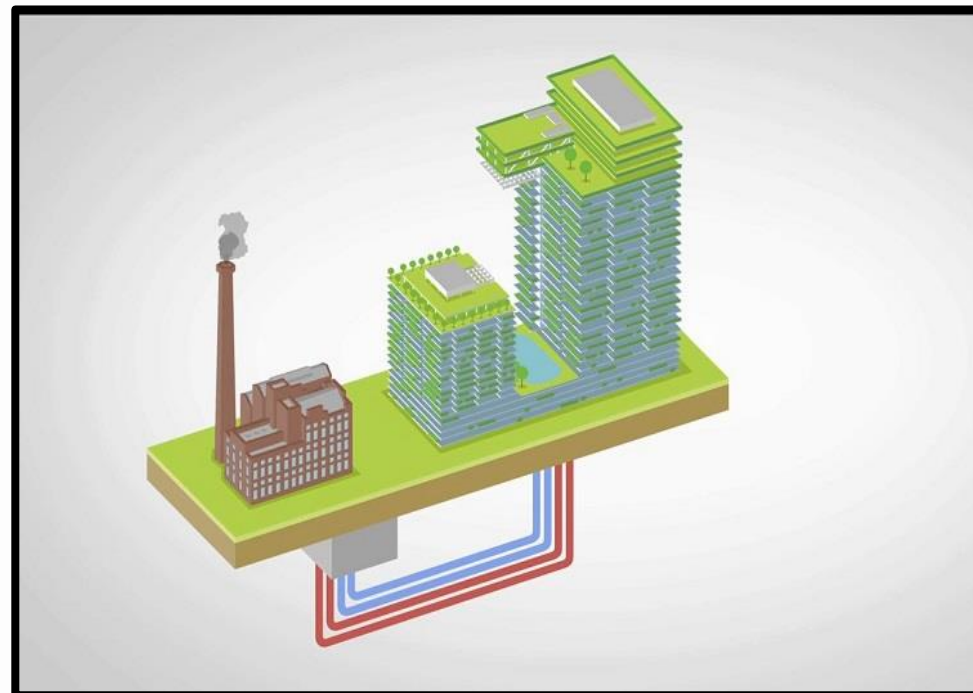
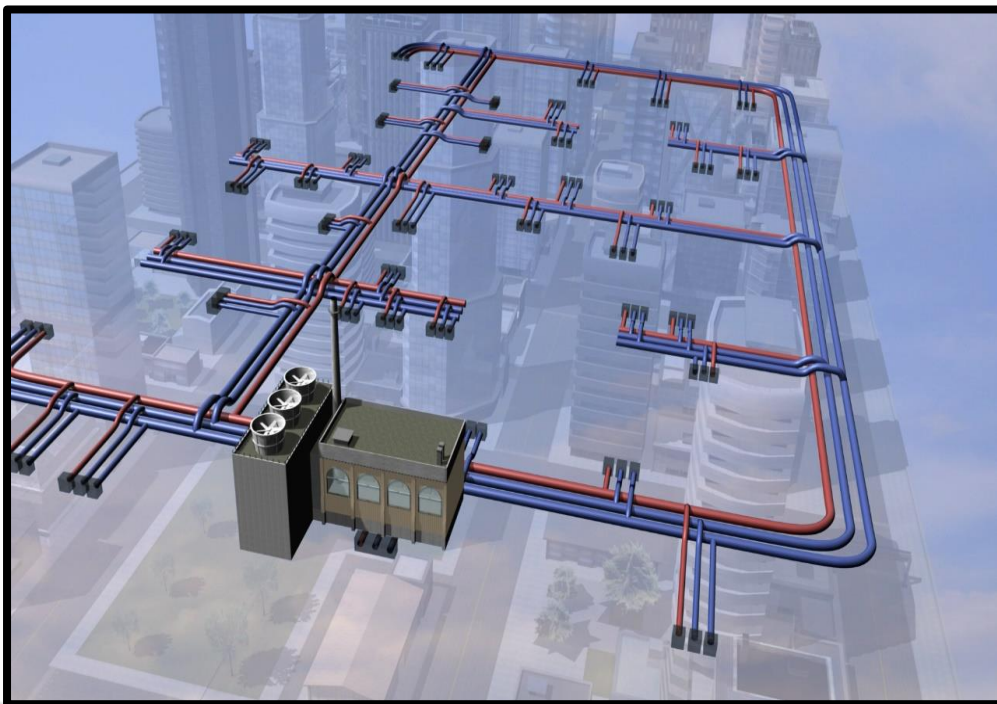
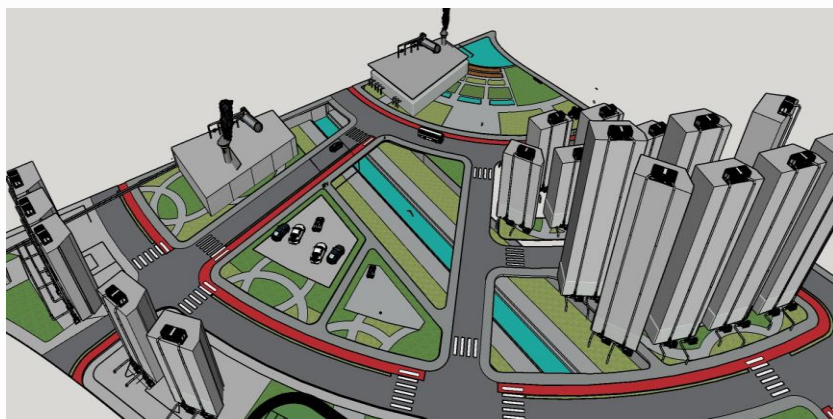


בחינת כלכליות חיבור מערכות גז טבעי למגדלי מגורים



תוכן עניינים



מס'	שם הפרק
1	סכום מנהלים
2	כללי
3	הנחות
4	סקירה בינלאומית
5	בדיקת השפעות פליטות גזים
6	הצגת החלופות
7	שיטות הבדיקה (בנין בודד, שכונה)
8	תוצאות הרצת מודל סביבתי והתכנות סביבתית
9	תוצאות הרצת מודל טכנו-כלכלי, ניתוח רגישות
10	מסקנות והמלצות

כללי

התפתחות משק הגז הטבעי ורשתות החלוקה בישראל ביחד עם מדיניות המשרד לביזור מקורות האנרגיה האיצה תכנון והקמה של פרויקטים רבים ברחבי הארץ לייצור חשמל, חום וקור ע"י מתקנים העושים שימוש בגז טבעי. הגז הטבעי הופך למקור אנרגיה אשר תופס מקום מרכזי במשק הישראלי ועולות שאלות רבות על חלופות של המשך ניצולו לטובת הציבור הישראלי, כולל חלופה של אספקת שירותי אנרגיה בשכונות מגורים.

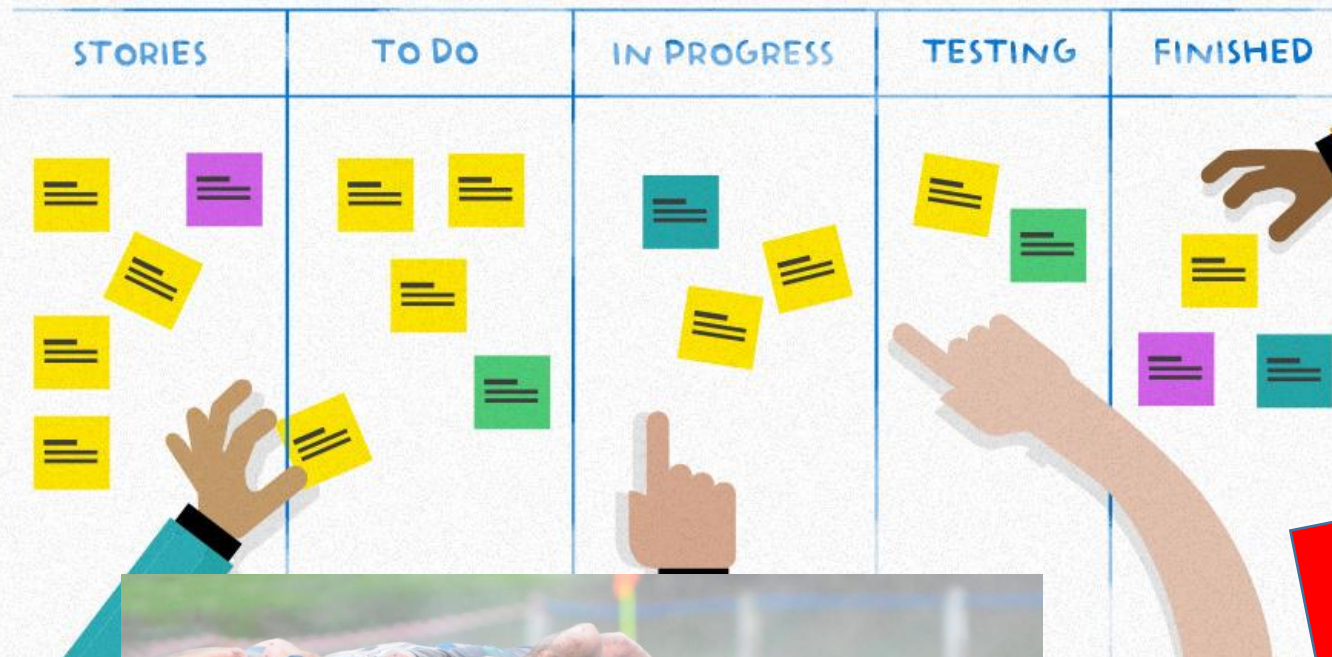
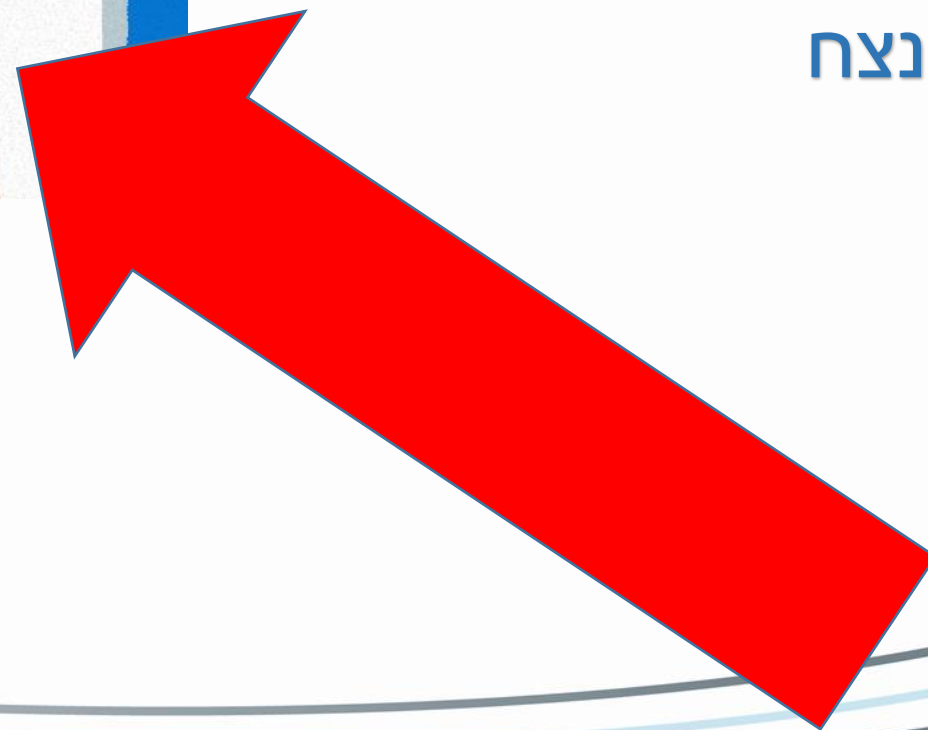
בעולם, כמו בישראל, מרבית הפרויקטים המקודמים מיועדים לשימוש התעשייה, בתי החולים וכדומה (היות ופרופיל צריכתם תואם את מאפייני המתקנים), ומקצתם תוכננו גם בשכונות מגורים.

בכל הקשור לעבודה שלפנינו כלל הצוות את השותפים הבאים: חיים מלמד (ראש הצוות, רשות הגז הטבעי), חגית בן-חמו (תכנון וכלכלה), עמי פינשטיין (רשות הגז הטבעי), רפאת דיבסי (אגף מדניות), אריאל פרינץ (תכנון פיזי), דוד בדל (אגף כלכלה), איציק ינוסי (התייעלות באנרגיה) ויוסי סוקולר (רשות החשמל). הצוות קיבל תמיכה מקצועית מיועצים רלבנטיים לתחום הבדיקה: מודל טכנו-כלכלי – מר אברהם זבדי, מודל סביבתי – מר יוגב ברק.

שיטת העבודה

להינות מהתהליך
להיות ממוקדים למטרה
לבחון ולהבין
שלבים ברורים ומהירים
לנצח

-
-
-
-
-



סכום מנהלים

מטרת העבודה : לבצע בדיקה טכנו כלכלית השוואתית וסביבתית של מרכזי אנרגיה בקוגנרציה / טריגנרציה וניתוח של תוצריהם .
מודל שיאפשר ניתוח בהנחות שונות, לרבות עלות תכנון, התקנה ותחזוקה, נתונים אקלימיים, עלויות חשמל, עלויות גז טבעי, גיבויים ועוד.

הבדיקות שבוצעו לחלופות קוגנרציה בשכונות

- ✓ מדיניות במדינות העולם – **בסה"כ שלילי**
- ✓ מודל טכנו-כלכלי של מתקן במגדל בודד – **שלילי**
- ✓ מודל טכנו-כלכלי של במרכז אנרגיה שכונתי – **שלילי**
- ✓ מודל טכנו-כלכלי של בית חולים, תעשייה, כולל שילוב עם מגורים – **חיובי**
- ✓ מודל סביבתי במגדל בודד – **למעשה שלילי**
- ✓ מודל סביבתי של התקנה בבית חולים – **מוגבל, אך אפשרי**



סכום מנהלים - המשך

מסקנות עיקריות של מודל טכנו-כלכלי

- א. כל החלופות בהתייחס לצרכיה של שכונת מגורים בלבד בישראל אינן כלכליות. הסיבות העיקריות:
1. ההשקעות והוצאות תפעול גבוהות
 2. עמידה בדרישות וסטנדרטים של הרגולציה של חשמל ואיכות הסביבה
 3. ייצור אנרגיה מופעל מספר שעות במשך השנה.
- ב. רק קוגנרציה לצרכני אנרגיה בבי"ח, אזורי מסחר גדולים, שצורכים אנרגיה חשמלית ותרמית במשך כ- 4,000 שעות ויותר, הינה כלכלית בחלופות של קו/טרי גנרציה.
- ג. במידה וקיימים בסמוך לאזור מגורים צרכנים אלו, ניתן לבחון אספקת עודפי אנרגיה לשכונת מגורים.

