

המחלקה למתמטיקה ולמדעי המחשב פרויקט מסכם בהנדסת תעשייה וניהול

שיפור זמינות המלאי אצל לקוחות (קמעונאים)
בחברת XXXXXXXXX סחר בינלאומי בע"מ

חיבור זה מהווה חלק מדרישות לקבלת
תואר ראשון בהנדסה

מאת
עופר עזורי, ת.ז 300205069
אהרון סטולרו, ת.ז 021642210

פרטים אישיים	
<p>ת.ז. : 021642210 כתובת : חצרות הדר 14, כפר סבא אי-מייל : astolero@yahoo.com</p>	<p>שם הסטודנט (1) : אהרון סטולרו טלפון נייד : 050-2005922</p>
<p>ת.ז. : 300205069 כתובת : שדרות נורדאו 42, ת"א אי-מייל : offerazoury@gmail.com</p>	<p>שם הסטודנט (2) : עופר עזורי טלפון נייד : 0504-272695</p>
<p>כתובת הארגון :</p>	<p>שם הארגון בו נעשה הפרויקט : חברת XXXX סחר בינלאומי בע"מ</p>
<p>שם המנחה : רון וולף טלפון : 09-7781507 דוא"ל : ronwo@openu.ac.il</p>	
פרטי הפרויקט :	
<p>כותרת נושא הפרויקט (עברית) : שיפור זמינות המלאי אצל לקוחות (קמעונאים) בחברת XXXX סחר בינלאומי בע"מ</p>	
<p>כותרת נושא הפרויקט (אנגלית) :</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> Improve stock availability at XXX Trade LTD customers (retailers) </div>	
חתימות :	
<p>חתימת הסטודנטים :</p>	<p>חתימת המנחה :</p>
<p>תאריך :</p>	<p>תאריך :</p>
<p>חתימת מרכז הקורס :</p>	
<p>תאריך :</p>	

הצהרה

העבודה נעשתה בהנחיית רון וולף
בחברת "XXXX סחר בינלאומי בע"מ"
האוניברסיטה הפתוחה – המחלקה למתמטיקה ולמדעי המחשב

החיבור מציג את עבודתנו האישית
ומהווה חלק מהדרישות לקבלת תואר ראשון בהנדסה.
כל טקסט ו/או תוצאה המבוססים על עבודות מחקר אחרות,
מתועדים בציון המדעי (Fully Referenced).

תודות

ברצוננו להודות למנחה הפרויקט רון וולף על ההכוונה, המיקוד והתמיכה לאורך כל הפרויקט. ברצוננו להודות לאנשי חברת "XXXX סחר בינלאומי בע"מ" על שיתוף הפעולה, הרצון לשפר והתמיכה הרצופה לאורך כל תקופת הכנת הפרויקט.

ברצוני להודות באופן אישי למנכ"ל החברה, על שיתוף הפעולה הפורה והתמיכה הרבה.

תוכן העניינים

6.....	תקציר מנהלים1
9.....	הארגון2
12.....	סקירת ספרות.....	.3
32.....	המצב הקיים.....	.4
53.....	הבעיות במצב הקיים5
59.....	תיאור החלופות לפתרון.....	.6
81.....	אופן המימוש7
82.....	רשימה ביבליוגרפית.....	.8
83.....	נספח 1.....	.9

1. תקציר מנהלים

כללי

מטרת עבודה זו הינה שיפור זמינות מלאי המוצרים של חברת "XXXXXX סחר בינלאומי בע"מ" אצל לקוחותיה (קמעונאים). ההמלצות לפתרון בעיית זמינות המלאי עוסקות בארבעה תחומים שונים אשר נמצאו המשפיעים ביותר:

- א. חיזוי וניהול המלאי.
- ב. ניהול מחסן.
- ג. אופן עבודת סוכני השטח.
- ד. הסנכרון בין המחסן והסוכנים.

ממצאים עיקריים

חיזוי וניהול המלאי

- אורך חיי המדף של המוצרים המובילים בחנויות השונות נע בין שבוע לשבועיים.
- לאחר פרק זמן זה נדרש לשלוח מלאי חדש אל החנויות על מנת לשמור על רצף מכירות.
- נתוני ההיצע והביקוש של המוצרים המובילים מראים כי בשלוש השנים האחרונות, **למעלה מ-30% מכל שנה לא היה מלאי זמין בחברה**. נתון זה הוביל **למכירות אבודות הן אצל החברה והן אצל הלקוחות**.
- החברה ביצעה תחזיות ע"פ ממוצע נע 12 חודשים, ובעקבות תקופות החוסר השונות, חזתה שוב ושוב ביקושים אשר נמוכים מהביקושים בפועל, ושוב הגיעה לחוסרים.

ניהול המחסן

- החברה מנהלת את מלאי מוצריה בעזרת תוכנה ממוחשבת **המוזנת באופן ידני** ע"י מנהל המחסן.
- מתוך מדגם שנערך נמצא כי **אמינות המלאי הממוצעת במערכת נעמדת בכ- 50%**.
- משמעות הנתון היא שהזמנות חידוש המלאי מכילות כמויות שגויות ותזמונן שגוי
- כמו כן, סוכני השטח מתחייבים ללקוחות על מוצרים שאינם זמינים ופוגעים במוניטין החברה.

אופן עבודת סוכני השטח

- פריסת סוכני השטח מבוססת על חלוקה היסטורית לפי התמחות במשפחות מוצרים.
- כיום, רוב הלקוחות הינם חנויות המחזיקות מגוון רחב של מוצרים אשר מצריכה מהסוכנים התמחות בכל מוצרי החברה ולמעשה מבטלת את הצורך בחלוקה שנעשתה בעבר.
- פריסת הסוכנים הנוכחית אינה יעילה וגוררת בזבוז רב של זמן נסיעה והוצאות תפעוליות.
- תדירות הביקורים אצל הלקוחות אינה מותאמת ללקוח ומביאה לאי-רציפות מלאי אצל חלק נכבד מהם.

הסנכרון בין המחסן והסוכנים

- הסנכרון בין המחסן לסוכנים הינו Off-Line ומבוצע בתחילת כל יום או בעת הצורך של הסוכן לביצוע הזמנה ללקוח או בירור מלאי.
- תיעוד ההזמנות מתבצע בשיחת טלפון או משלוח פקס, ומוזן באופן ידני במערכת ע"י המחסנאי – דבר הגורר טעויות אנוש בנכונות פרטי ההזמנה ותיעוד המלאי הנוטר.

מסקנות והמלצות לביצוע

חיזוי וניהול המלאי

- חיזוי הנדסי של הביקושים יבוצע על-בסיס ממוצע נע 12 חודשים אך לא יתחשב בחודשים בהם לא היה מלאי או בחודשים בהם כמות המכירות הייתה שווה לכמות המלאי הזמין (אילוץ).
- התחזית הסופית תתבסס על התחזית ההנדסית בשקלול חוות דעתם של סוכני השטח והמנכ"ל.
- בשלב ראשון, ההמלצה היא לייצב רמת מלאי גבוהה של המוצרים המובילים למשך תקופה של לפחות שנה על מנת לבחון מהם הביקושים בפועל של המוצרים בתקופות השונות. נדרש להקפיד שכמות המלאי תהיה גבוהה מכמות המכירות (אחרת לא יהיה ניתן להגדיר מהו הביקוש בפועל).
- גודל מנת ההזמנה ותזמון ההזמנות יבוצע ע"פ מודל Q,R אשר מביא לאופטימום את עלויות הוצאת ההזמנה, החזקת המלאי ואת עלויות החוסר.
- בטווח הארוך, יש לשאוף לבצע תחזית המבוססת על תחזיות המכירות של הלקוחות, ועל בסיסה לבנות את תחזית החברה.

ניהול המחסן

- על מנת לשפר את אמינות המלאי יש לתכנן ספירות מלאי על בסיס חלוקת משפחות המוצרים לפי מודל פארטו, ובפרט יש לבצע ספירות מלאי סמוך למועדי הזמנת מלאי מתוכננים.
- בנוסף, מומלץ להצטייד במסופונים עם קורא בר-קוד בעלי ממשק on-line למערכת המידע של החברה על מנת להקטין את ההסתברות לטעויות אנוש בהזנה ידנית.
- יש לקבוע נקודות בקרה במהלך השנה על מנת לאמת שאמינות המלאי אכן משתפרת.

ניהול הסוכנים

- נדרש לסווג את הלקוחות לפי סמיכות לערים מרכזיות.
- לכל לקוח נדרש להגדיר תדירות ביקורים אופטימאלית.
- הלקוחות יחולקו בין הסוכנים ע"פ מיקום גאוגרפי ונק' המוצא של הסוכנים (דרום צפון) וע"פ קשרים עסקיים ייחודיים.

סנכרון בין המחסן והסוכנים

- רכישת מסופונים לסוכני השטח ייאפשר ממשק on-line בין הסוכן למחסן, ויאפשר בירור יתרונות מלאי זמין, הזנת הזמנות ללקוחות באופן מיידי וימנע פגיעה במוניטין ע"י הוצאות הזמנה למלאי שאינו קיים בפועל.

סיכום עלויות ופוטנציאל השיפור

תחום	קריטריון	מצב כיום	לאחר השינוי	אחוז גידול/שיפור
מלאי ומכירות	ערך המלאי (אלפים)	כ-55	כ-90	כ-150%
	עלות תפעולית (אלפים) [הזמנות, החזקת מלאי]	כ-80	כ-115	כ-130%
	רווח ממכירות (אלפים)	כ-220	כ-400	למעלה מ-150%
ניהול הסוכנים	הוצאות נסיעה (חודשי)	כ-5600	כ-4200	כ-25%-
	שעות נסיעה (ממוצע יומי)	כ-4.5	כ-3.5	23%-
	ערך מוסף		תוספת שעות עבודה יומיות של סוכן. צמצום יום עבודה של סוכן.	
ניהול המחסן והסוכנים	רכישת מסופונים	ללא	כ-5000 ₪ (3 יח')	

2. הארגון

שם החברה: XXXXXXXXXX סחר בינלאומי בע"מ.

רקע

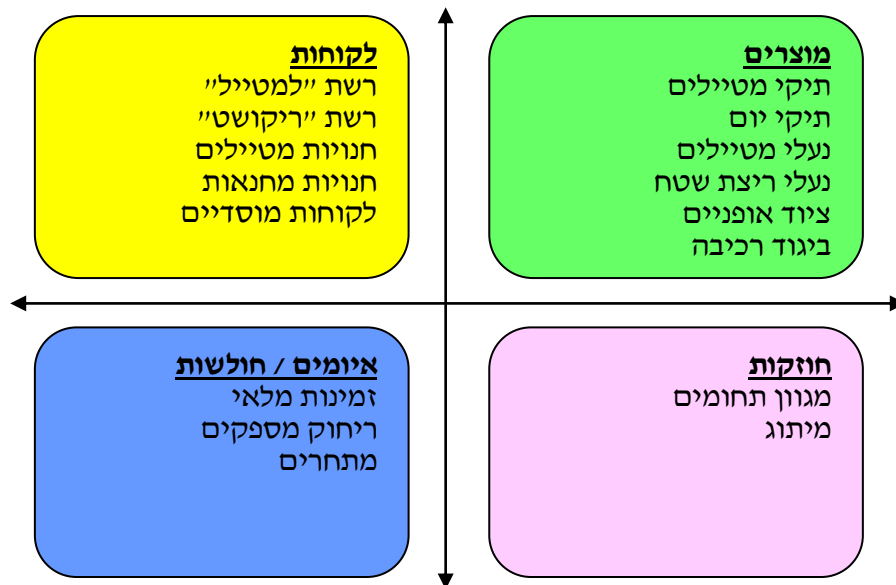
חברת XXXXXXXXXX סחר בינלאומי הוקמה בשנת 1999.

מהקמתה פועלת החברה למתן פיתרונות טכנולוגיים איכותיים וחדשניים לעוסקים בטיולים, טיפוס, רכיבה על אופניים וספורט אתגרי. עיקר התמחותה של החברה ביבוא שיווק והפצה של מותגים מתחום פעילויות הפנאי וספורט אתגרי.

החברה מייצגת את החברות המובילות בתחומן ברחבי העולם. בין החברות המיוצגות:

- YYY - יצרנית התרמילים הגרמנית
- - יצרנית נעלי טיפוס הרים המובילה בעולם
- - מותג הסנדלים האיטלקי
- - יצרנית ביגוד אופניים מקצועי
- - יצרנית אביזרי אופניים מארה"ב

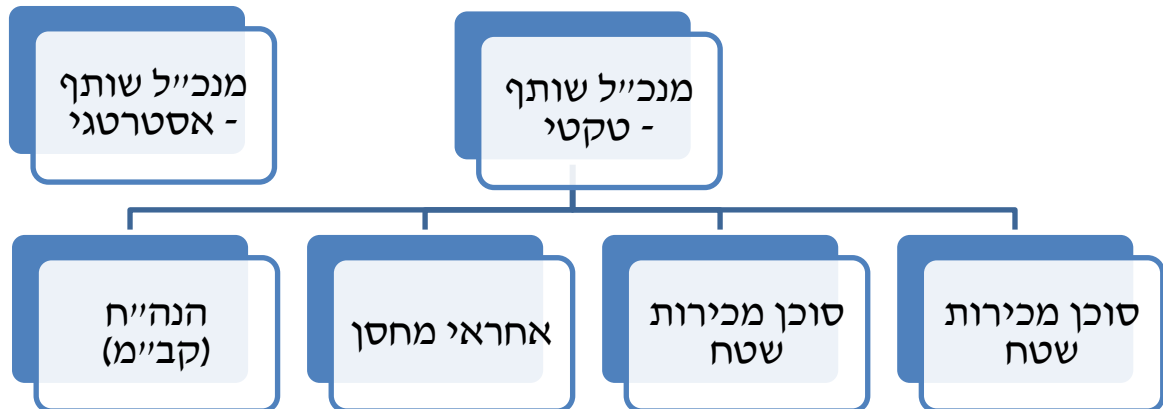
החברה מבוססת על מערך מכירות עצמאי, המשווק לנקודות מכירה בכל רחבי המדינה ובכללן: חנויות אופניים, חנויות מטיילים ומחנאות, חנויות לציוד ספורט, קבוצות ספורט מקצועיות, חברות שמירה ואבטחה, צה"ל, משרד הביטחון, משטרת ישראל, שרות בתי הסוהר ועוד.



איור 2.1 : מאפייני החברה

מבנה ארגוני:

בחברה 5 עובדים, במבנה הארגוני המצ"ב, כאשר שירותי הנה"ח והשירותי ההובלות מבוצעים ע"י קבלן חיצוני.



איור 2.2: מבנה ארגוני

תחומי אחריות בארגון

מנכ"ל שותף – אסטרטגי

- מלאי – אחראי על הזמנות שוטפות מספקים
- כספים – אחראי על כלל הפן הפיננסי של החברה – תזרים, תשלומים לספקים וקב"מ
- אסטרטגיה – אחראי על הזמנות מוצרים חדשים מספקים (צבעים / דגמים / כמויות...), אחראי על החלטות שיווקיות אסטרטגיות

מנכ"ל שותף – טקטי

- תפעול ובקרה – אחראי על תפעול ובקרה שוטפת של מערך המכירות והאחסנה
- מכירות – אחראי על מכירות ללקוחות אסטרטגיים (לרוב מבוססי קשרים אישיים), מענה למכרזים וכד'
- אסטרטגיה – שותף להחלטות האסטרטגיות
- שיווק – אחראי על שיווק ופרסום

סוכן מכירות

- מכירות – אחראי על קבוצת לקוחות המוגדרת שלו ועל איתור ומכירה ללקוחות חדשים

אחראי מחסן

- משלוחים יוצאים – אחראי על אריזת המשלוחים ללקוחות, כולל הפקת חשבוניות ותעודות משלוח
- משלוחים נכנסים – אחראי על קבלת משלוחים נכנסים והכנסתם למלאי
- תיאומים – תיאומים מול חברות השילוח (קב"מ – קבלני משנה)

רקע כלכלי

לחברה מחזור מכירות של כ-3 מליון ש"ח, המתחלקים בין כ-100 לקוחות ברחבי הארץ. חלוקת ההכנסות מהלקוחות אינה קבועה, ומתחלקת בין כ-300,000 ש"ח ללקוח המוביל ובין 5,000 ש"ח ללקוח הקטן ביותר.

התנאים המסחריים שהחברה עובדת עם לקוחותיה הם חיוב על כל הזמנה (בניגוד לקונסיגנציה), כאשר תנאי התשלום נעים בין מזומן (המקנה הנחה) לבין שוטף +150 יום.

3. סקירת ספרות

סקירת הספרות מחולקת לשני פרקים עיקריים:

1. מאמרים - סקירת מאמרים מתחום ניהול שרשראות אספקה ומודלי חיזוי עבור חברות המאופיינות בחוסרי מלאי רציפים.
2. ספרים ומדריכים - סקירה של ספרים ומדריכים הנדסיים תיאורטיים, המציגים כלים ושיטות בהם נשתמש במהלך הפרויקט.

3.1. מאמרים

קמעונות מכל סוג הינה מערך עסקי שניהולו השוטף תלוי באיזון נכון בין מתן מגוון יציב וקבוע של מוצרים ללקוחות לבין הפחתת עלויות באמצעות החזקת מלאי מינימלי. כמובן שאלו שני כוחות מנוגדים שכן כדי להבטיח ללקוחות חווית רכישה טובה באמצעות מלאי קבוע של כל המוצרים שהם מצפים למצוא על המדף יש להחזיק מלאי גדול יחסית שייתן מענה לביקושים בלתי צפויים של לקוחות שבצידו עלויות גבוהות של מימון המלאי ואיחסונו. מצד שני, נסיון לחסוך בעלויות המלאי יביאו בהכרח לטעויות חיזוי בהזמנות מוצרים מהיצרן או ממרכז ההפצה שכן לעתים לא ניתן יהיה להציב על המדף את המוצר שאזל בחנות, דבר שעלול לגרום ללקוחות להעדיף לפנות למתחרה שמסוגל לספק את מגוון המוצרים באופן יציב.

הפתרון לבעיה סבוכה זו הוא סטטיסטי באופיו - הפקת חיזוי מדוייק ככל הניתן של ביקוש, שיכול לאפשר הן את רמת השירות הנאותה הן מצד היצרן כלפי הלקוח הקמעוני והן מצד הלקוח הקמעוני לצרכני המשנה הקמעונאיים וכמובן לצרכן הסופי, וכל זאת תוך חיסכון מקסימלי בעלויות. כפי שניתן לשער, חיזוי שכזה מורכב מאוד ולכן קשה להשגה ולפיכך מודלים מחקרניים רבים מנסים לפתח ולהמליץ על דרך חישובית לניבוי אופטימאלי.

המאמר [1] המחקרי *Top-Down Versus Bottom-Up Demand Forecasts: The Value of Shared Point-of-Sale Data in the Retail Supply Chain* שפורסם לאחרונה בכתב העת *Journal of Business Logistics* הוא מסוג המחקרים הללו אשר מנסים להמליץ לספקים כיצד לחזות את הביקושים ולנהל את עסקיהם בהתאם. המאמר בוחן שני מודלים קלאסיים לניהול תחזיות מהסוג הזה: חיזוי מלמטה למעלה (Bottom-up) לעומת מלמעלה למטה (Top-Down). הגישה הראשונה בוחנת את נתוני הגלם האמיתיים של הביקוש בנקודות המכירה עצמן (Points of sale). גישה זו מחייבת שיתוף פעולה טוב ושיתוף נתונים בין הקמעונאי לספק (בין אם הוא היצרן עצמו ובין אם מרכז לוגיסטי ואספקה מסוג אחר), מצב שלא תמיד קיים. לעומתה מייצגת הגישה השניה מצב לא שיתופי במידע ואזי על הספק להסתמך על מידע מההזמנות שמגיעות אליו באופן מרוכז (שאותן הוא סיפק) על ידי מרכזי ההפצה והחנויות הקמעונאיות. כמובן שמידע זה לא מספק נתונים על ביקוש המיקרו כיוון שאין ליצרן/ספק

אפשרות לדעת בוודאות רמות מלאי, מדיניות הפצה לחנויות ועוד מגוון שיקולים אחרים שמפעיל הגורם הקמעונאי בשרשרת ההפצה.

במחקר האמור בחנו החוקרים נתונים של נקודות מכירה כמו גם נתוני הזמנות של שרשרת הפצה קמעונאית נרחבת בארצות הברית לגבי מוצר מזון מסויים תוך הפעלה של מודלים שונים לחיזוי בניסיון לראות מה ינבא באופן אופטימאלי את הביקושים. תוצאות המחקר מורכבות ומראות שאין עדיפות חד משמעית לגישה חיזוי אחת, ודיוקה של שיטת החיזוי תלוי במידת השיתופיות של נתוני נקודות המכירה מצד הקמעונאים.

המחקר הוכיח שהסתמכות על נתונים קמעונאיים של נקודות מכירה יכול לשפר את חיזוי הביקושים ולהפחית טעויות ניבוי, אולם בניגוד לממצאים קודמים, נמצא גם שבמצבים מסויימים נתוני נקודות מכירה עלולים להיות לא מדוייקים לעומת נתוני ההזמנות שלכאורה מייצגים את הביקוש האמיתי בשטח. הדבר אינו מפתיע, שכן לעתים נתוני מיקרו עדינים מדי עלולים להיות מוטים והטרוגניים בשל גורמים עונתיים, קמפיינים פרסומיים, מבצעים מקומיים, תגובות למתחרים וכדומה. לעומתם הזמנות מצטברות של סחורה עשויות להיות יציבות ופחות תנודתיות.

המצב האידיאלי הוא, כמובן, זה שמאפשר חיזוי בשני הכיוונים, הן מלמטה למעלה והן מלמעלה למטה, והצלבה בין שניהם ובין הפערים שחיזוייהם יוצרים עשוי לרמוז על גורמים חשובים שיש לבחון בשיקולים של ייצור ומלאי במערך הקמעונאי ובשרשרת ההפצה.

מאחר ושיקולי אספקה יציבה וחיסכון בעלויות עשויים להיות משותפים הן לספק והן לקמעונאי עולה מתוך המאמר שכדאי לשני הצדדים לשתף פעולה כדי להגיע לחיזוי מדוייק של ביקושים למען השירות והרווחיות שלהם. שיתופיות בנתוני נקודות המכירה עשויה לשפר משמעותית את דיוקו של חיזוי הביקושים עבור כל הצדדים המעורבים בשרשרת האספקה.

קמעונאים גדולים נוהגים לשתף את נתוני נקודות המכירה שלהם עם היצרנים מסיבות לוגיסטיות כדי להקל על תהליך אספקת המלאי. המחקר הנוכחי מורה ששיתוף מסוג כזה עשוי לתרום אף יותר לקמעונאים קטנים שכן הוא עוזר להם לשמור על מלאי אופטימאלי שמחד מספק ללקוחות מגוון מוצרים יציב ומאידך מפחית עלויות מלאי מיותרות.

הסיבה המרכזית בגלל שיתוף פעולה שכזה אינו ישים היא חוסר אמון והדדיות בין הספק לקמעונאי שכן לעתים שיתוף פעולה כזה נתפש כסכנה שכן מידע תחרותי זולג אל מחוץ לשליטתה של הפירמה, בין אם הספקית ובין אם הקמעונית. כמובן שאינטגרציה כזו דורשת אמון והבנה עמוקה על היתרונות ההדדיים של שיתוף מהסוג הזה.

המאמר [2], Demand Estimation in Lost Sales Inventory Systems שפורסם בכתב העת Naval Research Logistics, בחן את הבעיה של חיזוי בנוכחות מכירות אבודות כאשר התפלגות הביקוש האמיתי הייתה נורמאלית. הוא השווה את שיטת הסיכוי המרבי (MLE-Maximum likelihood Estimators for Normal Demand) ואחרות למדגם מצונזר (כלומר ללא התייחסות למכירות אבודות) אל מול שיטה חדשה, כאשר בשתייהן ניתן להטמיע שגרת החלקה מעריכית. לטענתו, רוב מערכות ניהול המלאי לא יודעות לבצע את ההבחנה בין ביקוש למכירות בפועל בעת בניית תחזית, וזאת משום שלרוב כמות המכירות תהיה גדולה או שווה לביקוש. כלומר, החיזוי לביקוש מבוסס על נתוני המכירות המוטסים כלפי מטה. הבעיה המרכזית של שיטות אלו היא שחיזוי נמוך מביא להחזקת מלאי נמוכה, שמביא לרמת מכירות נמוכה שמובילה בעצמה למכירות אבודות נוספות – מעגל שאינו נגמר.

נניח שאנו מקבלים בכל יום מלאי בגובה S עבור מוצר בודד. כאשר הביקוש נמוך מ- S , הביקוש וכמות המכירות הינן שוות. אך אם הביקוש שווה או גדול מ- S , כמות המכירות עדיין רשומה כ- S . במקרה הזה, הנתון היחיד שידוע לנו הוא שהביקוש הוא לפחות S .

בהמשך המאמר [2], מציג נחמיאס שיטה לביצוע עדכון של הערכות לאור מכירות אבודות. לדעתו, עדכון חישוב החיזוי צריך להתבצע מעת-לעת כאשר נתון (תצפית) של ביקוש או מכירה מתקבל או מובן (לדוגמה מכירות לקראת חג או ארוע משמעותי ההולך להקטין או להגדיל את הביקוש). השיטה אותה הוא מציע מבוססת על שתי השיטות הנפוצות ביותר בשליטה במלאי – ממוצע נע והחלקה מעריכית ועל שיטת MAD (Mean Absolute Deviation) המשמשת להערכת טיב התחזית.

תיאור המודל:

הנחות יסוד והגדרות

נניח ש (x_1, x_2, \dots, x_n) הינם מספרים הלקוחים מתוך התפלגות נורמלית עם תוחלת לא ידועה μ וסטיית תקן לא ידועה σ .

