

## תוכן העניינים

פרק א'- מבוא לעיתוד מלאי ----- 3

פרק ב'- מושגים בניהול מלאי ----- 13

פרק ג'- מודלים בניהול מלאי ----- 20

פרק ד'- מדדים בניהול מלאי ----- 33

פרק ה'- תכנון המשאבים לייצור ----- 38

סיכום ונוסחאון ----- 62

# פרק א' - מבוא לעיתוד מלאי

## מטרת הפרק

לדעת לסווג מלאי ולשלוט בכלל פארטו

## מהו עיתוד מלאי?

הגדרת המילון היא: קביעת הכמויות הדרושות מכל פריט בהתאם למתוכנן.

## סיווג מלאי

### מלאי

סה"כ המוצרים, החומרים, הסחורה, הפריטים, החלקים והציוד, הקיימים בארגון. את המלאי ניתן לסווג למספר סוגים על פי השימוש שלהם:

## א. חומרי גלם

בדרך כלל אלה הם חומרי היסוד שמהם מייצרים את המוצרים למיניהם. לדוגמא בחומרי גלם נמצא:

1. לוחות עץ, גזעי עץ, עץ בלבידים לצורכי בנייה, ריהוט ועוד.

2. מתכות למיניהן: ברזל, אלומיניום, נחושת, פליז,

פלדות מחוסמות ופלדות אל חלד לייצור ויציקה, לעיבוד

שבבי ומסגרות.

3. סוגים שונים של אבקות פולימרות לייצור פלסטי על סוגיו ומוצרו.

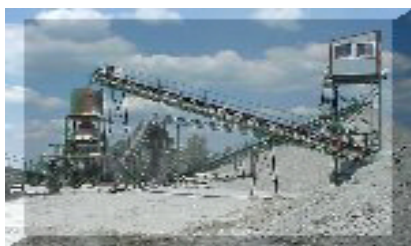
4. סוגים שונים של אבקות דטרגנטיות לייצור משחות, סבונים וכו'.

5. סוכר, קמח, שמן, מלח וכו' אפילו שהם חומרים לצורכי מזון ועוד.

6. רכיבים אלקטרוניים למיניהם.



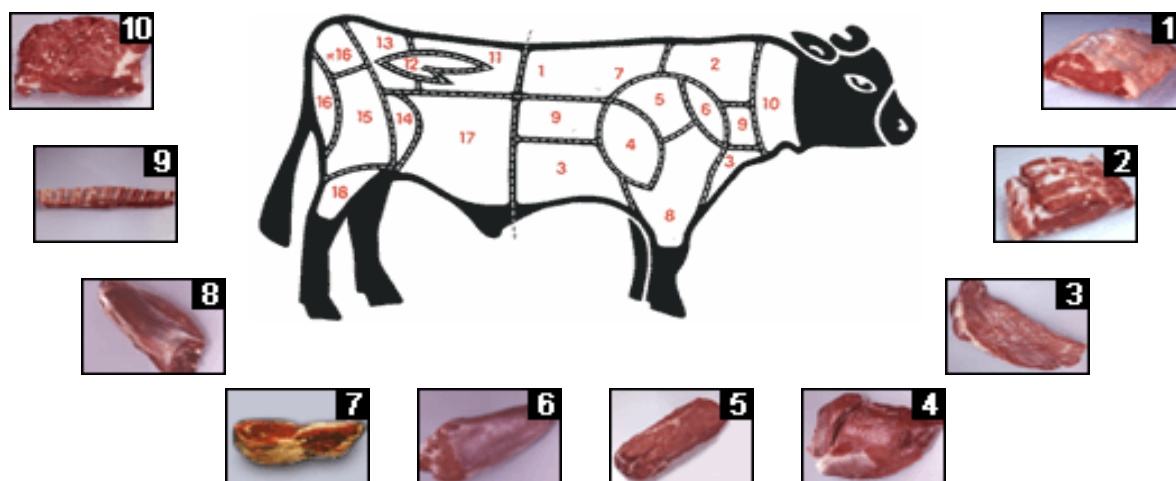
7. מוצרי נפט וכימיקלים, המשמשים כחומרי גלם בסיסיים לייצור אבקות פולימרות, או המשמשים לצורכי עיבוד ושימור מוצרים כמו: ציפויים למיניהם.



