

סקר אנרגיה

אוניברסיטת

תל - אביב



ערך:

משה מהרבן – מהנדס מכונות B.sc

מאי, 2011

הבעת תודה

ברצוני להביע תודה על שיתוף הפעולה לכל מי שתרום וסייע בהכנת סקר זה:

- ניסן יעקובי - מנהל יחידת תחזוקה ותשתיות
- משה גלפז – מהנדס מערכות
- יעקב מנחם – מהנדס חשמל
- גדי פז – מנהל איכות הסביבה
- תמאם ויקטור – מנהל מרכזי אנרגיה
- נחום – חשמלאי מערכות

סיכום סקר האנרגיה המוגש להלן על ידנו הינו פרי הידע והניסיון הרב של גדיר הנדסה בע"מ. חוברת סיכום הסקר הינה בבחינת זכות יוצרים של חברתנו ולפיכך אין להעבירה לצד שלישי כלשהו, ללא אישור מפורש ובכתב של גדיר הנדסה בע"מ.

מילון מושגים

מס'	מושג	הסבר
1	טון שווה ערך נפט (טשע"נ)	יחידת מידה לאנרגיה המשמשת להבאת צריכה בדלקים שונים לנתון חד ערכי, טשע"נ = 1 טון מזוט = 0.876 מ"ק סולר = 1.113 טון גפ"מ = 3,846 קוט"ש חשמל
2	קילו ואט (ק"וט)	יחידת מידה המשמשת בד"כ למדידת הספק חשמלי
3	קילו קלוריה (ק"ק)	יחידת מידה המשמשת בד"כ להצגת הספק תהליכי חימום
4	טון קירור	יחידת מידה מקובלת למדידת הספק קירור.
5	טון קיטור	יחידת מידה מקובלת למדידת הספק חימום בקיטור
6	מקדמי מעבר	1 טון קירור = 3.5 קו"ט = 3,000 ק"ק ≈ 5 טון קיטור
7	מאזני אנרגיה	ניתוח התפלגות צריכת האנרגיה של ארגון/ מתקן לפי הצרכנים השונים
8	נצילות אנרגטית	היחס בין האנרגיה המתקבלת לאנרגיה המושקעת בתהליך
9	צריכה סגולית	צריכת אנרגיה ליחידת שטח, תפוקת ייצור, שעות עבודה וכו'
10	הוצאה סגולית	הוצאה כספית לאנרגיה וליחידת שטח, ייצור, שעות עבודה וכו'
11	מ"צ	מעלות צלזיוס, יחידת מדידה טמפרטורה
12	חל"מ	חלקים למיליון – יחידת מדידת ריכוז לחומרים הנמצאים בריכוזים נמוכים
13	C.O.P	יחידת נצילות אנרגטית המשמשת בד"כ במערכות קירור ומיזוג

תוכן עניינים

פרק	נושא	עמ'
1.	הקדמה	7
1.1.	רקע כללי	7.....
1.2.	מטרות הסקר	7.....
1.3.	שלבים בביצוע הסקר	7.....
1.4.	תאור כללי של הארגון	7.....
1.5.	צרכני האנרגיה העיקריים באוניברסיטה	8.....
1.6.	מגמות בצריכת האנרגיה בארגון	9.....
1.7.	אופן ביצוע הסקר	9.....
1.8.	פליטת גזי חממה כתוצאה משימוש באנרגיה	9.....
1.9.	ריכוז ממצאים, פוטנציאל החיסכון באנרגיה והמלצות לחיסכון שאותרו בסקר	10.....
2.	צריכת האנרגיה בחשמל ודלקים	11
2.1	צריכת האנרגיה של אוניברסיטת ת"א (בהתאם לנתוני 2010)	11.....
2.2	צריכת אנרגיה רב שנתית	11.....
2.3	התפלגות צריכת האנרגיה בחודשי השנה (נתוני 2010)	11.....
2.4	התפלגות מקורות האנרגיה (נתוני 2010)	12.....
2.5	צריכת החשמל (בהתאם לנתוני 2010)	12.....
2.6	צריכת החשמל בהתפלגות בין חודשי השנה (בהתאם לנתוני 2010)	13..
2.7	צריכת החשמל בהתפלגות בין מש"בים מקבצי שעות ביקוש (בהתאם לנתוני 2010)	13.....
2.8	צריכת החשמל - רב שנתי	13.....
3.	צריכת הדלקים אוניברסיטת ת"א	18
3.1	צריכת הסולר השנתית (בהתאם לנתוני 2010)	18.....
3.2	צריכת גפ"מ	19.....
4.	צריכת אנרגיה סגולית	19
4.1	צריכת אנרגיה סגולית רב שנתית לפי מספר הסטודנטים (2008-2010)	19.....
4.2	צריכת אנרגיה סגולית לפי שטח בנוי	20.....
5.	תיאור צרכני הגפ"מ	22
5.1	דודי קיטור	22.....
6.	תיאור צרכני הסולר	23

23.....	גנראטורים	6.1
23.....	דוד קיטור	6.2
23.....	דוד הסקה	6.3
24.....	צרכני החשמל	7.7
24.....	התפלגות צריכת החשמל (נספח 22)	7.1
24.....	מערכת מיזוג האוויר	7.1.1
26.....	משאבות סחרור ולחץ	7.1.2
26.....	יט"אות ומפוחי נחשון	7.1.3
27.....	מדחסי אוויר	7.1.4
27.....	תאורה	7.1.5
28.....	תיאור מערכות האנרגיה במבנים	7.2
46.....	המלצות לחיסכון באנרגיה	8.8
46.....	מערכת מיזוג	8.46
46.....	התקנת מערכת אגירת קור	8.1
47.....	שדרוג מערך האנרגיה	8.2
50.....	מיזוג אוויר במבנים	8.3
52.....	חיסכון בתאורת פנים	
55.....	מערכות מחשב	8.4
56.....	ייצור חשמל ע"י התקנת מתקנים פוטו-וולטאים	8.5
58.....	פעולות לחיסכון באנרגיה שבוצעו אוניברסיטת ת"א	9.58
58.....	מרכז האנרגיה – הקצבת שעות	9.1
58.....	מערכות תאורה	9.2
58.....	התקנת מוני חשמל פנימיים	9.3
58.....	התקנת רגשי נוכחות וקוצבי זמן	9.4
58.....	החלפת מזגני חלון	9.5
59.....	ייעול מערכות במסגרת פרויקט ASCO	9.6
59.....	סיכום סקר	10.59

רשימת טבלאות

טבלה מס'	נושא	עמ'
טבלה 1:	ריכוז צרכני האנרגיה העיקריים	8
טבלה 2:	פליטת דו תחמוצת הפחמן	9
טבלה 3:	ריכוז המלצות לחיסכון באנרגיה	10
טבלה 4:	צריכת אנרגיה רב שנתית (נספח 1)	11
טבלה 5:	התפלגות צריכת האנרגיה בחודשי השנה (נספח 2)	11
טבלה 6:	התפלגות מקורות האנרגיה (נספח 3)	12
טבלה 7:	צריכת חשמל בהתפלגות בין חודשי השנה (נספח 4)	13
טבלה 8:	התפלגות הצריכה למש"בים (נספח 5)	13
טבלה 9:	צריכת חשמל רב שנתית (נספח 6)	13
טבלה 10:	ריכוז המבנים שנבדקו בסקר	14
טבלה 11:	צריכת חשמל רב שנתית בספריה (נספח 7)	14
טבלה 12:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה רפואה (נספח 8)	15
טבלה 13:	צריכת חשמל רב שנתית בבריטניה (נספח 9)	15
טבלה 14:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה הנדסה רב תחומי (נספח 10)	15
טבלה 15:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה וולפסון הנדסה מכאנית (נספח 11)	16
טבלה 16:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה סנאט (נספח 12)	16
טבלה 17:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה דן דוד (נספח 13)	16
טבלה 18:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה אורנשטיין (נספח 14)	17
טבלה 19:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה גילמן (נספח 15)	17
טבלה 20:	צריכת חשמל רב שנתית במבנה נפתלי (נספח 16)	17
טבלה 21:	צריכת סולר בשנת 2010 (נספח 17)	18
טבלה 22:	צריכת הסולר בשנים 2008-2010 (נספח 18)	18
טבלה 23:	צריכת הגפ"מ בשנת 2010 (נספח 19)	19
טבלה 24:	ריכוז נתוני צריכה סגולית בשנים 2008-2010 (נספח 20)	20
טבלה 25:	ריכוז נתוני צריכת אנרגיה סגולית בשנת 2010 (נספח 21)	20
טבלה 26:	טבלת נתוני דודי הקיטור	22
טבלה 27:	נתוני התפלגות צריכת החשמל לצרכנים (נספח 23)	24
טבלה 28:	ריכוז נתוני הצ'ילרים במרכז האנרגיה הצפוני	25
טבלה 29:	ריכוז נתוני הצ'ילרים במרכז האנרגיה הדרומי (נספח 31)	25
טבלה 30:	התפלגות צריכת החשמל לתאורה	27
טבלה 31:	פירוט נורות תאורת חוץ	28

טבלה 32:	פירוט מערכות המיזוג	29
טבלה 33:	ריכוז תוצאות המדידות בספריה	29
טבלה 34:	פירוט מערכות המיזוג בפקולטה לרפואה	30
טבלה 35:	ריכוז תוצאות המדידות במבנה	31
טבלה 36:	פירוט מערכות המיזוג במבנה בריטניה	32
טבלה 37:	ריכוז המדידות במבנה בריטניה	33
טבלה 38:	פירוט מערכות המיזוג במבנה	34
טבלה 39:	ריכוז המדידות במבנה	36
טבלה 40:	פירוט מערכות המיזוג במבנה וולפסון	36
טבלה 41:	ריכוז המדידות במבנה וולפסון	38
טבלה 42:	ריכוז המדידות במבנה אורנשטיין	39
טבלה 43:	פירוט מערכות המיזוג במבנה סנאט	40
טבלה 44:	ריכוז המדידות במבנה אורנשטיין	40
טבלה 45:	פירוט מערכות המיזוג במבנה דוד	41
טבלה 46:	ריכוז המדידות במבנה דן דוד	41
טבלה 47:	פירוט מערכות המיזוג במבנה גילמן	42
טבלה 48:	ריכוז המדידות במבנה גילמן	42
טבלה 49:	פירוט מערכות המיזוג במבנה נפטלי	43
טבלה 50:	ריכוז המדידות במבנה נפתלי	45
טבלה 51:	ריכוז פוטנציאל חיסכון	47
טבלה 52:	הערכת החסכון וזמני החזר השקעה בשני חדרי האנרגיה	49
טבלה 53:	תיאור מערכת המיזוג במבנים	51
טבלה 54:	החיסכון הצפוי כתוצאה מביצוע השינויים	51
טבלה 55:	הערכת החסכון וזמני החזר השקעה בהחלפת גופי תאורה	53
טבלה 56:	הערכת כמויות גופי תאורה מותקנים	54

1. הקדמה

1.1. רקע כללי

כל ארגון שצריכת האנרגיה שלו מגיע ל-2,000 טון שווה ערך מזוט ומעלה (כ-8 מיליון קוט"ש) נדרש ע"פ התקנות לבצע סקר לאיתור פוטנציאל לשימור וחיסכון באנרגיה אחת ל-5 שנים, אוניברסיטת ת"א צורכת כ-13,200 טון שווה ערך מזוט בשנה. הסקר בוצע בין החודשים ספטמבר 2010 - אפריל 2011.

1.2. מטרת הסקר

- א. זיהוי הפוטנציאל לחיסכון באנרגיה.
- ב. גיבוש שורת המלצות מעשיות לחיסכון באנרגיה.
- ג. עמידה בתקנות וקבלת אישור ממשרד התשתיות לביצוע הסקר.

1.3. שלבים בביצוע הסקר

- א. קבלת מידע מאוניברסיטת ת"א על צריכות האנרגיה ועל תשתיות האנרגיה.
- ב. הכנת תוכנית לסקר.
- ג. ביצוע הסקר (מדידות אנרגטיות).
- ד. ריכוז הממצאים וגיבוש המלצות.
- ה. הכנת חוברת לסיכום הסקר.
- ו. הצגת תוצאות הסקר במצגת אוניברסיטת ת"א.
- ז. קבלת אישור ממשרד התשתיות לסקר.

1.4. תאור כללי של הארגון

אוניברסיטת תל אביב היא אוניברסיטה מהגדולות בישראל, השוכנת ברמת אביב, תל אביב. לומדים בה כ-25,000 סטודנטים.

אוניברסיטת תל אביב היא הגדולה שבאוניברסיטאות המחקר בישראל, בעיקר הודות למיקומה בלב תל אביב ואזור גוש דן. עם סגל האוניברסיטה נמנים עשרות חוקרים בעלי שם עולמי (חלקם חתני פרס ישראל ופרסים בינלאומיים יוקרתיים), והמאמרים שמפורסמים על ידי אנשי הסגל שלה זוכים לציטוטים רבים.

קמפוס האוניברסיטה ברמת אביב שוכן על הגבעה שממזרח לשכונה, ומשתרע בחלקו על השטח בו ניצב בעבר הכפר שייח' מוניס. אורכו מצפון לדרום הוא כ-1,200 מטר, ורוחבו מגיע ל-750 מטר לכל היותר. הוא מתוחם במערב על ידי רחוב חיים לבנון, אם כי מעונות הסטודנטים ברחוב איינשטיין, נמצאים מערבית לו, ועל יד מדרון הכורכר היורד לעבר נתיבי איילון ממזרח. מדרום תוחם אותו רחוב ג'ורג' וייז ומצפון רחוב קלצ'קין, אם כי "בית יד אבנר" והמרכז למרשם נמצאים מצפון לרחוב זה.

תחילתו של הקמפוס בשנת 1955 עת הונחה אבן הפינה לבניין טרובוביץ ("הבית האדום") שבנייתו הסתיימה ב-1959. תחילה התפתחו בנייני האוניברסיטה סביב בניין טרובוביץ', וב-4 בנובמבר 1964 נחנך הקמפוס באופן רשמי. בשנות ה-70 ו-80 התפתח הקמפוס בעיקר לכיוון צפון, לעבר שכונת אפקה, אך לאחר מכן גרמה מצוקת המקום לתחילת הבנייה לכיוון דרום, במורד הגבעה ולאורך רחוב חיים לבנון. שני חלקי הקמפוס - הדרומי והצפוני - נותרו מנותקים על ידי חלקו הצפוני של רחוב ג'ורג' וייז, וגשר קטן להולכי רגל נבנה מעליו. לבסוף אוחדו שני החלקים. רובו של קטע הרחוב כלול כיום בתחומי הקמפוס והשטח זכה בעיבוד מחודש שנועד לטשטש את קו הגבול. עם זאת, הגשר עדיין ניצב על כנו.

שטח הקמפוס ירוק ומטופח, וככלל קיימת הפרדה מוצלחת בין דרכים המיועדות לכלי רכב לבין מעברים ושבילים המיועדים להולכי רגל. השטח משופע במדשאות, בצמחים ובעצים, ובין בנייני האוניברסיטה מקשרים שבילים, רחבות ומשטחים ציבוריים. ברחבי הקמפוס פזורים עשרות פסלים של אמנים ידועי שם. לחלק מהמבנים בקמפוס ערך אדריכלי ואסתטי.

