

# Road Map for Smart Grid Implementation in Israel

December 2013



The Israeli Smart Energy Association

## תקציר מנהלים

### 1. מבוא

הרשת החכמה היא אחד המרכיבים העיקריים בהתפתחות העתידית של רשתות האנרגיה בעולם. רוב המדינות המפותחות כבר הגדירו יעדים כמותיים ואבני דרך לפריסה של רשת חכמה עד שנת 2020 או 2030 והקצו תקציבים משמעותיים לצורך יישומה. ישראל היא "מקרה מעניין". מחד גיסא, חברת החשמל לישראל (חח"י) התקינה מערכות בקרה ופיקוח מתקדמות במקטי ההולכה והחלוקה. מאידך גיסא, ישראל מפגרת בכל האלמנטים הקשורים בתחום משתמשי הקצה. הפיילוט הראשון מתבצע בימים אלה והוא אמור להסתיים ברבעון הראשון של 2014. האיגוד הישראלי לאנרגיה חכמה (ISEA) נטל על עצמו הכנת מסמך מקיף לניתוח כל ההיבטים של פריסת מערכת מונים חכמים משודרגת: טכנולוגיה, הנדסה, רגולציה, משפט, שיווק, כלכלה (CBA) ומעורבות התעשייה המקומית. **מסמך זה מנתח את הרשת החכמה באופן אובייקטיבי מנקודת מבטו של המשק הלאומי.** המסמך הוכן על ידי חברי ISEA על בסיס התנדבותי, ולא מומן על ידי בעלי עניין ולא על ידי כל גוף ממשלתי או פרטי.

### מהי רשת חשמל חכמה?

רשת חכמה היא רשת חשמל מודרנית המשתמשת בטכנולוגיית מידע ותקשורת דו-כיוונית לאיסוף מידע על ההתנהגויות של צרכנים וספקי אנרגיה, ופועלת ומגיבה על בסיס מידע זה באורח אוטומטי כדי לשפר את היעילות, האמינות, הכלכליות, והקיימות של ייצור וחלוקת החשמל. Smart Grid מייצג גישה חדשה למתן מענה לצרכי החשמל של העולם החדש, עולם שבו צרכנים יהיו מסוגלים לתקשר עם מערכת החשמל בכל הנוגע לצריכה ולייצור באמצעות שליטה אוטומטית ואינטליגנטית במתקני ומכשירי החשמל. בכך הצרכן משמש כמשאב עבור מערכת החשמל, והופך להיות מצרכן פאסיבי לצרכן אקטיבי.

### מטרות רשת חכמה

מטרת העל היא לשנות ולחדש את רשת החשמל במטרה להשיג עתיד אנרגטי בר קיימא לטובת הציבור.

מטרות רשת חכמה ניתנות לסיווג לפי קטגוריות ורמות שונות: ברמה המצרפית (גלובלית, לאומית, מפעילים, ולקוחות) וברמה התפקודית (טכנית, תפעולית ושיווקית). המטרות התפעוליות והטכניות קשורות בעיקר לגורמים כגון אמינות, שרידות, בטיחות, שיפור בניצול משאבים ויעילות תפעולית. כל זה מתבטא בהשפעה ישירה על הפחתת שיאי ביקוש, ירידה בשיעור של דקות אי אספקה, כמו גם בשילוב של אנרגיה ממקורות מתחדשים והפחתת פליטות גזי חממה.

המטרות השיווקיות קשורות בעיקר עם יישום אינטליגנטי של תעריפי עומס זמן, שיביא לירידה

ריאלית בתשלומי חשבונות החשמל החודשיים. הרשת הופכת את צרכן האנרגיה הטיפוסי לצרכן חכם השולט על מרכיב ההוצאה האישית שלו לאנרגיה. לכל שחקן יש העדפות שונות משלו. נקודת מבטו של המפעיל אינה בהכרח תואמת את זו של הלקוחות, יצרני האנרגיה, ספקי השירות וכן הלאה.

