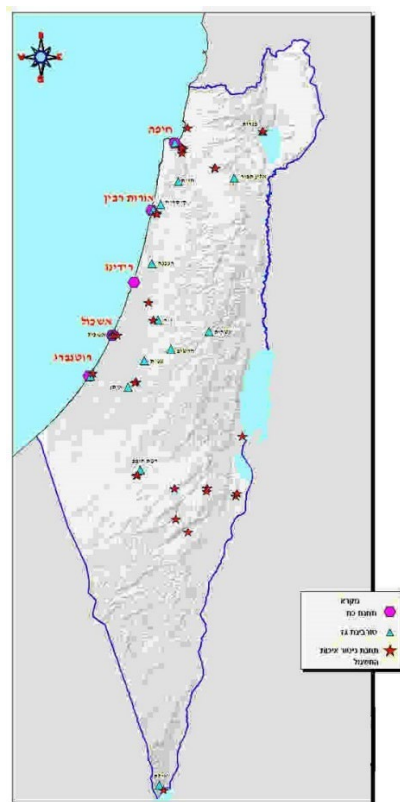


מחלקת פיתוח וניטור המערכת

מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים וצרכנים במתח עליון בשנת 2022 - מבוסס על נתוני מערכות ניטור איכות החשמל -

דו"ח מס' 64 - RL



מאי 2023

מחלקת פיתוח וניטור המערכת

**מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים וצרכנים
במתח עליון בשנת 2022
- מבוסס על נתוני מערכות ניטור איכות החשמל -**

דו"ח מס' 64 - RL




מטפלים: ל. דובובוי
י. פורמן

מאשר: א. יגר 

נבדק ע"י: י. פורמן 

תקציר

בדו"ח שלהלן מוצגים מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים וצרכנים במתח עליון (מ"ע) בשנת 2022 ובשנים קודמות (2021÷2006).

הדו"ח מבוסס על נתונים ממערכות הניטור אשר עוקבות באופן רציף אחר מאפייני איכות החשמל ב- 52 נקודות חיבור משותפות (PCC) של יצרנים או צרכנים לרשת ההולכה (להלן, משתמשי הרשת). בדו"ח כלולים נתונים מ- 27 משתמשי רשת; 25 מכשירים דיווחו באופן חלקי ולכן הנתונים מהם לא נכללו בדו"ח השנתי.

הדו"ח עוסק בנושאים הבאים:

- מאפייני איכות החשמל אצל משתמשי הרשת בשנת 2022 בהשוואה לדרישות אמת מידה 41 של רשות החשמל והתקנים הישראליים ת"י 50160 ות"י 51900.
- ממצאים רב-שנתיים של איכות החשמל אצל משתמשי הרשת בשנים 2022÷2006. יצוין כי ערכי עיוות הרמוני בזרם מוצגים לראשונה בדו"ח הנוכחי.

ממצאים עיקריים בשנת 2022 וביחס לשנים קודמות:

הפרמטרים מוצגים בשתי קבוצות בהתאם לסיווג שבתקן ת"י 50160.

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

שקיעות מתח

- מספר שקיעות מתח נע בתחום: $92 \div 10$, פחת ביחס לשנת 2021: $193 \div 15$.
- ממוצע שקיעות מתח: 71.5 , עלה ביחס לשנים 2021-2017 ($60.3 \div 50.6$).
- אצל משתמש רשת אחד נרשמה חריגה במספר שקיעות המתח ב- 1 מהסיווגים המוגדרים באמת המידה.
- ההתפלגות החודשית של שקיעות המתח דומה להתפלגות משנים קודמות. המספר המרבי של ממוצע שקיעות מתח נרשם כב-8 שנים קודמות בחודש אוקטובר ועמד על 16.6 .

עליות מתח

- מספר עליות מתח נע בתחום: $12 \div 1$, עלה ביחס לשנת 2021: $5 \div 1$ ופחת ביחס לשנים 2020-2011: $39 \div 1$.
- ממוצע עליות מתח: 0.8 .
- לא נרשמה חריגה במספר עליות המתח המותרות כפי שנקבע באמת המידה.

הפסקות מתח קצרות

- מספר הפסקות מתח קצרות נע בתחום: $4 \div 0$, זהה ביחס לשנים 2021-2016: $4 \div 0$.
- ממוצע הפסקות מתח קצרות: 0.3 .

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

עיוות הרמוני במתח

סה"כ עיוות הרמוני במתח (Uthd) :

- ערך מרבי : 2.8%, פחת ביחס לשנים 2020-2021 (% $3 \div 3.4$) ועלה ביחס לשנים 2015-2019 (% $2 \div 2.5$).

- ערך ממוצע : 1.7%, פחת ביחס לשנים 2020-2021 (% 1.8) ועלה ביחס לשנים 2015-2019 (% $1.5 \div 1.6$).

יצוין כי אין דרישה בתקן לגבול מחייב עבור סה"כ עיוות הרמוני במתח (Uthd) במ"ע.

הרמוניות בודדות :

- בשנת 2022 ובשנים קודמות ערכי ההרמוניות הבודדות לא חרגו מהערכים המוגדרים בתקן.

אי-איזון מתחים (E) :

- ערך מרבי : 0.9%, פחת ביחס לשנים 2020-2021 (% $1.2 \div 1.9$) ועלה ביחס לשנים 2018-2019 (% $0.6 \div 0.7$).

- ערך ממוצע : 0.5%, ללא שינוי ביחס לשנת 2021 ועלה ביחס לשנים 2018-2020 (% 0.4). ערכים אלה נמוכים מדרישת התקן, לפיו אי-איזון מתחים לא יעלה על 2%.

עוצמת ההבהוב (Pi) :

- אצל 2 משתמשי רשת נרשמו החריגות הבאות :

- ערך מרבי של 2.9 במהלך 4 שבועות ;

- ערך המרבי של 1.3 במשך 49 שבועות ;

דרישת התקן היא שעוצמת ההבהוב לא תעלה על 1.

- ערך ממוצע למשתמש רשת : 0.7, פחת ביחס לשנת 2021 (0.8) וללא שינוי ביחס לשנים 2009-2020 (% $0.6 \div 0.7$).

שינויי מתח :

- ערך מרבי נע בתחום : % $6.1 (+) \div 4.5 (-)$.

- ערך ממוצע נע בתחום : % $4.4 (+) \div 1.5 (-)$.

ערכים אלה נמצאים בתחום המותר לפי אמת המידה - % $10 \pm$ ביחס למתח הנקוב, והם נותרו ללא שינוי משמעותי ביחס לשנים קודמות.

תחום תדרים :

תחום הערכים : 49.6 ÷ 50.2 Hz.

ערכים אלה נמצאים בתחום המותר לפי התקן - במהלך 100% מהזמן לא יחרוג מהגבולות 47 ÷ 52 Hz.

- **סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD)**

הערכים המרביים של סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD) לא חרגו מהערכים המרביים המותרים הנקובים בתקן.

הערך המרבי שחושב עבור כל מדד הינו:

- מדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות) – 65% ביחס לערך המרבי המותר.
- מדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות) – גבולי ביחס לערך המרבי המותר.
- ממד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות) – 82% ביחס לערך המרבי המותר.

- **הרמוניות זרם בודדות**

- משתמש רשת החורג במדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות)

משתמש 'מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' הימים שבהם הייתה חריגה
1	4	1	1.3	15

- משתמשי רשת החורגים במדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות)

משתמש 'מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' השבועות שבהם הייתה חריגה
1	4	0.5	1.1	31
	5	2	2.26	2
	16	0.25	0.35	25
2	2	0.5	0.55	7
	14	0.25	0.44	13
	50	0.04	0.05	31
3	2	0.5	0.57	12
	23	0.3	0.32	1
4	38	0.04	0.05	2
5	3	6	6.72	1
	41	0.5	0.63	1

- משתמשי רשת החורגים במדד שבועי אחוזון 99 בזמן קצר (10 דקות)

משתמש 'מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' השבועות שבהם הייתה חריגה
1	4	0.75	1.27	4
2	14	0.38	0.48	7
4	38	0.06	0.07	1

סיכום שנת 2022

כל מאפייני איכות החשמל אצל 27 משתמשי רשת תואמים את התחומים והגבולות המוגדרים באמת המידה, בת"י 50160 ובת"י 51900, למעט החריגות הבאות:

- במספר שקיעות המתח בסיווג אחד אצל משתמש רשת אחד.
- בעוצמת ההבהוב, (Plt), אצל 2 משתמשי רשת.
- בהרמוניות זרם בודדות, במדדים הבאים:
- יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות), אצל משתמש רשת אחד
- שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות), אצל 5 משתמשי רשת
- שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות), אצל 3 משתמשי רשת.

תוכן עניינים

<u>פרק</u>	<u>עמוד</u>
תקציר	1
תוכן עניינים	5
פרק 1 : מבוא	7
1.1 מאפיינים של איכות החשמל	7
1.2 מטרות הניטור	7
פרק 2 : עקרונות הניטור	8
2.1 שיטת הניטור	8
2.2 התקנת המכשירים	8
2.3 עיבוד הנתונים	11
פרק 3 : ניתוח ממצאים	9
3.1 מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות	9
3.2 מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, עוצמת הבהוב, אי איזון, שינויי מתח ותדר	13
3.3 עיוות הרמוני בזרם	16
פרק 4 : ממצאים רב-שנתיים	17
4.1 מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות	17
4.2 מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, עוצמת הבהוב, אי איזון, שינויי מתח ותדר	18
פרק 5 : סימוכין	26
נספחים	27

רשימת תרשימים

<u>תרשימים</u>	<u>עמוד</u>
תרשים מס' 1 : התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי משכן.....	11
תרשים מס' 2 : התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי ערך מתח השיורי	11
תרשים מס' 3 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי מספר שקיעות מתח	12
תרשים מס' 4 : התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי חודשי השנה.....	12
תרשים מס' 5 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי סה"כ עיוות הרמוני	14
תרשים מס' 6 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי אי איזון מתח.....	15
תרשים מס' 7 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי עוצמת הבהוב	15
תרשים מס' 8 : התפלגות שנתית של ממוצע שקיעות מתח בשנים 2006-2022.....	17
תרשים מס' 9 : התפלגות חודשית של ממוצע שקיעות בשנים 2006-2022.....	17
תרשים מס' 10 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי סה"כ עיוות הרמוני של מתח בשנים 2006-2022	19
תרשים מס' 11 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי אי איזון מתח בשנים 2006-2022	20
תרשים מס' 12 : התפלגות מספר משתמשי רשת לפי עוצמת הבהוב בשנים 2006-2022	21
תרשים מס' 13 : התפלגות שנתית של ערך ממוצע של (Uthd) בשנים 2006-2022.....	22
תרשים מס' 14 : התפלגות שנתית של ערך ממוצע של (-E) בשנים 2006-2022.....	22
תרשים מס' 15 : התפלגות שנתית של ערך ממוצע של (Pit) בשנים 2006-2022.....	23
תרשים מס' 16 : התפלגות שנתית של שינוי מתח ממוצע ומרבי בשנים 2006-2022.....	23

רשימת טבלאות

<u>טבלאות</u>	<u>עמוד</u>
טבלה מס' 1 : מאפייני מתח (אירועים) מצטברים	10
טבלה מס' 2 : מאפייני מתח (אירועים) ממוצעים	10
טבלה מס' 3 : סיווג שקיעות מתח לפי מתח שיורי ומשך אצל משתמש רשת אחד	10
טבלה מס' 4 : משתמשי רשת החורגים במדד יומי אחוזון 99 בזמן קצר מאוד (3 שניות).....	16
טבלה מס' 5 : משתמשי רשת החורגים במדד שבועי אחוזון 95 בזמן קצר (10 דקות).....	16
טבלה מס' 6 : משתמשי רשת החורגים במדד שבועי אחוזון 99 בזמן קצר (10 דקות).....	16
טבלה מס' 7 : ריכוז נתונים רב-שנתיים של מאפייני איכות החשמל במ"ע בשנים 2006-2022.....	25

פרק 1 - מבוא

בדו"ח זה מוצגים מאפייני איכות החשמל אצל יצרנים וצרכנים במתח עליון (מ"ע) בשנת 2022 ובשנים קודמות (2021÷2006).