1.5 צרכני האנרגיה העיקריים באוניברסיטה

טבלה 1: ריכוז צרכני האנרגיה העיקריים

#	צרכן	פירוט
1	מערכות מיזוג אוויר מרכזיות	במתחם 2 מרכזי אנרגיה המספקים מים קרים/חמים לרוב האוניברסיטה, תפוקת הקירור הכוללת של מרכזי האנרגיה כ- 5,600 ט"ק (צפוני-3,700, דרומי-1,900) בכל מרכז אנרגיה מותקנים מערכות עזר לקירור כגון משאבות סחרור מים קרים, משאבות עיבוי ומגדלי קירור.
2	מערכות מיזוג אוויר מקומיות	במתחם מותקנים 4,400 מזגנים מפוצלים יחידות קירור מים בתפוקה כוללת של כ-1,700 ט"ק, יחידות מיני מרכזיות, מאות מזגני חלון, עשרות יחידות מיזוג מרכזיות בהתפשטות ישירה וכו'.
3	מערכות אוויר דחוס	במתחם מותקנים מספר מדחסי אוויר למטרות שונות וציוד נלווה מיבשים קולטים ועוד.
4	מעליות	במתחם מופעלים עשרות מעליות במבנים השונים.
5	תאורת פנים	הארת אולמות, אזורי תפעול, משרדים, כיתות, מעבדות וכו'.
6	תאורת חוץ	תאורה למטרות שונות מסלולים, כבישי גישה, חניונים, ותאורת שילוט.
7	מערכות גיבוי	במתחם מותקנים גנראטורים ספורים לגיבוי, מערכות UPS על פסק ועוד.
8	מחשבים	במתחם מותקנים אלפי מחשבים.

1.6. מגמות בצריכת האנרגיה בארגון

קיימת מגמה של עלייה בצריכת האנרגיה של האוניברסיטה כתוצאה מהוספת מבנים וצרכני אנרגיה.

1.7. אופן ביצוע הסקר

הסקר בוצע ע"י משה מהרבן מהנדס מכונות בעל ניסיון של מעל 5 שנים בביצוע סקרים ופרויקטים לחיסכון באנרגיה.

הסקר בוצע בין החודשים ספטמבר 2010 לאפריל 2011.

במהלך הסקר בוצעו מדידות טמפרטורה, לחות, זרמים הספקים לחצים וכו'.

1.8. פליטת גזי חממה כתוצאה משימוש באנרגיה

כמות דו-תחמוצת הפחמן הנפלטת כתוצאה משימוש באנרגיה הינה כ-47,431 טון CO₂ וזאת בהתאם לטבלה הבאה:

טבלה 2: פליטת דו תחמוצת הפחמן (שנת 2010)

פליטת דו תחמוצת פחמן (טון)	מקדם המרה לפליטת דו תחמוצת פחמן (kg CO ₂ / יחידת ניפוק)	כמות צריכה	
47,252	0.75	63,003	חשמל (אלפי קוט"ש)
155	2.8	56	סולר (מ"ק)
24	0.51	46	גפ"מ (טון)
47,431	סה"כ		

1.9. ריכוז ממצאים, פוטנציאל החיסכון באנרגיה והמלצות לחיסכון שאותרו בסקר

הוצאות האנרגיה של האוניברסטת ת"א מגיעות ל- 27.3 מיליון ₪ בשנה (כולל מע"מ), פוטנציאל החיסכון הנובע מההמלצות המוצעות מגיע ל- 5.5 מיליון ₪ בשנה (20%) בתקופת החזר השקעה ממוצעת של 3.6 שנים, צריכת האנרגיה אוניברסיטת ת"א מגיעה ל- 16,482 טשע"נ (טון שווה ערך נפט), פוטנציאל החיסכון באנרגיה מגיע ל- 3,213 טשע"נ המהווים 19.5% מצריכת האנרגיה של האוניברסטת ת"א.

הערה:

כל הסכומים המופיעים בסקר זה כוללים מע"מ

טבלה 3: ריכוז המלצות לחיסכון באנרגיה

מס'	המלצה	חיסכון בצריכה (קוט"ש)	חיסכון (₪)	עלות השינוי (₪)	זמן החזר השקעה (שנים)
1	התקנת וסת מהירות במעגל המשיני	674,000	274,000	700,000	2.6
2	התקנת וסת מהירות במעגל השלישי	540,000	220,000	500,000	2.3
3	התקנת וסת מהירות במגדל הקירור	83,000	34,000	84,000	2.5
4	התקנת מדי ספיקה ומוני חשמל + שדרוג מע' בקרה	360,000	146,000	540,000	3.7
5	הפלת מזגנים במערכת בקרה	100,000	46,000	מייד	
6	התקנת רגשי נוכחות	2,040,000	950,000	1,800,000	1.9
7	החלפת מזגני חלון	1,320,000	650,000	2,300,000	3.5
8	התקנת תאורה חסכונית	5,600,000	2,600,000	12,600,000	5.0
9	כיבוי מסכים ומחשבים	1,560,000	360,000	100,000	0.3
10	התקנת תאים פוטוולטאים	82,000	180,000	1,100,000	6.1
	סה"כ	12,359,000	5,460,000	19,724,000	3.6

2. צריכת האנרגיה בחשמל ודלקים

פרק זה מתאר את צריכת האנרגיה של אוניברסיטת ת"א, על סוגיה השונים ומפרט את התפלגותה בחתכים שונים.

2.1 צריכת האנרגיה של אוניברסיטת ת"א (בהתאם לנתוני 2010)

בסעיף זה מביאים את כל צריכות האנרגיה של אוניברסיטת ת"א למכנה משותף אחד: טשע"נ (טון שווה ערך נפט גולמי), סה"כ צריכת אנרגיה בחשמל ודלקים של אוניברסיטת ת"א הינה 16,482 טשע"נ.

2.2 צריכת אנרגיה רב שנתית

טבלה 4: צריכת אנרגיה רב שנתית (נספח 1)

שנה	כמות צריכה (טשע"נ)	עלות צריכה (₪ כולל מע"מ)	עלות (₪/טשע"נ)	שינוי צריכה (טשע"נ)	שינוי צריכה (%)	שינוי הוצאה (%)
2008	15,931	30,910,128	1,940	-	-	-
2009	15,940	29,749,434	1,866	10	0.1%	-7.0%
2010	16,482	26,525,899	1,609	542	3.4%	-12.1%

הוצאות האנרגיה ירדו בשנת 2010 בעיקר כתוצאה מהירידה בתעריפי החשמל והמעבר לשימוש בגפ"מ בתחליף לסולר.

2.3 התפלגות צריכת האנרגיה בחודשי השנה (נתוני 2010)

טבלה 5: התפלגות צריכת האנרגיה בחודשי השנה (נספח 2)

חודש	צריכת אנרגיה כוללת (טשע"נ)	התפלגות (%)
ינואר	1,120	6.8%
פברואר	1,000	6.1%
מרץ	1,138	6.9%
אפריל	1,045	6.3%
מאי	1,363	8.3%
יוני	1,654	10.0%
יולי	1,737	10.5%
אוגוסט	1,785	10.8%
ספטמבר	1,481	9.0%
אוקטובר	1,580	9.6%
נובמבר	1,394	8.5%
דצמבר	1,186	7.2%
סה"כ	16,482	100%

צריכת האנרגיה החודשית בעונת הקיץ גבוהה מיתר העונות כתוצאה מעלייה בצריכת החשמל למיזוג האוויר.

2.4 התפלגות מקורות האנרגיה (נתוני 2010)

בסעיף זה מביאים את כל צריכות האנרגיה של אוניברסטת ת"א למכנה משותף אחד: טשע"נ (טון שווה ערך נפט גולמי) וחישובנו את התפלגות הצריכה.

טבלה 6: התפלגות מקורות האנרגיה (נספח 3)

סוג אנרגיה	כמות	מקדם המרה לטשע"נ	צריכה (טשע"נ)	התפלגות הצריכה (%)	הוצאה (ש' כולל מע"מ)
סולר (ליטר)	56,000	0.879	49	0.3%	351,000
חשמל (אלפי קוט"ש)	63,003	0.26	16,381	99.4%	26,500,000
גז גפ"מ (טון)	46	1.13	52	0.3%	270,000
סיכום			16,482	100.0%	27,421,000

בהתאם לטבלה עיקר צריכת האנרגיה לאוניברסיטה מתקבלת בחשמל ומהווה כ- 99% מצריכת האנרגיה הכללית.

2.5 צריכת החשמל (בהתאם לנתוני 2010)

צריכת החשמל השנתית של ההאוניברסיטה כ-63 מליון קוט"ש בהוצאה של כ-26.5 מליון ש' (כולל מע"מ). עונות השנה ומזג האוויר משפיעה על צריכת החשמל מכיוון שמבני האוניברסיטה ממוזגים, ולכן בתקופת החורף יורדת צריכת החשמל למיזוג אוויר. בקיץ עולה צריכת החשמל למיזוג אוויר וזאת מכיוון שעולה רמת הלחות היחסית ובהתאם לכך עולה העומס על המערכת.

2.6 צריכת החשמל בהתפלגות בין חודשי השנה (בהתאם לנתוני 2010)

טבלה 7: צריכת חשמל בהתפלגות בין חודשי השנה (נספח 4)

חודש	צריכה כוללת (קוט"ש)	התפלגות (%)
ינואר	4,262,068	6.8%
פברואר	3,797,945	6.0%
מרץ	4,330,331	6.9%
אפריל	3,971,018	6.3%
מאי	5,213,870	8.3%
יוני	6,345,909	10.1%
יולי	6,645,200	10.5%
אוגוסט	6,848,998	10.9%
ספטמבר	5,673,759	9.0%
אוקטובר	6,029,712	9.6%
נובמבר	5,341,473	8.5%
דצמבר	4,542,648	7.2%
סה"כ	63,002,931	100%

2.7 צריכת החשמל בהתפלגות בין מש"בים מקבצי שעות ביקוש (בהתאם לנתוני 2010)

התפלגות צריכת החשמל הכוללת בין מקבצי שעות הצריכה היא כדלהלן:

טבלה 8: התפלגות הצריכה למש"בים (נספח 5)

מש"ב	התפלגות
פסגה	33%
גבע	25%
שפל	42%

2.8 צריכת החשמל - רב שנתי

טבלה 9: צריכת חשמל רב שנתי (נספח 6)

שנה	צריכה (קוט"ש)	תשלום (ש)	תעריף ממוצע (ש/קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בהוצאה (ש)	שינוי בצריכה (אחוז)	שינוי בהוצאה (אחוז)
2008	60,244,855	26,646,662	0.51				
2009	60,802,228	25,646,064	0.49	557,373	-1,160,694	0.93%	-3.8%
2010	63,002,931	22,867,154	0.42	2,200,703	-3,223,536	3.62%	-10.8%

יחסית לשנת 2008 גדלה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-0.5 מליון קוט"ש (+1%).

יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-2.2 מליון קוט"ש (3.6%).

במהלך הסקר ערכנו מדידות מפורטות בשני מרכזי האנרגיה וב-10 מבנים מייצגים. בכל המבנים מותקנים מוני חשמל פנימיים.

טבלה 10: ריכוז המבנים שנבדקו בסקר

מאפיינים	פרוט
ספריה	ספריה מרכזית
מעבדות	פקולטה לרפואה
	מדעי החיים - בריטניה
	הנדסה רב - תחומי
	וולפסון הנדסה מכאנית
	אורנשטיין
משרדים	בניין הסנאט
כיתות	דן דוד
	גילמן
	נפתלי
מרכזי אנרגיה	צפוני
	דרומי

נבדקו מאפיינים שונים של צריכת אנרגיה הקשורים לאופי השימוש במבנה מול המערכות המותקנות. נבדקו אספקטים שונים ובשיטות ההפעלה, לצורך הבדיקות קיבלנו נתונים ממערכת הבקרה ונתוני אוגרי הנתונים שהותקנו (זרם, טמפ') ומדידות מקומיות של ספיקות אוויר, חום, לחות, CO₂ והספקי חשמל. להלן צריכות החשמל הרב שנתיות בכל אחד מהמבנים שבוצעו בו מדידות:

טבלה 11: צריכת חשמל רב שנתית בספריה (נספח 7)

ספריה			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	650,000		
2009	640,000	-10,000	-1.5%
2010	683,000	43,000	6.7%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-10,000 קוט"ש (-1.5%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-43,000 קוט"ש (6.7%).

טבלה 12: צריכת חשמל רב שנתית במבנה רפואה (נספח 8)

מעבדות - פקולטה לרפואה			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	4,066,000		
2009	4,009,000	-57,000	-1.4%
2010	3,934,000	-75,000	-1.9%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-57,000 קוט"ש (-1.4%).
יחסית לשנת 2009 ירדה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-75,000 קוט"ש (-1.9%).

טבלה 13: צריכת חשמל רב שנתית בבריטניה (נספח 9)

מעבדות - מדעי החיים בריטניה			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	1,924,900		
2009	1,957,000	32,100	1.7%
2010	3,124,042	1,167,042	59.6%

יחסית לשנת 2008 גדלה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-32,000 קוט"ש (+1.7%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-1.16 מיליון קוט"ש (+59.6%).
העלייה בצריכה נובעת מהוספה של צרכנים ומעבדות בבניין.

טבלה 14: צריכת חשמל רב שנתית במבנה הנדסה רב תחומי (נספח 10)

מעבדות - הנדסה רב תחומי			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	2,074,000		
2009	1,933,000	-141,000	-6.8%
2010	1,954,000	21,000	1.1%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-141,000 קוט"ש (-6.8%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-21,000 קוט"ש (1.1%).

טבלה 15: צריכת חשמל רב שנתית במבנה וולפסון הנדסה מכאנית (נספח 11)

מעבדות - וולפסון הנדסה מכאנית			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	1,942,710		
2009	1,950,300	7,590	0.4%
2010	2,040,000	89,700	4.6%

יחסית לשנת 2008 גדלה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-7,590 קוט"ש (+0.4%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-89,700 קוט"ש (+4.6%).

טבלה 16: צריכת חשמל רב שנתית במבנה סנאט (נספח 12)

משרדים בניין הסנאט			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	679,000		
2009	610,000	-69,000	-10.2%
2010	709,000	99,000	16.2%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-69,000 קוט"ש (-10.2%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-99,000 קוט"ש (+16.2%).

טבלה 17: צריכת חשמל רב שנתית במבנה דן דוד (נספח 13)

כיתות - דן דוד			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	347,580		
2009	354,000	6,420	1.8%
2010	324,000	-30,000	-8.5%

יחסית לשנת 2008 גדלה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-6,420 קוט"ש (+1.8%).
יחסית לשנת 2009 ירדה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-30,000 קוט"ש (-8.5%).

טבלה 18: צריכת חשמל רב שנתית במבנה אורנשטיין (נספח 14)

מעבדות – אורנשטיין			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	1,921,000		
2009	2,155,000	234,000	12.2%
2010	2,344,000	189,000	8.8%

יחסית לשנת 2008 גדלה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-234,000 קוט"ש (+12.2%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-189,000 קוט"ש (+8.5%).

טבלה 19: צריכת חשמל רב שנתית במבנה גילמן (נספח 15)

כיתות – גילמן			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	1,134,200		
2009	1,112,000	-22,200	-2.0%
2010	1,143,000	31,000	2.8%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-22,000 קוט"ש (-2%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-31,000 קוט"ש (+2.8%).

