

חברור ותאימות תפעולית בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין ממשקים של רשתות חשמל קשורות

Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric
Power Systems Interfaces

לציון ולאמתן הצרות

אסמק זה הוא הצעה בלבד



Adoption of IEEE 519™

מכון התקנים הישראלי
The Standards Institution of Israel



רח' חיים לבנון 42, תל אביב 69977, טל' 03-6465154, פקס' 03-6412762, www.sii.org.il

תקן זה הוכן על ידי ועדת המומחים 526501 – איכות חשמל, בהרכב זה:
זוהר וינבויס, אברהם יניב (יו"ר), אנטולי ליפסקי, דניאל קוטיק

כמו כן תרמו להכנת התקן: מירון גיבלברג, יורי רוזנברג.

זיוה שלו ריכזה את עבודת הכנת התקן.

פרויקט

הודעה על מידת התאמת התקן הישראלי לתקנים או למסמכים זרים
 תקן ישראלי זה, למעט השינויים והתוספות הלאומיים המצוינים בו,
 זהה לתקן של ארגון התקינה של מכון מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה בארה"ב
 IEEE Std 1547TM-2018

מילות מפתח:

ייצור הספק חשמל, ספקי כוח חשמליים, רשתות אספקת חשמל, מערכות לאספקת אנרגייה (בבניינים), ממירים חשמליים, רשתות חלוקה.

Descriptors:

electric power generation, electric power supplies, electric power networks,
 energy supply systems (buildings), electric convertors, distribution networks.

עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכוניו נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות. יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

סימון בתו תקן



כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:

זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.

This Israel National Standard is based on IEEE Std 1547TM-2018, Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces, Copyright IEEE, All rights reserved, 445 Hoes Lane Piscataway, NJ, USA, Reprinted pursuant to license agreement with IEEE.

תקן ישראלי זה זהה, למעט שינויים ותוספות לאומיים, ל-IEEE Std 1547TM Std-2018: חברור ותאימות תפעולית בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין ממשקים של רשתות חשמל קשורות, IEEE - כל הזכויות שמורות, 445Hoes Lane Piscataway, NJ, USA, הודפס מחדש בהתאם להסכם הרשאה עם IEEE.

הקדמה לתקן הישראלי

תקן ישראלי זה הוא התקן של ארגון התקינה של מכון מהנדסי החשמל והאלקטרוניקה בארה"ב (IEEE-SA) IEE Std 1547 משנת 2018, שאושר כתקן ישראלי בשינויים ובתוספות לאומיים.

התקן כולל, בסדר המפורט להלן, רכיבים אלה:

- תרגום סעיף חלות התקן האמריקני ומטרתו (בעברית)
- פירוט השינויים והתוספות הלאומיים לסעיפי התקן האמריקני (בעברית)
- התקן האמריקני (באנגלית)

תקן זה קובע קריטריונים ודרישות לחיבור בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין רשתות החשמל. הדרישות המובאות בתקן זה משלימות את הדרישות לאיכות חשמל ברשתות חשמל המובאות בתקנים הישראליים ת"י 50160 ות"י 51900. במקרים של חוסר התאמה בין דרישות תקן זה לבין דרישות ת"י 50160, חלות דרישות התקן הישראלי ת"י 50160.

להלן רשימה של תקנים ישראליים הדנים בנושא איכות חשמל:

