

מערכות תפעול ב'

להנדסאי תעשייה וניהול

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים.

פרק ראשון: חקר ביצועים

פרק שני: ניהול מערכות תפעול

פרק שלישי: ניהול מלאי ושרשרת אספקה

פרק רביעי: חשבונאות ניהולית

יש לענות על שאלה אחת על-פי בחירתכם מכל אחד מן הפרקים.

בסך-הכול יש לענות על ארבע שאלות. לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. כל חומר עזר כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר.

2. מחשבון (פשוט או פיננסי) שאינו מאפשר תקשורת חיצונית.

ד. הוראות מיוחדות:

1. כתבו את כל התשובות בעט בלבד.

2. בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את הנוסחה המתאימה ואת כל שלבי הפתרון באופן מפורט, ולהסביר בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

3. ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברת, ולא יתייחס לתשובות נוספות.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).

כתבו "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. כתיבת טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 8 עמודים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

בשאלון זה ארבעה פרקים. עליכם לענות על שאלה אחת על-פי בחירתכם מכל פרק. בסך-הכול יש לענות על ארבע שאלות מכל השאלון (לכל שאלה – 25 נקודות).

פרק ראשון: חקר ביצועים

שאלה 1

קבלן צריך להוביל חצץ לשני אתרי בנייה. הוא יכול לקנות עד 18 טונות חצץ ממחצבה שנמצאת בצפון העיר, ועד 14 טונות ממחצבה שנמצאת בדרום העיר.

הקבלן זקוק ל-10 טונות חצץ באתר בנייה 1, ול-15 טונות באתר בנייה 2, ועליו להחליט איזו כמות חצץ להוביל מאיזו מחצבה ולאיזה אתר, כדי שעלות ההובלה תהיה נמוכה ככל האפשר.

עלויות ההובלה (בש"ח לטונה) נתונות בטבלה הבאה:

	אתר בנייה 1	אתר בנייה 2
מחצבה צפונית	20	60
מחצבה דרומית	80	30

(10 נק') א. הציגו את הבעיה כבעיית תובלה: הגדירו את משתני ההחלטה, ונסחו את פונקציית המטרה ואת האילוצים.

(5 נק') ב. הציעו פתרון ראשוני לבעיה, ללא חישובים: איזו כמות חצץ כדאי להוביל מכל מחצבה לכל אתר בנייה?

(5 נק') ג. חשבו את עלות ההובלה הכוללת על-פי הפתרון שהצעתם בסעיף ב'.

(5 נק') ד. חברת המחצבות החליטה לסגור את המחצבה שבצפון העיר, ולהגדיל את הכמות הנחצבת במחצבה שבדרום העיר.

1. בכמה טונות צריך להגדיל את הכמות הנחצבת במחצבה שבדרום העיר?

2. חשבו את השינוי שחל בעלות ההובלה הכוללת, לעומת זו שחישבתם בסעיף ג'.

שאלה 2

למחסן של חברה באים טכנאים כדי לקבל ציוד. קצב ההגעה למחסן הוא 6 טכנאים לשעה במשך כל יום העבודה.

במחסן עובד מחסנאי אחד שנותן את השירות לטכנאים, והוא מסוגל לשרת כל טכנאי בזמן ממוצע של 8 דקות.

קצב הגעת הטכנאים וקצב מתן השירות מתפלגים התפלגות פואסונית.

הטכנאים מקבלים את שכרם מהחברה גם בזמן השהייה במחסן.

(8 נק') א. 1. לכמה טכנאים מסוגל המחסנאי לתת שירות בשעה, בממוצע?

2. כמה טכנאים בממוצע ממתינים בתור למחסן?

(6 נק') ב. 1. כמה זמן בממוצע ממתין טכנאי בתור למחסן? כתבו את התשובה בשעות ובדקות.

2. כמה טכנאים בממוצע שוהים במערכת (בתור ובשירות)?

(6 נק') ג. החברה שוקלת אם להפעיל במחסן מערכת רובוטית שמביאה את הציוד לדלפק באופן אוטומטי.

מערכת כזו חוסכת 2 דקות מזמן השירות שניתן לכל טכנאי. אם תופעל מערכת רובוטית זו, כמה טכנאים

בממוצע ישהו במערכת (בתור ובשירות)?