טבלה 20: צריכת חשמל רב שנתית במבנה נפתלי (נספח 16)

כיתות – נפתלי			
שנה	צריכת חשמל (קוט"ש)	שינוי בצריכה (קוט"ש)	שינוי בצריכה (%)
2008	771,000		
2009	730,000	-41,000	-5.3%
2010	733,000	3,000	0.4%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת החשמל בשנת 2009 ב-41,000 קוט"ש (-5.3%).
יחסית לשנת 2009 גדלה צריכת החשמל בשנת 2010 ב-3,000 קוט"ש (+0.4%).

3. צריכת הדלקים אוניברסיטת ת"א

במהלך שנת 2010 צרכה אוניברסיטת ת"א דלקים בהתאם לפרוט הבא:

3.1 צריכת הסולר השנתית (בהתאם לנתוני 2010).

צריכת הסולר השנתית הסתכמה בשנת 2010 ב-56,000 ליטר בהוצאה של כ-261,000 ₪. בעבר הסולר שימש להזנת דוודי הקיטור וההסקה המותקנים באוניברסיטה. באפריל 2010 ביצעו באוניברסיטה הסבה לשימוש בגפ"מ, מלבד דוד סולר לחימום מים למיזוג המותקן בבית מכונות דרומי. הסולר משמש בעיקר לצורך הפעלת גנרטורים (בחרום).

טבלה 21: צריכת סולר בשנת 2010 (נספח 17)

חודש	צריכת סולר (ליטר)
ינואר	14,000
פברואר	14,000
מרץ	13,500
אפריל	14,000
מאי	-
יוני	-
יולי	-
אוגוסט	-
ספטמבר	-
אוקטובר	-
נובמבר	-
דצמבר	-
סה"כ צריכה	55,500

בטבלה הבאה ריכזנו את נתוני צריכות הסולר בשנים האחרונות במתחם האוניברסיטה:

טבלה 22: צריכת הסולר בשנים 2008-2010 (נספח 18)

שנה	צריכת סולר שנתית (ליטר)	עלות שנתית (₪ כולל מע"מ)	תעריף סולר ממוצע (₪ / לליטר)	שינוי בצריכה יחסית לשנה קודמת (%)
2008	304,000	1,446,496	5.52	
2009	150,000	612,040	4.73	-50.7%
2010	56,000	261,055	5.41	-63.0%

יחסית לשנת 2008 ירדה צריכת הסולר בשנת 2009 ב-50% כתוצאה מפעולות לחיסכון באנרגיה.

כפי שניתן לראות במהלך שנת 2010 הפסיקו להזין את דוודי הקיטור בסולר. בבית מכונות דרומי עדיין מותקן דוד מים חמים המוזן בסולר למיזוג אוויר.

3.2 צריכת גפ"מ

צריכת הגפ"מ השנתית הסתכמה בשנת 2010 בכ- 46 טון בהוצאה של כ- 200,000 ₪. הגפ"מ משמש לצורך הסקת דודי הקיטור וההסקה במקום הסולר.

טבלה 23: צריכת הגפ"מ בשנת 2010 (נספח 19)

חודש	צריכת גפ"מ (טון)
ינואר	-
פברואר	-
מרץ	-
אפריל	-
מאי	6.1
יוני	3.7
יולי	8.0
אוגוסט	4.1
ספטמבר	4.9
אוקטובר	10.6
נובמבר	4.2
דצמבר	4.7
סה"כ צריכה	46

בשנים 2008-2009 לא היתה צריכת גפ"מ באוניברסיטה.

4. צריכת אנרגיה סגולית

הגדרנו את היחס בין צריכת האנרגיה של האוניברסיטה למספר הסטודנטים הלומדים כצריכה סגולית לסטודנט.

4.1 צריכת אנרגיה סגולית רב שנתית לפי מספר הסטודנטים (2008-2010)

בשנת 2010 צריכת האנרגיה הייתה כ- 16,482 טשע"נ היקף הסטודנטים באותה שנה היה 25,000 כך שהצריכה הסגולית לסטודנט היא 659 ק"ג שווה ערך נפט / לסטודנט. בטבלה להלן ריכזנו את נתוני הצריכות הסגוליות בשנים האחרונות:

טבלה 24: ריכוז נתוני צריכה סגולית בשנים 2008-2010 (נספח 20)

שנה	צריכת אנרגיה (טשע"נ)	מספר סטודנטים	צריכה אנרגיה סגולית (ק"ג שע"נ/סטודנט)	שינוי בצריכת האנרגיה הסגולית (ק"ג שע"נ)	יחס שינוי (אחוזים)
2008	15,931	23,000	693		
2009	15,940	24,000	664	-28.46	-4.11%
2010	16,482	25,000	659	-4.90	-0.74%

מסקנה: בשנתיים האחרונות חלה התייעלות אנרגטית באוניברסיטה בשיעור של 5%.

4.2 צריכת אנרגיה סגולית לפי שטח בנוי

בכדי לעמוד על יעילות צריכת האנרגיה בכל אחד מהמבנים חישבנו צריכה סגולית של עשרת המבנים וערכנו השוואה ביניהם. הגדרנו צריכה סגולית עפ"י צריכת החשמל של המבנים לשטח הבנוי (קוט"ש למ"ר). מאחר וחלק מהמבנים מקבלים מיזוג מהמערכת המרכזית ריכזנו את צרכני המיזוג בטבלה המסכמת.

טבלה 25: ריכוז נתוני צריכת אנרגיה סגולית בשנת 2010 (נספח 21)

מיקום	צ'ילר מקומי	מס' יט"א"ות	מס' מפוצלים ומיני מרכזיים	מס' מזגני חלון	פקג'	מס' פיינקולים	שטח (מ"ר)	צריכת חשמל שנתית (קוט"ש)	צריכה סגולית (קוט"ש למ"ר)
ספריה	-	10	-	3	-	-	10000	683,000	68
מעבדות	וולפסון הנדסה מכאנית	43	144	10	3	220	13265	2,040,000	154
	פקולטה לרפואה	16	291	10		321	25000	3,934,000	157
	מדעי החיים - בריטניה	8	245	13	6	22	8500	2,000,000	235
	הנדסה רב - תחומי	65*3	27	-	-	54	4361	1,954,000	448
	אורנשטיין		130	2	1	-	3250	2,344,000	721
משרדים	בניין הסנאט	190*1	10	-	-	147	3336	709,000	213
כיתות	גילמן	-	300	24	2		12000	1,143,000	95
	דן דוד	-	16	-	-	66	3368	324,000	96
	נפתלי	-	37	87	77	57	7000	1,300,000	186

מסקנות:

- א. הצריכה הסגולית הנמוכה ביותר היא בספריה מאחר והמבנה מקבל מיזוג מהמערכת המרכזית והצרכן העיקרי במבנה הוא התאורה.
- ב. הצריכות הסגוליות הגבוהות מבין המעבדות הן במבנים הנדסה רב תחומי ומבנה אורנשטיין. מבנה הנדסה רב תחומי עם צריכה סגולית של 448 קוט"ש למ"ר, צריכה זו גבוהה ביחס לשאר המבנים מאחר והמיזוג מתקבל מצ'לרים המוזנים מהמבנה ומספקים מיזוג 24 שעות לחדרים נקיים עם מערכות בקרת לחות.
- ג. הצריכה הסגולית במבנה אורנשטיין היא הגבוה ביותר 721 קוט"ש למ"ר מאחר והמיזוג מתקבל באמצעות מזגנים מפוצלים המותקנים בחדרים ובעיקר כי במבנה מותקנים צרכני אנרגיה "זללניים" המשמשים לניסויים שונים ופועלים 24 שעות ביממה.
- ד. מבין הכיתות מבנה נפתלי בעל הצריכה הסגולית הגבוהה כ-186 קוט"ש למ"ר, ככל הנראה בגלל כמות מזגני החלון הלא יעילים המותקנים בחלק מהמשרדים. (ראה המלצות בהמשך).

5. תיאור צרכני הגפ"מ

5.1 דודי קיטור

באוניברסיטת ת"א מותקנים 2 דודי קיטור בתפוקה נומינאלית של 5 טון לשעה, הקיטור משמש למעבדות, אוטוקלאבים וסטריליזטורים.

בחורף בימים קרים כאשר טמפרטורת הסביבה נמוכה מ-8 מ"צ דודי הקיטור מגבים את משאבות החום המותקנות באוניברסיטה ומספקים מים חמים באמצעות מ"ח פלטות.

טבלה 26: טבלת נתוני דודי הקיטור

מספר	שנת ייצור דוד	תפוקת חימום טק"ש	הזנה	לחץ עבודה (bar)
1	1998	5	גפ"מ	4-6
2	1972	5	סולר	4-6

הדודים עוברים טיפול בדיקת נצילות ופליטת מזהמים פעם בשנה.

הדודים פעילים בדירוג בעומסים משתנים בהתאם לתקופה בנצילות של 92%.

הדודים מוזנים במי אוסמוזה הפוכה ומתבצע מעקב יומי אחר צריכות המים באמצעות מונה.

דודי הקיטור פעילים בימי חול בשעות 7:00 ועד 14:00 בצהריים. מעבר לשעות אילו דודי הקיטור לא פעילים.

יש לציין כי בעבר היו פעילים דודי הקיטור 24 שעות ביממה, צמצום שעות הפעלת דודי הקיטור הביא לחיסכון אנרגיה.

6. תיאור צרכני הסולר**6.1 גנראטורים**

במתחם אוניברסיטת ת"א מותקנים מספר גנראטורים לגיבוי מערכת החשמל, הגנראטורים מופעלים כחלק מתחזוקה שוטפת וצריכת הסולר נמוכה.

6.2 דוד קיטור

בחדר האנרגיה הצפוני מותקן דוד קיטור המוזן בסולר. השימוש בדוד זה זניח והוא משמש בעיקר כגיבוי.

6.3 דוד הסקה

בחדר האנרגיה הדרומי מותקן דוד הסקה המוזן בסולר למיזוג אוויר בעונת החורף. השימוש בדוד זה זניח.

7. צרכני החשמל

בשנת 2010 צרכה האוניברסיטה 63 מיליון קוט"ש בהוצאה של כ- 26.5 מיליון ₪, צריכת החשמל מהווה כ- 99% מצריכת האנרגיה הכללית.

7.1 התפלגות צריכת החשמל (נספח 22)

התפלגות זאת מציגה את "משקל" כל צרכן אנרגיה מרכזי בצריכת האנרגיה הכללית, הטבלה והתרשים מציגים את המידע שנאסף במהלך הסקר לגבי צריכת האנרגיה.

טבלה 27: נתוני התפלגות צריכת החשמל לצרכנים (נספח 23)

צרכן	צריכת שנתית (קוט"ש)	התפלגות (%)
מיזוג אויר	31,501,466	50%
תאורה	13,860,645	22%
ושרתים מחשבים	8,190,381	13%
שונות	9,450,440	15%
סה"כ	63,002,931	100%

7.1.1 מערכת מיזוג האוויר

צריכת החשמל למערכת המיזוג מסתכמת ב-31.5 מיליון קוט"ש לשנה ומהווה 50% מצריכת החשמל הכוללת.

באוניברסיטת ת"א כ-100 מבנים בגדלים שונים, כל מבנה ממוזג באופן שונה:

- חלק מהמבנים ממוזגים באמצעות מפוחי נחשון ויט"אות המקבלים מים מחדרי האנרגיה המרכזיים.
- חלק קטן מהמבנים ממוזגים באמצעות מפוחי נחשון ויט"אות המקבלים מים מצ'לירים מקומיים.
- חלק מהמבנים ממוזגים באמצעות מזגנים מפוצלים.

באוניברסיטה שני מבני אנרגיה מרכזיים:

א. מבנה אנרגיה צפוני.

ב. מבנה אנרגיה דרומי.

במבני האנרגיה מייצרים מים קרים או חמים באמצעות יחידות קירור בעיבוי מים ואוויר.

בטבלה להלן ריכזנו את נתוני הצ'לירים המותקנים בכל אחד ממרכזי האנרגיה:

טבלה 28: ריכוז נתוני הצ'ילרים במרכז האנרגיה הצפוני

מס'	סוג העיבוי	סוג מדחס	תפוקה (ט"ק/שעה)
1	עיבוי מים	בורגי	250
2	עיבוי מים	בורגי	250
3	עיבוי מים	בורגי	1,000
4	עיבוי מים	צנטריפוגלי	600
5	משאבת חום עם עיבוי אוויר	בורגי	575
6	עיבוי מים	בורגי	530
סה"כ			3,705

תפוקת הצ'ילרים המקסימאלית 3,700 ט"ק.

כל צ'ילר פועל עם מגדל קירור נפרד מלבד צ'ילר 5.

טבלה 29: ריכוז נתוני הצ'ילרים במרכז האנרגיה הדרומי (נספח 31)

מס'	סוג העיבוי	סוג מדחס	תפוקה (ט"ק/שעה)
1	משאבת חום עם עיבוי אוויר	בורגי	425
2	משאבת חום עם עיבוי אוויר	בורגי	425
3	עיבוי מים	בורגי	530
4	עיבוי מים	בורגי	530
סה"כ			1,910

תפוקת הצ'ילרים המקסימאלית הינה 1,910 ט"ק.

צ'ילרים 3 ו-4 פועלים עם מגדלי קירור בנפרד.

להלן שעות הפעילות בהם מסחררים מים קרים במבנים:

בתקופת המעבר (פברואר-אפריל, אוקטובר-דצמבר): מספקים מים קרים 24 שעות ביממה רק למבנים

מגדל חיות ומדעי החיים, לשאר המבנים לא מסחררים מים קרים.

בתקופת הקיץ (אפריל – אוקטובר): מספקים מים קרים 24 שעות ביממה למבנים מגדל חיות ומדעי

החיים, ליתר המבנים מספקים מים קרים רק בשעות 07:00-19:00.

בתקופת החורף (דצמבר-פברואר): מספקים מים קרים וחמים 24 שעות ביממה למבנים מגדל חיות

ומדעי החיים. ליתר המבנים מספקים רק מים חמים במידה והטמפ' החיצונית נמוכה מ-20 מ"צ בשעות

07:00-19:00.

7.1.2 משאבות סחרור ולחץ

מערכת המיזוג הצפונית כוללת 3 מעגלי מים כדלהלן:

א. **מעגל ראשוני** – סחרור המים באמצעות משאבות סחרור בין יחידות הקירור לבין מחלק האספקה הראשי. המשאבות במעגל הראשוני מופעלות בהתאם לפעולת הצ'ילרים כתלות בעומס בתקופה.

ב. **מעגל משני** – סחרור המים בין מחלק האספקה הראשי למבנים ברחבי הקמפוס.