ת"י 15470	- חברור ותאימות תפעולית בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין ממשקים של רשתות חשמל קשורות
ת"י 50160	- אופייני מתח החשמל המסופק מרשתות חשמל ציבוריות
ת"י 51900	- כללי עבודה מומלצים ודרישות לבקרת ההרמוניות במערכות הספק חשמלי
ת"י 61000 חלק 2.2	- תאימות אלקטרומגנטית: סביבה – רמות תאימות להפרעות מולכות בתדר נמוך ולאיתות במערכות ציבוריות לאספקת חשמל במתח נמוך
ת"י 61000 חלק 2.8	- תאימות אלקטרומגנטית: סביבה – שקיעות מתח והפסקות קצרות במערכות אספקת חשמל ציבוריות עם תוצאות מדידה סטטיסטיות
ת"י 61000 חלק 2.14	- תאימות אלקטרומגנטית: סביבה – מתחי יתר ברשתות ציבוריות לחלוקת חשמל
ת"י 61000 חלק 3.2	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – גבולות לפליטת זרמי הרמוניות (ציוד בעל זרם מבוא עד 16 אמפר למופע)
ת"י 61000 חלק 3.3	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – הגבלת שינויי מתח, תנודות מתח והבהובים (flicker) במערכות ציבוריות לאספקת חשמל במתח נמוך, לציוד בעל זרם נקוב עד 16 אמפר למופע שאינו מצריך חיבור בתנאים מיוחדים
ת"י 61000 חלק 3.6	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – הערכת גבולות פליטה לחיבור מתקנים גורמי עיוותים למערכות להספקת חשמל במתח גבוה, במתח עליון ובמתח על
ת"י 61000 חלק 3.7	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – הערכת גבולות פליטה לחיבור מתקנים גורמי תנודות למערכות להספקת חשמל במתח גבוה, במתח עליון ובמתח על
ת"י 61000 חלק 3.11	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – הגבלת שינויי מתח, תנודות מתח והבהובים (flicker) במערכות ציבוריות לאספקת חשמל במתח נמוך – ציוד בעל זרם נקוב עד 75 אמפר ועד בכלל המצריך חיבור בתנאים מיוחדים
ת"י 61000 חלק 3.12	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – גבולות לזרמי הרמוניות הנוצרים על ידי ציוד המחובר לרשתות ציבוריות של מתח נמוך עם זרם מבוא הגדול מ-16 אמפר ועד 75 אמפר למופע
ת"י 61000 חלק 3.13	- תאימות אלקטרומגנטית: גבולות – הערכת גבולות פליטה לחיבור מתקנים לא מאוזנים למערכות להספקת חשמל במתח גבוה, במתח עליון ובמתח על

ת"י 61000 חלק 4.30 - תאימות אלקטרומגנטית: טכניקות בדיקה ומדידה - שיטות מדידה לאיכות החשמל

חלות התקן ומטרותו (תרגום סעיף 1 של התקן האמריקני)

1. סקירה

1.1. כללי

תקן זה מביא מפרטים טכניים ומפרטי בדיקה ודרישות לחברור ולתאימות תפעולית של מקורות אנרגייה מבוזרים (DERs). נוסף על כך, בתקן זה נכללים מספר נספחים המביאים חומר נוסף למידע, ושלא נדרש להשתמש בהם יחד עם תקן זה.

1.2. חלות

תקן זה קובע קריטריונים ודרישות לחברור בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין רשתות חשמל (EPSs) וממשקים קשורים. המפרטים והדרישות הטכניים שצוינו נדרשים באופן כללי לחברור ולתאימות תפעולית של מקורות אנרגייה מבוזרים (DERs)², ויתאימו לרוב ההתקנות³. דרישות הביצועים המוגדרות חלות בעת החיבור וכל עוד ה-DER נשאר בשירות.

1.3. מטרה

מסמך זה מספק תקן אחיד לחברור ולתאימות תפעולית בין מקורות אנרגייה מבוזרים לבין רשתות חשמל. הוא מציג דרישות הנוגעות לביצועים, לפעולה ולבדיקה של החברור ושל התאימות, וכן דרישות הנוגעות לשיקולי בטיחות, תחזוקה ואבטחה.

פירוט השינויים והתוספות הלאומיים לסעיפי התקן האמריקני

הערה לאומית כללית:

בכל מקום בתקן שבו מאוזכרים מתחים ותדרים השונים מהנהוג בישראל, יחולו המתחים והתדרים הנהוגים בישראל, כמפורט להלן:

מתח נמוך: מתח שערכו האפקטיבי (r.m.s.) הנקוב הוא עד 1000 וולט ועד בכלל בתדר של 50 הרץ. בישראל, המתח הנמוך הנהוג ברשת החשמל הציבורית הוא 230 וולט למופע ו-400 וולט בין מופעים (שלוב).

מתח גבוה: מתח שערכו האפקטיבי הנקוב גדול מ-1000 וולט ועד 52 ק"ו ועד בכלל, בתדר של 50 הרץ. המתחים הגבוהים הנקובים הנהוגים בישראל הם אלה: 6.3 ק"ו, 11 ק"ו, 12.6 ק"ו, 22 ק"ו ו-33 ק"ו בין מופעים.

² לדוגמה, מכונות סינכרוניות, מכונות השראה, או מהפכים/ממירי הספק סטטיים.

³ ייתכן שיידרשו דרישות טכניות נוספות במצבים של חדירה נרחבת יותר של DER.