**מסמך זה מנסה לייצג את האינטרס הלאומי.**

### **הניסיון הבינלאומי**

הניסיון בעולם שנצבר עד כה מציג את המגמות השונות ואת מגוון הדרכים לפריסת הרשת החכמה בהתאם למצב הרשת ולצרכיה בכל מדינה. **המסקנה החד – משמעית היא שהרשת החכמה היא עובדה. השאלה היא לא האם, אלא מתי ואיך.**

### **תובנות לשוק הישראלי :**

שלבי בצוע – השלב הראשון ביישום הוא ביצוע ניסוי (פיילוט). רוב המדינות ברחבי העולם ביצעו ניסוי טכני ושיווקי לפני פריסת המערכת, ועל בסיס תוצאותיו עברו לשלבים הבאים.

מערכת תעריפים תומכת – גורם המפתח להצלחה הוא תמחור נכון שיניע את משתמש הקצה לשתף פעולה ולחסוך בחשמל. לשם כך יש לקבוע מערכת תעריפים חכמה הכוללת תמריצים משמעותיים ללקוח, ובנויה כך שתוכל ללמוד ולהגיב במהירות בהתאם להתנהגות המשתמשים.

בעיה משותפת שזוהתה בכל המדינות היא הפער בין תקופת ההשקעה ובין המועד בו תניב הרשת החכמה תועלות כמותיות. הפיתרון נעוץ ביצירת קואליציה בה משולבים כל ה"שחקנים" – הרגולטור, המפעילים, הצרכנים וספקי הציוד והשירותים שתבנה תוכנית מימון לגישור על פערי הזמן.

## **2 . טכנולוגיה**

טכנולוגיה היא תשובה לצורך, ולא מטרה בפני עצמה.

רשת חכמה מורכבת מטכנולוגיות שונות, המגיעות מדיסציפלינות שונות. ומתפלגות בין שני ענפים עיקריים :

1. הרשת עצמה - הרשת כוללת את הרכיבים הבאים : חיישנים, קישוריות, תקשורת, אבטחה, פרטיות, זמן אמת, שיתוף נתונים, ממשקים, הדמיה והפעלה.
2. יחידות הקצה - צרכני קצה ומתקני ייצור בקנה מידה קטנים .

שילוב כל המרכיבים הללו מציב אתגר אינטגרטיבי הכולל: יישום, אינטגרציה, עלות, תקינה, פלטפורמה פתוחה, וקבלה ( מפעילים ולקוחות ) זהו תנאי מוקדם ליצירת מערכת משולבת אחת שתוכל לשמש ולשרת את כל השחקנים ברשת.

### 3 . ההיבטים השיווקיים

רשת חכמה הופכת את הלקוחות לשחקן מרכזי בהפחתת צריכת אנרגיה , ככל שהם יותר פעילים בניהולה. עובדה זאת מובילה להתקשרות שונה בין נותן השירות והלקוחות. **רשת חכמה מציעה שינוי פרדיגמה ובניית מודל חדש של תקשורת עם לקוחות .**

מודל שעובר ממסירת מידע בלבד למודל של הדרכה, חינוך , ושיתוף פעולה עם הלקוחות. ללקוחות יש תפקיד משמעותי. ככל שהם ישתמשו בכלים החדשים על מנת להפחית את השימוש באנרגיה, כך ההצדקה העסקית כלכלית של הרשת החכמה תקבל ביסוס וחיזוק.. **ההמלצה האופרטיבית היא שישראל תיישם את שיטות העבודה המומלצות שעזרו לנותני מפעילי השירות ברחבי העולם להגיע להצלחה :**

**להבין את בעלי העניין השונים** - קבוצות תמיכת לקוחות , יוזמות שיתוף פעולה אסטרטגיות

**להבין את הלקוח** - מחקר שוק מהווה מרכיב קריטי בעיצוב תכנית תקשורת.

**לחנך שלב שלב** - פירוק מרכיבי המידע והתקשורת לפי שלבי פריסת המערכת. **לבחון את המסרים** – בדיקה במגזרי לקוחות שונים תגרום לתכנית תקשורת יותר ממוקדת ויעילה. אנשים, מגזרים ואזורים שונים זה מזה ומחייבים התייחסות פרטנית. **מעקב** – מעקב אחר תגובתיות, מוכנות לשנות את התכנית ויישום תכנית חלופית.

