



בס"ד

תאריך יו"ר הוועדה המחוזית

לכבוד  
סיטילינק בע"מ  
כאן

שלום רב

סופי  
4 בספטמבר 2019



**הנדון – התייחסות למסמכי טיוטת תכנית מס' 605-0751636 – באר שבע מרכז רפואי תעסוקתי – היבטים אנרגטיים**

התכנית שבנדון מתייחס למשבצת תכנונית (במסמך זה – "המשבצת") המיועדת לכלול מערכת מוסדות רפואיים (4 בתי חולים מסוגים שונים) (במסמך זה - "בית החולים"), מבנים אשר ישרתו פעילות הנסמכת או התומכת בבתי החולים (מוסדות אקדמיים, מו"פ בתחומים רפואיים, מעונות סטודנטים, מלונית, בית החלמה וכד'), איזור תעסוקה (משרדים, מבני ייצור, לוגיסטיקה) וכן שטחי מסחר פזורים בתוך המבנים האחרים (כל המבנים האלה, במסמך זה – "המתחם").



המשבצת שבנדון מהווה חלק מחזון תכנוני רחב בהרבה, המתייחס לשטחים המשתרעים מדרום-מזרח וממערב, שאינו מטופל בתכנית עצמה. במועד זה, מסמכי התכנון מתייחסים להיקף בניה של כ-750,000 מ"ר, אך אין מניעה כי היקפי הבניה יגיעו עד כ-1.5 מ' מ"ר, על כל המשתמע מכך.

המשבצת נמצאת באיזור מדברי פתוח. קיימים במקום מספר מקורות אנרגיה פוטנציאליים:

בקרבת מקום למשבצת עוברים קווי מתח גבוה ועליון, אשר ניתן, אולי, באמצעותם, להתחבר לרשת.

מקור פוטנציאלי נוסף הוא גז טבעי, לאור קרבת המשבצת לתשתית צנרת ההולכה בלחץ נמוך של חברת נגב גז.



מקור אנרגיה נוסף הזמין למשבצת הוא קרינת שמש ישירה ממנה היא נהנית. בהתבסס על מדידות השירות המטאורולוגי עבור באר שבע, קרינה זו מגיעה ל-5.5 קוט"ש/מ"ר/יום בממוצע, או כ-2,000 קוט"ש/מ"ר/שנה בממוצע. יש לשים לב שבששה חדשים מתוך השנה, הקרינה הישירה עולה על הממוצע, ועשויה להגיע עד לכ-150% מהממוצע היומי השנתי.

מקור אנרגיה זמין נוסף הוא טמפרטורת האוויר (ambient temperature) באיזור. על פי נתוני השירות המטאורולוגי, טמפרטורות אלה נעות בין 17.7 מ"צ ל-34.7 מ"צ. האנרגיה הטמונה באוויר בעצם מהווה מקור אנרגיה מתחדשת שמקורה בשמש ושניתן "לקצור" לשימוש (באמצעות משאבות חום, לדוגמא).





בס"ד

אם נסתכל לתוך האדמה, נמצא גם מאגרי אנרגיה תרמית בהיקפים אדירים, אשר יכולים לשמש לתמיכה בהספקת שירותי האנרגיה הדרושים להפעלת בית החולים והמתחם (באמצעות משאבות חום גיאותרמיות).

יש גם לראות את הרוח כמקור אנרגיה זמין, בהתחשב במיקום המשבצת. אין, לידיעתנו, במועד זה, נתונים על משטר הרוחות במקום, אך כמו כל טכנולוגיה בעולם האנרגיה המתחדשת היום, יש לצפות לפיתוחים חדשים אשר יאפשרו ניצול מקור זה בעתיד.



### החזון האנרגטי של המשבצת

יש לשאוף לכך שבית החולים והמתחם יתוכננו, יוקמו ויפעלו בהתאם לגישות המתקדמות ביותר של פיתוח והתנהלות בר קיימא. אנו רואים בעיני רוחנו משבצת שכולה עצמאית מבחינה אנרגטית. היא וכל דריה ניזונים ופועלים מאנרגיה המיוצרת במקום, וצורכים אנרגיה בתבונה, ביעילות תוך חיסכון כספי. אנו רואים היארכיה של מקורות אנרגיה – תחילה, אנרגיה מתחדשת, אחר כך, במעגל תמיכה ראשון, מקורות נקיים (לאו דווקא מתחדשים), לאחר מכן גז טבעי ולבסוף, כמעגל תמיכה אחרון ותמיכה בחרום – הרשת. אנו רואים את המשבצת מנוהלת כחידת אנרגיה אחת על ידי גורם מרכזי המנהל את הרשת הזאת באמצעות ציוד ומתודולוגיות ניהול המאפשרים יעילות אנרגטית אופטימאלית.