המלצות

- מאחר וצריכת אנרגיה של בניני מגורים, במיוחד חדשים, נמוכה, אין המלצה על הקמת מערכת קוגנרציה שמתבססת כלכלית על צריכת אנרגיה ביתית.
- קיימת המלצה לנסות למקם את מרכז האנרגיה מחוץ לשכונה או על גבולה, בתנאי שיצטרפו צרכנים נוספים: מסחרי, תעשייתי, מוסדי.



הנחות לביצוע הסקר

הנחות לביצוע הסקר

להלן רשימת הנחות עיקריות שנלקחו תוך ביצוע הסקר:
רשימה מלאה מוצגת בנספח 1 – ראה מצגת נספחים.

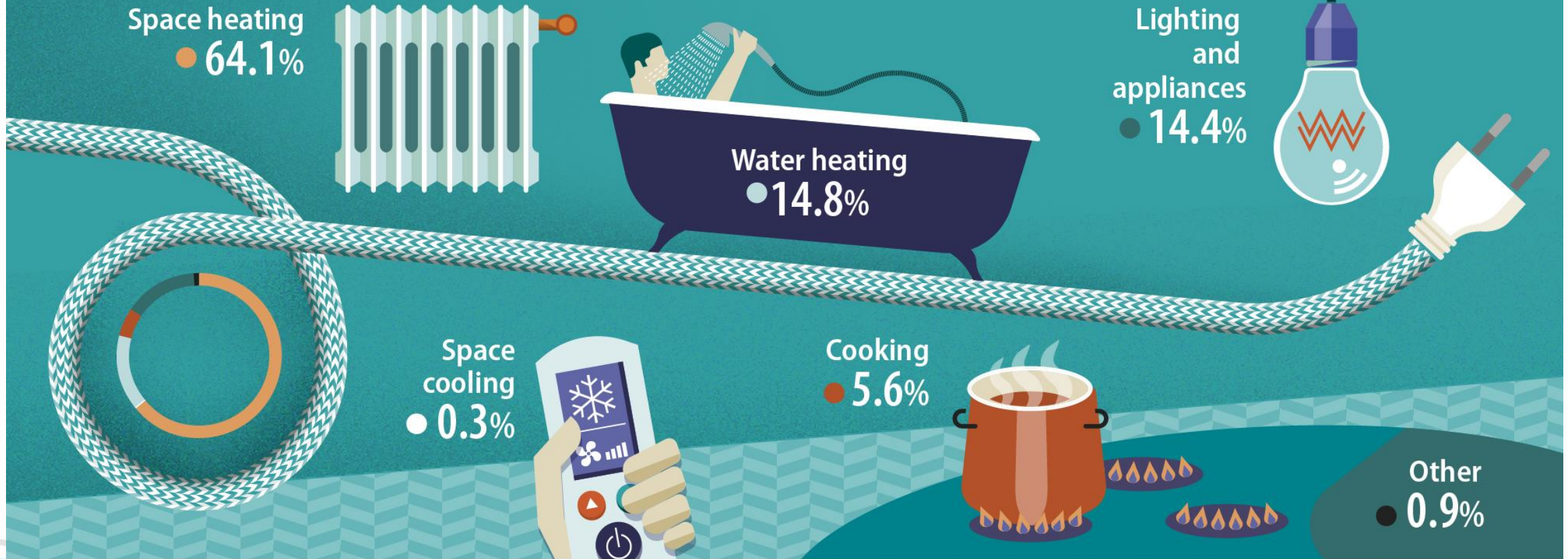
1	הבדיקה תתבצע על מגדל בודד ושכונה המורכבת מ- 10 מגדלים
2	מגדל בודד יהיה עם 30 קומות, סה"כ 120 יח' דיור
3	שכונה תהיה מורכבת מ- 10 מגדלים, סה"כ 1,200 יח' דיור
4	בסיס החישוב של תעו"ז – ע"פ תעו"ז קובע מ- 01.01.2019
5	עלות חשמל אחיד לצרכני קצה – 47.2 אג"/קווט"ש (ללא מע"מ)
6	עלות הוצאות מערכתיות תוך ייצור לצרכני קצה – 5.4 אג"/קווט"ש (ללא מע"מ)
7	בסיס חישוב עלות חלוקת גז – ע"פ פרסומי רשות 01.05.2019
8	מספר שעות עבודה של מערכות חימום וקירור התבססו על הערכות משרד האנרגיה וחלוקה לאזורי האקלים לפי תקן ישראלי ת"י 1045 חלק 10: סיווג ישובים לפי אזורי אקלים
9	הנחות לצרכני קצה – 10% על צריכה כוללת של אנרגיה (חשמל, חימום, קירור)



In 2017, households, or the residential sector, represented 27.2 % of final energy consumption or 17.2 % of gross inland energy consumption in the EU.

בישראל יש צורך בסקרי צריכה, כולל יעוד ופרופיל

Energy consumption in EU households



ec.europa.eu/eurostat

ת"י 1045 חלק 10: סיווג יישובים לפי אזורי אקלים

מגורים: שעות חימום/קירור*

• **אזור א':** אזור רצועת החוף ברוחב של כק"מ המושפעת מהקרבה הישירה לים. הבדלי הטמפרטורה בין יום ללילה מתונים, הלחות גבוהה, ועומס החום בקיץ גבוה בשל הלחות. **440 שעות חימום ו-800 שעות קירור לשנה.**

• **אזור ב':** אזור מישור החוף והשפלה, הנגב למעט הר הנגב, עמקי הצפון ומקומות נוספים. אזור זה כולל את כל חלקי הארץ אשר גובהם מתחת ל-430 מטר לא כולל רצועת החוף הצרה ואזורי הבקעה והערבה. התנאים השוררים בו אינם אחידים (למשל בין הגליל התחתון. **600 שעות חימום ו-650 שעות קירור לשנה.**

• **אזור ג':** אזור ההר, מאופיין בתנאים נוחים יחסית בקיץ ובדרישה משמעותית לאקלום בחורף. בשל הריחוק מהים והגובה הטופוגרפי, טמפרטורת האוויר ומידת לרוב נמוכות יותר מבאזורים א' וב' כך שעומס החום בקיץ אינו גבוה. **900 שעות חימום ו-350 שעות קירור לשנה.**

• **אזור ד':** אזור בקעת הירדן והערבה. החלק הדרומי של אזור זה, בין ים המלח לאילת, מאופיין באקלים מדברי חם ויבש, שמיים בהירים כמעט כל השנה וכמות משקעים נמוכה. בקיץ שורר עומס חום גבוה ובחורף הטמפרטורות נוחות. בחלק הצפוני של אזור זה, כמות המשקעים עולה בהדרגה מים המלח עד הכינרת. הטמפרטורות בקיץ גבוהות כמעט כמו בחלק הדרומי ובחורף מעט נמוכות ממנו. הלחות גבוהה מעט יותר. **240 שעות חימום ו-1,000 שעות קירור לשנה.**

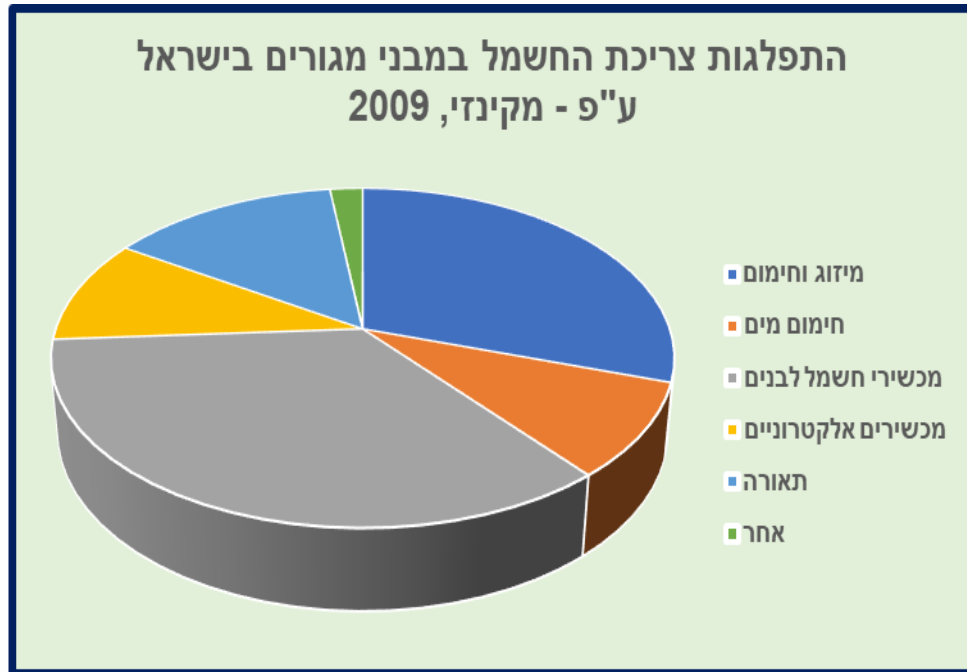
* שעות חימום – על בסיס נתוני משרד האנרגיה, שעות קירור – הנחה



הנחות לביצוע הסקר – (המשך)

שעות השימוש לשנה - על פי משרד האנרגיה והנחות

אזור א	אזור ב	אזור ג	אזור ד	
800	650	350	1000	קירור
440	600	900	240	הסקה
1095	1095	1095	1095	חימום מים סניטריים
287	287	287	287	בישול
5840	5840	5840	5840	מוצרי צריכה (כ-1 קו"ש)



הערה: לא נמצאו נתוני עדכניים מעבר למצוין מעלה

הנחות לביצוע הסקר – (המשך)

סיכום צריכות (קירור, חימום, חשמל) למגדל בודד		
קירור		
מקסימום	מגדל 1	יחידת דיור 1
טון קירור	טון קירור	טון קירור
600	600	5.0
חימום		
קק"ש	קק"ש	קק"ש
2,500,000	2,041,440	17,012.0
חשמל		
קווט"ש	קווט"ש	קווט"ש
150.0	133.0	1.1

דרישות אנרגיה לדירה					
	אזור ד	אזור ג	אזור ב	אזור א	
צריכת אנרגית קור למיזוג לשנה	17,581.4	6,153.5	11,427.9	14,065.1	קווט"ש/שנה
צריכת אנרגית קור למיזוג לשעה	17.6	17.6	17.6	17.6	קווט"ש/שעה
צריכת אנרגית חום למיזוג לשנה	4,219.5	15,823.3	10,548.8	7,735.8	קווט"ש/שנה
צריכת אנרגית חום למיזוג לשעה	17.6	17.6	17.6	17.6	קווט"ש/שעה
צריכת אנרגית לחימום סניטרי לשנה	2,409.0	2,409.0	2,409.0	2,409.0	קווט"ש/שנה
צריכת אנרגית לחימום סניטרי לשעה	2.2	2.2	2.2	2.2	קווט"ש/שעה
צריכת אנרגית לבישול לשנה	631.4	631.4	631.4	631.4	קווט"ש/שנה
צריכת אנרגית לבישול לשעה	2.2	2.2	2.2	2.2	קווט"ש/שעה
צריכת אנרגיה חשמלית לשנה שלא כולל מיזוג, חימום מים ובישול.	5,840.0	5,840.0	5,840.0	5,840.0	קווט"ש/שנה
צריכת אנרגיה חשמלית לשעה שלא כולל מיזוג, חימום מים ובישול.	1.0	1.0	1.0	1.0	קווט"ש/שעה
כולל	30,681.3	30,857.1	30,857.1	30,681.3	קווט"ש/שנה
כולל	10.4	10.4	10.4	10.4	קווט"ש/שעה

סקירה בינלאומית

אנרגיה בסקטור מגורים: החלטות אירופאיות ובינלאומיות

The 2015 Paris Agreement

target of completely decarbonizing Europe by 2050.

combination of new buildings built to zero-energy standards and high levels of renovation (3–5% per year)

Energy performance of buildings directive

The Energy performance of buildings directive (EPBD revised 2018/844/EU) is, together with the Energy efficiency directive, the main legislative instruments to promote the energy performance of buildings and to boost renovation within the EU. all new buildings must be [nearly zero-energy buildings](#) (NZEB) from 31 December 2020. (Since 31 December 2018, all new public buildings already need to be NZEB);

The Energy Efficiency Directive

2018 the European Parliament and the Council agreed on an ambitious new Renewable Energy Directive. The new directive sets a target of 32% renewables' share in the EU final energy consumption by 2030 and an indicative sub-target for the heating and cooling sector requiring an average 1.3 percentage point annual increase in renewables in the period of 2021-2030.

States and Cities Tackle Building Decarbonization

Washington State recently enacted [HB 1257](#), which requires the Department of Commerce to establish efficiency standards for buildings over 50,000 square feet. While these make up a small percentage of buildings in the state, they [account for an overwhelming](#) amount of overall building emissions.

At the local level, both New York City and Washington, D.C. have passed laws aimed at reducing building emissions.

[New York City's law](#) is the first of any city to set specific emission limits on large buildings. The law • targets buildings over 25,000 square feet and imposes limits to reduce building emissions 80% by 2050.

[Washington, D.C.'s law](#) groups buildings by size and sets minimum energy efficiency standards for • each building type. This will initially start with buildings over 50,000 square feet and will expand to smaller buildings over time.