### 4 . ההיבט המשפטי

#### כללי

הדין הישראלי אינו נותן כיום מענה ישיר לסוגיית הרשת החכמה. כאשר יידרשו בתי המשפט להתמודד עם סוגיות העלות מהקמת והפעלת הרשת החכמה יש להניח שבתי המשפט יפנו למערכות הדינים הכלליות החלות היום (כגון פרטיות, דיני הגנת הצרכן וההגבלים העסקיים) ובמקרה הצורך גם יפנו לדין האמריקאי והאירופאי בכדי לבחון איך דינים אלו מטפלים בנושא. במקביל לכך יש להניח שהמחוקק ישקול את הצורך בחקיקה ספציפית מתאימה בין מיוזמתו ובין כתוצאה מפנייה של בעלי עניין.

הדינים שיש להניח שבתי המשפט הישראליים יחילו לעניינינו הינם:

#### פרטיות

הרשת החכמה תפיק כמויות רבות של מידע צרכני הכולל וריאציות שונות של נתוני צריכת חשמל, שיאוחסן במאגר מידע דיגיטאלי. המידע הרגיש עשוי לשמש למעקב אחר צרכנים על-ידי גופים שונים כאלו שפועלים כחלק מהרשת החכמה ואף גופים שאינם קשורים לתפעולה של הרשת, שלהם אינטרס כלכלי בגישה למידע. בנוסף, כיוון שחשיפה של הנתונים שנאספו על ידי המונים החכמים תפגע בזכות לפרטיות של המשתמשים , רצוי לחשוב על חקיקה שתבהיר כי לאדם יש זכות לבקש מהמפעיל לחשוף את המידע שנאסף עליו (בין המידע הגולמי או המנותח).

## קניין

שאלות עקרוניות העולות הינן:

- למי שייך המידע שנאסף - למפעיל או לצרכן?
- האם יש ללקוח את הזכות לבקש מהמפעיל להעביר את המידע המתייחס אליו לצד שלישי, ללא כל שיפוי?

גם כאן הדין הקיים אינו נותן מענה והיה רצוי שהמחוקק יחווה דעתו בעניין.

## הגבלים עסקיים

ייתכן שייקבע שהרשת החכמה הינה "משאב חיוני" אם יקבע שאיננה ניתנת לשכפול וחיונית לשם התחרות. במקרה כזה יחויב בעל הרשת לאפשר גישה לכל המשתמשים הרלוונטיים.

דוקטרינת המשאב החיוני פותחה במשפט המשווה כדי שניתן יהיה לחייב בעל מונופולין, בנסיבות מסוימות, לאפשר שימוש בנכס או במתקן מונופולי גם לאחרים זולתו, לרבות מתחרים של בעל המונופולין וזאת על מנת לעודד את התחרות באותו ענף בו פועל המונופולין.

## הגנת הצרכן

משתמשי הרשת החכמה יהיו גם צרכני קצה, על כן ישנה תחולה גם לחוק הגנת הצרכן. חוק הגנת הצרכן כולל הסדרים ספציפיים לגבי שירותים ספציפיים וייתכן ויהיה צורך בהסדרה רגולטורית המיועדת להתמודד ישירות עם היבטים צרכניים שינבעו מפעילות הרשת החכמה.

על המחוקק להבטיח כי הצרכן:

- יקבל מראש ויבין את אפשרויות התעריפים השונים העומדות בפניו.
- יקבל מידע ברור על כל החלופות

- יוכל להבין את החשבונות בקלות

## 5 . אבני דרך ליישום רשת חכמה

רשת חכמה מהווה פרויקט תשתית בקנה מידה גדול, וככזה יש צורך לקבוע אבני דרך ברורות, הניתנות למדידה .

