>-6  | 4<br>7  | 0<br>7 | 14   |
| ג'<br>U3=10 | 3<br>-12 | 6<br>-5 | 7<br>4 | 4    |
| ביקוש       | 9        | 10      | 11     |      |



הוצאת איבר 3,3 – הכנסת 3,1

פינה צפון מערבית  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|             | A    | B    | C     | היצע |
|-------------|------|------|-------|------|
|             | V1=5 | V2=1 | V3=-3 |      |
| א'<br>U1=0  | 5    | 1    | 8     | 12   |
| ב'<br>U2=3  | 2    | 4    | 0     | 14   |
| ג'<br>U3=10 | 3    | 6    | 7     | 4    |
| ביקוש       | 9    | 10   | 11    |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|             | A       | B       | C       | היצע |
|-------------|---------|---------|---------|------|
|             | V1=8    | V2=4    | V3=0    |      |
| א'<br>U1=-3 | 5<br>5  | 1<br>7  | 8<br>1  | 12   |
| ב'<br>U2=0  | 2<br>-6 | 4<br>3  | 0<br>11 | 14   |
| ג'<br>U3=5  | 3<br>4  | 6<br>-3 | 7<br>2  | 4    |
| ביקוש       | 9       | 10      | 11      |      |

הוצאת איבר 2,2 – הכנסת 2,1

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|             | A    | B    | C    | היצע |
|-------------|------|------|------|------|
|             | V1=8 | V2=4 | V3=0 |      |
| א'<br>U1=-3 | 5    | 1    | 8    | 12   |
| ב'<br>U2=0  | 2    | 4    | 0    | 14   |
| ג'<br>U3=5  | 3    | 6    | 7    | 4    |
| ביקוש       | 9    | 10   | 11   |      |

$$Z=2*5+10*1+3*2+11*0+4*3=38$$

פתרון אופטימאלי:

מצב חדש  
בדיקת פתרון  
חישוב ערכים חדשים

|            | A      | B       | C       | היצע |
|------------|--------|---------|---------|------|
|            | V1=2   | V2=-2   | V3=0    |      |
| א'<br>U1=3 | 5<br>2 | 1<br>10 | 8<br>5  | 12   |
| ב'<br>U2=0 | 2<br>3 | 4<br>6  | 0<br>11 | 14   |
| ג'<br>U3=1 | 3<br>4 | 6<br>7  | 7<br>6  | 4    |
| ביקוש      | 9      | 10      | 11      |      |



חברת השכרה  
העברת מכוניות במחיר מינימלי

## שאלה 4

| היצע     | מיאמי   | לוס אנג'לס | פיטסבורג |    |
|----------|---------|------------|----------|----|
| ניו יורק | 10<br>0 | 25<br>0    | 50       | 10 |
| שיקגו    | 12<br>5 | 200        | 25       | 12 |
| ביקוש    | 7       | 9          | 6        |    |

עודף מכוניות

חסר מכוניות



פינה צפון מערבית  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|                   | פיטסבורג<br>V1=0 | לוס אנג'לס<br>V2=200 | מיאמי<br>V3=125 | היצע |
|-------------------|------------------|----------------------|-----------------|------|
| ניו יורק<br>U1=50 | 50<br>6          | 25<br>0<br>4         | 10<br>0<br>-75  | 10   |
| שיקגו<br>U2=0     | 25<br>25         | 200<br>5             | 125<br>7        | 12   |
| ביקוש             | 6                | 9                    | 7               |      |

פינה צפון מערבית  
 חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
 חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,2 – הכנסת 1,3

|                     | פיטסבורג<br>$V1=0$ | לוס אנג'לס<br>$V2=200$ | מיאמי<br>$V3=125$   | היצע |
|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|------|
| ניו יורק<br>$U1=50$ | 50<br>6            | 25<br>0<br>4           | 10<br>0<br>-75<br>+ | 10   |
| שיקגו<br>$U2=0$     | 25<br>25           | 200<br>5               | 125<br>7<br>+       | 12   |
| ביקוש               | 6                  | 9                      | 7                   |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 2,3 – הכנסת 1,3

|                      | פיטסבורג<br>$V1=75$ | לוס אנג'לס<br>$V2=200$ | מיאמי<br>$V3=125$ | היצע |
|----------------------|---------------------|------------------------|-------------------|------|
| ניו יורק<br>$U1=-25$ | 50<br>6             | 25<br>0<br>75          | 10<br>0<br>4      | 10   |
| שיקגו<br>$U2=0$      | 25<br>-50           | 200<br>9               | 125<br>3          | 12   |
| ביקוש                | 6                   | 9                      | 7                 |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|                   | פיטסבורג<br>V1=25 | לוס אנג'לס<br>V2=200 | מיאמי<br>V3=75 | היצע |
|-------------------|-------------------|----------------------|----------------|------|
| ניו יורק<br>U1=25 | 50<br>3           | 25<br>0<br>25        | 10<br>0<br>7   | 10   |
| שיקגו<br>U2=0     | 25<br>3           | 200<br>9             | 125<br>50      | 12   |
| ביקוש             | 6                 | 9                    | 7              |      |

$$Z=3*50+7*100+3*25+9*200=2725$$

פתרון אופטימאלי:



## שאלה 5 – בעיית מקסימום

ההנהלה מעוניינת לדעת כמה יחידות למכור ללקוח 3 ו- 4 וכמה יחידות יש להוביל מכל מפעל לכל לקוח כדי שהרווח יהיה **מקסימלי**

|   | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | 7 | 5 | 2 |
| 2 | 5 | 2 | 1 | 3 |
| 3 | 6 | 4 | 3 | 5 |

כדי לנסח את הבעיה כבעיית טרנספורטציה יש להפוך את הבעיה לבעיית מינימום  
נשתמש בעובדה ש-  $\text{MAX } Z = -\text{MIN}(-Z)$

כיוון שלקוח 3 מקבל **לפחות** 2 יחידות ניתן לו 2 ונוסיף לקוח נוסף 3' שיקבל את שאר היחידות.



על מנת שההיצע יהיה זהה לביקוש גם לאחר הוספת לקוח נוסף יש להוסיף עוד **עמודה** לטבלה שתייצג מפעל וירטואלי שיספק את הפער בין ההיצע לביקוש.



המחירים בשורה 4 בעמודות 1-3 יקבלו מס' גדול M כדי שלא ייכנסו לבסיס, בעמודות 4  
 ו-3 המחירים אפס כדי שלא ישנו את פונקציית המטרה

|       | 1  | 2  | 3  | 4  | 3' | היצע |
|-------|----|----|----|----|----|------|
| 1     | -8 | -7 | -5 | -2 | -5 | 6    |
| 2     | -5 | -2 | -1 | -3 | -1 | 8    |
| 3     | -6 | -4 | -3 | -5 | -3 | 4    |
| 4     | M  | M  | M  | 0  | 0  | 6    |
| ביקוש | 4  | 6  | 2  | 6  | 6  |      |

פינה צפון מערבית  
 חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
 חישוב ערכים חדשים

|       | 1       | 2       | 3       | 4       | 3'      | היצע |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
|       | V1=-3   | V2=-2   | V3=-1   | V4=-3   | V'3=-1  |      |
| 1     | -8<br>4 | -7<br>2 | -5<br>1 | -2<br>6 | -5<br>1 | 6    |
| U1=-5 |         |         |         |         |         |      |
| 2     | -5<br>4 | -2<br>4 | -1<br>2 | -3<br>2 | -1<br>0 | 8    |
| U2=0  |         |         |         |         |         |      |
| 3     | -6<br>4 | -1<br>0 | -4<br>0 | -3<br>4 | -3<br>0 | 4    |
| U3=-2 |         |         |         |         |         |      |
| 4     | M<br>4  | M<br>6  | M<br>2  | 0<br>6  | 0<br>6  | 6    |
| U4=1  |         |         |         |         |         |      |
| ביקוש | 4       | 6       | 2       | 6       | 6       |      |

פינה צפון מערבית

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,1 – הכנסת 2,1

|         | 1       | 2       | 3       | 4       | 3'       | היצע |
|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------|
|         | $V1=-3$ | $V2=-2$ | $V3=-1$ | $V4=-3$ | $V'3=-1$ |      |
| 1       | -8      | -7      | -5      | -2      | -5       | 6    |
| $U1=-5$ | 4       | 2       | 1       | 6       | 1        |      |
| 2       | -5      | -2      | -1      | -3      | -1       | 8    |
| $U2=0$  | -2      | -2      | 2       | 2       | 0        |      |
| 3       | -6      | -4      | -3      | -5      | -3       | 4    |
| $U3=-2$ | -1      | 0       | 0       | 4       | 0        |      |
| 4       | M       | M       | M       | 0       | 0        | 6    |
| $U4=1$  |         |         |         | 2       | 6        |      |
| ביקוש   | 4       | 6       | 2       | 6       | 6        |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|         | 1       | 2       | 3       | 4       | 3'       | היצע |
|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------|
|         | $V1=-5$ | $V2=-2$ | $V3=-1$ | $V4=-3$ | $V'3=-1$ |      |
| 1       | -8 2    | -7 6    | -5 1    | -2 6    | -5 1     | 6    |
| $U1=-5$ |         |         |         |         |          |      |
| 2       | -5 4    | -2 0    | -1 2    | -3 2    | -1 1     | 8    |
| $U2=0$  |         |         |         |         |          |      |
| 3       | -6 1    | -4 2    | -3 0    | -5 4    | -3 0     | 4    |
| $U3=-2$ |         |         |         |         |          |      |
| 4       | M       | M       | M       | 0 2     | 0 6      | 6    |
| $U4=1$  |         |         |         |         |          |      |
| ביקוש   | 4       | 6       | 2       | 6       | 6        |      |