8. ירקות ופירות המשמשים כחומר גלם לתעשיות המזון, המיצים, היינות והמשקאות למיניהם. אך גם תוצר לוואי לחומר גלם לאלכוהול המופק מקליפות ההדרים ומשמש כחומר גלם לתעשיות הקוסמטיקה, המשקאות החריפים ועוד.



9. כותנה, צמר, פשתן וסיבים המשמשים כחומר גלם לתעשיות הטכסטיל.  
 10. חמר ליצור קרמיקה, מלט לייצור בלוקים לבניית בתים. חמר לבן משמש ליצור פורצלן המשמש לייצור מערכות אוכל, אביזרי נוי, אגרטלים, פיסול ואהילים לתאורה.  
 11. בשר לסוגיו, המשמש חומר גלם למוצרי בשר ונקניקים.



## לפי חוק פארטו

חוק פארטו בנוי על כך שאחוז קטן (20%) של פריטים תורמים אחוז גדול (80%) של ערך ו/או צריכה. חוק זה פותח על ידי פארטו, שהיה כלכלן איטלקי. הוא מצא כי קבוצה קטנה של אוכלוסיה (20%) שולטת על רוב ההון (כ-80%) במדינה. על פי חוק פארטו מחלקים את הפריטים לקבוצות של A, B, C תכונות הקבוצות הן בערך כך (כפי שמוצג בטבלה):

### תכונות אופייניות לקבוצת הפריטים A, B ו-C

סימול הקבוצה	גודל הקבוצה	חשיבות הקבוצה
A	כ-20% מסה"כ האוכלוסייה	כ-80% מסה"כ התופעה
B	כ-30% מסה"כ האוכלוסייה	כ-10% מסה"כ התופעה
C	כ-50% מסה"כ האוכלוסייה	כ-10% מהתופעה

### ניקח מספר פריטים וננתח אותם על פי חוק פארטו

מס' פריט	מחיר ליחידה	צריכה שנתית ביחידות	הוצאה שנתית	אחוז מהוצאה שנתית
1	38	100	3,800	1.9
2	50	20	1,000	0.5
3	20	2,680	53,600	26.8
4	240	60	14,400	7.2
5	2	5,300	10,600	5.3
6	13,200	3	39,600	19.8
7	17	200	3,400	1.7
8	20	80	1,600	0.8
9	100	708	70,800	35.4
10	40	30	1,200	0.6
		<b>סה"כ הוצאה שנתית</b>		
		<b>200,000</b>	<b>100.0</b>	

## פרק ב' - מושגים בעיתוד מלאי

בעיתוד מלאי משתמשים במספר מושגים ואנו נתמקד בחשובים שבהם.

### מלאי ביטחון

מלאי ביטחון הוא מלאי מינימאלי המבטיח אספקת הפריטים לקו הייצור במקרים בהם האספקה לא סופקה בזמן אם בגלל ביקוש מוגבר של פריטים לקו הייצור עקב הגדלת ההזמנות על ידי הלקוחות או שהאספקה שסופקה היתה פגומה. בעצם מלאי ביטחון היא הכמות הנחוצה להמשך הפעילות עד שתגיע הכמות החדשה. אך היא יכולה לכלול גם כמות לצרכים בלתי מחושבים מראש.

### כמות מיטבית בהזמנה

הוצאות אחזקת המלאי הינן פרופורציונאליות להיקף המלאי המוחזק והן הגורמות לנטייה לצמצום בכמות המלאי המוחזקת. יחד עם זאת קיימת גם נטייה הפוכה להזמנת כמויות גדולות יותר, כדי להקטין את העלויות הקבועות הכרוכות בביצוע ההזמנה.

המטרה היא למצוא את אותה נקודה (כמות הזמנה מסוימת) שבה הסכום הכולל של הוצאות אלו הינו מינימאלי. כמות הזמנה זו קרויה "גודל הזמנה אופטימאלי" או "כמות מיטבית בהזמנה".