האתגרים הכרוכים ביישום רשת חכמה בישראל הם באופן חלקי ייחודיים לישראל , אך רובם משותפים לכל העולם. החשובים ביותר הם:

- 1 . **הסכמת הרגולטורים** – הגדרת מדיניות מוסכמת בין הרגולטורים לגבי מטרות ואמצעים . תיאום בין כל הרגולטורים הישירים של שוק החשמל הוא חובה.
- 2 . **הגדרת הגוף המיישם** – הגדרת התפקיד של חברת החשמל והמגזר הפרטי הבטחת גישה חוקית לנתוני הרשת החכמה.
- 3 . **הגדרת סדרי עדיפויות** - קביעת סדר עדיפויות במטרה לשלב האינטרסים של בעלי העניין השונים , כמו גם בהצגת תמונה ברורה של הקונפיגורציה הסופית של הרשת. רשת חכמה צריכה להיות חלק בלתי נפרד מתכנית האב הלאומית לאנרגיה
- 4 . **מדיניות ניהול נתונים** - קביעת כללים להבטחת גישה פתוחה , כמו גם שמירה על סודיות

ואבטחת מידע.

5. **מודעות של לקוחות** – יש לבצע את כל הצעדים הדרושים כדי לבנות את אמון הצרכן. במטרה להפוך את הלקוח מלהיות פסיבי לבעל תפקיד פעיל בניהול משאב זה
6. **פתרון טכני** - סנכרון ותיאום כל המרכיבים הטכניים שמותקנים.
7. **תעריף** – הגדרת מדיניות תעריפים מעודכנת וגמישה להיזונים חוזרים.

#### **המלצות נוספות :**

1. **מומחיות** - זיהוי ושיפור תחומי ההתמחות הנמצאים כיום בישראל ומינופם.
2. **מימון** - הקמת קרנות ייעודיות באמצעות תעריפי חשמל או תקציבים ממשלתיים המכוונים לכיוון תמריצים עבור יוזמות פיתוח מבטיחות בתחום כולל חממות ליזום פרויקטים חדשים וטכנולוגיות חשמל.
3. **מודלים מוכחים** - שימוש במודלים מוכחים ממדינות אחרות ביישום ניתוחי עלות תועלת, עד אשר יתבצע ניסוי רחב ומשמעותי .

#### **6. ניתוח עלות-תועלת CBA**

##### **מטרת העבודה**

מטרת עבודה זו הינה לסייע בקבלת החלטת השקעה מושכלת בדבר פריסת מערכת מונים חכמים "מועשרים" בישראל. דוח זה ממלא את מטרתו על ידי הכנת מודל עלות-תועלת אובייקטיבי מנקודת ראות של המשק הלאומי, במטרה לבחון האם קיימת הצדקה כלכלית לפריסת מונים חכמים בישראל. ניתוח עלות-תועלת, Cost Benefit Analysis נעשה תוך מתן אומדן קוהרנטי לעלויות והתועלות הניתנות לכימות בלבד.

השימוש במונח "מועשר" מצביע על תכולת המערכת הכוללת: (1) מונים חכמים, (2) מערכת תקשורת דו כיוונית בזמן אמיתי בין הצרכן והתשתיות ומרכזי הבקרה והשירות, (3) מערכות תוכנה תומכות לרבות מערכת גביה, (4) שימוש בטכנולוגיות המאפשרות משוב ("Feedback") אקטיבי מן הצרכן, (5) מבני תעריפים מתקדמים וחדשניים המאפשרים לגלם את הפוטנציאל של שינוי בדפוסי הצריכה.

כאשר אנו מתייחסים לפריסה כלל ארצית, אנו בוחנים (1) משקי הבית, (2) עסקים קטנים וחברות בינוניות (Small-Medium enterprise). אוכלוסיה זו צפויה לכלול כ – 2.54 מליון מונים בנקודת הזמן המוערכת לתחילת המודל, 1.1.2015.

