



הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל



מוסד שמואל נאמן
למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה מס' 6
מוסד שמואל נאמן, הטכניון

חיסכון במערכות מיזוג אוויר

פרופ' גרשון גרוסמן • ד"ר אופירה אילון



6

11.6.07

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

1 מבוא

מוסד נאמן הוקם בשנת 1978 ביוזמת מר שמואל נאמן. מטרת המוסד ודרך פעולתו פורטו במסמכי ההקמה: "מוסד נאמן מוקם לסייע בחיפוש פתרונות לבעיות הלאומיות בתחום הפיתוח הכלכלי, המדעי והחברתי במדינת ישראל"; "בחירת נושאי הפעילות תותנה על ידי השאיפה לעידוד בפתרון בעיות המדינה לטווח בינוני וארוך, תוך ניצול מאגר כוח האדם המדעי והטכנולוגי הנמצא בטכניון וגיוס צוותות המורכבים מאנשי הטכניון ומחוצה לו לתקופות מוגבלות אשר ירכזו מאמציהם בנושאים שנקבעו".

להשגת יעדים אלה מקדם מוסד נאמן מחקרי מדיניות ומדיניות מו"פ מתוך כוונה לגבש על בסיסם ניירות עמדה ומסמכי מדיניות, אשר יובאו לפני הציבור המקצועי והציבור של קובעי המדיניות, ויצילו לפנייהם חלופות שונות לקבלת החלטות.

2 ייעוד והיקף פעולה

הדגש העיקרי בפעילות המקצועית במוסד נאמן היא באותם תחומים שהם בפן הביניים, שבין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה וחברה. הפעילות בתחומי ביניים אלה הינה חשובה כיום יותר מאשר אי פעם בעבר, וזאת משום שבתקופתנו המדע והטכנולוגיה הם הכוח המניע לקידום ושגשוג כלכלי ויש להם השפעה מהותית על איכות החיים ועל מגוון של היבטים חברתיים. זה הייחוד של מוסד נאמן כמכון למחקרי מדיניות. היבט חשוב נוסף לפעילות בתחומי ביניים אלה אמור להיות האימפקט שלהם על המחקר המדעי והטכנולוגי ועל קביעת סדרי עדיפויות בתחומים אלה. קשרי הגומלין ההדוקים בין מדע וטכנולוגיה ובין כלכלה ובין חברה יוצרים מערכת מורכבת של היוזנים הדדיים וכתוצאה מכך ההתפתחות המדעית והטכנולוגית כיום אינה מתנהלת בדרך עצמאית לחלוטין כפי שהיה בעבר הלא רחוק. היא מושפעת בצורה גוברת והולכת על ידי צרכים כלכליים וחברתיים. לפיכך, ההבנה של קשרי גומלין אלה הינה אלמנט חשוב נוסף בקביעת מדיניות מחקר ותחומי מחקר באוניברסיטאות ובמכוני מחקר.

3 מבנה ודרך פעולה

מוסד נאמן ממוקם בתוך קמפוס הטכניון ונהנה מההשתתפות של מוסד זה. יחד עם זאת מוסד נאמן הינו גוף עצמאי מבחינה משפטית ומנהלית. מבנה זה מאפשר לו פעולה יעילה למילוי ייעודיו בכל הקשור לגמישות בהרכבת צוותי חוקרים ומומחים, הכוללים גם נציגים מאוניברסיטאות וגופים מחוץ לטכניון, הדרושים לפעילות הבין-תחומית.

4 פעילות מקצועית

סקירות של פרויקטים שונים, שבוצעו במוסד נאמן מוצגות בדיווחים השנתיים המופצים בציבור. חומר זה ופרסומים אחרים מוצגים באתר האינטרנט של המוסד www.neaman.org.il.

תחום מחקרי מדיניות לאומית הקשורים במדע וטכנולוגיה הנו גרעין הפעולה של מוסד נאמן. הוא משתלב בפעילויות יישום ופעולות משלימות נוספות, שעיקרן הוא יצירת קשר עם השטח, בכל הקשור לנתונים הנדרשים למחקרי מדיניות, שמטרתן ליצור תודעה בציבור המקצועי ובציבור מקבלי ההחלטות כדי ליישם את מחקרי המדיניות. הפעילות במחקרי מדיניות מקיפה ארבעה תחומים עיקריים: מדע-טכנולוגיה-כלכלה; סביבה תשתית ותכנון לאומי; טכנולוגיה וחברה; חינוך אוניברסיטאי, הון אנושי והתפתחויות מדעיות. פעילויות היישום כוללות, בין השאר, ייזום וניהול של השותפים האקדמיים בקונסורציה שבמסגרת מגנט ומאגרי מידע לשימוש החוקרים והציבור הרחב.

חיסכון במערכות מיזוג אוויר

סיכום והמלצות דיון פורום האנרגיה של מוסד שמואל

נאמן, הטכניון

מיום 11 ביוני 2007

נערך ע"י:

פרופ' גרשון גרוסמן

ד"ר אופירה אילון

יולי 2007

רשימת המשתתפים :

מוסד שמואל נאמן והפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון – יו"ר	גרשון	גרוסמן	פרופ'
מוסד שמואל נאמן, הטכניון	יורם	אבנימלך	פרופ'
אסא אהרוני מהנדסים יועצים בע"מ	רפי	אהרוני	מר
IDE Technologies LTD	אברהם	אופיר	מר
מוסד שמואל נאמן	אופירה	אילון	ד"ר
Smart LTD	עופר	אלון	ד"ר
משרד התשתיות הלאומיות – אגף מחקר ופיתוח	אברהם	ארביב	ד"ר
משרד התשתיות הלאומיות – אגף שימור אנרגיה	אדי	בית-הזבדי	מר
הטכניון - אגף בינוי ותחזוקה	עדי	בן-ארי	מר
קור עז בע"מ	חנן	בראלי	מר
United Projects LTD	עמוס	ברקוביץ	מר
יו"ר איגוד מהנדסי קירור ומיזוג אוויר- "אימקס"			
מכון התקנים הישראלי - מעבדת אנרגיה	ראובן	גודלי	מר
Wanson (Wansil) LTD	יורם	גרוס	מר
אלקטרה בע"מ	רמי	הברון	מר
יו"ר המועצה הלאומית למו"פ	דן	זסלבסקי	פרופ'
מחלקת מיזוג אוויר, מרכז רפואי רמב"ם	מוניר	חטיב	מר
יוגב מהנדסים בע"מ	נחום	יוגב	מר
The Levon Group LLC	מרים ופרי	לב-און	ד"ר
משיק מדחסים בע"מ	בועז	ממן	מר
רשות שדות התעופה	יובל	מרגוליס	מר
Scitherm LTD	אליעזר	פרוכטר	מר
הטכניון	מיכאל	ציבולבסקי	ד"ר
נידן מערכות שליטה ובקרה בע"מ	עופר	קרן	מר
משרד התשתיות הלאומיות - אגף שימור אנרגיה	דוד	רודיק	מר
הטכניון- אגף בינוי ותחזוקה	יצחק	רומנו	מר
Cooling Quality Management (CQM) LTD	חמי	שוגרמן	מר
הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון	אברהם	שיצר	פרופ'
Sparrow Energy LTD	קובי	תוינה	מר

הבעת תודה

המחברים מודים למרצים על המידע שהציגו ולכלל משתתפי הפורום על תרומתם לדיון הפתוח. תודות לגב' נעה- איילת עזריאל על רישום הפרוטוקול.

עמוד

תוכן העניינים

4	פרק 1 : הקדמה
6	פרק 2 : רקע
9	פרק 3 : מידע בנושא חיסכון במערכות מיזוג אוויר
15	פרק 4 : דיון
25	פרק 5 : סיכום והמלצות
27	פרק 6 : מקורות

נספחים

28	נספח 1 : תמצית סקר מיזוג אוויר בישראל – מוסד שמואל נאמן (2004)
41	נספח 2 : תוכנית פורום אנרגיה- חיסכון במערכות מיזוג אוויר – 11.6.2007

1. הקדמה

מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה, במסגרת פעילותו בתחום האנרגיה, מקיים מפגשי "פורום אנרגיה" המוקדשים לדיון בנושאים בעלי חשיבות לאומית בתחום זה. בפורום האנרגיה מתקיים דיון ממוקד בנושאים מוגדרים, בהשתתפות צוות מומחים המוזמנים לפי הנושא. המטרה היא להתרכז בשאלות רלבנטיות ומוגדרות, לתאם בין הגורמים ולהגיע להמלצות על דרכי פעולה לקידום הנושא, שניתן להציגן בפני מקבלי החלטות.

תחום מיזוג האוויר הינו קריטי למדינת ישראל כמדינה מתקדמת טכנולוגית ותרבותית באקלים ים-תיכוני. לצורך השוואה – רווחת הדעה כי המצאת מיזוג האוויר הביאה מהפכה של ממש לכלכלת מדינות הדרום של ארה"ב, שלפני כן לא יכלו לקלוט תעשייה מתקדמת ונאלצו להתבסס על גידול כותנה וכדומה. המחיר שאנו משלמים הוא יקר – שיא הביקוש לחשמל נגרם בקיץ עקב השימוש במיזוג אוויר, בעיקר במגזר התעשייתי והעסקי. בשעות השיא (שעות הצהריים של חודשי הקיץ) ההספק למיזוג אוויר הינו כ- 40% משיא הביקוש הכולל. נתון חשוב נוסף הוא שכ- 70% מצריכת החשמל של בניין משרדים אופייני כיום מוקדשת למיזוג אוויר.

ישראל היא בחזקת אי אנרגטי מבודד, ולכן צריכה חברת החשמל להיערך על מנת לספק את שיא הביקוש, בניגוד למדינות אירופה או ארה"ב, אשר יכולות להישען על תחנות כוח במדינות סמוכות, שסייעו באספקת חשמל בשיא הביקוש. בגלל אותה בדידות, לא מזהרת, אנו חייבים לנקוט את מירב המאמצים על מנת למתן, ככל האפשר את הביקוש, ובכך אף להצדיק דחייה של הקמת תחנות כוח חדשות. והאפשרויות הגלומות בחיסכון הן רבות, ולכן יש לפעול לייעול במקביל להקטנת השימוש במערכות מיזוג אוויר.