הדו"ח מבוסס על נתונים ממערכות הניטור, העוקבות באופן רציף אחר מאפייני איכות החשמל ב- 52 נקודות חיבור משותפות (PCC) של יצרנים או צרכנים לרשת ההולכה (להלן, משתמשי הרשת). בדו"ח כלולים נתונים מ-27 משתמשי רשת; 25 מכשירים דיווחו באופן חלקי ולכן הנתונים מהם אינם כלולים בדו"ח.

הדו"ח עוסק בנושאים הבאים:

- מאפייני איכות החשמל אצל משתמשי הרשת בשנת 2022 בהשוואה לדרישות אמת מידה 41 של רשות החשמל והתקנים הישראליים ת"י 50160 ות"י 51900.
- ממצאים רב-שנתיים של איכות החשמל אצל משתמשי הרשת בשנים 2022÷2006. יצוין כי ערכי עיוות הרמוני בזרם מוצגים לראשונה בדו"ח הנוכחי.

1.1 מאפייני איכות החשמל

המאפיינים של איכות החשמל שאליהם כלולה התייחסות בדו"ח זה הינם:

- 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 מטרות הניטור

- השוואת מאפייני איכות החשמל אצל משתמשי הרשת לדרישות אמת המידה והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900.
- טיוב מאגר הנתונים הרב-שנתי של מאפייני איכות החשמל אצל משתמשי הרשת.
- חקר תקלות והפרעות במערכת החשמל הארצית.
- מענה לפניית משתמשי הרשת.

פרק 2 - עקרונות הניטור

2.1 שיטת הניטור

השיטה מבוססת על מעקב רציף (מדידות מתח וזרם, רישום ודיווח) אחר מאפייני איכות החשמל במתח עליון.

מדידת המתח מתבצעת בנקודת החיבור המשותפת (PCC) בצד המשני של משני המתח 161/0.115 kV (נמדד מתח פאזי); מדידת הזרם מתבצעת בצד המשני של משני הזרם. עיבוד הנתונים נערך על בסיס אמת המידה והתקנים ת"י 50160 ות"י 51900.

2.2 התקנת מכשירים

נכון למועד הכנת הדו"ח, מותקנים 52 מכשירי ניטור אצל משתמשי רשת.

2.3 עיבוד הנתונים

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

- **מאפייני מתח (אירועים)** - שקיעות, עליות והפסקות מתח קצרות. המאפיינים מחושבים לפרקי זמן של שנה. בנוסף, נערך ניתוח גם מהיבט של התפלגות לחודשי השנה.
 - **מאפייני מתח (שינויים)** - מתחים הרמוניים, עוצמת ההבהוב, אי איזון מתחים, שינויי מתח ותדר. המאפיינים מחושבים לפרקי זמן של שבוע; ערך מרבי שנתי של כל משתמש רשת הינו הערך הגבוה ביותר מבין 52 שבועות השנה של אותו משתמש רשת. עיבוד הנתונים נערך בהתאם להנחות הבאות:
 - א. המאפיינים חושבו למכשירים שדיווחו למעלה מ- 50% מהשנה.
 - ב. לשקיעות מתח והפסקות מתח קצרות בוצע קיבוץ נתוני המדידה. קיבוץ אירועים (Aggregation) בוצע בשני מישורים, האחד לפי פאזות והשני לפי משך, כך שכל אירוע קיבל אפיון חד-ערכי מרבי (אמפליטודה ומשך).
- קיבוץ פאזות (Phase Aggregation):
מתייחס למדידות חד-פאזיות חפופות (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).

2.3.2 בהתאם לתקן ת"י 51900, חושבו עיוות הרמוני בזרם 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

בטבלאות מס' 1 ו-2 מובא ריכוז האירועים, מצטבר וממוצע, בהתאמה, לשנת 2022. בנספחים מס' 1÷2 מוצגים מאפייני מתח (אירועים) מצטברים עבור כל משתמש רשת לפי מתח שיורי ומשך. בתרשימים מס' 1÷4 מוצגות התפלגויות האירועים בממוצע והתפלגות למשתמש רשת לפי מספר האירועים שנרשמו אצלם בשנה.

3.1.1 שקיעות מתח

- מספר שקיעות מתח נע בתחום: $10 \div 92$. המספר הגבוה ביותר של שקיעות המתח (92) נרשם אצל 2 משתמשי רשת. אצל משתמש רשת אחד נרשמה חריגה אחת במספר שקיעות המתח לפי הסיווגים המוגדרים באמת המידה (ראה טבלה מס' 3). אצל משתמש רשת זה נרשמו שקיעות מתח שמשכן היה:
 - עד 0.2 שנייה היוו 85% מסך שקיעות המתח.
 - עד 0.5 שנייה היוו 100% מסך שקיעות המתח.מתח שיורי בתחום:
- בין 70% ל- 90% מהמתח הנקוב היווה כ-95% משקיעות המתח.
- בין 40% ל- 70% מהמתח הנקוב היווה כ-4% משקיעות המתח.
- ממוצע שקיעות מתח היה 71.5, עם סטיית תקן 36.
- בחודש אוקטובר נרשם המספר הגבוה ביותר של ממוצע שקיעות מתח: 16.6. יחד עם זאת, בחודשים ספטמבר ודצמבר נרשם מספר גבוה של ממוצע שקיעות מתח 10.7 ו-7.3, בהתאמה.
- שקיעות מתח שמשכן:
 - עד 0.2 שנייה היוו 93% מסך שקיעות המתח.
 - עד שנייה אחת היוו 99.4% מסך שקיעות המתח.
- מתח שיורי בתחום:
 - שבין 70% ל- 90% מהמתח הנקוב היווה 79% משקיעות המתח.
 - שבין 40% ל- 70% מהמתח הנקוב היווה 19% משקיעות המתח.
 - נמוך מ- 40% היווה 2%.

טבלה מס' 1 – מאפייני מתח (אירועים) מצטברים בשנת 2022

Dips	10 ms <= t <= 200 ms				200 ms < t <= 500 ms				500 ms < t <= 1 s				1 s < t <= 5 s				5 s < t <= 1 m				TOT. P
Depth/Duration	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	
80 % <= V < 90 %	272	41	532	845	16	21	12	49	13	2	2	17	1	-	-	1	-	-	-	-	912
70 % <= V < 80 %	127	43	259	429	3	2	2	7	14	-	7	21	3	2	-	5	-	-	-	-	462
40 % <= V < 70 %	135	19	150	304	-	-	5	12	5	-	2	7	1	-	2	3	1	-	-	1	327
5 % <= V < 40 %	16	6	10	32	2	-	-	2	2	-	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	37
Total	550	109	951	1610	28	23	19	70	34	2	11	47	6	2	2	10	-	-	-	1	1738

Over Voltages	10 ms <= t <= 500 ms				500 ms < t <= 5 s				5 s < t <= 1 m				TOT. P
Depth/Duration	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	
110 % < V < 120 %	5	-	5	10	1	-	3	4	1	-	5	6	20
120 % <= V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	5	-	4	10	1	-	3	4	1	-	5	6	20

Interruptions	t <= 500 ms				500 ms < t <= 1 s				1 s < t <= 5 s				5 s < t <= 1 m				1 m < t <= 3 m				TOT. P
Depth/Duration	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	3P	2P	1P	P	
0 % <= V < 5 %	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	2	-	-	2	7
Total	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	2	-	-	2	7

טבלה מס' 2 – מאפייני מתח (אירועים) ממוצעים בשנת 2022

Dips	10 ms <= t <= 200 ms	200 ms < t <= 500 ms	500 ms < t <= 1 s	1 s < t <= 5 s	5 s < t <= 1 m	ממוצע ארצי
80 % <= V < 90 %	34.8	2	0.7	0.04	-	37.5
70 % <= V < 80 %	17.7	0.3	0.9	0.2	-	19.1
40 % <= V < 70 %	12.5	0.5	0.3	0.1	-	13.4
5 % <= V < 40 %	1.3	0.1	0.1	0.04	-	1.5
Total	66.3	2.9	2	0.3	-	71.5

Over Voltages	10 ms <= t <= 500 ms	500 ms < t <= 5 s	5 s < t <= 1 m	ממוצע ארצי
110 % < V < 120 %	0.4	0.2	0.2	0.8
120 % <= V	-	-	-	-
Total	0.4	0.2	0.2	0.8

Interruptions	t <= 500 ms	500 ms < t <= 1 s	1 s < t <= 5 s	5 s < t <= 1 m	1 m < t <= 3 m	ממוצע ארצי
0 % <= V < 5 %	0.04	-	-	0.2	0.1	0.3
Total	0.04	-	-	0.2	0.1	0.3

טבלה מס' 3 – סיווג שקיעות מתח לפי מתח שיורי ומשך אצל משתמש רשת אחד

סה"כ שקיעות מתח	5 s < t ≤ 1 m	1 s < t ≤ 5 s	500 ms < t ≤ 1 s	200 ms < t ≤ 500 ms	10 ms ≤ t ≤ 200 ms	משך [ms] מתח שיורי [%]
54 (195)	0 (10)	0 (10)	0 (5)	14 (8)	40 (162)	80 % ≤ V < 90 %
33 (80)	0 (2)	0 (2)	0 (4)	0 (8)	33 (64)	70 % ≤ V < 80 %
4 (52)	0 (2)	0 (2)	0 (2)	0 (8)	4 (38)	40 % ≤ V < 70 %
1 (26)	0 (2)	0 (2)	0 (2)	0 (8)	1 (12)	5 % ≤ V < 40 %
92 (353)	0 (16)	0 (16)	0 (13)	0 (32)	78 (276)	סה"כ

