



תכנית פיתוח רשת החלוקה (פר"ח) 2024-2030



אוגוסט 2024

השתתפו בהכנה

תכנית זו הוכנה על ידי יחידת פיתוח הרשת באגף הנדסת רשת.

בהשתתפות:

- מגזר כספים וכלכלה
- מגזר הנדסת חלוקה
- המחלקה לססטימטיקה וחקר שווקים
- אגפי הרשת

תוכן עניינים

11	תקציר מנהלים.....
18	פרק 1 - מבוא לתכנית פיתוח רשת חלוקה (פר"ח).....
20	פרק 2 - תיאור מערכת החלוקה.....
21	2.1 - רשת מתח גבוה.....
22	2.2 - שנאי חלוקה.....
24	2.3 - רשת מתח נמוך.....
24	2.4 - מונים ומערכת מניה.....
25	2.5 - אופייני צריכה חורף/קיץ.....
27	פרק 3 - תכנית פיתוח רשת החלוקה.....
27	3.1 - כללי.....
27	3.1.1 - פתיחה.....
27	3.1.2 - קריטריונים.....
29	3.1.3 - עקרונות לבניית תכניות העבודה לתכנית פיתוח רשת החלוקה.....
29	3.1.4 - ניהול פרויקטים ברשת החלוקה.....
31	3.2 - מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי.....
31	3.2.1 - פתיחה.....
31	3.2.2 - קריטריונים.....
32	3.2.3 - תכנית עבודה.....
34	3.2.4 - מרכיבי רשת.....
35	3.3 - קליטת ייצור מבוזר ואגירה מבוזרת ברשת החלוקה.....
35	3.3.1 - פתיחה.....
35	3.3.2 - קריטריונים.....
36	3.3.3 - תכנית עבודה.....
38	3.3.4 - מרכיבי רשת.....
39	3.3.5 - אגירה מבוזרת פרטית, אגירה ברשת החלוקה.....
43	3.4 - חיבור נרחב של צרכנים גדולים.....
44	3.4.1 - חוות שרתים.....
49	3.4.2 - תשתיות לאומיות.....
57	3.4.3 - מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית.....
64	3.5 - רכב חשמלי פרטי.....
64	3.5.1 - פתיחה.....
66	3.5.2 - קריטריונים.....
70	3.5.3 - תכנית עבודה.....
73	3.5.4 - מרכיבי רשת.....
74	3.6 - אמינות אספקה.....
74	3.6.1 - פתיחה.....
77	3.6.2 - קריטריונים.....
77	3.6.3 - תכנית עבודה.....
79	3.6.4 - מרכיבי רשת.....
80	3.7 - רשת חכמה וחדשנות ברשת החלוקה.....

80	3.7.1 - פתיחה.....
81	3.7.2 - כלי מבוסס מחשב NIS \ GIS.....
81	3.7.3 - מערכת (ADMS) Advanced Distribution Management System.....
83	3.7.4 - מניה חכמה ותשתיות לרשת חכמה (SM/AMI/MDMS).....
86	3.7.5 - פרויקט חומ"ה.....
86	3.7.6 - מערכת ניהול ייצור מבוזר (DERMS).....
87	3.7.7 - מערכת IT/OT.....
88	3.8 - סיכום עלויות תכנית פר"ח.....
88	3.8.1 - מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי.....
89	3.8.2 - קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית.....
89	3.8.3 - אגירה ברשת החלוקה.....
89	3.8.4 - חוות שרתים.....
90	3.8.5 - תשתיות לאומיות.....
90	3.8.6 - מתחמי טעינת תחבורה ציבורית.....
90	3.8.7 - רכב חשמלי פרטי.....
91	3.8.8 - אמינות אספקה.....
91	3.8.9 - רשת חכמה ו-ADMS.....
91	3.8.10 - מניה חכמה.....
92	3.8.11 - פרויקט חומ"ה.....
92	3.8.12 - סיכום עלויות.....
93	פרק 4 - השפעת תכנית פר"ח על רשויות מקומיות/אזוריות.....
96	פרק 5 - השפעת תכנית פר"ח על מערכת המסירה הארצית.....
97	5.1 - השפעת תכנית פר"ח על תכנית פיתוח רשת המסירה לפי נושאים.....
99	5.2 - תמונת מצב ל-9 המרחבים ו-3 הערים הגדולות בשנת 2023 ובשנת 2030.....
100	5.2.1 - מרחב חיפה.....
101	5.2.2 - מרחב העמקים.....
102	5.2.3 - מרחב גליל וגולן.....
103	5.2.4 - מרחב דן.....
104	5.2.5 - מרחב שרון.....
105	5.2.6 - מרחב שפלה.....
106	5.2.7 - מרחב ירושלים.....
107	5.2.8 - מרחב נגב.....
108	5.2.9 - מרחב איילון.....
109	5.2.10 - שלוש הערים הגדולות בישראל.....
110	פרק 6 - רגולציה וחסמים.....
110	6.1 - פתיחה.....
110	6.2 - רגולציה.....
111	6.3 - חסמים.....
112	פרק 7 - סיכום.....
114	פרק 8 - נספחים:
115	8.1 - נספח א' - רשימת פרויקטים בחברת החשמל 2023-2040.....
115	8.1.1 - אגף רשת חיפה והצפון.....
117	8.1.2 - אגף רשת דן והחוף.....
119	8.1.3 - אגף רשת ירושלים והנגב.....

122	8.2 - נספח ב' – הסבר מפורט על מודל וקסלר ומודל רשת מתח נמוך
126	8.3 - נספח ג' – רשימת דרישות בתכנית פיתוח רשת חלוקה 2023-2030
126	8.3.1 - קליטת מתקני ייצור מבוזר באנרגיות מתחדשות בחלוקה
129	8.3.2 - הזמנות לחיבור חוות שרתים
133	8.3.3 - הזמנות תשתיות לאומיות
141	8.3.4 - דרישות לטעינת תחבורה ציבורית
156	8.4 - נספח ד' – תחזית מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת 2024-2030
156	8.4.1 - תחזית עלויות השקעה למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי
158	8.4.2 - תחזית מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר
159	8.4.3 - תחזית עלויות השקעה לקליטת מתקני ייצור מבוזר
161	8.4.4 - תחזית מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים
163	8.4.5 - תחזית עלויות לחיבור חוות שרתים
164	8.4.6 - מרכיבי רשת תשתיות לאומיות
165	8.4.7 - תחזית עלויות לתשתיות לאומיות
166	8.4.8 - מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית
167	8.4.9 - תחזית עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית
168	8.4.10 - מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי
169	8.4.11 - תחזית עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי
170	8.4.12 - תחזית מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה
173	8.4.13 - תחזית עלויות לתכנית אמינות אספקה

רשימת טבלאות

טבלה 1-3.1. עמידת רשתות עיליות ותת-קרקעיות בזרמי קצר במצב קיים/מוצע ברשת	28
טבלה 2-3.1. העמסה מרבית לשנאי חלוקה לפי סוג במצב קיים/מוצע ברשת	28
טבלה 3-3.1. תרחישי אקלים קיצוניים	28
טבלה 1-3.2. תחזית מספר חיבורים חדשים והגדלות חיבור בין השנים 2024-2030	33
טבלה 2-3.2. תחזית מספר חיבורים חדשים בין השנים 2024-2030 לפי מרחבים	33
טבלה 3-3.2. תחזית מספר הגדלות חיבור בין השנים 2024-2030 לפי מרחבים	33
טבלה 4-3.2. סך מרכיבי רשת לתכנית פיתוח לגידול בביקוש הביתי והעסקי בין השנים 2024-2030	34
טבלה 1-3.3. קריטריוני תכנון רשת החלוקה לקליטת ייצור מבוזר במצב קיים/מוצע	36
טבלה 2-3.3. תחזית תוספת הספק מאנרגיות מתחדשות ברשת חלוקה בין השנים 2023-2030 (MWp)	37
טבלה 3-3.3. תחזית תוספת הספק לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה בין השנים 2023-2030 (MWp)	37
טבלה 4-3.3. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור בודד במתח גבוה	38
טבלה 5-3.3. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור בודד במתח נמוך	39
טבלה 6-3.3. סך מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור באנרגיות מתחדשות לרשת החלוקה בין השנים 2024-2030	39
טבלה 7-3.3. תחנות משנה להקמת מתקני אגירה בחח"י בין השנים 2023-2025	42
טבלה 1-3.4. גדלי חיבור במתח גבוה לפי הספק קיים/מוצע באמות המידה	43
טבלה 2-3.4. מספר הזמנות לחיבורי הזנה וגיבוי חוות שרתים לפי מרחבים	45
טבלה 3-3.4. תכנית עבודה לחיבור הזנה לחוות שרתים לרשת החלוקה לפי מרחבים בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030	47
טבלה 4-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים לרשת החלוקה	48
טבלה 5-3.4. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים לרשת החלוקה בין השנים 2023-2030	48
טבלה 6-3.4. מספר הזמנות לחיבורי הזנה וגיבוי מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות לפי מרחבים	50
טבלה 7-3.4. תכנית עבודה לחיבור הזנה למיזמי פיתוח תשתיות לאומיות לפי מרחבים בפריסה בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030	52
טבלה 8-3.4. היקפי תחנות ושטחים לפינוי תשתיות חשמל	53
טבלה 9-3.4. היקפי עבודות חח"י ברשת החלוקה במסגרת הפרויקט	53
טבלה 10-3.4. פילוח העתקות והטמנות ברשת מתח גבוה ורשת מתח נמוך	54
טבלה 11-3.4. תחזית העתקת/הטמנת רשת חלוקה בעבודות ע"א בשנים 2024-2030	54
טבלה 12-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות	55
טבלה 13-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו	55
טבלה 14-3.4. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של תשתיות לאומיות בשנים 2023-2030	56
טבלה 15-3.4. פירוט סוגי מתחמים לפי התכנית האסטרטגית לחשמול תחבורה ציבורית	58
טבלה 16-3.4. מספר דרישות לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית לפי גודל החיבור הנדרש	59
טבלה 17-3.4. מספר הזמנות לחיבור הזנה וגיבוי מתחמי תחבורה ציבורית חשמלית לפי מרחבים	59
טבלה 18-3.4. תכנית עבודה לחיבור הזנה למתחמי תחבורה ציבורית לפי מרחבים בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030	61
טבלה 19-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA	61

טבלה 3.4-20. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA	62
טבלה 3.4-21. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA	62
טבלה 3.4-22. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מתחמי תחבורה ציבורית בשנים 2023-2030	63
טבלה 3.5-1. התפלגות שנאי חלוקה ביתיים בשנת 2023	71
טבלה 3.5-2. תוספת הספק לשנאי תחנות משנה עקב חדירת מיליון רכבים חשמליים פרטיים באופיין חורף/קיץ עד שנת 2030	73
טבלה 3.5-3. תחזית מרכיבי רשת לחיבור עמדות טעינה לרכב חשמלי פרטי בשנים 2023-2030	73
טבלה 3.6-1. ייעד דקות אי-אספקה על פי הספק מותקן מופסק בחלוקה למרחבים, שנים 2023-2032 (דקות)	74
טבלה 3.6-2. יעד דקות אי-אספקה על פי לקוחות מופסקים בחלוקה למרחבים, שנים 2023-2032 (דקות)	75
טבלה 3.6-3. תכנית עבודה עקרונית לפי שיטות המדידה ליעדי דקות אי-אספקה לפי יעדי רשות החשמל	78
טבלה 3.6-4. תחזית מרכיבי רשת לשיפור אמינות אספקה (כולל רכיב בטיחות) בשנים 2024-2030	79
טבלה 3.7-1. תחזית מספר התקנות מונים חכמים חדשים והחלפת מונים קיימים בין השנים 2023-2028	86
טבלה 3.8-1. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לתכנית פיתוח רשת בסיסית בין השנים 2024-2030	88
טבלה 3.8-2. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית בין השנים 2024-2030	89
טבלה 3.8-3. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבור חוות שרתים בין השנים 2024-2030	89
טבלה 3.8-4. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבור תשתיות לאומיות בין השנים 2024-2030	90
טבלה 3.8-5. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית חשמלית בין השנים 2024-2030	90
טבלה 3.8-6. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבורים הקשורים לחדירת רכב חשמלי פרטי בין השנים 2024-2030	90
טבלה 3.8-7. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבורים הקשורים לאמינות אספקה כולל תוספת בטיחות* בין השנים 2024-2030	91
טבלה 3.8-8. סה"כ עלויות במיליוני ₪ עבור רשת חכמה ו-ADMS	91
טבלה 3.8-9. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבורים הקשורים למניה חכמה בין השנים 2024-2030	91
טבלה 3.8-10. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לפרויקט חומ"ה בין השנים 2024-2030	92
טבלה 3.8-11. סה"כ עלויות במיליוני ₪ תכנית פר"ח ופרויקטים נוספים בחז"י בין השנים 2024-2030	92
טבלה 5.2-1. פרטים מזהים מרחב חיפה	100
טבלה 5.2-2. פרטים מזהים מרחב העמקים	101
טבלה 5.2-3. פרטים מזהים מרחב גליל וגולן	102
טבלה 5.2-4. פרטים מזהים מרחב דן	103
טבלה 5.2-5. פרטים מזהים מרחב שרון	104
טבלה 5.2-6. פרטים מזהים מרחב שפלה	105
טבלה 5.2-7. פרטים מזהים מרחב ירושלים	106
טבלה 5.2-8. פרטים מזהים מרחב נגב	107
טבלה 5.2-9. פרטים מזהים מרחב איילון	108

טבלה 5.2-10. פרטים מזהים עיר תל אביב.....	109
טבלה 5.2-11. פרטים מזהים עיר ירושלים.....	109
טבלה 5.2-12. פרטים מזהים עיר ירושלים.....	109

רשימת איורים

איור 1-2. אופייני צריכה של שנאי (א) ביתי (ב) לא ביתי (מסחר, תעשייה).....	26
איור 1-3. תחזית משרד האנרגיה לתרחישי חדירת רכב חשמלי פרטי לשוק המכירות בישראל.....	65
איור 2-3. תחזית משרד האנרגיה לחדירת רכב חשמלי פרטי לשוק המכירות בישראל.....	65
איור 3-3. התפלגות עמדות טעינה לרכב חשמלי בישראל.....	67
איור 4-3. מקדם התלכדות לטעינת רכב חשמלי פרטי.....	67
איור 5-3. התנהגות אופיינית של טעינת רכבים חשמליים באזורי מגורים בגרמניה.....	68
איור 6-3. חלוקת רכבים חשמליים פרטיים לפי אופי טעינת הרכב.....	69
איור 7-3. מודולים מרכזיים במערכת ADMS.....	82
איור 1-4. תהליך תוספות אספקת חשמל ברשות מקומית - מצב עתידי.....	94

רשימת תרשימים

תרשים 1-3. מפת פריסה של הזמנות קיימות לחיבור הזנה חוות שרתים פוטנציאליות לפי מרחבים עד שנת 2030.....	46
תרשים 2-3. מפת פריסה של הזמנות קיימות לחיבורי הזנה מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות פוטנציאליים לפי מרחבים עד שנת 2030.....	51
תרשים 3-3. מפת פריסה של הזמנות קיימות לחיבור הזנה מתחמי תחבורה ציבורית פוטנציאליים לפי מרחבים עד שנת 2030.....	60

רשימת קיצורים ומפתח מונחים

Advanced Distribution Management System	מערכת ניהול רשת חלוקה מתקדמת (מנח"מ)	ADMS
Advanced Measurement Infrastructure	תשתית מדידה מתקדמת	AMI
Conservation through Voltage Reduction	משנה דרגות מתח בשנאי	CVR
Distributed Energy Resource Management System	מערכת ניהול ייצור מבוזר	DERMS
Distributed Energy Resource	משאבי ייצור מבוזר	DERS
Distribution Management System	מערכת ניהול חלוקה	DMS
Demand Response Management System	מערכת ניהול מענה לביקוש	DRMS
Engineering Procurement Construction	תכנון, הקמה ותחזוקה (תהליך מיקור חוץ)	EPC
Fault Location Isolation Restoration	מודל בידוד אזור התקלה והחזרה לניצול	FLISR
Information Technology	טכנולוגית מידע	IT
Metering Data Management System	מערכת לניהול תפעול מדידה	MDMS
Mega Watt Peak	מגה-וואט בנקודת המקסימום (ההספק הנקוב של הפנלים במתקן פוטו-וולטאי (הספק DC))	MWp
Geographical Information System/Network Information System	מערכת ניהול מידע גיאוגרפי	NIS/GIS
Outage Management System	מערכת ניהול הפסקות	OMS
Operational Technology	טכנולוגיה תפעולית	OT

PI-PC	מערכת תפעולית לניטור נתוני העמסה מקסימליים בתחנות המשנה
PV	אנרגיה פוטו-וולטאית, שמקורה מהשמש
SCADA	מערכת ניהול מידע
Supervisory Control And Data Acquisition	
SLA	הסכמי רמת שירות
Service Level Agreement	
SM	מניה חכמה
Smart Metering	
TBM	מכונות כרייה של הרכבת הקלה
Tunnel Boring Machine	
TMS	מערכת ניהול רשת ההולכה
Transmission Management System	
VVC/VVO	מודל בקרה ואופטימיזציה של מתח והספק ריאקטיבי
Voltage Var Control/ Voltage Var Optimization	
א"א	אמינות אספקה
אנ"מ	אזור נופש מטרופוליטני
אר"ן	אנרגיית רוח נקייה
דא"א	דקות אי-אספקה
חומ"ה	חידוש ושדרוג מערך הבקרים (ברשת החלוקה)
חח"י	חברת החשמל לישראל
חל"ב	חיבורים לבתים
יח'	יחידה
יח"פ	יצרני חשמל פרטיים
למ"ס	לשכה מרכזית לסטטיסטיקה
מ"ג	מתח גבוה
מ"נ	מתח נמוך
מגו"ט	מגה-וואט [MW]
מו"א	מגה-וולט אמפר [MVA]
מו"ח	מונה חכם
מחצ"ב	המרכז למחקרים צבאיים בחברת רפאל
ממ"ר	מילימטר רבוע [mm ²]
מנת"י	מערכת ניהול תכניות ייצור (ברשת החלוקה)

מע"ר	מרכז עסקים ראשי
מתח"מ	מרכז תחבורה משולב
נת"ע	נתיבי תחבורה עירוניים
נת"צ	נתיב תחבורה ציבורית
עע"א	עבודות על חשבון אחרים
פר"ח	פיתוח רשת החלוקה
ק"ו	קילו-וולט [kV]
קו"א	קילו-וולט אמפר [kVA]
קו"ט	קילו-וואט [kW]
קמ"ר	קילו-מטר רבוע [km ²]
רג"מ	רמלה, גזר וחבל מודיעין
רק"ל	רכבת קלה
רת"ק	רשת תת-קרקעית
ת"ט	תחנת טרנספורמציה (השנאה)
תחמ"ש	תחנות/תחנות משנה
תט"ח	תחנת טרנספורמציה (השנאה) חיצונית
תט"פ	תחנת טרנספורמציה (השנאה) פנימית
תמ"ל	תכניות מועדפת לדיור
תע"ש	תעשייה צבאית
תעו"ז	תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה
תת"ל	תוכניות תשתיות לאומיות
תת"ק	תת-קרקעי

תקציר מנהלים

משק החשמל במדינת ישראל עובר התפתחות משמעותית בשנים האחרונות הנובעת משינויים חיצוניים ומקומיים. עיקר השינויים נובעים ממספר גורמים: מעבר לייצור מאנרגיות מתחדשות (בהתאם להחלטת ממשלה 465), חדירה של פלחי צרכנות חדשים (תשתיות טעינה לרכב חשמלי, ציבורי ופרטי, חוות שרתים), חישמול תשתיות לאומיות (מטרו, רכבת קלה, תחבורה ציבורית, נמלים וכו'), גידול מאסיבי בביקוש הביתי ועוד. שינויים אלה מתבצעים בכל שרשרת החשמל: במתקני הייצור, קווי ההולכה, תחנות המשנה, רשת מתח גבוה, שנאי חלוקה והצרכנים.

על פי החלטה 64201 של רשות החשמל, חברת החשמל קיבלה רישיון חלוקה כספק שירות חיוני. מתוקף אחריות זו, חברת החשמל אמונה על הכנת תכנית פיתוח לרשת החלוקה בהתאם לסעיף 19 א' לחוק משק החשמל.

התכנית הכרחית למענה הולם לאתגרים השונים במשק החשמל במדינת ישראל. הצלחת מימושה תלויה בגורמים רבים, כלכליים, חברתיים, מסחריים, רגולטורים ועוד. התכנית תעודכן תקופתית לפי תחזיות ביקושים עתידיות, התפתחויות שונות בנושאים השונים וביצועים בפועל. תכנית זו, המוצגת לראשונה, מקיפה וכוללת נושאי עבודה רבים. בתהליך בנייתה הושקעו מאמצים רבים והתקיים שיתוף פעולה הדוק בין גורמים רבים בתוך החברה ומחוצה לה.

תכנית פיתוח רשת החלוקה, פר"ח, היא תכנית הדגל של חברת חשמל בתחום החלוקה ומטרתה לתת מענה לפיתוח העצום ולהיקפים העצומים של תוספת צרכנות וייצור, תוך שיפור מתמיד באמינות האספקה. נכון לשנת 2023 דקות אי-אספקה עמדו על 154 דקות.

יישום תכנית פר"ח, בהתאם לסדרי עדיפויות שחברת החשמל תקבע במטרה להביא מקסימום תועלת למשק, עשויה לצמצם את דקות אי אספקה בשנת 2032 לכ-102 דקות. הטמנת רשתות שלא על פי סדרי עדיפויות שתקבע חח"י כאמור, אלא על פי תבחינים אחרים, תגרע מהיעד המוצג לעיל.

רשת החלוקה בנויה מכ-30,000 ק"מ רשת מתח גבוה, כ-41,000 ק"מ רשת מתח נמוך וכ-54,000 שנאי חלוקה. סה"כ התכנית כוללת תוספת ברשת החלוקה של כ-10,000 ק"מ רשת מתח גבוה, 9,500 ק"מ רשת מתח נמוך ו-12,500 שנאי חלוקה.

אומדן עלויות התכנית (במחירי 2024) מסתכם בכ-21.6 מיליארד ₪ עד לשנת 2030.

תקציב תכנית פר"ח כמוצג בדו"ח, אושר בדירקטוריון חח"י בנובמבר 2023 ומוגש לאישור השר. תכנית פיתוח רשת החלוקה כוללת את הנושאים הבאים:

א. מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי

תחזית המענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי נבנית על ידי המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים ונשענת על מודל סטטיסטי המבוסס על מספר עקרונות עבודה. בין היתר, זמני טיפול בהזמנת חיבורים, הניסיון בשטח, תמהיל סוגי הזמנות חדשות במערכת וצפי להזמנות חדשות בהסתמך על גורמים שונים. התחזית לגידול בביקוש הביתי עומדת על 2.5-3% בשנה ובהתאם קובעת את מספר החיבורים החדשים והגדלות החיבור בחלוקה גיאוגרפית, לפי תשעת המרחבים של חח"י לכל שנה משנות התחזית. בהתאם, התחזית מתורגמת בעזרת מודלים למרכיבי רשת ועלויות בהתאם לתחזיות. בכל שנה יתבצעו מעל ל-90 אלף חיבורים חדשים והגדלות חיבור.

הטבלה להלן מפרטת את מספר החיבורים החדשים ומספר הגדלות החיבור המתוכננים בין השנים 2022 עד 2030:

פעילות	בוצע 2022	בוצע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
חיבורים חדשים	75,000	77,094	74,540	75,710	75,900	76,130	75,810	75,630	75,030
הגדלות חיבור	15,000	14,657	17,500	18,400	19,400	20,400	21,800	22,900	24,300
סה"כ	90,000	91,751	92,040	94,110	95,300	96,530	97,610	98,530	99,330

ב. קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה ברשת החלוקה

בהתאם להחלטת ממשלה מספר 465 מחודש אוקטובר 2020, יעדי ייצור באנרגיות מתחדשות יהיו 20% ייצור בשנת 2025 ו-30% ייצור בשנת 2030. סך הביקוש השנתי לחשמל הצפוי בשנת 2030 יעמוד על כ-97 טרה-ואט שעה, הייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות צריך להיות כ-29 טרה-ואט שעה. בקיז ייצור באנרגיות רוח ותרמי, הייצור באנרגית שמש צריך להיות כ-28 טרה-ואט שעה. בהנחה כי בשנה יש 1,677 שעות שמש אפקטיביות עבור מערכות פוטו-וולטאיות סך ההספק הצפוי ברשתות ההולכה והחלוקה מסתכם בכ-17GW מסך יכולת ייצור ההספק הכללי במדינת ישראל. מתוך יעד ייצור ההספק באמצעות אנרגיות מתחדשות, הייצור המבוזר ברשת החלוקה יהווה כ-75%, כלומר, ההספק הנקוב של הפנלים במתקן פוטו-וולטאי (הספק צד DC המשקף הצורה הטובה ביותר את ההספק הייצור) יעמוד על כ-12,720MWp בשנת 2030. שאר הייצור המבוזר יתבצע במתקנים המחוברים לרשת ההולכה.

הטבלה להלן מפרטת את היקף ההספק של מתקני הייצור המתוכננים לחיבור לרשת החלוקה בין השנים 2022 עד 2030:

בוצע עד 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MWp)
4,920	1,200	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	12,720

עד לשנת 2030 צפויים להתחבר בממוצע בכל שנה כ-70 מתקני ייצור מבוזר במתח גבוה ומעל ל-9,000 מתקני ייצור מבוזר במתח נמוך.

אגירה ברשת החלוקה: לטובת השלמת היעד בעמידה בהיקפי ייצור מבוזר בשנים הקרובות, נדרשת תוספת של אגירת אנרגיה ברשת של כ-3,600MW. סך מתקני אגירה שחוברו הינם 20 מתקנים בהספק של 100MW.

בחודש ינואר 2023 התקבלה החלטה מספר 64701 של רשות החשמל בנושא "עקרונות לשילוב חברת החשמל בתחום אגירת האנרגיה ברשת ההולכה והחלוקה". ההחלטה קובעת שנתח השוק של חברת החשמל לא יעלה על 15% מנתח השוק הפרטי.

בשלב הראשון, חברת החשמל קיבלה אישור מרשות החשמל להקים מתקני אגירה בהספק של 150MW בתחנות המשנה של חברת חשמל בין השנים 2023-2025. הספק כל מתקן הוא כ-10 מגוואט למשך כ-4 שעות. כלומר, פריסה של מתקני אגירה ברשת החלוקה בהספק של 50 מגוואט בכל שנה עד סוף שנת 2025. רשימת מתקני האגירה מפורטת בפרק הרלוונטי. הקמת מתקני אגירה נוספים בתשתיות חח"י, לרבות ברשת החלוקה, בין השנים 2026-2030, מהווה מדיניות חברת החשמל ומותנית באישור רשות החשמל.

ג. חיבור נרחב של צרכנים גדולים (חוות שרתים, תשתיות לאומיות, מתחמי טעינה לתחב"צ)

המושג 'צרכנים גדולים' מתייחס לסוג חדש של לקוחות, המבקשים לקבל חיבור בהספק גדול במתח גבוה. סוגי הצרכנים הגדולים, כוללים, בין היתר חוות שרתים, תשתיות לאומיות וחניוני טעינת תחבורה ציבורית חשמלית. חיבורים אלה הופרדו מתכנית הפיתוח הבסיסית, כיוון שעבור צרכנים אלו נדרשת עבודת רשת ייחודית ומשמעותית וכן, השקעות כפולות במרכיבי רשת לצרכי חיבור וגיבוי המתקנים.

חוות שרתים: עד שנת 2030 קיימות כ-100 הזמנות לחיבור הזנה (קבוע) בסך הספק של כ-1,275MVA, וכן כ-50 הזמנות לחיבור גיבוי בסך הספק של כ-630MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים. בעתיד תיפתחנה הזמנות חדשות לחיבור חוות שרתים וגם הן נכללו בחישובי בנית תכנית זו. התחזית הכוללת לחיבור חוות שרתים, לוקחת בחשבון את ההזמנות הקיימות בחח"י ואת תחזית הקמת חוות שרתים חדשות ומכילה חיבורי הזנה בהספק של כ-2,000MVA וחיבורי גיבוי בהספק 1,200MVA.

תשתיות לאומיות: עד שנת 2030 קיימות כ-33 הזמנות לחיבור הזנה (קבוע) בסך הספק של כ-350MVA, וכן, 19 הזמנות גיבוי בסך הספק של 187MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים.

לא נלקחה בחשבון תחזית לפרויקטים לאומיים עתידיים, מכיוון שבפרויקטים כאלו התכנון והביצוע מתפרסים על תקופה של 3 שנים לפחות. פרויקטים נוספים שיוזמנו בעתיד יוכנסו לתחזית.

מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית: התכנית האסטרטגית לחשמול תחבורה ציבורית כוללת תכנית נרחבת לחיבור והזנת מתחמי תחבורה ציבורית בפריסה ארצית עד לשנת 2030. התכנית מכילה 667 דרישות בפריסה ארצית לפי חלוקה לשלושה סוגי מתחמי טעינה, ומפרטת את פוטנציאל ההזמנות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית בהספק של כ-1,500MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים.

ד. רכב חשמלי פרטי

בשנים הקרובות צפויה צמיחה מהירה במספר הרכבים החשמליים שינועו בכבישי הארץ. הסיבות העיקריות לצמיחה: פיתוח התחום בשוקי העולם, עידוד ממשלתי למעבר לרכבים חשמליים, החלטת ממשלה 171 ואחרות שעוסקות בצמצום כניסת כלי רכב חדשים המונעים בבניין משנת 2030, הקטנת זיהום האוויר בשל המעבר לרכבים שלא פולטים פחמן דו-חמצני, שיפור היעילות האנרגטית, ירידה בעלויות הסוללה ושיפור טווחי הנסיעה של סוללות. כניסת רכב חשמלי לשוק מחייבת פריסת תשתיות לעמדות טעינה בשטחים ציבוריים (רחובות, מקומות עבודה ובילוי, חניוני תחבורה ציבורית) ובשטחים פרטיים (חניונים משותפים ופרטיים).

משרד האנרגיה ביצע הערכות שונות לחדירת רכב חשמלי ומבצע עדכונים שוטפים אחת לתקופה. ההערכה השמרנית היא לכ-מיליון רכבים חשמליים בשוק בישראל עד שנת 2030, יחד עם ירידה במספר הרכבים המונעים בבניין.

תחזית מספר שקעי טעינה במרחב הציבורי עד שנת 2030: כ-70,000 שקעי טעינה. מרחב ציבורי כולל חניונים ציבוריים, תחנות דלק, חניה רחוב וכו'. התחזית התבססה על ניתוח הזמנות, תחזיות משרד האנרגיה והתחבורה וסקרי שוק.

תחזית תוספת הספק: על פי ההנחות לגבי שיעור החדירה ושיעור הטעינה המנוהלת במרחב הציבורי ו'מאחורי המונה', הנחת עבודה ראשונית היא לתוספת הספק של 1kW לכל רכב. עבור תחזית של חדירת כמיליון רכבים חשמליים, ההערכה היא לתוספת של כ-1GVA בפריסה ארצית לפי מרחבים לטעינת רכב חשמלי פרטי.

ה. אמינות אספקה

בחדש יולי 2022 פרסמה רשות החשמל את החלטה מספר 63518, העוסקת במדדים של רמת אמינות אספקה (א"א) עד לשנת 2032. היעד לשנת 2032 הינו 92 דקות אי-אספקה. בנוסף, רשות החשמל פרסמה את החלטה מספר 64104 לתמרץ הטמנת רשתות מתח גבוה קיימות בשטחים אורבניים בשיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות. ההחלטות הנ"ל הופכות את הטמנת הרשתות למרכיב מרכזי לשיפור רמת השירות לצרכנים על ידי חח"י, במטרה להפחית את דקות אי-האספקה תוך ביצוע אופטימיזציה של העלויות וצמצום השונות בין המרחבים. תכנית הטמנת רשתות לטובת שיפור אמינות האספקה כוללת הטמנת רשת מ"ג של כ-730 ק"מ עד לשנת 2032 (תוכנית זו אינה כוללת את נושא הטמנות הקווים בעוטף וקווי העימות).

בשנת 2023 החברה עמדה ב-154 דקות אי אספקה.

יישום תכנית פר"ח בהתאם לסדרי עדיפויות שחח"י תקבע במטרה להביא מקסימום תועלת למשק, עשויה לצמצם את דקות אי אספקה בשנת 2032 לכ-102 דקות. הטמנת רשתות שלא על פי סדרי עדיפויות שתקבע חח"י כאמור, אלא על פי תבחינים אחרים, תגרע מהיעד המוצג לעיל.

בהמשך להחלטה מספר 63518 של רשות החשמל, חח"י פועלת מול רשות החשמל לבחינה ושינוי שיטת מדידה חדשה לחישוב דקות אי-אספקה לפי לקוחות מופסקים (ולא לפי הספק מותקן מופסק, כפי שהיה נהוג עד כה).

הטבלה להלן מפרטת את מצאי מרכיבי הרשת והתוספת המשוערת הצפויה בין השנים 2024-2030 ואחוז מרכיב הרשת מכלל הרשת הרלוונטית (מתח גבוה, מתח נמוך ושנאי חלוקה) בשנים 2023 ו-2030:

מרכיב רשת	יח'	מצאי שנת 2023	מכלל הרשת בשנת 2023	תוספת משוערת בשנים 2024-2030	פירוק משוער בשנים 2024-2030	מצאי משוער בשנת 2030	אחוז מכלל הרשת בשנת 2030
רשת מתח גבוה	ק"מ	14,560	48%	387	822	14,125	35%
	ק"מ	15,753	52%	10,405	/	26,154	65%
רשת מתח נמוך	ק"מ	9,944	24%	105	1,511	8,538	17%
	ק"מ	31,255	76%	10,693	/	41,948	83%
שנאי חלוקה	יח'	32,636	60%	5,443	2,927	35,152	53%
	יח'	21,626	40%	10,049	/	31,675	47%

מהטבלה ניתן ללמוד שבעקבות פירוק רשתות עיליות והפיכתן לתת-קרקעיות כחלק מעבודות על חשבון אחרים ואמינות אספקה, אחוז הרשתות התת-קרקעיות במתחים גבוה ונמוך ברשת עולה בשנת 2030 ביחס לשנת 2023. יחס הפוך מתקיים עבור רשתות עיליות. יחסי גומלין זהים מתקיימים עבור תחנת טרנספורמציה חיצונית (ת"ח) ותחנת טרנספורמציה פנימית (ת"פ).

1. רשת חכמה וחדשנות ברשת החלוקה

במסגרת זו כלולים, בין היתר:

מערכת ניהול ושליטה ברשת חלוקה מתקדמת (ADMS): פלטפורמת התוכנה התומכת באופן מלא בניהול רשת החלוקה ובאופטימיזציה שלה. המערכת תאפשר הבנה טובה יותר של רשת החשמל ותספק כלים טובים להתמודדות עם הרשת. המערכת הכוללת פונקציות אוטומציה של ניתוח הפסקות והחזרה לשגרה (חזרה לניצול), ומידע שנקרא מרחוק מהחיישנים שבשטח, מפעילה אלגוריתמים שיודעים להדגים ולהמליץ על פעולות שניתן לבצע להגברת יציבות ויעילות הרשת.

מנייה חכמה: רשת חכמה בנויה מתשתיות מחשוב המקיימות ביניהן תקשורת מתמדת שהקשר ביניהן חיוני להפעלת הרשת בצורה מיטבית. בניית תשתית לרשת חכמה והחלפת מונים ישנים למונים חכמים חדשים, מהווה חלק אינטגרלי בקידום טכנולוגי, ניהול משק החשמל, התייעלות אנרגטית ועמידה ביעדי הממשלה (תחרות במקטע האספקה, אנרגיות מתחדשות, רכב חשמלי וכו').

