

הקריה האקדמית אונו

החוג לחשבונאות

תשובות לתרגילים

בחשבונאות ניהולית ב

ד"ר יוסף צור, רו"ח

תוכן

3	פרק 1: ניתוח נקודת איזון.....
37	פרק 2: תכנון ליניארי
60	פרק 3: מלאי אופטימלי
75	פרק 4: ניהול פרויקטים
107	פרק 5: קבלת החלטה בתנאי אי וודאות.....
121	פרק 6: עקומת למידה.....

פרק 1: ניתוח נקודת איזון

שינויים בכמות המיוצרת וברווח

תשובה 1

התרומה ליחידה היא 250 ₪. לכן, נקודת האיזון היא $Q = 150,000/250 = 600$ יחידות

תשובה 2

נקודת האיזון במונחים של היקף מכירות היא $600 * 650 = 390,000$ ש"ח.

תשובה 3

התרומה הכוללת צריכה להיות 210,000 ₪ = 150,000 קבועות + 60,000 רווח תפעולי.
לכן, צריך למכור $210,000/250 = 840$ יחידות.

תשובה 4

מחזור המכירות צריך להיות $650 * (150,000 + 80,000) = 598,000$ ₪.

תשובה 5

נקודת האיזון היא ב- 600 יחידות. לכן, הכמות הנמכרת יכולה לקטון ב- 20% בלי להיכנס להפסד תפעולי (מרווח ביטחון).

תשובה 6

$$(132,000/68\% + 120,000)/15 = 20,941$$

מנוף תפעולי

תשובה 7

התרומה הכוללת היא $3000 = 2100 + 900$

לכן, המנוף הוא $10:7 = 1.43 = 3000/2100$

לכן, כדי להגדיל את הרווח ב-100%, מחזור המכירות צריך לגדול ב-70%.

דרך חלופית:

נניח שהחברה מוכרת כרגע 100 יחידות מוצר תמורת 52 ש"ח ליחידה, וסך העלויות המשתנות הוא 22 ש"ח ליחידה.

כדי שהרווח יהיה 4200 ש"ח, התרומה הכוללת צריכה להיות $5,100 = 4,200 + 900$.

התרומה ליחידה היא 30 ש"ח. לכן, מספר היחידות שנמכרות צריך להיות $170 = 5,100/30$ יחידות. במילים אחרות, מספר היחידות צריך לגדול ב-70%.

דרך נוספת (מתמטית):

הרווח של החברה כפונקציה של המכירות הוא $\pi = \left(1 - \delta - \frac{c}{p}\right)S - F = \frac{3000}{5200}S - 900$

לכן, כדי שהרווח יהיה 4,200 ש"ח מחזור המכירות צריך להיות $8,840 = (4,200 + 900) * 5200/3000$.

הגידול במכירות הוא $70\% = (8840 - 5200)/5200$.

תשובה 8

התרומה הכוללת היא 64,000 ש"ח. הרווח התפעולי הוא 32,000 ש"ח.

לכן, המנוף התפעולי הוא $2 = 64,000/32,000$

לכן, כדי להגדיל את הרווח ב-30% מספיק להגדיל את המכירות ב-15%.

דרך נוספת (מתמטית):

הרווח של החברה כפונקציה של המכירות הוא $\pi = 64\%S - 32,000$

הרווח כעת הוא 32,000 ש"ח. כדי שהרווח יהיה 41,600 ש"ח, מחזור המכירות צריך להיות

$115,000 = (41,600 + 32,000)/64\%$. במילים אחרות, מחזור ההכנסות צריך לגדול ב-15%.

שינויים בפרמטרים (מחיר יחידה, עלות משתנה ליחידה, עלות קבועה)

תשובה 9

אם מחיר המכירה ליחידה יעלה ב- 10% והכמות הנמכרת תרד ב- 20%, אז הרווח התפעולי יגדל מ- 150,000 ל- 152,400.

הרווח התפעולי לפני השינוי היה $(650-400)*1,200-150,000=150,000$
הרווח התפעולי אחרי השינוי הוא $(650*1.1-400)*0.8*1,200-150,000=152,400$

תשובה 10

אם העלות המשתנה ליחידה תעלה ב- 10% הרווח התפעולי יהיה $(650-400*1.1)*1,200-150,000=102,000$

תשובה 11

אם מחיר המכירה יעלה ב- 12% והכמות הנמכרת תקטן רק ב- 8% וההוצאות הקבועות יקטנו ב- 5% אז הרווח התפעולי יהיה:
 $219,612 = (650*1.12-400)*1,200*0.92-150,000*0.95$

תשובה 12

אם העלות המשתנה ליחידה תגדל ב- 5% וההוצאות הקבועות יקטנו ב- 6% אז הרווח התפעולי יהיה $(650-400*1.05)*1,200-150,000*0.94=135,000$ ₪.

נקודת איזון עם 2 מוצרים או יותר

תשובה 13

מוצר Z מורכב מ- (1 יחידה של X, 2 יחידות של Y)
מחיר המכירה של Z הוא $40+2*90=220$
התרומה של יחידה אחת של Z היא $20+2*60=140$

התרומה הכוללת היא $240,000+40000=280,000$
לכן, מספר יחידות Z הוא $2,000=280,000/140$
לכן, מחזור ההכנסות הוא $440,000=220*2,000$

תשובה 14

נגדיר מוצר $Z =$ שקית שכוללת 2 יחידות של מצר $X + 3$ יחידות של מוצר Y .

התרומה של יחידה אחת של מוצר Z היא $2 \cdot 10 + 3 \cdot 7 = 41$

בנקודת איזון, עלינו לכסות עלויות קבועות בסך 120,000 ₪. לכן, מספר מוצרי Z הוא

$$120,000 / 41 = 2,926.83$$

בכל שקית כזו יש 2 יחידות של X . לכן, מספר יחידות X בנקודת איזון הוא 5,854

תשובה 15

בכל שקית יש 3 יחידות של Y . לכן, מספר יחידות Y בנקודת איזון הוא $8,780 = 2,926.83 \cdot 3$

תשובה 16

מחיר המכירה של יחידה אחת של Z הוא $2 \cdot 30 + 3 \cdot 25 = 135$

היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון הוא $395,122 = 135 \cdot 2,926.83 = 395,122$ ₪.

תשובה 17

התרומה ליחידה אחת של מוצר Z היא 41 ₪. התרומה הכוללת צריכה להיות

$216,000 = 96,000 + 120,000$ ₪. לכן, מחזור המכירות צריך להיות $711,220 =$

$$216,000 / 41 \cdot 135$$

תשובה 18

נגדיר מוצר W שכולל: $XX, YYY, ZZZZ$.

התרומה ליחידה אחת של W היא $2 \cdot 10 + 3 \cdot 7 + 4 \cdot 16 = 105$

מחיר המכירה של יחידה אחת של W הוא $2 \cdot 30 + 3 \cdot 25 + 4 \cdot 40 = 295$

לכן, שיעור התרומה הוא $105/295$

$$\frac{150,000}{105/295} = 421,429$$

היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון הוא

תשובה 19

כדי כדי שהרווח התפעולי יהיה 120,000 ₪, מחזור המכירות צריך להיות $=758,571$

נקודת איזון כפונקציה של מחזור ההכנסות ושינויים בפרמטרים של מחירים ועלויות

תשובה 20

ההוצאות המשתנות הן $0.42 = 6300/15000$. לכן, התרומה היא 58%.
גיוס העובד יאפשר חיסכון בהוצאות השיווק. לכן, התרומה תגדל ל- 62%
ההוצאות הקבועות יגדלו ל- 4,120.
התרומה הכוללת הנדרשת היא $16,120 = 12000 + 4120$
לכן, מחזור ההכנסות הוא $16,120/62\% = 26,000$

תשובה 21

שיעור ההוצאות המשתנות הוא $48\% = 7200/15000 * 100$
הגדלת עמלת המכירות תעלה את שיעור המשתנות ירד ל- 51%. התרומה תהיה 49%.
הקבועות יהיו 2,300.
לכן, מחזור ההכנסות צריך להיות $12,300/49\% = 25,102$

תשובה 22

שיעור התרומה הממוצע המשוקלל הוא $51\% = 55\% * 65\% + 25\% * 30\% + 5\% * 80\% + 15\% * 25\%$
היקף המכירות בשקלים בנקודת האיזון הוא $1,000,000 = 510,000/51\%$

תשובה 23

סך הכנסה לחודש בתפוסה מליאה הוא $3,750,000 = 250 * 500 * 30$ ₪. לכן, שיעור התפוסה
בנקודת האיזון הוא $14.67\% = 55\% * 1,000,000 / 3,750,000$

תשובה 24

כדי שהרווח התפעולי יהיה 800,000 שקל, מחזור ההכנסות צריך להיות

$$\frac{800,000 + 510,000}{51\%} = 2,568,627$$

שיעור התפוסה הממוצע צריך להיות $37.67\% = 55.00\% * (2,568,627 / 3,750,000)$

תשובה 25

אם תתקבל ההצעה, הרווח התפעולי יגדל ב- 30,000 ₪.

	150,000	דמי שכירות
$3000,000 * 5\% * 80\%$	$= (120,000)$	הפסד תרומה
	<u>30,000</u>	גידול ברווח

תשובה 26

אם נסגור את מחלקת המוסיקה:

(4,000)	נפסיד את התרומה של מחלקת המוסיקה
2,600	נחסוך הוצאות קבועות
<u>2,000</u>	נקבל תרומה נוספת במחלקות האחרות ($40\% * 5,000$)
600	<u>רווח</u>

לכן, כדאי לסגור את מחלקת המוסיקה בגלל שהרווח הכולל יגדל ב- 600

תשובה 27

1,700,000	ביצור עצמי העלות הכוללת היא
$1,600,000 + 140,000 = 1,740,000$	באמצעות קבלן משנה העלות הכוללת היא

לכן,

לא כדאי לייצר באמצעות קבלן משנה כיוון שהעלות הכוללת תגדל ב- \$40,000

תשובה 28

בהתעלם מהוצאות מימון, עלותה השנתית של המכונה החדשה היא 70,000 ₪ = $210,000 / 3$.
שתי האלטרנטיבות שעומדות בפני החברה הן:

א. להחליף את המכונה כעת, או

ב. להחליף בעוד שנה.

אם נחליף כעת אז:

(70,000)	עלות נוספת שנתית
16,000	חיסכון בעלויות יצור
80,000	חיסכון- ירידה בשווי המכונה הישנה

כדאי להחליף כעת בגלל חיסכון בעלויות נטו בסך 26,000 ₪.

תשובה 29

	100%	3,000,000	מכירות
			עלויות משתנות:
		330,000	שיווק
		1,600,000	יצור
	64.33%	1,930,000	
	35.67%	1,070,000	תרומה
			עלויות קבועות
		300,000	יצור
		300,000	הנהלה ומכירה
		600,000	
		470,000	רווח תפעולי

ניתן לרשום את הרווח התפעולי של החברה כך:

$$\pi = 35.67\%S - 600,000$$

1. מחזור המכירות בנקודת איזון הוא $600000/35.67\% = 1,682,240$ שקל.

2. נפתור את המשוואה הבאה:

$$21\%S = (35.67\%S - 600,000)64\%$$

$$S = 21,022,000$$

3. אם תתקבל ההצעה הרווח התפעולי יהיה $\pi = 32.67\%S - 700,000$

כדי שהרווח הנקי יהיה 450,000 ₪ המחזור צריך להיות

$$(450,000/64\% + 700,000)/32.6666\% = 4,295,000$$

4. התועלת מהעסקת העובד היא 2% ממחזור המכירות. העלות היא שכרו. בהנחה שהמכירות יהיו

3 מיליון ₪ הרי שהתועלת היא $3,000,000 * 2\% = 60,000$ ₪. זהו חסם עליון לשכר.

תשובה 30

חלק א

נדרש 1

נגדיר מוצר $Z =$ שקית הכוללת 6 יחידות של $X + 4$ יחידות של Y .
התרומה של מוצר Z היא $53.6 = 6*5.8 + 4*4.7$
נקודת האיזון היא $250,000/53.6 = 4,664.18$ יחידות Z .
מחיר המכירה של יחידת Z הוא $134 = 6*15 + 4*11$ ₪.
לכן, סך המכירות בנקודת האיזון הוא $625,000 = 4664.18*134$ ₪.

נדרש 2

הרווח יהיה $420,000 = 53.6*(1,675,000/134) - 250,000$

חלק ב

התרומה של X לשעת מכונה $3.314 = 5.8/1.75$
התרומה של מוצר Y לשעת מכונה $3.76 = 4.7/1.25$
לכן, כדאי להקצות את שעות המכונה קודם כל ליצור מוצר Y .
אין לייצר יוצר מ-70,000 יחידות Y שזמן יצורן הוא $87,500 = 1.25*70,000$ שעות.
ביתר השעות $(67,500 = 155,000 - 87,500)$ ניתן לייצר $38,571 = 67,500/1.75$ יחידות X .
(נמוך מהביקוש המקסימלי).
לסיכום, החברה תייצר 70,000 יחידות Y ו-38,571 יחידות X .

חלק ג

רכישת מכונה נוספת תגדיל את ההוצאות השנתיות הקבועות ב-150,000.
התועלת היא תרומה נוספת בסך $240,288 = (80,000 - 38,571)*5.8$.
לכן, יש לרכוש את המכונה החדשה.

תשובה 31

אם מחזור ההכנסות של המלון הוא S , אז מחזור ההכנסות של ה-BAR הוא $15\%*S$.
התרומה ממכירות אלה היא $15\%*45\%*S$. אם המלון מקבל את ההצעה הוא מפסיד את התרומה.
אבל, הוא חוסך 25,000 קבועות + מקבל שכר קבוע של 50,000.
לא כדאי לקבל את ההצעה אם התועלת נמוכה מהעלות. דהיינו, אם
 $S > 75,000/(45\%*15\%) = 1,111,111$ <== $75,000 < 45\%*15\%*S$

תשובה 32

סך ההוצאות המשתנות הוא 20880 $= 13680 + 7200$. 0.58 $= 20880/36000$

לכן התרומה היא 42%.

$$\underline{13720} = 10320 + 1000 + 1800 + 600$$

סך ההוצאות הקבועות הוא

המשך עבודה עם עצמאים

אם ימשיכו לעבוד עם עצמאים, העמלה תגדל מ- 20% ל- 26%, והתרומה תקטן מ- 42% ל- 36%, ונקבל את פונקציית הרווח הבאה: $\pi_1 = 36\% * S - 13,720$.

המשל עבודה עם שכירים

אם נעבור לעבוד עם שכירים ההוצאות הקבועות יגדלו בסך $\underline{1400} = 5 * 80 + 600 + 400$ העמלה תהיה רק 4% (במקום 20%) ולכן התרומה תעלה מ- 42% ל- 58%. ונקבל את פונקציית הרווח הבאה $\pi_2 = 58\% * S - 15,120$

נדרש 1

$$\underline{26,069} = 15120 / 58\%$$

נקודת האיזון היא

נדרש 2

$$\underline{42000} = (1400 + 13720) / 36\%$$

המחזור צריך להיות

נדרש 3

בהנחה שהמחזור זהה, נקבל

$$\pi_1 = 36\% * S - 13,720 = \pi_2 = 58\% * S - 15,120$$

$$\underline{6364} = S = (15120 - 13720) / 0.22S$$

ולכן,

תשובה 33

שיעור התרומה (ממוצע משוקלל) מהמכירות הוא $29\% = 75\% \cdot 32\% + 25\% \cdot 20\%$

בנקודת איזון סך המכירות הוא $435,000 / 29\% = 1,500,000$ ₪.

לכן, המכירות של מוצר א' הן $1,125,000 = 1,500,000 \cdot 75\%$ ₪.

דרך חלופית לפתרון השאלה:

נסמן את המכירות של מוצר א' באות X.

המכירות של מוצר ב' הן $(25/75) \cdot X$

בנקודת האיזון, התרומה הכוללת שווה לעלות הקבועה:

$$1,125,000 = X \iff 0.3866666 X = 435,000 \iff 0.32X + 0.2(25/75)X = 435,000$$

תשובה 34

הרווח היה 87,000 ₪. לכן, התרומה הכוללת הייתה $87,000 + 435,000 = 522,000$ ₪.

מחזור המכירות הכולל היה $522,000 / 29\% = 1,800,000$ ₪. לכן, המכירות של מוצר א' היו

$1,350,000 = 1,800,000 \cdot 75\%$ ₪.

דרך חלופית לפתרון השאלה:

נסמן את המכירות של מוצר א' באות X.

המכירות של מוצר ב' הן $(25/75) \cdot X$

$$1,350,000 = X \iff 0.3866666 X = 522,000 \iff 0.32X + 0.2(25/75)X = 522,000$$

תשובה 35

שיעור התרומה (ממוצע משוקלל) מהמכירות הוא $30\% = 60\% \cdot 40\% + 40\% \cdot 15\%$

בנקודת האיזון, סך המכירות הוא $485,000 / 30\% = 1,616,667$

לכן, המכירות של מוצר ב' הן $646,667 = 40\% \cdot 1,616,666.67$

דרך חלופית לפתרון השאלה:

נסמן את המכירות של מוצר ב' X=

המכירות של מוצר א' הן $1.5X = X \cdot 60/40$

התרומה הכוללת שווה לעלות הקבועה. לכן,

$$646,667 = X \iff 1.5X \cdot 40\% + X \cdot 15\% = 485,000$$

תשובה 36

התרומה הכוללת = תרומה ליחידה X מספר יחידות.
לכן, הגידול בתרומה הוא פי $1.15 * 1.1 = 1.265$. לכן, שיעור הגידול בתרומה הוא 26.5%

תשובה 37

התרומה גדלה ב- 26.5%. כל הגידול בתרומה זרם להגדלת הרווח. לכן, הגידול ברווח הוא

$$\frac{26,500}{\text{רווח תפעולי לפני השינוי}} = 26,500 \text{ ש. שיעור השינוי ברווח התפעולי הוא}$$

השאלה היא מה היה הרווח התפעולי לפני השינוי.
אם ההוצאות הקבועות היו נמוכות מ- 100,000 ש אז הרווח היה חיובי ונמוך מ- 100,000 ש. לכן, שיעור הגידול ברווח הוא מעל ל- 26.5% (ראו לדוגמא את אפשרות א), אבל, אם ההוצאות הקבועות היו מעל 200,000 ש אז ההפסד התפעולי היה (בערכו המוחלט) מעל ל- 100,000 ש. לכן, הקיטון בערך המוחלט של ההפסד הינו נמוך מ- 26.5%. (ראו לדוגמא את אפשרות ב).

אפשרות א'

<u>אחרי השינוי</u>	<u>לפני השינוי</u>	
126,500	100,000	תרומה
<u>30,000</u>	<u>30,000</u>	הוצאות קבועות
<u>96,500</u>	<u>70,000</u>	רווח תפעולי
		הגידול ברווח הוא $26,500/70,000 < 26.5\%$

אפשרות ב'

<u>אחרי השינוי</u>	<u>לפני השינוי</u>	
126,500	100,000	תרומה
<u>230,000</u>	<u>230,000</u>	הוצאות קבועות
<u>(103,500)</u>	<u>(130,000)</u>	רווח (הפסד) תפעולי
		שיעור השינוי בהפסד הוא $26,500/130,000 > 26.5\%$

שאלה 38

אם התרומה הכוללת גדילה ב- 26.5% וגם ההוצאות הקבועות גדלו ב- 26.5% אז גם הרווח התפעולי גדל ב- 26.5%.

תשובה 39

הכמות בנקודת האיזון היא הוצאות קבועות מחולקת בתרומה ליחידה.
עליה במחיר המכירה של המוצר מגדילה את התרומה ליחידה ולכן הכמות של נקודת האיזון **קטנה**.
לכן, תשובה 1 לא נכונה.
ירידה במחיר המכירה מקטינה את התרומה ליחידה ולכן הכמות בנקודת איזון **גדילה**. לכן, תשובה 2 לא נכונה.
תשובה 3 היא נכונה.
התייקרות חומרי גלם מקטינה את התרומה ליחידה ולכן **מגדילה** את הכמות בנקודת איזון. לכן, תשובה 4 אינה נכונה.
תשובה 5 אינה נכונה כיוון שהשאלה היא **מה צריכה** להיות הכמות הנמכרת כדי להיות באיזון.

תשובה 40

נניח כי כרגע החברה מוכרת Q יחידות במחיר P. העלות המשתנה היא 75%P והתרומה הכוללת היא 25%PQ.

לאחר השינויים, התרומה הכוללת היא $(98\%*95\%P-75\%P)Q'$.
נפתור את המשוואה $(98\%*95\%P-75\%P)Q'=25\%PQ$
נצמצם את P בשני האגפים, ונקבל $(98\%*95\%-75\%)Q'=25\%Q$
או,

$$Q'/Q = 25\% / (98\%*95\%-75\%) = 1.3812$$

לכן, הכמות הנמכרת צריכה לגדול ב- 38.12%.

דרך פשוטה יותר, פתרון בדרך דוגמא:

מחיר היחידה לפני השינוי הוא 100 ₪. מספר היחידות שנמכרות הוא 100.
התרומה ליחידה היא 25%. לכן, התרומה ליחידה היא 25 ₪ והתרומה הכוללת היא 2500 ₪.

מחיר היחידה לאחר הנחה 5% הוא	95 ₪.
עמלה 2% מהיתרה היא	$95 * 2\% = 1.9$
<u>מחיר נטו</u>	93.1
עלות משתנה ליחידה היא	<u>75.0</u>
תרומה ליחידה	18.1 ₪

כדי שהתרומה הכוללת תישאר 2500 ₪, הכמות הנמכרת צריכה להיות $2500/18.1=138.12$
לכן, הגידול באחוזים צריך להיות 38.12%.

תשובה 41

שיעור התרומה היה 30%. לאחר השינוי שיעור התרומה יורד ב- $20\% \cdot 40\% = 8\%$.
לכן, שיעור התרומה החדש הוא 22%.
מכאן שהמכירות צריכות לגדול פי $30/22 = 1.3636$

פתרון בדרך של דוגמא

נניח כי מחיר היחידה הוא 100 ₪, ומוכרים 100 יחידות.
התרומה ליחידה היא 30 ₪. סך כל התרומה הוא 3,000 ₪.

עקב ייקור החומרים המיובאים, התרומה ליחידה היא רק 22 ₪. לכן, מספר היחידות שנדרש כדי לשמור כל תרומה כוללת של 3000 ₪ הוא $3000/22 = 136.36$ יחידות.
לכן, הגידול במספר היחידות באחוזים הוא 36.36%

תשובה 42

$$1 + \frac{F}{\pi} = 1 + \frac{40}{10} = 5 \quad \text{מנוף של חברת נתנאלה}$$

$$1 + \frac{F}{\pi} = 1 + \frac{10}{10} = 2 \quad \text{מנוף של חברת מיכאלה}$$

לכן, עבור גידול זהה במחזור המכירות, הגידול ברווח התפעולי של נתנאלה יהיה בשיעור 250% מהגידול ברווח התפעולי של מיכאלה.

תשובה בדרך של דוגמא

נניח כי לפני השינוי המכירות הן 100 ₪ והרווח הוא 10 ₪. במקרה בו יהיה גידול של 100% במכירות נקבל:

בעקבות השינוי:

<u>מיכאלה</u>	<u>נתנאלה</u>	
200	200	מכירות
160	100	עלויות משתנות
<u>10</u>	<u>40</u>	עלויות קבועות
<u>30</u>	<u>60</u>	רווח תפעולי
20	50	גידול ברווח

$$50/20 = 250\%$$

תשובה 43

סוג הבובה	ברבי	ברטס	דורה	סה"כ
כמות יחידות שנמכרה	3,000	4,000	2,000	9,000
חומרי גלם שח	60,000	80,000	40,000	180,000
שכר עבודה שח	10,000	40,000	10,000	60,000
עקיפות משתנות שח	5,000	8,000	0	13,000
סך עלויות משתנות	75,000	128,000	50,000	253,000

	ברבי	ברטס	דורה	מוצר Z
נגדיר מוצר Z שכולל	3	4	2	
מחיר ליחידה	40	50	34	388
עלות משתנה ליחידה	25	32	25	253
תרומה ליחידה	15	18	9	135
סך קבועות				135,000

לכן, הרווח התפעולי הוא $\pi = 135Z - 135,000$. נקודת האיזון היא $Z = 1000$ יחידות. לכן, סך המוצרים שנמכרים בנקודת האיזון הוא 9,000 יחידות.

תשובה 44

כדי שהרווח יהיה 30,000 ₪, יש למכור $165000/135 = 1222.22$ יחידות של Z. בכל "שקית" יש 4 בובות ברטס. לכן, מספר הבובות הוא $1222.22 * 4 = 4,889$.

פתרון חלופי

ראינו כי התרומה של 9,000 יחידות היא 135,000 ש"ח. לכן, כדי לקבל רווח של 30,000 ש"ח, יש למכור $9,000 * 165/135 = 11,000$. מספר בובות הרסט צריך להיות $11,000 * 4/9 = 4,889$.

תשובה 45

ההוצאות המשתנות הן $0.42 = 7560/18000$. לכן, שיעור התרומה היא 58%.
גיוס העובד יאפשר חיסכון בהוצאות השיווק. לכן, שיעור התרומה תגדל ל- 63%
ההוצאות הקבועות יגדלו ל- 3,180.
התרומה הכוללת הנדרשת היא $11,180 = 8000 + 3180$
לכן, מחזור ההכנסות הוא $11,180/63\% = 17,746$

פתרון בדרך חלופית (מתמטית)

הרווח התפעולי בשנת 2005 היה

$$\pi = \left[1 - \delta - \frac{c}{p}\right] S - F = (1 - 8\% - 34\%)S - 3,000 = 58\%S - 3000$$

הרווח התפעולי בשנת 2006 הוא $\pi = (1 - 3\% - 34\%)S - 3,180 = 63\%S - 3,180$

$$17,746 = 11,180/63\% = S \leq \pi = 8,000, \text{ לכן}$$

הערה: אם, בנוסף לשינויים לעיל, גם עלות היצור המשתנה ליחידה הייתה גדילה ב- 10%, מה צריך

להיות מחזור ההכנסות כדי שהרווח התפעולי יהיה 8,000 ₪?

$$\pi = (1 - 3\% - 1.1 * 34\%)S - 3,180 = 59.6\%S - 3,180 \quad \underline{\text{תשובה:}}$$

$$\text{לכן, } S = 11,180/59.6\% = 18,758 \text{ ₪.}$$

תשובה 46

התרומה ליחידה היא $51=126-75$ ₪.
לכן, נקודת האיזון היא $365,000/51 = 7,157$ יחידות.

תשובה 47

מחיר המכירה יהיה $118.44 = 94\% * 126$ ₪.
התרומה ליחידה היא $118.44 - 44 = 74.44$
מספר יחידות בנקודת איזון הוא $5,682 = 423,000/74.44$

תשובה 48

אם המכירות היו $1,260,000$ <== מספר היחידות שנמכר היה $10,000$ יחידות.
לכן, הרווח היה $145,000 = 51 * 10,000 - 365,000$ ₪.
כדי לשמור על אותו רווח תפעולי, התרומה הכוללת, לאחר השינויים, צריכה להיות,
 $568,000 = 365,000 + 145,000 + 58,000$ ₪.
התרומה ליחידה, לאחר השינויים, היא 74.44 ₪. לכן, מספר היחידות צריך להיות
 $7,630.31 = 568,000/74.44$ יחידות.
מכאן שסך המכירות החדש הוא $903,733 = 7,630.31 * 118.44$ ₪.

פתרון בדרך חלופית

שיעור התרומה הוא $51/126$.

לכן, הרווח התפעולי כפונקציה של מחזור ההכנסות הוא $\pi = \frac{51}{126}S - 365,000$.

עבור מחזור מכירות בסך $1,260,000$ ₪ נקבל רווח תפעולי

$$\pi = \frac{51}{126}1,260,000 - 365,000 = 145,000$$

שיעור התרומה החדש הוא $74.44/118.44$

לכן, הרווח התפעולי כפונקציה של המכירות הוא

$$\pi = \frac{74.44}{118.44}S - 423,000$$

$$\pi = 145,000 \rightarrow S = (423,000 + 145,000) \frac{118.44}{74.44} = 903,733$$

תשובה 49

הכנסות החברה בנקודת האיזון החדשה הן $118.44 \cdot 5,682 = 673$ אלפי ₪.

שים לב כי הרווח התפעולי לא תמיד גדל. זה תלוי במספר היחידות. אם מספר היחידות שנמכרות גבוה מ-2,475 אז הרווח התפעולי גדל.

$$\pi_1 = 51Q - 365,000$$

$$\pi_2 = 74.44Q - 423,000$$

$$74.44Q - 423,000 > 51Q - 365,000$$

$$23.44Q > 58,000$$

$$Q > 58,000 / 23.44 = 2,475$$

תשובה 50

רווח תפעולי ברוטו = $1,360,000 / 68\% = 2,000,000$ ₪.

תרומה כוללת = $2,000,000 + 150,000 = 2,150,000$ ₪.

מוצר Z	מוצר Y	מוצר X	
$3 \cdot 25 + 5 \cdot 18 = 165$	18	25	מחיר המכירה של המוצר
$3 \cdot 15 + 5 \cdot 12 = \underline{105}$	<u>12</u>	<u>15</u>	עלות משתנה ליחידה
<u>60</u>	<u>6</u>	<u>10</u>	תרומה ליחידה

$$35833.3333 = 2150000 / 60 = Z$$

לכן, מחזור המכירות הוא $5,912,500 = 165 \cdot 35833.3333$

פתרון בדרך חלופית:

שיעור התרומה של מוצר Z הוא $36.36\% = 100 \cdot 60 / 165$

לכן, המכירות הן $5,912,500 = ((1,360,000 / 68\%) + 150,000) / 36.363636\%$

תשובה 51

נהפוך את בעיית ההחלטה לבעיה של שנה אחת. נניח כי החברה חוכרת את המכונה לכל תקופת אורך חייה ע"י תשלום שנתי קבוע בסוף כל שנה. ההחזר השנתי המחושב כולל כבר בתוכו מרכיב מימון (לאחר ניכוי השפעת מס בגין מרכיב המימון). אם כל המכונה ממומנת מהון עצמי הרי שההחזר השנתי אינו כולל הוצאות מימון נטו.

מכונה א

$100,000 \cdot 7\% / (1 - 1/1.07^4) = 29,523$	החזר שנתי לתשלום המכונה
$18,000 \cdot 70\% = 12,600$	עלות תפעול קבועה לשנה נטו לאחר מס
$25,000 \cdot 30\% = (7,500)$	בניכוי- מגן פחת
<u>34,623</u>	<u>תזרים עלות קבועה לשנה נטו</u>

$$70\% \cdot 10 = 7 \quad \text{עלות יצור משתנה ליחידה נטו לאחר מס}$$

$$34,623 + 7 \cdot Q \quad \text{עלות יצור נטו לאחר מס תוך שימוש במכונה א}$$

$$90\% \cdot 200 \cdot Q \cdot 70\% = 126 \cdot Q \quad \text{התמורה נטו, לאחר מס, היא}$$

$$119Q - 34,623 \quad \text{תזרים תפעולי לאחר מס תוך שימוש במכונה א}$$

$$Q = 34,623 / 119 = 291 \quad \text{נקודת איזון היא}$$

דרך חלופית לפתרון השאלה

נרשום את הערך הנוכחי של זרמי המזומנים נטו לאחר מס תוך שימוש במכונה א' במשך 4 שנים. תזרים המזומנים בנקודת האפס הוא (100,000)

180Q	מכירות נטו לשנה
(18,000)	עלות תפעול קבועה
(10Q)	עלות יצור משתנה
<u>(25,000)</u>	הוצאות פחת
170Q - 43,000	רווח תפעולי לפני מס
<u>30%(170Q - 43,000)</u>	הוצאות מס
<u>119Q - 30,100</u>	<u>רווח תפעולי נקי</u>

תזרים מזומנים נטו לשנה הוא $119Q - 30,100 + 25,000 = 119Q - 5,100$

ערך נוכחי נקי של זרמי המזומנים

$$NPV = (119Q - 5,100) * \frac{1}{7\%} \left(1 - \frac{1}{1.07^4} \right) - 100,000$$

נקודת האיזון היא כאשר הערך הנוכחי הנקי הוא 0.

