



האם יש חשיבות לגורם "אי הודאות" במדידה הפרשית?

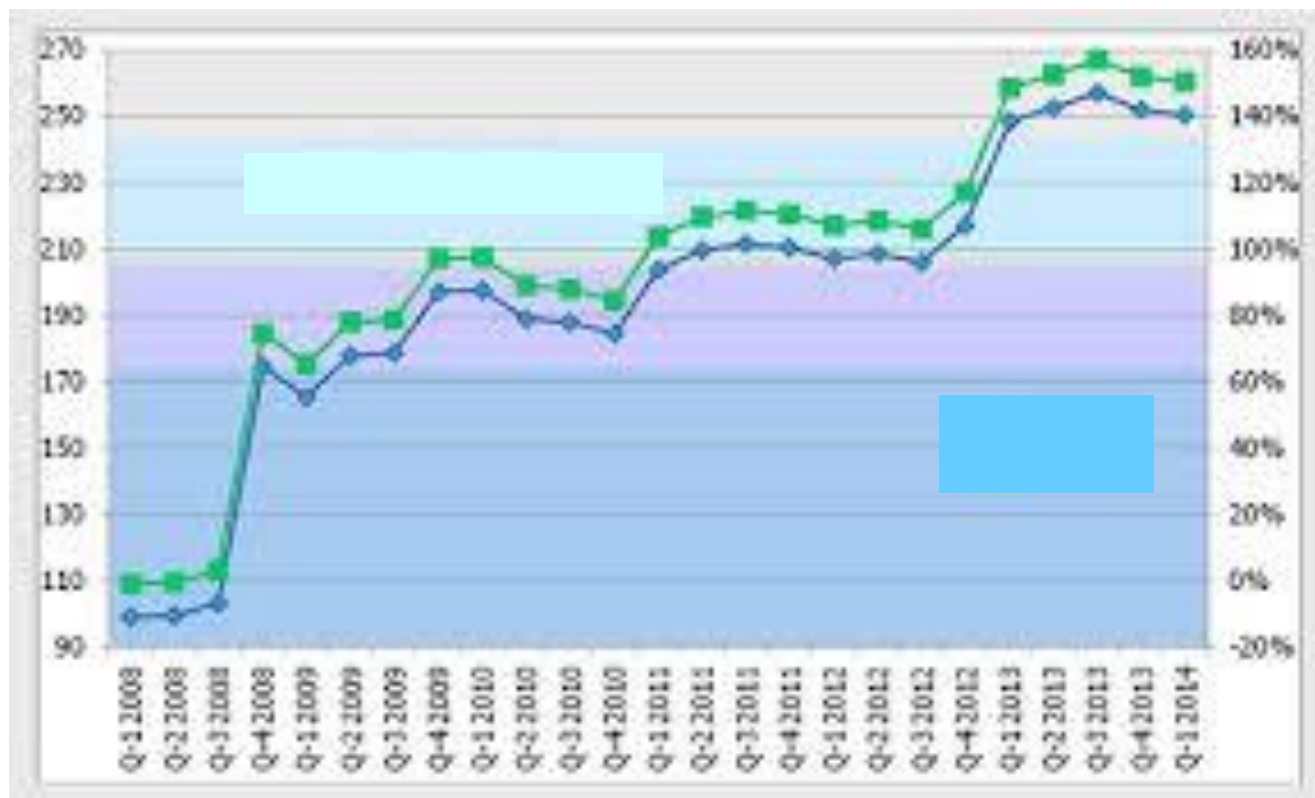
דורון פלד מ.ב.א. הזורע, טכנולוגיות כיול

מ.ב.א הזורע
טכנולוגיות כיול

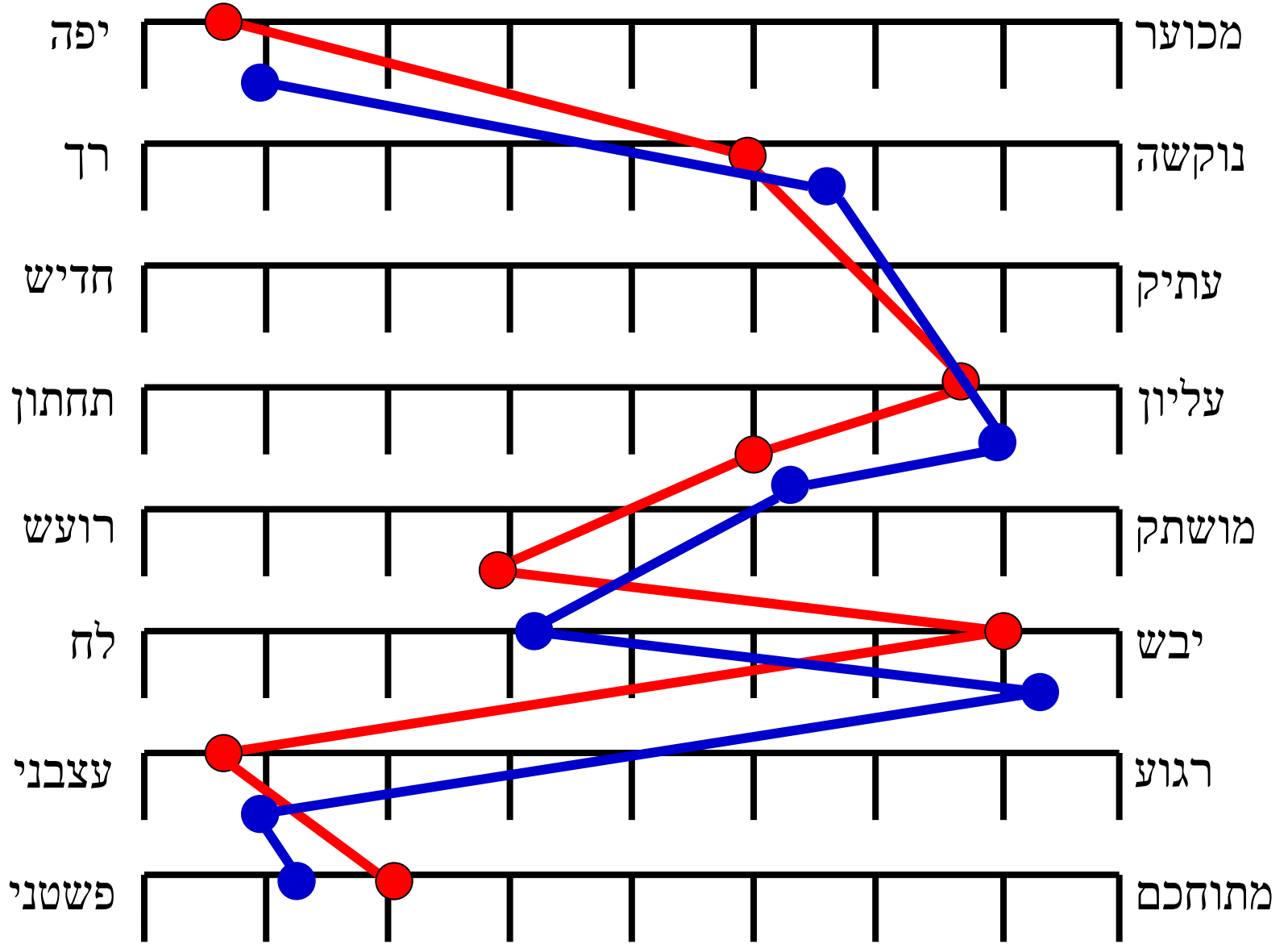


קובלים עכר לציוק

במדידה הפרשית של המרחק בין שני ערכים על גבי אותו סולם הנדסי, אין אנו מבקשים ערך מוחלט, אלא את גודל ההפרש בין שני ערכים.



ערכים ללא גודל



Calibration and Measurement Capability = (CMC)

האם מגבלת ה CMC

הינה "תקרת היכולת" של המעבדה ?



במדידה שהינה "מדידה הפרשית"

ובהסתמך על הבחנת המכשיר, יציבותו וכושר החזרתיות שלו, ניתן לבצע מדידה מדויקת יותר בגודלה מאי הודאות המוצהרת,

אך ללא ידיעת "הערך האמיתי" (**True value**) ברמת ביטחון טובה יותר מאי הודאות המיטבית.