המפגש הדין במערכות לחסכון במיזוג אוויר התקיים ב-11 ביוני 2007, במוסד שמואל נאמן בטכניון והשתתפו בו למעלה מ-25 מומחים בנושא מהסקטור התעשייתי, האקדמיה והממסד הממשלתי והציבורי. המשתתפים בפורום, שנבחרו בקפידה עקב מומחיותם, מהווים, ללא ספק, קבוצה ייחודית ובעלת סטאטוס מקצועי ראשון במעלה בתחום האנרגיה בכלל ובתחום מערכות מיזוג האוויר בפרט. במפגש זה הייתה נציגות נכבדת למגזר העסקי, הפועל רבות בתחום ומציע מגוון פתרונות טכנולוגיים. הדבר מעיד כי המגזר העסקי השכיל להבין כי מערכות מיזוג האוויר הן בעלות פוטנציאל נכבד לחסכון בהוצאות בארגונים ומוסדות.

בחלקו הראשון של המפגש הציגו חלק מן המשתתפים מידע על פעילות בארץ ובעולם בנושא מיזוג האוויר, שיקולים טכנולוגיים וכלכליים הנוגעים למערכות אלה ועוד. מצגות המשתתפים נמצאות באתר מוסד ש. נאמן: <http://www.neaman.org.il/> (אירועים). בחלק השני התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו.

תמצית הדיונים מסוכמת בדו"ח להלן, והוא מוגש למקבלי ההחלטות במטרה ליצור מומנטום שיביא את מדינת ישראל להכיר בחשיבות החיסכון במערכות מיזוג האוויר. משתתפי הפורום תמימי דעים שקיים פוטנציאל רב בייעול מערכות אלה וכי רבות הדרכים לטיפול ולקידום הנושא בישראל - החל בהכשרת מתקיני מערכות מיזוג, תקינה לגבי יעילות מערכות המיזוג, חינוך והסברה לציבור הרחב, התקנה של טכנולוגיות המשפרות את תפקוד ונצילות המערכות וכלה בתכנון ובניה של מבנים חוסכי אנרגיה.

:

2. רקע

2.1. מערכות מיזוג אוויר

מערכות מיזוג אוויר לשימוש בבניינים מתחלקות לשני סוגים עיקריים: מערכות יחידתיות (unitary systems) ומערכות מרכזיות. לסוג הראשון שייכים מזגני חלון, מזגנים מפוצלים ומיני-מרכזיים. אלה מערכות סטנדרטיות המהוות חלק הארי בהתקנות בבתי מגורים ולא מעט גם בבניינים ציבוריים, מסחריים ותעשייתיים. תפוקת הקירור¹ שלהן נעה בד"כ בטווח 2-15 קילוואט, וניתן להתקינן בבניינים קיימים ללא צורך בתכנון מראש. במהלך 20 השנים האחרונות חל שיפור מתמשך בביצועי מערכות יחידתיות: מקדם הביצוע (COP) יותר משהוכפל (מערך ממוצע של 1.6 עד כדי 3.3 כיום); רמת הרעש הוקטנה במידה ניכרת; שופר העיצוב והוכנסו לשימוש שלטים אלקטרוניים לבקרה מרחוק; לאחרונה הוכנסה לשימוש מערכת בקרת עומס המבוססת על שינוי מהירות סיבוב המדחס, המאפשרת בקרה רציפה במקום בקרת on-off שהייתה מקובלת שנים רבות – נושא בעל משמעות רבה לשיפור בביצועים העונתיים (seasonal COP) וחיסכון בחשמל.

מערכות מרכזיות מותקנות בבניינים גדולים, ציבוריים ומסחריים, ודורשות תכנון מראש, בד"כ כחלק מתכנון הבניין. יתרון העיקרי בהרחקת החלקים המכאניים מן החלל הממוזג, ומתן אפשרות לבקרה נפרדת של טמפרטורה, לחות ואוויר צח, דבר המאפשר מיזוג אוויר איכותי יותר מזה של מערכות יחידתיות. תפוקת הקירור שלהן נעה בין 100 טון קירור עד כדי מספר אלפי טון קירור. מערכת מרכזיות מאופיינות במספר דרכים: לפי שיטת העברת הקור מחדר המכונות אל החלל הממוזג – באמצעות אוויר קר (air systems) או מים קרים (water systems); לפי שיטת סילוק החום מן המעבה לסביבה – קירור ע"י אוויר או קירור ע"י מים; ולפי שיטות בקרה שלא כאן המקום לפרטן. הנושא של קירור אוויר לעומת קירור מים עולה מידי פעם בהקשר הסביבתי: מערכות המצוידות במגדל קירור מים מאפשרות טמפרטורת מעבה נמוכה יותר מאשר מערכות מקוררות אוויר, ולכן מאפשרות COP גבוה יותר וחיסכון בחשמל; לעומת זאת, הן צורכות מים וטיפול במים, וגם מייצרות תמלחות היוצרות עומס סביבתי. עקב כך הוציא מנכ"ל משרד איכות הסביבה בשנת 2001 חוזר בו מתנגד המשרד לשימוש במערכות מיזוג אוויר המבוססות על מגדלי קירור מים (ראה מקור מס' 1)

האלמנט מייצר הקירור בכל מערכת מיזוג אוויר מרכזית הוא המצנן (chiller), שהינו לב לבה של המערכת, ופועל לרוב במחזור דחיסת אדים (vapor compression) ע"י מדחס וקרר (refrigerant) המוכר בשמו המסחרי – פריאון (Freon). כפי שיוסבר בהמשך, לשימוש בקררים המכילים תרכובות כלור ופלואור השפעה על שתי תופעות גלובליות- התחממות ופגיעה באוזון וקיים כיום מאמץ עולמי להפחית השימוש בקררים אלה.

¹ תפוקת קירור נמדדת ביחידות הספק וניתנת כאן בקילוואטים (kW). בתעשיית מיזוג האוויר מקובל להשתמש ביחידות אלטרנטיביות: טון קירור (TR) השווה בקירוב ל-3.5 קילוואט, או BTU/h (1 TR=12,000 BTU/h).

במערכות מרכזיות קטנות ובינוניות מקובל השימוש במדחסי בוכנה או במדחסים בורגיים, ואילו במערכות גדולות רווח השימוש במדחסים צנטריפוגליים.

סוג אחר של מצנן מבוסס על מחזור ספיגה (absorption) המשתמש בחום כמקור אנרגיה להפעלתו (בניגוד למחזור דחיסת אדים הזקוק לחשמל עבור המדחס). מקור החום יכול להיות שריפה של דלק כגון גז טבעי, או חום שיורי, הזמין לרוב בתעשייה. בשני המקרים חום זה זול יותר מחשמל, אך יש לזכור כי מקדם הביצוע של מחזור ספיגה נמוך במידה ניכרת מזה של מחזור דחיסת אדים – ראה להלן. מתקני קירור המנצלים חום שיורי הם אטרקטיביים במיוחד, שכן העלות האנרגטית להפעלתם היא אפסית ובנוסף חוסכים את הוצאות הסילוק של החום השיורי, שהינו מקור לזיהום תרמי סביבתי. מצנני ספיגה משני הסוגים, בהיותם מנצלים חום ולא חשמל להפעלה, תורמים להורדת שיא הביקוש בקיץ במשך היום. יישום חלופה זו בהיקף משמעותי יתאפשר אם וכאשר תהיה אספקת גז טבעי ממוסדת ואמינה, ישירות לצרכנים.

מידע נוסף ומפורט בנושא מערכות מיזוג אוויר ניתן למצוא במקור 2.

ביצועי מערכות מיזוג אוויר

המדד ליעילותה של מערכת מיזוג אוויר הוא מקדם הביצוע (Coefficient of Performance) או בקיצור COP. גודל זה, הנקרא גם "ספרת הספק", מגדיר את היחס בין תפוקת הקירור להספק הנצרך. יש להבדיל בין מקדם ביצוע נומינלי (nominal COP) לבין מקדם ביצוע עונתי (seasonal COP).

ערכים מקובלים כיום למקדם ביצוע נומינלי, לפי נתוני היצרן, במערכות מיזוג אוויר יחידתיות (שרובן ככולן פועלות במחזור דחיסת אדים) עומדים על 3.2-3.3. ערכים כנ"ל למערכות מרכזיות הפועלות במחזור דחיסת אדים מגיעים ל-4.5-5.5 עם קירור אוויר, ועד 7 עם קירור מים. בפועל, הביצועים המושגים נמוכים יותר. מקדמי ביצוע למצננים עם עיבוי אוויר הם בסדרי גודל של 2.2 עד 3 בלבד בעומס מלא. ערכי IPLV (Integrated Part Load Value) לנ"ל הם בסביבות 4 עד 5. מקדמי ביצוע למצננים עם עיבוי מים הם בסדרי גודל של 4.5 עד 5 בעומס מלא ליחידות בורגיות, ו-5.5 עד 6 ליחידות צנטריפוגליות, ובסביבות 5.5 ליחידות חדשניות עם מדחסי "טורבו-קור". ערכי IPLV לסוגים הנ"ל של המדחסים הם בסביבות 6-7 ליחידות השונות ועד 10 ליחידות "טורבו-קור" בעיבוי מים. בתפוקות חלקיות מקדמי הביצוע עולים, כיוון שהמדחסים שעובדים פועלים מול מאייד גדול וספיקה גבוהה, ואז במצננים בורגיים מקדם הביצוע יכול לעלות בסביבות 20%-10%, ובמצננים "טורבו-קור" הוא כמעט מוכפל. כל זאת - בתנאי עבודה נומינליים המקובלים (לפי ARI² או ASHRAE³), שהם מים חוזרים 12 מ"צ ומסופקים 7 מ"צ, טמפי סביבה של 35 מ"צ ליחידות עם עיבוי אוויר, ומי מעבה כניסה/יציאה 35/30 מ"צ ליחידות עם מעבה מים. יש להדגיש שעבור יחידות עם עיבוי מים שעבורם ערכי COP גבוהים, נצרכת אנרגיה נוספת במגדל הקירור ובמשאבות המים למעבה. אלה לא באים לידי ביטוי במקדם הביצוע.

