

הטמעת עקרונות לבנייה "ירוקה" ותכנון בר-קיימא במכרזי הדיור הממשלתי

דו"ח סופי

הטמעת עקרונות בנייה "ירוקה" ותכנון

בר-קיימא במסמך :

"אפיון הנדסי כללי לעבודות התאמה למבנה בשכירות

עבור מינהל נכסי הדיור הממשלתי"



צוות יועצים מלווה :

יפתח ברמן – פארטו הנדסה, ראש הצוות

מרב דפני – פארטו הנדסה, כלכלנית

אדר' רפי רייש- רייש אדריכלים

אינג' יהושפט אהרוני – אסא אהרוני מהנדסים, אנרגיה

אוגוסט 2008

תוכן עניינים:

3	פרק א' - רקע	
6	פרק ב' - סקירה כללית	
10	פרק ג' - סקירה מפורטת	
10	כללי	(1)
15	ניהול סביבתי של מהלך הבניה - טיפול בפסולת באתר	(2)
17	חסכון באנרגיה	(3)
30	חסכון במים	(4)
31	מוכנות לשינויים עתידיים	(5)
32	יצירת סביבת עבודה בריאה	(6)
34	פרק ד' - ניתוח כלכלי - בניה ירוקה	
47	פרק ה' - סיכום	
48	נספח 1 - עלויות טיפול בפסולת בניין	
49	נספח 2 - מקרי מבחן לדוגמה	
55	ביבליוגרפיה	

פרק א' - רקע

"בניה ירוקה" - בנייה ידידותית לסביבה ולמשתמש, שביטויה בחסכון וייעול השימוש במשאבים חדשים, שימוש מחדש ו/או מחזור מירבי של הקיים, וכל זאת תוך חתירה לשמירה על הבריאות ואיכות החיים של כלל המשתמשים במבנה, בהווה ובדורות הבאים.

בנייה ירוקה הינה המרכיב המבני/פיזי של תכנון בר קיימא המוגדר כ"הבטחת מילוי צרכי ההווה ללא סיכון יכולתם של הדורות הבאים לספק את צרכיהם הם". בתוך כך נכללים מרכיבים של העמדה ותכנון המבנה במרחב, מעטפת, פתחים ותגמירים, תשתיות וטכנולוגיות לצד מרכיבים ערכיים, חברתיים ותרבותיים. בנייה ירוקה איננה כוללת רק את שלב התכנון, אלא גם התייחסות לשלבי הביצוע והתפעול לאורך זמן. תכנון מעין זה נועד לייצר מרחב איכותי ויעיל יותר לאורך זמן, מרחב בעל מוכנות גבוהה יותר לשינויים עתידיים, חיצוניים ופנימיים, ומרחב שאינו משפיע לרעה על האדם, הטבע והסביבה המשתמשים באופן ישיר או עקיף במבנה או חיים בסביבתו.

גישה זו מהווה תפישת עולם ושיטת עבודה בחלק ניכר מערי ומדינות העולם המערבי. מסייעים לקידומה של גישה זו גם תהליכים הסברתיים ותמריצים כלכליים הניתנים לגופים המקדמים תכנון מעין זה. מעבר לכך, ניתן לזהות מגמת התרחבות מתמשכת במספר המדינות / הערים אשר בחרו לחייב (באופן חלקי / בסוגי בניה מסוימים) בנייה אך ורק בהתאם לעקרונות בניה ירוקה. להלן מספר דוגמאות:

- **בארה"ב**, הגוף המוביל בנושא הוא ה-US Green Building Council. גוף זה מפעיל את תוכנית LEED לדירוג בניינים לפי מאפייניהם הסביבתיים. הדירוג מתייחס למאפיינים כגון צריכת מים ואנרגיה, חומרי בניה וגימור, התאמת המבנה לסביבה וכו'. בשנת 2005, נחקק במדינת **ווישינגטון** חוק המחייב כל מבנה ציבורי בשטח של 500 מ"ר ומעלה לעמוד בסטנדרטים הגבוהים שמציבה תוכנית LEED.
- באנגליה תיקנו בשנת 1990 את תקן BREEAM, שהיווה את הבסיס ל-LEED ול-Green Star, ולפיכך הפרמטרים לבחינה דומים ותפישת העבודה דומה, אם כי בעלת תפישת 'אירופאית' יותר וגמישה יותר. התקן אומץ לתחומי המגורים על ידי ממשלת אנגליה, ולאחרונה ייסדו תקן בינלאומי שמאפשר למדינות ארגונים או גופים מסחריים בינלאומיים לאמץ להם תקן ומדד לשינוי. תקן זה, שהוקם על ידי מכון התקנים הבריטי, עומד במרכזה של יוזמה לתקן כלל אירופאי עם גמישות לכל מדינה ומדינה.
- באוסטרליה, מפעיל ה-Green Building Council of Australia תוכנית דומה בשם Green Star, אשר מיועדת גם היא לעודד יוזמות וולונטריות בנושא.
- באירופה, הפרלמנט של האיחוד האירופי העביר בשנת 2002 דירקטיבה בנוגע לצריכת אנרגיה בבניינים (Energy Performance of Buildings Directive). בדירקטיבה מוגדרים סטנדרטים מחייבים לצריכת אנרגיה בבניינים מסוגים שונים. אלו רק דוגמאות בודדות לנעשה בעולם. ישנן עוד דוגמאות רבות במדינות מערביות ואחרות לפעילות ממשלתית ולא ממשלתית לקידום הפעילות בתחום זה, באופן וולונטרי או מחייב.

יוער כי בניה ירוקה מקודמת לא רק בשל מניעים אידיאולוגיים, אלא גם בשל ההכרה בפוטנציאל הכלכלי המוכח של בנייה לפי גישה זו. לעתים מצטרפים לכך גם שיקולים פוליטיים שעיקרם שדרוג התדמית הסביבתית של מוסדות השלטון והדיפת לחצים ציבוריים כנגדם בנושאים אלו.

"הדיור הממשלתי" – מינהל נכסי הדיור הממשלתי (להלן: הדיור הממשלתי) הינו יחידה המשתייכת לאגף החשב הכללי במשרד האוצר. הדיור הממשלתי אחראי על ניהול נכסי הדיור של משרדי הממשלה (למעט דיור פונקציונאלי כגון: בתי חולים, בתי ספר, מתקנים בטחוניים וכיוצ"ב). מתוקף תפקידו זה עוסק הדיור הממשלתי (באמצעות חברות ניהול וקבלני משנה אחרים) בתכנון וביצוע פרויקטי בינוי חדשים, בהכנה ובהוצאה לפועל של תכניות לדיור חלופי עבור יחידות ממשלתיות בהתאם לצרכיהן המשתנים, וכן בניהול שוטף של הנכסים שברשותו.

כאמור, חלק נכבד מתוך הפעילות שמבצע הדיור הממשלתי הינו העמדת דיור חלופי לרשות משרדים ו/או גופים ממשלתיים אחרים בהתאם לצרכיהם המשתנים. לצורך כך, פועל הדיור הממשלתי לפי נהלי עבודה ברורים הכוללים התייחסות לכל שלבי העבודה, החל מקבלת הפנייה מהיחידה הממשלתית שעבורה נדרש הדיור החלופי, עבור בהגדרה מדויקת של צרכי הדיור שלה, וכלה העמדת דיור חלופי, מתוך אחד מהנכסים שברשותו, או בשכירות מצד שלישי.

לצורך הגדרת דרישותיו הפרטניות ביחס לנכסים הפיזיים אותם הוא מבקש לשכור לטובת היחידות הממשלתיות השונות, מסתמך הדיור הממשלתי על מסמך הקרוי: "אפיון הנדסי כללי לעבודות התאמה למבנה בשכירות עבור מינהל נכסי הדיור הממשלתי". מסמך זה מגדיר את הנחיות התכנון הכלליות, את המפרטים הטכניים המיוחדים אותם מבקש הדיור הממשלתי לכלול, וכן את סוגי העבודות ורמות הגימור שיידרשו מהמשכיר.

האפיון ההנדסי הכללי הינו חלק ממכלול מסמכי ההתקשרות עם המשכיר, הכולל בין היתר את חוזה השכירות, והאפיונים המשלימים. יודגש שהאפיון ההנדסי הכללי נערך בשעה שנתוני המושכר וזהות המשתמשים עדיין אינם ידועים ברמה סופית. לאפיון ההנדסי הכללי יצורפו, ע"פ הצורך, "אפיונים משלימים" – המתייחסים לנכס הספציפי, והמוסיפים תיאורים, דרישות, פירוט פונקציות, שטחים, זיקות גומלין והנחיות שונות בהתאם לנתוני הנכס וצרכי המשתמשים, ובתוך כך: פרוגרמת שטחים, אפיון בטחון, ואפיון מתח נמוך ותקשורת.

המפרטים הטכניים המיוחדים המפורטים באפיון ההנדסי הינם רשימת דרישות טכניות בתחומים ההנדסיים השונים, המהווים השלמות ודגשים לתחומים ההנדסיים ביחס למפרט הכללי הבין-משרדי, החלים על כלל הנכסים המושכרים.

יישום עקרונות בניה ירוקה במפרט המתואר במסמך "אפיון הנדסי כללי" -

- תהליך העבודה שבוצע לצורך יישום עקרונות בניה ירוקה במפרט, כלל מספר שלבים עיקריים:
1. הגדרת רשימת הנושאים אותם אנו מבקשים להטמיע במסגרת המפרט, מתוך כלל הנושאים הנכללים תחת "בניה ירוקה". ביחס לכל נושא – הגדרת היקף הטיפול המוצע, באופן המשקף כדאיות כלכלית או לכל הפחות איזון בין העלות להיקף התועלת הכלכלית הישירה הצפויה.
 2. לימוד המפרט הקיים, לצורך זיהוי רמת ההתערבות הנדרשת לצורך השגת היעדים שהוגדרו בסעיף 1 לעיל, ומתוך כך – הגדרת ההמלצות לשינוי במפרט הקיים, היקפן ומידת תחולתן.
 3. ניתוח כלכלי של ההמלצות כאמור, בעזרת מקרי מבחן ועבודות כלכליות שבוצעו בנושא, וכו'.

פרק ב' - סקירה כללית של הכלים המוצעים במסגרת עבודה זו

יוצגו להלן השינויים העיקריים אותם אנו ממליצים לערוך במפרט הקיים של הדיור הממשלתי, על מנת להביא ליישום אפקטיבי יותר של עקרונות הבניה הירוקה. ראוי להדגיש כבר בשלב זה – המלצותינו אינן מיועדות להטמיע במפרט באופן מוחלט את כלל היישומים אשר יושמו בעולם תחת הכותרת של בניה ירוקה. לאור העבודה שהתקן הישראלי לבנייה ירוקה תקן 5281, אינו מכסה חלק ניכר מהצרכים של הדיור הציבורי ומבני משרדים בכלל, השינויים המוצעים במסמך זה אינם מכסים את כלל תחומי הפעילות הנזכרים בתקן הישראלי לבניה ירוקה (מס' 5281), אלא מכוונים באופן ספציפי לאופי הפרויקטים שמקדם הדיור הממשלתי, ולמאפיינים הייחודיים של תפעול מבנים אלה לאחר הקמתם. רשימת השינויים המוצעים במסמך זה גובשה לאחר שקלול הפרמטרים השונים הכרוכים בביצוע שינויים אלה, שהעיקריים שבהם הם:

- השגת תועלות סביבתיות** - הפחתה בצריכת האנרגיה, צמצום השימוש במשאבים מתכלים, הפחתת כמויות הפסולת, וכיוצ"ב.
- כדאיות כלכלית** - חסכון בצריכת אנרגיה, חסכון בצריכת מים, מוכנות לשינויים עתידיים במבנה, ועוד. זהו פרמטר עיקרי שבהיעדרו לא נמליץ על שימוש בכלי הנבחן.
- הגברת המודעות לבניה ירוקה בישראל** – ביצוע צעדים שהמשמעות הפומבית של ביצועם חורגת מהתועלות הישירות (סביבתיות וכלכליות) שניתן לייחס להם, ועשויה לעודד פעולות דומות מצד גורמים אחרים בשוק הבניה.
- יצירת שוק מקומי למוצרים ידידותיים לסביבה** – יצירת ביקוש ממשלתי למוצרים ידידותיים יותר לסביבה, על מנת להביא לכך שישווקו בארץ במחירים תחרותיים וכך יגבר השימוש בהם.

בהתאם לעקרונות אלה, יוצגו להלן התחומים בהם מוצע לטפל במסגרת עבודה זו, הצעדים הספציפיים הנגזרים מכך והמשמעות הכוללת שלהם ביחס לכל אחד מהתחומים בהם אנו ממליצים לטפל:

1. היערכות מתאימה להפנמת מלוא ההיבטים של בניה ירוקה כבר בשלב התכנון

מהות הצעדים המוצעים בתחום זה הינה היערכות מוקדמת להטמעת עקרונות בניה ירוקה בעת הקמת / שיפוץ המבנה. ההיערכות המוקדמת המשופרת מושגת תודות לשקילת נושאים נוספים בשלב התכנון, גם בעזרתם של אנשי מקצוע נוספים שהתייחסותם המוקדמת נדרשת לצורך מקסום הפוטנציאל לחסכון באנרגיה ובמים בעת השימוש במבנה, יצירת אפשרות לטיפול נאות בפסולת, ושיפור המוכנות של המבנה לשינויים עתידיים, אם יידרשו. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) הרחבת צוות התכנון השותף להכנת תכנית החלוקה הפנימית.
- ב) בחירת העמדה וצורת מבנה אופטימליים אקלימית.
- ג) התאמה בין מערכת בקרת האקלים למיקום המבנה, סביבתו והשימוש בו.
- ד) הכללת יועצים לבניה ירוקה ולאנרגיה בצוות התכנון.
- ה) ביצוע הדמיות ממוחשבות להמחשת כמות התאורה והקרינה במבנה

- ו) ביצוע חישובים תרמיים לזיהוי העומס התרמי הצפוי באזורי המבנה השונים
- ז) בחינת אפשרות לאוורור טבעי של חללים בבניין.
- ח) שמירה תכנונית של האפשרות להפרדת פסולת.
- ט) ביצוע סקר היסטורי לבדיקת זיהום הקרקע.
- י) הוצאת אישור לעמידה בת"י לבניה ירוקה.

2. ניהול סביבתי של מהלך הבנייה - טיפול בפסולת באתר

הצעדים המוצעים לטיפול בפסולת המיוצרת באתר כתוצאה מעבודות ההקמה, מיועדים למנוע את הצורך בחומרי גלם או מוצרים חדשים, וכן לטפל בפסולת הבניין הנוצרת באתר, על ההשפעות החיצוניות השליליות שיש לכך.. בנושא זה, כמו בנושאים רבים אחרים הנכללים במסמך, אנו מבקשים לעורר גם מודעות בנושא זה כך שהדרישות שיכללו במפרט יהפכו לנוהל עבודה קבוע גם בפרויקטי בניוי אחרים, שאינם מחויבים למפרט זה. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) הכנת תכנית לניהול האתר בהיבטים סביבתיים
- ב) הטמנת פסולת בנין באתר למחזור פסולת בנין.
- ג) שימוש בעפר ובאדמה מקומית לכיסוי פני הקרקע בסיום העבודות.
- ד) שימוש מרבי במצאי הקיים בבניין.

3. חסכון באנרגיה

עיקר הצעדים המוצעים במסמך זה מוכוונים להשגת חסכון באנרגיה בעת הקמת ותפעול הדיור. הצעדים חולקו למספר קטגוריות ראשיות כמפורט להלן:

3.1 כללי

הצעדים המוצעים בסעיף זה מיועדים להגביר את הידע והמודעות ליכולת לחסוך באנרגיה. הגברת הידע והמודעות כאמור הינה נדבך חשוב ביכולת לחסוך באנרגיה: ללא ידע באשר לאופן שבו ניתן להפעיל את מערכות הבניין בצורה החסכונית ביותר, וללא מודעות ומחויבות מצד העובדים לחסכון באנרגיה, החסכון באנרגיה בפועל יהיה נמוך יחסית, גם אם המבנה תוכנן כראוי וצויד במערכות המאפשרות חסכון מרבי באנרגיה. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) הדרכת צוות התפעול של השוכר להפעלה חסכונית של המערכות.
- ב) התקנת מונים לניטור והצגה של צריכת האנרגיה.

3.2 ייעול בקרת האקלים במבנה

האנרגיה הנצרכת לצורך בקרת האקלים במבנה, הינה הרכיב המשמעותי ביותר מתוך כלל האנרגיה שצורך הבניין (כ- 65%). הצעדים המפורטים להלן מיועדים להשגת חסכון בתחום זה באמצעות טיפול במגוון ההיבטים של הנושא:

- היבטים פאסיביים - בידוד המבנה (כולל תכנון מוקדם שלו תוך התחשבות בנושא).
- היבטים טכנולוגיים – סוג המערכות המפעילות את המבנה.

- היבטים תפעוליים – שעות הפעלה, הסטת ביקוש לשעות שפל בצריכת החשמל וכו'.
להלן רשימת הצעדים המוצעים:
 - (א) משאבות חום
 - (ב) הקמת מערכת בקרת אקלים נפרדת לשטחים הפועלים מעבר לשעות העבודה המקובלות
 - (ג) התקנת מזגני אוויר בעלי COP גבוה
 - (ד) קביעת רמת בידוד תרמי מינימלית של המבנה, הצנרות והתעלות
 - (ה) מערכות לייבוש אוויר
 - (ו) מערכות ויסות
 - (ז) מערכות יניקה שיכללו מדפים חוסמי אוויר
 - (ח) תרמוסטט
 - (ט) שימוש באוויר חוץ למיזוג המבנה – אקונומיזר
 - (י) בחינת האפשרות לאוורור לילה מאולץ ולאגירת קור
 - (יא) בדיקות אטימות ותחלופת אוויר טרם האכלוס
 - (יב) התקנת מערכות אוורור בחדרי המדרגות

3.3 תאורה

המרכיב השני בחשיבותו מבחינת היקף צריכת האנרגיה במבנה הינו תאורת הפנים של המבנה. ביחס למרכיב זה קיים פוטנציאל חסכון משמעותי, בייחוד במאפיינים האקלימיים הישראליים, שמאפשרים ניצול של תאורה טבעית במרבית ימי השנה. על מנת לממש פוטנציאל זה, מוצעים מספר צעדים ליישום שעיקרם: יצירת תנאים פיסיים המאפשרים ניצול מיטבי של תאורה טבעית במבנה, כך שניתן להפחית בצריכת התאורה המלאכותית. מלבד זאת, מוצעים צעדים אחרים שתכליתם ניצול אופטימלי של האנרגיה המיועדת לתאורה המלאכותית: שימוש בגופי תאורה יעילים, ופריסת תשתית התאורה באופן המתאים תנאי הארה דיפרנציאליים לסוגי השימושים השונים במבנה, בהתאם לנדרש. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- (א) מיקום עמדות העבודה ככל שניתן בקרבת החלונות.
- (ב) החדרת אור טבעי לעומק הבניין.
- (ג) הצללת החלונות ללא חסימת ההארה הטבעית.
- (ד) הארת מסדרונות ומבואות בתאורה טבעית.
- (ה) יישום עוצמות תאורה דיפרנציאליות לעמדות העבודה לעומת יתר השטחים.

