



פרויקט במודלים דטרמיניסטים
הקמת רשת בתי קפה
מרצה: דר' גבי חנוכוב
מגישים:
דביר פרידמן, הדר אלקסלסי,
יובל ברונשטיין

תוכן עניינים

2	.....	מבוא	1
2	.....	1.1 מטרת הפרויקט	
2	.....	1.2 מטודולוגיה	
2	.....	פתרון שאלות הפרויקט	2
2	.....	2.1 שאלה מספר 1	
2	.....	2.1.1 סעיף א'	
6	.....	2.1.2 סעיף ב'	
6	.....	2.2 שאלה מספר 2	
6	.....	2.2.1 סעיף א'	
9	.....	2.2.2 סעיף ב'	
9	.....	2.2.3 סעיף ג'	
9	.....	2.3 שאלה מספר 3	
9	.....	2.3.1 סעיף א'	
11	.....	2.3.2 סעיף ב'	
11	.....	2.4 שאלה מספר 4	
11	.....	2.4.1 סעיף א'	
12	.....	2.4.2 סעיף ב'	
12	.....	2.4.3 סעיף ג'	
15	.....	2.5 שאלה מספר 5	
15	.....	סיכום	3

1 מבוא

1.1 מטרת הפרויקט

בפרויקט זה התבקשנו להקים רשת בתי קפה כאשר לכל בית קפה יהיה נושא משלו, בכל בית קפה יהיה ממוקם אולם תצוגה בנושא בית הקפה וכן צוות בידור שיופיע בבית הקפה וידע לבצע חמישה מופעים שונים. כל אחד מהמרכיבים של הפרויקט (הקמת סניף, נושא של הסניף, אולם התצוגה בסניף וצוות בידור בסניף) ייבחר ויוקם על פי הקריטריונים הבאים:

1. בית הקפה יוקם בעלות מינימאלית
 2. נושא של כל בית קפה ייבחר על פי מידת אטרקטיביות מקסימאלית של הנושאים.
 3. חילוק שטח בין אולם התצוגה לבית הקפה יתקיים בצורה כזו שיהיה רווח יומי מקסימאלי מאותו סניף
 4. תכנית הבידור וכן צוות הבידור ייבחר על פי עלות שבועית מינימאלית.
- במהלך הפרויקט חישבנו ופתרנו את כל ארבעת הסעיפים וכן במטרה לבסוף שבכל אחד מהסניפים שהקמנו יהיה רווח גבוהה ככל האפשר לפי הקריטריונים והתנאים שהועמדו בפנינו.

1.2 מטודולוגיה

במהלך הפרויקט השתמשנו בכלים מתמטיים ותכנותיים בכדי לפתור את הבעיות בצורה אופטימלית. בכדי לפתור את הבעיות השתמשנו בתכנון לינארי, תכנון לינארי הינה שיטה מתמטית המאפשרת לנו למצוא פתרון אופטימלי לבעיה מתמטית המוצגת בצורה לינארית והיא עושה זאת בעזרת פונקציית מטרה אשר מחזירה ערך מינימאלי או מקסימלי בהתאם לפונקציה וכן אילוצים שפונקציית המטרה עומדת בהם. בכדי לפתור את בעיית התכנון לינארי שבנינו מכל שאלה כתבנו את הנתונים, פונקציית המטרה והאילוצים לתכנת לינדו שמטרתה לפתור את בעיית התכנון הלינארי הנתונה ומתוך זאת ידענו מה הפתרון האופטימלי לבעיה שבנינו מתוך השאלה.

2 פתרון שאלות הפרויקט

2.1 שאלה מספר 1

בשאלה מספר 1 התבקשנו להחליט באילו ערים להקים את סניפי בתי הקפה במטרה שעלות ההקמה תהיה מינימאלית וכן בשאלה זאת נגלה כמה בתי קפה יוקמו היכן בתי הקפה יוקמו ומה העלות המינימאלית שהתקבלה מתוך פונקציית המטרה והאילוצים שקיימים שאנו בנינו בעזרת שיטת תכנון לינארי ולאחר שבנינו את בעיית התכנון לינארי כתבנו לתוך תכנת לינדו את הבעיה והתכנה השיגה עבורנו את הפתרון האופטימלי ועזרה לנו לעלות על השאלות בצורה אופטימלית.