החזון האנרגטי הזה נשען על השיקולים כדלהלן:

- התפתחויות בתחום תכנון מערכות ומשקי חשמל בעולם, הגורסים קיצור מרחקי ההולכה והחלוקה בין מקור יצור החשמל לצרכן;
- ההתפתחויות הטכנולוגיות בתחום ייצור האנרגיה (חשמלית ותרמית) ממקורות אנרגיה מתחדשים או מקורות יחסית נקיים וכן התפתחויות טכנולוגיות בתחום ניהול אנרגיה יעיל;
- התפתחויות בתחום אגירת האנרגיה בין מבחינה טכנולוגית בין מבחינת תורות הפריסה, בין מבחינת ה-affordability;
- המודעות לחשיבות שרידות מערכות האנרגיה וכימות ערך זה במונחים כלכליים. בחו"ל מהווה מזג האוויר מקור האיום העיקרי על מערכות היצע האנרגיה, אחריו איומי סייבר. בארץ, מהווה האיום הבטחוני איום הרבה יותר ממשי ומיידי, כשהסייבר ומזג האוויר מהווים אמנם איום, אבל פחות מהאיום הבטחוני);
- המודעות הגוברת בארץ לשיקולים סביבתיים ותרגום מודעות זו להחלטות ממשלה (בדבר הפחתת פליטות; "ממשלה ירוקה"; שימוש יעיל בחשמל – שכלל גם התייחסות לתקני אנרגיה בבניה; בניה ירוקה);
- הטמעת ערכים סביבתיים בבתי החולים (חוזר מנכ"ל משרד הבריאות 9/12);
- הרפורמה במשק החשמל הישראלי.



### החלטות ממשלה

כל השיקולים המפורטים לעיל ראויים להסבר נרחב יותר, אך לאור רמת הבשלות של ההליך התכנוני, אסתפק בהרחבת הדיבור רק בנוגע לשיקול המודעות, כפי שהדבר התבטא במספר החלטות ממשלה.





בס"ד

החלטת ממשלה 2025 מיום 23.9.2014 (תכנית לאומית לפיתוח הדרום) קבעה (סעיף 47) כי יוקם בית חולים חדש בבאר שבע. אופיו של בית החולים כמתקן בנוי לא זכה להתייחסות בהחלטה. על פי ההחלטה, היה אמור לצאת מכרז להקמת בית החולים עד ליום 1.9.2016.

החלטה זו באה אחרי החלטת ממשלה משנת 2008- החלטה 4095 מיום 18.9.2008 – שקבעה, בין היתר (סעיף 1(ח)), כי "החל ממועד החלטה זו, כל תכנון מתקן ממשלתי חדש יהיה באופן אשר יעמוד בדירוגים המפורטים בת"י 5282 חלק 2 (דירוג בניינים לפי צריכת אנרגיה: בנייני משרדים... בכפוף לבחינה כדאיות כלכלית".



בשנת 2010, קיבלה הממשלה שתי החלטות בתחום הפחתת פליטות גזי חממה – 1504 מיום 14.3.2010 ו-2508 מיום 28.11.2010. שתי ההחלטות עסקו בגיבוש תכניות להפחתת פליטות, בין היתר, באמצעות התייעלות אנרגטית. הפעילות במסגרת שתי החלטות אלה הוקפאה בשנת 2012.

בשנת 2011, הותקן תקן ת"י 5281 הידוע כתקן הבניה הירוקה. תקן זה כלל חלק כללי וכן חלקים ספציפיים למבנים מסוגים שונים – ביניהם ת"י 5281 חלק 6 אשר התייחס למבנים המשמשים למוסדות רפואה. יש גם חלקים מיוחדים למבני תעשייה, למשרדים ולמבני מסחר. יש לשים לב – אותו ת"י 5282 עליו דובר כבר בשנת 2008, שולב כחלק מת"י 5281.



בשנת 2014, קיבלה הממשלה החלטה (מס' 1806 מיום 3.7.2014) בדבר קידום בניה ירוקה בישראל. בניה ירוקה – בניה לפי ת"י 5281, שכאמור משלב בתוכו ת"י 5282. עינינו הרואות מגמה ממשלתית המתקדמת בסולם ערכי הקיימות והרואה את הנושא בעין יפה.

מגמה זאת קיבלה חיזוק נוסף כשבשנת 2015 התקבלה החלטה נוספת בנושא הפחתת פליטות גזי חממה (מס' 542 מיום 20.9.2015). שם, בין היתר, נקבעו יעדים להתקנת ייצור אנרגיה מתחדשת (17% עד 2030 – סעיף 1(ב)(3)). החלטה זו היתה החלטה עקרונית שהכתיבה דרישה ליצירת תכנית פעולה מעשית, תכנית שאושרה על ידי הממשלה באפריל 2016 (מס' 1403 מיום 10.4.2016). התכנית המעשית כללה מספר הערות אשר הח"מ רואה אותם כרלבנטיות לגיבוש והצגת החזון האנרגטי לעיל:



- נקבעה דרישה להכין תכנית לדירוג נרגטי של מבנים (סעיף 6) – מגורים ומשרדים. אמנם נכון שהדרישה סוייגה בסייג המפורסם והידוע של "עלות תועלת". לא ברור על איזה אלמנט חלה הדרישה של עלות תועלת, אבל ההכרה בקשר שבין מבנה ואנרגיה קבלה חיזוק נוסף;
- המאמץ להפחתת פליטות במגזר המבנים הורחב למבנים חדשים (סעיף 7). יצויין כי דרישה זו אינה טריביאלית כלל היות והדרישה להפחתה טומנת בחובה הדרישה בהכרת פליטות הייחוס (baseline emissions) של מבנה שטרם נבנה. בחו"ל קיימים בסיסי נתונים מוכרים המאפשרים זאת. בארץ הם אינם קיימים או שאינם "חסונים" מספיק;
- כמו כן, סעיף 7 דורש לקדם אמצעים להרחבת הבניה הירוקה בהתאם לת"י 5281. כאן עולה הדרישה הממשלתית החד-משמעית, להפוך את הבניה הירוקה לנורמה תכנונית;





בס"ד

- לבסוף, שמה ההמשלה את הדובדבן על הקצפת וקובעת (סעיף 8(ט)) מפורשות שעל החשבת הכללית להביא לשילוב מתקנים פוטו-וולטאיים על "מבנים שבאחריותה" – כלומר, מבנים ממשלתיים.

מכל האמור לעיל, מהעובדה שמדובר במשבצת אשר העוגן לפיתוחה הוא מתקן ממשלתי, תוך התחשבות במגמה שהחלה להתפתח במשרד הבריאות (חוזר המנכ"ל משנת 2012, פרויקט ההתייעלות האנרגטית בבתי החולים הממשלתיים), נכון לקדם את תכנון בית החולים, ובעקבות זאת, תכנון המשבצת כולה, על בסיס הגישות המתקדמות ביותר בתחום האנרגיה והקיימות.

לפני שאגש למלאכת ההערות וההמלצות למסמך ההוראות, הייתי רוצה לגעת בקצרה במקורות האנרגיה והטכנולוגיות המשמשות אותן, בכדי שניתן לקבל מושג על האתגרים וההזדמנויות העומדים בפני כל המרחב התכנוני הזה מבחינת קיימות אנרגטית. כמו כן, אגע בקצרה על החשיבה העומדת מאחורי המבנה האירגוני האנרגטי המוצע של המשבצת.

### המקורות והטכנולוגיות

מנינו למעלה את מקורות האנרגיה למיניהם. מהאנרגיות המתחדשות מנינו את אנרגיית השמש והרוח. אנרגיית השמש בקרינה ישירה היא מקור לחשמל. במעגל שני, היא בעצם האנרגיה התרמית שבאוויר ובקרקע.

הטכנולוגיות המשמשות למימוש התכונות האנרגטיות של השמש והרוח ידועים, אך לא לכולם. כולם שמעו על הטכנולוגיה הפוטו-וולטאית (ידוע בפשטות כטכנולוגיית פי-ווי), הטכנולוגיה הממירה קרינת אור לחשמל באופן ישיר. טכנולוגיה זו היא יחסית זולה אך לא יעילה. הקמת מתקן המסוגל לספק צרכנים גדולים מחייבת שטחים נרחבים יחסית. קיימים פיתוחים שונים המחפשים להגביר את יעילות הציוד הפוטו-וולטאי, ו/או להשתמש בו גם לחימום מים, אך אלה, בינתיים, יקרות יותר ואינן מביאות בשורה של ממש.

קיימות טכנולוגיות סולאריות תרמיות, הידועות כ-CSP (Concentrated Solar Power) המנצלות את האנרגיה התרמית של השמש ולא האור. הדוגמה המוכרת לכולנו של טכנולוגיה זו היא דוד השמש. הקולטים של הדוד קולטים את האנרגיה התרמית מקרינת השמש ובאמצעותה מחממים מים לצרכים ביתיים. אז בתחום זה קיימות טכנולוגיות המשמשות לחימום מים לטמפרטורות גבוהות יותר, לצרכי תעשייה לדוגמה (בבית חולים הלל יפה קיימת מערכת המבצעת חימום מוקדם למים המיועדים לייצור קיטור. מערכת זו חוסכת אנרגיה פוסילית על ידי הרמת טמפרטורת המים בשיעור של כ-15 מ"צ), לצורך שימוש במחצבים, ואף לחמום חמרים (שמנים בעיקר) לייצור קיטור להזנה לטורבינות חשמל (המתקן של לוז שנבנה לפני יותר מ-30 שנה בראה"ב). גם כאן – על אף היות טכנולוגיית ה-CSP יעילה מטכנולוגיית הפי-ווי, גם היא חייבת שטחים נרחבים כשמדובר בצרכני אנרגיה גדולים, והמערכות עשויות להיות מורכבות יותר.

שימוש אפשרי נוסף לטכנולוגיית ה-CSP הוא שילובו במערכות קירור בספיגה, באמצעותן ניתן לקחת את חום השמש ולנצלו למיזוג אוויר.