פתרון אופטימאלי

העברה למקסימום:

$$Z=6*7+4*5+2*1+2*3+4*5=90$$



|       | 1       | 2       | 3       | 4       | 3'      | היצע |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| 1     | -8<br>6 | -7<br>6 | -5      | -2      | -5      | 6    |
| 2     | -5<br>4 | -2<br>0 | -1<br>2 | -3<br>2 | -1      | 8    |
| 3     | -6      | -4      | -3      | -5<br>4 | -3<br>0 | 4    |
| 4     | M       | M       | M       | 0       | 0<br>6  | 6    |
| ביקוש | 4       | 6       | 2       | 6       | 6       |      |





## שאלה 6 – מפעלי סוכר

יש לחשב עלות הובלה מינימלית כאשר לא ניתן להוביל סוכר ממפעל מס' 2 למרכז שווק מס' 4 – לכן ניתן מחיר גדול מאד M

|       | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | היצע |
|-------|----|----|----|----|----|------|
| 1     | 7  | 0  | 6  | 3  | 2  | 25   |
| 2     | 9  | 3  | 5  | M  | 8  | 40   |
| 3     | 8  | 4  | 4  | 4  | 5  | 60   |
| 4     | 2  | 3  | 4  | 9  | 6  | 15   |
| ביקוש | 25 | 25 | 40 | 30 | 20 |      |

פינה צפון מערבית  
 חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
 חישוב ערכים חדשים

|       | 1    |    | 2    |    | 3    |    | 4    |    | 5    |    | היצע |
|-------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|       | V1=9 |    | V2=3 |    | V3=5 |    | V4=5 |    | V5=6 |    |      |
| 1     | 7    | 25 | 0    | -1 | 6    | 3  | 3    | 0  | 2    | -2 | 25   |
| U1=2  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 2     | 9    | 0  | 3    | 25 | 5    | 15 | M    |    | 8    | 2  | 40   |
| U2=0  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 3     | 8    | 0  | 4    | 2  | 4    | 25 | 4    | 30 | 5    | 5  | 60   |
| U3=-1 |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 4     | 2    | -7 | 3    | 0  | 4    | -1 | 9    | 4  | 6    | 15 | 15   |
| U4=0  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| ביקוש | 25   |    | 25   |    | 40   |    | 30   |    | 20   |    |      |

פינה צפון מערבית

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

הוצאת איבר 2,1 – הכנסת 4,1

חישוב ערכים חדשים

|       | 1    |    | 2    |    | 3    |    | 4    |    | 5    |    | היצע |
|-------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|       | V1=9 |    | V2=3 |    | V3=5 |    | V4=5 |    | V5=6 |    |      |
| 1     | 7    |    | 0    | -1 | 6    | 3  | 3    | 0  | 2    | -2 | 25   |
| U1=2  | 25   |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 2     | 9    |    | 3    |    | 5    | 15 | M    |    | 8    | 2  | 40   |
| U2=0  | 0    |    | 25   |    | 15   |    |      |    |      |    |      |
| 3     | 8    | 0  | 4    | 2  | 4    | 25 | 4    | 30 | 5    | 5  | 60   |
| U3=-1 |      |    |      |    | 25   |    | 30   |    | 5    |    |      |
| 4     | 2    | -7 | 3    | 0  | 4    | -1 | 9    | 4  | 6    | 15 | 15   |
| U4=0  |      |    |      |    |      |    |      |    | 15   |    |      |
| ביקוש | 25   |    | 25   |    | 40   |    | 30   |    | 20   |    |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | היצע |
|-------|------|------|------|------|------|------|
|       | V1=1 | V2=2 | V3=4 | V4=4 | V5=5 |      |
| 1     | 7    | 0    | 6    | 3    | 2    | 25   |
| U1=6  | 25   |      |      |      |      |      |
| 2     | 9    | 7    | 3    | 5    | 8    | 40   |
| U2=1  | 25   | 15   |      |      |      |      |
| 3     | 8    | 7    | 4    | 4    | 5    | 60   |
| U3=0  |      |      | 25   | 30   | 5    |      |
| 4     | 2    | 3    | 4    | 9    | 6    | 15   |
| U4=1  | 0    | 0    | -1   | 4    | 15   |      |
| ביקוש | 25   | 25   | 40   | 30   | 20   |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 5,5 – הכנסת 1,5

|       | 1    |    | 2    |    | 3    |    | 4    |    | 5    |    | היצע |
|-------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|       | V1=1 |    | V2=2 |    | V3=4 |    | V4=4 |    | V5=5 |    |      |
| 1     | 7    | 25 | 0    | -8 | 6    | -4 | 3    | -7 | 2    | -9 | 25   |
| U1=6  |      | -  |      |    |      |    |      |    |      | +  |      |
| 2     | 9    | 7  | 3    | 25 | 5    | 15 | M    |    | 8    | 2  | 40   |
| U2=1  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 3     | 8    | 7  | 4    | 2  | 4    | 25 | 4    | 30 | 5    | 5  | 60   |
| U3=0  |      |    |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| 4     | 2    | 0  | 3    | 0  | 4    | -1 | 9    | 4  | 6    | 15 | 15   |
| U4=1  |      | +  |      |    |      |    |      |    |      | -  |      |
| ביקוש | 25   |    | 25   |    | 40   |    | 30   |    | 20   |    |      |



מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | היצע |
|-------|-------|------|------|------|------|------|
|       | V1=10 | V2=2 | V3=4 | V4=4 | V5=5 |      |
| 1     | 7     | 0    | 6    | 3    | 2    | 25   |
| U1=-3 | 10    |      |      |      | 15   |      |
| 2     | 9     | -2   | 5    | M    | 8    | 40   |
| U2=1  |       | 25   | 15   |      |      |      |
| 3     | 8     | -2   | 4    | 4    | 5    | 60   |
| U3=0  |       |      | 25   | 30   | 5    |      |
| 4     | 2     | 3    | 4    | 9    | 6    | 15   |
| U4=-8 | 15    | 9    | 8    | 13   | 9    |      |
| ביקוש | 25    | 25   | 40   | 30   | 20   |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 3,5 – הכנסת 3,1

|       | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | היצע |
|-------|-------|------|------|------|------|------|
|       | V1=10 | V2=2 | V3=4 | V4=4 | V5=5 |      |
| 1     | 7     | 0    | 6    | 3    | 2    | 25   |
| U1=-3 | 10    | -    |      |      | 15   | +    |
| 2     | 9     | -2   | 5    | M    | 8    | 40   |
| U2=1  |       | 25   | 15   |      | 2    |      |
| 3     | 8     | -2   | 4    | 4    | 5    | 60   |
| U3=0  |       | +    | 25   | 30   | 5    | -    |
| 4     | 2     | 3    | 4    | 9    | 6    | 15   |
| U4=-8 | 15    | 9    | 8    | 13   | 9    |      |
| ביקוש | 25    | 25   | 40   | 30   | 20   |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | היצע |
|-------|------|------|------|------|------|------|
|       | V1=8 | V2=2 | V3=4 | V4=4 | V5=3 |      |
| 1     | 7    | 0    | 6    | 3    | 2    | 25   |
| U1=-1 | 5    |      |      |      | 20   |      |
| 2     | 9    | 3    | 5    | M    | 8    | 40   |
| U2=1  | 0    | 25   | 15   |      | 4    |      |
| 3     | 8    | 4    | 4    | 4    | 5    | 60   |
| U3=0  | 5    |      | 25   | 30   | 2    |      |
| 4     | 2    | 3    | 4    | 9    | 6    | 15   |
| U4=-6 | 15   | 7    | 6    | 11   | 9    |      |
| ביקוש | 25   | 25   | 40   | 30   | 20   |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,1 – הכנסת 1,2

|       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | היצע |
|-------|------|------|------|------|------|------|
|       | V1=8 | V2=2 | V3=4 | V4=4 | V5=3 |      |
| 1     | 7    | 0    | 6    | 3    | 2    | 25   |
| U1=-1 | 5    | -    | +    |      | 20   |      |
| 2     | 9    | 0    | 5    | M    | 8    | 40   |
| U2=1  |      | 25   | 15   | +    |      |      |
| 3     | 8    | 4    | 4    | 4    | 5    | 60   |
| U3=0  | 5    | +    | 25   | -    |      |      |
| 4     | 2    | 3    | 4    | 9    | 6    | 15   |
| U4=-6 | 15   |      |      |      | 9    |      |
| ביקוש | 25   | 25   | 40   | 30   | 20   |      |

מצב חדש

פתרון אופטימאלי:

$$Z=20*2+20*3+20*5+10*8+20*4+30*4+15*2=510$$

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

חישוב ערכים חדשים

|       | 1    |    | 2    |    | 3    |    | 4    |    | 5    |    | היצע |
|-------|------|----|------|----|------|----|------|----|------|----|------|
|       | V1=8 |    | V2=2 |    | V3=4 |    | V4=4 |    | V5=4 |    |      |
| 1     | 7    | 1  | 0    |    | 6    | 4  | 3    | 1  | 2    |    | 25   |
| U1=-2 |      |    | 5    |    |      |    |      |    | 20   |    |      |
| 2     | 9    | 0  | 3    |    | 5    |    | M    |    | 8    | 3  | 40   |
| U2=1  |      |    | 20   |    | 20   |    |      |    |      |    |      |
| 3     | 8    |    | 4    | 2  | 4    |    | 4    |    | 5    | 1  | 60   |
| U3=0  |      | 10 |      |    | 20   |    | 30   |    |      |    |      |
| 4     | 2    |    | 3    | 7  | 4    | 6  | 9    | 11 | 6    | 8  | 15   |
| U4=-6 |      | 15 |      |    |      |    |      |    |      |    |      |
| ביקוש |      | 25 |      | 25 |      | 40 |      | 30 |      | 20 |      |





# שאלה 7 – טכנאים

יש להקצות את הטכנאים למשימות התיקון השבועיות כך שסה"כ עלות העבודה תהיה מינימלית

|   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|---|----|----|----|----|----|
| א | 4  | 5  | 6  | 8  |    |
| ב | 6  | 7  | 10 | 13 | 15 |
| ג | 8  | 10 | 14 | 16 | 20 |
| ד | 10 | 14 | 18 | 20 | 26 |