2.1.1 סעיף א'

משתני החלטה

X_i - משתנה החלטה בינארי המבטא האם יקום סניף בעיר i ($1 = True, 0 = False$), $X_i \in \{0, 1\}$

P_i - מספר התושבים לעיר i

W_i - אחוזים שעיר i עוזרת לממן

b - משתנה החלטה בינארי המבטא האם יש סניף גם בבת ים וגם בחולון ($b \in \{0, 1\}$, ($1 = True, 0 = False$))

$$i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 20$$

פונקציית מטרה:

$$\min Z = \Sigma(3000000 \cdot X_i) - \Sigma(3000000 \cdot X_i \cdot W_i) + (300000) \cdot b$$

Subject To(s.t.)

$$(1) \Sigma(P_i \cdot X_i) \geq 300000$$

$$(2) X_1 + X_6 + X_7 + X_{14} + X_{16} + X_{18} \geq 1$$

$$(3) X_2 + X_3 + X_4 + X_{14} + X_{18} \geq 1$$

$$(4) X_2 + X_3 + X_4 + X_{14} + X_{18} \geq 1$$

$$(5) X_5 + X_{13} + X_9 \geq 1$$

$$(6) X_1 + X_6 + X_7 + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \geq 1$$

$$(7) X_1 + X_6 + X_7 + X_8 + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} \geq 1$$

$$(8) X_8 + X_{10} + X_7 + X_{16} + X_{17} \geq 1$$

$$(9) X_5 + X_9 \geq 1$$

$$(10) X_8 + X_{10} + X_{12} + X_{17} + X_{16} + X_{18} \geq 1$$

$$(11) X_{11} + X_{15} + X_{17} \geq 1$$

$$(12) X_{10} + X_{12} + X_5 + X_{13} \geq 1$$

$$(13) X_1 + X_2 + X_6 + X_7 + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \geq 1$$

$$(14) X_6 + X_7 + X_{11} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} \geq 1$$

$$(15) X_1 + X_6 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} \geq 1$$

$$(16) X_6 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} \geq 1$$

$$(17) X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_6 + X_{10} + X_{14} + X_{15} + X_{18} \geq 1$$

$$(18) X_{19} + X_{20} \geq 1$$

$$(19) X_2 + X_3 - b \leq 1$$

```

min 2700000x1+2400000x2+2550000x3+2490000x4+2460000x5+2250000x6+2640000x7
+2730000x8+2850000x9+2760000x10+2490000x11+2550000x12+2400000x13+2430000x14+2940000x15
+2610000x16+2790000x17+2700000x18+2400000x19+2880000x20 + 300000b

s. t.

451523X1 + 194273X2 + 128774X3 + 245648X4 + 73999X5 + 159159X6 + 198863X7 +
244275X8 + 95142X9 + 56344X10 + 29930x11 + 47866x12 + 100763x13 +
60212x14 + 36864x15 + 26023x16 + 39986x17 + 12854x18 + 75726x19 + 75538x20 >= 300000
x1 + x6 + x7 + x14 + x16 + x18 >= 1
x2 + x3 + x4 + x14 + x18 >= 1
x2 + x3 + x4 + x18 >= 1
x2+x3+x4+x18>=1
x5 + x13 + x9 >= 1
x1 + x6 + x7 + x14 + x15 + x16 + x17 + x18 >= 1
x1 + x6 + x7 + x8 + x14 + x15 + x16 +x17 >= 1
x8 + x10 + x7 + x16 + x17 >= 1
x5 + x9 >= 1
x8 + x10 + x12 + x17 + x16 + x18 >= 1
x11 + x15 + x17 >= 1
x10 + x12 >= 1
x5+x13>=1
x1 + x2 + x6 + x7 + x14 + x15 + x16 + x17 + x18 >= 1
x6 + x7 + x11 + x14 + x15 + x16 + x17 + x18 >= 1
x1 + x6 + x7 + x8 + x10 + x14+ x15+ x16 + x17 >= 1
x6 + x7 + x8 + x10 + x11 + x14 + x15 + x16 + x17 >= 1
x1 + x2 + x3 + x4 + x6 + x10 + x14 + x15 + x18 >= 1
x19 + x20 >= 1
x3 + x2 - b <= 1
END
INT x1
INT x2
INT x3
INT x4
INT x5
INT x6
INT x7
INT x8
INT x9
INT x10
INT x11
INT x12
INT x13
INT x14
INT x15
INT x16
INT x17
INT x18
INT x19
INT x20
INT b

