

עסקי - שמור

תכנון, פיתוח וטכנולוגיה
חדשנות וניטור



מחלקת פיתוח וניטור המערכת

פעילות הברקים בישראל - דו"ח שנתי לתקופה 06/2025-07/2024 -

דו"ח מס' 58 - RL



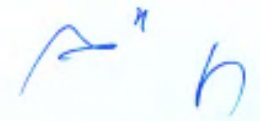
אוקטובר 2025

מחלקת פיתוח וניטור המערכת

פעילות הברקים בישראל
- דו"ח שנתי לתקופה 06/2025-07/2024 -

דו"ח מס' 58 - RL

מטפל: ח. לרמן



בודק: ל. כהן



מאשר: א. יגר



תוכן העניינים

1.....	תוכן העניינים	
2.....	תקציר	1
4.....	מבוא	2
4.....	המערכת לאיתור ורישום ברקים	2.1
4.....	אבני דרך	2.2
4.....	מאפייני ברקים	2.3
4.....	נתוני ברקים	2.4
5.....	פעילות ברקים בתקופה 07/2024-06/2025	
6.....	מאפייני פעילות הברקים	3
6.....	מאפיינים סטטיסטיים	3.1
6.....	התפלגות לפי זרם וקוטביות	3.2
7.....	התפלגות חודשית	3.3
7.....	התפלגות הברקים לפי שעה וקוטביות	3.4
9.....	ימי פעילות ברקים חריגה	3.5
10.....	התפלגות לוג-נורמלית של מאפייני הברקים	4
11.....	מאפיינים סטטיסטיים של ההתפרקויות (זרם וזמנים)	4.1
15.....	מספר ברקים במקבץ	4.2
15.....	התפלגות מספר הגלאים המשתתפים בגילוי הברקים	4.3
17.....	צפיפות ברקים שנתית	5
22.....	פעילות ברקים רב-שנתית (2016-2025)	
23.....	נתונים רב-שנתיים	6
26.....	התפלגות לוג-נורמלית רב-שנתית של מאפייני הברקים	7
28.....	נתונים סטטיסטיים לפי חודש	7.1
29.....	המאפיינים הסטטיסטיים של התפרקויות רב-שנתיות (זרם וזמן)	7.2
30.....	צפיפות ברקים רב-שנתית	8
36.....	פעילות ברקים בהשוואה לעונת הגשמים	9
36.....	סיכום והמלצות	10
37.....	כללי	10.1
37.....	עונת הברקים הנוכחית (07/2024-06/2025)	10.2
37.....	ניתוח רב-שנתי	10.3
38.....	סימוכין	11

1 תקציר

בדו"ח זה מוצגים נתוני הברקים שפגעו בשטח היבשתי של מדינת ישראל ונרשמו במערכת לאיתור ורישום ברקים בעונת הברקים הנוכחית, 07/2024-06/2025, ונתונים מצטברים רב-שנתיים (2016-2025):

- מאפיינים סטטיסטיים של הברקים הנפרקים לאדמה לפי זמן, קוטביות ועוצמת שיא הזרם.
- התפלגות של מאפייני הברקים.
- דיווח על פעילות ברקים חריגה ביחס לממוצע הרב-שנתי.
- צפיפות ברקים שנתית ורב-שנתית.

להלן הממצאים וההמלצות:

1. נרשמו 7,454 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל, מתוכן 6,614 התפרקויות שליליות ו-840 התפרקויות חיוביות.
2. המאפיינים הסטטיסטיים של עוצמת הזרם החשמלי בתקופה זו הינם:
 - של כלל פעילות הברקים - הממוצע 18.5 ק"א, החציון 10.7 ק"א וסטיית התקן 0.96;
 - של ברקים שליליים - הממוצע 14.6 ק"א, החציון 9.4 ק"א וסטיית התקן 0.87;
 - של ברקים חיוביים - הממוצע 49.5 ק"א, החציון 37 ק"א וסטיית התקן 0.59;
3. התפלגויות עוצמת זרם הברקים אשר נקלטו במערכת תואמת להתפלגות לוג-נורמלית המומלצת בספרות על סמך מדידות ישירות של זרם הברק. ההתאמה מעידה על אמינות נתוני המערכת ומשקפת שיפור בתפקוד המערכת הודות לשדרוגה.
4. מסתמן שינוי בהתפלגות החודשית של פעילות הברקים. בעבר, בחודש אוקטובר נרשמה כ-20% מפעילות הברקים העונתית, אך בשנים האחרונות פעילות הברקים בחודש זה נמוכה מ-10%, והשנה לא נרשמה פעילות ברקים כלל.
5. ב-12 ימים התרחשה פעילות ברקים חריגה של מעל 200% ביחס לממוצע הרב-שנתי החודשי היומי.
6. פעילות הברקים בעונת הברקים הייתה דלה מאד ביחס לנתונים הרב שנתיים, עם אחוז ביחס לממוצע הרב שנתי. נתוני פעילות הברקים אשר נקלטו תאומים לנתונים אשר פורסמו בדוח "סיכום עונת הגשם -2024-2025 של השירות המטאורולוגי.

רשימת תרשימים

6 תרשים 1 התפלגות עוצמת זרם וקוטביות בשטח היבשתי של מדינת ישראל

7 תרשים 2 התפלגות חודשית של הברקים

8 תרשים 3 התפלגות היומית של הברקים

10 תרשים 4 התפלגות לוג-נורמאלית המצטברת של זרמי כל הברקים (באדום) ועקומת הקירוב

11 תרשים 5 התפלגות לוג-נורמאלית המצטברת של זרמי הברקים השלייליים (באדום) ועקומת הקירוב

12 תרשים 6 התפלגות זרמי ההתפרקויות השליליות (באדום) ועקומת הקירוב לאחר הסינון

13 תרשים 7 התפלגות זרמי התפרקויות השליליות הראשונות (באדום) ועקומת הקירוב לאחר הסינון

14 תרשים 8 התפלגות זרמי גל הראשונות השליליות (בכחול) וגלים עוקבים (באדום) מול עקומות מהספרות

15 תרשים 9 התפלגות מספר הברקים הבודדים במקבץ

16 תרשים 10 התפלגות מספר הגלים שדיווחו על ברקים

17 תרשים 11 מפת צפיפות ברקים לעונת ברקים 2024-2025

18 תרשים 12 מפת צפיפות ברקים באזור הצפון

19 תרשים 13 מפת צפיפות ברקים באזור המרכז

20 תרשים 14 מפת צפיפות ברקים באזור הדרום

21 תרשים 15 מפת צפיפות ברקים באזור הנגב הדרומי

23 תרשים 16 התפלגות רב שנתית הברקים לפי עוצמת זרם וקוטביות

24 תרשים 17 התפלגות עונתית של פעילות הברקים

24 תרשים 18 התפלגות החודשית הרב שנתית של פעילות הברקים

25 תרשים 19 התפלגות היומית הרב שנתית באחוזים של פעילות הברקים

26 תרשים 20 התפלגות המצטברת רב שנתית כל הברקים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)

27 תרשים 21 התפלגות המצטברת רב שנתית הברקים השלייליים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)

29 תרשים 22 התפלגות המצטברת רב שנתית הברקים השלייליים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)

30 תרשים 23 מפת צפיפות ברקים רב-שנתי

31 תרשים 24 מפת צפיפות ברקים רב-שנתית באזור הצפון

32 תרשים 25 מפת צפיפות ברקים באזור המרכז

33 תרשים 26 מפת צפיפות ברקים באזור הדרום

34 תרשים 27 מפת צפיפות ברקים באזור הנגב הדרומי

35 תרשים 28 מפה איזוקראונית רב-שנתית [ברקים לקמ"ר לשנה]

36 תרשים 29 עונת הגשם באחוזים לממוצע הרב שנתי (ימין) [16] מול עונת הברקים (שמאל) 2024-2025

רשימת טבלאות

6 טבלה 1 המאפיינים הסטטיסטיים של פעילות הברקים בשטח היבשתי של מדינת ישראל

7 טבלה 2 נתוני ברקים בעונה 2024-2025

9 טבלה 3 פעילות ברקים חריגה לפי ממוצע יומי וחודשי רב שנתי

11 טבלה 4 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברק

12 טבלה 5 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברק מול ערכים בספרות

14 טבלה 6 מאפיינים סטטיסטיים של זמן עליית הגל

23 טבלה 7 המאפיינים הסטטיסטיים של הברקים בתחום מדינת ישראל בשנים 07/2016-06/2025

28 טבלה 8 פרמטרים שונים לפי חודש

29 טבלה 9 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברקים

29 טבלה 10 מאפיינים סטטיסטיים של זמן עליית הגל

2 מבוא

2.1 המערכת לאיתור ורישום ברקים

איתור ורישום ברקים מתבצע באופן רציף ע"י מערכת ברקים, אשר מופעלת ומתוחזקת על-ידי מחלקת פיתוח וניטור המערכת באגף תפ"ט. המערכת מאתרת ורושמת בזמן אמת את פעילות הברקים המתרחשת בשטח היבשתי של מדינת ישראל והסביבה, עד למרחק של כ- 500 ק"מ. המערכת כוללת 12 גלאי ברקים ויחידה מרכזית. הגלאים קולטים אירועים של פעימות אלקטרומגנטיות בסביבתם, שמקורם פגיעות ברק, ומעבירים את המידע ליחידה המרכזית. היחידה המרכזית כוללת שרת לעיבוד נתונים ושרת נוסף לטיפול בבסיס הנתונים. תפקידה, להצליב ולאמת את המידע שמתקבל מכל גלאי ולשמור את האירועים שסווגו כפגיעות ברק בבסיס הנתונים.

2.2 אבני דרך

- בשנת 1994 נרכשה והופעלה לראשונה מערכת עם 5 גלאים.
- בשנת 2000 שודרגה המערכת למערכת חדשה, "APA 2000".
- ב- 11/2006 שודרגה המערכת למערכת "APA 8000".
- בנובמבר-דצמבר 2016 הוכנסו לפעולה יחידה מרכזית חדשה מסוג "TLP 1.4.1" ושרת בסיס נתונים TLD100.
- בנובמבר 2022 הותקנו בנגה יחידה מרכזית חדשה מסוג "TLP 1.7.2" ושרת בסיס נתונים. כמו כן, שודרגה תוכנת ה-FALLS לגרסה 5.3.6.
- ב- 07/2023 בוצע כיוול ראשון למערכת החדשה.
- ב- 09/2024 בוצע כיוול שני למערכת.

2.3 מאפייני ברקים

ברק נוצר מהתפרקות אלקטרוסטטית של מטענים חשמליים בעלי קוטביות מנוגדות בסביבות עננות מסוימות. התפרקות אלו יכולות להתרחש בתוך ענן (*inter cloud*) או בין ענן לענן (*cloud to cloud*) או בין ענן לאדמה (*cloud to ground*). הניתוחים הסטטיסטיים בדו"ח זה עוסקים בפעילות הברקים שבין ענן לאדמה בלבד. ברק יכול להופיע כברק בודד (*stroke*) וכמקבץ ברקים (*flash*), שיוך לפי מיקום וזמן. במערכת לאיתור ורישום ברקים כל התפרקות חשמלית בין ענן לאדמה נרשמת כברק בודד, בנוסף ניתן לשייך ברקים למקצבים בשרת. התפלגות פרמטרים של הברקים, כמו רוב התופעות בטבע, היא התפלגות לוג-נורמאלית. נרמול ההתפלגות מתבצע ע"י פונקציות הסתברות מקורבת. תקן IEC 62305-1 [9] נותן את הערכים של מאפייני הברק לפי עוצמת ההתפרקות. פונקציית הסתברות מקורבת שמומלצת ע"י CIGRE, [4], [5], [6], [14] היא:

$$P_c(I) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{u_0}^{\infty} e^{-u^2} du = 0.5 \times \operatorname{erfc}(u)$$

כאשר $I, u = \left(\frac{\ln I - \ln I_m}{\sigma_{\ln I} \times \sqrt{2}} \right)$ הוא הזרם I_m, kA הינו החציון, $\sigma_{\ln I}$ היא סטיית התקן של לוגריתם הטבעי של הזרם ו-*erfc* היא פונקציית השגיאה המשלימה.

2.4 נתוני ברקים

- דו"ח זה מוצגים נתוני הברקים שנרשמו בשטח היבשתי של מדינת ישראל בתקופות הבאות:
1. בעונת הברקים הנוכחית, 07/2024-06/2025
 2. ממוצעים רב-שנתיים לתקופה 7/2016-6/2025.

פעילות ברקים בתקופה 07/2024-06/2025

3 מאפייני פעילות הברקים

3.1 מאפיינים סטטיסטיים

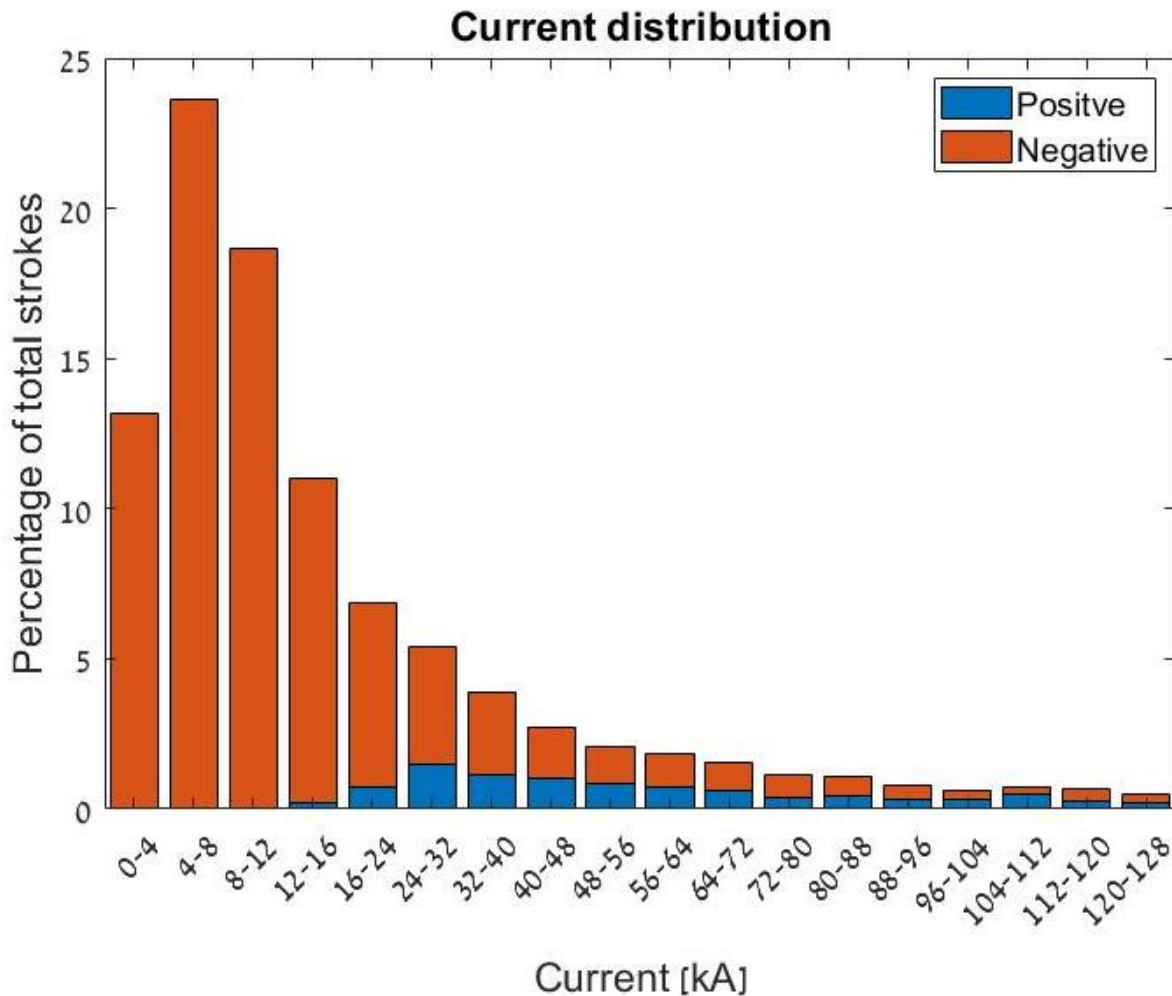
בטבלה 1 מובאים המאפיינים הסטטיסטיים העיקריים של כלל פעילות הברקים לאדמה אשר נרשמו במערכת בשטח היבשתי של מדינת ישראל.

טבלה 1 המאפיינים הסטטיסטיים של פעילות הברקים בשטח היבשתי של מדינת ישראל

מאפייני הברקים	כל הברקים	ברקים שליליים	ברקים חיוביים
מס' הברקים	7,454	6,614	840
ממוצע זרמי הברקים [kA] I_{mean}	18.5	-14.6	49.5
חציון זרמי הברקים [kA] I_{median}	10.7	-9.4	37
סטיית התקן $\sigma_{ln I}$	0.96	0.87	0.59
זרם מרבי [kA]	321	-217	321

3.2 התפלגות לפי זרם וקוטביות

תרשים 1 מציג את התפלגות זרמי הברקים, חיוביים ושליליים, בשטח היבשתי של מדינת ישראל.



תרשים 1 התפלגות עוצמת זרם וקוטביות בשטח היבשתי של מדינת ישראל

3.3 התפלגות חודשית

בטבלה 2 מוצגים הפרמטרים הבאים:

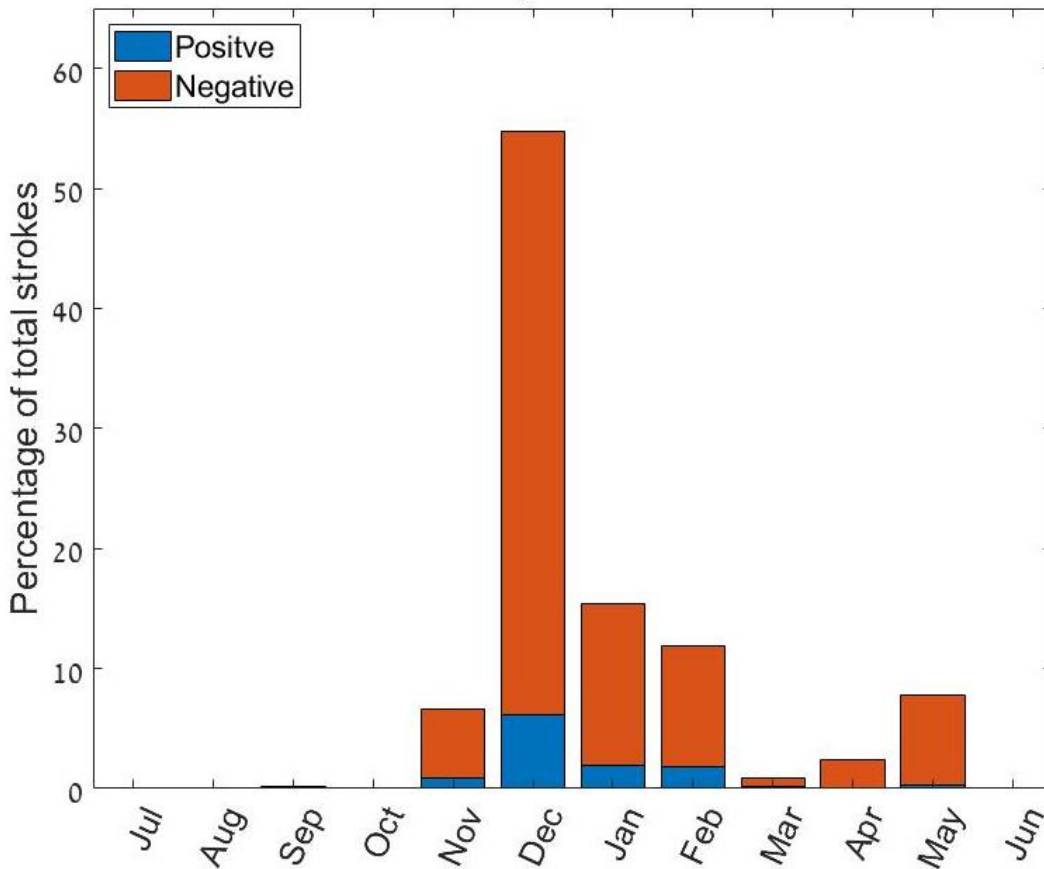
1. המספר החודשי של פגיעות ברקים,
2. אחוז ביחס לממוצע החודשי הרב-שנתי (באדום = חודשים בהם נרשמה פעילות ברקים מעל הממוצע),
3. צפיפות ברקים [ברק/קמ"ר] חודשית.