4. חסכון במים

צעדים המוצעים בתחום זה מיועדים להביא לחסכון בצריכת מים שפירים על ידי שימוש באמצעים טכנולוגיים המפחיתים צריכת מים לשימושים ספציפיים במבנה, וכן על ידי תכנון הגיון באופן המפחית משמעותית את הצורך במים שפירים. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) התקנת אמצעים ייעודיים לחסכון במים: התקנת משתנות ללא מים, התקנת חסכמים.
- ב) בחירת צמחיה חסכונית במים.
- ג) ביצוע פעולות לניקוז מי גשמים להשקיה.

5. מוכנות לשינויים עתידיים

שינויים ארגוניים ביחידות הממשלתיות השונות, מצריכים מפעם לפעם עריכת שינויים פנימיים במבנים המשרתים יחידות אלה, על מנת להתאימם לצרכים המשתנים של היחידות. העלות של שינויים אלה לכל מ"ר בבניין בו הם נדרשים, משתנה באופן קיצוני, בהתאם לרמת המוכנות של המבנה לשינויים שנדרש לבצע בו. הצעדים המוצעים להלן מיועדים להביא למוכנות מרבית של המבנה לשינויים עתידיים, ככל שהדבר ניתן לצפייה מראש. ההיערכות המשופרת מתמקדת בצמצום העלות לביצוע שינויים בחלוקה הפנימית של המבנה, הן על ידי הפחתת הצורך בטיפול בתשתיות בעת ביצוע שינויים כאמור, והן על ידי שימוש במחיצות נוחות יותר לניוד. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) הולכת התשתיות במבנה:
- 1) העברת תשתיות על פני מחיצות קבועות.
- 2) צמצום השטח הדרוש לפריסת התשתיות במבנה

6. יצירת תנאי עבודה בריאים יותר בבניין

השהות הארוכה של העובדים במבנה הסגור במשך שעות העבודה, מצריכה התייחסות גם לפעולות הנדרשות על מנת למנוע מפגעים בריאותיים בסביבת העבודה שלהם. במסגרת זו מוצעים להלן צעדים הנחלקים לשתי קטגוריות עיקריות: צעדים להפחתת היקף החומרים הבעייתיים מבחינה בריאותית בתוך המבנה, וצעדים לצמצום השפעתם של אותם חומרים בעייתיים, בעיקר על ידי אוורור סביבת העבודה. להלן רשימת הצעדים המוצעים:

- א) אוורור מהותי של המבנה טרם אכלוסו.
- ב) שימוש בחומרים בריאים: הימנעות משימוש בחומרי גמר נדיפים.

פרק ג' - סקירה מפורטת של הכלים המוצעים במסגרת עבודה זו

פרק זה סוקר בצורה מפורטת יותר את הכלים המוצעים על ידינו להטמעת עקרונות בניה ירוקה במפרט הדיור הממשלתי. ביחס לכל כלי שמוצע מפורטים מהות השינוי המוצע, ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט, רמת החיוב המוצעת (המלצה / חובה), ותחולתה (בכל המבנים / רק במבנים חדשים / אבחנות אחרות לפי העניין). כמו כן יוצג אומדן לסדרי גודל של העלויות הצפויות כתוצאה מיישום כלי זה. להלן רשימת השינויים המוצעים:

1. כללי:

היערכות מתאימה להפנמת מלוא ההיבטים של בניה ירוקה כבר בשלב התכנון:

חלק ניכר מהתועלות הסביבתיות-כלכליות שניתן להפיק מבניה ירוקה מקורן בהיערכות נכונה לביצוע העבודות, בין אם מדובר בהקמת מבנה חדש, ובין אם מדובר בשיפוץ מבנה קיים לצורך התאמתו לצרכים הספציפיים שהוגדרו על ידי הדיור הממשלתי. לצורך כך, מוצע להרחיב את צוות התכנון על מנת שהיבטים נוספים יקבלו התייחסות מתאימה כבר בשלב מקדמי זה. הצעותינו המפורטות בעניין זה הן:

(א) הרחבת צוות התכנון השותף להכנת תכנית החלוקה הפנימית:

- מהות השינוי המוצע: שיתוף האדריכל הראשי, מתכנן השלד, יועץ האקלים ומתכנני התשתיות כבר בשלב הכנת תכנית החלוקה הפנימית של המבנה. תכלית השינוי המוצע הינה הפנמת שיקולים נוספים כבר בשלב מוקדם זה, כך שחלוקת השטחים הפנימית וייעוד השטחים השונים ייעשה בצורה אופטימלית גם בהיבטים של צריכת אנרגיה, מוכנות לשינויים עתידיים, פריסת תשתיות וכיוצא ב.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: נוסח המפרט הנוכחי אינו מפרט שיקולים נוספים שנדרשים מבחינת הדיור הממשלתי בכל הנוגע לעריכת תכנית החלוקה הפנימית, מלבד התאמתה לצרכי השוכר.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע במפרט דרישה לפיה בעת עריכת תכנית החלוקה הפנימית תינתן התייחסות למגוון שיקולים ובהם: התאמה לצרכי השוכר, חסכון באנרגיה, ומוכנות לשינויים עתידיים. שיקולים אלה אמורים להתבטא בין היתר בכך שמירב שטחי העבודה ימוקמו בקרבת הקירות החיצוניים של המבנה, ובכך שחדרים שסבירות השינוי בהם נמוכה ימוקמו בשולי הפרוגרמה. בפרוגרמות ששטחן עולה על 500 מ"ר תיקבע דרישה מפורשת להרחבת הצוות השותף להכנת הפרוגרמה, בהתאם לרשימת אנשי המקצוע שפורטו לעיל.
- משמעויות כלכליות: עלויות השינוי המוצע נאמדו בהקדמת ביצוען של שעות ייעוץ ספורות בעלות של אלפי ש"ח בודדים (2-3), עבור העסקתם של בעלי מקצוע נוספים בשלב מוקדם יותר מזה שנקבע עד כה, וזאת בנוסף להוצאות התכנון שהיו קיימות ממילא. התועלות של המהלך הן בעצם יצירת האפשרות לביצוע פעולות אפקטיביות בעת השימוש במבנה, בכל הנוגע לחסכון באנרגיה ומוכנות לשינויים עתידיים

(ב) בחירת העמדה וצורת מבנה אופטימליים מבחינה אקלימית:

- מהות השינוי המוצע: בעת תכנון הבניין יוצגו חלופות שונות להעמדת המבנה כך שיוצג האופן שבו העמדת הבניין וצורתו יהיו מותאמים לסביבה האקלימית שבה הוא מצוי, וכך יאפשרו חסכון בצריכת אנרגיה, הנובע מהפחתת הצורך בהארה מלאכותית, בקרת האקלים במבנה, ו/או סיבות אחרות. בתוך כך, יוכן ניתוח אקלימי (קלימטולוגי) של סביבת המבנה שישמש לבחירת ההעמדה האופטימלית של המבנה, לרבות הצללת מבנים שכנים והצללתו עליהם, גישה לרוח ונוף וכדומה.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת דרישה ספציפית לעניין זה.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: דרישה זו מחייבת התייחסות מילולית לצעדים שבוצעו / לשיקולים שנשקלו בעת קביעת אופן העמדת הבניין וצורתו, על מנת לשפר את רמת צריכת האנרגיה של המשתמשים העתידיים במבנה. דרישה זו תיקבע רק ביחס להקמת מבנים חדשים.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** - השינוי המוצע אינו צפוי לייקר את עלויות התכנון אלא רק לתת דגש לנושא זה. ההנחה היא כי ניתוח אקלימי (קלימטולוגי) של סביבת המבנה הינו כלי מרכזי בתכנון המבנה, שמתכנן אחראי ממילא נזקק לו לתכנון המבנה. **התועלות** - העמדה נכונה של המבנה ובחירת צורה מתאימה הן מהפעולות היותר משמעותיות שניתן לבצע לצורך השגת חסכון בצריכת האנרגיה בבניין, וזאת אפילו ללא שתבוצע כל פעולה נוספת מאלה המוזכרות להלן במסמך זה.

(ג) התאמה בין מערכת בקרת האקלים למיקום המבנה, סביבתו והשימוש בו

- מהות השינוי המוצע: בעת קביעת המאפיינים והגודל של מערכת בקרת האקלים שתשמש במבנה, יידרש מהנדס מיזוג האויר לכלול במערכת השיקולים שיציג בפני המזמין גם נתונים שונים העומדים לרשות צוות התכנון, ובתוך כך: תנאי האקלים בסביבת המבנה, רמת האיטום של המבנה (הדרישות לעניין זה מוגדרות בהמשך המסמך), ואופי הפעילות במבנה (שעות, גורמים שונים המייצרים חום / קור), החישובים תרמיים עבור כל אזור במבנה (מפורט להלן), וכו'.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט הקיים אין דרישה מפורטת ממהנדס מיזוג האויר להתחשב בנתונים הנ"ל. הפרקטיקה מלמדת כי במקרים רבים (לאו דווקא בפרויקטים המבוצעים עבור הדיור הממשלתי), מהנדס מיזוג האויר אינו כולל נתונים אלה בתוך מערכת השיקולים המשמשת לתכנון מערכת בקרת האקלים במבנה, על אף שהנתונים הללו קיימים ממילא. כתוצאה מכך, המערכת המוקמת אינה זו האופטימלית למבנה, בעיקר בכל הנוגע ליעילותה האנרגטית.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב דרישה זו בכל פרויקט בו מוקם מבנה חדש לצרכי הדיור הממשלתי. כדי לוודא יישומה של דרישה זו, יידרש המהנדס להציג כיצד הנתונים הנוכחים לעיל נלקחו בחשבון בעת תכנון המערכת.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** – ללא עלויות תוספתיות. **תועלות** - התועלות מהקמת מערכת בקרת אקלים יעילה יוצגו בהרחבה בפרק מיזוג אוויר.

ד) הכללת יועצים לבניה ירוקה ולאנרגיה בצוות התכנון

- מהות השינוי המוצע: בצוות התכנון יחויבו להיכלל גם בעלי מקצוע המתמחים בבניה ירוקה (במידה ואדריכל הפרויקט איננו בעל מיומנות וניסיון בתחום) ובשימוש יעיל במקורות אנרגיה בבנייני משרדים. תכלית השינוי היא לאפשר בחינה של הפעולות שנדרש לבצע בתחומים אלה כבר בשלב התכנון על מנת להרחיב את אפשרויות המימוש של פעולות בתחומים אלה.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט מונה רשימה ארוכה של יועצים אשר יש חובה להעסיקם בשלבי התכנון והפיקוח, בתחומים כגון: אקוסטיקה, מיגון, נגישות ועוד. פירוט היועצים הנדרשים אינו כולל ייעוץ בתחומי האנרגיה ובניה ירוקה.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב הכללת יועץ לתחום של בניה ירוקה בצוות התכנון בכל פרויקט שמבוצע עבור הדיור הממשלתי. יועץ זה יכול להיות גם אחד מבעלי התפקידים האחרים המועסקים בפרויקט, שהוא בעל ניסיון בתחום זה. לעומת זאת, העסקת יועץ לתחום האנרגיה תחויב רק בעת הקמת מבנים חדשים.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** השינוי המוצע נאמדות ב- **20 אש"ח** שישמשו לקבלת ייעוץ מבעלי מקצוע נוספים לאלה שנדרשו עד כה. **התועלות** של מהלך זה הן באיתור הזדמנויות לביצוע מהלכים משמעותיים יותר בשלבים של הקמת/התאמת המבנה, לעניין החסכון באנרגיה ומרכיבים אחרים של בניה ירוקה.

ה) ביצוע הדמיות ממוחשבות להמחשת רמות התאורה והקרינה במבנה

- מהות השינוי המוצע: בשלב תכנון המבנה יבוצעו הדמיות ממוחשבות על מנת לבדוק את רמות ההארה בחללים השונים של המבנה, תוך שימת דגש על ניצול הארה טבעית והקטנת בוהק וסינוור. זאת, כדי להביא לתכנון נכון המנצל בצורה מרבית את אור השמש להארת המבנה, מבלי להחדיר קרינה רבה מדי וכך לחסוך בהוצאות תאורה מלאכותית והוצאות לקירור המבנה וגם ליצור סביבת עבודה נעימה ובריאה יותר. מטרת ההדמיות למצוא פתרונות אופטימאליים להחדרת אור טבעי למרב השטחים במבנה, תוך מזעור הפגיעה בבידוד התרמי של המבנה. בהתאם לכך, הדרישה היא להדמיות ברמה פירוט גבוהה, שתתייחסנה גם למגוון פתרונות ההצללה האפשריים לעניין זה (מפורטים להלן), כגון מדפי צל, שימוש בזכוכית Low E וציפויים סולריים מלאים או סלקטיביים.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט הנוכחי אין התייחסות ישירה להדמיות בנושא ניצול תאורה טבעית.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב בכל פרויקט שעובר תהליך של התאמה לצרכי הדיור הממשלתי, וששטחו עולה על 1,000 מ"ר.

משמעויות כלכליות: **עלויות** ההדמיות נאמדות בכ-15,000 ש"ח. **התועלות** הנובעות מצעד זה הן יצירת אפשרות לחיסכון בהוצאות האנרגיה של המבנה בתחום התאורה (מפורט להלן בסעיף העוסק בחסכון באנרגיה בתחום התאורה).

ו) ביצוע חישובים תרמיים לזיהוי העומס התרמי הצפוי באזורי המבנה השונים

מהות השינוי המוצע: בשלב תכנון המבנה יבוצעו חישובים תרמיים עבור כל אזור במבנה. על החישובים התרמיים להיעשות בהתאם לפרוצדורה האחרונה המומלצת ע"י ASHRAE. מטרת החישובים התרמיים היא להתאים פתרונות מיזוג לרמות העומס התרמי שצפויות להיווצר בחללים השונים במבנה.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת התייחסות לנושא זה במפרט.
 רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי.

משמעויות כלכליות: **עלויות** - ביצוע צעד זה כרוך בניתוח מאפייני השימוש בחללים השונים במבנה. עלותו - 5 אש"ח לכל היותר. **תועלות** - צעד זה יוצר כלים משמעותיים להתאמת מערכת בקרת האקלים לצרכים הספציפיים של המבנה, על המשמעויות שיש לכך על האפשרות להשיג חסכון באנרגיה ובכסף.

ז) בחינת אפשרות לאוורור טבעי של חללים בבניין

מהות השינוי המוצע: האפשרות לאוורור חללים פנימיים בבניין באופן טבעי (אם קיימת), צפויה להביא לחסכון ניכר באנרגיה. לצורך כך מוצע לחייב ביצוע בחינה של אפשרות זו, אשר תכלול התייחסות למשמעויות ההנדסיות והכלכליות של יצירת פתרונות להשגת אוורור טבעי כאמור, תוך פירוט חלקי הבניין בהם פתרון זה ישים.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: ישנה התייחסות לצורך באוורור המבנה, אך אין כל התייחסות לאפשרות לבצע אוורור זה באמצעים טבעיים, ללא צריכת אנרגיה.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לדרוש רק את בחינת האפשרות לאוורור טבעי של מקסימום חללים בבניין בשלב התכנון. מוצע שלא לקבוע הגדרות מעבר לכך להיקף הבחינה, על אף שברור שככל שמדובר בבניין גדול יותר וחדש, כך צריכה הבדיקה להיות מקיפה ומשמעותית יותר, ובהתאמה – גם היישום של המלצותיה.

משמעויות כלכליות: **עלויות** הבדיקה צפויות להסתכם **באלפי ש"ח בודדים (2-3)**, כאשר היא נערכת בתוך כלל הפעולות לתכנון התאמת המושכר לצרכי הדיור הממשלתי. יישום בפועל של פתרונות המאפשרים אוורור טבעי בחללים ספציפיים בבניין, מותנה בממצאי הבדיקה כאמור – ככל שיוכיחו שצעד כלשהו כדאי כלכלית.

ח) שמירה תכנונית של אפשרות להפרדת פסולות

מהות השינוי המוצע: יצירת אפשרות פיזית להפרדת סוגי פסולות שונים, על ידי ייעוד חללים (בשלב התכנון), שיוכלו לשמש למטרה זו לעת תפעול הבניין.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת התייחסות לנושא זה.

- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל פרויקט ששטחו עולה על 1,000 מ"ר.
- משמעויות כלכליות: שמירה תכנונית בלבד **אינה כרוכה בעלויות** תוספתיות.

(ט) ביצוע סקר היסטורי לבדיקת זיהום הקרקע

- מהות השינוי המוצע: עריכת סקר היסטורי לבדיקת האפשרות לפיה שימושי עבר בקרקע עלולים היו לגרום לזיהומה. במידה ותוצאות הסקר יצביעו על אפשרות לפיה הקרקע אכן זוהמה, יידרש בעל הקרקע לבצע סקר מפורט על מנת לבחון מהי רמת הזיהום הקיימת ולטפל בה, כתנאי להמשך ההתקשרות עם הדיור הממשלתי.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט דורש איטום של חללים תת קרקעיים או רצפות הבאות במגע עם הקרקע, ללא התייחסות ספציפית למקומות בהם יש חשש לזיהום.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב בכל פרויקט ששטחו עולה על 500 מ' הגשת סקר היסטורי במסגרת ההצעות במכרז.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** - בחינת קיומם של שימושי עבר בעייתיים בקרקע (אם היו כאלה), אמורה להתבצע במסגרת הליך התכנון שבו מאושר השימוש בקרקע לצרכי פיתוח. לכן הונח כי לסעיף זה **אין עלויות** תוספתיות. טיפול בממצאים המעידים על זיהום גם הוא לא צפוי להיות על חשבון השוכר, היות והדיור הממשלתי יכול להימנע מבחירה בהצעה שבה המושכר ממוקם על קרקע החשודה כמזוהמת. **תועלות** - הימנעות מבחירה במבנה שהוקם על קרקע מזוהמת יכולה לחסוך פתרונות מאוחרים ומאולצים לצורך מניעת סיכונים בריאותיים לעובדים, וכמובן להפחית את החשש מאכלוס דחוי של המבנה עקב התנגדות העובדים או עקב הפעולות למניעת נזקים בריאותיים לעובדים כאמור.