2. Normative references

במקום התקנים הבין-לאומיים המאוזכרים בתקן והמצוינים בסעיף זה חלים תקנים ישראליים, כמפורט להלן:

התקן הבין-לאומי המאוזכר	התקן הישראלי החל במקומו	הערות (המידע המפורט בעמודת ההערות נכון ליום כתיבת תקן זה)
ANSI C84.1	חוק החשמל התשי"ד – 1954, ותקנותיו, על עדכוניהן	
IEC/TR 61000-3-7	ת"י 61000 חלק 3.7 - תאימות אלקטרומגנטית: גבולות - הערכת גבולות פליטה לחיבור מתקנים גורמי תנודות למערכות להספקת חשמל במתח גבוה, במתח עליון ובמתח על	התקן הישראלי זהה, למעט שינויים ותוספות לאומיים ^(א) , לדוח הטכני הבין-לאומי IEC/TR 61000-3-7 - Edition 2.0: 2008-02
IEEE Std 519 TM	ת"י 51900 - כללי עבודה מומלצים ודרישות לבקרת ההרמוניות במערכות הספק חשמל	התקן הישראלי זהה, למעט שינויים ותוספות לאומיים ^(א) , לתקן האמריקני IEEE Std 519 TM -2014
הערה לטבלה:		
(א) השינויים והתוספות הלאומיים אינם רלוונטיים לתקן ישראלי זה (ת"י 15470).		

3. Definitions and acronyms

3.1 Definitions

בהגדרה **electric power system (EPS)**, בסוף המשפט הראשון של ה-Note, המתחיל במילה "This" והמסתיים במילה "units", יוסף:
ובעל רישיון חלוקה.

4. General interconnection technical specifications and performance requirements

4.2 Reference points of applicability (RPA)

בכל מקום בסעיף זה שבו נכתב הערך "500 kVA", הכתוב אינו חל, ובמקומו יחול:
630 קילוולט-אמפר.

4.3 Applicable voltages

Table 2 – Applicable voltages when PCC is located at low voltage

השורה בטבלה המתייחסת ל-"Single phase 120/240 V", אינה חלה, ובמקומה יחולו השורות שלהלן:

תצורת לולאת המתח-הנמוך בשנאים אזוריים של רשת החשמל ^a	מתחים ישימים
חד-מופע	מופע-לאפס – עבור יחידות DER של 230 וולט
תלת-מופע, שלוב	בין מופעים – עבור יחידות DER של 400 וולט

4.4 Measurement accuracy

Table 3 – Minimum measurement and calculation accuracy requirements for manufacturers

השורה בטבלה המתייחסת ל-"Frequency" אינה חלה, ובמקומה יחולו השורות שלהלן:

מסגרת זמן מאפיין	מדידות במצב-יציב			מדידות במצבי מעבר		
	דיוק מדידה מזערי	חלון מדידה	טווח	דיוק מדידה מזערי	חלון מדידה	טווח
תדר	10 מיליהרץ	50 מחזורים	40 הרץ עד 55 הרץ	100 מיליהרץ	5 מחזורים	40 הרץ עד 55 הרץ

4.5 Cease to energize performance requirement

בכל מקום בסעיף זה שבו נכתב הערך "500 kVA", הכתוב אינו חל, ובמקומו יחול: 630 קילוולט-אמפר.

4.10.2 Enter service criteria

Table 4 – Enter service criteria for DER of Category I, Category II, and Category III

שורות הנתונים המתייחסות ל-"Frequency within range", אינן חלות, ובמקומן יחולו השורות שלהלן:

קריטריון למתן שירות	הגדרות ברירת מחדל	תחום הגדרות מותרות
אפשר שירות	מאפשר	מאפשר/מושבת
תדר בתחום	< 49.5 הרץ	49.0 עד 49.9 הרץ
	≥ 50.1 הרץ	50.1 עד 51.0 הרץ

4.10.3 Performance during entering service

בכל מקום בסעיף זה שבו נכתב הערך "500 kVA", הכתוב אינו חל, ובמקומו יחול: 630 קילוולט-אמפר.

7.4.2 Limitation of cumulative instantaneous overvoltage

Figure 3- Transient overvoltages limits

הערך "1.6" אינו חל, ובמקומו יחול:

2.0

הערך "16" אינו חל, ובמקומו יחול:

20

הערך "166" אינו חל, ובמקומו יחול:

Electronically coupled DER .11.4.2

בכל מקום בסעיף זה שבו נכתב הערך "500 kVA", הכתוב אינו חל, ובמקומו יחול:
630 קילוולט•אמפר.