להלן פירוט המשאבות בששת הקווים המרכזיים:

1. **משאבות מערביים:** מותקנות 5 משאבות סחרור כמפורט:
משאבה אחת בהספק 228 קו"ט המופעלת לקירור בלבד.
2 משאבות של 108 קו"ט מותקנות כגיבוי למשאבת קירור.
2 משאבות של 50 קו"ט מופעלות בחורף בלבד לחימום המשאבות המערביות מספקות מים ל-11 מבנים
2. **משאבות מדעי החיים:** מותקנים 6 משאבות סחרור שמתוכם פועלת משאבה אחת בלבד בהתאם לדרישה. הספקי המשאבות: 2 משאבות מים קרים בהספק 50 כ"ס ומשאבת עומס מוקטן 20 כ"ס.
2 משאבות מים חמים בהספק 25 כ"ס ומשאבת עומס מוקטן בהספק 7.5 כ"ס. משאבות עומס מוקטן לא מופעלות אף פעם מאחר והן לא מתאימות לדרישות. הקו מספק מים ל-3 מבנים.
3. **משאבות הפקולטה לרפואה ומגדל חיות:** מותקנים 6 משאבות סחרור שמתוכם פועלת משאבה אחת בלבד בהתאם לדרישה. 2 משאבות מים קרים בהספק 150 כ"ס ומשאבת עומס מוקטן בהספק 60 כ"ס. 2 משאבות מים חמים 75 כ"ס ומשאבת עומס מוקטן 30 כ"ס. משאבות עומס מוקטן מופעלות בסופי שבוע כשנותנים מים למגדל חיות בלבד.
4. **משאבות גרין ביוטכנולוגיה:** מותקנים 2 משאבות סחרור שמתוכם פועלת משאבה אחת בלבד בהתאם לדרישה. הספקי המשאבות: 2 משאבות של 30 קו"ט. הקו מספק מים למבנה זה בלבד.
5. **משאבות רפואת שיניים:** מותקנים 2 משאבות סחרור שמתוכם פועלת משאבה אחת בלבד בהתאם לדרישה. הספקי המשאבות: 2 משאבות של 30 קו"ט. הקו מספק מים ל-3 מבנים.
6. **משאבות ספריה רפואה:** מותקנים 2 משאבות סחרור שמתוכם פועלת משאבה אחת בלבד בהתאם לדרישה. הספקי המשאבות: 2 משאבות של 21 קו"ט. הקו מספק מים ל-2 מבנים.
- ג. **מעגל שלישוני** – סחרור המים ליט"אות ומפוחי נחשון בכל בניין באמצעות משאבות המותקנות בבניינים.

7.1.3 יט"אות ומפוחי נחשון

במבנים מופעלות יט"אות (יחידות טיפול באוויר) ומפוחי נחשון המשמשים למיזוג האוויר בתוך החדרים. ברוב המקומות חימום המבנה מתבצע ע"י סחרור מי הסקה במפוחי הנחשון וביט"אות ובחלק קטן מהמבנים החימום מתבצע ע"י גופי חימום חשמליים.

רוב היט"אות וחלק קטן ממפוחי הנחשון מחוברים למערכת בקרת המבנה והם מופעלים בהתאם ללוח הזמנים של המבנים.

7.1.4 מדחסי אוויר

מדחסי האוויר מספקים אוויר דחוס בלחץ 7.5 BAR ומשמשים להפעלת ציוד פניאומאטי. בקמפוס מותקנים 5 מדחסי אוויר בורגיים בהספק של 30 קו"ט כ"א המספקים את צרכי האוניברסיטה, הספק המדחסים הכולל במרכז כ- 90 קו"ט.

7.1.5 תאורה

צריכת החשמל לתאורת פנים וחץ מגיע ל- 13.9 מיליון קוט"ש בשנה המהווים כ-22% מצריכת החשמל באוניברסיטה.

טבלה 30: התפלגות צריכת החשמל לתאורה

סוג התאורה	צריכת החשמל (קוט"ש)	התפלגות צריכת החשמל לתאורה
תאורת פנים	12,751,793	92%
תאורת חוץ	1,108,851	8%
סה"כ	13,860,645	100%

בכל איזור מתאימים את עוצמת ובקרת התאורה בהתאם לפעילות המתבצעת בו.

תאורת פנים

צריכת החשמל לתאורת פנים הינה כ-92% מצריכת החשמל לתאורה באוניברסיטה. תאורת הפנים באוניברסיטה מבוססת על נורות פלורוסנטיות ומיני פלורוסנטיות מסוגים והספקים שונים. רוב הנורות המותקנות בכיתות ובמשרדים הם נורות פלורוסנטיות עם משנקים אלקטרומגנטיים בהספקים: 40,36,58,18 ואט.

רוב הנורות בחדרי מדרגות ובמסדרונות הם נורות PL בהספקים: 9,11,18,26 ואט. בבנייה חדשה ובמסגרת שיפוצים המבוצעים באוניברסיטה נעשה שימוש בגופי תאורה הכוללים נורות T5 ומשנקים אלקטרוניים ובנורות מיני פלורוסנטיות PL/CFL.

תאורת חוץ

צריכת החשמל לתאורת חוץ מהווה כ-8% מצריכת החשמל לתאורה באוניברסיטה. תאורת החוץ באוניברסיטה מבוססת על נורות מסוגים ובהספקים שונים, ראה טבלה להלן:

טבלה 31: פירוט נורות תאורת חוץ

סוג התאורה
80W נל"ג
70W נל"ג
100W נל"ג
205W נל"ג
250W נל"ג
400W נל"ג
70W מטאל הלייד
100W מטאל הלייד
400W מטאל הלייד
1000W מטאל הלייד
300W הלוגן
26W PL

מערכת תאורת חוץ מופעלת ומופסקת באמצעות רגשי אור (פוטוסל).

7.2 תיאור מערכות האנרגיה במבנים

במהלך הסקר ערכנו מדידות מפורטות ב-10 מבנים מייצגים. המדידות בוצעו בחודשים נובמבר – דצמבר. להלן תיאור כל אחד מהמבנים:

1. ספריה מרכזית (נספח 22)

1.1 תיאור מערכת המיזוג

במבנה ספרייה מותקנות המערכות הבאות:

בספריה מותקנות 10 יט"אות המקבלות מים קרים או חמים ממערכת מיזוג האוויר המרכזית של האוניברסיטה. סחרור המים בבניין מתבצע ע"י משאבת מים המותקנת בקומת המרתף. אב הבית אחראי להפעלה וכיבוי היט"אות והמשאבה בהתאם לשעות הפעילות במתחם. הפעלת היט"אות והמשאבה מתבצעת ע"י בוררים המותקנים בחדר אב הבית או באמצעות מערכת בקרת המבנה. בבנין מותקנות יט"אות בהתאם לפירוט הבא:

טבלה 32: פירוט מערכות המיזוג

מס'	מס' יט"א	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8197	יט"א 6 אגף מערבי קומה א	18,500
2	יט"א-8198	יט"א 8 אגף מזרחי קומה א	21,500
3	יט"א-8199	יט"א 1 אגף מחסני ספרים	13,250
4	יט"א-8200	יט"א 4 בלוגרפיה וקטלוגיה	17,500
5	יט"א-8201	יט"א 3 קטלוג ורכש	11,600
6	יט"א-8202	יט"א 11 חדר מיון וספריה	5,500
7	יט"א-8203	יט"א 2 דפוס וצילום 2 אזורים	4,000
8	יט"א-8204	יט"א 2 כניסה ויציא 4 אזורים	20,100
9	יט"א-8205	יט"א 9 קומה ב אגף מערבי	19,250
10	יט"א-8206	יט"א 10 קומה ב אגף מזרחי	24,250

בנוסף למערכות אלו מותקנים במבנה 17 מזגנים מפוצלים ו-3 מזגני חלון.

1.2. תיאור מערכת התאורה

בספריה מותקנים גופי תאורה שונים הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: 40×3 / 40×2 / 40×1 / 40×5 . התאורה פועלת בהתאם לשעות פעילות הספרייה.

1.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות בספרייה:

טבלה 33: ריכוז תוצאות המדידות בספרייה

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	ריכוז CO ₂ (חל"מ)	טמפ' (מ"צ)	עוצמת-הארה (לוקס)
1	כ	כניסה	441	25	150
2	כ	אולם 1	380	24.5	250
3	א	אולם	361	23.6	180
4	ב	אולם	450	23.5	420

מסקנות:

1. עוצמת ההארה נמוכה מהתקן בשל התיישנות הנורות.
2. ריכוז דו תחמוצת הפחמן נמוך ודומה לרמת הרקע המצויה מחוץ למבנה. עובדה זו מעידה על אוורור יתר. בעונה זו של השנה כאשר טמפרטורת החוץ נמוכה מצב זה אידיאלי.
3. מדדנו במשך שבוע את צריכת החשמל של הספרייה (נספח 22), מניתוח הנתונים עולה כי משאבת הסחרור פועלת ברציפות 24 שעות ביממה. מביור שערנו התגלה כי המשאבה המשיכה לפעול בשל תקלה בבקר, התקלה טופלה באופן מיידי.

2. פקולטה לרפואה (נספח 23)

רוב החדרים במבנה רפואה משמשים כמעבדות, חלק קטן מהחדרים משמשים ככיתות וחדרי סגל.

2.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה רפואה מותקנות המערכות הבאות:

1. 321 מפוח נחשון המקבלים מים קרים או חמים (מערכת 4 קווים) ממערכת מיזוג האוויר המרכזית של האוניברסיטה. רוב מפוחי הנחשון מופעלים עם פיקוד ON/OFF. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

2. 276 מזגנים מפוצלים ו-10 מזגנים מיני מרכזיים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. בחלק מהמזגנים מותקנות מערכות קוצבי זמן (עוז און) המפסיקות את המזגנים אחרי שעותיים. חלק מהמזגנים פועלים ברציפות 24 שעות ביממה עבור חדרי מעבדות.

3. בבנין מותקנות מערכות מיזוג בהתאם לפירוט הבא:

טבלה 34: פירוט מערכות המיזוג בפקולטה לרפואה

מס'	מס' יט"א	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8006	אולם 119	4,500
2	יט"א-8007	גוש ב	11,000
3	יט"א-8008	מאירבאום במרתף	6,000
4	יט"א-8009	אולם 216	5,000
5	יט"א-8010	משרדים	4,000
6	יט"א-8011	מזגן צח 1	11,000
7	יט"א-8012	מוזיאון פתלוגי	3,000
8	יט"א-8013	אוויר צח	3,500
9	יט"א-8014	שלזאק	5,000
10	יט"א-8015	פרוזדורים גוש א	9,000
11	יט"א-8016	ליחידה 5 אזורים	5,000
12	יט"א-8017	ק.קרקע+אולם מדורג	5,000
13	יט"א-8018	וירולוגיה ק'-8גוש(א)	6,000
14	יט"א-8020	אולם דיסקציה+מוזיאון+דיסק	6,000
15	יט"א-8021	אולם אנטומיה	5,500
16	יט"א-8022	אולם דיסקציה	5,000
מס'	מס' מערכת	סוג	תפוקת קירור (ט"ק)
1	מאג-0071	דיסקציה-מערב 12 טון קרור	12
2	מאג-0049	דיסקציה-בחצר צד צפון	12
3	מאג-0081	בחצר צד צפון מערב 12 ט"ק	12
4	מאג-0033	צד מזרח- על הגג-32 ט"ק	32
5	מאג-0034	צד מערב-על הגג-32 ט"ק	32

כל היט"אות מופעלות ע"י אב הבית באמצעות מערכת הבקרה דרך המחשב.

4. בבנין מותקנים כ-31 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.

5. בבניין מותקנים 5 יחידות מיזוג (DX) פקג'ים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. חלק מהם מותקנים במעבדות מערכות הכוללות סוללות קירור וחימום.
6. בבנין מותקנות 2 סוללות בכל יט"א (4 pipe system), בפועל מספקים רק מים קרים בקיץ וחמים בחורף.

2.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה שונים הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: 40X2 / 14X4 / 18X4 / 36X2 / 40X1. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

2.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 35: ריכוז תוצאות המדידות במבנה

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	ריכוז CO ₂ (חל"מ)	עוצמת הארה (לוקס)	סוג תאורה
1	1	מסדרון	441	300	T-8 (4X18)
2	1	כיתה 108	973	1000	T-5 13X(4X14)
3	1	כיתה 119			T-5 13X(4X14)
4	1	חדר מזכירות			T-8 2X(2X40)
5	א 4	אגף א מסדרון	356	130	T-8 (1X40)
6	א 4	חדר 405		450	T-8 8X(1X40)
7	א 4	חדר 407		390	T-8 8X(1X40)
8	א 4	חדר 412			(T-5)
9	א 4	415	450	600	T-8 4X(2X36) , 6X(1X40)
10	א 4	מסדרון			T-8(1X40)
11	א 4	מעבדה 416	365	900	T-8 6X(2X40) , 12X(1X40)
12	ב 4	מסדרון			T-8 (1X40)
13	ב 4	מעבדה 448	536	400	T-8 24X(1X40)
14	ב 4	כיתה 426			T-5 (3X14)
15	א 10	מסדרון			T-8 (1X40)
16	א 10	1014			T-8 4X(4X8) T-8
17	א 10	מעבדה 1012	449	200	T-8 (4X18)
18	א 10	מעבדה 1006	360	500	T-8 (4X18)
19	ב 10	1031			T-8 (4X18)
20	ב 10	1026	474		T-8 (4X18)
21	ב 7	744			T-8 (2X40)
22	ב 7	740	321	440	T-8 8X(4X18)
23	ב 7	735			T-8 8X(4X18)
24	ב 7	חדר אוכל	400	470	T-8 3X(2X40)
25	ב 7	רוב החדרים			T-8 (1X40)
26	ב 7	713	331		T-8 12X(1X40)
27	מרתף	חדר מחשב			T-8 (4X18)

מסקנות:

1. בכיתות שבו הוחלפו נורות 4X18 T8 בנורות חסכוניות מסוג 4X14W T5 עוצמת ההארה גבוהה מהתקן ב-100%. לפיכך בפרויקטים חדשים אנו ממליצים להחליף לנורות חסכוניות מסוג T5 אך לבחור גוף תאורה הכולל פחות נורות (3X14w).
2. בשאר המקומות עוצמת ההארה נמוכה מהתקן בשל התיישנות הנורות.
3. ריכוז דו תחמוצת הפחמן נמוך ודומה לרמת הרקע המצויה מחוץ למבנה. עובדה זו מעידה על אוורור יתר. בעונה זו של השנה כאשר טמפרטורת החוץ נמוכה מצב זה אידיאלי.

3. מדעי החיים – בריטניה (נספח 24)

רוב החדרים במבנה בריטניה משמשים כמעבדות, חלק קטן מהחדרים משמשים ככיתות וחדרי סגל.

3.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה מדעי החיים מותקנות המערכות הבאות:

1. 22 מפוח נחשון המקבלים מים קרים או חמים (מערכת 4 קווים) ממערכת מיזוג האוויר המרכזית של האוניברסיטה. רוב מפוחי הנחשון מופעלים עם פיקוד ON/OFF. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.
2. בבנין מותקנות מערכות מיזוג בהתאם לפירוט הבא:

טבלה 36: פירוט מערכות המיזוג במבנה בריטניה

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8479	6	מסדרון	2,500
2	יט"א-8480	6	מסדרון	1,800
3	יט"א-8485	2	מסדרון	2,500
4	יט"א-8486	2	מסדרון	2,500
5	יט"א-8487	2	מסדרון	2,500
6	יט"א-8488	3	מסדרון	2,500
7	יט"א-8489	3	מסדרון	2,500
8	יט"א-8490	3	מסדרון	2,500
מס'	מס' מערכת	קומה	סוג	תפוקת קירור (ט"ק)
1	מאג-0077	01	טון קרור-חדר 6.5 שרתים	7
2	מאג-0014	02	מאחורי השירותים 2 בקומה	3
3	מאג-0082	6	פרג-חדרי גידול	6
4	מאג-0083	6	פרג-חדרי גידול	6
5	מאג-0084	6	פרג-חדרי גידול	6
6	מאג-0085	06	פרג-חדרי גידול	6

3. 227 מזגנים מפוצלים ו-18 מזגנים מיני מרכזיים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. ברוב המזגנים מותקנים קוצבי זמן (עוז און) המפסיקות את המזגנים לאחר פעילות של שעתיים. חלק מהמזגנים פועלים ברציפות 24 שעות ביממה עבור חדרי מעבדות.
4. בבניין מותקנים כ-13 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.
5. בבניין מותקנים 6 יחידות מיזוג (DX) פקג'ים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. חלק מהם מותקנים במעבדות הפועלות 24 שעות ביממה.
6. יחידות המיזוג במבנה כוללות 2 סוללות (4 pipe system), אך בפועל מספקים רק מים קרים בקיץ וחמים בחורף.