מכאן נקבל

$$119Q - 5,100 = \frac{100,000 * 7\%}{1 - \frac{1}{1.07^4}} = 29,523$$

$$Q = 291$$

תשובה 52

בנקודת האיזון נקבל,

$291 \cdot 200 \cdot 90\% = 52,380$	מכירות נטו
$291 \cdot 10 = (2,910)$	עלות יצור משתנה
$291 \cdot 170 = 49,470$	תרומה כוללת
$(18,000)$	עלות תפעול קבועה
$(25,000)$	הוצאות פחת
$6,470$	רווח תפעולי לפני מס
$1,941$	הוצ' מס
$4,529$	<u>רווח נקי</u>

בדיקה

$29,529 = 25,000 + 4,529$	תזרים המזומנים לשנה הוא
$29,529 / 7\% \cdot (1 - 1/1.07^4) = 100,000$	ערך נוכחי הוא

תשובה 53

מכונה ב

$90,000 \cdot 7\% / (1 - 1/1.07^3) = 34,295$	החזר שנתי לתשלום המכונה
$70\% \cdot 12,000 = 8,400$	עלות תפעול לשנה נטו לאחר מס
$30,000 \cdot 30\% = (9,000)$	בניכוי- מגן פחת
$33,695$	<u>תזרים נטו של עלות קבועה לשנה</u>

$70\% \cdot 16 = 11.2$ עלות יצור משתנה ליחידה נטו לאחר מס

$11.2 \cdot Q + 33,695$ סך תזרים נטו של עלויות לשנה תוך שימוש במכונה ב
 $90\% \cdot 200 \cdot Q \cdot 70\% = 126 \cdot Q$ התמורה נטו מהמכירות היא

$114.8Q - 33,695$ תזרים תפעולי לפני מס תוך שימוש במכונה ב

$Q = 33,695 / 114.8 = 294$ נקודת איזון היא

דרך חלופית לפתרון השאלה

נרשום את הערך הנוכחי של זרמי המזומנים נטו לאחר מס תוך שימוש במכונה ב' במשך 3 שנים. תזרים המזומנים בנקודת האפס הוא (90,000)

180Q	מכירות נטו לשנה
(12,000)	עלות תפעול קבועה
(16Q)	עלות יצור משתנה
<u>(30,000)</u>	הוצאות פחת
164Q - 42,000	רווח תפעולי לפני מס
<u>30%(164Q - 42,000)</u>	הוצאות מס
<u>114.8Q - 29,400</u>	<u>רווח תפעולי נקי</u>

תזרים מזומנים נטו לשנה הוא $114.8Q + 600 = 114.8Q - 29,400 + 30,000$

ערך נוכחי נקי של זרמי המזומנים

$$NPV = (114.8Q + 600) * \frac{1}{7\%} \left(1 - \frac{1}{1.07^3} \right) - 90,000$$

נקודת האיזון היא כאשר הערך הנוכחי הנקי הוא 0.

מכאן נקבל

$$114.8Q + 600 = \frac{90,000 * 7\%}{1 - \frac{1}{1.07^3}} = 34,295$$

$$Q = 294$$

תשובה 54

מכונה א' עדיפה על מכונה ב' אם $34,623 + 7*Q < 11.2*Q + 33,695$

לכן, עבור $Q < (34,623 - 33,695) / 4.2 = 221$ יחידות כדאי לרכוש את מכונה א'.

נקודת האדישות היא 221 יחידות.

תשובה 55

עבור $Q = 1,000$ יחידות נקבל כי כדאי לרכוש מכונה א.

$1,000 * 200 * 90\% = 180,000$	מכירות נטו
$1,000 * 10 = (10,000)$	עלות יצור משתנה
$(18,000)$	עלות תפעול קבועה
<u>$(25,000)$</u>	הוצאות פחת
$127,000$	רווח תפעולי לפני מס
<u>$38,100$</u>	הוצ' מסים
<u>$88,900$</u>	רווח נקי

תשובה 56

לכל 40 טון של תוצרת גמורה נקבל את התרומה הבאה:

$183,200$	מחיר מכירה $= (24 * 5000 + 12 * 4000 + 4 * 3800)$
<u>$18,976$</u>	עמלת מכירות $= (24 * 5000 * 10\% + 12 * 4000 * 12\% + 4 * 3800 * 8\%)$
<u>$164,224$</u>	מחיר מכירה נטו
$7,080$	עלויות משתנות לאחר נקודת הפיצול $= (24 * 200 + 12 * 150 + 4 * 120)$
	עלויות משותפות משתנות:
$18,000$	חומרים ישירים
$13,000$	שכר עבודה ישיר
<u>$7,000$</u>	עקיפות משתנות
<u>$45,080$</u>	סך עלות משתנה ביצור 40 טון
<u>$119,144$</u>	תרומה במכירת 40 טון מוצרים

נסמן את מספר ה"חבילות" של 40 טון שהחברה מוכרת ב- Z .

הרווח התפעולי של החברה הוא $\pi = 119,144Z - 178,716$

נקודת האיזון מתקבלת כאשר $Z = 1.5$. במילים אחרות, כאשר החברה מוכרת 60 טון,

ומחזור המכירות הוא $183,200 * 1.5 = 274,800$ ₪.

לחלופין, ניתן לרשום את הרווח התפעולי כפונקציה ש/ל מחזור ההכנסות הכולל. שיעור התרומה הוא 119,144/183,200.

$$S = 178,716 * \frac{183,200}{119,144} = 274,800 \text{ אם נציב רווח תפעולי 0 נקבל}$$

תשובה 57

במחזור הכנסות של 732,800 ש נקבל $Z = 732,400/183,200 = 4$.
לכן, הרווח התפעולי הוא $119,144 * 4 - 178,716 = 297,860$
לחלופין, אם נציב $S = 732,800$ נקבל

$$\pi = \frac{1}{1}$$

תשובה 58

אם החברה מכרה 200 טון X אז הכמות הכוללת שנמכרה היא $600 (= 360 * 40 / 24)$ טון.
מספר החבילות של 40 טון הוא $600 / 40 = 15$. לכן, הרווח התפעולי הנקי הוא
 $(119,144 * 15 - 178,716) * 70\% = 1,125,911$

תשובה 59

כדי שהרווח התפעולי יהיה 350,000 ש התרומה הכוללת צריכה להיות $350,000 + 178,716 = 528,716$ ש.
לכן, מספר החבילות שנמכרות הוא $528,716 / 119,144 = 4.44$ חבילות. לכן, מחזור המכירות צריך להיות $183,200 * 528,716 / 119,144 = 812,972$ ש.
לחלופין, ניתן להציב $S - 178,716 = 350,000 * \frac{119,144}{183,200}$
ולקבל כי $S = 812,972$ ש.

תשובה 60

התרומה ליחידה היא 120 ש.
התרומה הכוללת היא $120,000 / 60\% + 18,000 = 218,000$
לכן, מספר היחידות צריך להיות $218,000 / 120 = 1,817$ יחידות.
פונקציית הרווח היא $\pi = 120Q - 18,000$

תשובה 61

במצב הקיים, $\pi = 120Q - 18,000$

פונקציית הרווח של הצעה ראשונה היא $\pi = (94\% * 150 - 30)1.1Q - 38,000$

דהיינו, $\pi = 122.1Q - 38,000$

פונקציית הרווח של הצעה שניה היא $\pi = 120 * 1.15Q - 48,000 = 138Q - 48,000$

הצעה ראשונה עדיפה על המצב הקיים אם $2.1Q > 20,000$

$$Q > \frac{20,000}{2.1} = 9,524 \text{ אם דהיינו,}$$

הצעה שניה עדיפה על המצב הקיים אם $18Q > 30,000$

$$Q > \frac{30,000}{18} = 1,667 \text{ אם דהיינו}$$

הצעה שניה עדיפה על הצעה ראשונה אם $15.9Q > 10,000$

$$Q > \frac{10,000}{15.9} = 629 \text{ אם דהיינו,}$$

מסקנה: אם כמות היחידות הצפויה היא נמוכה מ-1,667 אז כדאי לדחות את 2 ההצעות ולהישאר

במצב הקיים.

אם כמות היחידות הצפויה היא מעל ל-1,667 אז כדאי לעבור להצעה השניה.

לכן, תשובה 1 היא הנכונה.

תמחיר תרומה לעומת תמחיר ספיגה

תשובה 62

הרווח התפעולי יהיה זהה כיוון שכל המלאי שמיוצר נמכר.

400,000	= 40*10,000	מכירות
		עלות מכירות
160,000	=10,000*16	משתנות ביצור
<u>63,000</u>		קבועות ביצור
<u>223,000</u>		
177,000		רווח גולמי
		הוצאות מכירה הנהלה וכלליות:
40,000	10,000*4	הוצאות מכירה משתנות
<u>37,000</u>		הוצאות הנהלה וכלליות קבועות
<u>77,000</u>		
<u>100,000</u>		<u>רווח תפעולי</u>

ניתן גם לחשב את הרווח התפעולי בדרך הבאה:

	40-4-16 = 20	תרומה ליחידה
	10,000	מספר יחידות
200,000	=10,000*20	תרומה כוללת
<u>100,000</u>	=63,000+37,000	בניכוי- סך קבועות
<u>100,000</u>		רווח תפעולי בתמחיר תרומה

תשובה 63

להלן דוח רווח והפסד תפעולי בתמחיר תרומה:

352,000	(=8,000*44)	מכירות
<u>160,000</u>	=8,000*(4+16)	עלויות משתנות
192,000		תרומה כוללת
<u>100,000</u>	=(37,000+63,000)	עלויות קבועות
<u>92,000</u>		רווח צפוי בתמחיר תרומה

בתמחיר ספיגה יש מלאי סגירה שכולל גם עלויות קבועות ביצור בסך $1,000*63,000/9,000$
7,000 ₪. לכן, הרווח התפעולי בתמחיר ספיגה יהיה גבוה יותר בסך 7,000 ₪.

להלן דוח רווח והפסד בתמחיר ספיגה:

352,000	(44*8,000)	מכירות
<u>184,000</u>	=8,000*(16+63,000/9,000)	עלות מכירות
168,000		רווח גולמי
32,000	(8,000*4)	עלויות מכירה משתנות
<u>37,000</u>		הוצאות הנהלה וכלליות קבועות
<u>99,000</u>		<u>רווח תפעולי</u>

תשובה 64

התרומה ליחידה תהיה 24 ₪, התרומה הכוללת תהיה $8,000*24 = 192,000$.
לכן "הרווח התפעולי יהיה $92,000 = 192,000 - 100,000$

תשובה 65

נמכרו 36,000 יחידות = $10,000 + 40,000 - 14,000$.

10,000*(30-7-4)= 190,000	מכירת 10,000 יחידות ממלאי פתיחה תרמה
<u>26,000*(30-10-4)= 416,000</u>	מכירת 26,000 יחידות מהיצור השוטף תרמה
606,000	סך תרומה
<u>880,000</u>	עלויות קבועות
<u>(274,000)</u>	הפסד תפעולי

תשובה 66

	(274,000)	רווח תפעולי לפי שיטת תמחיר תרומה
$360,000/40,000*14,000=$	126,000	הוסף- מרכיב קבוע במלאי סגירה
$300,000/50,000*10,000 =$	(60,000)	הפחת- מרכיב עלויות קבועות במלאי פתיחה
	<u>(208,000)</u>	רווח תפעולי לפי תמחיר ספיגה

תשובה 67

נניח כי מספר היחידות הוא Q. נניח כי $Q > 10,000$.

מספר היחידות שנמכרו מתוך מלאי פתיחה הוא 10,000 יחידות. התרומה של אותן יחידות היא $10,000*(40-7-4) = 290,000$.

מכירה של יתר היחידות מתוך היצור השוטף נותנת תרומה בסך $(Q-10,000)*(40-10-4)$

לכן, התרומה הכוללת היא $290,000 + 26*(Q-10,000) = 880,000$
מכאן נקבל כי $Q = 850,000/26 = 32,692$.

תשובה 68

נניח כי מספר היחידות שנמכרות הוא Q.

עלות מלאי הפתיחה היא $10,000*(7+300,000/50,000) = 130,000$
עלות יצור ליחידה בשנת 2008 היא $18 = 10 + 360,000/45,000$ ש.

40Q	מכירות
$130,000 + (Q-10,000)*18$	עלות מכירות
$200,000 + 4Q$	הוצאות מכירה
320,000	הוצאות קבועות של הנהלה וכלליות

לכן, הרווח התפעולי הוא

$$\pi = 40Q - 130,000 - 18(Q - 10,000) - 200,000 - 4Q - 320,000$$

$$\pi = 18Q - 470,000$$

מכאן שנקודת האיזון היא כאשר $Q = 470,000/18 = 26,111$

דרך חלופית (אולי מתוחכם מידי)

ראינו שבשיטת תמחיר תרומה יש למכור 32,692 יחידות.

בשיטת תמחיר ספיגה העלות הקבועה שבמלאי הפתיחה זורמת לעלות מכירות, והעלות הקבועה במלאי הפתיחה זורמת למלאי סגירה במאזן.

עלות קבועה במלאי פתיחה היא $300,000/50,000*10,000=60,000$

עלות קבועה ליחידה במלאי סגירה היא $360,000/45,000=8$

כמות היחידות שנמכרת היא Q

כמות היחידות במלאי סגירה היא $10,000+45,000-Q=55,000-Q$

לכן, המרכיב הקבוע במלאי סגירה הוא $8*(55,000-Q)$

התרומה ליחידה ב- 2008 היא $40-10-4=26$

לכן, ביחס למספר היחידות שיוצר נקודת איזון בתמחיר תרומה, יש להגדיל את הכמות בנקודת איזון

$$\text{ב-} \frac{60,000 - 8*(55,000 - Q)}{26}$$

נקודת איזון בתמיר תרומה היא במכירות של 32,692 יחידות. מכאן נקבל כי

$$\frac{60,000 - 8*(55,000 - Q)}{26} + 32,692 = Q$$

$$Q = 26,111$$

לכן, אם החברה תייצר 45,000 יחידות בשנת 2008 ותמכור 26,111 יחידות הרווח התפעולי יהיה 0.

בדיקה:

מכירות (= $40*26,111$) 1,044,440

עלות מכירות:

10,000 יחידות ממלאי פתיחה $130,000 = 10,000*(7+300,000/50,000)$

16,111 יחידות מהיצור השוטף $289,998 = 16,111*(10+360,000/45,000)$

419,998

624,442

רווח גולמי

304,442

הוצאות מכירה $=200,000+4*26,111$

320,000

הוצאות הנהלה וכלליות קבועות

0

רווח תפעולי

תשובה 69

תרומה ליחידה שנמכרת מתוך מלאי פתיחה $23 = 40 - 4 - 7 - 6$
תרומה כוללת ממכירת מלאי פתיחה $230,000 = 23 * 10,000$
תרומה כוללת שנדרשת $620,000 = 100,000 + 200,000 + 320,000$
לכן, יש צורך בתרומה נוספת בסך $390,000 = 620,000 - 230,000$

תרומה ליחידה שנמכרת מתוך היצור השוטף היא $20 = 40 - 4 - 10 - 6$
לכן, יש למכור עוד $19,500 = 390,000 / 20$ יחידות.

מסקנה- יש למכור סך הכל 29500 יחידות.

פתרון בדרך אחרת

אם מספר היחידות שיוצרו בשנת 2008 הוא 60,000 אז העלות הממוצעת ליצור יחידה בשנת 2008 היא $10 + 360,000 / 60,000 = 16$
עלות מלאי הפתיחה היא $130,000 = 10,000 * (7 + 300,000 / 50,000)$

מכירות	40Q
עלות מכירות	$130,000 + (Q - 10,000) * 16$
הוצאות מכירה	$200,000 + 4Q$
הוצאות קבועות של הנהלה וכלליות	320,000
לכן, הרווח התפעולי הוא	

$$\pi = 40Q - 130,000 - 16(Q - 10,000) - 200,000 - 4Q - 320,000$$
$$\pi = 20Q - 490,000$$

לכן כדי שהרווח התפעולי יהיה 100,000 שם מספר היחידות שנמכר צריך להיות $590,000 / 20 = 29,500$ יחידות.

תשובה 70

הרווח התפעולי לפני השינוי הוא $35,000 * (40 * 97\% - 25) - 10,000 = 473,000$
הרווח התפעולי לאחר השינוי הוא $35,000 * 88\% * (40 * 1.1 * 97\% - 25) - 10,000 = 534,544$
שיעור הגידול ברווח התפעולי הוא $100 * (534,544 - 473,000) / 473,000 = 13\%$

תשובה 71

נגדיר מוצר Z – שקית הכוללת 2 מוצרי X ו-3 מוצרי Y.
מחיר המכירה של Z הוא $2 * 50 + 3 * 45 = 235$

עלות משתנה של Z היא $2*30+3*20=120$
 לכן, התרומה ממכירת יחידה אחת של Z היא 115 (= $2*20+3*25$)
 כדי שהרווח התפעולי נטו לאחר מס יהיה 142,000 ₪, הרווח ברוטו צריך להיות 200,000
 $142,000/71\%=$
 לכן, התרומה הכוללת צריכה להיות $560,000=200,000+360,000$.
 מכאן נקבל כי מספר יחידות Z שנמכרות הוא $560,000/115$ מחזור ההכנסות הוא
 $1,144,348 = 235*560,000/115$
 אם נרשום את התשובה בביטוי אחד נקבל כי המכירות הן
 $(2*50+3*45)/(2*20+3*25)*(360,000+142,000/71\%)= 1,144,348$

תשובה 72

אם הרווח התפעולי נשמר ואין שינוי בעלויות הקבועות הרי שהתרומה הכוללת נשמרת.

התרומה הכוללת בשנת 2007 היא $(96\%P - 65\%P)Q_1$

התרומה הכוללת בשנת 2008 היא $(95\%P - 1.05 * 65\%P)Q_2$

$$(96\%P - 65\%P)Q_1 = (95\%P - 1.05 * 65\%P)Q_2$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{96\% - 65\%}{95\% - 1.05 * 65\%} = 1.1588 \quad \text{לכן,}$$

במילים אחרות, הכמות הנמכרת צריכה לגדול ב- 15.88%

תשובה 73

הרווח התפעולי לפני השינויים הוא $(800-500)*533-80000= 79900$

לאחר השינויים נקבל רווח תפעולי $(800*1.15-500)*70\%*533-80000= 76702$

הרווח התפעולי קטן.

תשובה 74

הרווח התפעולי לאחר השינוי יהיה $(800-500*1.2)*533-80000= 26600$

תשובה 75

לאחר השינויים נקבל רווח תפעולי $(800*1.15-500)*94\%*533-80000*96\%= 133628$

תשובה 76

הרווח התפעולי לפני השינוי הוא $35,000*(40*97\%-25)-10,000= 473,000$

הרווח התפעולי לאחר השינוי הוא $35,000 * 88\% * (40 * 1.1 * 97\% - 25) - 10,000 = 534,544$
 שיעור הגידול ברווח התפעולי הוא $100 * (534,544 - 473,000) / 473,000 = 13\%$

תשובה 77

התרומה הממוצעת היא 25 ₪.
 לכן, שיעור התרומה הממוצע הוא 25/60

מחזור המכירות צריך להיות $(128,000 / 64\% + 120,000) / (25 / 60) = 768,000$

תשובה 78

כיוון שכל מוצר נמכר במחיר זהה, הרי שגם 60% ממספר הספרים הינם מסוג ב'.

נגדיר מוצר Z שכולל 4 ספרים מסוג א' ו- 6 ספרים מסוג ב'.	
מחיר מכירה של Z הוא	600
עמלת מכירות	(50)
עלות רכישה $= 4 * 40 + 6 * 30$	(340)
<u>תרומה ממכירת מוצר Z</u>	<u>210</u>

התרומה הכוללת צריכה להיות $128,000 / 64\% + 120,000 - 36,000 = 284,000$
 לכן, מספר יחידות של Z הוא $284,000 / 210 = 1,352.38$
 לכן, מספר הספרים מסוג ב' הוא $8,114.28 = 6 * 1,352.38$

תשובה 79

העלות המשתנה ליחידה היא $280,000 / 40,000 = 7$ ₪.	
התרומה ליחידה	<u>13</u> ₪.
<u>מחיר מכירה ליחידה</u>	<u>20</u> ₪

תשובה 80

מספר יחידות שנמכרו בשנת 2007 $(= 1,000,000 / 20)$ 50,000

מספר יחידות יוצרו במהלך השנה	40,000
נותרו במלאי סגירה $(= 70,000 / 7)$	<u>10,000</u>
מספר יחידות שנמכרו מתוך היצור השוטף	<u>30,000</u>
<u>מספר היחידות שנמכרו מתוך מלאי פתיחה</u>	<u>20,000</u>

תשובה 81

מרכיב העלויות הקבועות במלאי פתיחה לשנת 2007 היה $(= 4 * 20,000)$	80,000
מרכיב העלויות הקבועות במלאי סגירה לשנת 2007 היה $(= 4 * 10,000)$	<u>40,000</u>
<u>הפרש</u>	<u>40,000</u>

כיוון שלפי תמחיר ספיגה, עלות המלאי ירדה ב- 40,000 ₪ הרי הרווח לפי שיטת תמחיר תרומה גבוה מהרווח לפי שיטת תמחיר ספיגה ב- 40,000 ש"ח.

תשובה 82

מחיר המכירה ליחידה הינו $=840,000/30,000$ ₪ 28.00

<u>עלות משתנה ליחידה</u>	
14.00	עלות יצור משתנה $=420,000/30,000$
1.40	עלות עקיפות משתנות ליחידה $=40\% * 105,000/30,000$
1.00	עלות מכירות משתנה ליחידה $=30,000/30,000$
<u>0.40</u>	עלויות הנהלה משתנות ליחידה $=12,000/30,000$
<u>16.80</u>	<u>סך עלות משתנה ליחידה</u>
<u>11.20</u>	<u>תרומה ליחידה</u>

סך העלויות הקבועות הוא:

63,000	עלויות קבועות ביצור $=105,000 * 60\%$
45,000	עלויות מכירה קבועות
<u>88,000</u>	עלויות הנהלה קבועות
<u>196,000</u>	סך עלויות קבועות

נקודת איזון ביחידות (תמחיר תרומה): $=196,000/11.2 = 17,500$ יחידות.

תשובה 83

כדי שהרווח הנקי ישאר 140,000 ₪, הרווח ברוטו צריך להיות $=140,000/70\% = 200,000$ ₪.

196,000	סך ההוצאות הקבועות הוא
<u>200,000</u>	רווח ברוטו נדרש
<u>396,000</u>	תרומה כוללת
13.2	תרומה ליחידה $(=396,000/30,000)$
<u>16.8</u>	עלות משתנה ליחידה
<u>30</u>	<u>מחיר מכירה ליחידה</u>

תשובה 84

			100,000	נניח כי מחזור ההכנסות של החברה הינו
	60,000	100.0%		מחזור ההכנסות מפריטים רגילים (לא במבצע)
	<u>37,500</u>	62.5%		עלות המוצרים (לא במבצע)
מחירים רגילים	22,500	37.5%		רווח גולמי ממכירת פריטים רגילים (לא במבצע)
	<u>ללא מבצע</u>			
	80,000	40,000	100%	מחזור ההכנסות מפריטים במבצע
	50,000	<u>30,000</u>	75%	עלות המוצרים במבצע
		<u>10,000</u>	25%	רווח גולמי ממכירת פריטים רגילים (לא במבצע)
	32,500			סך רווח גולמי
	-6,000			דמי זכיינות 6% ממחזור ההכנסות
	<u>-2,500</u>			גניבות 2.5%
	<u>24,000</u>			תרומה ממכירות של 100 ₪

שיעור התרומה הוא 24%. כיוון שההוצאות הקבועות הן 1,200,000 אירו בחודש, נקודת האיזון היא $1,200,000/24\% = 5,000,000$ אירו לחודש.

תשובה 85

בהנתן מחזור הכנסות של 7 מיליון אירו בחודש נקבל כי הרווח ברוטו הוא $24\% * 7,000,000 - 1,200,000 = 480,000$

המנוף התפעולי הינו $3.5 = 24\% * 7,000,000 / 480,000$ (תרומה כוללת מחולק ברווח) כדי שהרווח הנקי יגדל ב-10%, הרווח ברוטו צריך לגדול ב-10%. לכן, מחזור ההכנסות צריך לגדול ב- $10\% / 3.5 = 2.8571\%$

פתרון חלופי:

הרווח ברוטו (לאחר הגידול ב-10%) צריך להיות 528,000. לכן, התרומה הכוללת צריכה להיות $1,728,000 = 1,200,000 + 528,000$

מכאן נקבל כי מחזור ההכנסות צריך להיות $1,728,000 / 24\% = 7,200,000$. לכן, שיעור הגידול במחזור ההכנסות הוא $200 / 7,000 = 2.8571\%$

תשובה 86

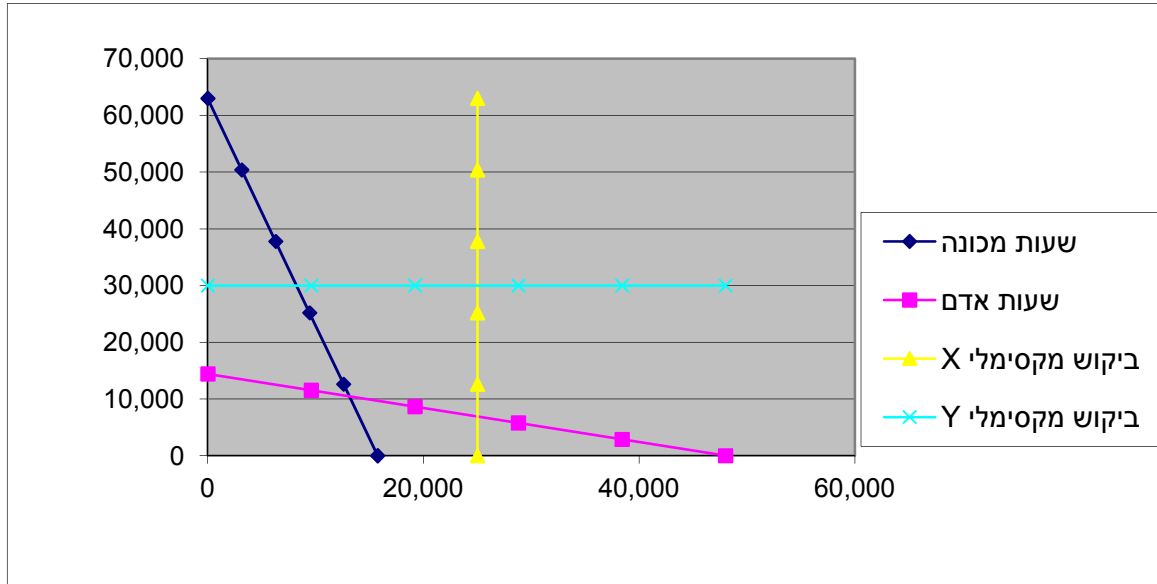
			100,000	נניח כי מחזור ההכנסות של החברה הינו
	30,000	100.0%		מחזור ההכנסות מפריטים רגילים (לא במבצע)
	<u>18,750</u>	<u>62.5%</u>		עלות המוצרים (לא במבצע)
מחירים רגילים	11,250	37.5%		רווח גולמי ממכירת פריטים רגילים (לא במבצע)
	<u>ללא מבצע</u>			
	80,000	40,000	100.0%	מחזור ההכנסות מפריטים במבצע (50%)
	50,000	<u>30,000</u>	<u>75.0%</u>	עלות המוצרים במבצע
		<u>10,000</u>	<u>25.0%</u>	רווח גולמי ממכירת פריטים רגילים (לא במבצע)
מחירים רגילים				
	<u>ללא מבצע</u>			
	40,000	30,000	100.0%	מחזור ההכנסות מפריטים במבצע (3+1)
	25,000	<u>25,000</u>	<u>83.3%</u>	עלות המוצרים במבצע
		<u>5,000</u>	<u>16.7%</u>	רווח גולמי ממכירת פריטים רגילים (לא במבצע)
	26,250			סך רווח גולמי
	-6,000			דמי זכיינות 6% ממחזור ההכנסות
	<u>-2,500</u>			גניבות 2.5%
	<u>17,750</u>			תרומה ממכירות של 100 ₪

שיעור התרומה הוא 17.75%. כיוון שההוצאות הקבועות הן 1,200,000 אירו בחודש, נקודת האיזון היא 6,760,563 (= 1,200,000/17.75%) אירו לחודש

פרק 2: תכנון ליניארי

תשובה 1

1. גרף המגבלות



ניסוח פורמלי של הבעיה :

בהינתן המגבלות:

$$8x + 2y \leq 126,000$$

דקות מכונה

$$3x + 10y \leq 144,000$$

דקות אדם

$$x \leq 25,000$$

מגבלת שיווק X

$$y \leq 30,000$$

מגבלת שיווק Y

2. נקודת האופטימום

	מוצר Y	מוצר X
עדיף Y	3.00	2.50
עדיף X	0.60	6.67

תרומה לדקת מכונה

תרומה לדקת אדם

לכן, האופטימום מתקבל בחיתוך הקווים:

$$8x + 2y = 126,000$$

$$3x + 10y = 144,000$$

דקות אדם

$$Y = 10,459$$

$$X = 13,135$$

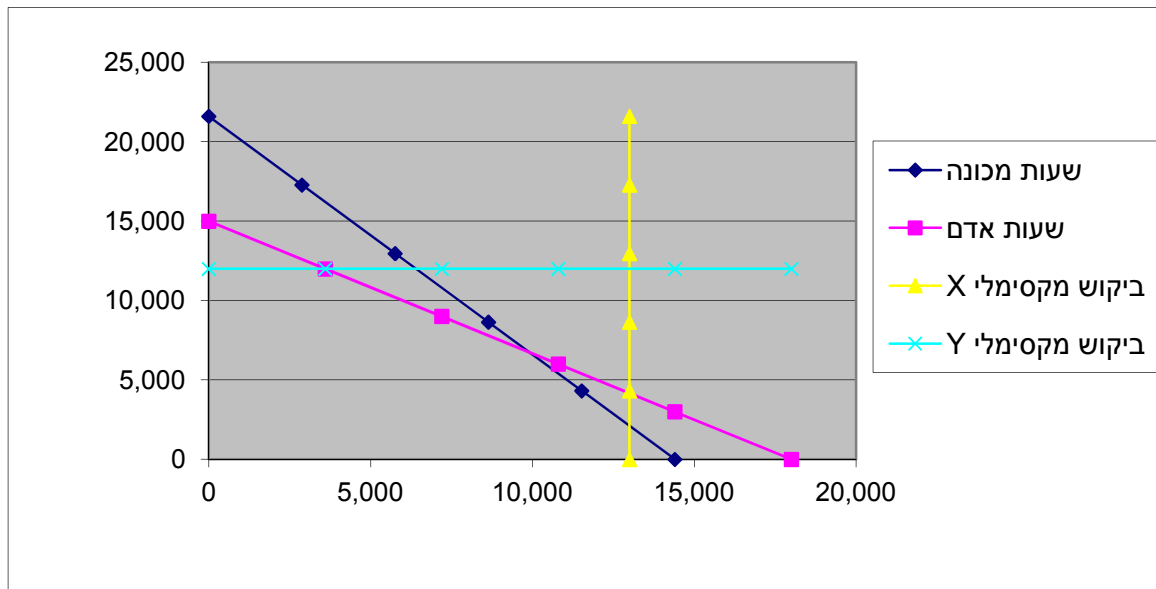
3. אם נגדיל את שעות המכונה ב- 100 שעות

325,459	רווח תפעולי לפני תוספת השעות
<u>340,216</u>	רווח תפעולי לאחר השינוי
<u>14,757</u>	גידול ברווח

4. מחיר הצל של מגבלה זו הוא 147.57 ש"ח לשעה.

תשובה 2

1. גרף המגבלות



ניסוח פורמלי של הבעיה :

בהינתן המגבלות:

$6x + 4y \leq 86,400$	דקות מכונה
$5x + 6y \leq 90,000$	דקות אדם
$x \leq 13,000$	מגבלת שיווק X
$y \leq 12,000$	מגבלת שיווק Y

2. נקודת האופטימום:

	<u>מוצר Y</u>	<u>מוצר X</u>	
עדיף X	3.25	3.33	תרומה לדקת מכונה
עדיף X	2.17	4.00	תרומה לדקת אדם

עדיף אם כן לייצר כמה שיותר X. בנקודת האופטימום מיוצרים 13,000 יחידות X (הביקוש המקסימלי).

