

DTMA

Dimensions, Tolerances and Measurements
Analysis

For injected molded parts

הסבר לתוכנה לניתוח מידות, טולרנסים ומדידות
לחלקי פלסטיק מוזרקים

איך התוכנה יכולה לעזור - תקציר

- שימוש בתוכנה זו מאפשר ניתוח של: מידות שרטוט, טולרנסים ותוצאות מדידה
- הניתוח לוקח בחשבון את ההבדלים בין שקעים שונים בתבנית
- התוצאות מוצגות בצורה גרפית וגם מספרית.
- פיזור התוצאות מוצג ביחס לגבולות השרטוט
- פיזור התוצאות מוצג ביחס לפיזור הצפוי בייצור
- שימוש בתוכנה מאפשר למתכנן המוצר לראות את יכולת הייצור לעמוד במידות ובטולרנסים שנתן
- שימוש בתוכנה מאפשר לראות איך שינויים במידות ו/או טולרנסים משפיעים על מיקום המידה בשדה הטולרנס
- ניתן לשמור תוצאות ניתוח של מוצר בתהליך הייצור לצורך השוואה לסדרות ייצור קודמות
- שימוש בתוכנה מאפשר לראות שגיאות במדידות
- ניתן בעזרת התוכנה לוותר על מדידות בבקרת איכות מבלי לפגוע באיכות המוצר
- מי שרוצה להכנס יותר לפרטים ולראות איך התוכנה עובדת, מוזמן להמשיך ולהתעמק בהמשך המצגת

כללי

DTMA היא תוכנה אשר מטרתה לנתח מידות, טולרנסים ומדידות במוצרי פלסטיק בהזרקה.

במצגת תוצג היכולת של התוכנה.

מוצגים כאן מספר שלבים לניתוח:

1. ניתוח מידות וטולרנסים בשרטוט עם פיזור צפוי בייצור (בדיקת יכולת הייצור)
2. ניתוח תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית והשפעת ההבדלים ביניהם על תוצאות הייצור
3. ניתוח תוצאות מדידה של סדרת ייצור
4. שינוי פרמטרים (מידות וטולרנסים בשרטוט או מידות בתבנית) והשפעתם על התוצאות
5. הגדרה של POR ו - POT

1. ניתוח מידות וטולרנסים בשרטוט עם פיזור צפוי בייצור ובדיקת יכולת הייצור Process Capability

מכניסים לתוכנה קובץ אקסל המכיל את:

- מידות השרטוט (אין מגבלה למספר המידות)
- הטולרנסים
- פיזור צפוי בייצור POR (ניתן לשנות אותו בכל זמן מאוחר יותר)
- דוגמה של קובץ אקסל בשקופית הבאה

דוגמה של קובץ אקסל להכנסת נתוני שרטוט ופיזור צפוי (POR)

לקוח/פרוייקט

שם המוצר							
Customer	example for PP						
Part	Part 1						
Serial Production	production						
POR%	0.2						
No. Dim	2	7	6	5	1	8	3
Type							
Nom. Size	11.2	28.3	23.7	20.1	7.48	31	2.35
Tol. +	0.04	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Tol. -	-0.06	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1
Delta POR%	0	0	0	0	0	0	0

מספר/תיאור מידה

מידה נומינלית בשרטוט

טולרנס

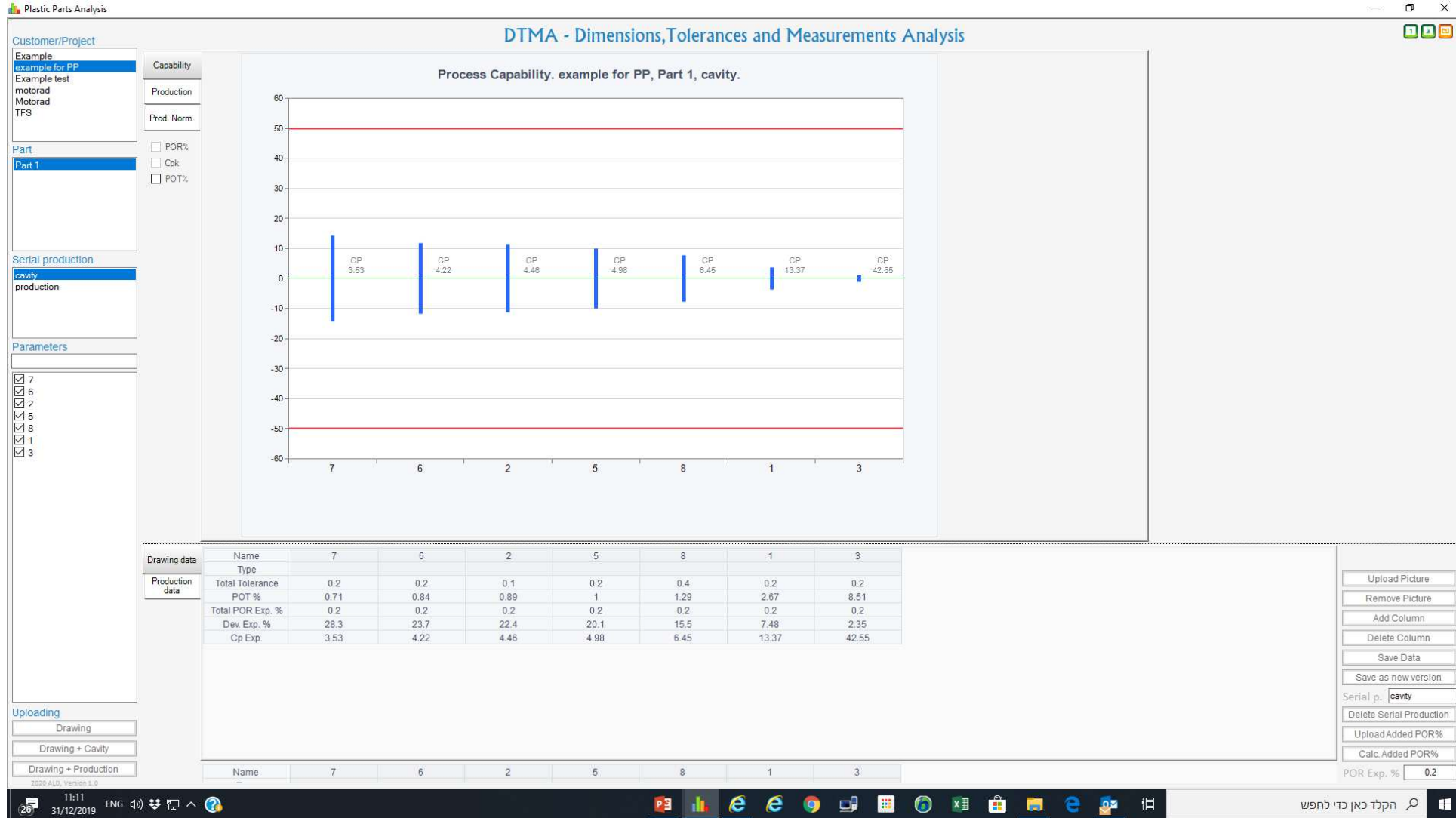
פיזור צפוי בייצור באחוזים (הערכה)