(י) עמידה בתנאי הסף של התקן הישראלי לבנייה ירוקה

- מהות השינוי המוצע: עמידה בתנאי הסף של התקן הישראלי לבנייה ירוקה וקבלת אישור מבודק מטעם מכון התקנים לעמידה של המבנה בדרישות התקן הישראלי לבנייה ירוקה מס' 5281 (55 נק' לפחות). בחינת יישום עמידה בתקנים נוספים: "GOOD" - התקן הבריטי, או "silver" - התקן האמריקאי (LEED). קבלת אישור מבודק מוסמך מטעם התקן הנבחר ושכירת מלווה מורשה לתקן לעיל (יועץ לבנייה ירוקה יחוייב להיות בעל הסמכה מאחד התקנים לעיל).
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות לנושא זה. יחד עם זאת, הפעולות הנדרשות במפרט, יחד עם שינויים הנכללים במסמך זה, צפויים להביא לכך שהמבנה יוכל לקבל אישור לכך שהוא עומד בתנאי התקן, גם ללא ביצוע פעולות פיסיות נוספות במבנה.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב בכל פרויקט שבו הבניין עובר תהליך של התאמה לצרכי הדיור הממשלתי, וששטחו עולה על 3,000 מ"ר.

- ☑ משמעויות כלכליות: **עלויות**: העלות שנלקחה בסעיף היא באופן יחסי לעלות **התקן הישראלי** (המפורט להלן), ועבור מבנה של 1,000 מ"ר ולכן תעמוד על כ **20 אלף** ₪.
 - עלות תקינה ישראלית היא כ-15,000 ש"ח ועוד כ- 20-60 אלף ₪ לעלות של המסמך.
 - עלות התקן הבריטי נכון להיום 4-20 אלפי \$ למסמך ועלות רישוי של 3-1.5 אלפי \$ בהתאם לגודל מבנה.
 - עלות התקינה האמריקאית 15-70 אלפי \$ למסמך ובנוסף 2-20 אלפי \$ לאישורו.
- תועלות** – ברמת הדיור הממשלתי, מדובר בגורם בקרה נוסף שמאשר את קיום הדרישות של הדיור הממשלתי בנושא הבניה הירוקה, ומגביר את הנוחות של הדיור הממשלתי באכלוס המבנה. ברמה המשקית ניתן לראות תועלת רבה ביצירת שוק של מבנים בעלי תקן ירוק, שימשו דוגמא ליתרונות הכלכליים, הסביבתיים והבריאותיים שיש ביישום עקרונות בניה ירוקה.

(2) ניהול סביבתי של מהלך הבניה - טיפול בפסולת באתר:

(א) הכנת תכנית לניהול האתר בהיבטים סביבתיים

- ☑ מהות השינוי המוצע: דרישה מהמשכיר (טרם ביצוע העבודות להתאמת המושכר) להגיש נספח הכולל תכנית מפורטת לניהול העבודות באתר מהפן הסביבתי, תוך מתן דגש לצמצום ההפרעה לסביבה, מניעת זיהום, וטיפול בפסולת בניין הנוצרת במהלך העבודה. הנספח יצורף לתכניות המוגשות לאישור מלווה הפרויקט מטעם השוכר.
 - ☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים אינו מחייב את המשכיר להציג תכנית לצמצום הפגיעה בסביבה במהלך העבודות להקמת המושכר.
 - ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כחובה בכלל הפרויקטים. סוג הפתרונות שייגש לטיפול בפסולת בניין מותנה בהיקף העבודות (ראה בס"ק ב' ו-ג' להלן).
 - ☑ משמעויות כלכליות: **עלויות** - הכנת תכנית לניהול האתר אינה כרוכה בעלויות גבוהות, ונאמדת בכ- **1-2 אלפי** ₪ לכל היותר. עמידה בדרישות התכנית אינה אמורה לייקר את עלויות הבניה אלא רק לחייב היערכות מתאימה מראש בהתאם לתכנית.
- התועלות** הצפויות מהתנהלות נכונה ופוגענית פחות בסביבת העבודה הינן הקטנת החשש מעיכוב בביצוע העבודות מצד הרשות המקומית, ותועלות משקיות שונות ובהן: צמצום ההפרעה לתנועה במשך העבודה, צמצום המפגעים החזותיים שיוותרו לאחר השלמת העבודות בסביבת המבנה, צמצום הפגיעה בשטחים לא מופרים, ובשטחי חניה בסביבת העבודה. זאת מלבד התועלות בצמצום פסולת הבניין ופעולות אחרות, שיפורטו להלן.

(ג) העברת פסולת בניין לאתר מחזור פסולת בניין

- מהות השינוי המוצע: העברת פסולת בניין הנוצרת באתר, לאתר המטפל במחזור פסולת בניין וזאת לעומת העברת כל הפסולת לאתר הטמנה של פסולת מעורבת.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת דרישה למחזור פסולת בניין. רמת החיוב המוצעת ותחולתה: החיוב המוצע יחול בכל הפרויקטים שמבצע הדיור הממשלתי לצורך העמדת דיור מותאם לצרכי היחידות המיועדות להשתמש בו. על אף האמור, על מנת שלא ליצור תוספת עלות משמעותית, תסויג חובה זו רק למקרים בהם פערי המרחק בין פינוי לאתר מחזור ובין פינוי לאתר הטמנה אינם עולים על 10 ק"מ.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** - נספח 1 - עלויות טיפול בפסולת בניין מציג תחשיב עקרוני לעלויות טיפול בפסולת בניין בפרויקטים להקמת בנייני משרדים. **התועלות** הן עקיפות למשק כולו. בכלל זה ניתן למנות את צמצום נפחי הטמנה של פסולת בניין, צמצום השימוש במשאבים מתכלים ועוד. לנוכח העלויות התוספתיות הנמוכות, אנו סבורים שיש מקום להתייחס במקרה זה לתועלות המשקיות.

(ג) שימוש בעפר ואדמה מקומי לכיסוי פני הקרקע בסיום העבודות

- מהות השינוי המוצע: קביעת דרישה לשיקום אזורים שהופרו במהלך עבודות ההקמה בעזרת עפר ואדמה מקומית. בתכנית לניהול האתר (הנוכרת לעיל) יידרש לכלול גם התייחסות לדרישה זו, לרבות כמויות העפר הדרושות לשיקום ומקום צבירתן במהלך העבודות.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות למקור העפר שישמש לשיקום פני הקרקע שהופרו.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: החיוב המוצע יחול בכל הפרויקטים הכוללים גם פיתוח של סביבת המבנה, למעט מקרים בהם יוכח כי אין היתכנות פיזית לכך.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** - מחייב היערכות מתאימה מצד המשכיר, ותו לא. **תועלות למשכיר** - צמצום הצורך בהפקת משאבים מתכלים (קרקע למילוי), והובלתם וכן צמצום הצורך להיפטר מעודפי עפר שנוצרו במהלך העבודות באתר.

(ד) שימוש מרבי במצאי הקיים בבניין

- מהות השינוי המוצע: קביעת דרישה מהמשכיר לעשות שימוש מרבי במצאי הקיים בבניין, ובייחוד בתשתיות, מחיצות, ריהוט וחומרי גמר.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיים
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: החיוב המוצע יחול בכל פרויקט של שכירות מותאמת במבנה קיים. היקף היישום של חיוב זה ייקבע בכל פרויקט לגופו על ידי מנהלי הפרויקט והאדריכל, בהתאם להערכת היכולת לנצל את המצאי הקיים.

משמעויות כלכליות: יישום המלצה זו צפוי להיות כדאי כלכלית כבר בטווח הקצר: במידה ונמצא כי ניתן לעשות שימוש חוזר / נוסף במצאי הקיים בבניין, הרי שפירוש הדבר הוצאה המיועדת כדי להשמיש מחדש את המצאי הקיים, במקרים בהם היא קטנה יותר מההוצאה הנחסכת לרכישת ציוד חדש. אם נקבע כי לא ניתן / לא כדאי להשתמש במצאי הקיים בבניין, הרי שממילא אין להמלצה זו משמעות ביצועית או כלכלית.

(3) חסכון באנרגיה:

3.1 כללי

מלבד פעולות שמתמקדות בהיערכות פיזית טובה יותר של המבנה לצורך השגת חסכון באנרגיה (שיפורטו בהמשך), יש משקל משמעותי מאד גם למידת המודעות והמחויבות של צוות העובדים בבניין, בכל הנוגע להשגת חסכון באנרגיה. הצעדים המפורטים להלן מיועדים להביא לכך שבידי צוות העובדים יימצא קודם כל המידע הנדרש על מנת להפעיל את מערכות המבנה בצורה חסכונית באנרגיה, ומעבר לכך – יהיו בידיהם גם אמצעים שעשויים להגדיל את המחויבות / המשמעות של העובדים בכל הנוגע לצמצום צריכת האנרגיה במבנה.

(א) הדרכת צוות התפעול של השוכר להפעלה חסכונית של המערכות

מהות השינוי המוצע: הדרכת צוות התפעול של השוכר באשר להפעלת המערכות השונות, תוך דגש גם בנושא הפעלה חסכונית של המערכות. הדרכה כאמור תבוצע בעל פה טרם אכלוס המבנה, וכן תוגש בכתב לצוות התפעול של השוכר ולאנשי הדיור הממשלתי.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים קובע הנחיה כללית לפיה יודרך צוות התפעול של השוכר לגבי תפעול המערכות. ההנחיה אינה מתייחסת באופן ספציפי לעניין הפעלה חסכונית של המערכות, וכן אינה מחייבת את המשכיר בתיעוד בכתב של חומר ההדרכה הרלוונטי לעניין זה.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כחובה בכלל הפרויקטים.

משמעויות כלכליות: הדרכת עובדים בע"פ ובכתב, אינה כרוכה בעלות נוספת. **התועלות** הנובעות ממנה לעומת זאת עשויות להיות משמעותיות, בעיקר בכל הנוגע ליצירת הידע הדרוש על מנת לאפשר הפעלה חסכונית של המערכות לאורך זמן.

(ב) התקנת מונים לניטור והצגה של צריכת האנרגיה

מהות השינוי המוצע: קביעת חובה להתקנת מונים לצריכת האנרגיה, לפי חלוקה לאזורי שימוש של היחידות השונות המאכלסות את הבניין. מספר המונים שיוקנו בפרויקט ספציפי, ייקבע בהתאם לרמת הרזולוציה שבה נדרש להציג את נתוני הצריכה, בהתאם להנחיות הדיור הממשלתי.

- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים אינו מתייחס לנושא זה.
 - רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כחובה בכלל הפרויקטים.
 - משמעויות כלכליות: **עלות** התקנת מונים נאמדת בכ- 250 ₪ ליח'. התקנת מונה לכל 250 מ"ר, מסתכמת בעלות כוללת של כ- 1,000 ₪ לפרויקטים שהיקפם 1,000 מ"ר. **תועלות** – התקנת המונים יכולה לסייע הן ביצירת מודעות של העובדים להיקף צריכת האנרגיה ולצורך בחסכון, והן באיתור נקודות פוטנציאליות לחסכון באנרגיה, תודות לפילוח מפורט יותר של הצריכה. לשני היבטים אלה ניתן לייחס משקל משמעותי בהשגת חסכון בצריכת אנרגיה, וזאת בצד שינויים טכנולוגיים, תכנוניים ואחרים שמבוצעים לצורך השגת החסכון.
- יוער, כי התקנת מונים לניטור הצריכה ברמת רזולוציה גבוהה יותר, הינה רק שלב ראשון בתוך שורה של פעולות שניתן לבצע מול העובדים על מנת לעודד אותם לחסכון באנרגיה, כגון: הצגת נתונים חודשיים השוואתיים בין היחידות השונות, יצירת תחרות בין יחידות שונות על היקף החסכון, הגדרת יעדי חסכון יחידתיים וכיוצא"ב (ניתן לכרוך גם הפניית החסכון המושג, כולו או חלקו, לצרכים אחרים של היחידה).

3.2 ייעול בקרת האקלים בבניין

(א) משאבות חום

- מהות השינוי המוצע: קביעת חובה לתכנון ויישום מערכות בקרת אקלים המתבססות על משאבות חום לקירור וחימום כשיטת בקרת האקלים המועדפת, במקום גופי חימום חשמליים או מערכות הסקה בדלק.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים מתייחס (סעיף 15.02) לשיטת בקרת האקלים שיש ליישם, אך ורק ביחס לחדרים בקרבת הקירות החיצוניים של המבנה, שם נדרש (ע"פ המפרט הקיים) לעשות שימוש דווקא במפוחי נחשון (Fan coil units).
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי. בנוסף, מוצע לקיים בחינה של המשמעויות הכלכליות של יישום הצעד גם בעת ביצוע התאמות במבנה קיים, כאשר העבודות כוללות ממילא טיפול במבנה כולו.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** – תוספת העלות ברכישת משאבת החום (לעומת גוף חימום חשמלי) הינה כ- 48,000 ₪ למבנה של 1,000 מ"ר, כולל תעלות ומפזרים. **תועלות** - בשימוש בגופי חימום חשמליים צריכת האנרגיה החשמלית תהיה ביחס מקורב של 1:1 לתפוקת החימום, ואילו בשימוש במשאבות חום צריכת האנרגיה החשמלית תהיה ביחס קרוב של 1:3 לתפוקת החימום. בהתאם לכך - צריכת חשמל ע"י משאבות חום תהיה קטנה בכ- 66% לעומת שימוש בגופי חימום חשמליים. כך למשל: בבניין ששטחו 1,000 מ"ר יידרש למערכת בקרת אקלים, בצריכה של 50 קילו-וואט. במקרה כזה, צריכת האנרגיה השנתית (כ- 3,100 שעות עבודה) במבנה הנסמך על מערכת מבוססת גופי חימום חשמליים תהיה צריכת האנרגיה כ- 305 אש"ח

לשנה, בעוד שצריכת האנרגיה במבנה הנסמך על מערכת מבוססת משאבות חום תהיה כ- 101 אש"ח בלבד לשנה. המשמעות היא שמדי שנה ניתן לחסוך כ- 200 אש"ח על הוצאות בקרת האקלים בלבד באמצעות יישום צעד זה. לנוכח העובדה שדרישה זו מיושמת ממילא במרבית המקרים, לא נלקחו בחשבון העלות והתועלת הכרוכים ביישום צעד זה, במסגרת התחשיב הכולל המובא בסיום המסמך.

(ב) הקמת מערכת בקרת אקלים נפרדת לשטחים הפועלים מעבר לשעות העבודה המקובלות

מהות השינוי המוצע: חיוב לתכנון והקמת מערכת בקרת אקלים מקומית נפרדת ועצמאית מהמערכת המרכזית עבור חדרים ושטחים אשר פועלים גם בשעות שלא במסגרת השירות המקובלות (לדוגמא: חדרי תקשורת ומחשבים). דרישה זו מתחייבת בשל מאפייני הפעילות הרציפים של שטחים אלה, והרצון להימנע מלהפעיל את המערכת בבניין כולו בכל שעות היממה רק בגלל הצורך במיזוג חללים אלה.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: דרישה בנושא **קיימת במפרט הקיים** (סעיף 15.06). יש לוודא שהיא מתקיימת גם בסוגים אחרים של פרויקטי בנייני שמבוצעים עבור הדיור הממשלתי.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה:

- בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת.
- ביחס למבנים קיימים מוצע לחייב בדיקה כלכלית של האפשרות להתקנת מערכת נפרדת.

משמעויות כלכליות:

- **עלויות** - כ- 12,000 ₪ עבור הקמת מערכת המשרתת שטח נפרד של 20 מ"ר.
- **תועלות** - הפעלת מערכת נפרדת למיזוג שטחים שפועלים באופן רציף, תאפשר הורדה משמעותית של שעות הפעילות של מערכת בקרת האקלים המרכזית במבנה. כך לדוגמא: במבנה של 1,000 מ"ר, יתאפשר לחסוך כ- 45,000 ₪ בשנה כתוצאה מהקטנת שעות הפעילות של המערכת המרכזית. לנוכח העובדה שדרישה זו מיושמת ממילא במרבית המקרים, לא נלקחו בחשבון העלות והתועלת הכרוכים ביישום צעד זה, במסגרת התחשיב הכולל המובא בסיום המסמך.

(ג) התקנת מזגני אוויר בעלי COP גבוה

מהות השינוי המוצע: כל מערכת בקרת אקלים שתפוקת הקור שלה עד 60,000 ב.ט.יו / שעה (18 קו"ט) תחויב במקדם היעילות COP בקירור ובחימום לפי דרישות התקן הישראלי 994 חלק 1 "מזגני אוויר: דרישות בטיחות ופעולה" (סעיף 4.2.3 של התקן). מערכת בקרת אקלים שתפוקת הקור שלה גדולה מ- 60,000 BTU / שעה (מבנים מעל 300 מ"ר) תחויב במקדם היעילות COP המינימאלי בקירור וחימום לפי תקן ASHRAE 90.1 (לעניין רמת המינימום הנדרשת).

מקדם היעילות (COP) - היחס בין תפוקת המזגן להספק המזגן. ככל שמקדם היעילות גדול יותר, הנצילות האנרגטית של המזגן גבוהה יותר.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט הנוכחי אין התייחסות לנושא הנצילות האנרגטית של המערכת. הדרישה במפרט היא לבחור את שיטת הפעולה של המערכת לבקרת האקלים על בסיס השוואת עלות מחזור החיים של המערכת, המביאה בחשבון עלויות רכישה, התקנה, אנרגיה ואחזקה של המערכת. אנו סבורים כי המתכנת הקיימת נכונה, אבל כדי שתהיה שקופה יותר בכל הנוגע למשמעויות האנרגטיות של בחירת המערכת, מוצע להוסיף עליה את הדרישה המפורטת לעיל. יוער כי התקן הישראלי הקיים הינו וולונטרי, ולכן יש צורך לקבוע במפורש במסגרת זו חובה ליישמו.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי. ביחס למבנים קיימים מוצע לחייב בחינה כלכלית של שדרוג (אם נדרש) של מערכת בקרת האקלים בהתאם לאמור לעיל.

משמעויות כלכליות: קיים קושי להגדיר מצב מוצא לעניין רמת ה-COP שהיתה מותקנת אלמלא נכתבה דרישה זו. כמו כן, בשל השונות בין ה-COP המינימלי הנדרש לסוגי מתקני הקירור השונים, קיים קושי בהגדרת מתקן מייצג וגזירת המשמעויות הכלכליות הספציפיות של שדרוג רמת ה-COP לרמה הנדרשת. לאור זאת, לא נלקחו בחשבון העלות והתועלת הכרוכים ביישום צעד זה, במסגרת התחשיב הכולל המובא בסיום המסמך.

יחד עם זאת, התחשיב הכלכלי שביצענו לבדיקת הכדאיות בשדרוג רמת ה-COP הראה כדאיות ברורה של ההשקעה הנדרשת לשם כך, למקרים שונים שנבדקו. כך למשל: לשדרוג מתקן הקירור מרמת COP 3 לרמת COP 7, העלויות התוספתיות (במבנה חדש) למבנה של 1,000 מ"ר עומדות על כ- 50,000 ₪, ואילו החסכון השנתי בהוצאות אנרגיה עומד גם כן על כ- 50,000 ₪. יוצא מכך שהשקעה זו בשדרוג רמת ה-COP הינה כדאית ביותר ומחזירה עצמה בתוך שנה.

