

04 לאוגוסט 2011  
עדכון ע"פ דרישה

לכבוד

מר דרור אמיר, מנכ"ל המכללה האקדמית תל אביב יפו  
טלפון: 03-6803300 פקס: 03-6803301 נייד: 054-2222032  
נשלח בדוא"ל: [droramir@mta.ac.il](mailto:droramir@mta.ac.il)

**הנדון: מכללה ירוקה/התייעלות אנרגטית**  
**עדכון לסיכום דיון מתאריך 26 ליולי 2011**

דרור שלום,

בהמשך לפגישתנו (רבת המשתתפים) ולדוח המסכם שהגשתי מתאריך 17 ליולי 2011 (ראה בהמשך), להלן עיקרי הנושאים וההחלטות שנתקבלו:

1. הובהרו הנושאים המרכזיים שנסקרו, בדגש למסקנות אופרטיביות וסדר עדיפויות מומלץ
2. הועלו לדיון המסקנות המרכזיות שעלו בדוח, בדגש להיבטים הטכנו-כלכליים הבאים:
  - 2.1 מומלץ לפעול מול "קבלן" מבצע מיומן בתחום התייעלות אנרגטית
  - 2.2 מאפייני העסקה יוגדרו מראש, בכלל זה אופיין המדידה; הוכחת התוצאה; מאפייני התמורה; צורת הדיווח; מנגנון הניהול ושמירת ההתייעלות לאורך זמן
3. ההחלטות שנתקבלו:
  - 3.1 נוסחת המדידה - תתבסס על השוואת צריכת אנרגיה ב-KW
  - 3.2 החזר השקעה לעסקאות במקדם עדיפות א' (כמצוין בדוח) - עד 2.5 שנים אל מול חיסכון צפוי
  - 3.3 החזר השקעה לעסקאות במקדמי עדיפות ב' - ג' (כמצוין בדוח) - עד 5 שנים אל מול חיסכון צפוי
4. יישום הפוטנציאל להתייעלות אנרגטית / השלב הבא – קיים פוטנציאל להמשך פעילות בנושא, במגמה לקדם את הנושא יש לעבור לשלב התכנון הפרטני וליווי התהליכים השונים, בכלל זה:
  - 4.1 כתיבת מפרטים טכניים
  - 4.2 הכנת כתבי כמויות
  - 4.3 בחינת קבלנים רלוונטיים
  - 4.4 ביצוע סיור קבלנים
  - 4.5 בחינת הצעות המחיר

4.6 ליווי שוטף / תחילת עבודה

4.7 בחינת העבודה

4.8 בחינת התוצאות על פי הסכמי הביצוע

4.9 בדיקות מדגמיות לאורך שנת האחריות

4.10 בדיקות מסירה סופיות למכללה

5. צריכת האנרגיה הכללית במכללה – בהתאם לבקשתכם ולאחר עיון בטבלאות התשלומים שנשלחו על ידכם, להלן מספר מסקנות מנחות:

5.1 מצג הנתונים בחלוקה ל- 7 חודשי פעילות (ינואר – יולי) בשלוש השנים האחרונות, מצביע על אי צריכה אחידה התאמה בעליל של מאפייני הצריכה, עקב זאת מומלץ לבצע את הבדיקות הבאות:

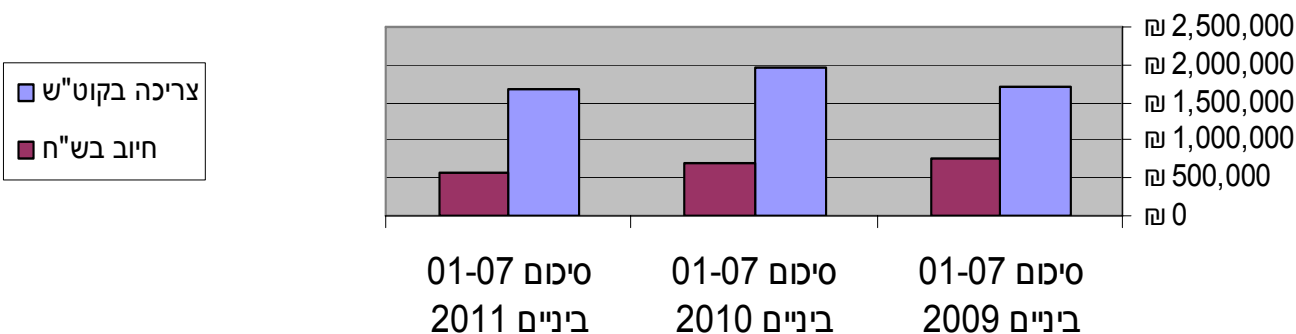
5.1.1 בדיקת צריכה תקופתית מתואמת מול מונה חברת החשמל

5.1.2 התקנת מכשירי מדידה זמניים (לוגר) בלוחות חשמל ראשיים – מינימום חודשים מדידה בהתאמה לאותם מאפייני צריכה (לוח הזנה ראשי, תאורה, מיזוג אוויר...)

5.1.3 בדיקת תוצאות המדידה אל מול חשבונות חברת חשמל

5.1.4 בניית מנגנון אוטומטי לפענוח שוטף של צריכת האנרגיה

### חשבונות חשמל (ללא מע"מ) - אקדמית תל אביב



5.2 יתכן והשינוי המינורי יחסית של מאפייני צריכת האנרגיה נובע ממאפייני הפעילות (שנת 2010 נסתיימה תקופת בנייה), לכן להערכתי שנת 2012 יכולת להוות השוואה אמיתית לשנת 2011 – שנה מול שנה. יש לקבע פרמטרים לבחינת הנושא.

6. בהתייחס לאפשרויות השונות העומדות על הפרק בכל הקשור להתייעלות אנרגטית במכללה, ראה בהמשך טבלה המפרטת את ההשקעות המוערכות ביחס ל-% החיסכון באנרגיה והסכומים המצטברים מסך עלות

הצריכה השוטפת (הממוצעת) באם ימומשו פעולות אילו.

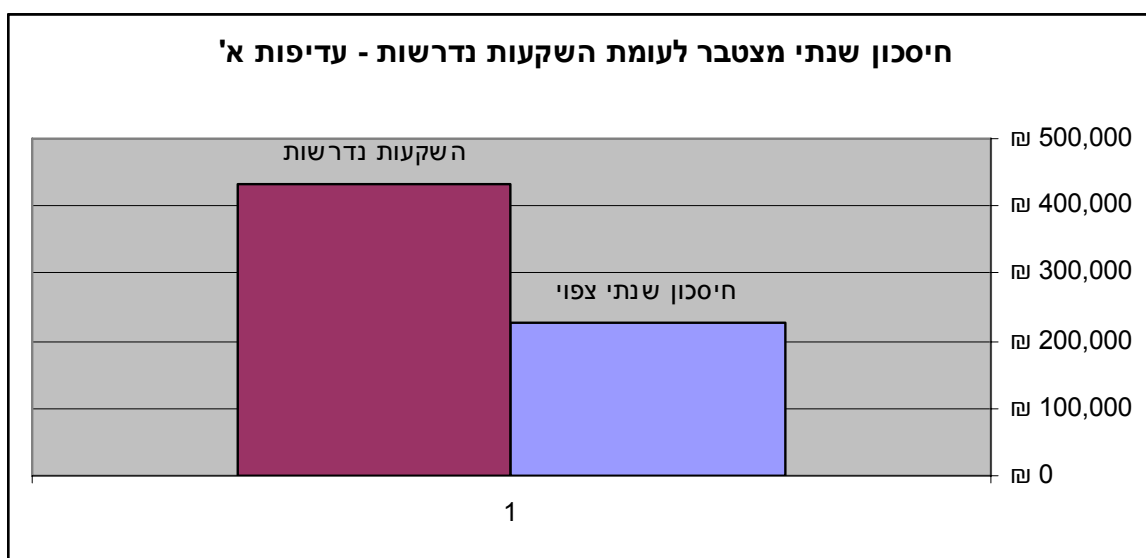
להלן הערות מנחות לטבלת שקלול הנתונים בהמשך:

6.1 ההתייחסות לכל אפשרות בטבלה הינה כפרויקט העומד בפני עצמו

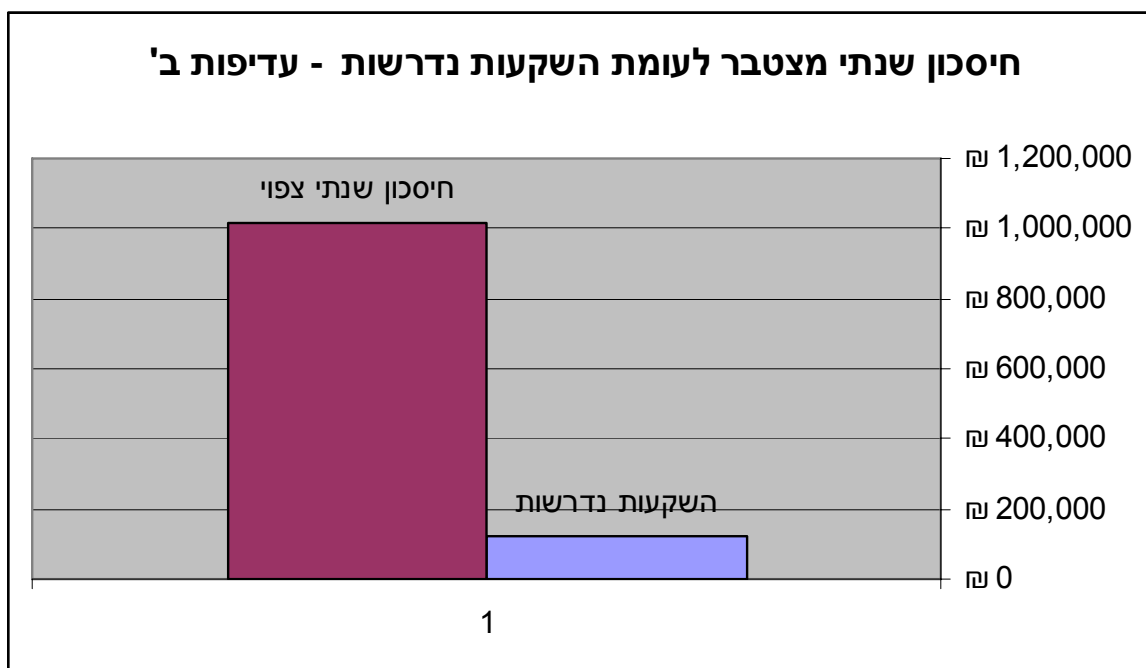
6.1.1 בחלק מהפרויקטים החזרי ההשקעה (השקעה / חיסכון) מותנים בביצוע מספר פרויקטים במשותף

6.2 תיעודך אפשרויות הביצוע וחלוקת הוצאות וחסכון צפוי, חושב כאמור פרטנית לכל פרויקט, בהתאם מומלץ להתייחס לסדר העדיפויות כשלבי ביצוע:

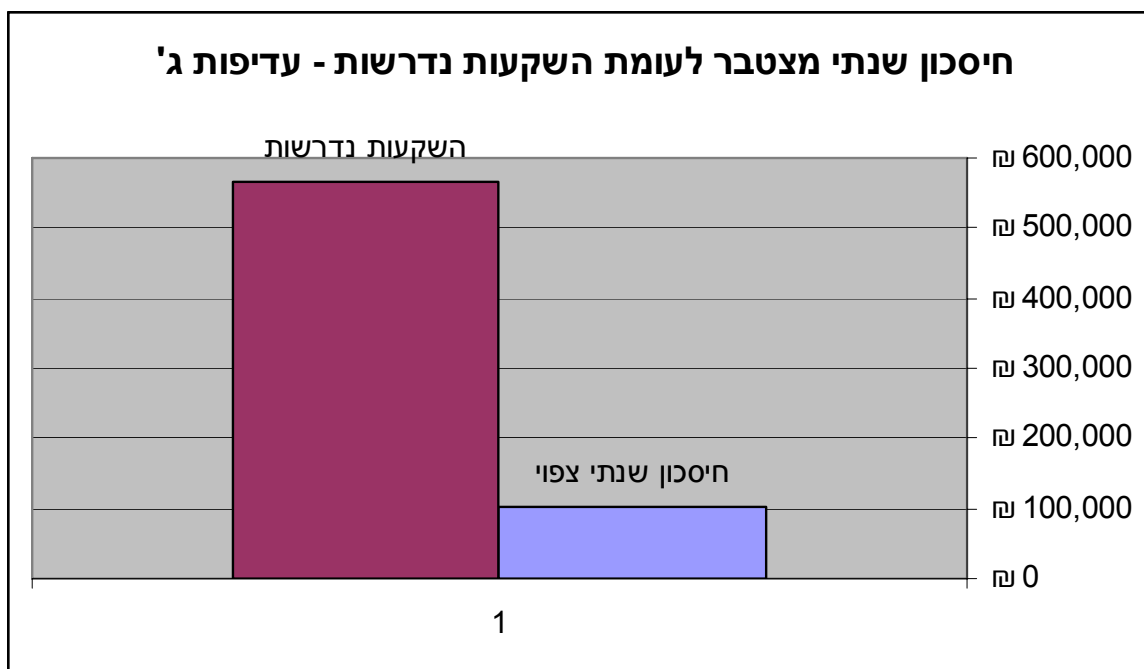
6.2.1 עדיפות א' – שלב א'



6.2.2 עדיפות ב' – שלב ב'



6.2.3 עדיפות ג' – שלב ג'



6.3 תזמון ביצוע הפרויקטים מותנה בהחלטת הנהלה

**לרשותכם בכל הבהרה מתבקשת**

בכבוד רב

ד"ר עופר אלון, יו"ר

מומחה לפתרונות אנרגיה ובקרת אקלים

העתקים:

דנה סילורה-שריד, מנהלת אדמיניסטרטיבית, נשלח בדוא"ל [dana@mta.ac.il](mailto:dana@mta.ac.il)  
בת-אל זולקוביץ, נשלח בדוא"ל [batelzul@mail.mta.ac.il](mailto:batelzul@mail.mta.ac.il)