אין מגבלה למספר המידות בשרטוט

ניתוח מידות וטולרנסים בשרטוט עם פיזור צפוי בייצור ובדיקת יכולת הייצור Process Capability

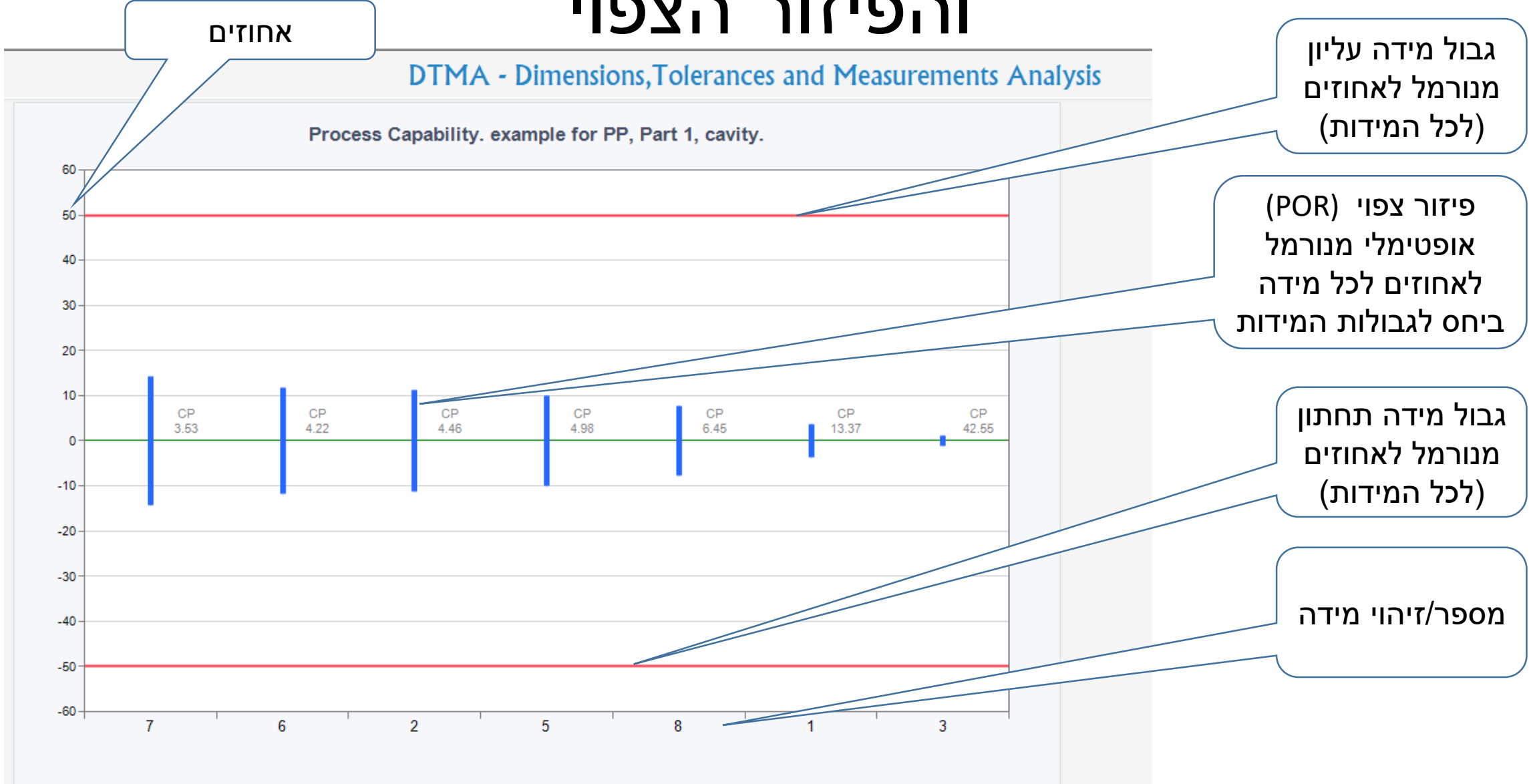
- אחרי הכנסת קובץ האקסל לתוכנה מקבלים:
- גרף מנורמל לאחוזים כאשר גבולות המידה לכל המידות הן $\pm 50\%$ -
- העמודות מציינות את המרחק של כל מידה מגבולות הטולרנס במקרה שהפיזור יהיה לפי הפיזור הצפוי שקבענו
- מרכז העמודה נמצא על קו המרכז (תיאורטי, בהנחה שההתכונות תהיה בדיוק לפי התכנון)
- העמודות מסודרות מהגדולה לקטנה, כאשר ככל שהעמודה קרובה יותר לגבולות, קשה יותר לעמוד במידה זו בייצור סדרתי
- בשקף הבא: דוגמה לניתוח גרפי של הנתונים

