



28/11/2012

השוואה בין מעבדתית לבדיקה סביבתית תעסוקתית לרעש על פי שיטת בדיקת משרד התמ"ת אגף הפיקוח על העבודה

תקציר:

נוהל ביצוע בדיקה סביבתית תעסוקתית לרעש מהדורה א' בתוקף מיום: 01.08.2010 הנו נוהל הבדיקה המחייב את המעבדות המוסמכות על פי דרישות הרגולטור 1-00005. הנוהל נסמך על: ISO 9612 Acoustics – Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in a working environment, first edition 1997-06-01. תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), תשמ"ד-1984 (תיקון תש"ס-2000)

שיטת בדיקה סביבתית תעסוקתית לרעש נבדקה על ידי ביצוע בדיקה בין מעבדתית בה השתתפו נציגי 17 מעבדות מתוך 18 המעבדות המוסמכות לביצוע בדיקה זו על פי מסמך דרישות הרגולטור 1-00005 סה"כ השתתפו 18 בודקים במבחן ההשוואה.

השיטה כוללת מדידות הנדסיות לטווח קצר בפעולת עבודה עם רמת רעש דומה. המעבדות לא נדרשו לבחון את מאפייני השיטה, ולא הייתה דרישה לכמת ולדווח את ערכי אי הוודאות במדידות היות והדרישה הנוכחית של הרגולטור אינה כוללת הנחיה להערכה או חישוב אי ודאות במדידת רעש תעסוקתי. מבחן ההשוואה נערך במטרה לספק מידע על שונות תוצאות המדידה כאשר כל נציגי המעבדות מבצעים מדידה על פי הנחיות נוהל הבדיקה הישים ומסמך הנחיות מדויקות לביצוע הבדיקות שסופק למעבדות. בנוסף ניתן יהיה לנתח ולהשתמש בנתוני נשנות, הדירות, ושונות התוצאות כחלק מהמידע לחישוב אי הוודאות לשיטת הבדיקה, ותובנות לצורך עדכון נוהל הבדיקה ככול שנדרש.

תודות

תודה למרסל ליזר ורימה כהן מהמעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית שסייעו בהגדרת תנאי מבחן ההשוואה.

תודה לאורי ארבל, חברת החשמל לישראל בע"מ, אגף תכנון פיתוח וטכנולוגיה - מעבדת חשמל למחקר ופיתוח שסייע לאיתור אתר לבדיקה, בהכנות ובביצוע הבדיקה הלכה למעשה. תודה לזאב לחמי, חברת חשמל לישראל בע"מ, הממונה על הבטיחות תחנת הכוח "אורות רבין", שאירח, הדריך, ואפשר את ביצוע הבדיקה בחצרי תחנת הכוח, ושמר על בטיחות הבודקים במהלך ההשוואה.

תודה לרון וייזינגר מהמוסד לבטיחות וגהות שסייע בהגדרת הליך ופרוטוקול הבדיקה. תודה למעבדות המוסמכות שספקו ציוד בדיקה וצוות מדידה לבדיקת ההשוואה הבין-מעבדתית. תודה מיוחדת לרשות הלאומית להסמכת מעבדות שאפשרה את ביצוע הבדיקה וניתוח התוצאות.

מבוא

גורמים רבים משפיעים על תוצאות המדידה ואי הודאות במדידות חשיפה לרעש במקום עבודה. אי ודאויות אלו עלולות להיגרם על ידי וריאציה טבעית בדפוס העבודה וגם על ידי שגיאות מדידה פוטנציאליות. בעבודה מורכבת, מדידות חוזרות ונשנות במצבי עבודה דומים יכולות להוביל לשינוי משמעותי בתוצאת הבדיקה ובמסקנות המוסקות בהתאם על חשיפת העובדים לרעש תעסוקתי. מבחן ההשוואה הנוכחי ביקש לבחון ולספק מדדי פיזור לנשנות (Repeatability) והדירות (Reproducibility) בתנאי מדידה דומים וקבועים.