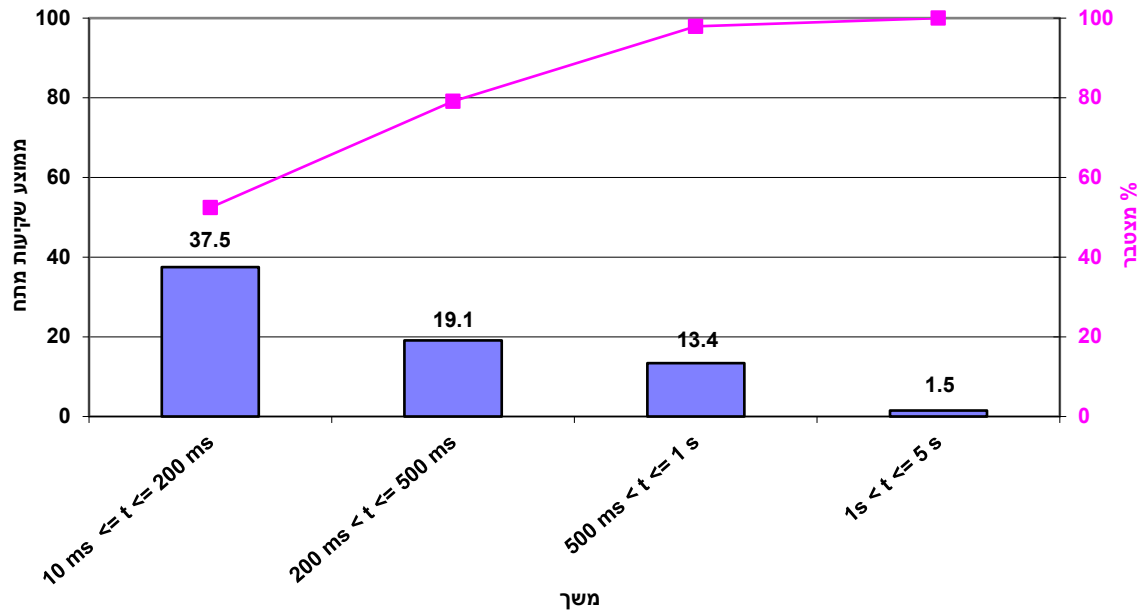
* (ערכים מרביים לפי אמת המידה).

הערך באדום מצביע על חריגה.

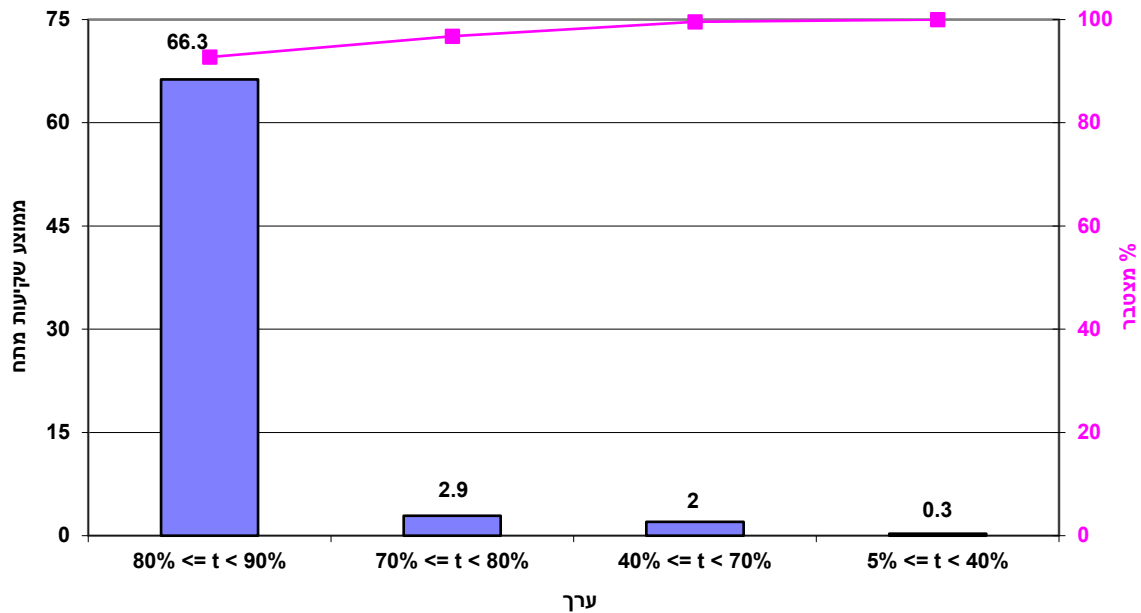
3.1.2 התפלגות שקיעות המתח

בתרשימים מס' 1 ו-2 מוצגת התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי משכן ולפי המתח השיוירי, בהתאמה.

תרשים מס' 1 - התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי משכן

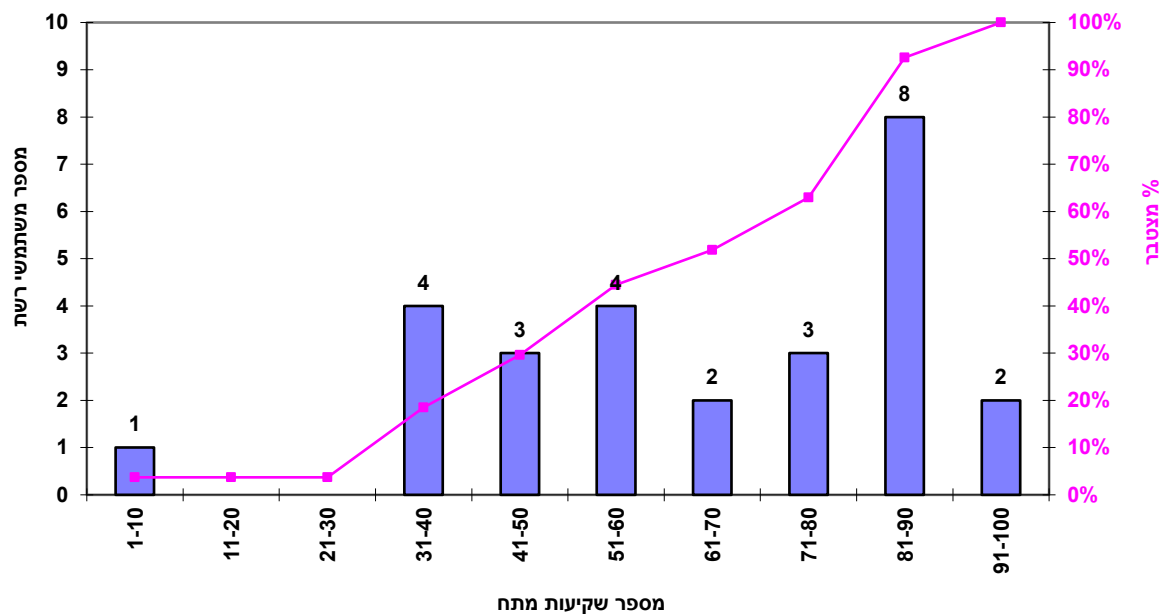


תרשים מס' 2 - התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי ערך מתח שיוירי



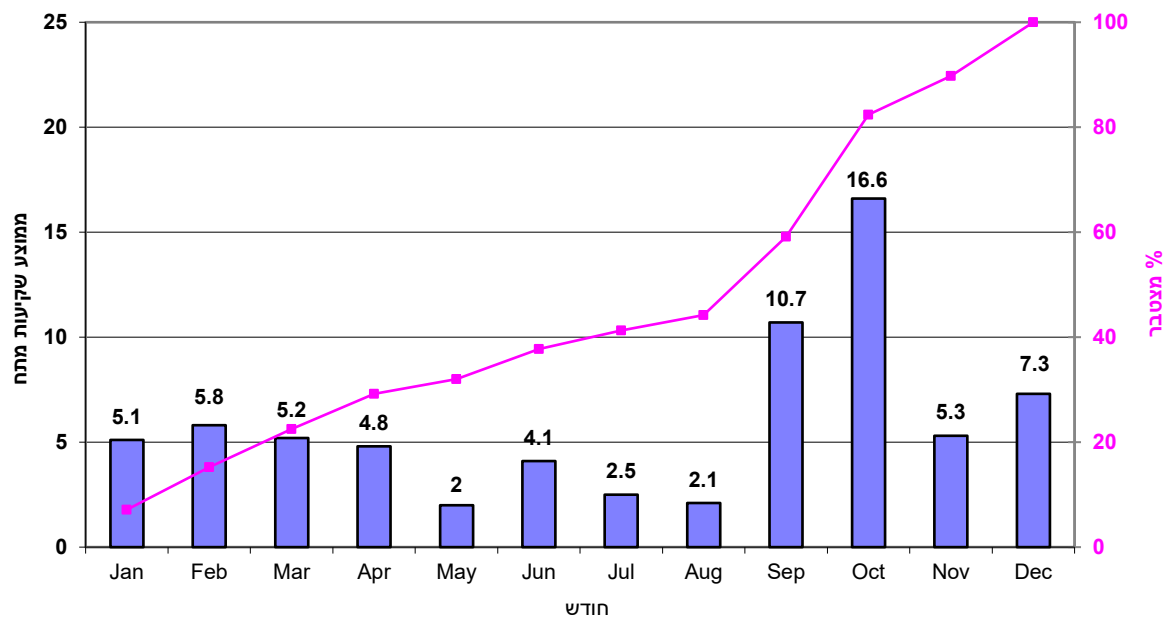
בתרשים מס' 3 מוצגת התפלגות מספר משתמשי הרשת לפי מספר שקיעות מתח.

תרשים מס' 3 - התפלגות מספר משתמשים לפי מספר שקיעות מתח



בתרשים מס' 4 מוצגת התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי חודשי השנה.

תרשים מס' 4 - התפלגות ממוצע שקיעות מתח לפי חודשי השנה



המספר הגבוה ביותר של שקיעות המתח בממוצע נרשם בחודש אוקטובר.

3.1.3 עליות מתח

- מספר עליות מתח נע בתחום: $1 \div 12$.
- המספר הגבוה ביותר של עליות המתח (12) נרשם אצל משתמש רשת אחד.
- ממוצע עליות מתח: 0.8 , סטיית תקן 1.8 .
- לא נרשמה חריגה במספר עליות המתח המותר לפי אמת המידה.