גרף דוגמה לניתוח גרפי של מידות השרטוט והפיזור הצפוי



הסבר לגרף בשקף הבא

גרף דוגמה לניתוח גרפי של מידות השרטוט והפיזור הצפוי



2. ניתוח תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית והשפעתם על תוצאות הייצור

לאחר הזרקת 1T מודדים את כל השקעים בתבנית, אין מגבלה למספר השקעים. (כאשר בתבנית רק שקע אחד מדלגים על השלב הזה)

מכניסים לתוכנה קובץ אקסל עם:

- מידות השרטוט וטולרנסים

- פיזור צפוי (POR)

- תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית

- דוגמה לקובץ אקסל עם תוצאות מדידה של כל השקעים בשקף הבא

דוגמה לקובץ אקסל עם תוצאות מדידה של כל השקעים

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Customer/Project	example for PP						
2	Part ID	Part 1						
3	Serial Production	cavity						
4	POR%	0.2						
5	No. Dim	7	6	2	5	1	3	8
6	Type							
7	Nom. Size	28.3	23.7	11.2	20.1	7.48	2.35	31
8	Tol. +	0.1	0.1	0.04	0.1	0.1	0.1	0.2
9	Tol. -	-0.1	-0.1	-0.06	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2
10	Delta POR%	0	0	0	0	0	0	0
11	cavity 1	28.27	23.68	11.18	20.06	7.47	2.29	31.03
12	cavity 2	28.25	23.67	11.22	20.06	7.47	2.29	31.03
13	cavity 3	28.26	23.69	11.22	20.03	7.47	2.28	31.03
14	cavity 4	28.3	23.73	11.18	20.05	7.43	2.29	31.04

מספר/תיאור
מידה

מידה נומינלית
בשרטוט

טולרנס

תוצאות מדידה של
השקעים השונים
בתבנית

אין מגבלה למספר השקעים

ניתוח תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית והשפעת ההבדלים ביניהם על תוצאות הייצור

- כאשר יש תבנית מרובת שקעים, באופן טבעי יש הבדל ביניהם. הבדלים אלה מקטינים את יכולת העמידה בטולרנסים בייצור סדרתי
- התוכנה מחשבת את ההבדלים בין השקעים בכל המידות, מנרמלת לאחוזים ומוסיפה את הערך לפיזור הצפוי (POR)
- כל שינוי עתידי בפיזור הצפוי (POR) ייקח בחשבון את ההבדל בין השקעים

ניתוח תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית והשפעת ההבדלים ביניהם על תוצאות הייצור

הסבר על הגרף המוצג בשקף הבא

- קווי גבולות הטולרנסים של כל מידה נשארים כמו בניתוח המידות
- הנקודות האנכיות מייצגות את תוצאות המדידה לכל מידה. התוצאות מנורמלות לאחוזים
- העמודה האנכית לצד הנקודות מראה את הפיזור הצפוי. הפעם מרכז העמודה הוא הממוצע של תוצאות המדידה לכל מידה
- הפיזור הצפוי יגדל לפי ההבדל בין השקעים השונים
- בשקף הבא גרף המציג את הבדלים בין השקעים

ניתוח תוצאות מדידה של כל השקעים בתבנית

אחוזים

DTMA - Dimensions, Tolerances and Measurements Analysis

Production Analysis. example for PP, Part 1, cavity.

תוצאת מדידה
מכסימלית (השקע
הגדול ביותר)

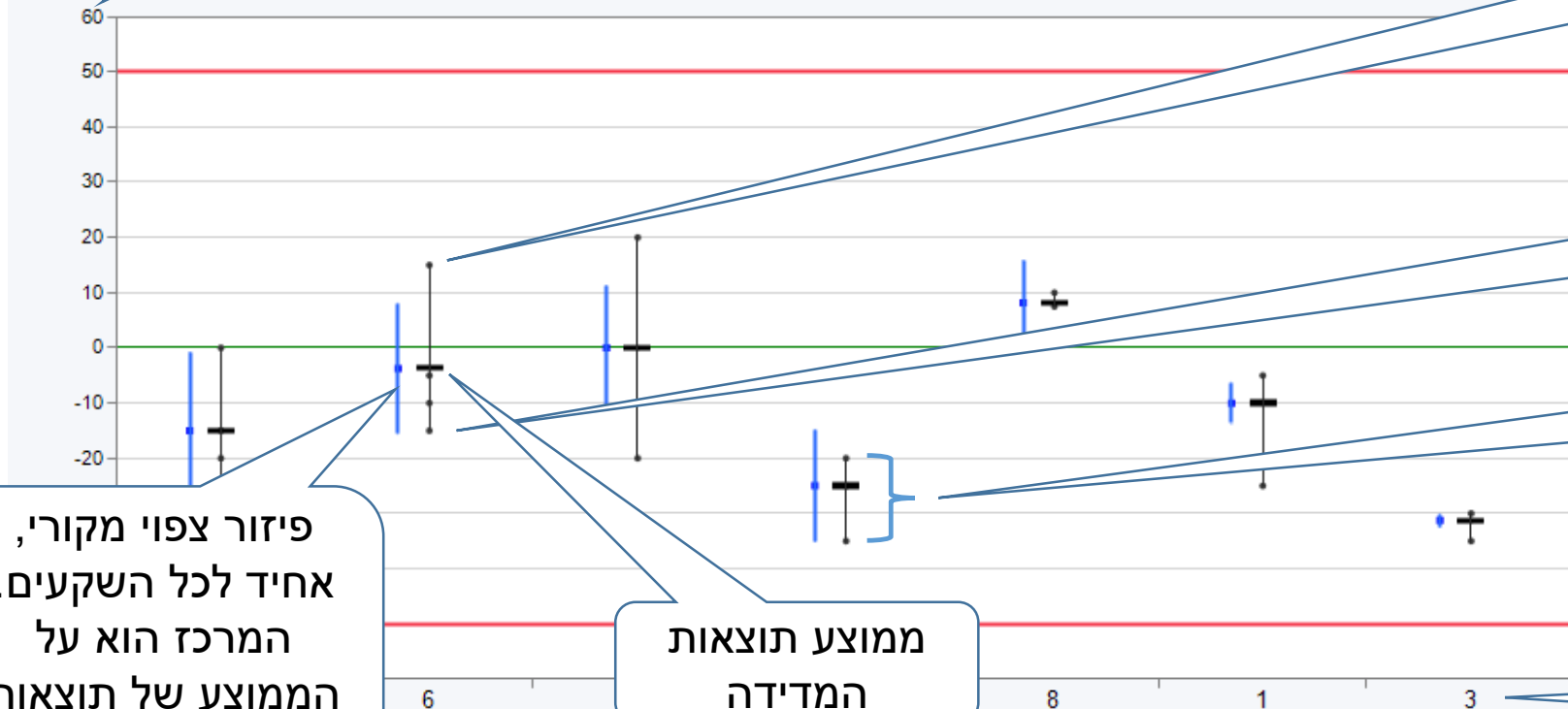
תוצאת מדידה
מינימלית (השקע
הקטן ביותר)