בהתאם להחלטת רשות החשמל מספר 65701 מחודש יוני 2023, חברת חשמל תשלים פריסה ארצית של כ-3.5 מיליון מונים חכמים עד סוף שנת 2028.

הטבלה להלן מפרטת את כמות התקנות מונים חכמים בחיבורים חדשים הגדלות חיבור והחלפת מונים ישנים למונים חכמים חדשים מתוכננת בין השנים 2023 עד 2028:

פעילות	בוצע 2023	2024	2025	2026	2027	2028
מספר לקוחות עם מונה חכם	660,000	1,160,000	1,845,000	2,530,000	3,215,000	3,479,374
מספר לקוחות מצטבר	3,100,000	3,177,094	3,251,634	3,327,344	3,403,244	3,479,374
מנייה חכמה						
התקנת מונה בחיבורים חדשים	77,094	74,540	75,710	75,900	76,130	75,810
*התקנת מונה ב-50% מהגדלות חיבור	7,329	8,750	9,200	9,700	10,200	10,900
החלפות מונים מתוכננת	315,578	416,710	600,090	599,400	598,670	177,664
סה"כ	400,000	500,000	685,000	685,000	685,000	264,374

פרויקט חומ"ה (הגנת סייבר): עוסק בשדרוג יחידות קצה עם פיקוד מרחוק ברשת החלוקה. בחלק מהפרויקט, חח"י תחדש ציוד בקרה ותקשורת ישנים לציוד מאובטח. סה"כ שדרוג 1,202 יחידות קצה בתחנות פנימיות ו-3,207 יחידות קצה ברשת העילית עד לשנת 2030.

סיכום

אומדן סך מרכיבי רשת עיקריים הנדרשים למימוש תכנית פיתוח רשת החלוקה עד לשנת 2030:

פעילות	יח'	מצאי 2023	תוספת משוערת בין השנים 2024-2030	פירוק משוער בין השנים 2024-2030	מצאי משוער בשנת 2030
רשת מתח גבוה	ק"מ	30,313	10,792	822	40,279
רשת מתח נמוך	ק"מ	41,199	10,798	1,511	50,486
שנאי חלוקה	יח'	54,262	15,492	2,927	66,827

אומדן סך העלויות הנדרשות לצורך מימוש תכנית פיתוח רשת החלוקה

אומדן סך העלויות הנדרשות (במחירי 2024) לצורך מימוש תכנית פיתוח רשת החלוקה עד לשנת

2030 מסתכם בכ-21.6 מיליארד שקלים, לפי החלוקה הבאה:

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
תכנית פר"ח								
1,700	1,703	1,718	1,717	1,723	1,717	1,704	11,982	מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי
174	163	163	163	168	158	158	1,147	קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית
57	37	25	27	25	26	29	226	חיות שרתים
87	149	128	119	61	50	61	655	תשתיות לאומיות
19	35	34	32	29	38	40	227	מתחמי טעינת תחבורה ציבורית
16	43	63	100	129	103	102	556	רכב חשמלי פרטי
407	485	485	485	485	662	662	3,671	אמינות אספקה (כולל בטיחות)
	10	10	10	10	10	10	60	אגירה ברשת החלוקה
50	35						85	ADMS
395	522	522	522	420	120	120	2,621	מניה חכמה
31	37	38	33	32	27	27	226	חומ"ה (הגנת סייבר)
33	24	24	20	20	20	20	161	פרויקטים נוספים*
סה"כ עלויות								
2,386	2,970	3,243	3,210	3,228	3,102	2,931	2,933	21,617

*פרויקטים נוספים כוללים הקמת תשתיות סיבים אופטיים, אינוונטר פרויקטים מיוחדים ופיתוח דיור (כולל רפורמה).

תקציב תכנית פר"ח כמוצג בדוח, אושר בדירקטוריון חח"י בנובמבר 2023 ומוגש לאישור השר.

תכנית פר"ח הינה תכנית שאפתנית מאוד שתדרוש מאמץ משולב, הן ברמה הארצית הרגולטורית והן ברמת הרשויות המקומיות, לצורך עמידה ביעדי התכנית. בנוסף להשקעת משאבים רחבה, נדרש לפעול בנחישות להסרת חסמים ומכשולים אחרים שעלולים לסכן את מימוש יעדי התכנית. כמו כן, חשוב מאד לבצע מעקב ובקרה צמודים אחר התקדמות מימוש תכנית פר"ח ועדכונה בהתאם ליעדי הממשלה ולמצב בשטח. התכנית תעודכן בהתאם למציאות המשתנה על מנת להבטיח שרשת החלוקה תהיה ערוכה לתת מענה לצרכי המשק הישראלי.

הרצל פרידמן
מ"מ סמנכ"ל חטיבת שירותי רשת

ד"ר שמואל אלוש
מנהל מגזר פיתוח הרשת

פרק 1 - מבוא לתכנית פיתוח רשת חלוקה (פר"ח)

המונח 'רשת החלוקה' מתייחס לכלל מרכיבי הרשת שנכללים במערכת החשמל מיציאות המתח הגבוה בתחנות המשנה, דרך רשת מתח גבוה וצרכני מתח גבוה, שנאי החלוקה ועד לחיבור צרכנים במתח נמוך. בהתאם לרשיונה, על חברת חשמל מוטלת החובה לדאוג לפיתוחה ולוודא את עמידתה באתגרים העתידיים של המשק הישראלי. מנהל המערכת, חברת נגה, נושאת באחריות על פיתוח מערכת המסירה, הכוללת את כלל מרכיבי הרשת ממתקני ייצור החשמל במתח עליון ועד תחנות המשנה (קווי מתח על עליון ועליון, תחנות מיתוג, תחמ"ג ותחנות משנה). חברת החשמל עובדת עם חברת נגה בשיתוף פעולה לצורך הוצאת התכנית לפועל ומימושה בהתאם ללוחות הזמנים וליעדים שנקבעו. מימוש שתי תכניות אלו, למערכות המסירה והחלוקה, הוא הבסיס למענה לכלל צרכני המשק.

תכנית פיתוח רשת החלוקה עד לשנת 2030 מכילה שילוב של מודלים שונים המתייחסים למרכיבים המרכזיים של רשת החלוקה. תכנית זו מהווה המשך והאצה של פיתוח רשת החלוקה כמענה לפיתוח המאסיבי הנדרש, עקב השינויים המתוכננים. תכנית הפיתוח נערכה בהתאם לחלוקה גיאוגרפית של תשעת המרחבים של החברה. בנוסף, תכנית פיתוח רשת החלוקה כוללת פרויקטים מיוחדים נוספים ברשת החלוקה, שלא כלולים במודלים הבסיסיים ודורשים התייחסות שונה בתכנית הפיתוח.

תכנית העבודה בכל הקשור לפיתוח רשת החלוקה מתחלקת לשני חלקים עיקריים: **מודל פיתוח הרשת לטווח הקצר**, המשמשת גם לבניית תכניות העבודה באופן שוטף ומתבססת בעיקרה על מידע עדכני לגבי הזמנות קיימות ותכנון רשת עתידית.

מודל פיתוח הרשת לטווח הארוך, העושה שימוש במודלים צופים פני העתיד, לרבות ההקצנה האקלימית ולהתפתחויות המשמעותיות הצפויות במשק, הנובעים בין היתר גם מהמעבר למשק דל פליטות פחמן ומגמות החשמל והתייעלות אנרגטית בסקטורים רבים.

תכנית זו הכרחית לעמידה באתגרים השונים במשק החשמל במדינת ישראל והתאמתם לצרכים החשמליים הנדרשים. התכנית תעודכן אחת לתקופה לפי תחזיות ביקושים עתידיות וביצועים בפועל.

להלן רשימת הנושאים הכלולים בתכנית פיתוח רשת החלוקה והמפורטים בפרק 3:

- מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי – תת-פרק 3.2
- קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה, אגירה מבוזרת, אגירה ברשת החלוקה – תת-פרק 3.3
- חיבור נרחב של צרכנים גדולים (חוות שרתים, תשתיות לאומיות ומתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית) – תתי-פרקים 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3 בהתאמה
- רכב חשמלי פרטי – תת-פרק 3.5
- אמינות אספקה – תת-פרק 3.6
- רשת חכמה וחדשנות ברשת החלוקה – תת-פרק 3.7 ובתוכם, בין היתר:
 - מערכת ניהול ושליטה ברשת חלוקה מתקדמת (ADMS) – תת-פרק 3.7.3
 - מניה חכמה ותשתיות לרשת חכמה – תת-פרק 3.7.4
 - פרויקט חומ"ה – תת-פרק 3.7.5

לכל נושא מפורטת התייחסות לקריטריונים המשפיעים עליו, תכנית עבודה למימוש הדרישות, מרכיבי רשת והעלויות הנדרשות למימוש מלא לפי תכנית הפיתוח. העלויות של כל תכנית פיתוח רשת החלוקה נמצא בתת-פרק 3.8 בחלוקה לפי נושאים.

תכנית פר"ח מהווה תכנית אינטגרטיבית שנערכה בראיה כוללת, ולכן היא מכילה בנוסף לפירוט הנושאים המרכיבים אותה, גם התייחסות לשיתוף פעולה נדרש עם הרשויות המקומיות (פרק 4), השפעת תכנית פיתוח רשת החלוקה על רשת המסירה הארצית (פרק 5), ונושא רגולציה וחסמים (פרק 6).

פרק 2 - תיאור מערכת החלוקה

רשת החשמל בישראל בנויה משלושה חלקים עיקריים: רשתות ההולכה, ההשנאה (שנקראות יחד גם 'מערכת המסירה') והחלוקה. רשת החלוקה היא קטע מרשת החשמל שמעביר אנרגיה חשמלית ממסדרי מתח גבוה של תחנות המשנה על ידי קווי חלוקה במתח גבוה לשנאי חלוקה, שנמצאים קרוב יחסית לצרכנים, בקווי חלוקה במתח נמוך עד להדקי הצרכנים, לאחר המונה החשמלי. במקרים של צרכני חשמל בעלי הספקים גדולים, קווי החלוקה יהיו מחוברים בחיבור מתח גבוה ישירות לצרכנים. סוגי הצרכנים המוזנים ממערכת החלוקה הם: מבני מגורים, תעשייה, מסחר, תאורה, מים או כל שימוש חשמלי נדרש אחר.

תפקיד רשת החלוקה הוא להוריד את רמות המתח מעשרות קילו-וולט בתחנות המשנה ל-400 וולט בהדקי הצרכנים. הורדת המתחים נעשית על ידי שימוש בשנאים לאורך הרשת.

שתי התצורות השכיחות של מבנה טופולוגי ברשתות חלוקה: רדיאלית, רשת שבנויה בצורת קווים ללא גיבוי, ומגיסטריאלית, רשת שבנויה מזוגות של קווי מתח גבוה שמסודרים בצורת טבעות, לטובת הגברת אמינות הרשת. רשת החלוקה בנויה מקווים מסועפים, ברשת עילית או תת-קרקעית או משולבת.

בעבר, רשתות החלוקה שימשו לחלוקת חשמל בלבד מתחנות המשנה לצרכנים. כיום, בנוסף לתפקיד המסורתי של רשת החלוקה, משולבות בה מערכות ייצור חשמל מאנרגיות מתחדשות בצורה מקומית על ידי צרכנים פרטיים, מערכות הייצור המבוזר, שחלקן מתחברות ישירות לרשת החלוקה. כתוצאה מכך, רשתות החלוקה הופכות ליותר מורכבות עם זרימת אנרגיה דו-כיוונית. איזון יחסי ההיצע והביקוש בין הייצור לצריכה דורשים שימוש באמצעים טכנולוגיים מתקדמים, לרבות: אגירת אנרגיה, כלי אופטימיזציה, ועוד.

רשת החלוקה בנויה משלושה רכיבים מרכזיים:

2.1 - רשת מתח גבוה

רשת מתח גבוה פועלת במתחים של 22 קילו-וולט, 33 קילו-וולט, 12.6 קילו-וולט.

רשת המתח הגבוה מתחילה במסדרי החלוקה בתחנות המשנה והיא מזינה תחנות טרנספורמציה של חברת החשמל לישראל, חח"י, או צרכני/יצרני מתח גבוה. רשת זו יכולה לכלול קטעים עיליים ו/או תת-קרקעיים כאחד, מותקנים בה אמצעי מיתוג בהפעלה מקומית או בשליטה מרחוק, וכן חיישנים לבקרת הרשת (מדידות, גילוי תקלות וכו').

יציאה מתחנת משנה מוגדרת כקטע קו היוצא מתחנת המשנה, תחמ"ש, עד לשנאי/צרכן/יצרן מתח גבוה הראשון המוזן ממנו.

קו מתח גבוה מוגדר כרשת חשמל המחוברת באופן גלוני ליציאה כלשהי מתחנת משנה.

רמות המתח הנקובות ברשת מתח גבוה מפורטות להלן:

12.6 ק"ו: רמת מתח זו נמצאת באזורים אורבניים המוזנים בעיקר על ידי כבלים תת-קרקעיים, אך כוללת גם מעט רשת מעורבת (עילית ותת-קרקעית). רמת מתח זו הייתה מקובלת בתחילת הקמת מערכת החשמל בישראל בתקופת המנדט וקיימת כיום באזורים מסויימים במרכז תל אביב ובירושלים.

22 ק"ו: רשת זו מהווה את החלק הארי של מערכת החלוקה וכוללת קווים עיליים, תת-קרקעיים ורשת מעורבת.

33 ק"ו: רשת זו נמצאת בעיקר באזורים מרוחקים, בהם קווי החלוקה ארוכים, וכן ביו"ש, וכוללת קווים עיליים, תת-קרקעיים ורשת מעורבת.

קצב הגידול במספר הקווחות במתח גבוה משתנה משנה לשנה. גידול בלקוחות מתח גבוה בחלקם לקוחות חדשים ובחלקם לקוחות קיימים במתח נמוך, שביקשו להגדיל את חיבורם ולעבור לחיבור במתח גבוה. בנוסף לצרכני רשת החלוקה, בכל שנה מחוברים לרשת יצרני חשמל פרטיים (יח"פ) בהיקפים הולכים וגדלים. עובדה זו משנה מהותית את אתגרי ניהול רשת החלוקה, מפני שכיוון זרימת האנרגיה אינו בהכרח מתחנת המשנה אל הרשת, אלא יכול לשנות כיוון במהלך היממה. עובדה זו יוצרת מורכבות גדולה בניהול רמות המתחים השונות. כדי לאפשר ניהול רשת עם מתקני ייצור מבוזר, נדרש להתקין אמצעים חדשנים ביציאות הקווים בתחנות המשנה ועל הקווים עצמם. אמצעים אלו יכללו מונים למדידת אנרגיה אקטיבית וריאקטיבית שיחוברו למרכז ניהול המניה.

החיבורים לרשת מתח גבוה מחולקים לסוגים הבאים:

צרכן מתח נמוך העובר לאספקה במתח גבוה: לצרכן מסוג זה קיים קו מתח נמוך שמזין את המתקן. העברה למניה במתח גבוה כרוכה בשינוי גודל החיבור ומצריכה הוספת רשת מתח גבוה. במקרה זה יש צורך בהתקנת מערכת מדידה במתח גבוה הכוללת תא מניה וחיבור למרכז ניהול המניה. חלוקת החשמל הפנימית במתקן תבצע על ידי שנאים וקווים פרטיים.

צרכן חדש המזמין אספקה במתח גבוה: חיבור צרכנים מסוג זה דורש עבודת רשת מתח גבוה מקומית להזנת הצרכן. צרכני מתח גבוה גדולים מסוימים מקבלים הזנה מקווי מתח גבוה בלעדיים המחייבים בניית רשת מתח גבוה באופן ייחודי לחיבור אותם הצרכנים. דוגמאות לצרכני מתח גבוה: גורדי שחקים, מפעלים, קניונים, מכוני מים וביוב, חוות שרתים, חניונים לטעינת תחבורה ציבורית חשמלית, דרישות לטובת פיתוח תחבורה של הרכבת הקלה וכו'.

יצרן מתח גבוה: חיבור מתקני ייצור מבוצע בטכנולוגיות שונות ישירות לרשת מתח גבוה (פוטו-וולטאי, רוח, גז וכו').

מתקני אגירה במתח גבוה: מתקני אגירה במתח גבוה, עשויים להיות בלתי תלויים (stand alone) או משולבים במתקן צריכה או ייצור. מתקני אגירה עשויים להיות מותקנים בכל רמות המתחים או בתוך חצר תחנת המשנה.

2.2 - שנאי חלוקה

שנאי חלוקה מורידים את המתח המועבר בקווי מתח גבוה, מרמת מתח גבוה (עשרות קילו-וולט) ל-400 וולט, לפי הצורך. הספק שנאי חלוקה נמדד בקילו-וולט אמפר (קו"א).

שנאי החלוקה מותקנים בתחנות טרנספורמציה (ת"ט). התחנות מכילות שנאי אחד או מספר שנאים המותקנים על עמוד או בחצר סגורה (תחנת טרנספורמציה חיצונית - תט"ח) או במבנה (תחנת טרנספורמציה פנימית - תט"פ).

בחירת ההספק הנקוב של השנאי בתלות במספר הלקוחות שיוזנו ממנו מבוססת על שיא ביקוש לא מתלכד דירתי (קרי, ההספק המירבי שאליו מגיעה דירה בודדת במשך שנה), לפי מספר חדרים בדירה וגודל החיבור בשנה הראשונה לאכלוס. חשוב לציין, שההנחיות התכנוניות להספק הנקוב של שנאי החלוקה אומנם אופטימאליות, אך לא תמיד ניתן ליישמן בשטח, בשל אילוצים שונים כמו: פיזור גיאוגרפי של הלקוחות וגדלים סטנדרטיים של השנאים גורמים לעתים למצב שההספק הנקוב של השנאי לא מנוצל במלואו.

רמת העמסה של שנאי חלוקה היא היחס בין שיא הביקוש השנתי (שיא ביקוש מתלכד של קבוצת לקוחות) לבין ההספק הנקוב שלו בקילו-וולט אמפר. שיא הביקוש של הלקוחות המוזנים מהשנאי מופיע לאורך מספר שעות במהלך השנה, כאשר ביתר השנה העמסת השנאי נמוכה יותר. העמסה של שנאי חלוקה משתנה בהתאם לשעות היממה, ימי השבוע, עונות השנה, סוגי הצרכנות ועוד. בנוסף לשינויים הנ"ל, המאפיינים הרגלי צריכה של הלקוחות, קיימת גם תופעה של גידול שנתי של העומס עקב התוספות מכשירי חשמל חדשים.

כיום, בעת חישוב גודל השנאי עבור צרכנים חדשים ובהתאם לתקנות התכנון והבניה, מקצים בשנאי מקום גם עבור חיבור עמדות טעינה לרכבים חשמליים פרטיים. האופן בו עמדות הטעינה תפעלנה, עם או בלי ניהול מרכזי של טעינה, עם או בלי אגירה משולבת, ישפיע בצורה משמעותית על העמסת השנאים והרשת בהתאם.

ההעמסה המירבית המותרת לתכנון שנאי חלוקה תלויה בסוג ומיקום השנאי:

- 100% מההספק הנקוב עבור שנאים בבידוד יבש.
- 110% מההספק הנקוב עבור שנאים בבידוד שמן בהתקנה במבנה פנימי.
- 120% מההספק הנקוב עבור שנאים בבידוד שמן בהתקנה חיצונית.

טווח תכנון שנאי חלוקה קובע את פרק הזמן המשוער שיעבור, מרגע הפעלתו ועד להגעתו להעמסה המירבית המותרת. ההעמסה ההתחלתית של השנאי תיבחר כך, שתגיע לערך המירבי המותר לתכנון בתום טווח בן 10 שנים מהתקנת השנאי, כאשר גידול העומס השנתי נקבע לפי חיזוי סטטיסטי. שדרוג ההשנאה ברשת יכול להתבצע באחת משתי דרכים: הגדלת השנאי הקיים או הוספת שנאי חדש.

בשנים האחרונות נוספו שחקנים חדשים במשק מצד הצריכה, צרכנים גדולים, ומצד הייצור, מתקני ייצור מבוזר, שיש להתחשב בהם בעת תכנון היקף ההשנאה.

מתקני ייצור מבוזר ברשת מתח נמוך מקטינים את העמסת השנאי, רק בשעות בהן פועלים מתקנים אלו, ובהתאם לאופיין העמסתם. ישנם מקומות שבהם בעקבות ריבוי מתקני הייצור המבוזר האנרגיה זורמת דרך השנאי בכיוון ההפוך, מרשת המתח הנמוך למתח הגבוה. כל תוספת מתקן ייצור נוסף מעמיסה יותר את השנאי ובמקרים מסוימים וגורמת לבעיות של ויסות מתח וחריגה מגבולות המתח המותרים. דבר זה עלול לפגוע באיכות החשמל לצרכנים באותם מקומות.

2.3 - רשת מתח נמוך

צרכני מתח נמוך הם צרכני קצה המקבלים אספקה משנאי החלוקה ישירות או באמצעות רשת מתח נמוך. לקוחות מתח נמוך מתחלקים לקבוצות לפי סוג הצרכנות, כאשר שתי קבוצות החיבור העיקריות הן ביתית ומסחרית:

גדלי חיבור שכיחים במגזר הביתי: חיבור חד-פאזי 1x40 אמפר, תלת-פאזי 3x25 אמפר או 3x40 אמפר. חיבור 3x63 אמפר נפוץ גם לדירות גדולות או צמודי קרקע גדולים.

גדלי חיבור של לקוחות מסחריים או תעשייתיים (לא ביתיים): מתפלגים בתחום של בין 3x80 אמפר (צרכנים עסקיים קטנים) ועד 3x910 אמפר (לקוחות גדולים המחוברים בלעדית לשנאי).

מתקני ייצור מבוזר בטכנולוגיות שונות (בעיקר בטכנולוגיות סולאריות), בהספק מרבי של 630 קו"א, מתחברים בהיקפים הולכים וגדלים לרשת מתח נמוך.

תכנון רשת מתח נמוך עונה לדרישות חשמליות מבחינת הבטחת רמת המתח הסטנדרטית לצרכנים המחוברים אליה והבטחת ניתוק הקו בזמן מינימאלי מוגדר, במקרה של קצר בין הפאזות או בין הפאזה לאפס. האורך ושטח החתך הנבחר של תילים או כבלים תת-קרקעיים מבטיח עמידה במפל מתח מרבי של עד 10% מהמתח הנקוב של הרשת מהדקי השנאי ועד הדקי הצרכן, הגנה בפני זרמי קצר ועומס יתר.

רשת מתח נמוך מגיעה למעשה עד מונה הלקוח, דהיינו, כוללת גם עבודות חיבור לבתים (חל"ב). חלק הרשת שנבנה מגולם בתעריף הצריכה, אולם הלקוחות המזמינים את החיבורים נושאים בעלויות החיבור אשר נקבעות באמצעות מחירון תעריפי חל"ב.

בנוסף לשלושת הרכיבים המרכזיים שפורטו, למניה יש תפקיד חשוב במבנה ובתפעול רשת החלוקה:

2.4 - מונים ומערכת מניה

בכניסה לכל מתקן חשמלי של הלקוח מותקנת מערכת מניה/מונה שמודדת את סך כל האנרגיה החשמלית שהמתקן צורך/מייצר במשך טווח זמן מסוים. ככלל, מונה חשמל מודד את הזרם והמתח באופן רציף ומחשב את האנרגיה בהתאם. עבור מתקנים גדולים, שצורכים זרם מעל 100 אמפר, המניה מבוצעת על ידי שנאי זרם. יחידת המידה השכיחה למניית אנרגיה הינה קילו-וואט שעה. חלק מהמונים משדרים את הנתונים באופן אוטומטי למערכת ניהול מניה. מדידת האנרגיה יכולה להיות דו-כיוונית כאשר הצרכן הינו יצרן או במתקן אגירה.

קיימים סוגי מונים שונים למניית אנרגיה חשמלית בהתאם לגודל החיבור והמתח של הצרכן:
מונה חד-פאזי ישיר לחיבורים של 1x25 ו-1x40 אמפר.
מונה תלת-פאזי ישיר לחיבורים בטווח 3x25 ועד 3x100 אמפר.
מערכות מניה במתח נמוך מחיבור בטווח 3x125 ועד 3x910 אמפר.
מערכות מניה במתח גבוה למתחים של 12.6, 22, ו-33 ק"ו.
מערכות מניה במתח עליון למתחים של 160 ו-400 ק"ו.

מרכז ניהול המניה ביחידת המונים בחח"י, מבצע איסוף מידע של מניה אמינה עבור כל משק החשמל בעזרת מערכות איסוף מידע, בקרה ותחזוקה לתשתיות המניה הכוללות: מערכות לניהול נתוני המניה ומערכות תקשורת.

2.5 - אופייני צריכה חורף/קיץ

להבנת אופן פעולת הרשת יש צורך להסביר מושג נוסף: אופיין צריכה. אופיין צריכה הוא גרף שמתאר את עקומת העומס של רכיב בשרשרת החשמל, המצביע על סך ההספק העובר דרך אותו רכיב ספציפי ובעיקר על שיא השימוש באותו רכיב לאורך שעות היממה. רכיב יכול להיות קו חיבור לבניין, שנאי חלוקה, קו מתח גבוה, שנאי תחנת משנה או קו הולכה. באופיין המתואר באיור 1-2 ניתן לראות בצורה ברורה מה הן שעות העומס של השנאי לאורך יממה שלמה. על מנת להבין איזה אזור השנאי מזין, נהוג להסתכל על אופיין הצריכה שלו לאורך היממה ולנתח את ההתנהגות שלו.

ככלל, שתיים מצורות ההתנהגות החשמלית של רכיב חשמלי יכולות להיות:

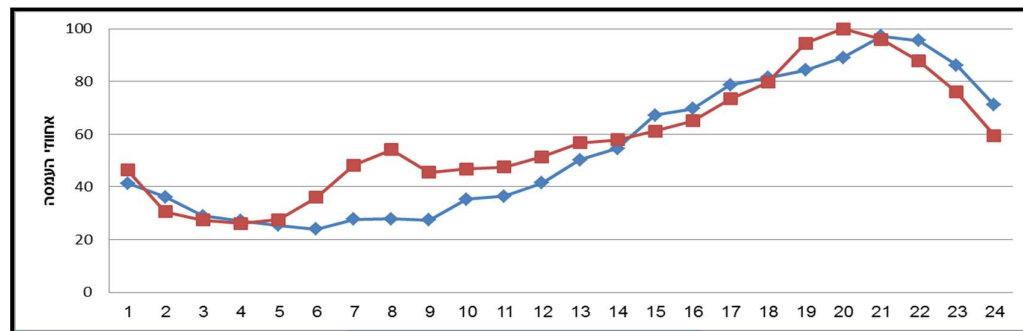
צרכנות ביתית: גרף העמסת ההספק של צרכנות ביתית מתאפיין בערכי שיא בשעות הערב. ניתן להתייחס לשנאים אלה כעמוסים בשיא ביקוש חורף – מתואר באיור 1-2 (א).

צרכנות לא ביתית (מסחר ותעשייה): גרף העמסת ההספק של צרכנות לא ביתית מתאפיין בערכי שיא בשעות הצהריים. ניתן להתייחס לשנאים אלה כעמוסים בשיא ביקוש קיץ – מתואר באיור 1-2 (ב).

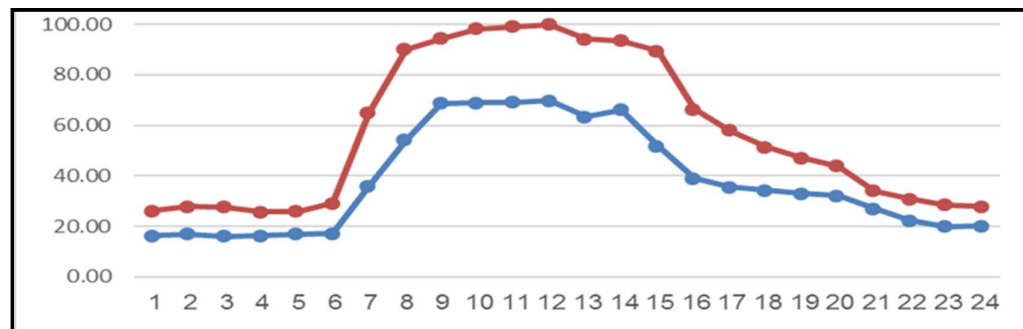
בדו"ח זה מבוצע ניתוח לתוספת השנאה עתידית המשפיעה על מערכת המסירה ונבחן אופיין הצריכה של כל אזור הזנה על פי תחנות המשנה ועבור 9 המרחבים בחברת חשמל.

כאשר רוצים לבחון התנהגות חשמלית של אזור, כוללים בחישוב את מאפייניו הייחודיים, למשל, שילוב צרכנות ביתית ולא ביתית באזור, גודל האזור וכו'. הגדרת אזור יכולה להיות רחוב, שכונה, אזור השנאה (עיר) או מרחב (מספר תחנות משנה). לאחר שמתחשבים בכל המאפיינים הללו, ניתן להגדיר את מאפיין הצריכה של אותו אזור. דוגמאות למאפייני צריכה של אזור: אזור ביתי עם שיא

ביקוש בקיץ, אזור לא ביתי עם שיא ביקוש בחורף. במקרים רבים שרשרת החשמל נקבעת בהתאם לאופייני ההעמסה. אזורים המאופיינים בשיא הספק גם בצהריים וגם בערב יסווגו לפי שיא ההספק הגבוה יותר.



(א) אופיין צריכה ביתי



(ב) אופיין צריכה לא ביתי

מקרא: **גרף אדום** - העמסה בימי קיץ **גרף כחול** - העמסה בימי חורף

איור 1-2. אופייני צריכה של שנאי (א) ביתי (ב) לא ביתי (מסחר, תעשייה)

פרק 3 - תכנית פיתוח רשת החלוקה

3.1 – כללי

3.1.1 – פתיחה

תכנית פיתוח רשת החלוקה נדרשת לתת מענה לאתגרים השונים ולתמוך בפיתוח ובצרכים הדינמיים של המשק הישראלי.

בעבר, תכניות פיתוח רשת החלוקה היו מורכבות משני חלקים עיקריים שמקיימים ביניהם קורלציה:

- פיתוח רשת, המיועד לתת מענה לגידול בעומס, חיבור לקוחות (ביתי, מסחרי, עסקי).
- חידוש רשת, שמטרתו שימור ושיפור אמינות הרשת.

התכנית כללה מרכיבי רשת מרכזיים בשלושה מקטעים של רשת החלוקה: רשת מתח גבוה, שנאי חלוקה ורשת מתח נמוך.

כיום, בעקבות כניסת סוגי צרכנות ויצרנות חדשים, מבנה תכנית פיתוח רשת החלוקה השתנה. תכנית פיתוח רשת החלוקה החדשה, מפרטת את כל נושאי הפיתוח הקיימים והחדשים ברשת החלוקה. לכל נושא יוצגו הקריטריונים, מרכיבי הרשת והעלויות המתאימים לאותו הנושא. חלק מהקריטריונים המוצגים להלן רלוונטיים גם לתתי-פרקים נוספים בתכנית זו.

3.1.2 - קריטריונים

תכנית פיתוח החלוקה תציג תחזית למרכיבי רשת עיקריים הכוללת בניית רשת חדשה:

- **אורך חיי רשת חדשה: 45 שנים.**
- **מדיניות טופולוגיה מגיסטראלית באזורים אורבניים:** תכנון קווי מתח גבוה בזוגות והעמסתם לכמחצית מיכולת הספק הקו, כך שבעת תקלה הקו התקין (בן הזוג) מקבל את מלוא העומס של הקו התקול. מדיניות טופולוגית ותפעולית זו קיימת בערים רבות בעולם והוכחה כבעלת התוצאות הטובות ביותר במדדי דקות אי-אספקה באזורים בהם היא נהוגה.
- **באזורים שאינם אורבניים:** העמסה תכנונית של עד $2/3$ מיכולת הקו לטובת הגדלת היתירות ברשת מתח גבוה ושמירה על רציפות אספקה.
- בניית מקשרים לקווים סמוכים ו-2 מנתקי אוטומציה לפחות בכל קו מתח גבוה.
- **הטמנת רשתות עיליות לתת-קרקעיות (תת"ק) לטובת שיפור אמינות אספקה:** אחוז בניית רשת חדשה הינו 95% רשת תת-קרקעית מסך בניית כלל הרשת.
- עמידת רשתות עיליות ותת-קרקעיות (רת"ק) בזרמי קצר מוצגת בטבלה 3.1-1.
- אחוז העמסה מרבית לשנאי חלוקה לפי סוג במצב קיים ועתידי ברשת מוצגת בטבלה 3.1-2.
- **תרחישי אקלים קיצוניים:** ציוד ומבנה הרשת החדשה יותאם באופן צופה פני עתיד להקצנה אקלימית כפי שעלה בדו"ח המרכז למחקרים צבאיים (מחצ"ב) בחברת רפאל

דצמבר 2022, מוצגים בטבלה 3-3.1. הדו"ח, שנערך במחצ"ב שבחברת רפאל עבור חברת החשמל, מציג תרחישים לאירועי קיצון במזג האוויר, במונחי פרמטרים של מזג אוויר, הצפויים בטווח זמן של 25-30 שנים.

באופן כללי, דרישות הציוד שמותקן על יד חח"י לוקחות בחשבון את המחקר שהוצג בדו"ח רפאל ותרחישי המדינה לשינוי במזג האוויר והתופעות הנלוות לתמורות הללו.

הטבלאות הבאות משוות בין המצב הקיים היום ברשת לבין הצעה לדרישות בעתיד.

טבלה 3-3.1. עמידת רשתות עיליות ותת-קרקעיות בזרמי קצר במצב קיים/מוצע ברשת

מוצע בתכנית פר"ח	קיים	
למעט מקרים בודדים, לא מתבצעת בניית רשת עילית. במקרים אלו הציוד הנדרש יבדק באופן פרטני	22kV במתח 12.5kA 33kV במתח 8kA	רשת עילית
עד שנת 2022, וכן, עד לסיום ההתקשרויות הקיימות של הציוד	22kV במתח עד 16kA 33kV במתח 8kA	רשת תת-קרקעית
החל משנת 2022, בהתקשרויות חדשות לציוד, מפרטי הציוד עודכנו לעמידה בזרמי קצר אלה. המצב הקיים עומד בהנחות דו"ח רפאל, עודכן לאחרונה בשנת 2022.	22kV במתח עד 20kA 33kV במתח 16kA	

טבלה 3-3.2. העמסה מרבית לשנאי חלוקה לפי סוג במצב קיים/מוצע ברשת

מוצע בתכנית פר"ח	קיים	
שנאים פנימיים: 1600, 1000, 630, 400 kVA שנאים חיצוניים: 630, 400, 250, 100 kVA	ההספקים השכיחים להתקנה נעים בטווח של 100kVA ל-630kVA במקרים חריגים, יותקנו שנאי 1000kVA	מצאי שנאים
המצב הקיים עומד בהנחות דו"ח רפאל	100%	שנאי בבידוד יבש
המצב הקיים עומד בהנחות דו"ח רפאל	110%	שנאי פנימי בבידוד שמן
המצב הקיים עומד בהנחות דו"ח רפאל	120%	שנאי חיצוני בבידוד שמן

טבלה 3-3.3. תרחישי אקלים קיצוניים

מוצע בתכנית פר"ח	קיים	
מצב קיים עומד בהנחות דו"ח רפאל, עודכן לאחר הסערה בשנת 2015	165 קמ"ש בהרי יהודה ושומרון והרי הגליל 150 קמ"ש בהרי ירושלים 120 קמ"ש בשאר הארץ	מהירות רוח
עומד בהנחות דו"ח רפאל	לפי תקן IEC60076, עמידה בטמפרטורה: 55°C בציוד רת"ק 50°C בציוד לרשת עילית	טמפרטורת גלי חום קיצוניים
מצב קיים עומד בהנחות דו"ח רפאל	לפי תקן IEC60076, -10°C	טמפרטורת מינימום
מיפוי והתאמת התכנון/הציוד באזורים המועדים להצפות	עמידה בגשמים עזים, סופות ברקים ברד ורוחות 10 ימים ברציפות, כמות גשם מעל 500 מ"מ	אירועי הצפה
העמסה תכנונית ל-50% מיכולת הקו מיפוי והתאמת התכנון/הציוד באזורים המועדים לשריפות בניית מעגלים חליפיים/הטמנת קווים/הרחבת פרוזדורי גיזום וכריתה	העמסה תכנונית ל-67% מיכולת קו מתח גבוה	שריפות

3.1.3 - עקרונות לבניית תכניות העבודה לתכנית פיתוח רשת החלוקה

תכנית פיתוח רשת החלוקה כוללת כמויות ועלויות למרכיבי רשת מרכזיים בשלושת הרכיבים העיקריים של רשת החלוקה: רשת מתח גבוה, שנאי חלוקה ורשת מתח נמוך. התכנית מתבססת על מודלים שונים בהתאם למרכיבים המרכזיים של רשת החלוקה, כאמור לעיל. פירוט מרכיבי הרשת והעלויות בחלוקה לסוג החיבור והמרחב נמצא בנספח ד' – תחזית מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת 2024-2030.