1. היקף

שיטת המדידה מבוססת על נוהל ביצוע בדיקה סביבתית תעסוקתית לרעש, מהדורה א'. הבדיקה כוללת, עיבוד נתונים סטטיסטי של תוצאות מדידה חוזרת. מטרת העבודה הנוכחית הייתה לבדוק את השפעת מכלול הגורמים הבאים על תוצאות המדידה: ציוד הבדיקה והאימות (מכשיר המדידה והמכשיר לכיול ואימות מד הרעש) של המעבדה. השפעת הגורם האנושי, הבודק, הבנת נוהל והוראות הבדיקה וישומן. במקביל, לאסוף נתונים כמותיים ומידע על אופן יישום השיטה בניסוי מוגבל ותחום. התוצאות עשויות להיות לעזר לשיפור והתאמות נוהל הבדיקה שקבע הרגולטור לפני עדכנו ויישומו ברמה הלאומית.

2. לוח זמנים וארגון פרויקט

תכנית עבודה שנתית של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות שנת 2012: הכנה ופיתוח מבחן ההשוואה לבדיקת רעש תעסוקתי. במהלך חודשי מאי ואוגוסט 2012 הצגה ודיון לרגולטור ובוועדת גהות (פורום המתכנס ביוזמת הרגולטור), איתור ואישור אתר לבדיקה. 11/09/2012 ביצוע בדיקות השוואה בין מעבדתית באולם טורבינות 6 תחנת הכוח אורות רבין. אוקטובר נובמבר 2012, ניתוח תוצאות סטטיסטי וכתבת דוח. ייזום, ארגון, ביצוע, ניתוח תוצאות ודוח- אילן לנדסמן, ראש אגף טכנולוגיה ותשתיות, הרשות הלאומית להסמכת מעבדות ארגון אתר הבדיקה, הכנות, ניטור רעש רציף באתר וליווי אורי ארבל ואודין אלדר, חברת החשמל לישראל בע"מ, אגף תכנון פיתוח וטכנולוגיה - מעבדת חשמל למחקר ופיתוח כל המעבדות המוסמכות על ידי הרשות הלאומית להסמכת מעבדות הזמנו להשתתף במבחן ההשוואה ללא תשלום. במבחן ההשוואה השתתפו 18 בודקים נציגי 17 מעבדות מוסמכות מתוך 18 מעבדות מוסמכות. שיתוף פעולה המלא מצד הבודקים שהשתתפו במבחן ההשוואה אפשר את ביצוע המדידות במבחן ההשוואה ביעילות ובסדר ראוי.

3. קריטריונים לבחירת אתר לביצוע מבחן ההשוואה.

אתר המבחן נבחר באופן שיאפשר נגישות לביצוע מדידות במסגרת של כ-4 שעות עבודה רציפות במהלך יום עבודה רגיל. הקריטריונים הבאים היו גורמים לבחירת האתר: - מצב עבודה רגיל של מקור רעש הפועל מונוטונית ברמת רעש רלוונטית לתחום הנבדק ובעוצמה שתמנע (ככול האפשר) השפעת רעשי רקע. - עובד או הדמיית עובד במצב עבודה קבוע.

- פעולות עבודה קבועה ומונוטונית.
- אתר שיאפשר את ביצוע הבדיקה בחצרו.
- גישה נוחה למשתתפים במבחן ההשוואה(מרכז הארץ).

4. תכנית והוראות למדידות

התכנית הייתה לרכז את כל נציגי המעבדות המשתתפות במבחן ההשוואה באתר יחיד בתחנת עבודה אחת בפרק זמן קצר יחסית. פרטוקול המבחן הבין מעבדתי לבדיקת מפלס רעש תעסוקתי נשלח למעבדות שבועיים לפני מועד המבחן וכלל את ההנחיות הבאות:

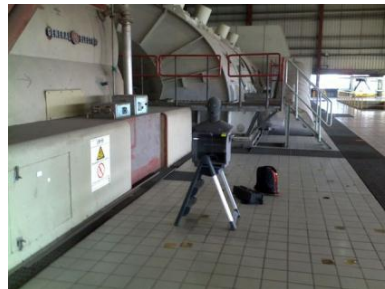
א. שיטה

ביצוע 3 בדיקות רעש עוקבות בעמדה קבועה במפלס רעש קבוע. על ידי נציג מכל מעבדה מוסמכת באמצעות מכשיר מדידת רעש של המעבדה. הצבת מד רעש Type 1 על חצובה לרישום ותיעוד רציף של מפלסי הרעש בתחנת העבודה הנבדקת.