3.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: 40X2 / 14X4 / 18X4 / 36X2 / 40X1. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

3.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 37: ריכוז המדידות במבנה בריטניה

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	עוצמת-הארה (לוקס)	סוג תאורה
1	כ	אולם 6	450	T-8 20X(2X36)
2	6	מסדרון	90	T-8 (1X36)
3	6	מתקן 627 * 6 מתקנים		T-8 40X(1X40)
4	6	608	360	T-8 24X(1X40)
5	6	אגף ב - מסדרון	580	T-8 (2X36)
6	6	626	400	T-8 8X(1X40)
7	6	628	350	T-8 12X(1X40)
8	6	מסדרון	60 ואט להט	
9	4	מסדרון		T-8 (1X36)
10	4	418	400	T-8 24X(1X40)
11		406		T-8 24X(1X40)
12		רוב המעבדות		T-8 24X(1X40)

מסקנה:

עוצמת ההארה נמוכה מהתקן בשל התיישנות הנורות.

4. הנדסה – רב תחומי (נספח 25)

רוב החדרים במבנה הנדסה משמשים כמעבדות, חלק קטן מהחדרים משמשים ככיתות וחדרי סגל.

4.1. תיאור מערכת המיזוג

בבניין מותקנות המערכות הבאות:

1. 3 צילרים בעיבוי אוויר בתפוקת קירור של 65 ט"ק כ"א המופעלים ע"י מערכת הבקרה 24 שעות ביממה.
2. 27 יט"אות המקבלות מים קרים מהצילרים ופועלות בהתאם ללול"ז המוגדר במערכת בקרת המבנה. חלק מהיט"אות מספקות מיזוג לחדרים נקיים במבנה 24 שעות ביממה. החימום ביט"אות מתבצע ע"י גופי חימום חשמליים המותקנים בתוך היט"אות ובתעלות המיזוג.
3. 54 מפוחי נחשון עם גופי חימום חשמליים המספקים מיזוג אוויר לחדרים ולמשרדים. מפוחי הנחשון בחדרים כבים אוטומטית בסוף היום באמצעות שעון שבועי המותקן בכל לוח חשמל קומתי.

טבלה 38: פירוט מערכות המיזוג במבנה

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8404		יט"א 7, מעבדות TEM	6,180
2	יט"א-8405		יט"א 3, אויר צח	7,650
3	יט"א-8406		יט"א 4, כניסה דרום	3,300
4	יט"א-8407		יט"א 8, מרתף	3,300
5	יט"א-8401	00	יט"א 6, חדר נקי	11,000
6	יט"א-8408	00	יט"א 1, כניסה	1,300
7	יט"א-8465	00	יט"א-לובי קומת כניסה	1,800
8	יט"א-8458	00		1,800
9	יט"א-8459	00		1,800
10	יט"א-8460	00		1,800
11	יט"א-8461	00		1,800
12	יט"א-8464	00		1,800
13	יט"א-8463	00		1,800
14	יט"א-8462	00		1,800
15	יט"א-8402	02	יט"א 2, קומה ב' צפון	3,380
16	יט"א-8403	02	יט"א 5, קומה ב' דרום	4,700
17	יט"א-8457	02	יט"א-לובי קומה 2	1,800
18	יט"א-8456	03	יט"א-לובי קומה 3	1,800
19	יט"א-8409	03	רצפה צפה	5,000
20	יט"א-8410	03	רצפה צפה	5,000
21	יט"א-8411	03	רצפה צפה	5,000
22	יט"א-8414	03	רצפה צפה	5,000
23	יט"א-8455	04	יט"א-לובי קומה 4	1,800
24	יט"א-8412	04	רצפה צפה	5,000
25	יט"א-8413	04	רצפה צפה	5,000
26	יט"א-8415	04	רצפה צפה	5,000
27	יט"א-8416	04	רצפה צפה	5,000

4.2. תיאור מערכת התאורה

במבנה מותקנים גופי תאורה הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: 18X4 / PL. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

4.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 39: ריכוז המדידות במבנה

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	ריכוז CO ₂ (חל"מ)	עוצמת-הארה (לוקס)	סוג תאורה
1	ק	משרד אב הבית	411	480	
2	ק	מסדרון		50	
3	ק	חדר 110	400	500	T-8 4X(4X18)+5PL
4	4	מסדרון	355	70	PL
5	3	מעבדה 303	391	500	T-8 12X(4X18)

מסקנות:

1. עוצמת ההארה תואמת את התקן.
2. ריכוז דו תחמוצת הפחמן נמוך ודומה לרמת הרקע המצויה מחוץ למבנה. עובדה זו מעידה על אוורור יתר. בעונה זו של השנה כאשר טמפרטורת החוץ נמוכה מצב זה אידיאלי.

5. וולפסון – הנדסה מכאנית

חלק מהחדרים במבנה משמשים כמעבדות, חלק מהחדרים משמשים ככיתות וחדרי סגל.

5.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה וולפסון מותקנות המערכות הבאות:

1. 43 יט"אות המקבלות מים קרים ומים חמים (4 צינורות) בהתאם לעונות השנה מחדר האנרגיה המרכזי של האוניברסיטה בהתאם לפירוט הבא:

טבלה 40: פירוט מערכות המיזוג במבנה וולפסון

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8080	99	יט"א אויר צח 2 מרתף צפון	8,000
2	יט"א-8108	00	יט"א 7 מרתף בית מלאכה מכני	4,000
3	יט"א-8109	02	יט"א 2 מעבדה קמרן דרום	3,000
4	יט"א-8110	02	יט"א 1 קמרן דרום	5,000
5	יט"א-8111	02	יט"א 9 קמרן דרום(ש.2000)	3,000
6	יט"א-8112	00	יט"א מחשב (מנהרת רוח) בחצר	3,000
7	יט"א-8113	00	יט"א בקרה(בית מלאכה בחניה)	3,000
8	יט"א-8114	02	יט"א 8 קמרן צפון	10,000
9	יט"א-8115	02	מפוח אספקת אויר ל 1/2 אול	10,000
10	יט"א-8116	00	יט"א 3 אודיטוריום תאו	8,000
11	יט"א-8186	00	יט"א צח 1 מרתף דרום	8,000
12	יט"א-8239	00	יט"א 4 מחסן מרתף	3,000
13	יט"א-8240	00	יט"א 6 מחסן (חדר מכונות)	3,000
14	יט"א-8244	01	כיתה120	1,800
15	יט"א-8245	01	כיתה130	1,800
16	יט"א-8246	01	כיתה132	1,800
17	יט"א-8247	01	כיתה134	1,800

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
18	יט"א-8249	01	כיתה 136	1,800
19	יט"א-8251	04	כיתה 402	1,800
20	יט"א-8252	04	כיתה 404	1,800
21	יט"א-8253	04	כיתה 406	1,800
22	יט"א-8255	04	כיתה 424	1,800
23	יט"א-8256	04	כיתה 434	1,800
24	יט"א-8257	04	כיתה 436	1,800
25	יט"א-8258	04	כיתה 438	1,800
26	יט"א-8260	03	כיתה 306	1,800
27	יט"א-8261	03	כיתה 304	1,800
28	יט"א-8262	03	כיתה 302	1,800
29	יט"א-8263	03	כיתה 342	1,800
30	יט"א-8264	03	כיתה 308	1,800
31	יט"א-8265	02	כיתה 208	1,800
32	יט"א-8266	02	כיתה 216	1,800
33	יט"א-8267	02	כיתה 224	1,800
34-37	יט"א-8268	02	כיתה 240,238,236,234	4*1,800
38	יט"א-8321	00	מעבדה מקרואלקטרומכנית	1,800
39	יט"א-8322	00	מעבדה מקרואלקטרומכנית	1,800
40	יט"א-8323	00	מעבדה של גרשון	1,800
41	יט"א-8324	00	מעבדה של יוסי שחם	1,800
42	יט"א-8453	02	יט"א-10 במסדרון בתקרה	1,750
43	יט"א-8483	04	בכניסה למעבדה 2+846 AW	3,000

- ההפעלה והכיבוי של היט"אות מתבצעת ידנית ע"י העובדים. במבנה מותקנת מערכת בקרה שבאמצעותה ניתן להגדיר לוח"ז רק ל 9- יט"אות: 4 יט"אות אוויר צח ו-5 מעבדות.
2. 216 מפוחי נחשון המקבלים מים קרים מחדר האנרגיה המרכזי של האוניברסיטה ומספקים מיזוג אוויר לחדרים ולמשרדים. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.
3. בבניין מותקנים 10 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.
4. 140 מזגנים מפוצלים ו-4 מזגנים מיני מרכזיים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. ברוב המזגנים מותקנות מערכות של עוז און המפסיקות את המזגנים לאחר פעילות של שעותיים.
5. בבניין מותקנים 3 צילירים בתפוקות קירור של 22-16 טון קירור (בחצר צד מזרח).
6. יט"אות המבנה כוללות 2 סוללות (4 pipe system) בכל הציוד, אך בפועל מספקים רק מים קרים בקיץ וחמים בחורף.

5.2. תיאור מערכת התאורה

- בבניין מותקנים גופי תאורה הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: 40X1 / 40X2 / 18X4 / 36X2. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

5.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 41: ריכוז המדידות במבנה וולפסון

מס'	קומה	מיקום מסדרון/חדר	עוצמת-הארה (לוקס)
1	ק	כניסה	450
2	ק	מסדרון	250
3	ק	אודיטוריום	400
4	1	120	480
5	1	מזכירות (נורות T5)	1500
6	1	מסדרון	200
7	1	מסדרון	180
8	1	134	450
9	2	מסדרון	220
10	2	מסדרון	250
11	2	200	600
12	3	324	520
13	4	438	600

מסקנות:

1. עוצמת ההארה תואמת את התקן.
2. במזכירות הוחלפו נורות T8 4*18 בנורות חסכוניות מסוג T5 4*14W עוצמת ההארה גבוהה מהתקן ב-300%. לפיכך בפרויקטים חדשים אנו ממליצים להחליף לנורות חסכוניות מסוג T5 3*14W.

6. אורנשטיין (נספח 26)

רוב החדרים במבנה משמשים כמעבדות, חלק קטן מהחדרים משמשים ככיתות וחדרי סגל.

6.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה בורנשטיין מותקנות המערכות הבאות:

1. 130 מזגנים מפוצלים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. ברוב המזגנים מותקנים קוצבי זמן (עוז און) המפסיק את פעולת המזגנים לאחר שעתיים.
2. בבניין מותקנים 2 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.
3. במעבדה בבניין מותקנות 2 יחידת מיזוג (DX) פקג' בתפוקה של 12 ט"ק ו-9 ט"ק הפועלות 24 שעות ביממה.

6.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה עם נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: מסדרון קומתי – 18×4 , בחדרים - פלורסנטים 36×2 / 40×1 , מרתף 14×4 – T5.

6.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 42: ריכוז המדידות במבנה אורנשטיין

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	עוצמת-הארה (לוקס)
1	מרתף	מסדרון	750
2	3	מסדרון	200
3	4	405	700
4	4	411	500
5	3	מעבדה -322	900
6	3	311-מעבדה	1000
7	2	מסדרון	400

מסקנה:

במסדרונות עוצמת ההארה גבוהה מהתקן.

7. סנאט (נספח 27)

החדרים במבנה משמשים כמשרדים.

7.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה הסנט מותקנות המערכות הבאות:

1. צילר מקומי בתפוקת קירור של 190 ט"ק המספק מים קרים לבניין בלבד.
2. 147 מפוח נחשון המקבלים מים קרים מהצילר. רוב מפוחי הנחשון מופעלים עם פיקוד START/STOP. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים או באמצעות מערכת הבקרה.
3. 10 יט"אות המקבלות מים קרים מהצילר ופועלות בהתאם ללוח"ז המוגדר במערכת בקרת המבנה.
4. החימום במפוחי הנחשון וביט"אות מתבצע ע"י גופי חימום חשמליים.

טבלה 43: פירוט מערכות המיזוג במבנה סנאט

מס'	סוג ציוד	תיאור ציוד	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8428	יט"א-קרקע	1,000
2	יט"א-8429	יט"א-קרקע	1,000
3	יט"א-8430	יט"א-קרקע	1,000
4	יט"א-8431	יט"א-קרקע	2,000
5	יט"א-8432	יט"א-קרקע	2,500
6	יט"א-8355	יט"א-חדר חשמל	1,800
7	יט"א-8315	יט"א-לובי	6,000
8	יט"א-8316	יט"א פרוזדורים	6,000
9	יט"א-8282	יט"א קומה קרקע	5,000
10	יט"א-8283	יט"א קומה א'	5,000

7.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: - 18*4 / PL.

7.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 44: ריכוז המדידות במבנה אורנשטיין

מס'	קומה	מיקום מסדרון/חדר	עוצמת-הארה (לוקס)	סוג תאורה
1	קרקע	מסדרון	150	2X18PL
2	קרקע	משרדים		T-8 3X(4X18)
3	קרקע	ארכיון/ספריה		T-8 25X(4X18)
4	1	מסדרון	90	2X18PL
5	ק	חדר 5	600	T-8 4X(4X18)
6	1	חדר 105	550	T-8 5X(4X18)

מסקנה:

עוצמת ההארה תואמת את התקן.

8. דן דוד (נספח 28)

רוב החדרים במבנה משמשים ככיתות, חלק קטן מהחדרים משמשים למשרדים.

8.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה דן דוד מותקנות המערכות הבאות:

1. 66 מפוח נחשון המקבלים מים קרים או מים חמים ממרכז האנרגיה של האוניברסיטה. רוב מפוחי

הנחשון מופעלים ע"י פיקוד START/STOP. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

2. 16 יט"א המזבלות מים קרים או חמים ממרכז האנרגיה.

