

מחלקת פיתוח וניטור המערכת

**מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים במתח גבוה
בשנת 2023
- מבוסס על נתוני מערכת ניטור איכות החשמל -**

דו"ח מס' 46 - RL



יולי, 2024

מחלקת פיתוח וניטור המערכת

**מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים במתח גבוה
בשנת 2023
- מבוסס על נתוני מערכת ניטור איכות החשמל -**

דו"ח מס' 46 - RL

מטפלים: א. צ'רניה
ל. דובובי



מאשר: א. יגר



בדק: ל. דובובי



יולי, 2024

תקציר

הדו"ח שלהלן עוסק במאפייני איכות החשמל אצל יצרנים במתח גבוה (מ"ג) בשנת 2023. בדו"ח כלולה הצגה והשוואה של הנתונים של מאפייני איכות החשמל לדרישות אמת מידה 41 של רשות החשמל והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900, והוא מבוסס על נתוני מערכת הניטור PQS SAPHIR מתוצרת ELSPEC.

מערכת הניטור כוללת 6 יחידות קצה המותקנות בנקודות החיבור המשותפות (PCC) של יצרנים במ"ג לרשת החלוקה.

בדו"ח זה כלולים נתונים מ-2 יחידות קצה בלבד ; 4 יחידות קצה נוספות דיווחו באופן חלקי ו/או לא דיווחו כלל ולכן הנתונים מהן לא נכללו בדו"ח.

יצוין כי אין התייחסות לנתונים מהדו"ח לשנת 2022 מכיוון שיחידות הקצה המוצגות בדו"ח זה לא דיווחו בשנת 2022.

ממצאים:

הנתונים של מאפייני המתח מוצגים בשתי קבוצות בהתאם לסיווג שבתקן ת"י 50160.

מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות

שקיעות מתח:

ערך מרבי: 153 אצל יצרן מס' 1; 47 אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לאמת המידה, נרשמה חריגה באחד הסיווגים אצל יצרן מס' 1.

עליות מתח:

ערך מרבי: 2 אצל יצרן מס' 1; 3 אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לאמת המידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים.

הפסקות מתח קצרות:

ערך מרבי: 2 אצל יצרן מס' 1; 14 אצל יצרן מס' 2.
לא קיימת דרישה באמת המידה ובתקן.

מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, עוצמת ההבהוב, אי איזון מתחים, שינויי מתח ותדר

עיוות הרמוני במתח:

סה"כ עיוות הרמוני במתח (Uthd):

ערך מרבי: 2.6% אצל יצרן מס' 1; 5% אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($THD \leq 8\%$).

הרמוניות מתח בודדות:

בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים.

אי-איזון מתחים (-E):

ערך מרבי: 0.4% אצל יצרן מס' 1; 0.6% אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($-E = 0 \div 2\%$).

עוצמת הבהוב (Plt):

ערך מרבי: 0.5 אצל יצרן מס' 1; 2.9 אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 2 ($P_{lt} \leq 1$).

שינויי מתח:

ערך מרבי: 9.7% (+) ÷ 0.6% (-) אצל יצרן מס' 1; 9.7% (+) ÷ 1.4% (-) אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לאמת מידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($U_n \pm 10\%$).

תדר:

תחום הערכים: 49.4 ÷ 50.2 Hz.
בהתאם לאמת מידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים (47 ÷ 52.5Hz).

עיוות הרמוני בזרם

הנתונים של מאפייני הזרם מוצגים בהתאם לתקן ת"י 51900.

סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD):

אצל יצרן מס' 2 נרשמה חריגה ב:

- מדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות), במשך 8 שבועות.
- מדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות), במשך 14 שבועות.
- מדד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות), במשך 5 שבועות.

הרמוניות זרם בודדות:

אצל יצרן מס' 2 נרשמה חריגה ב:

- 2 פרמטרים במדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות), בטווח 2 ÷ 1 שבועות.
- 5 פרמטרים במדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות), בטווח 36 ÷ 1 שבועות.
- 7 פרמטרים במדד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות), בטווח 29 ÷ 1 שבועות.