תכנית פיתוח רשת החלוקה בטווח הקצר משמשת לבניית התקציב משנת 2024, כאשר שנת 2023 מהווה תפנית בהתייחסות חח"י לתכנית פיתוח רשת החלוקה, לפי תשעת המרחבים ומתבססת בעיקרה על מידע עדכני לגבי הזמנות קיימות ותכנון רשת הנמצא בתהליך, תוך כדי בחינת כל העת ביחס למודלים.

חשוב לציין, כי בקשות לחיבורים שמיועדים לשנה קלנדרית מסוימת, במידה והם לא יתבצעו באותה השנה ולא בוטלו, יועברו לביצוע לשנה העוקבת. בכל שנת תקציב נבחן בהיקף הנדרש לביצוע בהתאם ללוחות הזמנים ולצרכי החיבור. תחזית לביצוע עבודה פרויקטאלית ברשת החלוקה מהווה חלק מתקציב הפיתוח השנתי של החברה, כאשר כל פרויקט מתוקצב כסעיף נפרד בהיקף הנדרש בהתאם ללוחות הזמנים.

בתכנית פיתוח רשת החלוקה עד לשנת 2030, בטווח הקצר, בשנים 2024-2026, התכנית תתייחס להזמנות קיימות, ובטווח הארוך, בשנים 2027-2030, התכנית תתבסס על תחזיות ויעדים עד לשנת 2030.

3.1.4 - ניהול פרויקטים ברשת החלוקה

הגדרת פרויקטים מתבצעת בהתאם לנוהל חברת חשמל מספר 094-04-002-007 "ניהול פרויקטים בחטיבת שירותי רשת", כלהלן:

- כל פרויקט כולל מקבץ של עבודות להשגת מטרה משותפת.
- כולל לוחות זמנים מוגדרים.
- היקף כולל של 8 מיליון ש"ח ומעלה.
- פרויקטים בהיקף כולל מעל 100 מיליון ש"ח מוגדרים בחברה כפרויקטים אסטרטגיים.
- פרויקטים משיקים לפרויקטי תשתית בחשיבות לאומית, מסווגים כ"פרויקטי תשתית לאומיים".

מהכתוב לעיל, הגדרת פרויקט בחח"י הינה הגדרה פנימית בחברה לאוסף עבודות תשתית שעומד בקריטריונים מסוימים. הפרויקטים נותנים למעשה את המענה האופרטיבי למימוש תוכנית הפיתוח, כפי שמוגדרת במסמך זה ומסווגים על פי הקטגוריות העיקריות:

- חיבור לקוחות.
- יציאות מתחנות משנה, כולל חיבור צרכנים גדולים (כמו חוות שרתים).
- אספקת חשמל והעתקות רשת לתשתיות תחבורה:
 - פרויקטים בחשיבות לאומית: רכבת קלה, מטר.
 - עבודות על חשבון אחרים (עצ"א) לטובת סלילת כבישים, בניית מסילות רכבת וכו'.
- קליטת ייצור מבזר ברשת חלוקה.
- חיבור מתחמי טעינה לתחבורה ציבורית ואספקת חשמל לרכב חשמלי.
- אמינות אספקה.
- חידוש רשת, כולל עבודות בטיחות.

המערך הפרויקטאלי כולל:

- מינוי מנהלי פרויקטים וצוותים פרויקטאליים, האחראים לביצוע פרויקט בלו"ז ובתקציב המוגדר, צוות PMO בכל אגף רשת, כולל נציג בכל מרחב ויחידת PMO במטה החטיבה.
- הכנה ועדכון שוטף של תכניות עבודה פרויקטאליות.
- בקרה שוטפת של עלויות וביצוע תכניות עבודה.
- ניהול סיכונים.

פרויקט בחח"י מורכב ממספר שלבים או עבודות, ולכן, יכול לתת מענה למספר נושאים שמופיעים בתכנית פר"ח: פיתוח בסיסי, אמינות אספקה, חיבור צרכן גדול, איזון עומסים ועוד.

נכון לכתיבת שורות אלו, בחח"י קיימים כ-213 פרויקטים פעילים עד לשנת 2030 (סה"כ 260 פרויקטים עד לשנת 2040) רשימת הפרויקטים בחלוקה לפי נושאים ושנים נמצאת בנספח א' – רשימת פרויקטים בחברת החשמל 2023-2040.

3.2 - מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי

3.2.1 - פתיחה

תחזית המענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי נבנית על ידי המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים ונשענת על מודל סטטיסטי המבוסס על מספר עקרונות עבודה:

- זמני טיפול בהזמנות חיבורים, בהסתמך על הניסיון בפועל בשנתיים האחרונות.
- תמהיל סוגי הזמנות חדשות שהתקבלו בשנתיים האחרונות.
- צפי להזמנות חדשות, לאורך שנות התחזית, בהסתמך על מגמות של התחלות בנייה ומציאות כלכלית ופוליטית.

התחזית לגידול בביקוש הביתי עומדת על 2.5-3% בשנה. בהתאם לכך נקבעים מספר החיבורים החדשים והגדלות החיבור בחלוקה גיאוגרפית לפי תשעת המרחבים של חח"י לכל שנה משנות התחזית. לבסוף, התחזית מתורגמת בעזרת מודלים למרכיבי רשת ועלויות.

תכנית העבודה מתבססת על שני מודלים פיזיים וסטטיסטיים: מודל וקסלר – מודל רשת מתח גבוה ושנאי חלוקה ומודל רשת מתח נמוך (להרחבה בנושא, נספח ב' – הסבר מפורט על מודל וקסלר ומודל רשת מתח נמוך). חישוב מרכיבי הרשת לפי המודלים נעשה בשלושה מקטעים: רשת מתח גבוה, שנאי חלוקה ורשת מתח נמוך.

הנתונים המתקבלים מאומתים בכל סיכום שנה עם מספר החיבורים וההגדלות ועם נתוני מרכיבי הרשת שבוצעו בפועל במרחבים השונים בחברה.

3.2.2 - קריטריונים

הקריטריונים שנכללו במהלך בניית התחזית לגידול בביקוש הביתי והעסקי לפי חלוקה למקטעים:

מודל רשת מתח גבוה:

- אורך רשת מתח גבוה עבור הספק של 1 מו"א של לקוחות מתח נמוך גדולה פי 2.5 מאשר אורך רשת עבור הספק של 1 מו"א של לקוחות מתח גבוה.

מודל שנאי חלוקה:

- מקדם ההתלכדות בחישוב סך הספק עבור שנאי חלוקה: עבור חיבורים ביתיים, 0.5, עבור חיבורים מסחריים קטנים, 0.7.
- מקדם פיזור גיאוגרפי: בעקבות פיזור גיאוגרפי של לקוחות ביתיים ולקוחות עסקיים קטנים וגודל סטנדרטי של השנאים, נוצר לעיתים מצב שלא ניתן לנצל את מלוא ההספק הנקוב של השנאי. לפיכך ההספק המתקבל מוכפל במקדם צפיפות גיאוגרפית.

ערכו של מקדם פיזור גיאוגרפי ארצי הוא 1.3, והוא מוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים ביתיים וחיבורים מסחריים קטנים.

- **מקדם לקוחות חדשים:** המודל מתחשב בגידול הטבעי של העומס על השנאי, המושפע מגורמים שונים כגון הצמיחה במשק, עלייה ברמת החיים וכו'.

ערכו של מקדם לקוחות חדשים הוא 1.06, והוא מוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים ביתיים וחיבורים מסחריים קטנים.

- **מקדם אכלוס:** ללקוחות מסחריים עם גודל חיבור מעל 3x200 אמפר, קיימת הגבלה בבחירת גודל שנאי, בשל הצורך לכלול שרשרת הגנות סלקטיביות (בהתאם לחוק החשמל) לחיבורים סטנדרטיים.

ערכו של מקדם אכלוס הוא 1.25, והוא מוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים מסחריים בינוניים וגדולים.

3.2.3 - תכנית עבודה

תכנית העבודה לגידול בביקוש הביתי והעסקי היא כמויות פיזיות של פיתוח רשת חלוקה (מתח גבוה, מתח נמוך ושנאי חלוקה), אותן ממירים למרכיבי רשת ועלויות, בהתאם לעלויות ליחידת תפוקה.

נתון נוסף המשפיע על תכנית העבודה הוא תיקון מספר 136 בחוק התכנון והבניה משנת 2022, המאפשר חיבור חשמל למבנה שנבנה ללא היתר, לפיו יתווספו כ-100,000 חיבורים חדשים בלתי חוקיים במשק בין השנים 2024-2030, שעיקרם:

- מבנים ביישובים במגזר הערבי שנבנו ללא היתר בניה וללא תכניות מתאר.
- הרחבות מבנים במגזר החרדי.
- חלק ממתחמי התיישבות באיו"ש.
- העברת תשתיות מחלק היסטורי וחיבורים פיראטיים.

תכנית העבודה לגידול בביקוש הביתי והעסקי בחלוקה לשנים לפי סוג העבודה, מוצגת בטבלה 3.2-1. הטבלה מפרטת שבשנת 2023 בוצעו כ-77 אלף חיבורים חדשים וכ-14.5 אלף הגדלות חיבור. החל משנת 2024 מספר החיבורים החדשים נשאר קבוע יחסית, עם עלייה קלה לאורך השנים, ואילו, מספר הגדלות החיבור נמצא במגמת עליה מתמדת לאורך השנים. אחת מהסיבות שניתן לייחס לעלייה זו היא כניסת רכב חשמלי פרטי לשוק (יפורט בתת-פרק 3.5). בכל שנה יתבצעו מעל ל-90 אלף חיבורים חדשים והגדלות חיבור. תכנית העבודה לחיבורים חדשים ולהגדלות חיבור בחלוקה לפי שנים ומרחב מוצגת בטבלה 3.2-2 ובטבלה 3.2-3 בהתאמה.

טבלה 3.2-1. תחזית מספר חיבורים חדשים והגדלות חיבור בין השנים 2024-2030

פעילות	בוצע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
חיבורים חדשים	77,094	74,540	75,710	75,900	76,130	75,810	75,630	75,030
הגדלות חיבור	14,657	17,500	18,400	19,400	20,400	21,800	22,900	24,300
סה"כ	91,751	92,040	94,110	95,300	96,530	97,610	98,530	99,330

טבלה 3.2-2. תחזית מספר חיבורים חדשים בין השנים 2024-2030 לפי מרחבים

מרחב	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
אגף רשת חיפה וצפון							
חיפה	6,330	6,430	6,440	6,460	6,440	6,420	6,370
העמקים	9,340	9,490	9,510	9,540	9,500	9,480	9,400
גליל וגולן	7,130	7,240	7,260	7,280	7,250	7,230	7,180
סה"כ	22,800	23,160	23,210	23,280	23,190	23,130	22,950
אגף רשת ירושלים והנגב							
ירושלים	9,090	9,230	9,250	9,280	9,240	9,220	9,150
נגב	5,610	5,690	5,710	5,730	5,700	5,690	5,640
איילון	8,470	8,610	8,630	8,650	8,620	8,600	8,530
סה"כ	23,170	23,530	23,590	23,660	23,560	23,510	23,320
סה"כ ארצי							
סה"כ	74,540	75,710	75,900	76,130	75,810	75,630	75,030

טבלה 3.2-3. תחזית מספר הגדלות חיבור בין השנים 2024-2030 לפי מרחבים

מרחב	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
אגף רשת חיפה וצפון							
חיפה	1,556	1,636	1,725	1,814	1,938	2,036	2,160
העמקים	1,329	1,398	1,474	1,550	1,656	1,740	1,846
גליל וגולן	2,112	2,220	2,341	2,462	2,631	2,763	2,932
סה"כ	4,997	5,254	5,540	5,825	6,225	6,539	6,939
אגף רשת דן והחוף							
דן	2,907	3,056	3,222	3,388	3,621	3,803	4,036
שרון	1,320	1,388	1,464	1,539	1,645	1,728	1,834
שפלה	2,351	2,471	2,606	2,740	2,928	3,076	3,264
סה"כ	6,578	6,916	7,292	7,668	8,194	8,607	9,134
אגף רשת ירושלים והנגב							
ירושלים	3,220	3,386	3,570	3,754	4,012	4,214	4,472
נגב	1,165	1,225	1,291	1,358	1,451	1,524	1,617
איילון	1,540	1,619	1,707	1,795	1,919	2,015	2,139
סה"כ	5,925	6,230	6,569	6,907	7,381	7,754	8,228
סה"כ ארצי							
סה"כ	17,500	18,400	19,400	20,400	21,800	22,900	24,300

3.2.4 - מרכיבי רשת

לצורך בניית מרכיבי הרשת הנדרשים לטובת גידול בביקוש הביתי והעסקי, נותחו נתונים של מרכיבי רשת עיקריים, הרלוונטיים לגידול בביקוש הביתי והעסקי.

מרכיבי רשת מתח גבוה הם: הקמת רשת עילית מתח גבוה (מ"ג) והנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה.

מרכיבי רשת שנאי חלוקה הם: הקמת תחנת טרנספורמציה חיצונית (תט"ח) והקמת תחנת טרנספורמציה פנימית (תט"פ).

מרכיבי רשת מתח נמוך הם: הקמת רשת עילית מתח נמוך (מ"נ) והנחת כבלים תת-קרקעיים מתח נמוך.

תכנית פיתוח גידול בביקוש הביתי והעסקי לשנים 2024-2030, מוצגת בטבלה 4-3.2 ומפרטת בחלוקה לפי שנים את תוצאות המודלים ומרכיבים נוספים, לפי שלושת מקטעי רשת החלוקה העיקריים: רשת מתח גבוה, שנאי חלוקה ורשת מתח נמוך.

טבלה 4-3.2. סך מרכיבי רשת לתכנית פיתוח לגידול בביקוש הביתי והעסקי בין השנים 2024-2030

מרכיב רשת	יח'	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
רשת מתח גבוה									
הקמת רשת עילית מ"ג	ק"מ	15	38	39	39	39	38	38	246
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	849	1,098	1,110	1,110	1,109	1,102	1,089	7,468
שנאי חלוקה									
הקמת תט"ח	יח'	353	404	405	406	405	405	403	2,782
הקמת תט"פ	יח'	765	886	889	890	889	887	883	6,089
רשת מתח נמוך									
הקמת רשת עילית מ"נ	ק"מ	6	8	7	6	6	6	6	45
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	ק"מ	985	1,085	1,089	1,092	1,089	1,087	1,080	7,507

תחזית מרכיבי רשת ועלויות בחלוקה לאגפי רשת נמצאת בנספח ד' – תחזית עלויות השקעה למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי.

3.3 - קליטת ייצור מבוזר ואגירה מבוזרת ברשת החלוקה

3.3.1 - פתיחה

יעדי ייצור באנרגיות מתחדשות בהתאם להחלטת ממשלה מספר 465 מחודש אוקטובר 2020 הם 20% ייצור בשנת 2025 ו-30% ייצור בשנת 2030. כדי להבטיח שרשת החשמל תהיה ערוכה לקלוט מתקני ייצור בהיקף כזה, נדרשת היערכות מקיפה ברשת החלוקה, שתאפשר את קליטת המתקנים.

תכנית פיתוח רשת החלוקה תומכת בהרחבת שילוב יצרנים פרטיים ברשתות מתח גבוה ומתח נמוך תוך מתן דגש על עמידה ביעדי הממשלה.

3.3.2 - קריטריונים

סך הביקוש השנתי לחשמל הצפוי בשנת 2030 יעמוד על כ-97 טרה-ואט שעה, הייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות צריך להיות כ-29 טרה-ואט שעה. בקיז ייצור באנרגיות רוח ותרמי, הייצור באנרגית שמש צריך להיות כ-28 טרה-ואט שעה. בהנחה כי בשנה יש 1,677 שעות שמש אפקטיביות עבור מערכות פוטו-וולטאיות סך ההספק הצפוי ברשתות ההולכה והחלוקה מסתכם בכ-17GW מסך יכולת ייצור ההספק הכללי במדינת ישראל. מתוך יעד ייצור הספק באמצעות אנרגיות מתחדשות, הייצור המבוזר ברשת החלוקה יהווה כ-75%, כלומר, ההספק הנקוב של הפנלים במתקן פוטו-וולטאי (הספק צד DC המשקף הצורה הטובה ביותר את הספק הייצור) יעמוד על כ-12,720MWp בשנת 2030. שאר הייצור המבוזר יתבצע במתקנים המחוברים לרשת ההולכה. ברשת ההולכה, רוב מתקני הייצור המבוזר שחוברו עד היום היו בטכנולוגיות רוח וסולריות.

הקריטריונים שנכללו בחישובים בעת בניית תכנית פיתוח לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית:

- קריטריוני תכנון רשת החלוקה לקליטת ייצור מבוזר במצב קיים ועתידי, כפי שמוצגים בטבלה 3.3-1.
- **מגבלות ברשת ההולכה, ההשנאה והחלוקה:** בהתאם למסמך מגבלות רשת האחרון המעודכן שפורסם על ידי חברת נגה.
- **אגירה ברשת החלוקה:** קיימות אסדרות PV משולבות אגירה בהספק של כ-776MW לביצוע עד לסוף שנת 2024. שילוב טכנולוגית האגירה תאפשר עמידה ביעדי ייצור מבוזר בהיקפים שנקבעו.
- **העמסת שנאי תחנות משנה:** באמצעות שימוש בשנאי חלוקה עם מחליף דרגות תחת עומס:
 - החל מתאריך 01/01/2024 בהקמת מתקני מתח נמוך בהספק עד 630kVA.

- החל מתאריך 01/01/2025 בסיוע מערכת מנת"י 2 (ניהול תכניות ייצור) לניהול מתקנים במתח גבוה – מתן תשובת מחלק חיובית לחיבור ללא הגבלה בהתאם לתכנית ייצור מאושרת.

טבלה 3.3-1. קריטריוני תכנון רשת החלוקה לקליטת ייצור מבוזר במצב קיים/מוצע

פעילות	קריטריון תכנון רשת החלוקה לקליטת ייצור מבוזר	מוצע בתכנית פר"ח
העמסת קווי מתח גבוה	100% מיכולת הקו	ללא שינוי
העמסת שנאי חלוקה	100% מיכולת ההשנאה	
העמסת שנאי בתחמ"ש	1. 66% מיכולת ההשנאה עבור מתקנים מעל 630KVA (מ"ג) 2. 110% מיכולת ההשנאה עבור כל המתקנים במ"ג ומ"ג	

הערה: במקום לקבוע קריטריון תכנוני ולהגביל את העמסת קווי המתח הגבוה, נקבע קריטריון מתכלל בהתייחס להעמסת השנאי בתחמ"ש וזאת בכדי להגביל את העמסת קווי המתח הגבוה.

משמעות קריטריוני העמסת השנאים היא:

- בהתייחס למתקני ייצור במתח גבוה (מתקנים שהספקם עולה על 630 קו"א), בעת בחינת הבקשה לחיבור, תשובה חיובית תינתן כאשר ההספק המצרפי של מתקני הייצור המחוברים לשנאי בתחנות המשנה, כולל אלה שקיבלו תשובת מחלק חיובית, לא תעלה על 66% מהספק השנאי. מדובר על קריטריון תכנוני ולא תפעולי.
- בהתייחס לכלל מתקני הייצור (במתח נמוך ומתח גבוה) בעת בחינת הבקשה לחיבור, תשובה חיובית תינתן כאשר ההספק המצרפי של כלל מתקני הייצור המחוברים לשנאי בתחנות המשנה, כולל אלה שקיבלו תשובת מחלק חיובית, לא תעלה על 110% מהספק השנאי. מדובר על קריטריון תכנוני ולא תפעולי.

ההנחיה כאמור איננה קשורה להנחיות לגבי ההעמסה התפעולית של השנאי בתחנות המשנה שמוצגת על ידי חברת נגה.

3.3.3 - תכנית עבודה

תכנית העבודה לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה מבוססת על יעדי הממשלה, אסדרות קיימות לחיבורי PV ומכרזים שרשות החשמל מפרסמת בהתאם לזמינות הרשת ופוטנציאל התקנה על שטחים וגגות. לאחר שקלול כלל המרכיבים, נבנתה תחזית חיבורים שנתית. התחזית למימוש ההזמנות שנפתחו במערכות חח"י נבחנה ביחס למספר ההזמנות שנפתחו ועומדת על 60% עקב גורמים שונים, שלא כולם כלולים באחריות חח"י.

בניית התחזית נעשתה לפי החלוקה לשנים:

2024-2025: פריסה על פי הזמנות קיימות שעבודתן לא תסתיים בשנת 2023 וההזמנות משוערות, תוך התחשבות בצפי למתן תמריצים למתקנים באזורי ביקוש על ידי רשות החשמל.

2026-2030: תחזית במבט קדימה, תוך התחשבות במתן תמריצים למתקנים באזורי ביקוש על ידי רשות החשמל.

תחזית תוספת הספק לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה בחלוקה לשנים מוצגת בטבלה 2-3.3. הטבלה מפרטת שעד סוף שנת 2023 חוברו הזמנות בהספק 4,920MWp DC. החל משנת 2024 תוספת ההספק בכל שנה נשארת קבועה יחסית. תכנית העבודה בחלוקה לשנים לפי המרחב מוצגת בטבלה 3-3.3.

טבלה 2-3.3. תחזית תוספת הספק מאנרגיות מתחדשות ברשת חלוקה בין השנים 2023-2030 (MWp)

בוצע עד 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MWp)
4,920	1,200	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	12,720

רשימת ההזמנות לחיבור מתקני ייצור מבוזר במתח גבוה ונמוך בהספק DC מעל 5MWp, בחלוקה לפי מרחבים, לשנת 2024 מפורטת בנספח ג' – קליטת מתקני ייצור מבוזר באנרגיות מתחדשות בחלוקה.

טבלה 3-3.3. תחזית תוספת הספק לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה בין השנים 2023-2030 (MWp)

מרחב	בוצע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MWp)
אגף רשת חיפה והצפון									
חיפה	70	173	159	158	158	158	158	158	1,192
העמקים	195	410	376	375	375	375	375	375	2,856
גליל וגולן	123	317	291	290	290	290	290	290	2,181
אגף רשת דן והחוף									
דן	12	70	64	64	64	64	64	64	466
שרון	40	116	106	106	106	106	106	106	792
שפלה	135	255	234	233	233	233	233	233	1,789
אגף רשת ירושלים והנגב									
ירושלים	50	250	229	229	229	229	229	229	1,674
נגב	260	272	249	249	249	249	249	249	2,026
איילון	35	137	126	125	125	125	125	125	923
כלל ארצי									
סה"כ (MWp)	920	2,000	1,833	1,830	1,830	1,830	1,830	1,830	13,900
תחזית משוערת: מימוש 60% מכלל ההזמנות									
סה"כ (MWp)	920	1,200	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	7,800

עד לשנת 2030 צפויים להתחבר בממוצע בכל שנה כ-70 מתקני ייצור מבוזר במתח גבוה ומעל ל-9,000 מתקני ייצור מבוזר במתח נמוך.

3.3.4 - מרכיבי רשת

הנחות עבודה לקביעת תחזית מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר ברשת החלוקה

תחזית מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר ברשת החלוקה מתבססת על:

1. הקמת רשתות תת-קרקעיות ולא עיליות בהתאם למדיניות שר האנרגיה והתשתיות והנחיות רשות החשמל.
2. הגדלת היקף הרשת שתיבנה בעתיד, עקב גודש ברשת הקיימת.
3. תחזיות לגידול בהיקף החיבורים במרכז (באמצעות קולות קוראים, אסדרות, וכו').
4. עדכון מרכיבי הרשת יבוצע בהתאם לביצוע בקורות בשנים הקרובות.

מודל לקביעת מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר ברשת החלוקה

לצורך בניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור במתח גבוה לטובת קליטת מתקני ייצור מבוזר ברשת החלוקה, נותחו נתונים של כ-100 הזמנות ובוצעו ממוצעים על שמונה מרכיבי מודל רשת גבוה עיקריים, הרלוונטיים לחיבור במתח גבוה לקליטת מתקני ייצור מבוזר לרשת החלוקה. מרכיבי הרשת הם: הקמת רשת עילית מתח גבוה, הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה), החלפת תילים מתח גבוה, הקמת עמוד מתח גבוה, התקנת מנתקים, שינויים בעמודי מתח גבוה ופירוק רשת עילית מתח גבוה. טבלה 3.3-4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבור במתח גבוה:

טבלה 3.3-4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור בודד במתח גבוה

מרכיב רשת	ממוצע מרכיב רשת לחיבור	
הקמת רשת עילית מ"ג	מטר	160
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	מטר	700
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1
החלפת תילים מ"ג	מטר	78
הקמת עמוד מ"ג	יח'	2
התקנת מנתקים	יח'	0.5
שינויים בעמודי מ"ג	יח'	2
פירוק רשת עילית מ"ג	מטר	50

לצורך בניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור במתח נמוך, נותחו נתונים של כ-300 הזמנות בגדלי חיבור שונים במתח נמוך. ככלל, נמצא שחיבורים עד גודל של 68 קו"א (כ-150 הזמנות) לרוב מתאימים לתשתית הקיימת ולא נדרש תוספת מרכיבי רשת לטובת חיבור ממוצע מסוג זה במתח נמוך (חיבור עד 68 קו"א).

כדי לקבוע את מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור במתח נמוך בחיבור מעל 68 קו"א לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה, נותחו נתונים של שאר 150 הזמנות החיבור ובוצעו ממוצעים על ארבעה מרכיבי מודל רשת מתח נמוך העיקריים, הרלוונטיים לחיבור במתח נמוך מעל 68 קו"א לקליטת

מתקני ייצור מבוזר לרשת החלוקה. מרכיבי הרשת הם: הקמת רשת עילית מתח נמוך, הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח נמוך, הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה ושנאי חלוקה. טבלה 5-3.3 מפרטת את ההשקעות הנדרשות לחיבור ממוצע במתח נמוך מעל 68 קו"א:

טבלה 5-3.3. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור בודד במתח נמוך

ממוצע מרכיב רשת לחיבור		מרכיב רשת
0.72	מטר	הקמת רשת עילית מ"ג
21	מטר	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
1.308	מטר	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
0.028	יח'	שנאי חלוקה

סך מרכיבי הרשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר בחלוקה לפי שנים מחושבים בטבלה 6-3.3. מרכיבי הרשת נקבעו על-פי תחזית תוספת הספק לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה בין השנים 2023-2030 (טבלה 3-3.3), ממוצע מרכיבי רשת לחיבור בודד במתח גבוה ונמוך, הקובעים את סך ההשקעות הנדרשות (טבלה 4-3.3 וטבלה 5-3.3) והנחות העבודה.

טבלה 6-3.3. סך מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור באנרגיות מתחדשות לרשת החלוקה בין השנים 2024-2030

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024		
42	4	4	5	5	6	6	12	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
586	76	78	83	81	75	76	115	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
23	3	3	3	4	3	4	4	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
1,044	150	153	164	159	155	151	113	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
39	5	5	6	6	6	6	5	יח'	הקמת ט"פ
2,071	285	293	326	318	311	313	226	יח'	הקמת ט"ח

סך מרכיבי הרשת, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר.

3.3.5 - אגירה מבוזרת פרטית, אגירה ברשת החלוקה

שילוב של ייצור באנרגיות מתחדשות בהיקפים גדולים ובטכנולוגיה פוטו-וולטאית בפרט, יביא לשינוי דרמטי ביכולות התפקוד של מערכת הייצור. המערכת תהפוך ממערכת המייצרת חשמל באופן יציב, למערכת מורכבת שבה העומס עולה ויורד באופן משמעותי לאורך שעות היממה. מצב זה מחייב לרכוש ולהטמיע כלים שונים להתמודדות עם אי-יציבות זו.

אחד הפתרונות להתמודדות עם בעיות התפעול שתיווצרנה במערכת לא יציבה המשלבת אמצעי ייצור פוטו-וולטאים, הוא שילוב מתקני אגירה בהיקפים גדולים לאורך שרשרת החשמל. היעד הוא פיתוח יכולות לאגירת אנרגיה ברשת, בסדר גודל של כ-3,600 מגווא"ט עד לשנת 2030.

מתקני האגירה יאפשרו הבטחת איזון בין היצע וביקוש האנרגיה בזמן אמת. למתקני אגירת אנרגיה קיימות תועלות רבות למערכת החשמל בהיבט התפעולי:

- **הסטת ייצור:** אגירת אנרגיה ממתקני ייצור באנרגיות מתחדשות בשעות של ייצור יתר ושימוש באנרגיה זו בשעות ביקוש.
- **הפחתת גודש ברשת:** הקלה על העומס ברשת. הזרמת אנרגיה אגורה בשעות עומס והטענת האנרגיה בשעות שהרשת פנויה.
- **דחיית הקמת רשת חדשה:** קליטת מתקני ייצור באנרגיה מתחדשת על רשת החשמל מבלי להקים תשתית משמעותית נוספת.
- **תמיכת תדר ומתח:** שרידות המערכת ואמינות החשמל כמענה לתנודתיות וחוסר רציפות בייצור סולארי.

3.3.5.1 - אגירה מבוזרת פרטית

אסדרות לביצוע עד לשנת 2024:

- **אסדרה 1:** ייצור פוטו-וולטאי בשילוב אגירה, בהספק מצטבר של 168 מגווא"ט.
- **אסדרה 2:** ייצור פוטו-וולטאי בשילוב אגירה, בהספק מצטבר של 609 מגווא"ט.

אסדרות בתהליך אישורים:

- **אסדרה לשילוב מתקני אגירה במתקני PV במתח נמוך (עד 630 קילו-וואט):**
 - תוספת אגירה למתקני PV קיימים.
 - הגדלת הספק ייצור אנרגיה במתקני PV קיימים.
 - אפשרות להוספת ממיר נוסף וללא הגדלת חיבור.
 - **תשובת מחלק:** אישור חיבור ותשובה חיובית מובטחת לחיבור מתקנים לרשת בהספק עד 630 קילו-וואט בהליך מקוצר.
- **אסדרת מודל שוק למתקני ייצור ואגירה המחברים או משולבים ברשת החלוקה:**

החלטות מספר 63704, 64603, החל מינואר 2024.

 - הסדרת פעילות מתקני הייצור והאגירה ברשת החלוקה.
 - פתיחת מקטע האספקה לתחרות.
 - שינוי חישוב תעריף רכישת החשמל על ידי מספקים מהרשת.

3.3.5.2 - אגירה ברשת החלוקה

3.3.5.2.1 - פתיחה

בחודש ינואר 2023 התקבלה החלטה מספר 64701 של רשות החשמל בנושא "עקרונות לשילוב חברת החשמל בתחום אגירת האנרגיה ברשת ההולכה והחלוקה". ההחלטה קובעת שנתח השוק של אגירת אנרגיה ברשת בבעלות חברת החשמל לא יעלה על 15% מנתח השוק הפרטי. בנוסף, החלטה זו מפרטת את העקרונות שלפיהן חברת החשמל תורשה להקים מתקני אגירה, וכן, את היקפי האגירה שהחברה תורשה להתקין. תכנית פריסת מתקני האגירה תוכן על ידי חח"י ותתואם עם מנהל המערכת (חברת נגה). התכנית תאושר על ידי רשות החשמל, וזאת לאור חשיבות מתקני האגירה לצרכים מערכתיים.

התכלית העיקרית של אגירה ברשת החלוקה היא שילוב ייצור מאנרגיות מתחדשות ברשת. מתקנים ברשת החלוקה, שימוקמו בתחנות משנה ברחבי הארץ, יאפשרו:

- מתן פתרון לבעיות עומס בשנאי תחנות המשנה.
- הגברת אמינות ושיפור איכות החשמל ברשת החלוקה.
- הגדלת אחוז העמסת השנאים בתחנות המשנה מעל לסטנדרט כיום.
- ניצול יעיל יותר של משאבים קיימים.

3.3.5.2.2 קריטריונים

הקריטריונים העיקריים לחיבור מתקני אגירה ברשת החלוקה הם:

- מתקני אגירה ימוקמו בתוך תחנות המשנה, באופן בו מיקום וחיבור המתקנים לא ימנעו פיתוח עתידי של התחנות במידת הצורך.
- נתח שוק האגירה ברשת החלוקה על ידי חברת החשמל לא יעלה על 15% מנתח השוק הפרטי.
- פריסת מתקני האגירה יתחשבו במיקום האגירה הפרטית הצפויה ויהוו השלמה למיקומים אלו.

3.3.5.2.3 תכנית עבודה

חברת החשמל קיבלה אישור מרשות החשמל להקים 15 מתקני אגירה ב-15 תחנות משנה בין השנים 2023-2025. הספק כל מתקן הוא כ-10 מגווא"ט למשך כ-4 שעות, כלומר, פריסה של מתקני אגירה ברשת החלוקה בהספק של 50 מגווא"ט בכל שנה, עד סוף 2025. הקמת מתקני אגירה נוספים בתשתיות חח"י בין השנים 2026-2030 תהיה באישור רשות החשמל ותתקבל בעתיד. רשימת המתקנים לפי שנת חיבור מוצגת בטבלה 3.3-7.

טבלה 7-3.3. תחנות משנה להקמת מתקני אגירה בחח"י בין השנים 2023-2025

2025	2024	2023
אילת (מתקן נוסף)	ערד (2 מתקנים)	אילת
תמנע	באר שבע מערב	פארן
נחל שחורת	אופקים	דימונה
מצפה רמון	משאבי שדה	נתיבות
בית שאן		בשור

הערה: בעקבות מלחמת "חרבות ברזל" ישנה דחייה במועדי הקמת מתקני אגירה.

3.3.5.2.4 מרכיבי רשת

היות ודרישות מן הסוג הזה, המחוברות בתחנות המשנה של החברה, מרכיבי הרשת והעלויות כוללות את קו חיבור המתח הגבוה מהמתקן לפס צבירה מתח גבוה, שאר מרכיבי הרשת והעלויות הקמת המתקן חלות על היזם המבצע.

3.4 - חיבור נרחב של צרכנים גדולים

המושג 'צרכנים גדולים' מתייחס לסוג חדש של לקוחות שמבקשים לקבל חיבור בהספק גדול במתח גבוה. סוגי הצרכנים הגדולים, כוללים, בין היתר, חוות שרתים, תשתיות לאומיות וחניוני טעינת תחבורה ציבורית חשמלית. חיבורים אלה הופרדו מתכנית הפיתוח הבסיסית מכיוון שעבור צרכנים אלו נדרשת עבודת רשת ייחודית ומשמעותית, וכן, השקעות כפולות במרכיבי רשת לצרכי חיבור וגיבוי המתקנים. לא כל חיבור הזנה מצריך בהכרח גם חיבור גיבוי, אלא רק על פי דרישת היזם. ההשקעה בתשתיות ושמירת מקום בשנאים בתחנות המשנה נגזרת בהתאם לבקשתו.