להלן פירוט היט"א המותקנות בכיתות ובאולמות:

טבלה 45: פירוט מערכות המיזוג במבנה דו דוד

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-0006	01	קומה 1 מול השירותים מערב	1,800
2	יט"א-0007	01	מול חדר 109 בתקרה מזרח	1,800
3	יט"א-0008	02	מול חדר 206 בתקרה מזרח	1,800
4	יט"א-0009	02	קומה 2 מול השירותים מערב	1,800
5	יט"א-8117	00	יט"א 1 אולם 1	5,000
6	יט"א-8118	00	יט"א 2 אולם 2	5,000
7	יט"א-8119	00	יט"א 3 כתות-חדר משאבות	5,000
8	יט"א-8428	03	מול חדר 306 בתקרה	1,000
9	יט"א-8429	03	בתקרה מול חדר 304	1,000
10	יט"א-8430	03	יט"א תקרתית מול חדר 304	1,000
11	יט"א-8432	03	מול חדר 306 בתקרה	2,500
12	יט"א-8440	00	ליד אב הבית	1,200
13	יט"א-8441	03	יט"א תקרתית מול חדר 301	1,200
14	יט"א-8442	03	יט"א תקרתית מול חדר 302	1,800
15	יט"א-8445	00	ליד אב הבית	2,000
16	יט"א-8446	03	יט"א-תקרתית מול חדר 302	4,000

- היט"אות לאוויר צח מופעלות ע"י אב הבית באמצעות בורר המותקן בחדרו.
- הפעלת היט"אות בשלושת האולמות הגדולים ובכיתות 303-306 מתבצעת לפי לוח המוגדר במערכת הבקרה.
- ביתר הכיתות הפעלת המיזוג והתאורה היא מקומית ע"י הסטודנטים.

8.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה עם נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: PL / 4X18 / 36X1 / 36X2.

8.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 46: ריכוז המדידות במבנה דן דוד

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	ריכוז CO ₂ (חל"מ)	טמפ' (מ"צ)	עוצמת-הארה (לוקס)	סוג תאורה
1	קרקע	אולם 3	600	20	300	T-8 (2X36)
2	3	302	560	21	650	T-8 (2X36)
3	3	303	540	21	500	T-8 (2X36)
4	3	307	550	21	420	
5	3	311	650		570	
6	1	111			450	

מסקנות:

1. עוצמת ההארה תואמת את התקן.
2. הטמפרטורה שנמדדה זהה לטמפרטורת הסביבה.

9. גילמן (נספח 20)

רוב החדרים במבנה משמשים ככיתות, חלק קטן מהחדרים משמשים למשרדים.

9.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה גילמן ותקנות המערכות הבאות:

1. 296 מזגנים מפוצלים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. ברוב המזגנים מותקנים קוצבי זמן (עוז און) המפסיקות את המזגנים לאחר פעילות של שעותיים.
2. בבניין מותקנים 24 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.
3. 5 מזגנים מיני מרכזיים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.

טבלה 47: פירוט מערכות המיזוג במבנה גילמן

טון-קירור	תיאור ציוד	סוג ציוד	מיקום אחר	בנין
32	מזגן אויר גז- 144 אולם	מאג-0001	מרתף	גילמן
52	מזגן אויר גז	מאג-0140	תיאטרון (52 טון) קירור	גילמן

9.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה הכוללים נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: PL / 18X4 / 14X4 / 40X2 / 40X1 / 36X2. כמו כן בקומה 4 מותקנים ספוטים – הלוגן- 50 ואט ומס' קטן של נורות להט.

9.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 48: ריכוז המדידות במבנה גילמן

סוג תאורה	עוצמת הארה (לוקס)	מיקום - מסדרון/חדר	קומה	מס'
4X18	280	מסדרון	ק	1
14 6X9X40/36X2 PLX2X4X6	450	אולם	ק	2
6X36X2	550	259 מזכירות	2	3
PL	250	מסדרון	2	4
36X2X12	900	מסדרון	2	5
37X2X12	100	מסדרון	2	6
PLX2X2018 7X12X4X18	700	אולם 267	2	7
PLX2X1818	780-600	מסדרון	3	8
24X36X2	650	360 - ספריה	3	9
36X2X4	800	374 - משרד	3	10
36X2X6	600	מסדרון	3	11

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	עוצמת הארה (לוקס)	סוג תאורה
12	3	חדר 361- כיתה קטנה		36X2X8
13	4	מסדרון		ליבון וספוטים 50X50
14	4	מסדרון	150	
15	4	419 משרד	1400	T-5 6X14X4
16	4	מסדרון	2000	36X1X6
17	4	כיתה 449		36X1X30
18	4	חדר עיון	350-500	100X36/40X1
19	4	מסדרון	500	36/40X2
20	4	אולם 496		PL 18X18X2 6X36X2 18X4X16
21	4	חדר ישיבות	497	PLX218X10 8X18X4

מסקנות:

1. עוצמת ההארה במסדרונות גבוהה מאוד בשל חדירת אור טבעי.
2. בחדרים שבו הוחלפו נורות 4X18 T8 בנורות חסכוניות מסוג 4X14W T5 עוצמת ההארה גבוהה מהתקן ב-200%. לפיכך בפרויקטים חדשים אנו ממליצים להחליף לנורות חסכוניות מסוג 3X14W T5.

10. נפתלי (נספח 30)

רוב החדרים במבנה משמשים ככיתות, חלק קטן מהחדרים משמשים למשרדים.

10.1. תיאור מערכת המיזוג

במבנה נפתלי מותקנות המערכות הבאות:

1. 37 יט"אות המקבלות מים קרים או חמים מחדר האנרגיה המרכזי של האוניברסיטה וממזגות את כיתות הלימוד והאולמות. הפעלת היט"אות מתבצעת ידנית ע"י העובדים, הכיבוי מתבצע ע"י רגשי נוכחות המותקנים בכיתות המכבים את מערכות המיזוג כשאינן פעילות בכיתה. להלן פירוט היט"אות המותקנות בכיתות ובאולמות:

טבלה 49: פירוט מערכות המיזוג במבנה נפתלי

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
1	יט"א-8297	00	אולם 4	5,500
2	יט"א-8298	00	אולם אפטר	5,500
3	יט"א-8299	00	אולם הרצאות	5,500
4	יט"א-8296	00	אולם 3	5,500
5	יט"א-8185	01		1,800
6	יט"א-8184	01		1,800
7	יט"א-8183	01		1,800
8	יט"א-8182	01		1,800
9	יט"א-8181	01		1,800
10	יט"א-8180	01		1,800

מס'	מס' יט"א	קומה	מיקום	ספיקה (CFM)
11	יט"א-8178	01		1,800
12	יט"א-8179	01		1,800
13	יט"א-8175	02		1,800
14	יט"א-8174	02		1,800
15	יט"א-8173	02		1,800
16	יט"א-8172	02		1,800
17	יט"א-8171	02		1,800
18	יט"א-8170	02		1,800
19	יט"א-8167	02		1,800
20	יט"א-8168	02		1,800
21	יט"א-8163	03		1,800
22	יט"א-8162	03		1,800
23	יט"א-8161	03		1,800
24	יט"א-0011	03		1,800
25	יט"א-8160	03		1,800
26	יט"א-8158	04		1,800
27	יט"א-8157	04		1,800
28	יט"א-8156	04		1,800
29	יט"א-8155	04		1,800
30	יט"א-8154	04		1,800
31	יט"א-8153	04		1,800
32	יט"א-8177	01	יט"א אויר צח	1,800
33	יט"א-0015	01	מזגן אויר צח מסדרון 2	1,800
34	יט"א-8166	02	יט"א אויר צח	1,800
35	יט"א-8176	02	יט"א אויר צח מסדרון	1,800
36	יט"א-8159	03	יט"א אויר צח	1,800
37	יט"א-0013	04	מזגן מסדרון 1	1,800

2. בשלושת האולמות הגדולים מותקנות יט"אות המופעלות ע"י אב הבית באמצעות בוררי מצב המותקנים בחדרו. אב הבית אחראי להפעלת היט"אות בהתאם לפעילות במקום.
3. 57 מפוחי נחשון המקבלים מים קרים מחדר האנרגיה המרכזי של האוניברסיטה ומספקים מיזוג אוויר לחדרים ולמשרדים. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.
4. כ- 77 מזגני חלון ישנים המופעלים עצמאית ע"י העובדים.
5. 87 מזגנים מפוצלים המופעלים עצמאית ע"י העובדים. בכל המזגנים מותקנות מערכות של עוז און המפסיקות את המזגנים לאחר פעילות של שעותיים.

10.2. תיאור מערכת התאורה

בבניין מותקנים גופי תאורה עם נורות פלורוסנטיות מהסוגים הבאים: PL / 3X40 / 2X40 / 1X40 / 2X36. ההפעלה והכיבוי מתבצעת ידנית ע"י העובדים.

10.3. מדידות

להלן ריכוז המדידות במבנה:

טבלה 50: ריכוז המדידות במבנה נפתלי

מס'	קומה	מיקום - מסדרון/חדר	עוצמת הארה (לוקס)
1	7	מסדרון	150
2	7	מבואה	320
3	7	725	450
4	5	506	700
5	5	508	660
6	5	518	550
7	5	528	580
8	4	421	550
9	2	201	400

מסקנה:

עוצמת ההארה תואמת את התקן

8. המלצות לחיסכון באנרגיה

הסבר כללי : ניתן לחסוך באנרגיה בחמש דרכים:

- א. **צמצום צריכת האנרגיה:** החסכון נובע מהקטנת צריכת אנרגיה מיותרת והתאמתה לצרכים האמיתיים **דוגמא:** המלצה לשינוי בטמפ' הנדרשת למיזוג.
- ב. **צמצום הפסדי אנרגיה:** החיסכון נובע מהקטנת הפסדי האנרגיה האופייניים לתהליך, שימוש בתהליך יעיל יותר להשגת אותה מטרה **דוגמא:** המלצה לבידוד אביזרי הסקה.
- ג. **השבת אנרגיה שיורית:** אנרגיה שיורית הינה תוצר לוואי מתהליך, החיסכון נובע מהשבת האנרגיה השיורית לתהליכים צורכי אנרגיה מותנית בכך שקיים צרכן מתאים מבחינת עיתוי הצריכה, רמות החום היקף הצריכה והכדאיות הכלכלית של המהלך, **דוגמאות:** המלצה להשבת חום ממדחסים.
- ד. **שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים:** במקום לצרוך אנרגיה שמיוצרת מדלקים ניתן להתקין מערכות שמייצרות אנרגיה ממקורות סביבתיים, **דוגמאות:** ייצור מים חמים בקולטי שמש, ייצור חשמל ע"י טורבינת רוח.
- ה. **צמצום הוצאות האנרגיה:** קיימות דרכים לחסכון בהוצאות האנרגיה ללא חסכון בצריכה עצמה, שיטות אלה מוזכרות גם הם משום שהן חשובות גם בראיה הלאומית **דוגמא:** הסתת עומסי צריכת חשמל ללילה בשעות אלה מחיר החשמל נמוך ב-70% מאשר בשעות "הפסגה", החיסכון הינו בעלות האנרגיה, היקף הצריכה נותר זהה (לרוב אף גודל).

מערכת מיזוג

8.1 התקנת מערכת אגירת קור

- מערכות אגירת קור מאפשרות ניצול של תעריף החשמל בשעות השפל לצורך קירור/טעינת מאגר מים קרים/קרח.
- בשעות בהם מופעל תעריף פסגה פורקים את המאגר כך שצריכת החשמל להפעלת הצ'ילרים יורדת או מפסיקה כליל.
- לא מתקבל חיסכון באנרגיה אלה חיסכון תעריפי, בתקופת הקיץ (חודשיים) והחורף (3 חודשים) קיימים הפרשים גבוהים בין התעריפים.
- בקיצ היחס תעריף החשמל בפסגה גבוה פי 4 מתעריף השפל.
- מערכת מהסוג שתואר כוללות את הרכיבים המרכזיים הבאים:
1. מאגר מים מבודד בנפח של מאות מ"ק בהתאם לנפח האגירה הנדרש.
 2. מערכת משאבות סחרור המשמשות לאספקת המים הקרים לצרכנים.
 3. מערכת בקרה המתאמת את הטעינה והפריקה.
- להערכתנו תעלה מערכת מסוג זה לטעינת 3,500 טון קירור שיסופקו במהלך 7 שעות לצרכנים (תפוקה של 500 טון לשעה) כ-2.5 מיליון ₪.
- המערכת תחסוך כל שנה כ-283,000 ₪ כך שתתקבל תקופת החזר השקעה של כ-9 שנים.

פוטנציאל החיסכון באגירת קור לפי עונות השנה (ראה הערות)

טבלה 51: ריכוז פוטנציאל חיסכון

פוטנציאל החיסכון (ש"ח)	עונה
137,000	קיץ
50,000	חורף
100,000	מעבר
287,000	סה"כ

הערות:

- פוטנציאל החיסכון במהלך חודשי החורף נמוך מכיוון ששעות הפסגה בחודשי החורף הם בשעות (16:00-22:00) שבהם לא נדרש מיזוג.
- פוטנציאל החיסכון חושב בהתאם לתעריף תעו"ז מ"ג עדכני (לוח תעריפים חדש), בהתאם ללוח תעריפים חדש זה קיימים רק חודשיים של קיץ (יולי ואוגוסט) ושלושה חודשי חורף (דצמבר עד פברואר).

8.2 שדרוג מערך האנרגיה

חדרי האנרגיה פועלים למעלה מ-20 שנים ללא שידרוג משמעותי בטכנולוגיה המאפשרת להתאים את צריכת האנרגיה של מערכת המיזוג לעומס בפועל. להלן החסרונות העיקריים שאתרנו במערכת הקיימת:

1. בשני חדרי האנרגיה המרכזיים מותקנת מערכת בקרה בסיסית שמתריעה על תקלות מדחסים ומאפשרת קביעת לוח זמנים להפעלת הצ'ילרים ולמשאבות. לא ניתן באמצעות מערכת הבקרה להפעיל את הצ'ילרים או את המשאבות במשטר עבודה שיתבסס על העומס בפועל. משטר העבודה נקבע בהתאם לניסיון ולידע האישי של מפעיל חדר הבקרה.
2. מפוחי מגדלי הקירור של צ'ילרים: 1,2,6 פועלים ללא אפשרות התאמה לעומס בפועל. לדוגמה המפוח במגדל הקירור של צ'ילר מספר 1 פועל קבוע כל זמן שהצ'ילר פועל ללא קשר לטמפרטורת המים.
3. המשאבות במעגל השני והשלישי פועלות בספיקת מים קבוע למרות שהעומס על הצרכנים משתנה.
4. לא מותקנים ברזי בקרה חשמליים למבנים הראשיים שבאמצעותן ניתן להפסיק את קירור המבנה דוגמא: בתקופת המעבר יש צורך לספק מים קרים/חמים רק למבנה מסויים אך מאחר ולא מותקנים ברזי בקרה ליתר המבנים מספקים מים קרים לכל המבנים המחוברים לקו המיזוג המשותף.
5. לא ניתן לדעת מה יעילות כל אחד מהצ'ילרים או היעילות הכללית של המערכת בהתאם לכך חסר מידע לגבי כדאיות העדפת יחידות קירור ויתכנו מצבים בהם מופעלים צ'ילרים ביעילות נמוכה תקופות ממושכות, הסבר:

מערכות ההגנה הקיימות מתרועעות למערכת הבקרה רק בעת שמתרחשת תקלה חמורה כגון לחץ ייתר, לחץ נמוך או זרם ייתר.

במידה והתקלה אינה חמורה לא מופעלת כל הגנה והמערכת תמשיך לפעול ביעילות נמוכה תוך עלייה בצריכת האנרגיה.