**תחומים / נושאים שנבחנו**

**1 מתקני קירור מים מרכזיים למיזוג אוויר (ממוקמים בגגות הבניינים) – עדיפות א':**

1.1 המבנים ממוזגים באמצעות מערכות קירור מים מרכזיות (2 מערכות בכל מבנה) בעיבוי אוויר, המים המקוריים מסוחררים באמצעות משאבות צנטריפוגליות למערכות טיפול באוויר (F.C + יטאו"ת) לכיתות לימוד, אולמות, משרדים ושטחים ציבוריים. להלן הפתרונות שנבחנו:

1.2 **ביטול קצרי אוויר בין שני הצילרים** באמצעות תוספת "ארובה / כונס" על מפוחי המעבים, זאת במגמה להוריד טמפ' העבודה בכניסה לסוללות המעבים (במצב הנתון טמפרטורת הכניסה גבוהה ב-3-5 מעלות צלסיוס מטמפ' החוץ בפועל).

1.3 בחינת הצורך באם נדרש מנגנון בקרת לחות/ייבוש אוויר, במצב הנתון מערכות מיזוג האוויר/יטאו"ת משולבות עם **מנגנון בקרת לחות** (לצורכי ייבוש) אשר מפעיל באופן שוטף (גם בימים החמים) גיבוי של גופי חימום חשמליים, יש לבחון נקודתית את הצורך להערכת היישום מוגזם לדרישות המכלל – **בפועל מבוזבזת אנרגיה רבה בשיטה הקיימת.**

1.4 נבדקה האפשרות להתקנת "**אקונומיזרים**" ביטאו"ת, זאת על מנת להזרים אוויר חיצוני קר יותר מדרישת הטמפרטורה ובפרט בלילות ובעונות מעבר וחורף.

1.4.1 במצב הנתון, יטאו"ת אוויר צח פועלות בעומס כמעט מלא – נבחנה האפשרות לסגור חלק מרפפות היציאה לגג על מנת להפחית כמות אוויר ש"בורחת" מהחלל המרכזי של המבנים.

1.4.2 יש לבדוק את הנושא מבחינת כללי בטיחות אש ועשן (נבחנו פתרונות נוספים כגון מדף אש NO מוחזר קפיץ).

1.5 התקנת **ווסת שינוי מהירות** על משאבות מים (VSD)/ספיקה (יח' אחת מתוך 3 משאבות סחרור), במגמה להפעיל אותן במשטר אוטומטי כאשר 2 עובדות (השלישית לגיבוי) – משאבת master מתחלפת עם slave – ניתן לביצוע באמצעות בקר המשלב מנגנון התייעלות מתוחכם לכל אורך פעולת הצילרים (משטר של VSD + MCAt ששולט על המשאבה מהירות הסיבוב של המשאבות)

1.5.1 הפעלת מערך מתקני קירור מים כבנק אנרגיה לקבלת תפוקת קירור אופטימאלית

1.5.2 התקנת ברז פרופורציונאלי ומנגנון בקרה אוטומטי לתפוקה אופטימאלית

1.5.3 חיבור מתקני קירור מים למערכת בקרת תפוקה מרכזית (כולל מחלק מים מרכזי / בקרה / ברזי פיקוד)

1.5.4 חיבור F.C / יטאו"ת למערכת בקרת מבנה מרכזית

1.6 משאבות חום - רמת צריכת המים במכללה אינה מצדיקה התקנה הנושא נבחן ביחס למאפיין הצריכה השוטפת בכל המבנים

1.7 מחליפי חום שיורי לחימום מקדים של מים – רמת צריכת המים במכללה אינה מצדיקה התקנה הנושא  
בבחן ביחס למאפיין הצריכה השוטפת בכל המבנים

1.8 טיפול מונע בסוללות עיבוי / כיסוי אפוקסי – המצב הנתון אינו מחייב

1.9 עיבוי גיאותרמי בהתקנה מקבילה (מערכות הפועלות בקירור בלבד) – הנושא נבדק לעומק על בניין  
ווסטון, לאחר ניתוח הכדאיות הכלכלית באגירה עונתית במעגל גיאותרמי בהשוואה למתקן אגירת  
קירור סטנדרטי, עולה כי רמת ההפסדים (הקיימת בכל מתקן) עקב השימוש היומי/כמעט יומי  
במערכת, תגיע לכ- 9%. להלן מסקנות נוספות:

1.9.1 הרווח הנוסף כתוצאה מהקרנת חום הנפלט מסוללת העיבוי – לא קיימת קרינת שמש במשך  
היום, ולכן ניתן להניח שקיים רווח נוסף של כ- 3% בנוסף להפרשים המחוברים בין יום ולילה.

1.9.2 החישוב בוצע עבור טמפרטורת מאיד קבועה של כ-5 מ"צ, בפועל ניתן לעבוד בקצב החלפת  
חום קבוע עם האדמה, ולכן בזמן הקירור טמפרטורת המאיד גבוהה יותר משמעותית  $COP =$   
גבוה עוד יותר מהחישוב.

1.9.3 חלק ניכר מתפוקת הקור הולך לטיפול בלחות (LATENT HEAT). התוצר של טיפול זה הינו  
מי עיבוי (קונדנס). תיעול מי העיבוי למיכל אגירה לשימוש לילי מחייב התאמה הנדסית פשוטה  
יחסית של מנגנון המעבה המתוכנן לעבוד בעיבוי אוויר מלא. נקודה זו, תעלה כשלעצמה  
דרסטית את ה-  $COP$  של המערכת.

1.9.4 האפשר לבצע שימוש חוזר באנרגיה, מהווה בסיס לתחשיב כמות ייצור מים/אנרגיה נפרד

1.9.5 הנחות מחליפי חום: טמפרטורה. מעבה היא 10 מעלות צלסיוס מעל טמפרטורה הסביבה  
כמקובל למחליפי חום באיכות "סבירה".

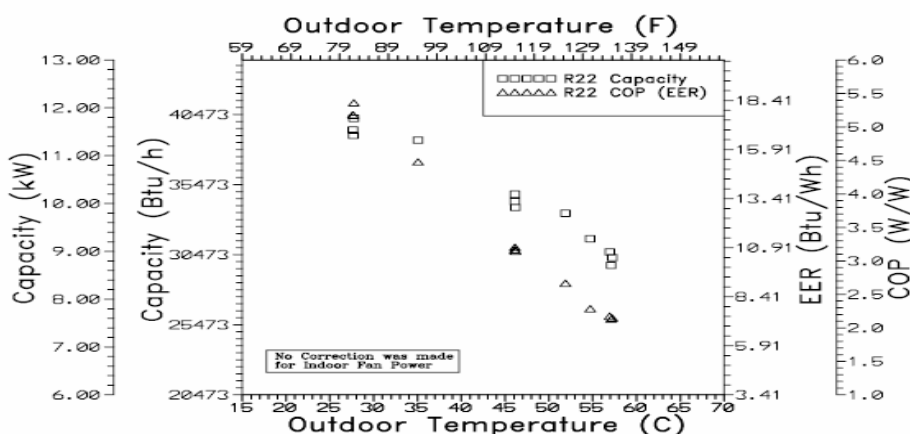


Figure 3: R22 cooling capacity and COP (EER) as a function of outdoor temperature