נניח ש S הוא קבוע (constant) ידוע המתאר את רמת המלאי בנק' זמן מסויימת ורק ערכים המקיימים $(x_i < S)$ נספרים.

לטובת נוחות החישובים, יהיו $(x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)})$ הדגימות בסדר עולה.

נגדיר r כ- $\max(x_i < S)$. רק $(x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(r)})$ נצפים.

אנו מניחים כי ערכו של n הוא ידוע וערכו שווה למספר התקופות שנתחוו.

נוסחאות

על מנת לחשב את תחזית למוצע וסטיית התקן לתקופה נשתמש בנוסחאות הבאות:

$$\tilde{\mu} = \bar{x}_r + \frac{\tilde{\sigma}\phi(z)}{p}$$

$$\tilde{\sigma}^2 = \frac{s_r^2}{1 - z\phi(z)/p - [\phi(z)/p]^2}$$

Where

$$z = \Phi^{-1}(p),$$

$$\bar{x}_r = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r x_i,$$

$$s_r^2 = \frac{1}{(r-1)} \sum_{i=1}^r (x_i - \bar{x}_r)^2,$$

$$p = r/n,$$

כאשר ϕ הינה התפלגות נורמלית רגילה ו- Φ הינה התפלגות נורמלית מצטברת.

ראשית עלינו לבחור שני ערכים קבועים:

n – מספר התצפיות שבוצעו (היסטוריה)

α - קבוע ההחלקה

לאחר חישובים שהוסברו במאמר, מסקנת הכותב הייתה כי הערכים המתאימים ביותר הינם $n \geq 20$,

$\alpha = 0.1$.

נגדיר \bar{D}_n - אומדן מוחלק של הממוצע של התצפיות הקטנות מ S.

$$\bar{D}_n = \alpha D_n + (1 - \alpha) \bar{D}_{n-1}, \quad \text{If } \bar{D}_n < S$$

$$\bar{D}_n = \bar{D}_{n-1}, \quad \text{If } \bar{D}_n \geq S$$

כאשר D_n הוא הביקוש בתקופה n.

משום שדוגמים נתונים מתוך התפלגות נורמלית (הנחת המודל), שונות ערכי המדגם הנצפה הקטנים

מ S (s_r^2) יכולה להיות מוערכת ע"י שימוש בשיטת MAD להערכת טיב החיזוי בצורה הבאה:

$$MAD = \alpha |D_n - \bar{D}_n| + (1 - \alpha) MAD_{n-1}, \quad \text{If } \bar{D}_n < S$$

$$MAD = MAD_{n-1}, \quad \text{If } \bar{D}_n \geq S$$

טווח סטיית התקן S , יכול להיות מוערך בדרך השכיחה של הכפלת MAD פי 1.25. לבסוף, הוא מציג את משתנה החלקה האקפוננציאלי לעדכון המשוואות הנ"ל, p המייצג את הפרופורציה של ערכים הקטנים מ- S .

$$p_n = \alpha I_n + (1 - \alpha) p_{n-1}$$

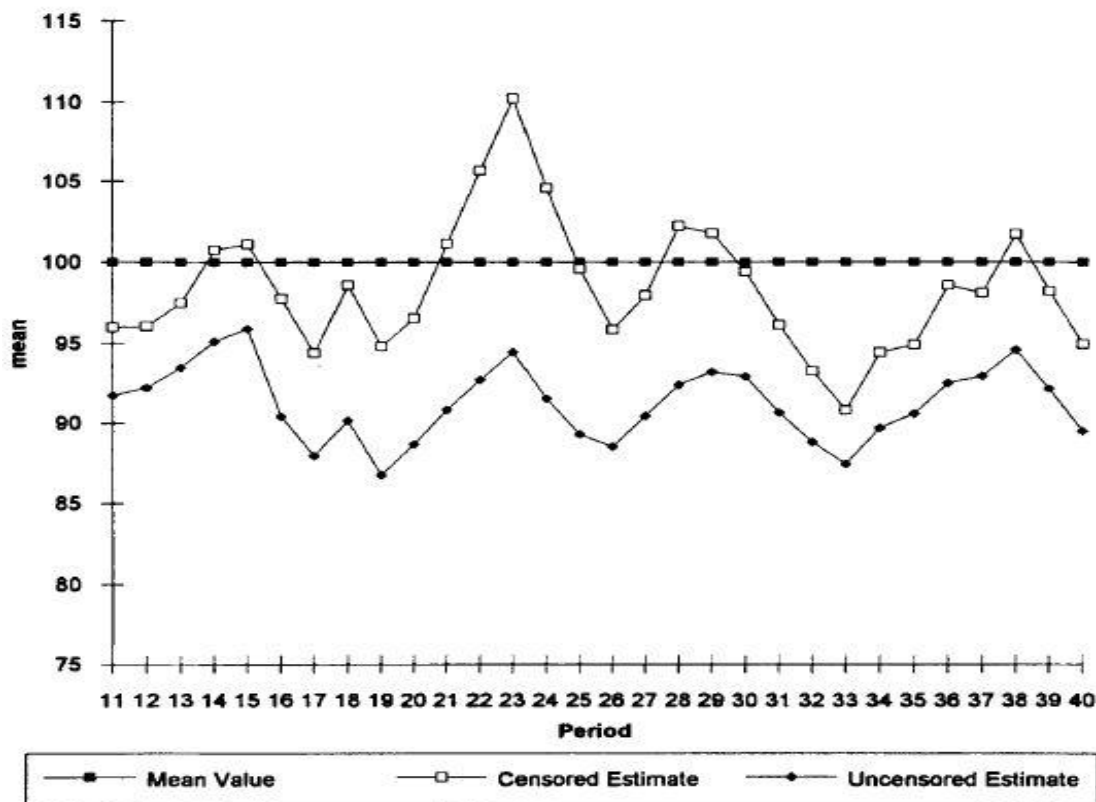
Where

$$I_n = 1, \text{ If } \bar{D}_n < S$$

$$I_n = 0, \text{ If } \bar{D}_n \geq S$$

משתנה החלקה אינו צריך להיות בהכרח קבוע עבור כל המשוואות. בפועל, נשאף לערך קטן יותר של α על מנת להבטיח יציבות גדולה יותר בהערכות והתחזיות.

להלן המחשה של התחזית "המצונזרת" שמציעה נחמיאס לעומת תחזית לא מצונזרת אחרת שאינה מבטלת נתונים חריגים:



איור 3.1.1: השוואה בין תחזית מצונזרת לתחזית לא מצונזרת

גרף זה ממחיש כי בהינתן ממוצע הביקוש, ורמת המלאי אותה מזמינים, ונתוני המכירות והביקוש, עבור היסטוריה של 10 תקופות אחורה בלבד, ניתן לייצר תחזית ארוכת טווח אשר סובבת את הממוצע וסטיית התקן באופן מתמיד לעומת התחזית שאינה מצונזרת, שמוטה מטה ביחס לממוצע וסטיית התקן.

הכותב מדגיש כי שיטה זו שונה משיטות האחרות בפשטותה ובמיעוט המשתנים אותם נדרש לחשב.

בעזרת מודל זה, ולאחר שנצליח לחשב את הנתונים הנדרשים עבור המודל ברמת אמינות גבוהה, נוכל לייצר לחברה תחזית ארוכת טווח על מנת לתכנן את תזרים המזומנים, רמות המלאי ופרמטרים שונים בהסתכלות ארוכת טווח.

3.2. ספרים ומדריכים

במסגרת סקירת הספרות, ובנוסף למאמרים שנסקרו לעיל, נסקרו מספר ספרים מתחומים שונים, אשר לקוחים מתוך חומרי הלימוד לתואר ראשון בהנדסת תעשייה וניהול באוניברסיטה הפתוחה. הספרים כוללים נושאים ועקרונות מתוך העולם ההנדסי בהם נשתמש במהלך הפרויקט. תחומי העיסוק של הספרים שנסקרו הם:

1. שיטות חיזוי
2. מודלי מלאי
3. עבודת סוכן המכירות

ספר [3] (נחמיאס, 2003), עוסק בחיזוי, תכנון הייצור ניהול מלאי ושרשרת האספקה. הספר מציג את ביצוע החיזוי, תכנון ההזמנות וניהול המלאי כנדבך משמעותי ומרכזי בניהול ורווחיותו של עסק בין אם יצרני או קמעונאי. הספר מספק מידע תאורטי המבוסס על המודלים השכיחים בעולם העסקי בכלל הנושאים שהוצגו לעיל. נציג להלן מידע רלוונטי ומודלים הנדסיים אשר עימם ננסה לתת מענה לבעיות החיזוי וניהול המלאי איתן מתמודדת החברה.

3.2.1. חיזוי

רקע כללי

חיזוי הינו תהליך מחושב של בניית הציפיות לעתיד. בכל חברה מסחרית המבצעת תחזית עסקית, מושפעים שני תחומים מרכזיים – השיווק והייצור. השיווק חוזה את כמות המכירות הצפויות של מוצרים קיימים ומוצרים חדשים בפרק זמן מוגדר, ותחזית זו משליכה באופן ישיר על מחלקת התפעול הנדרשת לתת מענה, בין היתר, ע"י קביעת רמת מלאי, בפרקי הזמן המוגדרים, אשר ייתנו מענה למכירות בפועל.

חיזוי מטבעו הוא אינו מדע מדויק, וחלקים מתהליך הביקוש עצמו הינם בלתי-צפויים, אך חלקם האחר כן ניתן לחיזוי.

אומנם מרכז הפרויקט אינו שיפור החיזוי, אך החיזוי, כמו שנאמר לעיל, משליך באופן ישיר מדיניות התפעול של החברה ועל מודל המלאי על-בסיסו החברה מבצעת את הזמנותיה.

בשלב הראשון אנו נבדוק מהו מודל החיזוי על בסיסו החברה מנהלת את מלאי המוצרים, והאם שיטה זו הינה הנכונה ביותר.

בשלב השני במידה ונמצא כי שיטת החיזוי הקיימת איננה נותנת מענה מספק, נבדוק על-בסיס נתוני עבר, האם קיימת שיטת חיזוי מתאימה יותר אשר על בסיסה ניתן לייצר מודל מלאי מתאים.

מאפייני תחזיות

- א. **תחזיות בדרך כלל מוטעות.** כמו שאמרנו לעיל, תחזית אינו נתון מדעי, והביקוש בפועל מושפע לעיתים ממשתנים בלתי-תלויים ושלא היה ניתן לצפות מראש (בעיקר לתחזית ארוכת טווח). כאשר מתברר כי התחזית שגויה, קיימת חשיבות גבוהה להגדיר כי קיימת בעיה בתחזית ולבצע תחזית מחודשת בהתאם לשינויים בשטח. על מערכת התכנון להיות איתנה דיה על מנת להגיב על טעויות חיזוי בלתי צפויות.
- ב. **מגוון נתונים בתוצאת התחזית.** מכיוון שתחזית אינה מדוייקת, הרי שתחזית טובה צריכה לכלול גם מדד לשגיאת החיזוי הצפוי. מומלץ כי לכל תחזית יתווסף מדד בצורת תחום או סטיית תקן ושונות.
- ג. **תחזית מצרפית מדוייקת יותר.** השונות של הממוצע של אוסף משתנים אקראיים בלתי-תלויים בעלי התפלגות זהה תהיה קטנה מן השונות של כל אחד מהמשתנים. כלומר, שונות הממוצע של המדגם קטנה משונות הממוצע של האוכלוסייה. תופעה זו נכונה גם לגבי חיזוי. על בסיס אחוזים, הטעות בחיזוי של מכירות של קו מוצרים שלם (האוכלוסייה) תהיה, בדר"כ, קטנה מן הטעות בחיזוי המכירות של מוצר יחיד (מדגם).
- ד. **אופק החיזוי אל מול אמינות הנתונים.** ככל שאופק החיזוי גדול יותר, כך הסיכוי לטעות גדול יותר וזאת עקב הקושי הקיים לצפות את ארועי העתיד הן מבחינת המצב הכלכלי, הריבית, המתחרים, דרישות הלקוחות וכו'.

שיטות חיזוי סובייקטיביות

- קיימות שני סוגים של שיטות חיזוי: שיטות **סובייקטיביות** ושיטות **אובייקטיביות**. שיטות חיזוי סובייקטיביות מבוססות על שיפוט אנושי, לעומת שיטות אובייקטיביות הנשענות על מודלים סיבתיים ונתוני עבר בלבד, ללא התערבות אנוש.
- שתי שיטות סובייקטיביות שכיחות הרלוונטיות ליישום בחברת XXXXXXXX:
- א. **דעת אנשי המכירות.** סוכני המכירות של החברה הוא מקור מידי סובייקטיבי טוב לצורך חיזוי הביקוש למוצר קיים וזאת עקב המגע הישיר בינם לבין הלקוחות (חנויות) המוכרים את מוצרי החברה, ובנוסף יוכלו לעמוד על שינויים בהעדפותיהם של הלקוחות השונים.
 - ב. **סקר לקוחות.** ניתן לבצע סקר בקרב מגוון הלקוחות איתם אנו בקשר ו/או לא בקשר מסחרי על מנת להצביע על מגמות ושינוי בדפוסי העדפות. נדרש שהסקר יתוכנן בקפידה ושאכן ייצג את קהל יעד הלקוחות של החברה.

שיטת חיזוי הנדסית

ממוצע נע

שיטה זו היא הפשוטה ביותר אך נפוצה מאוד בקרב חברות רבות. ממוצע נע מסדר N הוא פשוט ממוצע חשבוני של N התצפיות האחרונות אשר מאפשר לחשב תחזית על-בסיס נתוני עבר עבור תקופות קרובות בלבד. במידה ורוצים לחשב יותר מתקופה אחת קדימה, החישוב יתבסס על נתוני תחזיות שחושבו ולא על בסיס תצפיות. לדוגמה, במידה ואנו מחשבים תחזית לפי ממוצע נע שלושה חודשים, החודש $t+1$ יחושב על בסיס 3 התצפיות האחרונות, $t+2$ יחושב על-בסיס 2 התצפיות האחרונות והתחזית שחושבה עבור $t+1$, וכך הלאה. מכך ניתן להבין כי התחזית עבור התקופות $t+4$ מבוססת אך ורק על התחזיות שחישבנו, ותישאר קבוע. מסקנה: שיטה זו מתאימה לתחזית לטווח קצר בלבד ואינה יכולה להתאים לחיזוי ארוך טווח. החישוב של הממוצע הנע מחושב על פי הנוסחה הבאה:

$$F_t = (1/N) \sum_{i=t-1}^{t-1} D_i$$

שיטות חיזוי אובייקטיביות

- כאמור, שיטות אלו מתבססות על נתוני עבר בלבד. סדרות עיתיות הינם אוסף של תצפיות על מספר תופעות כלכליות בנקודות זמן מוגדרות, בדרך כלל במרווחי זמן שווים. מתוך סדרות אלו ניתן, בשאיפה, לדלות מידע העשוי לשמש לחיזוי ערכים בעתיד בהתבסס על דפוסי התצפיות השונות. קיימים ארבעה סוגי דפוסי התנהגות בסדרות הללו:
- א. **מגמתיות**. מגמה מתייחסת לנטייה של סדרה להראות דפוס של עלייה או ירידה. קיימת מגמה לינארית (המתוארת ע"י קו ישר) ומגמה לא-לינארית (המתוארת ע"י קו לא ישר, כמו לדוגמה פונקציה ריבועית או מעריכית).
 - ב. **עונתיות**. דפוס החוזר על עצמו במחזורים קבועים. דפוס זה יכול לבוא לידי ביטוי בכל תקופת זמן (יום, שבוע, חודש שנה וכו').
 - ג. **מחזוריות**. מחזוריות דומה לעונתיות, אלא שאורך המחזור וגודלו עשויים להשתנות. מחזוריות מיוחסת בדרך"כ לשינויים כלכליים ארוכי טווח, המתקיימים נוסף על התנודות העונתיות.
 - ד. **אקראיות**. סדרה אקראית הינה סדרה אשר אין לנתונים בה דפוס מזוהה.

הערכת תחזיות

הערכת תחזית הינה כלי המאפשר לחברה לבדוק בסוף כל תקופה את טיב התחזית שבוצעה לאור התוצאות בפועל.

נגדיר את השגיאה בחיזוי בתקופה t כהפרש בין החיזוי אותה תקופה לבין הביקוש בפועל באותה התקופה:

$$e_t = F_{t-\tau,t} - D_t \quad (1) \quad \text{עבור חיזוי למספר צעדים קדימה:}$$

$$e_t = F_t - D_t \quad (2) \quad \text{עבור צעד אחד קדימה:}$$

נציג שני מדדים של דיוק החיזוי במשך n תקופות.

1. MAD (Mean Absolute Deviation) – ממוצע מוחלט מחושב ע"י הנוסחה:

$$MAD = (1/n) \sum_{i=1}^n |e_i|$$

2. MSE (Mean Squared Error) – ממוצע ריבוע השגיאה מחושב ע"י הנוסחה:

$$MSE = (1/n) \sum_{i=1}^n |e_i|^2$$

3.2.2. ניהול ובקרת מלאי

רקע כללי

החזקת מלאי הינה השיטה השכיחה למתן מענה מיידי לצורכי הלקוחות המעוניינים ברכישת מוצר כלשהו. לקוח המעוניין לרכוש מוצר כלשהו, ובפניו יש את האפשרות לקבל אותו בטווח הזמן המיידי (1) אל מול המתנה ממושכת עד קבלתו (2), ללא הבדל משמעותי במחיר, יעדיף לרוב לרכוש את המוצר במקום המאפשר לו קבלה מיידי של המוצר. המשמעות עבור אותם שני ספקים היא שעבור הספק (1), החזקת המלאי היוותה **יתרון** על פני הספק (2) ולכן הוא זה שמכר את המוצר. עבור הספק (2), אי-המכירה היווה **הפסד** או **עלות החוסר** (למרות שלא הוציא כסף בפועל, אלא רק הפסיד רכישה פוטנציאלית).

מאידך גיסא, החזקת רמת מלאי גבוהה במיוחד, גוררת לרוב עלויות החזקת מלאי גבוהות, ולכן רמת המלאי נדרשת להיות מנוהל **באופן רציף, שקול ומחושב** על מנת לא להפוך את ה**יתרון לחסרון**.

עבור חברת XXXXXXXX, אי החזקה של מוצר במלאי מהווה **עלות חוסר משמעותית ואובדן מוניטין** (ספקית בלעדית למוצריה), בנוסף, מוצריה אינם ניתנים להחזרה ליצרן לאחר קבלת המשלוח. ולכן כמות גדולה מידי של מלאי, שלא יימכר בסוף מחזור חייו (פג תוקף, שינוי קו המוצרים של היצרן), מהווה גם הוא **הפסד כספי משמעותי** לחברה.

שיטות הנדסיות לתכנון מלאי

מודל EOQ

מודל זה (Economic Order Quantity – EOQ – גודל הזמנה אופטימאלי) הוא הפשוט והבסיסי בניהול מלאי. המודל מתאר את האיזון שיש להשיג בין עלות קבועה להזמנה לבין עלות ההחזקה. נתאר בקצרה את מודל לטובת הבנה של מודל מורכב יותר.

ההנחות המרכזיות במודל הן:

- א. קצב הביקוש ידוע וקבוע λ יח' מלאי ליחידת זמן.
- ב. העלויות כוללות:
 1. עלות כינון K עבור כל הזמנה.
 2. עלות הזמנה יחסית בגובה c לכל יחידה מוזמנת.
 3. עלות החזקת מלאי בגובה h ליח' המוחזקת ליח' זמן אחת.
- ג. הנוסחה אשר תביא לערך Q (גודל הזמנה) אופטימאלי היא:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2K\lambda}{h}}$$

מודל גודל מנת הזמנה (QR)

הנחות המודל:

- א. המערכת נמצאת בבדיקה רציפה, כלומר הביקושים מתועדים בזמן רכישה/הזמנה ורמת המלאי ידועה בכל רגע.
- ב. הביקוש הוא אקראי וקבוע. כלומר, למרות שאין אנו יכולים לחזות את הביקוש, הערך הצפוי של הביקוש במשך כל מירווח זמן בעל אורך קבוע הוא קבוע. נניח ששיעור הביקוש הוא λ יח' לשנה.
- ג. יש זמן אספקה חיובי קבוע τ לביצוע הזמנה.
- ד. קיימות העלויות הבאות:
 1. עלות K לביצוע הזמנה.
 2. עלות החזקה h ש ליחידה המוחזקת שנה.
 3. עלות מוצר c ש ליחידה.
 4. עלות חוסר p ליח' ביקוש שלא סופקה (עלות חוסר, עלות הקנס).

תיאור הביקוש

במודל זה המשתנה האקראי הנכון הוא הביקוש במשך תקופה אחת, כאשר זו מוגדרת כמשך הזמן הנדרש כדי ליצור שינוי ברמת המלאי הנגיש שהוא זמן האספקה τ .
נניח שהביקוש הוא משתנה אקראי רציף D עם פונקציית הסתברות $f_{(x)}$ ופונקציית התפלגות מצטברת $F_{(x)}$.

נגדיר: $\mu = E(D)$ ו- $\sigma = \sqrt{\text{var}(D)}$ הינם הממוצע וסטיית התקן של הביקוש במשך זמן האספקה.

משתני ההחלטה

Q – גודל ההזמנה.

R – נקי' ההזמנה. מכיוון שיייתכן זמן אספקה ארוך מאוד, עלול להיות מצב שיש לבצע הזמנה לפני שההזמנה הקודמת הגיעה ולכן במקרה זה נחשב את R לפי מצב המלאי הנגיש + זה שבהזמנה.

חישוב עלות ההחזקה

מתוך הנחה קצב הביקוש השנתי הוא λ , ורמת המלאי הצפויה משתנה באופן לינארי בין s ל $Q+s$, כאשר s הינו מלאי הביטחון (רמת המלאי הצפויה לפני קבלת ההזמנה) המחושב ע"פ $s = R - \lambda\tau$.
ממוצע המלאי למחזור $= s + Q/2 = R - \lambda\tau + Q/2$

עלות כינון הזמנה K

הזמנה מתבצעת אחת למחזור T כאשר מחזור מחושב ע"פ $T = Q/\lambda$. עלות הכינון הינה K/T .

בהצבה נקבל שעלות הכינון הממוצעת הנצברת ביח' זמן היא $K/T = K\lambda/Q$.

עלות הקנס

הזמן בו חשופה המערכת לחוסר הוא בין הזמן שבו מתבצעת הזמנה לבין הזמן בו היא מתקבלת (זמן האספקה).

נגדיר $n(R)$ כתוחלת החוסר במחזור. כמות החוסר היא פשוט הכמות שבה עולה הביקוש D על המלאי בנק' ההזמנה R. המספר הצפוי של חוסרים אשר נצבר ביח' זמן יהיה $n(R)/T = \lambda n(R)/Q$

פונקציית העלות

נגדיר $G(Q,R)$ כערך הצפוי השנתי הממוצע של עלות ההחזקה, הכינון והחוסר. נאחד את הביטויים לעיל ונקבל:

$$G(Q,R) = h\left(\frac{Q}{2} + R - \lambda T\right) + \frac{K\lambda}{Q} + \frac{p\lambda \times n(R)}{Q} \quad (1)$$

על מנת להגיע לערך האופטימאלי, נחשב תחילה $Q_0 = EOQ$ ונבצע אופטימיזציה של הפתרון של שתי המשוואות הבאות עד אשר נקבל ערכים עוקבים של Q ו-R:

$$Q = \sqrt{\frac{2\lambda[K + Pn(R)]}{h}} \quad (2)$$

$$1 - F(R) = \frac{Qh}{p\lambda} \quad (3)$$

מודל מוכר העיתונים (הרחבה לאופק אינסופי במקרה של מכירות אבודות)

תיאור כללי:

מודל מוכר העיתונים, בבסיסו, מבוססת על הצורך להזמין כמות מוגדרת בתחילתה של תקופתה על מנת לספק את הביקוש בתקופה זו בלבד. כאשר עושים התאמה למודל לתכנון רב-תקופתי, אנו מבטלים את ההנחה כי הפריטים מתכלים מהר ואין להם ביקוש בתקופות הבאות, ומחזקים את ההנחה כי מלאי הנוותר בתום תקופה ניתן לאחסנו כדי לספק ביקוש עתידי. הביקוש D במשך התקופה (ביקוש אי-שלילי, אקראי ורציף עם פונקציית צפיפות $f(x)$ ופונקציית התפלגות מצטברת $F(x)$).

נסביר את מהות המודל הבסיסי בעזרת דוגמה של עמדת מוכר עיתונים: נניח שבעל עמדת מכירת עיתונים צריך לקבוע כמה גליונות להזמין מעיתון שבועי, בכל שבוע מחדש. לפי נתוני העבר שבידו, הביקוש בכל שבוע הוא משתנה אקראי בעל התפלגות נורמאלית בקירוב עם ממוצע μ וסטיית תקן σ . בנוסף ידוע כי כל גליון נרכש במחיר c ונמכר במחיר S (כאשר $S > c$). עבור כל עיתון שלא נמכר באותו שבוע מוחזר לספק עבור החזר בגובה b ($b < c$). הפתרון ההגיוני הוא שמוכר העיתונים יזמין כמות בגובה הממוצע, אך נבדוק את השלכות החוסר והעודף במקרה זה:

במידה והמוכר נותר בסוף השבוע עם גליון שלא נמכר, ההוצאה מכיסו היא $c-b$. במידה והמוכר נותר ללא עיתונים כלל הוא מפסיד את ההזדמנות למכור (בערך S) פחות עלות השבועון (c), שניתן להבניח שערך זה גבוה מהערך b . המסקנה היא שההפסד במקרה של חוסר גבוה יותר מבמקרה של עודף, ולכן צריך לקנות מעט יותר מהממוצע. קביעת רמת ההזמנה תעשה בעזרת הנוסחאות שלהלן.