תוצאות המדידות של כל
השקעים מנורמלות לאחוזים

מספר/זיהוי מידה

ממוצע תוצאות
המדידה

פיזור צפוי מקורי,
אחיד לכל השקעים.
המרכז הוא על
הממוצע של תוצאות
המדידה



חישוב המציג את ההבדלים בין השקעים והשפעתם על הפיזור הצפוי הכולל

1
הפיזור הצפוי לפי
הערכה ראשונית
(ניתן לתקן מאוחר
יותר)

2
תוספת לפיזור הצפוי
עקב ההבדל בין
המוצרים מהשקעים
השונים בתבנית

3
סך הכל הפיזור
הצפוי הכולל את
ההערכה הראשונית
+ התוספת עקב
ההבדל בין המוצרים
מהשקעים השונים

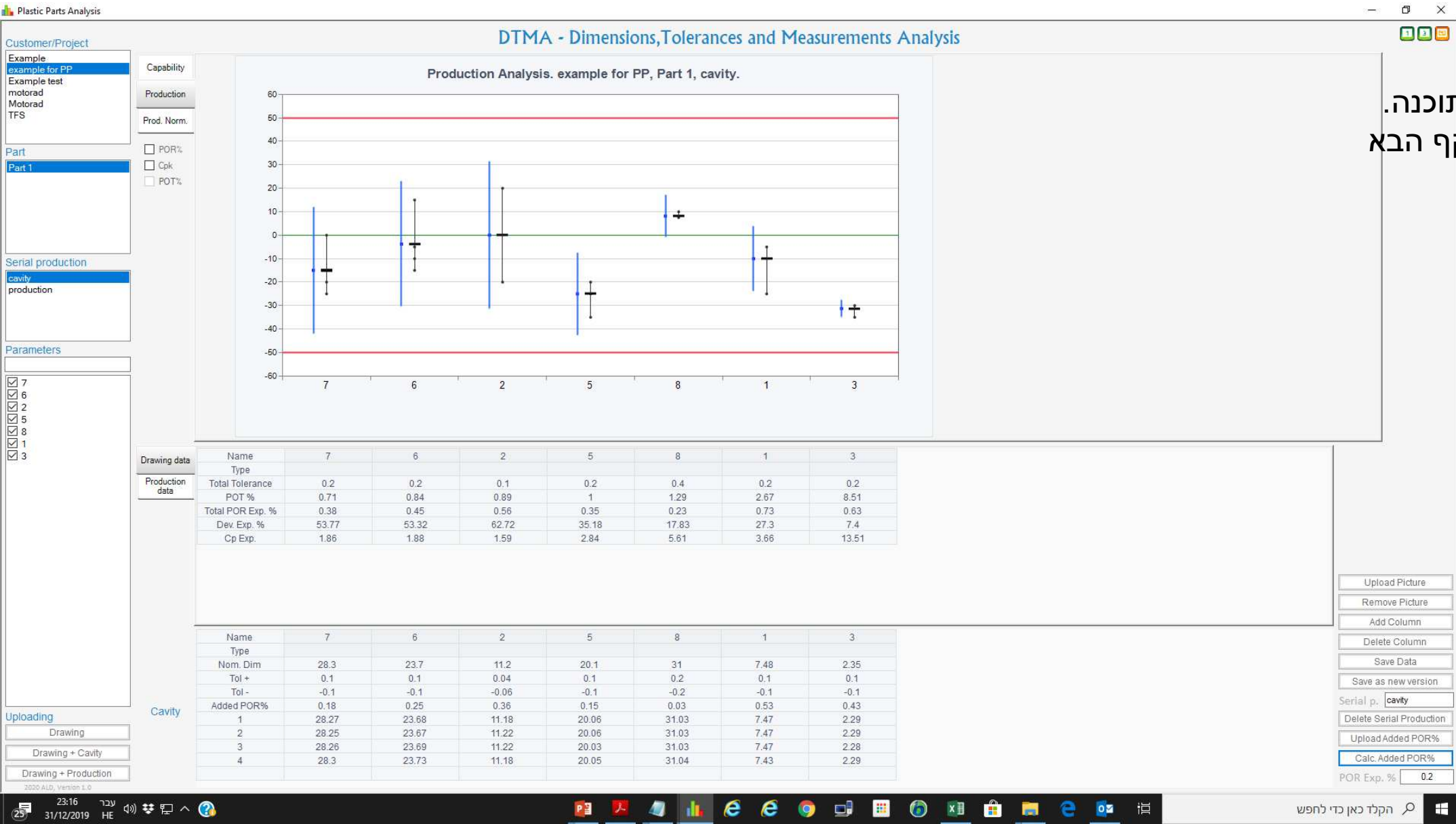
תוצאות מדידה של
השקעים השונים
בתבנית

Drawing data	Name	7	6	2	5	8	1	3
Production data	Type							
	POR Exp. %	0.38	0.45	0.56	0.35	0.23	0.73	0.63
	POR Act. %	0.18	0.25	0.36	0.15	0.03	0.54	0.44
	Corr. to Nom.	+0.02	+0.01	+0	+0.05	-0.03	+0.02	+0.06
	Max Meas. %	0	15	20	-20	10	-5	-30
	Avg Meas. %	-15	-3.75	0	-25	8.13	-10	-24.05
	Min Meas. %	-25	-20	-20	-35	7.5	-25	-30
	Max	28.3	23.73	11.22	20.06	31.04	7.47	24.05
	Average	28.27	23.69	11.2	20.05	31.03	7.46	24.05