בס"ד

משם השימוש בתוצרי השמש ה-"עקיפים" – חום האוויר והאנרגיה התרמית שבקרקע. ברור שהאוויר מתחמם כתוצאה מהשפעת השמש והקרנה התרמית (אינפרא-אדום) המועברת לכדור הארץ. הטכנולוגיות המאפשרות "קצירת" אנרגיה זו וניצולה ידועות כמשאבות חום. משאבות החום הפועלות במגע עם האוויר פועלות כמו מזגן "הפוך" (האמת היא שה-"מזגן" הביתי המוכר לנו הוא בעצם משאבת חום), הקוצר את החום מהאוויר ומעביר אותו ליעד הצורך אותו – לרוב באמצעות מים חמים. המים החמים מוזרמים ליעוד זה או אחר. משאבת החום "זורק" את האוויר ממנו הוצא החום לחוץ כ-"פסולת קרה". טכנולוגיה זו כבר משמשת בתי חולים, בתי עסק, תעשיות, מלונות וכו' ליצור אנרגיה תרמית יחסית בזול (היעילות האנרגטית היא יחסית גבוהה - יותר מה-"מזגן" הביתי).



משאבת חום מסוג אחר מנצל את העובדה שבעומק האדמה, הטמפרטורה נשארת יחסית קבועה. מים המוזרמים לאדמה מתחממים או מתקררים ומשמשים לחימום או לקירור. דוגמאות של טכנולוגיה זו ניתן למצוא ברמת הנדיב בזכרון יעקב וכן ברמאללה (!).

האנרגיה המתחדשת הישירה הבאה שניגע בה זה הרוח. יש לפתוח בכך שהרוח, לאמיתו של דבר, מקורה במשטר השמש אבל בכל זאת קיבלה מעמד משלה. ההיתכנות של ניצול אנרגיית רוח היא פונקציה של משטר הרוחות העשוי להשתנות לעיתים תכופות – אפילו על פני מרחק של מטרים ספורים.



הרבה אנשים מדמיינים את טורבינות הרוח – מפלצות הנוסקות לגובה של 120 מ' ואפילו יותר, ביבשה ובים, ומגיעים להספקים של כ-5 MW לטורבינה. מעט אנשים מכירים את הטורבינות האנכיות – טורבינות קטנות יחסים המתאימות לגגות של מבנים. למותר לציין שגם הן רגישות ביותר למשטר הרוחות, ולכן, על אף שטכנולוגיה זו מוכרת ואף משמשת ליצור חשמל גם בערים (באירופה), קביעת היתכנות השימוש בהם כיום מחייב סקר רוחות.

אחרי שנגענו באנרגיות המתחדשות, בואו ניגע באנרגיות ה-"נקיות" – מקורות האנרגיה שהן פוסיליים במהותם, אבל מביאות לפחות פליטות גזי חממה מהמקורות הפוסיליים הקלאסיים – והדגש הוא, כמובן על גז טבעי.



את הגז הטבעי ניתן לנצל לצרכים אנרגטיים בשני אופנים שונים – דרך בעירה ובדרך ללא בעירה. בדרכים שלא באמצעות בעירה אנו מוצאים שיטות לפירוק המתן (methane) למימן ומים ולאחר מכן שימוש במימן להפעלת תאי דלק, שיכולים לשמש מקור רציף לייצור חשמל באמצעות תהליכים כימיקאליים ופיזיקאליים. תאי דלק יכולים לשמש גם כלי אגירה של חשמל לניצול בעת הצורך. מסתבר שהיכולת לנצל אגירה מכל הסוגים ביעילות המירבית מחייבת הבנה לעומק של צריכת האנרגיה של הצרכן (הצורך בהספק לעומת הצורך באנרגיה),

תחום נצול הגז בדרכי בעירה רחב למדי, וזאת מחמת ה-"תוספות" שניתן להוסיף על מתקן הבעירה בכדי להפוך אותו ליעיל ביותר. ניתן לנצל אותו לחשמל בלבד, לקוגנרציה ולטריגנרציה (חשמל/חום/קור), כאשר במתקנים מהסוג האחרון ניתן להשיג יעילויות כוללות העוברות את ה-80%.





בס"ד

עוד מקור פוטנציאלי לאנרגיה הוא פסולת בית החולים והמתחם. לא הזכרנו אותו לעיל, היות ויש קודם כל להקים ולהפעיל את מבני המשבצת בכדי ליצור את הפסולת (ראו גם הצעת איציק מרום לשת"פ עם רמת חובב). קיימות מספר טכנולוגיות למימוש פוטנציאל זה, בחלקן ישימות פחות (בעיקר בגלל הצורך בהפרדה בין פסולת אורגנית לפסולת לא אורגנית, הצורך באחסון/צבירה תוצרי לוואי, תוצרי התהליך וכד'). קיימת טכנולוגיה המאפשרת הזרמת פסולת מעורבת, ללא אחסון, ישירות לטיפול בטמפרטורות גבוהות. התוצר הוא גז חם המופנה לטורבינת חשמל. פרט לחשמל, פולטת הטורבינה גם היא גז חם, המופנה לצרכים תרמיים – חימום או קירור (ספיגה). מערכת ישראלית מסוג זו נמצאת כיום בשלבי הקמה בבית חולים גדול (3,000 מיטות) בהודו.