(5 נק') ד. עלות העבודה של טכנאי היא 80 ש"ח לשעה, ועלות השכירות וההפעלה של המערכת הרובוטית היא

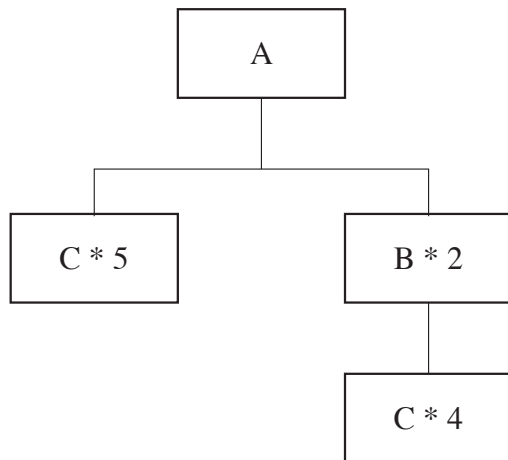
1,500 ש"ח ליום. ביום עבודה יש 8 שעות. האם כדאי לחברה לשכור את המערכת הרובוטית?

הציגו חישוב מתאים וכתבו מסקנה.

פרק שני: ניהול מערכות תפעול

שאלה 3

(8 נק') א. באיור שלהלן נתון תרשים עץ של המוצר A, ובטבלה שלצידו מפורטים נתונים על מרכיביו:



פריט	מלאי (יחידות)	זמן ייצור (שבועות)	זמן אספקה (שבועות)
A	30	1	
B	100	2	
C	600		2

להלן פירוט ההזמנות של מוצר A שהזמינו לקוחות לשבועות הקרובים:

שבוע	4	5	6	7
כמות (יח')	40	20	30	60

חשבו את כמות ההזמנה של פריט C הנדרשת למפעל בכל שבוע (דרישות נטו בזמן).

(6 נק') ב. חברה מסוימת החליטה לעבוד במפעליה לפי שיטת "בדיוק בזמן" (Just in time). מהי השיטה המתאימה לקביעת גודל ההזמנה: האם שיטת "איזון תקופות חלקים" (PPB), או שיטת "מנה למנה" (LFL)? הסבירו את התשובה.

נתונים לסעיפים ג'-ד'

להלן מספר היחידות של פריט מסוים הנדרשות לחודשים הקרובים לצורכי ייצור במפעל, ונתונים נוספים:

חודש	1	2	3	4	5	6
דרישה (יח')	335	200	140	440	300	200

עלות קבועה להזמנה: 200 ש"ח

עלות הרכישה: 50 ש"ח ליחידה

עלות אחזקת המלאי ליחידה מבוססת על 0.6% מעלות הרכישה החודשית שלה.

(5 נק') ג. חשבו את העלות החודשית של מדיניות המלאי הכוללת של הפריט, אם גודל המנה להזמנה נקבע לפי שיטת LFL.

(6 נק') ד. 1. חשבו את העלות החודשית של מדיניות המלאי הכוללת של הפריט, אם גודל המנה להזמנה נקבע לפי שיטת PPB.

2. איזו שיטה לקביעת גודל המנה כדאית למפעל – האם שיטת LFL או שיטת PPB? נמקו את התשובה.

שאלה 4

במפעל "צעצועי הטבע" מייצרים צעצועים מעץ. כל צעצוע עובר כרסום ולאחר מכן צביעה. המפעל מעסיק שני עובדי ייצור: אחד בתחנת הכרסום ואחד בתחנת הצביעה. להלן העבודות שהוזמנו ונרשמו במערכת המפעל ביום ראשון בבוקר (זמן אפס):

מס' עבודה	זמן כרסום (ימים)	זמן צביעה (ימים)	מועד סיום נדרש (ימים)
1	3	5	22
2	7	3	11
3	5	1	7
4	2	4	28
5	4	4	12

כל הזמנה זמינה לאספקה ללקוח מייד בסיום עבודה.

- (8 נק')** א. 1. זמנו את העבודות לפי חוק Johnson.
2. אחרי כמה ימים התפנתה תחנת הצביעה? ומהו בממוצע מספר ימי האיחור באספקה?
- (8 נק')** ב. 1. זמנו את העבודות לפי שיטת EDD.
2. אחרי כמה ימים התפנתה תחנת הצביעה? ומהו בממוצע מספר ימי האיחור באספקה?
- (4 נק')** ג. ציינו יתרון אחד וחיסרון אחד של זימון עבודות לפי חוק Johnson, לעומת זימון עבודות לפי שיטת EDD, במפעל "צעצועי הטבע". הדגימו זאת מתוך התוצאות שקיבלתם בסעיפים א'–ב'.
- (5 נק')** ד. עלות העבודה של כל עובד היא 500 ש"ח ליום. שני העובדים מקבלים שכר על הימים שבהם קו הייצור עובד, כולל ימים שבהם אין להם עבודה לבצע.
על כל יום של איחור באספקת ההזמנה ללקוח, מעבר למועד הסיום הנדרש, המפעל נותן ללקוח הנחה של 1,200 ש"ח על התשלום המסוכם.
1. חשבו את עלות העבודה ואת סכום ההנחות שנתן המפעל ללקוחות כאשר זימון העבודות נעשה לפי חוק Johnson, וכאשר הוא נעשה לפי שיטת EDD (לפי תוצאות סעיפים א' ו-ב').
2. איזו משתי שיטות זימון אלה כדאית למפעל לשם עיבוד ההזמנות שהתקבלו במערכת ביום ראשון?