טבלה 2 נתוני ברקים בעונה 2024-2025

חודש	מספר ברקים	אחוז ביחס לממוצע רב שנתי	צפיפות ברקים
07/24	0	0	0.00
08/24	4	94	0.00
09/24	13	106	0.00
10/24	0	0	0.00
11/24	495	15	0.02
12/24	4083	108	0.15
01/25	1152	57	0.04
02/25	882	45	0.03
03/25	68	3	0.00
04/25	179	5	0.01
05/25	578	77	0.02
06/25	0	0	0.00
סה"כ	7454	38	0.27

בתרשים 2 מוצגת התפלגות הברקים החודשית עבור חורף 2024-2025 ביחס לכמות כוללת של ברקים עבור העונה, באחוזים.

Monthly distribution

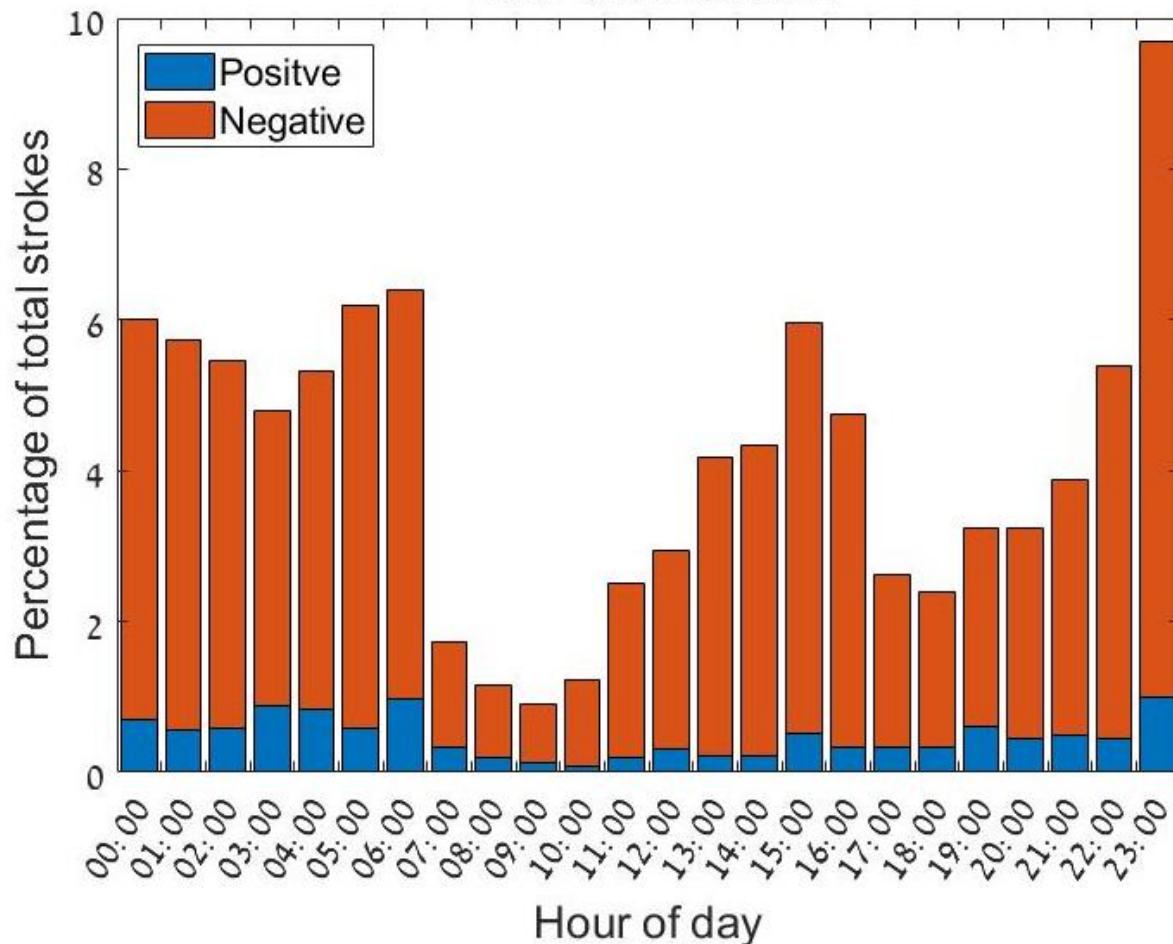


תרשים 2 התפלגות חודשית של הברקים

3.4 התפלגות הברקים לפי שעה וקוטביות

בתרשים 3 מוצגות ההתפלגויות היומיות של הברקים.

Hour distribution



תרשים 3 התפלגות היומית של הברקים

3.5 ימי פעילות ברקים חריגה

על מנת לשקף חריגות בפעילות ברקים, נקבעו שני מדדים :

1. מדד ממוצע רב-שנתי יומי – מספר ממוצע של ברקים ליום בעונת הברקים
2. מדד ממוצע רב-שנתי יומי חודשי - מספר ממוצע של ברקים לחודש (מחושב לכל חודש בנפרד)

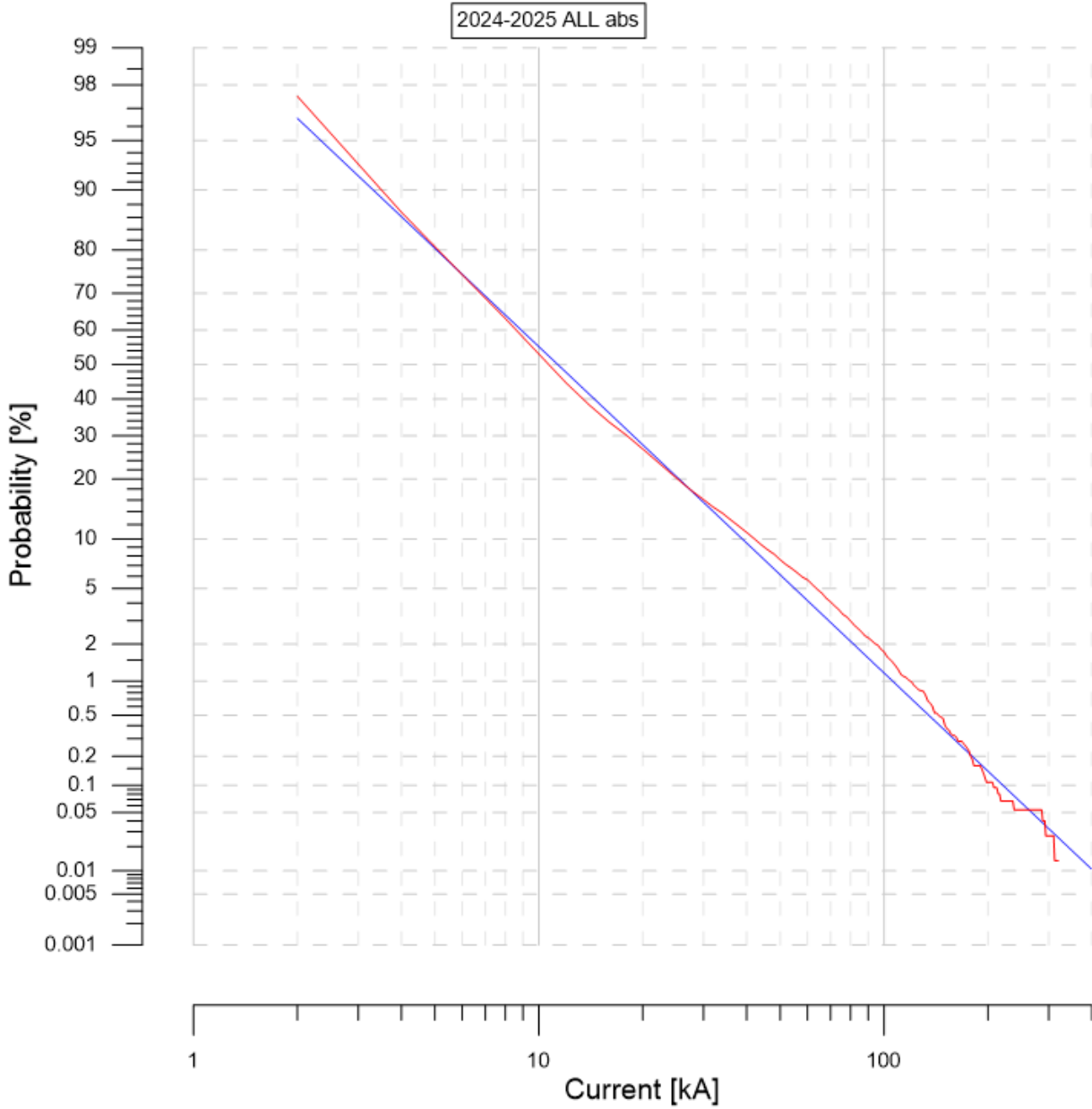
הממוצעים הרב-שנתיים מחושבים ומעודכנים אחת לשנה והם מתייחסים לתקופה החל מתחילת החורף בשנת 2016 ועד לעונת הברקים 2024-2025, כולל. בטבלה 3 להלן מוצגים תאריכים בהם נרשמה פעילות ברקים חריגה, מעל 200% מהממוצע היומי הרב-שנתי (חושב לפי 123 פגיעות ברק ליום בעונה) או מעל 200% מהממוצע היומי החודשי בהתאמה. בסה"כ נרשמו 46 ימים עם פעילות ברקים לאדמה בשטח היבשתי של מדינת ישראל. הערה - צומצמו ימים עם פחות מ-3 פגיעות ברק ליום.

טבלה 3 פעילות ברקים חריגה לפי ממוצע יומי וחודשי רב שנתי

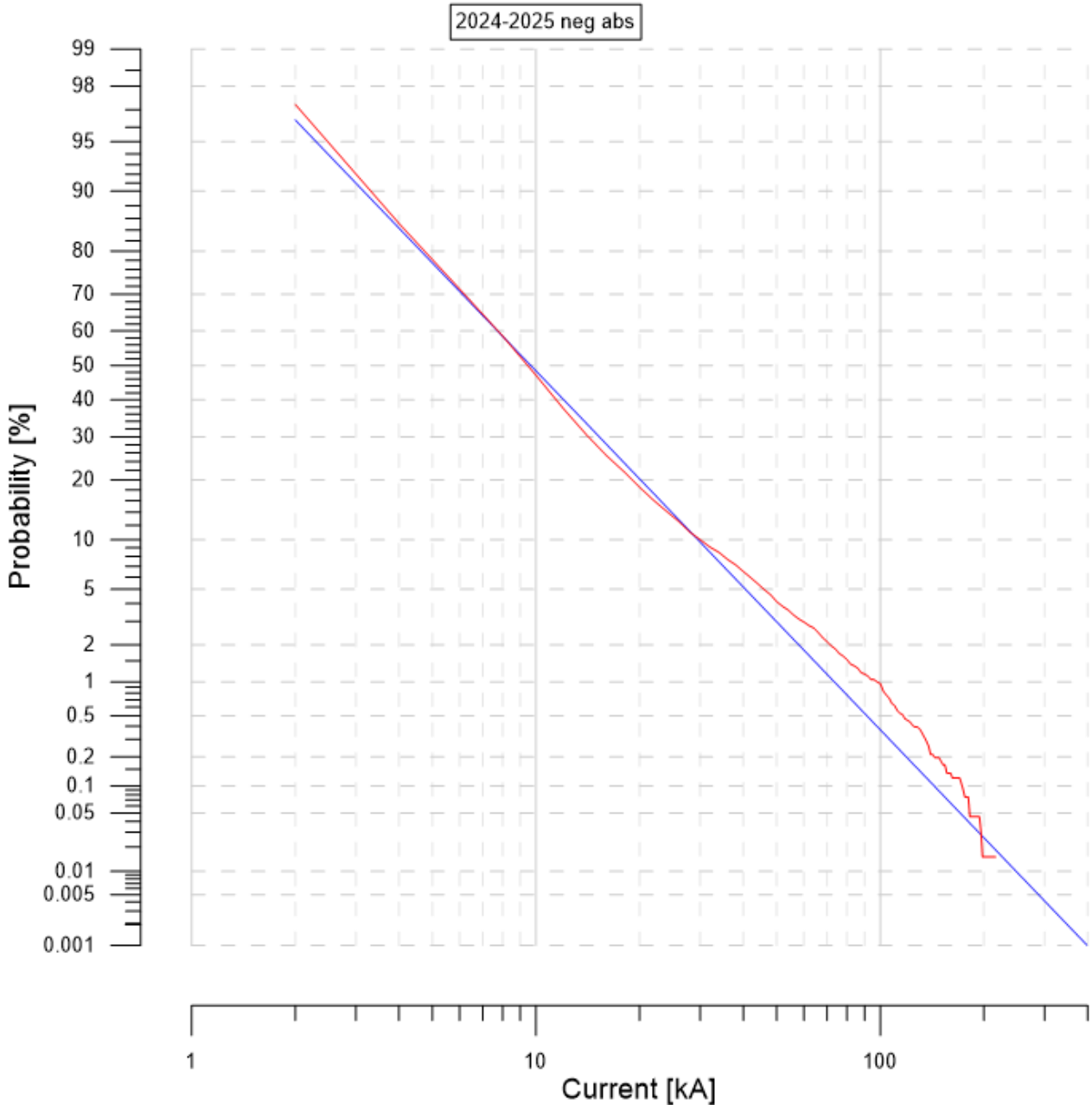
מספר	תאריך	מספר ברקים	היחס בין מספר לממוצע יומי חודשי רב שנתי, [%]	היחס בין מספר לממוצע יומי רב שנתי, [%]
1	31/12/2024	1012	836	823
2	20/12/2024	759	627	617
3	30/12/2024	687	568	559
4	28/12/2024	663	548	539
5	10/01/2025	592	844	481
6	11/01/2025	483	688	393
7	27/12/2024	458	379	372
8	04/05/2025	432	1721	351
9	05/02/2025	342	451	278
10	16/02/2025	326	430	265
11	29/12/2024	297	245	241
12	15/05/2025	55	219	45

4 התפלגות לוג-נורמלית של מאפייני הברקים

בפרק זה מוצגים גרפים של התפלגות לוג-נורמלית של נתוני הברקים אשר נקלטו במערכת במטרה לבחון אם הנתונים מתפלגים בהתאם לנתוני הספרות. בתרשים 4 ו-5 מוצגות התפלגויות הלוג-נורמל המצטברות של עוצמת זרמי הברקים והקירוב של ההסתברות המחושבת לפי הנוסחה (i), בהתאמה.



תרשים 4 התפלגות לוג-נורמלית המצטברת של זרמי כל הברקים (באדום) ועקומת הקירוב



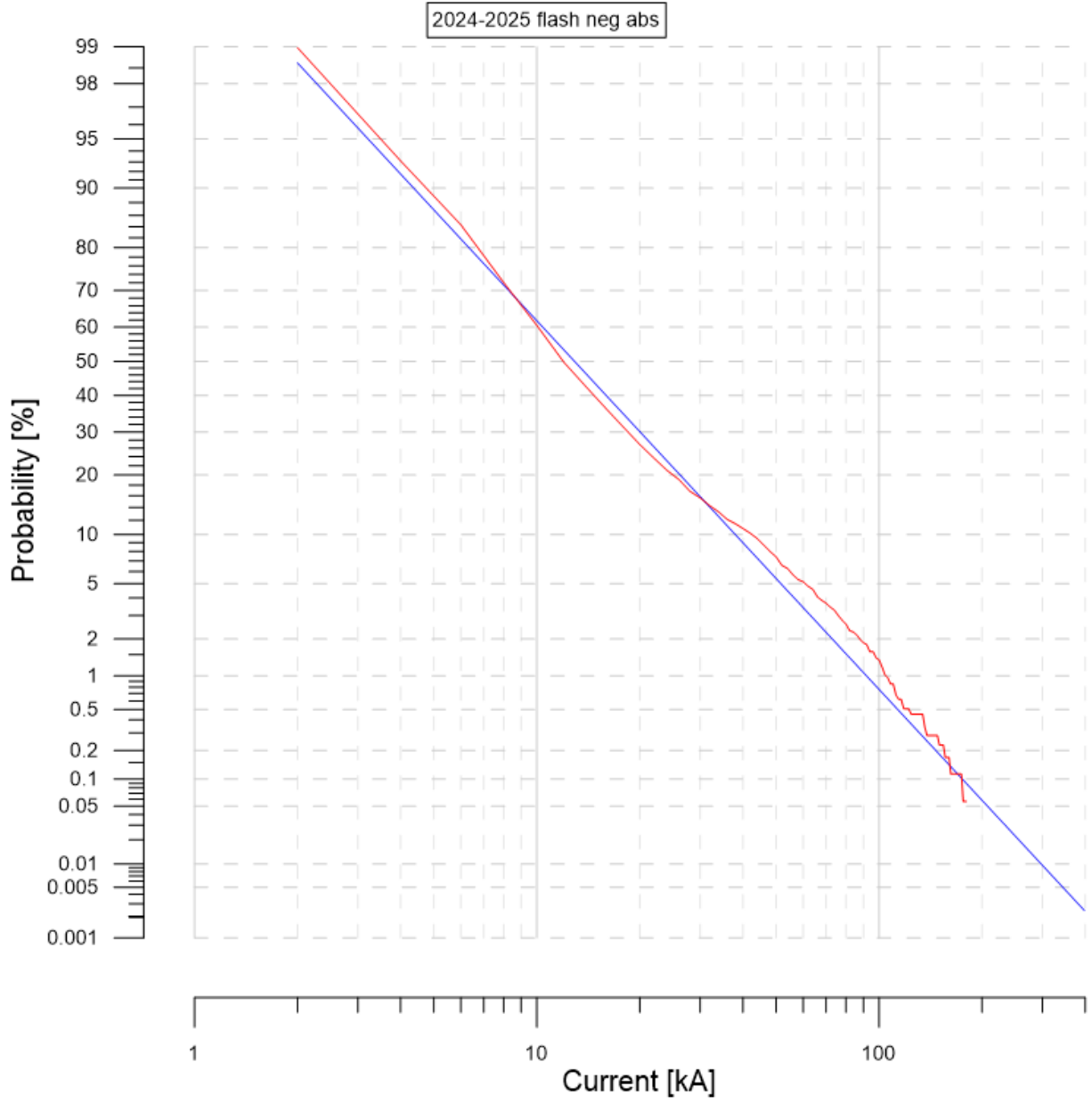
תרשים 5 התפלגות לוג-נורמאלית המצטברת של זרמי הברקים השליליים (באדום) ועקומת הקירוב

4.1 מאפיינים סטטיסטיים של ההתפרקות (זרם וזמנים)

בוצע סינון של הנתונים אשר נקלטו ונרשמו במערכת לפי מקבצי ברקים בעלי התפרקות שלילית בלבד וגל ראשון חזק יותר מהגלים העוקבים. בטבלה 4 מוצגים המאפיינים של זרמי הברקים במקצים לפי גל ראשון וגלים עוקבים.