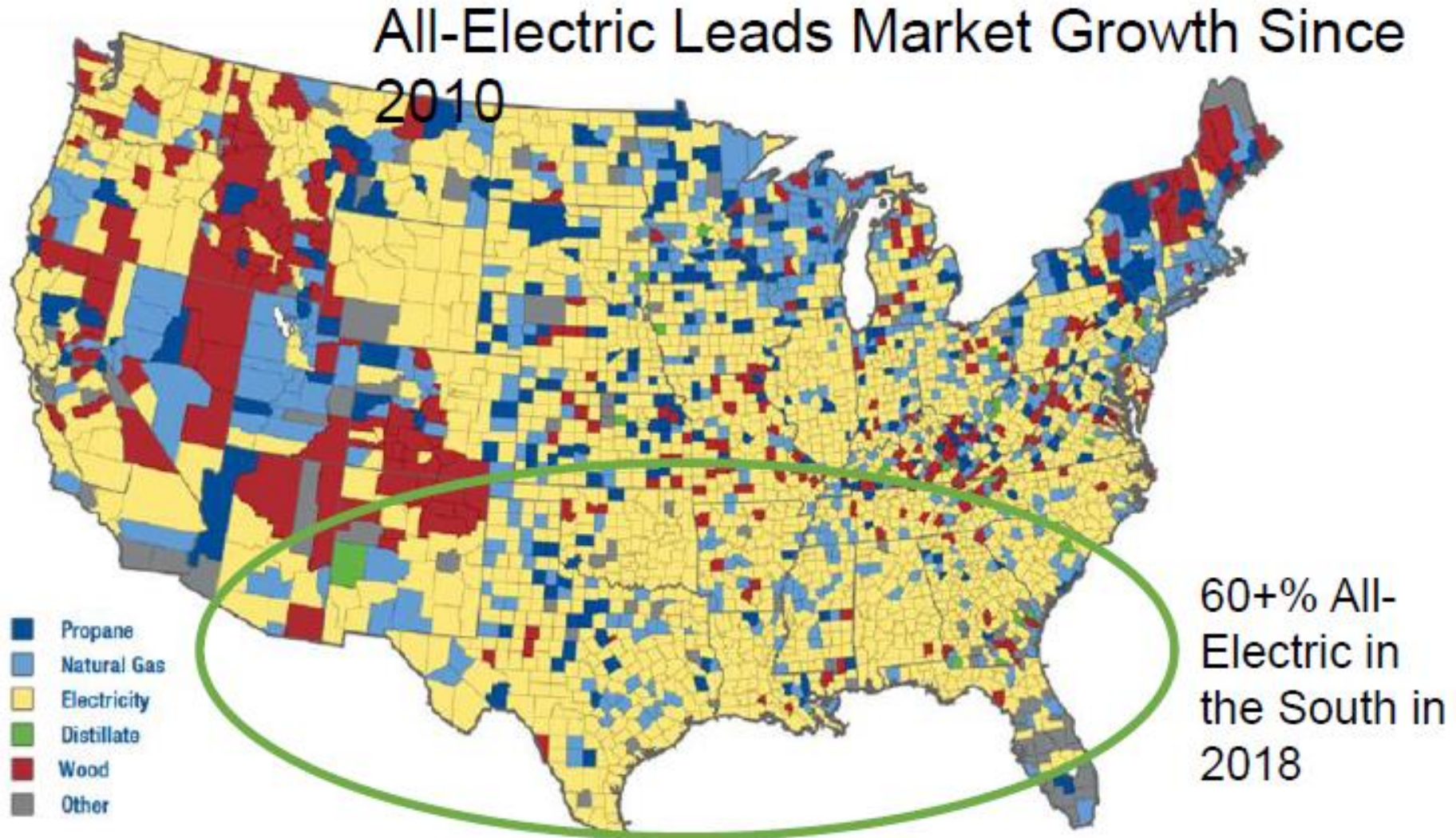
The latest [U.S. Energy Department](#) survey shows. As of 2015, 25% of U.S. homes were all-electric, up from • about 19% in 1993. They made up more than 40% of homes in the South, the latest survey showed.

USA: Say goodbye to gas-powered appliances?...Live Better Electrically

California leaders adopted legislation and [new building standards](#) last year to expand the use of solar, battery storage and electric heat pumps — which reportedly are three to five times more efficient than gas appliances. And more than 40 California cities are considering municipal codes requiring new buildings to include low-emission appliances.

<https://www.ocregister.com/2019/04/19/say-goodbye-to-gas-powered-appliances-homebuilders-jump-on-the-all-electric-bandwagon/>





סקירה בינלאומית - מגמות טכנולוגיות

- סטנדרטים חדשים למבנים, לרבות שיפור הבידוד הטרמי, מערכות בקרת אנרגיה, דרישות לציד
- ניצול אנרגית השמש ומקורות מתחדשים אחרים כולל ייצור וניצול ביוגז
- מגמה אירופאית/קליפורנית של ירידה בשימוש בגז טבעי ביתי
- משאבות חום
- מתקני אגירת אנרגיה
- התייעלות באנרגיה במוצרי צריכה
- רשת חשמל משודרגת ותומכת טעינת רכבים



מסקנה

מדינות רבות לא תמכו או עצרו תמיכתן ב-CHP בשכונות ועברו למדיניות תמיכה באנרגית הרוח, שמש, ביוגז לייצור חשמל, משאבות חום לחימום ולקירור, התייעלות באנרגיה בבניינים חדשים ומוצרי צריכה

הנספחים כוללים מידע עדכני רב לגבי מדינות אלו

✓ דנמרק

✓ גרמניה

✓ קפריסין

✓ הולנד

✓ איטליה

✓ ספרד

✓ פורטוגל

✓ אנגליה

✓ ארה"ב



בדיקת השפעת פליטות

פליטות זיהום אוויר

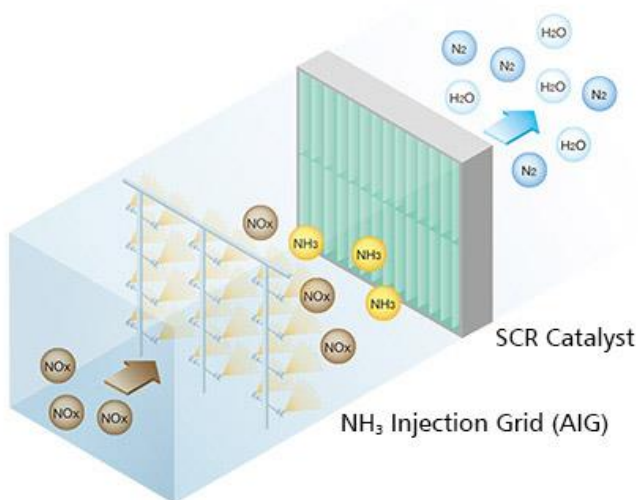
- מזהם עיקרי NO_2 , צמצום פליטות ע"י מערכת SCR (Selective Catalytic Reduction)
- פיזור בסביבה מושפע מגובה הארובה, טמפ' גזי הפליטה, אופי הבינוי בסביבה
- מודל AERMOD: חישוב ריכוזי הזיהום ברחבי שכונות המגורים ובגבהים שונים בבניין, כתוצאה מפליטות טורבינות הגז בנוסף על פליטות הרקע (תחבורה, תעשייה, תחנות כוח)
- נדרשת עמידה בתקנות אוויר נקי (ריכוז שעותי ושנתי מרביים בקולטנים רגישים)
- יש לוודא כי תרומת מתקני הקוגנרציה אינה משמעותית ביחס לערכי הרקע



Selective Catalytic Reduction (SCR) System

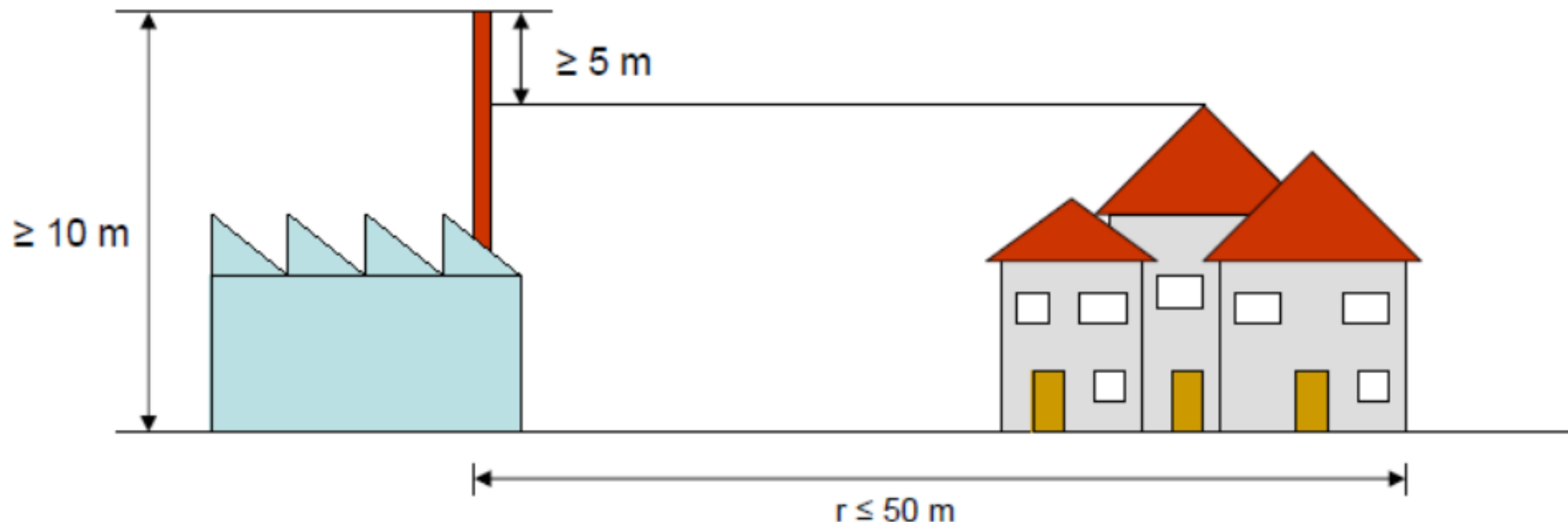
גזי פליטה לפני הארובה מגיעים לקופסת המתקן בו נמצא חומר קטליטי (חומרים שונים, אך ברוב ניקל) לזירוז הניקוי שגם מאפשר לקיים את התהליך בטמפרטורה נמוכה יחסית – מעל 300 מ"צ (ללא חומר זה נדרשת טמפרטורה מעל 750 מ"צ). בטמפרטורות נמוכות מ-300 מ"צ SCR לא עובד (בדקות של התנעה וכיבוי).

NOx הנמצא בפליטות כתוצאה של שריפת הדלק (חום) פוגש מולקולות של אמוניה (יש כמה סוגים) אותה משפריצים בתוך המתקן (צהוב) ולאחר הפגישה יוצאים עדי מים (כחול בהיר) וחנקן כפי שהוא היה באוויר לפני השריפה (כחול כהה). חשוב מאוד לשמור על יחס נכון בין גזי פליטה ואמוניה, אחרת מולקולות אמוניה יכולים לצאת החוצה (יש כמה טכניקות למנוע את זה). יעילות הניקוי – עד 95%.



הנחיות לקביעת גובה ארובה

במרחק הקטן מ-50 מטר נמצאים בתי מגורים :



מתקני קוגנרציה לבנייני מגורים

- לא ניתן לקדם ללא מערכת SCR
- עם מערכת SCR קיימת היתכנות סביבתית, אך יש אתגרים בהתקנתה במבני מגורים:
- אחסון אוראה (חומ"ס) בבניין
- הקפדה על תפעול תקין למניעת פליטות אמוניה
- בכל מקרה נדרש מרחק מינימלי של 50 מטר בין הארובות לבין בניינים גבוהים

מתקני קוגנרציה לבתי חולים ומבנים מסחריים

- לא ניתן לקדם ללא מערכת SCR

- עם מערכת SCR יש היתכנות סביבתית

- במרכזי אנרגיה יכולת בקרה והקפדה על ביצועים סביבתיים טובה יותר מאשר בבנייני מגורים

- נדרש מרחק מינימלי של 150 מטר בין מרכז האנרגיה לבין בניינים גבוהים, כפוף לבדיקה

ספציפית למתקן על פי תכנית הבינוי, הציוד הנבחר וכו'

ת"א 3700: מרכזי אנרגיה בשולי השכונה או מחוץ לשכונה

- לא קיימת היתכנות סביבתית לתרחישים ללא SCR (גם במרחק עד למבנה הגדול מ-

150 מטר)

- קיימת היתכנות סביבתית למתקני קוגנרציה (שני מרכזים MW 5 כל אחד) בכפוף

לשימוש ב- SCR והקפדה על שמירת המרחק המתאים בין הבניינים הגבוהים

לארובות. מרחק של 150 מטר יאפשר עמידה בערכי איכות האוויר, ואילו בניה

במרחק קטן יותר תדרוש הגבהה נוספת של הארובות.