ב. תנאי הבדיקה

מדמה דמות אדם יוצב כתחנת עבודה קבועה באולם טורבינות מס' 6 בתחנת חברת חשמל אורות רבין.

רעש הרקע יהיה נמוך מהסביבה.



ג. תיאור הבדיקה

בעת הבדיקה ישהו בסביבת תחנת העבודה הבודק המבצע את הבדיקה וגורם מפקח מצד מארגן מבחן ההשוואה. נציג כל מעבדה נדרש להגיע עם מד רעש ומכשיר כיול ואימות למד רעש, המכשירים נדרשים להיות מכיילים ע"י מעבדה מוסמכת בכיול בר תוקף. לפני כניסה לאתר הבדיקה ותחילת המדידה יכייל הבודק את מד הרעש של מעבדתו באמצעות מכשיר כיול ואימות של מעבדתו, ויתעד את ערך הכיול על גבי פורמט דוח שסופק על ידי הגורם המארגן. הבודק יבצע 3 בדיקות עוקבות, נפרדות, כל אחת מהבדיקות תהיה לאחר התייצבות המכשיר אך לא פחות ממשך 1/2 דקה, ולא יותר מדקה אחת.

ד. נקודת הייחוס לבדיקה: אוזן ימין של מדמה הדמות בתחנת העבודה.

משך השהייה של כל בודק באתר הבדיקה עד 5 דקות (כולל התארגנות, מדידה ותיעוד תוצאות בכתב יד על גבי טופס הדיווח).

בסיום הבדיקה יאמת הבודק שנית את הוריית מד הרעש מול מכשיר כיול ואימות, ויתעד את תוצאת האימות בטופס הדיווח.

חשוב ביותר ! אין לבצע בשום אופן כיוון למד הרעש באימות שלאחר בדיקה. כיוון שכזה מבטל את תוקף הבדיקה שבוצעה.

טופס הבדיקה המלא יימסר מיד לאחר הבדיקה ואימות כיול המכשיר לנציג הרשות להסמכת מעבדות. בהתאם למדיניות הרשות, חל חיסיון על זיהוי הבודק/מעבדה לתוצאות הבדיקה הספציפית.

יציבות מקור הרעש נוטרה ברציפות באמצעות מכשיר מכויל Sound Analyzer Type 2260 תוצרת Bruel and Kjaer שהוצב על גבי חצובה במיקום קבוע במטרה לזהות שינויים הפרעות ואירועים נקודתיים במהלך מבחן ההשוואה. מניתוח תוצאות הניטור הרציף ניתן להסיק בין השאר על יציבות מקור הרעש בטווח קצר וארוך (למשך כל פרק הזמן בו בוצעו מדידות של נציגי 17 המעבדות), והשונות הכוללת מניטור מקור הרעש.

נתוני מכשיר הניטור הרציף אינם משמשים כערך ייחוס ואינם נכללים כחלק מהאוקלוסייה בניתוח תוצאות מדידת המעבדות המשתתפות בהשוואה אך ניתן להשתמש בנתוני השונות שתועדו כפרמטר להערכת יציבות מקור הרעש.



למבחן השוואה זה לא נקבע ערך ייחוס מהסיבות הבאות:
 המעבדה הלאומית לפיסיקה בישראל אינה עוסקת בבדיקות רעש תעסוקתי ואין מעבדת בדיקה בישראל היכולה לשמש על פי אמות המידה המקובלות כמעבדת ייחוס לבדיקה זו.
 מספר המשתתפים במבחן בין מעבדתי קטן יחסית (18) ודיווח תוצאות הבדיקות של המעבדות אינו כולל הערכת אי ודאות, אין זה מעשי לקבוע ערך מוסכם בקונצנזוס ואי ודאות למבחן ההשוואה הבין מעבדתי בתנאים אלו.

ה. עיבוד נתונים הצגת התוצאות ופרסום המידע.

תוצאות הבדיקה כפי שדווחו על ידי נציג כל מעבדה מיד בתום בדיקת האימות שלאחר ביצוע המדידות יעובדו באחריות הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.
 כל מעבדה תקבל מספר זיהוי סודי שיאפשר לה לזהות את ביצועיה בהשוואה לסרגל המדידה של כלל משתתפי מבחן ההשוואה.
 תוצאות מבחן ההשוואה יפורסמו באופן שלא יאפשר זיהוי שם הבודק או מעבדה המשויכים לתוצאת מדידה.