² Air-Conditioning and Refrigeration Institute =ARI
³ The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers =ASHRAE

מקדמי ביצוע אופייניים למצנני ספיגה הם 0.7 במערכות חד-שלביות, 1.1-1.2 במערכות דו-שלביות – כולם עם קירור מים למעבה ולסופג.

ערכי ה-COP המינימאליים הנדרשים נקבעים עפ"י תקני משרד התשתיות הלאומיות ומכון התקנים אך הם רלוונטיים למזגנים יחידתיים בלבד. הערכים המוגדרים בתקן הישראלי ע"י מכון התקנים נמדדים בתנאים מבוקרים וסטנדרטיים. עם זאת חשוב לציין כי הביצועים בשטח משתנים בהתאם למיקום הגיאוגרפי של האתר הממוזג (מישור החוף, שפלה, הר וכו'), סביבת ההתקנה של הציוד ומאפייני הפעילות.

ערכי ה-COP של ציוד מיובא מארה"ב מוגדרים בהתאם לדרישות מוסדות העוסקים בתקינה אנרגטית. הערכים מוגדרים הן למזגנים יחידתיים והן למתקנים מרכזיים.

מיזוג אוויר ומשק החשמל בישראל

צריכת החשמל (לפי נתוני חברת החשמל, לא כולל שימוש מייצור עצמי) גדלה בעקביות מעבר לשיעור הגידול הטבעי באוכלוסייה. בשנת 2002 גדלה צריכה זו ב- 3.2% לעומת 2001, כאשר המגזר היחיד שבו חל קיפאון היה מכירת חשמל בצובר, בעיקר לרשות הפלשתינאית - ככל הנראה כתוצאה מהמצב הכלכלי בשטחים הללו.

בעשור החולף חל גידול של כ- 83% בסך צריכת החשמל, אולם הגידול בכל מגזר היה שונה. הצריכה במגזר הביתי גדלה ב- 87%, עקב הגידול הניכר באוכלוסייה כתוצאה מגלי העלייה ומריבוי טבעי גבוה יחסית לאירופה, שהביא לעליית מספרם של משקי הבית (משקי הבית עצמם אומנם קטנו עם השנים, אך ישנם מוצרי חשמל הצורכים אנרגיה כמעט ללא תלות במספר הנפשות בבית, כגון מקרר); ועקב רכישות מוגברות של מכשירי חשמל, שמחירם הוזל בגין הפחתת מסי קנייה ובגין התרחבות אפשרויות הסחר עם מדינות המייצאות מוצרים זולים כגון סין.

שיא הביקוש לחשמל עבר מן החורף אל הקיץ, ונגרם עקב השימוש במיזוג אוויר, בעיקר במגזר התעשייתי והעסקי. בשעות השיא (שעות הצהריים של חודשי הקיץ) ההספק למיזוג אוויר הינו כ- 40% משיא הביקוש הכולל.

3. מידע בנושא חיסכון במערכות מיזוג אוויר

בחלק זה של הדו"ח ניתנת תמצית המידע שהוצג ע"י חלק מן המשתתפים, כל אחד לפי בחירתו ומומחיותו. המצגות שהוכנו ע"י הדוברים מוצגות באתר של מוסד נאמן (<http://www.neaman.org.il>). מטבע הדברים, קיימת חפיפה מסוימת בין הדוברים השונים, אולם עורכי הדו"ח החליטו להביאם כאן כפי שהוצגו ובאותו סדר (ראה תכנית הפורום בנספח 3). מידע זה חשוב ומהווה בחלקו בסיס לדיון הפתוח שהתקיים לאחר מכן, כפי שמובא בפרק 4.

רפי אהרוני - אסא אהרוני מהנדסים יועצים בע"מ:

בנייה ירוקה וחיסכון באנרגיה

ההרצאה עסקה בשלושה נושאים מרכזיים: בנייה ירוקה לפי תקן LEED, טיפול במעטפת המבנה וטכנולוגיות לחיסכון במיזוג אוויר- עיבוי גיאותרמי, אגירת אנרגיה, טכנולוגיות משולבות. תקן LEED – Leadership in Energy & Environmental Design מגדיר תהליך תכנון המקטין את ההשפעה השלילית של הבניין על הסביבה. אחד הקריטריונים לדרוג מבנים הוא נצילות האנרגיה במבנה.

תקן LEED מגדיר 4 דרגות להסמכה של פרויקט (פרויקט מוסמך צבר 32-36 נקודות, פרויקט מוסמך למדליית כסף צבר 33-38 נקודות, פרויקט מוסמך למדליית זהב צבר 39-51 נקודות ופרויקט מוסמך למדליית פלטינה צבר 52-69 נקודות). פרויקט שנעשה ב"אינטל" לדוגמא, עומד לקבל אות פרויקט מוסמך עם מדליית כסף. צבירת הנקודות נעשית לפי Optimized Energy Performance - ככל שיגדל החיסכון באנרגיה יקבל המבנה יותר נקודות.

למרות קיומו של תקן ישראלי המתייחס ליעילות האנרגטית של בניינים (תקן 1045 – בידוד מבנים) - נכון להיום, המדינה אינה דורשת מהמתכננים לעמוד בדרישות התקן טיפול נכון במעטפת המבנה יכול לשפר את צריכת האנרגיה של המבנה. ניתן לבצע חישובים תרמיים באמצעות תכנות CFD (Computational Fluid Dynamics), לקבל תוצאות האנליזות ולהוכיח החזר השקעה ע"י מעטפות חכמות.

כמו כן הציע המרצה טכנולוגיות לחיסכון במערכת המיזוג עצמה: עיבוי שלא באמצעות אוויר או מגדלי קירור, כמקובל. לדוגמא, ע"י שימוש במי תהום (לא רלוונטי לישראל) או במי הים ובאדמה כקולטי החום הנפלט ממערכת המיזוג (כבר כיום יש מספר פרויקטים בביצוע בארץ). שיטות אגירה, כגון מערכות של אגירת מים קרים, קרח וכו' מביאות לחסכון בעלויות תפעול עד 30% והחזר ההשקעה בין 3-5 שנים (נושא זה חשוב מאוד ליישור שיא הביקוש).

שיטות חיסכון מסוג שלישי מתייחסות לפיזור החום/קור בחלל הממוזג: מערכות קרינה לחימום/קירור הרצפה או התקרה. פתרונות אלה יכולים לחסוך כ- 40% מהאנרגיה ומתאימים לשמש בבתי חולים, בנייני משרדים ועוד.

ד"ר עופר אלון – Smart Ltd:

גישות מעשיות לחיסכון באנרגיה במתקני קירור ומיזוג אוויר

המרצה תיאר אפשרויות להשיג חיסכון ניכר ע"י שדרוג מתקני מיזוג קיימים (Retrofit) תוך ראייה הוליסטית.

העקרונות לשדרוג כוללים: התאמת התפוקה לעומס החום המשתנה, שליטה תפעולית ברמת נצילות C.O.P של מעגל הקירור והמדחסים, ייעול תפעולי של רכיבי המערכת ובכלל זה יחידות פיזור האוויר, שיפור הנצילות, אופטימיזציה שוטפת בהינתן הלחות היחסית והטמפרטורה בחלל המטופל, בקרה תפעולית כוללת המאפשרת הורדת לחצי העבודה, שימוש נכון בהשבת אנרגיה (HEAT RECOVERY), בקרה תפעולית מתמשכת (בזמן אמת), תפעול המערכת על בסיס חישוב ON-LINE שוטף ובהתאם לתוצאת ה-COP, אינטגרציה בין רכיבי המערכת ועבודה קרוב ככל האפשר לתנאי התכנון האופטימאליים באמצעות בקר ייעודי המתרגם צריכת קווי"ט, שידור התראות לתקלות מנע.

חברת סמארט ולקוחותיה מנצלים את הקולות הקוראים של משרד התשתיות הלאומיות אשר מתקצב פרויקטים זעירים אשר מביאים להתייעלות אנרגטית - Energy Services Companies - ESCO. בשנת 2007 מוקצב סך של כ - 3,000,000 ש"ח לפרויקטים אשר יביאו להתייעלות אנרגטית. מתוך הסך הנ"ל, מיועד סך של עד 700,000 ש"ח לפרויקטים המשלבים טכנולוגיות של אנרגיה חלופית ומתחדשת (ההשתתפות בפרויקטים בהיקף של 30% מעלות הפרויקט, אך לא יותר מ- 100,000 ₪ בפרויקטים שתקופת החזר הגולמי שלהם הינה 3 שנים או יותר, ובפרויקטים שתקופת החזר הגולמי שלהם הינה פחות משלוש שנים, לא יותר מ- 50,000 ₪). שאר התקציב מוקצה למסלול החיסכון בחשמל ולמסלול של פעילות המשלבת מתודולוגיות Performance Contracting.

הלוגיקה התפעולית מבוססת על הפעלת המערכת בהתאם לעונות השנה ובהתאמה לתעו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה); נקודות בקרה (Set Point) משתנות בהתאם לצרכים בפועל; ניקוי תדיר של מסננים במעגלי האוויר והמים; כיבוי תאורה ומקורות חום מיותרים; וויסות כמויות אוויר צח; וכמובן – אחזקה והחלפת חלקים פגומים. עקרונות הפעולה של המערכות כוללים אופטימיזציה באמצעות וויסות משוב חוזר מבקרי הלחץ והטמפרטורה, בקרת נצילות מעגל הקירור, תפעול אופטימאלי של מערכת ההזרקה, תזמון מערך ההפשרות, התאמת המערכות לעומסים משתנים וכן בקרה על פעולת המדחסים.

ראובן גודלי – מכון התקנים הישראלי:

דרישות התקינה לחיסכון אנרגיה במבנים ופעילות מכון התקנים בנושא

המרצה תיאר את פעילות מכון התקנים לקביעת תקנים (במידת האפשר – מחייבים) למען חיסכון באנרגיה:

בידוד תרמי במבנים - תקנות התכנון והבניה 1117 מגדירות את הצורך בבידוד תרמי של בניינים בהתאם לתקן 1045 – דרישות למבנים ציבוריים (מוסדות חינוך, בנייני משרדים, בתי מלון, בתי חולים) וכן מבנים למגורים.