IEEE STANDARDS ASSOCIATION



IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces

IEEE Standards Coordinating Committee 21

Sponsored by the
IEEE Standards Coordinating Committee 21 on Fuel Cells, Photovoltaics, Dispersed
Generation, and Energy Storage

IEEE
3 Park Avenue
New York, NY 10016-5997

IEEE Std 1547™-2018
(Revision of IEEE Std 1547-2003)

Contents

1. Overview	15
1.1 General	15
1.2 Scope	15
1.3 Purpose	16
1.4 General remarks and limitations	16
1.5 Conventions for word usage and notes to text, tables and figures	20
2. Normative references	20
3. Definitions and acronyms	21
3.1 Definitions	21
3.2 Acronyms	26
4. General interconnection technical specifications and performance requirements	27
4.1 Introduction	27
4.2 Reference points of applicability (RPA)	28
4.3 Applicable voltages	29
4.4 Measurement accuracy	30
4.5 Cease to energize performance requirement	31
4.6 Control capability requirements	31
4.7 Prioritization of DER responses	32
4.8 Isolation device	33
4.9 Inadvertent energization of the Area EPS	33
4.10 Enter service	33
4.11 Interconnect integrity	35
4.12 Integration with Area EPS grounding	35
4.13 Exemptions for emergency systems and standby DER	35
5. Reactive power capability and voltage/power control requirements	36
5.1 Introduction	36
5.2 Reactive power capability of the DER	37
5.3 Voltage and reactive power control	38
5.4 Voltage and active power control	41
6. Response to Area EPS abnormal conditions	42
6.1 Introduction	42
6.2 Area EPS faults and open phase conditions	43
6.3 Area EPS reclosing coordination	43
6.4 Voltage	44
6.5 Frequency	54
6.6 Return to service after trip	60
7. Power quality	61
7.1 Limitation of dc injection	61
7.2 Limitation of voltage fluctuations induced by the DER	61
7.3 Limitation of current distortion	62
7.4 Limitation of overvoltage contribution	63
8. Islanding	65
8.1 Unintentional islanding	65
8.2 Intentional islanding	65

9. DER on distribution secondary grid/area/street (grid) networks and spot networks	67
9.1 Network protectors and automatic transfer scheme requirements	67
9.2 Distribution secondary grid networks	68
9.3 Distribution secondary spot networks	68
10. Interoperability, information exchange, information models, and protocols	69
10.1 Interoperability requirements	69
10.2 Monitoring, control, and information exchange requirements	69
10.3 Nameplate information	69
10.4 Configuration information	70
10.5 Monitoring information	70
10.6 Management information	71
10.7 Communication protocol requirements	75
10.8 Communication performance requirements	75
10.9 Cyber security requirements	76
11. Test and verification requirements	76
11.1 Introduction	76
11.2 Definition of test and verification methods	77
11.3 Full and partial conformance testing and verification	79
11.4 Fault current characterization	94
Annex A (informative) Bibliography	95
Annex B (informative) Guidelines for DER performance category assignment	98
B.1 Introduction	98
B.2 Background	98
B.3 Normal and abnormal performance category standard approach	99
B.4 Performance category assignment	102
Annex C (informative) DER intentional and microgrid island system configurations	107
C.1 Introduction	107
C.2 Connecting DER not designed for intentional island or microgrid operation	108
Annex D (informative) DER communication and information concepts and guidelines	109
D.1 Introduction	109
D.2 General principles	109
D.3 Communication protocols	111
D.4 Cyber security	111
D.5 Related standards	113
Annex E (informative) Basis for ride-through of consecutive voltage disturbances	115
E.1 Introduction	115
E.2 Faults, fault protection, and reclosing	115
E.3 Unrelated faults	120
E.4 Intermittent faults	120
E.5 Voltage oscillations	120
Annex F (informative) Discussion of testing and verification requirements at PCC or PoC	121
Annex G (informative) Power quality (PQ) clause concepts and guidelines	123
G.1 Introduction	123
G.2 Rapid voltage change (RVC) limits	123
G.3 Flicker limits	125
G.4 Current distortion limits	126

G.5 Limitation of overvoltage	128
G.6 Related standards	128
Annex H (informative) Figures illustrating general interconnection technical specifications and performance requirements of Clause 4 to Clause 6	129
H.1 Informative figures related to 4.2 [Reference points of applicability (RPA)].....	129
H.2 Informative figures related to Clause 5 (Reactive power capability and voltage/power control requirements).....	130
H.3 Informative figures related to Clause 6 (Response to Area EPS abnormal conditions).....	133

פרטים