ד) קביעת רמת בידוד תרמי מינימלית של המבנה, הצנרות והתעלות -

מהות השינוי המוצע:

1. קביעת רמת בידוד מינימאלית למבנים המיועדים לשמש את הדיור הממשלתי, במסגרת המפרט. רמת הבידוד שתידרש במפרט תיקבע ביחס לתקן הישראלי לבידוד תרמי של בניינים (ת"י מס' 1045) תוך התחשבות במורכבות הפעולות הנדרשות להשגת רמת בידוד גבוהה במבנה קיים, לעומת הפעולות הנדרשות להשגת אותה התוצאה במבנה חדש המוקם ומותאם לצרכי הדיור הממשלתי.

2. בידוד צינורות ותעלות - כל צנרות מיזוג האוויר במבנה יבודדו בבידוד המבטיח מניעת איבודים תרמיים ומניעת עיבוי. בידוד העומד בתנאי חוץ יוגן ע"י ציפוי פח מגולוון צבוע או ציפוי מתאים אחר. כל התעלות למעבר אויר מקורר או מחומם, כולל תעלות אויר חוזר או שחרור אויר ממוזג, יבודדו בבידוד תרמי חיצוני,

באופן שיבטיח מניעת איבודים תרמיים וימנע עיבוי. על כל תפרי תעלות האוויר להיות אטומים לחלוטין בפני בריחת או כניסת אויר.
הבידוד יעשה בהסתמך על מפרט משרד התשתיות "מפרט המשרד, אמצעי שימור אנרגיה במבני ציבור" 2005.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט קיימת דרישה לבידוד אך ברמת פירוט מועטה, ובסטנדרט נמוך יותר מהמוצע. לנושא חשיבות רבה ולכן הוחלט להדגישו.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה:

1. עבור בידוד המבנה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל דיור המותאם לצרכי הדיור הממשלתי, תוך התחשבות בהיקף הפעולות הנדרשות לצורך מילוי הדרישה, לפי הפירוט הבא:

- במבנה חדש – רמת הבידוד הנדרשת תהיה גבוהה לפחות ב- 15% מזו הקבועה בתקן הישראלי לבידוד תרמי של בניינים (ת"י 1045 חלק 3 ו-10).
- במבנה קיים המותאם לצרכי הדיור הממשלתי – רמת הבידוד הנדרשת תהיה לפחות זו הקבועה בת"י 1045.

2. עבור בידוד צינורות ותעלות: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי.

משמעויות כלכליות:

1. מבנה: עלויות - ביצוע בידוד ברמה העולה ב- 15% על זו הנדרשת בתקן, כרוך בעלות תוספתית של 10 ₪ למ' קיר מעטפת. שדרוג דרישות הבידוד בחלונות המעטפת כרוך בעלות תוספתית של 150 ₪ למ"ר. המשמעות הכספית המצטברת במבנה מלבני בן 4 קומות ששטחו 1,000 מ"ר, הינה כ 22,500 ₪. תועלות - תועלות המהלך צפויות לאפשר הפעלה חסכונית יותר של מערכת בקרת האקלים, לרבות הפחתה של שעות הפעילות (הדלקה מאוחרת יותר, כיבוי מוקדם יותר) וכן הגדלת מרווחי הזמן בין האינטרוולים בהם המערכת פועלת. התועלות עומדת על כ- 20 אש"ח. פירוט בנושא יוצג בניתוח כלכלי – פרק ג'.

2. צינורות ותעלות: עלויות ותועלות - בידוד הצינורות והתעלות מחויב בתקן, ולכן לא יחושב כעלות / תועלת תוספתית.

ה) מערכות לייבוש אויר

מהות השינוי המוצע: יידרש לבחון שימוש במערכות לייבוש אויר באמצעות דיסקנט, תמלחת או טכנולוגיות ייבוש מוכחות אחרת, לצורך השגת חסכון באנרגיה. רמת לחות גבוהה יוצרת עומס על מערכת בקרת האקלים, ומגבירה את צריכת האנרגיה להשגת תפוקת חום/קור נתונה. בטכנולוגיות הקיימות כיום לספיחת הלחות ניתן להימנע מהשקעת אנרגיה לשינוי מצב הצבירה של הלחות.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת התייחסות ספציפית במפרט

- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: במבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי - מוצע לחייב הצגה ומימוש של פתרון לייבוש האויר. במבנה קיים המותאם לצרכי הדיור הממשלתי - תידרש בחינת הכדאיות הכלכלית לביצוע צעד זה.
- ☑ משמעויות כלכליות: **עלות** - עלות מערכת למבנה משרדים של כ- 1,000 מ"ר, הכוללת 3 מייבשים בתפוקת קירור של כ 20 ק"ג לשעה, הינה כ- 30,000 ₪. **תועלות** - הפחתת הלחות צפויה לצמצם באופן ניכר את צריכת האנרגיה של המערכת (הפחתה בשעות ההפעלה, בתדירות הפעלת המערכת). האפשרות לייבש היא ע"י הפעלת מערכת מיזוג האויר יותר שעות או להפעיל את מערכת ייבוש האויר. התחשיב נעשה עבור מבנה של 1,000 מ"ר באזור לח (ת"א לדוגמא) התועלות נמדדות על סמך ההנחה כי מערכות ייבוש אויר יעבדו כ - 15% אחוז מהזמן במקום המערכת למיזוג אויר, בעונת לחות (כלומר בתקופה של כ - 5 חודשים בשנה, תפעל המערכת כ - 1,300 שעות). מערכת לייבוש צורכת כ - 2.5 קוט"ש. המערכות לא עובדות כולן יחד ולכן צריכת הקוט"ש שנלקחה היא 5 קוט"ש. במקום הפעלת מערכת למ"א (בתנאים המפורטים) בעלות של 6,350 ₪, ניתן יהיה להפעיל את מערכת הייבוש בעלות של כ 630 ₪ בשנה. החסכון המתקבל הוא של כ 5,700 ₪ בשנה.

1) מערכות ויסות

- ☑ מהות השינוי המוצע: תותקן מערכת לויסות ספיקת האויר דרך מערכת התעלות ודרך המפזרים, וספיקת המים במערכת ההידרונית לרמת דיוק של $\pm 10\%$ מהספיקות המתוכננות.
- מערכות אלו גורמות לכך שלמבנה תהיה יכולת לצרוך פחות אנרגיה ע"י כך שהן מפזרות את הזרמת האנרגיה באופן שווה בין החדרים הקרובים והרחוקים.
- ☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים אינו כולל דרישה ספציפית בנושא זה.
- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי. ביחס למבנים קיימים מוצע לחייב ביצוע בחינה בדבר ההיתכנות והכדאיות ביישום מערכת ויסות.
- ☑ משמעויות כלכליות: **עלויות** - עלות ההתקנה הינה כ- 6 ₪ למ"ר עבור תוספת מערכת ויסות, או בס"ה כ- 6,000 ₪ למערכת במבנה ששטחו 1,000 מ"ר. **תועלות**: ויסות פעילות המערכת יביא לחסכון בצריכת אנרגיה הנדרשת למיזוג החדרים המרוחקים.

2) מערכות יניקה שיכללו מדפים חוסמי אויר

- ☑ מהות השינוי המוצע: התקנת מערכות יניקה בספיקה גבוהה מ- CFM 300, המתוכננות לעבודה לא רצופה. המערכות שיותקנו נדרשות לכלול מדפים הפועלים על עקרון גרביטציוני או ממונעים, כך שייסגרו אוטומטית בעת הפסקת פעולת היניקה למניעת חדירת אויר חוץ דרך המערכת.

- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט ישנו אזכור למערכת יניקה שתהיה בשימוש בשירותים ובמטבחון בנושא של אוורור אך אין דרישה למדפים חוסמי אויר.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כמחייבת בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי. ביחס למבנים קיימים מוצע לקבוע חובה לבחון את מידת ההיתכנות והכדאיות להוספת מדפים חוסמי אויר.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** – עלויות תוספתיות להתקנת מדפים ממונעים לחסימת אויר חוץ הן 1,000 ש"ח. **תועלות** - התקנת המדפים הינה עוד צעד מבין הצעדים הנכללים במסמך זה, שתכליתם לייעל את פעילות המערכת, במקרה זה על ידי מניעת כניסה של אוויר לא ממוזג מבחוץ.

ח) תרמוסטט

- מהות השינוי המוצע: יש לאפשר שליטה מרכזית בטמפרטורה באמצעות תרמוסטט מרכזי אשר יגביל את קביעת הטמפ' אצל משתמשי הקצה לטווח של 4°C מעל או מתחת לטמפ' התכנון, על מנת למנוע קירור / חימום יתר של החלל.
- ביחידות הכוללות נחשון קירור ונחשון חימום בנפרד, יש להתקין תרמוסטט משותף אחד לשני הנחשונים, המונע פעולת שני הנחשונים בו זמנית (למעט מצבים בהם יש צורך בשליטה ברמות הלחות בחללים המטופלים).
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: נקבע כי תינתן שליטה עצמאית לכל משתמש על תנאי ההפעלה והטמפרטורה בחלל שבו הוא עובד, אך אין התייחסות להגבלת טווח הטמפרטורות שאליו יכולים המשתמשים לכוון את התרמוסטט.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע צעד זה כמחייב בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי, וגם בכל מבנה קיים שמתאם במלואו לצרכי הדיור הממשלתי.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** - הצעד לא כרוך בעלויות משמעותיות. **תועלות** - כיוון התרמוסטט לטווח הטמפרטורות הרצוי ולא מחוצה לו, צפוי לייעל את פעילות המערכת, לרווח את זמני הפעלה, ולחסוך כ- 15% מצריכת האנרגיה של המערכת.

ט) שימוש באוויר חוץ למיזוג המבנה - אקונומיזר

- מהות השינוי המוצע: התקנת אקונומיזר לויסות הפעלת מערכת מיזוג האוויר, כך שתושג אופטימיזציה בניצול אוויר חוץ לאוורור המבנה, במקום הפעלת מערכת המיזוג, בשעות בהן הדבר מתאפשר מבחינת האקלים בסביבת המבנה. במקביל להתקנת האקונומיזר יש לבצע צעדים משלימים שעיקרם מיקום אמצעי שחרור אוויר על מנת למנוע "על לחץ" במבנה.
- הסבר: בשעות מסוימות על פני היממה ניתן לעשות שימוש באוויר מבחוץ על מנת לאוורר את המבנה (במקום למזגו), תוך ניצול פערי הטמפרטורות בין פנים מבנה וסביבתו. על מנת לממש אפשרות זו ולהביא לחסכון באנרגיה, נדרש שימוש באקונומיזר, שיווסת את מידת השימוש באוויר מבחוץ.

מספר השעות בשנה בהן ניתן לעשות שימוש באוויר מן החוץ כאמור, משתנה בין אזורים שונים בארץ ובהתאם לשגרת העבודה ושעות הפעילות המאפיינות את השימוש במבנה. למספר השעות כאמור השלכה ישירה על מידת החסכון האנרגטי והכלכלי שניתן להגיע אליו בדרך זו, וכמובן על מידת הכדאיות שבהתקנת אקונומיזר.

- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת התייחסות לנושא במפרט הקיים.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב ביצוע בדיקת כדאיות להתקנת אקונומיזר בכל מבנה חדש שיוקם עבור הדיור הממשלתי ועבור כל מבנה קיים. הבדיקה תתייחס למספר שעות ההפעלה הצפוי בשנה לנוכח מאפייני המבנה, ובעיקר האזור הגיאוגרפי והסביבה האקלימית שבה ממוקם המבנה.
- משמעויות כלכליות: **עלות** - עיקר העלות הינה ברכישת הרגש (סנסור - 5,000 ₪), וחיווט למח המעביר את הפקודה (1 ₪ למ"ר). **תועלות** - התקנת אקונומיזר צפויה להביא לצמצום שעות ההפעלה של מערכת בקרת האקלים במבנה במתכונת של מיזוג, לטובת שעות הפעלה חסכוניות יותר בצריכת האנרגיה, בהם תשמש המערכת לאורור בלבד. הפער לכל שעת הפעלה שכזו, במבנה של 1,000 מ"ר, עומד על 24 ₪. לשם ההמחשה, אם יונח כי 10% משעות ההפעלה מאפשרות התבססות על אוויר חוץ (310 שעות בשנה, הנחה שודאי תקפה באזור ירושלים, וקצת פחות במישור החוף), החסכון השנתי המושג בדרך זו הינו 7,200 ₪. המשמעות היא תקופת החזר של פחות משנה להשקעה שבוצעה (כ- 6,000 ₪).

י) בחינת האפשרות לאורור לילה מאולץ ולאגירת קור

- מהות השינוי המוצע: תיקבע דרישה כי בעת תכנון מערכת בקרת האקלים במבנה, תיבחן ההצדקה הכלכלית לביצוע הפעולות הבאות:
 - אגירת קור: הפעלת מערכת הקירור בשעות הלילה לצורך אגירת קרח, שימש לקירור בשעות היום תוך הפחתת עומס העבודה של המערכת בשעות שיא הביקוש. זיהוי היתכנות כלכלית של הנושא יחייב את המשכיר ליצור תשתית פיזית במבנה שתאפשר אגירת קור.
 - אוורור לילה מאולץ: הפעלת מערכת בקרת האקלים במבנה גם בשעות הלילה (בקץ), ללא קירור, לשם ניצול האוויר הקריר מבחוץ לקירור המבנה, ויצירת תנאים תרמיים נוחים יותר בשעות העבודה הראשונות של היום הבא, כך שהצורך המידי במיזוג המבנה ידחה במספר שעות. ללא צורך בקירור המבנה. זיהוי היתכנות כלכלית של הנושא אינו מצריך היערכות פיזית מיוחדת, אבל כן יחייב הכללת הוראות תפעוליות לעניין זה, במסגרת ההנחיות הכתובות שיעביר המשכיר לנציגי השוכר האחראים על תפעול מערכות הבניין.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט הקיים אין דרישה ספציפית לבחון נושאים אלה, וודאי לא דרישה מחייבת לכלול אותם במסגרת עבודות ההקמה.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה:

- אגירת קור: מוצע לחייב כי בכל פרויקט בו מוקם לצרכי הדיור הממשלתי דיור (חדש או קיים) בהיקף העולה על 1,000 מ"ר, תבוצע בדיקה כלכלית של נושא אגירת הקור במבנה. הבחינה תתייחס, בין היתר, לפרופיל צריכת האנרגיה במבנה, שיטת האגירה, תנאי האקלים בסביבת המבנה וכיוצ"ב. הבחינה תוצג בערכים כספיים על מנת לאפשר למנהלי הפרויקט לקבל החלטה בנושא, על רקע המסגרת התקציבית שהוגדרה.

- אוורור לילה מאולץ: מוצע לחייב בכל פרויקט שמבוצע עבור הדיור הממשלתי בדיקה כלכלית של הנושא, על מנת לספק בידי הדיור הממשלתי וצוות התפעול העתידי של המבנה נתונים על כדאיות ההפעלה של המערכות במתכונת זו. את הבדיקה יש לבסס על הנתונים המצורפים לתקן ASHRAE 90.1 לעניין זה.

משמעויות כלכליות: כל עניינו של צעד זה הינו בדיקת כדאיות כלכלית, אשר רק בכפוף לתוצאות חיוביות שיתקבלו בה, יבוצעו צעדים מעשיים למימוש הפעולות הנדונות. עלות הבדיקה זניחה למדי. **תועלות:** המהלך המוצע מהווה חלק מצמצום משך הפעולה היומית של מערכת בקרת האקלים ו/או הסבת פעילות המערכת לשעות זולות יותר מבחינת תעריף התעו"ז, ומבחינת העומס על משק החשמל הלאומי.

יא) בדיקות אטימות ותחלופת אויר טרם האכלוס

מהות השינוי המוצע: טרם אכלוסו, המבנה ייסרק באמצעות מצלמה תרמית הפועלת בטכנולוגיית אינפרא-אדום, המאפשרת גילוי כשלים טכניים שעין בלתי מזוינת אינה מבחינה בהם, שעיקרם דליפות אוויר ונוזלים ממערכות, צנרות וחללים שונים בבניין. גילוי הכשלים וטיפול בהם יסייעו במניעת בזבז אנרגיה במהלך השימוש בבניין.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: במפרט קיימת דרישה כללית לבדיקות איטום, אך בעיקר הדבר מתייחס לקירות חיצוניים לגג ולמרתף, ולא בהקשר של חסכון באנרגיה. בדיקת איטום באמצעות מצלמה תרמית אינה נדרשת כיום.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לחייב בדיקה זאת בכל מבנה, חדש כישן.

משמעויות כלכליות: **עלויות:** כ-15,000 ₪ למבנה של 1,000 מ"ר. **תועלות:** התועלת העיקרית של צעד זה במניעת בזבז אנרגיה כתוצאה מדליפות קור או חום מחללים מבוקרים אקלימית לחללים אחרים (ולהיפך), או כתוצאה מדליפות ממערכות בקרת האקלים והצנרות המשמשות אותן. היעדר טיפול בדליפות כאמור עלול להגביר בצורה ניכרת את משאבי האנרגיה הנדרשים למיזוג המרחבים השונים במבנה.

יב) התקנת מערכות אוורור בחדרי המדרגות

מהות השינוי המוצע: יישום אוורור מלאכותי ו/או טבעי של חדרי מדרגות שאינם ממוזגים. זאת, על מנת להקטין עומסים תרמיים על המבנה, שמקורם בחללים שאינם ממוזגים, המצויים בצמוד לחללים ממוזגים.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט הקיים נותן דגש לצורך בבידוד תרמי בין חדרי המדרגות שאינם ממוזגים לבין יתר שטחי הבניין הממוזגים. לעומת זאת, המפרט אינו מתייחס לצורך באוורור חדרי המדרגות שאינם ממוזגים.

☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: בכל מבנה חדש תחול חובה ליצור פתרון לאורור חדרי מדרגות שאינם ממוזגים (טבעי או מלאכותי). במבנים קיימים תיבחן האפשרות לאפשר אורור של חללים אלה, ככל שהדבר ניתן להשגה תוך ביצוע שינויים מינימאליים בקיים.

☑ משמעויות כלכליות: **עלויות** בחדרי מדרגות מעל 10 קומות – מחויב לפי חוק התקנת מערכות אורור (עבור פינוי עשן) לכן אין עלות. במידה והמבנה קטן מ- 10 קומות עלות הצעד תהיה 10,000 ₪ לחדר מדרגות. **תועלות** - אורור החללים הבלתי ממוזגים במבנה מיועד למנוע היווצרות נטל תרמי נוסף על מערכות בקרת האקלים בחללים הממוזגים, ובהתאמה - למנוע מצב בו המערכות הנ"ל נדרשות לפעול בצורה ממושכת יותר, ובעוצמה רבה יותר, על מנת לשמר נוחות תרמית במבנה.

3.3 תאורה

א) מיקום עמדות העבודה בקרבת החלונות

☑ מהות השינוי המוצע: ריכוז מרב עמדות העבודה בקרבת חלונות על מנת לאפשר ניצול תאורה טבעית בצורה אופטימלית. באופן ספציפי יותר, תיקבע חובה למיקום 70% מעמדות העבודה האישיות במרחק של 9 מ"ר או פחות מחלון חיצוני של הבניין.

☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט אינו מתייחס מפורשות להעדפות באשר למיקום עמדות העבודה, על מנת לנצל תאורה טבעית.

☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע דרישה זו כחובה בכלל הפרויקטים בהם מיועד המבנה לפעילות משרדית (להבדיל משטחי אחסון, ארכיבים וכו').

☑ משמעויות כלכליות: **עלות** הצעד המוצע אמורה להיות שולית, במידה והנושא יזכה להתייחסות כבר במסגרת הכנת הפרוגרמה. **התועלת** מיישום צעד זה צפויה להתבטא בחסכון אנרגטי המתבטא בהפחתת הצורך בהארת חללי העבודה בבניין. לכך יש להוסיף יצירת סביבת עבודה מוארת ונעימה יותר לעובד.

ב) החדרת אור טבעי לעומק הבניין

☑ מהות השינוי המוצע: בצד ריכוז מרבית עמדות העבודה בקרבת החלונות, יבוצעו פעולות נוספות-משלימות להחדרת אור טבעי לעומק הבניין, ובכלל זה: הגבהת התקרות בקרבת החלונות (עד 3 מ' לעומק החדר) לגובה 2.90 מ', וקביעת שטח חלונות כולל מינימלי של 10% משטח הרצפה בבניין. כל זאת, לצורך החדרת תאורה לעומק המבנה.

☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט אינו כולל דרישה ספציפית להחדרת תאורה טבעית לעומק המבנה.

☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע צעד זה כמחייב במבנים חדשים. במקביל ניתן לאפשר השגת יעד של החדרת אור טבעי עד לעומק 9 מ' מהחלונות החיצוניים של המבנה, תוך שימוש באמצעים אחרים, שיאושרו ע"י הדיור הממשלתי.

ביחס למבנים קיימים תיקבע חובה לבחינת המשמעויות של הגבהת התקרות בקרבת החלונות.

משמעויות כלכליות: **עלות** ביצוע הפעולות הללו במבנים חדשים שולית, ככל שהדבר מטופל במסגרת תכנון פנים המבנה טרם הקמתו. ככל שמדובר במבנים קיימים, עלות הגבהת תקרות בקרבת חלונות משתנה מטבע הדברים בין מבנה למבנה, בהתאם לגובה המקורי, ולגורמים נוספים המשפיעים על מורכבות העבודה להגבהת התקרה. אומדן שמרני (גבוה) לעלות של הגבהת התקרות בקרבת החלונות מסתכם בכ- 1,000 ש"ח למ' חלון. במבנה ששטחו 1,000 מ"ר, ושטח חלונותיו (10%) הינו 100 מ"ר, תסתכם עלות צעד זה בכ- 100,000 ש"ח. כאמור החובה ביחס למבנים קיימים היא בחינה בלבד.

תועלת – צעד זה הינו המשמעותי ביותר על מנת לאפשר ניצול תאורה טבעית בחללים הפנימיים של המבנה, במקומה של תאורה מלאכותית. השימוש בתאורה טבעית רלוונטי בעיקר למבואות, מסדרונות וחללים משותפים אחרים, שם רמות ההארה הנדרשות נמוכות יותר מאשר בשטחי עבודה אישיים, ולכן די בתאורה טבעית אפקטיבית (כזו הזמינה ברוב שעות העבודה ובמרבית ימי השנה). הוצאות האנרגיה המשמשות לתאורה מלאכותית נאמדות בכ- 20% מסך הוצאות האנרגיה במבנה, כאשר בהתאם למקרי המבחן שנבחנו במסגרת עבודה זו נמצא כי שימוש אופטימלי בתאורה טבעית יכול להביא לחסכון של כ- 25% מהוצאות האנרגיה לצרכי תאורה במבנה. בס"ה, כאשר מדובר על מבנה בשטח 1,000 מ"ר, עם צריכה ממוצעת של 100 קו"ט"ש למ"ר לשנה לצרכי תאורה (לפי מקרי מבחן שנבדקו), מתקבל חסכון מרבי של כ- 16,000 ש"ח בשנה (לפי מחיר של 65 אג' ל- 1 קו"ט"ש), כתוצאה מניצול אופטימלי של תאורת חוץ.

ג) הצללת החלונות ללא חסימת ההארה הטבעית

מהות השינוי המוצע: לבצע הצללה של חלונות המבנה באופן המאפשר ניצול מרבי של תאורה טבעית, מבלי לשלם מחיר בדמות חימום יתר של המבנה בקיץ או בריחת חום בחורף. לצורך כך ניתן להשתמש באחד מבין האמצעים הבאים:

- **מדפי צל:** מדפי צל הם מדפים (עשויים לרוב אלומיניום) המותקנים בצדו החיצוני של הבניין, ותכליתם למנוע קרינה ישירה של השמש אל תוך החדרים. קיימים סוגים של מדפים אשר מתכווננים באופן אוטומטי וכך מתאימים את כמות הקרינה החודרת לתוך המבנה באופן אופטימאלי, בהתאם לשעת היום ומזג האוויר.

- **ציפויים סולריים:** ציפויים סולאריים מיועדים להתקנה בחלקם הפנימי של חלונות זכוכית ובכך לחסום בצורה משמעותית חדירת אנרגית חום, אור וקרינה אולטרה סגולה. קיימים סוגים שונים של ציפויים החוסמים אור/חום במידה שונה. הכוונה היא לבחור ציפויים החוסמים חום במידה מכסימאלית תוך מינימום חסימת אור.

אמצעי זה אינו מומלץ לשימוש, היות והוא חוסם גם את התאורה הטבעית.

- **שימוש בזכוכית Low E בחלונות חיצוניים:** זכוכית מסוג Low E הנה זכוכית החוסמת חום במידה רבה יותר מזכוכית רגילה, אך במקביל מאפשרת חדירת אור במידה שאינה נופלת משמעותית מזכוכית רגילה. בכך, היא מאפשרת לשפר את האטימות התרמית של המבנה, בלי לצמצם באופן משמעותי את כמות האור הטבעי החודרת לחדרים.

- ☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט – המפרט הקיים אינו מתייחס לצורך במציאת איזון בין ניצול מרבי של תאורה טבעית ובין צמצום אנרגיית החום החודרת למבנה. המפרט כן מתייחס לצורך בהצללה (מקדם הצללה של 0.45 מ"מ או פחות – (סעיף 12.05).

- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה - מוצע לחייב בחינה של הצורך בשימוש באחד מ- 2 מוצרי ההצללה המועדפים שצוינו לעיל, על רקע רמת התאורה הטבעית ותנאי האקלים להם חשוף המבנה. במסגרת בחינה זו יש לתת עדיפות ליישום אחד מבין פתרונות אלה במבנים בהם יש צורך ממילא בהרכבת חלונות חדשים (במבנים חדשים או במבנים בהם יש צורך בהתקנה מחודשת של חלונות).

- ☑ משמעויות כלכליות –

- **עלויות:**

- זכוכיות low e: עלות השימוש (התוספתית) בשכבה של זכוכית Low E במקום שכבת זכוכית רגילה הינה כ- 10,000 ₪, לבניין של 1,000 מ"ר.

- מדפי צל: עלותם של מדפי צל נאמדת בכ- 40,000 ₪, לבניין של 1,000 מ"ר.

- **תועלות:** התועלת מהמהלך היא מתן אפשרות לניצול תאורה טבעית, תוך שמירה על רמה גבוהה של בידוד תרמי של המבנה בכללותו, דבר המאפשר חסכון בהוצאות האנרגיה לצרכי חימום, מיזוג אוויר, ותאורה.

ד) הארת מסדרונות ומבואות בתאורה טבעית

- ☑ מהות השינוי המוצע: בחינת האפשרות לניצול מירבי של תאורה טבעית להארת מבואות, מסדרונות ושטחים משותפים אחרים במבנה. התאורה המלאכותית שתותקן בשטחים אלה תבוקר ע"י אמצעי בקרה (שעון או גלאי עוצמת אור), ותופעל רק כשרמת התאורה הטבעית תהיה נמוכה מדי.

- ☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות לנושא זה.

- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע כי בתכנון מבנים חדשים יושם דגש על שימוש מרבי בתאורה טבעית להארת מסדרונות ומבואות. מבנים (חדשים או קיימים) בהם ימצא כי ניתן להאיר את השטחים הציבוריים כאמור בתאורה טבעית, יחויבו בהתקנת אמצעי בקרה להפעלת התאורה המלאכותית בשטחים אלו רק כאשר יש צורך בכך.

- ☑ משמעויות כלכליות:

- **עלויות** – התייחסות לנושא בשלב התכנון צפויה להביא לכך שיצירת הארה טבעית בשטחים משותפים תושג ללא תוספת משמעותית לעלות, מלבד עלותם

של החלונות העיליים או הצידיים, הנאמדת בכ- 30,000. בנוסף, עלות רכישתם של חישני אור לשטחים אלה נמוכה למדי ונאמדת בכ- 50 ₪ ליח' או מאות ₪ למבנה כולו.

- **תועלות** – הפחתת הצורך בהארט שטחים ציבוריים בחלק משעות היממה יכולה להביא לחסכון משמעותי בצריכת אנרגיה ובהוצאה הכספית הנגזרת מכך. כך למשל: הימנעות מהארט מסדרון באורך 30 מ' (בו מותקן גלאי אור אחד) במשך 8 שעות ביום, מאפשר הפחתה בצריכה של כ- 8 קוט"ש ביום, או 1,200 קוט"ש בשנה (בקיצוץ ימי חופשה וימים מעוננים), שהם כ- 780 ₪ לשנה. ניתן לזהות את מידת הכדאיות של הצעד המוצע, ככל שהתכנון המוקדם אכן מאפשר ניצול תאורה טבעית לשטחים ציבוריים. לחסכון הכספי ניתן להוסיף גם במקרה זה את השיפור האיכותי לסביבת העבודה, על ידי ניצול תאורה חיצונית חזקה ונעימה יותר לעין.

ה) יישום עוצמות תאורה דיפרנציאליות לעמדות העבודה וליתר השטחים

- מהות השינוי המוצע: התאמת עוצמות תאורה משתנות לחללים עם ייעודים שונים. עיקר היישום של כלי זה בהארה ממוקדת של שטחים הזקוקים לעוצמת אור גבוהה (עמדות עבודה), לעומת הארה בעוצמה פחותה בחללים אחרים סביבם. התכניות ליישום מערכת התאורה בבניין תכלול התייחסות למידת היעילות של פריסת גופי התאורה בהתאם לאמור בסעיף זה.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: ההתייחסות הקיימת לנושא זה במפרט הינה חלקית בלבד: ישנה התייחסות לניצולת האנרגטית המינימלית של גופי התאורה שנעשה בהם שימוש: LM/W 45 לפחות. מעבר לכך, כולל המפרט דרישות לרמת הארה מינימלית לפי סוגי השימושים השונים בחלקי המבנה: מסדרונות, שטחי עבודה, חדרי ישיבות וכו'. יחד עם זאת, חסרה התייחסות מפורשת לצורך בתכנון עוצמות תאורה דיפרנציאליות לחללים בהם ישנם שימושים שונים המצריכים עוצמות הארה שונות.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע בכל הפרויקטים חובת התייחסות של מתכנן התאורה במבנה לדרישה ליישם עוצמות תאורה דיפרנציאליות לשטחים השונים במבנה. במסגרת התייחסותו יציג המתכנן את הצעדים שבכוונתו לבצע לעניין זה וכן אומדן למשמעות הכספית הצפויה של צעדים אלה.
- משמעויות כלכליות: ככלל, היקף המימוש של דרישה זו ייקבע בהתאם למידת הכדאיות הכלכלית שתימצא לכך על ידי מתכנן התאורה, כך שאין לחשוש מכך שיישום דרישה זו יתברר כלא כדאי. באופן מפורט יותר:
- **עלויות**: בעזרת תכנון מוקדם של מערכת התאורה המתחשב בדרישה זו, ניתן ליישמה מבלי שהדבר יהיה כרוך בעלויות משמעותיות מלבד גידול מסוים במספר גופי התאורה שבשימוש – עבור עמדות העבודה האישיות – עלות הנאמדת בכ- 150 ₪ לעובד, או 7,500 ₪, בס"ה למבנה של 1,000 מ"ר.

- **תועלות:** יישום דרישה זו צפוי לאפשר הפחתה בעוצמת התאורה בחללים משותפים גדולים בהם פועלות עמדות עבודה בצד שימושים משותפים אחרים כחדרי דיונים, כמעברים, שטחי המתנה וכו', אשר מאפשרים רמת הארה נמוכה יותר. הפחתת עוצמת ההארה בחללים גדולים תביא כמוכרן לחסכון בצריכת החשמל בחלל זה.

(4) חסכון במים:

(א) התקנת אמצעים ייעודיים לחסכון במים - משתנות ללא מים וחסכמים

מהות השינוי המוצע: התקנת משתנות אשר אינן משתמשות במים; התקנת חסכמים.

ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט קובע באופן כללי כי "שטיפת האסלות ע"י מיכלי הדחה סמויים, נמוכים עם מתקן הדחה דו-כמותי", אבל אינו מתייחס לשימוש במשתנות ללא מים ולשימוש בחסכמים.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע שהדבר יחויב בכל מבנה.

משמעויות כלכליות:

- **עלויות:** מחירי משתנות ללא מים שווי ערך למחירי משתנות רגילות, כ- 1,000 ₪ עבור יחידה. עלות התפעול היא עבור החלפות מסנן ונוזלים, סכום ממוצע של כ- 200 ₪ בשנה למשתנה עבור התפעול, לפי 4 משתנות במבנה. סה"כ עלות של 800 ש"ח בשנה.

חסכם לברז עולה כ-20 ₪. בהנחה של 8 ברזים ל-1,000 מ"ר, הסכום המתקבל הוא כ-160 ₪ למבנה כולו.

סך העלויות בסעיף זה הם: כ-160 ₪ בהקמת המבנה, ו- 800 ₪ נוספים מדי שנה.

- **תועלות:** נתוני החישוב: השימוש במשתנות ללא מים חוסך כ- 3.75 ליטר לכל הדחה. בניין של 1,000 מ'²; 50 עובדים + 10 מבקרים ליום, מתוכם 50% גברים; 4 הדחות לאיש; מחיר מים של 6 ₪ למ"ק מים. ס"ה: 120 הדחות ליום = 450 ליטר ליום = חסכון שנתי של כ- 700 ₪.

שימוש בחסכמים - תחת הנחה שמרנית כי כ-10% מצריכת המים בבניין של 1,000 מ"ר, הרי שצריכת המים הממוצעת בברזים מסתכמת בכ- 25 מ"ק לשנה. ע"י חסכמים ניתן לחסוך כ-30% מכמות המים. בעבור מחיר מים של 6 ₪ למ"ק החסכון הוא: 50 ₪ בשנה.

סך הכל: הן עלות הפעולות המבוצעות והן התועלות הנובעות ממנה הינן בעלות השלכות כלכליות מצומצמות מאד, כאשר בוחנים זאת בהקשר של עלויות הקמת הבניין הכוללות. כשלעצמן, נמצא שיש כדאיות כלכלית גבולית בביצוע פעולות אלה להשגת חסכון במים.

(ב) בחירה בצמחיה חסכונית במים

- מהות השינוי המוצע: הצמחייה הנשתלת בבניין תהיה כזאת אשר אינה מחייבת השקיה אינטנסיבית.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות במפרט הקיים.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע שהדבר יחויב בכל מבנה שיישכר ע"י הדיור הממשלתי.
- משמעויות כלכליות: **עלויות:** אין עלויות ישירות להצעה, ודרוש רק מתן תשומת לב לעניין. **תועלות:** התועלת תימדד בכמות המים הנחסכת. לא ניתן להעריך באופן כללי את החיסכון, שכן הדבר תלוי בכמות הצמחיה בבניין וסביבתו ובסוגה. יחד עם זאת, ניתן לומר בודאות שלישום דרישה זו משמעויות כלכליות חיוביות, כמו גם השפעה חיובית על משק המים הישראלי.

(ג) ביצוע פעולות לניקוז מי גשמים להשקיה

- מהות השינוי המוצע: תכנון הניקוזים ושיפועי החוץ לתיעול המים למקומות הנדרשים, כמו כן יש לדאוג לחיפוי הגגות בחומרים שאינם פוגעים באיכות המים הזורמים עליו.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות ספציפית במפרט הקיים.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע שהצעד יחויב בכל מבנה חדש ויחייב בחינה בכל מבנה שיישכר ע"י הדיור הממשלתי.
- משמעויות כלכליות: **עלויות:** 1,000 ₪ למבנה של 1,000 מ"ר **תועלות:** חסכון בצריכת המים ובתשלום חשבון המים המיועדים להשקיה: במבנה 1,000 מ"ר, שטח הגג 250 מ"ר, הנחה לממוצע גשמים עומד על כ 500 מ"מ בשנה. סה"כ ניתן לנקז כ – 125 מ"מ, כתחליף למי השקיה בעלות של 6 ₪ למ"מ, בסך הכל חסכון של 750 ₪ לשנה.

(5) מוכנות לשינויים עתידיים:

(א) הולכת התשתיות במבנה - העברת תשתיות על פני מחיצות קבועות (קירות חיצוניים, רצפות ותקרות)

- מהות השינוי המוצע: תשתיות יועברו, ככל הניתן, רק דרך מחיצות קבועות, ובייחוד לא דרך קירות פנימיים במבנה. זאת על מנת שבעתיד יהיה ניתן לבצע שינויים פנימיים במבנה בקלות יחסית, בלי צורך לפרק ולהזיז תשתיות, ובכך לחסוך זמן וכסף.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: המפרט אינו מתייחס לסוגיה. יש התייחסות לאפשרות להעברת כבלי חשמל דרך תקרת התותב (וקיים מפרט המגדיר כיצד בדיוק אמור להתבצע הדבר), אך אין שום המלצה לנקוט בדרך זו, או בדרכים דומות.

רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע להכניס סעיף זה כהמלצה כללית במפרט. מובן שבשל אילוצים שונים לא בכל מקום אפשרי ליישם את ההמלצה, אך לגבי אותם מקומות בהם ההמלצה לא תיושם, על המתכנן יהיה להסביר את השיקולים שעמדו מאחורי ההחלטה שלא ליישם המלצה זו.

משמעויות כלכליות: **עלויות** – מדובר בהמלצה כללית שתיושם ככל שהדבר אינו כרוך בשינויים משמעותיים בתכנון השטחים המיועדים לפריסת תשתיות. בהתאם לכך, הצעד המוצע אינו צפוי לגרום לתוספת עלות משמעותית. **תועלות** – העברת תשתיות רק על פני מחיצות קבועות במבנה, צפויה לפשט ולהוזיל בצורה ניכרת את הפעולות להתאמה מחדש של דיור לצרכים המשתנים של השוכר הממשלתי. זאת, מכיוון שהיערכות כזו מצמצמת מראש את העיסוק בפירוק והרכבה מחדש של מערכות תשתית שונות המיועדות לשרת את החלקים במושכר שבהם מתבצעות עבודות ההתאמה. בהתאם לתוצאות התחשיב המפורט המופיע בפרק ד' להלן, החסכון המושג כתוצאה מפעילות זו, כאשר הוא נפרס לתועלות ברמה שנתית, מביא לחסכון של 48 אלף ₪ בשנה.