תקן 1045 - מפרט נושאים כלליים המאפשרים עמידה בדרישות הבידוד המינימאליות של התקן: מניעת גשרים תרמיים במבנה, מוליכות תרמית של מעטפת המבנה ושל חומרי הבניה (לרבות חלונות הזכוכית). עד לסגירת מרכז הבנייה היה יישום הדרישות של התקן, אשר כלל: אישור החישובים, אימות נתוני החמרים ובדיקת יישום הדרישות במהלך הבנייה. כיום אין היישום מתבצע.

תקן 5282 - דן בשיטות לדירוג בנייני מגורים עפ"י צריכת האנרגיה הנדרשת לאקלום. התקן כיום קובע את דרישות האקלום עפ"י האזור האקלימי ודרוג המבנה (יחס שטח שמשות לשטח כולל, לדוגמא).

דרוג אנרגטי של מזגנים - מכון התקנים מבצע בדיקות של מזגנים - מתועלים ולא מתועלים.

תווית האנרגיה מאושרת ע"י משרד התשתיות (תקן 994 חלק 1).

תקן 994 חלק 1 - דן בדרישות להתקנת המזגנים (דרישות תכן בהתאם להוראות היצרן, דרישות בטיחותיות, דרישות מינימום לחומרים ובדיקות שלהן נדרש המתקין).

תקן 5813 - חל על מצננים (chillers) והוא מדרג את הביצועים של היחידות לקירור מים.

אכיפה של תקן 1045 יכולה לשפר את הקטנת בזבוז האנרגיה, בעיקר בבנייני משרדים, שם צריכת החשמל ומיזוג האוויר גבוהה.

תקן 398 לזכוכיות - מאמץ שיטות בדיקה של הפרמטרים שיכולים לחסוך אנרגיה.

ד"ר מרים לב-און The Levon Group LLC

Emerging Approaches for Minimizing Greenhouse Gas Emissions from Leaking A/C Systems

ההתייחסות בארה"ב למיזוג אוויר כוללת מגוון השלכות ונושאים - הפחתת השימוש בגזי קירור הפוגעים בשכבת האוזון (עפ"י פרוטוקול מונטריאול) ושימוש בגזי קירור חלופיים אשר בחלקם עלולים לתרום לאפקט החממה (GWP= Global Warming Potential). כך למשל, טון של CFC-12 הוא בעל פוטנציאל לתרום פי 8500 לאפקט החממה מטון של פחמן דו חמצני. יש מבחר רב של גזים אשר הפוטנציאל שלהם נע בין פי 93 לבין פי 12,100 בהשוואה לפחמן דו חמצני. למערכות מיזוג אוויר יש השפעה ישירה על ההתחממות הגלובלית עקב דליפות גזי הקירור והשפעה עקיפה עקב השימוש באנרגיה לצורך הפעלת מערכות אלה. לפיכך, תכנון מדיניות צריך לקחת בחשבון שתי נקודות אלו.

החקיקה האירופית ממרץ 2006 דנה במזעור דליפות ממערכות מיזוג אוויר, השבה ומיחזור גזים המכילים פלואור, הדרכה והסמכה של טכנאים וכן דיווח לגבי כמויות וסוגי הגזים - ייצור, יבוא ויצוא.

עפ"י הרגולציה האירופית, חובה למנוע ולמזער פליטות של גזים ממערכת מיזוג האוויר. במערכות בהן יש יותר מ 300 ק"ג גזים מופלרים יש חובת התקנה של מערכת לזיהוי דליפות ומעל 3 ק"ג כבר יש צורך בדיווח.

בארה"ב קיימת חובה של הדרכה והסמכה של טכנאים – בהתאם להכשרה, מוגדר היקף השרות וגודל המערכות בהן יכול הטכנאי לטפל.

מדינת ישראל חתמה ואישררה את שני הפרוטוקולים - קיוטו (הפחתת פליטת גזי חממה) ומונטריאול (הפחתת פליטת גזים הפוגעים בשכבת האוזון). נכון לעכשיו, ישראל מוגדרת כמדינה מתפתחת ולכן לא חלים עליה יעדים ספציפיים להפחתה במסגרת פרוטוקול קיוטו, אך אם תתקבל ישראל כתברה ב-OECD תצטרך לעמוד בדרישות כמו החברות האחרות. ישראל מחויבת לגבי פרוטוקול מונטריאול ובפניה מחויבות ברורה להפחתת השימוש בגזים אלה - 65% הפחתה עד שנת 2010 ו- 99.5% הפחתה עד שנת 2020 - בהשוואה לשנת הבסיס 1989.

חשוב להיות מיוזעים למחויבות ישראל לנושא וכן חשובה ההדרכה וההסמכה של אנשי ההתקנה והתחזוקה של מערכות המיזוג. כמו כן, חשוב לצמצם את הדליפות לאטמוספירה וחשובה הבחירה הנכונה של הגזים שממזערים את הנזק הסביבתי במקרה של דליפה.

בהקשר לכך - דוד רודיק ממשרד התשתיות מציין את תקן 994 - רשימת הגזים הידידותיים לסביבה ואת הוראות העבודה שלהם.

בועז ממון – משיק מדחסים בע"מ:

מצננים (Chillers) חדשים למיזוג אוויר בטכנולוגיה חדשנית ומתקדמת

הגורם המשפיע ביותר על הפיתוח בתעשיית הקירור ומיזוג האוויר בשנים האחרונות הוא צריכת האנרגיה. מחירי הפקת החשמל המאמירים, ואתם חשבונו החשמל – הביאו את היצרנים אל הקצה כמעט בכל הקשור לאפשרויות להוזיל את עלויות האנרגיה בהפעלת יחידות מיזוג אוויר בכלל ומצנני מים (chillers) בפרט.

מערכת Quantum שהוצגה בפורום היא מערכת מודולארית המשתמשת במספר מדחסים (7-1) למצנן אחד (בעל מעבה אחד ומאדה אחד). המדחסים פועלים עם מיסוב מגנטי המקטין חיכוך במידה ניכרת לעומת מדחסים קונבנציונאליים. יש יכולת לבצע ויסות העומס באופן רציף וללא תלות במנגנון מכני; ניתן לעבוד במהירות סיבוב משתנה (בלא צורך לייצר מהירות סיבוב מינימאלית כנדרש כאשר יש משאבת שמן). מערכות אלה שקטות וללא רעידות ובנוסף, במערכות אלה אין שמן - על כל ההשלכות הסביבתיות בכך. מערכת Quantum מותקנת בבי"ח אלישע בחיפה.

חמי שוגרמן Cooling Quality Management (CQM) LTD:

מערכת ניקוי אוטומטי של מעבים - אמצעי בר קיימא לחסכון אנרגטי והגברת תפוקה של מערכות מיזוג אוויר וקירור תעשייתיות

אחת הבעיות במערכות מזוג אוויר היא בעיית הצמדת (fouling) בה מתגבשים על פני משטחי מחליפי החום (משקעים). הצמדת משפיעה על מקדם מעבר החום של המערכות והנזקים יכולים להגיע במדינות המפותחות עד כדי רבע אחוז מהתל"ג, שכן על מנת לטפל בבעיה זו יש להשביח

מתקנים ובכך מפסידים כסף ותפוקה. מערכת מיזוג אוויר שיש בה fouling גורמת לעליית לחץ ראש, ירידה ביעילות המערכת, הוצאות אחזקה מוגדלות והגדלת הוצאות החשמל. CQM – הינן כדוריות ספוג שמוזרמות בתוך צנרת מחליפי החום, מנקות את הדפנות ללא עצירת המתקן וללא שימוש בכימיקאליים. כלומר, המערכת מונעת במקור את היווצרות הצמדת.

תוצאות:

עד 4% הגברת תפוקה בתחנות כוח.
מבני ציבור (משרדים, קניונים, בתי מלון, בתי חולים) - עד 25% חיסכון בהוצאות החשמל למיזוג אוויר עקב ניקוי אוטומטי של מחליפי חום.
2200 מערכות כאלה כבר הותקנו בעולם.
תהליך הניקוי הרציף מגביר את התפוקה לתשתית הקיימת ויש בכך אינטרס לאומי. צמצום זיהום האוויר הינו, כמובן, גם אינטרס גלובלי.

עופר קרו, נידן מערכות שליטה ובקרה בע"מ:

התייעלות אנרגטית במערכות מיזוג אוויר

המרצה מנה מספר סיבות לחוסר יעילות של מערכות מיזוג אוויר, שרובן אינן קשורות לאיכות המערכת עצמה: הצוות המתחזק אינו מיומן, תנאי האקלים אינם מאוזנים בחלל הממוזג, קיים בחלל ציוד הפולט חום שאינו צריך להיות שם, חלונות פתוחים, מערכת בקרה לא-נאותה ועוד. בנוסף, חשבון החשמל לא מציג את עלות התפעול האמיתית. החיסכון צריך להתחיל בתכנון המבנה. אדריכלים מתכננים בניינים זוללי אנרגיה עקב חוסר הבנה בסיס בתחום.

לבניין קיים - הלקוח מתעניין רק בהיבט הכספי, אך באמצעות "חינוך מחדש", ניתן להקטין את צריכת האנרגיה ואיתה את חשבון החשמל. קיימות מספר דרכים לטיפול בבעיה – השוואת ביצועים ארצית, דרישה מספקי ציוד להתחייב לביצועים, התקנה של מונה אנרגיה לכל מתקן מיזוג, בדיקת דליפות קור, הרחקת מוקדים פולטי חום מן החלל הממוזג ועוד. חשובה מאד תכנית הדרכה של הצוות המטפל במערכת. יש לעשות שימוש רב יותר באוורור טבעי, בעיקר בלילה בקיץ ובשעות היום בחורף, יש לצמצם כניסת אוויר צח בשעות העומס (וכמובן, לצמצם ככל האפשר את העישון במבנה). יש להשתמש בתאורה טבעית ככל שניתן.

צעדים מיידיים שניתן לנקוט בכל מבנה קיים: הגבלת טמפרטורת הקירור המינימאלית ל- 23 מ"צ; הקטנה ככל הניתן של השטח הממוזג, קיצור שעות ההפעלה, הדרכה לחסכון, הוספת מאווררי תקרה וכמובן, תחזוקה נאותה של מערכות מזוג האוויר.

צעדים לטווח ארוך יותר: שימוש בחום שיורי, השבת חום (HEAT RECOVERY) וכדומה.