```

Figure 1: LINDO Input Code

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.1476000E+08

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	0.000000	2700000.000000
X2	1.000000	2400000.000000
X3	0.000000	2550000.000000
X4	0.000000	2490000.000000
X5	1.000000	2460000.000000
X6	1.000000	2250000.000000
X7	0.000000	2640000.000000
X8	0.000000	2730000.000000
X9	0.000000	2850000.000000
X10	1.000000	2760000.000000
X11	1.000000	2490000.000000
X12	0.000000	2550000.000000
X13	0.000000	2400000.000000
X14	0.000000	2430000.000000
X15	0.000000	2940000.000000
X16	0.000000	2610000.000000
X17	0.000000	2790000.000000
X18	0.000000	2700000.000000
X19	1.000000	2400000.000000
X20	0.000000	2880000.000000
B	0.000000	300000.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	289431.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000
10)	0.000000	0.000000
11)	0.000000	0.000000
12)	0.000000	0.000000
13)	0.000000	0.000000
14)	0.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	1.000000	0.000000
17)	1.000000	0.000000
18)	1.000000	0.000000
19)	2.000000	0.000000
20)	2.000000	0.000000
21)	0.000000	0.000000

Figure 2: LINDO Output Code

הסבר על האילוצים:

אילוץ (1) הוא אילוץ המוודא שבמקומות שבהם יוקמו בתי הקפה במסתכם יהיה אוכלוסייה של לפחות 300,000 אנשים

אילוץ (2) עד (18) מוודאים שיוקמו ערים לפי מיקומים במרחקים מתאימים בין הסניפים על פי השאלה אילוץ (19) מוודא את הקשר בין הקמת סניף בבת ים לבין הקמת סניף בחולון

2.1.2 סעיף ב'

מתוך לינדו אנו רואים כי מספר הסניפים האופטימלית לעלות הקמה מינימאלית הינה שישה סניפים והמיקומים של הסניפים הם: רעננה, חולון, רמת גן, ראש העין, יהוד ולוד
עלות ההקמה המינימאלית של הסניפים הינה : שח 14760000

2.2 שאלה מספר 2

בשאלה מספר 2 התבקשנו להתאים לכל אחד מששת בתי הקפה שיוקמו נושא. הנושאים לכל בית קפה ייבחרו על פי אילוצים וכן על פי מידת אטרקטיביות של כל נושא במטרה להגיע למקסימום של אטרקטיביות בכלל בתי הקפה. בשאלה זו נגלה אילו נושאים יהיו לכל בית קפה מה תיהיה עלות הנושאים לפי זכויות יוצרים של כל נושא וכן מה תיהיה מידת האטרקטיביות המקסימאלית, כדי לענות על השאלות ננסח את הבעיה בעזרת תכנון לינארי ונכתוב את הבעיית התכנון הלינארי לתוך תכנת לינדו אשר תפתור את הבעיה ותפלוט לנו את הפתרון האופטימלי.

2.2.1 סעיף א'

משתני החלטה

X_i - משתנה החלטה בינארי שאומר האם להשתמש בנושא i ($1 = True, 0 = False$) $X_i \in \{0, 1\}$

P_i - מחיר זכויות יוצרים לנושא i

W_i - מידת אטרקטיביות לנושא i למבוגרים

t_i - מידת אטרקטיביות לנושא i לילדים

b - משתנה החלטה בינארי המבטא האם גם "המלך ארתור" וגם "אינדיאנה ג'ונס" נבחרו ($1 = True, 0 = False$) $b \in \{0, 1\}$