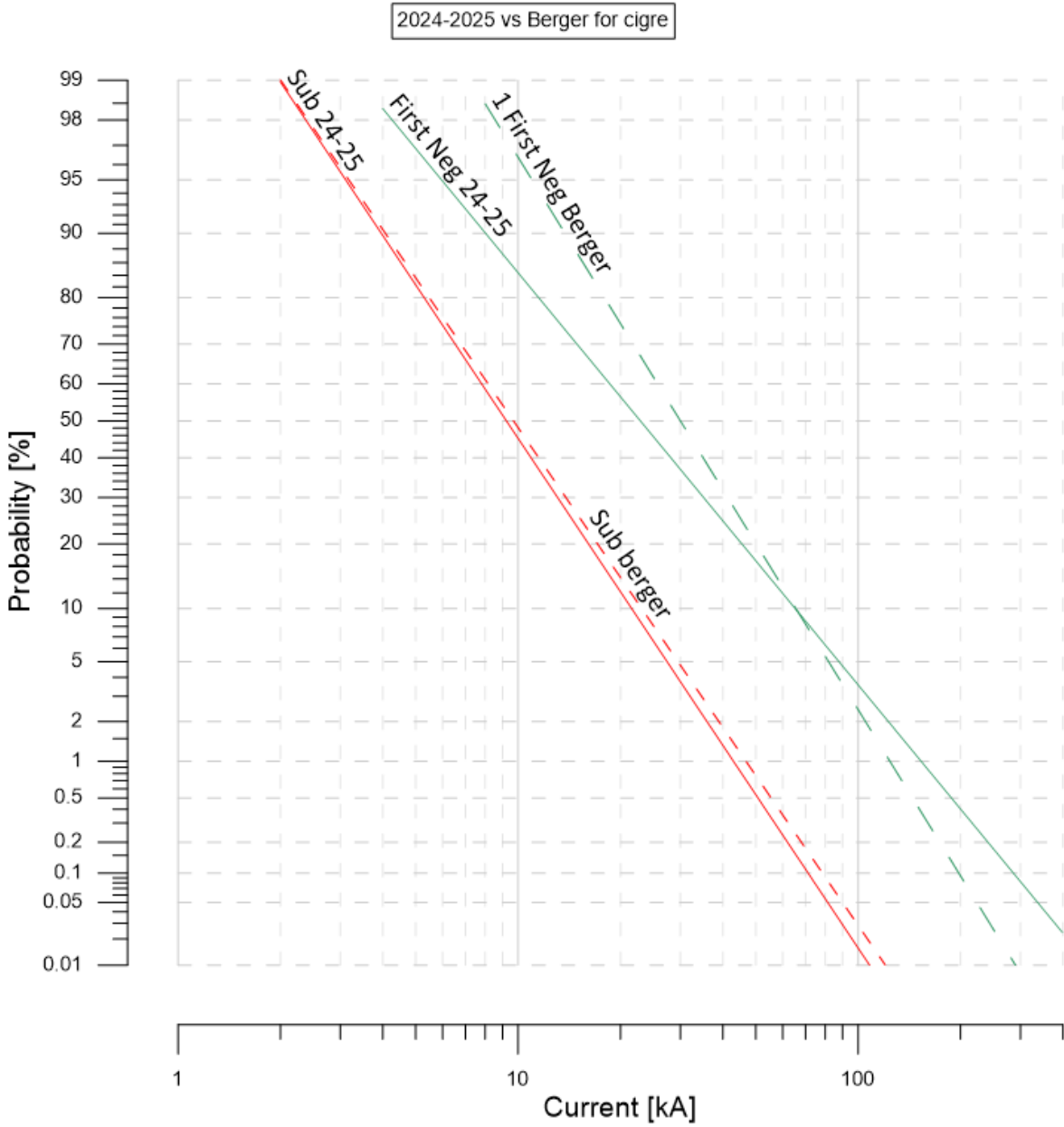
טבלה 4 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברק

עוצמת זרם הברק, [kA]	מאפיינים	סוג ההתפרקות
-21.8	Median - חציון	גל ראשון שלילי First stroke
-31.7	Average - ממוצע	
0.81	Stdv - סטיית תקן	
648	מס' התפרקויות	
-9.4	Median - חציון	גלים עוקבים Subsequent strokes
-11.4	Average - ממוצע	
0.66	Stdv - סטיית תקן	
1118	מס' התפרקויות	

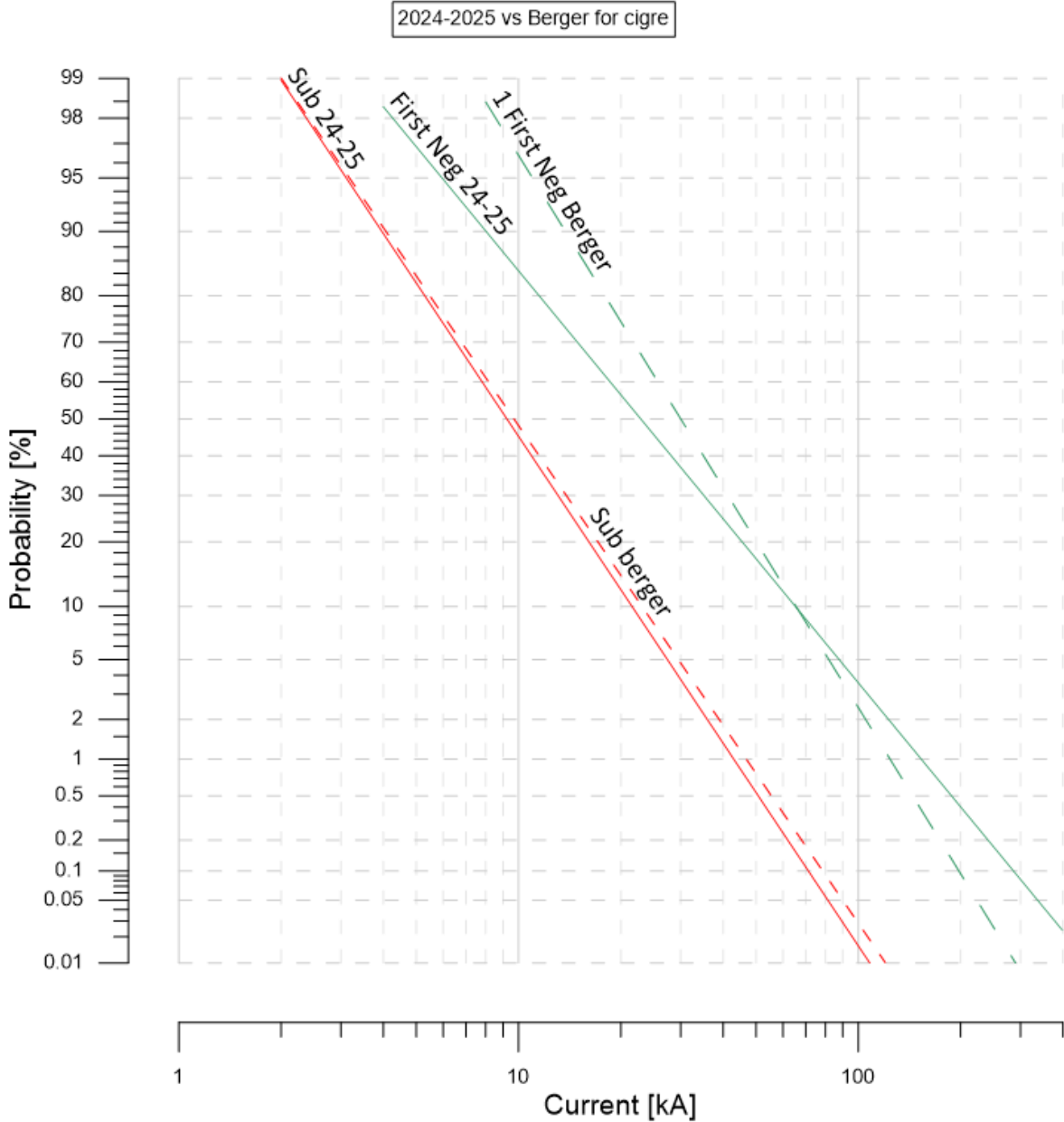


עסקי - שמור

תרשים 6 ו-7 מוצגת התפלגות הלוג-נורמלית של כל ההתפרקויות השליליות במקבצי הברקים וההתפרקויות הראשונות, השליליות, כולל עקומות הקירוב. ב



תרשים 8 מוצגת עקומות הקירוב של התפלגויות הזרם של התפרקויות הראשונות ועוקבות מול העקומות מהספרות [14].

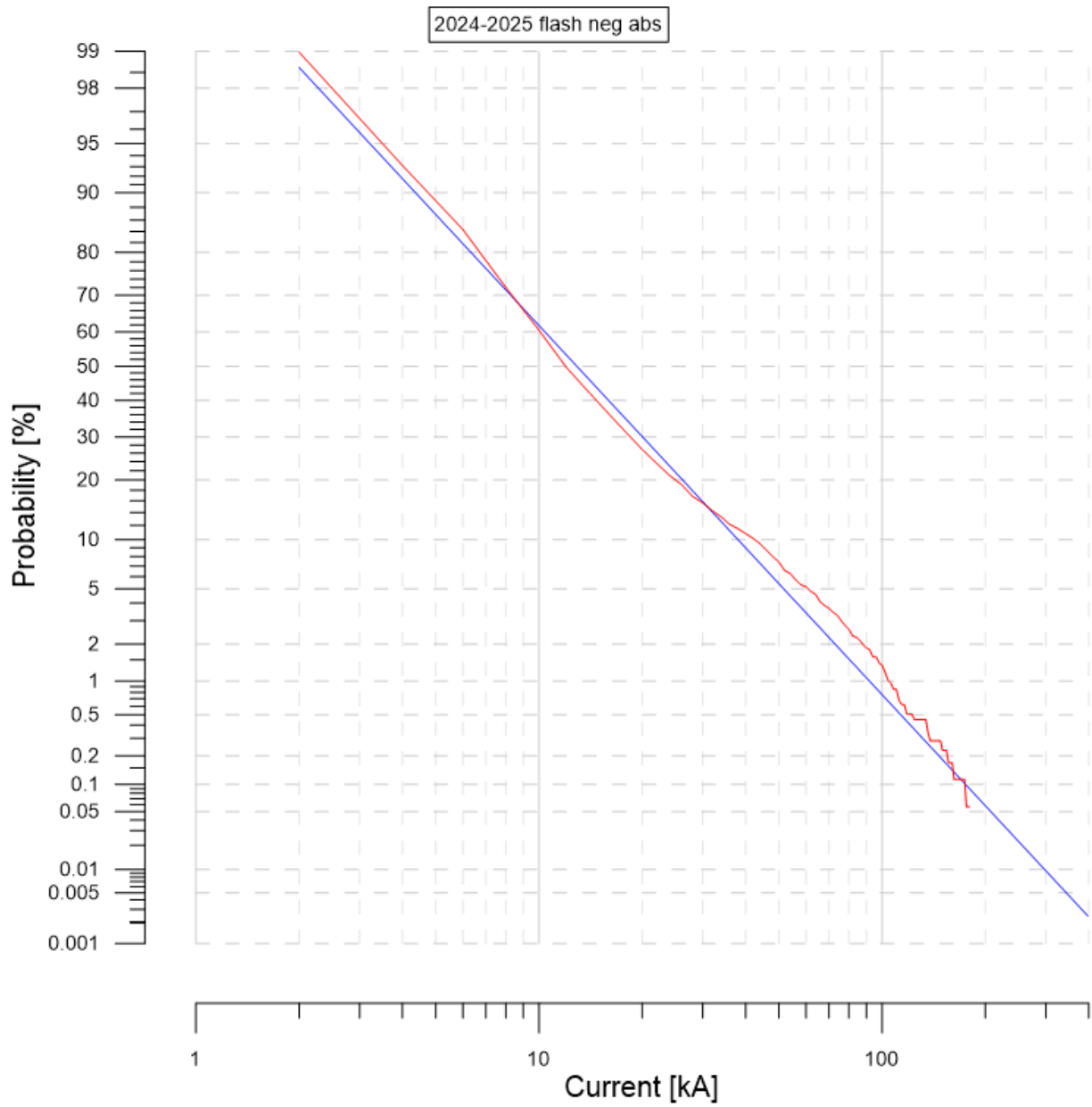


תרשים 8 התאמה טובה להתפרקויות הראשונות וסטייה גדולה יותר להתפרקויות העוקבות. לפי תוצאות של ניתוח סטטיסטי, התפלגות עוצמת זרם הברקים אשר נקלטו במערכת תואמת להתפלגות לוג-נורמלית המומלצת בספרות על סמך מדידות ישירות של זרם הברק. ההתאמה מעידה על אמינות נתוני המערכת. בטבלה 5 להלן ניתן לראות שהתאמה של הפרמטרים של ההתפלגות של עוצמת זרם הברקים השלייים שנקלטו בתקופת הדו"ח לנתוני הספרות [14] טובה יותר מאשר של הנתונים הרב-שנתיים. הדבר משקף שיפור בתפקוד המערכת שחל הודות לשדרוגה.

טבלה 5 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברק מול ערכים בספרות

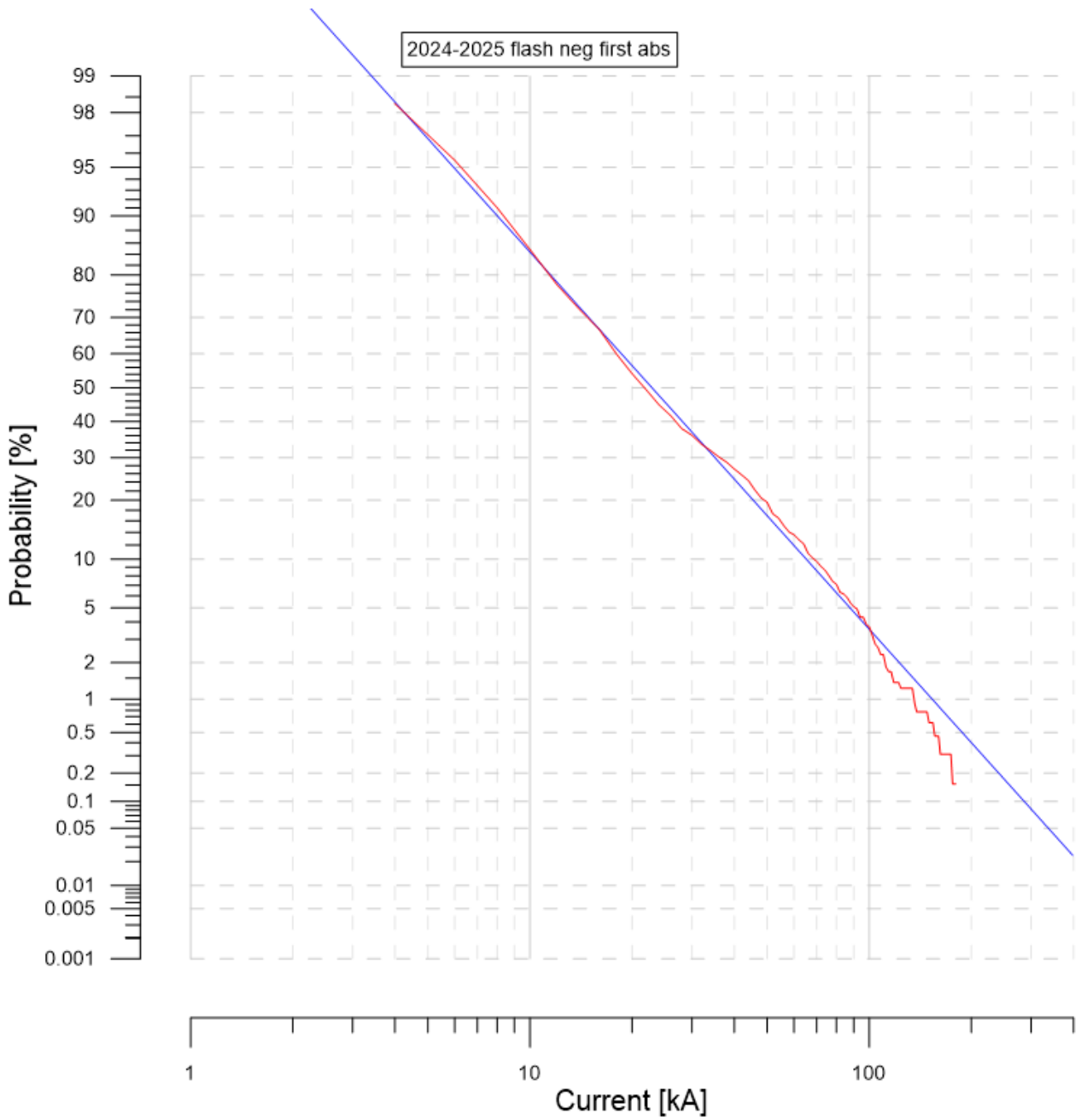
ספרות	הרב-שנתית	בתקופת הדו"ח	פרמטר	סוג ההתפרקות
31.1	22.9	21.8	חציון [kA]	גל ראשון First stroke
0.46	0.42	0.81	סטיית תקן	
12.3	20.4	9.4	חציון [kA]	גלים עוקבים Subsequent strokes
0.53	0.38	0.66	סטיית תקן	

עסקי - שמור

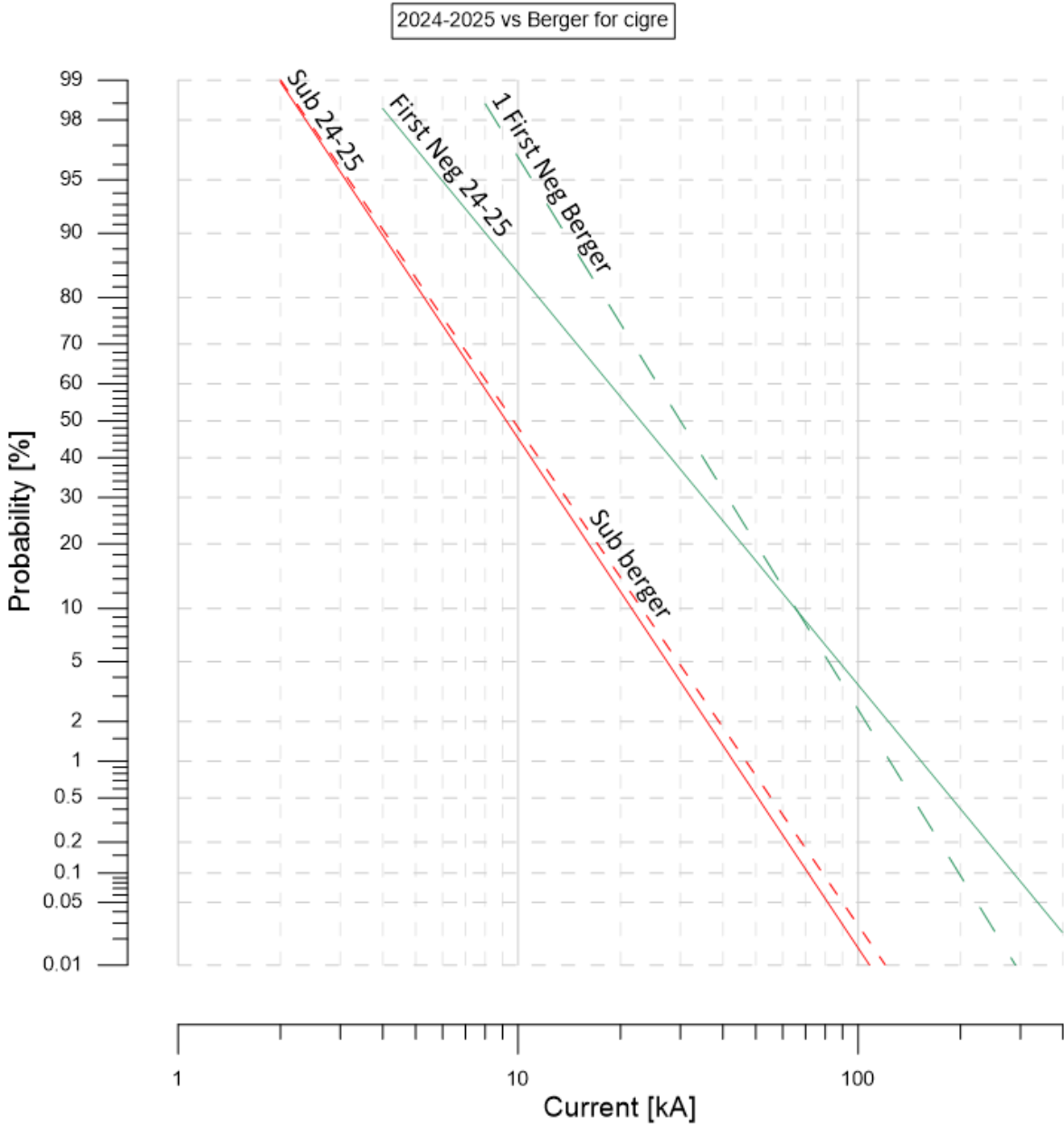


תרשים 6 התפלגות זרמי ההתפרקויות השליליות (באדום) ועקומת הקירוב לאחר הסינון

עסקי - שמור



תרשים 7 התפלגות זרמי התפרקויות השליליות הראשונות (באדום) ועקומת הקירוב לאחר הסינון



תרשים 8 התפלגות זרמי גל הראשונות השליליות (בכחול) וגלים עוקבים (באדום) מול עקומות מהספרות

ב

טבלה 6 מוצגים המאפיינים של זמן עליית ודעיכת הגל של הברקים לפי גל ראשון וגלים עוקבים.