1. הערכת ביצועי מעבדה

בקרת איכות היא המניע העיקרי של מעבדות בודדות לשתף פעולה בהשוואה בין מעבדתית ובמבחני מיומנות. השוואה בין מעבדתית הנו אחד הכלים החשובים ביותר להוכחת אמינות עבודת מעבדה. עמידה בהצלחה במבחן ההשוואה מאשר כי בדיקות המעבדה המבוצעות על פי נהליה, בציוד המדידה המכיל שברשותה, וצוות הבודקים מבטיחים תוצאות אמינות. הרשות הלאומית להסמכת מעבדות כגוף בלתי תלוי ניתחה והעריכה את תוצאות המדידה של כל מעבדה באופן יחסי לשאר משתתפי מבחן ההשוואה.

ניתוח התוצאות

מבחן ההשוואה הבין-מעבדתי תוכן כמדידה מדויקת ניסיונית של רמת הרעש הלא הידועה, שנוצרה על ידי מקור רעש הניתן להיחשב כקבוע. וריאציות אקראיות של תנאים אינן ניתנות לשליטה, אך ניתן להבחין בהן מניתוח תוצאות מערך הניטור הרציף שהוצב ברקע. מניתוח נתוני הניטור הרציף הוכח שאין צורך לבצע תיקון כלשהו לרעשי רקע. הווריאציות האקראיות נכללות בשונות הכללת.

להלן פרטי המעבדות המשתתפות בהשוואה הבין-מעבדתי, ציוד הבדיקה וסיווג לדרגת דיוק.

שם הגוף הבודק	מכשיר מדידה	דרגת דיוק לפי סווג מכשיר המדידה
המבדקה הכימית	Quest Noise Pro DL	2
מעבדות אקולוגיה א.פ.בע"מ	Quest Noise Pro DLX	2
קמ"ג	Quest 2200	2
חברת חשמל	B&K 2260	1
טבת	Larson Davis 706	2
המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית	Quest Noise Pro	2
אל-כם שרותי יעוץ והנדסה בע"מ	Quest 2900 SLM	2
אקוטסט בדיקות סביבתיות בע"מ	B&K 2238	1
קרן מעבדות גהות	Quest Noise Pro	2
ברוש	Quest M-27	2
בריאות וגיהות תעסוקתית בע"מ	Larson Davis	1
גהות מילניום בע"מ	Larson Davis LXT	2
המוסד לבטיחות ולגיהות (2 בודקים)	Quest 2200	2
אגד	Quest Noise Pro DL	2
איל משה	Quest Noise Pro DL	2
שזטק	Quest 2200	2
מקרפ"ר	Larson Davis 820	1