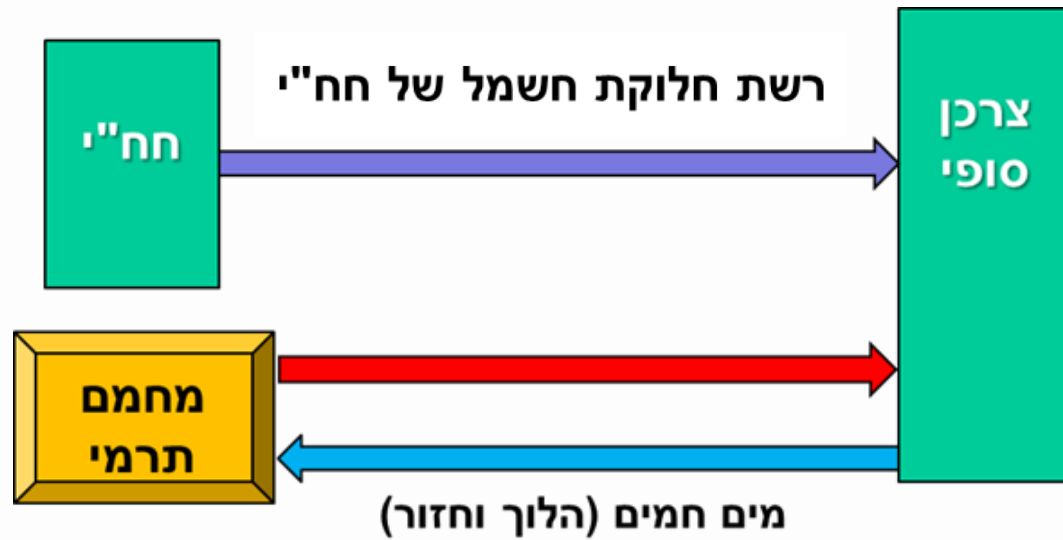
הצגת החלופות שנבחנו

החלופות

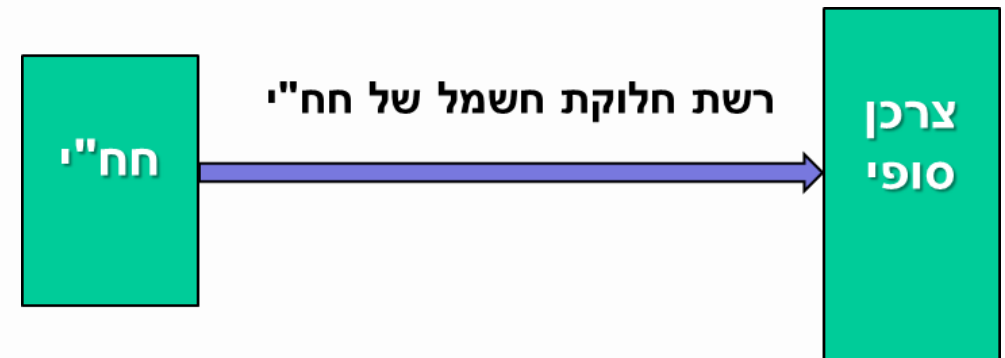
מס'	תיאור החלופה	מגדל בודד (*)	שכונה (10 מגדלים) (*)
1	צריכת אנרגיה חשמלית בלבד (All Electric) לדירה ולמגדל – מרשת חח"י – (קווט"ש)	כ- 1.7 מיליון	כ- 18.5 מיליון
2	צריכת אנרגיה חשמלית – מרשת חח"י – (קווט"ש) החימום ע"י דוד מים חמים מרכזי לכל מגדל מופעלת בגז טבעי בסיס למגדל (2,500,000 קק"ש) – (קק"ש)	כ- 1.2 מיליון	כ- 10.0 – 14.4 מיליון
3	צריכת אנרגיה חשמלית – ממנוע גז לכל מגדל, ללא שימוש באנרגיה תרמית (200 קווט"ט) – קווט"ש	כ- 1.7 מיליון כ- 0	כ- 18.5 מיליון כ- 0
4	צריכת אנרגיה חשמלית – מטורבינת גז לכל מגדל, ללא שימוש באנרגיה תרמית (200 קווט"ט) – קווט"ש	כ- 1.7 מיליון כ- 0	כ- 18.5 מיליון כ- 0
5	מרכז אנרגיה: כ (200 קווט"ט) למגדל בודד ו- (2,200 קווט"ט) לשכונה: גנרטור גז + צילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי לחום) + צילר חשמלי (גבוי לקרור) – טרי גנרציה		כ- 8.5 מיליון כ- 28.5 מיליון
6	מרכז אנרגיה: כ (200 קווט"ט) למגדל בודד ו- מרכז אנרגיה: (1,000 קווט"ט) לשכונה: טורבינת גז + צילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי לחום) + צילר חשמלי (גבוי לקור) – טרי גנרציה		כ- 8.5 מיליון כ- 28.5 מיליון

(*) – הנתונים משתנים בהתאם לאזורי אקלים שונים

הצגה סכמתית של החלופות



חלופה מס' 2



חלופה מס' 1

הצגה סכמתית של החלופות



רשת חלוקת חשמל מטורבינת גז



צרכן
סופי

חלופה 4



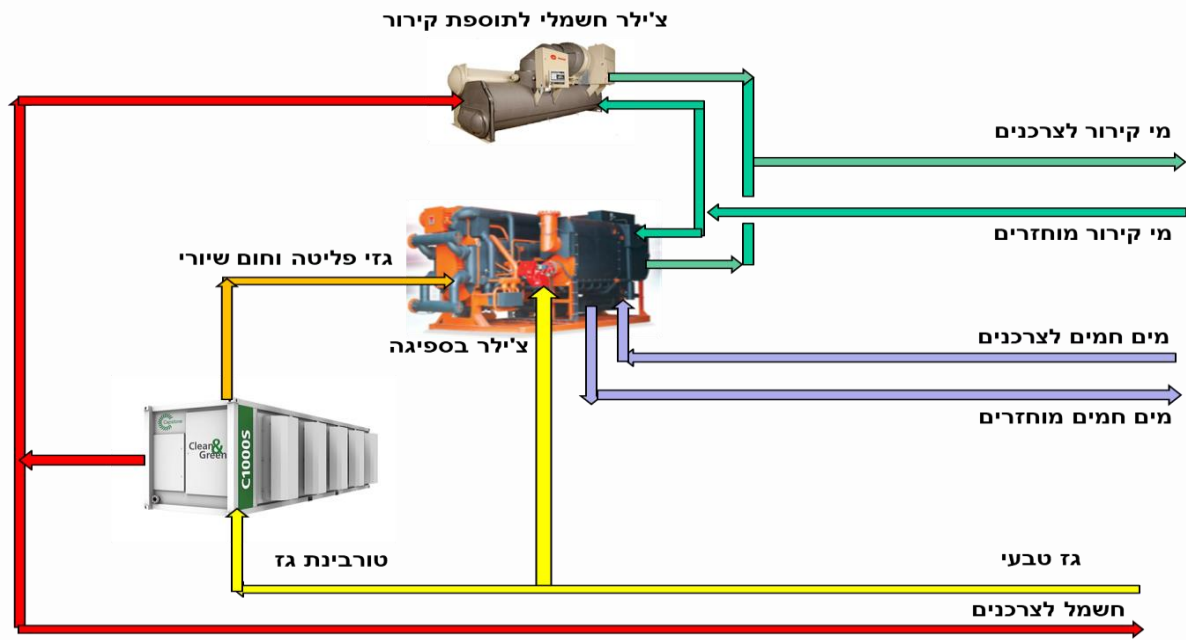
רשת חלוקת חשמל ממנוע גז



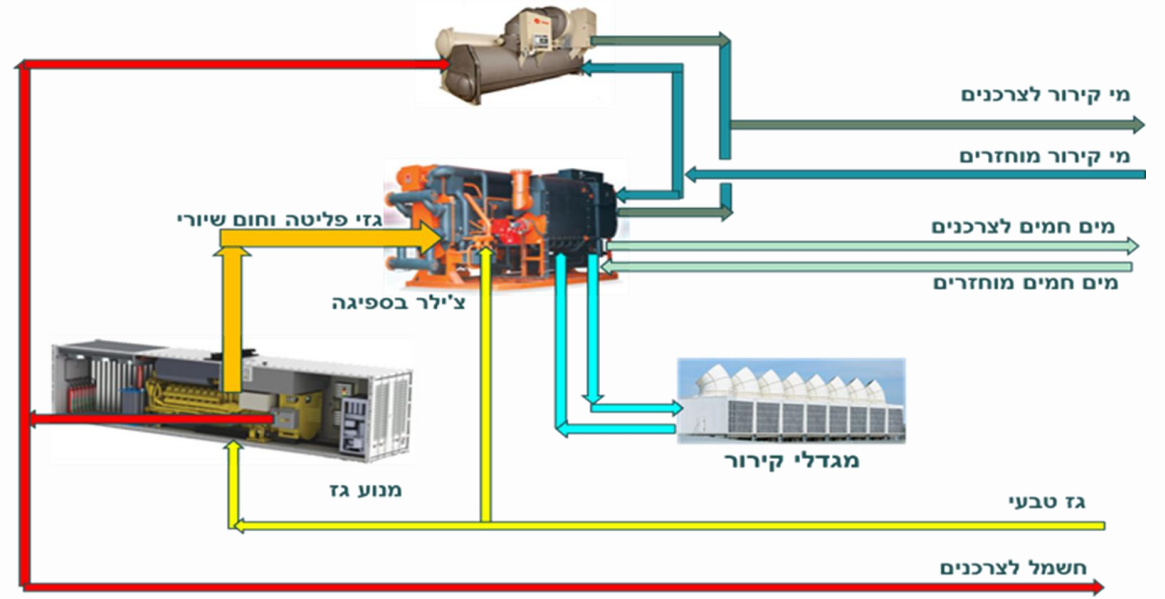
צרכן
סופי

חלופה מס' 3

הצגה סכמתית של החלופות



חלופה מס' 6



חלופה מס' 5



שיטות הבדיקה (שכונה, בניין בודד)

מתודולוגיה של איבוד הנתונים

איסוף נתונים
הגדרת צריכת של דייר בודד
הגדרת צריכות של מגדל בודד
הגדרה של שכונה – 10 מגדלים
הכנת מאזני אנרגיה של מגדל בודד ע"פ צריכות: חשמל, קירור, חימום, סניטרי אנרגיה לבישול
הכנת מאזני אנרגיה של שכונה (10 מגדלים) ע"פ צריכות: חשמל, קירור, חימום, סניטרי אנרגיה לבישול
הכנת יכולת וייצור אנרגיה של גורם מייצר חיצוני למגדל בודד
הכנת יכולת וייצור אנרגיה של גורם מייצר חיצוני לשכונה – 10 מגדלים
חישוב אנרגיה חסרה ועודפת עבור מגדל בודד
חישוב אנרגיה חסרה ועודפת עבור שכונה – 10 מגדלים

חישוב כלכלי לכל חלופה - מתודולוגיה

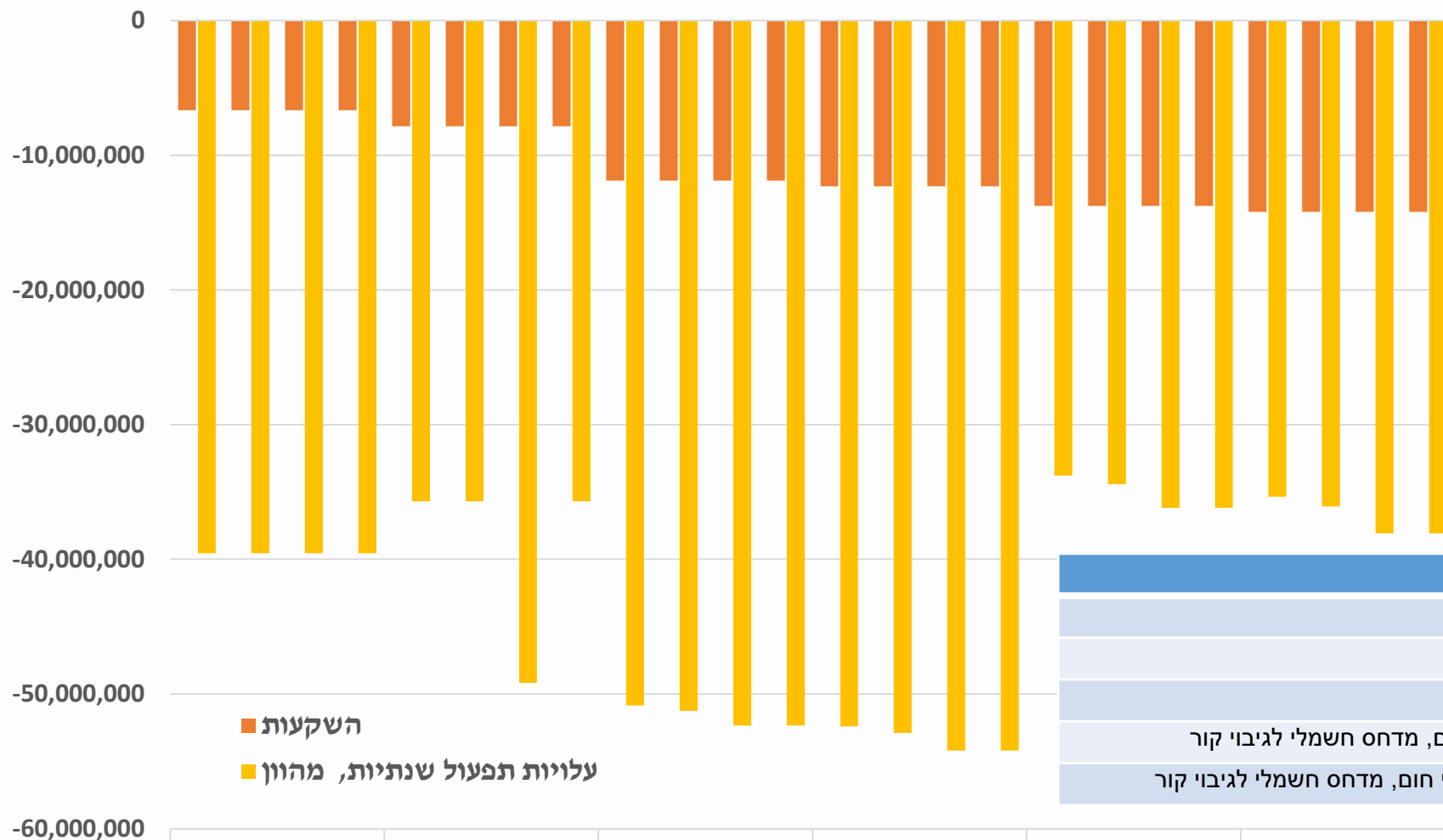
מגדל בודד או שכונה (10 מגדלים)
איסוף נתונים
הכנת תקציב של הקמה למגדל בודד
הכנת תקציב הרחבה לשכונה
חישוב הוצאות תפעול לייצור אנרגיה
חישוב הכנסות ליזם תוך הפעלת הפרויקט ובהפחתה של הנחה לצרכנים
חישוב רווח / הפסד תפעוליים מצד יזם
חישוב פרמטרים כלכליים:
זמן החזר
תשואה
ערך נוכחי נקי