אם מיוצרים 13,000 יחידות של X אז מספר היחידות של Y יהיה 2,100 יחידות (מגבלת שעות מכונה).

הרווח המקסימלי הוא 287,300 ש"ח.

3. אם כמות שעות המכונה תגדל ב- 100 שעות אז תוספת הדקות $6000=60*100$ תוקדש ליצור עוד מוצרי Y. אין טעם לייצר עוד מוצרי X כיוון שהביקוש המקסימלי הוא 13,000 יחידות. כיוון שאנו נמצאים על מגבלת שעות מכונה, ניתן לייצר עוד $1,500=6000/4$ יחידות Y נוספות. יחידות אלה מגדילות את התרומה הכוללת בסך $19,500=13*1,500$ ש"ח.

4. מחיר הצל של שעת מכונה הוא $195=19,500/100$ ש"ח. מחיר הצל של דקת אדם הוא 0 כיוון שלא כל זמן העבודה מנוצל. במילים אחרות, התרומה השולית של דקה עבודת אדם היא אפס.

תשובה 3

נדרש א

תרומה לדקה של מוצר W $(60-25)/15=2.33$

תרומה לדקה של מוצר Z $(50-20)/10=3$

מסקנה: כדאי לייצר Z כמה שיותר.

לכן, $Z=3,000$ יחידות.

זמן מכונה ליצור 3,000 יחידות Z הוא $30,000=10*3,000$ דקות.

לכן, נותרו 6,000 דקות ליצור W. מכאן שמספר היחידות של W הוא $400=6,000/15$ יחידות.

סיכום: $3,000=Z$ $400=W$

נדרש ב

נגדיר מוצר K הכולל 2 יחידה של W, ו-1 יחידה של Z.

מחיר המכירה של יחידה אחת של K הוא $170=50+2*60$

התרומה של K ליחידה אחת היא $100=35*2+30$ ש"ח.

נקודת האיזון היא $1,200 = 120,000/100$ יחידות K.

לכן, בנקודת האיזון החברה מוכרת ב- $170 * 1,200 = 204,000$ ₪.

נדרש ג

השפעה על א

אין השפעה על התשובה לשאלה א כיוון שהמטרה היא להביא למקסימום את התרומה הכוללת.

השפעה על ב

נקודת האיזון תהיה ב- $1,600 = 160,000/100$ יחידות.

לכן, מחזור המכירות הוא $170 * 1600 = 272,000$

תשובה 4

חלק א

נגדיר יחידה אחת של מוצר Z : שקית שכוללת 3 יחידות של X ו- 2 יחידות של Y

מוצר Z	מוצר Y	מוצר X	
110	40	35	מחיר מכירה
51	25	13	עלות משתנה
59	15	22	תרומה

חלק 1 נקודת האיזון היא 3000 יחידות של Z = $177000/59$

X=	6000	לכן,
Y=	3000	

חלק 2 מחזור המכירות הוא $1,650,000$ ₪. לכן, נמכרו $1,650,000/110 = 15,000$ יחידות של Z

$15000 * 59 =$	885,000	לכן, התרומה הכוללת היא
	177,000	בניכוי הוצאות קבועות
	708,000	רווח

חלק ב

מוצר X מוצר Y
2=22/11 3=15/5
תרומה לדקה
לכן, עדיף לייצר ולמכור מוצר Y עד למקסימום הביקוש.
הביקוש המקסימלי למוצר Y הוא 18000 יחידות. לכן, החברה תייצר 18000 יחידות של Y.
זמן ייצור Y 90000 = 18000*5 דקות
זמן שנשאר לייצור X
42,000 = 2200*60-90000
סך זמן ייצור 132,000 דקות

מספר יחידות X שניתנות לייצור הוא 3818.182 = 42,000/11
מספר זה נמוך מהביקוש המקסימלי של יחידות X. לכן, החברה תייצר 3818 יחידות X

התרומה המקסימלית היא $18,000*15+3,818*22 = 353,996$

תשובה 5

א. הבעיה הפרימלית

$$\text{Max } 10X + 12Y$$

s.t.

$$15X + 20Y \leq 10,800 \quad \text{מגבלת זמן עבודה}$$

$$45X + 30Y \leq 24,000 \quad \text{מגבלת זמן תנור}$$

$$X \leq 500 \quad \text{מגבלת ביקוש}$$

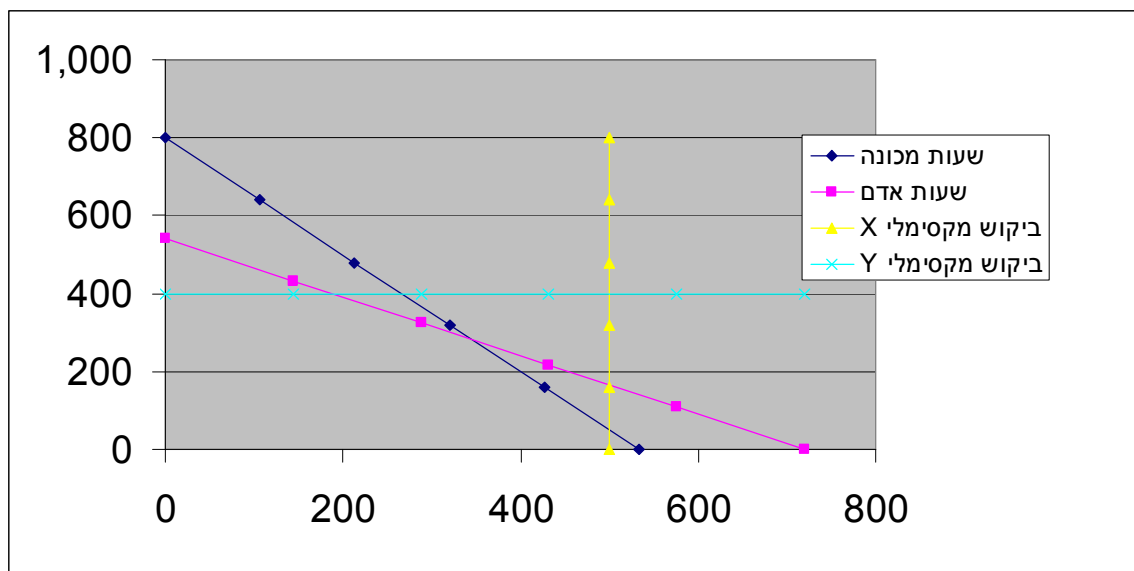
$$Y \leq 400 \quad \text{מגבלת ביקוש}$$

$$X \geq 0, Y \geq 0$$

ב. פתרון הבעיה הפרימלית

	מוצר Y	מוצר X	
X עדיף	0.60	0.67	תרומה לדקת עבודה
Y עדיף	0.40	0.22	תרומה לדקת תנור

לכן, האופטימום מתקבל בנקודת המפגש של המגבלות (בתנאי שהיא אפשרית מבחינת הביקושים)



התרומה המקסימלית היא

<u>תרומה מקסימלית</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	חיתוך הקווים
6,830	347	280	

ג.ד. בעיה דואלית

כיוון שמגבלות השוק אינן "תופסות" ניתן להתעלם מהן.

נסמן את מחירי הצל T, W של עבודה ותנור.

$$\text{Min } 10,800W + 24,000T$$

s.t.

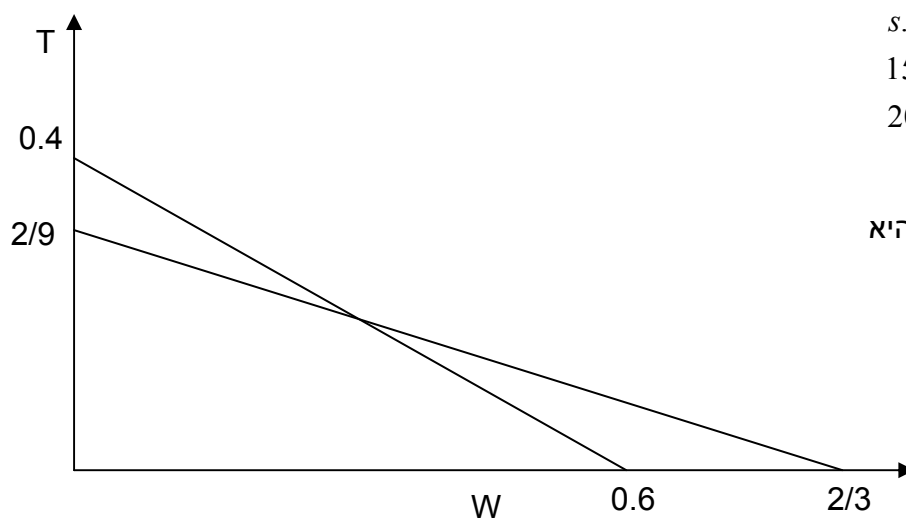
$$15W + 45T \geq 10$$

$$20W + 30T \geq 12$$

נקודת החיתוך של הקווים היא

$$W = 8/15$$

$$T = 2/45$$



ה. עבור תוספת קטנה של שעות עבודה ניתן להשתמש במחיר הצל. במילים אחרות, אני מניח כי עבור תוספת של 10 שעות הפתרון יתקבל עדיין בחיתוך של 2 המגבלות (זמן עבודה, זמן תנור). תוספת של 10 שעות הינה תוספת של 600 דקות עבודה ישירה. לכן, הגידול בתרומה הוא $600 \cdot 8/15 = 320$ ₪.

ו. התרומה של תוספת שעה אחת היא 32 ₪ < 25 ₪. לכן, כדאי להוסיף עובד.

ז. שימו לב כי התוספת לשעות התנור היא משמעותית. עד כה היו 400 שעות תנור ועכשיו יהיו 700 שעות תנור. אסור להשתמש במחירי הצל כי יתכן שלא נוכל לנצל את כל שעות התנור שנוספו בגלל המגבלות האחרות. לכן, כדי לראות מהי התרומה של התנור החדש יש לפתור מחדש את הבעיה הפרימלית:

$$\text{Max } 10X + 12Y$$

s.t.

$$15X + 20Y \leq 10,800 \text{ מגבלת זמן עבודה}$$

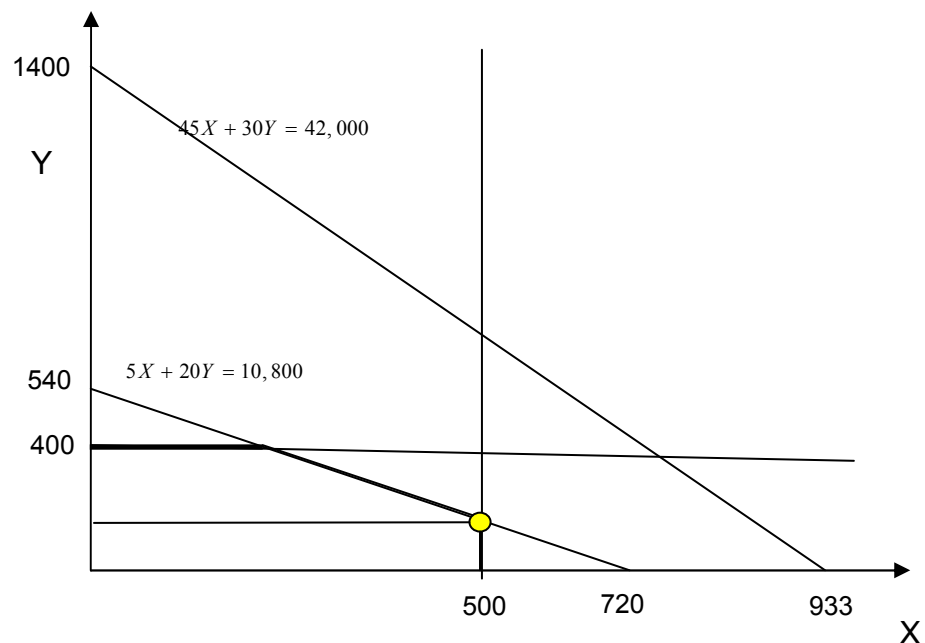
$$45X + 30Y \leq 42,000 \text{ מגבלת זמן תנור}$$

$$X \leq 500 \text{ מגבלת ביקוש}$$

$$Y \leq 400 \text{ מגבלת ביקוש}$$

$$X \geq 0, Y \geq 0$$

אם נצייר את המגבלות נראה כי מגבלת זמן התנור אינה רלבנטית. לא נוכל לנצל את כל השעות שהתנור החדש מספק בגלל המגבלות האחרות.



לאורך מגבלת זמן העבודה עדיף X על Y. לכן, הפתרון האופטימלי מתקבל בנקודה בה

$$X = 500, Y = (10,800 - 15 \cdot 500) / 20 = 165$$

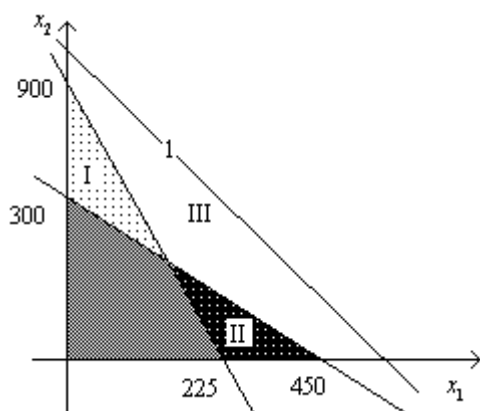
והתרומה האופטימלית היא $10X + 12Y = 10 \cdot 500 + 12 \cdot 165 = 6,980$. הגידול בתרומה הוא

$6980 - 6830 = 150$ ₪ בלבד. לא כדאי לרכוש את התנור כיוון שעלות התנור היא 500 ₪.

(רכישת התנור תהיה כדאית רק אם יתווספו עובדים, והביקוש בשוק יגדל.)

תשובה 6

א. ניסוח הבעיה הפרימלית



נסמן ב x_1 את כמות המשאיות וב x_2 את כמות האופנועים שנייצר ביום.

$$\text{Max } 2x_1 + x_2$$

s.t.

$$4x_1 + x_2 \leq 900 \quad \text{פועל יציקה}$$

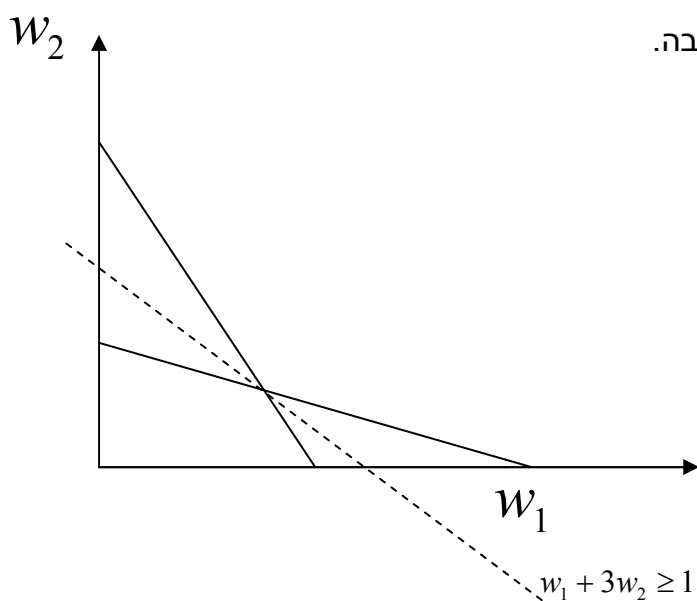
$$2x_1 + 3x_2 \leq 900 \quad \text{פועל הרכבה}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

ב. הבעיה הדואלית

נסמן ב- w_1 את מחיר הצל של 1 דקה של פועל יציקה,

ונסמן ב- w_2 את מחיר הצל של 1 דקה של פועל הרכבה.



$$\text{Min } 900w_1 + 900w_2$$

s.t.

$$4w_1 + 2w_2 \geq 2$$

$$w_1 + 3w_2 \geq 1$$

$$w_1 \geq 0, \quad w_2 \geq 0$$

נקודת האופטימום היא בחיתוך המגבלות.

נקבל כי $w_1 = 0.4$, $w_2 = 0.2$.

לכן, פועל יציקה יקבל מקסימום 12 ש"ח לשעה.

פועל הרכבה יקבל מקסימום 6 ש"ח לשעה.

תשובה 7

נסמן ב- x כמות ק"ג סויה בתערובת,
 y - כמות ק"ג חציר.

$$M a x \quad \pi = 10(x + y) - 5x - 3y = 5x + 7y$$

$s . t .$

$$x + y \geq 5$$

$$3x + 2y \leq 18$$

$$y \leq \frac{3}{4}x$$

$$x \geq 0, y \geq 0$$

הפתרון הגרפי נמצא בעמוד הבא. נקבל כי נקודת החיתוך של $3x + 2y = 18$ ו- $y = \frac{3}{4}x$ היא

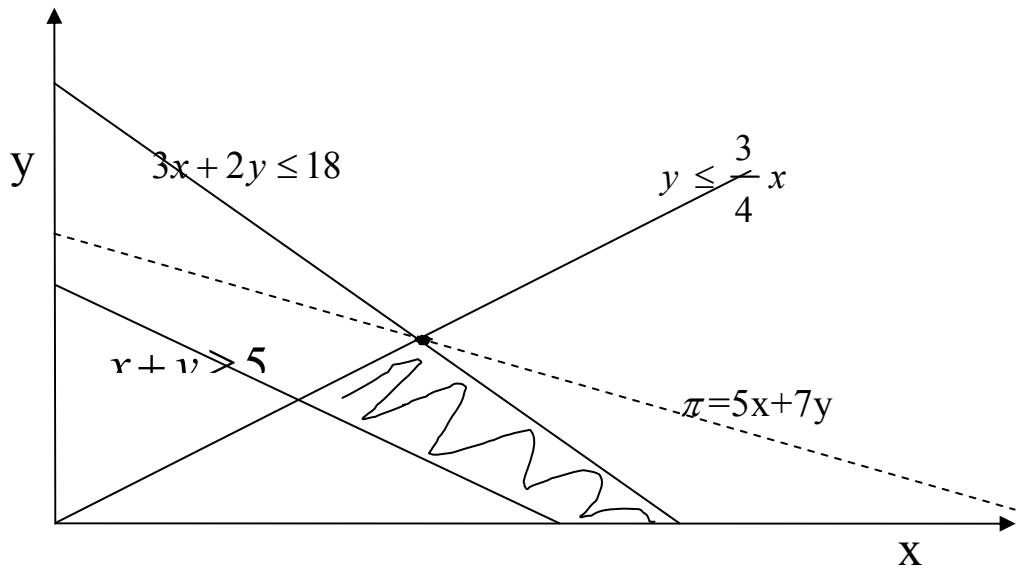
$$x = 4, y = 3. \text{ עבור נקודה זו נקבל כי הרווח הוא } 41.$$

אם נגדיל את שעות העבודה ב- 1 שעה נקבל כי נקודת האופטימום תהיה החיתוך של

$$3x + 2y = 19 \text{ ו- } y = \frac{3}{4}x. \text{ מכאן נקבל } y = \frac{19}{6}, x = \frac{38}{9}. \text{ עבור נקודה זו פונקצית}$$

המטרה היא 43.28 שקל.

לכן, מחיר הצל של שעת עבודה הוא 2.28 ₪ (= 43.28 - 41).



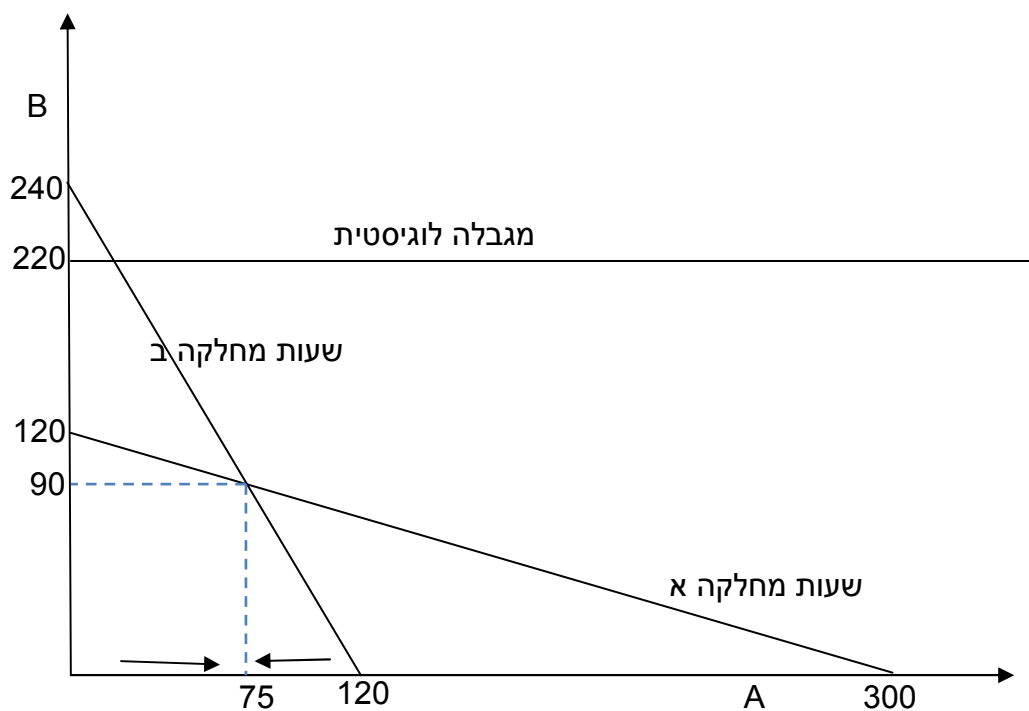
תשובה 8-9

$\pi = 480A + 750B - 50,000$ הרווח של החברה הוא
המגבלות הן:

$4A + 10B \leq 1200$ מגבלת שעות במחלקה א

$2A + B \leq 240$ מגבלת שעות במחלקה ב'

$B \leq 220$ מגבלה לוגיסטית



<u>מוצר B</u>		<u>מוצר A</u>	
$75 = 750/10$	<	$120 = 480/4$	התרומה לשעה במחלקה א'
$750 = 750/1$	>	$240 = 480/2$	התרומה לשעה במחלקה ב'

לכן, בתחום בו המגבלה היא של שעות במחלקה א' כדאי לייצר יותר A
ובתחום בו המגבלה היא של שעות במחלקה ב' כדאי ליצר יותר B.

לכן, האופטימום הוא בנקודת החיתוך. $90 = B$, $75 = A$.

הרווח האופטימלי הוא $53,500 = 480 \cdot 75 + 750 \cdot 90 - 50,000$

תשובה 10

הבעיה הפרימאלית היא

$$\begin{aligned} \text{Max } & 7x + 8y + 15z \\ \text{s.t. } & \\ & x + y + z \leq 24 \\ & 15x + 30y + 45z \leq 720 \\ & x, y, z \geq 0 \end{aligned}$$

תשובה 11

הבעיה הדואלית היא

$$\begin{aligned} \text{Min } & 24a + 720b \\ \text{s.t. } & \\ & a + 15b \geq 7 \\ & a + 30b \geq 8 \\ & a + 45b \geq 15 \\ & a, b, c \geq 0 \end{aligned}$$

תשובה 12

הבנק לא יתן הלוואה שעולה על 3.2 מיליון. לכן האשראי הממשלתי לא יעלה על $2.56 = 3.2 * 80\%$ מיליון. המסקנה היא כי **ניתן** לממן את החברה ללא מימון מהון עצמי: $3.2 + 2.56 > 5$. כיוון שבעלי המניות לא מוכנים להשקיע מכספם הדבר שקול למחיר הון עצמי מאד מאד גבוה. לכן, ברור כי הפתרון האופטימאלי הוא כאשר $z=0$.

להלן ניסוח פורמלי של הבעיה (בהנחה כי $z=0$):

$$\begin{aligned} \text{Min } & \{5\%x + 8\%y\} \\ \text{s.t. } & \\ & x + y \geq 5 \\ & y \leq 3.2 \\ & x \leq 0.8y \Leftrightarrow y \geq 1.25x \\ & x, y \geq 0 \end{aligned}$$

לאורך המגבלה $x + y \geq 5$ ברור כי עדיף x על y כיוון שעדיף אשראי ממשלתי שהינו זול יותר. כמו כן, ברור כי סך האשראי יהיה בדיוק 5 מיליון. אשראי מיותר רק מעלה את הוצאות המימון.

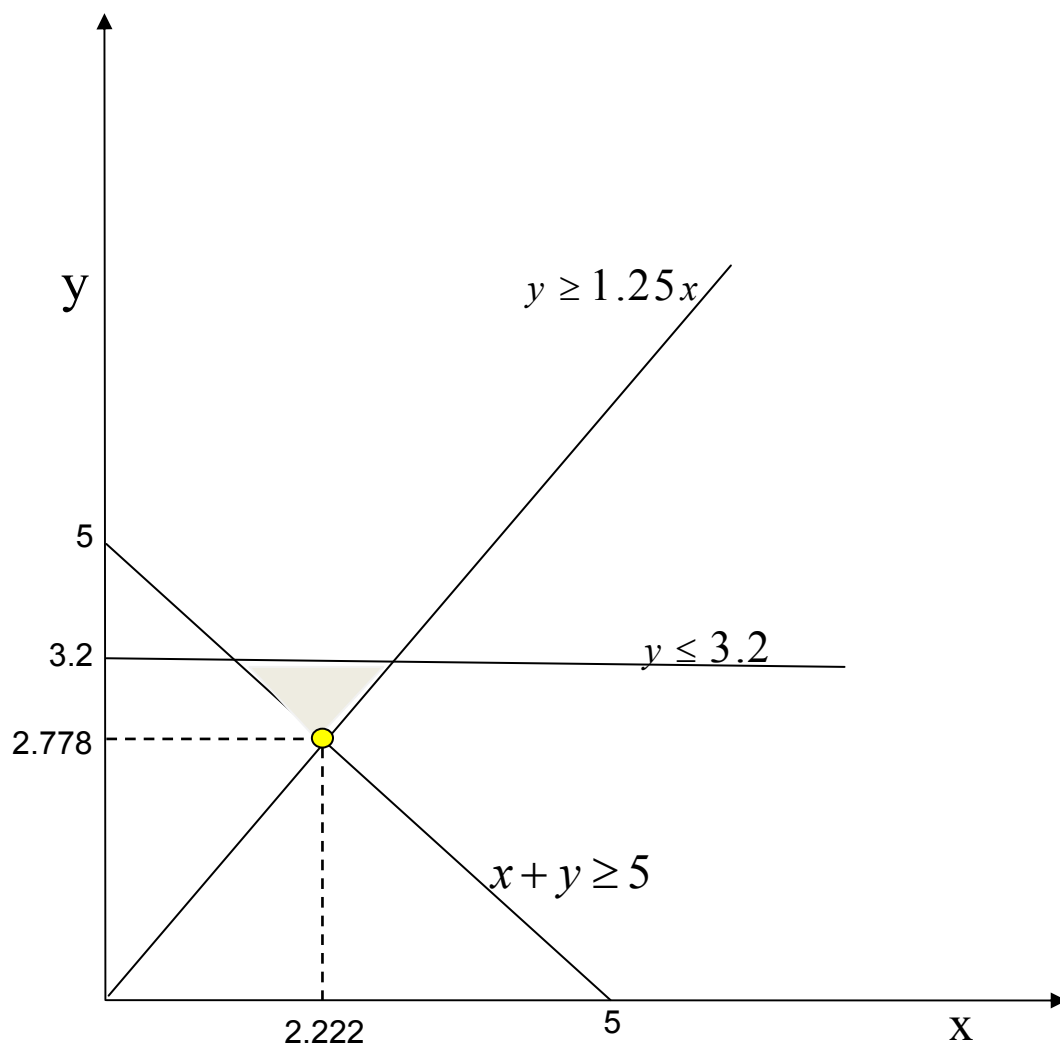
לכן, הפתרון מתקבל כאשר

$$x + 1.25x = 5$$

$$x = 5 / 2.25 = 20 / 9 = 2.222$$

$$y = 5 - x = 25 / 9 = 2.778$$

להלן ציור המגבלות והנקודה האופטימאלית:



תשובה 13

$$50X+25Y \leq 10,800 \quad \text{מגבלת זמן עובדי יצור}$$
$$50X+25Y \leq 12,000 \quad \Leftrightarrow \quad 10X + 5Y \leq 2,400 \quad \text{מגבלת זמן מהנדס}$$

לכן, מגבלת זמן מהנדס אינה רלוונטית.

מסקנות	אופני הרים Y	אופני מרוץ X	
מס' עדיף Y	$400/25=16$	$600/50=12$	תרומה לדקת יצור

לכן האופטימום הוא לייצר כמה שיותר אופני הרים, וביתרת הזמן לייצר אופני מרוץ. זמן עובדי יצור הוא $10,800 = 60 \cdot 180$ דקות. כיוון שהביקוש המקסימאלי הוא ל-400 יחידות של אופני הרים, החברה תייצר 400 יחידות של אופני הרים. זמן יצור שנדרש הוא $10,000 = 25 \cdot 400$ דקות. לכן, נותרים 800 דקות ליצור אופני מרוץ. ניתן לייצר אם כן $16 = 800/50$ יחידות של אופני מרוץ.

תשובה 14

$$5 \cdot 400 + 16 \cdot 10 = 2160 < 2400 \quad \text{זמן העבודה של המהנדס הקיים הוא}$$

לא כדאי להעסיק מהנדס נוסף כי גם כעת יש למהנדס זמן בטלה. במלים אחרות, מחיר הצל של המהנדס (שזו התרומה השולית שלו) הוא 0.

תשובה 15

$$10,800/25=432 \quad \text{המספר המקסימלי של אופני הרים שניתן לייצר בשבוע הוא}$$
$$\text{זמן מהנדס שנדרש הוא } 5 \cdot 432 = 2160 \text{ דקות} > 2400 \text{ דקות מהנדס.}$$

לכן, אם הביקוש לאופני הרים יגדל ל-450 יחידות, החברה תמכור עוד 32 יחידות של אופני הרים ופחות 16 יחידות של אופני מרוץ.

$$32 \cdot 400 - 16 \cdot 600 = 3,200 \quad \text{לכן, החברה תגדיל את התרומה ב-}$$

אבל, זוהי בדיוק עלות הפרסום השבועית. לכן, החברה אדישה בין האפשרויות.

תשובה 16

התרומה ליחידה אחת של מוצר X היא $1,250 - 3 \cdot 50 - 2 \cdot 100 = 900$
התרומה ליחידה אחת של מוצר Y היא $1,600 - 6 \cdot 50 - 100 = 1,200$
לכן, הבעיה הפרימלית היא

$$\text{Max } 900X + 1,200Y$$

s.t.

$$3X + 6Y \leq 6,000 \quad \text{מגבלת שעות מתחיל}$$

$$2X + Y \leq 3,000 \quad \text{מגבלת שעות אומן}$$

התרומה של מוצר X ומוצר Y לשעת מתחיל היא, בהתאמה $300 = 900/3$, $200 = 1,200/6$
לכן עדיף ליצר X.
התרומה של מוצר X ומוצר Y לשעת אומן היא, בהתאמה $450 = 900/2$, $1,200 = 1,200/1$
לכן עדיף ליצר Y.

מסקנות:

- הפתרון האופטימאלי הוא בנקודת החיתוך $X=1,333.33$, $Y=333.33$
- ערך פונקציית המטרה הוא $900 \cdot 1,333.33 + 1,200 \cdot 333.33 = 1,600,000$

לכן, התשובה היחידה הנכונה היא ערך פונקציית המטרה של הבעיה הדואלית בנקודה האופטימלית
זוהי לערך פונקציית המטרה של הבעיה הפרימלית.

תשובה 17

"מחיר הצל" של תשומה הינו התרומה השולית של התשומה. מושג זה אינו נתייחס לתרומה של המוצר. לכן, התשובה הנכונה היא שאין משמעות למשפט: "מחיר הצל של טבעת האירוסין".

תשובה 18

הבעיה הדואלית היא

$$\text{Min } 6,000W + 3,000Z$$

s.t.

$$3W + 2Z \geq 900$$

$$6W + Z \geq 1,200$$

כאשר W הוא מחיר הצל של שעת מתחיל ו- Z הוא מחיר הצל של שעת אומן.

האילוטים מבטאים את הדרישה הבאה: סך עלות התשומות (לפי מחירי הצל) שווה לפחות לתרומה של המוצר.

3 המשפטים הראשונים הם נכונים. לכן, מספר המשפטים הנכונים הוא 3.

תשובה 19

שכר העבודה ליצור מוצרי X הוא $(3 \cdot 100 + 4 \cdot 80)X = 620X$.