• **Uncertainty** = אי ודאות

• **Resolution** = הבחנה

• **Precision** = דיוק

• **Short-term stability** = יציבות לזמן קצר

• **Repeatability** = הדירות

• **Reproducibility** = כושר שחזור

• **(Validation)** תיקוף

הגורמים העיקריים שישפיעו על המדידה הינם:

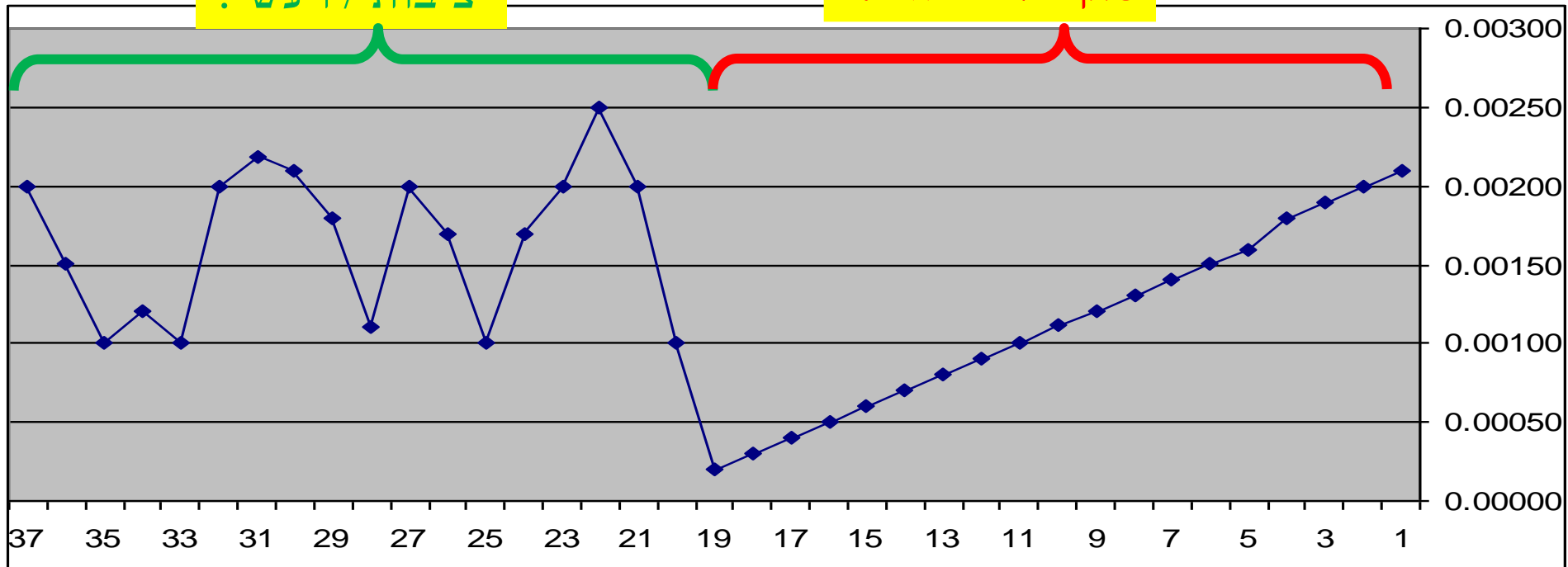
- הבחנת המודד והנמדד (הבחנה = Resolution)
- יציבות המודד והנמדד (יציבות לזמן קצר)
- ליניאריות
- תנאי סביבה (טמפרטורה, רעידות, לחות)
- הפרעות אלקטרומגנטיות