3.1.4 הפסקות מתח קצרות

- מספר הפסקות מתח קצרות נע בתחום: $0 \div 4$.
- המספר הגבוה ביותר של שקיעות המתח (4) נרשם אצל משתמש רשת אחד.
- ממוצע הפסקות מתח קצרות: 0.3 , סטיית תקן 0.6 .

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

בנספח מס' 3 מובא ריכוז נתונים מרביים על בסיס שבועי, מבין כל 52 השבועות של השנה. להלן הממצאים העיקריים:

3.2.1 עיוות הרמוני במתח

סה"כ עיוות הרמוני במתח (U_{thd}):

- ערך מרבי: 2.8% , נרשם אצל משתמש רשת אחד במשך 4 שבועות.
- ערך ממוצע: 1.7% , סטיית תקן 0.4% .

הרמוניות בודדות:

הערכים של ההרמוניות הבודדות לא חרגו מהגבולות המותרים בתקן.

3.2.2 אי איזון מתחים ($-E$):

- ערך מרבי: 0.9% , נרשם אצל משתמש רשת אחד במשך שבוע אחד.
- ערך ממוצע: 0.5% , סטיית תקן 0.2% .

3.2.3 עוצמת הבהוב (Plt):

- אצל שני משתמשי רשת נמדדה חריגה בעוצמת הבהוב המותרת בתקן ($Plt=1$):
 - משתמש רשת אחד - 4 שבועות, ערך מרבי: 2.9 .
 - משתמש רשת שני - 49 שבועות (שנה שישית ברציפות), ערך מרבי: 1.3 .
- ערך ממוצע למשתמש רשת: 0.7 , סטיית תקן 0.5 .

3.2.4 שינויי מתח

ההתייחסות לפרמטר זה הינה ע"פ הדרישות באמת המידה של רשות החשמל, לפיהן מתח האספקה יישמר בגבולות שלא יחרגו מ- $\pm 10\%$ מהמתח הנומינלי.

- ערך מרבי נע בתחום:
 - $6.1\%(+)$, נרשם אצל משתמש רשת אחד במשך שבוע אחד.
 - $4.5\%(-)$, נרשם אצל משתמש רשת שני במשך שבוע אחד.
- ממוצע ערך מרבי נע בתחום: $4.4\%(+) \div 1.5\%(-)$.

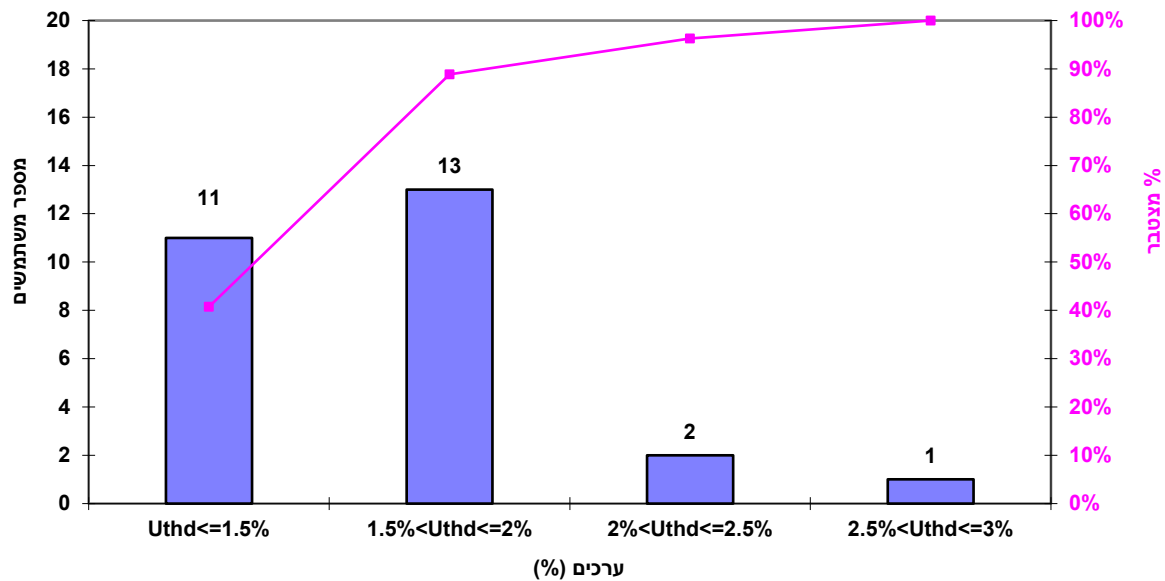
3.2.5 תדר

- תחום הערכים: $50.2 \text{ Hz} \div 49.6$, ערך ממוצע: 50 Hz , סטיית תקן 24.6 mHz .
ע"פ התקן, התדר במהלך 100% מהזמן לא יחרוג מהגבולות $52 \text{ Hz} \div 47$.

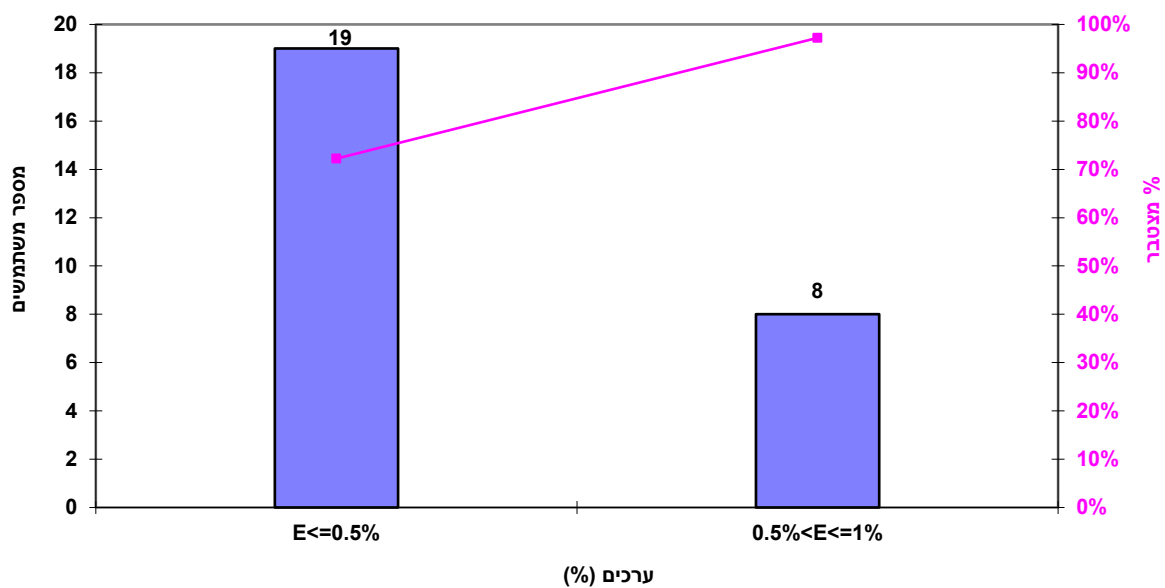
3.2.6 התפלגות מאפייני מתח (שינויים)

התפלגות מספר משתמש רשת לפי ערכם של סה"כ עיוות הרמוני במתח, אי איזון מתחים ועוצמת הבהוב מוצגים בתרשימים מס' 5÷7, בהתאמה.

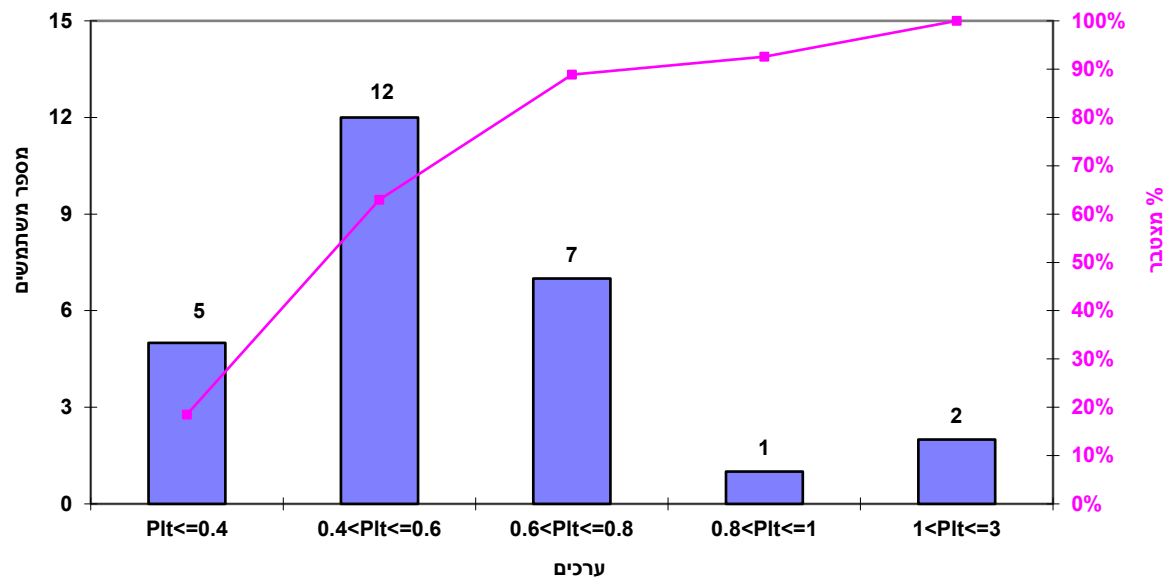
תרשים מס' 5 - התפלגות מספר משתמשים לפי סה"כ עיוות ההרמוני



תרשים מס' 6 - התפלגות מספר משתמשים לפי אי איזון מתח



תרשים מס' 7 - התפלגות מספר משתמשים לפי עוצמת הבהוב



3.3 עיוות הרמוני בזרם

3.3.1 סה"כ עיוות הרמוני (TDD)

- הערכים המרביים של סה"כ עיוות הרמוני בזרם עבור כל משתמשי הרשת בשלושת המדדים הסטטיסטיים לא חרגו מהערכים המרביים המותרים בתקן ומוצגים בנספח מס' 4.
- הערך המרבי שחושב עבור כל מדד הינו:
 - מדד יומי, אחוזון 99, בזמן קצר מאוד (3 שניות) – 65% מהערך המרבי המותר.
 - מדד שבועי, אחוזון 95, בזמן קצר (10 דקות) – גבולי ביחס לערך המרבי המותר.
 - ממד שבועי, אחוזון 99, בזמן קצר (10 דקות) – 82% ביחס לערך המרבי המותר.

3.3.2 הרמוניות בודדות

- משתמשי רשת שבהם קיימת חריגה מהערכים המרביים המותרים הנקובים בתקן בשלושת המדדים הסטטיסטיים וציון מספר ימים/שבועות שבהם התרחשו חריגות מוצגים בטבלאות מס' 6 ÷ 4.