יורם גרוס, וונסון ישראל:

מיזוג אוויר ללא חשמל

המחסור בחשמל, המורגש בעיקר בשעות השיא, הוא מיידי. הגדלת הספק החשמל ברשת הארצית הוא ארוך טווח; אך ניתן לחסוך אחוז ניכר מהחשמל למיזוג אוויר ע"י קירור בספיגה. מערכת ספיגה אינה צורכת חשמל (או צריכה קטנה ביותר), ומשתמשת בחום כמקור אנרגיה. מקורות חום מתאימים הם למשל חום שיורי הקיים במפעל ממילא, ללא שימוש בגזים רעילים

וללא פליטות המשפיעות על התחממות כדור הארץ. מערכת ספיגה מורכבת בעיקרה ממחליפי חום עם משאבות שקטות וללא ויברציות, תחזוקה נוחה וזולה. המערכת יכולה לפעול על קיטור, מים חמים, דלק ופסולת. קיימים מתקני מיזוג אוויר בספיגה הפועלים על חום סולארי - מתקן ראשון הותקן בהודו. בשדה התעופה בהונג-קונג, דלק שנשפך ממטוסים משמש כדלק במצנן ספיגה. במפעל ברמת חובב משתמשים בכימיקלים משומשים (סולבנטים) כדלק למתקני הקירור בספיגה.

טריגנרציה (TriGeneration) - מערכת משולבת המשמשת לייצור כוח, חום וקירור.

אברהם אופיר – IDE Technologies LTD:

משאבות חום מתקדמות לחימום ולקירור במערכות עירוניות

הנדסת התפלה עוסקת בהקמת מתקנים להתפלת מי ים, בתהליכים תרמיים ובתהליכים ממברנליים. התהליכים התרמיים שפותחו למטרות התפלה מתאימים, בשינויים מסוימים, לחימום/ קירור אזורי (District Heating/cooling) ולהפקת קרח, שאחד משימושיו הוא אספקת קור למכרות זהב עמוקים. התהליך הבסיסי שעליו מתבססים ידוע בשם תליך זרחין להתפלת מים בשיטת ההקפאה. IDE פיתחה ושיפרה תהליך זה ובנתה מספר חלופות שלו, לשימושים שונים. תהליכי IDE משתמשים במים כקורר (refrigerant) ובעיבוי. איוד במגע ישיר – דבר המאפשר יעילות גבוהה מאשר במערכות הקונבנציונאליות.

לצורך השימוש במים כקורר פיתחה הנדסת התפלה, בשיתוף עם רפא"ל והתעשייה האווירית מדחס צנטריפוגאלי המסוגל לדחוס 320 מ"ק של אידי מים בשנייה ולהגיע להספק של כ-1000 טון קירור.

בדנמרק, מותקנת מערכת של IDE בה שואבים מים מהפיורד בטמפרטורה של כ-0 מ"צ כאשר טמפרטורת אוויר הסביבה בחורף נמוכה במידה ניכרת. ע"י שאיבת חום ממים אלה מספקים מים בטמפי של 65 מעלות לצורך חימום לעיירה. המנוע מנצל גזי הפליטה – גז טבעי הופך לאטרקטיבי במיוחד על ידי שימוש לחימום עיירות שקרובות לפיורד או לים. משאבת חום זו צורכת 50% מהגז בהשוואה לחימום ישיר של הבית בגז.

שימוש נוסף למערכות מסוג זה הוא יצירת קרח מלאכותי לאתרי סקי.

שימוש ב Ice Makers היא טכנולוגיה מוכחת. צריכת האנרגיה היא 0.8kW לטון קירור וה- COP קרוב ל-4.

4. דיון

בחלק השני של הפורום התקיים דיון פתוח על המידע שהוצג ועל המסקנות האופרטיביות שיש להפיק ממנו. על מנת למקד את הדיון, הוצגו מראש מספר שאלות כדלקמן:

- שיא הביקוש לחשמל בישראל עבר מן החורף אל הקיץ עקב הדרישה למיזוג אוויר. כיצד ניתן להקטין את הביקוש בשעות השיא?
- כיצד ניתן לעודד חיסכון במיזוג אוויר בארץ?
- מה ידוע על תכניות לעידוד חיסכון במיזוג אוויר בעולם ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל?
- מה יכולה לעשות הממשלה לעידוד חיסכון במיזוג אוויר?

דברי המשתתפים מובאים כאן בסדר בו נשמעו וללא עריכה. בפרק הבא ניתן סיכום ומוצגות מסקנות מדברים אלה.

אדי בית הזבדי - אנרגיה ראשונית הנה אנרגיה שאינה נצרכת בצורתה הגולמית, כגון נפט גולמי, ואשר עוברת התמרה למוצרי אנרגיה לצריכה סופית כגון חשמל, בנזין, סולר וגז פחמימני לבישול. יבוא האנרגיה הראשונית למשק בשנת 2002 עמד על כ- 22,574 אלף שעט"ן (שווה ערך טון נפט) - גידול של 1.9% לעומת 2001. בבחינה רב-שנתית ניכרת מגמה של ירידה בחלקו של הנפט הגולמי, מקרוב ל- 90% מהאנרגיה המיובאת בשנת 1982, ל- 43% בלבד בשנת 2002, כתוצאה מעלייה בשימוש בפחם לייצור חשמל ומהתפתחות יבוא התזקיקים. החשמל מהווה כ- 27% מצריכת האנרגיה הסופית במשק. אולם בסל האנרגיה הראשונית, מהוות התשומות לייצור חשמל קרוב למחצית מסך האנרגיה הראשונית למשק. לדוגמה, בשנת 2002 נעשה שימוש בכ- 9,600 אלפי שעט"ן לייצור חשמל, השקולים ל- 43% מהאנרגיה הראשונית המיובאת בשנה זו.

סה"כ יבוא אנרגיה לישראל עומד כיום על כ-7 מיליארד דולר בשנה. 50% מהאנרגיה מופנית לייצור חשמל וכ- 45% מסך זה מיועד למיזוג אוויר. משרד התשתיות הלאומיות ביצע בשנת 2003 סקר לאיתור כמות המצננים (chillers) הספקם וסוגם. על בסיס הסקר הוערך פוטנציאל הקירור. נתקבלו כ- 170 תשובות מתוך פוטנציאל כולל של כ- 1600 מפעלים ומוסדות. תוצאות הסקר ניתנות בטבלה 1 דלהלן:

טבלה 1: סקר מצננים (chillers): לפי מגזר, מספר המדווחים, סה"כ טון קירור מדווח, פוטנציאל והערכה

מגזר	מספר הדיווחים	מס' צרכנים פוטנציאלי	סה"כ טון קירור מדווח	סה"כ טון קירור מדווח
תעשייה	105	300	118,560.0	474,240
בתי מלון	44	440	7,173.0	71,730
מבני משרדים	22	164	17,568.5	140,548
רשויות מקומיות מוסדות לאשפוז ופנימיות		260		140,000
		440		71,730
סה"כ טון קירור מוערך				898,248

במשרד התשתיות קיימת רשימה חלקית של צרכני אנרגיה שצריכת האנרגיה שלהם היא 300 טון שווה ערך טון נפט ויותר. על בסיס הרשימה הזאת ומתוך היכרות של משק הצרכנים בישראל הגענו להערכה של מספר הצרכנים. את הספקי הצריכה הערכנו על בסיס המידע החלקי שיש לנו מאלה שדיווחו.

ההערכה הכוללת היא כי פוטנציאל מיזוג האוויר עומד על כ- 900,000 טון קירור (הדורשים מבחינת אספקת החשמל כ- 1,300 מגהווט הספק מותקן).

כמו כן, יש לציין כי תקנות מקורות אנרגיה (ביצוע סקר לאיתור פוטנציאל לשימור אנרגיה) התשמ"ד - 1994 קובעות כי כל צרכן שצריכת האנרגיה השנתית שלו היא 2000 שעט"ן ויותר חייב לבצע סקר לאיתור פוטנציאל לשימור אנרגיה בהתאם למפרט משרד התשתיות, אחת לחמש שנים. חובת ביצוע סקר אנרגיה חלה על כל ארגון שמוגדר בחוק ולכן גם מוסדות השכלה גבוהה נכללים בקטגוריה. המוסדות שהגישו סקרים: אוני' עברית - כל הקמפוסים, אוני' בר אילן, אוני' ת"א, הטכניון, אוני' חיפה, אוני' בן גוריון. גם המכללות הגדולות חייבות לבצע סקר זה, אך אין בידי משרד התשתיות כוח אדם לאכוף החובה על כל חייבי הסקר.

בשנים 1998-1999 טיפל משרד התשתיות הלאומיות בנושא של מזגנים מפוצלים ומזגני חלון. המשרד, יחד עם מכון התקנים, פועל להגדרות יעילות אנרגטית מינימאלית. ערכי COP ממוצעים למזגנים התחילו ב- 1.6 לפני כ-20 שנה והם עומדים כיום על 3.2. מינימום COP למזגנים עד 7 קו"ט קירור הוא 3, לגבי מזגנים מפוצלים בהספק שבין 7 ל- 18 קו"ט קירור הוא 2.8. המזגנים הטובים ביותר בשוק מגיעים ל COP של עד 4.2 ביחידות עד 7 קו"ט, בהספקים גדולים יותר עד 12 קו"ט המזגן הטוב ביותר הינו בעל COP 3.7. ב- 1. לינואר 2009 דרישות המינימום ל COP יעודכנו כלפי מעלה, 3.2 למזגנים מפוצלים ו- 3 למזגנים מתועלים.

משרד התשתיות הלאומיות הינו הגורם שהשקיע כסף רב ופעל לקידום תקן 1045. המשרד מעוניין מאד ביישום תקן 1045 (משנת 1986) ומשקיע בכך משאבים כספיים, אולם הבעיה היא שמי שמופקד על אכיפת הדרישות בתקן זה הוא משרד הפנים, דרך הועדות המקומיות

והמחוזיות, ומשרד התשתיות אינו צד בזה. לפיכך כל שנתר למשרד לעשות הוא לפתח את הנושא במחקר במימון בפרסום וכו' ולדחוף לכיוונים נוספים כמו קידום נושא דירוג אנרגטי של מבנים ובניה ירוקה.