ב) צמצום השטח הדרוש לפריסת התשתיות במבנה

- מהות השינוי המוצע: צמצום הגובה בין תחתית התקרה/הרצפה הקונסטרוקטיבית לפני הרצפה/התקרה הסופיים ל- 50 ס"מ לכל היותר. זאת, ע"י האחדה של תכניות היועצים לעניין פריסת התשתיות במבנה, לשם ייעול המרחב הדרוש לשם כך.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: הגישה הקיימת במפרט הינה הפוכה במהותה – המפרט בנוסחו הנוכחי מבקש להבטיח שמירת מרחב מספיק לצורך העברת כלל התשתיות שנדרש להעביר, מבלי לדרוש שהדבר ייעשה ביעילות.
- רמת החיוב המוצעת ותחולתה: הדרישה המפורטת לעיל תחול בכל מבנה חדש המוקם לצרכי השוכר הממשלתי המיועד לו. סייג לחובה זו יחול במקרים בהם יוכיח היועץ האמון על הקומפילציה בין התכניות שלא ניתן לעמוד בגובה זה. במקרים אלה בלבד תאושר הגדלת המרחב הנדון, וזאת במקומות הרלבנטיים בלבד.
- משמעויות כלכליות: **עלויות** – התייחסות לנושא זה כבר בשלב התכנון תביא ליישום דרישה זו בלא כל עלות נוספת. **תועלות** - חיסכון מהותי בעלות השלד וצמצום השטח שנדרש לפריסת התשתיות במבנה, תודות להנמכת המבנה בכללותו.

6) יצירת סביבת עבודה בריאה:

א) אוורור מהותי של המבנה טרם אכלוסו

- מהות השינוי המוצע: טרם אכלוס המבנה, יאוורר המבנה באופן מאולץ וזאת על מנת לדאוג לניקוי האוויר במקום מחומרים נדיפים שייתכן והתפזרו בתוך המבנה במהלך עבודות הבנייה.
- ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: אין התייחסות לנושא זה במפרט הקיים.

- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: הדבר יחויב בכל מבנה שיישכר ע"י הדיור הממשלתי ואשר יבוצעו לקראת השכרתו עבודות בניה או שיפוץ מהותיות.
- ☑ משמעויות כלכליות: **עלויות** – הפעלת אוורור בבניין צורכת 10 קוט"ש לשעה, למשך 48 שעות בתעריף 65 אג" = 312 ש"ח **תועלות** – יצירת סביבת עבודה בריאה יותר לעובדים והמבקרים במבנה לאחר הפעלתו.

(ב) שימוש בחומרים בריאים - הימנעות משימוש בחומרי גמר נדיפים

- ☑ מהות השינוי המוצע: במהלך העבודות במבנה תינתן עדיפות לשימוש בצבעים, חומרי גמר, חומרי איטום ותשתיות ואמצעי הדבקה וחיפוי "בריאים" – כאלה שאינם מכילים חומרים רעילים נדיפים (או ספק רעילים) כגון פורמלדהידים המצויים בסולבנטים לצבעים, חומרי הדבקה ופולימרים שונים. חומרים יוגדרו כ"בריאים" ע"פ תקנות ואישורים מקומיים או בינלאומיים.
- ☑ ההתייחסות הנוכחית הקיימת במפרט: לא קיימת התייחסות לרמת הרעילות או הנדיפות של החומרים הנזכרים לעיל.
- ☑ רמת החיוב המוצעת ותחולתה: מוצע לקבוע כי חובה זו תחול בכל המבנים, ובלבד שהחומרים הנ"ל יהיו נגישים בכמות, עלות ולוחות זמינים סבירים עבור המשכיר.
- ☑ משמעויות כלכליות: **עלויות** – ככלל קיים בשוק המקומי היצע מגוון של מוצרים ברמות רעילות ונדיפות שונות, וזאת ביחס לכל אחד מסוגי המוצרים הנזכרים לעיל (צבעים, חומרי גמר וכו'). למקצת החומרים הידידותיים לסביבה גם הוענק תו ירוק לאחר שעמדו בדרישות שקבע מכון התקנים לצורך כך. מחירי מוצרים אלה ככלל אינם שונים באופן מהותי ממחירי המוצרים המתחרים (השוק המקומי אינו מתמחר את היתרונות הסביבתיים של המוצרים). לכן, נראה שברוב מוחלט של המקרים לא צפוי המשכיר לקשי זמינות בהשגת המוצרים, או לגידול בעלויות. **תועלות** - הרחקת חומרים רעילים מהמבנה צפויה ליצור סביבת עבודה בריאה יותר עבור העובדים. בסביבת עבודה כזו ניתן לצפות להפחתה בתלונות ובהיעדרויות של עובדים עקב בעיות בריאותיות, וכן לגידול מסוים במוטיבציה וביעילות. תועלות אלה לא תומחרו בשל הקושי לאמוד אותן.

פרק ד' - ניתוח כלכלי - בניה ירוקה

חלק א' – כללי

הטמעת עקרונות של בניה ירוקה מיועדת למזער את הפגיעה בסביבה האנושית, האורבנית, והטבעית, בתהליכי הבנייה והשימוש בדיור ממשלתי. ברם, טעמים אלה בפני עצמם אינם יוצרים הצדקה אבסולוטית לשימוש בכל אמצעי שיוצע. על מנת לתת בידי מקבלי ההחלטות כלים מתאימים להערכת היקף ומהות הצעדים שיש לבצע במסגרת "בניה ירוקה", נדרש ניתוח כלכלי אשר יעמיד את סך העלויות והתועלות הצפויות מיישום הצעדים המוצעים על בסיס כלכלי אחיד, ויראה מהו היחס בין התועלות המתקבלות ובין העלויות הצפויות (ככל שישנן כאלה). ראוי להזכיר כי חלק ניכר מהצעדים המוצעים אינם טומנים בחובם עלות כלכלית נוספת, ולכן ממילא אין צורך בהוכחת כדאיותם הכלכלית, כל עוד ברור שהם יוצרים תועלת כלשהי.

חלק ב' – עלויות ותועלות ישירות:

להלן סיכום העלויות והתועלות הצפויות כתוצאה מיישום הצעדים המוצעים בפרקים קודמים של מסמך זה. ביחס לכל אחד מהצעדים תוצגנה העלויות והתועלות ביחס למבנה חדש בשטח של 1,000 מ"ר. בתוך כלל הצעדים המוצעים ניתן להבחין בין מספר קטגוריות:

- צעדים שלא נכללו במסגרת התחשיב הכלכלי (כגון: קביעת חובה לשימוש במתקן קירור שהוא מסוג משאבת חום ועוד). הסיבה לאי הכללתם של צעדים אלה במסגרת התחשיב היא העובדה שבמקרים לא מעטים הצעדים הללו מיושמים ממילא בפרויקט בינוי של הדיור הממשלתי. לאור זאת, ההמלצה במסגרת עבודה זו לקבוע אותם כמחייבים במסגרת המפרט המשמש את הדיור הממשלתי, אינה משנה מהותית את המצב הקיים, אלא רק מקבעת אותו, באופן שיבטיח שמגמות חיוביות אלה יישמרו גם בעתיד.
 - צעדים שתועלתיהם תומחרו בצורה ספציפית במסגרת העבודה - צעדים שתומחרו לעניין החסכון שהם מאפשרים. תמחור צעדים אלה התאפשר תודות לכך שניתן לבודד את התועלת הספציפית שהם גורמים, ולייחס אותה באופן ישיר לביצוע הצעד המוצע.
 - צעדים שתועלתיהם תומחרו בצורה כללית במסגרת העבודה - צעדים שעלותם ניתנת לכימות ולכן נאמדה במסגרת התחשיב, אבל התועלות הנובעות מהן אינן ניתנות לייחוס ספציפי לצעד מסוים, ולכן הן צוינו כתוצאה כוללת המתקבלת מיישום מספר צעדים במקביל.
 - צעדים שתועלתיהם לא תומחרו כלל - צעדים בהם מגוון אפשרויות היישום הוא רחב ביותר, ובהתאם גם מגוון רמות העלות והתועלת שניתן לייחס להם. ביחס לצעדים אלה ניתנו דוגמאות בפרק ג' לעניין אפשרויות התמחור שלהם, אולם לנוכח השונות הרבה הם לא קיבלו ביטוי במסגרת התחשיב הכלכלי הכולל.
- ההנחות שיעשה בהם שימוש במסגרת התחשיב הכלכלי מקורן בפרויקטים של בניה ירוקה שבוצעו בארץ ובח"ל בשנים האחרונות, בהצעות מחיר שהועברו לצרכי עבודה זו מספקים שונים, ומאומדנים שסופקו על ידי מהנדסי תאורה ומיזוג אויר לעניין היקף החסכון המושג מיישום הצעדים.

להלן פירוט המשמעויות הכלכליות של הצעדים:

1) כללי

להלן סיכום העלויות המתייחסות לשלבי ההערכות המקדימים להפנמת מלוא ההיבטים של בניה ירוקה כבר בשלב התכנון והניהול הסביבתי של מהלך הבנייה:

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	הערות
היערכות מתאימה להפנמת מלוא ההיבטים של בניה ירוקה כבר בשלב התכנון	הרחבת צוות התכנון השותף להכנת תכנית החלוקה הפנימית	3	שעות יעוץ, בעלי מקצוע, בנוסף להוצאות התכנון הקיימות
	בחירת העמדה וצורת מבנה אופטימליים אקלימית	0	השינוי המוצע אינו צפוי לייקר את עלויות
	התאמה בין מערכת בקרת האקלים למיקום המבנה, סביבתו והשימוש בו	0	ללא עלויות תוספתיות
	הכללת יועצים לבניה ירוקה ולאנרגיה בצוות התכנון	10	קבלת ייעוץ מבעלי מקצוע נוספים
	ביצוע הדמיות ממוחשבות להמחשת רמות התאורה והקרינה במבנה	15	עלות הדמיה
	ביצוע צילום תרמי של המבנה	2	עלות בידוד תרמי לרבות ניתוח תוצאות
	ביצוע חישובים תרמיים לזיהוי העומס התרמי הצפוי באזורי המבנה השונים	5	ניתוח מאפייני השימוש בחללים השונים במבנה
	בחינת אפשרות לאוורור טבעי של חללים בבניין	3	חלק מהפעולות לתכנון התאמת המושכר לצרכי הדיור הממשלתי
	שמירה תכנונית של אפשרות להפרדת פסולות	0	ללא עלויות תוספתיות
	ביצוע סקר היסטורי לבדיקת זיהום הקרקע	0	אמור להתבצע במסגרת הליך התכנון בו מאושר השימוש בקרקע לצורכי פיתוח
	עמידה בתנאי הסף של התקן הישראלי לבניה ירוקה	20	באופן יחסי, עלות משוערת למבנה של 1,000 מ"ר
	ס"ה היערכות	66	
ניהול סביבתי של מהלך הבנייה - צמצום הפסולת באתר	הכנת תכנית לניהול האתר בהיבטים סביבתיים	2	
	הטמנת פסולת בנין באתר למחזור פסולת בנין	1	עלות ההטמנה באתר מחזור לעומת אתר הטמנה
	שימוש בעפר מקומי לכיסוי פני הקרקע בסיום העבודות	0	מחייב הערכות מתאימה מצד המשכיר
	שימוש מרבי במצאי הקיים בבניין	0	השמשות המצאי הקיים לשימוש חוזר
סה"כ ניהול סביבתי	3		
סה"כ	69		

התועלות הנובעות מיישום הצעדים הנכללים בפרק זה ("כללי"), הינן מיצוי יעיל יותר של יתר הצעדים הספציפיים בתחומי המים, בקרת האקלים, התאורה וכו'. תועלות אלה יפורטו להלן בפרקים הספציפיים העוסקים בתחומים אלה.

2) אנרגיה

הצעדים המוצעים ליישום בנושא של חסכון באנרגיה מהווים את עיקר העלויות הנדרשות, ובהתאמה גם מספקים לאורך זמן את מרב התועלות. להלן פירוט הרציונל העומד בבסיס התחשיבים לכימות העלות והחסכון הנובעים מיישום הצעדים המוצעים:

א) חסכון באנרגיה לבקרת אקלים במבנה – השינויים עליהם ממליץ מסמך זה צפויים להביא להפחתה ניכרת של צריכת האנרגיה המופנית לבקרת אקלים במבנה (חימום קירור, אוורור), וזאת בשל הסיבות הבאות:

1) בידוד השטחים בהם מבוצעת בקרת אקלים מיתר חלקי הבניין (חדרי מדרגות וכיוצ"ב) והסביבה החיצונית מאפשר השקעת אנרגיה קטנה יותר לצורך השגת הטמפרטורה הרצויה.

2) שימוש במערכות יעילות יותר לבקרת אקלים יביא להשגת התוצאה הנדרשת תוך השקעת פחות אנרגיה.

3) כיבוי מיזוג בשטחי עבודה אישיים בשעות בהן אינו נדרש – שימוש בגלאי נוכחות ובתרמוסטטים שיוודאו הפעלת מיזוג האוויר רק בשעות בהן שוהים עובדים בשטחים הממוזגים, ורק לצורך השגת הטמפרטורה הנדרשת.

4) שימוש במערכות לאגירת חום וקור בשעות שזול יותר לייצרם, לצורך שימוש בהם בשעות בהן נדרשת בקרת אקלים בבניין.

ב) חסכון באנרגית מאור – יישום ההמלצות בנושא התאורה, צפוי להביא להפחתת האנרגיה הנצרכת לצרכי תאורה, וזאת תודות לגורמים הבאים:

1) הגברת ההתבססות על תאורה טבעית – כתוצאה מהגבהת תקרות בקרבת הקירות החיצוניים תתאפשר חדירת אור טבעי עמוק יותר אל תוך המבנה וכך יוארו שטחים רבים יותר, במקומה של תאורה מלאכותית. בנוסף, התקנת מערכות תאורה אישיות בעמדות העבודה, תאפשר הארה של השטחים המשותפים בתאורה טבעית בלבד (הכל כמובן בהתאם לעוצמת התאורה הטבעית הקיימת).

2) הפחתת עוצמת ההארה לרמה הנדרשת בלבד – התאמת עוצמת ההארה בשטחים השונים במבנה לשימוש הנעשה בהם (עמדת עבודה אישית, חדר ישיבות, וכיוצ"ב).

3) כיבוי אורות בשעות בהן אינם נדרשים – שימוש בגלאי נוכחות שיוודאו את הפעלת האורות רק בשעות בהן הם נדרשים.

4) שימוש בגופי תאורה חסכוניים – שימוש בטכנולוגיות חסכוניות יותר להשגת עוצמת ההארה הנדרשת.

סוגי התועלות האמורות מקבלות ביטוי במסגרת התחשיב הכלכלי, באמצעות חסכון בחשמל, לעומת צריכת הבסיס, במצב בו לא יושמו צעדים אלה.

להלן הצגת העלויות והתועלות של הצעדים הקשורים ביעול בקרת אקלים ומערכות תאורה. סעיפים מודגשים אינם נלקחו בחשבון העלויות:

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	הערות לנושא עלויות	תועלות	הערות לנושא תועלות
כללי	הדרכת צוות התפעול של השוכר להפעלה חסכונית של המערכות	0		0	יצירת ידע דרוש להפעלה חסכונית של המערכות לאורך זמן
	התקנת מונים לניטור והצגה של צריכת האנרגיה	1	250 ₪ ליחידה	0	מודעות
ס"ה כללי		1		0	
ייעול בקרת האקלים בבנין	משאבות חום	48	למבנה של 1,000 מ"ר והספק חום של 60 קילו וואט, כולל תעלות ומפזרים. עלויות אלו לא נלקחו בחשבון משום שהנחת העבודה היא חיוב שימוש במשאבות חום.	203	התועלת משימוש במשאבת חום לעומת שימוש בגוף חשמלי. תועלת זו לא נלקחה בחשבון משום שהנחת העבודה היא שהדבר מבוצע ממילא במרבית הפרויקטים
	הקמת מערכת בקרת אקלים נפרדת לשטחים הפועלים מעבר לשעות העבודה המקובלות	12	עבור הקמת מערכת המשרתת שטח נפרד של 20 מ"ר. עלויות אלו לא נלקחו בחשבון משום שהנחת העבודה היא חיוב הקמת מערכת נפרדת.	45	התועלת מהקטנת שעות הפעילות של מערכת בקרת האקלים הראשית תועלת זו לא נלקחה בחשבון משום שהנחת העבודה היא שהדבר מבוצע ממילא במרבית הפרויקטים
	התקנת מזגני אוויר בעלי COP גבוה	0	הדרישה הינה מכח דרישה חוקית לעמידה בתקן הישראלי, או בתקן האמריקאי	0	התועלות לא כומתו במסגרת התחשיב בשל קושי בהגדרת מצב מוצא
	קביעת רמת בידוד תרמי מינימלית של המבנה, הצנרות והתעלות	22.5		20	הפחתה 20% בתדירות הפעלת המערכת
	מערכות ויסות	6	צינורות ותעלות מחויב בתקן		
	מערכות יניקה שיכללו מדפים חוסמי אוויר	1	עלות התקנת מדפים		
	מערכות לייבוש אוויר	30	עלות מערכת		
	תרמוסטט	0	הצעד לא כרוך בעלויות משמעותיות	12	
	שימוש באוויר חוץ למיזוג המבנה - אקונומיזר	6	רגש וחיווט	7.2	חסכון של 1,000 שעות עבור אזור אקלים יבש

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	הערות לנושא עלויות	תועלות	הערות לנושא תועלות	
המשך - ייעול בקרת האקלים בבנין	בחינת האפשרות לאורור לילה מאולץ ולאגירת קור	0	מדובר בבדיקה בלבד, העלויות הן זניחות	16		
	בדיקות אטימות ותחלופת אויר טרם האכלוס	15		0	מניעת דליפות קור או חום	
	התקנת מערכות אוורור בחדרי המדרגות	10	מבנה עד 10 קומות	0		
		0	מחויב בחוק במבנה מעל 10 קומות	0		
ס"ה ייעול בקרת האקלים		90.5		61.4		
תאורה	מיקום עמדות העבודה בקרבת החלונות	0	עלות הצעד המוצע אמורה להיות שולית, במידה והנושא יזכה להתייחסות כבר במסגרת הכנת הפרוגרמה	0	הפחתת הצורך בהארת חללי העבודה בבנין יוצרת גם סביבת עבודה מוארת ונעימה יותר לעובד	
	החדרת אור טבעי לעומק הבנין	100	העלות הנוספת במבנים קיימים בלבד	16	אפשר ניצול תאורה טבעית בחללים הפנימיים של המבנה	
		0	מבנים חדשים			
	הצללת החלונות ללא חסימת ההארה הטבעית	10	זכוכית Low E	0	0	חסכון בהוצאות האנרגיה לצרכי חימום, מיזוג אוויר, ותאורה
		40	מדפי צל			
	הארת מסדרונות ומבואות בתאורה טבעית	30	עלות רכישתם של חיישני אור לשטחים אלה נמוכה למדי ונאמדת בכ- 50 ₪ ליח' או מאות ₪ למבנה כולו.	0.78	חסכון משמעותי בצריכת אנרגיה	
	יישום עוצמות תאורה דיפרנציאליות לעמדות העבודה וליתר השטחים	0	תכנון מוקדם	0	הפחתת עוצמת ההארה בחללים גדולים תביא כמובן לחסכון בצריכת החשמל בחלל זה	
ס"ה תאורה		40		16.78		
ס"ה כולל		131.5		78.23		