Reference - comparison of an R22 and an R410A Air Conditioner Operating at High Ambient Temperature  
W. Vance Payne and Piotr A. Domanski)

1.10 מזגנים מפוצלים – נבדקו באופן מדגמי לנצילות – מצב סביר

- 1.11 חוזה שרות שנתי הכולל אחזקה מונעת ואופטימיזציה שוטפת (שרות שבר יעלה לדין נפרד)
- 1.12 הפעלת מערכת ע"פ לוחות זמנים קבועים מראש
- 1.13 חוזה שרות שנתי הכולל אחזקה מונעת ואופטימיזציה שוטפת (שרות שבר יעלה לדין נפרד)
- 1.14 השלת אנרגיה – תיבחן האפשרות להתקנת "מאגר אנרגיה" (מים קרים / קרח) במגמה לנייד את זמן העבודה משעות השיא לשפל בלילה (עדיפות ג')
- 2 כיתות לימוד / אולמות הרצאה ושטחים ציבוריים – עדיפות א' - שמירת הטמפרטורה ומאפייני הביצוע העיקרים נשלטים באמצעות מערכת בקרה ממוחשבת (ממוקמת בחדר אב הבית של כל בניין)**
- 2.1 בנין פרומנטו - עשרות חדרי מרצים וכיתות פועלים ללא גלאי נפח, במצב הנתון מערכות מיזוג האוויר והתאורה מופעלי/מכובים בשליטה ידנית ("בדרך כלל ע"י אב הבית) ללא כל מנגנון שליטה אוטומטית אם חדר/כיתה ריקים.
- 2.1.1 נבדקה האפשרות להתקנת גלאי נפח ומערכת בקרה - הנושא ישים לביצוע
- 2.1.2 **חלונות ותקרות מסך (skylight)** – נבדקה האפשרות להתקנת מיסוך/רפלקטור אופטימאלי להגנה מפני קרינה וחלול חום ישיר – אפשרות ישימה
- 2.2 בנין ווסטון - מותקנים חיישני הפעלה בכל החדרים המבקרים אוטומטית הפסקת פעולת מערכות מיזוג האוויר והתאורה
- 2.2.1 30 כיתות לימוד - נמצא כי בחלק גדול מכיתות הלימוד קיימת בעיית סחרור אוויר באזור המרצים, בהתאם נבחנה האפשרות להחלפת השורה הקרובה למרצה של תריסי פיזור האוויר מסוג תקרתי לשתי וערב לזריקה ישירה
- 2.2.1.1 קיימת אפשרות להוסיף תריס אוויר חוזר נקודתי ליד המרצים – פחות מומלץ
- 2.2.1.2 **חלונות ותקרות מסך (skylight)** – נבדקה האפשרות להתקנת מיסוך/רפלקטור אופטימאלי להגנה מפני קרינה וחלול חום ישיר – אפשרות ישימה
- 2.2.1.3 4 אולמות הרצאה + אודיטוריום – נמצא שקיימת בעיית סחרור אוויר במצב הנתון אזור המרצה אינו מטופל כראוי, ובפועל קיימת זרימת אוויר מינורית. לדברי מנהל האחזקה "המרצים מתלוננים שחם להם ואילו הסטודנטים מתלוננים שקר להם - מעבר לבעיית הנוחות האיקלומית המצב הנתון גורם לבזבז אנרגיה.
- 2.2.1.4 נבדקה האפשרות להתקנת מאווררי תקרה שיופעלו אוטומטית למצב קירור (יניקה מהרצפה לתקרה) – אפשרות מועדפת כשלב בחינה ראשוני לפתרון בעיית סחרור האוויר באזורי המרצים
- 2.2.2 בנין כלכלה - בנין חדש שהחל לפעול לא מזמן (רוב הצידים בעלי מקדם נצילות גבוה

**2.2.2.1 חלונות ותקרות מסך (skylight) – נבדקה האפשרות להתקנת מיסוך/רפלקטור אופטימאלי להגנה מפני קרינה וחלול חום ישיר – אפשרות ישימה**

**3 חלונות (כללי) - עדיפות א' – נבחן לבידוד והצללת חלונות (במיוחד אלה הפונים לצד מערב ומזרח)**

3.1 מבני המכללה חשופים משמעותית לקרינת שמש ישירה (בכיוונים מזרח, מערב ודרום), כאשר כמות הזיגוג ביחס לשטח הקירות גבוהה יחסית לממוצע (בכיתות, שטחי ציבור, תקרות מזוגגות בשטחים ציבוריים וכו')

3.2 סוג החלונות / זכוכיות הינו מחוסם וטריפלקס – סך כולל מוערך בכ- 1500 מ"ר

3.3 גוון החלונות/זגוגיות שקוף לגמרי או בעל גוון מועט יחסית

3.4 בחלק מכיתות הלימוד מתוקנים חלונות עשויים זכוכית בידודית כולל תריס ונציאני.

3.5 הפתרונות שנבדקו :

3.5.1 אזורים ציבוריים – התקנת ציפוי רפלקטיבי (פנימי) בעל מקדם הצללה נמוך (הכנסה מרבית של אור יום במינימום חלחול חום

3.5.2 כיתות לימוד וגגות - התקנת ציפוי רפלקטיבי (חיצוני) בעל מקדם הצללה נמוך (הכנסה מרבית של אור יום במינימום חלחול חום

3.5.2.1 הערה - הפתרון להתקנת ציפוי חיצוני מחייב בדיקת עומק לעמידות לאורך זמן.

**4 גגות המבנים ושטחים חשופים/פתוחים/פינות ישיבה/מרפסות - עדיפות ב' - לאור המשקל הרב של הגגות על צריכת האנרגיה במבנים, נבחנה אופרטיבית האפשרות להוספת גינן גג ייחודי.**

4.1 התפיסה האדריכלית נכון להיום מחזיקה בגג כאלמנט המהווה "חזית חמישית" למבנה.

4.1.1 תכנון והטמעה מתואם של גינן והשקיה לצורכי המבנים במכללה, יעלה את רמת הבידוד התרמי שלהם ובסופו של יום יוביל להתייעלות אנרגטית וחסכון באנרגיה צפוי.

4.1.2 תכנון מתואם של גינן גג יתרום להקטנת זיהום האוויר, רעש, אבק וערפית.

4.1.3 תכנון מתואם של מערך גינן גג, יגדיל את סך השטחים הירוקים ויאפשר ניצול שטחים ליצירת כר גידול לבעלי חיים תואמים לפעילות במכללה.

4.1.4 נבדקו אפשרויות הגידול השונות בגגות ובשטחי הפנאי, על פניו נראה שניתן לגדל בהם את רוב הצמחים בהתאמה לעומס המותר לגג.