טבלה 3.4-1 מציגה את גדלי חיבור צרכני מתח גבוה לפי ההספק הנדרש להם בכפוף לאמות המידה של רשות החשמל. בהתאם להחלטת רשות החשמל מספר 67802 מיום 13/12/2023, חיבור בגודל עד 8MVA דורש אישור חיבור של חח"י בלבד. חיבור מעל 8MVA דורש אישור גם של מנהל המערכת, חברת נגה, בנוסף לחח"י.

טבלה 3.4-1. גדלי חיבור במתח גבוה לפי הספק קיים/מוצע באמות המידה

קיים	מעודכן
עד הספק 8MVA באישור חח"י	עד הספק 8.7MVA במתח 12.6kV
מהספק 8MVA עד הספק 16MVA	עד הספק 15.2MVA במתח 22kV
באישור חח"י+נגה	עד הספק 22.8MVA במתח 33kV

בעת בניית תכניות העבודה לחיבור צרכנים גדולים, נלקחו בחשבון:

- בטווח הקצר, התכנית תתייחס לפוטנציאל הזמנות קיימות במערכות חח"י.
- בטווח הארוך, התכנית תתבסס על תחזיות לחיבורים נוספים בתחום.

3.4.1 - חוות שרתים

3.4.1.1 - פתיחה

דרישה מאתגרת חדשה של חיבור צרכני מתח גבוה למטרות תמיכה ושרותי מחשוב, אינטרנט, ענן ואחסון נתונים בהיקפים גדולים ובאמינות אספקה גבוהה המצריכה חיבור נוסף לגיבוי. החשיבות של הקמת חוות שרתים בישראל טמונה בכך שהן מאפשרות למידע הכרחי להפעלת שירותים מקומיים להיות מאוחסנים בארץ, כך שהגישה אליו לא תלויה בסיבים האופטיים לחו"ל. בנוסף, לאחסון מידע רגיש בתוך גבולות המדינה יש חשיבות אסטרטגית המאפשרת מניעת דלף של מידע. לפיכך, הקמת חוות שרתים בגבולות מדינת ישראל מהווה פתרון לאחסון מידע מהיר יותר ובר-קיימא גם במקרים קיצוניים. הקמת חוות שרתים תתרום לתמ"ג בישראל ותוסיף מקומות עבודה רבים לשוק העבודה.

בקשת חיבור עבור חוות שרתים היא של עשרות מגווא"ט בלוחות זמנים מאתגרים במיוחד. התנהגות צרכן מסוג זה מאופיינת בעומס קבוע יחסית לאורך שעות היממה. עיקר ההשפעה של חיבור חוות שרתים על רשת החשמל היא בתפיסת יתרת ההשנאה באזורי גודש, שבהם לעיתים ישנה יתרה נמוכה של השנאה. הבקשות להקמת חוות שרתים בחח"י מתרכזות באזורי ביקוש גבוהים או במרכזי ערים בהם יש פיתוח מואץ. מציאת שטח להקמת תחנת משנה באזורי הביקוש היא משימה מורכבת ולעיתים בעלת סיכויי היתכנות נמוכים מאוד. בנוסף, בניית תחנת משנה חדשה אורכת שנים רבות ומתחילה בתהליכי תכנון מקדימים כעשור ואף יותר לפני הבנייה בפועל. במקומות שניתן להקצות את יתרות ההשנאה לטובת הקמת חוות שרתים, חח"י מספקת את החיבור בלוחות זמנים המבוקשים, אבל במקביל נדרש למצוא פתרונות לביקוש העתידי של אותו אזור עבור שאר הביקושים.

לרוב, חיבור חוות שרתים לרשת מוגדרת כפרויקט מסוג "יציאה מתחמ"ש".

3.4.1.2 - קריטריונים

הקריטריונים העיקריים לחיבור חוות שרתים לרשת החלוקה הם:

- **גדלי חיבור אופייניים לחיבור חוות שרתים:** לרוב, בטווח דרישות הספק של 8MVA עד 16MVA.

לעיתים, מתקבלות בקשות לחיבור מתקנים מעל 16MVA (חיבור במתח עליון) בלוחות זמנים קצרים באזורים בהם לא ניתן לשדרג את הרשת הקיימת (הוספת שנאי או בניית תחנת משנה חדשה). במקרים כאלה, בהתאם ליכולת ההשנאה, ינתנו מספר חיבורים במתח גבוה, במקום חיבור אחד גדול במתח עליון.

- **צפי למימוש הזמנות:** 65-70% מסך ההזמנות.
- **מקדם העמסה מבחינת ההספק ברשת:** 80% מגודל החיבור הנדרש. מקדם זה מצביע על אחוז השימוש בפועל בזמן שיא הביקוש.

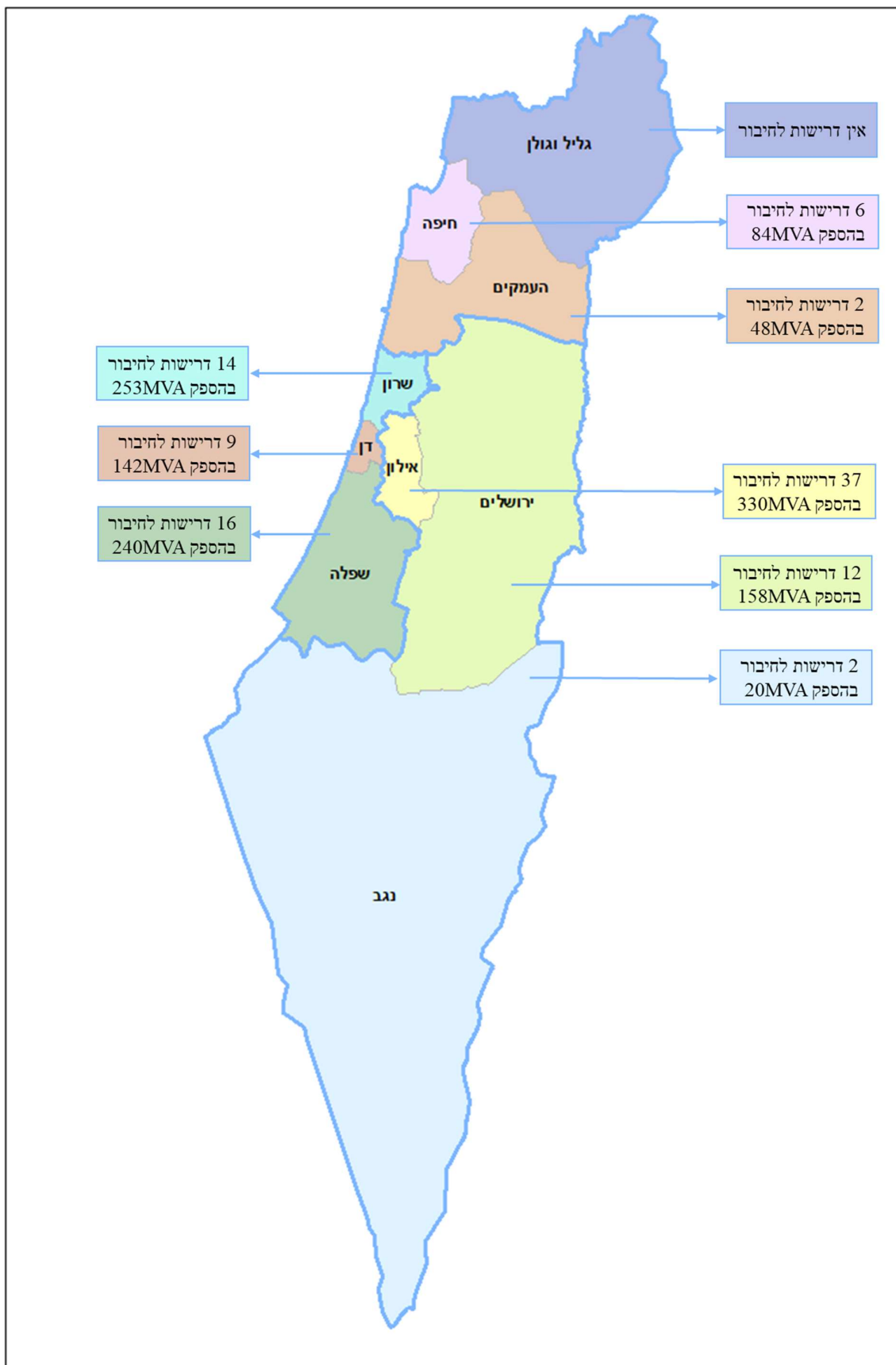
3.4.1.3 - תכנית עבודה

תכנון מערכת החלוקה מתבסס, בין היתר, על תכנית העבודה לחיבור חוות שרתים, שמתבססת על ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבורים מסוג זה. טבלה 2-3.4 מציגה את מספר ההזמנות הקיימות בחח"י שעליה נבנתה התחזית לחיבור חוות שרתים למערכת החלוקה. לפי ההזמנות הקיימות בידי חח"י, עד שנת 2030 קיימות כ-100 הזמנות לחיבור הזנה (קבוצ) בסך הספק של כ-1,275MVA, וכן, כ-50 הזמנות לחיבור גיבוי בסך הספק של כ-630MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים. פריסת ההזמנות לחיבורים קבועים פוטנציאליים לחוות שרתים לפי המרחבים מוצגת בתרשים 1-3, וכן, מפורטת בנספח ג' – הזמנות לחיבור חוות שרתים. בנוסף להזמנות שכבר נפתחו בחח"י, יש צפי לפתיחת הזמנות עתידיות נוסף על הקיימות, לשנים 2026-2030. מספר ההזמנות וסך ההספקים שיחוברו לרשת החלוקה ברמה ארצית מוצגים בטבלה 2-3.4. לכן, הצפי החדש לחיבור חוות שרתים הוא חיבורי הזנה בהספק של כ-2,000MVA וחיבורי גיבוי בהספק 1,200MVA.

טבלה 2-3.4. מספר הזמנות לחיבורי הזנה וגיבוי חוות שרתים לפי מרחבים

מרחב	מספר חיבורים להזנה	סך הספק לחיבור הזנה (MVA)	מספר חיבורים לגיבוי	סך הספק לחיבור גיבוי (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון				
חיפה	6	84	4	61
העמקים	2	48	1	16
גליל וגולן	-	-	-	-
אגף רשת דן והחוף				
דן	9	142	4	64
שרון	14	253	6	96
שפלה	16	240	3	48
אגף רשת ירושלים והנגב				
ירושלים	12	158	6	72
נגב	2	20	1	16
איילון	37	330	24	259
כלל ארצי				
סה"כ	98	1,275	49	632
צפי פתיחה הזמנות חדשות עתידיות כלל ארצי				
סה"כ	53	743	41	568
סה"כ לאחר כל התוספות				
סה"כ	151	2,018	90	1,200

הערה: עד סוף שנת 2023 בוצעו 22 חיבורים עבור חוות שרתים בהספק 218MVA ו-7 חיבורי גיבוי בהספק 89MVA.



לצורך חישוב תוספת ההספק הצפויה לחיבורי הזנה לחוות שרתים לרשת החלוקה בפריסה ארצית עד לשנת 2030 לפי שנים, סך ההספק הנדרש הוכפל בקריטריון הצפי למימוש (65%). הצפי הנמוך מוסבר בפתיחת מספר הזמנות על ידי יזמי נדל"ן המתחרים ביניהם על לקוחות. החישוב לתחזית תוספת ההספק בפועל עומדת על כ-1,312MVA ומוצגת בטבלה 3-3.4.

טבלה 3-3.4 תכנית עבודה לחיבור הזנה לחוות שרתים לרשת החלוקה לפי מרחבים בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030

מרחב	תחזית ביצוע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון									
חיפה	45	15	8	32	24	8	24	32	188
העמקים	-	-	32	16	22	9	24	32	135
גליל וגולן	-	-	-	18	24	16	28	18	104
אגף רשת דן והחוף									
דן	-	32	-	62	24	48	16	32	214
שרון	56	64	24	16	40	54	23	9	286
שפלה	32	80	32	25	19	48	32	16	284
אגף רשת ירושלים והנגב									
ירושלים	60	32	64	32	32	16	32	48	316
נגב	-	20	-	16	25	17	46	34	158
איילון	152	65	67	10	18	12	0	7	331
כלל ארצי									
סה"כ (MVA)	345	308	227	227	228	228	227	228	2,018
תחזית משוערת: מימוש 65% מכלל ההזמנות									
סה"כ (MVA)	224	200	148	148	148	148	148	148	1,312
מקדם העמסה מבחינת ההספק ברשת: 80% מגודל החיבור הנדרש									
סה"כ (MVA)	179	160	118	118	119	119	118	118	1,049

3.4.1.4 - מרכיבי רשת

לבניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור חוות שרתים, נותחו נתונים של 100 הזמנות לתכנון חיבור ובוצעו ממוצעים על שלושה מרכיבי רשת של חוות שרתים עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 3-4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים, לפי סוג החיבור:

טבלה 4-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים לרשת החלוקה

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבור הזנה חוות שרתים	ממוצע מרכיב רשת לחיבור גיבוי חוות שרתים
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	2	2.4
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1	1
מנתק SF-6	יח'	1	1

סך מרכיבי הרשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים לפי שנים עד לשנת 2030 מפורטים בטבלה 5-3.4. מרכיבי הרשת חושבו על-פי התחזית והזמנות החיבורים לחיבורי הזנה וגיבוי לחוות שרתים (טבלה 2-3.4) וממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים, הקובעים את סך ההשקעות הנדרשות (טבלה 4-3.4).

הערה: המספרים ששימשו לחישוב מרכיבי הרשת הם התוצאה לאחר הפעלת קריטריון מימוש ההזמנות (65%).

טבלה 5-3.4. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חוות שרתים לרשת החלוקה בין השנים 2023-2030

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
חיבור הזנה חוות שרתים								
תחזית הספק חיבור קבוע (MVA)	148	148	148	148	148	148	200	1,088
תחזית מספר חיבורים קבועים	10	10	10	11	10	9	16	76
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	24	20	20	22	20	18	32	156
ארון מניה/מיכל מדידה	10	10	10	11	10	9	16	76
מנתק SF-6	10	10	10	11	10	9	16	76
חיבור גיבוי חוות שרתים								
תחזית הספק חיבור גיבוי (MVA)	57	57	57	57	57	142	190	617
תחזית מספר חיבורי גיבוי	4	4	4	4	4	11	15	46
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	10	10	10	10	10	26	36	112
ארון מניה/מיכל מדידה	4	4	4	4	4	11	15	46
מנתק SF-6	4	4	4	4	4	11	15	46

סך מרכיבי הרשת, בחלוקה לפי מרחבים מוצג בנספח ד' - תחזית מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים

3.4.2 - תשתיות לאומיות

3.4.2.1 - פתיחה

בשנים האחרונות אנו עדים לפיתוח מאסיבי של פרויקטים לאומיים, לדוגמה חשמול תחבורה עתירת נוסעים (מטרו, רק"ל ורכבת ישראל), מתקני התפלה, מעבר צה"ל לנגב ועוד. הבקשות לחיבורים הנ"ל דורשות גדלי חיבור בהספקים משמעותיים, וחלקן נפתחות עם דרישה לחיבור גיבוי בנוסף לחיבור ההזנה. הזמנות החיבור הללו מוגדרות כפרויקטים בחח"י, והן מפורטות בנספח א' – רשימת פרויקטים בחברת החשמל 2023-2040.

בנוסף, בתת-פרק זה אנו כוללים דרישות להעתקות ופינוי תשתיות מתח גבוה ומתח נמוך. לעיתים נדרש שיתוף פעולה ותיאום עם גורמים נוספים מחוץ לחברה, כגון: חברות תשתית שונות ומועצות מקומיות. לפיכך, קיימות תכניות עבודה גם עבור החיבורים הזמניים לטובת פרויקט המטרו ועבור העתקת תשתיות ועבודות על חשבון אחרים (עע"א).

החוק לקידום תשתיות לאומיות פורסם בחודש יוני 2023. מטרתו של החוק זה לקבוע הוראות לקידום מיזמי תשתית, בין השאר באמצעות הסדרת תהליך הרישום והמיפוי של קווי תשתית, קביעת הוראות לעניין תעדוף מיזמי תשתית חיוניים ומיזמי תשתית חיוניים מועדפים והסרת חסמים בקידום מיזמי תשתית, ובכלל זה חסמים אסטרטגיים, בשלבי התכנון, ההקמה, ההפעלה והתחזוקה של המיזמים.

חח"י פועלת בשיתוף פעולה הדוק עם משרד התחבורה וחברת נת"ע לקידום תשתיות לפיתוח התחבורה עתירת נוסעים.

3.4.2.2 - קריטריונים

הקריטריונים העיקריים לחיבור תשתיות לאומיות לרשת החלוקה הינם:

- **צפי למימוש הזמנות פתוחות במערכות חח"י: 100%**, היות ואלו דרישות בעלי חשיבות לאומית גבוהה.
- **מקדם העמסה מבחינת ההספק ברשת:** מקדם ההעמסה בכל סוג חיבור ייקבע בהתאם לסוג הדרישה ולאמינות האספקה הנדרשת עבורה. ככלל, מקדם ההעמסה בשעות שיא הביקוש יהיה 60% מגודל החיבור הנדרש עקב דרישה ליתירות גבוהה בחיבורי תשתית לאומיים אלה.

3.4.2.3 - תכנית עבודה

מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות

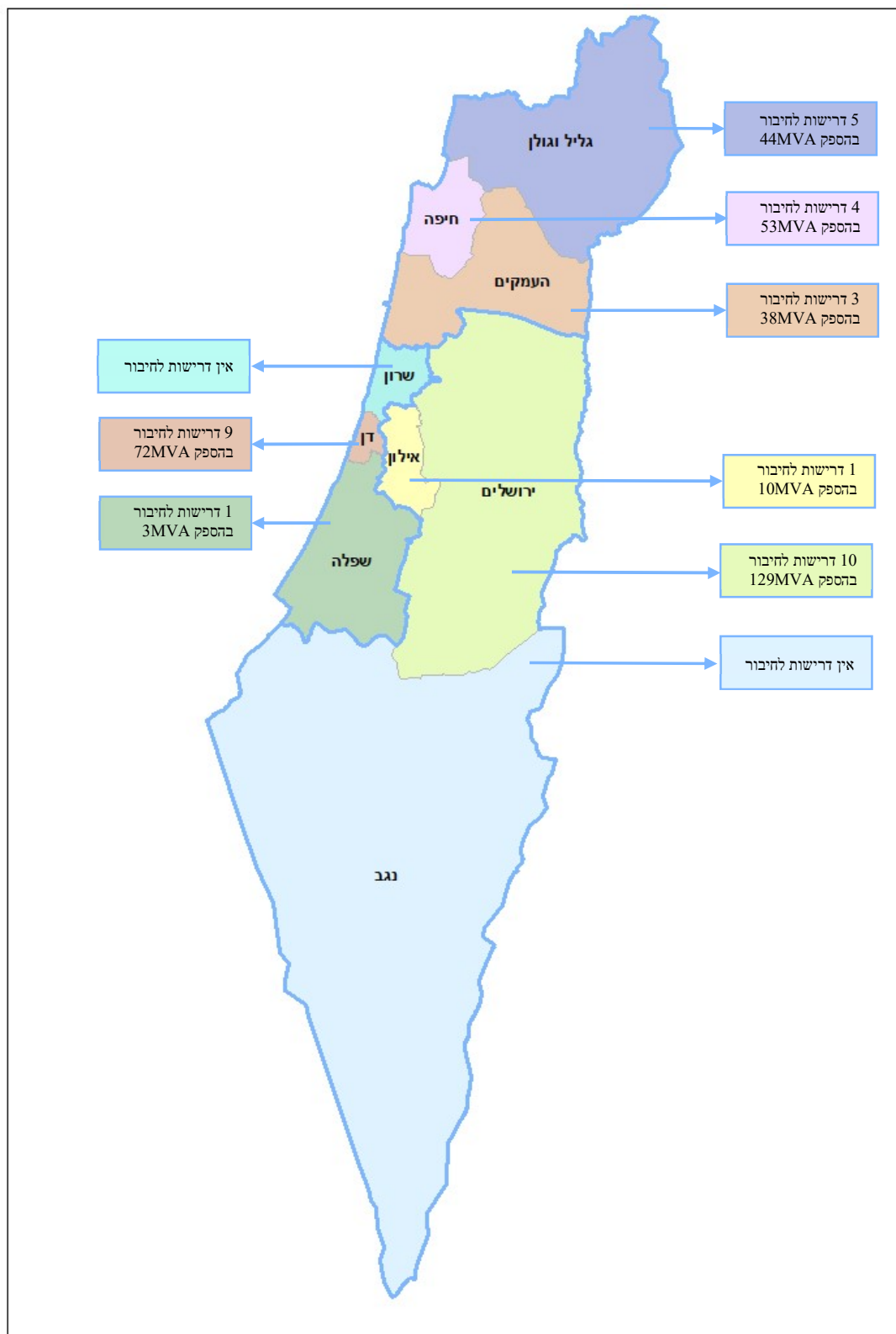
תכנית העבודה לחיבור מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות מתבססת על ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבורים מסוג זה. טבלה 6-3.4 מציגה את מספר ההזמנות הקיימות בחח"י שעליה נבנתה התחזית לחיבור מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות. לפי ההזמנות הקיימות בידי חח"י, עד שנת 2030 יחוברו כ- 33 הזמנות לחיבור הזנה (קבוע) בסך הספק של כ-350MVA, וכן, 19 הזמנות גיבוי בסך הספק של 187MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים. פריסת ההזמנות לחיבורים קבועים פוטנציאליים למיזמי פיתוח תשתיות לאומיות לפי המרחבים מוצגת בתרשים 2-3, וכן, מפורטת בנספח ג' – הזמנות תשתיות לאומיות.

טבלה 6-3.4. מספר הזמנות לחיבורי הזנה וגיבוי מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות לפי מרחבים

מרחב	מספר חיבורים להזנה	סך הספק לחיבור הזנה (MVA)	מספר חיבורים לגיבוי	סך הספק לחיבור גיבוי (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון				
חיפה	4	53	2	29
העמקים	3	38	3	38
גליל וגולן	5	44	3	29
אגף רשת דן והחוף				
דן	9	72	8	57
שרון	-	-	1	6
שפלה	1	3	-	-
אגף רשת ירושלים והנגב				
ירושלים	10	129	1	18
נגב	-	-	-	-
איילון	1	10	1	10
כלל ארצי				
סה"כ	33	349	19	187

בשנת 2023 חוברו 3 דרישות למיזמי פיתוח תשתיות לאומיות בהספק 23MVA וחיבור גיבוי בהספק 3MVA.

תרשים 3-2. מפת פריסה של הזמנות קיימות לחיבורי הזנה מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות פוטנציאליים לפי מרחבים עד שנת 2030



לצורך חישוב תוספת ההספק הצפויה לחיבורי הזנה לטובת מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות בפריסה ארצית עד לשנת 2030 לפי שנים, סך ההספק הנדרש הוכפל במקדם ההעמסה בזמן שיא הביקוש ברשת (60%). תוספת ההספק בפועל הצפויה לחיבור הזנה לטובת מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות הינה כ-209MVA. החישוב מוצג בטבלה 7-3.4.

טבלה 7-3.4. תכנית עבודה לחיבור הזנה למיזמי פיתוח תשתיות לאומיות לפי מרחבים בפריסה בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030

מרחב	תחזית ביצוע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון									
חיפה	11	29	-	-	-	-	-	13	53
העמקים	-	27	-	11	-	-	-	-	38
גליל וגולן	11	-	-	-	-	-	-	33	44
אגף רשת דן והחוף									
דן	16	24	25	-	-	-	-	7	72
שרון	-	-	-	-	-	-	-	-	-
שפלה	3	-	-	-	-	-	-	-	3
אגף רשת ירושלים והנגב									
ירושלים	33	39	-	13	-	26	-	18	129
נגב	-	-	-	-	-	-	-	-	-
איילון	10	-	-	-	-	-	-	-	10
כלל ארצי									
סה"כ (MVA)	84	119	25	24	-	26	-	71	349
מקדם העמסה : 60% מגודל החיבור הנדרש									
סה"כ (MVA)	50	71	15	14	-	16	-	43	209

פרויקט המטרו ברשת החלוקה

פרויקט המטרו הינו פרויקט תשתית תחבורה ציבורית בקנה מידה גדול. העבודות המצוינות בחלק זה מכוסות בהסכם מול נת"ע.

הפרויקט מורכב מ-3 קווים (4 תכניות), משתרע על פני 24 רשויות מקומיות ב-4 מרחבים באורך תוואי מסילות של כ-150 ק"מ.

הפרויקט יתבצע בשלבים הכולל בתוכו כ-120 תחנות נוסעים ושירות.

שלב א – עד שנת 2032:

פירוט היקפי תחנות ושטחים לפינני תשתיות חשמל מוצגות בטבלה 8-3.4.

טבלה 8-3.4. היקפי תחנות ושטחים לפינני תשתיות חשמל

סה"כ	מס' תחנות CROSSOVER	מס' תחנות מטרו	
61	14	47	דן
19	6	13	אילון
6	3	3	שפלה
86	23	63	סה"כ

פירוט היקפי עבודות חח"י ברשת החלוקה במסגרת הפרויקט מוצגות בטבלה 9-3.4.

טבלה 9-3.4. היקפי עבודות חח"י ברשת החלוקה במסגרת הפרויקט

כמות	יחידה	פעילות
13	ק"מ	פירוק רשת מתח נמוך עילית
626	ק"מ	הקמת רשת תת-קרקעית מתח נמוך
18	ק"מ	פירוק רשת מתח גבוה עילית
104	ק"מ	הקמת רשת תת-קרקעית מתח גבוה אלומיניום
309	ק"מ	הקמת רשת תת-קרקעית מתח גבוה נחושת
66	שנאים	הקמת שנאי פנימי
31	שנאים	פירוק שנאי פנימי
66	שנאים	הקמת מבנה תחנת טרנספורמציה פנימית
35	שנאים	פירוק שנאי חיצוני
120	חיבור	חיבורים מתח גבוה

חיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו

תכנית העבודה לחיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו מתבססת על ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבור דרישות מסוג זה. לטובת מימוש פרויקט המטרו נפתחו 95 בקשות לחיבורים זמניים בסך הספק של כ-158MVA, לפי החלוקה הבאה: 86 בקשות לחיבורים זמניים, כל חיבור בגודל 1MVA, ו-9 חיבורים לטובת הפעלת מכונות הכרייה (TBM), כל חיבור בגודל 8MVA. רשימת החיבורים הזמניים בחלוקה למרחבים מפורטת בנספח ג' – הזמנות תשתיות לאומיות.

עבודות על חשבון אחרים (ע"א)

ביצוע חיבורים של חלק ממיזמי תשתיות לאומיות מחייב ביצוע עבודות ע"א, שבמסגרתן מתבצעות העתקות רשת עיליות ותת-קרקעיות כהכנה לתכנון תשתיות לאומיות, תת"ל. תכנית העבודה לע"א מתבססת על ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבור דרישות מסוג זה. עבודות ע"א כוללות העתקה או הטמנה של כ- 700 ק"מ במתח גבוה ו-700 ק"מ במתח נמוך והן מוצגות בטבלה 10-3.4.

טבלה 10-3.4. פילוח העתקות והטמנות ברשת מתח גבוה ורשת מתח נמוך

העתקה	הטמנה	סה"כ
350	350	700
210	490	700
רשת מתח גבוה		
רשת מתח נמוך		

טבלה 11-3.4 מציגה את העתקות והטמנות הרשת המתוכננות עד לשנת 2030 בחלוקה לשנים וסוג הדרישה. הטמנת רשת כוללת בתוכה פירוק רשת עילית והנחת רשת תת"ק. טבלה המפרטת את רשימת ההזמנות ואורכי הרשת שישונו בחלוקה לפי שנים עד לשנת 2030 מפורטת בנספח ג' – הזמנות תשתיות לאומיות.

טבלה 11-3.4. תחזית העתקה/הטמנת רשת חלוקה בעבודות ע"א בשנים 2024-2030

סוג הדרישה	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (ק"מ)
מטר	-	-	150	150	150	150	150	750
רכבות קלות	120	50	40	30	-	-	-	240
דרישות תת"ל עתידיים	50	50	50	70	70	60	60	410
סה"כ (ק"מ)	170	100	240	250	220	210	210	1,400

הערה: עד סוף שנת 2024 יועתקו/יוטמנו כ-170 ק"מ רשת בעבודות ע"א.

סיכום:

פרויקט תשתיות לאומיות מאופיינים בהעתקה והטמנת קווים נרחבת. על פי ההערכות, צפויות העתקות רשת מתח גבוה ונמוך בסך של כ-1,400 ק"מ.

תחזית סך תוספת ההספק עבור תת-פרק תשתיות לאומיות בין השנים 2024-2030 הינה 470MVA, לפי החלוקה:

- רכבת קלה (מטרופולין דן, חיפה-נצרת וירושלים) כ-18 הזמנות להזנה בהספק של כ-240MVA.
- בסיסי צה"ל, מכוני הטפלה וטיהור שפכים בהספק של 65MVA.
- הזמנת חיבורים זמניים לטובת פרויקט המטר בהספק של כ-160MVA.

3.4.2.4 - מרכיבי רשת

מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות

לצורך בניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות, נותחו נתונים של 43 הזמנות לתכנון חיבורי הזנה וגיבוי ובוצעו ממוצעים על שלושה מרכיבי רשת של מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 12-3.4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבור הזנה וגיבוי של מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות, לפי סוג החיבור:

טבלה 12-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבור הזנה מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות	ממוצע מרכיב רשת לחיבור גיבוי מיזמי פיתוח תשתיות לאומיות
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	2	2.4
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1	1
מנתק SF-6	יח'	1	1

חיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו

לצורך בניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו, נותחו נתונים של 86 הזמנות לתכנון חיבור זמני עבור המטרו ו-9 הזמנות לתכנון חיבור זמני עבור הפעלת מכונות הכרייה, TBM, ובוצעו ממוצעים על שלושה מרכיבי רשת העיקריים של חיבורים זמניים לטובת פרויקט המטרו עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 13-3.4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבורים זמניים לטובת פרויקט המטרו, לפי סוג החיבור:

טבלה 13-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבורים זמניים למימוש פרויקט המטרו

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבורים זמניים עבור המטרו	ממוצע מרכיב רשת לחיבורים זמניים עבור מכונות כרייה עבור המטרו
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	2	0.2
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1	1
מנתק SF-6	יח'	1	1

סך מרכיבי הרשת לחיבור הזנה וגיבוי של תשתיות לאומיות לפי שנים עד לשנת 2030 מפורטים בטבלה 14-3.4. מרכיבי הרשת חושבו על-פי התחזית והזמנות החיבורים לחיבורי הזנה וגיבוי לתשתיות לאומיות (טבלה 6-3.4) וממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של תשתיות לאומיות, הקובעים את סך ההשקעות הנדרשות (טבלה 12-3.4, טבלה 13-3.4).

הערה: המספרים ששימשו לחישוב מרכיבי הרשת הם התוצאה לאחר הפעלת קריטריון מימוש ההזמנות.

טבלה 3.4-14. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של תשתיות לאומיות בשנים 2023-2030

מרכיב רשת	יח'	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	58	111	91	81	43	35	48	467
מנתק SF-6	יח'	17	37	30	-	2	-	8	94
פירוק רשת עילית מ"ג	ק"מ	27	58	54	54	26	23	21	263
פירוק רשת עילית מ"נ	ק"מ	41	87	81	81	39	33	33	395
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	ק"מ	41	87	81	81	39	33	33	395

סך מרכיבי הרשת, בחלוקה לפי מרחבים מוצג בנספח ד' - מרכיבי רשת תשתיות לאומיות .

3.4.3 - מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית

3.4.3.1 - פתיחה

משרד התחבורה הציג יעדים לחשמול כ- 60% מצי האוטובוסים העירוניים עד שנת 2026 ו-100% מצי האוטובוסים העירוניים עד לשנת 2035. החשמול יכלול עמדות טעינה והשנאה לאוטובוסים במסופי התחבורה הציבורית ובחניוני הלילה השונים הפזורים ברחבי הארץ. תכנית פיתוח התחבורה הציבורית כוללת רכש של 3,500 אוטובוסים חדשים, מהם 2,500 חשמליים. נתח האוטובוסים החשמליים הוא משמעותי ביחס ל-10,000 האוטובוסים שנמצאים כיום בשימוש מפעילות התחבורה הציבורית השונות.

במאי 2023 אישרה הועדה לתשתיות לאומיות את תכנית משרד התחבורה לחשמול תשתיות לתחבורה ציבורית (תת"ל 130). התכנית מכילה כ-300 מסופים וחניוני אוטובוסים של התחבורה הציבורית בכל הארץ בהליך רישוי מזורז.

התכנית האסטרטגית לחשמול תחבורה ציבורית היא תכנית נרחבת לחיבור ולהזנת מתחמי תחבורה ציבורית בפריסה ארצית עד לשנת 2030, בחלוקה לשלושה סוגי מתחמים: חניוני חנה וסע (המשמשים במהלך היום כחניה ציבורית לרכבים חשמליים פרטיים ובליילה, כחניה לאוטובוסים חשמליים), חניוני טעינת אוטובוסים (בעלי מספר גדול יחסית של עמדות טעינה) ומסופי אוטובוסים (בעלי מספר עמדות טעינה בודדות). מתחמי טעינה מוקמים כחלק מהתכנית האסטרטגית של משרד התחבורה לפיתוח מרכזי תחבורה ציבורית שיתמכו בהרחבת השירות ובהפיכת צי האוטובוסים הארצי לחשמלי. בימים אלו נמצא המשרד בתהליכי ביצוע של 25 תחנות מרכזיות, מסופים וחניונים חשמליים נוספים.

הייחוד בטעינת תחבורה ציבורית הוא העובדה שמערכת החשמל תצטרך להתמודד עם תוספות הספק גבוהות (בעיקר בשעות הלילה), כדי לעמוד בדרישות לטעינת אוטובוסים רציפה. עובדה זו תעמס על הרשת ותדרוש מחח"י להיערך בתחומי רשת מתח גבוה (ההשנאה) ומתח נמוך.

חח"י פועלת מול רשות החשמל לאפשר אמת מידה לחיבור מוגבל למטרות טעינת תחבורה ציבורית, גודל חיבור המשתנה (כולל שינוי תעריף בשעות השפל) בהתאם לשעות מוגדרות מראש במהלך היממה. רשות החשמל פרסמה בחודש מאי 2021 את החלטה 60805 לתיקון אמת מידה 35 לחיבור מוגבל למתקן תחבורה ציבורית. אמת המידה שפורסמה היא זמנית והוגבלה לשנתיים. קיימת פעילות להארכת אמת המידה.

חיבור מוגבל מאפשר הזנת המתקנים וטעינת האוטובוסים בצורה מלאה תוך ניצול התשתית הקיימת במלואה (שאינה מנוצלת בשעות השפל, המיועדות לטעינת האוטובוסים) ומניעת השקעה שלא

לצורך בבניית תשתיות חשמל ייעודיות. בנוסף מפעיל התחבורה הציבורית ייהנה מתעריף מוזל לטעינה בשעות הללו.

3.4.3.2 - קריטריונים

הקריטריונים העיקריים לחיבור מתחמי טעינת תחבורה ציבורית לרשת החלוקה הם:

- **צפי למימוש הזמנות פתוחות במערכות חח"י:** 100% מסך ההזמנות שנפתחו, מכיוון שאלו חיבורים מוגדרים לתועלת הציבור בעלי חשיבות גבוהה.
- **מקדם העמסה בשעות שיא הביקוש:** 50% מגודל החיבור הנדרש, מכיוון שעיקר הטעינה תתבצע בשעות השפל ולא בשעות שיא הביקוש.
- **מקדם העמסה של מתחמי חנה וסע:** 90% מגודל החיבור הנדרש, מכיוון שבמהלך כל היממה החיבור ישמש להטענת רכבים פרטיים.
- **שילוב מתקני ייצור (PV, מיקרו גנרציה) ואגירה בחניונים,** להורדת העומסים – נמצא בבחינה במשרד התחבורה.