שכר העבודה ליצור מוצרי Y הוא $(1 \cdot 100 + 2 \cdot 80)Y = 260Y$.

לכן, פונקציית המטרה היא $\text{Max } \{2300X - 620X + 1600Y - 260Y\} = \text{Max } \{1,680X + 1,340Y\}$

תשובה 20

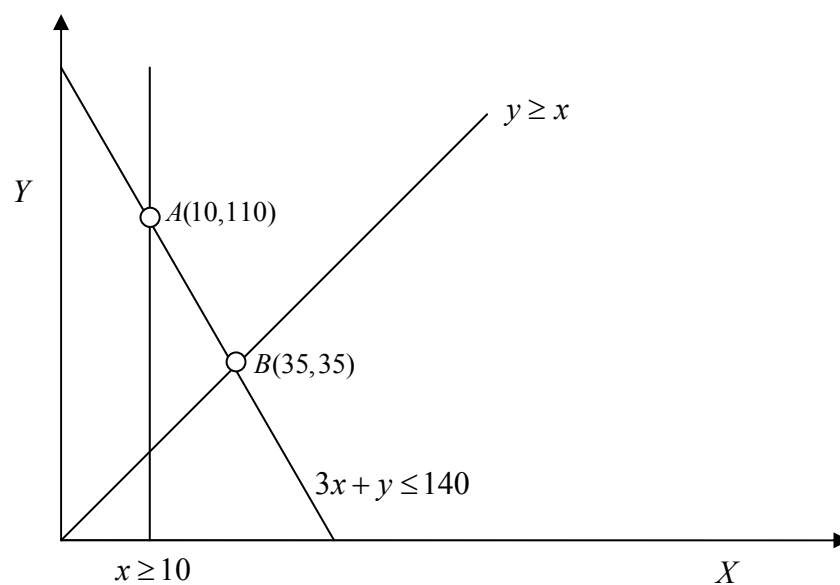
המגבלות הן

$$x \geq 10$$

$$y \geq x$$

$$3x + y \leq 140$$

להלן תרשים המגבלות:



נבדוק את פונקציית המטרה בנקודות החשודות:

$$1680 \cdot 10 + 1340 \cdot 110 = 164,200 \quad \text{עבור נקודה A נקבל רווח}$$

$$1680 \cdot 35 + 1340 \cdot 35 = 105,700 \quad \text{עבור נקודה B נקבל רווח}$$

לכן, הרווח המקסימאלי הוא 164,200 ₪.

תשובה 21

מחירי הצל של האילוצים בבעיה הפרימאלית הם הפתרון של הבעיה הדואלית.

תשובה 22

תרומה של סל 1 היא

C	B	A	מוצר
20	14	6	מספר יחידות בסל
13	11	8	מחיר מכירה ליחידה
8	7	6	עלות משתנה ליחידה
3	7	7	שעות מכונה נדרשות ליחידה
100	56	12	תרומה לסל

תרומה של סל 1 היא 168 ₪.

$$6*7+14*7+20*3=200 \quad 1 \text{ סך שעות מכונה לסל מסוג 1}$$

$$168/200=0.84 \quad \text{תרומה לשעת מכונה היא}$$

תרומה של סל 2

F	E	D	מוצר
14	12	4	מספר יחידות בסל
15	13	11	מחיר מכירה ליחידה
13	10	5	עלות משתנה ליחידה
4	3	2	שעות מכונה נדרשות ליחידה
28	36	24	תרומה לסל

תרומה של סל 2 היא 88 ₪.

$$4*2+12*3+14*4=100 \quad 2 \text{ סך שעות מכונה לסל מסוג 2}$$

$$88/100=0.88 \quad \text{תרומה לשעת מכונה היא}$$

1,256,000	=816,400/65%	רווח ברוטו נדרש
<u>200,000</u>		עלויות קבועות
1,456,000		סך תרומה כוללת
<u>840,000</u>	(=168*5,000)	תרומה ממכירת 5000 סלים מסוג 1
<u>616,000</u>		תרומה שנדרשת ממכירת סלים מסוג 2

$$616000/88=7,000 \quad \text{מספר סלי 2 שיש למכור}$$

תשובה 23

כיוון שהתרומה לשעת מכונה של סל 2 הינה גבוהה יותר מזו של סל 1 ($0.84 < 0.88$), עדיף לייצר קודם כל רק את סל 2.

שעות עבודה ליצור 12,000 סלים מסוג 2 הן 1,200,000 שעות. נותרו 800,000 שעות ליצור סל 1. לכן, ייוצרו $800,000/200 = 4,000$ סלים מסוג 1.

672,000	(=168*4,000)	תרומה ממכירת סל מסוג 1
<u>1,056,000</u>	(=88*12,000)	תרומה ממכירת סל מסוג 2
1,728,000		תרומה כוללת
<u>200,000</u>		הפחת הוצאות קבועות
<u>1,528,000</u>		רווח לפני מסים

תשובה 23

מחשב משחקים Y	מחשב עבודה X	
50	100	זמן יצור (דקות)
40	20	זמן מהנדס איכות (דקות)
800 ₪	1,200 ש"ח	תרומה ליחידה
16	12	תרומה לדקת זמן יצור
20	60	תרומה לדקת זמן מהנדס

לאורך המגבלה של זמן יצור – עדיף לייצר Y

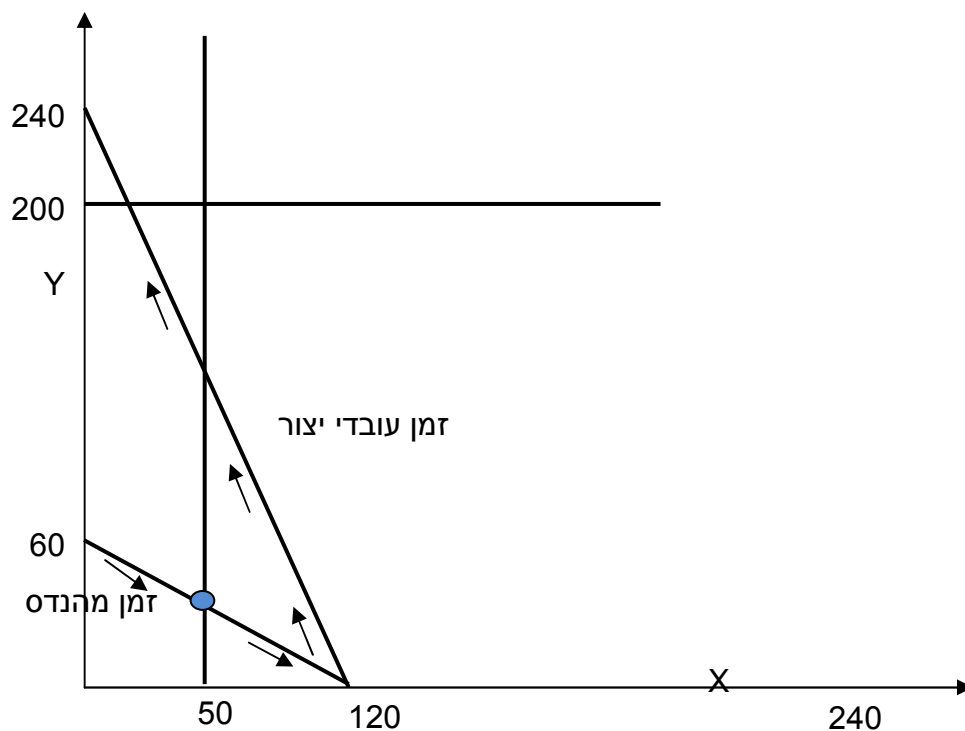
לאורך המגבלה של זמן מהנדס – עדיף לייצר X

בהינתן 200 שעות של עובדי יצור ($12000 = 60 * 200$ דקות):

- המספר המקסימלי של מחשבי עבודה שניתן לייצר בשבוע הוא $12,000/100=120$
- המספר המקסימלי של מחשבי משחקים שניתן לייצר בשבוע הוא $12,000/50=240$

בהינתן 2,400 דקות מהנדס:

- המספר המקסימלי של מחשבי עבודה שניתן לייצר בשבוע הוא $2,400/20=120$
- המספר המקסימלי של מחשבי משחקים שניתן לייצר בשבוע הוא $2,400/40=60$



הפתרון האופטימלי הוא $X=50$. זמן המהנדס שישאר $2,400 - 50 * 20 = 1,400$ דקות.

לכן, $y = 1,400 / 40 = 35$

תשובה 24

יש כבר אבטלה של עובדי יצור ואין צורך בעוד עובדי יצור.

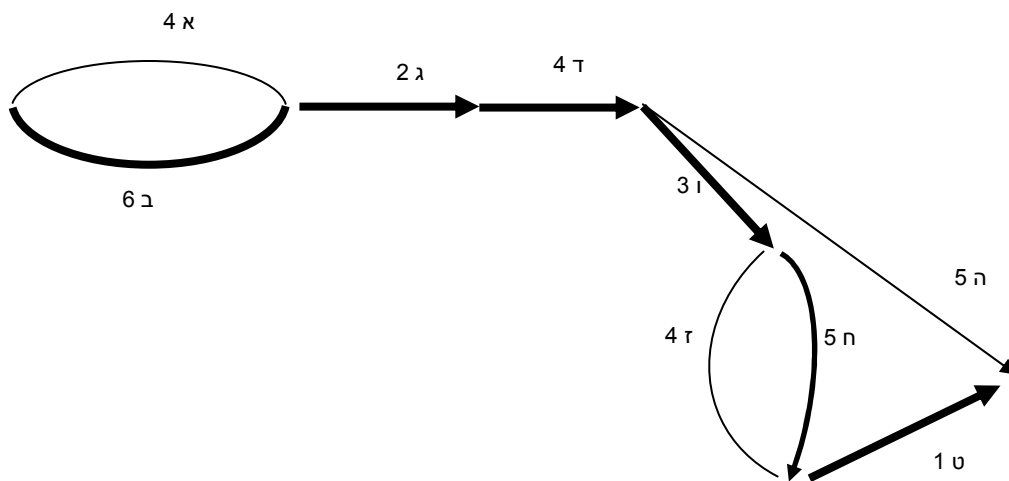
תשובה 25

1. מחיר הצל של שעת עובד יצור הוא 0 (יש עובדים מיותרים)
2. מחיר הצל של שעת מהנדס הינו גבוה ממחיר הצל של שעת עובד יצור (חיובי גבוה מ-0)
3. אם הביקוש בשוק למחשב עבודה היה עולה, החברה הייתה מייצרת עוד מחשבי עבודה ופחות מחשבי משחקים (על המגבלה של שעת מהנדס, עדיף X על Y)

תשובה 26

להלן תרשים PERT

אורך הנתיב הקריטי היא 21 שעות.

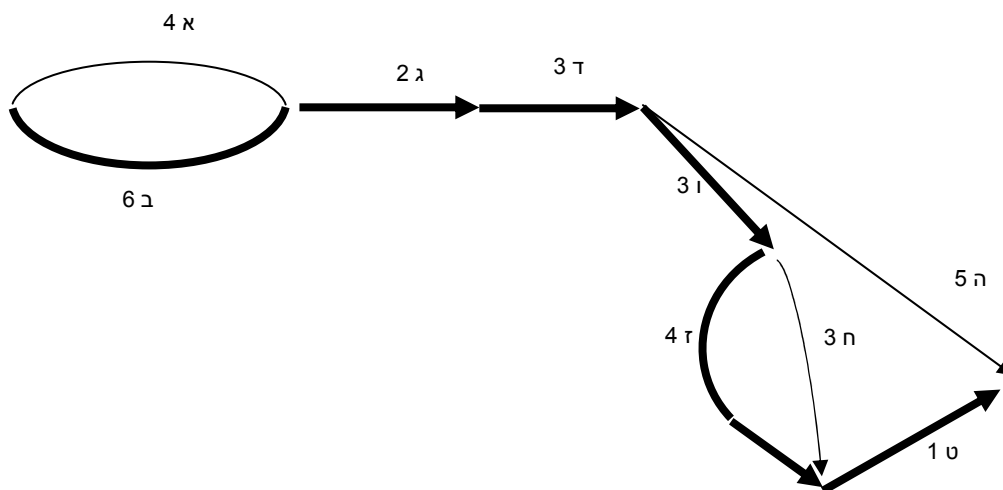


תשובה 27

נקצר קודם את הנתיב הקריטי:

נקצר את פעולה ח ב- 2 שעות (עלות כוללת 360 ₪)
ונקצר את פעולה ד בשעה אחת (עלות של 200 ₪).

כתוצאה מקיצורים אלה הנתיב הקריטי קוצר ל- 18 שעות. שימו לב כי נוצר נתיב קריטי חדש:



לכן, חייבים לקצר את פעולה ז בשעה בעלות של 120 ₪.
לסיכום, העלות הכוללת של הקיצור היא 680 ₪.

הערה:

אם נקצר את פעולה ח בשעה אחת בלבד (עלות של 180) ונקצר את פעילות ד בשעה אחת (עלות של 200) מצטרך לקצר שעה נוספת. במקום לקצר את פעולה ח בשעה נוספת (מה שיחייב גם את קיצור פעולה ז בשעה אחת) יש לבדוק אפשרות לקצר בשעה אחת פעולה אחרת על הנתיב הקריטי שעלות קיצורה נמוכה מ- $180+120=300$ ₪.
לא קיימת פעולה כזו. לכן, לא ניתן לשפר את התוצאה.

פרק 3: מלאי אופטימלי

תשובה 1

עלות הזמנות מקסימלית היא $400 \cdot 100 = 40,000$ ש"ח. (אם נזמין כל יחידה בנפרד).
עלות החזקת מלאי כאשר מזמינים כל יחידה בנפרד היא 4 ש"ח.

לכן, הכמות האופטימלית היא 100 יחידות ($= (40,000/4)^{0.5}$)

$$q = \sqrt{\frac{2cD}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 400}{8}} = 100 \quad \text{הצבה בנוסחה}$$

סך העלות TC , עבור כמות הזמנה אופטימלית, היא $\sqrt{2 \cdot 8 \cdot 100 \cdot 400} = 800$,
או, בחישוב ישיר,

$$400/100 \cdot 100 = 400 \quad \text{עלות ההזמנות היא}$$

$$100/2 \cdot 8 = \underline{400} \quad \text{עלות המלאי היא}$$

$$\underline{800} \quad \text{סך הכל}$$

תשובה 2

א. עלות היצור של פמוט אחד היא לא רלוונטית לקביעת הכמות שתיוצר בכל סדרה.

$$q = \sqrt{\frac{2cD}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,000 \cdot 10,000}{40}} = 2,000 \quad \text{הכמות בכל סדרה היא}$$

לכן, מספר הסדרות האופטימלי הוא 5 סדרות.

$$80,000 = \sqrt{2acD} = \sqrt{2 \cdot 40 \cdot 8,000 \cdot 10,000} \quad \text{ב. סך העלויות (ללא עלות היצור) הן}$$

$$1,200,000 = \quad \text{הוסף- עלות יצור } 10,000 \cdot 120$$

$$\underline{\underline{1,280,000}}$$

סך העלויות הוא

תשובה 3

כמות ההזמנה האופטימלית היא $(2*900*200,000/40)^{0.5} = 3,000$

עלות כוללת:

$$\begin{aligned} 140,000 &= (3000/2+2000)*40 && \text{עלות החזקת מלאי} \\ \underline{60,000} &= (200,000/3000*900) && \text{עלות הזמנות} \\ \text{₪ } 200,000 &&& \end{aligned}$$

תשובה 4

סך העלויות של הזמנות מלאי והחזקת מלאי, באופטימום, הוא $TC^* = \sqrt{2acD}$.
לכן, אם הביקוש יגדל ב- 10% וגם עלות התחזוקה תגדל ב- 10%, נקבל כי

$$q^* = \sqrt{\frac{2c(1.1D)}{1.1a}} = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$$

כמו כן,

$$TC^* = \sqrt{2(1.1a)c(1.1D)} = 1.1\sqrt{2acD}$$

לכן, סך העלויות אכן יעלה ב- 10%.

תשובה 5

הקיטון במחיר המכירה אינו רלוונטי לעלויות המלאי.

כמו כן, השינוי בעלויות הקבועות של תחזוקת המלאי לא משפיע על הכמות האופטימלית.

$$q = \sqrt{\frac{2c(1.2D)}{1.1a}} = \sqrt{\frac{2cD}{a}} \sqrt{\frac{1.2}{1.1}} = 100,000 * 1.04446 = 104,446 \quad \Leftarrow q = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$$

לכן, רמת המלאי הממוצעת תהיה 52,223 יחידות.

תשובה 6

ש"ח	5	עלות יחידה במלאי	10 ש"ח ליחידה <===	1-799 יחידות (אזור 1)
ש"ח	4	עלות יחידה במלאי	8 ש"ח ליחידה <===	800-2499 (אזור 2)
ש"ח	3	עלות יחידה במלאי	6 ש"ח ליחידה. <===	2500 ומעלה (אזור 3)

כיוון שמחיר הרכישה אינו משתנה באופן רציף, עלינו לבדוק לכל אזור בנפרד.

נתחיל באזור 0-799 יחידות. נקבל כי הכמות האופטימלית היא $(2*12,000*800/5)^{0.5}=1,960$. מספר זה של יחידות לא נמצא באזור.

סך העלויות עבור 799 יחידות להזמנה הוא $12000*10+799/2*5+12000/799*800=134,013$

באזור 800-2499 יחידות נקבל כי הכמות האופטימלית היא נקודה פנימית:
 $(2*12,000*800/4)^{0.5}=2,191$

סך העלויות הוא $12,000*8+2191/2*4+12000/2191*800=104,764$

העלות האופטימלית של ההזמנות

$(2*4*800*12,000)^{0.5}=8,764$	והחזקת המלאי היא
$12,000*8=96,000$	הוסף- עלות המלאי עצמו
104,764	סך כל העלויות

באזור 2,500 ומעלה יחידות נקבל כי הכמות האופטימלית היא נקודה פנימית:
 $(2*12,000*800/3)^{0.5}=2,530$

סך העלויות הוא $12,000*6+2530/2*3+12000/2530*800=79,590$

העלות האופטימלית של ההזמנות

$(2*3*800*12,000)^{0.5}=7,590$	והחזקת המלאי היא
$12,000*6=72,000$	הוסף- עלות המלאי עצמו
79,590	סך כל העלויות

מסקנה: כמות ההזמנה האופטימלית היא 2,530 יחידות.

תשובה 7

א. נחפש את הכמות האופטימלית לכל אחד מ"קטעים".

תחום 1: כמות יחידות עד 1000

עלות החזקת יחידה אחת במלאי היא $50 \cdot 12\% = 6$ ₪.
לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא $1,155 = (2 \cdot 200 \cdot 20,000 / 6)^{0.5}$.
מחוץ לתחום.

תחום 2: כמות יחידות בין 1001-5000

עלות החזקת יחידה אחת במלאי היא $45 \cdot 12\% = 5.40$ ₪.
לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא $1,217 = (2 \cdot 200 \cdot 20,000 / 5.4)^{0.5}$.
נקודה פנימית בתחום.

תחום 3: כמות יחידות מעל ל- 5000

עלות החזקת יחידה אחת במלאי היא $40 \cdot 12\% = 4.80$ ₪.
לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא $1,291 = (2 \cdot 200 \cdot 20,000 / 4.8)^{0.5}$.
מחוץ לתחום.

קיבלנו כי בתחום 1 כדאי להזמין כמות גדולה יותר מ- 1000 יחידות, בתחום 3 כדאי להזמין פחות מ- 5,000 יחידות.

האם זה אומר כי הפתרון האופטימלי הוא 1,217? לא נכון. יש לבדוק את נקודות הקצה.
אין צורך לבדוק את הנקודות 1,001, 5000, כיוון שברור כי 1217 עדיף, אבל יש לבדוק את נקודות 1,000, 5001.

ב. עלות כוללת בנקודות הקצה של התחומים

<u>כמות הזמנה</u>	<u>עלות רכישה</u>	<u>עלות הזמנות</u>	<u>עלות תחזוקה</u>	<u>סך עלויות</u>
1,000	1,000,000	4,000	3,000	1,007,000
1,217	900,000	3,287	3,286	906,573
5,001	800,000	800	12,002	812,802

הפתרון האופטימלי הוא הזמנה בגודל 5001 יחידות.
בדוגמא זאת, עלויות הרכישה של המלאי הן הגורם המכריע. עלויות ההזמנות ותחזוקת המלאי הן זניחות לעומת החיסכון בעלויות הרכישה.

תשובה 8

כמות ההזמנה האופטימלית היא 100 יחידות ($(40,000/4)^{0.5} = 100$)
הביקוש המקסימלי בתקופת ההספקה הוא $2.1111 \cdot 36 = 76$ יחידות. כיוון שעלות המחסור היא מאד גבוהה ואין לאפשר מחסור, נקודת ההזמנה תהיה 76 יחידות.

רמת מלאי הביטחון היא עודף נקודת ההזמנה על הכמות הממוצעת המבוקשת בתקופת ההזמנה. הכמות הממוצעת המבוקשת היא מכפלת מספר הימים הממוצע בביקוש הממוצע ליום (בהנחה שאין תלות בין המשתנים). לכן, מלאי הביטחון הוא

$$76 - 20.25 \cdot 1.1111 = 76 - 22.5 = 53.5$$

רמת המלאי המינימלית תהיה כאשר הביקוש בתקופת ההספקה הוא מקסימלי. לכן, נקבל רמת מלאי מינימום 0 יחידות.

רמת המלאי המקסימלית תהיה כאשר הביקוש בתקופת ההספקה הוא מינימלי. הביקוש המינימלי בתקופת ההספקה הוא $0.1111 \cdot 9 = 1$ יחידה. לכן, רמת המלאי המקסימלית היא 175.

עלות ההזמנות היא $400/100 \cdot 100 = 400$

עלות החזקת המלאי היא $(100/2 + 53.5) \cdot 8 = 828$

סך כל העלויות הוא 1,228 ₪.

תשובה 9

עלות מחסור של יחידה אחת לכל השנה היא $75 \cdot 5 = 375$ ₪.

יחס בין עלות החזקת מלאי לעלות מחסור הוא $50/375 = 13.33\%$

<u>סיכוי שיהיה מחסור</u>	<u>רמת מלאי ביטחון</u>
40%	10
20%	20
10%	40
5%	80

כדאי להגדיל את מלאי הביטחון אם הסיכוי למחסור גבוה מ-13.33%.

לכן, ברמת מלאי ביטחון 20-39 כדאי להגדיל את מלאי הביטחון ($13.33\% < 20\%$)

מסקנה: רמת מלאי הביטחון האופטימלית היא 40 יחידות.

תשובה 10

כמות ההזמנה האופטימלית היא 100 יחידות ($= ((2*100*400/8)^{0.5})$)
זמן ההספקה הממוצע הוא 18 יום. לכן, נקודת ההזמנה ללא מלאי ביטחון היא 20 יחידות
($400*18/360$).

עלות שנתית של יחידה במחסור היא $10*400/100 = 40$ ש"ח.
יחס בין עלות החזקת מלאי לעלות מחסור הוא $8/40=20\%$

יחידות ביקוש	זמן אספקה	סיכוי
0	0 (מייד)	10%
10	9 יום	15%
20	18 יום	50%
30	27 יום	15%
40	36 יום	10%

עבור נקודת הזמנה = 20 יחידות נקבל כי סיכוי המחסור הוא $25\% < 20\%$.
מסקנה, נקודת ההזמנה האופטימלית היא 30 יחידות. דהיינו- מלאי ביטחון של 10 יחידות.

תשובה 11

כמות ההזמנה האופטימלית היא 433 יחידות $= (2*3,000*125/4)^{0.5}$
מספר ההזמנות בשנה הוא $3,000/433 = 6.93$ הזמנות.
עלות יחידה במחסור לכל השנה היא $6.93*2 = 13.86$ ש"ח.

היחס בין עלות החזקת מלאי לעלות מחסור הוא $4/13.86 = 0.29$
לכן, עבור נקודת הזמנה של 240 יחידות נקבל כי כדאי להגדיל את מלאי הביטחון ($0.29 < 30\%$).
נקודת ההזמנה האופטימלית היא 280 יחידות; דהיינו- מלאי ביטחון הינו 40.

תשובה 12

$$. (2 \cdot 50 \cdot 9,000 / 5)^{0.5} = 424 \text{ כמות ההזמנה האופטימלית היא}$$

הביקוש הממוצע ל- 5 ימים הוא 150 יחידות. לכן, ללא מלאי ביטחון, נקודת ההזמנה תהיה כאשר רמת המלאי היא 150 יחידות.

אם עלות יחידה במחסור היא 2 ש"ח, ויש $9,000/424$ הזמנות בשנה, הרי שעלות יחידה במחסור במונחים שנתיים היא $9000/424 \cdot 2 = 42.45$. היחס בין עלות המלאי לעלות המחסור הוא $5/42.45 = 0.12$

עבור נקודת הזמנה של 200 יחידות נקבל כי סיכוי המחסור הוא $0.12 < 15\%$. לכן, המסקנה היא שכדאי להגדיל את מלאי הביטחון. נקודת ההזמנה האופטימלית היא 250 יחידות (מלאי ביטחון הוא 100 יחידות)

תשובה 13

$$Q^* = \frac{\sqrt{2cD}}{\sqrt{\left(1 - \frac{d}{q}\right)^a}} = \frac{\sqrt{2 \cdot 350 \cdot 10,000}}{\sqrt{\left(1 - \frac{4}{8}\right)^{14}}} = 1,000$$

מה סך העלות האופטימלית?

$$\cdot \sqrt{2a \left(1 - \frac{d}{q}\right) cD} = \sqrt{2 \cdot 14 \cdot \left(1 - \frac{4}{8}\right) \cdot 350 \cdot 10,000} = 7,000$$

או, בחישוב ישיר:

מספר הימים להספקת כל הזמנה הוא $125 = 1,000/8$ יום. רמת המלאי המקסימלית היא 500 יחידות ($= (8-4) \cdot 125$). לכן, רמת המלאי הממוצעת היא 250 יחידות. מספר ההזמנות הוא $10 = 10,000/1,000$.

$$\begin{aligned} \text{עלות החזקת המלאי היא } 14 \cdot 250 &= 3,500 \text{ ש"ח.} \\ \text{עלות ההזמנות היא } 350 \cdot 10 &= 3,500 \\ 7,000 & \end{aligned}$$

תשובה 14

הביקוש השנתי הוא 20,000 יחידות, ועלות הזמנה היא 200 ₪.
עלות החזקת יחידה במלאי לכל השנה היא $31.5 = 12 + 13\% * 150$.
לכן, כמות ההזמנה האופטימאלית היא $504 = (2 * 200 * 20,000 / 31.5)^{0.5}$

תשובה 15

החברה הזמינה בכל פעם 504 יחידות אבל כיוון שהביקוש היה חריג אז בוצעו יותר הזמנות. לכן, החריגה הייתה בעלות ביצוע ההזמנות ולא בעלות החזקת המלאי.
נתון כי העלות בפועל גבוהה יותר ב- 500 ₪. כל הזמנה עולה 200 ₪.
לכן, בוצעו עוד $500 / 200 = 2.5$ הזמנות נוספות.
הכמות הנוספת שהוזמנה היא $504 * 2.5 = 1,260$ יחידות.
לכן, סך הביקוש השנתי בפועל היה $20,000 + 1,260 = 21,260$

פתרון בדרך חלופית:

סך עלות ההחזקת המלאי לפי התכנון $20,000 / 504 * 200 = 7,937$
העלות בפועל הייתה $7,937 + 500 = 8,437$ ₪.
נסמן את הביקוש בפועל באות M, ונקבל כי $8,437 = (M / 504) * 200$
 $21,260 = M$

תשובה 16

תוחלת הפרמיה היא $13.9\% = 6\% * 15\% + 10\% * 10\% + 16\% * 75\%$
לכן, תוחלת עלות החזקת יחידה במלאי היא $32.85 = 12 + 13.9\% * 150$
לכן, כמות ההזמנה האופטימאלית היא $494 = (2 * 200 * 20,000 / 32.85)^{0.5}$

תשובה 17

גודל סדרת יצור אופטימלי הוא $5000 = (2 * 1500 * 40000 / 4.8)^{0.5}$
לכן, מספר סדרות היצור הוא $8 = 40,000 / 5000$ סדרות.

תשובה 18

החיסכון הוא ההפרש בין העלויות.

לפני יישום הצעות היועץ:

7500	עלות סדרות היצור
<u>19200</u>	עלות אחזקת מלאי (4.8*4000)
<u>26,700</u>	סך עלויות

לאחר יישום הצעות היועץ:

12000	עלות סדרות היצור
<u>12000</u>	עלות אחזקת מלאי (4.8*2500)
<u>24,000</u>	סך עלויות

לכן, החיסכון בעלויות הוא 2.700 ₪.

תשובה 19

4,000,000	מכירות
3,200,000	עלות יצור משתנה (40000*80)
<u>24,000</u>	עלות סדרות יצור+עלות תחזוקה
<u>3,224,000</u>	סך עלויות
776,000	רווח

תשובה 20

הביקוש השנתי הוא $12 \times 2025 = 24,300$ יחידות

כמות הזמנה אופטימאלית היא $180 = (2 \times 2.4 \times 24,300 / 3.6)^{0.5}$

מספר ההזמנות בשנה הוא $135 = 24,300 / 180$

עלות ביצוע הזמנות בשנה $324 = 135 \times 2.4$

תשובה 21

תשובות 1+2 נכונות.

תשובה 22

כיוון שבכל פעם החברה מזמינה 180 יחידות הרי שעלות החזקת המלאי לא משתנה.
עלות ההזמנות גדילה ב- 20%.

לכן, סך עלות המלאי (הזמנות+החזקה) היה בפועל $1.2 \cdot 324 + 324 = 712.8$ ₪.
אם היו יודעים מראש שכמות המבוקשת היא $1.2 \cdot 24300 = 29160$ יחידות לשנה, אז העלות
הכוללת האופטימאלית הייתה $(2 \cdot 3.6 \cdot 2.4 \cdot 29160)^{0.5} = 709.85$
לכן, עלות הטעות היא רק 3 ₪.

תשובות 23-24

העלות השנתית הכוללת של החזקת מלאי + רכישת מלאי היא מינימאלית עבור כמות הזמנה של
440 יחידות.

סך עלות	עלות הקניה	עלות החזקת מלאי	עלות החזקת של יחידה	מיחר יחידה	כמות מוזמנת
2,138,400	2,112,000	26,400	240	800	220
2,099,856	2,048,640	51,216	233	776	440
2,114,508	2,038,080	76,428	232	772	660
2,128,896	2,027,520	101,376	230	768	880

תשובה 25

סך עלות	עלות הזמנות	עלות הקניה	עלות החזקת מלאי	עלות החזקת של יחידה	מיחר יחידה	כמות מוזמנת
2,067,480	36,000	2,006,400	25,080	228	760	220
2,074,560	18,000	2,006,400	50,160	228	760	440
2,093,640	12,000	2,006,400	75,240	228	760	660
2,115,720	9,000	2,006,400	100,320	228	760	880

תשובה 26

עלות ההובלה המשתנה בסך 1 ש"ח ליחידה אינה רלבנטית כיוון שהיא שקולה לגידול בעלות המוצר.

C=800 עלות הזמנה היא

D=200,000 ביקוש שנתי הוא

a= 3 עלות אחזקה

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a}} = (2 \cdot 800 \cdot 200000 / 3)^{0.5} = 10,328 \quad \text{כמות הזמנה אופטימאלית היא}$$

$$200,000 / 10,000 \cdot 800 + 10,000 / 2 \cdot 3 = \quad \text{סך העלות (הזמנה + החזקה) עבור 10,000 יחידות היא}$$

31,000

$$200,000 / 11,000 \cdot 800 + 11,000 / 2 \cdot 3 = \quad \text{סך העלות (הזמנה + החזקה) עבור 11,000 יחידות היא}$$

31,045

לכן, הפתרון האופטימאלי הוא 10,000 יחידות.