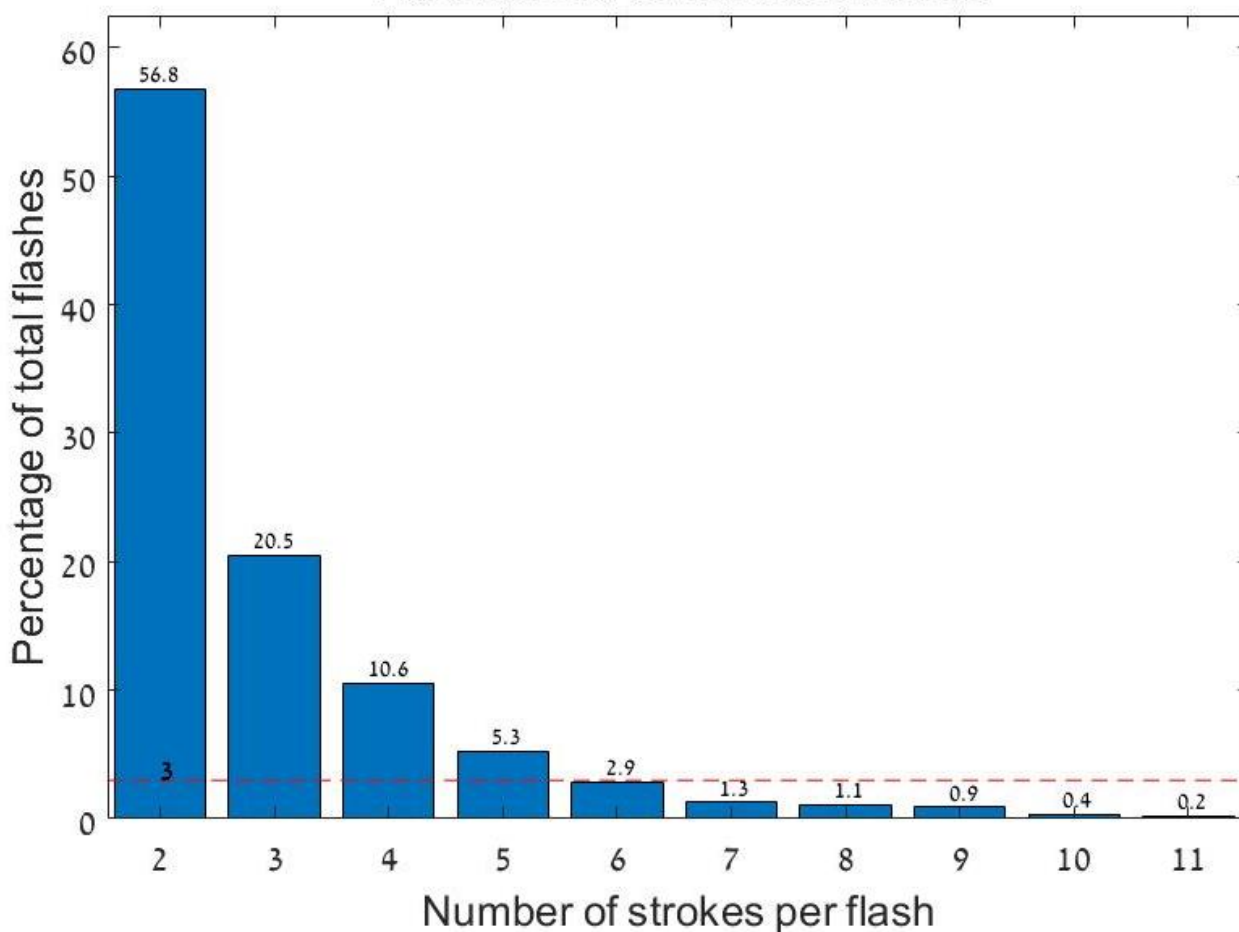
טבלה 6 מאפיינים סטטיסטיים של זמן עליית הגל

זמן דעיכת הגל [μsec]	זמן עליית הגל [μsec]	מאפיינים	סוג ההתפרקות
21.8	6.4	חציון - Median	גל ראשון שלילי First stroke
23.4	5.1	ממוצע - Average	
0.62	0.69	סטיית תקן - Stdv	
19.2	2.9	חציון - Median	גלים עוקבים Subsequent strokes
18.8	2.2	ממוצע - Average	
0.47	0.57	סטיית תקן - Stdv	

4.2 מספר ברקים במקבץ

בתרשים 9 מוצגת ההתפלגות של מספר הברקים הבודדים במקבץ, עד 11 פגיעות ברק למקבץ. נרשם מקבץ עם 15 פגיעות ברק בעונה 24-25. יצוין כי נרשמו 1,326 מקבצי ברק עם 3,910 פגיעות ברק.

Flash stroke count distribution

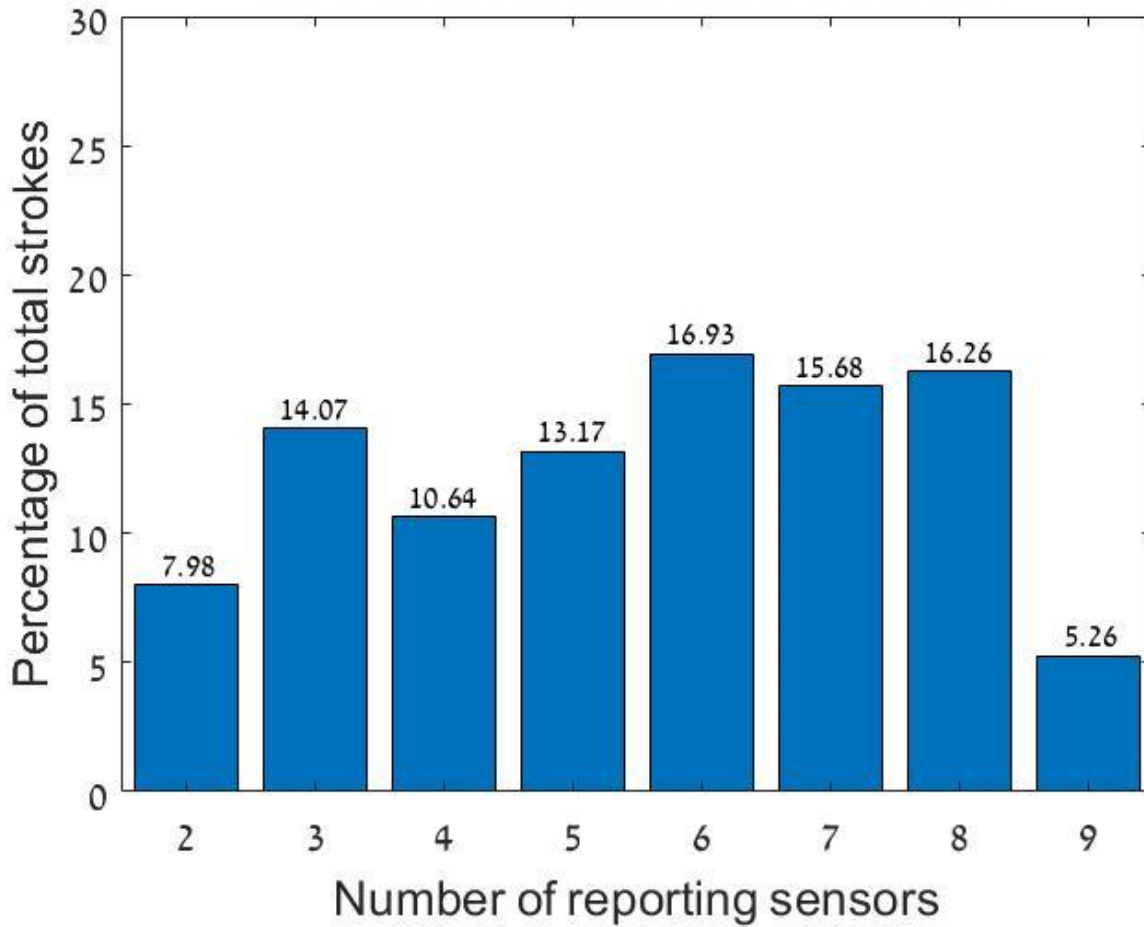


תרשים 9 התפלגות מספר הברקים הבודדים במקבץ

4.3 התפלגות מספר הגלאים המשתתפים בגילוי הברקים

הקריטריון ליעילות הקליטה הוא מספר הגלאים אשר השתתפו באיתור ברקים: ככל שמספר הגלאים המשתתפים באיתור גדל – יעילות הקליטה גבוהה יותר. בתרשים 10 מובא מספר הגלאים המדווחים על אותה התפרקות בין ענן לאדמה. ניתן לראות שמספר הגלאים שהשתתפו באיתור רוב הברקים היה 6-8 מתוך 10 הגלאים הפעילים במערכת, מדובר בשיפור ביחס לנתון של שנה שעברה.

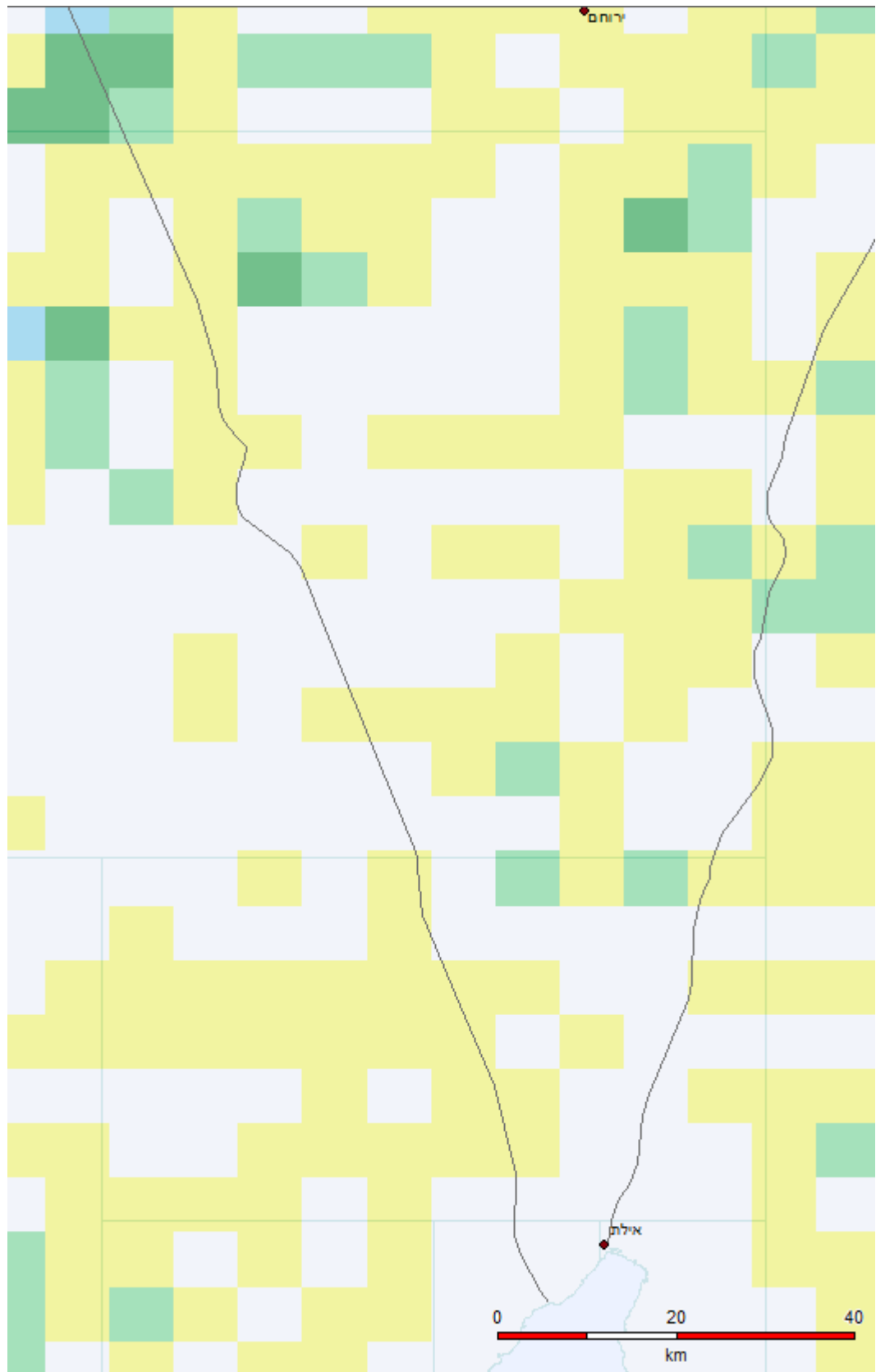
Sensor stroke count distribution



תרשים 10 התפלגות מספר הגלאים שדיווחו על ברקים

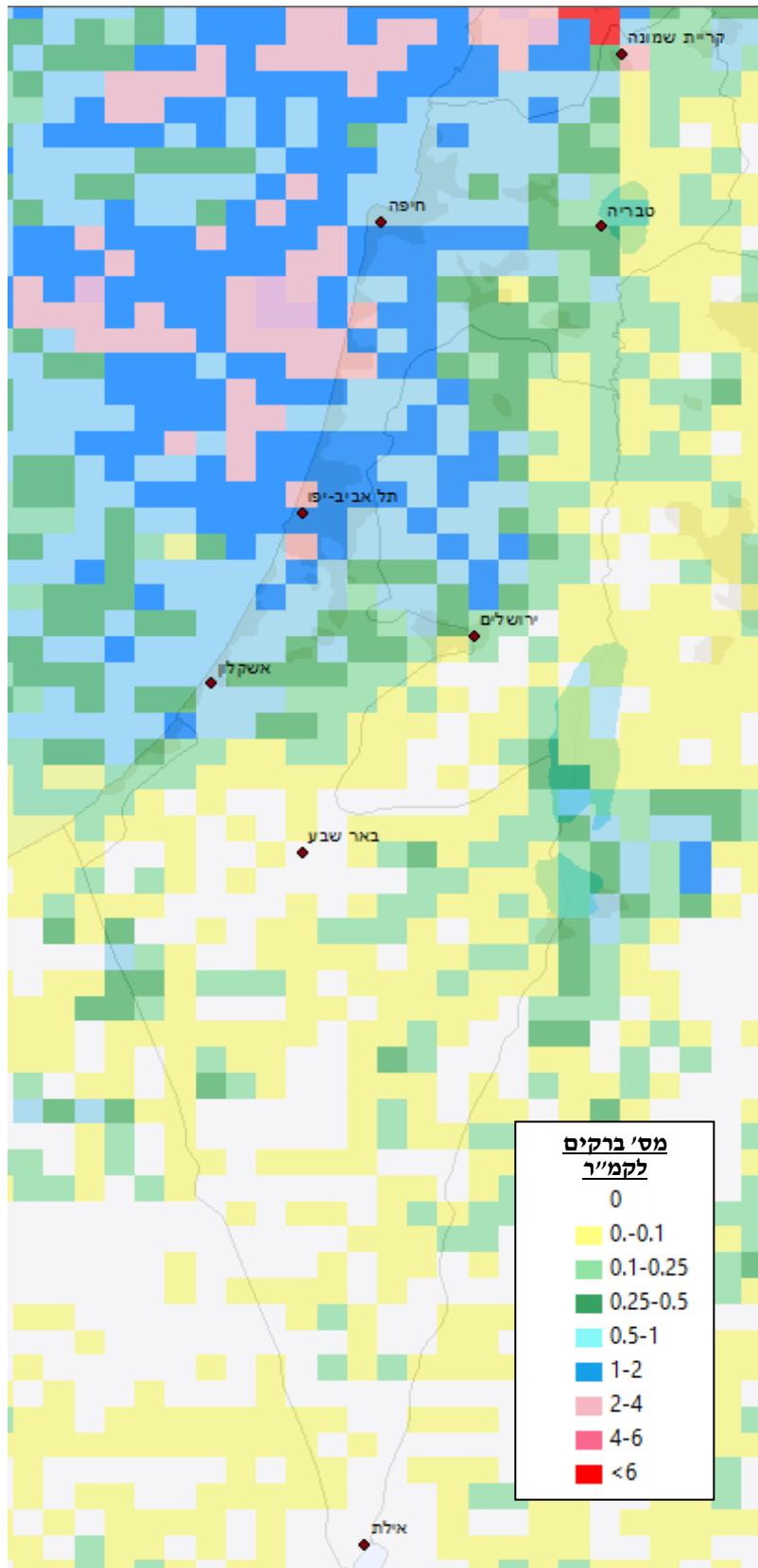
5 צפיפות ברקים שנתית

בתרשים 11 מוצגת מפת צפיפות הברקים בשטח היבשתי של מדינת ישראל ובסביבתה. בתרשים 12 עד



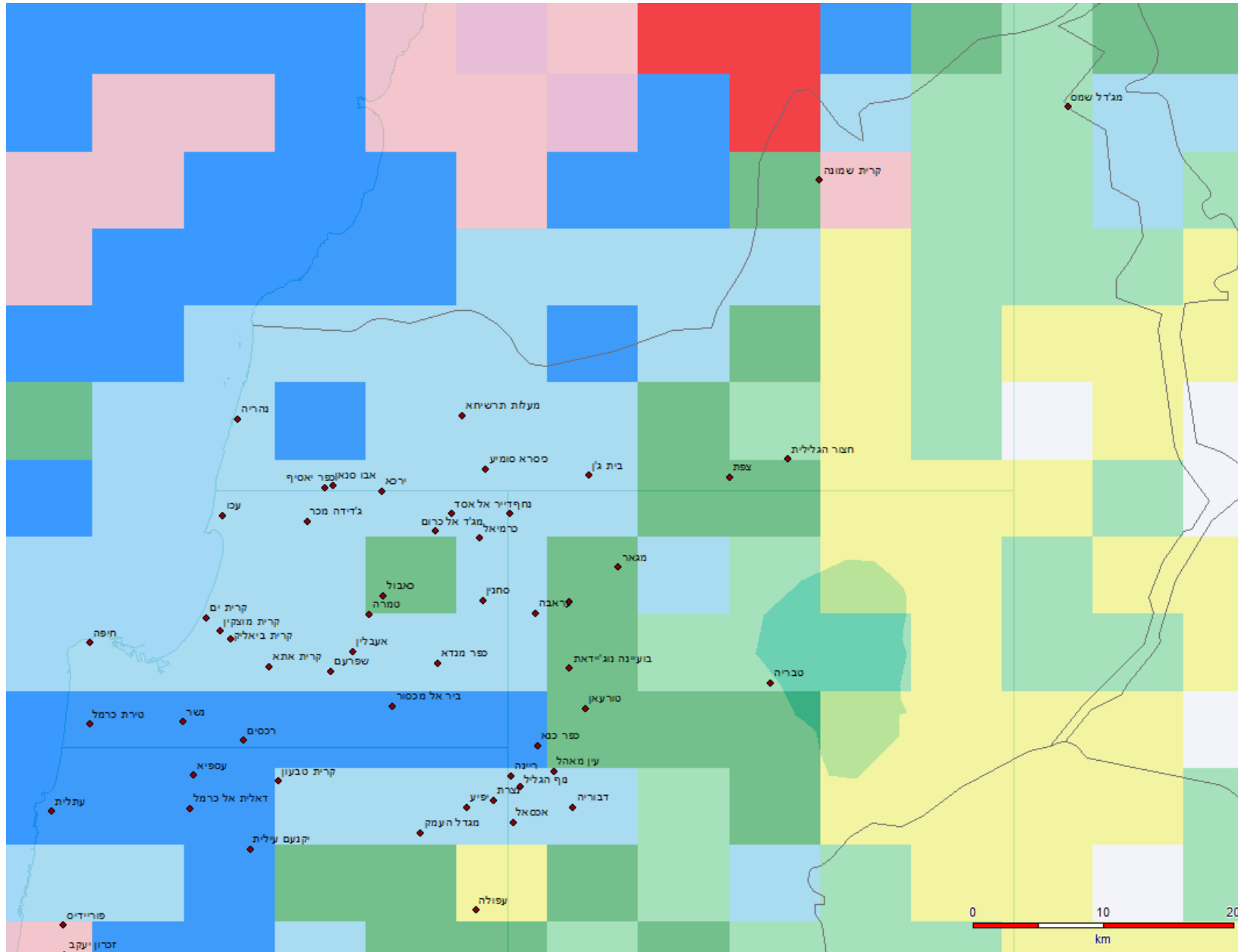
תרשים 15 מוצגות מפות צפיפות הברקים לפי אזורים. גודל כל ריבוע צבוע באיור 7*7 ק"מ. צפיפות הברקים לקמ"ר לשנה בתוך הריבוע מוצגת במקרא לפי הצבע.