(*) – פרוט חישובי התקציב מופיעים בנספח 3 בהמשך



תוצאות הרצת מודל ע"ב טכנו כלכלי

סך השקעות ועלויות שוטפות לפי חלופה עבור בניין ש"ח, מהוון

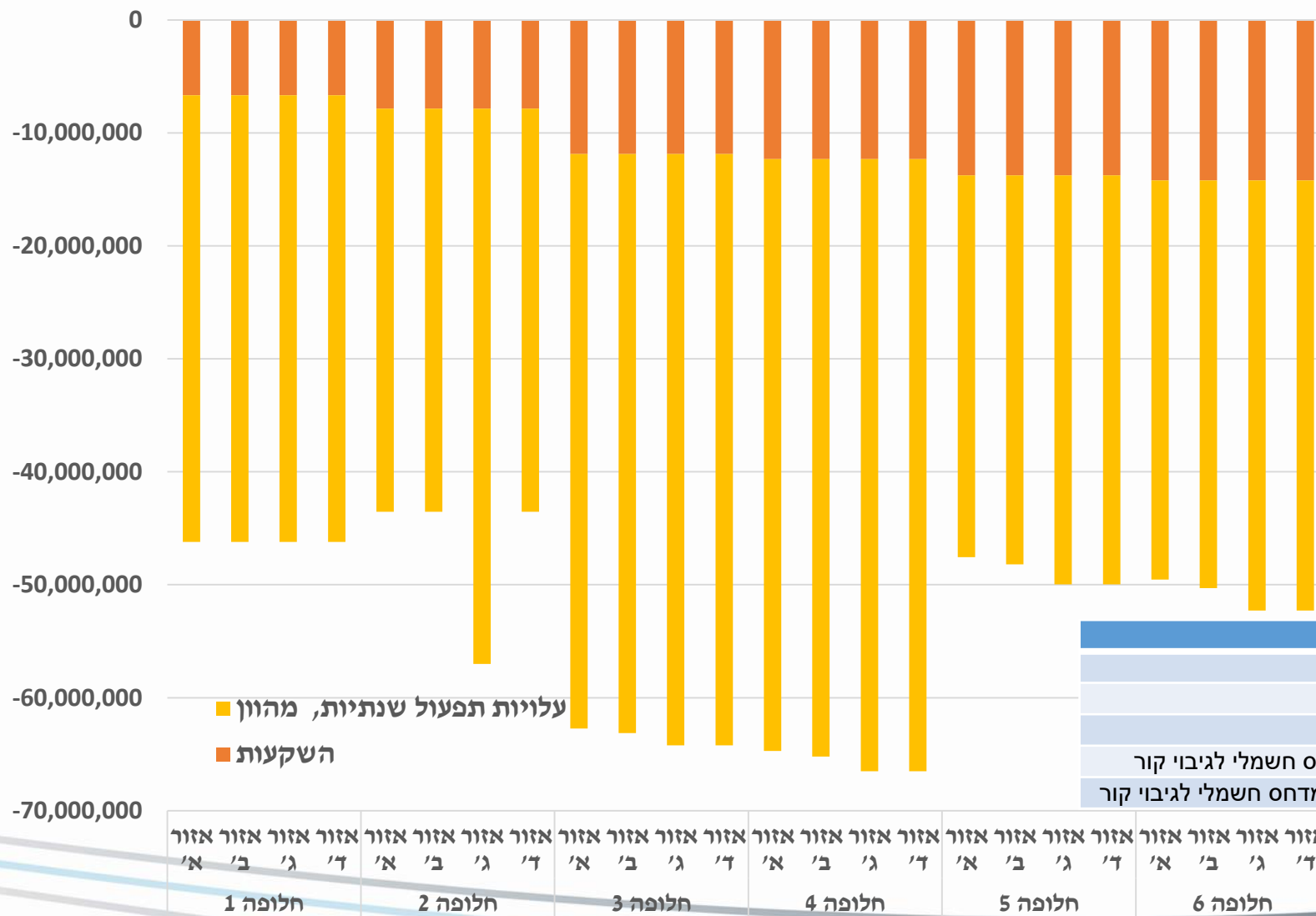


1	ALL-ELECTRIC - חח"י
2	חשמל חח"י ודוד חימום מרכזי בגז טבעי
3	ייצור חשמל בלבד במנוע גז
4	ייצור חשמל בלבד בטורבינת גז
5	מנוע גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור
6	טורבינת גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור

אזור אזור אזור אזור	אזור אזור אזור אזור	אזור אזור אזור אזור	אזור אזור אזור אזור	אזור אזור אזור אזור	אזור אזור אזור אזור
ד' ג' ב' א'	ד' ג' ב' א'	ד' ג' ב' א'	ד' ג' ב' א'	ד' ג' ב' א'	ד' ג' ב' א'
חלופה 1	חלופה 2	חלופה 3	חלופה 4	חלופה 5	חלופה 6

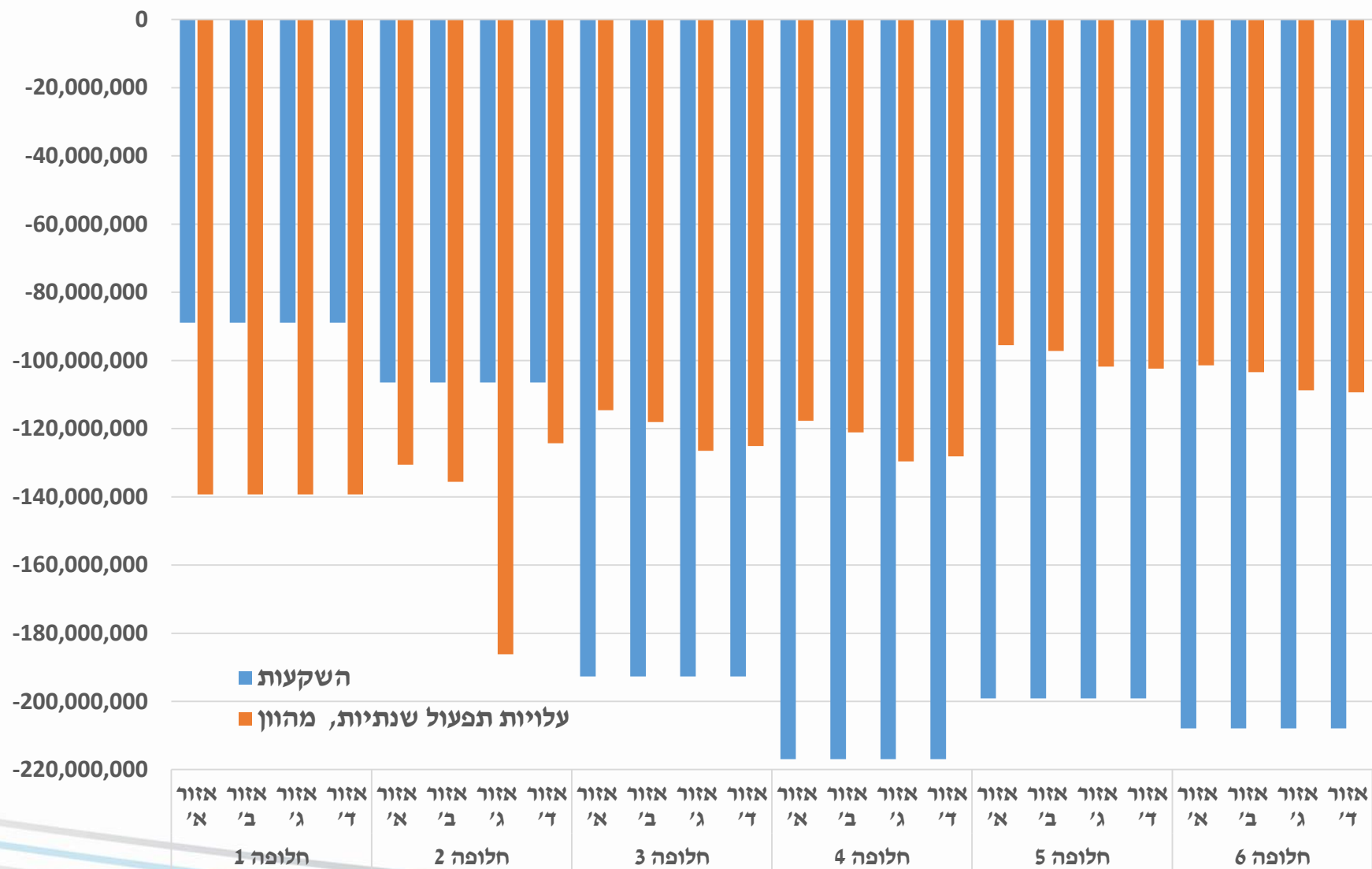


**סך השקעות ועלויות שוטפות לפי חלופה עבור בניין,
ש"ח, מהוון**



1	ALL-ELECTRIC - חח"י
2	חשמל חח"י ודוד חימום מרכזי בגז טבעי
3	ייצור חשמל בלבד במנוע גז
4	ייצור חשמל בלבד בטורבינת גז
5	מנוע גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור
6	טורבינת גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור

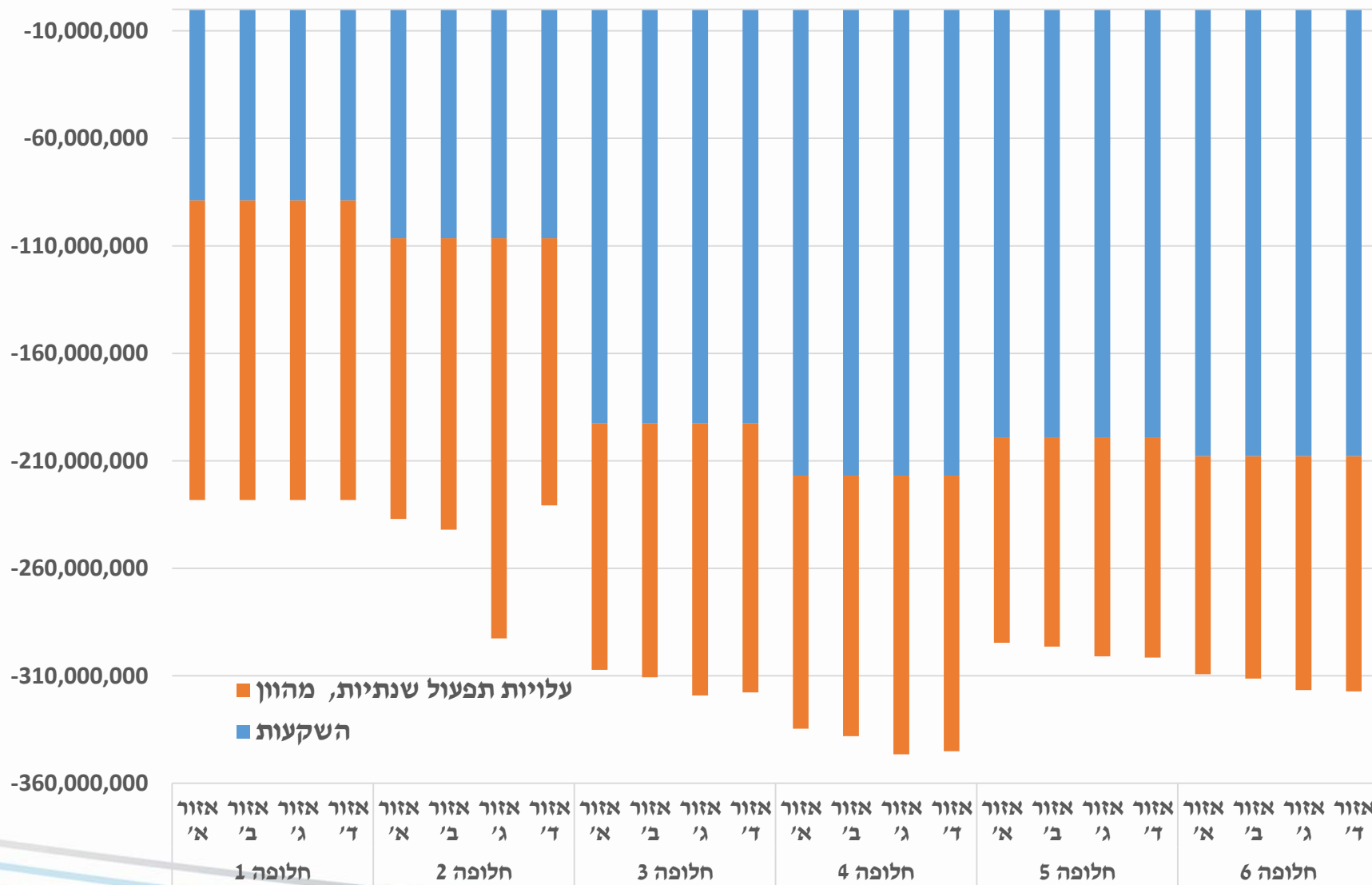
השקעות ועלויות שוטפות לפי חלופה לשכונה, ש"ח, מהוון



1	ALL-ELECTRIC - חח"י
2	חשמל חח"י ודוד חימום מרכזי בגז טבעי
3	ייצור חשמל בלבד במנוע גז
4	ייצור חשמל בלבד בטורבינת גז
5	מנוע גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור
6	טורבינת גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור

שיעור הדיסקונט - 5%

סך השקעות ועלויות שוטפות לפי חלופה לשכונה, ש"ח, מהוון



1	ALL-ELECTRIC - חח"י
2	חשמל חח"י ודוד חימום מרכזי בגז טבעי
3	ייצור חשמל בלבד במנוע גז
4	ייצור חשמל בלבד בטורבינת גז
5	מנוע גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור
6	טורבינת גז, מכונת ספיגה, דוד חשמלי לגיבוי חום, מדחס חשמלי לגיבוי קור

שיעור היוון - 5%

רגישויות

2015

בחינת | היתכנות טכנו-כלכלית
להקמת מתקן משותף לייצור
אנרגיה מגז טבעי,
באזור מלונות ים המלח

מקורות מידע

בעת הכנת העבודה ולצורך ביצוע ניתוחים כלכליים והנדסיים השתמשנו במקורות מידע המפורטים להלן:

- ייעוץ הנדסי, מסחרי ורגולטורי – הראל דורון
- פרסומים רשמיים של משרדי ממשלה ורגולטורים
- מידע טכני / תפעולי שהועבר על ידי מלונות ים המלח
- סיורי שטח
- מאגרי מידע פנימיים, ידע וניסיון של חברת הלוי דוויק בע"מ