להלן תוצאות המדידה לפי ערך תוצאה מדווחת עולה, בערכי Level A in dB unit

(* נתוני זיהוי המעבדות הבודקות מוכמנים בקוד

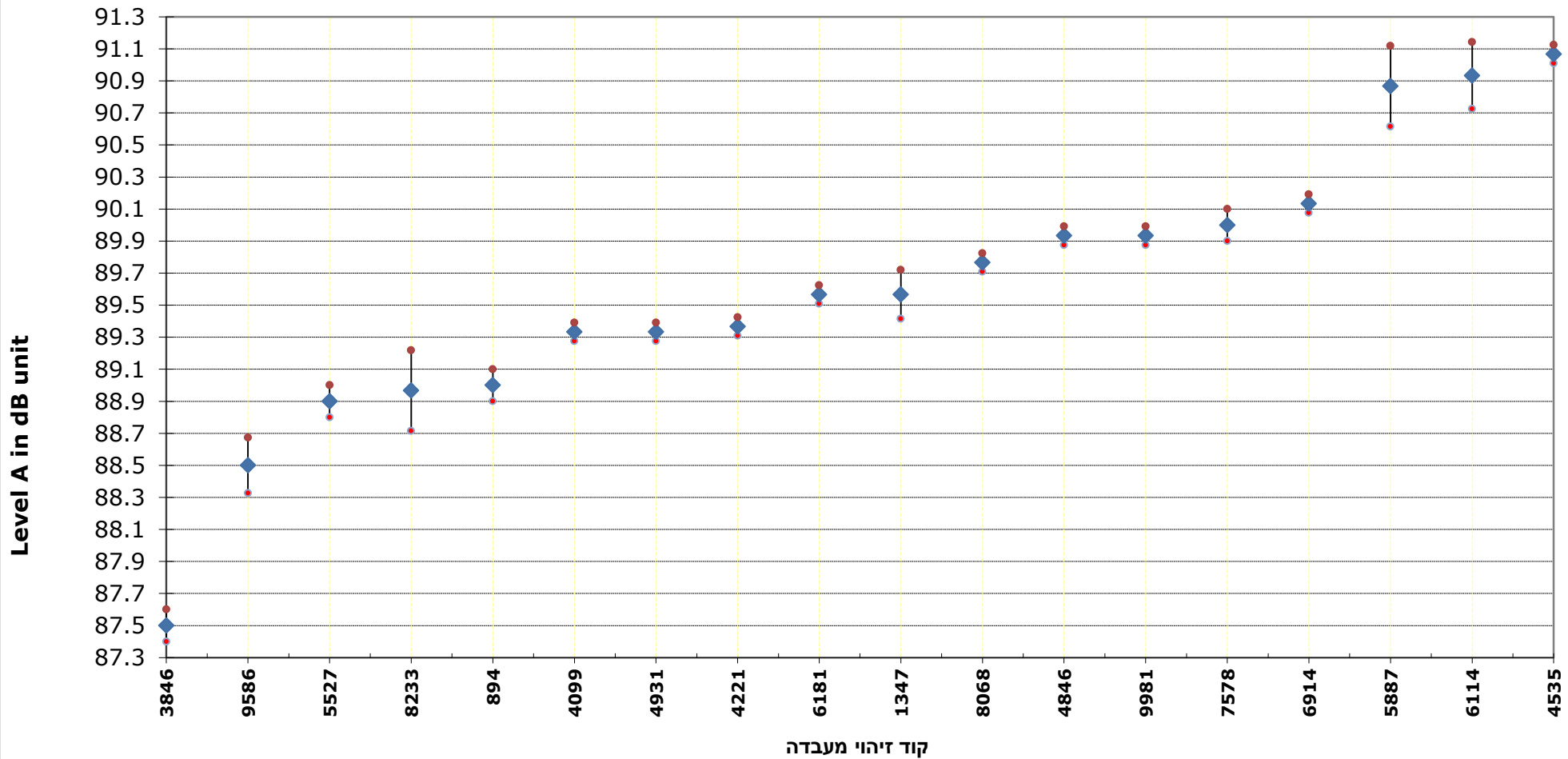
סדר הופעת הנתונים בטבלה הנו מתוצאת המדידה הנמוכה ביותר לגבוהה, ואינה תואמת את סדר

ביצוע הבדיקות ע"י הבודקים בפועל.

קוד בודק/מעבדה (*) (מעבדה בה השתתף יותר מנציג אחד ניתן קוד לכל בודק).	תוצאה	תוצאה II	תוצאה III	ממוצע	סטית תקן נשנות (repeatability)
3846	87.4	87.6	87.5	87.5	0.10
9586	88.4	88.4	88.7	88.5	0.17
5527	88.8	89.0	88.9	88.9	0.10
8233	88.7	89.0	89.2	89.0	0.25
894	88.9	89.1	89.0	89.0	0.10
4099	89.3	89.3	89.4	89.3	0.06
4931	89.3	89.4	89.3	89.3	0.06
4221	89.3	89.4	89.4	89.4	0.06
6181	89.5	89.6	89.6	89.6	0.06
1347	89.4	89.7	89.6	89.6	0.15
8068	89.7	89.8	89.8	89.8	0.06
4846	89.9	89.9	90.0	89.9	0.06
9981	89.9	89.9	90.0	89.9	0.06
7578	89.9	90.0	90.1	90.0	0.10
6914	90.1	90.1	90.2	90.1	0.06
5887	90.6	90.9	91.1	90.9	0.25
6114	90.7	91.0	91.1	90.9	0.21
4535	91.0	91.1	91.1	91.1	0.06



תוצאות בדיקה וערכי נשנות ($\pm 1\sigma$ repeatability)