	Min	28.25	23.67		20.03	31.03	7.43	
Cavity	Name	7	6	2	5	8	1	3
	Type							
	Nom. Dim	28.3	23.7	11.2			7.48	
	Tol +	0.1	0.1		0.1	0.2	0.1	0.1
	Tol -	-0.1	-0.1	-0.06	-0.1		-0.1	-0.1
	Added POR%	0.18	0.25	0.36	0.15		0.53	0.43
	1	28.27	23.68	11.18	20.06	31.03	7.47	
	2	28.25	23.67	11.22	20.06	31.03		
	3	28.26	23.69	11.22	20.03	31.03		
	4	28.3	23.73	11.18	20.05	31.04	7.46	

Serial p. Cavity

 POR Exp. %

גרף המציג את הבדלים בין השקעים לאחר תיקון הפיזור הצפוי



כך נראה הדף בתוכנה.
הסבר לגרף בשקף הבא

גרף המציג את הבדלים בין השקעים לאחר תיקון הפיזור הצפוי

גבול מידה עליון
מנורמל לאחוזים
(לכל המידות)

תוצאת מדידה מכסימלית
(השקע הגדול ביותר)

ממוצע תוצאות
המדידה

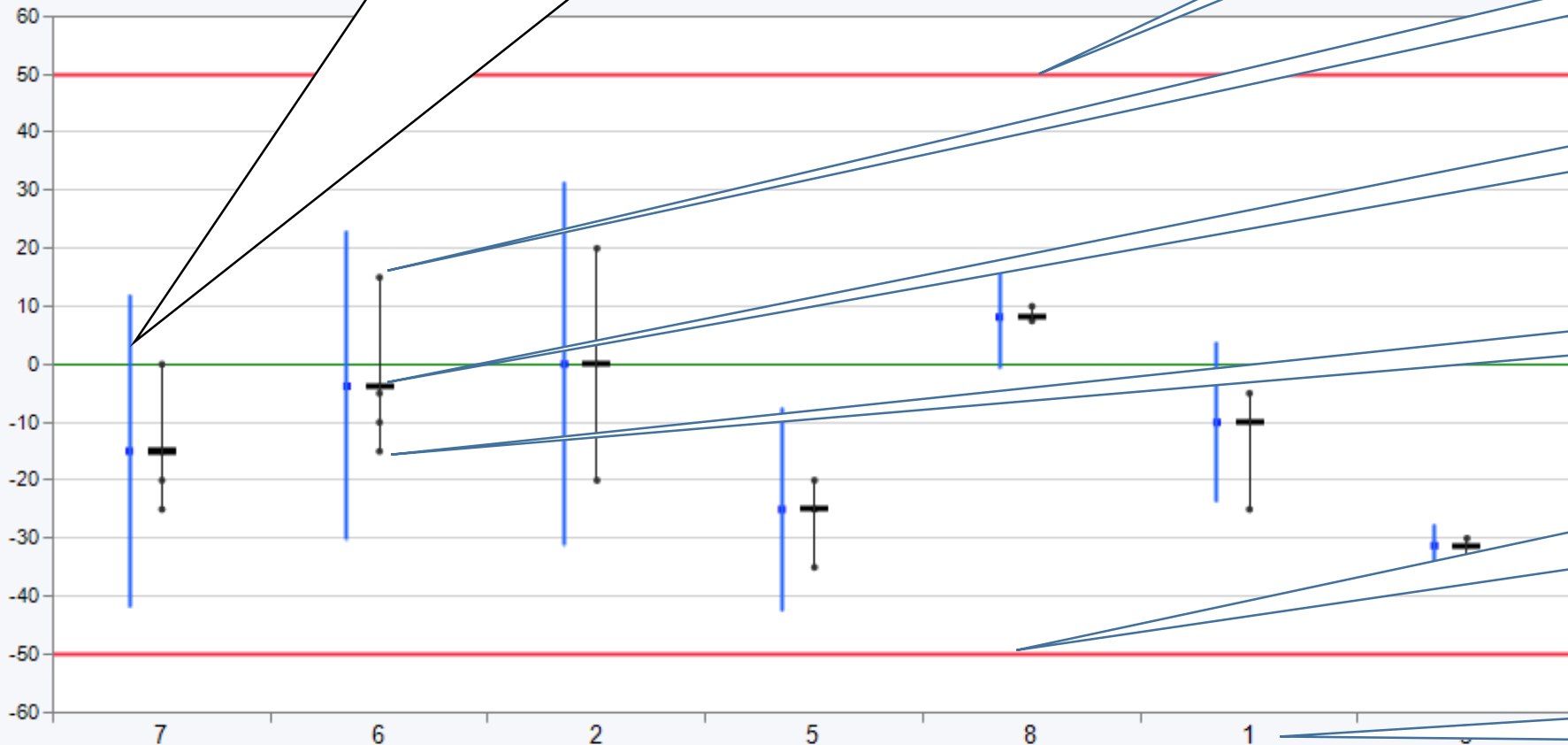
תוצאת מדידה מינימלית
(השקע הקטן ביותר)

גבול מידה תחתון
מנורמל לאחוזים
(לכל המידות)

מספר/תיאור מידה

פיזור צפוי (POR) מתוקן על פי ההבדלים בין השקעים.
מרכזו ממוקם על הממוצע של תוצאות המדידה

analysis. example for PP, Part 1, cavity.