לצורך השלמת התמונה, ניגע בענין האגירה. בתחילת הדרך, נחשבה האגירה כמעין ילד חורג של האנרגיה המתחדשת הלא רציפה. בכדי להבטיח את השימוש באנרגיה מתחדשת שנוצרה בשעות נעדרות צרכנים, נבחנו, ראשונה, ההתאמה של מצברים קונבנציונאליים. על אף העובדה שניסו לעשות בהם שימוש, התברר שלמצברים אלה היו מגבלות טכניות והן אינן ידידותיות לסביבה (ולכן מוזר היה לספק אנרגיה "נקיה" באמצעות מצברים "מלוכלכים").



אז בתחילת הדרך, פותחו בטריות בטכנולוגיות שונות, עם ביצועים טכניים שונים שהחלו נותן מענה לצרכי משק חשמל נקי. הבעיה, כמובן, היתה במחיר. בינתיים, הודות לענין הגובר בנסועה חשמלית (רכבים חשמליים) פותחו מצברים (Li-ion) לעולם הרכב אשר החלו לעמוד בדרישה למחירים נמוכים יותר. מצברים אלה הותאמו גם לעולם הכללי (ראו דוגמת חברת Tesla), כך שהיום, נמצאים בשוק בטריות המתאימות לאגור חשמל המיוצר במערכות ביתיות לייצור מאנרגיה מתחדשת (פי-ווי, רוח "קטן") לשימוש בבית. בשעות בהן מקור האנרגיה אינו "פעיל". בטריות אלה היום מיוצרות גם בגדלים היכולים לשמש צרכנים עיסקיים ותעשייתיים.



האגירה גם הגיעה לעולם התרמי. כבר מזמן הובן שאגירת חום הינה יחסית קלה ובעולם ה-CSP לחשמל החלו אוגרים אנרגיה תרמית באמצעות תמיסות מלוחות. השיטה עבדה ככה: שדות ה-CSP לחשמל חממו תמיסה מסויימת ("תמיסת קליטה") שעברה דרך הקולטים שלהם והתחממו לטמפרטורות גבוהות מאד. חלק מתמיסת הקליטה עבר דרך מאגרי מים ובאמצעות מחליפי חום הפכו את המים לקיטור. הקיטור הועבר לטורבינות קיטור אשר יצרו חשמל. תמיסת הקליטה שהתקררה בתהליך זה הוחזרה לקולטים למחזור חימום נוסף. חלק, כאמור, מתמיסת הקליטה לא עבר לחימום מים אלא הופנה לחימום תמיסות מלוחות ("תמיסות אגירה") אשר חוממו באמצעות מחליפי חום ונאגרו בחום גבוה במיכלי אגירה. לאחר שקיעת השמש, הופנו תמיסות האגירה לכוון מאגרי המים. לרוב, תמיסות אלה קיבלו תוספת חום ממבערי גז טבעי ובהגיעם למאגרי המים חיממו אותם ותהליך ייצור החשמל יכל להתמשך גם בלילה (אם כי במקרה הטוב זכה מתקן הייצור בתוספת של 6-7 שעות מקסימום).



במהלך הזמן, פעלו לפתח טכנולוגיות אגירה תרמיות המסוגלות לקלוט אנרגיה תרמית ממגוון רב של מקורות חום, לא רק מהשמש, וכן להמיר אנרגיה חשמלית לאנרגיה תרמית ולאגור את האנרגיה החשמלית בדרך זו. האגירה מתבצעת שלא



בס"ד

באמצעות תמיסות אלא במוצקים (מתקן ברנמילר) ואף שמעתי על נסיון לאגור את החום בגז.

עוד טכנולוגיות לאגירת חשמל הן מכאנית - האגירה השאובה וה-flywheel. בטכנולוגיית האגירה השאובה, כמות מים מוגבית לגובה מסויים (במתקן בצפון הוא מוגבה בכ-400 מטר) על ידי משאבות בשעות של מחירי שפל של חשמל. במורד, יש טורבינות לייצור חשמל. בעת מעבר מחירי החשמל ברשת לתעריפי פסגה, משוחררים המים, הנופלים והמסובבים מעצמת הנפילה את הטורבינות. התוצאה - ייצור חשמל בעת תעריפי שיא בעלות של מחירי שפל (כלומר - חיסכון כספי, לאו דווקא אנרגטי). במהלך כתיבת מסמך זה, למדתי על טכנולוגיה חדשה הבנויה על העיקרון של אגירה שאובה אך במקום מפל מים היא מייצרת "מפל בלוקים". לא כאן המקום ליכנס לנבכי הטכנולוגיה, אך על פני הדברים היא נראית פשוטה יותר ליישום (בהרבה) מאגירה שאובה קלאסית. טכנולוגיה זו כבר זכתה להשקעות של יותר מ-100 מיליון דולר וכבר כנראה בדרך להתקנה מסחרית ראשונה.