הגדרות:

D - הביקוש במשך התקופה (ביקוש אי-שלילי, אקראי ורציף עם פונקציית צפיפות $f(x)$ ופונקציית התפלגות מצטברת $F(x)$)
 S = מחיר מכירה של פריט
 c = עלות משתנה של פריט
 h = עלות החזקה ליחידה הנמצאת במלאי בסוף התקופה
 Q = גודל ההזמנה
 כאשר:

$$C_u = p + S - c \quad C_u = \text{מחיר אובדן מוניטין ואובדן הרווח על המכירה}$$

$$C_o = h \quad C_o = \text{עלות החזקה}$$

$$F(Q^*) = \frac{C_u}{C_u + C_o} = \frac{p + S - c}{p + S + h - c} \quad \text{פונקציית המטרה:}$$

ניתוח ABC

חברת XXXXXXXX מנהלת ומחזיקה במלאי מגוון רחב מאוד של מוצרים, וחלקם מיוצרים במס' דגמים הנבדלים במידה, צבע וכד'. ניהול מערכת מלאי מרובת מוצרים, כאשר לא כל המוצרים רווחיים באותה המידה, הינה אתגר הדורש תכנון ומחשבה מקדימה באופן פרטני לכל מוצר. מודל זה אימץ את הגישה הכלכלית שפותחה ע"י הכלכלן **וילפרדו פארטו**, אשר בדק את התפלגות העושר במאה ה-19, וגילה שחלק גדול מן העושר נמצא בבעלות פלח קטן ביותר של האוכלוסייה. **חוק פארטו** תקף גם לגבי מערכות מלאי, ובפרט עבור מערכת המלאי של חברת XXXXXXXX. חוק פארטו מציג התפלגות בה כ-20% מהפריטים מהווים כ-80% מנפח המכירות השנתי (A), 30% הבאים מהווים כ-15% (B), ו-50% הנותרים מהווים את ה-5% הנותרים (C). כמו כן, ניתן גם להרחיב את החלוקה לארבע וחמש דרגות, וכמו כן, גם חלוקת האחוזים בין הדרגות השונות הינה גמישה (אך עדיין שומרת על יחס תרומה הפוך).

כאמור, קבוצה A הינה הקבוצה המשמעותית ביותר מבחינת רווחיות החברה ולכן לגבי קבוצת מוצרים נדרש להשתמש בשיטות חיזוי, תכנון מלאי והערכת עלויות מתוחכמת יותר על מנת להגדיר את מדיניות התפעול. ככל שקבוצת הדירוג נחותה יותר, כך נשקיע פחות הן מבחינת קשב ניהולי והן מבחינת אמצעים בחיזוי, ניתוח ותכנון המלאי משום שהרווח היחסי מקבוצות דירוג אלו נמוך משמעותית מקבוצה A.

נדבך נוסף הנגזר מחלוקה זו הינו **קצב ושיטת** בקרת המלאי. עבור מוצרי קבוצת A אנו נדרשים לביצוע **בקרה שוטפת** תוך הזמנה של כמויות מדודות של מלאי. עבור קבוצה B נעדיף להזמין מנות גדולות יותר על מנת לצמצם ככל הניתן את הבקרה השוטפת, ועבור קבוצה C, שככל הנראה מוצריה הם הזולים ביותר והכי פחות רווחיים עקב ביקוש נמוך, המדיניות הטובה ביותר בדרי"כ, היא לא להחזיק מלאי בכלל ולבצע הזמנה כאשר מתעורר ביקוש.

מדיניות ניהול מלאי - S,s

בדיקת מלאי רציפה מתבצעת לרוב בחברות בהן מערכת המלאי הינה אוטומטית ובמטרה לשמור על רמות מלאי שהוגדרו מראש.

בחברות בהן בדיקת רמת המלאי מתבצעת באופן תקופתי, ובהנחה שהביקוש אינו דטרמינסטי, יוצר מצב בו רמות המלאי במחסן עבור כל מוצר תהיה אחת מהאפשרויות הבאות בעת בדיקת רמת המלאי:

(1) נמוכה ביחס לנק' ההזמנה R

(2) גבוהה ביחס לנק' R

(3) שווה לנק' ההזמנה R

הקושי ביישום מודל המלאי האופטימאלי מתוערר בעיקר במצב (1) וכאשר רמת המלאי גבוהה במעט מאוד מנק' R וכנראה שתוך זמן קצר מאוד (לפני בדיקת רמת המלאי הבאה) היא תרד מתחת לנק' R.

עבור מקרים אלו ניתן להפעיל את מדיניות S,s, אשר מגדירה שני מספרים:

(1) s (קטנה) – נק' ההזמנה R.

(2) S (גדולה) – הכמות האופטימאלית להזמנה "עפ מודל המלאי".

בנוסף, נגדיר את u כמלאי הקיים.

כמות המלאי שתוזמן תהיה לפי הכללים הבאים:

(1) אם $u \leq s$ אז יש להזמין $S + (s - u)$

(2) אם $u > s$ אז לא נזמין

3.2.3. עבודת הסוכן

מחלק ממציא את דרך לשיפור נצילות הסוכן והגדלת ההכנסות לחברה, החלטנו לבחון את עבודת הסוכן בפן התפעולי הכולל את הנושאים הבאים:

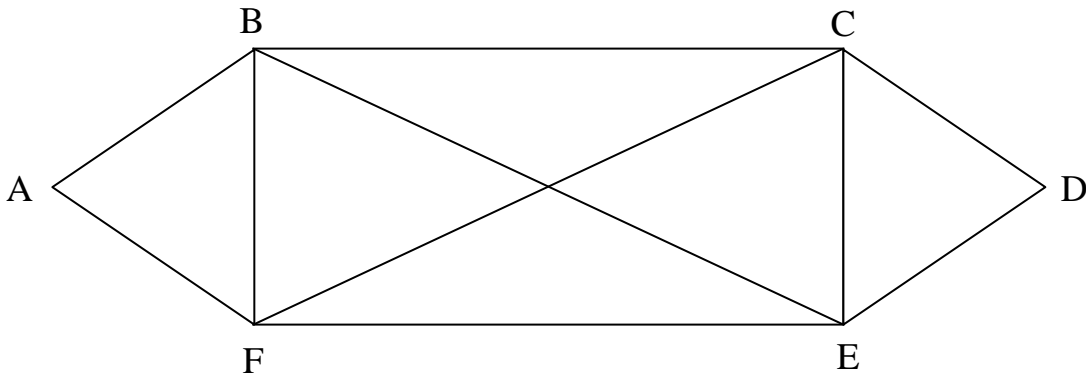
- תכנון זמן העבודה
- נתיבי נסיעה בין הלקוחות הפזורים בארץ
- העברת נתוני ההזמנות מהסוכן אל המחשב

מודל הסוכן הנוסע

מודל הסוכן הנוסע הינו למעשה מודל מתמטי המגדיר בעיה בו סוכן צריך לעבור במס' תחנות, וזאת לבצע במסלול הקצר ביותר.

נתאר את המודל:

המודל בודק תחילה את כמות הכתובות בהן הסוכן נדרש לבקר ולמתוך כך גוזר את כמות המסלולים האפשריים - $(n-1)!$ כלומר אם $n=6$ כולל נקי' היציאה אזי ישנם $5!$ מסלולים כלומר $120=5!$:



3.2.3.1 תרשים : תיאור בעיית הסוכן הנוסע

נתון אוסף $\{c_0, c_1, \dots, c_{n-1}\}$ של כתובות כשכל כתובת c_i ממוקמת בקואורדינאטה (x_i, y_i) כאשר רכיבי הקואורדינאטה הם שלמים.

על הסוכן לבקר בכל אחת מהכתובות. צריך למצוא מסלול מעגלי המחבר בין כל הערים בעל אורך מינימאלי מבין כל המסלולים האפשריים.

ז"א, צריך למצוא נתיב שעבורו סגום המרחקים הוא המינימאלי ע"י הנוסחה:

$$[w(p) = \sum_{i=0}^{n-1} d(c_{p(i)}, c_{p(i+1)})] \quad (1)$$

כאשר המרחק בין שתי כתובות יחושב ע"י :

$$d(c_i, c_j) = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2)$$

הבעיה הזו מוגדרת מעולם המתמטי כבעיה בלתי פתירה . מכיוון שצריך לבחור אפשרות אחת מתוך כמות רבה מאוד של אפשרויות שצריך לבדוק, כך שאף למחשב, בדיקה של כל המסלולים תיארך זמן רב ובלתי מציאותי משום שייכת לסוג בעיות בעלות סיבוכיות אקספוננציאלית הנקראת NP (Non-deterministic Polynomial) במונחים של מדעי המחשב (ראה טבלה 1).

קצב הגידול של בעיית הסוכן הנוסע:

מספר כתובות	מספר המסלולים	זמן החישוב
6	120	8 msec
11	362,8800	3.5 sec
13	479,001,600	8 min
16	1,307,674,368,000	15 days
18	~355,000,000,000,000	11 years
21	~2,430,000,000,000,000,000	77,000 years

טבלה 3.2.2.1 : קצב הגידול של בעיית הסוכן הנוסע

לאור האמור לעיל, קיים צורך באלגוריתם שיגיע לקירוב כלשהו לפתרון האופטימאלי, אך לא לפתרון האופטימאלי עצמו שכאמור הוא מסובך.

קיימים שני אלגוריתמים שמתמשים בהם בעולם המחשבים :

אלגוריתם קירוב - באמצעות האלגוריתם מגיע המחשב לקירוב של עד פי 2 מהמסלול האופטימאלי.
אלגוריתם חמדן BEST FIRST SEARCH - באלגוריתם זה המחשב מחפש את הנק' הקרובה ביותר לנק' בה הייתי, לכן זהו אלגוריתם מהיר לחישוב למחשב, אך לא נותן בד"כ תוצאה אופטימאלית.

השיטה

תכנון מוקדם של מסלול הלקוחות הקצר ביותר בהתחשב בנק' ההתחלה והסיום, תוך-כדי ניצול הכרת השטח של הסוכנים.

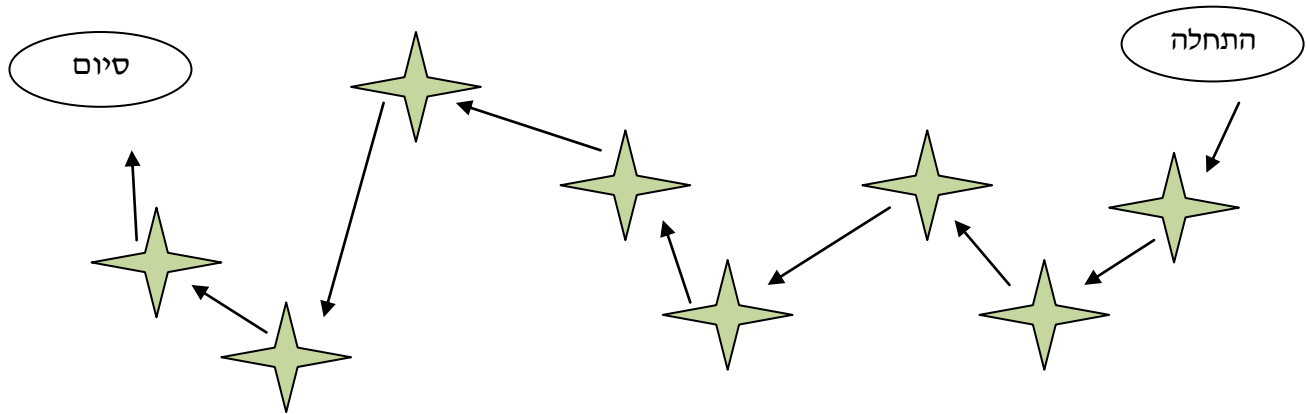
כלומר, ע"מ לבצע את סדר הביקורים היומי בצורה אופטימאלית, נידרש :

1. לתכנן מראש את ציר האיסוף הקצר ביותר, באופן מדעי ושקול באמצעות אלגוריתם הקירוב לבעיית הסוכן הנוסע או באמצעות אלגוריתם חמדן.
2. להתחשב באילושי השטח, כגון : רח' חד-סיטרי, רח' ללא מוצא, פקקי תנועה וכו'.

קביעת המסלול תתבצע ב-2 שלבים אשר יתנו מענה מקיף ומתחשב ב-2 הגורמים שהצגנו.

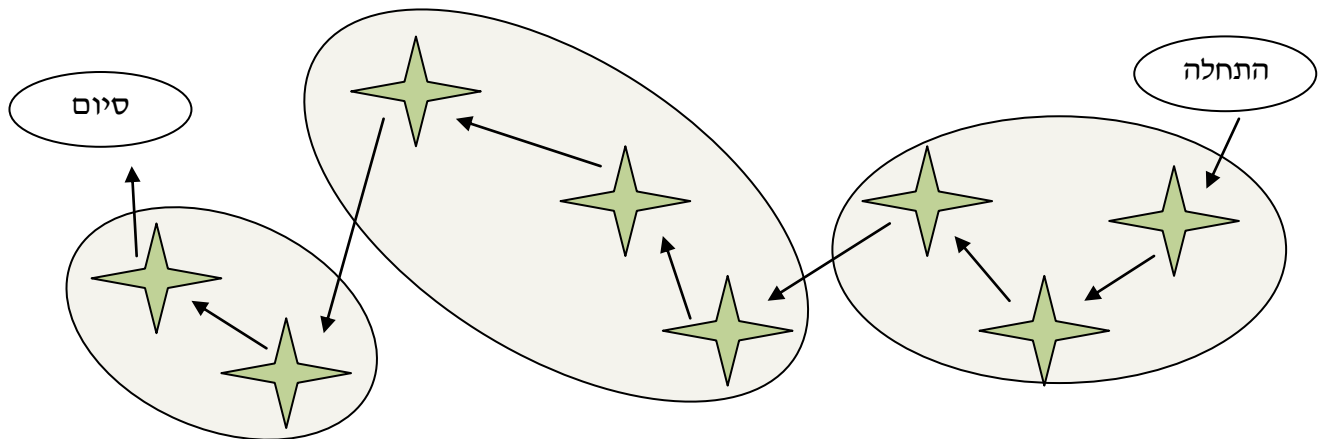
שלב א' - תכנון מוקדם

1. טרם יציאת הסוכן אל הלקוחות ייקבע מסלול ראשוני אשר ילך מנק' ההתחלה לנק' הסיום בצורה אופטימאלית (הקצרה ביותר).



איור 3.2.2.1 : מסלול ראשוני

2. נחלק את המסלול ל'בלונים' (גושים מרוכזים של כתובות) ע"פ הסדר של המסלול הראשוני שנקבע:



איור 3.2.2.2 : מסלול ראשוני לאחר חלוקה ל'בלונים'

3. יקבע טווח זמן ביצוע לכ"א מהבלונים (המבוסס מרחקים, זמן נסיעה מוערך, וזמן הביקוש הממוצע של הסוכן אצל הלקוח).
4. בשלב התאום עם הלקוח, נודיע לו את טווח זמן ההגעה אליו ע"פ המספר הסידורי של הבלון בו הוא נמצא.

שלב ב' - התחשבות באילוצי השטח

1. הסוכן יקבל טרם יציאתו לשטח את תכנון הלקוחות אותם הוא נדרש לפגוש.
2. הסוכן יקבע את סדר הכתובות שיבצע בתוך כל בלון בנפרד ע"פ התחשבותו באילוצי השטח אותם הוא מכיר.
3. סדר הכתובות וזמני הביקור של כל סוכן אצל כל לקוח יתועד לטובת מעקב ושיפור תכנון הנסיעה ואופן ביצוע הביקורים.

בעזרת הנתונים הללו החברה תוכל לתכנן בצורה יעילה יותר את עבודתו של הסוכן ולהגדיל את תפוקתו וכמות הביקורים שלו אצל כלל הלקוחות.

ספר [4] (Niebel and Freivalds, 2009) עוסק בחקר עבודה. הספר עוסק בניתוח כולל של חקר העבודה החל מהצגת מושגים ועקרונות בתחום, דרכים למדידת ביצועים, דגימת עבודה, ניתוח סביבת העבודה, תהליכי למידה, השפעות שכר וכו'.

בפרויקט העוסק בביצועי עובדים והשפעות תהליכים ושינויים על ביצועים אלה, קיימת חשיבות רבה בחקר עבודה על מנת שיהווה בסיס לשינוי ושיפור, וכן על מנת שניתן יהיה לבחון בעזרתו את הביצועים לאחר ביצוע השינוי.

בפרויקט נשתמש בעיקר בתחומים הבאים של חקר העבודה אשר נסקרים גם בספר:

- א. רישום וניתוח תהליכים - מדידת ביצועים ובחינת יעילות בעזרת מדדים הנדסיים שונים. תרשימים וטכניקות לאיתור בעיות וכשלים בתהליכי עבודה, דוגמת תרשים "אדרת הדג" אשר מציג בצורה ויזואלית את הגורמים שהביאו לבעיה או למצב מסוים. תרשים זה מתאים למשל להצגת הגורמים המשפיעים על החוסרים במלאי בצורה שיטתית.
- ב. שיפור שיטות - עקרונות לשיפור שיטות העבודה אשר יביאו לעבודה יעילה יותר וחסכון בעלויות. העקרונות המרכזיים הם ביטול, איחוד, שינוי סדר ושיפור. שיטה זו מתאימה למשל להתייעלות בתהליך הנפקת ההזמנות בחברה.

4. המצב הקיים

בפרק זה נסקור את המצב הקיים ע"פ חלוקה לשני נושאים מרכזיים:

- 1) ניהול המלאי אצל לקוחות החברה עם התמקדות במותג המוביל, YYY.
 - 2) אופן ניהול המלאי עבור המותג המוביל בחברה, YYY.
 - 3) עבודת הסוכנים, ניהול המחסן והסנכרון בין השניים
- מתוך עבודת הניתוח שביצענו לחברה ותוך התייעצות עם הנהלת החברה, אלו הם הנושאים שבהמשך העבודה נרצה לשפר ולייעל על מנת להביא לשיפור ניהול המלאי ותהליכי העבודה בחברה. להלן פירוט הנושאים.

4.1. לקוחות החברה

כאמור, לחברה יש כ- 100 לקוחות, וכל אחד מנהל את המלאי שלו באופן עצמאי. כל הלקוחות מבצעים מכירות ללקוחות שלהם (לקוחות סופיים) בצורה שוטפת ומבצעים הזמנות באמצעות הסוכן כאשר זה **מגיע אליהם** (לעיתים הלקוח יוזם הזמנות טלפונית לסוכן כשיש מחסור במוצר, ולקוחות דורשים מוצר זה).

ניהול המלאי של מרבית הלקוחות הוא לטווח קצר שכן **המלאי הוא התצוגה** ואין מחסן אחורי (מה שמוצג זה מה שיש), כך שהכמויות בתצוגה מוגבלות מאוד ובד"כ כוללות מס' בודד של יח' מכל מק"ט (הכמות אשר מעריכים כי תימכר עד לביקורו הבא של הסוכן כאשר מדברים על המוצרים המובילים אליהם נתייחס בהמשך). מס' מצומצם של לקוחות מנהל לעצמו מלאי במחסן אחורי בכדי להתמודד עם החוסרים התכופים במוצרים המובילים.

כשמסווגים את הלקוחות לקבוצות של שיטת ניהול המלאי, רואים שישנם לקוחות המנהלים לעצמם מלאי של מס' בודד של שבועות ועד חודש, אך עיקר הלקוחות מזמינים כמות מינימאלית שאמורה להימכר עד לביקור הבא של הסוכן (הסיווג נעשה ע"י סוכני המכירות).

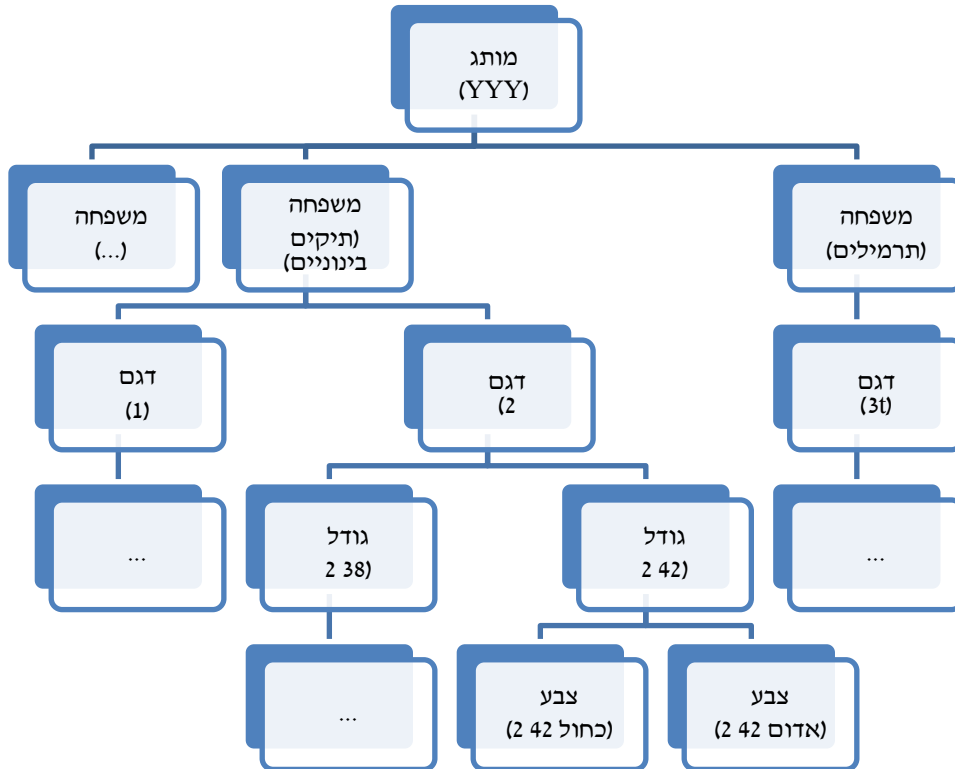
סיווג לקוח	מס' לקוחות	מחזור מכירות ללקוחות	% נתח שוק לסוג לקוח
שבוע	28	1,298,084	66%
שבועיים	11	424,559	22%
שלושה שבועות	3	65,783	3%
חודש	2	163,825	8%
לא רלוונטי (מוסדי, חד פעמי)	28	303,501	1%

טבלה 4.1.1: סיווג לקוחות לפי רמות מלאי אצל לקוח

4.2. ניהול מלאי עבור המותג המוביל, YYY

רקע

המותג YYY בחברת XXXXXXXX סחר בינלאומי הוא המותג המוביל, ומהווה מעל 60% הן בפדיון והן בריווחיות של החברה. החברה מחזיקה מלאי מקומי לשיווק ללקוחות קמעונאים ברחבי הארץ. לפריטים מספר רמות סיווג המחולקות בצורה הבאה (מק"ט הוא הרמה הנמוכה בהיררכיה ולו כל המאפיינים):



תרשים 4.2.1: חלוקה היררכית של מותג בחברה

קיימת תחליפיות ברמות משתנות בכל היררכיה של המוצרים וככל שאנו קרובים יותר לרמה הנמוכה ביותר של הסיווג התחליפיות גבוה יותר – התחליפיות בין 2 צבעים מאותו הדגם גבוה מהתחליפיות בין 2 דגמים מאותה המשפחה.

תחליפיות	רמה
אפסית	משפחות
קטנה	דגמים שונים באותה משפחה
קטנה - בינונית	גדלים שונים האותו הדגם
בינונית	צבעים שונים באותו הגודל מאותו הדגם

טבלה 4.2.1: יחס בין רמת המוצר לרמת התחליפיות שלה

שיטת העבודה

ניהול המלאי עבור המותג YYY בחברת XXXXXXXX סחר בינלאומי בע"מ מבוצע ברמת מק"ט ומתבסס על הנתונים הבאים:

- א. ממוצע הביקוש למוצר ב-12 החודשים האחרונים
- ב. אילוצי האריזה של הספק (כמות בקרטון)
- ג. מגמת המוצר (עליה / דאיכה ...) – ע"פ הערכות של מנכ"ל שותף עם המוצרים
- ד. סיווג המוצר (מוביל, נלווה, משני) – ע"פ הערכות של מנכ"ל שותף עם המוצרים
- ה. תחליפיות – מבוצע איזון רמות מלאי עם מוצרים תחליפיים ע"פ הערכות של מנכ"ל שותף עם התחליפיות בין המוצרים
- ו. LT (Lead Time – זמן אספקה מרגע ההזמנה) לאספקה ממפעל הספק הממוקם בויאטנם (שלושה חודשים לערך) ותאריכי האספקה המאושרים מהספק
- ז. אילוצי תזרים מזומנים – מהווים הגורם המשמעותי ביותר המשפיע על תכנון ההזמנות בטווח הארוך
- ח. המלאי הקיים במחסנים ברגע ההזמנה
- ט. הזמנות בתהליך (בהובלה / בייצור וכד')

להלן נתונים והעלויות התפעוליות הממוצעות השנתיות (3 שנים אחרונות) עבור שלושת המוצרים המובילים בחברה:

- א. כמות הזמנה כוללת ממוצעת – 240 יח'
- ב. עלות הוצאת הזמנה ממוצעת שנתית – כ- 25,000 ₪
- ג. עלות החזקה ממוצעת שנתית – כ- 60,000 ₪
- ד. עלות רכישת המוצרים – כ- 600,000 ₪

תהליך הפקת הזמנה מספק בפועל



1

תרשים 4.2.1: תהליך הפקת הזמנה מספק בפועל

אילוסטרציה לתהליך הפקת הזמנה למק"ט (לדוגמא נפיק הזמנות קדימה בתאריך 1/9/2011):

מק"ט	תאור מאצר	כמות בקרטון	כמות במחסנים	ביקוש חודשי	מועד אספקה	מועד אספקה	מועד אספקה	מועד אספקה	מועד אספקה
32220183		10	30	20	01/10/11	01/11/11	01/12/11	01/01/12	01/02/12
						7+8			60

תרשים 4.2.2: אילוסטרציית הזמנה למק"ט

¹ ** FOB – Free On Board – תנאי אספקה אשר בו הסחורה עוברת לאחריות המקבל כאשר היא על האניה / מטוס. המשמעות לתאריך אספקה FOB היא שהתאריך הוא עבור התאריך שהסחורה תהיה על האניה לפני יציאה.