יש לאבחן בזהירות רבה את מידת השפעתם על המדידה

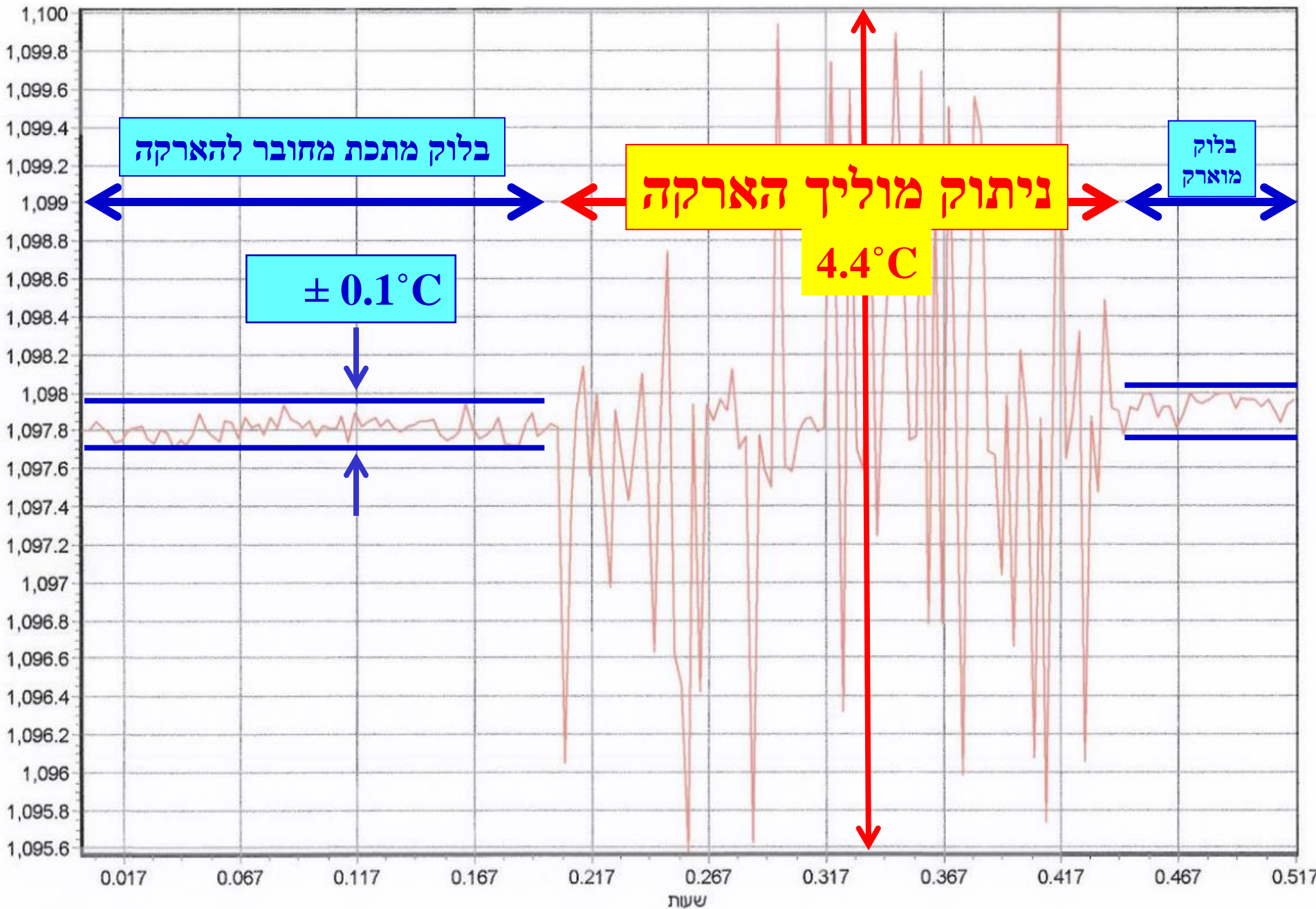
כאשר אני עומד אל מול המראה –
רצוי להדליק את האור...

יציבות / רעש ?

סחף / יציבות ?



דוגמה - יציבות טמפרטורה בתנור כיוול עם וללא הארקה



מד טמפרטורה דו ערוצי מאפשר מדידה הפרשית

2 רגשי התנגדות מדגם זהה מחוברים לצג בעל 2 כניסות זהות $A + B$.
הצג מאפשר למדוד: A , B , $A - B$.
הבחנת הצג 0.001°C



הצג כויל ונבדק בסימולציית רגש התנגדות 4 מוליכים

באי ודאות $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$.

הצג נבדק ליציבות וליניאריות ונמצא יציב וליניארי בתחום

$\pm 0.002^{\circ}\text{C}$.

המערכת כולה כוילה (רגשים + צג) בתחום $-80 \div 250^{\circ}\text{C}$

באי ודאות $\pm 0.035^{\circ}\text{C}$.