3.4.3.3 - תכנית עבודה

תכנית העבודה לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית מתבססת על התכנית האסטרטגית לחשמול תחבורה ציבורית שהתקבלה ממשרד התחבורה. התכנית מפרטת את פוטנציאל ההזמנות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית בהספק 1,500MVA, והיא מכילה כ-667 דרישות בפריסה ארצית לפי חלוקה לשלוש סוגי מתחמים. מתוך כלל הדרישות, 515 סווגו לפי מתחמים ו-152 הדרישות שנותרו לא הוגדרו עבורם גודל הספק עד לתאריך כתיבת תכנית זו. לאחר עדכון התכנית האסטרטגית, דרישות אלה יסווגו לפי סוג החיבור שלהם למתחמים. עיקרי התכנית האסטרטגית מוצגים בטבלה 15-3.4:

טבלה 15-3.4. פירוט סוגי מתחמים לפי התכנית האסטרטגית לחשמול תחבורה ציבורית

סוג מתחם הטעינה	מספר מתחמי טעינה	הספק כולל (MVA)
מתחמי חנה וסע	8	60
חניוני טעינה	246	1,290
מסופי אוטובוסים	261	150
דרישות ללא גודל חיבור מוגדר	152	-
סה"כ	667	1,500

לביצוע ניתוח מעמיק של הנתונים שהתקבלו מהתכנית האסטרטגית, הדרישות סווגו לפי גודל החיבור שלהם. תוצאות הסיווג לפי גודל החיבור מפורטות בטבלה 16-3.4:

טבלה 16-3.4. מספר דרישות לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית לפי גודל החיבור הנדרש

סוג החיבור	סוג מתחם הטעינה	מספר מתחמי טעינה	הספק כולל (MVA)
חיבור במתח גבוה	חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA	101	1,080
	חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA	153	270
חיבור במתח נמוך	מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA	261	150
	דרישות ללא גודל חיבור מוגדר	152	-
סה"כ		667	1,500

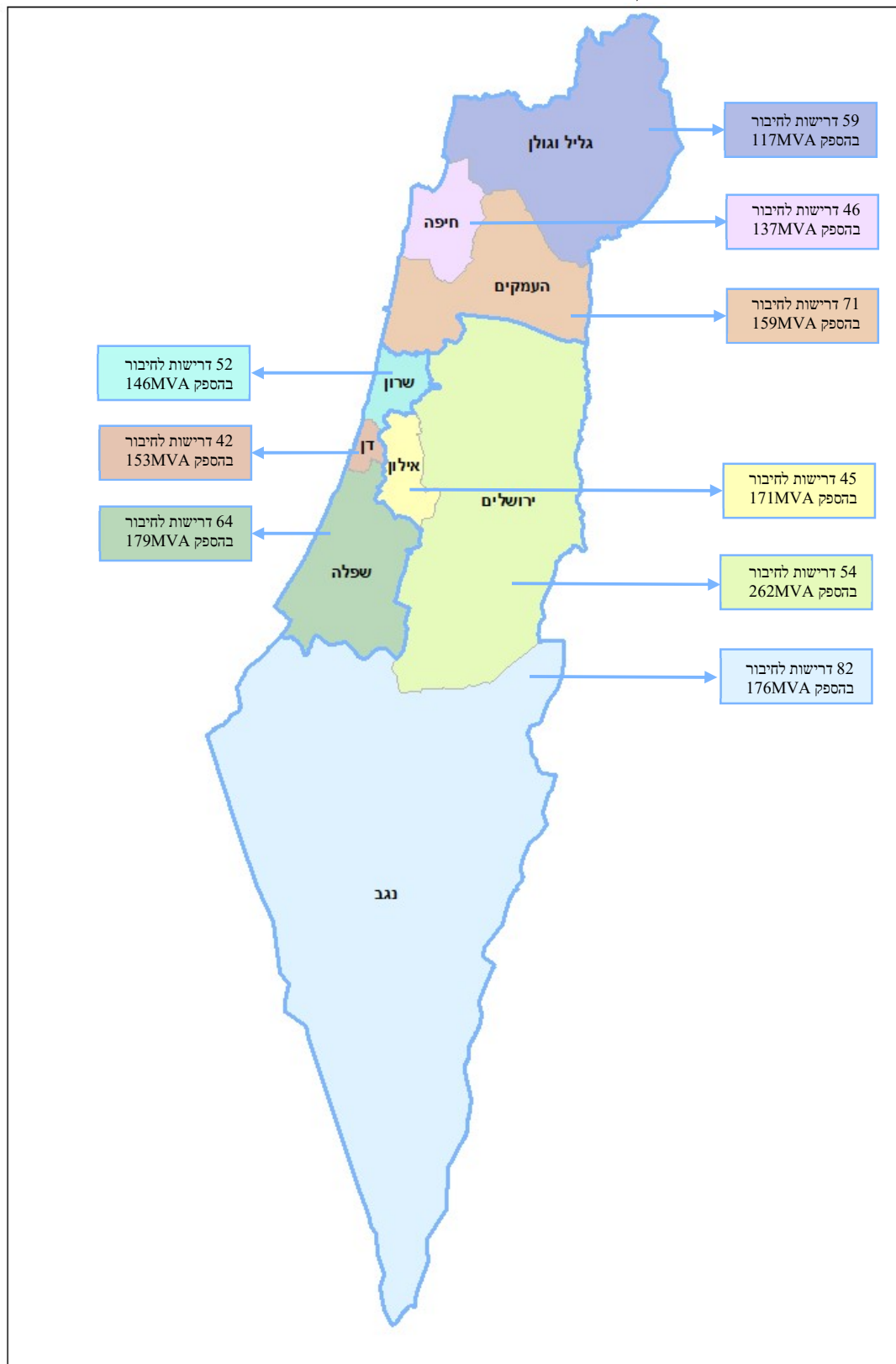
טבלה 17-3.4 מציגה את פוטנציאל המתחמים המסווגים של התכנית האסטרטגית בחלוקה לפי מרחבים (ללא דרישות שלא הוגדר להם גודל החיבור) שעליה נבנתה התחזית לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית:

טבלה 17-3.4. מספר הזמנות לחיבור הזנה וגיבוי מתחמי תחבורה ציבורית חשמלית לפי מרחבים

מרחב	מספר חיבורים להזנה	סך הספק לחיבור הזנה (MVA)	מספר חיבורים לגיבוי	סך הספק לחיבור גיבוי (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון				
חיפה	46	137	3	14
העמקים	71	159	6	9
גליל וגולן	59	117	3	13
אגף רשת דן והחוף				
דן	42	153	6	10
שרון	52	146	5	11
שפלה	64	179	7	9
אגף רשת ירושלים והנגב				
ירושלים	54	262	9	11
נגב	82	176	5	12
איילון	45	171	7	10
כלל ארצי				
סה"כ	515	1,500	51	99

הערה: בשנת 2023 קיים צפי לחיבור מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית בהיקף של 6 חיבורי הזנה בהספק 47MVA.

פריסת ההזמנות לחיבורים קבועים פוטנציאליים למתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית לפי המרחבים מוצגת בתרשים 3-3. רשימת החיבורים בחלוקה למרחבים לפי שנים עד לשנת 2030 מפורטת בנספח ג' – דרישות לטעינת תחבורה ציבורית.



לצורך חישוב תוספת ההספק הצפויה לחיבורי הזנה למתחמי תחבורה ציבורית בפריסה ארצית עד לשנת 2030 לפי שנים, סך ההספק הנדרש הוכפל במקדם ההעמסה 50%. תוספת ההספק הצפויה לחיבור הזנה למתחמי תחבורה ציבורית חשמלית היא כ-750MVA ומוצגת בטבלה 18-3.4.

טבלה 18-3.4. תכנית עבודה לחיבור הזנה למתחמי תחבורה ציבורית לפי מרחבים בהתחשבות בקריטריונים בין השנים 2023-2030

מרחב	תחזית ביצוע 2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון									
חיפה	7	13	40	12	12	14	17	22	137
העמקים	10	19	17	23	17	26	28	19	159
גליל וגולן	12	8	10	12	8	16	30	21	117
אגף רשת דן והחוף									
דן	4	32	17	32	37	4	5	22	153
שרון	8	21	25	15	4	6	17	50	146
שפלה	20	16	16	16	18	25	48	20	179
אגף רשת ירושלים והנגב									
ירושלים	18	30	32	42	28	28	28	56	262
נגב	11	20	22	32	26	19	13	33	176
איילון	6	20	24	13	24	14	20	50	171
כלל ארצי									
סה"כ (MVA)	96	179	203	197	174	152	206	293	1,512
מקדם העמסה: 50% מגודל החיבור הנדרש									
סה"כ (MVA)	48	89	102	99	87	76	103	146	750

3.4.3.4 - מרכיבי רשת

חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA

לבניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA, נותחו נתונים של 102 הזמנות לחיבור ובוצעו ממוצעים על שלושה מרכיבי רשת של חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 19-3.4 מפרטת את ההשקעות הממוצעות הנדרשות לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA, לפי סוג החיבור:

טבלה 19-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבור הזנה חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA	ממוצע מרכיב רשת לחיבור גיבוי חניוני טעינה בהספקים מעל 4MVA
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	1.25	2
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1	1
מנתק SF-6	יח'	1	1

חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA

לבניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA, נותחו נתונים של 152 הזמנות לתכנון חיבור ובוצעו ממוצעים על שלושה מרכיבי רשת של חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 20-3.4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA, לפי סוג החיבור:

טבלה 20-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבור הזנה חניוני טעינה בהספקים עד 4MVA
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	0.2
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1
מנתק SF-6	יח'	1

מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA

לבניית מרכיבי הרשת הנדרשים לחיבור מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA, נותחו נתונים של 260 הזמנות לתכנון חיבור ובוצעו ממוצעים על חמישה מרכיבי רשת של מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA עיקריים רלוונטיים: הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה, שנאי חלוקה, ארון מניה/מיכל מדידה (מערכת המודדת את צריכת החשמל במתקן עם חיבור גדול, שאינו מאפשר למדוד את צריכת החשמל ישירות באמצעות המונה) ומנתק SF-6. טבלה 21-3.4 מפרטת את ההשקעות הנדרשות הממוצעות לחיבור הזנה וגיבוי של מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA, לפי סוג החיבור:

טבלה 21-3.4. ממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מסופי טעינה בהספקים עד 1MVA

מרכיב רשת	יח'	ממוצע מרכיב רשת לחיבור הזנה חניוני טעינה בהספקים עד 1MVA
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	0.15
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	0.2
שנאי חלוקה	יח'	1
ארון מניה/מיכל מדידה	יח'	1
מנתק SF-6	יח'	1

סך מרכיבי הרשת לחיבור הזנה וגיבוי של מתחמי תחבורה ציבורית עד לשנת 2030 לפי שנים בטבלה 22-3.4. מרכיבי הרשת חושבו על-פי התחזית והזמנות החיבורים למתחמי תחבורה ציבורית (טבלה 17-3.4) וממוצע מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מתחמי תחבורה ציבורית, הקובעים את סך ההשקעות הנדרשות (טבלה 19-3.4, טבלה 20-3.4, טבלה 21-3.4).

טבלה 22-3.4. תחזית מרכיבי רשת לחיבור הזנה וגיבוי של מתחמי תחבורה ציבורית בשנים 2023-2030

מרכיב רשת	יח'	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	20	38	36	36	31	49	50	261
הקמת תחנת טרנספורמציה פנימית	יח'	22	36	38	31	31	21	24	203
מנתק SF-6	יח'	30	75	78	67	61	61	70	442
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	ק"מ	3	5	6	5	5	3	4	30

סך מרכיבי הרשת, בחלוקה לפי מרחבים מוצג בנספח ד' - מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית .

3.5 - רכב חשמלי פרטי

3.5.1 - פתיחה

בשנים הקרובות צפויה צמיחה מהירה של מספר הרכבים החשמליים שינועו על כבישי הארץ. הסיבות העיקריות לצמיחה הן עידוד ממשלתי למעבר לרכבים חשמליים, החלטת ממשלה 171 ואחרות שעוסקות במניעת מכירת כלי רכב חדשים ממונעים בבניין משנת 2030, הקטנת זיהום האוויר בשל המעבר לרכבים שלא פולטים פחמן דו-חמצני, שיפור היעילות האנרגטית, ירידה בעלויות והגדלת טווחי הנסיעה של הסוללות. כניסת רכב חשמלי לשוק מחייבת פריסת תשתיות לעמדות טעינה בשטחים ציבוריים (רחובות, מקומות עבודה ובילוי, חניוני תחבורה ציבורית) ובשטחים פרטיים (חניונים משותפים ופרטיים).

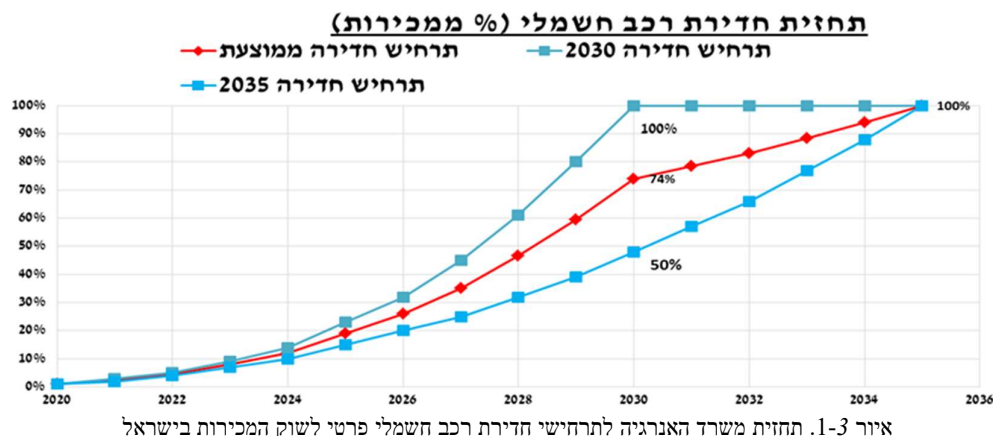
במחקר¹ שהתפרסם בשנת 2020 ובדק את הרגלי הטעינה של 10,000 רכבים חשמליים בארה"ב ואירופה, עלו הממצאים הבאים: רוב (83%) בעלי הרכבים החשמליים מחזיקים בעמדת טעינה פרטית. רוב (78%) בעלי הרכבים החשמליים מעדיפים טעינה ביתית על פני טעינה ציבורית. כמחצית (44%) מבעלי הרכבים לא מטעינים את רכבם בכל יום. לכן, הנחת המוצא היא שרוב בעלי הרכבים יעדיפו להטעין את רכבם בבית וההשפעה העיקרית מכניסת הרכב החשמלי לשוק תהיה בעליית אופיין הצריכה ברשת החלוקה. אפשרויות שונות של ניהול טעינה או ניהול עומס טעינה אמורות לאפשר הגדלת מספר הרכבים הנטענים מאותה תשתית.

נתוני משרד התחבורה מצביעים על כך שבמדינת ישראל עלו לכביש עד לסוף רבעון ראשון בשנת 2023 כ-60 אלף רכבים חשמליים (BEV) ועוד כ-50 אלף רכבי פלאג-אין (PHEV). בנוסף, בישראל פרושות כ-3,000 עמדות טעינה ציבוריות לרווחת הציבור.

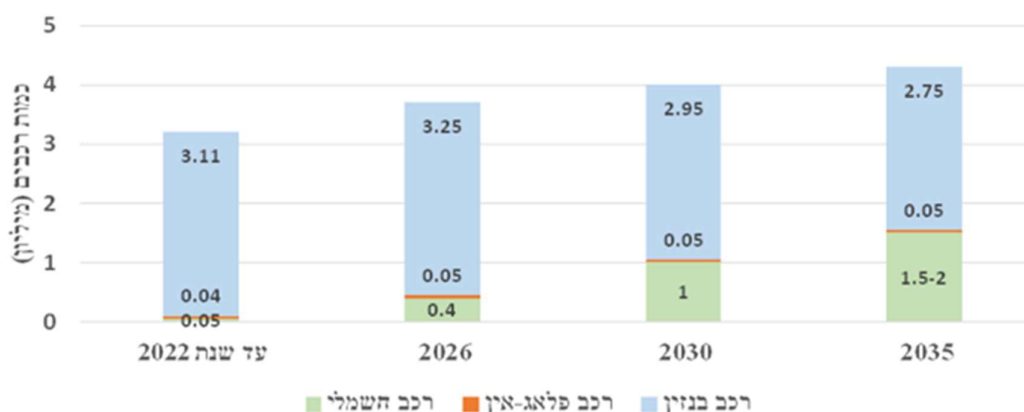
משרד האנרגיה ביצע הערכות שונות לחדירת רכב חשמלי והוא מבצע עדכונים שוטפים אחת לתקופה. על פי התחזיות, חדירת רכב חשמלי (אחוז מכירת רכבים חשמליים חדשים) נמדדה בשלושה תרחישים שונים, כפי שמתואר באיור 1-3. התרחיש שנבחר לייחוס על ידי חח"י ומשרד האנרגיה הוא התרחיש הממוצע (מסומן בקו אדום) – עד שנת 2030 75% מסך מכירות רכבים חדשים יהיו חשמליים (BEV). חדירה מלאה (100% מסך מכירות רכבים יהיו חשמליים) תהיה בשנת 2035.

יש לציין שבספטמבר 2023 משרד האנרגיה פרסם תחזית חדשה ובה 4 תרחישים שונים. מסמך זה מתייחס לתרחיש השמרני בתחזית.

¹ EV Charging Habits & Patterns IN USA & Europe – Clean Technica Report, 2020



תחזית למספר כלי הרכב החשמליים במצטבר (במיליונים) לפי תחזית משרד האנרגיה לרכבים חשמליים פרטיים מוצגת באיור 2-3. ניתן לראות שלאורך השנים מספר הרכבים החשמליים עולה בצורה מתמדת, מספר רכבי הפלאג-אין נשאר קבוע ומספר הרכבים המונעים בבנזין הולך ופוחת לאורך השנים. ההערכה השמרנית היא שבשנת 2030 יהיו על הכביש כמיליון רכבים חשמליים ובשנת 2035 יהיו בין 1.5 ל-2 מיליון רכבים חשמליים, כתלות בגורמים שונים.



חח"י נערכה לכניסת רכב חשמלי לשוק בישראל על ידי הקמת מינהלת פנימית בחברה שעוסקת בהיבטים השונים של כניסת רכב חשמלי ותחבורה ציבורית חשמלית (אוטובוסים חשמליים) לשוק הישראלי. בנוסף, מתקיים שיתוף פעולה תדיר עם נציגי משרד התחבורה (מינהלת תחבורה ציבורית), רשות החשמל ומשרד האנרגיה.

פרק רכב חשמלי נושא בתוכו התבססות מרובה על מחקרים שנעשו בעולם ונקבעו תחזיות בהתאם, לפיכך, עדכון פרק זה יתבסס על מגמות טכנולוגיות, התפתחות פיזור עמדות הטעינה, שינויי רגולציה ומספר הרכבים החשמליים שיכנסו לשוק בכל שנה והשפעתם על הרשת.

3.5.2 - קריטריונים

רכב חשמלי הוא נושא גדול ורחב המכיל בתוכו נושאים וקריטריונים רבים. הקריטריונים הרלוונטיים לתכנית הפיתוח מובאים בתת-סעיף זה.

מפת דרכים לרכב חשמלי בישראל

מפת הדרכים לרכב חשמלי בישראל מוצגת באיור 3-3. האיור מראה שרכב חשמלי מתחלק לשני סוגים: תחבורה ציבורית ותחבורה פרטית.

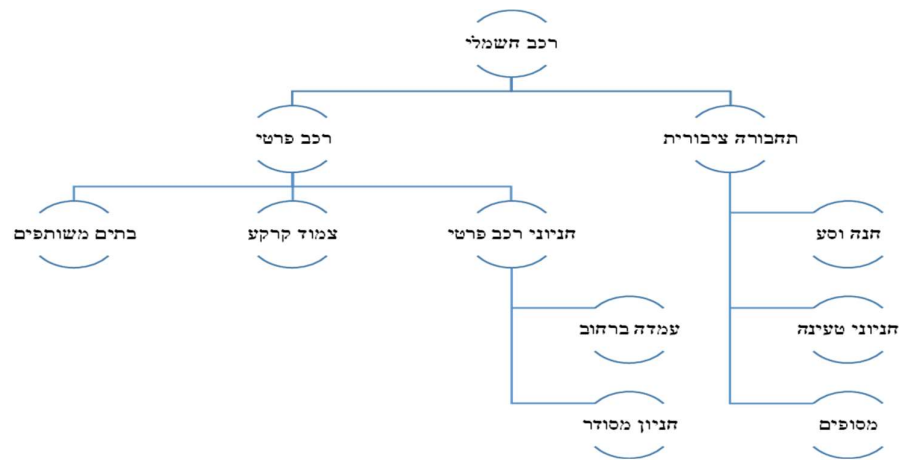
תחבורה ציבורית חשמלית מתחלקת לשלוש סוגי דרישות: חניוני חנה וסע, חניוני טעינה ומסופי אוטובוסים. ניתוח מרכיבי הרשת לנושא זה מורחב בתת-פרק 3.4.3 "מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית".

לבחינת השפעת **תחבורה פרטית חשמלית** על רשת החשמל כולה ורשת החלוקה בפרט, חולקו תצורות החניה לשלושה סוגים:

חניה בצמוד קרקע מכוונת לכל מי שבבעלותו בית צמוד קרקע עם חניה צמודה (לא ברחוב), או דייר שגר בבניין משותף שההזנה של עמדת הטעינה הפרטית של רכבו היא מהלוח הביתי (ולא מחיבור ציבורי).

חניה בבית משותף מכוונת לכל מי שמטעין את רכבו בבית משותף ועמדת הטעינה שלהם מחוברת לחיבור ציבורי מכל סוג שהוא, בין אם החניה שייכת לו בטאבו או לא.

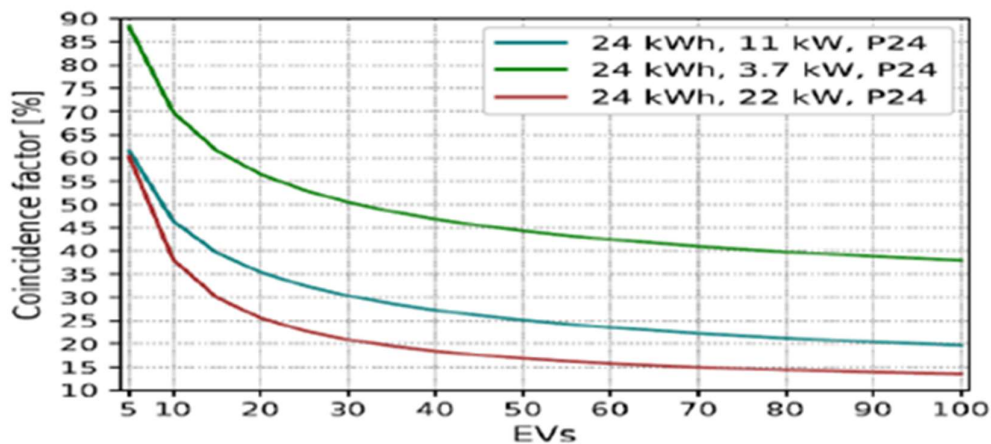
חניוני רכב פרטי מכוונים לכל סוג חניה שאינה צמודת קרקע ולא בבית משותף, הכוללת בתוכה חניה ברחוב ובחניונים מוסדרים. תחבורה חשמלית פרטית טומנת בחובה את עיקר חוסר הודאות מבחינת תוספות הספק לרשת החשמל, מכיוון שקיימים גורמים רבים שיכולים להשפיע על תוספת ההספק התלויים בכוחות שוק, ברגולציה ובהתנהגות הצרכנים בפועל. ניהול טעינה הוא הפתרון המומלץ על ידי חח"י על מנת להוריד את סך ההספק שמערכת החשמל תצטרך לספק עבור הרכב החשמלי, ויש לתמוך בניהול טעינה על ידי רגולציה מתאימה. כיום, קיים תמרוץ כלכלי לטעינת רכבים בחניונים משותפים על ידי טעינה משותפת בתעריף תעו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה). בטעינה משותפת, ספק טעינה משמש כספק יחיד ומספק שירותי ניהול טעינה והסטת ההספקים לשעות השפל וכתוצאה מכך, הלקוחות מקבלים מחירים אטרקטיביים לטעינה.



איור 3-3. התפלגות עמדות טעינה לרכב חשמלי בישראל

מקדם התלכדות לרכב חשמלי

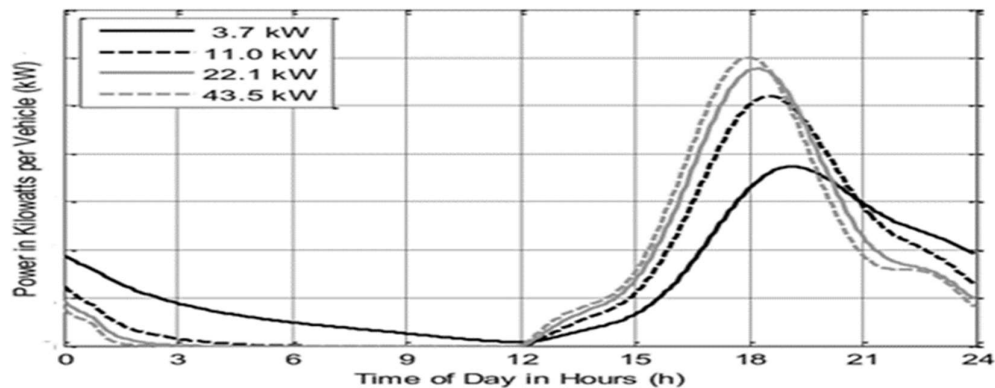
מקדם התלכדות (או מקדם בו-זמניות) מבטא את מידת פעולת מספר צרכנים בו-זמנית. בהקשר של רכב חשמלי, מקדם ההתלכדות מבטא את מספר הלוקחות שמטעינים את רכבם בו-זמנית והוא ייבחן ביחס להעמסת הרשת בשעות שיא הביקוש. במחקר² מוצג איור 3-4 בו ניתן לראות את היחס בין מספר הרכבים החשמליים למקדם ההתלכדות שלהם. ככל שמספר הרכבים החשמליים על הכביש יגדל, כך מקדם ההתלכדות ירד וינוע בין 0.15 ל-0.4. מקדם ההתלכדות מתאר את שלושת סוגי טעינת הרכבים הביתיים הפרטיים ומתאים לסוגי העמדות הביתיות הקיימות כיום בשוק.



איור 3-4. מקדם התלכדות לטעינת רכב חשמלי פרטי

אופיין צריכת הספק בשנאי חלוקה

שעות השיא של צרכנות ביתית הן בין 17:00 ל-23:00, כפי שניתן לראות באופיין הצריכה הביתי באיור 2-1. ההתנהגות האופיינית של טעינת רכבים חשמליים באזורי מגורים בגרמניה, שלקוחה ממאמר², מתוארת באיור 3-5 (אף על פי שמאפייני המגורים בגרמניה שונים מאשר בישראל, מרבית הטעינה מתבצעת בשעות הערב). ניתן לראות ששיא הביקוש של עמדות טעינה לא מנוהלות הוא בשעה 18:00. בשעה הזו (18:00) הביקוש בצרכנות ביתית מהווה כ-80% משיא הביקוש. במידה ועמדות הטעינה יהיו מנוהלות על ידי ספקי טעינה, רוב טעינת הרכבים תתבצע בשעות הלילה (שפל), בהן הביקוש לצרכנות הביתית מהווה כ-40% משיא הביקוש, במקום בשעות השיא, שבה נמצא רוב הביקוש של עמדת הטעינה.



איור 3-5. התנהגות אופיינית של טעינת רכבים חשמליים באזורי מגורים בגרמניה

ניתוח תרחישי חדירה ותוספת עומס לרשת עקב רכב חשמלי פרטי

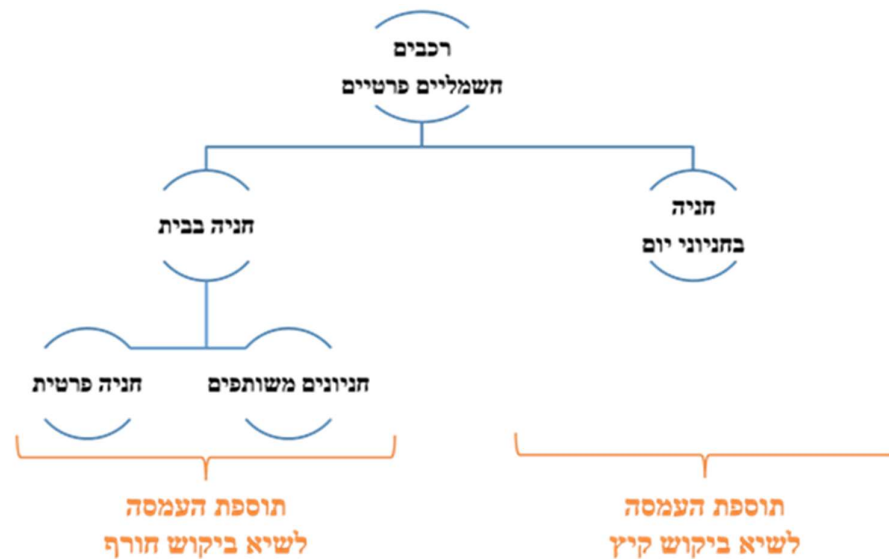
ניתוח משמעותיות חדירת רכב חשמלי ציבורי פורט בתת-פרק 3.4.3. ניתוח זה, המוצג באיור 3-6, מתמקד בתוספת העומס לשיאי הביקוש בעקבות הרכבים החשמליים הפרטיים בלבד.

בעלי רכבים חשמליים יטענו את רכבם הפרטי בשני מקומות עיקריים: בחניוני יום ובבית (בין אם הם מחנים בחניה בחניון משותף או בחניה פרטית (חניה בטאבו או צמוד קרקע)).

צרכן המטעין את רכבו במהלך שעות היום תורם לתוספת הספק לשיא הביקוש בקיץ (אופיין צהריים) ואילו צרכן המטעין את רכבו בבית, תורם לתוספת הספק לשיאי הביקוש בחורף (אופיין ערב).

אחוז מסוים מטעינת הרכבים תתבצע בצורה מנוהלת (דחיית הטעינה לשעות השפל), בין אם על ידי ספק ניהול טעינה בחניון עם מספר עמדות טעינה, ובין אם על ידי התנהגות צרכנית נבונה, וכו'. הנחת העבודה הינה ששיעור ניהול טעינה של בעלי הרכבים הפרטיים יעמוד על כ-30%.

טעינה בחניוני יום לא נכללת בהגדרת ניהול טעינה (טעינה מחוץ לשעות שיא הביקוש) מכיוון שהיא לא דוחה את הטעינות לשעות שפל. יחד עם זאת, טעינה בחניוני יום תהיה מוגבלת עד לגודל החיבור של החניון (לא ניתן לטעון את כל הרכבים בו זמנית) לשמירה על אמינות האספקה הפנימית במתקן.



איור 3-6. חלוקת רכבים חשמליים פרטיים לפי אופי טעינת הרכב

קריטריונים כלליים נוספים הרלוונטיים לטעינת רכב חשמלי פרטי

- **עמדות הטעינה הנפוצות בשוק מטעינות באחת משתי רמות הספק (AC): 11 קו"ט ו-22 קו"ט.** רוב בעלי הרכב יתקינו עמדות של 11 קו"ט בטעינה הביתית.
- **טווח נסיעה ממוצע לרכב חשמלי: 57 ק"מ ליום (לפי נתוני הלמ"ס לשנת 2021).**
- **צריכה ממוצעת לרכב חשמלי פרטי:** נכון לתאריך 12/2023 עומד על כ-200 ואט שעה לק"מ.
- **טווח נסיעה בסוללה ממוצעת ברכבים חשמליים פרטיים:** נכון לתאריך 12/2023 עומד על 390 ק"מ.
- **פריסה ארצית על פי התפלגות כלי הרכב בארץ בהתאם למדדים שונים.**
- **התבססות על התנהגות צרכנית ומערכות ניהול טעינה בטעינות ביתיות.**

3.5.3 - תכנית עבודה

תכניות העבודה לחדירת רכב חשמלי תתעדכנה לפי מצב השוק בפועל. חברת החשמל מקיימת מספר פיילוטס בנושא טעינת רכב חשמלי פרטי ובהם תבוצענה מדידות עומס במקומות בהם קיים צבר של עמדות טעינה ורכבים חשמליים. זאת, כדי לבדוק ולתקף את הנחות היסוד שפורטו לעיל ולהיערך בצורה מיטבית לקראת כניסת רכבים חשמליים לכבישי הארץ.

תכנית העבודה ברכב חשמלי מתחלקת למספר תחומים:

תחזית תוספת עמדות טעינה פרטיות והזמנות לחיבורים בשנת 2030

תוספת עמדות טעינה פרטיות לרשת מתח גבוה ומתח נמוך מתבססת על שני סוגי חיבורים:

- **התקנת חיבורים ייעודיים לטעינת רכבים בבניה חדשה:** בהתאם לתקנות התכנון והבניה ותקנות או רגולציה שתקבע בעתיד.
- **תוספת חיבורים בבניה קיימת:** תוספות חיבורים יכולות להיות באחת משלושת התצורות:
 - **חיבור מאחורי המונה:** חיבור לעמדת הטעינה לרכב חשמלי ישירות מלוח החשמל/לוח חלוקה פרטי ראשי המזין את הבית או הדירה מבלי לבצע הגדלת חיבור או הזמנת חיבור ייעודי לעמדות טעינה לרכב חשמלי. תצורה זו תהיה הנפוצה ביותר תשנה את פרופיל הצריכה ותשפיע על מקדמי ההתלכדות, ובהתאם על תוספת ההספק שתידרש לרשת החלוקה.
 - **בקשה להגדלת חיבור:** במידה וגודל החיבור של הבית או הדירה לא מספיק, הלקוח יבצע הגדלת חיבור.
 - **חיבור ייעודי לטעינת רכב חשמלי:** במידה ולא ניתן להתחבר ללוח של הבית או הדירה, אפשר לבקש חיבור ייעודי לעמדות טעינה לרכב חשמלי לבית משותף.

הערכה ראשונית לתוספת עמדות טעינה במרחב הציבורי כ-70,000 שקעי טעינה. מרחב ציבורי כולל חניונים ציבוריים, תחנות דלק, חניה רחוב וכו'.

התחזית הינה ראשונית ומבוססת על ניתוח הזמנות, דוחות משרד האנרגיה והתחבורה וסקרי שוק שונים.

תחזית תוספת הספק בשנאי חלוקה

בניית רשת חדשה עבור שכונות מגורים תתוכנן עם תוספת הספק שמורה עבור תחזיות שוק הרכב החשמלי. עיקר ההשפעה בתחום החלוקה הנבחנת בתכנית זו בגין חדירת רכב חשמלי פרטי תתבטא בעליה בהספק ברשת החלוקה הקיימת. כאמור במאמר¹, רוב בעלי הרכבים החשמליים יעדיפו להטעין את רכבם בבית. לפיכך, חלק מתשתיות רשת החלוקה (קווים ושנאים) יצטרכו לעבור שדרוג כדי שיכולו לעמוד בעומסים הצפויים. לניהול טעינה יש תפקיד קריטי בשדרוג הרשת. ככל שאחוזי ניהול טעינת הרכבים יהיו גבוהים יותר, כך יהיה אפשר להקטין את סך ההשקעה ברשת ומספר הקווים והשנאים שיש לשדרג או להוסיף לרשת החלוקה ירד.