3. ניתוח תוצאות מדידה של סדרת ייצור

מכניסים לתוכנה קובץ אקסל עם:

- מידות השרטוט וטולרנסים
- פיזור צפוי (POR)
- תוצאות מדידה של כל סדרת הייצור (אין הגבלה למספר המדידות)
- דוגמה לקובץ אקסל עם תוצאות מדידה של כל הסדרה לניתוח תוצאות

דוגמה לקובץ אקסל עם תוצאות מדידה של ייצור סדרתי

אפשר לציין תאריכים ו/או מציין
סדרת ייצור. כל סדרות הייצור
יכולות להישמר בתוכנה

תוצאות מדידה ייצור סדרתי

1	Customer	example for PP						
2	Part	Part 1						
3	Serial Production	production						
4	POR%	0.2						
5	No. Dim	2	7	6	5	1	8	3
6	Type							
7	Nom. Size	11.2	28.3	23.7	20.1	7.48	31	2.35
8	Tol. +	0.04	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
9	Tol. -	-0.06	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1
10	Delta POR%	0.36	0.18	0.25	0.15	0.53	0.03	0.43
11		11.18	28.27	23.69	20.06	7.47	31.03	2.28
12		11.18	28.25	23.69	20.06	7.47	31.03	2.3
13		11.18	28.27	23.68	20.06	7.47	31.03	2.31
14		11.18	28.26	23.68	20.06	7.48	31.03	2.3
15		11.18	28.26	23.68	20.06	7.47	31.02	2.26
16		11.18	28.27	23.68	20.06	7.47	31.03	2.3
17		11.18	28.26	23.68	20.06	7.48	31.02	2.3
18		11.19	28.27	23.69	20.06	7.47	31.03	2.29
19		11.22	28.24	23.66	20.06	7.47	31.03	2.3
20		11.22	28.24	23.68	20.05	7.47	31.02	2.3
21		11.22	28.25	23.68	20.06	7.47	31.02	2.27
22		11.22	28.24	23.67	20.06	7.47	31.02	2.29
23		11.22	28.26	23.67	20.05	7.48	31.03	2.26
24		11.22	28.24	23.65	20.06	7.46	31.03	2.29