ה-flywheel הוא דיסק אשר מואץ לתנועה סיבובית על ידי הזרמת חשמל ונשאר מסתובב מכח אינרציה. על ידי האטת ה-flywheel ניתן להפוך את האנרגיה הקינטית לחשמל. בתקופה זו, יישום ה-flywheel מופנה לרכבים חשמליים אך אין לדעת לאן יובילו פיתוחי העתיד.



מספר מילים על אגירה כימית, המנצלת ערבוב בין תמיסות שונות בביבה פיזיקאלית מסויימת בכדי ליצור חשמל. דוגמא לכך – מוצרי Electric Fuel וכו Better Place.



כמה מילים על מערכת הניהול והמבנה האירגוני המוצע למשבצת בתחום האנרגיה. כאמור לעיל, קיימת מגמה בעולם להביא לקירבה פיזית בין מערכות ייצור אנרגיה לצרכנים, היות וזוהי כי מערכות ההולכה והחלוקה של האנרגיה הן בעצם החוליה החלשה ביותר בשרשרת הספקת האנרגיה. כמו כן, עולם האנרגיה המתחדשת פעלה להביא לכך שאמצעי ייצור יותקנו בבתי הצרכנים, דבר שהפך את הצרכן ליצרן של אנרגיה וכן ספק פוטנציאלי של תועלות נוספות לרשת הכללית (Prosumer - החיבור בין Producer ו-Consumer). בנוסף, מערכות הייצור האלטרנטיביות – בעיקר האנרגיה המתחדשת – אותן מערכות המבוקשות בכדי להתמודד עם שינויי האקלים, אינן בנות כושר ייצור רציף (intermittent) ולכן, יש צורך להבטיח רציפות ההספקה בדרכים אחרות. תופעות אקלים קיצוניות (כגון סופת Sandy שפגעה בצפון מזרח ארה"ב, וסופה שפגעה בפורטו ריקו) פגעו פגיעה קשה ביותר במערכות ההולכה והחלוקה של החשמל וזוהי כאתגר לשרידות מערכות חשמל.

חיבור כל האלמנטים האלה, הביא לחשיבה נוספת בכל הקשור למבנה הרשת הכללית והולידה, בין היתר, מערכות המסוגלות להתנהל בהיעדר רשת כללית (אנו נכנה אותם "מיקרוגריד").



מערכות מיקרוגריד הינן מערכות המורכבות ממקורות ייצור עם או בלי מערכות אגירה, "עומסים" (צרכנים), רשת חלוקה פנימית ומערכת המסוגלת לנהל את



בס"ד

הייצור והביקוש באופן שבו המיקרוגריד יכול לתפקד באופן מלא, או כמעט מלא, באופן עצמאי. בהרבה מקרים מערכות אלה מחוברות לרשת, אך הדבר אינו הכרחי.

במקומות שהן אכן מחוברות לרשת הן מסוגלות לנתק את עצמן מהרשת ולפעול, כאמור, באופן עצמאי. היכולת הזאת נובעת מתכנון המכיר את מערכות היצור והצרכים האמיתיים של הצרכנים – בהיקף ובזמן – ומערכת ניהול המסוגלת לווסת בין ההיצע והביקוש בכל עת. מערכת המיקרוגריד יכולה להשתלב ברשת כל עוד הדבר אינו מפריע לצרכני המיקרוגריד. בכך, יכול המיקרוגריד לספק ערך לרשת הכללית ולקבל כנגד ערך זה תמורה כלכלית (כספית). דוגמאות: קמפוס University of Texas, Austin שאינו משתמש ברשת הכללית בכלל (פרט לחיבור חירום) ופועלת מכח מערכת אנרגיה פנימית (מבוססת גז טבעי) משנת 1978. קמפוס זה הוא כ-1 מיליון מ"ר בנוי והיקף מערכת הנרגיה עולה על MW 60.



דוגמא נוספת: University of California San Diego, המחברת לרשת הכללית וניזונה ממנה, אך עוקבת אוטומאטית אחרי שינויי מחירים ברשת (שם השינויים יכולים לבוא כל שעה). בהגיע מחירי הרשת לרף שנקבע מראש, מתנתק הקמפוס מהרשת עד ירידת המחירים ואז היא מתחברת מחדש לרשת.