### הוצאות אחזקת המלאי - r

הוצאות אחזקת המלאי מורכבות מההוצאות הבאות:

א. ריבית - ריבית על ההון המושקע במלאי. ריבית זו ניתנת לחישוב במספר דרכים:

- ריבית משוקללת - שקלול מחיר ההון בהתאם למשקל היחסי של כל אחד מסוגי מקורות המימון המשמשים את החברה להשקעות (בהנחה שקיימים מספר מקורות). על פי שיטה זו מחשבים את משקלו היחסי של כל מקור מימון מתוך סה"כ המקורות ומכפילים אותו בשיעור הריבית של אותו מקור. סכום המכפולות נותן את מחיר ההון המשוקלל.

**דוגמה**

<u>שיעור ריבית נומינלי</u>	<u>סכום באלפי ₪</u>	<u>מקור המימון</u>
16%	800	אג"ח
14%	500	הלוואות מבנקים
10%	<u>400</u>	הלוואות ממשלתיות
	1,700 סה"כ	

$$= 0.16 \cdot (800/1700) + 0.14 \cdot (500/1700) + 0.10 \cdot (400/1700) = 0.14$$

$$= 0.0753 + 0.0411 + 0.0236 = 0.14$$

$$= 14\%$$

• **ריבית שולית** - מחיר ההון הגבוה ביותר בטווח הקצר שהחברה משלמת עבור מקורות המימון שנועדו להשקעות.

• **ריבית ייחודית** - מקורות מימון ספציפיים העומדים לרשות החברה לצורך ביצוע השקעות או לצורך השקעה חד פעמית.

מקובל לחשב את הריבית על ההון המושקע במלאי לפי **ריבית משוקללת**.

**ב. הוצאות אחסון** - בסעיף זה נכללים פחת וריבית על המבנים או שכ"ד כאשר שטחי האחסון שכורים, פחת וריבית על ציוד אחסון וציוד שינוע, שכר עבודה למפעילים והוצאות תפעול שוטפות.

**ג. קלקול והתיישנות** - בסעיף זה תכללנה הוצאות הנובעות מקלקול פריטים במשך הזמן במלאי, התיישנות עקב התפתחויות טכנולוגיות או שינויים בתכנון המוצר ואובדנים מסיבות שונות.