סיכום:

כל מאפייני איכות החשמל בנקודת החיבור המשותפת של 2 היצרנים לרשת החלוקה תואמים לדרישות אמת המידה והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900, למעט חריגות במאפיינים הבאים:

- שקיעות מתח, אצל יצרן מס' 1.
- עוצמת הבהוב, (Plt), אצל יצרן מס' 2.
- סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD), אצל יצרן מס' 2 במדדים הבאים:
 - יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות).
 - שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות).
 - שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות).
- הרמוניות זרם בודדות, אצל יצרן מס' 2 במדדים הבאים:
 - יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות).
 - שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות).
 - שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות).

תוכן עניינים

<u>פרק</u>	<u>עמוד</u>
פרק 1 : מבוא.....	5
1.1 מאפיינים של איכות החשמל.....	5
1.2 מטרות הניטור.....	5
פרק 2 : עקרונות הניטור.....	6
2.1 שיטת הניטור.....	6
2.2 התקנת המכשירים.....	6
2.3 עיבוד הנתונים.....	7
פרק 3 : ניתוח ממצאים.....	8
3.1 מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות.....	8
3.2 מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, עוצמת הבהוב, אי איזון, שינויי מתח, תדר ועיוות הרמוני בזרם.....	10

רשימת תרשימים

<u>מס' תרשים:</u>	<u>עמוד</u>
תרשים מס' 1 : התפלגות שקיעות מתח אצל יצרן מס' 1 לפי מתח שיורי ומשך	8
תרשים מס' 2 : התפלגות שקיעות מתח אצל יצרן מס' 2 לפי מתח שיורי ומשך	9
תרשים מס' 3 : התפלגות הפסקות מתח קצרות אצל יצרן מס' 2.....	9

רשימת טבלאות

<u>מס' טבלה:</u>	<u>עמוד</u>
טבלה מס' 1 : פרוט וסטטוס של מכשירי הניטור	6
טבלה מס' 2 : סיווג שקיעות מתח לפי מתח שיורי ומשך אצל יצרן מס' 1.....	8
טבלה מס' 3 : ערכים מרביים של מאפייני מתח (שינויים)	10
טבלה מס' 4 : מדד שבועי אחוזון 95 בזמן קצר (10 דקות)	11
טבלה מס' 5 : מדד שבועי אחוזון 99 בזמן קצר (10 דקות).....	11
טבלה מס' 6 : מדד שבועי אחוזון 99 בזמן קצר מאוד (3 שניות).....	11

פרק 1 - מבוא

הדו"ח שלהלן עוסק במאפייני איכות החשמל אצל יצרנים במתח גבוה (מ"ג) בשנת 2023. בדו"ח כלולה הצגה והשוואה של הנתונים של מאפייני איכות החשמל לדרישות אמת מידה 41 של רשות החשמל והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900, והוא מבוסס על נתוני מערכת הניטור PQS SAPHIR מתוצרת ELSPEC.

מערכת הניטור כוללת 6 יחידות קצה המותקנות בנקודות החיבור המשותפות (PCC) של יצרנים במ"ג לרשת החלוקה.

בדו"ח זה כלולים נתונים מ-2 יחידות קצה בלבד ; 4 יחידות קצה נוספות דיווחו באופן חלקי ו/או לא דיווחו כלל ולכן הנתונים מהן לא נכללו בדו"ח.

יצוין כי אין התייחסות לנתונים מהדו"ח לשנת 2022 מכיוון שיחידות הקצה המוצגות בדו"ח זה לא דיווחו בשנת 2022.

1.1 מאפייני איכות החשמל

להלן מאפייני איכות החשמל שאליהם כלולה התייחסות בדו"ח זה :

- שקיעות מתח
- עליות מתח
- הפסקות מתח קצרות (עד 3 דקות)
- עיוות הרמוני במתח
- אי-איזון מתחים
- עוצמת הבהוב
- שינויי מתח
- תדר
- עיוות הרמוני בזרם

1.2 מטרת הדו"ח

- הצגת הנתונים של מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים במ"ג לשנת 2023.
- השוואת הנתונים לדרישות אמת מידה 41 והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900.