4.1.5 אפשרות א' - ניתן להתקין גג ירוק "אקסטנסיבי", דהיינו ללא טיפול והשקיה כולל צמחיה משתרעת, חסכנית במים וללא צורך באחזקה.

4.1.6 אפשרות ב' - ניתן להפוך את כל הגגות לירוקים (בתיאום עם מהנדס קונסטרוקציה לעניין משקלים) על בסיס גינת נוי או גן ירק, "בדיוק כמו גינת קרקע".



4.2 במסגרת בחינת האפשרויות בעבודה זו, עולה כי ניתן לבצע גג ירוק אשר לצורך כך נדרשת הכנה מתאימה של בדיקת שיפועים, איטום תקני, הגנה מפני נזקי שורשים מעל האיטום, ניקוז יעיל ומהיר של המים מעל האיטום.

4.3 יישום סעיף זה יותנה בהכנת מפרט טכני מתואם, קבלת הצעות מחיר וליווי ביצוע.

4.4 חשוב לציין, באם מירב התייחסות תנותב מהערך הכלכלי לערך הפרסומי אזי קיימת משמעות רבה לגיוון הגגות.

4.5 נבדקה האפשרות להתקנת קולטי שמש תרמו-סולאריים, לטובת הפעילות השוטפת במבנה **כערך מוסף להצללת הגג**, מכיוון שהשימוש במים חמים נמוך יחסית תחשיב הכולל הכדאיות הכלכלית לנושא נמוכה.

**5 תאורה פסיבית/אקטיבית בכיתות ובאזורים ציבוריים – עדיפות ב' - המצב הנתון סביר בהחלט ואינו מצריך שינוי בשלב זה**

5.1 להשלים החלפת נורות T5 מינימום או שווה ערך

5.2 חיבור לגלאי נפח

5.3 התקנת מנגנון עמעום אוטומטי כחלק ממערכת בקרת אנרגיה/בניין חכם

**6 חיסכון במים – עדיפות ב' – במצב הנתון אומנם אין הצדקה משמעותית לביצוע הטיית מי נגר, מים אפורים, מי עיבוי / ניקוז מזגנים, אולם מכיוון שהמכללה מובילה קונספט ירוק מצופה שלפחות אחד מהאפשרויות תמומש**

6.1 חשוב לציין, באם מוטת התייחסות תנותב מהערך הכלכלי לערך הפרסומי אזי קיימת משמעות רבה להתקנת מערכת מים אפורים.

**7 מערכת בקרת מבנה מרכזית עדיפות ג' – התקנת מנגנון עמעום אוטומטי כחלק ממערכת בקרת אנרגיה/בניין חכם – יש לבחון שדרוג המערכת הנתונה על פי הצרכים בהתאמה למצב המשודרג לאחר יישום מערכות הבקרה לצילרים (עקרונית במצב הנתון אין הצדקה כלכלית)**

**8 קפיטריות - עדיפות ג' – פועלות כיחידות עצמאיות**

8.1 נבדקה האפשרות (על פי צורך בפועל) לשימוש בחום שיורי ממחליפי חום מקו הדחיסה של הצילרים (מותקנים בקומת הגג) ו/או ממשאבות החום (שיותקנו במקביל למיצוי צורכי הבישול) – המסקנה אין כדאיות כלכלית לנושא.

8.2 התקנת מסכי אוויר חשמליים מעל דלת הכניסה/יציאה לקפיטריות – מומלץ לביצוע

9 **התקנת מערכות ליצור חשמל באנרגיה חלופית – עדיפות ג' - (פוטו-וולטאי / PV) + תרמו-סולארי לחימום – מבחינה טכנו-כלכלית אין הצדקה משמעותית לנושא אולם קבלת ההחלטה בנושא הינה ניהולית ופרסומית נטו.**

10 **גנראטור כאמצעי השלה / ניווד תעריפי חשמל - עדיפות ג' – נבחנה האפשרות להפעלת גנראטור כחלופה לרשת חברת חשמל, במצב הרגולטורי הנתון אין הצדקה כלכלית (נדרש מינימום 5 שנות תחשיב רגישות) – לא מתחשב בדוח זה – אינו מהווה התייעלות אנרגטית**

## עדכון - שקלול ראשוני של חיסכון פוטנציאלי (מתבסס על נתונים מוערכים בלבד)

סעיף	הפתרון המוצע	צריכת אנרגיה	עדיפות יישומית	חיסכון משוער (₪) לשנה	משוערת השקעה חד פעמית (₪)	החזר השקעה צפוי נגזרת מ- 100% צריכה שנתית של המכללה (ROI) (בשנים)
1	<b>מתקני קירור מים מרכזיים למיזוג אוויר (ממוקמים בגגות הבניינים)</b>	54%	א'			
1.1	ביטול קצרי אוויר בין שני הצילרים באמצעות תוספת "ארובה / כונס" על מפוחי המעבים, זאת במגמה להוריד טמפרטורת הכניסה לסוללות המעבים (במצב הנתון טמפרטורת הכניסה גבוהה ב- 3-5 מעלות צלזיוס מטמפר' החוץ בפועל - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 1.5% מ- 54% של סך הצריכה הכללית) - מתייחס לכל הגגות	2%		₪14,253	₪60,000	4.2
1.2	<b>בחנית הצורך באם נדרש מנגנון בקרת לחות/יבובש אוויר, במצב הנתון מערכות מיזוג האוויר/יטא"ת משולבות עם מנגנון בקרת לחות (לצורכי יבובש) אשר מפעיל באופן שוטף (גם בימים החמים) גיבוי של גופי חימום חשמליים, יש לבחון נקודתית את הצורך להערכתי היישום מוגזם לדרישות המכלל - בפועל מבוצעת אנרגיה רבה בשיטה הקיימת - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 5% מ- 54% של סך הצריכה הכללית</b>	5%		₪47,511	₪25,000	0.5
1.3	התקנת "אקונומיזרים" ביטא"ת, זאת על מנת להזרים אוויר חיצוני קר יותר מדרישת הטמפרטורה ובפרט בלילות ובעונות מעבר וחורף - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 3% מ- 54% של סך הצריכה הכללית (6 יח' לתחשיב).	3%		₪28,506	₪90,000	3.2
1.4	<b>סגירת חלק מהרפפות המותקנות ביציאה לגג (להפחתת כמות אוויר ש"בורחת" מהחלל המרכזי של המבנים - ייבדק מהיבט בטיחות אש) - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 1.5% מ- 54% של סך הצריכה הכללית.</b>	2%		₪14,253	₪30,000	2.1
1.5	התקנת ווסת שינוי מהירות על משאבות מים (VSD) / ספיקה (יח' אחת מתוך 3 משאבות סחרור), במגמה להפעיל אותן במשטר אוטומטי כאשר 2 עובדות (השלישית לגיבוי) - משאבת master מתחלפת עם slave - ניתן לביצוע באמצעות בקר המשלב מנגנון התייעלות מתוחכם לכל אורך פעולת הצילרים (משטר של MCAΔ + VSD ששולט על המשאבה מהירות הסיבוב של המשאבות) - חיסכון פוטנציאלי של כ- 6% מ- 35% של סך הצריכה הכללית (לכל המתקנים ב- 3 המבנים)	6%		₪36,953	₪135,000	3.7
1.6	בחנית האפשרות לחבר תפעולית (בנק אנרגיה) את כל מתקני קירור המים כיחידה אחת (באמצעות מחלק מים מרכזי + בקרה + ברזי פיקוד) - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 7% מ- 54% של סך הצריכה הכללית - (לכל המתקנים ב- 3 המבנים)	7%		₪66,515	₪240,000	3.6
1.7	התקנת ברז פרופורציונאלי ומנגנון בקרה אוטומטי לתפוקה אופטימלית - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 2% מ- 35% של סך הצריכה הכללית - (לכל המתקנים ב- 3 המבנים)	2%		₪12,318	₪84,000	6.8
1.8	חיבור מתקני קירור מים למערכת בקרת תפוקה מרכזית (כולל מחלק מים מרכזי / בקרה / ברזי פיקוד) - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 2% מ- 35% של סך הצריכה הכללית	2%		₪12,318	₪51,000	4.1
1.9	חיבור F.C/יטא"ת למערכת בקרת מבנה מרכזית - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 3% מ- 25% של סך הצריכה הכללית - השלמת חיבורים קיימים	4%		₪17,596	₪102,000	5.8