**ד. מיסים** - המס העיקרי המוטל על המלאי, המבנה והציוד הוא מס רכוש. כמו כן קיימים מיסים עירוניים שונים.

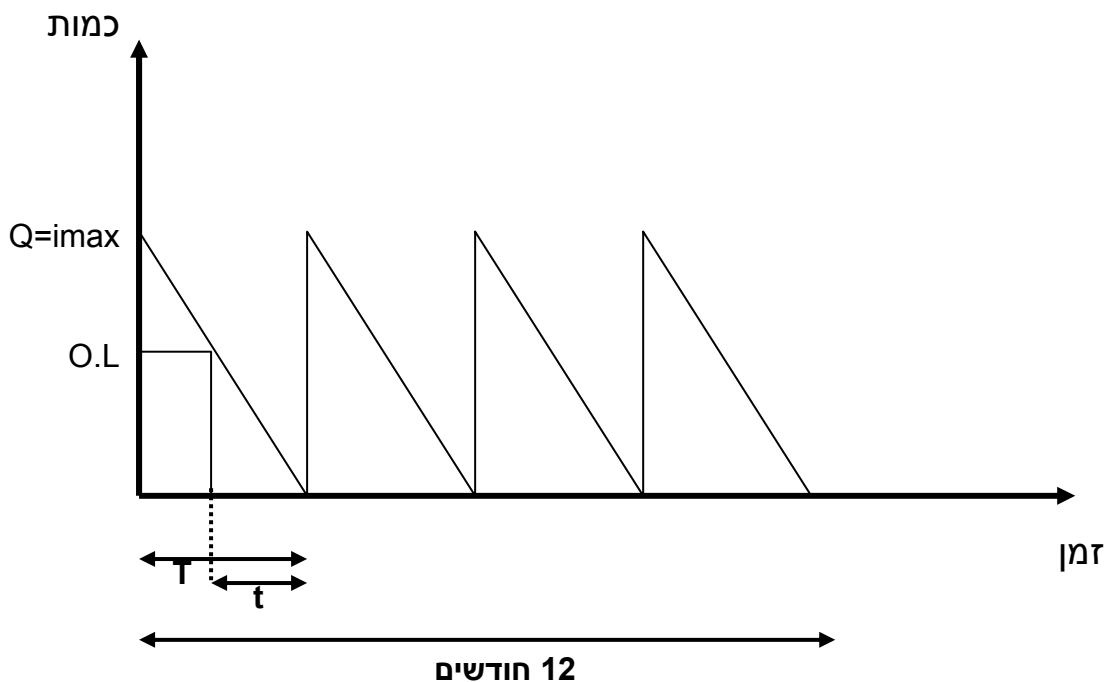
## פרק ג' - מודלים בניהול מלאי

### מטרת הפרק

להכיר מודלים בניהול מלאי. לשלוט בקביעת כמות מיטבית להזמנה, זמן מחזור מיטבי, רמת הזמנה ומלאי ביטחון.

### מודל "שיני משור" E.O.Q (Economic order Quantity)

המודל שימושי מאוד לניהול מלאי חומרי גלם בארגונים יצרניים. המודל אינו מאפשר חוסר, ואינו לוקח בחשבון אפשרות להיווצרות מצבי חוסר. שמו של המודל "שיני משור" נובע מצורתו הדומה לשיני משור.



שיטה זו או מודל זה מביאים בחשבון את ההוצאות הכרוכות בהחזקת מלאי ומנסה לקבוע מה יהיה גודל ההזמנה האופטימאלי בנקודת זמן שבה ההוצאות האלה נמצאות ברמה הנמוכה ביותר.

## E.O.Q במודל

1. קצב הצריכה השנתי מתחלק באופן שווה לאורך כל התקופה. כלומר, יורד ליניארית לאורך כל התקופה.
2. מחיר הפריט ( $b$ ) קבוע ואינו משתנה בתקופת החישוב.
3. עלות קבועה להזמנה ( $A$ ) הוא גודל קבוע ואינו תלוי בכמות המוזמנת.
4. ההזמנה מתקבלת בבת אחת במועד האספקה.
5. עלות אחזקת המלאי ( $r$ ) היא אחוז קבוע מערך המלאי ואינה משתנה בתקופת החישוב.
6. אין חוסר במלאי.
7. המודל אינו מביא בחשבון אינפלציה ושיקולים ספקולטיביים.
8. המודל מתייחס לפריט בודד, וזה מקשה על יישום השיטה בהיקף רחב.

## סימונים

- $r$  עלות אחזקה של יחידה אחת במלאי במשך שנה. מבוטאת באחוז ממחירה.
- $b$  מחיר הפריט.
- $Q$  גודל ההזמנה.
- $A$  הוצאה קבועה להזמנה.
- $B$  גודל מלאי ביטחון.
- $br$  עלות אחזקת יחידה במלאי במשך שנה.
- $l_{max}$  רמת מלאי מכסימלית.
- $T$  זמן מחזור (משך הזמן הדרוש לצריכת כמות בגודל  $Q$ ).
- $t$  זמן אספקה (משך הזמן מרגע הוצאת הזמנה ועד לקבלתה במחסן המפעל).
- $O.L$  רמת הזמנה, נקודת הזמנה.
- $T_c$  סה"כ העלויות השנתיות.
- $Q^A$  כמות אופטימאלית להזמנה.
- $Nb$  עלות שנתית לרכישת פריטים.
- $N/Q$  מספר ההזמנות בשנה.
- $A (N/Q)$  עלות שנתית לביצוע הזמנות.