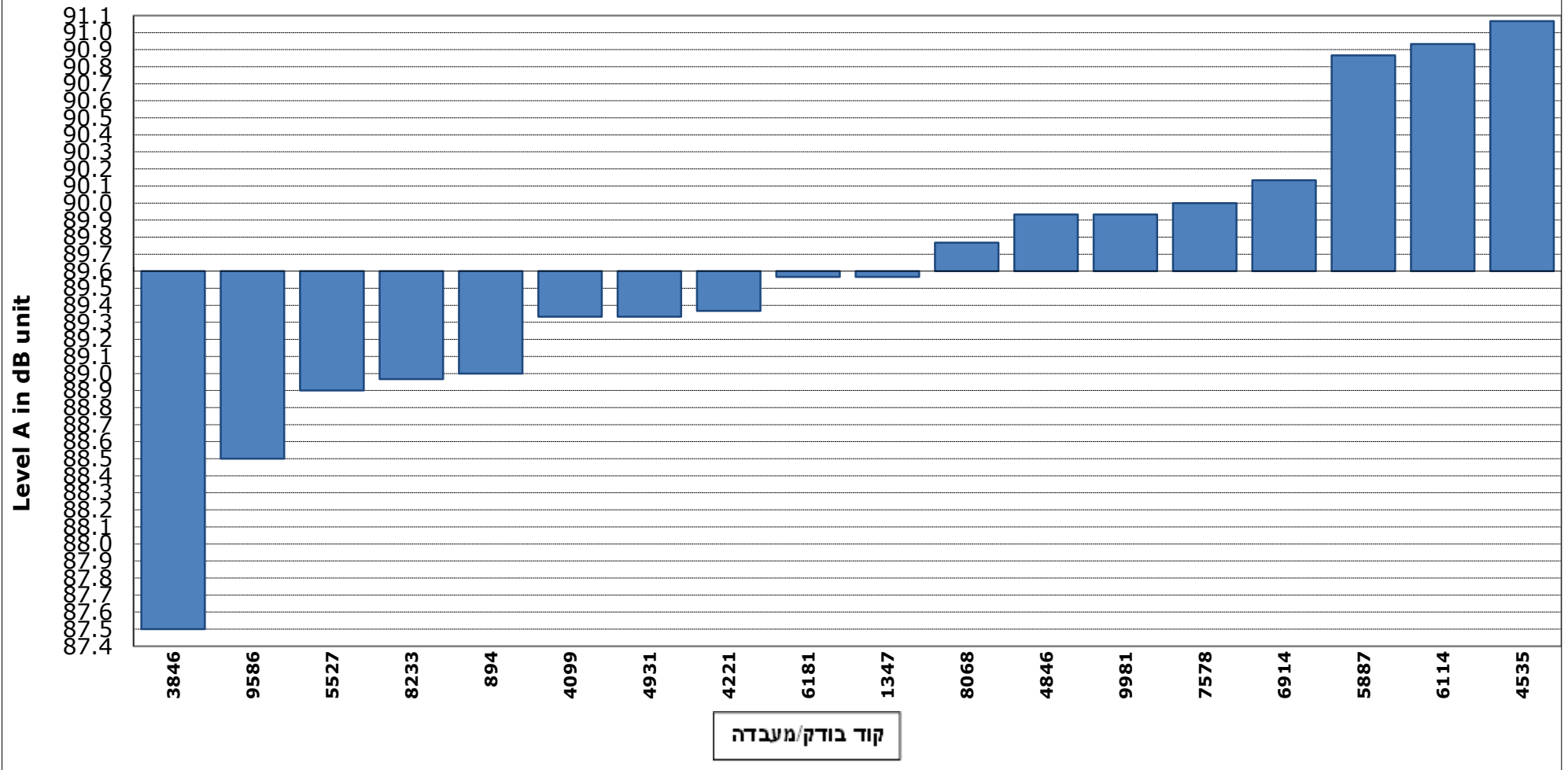
היות ומספר המשתתפים במבחן ההשוואה קטן יחסית, השפעתה של כל תוצאת מדידה עשויה להטות את מדדי המרכז ולספק מידע שגוי על אופי התפלגות הנתונים. למרות מגבלות היישום של Robust statistics במבחן בו מספר המשתתפים נמוך מ-20 נעשה ניסיון לזהות תוצאות חריגות (Outliers) על פי שיטת החציון ו-Huber's method בתהליך 95% Winsertion.