עסקי - שמור



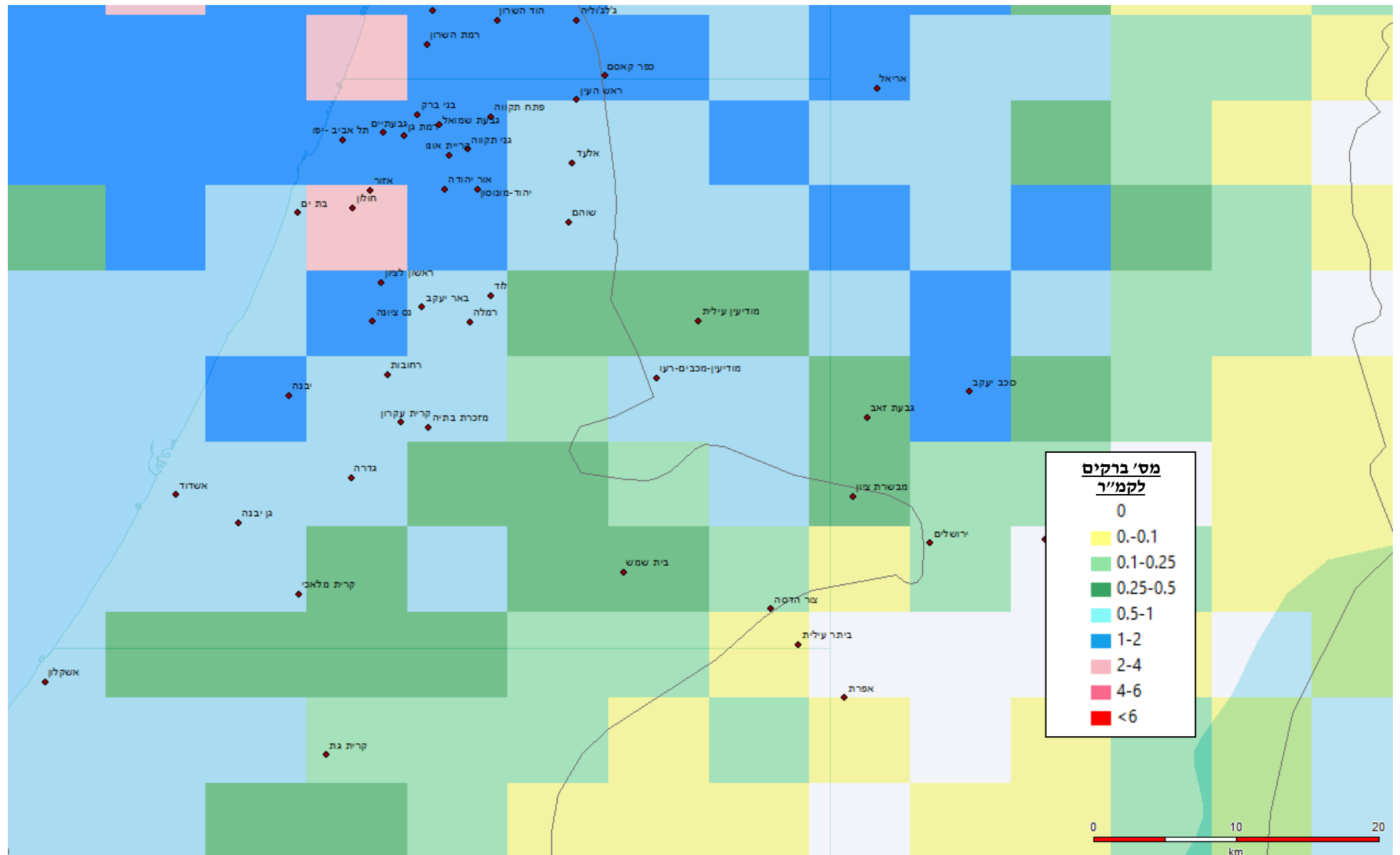
תרשים 11 מפת צפיפות ברקים לעונת ברקים 2024-2025

עסקי - שמור



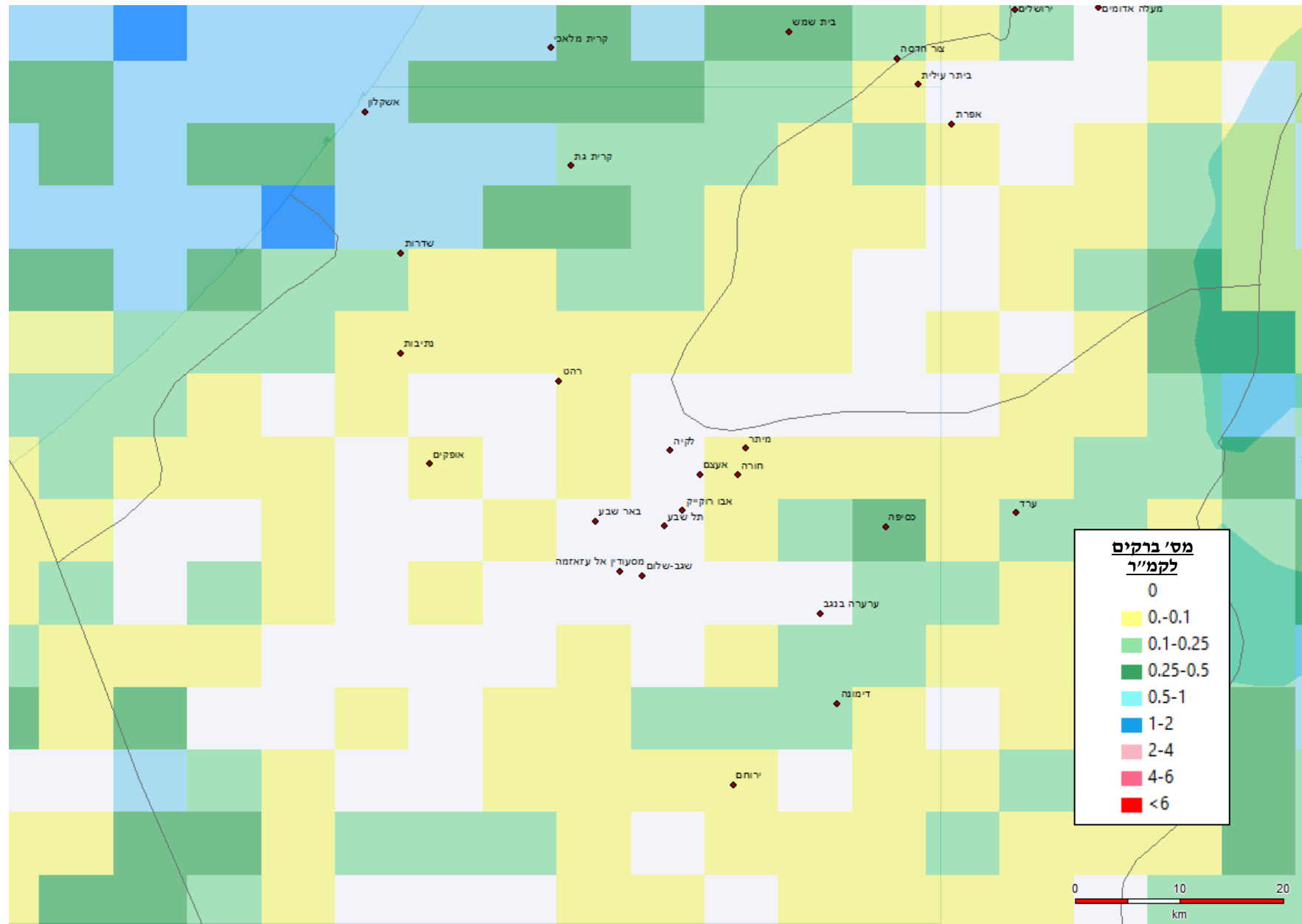
תרשים 12 מפת צפיפות ברקים באזור הצפון

עסקי - שמור



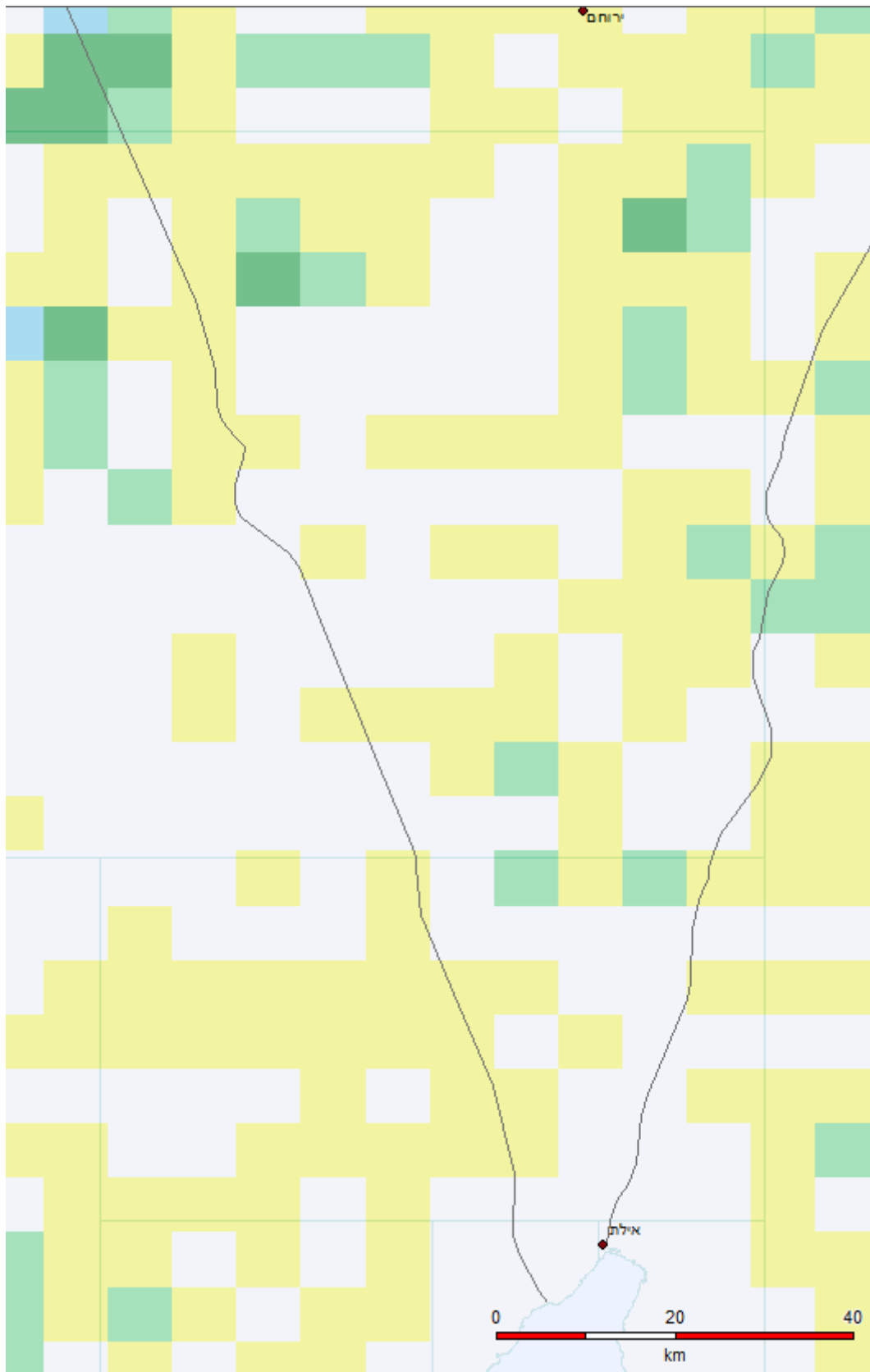
תרשים 13 מפת צפיפות ברקים באזור המרכז

עסקי - שמור



תרשים 14 מפת צפיפות ברקים באזור הדרום

עסקי - שמור



תרשים 15 מפת צפיפות ברקים באזור הנגב הדרומי

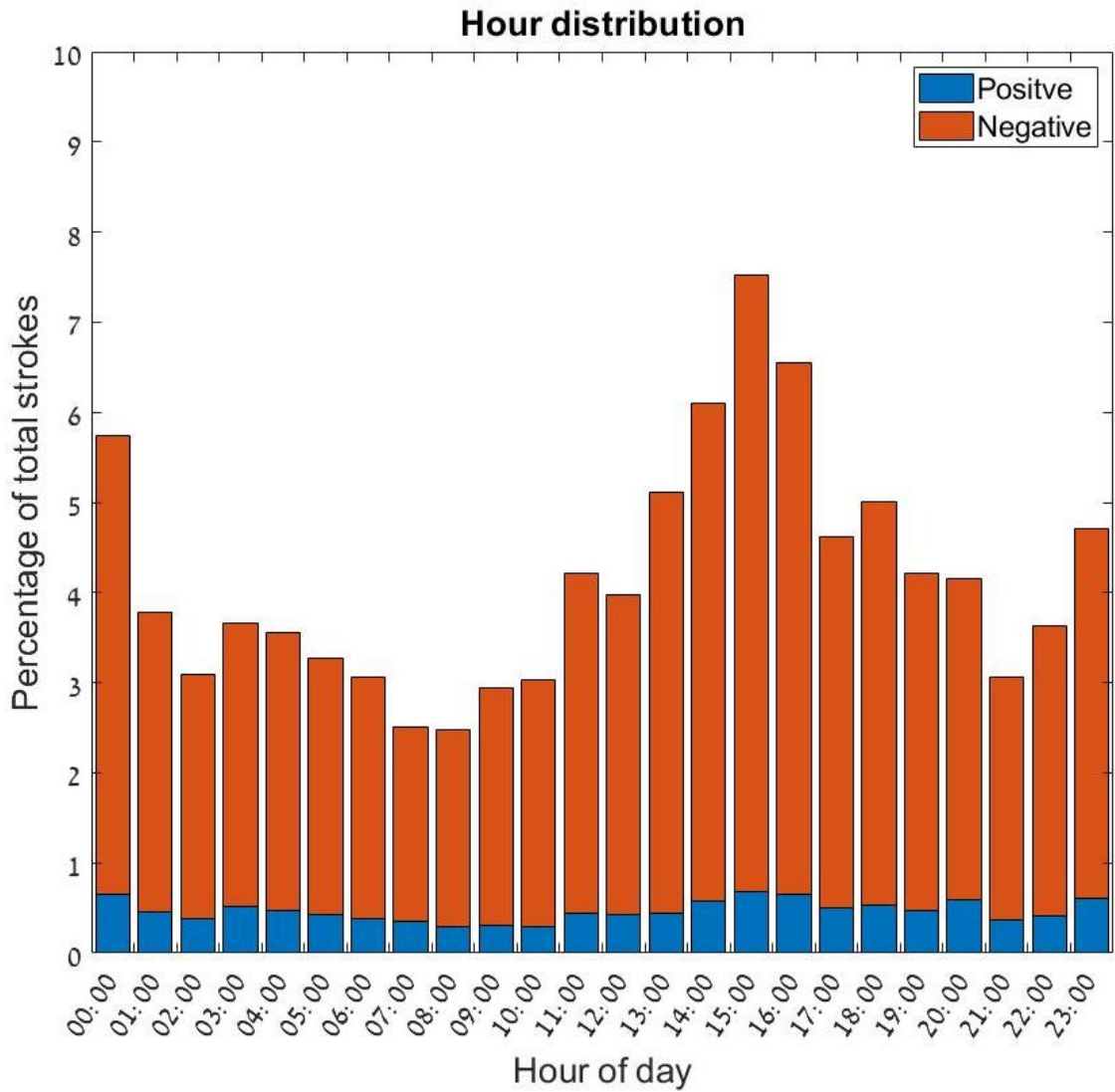
**פעילות ברקים רב-שנתית
(2016-2025)**

6 נתונים רב-שנתיים

בטבלה 7 מובאים המאפיינים העיקריים של הברקים אשר נרשמו במערכת איתור הברקים בתחום מדינת ישראל בשנים 2016-2025. בדוחות שנתיים קודמים פרק בזמן של נתונים הרב שנתיים היה ערוך יותר אך בעקבות שדרוג המערכת, לגרסה TLP 1.2.7 הוחלט לכלול רק נתונים משרת המרכזי מסוג TLP. הערה: עונת 2021-2022 לא נכללת בחישוב ממוצעים הרב שנתיים, וזאת בגלל שבמעבר בין חיי לנגה היו רק 4 גלאים פעילים תקנים רוב החורף. בנוסף, עקב שדרוג והתקנה של מערכת הברקים החדשה בחודשים יולי-אוקטובר 2022 אין מידע על פעילות הברקים בתקופה זו.

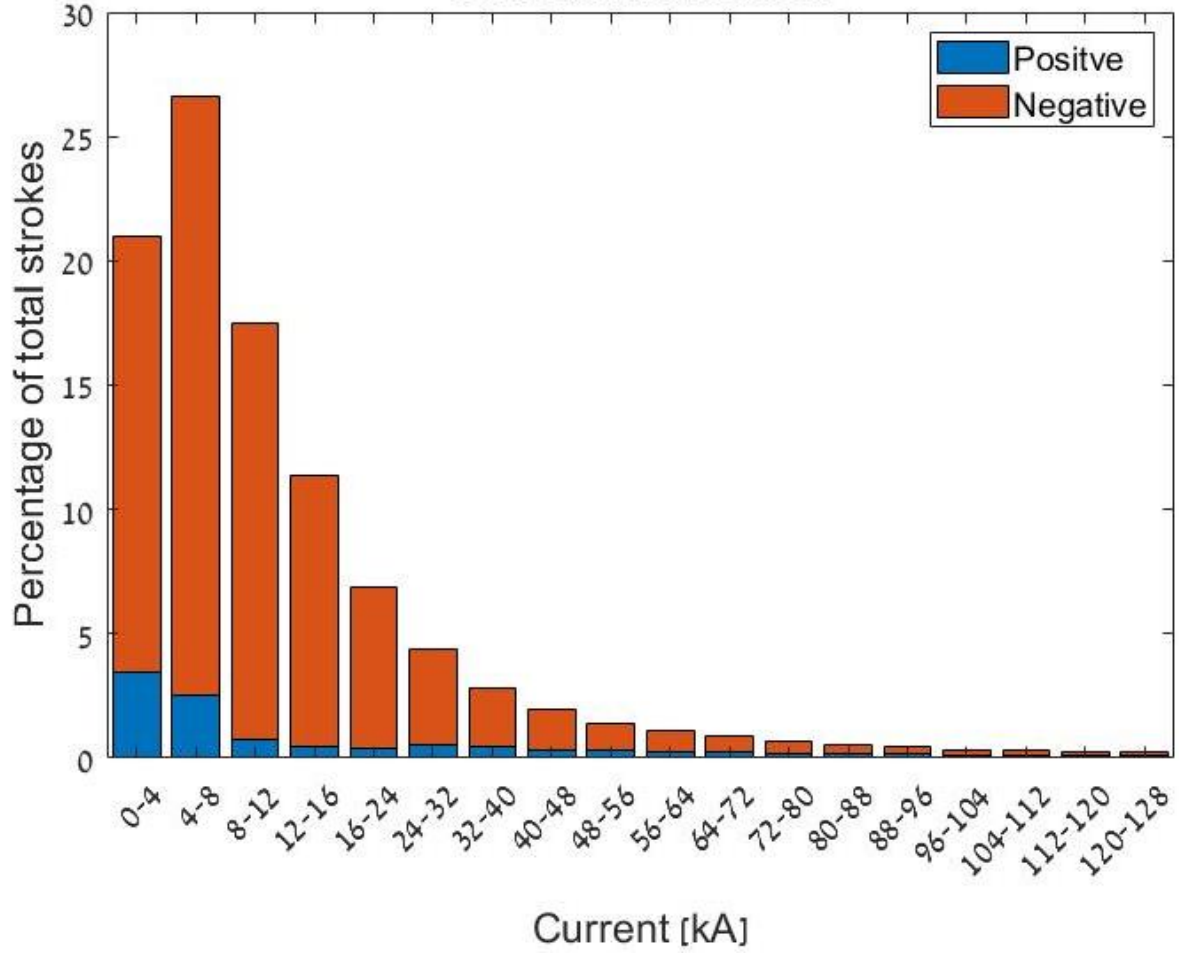
טבלה 7 המאפיינים הסטטיסטיים של הברקים בתחום מדינת ישראל בשנים 07/2016-06/2025

מאפייני הברקים	כל הברקים	ברקים שליליים	ברקים חיוביים
מס' הברקים	164,499	146,018	18,481
ממוצע זרמי הברקים I_{mean} [kA]	13.1	12.2-	20.0
חציון זרמי הברקים I_{median} [kA]	8.4	8.5-	6.9
סטיית התקן σ_{lnI}	0.87	0.82	1.19



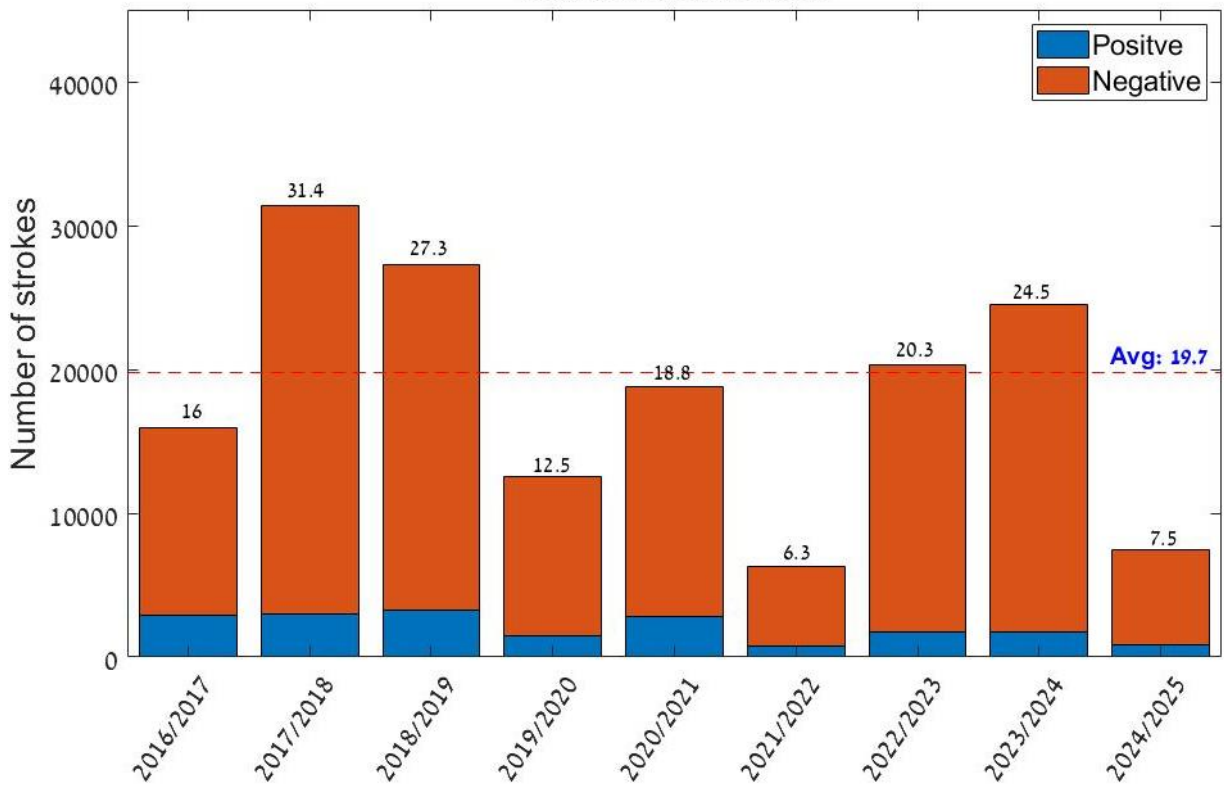
תרשים 19 מוצגת התפלגות הברקים השנתית, החודשית והיומית, בהתאמה, בשטח היבשתי של מדינת ישראל.