## מודל ETC (ECONOMIC TIME CYCLE) - מחזור זמן

### אופטימלי

#### קביעת גודל סדרת ייצור

המודל בא לטפל באותם מצבים בהם הצריכה אינה קבועה על פני זמן. אולם התפלגות הצריכה די קרובה לממוצע ליחידת זמן. במודל זה מזמינים במועדים קבועים ואת השינויים בצריכה מווסתים באמצעות כמות ההזמנה. בהנחה שכמות המלאי נקבעה למקסימום מסוים שאותו אין לעבור. כמות ההזמנה משתנה גם בהתאם לרמת מלאי הביטחון שאותו נרצה להחזיק. השיטה מתאימה לפריטים מקבוצות A או B של עקומת פארטו ולצריכה קבועה פחות או יותר לאורך ציר הזמן. אם כי, ניתן להתגבר על השינויים בצריכה בעזרת ויסות כמות ההזמנה. מאחר וההתפלגות קרובה לממוצע, ניתן לחשב את ממוצע הצריכה ליחידת זמן ולהציב בנוסחת השורש של מודל E.B.Q

#### לפניך דוגמא להמחשת השימוש בשיטה

לפניך נתוני תחזית המכירות ב-12 החודשים הקרובים של מוצר מסוים.

חודש	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
תחזית מכירות חודשית	80	100	90	95	110	105	90	85	90	80	95	120

95 יח' = $N_n$	ממוצע צריכה חודשית.
1000 יח' = $P_n$	קצב ייצור חודשי.
100 ₪ = $A$	עלות הכנת סדרה.
50 ₪ = $b$	עלות ישירה לפריט.
20% = $r$	הוצאות אחזקת מלאי לשנה.

## פרק ד' - מדדים בניהול מלאי

### מטרת הפרק

לשלוט במדדים לוגיסטיים ולדעת לשפר ביצועים  
באמצעות מדדים אלו.

### מהם מדדים?

מדדים הם אמות מידה כמותיות המבטאות את המצב של המערכת אשר אותה רוצים להעריך. המדדים מאפשרים להבחין בשינויים החלים בביצועי הארגון בין שיפור ובין נסיגה.

קיימות חמש קבוצות של מדדים בסיסיים שאמורים לבוא לידי ביטוי בכל מערכת בקרה והם: זמן, עלות, איכות, שביעות רצון הלקוח והתנהגות העובדים. אלוף עמי סגיס כתב בספרו לוגיסטיקה במערכות צבאיות ואזרחיות "אי אפשר לנהל בלי למדוד". החוקרים סטן דיוויס וביל דיווידסון בסמינר של תום פיטרס אמרו על ידי מדידות ומספרים אפשר ללמוד הרבה דברים, ומכאן גם לשפר ביצועים. כלומר הסבת הארגון לעסק משפרת את הביצועים.

### מדדים למוצר ומדדים לתהליך

לקוח מצפה לקבל מוצר ושירות ברמה מסוימת, כנמדד לפי ביצועיו, עלותו, זמן אספקתו והתמיכה בו.

כאשר רוצים במפעל מסוים לבדוק את המדדים כמו למשל שביעות רצון של הלקוח עליהם לבצע את הבדיקה בכל המחלקות השותפות בתהליך, כך ניתן למצוא במידה וישנה בעיה היכן בדיוק היא נמצאת.

ניתן לפתח מדדים רבים. עם זאת שימוש בלתי מושכל במספר רב של מדדים, בבת אחת, עשוי לפגום ביכולת לעסוק בעיקר, לכן חשוב להתמקד במספר מצומצם של מדדים.

## **תקני ביצוע**

**תקן** הוא רמת ביצוע המוגדרת כמשביעת רצון. כדי לעשות שימוש מושכל בכל מדד, יש לקבוע עבורו תקן המשמש כנקודת ייחוס להשוואת הביצוע. בכל ארגון צריך לקבוע מדדים שניתן לכמת (מהמילה כמויות) אותם כך המעקב והבדיקה יהיו טובים יותר וגם יעילים יותר. כלומר ניתן לייחס למשהו. ארגון שרוצה לשפר ולהשתפר יקבע לו יעדים שניתנים לכימות, וכן גם מדדים ראויים ומתאימים.

## **מדדים אינטגרטיביים**

מדד אינטגרטיבי הוא מדד אחד המאחד בתוכו את כל המדדים הרלוונטיים לארגון. המדד האינטגרטיבי מאפשר להעריך את ההישגיות הכוללת של הארגון, אך אינו מאפשר לאתר את מקור התקלות. דוגמה למדד אינטגרטיבי. בתחום הנהיגה בישראל נהוגה שיטת הניקוד אחריה עוקבת רשות הרישוי. בעזרת מדד זה מודדת הרשות את רמת עבירות התנועה שיש לנהג. לכל עבירת תנועה הוקצבו מספר נקודות חובה. הנקודות נקבעו על פי חומרת העבירה, וכל עבירה נרשמת בכרטיס הנהג כמו גם כמות הנקודות לאותה עבירה. סיכום הנקודות לאחר שנתיים, שהוא המדד האינטגרטיבי, משמש לקביעת התגובה של רשות הרישוי כלפי הנהג: הדרכה, מבחן בנהיגה, פסילת רשיון וכו'.