פרק 2 - עקרונות הניטור**2.1 שיטת הניטור**

השיטה מבוססת על מעקב רציף (מדידות מתח וזרם, רישום ודיווח) אחר הנתונים של מאפייני איכות החשמל במ"ג.

מדידת המתח מתבצעת בנקודת החיבור המשותפת (PCC) בצד המשני של משני המתח 22/0.110 kV או 33/0.110 kV (נמדד מתח שלוב) וזרם בצד המשני של משני זרם. עיבוד הנתונים נערך על בסיס אמת מידה 41 והתקנים ת"י 50160 ות"י 519000.

2.2 סטטוס מכשירי הניטור

בטבלה מס' 1 להלן מובא פירוט וסטטוס של כל מכשירי הניטור שמותקנים אצל יצרנים במ"ג. 2 מכשירים בלבד דיווחו באופן רציף ועל כן נכללו בניתוח לשנת 2023.

טבלה מס' 1 – פירוט וסטטוס של מכשירי הניטור

מס'	שם היצרן	טכנולוגיית ייצור	תאריך התקנה	סטטוס
1	יצרן מס' 1	רוח	31/12/22	מדווח
2	יצרן מס' 2	רוח	21/12/22	מדווח
3	יצרן מס' 3	פוטר-וולטאי	05/08/20	לא מדווח
4	יצרן מס' 4	פוטר-וולטאי	21/01/20	לא מדווח
5	יצרן מס' 5	פוטר-וולטאי	30/12/19	לא מדווח
6	יצרן מס' 6	פוטר-וולטאי	19/07/04	לא מדווח

2.3 עיבוד הנתונים

בהתאם לתקן ת"י 50160, מאפייני המתח מחושבים בשתי קבוצות :

- א. מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות.
- ב. מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, עוצמת ההבהוב, אי-איזון מתחים, שינויי מתח ותדר.

המאפיינים מחושבים לפרקי זמן של שבוע; ערך מרבי שנתי של כל יצרן הינו הערך הגבוה ביותר מבין 52 שבועות בשנה.

עיבוד הנתונים נערך בהתאם להנחות הבאות :

- המאפיינים חושבו למכשירים שדיווחו למעלה מ- 50% מהשנה.
- לשקיעות מתח והפסקות מתח קצרות בוצע קיבוץ של נתוני המדידה. קיבוץ האירועים (Aggregation) בוצע בשני פרמטרים, האחד לפי פאזות והשני לפי משך האירוע, כך שכל אירוע קיבל אפיון חד-ערכי מרבי (אמפליטודה ומשך) :
 - קיבוץ פאזות (Phase Aggregation) :
 - מתייחס למדידות חד-פאזיות חפויות (Overlapped) במערכת תלת-פאזית.
 - קיבוץ בזמן (Temporal Aggregation) :
 - קיבוץ בזמן מתייחס למספר מדידות רצופות שנרשמו בפרק זמן של שנייה אחת ואשר אוגדו לאירוע אחד עם פרמטרים מרביים (אמפליטודה ומשך האירוע).
- בהתאם לתקן ת"י 51900, ערכי עיוות הרמוני בזרם מחושבים ב- 3 מדדים סטטיסטיים :
 - יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות).
 - שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות).
 - שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות).

פרק 3 - ניתוח ממצאים

3.1 מאפייני מתח (אירועים) - שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות

3.1.1 שקיעות מתח

מספר שקיעות המתח אצל יצרן מס' 1 הוא 153 ואצל יצרן מס' 2 הוא 47.
בהתאם לאמת המידה, נרשמה חריגה באחד הסיווגים אצל יצרן מס' 1; (ראה טבלה מס' 2).
התפלגות שקיעות המתח עבור כל היצרן לפי מתח שיורי ומשך מוצגת בתרשימים מס' 1 ו-2.