Current distribution

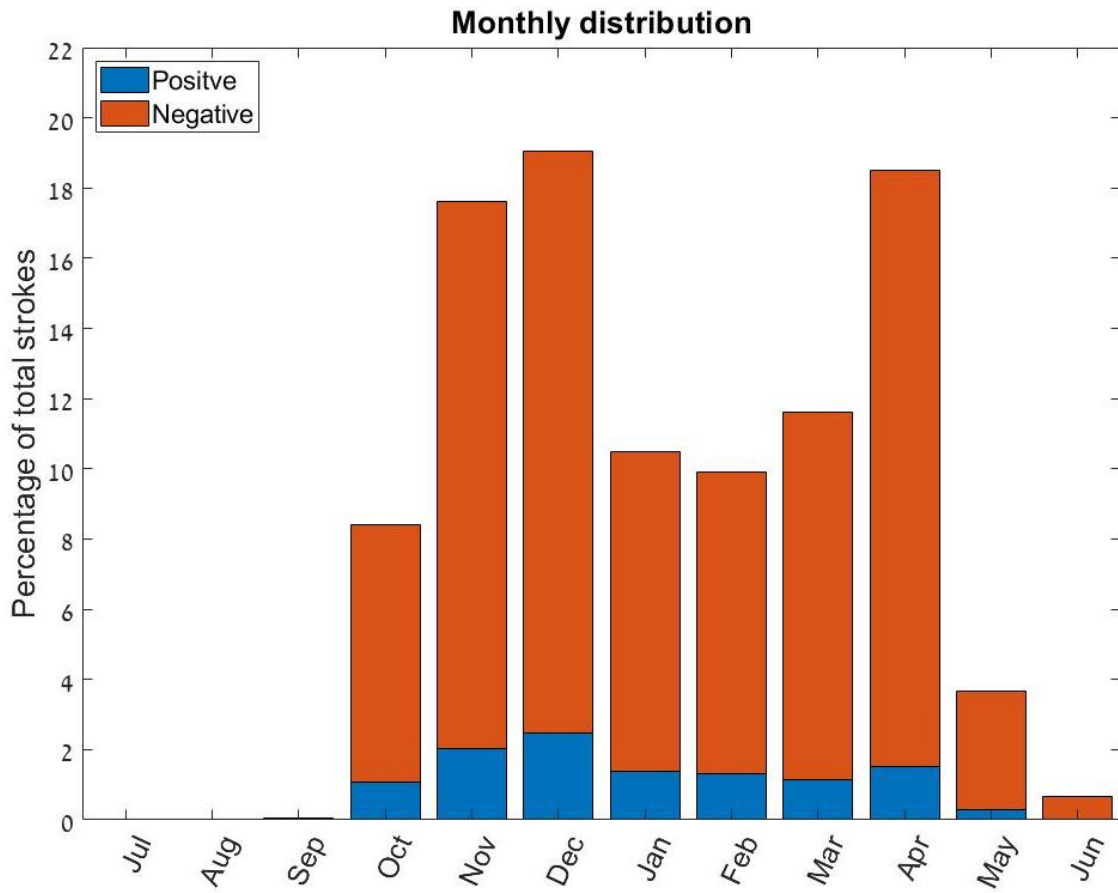


תרשים 16 התפלגות רב שנתית הברקים לפי עוצמת זרם וקוטביות

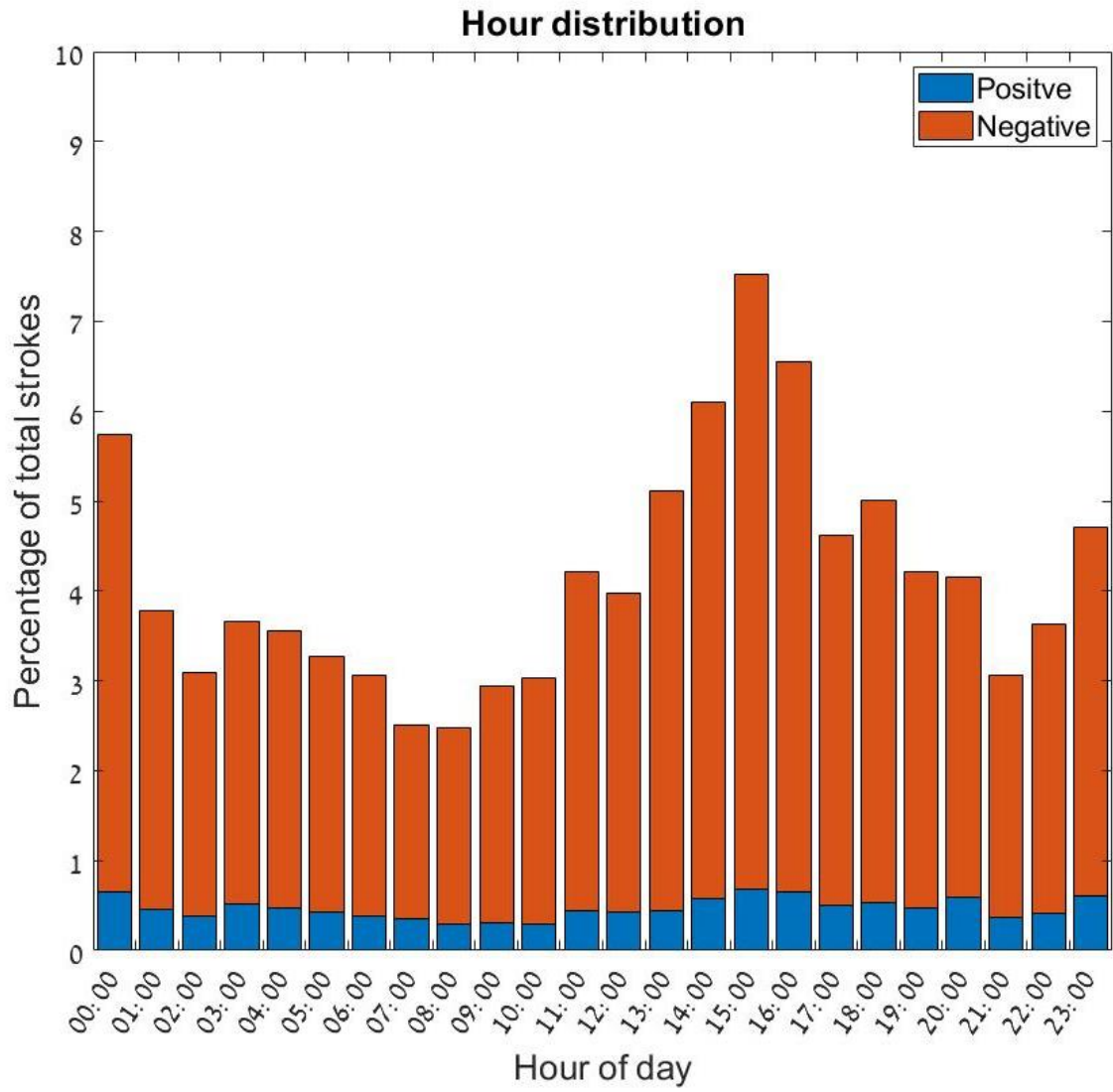
Season distribution



תרשים 17 התפלגות עונתית של פעילות הברקים



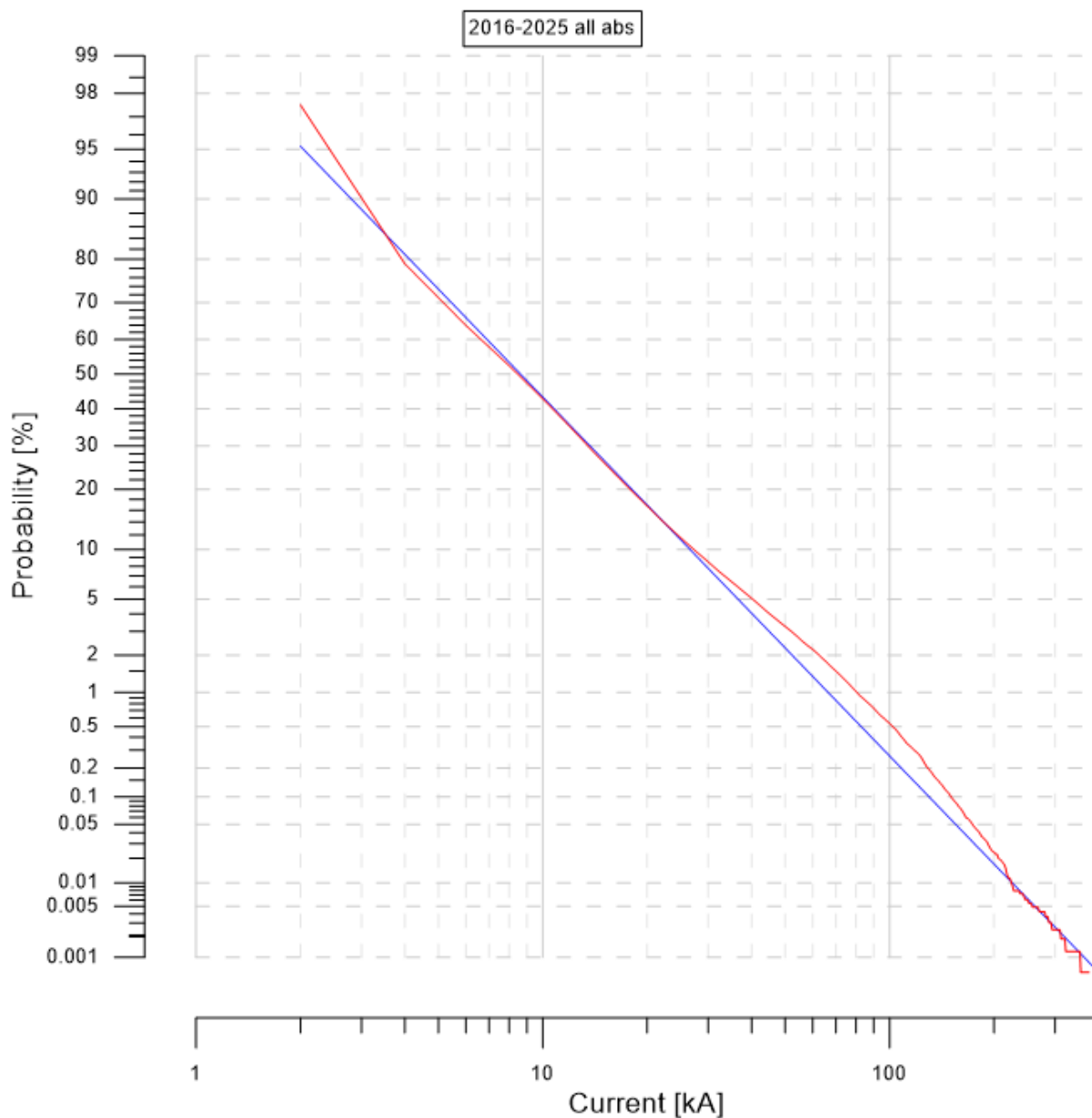
תרשים 18 התפלגות החודשית הרב שנתית של פעילות הברקים



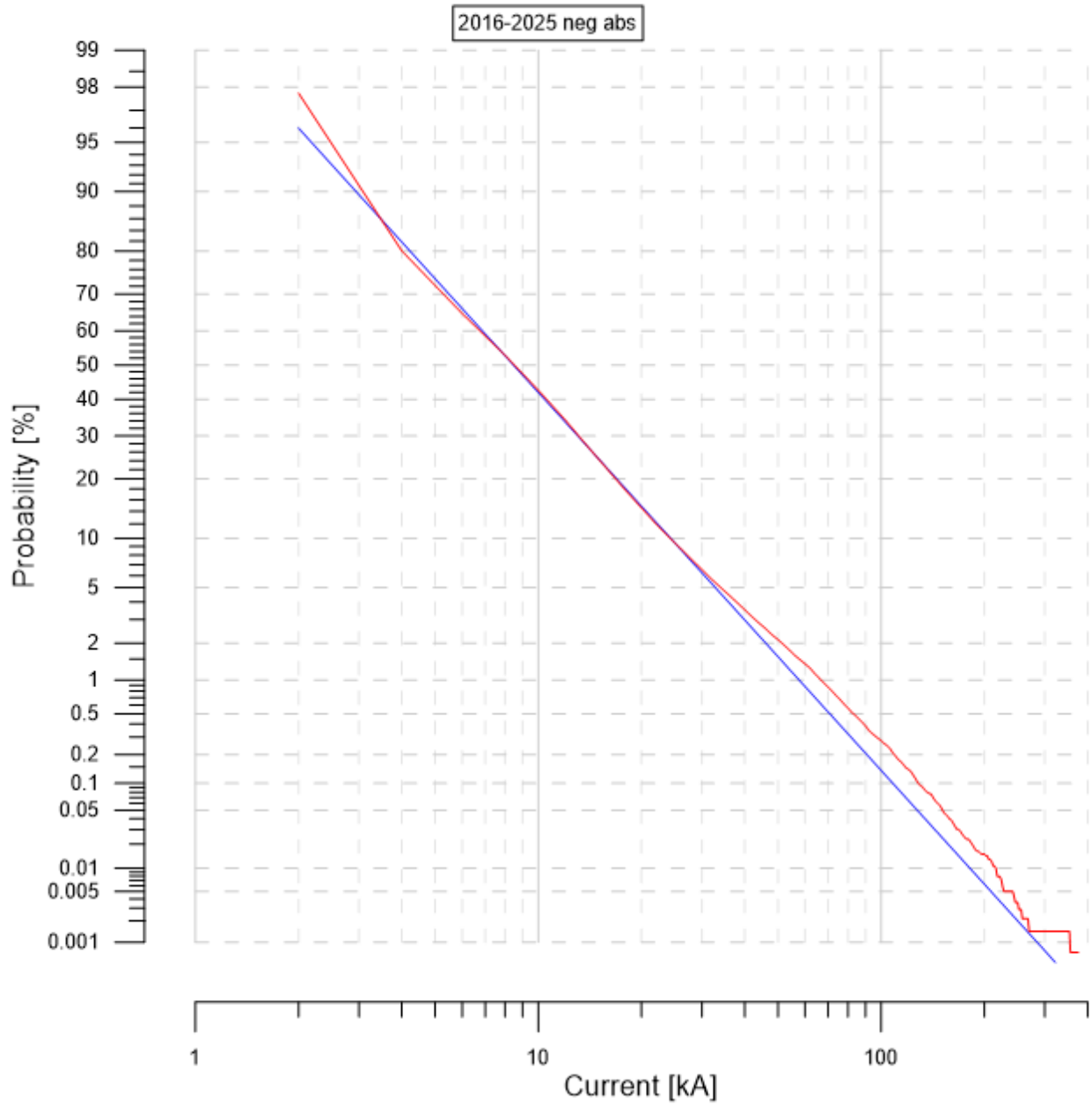
תרשים 19 התפלגות היומית הרב שנתית באחוזים של פעילות הברקים

7 התפלגות לוג-נורמלית רב-שנתית של מאפייני הברקים

בתרשים 20 תרשים 21 מוצגות ההתפלגויות הלוג-נורמלית של עקומה המצטברות של נתוני הברקים עצמם ועקומת הקירוב של ההסתברות המחושבת על פי הנוסחה (i).



תרשים 20 התפלגות המצטברת רב שנתית כל הברקים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)



תרשים 21 התפלגות המצטברת רב שנתית הברקים השליליים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)

7.1 נתונים סטטיסטיים לפי חודש

בטבלה 8 מוצגות ההתפלגות החודשית הממוצעת של הברקים וצפיפות הברקים [ברק/קמ"ר] החודשית בשנים 2016-2025, בהתאמה.

טבלה 8 פרמטרים שונים לפי חודש

חודש	מספר לפי חודש	צפיפות ברקים	מספר ברקים חורף 24-25	אחוז ביחס לממוצע רב שנתי
1	2027	0.04	1152	57
2	1958	0.03	882	45
3	2247	0.00	68	3
4	3798	0.01	179	5
5	754	0.02	578	77
6	135	0.00	0	0
7	0	0.00	0	0
8	4	0.00	4	94
9	12	0.00	13	106
10	1628	0.00	0	0
11	3336	0.02	495	15
12	3776	0.15	4083	108
סה"כ	19675	0.27	7454	38

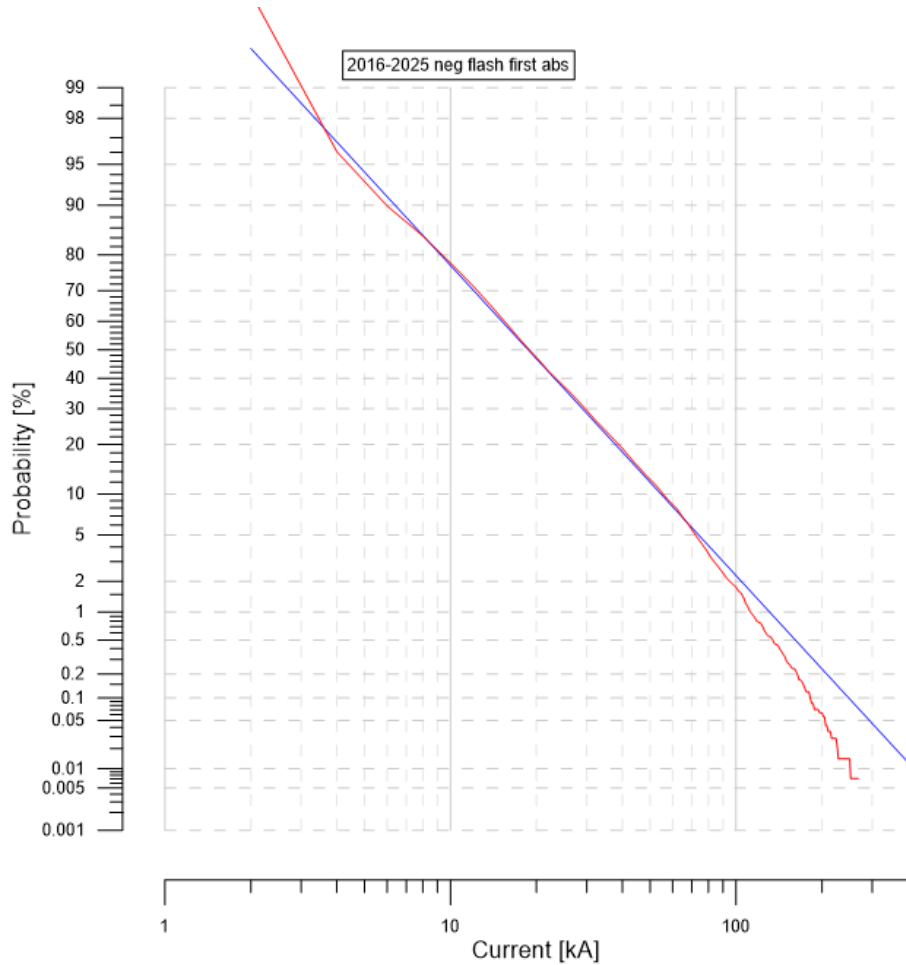
פעילות הברקים החודשית בעונה הנוכחית גבוהה מהממוצע הרב-שנתי בחודשים לא נרשמה כלל.