דוגמאות מהמצב הקיים :

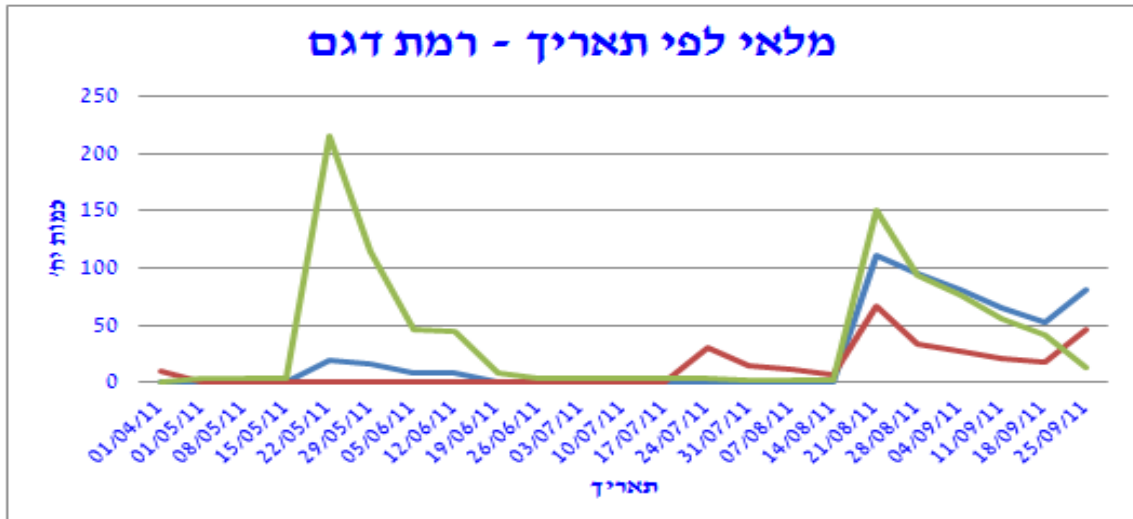
לצורך חישוב המדדים לפי קבוצות, תחילה נבצע חלוקה לקבוצות לפי פרטו עבור משפחות מוצר על פי פדיון :

סיווג פרטו	% מצטבר	כמות משפחות מצטברת	% תרומה מצטבר	% תרומה	פדיון מצטבר	פדיון בתקופה	סה"כ יח' נמכרו	דגם
A	2%	1	19%	19%	278,795	278,795	1,053	1
A	5%	2	35%	16%	511,825	233,030	638	2
A	7%	3	49%	14%	715,575	203,750	311	3
A	10%	4	55%	7%	813,490	97,915	219	4
A	12%	5	62%	7%	910,548	97,058	185	5
A	15%	6	67%	5%	990,358	79,810	217	6
A	17%	7	71%	3%	1,036,257	45,899	167	7
A	20%	8	73%	3%	1,075,261	39,004	63	8
A	22%	9	76%	3%	1,113,961	38,700	215	9
A	24%	10	78%	2%	1,146,486	32,525	198	10
B	27%	11	80%	2%	1,178,726	32,240	104	11
B	29%	12	82%	2%	1,210,896	32,170	145	12
B	32%	13	84%	2%	1,240,351	29,455	137	13
B	34%	14	86%	2%	1,268,491	28,140	134	14
B	37%	15	88%	2%	1,295,741	27,250	47	15
B	39%	16	90%	1%	1,315,741	20,000	80	16
B	41%	17	91%	1%	1,334,291	18,550	98	17
B	44%	18	92%	1%	1,350,791	16,500	33	18
B	46%	19	93%	1%	1,363,991	13,200	24	19
B	49%	20	94%	1%	1,376,741	12,750	30	20
B	51%	21	94%	1%	1,388,341	11,600	232	21
C	54%	22	95%	1%	1,399,819	11,478	154	22
C	56%	23	96%	1%	1,410,949	11,130	53	23

C	59%	24	97%	1%	1,421,709	10,760	60	24
C	61%	25	97%	1%	1,429,924	8,215	31	25
C	63%	26	98%	1%	1,437,524	7,600	38	26
C	66%	27	98%	0%	1,441,264	3,740	11	27
C	68%	28	98%	0%	1,444,864	3,600	12	28
C	71%	29	98%	0%	1,447,864	3,000	12	29
C	73%	30	99%	0%	1,450,864	3,000	15	30
C	76%	31	99%	0%	1,453,839	2,975	35	31
C	78%	32	99%	0%	1,456,639	2,800	35	32
C	80%	33	99%	0%	1,459,394	2,755	19	33
C	83%	34	99%	0%	1,461,803	2,409	73	34
C	85%	35	99%	0%	1,464,203	2,400	8	35
C	88%	36	100%	0%	1,466,483	2,280	38	36
C	90%	37	100%	0%	1,467,902	1,419	36	37
C	93%	38	100%	0%	1,468,983	1,081	47	38
C	95%	39	100%	0%	1,469,373	390	13	39
C	98%	40	100%	0%	1,469,585	212	1	40
C	100%	41	100%	0%	1,469,645	60	2	41

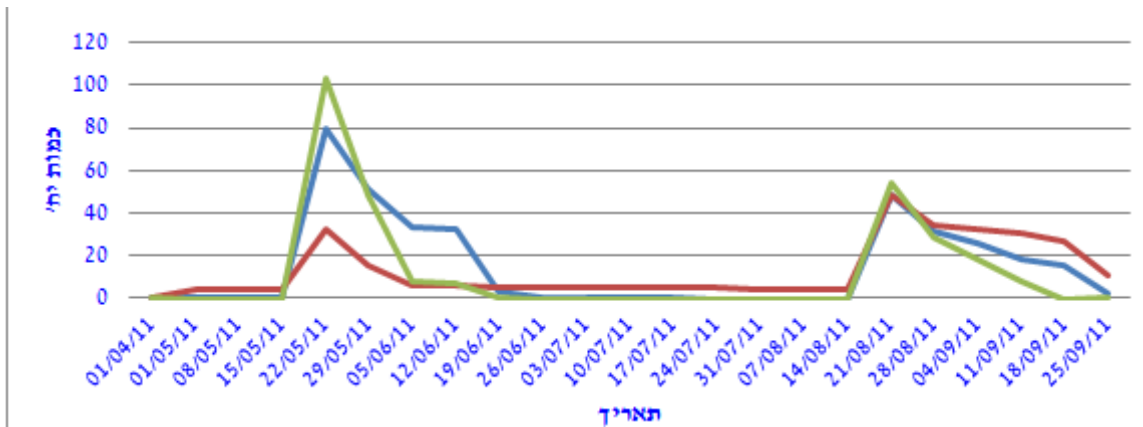
טבלה 4.2.2 : ניתוח המוצרים לפי פרטו וחלוקה למשפחות ע"פ פדיון

רמות המלאי בפועל של הדגמים המובילים (במחשני חברת XXXXXXXXX):

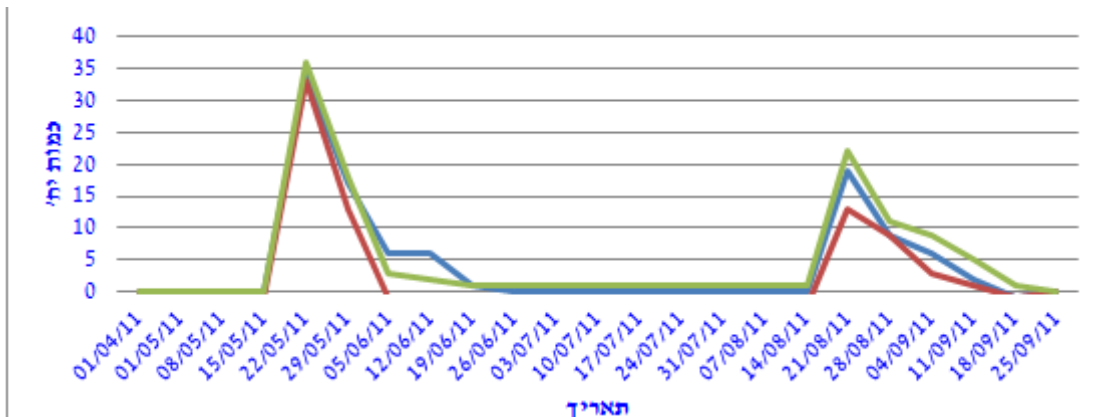


תרשים 4.2.3: מלאי זמין לפי דגם עבור 3 הדגמים המובילים (לפי ניתוח פרט)

עבור הדגם המוביל ע"פ דירוג פרטו, RRRR:

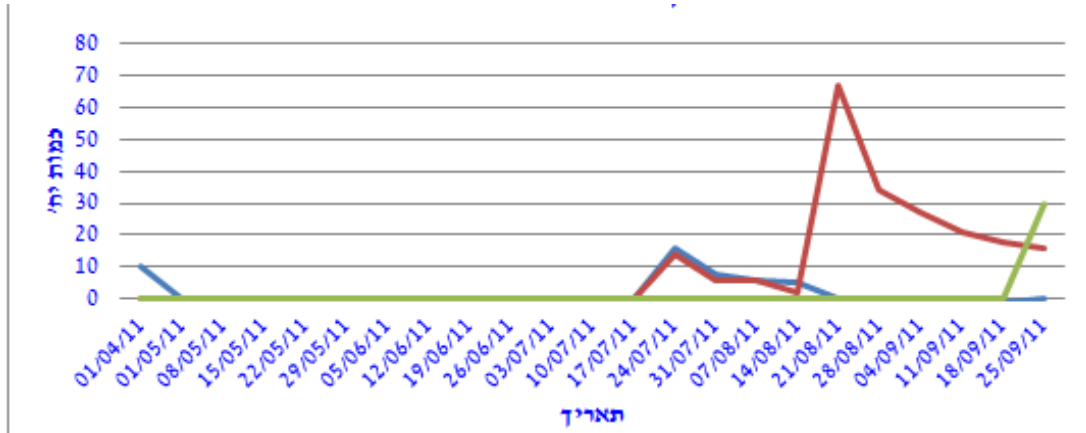


תרשים 4.2.4: מלאי ביח' ברמת גודל מדגם RRRR (3 גדלים – 25,26,30)



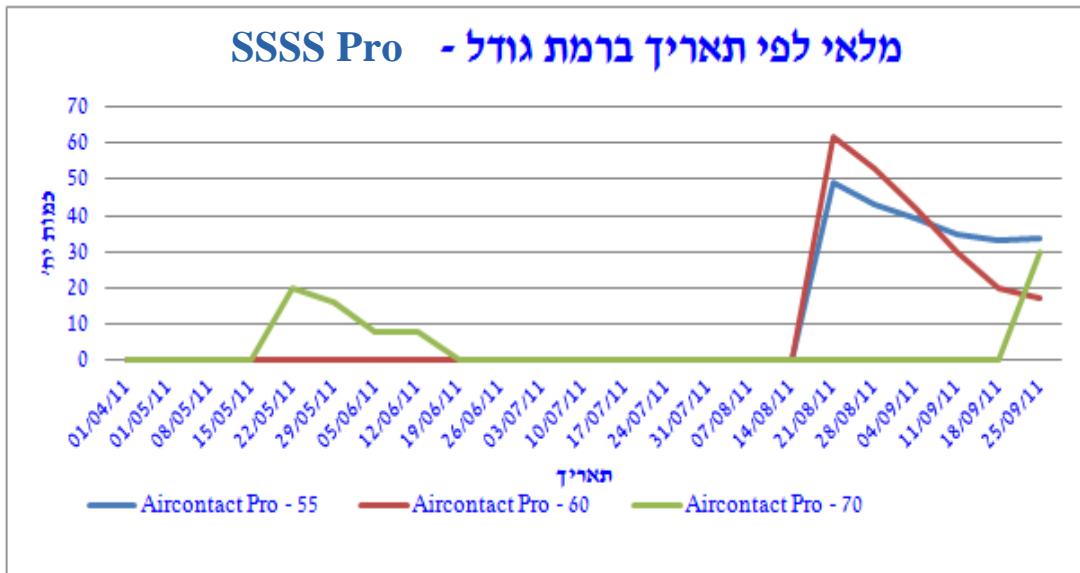
תרשים 4.2.5: מלאי לפי תאריך ברמת צבע (מק"ט) עבור RRRR 30.

עבור הדגם השני המוביל ע"פ דירוג פרטו, TTTT:



תרשים 4.2.6: מלאי ביח' ברמת גודל עבור TTTT.

עבור הדגם השלישי המוביל ע"פ דירוג פרטו, SSSS Pro:



תרשים 4.2.7 : מלאי ביח' ברמת גודל עבור SSS Pro.

** ברמת המק"ט מוצג גרף בודד בלבד כיוון שההתנהגותה בכל המותגים בכל הדגמים

בכל תרשימי המלאי (תרשימים 2-6) ניתן לראות תקופות ארוכות מאוד שבהן אין זמינות מלאי למכירה (מלאי 0) במחסיני חברת XXXXXXXX, תקופות אשר מתקיים אובדן מכירות כמעט מלא (קיימת תחליפיות מינימאלית בין דגמים באותה המשפחה) לצד תקופות בהן המלאי הוא גבוה מאוד (ביחס לביקוש באותה התקופה) הגורר עלויות מלאי גבוהות בדגמים אלו. חשוב להדגיש, כי בעת שחסר מלאי בחברת XXXXXXXX, הם לא עונים על ביקוש לקוחותיהם (החנויות), וכאשר החנויות לא יכולות למכור את מוצרי חברת XXXXXXXX, הם מוכרות מוצרים חלופיים.

מקור הנתונים

מערכת המידע של חברת XXXXXXXX מאפשרת הוצאת פלט של מלאי לתאריך ברמת מק"ט. הפקנו דו"ח מלאי לכל יום ראשון מתאריך 1/5/11 עד 30/9/11 וחיברנו את כל הקבצים לקובץ אקסל בודד לצורך הניתוח.

לכל הנתונים חישבנו את העמודות הבאות :

- א. דירוג פרטו – ע"פ חישוב פרטו לפי דגמים
- ב. ערך מלאי חושב ע"י : ערך מלאי = יתרה * מחיר יח'
- ג. חודש – החודש של התאריך הנמדד לצורך המדדים

תאריך	יתרה	יח' מידה	שם פריט	פריט	מק"ט	דגם	מידה	צבע	מחיר יח'	סיווג ABC	ערך מלאי	חודש
04/09/11	0	יח'	t I 2011	4046051 020488	365019601	TTTT	I	-	475	A	0	9

טבלה 4.2.3 : דוגמה לנתונים הלקוחים מתוך מערכת המידע בשילוב חישוב הנתונים.

תיקון הנתונים - נעשתה בקרה על פלט הנתונים ממערכת המידע עבור כל המק"טים של החברה, כאשר לכל מק"ט נעשתה בקרה על שיוכו לסיווגים המתאימים לו – דגם, מידה, צבע, וזאת בכדי למנוע בעיות של שיוך לא נכון של כמויות ממק"ט כזה או אחר למשפחה / דגם / מידה לא מתאימה. לא נעשתה בקרה על הכמויות מכל מק"ט כיוון שמדובר על נתוני עבר.

מדדים נבחרים

א. % זמינות מלאי –

סה"כ פריטים במשפחה

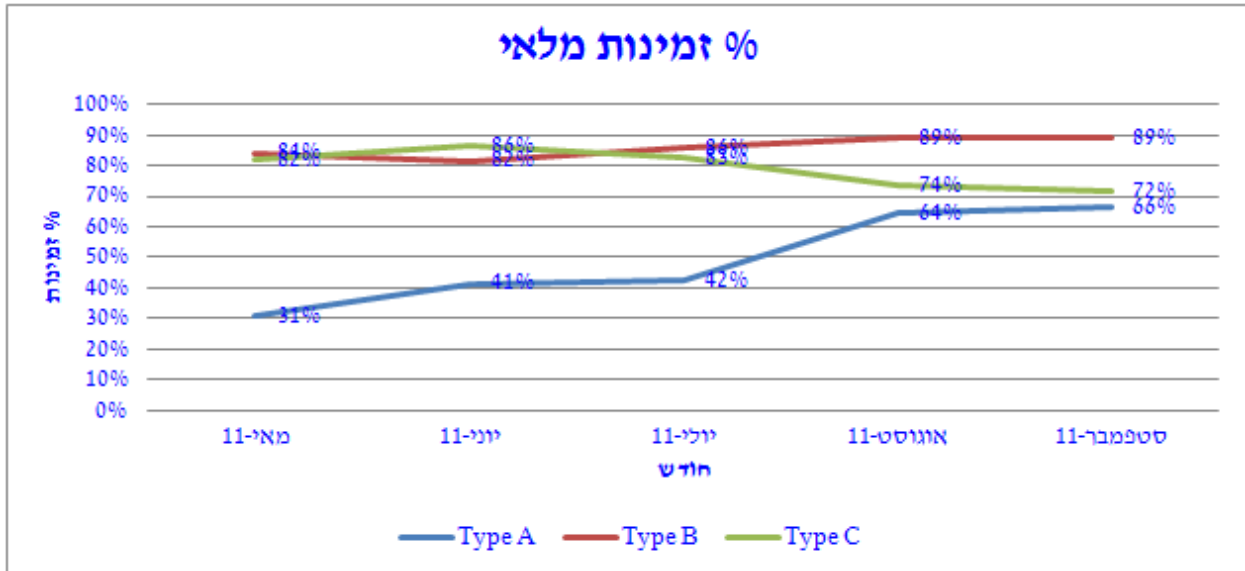
מדד זה מאפשר לנו לראות מגמות בזמינות המלאי, ללא התייחסות למכירות בפועל ולמכירות האבודות, כיוון שצפוי לנו קושי לאמוד את ממוצע המכירות התקופתי בגלל בעיות של אמינות נתוני הביקוש בפועל המסתמכים על נתוני המכירות הפועל המושפעים מתקופות חוסר. אנו נפיק מדד זה אחת לחודש בחלוקה לפי קבוצות פרטו.

ב. ממוצע ערך מלאי חודשי – ערך פריט * ממוצע כמות מלאי בחודש Σ

מדד זה מאפשר לנו להשוות את רמות המלאי שלנו לאורך התקופה ולזהות מגמות של גידול או קיטון במלאי וכן את היחס של ערך המלאי לפי קבוצות הפרטו. אנו נפיק מדד זה לכל המוצרים לפי קבוצות פרטו אחת לחודש.

מדדי בסיס לתקופה 1/5/2011 – 1/9/2011:

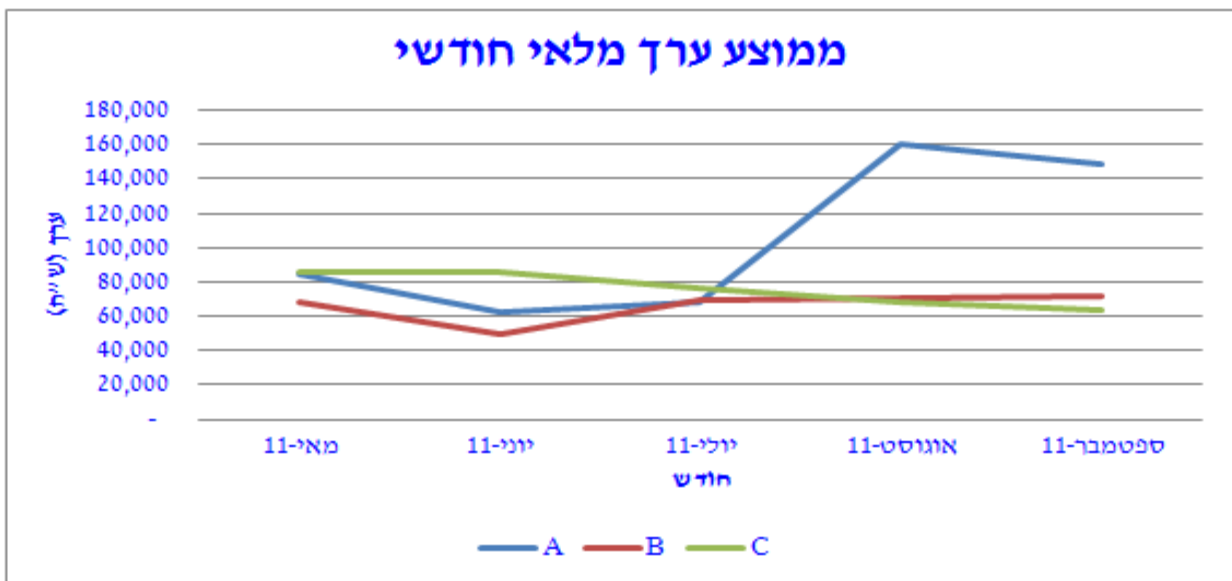
% זמינות מלאי –



תרשים 4.2.7: מדד זמינות מלאי, % זמינות מלאי לפי חודשים מסווג לקבוצות מוצר לפי ניתוח פרטו

ניתן לראות בתרשים 7 זמינות מלאי של 66% בזמינות המלאי של פריטי Type A בחודש ספטמבר (שזה החודש הטוב ביותר בתקופה הנמדדת) וחוסר יציבות יחסי בזמינות המלאי, ומצד שני זמינות מלאי גבוה ויציבה יותר בפריטים הפחות חשובים (Type B+C).

ממוצע ערך מלאי חודשי -



תרשים 4.2.8: ממוצע ערך מלאי חודשי בש"ח לפי חודשים מסווג לקבוצות מוצר לפי ניתוח פרטו

ניתן לראות בתרשים 8, חוסר יציבות בערך המלאי של מוצרים בסיווג A, ויחס בערך המלאי בין משפחות המוצרים אינו תואם ליחס בין הפדיון מכל משפחה – Type A מייצרים 80% מהפדיון, Type B מייצרים 15% ו-Type C מייצרים 5%, בעוד שבממוצע בתקופה Type A מהווים כ-42% מערך המלאי הממוצע, Type B מהווים כ-27% ו-Type C מהווים כ-31%. ניתן לראות שישנו שיפור בזמינות המלאי של מוצרי Type A עם העלייה בערך המלאי של קבוצה זו כצפוי, כיוון שבמהלך חודש אוגוסט הגיע משלוח אשר כלל כמות גדולה של מוצרים ממשפחת Type A.

קבועים רלוונטיים עבור מודל המלאי:

- א. LT (Lead Time) – תאריך הזמנה עד תאריך כניסה למלאי – 12 שבועות – 6 שבועות עד ל-FOB,
 - 4 שבועות הובלה ימית, 2 שבועות עד לשחרור מהנמל.
 - ב. עלות אחזקת המלאי / הכסף – 10% (ע"פ נתונים שנתקבלו מהחברה).
 - ג. עלות הוצאת הזמנה:
1. ההזמנות מגיעות בדרך ימית, במכולה, וכוללות עלויות קבועות ומשתנות.
 2. עלות קבועה להוצאת הזמנה הינה 1600 ₪ לכל מכולה (ביטוח, מכס, הובלות וכו').
 3. עלות שינוע מכולה המלאה בציווד (27 מ"ק) הינה כ-3900 ₪.
 4. כל מ"ק נוסף אשר לא נכלל במכולה עולה כ-350 ₪, בתוספת 1600 ₪ הוצאה קבועה (עד נפח של מכולה שלמה).

עבודה במערכת המידע:

ההזמנות בפועל אינן מוזנות למערכת המידע ומנוהלות בקובץ חיצוני. המנכ"ל השותף, האחראי על הפקת ההזמנות, מבקר מול מערכת המידע את המלאי הזמין של הפריט, הזמנות נכנסות למלאי, הזמנות הנמצאות בתהליך ואת תאריך האספקה העדכני שלהם. לאחר ריכוז כל הנתונים הללו הוא מחליט על ביצוע ההזמנות לפי תאריכי אספקה מתוכננים.

קליטת ההזמנות למערכת המידע נעשית עם הגעת ההזמנה למחסן ע"י אחראי המחסן. אחראי המחסן מקבל הודעה על הזמנה המגיעה מספר ימים לפני הגעתה.