לפי הערכות חח"י, בשנים הקרובות יעלה הצורך לשדרג ולהוסיף שנאי חלוקה ביתיים ברשת הקיימת שכיום כבר מועמסת במקומות מסוימים מעל ל-70%. נדרשת הערכות מידית לאיתור שטחים לשנאי חלוקה ביתיים עמוסים במקומות הנדרשים.

טבלה 1-3.5 מפרטת את מספר שנאי החלוקה בישראל בחלוקה לפי אגפי רשת ושיעור האחוז מהם המועמסים מעל ל-70% להספקם. בנוסף, הטבלה מפרטת את מספר שנאי החלוקה הביתיים בחלוקה לפי אגפי רשת, ולבסוף, את מספר שנאי החלוקה הביתיים שעל חח"י לצפות לשדרוגם, בהתאם למימוש תחזיות כניסת הרכב החשמלי הפרטי לשוק בישראל. הטבלה מראה שבכל הארץ עולה הצורך לשדרג עד כ-4,000 שנאי חלוקה ביתיים בחלוקה שווה יחסית בכל אגפי הרשת. למותר לציין, כי ככל שניהול עמדות הטעינה יהיה באחוזים קטנים, כך יהיה צורך לבצע תוספת השנאה והגדלת מספר השנאים רבה יותר.

טבלה 1-3.5. התפלגות שנאי חלוקה ביתיים בשנת 2023

אגף רשת	סה"כ שנאי חלוקה באגף הרשת	סה"כ שנאי חלוקה ביתיים באגף הרשת	אחוז שנאי חלוקה עם מקדם העמסה מעל 70%	סה"כ שנאי חלוקה ביתיים עם מקדם העמסה מעל 70%
חיפה והצפון	16,851	5,649	22%	1,242
דן והתוף	19,422	7,076	25%	1,746
ירושלים והנגב	16,627	5,344	20%	1,045
סה"כ	52,900	18,069		4,033

תחזית תוספת הספק בשנאי תחנות משנה

רשת המסירה (הולכה והשנאה) מושפעת ישירות משדרוג רשת החלוקה, ומכיוון שרשת החלוקה תעבור שדרוג משמעותי עקב כניסת רכב חשמלי פרטי, רשת המסירה תצטרך להשתדרג בהתאם. איור 3-6 מתאר את אופן חלוקת ההספק הנדרש בשנאי תחנות משנה לפי סוגי הטעינה. הנחת היסוד (שמסתמכת גם על הנאמר במחקר²) היא שלרוב בעלי רכב חשמלי בשנת 2030 יהיה פתרון קבוע לטעינה, בין אם הטעינה תתבצע בחניוני יום, למשל במקומות העבודה, או בבית, בין אם בחניה פרטית או בחניון משותף.

מספר רכבים חשמליים פרטיים בשנת 2030: לפי תחזית משרד האנרגיה, ההערכה השמרנית היא כ-1 מיליון רכבים. כל החישובים חושבו על בסיס המספר הזה.

מיקום טעינת הרכב: רוב בעלי הרכבים החשמליים יטעינו את הרכבים בשעות הערב, כלומר, יוסיפו העמסה לשיא ביקוש חורף, ואילו יתרת בעלי הרכבים החשמליים יוסיפו העמסה לשיא ביקוש קיץ. מידת השפעת מודל השוק על תעריפי תעו"ז על קריטריון זה תיבחן בהמשך הדרך.

מספר רכבים חשמליים בכל מרחב: נתון נוסף שנלקח בחשבון הוא מספר הרכבים בכל מרחב לפי נתוני הלמ"ס, כאשר הנחת העבודה היא שבשנת 2030 יחס הרכבים בין המרחבים יישאר כמו בשנת 2023. מובן שהנחת יסוד זו אינה מדויקת והיא תתעדכן לכשתפורסם עבודת מחקר בנושא זה.

מספר הרכבים החשמליים שמטעינים בכל רגע נתון: בהתבסס על המחקרים ונתוני נסועה מהלמ"ס (57 ק"מ ממוצע נסיעה ליום), סוללת רכב חשמלי אמורה להחזיק כ-5 ימים במוצע בין טעינה לטעינה, ולכן, רק 20% ממחזיקי רכב חשמלי יטעינו את רכבם בימים א'-ה', שבהם מתקיימים שיאי הביקוש לאורך השנה. מספר צרכני רכב חשמלי שמטעינים את רכבם בחניה משותפת יהיה נמוך יותר (רוב הטעינה במקרה זה תתבצע בשעות השפל ולכן, המקדם במקרה הזה נמוך יותר).

הספק עמדת טעינה: 11 קו"ט.

תחזית תוספת הספק: על פי ההנחות שהונחו לגבי שיעור החדירה ושיעור הטעינה המנוהלת במרחב הציבורי ו'מאחורי המונה', הנחת עבודה ראשונית לתוספת הספק של 1kw לכל רכב. עבור תחזית של חדירת כמיליון רכבים חשמליים, ההערכה היא לתוספת של כ-1GVA בפריסה ארצית לפי מרחבים לטעינת רכב חשמלי פרטי.

בהמשך למקדמים שפורטו לעיל, סך ההספק הנדרש בשנאי תחנות המשנה, תחמ"ש, בעקבות חדירת רכב חשמלי פרטי עד שנת 2030 פוצל לתוספת עבור שיאי קיץ וחורף ומופיע בטבלה 2-3.5. פירוט תוספת הספק לכל אזור ושכונה בהמרחבים יתבצעו על ידי הגורמים הרלוונטיים בהמרחב לפי אופיין הצריכה (קיץ/חורף) המתאים.

טבלה 3.5-2. תוספת הספק לשנאי תחנות משנה עקב חדירת מיליון רכבים חשמליים פרטיים באופיין חורף/קיץ עד שנת 2030

מרחב	אופיין חורף		אופיין קיץ	
	מספר רכבים מקסימאלי בשימוש בזמן שיא ביקוש	סה"כ תוספת הספק במרחב (MVA)	מספר רכבים מקסימאלי בשימוש בזמן שיא ביקוש	סה"כ תוספת הספק במרחב (MVA)
אגף רשת חיפה והצפון				
חיפה	6,452	71	2,933	32
העמקים	9,384	103	4,265	47
גליל וגולן	9,301	102	4,228	47
אגף רשת דן והחוף				
דן	15,371	169	6,987	77
שרון	4,885	54	2,220	24
שפלה	12,456	137	5,662	62
אגף רשת ירושלים והנגב				
ירושלים	10,537	116	4,789	53
נגב	5,532	61	2,515	28
איילון	14,084	155	6,402	70

3.5.4 - מרכיבי רשת

טבלה 3-3.5 מפרטת את מרכיבי הרשת הנדרשים לחדירת רכב חשמלי פרטי. מרכיבי הרשת המוצגים בטבלה, מסתמכים על הזמנות חדשות לחיבור בעקבות רכב חשמלי ביתי ובנוסף, את מרכיבי הרשת הנדרשים לשדרוג שנאי החלוקה.

טבלה 3.5-3. תחזית מרכיבי רשת לחיבור עמדות טעינה לרכב חשמלי פרטי בשנים 2023-2030

מרכיב רשת	יח'	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח נמוך	ק"מ	10	44	67	113	139	113	113	599
הנחת כבלים תת-קרקעיים מתח גבוה	ק"מ	6	8	11	14	24	17	16	96
הקמת תחנת טרנספורמציה פנימית	יח'	27	71	107	180	228	182	181	977
הקמת תחנת טרנספורמציה חיצונית	יח'	1	32	40	52	63	51	51	289

סך מרכיבי הרשת, לפי מרחבים מוצג בנספח ד' - מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי .

3.6 - אמינות אספקה

3.6.1 - פתיחה

בחודש יולי 2022 פרסמה רשות החשמל את החלטה מספר 63518, שעוסקת במדדים של רמת אמינות אספקה (א"א). יעדי דקות אי-אספקה (דא"א) בהחלטה זו חושבו בשיטת מדידה לפי הספק מותקן מופסק (להלן השיטה הנוכחית): כמות דקות אי-האספקה מוצגות בטבלה 3.6-1.

1. יעד אמינות אספקה מדרגי עד לשנת 2032 של 92 דקות אי-אספקה ממוצע ללקוח בשנה -

– שיפור של כ-30% לעומת שנת הבסיס. היעד מבוסס על דקות אי-האספקה שגורמיהן הפרעות ברשת מתח גבוה ובמקטע הולכה והשנאה בלבד.

2. חברת חשמל נדרשת לצמצם את סטיית התקן שבין רמות האמינות במרחבים השונים

ב-60% לפחות עד שנת 2032.

בהתאם לכך, חח"י פועלת לשיפור רמת השירות לצרכנים במטרה להפחית את דקות אי-האספקה, תוך ביצוע אופטימיזציה של העלויות וצמצום השונות בדקות אי-האספקה בין המרחבים.

טבלה 3.6-1. ייעד דקות אי-אספקה על פי הספק מותקן מופסק בחלוקה למרחבים, שנים 2023-2032 (דקות)

מרחב	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
שפלה	245	235	222	207	190	175	161	148	136	125
שרון	170	166	161	155	147	139	131	121	112	103
נגב	142	139	136	133	129	124	118	113	107	99
העמקים	141	138	135	131	127	121	116	110	103	97
אילון	134	132	129	126	122	117	112	106	101	95
ירושלים	132	130	127	124	121	117	112	108	103	97
גליל וגולן	108	107	105	103	100	98	95	91	88	84
חיפה	100	99	97	95	93	91	88	85	81	78
דן	66	65	65	64	63	62	60	59	57	56
כלל ארצי										
סה"כ (דקות)	127	125	123	120	116	112	108	103	98	92

בהמשך להחלטה מספר 63518 של רשות החשמל, חח"י פועלת מול רשות החשמל לבחינה ושינוי שיטת מדידה חדשה לחישוב דקות אי-אספקה לפי לקוחות מופסקים, כפי שמקובל ברוב מדינות העולם (להלן השיטה החדשה).

שיטה זו מדויקת יותר מהשיטה שהייתה נהוגה עד כה בחברה (מדידה לפי הספק מותקן מופסק) ומשקפת בצורה נכונה יותר את חווית הלקוח מבחינת דקות אי-האספקה. בנוסף, חישוב לפי לקוחות מופסקים ההתמקדות היא "בלקוח" כאשר בשיטה הישנה ההתמקדות היא בהספק מותקן מופסק שאינה בהכרח מציגה כמות לקוחות מופסקים. שיטת החישוב החדשה מאפשרת מיקוד יעיל של

העלויות ומשאבי חח"י לקווים בעלי אמינות נמוכה המזינים מספר גבוה של לקוחות, כגון שכונות מגורים צפופות ולא קווים המזינים צרכנים גדולים ללא כמות לקוחות גדולה.

הצעה ראשונית של יעדי דקות אי-אספקה לפי שיטת לקוחות מופסקים מוצגת בטבלה 2-3.6:

טבלה 2-3.6. יעד דקות אי-אספקה על פי לקוחות מופסקים בחלוקה למרחבים, שנים 2023-2032 (דקות)

מרחב	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
שפלה	205	200	193	184	174	161	150	140	130	121
שרון	169	167	162	157	50	142	133	124	116	107
נגב	150	148	145	141	136	130	124	116	109	101
העמקים	130	129	127	1224	120	116	112	107	101	95
אילון	125	124	122	119	116	112	108	104	99	93
ירושלים	125	124	122	119	116	112	108	103	99	93
גליל וגולן	102	101	100	98	96	94	92	89	86	83
חיפה	97	96	95	94	92	90	88	86	83	80
דן	69	68	68	67	67	66	65	64	63	61
כלל ארצי										
סה"כ (דקות)	127	125	123	121	117	114	109	105	99	94

מדד דא"א לפי שיטת המדידה החדשה בשנת 2023 עומדת על 127 דקות.

בנוסף, החלטת רשות החשמל מספר 64104 לתמרוץ הטמנת רשתות מתח גבוה קיימות בשטחים אורבאניים בשיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות, הופכת את הטמנת הרשתות למרכיב מרכזי בעמידה ביעדי רשות החשמל לשיפור איכות ואמינות האספקה. התפלגות זמן הפרעה ברשת חלוקה הגורם לדקות אי-אספקה ברשת החלוקה מחולק למספר שלבים:

זמן איתור ההפרעה: באיתור הפרעה ברשת עילית לרוב ישנם סימנים חזותיים להפרעה (גיצים, עשן, חוט קרוע על הקרקע, וכו'), בשונה מהפרעה ברשת תת"ק המוטמנת באדמה שאינה נראית חזותית לעוברים ולשבים.

זמן בידוד אזור ההפרעה: צמצום האזור המופרע למינימום לצורך התיקונים הנדרשים. לרוב, ברשת תת-קרקעית לאחר בידוד האזור המופרע רק מספר מצומצם של צרכנים מופסק לעומת הפרעה ברשת עילית, שבה מופסק מספר גדול יחסית של צרכנים.

זמן התיקון ההפרעה: זמן תיקון בפועל. לרוב, זמן התיקון ברשת עילית קצר יחסית לתיקון הפרעה ברשת תת"ק.

מספר ההפרעות ברשת עילית גדול יותר, עקב גיל הציוד וחשיפה למפגעים חיצוניים רבים, וכיוון שבדרך כלל תיקון הפרעה ברשת עילית מצריך הפסקת צרכנות (לא תמיד ניתן לבדוד את ההפרעה לגמרי), שיעור דקות אי-אספקה בהפרעות ברשת עילית גבוה יותר. הטמנה והמרת רשתות עיליות לתת"ק והעברת שנאים עיליים לחדרי שנאים, תתרום לירידה בשיעור דקות אי-אספקה.

בניית רשת תת-קרקעית מהווה אירוע מורכב באזור אורבני ובמיוחד באזורים בהם מותקן מספר רב של שנאי חלוקה עיליים. תכנית הפעולה לביצוע הטמנת רשתות, מבוססת על כך שלא יישארו שנאים עיליים בודדים במקטע העבודה ויבנו חדרי שנאים במקום השנאים העיליים.

פירוק ופיזור שנאי חלוקה עיליים קיימים יתאפשר אך ורק אם תהיה אפשרות להעביר את העומס של השנאים הללו לשנאים חלופיים בסביבה. לשם כך, נדרש לוודא שאכן ניתן לבנות רשת חלופית לפיזור העומס, תוך התחשבות בעומסים הקיימים והעתידיים באזור, שיחולקו על השנאים החלופיים בטווח הקצר והארוך בצורה סבירה. לרוב, אין השנאה קיימת שתוכל לספק את העומס שנדרש לפזר, ולכן, יש לדאוג ליתירות השנאה כדי לאפשר פירוק שנאים עיליים.

הקצאת שטח והקמת חדרי שנאים חדשים באזור אורבני דורשת תיאום ושיתוף פעולה עם גורמים רבים ובראשם הרשויות המקומיות. למיקום התחנה במרחב האורבני יש השפעה רבה על היקף העבודה ולעיתים רבות גם על היתכנותה. בעיריות ובמועצות מקומיות בהן לא מקצים שטחים ציבוריים עבור חדרי שנאים, והיזמים נאלצים לבנות את החדרים בתוך הבניינים, ההיתכנות להימצאות מקום זמין עבור שנאים חלופיים נמוכה. לפיכך ובהתאם לזאת, יש במקומות כאלה חשיבות רבה למציאת מקום חלופי לשנאי עילי זמן רב לפני תחילת פירוק הרשת העילית בפועל, ולעשות ככל האפשר להוריד את העומס משנאים עיליים קיימים כדי לאפשר את פירוקם בהזדמנות הראשונה.

3.6.2 - קריטריונים

שיפור ברמת השירות מבחינת אמינות האספקה לצרכן, לפי הגדרת רשות החשמל ליעד של 92 דא"א לפי הספק מותקן מופסק ו-94 דא"א בשיטה לפי לקוחות מופסקים בשנת 2032. עיקר השיפור באמינות האספקה ינבע מהחלפת רשת ישנה ורבת הפרעות.

שיפור דקות אי-האספקה יושג על ידי נקיטת הצעדים העיקריים הבאים:

- **הטמנת רשת בחתך לא סטנדרטי (50/8 מ"מ"ר ומטה) באזור אורבני:** בקצב של הטמנת כ-70 ק"מ בשנה.
- החלפת רשת בחתך לא סטנדרטי (50/8 מ"מ"ר ומטה) באזור לא אורבני.
- התקנת מנתקי אוטומציה.
- סגירת טבעות (יצירת מקשרים בין קווי מתח גבוה) ובניית טבעות חדשות.
- **התקנת מנתקים אוטומטיים במתח גבוה (ריקלוזרים):** תוספת של ריקלוזרים לקווי הזנה המזינים הסתעפויות מורכבות וזאת לצורך צמצום הפסקות חשמל עקב עומסים חריגים.
- **הגברת אחזקה:** השלמת יישום תכנית שנתית של בדיקות תרמוגרפיה, סריקות וגיוזום.
- **חדשנות:** שימוש בטכנולוגית חדישות לטובת איתור ותחזוקת הרשת כגון: מחווני תקלות, שימוש ברחפנים, ניתור התפרקויות חלקיות בכבלי מתח גבוה ועוד.

3.6.3 - תכנית עבודה

תכנית עבודה לצמצום דקות אי-אספקה נבנתה בהתאם ליעד הדיפרנציאלי שיקבע לכל מרחב ובהתאמה ליעדי רשות החשמל. בנוסף, יתבצע מיפוי של כלל העבודות הנדרשות לשיפור האמינות ברמת הקו באמצעות קביעת משקל מדורג לתרומה המצטברת עבור מדד דקות אי אספקה והפרעות, כאשר למדדי ההפרעות של השנים האחרונות ניתן משקל גדול יותר על היעדים. תעדוף הקווים נעשה בהתאם לנתוני אמינות, על בסיס נתונים סטטיסטיים שנלקחו מדיווח הפרעות/דקות אי אספקה ברשת מתח גבוה בין השנים 2020-2023. לפי מספר הקווים שהתקבל, נקבע נפח העבודה ובהתאם ההיקף הנדרש לטיפול במרחב, לרבות מנגנון פרס/קנס.

תכנית הטמנת רשתות לטובת שיפור אמינות האספקה כוללת הטמנת רשת מ"ג של כ-730 ק"מ עד לשנת 2032 (תוכנית זו אינה כוללת את נושא הטמנות הקווים בעוטף וקווי העימות).

תכנית העבודה לשיפור אמינות אספקה שהוכנה בהתאם ליעדי דקות אי אספקה לפי שתי שיטות המדידה מוצגת בטבלה 3-3.6.

לאור ההסבר לעיל, תכנית לשיפורי/חידוש רשת חלוקה המוצעת במסגרת תכנית משתקפת באופן שונה בהשפעתם על קיטון מדד דקות א"א בשתי שיטות מדידת דקות א"א.

טבלה 3-3.6. תכנית עבודה עקרונית לפי שיטות המדידה ליעדי דקות אי-אספקה לפי יעדי רשות החשמל

תחום	פעילות	שיפור צפוי בדקות אי-אספקה	שיפור צפוי בדקות אי-אספקה
פיתוח	הטמנת רשת עילית (אורבנית) בחתכים לא סטנדרטיים: 730 ק"מ רשת	18 (בשילוב גידול טבעי של הרשת)	11 (בשילוב גידול טבעי של הרשת)
פיתוח	החלפת רשת עילית בינעירונית בחתכים לא סטנדרטיים: 2,378 ק"מ רשת	10	6
פיתוח	הטמנת רשת עילית (אורבנית) אחרת: 54 ק"מ רשת	1	1
פיתוח	תוספת מנתקי אוטומציה: 1,408 בקרים	14-16	8-10
פיתוח	סגירת טבעות והסתעפויות: 513 ק"מ רשת	3-5	3-4
פיתוח	ריקלוזורים: 84	1 (הקטנת הפרעות חולפות)	1 (הקטנת הפרעות חולפות)
פיתוח	תוספת מחוויי תקלות וחדשנות	לא ניתן לכמת בשלב הזה	לא ניתן לכמת בשלב הזה
תפעול ותחזוקה	הגברת אחזקה	5-6	3-4
סה"כ		52-57	33-36

תכנית העבודה תתבצע בכפוף לאילוצים הקיימים בחברה המתאפיינים בריבוי פעילויות חדשות (ייצור מבוזר, רכב חשמלי, לקוחות גדולים, מניה חכמה ועוד), כח אדם ומסגרת תקציב.

יישום תכנית פר"ח בהתאם לסדרי עדיפויות שחח"י תקבע במטרה להביא מקסימום תועלת למשק, עשויה לצמצם את דקות אי אספקה בשנת 2032 לכ-102 דקות לפי הספק מותקן מופסק ולכ-94 דקות לפי לקוחות מופסקים.

הטמנת רשתות שלא על פי סדרי עדיפויות שתקבע חח"י כאמור, אלא על פי תבחינים אחרים תגרע מהיעד המוצג לעיל.

3.6.4 - מרכיבי רשת

טבלה 4-3.6 מפרטת את מרכיבי הרשת הנדרשים לשיפור אמינות אספקה כולל רכיב בטיחות. מרכיבי הרשת המוצגים בטבלה מסתמכים על החלטות רשות החשמל לשיפור דקות אי אספקה ונדרשים להשקעה.

טבלה 4-3.6. תחזית מרכיבי רשת לשיפור אמינות אספקה (כולל רכיב בטיחות) בשנים 2024-2030

מרכיב רשת	יח'	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
הקמת רשת עילית מ"ג	ק"מ	6	5	5	5	5	5	5	36
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	212	148	148	148	148	156	156	1,116
הקמת רשת עילית מ"ג	ק"מ	23	10	10	10	10	18	18	99
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	ק"מ	181	153	153	153	153	233	233	1,259
החלפות בתט"ח	יח'	23	23	23	23	23	39	39	193
הקמת תט"ח	יח'	21	13	13	13	13	21	21	115
שינויים בתט"ח	יח'	31	23	23	23	23	31	31	185
החלפת תילים מ"ג	ק"מ	139	267	267	267	267	348	348	1,903
התקנת מנתקים	יח'	235	212	212	212	212	400	400	1,883
פירוק רשת עילית מ"ג	ק"מ	63	74	74	74	74	100	100	559
שינויים בתט"פ	יח'	104	103	103	103	103	184	184	884
פירוק רשת עילית מ"ג	ק"מ	122	148	148	148	148	201	201	1,116
פירוק תט"ח	יח'	8	389	389	389	389	681	681	2,927
הקמת תט"פ	יח'	23	247	247	247	247	424	424	1,858
הקמת חדרי תט"פ	יח'	1	145	145	145	145	255	255	1,093

סך מרכיבי הרשת, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה.

3.7- רשת חכמה וחדשנות ברשת החלוקה

3.7.1 - פתיחה

רשת חכמה מהווה מרכיב חיוני במשק החשמל בישראל, והטמעתה תביא ליצירת משק חשמל מתקדם ומודרני בסטנדרטים בינלאומיים, כמקובל במדינות ה-OECD, רשת חכמה מתבססת על טכנולוגיות תקשורת, אוטומציה, מערכות שליטה, ניטור ובקרה ומאפשרת שילוב של צרכנים/יצרנים באנרגיות מתחדשות, אגירה ורכב חשמלי. החיישנים שיותקנו ברשת ויבצעו ניטור בנקודות מפתח, ישולבו גם מערכות בקרה, שתאזנה בכל רגע נתון בין הייצור לביקוש לחשמל. בנוסף, הרשת תהיה מוגנת מאיומי סייבר ותשפר את השרידות, הגמישות, הבטיחות, האמינות והיעילות של מערכת החשמל.

ברשתות חשמל שאינן נחשבות "חכמות", ניטור ההתרחשויות ברשת מוגבל, ואי אפשר לקבל נתונים מדויקים ונקודתיים אודות עומסים גבוהים או תקלות הנובעות מפגעי טבע או עומסי יתר. מגבלה זו גורמת לעיכובים רבים באיתור ותיקון תקלות ברשת, וכתוצאה מכך, נגרמים נזקים כלכליים לתעשייה ואף פגיעה בצרכנים.

חברת החשמל צועדת לקראת עתיד המאפשר רשת חכמה, על ידי הגדלת אחוז השימוש בייצור אנרגיה ממקורות מתחדשים, הצבת יעדי חשמול תחבורה אגרסיביים, ושימוש הולך ופוחת בדלקים פוסיליים. בנוסף, בכל בניה חדשה תותקן תשתית לרשת חכמה הכוללת בהכרח גם מונה חכם. צעדים אלו ואחרים, דורשים שימוש בכלים, טכנולוגיות ומיומנויות חדשות שיאפשרו לחח"י להבטיח אספקת חשמל מאובטחת, בטוחה ואמינה לכל הצרכנים בעתיד. חח"י החלה כבר להשקיע בטכנולוגיות היסוד, דהיינו מערכות ניהול הולכה וחלוקה מתקדמת (TMS/ADMS) ומערכת ניהול הנתונים, שהכרחית לניהול מערכת החשמל, וחלקן נמצאות כבר בשימוש בחברה.

התנאי המקדים להפעלת הרשת החכמה הוא ההשלמה והאינטגרציה של 7 המערכות הנכללות ברשת החכמה ומפורטות בהמשך המסמך:

NIS – מערכת ניהול מידע גיאוגרפי

Planning Tool/Model – מודלים וכלים לתמיכה ברשת החלוקה

ADMS - מערכת ניהול רשת חלוקה מתקדמת

SM/AMI/MDMS - מערכת ניהול מניה חכמה

DERMS - מערכת ניהול יצור מבוזר

IT/OT – שילוב מערכות לניטור תקלות בזמן אמת

TMS - מערכת ניהול רשת ההולכה

3.7.2 - כלי מבוסס מחשב GIS \ NIS

3.7.2.1 - פתיחה

GIS הוא כלי מבוסס מחשב המשמש לאחסון, מיון וניתוח מידע גיאוגרפי מקוון, המחבר בין הנתונים שיתקבלו מהרשת למפה גיאוגרפית על ידי שילוב נתוני מיקום עם שאר המידע התיאורי. המערכת נמצאת בשימוש נרחב בשוק ומאפשרת מעקב אחר הנכסים/פריטי רשת בשטח. לכל נכס/פריט יש נתוני מיקום, נתוני עיצוב ופרטים תפעוליים. הנתונים מתעדכנים באופן שוטף ככל שהרשת מתפתחת.

המערכת משמשת כמקור מידע על שרשרת החשמל, לדוגמא: ניהול הפסקות (OMS), ניהול רשת חלוקה מתקדם (ADMS), ניהול יצור מבוזר (DERMS), פעולות תפעול בשטח ועוד. בנוסף, המערכת מאפשרת קבלת מידע עדכני ביותר, תכנון מודל רשת חלוקה מדויקת ומסונכרנת, ייעול תהליכים עסקיים, וקידום יכולות עתידיות כמו: חישובי עומסים ברשת, הפחתת הפסדים ועיבוד ואינטגרציה של נתונים.

3.7.2.2 - תכנית עבודה

יישום מערכת ה-GIS מתרכז בפעולות הבאות:

- שילוב מערכת GIS עם מערכת ה-NIS, לשיפור התפעול וניהול רשת החלוקה.
- הכשרת צוותים לעדכון וטיפול בנתונים ובמודלים.
- רכישת כלי מחשוב מתקדמים.
- **טיוב נתונים:** קבלת נתוני נכסים אחידים כולל נתונים גיאומרחביים.
- התקנה ותחזוקת המערכת.
- יצירת צוות ניהול נתונים שיכלול את בעל האפליקציה, ה-IT ומומחי GIS.
- **איסוף מידע** לפי המדדים הבאים: כל מרכיבי התשתית, Smart Z (גובה), קישוריות אלמנטים לפי התקן, תמונות (תשתית, פלטות, תרמיות), פלטות.
- הטמעת מידע גיאומרחבי שיתקבל מהמונים החכמים שיוקנו ברשת.

3.7.3 - מערכת Advanced Distribution Management System (ADMS)

3.7.3.1 - פתיחה

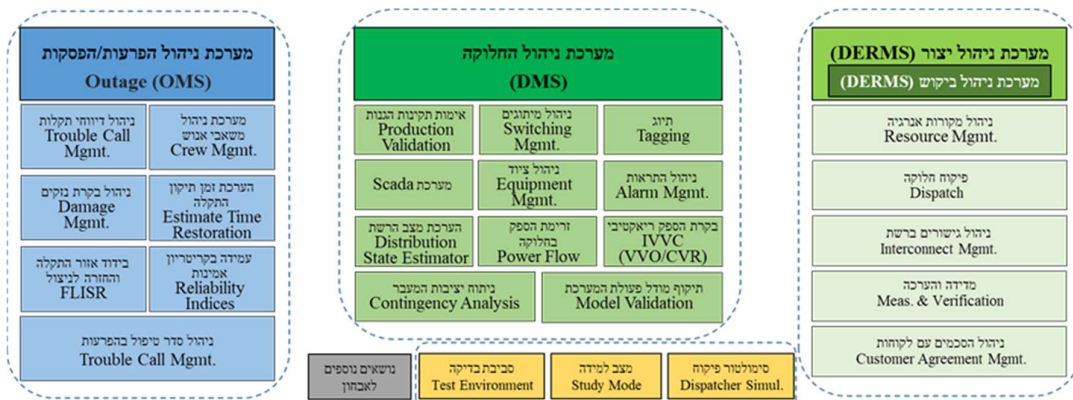
מערכת ניהול חלוקה מתקדמת (ADMS) היא פלטפורמת התוכנה התומכת באופן מלא בניהול רשת החלוקה ובאופטימיזציה שלה. המערכת תאפשר הבנה טובה יותר של רשת החשמל ותספק כלים טובים להתמודדות עם הרשת. המערכת כוללת פונקציות אוטומציה של ניתוח הפסקות והחזרה לשגרה (חזרה לניצול), על פי המידע שנקרא מרחוק מהחיישנים שבשטח, ומפעילה אלגוריתמים שיוצרים להדגים ולהמליץ על פעולות שניתן לבצע להגברת יציבות ויעילות רשת החלוקה. פונקציות טיפוסיות במערכת ה-ADMS כוללות מודולים של: איתור מיקום התקלה, בידוד אזור

התקלה והחזרה לניצול (FLISR), בקרה ואופטימיזציה של מתח והספק ריאקטיבי (VVC/VVO), שמירה על רמת ההספק הנדרשת באמצעות משנה דרגות מתח בשנאי (CVR), ניהול שיא ביקוש, ניהול טעינת כלי רכב חשמליים, וכו'.

הצורך במערכת ה-ADMS נובע מהעובדה שחברת החשמל מתמודדת עם כמויות הולכות וגדלות של משאבי ייצור מבוזר (DERS). מאידך, העלייה בצריכת החשמל הנובעת מחדירה גדולה יותר של כלי רכב חשמליים וגורמים נוספים מחייבת צורך ברור בכלים טובים, יעילים ומודרניים יותר כדי לאפשר פיקוח על רשת החלוקה, תוך מתן תגובות מתאימות ויעילות בזמן אמת שיבטיחו את האמינות והבטיחות הנדרשות של הרשת.

איור 7-3, מציג את שלושת המודולים המרכזיים שמרכיבים את פלטפורמת ה-ADMS:

- מערכת ניהול חלוקה (DMS).
- מערכת ניהול הפסקות (OMS).
- מערכת ניהול ייצור מבוזר (DERMS) / מערכת ניהול מענה לביקוש (DRMS).



איור 7-3. מודולים מרכזיים במערכת ADMS

3.7.3.2 - תכנית עבודה

הטמעת המערכת מתוכננת להתחיל בסוף שנת 2024 ותימשך לאורך שנת 2025. במהלך היישום, יועברו 6 פיקוחים. יישום מערכת ה-ADMS מתרכז בפעולות הבאות:

- אינטגרציה עם מערכות ניהול מדידה, NIS וכלי תכנון נוספים.
- הגדרת סוג המידע המגיע ממערכת ניהול המדידה כבר קיים בידי חח"י מבחינה תפעולית (מתח, התראות, וכו').
- שימוש במערכת SCADA.
- התקנת חיישנים ברשת.

- שיפור איכות החשמל על ידי הרחבת ערכי המדידה (תדר, מקדם הספק, וכו').
- הרחבת התהליך העסקי לקבלת מידע גיאומטרי-מרחבי ממדידה ל-NIS.
- **קיום פיילוטים עם חיישנים חכמים ובקורות:** פנסי רחוב, רמזורים, חיישני רעש, וכו'.

מודולי ה-ADMS יכולים להירכש מספק יחיד או ממספר ספקים שונים ולפעול יחד כמערכת משולבת. אין צורך ליישם במקביל את כל המודולים או הפונקציות.

3.7.4 - מנייה חכמה ותשתיות לרשת חכמה (SM/AMI/MDMS)

3.7.4.1 - פתיחה

רשת חכמה בנויה מתשתיות מחשוב מתשתיות פיזיות שמקיימות ביניהן תקשורת מתמדת והקשר ביניהן חיוני להפעלת הרשת בצורה מיטבית. בניית תשתית לרשת חכמה והחלפת מונים בסיסיים בחכמים מהווה חלק אינטגרלי של קידום טכנולוגי וניהול משק החשמל, של התייעלות אנרגטית וקידום יעדי הממשלה (תחרות במקטע האספקה, אנרגיות מתחדשות, רכב חשמלי וכו').

הפלטפורמה הבסיסית ממנה מורכבת רשת החלוקה החכמה בנויה מהמערכות הבאות:

SM (מדידה חכמה): מערכת חיישני מדידה מאובטחת המותקנת ברשת החלוקה. תפקיד המערכת הוא איסוף נתונים ובקרה לצורך חיוב, ניטור ובקרת משתמש הקצה ברשת.

AMI (תשתית מדידה מתקדמת): רשת תשתית לתקשורת דו-כיוונית. המערכת משמשת כפלטפורמה לכלל חיישני המדידה הנמצאים ברשת החלוקה הקשורים לחיוב לקוחות על צריכה ואספקת אנרגיה, וכן, ניטור ובקרת משתמשי הקצה ברשת.

MDMS (מערכת לניהול תפעול מדידה): מערכת המספקת נתונים מאומתים, משוערים וערוכים והופכת למערכת איסוף הרשומות של נתוני חיוב למערכות במעלה הזרם.

היחס בין מספר המונים החכמים למספר הלקוחות הוא כמעט 1:1. לפיכך, יש לתכנן ראשוני מדויק של מאפייני המונים החכמים חשיבות עליונה בהבטחת דיוק מרבי של נתוני החיוב שיתקבלו מהם. הדבר ישרה אמינות, הן לחברת החשמל והן ללקוחותיה, שהמידע שמהערכת אוספת תואם את האנרגיה שצרכו.

חברת החשמל כבר החלה בקידום הטמעת ה-SM/AMI/MDMS במסגרת התקנת המונים החכמים (מו"ח), ותכנית העבודה מספקת המלצות לשיפור הטמעת הפלטפורמה.

המרכיבים העיקריים בתשתיות מניה חכמה:

מו"ח 1 - מונים חכמים 1 (IEC MOACH - תקופה א')

- ניצול מרבי של טופולוגית הרשת למטרת הולכת אנרגיה.
- תמיכה בשוק תחרותי.
- ניהול וטיפול בהפרעות חשמליות ברשת.
- עדכון נתוני אב של המונה.
- הסרת מונים מהרשת.
- החלפת ספק אנרגיה (ניהול נתונים).
- החלפת לקוח.
- ניהול ותפעול פעילויות שמתקיימות בשטח.
- העברה ואימות נתוני מדידה מהלקוחות.
- חיוב מדידה.
- הרחבת תיק תעריפים: (TOU, CPP, DR, EV).
- טיפול בהודעות ואירועים או זיהוי הונאה.
- ניהול תצורות מונה.
- העברת נתוני צריכה ללקוחות באופן שוטף.
- דיווח תפעולי וניהול תקלות ברשת תקשורת.
- ניהול הפסקות.
- שדרוג קושחה מרחוק.
- תשלום מראש.