נבדק "מקדם הטמפרטורה של הרגשים"

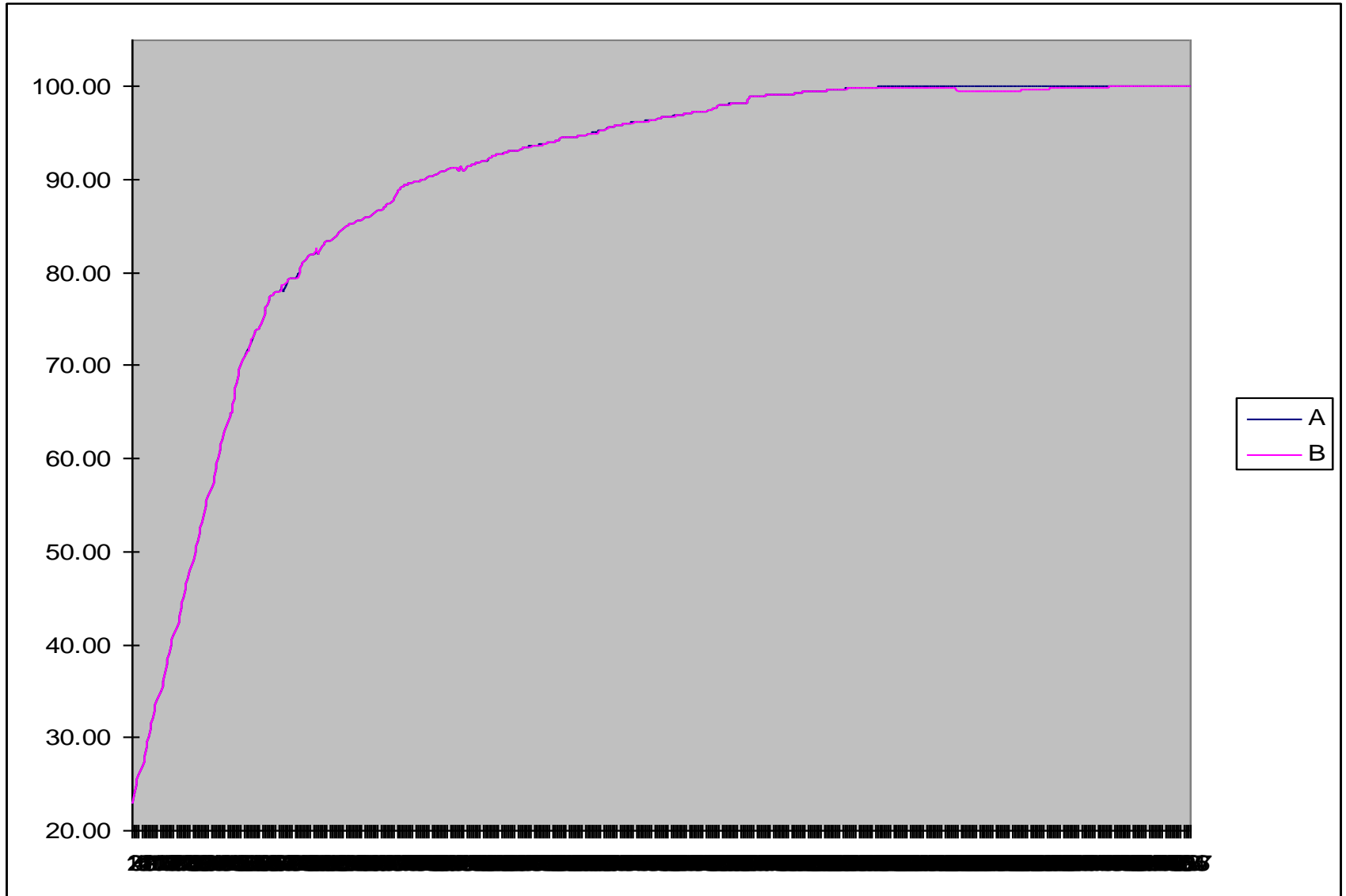
(תגובה לשינוי טמפרטורה) על ידי הכנסתם יחדיו לאמבט כיוול