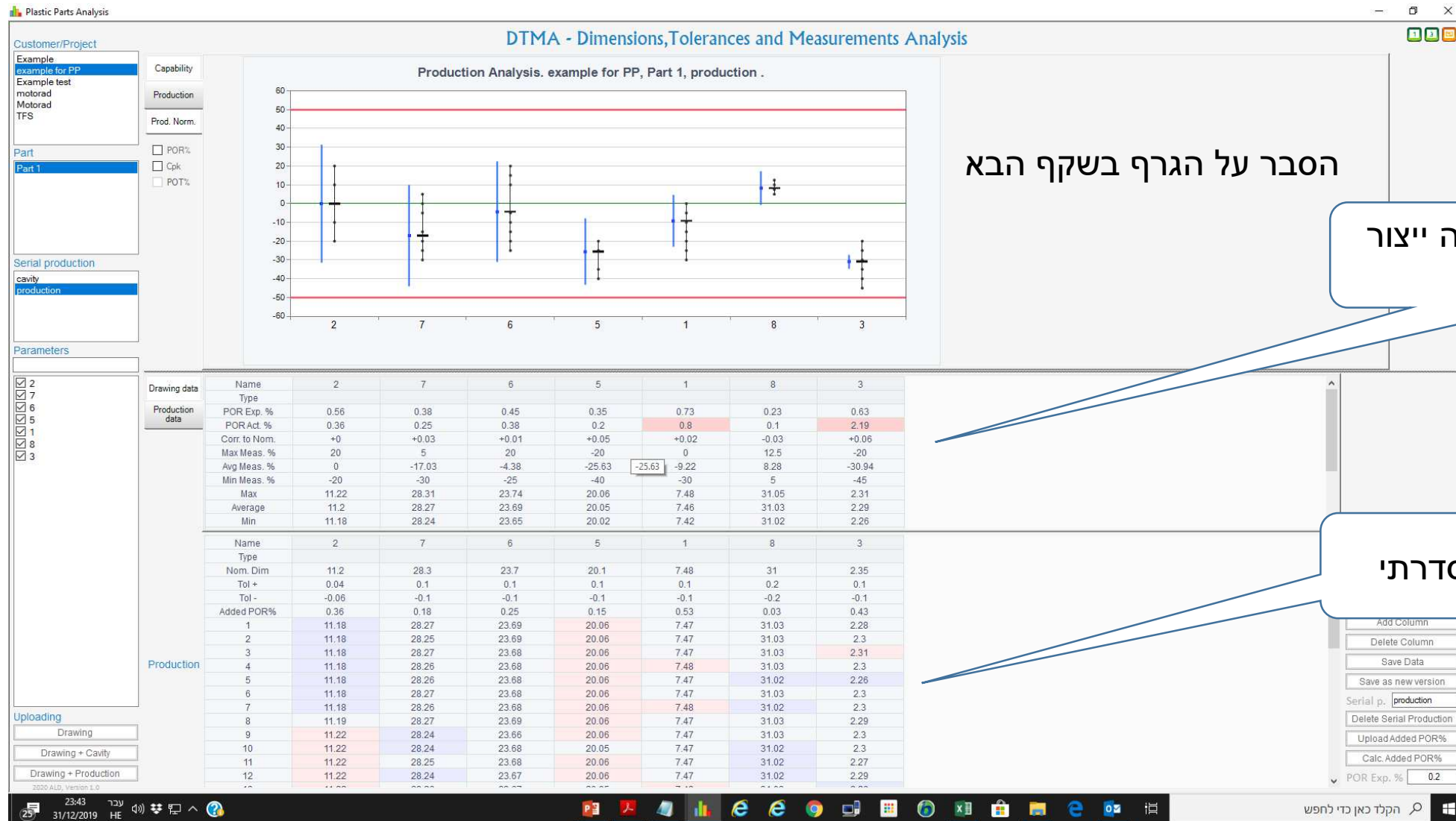
אין הגבלה למספר
המדירות

ניתוח תוצאות מדידה של סדרת ייצור

הסבר על הגרף המוצג בשקף הבא

- קווי גבולות הטולרנסים של כל מידה נשארים כמו בניתוח המידות
- הנקודות האנכיות מייצגות את תוצאות המדידה לכל מידה. התוצאות מנורמלות לאחוזים
- העמודה האנכית לצד הנקודות מראה את הפיזור הצפוי. הפעם מרכז העמודה הוא הממוצע של תוצאות המדידה לכל מידה
- הפיזור הצפוי לוקח בחשבון את ההבדלים בין השקעים השונים בתבנית
- בשקף הבא: גרף המציג את תוצאות המדידה של סדרת הייצור

דוגמה לניתוח תוצאות מדידה של סדרת ייצור

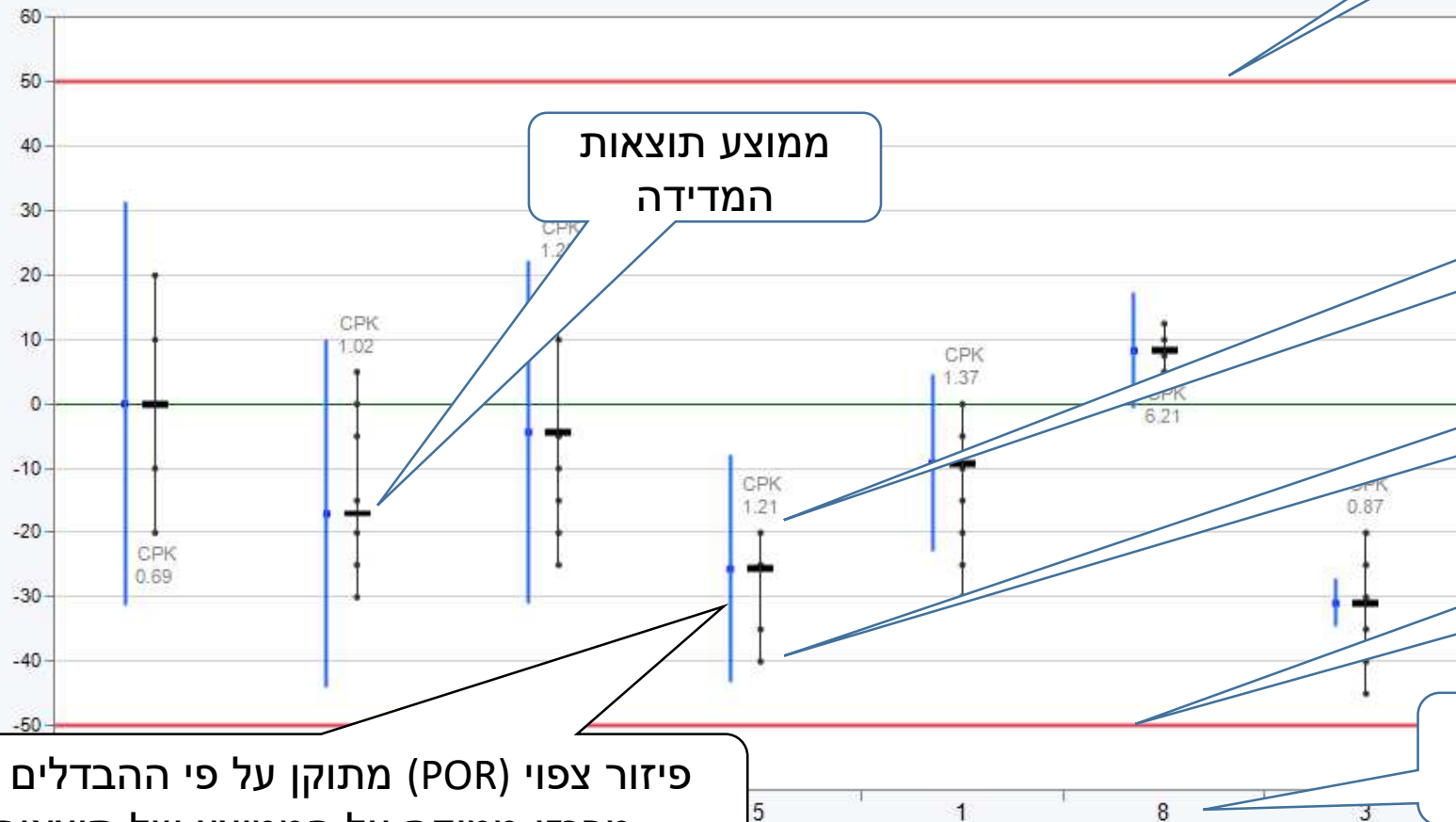


מה לניתוח תוצאות מדידה של סדרת ייצור

גבול מידה עליון
מנורמל לאחוזים
(לכל המידות)

DTMA - Dimensions, Tolerances and Measurements Analysis

Production Analysis. example for PP, Part 1, production .