תשובה 27

C=6,000 עלות הזמנה היא

D=200,000 ביקוש שנתי הוא

a= 3 עלות אחזקה

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a}} = (2 \cdot 6000 \cdot 200000 / 3)^{0.5} = 28,284 \quad \text{כמות הזמנה אופטימאלית היא}$$

$$200,000 / 28,000 \cdot 6000 + 28,000 / 2 \cdot 3 = \quad \text{סך העלות (הזמנה + החזקה) עבור 28,000 יחידות היא}$$

84,857

$$200,000 / 29,000 \cdot 6000 + 29,000 / 2 \cdot 3 = \quad \text{סך העלות (הזמנה + החזקה) עבור 29,000 יחידות היא}$$

84,879

לכן, כמות ההזמנה האופטימאלית היא 28,000 יחידות.

$$\begin{array}{r} 5,200,000 \\ \underline{31,000} \\ 5,231,000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,000,000 \\ \underline{84,857} \\ 5,084,857 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{סך העלויות בהובלה אווירית הוא} \\ \text{עלות היחידות (25+1) * 200,000 =} \\ \text{עלות הזמנה + החזקה} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{סך העלויות בהובלה ימית הוא} \\ \text{עלות היחידות (25) * 200,000 =} \\ \text{עלות הזמנה + החזקה} \end{array}$$

לכן, מעבר להובלה ימית מגדיל את הרווח השנתי ב- $146,143 = 5,231,000 - 5,084,857$

תשובה 28

מלאי הביטחון הוא 15 יחידות = 70-55

עלות החזקת המלאי היא $12,640 = (760/2 + 15) \cdot 32$

תשובה 29

זמן האספקה הממוצע הוא 18 יום. הביקוש ל- 18 יום הוא $400 * 18/360 = 20$ יחידות. לכן, ללא מלאי ביטחון, נקודת ההזמנה היא 20 יחידות.

תשובה 30

$$q^* = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$$

כמות ההזמנה האופטימלית היא $(2 * 100 * 400 / 8)^{0.5} = 141.421$.

כיוון שניתן לרכוש מלאי בקפיצות של 5 יחידות, נבדוק את 140 לעומת 145.

$$400/140 * 100 + 140/2 * 4 = 565.71$$

$$400/145 * 100 + 145/2 * 4 = 565.86$$

אם נבדוק את הנקודות האחרות נקבל עלות כוללת גבוהה יותר.

$$400/130 * 100 + 130/2 * 4 = 567.69$$

$$400/135 * 100 + 135/2 * 4 = 566.3$$

תשובה 31

$$\frac{\text{עלות החזקת מלאי}}{\text{עלות מחסור מלאי}} < \text{סיכוי מחסור}$$

עלות החזקת יחידה במלאי לכל השנה היא 4 שקלים

עלות מחסור של יחידה היא 25 שקל. אבל מספר ההזמנות בשנה הוא $400/140$. לכן, עלות

המחסור השנתית היא $25 * 400 / 140 = 71.43$ שקל.

לכן, היחס בין עלות אחזקת מלאי לעלות מחסור הוא $4/71.43 = 0.06$

מכאן שאם הסיכוי למחסור הוא גבוה מ- 6% אז כדאי להגדיל את מלאי הבטחון.

ניתן לראות כי אם נקודת ההזמנה תהיה ב- 30 יחידות אז הסיכוי למחסור הוא $6\% < 10\%$.

לכן, נקודת ההזמנה היא 40 יחידות. במילים אחרות, **מלאי הביטחון הוא 20 יחידות.**

פתרון בדרך חלופית יתן תוצאה זהה אם נבדוק את תוחלת ההוצאות לכל רמה של מלאי בטחון.

תשובה 32

כמות ההזמנה היא במנות של טון (כל משאית = 1 טון).
הביקוש השנתי הוא 500 טון.
עלות החזקה של טון במלאי היא 10,000 ₪.
עלות ביצוע הזמנה היא 40 ₪.

לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא $2 = (2 \cdot 40 \cdot 500 / 10,000)^{0.5}$.

תשובה 33

נקודת ההזמנה שנדרשת כדי שלא יהיה מחסור היא $50,000 = 20 \cdot 2500$ יחידות.
במילים אחרות, כאשר החברה רואה שיש רק 50,000 יחידות במלאי היא מבצעת הזמנה.

המלאי יגיע למקסימום כאשר הביקוש בתקופת ההזמנה הוא מינימאלי.
תקופת ההזמנה היא 20 חודש. הביקוש המינימאלי בתקופה זו הוא $10,000 = 500 \cdot 20$ יחידות.
לכן, רמת המלאי תרד ל- 40,000 יחידות. ואז, החברה מקבלת את ההזמנה החדשה בסך 30,000 יחידות. לכן גובה המלאי מגיע ל- 70,000 יחידות.

תשובה 34

נניח כי הביקוש המקסימאלי לחודש הוא 2,500 יחידות בחודש.
הביקוש המקסימאלי בתקופת ההזמנה הוא $50,000 = 2,500 \cdot 20$ יחידות.
בנוסף, החברה רוצה מלאי רזרבי ל- 5 חודשי מכירה. המלאי הממוצע ב- 5 חודשים הוא 7,500 יחידות. לכן, נקודת ההזמנה היא $50,000 + 7,500 = 57,500$.

תשובה 35

הביקוש השנתי מחייב רכישה של 1,000 אריזות. לכן, כמות ההזמנה האופטימלית היא

$$(2 \cdot 80 \cdot 1,000 / 4)^{0.5} = 200$$

תשובה 36

סך עלויות המלאי הוא $1,200 / 200 \cdot 80 + 200 / 2 \cdot 4 = 880$

אילו היינו יודעים שהביקוש יהיה 1,200 אריזות, אז גודל ההזמנה האופטימאלי היה

$$219 = (2 \cdot 80 \cdot 1200 / 4)^{0.5}$$

$$1,200 / 219 \cdot 80 + 219 / 2 \cdot 4 = 876$$

לכן, הרווח היה גבוה יותר ב- 4 ₪.

תשובה 37

נניח כי הביקוש המקסימאלי ליום הוא $2,000/250 = 8$.
כיוון שתקופת ההזמנה היא 7 ימי עבודה, הביקוש המקסימאלי לתקופה זו הוא 56 יחידות.

תשובה 38

בהינתן נקודת ההזמנה של 56 יחידות, סך הצריכה הממוצעת בתקופת ההזמנה היא 42 יחידות.
לכן, כמות המלאי המינימאלית היא $56 - 42 = 14$ יחידות.

תשובה 39

גודל ההזמנה האופטימאלי הינו $q = \sqrt{\frac{2cD}{a}}$

מכאן נקבל כי $c = \frac{aq^2}{2D}$. לכן, $c = 25 * 10,000^2 / (2 * 50,000) = 25,000$

תשובה 40

נקודת ההזמנה האופטימאלית 2,400 לפי הצריכה המקסימאלית בתקופת ההזמנה.

תשובה 41

מלאי הביטחון הוא $2400 - 2000 = 400$
לכן, מספר היחידות הממוצע במלאי הוא $10,000/2 + 400 = 5,400$ יחידות.
עלות החזקת המלאי היא $25 * 5,400 = 135,000$ ₪.

תשובה 42

אנו יודעים כי הכמות הממוצעת של המלאי הייתה 80,000 יחידות. לכן, מספר היחידות בכל הזמנה היה 160,000 יחידות.

הכמות המוזמנת האופטימאלית החדשה תהיה

$$(2 * c * 1.23D / 1.15a)^{0.5} = 160,000 * (1.23 / 1.15)^{0.5} = 165,472$$

לכן, כמות ההזמנה האופטימאלית תגדל ב- 5,472 יחידות.

תשובה 43

עבור הביקוש שצפוי בשנת 2009 סך עלויות המלאי (הזמנה+החזקה) הינו 4,000 אלפי ש.ה.

$$\sqrt{2acD} = 4,000 \quad \text{לכן,}$$

גידול בהכנסות מעמלה 52,000*35% = 18,200
עלות הזמנה + תחזוקה של המכונות

$$8,050 = 3\sqrt{2ac\frac{1.35D}{3}} = \sqrt{3*1.35} * \sqrt{2acd} = 4000 * \sqrt{3*1.35}$$

4,000 בנכוי עלות הזמנה והחזקה לפני השינוי

4,050 גידול בהוצאות מלאי

14,150 גידול ברווח

תשובה 44

עבור הביקוש שצפוי בשנת 2009 סך עלויות המלאי (הזמנה+החזקה) הינו 2,600 אלפי ש.ה.

$$\sqrt{2acD} = 2,600 \quad \text{לכן,}$$

עלות הזמנה + תחזוקה של המכונות

$$5,565 = \sqrt{2ac\frac{1.35D}{3}} + 2\sqrt{2(1.2a)c\frac{1.35D}{3}} = 2600 * \sqrt{\frac{1.35}{3}} + 2 * 2600 * \sqrt{\frac{1.2 * 1.35}{3}}$$

2,600 בנכוי עלות הזמנה והחזקה לפני השינוי
2,965 גידול בהוצאות מלאי

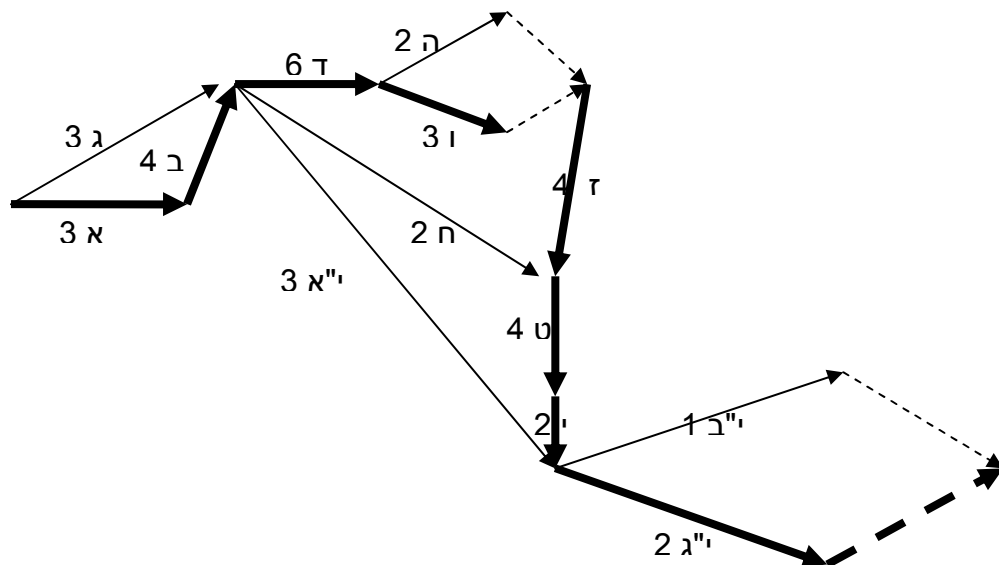
פרק 4: ניהול פרויקטים

תשובה 1

מסלול	אורך מסלול
אבדהזטי(י"ב)	26
אבדהזטי(י"ג)	27
אבדוזטי(י"ב)	27
אבדוזטי(י"ג)	28
אבחטי(י"ב)	16
אבחטי(י"ג)	17
אב(י"א)(י"ג)	12
אב(י"א)(י"ב)	11
גדהזטי(י"ב)	22
גדהזטי(י"ג)	23
גדוזטי(י"ב)	19
גדוזטי(י"ג)	20

לכן, המסלול הקריטי המסלול אבדוזטי(י"ג) ואורכו 28 שבועות.

פתרון ע"י שימוש ב- PERT



זמן ציפה

- משימה ג: 4 שבועות
- משימה ה: 1 שבוע
- משימה ח: 11 שבועות
- משימה י"א: 16 שבועות
- משימה י"ב: 1 שבוע

פתרון בדרך שימוש ב- GANTT

זמן לביצוע הפרוייקט כולו															קדם	זמן	שם המשימה	
															--	3	לאתר מקום מתאים לבניה ולרוכשו	א
															א	4	להכין תוכניות אדריכליות	ב
															--	3	לקבל הצעות לעבודת שלד ולבחור קבלן שלד	ג
															ג, ב	6	בניית שלד	ד
															ד	2	צנרת חשמל	ה
															ד	3	צנרת מים	ו
															ו, ה	4	טיח	ז
															ב	2	קבלת הצעות ריצוף ובחירה	ח
															ח, ז	4	ריצוף	ט
															ט	2	צבע יסוד + שכבה נוספת	י
															ב	3	קבלת הצעות אלומיניום ובחירה	י"א
															י, י"א	1	התקנת אלומיניום	י"ב
															י	2	רכישת דלתות והתקנה	י"ג

פתרון ללא ציורים

ניתן לפתור בעיה זו ללא "ציורים". נסקור את כל מסלולים האפשריים, ונחשב את האורך של כל מסלול.

בניית המסלולים נעשית לפי דרישות הקדם.

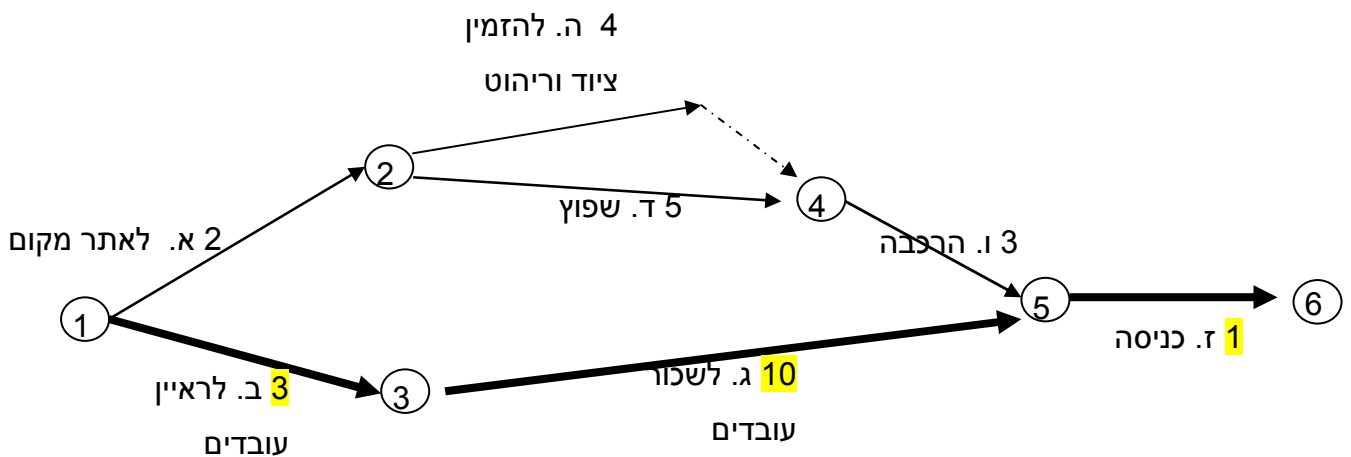
אורך מסלול

11	אדוז
10	אהוז
14	בגז

לכן, המסלול הקריטי הוא **בגז** (לראיין עובדים, לשכור עובדים ולהדריכם, לבצע כניסה) ואורכו הוא 14 שבועות.

לכל משימה שאיננה במסלול הקריטי יש זמן ציפה.

פתרון בדרך של שימוש ב- PERT



המסלול הקריטי הוא לראיין עובדים, לשכור עובדים ולהדריכם, וכניסה.

אורך המסלול הקריטי הוא 14 שבועות.

למשימות של המסלול הקריטי אין זמן ציפה. במילים אחרות, כל איחור יגרום לאחור בפרוייקט כולו.

זמן הציפה של א, ד, או ו הוא 3.

זמן הציפה של ה הוא 4.

פתרון בדרך שימוש ב- GANTT

זמן לביצוע הפרוייקט כולו										שם המשימה	זמן	משימות מקדימות
										א	2	אין
										ב	3	אין
										ג	10	ב
										ד	5	א
										ה	4	א
										ו	3	ד, ה
										ז	1	ג, ו

ניתן לראות כי המסלול הקריטי הוא משימות ב, ג, ז

תשובה 3

פתרון ללא ציורים

ניתן לפתור בעיה זו ללא "ציורים". נסקור את כל מסלולים האפשריים, ונחשב את האורך של כל מסלול.
בניית המסלולים נעשית לפי דרישות הקדם.

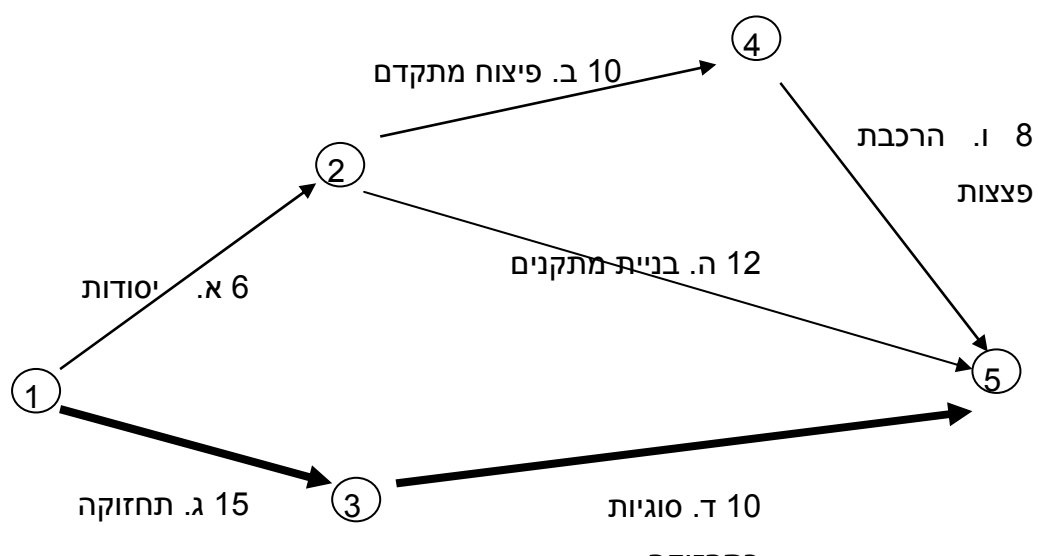
אורך מסלול	
24	אבו
18	אה
25	גד

לכן, המסלול הקריטי הוא **גד** ואורכו הוא 25 שבועות.
לכל קורס שאיננו במסלול הקריטי יש זמן ציפה.

זמן הציפה למסלול **אה** הוא 7 שבועות.

זמן הציפה למסלול **אבו** הוא 1 שבוע.

פתרון בדרך של שימוש ב- PERT

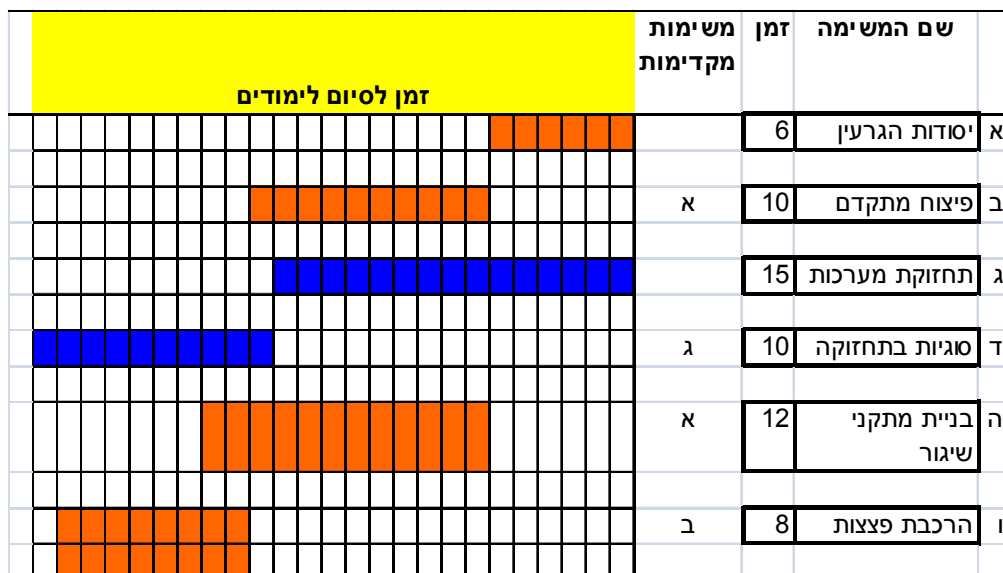


המסלול הקריטי הוא **גד**: קורסים תחזוקה, סוגיות בתחזוקה.

אורך המסלול הקריטי הוא 25 שבועות.
 למשימות של המסלול הקריטי אין זמן ציפה. במילים אחרות, כל איחור יגרום לאחור בפרוייקט כולו.

זמן ציפה של אבו = 1 שבוע
 זמן ציפה של ה הוא 7 שבועות.

לוח GANTT



ניתן לראות כי המסלול הקריטי הוא תחזוקת מערכות, וסוגיות בתחזוקה.
 אורך המסלול הקריטי הוא 25 שבועות.

תשובה 4

להלן המסלולים האפשריים ומשך ביצועם:

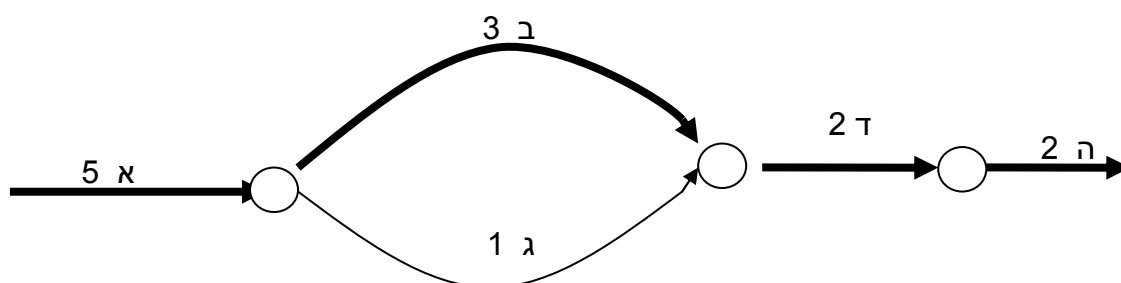
אבדה 12 שבועות

אגדה 10 שבועות

לכן, המסלול הקריטי הוא אבדה.

זמן הציפה של פעילות ג הוא 2 שבועות. (פעילויות אחרות נמצאות על הנתיב הקריטי וזמן הציפה שלהן הוא 0).

תרשים PERT



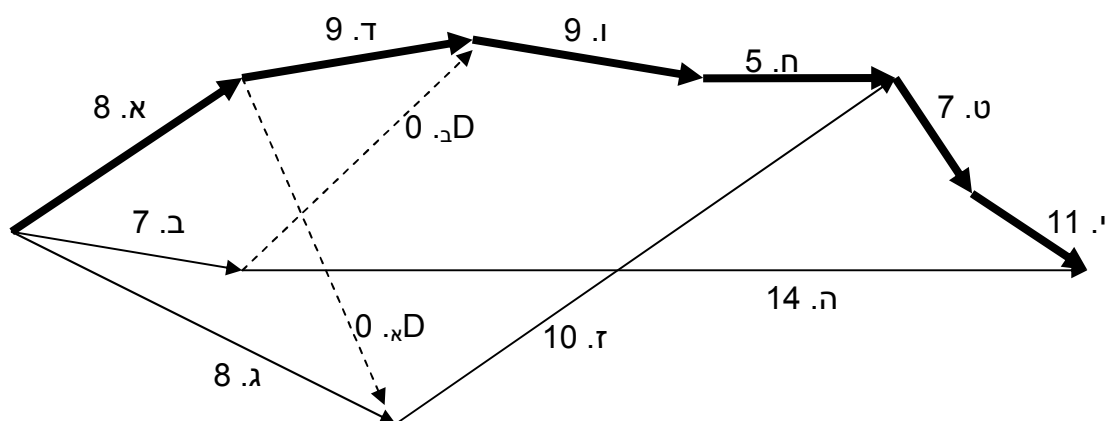
פתרון בדרך שימוש ב-GANTT

שם המשימה	זמן	קדם	זמן לביצוע הפרוייקט כולו
א שלד	5	--	5
ב אינסלציה	3	א	5
ג חשמל	1	--	5
ד ריצוף	2	ג, ב	5
ה צבע	2	ד	5

תשובה 5

פעילות	תנאי קדם	זמן ממוצע
א7	--	8
ב	--	7
ג	--	8
ד	א	9
ה	ב	14
ו	ד	9
ז	א, ג	10
ח	ו, ב	5
ט	ח, ז	7
י	ט	11

תרשים PERT סטנדרטי



בגלל הכפילויות של תנאי הקדם (ראו בטבלה לעיל, בצבע צהוב, או בצבע ירוק) נוצר צורך להוסיף לתרשים פעילויות דמי D_{α} ו- D_{β} . פעילויות אלה הן לצורך תנאי קדם בלבד ואורך הזמן שהן דורשות הוא 0.

למעשה אנו מנסחים את הבעיה כאילו קיבלנו את הנתונים הבאים:

פעילות	תנאי קדם	זמן ממוצע

8	--	א
7	--	ב
8	--	ג
9	א	ד
14	ב	ה
9	ב _ד , ד	ו
10	א _ד , ג	ז
5	ו	ח
7	ח, ז	ט
11	ט	י
0	ב	ב _ד
0	א	א _ד

אורך הזמן הממוצע לביצוע הפרוייקט הוא 49 שבועות.

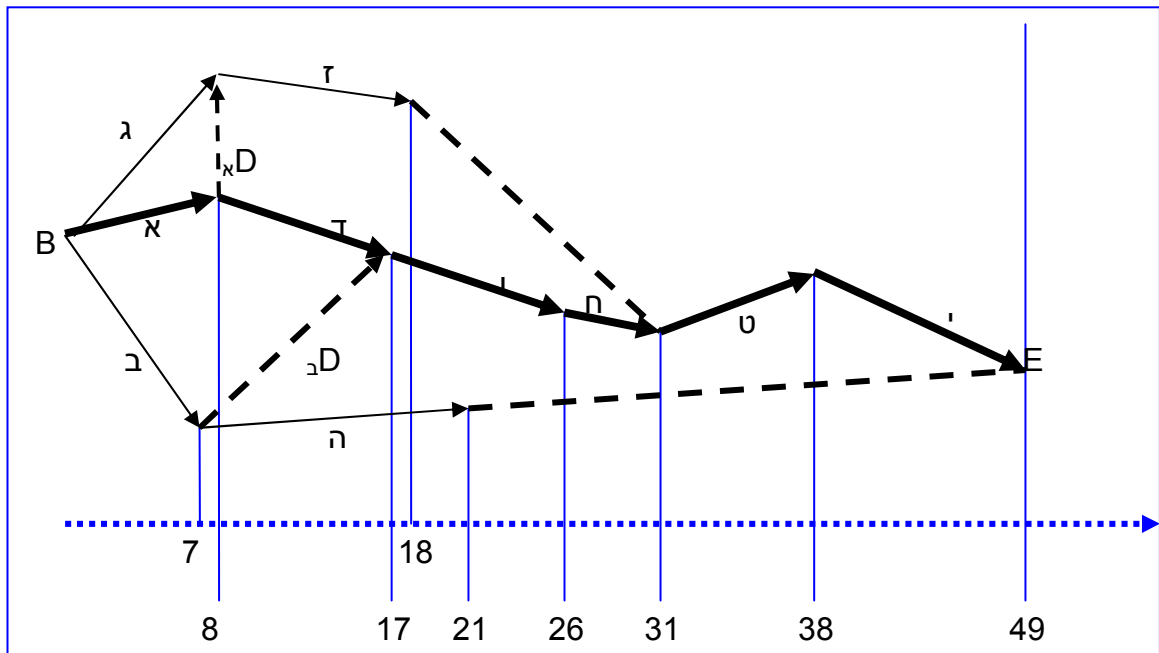
המסלול הקריטי הוא **אדוחטי**

זמן הציפה של פעילות ב הוא 10 שבועות.

זמן ציפה ה הוא 28 שבועות

זמן הציפה של פעילות ג+ז הוא 13 שבועות.

תרשים PERT – צור



ציור ה-PERT עבור דוגמא זו מצריך הכנסה לתרשים של "פעילויות דמי" שזמנן 0 כדי לתת ביטוי לתנאי קדם מסוימים.

נוסף חץ בין קודקודי הסיום של א, ג. (D_א)
נוסף חץ בין קודקודי הסיום של ב, ד. (D_ב)
הקו המקווקו (עבה) הוא זמן ציפה.

אורך הזמן הממוצע לביצוע הפרוייקט הוא 49 שבועות.

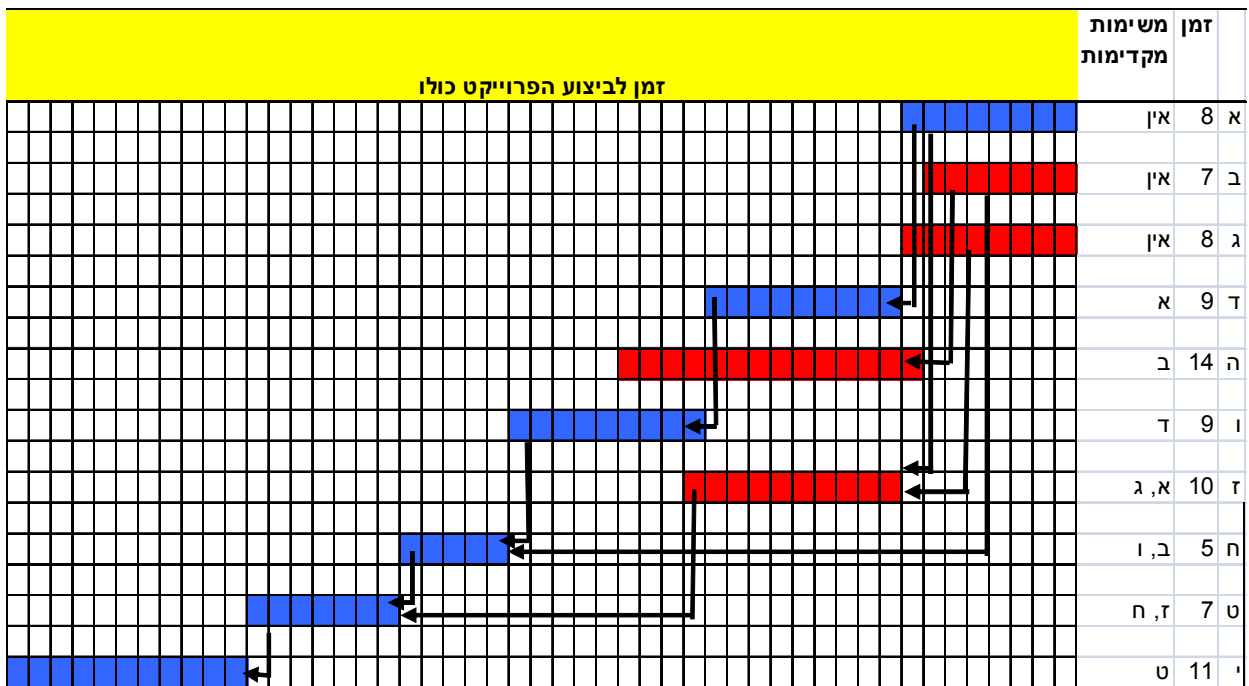
המסלול הקריטי הוא **אדוחטי**

זמן הציפה של פעילות ב הוא $10=17-7$

זמן הציפה של פעילות ב+ה הוא $28=49-21$ שבועות.

זמן הציפה של פעילות ג+z הוא $13=31-18$ שבועות.

פתרון בדרך Gantt



אורך הזמן הממוצע לביצוע הפרוייקט הוא 49 שבועות.

המסלול הקריטי הוא **אדוחטי**

זמן הציפה של פעילות ב הוא 19

זמן הציפה של פעילות ב+ה הוא 28 שבועות.

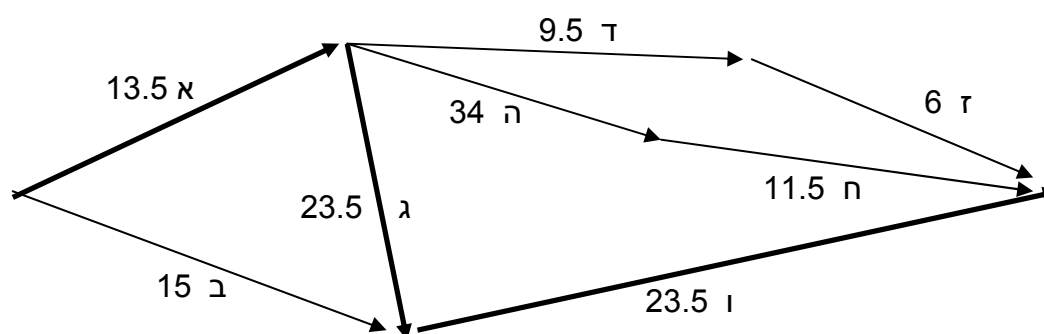
זמן הציפה של פעילות ג+ז הוא 13- שבועות.