3) חסכון במים:

יישום השינויים המוצעים במסמך זה יכול לסייע להפחתה משמעותית בצריכת המים, וזאת תודות למגוון הצעדים הנזכרים:

- 1) התקנת משתנות ללא מים
 - 2) הפחתת זרם המים בברזים (שימוש ב"חסכמים") – הפחתת כמויות המים שנצרכות למטרות שטיפה וכיוצ"ב.
 - 3) בחירת צמחיה חסכונית במים
 - 4) ניקוז מי גשם – מניעת הצורך בשימוש במי שתייה לצורך השקיית צמחיה וכיוצ"ב.
- להלן הצגת העלויות והתועלות של הצעדים הקשורים בחסכון במים:

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	העלות לנושא העלויות	תועלות	הערות לנושא התועלות
התקנת אמצעים ייעודיים לחסכון במים	התקנת משתנות ללא מים	0.8	עלות שנתית שוטפת של 350 ₪ לשנה	0.7	חסכון בהדחות במשתנות
	חסכמים	0.16	20 ₪ ליחידה	0.05	בהנחה כי 10% מצריכת המים בבנין משרדי נעשת באמצעות הברזים
	בחירת צמחיה חסכונית במים	0	עלות אפסית משום שלצורך נושא זה דרושה רק תשומת לב	0	לא ניתן לומר בודאות את גובה החסכון אבל ניתן לומר בודאות כי התועלות הן חיוביות
	ביצוע פעולות לניקוז מי גשמים להשקיה	1	עלות בניית ניקוז	0.75	חסכון בעלות צריכת המים
סה"כ		1.96		1.5	

4) מוכנות לשינויים עתידיים

בשל הדינמיות במבנה הארגוני ובמצבת כח האדם של יחידות ממשלתיות, נוצר מפעם לפעם הצורך לבצע התאמות פנימיות במבנה הפיזי של המשרד, במהלך תקופת השכירות. התאמות אלה אינן ממומנות על ידי המשכיר אלא ע"י המשרד המבקש לבצע את ההתאמות. חלק משמעותי מההמלצות המופיעות במסמך זה עוסקות בפריסת התשתיות, ובבניית עמדות העבודה באופן שיאפשר לבצע שינויים במהלך התקופה בקלות יחסית, ללא צורך בעבודות משמעותיות שעלותן גבוהה, וכך גם כמות פסולת הבניין הנוצרת.

נניח באופן שמרני את ההנחות הבאות :

- אורך תקופת השכירות : 25 שנה.
 - מספר הפעמים בהם מבוצעות התאמות פנימיות במהלך התקופה: **פעם אחת** בלבד (דהיינו : במהלך 25 שנה מתבצעות עבודות בשטח כולל השווה לשטח המבנה).
 - עלות ההתאמות : בבניין "סטנדרטי" : \$500 למ"ר. בבניין "ירוק" : \$200 למ"ר (מקור ההנחות : מקרי מבחן בהם נאספו נתונים לעניין זה).
 - שער החליפין : 4 ₪/ל\$.
 - במסגרת התחשיב הכולל יונח (לצרכי היוון) כי ההתאמות מתפרסות באופן אחיד במשך כל תקופת השכירות.
- התוצאה המתקבלת על סמך הנחות אלה :
- במהלך תקופת השכירות תיחסכנה עלויות לביצוע התאמות פנימיות כמפורט להלן :
- במבנה של 1,000 מ"ר - הפחתת עלויות בסך : כ- 1.2 מלש"ח.
- בפריסה על פני 25 שנות חוזה שכירות מדובר על חסכון שנתי של 48 אלף ₪.
- להלן הצגת העלויות והתועלות של הצעדים הקשורים במוכנות לשינויים עתידיים :

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	הערות	תועלות	הערות
הולכת התשתיות במבנה	העברת תשתיות על פני מחיצות קבועות (קירות חיזוניים, רצפות ותקרות)	0	המלצה כללית	48	הוזלת הפעולות להתאמה - צמצום העיסוק בפרוק והרכבה מחדש של מערכות תשתית שונות
	צמצום השטח הדרוש לפריסת התשתיות במבנה	0	התייחסות בשלב בתכנוני	0	חיסכון בעלות השלד
סה"כ		0		48	

5) יצירת תנאי עבודה בריאים יותר בבניין

יוצגו להלן העלויות של הצעדים הקשורים ביצירת תנאי עבודה בריאים. קיים קושי מתודולוגי בזיהוי תועלות ישירות הנובעות מצעדים אלה, ולכן בטבלה שלהלן מפורטות עלויות הצעדים בלבד. יחד עם זאת, בספרות העוסקת בנושא מקובל לייחס השפעות עקיפות לצעדים אלה כגון גידול בפריון העובדים, הפחתת היעדרויות מהעבודה וכו'. להלן הפירוט :

נושא	שם הצעד	עלות באש"ח	הערות
כללי	אוורור מהותי של המבנה טרם אכלוסו	0.3	
שימוש בחומרים בריאים	הימנעות משימוש בחומרי גמר נדיפים	0	נראה שברוב מוחלט של המקרים לא צפוי המשכיר לקשי זמינות בהשגת המוצרים, או לגידול בעלויות
סה"כ		0.3	

חלק ג' – סיכום עלויות ותועלות:

עבור מבנה חדש בגודל 1,000 מ"ר, בביצוע השינויים הנדרשים להתאמת מפרט הדיור הממשלתי לבניה ירוקה העלויות והתועלות הן:

נושא	סה"כ עלות באלפי ₪	% מתוך סה"כ העלויות התוספתיות	ס"ה תועלות באלפי ₪	% מתוך סה"כ התועלות התוספתיות
כללי	69	34%	0	0%
חסכון באנרגיה	132	65%	78	61%
חסכון במים	2	1%	2	1%
מוכנות לשינויים עתידיים	0	0%	48	38%
יצירת תנאי עבודה בריאים	0	0%	0	0%
סה"כ	203	100%	128	100%

יש לציין כי עיקר העלויות הן עבור חסכון באנרגיה הכולל שדרוג מערכת בקרת אקלים ושדרוג מערכת תאורה ומהוות כ- 65% מסך העלויות התוספתיות. בהתאמה, ניתן להבחין שגם עיקר התועלות נובעות מהצעדים המבוצעים בתחום זה.

חלק ד': תועלות נוספות - עקיפות וחיצוניות:

ראוי להזכיר תועלות נוספות הנגרמות מעבודה בסביבת עבודה בריאה יותר, המושגת תודות להטמעת עקרונות בניה ירוקה במושכרי הדיור הממשלתי. תועלות אלה לא כומתו לכדי ערכים כלכליים בשל היעדר נתונים מספקים אודות מידת התועלת המושגת מהם:

- הפחתת מספר ההיעדרויות מעבודה כתוצאה מימי מחלה.
- הפחתת מספר התביעות של עובדים בשל נזקים רפואיים שנגרמו להם במהלך העבודה.
- צמצום החשש מסכסוכי עבודה בעת המעבר למבנה החדש (הפחתת העיכוב במעבר, חסכון בפיצויים לעובדים שנקבעים כפתרונות למצבים משבריים וכיוצ"ב).
- גיוס עובדים חדשים בקלות רבה יותר, בשל תנאי הדיור המשופרים.

מעבר לכך, ישנו סוג תועלות עקיפה נוסף שכן ניתן לכמתו - **עלייה בפריון העובדים**: ניתוח ההשלכות שהיו להטמעת מרכיבי בניה ירוקה במבנים שונים ברחבי העולם (עיקר הנתונים מארה"ב), מצביע על כך שהמעבר לעבודה במבנה "ירוק" הביא לעלייה משמעותית בתפוקת העובדים. העלייה בתפוקה מיוחסת לסביבת עבודה נוחה וידידותית יותר לעובד, וזאת כתוצאה ממספר רב של מרכיבים, ובכלל זה: שימוש באור טבעי הנעים יותר לעין, שליטה של העובדים במערכות החשמל (תאורה, קירור/חימום) מעמדות העבודה האישיות, אוורור אפקטיבי, אפשרות לפתיחת חלונות, גגות ירוקים, ועוד. הנתונים העולים ממקרי המבחן שנאספו לצורך עבודה זו מצביעים ככלל על שיעור שיפור בתפוקה הנע בין 6%-10%, ברוב מוחלט של הפרויקטים שנסקרו. הנחות היסוד לתחשיב:

- שטח ברוטו ממוצע לעובד: 20 מ"ר (ז"א: במבנה של 1,000 מ"ר יועסקו 50 עובדים).
 - תפוקה ממוצעת לעובד: את התפוקה הממוצעת לעובד במגזר הממשלתי נגזור מתוך שכרו הממוצע – כ- 10.8 אש"ח לחודש ברוטו (לפי נתוני הלמ"ס לשנת 2004).
 - שיעור השיפור בתפוקה: מתוך רצון להימנע מהערכת יתר, נניח לצרכי עבודה זו שיפור מינורי של 3% (הנמוך ביותר מבין אלה שהתקבלו במבנים שנסקרו).
- בהתאם לכך, התועלת שניתן להפיק מגידול בתפוקת העובדים כתוצאה משיפור סביבת העבודה במבנה של 1,000 מ"ר: גידול בתפוקה ששוויו כ- **194.4 אש"ח** בשנה.

תועלות חיצוניות למשק

השינויים המוצעים במבני הדיור הממשלתי, המשפיעים בצורה ישירה על צריכת האנרגיה, צריכת המים, מחזור פסולת בניין וכיוצ"ב, משליכים גם על יצירת תועלות חיצוניות נוספות הנגרמות למשק הישראלי, כמפורט להלן:

חסכון באנרגיה - מלבד החסכון הישיר לדייר, נגרמות גם תועלות נוספות ברמה המשקית כתוצאה מהחסכון בצריכת האנרגיה, שעיקרן **הפחתת זיהום אויר**, והנזקים הבריאותיים והסביבתיים הנגרמים ממנו. השפעות חיצוניות אחרות שניתן לציין בהקשר זה הן **הפחתת התלות במוצר מיובא, יצירת שוק מקומי למוצרים חסכוניים באנרגיה, הנעה של תהליך משקי כולל לבניה "ירוקה"** יותר, ועוד, אולם בשל הקושי לספק אומדן מהימן להיקפן של השפעות חיצוניות אלה, מסמך זה לא יעסוק בהשפעות אלה.

אמידת ההשפעות החיצוניות הנגרמות כתוצאה מייצור אנרגיה מתבססת על היקף וסוג המזהמים הנפלטים במהלך התהליכים השונים האפשריים לייצור האנרגיה (באמצעות פחם, גז, גרעין, מזוט או אחר), והנזק שנגרם לסביבה ולבריאות הציבור הנחשף אליהם. מחקרים בנושא מוצאים שונות רבה בהיקף ההשפעות החיצוניות שניתן לייחס לטכנולוגיות ייצור האנרגיה השונות. מקור האנרגיה הפוגעני ביותר הינו מזוט, ולאחריו – פחם, גז טבעי ואחרים. בשל ההתבססות של משק החשמל בישראל דווקא על חומרי מקורות האנרגיה המזהמים יותר (בעיקר פחם ומזוט, אם כי חלקו של הגז הטבעי הולך וגדל), ייעשה תחשיב זה שימוש בעלויות החיצוניות המיוחסות לייצור קוט"ש בתחנת כח פחמית.

גם בנושא זה ניתן למצוא שונות רבה בהיקף ההשפעה החיצונית שניתן לייחס לייצור חשמל מפחם, כאשר מחקרים אירופיים ואמריקאים קובעים עלות חיצונית הנעה בין 3-50 אגורות לייצור קוט"ש. את השונות הגבוהה ניתן להסביר חלקית במידת ההשפעה השונה שיש לזיהום אויר, כאשר הוא מתקיים בסביבה מאוכלסת בצפיפות (שם פגיעתו בבריאות הציבור קשה יותר), או בסביבה דלילה באוכלוסיה. הסבר אפשרי נוסף הוא הערכה שונה לשוויים של חיי אדם במחקרים השונים (מסיבות של פערי השתכרות או סיבות חברתיות אחרות).

הנחות היסוד לתחשיב:

- לצרכי עבודה זו ייעשה שימוש באומדן המשמש את הרשות לשירותים ציבוריים חשמל, הקובע כי העלות החיצונית לייצור קוט"ש חשמל ממוצע הינה כ- 10 אגורות.
- החסכון הכספי בהוצאות אנרגיה המתקבל לפי האומדנים הנכללים בעבודה זו הוא כ- 80,000 ₪ בשנה.
- לפי מחיר של 0.65 אג' לקוט"ש, מדובר בחסכון אנרגטי שנתי של כ- 123,000 קוט"ש. בהתאם לכך, התועלת החיצונית שניתן להפיק מצמצום צריכת האנרגיה כתוצאה מהטמעת עקרונות של בניה ירוקה במבנה של 1,000 מ"ר: הפחתת עלויות חיצוניות שליליות בשווי של כ- 12.3 אש"ח בשנה.

יודגש: חישוב התועלות החיצוניות כאמור אינו מבטא את תועלת לשוכר, אלא תועלת ברמה המשקית, אשר ראוי שילקחו גם הן בחשבון בעת בחינת הנושא מנקודת מבט ממשלתית.

תחשיבי התועלות:

1) תחשיב הכולל תועלות ישירות בלבד (ללא גידול בפריזון וללא השפעות חיצוניות):

תועלות ישירות באלפי ₪			
הערות	1,000	שטח המושכר (במ"ר)	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	78	חסכון בהוצאות אנרגיה לשנה	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	1.5	חסכון בהוצאות מים לשנה	
הפחתת עלויות ההתאמה ב- \$300 למ"ר	48	הפחתת בעלות ההתאמות במשך התקופה	
	128	ס"ה תועלות שנתיות	
	897	שנה	10
		לשנה	7%
		תקופת היוון	
		ריבית היוון	

תחשיב - תועלות ישירות בלבד, ללא תועלות מהפחתת עלות ההתאמות לאורך התקופה:

תועלות ישירות באלפי ₪			
הערות	1,000	שטח המושכר (במ"ר)	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	78	חסכון בהוצאות אנרגיה לשנה	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	1.5	חסכון בהוצאות מים לשנה	
	80	ס"ה תועלות שנתיות	
	560	שנה	10
		לשנה	7%
		תקופת היוון	
		ריבית היוון	

הסבר: תחשיב זה מביא בחשבון רק את התועלות מחסכון בהוצאות אנרגיה ומים, ללא הכללת החסכון בעלות ההתאמות במשך התקופה, שבמצבים מסוימים עלול שלא להתממש (באם לא יבוצעו התאמות במבנה במשך תקופת השכירות). באופן דומה, גם התחשיבים מכאן ואילך לא יכללו את החסכון המושג כתוצאה מהפחתת בעלות ההתאמות במבנה.

תזרים העלויות והתועלות הישירות במהלך תקופת השכירות (באלפי ₪)										
שנה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
תזרים	-124	80	80	80	80	80	80	80	80	80
NPV	369 אש"ח	IRR	63%	תקופת החזר	1.71 שנים					

אנו מוצאים שהכדאיות הכלכלית בביצוע העבודות המתוארות במסגרת מסמך זה הינה גבוהה למדי. המדדים הכלכליים הכוללים מצביעים על ערך נוכחי נקי גבוה מאד של ההשקעה (369 אש"ח), על שיעור תשואה פנימי גבוה למדי (63%), ועל תקופת החזר קצרה של שנה ושבעה חודשים בלבד לכיסוי ההשקעה.

(2) תחשיב הכולל תועלות מקומיות בלבד (כולל גידול בפריון אך ללא השפעות חיצוניות):

תועלות מקומיות באלפי ₪ (ישירות + עקיפות)			
הערות	1,000	שטח המושכר (במ"ר)	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	78	חסכון בהוצאות אנרגיה לשנה	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	1.5	חסכון בהוצאות מים לשנה	
הפחתת עלויות ההתאמה ב-\$300 למ"ר	48	הפחתה בעלות ההתאמות במשך התקופה	
תפוקה שנתית: 130 אש"ח לעובד, ושיפור של 3%	194	גידול בתפוקת העובדים בשנה	
	322	ס"ה תועלות שנתיות	
	2,260	10	תקופת הייון
		7%	ריבית הייון

תזרים העלויות והתועלות הכוללות במהלך תקופת השכירות (באלפי ₪)										
שנה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
תזרים	118	322	322	322	322	322	322	322	322	322
NPV	2,069	IRR	-	תקופת החזר	0.67					

אנו מוצאים שהכללת תועלות עקיפות משפרת בצורה משמעותית מאד את הכדאיות הכלכלית בביצוע הצעדים (הגבוהה ממילא), ומעמידה את תקופת החזר לכיסוי ההשקעה על פחות משנה.

(3) תחשיב לסך התועלות המתקבלות (כולל גידול בפריון והשפעות חיצוניות):

סך התועלות (כולל עקיפות וחיצוניות) באלפי ₪			
הערות	1,000	שטח המושכר (במ"ר)	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	78	חסכון בהוצאות אנרגיה לשנה	
לפי הנתונים המפורטים לעיל	1.5	חסכון בהוצאות מים לשנה	
הפחתת עלויות ההתאמה ב-\$300 למ"ר	48	הפחתה בעלות ההתאמות במשך התקופה	
תפוקה שנתית: 130 אש"ח לעובד, ושיפור של 3%	194	גידול בתפוקת העובדים בשנה	
לפי 10 אג' לקוונט"ש	12.3	השפעות חיצוניות - הפחתת זיהום אויר	
	334	ס"ה תועלות שנתיות	
	2,346	10	תקופת הייון
		7%	ריבית הייון

אנו מוצאים שהכללת תועלות חיצוניות משפרת עוד במעט את הכדאיות הכלכלית בביצוע הצעדים.

(4) סיכום:

המדדים למידת הכדאיות הכלכלית של הפרויקט, לפי סוגי התועלות שנכללות בתחשיב:

מדדים כלכליים לכדאיות ההשקעה									
תקופת החזר			IRR			ע.נ.ב (N.P.V) באש"ח			שטח במ"ר
כוללות	מקומיות	ישירות	כוללות	מקומיות	ישירות	כוללות	מקומיות	ישירות	סוג התועלות
0.64	0.67	1.71	-	-	63%	2,143	2,069	369	1,000

ניתן לראות כי נמצאת כדאיות להטמעת עקרונות בניה ירוקה במושכרי הדיור הממשלתי, גם בבחינה המביאה בחשבון רק את התועלות המקומיות הישירות שנובעות מהפרויקט (חסכון באנרגיה ובמים, וצמצום העלויות לביצוע התאמות בבניין במהלך התקופה).