פרק שלישי: ניהול מלאי ושרשרת אספקה**שאלה 5**

מפעל החברה "אלה ירוקת-עד" מייצר ספסלים מפלסטיק ממוחזר. החברה מנהלת את המלאי שבמפעלה על-פי מודל שיני מסור (EOQ).

נתונים:

- המפעל צורך 71 טונות פלסטיק בשבוע.
- עלות הפלסטיק היא 220 ש"ח לטונה, וזמן האספקה – שבועיים.
- עלות אחזקת המלאי של טונה פלסטיק מבוססת על 15% מעלות הרכישה השנתית שלו.
- העלות הקבועה להוצאת הזמנה ולקבלתה היא 250 ש"ח.
- המפעל מחזיק מלאי ביטחון בשיעור של 30% מהכמות האופטימלית להזמנה.
- הניחו שמפעל החברה עובד 52 שבועות בשנה.

(12 נק') א. חשבו את **ארבעת** מרכיבי מדיניות המלאי האלה:

1. הכמות האופטימלית להזמנה
2. כמות מלאי הביטחון
3. נקודת ההזמנה
4. העלות השנתית של מדיניות המלאי הכוללת

(4 נק') ב. כאשר העלות השנתית של ביצוע הזמנות הרכש פוחתת, העלות השנתית של אחזקת המלאי הממוצע במחסן גדלה. הסבירו מדוע.

(5 נק') ג. פרטו **שני** אירועים שהתרחשותם במשך השנה פוסלת את האפשרות להשתמש במודל EOQ לניהול מלאי.

(4 נק') ד. מנהל התפ"י ביקש להקטין את כמות ההזמנה ב-20%. כיצד תשפיע הקטנת כמות ההזמנה על העלות השנתית של מדיניות המלאי הכוללת?

שאלה 6

(6 נק') א. תארו כיצד מערכת מידע יכולה לסייע – בעזרת נתונים במודול המלאי ובמודול הרכש – בניתוח פארטו של פריטים לקביעת מדיניות המלאי.

(6 נק') ב. ציינו אמצעי טכנולוגי **אחד** ואמצעי לוגיסטי פיזי **אחד** שמשפרים את יעילות שרשרת האספקה, והסבירו כיצד מתבטא השיפור בעזרת כל אחד מן האמצעים.

(6 נק') ג. 1. איזו גישה לניהול מלאי תומכת בשיטת הדחיפה, ואיזו גישה תומכת בשיטת המשיכה?

2. ציינו יתרון **אחד** וחסרון **אחד** של כל אחת מהגישות.

(7 נק') ד. חברה מתכננת להוציא לשוק מוצר חדש. הכמות המבוקשת מצד הצרכנים יכולה להשתנות שינוי קיצוני מחודש לחודש, ולחברה יש יכולת לייצר את המוצר בעצמה. באילו מקרים יהיה כדאי לחברה להעביר את פעילות הייצור לספק חיצוני? ציינו **שלושה** מקרים כאלה.

פרק רביעי: חשבונאות ניהולית

שאלה 7

חברת "ארונון פז" מייצרת ומשווקת ארונון סטנדרטיים לחדרי ילדים. להלן עלויות הייצור הצפויות לחודש מאי 2026 על-פי רישומי החברה:

שם העלות	סכום בש"ח	שם העלות	סכום בש"ח
הוצאות מיסים וארנונה	3,500 ש"ח	הוצאות שכר מנהל הייצור	12,000 ש"ח
הוצאות ביטוח לאולם הייצור	2,820 ש"ח	עלות העבודה	240 ש"ח ליחידה
שכר המרכיבים בבית הלקוח	22,500 ש"ח	עלות חומרי גלם	400 ש"ח ליחידה
עלות אנרגייה לייצור	40 ש"ח ליחידה	עלות הארנונות	30 ש"ח ליחידה
הוצאות שכירות אולם הייצור	18,000 ש"ח	הוצאות שיווק	4,000 ש"ח

החברה צופה שבחודש מאי 2026 יימכרו **90 ארונון** במחיר מכירה של 1,600 ש"ח ליחידה.