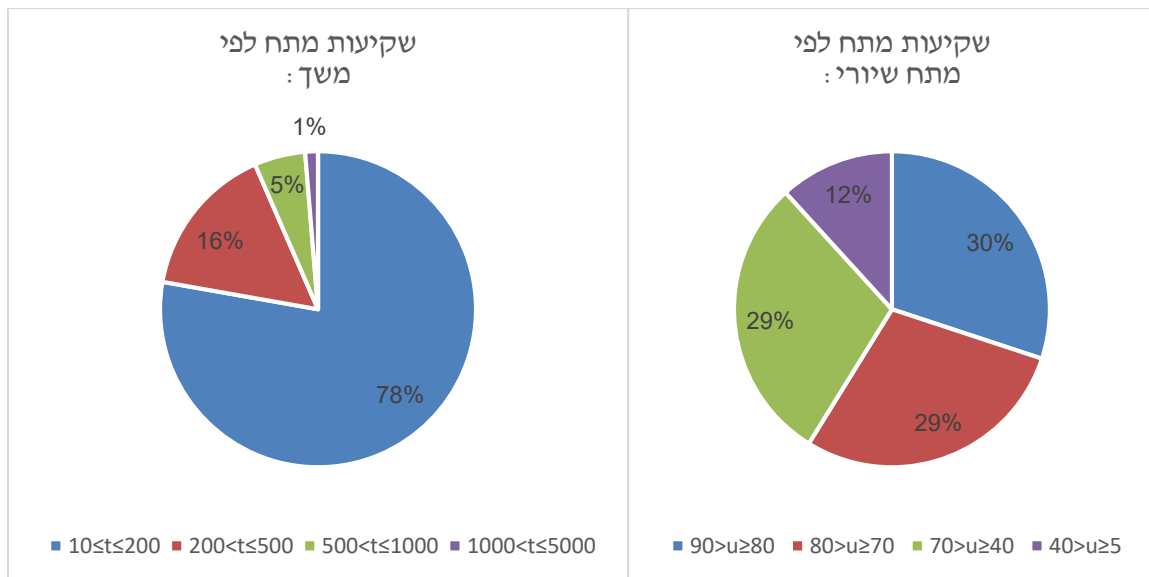
טבלה מס' 2 - התפלגות שקיעות מתח אצל יצרן מס' 1