פעילות ברקים דומה לממוצע הרב-שנתי נרשמה בחודשים הבאים:

- דצמבר, 4,083 פגיעות ברק המהוות 55% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-106% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025
- מאי 578 פגיעות בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות כ-8% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-77% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- ספטמבר, 13 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות פחות מאחוז מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-106% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- אוגוסט, 4 פגיעות בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות פחות מאחוז מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-94% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- פעילות ברקים נמוכה מהממוצע הרב-שנתי נרשמה בחודש (בסדר יורד):
- ינואר, 1,152 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות כ-15% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-57% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודשים זה בשנים 2016-2025.
- פברואר, 882 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל, המהוות כ-12% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-45% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- נובמבר, 495 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל, המהוות כ-7% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-15% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- אפריל, 179 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות כ-5% מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-5% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- מרץ, 68 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל המהוות פחות מאחוז מכלל הברקים עבור התקופה המדווחת ו-3% ביחס לממוצע הרב-שנתי בחודש זה בשנים 2016-2025.
- בחודשים אוקטובר, יוני ויולי לא נרשמה פעילות.
- מהנתונים עולה כי מסתמן שינוי בהתפלגות החודשית של פעילות הברקים. בעבר, בחודש אוקטובר נרשמה כ-20% מפעילות הברקים העונתית, אך בשנים האחרונות פעילות הברקים בחודש זה נמוכה מ-10%, והשנה לא נרשמה פעילות ברקים כלל.

7.2 המאפיינים הסטטיסטיים של התפרקות רב-שנתיות (זרם וזמן)

בפרק זה מדגם הנתונים התקבל לאחר סינון כך שהמאפיינים יעמדו בקריטריון של התקן [9]. בטבלה 9 מוצגים המאפיינים של זרם ראשון וגלים עוקבים. בטבלה 10 מוצגות המאפיינים של זמן עליית הגל של הברקים לפי גל ראשון וגלים עוקבים לפי גל ראשון וגלים עוקבים ומאפייני זמן דעיכת הגל של הברקים לפי גל ראשון וגלים עוקבים.



עוקבים. ב

תרשים 22 מוצגים עקום הסתברות הלוג-נורמל של ההתפרקות הראשונות השליליות ועקומת הקירוב.

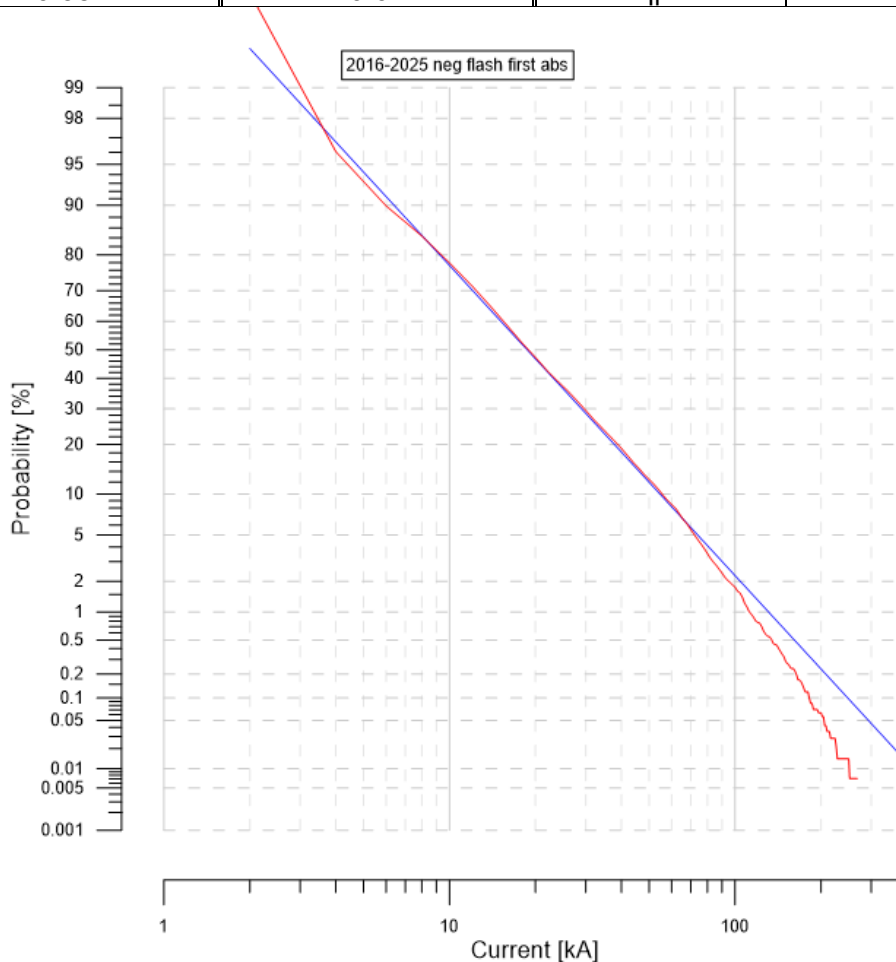
טבלה 9 מאפיינים סטטיסטיים של עוצמת זרם הברקים

עוצמת זרם הברק [kA]	מאפיינים	סוג ההתפרקות
-26.1	Average – ממוצע	גל ראשון שלילי First stroke
-18.9	Median – חציון	
0.84	Stdv – סטיית תקן	
14155	מס' התפרקות	
-11	Average – ממוצע	גלים עוקבים Subsequent strokes
-9.3	Median – חציון	
0.70	Stdv – סטיית תקן	
24621	מס' התפרקות	

טבלה 10 מאפיינים סטטיסטיים של זמן עליית הגל

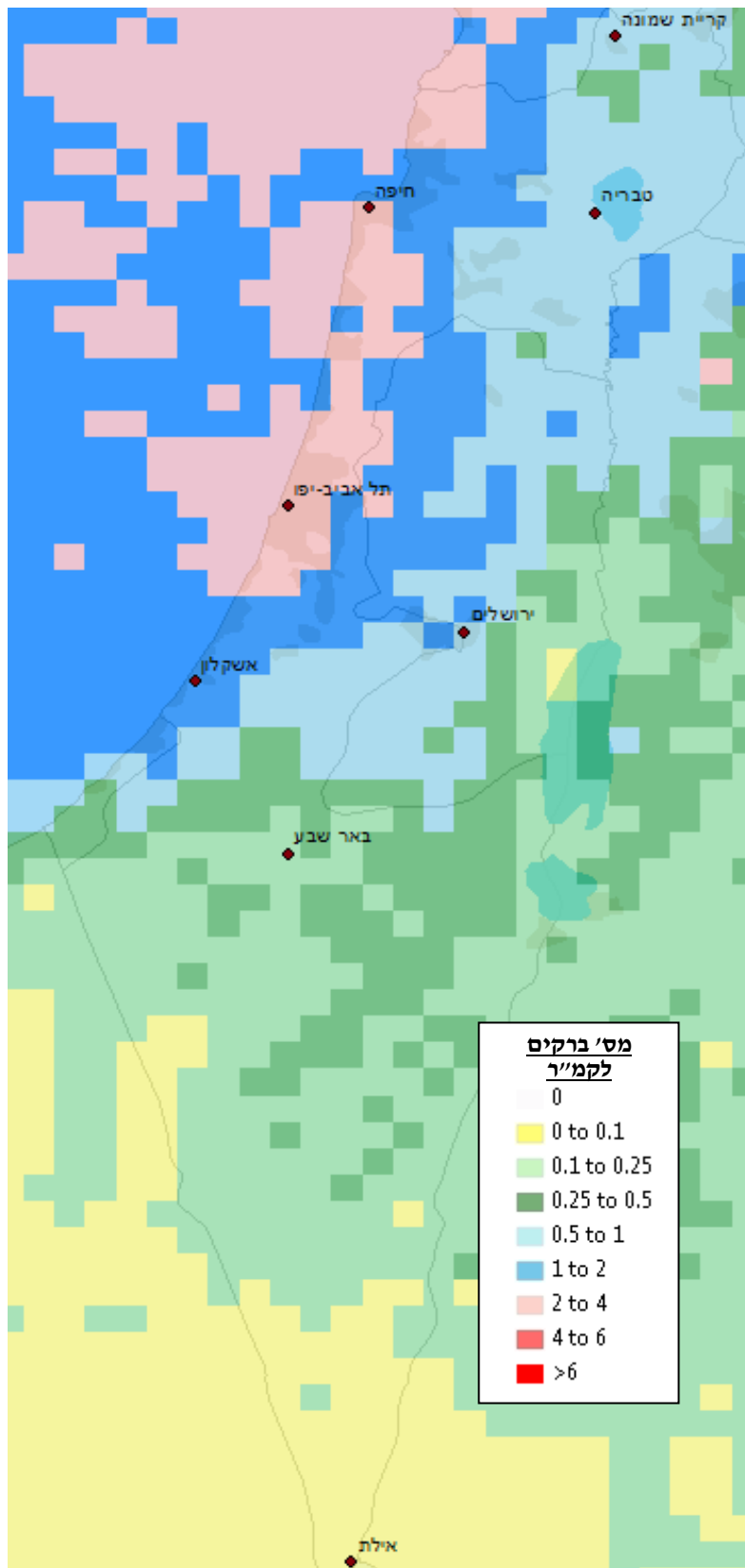
עסקי - שמור

זמן דעיכת הגל [μsec]	זמן עליית הגל [μsec]	מאפיינים	סוג ההתפרקות
22.9	6.1	Average – ממוצע	גל ראשון שלילי First stroke
24	4.8	Median – חציון	
0.42	0.66	Stdv – סטיית תקן	
20.4	3.6	Average – ממוצע	גלים עוקבים Subsequent strokes
19.8	2.6	Median – חציון	
0.38	0.62	Stdv – סטיית תקן	



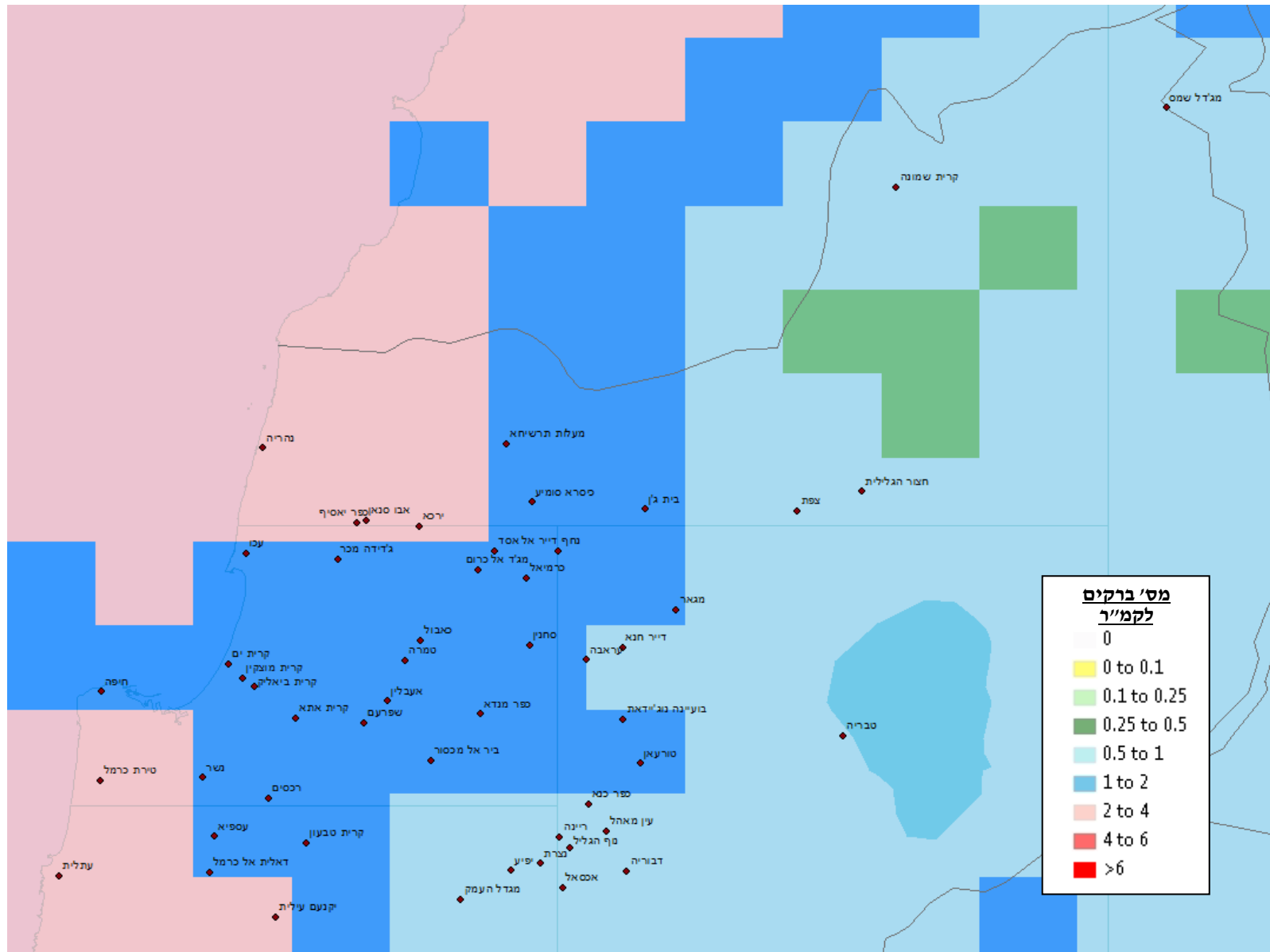
תרשים 22 התפלגות המצטברת רב שנתית הברקים השליליים (אדום) ועקומת קירוב (כחול)

עסקי - שמור



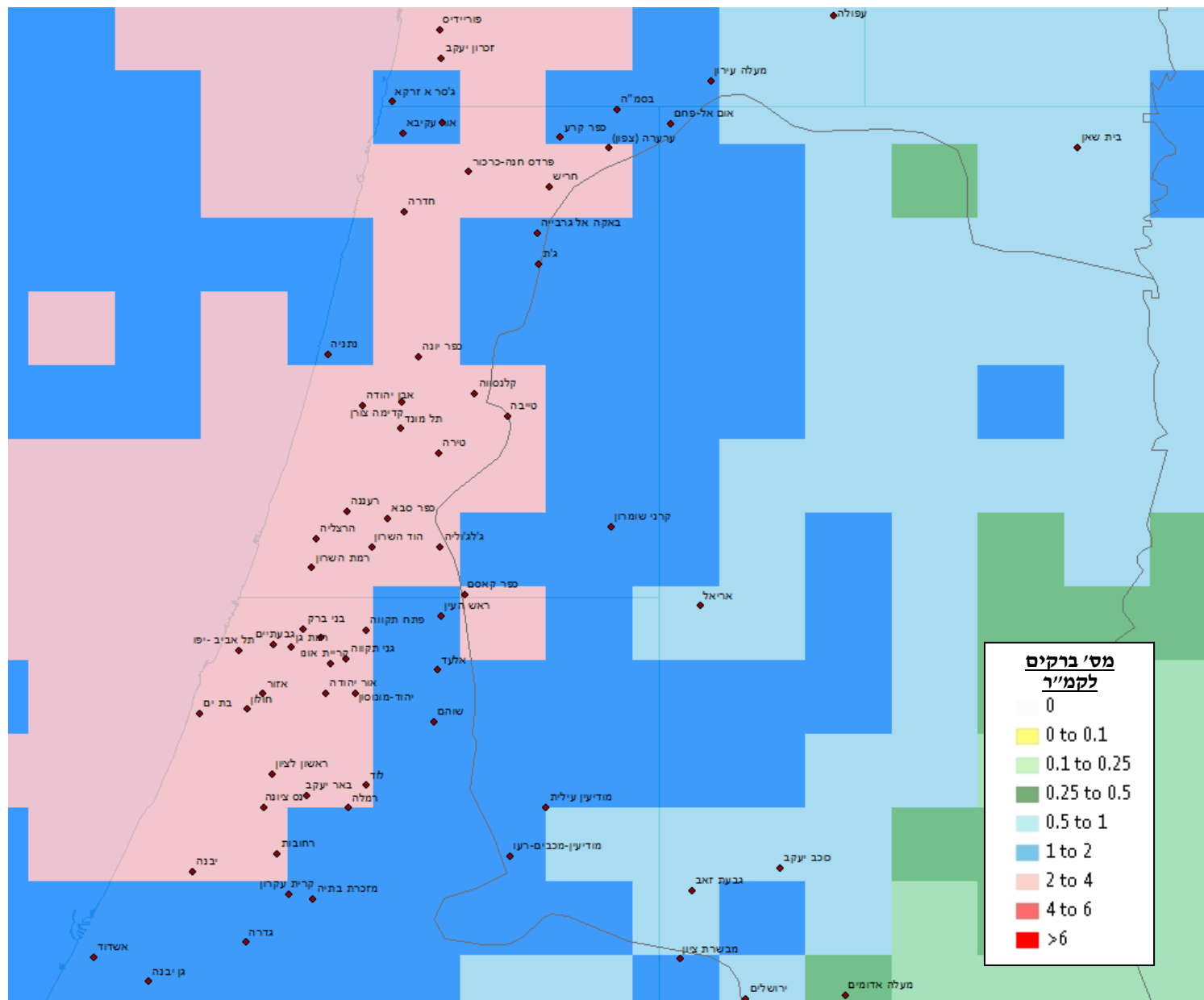
תרשים 23 מפת צפיפות ברקים רב-שנתי

עסקי - שמור



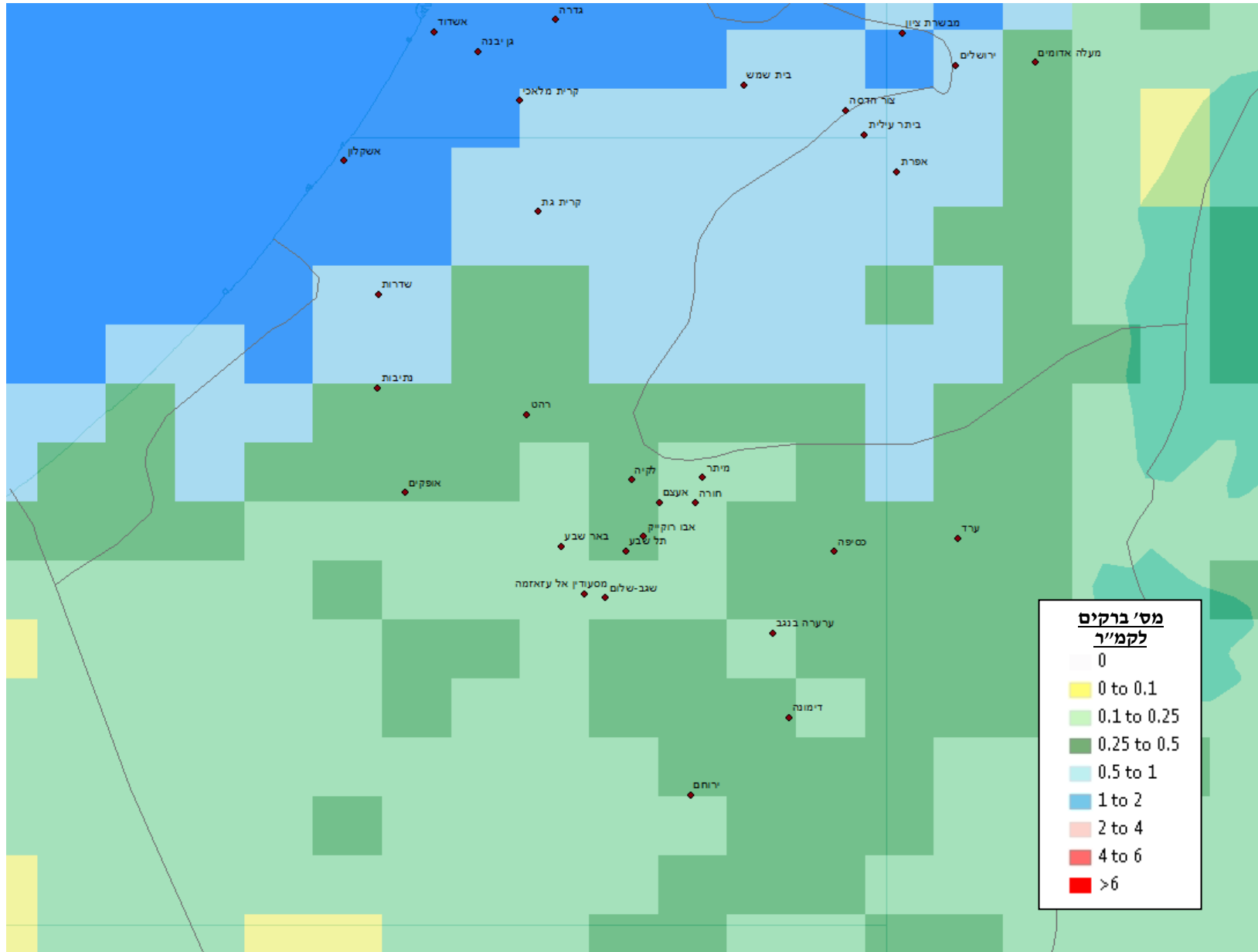
תרשים 24 מפת צפיפות ברקים רב-שנתית באזור הצפון