עוד ניתן לראות כי הכללת הגידול בתפוקת העובדים (הפער בין מדידת תועלות ישירות למקומיות) בתחשיב משפיעה בצורה חיובית ודרמטית על המדדים הכלכליים של הפרויקט. לעומת זאת – הכללת ההשפעות החיצוניות המתקבלות אינה משפיעה בצורה משמעותית על התוצאות.

חלק ה' - הצגת התועלת ביחס למבנה המוחזק בתנאי שכירות

כאשר עוסקים במושכרים ולא בנכסים בבעלות הדיור הממשלתי, ניתן להניח שהמשכיר ידרוש מחיר שכירות חודשי גבוה יותר תמורת השימוש בנכס שהושבח, על מנת לממן את העלות הנוספת שנדרשה ליישום עקרונות בניה ירוקה. ניתן לומר ככלל, כי לאור הכדאיות שנמצאה להטמעת עקרונות בניה ירוקה במושכרי הדיור הממשלתי, יימצא מחיר ביניים שהוא גבוה יותר ממחיר השכירות המקובל לנכסים "סטנדרטיים" בסביבת המושכר, אך מחיר זה עדיין יהיה נמוך מהתועלות שצפויות ליחידה הממשלתית המשתמשת בבניין. להלן תחשיב המציג את היקף התועלת החודשית למ"ר מיישום עקרונות בניה ירוקה במושכר:

סך התועלת הישירה המתקבלת בפרויקט (ללא חסכון בהתאמות במהלך תקופת השכירות) נאמדת בכ- 68 ₪ למ"ר לשנה. פריסת תועלת זו ע"פ 12 חודשי עבודה, והמרתה לפי שע"ח של 4 \$/₪, מצביעה על כך שהתועלת נאמדת בכ- \$1.5 למ"ר בחודש.

בהתאם לכך העלאת מחיר השכירות, עד ל- \$1.5 למ"ר נוספים מעבר למקובל ביחס למבנים "סטנדרטיים" בסביבת המושכר, עודנה כדאית מנקודת מבטו של השוכר.

פרק ה' - סיכום

בחינת המשמעויות הכלכליות של יישום מדיניות של בניה ירוקה במושכרי הדיור הממשלתי, מצביעה על כדאיות כלכלית ברורה וחד משמעית הן למשכיר והן לשוכר. ההשקעה הראשונית הנדרשת בעת הקמת המבנה או התאמתו לצרכי היחידה הממשלתית המיועדת לו, מוחזרת בתוך פרק זמן של עד כ- 2 שנים (בתחשיב המכליל תועלות ישירות בלבד), תודות לתועלות הנגרמות מבניה ירוקה: חסכון ניכר בצריכת אנרגיה לצרכי תאורה ובקרת אקלים, חסכון משמעותי בצריכת מים, העלאת התפוקה של העובדים במבנה. תקופת ההחזר קצרה עוד יותר אם תילקח בחשבון גם התועלת הנובעת מחסכון בביצוע התאמות פנימיות במהלך התקופה.

בראיה כוללת ניתן להצביע על ערך נוכחי נקי חיובי ביותר להשקעה שתכליתה הטמעת עקרונות בניה ירוקה במבנה המיועד לדיור הממשלתי, החל מדיורים מצומצמים בהיקפם וכלה במבנים גדולים של אלפי מ"ר (בשל יתרונות לגודל בביצוע ההתאמות, הכדאיות גוברת ככל שהמבנה גדול יותר).

נספח 1 - עלויות טיפול בפסולת בניין

(1) חלופת פינוי לאתר הטמנה :

עלות פינוי פסולת בניין לאתר הטמנה הינה 25 ₪ לטון.

היטל הטמנה לשנת 2009 הינו 2.4 ₪ לטון (עולה מדי שנה ב- 0.8 ₪ לטון עד לשנת 2011).

סה"כ עלות הטמנת טון פסולת בניין הינה 27.4 ₪.

(2) חלופת פינוי לאתר מחזור :

עלות פינוי פסולת בניין לאתר מחזור הינה 32 ₪ לטון בממוצע (העלות משתנה בין אתרים שונים).

תחת הנחות אלה, הפרש העלות בין החלופות הוא נמוך ביותר :

- ההפרש בין העלויות מסתכם בכ-5 ₪ לטון.
- כמות פסולת הבניין הנוצרת היא כ- 0.2 טון למ"ר (כ- 0.12 מ"ק).
- עבור מבנה של 1,000 מ"ר התחשיב הוא : 5 ₪ * 0.2 טון למ"ר * 1,000 מ"ר = הפרש עלויות של 1,000 ₪ בס"ה.

לאור זאת מוצע לחייב פינוי הפסולת לאתר מחזור.

על אף האמור, במסגרת ההמלצות ניתנה גם התייחסות לנושא עלויות ההובלה, שעלול ליצור פער עלות משמעותי בין החלופות. זאת מכיוון שהעלות הנוספת לכל ק"מ הובלה בבניין של 1,000 מ"ר מסתכמת בכ- 3,400 ₪.

לאור זאת, מוצע לקבוע כי חובת הפינוי לאתר מחזור תחול רק כאשר פערי המרחק בין פינוי לאתר מחזור ובין פינוי לאתר הטמנה אינם עולים על 10 ק"מ, שווה ערך לתוספת עלות של כ- 34 אלף ₪.

נספח 2 - מקרי מבחן לדוגמה

כחלק מביצוע עבודה זו נסקרן קרוב למאה מקרי מבחן (מרביתם בארה"ב) בהם יושמו עקרונות בניה ירוקה. הבחינה מעלה את הממצאים הבאים:

- **חסכון באנרגיה:** הבחינה התמקדה במבני משרדים דוגמת המבנים הצפויים לשמש משרדי ממשלה, בהם הושם דגש בעת תכנון המבנה על המרכיבים הבאים: שימוש מירבי בתאורה טבעית, מערכות בקרת אקלים יעילות, ואמצעי בקרה להפעלת תאורה ומיזוג רק לפי צורך (נוכחות, טמפרטורה). במבנים שנסקרו נע שיעור החיסכון בצריכת האנרגיה בתחום שבין 25%-40%. צריכת האנרגיה המופחתת חושבה אל מול מבנה תיאורטי מקביל המשמש לאותן המטרות, אשר נבנה על פי תקנות הבניה הקיימות (אשר כבר בהן מוטמעים אלמנטים מסוימים של יעילות אנרגטית).
- **צריכת מים -** הצעדים העיקריים שיושמו להפחתה בצריכת המים הם גם אלה המוצעים במסמך זה: ניקוז מי גשם להשקיית גינות, הפחתת זרם המים בברזים, התקנת משתנות ואסלות חסכוניות במים. צעד נוסף שיושם באופן חלקי הינו שימוש במים אפורים, אולם במסגרת עבודה זו המלצתנו היא שלא לשלב צעד זה מסיבות כלכליות בעיקרן. בבניינים שנסקרו הושג חסכון במים בתחום שבין 30%-50%, כאשר צריכת המים המופחתת חושבה אל מול מבנה תיאורטי מקביל המשמש לאותן המטרות, אשר נבנה על פי תקנות הבניה הקיימות.

להלן מספר דוגמאות למקרי מבחן שנבדקו, לפי סוגי מבנים שונים:

1. בנייני מגורים:

בניין solaire בניו-יורק: 27 קומות, משמש לצרכי מגורים, ס"ה: 33,100 מ"ר.

○ אלמנטים ירוקים:

- אנרגיה: הפקת 5% מהחשמל הנדרש ע"י תאים פוטו-וולטאים, מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית, בקרים לזיהוי תנועה ואור יום להפעלה / כיבוי אוטומטי של מערכות.
- מים: שימוש ב"מים שחורים" (מי ביוב מטופלים) ובמי גשמים לצרכי קירור, שטיפה בשירותים, והשקיית גינות בבניין.
- אחר: עמידה בתקנים המעודכנים של ניו יורק לבניה ירוקה. גג ירוק (מושקה במי גשמים מנוקזים). 67% מחומרי הבניין יוצרו בטווח של עד 800 ק"מ ממנו, ו- 19% מהחומרים הינם ממוחזרים. 93% מפסולת הבניין באתר – מוחזרה.
- תועלות: 35% חסכון בצריכת אנרגיה, 50% חסכון בצריכת מים לשתייה.
- צריכת חשמל למ"ר – 383 KW לשנה.
- צריכת מי שתייה – 16.8 מיליון ליטר (29,000 ליטר לעובד, 507 ליטר למ"ר).

בניין blair towns במרילנד : 3 בנייני מגורים בני 4 קומות, בשטח כולל של כ- 9,920 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים :
- תאורה : חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי תנועה ואור יום להפעלה/כיבוי אוטומטי של מערכות.
- חימום/קירור : מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר.
- מים : התקנת "חסכמים" בברזים, שימוש בצמחיה הצורכת מעט מים.
- אחר : 60% מחומרי הבניין יוצרו בטווח של עד 800 ק"מ ממנו.
- תועלות : 35% חסכון בצריכת אנרגיה, 30% חסכון בצריכת מים לשתייה.
- צריכת חשמל – MW 1362.7 לשנה (KW 136 למ"ר לשנה).
- צריכת מי שתייה – 7.77 מיליון ליטר לשנה (779 ליטר למ"ר).

2. בניינים מסחריים-משרדיים

בניין herman miller market place במשיגן : בניין מסחרי בשטח כולל של כ- 8,830 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים :
- תאורה : חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית (62% מהקירות) אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי תנועה ואור יום להפעלה/כיבוי אוטומטי של מערכות.
- חימום/קירור : מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר.
- מים : התקנת "חסכמים" בברזים ובמקלחות, ניאגרות חסכוניות, שימוש בצמחיה הצורכת מעט מים.
- תועלות : 40% חסכון בצריכת אנרגיה.
- צריכת חשמל – MW 2,785.7 לשנה (KW 315 למ"ר לשנה).
- צריכת מי שתייה – 1.89 מיליון ליטר לשנה (214 ליטר למ"ר).

בניין ה- PPL center, plaza, בפנסילבניה : 8 קומות מסחריות, ס"ה כ- 26,000 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים :
- תאורה : חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית לעומק הבניין, תוך מניעת קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה/כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית.
- חימום/קירור : מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, בידוד קירות חיצוניים.
- מים : התקנת ברזים חכמים
- אחר : 20% מחומרי הבניין יוצרו מחומרים ממוחזרים.

- תועלות: 30% חסכון בצריכת אנרגיה, 45% חסכון בצריכת מים לשתייה.
- צריכת חשמל – MW 5,705 לשנה (KW 219 למ"ר לשנה).
- צריכת מי שתייה – 2.6 מיליון ליטר לשנה (100 ליטר למ"ר).

בניין מסחרי/משרדים Chicago Center, באילינוי: 3,720 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
 - תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה / כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית.
 - חימום/קירור: בידוד איכותי של קירות חיצוניים, מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אורור ומיזוג אויר, שימוש נרחב במאווררים.
 - מים: ניקוז מי גשמים להשקיה, הפחתת עוצמת הזרם.
 - אחר: התאמה עיצובית לסביבת הבניין, שימוש בחומרים ברי מחזור, ייצור 20% מצריכת האנרגיה ע"י תאים פוטו-וולטאים.
- תועלות: 40% חסכון בצריכת אנרגיה; חסכון של 24% באנרגיה המופנית לצרכי תאורה.
- צריכת חשמל – MW 391 לשנה (KW 105 למ"ר לשנה).

בניין N. Jones (בית משפט ומשרדים פדרליים) באוהיו: 4 קומות, בשטח של כ- 4,850 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
 - תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי אור יום להפעלה/כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית.
 - חימום/קירור: שימוש חוזר בחום שנפלט ממערכת הקירור, הדרכה מעמיקה של העובדים המשתמשים במערכות הבניין.
 - מים: שימוש בצמחיה הצורכת מעט מים.
 - אחר: 60% מחומרי הבניין יוצרו בטווח של עד 800 ק"מ ממנו. יותר מ- 70% מפסולת הבניין מוחזרה.
- תועלות: 25% חסכון בצריכת אנרגיה.
- צריכת חשמל – MW 1,097 לשנה (KW 226 למ"ר לשנה).

בניין משרדים Dep Cambria, בפנסילבניה: 3,340 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
- תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה / כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית.
- חימום/קירור: בידוד איכותי של קירות חיצוניים, מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, שימוש נרחב במאווררים.
- מים: שימוש בצמחיה שאינה דורשת השקיה, הפחתת עוצמת זרימת המים, ניקוי שירותים ללא מים.
- אחר: התאמה עיצובית לסביבת הבניין, שימוש בחומרים ברי מחזור, ייצור 28% מצריכת החשמל באופן עצמאי ע"י תאים פוטו-וולטאים.
- תועלות: 30% חסכון בצריכת אנרגיה; חסכון של 30% בצריכת מים.
- צריכת חשמל – 424 MW לשנה (127 KW למ"ר לשנה).
- צריכת מים – 246,000 ליטר לשנה (73 ליטר למ"ר לשנה).

3. בתי ספר

בי"ס Baca dlo`ay azhi בניו-מקסיקו: 7,330 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
- תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, תקרות גבוהות (2.9 מ'), בקרים לזיהוי תנועה ואור יום לכיבוי אוטומטי של תאורה.
- חימום/קירור: מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר.
- מים: שימוש ב"מים שחורים" (מי ביוב מטופלים). התקנת "חסכמים" בברזים, שימוש בצמחיה הצורכת מעט מים.
- אחר: 60% מחומרי הבניין יוצרו בטווח של עד 800 ק"מ ממנו.
- תועלות: 20% חסכון בצריכת אנרגיה, 30% חסכון בצריכת מים לשתיה.
- צריכת חשמל – 625 MW לשנה (85 KW למ"ר לשנה).
- צריכת מי שתייה – 1.78 מיליון ליטר לשנה (242 ליטר למ"ר).

בניין ה- Third creek elementary (בי"ס) בצפון קרוליינה: 8,550 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
- תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית לעומק הבניין, אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה/כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית, אפשרות למגוון רמות תאורה מלאכותית.
- חימום/קירור: מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, בידוד קירות חיצוניים, שימוש חוזר בחום הנפלט ממערכות הקירור.
- מים: התקנת ברזים חכמים, ניקוי שירותים ללא מים, הפחתת עוצמת הזרם.
- אחר: שימוש בחומרים בריאים.
- תועלות: 25% חסכון בצריכת אנרגיה, 30% חסכון בצריכת מים לשתייה.
- צריכת חשמל – MW 1,618 לשנה (KW 189 למ"ר לשנה).

4. בנייני מעבדות

מעבדה – San Mateo בקליפורניה: 2,690 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
- תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית לעומק הבניין, אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת.
- חימום/קירור: מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, בידוד קירות חיצוניים.
- מים: התקנת ברזים חכמים, ניקוי שירותים ללא מים, הפחתת עוצמת הזרם, שימוש בצמחיה שאינה מחייבת השקיה (לאורך קיץ ארוך ויבש כמו בישראל).
- אחר: 78% מפסולת הבניין שנוצרה בתהליך ההקמה מוחזרה.
- תועלות: 50% חסכון בצריכת אנרגיה, יותר מ-40% חסכון בצריכת מים לשתייה.
- צריכת חשמל – MW 1,605 לשנה (KW 597 למ"ר לשנה).
- צריכת מי שתייה – 315,000 ליטר לשנה (117 ליטר למ"ר).

5. בניין מעבדה – Q באילינוי: 4 קומות, ס"ה 16,400 מ"ר.

- אלמנטים ירוקים:
- תאורה: חלונות המאפשרים חדירת אור מירבית לעומק הבניין, אך מאידך מונעים קרינה מוגזמת, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה/כיבוי אוטומטי של תאורה מלאכותית.
- חימום/קירור: מערכות מתקדמות לבקרת אקלים הכוללות תרמוסטטים דיגיטליים לחימום, אוורור ומיזוג אויר, בידוד קירות חיצוניים, בקרים לזיהוי נוכחות להפעלה/כיבוי אוטומטי של מערכות בקרת אקלים.

- מים : הפחתת עוצמת הזרם, שימוש בצמחיה שאינה מחייבת השקיה.
- אחר : בחירת חומרי גלם שניתן למחזרם בעת הריסת המבנה, מחזור רוב מוחלט של פסולת הבניין שנוצרה בתהליך ההקמה.
 - תועלות : 38% חסכון בצריכת אנרגיה, 52% חסכון בצריכת מים לשתיה.
 - צריכת חשמל – 7,764 MW לשנה (473 KW למ"ר לשנה).

טבלה מסכמת:

צריכת מים ליטר למ"ר	צריכת חשמל קוט"ש למ"ר	חסכון בצריכת מים	חסכון בצריכת אנרגיה	שטח המבנה במ"ר	שימוש המבנה
507-779	136-383	30%-50%	35%	10,000-33,000	מגורים
100-214	219-315	45%	30%-40%	9,000-26,000	מסחרי
242	85-189	30%	20%-25%	7,000-8,500	בית ספר
73	105-226	30%	25%-40%	3,000-5,000	משרדים
117	473-597	40%-52%	38%-50%	3,000-16,000	מעבדה

ביבליוגרפיה

1. "עלויות חיצוניות לייצור אנרגיה" - דוד שוגרמן עבור משרד התשתיות הלאומיות, אוקטובר 2000.
2. תקן ישראלי מס' 5281.
3. ערכים כלכליים למפרט תשתיות בשכונות אקולוגיות – רן חקלאי עבור משרד השיכון, נובמבר 2004.
4. "The Business Case for Sustainable Design and Construction", מאת Marylynn Placet ו-Beverly Dyer, 2001.
5. "Procedure for Measuring and Reporting Commercial Building Energy Performance" – מאת D. Barley, M. Deru, S. Pless, & P. Torcellini, אוקטובר 2005.
6. "Greening the building and the bottom line" – נכתב על ידי William D. Browning ו-Joseph J. Romm עבור ה-Rocky Mountain Institute.
7. Costing Green: A Comprehensive Cost Database and budgeting Methodology – מאת Lisa Fay Matthiessen ו-Peter Morris, יולי 2004.
8. www.BuildingGreen.com
9. www.BetterBricks.com
10. www.GreenBuild.co.il
11. www.sbis.info
12. אתר משרד האנרגיה האמריקאי - www.eere.energy.gov
13. http://www.cityofseattle.net/light/conservesustainability/studies/cv5_sp.htm
14. אתר חברת החשמל - <http://www.israel-electric.co.il/>
15. אתר הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה - <http://www.cbs.gov.il/>