##### **הנחות מאקרו ומתודולוגיה**

במסגרת עבודה זו אנו בוחנים (א) עלויות ותועלות תוספתיות (Marginal) ביחס למצב הקיים ("Business as usual") (ב) מנקודת מבט לאומית. משמעות ניתוח עלויות ותועלות תוספתיות הינה: (א) כל עלויות המצב הקיים לאורך משך החיים של המודל יופחתו מן העלויות של פריסת המונים החכמים. (ב) עלויות נמנעות יחשבו כתועלות. משמעות הניתוח מנקודת מבט לאומית הינה שאנו מחשבים את מידת ההשפעה של פריסת מונים חכמים בישראל על הרווחה הכוללת

של האוכלוסיה (כלומר, השינוי בגודל העוגה). אנו לא מתייחסים לנושאים כגון אופן חלוקת הרווח או צדק חלוקתי.

בשל מחסור במקורות מידע מישראל וכדי לבצע אומדן קרוב ככל הניתן, ביצענו בחני ביצועים ("Benchmarks") המבוססים על 20 ניתוחי עלות-תועלת ולמעלה מ-70 דוחות ומחקרים הנוגעים לפיילוטרים, בחינות טכנולוגיות ופריסת מונים חכמים באופן כללי. התבססנו על מידע ונתונים מקומיים היכן שקיימים.

### עלויות פריסת מונים חכמים "מועשרים"

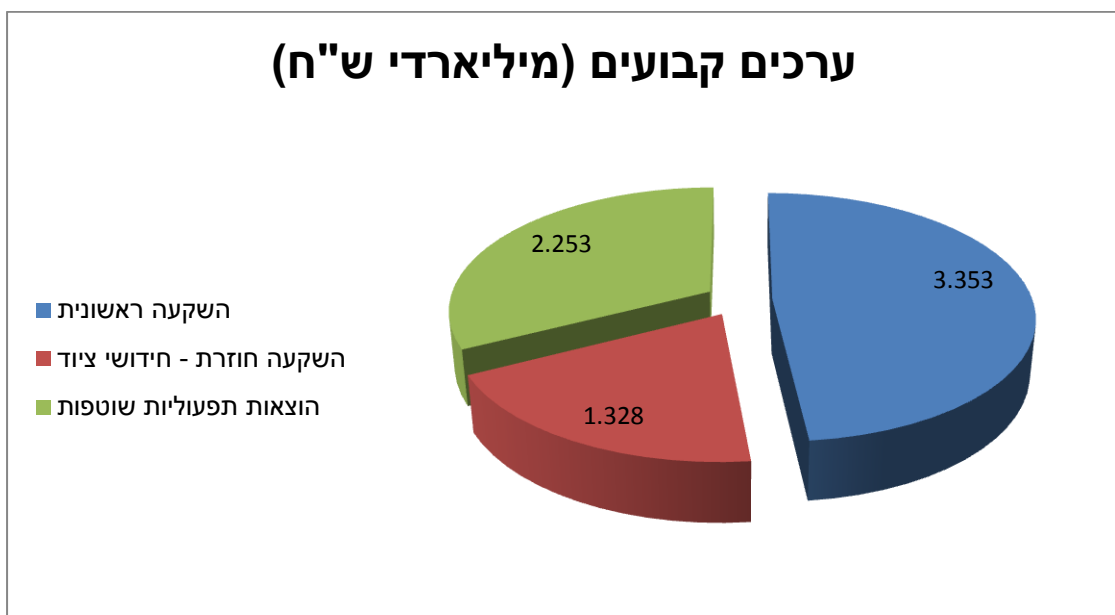
בערכים קבועים, סך העלויות של פריסת מונים חכמים מועשרים בישראל מסתכם לכדי 6.934 מיליארד ש"ח. תרשים 1 מציג את חלוקת העלויות הללו להשקעות והוצאות תפעוליות שוטפות. סך ההשקעות הנדרשות בפריסת מונים חכמים מועשרים בישראל מסתכם לכדי 4.681 מיליארד ש"ח בחלוקה ל: (א) השקעה ראשונית בסך 3.353 מיליארד ש"ח ו(ב) השקעות חוזרות בחידושי ציוד בסך 1.328 מיליארד ש"ח.