הנושאים הדורשים פיתוח המידע לגביהם הם: יעילות תרמית, שימוש בגזים יותר ידידותיים, שימור אנרגיה ומודעות לחיסכון באנרגיה.

נחום יוגב - חברת החשמל נמצאת בקצה גבול היכולת לספק חשמל בשעות השיא. כיצד ניתן לתמרץ כלכלית חיסכון? כיצד אפשר ליישם את המידע שהתקבל כאן היום לפעולה?

מיכאל ציבולבסקי - COP עונתי הרבה יותר רלוונטי מ-COP נומינאלי במיוחד במערכות המצוידות בממיר תדר לבקרת עומס חלקי.

דוד רוזיק - במכון התקנים עדיין לא בודקים COP עונתי. המענקים של משרד התשתיות מכוונים לחסכון- המענקים הם של 30% השתתפות בהשקעה (עד 100,000 ₪), כולל אגירת קור. הקריטריונים: 15% חיסכון. גם פרויקטים של מערכות מיזוג קרקעיות (כפי שהוצגו ע"י רפי אהרוני) נכללות בהגדרת ה"פרויקטים הזעירים" הנתמכים ע"י המשרד.

פרופ' דן זסלבסקי - המועצה הלאומית למחקר ולפיתוח (מולמו"פ) בדקה כמה כדאי להשקיע במו"פ בישראל. נמצא כי על כל דולר שהושקע במו"פ מדינת ישראל הרוויחה כמה עשרות דולרים. בכל הדיונים שהועלו בנושא של מו"פ עלתה וחזרה השאלה הבאה: איך רותמים את הממשלה לפעול לפי מדיניות מחקר נאותה והקצאת משאבים בהתאם? לדוגמה, מגדל השמש במכון וויצמן- הקימו מעבדה לאומית לניצול אנרגית השמש בטמפרטורות גבוהות, קיבלו משאבים לביצוע ותרמו לידע העולמי. דוגמה נוספת - הבריכות הסולאריות, שלכאורה היו כישלון גמור, אך מתוכן צמחו התחנות הגיאותרמיות של חברת אורמת, הבריכות הסולאריות של הראל אנרגיה ואף ארובות השרב, המנצלות את פירות השמש. אוזלת ידה של הממשלה בתחום המו"פ ניכרת וכיום אין חוקר במועצה הלאומית למו"פ שמוכן לקחת על עצמו את תפקיד היו"ר בגלל הבירוקרטיה העגומה שנוצרה כאן, שאינה מאפשרת לפעול.

יש לפנות אל הרשויות באופן תקיף ולקדם את נושא השימור והייעול. כמו כן, בתחום מיזוג האוויר יש להתחיל בחינוך בבי"ס עממי. ההדרכה הייתה לא נכונה כי אנשי הסביבה שהדריכו לא היו מקצועיים דיים.

מיכאל ציבולבסקי - מדגיש את החשיבות של COP עונתי לעומת נומינלי.

דוד רוזיק - תקן 5813 מציב דרישות ל-COP עונתי ביחידות מיזוג גדולות; הבעיה היא שאין כוח אדם לאכיפה ולכן אין התקינה הנ"ל מחייבת.

אדי בית הזבדי – לא מיישמים את דרישות התקן עקב בעיה בכוח האדם - ס"ה 3 עד 4 עובדים אל מול מערכת מאד מסועפת, שאינם יכולים לבצע עבודה מקצועית וגם לאכוף את התקנים.

עופר אלון – בדיקות COP אמיתיות, במתקן עובד אינן יכולות להתבצע רק ע"י מכון התקנים. משמעות הדבר כי גוף פרטי (עסקי) יבצע את המדידות ומכאן שיש לנושא היבט כספי.

בועז ממון – אם במשרד התשתיות יש רק 4 אנשים העוסקים בנושא, יש צורך בהסמכה של מודדים נוספים. ואז, כמובן, יש לפתח מערכת בקרה שבה ספקים/ נותני שירות מסחריים פועלים בהתאם לאינטרס הלאומי. כלומר, צורת הטיפול המערכתית חייבת להיות שונה מהמצב כיום. ערך ה COP כשלעצמו, הנמדד בתנאי מעבדה- מהפרספקטיבה של הלקוח, חסר חשיבות.

גרשון גרוסמן – על מנת לבדוק מערכת פועלת, יש צורך, למעשה, להשבית את הפעולה הסדירה כדי לבדוק ולמדוד.

בועז ממון- בעיית כוח האדם מובנית בענף מיזוג האוויר. אם לא מתקינים נכון, הדבר כרוך בסכנת חיים! אם אין מערכת בקרה זה חמור ומסכן את הסובבים.

עופר אלון – למעשה, כלקוח - אתה קונה התקנה. האם בסופו של דבר המוצר עומד בתקן הנדרש - אין כל אפשרות לאכוף ואין אפשרות לדעת נתוני אמת.

דוד רוזיק – צריכים להיות אינדיקטורים ברורים לכל הנושא- התקנות, תפעול, תחזוקה וביצועים.

אליעזר פרוכטר- צרכי המזוג בישראל הם כמיליון טון קירור הצורכים כ- 1800 מגהוואט חשמל. המדינה צריכה לבחון מה עדיף- הקמת תחנות כוח על מנת לספק את אותם 1800 מגהוואט או עידוד הקמת מערכות המסיטות את שיא הביקוש (לדוגמא, אגירת קור או קרח), ע"י מענקים או פחת מואץ למערכות אלה.

בועז ממון- היום אפשר לחסוך 30% במתקני מזוג אוויר כאשר החזר ההשקעה הוא בין 4-5 שנים. המדינה צריכה לתת ערבות מדינה לפרויקטים מסוג זה, ממש כשם שחברת החשמל מקבלת ערבויות בעת הקמת תחנות כוח או תחנות משנה.

אדי בית הזבדי- בזמנו הייתה הצעה כי המדינה תרכוש את החיסכון בחשמל ובכך תממן את הפרויקטים. חשוב למשק האנרגיה בישראל להקטין את צריכת החשמל, וייעול מערכות המזוג והסטת העומסים יכולה להקל משמעותית על משק החשמל.

אליעזר פרוכטר- אחד הנושאים שהועלו היום בדיון היה נושא מכשירים חשמליים הפולטים חום, אותו צריכות מערכות מיזוג האוויר לסלק. מחשבים אישיים לדוגמא, פולטים 100 וואט ונדרשים

עוד 50 ואט לסילוק חום זה. שימוש במחשבים מרכזיים ובתוכנות מרכזיות ניתן לחסוך משמעותית בחשמל. הדובר מציע זאת על סמך ניסיונו ברפא"ל, שם היה ממונה על משק האנרגיה.

יובל מרגוליס - רשות שדות התעופה התבקשה להכין חוות דעת בנושא החיסכון באנרגיה. גם התאחדות מהנדסי החשמל נדרשה לנושא. הכיוון העיקרי להמלצות של ההתאחדות הוא להסיט עומסים ע"י אגירה תרמית. חסרים בארץ יועצים לחיסכון באנרגיה. בנוסף, יש צורך באכיפה של התקנים, לפחות במתקנים גדולים, מ-400 טון קירור ומעלה.

בועז ממון – ענף המיזוג מחולק לשני סוגים: מתקנים שנבנו ומתקנים שנבנים כיום. היזם שבונה (גם את המבנה וגם את מערכת המיזוג) אינו נושא בעלויות האנרגיה בעת תפעול המבנה. לכן, יש צורך בהפעלת מערכת תמריצים (קנסות או פרסים) לקבלן שיבנה נכון. יש לבנות מערכת תמריצים אשר תלויה ביעילות האנרגטית של המבנה ושל מערכת המיזוג. לגבי מתקנים קיימים - קיים ציוד מיושן ולא יעיל שאינו עומד בסטנדרטים של היום. יש לתמרץ שיפורים במתקנים קיימים ו/או התקנה של מערכות לאגירה תרמית. יש מקום לכך שהמדינה תגבה מס הקשור ליעילות המתקן. מהלכים נדרשים:

- תקציב לפרויקטים צריך להיות נגיש יותר מבחינת הגשת הטפסים.
- יש להגדיל עוד יותר את התקציב לפרויקטים בתחום - מעל 3 מיליון ש"ח הנ"ל
- פטור ממס קניה על מערכות יעילות - מפתח מיסוי עפ"י יעילות המערכת. הכספים שיחסכו יוכלו לשמש לאכיפה ולבקרה.

נחום יוגב – מוסיף כי ניתן ליצור תחרות בין היצרנים: מי שבונה מערכות טובות יותר וזולות יותר - יתוגמל.

גרשון גרוסמן – כיום הממשלה גובה מס על מערכות מיזוג. ניתן לקבוע כי גובה המס יהיה בהתאם לקטלוג היצרן של המוצר.

אברהם אופיר – בדרך כלל במערכות מיזוג נדרשים 0.85 קילוואט לכל טון קירור, כולל משאבת מגדל הקירור - זה מקביל ל COP של 4. אולם, אם נתייחס למצנן בלבד - זה מקביל לערך COP של 6 בערך. בישראל, בבתי מלון באילת, באר שבע וירושלים משתמשים בקירור יבש - כלומר, חוסכים במים אך משלמים באנרגיה. במקומות יבשים כאלה אפשר וצריך ליישם פתרונות כמו Indirect Evaporative Cooler, שקיים בארה"ב ואוסטרליה. הממשלה אמורה להנהיג פרס/קנס לעידוד החיסכון באנרגיה. ביפאן, למשל, אוסרים לבנות מערכות מיזוג אוויר ללא אגירת קור.

קובי תוינה – המדינה חייבת להציב יעדים ברורים לחסכון ע"י גופים עסקיים גדולים. כן יש להציב יעדים להפחתת צריכת האנרגיה במבנים קיימים ותקנים לבנייה עתידית. יזם שאינו יכול

לבנות בהתאם לתקנים של בנייה ירוקה – שלא יבנה! באוסטרליה, לדוגמה, אסור השימוש בנורות ליבון לתאורה. ניתן ליצור הקבלה לגבי מיזוג אוויר - אסור להתקין מערכות מיזוג שאינן מתאימות לתקנים.