טכנאי בדרגת הסמכה א' אינו מסוגל לבצע תיקון של תקלה בדרגת קושי 5  
לכן נציב מחיר גבוה מאד M-

פינה צפון מערבית  
 חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
 חישוב ערכים חדשים

|       | 1        | 2       | 3            | 4           | 5            | היצע |
|-------|----------|---------|--------------|-------------|--------------|------|
|       | V1=13    | V2=14   | V3=18        | V4=20       | V5=26        |      |
| א'    | 4<br>10  | 5<br>0  | 6<br>-3      | 8<br>-3     | M            | 10   |
| U1=-9 |          |         |              |             |              |      |
| ב'    | 6<br>0   | 7<br>15 | 10<br>-1     | 13<br>0     | 15<br>-4     | 15   |
| U2=-7 |          |         |              |             |              |      |
| ג'    | 8<br>-1  | 10<br>0 | 1<br>4<br>20 | 16<br>0     | 20<br>-2     | 20   |
| U3=-4 |          |         |              |             |              |      |
| ד'    | 10<br>-3 | 14<br>0 | 1<br>8<br>10 | 2<br>0<br>5 | 2<br>6<br>10 | 25   |
| U4=0  |          |         |              |             |              |      |
| ביקוש | 10       | 15      | 30           | 5           | 10           |      |

פינה צפון מערבית

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 4,5 – הכנסת 2,5

|       | 1        | 2       | 3            | 4           | 5            | היצע |
|-------|----------|---------|--------------|-------------|--------------|------|
|       | V1=13    | V2=14   | V3=18        | V4=20       | V5=26        |      |
| א'    | 4<br>10  | 5<br>0  | 6<br>-3      | 8<br>-3     | M            | 10   |
| U1=-9 |          |         |              |             |              |      |
| ב'    | 6<br>0   | 7<br>15 | 10<br>-1     | 13<br>0     | 15<br>-4     | 15   |
| U2=-7 |          |         | -            |             | +            |      |
| ג'    | 8<br>-1  | 10<br>0 | 1<br>4<br>20 | 16<br>0     | 20<br>-2     | 20   |
| U3=-4 |          |         | +            | -           |              |      |
| ד'    | 10<br>-3 | 14<br>0 | 1<br>8<br>10 | 2<br>0<br>5 | 2<br>6<br>10 | 25   |
| U4=0  |          |         | +            |             | -            |      |
| ביקוש | 10       | 15      | 30           | 5           | 10           |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1        | 2        | 3            | 4           | 5           | היצע |
|-------|----------|----------|--------------|-------------|-------------|------|
|       | V1=13    | V2=14    | V3=18        | V4=20       | V5=22       |      |
| א'    | 4<br>10  | 5<br>0   | 6<br>-3      | 8<br>-3     | M           | 10   |
| U1=-9 |          |          |              |             |             |      |
| ב'    | 6<br>0   | 7<br>5   | 10<br>-1     | 13<br>0     | 15<br>10    | 15   |
| U2=-7 |          |          |              |             |             |      |
| ג'    | 8<br>-1  | 10<br>10 | 1<br>4<br>10 | 16<br>0     | 20<br>2     | 20   |
| U3=-4 |          |          |              |             |             |      |
| ד'    | 10<br>-3 | 14<br>0  | 1<br>8<br>20 | 2<br>0<br>5 | 2<br>6<br>4 | 25   |
| U4=0  |          |          |              |             |             |      |
| ביקוש | 10       | 15       | 30           | 5           | 10          |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 2,2 – הכנסת 1,3

|       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | היצע |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|       | V1=13 | V2=14 | V3=18 | V4=20 | V5=22 |      |
| א'    | 4     | 5     | 6     | 8     | M     | 10   |
| U1=-9 | 10    | -     | +     |       |       |      |
| ב'    | 6     | 7     | 10    | 13    | 15    | 15   |
| U2=-7 | 0     | 5     | -     |       | 10    |      |
| ג'    | 8     | -1    | 10    | 16    | 20    | 20   |
| U3=-4 |       | 10    | 4     |       | 2     |      |
| ד'    | 10    | -3    | 14    | 2     | 2     | 25   |
| U4=0  |       |       | 8     | 0     | 6     |      |
| ביקוש | 10    | 15    | 30    | 5     | 10    |      |



מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|        | 1        | 2        | 3            | 4           | 5            | היצע |
|--------|----------|----------|--------------|-------------|--------------|------|
|        | V1=16    | V2=14    | V3=18        | V4=20       | V5=25        |      |
| א'     | 4<br>5   | 5<br>3   | 6<br>5       | 8<br>0      | M            | 10   |
| U1=-12 |          |          |              |             |              |      |
| ב'     | 6<br>5   | 7<br>3   | 10<br>2      | 13<br>3     | 1<br>5<br>10 | 15   |
| U2=-10 |          |          |              |             |              |      |
| ג'     | 8<br>-4  | 10<br>15 | 1<br>4<br>5  | 16<br>0     | 20<br>-1     | 20   |
| U3=-4  |          |          |              |             |              |      |
| ד'     | 10<br>-6 | 14<br>0  | 1<br>8<br>20 | 2<br>0<br>5 | 2<br>6<br>1  | 25   |
| U4=0   |          |          |              |             |              |      |
| ביקוש  | 10       | 15       | 30           | 5           | 10           |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,1 – הכנסת 4,1

|        | 1     |    | 2     |    | 3     |   | 4     |    | 5     |    | היצע |    |    |    |
|--------|-------|----|-------|----|-------|---|-------|----|-------|----|------|----|----|----|
|        | V1=16 |    | V2=14 |    | V3=18 |   | V4=20 |    | V5=25 |    |      |    |    |    |
| א'     | 4     |    | 5     | 3  | 6     |   | 8     | 0  | M     |    | 10   |    |    |    |
| U1=-12 |       | 5  | -     |    |       | 5 |       | +  |       |    |      |    |    |    |
| ב'     | 6     |    | 7     | 3  | 10    |   | 2     | 13 | 3     | 1  | 5    | 10 | 15 |    |
| U2=-10 |       | 5  |       |    |       |   |       |    |       |    |      |    |    |    |
| ג'     | 8     | -4 | 10    |    | 1     | 4 | 5     | 16 | 0     | 20 | -1   |    | 20 |    |
| U3=-4  |       |    |       | 15 |       |   |       |    |       |    |      |    |    |    |
| ד'     | 10    | -6 | 14    | 0  | 1     | 8 | 20    | 2  | 0     | 5  | 2    | 6  | 1  | 25 |
| U4=0   |       |    | +     |    |       |   |       |    |       |    |      |    |    |    |
| ביקוש  | 10    |    | 15    |    | 30    |   | 5     |    | 10    |    |      |    |    |    |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|        | 1     |   | 2     |    | 3     |    | 4     |    | 5     |    | היצע |
|--------|-------|---|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|------|
|        | V1=10 |   | V2=14 |    | V3=18 |    | V4=20 |    | V5=19 |    |      |
| א'     | 4     | 6 | 5     | 3  | 6     | 10 | 8     | 0  | M     |    | 10   |
| U1=-12 |       |   |       |    |       |    |       |    |       |    |      |
| ב'     | 6     | 5 | 7     | -3 | 10    | -4 | 13    | -3 | 1     | 5  | 15   |
| U2=-4  |       |   |       |    |       |    |       |    |       |    |      |
| ג'     | 8     | 2 | 10    | 15 | 1     | 4  | 5     | 16 | 0     | 20 | 20   |
| U3=-4  |       |   |       |    |       |    |       |    |       |    |      |
| ד'     | 10    | 5 | 14    | 0  | 1     | 8  | 15    | 2  | 0     | 5  | 25   |
| U4=0   |       |   |       |    |       |    |       |    |       |    |      |
| ביקוש  | 10    |   | 15    |    | 30    |    | 5     |    | 10    |    |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 2,1 – הכנסת 2,3

|        | 1     |   | 2     |    | 3      |    | 4      |    | 5      |    | היצע |
|--------|-------|---|-------|----|--------|----|--------|----|--------|----|------|
|        | V1=10 |   | V2=14 |    | V3=18  |    | V4=20  |    | V5=19  |    |      |
| א'     | 4     | 6 | 5     | 3  | 6      | 10 | 8      | 0  | M      |    | 10   |
| U1=-12 |       |   |       |    |        |    |        |    |        |    |      |
| ב'     | 6     | 5 | 7     | -3 | 10     | -4 | 13     | -3 | 1<br>5 | 10 | 15   |
| U2=-4  |       |   | -     |    |        | +  |        |    |        |    |      |
| ג'     | 8     | 2 | 10    | 15 | 1<br>4 | 5  | 16     | 0  | 20     | 5  | 20   |
| U3=-4  |       |   |       |    |        |    |        |    |        |    |      |
| ד'     | 10    | 5 | 14    | 0  | 1<br>8 | 15 | 2<br>0 | 5  | 2<br>6 | 7  | 25   |
| U4=0   |       |   | +     |    |        | -  |        |    |        |    |      |
| ביקוש  | 10    |   | 15    |    | 30     |    | 5      |    | 10     |    |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1     |    | 2     |    | 3     |    | 4     |    | 5     |    | היצע |    |   |    |
|-------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|------|----|---|----|
|       | V1=10 |    | V2=14 |    | V3=18 |    | V4=20 |    | V5=23 |    |      |    |   |    |
| א'    | 4     | -2 | 5     | -5 | 6     | 10 | 8     | 7  | M     |    | 10   |    |   |    |
| U1=-4 |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |      |    |   |    |
| ב'    | 6     | 4  | 7     | 1  | 1     | 5  | 13    | 16 | 1     | 5  | 15   |    |   |    |
| U2=-8 |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |      |    |   |    |
| ג'    | 8     | 2  | 10    | 15 | 1     | 4  | 5     | 16 | 17    | 20 | 1    | 20 |   |    |
| U3=-4 |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |      |    |   |    |
| ד'    | 1     | 0  | 14    | 0  | 1     | 8  | 10    | 2  | 0     | 5  | 2    | 6  | 3 | 25 |
| U4=0  |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |      |    |   |    |
| ביקוש | 10    |    | 15    |    | 30    |    | 5     |    | 10    |    |      |    |   |    |



מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,3 – הכנסת 1,2

|       | 1     |    | 2     |    | 3     |    | 4     |    | 5     |    | היצע |
|-------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|------|
|       | V1=10 |    | V2=14 |    | V3=18 |    | V4=20 |    | V5=23 |    |      |
| א'    | 4     | -2 | 5     | -5 | 6     | 10 | 8     | 7  | M     |    | 10   |
| U1=-4 |       |    |       | +  |       | -  |       |    |       |    |      |
| ב'    | 6     | 4  | 7     | 1  | 1     | 0  | 13    | 16 | 1     | 5  | 15   |
| U2=-8 |       |    |       |    |       | 5  |       |    |       | 10 |      |
| ג'    | 8     | 2  | 10    | 15 | 1     | 4  | 16    | 17 | 20    | 1  | 20   |
| U3=-4 |       |    |       | -  |       | 5  |       |    |       |    |      |
| ד'    | 1     | 0  | 14    | 0  | 1     | 8  | 2     | 0  | 2     | 6  | 25   |
| U4=0  |       | 10 |       |    |       | 10 |       | 5  |       | 3  |      |
| ביקוש | 10    |    | 15    |    | 30    |    | 5     |    | 10    |    |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1     |   | 2     |    | 3     |    | 4     |    | 5     |   | היצע |
|-------|-------|---|-------|----|-------|----|-------|----|-------|---|------|
|       | V1=10 |   | V2=14 |    | V3=18 |    | V4=20 |    | V5=23 |   |      |
| א'    | 4     | 3 | 5     | 10 | 6     | -3 | 8     | -3 | M     |   | 10   |
| U1=-9 |       |   |       |    |       |    |       |    |       |   |      |
| ב'    | 6     | 4 | 7     | 1  | 1     | 0  | 1     | 1  | 1     | 5 | 15   |
| U2=-8 |       |   |       |    |       |    |       |    |       |   |      |
| ג'    | 8     | 2 | 10    | 5  | 1     | 4  | 16    | 0  | 20    | 1 | 20   |
| U3=-4 |       |   |       |    |       |    |       |    |       |   |      |
| ד'    | 1     | 0 | 14    | 0  | 1     | 8  | 2     | 0  | 2     | 6 | 25   |
| U4=0  |       |   |       |    |       |    |       |    |       |   |      |
| ביקוש | 10    |   | 15    |    | 30    |    | 5     |    | 10    |   |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות

הוצאת איבר 4,4 – הכנסת 1,4

חישוב ערכים חדשים

|       | 1     |   | 2     |    | 3     |    | 4     |    | 5     |    | היצע |
|-------|-------|---|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|------|
|       | V1=10 |   | V2=14 |    | V3=18 |    | V4=20 |    | V5=23 |    |      |
| א'    | 4     | 3 | 5     | 10 | 6     | -3 | 8     | -3 | M     |    | 10   |
| U1=-9 |       |   |       | -  |       |    |       | +  |       |    |      |
| ב'    | 6     | 4 | 7     | 1  | 1     | 0  | 1     | 1  | 1     | 10 | 15   |
| U2=-8 |       |   |       |    |       | 5  | 3     |    | 5     |    |      |
| ג'    | 8     | 2 | 10    | 5  | 1     | 4  | 16    | 0  | 20    | 1  | 20   |
| U3=-4 |       |   |       | +  |       | 15 |       |    |       |    |      |
| ד'    | 1     | 0 | 14    | 0  | 1     | 8  | 2     | 0  | 2     | 3  | 25   |
| U4=0  |       |   |       |    |       | 10 | 0     | 5  | 6     |    |      |
| ביקוש | 10    |   | 15    |    | 30    |    | 5     |    | 10    |    |      |

מצב חדש  
חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

|       | 1      | 2     | 3      | 4     | 5      | היצע |
|-------|--------|-------|--------|-------|--------|------|
|       | V1=10  | V2=14 | V3=18  | V4=17 | V5=23  |      |
| א'    | 4 3    | 5 5   | 6 -3   | 8 5   | M      | 10   |
| U1=-9 |        |       |        |       |        |      |
| ב'    | 6 4    | 7 1   | 1 0 5  | 1 3 4 | 1 5 10 | 15   |
| U2=-8 |        |       |        |       |        |      |
| ג'    | 8 2    | 10 10 | 1 4 10 | 16 3  | 20 1   | 20   |
| U3=-4 |        |       |        |       |        |      |
| ד'    | 1 0 10 | 14 0  | 1 8 15 | 2 0 3 | 2 6 3  | 25   |
| U4=0  |        |       |        |       |        |      |
| ביקוש | 10     | 15    | 30     | 5     | 10     |      |