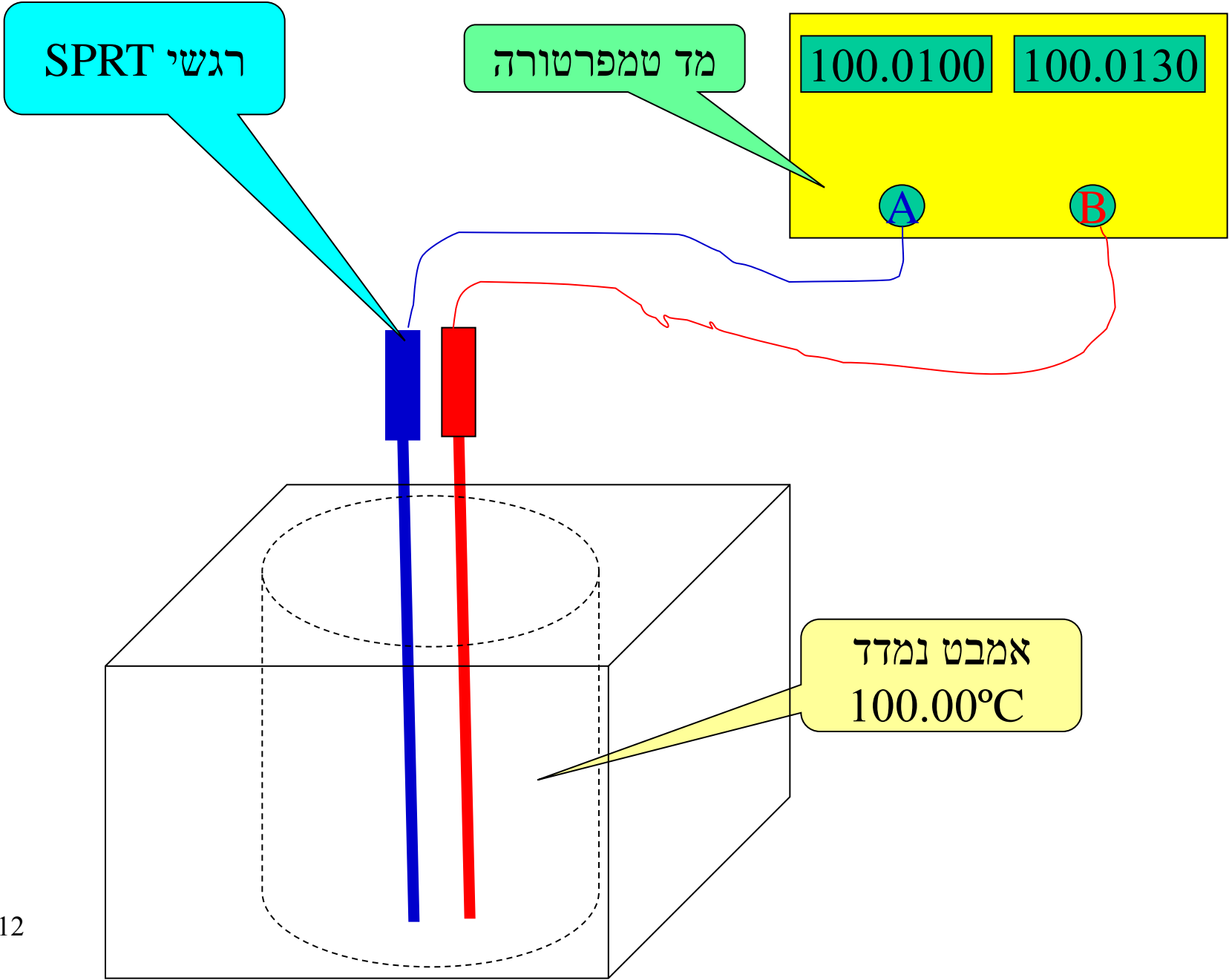
בו שוררת טמפרטורה של 100 מעלות.

רישום מוצא הרגשים יחדיו על אותו הגרף מראה תמונה של

התנהגות כמעט זהה לשני הרגשים.

בדיקת "מקדם תגובה" בעלית טמפרטורה





בכיוול אמבט בטמפרטורה 100°C

נבדק האמבט לדיוק הבקרה/ תצוגה כמו גם **לאחידות ויציבות הטמפרטורה**.

• שני רגשים זהים הוצבו במרכז האמבט, בעומק שווה, קרוב ככל שניתן זה לזה.