4.3. עבודת הסוכן, ניהול המחסן וסנכרון בין השניים

אחריות אחראי המחסן

אריזה –

תהליך האריזה של אחראי המחסן מתבצע בשיטה הבאה (ראה תרשים 11):

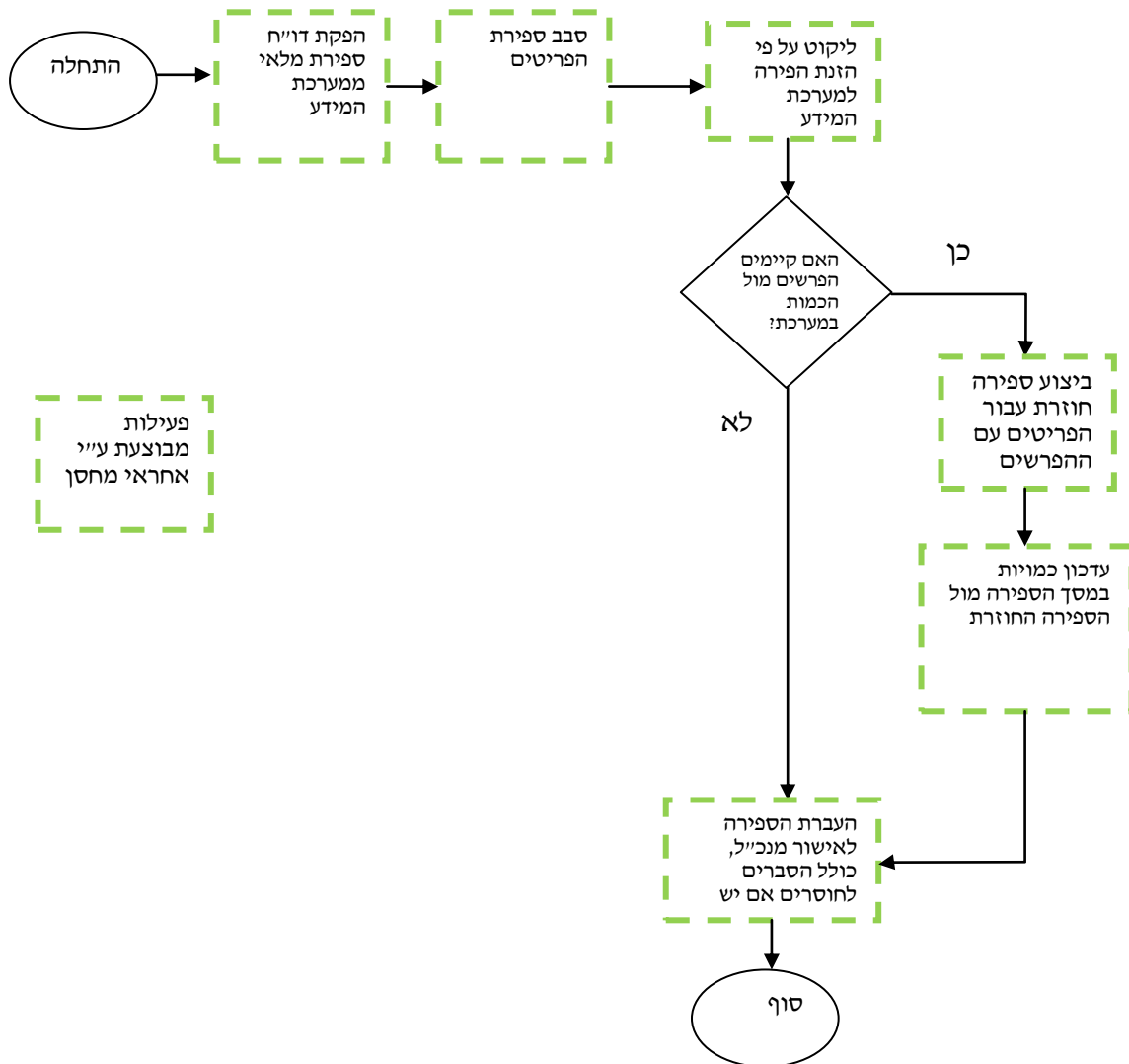
- א. קבלת הזמנה מהסוכן / לקוח דרך דוא"ל / פקס / טלפון
- ב. ליקוט ע"פ המפורט בהזמנה
- ג. הקלדה למערכת המידע:
 - 1) בחירת הלקוח ממגוון הלקוחות הקיימים במערכת המידע
 - 2) הזנת תכולת ההזמנה למערכת המידע (מק"ט וכמות)
- ד. הדפסת חשבונית
- ה. הדבקת חשבונית לאחד הארזגים באותו המשלוח (במקרה ויש יותר מארזג אחד לאותו הלקוח אחראי המחסן רושם על כל הארזגים את שם הלקוח ואת כמות הארזגים המיועדת לאותו לקוח באותו משלוח (אחד מתוך חמש, שתיים מתוך חמש וכו'...))
- ו. בסוף היום מדפיס אחראי המחסן אישורי שילוח (שטר מטען / ואוציר שילוח) מקומי לחברת המשלוחים (דואר ישראל) ומדביק את האישורים על הארזגים.

קליטה למלאי –

משלוח מגיע מהספק עם שליח ארוז במשטחים. המשלוח נפרק ממשאית ההובלה לכניסת המחסן. אחראי המחסן מפרק את המשטחים ומסדר אותם בצורה שניתן לראות את הכיתוב לתכולתם. לאחר מכן רושם כמות של קרטונים מכל מק"ט ובודק התאמה לת. המשלוח מהספק. לאחר אישור הכמויות, אחראי המחסן מזין "תעודת קבלה" במערכת המידע כאשר הוא בוחר מק"ט ומזין כמות לכל פריט אשר הגיע.

ספירות מלאי –

אחת לרבעון מבוצעת ספירת מלאי למותג YYY (בתור המותג המוביל, מוצריו גדולים ונוח לספור אותם), אחת לחציון מבוצעת ספירת מלאי מקיפה את כל המוצרים. ספירת המלאי מבוצעת ע"י אחראי המחסן ומבוצעת בשיטה הבאה:



תרשים 4.3.1 : תהליך ספירת מלאי במחסן

תוצאות הספירות האחרונות -

% דיוק בספירות המלאי האחרונות -

9-11	11-10	6-10	סיווג / תאריך ספירה
116	79	54	פריטים עם כמות מדויקת
79	55	52	פריטים עם שינוי בכמות
41%	41%	49%	% פריטים עם שינוי בכמות

טבלה 4.3.1 : % דיוק בספירות לכלל הפריטים של מותג YYY

9-11	11-10	6-10	סיווג / תאריך ספירה
24	10	7	פריטים עם כמות מדויקת
17	10	13	פריטים עם שינוי בכמות
41%	50%	65%	% פריטים עם שינוי בכמות

טבלה 4.3.2: % דיוק בספירות לפריטים המובילים (AC Pro, RRRR, TTTT) תחת מותג YYY,

תמיכה בסוכן המכירות –

אחת לשבוע מרכז אחראי המחסן את המוצרים הזמינים במלאי להמשך השבוע בצורה בינארית (במלאי או לא במלאי), ועבור פריטים עם מלאי נמוך מאוד (1-2 יח') הוא רושם את הכמות במלאי. כשיש לסוכן שאלה בנושא זמינות מוצרים במלאי, הוא מתקשר לאחראי המחסן לביורר מלאי. אחראי המחסן מברר (ולעיתים זוכר) האם המוצר הנדרש נמצא במלאי, ומעדכן את הסוכן בהתאם.

אחריות סוכן מכירות -

נסיעה בין לקוחות ומכירה ללקוחות - לכל סוכן מכירות קבוצת לקוחות קבועה. לכל סוכן מוגדרים ימי איזור באופן תקופתי (תקופות ארוכות). ימי האיזור בנויים במבנה הבא:

שבוע	יום א'	יום ב'	יום ג'	יום ד'	יום ה'
א'	לקוח א' לקוח ב' לקוח ג'	לקוח ד'	לקוח ה'	לקוח ו'	לקוח ז'
ב'	לקוח א' לקוח ב' לקוח ח'	לקוח ט' לקוח י'	לקוח יא' לקוח יב'	לקוח יג' לקוח יד'	לקוח יז'

טבלה 4.3.2 – מבנה ימי איזור של סוכני מכירות

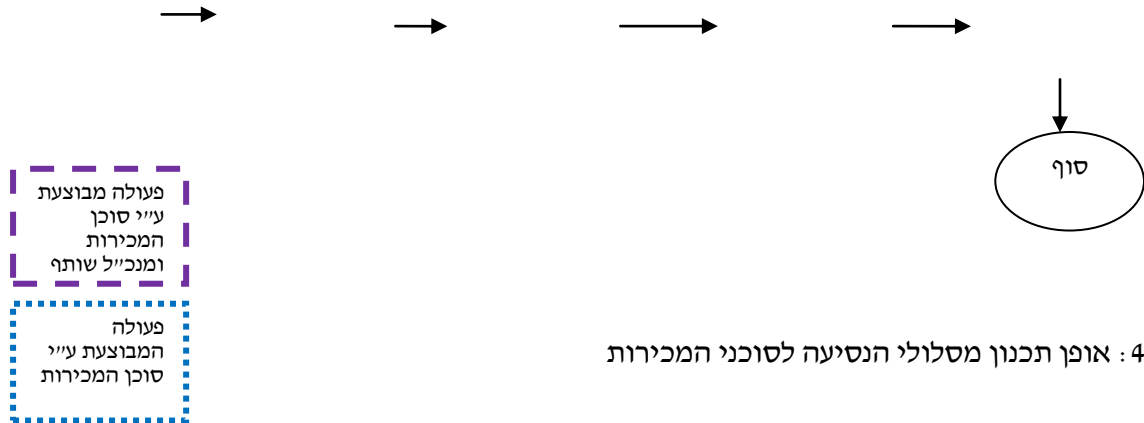
התחלה

הגדרת תדירות ביקור ומשך טיפול נדרש לכל הלקוחות

צירוף לקוחות לימים לפי איזורים, משך טיפול, שיעור יומיות וכו'

הגדרת מסלול הנסיעה

הגדרת ימי האיזור



תרשים 4.3.2 : אופן תכנון מסלולי הנסיעה לסוכני המכירות

ימי האיזור מוגדרים בשיטה הבאה :

- א. לכל לקוח מוגדרת תדירות ביקור (אחת לשבוע, אחת לשבועיים) לפי חשיבות והיכרות עם צרכי הלקוח ע"י מנכ"ל שותף עם סוכן המכירות.
- ב. לכל לקוח מוגדר משך טיפול נדרש לפי חשיבות והיכרות עם צרכי הלקוח ע"י מנכ"ל שותף עם סוכן המכירות.
- ג. הלקוחות מחולקים לקבוצות בכדי לחלקם בין סוכני המכירות לפי סיווג – לדוגמא, בין חנויות מחנאות לבין חנויות אופניים.
- ד. חלוקה לאיזורים לפי קרבה גאוגרפית, משך טיפול, ש"ע יומיות של הסוכן כאשר לקוחות אשר יושבים על הגבול לעיתים עוברים בין אזור אחד למשנהו. נעשה ע"י מנכ"ל שותף וסוכן המכירות.
- ה. הגדרת מסלול הנסיעה של יום האיזור ע"י סוכן המכירות ע"פ היכרות עם עומסי תנועה (לפי שעות), משך נסיעה, מרחק וסדר.
- ו. נעשית חלוקה לימי איזור כאשר לקוחות מובילים מקבלים את הימים המבוקשים עליהם ולקוחות קטנים מתלווים אליהם (לקוח מוביל מבקש יום ראשון גורם לזה שכל הלקוחות באותו האיזור מקבלים את יום ראשון).

המצב הקיים – ימי האיזור של סוכני המכירות בפועל:

• סוכן א'

יום ה' - מרכז	יום ד' - צפון	יום ג' - דרום	יום ב' - י-ם	יום א' - שרון	חנות מס'	שבוע	
					1	1	
					2		
					3		
					4		
					5		
					6		
					7		
					8		
					9		
					10		
					11		
		סנכרון			1	2	
							2
							3
							4
							5
							6
							7
							8
							9
							10
							11

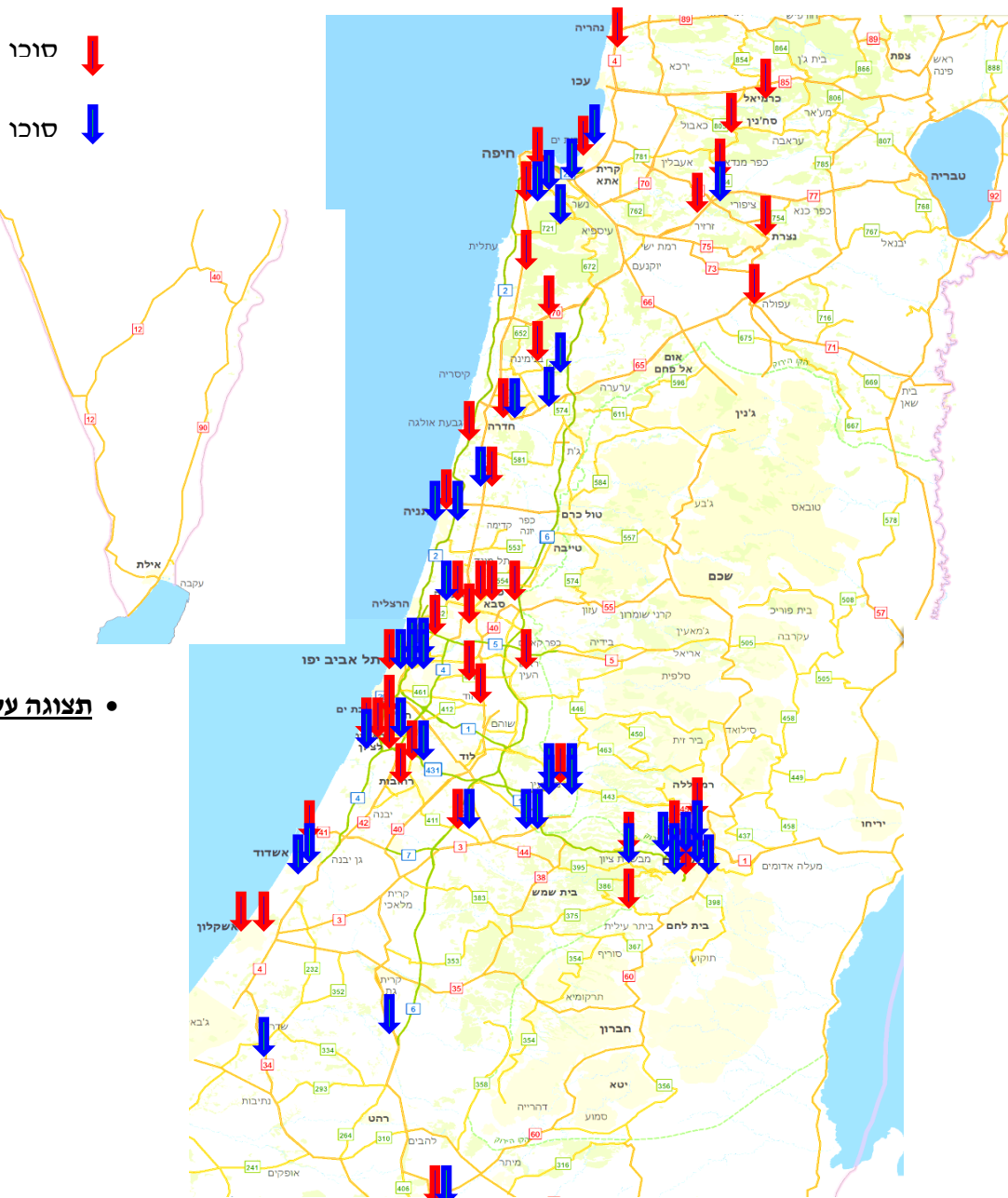
טבלה 4.3.3: תוכנית ביקורים עבור סוכן א'.

• סוכן ב' -

יום ה' - שרון	יום ד' - צפון	יום ג' - י-ם	יום ב' - דרום	יום א' - תל אביב	חנות מס'
					1
					2
					3
					5
					6
					7
					8
					9

					10
					11
					12
					13
					14

טבלה 4.3.4: תוכנית ביקורים עבור סוכן ב'.



איור 4.3.1: מפת פריסת הסוכנים בארץ

עלויות סוכני המכירות בחברה –

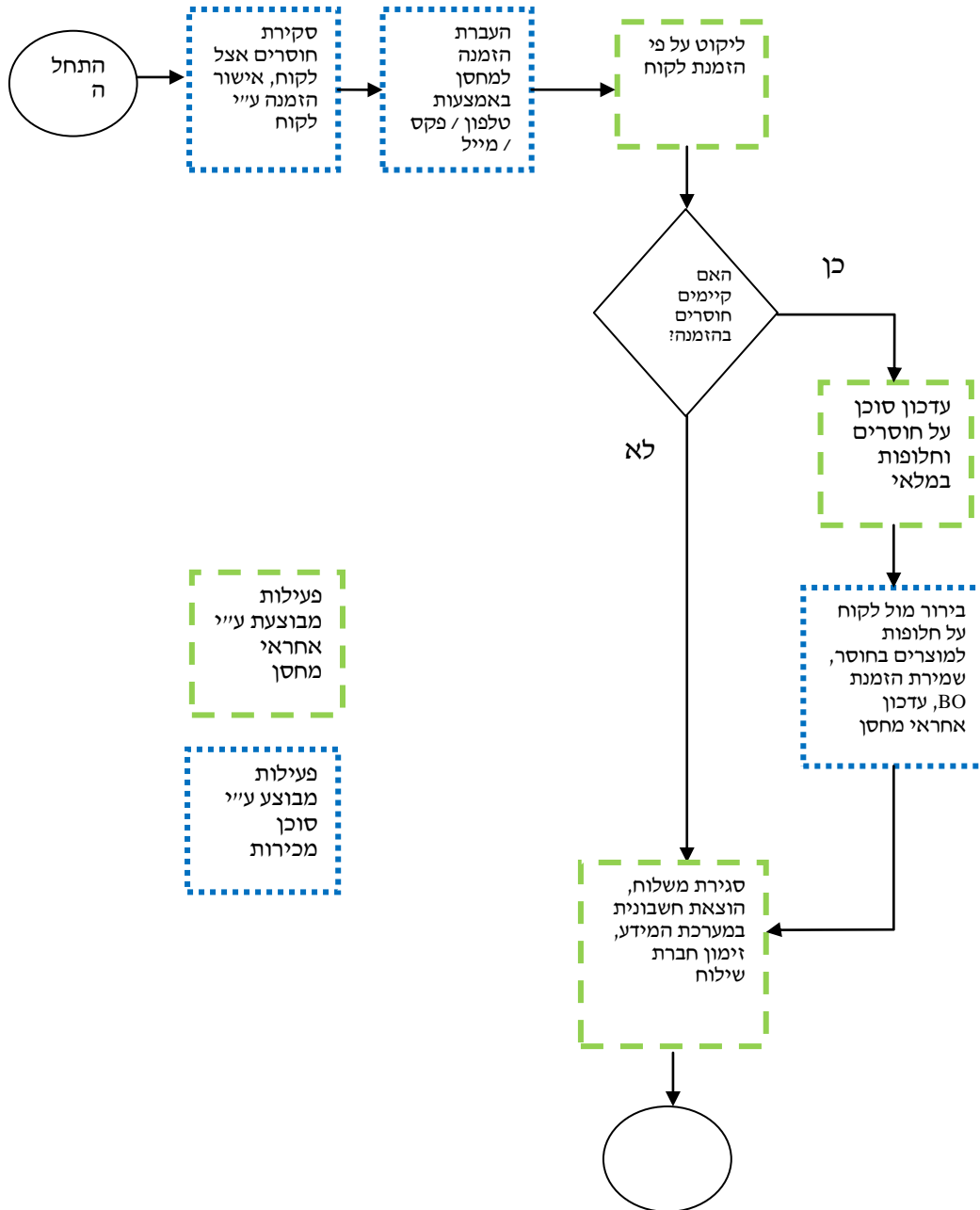
ישנן מסי עלויות כתוצאה מעבודת סוכני המכירות :

סך ההוצאה החודשית לסוכנים (ש"ח)	עלות חודשית לסוכן (ש"ח)	תאור	סיווג
20,000	10,000	2 סוכנים במשרה מלאה	שכר
5,000	2,500	ליסינג רכבים	רכב
5,000	2,500	4,000 ק"מ חודשיים לסוכן (ממוצע)	דלק
30,000	15,000	סה"כ	

טבלה 4.3.4 : עלויות סוכנים

טיפול במקרה חוסר זמינות מלאי עבור פריט באספקה -

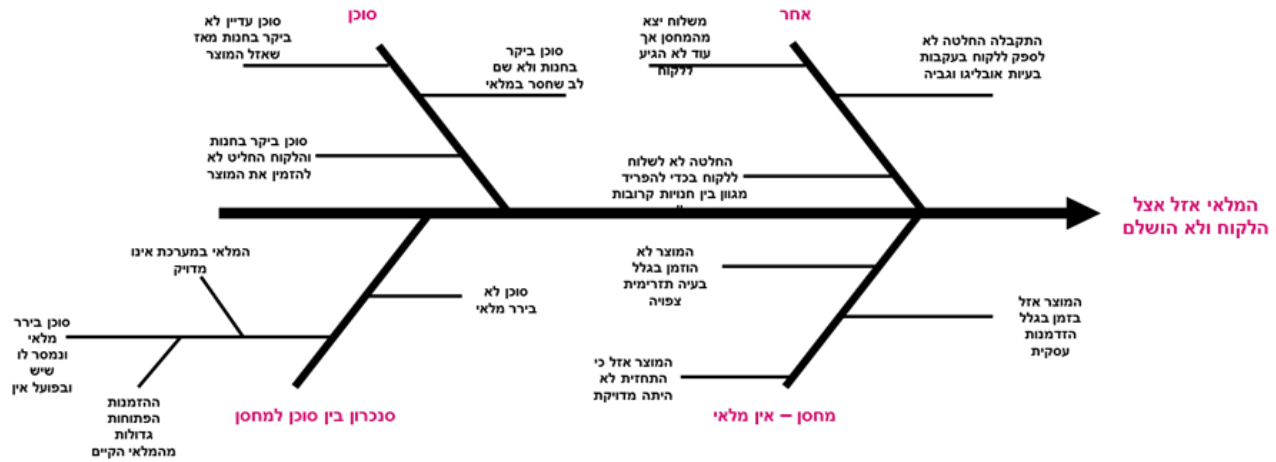
במקרה שאחראי המחסן מזהה כי לא ניתן לספק אחד הפריטים בגלל בעיית זמינות מלאי, הוא יוצר קשר עם סוכן המכירות לבחינת אפשרות החלפת המוצר במוצר חלופי או שמירת ההזמנה לפריט ב-BO (Back Order) עבור הלקוח.



תרשים 4.3.3 : תהליך ביצוע הזמנה ע"י סוכן החברה וטיפול במחסן

5. הבעיות במצב הקיים

לאחר שסקרנו והצגנו את שיטת העבודה ונתוני החברה בה היא נמצאת כיום, נציג ע"פ הניתוח שביצענו את הבעיות והנושאים בהם בחרנו לטפל עבור כל חלק בשרשרת. הנושאים שבחרנו נבחרו ע"י כותבי הפרוייקט תוך התייעצות ושיתוף מנכ"לי החברה, תוך הבנה שלנו לגבי מהן הבעיות המרכזיות בארגון. לצורך ניתוח הבעיות השתמשנו במודל אידרת הדג:



איור 5.1: ניתוח אידרת הדג לבעיות החברה

5.1. זמינות המלאי

הבעיות ומשמעותיהן

- כאשר המלאי אוזל במחסן החברה, ובעקבות שיטות ניהול המלאי אצל מרבית הלקוחות, המלאי אוזל לאחר מחזור מלאי בודד (לפי סוג הלקוח) גם אצל הלקוח ולמעשה, לאורך זמן מדובר במכירות אבודות לחברה, כיוון שבעקבות מחסור המלאי אצל הלקוחות, הלקוחות הסופיים קונים מוצרים חלופיים (כפי שהוגדר ע"י הנהלת חברת XXXXXXXX, כאשר המוצרים חסרים במלאי, לקוחות החברה הקמעונאים מקדמים מוצרים חלופיים ממתחרים בכדי לא להפסיד את המכירה).
- קיימות תקופות ממושכות בהן המוצרים אינם זמינים במלאי – עלויות של מכירות אבודות, אובדן מוניטין וקושי ניהולי. בתקופות שנתחו ל-3 הדגמים המובילים, ניתן לראות שכ-50% מהזמן קיים מצב של 0 מלאי בדגמים. ההכנסות ממוצרים אלו עומדות על כ-715 אש"ח, כ-50% מהתרומה מתחילת שנת 2011. ניתוח הביקוש בפועל ע"פ התקופות בהן קיימת זמינות (עבור 22 שבועות שנמדדו):

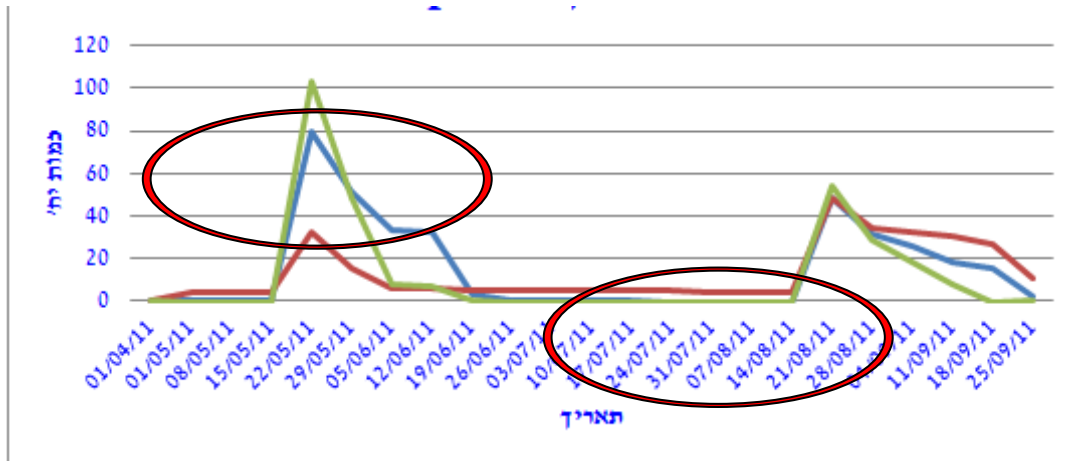
RRRR	TTTT	SSSS Pro	זגם
363	110	100	כמות שנמכרה בתקופה
11	11	9	שבועות זמינות המלאי
33	10	11	כמות שבועית ממוצעת
11	11	13	שבועות של אי זמינות מלאי במחסני החברה
10	10	12	שבועות של אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשבוע
9	9	11	שבועות של אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשבועיים
8	8	10	שבועות של אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשלושה שבועות
7	7	9	שבועות של אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לחודש
45%	45%	55%	% אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשבוע
41%	41%	50%	% אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשבועיים
36%	36%	45%	% אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לשלושה שבועות
32%	32%	41%	% אי זמינות מלאי לתקופה אצל לקוחות המחזיקים מלאי לחודש
309.54	93.8	124.96	כמות "אבודה" - שקלול זמינות מלאי אצל לקוחות מול ממוצע מכירות שבועי
₪ 77,385	₪ 60,970	₪ 81,224	פדיון "אבוד" תקופתי
כ-183 אש"ח	כ-144 אש"ח	כ-191 אש"ח	שקלול שנתי (22 מול 52 שבועות)

טבלה 5.1.1 : עלויות מכירות אבודות

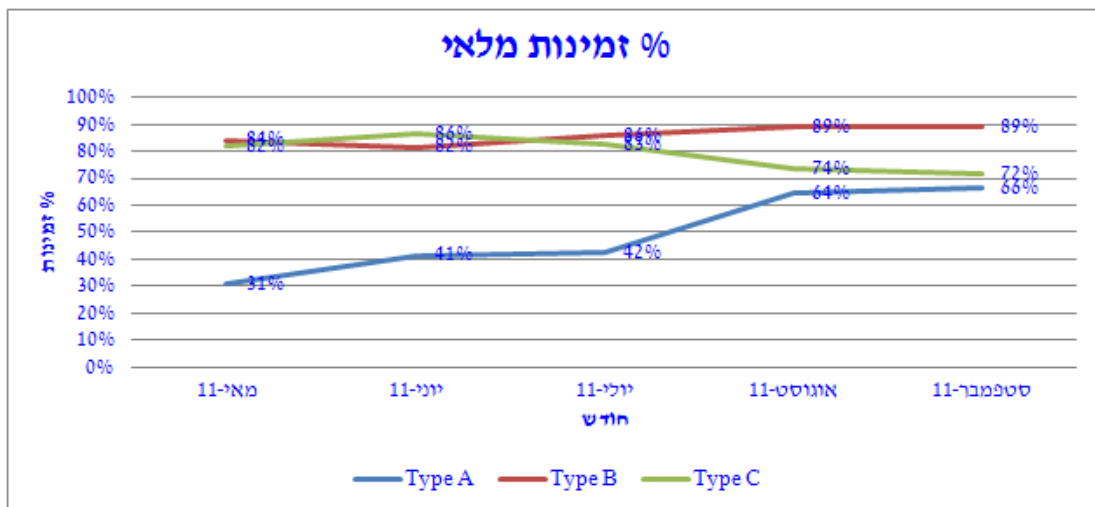
** בתחילת התקופה כל המוצרים היו במלאי במחסן ואצל הלקוחות

מכאן ניתן להעריך כי הפוטנציאל לשיפור המכירות בפועל בעזרת שיפור זמינות המלאי הוא גדול ומשמעותי מאוד. עם זאת, המספרים אינם כך, כיוון שלאחר תקופה של 0 מלאי, מתרוקנים המלאים אצל הלקוחות, נכנסות הזמנות מלקוחות סופיים למוצרים לכשיגיעו, כך שהגידול בפועל יהיה נמוך מהמשתמע, וקשה להעריכו בצורה מדויקת.