טבלה מס' 4 – משתמש רשת החורגים במדד יומי אחוזון 99 בזמן קצר מאוד (3 שניות)

משתמש מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' הימים שבהם הייתה חריגה
1	4	1	1.3	15

טבלה מס' 5 – משתמשי רשת החורגים בממד שבועי אחוזון 95 בזמן קצר (10 דקות)

משתמש מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' השבועות שבהם הייתה חריגה
1	4	0.5	1.1	31
	5	2	2.26	2
	16	0.25	0.35	25
2	2	0.5	0.55	7
	14	0.25	0.44	13
	50	0.04	0.05	31
3	2	0.5	0.57	12
	23	0.3	0.32	1
4	38	0.04	0.05	2
5	3	6	6.72	1
	41	0.5	0.63	1

טבלה מס' 6 – משתמשי רשת החורגים בממד שבועי אחוזון 99 בזמן קצר (10 דקות)

משתמש מס'	חריגה בהרמוניות זרם מס'	ערך מרבי מותר (%)	ערך מרבי מחושב (%)	מס' השבועות שבהם הייתה חריגה
1	4	0.75	1.27	4
2	14	0.38	0.48	7
4	38	0.06	0.07	1

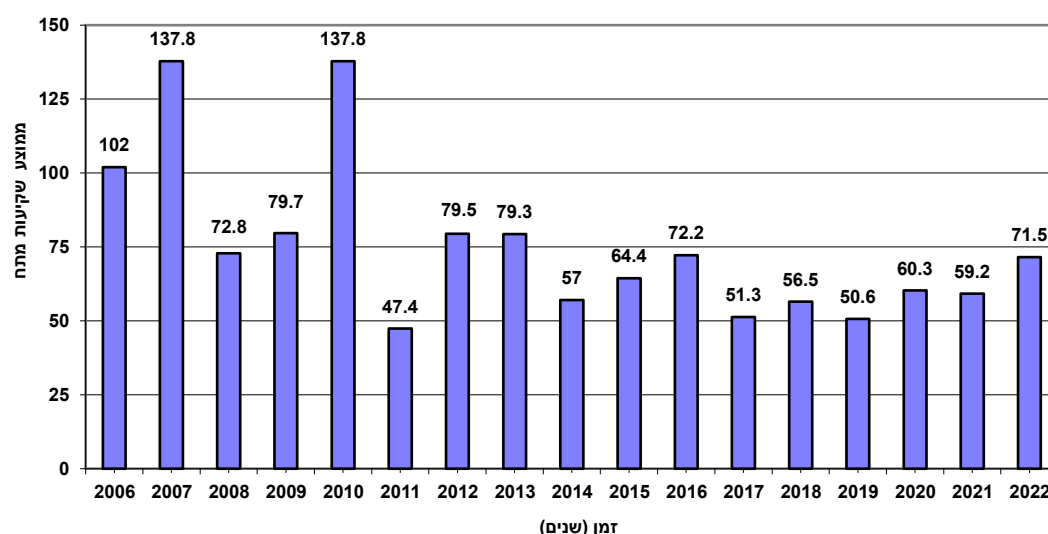
פרק 4 - ממצאים רב-שנתיים

בפרק זה כלולה התייחסות לאירועים ושינויים של מאפייני המתח מהיבט רב-שנתי. ניתוח הנתונים הרב-שנתיים מבוסס על נתוני שנת 2022 ועל נתונים משנים קודמות. בהמשך מוצגת השוואה של הממצאים הרב שנתיים בשנים 2006÷2022.

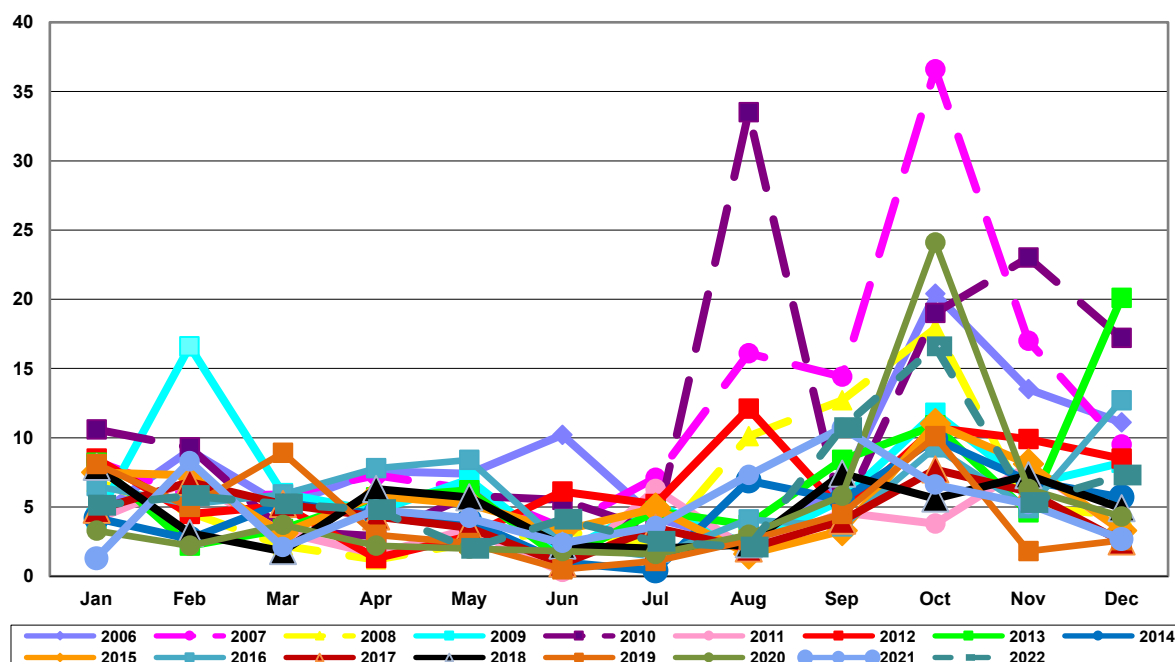
4.1 מאפייני מתח (אירועים) – שקיעות מתח, עליות מתח והפסקות מתח קצרות

בתרשימים מס' 8 ו-9 מוצגות התפלגויות עבור 17 תקופות שנתיות. מכיוון שמספרן הנמוך של עליות מתח והפסקות המתח הקצרות, לא בוצעה התפלגות של אירועים אלה בדומה לזו שנערכה עבור שקיעות מתח.

תרשים מס' 8 - התפלגות שנתית של ממוצע שקיעות מתח בשנים 2006-2022



תרשים מס' 9 - התפלגות חודשית של ממוצע שקיעות מתח בשנים 2006-2022



מניתוח הממצאים העיקריים בשנת 2022 ביחס לשנים קודמות עולה כי :

4.1.1 שקיעות מתח

- ממוצע שקיעות מתח **71.5**, עלה ביחס לשנים 2017-2021 ($50.6 \div 60.3$).
- מספר שקיעות מתח נע בתחום: **10÷92**, פחת ביחס לשנת 2021: $15 \div 193$.
- ההתפלגות החודשית בשנת 2022 דומה להתפלגות החודשית שבשנים קודמות כאשר המספר המרבי הממוצע היה בחודש אוקטובר ועמד על 16.6.
- ב- 8 מתוך 17 שנות הניטור חודש אוקטובר בלט במספר שקיעות המתח.

4.1.2 עליות מתח

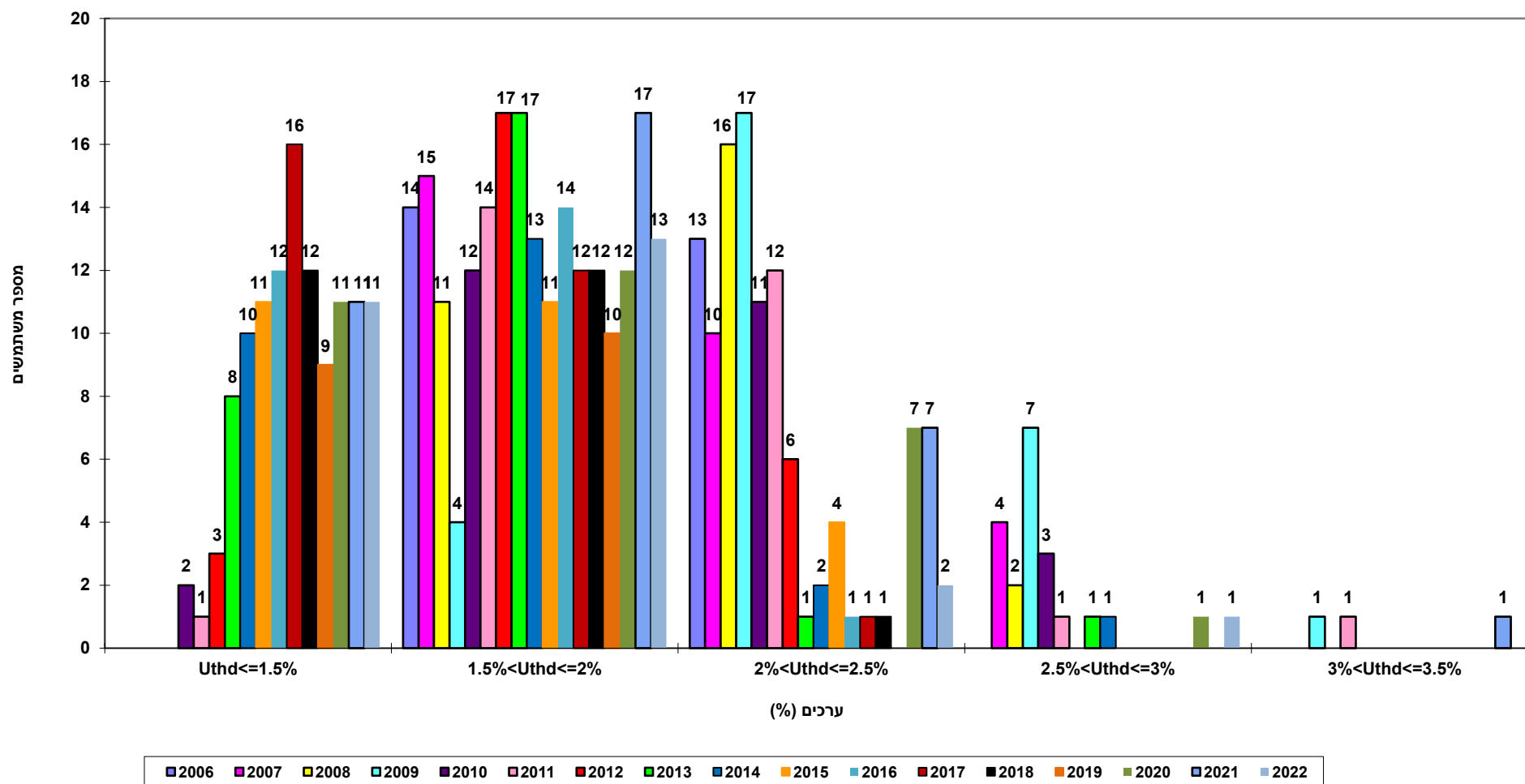
- ממוצע עליות המתח: **0.8**.
- מספר עליות המתח נע בתחום: **1÷12**.
- בשנים 2011-2021 מספר עליות מתח נע בתחום: **1÷39**.