$i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 20$

פונקציית מטרה:

$$\max Z = \sum(X_i \cdot W_i) + \sum(X_i \cdot t_i) + b \cdot 8$$

Subject To(s.t.)

$$(1) X_3 + X_4 + X_6 + X_{12} + X_{18} \geq 1$$

$$(2) X_9 + X_{12} + X_{13} + X_{14} \geq 1$$

$$(3) X_1 + X_5 + X_8 + X_{11} + X_{15} \geq 2$$

$$(4) X_1 + X_6 + X_7 + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{18} + X_{19} + X_{20} \geq 2$$

$$(5) X_2 + X_{10} + X_{16} + X_{17} \geq 1$$

$$(6) \Sigma(P_i \cdot X_i) \leq 400,000$$

$$(7) \Sigma(W_i \cdot X_i) + 4 \cdot b \geq 55$$

$$(8) \Sigma(t_i \cdot X_i) + 4 \cdot b \geq 50$$

$$(9) X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20} = 6$$

$$(10) X_4 + X_5 - 2 \cdot b \geq 0$$

```

max 15x1 + 7x2 + 8x3 + 7x4 + 10x5 + 12x6 + 2x7 + 10x8 + 7x9 + 2x10 + 3x11 + 8x12 + 3x13 + 7x14
+ 7x15 + 7x16 + 6x17 + 3x18 + 6x19 + 10x20 + 17x1 + 10x2 + 8x3 + 10x4 + 6x5 + 5x6 + 8x7 + 7x8
+ 2x9 + 8x10 + 6x11 + 8x12 + 7x13 + 9x14 + 5x15 + 2x16 + 2x17 + 7x18 + 4x19 + 2x20 + 8b

s.t.
x3 + x4 + x6 + x12 + x19 >= 1
x9 + x12 + x13 + x14 >= 1
x1 + x5 + x8 + x11 + x15 >= 2
x1 + x6 + x7 + x11 + x12 + x13 + x18 + x19 + x20 >= 2
x2 + x10 + x16 + x17 >= 1

150000x1 + 50000x2 + 0x3 + 0x4 + 60000x5 + 100000x6 + 20000x7 + 50000x8 + 10000x9 + 30000x10 + 10000x11
+ 50000x12 + 40000x13 + 80000x14 + 50000x15 + 40000x16 + 60000x17 + 20000x18 + 0x19 + 0x20 <= 400000

15x1 + 7x2 + 8x3 + 7x4 + 10x5 + 12x6 + 2x7 + 10x8 + 7x9 + 2x10 + 3x11
+ 8x12 + 3x13 + 7x14 + 7x15 + 7x16 + 6x17 + 3x18 + 6x19 + 10x20 + 4b >= 55

17x1 + 10x2 + 8x3 + 10x4 + 6x5 + 5x6 + 8x7 + 7x8 + 2x9 + 8x10 + 6x11
+ 8x12 + 7x13 + 9x14 + 5x15 + 2x16 + 2x17 + 7x18 + 4x19 + 2x20 + 4b >= 50
x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 + x9 + x10 + x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16 + x17 + x18 + x19 + x20 = 6
x4 + x5 - 2b >= 0

END
INT x1
INT x2
INT x3
INT x4
INT x5
INT x6
INT x7
INT x8
INT x9
INT x10
INT x11
INT x12
INT x13
INT x14
INT x15
INT x16
INT x17
INT x18
INT x19
INT x20
INT b

```

Figure 3: LINDO Input Code

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP      13
OBJECTIVE VALUE =    123.000000

FIX ALL VARS.(   18)  WITH RC >  0.000000E+00

NEW INTEGER SOLUTION OF    123.000000      AT BRANCH      0 PIVOT      13
BOUND ON OPTIMUM:    123.0000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=      0 PIVOTS=      13