ג. קיימות תקופות של מלאי גבוה במיוחד – עלויות מלאי גבוהות (עלות אחזקת מלאי + עלות המלאי עצמו).



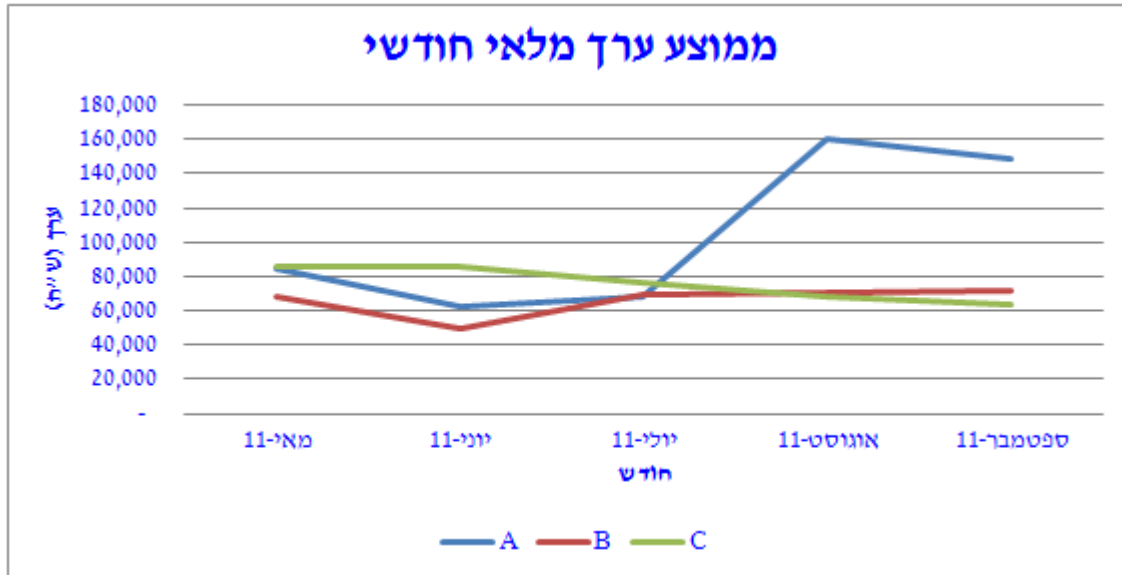
תרשים 4.2.4: מלאי ביח' ברמת גודל מדגם RRRR (כמופיע בעמוד 37)



תרשים 4.2.7: מדד זמינות מלאי, % זמינות מלאי לפי חודשים מסווג לקבוצות מוצר לפי ניתוח פרטו (כמופיע בע"מ 41)

אנו נשתמש במדד זמינות המלאי להציג את השיפור בזמינות המלאי. ניתן לראות זמינות מלאי של 66% בזמינות המלאי של פריטי Type A בחודש ספטמבר (שזה החודש הטוב ביותר בתקופה הנמדדת).

מנגד, נשתמש במדד ערך המלאי, כדי להציג את המגמה בערך המלאי. מדד זה בא לבקר כי אנו משפרים את % זמינות המלאי באופן מבוקר עם השפעה מינמאלית (או לחילופין שיפור, לא ניתן להעריך כרגע) בערך המלאי. בנוסף נשתמש במדד זה בכדי לבקר את היחס בערך המלאי בין משפחות הפרטו.



תרשים 4.2.8: ממוצע ערך מלאי חודשי בש"ח לפי חודשים מסווג לקבוצות מוצר לפי ניתוח פרטו (כמופיע בע"מ 41)

הגורמים לבעיות

- א. **מנת הזמנה לפריט** – לא מוגדרת שיטה קבועה לחישוב המנה מפריט בכל הזמנה, והכמות בפועל גדולה מהכמות הנדרשת לפי ה-LT מהספק והביקושים בפועל.
- ב. **מלאי ביטחון** – לא מוגדר מלאי ביטחון לפריטים כנדרש מה-LT הארוך מהספק, בכדי לאפשר מכירות כתוצאה משונות הביקושים.
- ג. **תחזית** – שיטת החיזוי אשר בשימוש מבוססת על ממוצע מכירות רגיל של 12 חודשים אחרונים ואינה לקוחת בחשבון מכירות אבודות, עונתיות, מגמות בפריט, תחליפיות וכו'. בעיות בחיזוי גוררות את בעיות המלאי, את הצורך ב"פיצוי" ע"י רכישת כמויות גדולות, ואז הפסקת התכנון מהפחד "להיתקע" עם מלאי לתקופה ארוכה ובעיית תזרים מזומנים מול מוצרים אחרים.
- ד. **עבודה ידנית** - עיתוד המלאי לטובת חישוב ההזמנות מבוצע בצורה ידנית מחוץ למערכת.
- ה. **עלויות גבוהות בהזמנות להשלמת חוסרים** – השלמת החוסרים בהזמנות מיוחדות גוררות עלויות גבוהות במיוחד (ההשלמה אפשרית רק מאירופה ולא ישירות מהמפעל).
- ו. **קיבעון על שיטת ההזמנה** – שיטת ההזמנה קבועה ומבחינת המנכ"ל המזמין, "עובדת". לא נעשה ניתוח שיטתי של חוסרי המלאי ולא נעשית בקרה וניתוח של אובדן המכירות והפוטנציאל עם שינוי השיטה.

5.2. ניהול המחסן

הבעיות ומשמעותיהן

- א. **אמינות מלאי נמוכה** – לפי תוצאות ספירות המלאי האחרונות, ניתן לזהות אמינות מלאי נמוכה כיוון שבחלק עיקרי מן הפריטים קיימים אי דיוקים. אמינות מלאי נמוכה גוררת בעיות בהזמנות הרכש, בעבודת הסוכן (מוכר מוצרים אשר אינם במלאי) ועבודה נוספת של מנהל המחסן.
- ב. **טעויות באריזת משלוחים** – טעויות באריזת המשלוחים גוררת עלויות נוספות של אובדן מכירות (כתוצאה משליחת פריטים אשר לא מופיעים בחשבונית), בעיות באמינות המלאי, עלויות שילוח נוספות. הטעויות המרכזיות:
- (1) פריט שנשלח לא מופיע בחשבונית
 - (2) פריט מופיע בחשבונית לא נשלח
 - (3) טעות בסיווג פריט בחשבונית (לרוב טעות צבע / מידה למק"ט)
 - (4) טעות בשילוח לכתובת לא נכונה

הגורמים לבעיות

- א. **ספירות מלאי** – ספירות המלאי מבוצעות באופן גורף אחת לחציון ולא מבוצעות ספירות מדגמיות בתקופות קצרות יותר.
- ב. **תהליך העבודה** – הזמנת הלקוח המגיעה מהסוכן אינה מוזנת למערכת אלא **מועברת בטופס מחוץ למערכת**, הקלדת החשבונית **מבוצעת בצורה ידנית** (הקלדת שם הפריט) ולא מבוססת ברקוד, תהליכי העבודה לאריזה אינם מוגדרים ולא **מוגדרות בקורות מתאימות לעבודה ידנית**.

5.3. עבודת הסוכן והסנכרון עם מחסן

הבעיות ומשמעותיהן

- ב. **סנכרון בין סוכנים** - חלוקת הלקוחות בין הסוכנים מתבססת על חלוקה היסטורית בין סוגי לקוחות (אופניים ומחנאות) ובין רשתות ("ריקושטי" ו"למטייל") ולא על בסיס גאוגרפי – דבר הגורר עלויות של שעות עבודה של סוכנים המבזבזות בנסיעות, עלויות נסיעה (ק"מ, דלק וכד').
- ג. **מכירות מוצרים שאינם במלאי** – המלאי העדכני (מלאי – הזמנות פתוחות) אינו שקוף בצורה שוטפת לסוכני המכירות כך שלעיתים קרובות נמכרים מוצרים אשר אינם במלאי או שנמכרו בשלב מוקדם יותר ללקוח אחר. נושא זה גורר עלויות של אובדן מכירות, בזבוז זמן על החלפות מוצרים, אובדן מוניטין, אובדן אמינות הסוכנים בפני הלקוחות וכד'.

הגורם לבעיות

- ב. עבודה ידנית – ההזמנות הפתוחות אינן במערכת ברגע ההזמנה כך שהמלאי במערכת אינו משקף את המלאי הזמין למכירה בפועל. בנוסף, המלאי אינו שקוף בצורה מלאה לסוכן ברגע ההזמנה (אלא בתקשורת טלפונית עם אחראי המחסן), כך שקורה לעיתים קרובות שהוא מוכר מוצר שאינו במלאי.
- ג. אמינות המלאי – לעיתים אחראי המחסן מדווח לסוכן שמוצר במלאי (כיוון שהוא מופיע במחשב כקיים במלאי) בעוד המוצר אזל בפועל.
- ד. קיבעון – בחברה מאמינים כי קיים הבדל מהותי שלא ניתן לגשר עליו בין שוק האופניים לבין שוק המחנאות בשיטת המכירה וכי עדיף להפריד בין סוכני המכירות של אזורים אלו. בנוסף, הסכמי עבודה עם הסוכנים מגבילים בהעברת לקוחות מסוכן אחד למשנהו (ללא פיצוי הולם).

6. תיאור החלופות לפתרון

כללי

כפי שצוין בפרק 5 (בעיות במצב הקיים), אנו נציג מספר פתרונות עבור שלושת הנושאים שמצאנו לנכון לטפל בהם ע"פ סדר העדיפויות הבא:

- (1) תחזית מכירות ומודל מלאי
- (2) ניהול הסוכנים
- (3) ניהול המחסן וסנכרונו עם הסוכנים בשטח

שלושת הנושאים שזורים אחד בשני באופן ברור, אך להערכתנו מחיר הטעות בטעויות ספירת מלאי או הוצאות הזמנות שגויות ללקוחות קטן יותר באופן משמעותי מאשר העלויות, אובדן המוניטין, והקושי הניהולי הטמון בניהול המלאי והלקוחות.

אין ספק כי שיפור בכל אחד מהנושאים הנ"ל יתרום באופן משמעותי ועקרוני לניהול השוטף של החברה כולה ובפרט המוצרים והמלאי, וכמו כן ישליך באופן ישיר על היכולת לשפר את זמינות המלאי והשירות אצל לקוחות החברה.

השלב הראשון במתן הפתרון הוא בניית תחזית עדכנית המבוססת על היסטוריית המכירות והן הערכה לגבי כמות המכירות האבודות, שהיא ככה"נ, להערכתנו, אחת הסיבות המרכזיות להערכת החסר (לרוב) הגורמת לחוסרים רבים ולאורך זמן במלאי. בהמשך, נציג מספר אלטרנטיבות למודל המלאי ונמליץ על השיטה שתביא לאופטימום את מגוון העלויות הנגזרות (עלויות חוסר, עלויות מלאי, עלויות הזמנה...). ותביא למינימום את עלויות החברה בנוגע לניהול המלאי.

בכל הנוגע לעבודת הסוכנים, בולט לעין כי יעילות ונצילות הסוכנים הינה נמוכה ואופן חלוקתם בקרב הלקוחות בארץ אינה אופטימלית. **בשלב השני** אנו נציג בחינה של פריסת הלקוחות ברחבי הארץ וננסה לייצר חלוקה מחודשת, יעילה ואפקטיבית, ע"פ מודל הסוכן הנוסע ובשילוב עם נתונים נקודתיים הנוגעים ליחסי הסוכנים והיכרותם עם הלקוחות השונים בשטח.

בשלב השלישי נציג חלופות למתן מענה טוב יותר לניהול המחסן וסנכרון המחסן עם הסוכנים. נציג מספר שיטות לשיפור תהליך העבודה ביצירת ההזמנה ע"י הסוכן, לדוגמא מסופון און-ליין המחובר למערכת המידע ומציג לסוכן את המידע המבוקש בנוגע לזמינות המלאי. מערכת שכזו יכולה להביא לשיפור גם בתיעוד ההזמנות והביקושים בפועל במערכת המידע. בנוסף בנושא זה, נבחן שינוי שיטת ספירות המלאי ע"י אחראי המחסן לספירות תקופתיות אשר יתרמו לאמינות המלאי בחברה ויצמצמו עוד את הטעויות הנגרמות בתוצאה מאמינות המלאי נמוכה.

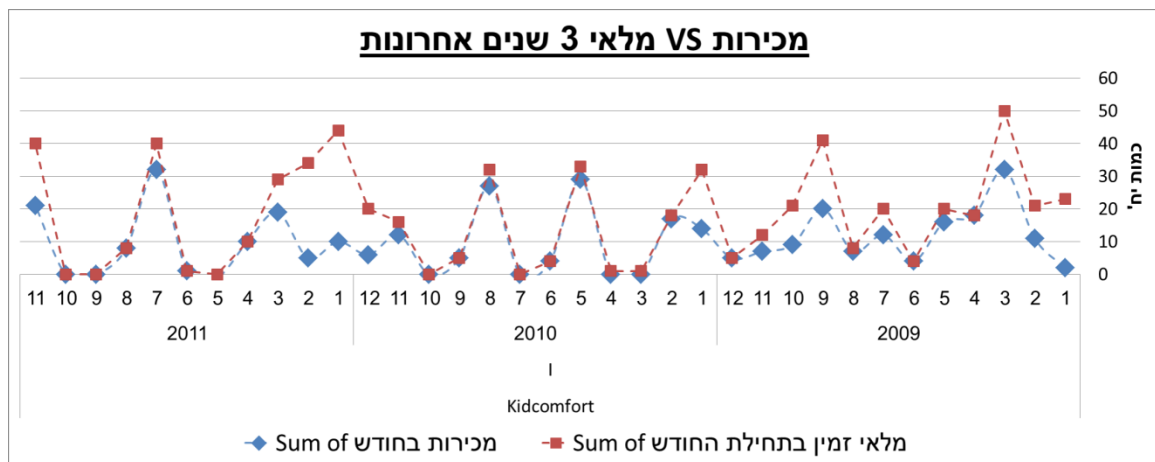
שלב ראשון - תחזית מכירות

כללי

בפרק (1) המתאר את המצב הקיים בחברה, הבחנו כי האחראי הבלעדי על ביצוע התחזיות ותכנון המלאי המוזמן הינו המנכ"ל האסטרטגי, כאשר לאחר שקיבל את החלטותיו והתווה מועדים וכמויות מלאי לאורך השנה, המנכ"ל הטקטי אחראי על הבקרה והניהול השוטף של ההזמנות והמחסן.

ביצוע תחזיות

השיטה לביצוע התחזית, כמתואר, מבוססת על שיטת **ממוצע נע 12 חודשים** כאשר הממוצע הנ"ל משקלל בתוכו גם את החודשים בהם הביקוש היה אפסי בעקבות חוסר מלאי, וכמו כן גם את החודשים בהם המלאי היה נמוך באופן משמעותי (שאריות מחודש קודם) והמכירות היו באותו רמת מלאי נמוכה. יתר על כן, ניתן לראות בתרשים 10 כי קיימת תנודתיות רבה מאוד הן ברמת המלאי והן ברמת המכירות לאורך השנים כך שקשה להגדיר מספר כלשהו אשר מהווה את הביקוש הממוצע מאחר וכמעט ולא קיימים תקופות **רצופות** בהן רמת המלאי הייתה גבוהה יותר מהמכירות בפועל.



תרשים 6.1: מכירות אל מול מלאי למוצר TTTT II בין השנים 2009-2011

ניתן להבין כי שקלול אותם "נתונים בעייתיים" והגדרת הממוצע הנ"ל כ"ביקוש שנתי" ועל בסיסו לערוך תחזית לשנה הבאה, הינה לוקה בחסר ומטעה באופן ברור את התחזית.

על מנת להגדיר מודל חיזוי, ראשית עלינו לבצע סינון וניתוח מדוקדק של הנתונים עבור **כל דגם ועבור כל מידה** על מנת להגדיר מספר, או טווח מספרים, אשר מהווה את **הביקוש ההיסטורי בפועל**, ועל בסיסו להפעיל את מודלי התחזית השונים.

על מנת לבצע את אותו הסינון, נגדיר שני פרמטרים מרכזיים אשר לפיהם נפעל בצורה שיטתית עבור כל מוצר על מנת להוציא ממנו רק את הנתונים אשר יקדמו אותנו לטובת הבנת הביקוש בפועל:

1) הגדרת המושג ביקוש.

נשתמש בהסבר שנתן נחמיאס במאמרו (2) לביקוש מהו, ונגדיר כי אנו נתייחס רק לתקופות בהן **כמות המכירות קטנות מכמות המלאי הזמין**.

נסביר בעזרת דוגמה: נניח ומוכר עיתונים מזמין כל יום 100 יח' עיתונים. במידה והמוכר מכר 90 יח', ניתן להגדיר כי הביקוש באותו היום היה 90 יח'. במידה והמוכר מכר את כל 100 היח', ניתן להגדיר כי הביקוש היה לפחות 100 יח' ולא ניתן לדעת כמה היה יכול למכור בפועל. לכן, כמו שנאמר, אנו נתייחס רק למקרים בהם כמות המכירות הייתה נמוכה מכמות המלאי הזמין.

2) הוצאת תצפיות חריגות

בתרשים הנ"ל ניתן לראות כי רמת המכירות הינה בעלת תנודתיות גבוהה גם בלי קשר למלאי הקיים, וזאת ניתן להסביר ע"י כך שלא היה רצף של מלאי בחנויות (הלקוחות) ולכן החנויות כבר הזמינו מוצרים מחברה מתחרה אחרת, וכעת המדפים בחנויות כבר מלאים ולא ניתן "לדחוף מלאי" לחנויות עד שאלו יימכרו. על מנת לסנן את המקרים הנ"ל ואחרים, נשתמש בשיטת הוצאת חריגים לפי 3 סטיות תקן.

שיטת ביצוע

- 1) איסוף נתוני המכירות והמלאי עבור שלושת הדגמים המובילים (לכל אחד 3 מידות שונות) במשך 3 שנים (36 תצפיות) ע"פ פארטו.
- 2) ע"פ משפט הגבול המרכזי ($n > 30$), אנו מניחים כי הביקוש בחברה מתפלג נורמאלית.
- 3) בעזרת תוכנת אקסל, סינון הנתונים ע"פ הגדרת הביקוש מסעיף (1) עבור כל שנה.
- 4) חישוב ממוצע וסטיית תקן לנתונים שהתקבלו.
- 5) הגדרת גבול עליון (LCL) וגבול תחתון (UCL) ע"י חישוב של 3 סטיות תקן מהממוצע.
- 6) הוצאת הנתונים החורגים מהגבולות שהוגדרו.
- 7) חזרה על סעיפים 3-6 עד הוצאת כלל הנתונים החריגים.
- 8) ברוב מוצרים החברה דווחה על צמיחה ולכן נחשב ממוצע משוקלל כאשר לשנת 2009 נגדיר משקל של 0.2, לשנת 2010 משקל של 0.3, ולשנה האחרונה, 2011, נגדיר 0.5.
- 9) כמו כן, נבצע חישוב משוקלל של סטיית התקן ע"פ אותם המשקלים.

כעת עבור כל מוצר, באופן מודולרי, אנו מקבלים את נתון הביקוש המתוקן והמשוקלל של ממוצע הביקוש וסטיית התקן בטווח של 3 שנים.

חלופות לאופן ביצוע התחזית

בידנו קיימות שתי חלופות לביצוע תחזית מכירות:

חלופה א'

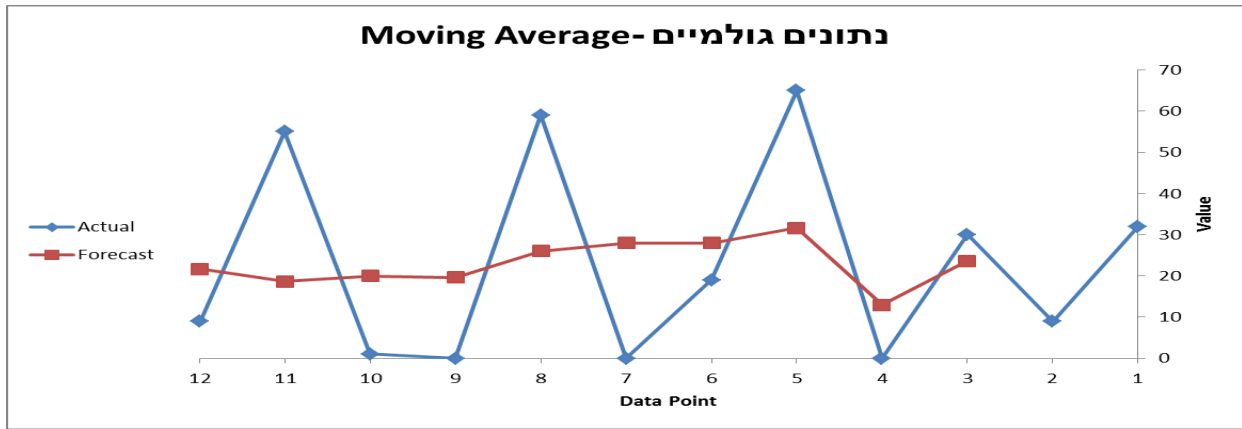
"מחיקת" הנתונים השגויים מבסיס הנתונים, ויצירת רצף אחד של מלאי וביקוש ועל בסיסו להפעיל את שיטת "ממוצע נע" וכך לתכנן קדימה את רמת המלאי המוזמן.