אין טעם לקצר את פעילות ג' כיוון שזה לא יקצר את זמן הפרוייקט.

כדאי לקצר פעילות שנמצאת על המסלול הקריטי אם התועלת השולית מקיצור הזמן נמוכה מהעלות השולית.

תשובה 6

להלן תרשים PERT



המסלול הקריטי הוא א_ג_ו שאורכו 60.5. לכן, פרק הזמן המינימלי לסיום הפרוייקט הוא 60.5 חודשים.

תשובה 7

ניתן לדחות את פעילות ד ב- 31.5 $23.5+23.5-9.5-6 = 31.5$

תשובה 8

יש לקצר פעילויות לאורך המסלול הקריטי ב- 3 חודשים. בנוסף, יש לשים לב כי המסלול א_ה_ח לוקח 59 חודשים. לכן, אם מקצרים את המסלול הקריטי ב- 3 חודשים אז המסלול א_ה_ח הופך להיות המסלול הקריטי החדש ויש לקצר גם אותו.

ראשית נקצר את המסלול הקריטי א_ג_ו באופן הבא:

פעילות א' נקצר ב- 0.5 חודש (לא ניתן לקצר יותר), עלות הקיצור היא 500 ₪

פעילות ו נקצר ב- 0.5 חודש (לא ניתן לקצר יותר), עלות הקיצור היא 500 ₪

פעילות ג' נקצר ב- 2 חודשים, עלות הקיצור היא 2,400 ₪.

לאחר קיצורים אלה אורך המסלול א_ג_ו הוא 57.5 חודשים.

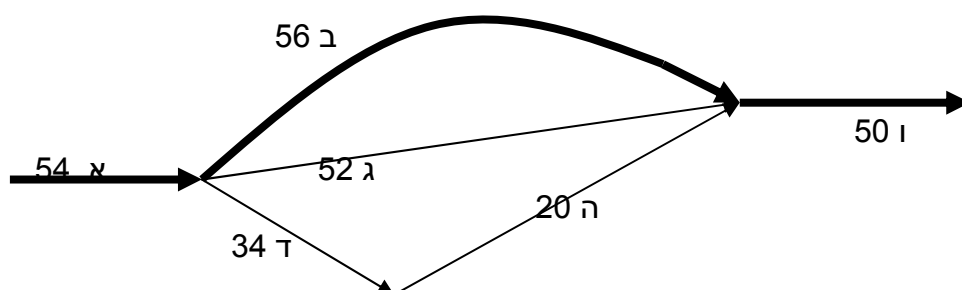
כיוון שנוצר מסלול קריטי חדש (המסלול א_ה_ח לוקח כעת, לאחר קיצור פעילות א, 58.5 חודשים), יש לקצר גם אותו ב- 1 חודש. הפעילות היחידה שניתנת לקיצור היא פעילות ה. לכן, נקצר אותה ב- 1 חודש. עלות הקיצור היא 1,500 ₪.

לסיכום, עלות קיצור הפרוייקט ב- 3 חודשים היא $500+500+2,400+1,500=4,900$

תשובה 9

ראינו בתשובה לשאלה קודמת כי בתקציב של 4,900 ניתן לקצר את הפרוייקט ב- 3 חודשים. אם נקבל תקציב נוסף בסך $2,700 = 7,600 - 4,900$ ₪ אז נוכל לקצר חודש נוסף בפרוייקט כולו. שימו לב כי כיוון שנוצרו שני מסלולים קריטיים יש לקצר את שניהם במקביל. נקצר את פעילות ג בחודש, עלות 1,200 ₪. ונקצר את פעילות ה בחודש, עלות 1,500 ₪. לסיכום, בתקציב של 7,600 ניתן לקצר את הפרוייקט ב- 4 חודשים.

תשובה 10



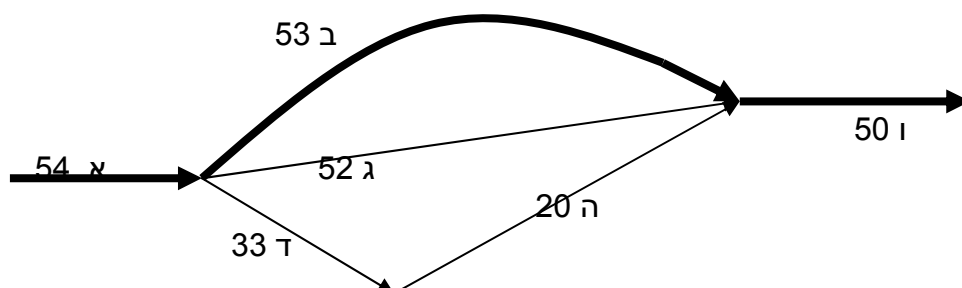
המסלול הקריטי הוא אבו וזמנו 160.

תשובה 11

4 שבועות

תשובה 12

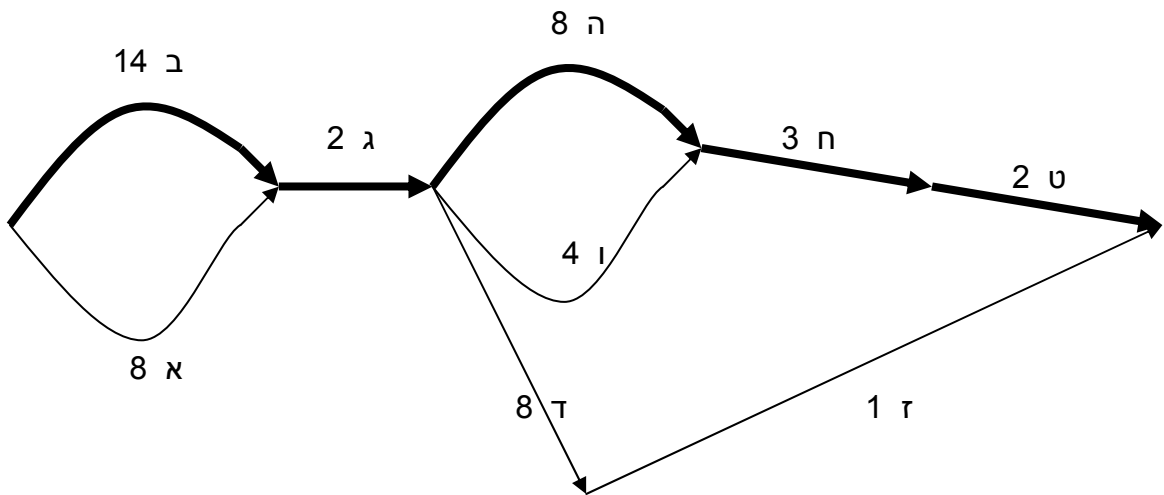
לאחר קיצור ל- 157



יש לקצר את 3 שבועות בפעילות ב' <== עלות 3,000
 יש לקצר 1 שבוע בפעילות ד <== עלות 8,000

1,400,000	תמורה מהפרוייקט
785,000	= 157*5000
376,000	עלות ביצוע השלבים
<u>11,000</u>	עלות קיצורים
<u>1,172,000</u>	
<u>228,000</u>	רווח

תשובה 13



אורך המסלול הקריטי הוא 29 ימים.

תשובה 14

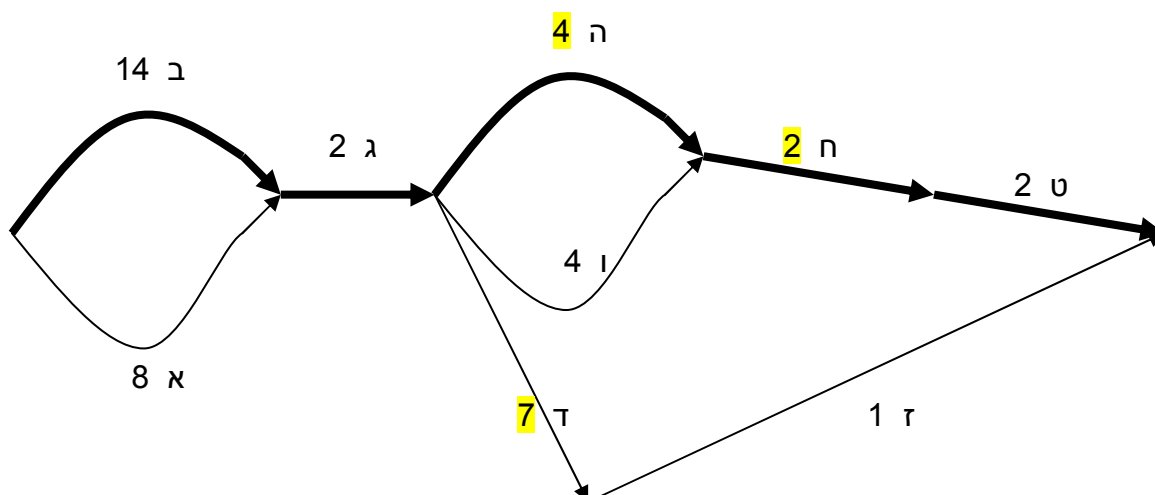
עלות הפעילות	עלות ליום \$	משך זמן לביצוע	שלב	
			הפעילות	ללא קיצור
12800	1,600	8	הכנת האוניה למבדוק	א
28000	2,000	14	הכנת המבדוק	ב
6000	3,000	2	העלאת האוניה למבדוק	ג
6400	800	8	הורדת טפילים וצביעת גוף	ד
12800	1,600	8	תיקוני מנוע והחלפת חלקים	ה
4800	1,200	4	בדיקת מדחף קדמי אחורי והיגוי	ו
600	600	1	החלפת אנודות אבץ	ז
4200	1,400	3	בדיקת מערכות בקרה בגשר פיקוד	ח
5400	2,700	2	הורדת האוניה למים	ט

81,000

עלות הפרוייקט ללא קיצור

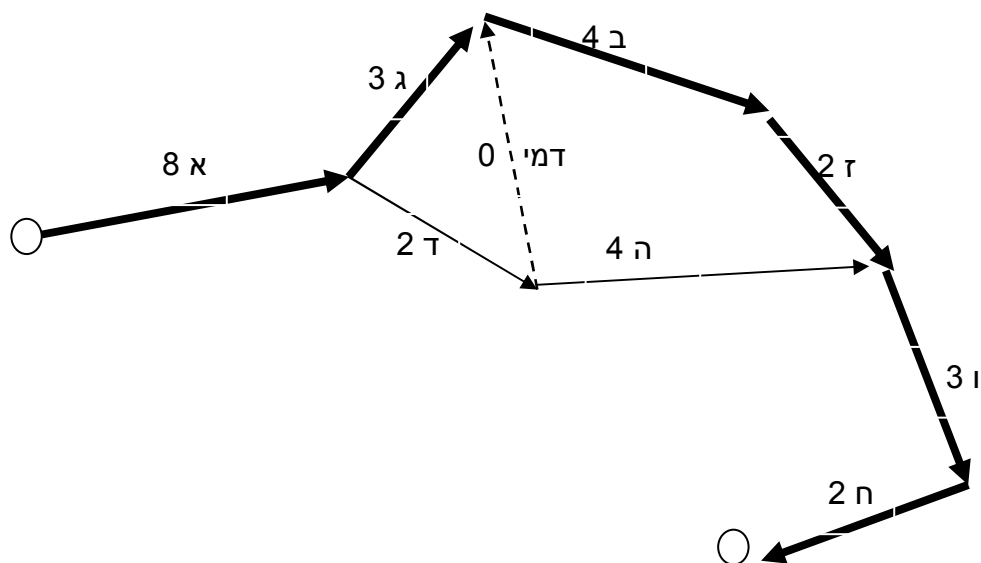
תשובה 15

נקצר את המסלול הקריטי ב- 5 ימים ע"י קיצור פעילות ח (1 יום) וקיצור פעילות ה (4 ימים) ונקצר את פעילות ד (1 יום)



עלות הקיצור היא $200 + 600 \cdot 4 + 440 = 3,040$ דולר.

תשובה 16



המסלול הקריטי הוא א_ג_ב_ז_ו_ח ואורכו 22 שבועות.

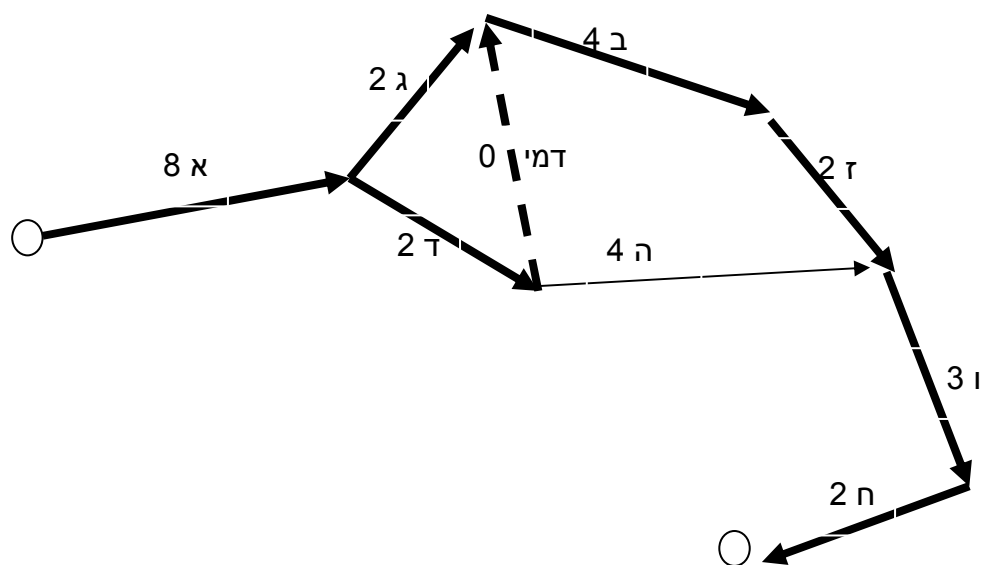
תשובה 17

זמן הציפה של עבודת הריצוף הוא 3 שבועות. אבל, אם החשמלאי יקצר בשבוע אז ניתן לדחות את עבודת הריצוף בעוד שבוע. לכן, ניתן לדחות את עבודת הריצוף ב- 4 שבועות.

תשובה 18

ראשית נקצר את פעילות ג' בשבוע.

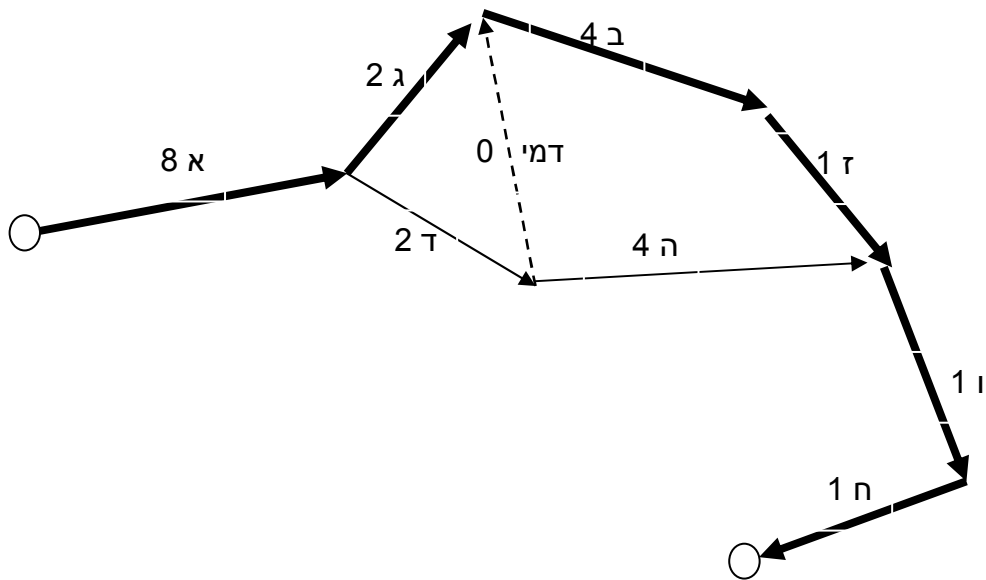
נקבל כי נוצר מסלול קריטי חדש א_ד_דמי_ב_ז_ו_ח



לא ניתן לקצר את פעילות ג בעוד שבוע. לכן, אין טעם לקצר את פעילות ד. נשאר לקצר בעוד 4 שבועות. לכן נבצע את הקיצורים הבאים:

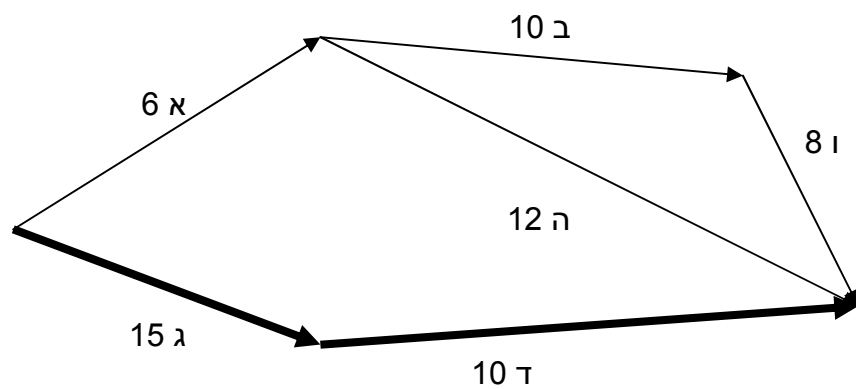
פעילות ו נקצר ב- 2 שבועות
 פעילות ז נקצר ב- 1 שבוע
 פעילות ח נקצר ב- 1 שבוע

סך כל העלויות לקיצור הפרוייקט הן $18,000 = 2000 + 2 \cdot 3000 + 4,000 + 6,000$.
 לאחר קיצורים אלה נקבל



הרווח יגדל ב- 32,000 ש"ח = $50,000 - 18,000$

תשובה 19



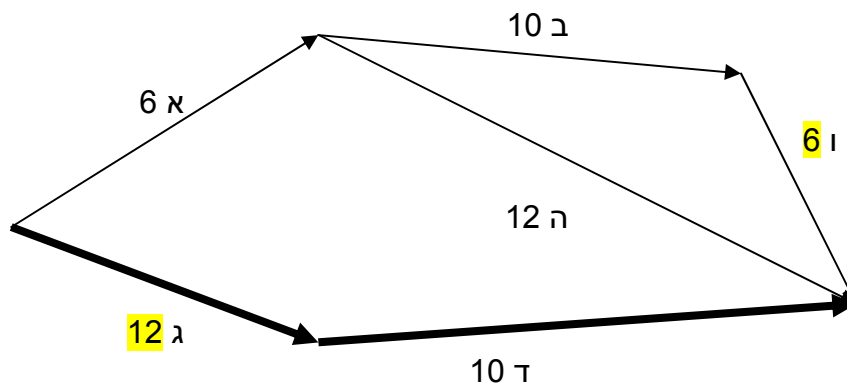
המסלול הקריטי הוא גד
 אורך המסלול הוא 25

תשובה 20

אורך המסלול אהו הוא 24. אורך המסלול הקריטי הוא 25. לכן, הוא יוכל לדחות את תקורס ו בשבוע אחד.

תשובה 21

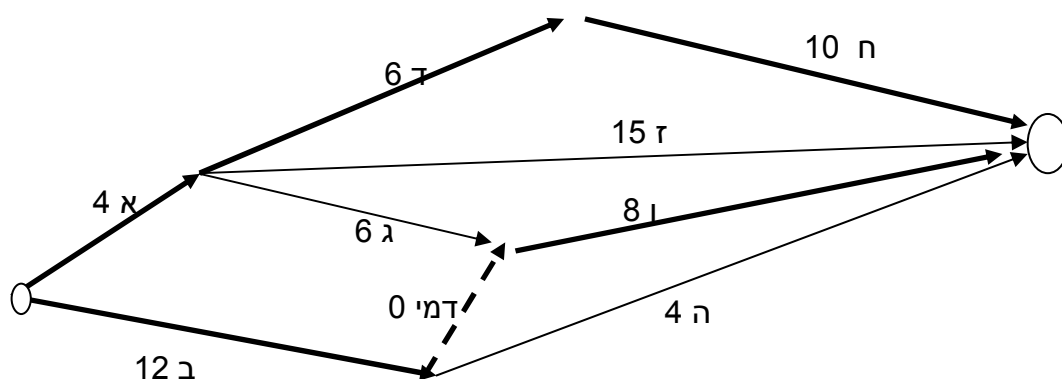
ראשית נקצר בשבוע אחד את ג (עלות 1000 ש"ח, נשאר תקציב 4,400)
נקצר בשבוע נוסף את ג ובשבוע נוסף את ו (עלות $1200 + 1000 = 2200$, נשאר תקציב 2200)
נקצר בשבוע נוסף את ג ובשבוע נוסף את ו (עלות $1200 + 1000 = 2200$, לא נשאר תקציב לקיצור נוסף)
לכן, משך הלימודים יקוצר בשלושה שבועות.
להלן התרשים לאחר הקיצורים:



משך הלימודים המקוצר הוא 22 שבועות.

תשובה 22

להלן תרשים PERT



אורך מסלולים:	
20	אדח
19	אז
18	אגו
16	בה
20	ב_דמי_ו

קיימים 2 מסלולים קריטיים. פרק הזמן המינימאלי לסיום הפרוייקט הוא 20 שבועות.

תשובה 23

פעולה ב' נמצאת על מסלול קריטי. לכן לא ניתן לדחות את פעולה זו בלי לעכב את הפרוייקט.

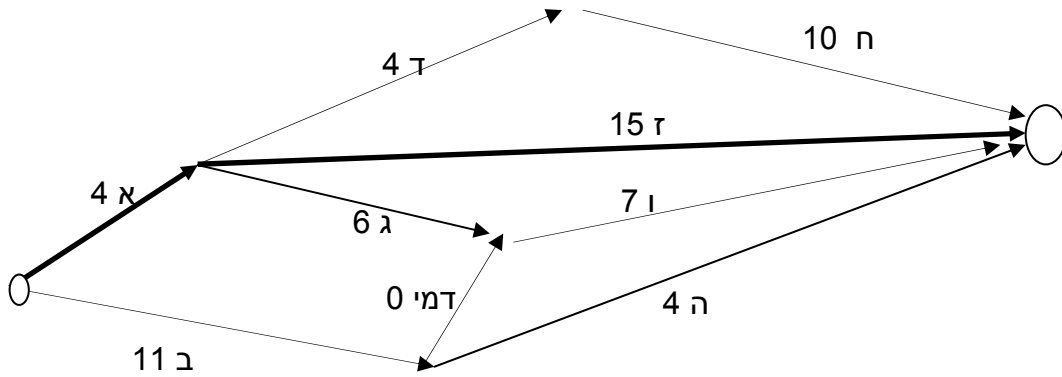
תשובה 24

אם רוצים לקצר את הפרוייקט בשבועיים אז צריך ראשית לקצר את 2 המסלולים הקריטיים בשבועיים.

במסלול אדח נקצר את פעילות ד ב- 2 שבועות.

במסלול ב_דמי_ו נקצר את פעילות ו בשבוע ואת פעילות ב בשבוע.

נקבל את התרשים הבא:



שימו לב כי נוצר מסלול קריטי חדש, אז, שלוקח 19 שבועות. לכן, יש צורך לקצר את פעילות ז' בשבוע אחד. מדובר בעלות נוספת בסך 100 ₪. ניתן לחסוך 50 ₪ אם במסלול אדח נקצר את פעילות ד' ב- 1 שבוע בלבד ונקצר את פעילות א' ב- 1 שבוע (במקום לקצר את פעילות א' ב- 2 שבועות).

לכן, הקיצורים האופטימאליים הם:

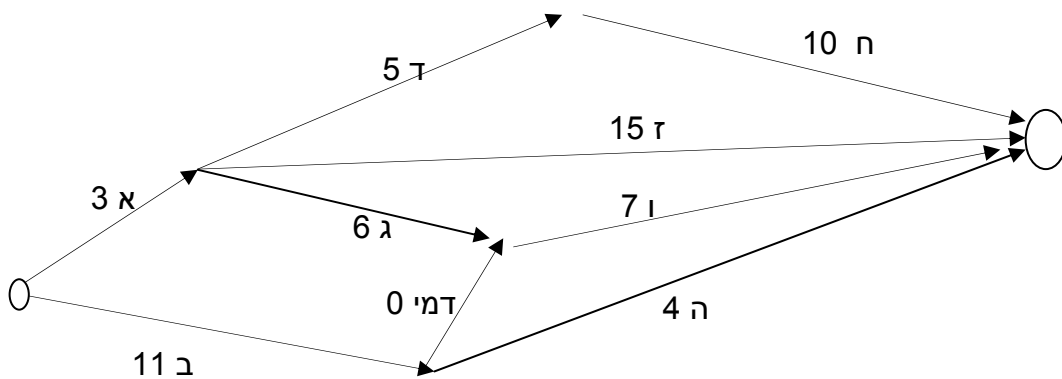
במסלול אדח נקצר את פעילויות א, ד, בשבוע כל אחת, סך העלות 550 ₪;

במסלול ב_דמי_ו נקצר את פעילות ו בשבוע ואת פעילות ב בשבוע סך עלות 1,000 ₪. (או לחלופין, נקצר את פעילות ב' בשבועיים, באותה עלות של 1,000 ₪)

סך עלות הקיצורים היא 1,550 ₪.

תשובה 25

לאחר קיצור בשבועיים קיבלנו



קיימים שלושה מסלולים קריטיים:

אדח

אז

ב_דמי_ו

כל אחד מהם לוקח 18 שבועות.
 לכן, חייבים לקצר 1 שבוע בכל אחד מהם.
 נקצר את א' בשבוע ונקצר את ב' בשבוע בעלות כוללת של 800 ₪.
 לא ניתן לקצר יותר את משך הפרוייקט כיוון שבמסלול הקריטי ב_דמי_ו לא ניתן לקצר יותר את ב או את ו.

לכן, התשובה היא שניתן לקצר ב- 3 שבועות ועלות הקיצור היא $2350=1550+800$

דרך אלטרנטיבית

נתחיל מתרשים ה- PERT המקורי.
 כיוון שם מסלול ב_דמי_ו הוא קריטי הרי שכל קיצור חייב להתבצע גם במסלול זה.
 המקסימום שניתן לקצר את מסלול זה הוא 3 שבועות:

1,000 ₪	לקצר את פעילות ב' 2 שבועות
500	לקצר את פעילות ו' ב- 1 שבוע.

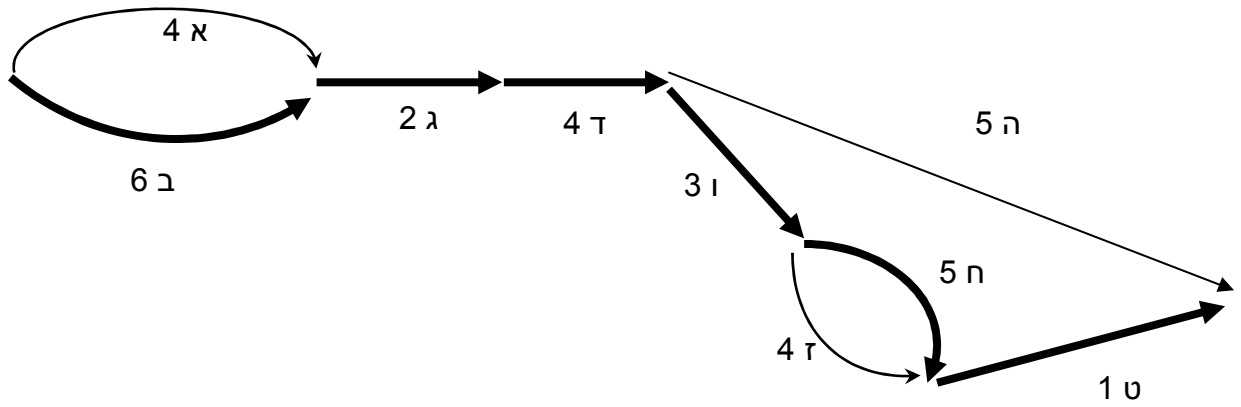
יש לקצר כעת ל- 17 שבועות את המסלולים האחרים:
 יש לקצר את מסלול אדח ב- 3 שבועות.
 יש לקצר את מסלול אז ב- 2 שבועות.

600 ש"ח	לכן, האופטימאלי הוא:
250	לקצר את פעילות א 2 שבועות
100	לקצר את פעילות ד 1 שבוע
<u>2,350</u>	לקצר את פעילות ז 1 שבוע

סל עלות הקיצור

תשובה 26

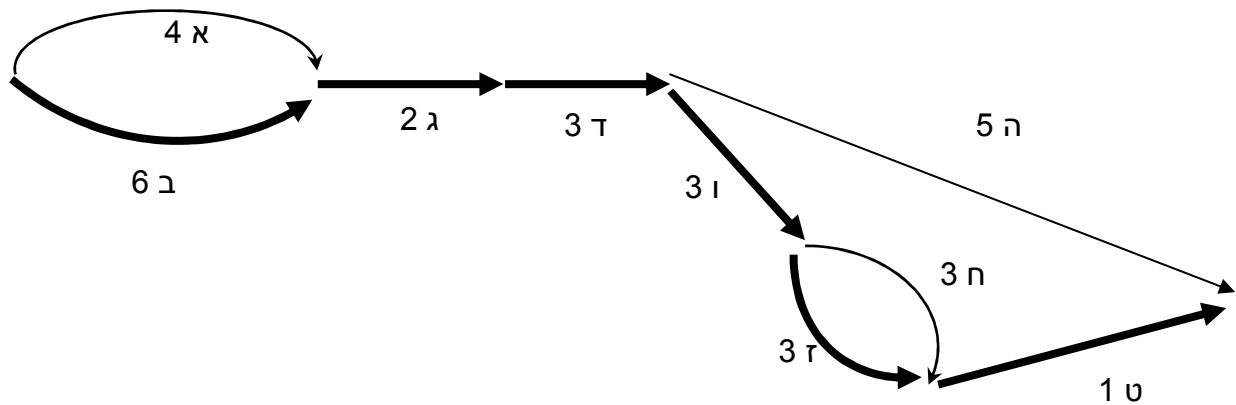
להלן תרשים PERT
אורך הנתיב הקריטי היא 21 שעות.



תשובה 27

נקצר קודם את הנתיב הקריטי:
נקצר את פעולה ח ב- 2 שעות (עלות כוללת 360 ₪)
ונקצר את פעולה ד בשעה אחת (עלות של 200 ₪).

כתוצאה מקיצורים אלה הנתיב הקריטי קוצר ל- 18 שעות. שימו לב כי נוצר נתיב קריטי חדש:

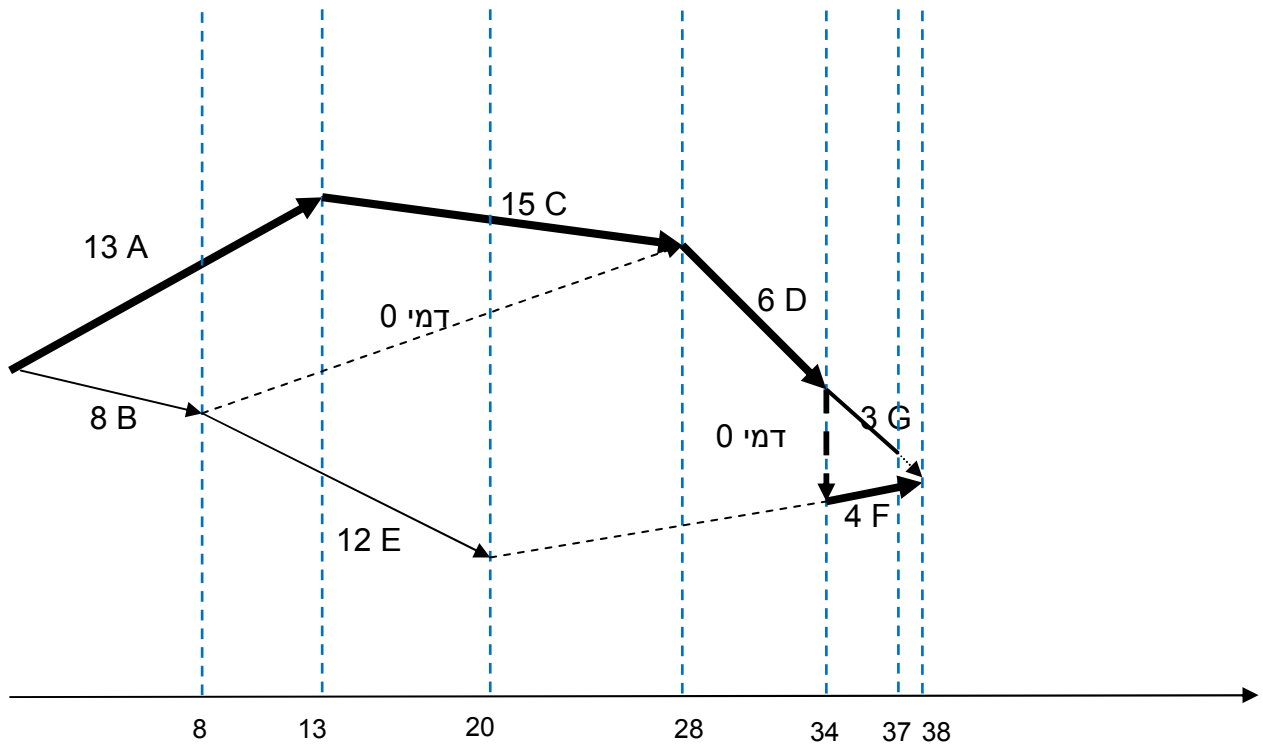


לכן, חייבים לקצר את פעולה ז בשעה בעלות של 120 ₪.
לסיכום, העלות הכוללת של הקיצור היא 680 ₪.