מסמך זה הוכן
ביוזמת ובמימון משרד
התשתיות הלאומיות,
האנרגיה והמים

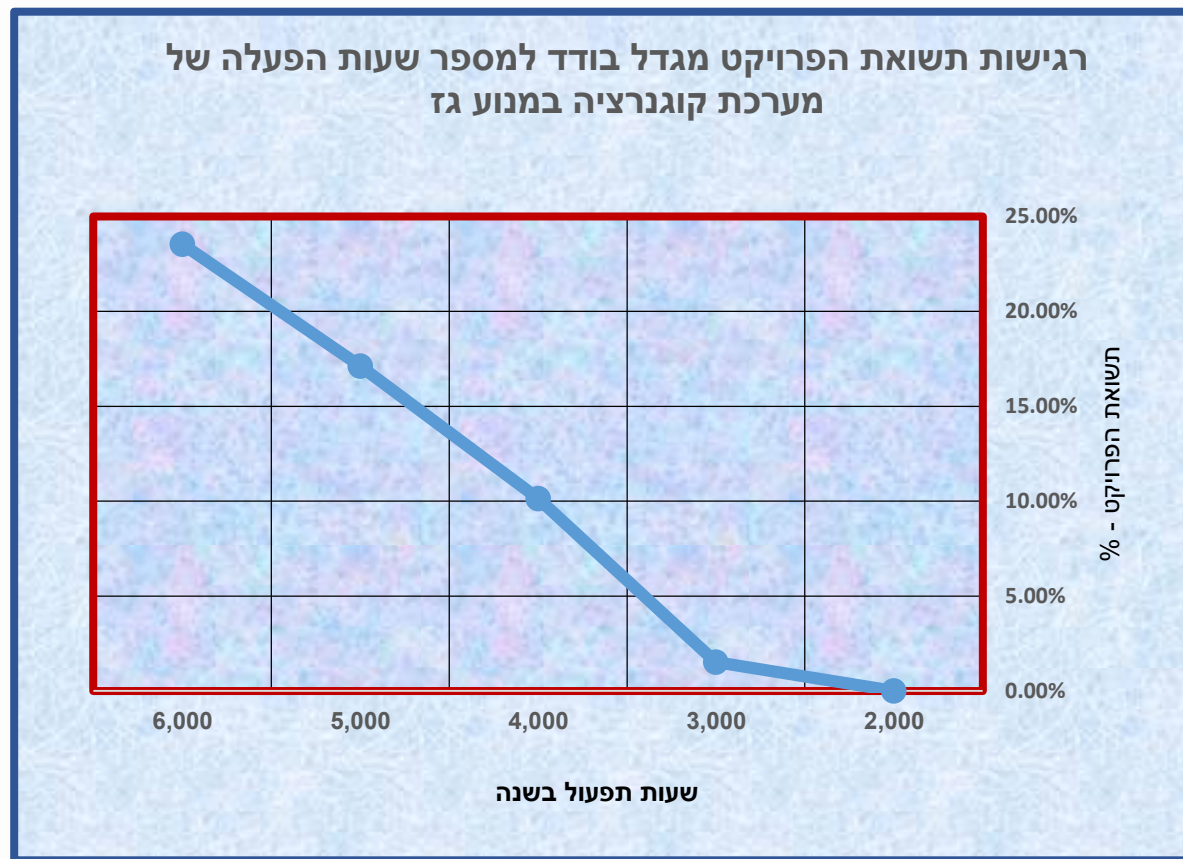
הלוי דוויק בע"מ | ייעוץ וניהול פרויקטים
052-5066666



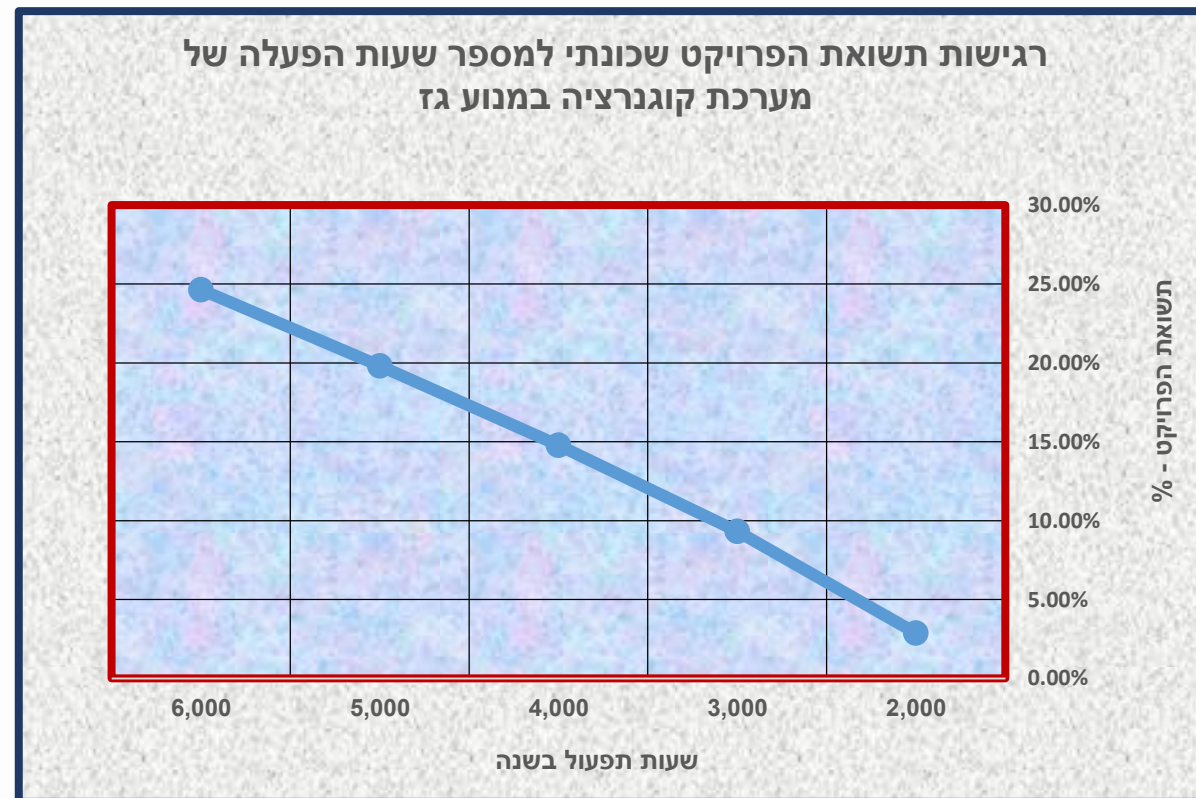
6.1 בהינתן הנחות הבסיס (סעיפים 4.1 עד 4.6 לעיל), המסגרת הרגולטורית ועסקת גז נורמטיבית היום, התוצאות אינן אטרקטביות.

1. לאור נתוני הביקוש לחשמל ולאנרגיה תרמית של המלונות הקיימים, נבחנו שתי חלופות להקמת מתקן ייצור בשטח המכון לטיהור שפכים הממוקם מצפון למתחם התיירות:
 - 1.1 חלופה א' – יחידת מנוע גז בהספק של MW 7.5 המספק 858 טון קירור.
 - 2.2 חלופה ב' – יחידת טורבינת גז בהספק של MW 6.75 המספקת כ-3,800 טון קירור.
2. לכל חלופה נבחר הרכב מלונות – הן לעניין צריכת החשמל והן לעניין צריכת הקירור – התואם את יכולת ייצור החשמל ואספקת הקירור של היחידה שנבחרה.
3. חלוקת החשמל למלונות תתבצע באמצעות תשתית חח"י, כלל עודפי החשמל צפויים למלונות קיימים וחדשים אשר צפויים לקום במסגרת הפיתוח העתידי.
4. הנחות בסיס –
 - 4.1 המתקן יספק חשמל למלונות בתעריפי מתח גבוה ויעביר למנהל המערכת עלות חלוקה על פי תעריפי "חלוקה קרובה", לוח 2-7.3 בספר התעריפים.
 - 4.2 אספקת החשמל למלונות תתבצע באופן שונה עבור שתי קבוצות מלונות: קבוצת מלונות עיקרית אשר תקבל חשמל מהמתקן לאורך כל השנה וקבוצת מלונות נוספת אשר תקבל חשמל בעיקר בחודשים ינואר-יוני ונובמבר-דצמבר.
 - 4.3 המתקן יספק מים קרים עבור חלק מהמלונות ובהתאם לחלופה. אספקת המים תבוצע באמצעות הנחת קו צנרת מהמתקן אל מלונות נבחרים וקרובים אליו.
 - 4.4 המכון לטיהור שפכים וכל הלקוחות הפוטנציאליים החיצוניים של המתקן מחוברים לאותה תחנת משנה.
 - 4.5 משטר עבודת המתקן – 7 ימים בשבוע.
 - 4.6 עסקת גז ממשווק במחיר בסיס של \$5.75 למיליון BTU.

רגישות כלכליות הפרויקט (תשואה) במידה ושעות ייצור יגדלו מגדל בודד



רגישות כלכליות הפרויקט (תשואה) במידה ושעות ייצור יגדלו שכונה





ניתוח, מסקנות והמלצות

מסקנות עיקריות מניתוח טכנו-כלכלי

א. כל חלופות קוגנרציה אינן כלכליות. הסיבות העיקריות:

1. ההשקעות והוצאות תפעול גבוהות

2. עמידה בדרישות וסטנדרטים של הרגולציה של חשמל ואיכות הסביבה

3. ייצור אנרגיה נדרש במספר שעות מצומצם במשך השנה.

ב. רק צרכני אנרגיה בי"ח, אזורי מסחר גדולים, שצורכים אנרגיה חשמלית ותרמית

במשך כ- 4,000 שעות ויותר, הינן כלכליות בחלופות של קו/טרי גנרציה.

ג. במידה וקיימים בסמוך לאזור מגורים צרכנים אלו, ניתן לבחון אספקת עודפי

אנרגיה לשכונת מגורים.

הסתייגויות של יוסי סוקולר

להלן ההסתייגויות שעלו מבחינתי בפגישת ההצגה של המודל:

1. מכירת חשמל לצרכנים ביתיים – ההנחה שניתן למכור חשמל לצרכנים ביתיים ב-10% הנחה מהתעריף מבלי לפרוס אליהם רשת, אינה אפשרית רגולטורית בשלב זה ולכן הנחה ואינה מקובלת מבחינתנו. בנוסף הנחה זו לא משקפת את התועלת המשקית מייצור הקווסט"ש.
 2. בנוסף הונח שבמצב זה הלקוח אינו משלם כלל עלויות רשת (בכך שההנחה היא על התעריף הכולל בניכוי מערכות).
 3. בשקף התקציר יש להשוות את הכיתוב בין בדיקה 3 לבדיקה 5.
 4. צריך להסביר את הרציונל בבחינת החלופות שנבחנו (מבוסס על החלופות שהוצגו על ידי היזמות כפי שהוסבר לנו בפגישה). אני מבין שלאור לוח הזמנים התחשב לא ישונה אבל אני חושב שלכל הפחות הדבר חייב לקבל ביטוי בהצגת הדברים וההסתייגויות המתאימות.
- כפי שציינו כאשר הבדיקה יוצאת שלילית בין כה וכה אין הרבה חשיבות להנחות המיטביות שאינן עולות בקנה אחד עם החוק והרגולציה של הרשות, יחד עם זאת כאשר הבדיקה יוצאת כלכלית צריך להביא בחשבון את אותם ההנחות המיטביות. כל הכבוד על העבודה המעמיקה בזמן הקצר. בהצלחה!

הסתייגויות של עמי פינשטיין

- אין התייחסות למסמך המשרד לאיכות הסביבה
- הארובות ממתקני הקוגנרציה צריכות להיות 10-15 מ' מעל הבניין הגבוה ביותר, במידה ולא, יש צורך לבצע סקר סביבתי.
- אין חובה להתקנת סקרבר.
- כל הבדיקות צריכות להתייחס ל 4000 שעות הפעלה בשנה.
- אין התייחסות להתייעלות האנרגטית מול תחנות הכוח, חיסכון בבניית תשתיות והפחתת פלטות.



מספר הערות של חגית בן-חמו

- בחינה בראייה משקית. ראיית היזם רלוונטית לשלב יישום (ללא מס, מכירות)
- יש להוסיף השפעת עלויות סביבתיות - פליטות, קרקע
- יש לשים לב כי צריכת משק בית בעבודה היא כ- 15,000 קוט"ש לשנה לעומת 8,000 בממוצע כיום.
- צריכת החשמל קבועה ע"פ התקופה.
- כדאי להסיר רכיבי עלות הנדרשים בכל חלופה (מוני חשמל, מים וגז, צנרת וכד')
- כדאי לבדוק השפעת הפחתת ביקוש ממערכת החשמל (הגדלת רזרבה, דלק שולי)
- חלופות 5,6 – 50% החשמל המיוצר לצריכה ו- 50% מכירה לרשת.