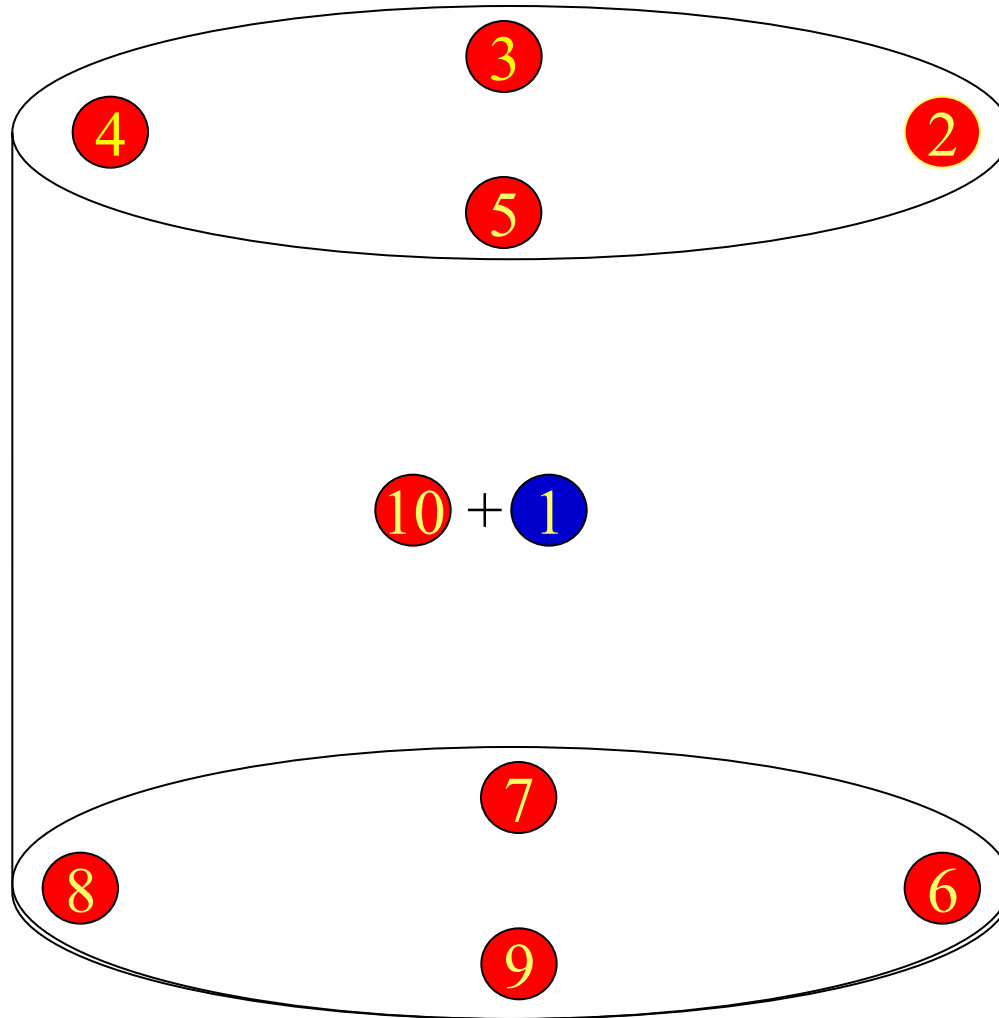
• לאחר שנרשמו הנתונים משניהם, הושאר **רגש A** במרכז האמבט ו**רגש B** הוזז בכל נפח האמבט לנקודות שנקבעו מראש.

• לאחר התייצבות של 4 דקות בכל נקודה נרשמה הטמפרטורה של A ושל B .

• בסוף התהליך הוחזר רגש B למרכז ושתי הקריאות נרשמו.