המלצות:

אנו מציעים לשדרג את תשתיות בקרת חדרי האנרגיה כך שהצ'ילרים, המשאבות והמאווררים במגדלי הקירור יפעלו בהתאם לעומס בפועל, אוטומטית באמצעות מערכת הבקרה. להלן תיאור השינוי המוצע:

1. התקנת וסת תדר עם משדר לחץ במעגל השלישי על כל אחד ממשאבות הסחרור במבנים. כמו כן הקטנת המעקפים ביט"אות והפיכת הברזים מתלת דרכיים לדו דרכיים. שדר הלחץ יאפשר להקטין את הספיקה במבנה כשחלק מהצרכנים לא פועלים ולהקטין את צריכת החשמל של המשאבה בהתאם.
2. התקנת וסת תדר עם משדר לחץ הפרשי על המשאבות במעגל המשני המסחררות מים ממחלק האספקה הראשי למבנים. כמו כן התקנת ברזי ON/OFF חשמליים בכניסה לכל בניין עם אפשרות לשליטה ממערכת הבקרה.
3. שדר הלחץ יאפשר להקטין את הספיקה בקו הראשי כשהספיקה במבנים תקטן או תופסק ולהקטין את צריכת החשמל של המשאבה במעגל המשני בהתאם.
4. התקנת וסתי תדר על המפוחים של מגדלי הקירור שיפעלו בהתאם לטמפרטורת המים הנדרשת ובהתאם לטמפ' וללחות היחסית (שינוי דרישה דינמי).
4. התקנת מונה חשמל ומדי ספיקה לכל אחד מהצ'ילרים ולכל אחד מהקווים הראשיים. מוני החשמל ומדי הספיקה יאפשרו לחשב את הנצילות של כל אחד מהצ'ילרים ויספקו את היתרונות הבאים:
 - א. זיהוי של תקלות הגורמות לירידת נצילות מערכת: תקלות כגון ירידת נצילות מ"ח למעבה /מאייד מורגשים רק בשלבים קיצוניים בהם מופיעות תקלות ביחידת המיזוג, זיהוי מוקדם של הבעיה אפשרי רק במידה ותתבצע מדידת נצילות רציפה.
 - ב. זיהוי של הספקים מתאימים ליחידות מיזוג: לכל יח' מיזוג קיימים תחומי הספק בהן נצילותה אופטימאלית, זיהוי נקודת עבודה זו לכל יח' מיזוג וזיהוי מצרפים אופטימאליים של יחידות קירור יקטין את צריכת החשמל לקירור.
 - ג. קבלת משוב לגבי שינויים במערכת: כיום קשה להעריך את משמעות שינויים המתבצעים במערכת המיזוג כגון ניקוי מעבים החלפת רכיבים וכו'. קבלת נתוני נצילות לפני ואחרי ביצוע השינוי מאפשר קבלת משוב מהיר לגבי הערכת חיסכון ותקופת החזר, כדוגמא עשויים למצוא כי ניקוי מעבים שנתי כלכלי ורצוי לבצעו גם ללא תקלות במערכת המיזוג.
 - ד. הפעלת המשאבות בהתאם לספיקה הקיימת: מדידת הספיקה הנדרשת מאפשרת הגדרה של צרופי משאבות התואמים לעומס הקירור.

ה. ניתן לחשב באופן רציף את יעילות המשאבות הפועלות ולערך שיפוצים או החלפות למשאבות הפועלות בנצילות נמוכה.

5. שדרוג מערכת הבקרה המרכזי תאפשר ניהול של מערכת המיזוג ומערכות התמך (משאבות מפוחים וכו'), הקטנת והתאמת ספיקות המים במערכת לעומס בפועל תוך הצגת נתוני יעילות: מערכת הבקרה תקבל את נתוני הרגשים השונים ו"תנצח על התזמורת".
באמצעות מערכת הבקרה ניתן יהיה לקבוע איזה בניין יקבל מיזוג ובאילו שעות, מערכת הבקרה תדאג לכך שצריכת החשמל תהיה אופטימאלית בהתאם לעומס הנדרש, הצ'ילרים יפעלו בהתאם לעומס בפועל ובהתאם לנצילות האופטימאלית של כל אחד הצ'ילרים.

חסכון צפוי וזמן החזר השקעה:

להלן הערכת החיסכון, עלות הפרויקט וזמן החזרי ההשקעה.

טבלה 52: הערכת החיסכון וזמני החזר השקעה בשני חדרי האנרגיה

המלצה	חיסכון בצריכה (קוט"ש)	חיסכון (ש"ח)	עלות השינוי (ש"ח)	זמן החזר השקעה (שנים)
התקנת וסת תדר במעגל המשני	674,400	274,000	712,000	2.6
התקנת וסת תדר במעגל השלישי	540,000	220,000	500,000	2.3
התקנת וסת תדר במגדל הקירור	82,800	34,000	84,000	2.5
התקנת מדי ספיקה ומוני חשמל + שדרוג מע' בקרה	360,000	146,000	534,000	3.7
סה"כ	1,657,200	674,000	1,830,000	2.7

הערות:

1. הערכת החיסכון הצפוי בהתקנת וסתי תדר מבוסס על חיסכון של כ-30% מצריכת החשמל של המשאבות/ מפוחים בהתאם לשעות הפעילות.
2. הערכת הפרויקט של התקנת וסתי תדר במעגל המשני מבוססת על התקנת 2 וסתי תדר בכל קו משני.
3. הערכת הפרויקט של התקנת וסתי תדר במעגל השלישי מבוססת על התקנה ב-30 במבנים.
4. הערכת החיסכון מהתקנת מדי ספיקה ושדרוג מערכת בקרה מבוססת על חיסכון של כ-6% מצריכת החשמל של הצ'ילרים בשני חדרי האנרגיה.

8.3 מיזוג אוויר במבנים

בכל מבנה מותקנות מערכות שונות למיזוג אוויר. להלן פירוט המערכות:

1. ברוב המבנים מותקנים מפוחי נחשון ויט"אות המקבלים מים קרים / חמים מהמערכת המרכזית. רוב היט"אות מחוברות למערכת בקרת המבנה. ברוב המקומות לא מותקנים אביזרי בקרה למפוחי הנחשון והם מופעלים ידנית ע"י משתמש הקצה.
2. בחלק מהמבנים מותקנים מזגנים מפוצלים / מזגני חלון. רוב המזגנים מבוקרים באמצעות קוצב זמן של שעותיים.
3. בחלק מהמבנים קיים שילוב של מפוחי נחשון, יט"אות ומזגנים מפוצלים.
4. בחלק קטן של המבנים מותקנים צ'ילרים מקומיים עם יט"אות ומפוחי נחשון המבוקרים באמצעות מערכת בקרת המבנה.

המלצות לחיסכון:

1. **"הפלת מזגנים"** - במקומות בהם מותקנת מערכת בקרת מבנה (לא כולל מעבדות) ביצוע "הפלות מזגנים" – כיבוי של מפוחי הנחשון מספר פעמים ביום, באמצע היום ובסוף היום. במקומות שעדיין פעילים יוכלו המשתמשים להפעיל את המיזוג בלחיצת כפתור, ביתר המקומות המיזוג ישאר כבוי.
2. **התקנת רגשי נוכחות** – התקנת רגשי נוכחות במשרדים, בכיתות ובחדרים בהם מותקנים מפוחי נחשון, יט"אות או מזגנים מפוצלים ללא קוצב זמן מקומי. רגש הנוכחות יפסיק את פעולת המיזוג והתאורה לאחר זמן מוגדר מראש כאשר לא נקלטת תנועה ברגש, הפעלת המזגן תתבצע אוט' עם זיהוי תנועה.
בהנחה כי רגש הנוכחות יכבה את המערכת כשעתיים ביום, החיסכון הצפוי בצריכת החשמל בהתאם לתפוקת יחידת הקצה:

 - החיסכון הצפוי בצריכת החשמל למפוח נחשון אחד (בספיקה של CFM 400 שווה ערך ל- 1 טון קירור) כ- 500 קוט"ש בשנה וחיסכון כספי של כ- 200 ₪ בשנה.
 - החיסכון הצפוי בצריכת החשמל למפוח נחשון אחד (בספיקה של CFM 800 שווה ערך ל- 2 טון קירור) כ- 1,000 קוט"ש בשנה וחיסכון כספי של כ- 400 ₪ בשנה.
 - החיסכון הצפוי בצריכת החשמל ביט"א (בספיקה של CFM 5,000 שווה ערך ל-12.5 טון קירור) כ- 6,250 קוט"ש בשנה וחיסכון כספי של כ- 2,500 ₪ בשנה.

עלות התקנת רגש נוכחות כ-600 ₪, בהתאם לכך זמן החזר ההשקעה נע בין שלוש שנים בחדר קטן להחזר מיידי בכיתות ובחדרים גדולים.

3. **החלפת מזגני חלון** - באוניברסיטה מותקנים מאות מזגני חלון ישנים הפועלים בנצילות נמוכה (COP=1), החלפת המזגנים הישנים במזגנים מדגם חדש (עם מקדם יעילות COP=3) תקטין את צריכת החשמל למיזוג בחצי.

החיסכון הצפוי הינו כ-2,000 קוט"ש וכ-1000 ₪ למזגן. עלות החלפת מזגן הינו כ-3,500 ₪ כך שזמן החזר ההשקעה הצפוי הינו כ-3.5 שנים.

טבלה 53: תיאור מערכת המיזוג במבנים

מיקום	צילר מקומי	מס' יט"א"ות	מס' מפוצלים ומיני מרכזיים	מס' מזגני חלון	פקג'	מס' פיינקולים	המלצה
ספריה		10		3			
ספריה מרכזית							
פקולטה לרפואה		16	291	10		321	התקנת כ-200 רגשי נוכחות על מזגנים ומפוחי נחשון
מדעי החיים - בריטניה		8	245	13	6	22	התקנת כ-100 רגשי נוכחות על מזגנים ומפוחי נחשון
הנדסה רב-תחומי	65*3	27				54	
וולפסון הנדסה מכאנית		43	144	10	3	220	התקנת כ-200 רגשי נוכחות על מזגנים ומפוחי נחשון
אורנשטיין			130	2	1		התקנת 30 רגשי נוכחות בכיתות ליט"אות
משרדים	190*1	10				147	ביצוע הפלות מפוחי נחשון באמצע יום
דן דוד		16				66	התקנת 50 רגשי נוכחות בכיתות ואולמות (10 יט"אות)
גילמן			300	24	2		התקנת כ-100 רגשי נוכחות על מזגנים
נפתלי		37	87	77	1	57	התקנת 60 רגשי נוכחות בכיתות ואולמות (10 יט"אות) ומשרדים
סה"כ בכל האוניברסיטה		387	3,100	660	-	2,600	

להלן הערכת החיסכון, עלות הפרויקט וזמן החזרי ההשקעה.

טבלה 54: החיסכון הצפוי כתוצאה מביצוע השינויים

המלצה	מס' נקודות	חיסכון בצריכה (קוט"ש)	חיסכון (ש"ח)	עלות השינוי (₪)	זמן החזר השקעה (שנים)
הפלת מזגנים במערכת בקרה	200	100,000	46,000	-	
התקנת רגשי נוכחות	פיינקולים - 1,500 יט"אות - 50 מפוצלים - 1,000	2,040,000	946,000	1,775,000	1.9
החלפת מזגני חלון	660	1,320,000	650,000	2,300,000	3.5
סה"כ		3,460,000	1,642,000	4,075,000	2.5

החיסכון הצפוי: החיסכון הצפוי כתוצאה מביצוע הפרויקטים הינו – 3.5 מיליון קוט"ש וכ-1.6 מיליון ש"ח.

עלות הפרויקט וזמן החזר השקעה: העלות הכוללת לביצוע הפרויקט הינו כ-4 מיליון ₪ ובזמן החזר השקעה של 2.5 שנים.

חיסכון בתאורת פנים

במסגרת הסקר ערכנו מדידת עוצמת הארה באזורים שונים, ברוב האזורים שנבדקו, רמת ההארה תואמת לתקן. במספר מקומות היו עוצמות ההארה גבוהות מהתקן כגון משרדים ומסדרונות פנימיים בהן התאורה פועלת שעות רבות ביממה ולכן קיים פוטנציאל לחיסכון באנרגיה.

האוניברסיטה לאחרונה פועלת להחלפת גופי תאורה ישנים בחדשים הפועלים באופן חסכוני לדוגמה כל הכיתות החדשות מוארות בגופי תאורה בעלי משנק אלקטרוני ונורות יעילות מסוג T-5.

חלק גדול מגופי התאורה המותקנים במתחם האוניברסיטה כוללים נורות פלורוסנטיות מדגם מיושן (T-8, T-12), דגם נורה זה פועל ביעילות מופחתת מהנורות הפלורוסנטיות החדשות מדגם T-5.

לדוגמא גוף תאורה הכוללת נורה פלורוסנטית מדגם T-8 בהספק של 36 ווט צורך כ-43 ווט (להספק הנורה יש להוסיף את הספק המשנק המגנטי המהווה צרכן חשמל קבוע).

גוף תאורה חדיש הכולל נורה מדגם T-5 בהספק של 28 ווט ומשנק אלקטרוני צורך כ-29 ווט ויספק עוצמת הארה דומה (חיסכון בחשמל של 32%).

לנורות החדשות יתרונות נוספים מבחינת אורך חיי הנורה (גבוה ב-25-30% בממוצע) ויציבות עוצמת הארה (בנורות רגילות קיימת דעיכה בתפוקת האור המגיע עד ל-50%).

המלצות: החלפת כל גופי התאורה הישנים בגוף חדש הכולל משנק אלקטרוני

הערה:

נורות מסוג T-5 בעלות קוטר נמוך במיוחד (כ-1 ס"מ) ופולטות עוצמת הארה גבוהה, כך שעוצמת הארה לס"מ מרובע גבוהה, בהתאם לכך המנורה עשויה לסנור במבט ישיר (בהיקות גבוהה של הנורה), בכדי למנוע סנור מקובל להתקין עבור נורת T-5 גוף תאורה המונע הארה ישירה של הנורה.

ערכנו מודל כלכלי להחלפת כל גופי התאורה הישנים המותקנים באוניברסיטה בגופי תאורה חסכוניים מדגם T5.

הנחות המודל:

1. הנורות פועלות 3,000 שעות בשנה.

2. תעריף קו"ט 0.46 ₪.