4.1.3 הפסקות מתח קצרות

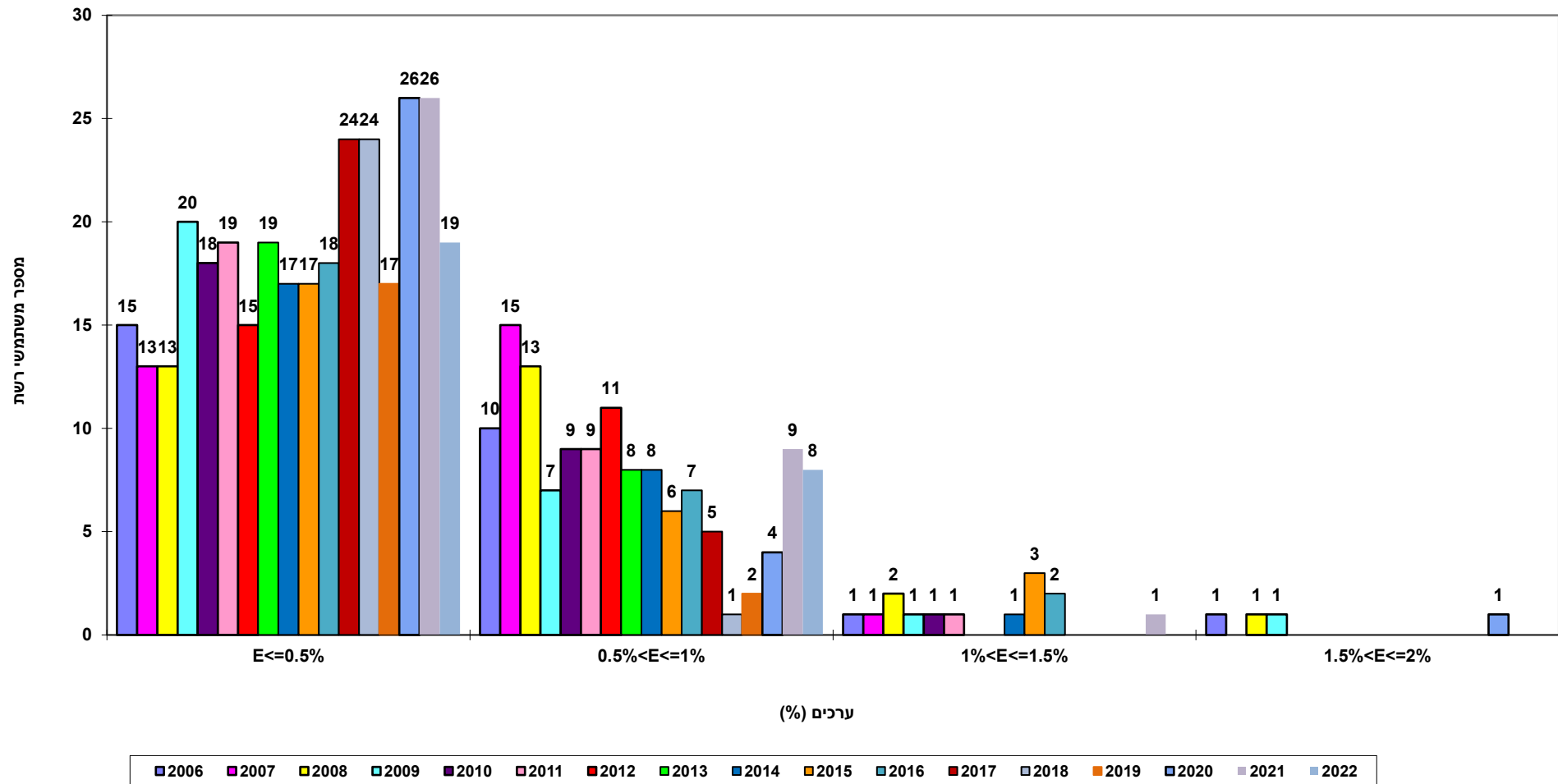
- ממוצע הפסקות מתח קצרות: **0.3**.
- מספר הפסקות מתח קצרות נע בתחום: **0÷4**, זהה ביחס לשנים 2016-2021: $0 \div 4$.

- 4.2 מאפייני מתח (שינויים) – עיוות הרמוני במתח, אי-איזון מתחים, עוצמת הבהוב, שינויי מתח בתרשימים מס' 10÷12 מוצגות התפלגויות מספר משתמשי הרשת לפי סה"כ עיוות הרמוני של מתח (Uthd), אי איזון מתחים (-E) ועוצמת הבהוב (Plt) בשנים 2006÷2022.

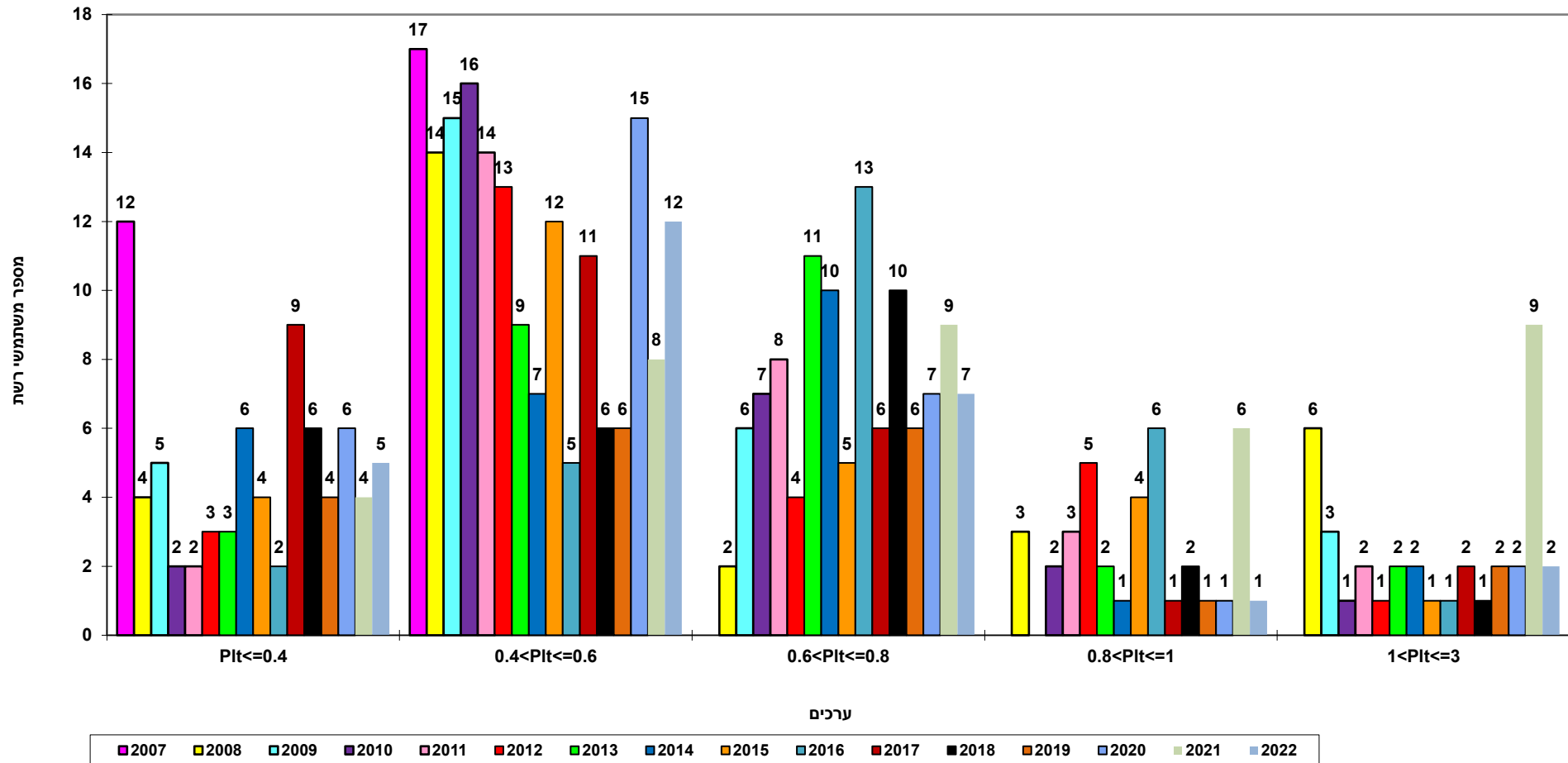
**תרשים מס' 10 - התפלגות מספר משתמשים לפי סה"כ עיוות ההרמוני במתח
בשנים 2006-2022**