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

      OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)      123.0000

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X1      1.000000      -32.000000
X2      1.000000      -17.000000
X3      0.000000      -16.000000
X4      1.000000      -17.000000
X5      1.000000      -16.000000
X6      0.000000      -17.000000
X7      0.000000      -10.000000
X8      1.000000      -17.000000
X9      0.000000      -9.000000
X10     0.000000      -10.000000
X11     0.000000      -9.000000
X12     1.000000      -16.000000
X13     0.000000      -10.000000
X14     0.000000      -16.000000
X15     0.000000      -12.000000
X16     0.000000      -9.000000
X17     0.000000      -8.000000
X18     0.000000      -10.000000
X19     0.000000      -10.000000
X20     0.000000      -12.000000
B      1.000000      -8.000000


      ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
2)      1.000000      0.000000
3)      0.000000      0.000000
4)      1.000000      0.000000
5)      0.000000      0.000000
6)      0.000000      0.000000
7)      40000.000000      0.000000
8)      6.000000      0.000000
9)      12.000000      0.000000
10)     0.000000      0.000000
11)     0.000000      0.000000

```

Figure 4: LINDO Output Code

הסבר על האילוצים: אילוץ (1) עד (5) מבטא את זה שצריך לפחות מספר כלשהו מקטגוריות מסויימות של הנושאים, אילוץ (6) מבטא את זה שעלות הזכויות יוצרים שמשלמים על הנושאים הנבחרים צריך להיות קטן או שווה מ 400,000, אילוץ (7) מבטא את זה שמידת האטרקטיביות של המבוגרים צריך להיות לפחות 55 (8) אילוץ מבטא את זה שמידת האטרקטיביות של ילדים צריך להיות לפחות 50, אילוץ (9) מוודא שנבחרים בדיוק שישה נושאים לשישה סניפים ואילוץ 10 מקשר בין זה שייבחר גם "אינדיאנה ג'ונס" וגם "המלך ארתור".

2.2.2 סעיף ב'

מידת האטרקטיביות הינה 123 והנושאים שיבחרו הם הנושאים הבאים:
הארי פוטר, פארק היורה, המלך ארתור, אינדיאנה ג'ונס, שודדי הקאריביים, אלאדין

2.2.3 סעיף ג'

עלות זכויות היוצרים הינה 360,000

2.3 שאלה מספר 3

בשאלה מספר 3 התבקשנו לחלק שטח של 400 מטר רבוע בין בית קפה לאולם התצוגה של הסניף בהתייחסות של ביקוש ורווח יומי מתוך הסניפים. הביקוש יקבע לפי חילוק השטח בהתאם לפונקציות הבאות:

$$D_T(x_1) = 1000 + 2 \cdot x_1$$

$$D_{B1}(x_2) = \begin{cases} 1000 + 3 \cdot x_2 & 0 \leq x_1 \leq 150 \\ 1500 + 3 \cdot x_2 & 150 \leq x_1 \leq 300 \\ 2000 + 3 \cdot x_2 & 300 \leq x_1 \leq 400 \end{cases}$$

וכן מתוך הפונקציות נבנה בעיית תכנון לינארי ונפתור את השאלה כך שהרווח יהיה אופטימלי.

2.3.1 סעיף א'

משתני החלטה

X_1 - כמה מ"ר הולך לאולם התצוגה מתוך 400 מ"ר

X_2 - כמה מ"ר הולך לבית הקפה מתוך 400 מ"ר

a - משתנה החלטה בינארי שמתאר כמה אנשים יגיעו לבית הקפה על פי כמה שטח הגדשנו ל אולם התצוגה

b - משתנה החלטה בינארי שמתאר כמה אנשים יגיעו לבית הקפה על פי כמה שטח הגדשנו ל אולם התצוגה

y - משתנה החלטה בינארי שמתאר כמה אנשים יגיעו לבית הקפה על פי כמה שטח הגדשנו ל אולם התצוגה

c - משתנה החלטה בינארי שלוקח בחשבון את כמות האנשים הבאים על פי שטח של אולם התצוגה

פונקציית מטרה:

$$\max Z = 100000 \cdot b + 300 \cdot X_2 + 150000 \cdot y + 200000 \cdot a + 50000 \cdot c + 100 \cdot X_1$$

Subject To(s.t.)

$$(1) X_1 + X_2 = 400$$

$$(2) X_1 - 150 \cdot y - 300 \cdot a \geq 0$$

$$(3) X_1 - 150 \cdot b - 300 \cdot y - 400 \cdot a \leq 0$$

$$(4) X_1 \geq 0$$

$$(5) X_2 \geq 0$$

$$(6) a + b + y = 1$$