נספח – 1

הנחות



סכום תוצאות כלכליות – מגדל בודד (שעות ע"פ משרד אנרגיה)

הערות	ערך נוכחי נקי (20 שנה, 5%)	תשואה הפריקט (אחוז)	זמן החזר (שנים)	רווח תפעולי ע"ב שנתי (ש/שנה)	הכנסות וירטואליות לקבלן ע"ב שנתי (ש/שנה)	תקציב הוצאות תפעול שנתי (ש/שנה)	תקציב הקמה (ש)	שעות עבודה בשנה קרור/חימום		
							6,664,468			חלופה 1 - בסיס
ללא הנחה לצרכן				-834,768	811,354	1,002,550		440/800	1	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-857,083	811,354	990,216		600/650	2	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-911,738	811,354	965,549		900/350	3	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-930,388	811,354	1,018,995		240/1000	4	אזור אקלים
							7,849,837			חלופה 2
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-1.9	-622,569	811,354	947,883	440/800	1	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-1.9	-633,699	811,354	975,539	600/650	2	אזור אקלים
מופעל בגפ"ם		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-1.8	-670,620	811,354	1,358,531	900/350	3	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-1.6	-724,066	811,354	914,341	240/1000	4	אזור אקלים
							11,875,104			חלופה 3
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-6.2	-837,874	730,219	1,568,093	440/800	1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-6.1	-856,382	730,219	1,586,601	600/650	2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-5.8	-900,762	730,219	1,630,981	900/350	3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-5.7	-919,413	730,219	1,649,632	240/1000	4	אזור אקלים
							12,309,729			חלופה 4
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-6.2	-915,904	730,219	1,646,123	440/800	1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-6.0	-938,218	730,219	1,668,437	600/650	2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-5.7	-992,873	730,219	1,723,092	900/350	3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-5.6	-1,011,524	730,219	1,741,743	240/1000	4	אזור אקלים
							13,768,827			חלופה 5
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-10.1	-703,705	730,219	1,433,924	440/800	1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-9.9	-714,835	730,219	1,445,054	600/650	2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-9.5	-751,755	730,219	1,481,975	900/350	3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-8.8	-805,202	730,219	1,535,421	240/1000	4	אזור אקלים
							14,203,453			חלופה 6
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-9.6	-782,072	730,219	1,512,291	440/800	1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-9.5	-797,541	730,219	1,527,760	600/650	2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-8.9	-846,172	730,219	1,576,391	900/350	3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	תוצאה לא רלוונטית	-8.4	-898,821	730,219	1,629,040	240/1000	4	אזור אקלים

סכום תוצאות כלכליות – שכוונה (שעות ע"פ משרד אנרגיה)

הערות	ערך מוכחי נקי 20 שנה, 5%	תשואה הפריקט (אחוז)	זמן החזר (שנים)	רווח תפעולי ע"ב שנתי (ש/שנה)	הכנסות וירטואליות לקבלן ע"ב שנתי (ש/שנה)	תקציב הוצאות תפעול שנתי (ש/שנה)	שעות עבודה בשנה קרור/חימום	תקציב הקמה (ש)		
								88,920,717		חלופה 1 - בסיס
ללא הנחה לצרכן		חלופת בסיס		-635,702	8,807,948	11,175,548	440/800		1	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-910,061	8,807,948	11,175,548	600/650		2	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-1,589,741	8,807,948	11,175,548	900/350		3	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן				-1,472,910	8,807,948	11,175,548	240/1000		4	אזור אקלים
								106,435,847		חלופה 2
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	15.3	1,143,130	8,807,948	10,477,902	440/800		1	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	17.4	1,005,444	8,807,948	10,881,916	600/650		2	אזור אקלים
מופעל בגפ"ם		תוצאה לא רלוונטית	27.4	639,988	8,807,948	14,938,619	900/350		3	אזור אקלים
ללא הנחה לצרכן		תוצאה לא רלוונטית	29.5	593,287	8,807,948	9,972,885	240/1000		4	אזור אקלים
								157,507,349		חלופה 3
		תוצאה לא רלוונטית	-54.0	-1,271,128	7,927,153	9,198,282	440/800		1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-44.4	-1,545,487	7,927,153	9,472,641	600/650		2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-30.8	-2,225,167	7,927,153	10,152,321	900/350		3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-32.5	-2,108,337	7,927,153	10,035,491	240/1000		4	אזור אקלים
								167,695,195		חלופה 4
		תוצאה לא רלוונטית	-51.9	-1,516,496	7,927,153	9,443,650	440/800		1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-44.0	-1,790,855	7,927,153	9,718,009	600/650		2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-31.9	-2,470,535	7,927,153	10,397,689	900/350		3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-33.5	-2,353,705	7,927,153	10,280,859	240/1000		4	אזור אקלים
								173,641,178		חלופה 5
		תוצאה לא רלוונטית	322.9	262,335	7,927,153	7,664,818	440/800		1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	679.7	124,649	7,927,153	7,802,504	600/650		2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-351.8	-240,807	7,927,153	8,167,961	900/350		3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-294.7	-287,508	7,927,153	8,214,661	240/1000		4	אזור אקלים
								177,333,115		חלופה 6
		תוצאה לא רלוונטית	-420.5	-210,263	7,927,153	8,137,416	440/800		1	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-237.8	-371,776	7,927,153	8,298,930	600/650		2	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-110.3	-801,546	7,927,153	8,728,699	900/350		3	אזור אקלים
		תוצאה לא רלוונטית	-104.2	-848,246	7,927,153	8,775,400	240/1000		4	אזור אקלים



נספח 1

הנחות			
1	תפוקת תחנת כוח	קו"ט	200 - 2,400
2	צריכת חשמל ספציפית דירתית	בי.טי.יו/מ"ר	600
3	שטח דירה טיפוסי	מ"ר	100
4	מס' קומות בבנין		30
5	מספר דירות בקומה		4
6	מס' דירות במגדל		120
	מספר מגדלים		10
7	שער חליפין	₪/דולר	3.55
8	בסיס תעו"ז		01.01.2019
9	בנוס מובטח	₪ לקווט	-
10	הפעלת מערכת קירור	שעות בשנה	אזור א' 800
			אזור ב' 650
			אזור ג' 350
			אזור ד' 1000
11	הפעלת מערכת חימום	שעות בשנה	אזור א' 440
			אזור ב' 600
			אזור ג' 900
			אזור ד' 240
12	הפעלת מערכת חימום סניטרי	שעות בשנה	3 שעות ליממה 365 יום בשנה 1095
13	הפעלת כיריים וכו'	שעות בשנה	1 שעה ליממה 365 יום בשנה (פחות סופי שבוע) 287
14	הפעלת מערכת חשמל	שעות בשנה	16 שעות ליממה 365 יום בשנה 5840
15	הנחה לצרכן הסופי על אספקת קירור	אחוז	10%

נספח 1 – (המשך)

הנחות			
16	הנחה לצרכן הסופי על אספקת חימום	אחוז	10%
17	הנחה לצרכן הסופי על אספקת חשמל	אחוז	10%
18	עלות ה-EPC	אחוז	15%
19	עלות הוצאות פיתוח הפרויקט	אחוז	2%
20	ריבית בזמן הקמה	אחוז	7.50%
21	הוצאות הפעלה ראשונית	אלפי דולר	50000
22	רווח לקבלן הראשי	אחוז	10%
23	ביטוח בזמן הקמה	אחוז	0.80%
24	בלתי נראות מראש בזמן הקמה	אחוז	10%
25	בסיס עלות גז טבעי מספק גז	US\$/Mbtu	4.7
26	הוצאות הולכת גז - נתג"ז	US\$/Mbtu	0.26
27	הוצאות חלוקת גז - ירושלים	ש"מ/מ"ק	
28	בלו על גז טבעי	ש"מ לטון גז טבעי	17.17
29	יחס בין ערך הספק גבוה ונמוך עבור גז טבעי		1.1115

נספח 1 – (המשך)

הנחות				
		US\$/Mbtu	חישוב עלות גז טבעי על גדר השכונה	30
	22	KV	מתח רשת חשמל	31
לא כולל מע"מ	47.2	אג' / קווט"ש	עלות קווט"ש אחיד לצרכן ביתי	32
	16.0	אג' / קווט"ש	עלות קווט"ש - עודפי ייצור למנהל המערכת	33
	5.4	אג' / קווט"ש	הוצאות מערגתיות	34
	15%	%	רווח לקבלן התפעול	35
	10%	%	בצ"ם לתפעול ואחזקה	36
	90%	%	נצילות דוד קיטור טרמי	37
	3.5		COP קירור	38
	3		COP חימום	39

חלוקת עלויות תקציב בין פרויקט מגדלים ופרויקט משותף

חלופה 6	חלופה 5	חלופה 4	חלופה 3	חלופה 2	חלופה 1	
157,123,624	153,431,688	147,485,705	137,297,858	99,729,467	82,867,774	תקציב הקמה של 10 מגדלים
20,209,491	20,209,491	20,209,491	20,209,491	6,706,380	6,052,943	תקציב הקמה של מרכז אנרגיה + התחברות
177,333,115	173,641,178	167,695,195	157,507,349	106,435,847	88,920,717	סה"כ תקציב

הפסדים שונים בהפעלת מערכות

הפסדי חשמל – 2%

הפסדי אנרגיה תרמית לחלוקת מים חמים וקרים לשכונה – עד 20%

נספח 2 – תקציבי החלופות

חישובי תקציב (₪) - מגדל בודד

חלופה 6	חלופה 5	חלופה 4	חלופה 3	חלופה 2	חלופה 1	
טורבינת גז + צ'ילר בספיגה + דוד מים חמים (גבווי) + צ'ילר חשמלי (גבווי)	גנרטור + צ'ילר בספיגה + דוד מים חמים (גבווי) + צ'ילר חשמלי (גבווי)	טורבינת גז + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים	גנרטור + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים	צריכה חשמלית דוד חשמלי מוחלף בתרמי	צריכה חשמלית בלבד	
770,000	490,000	770,000	490,000	-	-	עלות מנוע גז / טורבינת גז
1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	1,050,000	עלות צ'ילר חשמלי + חימום (משאבת חום)
1,470,000	1,470,000					עלות צ'ילר בספיגה
315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	315,000	עלות מגדל קירור
				400,000		עלות דוד מים חמים תרמי - משאבת חום
		250,000	250,000		250,000	עלות דוד מים חמים חשמלי
72,100	66,500	47,700	42,100	52,950	48,450	עלות הובלה
285,764	285,764	285,764	285,764	22,364	22,364	עלויות חיבור חשמל
200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	לוחות חשמל
480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	כבלים
1,750,000	1,750,000	1,750,000	1,750,000	0	0	הנדסה אזרחית
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	צנרת מים קרים
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	צנרת מים חמים
360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	מערכת סחרור מים קרים ומים חמים
1,192,930	1,150,090	1,006,270	963,430	612,047	588,872	עלויות הקמה EPC
350,000	350,000	350,000	350,000	2,093		עלות חיבור לרשת חלוקת גז טבעי
240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	מוני חשמל
516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	0	מוני גז
240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	מוני מים
200,002	200,001	200,000	200,000	200,000	0	עלות צנרת גז פנימית
213,836	207,267	185,215	178,646	117,809	99,894	הוצאות ייזום הפרויקט
801,885	777,252	694,555	669,922	441,784	374,601	ריבית בזמן הקמה
50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	הוצאות הכנסה לעבודה
85,534	82,907	74,086	71,458	47,124	39,957	ביטוח הקמה
1,069,180	1,036,335	926,073	893,229	589,045	499,469	רווח לקבלן הקמה
1,291,223	1,251,712	1,119,066	1,079,555	713,622	605,861	הוצאות בלתי נראות
-6,664,468	-6,664,468	-6,664,468	-6,664,468	-6,664,468	-6,664,468	הפחתה של השקעת בסיס
7,538,985	7,104,359	5,645,261	5,210,636	1,185,369	0	סה"כ



חישובי תקציב להקמה (ט) - למגדלים בשכונה

חלופה 6	חלופה 5	חלופה 4	חלופה 3	חלופה 2	חלופה 1	
טורבינת גז + צ'ילר בספיגה + דוד מים חמים (גבוי) + צ'ילר חשמלי (גבוי)	גנרטור + צ'ילר בספיגה + דוד מים חמים (גבוי) + צ'ילר חשמלי (גבוי)	טורבינת גז + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים	גנרטור + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים	צריכה חשמלית דוד חשמלי מוחלף בתרמי	צריכה חשמלית בלבד	
3,396,285	2,830,238	5,467,000	3,905,000	-	-	עלות מנוע גז / טורבינת גז
1,065,000	1,065,000	1,065,000	1,065,000	2,400,000	2,400,000	עלות צ'ילר חשמלי + חימום (משאבת חום)
1,491,000	1,491,000					עלות צ'ילר בספיגה
319,500	319,500	319,500	319,500	319,500		עלות מגדל קירור
				400,000		עלות דוד מים חמים תרמי - משאבת חום
250,000	250,000	250,000	250,000		250,000	עלות דוד מים חמים חשמלי
130,436	119,115	142,030	110,790	93,585	79,500	עלות הובלה
285,764	285,764	285,764	285,764	22,364	22,364	עלויות חיבור חשמל
200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	לוחות חשמל
480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	480,000	בבלים
1,775,000	1,775,000	1,775,000	1,775,000	0	0	הנדסה אזורית
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	צנרת מים קרים
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	צנרת מים חמים
360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	מערכת סחרור מים קרים ומים חמים
1,642,948	1,556,342	1,731,644	1,492,658	821,317	748,780	עלויות הקמה EPC
350,000	350,000	350,000	350,000	2,093		עלות חיבור לרשת חלוקת גז טבעי
240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	מוני חשמל
516,000	516,000	516,000	516,000	516,000	0	מוני גז
240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	240,000	מוני מים
200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	0	עלות צנרת גז פנימית
282,839	269,559	296,439	259,794	149,897	124,413	הוצאות ייזום הפרויקט
1,060,645	1,010,847	1,111,645	974,228	562,114	466,548	ריבית בזמן הקמה
50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	הוצאות הכנסה לעבודה
113,135	107,824	118,576	103,918	59,959	49,765	ביטוח הקמה
1,414,193	1,347,796	1,482,194	1,298,971	749,486	622,064	רווח לקבלן הקמה
1,706,274	1,626,398	1,788,079	1,567,662	906,632	753,343	הוצאות בלתי נראות
-8,286,777	-8,286,777	-8,286,777	-8,286,777	-8,286,777	-8,286,777	הפחתה של השקעת בסיס
10,482,241	9,603,605	11,382,093	8,957,508	1,686,169	0	סה"כ מגדל 1