(9 נק') א. 1. חשבו את היקף המכירות החודשי המינימלי, במספר יחידות ובסך הכנסות, אשר מעבר לו תתחיל החברה להרוויח. סרטטו גרף מתאים והציגו בו את התוצאות.

2. חשבו את הרווח או ההפסד הצפוי לחברה בחודש מאי 2026, והציגו אותו בגרף שסרטטתם.

(6 נק') ב. אנשי השיווק טוענים שאם החברה תוזיל את מחיר המכירה ב-10%, ניתן יהיה להגדיל ב-30% את מספר היחידות שיימכרו בחודש. חשבו וקבעו אם כדאי לקבל את הצעת אנשי השיווק.

(6 נק') ג. החברה מתלבטת אם להעביר את כל הפעילות (ייצור, שיווק והרכבה) לקבלן חיצוני, או להמשיך לבצע אותה בעצמה. התקשרות עם קבלן חיצוני כרוכה בהוצאות קבועות בסך 20,000 ש"ח לחודש, והעלות ליחידה תהיה 1,200 ש"ח.

1. חשבו את **נקודת האיזון** בין שתי האפשרויות, וסרטטו גרף מתאים.

2. מה יהיה כדאי לחברה בחודש מאי 2026 – האם להמשיך בפעילות במפעלה, או להעביר את הפעילות לקבלן? נמקו את התשובה.

(4 נק') ד. חברת "ארונון פז" קיבלה הודעה כי בחודש מאי 2026 הספק יוזיל את מחירי חומרי הגלם המשמשים לייצור הארונון.

בהנחה ששאר העלויות לא ישתנו, הסבירו כיצד תשפיע הוזלת חומרי הגלם על **נקודת האיזון** בחודש מאי. בתשובתכם התייחסו לעלויות הייצור המשתנות והקבועות.

שאלה 8

נתונים לסעיפים א'–ב'

מפעל "א-א ריהוט" מייצר רהיטים למוסדות ציבור. להלן נתונים לגבי עלויות הייצור של המפעל לשנת 2025.

- עלויות חומרים ישירים: 800,000 ש"ח
- עלויות עבודה ישירה: 450,000 ש"ח
- שעות עבודה ישירה: 8,000 שעות
- עלויות עקיפות: 1,000,000 ש"ח

במשך השנה התקבלה במפעל הזמנה לייצור ארונות עבור מרפאה עירונית. בייצור המיועד להזמנה זו הושקעו:

- חומרים ישירים בסך 68,000 ש"ח
- עבודה ישירה בסך 40,000 ש"ח
- 850 שעות עבודה ישירה

(10 נק') א. 1. חשבו את העלות הכוללת של ההזמנה עבור המרפאה העירונית, אם ידוע שהמפעל מעמיס את העלויות העקיפות על בסיס **שעות עבודה ישירה**.

2. כיצד תשתנה העלות הכוללת של ההזמנה, אם המפעל יעמיס את העלויות העקיפות על בסיס **עלויות ישירות**? הציגו חישובים.

(5 נק') ב. ההזמנה סופקה למרפאה תמורת 250,000 ש"ח. איש המכירות מעוניין להציג רווחיות גבוהה ככל האפשר.

1. על-פי איזה בסיס העמסה יבחר איש המכירות להציג את עלות ההזמנה הכוללת – האם לפי זו המחושבת בסעיף א' או לפי זו שבסעיף א'2? הסבירו את התשובה.
2. חשבו את הרווח שיתקבל לפי בסיס ההעמסה הנבחר.

נתונים לסעיפים ג'–ד'

במפעל "עץ לי" יש שתי מחלקות: אחת לייצור ארונות ואחת לייצור שולחנות.

להלן נתונים על מרכיבי העלות במחלקות הייצור:

נתונים	מחלקת ייצור ארונות	מחלקת ייצור שולחנות
מספר העובדים	30	20
ערך המכונות	2,800,000 ש"ח	2,200,000 ש"ח
שטח	400 מ"ר	100 מ"ר
חומרי גלם	280,000 ש"ח	200,000 ש"ח
עלות העבודה	150,000 ש"ח	140,000 ש"ח

עלות עקיפה	בסיס העמסה
שכירות בסך 200,000 ש"ח	שטח
ביטוח מכונות בסך 120,000 ש"ח	ערך המכונות
ניהול עבודה בסך 400,000 ש"ח	מספר העובדים

(6 נק') ג. חשבו את העלויות העקיפות של **כל אחת** מהמחלקות לפי בסיסי ההעמסה הנתונים.

(4 נק') ד. מחלקת הארונות ייצרה 500 ארונות. חשבו את העלות הכוללת ליחידה.

בהצלחה!