```
max 100000b+300x2+150000y+200000a + 50000c + 100x1
s.t.
x1+ x2 = 400
x1 -150y -300a >= 0
x1 - 150b -300y - 400a <= 0

a + b + y = 1
x1 >= 0
x2 >= 0
end

int b
int y
int a
int c
```

Figure 5: LINDO Input Code

```

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)      310000.0

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
B              0.000000      -100000.000000
Y              0.000000      -120000.000000
A              1.000000      -140000.000000
C              1.000000      -50000.000000
X2            100.000000         0.000000
X1            300.000000         0.000000

ROW  SLACK OR SURPLUS  DUAL PRICES
2)           0.000000         300.000000
3)           0.000000        -200.000000
4)          100.000000         0.000000
5)           0.000000         0.000000
6)          300.000000         0.000000
7)          100.000000         0.000000

```

Figure 6: LINDO Output Code

הסבר על האילוצים: אילוץ (1) ממחיש את זה שמחלקים את 400 מטר רבוע בין בית קפה לאולם תצוגה, אילוץ (2) ו אילוץ (3) בעצם מקיימים את התנאים של פונקציית הביקוש, אילוץ (6) ממחיש את התנאי של הפונקציה שניקח בחשבון רק סוג ביקוש אחד מתוך השלושה.

2.3.2 סעיף ב'

הרווח היומי הינו 310000 והשטח יתחלק בצורה ש הבית קפה יהיה עם 400 מ"ר ואולם התצוגה עם 600 מ"ר

2.4 שאלה מספר 4

בשאלה מספר 4 התבקשנו לבנות צוות בידור אשר אמור לדעת לבצע חמישה מופעים ונצטרך לבחור את חברי הצוות על פי סוגי המופעים שיש (קיימים שמונה מופעים מתוכם יש לבחור חמישה) יש לבנות את הצוות בצורה כזאת ש העלות השבועית מינימאלית וכן מידת האטרקטיביות מהמופעים לפחות 40.

2.4.1 סעיף א'

משתני החלטה

x - מספר הזמרים שלקחנו לצוות

y - מספר הרקדנים שלקחנו לצוות

d_i - משתנה החלטה בינארי שאומר האם מקיימים את מופע i , $d_i \in \{0, 1\}$

פונקציית מטרה:

$$\min Z = 25000 \cdot X + 15000 \cdot y$$

Subject To(s.t.)

$$(1) X + y - 7 \cdot d_1 \geq 0$$

$$(2) X - 4 \cdot d_1 \geq 0$$

$$(3) X + y - 9 \cdot d_2 \geq 0$$

$$(4) X - 4 \cdot d_2 \geq 0$$

$$(5) X + y - 7 \cdot d_3 \geq 0$$

$$(6) X - 3 \cdot d_3 \geq 0$$

$$(7) X + y - 8 \cdot d_4 \geq 0$$

$$(8) X - 5 \cdot d_4 \geq 0$$

$$(9) X + y - 8 \cdot d_5 \geq 0$$

$$(10) X - 5 \cdot d_5 \geq 0$$

$$(11) X + y - 8 \cdot d_6 \geq 0$$

$$(12) X - 4 \cdot d_6 \geq 0$$

$$(13) X + y - 8 \cdot d_7 \geq 0$$

$$(14) X - 5 \cdot d_7 \geq 0$$

$$(15) X + y - 8 \cdot d_8 \geq 0$$

$$(16) X - 4 \cdot d_8 \geq 0$$

$$(17) d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8 = 5$$

$$(18) 7 \cdot d_1 + 10 \cdot d_2 + 5 \cdot d_3 + 6 \cdot d_4 + 7 \cdot d_5 + 10 \cdot d_6 + 8 \cdot d_7 + 8 \cdot d_8 \geq 40$$

הסבר על אילוצים: אילוץ (1) עד אילוץ (16) עוסקים בכמות אנשים בצוות על פי מופע וכן לקיחת בחשבון של זמרים, אילוץ (17) אילוץ זה מוודא שיהיו בדיוק חמישה מופעים, אילוץ (18) אילוץ זה מוודא שמידת האטרקטיביות מהמופעים שנבחרו הוא גדול או שווה ל 40

2.4.2 סעיף ב'

מידת האטרקטיביות תהיה 40 המופעים שאנו נמליץ על קיומם הם: הקוסם מארץ עוץ, הזר המסתורי, היפיפייה הנרדמת, המסכה של זורו, שלושת המוסקטרים

2.4.3 סעיף ג'

יהיו שמונה חברי צוות, חמישה זמרים וכן שלושה רקדנים ועלות הצוות השבועית לחמישה מופעים יהיה 170000