הערה:

אם נקצר את פעולה ח בשעה אחת בלבד (עלות של 180) ונקצר את פעילות ד בשעה אחת (עלות של 200) מצטרך לקצר שעה נוספת. במקום לקצר את פעולה ח בשעה נוספת (מה שיחייב גם את קיצור פעולה ז בשעה אחת) יש לבדוק אפשרות לקצר בשעה אחת פעולה אחרת על הנתיב הקריטי שעלות קיצורה נמוכה מ- $120+180=300$ ₪.
לא קיימת פעולה כזו. לכן, לא ניתן לשפר את התוצאה.

תשובה 28



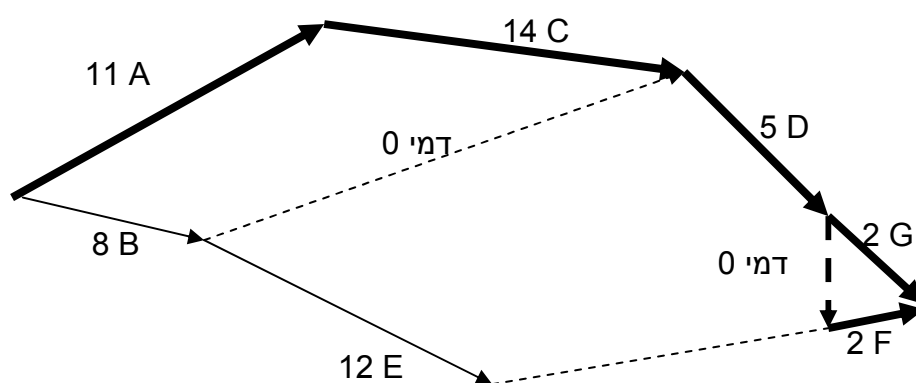
המסלול הקריטי הוא ACDF אורכו 38

תשובה 29

ניתן לאחר את E ב- 14 יום איחור בלי לגרום לאיחור בפרוייקט כולו.
לכן, ניתן להתחיל את E לכל המאוחר בסוף יום $22=8+14$

תשובה 30

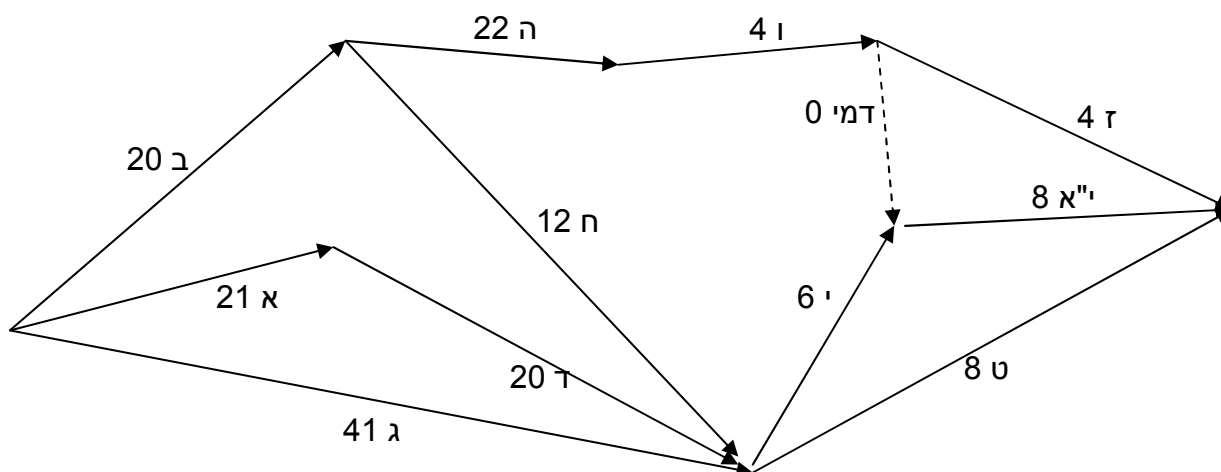
ניתן לקצר את הפרוייקט ל- 32 שבועות.
עלות הקיצור הינה גבוהה מ- 30 אלף.
לכן, אף אחת מהתשובות 1-4 אינו נכון



תשובה 15

להלן תרשים PERT של הפרוייקט:

שימו לב כי פעילות ז' (לפי הטבלה המתונה בשאלה) דורשת תנאי קדם את פעילויות (ב', ו').
אבל פעילות ו' דורשת את פעילות ה' ופעילות ה' דורשת את פעילות ב' (ראו גם בתרשים הבא). לכן
תנאי הקדם שדורש כי פעילות ז' תבוצע לאחר ביצוע פעילויות (ב', ו'), שקול לתנאי האומר כי פעילות
ז' תבוצע לאחר ביצוע פעילות ו'.



להלן אורך הנתיבים השונים:

אורך	נתיב ("מסלול")
50	בהוז
54	בהו_דמי_י"א
40	בחט
46	בחי_י"א
49	אדט
55	אדי_י"א
49	גט
55	גי_י"א

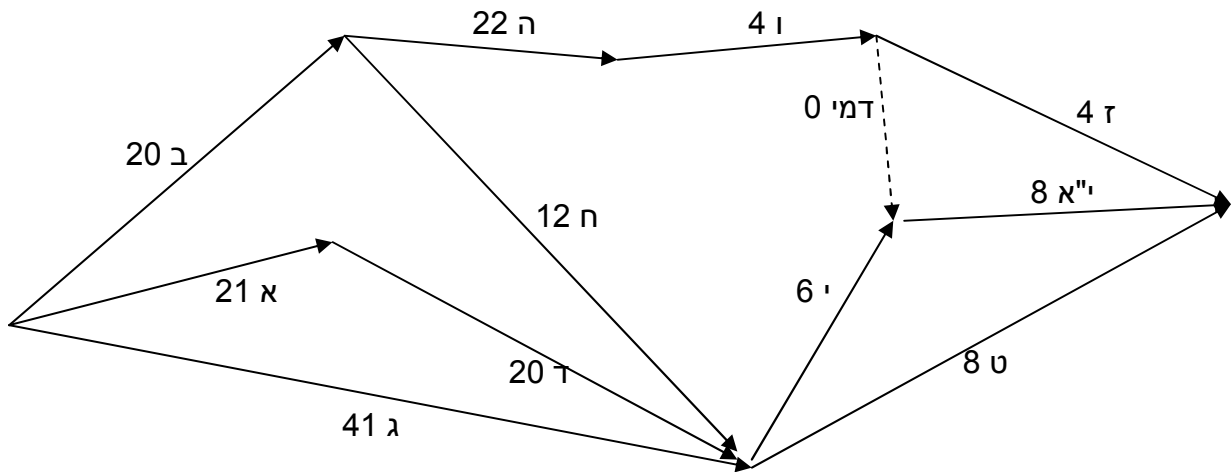
לכן, קיימים 2 נתיבים קריטיים.

העלות הכוללת לבניית הגשר ללא קיצורים היא $856 = 306 + 55 * 10$ אלפי ₪.

תשובה 16

זמן הציפה של פעילות ט' הינו $6 + 8 - 8 = 6$ שבועות.

תשובה 17



אורך אחרי קיצור 2	אורך אחרי קיצור 1	אורך	נתיב ("מסלול")
50	50	50	בהוז
53	54	54	בהו_דמי_י"א
40	40	40	בחט
44	45	46	בחי_י"א
49	49	49	אדט
53	54	55	אדי_י"א
49	49	49	גט
53	54	55	גי_י"א

עלות	פעילויות שיש לקצר	קיצור שבוע
12	י	1
25	י"א	2
10	א	3
9	ג	
14	ה	
70		סך הכל

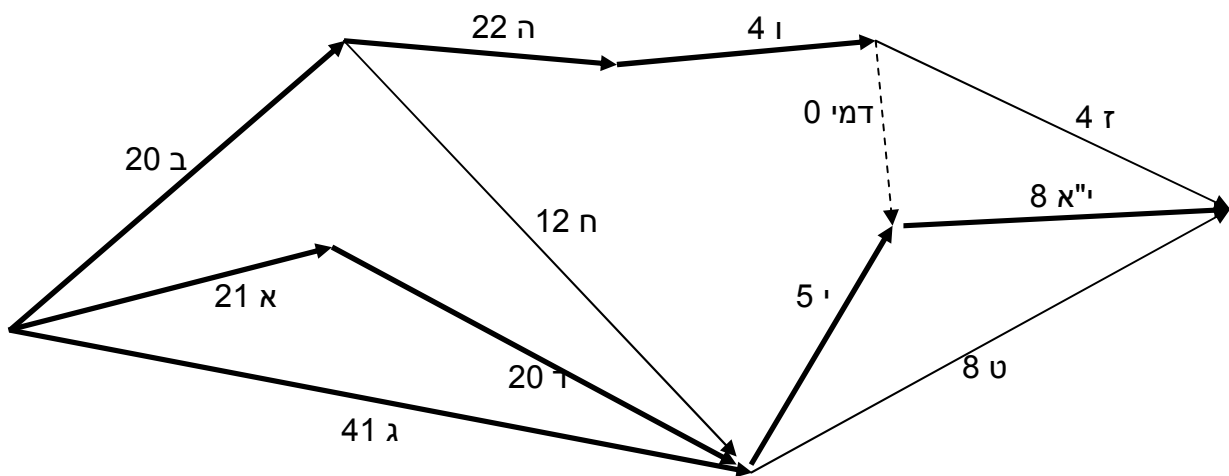
קיצור שבוע ראשון

יש לקצר את שני המסלולים הקריטיים. אם נקצר את פעילות א' אז נצטרך לקצר גם את פעילות ג' ואז העלות הכוללת תהיה 19 אלפי ₪. לכן, עדיף לקצר פעילות שמשותפת לשני המסלולים הקריטיים.

נקצר את פעילות י' בשבוע בעלות של 12 אלפי ₪.

קיצור שבוע שני

נוצרו כעת שלושה מסלולים קריטיים.



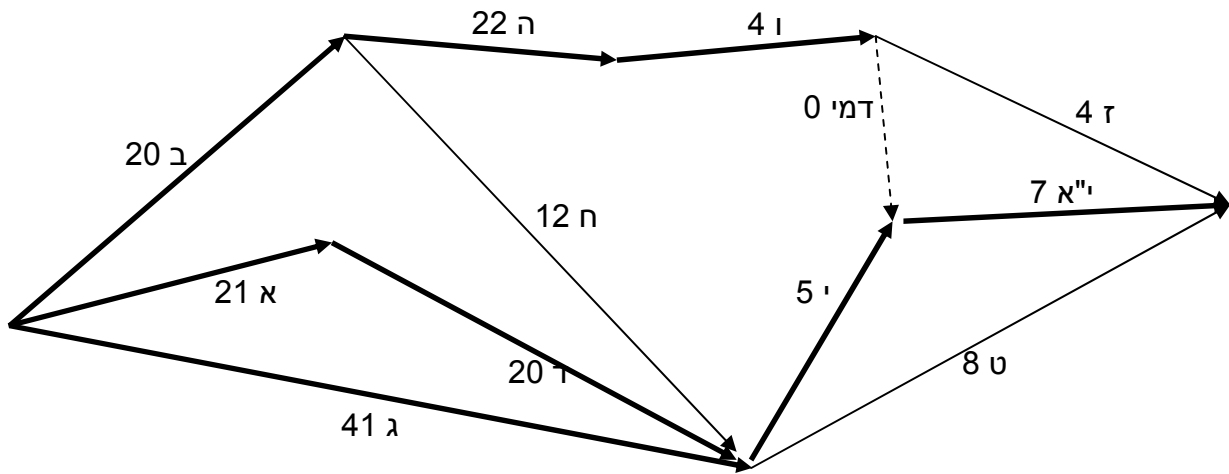
לכן, יש לקצר את שלושתם. שימו לב כי פעילות י"א הינה משותפת לכל המסלולים הקריטיים. לכן אם נקצר אותה העלות תהיה 25 אלפי ₪.

את פעילות י' כבר לא ניתן לקצר. לכן, אם נקצר את א+ג בעלות של 19 אלפי ₪, נצטרך גם לקצר את פעילות ה' בעלות נוספת של 14 אלפי ₪.

מסקנה: עדיף לקצר את הפעילות המשותפת לכל 3 המסלולים הקריטיים.

קצור שבוע שלישי

נשארו אותם שלושה מסלולים קריטיים.



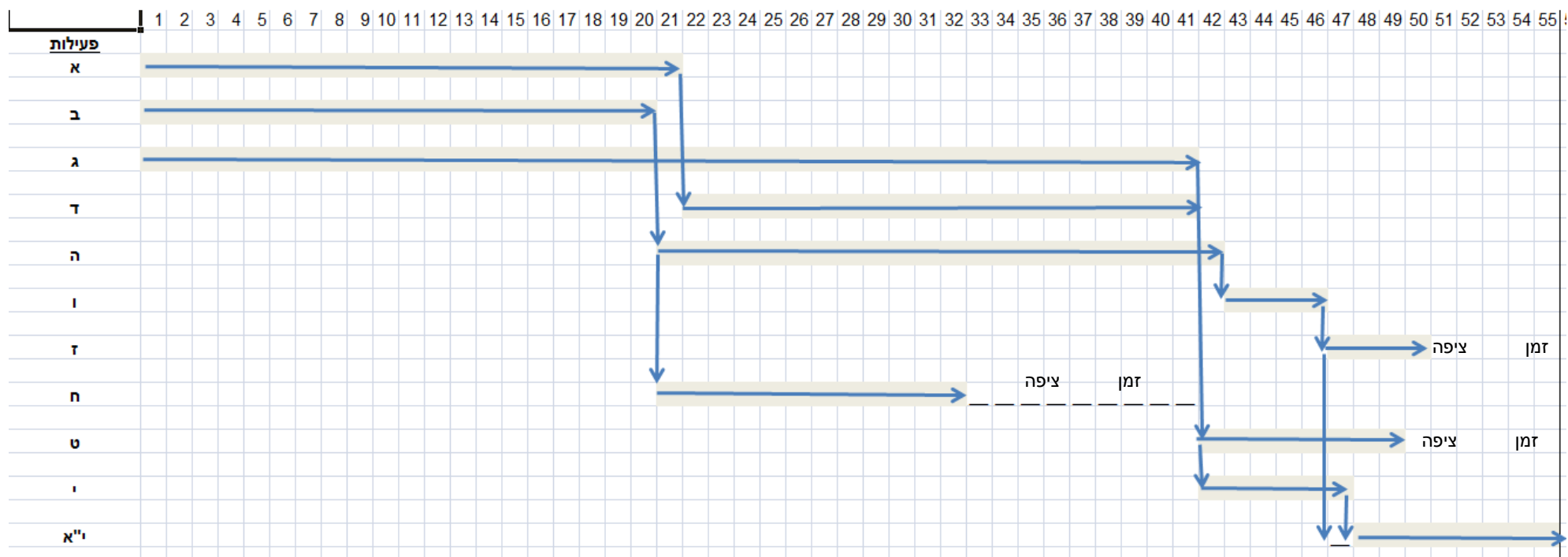
לכן, יש לקצר את שלושתם.

לא ניתן יותר לקצר את פעילויות י' ו- י"א.

לכן, אם נקצר את א+ג בעלות של 19 אלפי ₪, ונצטרך גם לקצר את פעילות ה' בעלות נוספת של 14 אלפי ₪.

העלות הכוללת נטו של הקיצורים היא $70 \cdot 1.3 - 3 \cdot 10 = 61$ אלפי ₪.

פתרון חלופי בשיטת GANTT



ניתן להבחין התרשים הנ"ל כי ישנם 2 מסלולים קריטיים: אדי_י"א, וגם ג_י"א.

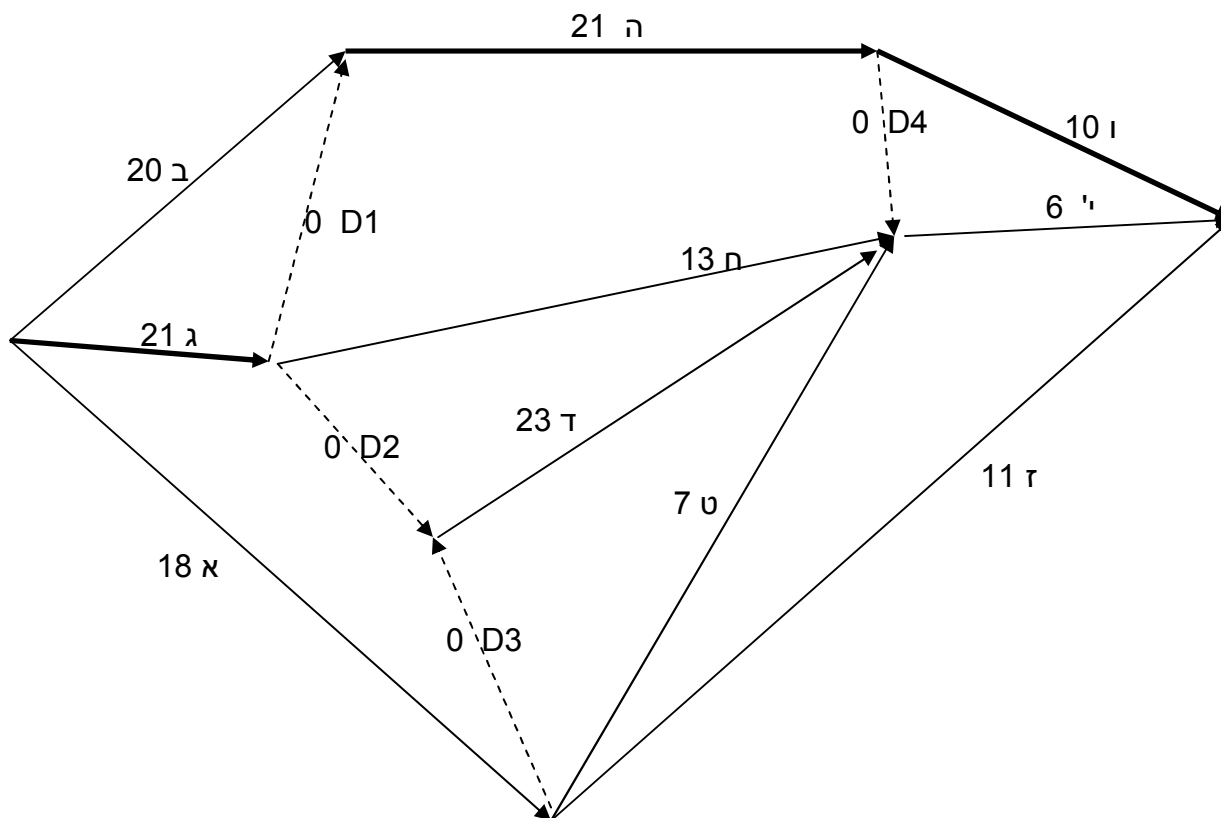
אורך כל אחד מהמסלולים הקריטיים הינו 55 שבועות.

ניתן לראות בתרשים הנ"ל כי זמן הציפה של פעילות ט' הינו 6 שבועות.

כמו כן, זמן הציפה של פעילות ח' הוא 9 שבועות, וזמן הציפה של פעילות ז' הוא 5 שבועות.

תשובה 34

להלן תרשים PERT של הפרוייקט:



להלן אורך הנתיבים השונים:

אורך	נתיב ("מסלול")
51	בהו
47	בה_D4_י
40	גחי
52	גהו_D1_הו
48	גהו_D1_ה_D4_י
50	גהו_D2_די
29	אז
31	אטי
47	א_D3_די

תשובה 35

זמן הציפה של פעילות ב' הינו שבוע אחד.

תשובה 36

קיצור שבוע ראשון

כיוון שיש רק נתיב קריטי אחד, נקצר את הפעילות על הנתיב הקריטי שזול יותר לקצרה. לכן, נקצר את פעילות ג' בשבוע בעלות של 8 אלפי ₪.

נתיב ("מסלול")	אורך	אורך אחרי קיצור 1	אורך אחרי קיצור 2
בהו	51	51	50
בה_D4_י	47	47	46
גחי	40	39	39
ג_D1_הו	52	51	50
ג_D1_ה_D4_י	48	47	46
ג_D2_די	50	49	49
אז	29	29	29
אטי	31	31	31
א_D3_די	47	47	47

קיצור שבוע	פעילויות שיש לקצר	עלות
1	ג	8
2	ה	14
3	ו	17
סך הכל		39

קיצור שבוע שני

נוצרו כעת שני מסלולים קריטיים.

את פעילות ג' לא ניתן יותר לקצר. לכן, עלינו לקצר את הזול מבין פעילויות ה' ו'. לכן, נקצר את פעילות ה' בעלות של 14 אלפי ₪.

קיצור שבוע שלישי

לא ניתן לקצר יותר את פעילויות ג' ה'.

לכן, נקצר את פעילות ו' בשבוע בעלות של 17

פרק 5: קבלת החלטה בתנאי אי וודאות

תשובה 1

להלן הביקוש למכוניות:

<u>F(q)</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות מכוניות</u>
20%	20%	6
50%	30%	7
85%	35%	8
100%	15%	9
	עלות 2,000 שקל	עלות השכרת מכונית נוספת היא
	<u>4,200</u>	כל מכונית ניתנת להשכרה ב-
	<u>₪ 2,200</u>	התרומה היא של מכונית אחת

שיעור התרומה הוא $2,200/4,200 = 0.52$.

כל זמן ש- $F(q)$ נמוך משיעור התרומה, כדאי להגדיל את הכמות. לכן, כמות המכוניות האופטימאלית היא 8 מכוניות.

תשובה 2

תוחלת הרווח של יוסי בהנחה שהוא רכש 8 מכוניות:

	<u>הכנסות</u>	<u>סיכוי</u>	<u>ביקוש</u>
$42*600 =$	25,200	20%	6
$700*42 =$	29,400	30%	7
$42*800 =$	33,600	50%	8
$20%*25,200+30%*29,400+50%*33,600 =$	30,660		תוחלת ההכנסות
$8*2,000 =$	(16,000)		עלות 8 מכוניות
	<u>(8,000)</u>		עלות עובדים
	<u>6,660</u>		תוחלת רווח

תשובה 3

ערכו של מידע הוא הגידול בתוחלת הרווח תודות למידע.

<u>תוחלת</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות מכוניות</u>
1.2	20%	6
2.1	30%	7
2.8	35%	8
<u>1.35</u>	15%	9
<u>7.45</u>		תוחלת הביקוש למכוניות

$$8,390 = 2,200 * 7.45 - 8000$$

תוחלת רווח בהינתן האינפורמציה היא 8,390
 תוחלת רווח ללא האינפורמציה 6,660
 ערך האינפורמציה 1,730

תשובה 4

להלן הביקוש למכוניות:

<u>F(q)</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות מכוניות</u>
15%	15%	3
40%	25%	4
80%	40%	5
100%	20%	6

עלות השכרת סירה נוספת היא 3,000 שקל

שיעור התרומה של סירה אחת הוא $70\% = 7,000/10,000$

כל זמן ש $F(q) > 70\%$ כדאי לרכוש סירה נוספת.

לכן, מספר הסירות האופטימאלי הוא 5 סירות.

תשובה 5

תוחלת הרווח עבור 5 סירות היא

<u>הכנסות</u>		
30,000	15%	3
40,000	25%	4
50,000	60%	5

$$15\% * 30,000 + 25\% * 40,000 + 60\% * 50,000 = 44,500$$

תוחלת ההכנסות היא 44,500

$$3,000 * 5 = (15,000)$$

עלות הסירות (15,000)

$$(8,000)$$

משכורות עובדים (8,000)

$$\underline{21,500}$$

תוחלת רווח 21,500

תשובה 6

שכירת הסירות ממשה

<u>סיכוי</u>	<u>מס' סירות</u>
15%	3
25%	4
40%	5
20%	6

תוחלת מספר הסירות 4.65.

$$7,000 * 4.65 - 8,000 = 24,550 \quad \text{תוחלת רווח}$$

תשובה 7

נניח כי ההסתברות לקלקול היא P .

אם יפסיק את היצור אז תוחלת העלות היא $P * 2000 + 5000$

אם לא יפסיק את היצור ואכן יש תקלה אז עלותה היא 96,000

לכן, תוחלת העלות $P * 96000$

לכן, כדאי להפסיק את היצור ולבדוק אם $P * 2000 + 5000 > P * 96000$

ההסתברות הקריטית היא $P = 0.0532$

תשובה 8

הסיכוי לקלקול הוא 25%

$$\begin{aligned} 2,000 * 5,000 + 25\% &= 5,500 \\ 96,000 * 25\% &= \underline{24,000} \\ &= \underline{\underline{18,500}} \end{aligned}$$

אם נפסיק את היצור אז תוחלת העלות היא
אם לא נפסיק את היצור אז תוחלת העלות היא
לכן, תוחלת החיסכון מהחלטה על הבדיקה היא

תשובה 9

תוחלת העלות אם יופסק תהליך היצור היא $8,000 + 2,000P$

עלות ליטר דלק ביצועי אם יש תקלה היא 4.5
עלות ליטר דלק ביצועי אם אין תקלה היא 4.35
הפרש בעלות היצור 0.15

לכן, אם יש קלקול, הנזק מהמשך היצור הוא $0.15 * 80,000 = 12,000$.

תוחלת הנזק היא $12,000P$.

ההסתברות הקריטית היא ההסתברות בה תוחלת העלות אם היצור יופסק שווה לתוחלת הנזק אם

היצור יימשך. דהיינו, $8,000 + 2,000P = 12,000P = P = 80\%$. לכן,

תשובה 10

אם תהליך היצור יופסק לאחר יצור 20,000 ליטר יופסק היצור תתקבל תוחלת העלות הבאה

	עלות יצור 20,000 ליטר ראשונים היא
89,700	$= 90\% * 4.50 * 20,000 + 10\% * 4.35 * 20,000$
8,000	עלות הפסקת היצור והבדיקה
1,800	תוחלת עלות כיוון מחדש $= 2,000 * 90\%$
$4.35 * 80,000 =$	עלות יצור של 80,000 ליטרים לאחר הבדיקה
<u>348,000</u>	
<u>447,500</u>	

תשובה 11

שיעור העלות הוא $12/30 = 40\%$.

יש להגדיל את מספר זרי הפרחים כל עוד סיכוי המחסור גבוה מ- 40%.

סיכוי המחסור	סיכוי	כמות זרים
88%	12%	0
73%	15%	50
38%	35%	80
16%	22%	100
0%	16%	120

לכן, מספר זרי הפרחים האופטימאלי הוא 80.

תשובה 12

אם מספר הזרים שנרכש הוא 80, אז

1,977	תוחלת ההכנסות היא $= 30 * (50 * 15\% + 80 * 73\%)$
<u>(960)</u>	עלות רכישת 80 זרים היא $= 12 * 80$
1,017	תוחלת הרווח ללא נפומציה מושלמת היא

בהינתן איפורמציה על הביקוש נקבל תוחלת רווח:

X	76.7	ביקוש ממוצע
	<u>18</u>	רווח לכל זר
<u>1,381</u>		תוחלת רווח

364

לכן, ערך האינפורמציה המושלמת הוא

תשובה 13

אם מזג האוויר הוא "זיפת" אז יוסי יקנה 50 זרים ואז תוחלת הרווח תהיה:

<u>הוח</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
$50 \cdot (12) = (600)$	36%	0
$900 = 50 \cdot 18$	64%	50

תוחלת הרווח היא $36\% \cdot (600) + 64\% \cdot 900 = 360$

אם מזג האוויר הוא "בינוני" אז יוסי יקנה 80 זרים ואז תוחלת הרווח תהיה:

<u>הוח</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
$50 \cdot 30 - 80 \cdot 12 = 540$	10%	50
$80 \cdot 18 = 1,440$	90%	80

תוחלת הרווח היא $10\% \cdot 540 + 90\% \cdot 1,440 = 1,350$

אם מזג האוויר הוא "טוב" אז יוסי יקנה 120 זרים ואז תוחלת הרווח תהיה:

<u>הוח</u>	<u>סיכוי</u>	<u>כמות זרים</u>
$80 \cdot 30 - 120 \cdot 12 = 960$	16%	80
$100 \cdot 30 - 120 \cdot 12 = 1,560$	36%	100
$120 \cdot 18 = 2,160$	48%	120

תוחלת הרווח היא $16\% \cdot 960 + 36\% \cdot 1,560 + 48\% \cdot 2,160 = 1,752$

מסקנה:

ללא קבלת האינפורמציה על מזג האוויר תוחלת הרווח היא 1,017

תוחלת הרווח בהינתן אינפורמציה על מזג האוויר היא $(360 + 1,350 + 1,752) / 3 = 1,154$

ערך האינפורמציה על מזג האוויר הוא 137

תשובה 14

להלן התפלגות הביקוש לכריכים לפי המדגם של 50 הימים.

<u>F(q)</u>	<u>סיכוי</u>	<u>מספר כריכים</u>
10%	$5/50 = 10\%$	100
60%	$25/50 = 50\%$	200
100%	$20/50 = 40\%$	300

שיעור התרומה הוא $60\% = 1.8/30$.

כדאי להגדיל את מספר הכריכים כל עוד $F(q) < 60\%$. לכן, מספר הכריכים האופטימאלי הוא 200

(או 300). כיוון שעבור $q=200$ אנו מקבלים כי $F(q)=60\%$ הרי שאנו אדישים בין 200 ל- 300

כריכים.

עבור קניית $q=200$ כריכים תוחלת מספר הכריכים שימכרו היא $100*10\%+200*90\%=190$, ולכן, הרווח הוא $190*3-200*1.2=330$.

עבור קניית $q=300$ כריכים תוחלת מספר הכריכים שימכרו היא

$$100*10\%+200*50\%+300*40\%=230$$

ולכן, הרווח הוא $230*3-300*1.2=330$.

תשובה 15

ערך האינפורמציה שווה לגידול בתוחלת הרווח.

בהינתן המידע המושלם, תוחלת מספר הכריכים שימכרו היא 230.

לכן, תוחלת הרווח היא $1.8*230=414$ ₪.

לכן, ערך האינפורמציה הוא $414-330=84$ ₪.

תשובה 16

נותר לארוז 50,000 אריזות נוספות.

האם לבדוק?

אם נבדוק

(500)

יעלה קודם כל

(2000)

בסבירות P נשלם עוד

$$500+2000P$$

לכן, אם נבדוק תוחלת התשלום היא

אם לא נבדוק

בסבירות P המכונה יצאה מכוון ויהיה הפסד של $50000*0.02=5000$ ₪.

$$5000P$$

תוחלת ההפסד

$$5000P > 500 + 2000P$$

אנו נבדוק אם מתקיים

$$3000P > 500$$

$$P > 500/3000 = 0.17$$

תשובה 17

אם ההסתברות לתקלה היא 20% אז כדאי לבדוק.

$$500 + 2000 * P = 900$$

אם יש מידע מושלם אז אין צורך בבדיקה. לכן, תוחלת ההוצאות היא $2000 * P$

לכן, ערך האינפורמציה המושלמת הוא 500 ₪ (מחיר הבדיקה).