ממוצע תוצאות
המידה

תוצאת מדידה מכסימלית
בסדרת הייצור

תוצאת מדידה מינימלית
בסדרת הייצור

גבול מידה תחתון
מנורמל לאחוזים
(לכל המידות)

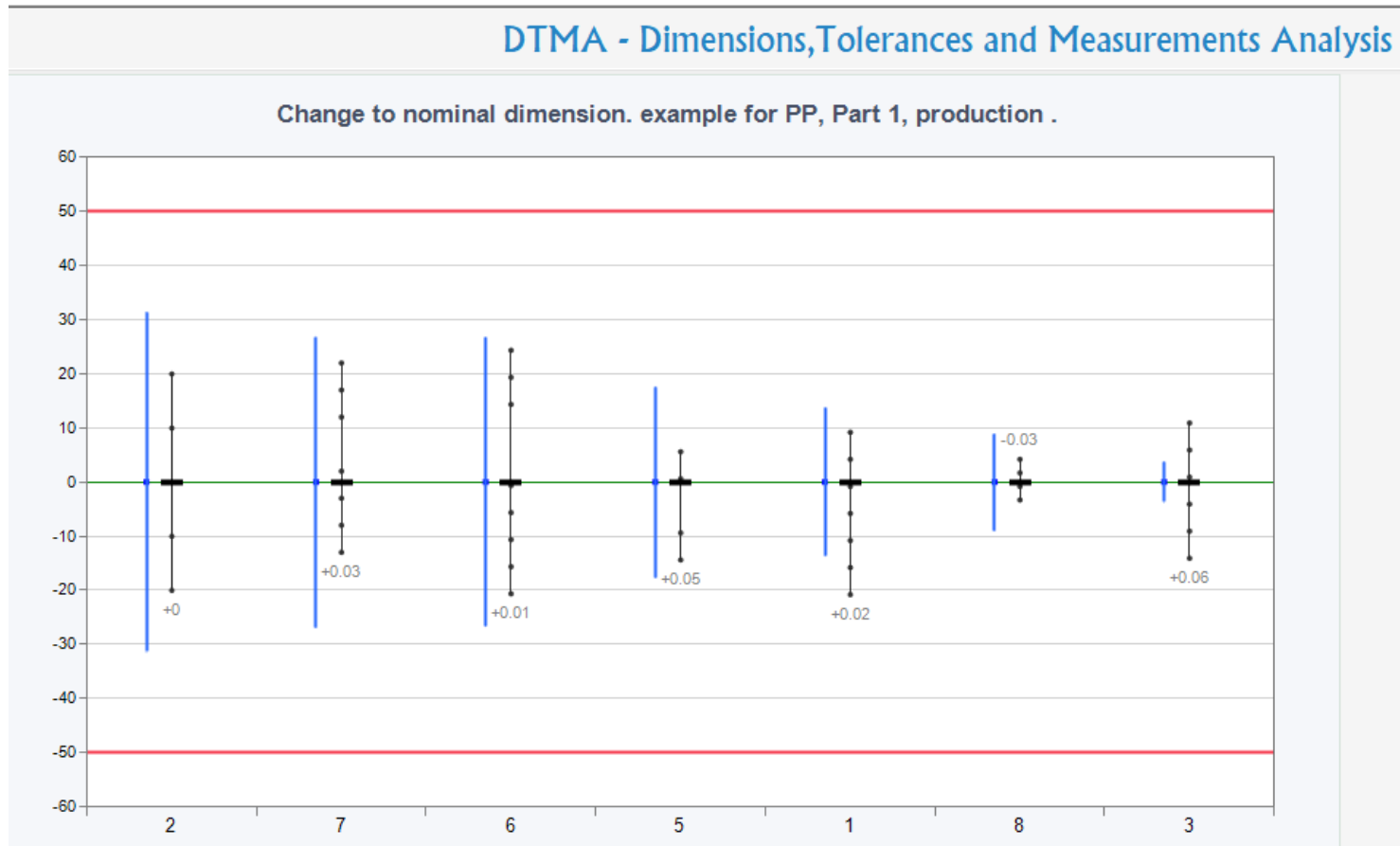
מספר/תיאור מידה

פיזור צפוי (POR) מתוקן על פי ההבדלים בין השקעים.
מרכזו ממוקם על הממוצע של תוצאות המדידה

4. שינוי פרמטרים (מידות וטולרנסים בשרטוט או מידות תבנית) והשפעתם על התוצאות

- ניתן לשנות טולרנסים ומידות בטבלאות ולראות את ההשפעה של השינוי על מיקום המידה בשדה הטולרנס
- ניתן לשנות בכל עת הפיזור הצפוי לפי תוצאות המדידה וכן לפי ידע מצטבר

מה צריך לעשות על מנת שתוצאת המדידה תהיה במרכז המידה



- בגרף זה ממוצעי התוצאות של כל המידות מועברות למרכז המידה (0%, ייצור אופטימלי)
- ליד כל מידה מצויין שינוי המידה הנדרש על מנת להתאים את המוצר לשרטוט (או להיפך)
- השינוי יכול להיות בתבנית או בשרטוט

5. הגדרות של POT ו POR

חישוב אחוז מידה מטולרנס (POT)

$$\frac{T}{D} \times 100 = POT$$

כאשר:

- T – טולרנס (mm)
- D – מידה (mm)
- POT – אחוז טולרנס ממידה – POT

POT מחושב מנתוני שרטוט מוצר בלבד

חישוב אחוז פיזור מממוצע (POR)

$$\frac{R}{A} \times 100 = POR$$

כאשר:

- R – פיזור תוצאות המדידה (mm)
- A – ממוצע התוצאות (mm)
- POR – אחוז פיזור מממוצע (%)

POR תלוי בדיוק ואחידות הייצור

ככל שאחידות הייצור טובה יותר ה POR קטן יותר

מה עוד אפשר לעשות בתוכנה

- להעלות תמונות של המוצר
- לייצא את הגרפים וניתוחי המידות למצגת
- להוסיף ולהוריד נתונים ותוצאות
- לקבל תוצאות CP_k ו C_p
- ועוד

לשאלות, הסברים, הבהרות והערות

עמוס שביט

טל. 054-6741555

דוא"ל: amos_sa@naan.org.il