## **מדדים לוגיסטיים בניהול מלאי**

1. אמינות מלאי.
2. עמידה בזמני אספקה.
3. דיוק אספקות.
4. זמינות פריטים.
5. הזמנות דחופות.
6. עומק מלאי.
7. מחזור גלגול מלאי.
8. מלאי עומד.
9. החזרות.

ישנם מדדים נוספים אבל אנחנו נעסוק במספר מצומצם של מדדים מרשימה זו.

# פרק ה' - תכנון המשאבים לייצור

## מטרת הפרק

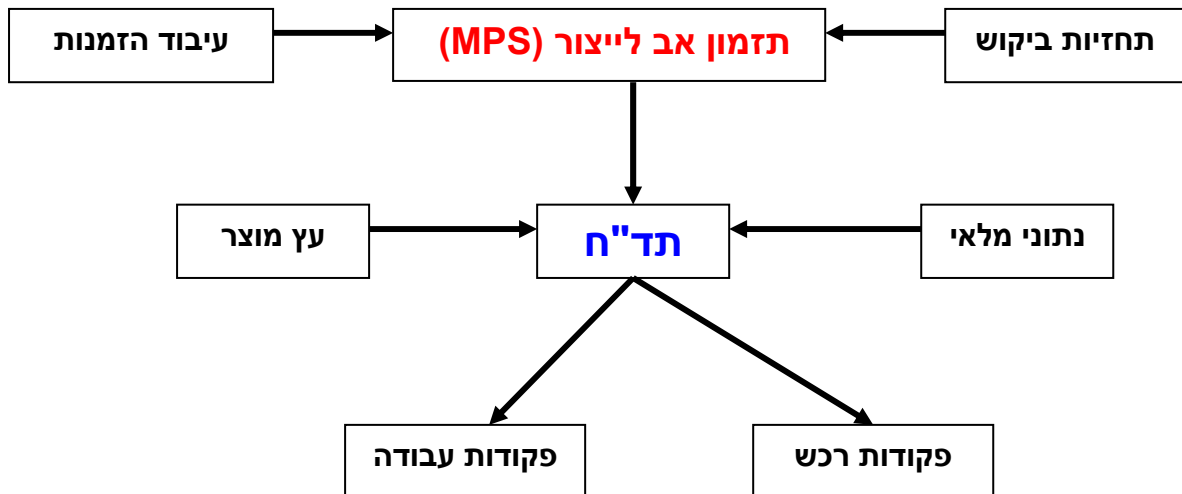
להכיר את המושגים: MPS, BOM, MRP, MRP II  
ולשלוט בחישוב חומרים ומשאבים לייצור

## תכנית אב לייצור - MPS

תוכנית זו היא תוצר של תכנית הייצור הכללית של המפעל. היא מפרטת את אשר יש לייצר בכל יום, תוך ציון הכמויות הנחוצות מכל חומר או רכיב. תוכנית האב היא המזינה את רשימת החומרים לפריט.

תוכנית זו היא חלק מרכזי מהתד"ח - תכנון דרישות חומרים.

תזמון אב לייצור משמש כגורם מניע, המשלב מידע על הזמנות בפועל עם תחזיות לביקוש הצפוי בכל תקופה במשך אופק התכנון. נערכת השוואה בין מידע זה ובין המלאי הזמין לגבי כל פריט ופריט, כולל האספקה המתוכננת מרצפת הייצור ומהספקים.