מסקנה: לכל P שגבוהה מהסתברות הקריטית ערך המידע המושלם שווה לעלות הבדיקה.

תשובה 18

להלן התפלגות הביקוש לכריכים לפי המדגם של 50 הימים.

<u>F(q)</u>	<u>סיכוי</u>	<u>מספר כריכים</u>
15%	15%	100
45%	30%	200
80%	35%	300
100%	20%	400

שיעור התרומה הוא $5/8 = 62.5\%$.

כדאי להגדיל את מספר הכריכים כל עוד $F(q) < 62.5\%$. לכן, מספר הכריכים האופטימאלי הוא 300 כריכים.

תשובה 19

ללא קבלת האינפורמציה, נעמי רוכשת 300 כריכים. תוחלת הרווח היא

<u>תוחלת</u>	<u>סיכוי</u>	<u>רווח</u>	<u>מס' כריכים שימכרו</u>
-15	15%	-100	100
210	30%	700	200
<u>825</u>	55%	1500	300
<u>1,020</u>			

עם המידע המושלם, תוחלת הרווח היא

<u>תוחלת</u>	<u>סיכוי</u>	<u>רווח</u>	<u>מס' כריכים שימכרו</u>
75	15%	500	100
300	30%	1000	200
525	35%	1500	300
<u>400</u>	20%	2000	400
1,300			

לכן, ערך האינפורמציה הוא 280 ₪.

תשובות 20-21

אופציה א

התרומה ליחידה היא 40-25 = 15 ₪.

תוחלת רווח	גולמי	רווח גולמי	הסתברות	כמות	ביקוש
	20,250	225,000	9%	15,000	מינימאלי
	516,750	975,000	53%	65,000	בינוני
	<u>655,500</u>	1,725,000	38%	115,000	הצלחה
	1,192,500				תוחלת הרווח הגולמי לפני פחת

הרווח הגולמי (לפני הוצאות פחת מכונה) הוא 1,192,500 ₪.
השקעת הבעלים במכונה היא 250,000 ₪.
תוחלת רווח לבעלים 942,500

אופציה ב

הרווח הגולמי (לפני הוצאות פחת מכונה) הוא 1,192,500 ₪.
בניכוי 1.5% מתוחלת ההכנסות (47,700)
בניכוי השקעת הבעלים במכונה היא (195,000)
תוחלת רווח לבעלים 949,800

אופציה ג

הרווח הגולמי (לפני הוצאות פחת מכונה) הוא 1,192,500 ₪.
בניכוי 20% מהרווח התפעולי (210,500)
בניכוי השקעת הבעלים במכונה היא (140,000)
תוחלת רווח לבעלים 842,000

תשובה 22

להלן התפלגות המכירות בהינתן רכישה של 50 כריכים:

רווח	סיכוי	מס' כריכים שנמכרו ביום
$30 \cdot 12 - 20 \cdot 5 = 260$	53%	30
$40 \cdot 12 - 10 \cdot 5 = 430$	17%	40
$50 \cdot 12 = 600$	30%	50

לכן, תוחלת הרווח היא

$$53\% \cdot 260 + 17\% \cdot 430 + 30\% \cdot 600 = 391$$

תשובה 23

$F(q)$	סיכוי	מס' כריכים שנמכרו ביום
53%	53%	30
70%	17%	40
85%	15%	50
95%	10%	60
100%	5%	70

נניח שגב' ברקוביץ' רוכשת q כריכים.

אם תרכוש עוד כריך אז תוחלת הרווח מכריך נוסף זה תהיה

$$-5F(q) + 12(1 - F(q)) = 12 - 17F(q)$$

לכן, כדאי לרכוש עוד כריך אם

$$12 - 17F(q) > 0$$

$$F(q) < \frac{12}{17} = 70.6\%$$

לכן, כדאי לרכוש 50 כריכים.

תשובה 24

$d = 0.25 \cdot 20,000 \cdot 5 = 25,000$	עלות נזק במקרה שאין בדיקה היא
$c = 9,000$	עלות בדיקה היא
$f_1 = 1,500$	עלות הכיוון מחדש אם נפסיק ונמצא כי צריך לכוון
$f_2 = 3,500$	עלות הכיוון מחדש אם לא נפסיק את היצור ויש תקלה

ההסתברות הקריטית היא $P^* = \frac{c}{d + f_2 - f_1} = \frac{9,000}{25,000 + 3,500 - 1,500} = \frac{9,000}{27,000} = 33.33\%$

הערה:

הנזק הכולל במקרה שיש תקלה הוא 27,000 ₪ = עלות חומר הגלם + עלות התוספתית של הכיוון

מחדש. (במקום לשלם 1,500 משלמים 3,500). לכן, ניתן לפתור בדרך הפשוטה הבאה:

כדאי לבדוק אם תוחלת הנזק מאי-בדיקה גבוהה מעלות הבדיקה. במילים אחרות, כדאי לבדוק אם

$$P^* \cdot 27,000 > 9,000 \quad \text{לכן, כדאי לבדוק אם } P > 33.33\%$$

תשובה 25

אם נפסיק את היצור ונבדוק אז תוחלת העלות היא $10,000+P*3000$
אם לא נבדוק, תוחלת העלות היא $0.040*40,000*90*P = 144,000*P$
לכן, ההסתברות הקריטית מתקבלת מהמשוואה $144,000*P = 10,000+P*3000$
או $P = 10/141 = 7.09\%$

תשובה 26

אם נפסיק את היצור ונבדוק אז תוחלת העלות היא
 $.10,450 = 10,000+15\%*3000 = 10,000+P*3000$
אם לא נבדוק, תוחלת העלות היא
 $0.040*40,000*90*P = 144,000*P = 144,000*15\% = 21,600$
לכן, תוחלת החיסכון מהפסקת היצור והבדיקה היא $11,150 = 21,600 - 10,450$

תשובה 27

עבור 3 סירות נקבל תוחלת רווח
 $1200*250 - 20,000*3 - 2*8000 = 224,000$
עבור 4 סירות נקבל תוחלת רווח
 $(1200+400*85\%)*250 - 20,000*4 - 2*8000 = 289,000$
עבור 5 סירות נקבל תוחלת רווח
 $(1200+400*85\%+400*60\%)*250 - 20,000*5 - 2*8000 = 329,000$
עבור 6 סירות נקבל תוחלת רווח
 $(1200+400*85\%+400*60\%+400*15\%)*250 - 20,000*6 - 2*8000 = 324,000$

פתרון בדרך אלטרנטיבית

ההכנסה מסירה נוספת, אם יש ביקוש, היא $100,000 = 250*400$ שקל.
גידול מ- N סירות ל- $(N+1)$ סירות הוא כדאי אם
{הסיכוי שהביקוש יהיה גבוה מ- N סירות} X $100,000$ שקל $< 20,000$
לכן אם הסיכוי שהביקוש יהיה גבוה מ- N סירות < 0.2 אז כדאי להגדיל את מספר הסירות.
עבור $N=5$ לא כדאי להגדיל את מספר הסירות.

תשובה 28

עבור השכרת 5 סירות נקבל תוחלת רווח של 329,000 שקל.
(ראה חישוב לעיל)

תשובה 29

התפלגות הביקוש היא

<u>סיכוי</u>	<u>כמות ביחידות</u>	<u>מס' סירות</u>
15%	1200	3
25%	1600	4
45%	2000	5
15%	2400	6

לכן, תוחלת הביקוש היא $1200*15\%+1600*25\%+2000*45\%+2400*15\%=1,840$

תוחלת מספר הסירות היא $1,840/400$.

מכאן נקבל כי תוחלת הרווח היא $1,840*250-1840/400*20,000-2*8,000=352,000$

תשובה 30

עלות ליטר תקני הוא $50\%*1.80+50\%*2=1.90$
אם המכונה אינה מכוונת, נקבל עלות ליטר $60\%*2+40\%*1.80=1.92$
לכן, העלות של יציאת המכונה מכיוון היא $100,000*0.02=2,000$

אם מתקיימת בדיקה אז תוחלת העלות היא $225+200P$
אם לא מתקיימת בדיקה אז תוחלת העלות היא $2000P$
כדאי לבדוק אם $225+200P < 2000P$
לכן, $P^* = 225.0000/1800 = 12.5\%$

תשובה 31

אם מתקיימת בדיקה אז תוחלת העלות היא $225+200*15\%$
אם לא מתקיימת בדיקה אז תוחלת העלות היא $2000*15\%$
לכן, החיסכון הוא בתוחלת עלות

255
300
45

תשובה 32

תוחלת מספר הבקבוקים שימכרו היא 295,000 בקבוקים.
לכן, תוחלת הסכום שיועבר תמורת המימון הוא $295,000 = 10\% * 10 * 295,000$ ₪.
כיוון שמחצית מעלות המכונה היא רק 200,000 ₪, אז לא כדאי לוותר על תוחלת של 295,000 ₪ תמורת חיסכון ב- 200,000 ₪.

תשובה 33

בהינתן אינפורמציה מליאה, הרי שאם ידוע כי מספר הבקבוקים שיימכרו הוא רק 100,000 ₪ אז כדאי לקחת את השותף. הרווח מלקיחת השותף הוא $100,000 - 200,000 = 100,000$ ₪.
אבל, רווח זה מתקבל רק ב- 10% מהמקרים. לכן, המקסימום שכדאי לשלם עבור אינפורמציה מליאה אינו עולה על $10,000 = 10\% * 100,000$ ₪.

תשובה 34

תוחלת עלות במקרה של בדיקה מיידית היא $1,000,000 + 500,000P$
תוחלת עלות במקרה של דחיית הבדיקה $5,500,000P$
לכן, נקודת האידישות היא כאשר $P = 1,000 / 5,000 = 20\%$

תשובה 35

כיוון שסיכוי התקלה גבוה הינו 30%, כדאי להפסיק את הייצור ולבדוק.
בשיטת זרחין, אם אכן יש תקלה יהיה צורך להפסיק את הייצור כדי לתקנה. לכן, תוחלת העלות היא $900,000 + 30\% * 1,500,000 = 1,350,000$
לעומת זאת, אם נפסיק את הייצור ונבדוק אז תוחלת העלות היא $1,000,000 + 500,000 * 30\% = 1,150,000$.
אם זרחין יסכים לקבל פחות מ- 700,000 ₪ יהיה כדאי לעבוד איתו.

תשובה 36

הסיפור שקול לרכישה של כל ביטאון ב- 14 ₪ ומכירתו ב- 44 ₪:

- אם הביטאון לא נמכר, ההפסד הוא 14 ₪ ($20 - 6 = 14$)
- אם הביטאון נמכר הרווח הוא 30 ₪ ($44 - 14 = 30$)

שיעור העלות הינו $14/44 = 31.82\%$. לכן, כל עוד סיכוי המחזור גבוה מ- 31.82% יש להגדיל את הכמות הנרכשת. מכאן נקבל כי הכמות האופטימאלית היא 2,000 ביטאונים.

תשובה 37

ללא מידע מושלם הכמות המוזמנת היא 2,000 ביטאונים ותוחלת הרווח הינה:

$$(75\% \cdot 2000 + 25\% \cdot 1000) \cdot 44 - 2000 \cdot 14 = 49,000$$

או, בדרך אחרת,

סיכוי	מספר חוברות שנמכר	מספר חוברות שמוחזר	רווח
25%	1,000	1,000	$1000 \cdot 30 - 1000 \cdot 14 = 16,000$
75%	2,000	0	$2000 \cdot 30 = 60,000$

$$25\% \cdot 16,000 + 75\% \cdot 60,000 = 49,000$$

בהינתן ידע מושלם תוחלת מספר הביטאונים שנמכרים היא

$$25\% \cdot 1,000 + 50\% \cdot 2,000 + 15\% \cdot 2,500 + 10\% \cdot 3,000 = 1,925$$

$$1,925 \cdot 30 = 57,750 \text{ היא ותוחלת הרווח}$$

$$57,750 - 49,000 = 8,750 \text{ ערך המידע המושלם הינו הגידול בתוחלת הרווח}$$

תשובה 38

אם ההסתברות לתקלה שווה בדיוק להסתברות הקריטית אז תוחלת העלויות ללא בדיקה שווה לתוחלת העלויות עם בדיקה. לכן, אם ההסתברות לתקלה גבוהה מההסתברות הקריטית כדאי לבדוק אם יש תקלה.

תשובה 39

$$\begin{aligned} \text{נזק מקופסה אחת שלא מולאה נכון הוא} & \quad 0.25 \text{ ₪} \\ \text{נזק בגין 90,000 קופסאות} & \quad 0.25 \cdot 90,000 = 22,500 \text{ ₪} \end{aligned}$$

תוחלת הנזק אם יופסק היצור היא

$$1,000 + 4,000P$$

תוחלת הנזק אם לא יופסק היצור היא

$$22,500P$$

הסתברות קריטית היא ההסתברות שבה

$$1,000 + 4,000P = 22,500P$$

$$P = \frac{1,000}{18,500} = 5.4\%$$

תשובה 40

אם הלקוח לא דורש פיצוי של 5,000 קופסאות חדשות,

נזק מקופסה אחת שלא מולאה נכון הוא 0.25 ₪

נזק בגין 42,000 קופסאות $0.25 * 42,000 = 10,500$

תוחלת הנזק אם יופסק היצור היא $1,000 + 4,000P$

תוחלת הנזק אם לא יופסק היצור היא

10,500 ₪

נזק בגין בוטנים מיותרים ב- 42,000 אריזות

בנוסף לנזק הנ"ל החברה צריכה לייצר 5,000 קופסאות חדשות זה יעלה לה

4,000 כיוון

20,000 יצור

24,000

34,500

(*) סך הנזק במקרה שהייתה תקלה

34,500P

לכן, תוחלת הנזק הינה

ההסתברות הקריטית מתקבלת כאשר

$$1,000 + 4,000P = 34,500P$$

$$p = \frac{1,000}{30,500} = 3.3\%$$

(*) חישוב הנזק בדרכ אחרת

$$0.25 * 37,000 = 9,250$$

נזק מ-- 37,000 יחידות שלא מולאו נכון

$$(2 + 2.25) * 5,000 = 21,250$$

זריקת 5,000 יחידות שיוצרו לא נכון

4,000

כיוון מחדש ליצור יחידות מחליפות

34,500

פרק 6: עקומת למידה

תשובה 1:

נסנן את מספר סדרות היצור באות S . לכן, זמן היצור הממוצע לסדרת יצור הוא

$$T(S) = 120 * S^{-m} \quad \text{כאשר } m = 0.321928.$$

כדי לייצר 160 יחידות יש ליצר 16 סדרות יצור (בכל סדרת יצור 10 יחידות).

הזמן הממוצע לסדרת יצור אחת, כאשר מספר סדרות היצור הוא 16, הוא

$$T(16) = 120 * 16^{-0.321928} = 49.152.$$

בכל סדרת יצור יש 10 יחידות. לכן, הזמן הממוצע ליצור יחידה אחת הוא 4.91 דקות.

תשובה 2

כיוון שהמחזור הראשון לוקח 130 דקות, $T(S) = 130 * S^{-m}$,

$$130 * 32^{-m} = 30.85 \quad \text{נציב מחזורים ונקבל כי}$$

$$2^{-m} = 0.75 \quad \Leftrightarrow \quad m = -\frac{\log \frac{30.85}{130}}{\log 32} = 0.41503 \quad \Leftrightarrow \quad 32^{-m} = 30.85/130 \quad \text{מכאן נקבל כי}$$

תשובה 3

שיעור הלמידה הוא 80%, לכן נקבל כי $m = 0.321928$.

$$T(S_2) = T(1) * S_2^{-m}, \quad T(S_1) = T(1) * S_1^{-m}$$

$$\frac{T(S_2)}{T(S_1)} = \left(\frac{24}{8}\right)^{-0.321928} = 3^{-0.321928} = 0.7, \quad \text{נציב ונקבל,} \quad \frac{T(S_2)}{T(S_1)} = \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{-m}, \quad \text{לכן}$$

מכאן, שהזמן הממוצע ליחידה כאשר מייצרים 24 יחידות הוא כ-0.7 מהזמן הממוצע ליחידה כאשר מייצרים 8 יחידות. במילים אחרות, הזמן $21 = 30 * 0.7$ דקות.

תשובה 4

הזמן הכולל ליצור 24 יחידות הוא $21 * 24 = 504$ דקות.

תשובה 5

הזמן הכולל ליצור 8 יחידות הוא $8 \cdot 30 = 240$ דקות. לכן, הגידול בסך כל הזמן שנדרש ליצור 16 יחידות נוספות הוא $264 = 240 - 504$ דקות.

תשובה 6

$$2^{-m} = 0.9 \rightarrow m = -\frac{\log 0.9}{\log 2} = 0.152, \text{ לכן, שיעור הלמידה הוא } 90\%.$$

הזמן הממוצע שנדרש למכונה כאשר מייצרים 8 מכונות הוא

$$T(1) * S^{-m} = 10 * 8^{-0.152} = 7.29$$

לכן, עלות יצור של מכונה אחת היא $19,166 = 18,000 + 7.29 * 160$ ₪.

תשובה 7

$$29,486 = 19,166 / 65\%$$

תשובה 8

כמה זמן נוסף ידרש ליצור 16 המכונות הנוספות?
סך כל היצור (כולל 2 ההזמנות) יהיה 24 מכונות. לכן, הזמן הכולל הוא

$$10 * 24^{1-0.152} = 10 * 24^{0.848} = 148.05$$

הזמן הכולל ליצור 8 המכונות של ההזמנה הראשונה הוא $58.32 = 7.29 * 8$ שעות.

לכן, תוספת הזמן שנדרשת ליצור ההזמנה השניה היא $89.73 = 148.05 - 58.32$ שעות.

או זמן ממוצע ליחידה $89.73 / 16 = 5.61$

לכן, העלות הממוצעת למכונה בהזמנה השניה היא $18,898 = 5.61 * 160 + 18,000$ ₪.

מחיר המכירה ליחידה הוא $26,457 = 1.40 * 18,898$ ₪.

תשובה 9

$$2^{-m} = 0.9 \rightarrow m = -\frac{\log 0.9}{\log 2} = 0.152 \text{ , לכן, שיעור הלמידה הוא } 90\% .$$

ניתוח כללי לצורך שאלות 10-12

נניח כי מספר העובדים הוא n . העובדים עובדים במקביל. על כל עובד לייצר $\frac{128}{n}$ יחידות.

כמה שעות לוקח לעובד אחד לייצר $\frac{128}{n}$ יחידות?

הזמן הכולל לייצר $\frac{128}{n}$ יחידות הוא $100 * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}$

סך כל עלות שכר עבודה של כל העובדים הוא $1000n * 100 * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}$

מספר השבועות שלוקח הפרוייקט הוא $\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}$

אם מספר השבועות הוא נמוך מ-100 אז עלות הפרוייקט היא

$$1000n * 100 * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}\right)$$

אם מספר השבועות הוא גבוה מ-100 אז עלות הפרוייקט היא

$$1000n * 100 * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848} + 50,000 * \left(\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848} - 100\right)$$

תשובה 10

מספר השבועות שלוקח הפרוייקט הוא $\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848} = \frac{100}{45} * 128^{0.848} \approx 136 > 100$

לכן סך ההוצאה הוא $1000 * 100 * 128^{0.848} + 50,000 * \left(\frac{100}{45} * 128^{0.848} - 100\right) \approx 7,924,000$

תשובה 11

$$\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{4}\right)^{0.848} = \frac{100}{45} * 32^{0.848} \approx 42 < 100 \quad \text{מספר השבועות שלוקח הפרוייקט הוא}$$

$$1000 * 4 * 100 * 32^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * 32^{0.848}\right) \approx 6,108,000 \quad \text{לכן, סך ההוצאה הוא}$$

תשובה 12

נבדוק עבור 8 עובדים ונקבל סך ההוצאה הוא

$$1000 * 8 * 100 * 16^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * 16^{0.848}\right) \approx 6,481,000$$

$$\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{2}\right)^{0.848} = \frac{100}{45} * 64^{0.848} \approx 76 < 100 \quad \text{עבור 2 עובדים נקבל כי זמן הפרוייקט הוא}$$

$$1000 * 2 * 100 * 64^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * 64^{0.848}\right) \approx 6,192,000 \quad \text{לכן, סך ההוצאה הוא}$$

לכן, האופטימום הוא 4 עובדים.

הערה כללית

זמן ביצוע הפרוייקט הוא $\frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}$. לכן, עבור 2 עובדים ומעלה נקבל כי הזמן הינו נמוך מ-

100 שבועות. לכן, עבור 2 עובדים ומעלה נקבל כי עלות הפרוייקט היא

$$1000n * 100 * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * \left(\frac{128}{n}\right)^{0.848}\right) =$$

$$1000 * 100 * 128^{0.848} n^{0.152} - 2,500,000 + 25,000 * 128^{0.848} * \frac{100}{45} * n^{-0.848} =$$

$$6,122,292 * n^{0.152} - 2,500,000 + 3,401,273 * n^{-0.848}$$

אם נגזור את הביטוי ביחס למספר העובדים נקבל

$$\frac{\partial TC}{\partial n} = 930,588n^{-0.848} - 2,884,280n^{-1.848} = 0$$

$$930,588n = 2,884,280$$

$$n = \frac{2,884,280}{930,588} \approx 3$$

מכאן שמספר העובדים האופטימאלי הוא 3 עובדים. אם נבדוק עבור 3 עובדים נקבל כי סך ההוצאות

$$1,000 * 3 * 100 * \left(\frac{128}{3}\right)^{0.848} - 25,000 * \left(100 - \frac{100}{45} * \left(\frac{128}{3}\right)^{0.848}\right) \approx 6,075,000 \quad \text{הוא}$$

תשובה 13

אם שיעור הלמידה הוא $2^{-m} = 85\%$. מכאן נקבל כי $m = -\log(0.85)/\log(2)$

$$m = 0.23446525363702$$

הזמן הממוצע ליצור פסלון ביצור 10,000 פסלונים הוא $10,000^{-m} * 5$

$$5 * 10000^{(-0.23446525363702)} = 0.57691123 = \text{לכן, הזמן הממוצע הוא}$$

וסך כל הזמן הוא $0.57691123 * 10000 = 5769.1123$ שעות.

מכאן, שעודף השעות הוא $6000 - 5769.1123 = 230.8877$ שעות וההפסד הוא 2309 ₪.

תשובה 14

אם 10000 פסלונים דרשו זמן ממוצע 0.57691123

אז 40000 פסלונים ייקחו זמן ממוצע ליחידה $0.85 * 0.85 = 0.7225$ מזמן ממוצע של 10,000

יחידות

מכאן שהזמן הכולל של 40,000 פסלונים הוא $40000 * 0.7225 * 0.57691123 = 16672.734547$

שעות.

לכן, הזמן הכולל ליצור 30,000 יחידות נוספות הוא $16673 - 5,769 = 10,904$

עלות היצור הכוללת היא

השכרת מקום נוסף 300,000

עלות חומר (40 ₪ ליחידה) $30000 * 40 = 1,200,000$

עלות עבודה (11.5 לשעה * 10904 שעות) 125,396

1625,396 ₪.

הוסף רווח 12% 195,048

סך הכל 1,820,444

מחיר ליחידה $60.68 = 1820444 / 30000$

תשובה 15

$$T(1) = 1.8 \quad \text{נתון כי}$$
$$2^{-m} = 0.9$$

$$1 - m = 0.84799690655497, \quad m = \frac{-\log 0.9}{\log 2} = 0.15200309344504 \quad \text{, לכן}$$

זמן היצור שנדרש ליצור 1000 יחידות נוספות הוא

$$1.8 * (3,000^{0.84799690655497} - 2,000^{0.84799690655497}) = 465.24647117169$$

לכן, עלות היצור של 1,000 הזוגות הנוספים היא :

$$\text{עלות זמן עבודה} = 210 * 465.24647 = 97,702 \text{ ש.ח.}$$

מעוגל ל- 1000 ש.ח קרובים נקבל 98,000 ש.ח.

תשובה 16

$$1.8 * 3,000^{0.84799690655497} * 210 = 335,800 \quad \text{עלות שכר העבודה ליצור ידני של 3,000 זוגות היא}$$

מהי עלות היצור של 3,000 זוגות באמצעות המכונה?

כדי לייצר 3,000 זוגות מגפיים יש לייצר 30 סדרות יצור באמצעות המכונה.

$$T(1) = 5.4$$

$$2^{-m} = 0.8 \rightarrow m = -\frac{\log 0.8}{\log 2} = 0.32192809488737 \rightarrow 1 - m = 0.67807190511262$$

הזמן הכולל שנדרש ליצור 30 סדרות יצור הוא

$$T(1) * 30^{1-m} = 5.4 * 30^{0.67807190511262} = 54.1986143064948$$

$$270,993 = 5,000 * 54.1986 \quad \text{לכן, עלות זמן המהנדסים היא}$$

$$44,807 = 335800 - 270993 - 20000 \quad \text{חיסכון בעלויות הוא}$$

תשובה 17

הזמן הממוצע לתרגיל (כאשר פתר 2 תרגילים) היה $120=240/2$ דקות לתרגיל.
שיעור הלמידה הוא $80\%=120/150$

תשובה 18

כיוון ששיעור הלמידה הוא 80%, נקבל כי $m=0.321928$; $1-m=0.678072$

לכן, הזמן הכולל לפתרון 30 תרגילים הוא $150*30^{0.678072}=1,505.52$
והזמן שלוקח לפתור 29 תרגילים הוא $150*29^{0.678072}=1,471.30$
לכן, הזמן לפתרון תרגיל מס' 30 34.22 דקות.

הזמן הכולל לפתרון 50 תרגילים הוא (דקות) $1,506+20*34.22=2,190$
לכן, הזמן הכולל בשעות הוא $2190/60=36.5$

תשובה 19

כיוון ששיעור הלמידה הוא 90% נקבל כי $m=0.152$, $1-m=0.848$
הזמן שלוקח לפועל הראשון הוא $20*50^{0.848}=551.768$ (בשעות - 9.196)
הזמן שלוקח לפועל השני הוא $15*50^{0.848}=413.826$ (בשעות - 9.196)
לכן, זמן ביצוע ההזמנה הוא $552/60=9.2$ שעות.

תשובה 20

שיעור הלמידה הוא 80%. לכן, $m=0.321928$. $1-m=0.678072$
הזמן לביצוע של 50 יחידות הוא 1,000 שעות. לכן, $1000=T(1)*50^{0.678072}$. מכאן נקבל כי
 $T(1)=1000/(50^{0.678072})=70.465415$ שעות.

הזמן שנדרש ליצור 150 יחידות נוספות הוא

$$70.465415*200^{0.678072}-1,000=1,560$$

לכן, הרווח מקבלת ההזמנה יגדל ב:

33,000	תמורה מהמכירה ($=220*150$)
(4,500)	עלות חומרים ישירים ($=1,500/50*150$)
(13,260)	עלות שכר עבודה ישיר ($=8,500/1,000*1,560$)
(6,240)	עקיפות משתנות ($=4,000/8,500*13,260$)
<u>(4,600)</u>	גידול בעלויות קבועות
<u>4,400</u>	

תשובה 21

זמן העבודה ליצור 50 יחידות נוספות הוא $70.465415 \cdot 100^{0.678072} - 1,000 = 600$ לכן, הרווח מקבלת ההזמנה יגדל ב:

33,000	תמורה מהמכירה ($=220 \cdot 150$)
(19,000)	עלות רכישה מקבלן משנה ($=190 \cdot 100$)
(1,500)	עלות חומרים ישירים
(5,100)	עלות שכר עבודה ישיר ($=8,500/1,000 \cdot 600$)
<u>(2,400)</u>	עקיפות משתנות ($=4,000/8,500 \cdot 5,100$)
<u>5,000</u>	

תשובה 22

הזמן התקני ליצור 200 יחידות הוא 2,560 שעות. לכן, הייתה סטייה לרעה ב- 40 שעות עבודה. במונחים שקליים, הסטייה לרעה היא $40 \cdot 8.5 = 340$

תשובה 23

מקדם הלמידה הוא

$$\text{דני} \quad \log(0.67)/\log(2) = 0.5778$$

$$\text{יורם} \quad \log(0.8)/\log(2) = 0.3219$$

תשובה 24

ראשית נמצא את מספר היחידות שייצר דני.

$$27 = 8 \cdot S^{1-0.5778} = 8 \cdot S^{0.4222} \quad \text{אנו יודעים כי}$$

$$\text{לכן, מספר היחידות שדני יצר הוא } 18 = (27/8)^{1/0.4222}$$

מכאן שמספר היחידות שייצר יורם הוא $12 = 30 - 18$ יחידות.

$$\text{זמן העבודה הכולל של יורם הוא } 64 = 12 \cdot 12^{1-0.3219} \text{ דקות.}$$

שכר העבודה לדקה הוא 0.5 ₪. לכן, שכר העבודה של יורם הוא $32 = 0.5 \cdot 64$ ₪.

תשובה 25

כאשר מקדם הלמידה a בערך מוחלט הוא גדול ממקדם הלמידה b בערך מוחלט, המשמעות היא שהלמידה מהירה יותר ב- a .

לדוגמא, אם מקדם הלמידה בערך מוחלט הוא 0.9 אז שעור הלמידה הוא 0.5358.

$$2^{-0.9} = 0.5358$$

אם מקדם הלמידה בערך מוחלט הוא 0.8 אז שעור הלמידה הוא 0.5743.

$$2^{-0.8} = 0.5743$$

יש לזכור כי שיעור הלמידה מודד פי כמה הזמן קטן כאשר מכפילים את הניסיון. לכן, ככל ששיעור הלמידה נמוך יותר, הלמידה היא מהירה יותר.

תשובה 26

הזמן ליצור 512 יחידות נוספות ע"י נגר מיומן הוא
 $2 \cdot (1024^{(1-0.51457)} - 512^{(1-0.51457)}) = 16.53$

תשובה 27

שכר העבודה של הנגר המיומן $= 500 \cdot 16.53$ 8,265 ₪.
הוסף קנס על הפסקת עבודות קודמות 4,500
סך הכל עם עובדים מיומנים 12,765

עלות עם נגר חדש $= 2 \cdot 512^{(1-0.51457)} \cdot 300$ 12,397
(368) הפסד

תשובה 28

שיעור הלמידה הינו 70%. לכן, מקדם הלמידה הינו $\frac{-\ln 0.7}{\ln 2} = 0.514573173$

לכן, הזמן הכולל מקיים את הקשר הבא $T(1) \cdot 2,000^{1-m} = T(1) \cdot 2,000^{0.48542683}$

240,000	סך המכירות הוא
	עלות היצור
60,000	חומרים
$T(1) \cdot 2,000^{0.48542683} \cdot 500$	עבודה
<u>165,000</u>	קבועות
<u>240,000</u>	

$T(1) \cdot 2,000^{0.48542683} \cdot 500 = 15,000$ לכן נקבל כי

מכאן נקבל כי הזמן לייצור היחידה הראשונה הוא כ- 3/4 שעה .

$$T(1) = \frac{15,000}{500 \cdot 2,000^{0.48542683}} = 0.75$$

תשובה 29

הזמן (דקות) הממוצע ליחידה הוא $T(1) * 3,000^{-m} = 45 * 3,000^{-0.51457317} = 0.731$

תשובה 30

עבור יצור של 3,000 יחידות נקבל

	360,000		מכירות
$3 * 30,000 =$		90,000	עלויות חומרים
$500 * 3,000 * 0.731 / 60 =$		18,278	עבודה
		<u>165,000</u>	עלויות קבועות
	<u>273,278</u>		
	86,722		רווח
	<u>800,000</u>		רווח נדרש
	<u>713,278</u>		הפרש

חישוב זמן היצור של היחידה ה- 3000

$45 * 3,000^{0.48542683} =$	דקות 2,193.3122	הזמן הכולל ליצור 3000 יחידות הוא
$45 * 2,999^{0.48542683} =$	דקות <u>2,192.9573</u>	הזמן הכולל ליצור 2999 יחידות הוא
	<u>0.35</u> דקה	הזמן ליצור היחידה ה- 3000 הוא

תרומה ליחידה (עבור יחידה מעל ל- 3000 יחידות)

	120	מכירה
	30	חומרים
$500 * 0.35 / 60 =$	<u>2.92</u>	עבודה
	<u>87.08</u>	תרומה ליחידה

לכן, יש למכור עוד $8,192 = 713,278 / 87.08$ יחידות

סך כל מספר היחידות שצריך למכור הוא $11,192 = 8,192 + 3,000$ (כ- 11.2 אלפי יחידות).