עסקי - שמור



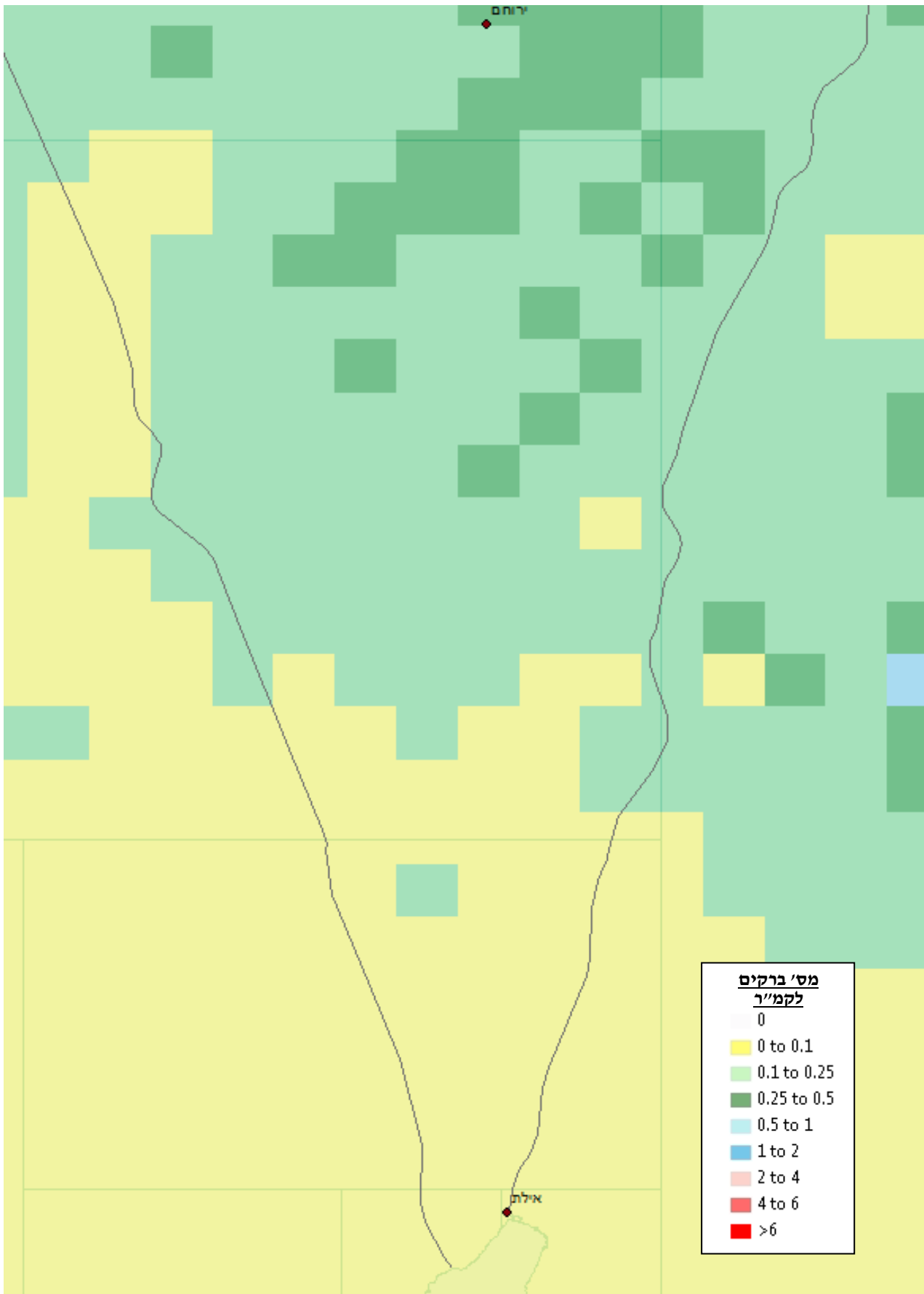
תרשים 25 מפת צפיפות ברקים באזור המרכז

עסקי - שמור



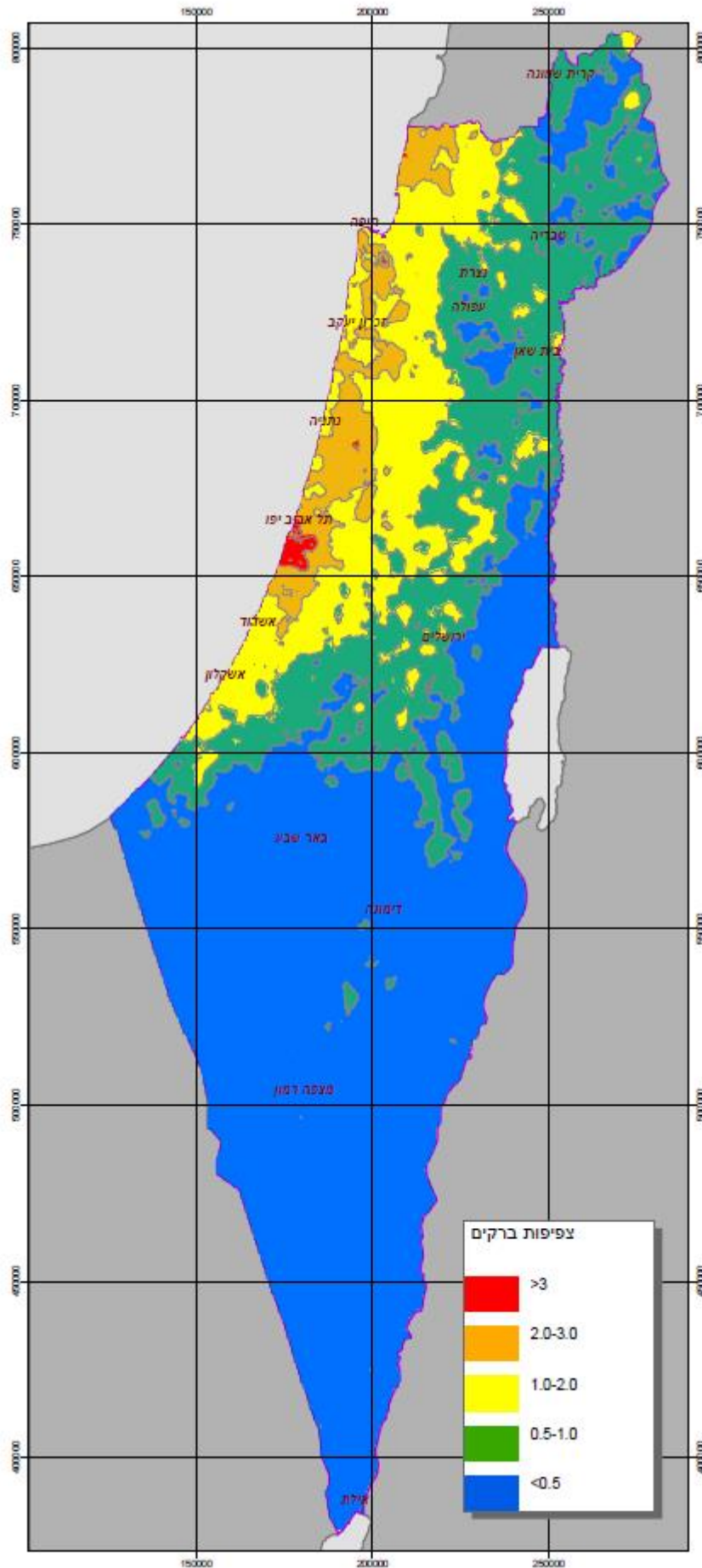
תרשים 26 מפת צפיפות ברקים באזור הדרום

עסקי - שמור



תרשים 27 מפת צפיפות ברקים באזור הנגב הדרומי

עסקי - שמור



תרשים 28 מפה איזוקראונית רב-שנתית [ברקים לקמ"ר לשנה]

9 פעילות ברקים בהשוואה לעונת הגשמים

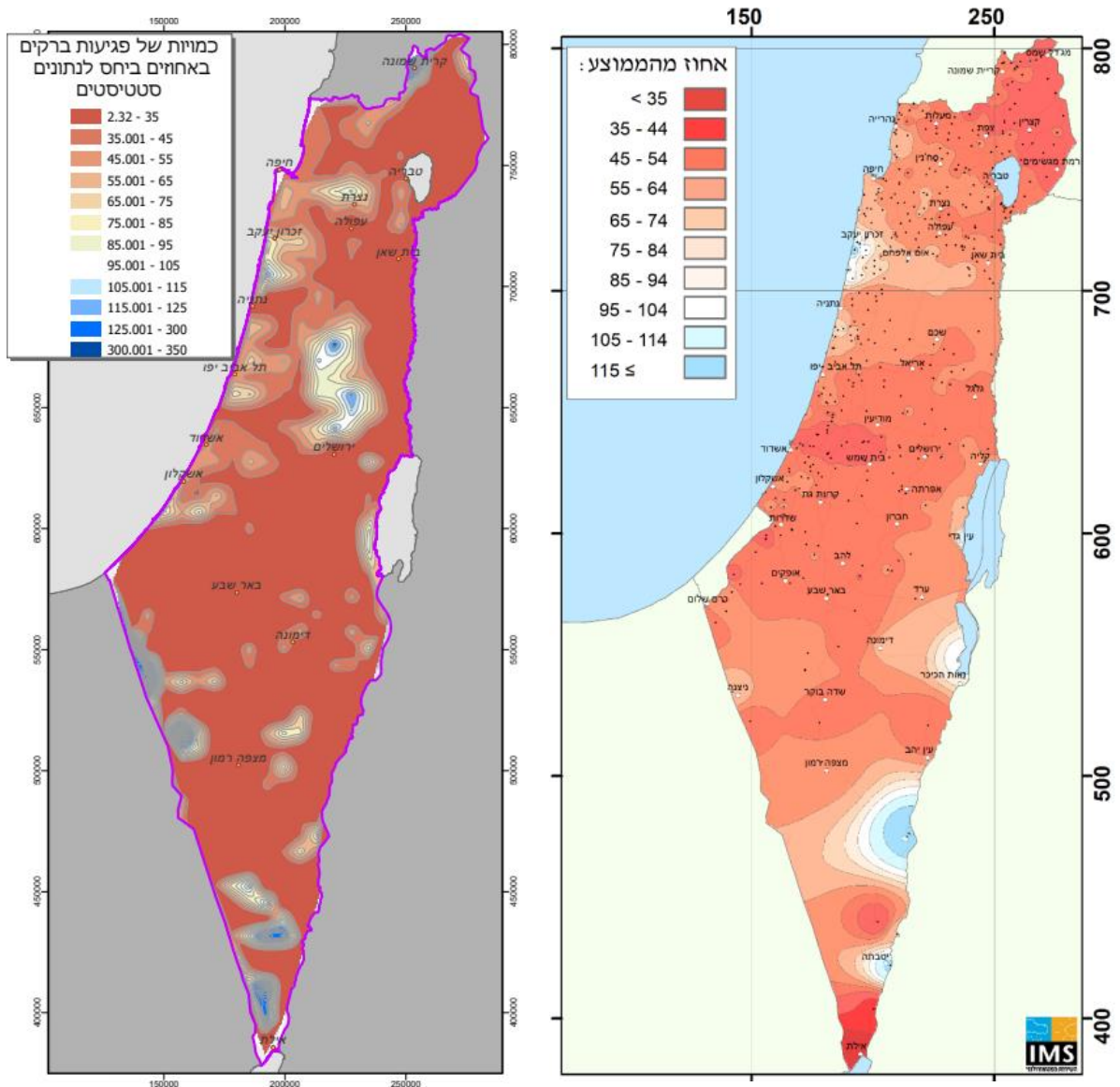
בפרק זה מוצגת השוואה בין פעילות ברקים לבין כמות משקיעים כפי שפורסם בדוח "סיכום עונת 2024-2025" על ידי השירות המטאורולוגי [16].

מבחינת עונת הברקים 2024-2025 נרשמה עונה דלה ביותר עם 38 אחוז ביחס לנתונים הרב שנתיים (2016-2024). ועיקר פעילות הברקים נרשמה בצפון הארץ במהלך דצמבר 2024.

עונת הגשם 2024/25 הסתיימה כשנת בצורת קיצונית בישראל ובמדינות השכנות. השנה הייתה יבשה מהממוצע במידה ניכרת ברוב חלקי הארץ אך עם זאת התרחשו בה אירועי גשם קיצוניים ושוברי שיאים מבחינת כמויות ועוצמות המשקעים. בממוצע מרחבי ירדו באזורים הלא מדבריים של הארץ כ-55% מהממוצע וזוהי אחת מעונות הגשם היבשות ביותר מתחילת המדידות בנוסף מאפיין דצמבר גשום מהממוצע בצפון הארץ ובמישור החוף, מיעוט גשמים בדרום הארץ ובמזרחה [16].

בנוסף בדוח סיכום עונת הגשמים הוצגה מפה של מדינת ישראל עם אחוזים של הכמות גשם ביחס לנתונים הרב שנתיים. בעזרת שאלתה בתוכנת ה-falls של מערכת הברקים ובעזרת מחלקת סיוע טכני ומידע גאוגרפי הוכן מפה של פעילות ברקים לפי אזורים ביחס לממוצע הרב שנתי, שתי המפות מוצגות בתרשים 29.

נתוני פעילות הברקים אשר נקלטו תאומים לנתונים אשר פורסמו בדוח "סיכום עונת הגשם 2024-2025 של השירות המטאורולוגי.



תרשים 29 עונת הגשם באחוזים לממוצע הרב שנתי (ימין) [16] מול עונת הברקים (שמאל) 2024-2025

10 סיכום והמלצות

10.1 כללי

בדו"ח זה מוצגים נתוני הברקים אשר פגעו בשטח היבשתי של מדינת ישראל בעונת הברקים הנוכחית, 07/2024-06/2025, ונתונים מצטברים בתקופה 07/2016-06/2025.

בדו"ח מוצגים הנתונים הבאים: התפלגויות סטטיסטיות של הברקים לפי זמן, קוטביות, עוצמת שיא הזרם, צפיפות פגיעות הברקים והמאפיינים של זמני עליה וירידה של עוצמת הברק. חושבו המאפיינים הסטטיסטיים של זרמי הברקים, כגון החציון וסטיית התקן, על בסיס ההפרדה בין ההתפרקויות המרכיבות את הברק (התפרקות ראשונה והתפרקויות עוקבות).

10.2 עונת הברקים הנוכחית (07/2024-06/2025)

מעיבוד הנתונים שנרשמו במערכת הברקים בעונת הברקים הנוכחית (07/24-06/25) עולה כי:

- נרשמו 7,454 פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל, מתוכן 6,614 התפרקויות שליליות ו-840 התפרקויות חיוביות.
- המאפיינים הסטטיסטיים של עוצמת הזרם החשמלי בתקופה זו הינם:
 - של כלל פעילות הברקים - הממוצע 18.5 ק"א, החציון 10.7 ק"א וסטיית התקן 0.96;
 - של ברקים שליליים - הממוצע 14.6 ק"א, החציון 9.4 ק"א וסטיית התקן 0.87;
 - של ברקים חיוביים - הממוצע 49.5 ק"א, החציון 37 ק"א וסטיית התקן 0.59;
- התפלגויות עוצמת זרם הברקים שנרשמו במערכת תואמות להתפלגות הלוג-נורמלית המומלצת בספרות. ההתאמה מעידה על אמינות נתוני המערכת ומשקפת שיפור בתפקוד המערכת הודות לשדרוג.
- ב-12 ימים התרחשה פעילות ברקים חריגה של מעל 200% ביחס לממוצע הרב-שנתי היומי.
- פעילות הברקים בעונת הברקים הייתה דלה מאד ביחס לנתונים הרב-שנתיים. נתוני פעילות הברקים אשר נקלטו תאומים לנתונים אשר פורסמו בדוח "סיכום עונת הגשם 2024-2025 של השירות המטאורולוגי.

10.3 ניתוח רב-שנתי

מעיבוד וניתוח הנתונים שנרשמו בתקופה 07/2016-06/2025 (ללא עונה 2021-2022) עולה כי:

- הממוצע השנתי של פגיעות ברק בשטח היבשתי של מדינת ישראל הוא 19,675.
- המאפיינים הסטטיסטיים של עוצמת הזרם החשמלי:
 - כלל פעילות הברקים (ערך מוחלט): ממוצע 13.1 ק"א, חציון 8.4 ק"א וסטיית תקן 0.87;
 - ברקים שליליים: ממוצע 12.2 ק"א, חציון 8.5 ק"א וסטיית תקן 0.82;
 - ברקים חיוביים: ממוצע 20.0 ק"א, חציון 6.9 ק"א וסטיית תקן 1.19.
- הפעילות החריגה ביותר בעונה האחרונה התרחשה בתאריך 31/12/2024, עם 1,012 פגיעות ברק.
- הפעילות החריגה ביותר בתקופת הממוצעים הרב-שנתיים התרחשה בתאריך 26/04/2018, עם 8,799 פגיעות.
- הפעילות החריגה ביותר מיום הקמת המערכת (בשנת 1994) התרחשה בתאריך 25/10/2015, עם 16,799 פגיעות ברק.
- מהנתונים עולה כי מסתמן שינוי בהתפלגות החודשית של פעילות הברקים. בעבר, בחודש אוקטובר נרשמה כ-20% מפעילות הברקים העונתית, אך בשנים האחרונות פעילות הברקים בחודש זה נמוכה מ-10%, והשנה לא נרשמה פעילות ברקים כלל.

- [1] ANSI / IEEE C62.42-1987. IEEE Guide for the Application of Gas Tube Arrester Low Voltage Surge – Protective Devices.
- [2] IEC 1312. Protection against lightning electromagnetic impulse.
- [3] Transmission Line Reference Book – 345 KV and Above, EPRI 1982.
- [4] Parameters of Lightning Strokes: A Review, IEEE Transaction on Power Delivery, vol. 20, No.1, January 2005.
- [5] Pritindra Chowdhuri: Parameters of Lightning Strokes and Their Effects on Power Systems, IEEE.
- [6] Martinez, Gonzales-Molina: Statistical evaluation of lightning overvoltages.
- [7] F. Popolansky: Frequency Distribution of Amplitudes of Lightning Currents, ELECTRA Working Group 33-01 (Lightning) of Study Committee No 33.
- [8] CIGRE, Characterization of Lightning For Applications in Electric Power Systems.
- [9] IEC INTERNATIONAL STANDARD 62305-1 Annex A.
- [10] R.B. Anderson, A.J. Eriksson: LIGHTNING PARAMETERS FOR ENGINEERING APPLICATION - Electra No. 69.
- [11] Rakov, A. Vladimir, Huffins, R. Gray: Return-Stroke Multiplicity of Negative Cloud-to-Ground Lightning Flashes; Journal of Applied Meteorology Volume 42.
- [12] W. Schulz, G. Diendorfer, K. Cummins, M. Dorninger : Cloud-to-ground lightning in Austria: A 10-year study using data from a lightning location system - JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 110, D09101, doi:10.1029/2004JD005332, 2005.
- [13] Amitabh Nag, Rakov, A. Vladimir, RATIO OF FIRST TO SUBSEQUENT RETURN STROKE ELECTRIC FIELD PEAKS IN NEGATIVE CLOUD-TO-GROUND LIGHTNING DISCHARGES; IX International Symposium on Lightning Protection, 26th-30th November 2007 – Foz do Iguaçu, Brazil.
- [14] Lightning Parameters for Engineering Applications, Working Group C4.407, CIGRE August 2013.
- [15] W. Schulz and G. Diendorfer, Flash Multiplicity and Interstroke Intervals in Austria, 28th International Conference on Lightning Protection, 2006, Kanazawa.
- [16] סיכום עונת הגשם 2024-2025 דוח של השירות המטאורולוגי (ד"ר עמוס פורת)