מצב חדש

חישוב ערכים להפחתה משורות ועמודות  
חישוב ערכים חדשים

הוצאת איבר 1,2 – הכנסת 1,3

|       | 1     |    | 2     |   | 3     |    | 4     |   | 5     |    | היצע |
|-------|-------|----|-------|---|-------|----|-------|---|-------|----|------|
|       | V1=10 |    | V2=14 |   | V3=18 |    | V4=17 |   | V5=23 |    |      |
| א'    | 4     | 3  | 5     |   | 6     | -3 | 8     |   | M     |    | 10   |
| U1=-9 |       |    | 5     |   |       |    | 5     |   |       |    |      |
| ב'    | 6     | 4  | 7     | 1 | 1     |    | 1     | 4 | 1     |    | 15   |
| U2=-8 |       |    |       |   | 0     | 5  | 3     |   | 5     | 10 |      |
| ג'    | 8     | 2  | 10    |   | 1     |    | 16    | 3 | 20    | 1  | 20   |
| U3=-4 |       |    | 10    |   | 4     | 10 |       |   |       |    |      |
| ד'    | 1     |    | 14    | 0 | 1     |    | 2     | 3 | 2     | 3  | 25   |
| U4=0  | 0     | 10 |       |   | 8     | 15 | 0     |   | 6     |    |      |
| ביקוש | 10    |    | 15    |   | 30    |    | 5     |   | 10    |    |      |



מצב חדש

פתרון אופטימאלי (סוף סוף):

$$Z = 5 \cdot 6 + 5 \cdot 8 + 5 \cdot 10 + 10 \cdot 15 + 15 \cdot 10 + 5 \cdot 14 + 10 \cdot 10 + 15 \cdot 18 = 860$$

חישוב ערכים חדשים

|        | 1      | 2      | 3      | 4     | 5      | היצע |
|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|
|        | V1=10  | V2=14  | V3=18  | V4=20 | V5=23  |      |
| א'     | 4 6    | 5 3    | 6 5    | 8 5   | M      | 10   |
| U1=-12 |        |        |        |       |        |      |
| ב'     | 6 4    | 7 1    | 1 0 5  | 1 3 1 | 1 5 10 | 15   |
| U2=-8  |        |        |        |       |        |      |
| ג'     | 8 2    | 1 0 15 | 14 5   | 16 0  | 20 1   | 20   |
| U3=-4  |        |        |        |       |        |      |
| ד'     | 1 0 10 | 14 0   | 1 8 15 | 2 0 0 | 2 6 3  | 25   |
| U4=0   |        |        |        |       |        |      |
| ביקוש  | 10     | 15     | 30     | 5     | 10     |      |



# שאלה 8 – בעיית השמה בשיטת טרנספורטציה

יש לבחור עובד לכל מכונה כך שהעלות תהיה מינימלית

|      | אריזה | ייצור גלידה | ייצור גביעי גלידה |
|------|-------|-------------|-------------------|
| בני  | 4     | 6           | 8                 |
| אלי  | 3     | 7           | 10                |
| יוסי | 5     | 10          | 11                |

# העברה לבעיית טרנספוטציה

נוסיף "היצע" ו"ביקוש" לפי נתוני השאלה – כל עובד רק למכונה אחת וכל מכונה רק עובד אחד

| היצע | אריזה | ייצור גלידה | ייצור גביעי גלידה |       |
|------|-------|-------------|-------------------|-------|
| 1    | 4     | 6           | 8                 | בני   |
| 1    | 3     | 7           | 10                | אלי   |
| 1    | 5     | 10          | 11                | יוסי  |
|      | 1     | 1           | 1                 | ביקוש |

# העברה לבעיית טרנספוטציה

פתרון בסיסי אפשרי - פינה צפון מערבית

|                | ייצור גביעי<br>גלידה<br>$V1=8$ | ייצור גלידה<br>$V2=6$ | אריזה<br>$V3=2$ | היצע |
|----------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|------|
| בני<br>$U1=0$  | 8<br>1                         | 6<br>0                | 4<br>2<br>1     | 1    |
| אלי<br>$U2=1$  | 10<br>1                        | 7<br>1                | 3<br>0<br>1     | 1    |
| יוסי<br>$U3=3$ | 11<br>0                        | 10<br>1               | 5<br>1<br>1     | 1    |
| ביקוש          | 1                              | 1                     | 1               |      |

# העברה לבעיית טרנספוטציה

$$Z=8*1+7*1+5*1=20$$

קבלנו פתרון אפטימלי:

|              | ייצור גביעי<br>גלידה<br>V1=8 | ייצור גלידה<br>V2=6 | אריזה<br>V3=2 | היצע |
|--------------|------------------------------|---------------------|---------------|------|
| בני<br>U1=0  | 8<br>1                       | 6<br>0              | 4<br>2<br>1   | 1    |
| אלי<br>U2=1  | 10<br>1                      | 7<br>1              | 3<br>0<br>1   | 1    |
| יוסי<br>U3=3 | 11<br>0                      | 10<br>1             | 5<br>1<br>1   | 1    |
| ביקוש        | 1                            | 1                   | 1             |      |