חשובי תקציב (₪) - תוספת תקציב משותף לשכונה

תוספת תקציב משותף						
חלופה 6	חלופה 5	חלופה 4	חלופה 3	חלופה 2	חלופה 1	
						הנדסה אזרחית
300,000	300,000	300,000	300,000			גדור, בטחון ואבטחה
7,000	7,000	7,000	7,000			עלות שנאי 22 ק"ו / 0.4 ק"ו
284,500	284,500	284,500	284,500		284,500	כבלי חשמל
3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000	צנרת מים קרים
2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000			צנרת מים חמים
2,500,000	2,500,000	2,500,000	2,500,000			מיכלי אגירה
200,000	200,000	200,000	200,000	200,000		מערכת התפשטות
85,000	85,000	85,000	85,000	85,000		מערכת סחרור מים קרים ומים חמים
200,000	200,000	200,000	200,000			עלויות הקמה EPC
1,436,475	1,436,475	1,436,475	1,436,475	567,750	567,675	עלות חיבור לרשת חלוקת גז טבעי
305,294	305,294	305,294	305,294	96,821		מוני חשמל
25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	מוני גז - חלוקה
300,000	300,000	300,000	300,000	300,000		מוני מים
12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	עלות צנרת גז פנימית
3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000			הוצאות ייזום הפרויקט
293,105	293,105	293,105	293,105	95,731	87,784	ריבית בזמן הקמה
1,121,128	1,121,128	1,121,128	1,121,128	366,173	335,772	הוצאות הכנסה לעבודה
500,000	500,000	500,000	500,000	250,000	150,000	ביטוח הקמה
132,556	132,556	132,556	132,556	43,988	39,702	רווח לקבלן הקמה
1,670,206	1,670,206	1,670,206	1,670,206	554,246	500,243	הוצאות בלתי נראות
1,837,226	1,837,226	1,837,226	1,837,226	609,671	550,268	
						סה"כ תוספת לשכונה
20,209,491	20,209,491	20,209,491	20,209,491	6,706,380	6,052,943	
						סה"כ תוספת לשכונה כולל מגדלים
125,031,906	116,245,541	134,030,421	109,784,574	23,568,072	6,052,943	
						הפחתה של השקעת בסיס
118,978,963	110,192,598	127,977,478	103,731,631	17,515,129	0	

נספח 3 תפעול החלופות

עלויות הפעלה ע"ב שנתי (₪) - מגדל בודד (חלופות 1 – 3)

חלופה 3				חלופה 2				חלופה 1					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
גנרטור + דוד מים חמים וצ"לר חשמליים				צריכה חשמלית - חימום מים חמים ע"י דוד תרמי				צריכה חשמלית בלבד					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
				569,077	569,077	569,077	569,077	800,723	800,723	800,723	800,723	ש/שנה	צריכת חשמל מהרשת של חח"י
47,438	82,234	67,736	57,104									ש/שנה	השלמת קניית מהרשת של חח"י
				93,824	0	175,622	139,267					ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - לפעילות תרמית
					546,220							ש/שנה	עלות צריכת גז"מ - לפעילות תרמית
396,207	396,207	341,657	321,448									ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - למנוע/טורבינת גז
												ש/שנה	ייצור חשמל עודף למכירה למנהל המערכת
85,147	85,147	85,147	85,147	-	-	-	-					ש/שנה	הוצעות מערכתיות
600,000	600,000	600,000	600,000									ש/שנה	עלות מפעילים
3,311	3,311	3,311	3,311	-	-	-	-					ש/שנה	שמן
65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	ש/שנה	מים
13,907	13,907	13,907	13,907									ש/שנה	אחזקה מנוע / טורבינת גז
52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	ש/שנה	אחזקה צ"לר חשמליים
												ש/שנה	אחזקה צ"רים בספיגה
109,635	109,635	109,635	109,635	64,367	64,367	64,367	64,367	55,047	55,047	55,047	55,047	ש/שנה	אחזקה BOP
41,685	41,685	41,685	41,685	9,483	9,483	9,483	9,483	0	0	0	0	ש/שנה	ביטוח תפעול
132,906	126,568	129,493	130,956	28,703	22,365	25,290	26,753	25,882	19,545	22,470	23,932	ש/שנה	רווח קבלן הפעלה
101,894	97,036	99,278	100,399	31,388	71,769	36,951	34,437	19,843	14,984	17,227	18,348	ש/שנה	בצ"מ
1,649,632	1,630,981	1,586,601	1,568,093	914,341	1,358,531	975,539	947,883	1,018,995	965,549	990,216	1,002,550	ש/שנה	סה"כ עלות תפעול

עלויות הפעלה ע"ב שנתי (ש) - מגדל בודד (חלופות 4 – 6)

חלופה 6				חלופה 5				חלופה 4					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
טורבינת גז + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי)				גנרטור + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי)				טורבינת גז + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
												ש/שנה	צריכת חשמל מהרשת של חח"י
								62,311	97,106	82,608	71,976	ש/שנה	השלמת קנית מהרשת של חח"י
51,610	52,341	45,134	41,872	41,912	41,912	36,141	33,411					ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - לפעילות תרמית
												ש/שנה	עלות צריכת גפ"מ - לפעילות תרמית
470,834	470,834	406,010	381,993	396,207	396,207	341,657	321,448	470,834	470,834	406,010	381,993	ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - למנוע/טורבינת גז
-120,506	-120,506	-120,506	-120,506	-125,552	-125,552	-125,552	-125,552					ש/שנה	ייצור חשמל עודף למכירה למנהל המערכת
42,773	42,773	42,773	42,773	42,773	42,773	42,773	42,773	83,444	83,444	83,444	83,444	ש/שנה	הוצעות מערכתיות
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	ש/שנה	עלות מפעילים
3,245	3,245	3,245	3,245	3,311	3,311	3,311	3,311	3,245	3,245	3,245	3,245	ש/שנה	שמן
65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	ש/שנה	מים
13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	13,907	ש/שנה	אחזקה מנוע / טורבינת גז
52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	52,500	ש/שנה	אחזקה צ'ילר חשמליים
29,400	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400	29,400					ש/שנה	אחזקה צ'ירים בספיגה
104,635	104,635	104,635	104,635	104,635	104,635	104,635	104,635	109,635	109,635	109,635	109,635	ש/שנה	אחזקה BOP
60,312	60,312	60,312	60,312	56,835	56,835	56,835	56,835	45,162	45,162	45,162	45,162	ש/שנה	ביטוח תפעול
139,350	133,012	135,937	137,400	138,838	132,501	135,426	136,888	133,417	127,080	130,005	131,467	ש/שנה	רווח קבלן הפעלה
106,835	101,976	104,219	105,340	106,443	101,584	103,826	104,948	102,287	97,428	99,670	100,792	ש/שנה	בצ"מ
1,619,896	1,567,180	1,519,817	1,504,872	1,526,210	1,472,763	1,437,111	1,426,504	1,741,743	1,723,092	1,668,437	1,646,123	ש/שנה	סה"כ עלות תפעול

עלויות הפעלה ע"ב שנתי (ש) - שכונה (חלופות 1 – 3)

חלופה 3				חלופה 2				חלופה 1					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
גברטור + דוד מים חמים וצ"לר חשמליים				צריכה חשמלית - חימום מים חמים ע"י דוד תרמי				צריכה חשמלית בלבד					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
-	-	-	-	6,259,842	6,259,842	6,259,842	6,259,842	8,807,948	8,807,948	8,807,948	8,807,948	שנה/ש	קניית מהרשת של חח"י
0	0	0	0	947,900	0	1,774,291	1,407,006					שנה/ש	עלות צריכת גז טבעי - לפעילות תרמית
					5,462,203							שנה/ש	עלות צריכת גפ"מ - לפעילות תרמית
4,646,817	4,646,817	4,013,418	3,778,754									שנה/ש	עלות צריכת גז טבעי - למנוע/טורבינת גז
-174,763	-47,454	-100,500	-139,400									שנה/ש	ייצור חשמל עודף למכירה למנהל המערכת
976,833	1,019,800	1,001,897	988,768	-	-	-	-					שנה/ש	הוצעות מערכתיות
												שנה/ש	עלות מפעילים
600,000	600,000	600,000	600,000									שנה/ש	שמן
40,857	40,857	40,857	40,857	-	-	-	-					שנה/ש	מים
65,000	22,750	42,250	52,000									שנה/ש	
156,103	156,103	156,103	156,103									שנה/ש	אחזקה מנוע / טורבינת גז
532,500	532,500	532,500	532,500	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	1,200,000	שנה/ש	אחזקה צ"לר חשמליים
												שנה/ש	אחזקה צ"רים בספיגה
1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	656,113	656,113	656,113	656,113	556,903	556,903	556,903	556,903	שנה/ש	אחזקה BOP
944,571	944,571	944,571	944,571	254,839	254,839	254,839	254,839	114,718	114,718	114,718	114,718	שנה/ש	ביטוח תפעול
543,866	537,529	540,454	541,916	316,643	316,643	316,643	316,643	280,743	280,743	280,743	280,743	שנה/ש	רווח קבלן הפעלה
												שנה/ש	בצ"מ
416,964	412,105	414,348	415,469	337,549	788,980	420,189	383,460	215,236	215,236	215,236	215,236	שנה/ש	סה"כ עזות תפעול
10,035,491	10,152,321	9,472,641	9,198,282	9,972,885	14,938,619	10,881,916	10,477,902	11,175,548	11,175,548	11,175,548	11,175,548	שנה/ש	



עלויות הפעלה ע"ב שנתי (ש) - שכונה (חלופות 4 – 6)

חלופה 6				חלופה 5				חלופה 4					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
טורבינת גז + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי)				גנרטור + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי) + צ'ילר חשמלי (גבוי)				טורבינת גז + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
												ש/שנה	קבית מהרשת של חח"י
657,083	663,828	573,343	534,334	657,083	663,828	573,343	534,334	0	0	0	0	ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - לפעילות תרמית
												ש/שנה	עלות צריכת גפ"מ - לפעילות תרמית
2,670,065	2,670,065	2,306,113	2,171,275	2,198,244	2,198,244	1,898,606	1,787,595	4,646,817	4,646,817	4,013,418	3,778,754	ש/שנה	עלות צריכת גז טבעי - למנוע/טורבינת גז
								-174,763	-47,454	-100,500	-139,400	ש/שנה	ייצור חשמל עודף למכירה למנהל המערכת
461,281	461,281	461,281	461,281	461,281	461,281	461,281	461,281	976,833	1,019,800	1,001,897	988,768	ש/שנה	הוצעות מערכתיות
												ש/שנה	עלות מפעילים
600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	600,000	ש/שנה	שמן
17,851	17,851	17,851	17,851	17,851	17,851	17,851	17,851	40,857	40,857	40,857	40,857	ש/שנה	מים
65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	65,000	22,750	42,250	52,000	ש/שנה	
												ש/שנה	אחזקה מנוע / טורבינת גז
75,426	75,426	75,426	75,426	75,426	75,426	75,426	75,426	156,103	156,103	156,103	156,103	ש/שנה	אחזקה צ'ילר חשמליים
532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	532,500	ש/שנה	אחזקה צ'ירים בספיגה
298,200	298,200	298,200	298,200	298,200	298,200	298,200	298,200					ש/שנה	אחזקה BOP
1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	1,286,743	ש/שנה	
												ש/שנה	ביטוח תפעול
1,066,549	1,066,549	1,066,549	1,066,549	996,259	996,259	996,259	996,259	1,138,538	1,138,538	1,138,538	1,138,538	ש/שנה	רווח קבלן הפעלה
591,340	585,003	587,928	589,390	580,797	574,459	577,384	578,847	572,961	566,624	569,549	571,011	ש/שנה	
												ש/שנה	בצ"מ
453,361	448,502	450,745	451,866	445,278	440,419	442,661	443,783	439,270	434,411	436,654	437,775	ש/שנה	
8,775,400	8,728,699	8,298,930	8,137,416	8,214,661	8,167,961	7,802,504	7,664,818	10,280,859	10,397,689	9,718,009	9,443,650	ש/שנה	סה"כ עזות תפעול

נספח 6

תוצאות כלכליות הפרויקט - שכונה

חלופות מגדל בודד - מודל טכנו-כלכלי – תוצאות הרצת

[illegible]

		חלופה 4				חלופה 5				חלופה 6			
		אזור א'	אזור ב'	אזור ג'	אזור ד'	אזור א'	אזור ב'	אזור ג'	אזור ד'	אזור א'	אזור ב'	אזור ג'	אזור ד'
		טוריבנת גז + דוד מים חמים וצ'ילר חשמליים				גנרטור + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי) + צ'ילר חשמלי (גבוי)				טוריבנת גז + צ'ילר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי) + צ'ילר חשמלי (גבוי)			
		אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת			
רווח תפעולי		-915,904	-938,218	-992,873	-1,011,524	-696,285	-706,892	-742,544	-795,991	-774,653	-789,598	-836,961	-889,677
מן החרוז ההשקעה		-6.2	-6.0	-5.7	-5.6	-10.2	-10.1	-9.6	-8.9	-9.7	-9.5	-9.0	-8.5
תשואה		#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!
גנרן נוכחי בקי (20 שנה, 5%)		-23,963,336	-24,409,626	-25,502,722	-25,875,739	-21,030,067	-21,242,196	-21,955,246	-23,024,171	-23,032,042	-23,330,943	-24,278,202	-25,332,517

תוצאות הרצת מודל טכנו-כלכלי – חלופות שכונה

חלופה 3				חלופה 2				חלופה 1					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
גנרטור + דוד מים חמים וצ"לר חשמליים				צריכה חשמלית - חימום מים חמים ע"י דוד תרמי				צריכה חשמלית בלבד					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
-2,108,337	-2,225,167	-1,545,487	-1,271,128	-2,045,732	-7,011,466	-2,954,762	-2,550,749					ש/שנה	רווח תפעולי
-52.1	-49.3	-71.0	-86.4	-11.5	-3.4	-8.0	-9.2					שנים	זמן החזר ההשקעה
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!					%	תשואה
-145,898,378	-148,234,979	-134,641,379	-129,154,199	-58,429,772	-157,744,446	-76,610,376	-68,530,107					ש	ערך נוכחי נקי (20 שנה, 5%)

חלופה 6				חלופה 5				חלופה 4					
אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'	אזור ד'	אזור ג'	אזור ב'	אזור א'		
טורבינת גז + צ"לר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי) + צ"לר חשמלי (גבוי)				גנרטור + צ"לר בספיגה + דוד חשמלי (גבוי) + צ"לר חשמלי (גבוי)				טורבינת גז + דוד מים חמים וצ"לר חשמליים					
אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת				אנרגיה נדרשת					
-848,246	-801,546	-371,776	-210,263	-287,508	-240,807	124,649	262,335	-2,353,705	-2,470,535	-1,790,855	-1,516,496	ש/שנה	רווח תפעולי
-129.4	-137.0	-295.3	-522.1	-381.8	-455.9	880.7	418.5	-46.6	-44.4	-61.3	-72.4	שנים	זמן החזר ההשקעה
#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	-20%	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	%	תשואה
-135,943,886	-135,009,873	-126,414,487	-123,184,226	-115,942,757	-115,008,743	-107,699,616	-104,945,893	-175,051,584	-177,388,185	-163,794,585	-158,307,405	ש	ערך נוכחי נקי (20 שנה, 5%)