דוגמא נוספת: Co-Op City בניו יורק, מתחם של כ-45 מבנים המאכלסים כ-45,000 איש. מדובר במתחם מגורים מנוהל, כלומר המערכות שם מופעלות על בסיס צרכי המתחם והתוצרים משמשים את המתחם כולו. בתקופת סופת Sandy, שבה כל איזור המתחם הזה היה ללא חשמל וללא מערכות חימום (שהתבססו על חשמל או על סולר המונפק באמצעות משאבות חשמליות), Co-Op City נהנה מחשמל וחום שסופקו על ידי מערכות קוגנרציה המותקנים במתחם מקדמת דנא והמופעלים בגז טבעי המסופק באמצעות לחץ.



שתי מסקנות חשובות עולות משלושת הדוגמאות, מסקנות הטובות לכל מיקרוגריד: האחת – מיקרוגריד מתוכנן ללקוחות ספציפיים עם צרכים הצפויים מראש; השניה – המיקרוגריד יכול להצליח רק **במסגרת מנוהלת** כשגורם מרכזי אחד הוא השולט על כל ההיבטים האנרגטיים של המתחם – ייצור/היצע, ביקוש/צריכה.

בארץ, מתווסף – נכון לעכשיו - גם היבט רגולטורי. הרגולציה הישראלית מבחינה בין העברת חשמל מיצרן לצרכן לבין שימוש עצמי של היצרן בחשמל שיוצר על ידו. הרגולציה הרחיבה לאחרונה את תפיסת המושג "שימוש עצמי" לכלול גם העברת חשמל מיצרן ל-"צרכן חצר". על אף העובדה שאין וודאות שהרגולציה במצבו הנוכחי תראה את כל הצרכנים במשבצת כ-"צרכני חצר", נראה לנו שהרשות תהיה מוכנה לאפשר הקמת מסגרת אנרגטית כמוצע כאן. יצוין כי החסם הוא באנרגיה חשמלית בלבד – אנרגיה תרמית אינה כפופה לרגולציה חוסמת כלשהיא (פרט, לפעמים, לצורך לקבלת היתר בניה).



בהתאם למסקנות אלה, מוצע ומומלץ כי **כל ההיבטים האנרגטיים של המשבצת ייוחדו תחת גורם ניהולי אחד** (אותו כיניתי "מינהלת"). ייתכן שאותה מינהלת תהיה אחראית רק לנושא האנרגיה, אולה גם שירותים נוספים שמטבעם נדרשים על ידי כל או רוב דרי המשבצת ("השירותי המשותפים"). הדבר לא רק תואם את החזון





בס"ד

האנרגטי של המשבצת, הוא תומך בו. למותר לציין, אותו גורם יהיה חייב להיות בקשר הדוק ביותר עם כל דרי המשבצת ולדאוג שכל מערכת ניהול האנרגיה, לרבות שאלות של תיעוד הספקה במצבים של אתגרים בהספקה, יהיו ידועים לכולם. יתכן שיש לדרוש כחלק מביצוע הקמת המיקרוגריד כי אותו גורם ייסד ויתחזק מערכת נהלים ברורה ושקופה, הלוקחת בחשבון הצרכים האמיתיים של כל דרי המשבצת.

### הערות/המלצות לתכנית הקיימת

ברמת העיקרון, השאיפה של הח"מ היא להביא לכך שהתכנית לא תעמיד כל מחסום בפני היישום של החזון האנרגטי, והערותי למסמך ההוראות הנלווה לתכנית מכוונות למטרה זו:

- בכל סעיפי המשנה של סעיף 4 למסמך ההוראות שעניינם "שימושים" יש להוסיף "ייצור/או אגירת ו/או חלוקת אנרגיה".
- ההתייחסות האנרגטית למשבצת חייבת להתייחס גם להיצע האנרגיה וגם לביקוש (התייעלות אנרגטית). לצורך הקטנת ה-footprint האנרגטי של המבנים במהלך תפעולם, חשוב לציין בתכנית מפורשות שכל מעטפות המבנים יתוכננו באופן המתאים, ככל שניתן, לאקלים מדברי. צוין במצגת שיתכן בעתיד התייעצות עם מומחי אקלים. רצוי, לדעתי, בנושאי המעטפת, הצללות, תאורה טבעית, בידוד מעטפת ואולי אף העמדת מבנים, להתייעץ עם מומחה לתכנון אקלימי מדברי.
- יש לציין מפורשות בתכנית כי כל המבנים יתוכננו בהתאם להנחיות וכללי ת"י 5281, בהתאם לחלק הרלבנטי לסוג המבנה, ברמה אשר יאפשר להם אישור עמידה בתקן בניקוד המינימאלי, במידה והדבר יידרש.
- בהתחשב באמור לעיל – יש לפרש בהוראות תכנית כי כל המיבנים יתוכננו באופן שניתן יהיה להשתמש בתאורה טבעית בצורה אופטימאלית.
- יש להוסיף שימוש לכל המבנים – כל גג יהיה זמין להתקנת מתקן לייצור ו/או אגירת ו/או לחלוקת אנרגיה. במקרה של יותר משימוש אחד בגג בפועל, תהיה עדיפות למתקן האנרגיה בקביעת מיקומו.
- יש להוסיף לכל המיבנים שימוש מותר של ייצור ו/או אגירת ו/או חלוקת אנרגיה.
- יש להוסיף לכל המיבנים שימוש מותר של ייצור ו/או אגירת ו/או חלוקת אנרגיה בכל האלמנטים של מעטפת המבנה.
- יש לקבוע בתכנית שתפעול המרכיבים והשירותים המשותפים למתחם יבוצע ויסופקו באמצעות מינהל אשר יוקם לצורך הענין. אחד השירותים המשותפים יהיה האנרגיה – חשמלית ותרמית.
- התייחסות לנושא השטחים שיועדו למרכזי אנרגיה – החזון האנרגטי רואה את המתחם כמתחם אנרגטי עצמאי, המסוגל לתפקד כיחידה עצמאית כמעט בכל תנאי. גישה זו מחייבת שני דברים עיקריים: (1) מספיק ייצור לספק את מלוא הביקוש של כל המתחם בכל עת; (2) היכולת לנייד אנרגיה לנקודות "קריטיות" של המתחם בעת חרום או בעת פגיעה בחלק ממערך הייצור שלו. משמעות הדבר – רצוי לפזר את מקורות הייצור והאגירה.
- ניתן לשלב טכנולוגיות שונות של ייצור חשמל עם ייצור חום וקור, וקיימות מתודולוגיות של חלוקת אנרגיה תרמית (district heating, district