ראה שרטוט וטבלה מצורפת

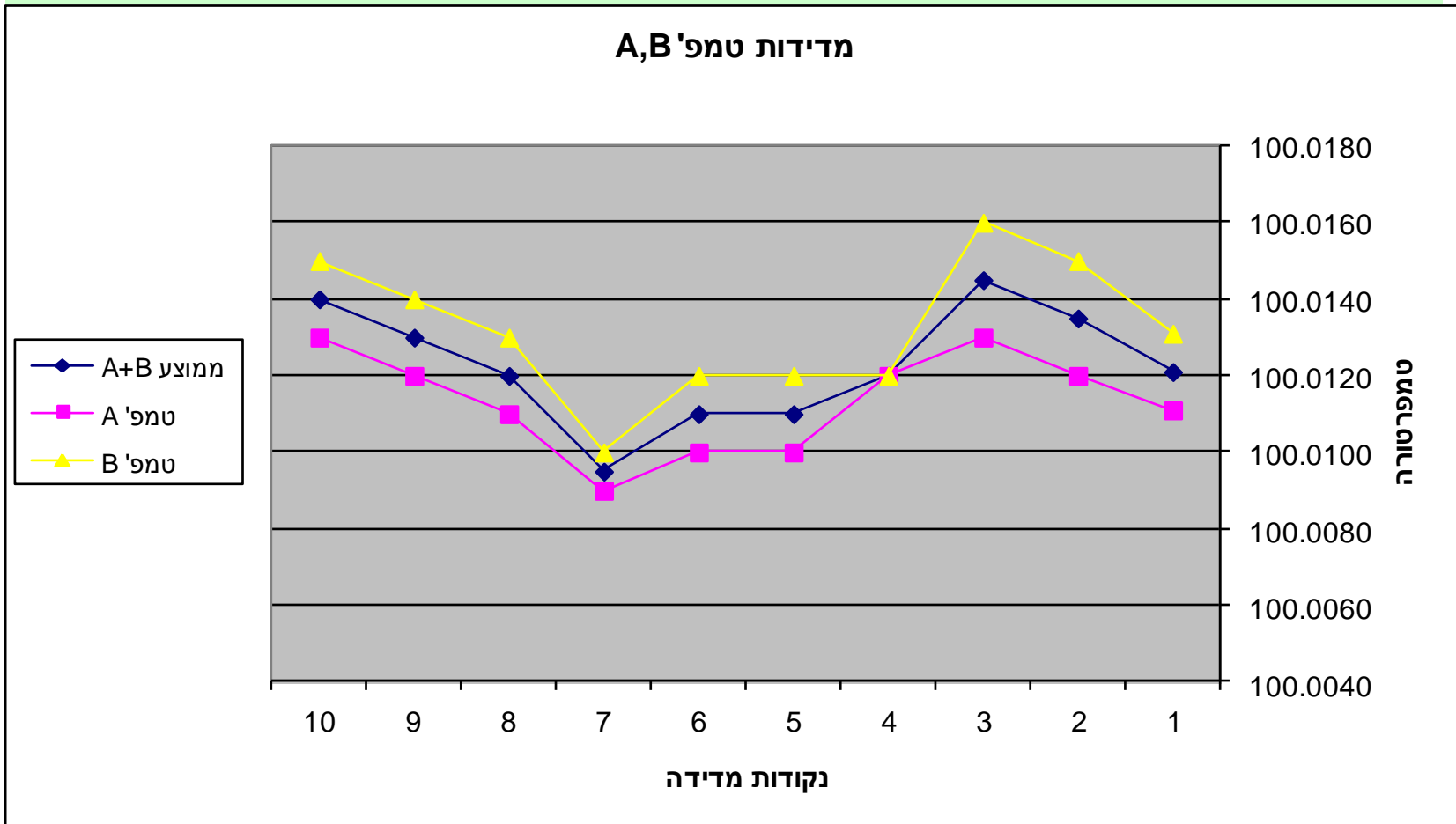
מיקום נקודות מדידה באמבט



טבלת תוצאות פיזור טמפרטורה באמבט

מיקום	טמפ' A קבוע	טמפ' B מוזז	הפרש A-B	ממוצע B,A
1 מרכז	100.010	100.013	0.003	100.0115
2	100.012	100.015	0.003	100.0135
3	100.013	100.016	0.003	100.0145
4	100.012	100.012	0.000	100.0120
5	100.010	100.012	0.002	100.0110
6	100.010	100.012	0.002	100.0110
7	100.009	100.010	0.001	100.0095
8	100.011	100.013	0.002	100.0120
9	100.012	100.014	0.002	100.0130
10 מרכז	100.013	100.015	0.002	100.0140
ממוצע	100.011	100.013	0.002	100.0122 ממוצע מחושב

גרף מדידת טמפ' A, B, ממוצע + ממוצע



מסקנות

- למרות שמערכת המדידה (רגש + צג), כוילה באי ודאות של $0.035 = (K=2)$ ניתן לאבחן את רמת היציבות ואחידות הטמפרטורה במספר אלפיות מעלה על ידי שימוש בטכניקה העושה שימוש בהבחנת הבודק, יציבותו, והליניאריות שלו.
- בתעודת הכיול של האמבט לא יהיה ניתן להצהיר על אי ודאות טובה יותר מזו של מכשיר המדידה + גורמים נוספים כגון תנאי סביבה ועוד, אך ניתן לקבל אינפורמציה חשובה לגבי השימוש באמבט, כמו גם לגבי אי הודאות, אותה ניתן לספק למדידה העושה שימוש באמבט זה.

האם יש חשיבות לגורם "אי הודאות"

במדידה השוואתית

למציאת ההפרש בין שני ערכים על גבי

אותו סולם הנדסי?