מו"ח 2 - בטוחות הביניים/אורך פלטפורמה לתמיכה בשוק תחרותי ומסחר בין יצרנים (IEC MOACH - תקופה ב')

- ממשק למערכת DERMS למטרת ניהול מקורות אנרגיה מבוזרת.
- התממשקות עם פלטפורמת DRIIVZ למטרת ניהול אנרגיה במסגרת פיילוט טעינת רכב חשמלי.
- תמיכה בניהול שוק האנרגיה בעזרת ממשקי גפ"ן (ניהול תקציבים), בילינג, ניהול סחר בחשמל רשת חלוקה.
- תמיכה בניהול ייצור מבוזר.
- מדידת שנאי ואיזון טעינה (אנרגיה).
- תמיכה בניהול עומסים.
- ניטור איכות החשמל.

- שילוב תהליכים עסקיים חכמים.
- בניית מערך ניהול מניה והחלפת מונים למונים חכמים.

קידום טכנולוגי וניהול משק החשמל יתאפשר על ידי שימוש במונה אלקטרוני מתקדם, המאפשר מדידה רציפה של צריכת האנרגיה, אגירת מידע, תקשורת דו-כיוונית ופרמטרים חשמליים נוספים.

מונים חכמים, המודדים את צריכת החשמל כל מספר דקות ומשדרים את קריאת המונה לחברת החשמל בצורה קווית/אלחוטית, מאפשרים ניטור ובקרה רציף ברשת החלוקה. מידע זה מאפשר לחברת החשמל לדעת במדויק מהי צריכת החשמל בכל בית אב במדינה ולזהות ניתוקים בזמן אמת. התקנת מונים חכמים מאפשרת לפתוח את מקטע האספקה לשחקנים חדשים בשוק. כמו כן, שימוש בייצור מבזור, הגורם לזרימת אנרגיה דו-כיוונית, דורש הוספת מודדי הספק לרשת.

ציוד נוסף שיותקן ברשת כולל מנתקים כחלק מפרויקט חומ"ה, פרויקט הוספת אוטומציה במסדרי מתח גבוה, הגנות, וכן ציוד לניטור ובקרה ברשתות מתח גבוה ומתח נמוך שינתב את החשמל ברשת לשיפור הזמינות והאמינות לצרכנים.

3.7.4.2 - תכנית עבודה

יעד התקנה ארצי של כ-3.6 מיליון מונים חכמים, תוך הגנת פרטיות הלקוחות והגנת סייבר. קיימות שתי דרישות מרכזיות שיש למלאן בעת בניית תכנית העבודה למניה חכמה:

• התקנות חדשות והגדלות חיבור:

בהתאם להחלטה מספר 61611 של רשות החשמל, החל מחודש אוקטובר 2021 מותקנים מונים חכמים בלבד בכל חיבור חדש והגדלת חיבור. תחזית מספר המונים החדשים שיותקנו בבניה חדשה נקבעת בהתאם לתחזית החיבורים החדשים והגדלות החיבור הצפויות, הנקבעת על ידי המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים בחברת חשמל.

• החלפה יזומה בכל הארץ:

בהתאם להחלטת רשות החשמל מספר 65701 מחודש יוני 2023, חברת חשמל תשלים פריסה ארצית של מונים חכמים במקום מונים בסיסיים עד סוף שנת 2028, במקום היעד המקורי בשנת 2036.

עד לסוף שנת 2022 הוחלפו/הותקנו 660,000 מונים מונים חכמים. בימים אלו החברה נערכת להמשך פריסה ארצית מואצת, כך שעד סוף שנת 2028 יוחלפו כל המונים הבסיסיים במונים חכמים.

3.7.4.3 - מרכיבי רשת

תכנית העבודה להתקנות מונים חכמים חדשים והחלפת מונים קיימים מפורטת בטבלה 1-3.7 לפי חלוקה לשנים:

טבלה 1-3.7. תחזית מספר התקנות מונים חכמים חדשים והחלפת מונים קיימים בין השנים 2023-2028

פעילות	תחזית ביצוע 2023	2024	2025	2026	2027	2028
מספר לקוחות עם מונה חכם	660,000	1,160,000	1,845,000	2,530,000	3,215,000	3,479,374
מספר לקוחות מצטבר	3,100,000	3,177,094	3,251,634	3,327,344	3,403,244	3,479,374
מנייה חכמה						
התקנת מונה בחיבורים חדשים	77,094	74,540	75,710	75,900	76,130	75,810
התקנת מונה ב-50% מהגדלות חיבור	7,329	8,750	9,200	9,700	10,200	10,900
החלפות מונים מתוכננת	315,578	416,710	600,090	599,400	598,670	177,664
סה"כ	400,000	500,000	685,000	685,000	685,000	264,374

הערה: הצפי לשנת 2023 הוא כ-85 אלף התקנות מונים חדשות והגדלות חיבור וכ-310 אלף החלפות מונים מבסיסיים לחכמים באמצעות קבלנים – סה"כ כ-400 אלף מונים.

3.7.5 - פרויקט חומ"ה

3.7.5.1 - פתיחה

חידוש ושדרוג מערך הבקרים (ברשת החלוקה). פרויקט שדרוג יחידות קצה עם פיקוד מרחוק ברשת החלוקה עד לשנת 2030. הבקרים הינם בקרים מתקדמים עם יכולות העברת מידע על איכות החשמל. מטרת הפרויקט:

- שדרוג הבקרים הקיימים לבקרים מאובטחים שאושרו על ידי הרגולטור.
- חידוש ציוד בקרה ותקשורת ישנים שהותקנו בין השנים 1993-2005.

3.7.5.2 - תכנית עבודה

שדרוג הבקרים יתבצע בשני מקומות: תחנות טרנספורמציה פנימיות וברשת העילית. תחנות טרנספורמציה פנימיות: שדרוג 1,202 יחידות קצה (75 יחידות בשנת 2024). רשת עילית: שדרוג 3,207 יחידות קצה (675 יחידות בשנת 2024).

3.7.6 - מערכת ניהול ייצור מבוזר (DERMS)

מערכות ה-DERMS/ADMS אחראיות על אספקת החשמל ברשתות המתח הגבוה והנמוך, תוך כדי התייחסות לשיקולי עלות ותועלת וההשפעות (למשל מתח יתר) של הייצור המבוזר על הרשת. כמו כן, המערכת מתחשבת בשיקולים כלכליים נוספים, הכוללים אופטימיזציה של הרשת, לשימוש בכל מרכיבי הרשת, כולל הייצור המבוזר, להשגת עלות תפעול מינימאלית. מערכות הניהול חייבות להתממשק עם כלי תכנון החלוקה, כדי להגדיל את השימוש בייצור המבוזר ברשת על פני שימוש במקורות אנרגיה אחרים.

מערכת ה-DERMS נחשבת כממשק העיקרי במערכת לניהול רשת חלוקה מתקדמת (ADMS). במבט על, תפקיד מערכות ה-DERMS וה-ADMS כולל תמיכה בתפעול רשת החלוקה בשילוב עם פיקוח ובקרת התקשרות עם הייצור המבוזר. ממשק זה עושה זאת במקביל לחיזוי, רישום ותצורת הרשת.

3.7.7 - מערכת IT/OT

3.7.7.1 - פתיחה

מערכות IT משמשות למחשוב ממוקד נתונים. מערכות OT עוקבות אחר אירועים, תהליכים ומכשירים, ומבצעות התאמות בפעילות ארגונית ותעשייתית. המפגש בין טכנולוגיה תפעולית (OT), וטכנולוגיית מידע (IT), הולך וגדל משמעותית בתחום החשמל. מערכת IT/OT מהווה שילוב של שתי המערכות.

גישה בזמן אמת למידע תפעולי ברשת החלוקה תשפר את השירות שחברת חשמל תיתן ללקוחותיה ותאפשר לחברה למצוא פתרונות הולמים לבעיות בצורה מהירה ויעילה. הדרישות בין OT ל-IT עשויות להשתנות לעתים קרובות, בהתחשב באופי הרחב של תמיכת IT. האופי הקריטי של ניטור ובקרה בזמן הקרוב על נכסים באמצעות צוותי OT גורם לעתים קרובות רמות גבוהות יותר של הסכמי רמת שירות, SLA's, המבטיח זמינות גבוהה ויתירות גבוהה.

3.7.7.2 - תכנית עבודה

יישום מערכת ה-IT/OT מתרכז בפעולות הבאות:

- תשתיות ה-IT וה-OT הן מרכיב בסיסי של רשת חכמה. מומלץ לתת גישת שירות ארגוני אחת למערכות בקרת רשת (OT) ואחת נוספת למערכות נתונים ברשת (IT).
- שימוש בשלושה בסיסי נתונים לפחות: OT (כחלק מהרשת הארגונית), IT (כחלק מבקרת רשת שמופרדת מהארגון ומוגנת) והלקוח.
- הקמת מערך צוותים מיומנים של OT לתמיכה בשירותי IT, הכוללת הגדרת נהלים, הדרכות ותהליך פיתוח וביצוע. נדרשת עמידה בסטנדרטים לשיטות המובילות בתעשייה.
- שימוש באבטחת סייבר של מערכת ה-OT, שלרוב מתוחכמת יותר מהאבטחה שמערכות IT יכולות לספק.

3.8 - סיכום עלויות תכנית פר"ח

כל פרק בתכנית פר"ח מפרט את מרכיבי הרשת והעלויות הרלוונטיים, אך קיימת קורלציה (מתאם) בין הפרקים המרכיבים את תכנית פר"ח עקב שימוש במודלים שונים לחיזוי העלויות ואופי העבודה בשטח שלעיתים לא ניתנת להפרדה. כלומר, קיימת חפיפה בין מרכיבי הרשת והעלויות הנדרשות לבין הנושאים השונים והם נלקחו בחשבון בעת חישוב העלויות.

בתת-פרק זה מופיעות העלויות לכל חלקי תכנית פר"ח ובהתאם למרכיבי הרשת המפורטים לפי החלוקה לנושאים בחלוקה לפי שנים, החל משנת 2024 ועד לשנת 2030. סיכום העלויות לכל תכנית פיתוח רשת החלוקה לפי שנים מופיע בטבלה 3.8-11.

3.8.1 - מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי

טבלה 3.8-1. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לתכנית פיתוח רשת בסיסית בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ₪)
רשת מתח גבוה								
הקמת רשת עילית מ"ג	9	22	23	23	23	22	22	143
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	702	906	920	918	918	913	902	6,179
שנאי חלוקה								
הקמת תט"ח	37	42	42	42	42	42	42	287
הקמת תט"פ	138	160	160	160	160	160	159	1,097
רשת מתח נמוך								
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	300	333	334	335	334	333	331	2,300
תוספת פעילויות נוספות								
*פעילויות נוספות	514	240	239	239	246	247	248	1,976
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
סה"כ (מיליוני ₪)	1,700	1,703	1,718	1,717	1,723	1,717	1,704	11,982

*פעילויות נוספות כוללות: התקנת מנתקים, שינויים בעמודים, החלפת תיילים ועוד.

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' – תחזית עלויות השקעה למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי.

3.8.2 - קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית

טבלה 3.8.2. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ₪)
הקמת רשת עילית מ"ג	7	4	4	3	3	5	5	31
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	73	47	47	51	52	49	48	367
הקמת רשת עילית מ"נ	2	2	1	1	1	2	5	15
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	35	47	48	49	51	48	47	325
הקמת תט"פ	1	1	1	1	1	1	1	7
הקמת תט"ח	24	32	32	33	33	30	29	213
תוספת פעילויות נוספות								
*פעילויות נוספות	32	30	30	25	27	23	23	189
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
סה"כ (מיליוני ₪)	174	163	163	163	168	158	158	1,147

*פעילויות נוספות כוללות: התקנת מנתקים, שינויים בעמודים, החלפת תיילים ועוד.

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות השקעה לקליטת מתקני ייצור מבוזר.

3.8.3 - אגירה ברשת החלוקה

- עלות מתקני האגירה על פי המכרז האחרון (אספקת 5 מתקנים בשנת 2023) היא כ-11.064 מיליון דולר לכל מתקן.

- עלות 10 מתקני האגירה שיהיו במתכונת EPC יימסרו לאחר יציאה למכרז לרכישה במתכונת זו וזהות החברה הזוכה.

3.8.4 - חוות שרתים

טבלה 3.8.3. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבור חוות שרתים בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ₪)
הנחת כבלים רת"ק מ"ג	56	37	25	26	25	25	28	222
התקנת מנתקים	1.0	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	4
סה"כ (מיליוני ₪)	57	37	25	27	25	26	29	226

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות לחיבור חוות שרתים

3.8.5 - תשתיות לאומיות

טבלה 4.3-8. סה"כ עלויות במיליוני ש"ח לחיבור תשתיות לאומיות בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ש"ח)
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	56	92	75	67	36	29	40	395
התקנת מנתקים	1	1	1	-	-	-	-	3
פירוק רשת עילית מ"ג	6	12	11	11	5	5	4	54
פירוק רשת עילית מ"נ	9	17	16	16	8	7	7	80
הנחת כבלים רת"ק מ"נ	15	27	25	25	12	10	10	123
סה"כ (מיליוני ש"ח)	87	149	128	119	61	50	61	655

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות לתשתיות לאומיות.

3.8.6 - מתחמי טעינת תחבורה ציבורית

טבלה 5.3-8. סה"כ עלויות במיליוני ש"ח לחיבור מתחמי תחבורה ציבורית חשמלית בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ש"ח)
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	13	25	23	23	20	32	32	167
שנאי חלוקה	4	7	7	6	6	4	4	37
התקנת מנתקים	1	2	3	2	2	2	2	15
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	1	2	2	1	1	1	1	9
סה"כ (מיליוני ש"ח)	19	35	34	32	29	38	40	227

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית

3.8.7 - רכב חשמלי פרטי

טבלה 6.3-8. סה"כ עלויות במיליוני ש"ח לחיבורים הקשורים לחדירת רכב חשמלי פרטי בין השנים 2024-2030

פעילות	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ (מיליוני ש"ח)
הנחת כבלים תת"ק מ"נ	3	14	21	35	44	35	35	188
הנחת כבלים תת"ק מ"ג	5	5	7	9	16	11	10	63
הקמת תט"פ	5	13	19	32	40	32	32	173
הקמת תט"ח	-	3	4	5	7	5	5	30
תוספת פעילויות נוספות								
פעילויות נוספות	3	10	13	19	24	19	19	108
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
סה"כ (מיליוני ש"ח)	16	43	63	100	129	103	102	556

סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי.

3.8.8 - אמינות אספקה

טבלה 7.3.8. סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבורים הקשורים לאמינות אספקה כולל תוספת בטיחות* בין השנים 2024-2030

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
14	2	2	2	2	2	2	2	הקמת רשת עילית מ"נ
337	47	47	44	44	44	44	66	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
68	12	12	7	7	7	7	18	הקמת רשת עילית מ"ג
750	136	136	90	90	90	90	117	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
34	7	7	4	4	4	4	4	החלפות בתט"ח
9	2	2	1	1	1	1	2	הקמת תט"ח
14	2	2	2	2	2	2	2	שינויים בתט"ח
425	77	77	60	60	60	60	32	החלפת תילים מ"ג
40	8	8	4	4	4	4	5	התקנת מנתקים
97	17	17	13	13	13	13	11	פירוק רשת עילית מ"ג
46	10	10	5	5	5	5	5	שינויים בתט"פ
234	42	42	31	31	31	31	26	פירוק רשת עילית מ"נ
243	57	57	32	32	32	32	1	פירוק תט"ח
409	93	93	54	54	54	54	5	הקמת תט"פ
303	71	71	40	40	40	40	-	הקמת חדרי תט"פ
סה"כ אמינות אספקה								
3,023	583	583	390	390	390	390	297	סה"כ אמינות אספקה
תוספת פעילויות נוספות								
647	79	79	95	95	95	95	110	**פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כולל בטיחות)								
3,671	663	663	485	485	485	485	408	סה"כ (מיליוני ₪)

*תוספת בטיחות כוללת: החלפות של: עמודים רקובים, תיל לא סטנדרטי, פילרים לא בטיחותיים,

ראשי כבלים, ארגזים, תוספת תיל ארקה ושיקום עמודים.

**פעילויות נוספות כוללות: התקנת מנתקים, שינויים בעמודים, החלפת תיילים ועוד.

הערה: תוספת בטיחות בין השנים 2024-2027 לשנה, החל מ-2028 תינתן תוספת עקב גידול בהשקעות אמינות אספקה (לאחר סיום התקנת מונים חכמים בפריסה ארצית). סך עלויות, בחלוקה לפי מרחבים נמצא בנספח ד' - תחזית עלויות לתכנית אמינות אספקה.

3.8.9 - רשת חכמה ו-ADMS

טבלה 8-3.8 סה"כ עלויות במיליוני ₪ עבור רשת חכמה ו-ADMS

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
75						35	50	ADMS

3.8.10 - מניה חכמה

טבלה 9-3.8 סה"כ עלויות במיליוני ₪ לחיבורים הקשורים למניה חכמה בין השנים 2030-2024

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
2,621	120	120	420	522	522	522	395	מניה חכמה

3.8.11 - פרויקט חומ"ה

טבלה 3.8-10 סה"כ עלויות במיליוני ש"ח לפרויקט חומ"ה בין השנים 2030-2024

סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	פרויקט חומ"ה
226	27	27	32	33	38	37	31	

3.8.12 - סיכום עלויות

אומדן עלויות (במחירי 2024) לתכנית פר"ה עד לשנת 2030.

טבלה 3.8-11 סה"כ עלויות במיליוני ש"ח תכנית פר"ה ופרויקטים נוספים בחח"י בין השנים 2030-2023

עלויות במיליוני ש"ח	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	סה"כ
תכנית פר"ח									
מענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית חוות שרתים תשתיות לאומיות מתחמי טעינת תחבורה ציבורית רכב חשמלי פרטי אמינות אספקה (כולל בטיחות) אגירה ברשת החלוקה ADMS מניה חכמה חומ"ח (הגנת סייבר) פרויקטים נוספים*	1,700	1,703	1,718	1,717	1,723	1,717	1,704	11,982	
	174	163	163	163	168	158	158	1,147	
	57	37	25	27	25	29	26	226	
	87	149	128	119	61	50	61	655	
	19	35	34	32	29	38	40	227	
	16	43	63	100	129	103	102	556	
	407	485	485	485	485	662	662	3,671	
		10	10	10	10	10	10	60	
	50	35						85	
	395	522	522	522	420	120	120	2,621	
	31	37	38	33	32	27	27	226	
	33	24	24	20	20	20	20	161	
	סה"כ עלויות								
סה"כ (מיליוני ש"ח)	2,386	2,970	3,243	3,210	3,228	3,102	2,931	2,933	21,617

*פרויקטים נוספים כוללים הקמת תשתיות סיבים אופטיים, אינוונטר פרויקטים מיוחדים ופיתוח

דיוור (כולל רפורמה).

אומדן עלויות של התכנית מסתכם בכ- 21.6 מיליארד ש"ח עד לשנת 2030.

לפירוט מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת – ראה נספח ד' – תחזית מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת 2024-2030.

פרק 4 - השפעת תכנית פר"ח על רשויות מקומיות/אזוריות

שיתוף פעולה בין חח"י לרשויות המקומיות והאזוריות, הינה בעלת חשיבות אסטרטגית בקידום פיתוח רשת החשמל עבור שני הצדדים. תכליתו של שיתוף הפעולה כוללת תיאום ציפיות, שיתוף מידע, זיהוי וטיפול מוקדם בחסמים, הסכון בעלויות ומשאבים, עמידה בלוחות זמנים של עבודות והתייעלות תהליכית, ניהול עבודות משותפות, שילוב עבודות תשתית והקצאת שטחים לתשתיות חשמל וחדרי שנאים ברשויות המקומיות. תכנית העבודה המוצעת מול הרשויות המקומיות/אזוריות נידונה במספר ישיבות מול רשות החשמל, מתקיים תהליך גיבוש עבור מנגנון יישום ארוך טווח ברמת רשויות בשיתוף חח"י ורשות החשמל.

ערוצי המידע ושיתופי פעולה בין חח"י לרשויות המקומיות/אזוריות באים לידי ביטוי בדרכים הבאות:

מתאמי תיקי לקוחות: מתן דגש לנושאים מסחריים בשגרה והפסקות באספקת החשמל בחירום.

מערכת מסע לקוח הפסקות חשמל: הנגשת המידע בתיעדוף למוקדים העירוניים.

בערוצי שיתוף המידע בין הגורמים עוברים מהרשות המקומית נתונים אודות מספר בתי אב, תכניות בינוי, תכנון עירוני, חניוני טעינה ועמדות טעינה ציבוריות לרכבים חשמליים. חברת החשמל מצידה, מספקת נתונים שונים, כגון: תכנית הנחת תשתיות לרשת חלוקה והולכה, תחזוקה ושיפור הרשת הקיימת, מצאי קווי חשמל (מתח עליון, מתח גבוה ומתח נמוך) עיליים ותת-קרקעיים, ייצור מבוזר, עבודות מתוכננות למיזמי פיתוח תשתיות לאומיות ומבצעת בהתאם עדכונים בתכנית הפיתוח.

בנוסף, מתקיימים באופן תדיר מפגשים מקצועיים משותפים לצורך שיתוף מידע בנושאים שונים: ניהול סיכונים, תחבורה ורכבת קלה, אנרגיות מתחדשות, הסרת חסמים, אמינות אספקה והטמנת רשתות, בעיות תכנון וביצוע, שיפור תהליכי עבודה ושעת חירום. הגורמים המעורבים במפגשים אלו מצד חח"י, כוללים מתכננים, מתאמי ביצוע, ובמידת הצורך מנהל אגף רשת/סמנכ"ל/מנכ"ל, ומצד הרשות המקומית, מעורבים עובדי אגף הנדסה, מהנדס העיר ובמידת הצורך ראש העיר.

בעקבות הגידול בצריכת האנרגיה אצל הלקוחות ובעקבות תוספת מאסיבית של עבודות חדשות (בנייה, מסחר ותחבורה), קיים גידול בהעמסה של הקווים ושנאי החלוקה ברשת החלוקה. עובדה זו יוצרת הכרח לקבוע תהליך מסודר לתוספת אספקת חשמל לרשות מקומית. בהתאם לאומדן התוספות מתבצע עדכון בתכנית הפיתוח של חברת החשמל ויישום התכנית בשיתוף עם הרשות המקומית. תהליך עתידי לתוספת אספקת חשמל ברשות המקומית מתואר באיור 4-1.



איור 4-1. תהליך תוספות אספקת חשמל ברשות מקומית - מצב עתידי

תחומי הטיפול במסגרת שיתוף הפעולה בין חח"י לרשויות המקומיות למטרת פיתוח תכנית רשת החלוקה ברשויות מקומיות מתמקד בנושאים הבאים:

אמינות אספקת חשמל: טיפול כולל בתשתיות ואספקת חשמל, הקצאת שטחים לחדרי שנאים ותחנות משנה וכו'.

ניתוח וטיפול בגורמי ההפרעות: עצים בקרבת רשת עלילית, פגיעות בתשתיות תת קרקעיות, פגיעת כלי רכב בעמודים וברשתות, גופים זרים על הרשת, חיבורים לא חוקיים שמעמיסים את הרשת וכו'.

הטמנת רשתות: בניית תכניות רב שנתיות להטמנת רשתות באזורים אורבאניים בהתאם ליעדי רשות החשמל. יישום ההחלטה צפוי להיות גבוה יותר בתחום רשויות מקומיות אשר ישתפו פעולה עם החברה בהקצאת משאבים, שטחים או שילוב לחדרי שנאים במרחב, תיאומים מוקדמים בדבר פתיחת דרכים וביצוע עבודות תשתית ועוד.

קידום תכנית השקעות במאור רחובות והקמת חדרי שנאים ברשויות המקומיות.

אנרגיות מתחדשות: בניית תכנית רב-שנתית לחיבור אנרגיות מתחדשות בהתאם ליעדי הממשלה.

תכנון עירוני: גיבוש עקרונות תכנון למיקומי חדרי שנאים בתכניות עירוניות, הקצאת שטחים לטובת חדרי שנאים.

בניית תכניות רב שנתיות להתחדשות עירונית, שכונות חדשות, מסחר, תעסוקה ותכניות רב שנתיות לשיפור פני העיר - שינויים גיאומטריים, הרחבות כבישים.

תיאום תשתיות: בניית שפה משותפת, קביעת תהליכי תכנון בשלבי תיאום מערכות, הקצאת תוואי לתשתיות חח"י בהתאם לתקינה (מרחקים, קרינה ועוד).

מוסדות חינוך: חיבור חשמל למוסדות החינוך השונים החדשים הפועלים בעיר.

עמדות טעינה לתחבורה חשמלית:

חיבור עמדות טעינה לתחבורה ציבורית – בהתאם לתכנית אסטרטגית של משרד התחבורה.
עמדות טעינה לרכב פרטי – בהתאם לחדירת רכב חשמלי פרטי לשוק, בהתאם לתחזית מספר רכבים בכל אזור.

תחבורה ורק"ל: הקצאות שטחים לתוואי והזנת תחבורה ורק"ל, מימוש תוכניות להעתקות ע"א.

פעילות בשעת חירום: טיפול בתקלות והפרעות, היערכות לאירועי מזג אוויר קיצוניים, רעידות אדמה, אירועים ביטחוניים וכו'.

מניח חכמה: מימוש תכנית רב שנתית להחלפת כל המונים למונים חכמים עם קריאה מרחוק.

פרק 5 - השפעת תכנית פר"ח על מערכת המסירה הארצית

תכנית פיתוח רשת החלוקה, המפורטת לפי נושאים בפרק 3, מציגה את תחזית החיבורים עד שנת 2030 ומתמקדת במרכיבי רשת והעלויות הנדרשות לצורך תכנית הפיתוח. לעומת זאת, שינויים במערכת המסירה (ההולכה וההשנאה) מתבטאים בבנייה ושדרוג קווי ההולכה ותחנות המשנה. שינויים אלה מתוכננים על ידי מנהל המערכת, חברת נגה. קיימת השפעה הדדית בין פיתוח מערכת המסירה לפיתוח מערכת החלוקה: מחד, ישנם שינויים "מלמטה" שמשפיעים על התפתחות רשת החשמל בעקבות תכנית פיתוח החלוקה. השינויים הללו מחייבים ביצוע התאמות של תכנית פיתוח רשת המסירה בהתאם לתחזיות ולתכנית הפיתוח ברשת החלוקה. מאידך, ישנן השפעות ממערכת המסירה, המשפיעות מטה בפיתוח רשת חלוקה בהתאם לתוספת ושדרוג של תחנות משנה, שינויים בעומסים על רכיבי המערכת ובמשטרי הזרימה ועוד.

תהליך שדרוג מערכת המסירה הארצית הוא תהליך ארוך ומורכב, הדורש קבלת החלטות ברמה הלאומית. לוחות הזמנים הממוצעים לביצוע שינויים במערכת עומדים על:

1. תכנון ובניית תחנת משנה חדשה אורכת כ-5 עד 10 שנים.
 2. תוספת השנאה לתחנת משנה קיימת אורכת כשנתיים.
- תהליך מלא של בניית תחנת משנה כולל גם שלב מקדים כולל, בין היתר, קבלת אישורים, סטטוטוריקה, וכו'. השלב המקדים חייב להתקיים ולהסתיים לפני הכניסה לשטח ובניית תחנת המשנה בפועל, בהתאם למפורט בלוחות הזמנים הכתובים לעיל. השלב המקדים יכול להוסיף מספר שנים לתהליך בניית תחנת המשנה ואף להכפיל את זמן הקמתו.

העקרונות המנחים להשפעת תכנית פר"ח על תכנית הפיתוח במקטע המסירה הם:

- בניית תחזית למצבת מערכת ההשנאה לפי שנים, עד לשנת 2030.
- בניית תחזית שנתית להעמסת תחנות המשנה ברמה שנתית, עד לשנת 2030.
- קביעת מקדמי הביקוש וההתלכדות החזויים לפי סוגי הצריכה השונים.
- כניסת צרכנים חדשים למשק והשפעתם על אופייני הצריכה של רשת החלוקה.
- הכנסה ושקלול כלל הגורמים המשפיעים על רשת החלוקה שפורטו במסמך זה (העמסת שנאי חלוקה, חוות שרתים, תשתיות לאומיות, רכב חשמלי, מתקני ייצור, מתקני אגירה).
- ניתוח תוספת לשיאי ביקוש ברמת תחנת משנה (קיץ/חורף) והשפעת השינויים המתוכננים ברשת על שיאי הביקוש הקיימים.
- קביעת אזורי שבהם נדרשת תוספת השנאה ברמת תחנת המשנה לפי שנים עד לשנת 2030.

כלים ומודלים שנעשה בהם שימוש בעת בניית הניתוח:

- תכנית פיתוח מערכת המסירה של חברת נגה.
- PI-PC – נתוני העמסה מקסימליים בתחנות המשנה – מערכת תפעולית.
- NIS – אזורי הזנה לתחנות משנה.

ניתוח חח"י של השפעת תכנית פר"ח על מערכת המסירה בחתכים שונים, המפורטים לעיל, וכולל, בין היתר:

- תחזית תוספות הספק שאושרו על ידי חברת נגה והשפעתן על ההעמסה (לפי תחנת משנה).
- חישוב יתרת הספק זמינה לפי אזור הזנה של כל תחנת משנה.

5.1 - השפעת תכנית פר"ח על תכנית פיתוח רשת המסירה לפי נושאים

מכיוון שרשת החלוקה משפיעה ישירות על רשת המסירה, לכל אחד מהנושאים שפורטו בפרק 3 יש השפעה ישירה על שנאי תחנות המשנה וקווי ההולכה ונדרש להתאימם לאזור בו הם נמצאים לפי הצורך. בניגוד להעמסה תכנונית של רשת מתח נמוך, שמתוכננת להעמסה של 100%, רשת המסירה מתוכננת להעמסה עם יתירות גבוהה כך במידה ותהיה תקלה, העומסים יוסטו לנתיבים אחרים, עד לתיקון התקלה והשבת המצב לקדמותו.

קיימת השפעה הדדית בין תכנית פיתוח חלוקה לבין תכנית פיתוח מערכת המסירה המתמקדת בעיקר בנושאים הבאים:

קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית:

סה"כ יעד תוספת הספק מותקן לשנאי תחנות המשנה בעקבות קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה ואגירה פרטית עד לשנת 2030 עומד על כ- 12,750MWp בצד DC בפריסה ארצית לפי מרחבים מתוך יעד כולל שעומד על 17GW.

תחזית תוספת אנרגיה לשנאי תחנות משנה לקליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה בחלוקה לשנים מוצגת בטבלה 3-3.2. תכנית העבודה בחלוקה לשנים לפי המרחב מוצגת בטבלה 3-3.3.

חיבור נרחב של צרכנים גדולים:

חיבור חוות שרתים

סה"כ תוספת ההספק החזויה לשנאי תחנות המשנה בעקבות חיבור חוות שרתים בין השנים 2023-2030 מתחלקת לחיבורי הזנה (קבועים) בסך הספק של כ- 1,049MVA, וחיבורי גיבוי בסך הספק של כ- 624MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים.

תוספת ההספק לשנאי תחנות המשנה לפי ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבורי הזנה וגיבוי של חוות שרתים לפי מרחבים מוצגת בטבלה 2-3.4. תכנית העבודה בחלוקה לשנים לפי המרחב מוצגת בטבלה 3-3.4.

תשתיות לאומיות

סה"כ תוספת ההספק החזויה לשנאי תחנות המשנה בעקבות חיבור תשתיות לאומיות בין השנים 2023-2030 מתחלקת לחיבורי הזנה (קבועים) בסך הספק של כ-209MVA, וחיבורי גיבוי בסך הספק של כ-112MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים. תוספת ההספק לשנאי תחנות המשנה לפי ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבורי הזנה וגיבוי של תשתיות לאומיות לפי מרחבים מוצגת בטבלה 6-3.4. תכנית העבודה בחלוקה לשנים לפי המרחב מוצגת בטבלה 7-3.4.

מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית

סה"כ תוספת ההספק חזויה לשנאי תחנות המשנה בעקבות חיבור מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית בין השנים 2023-2030 מתחלקת לחיבורי הזנה (קבועים) בסך הספק של כ-756MVA, וחיבורי גיבוי בסך הספק של כ-50MVA בפריסה ארצית לפי מרחבים. תוספת ההספק לשנאי תחנות המשנה לפי ההזמנות הקיימות בחח"י לחיבורי הזנה וגיבוי של מתחמי טעינת תחבורה ציבורית חשמלית לפי מרחבים מוצגת בטבלה 17-3.4. תכנית העבודה בחלוקה לשנים לפי המרחב מוצגת בטבלה 18-3.4.

רכב חשמלי פרטי

סה"כ תוספת ההספק החזויה לשנאי תחנות המשנה בעקבות חדירת רכב חשמלי פרטי בין השנים 2023-2030 תלויה באופיין הצריכה של המרחבים ומופיעה בטבלה 2-3.5.

פרק 6- רגולציה וחסמים

6.1 - פתיחה

תכנית פר"ח היא תכנית נרחבת ומורכבת, והצלחת מימושה תלויה בגורמים רבים, כגון: כלכליים, חברתיים, מסחריים, רגולטורים וכו'.

חברת חשמל נדרשת למתן מענה קבוע בנושאים מגוונים המשפיעים על משק החשמל, אך נתקלת בחסמים שונים שמעכבים או מונעים מענה הולם לכלל לקוחות רשת החשמל. החברה פועלת במגוון דרכים להסרת חסמים מול הגורמים הרלוונטיים.

6.2 - רגולציה

במסגרת קידום רגולציה תומכת לעבודתה, חברת חשמל מקיימת שיתוף פעולה מלא בדמות מענים להצעות חוק וקולות קוראים, מפגשים תדירים, סמינרים מקצועיים וקשר קבוע עם רשות החשמל, מינהל החשמל ומשרדי הממשלה. נושאי הרגולציה שחברת חשמל מבקשת לקדם מרכזים, בין היתר בנושאים הבאים:

- **מענה לחיבור צרכנים:** החברה סבורה כי יש ליצור ניתוק בין חיבור החשמל לבין אכיפת דיני התכנון והבניה. כלומר יש לפעול לביטול הדרישה לתעודת גמר (טופס 4) כתנאי לחשמול מבנה.
- **קליטת ייצור מבוזר ברשת החלוקה:** אסדרות שוק, מכרזים, מתן תשובות מחלק חיוביות ופוטנציאל שטחים וגגות ייעודיים אזורי תוך תמרוץ באזורי ביקוש.
- **חיבור נרחב של צרכנים גדולים:**
 - תמריצים שיעודדו קבלת חיבורים גדולים מחוץ לאזורי ביקוש.
 - שינוי הגדרת גודל חיבור במתח גבוה הדורש תיאום מול חברת נגה.
 - קביעת גדלי חיבורים מכסימליים בחיבור מתח גבוה לפי יכולת קווי המתה הגבוהה.
- **טעינת רכב חשמלי:**
 - עדכון אמת מידה 35 יב של חיבור מוגבל למתקני תחבורה ציבורית לחיבור גמיש בהתאם למצב הרשת ולא לזמני שיא ביקוש שנתיים.
 - עידוד התקנת מערכות ניהול טעינה על ידי חובה או תעריף.
- **מתקני אגירה:**
 - פרסום אסדרה לחיוב התקנת אגירה בחניונים ציבוריים.
- **עדכון תעריפים:**
 - עדכון תעריפי עבודות על חשבון אחרים לכיסוי העלויות בפועל.
 - קביעת תעריפי שמירת השנאה לצרכנים שאינם מנצלים את גודל החיבור ולחיבורי גיבוי.