בסוגריים מצוין הערך המותר עפ"י אמת המידה

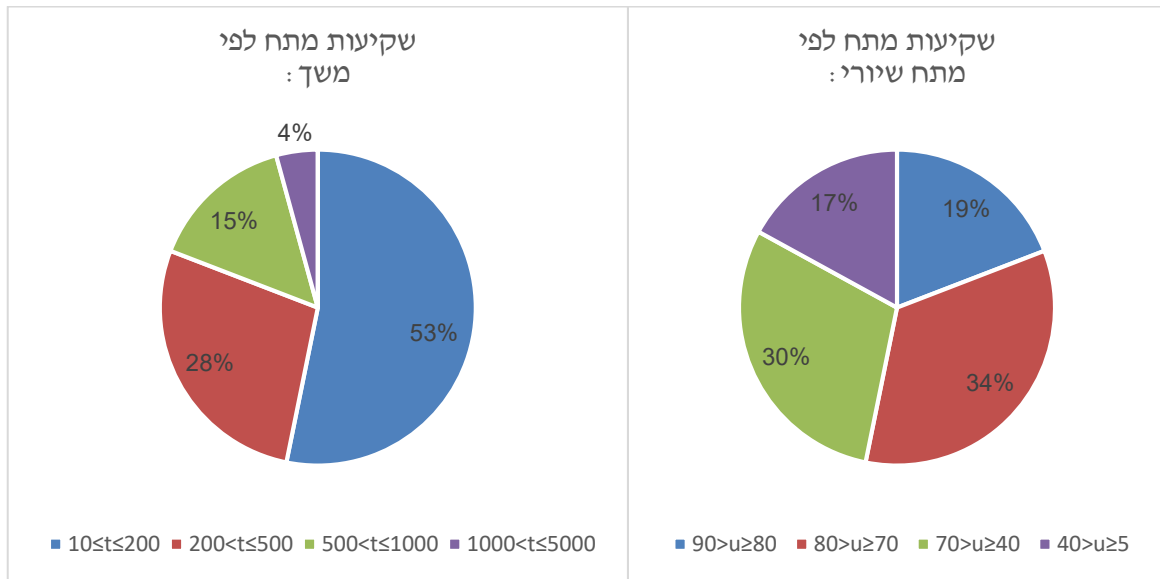
ערכים באדום מצביעים על חריגה

סה"כ	$5 < t \leq 60$	$1 < t \leq 5$	$0.5 < t \leq 1$	$0.2 < t \leq 0.5$	$0.01 \leq t \leq 0.2$	משך [sec]
						מתח [%]
(195) 46	(10) 0	(10) 0	(5) 2	(8) 5	(162) 39	$80 \leq U < 90$
(80) 44	(2) 0	(2) 1	(4) 2	(8) 7	(64) 34	$70 \leq U < 80$
(52) 45	(2) 0	(2) 1	(2) 4	(8) 6	(38) 34	$40 \leq U < 70$
(26) 18	(2) 0	(2) 0	(2) 0	(8) 6	(12) 12	$5 \leq U < 40$
(353) 153	(16) 0	(16) 2	(13) 8	(32) 24	(276) 119	סה"כ

תרשים מס' 1 - התפלגות שקיעות המתח אצל יצרן מס' 1



תרשים מס' 2 - התפלגות שקיעות המתח אצל יצרן מס' 2



3.1.2 עליות מתח

מספר עליות המתח אצל יצרן מס' 1 הוא 2; אצל יצרן מס' 2 הוא 3. בהתאם לאמת המידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים.

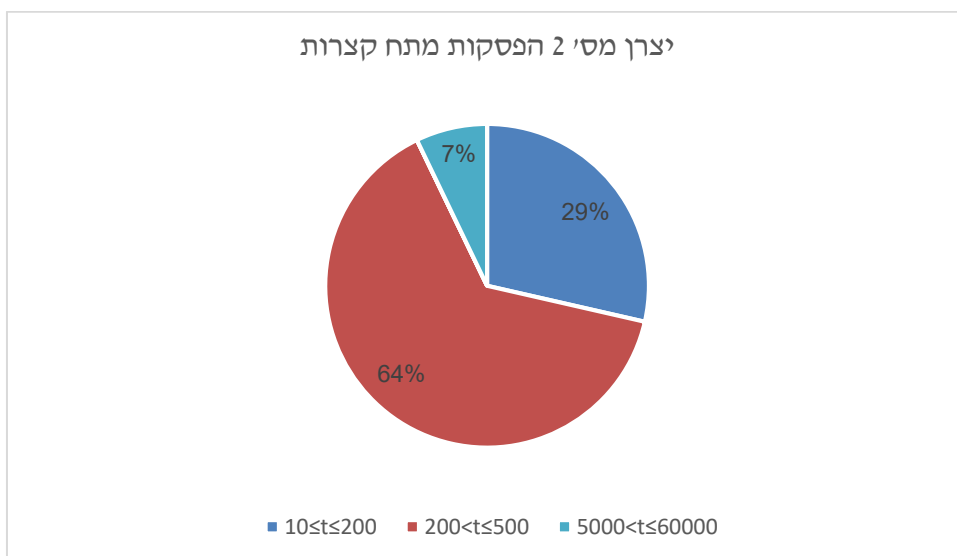
3.1.3 הפסקות מתח קצרות

מספר הפסקות מתח קצרות אצל יצרן מס' 1 הוא 2; אצל יצרן מס' 2 הוא 14. לא קיימת דרישה באמת המידה ובתקן. מהנתונים עולה כי:

א. הפסקות מתח קצרות עד 0.2 שניות היוו 100% מסך הפסקות המתח הקצרות אצל יצרן מס' 1.

ב. התפלגות הפסקות מתח קצרות אצל יצרן מס' 2 מוצגת בתרשים מס' 3.