סעיף	הפתרון המוצע	צריכת אנרגיה	עדיפות יישומית	חיסכון משוער לשנה (₪)	משוערת (₪) פועלת השקעה חד	החזר השקעה צפוי נגזרת מ-100% צריכה שנתית של המכללה (ROI) בשנים
1.10	משאבות חום - רמת צריכת המים במכללה אינה מצדיקה התקנה הנושא נבחן ביחס למאפיין הצריכה השוטפת בכל המבנים	0%		0 ₪		
1.11	מחליפי חום שיורי לחימום מקדים של מים - רמת צריכת המים במכללה אינה מצדיקה התקנה הנושא נבחן ביחס למאפיין הצריכה השוטפת בכל המבנים	0%		0 ₪		
1.12	טיפול מונע בסוללות עיבוי / כיסוי אפוקסי - המצב הנתון אינו מחייב	0%		0 ₪		
1.13	אופציה (שוקללה בעדיפות א') עיבוי גיאותרמי בהתקנה מקבילה (מערכות הפועלות בקירור בלבד) - נבדק לעומק על בניין ווסטון (מתייחס גם לאלמנט הקרנת חום) - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 6% מ- 54% של סך הצריכה הכללית - בעבור גג אחד / 2 צילרים	6%		57,013 ₪	1,000,000 ₪	17.5
1.14	<b>חוזת שרות שנתית (חיזוי אחזקה מונעת ואופטימיזציה שוטפת בלבד - שרות שבר לא נבדק, במידת הצורך יועלה לדיון נפרד) - (ישמור על חיסכון מצטבר של כ- 1.5% מ- 25% של סך הצריכה הכללית) - תמחיר מוערך שנתי ל- 3 המבנים</b>	2%		19,796 ₪	42,000 ₪	2.1
	שעות פסגה (0.62 ₪ ל- 1 קילוואט) = 70% מסך שעות העבודה / עלות הצריכה השנתית = 50% נידוד ריאלי					
	שעות גבע (0.40 ₪ ל- 1 קילוואט) = 20% מסך שעות העבודה / עלות צריכה שנתית = 30% נידוד ריאלי					
	שעות שפל (0.14 ₪ ל- 1 קילוואט) = 10% מסך שעות העבודה / עלות צריכה שנתית					
	התקנת מערכת אגירת קור יכולה להוביל בהיתכנות ריאלית לנידוד של כ- 55% שעות פסגה + 15% שעות גבע לטובת הפעלת המערכת בשעות תעריף השפל (לילה) - בתחשיב גס ניתן לשקלל:					
1.15	נידוד מתעריף פסגה לתעריף שפל (לכל הבניינים)	₪ 395,778		493,272 ₪	2,100,000 ₪	4.3
1.16	נידוד מתעריף גבע לתעריף שפל (לכל הבניינים)	₪ 97,494				
2	<b>כיתות לימוד / אולמות הרצאה ושטחים ציבוריים - שמירת הטמפרטורה ומאפייני הביצוע העיקרים נשלטים באמצעות מערכת בקרה ממוחשבת (ממוקמת בחדר אב הבית של כל בניין)</b>					
2.1	<b>בניין פרומנט - התקנת גלאי נפח בחדרי מרצים וכיתות לימוד (הפעל/הפסק מערכות מיזוג אוויר ותאורה - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 6% מ- 25% של סך הצריכה הכללית)</b>	6%		26,395 ₪	55,000 ₪	2.1
2.2	<b>חלונות ותקרות מסך (skylight) - התקנת ציפוי רפלקטיבי (פנימי/חיצוני) להגנה מפני קרינה וחלחול חום ישיר - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 4% (חזיתות מזרח + מערב) מ- 54% של סך הצריכה הכללית)</b>	4%		38,008 ₪	65,000 ₪	1.7
2.3	<b>בניין ווסטון - 30 כיתות לימוד - החלפת תריסי פיזור האוויר מסוג תקרתי (3 בכל חדר - השורה הקרובה למרצה) לגרילים מסוג שתי וערב המיועדים לזריקה ישירה (מערכות מיזוג האוויר והתאורה מפוקדות ע"י גלאי נפח) = פתרון בעיה במצב הנתון - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 1% מ- 20% של סך הצריכה הכללית</b>	1%		3,519 ₪	45,000 ₪	12.8