לא נמצאו נתונים המוגדרים כחריגים. ההבדל בתוצאות החישוב בשיטת החציון לא הניבו שינוי משמעותי (כמצופה במדגם שאין בו נתונים חריגים). מנתוני 3 תוצאות המדידה הגולמיים שדווחו על ידי כל בודק/מעבדה חושבו ממוצע אריתמטי וסטיית תקן סטנדרטית לכל בודק/מעבדה. חושבה סטיית תקן סטנדרטית מדיווח תוצאות כל המשתתפים במבחן. ערך Z-Score נקבע לפי $Z = (x_i - \bar{x}) / \sigma$ על פי מסמך מדיניות הרשות לביצוע והערכת מבחני מיומנות במעבדות בדיקה וכיול מוסמכות מוגדר כי: תוצאה חריגה- תוצאה של בדיקה הנמצאת מחוץ לגבולות הבקרה.

גבולות הבקרה- גבולות הטווח המכיל את כל התוצאות המתקבלות ב-95% מהמקרים (± 2 סטיות תקן) גבולות אלה מכונים גם גבולות אזהרה. גבולות פעולה- גבולות הטווח המכיל 99.7% מהמקרים (± 3 סטיות תקן). תוצאה המצויה מחוץ לגבולות אלה מחייבת את המעבדה בנקיטת פעולה מתקנת מידית.

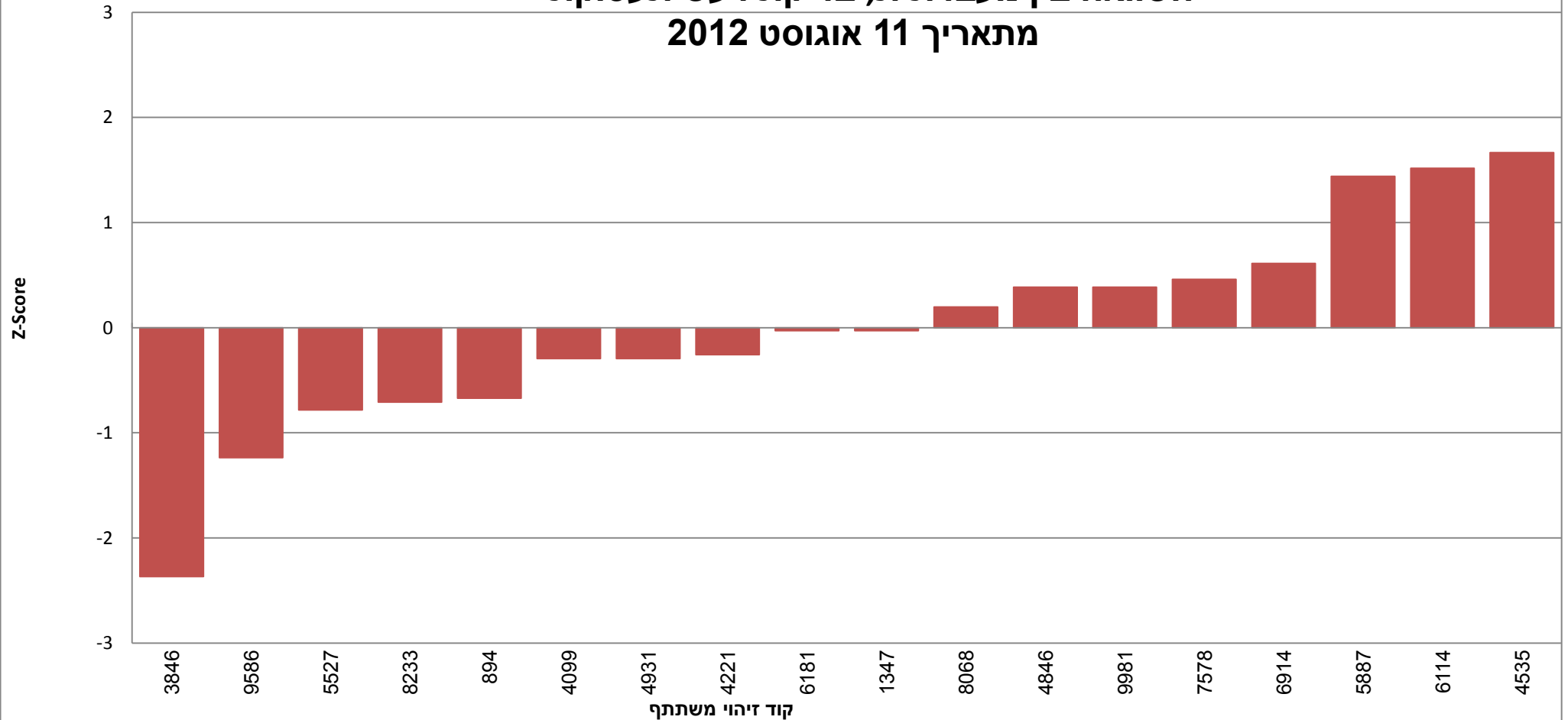
קוד גוף בודק	3846	9586	5527	8233	894	4099	4931	4221	6181	1347	8068	4846	9981	7578	6914	5887	6114	4535
ערך מדווח Level A in dB unit	87.50	88.50	88.90	88.97	89.00	89.33	89.33	89.37	89.57	89.57	89.77	89.93	89.93	90.00	90.13	90.87	90.93	91.07
ממוצע אריתמטי	89.59																	
סטיית תקן לנשנות לכל בודק/מעבדה	0.10	0.17	0.10	0.25	0.10	0.06	0.06	0.06	0.06	0.15	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06	0.25	0.21	0.06
סטיית תקן סטנדרטית	0.88																	
Z -Score $z = (x_i - \bar{x}) / \sigma$	-2.27	-1.17	-0.73	-0.66	-0.62	-0.26	-0.26	-0.22	0.00	0.00	0.22	0.40	0.40	0.48	0.62	1.43	1.50	1.64
קוד גוף בודק	3846	9586	5527	8233	894	4099	4931	4221	6181	1347	8068	4846	9981	7578	6914	5887	6114	4535