תרשים מס' 3 - התפלגות הפסקות מתח קצרות אצל יצרן מס' 2



3.2 מאפייני מתח (שינויים) - עיוות הרמוני במתח, אי איזון מתחים, עוצמת הבהוב, שינויי מתח, תדר ועיוות הרמוני בזרם

3.2.1 עיוות הרמוני במתח

- סה"כ עיוות הרמוני במתח (U_{thd}):
ערך מרבי: 2.6% אצל יצרן מס' 1; 5% אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($THD \leq 8\%$).
- הרמוניות בודדות:
בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים.

3.2.2 אי איזון מתחים (-E):

- ערך מרבי: 0.4% אצל יצרן מס' 1; 0.6% אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($-E = 0 \div 2\%$).

3.2.3 עוצמת הבהוב (P_{lt}):

- ערך מרבי: 0.6 אצל יצרן מס' 1; 2.9 אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לתקן, נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 2 במשך 12 שבועות ($P_{lt} \leq 1$).

3.2.4 שינויי מתח

- ערך מרבי: $9.7\% \div (+) - 0.6\% \div (-)$ אצל יצרן מס' 1; $9.7\% \div (+) - 1.4\% \div (-)$ אצל יצרן מס' 2.
בהתאם לאמת מידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($U_n \pm 10\%$).

3.2.5 תדר

תחום הערכים: $49.4 \div 50.2 \text{ Hz}$

בהתאם לאמת מידה, לא נרשמה חריגה אצל 2 היצרנים ($47 \div 52.5 \text{ Hz}$).

ריכוז הנתונים המרביים של מאפייני המתח על בסיס שבועי מבין כל 52 השבועות של שנת 2023 מובא בטבלה מס' 3, להלן.

טבלה מס' 3 - ערכים מרביים של מאפייני מתח (שינויים)

ערכים באדום מצביעים על חריגה

שם היצרן	סה"כ עיוות הרמוני במתח $THD \leq 8\%$	אי-איזון מתחים $-E = 0 \div 2\%$	עוצמת הבהוב $P_{lt} \leq 1$	שינויי מתח $U_n \pm 10\%$	תדר $47 \div 52.5 \text{ Hz}$
יצרן מס' 1	2.6%	0.4%	0.6	$-0.6 \div +9.7\%$	$49.4 \div 50.2 \text{ Hz}$
יצרן מס' 2	5%	0.6%	2.9	$-1.4 \div +9.7\%$	

- סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD):

- במדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות) $TDD < 5\%$
 ערך מרבי: 2% אצל יצרן מס' 1; 14.7% אצל יצרן מס' 2.
 בהתאם לתקן, נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 2 במשך 14 שבועות.
- במדד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות) $TDD < 7.5\%$
 ערך מרבי: 2.4% אצל יצרן מס' 1; 17.1% אצל יצרן מס' 2.
 בהתאם לתקן, נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 2 במשך 5 שבועות.
- במדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות) $TDD < 10\%$
 ערך מרבי: 2.7% אצל יצרן מס' 1; 18.4% אצל יצרן מס' 2.
 בהתאם לתקן, נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 2 במשך 7 שבועות.

- הרמוניות בודדות:

בהתאם לתקן, לא נרשמה חריגה אצל יצרן מס' 1.
 הערכים המרביים שחרגו מהערכים המותרים בתקן אצל יצרן מס' 2, בשלושת המדדים, ומספר השבועות שבהם התרחשו חריגות מוצגים בטבלאות מס' 5, 6 ו-7.

טבלה מס' 4 – מדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות)

מס' הרמוניה	דרישת התקן	יצרן מס' 2	מס' שבועות
5	4	11.9	31
7	4	9.6	4
11	2	2.1	1
48	0.08	0.3	17
50	0.08	0.4	36

טבלה מס' 5 – מדד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות)

מס' הרמוניה	דרישת התקן	יצרן מס' 2	מס' שבועות
2	1.5	6.4	3
3	6	6.8	1
4	1.5	4.4	3
5	6	15.3	10
7	6	10.8	4
48	0.11	0.4	10
50	0.11	0.5	29

טבלה מס' 6 – מדד יומי אחוזון 99 בזמן קצר מאוד (3 שניות)

מס' הרמוניה	דרישת התקן	יצרן מס' 2	מס' שבועות
5	4	11.2	1
7	4	11.2	2