**תרשים מס' 11 - התפלגות מספר משתמשים לפי איזון מתח
בשנים 2006-2022**

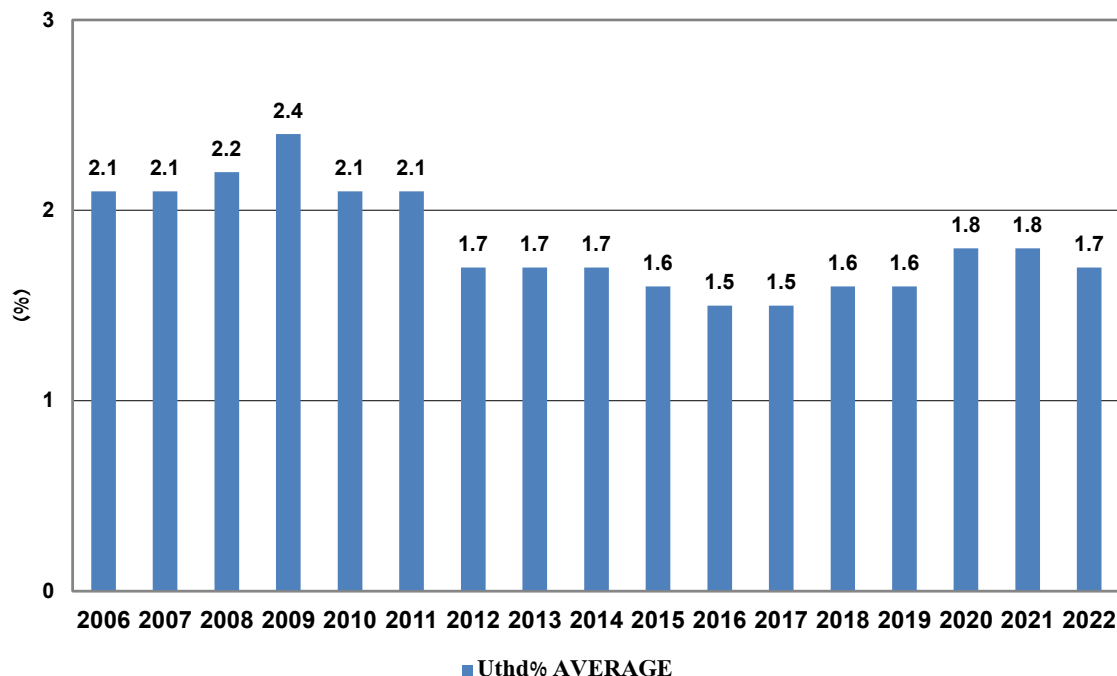


תרשים מס' 12 - התפלגות מספר משתמשים לפי עוצמת הבהוב בשנים 2007-2022

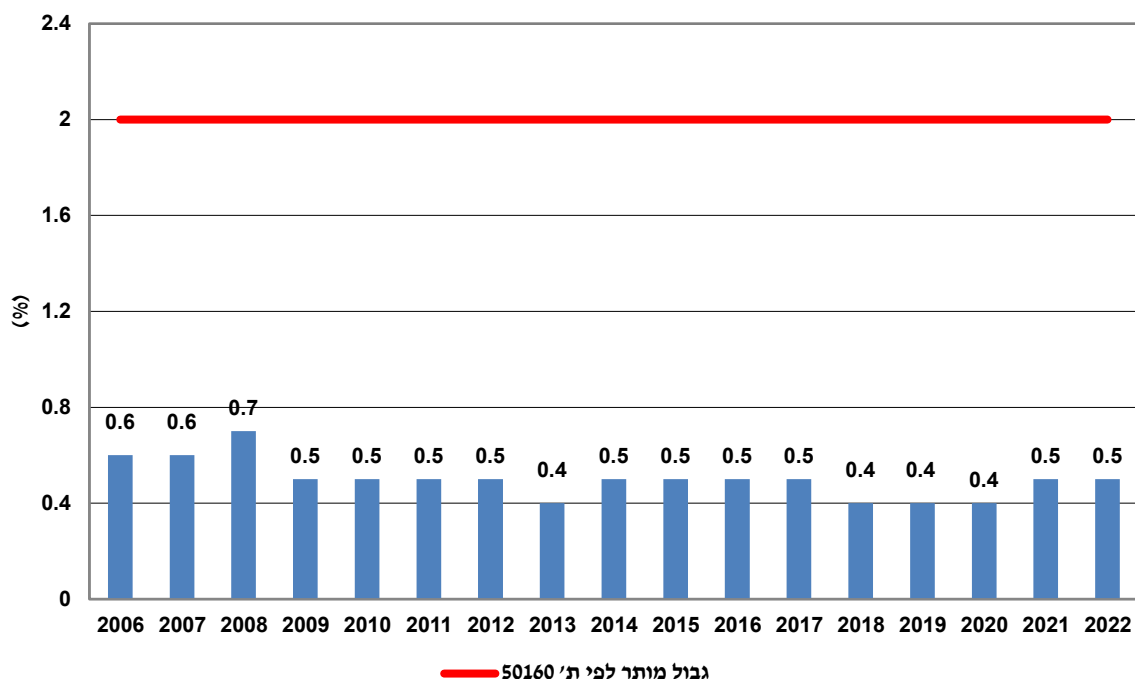


בתרשימים מס' 13-15 מוצגת התפלגות שנתית של ממוצע סה"כ עיוות הרמוני במתח (Uthd),
 אי-איזון מתחים (-E) ועוצמת הבהוב (Plt) בשנים 2006÷2022.
 בתרשים מס' 16 מוצגת התפלגות שנתית של ערך מרבי וערך ממוצע של שינויי מתח.

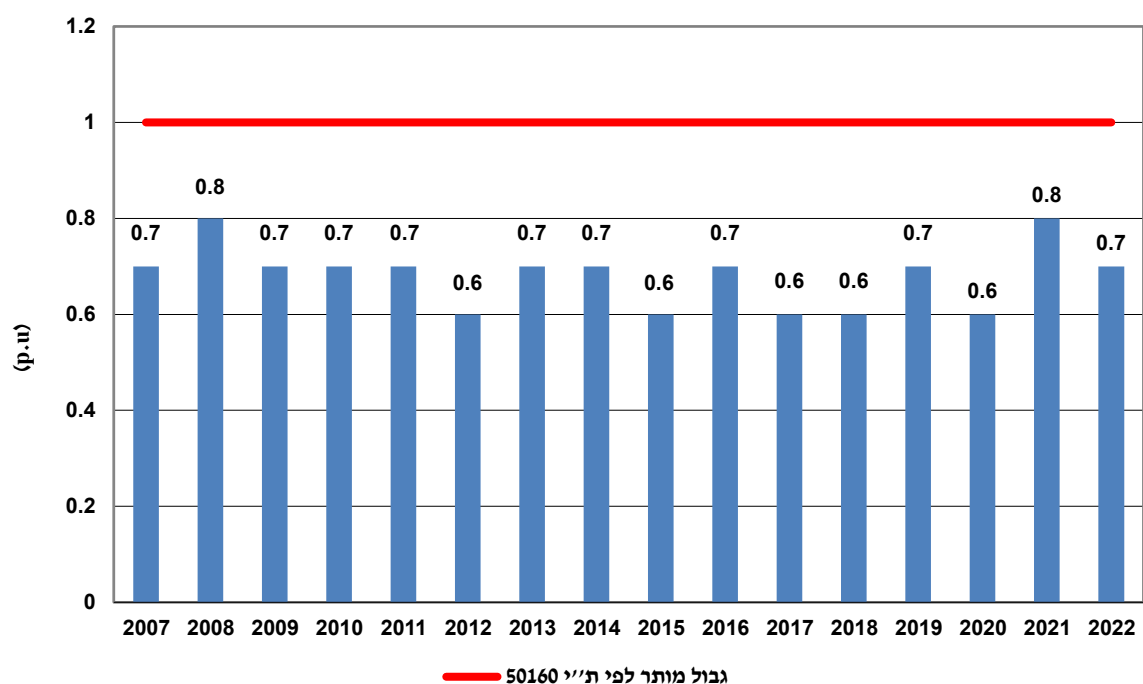
**תרשים מס' 13 - התפלגות שנתית של ממוצע סה"כ עיוות הרמוני במתח (Uthd)
 בשנים 2006÷2022**



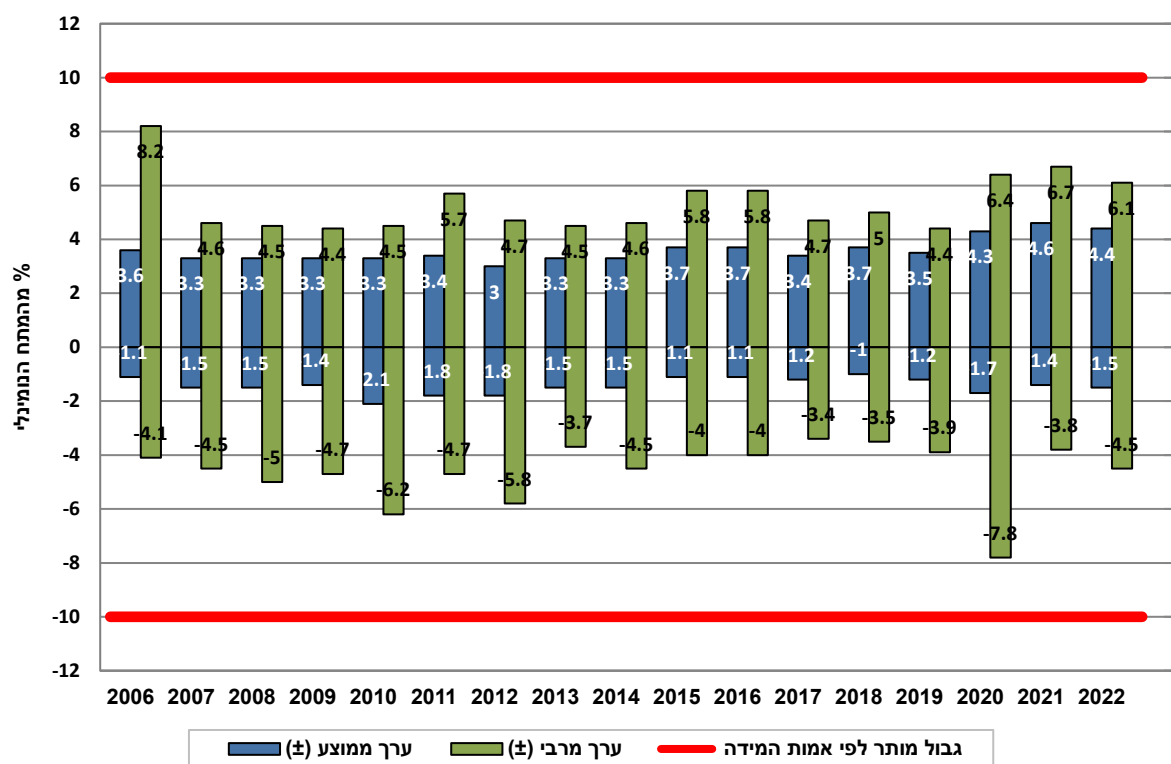
**תרשים מס' 14 - התפלגות שנתית של ממוצע אי איזון מתחים (-E)
 בשנים 2006÷2022**



**תרשים מס' 15 - התפלגות שנתית של ממוצע עוצמת הבהוב (Plt)
בשנים 2007÷2022**



**תרשים מס' 16 - התפלגות שנתית של שינוי מתח ממוצע ומרבי
בשנים 2006÷2022**



מניתוח מאפייני מתח (שינויים) בשנת 2022 ביחס לשנים קודמות עולה כי :

4.2.1 סה"כ עיוות הרמוני במתח (U_{thd}) :

ערך מרבי : 2.8%, וערך ממוצע : 1.7% פחתו ביחס לשנים 2020-2021.

4.2.2 אי איזון מתחים (E) :

ערך מרבי : 0.9%, פחת ביחס לשנים 2020-2021 ; ערך ממוצע : 0.5%, ללא שינוי ביחס לשנת 2021.

4.2.3 עוצמת הבהוב (Plt) :

ערך מרבי : 2.9, חרג מהגבול המותר בתקן (Plt=1).
ערך ממוצע : 0.7, פחת ביחס לשנת 2021 וזהה לשנים הקודמות.