התקציב הנוכחי של משרד התשתיות הלאומיות, 30,000 ₪ לפרויקט, לא יכול להניע מישהו לבצע חיסכון באנרגיה. חשוב לזכור כי החיסכון באנרגיה הוא עניין עסקי ובתור שכזה יש לקדמו. יש לערוך מסע הסברה למנכ"לים וליצור פורום מנכ"לים שיציב יעדים על מנת להפחית את חשבונות החשמל שלהם. כך נעשה בארה"ב. אחד מתפקידי הפורום צריך להיות, אם כך, להוביל תקינה אשר תייצר את מערכת הקנס/פרס. יש ליצור שיטה המושתתת על סיוע של החברות הפרטיות.

מציג את יכולת החברה שלו, (Sparrow Energy) היוזמת ומממנת פרויקטים בשיטת BOT (Build-Operate-Transfer - היזם מממן את הפרויקט ובזמן ההפעלה מקבל תשלום מהלקוח; לאחר תום תקופת ההתקשרות- עובר הפרויקט לרשות הלקוח).

יש להנפיק "מכסות אנרגיה". ארגון שחורג מהמכסה מנתקים לו לחלוטין את זרם החשמל, או משלם קנס גבוה. ארגון שמצליח לצרוך פחות משנקוב לו- מקבל פרמיה. זו צריכה להיות תרבות ניהול בסיסית.

בדומה להצלחות בחינוך לאיסור קטיפת פרחי בר דרך הילדים, חייב להיעשות בנושא החיסכון באנרגיה.

אדי בית הזבדי – הרעיונות של הוזלת מס קניה על מזגנים ומקררים יעילים עלו כבר לפני 15 ועשרים שנה. הדבר לא מתבצע.

גרשון גרוסמן – אנחנו מקדמים את נושא החינוך בטכניון במסגרת מועדון האנרגיה שהקמנו. יש לפנות אל התאחדויות ואגודות היכולים להוות צינורות נוספים לחינוך לחיסכון באנרגיה. חינוך הינו הכרחי ביותר ורב חשיבות לחיסכון באנרגיה.

דוד רודיק מעלה את השאלה כיצד ניתן לפתח מדדים ליעילות פרויקטים? הפרויקט של מרגוליס ברשות שדות התעופה הוא מהטובים בעולם, אולם אין לנו מדדים וטכנולוגיה לבקרה ולמדידה. כמו כן, החשבון הכללי והתרבות הארגונית – בירוקרטית ומקשה.

בעיה נוספת היא התקנת ציוד לפי מדדי COP. מדינה כמו ישראל, הקונה את הדלקים שלה במטבע זר, לא יכולה להרשות לעצמה את המוצרים הלא חסכוניים בעלות התפעול. דרושים לא רק הדרכה ופיתוח המודעות אלא גם רגולציה.

בנוסף, ההתנגדות של המשרד להגנת הסביבה למזגנים הפועלים על קירור מים (מטעמי חסכון במים והפחתת כמויות שפכים) היא בעצם עידוד לבזבז אנרגיה.

אדי בית הזבדי – הרבה רעיונות הועלו כאן ורובם אינם חדשים. ההצעות כבר קיימות אך שלא נעשה מספיק כדי לקדם ולעגן אותם בתקנות.

עופר אלון –מדינה שתשקיע יותר - תשיג יותר חיסכון . משרד האוצר מהווה אבן נגף בכל הנושא של חינוך לחיסכון באנרגיה וכן בהוצאות התפעוליות של התקנות חוסכות אנרגיה.

דן זסלבסקי - מחזק את דברי קודמו ומדגיש: האוצר החליט לאחרונה להוריד את מחירי החשמל למחירים נמוכים ולא ריאליים. הדבר, כמובן, מעודד שימוש בחשמל ולא משדר את הצורך הדחוף בחסכון.

אדי בית הזבדי – אתמול הורידו את מס הקנייה על מוצרי חשמל ואלקטרוניקה. 10 שנים ניהלנו מלחמות ומאבקים בכדי להתקין תקנות ליעילות אנרגטית של מקררים!

בועז ממן- פועלים כאן אינטרסים פוליטיים, לפיכך, צריך לדבר ישירות עם משרד האוצר.

אדי בית הזבדי – יש צמצומים ובעיות כוח האדם בכל הקשור למשרדי הממשלה, הדבר פוגע גם בנושא הקצאת כוח האדם לאכיפת החיסכון באנרגיה ולתקנים ירוקים.

עמוס ברקוביץ – הניסיון מוכיח כי אי אפשר לסמוך על הממשלה בנושאים אלה. איגוד מהנדסי הקירור ומיזוג האוויר בישראל - אימק"ם, מקושר עם מספר גופים, ביניהם התאחדות הקבלנים, מכון התקנים, לשכת המהנדסים ועוד, ופועל בשיתוף פעולה עם גופים עסקיים במשק. על כל הגופים הללו לייצר לחץ של צרכני האנרגיה לכיוון החיסכון- על המתכננים, על הממשלה בכלל ועל האוצר בפרט, ולתת עידוד למכון התקנים בעבודתו על תקינה המכוונת לחיסכון., כל פרויקט מתחיל במתכננים, אך יחד עם התכנון והתשובה למכרז, יש גם להבטיח ולאכוף 5 שנים של תחזוקה ומדידה.

הגופים שצריכים לקחת חלק בתהליך: אימק"ם, התאחדות התעשיינים, השלטון מקומי, קבלנים, ארגון מהנדסים העירוניים (ארגון המהנדסים העירוניים הם האחראים בועדות התכנון והבנייה).

לסיכום: יש להפעיל גופים ציבוריים בעזרת הממשלה ועידודה, ולא להשאיר הכול באחריות הממשלה.

דן זסלבסקי - בכנס שהתקיים בחודש יוני 2007 באילת (כנס אילת -אילות הבינלאומי הראשון לאנרגיה בת קיימא כמנוף לפיתוח אזורי) אפשר היה ללמוד כי מועצות מקומיות מצליחות לרתום ממשלות ולפעול בהתאם לצרכי החיסכון.

חנן בראלי – נושא החיסכון באנרגיה קל יחסית ל"שיווק" שכן, הוא נושא שחוסך כסף, והרבה. בבניין משרדים ממוצע מיזוג האוויר מהווה 75%-70% מסך הוצאות האנרגיה. הבעיה היא שיזום של קניון או בנין משרדים מעוניין לבנות בזול ביותר ולהשכיר או למכור במחיר הגבוה ביותר. התשלום עבור צריכת האנרגיה חל על הקונה או השוכר. יש צורך במערכת כלכלית שמתאמת בין עלויות ההקמה ועלויות התפעול, כדי שלזים יהיה תמריץ להשקיע המערכות יהיו יעילות יותר.

אדי בית הזבדי – יש כאן הצעה לתקצב את נושא התמריצים לעידוד היזמים להשקיע בחיסכון במע' המיזוג.

חנן בראלי- התקנים הישראלים של היום מכסים מעט מאוד מתחום מיזוג האוויר. נדרשת יצירת מוטיבציה תקציבית ליצירת חיסכון ומדד בסיס להשוואות מערכות. חייבת להיות מערכת הסמכה מסודרת ומוכרת של יועצי האנרגיה, כמו גם החמרה של התקנות ויצירת תקנים לשמירה על חיסכון בהפעלה ותחזוקת מערכות מיזוג האוויר. צריכים להתחיל לתקוף נקודתית: לדרוש תקציבים למערכות החיסכון- אגירה, פיתוח מחליפי חום, השבת חום, מערכות עם COP גבוה, בקרת עומס ע"י שינוי מהירות, שסתומי התפשטות מבוקרי מחשב או אלקטרוניים (ולא מבוקרים) ועוד.

בנוסף, יש צורך וחקיקה מתאימה לגבי נושא ההכשרה המקצועית של מתקני מערכת ביתיות. במצב של היום אנשי מיזוג אוויר אינם זקוקים לרישיון ואין דרישה להסמכה. הנושא רלוונטי גם לנושא התאמת המזגן לדרישות וגם לנושא הטיפול בגזי הקירור.

בועז ממנן- המיקוד הוא במערכת הממשלתית. היא זו שצריכה לדרוש ולהכניס קריטריונים ברורים במכרזים שלה.

אדי בית הזבדי – יש בעיה בנושא זה עם האוצר.

גרשון גרוסמן – בכל בבניין משרדים יש צורך בבדיקה תקופתית של המעליות ע"י בודק מעליות מוסמך. כך צריך להיות הדבר גם לגבי מערכות המיזוג.

חטיב מוניר – בבתי חולים, בתחומים בהם יש חשיבות עליונה למערכות המיזוג (בנק דם, חדרי ניתוח) יש תקנות ברורות של משרד הבריאות ולכן, במערכות רגישות אלה לא כל טכנאי יכול לטפל. אבל במיזוג אוויר במסדרונות ובחדרים אין דרישה מיוחדת. כפי שיש דרישה לממונה בטיחות במוסדות כאלה, יש צורך לחייב שיהיה ממונה אנרגיה. עפ"י החוק כיום חלה החובה על בתי חולים של קופת חולים אך לא על בתי חולים ממשלתיים.

אדי בית הזבדי – מוסדות הממשלה רחוקים מנושא האנרגיה ולכאורה, החוק של המדינה **לא** חל על הממשלה, כפי שנאמר לגבי בתי החולים הממשלתיים.

מציין את פרויקט ESCO: ניסינו להכשיר ממונה אנרגיה במוסדות בריאות, אך גם משרד התשתיות וגם משרד הבריאות הודיעו שאין הנושא בסמכותם ונוצרה בעיה של לקיחת אחריות: באיזה תחום הוא נושא האנרגיה - בריאות או תשתיות?

אברהם שיצר- מדברים שהועלו בפורום זה, משתמע שאנו לא נוהגים כמדינה מתוקנת. לפיכך יש להציב, לדעת פרופ' שיצר, יעדים בעלי שני מאפיינים: האחד- יעדים מדידים, עם לוחות זמנים בני

השגה. השני, קצת יותר ארוך טווח וחינוכי – המיועד ללמוד את המידע הקיים, לבחון המלצות אופרטיביות, לגבש את החומר ולהעבירן לביצוע.