עלויות המונים החכמים ואמצעי התקשורת הן המרכיב המשמעותי ביותר בעלויות ההשקעה ונאמדות ב- 46% מסך ההשקעה.

סך הוצאות תפעוליות שוטפות של פריסת מונים חכמים מועשרים בישראל מסתכם לכדי 2.253 מיליארד ש"ח, בעוד עלויות העברת המידע הן המרכיב המשמעותי ביותר בעלויות השוטפות ונאמדות ב- 48% מסך ההוצאות.

סך ההשקעות משמעותי יותר מן ההוצאות השוטפות כיוון שבהשקעות נכללות הן ההשקעה הראשונית (3.353 מיליארד ש"ח) והן ההשקעות החוזרות בחידושי הציוד (1.328 מיליארד ש"ח).

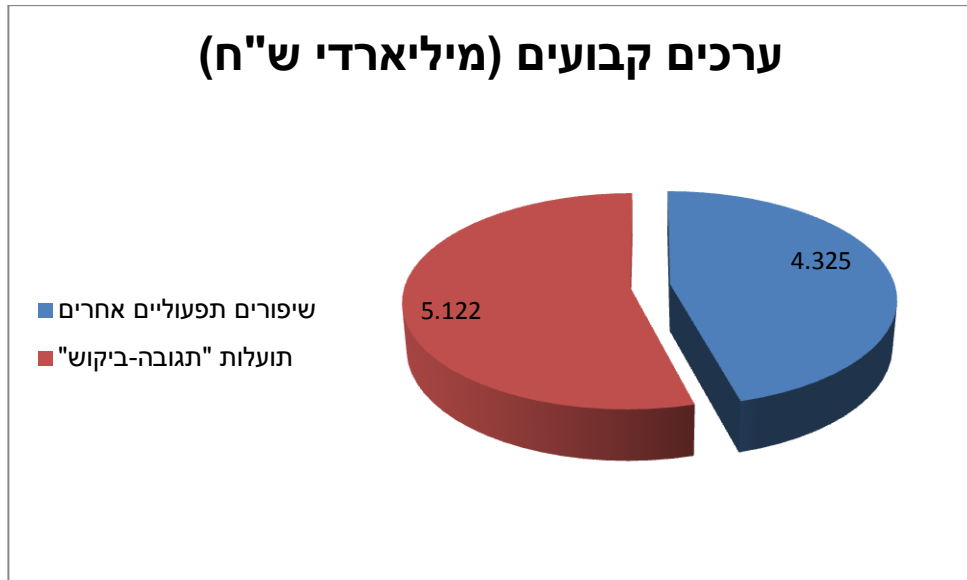
**תרשים 1:** חלוקת סך העלויות לפי השקעות, השקעות חוזרות והוצאות תפעוליות שוטפות



## תועלות הנובעות מפריסת מונים חכמים "מועשרים"

סך התועלות הנובעות מפריסת מונים חכמים מועשרים בישראל מסתכם לכדי 9.447 מיליארד ש"ח. תרשים 2 מציג חלוקה לתועלות תפעוליות ותועלות הנובעות מ"תגובה-ביקוש" ("Demand-Response Benefits"). סך תועלות תפעוליות מסתכם לכדי 4.325 מיליארד ש"ח כאשר תועלות מאופטימיזצית רשת הן המרכיב המשמעותי ביותר (47%). סך תועלות "תגובה-ביקוש" מסתכם לכדי 5.122 מיליארד ש"ח כאשר התועלות מקיטון בצריכה הן המרכיב המשמעותי ביותר (51%)