סעיף	הפתרון המוצע	צריכת אנרגיה	עדיפות יישומית	חיסכון משוער (₪) לשנה (₪)	משעורת (₪) פנמית	השקעה חזרה צפוי גזרת מ-100% צריכה שנתית של המכללה (ROI) (בשנים)
2.4	אופציה - הוספת תריס אוויר חוזר נקודתי ליד המרצים = פתרון בעיה במצב הנתון - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 1% מ- 10% של סך הצריכה הכללית	1%		₪1,760	₪36,000	20.5
2.5	חלונות ותקרות מסך (skylight) - התקנת ציפוי רפלקטיבי (פנימי/חיצוני) להגנה מפני קרינה וחלחול חום ישיר - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 3% (חזיתות לדרום + צפון) מ- 54% של סך הצריכה הכללית	3%		₪28,506	₪65,000	2.3
2.6	4 אולמות הרצאה + אודיטוריום - התקנת מאווררי תקרה מעל אזור המרצה, אשר יופעלו אוטומטית בעת הפעלת מערכת מיזוג האוויר (במצב קירור - יניקה מהרצפה לתקרה) = פתרון בעיה במצב הנתון - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 1% מ- 25% של סך הצריכה הכללית	3%		₪13,197	₪6,000	0.5
2.7	בניין כלכלה - בניין חדש שהחל לפעול לא מזמן (רוב הציודים בעלי מקדם נצילות גבוה)					
2.8	חלונות ותקרות מסך (skylight) - התקנת ציפוי רפלקטיבי (פנימי/חיצוני) להגנה מפני קרינה וחלחול חום ישיר - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 3% (חזיתות לדרום + צפון) מ- 54% של סך הצריכה הכללית	3%		₪28,506	₪65,000	2.3
<b>עדיפות א' - סיכום סך חיסכון מצטבר / השקעות נדרשות</b>						
<b>סה"כ הערכת חיסכון מצטבר בש"ח עד 2.5 שנות החזר השקעה (+החלפת מפזרי אוויר בבניין וסטון) לפני מע"מ (±33.3%) - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלת אנרגיה)</b>						
	סך צריכת החשמל השנתית למכללה			₪1,759,648	₪434,000	
	% החיסכון הפוטנציאלי גזרת מפעולות התייעלות אנרגטית (מסך הצריכה של המכללה - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלה - כולל החלפת מפזרים לכיתות לימוד) באם ימומשו כל ההמלצות הנ"ל			<b>12.8%</b>	₪225,851	<b>1.9</b>
	החזר השקעה שנתי ממוצע (ע"פ עדיפויות)			<b>5.3</b>		
	סטייה אפשרית (±)	22%	-	<b>10.0%</b>	₪176,164	
<b>גגות המבנים ושטחים חשופים/פתוחים/פינות ישיבה/מרפסות (גגות חשופים ברובם) - מהווים עומס חום המשפיע משמעותית על צריכת האנרגיה במבנים</b>						
3	תכנון וביצוע מתואם של גיבון והשקיה במגמה להוביל להתייעלות אנרגטית (הגדלת הבידוד התרמי - בהתניה לאישור תוספת המשקל ע"י מהנדס קונסטרוקציה), הקטנת זיהום האוויר, הקטנת רמת הרעש המחלחל לקומות העליונות של המבנים, הקטנת אבק וערפיח, נראות של שטחים ירוקים... - 500 מ"ר סך שטח לתחשיב - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 6% מ- 25% של סך הצריכה הכללית (ראה סעיף 4 לפירוט העבודה)	6%		₪26,395	₪225,000	8.5
4	<b>תאורה פסיבית/אקטיבית בכיתות ובאזורים ציבוריים</b>					
4.1	השלמת החלפת כל הנורות למינימום T5 או שווה ערך + חיבור לגלאי נפח ומערכת בקרה (הפעלה/הפסקה אוטומטית) - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 3%	3%		₪8,974	₪45,000	5.0

סעיף	הפתרון המוצע	צריכת אנרגיה	עדיפות יישומית	חיסכון משוער לשנה (₪)	משוערת (₪) פועלת השקעה חד	החזר השקעה צפוי נגזרת מ-100% צריכת שנתית של המכללה (ROI) בשנים
	הצריכה הכללית					
4.2	התקנת מנגנון עמעום אוטומטי כחלק ממערכת בקרת אנרגיה/בניין חכם - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 2% מ-17% של סך הצריכה הכללית	2%		₪5,983	₪120,000	20.1
5	<b>חיסכון במים</b> - במצב הנתון אומנם אין הצדקה משמעותית לביצוע הטיית מי נגר, מים אפורים, מי עיבוי / ניקוז מזגנים, אולם מכיוון שהמכללה מובילה קונספט ירוק מצופה שלפחות אחד מהאפשרויות תמומש					
5.1	יישום מערכת "מים אפורים" - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 20% מסך צריכת המים השנתית (לכל הבניינים)	20%		₪20,000	₪300,000	15
5.2	הטיית מי ניקוז מזגנים לטובת השקיית גינה ושטחים ירוקים - יוביל לחיסכון פוטנציאלי של כ- 60% מסך צריכת המים השנתית (לכל הבניינים)	60%		₪60,000	₪225,000	3.8
5.3	הטיית מי נגר - לא כלכלי					
	סך עדיפות ב'			₪121,352	₪915,000	
	<b>עדיפות ב' - סיכום סך חיסכון מצטבר / השקעות נדרשות</b>					
	<b>סה"כ הערכת חיסכון מצטבר בש"ח עד 2.5 שנות החזר השקעה (+)החלפת מפזרי אוויר בבניין וסטון) לפני מע"מ ( ±33.3%) - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלת אנרגיה</b>			<b>₪121,352</b>	<b>₪1,015,000</b>	
	סך צריכת החשמל השנתית למכללה			₪1,759,648		
	% החיסכון הפוטנציאלי נגזרת מפעולות התייעלות אנרגטית (מסך הצריכה של המכללה - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלה - כולל החלפת מפזרים לכיתות לימוד) באם ימומשו כל ההמלצות הנ"ל			<b>6.9%</b>	₪121,352	<b>8.4</b>
	החזר השקעה שנתי ממוצע (ע"פ עדיפויות)			<b>10.5</b>		
	סטייה אפשרית (±)	15%	-	<b>5.9%</b>	₪103,149	
<b>6</b>	<b>מערכת בקרת מבנה מרכזית</b> - שדרוג מערכת בקרת אנרגיה קיימת / "בניין חכם" במתואם עם מנגנון שליטה ובקרה מרכזי	35%	ג'			
6.1	שדרוג מערכת בקרה קיימת בכל המבנים ("בית חכם" - יוביל לפוטנציאל חיסכון של כ- 5% מ-35% של סך הצריכה הכללית	5%		₪30,794	₪180,000	5.8
7	<b>2 קפיטריות</b> - שימוש בחום שיורי					
7.1	התקנת מחליפי חום שיורי (מקו הדחיסה של מדחסי יחידות קירור מים - צילרים המותקנים בקומת הגג) - יוביל לפוטנציאל חיסכון של כ- 25% מ-5% של סך הצריכה הכללית	5%		₪21,996	₪140,000	6.4
7.2	התקנת משאבות החום (יותקנו בהתאם למיצי צורכי הבישול) - יוביל לפוטנציאל חיסכון של כ- 25% מ-3% של סך הצריכה הכללית	3%		₪13,197	₪60,000	4.5



סעיף	הפתרון המוצע	צריכת אנרגיה	עדיפות יישומית	חיסכון משוער לשנה (₪)	משוערת (₪) פועלת חד	החזר השקעה צפוי נגזרת מ-100% צריכה שנתית של המכללה (ROI בשנים)
7.3	התקנת מסכי אוויר חשמליים מעל דלת הכניסה/יציאה לקפיטריות - יוביל לפוטנציאל חיסכון של כ- 1% מ- 15% של סך הצריכה הכללית	1%		₪4,399	₪6,000	1.4
		1.98				
8	גנראטור כאמצעי השלה / ניווד תעריפי חשמל (עדיפות ג') – בחינת אפשרות להפעלת גנראטור קיים (מונע סולר), הנושא יבחן במקביל להליכים רגולטורים ולאפיון נתוני הרגישות בתחשיב אלמנט ההשקעה (מינימום 5 שנות תחשיב רגישות מתחילת העסקה)	45%				
8.1	(יתכן חיסכון של כ- 4% מ- 45% של סך הצריכה הכללית)	4%		₪31,674	₪180,000	5.7
	סך עדיפות ג'			₪102,060	₪566,000	
	עדיפות ג' - סיכום סך חיסכון מצטבר / השקעות נדרשות					
	סה"כ הערכת חיסכון מצטבר בש"ח עד 2.5 שנות החזר השקעה (+החלפת מפזרי אוויר בבניין וסטון) לפני מע"מ (±33.3%) - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלת אנרגיה)			₪102,060	₪566,000	
	סך צריכת החשמל השנתית למכללה			₪1,759,648		
	% החיסכון הפוטנציאלי נגזרת מפעולות התייעלות אנרגטית (מסך הצריכה של המכללה - ללא התקנת מערכת גיאותרמית + השלה - כולל החלפת מפזרים לכיתות לימוד) באם ימומשו כל ההמלצות הנ"ל			5.8%	₪102,060	5.5
	החזר השקעה שנתי ממוצע (ע"פ עדיפויות)			4.5		
	סטייה אפשרית (±)	17%	-	4.8%	₪84,709	