תוכנית זו קובעת את כמויות הפריטים ה"סופיים" שהביקוש להם בלתי תלוי בביקוש לפריטים אחרים המתוזמנים לייצור בכל פרק זמן. תזמון האב לייצור

נשען על שני סוגי דרישות לפריטים סופיים שהביקוש להם הוא בלתי תלוי. האחד הוא שהדרישות מבוססות על הזמנות מאושרות מלקוחות. והשני הוא דרישות המבוססות על תחזיות. תזמון האב לייצור מניע את כל תהליך תכנון הייצור, ולכן נודעת חשיבות רבה לניהולו. שקלול החלופות ובחירה בין ייצור למלאי לבין ייצור לפי הזמנה מבוצע ברמת תזמון האב לייצור.

תזמון האב לייצור מביא בחשבון הזמנות מלקוחות ותחזיות ביקוש, וכן מגבלות קיבולת וזמינות חומרים. ברמה זו השאלה אינה רק מועד האספקה שאפשר להבטיח ללקוח אלא גם אם לקבל הזמנה מלקוח או לא.

יש חשיבות למסגרת הזמן המשמשת לתזמון האב לייצור. משך תקופת התכנון המינימאלית קובעת את מידת הדיוק של תהליך התכנון.

תהליך חשוב בתזמון האב לייצור הוא ניהול שינויים. שינויים תכופים בתזמון האב לייצור יוצרים שינויים בתוכניות הייצור והרכש. אלה גורמים לתסכול במערכת ולחוסר יעילות. למלאים עודפים ולתהליך אספקה בלתי יציב.

תזמון האב לייצור מתעדכן כל הזמן. כשהתקופה הנוכחית מסתיימת, התקופה הבאה הופכת להיות זמינה, ותקופה חדשה נכנסת לאופק התכנון. תהליך זה, הידוע בשם "גלגול אופק" התכנון, מיועד להבטיח שתזמון האב לייצור יהיה נכון ומעודכן בכל עת. אפשר לעדכן את תכנית האב (MPS) באופן שוטף ע"י הוספה או הפחתה של הפרש ביחס לתכנית האב הקודמת.

**תוכנית האב – MPS** צריכה להגדיר מה צריך לבצע ומתי? תכנית זו צריכה להתחשב בביקוש למוצרי המפעל ובקיבולת האפשרית. הנהלת המפעל צריכה לקבוע מדיניות לגבי כל אחד מהגורמים המשפיעים על תכנית האב:

א. הזמנות מלקוחות.

ב. תחזית הביקוש.

ג. מלאי ביטחון נדרש.

ד. ייצור למלאי.

יש להציג את סה"כ הדרישות למוצרי המפעל בכל תקופה של חודש או רבעון.

## **Material ) MRP - תכנון דרישות חומרים** **(Requirements Planning**

### **MRP תד"ח - תכנון דרישות חומרים**

היא שיטה לניהול חומרים המשלבת את ניהול הייצור עם פיקוח על המלאי. זוהי שיטה לעיתוד מלאי המקובלת בעיקר בארגוני ייצור. השיטה מבוססת על מבנה עץ המוצר ועל רשימת הפריטים. כאשר ידועה הכמות הנדרשת לייצור והמועד המתוכנן לייצור כל פריט בעץ מוצר. ניתן לעתד את הפריטים כולם באופן מדויק.

תכנון דרישות חומרים הוא שלב בתהליכי תכנון התפעול של כל ארגון תעשייתי. בתכנון דרישות החומרים מחושבות כמויות חומרי הגלם, החלקים והמכלולים הדרושים לצורך אספקת ההזמנות במועד ועמידת הארגון בהתחייבויותיו ללקוחות.

### **הגורמים לצורך חישוב דרישות החומרים הם:**

כמות נדרשת, כמות קיימת במחסן, הכמות שהוזמנה מהספק, הכמות בתהליך, משך הזמן הנדרש לאספקה או הייצור, אחוזי הנפל בייצור וכו'. תכנון דרישות החומרים מתבצע על ידי אנשי התפ"י או מנהלי התפעול תוך שימוש במערכות מידע הנקראות מערכות M.R.P.

### **מערכת M.R.P נבנתה במטרה לתת תשובות לשאלות הבאות:**

- א. כמה להזמין מכל מכלול, פריט, חומר?
- ב. מתי לבצע את ההזמנה כדי לעמוד בביקוש או ההזמנות (MPS).