4.2.4 שינויי מתח :

ערך מרבי נע בתחום : 6.1% (+) ÷ 4.5% (-).
ערך ממוצע נע בתחום : 4.4% (+) ÷ 1.5% (-) ; תחום הערכים נותר ללא שינוי משמעותי ביחס לשנים קודמות.

4.2.5 תדר

תחום הערכים : 49.6 ÷ 50.2 Hz.

תחום הערכים נותר ללא שינוי ביחס לשנים קודמות.

ריכוז הנתונים הרב-שנתיים של מאפייני איכות החשמל אצל משתמשי הרשת בשנים 2006-2022 מובא בטבלה מס' 7, להלן.

טבלה מס' 7 - ריכוז נתונים רב-שנתיים של מאפייני איכות החשמל במ"ע בשנים 2006-2022

ערך מרבי שנתי																	מאפיין
2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	
92	193	87	96	198	193	254	220	176	215	196	176	305	181	194	195	247	שקיעות מתח, (מספר) * 353
12	19	31	-	3	3	1	7	25	14	36	39	-	-	-	-	-	עליות מתח, (מספר) * 280
4	3	9	1	-	-	-	4	1	2	-	2	3	1	1	-	2	הפסקות מתח קצרות, (מספר) -
2.8	3.4	3	2	2.2	2.3	2.5	2.2	3	3	2.4	3.4	2.8	3.1	2.8	2.7	2.5	סה"כ עיוות הרמוני במתח, Uthd (%) -
0.9	1.2	1.9	0.7	0.6	1	1.4	1.5	1.2	0.9	0.9	1.1	1.4	2.1	2.1	1.1	2.2	אי-איזון מתחים, (E-), (%) 2
2.9	1.6	1.2	1.3	1.3	1.4	1.1	2	3.2	1.4	1.2	1.2	1.5	2.3	2.3	1.4	-	עוצמת הבהוב, (pu), Plt 1
-4.5/6.1	-3.8/6.7	-7.8/6.4	-3.9/4.4	-3.5/5	-3.4/4.7	-4.0/5.8	-4.0/5.8	-4.5/4.6	-3.7/4.5	-5.8/4.7	-4.7/5.7	-6.2/4.5	-4.7/4.4	-5/4.5	-4.5/4.6	-4.1/8.2	שינויי מתח * ±10%
49.6-50.2	49.8-50.1	49-50.2	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	50-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	49.9-50.1	תחום תדרים, (Hz) 47-52

* בהתאם לאמת המידה (ראה סימוכין)

XX – חריגה מהערך המותר לפי דרישות אמת המידה/תקן ת"י 50160

פרק 5 - סימוכין

- 5.1 אמת מידה 41 של רשות החשמל מינואר 2023.
- 5.2 תקן ישראלי ת"י 50160 מפברואר 2017.
- 5.3 תקן ישראלי ת"י 51900 נובמבר 2015.

נספחים

נספח מס' 1

מאפייני מתח (אירועים) מצטברים בשנת 2022 – לפי מתח שיורי

משתמש מס'	% ימי דיווח	שקיעות מתח					הפסקות מתח	עלויות מתח		
		סה"כ	$5\% \leq V < 40\%$	$40\% \leq V < 70\%$	$70\% \leq V < 80\%$	$80\% \leq V < 90\%$		סה"כ	$120\% \leq V$	$110\% < V < 120\%$
1	97	54	8	8	4	74	-	-	-	
2	97	50	10	8	4	72	-	-	-	
3										
4										
5	97	30	31	22	-	83	-	-	-	
6										
7										
8	97	37	21	15	5	78	-	-	-	
9										
10										
11	97	38	8	5	2	53	-	-	-	
12										
13	97	31	27	32	-	90	-	-	-	
14										
15	99	45	31	4	2	82	-	-	-	
16										
17	97	54	33	4	1	92	4			
18										
19										
20	97	40	14	11	1	66	-	-	-	
21										
22	97	46	32	5	2	85	-	-	-	
23										
24										
25	52	22	10	11	1	44	2	1		
26	97	45	26	15	6	92	-	-	-	
27	96	44	28	11	3	86	-	-	-	
28										
29										
30	100	24	29	33	-	86	-	-	-	
31										
32										
33	100	32	24	9	-	65	-	-	-	
34	100	40	16	32	1	89	-	5		
35										
36	70	7	2	1	-	10	-	1		
37										
38										
39	100	37	15	33	1	86	-	-	-	
40	56	8	7	20	-	35	-	-	-	
41	98	9	23	11	-	43	-	1		
42										
43	98	41	8	6	1	56	-	-	-	
44	97	25	13	9	-	47	-	12		
45										
46	100	36	19	2	1	58	-	-	-	
47	100	36	18	1	1	56	1			
48										
49	74	29	1	3	1	34	-	-	-	
50	98	28	5	7	-	40	-	-	-	
51	100	24	3	9	-	36	-	-	-	
52										

הדיווח ממכשיר הניטור לא נלקח בחשבון (ראה סעיף 2.3)

נספח מס' 2

מאפייני מתח (אירועים) מצטברים בשנת 2022 – לפי משך

עליות מתח				הפסקות מתח						שקיעות מתח						משתמש מס'
סה"כ	$5s < t \leq 1m$	$500ms < t \leq 5s$	$10ms \leq t \leq 500ms$	סה"כ	$1m < t \leq 3m$	$5s < t \leq 1m$	$1s < t \leq 5s$	$500ms < t \leq 1s$	$t \leq 500ms$	סה"כ	$5s < t \leq 1m$	$1s < t \leq 5s$	$500ms < t \leq 1s$	$200ms < t \leq 500ms$	$10ms \leq t \leq 200ms$	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	-	-	-	2	72	1
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	-	-	-	1	71	2
																3
																4
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83	-	-	-	1	82	5
																6
																7
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78	-	-	-	2	76	8
																9
																10
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	-	-	-	2	51	11
																12
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-	4	86	13
																14
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82	-	-	-	4	78	15
																16
-	-	-	-	4	2	2	-	-	-	92	-	-	-	14	78	17
																18
																19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	-	-	-	3	63	20
																21
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	-	3	82	22
																23
																24
1	-	-	1	2		2	-	-	-	44	-	-	-	2	42	25
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	3	89	26
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-	1	-	6	79	27
																28
																29
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	-	1	6	3	76	30
																31
																32
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	1	5	1	58	33
5	-	1	4	-	-	-	-	-	-	89	-	1	6	3	79	34
																35
1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	10	-	-	1	-	9	36
																37
																38
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	1	-	5	4	76	39
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	4	2	29	40
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	3		40	41
																42
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	-	1	3	2	50	43
12	5	3	4	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	2	45	44
																45
										58	-	1	4	2	51	46
-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	56	-	2	4	2	48	47
																48
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34	-	-	1	-	33	49
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	1	3	1	35	50
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	1	2	1	32	51
																52

הדיווח ממכשיר הניטור לא נלקח בחשבון (ראה סעיף 2.3)

נספח מס' 3

מאפייני מתח (שינויים) בשנת 2022

שינויי מתח, [%]		תדר, [Hz]		א-איזון מתחים, -E [%]	עוצמת היבהוב, Plt	סה"כ מתח Uthd, הרמוני, [%]	משתמש מס'
-10	+10	47	52	2	1	ערך מרבי	
-0.1	3.8			0.3	0.8	2	1
0.1	3.7			0.3	0.8	2	2
							3
							4
-2.2	3.6			0.6	0.7	1.9	5
							6
							7
-1.4	3.7			0.6	0.7	1.9	8
							9
							10
-1.9	5			0.4	1.3	1.9	11
							12
-0.3	4.8			0.4	0.5	1.3	13
							14
-4	3.3			0.3	0.5	1.2	15
							16
-4.5	3.3			0.4	0.7	1.4	17
							18
							19
-1.3	4.8			0.3	0.6	2.5	20
							21
-2.8	3.7			0.2	0.6	1.3	22
							23
							24
-2.6	4.1			0.3	0.4	1.3	25
-1.3	3.6			0.3	0.4	1.7	26
-1.9	3.8			0.4	0.5	1.9	27
							28
							29
-3.2	3.7			0.9	0.7	1.4	30
							31
							32
-1.3	5.1			0.5	2.9	2.8	33
-1	4.8			0.4	0.4	1.2	34
							35
-1.6	4.7			0.5	0.5	1.3	36
							37
							38
0.6	5.6			0.3	0.5	1.9	39
-3.7	3.4			0.8	0.7	1.3	40
-3.1	4			0.8	0.4	1.3	41
							42
-2.8	6.1			0.8	0.6	1.4	43
-1.9	5.3			0.7	0.6	2	44
							45
0.3	4.5			0.3	0.4	1.9	46
0.6	5.2			0.5	0.5	1.9	47
							48
0.4	4.9			0.2	0.9	2.1	49
0.1	5.2			0.8	0.5	1.7	50
0.2	5.4			0.4	0.5	1.7	51
							52
-4.5	6.1	49.6	50.2	0.9	2.9	2.8	ערך מרבי

xx ערך שחרג מהמותר
 הדיווח ממכשיר הניטור לא נלקח בחשבון (ראה סעיף 2.3)

נספח מס' 4

ערכים מרביים של סה"כ עיוות הרמוני בזרם (TDD) בשנת 2022

שבועי, אחוזון 95 (10 דקות), [%]			שבועי, אחוזון 99 (10 דקות), [%]			יומי, אחוזון 99 (3 שניות), [%]			משתמש מס'
M/S	דרישת תקן - S	ערך מרבי - M	M/S	דרישת תקן - S	ערך מרבי - M	M/S	דרישת תקן - S	ערך מרבי - M	
									3
									23
									24
									29
67	2.5	1.68	50	3.75	1.89	45	5	2.27	30
									31
									32
96	2.5	2.4	82	3.75	3.07	63	5	3.16	33
80	2.5	1.99	55	3.75	2.08	44	5	2.22	34
									35
38	7.5	2.85	29	11.25	3.3	22	15	3.34	36
									37
									38
24	2.5	0.6	73	3.75	2.72	15	5	0.76	39
24	2.5	0.6	21	3.75	0.79	62	5	3.1	40
22	2.5	0.54	17	3.75	0.65	65	5	3.25	41
									42
80	2.5	2	56	3.75	2.09	42	5	2.12	43
39	2.5	0.98	30	3.75	1.13	44	5	2.22	44
									45
100	7.5	7.5	45	11.25	8.07	57	15	8.51	46
40	7.5	3.02	45	11.25	3.09	21	15	3.11	47
									48
57	10	4.95	36	15	5.46	29	20	5.8	49
57	2.5	0.94	28	3.75	1.05	22	5	1.08	50
57	2.5	0.66	21	3.75	0.8	17	5	0.87	51
									52
100			82			65			ערך מרבי

הדיווח ממכשיר הניטור לא נלקח בחשבון (ראה סעיף 2.3)