תרשים 2: חלוקת סך התועלות

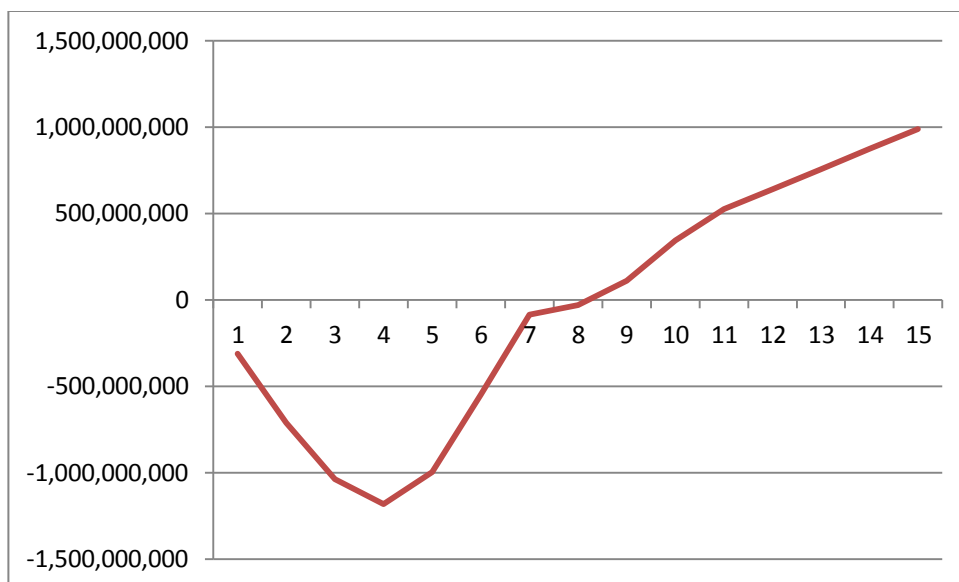


## תוצאות עיקריות

לאורך 15 שנות המודל, לפריסת מונים חכמים מועשרים בישראל יש ערך נוכחי נקי של 986.73 מיליון ש"ח. תרשים 3 מציג את התפתחות ה-NPV (ערך נוכחי נקי) לאורך תקופת המודל (בסופה של כל שנה קלנדרית) בהינתן שיעור היוון של 7%. ביצוע ההשקעות הראשוניות במערכות המידע (IT) בסך 407 מיליון ש"ח נפרס על פני 3.5 שנים ולאחריו, ה-NPV עולה בקצב חיובי מתון. בשנה החמישית יש עיקול חד של הגרף אשר נובע מהשקעה נדחית בתחנת כוח חדשה (התועלת נפרסת על פני שלוש שנים ביחס של 40%-40%-20%). בשנה התשיעית אנו מקבלים לראשונה ערך נוכחי נקי חיובי.