6.3 - חסמים

בכל תכנית קיימים חסמים, המעכבים או מונעים את השלמתו, כך גם בכל נושא פיתוח רשת החלוקה. חלק מדרכי ההתמודדות מול החסמים יכולה להיות רגולטורית, כלכלית וכו'. החסמים העיקריים שחברת חשמל מתמודדת איתם במסגרת תכנית הפיתוח הם:

- **מגבלות רשת חלוקה השנאה והולכה:**

- **רשת ההולכה וההשנאה:** מסמך ההגבלות מתפרסם מדי מספר חודשים על ידי

חברת נגה. עדכון אחרון פורסם בחודש אוקטובר 2023.

- **רשת החלוקה:** נקבע לפי מגבלות בשטח.

- תלות ברגולציה ובפרסום אסדרות על ידי רשות החשמל.
- קידום מיזמים להקמת מתקני אגירה.
- תאום הנדסי עם בעלי התשתיות במשק וקיצור תהליכים.
- קבלת הרשאות ואישורי עבודה מרשויות מקומיות.
- הקצאת קרקעות למתקני חשמל על ידי הרשויות המקומיות והמחוזיות.
- תעודף ותיאום תשתיות לפרויקטים מערכתיים.
- גיוס משאבים וכוח אדם ייעודי.

פרק 7 - סיכום

בשנת ה-100 להקמת חברת החשמל אנו גאים להציג את תכנית הפיתוח של רשת החלוקה בישראל. פיתוח רשת החשמל של ישראל, ורשת החלוקה בפרט, מהווים נדבך חשוב בהבטחת יציבות המשק בישראל. רשת חשמל יציבה מהווה בסיס איתן לפיתוח כלכלי ואזרחי של המשק בישראל והוא נותן מענה כולל לאזרחי המדינה וליעדי הממשלה לפיתוח המדינה.

מטרתה העיקרית של תכנית הפיתוח היא לתת מענה לדרישות הצפויות במשק האנרגיה בצורה מיטבית תוך שיפור בשירות, אספקת חשמל זמינה ואמינה וניצול טוב ויעיל של משאבי המדינה.

השנים הבאות הן שנות תפנית בפיתוח רשת החלוקה, מבחינת היקפי העבודות שידרשו להכנת הרשת לקראת שנת 2030 כך שתכלול מענה יעיל ואינטגרטיבי לכלל האתגרים בתחום.

תכנית שאפתנית זו תדרוש גיוס כוחות רבים הן ברמה הרגולטורית הארצית והן ברמת הרשויות המקומיות לצורך עמידה ביעדי התכנית. בנוסף להשקעה בזמן ובמשאבים, חח"י תצטרך לפעול בנחישות ובהתמדה להסרת חסמים ומכשולים אחרים שעלולים להפריע לאורך הדרך למימוש יעדי התכנית. חשוב מאוד לקיים מעקב צמוד אחר התקדמות מימוש תכנית פר"ח ועדכונה בהתאם ליעדי הממשלה ולמצב בשטח.

תקציב תכנית פר"ח כמוצג בדוח, אושר בדירקטוריון חח"י בנובמבר 2023 ומוגש לאישור השר.

השתתפו בהכנה

תכנית זו הוכנה על ידי יחידת פיתוח הרשת באגף הנדסת רשת.

מ"מ סמנכ"ל חטיבת שירותי רשת: הרצל פרידמן

מנהל מגזר פיתוח הרשת: ד"ר שמואל אלוש

מנהל מחלקת תכנון רשת טווח ארוך: רוני בן שמעון

ראש תחום פיתוח רשת חלוקה: בן ציון קרוגליאק

ראש תחום מו"פ: דודו זלאיט

צוות פיתוח רשת חלוקה: חיים מויאל, טל שיף לבנון, אמיר מגן, תומר אחדות

מחלקת מידע תשתיתי: יעקב רחמים, יונתן כפרי, אופיר מילר

מחלקת פרויקטים ברשת: ירון למברג, רוני איזנברגר

מחלקת סטטיסטיקה וחקר שווקים: ד"ר לימור לנגבורד, אירנה דרגון

מגזר כספים וכלכלה: ענת אורן-אלעד, קרין ברוש, יעל קובי, נדב עוז

מגזר הנדסת חלוקה: אליהו אלישע, אלון עמרם, ליאור סימה

תודה על הסיוע לצוות החטיבתי להכנת תכנית פר"ח:

עדי יעקב, יוסי סיטרון, סלבה ויאסלבסקי, דוד מרקוביץ, יונתן צוויגבאום, עופר קרנט, יוליה זבז'ינסקי

פרק 8 - נספחים:

רשימת הנספחים:

נספח א' - רשימת פרויקטים בחברת חשמל בין השנים 2023-2040

נספח ב' – הסבר מפורט על מודל וקסלר ומודל רשת מתח נמוך.

נספח ג' – רשימת דרישות בתכנית פיתוח רשת חלוקה 2023-2030.

נספח ד' – תחזית מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת 2023-2030

***הערה:** ישנה דחייה בתאריך הנדרש בחלק מההזמנות/פרויקטים עקב מלחמת "חרבות ברזל" או אי מוכנות הלקוח.

8.2 - נספח ב' – הסבר מפורט על מודל וקסלר ומודל רשת מתח נמוך

מודל וקסלר במקטע רשת מתח גבוה

מודל רשת מתח גבוה הוא מודל סטטיסטי הקושר בין האורך הכולל של קווי המתח הגבוה לבין סך ההספק המותקן בשנאים ואצל לקוחות מתח גבוה. המודל קובע את אורך הרשת העילית והתת-קרקעית שיש לבנות כדי לתת תוספת הספק ללקוחות מתח גבוה וכדי לתת תוספת הספק בתחנות טרנספורמציה, המחושבת על פי מודל שנאי חלוקה.

המודל מבחין בין תרומת ההספק המותקן המתקבלת בשנאים וההספק המותקן אצל צרכני מתח גבוה לאורך קווי המתח הגבוה. הערכת התרומה של כל אחד מסוגי הלקוחות (לקוחות מתח גבוה ולקוחות מתח נמוך) מתבצעת לאורך קווי המתח הגבוה. ההערכה הראתה שתרומת ההספק של 1 מו"א של לקוח מתח נמוך גדולה פי 2.5 מאשר תרומת ההספק של 1 מו"א של לקוחות מתח גבוה. קביעה זו דורשת בדיקה מעמיקה, לאור שינוי המאפיינים של חיבורי מתח גבוה גדולים, תיקון 16 לחוק החשמל, בפרט אלה שבהם יתכן וישולבו מתקני אגירה.

מודל רשת מתח גבוה לא כולל חיבורים גדולים (חניוני טעינה, חוות שרתים, תשתיות לאומיות, וכו'), ולכן מתייחסים אליהם בצורה נפרדת, לפי הפירוט בתכנית.

מודל וקסלר במקטע שנאי חלוקה

מודל שנאי חלוקה הוא מודל טכני, המחשב את ההספק המותקן הכולל של שנאי חלוקה הנדרש כדי לתת מענה לחיבורים חדשים ולהגדלות חיבורים. המודל קושר בין חיבורי החשמל הנדרשים על ידי הצרכנים, לבין ההספק המותקן הכולל של תחנות טרנספורמציה המוקמות על ידי חברת חשמל כמענה להזמנות החיבורים.

המודל מבחין בין שלושה סוגי חיבורים:

- חיבורים ביתיים: גודל חיבור עד 3x80 אמפר.
- חיבורים מסחריים קטנים: גודל חיבור עד 3x200 אמפר.
- חיבורים מסחריים גדולים: גודל חיבור מ-3x250 אמפר ומעלה.

ההספק המותקן מחושב כמכפלה של מספר החיבורים בהתחשבות בשני פרמטרים, תוך הבדלה בין התרומה שלהם לחישוב ההספק:

- שיא ביקוש ממוצע של הצרכן: מקבל משקל של 90% בחישוב ההספק.
- גודל חיבור ממוצע: מקבל משקל של 10% בחישוב ההספק.

תוספת ההספק השנתית מוכפלת בשלושה מקדמי התאמה: מקדם צפיפות גיאוגרפית, מקדם צרכנים חדשים ומקדם אכלוס לחיבורים מסחריים גדולים.

אופן חישוב תוספת הספק ההשנאה (קו"א) הנדרש בשנה
 סך הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים ביתיים בסוף השנה:

$$P_1 = M_1 \cdot (0.9 \cdot P_F + 0.1 \cdot R_F) \cdot 0.5 [kVA]$$

כאשר:

M_1 – סך מספר החיבורים הביתיים בסוף השנה.

P_F – שיא ביקוש ממוצע לצרכן ביתי חדש. ערכו של פרמטר זה מתקבל מהמחלקה לסטטיסטיקה
 וחקר שווקים.

R_F – גודל חיבור ממוצע לצרכן ביתי מחושב, עבור כל שנה, כממוצע משוקלל בהתאם למספר
 החיבורים וגודלם.

מקדם ההתלכדות עבור חיבורים ביתיים: 0.5.

סך הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים מסחריים קטנים (עד 3x200 אמפר) בסוף השנה:

$$P_2 = M_2 \cdot (0.9 \cdot P_C + 0.1 \cdot R_C) \cdot 0.7 [kVA]$$

כאשר:

M_2 – סך מספר החיבורים המסחריים הקטנים בסוף השנה.

P_C – שיא ביקוש ממוצע לצרכן מסחרי קטן. ערכו של פרמטר זה מתקבל מהמחלקה לסטטיסטיקה
 וחקר שווקים.

R_C – גודל חיבור ממוצע לצרכן מסחרי קטן מחושב, עבור כל שנה, כממוצע משוקלל בהתאם
 למספר החיבורים וגודלם.

מקדם ההתלכדות עבור חיבורים מסחריים קטנים: 0.7.

סך ההספק הנדרש בשנה עבור חיבורים ביתיים ומסחריים קטנים: $P_{NC} = P_1 + P_2$.

סך הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים מסחריים בינוניים וגדולים (מעל 3x200 אמפר) בסוף
 השנה:

$$P_{NC} = \sqrt{3} \cdot 0.4 \cdot \left\{ \sum_{j=250}^{j=181} M_j \cdot I_j \right\} [kVA]$$

כאשר:

M_j – סך מספר הצרכנים בסוף השנה בגודל החיבור j.

I_j – גודל החיבור המוזמן ה-j באמפר.

סך הספק השנאים הנדרש בשנה מסוימת:

$$P_N = P_{NF} \cdot 1.3 \cdot 1.06 + P_{NC} \cdot 1.25 [kVA]$$

המודל כולל בחישוביו היבטים אחדים. לכן, סך הספק השנאים הנדרש בשנה מסוימת מתחשב במקדמים הבאים:

- **מקדם פיזור גיאוגרפי:** בעקבות פיזור גיאוגרפי של לקוחות ביתיים ולקוחות עסקיים קטנים וגודל סטנדרטי של השנאים, נוצר לעיתים מצב שלא מאפשר לנצל את מלוא ההספק הנקוב של השנאי. לפיכך, ההספק המתקבל מוכפל במקדם צפיפות גיאוגרפית. ערכו של מקדם פיזור גיאוגרפי הוא 1.3, והוא מוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים ביתיים וחיבורים מסחריים קטנים.
- **מקדם לקוחות חדשים:** המודל מתחשב בגידול הטבעי של העומס על השנאי, המושפע מגורמים שונים כגון הצמיחה במשק, עלייה ברמת החיים וכו'. ערכו של מקדם לקוחות חדשים הוא 1.06, והוא מוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים ביתיים וחיבורים מסחריים קטנים.
- **מקדם אכלוס:** עבור לקוחות מסחריים עם גודל חיבור מעל 3x200 אמפר, קיימת הגבלה בבחירת גודל שנאי, בשל הצורך לכלול שרשרת הגנות סלקטיביות (בהתאם לחוק החשמל) לחיבורים סטנדרטיים. ערכו של מקדם אכלוס הוא 1.25, המוכפל בתוספת הספק ההשנאה הנדרש עבור חיבורים מסחריים בינוניים וגדולים.

תוספת הספק השנאים הנדרש בשנה, ΔP , הנדרשת להיות מותקנת בשנה מסוימת מחושבת כהפרש בין סך ההספק הנדרש בשנה הנוכחית לבין סך ההספק הנדרש בשנה קודמת:

$$\Delta P = P_{N+1} - P_N$$

חישוב מספר השנאים הנדרש בשנה מחושב על ידי חלוקה בגודל שנאי חלוקה ממוצע (בהתקנה חדשה), כ-490 קו"א, ברמה ארצית.

מודל במקטע רשת מתח נמוך

מודל רשת מתח נמוך הוא מודל גיאומטרי-פיזי, המחשב את אורך רשת מתח נמוך שיש לבנות עבור חיבור בניין חדש לשנאי חלוקה, בהתאם לסוג הבניין (צמוד קרקע, קומות ורב-קומות), תוך התחשבות במספר מקדמי התאמה: מקדם צפיפות העומס, מקדם מיקום השנאי ומקדם טופוגרפיה.

המודל מגדיר אורך קו מתח נמוך נורמטיבי נדרש לכל סוג בניין מגורים:

- חיבור בניין צמוד קרקע (1-2 קומות): 32 מטר.
- חיבור בניין קומות (3-6 קומות): 36 מטר.
- חיבור בניין רב קומות (6 קומות ומעלה): 32 מטר.

לקבלת סך כל תוספת אורך רשת מתח נמוך עבור שנה מסוימת, מוכפל מספר הבניינים החדשים שאמורים להיות מחוברים באותה שנה לרשת באורך קו מתח נמוך נדרש לבניין לפי המוגדר לעיל.

תחזית מספר הבניינים החדשים מחושבת בהסתמך על התחזית של המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים למספר חיבורים חדשים תוך ביצוע המרה למספר בניינים. ביצוע ההמרה משתמש בהתפלגות בניינים למגורים לפי שלושת הסוגים ובמספר דירות ממוצע בכל סוג בניין.

8.4 - נספח ד' – תחזית מרכיבי רשת ועלויות לפי אגפי רשת 2024-2030

8.4.1 - תחזית עלויות השקעה למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי

אגף רשת – חיפה וצפון								
סה"כ עלויות למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
רשת מתח גבוה								
36	5	5	5	5	5	5	4	הקמת רשת עילית מ"ג
1,991	287	289	291	291	292	287	254	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
שנאי חלוקה								
112	16	16	16	16	16	16	15	הקמת תט"ח
314	47	47	47	47	47	47	33	הקמת תט"פ
רשת מתח נמוך								
817	113	114	114	114	114	114	133	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
תוספת פעילויות נוספות								
649	80	80	79	77	77	77	179	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
3,920	549	551	553	551	552	546	618	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
רשת מתח גבוה								
34	5	6	6	6	6	5	1	הקמת רשת עילית מ"ג
2,360	354	357	360	362	362	358	207	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
שנאי חלוקה								
62	9	9	9	9	9	9	7	הקמת תט"ח
443	65	65	65	65	65	65	53	הקמת תט"פ
רשת מתח נמוך								
873	129	130	131	132	132	131	87	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
תוספת פעילויות נוספות								
712	96	96	96	93	93	93	144	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
4,485	659	663	667	667	667	663	499	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות למענה לגידול בביקוש הביתי והעסקי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
רשת מתח גבוה								
73	11	11	11	12	12	11	4	הקמת רשת עילית מ"ג
1,828	260	267	268	265	266	261	241	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
שנאי חלוקה								
113	16	16	16	16	16	16	15	הקמת תט"ח
339	48	48	48	48	48	48	52	הקמת תט"פ
רשת מתח נמוך								
609	88	89	89	88	88	88	79	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
תוספת פעילויות נוספות								
586	72	73	72	70	70	70	159	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
3,548	496	504	505	499	501	494	550	סה"כ (מיליוני ₪)

8.4.2 - תחזית מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר

אגף רשת – חיפה וצפון									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
9	1	1	1	2	2	2	-	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
463	64	66	72	69	67	66	58	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
15	2	2	2	2	3	3	1	יח'	הקמת רשת עילית מ"נ
227	32	33	35	34	31	32	31	יח'	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
31	4	4	5	5	4	4	4	ק"מ	הקמת תט"פ
747	102	105	117	114	112	113	83	ק"מ	הקמת תט"ח

אגף רשת – דן והחוף									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
6	1	1	1	1	1	1	-	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
235	35	36	38	37	36	35	19	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
15	1	1	1	1	1	1	8	יח'	הקמת רשת עילית מ"נ
166	19	19	21	20	19	19	50	יח'	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
8	1	1	1	1	1	1	1	ק"מ	הקמת תט"פ
429	59	60	67	65	64	64	50	ק"מ	הקמת תט"ח

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
10	1	1	1	1	1	1	4	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
346	51	51	54	53	51	50	36	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
13	1	1	1	1	2	2	4	יח'	הקמת רשת עילית מ"נ
193	26	26	28	27	25	26	35	יח'	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
-	-	-	-	-	-	-	-	ק"מ	הקמת תט"פ
895	124	127	142	138	135	136	93	ק"מ	הקמת תט"ח

8.4.3 - תחזית עלויות השקעה לקליטת מתקני ייצור מבוזר

אגף רשת – חיפה וצפון								
סה"כ עלויות לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
7	1	1	1	1	1	1	-	הקמת רשת עילית מ"ג
168	24	24	26	25	23	23	23	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
4	1.4	0.7	0.3	0.6	0.6	0.7	0.1	הקמת רשת עילית מ"ב
144	20	21	22	22	21	21	18	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
6	1	1	1	1	1	1	1	הקמת תט"פ
79	11	11	12	12	12	12	9	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
80	10	10	12	11	13	13	11	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
488	68	69	74	73	72	72	62	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
10	2	1	1	1	1	1	4	הקמת רשת עילית מ"ג
107	12	13	13	13	12	12	32	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
4	2	1	-	-	-	-	-	הקמת רשת עילית מ"ב
78	12	12	13	12	12	12	6	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	הקמת תט"פ
38	5	5	6	6	6	6	4	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
48	5	6	6	6	7	7	11	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
286	38	38	39	38	38	38	57	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות לקליטת מתקני ייצור מבוזר 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
14	2	2	1	1	2	2	3	הקמת רשת עילית מ"ג
92	12	12	13	13	12	12	18	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
7	2	1	1	1	0	1	2	הקמת רשת עילית מ"נ
102	15	15	16	16	15	15	11	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
-	-	-	-	-	-	-	-	הקמת תט"פ
96	13	13	15	15	14	14	11	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
62	8	7	9	8	10	10	10	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
373	52	50	55	54	53	54	55	סה"כ (מיליוני ₪)

8.4.4 - תחזית מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים

אגף רשת – חיפה והצפון								
סה"כ מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים 2024-2030								
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
חיבור הזנה חוות שרתים								
251	53	51	22	46	43	26	10	תחזית הספק חיבור קבוע (MVA)
16	3	3	2	3	3	1	1	תחזית מספר חיבורים קבועים
36	8	8	4	6	6	2	2	הנחת כבלים תת"ק מ"ג ק"מ
16	3	3	2	3	3	1	1	ארון מניה/מיכל מדידה יח'
16	3	3	2	3	3	1	1	מנתק SF-6 יח'
חיבור גיבוי חוות שרתים								
107	23	23	5	25	-	16	15	תחזית הספק חיבור גיבוי (MVA)
7	2	2	-	1	-	1	1	תחזית מספר חיבורי גיבוי
17	4	4	1	3	-	2	2	הנחת כבלים תת"ק מ"ג ק"מ
8	2	2	-	1	-	1	1	ארון מניה/מיכל מדידה יח'
8	2	2	-	1	-	1	1	מנתק SF-6 יח'

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים 2024-2030								
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
חיבור הזנה חוות שרתים								
451	37	46	97	54	67	36	114	תחזית הספק חיבור קבוע (MVA)
27	2	3	5	4	4	2	7	תחזית מספר חיבורים קבועים
56	8	6	10	8	8	2	14	הנחת כבלים תת"ק מ"ג ק"מ
28	4	3	5	4	4	1	7	ארון מניה/מיכל מדידה יח'
28	4	3	5	4	4	1	7	מנתק SF-6 יח'
חיבור גיבוי חוות שרתים								
205	11	11	35	4	48	16	80	תחזית הספק חיבור גיבוי (MVA)
13	1	1	2	-	3	1	5	תחזית מספר חיבורי גיבוי
30	2	2	5	-	7	2	12	הנחת כבלים תת"ק מ"ג ק"מ
13	1	1	2	-	3	1	5	ארון מניה/מיכל מדידה יח'
13	1	1	2	-	3	1	5	מנתק SF-6 יח'

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת לחיבור חוות שרתים 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024		
חיבור הזנה חוות שרתים									
386	58	51	29	49	38	85	76	תחזית הספק חיבור קבוע (MVA)	
32	4	3	3	4	3	7	8	תחזית מספר חיבורים קבועים	
66	9	7	6	8	6	14	16	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
32	4	3	3	4	3	7	8	יח'	ארון מניה/מיכל מדידה
32	4	3	3	4	3	7	8	יח'	מנתק SF-6
חיבור גיבוי חוות שרתים									
304	23	23	17	27	9	110	95	תחזית הספק חיבור גיבוי (MVA)	
25	1	2	1	2	1	9	9	תחזית מספר חיבורי גיבוי	
62	4	4	3	6	2	22	21	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
25	1	2	1	2	1	9	9	יח'	ארון מניה/מיכל מדידה
25	1	2	1	2	1	9	9	יח'	מנתק SF-6

8.4.5 - תחזית עלויות לחיבור חוות שרתים

אגף רשת – חיפה וצפון								
סה"כ עלויות לחיבור חוות שרתים 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
44	10	10	4	8	5	4	4	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	התקנת מנתקים
45	10	10	4	8	5	4	4	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות לחיבור חוות שרתים 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
72	8	6	13	7	13	4	22	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4	התקנת מנתקים
73	8	6	13	7	13	4	22	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות לחיבור חוות שרתים 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
106	11	9	8	11	7	29	31	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5	0.6	התקנת מנתקים
108	11	9	8	12	7	30	31	סה"כ (מיליוני ₪)

8.4.6 - מרכיבי רשת תשתיות לאומיות

אגף רשת – חיפה והצפון									
סה"כ מרכיבי רשת לתשתיות לאומיות 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
107	19	11	12	12	22	20	12	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
9	5	-	-	-	1	-	3	יח'	מנתק SF-6
59	6	7	8	8	13	13	4	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
90	10	10	12	12	20	20	6	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
90	10	10	12	12	20	20	6	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג

אגף רשת – דן והחוף									
סה"כ מרכיבי רשת לתשתיות לאומיות 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
223	16	14	15	39	41	63	36	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
66	1	-	-	-	23	31	11	יח'	מנתק SF-6
124	9	9	10	26	24	28	18	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
182	13	13	15	39	35	41	26	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
182	13	13	15	39	35	41	26	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת לתשתיות לאומיות 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
138	13.4	10.5	16	30	28.5	28.5	11	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
19	2	0	2	-	6	6	3	יח'	מנתק SF-6
80	6	7	8	20	17	17	5	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
122	10	10	12	30	26	26	8	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
122	10	10	12	30	26	26	8	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג

8.4.7 - תחזית עלויות לתשתיות לאומיות

אגף רשת – חיפה והצפון								
סה"כ עלויות לתשתיות לאומיות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
90	16	9	10	10	18	16	11	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
-	-	-	-	-	-	-	-	התקנת מנתקים
12	1	1	2	2	3	3	1	העתקת רשת מ"ג
18	2	2	2	2	4	4	1	העתקת רשת מ"נ
28	3	3	4	4	6	6	2	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
148	22	15	18	18	31	29	16	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות לתשתיות לאומיות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
189	13	11	12	32	34	52	34	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
2	-	-	-	-	1	1	-	התקנת מנתקים
26	2	2	2	5	5	6	4	העתקת רשת מ"ג
37	3	3	3	8	7	8	6	העתקת רשת מ"נ
57	4	4	5	12	11	13	9	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
311	21	20	22	57	57	80	54	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות לתשתיות לאומיות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
116	11	9	13	25	24	24	11	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
1	0.1	0.0	0.1	-	0.2	0.2	0.1	התקנת מנתקים
16	1	1	2	4	3	3	1	העתקת רשת מ"ג
24	2	2	2	6	5	5	2	העתקת רשת מ"נ
38	3	3	4	9	8	8	3	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
195	17	15	21	44	40	40	17	סה"כ (מיליוני ₪)

8.4.8 - מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית

אגף רשת – חיפה והצפון									
סה"כ מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
67	8	16	11	8	9	10	5	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
74	6	4	10	14	18	13	9	יח'	הקמת תט"פ
144	16	17	18	26	29	27	11	יח'	מנתק SF-6
11	1	1	2	2	3	2	1	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ

אגף רשת – דן והחוף									
סה"כ מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
87	20	16	7	11	14	11	8	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
57	6	5	9	6	10	13	8	יח'	הקמת תט"פ
132	22	17	19	17	25	21	11	יח'	מנתק SF-6
9	1	1	1	1	2	2	1	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
107	22	17	13	17	14	17	8	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
73	12	12	12	11	10	10	6	יח'	הקמת תט"פ
167	32	27	24	24	24	27	9	יח'	מנתק SF-6
11	2	2	2	2	2	2	1	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ

8.4.9 - תחזית עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית

אגף רשת – חיפה והצפון								
סה"כ עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ש"ח)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
43	5	10	7	5	6	7	3	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
13	1	1	2	3	3	2	2	שנאי חלוקה
5	0.5	0.6	0.6	0.9	1.0	0.9	0.4	התקנת מנתקים
3	-	-	-	1	1	1	-	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
65	7	12	10	9	11	10	5	סה"כ (מיליוני ש"ח)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ש"ח)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
56	13	10	4	7	9	7	5	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
10	1	1	2	1	2	2	1	שנאי חלוקה
4	0.7	0.6	0.6	0.6	0.8	0.7	0.3	התקנת מנתקים
3	0.3	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
73	15	12	7	9	12	11	7	סה"כ (מיליוני ש"ח)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות למתחמי טעינת תחבורה ציבורית 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ש"ח)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
68	14	11	8	11	9	11	5	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
13	2	2	2	2	2	2	1	שנאי חלוקה
5	1.1	0.9	0.8	0.8	0.8	0.9	0.3	התקנת מנתקים
3	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.3	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
90	18	15	12	14	12	14	6	סה"כ (מיליוני ש"ח)

8.4.10 - מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי

אגף רשת – חיפה והצפון									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
130	25	25	30	24	13	9	4	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
10	6	-	1	3	-	-	-	ק"מ	הקמת רשת מ"ג תת"ק
184	39	40	47	32	14	11	1	יח'	הקמת תט"פ
99	17	17	21	17	14	12	-	יח'	הקמת תט"ח

אגף רשת – דן והחוף									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
279	53	53	65	53	32	21	3	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
75	10	14	19	12	8	10	14	ק"מ	הקמת רשת מ"ג תת"ק
499	90	90	111	92	57	36	23	יח'	הקמת תט"פ
7	1	1	1	1	1	1	1	יח'	הקמת תט"ח

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
190	35	35	44	36	22	14	3	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
11	-	4.2	4.9	-	1.5	-	-	ק"מ	הקמת רשת מ"ג תת"ק
295	53	52	70	56	36	25	2	יח'	הקמת תט"פ
183	33	32	41	34	25	19	-	יח'	הקמת תט"ח

8.4.11 - תחזית עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי

אגף רשת – חיפה וצפון								
סה"כ עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
40	8	8	9	7	4	3	1	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
12	5	-	1	3	2	1	-	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
36	7	8	9	6	3	2	-	הקמת תט"פ
11	2	2	2	2	2	1	-	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
23	5	4	5	4	3	2	0.3	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
121	27	21	27	22	13	9	2	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחוף								
סה"כ עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
94	18	18	22	18	11	7	1	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
49	5	10	13	6	5	4	5	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
81	15	15	18	15	9	6	4	הקמת תט"פ
1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
54	9	10	12	9	6	5	2	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
279	47	52	65	49	32	22	12	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות לקליטת רכב חשמלי פרטי 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
54	10	10	12	10	6	4	1	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
3	-	1	2	-	-	-	-	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
56	10	10	13	11	7	5	1	הקמת תט"פ
19	3	3	4	3	3	2	-	הקמת תט"ח
תוספת פעילויות נוספות								
31	5	6	7	6	4	3	0.5	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
162	29	29	39	30	19	14	3	סה"כ (מיליוני ₪)

8.4.12 - תחזית מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה

אגף רשת – חיפה וצפון									
סה"כ מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
28	4	4	4	4	4	4	4	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ב
233	31	31	29	29	29	29	55	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
8	2	2	1	1	1	1	-	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
266	46	46	29	29	29	29	58	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
21	3	3	3	3	3	3	3	יח'	החלפות בתט"ח
12	2	2	2	2	2	2	-	יח'	הקמת תט"ח
84	12	12	12	12	12	12	12	יח'	שינויים בתט"ח
758	138	138	107	107	107	107	54	ק"מ	החלפת תילים מ"ג
77	16	16	9	9	9	9	9	יח'	התקנת מנתקים
119	20	20	15	15	15	15	18	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
131	23	23	17	17	17	17	17	יח'	שינויים בתט"פ
242	41	41	30	30	30	30	40	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ב
532	108	108	79	79	79	79	-	יח'	פירוק תט"ח
341	69	69	50	50	50	50	3	יח'	הקמת תט"פ
199	41	41	29	29	29	29	-	יח'	הקמת חדרי תט"פ

אגף רשת – דן והחזר									
סה"כ מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
7	1	1	1	1	1	1	1	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"נ
593	80	80	76	76	76	76	130	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
14	3	3	2	2	2	2	-	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
496	87	87	62	62	62	62	74	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
66	13	13	8	8	8	8	8	יח'	החלפות בתט"ח
93	19	19	11	11	11	11	11	יח'	הקמת תט"ח
93	19	19	11	11	11	11	11	יח'	שינויים בתט"ח
384	67	67	50	50	50	50	50	ק"מ	החלפת תילים מ"ג
138	25	25	13	13	13	13	36	יח'	התקנת מנתקים
279	50	50	37	37	37	37	31	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
278	61	61	33	33	33	33	24	יח'	שינויים בתט"פ
548	100	100	74	74	74	74	52	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"נ
1,310	263	263	194	194	194	194	8	יח'	פירוק תט"ח
834	167	167	123	123	123	123	8	יח'	הקמת תט"פ
486	98	98	72	72	72	72	-	יח'	הקמת חדרי תט"פ

אגף רשת – ירושלים והנגב									
סה"כ מרכיבי רשת לתכנית אמינות אספקה 2024-2030									
סה"כ	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	יח'	
3	0	0	0	0	0	0	2	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"נ
291	46	46	43	43	43	43	27	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
77	13	13	7	7	7	7	23	ק"מ	הקמת רשת עילית מ"ג
497	100	100	62	62	62	62	49	ק"מ	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
106	23	23	12	12	12	12	12	יח'	החלפות בתט"ח
10	-	-	-	-	-	-	10	יח'	הקמת תט"ח
8	-	-	-	-	-	-	8	יח'	שינויים בתט"ח
761	143	143	110	110	110	110	35	ק"מ	החלפת תילים מ"ג
1,668	359	359	190	190	190	190	190	יח'	התקנת מנתקים
160	30	30	22	22	22	22	13	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"ג
475	100	100	53	53	53	53	63	יח'	שינויים בתט"פ
326	60	60	44	44	44	44	30	ק"מ	פירוק רשת עילית מ"נ
1,085	310	310	116	116	116	116	-	יח'	פירוק תט"ח
683	188	188	74	74	74	74	12	יח'	הקמת תט"פ
408	117	117	44	44	44	44	1	יח'	הקמת חדרי תט"פ

8.4.13 - תחזית עלויות לתכנית אמינות אספקה

אגף רשת – חיפה וצפון								
סה"כ עלויות לתכנית אמינות אספקה כולל תוספת בטיחות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
10	1	1	1	1	1	1	1	הקמת רשת עילית מ"ב
70	9	9	9	9	9	9	17	הנחת כבלים תת"ק מ"ב
2	1	1	-	-	-	-	-	הקמת רשת עילית מ"ג
190	33	33	20	20	20	20	42	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
7	1	1	1	1	1	1	1	החלפות בתט"ח
-	-	-	-	-	-	-	-	הקמת תט"ח
7	1	1	1	1	1	1	1	שינויים בתט"ח
211	38	38	30	30	30	30	15	החלפת תילים מ"ג
2	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	התקנת מנתקים
21	4	4	3	3	3	3	3	פירוק רשת עילית מ"ג
4	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	שינויים בתט"פ
51	9	9	6	6	6	6	8	פירוק רשת עילית מ"ב
44	9	9	7	7	7	7	-	פירוק תט"ח
75	15	15	11	11	11	11	1	הקמת תט"פ
55	11	11	8	8	8	8	-	הקמת חדרי תט"פ
סה"כ אמינות אספקה								
747	133	133	98	98	98	98	90	סה"כ אמינות אספקה
תוספת פעילויות נוספות								
174	28	28	24	24	24	24	25	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
922	161	161	121	121	121	121	115	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – דן והחזר								
סה"כ עלויות לתכנית אמינות אספקה כולל תוספת בטיחות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
2	1	1	-	-	-	-	-	הקמת רשת עילית מ"נ
194	26	26	25	25	25	25	42	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
8	1	1	1	1	1	1	-	הקמת רשת עילית מ"ג
326	57	57	41	41	41	41	49	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
11	2	2	1	1	1	1	1	החלפות בתט"ח
8	2	2	1	1	1	1	1	הקמת תט"ח
7	1	1	1	1	1	1	1	שינויים בתט"ח
71	12	12	9	9	9	9	9	החלפת תילים מ"ג
5	1	1	0.4	0.4	0.4	0.4	1	התקנת מנתקים
54	10	10	7	7	7	7	6	פירוק רשת עילית מ"ג
13	3	3	1	1	1	1	1	שינויים בתט"פ
115	21	21	16	16	16	16	11	פירוק רשת עילית מ"נ
109	22	22	16	16	16	16	1	פירוק תט"ח
183	37	37	27	27	27	27	2	הקמת תט"פ
135	27	27	20	20	20	20	-	הקמת חדרי תט"פ
סה"כ אמינות אספקה								
1,241	223	223	167	167	167	167	126	סה"כ אמינות אספקה
תוספת פעילויות נוספות								
229	42	42	28	28	28	28	34	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
1,470	264	264	195	195	195	195	160	סה"כ (מיליוני ₪)

אגף רשת – ירושלים והנגב								
סה"כ עלויות לתכנית אמינות אספקה כולל תוספת בטיחות 2024-2030								
סה"כ (מיליוני ₪)	2030	2029	2028	2027	2026	2025	2024	
2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	הקמת רשת עילית מ"נ
73	11	11	11	11	11	11	7	הנחת כבלים תת"ק מ"נ
58	10	10	5	5	5	5	18	הקמת רשת עילית מ"ג
234	46	46	29	29	29	29	26	הנחת כבלים תת"ק מ"ג
19	4	4	2	2	2	2	2	החלפות בתט"ח
1	-	-	-	-	-	-	1	הקמת תט"ח
1	-	-	-	-	-	-	1	שינויים בתט"ח
142	27	27	20	20	20	20	7	החלפת תילים מ"ג
33	7	7	4	4	4	4	4	התקנת מנתקים
22	4	4	3	3	3	3	2	פירוק רשת עילית מ"ג
29	6	6	3	3	3	3	4	שינויים בתט"פ
69	13	13	9	9	9	9	6	פירוק רשת עילית מ"נ
90	26	26	10	10	10	10	-	פירוק תט"ח
150	41	41	16	16	16	16	3	הקמת תט"פ
113	32	32	12	12	12	12	1	הקמת חדרי תט"פ
סה"כ אמינות אספקה								
1,035	227	227	25	125	125	125	82	סה"כ אמינות אספקה
תוספת פעילויות נוספות								
244	10	10	43	43	43	43	51	פעילויות נוספות
סה"כ עלויות (כל הפעילויות)								
1,279	238	238	168	168	168	168	133	סה"כ (מיליוני ₪)