נתונים מתוקנים	שנה	נתונים גולמיים		שנה	
		מכירות בחודש	מכירות בחודש / מלאי חודשי		
10	2009	10	42	10	1
10		10	32	10	2
10		not in limits	102	58	3
40		ERROR	4	4	4
38		40	80	40	5
16		ERROR	0	0	6
32		ERROR	80	0	7
9	2010	38	40	38	8
30		ERROR	2	2	9
19		ERROR	0	0	10
9		16	50	16	11
24		ERROR	9	9	12
		32	82	32	13
		9	73	9	14
		30	32	30	15
		ERROR	2	0	16
		not in limits	170	65	17
	19	21	19	18	
	ERROR	2	0	19	
	not in limits	122	59	20	
	ERROR	3	0	21	
	not in limits	3	1	22	
	not in limits	146	55	23	
	9	19	9	24	

תרשים 6.1: מעבר מנתונים מקוריים לנתונים "מתוקנים"

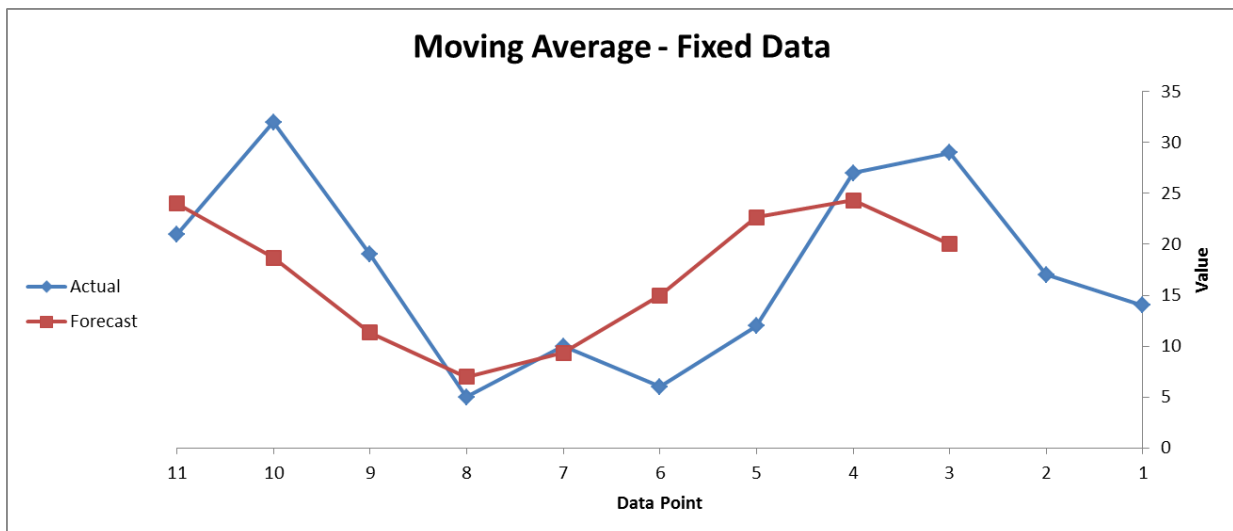
להלן תוצאות החיזוי לפי ממוצע נע 3 חודשים, עבור כל אחד מהמצבים:

ממוצע נע עבור נתונים גולמיים:



תרשים 6.2: ממוצע נע עבור נתונים מקוריים

ממוצע נע עבור נתונים "מתוקנים":



תרשים 6.3: ממוצע נע לנתונים "מתוקנים"

ניתן לראות באופן ברור כי אם היינו מפעילים ממוצע נע על הנתונים הגולמיים, היינו מקבלים תחזית אשר גורעת בצורה נכבדת מנתוני המכירות בפועל ומאידך, שומרת על רמת מלאי גבוהה כאשר לא היו מכירות. אך הבנו כבר כי הנתונים הגולמיים הינם מטעים ומוטים (מעלה או מטה, בעיקר מטה) ולכן לא ניתן בברור להעריך את טיב התחזית ע"פ הנתונים הקיימים. יתר על כן, ידוע כי המוצרים אותם ניתחנו אינם מתנהגים לפי "ביקוש עונתי" ולכן אין סיבה אמיתית לפיה התחזית תעלה או תרד בצורה משמעותית כמוצג.

בתרשים השני מוצגת תחזית מכירות לפי נתונים מתוקנים. כמו שתיארנו בפרק "מצב קיים", במשך למעלה מ-50% מהשנה לא קיים מלאי זמין, ובנוסף, סיננו חלק מהנתונים כמוצג בטבלאות לעיל.

ניתן לראות כי כמות הנתונים הקיימים היא קטנה עבור שנה שלמה (5/12 תקופות), וגם כאן השונות במכירות הינה גבוהה ולא ניתן להסתמך עליה.

חלופה ב'

חלופה ב' הינה חלופה הבוחנת ומתכננת את פעילות החברה בתקופת הזמן המוגדרת "ארוך טווח". מתוך סקירת הנתונים אנו מבינים כי אנו יכולים אך ורק להוציא **אומדן גס** לביקוש, הכולל ממוצע וסטיית תקן ומכך אנו גם מקבלים גבול עליון וגבול תחתון עבור כל מידה בכל דגם.

על מנת לקבל אומדן מדוייק יותר, או אפילו נתון אמיתי ברמת אמינות גבוהה, עלינו לייצר **רצף של תקופות** בהן קיימת **רמת מלאי מוגדרת** (כמו בהסבר על מהו ביקוש בעזרת דוגמת מוכר העיתונים בתחילת נושא זה) ולאור רמת המכירות בתקופות הללו, להגדיר מהו הביקוש האמיתי. התקופה המדוברת נדרשת להיות ארוכה מספיק (כשנה) על מנת להגדיר בפועל את אופי הביקוש (קבוע, עונתי) ולבחון האם קיימים גורמים נוספים אשר משפיעים על רמת המכירות (לדוגמה תקופות גיוס חיילים שייתכן וגורמות לעלייה במכירת התרמילים בנפח גדול).

כמו כן, עלינו להגדיר **אבני דרך** במהלך אותה התקופה במטרה לבחון את רמת הביקוש בהתאם לכמות המלאי הזמין המוחזק. כלומר, בהנחה ונזמין רמת מלאי חודשית בגובה x , ורמת המכירות באותה תקופה הקודמת לנק' הביקורת קרובות מאוד או שוות לרמת המלאי הני"ל, אנו נבצע התאמה להזמנה הבאה מתוך הבנה כי ייתכן ואיננו מנצלים את הפוטנציאל הגלום במוצר וכנראה שהביקוש בפועל גבוה מרמת המלאי ותכנון המכירות שתוכננה. כמו כן, במידה וכמות המכירות נמוכה באופן משמעותי מרמת המלאי המוחזק, נבצע התאמה כלפי מטה.

מהי רמת המלאי שאותה נגדיר?

כמפורט לעיל, עבור כל דגם ומידה אנו מקבלים ממוצע וסטיית תקן, אשר מהם ניתן לבנות 3 תרחישי מכירות אפשריות:

- 1) תרחיש **פאסימי** – המכירות יהיו ברמת הגבול התחתון (UCL) השווה לממוצע – סטיית התקן.
- 2) תרחיש **סביר** – המכירות יהיו ברמת השווה לממוצע המכירות.
- 3) תרחיש **אופטימי** - המכירות יהיו ברמת הגבול העליון (LCL) השווה לממוצע + סטיית התקן.

לפי התרחישים הללו, אנו נתכנן בהמשך את רמת המלאי אשר ממנה **לא נרד** בכל תקופת זמן, ולפיה נבחן את רמת הביקוש בפועל. מטרת החלוקה בין שלושת הרמות נובעת מתזרימי מזומנים והיכולת הכספית הממשית של החברה להזמין את רמות המלאי הללו. החברה מעוניינת להחזיק את מינימום המלאי הנדרש על מנת

לצמצם בהוצאות החזקת המלאי ובשימור המקום במחסן למוצרים האחרים. כל אלו יבחנו באופן מדודק בעזרת מודלי המלאי אותם נציג בהמשך העבודה.

במהלך סימולציה שביצענו לפי ניתוח הנתונים של השנים 2009-2010 ובהתאם לכמות המכירות שבוצעה בפועל בשנת 2011, מצאנו כי אילו היינו פועלים בתרחיש הפאסימי, היינו יכולים בפוטנציאל למכור יותר יח' מאשר נמכרו בפועל באותה שנה, וזאת בעקבות ביטול החודשים הרבים בהם רמת המלאי הייתה אפס ולא בוצעו מכירות.

יש לציין כי במוצרים ספציפיים, כאשר הרצנו את הסימולציה גילינו כי הסיטואציה היחידה בה התחזית הייתה גבוהה מהמכירות בפועל התקבלה כאשר פעלנו לפי התרחיש הסביר או האופטימי, וזאת ניתן להסביר בעקבות הוצאת הנתונים החריגים מהממוצע וחישוב ממוצע וסטיית תקן קרוב יותר.

מתוך הסיבה שלא דווקא אפשר להגדיר באופן ברור לכל מוצר האם לפעול לפי התרחיש הפאסימי, הסביר או האופטימי בתחילת דרכו, אנו ממליצים לשלב בתחזית זו שיטת תחזית סובייקטיבית, אשר בעזרה החברה תוכל לבחור את התרחיש המתאים לכל דגם ומידה.

השיטה בה אנו ממליצים לחברה להגדיר את התחזית, במידה וייבחר הפתרון הנ"ל, הוא שילוב של הערכת המנכ"ל האסטרטגי עם דעות הסוכנים הפועלים בשטח ומכירים את אופי הביקוש בצורה מדוייקת יותר מעבר למספרי המכירות (סיבות לאי מכירות לחנויות, שאיפות הלקוחות, התאמת מוצרים ללקוחות וכו'..).

את התחזית אנו ממליצים לנהל ברמת לקוח ללקוחות המובילים והדומיננטיים ולרכז קבוצות של לקוחות קטנים לתחזית אחת (לצורך צמצום עומס העבודה). את התחזית יגישו סוכני המכירות ללקוחות שלהם בצורה הבאה:

ניהול תחזית לקוח – חודש – מק"ט – כמות

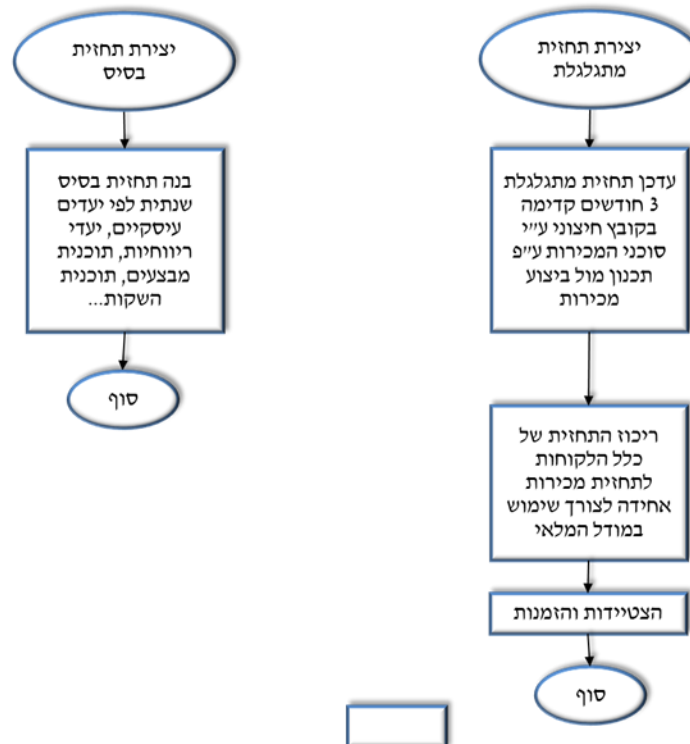
12/2012			...	01/2012	מק"ט ושם מוצר	לקוח
כמות ביחידות				כמות ביחידות	מק"ט	

טבלה 6.1: טבלת ניהול תחזית לסוכני המכירות

תהליך העבודה לביצוע התחזית הסובייקטיבית כולל מספר שלבים:

- א. **תחזית בסיס** – תחזית הבסיס היא תחזית שנתית עבור השנה העוקבת ותבוצע 3 חודשים לפני תום השנה. תחזית זו תהווה תשתית לעדכון התחזית במהלך השנה ולתכנון ההצטיידות השנתי, תקציב (אם בעתיד יוחלט להתנהל במסגרת תקציב) וכד'.
- ב. **תחזית מתגלגלת** – התחזית המתגלגלת היא התחזית העדכנית. תחזית זו תשמש את תכנון ההצטיידות במסגרת מודל המלאי שייבחר.

- ג. **עדכון תחזית מתגלגלת** – עדכון התחזית יבוצע אחת לחודש עבור החודשים הבאים, ע"י סוכן המכירות הרלוונטי של הלקוח, ע"ס תכנון מול ביצוע של החודש הקודם ונתונים נוספים של הגורמים הרלוונטיים כגון:
- i. מבצעים מתוכננים אצל הלקוח.
 - ii. מגמות בצריכה של הלקוח.
 - iii. מגמות בביקוש של המוצר.
- ד. **איחוד לתחזית נדרשת** – התחזיות של הלקוחות יאוחדו לתחזית אחת מאוחדת אשר תשמש לביצוע תכנון ההצטיידות והרכש באמצעות מודל המלאי.



תרשים 6.4 : תהליך תחזיות סובייקטיביות

חלופה ג'

החלופה השלישית מבוססת על המאמר המוזכר בפרק סקירת ספרות, העוסק בשיתוף פעולה עם החנויות (הלקוחות) בביצוע תהליך התחזית בשיטת Bottom-Up Demand Forecasts. הרי שנדרש מכל חברה לבצע תחזית הכוללת הכנסות והוצאות תקופתיות, ובמקרה שלנו, גם הלקוחות שלנו מבצעים תחזיות למכירות. חלקן מבצע תחזיות ברמה החודשית, וחלקן ברמה השנתית או למעלה מכך. כמו שכתוב במאמר, בעקבות התחרותיות והסודיות הקיימת בין החברות המתחרות, אל מול משוק אשר נמצא בקשר מול כולן, קיים קושי ניהולי בחשיפת נתוני התחזיות, המכירות וההכנסות בין הגורמים הנ"ל.

אין ספק שתחזית המבוססת על תחזיות הלקוחות אשר צורכים בפועל מהחברה את המלאי במחסנים, הינו הבסיס לתחזית המדוייקת, וכל זאת בהנחה ונתוני הבסיס של אותו לקוח אמינים וניתן להסתמך עליהם. נדרש לזכור כי כמו שבחברה עצמה אין מלאי אשר מסופק לחנויות במשך תקופות ארוכות, כך גם אצל הלקוחות אין אותו סוג המלאי, ולכן ייתכן ואם נשתמש בנתון התחזית בצורה גולמית, נבצע טעות כמו שתוארה בביצוע תחזית ע"פ נתונים גולמיים בחלופה א'.

ניתן להניח שרק לאחר תקופה שבה יהיה מלאי רציף ויציב אצל הלקוחות, ורק במידה והם אכן מבצעים תחזיות אמינות וארוכות טווח (נזכור כי זמן ההאספקה של רוב מוצרי החברה הם כ-3 חודשים), יהיה ניתן להסתמך עליהן ולשכלל אותם בתחזיות החברה.

פן נוסף חשוב שיכול להתווסף בשיתוף הפעולה הנ"ל הינו "משיכה" של מלאי לחנויות, כלומר במקום מצב בו רמת המלאי ומועד הוצאת הזמנה ללקוח תלוי אך ורק במועד ותזמון ביקור הסוכן אצל הלקוח, הלקוח (החנות) אשר רוצה לספק ללקוחותיה מלאי באופן רציף, תדע להתריע ולהזמין מן החברה מלאי בזמן על מנת לשמור על רמת מלאי רציפה.

מסקנות לשלב א' – ביצוע תחזיות

בחלק זה בחנו שלוש חלופות לאופן ביצוע התחזיות בחברה :

- (1) ממוצע נע לפי נתונים מתוקנים.
- (2) תכנון תקופת זמן רציפה וארוכה עם רמת מלאי המוגדרת ע"פ התרחישים השונים בשילוב התחזיות הסובייקטיביות של הסוכנים, ובחינתה בנקודות ביקורת שייקבעו במטרה לבחון את אופי הביקוש ולהגדיר את רמת הביקוש לכל דגם ומידה ברמת אמינות גבוהה.
- (3) שיתוף פעולה עם תחזיות הלקוחות.

בכל אחד מהחלופות בחנו את היתרונות והחסרונות של כל שיטה, והמלצתנו הינה לפעול בשיטה הבאה :

- (1) בניית תחזית ע"פ **חלופה ב'**, ויצירת פרק זמן של שנה בה **המטרה המרכזית של החברה היא שמירה על מקסימום זמן עם מלאי זמין** לפי התרחיש שיוגדר.
- (2) הגדרת **אבני דרך** – כל חודש וכל מועד הוצאת הזמנה, אשר בהן נבחן את הביקוש בפועל ו**נעדכן בהתאם** את תחזית המכירות בהמשך השנה.
- (3) בתום השנה, ולאחר בחינה הנדסית של התנהגות הביקוש, תבוצע הגדרת שיטה הנדסית ממוחשבת אשר לפיה ניתן להמשיך לערוך תחזיות לשנים הבאות.
- (4) כמובן שגם לאחר התקופה הנ"ל יש להמשיך בשיטת הגדרת נקודות הביקורת על מנת לבחון שינויים באופי ורמת הביקוש למוצרים השונים.

בהסתכלות לטווח רחוק יותר :

- 1) לאחר ייצוב הנתונים והגדרת הביקוש כמו שבוצע בחלק הראשון, אנו מאמינים כי רמת המכירות וקצב הביקוש אצל הלקוחות יתייצבו ולכן **שיתוף פעולה ומידע בנוגע לתחזיות** יכול לשמש ככלי אסטרטגי ומשמעותי המשחק תפקיד חשוב ומרכזי בכמות המכירות השנתיות, ברמת ההוצאות התפעוליות ובקשב הניהולי הנדרש לכל מוצר ומוצר.
- 2) כמו כן, גם אימוץ שיטת ה"משיכה" והתנערות משיטת "דחיפת מלאי" תייעל ותשפר הן את עבודת הסוכנים והן את הקשב הניהולי לתחום הני"ל.
- 3) בכל הנוגע לביצוע תחזיות ארוכות טווח, המודל המתואר מהמאמר של נחמיאס (2) מתיישב בצורה ההולמת היטב את הנחות היסוד שלו לבניית המודל. המודל מתאים בדיוק לחברות אשר מעוניינות לבצע תחזית ארוכת טווח תוך הכנסת תיקון לנתונים (כמו שאנו ביצענו).

שלב שני – מודלי מלאי

כמו שראינו בפרק סקירת הספרות, קיימים מודלי מלאי אשר נבדלים זה מזה בהנחות היסוד שלהם, בנתונים בהם הם מתחשבים ובערך המוסף המתקבל בחברה.

לדוגמה, מודל EOQ (Economic Order Quantity), מקבל נתונים של ביקוש שנתי (קבוע וידוע מראש), עלות הזמנה (קבועה) ועלות החזקת מלאי. מתוך הנתונים הללו, המודל, אשר מניח כי **חוסר אסור**, יגדיר לחברה מהו **גודל המנה האופטימאלי** להזמנה באופן שיביא ל**מינימום** את העלויות התפעוליות השוטפות.

מנגד, מודל "מוכר העיתונים", אינו לוקח בחשבון את עלות ההזמנה, אך שם דגש על **עלות החוסר**, או במילים אחרות, ההפסד הפוטנציאלי (מכירות ומוניטין) אשר יגרם לחברה בעקבות חוסר במלאי. חסרון נוסף של מודל זה הינו שהוא מניח כי ההזמנה תצא בכל תחילת "תקופה" ועל כן יש לשלב אותו עם מודל EOQ או מודל אחר אשר נותן מענה לבעייה זו.

מודל נוסף אותו נבחן ביחס לשניים הקודמים, הוא מודל QR אשר אמור מתייחס הן לעלות ההזמנה, עלות החוסר ועלות החזקת המלאי.

במקרה שלנו, עלינו לשקול בכובד ראש באיזה מודל עלינו להשתמש וזאת בעיקר משום שמטרתנו הראשונה היא לייצב את רמת המלאי במטרה להגדיר מהו **הביקוש הרציף** לכל אחד מהמוצרים, כאשר התחזית הבסיסית מבוססת על ממוצע הדרישות בעבר, בשילוב התחזית הסובייקטיבית של הסוכנים והמנכ"ל. בהתאם לכך, אנו נבחן בין אם אנו מעוניינים להזמין את הכמות שאנו חוזים בלבד, או שמא לשקלל ולהגדיל את כמות המלאי הני"ל תוך התחשבות במכירות אבודות – דבר שיגדיל את המלאי המוחזק במחסן וכמו כן גם את גודל תזרים המזומנים וההוצאות התפעוליות הנדרשות לכך.

נסקור להלן את תהליך החישוב והתוצאות השונות שקיבלנו במודלים השונים.

הנחות יסוד ועלויות קבועות למודלים

- 1) שער החליפין בין שקל ודולר אמריקאי הינו 3.6 ₪.
- 2) **עלות החזקת המלאי** = 10% מעלות המוצר (מתוך נתוני החברה).
- 3) **עלות הוצאת הזמנה:**
 - א. ההזמנות מגיעות בדרך ימית, במכולה, וכוללות עלויות קבועות ומשתנות.
 - ב. עלות קבועה להוצאת הזמנה הינה 1600 ₪ לכל מכולה (ביטוח, מכס, הובלות וכו').
 - ג. עלות שינוע מכולה המלאה בציוד (27 מ"ק) הינה כ- 3900 ₪.
 - ד. כל מ"ק נוסף אשר לא נכלל במכולה עולה כ- 350 ₪, בתוספת 1600 ₪ הוצאה קבועה (עד נפח של מכולה שלמה).
 - ה. כמות המוצרים הניתנים לאחסון במחסן הינה מוגבלת ויכול להכיל כ- 200 מ"ק ארגזים.
 - ו. שלושת המוצרים שנבחרו מהווים כ- 40% מהכנסות החברה (כיום) ולכן גם ייתפסו באופן פרופורציונאלי את מירב המקום והעדיפות בהוצאת משלוח.
 - ז. מתוך התחשבות בכלל הגורמים הנ"ל, אנו נניח כי העלות האופטימאלית אליה נתייחס כעלות הוצאת הזמנה קבועה הינה משלוח של מכולה אחת מלאה, כלומר $1600 + 3900 = 5500$ ₪.
 - ח. **עלות ההזמנה היחסית לכל מוצר** ספציפי מחושבת ע"י הכפלת עלות ההזמנה הכוללת בחלק היחסי של המוצר מסך כמות התחזיות (היח' שיימכרו) של תשעת המוצרים.
 - ט. גודל ההזמנה לא תחרוג את גולל ה-27 מ"ק. במידה וכן, אנו מניחים כי החברה תשלים את המקום הנותר בעזרת מוצרים אחרים הנדרשים במחסן אך ללא העמסת עלויות הובלה עליהם.
- 4) **עלות החוסר –**
 - א. עלות החוסר מגלמת בתוכה מס' משתנים:
 - i. רווח פוטנציאלי שלא מומש עקב חוסר זמינות מלאי.
 - ii. פגיעה במוניטין החברה.
 - iii. ההסתברות שהלקוחות יפסיקו את ההתקשרות עם החברה ויעבדו עם חברה מתחרה.
 - iv. קושי ניהולי והוצאות נלוות כתוצאה מחוסר במלאי.
 - ב. **אופן חישוב עלות החוסר:**
 - i. כמובן שכל עת שיש ביקוש, ולא קיים מלאי זמין, החברה זוקפת לזכותה מכירות אבודות ומתעסקת במציאת פתרונות ניהוליים על מנת לספק את הביקושים של הלקוחות (כמו הזמנת מלאי מחברות באירופה במחירי הפסד).

- ii. החברה מחזיקה במספר מוצרים תחליפיים ולכן וכמו כן, החברה מייבאת ומשווקת מוצרים בבלעדיות ולכן ההסתברות שסעיף 3 לעיל יקרה הינו נמוך מאוד.
- ג. מתוך אלה, הוחלט בשיתוף החברה כי עלות ההפסד תהיה 50% מהפדיון ליחידה.

מודל EOQ

כאמור, מודל זה מטרתו לקבל את הנתונים ביקוש, עלות החזקת מלאי ועלות הזמנה, ולהוציא פלט של כמות הזמנה אופטימלית (Q^*) ואת רמת המלאי בה נדרש להוציא הזמנה נוספת (הנק' R).
כאמור, אנו עוסקים בשלושה דגמים כאשר כל דגם קיים בשלוש מידות שונות (סה"כ תשעה מוצרים), ובכוונתנו להוציא הזמנה אחת הכוללת את כולם (מכולה אחת), ועל כן נציב בנוסחה של המודל את עלות ההזמנה היחסית ונשכלל את סך העלויות.
במידה ונשתמש במודל זה, נקבל את הכמות המדוייקת שחזינו (מבוססת על חישובי הממוצע וסטיות התקן).

יתרונות:

- 1) בהנחה והביקוש יתנהג לפי התחזית שבה נבחר (תרחיש פאסימי/סביר/אופטימי), העלויות התפעוליות יהיו הנמוכות ביותר ביחס לכמות המוזמנת.

חסרונות:

- 1) במידה והביקוש הממוצע הכללי יהיה גבוה יותר מהתחזית, בוודאות של 100% יהיו לנו מכירות אבודות.
- 2) בנוסף, במידה והקצב יהיה גבוה יותר מהמתוכנן, וכתלות בזמן שהוגדר בין הוצאת הזמנה למשניה, ייתכנו זמנים בהם לא יהיה מלאי ולכן לא נעמוד במטרתנו של יצירת תקופה ממשוכת בעלת מלאי זמין מעל התחזית שהוגדרה.

מודל מוכר העיתונים (הרחבה לאופק אינסופי במקרה של מכירות אבודות)

בפרק סקירת הספרות כבר סקרנו את מטרת המודל, והיא מציאת הכמות (Q^*) אשר מביאה לאיזון בין עלות החזקת המלאי ובין רמת מלאי שתמזער את ההפסדים ממכירות אבודות.
נדרש לציין כי מודל זה אינו מתייחס לעלות הוצאת הזמנה ואינו מגדיר כמות אופטימלית להזמנה או את נק' רמת המלאי בה נדרש להזמין מחדש.
על מנת להגדיר את אופן ניהול הזמנת המלאי, נציב את אותם כמויות אופטימליות החדשות באותו מודל של EOQ שפירטנו קודם לכן על מנת למצוא את המנות האופטימליות להזמנה.

יתרונות:

- 1) במידה והביקוש יהיה גבוה מהתחזית, כמות המכירות האבודות יהיה נמוכות מאשר ב - EOQ.

חסרונות:

- 1) כמות המלאי במחסן גבוהה יותר וגוררת עלויות החזקה גבוהות יותר, שלא דווקא נדרשות.
- 2) הגדלת כמות ההזמנות יכולות לגרור לחריגה מקיבולת של מכולה, ובהתאם להביא לעלויות יתר של הוצאת הזמנה.

מודל גודל מנה Q,R

ייחודו של מודל זה הוא שילוב של שלושת המשתנים המרכזיים בהם דנו בשני המודלים הקודמים: עלות הוצאת הזמנה, עלות ההפסד, וגודל המנה האופטימאלית להזמנה (כמובן שמתחשב בזמן האספקה, LEAD TIME) מודל זה, בשונה מהמודלים האחרים, פועל בשיטת איטרציות כאשר תנאי העצירה שלו הוא אופטימום מוחלט בין הנתונים הנ"ל.