להלן תוצאות המודל:

טבלה 55: הערכת החסכון וזמני החזר השקעה בהחלפת גופי תאורה

תאור	אורך חיי נורה (שעות)	שטף אור נורה (לומן)	נצילות אורית (לומן/ ואט)	מס' נורות בג"ת	שטף אור בג"ת (לומן)	הפסדי משנק (%)	הספק כולל ג"ת (W)	השקעה צפויה בהחלפת ג"ת (ש)	צריכת חשמל שנתית ג"ת (Kwh)	הוצאות חשמל שנתיות ג"ת (ש)	זמן החזר השקעה גולמי (שנים)
T8 2*40W	12,000	2,500	63	2	5,000	20%	96		288	133	
T5 2*28W	20,000	2,750	98	2	5,500	5%	59	220	176	82	4.0
הפרש	8,000	250	36%		9%	0	-37		-112	-52	
T8 2*(1*40W)	12,000	2,500	63	2	5,000	20%	96		288	133	
T5 2*28W	20,000	2,750	98	2	5,500	5%	59	220	176	82	4.0
הפרש	8,000	250	36%		9%	0	-37		-112	-52	
T8 2*(1*36W)	12,000	2,500	69	2	5,000	20%	86		259	121	
T5 2*28W	20,000	2,750	98	2	5,500	5%	59	220	176	82	5.4
הפרש	8,000	250	29%		9%	0	-28		-83	-38	
T8 2*36W	12,000	2,500	69	2	5,000	20%	86		259	121	
T5 2*28W	20,000	2,750	98	2	5,500	5%	59	220	176	82	5.4
הפרש	8,000	250	29%		9%	0	-28		-83	-38	
T8 4*18W	12,000	1,150	64	4	4,600	20%	86		259	121	
T5 3*14W	20,000	1,300	93	3	3,900	5%	44	350	132	61	5.9
הפרש	8,000	150	31%		-18%	0	-42		-127	-59	
T8 3*40W	12,000	2,500	63	3	7,500	20%	144		432	201	
T5 2*39W	20,000	3,400	243	2	6,800	5%	29	470	88	41	2.9
הפרש	8,000	900	74%		-10%	0	-115		-344	-160	
T8 4*40W	12,000	2,500	63	4	10,000	20%	192		576	267	
T5 2*49W	20,000	4,850	99	2	9,700	5%	103	470	309	143	3.7
הפרש	8,000	2,350	37%		-3%	0	-89		-267	-124	
T8 5*40W	12,000	2,500	63	4	10,000	20%	192		576	267	
T5 2*54W	20,000	4,900	350	2	9,800	5%	29	580	88	41	2.6
הפרש	8,000	2,400	82%		-2%	0	-163		-488	-226	

לפיכך זמני החזר ההשקעה נעים בין 2-6 שנים בהתאם לסוג הנורה.

ערכנו רישום והערכה של מספר גופי התאורה המותקנים באוניברסיטה ובהתאם לכך חישבנו את סך החיסכון כתוצאה מהחלפת גופי תאורה לגופים חדשים בעלי יעילות משופרת.

טבלה 56: הערכת כמויות גופי תאורה מותקנים

סה"כ	גופי תאורה								מבנה
	18*4	5*40	4*40	3*40	2*40	1*40	2*36	1*36	
1,400		50	150	60	240	500	200	200	ספריה מרכזית
2,300	500				300	500	400	600	פקולטה לרפואה
1,350	150				250	250	200	500	מדעי החיים - בריטניה
300	300								הנדסה רב - תחומי
4,200	1,000				900	600	1,100	600	וולפסון הנדסה מכאנית
1,034	84					300	250	400	אורנשטיין
540	540								בניין הסנאט
960							816	144	דן דוד
1,335	360				200	125	400	250	גילמן
2,810				60	850	600	700	600	נפתלי
36,515	6,602	113	338	270	6,165	6,469	9,149	7,412	שאר האוניברסיטה
52,744	9,536	163	488	390	8,905	9,344	13,215	10,706	סה"כ
5,570,850	1,210,055	79,268	130,309	134,082	993,798	1,042,763	1,094,161	886,415	חיסכון באנרגיה (קוט"ש)
2,584,874	561,466	36,780	60,464	62,214	461,122	483,842	507,690	411,297	חיסכון בחשמל (ש"ח)
12,624,599	3,318,354	94,250	226,200	180,960	1,859,364	1,950,975	2,759,188	2,235,308	עלות החלפה (ש"ח)
4.9	5.9	2.6	3.7	2.9	4.0	4.0	5.4	5.4	זמן החזר השקעה (שנים)

השקעה צפויה: 12.6 מיליון ₪ (כולל מע"מ).

החיסכון הצפוי: החיסכון השנתי הצפוי כ- 5.6 מיליון קוט"ש בשנה ומסתכם בכ- 2.6 מיליון ₪ (כולל מע"מ)

תקופת החזר השקעה: 4.9 שנים.

הערה: לא התייחסנו בחישוב זה לחיסכון הנוסף הנובע מהקטנת תחלופת הנורות וצמצום האחזקה הכרוכה בכך.

8.4 מערכות מחשב

באוניברסיטה פועלות כ-6,000 עמדות מחשב, רוב העמדות נותרות פעילות ברציפות 24 ש' ביממה. ניתן להפעיל תוכנה לחיסכון באנרגיה שתכבה את המחשבים ומסכי המחשב בעת שלא מתבצעת פעילות במחשב זמן קצוב.

כיבוי המסך והמחשב פעם ביום אינו פוגע בפעילות המחשב ומאפשר חיסכון בחשמל.

הספק כל מסך מחשב (LCD) פועל 30 ואט.

הספק כל מסך מחשב (CRT) פועל 60 ואט.

הספק כל כונן מחשב בפעולה 50 ואט.

הערה: מסך מחשב במצב של שומר מסך אינו חוסך בחשמל.

חיסכון שנתי וזמן החזר השקעה:

הפוטנציאל לחיסכון לכיבוי 6,000 **מסכי מחשב ומחשבים** מסתכם ב:

$0.08 \text{ (קו"ט)} * 6,000 \text{ (מחשבים)} * 6,500 \text{ (שעות)} * 50\% \text{ (מקדם עומס)} = 1.56 \text{ מיליון קוט"ש.}$

בהתאם לתעריפי התעו"ז מתקבל פוטנציאל לחיסכון כספי של כ- 362,000 ₪ בשנה (כולל מע"מ).

עלות היישום מוערך בכ-100,000 ₪ כך שזמן החזר ההשקעה קצר ביותר.

תאור המערכת המוצעת:

נדרש להתקין בשרתי המחשב תוכנה ייעודית כדוגמת תוכנת Power plug, תוכנה זו מאפשרת כיבוי מרוכז של המחשבים (העברתם למצב "שינה") והפעלתם מרחוק במידה ונדרש לבצע עדכון תוכנות או פעילויות אחזקה.

התוכנה מציגה את נתונים לגבי כמות המחשבים אותה היא כיבתה וכן את החיסכון בחשמל ובהוצאות בהתאם לתעריפי התעו"ז העדכניים.

8.5 ייצור חשמל ע"י התקנת מתקנים פוטו-וולטאים

בהמשך למדיניות הממשלה לעידוד ייצור חשמל באנרגיות מתחדשות, נקבע הסדר מיוחד לצרכני חשמל בעלי מתקנים פוטו-וולטאים המשמשים לצרכיכם העצמית והזרמת עודפי האנרגיה לרשת. ההסדר מיועד ללקוחות במתח נמוך ובמתח גבוה, שברשותם מתקנים פוטו-וולטאים קטנים.

סקירה: תחום המתקנים הסולאריים מוסדר באמצעות תקנות של רשות לחשמל. ביולי 2008 הוסדר תעריף עידוד להקמת מערכות פוטו-וולטאיות על גגות למתקנים פרטיים ומסחריים בהספק של עד 50 קו"ט, התעריף עומד על 1.9 ₪ לקו"ט. המחיר יוצמד למדד המחירים לצרכן ולשערי המטבע, ויעודכן אחת לשנה. התעריף יובטח ללקוח ל-20 שנה.

הגדרות:

א. תא פוטו-וולטאי (PV): מתקן ההופך ישירות את אנרגיית השמש לאנרגיה חשמלית, המתקן מבוסס על משפחת חומרים הנקראים חצי-מוליכים (Semiconductors), מהם מכינים גם את הרכיבים האלקטרוניים המשמשים לדוגמא במחשבים. חצי המוליך הידוע ביותר הוא הסיליקון, המשמש בתעשיית האלקטרוניקה. הסיליקון מצוי בחול ים, אך כדי לייצר ממנו תאי שמש יש ליצור ממנו חומר בדרגת ניקיון גבוהה. תאים פוטו-וולטאים מכילים לכל הפחות שתי שכבות של מוליכים למחצה, אחת הטעונה בחלקיקים חיוביים, והשנייה טעונה בחלקיקים שליליים. כאשר אור מאיר על המוליכים למחצה, השדה החשמלי הנמצא בצומת שבין שתי השכבות גורם לזרם, היוצר זרם ישר. ככל ששטף האור חזק יותר, כך זרם החשמל הנוצר חזק יותר.

ב. Wp: יחידת למדידת ההספק של תא פוטו-וולטאי, בהתאם לתקינה. Wp (Watt-Peak) הינה יחידת ההספק כתלות בעצמת האור, טמפרטורה ותנאים ספקטראליים שונים.

ג. יעילות תאי שמש חשמליים: יעילות של תא שמש מוגדרת כיחס בין כמות ההספק החשמלי המופקת מהתא לעומת כמות האנרגיה של קרינת השמש הנופלת עליו, יעילות תא שמש מוגבלת על ידי תהליכי בליעה ואיבודים של קרינה, הגורם העיקרי המגביל את יעילות תאי השמש הוא חוסר היכולת לנצל את כל ספקטרום אורכי הגל המגיעים מהשמש, יעילות ההמרה של תא שמש נקבעת על פי: א. סוג החומרים מהם מורכב תא השמש. ב. האלקטרודות המורכבות על תא השמש (שמסתירות את הקרינה מלהגיע לחומר). ג. עובי החומר בו נבלעת קרינת השמש הפוגעת. יעילות של 30% הושגה בתאי שמש ניסיוניים במעבדה, ויעילות של 12% עד 20% מקובלת במוצרים הנמכרים כיום לצרכנים. ריכוז האור על ידי מראות מסייע להוזיל את נצילות המערכת. אולם מערכות אלה דורשות פן נוסף – עקיבה אחרי השמש, אשר דורש גם השקעה גדולה יותר לצד החיסכון המתקבל. כמו כן, מערכות העקיבה נחשבות כיום לפחות אמינות.

ד. מערכת סולארית המחוברת לרשת החשמל: הרכיבים העיקריים במערכות סולאריות המחוברות לרשת החשמל הינם הקולטים הסולאריים וממיר המתח הקרוי "ממיר מתח רשת" (מהפך או Inverter).

ה. מהפך/ממיר (Inverter): הקולטים הפוטו-וולטאים מפיקים זרם ישר - DC. המהפך ממיר את הזרם הישר לזרם חילופין - AC, כדי שיהיה אפשר להזרימו לרשת חברת החשמל.

המלצות: אנו ממליצים על התקנת קולטים פוטו-וולטאים בקמפוס הראשי. הספק המערכת להתקנה באתר 50 kWp לייצור חשמל ירוק. ייצור החשמל באמצעות התאים הפוטו-וולטאים יאפשרו לחברת חשמל

להקטין את המזהמים שנפלטים לאוויר ע"י ייצור החשמל באמצעים קונבנציונליים ויתרמו באופן ישיר לאיכות הסביבה. שטח הקולטים ברוטו למערכת יהיה כחצי דונם.

החיסכון הצפוי בייצור חשמל באמצעים קונבנציונליים: המערכת הסולארית צפויה לייצר בשנה אחת

באתר כ- 82,500 קוט"ש. השווי השנתי של החשמל ה"ירוק" המיוצר הינו כ- 180,000 ₪ (כולל מע"מ).

השקעה נדרשת ותקופת ההחזר: עלות המערכות הקיימות כיום בשוק הוזלו באופן משמעותי ועלות

מערכת בהספק של 50 kWp צפויה לעלות כ- 1.1 מליון ₪ ובזמן החזר של כ-6 שנים.

9. פעולות לחיסכון באנרגיה שבוצעו אוניברסיטת ת"א

9.1 מרכז האנרגיה – הקצבת שעות

מרכז האנרגיה מספק מים קרים, מים חמים וקיטור למבנים השונים. בשנים האחרונות החל מנהל מרכז האנרגיה לבצע פעולות לחיסכון באנרגיה ביניהם:

א. קיצור שעות פעילות דוודי הקיטור, בעבר היו מספקים קיטור ברציפות 24 שעות ביממה כל השבוע, כיום הדוודים פועלים 7 שעות ביום 5 ימים בשבוע. מהלך זה הביא לחיסכון ניכר בצריכת הדלקים.

ב. קיצור ימים ושעות באספקת המים הקרים/חמים למבנים. בעבר המשאבות במעגל המשני היו פעילות בכל ימות השנה ומספקות או מים מים או קרים או במקביל. כיום מפעילים את המשאבות במעגל המשני לחלק מהמבנים בהתאם לטמפרטורה החיצונית (ראה סעיף 7.1.1). מהלך זה הביא לחיסכון ניכר בצריכת החשמל הן של המשאבות סחרור והן של מערכות המיזוג (צ'ילרים).

9.2 מערכות תאורה

א. במבנים חדשים ובשיפוץ מבנים קיימים משתמשים בנורות פלורוצנטיות יעילות מסוג T5. כמו כן בחדרי מדרגות בוצעו פיילוטים להכנסת נורות מסוג לד. נורות יעילות וחסכוניות בצריכת החשמל לתאורה.

ב. מותקנים רגשי פוטו סל בתאורת החוץ.

ג. מותקנים קוצבי זמן לחדרי מדרגות.

ד. מנצלים אור טבעי ע"י שימוש בחלונות גדולים.

ה. חלק ממערכות התאורה מפוקדות באמצעות מערכת הבקרה המרכזית.

ו. מותקנות נורות PL חסכוניות באזורים שניתן.

9.3 התקנת מוני חשמל פנימיים

לאחרונה התקינו בכל המבנים באוניברסיטה מוני חשמל, באמצעות מוני החשמל מבצעים מעקב חודשי אחר צריכות החשמל של המבנים השונים ומטפלים בצרכנים חריגים.

9.4 התקנת רגשי נוכחות וקוצבי זמן

א. בכל המזגנים המפוצלים מתקינים קוצבי זמן להפסקת פעילות המזגן בכל שעותיים.

ב. בכיתות שעוברות שיפוץ מתקינים רגשי נוכחות לכיבוי מערכת המיזוג המקומית.

9.5 החלפת מזגני חלון

במסגרת שדרוג תשתיות המתבצע באופן שוטף, מוחלפים בקצב מהיר מזגני החלון הישנים במזגנים מפוצלים בעלי יעילות ואמינות משופרת.

בעת סיכום הסקר נותרו באוניברסיטה רק כ-440 מזני חלון, ירידה של 33% ממספרם במהלך שנת 2010

9.6 ייעול מערכות במסגרת פרויקט ASCO

האוניברסיטה נערכת בימים אלו לבחירת ספק לביצוע התייעלות כוללות במערכות ותשתיות האנרגיה של האוניברסיטה, חלק ניכר מהתחומים שיטופלו מופיעים בסקר זה.

10. סיכום סקר

- א. במהלך הסקר ערכנו מדידות אנרגטיות באמצעות אוגרי נתונים מסוגים שונים, לאחר ניתוח הנתונים ועיבודם ניתנו המלצות לייעול ולחיסכון בצריכת החשמל במבנה.
- ב. בסקר נמצא כי קיימת מודעות לחיסכון באנרגיה מצד אחזקת המבנה והתבצעו פעולות רבות לשימור האנרגיה.
- ג. צריכת האנרגיה השנתית של האוניברסיטה הינה 16,482 טשע"נ. פוטנציאל החיסכון הנובע מהשינויים המוצעים הינו כ- 3,213 טשע"נ, 19.5% מצריכת האנרגיה של האוניברסיטה.
- ד. אנו ממליצים ליישם את כל ההמלצות בסקר זה.
- ה. נשמח לסייע לכם בשלב גיבוש תוכנית העבודה ויישום ההמלצות.

להבהרות נוספות נשמח לעמוד לרשותכם.

נספחים