## לסיכום

1. הנתונים בדוח זה מוערכים ומשוקללים כבסיס לקבלת החלטות בלבד.
2. נקודת הייחוס לבחינת פרויקט להתייעלות אנרגטית, תתבסס על עקומת הצריכה כדלקמן:

סוג הציוד / צרכן	% הצריכה הממוצע
מיזוג אוויר מרכזי	54%
מזגנים מפוצלים (גיבוי)	3%
תאורה	17%
מים חמים/משאבות חום	5%
מעליות	5%
קפיטריות-תנורים, מקררים, מפוחים	5%
מפוחים	5%
משאבות סחרור מים / מנועים	3%
אחר (מנועים, תאורת חוץ...)	3%
הסקה / קיטור	0%
אוויר דחוס/מדחסי אוויר	0%
סך צריכה (אנרגיה חשמלית + מים)	100%

3. הוכחת החיסכון המצטבר תתבצע על בסיס חלוקת עלות הצריכה היחסית (הטבלה הנ"ל) ביחס להקטנת הצריכה בפועל על אותה מערכת/מתקן בהתבסס על מודל ההתקשרות הטכנו-כלכלי.
4. עקרונית ישנם מספר מודלים עסקיים להתקשרות בתחום ההתייעלות האנרגטית, במגמה למקד את התהליך המתבקש אני ממליץ על מודל התקשרות פתוח מול כל ספק פרטני (או לחלופין ספק אחד (ESCO) המאגד את כל סל הפתרונות תחת "גג אחד". להלן קווים מנחים לתהליך:
  - 4.1 הספק יוביל תהליך מלא של התייעלות בשיתוף פעולה מלא עם יועצי/הנהלת המכללה
  - 4.2 הספק ימפה את הפעילות הפרטנית אותה יציע
  - 4.3 הספק יעבוד בשקיפות מלאה מול הנהלת המכללה
  - 4.4 הספק יציג להנהלת המכללה את העלויות הנדרשות והחזרי ההשקעה (ROI) הצפויים מכל אחד מהפרויקטים שיגדיר הנזכרים במסמך זה
  - 4.5 הקבלן יסייע להנהלת המכללה לבחור את הפרויקטים הרלוונטיים



- 4.6 הקבלן יבצע את הפרויקטים בתמורה לרווח קבלי (מסך הפרויקט) מסוכם מראש
- 4.7 הקבלן יבצע ביקורת תקופתית על מנת לוודא שהמערכות שהתקין פועלות כמצופה
- 4.8 הקבלן יספק אמצעי מימון במידה ויידרש / במשותף עם המכללה בכלל זה גם מענקים ממשלתיים (באם יהיו).
- 4.9 הקבלן יגיש דוחות מפורטים של נתוני הצריכה בפועל לכל אחד מהטכנולוגיות שהתקין (ע"פ המוסכם מראש), בכלל זה:
- 4.9.1 אופן החישוב יסוכם מראש באופן פרטני לכל מתקן/טכנולוגיה (מנגנון פשוט ככל האפשר)
- 4.9.2 לאחר ביצוע הפרויקט ואימות החיסכון ועד לסיום תקופת החזר ההשקעה והמרווחים (כפי שיסוכמו מראש), הקבלן יתחלק בחיסכון החודשי עם המכללה בשיעור של 80% לקבלן 20% למכללה (נתונים מקובלים – הכל נתון לסיכום מראש)
- 4.9.3 לאחר תקופת החזר ההשקעה שיסוכם, המכללה תקבל את מלוא הציוד לאחזקתה
5. התוכנית הנ"ל אמורה להתבסס על רף שימוש מינימאלי באנרגיה, זה יוגדר מראש בין הצדדים (בכל מקרה הצדדים יסכמו מנגנון התאמה באם יפחתו שיעורי היצור אשר עלול לפגוע בהחזרי ההשקעה), להלן קווים מנחים להבהרת שיטת ESCO :
- 5.1 שיטה מקובלת למימון פרויקטים של התייעלות אנרגטית
- 5.2 מנגנון Energy Saving Cooperative מתגבש לקבוצה / חברה עצמאית המספקת שירותים הכוללים זיהוי ואיתור פרויקטים להתייעלות / חיסכון באנרגיה בעבור לקוחות או כחלק מפעילות העסקית
- 5.3 קבוצת ESCO מבצעת בדיקות היתכנות, מספקת שירותים הנדסיים לביצוע פרויקטים, מנהלת אותם ומבצעת מדידה ואימות של החיסכון האמיתי בפרויקט
- 5.4 קבוצת ESCO אמורה/יכולה לספק פרויקט מוגמר ובהתאם מחויבת להיות ערבה להצלחתו לאורך כל חיי העסקה
- 5.5 היקף הפרויקט ואופיין התשלום מותנה על פי רוב בהשגת יעד התייעלות / חיסכון אנרגטי - מסוכם מראש בין הצדדים
- 5.6 נקודת המפתח לשקלול התייעלות אנרגטית יכול להתבסס על מגוון פרמטרים, בכלל זה:
- 5.6.1 כמות סטודנטים בזמן נתון
- 5.6.2 שטח במ"ר
- 5.6.3 כמות אנשי סגל
- 5.6.4 שעות עבודה שנתיות
- 5.6.5 עלויות/שינויים במרכיב האנרגיה
- 5.6.6 הנוסחה הפרטנית מתואמת סופית בין הקבלן המבצע (יתכנו מספר נוסחאות לשקלול) ללקוח

## ההלוואה בגין הפרוייקט נרשמת בחשבון חברת ה-ESCO שיתוף בחיסכון Shared Savings

בשיטה זו עלות הפרוייקט מוטלת על חברת ה-ESCO, אשר מביא את המימון לעסקה והוא מקבל בתמורה (כהחזר השקעה וחונחים) שיעור מהחסכון הכספי בהוצאות האנרגיה של הלקוח במשך תקופת החזר קבועה בין הצדדים.

בשיטה זו מעניק הגורם המממן לחברת ה-ESCO את ההלוואה.

הסיכון המימני והתפעולי חל על חברת ה-ESCO.

היקף התשלומים לחברת ה-ESCO תלוי במחירי האנרגיה.