יתרונות:

- 1) בהנחה והביקוש יתנהג לפי התחזית שבה נבחר (תרחיש פאסימי/סביר/אופטימי), העלויות התפעוליות יהיו הנמוכות ביותר ביחס לכמות המוזמנת.
- 2) במידה והביקוש יהיה גבוה מהתחזית, כמות המכירות האבודות יהיה נמוכות מאשר ב - EOQ.
- 3) הסבירות לחוסר זמינות מלאי הינן נמוכות יותר, אך גוזרות תזרים מזומנים גבוה יותר בשוטף.
- 4) המודל מחשב בעצמו את רמת מלאי הביטחון שנדרש עבור כל מוצר.

חסרונות:

- 1) כמות המלאי במחסן גבוהה יותר וגוררת עלויות החזקה גבוהות יותר, שלא דווקא נדרשות.
- 2) הגדלת כמות ההזמנות יכולות לגרור לחריגה מקיבולת של מכולה, ובהתאם להביא לעלויות יתר של הוצאת הזמנה.
- 3) נדרש תזרים מזומנים רחב יותר ביחס למודלים האחרים, על מנת להוציא הזמנות גדולות יותר הן מבחינת עלות המוצרים המוזמנים והן מבחינת עלויות החזקה שנתיות.

ריכוז עלויות ורווחים הצפויות עבור התרחיש ה"סביר" בכל אחת מהחלופות לעיל:

QR	מוכר העיתונים	מודל EOQ	מצב מקורי	
450	400	390	240	Q* כולל
116,000	110,000	97,000	80,000	עלויות תפעוליות
730,000	670,000	590,000	300,000	עלות רכישה
620,000	570,000	500,000	220,000	רווח פוטנציאלי

טבלה 6.3: ריכוז נתוני עלויות למודלי המלאי השונים

בטבלה ניתן לראות את סדר הגודל של ההכנסות וההוצאות עבור מודלי המלאי השונים עבור התרחיש ה"סביר" ובין במצב כיום.

בחישובים שבוצעו ניתן לראות באופן ברור כי מודל QR הינו המודל היעיל והרווחי ביותר בכל הפרמטרים, לדוגמה, תוספת של 20% בכמות המלאי הכללית דורשת 17% תוספת מימון בהוצאות התפעוליות לעומת EOQ, ולעומתו, מודל מוכר העיתונים דורש תוספת של 12% הוצאות תפעוליות עבור רמת מלאי הגבוהה רק ב 4% ביחס ל EOQ.

עם זאת, מודל QR דורש תזרים מזומנים גדול יותר באופן משמעותי הן ביחס למודל EOQ והן ביחס למודל "מוכר העיתונים", אך בהתאם מניב את הרווח הפוטנציאלי הגבוה ביותר.

מסקנות

בפרק האחרון סקרנו שלוש מערכות מלאי שונות אשר לכל אחת יתרונות וחסרונות אל מול האחרות. עלינו לבדוק מהי מטרת החברה בכל נק' זמן בכל הנוגע לרמת זמינות המלאי הרצויה ורמת השירות הניתן ללקוחות השונים, וכמו כן, לבחון את תזרים המזומנים הזמין לחברה על מנת לשלם בעד ההזמנה.

האופציות העומדות כנגד עיננו הן:

- 1) היצדמות לחישובים הסטטיסטיים ולהזמין מלאי ברמה הזו ע"י שימוש במודל EOQ
- 2) הגעה לאיזון בין רמת המלאי אשר ימזער מכירות אבודות לבין עלות החזקת המלאי ע"י שילוב של מודל "מוכר העיתונים" ומודל EOQ.
- 3) אופטימיזציה של עלות ההזמנה, מזעור מכירות אבודות ועלויות החזקת מלאי ע"י מודל QR.

מבחינה הנדסית וכלכלית, ובהנחה שתזרים המזומנים אינו מהווה מגבלה על גודל ותזמון ההזמנה, אנו נמליץ על שימוש במודל QR אשר עושה אופטימיזציה לכל הפרמטרים המרכזיים ומביא ליחס עלות-תועלת הגבוה ביותר.

במידה ולחברה יש בעיות של תזרים מזומנים או מגבלת מקום לאחסון המלאי במחסן, ניתן לשנות את פרמטרי המודל באופן שיבטל או יצמצם משמעותית את עלות החסר ואת רמת מלאי הביטחון, כך שכמות המלאי שתוזמן תהיה זהה או דומה לתחזיות, אך עדיין תבוצע אופטימיזציה לעלויות ההזמנה והחזקת המלאי.

בנוסף, לאור העובדה כי אנו מבצעים הזמנה מרוכזת עבור מספר מוצרים שונים, אשר לכל אחד מהם יש קצב ביקוש שונה ונק' הזמנה R שונה, אנו נמליץ להפעיל את מדיניות ניהול המלאי S,s.

אופן המימוש יהיה באופן הבא :

אחת לתקופה מוגדרת, תבוצע ספירת מלאי או בדיקת רמות המלאי המצויות במערכת, ותיבדק רמת המלאי של כל המוצרים המסווגים כקבוצה A ע"פ פארטו.

במידה ואחד או יותר מהמוצרים נמצא מתחת לרמת המלאי R או בנק' R, החברה תוציא הזמנה עבור כלל המוצרים הרלוונטיים על-בסיס השיטה שהוסברה בפרק סקירת ספרות, כלומר :
כמות המלאי שתוזמן תהיה לפי הכללים הבאים (u – רמת מלאי נוכחית, s – נק' R, S – כמות ההזמנה ע"פ מודל המלאי):

$$(1) \quad \text{אם } u \leq s \text{ אז יש להזמין } S + (s - u)$$

$$(2) \quad \text{אם } u > s \text{ אז נזמין } S - (u - s)$$

כלומר, בכל הזמנה שתבוצע, אנו נחדש את המלאי עבור כלל המוצרים הרלוונטיים, וזאת משום שעלות הוצאת ההזמנה הינה גבוהה, ואנו מעוניינים להימנע ממצב שבו החברה "תתקע" ללא מלאי משום שעד מועד הוצאת ההזמנה הבא ייתכן ויחלוף זמן רב.

הערה : במידה ורמת המלאי עבור מוצר מסויים גבוה באופן משמעותי ביחס לנק' R, נדרש לבחון האם הביקוש אותו חזינו אכן מתקיים בפועל ובהתאם לכך לשקול את חידוש המלאי עבור אותו מוצר ספציפי.

שלב שלישי - ניהול הסוכנים

קל לראות, לפי חלוקת העבודה הנוכחית בין הסוכנים על המפה, כי העבודה אינה יעילה מבחינת עלויות הנסיעה ושעות העבודה המושקעות בפועל. מבחינה טכנית, לא ניתן להפעיל את המודל המתמטי על כמות לקוחות שכזו (111 לקוחות) כפי שצויין בפרק הסקירה הספרותית, לכן אנו השתמשנו במודל חמדני בשיטה הבאה:

- 1) סיווגנו את הלקוחות לפי ערים מרכזיות אשר הם נמצאים בהן או לידן.
- 2) לכל לקוח הגדרנו, בשילוב עם סוכני המכירות, תדירות ביקור נדרשת ומשך ביקור לכל ביקור, אותם שיקללנו למשך ביקור שבועי (אם נדרש ביקור שלך 0.5 שעה בכל שבועיים – נדרשת השקעה שבועית של 0.25 שעה).
- 3) את הלקוחות חילקנו לאזורים גאוגרפיים – צפון ודרום (לפי שעות ביקור שבועיות נדרשות).
- 4) נקודת המוצא והחזרה של הסוכנים הוא מקום מגוריהם – האחד מכרמי יוסף והשני מגבעתיים.
- 5) יום עבודה כולל 11 שעות לכל היותר, כאשר זמן זה כולל את נסיעות הבוקר והחזרה הביתה.
- 6) לאחר המודל החמדני, ישבנו עם סוכני המכירות לעדכון לפי ניסיונם האישי. ואלו הן התוצאות:

להלן החלוקה החדשה עבור סוכן מס' 1 אשר מקום מגוריו הוא כרמי יוסף:

מס"ד	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

					10
					11
					12
					13
					14
					15

22	38	48	20	46	ק"מ תחילת יום
25	38	90	15	46	ק"מ סוף יום
50	30	90	86.5	56	ק"מ בין לקוחות
0.75	1	0.75	0.5	0.5	שעות נסיעה תחילת יום
0.5	1	1.25	0.75	0.75	שעות נסיעה סוף יום
2	2	5	2	1.5	שעות נסיעה בין לקוחות
5.25	6.125	2.875	5	7.25	שעות עבודה אצל לקוחות
8.5	10.125	9.875	8.25	10	סה"כ שעות ליום
97	106	228	121.5	148	סה"כ ק"מ ליום

טבלה 6.4 : חלוקת לקוחות חדשה עבור סוכן מספר 1

להלן החלוקה החדשה עבור סוכן מס' 2 אשר מקום מגוריו הוא גבעתיים :

מס"ד	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

					6
					7
					8
					9
					10
					11
					12
					13
					14

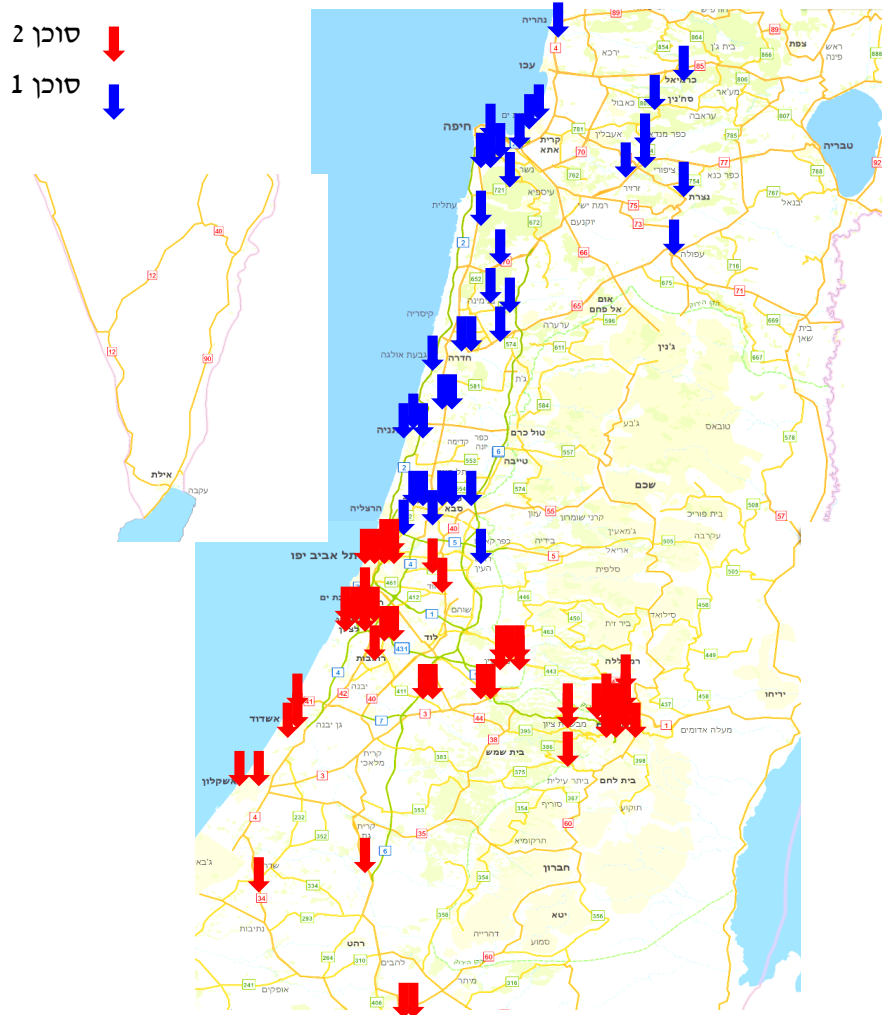
	92	38	15	20	ק"מ תחילת יום
	110	95	15	10	ק"מ סוף יום
	90	75	80	60	ק"מ בין לקוחות
	1.5	0.75	0.5	0.5	שעות נסיעה תחילת יום
	1.5	2	1	0.5	שעות נסיעה סוף יום
	3.5	2.5	2.5	2.5	שעות נסיעה בין לקוחות
	4.25	5.625	4.4375	5.75	שעות עבודה אצל לקוחות
	10.75	10.875	8.4375	9.25	סה"כ שעות ליום
	292	208	110	90	סה"כ ק"מ ליום

*ק"מ ושעות נסיעה תחילה/סוף יום מתייחסים לנסיעת הסוכנים ממקום מגוריהם ללקוח הראשון.

טבלה 6.5 : חלוקת לקוחות חדשה עבור סוכן מספר 2

תוצרי הסינכרון :

- א. **צמצום צריכת הק"מ** החודשית מ-8000 ק"מ לכ-6000 ק"מ – חיטכון של כ-1400 ש"ח בדלק בלבד (ייתכן וניתן יהיה להוריד את מחירי השכירות של הרכבים גם כן בצריכת ק"מ נמוכה יותר).
- ב. **צמצום יום עבודה שבועי** לאחד הסוכנים – יאפשר התמקדות במציאת לקוחות חדשים, פעילות שיווקית אחרת.
- ג. **זמן עודף** – לא בכל יום נדרשים 11 שעות עבודה של הסוכנים, כך שהזמן העודף יכול לשמש לטיפול מסור יותר בלקוח הצריך זאת או איתור לקוחות חדשים ביום האיזור.
- ד. **חלוקה לשבועות** – החלוקה לשבועות תבוצע ע"י הסוכן בצורה דיפרנציאלית לפי הצורך – אם אנו בתחילת חודש (רוב הזמנות הלקוח מגיעות בתחילת החודש), הסוכן ישקיע זמן מצומצם במספר רב של לקוחות, ואם אנחנו באמצע-סוף החודש, הסוכן ישקיע זמן רב במספר מצומצם של לקוחות (יחלק את הלקוחות ויבקר בחצי בשבוע אחד ובחצי בשבוע שלאחריו).
- ה. **מפת חלוקת הלקוחות לאחר הסינכרון :**



איור 6.4: הפריסה החדשה של הסוכנים בארץ

שלב רביעי – סנכרון המחסן והסוכנים

ראשית נתחיל עם טיפול בממשק בין המחסן לבין הסוכנים בשטח ובינהם, ללא קשר לטיפול שנציג בהמשך לאופן ניהול המחסן.

לצורך הטיפול בנושא הסנכרון, בחנו 2 אלטרנטיבות –

א. **דו"ח מלאי יומי** – בכדי שהסוכנים יהיו מעודכנים עם המלאי הקיים למכירה, ניתן להפעיל השיטה הבאה – אחראי המחסן ישלח לסוכנים בכל בוקר דו"ח מלאי המדגיש מוצרים אשר קיים להם מלאי בעייתי. הסוכנים יעדכנו את המחסן עם כל הזמנה שהם מקבלים, וזה יתעדכן. לכל הזמנה של מוצר שסומן כבעייתי, הסוכן ייצור קשר עם המחסן ויברר האם המוצר עדיין במלאי.

יתרונות – אין עלויות מיידיות, שיפור בשקיפות המלאי לסוכנים, אין עלויות קבועות.
חסרונות – שקיפות המלאי לא מתעדכנת, לא ניתן לתעד בצורה יעילה את הביקוש בפועל למוצר, התהליך מנוהל מחוץ למערכת כך שקיים עדיין מקום לטעויות, תקשורת מיותרת בע"פ בין סוכן המכירות לבין המחסן מבזבזת זמן לשני הצדדים.

ב. **מסופונים** – אלטרנטיבה זו כוללת רכש 2 מסופונים לסוכני המכירות, רכש תקשורת סלולארית ופתיחת משתמש לסוכנים אלו כדי שיוכלו לראות את המלאי און ליין ממערכת ה-ERP. בשיטה זו, הזמנות הלקוחות יוכנסו למערכת ה-ERP ע"י הסוכנים בשטח, והם יוכלו לראות את המלאי בזמן אמת.

יתרונות – ניתן לתעד את הביקוש בפועל למוצר, כל הזמנה שנכנסת מעדכנת את תמונת המלאי, אין תקשורת בע"פ בין המחסן לבין הסוכן, ניתן לספק הזמנות כבר באותו היום.
חסרונות – עלויות מיידיות וחודשיות נוספות: 3000 ש"ח ל-2 מסופונים, 400 ש"ח לחודש עבור תקשורת סלולארית ומשתמש במערכת ה-ERP.

השוואת החלופות:

נושא	חלופה א'	חלופה ב'
עלויות מיידיות	אין	3,000 ש"ח
עלויות תקופתיות	אין	כ-100 ש"ח לחודש עבור תקשורת סלולארית
תועלת	צמצום טעויות אנוש	צמצום כמעט מוחלט של טעויות האנוש, תיעוד הנתונים במערכת המידע, הצגה שוטפת של המידע ללא תלות בגורם שלישי, פיתרון משלים לבעיית המחסן
חסרון	פיתרון חלקי לבעיה	עלויות

טבלה 6.6: השוואת חלופות עבור סנכרון בין הסוכנים

אנו נמליץ על אלטרנטיבה ב', אשר לאורך זמן תציע יתרונות רבים מהעלויות השוטפות אשר אינן משמעותיות, ותאפשר תמיכה בגדילה עתידית של החברה (יותר מ-2 סוכנים). כמו כן, אלטרנטיבה זו בשילוב עם עבודה עם מסופון בעבודת המחסן תתמוך בשיפור בעיית אמינות המלאי.

שלב חמישי – ניהול המחסן

כמו שהצגנו בפרק "מצב קיים", ראינו כי קיימים פערים רבים בין רמת המלאי במחשב לבין רמת המלאי במחסן בפועל. לאור הבדיקה שביצענו, גילינו כי בעיית אמינות המלאי נגרמת ממספר גורמים שונים:

- 1) בעיית בתהליך אריזה והפקת החשבונות ללקוח – להערכתנו, כיוון שהתהליך מבוצע בצורה ידנית לפי טופס הזמנה המנוהל מחוץ למערכת, טעויות אנוש בהקלדה גורמות לאי דיוקים.
- 2) בעיית בתהליך הקליטה למלאי של משלוחים מספקים – גם תהליך זה מבוצע באופן ידני מול טופס מחוץ למערכת, לכן גם כאן יש מקום לטעויות הקלדה.
- 3) מחסור בספירות מלאי – ספירות המלאי מבוצעות אחת לחציון ולא מבוצע כל וידוא למלאי בין ספירות.

לצורך הטיפול בבעיות בחנו 2 אלטרנטיבות:

א. **עדכון תהליך העבודה** – עדכון תהליך בקרות בתהליך העבודה, גם בהפקת החשבונות וגם בקליטה למלאי.

יתרונות – אין עלויות מיידיות, צמצום טעויות האנוש.

חסרונות – העבודה תישאר ידנית, עדיין יהיו טעויות.

ב. **עבודה עם מסופון** – רכש מסופון לעבודת המחסן ומעבר לעבודה במסגרת ברקוד לפריטים (ברקוד כבר קיים), בשילוב עם מעבר לעבודה עם ברקוד אצל סוכני המכירות.

פיתרון זה יציע את הברירה הטובה ביותר, כיוון שהמערכת תתריע בפני אחראי המחסן על אי התאמות בין הזמנות לקוח לבין תעודות אריזה של משלוחים.

יתרונות – צמצום כמעט ל-0 של טעויות האנוש בתהליך האריזה והקליטה למלאי

חסרונות – עלות נוספת של כ-1500 ש"ח למסופון

ספירות תקופתיות – ללא קשר לבחירה בין אלט' א' או ב', אנו נמליץ על ביצוע ספירות תקופתיות לפריטים מסוג A לפי פרטו כחלופה לתהליך ספירות המלאי הנוכחי, כיוון שלהם יש את המספר הרב ביותר של תנועות מלאי (והכי הרבה מקום לטעויות) ומצד שני אמינות המלאי של מוצרים אלה היא החשובה ביותר. למעשה,

ע"י צמצום תדירות הספירות בפריטים מסוג C כמעט ולא הוספנו עומס עבודה מבחינת ביצוע הספירות ברמת המשפחה. (בעבר היו סופרים כל משפחת מוצר פעמיים בשנה = 82 משפחות בשנה, היום סופרים 102 משפחות

בשנה (A=60, B=22, C=20))

תדירות ביצוע הספירות המומלץ בטבלה הבאה :

מספר משפחות מוצר	תדירות ספירת המלאי	סיווג פרטו
10	אחת לחודשיים	A
11	אחת לחצי שנה	B
20	אחת לשנה	C

טבלה 6.7 : תדירות ביצוע ספירות מומלצת

השוואת החלופות :

חלופה ב'	חלופה א'	נושא
1,500 ש"ח	אין	עלויות מיידיות
כ-100 ש"ח לחודש עבור תקשורת סלולארית	אין	עלויות תקופתיות
צמצום כמעט מוחלט של טעויות האנוש, תיעוד הנתונים במערכת המידע, פיתרון משלים לבעית הסינכרון עם הסוכנים	צמצום טעויות אנוש	תועלת
עלויות	פיתרון חלקי לבעיה	חסרון

טבלה 6.8 : השוואת חלופות לניהול המחסן

לכן, אנו נמליץ על אלטרנטיבה ב', כיוון שבשילוב עם עבודה באמצעות מסופון של הסוכנים, תציע מיכון של תהליך העבודה כולו (מהזמנת לקוח עד השילוח), תשפר את זמני התגובה של החברה ולאורך זמן תביא לשיפור בביצועי החברה בנושאים אלו. בנוסף וללא קשר, נמליץ על תחילת ספירות תקופתיות בתקופות קצרות יותר לפי הפרטו.

7. אופן המימוש

על מנת להפוך תאוריה להלכה למעשה, עלינו לתת לחברה כלים **פרקטיים ופשוטים** שיוכלו להטמיע ולהשתמש באופן שוטף וללא תקלות בכל עת שיצטרכו.

לראשות החברה יצרנו / שדרגנו מס' כלים לשימוש:

(1) **מחשבון ביקוש** – לחישוב הביקוש הממוצע לכל מוצר ע"י שימוש בלוגיקות שהוסברו לפסילת נתונים והוצאת חריגים על בסיס תוכנת Excel, המותאם לפלט האוטומטי המתקבל מבסיס הנתונים של החברה.

(2) **יישום מודלי מלאי** – ע"י בחירת אופי התחזית (פאסימי/סביר/אופטימי) לכל מוצר (מבין התשעה שבהם עסקנו), יחושבו בצורה אוטומטית הכמויות הנדרשות להזמנה, נק' ההזמנה וגודל המנות, והעלויות וההכנסות הצפויות בשלושה מודלים שונים (EOQ, "מוכר העיתונים", QR) על מנת לאפשר למנהל להחליט ולבחור באסטרטגיית מלאי בהתאם לתנאים השונים של החברה. גם תוכנה זו על בסיס תוכנת Excel.

(3) **טופסי תחזית לסוכנים** – ייצרנו שני פורמטים של טפסים אשר מטרת האחד הוא לייצר תחזית שנתית עבור לקוח/קבוצת לקוחות, והשני לטובת תחזית מתגלגלת המעדכנת מידי חודש את התחזית הבסיסית שבוצעה לפני תחילת השנה (דוגמה מצורפת בנספח מס' 1).

יש לציין כי שלושת הכלים לעיל מושתתים על תוכנת האקסל ומסונכרנים באופן אוטומטי אחד עם השני לטובת מניעת הזנות ידניות וכפולות ומתן מענה "מקצה לקצה" לחברה (מתחזית עד הוצאת הזמנה).

התוצר של שילוב התוכנות הינו **תוצאות מודל המלאי** הכולל **גודל מנת הזמנה** עבור כל אחד מהדגמים המובילים, **מדד בקרה** המגדיר מתי יש להוציא הזמנה נוספת ואת **תחזית ההוצאות** התפעוליות בגין הוצאות ההזמנה והחזקת המלאי, ואת **תחזית ההכנסות** הצפויות ממכירות המוצרים.

כלל הקבצים יינתנו לחברה עם מסירת הפרוייקט. מפאת גודל התוכנות (מחשבון הביקוש ויישום מודלי המלאי), מסכיהם והנתונים הכלולים בהם, לא נוכל להציג תוכנה זו בספר הפרוייקט.

8. רשימה ביבליוגרפית

1. Williams, B.D., & Waller, M.A. (2011). Top-Down Versus Bottom-Up Demand Forecasts: The Value of Shared Point-of-Sale Data in the Retail Supply Chain. *Journal of Business Logistics*, 32, 17-26.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2158-1592.2011.01002.x/full>
2. Nahmias, S. "Demand Estimation in Lost Sales Inventory Systems." *Naval Research Logistics* 41 (1994), pp 739-57
[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1520-6750\(199410\)41:6%3C739::AID-NAV3220410605%3E3.0.CO;2-A/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1520-6750(199410)41:6%3C739::AID-NAV3220410605%3E3.0.CO;2-A/abstract)
3. סטיבן נחמיאס, **תכנון הייצור והתפעול**, מהדורה רביעית, כרך א', האוניברסיטה הפתוחה, 2003
4. B. Niebel, A. Freivalds, "**Methods, Standards, and Work Design**", 12th Edition, McGraw-Hill, 2009

9. נספח מס' 1

טופס תחזית בסיס (עבור לקוח / קבוצת לקוחות):

פריט	שם פריט	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	אוקטובר	נובמבר	דצמבר
32165752													
32175321													
32189051													
32195247													
32195752													
32199749													
32200646													

טופס תחזית מתגלגלת (עבור לקוח / קבוצת לקוחות) – הסוכן יסתיר את עמודות החודשים שכבר עברו ויתרכז בחודש הקודם, ועל פי התוצאות יעדכן את החודשים הבאים:

תחזית עדכנית													שם פריט	פריט
דצמבר	נובמבר	אוקטובר	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	מכירת בפועל חודש קודם		
													32165752	
													32175321	
													32189051	
													32195247	