מבחן השוואה בין מעבדתי לבדיקת רעש תעסוקתי
מתאריך 11 אוגוסט 2012 (לאחר טיפול בסטיסטיקה רובוסטית)



Z-Score

השוואה בין מעבדתית, בדיקת רעש תעסוקתי מתאריך 11 אוגוסט 2012





דין ומסקנות.

מבחן השוואה בין מעבדתי זה הנו ראשון מסוגו בין מעבדות בדיקת רעש תעסוקתי בישראל. מיומנות העובד בתפעול מכשיר המדידה של מעבדתו, כיול המכשיר ואימותו, וביצוע בדיקה על פי פרוצדורת בדיקה מוגדרת היטב נבחנו. המבחן תוכנן ועוצב מלכתחילה כך שמשתנים סביבתיים יהיו קבועים ככול הניתן, ובהתאם לכך נבחר אתר הבדיקה בו נערך מבחן ההשוואה. בפועל רק לעיתים נדירות בלבד הרעש במקום העבודה הנו מונוטוני ובעוצמה דומה לאתר שנבדק בהשוואה זו. במבחן זה לא באה לידי ביטוי מיומנות העובד בבחירת והגדרת מחזור פעולה מיקום וצורת הבדיקה, כמו כן לא נתבקשו הבודקים לבצע חישובים כלשהם למשך זמני חשיפת עובד, וחשיפה משוקללת ליום עבודה. בנוסף, ערכי המדידה במבחן השוואה זו דווחו ללא ערכי אי ודאות כלשהם היות ובהתאם למסמך הנחיית הרגולטור לא קיימת בשלב זה דרישה להערכת אי ודאות. ככול שנתונים אלה היו מדווחים ניתן היה להסיק מידע נוסף בעל ערך להערכת מהימנות ותקפות תוצאות הבדיקה. לעתיד יש מקום לתכנן מבחן השוואה באתר עם מספר תחנות עבודה ותהליכי עבודה מגוונים. חלקם מונוטוניים, וחלקם בעלי אופי אקראי. ביצוע הערכת חשיפה אישית, שקלול ערכי חשיפה ליום עבודה, וצורת הדיווח. חיוני שתוצאות המדידה בכלל ובמבחן מסוג זה בפרט ידווחו בליווי ערכי אי ודאות המדידה.

אילן לנדסמן

ר. אגף טכנולוגיה ותשתיות

הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.