תרשים 3: ערך נוכחי נקי בשנים 2015-2030 בהינתן שיעור היוון 7%

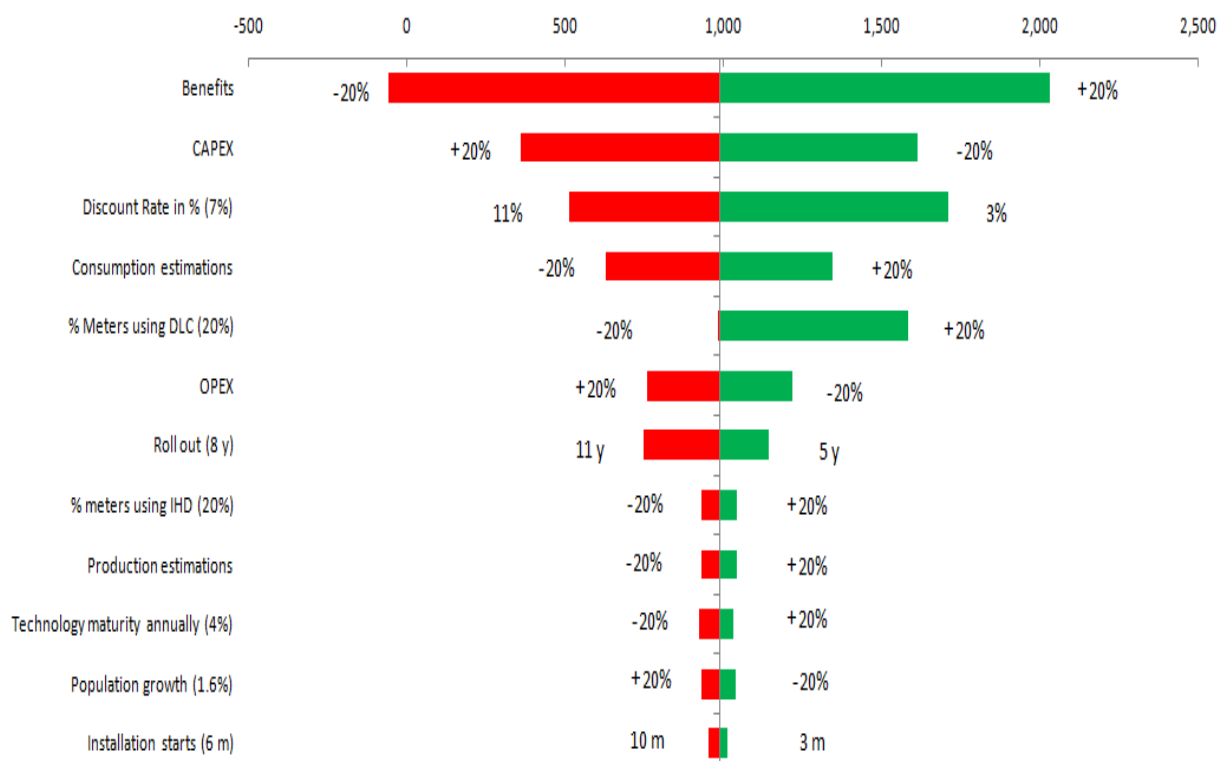




### ניתוח רגישות

בתרשים 4 ניתן לראות את רגישות הערך הנוכחי הנקי למשתנים השונים. המשתנים בעלי ההשפעה הגבוהה ביותר על ה-NPV הם: (1) תועלות, (2) השקעות, (3) שיעור ההיוון ו (4) הערכות צריכת החשמל. ניתן לראות שאנו שומרים על ערך נוכחי נקי חיובי לאורך טווח רחב של מבחני רגישות המבוצעים מול משתנים שונים. קיטון בתועלות בגובה 20% הוא המשתנה היחיד אשר לו הפוטנציאל להפוך את ה-NPV לשלילי. ראוי גם לציין שה-NPV עדיין ימצא בטווח החיובי היה וההשקעות בפריסת המונים יהיו גבוהות ב-20% מן הערכות שלנו.

**תרשים 4:** ניתוח רגישות, שינויים בערך נוכחי נקי (NPV)



## 7. שילוב התעשייה הישראלית

המיקוד העולמי על אנרגיה נקיה וחיסכון באנרגיה הפך לגורם מפתח לקידום רשת חכמה, אשר משלבת את מערכות האנרגיה והתקשורת. התפתחות זאת הופכת הרשת החכמה לפתרון מושלם לאבולוציה של תעשיית ההיי טק.

**בתעשיית ההיי טק והאלקטרוניקה הישראלית יש יותר מ 2000 חברות אשר יכולות לספק שירותים ומוצרים לפרויקט הרשת החכמה.** הרשת יכולה להוות מנוע צמיחה לחברות אלו ע"י כניסה לתחום עיסוק חדש.

על התעשייה לנקוט בפעולה וללמוד את:

- הדרישות הספציפיות של מערכות האנרגיה.
- התקנים הבינלאומיים,
- המוצרים הזמינים הנוכחיים,
- הפרופילים של לקוחות בשוק האנרגיה והצרכים שלהם.
- היתרון העסקי בשילוב עם ניתוח סיכונים.

בהתבסס על התוצאות כל חברה יכולה:

- להעריך את הרווחיות של התאמת קו המוצרים שלה למגזר האנרגיה.

- להעריך את הרווחיות של הקמת פעילות מקומית.
- לגייס את המימון על ידי קרנות הון סיכון או אחרים.
- לתכנן חדירה לשוק הבינלאומי