בס"ד

cooling), כך שניתן להסתפק בשני מרכזי האנרגיה המופיעים בתכנית, בכפוף ל: (1) הוספת השימושים האנרגטיים כמפורט לעיל; (2) תיקון מנדט המינהלת בסעיף 6.2 (ראה להלן – כך שהמנהלת תוכל לטפל בתכנון כל תשתיות האנרגיה בכל המשבצת תוך הישענות על מרכזי האנרגיה המסומנים). בהגדרת מרכזי האנרגיה הייתי מוסיף שימוש ייצור אנרגיה מפסולת.

- בכל הקשור לפיתוח (סעיף 6.2 למסמך ההוראות): מסמך ההוראות מטילה את אחריות הפיתוח של "מתחם התעסוקה" על מינהלת האמורה לקום. לדעתי, בכדי להתאים הוראות אלה לחזון האנרגטי, יש לקבוע שהמנהלת תתמנה לפיתוח כל המשבצת בכל התחומים (בעיקר באנרגיה) - לא רק המתחם (מתחם התעסוקה). אם מבצעים תיקון זה – אין צורך בכל תיקון נוסף.

- חניה (סעיף 6.3 למסמך ההוראות): יש לכתוב מפורשות שהחניונים המוקמים על פי סעיף זה, ככל שאלה אינם תת-קרקעיים, יהיו חניונים מקורים כאשר שימוש מותר בקירווי הוא ייצור ו/או אגירה ו/או חלוקת אנרגיה תוך העמדת הציוד הנחוץ לכך. להוסיף כתנאי שהרשות המקומית, בעת מתן רשיון/זיכיון/היתר להקמת מגרש חניה כאמור, תעשה זאת בתאום עם המינהלת בעיקר בכל הקשור לקירווי ולשימושים בקירווי למתקנים הנדסיים אנרגטיים.

- איכות הסביבה (סעיף 6.4 למסמך ההוראות): יש בכל פרק זה;  
 1. להתייחס לתכנון האקלימי המדברי של המבנים ומעטפותיהם;  
 2. להתייחס לתכנון בהתאם להוראות ת"י 5281 (חלק רלבנטי);  
 3. להכניס הוראות אשר יאפשרו הזרמת פסולת למתקנים של הפיכת פסולת לאנרגיה (במידה שיחידה או יחידות מהסוג הזה יקום/מו);

- תשתיות (סעיף 6.7 למסמך ההוראות): אין התייחסות לתשתיות הקשורות להולכת אנרגיה תרמית או אגירה תרמית ויש להתייחס להם. אינני יודע איך לנסח את זה אך מדובר בצנרת מים חמים, קיטור, מים מקוררים, מתקני אגירה תרמית(דוגמת מתקן ברנמילר) וכד'. אשמח לשתף פעולה עם הגורם הנראה לכם מוסמך לנסח דברים אלה.

- הוצאת היתר בניה (סעיף 6.11 למסמך ההוראות): יש להוסיף דרישה של המינהלת כי התכניות תואמות את תכניות השירותים המשותפים. יש להוסיף דרישה כי במידה ונקבע זאת על ידי המינהלת, יתכנן היזם תכנונים למיניהם אשר יאפשרו חיבור של תשתיות משותפות וכן קבלת ו/או מתן שירותים משותפים במבנה/מגרש המתוכנן.

אלה הערותי והמלצותי המבוססות, כאמור, על החזון האנרגטי. הנכם מוזמנים לפנות אלי בשאלות או הערות (רצוי בכתב).

בכבוד רב

זאב גדוס