```

min 25000x + 15000y
s.t.

x + y -7d1 >= 0
x - 4d1 >= 0
x + y - 9d2 >= 0
x - 4d2 >= 0
x + y -7d3 >= 0
x - 3d3 >= 0
x + y -8d4 >= 0
x - 5d4 >= 0
x + y -8d5 >= 0
x -5d5 >= 0
x + y -8d6 >= 0
x - 4d6 >= 0
x + y -8d7 >= 0
x -5d7 >= 0
x + y -8d8 >= 0
x -4d8 >= 0

d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6 + d7 + d8 = 5
7d1 + 10d2 + 5d3 + 6d4 + 7d5 + 10d6 + 8d7 + 8d8 >= 4

END

gin x
gin y
int d1
int d2
int d3
int d4
int d5
int d6
int d7
int d8

```

Figure 7: LINDO Input Code

```

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)          170000.0

VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
X                5.000000        25000.000000
Y                3.000000        15000.000000
D1               1.000000          0.000000
D2               0.000000          0.000000
D3               0.000000          0.000000
D4               0.000000          0.000000
D5               1.000000          0.000000
D6               1.000000          0.000000
D7               1.000000          0.000000
D8               1.000000          0.000000

ROW    SLACK OR SURPLUS    DUAL PRICES
2)          1.000000          0.000000
3)          1.000000          0.000000
4)          8.000000          0.000000
5)          5.000000          0.000000
6)          8.000000          0.000000
7)          5.000000          0.000000
8)          8.000000          0.000000
9)          5.000000          0.000000
10)         0.000000          0.000000
11)         0.000000          0.000000
12)         0.000000          0.000000
13)         1.000000          0.000000
14)         0.000000          0.000000
15)         0.000000          0.000000
16)         0.000000          0.000000
17)         1.000000          0.000000
18)         0.000000          0.000000
19)         0.000000          0.000000

```

Figure 8: LINDO Output Code

2.5 שאלה מספר 5

בשאלה מספר 5 התבקשנו לחשב את הרווח החודשי מהסניפים

הכנסות חודשיות:

$$310000 \cdot 25 + (123 + 40) \cdot 300 = 7798900$$

הוצאות חודשיות:

$$1000000 + 1386000 + 680000 = 3066000$$

רווח חודשי:

$$7798900 - 3066000 = 4732900$$

3 סיכום

במהלך הפרויקט זה הקמנו רשת בתי קפה המכילה שישה בתי קפה כך שלכל בית קפה הצמדנו נושא וכן בנינו אולם תצוגה של הנושא. לכל בית קפה לאחר מכן הקמנו צוות בידור שיודע להופיע בחמישה מופעים וכן מקבל תשלום שבועי. בנוסף למופעים קיימים נושאים שנבחרו לבתי הקפה ונבחרו תחת מידת אטרקטיביות מקסימאלית אשר מכניסה יותר כסף לבית הקפה ככל שמידת האטרקטיביות יותר גבוהה. כל אחת מהבעיות בפרויקט פתרנו בעזרת שיטת תכנון לינארי ובעזרת תכנת לינדו אשר בנויה לפתור בעיות של תכנון לינארי. לבסוף לקחנו בחשבון את ההוצאות של רשת בתי הקפה וכן את הכנסותיה ולבסוף קיבלנו שרשת בתי הקפה מרוויחה בכל חודש 4732900 שקל