מכאן שיש לצאת עם מסר פשוט: החינוך צריך לכלול את כל ההיבטים של חיסכון באנרגיה. בפורום הנוכחי אנו משוחחים על דרכי החיסכון באנרגיה ועל עומסים. יש לזכור כי אגירת אנרגיה למעשה מבזבזת אנרגיה. היא אמנם חוסכת כסף כיוון שאוגרים בשעות בהן החשמל זול יותר, והמערכת מסיטה עומסים אך היא לא חוסכת אנרגיה. יש לבחון אם היא חוסכת זיהום, שכן האגירה בלילה נעשית בשעות שממילא יעילות התחנות הפועלות נמוכה ואילו אספקת החשמל בשיא דורשת הכנסה לפעולה של היחידות הכי פחות יעילות של חח"י, שהן גם המזהמות ביותר.

אדי בית הזבדי – יש להשלים את סקר מצאי המצננים שעשינו (ראה דבריו בפרק 3). הידע הקיים הוא חלקי.

נחום יוגב – ההתלבטות בין מערכות קירור ע"י עיבוי מים או אוויר היא משמעותית. קירור ע"י מים יחסוך אנרגיה, אך יצרוך מים – שנמצאים במחסור. אולי יש צורך בהתקנת מערכות לטיפול במי העיבוי וסחרור שלהם במערכות הקירור ובכך גם לחסוך אנרגיה וגם לחסוך מים. חשוב להזכיר עוד צרכן ממשלתי, משרד החינוך, אשר דורש במכרזים שלו התקנה של מזגנים מפוצלים. פורום זה, לעניות דעתי, אמור להעלות את המודעות כדי לתקן עוולות והנחיות מטופשות שבאות מהמדינה.

יש לחשוב על דרך להגביל את כניסת החשמל לבנין. לבצע הערכה כמה חשמל הבניין צריך ואם הוא צורך יותר, בגלל חוסר יעילות, יש לקנוס אותו.

חנן בראלי – מחקרים בהשוואה בין עיבוי האוויר לבין עיבוי המים מהווים בסיס קיים להוכחה לאפשרות של חיסכון באנרגיה. בבדיקה שכזו, לא צריך להסתכל רק על המדחס אלא יש משאבות, טיפול במים, כימיקלים ומגדלי הקירור.

יורם גרוס – מזכיר שוב כי מערכות הקירור בספיגה לא צריכות חשמל אלא יכולות להשתמש במקור אנרגיה מתחדש (סולארי וכו'). חברת "סולל" פיתחה מודל לבתי ספר (היישום היה צריך להיות בבית שמש, בסמוך למפעל של סולל) בו עושים מזוג אוויר סולארי- הפרויקט נכשל בגלל חסמים ביורוקרטיים. בעולם רואים הקמה ותפעול יעיל של מרכזי אנרגיה המספקים את כל שירותי האנרגיה.

דן זסלבסקי – היום אפשר להיכנס לפרויקטים שחוסכים אנרגיה גם דרך נושא פרוטוקול קיוטו ו- CDM (מנגנון הפיתוח הנקי המאפשר למדינה מתפתחת כישראל ליהנות ממימון ע"י מדינה מפותחת, אם תוכח הפחתה בזיהום ע"י גזי חממה). להקטנת היקף הייצור של האנרגיה לצורך קירור – ניתן יהיה אולי לקבל מימון מהאו"ם.

נוכח לאחרונה בהצלחה של תכנית שהובילה המולמו"פ, היכולה לשמש כמורה דרך בתחום שלפנינו: שיתוף פעולה עם התאחדות התעשיינים, צה"ל, משרד החינוך – כדי לחדש הכשרה מקצועית לצעירים בישראל. הצליחו לגרום לקבלת 400 מליון ₪ להקים כיתות לימוד מקצועי

ובגרות. התוכנית מיועדת להגיע ל-2500 תלמידים תוך 4 שנים דרך שילוב ויצירת העניין עם התאחדות בעלי התעשייה וצה"ל. בנושא שלפנינו – צריך להתחיל מארגון שייקח על עצמו הצבת יעדים וסטנדרטים. יש סיכוי להביא את נושא החיסכון באנרגיה אל סדר היום ולבנות בהדרגה את המסה הקריטית שתביא לשינוי.

עופר קרן- בהתייחס לדברי שיצר - יש לזכור כי אגירת אנרגיה חוסכת קילוואטים כי הפעלת המדחסים בלילה יעילה יותר. אפשר לקדם "טורניר אנרגיה" – ידוע כי תחרות מולידה רעיונות והתקדמות לדרך חדשה. אנשים זקוקים לתחרות כדי להגיע למיצוי היעדים. לדוגמא, בבתי חולים, בין מתקני כימיקלים לישראל, בין משרדי ממשלה.

5. סיכום והמלצות

מערכות מיזוג אוויר הן מהצרכניות הגדולות ביותר של אנרגיה כיום בישראל. 70% מצריכת החשמל של בניין משרדים אופייני כיום מוקדשת למיזוג אוויר. שיא הביקוש לחשמל בישראל עבר מן החורף אל הקיץ עקב הדרישה למיזוג אוויר. לו הייתה אפשרות לקצץ בביקוש החשמל למיזוג - אפשר היה לדחות במספר שנים את הקמת תחנת הכוח הבאה בישראל, לצמצם את זיהום האוויר- המקומי והגלובלי וכן להקטין את התלות של ישראל בדלק מיובא.

בשנת 2004 הכין מוסד שמואל נאמן, בהזמנת המשרד להגנת הסביבה, סקר מיזוג אוויר בישראל, פוטנציאל חיסכון ומדיניות מימוש. בסקר נמצא כי למעלה מ 80% מהצריכה הייעודית למיזוג אוויר בשעות הבוקר (שעות שיא הביקוש) נובעת מצריכה מוסדית ומסחרית. ההמלצות התמקדו לכן בפתרונות לייעול השימוש במערכות מיזוג מוסדיות (ראה מקור 3). תקציר הסקר מובא בנספח מס 1.

למרות שהתייעלות במערכת מיזוג האוויר מביאה לחסכון ישיר ומשמעותי בכסף, קיים מכשול לביצוע התייעלות הנובע מאינטרסים מנוגדים בין שתי מערכות נפרדות: זו של היזמים והקבלנים, המעוניינים לבנות מהר ובזול, לעומת זו של המשתמשים במבנים אשר צריכים לשלם את הוצאות החשמל. בנוסף, מערכות המיזוג בבניינים קיימים הן לעתים קרובות בזבזניות, בנויות לפי תכנון ישן שאינו מתאים למציאות הנוכחית ובעלי המבנים אינם ממהרים להחליף אותן מפאת העלויות הכרוכות בכך. הממשלה יכולה וצריכה להתמודד עם בעיות אלה, שלא יפתרו ללא מעורבות ממסדית. פורום האנרגיה הנוכחי הצביע על שורה של צעדים שאפשר לנקוט לתיקון המצב.

המלצות

המלצות הצוות כוללות טווח רחב של נושאים אשר בהם אפשר להשפיע ובאמצעותם ניתן להשיג שני יעדים: **חיסכון בצריכת האנרגיה והסטט עומסים משעות השיא**. לאור זאת, הצוות ממליץ על מכלול פעולות **משולבות**, כאשר מוסכם כי ככל שהיישום ייעשה בצורה כוללת יותר, האפקטיביות שתושג תהיה משמעותית יותר:

1. **חינוך לחסכון**. החינוך לשימוש מושכל ולתחזוקה הולמת של מערכות מיזוג האוויר חוצה ארגונים וחוצה קהלים. פעולות לחינוך ציבור המשתמשים עולות יחסית מעט ועשויות להביא לתוצאות משמעותיות בזמן קצר. יש להחדיר את נושא החיסכון לתודעת הציבור הרחב ובמקביל ליצור תרבות ארגונית של חיסכון אצל גופים מוסדיים. לצד הצורך במודעות להרחקה ולצמצום מקורות פולטי חום בחללים הממוזגים, יש צורך בחינוך לכיוון טמפרטורת המזגן ולכבוי שלו בעת שאינו נחוץ. בגוף דו"ח זה ניתנו ע"י המשתתפים מספר דוגמאות של הצלחה בתחום זה.
2. **תקנים**. הכנת תקנים מפורטים וברורים לשימוש חסכוני במערכות מיזוג אוויר ואכיפתם. יזם שאינו יכול או אינו רוצה לעמוד בתקן, לא יקבל רישיון לבנות. תידרש בדיקה תקופתית של מערכות מיזוג קיימות, כפי שהדבר נעשה לגבי מעליות, מתקני הרמה וכדומה, ומערכת שלא תעמוד בתקן – תופסק פעולתה עד לתיקון. הרציונל לדרישות

- "דרקוניות" כאלה: חיסכון באנרגיה הוא אינטרס לאומי. יש להנפיק "מכסות אנרגיה": ארגון שחורג מהמכסה מנתקים לו לחלוטין את זרם החשמל, או משלם קנס גבוה. ארגון שמצליח לצרוך פחות משנקוב לו- מקבל פרמיה – ראה המלצה 3 להלן.
3. **עידוד ותמריצים כלכליים.** במקביל לאכיפת התקנים יינתן עידוד למי שיתקין ויפעיל מערכות חסכוניות מעבר לדרישות התקן. מתן ערבויות מדינה לפרויקטים, פחת מואץ על מערכות יעילות, הפחתת או ביטול מס קניה על מערכות אלה, והבטחה כי התקציבים המוקצים לפרויקטים אלה יהיו נגישים ופשוטים מבחינת הטפסים והאישורים הביורוקרטיים הנדרשים.
4. **מערכות במתקנים ממשלתיים.** הממשלה צריכה להיות הראשונה לדרוש ולהכניס קריטריונים של יעילות למערכות מיזוג אוויר במכרזים שלה. במוסדות ממשלתיים יהיה ממונה אנרגיה כפי שנדרש כיום בבתי חולים של קופת החולים, אך לא בבתי חולים ממשלתיים.
5. **הכשרת כח אדם.** יש להכשיר מתקנים, מפעילים ומפקחים ולדרוש הסמכה שלהם והדרכה עיתית על מנת לשמר כ"א מקצועי ומעודכן, אשר יבצע התקנות, תפעול ותחזוקה עפ"י מדדים שיוגדרו ע"י משרד התשתיות הלאומיות.
6. **פורום מנכ"לים/ ועדת הגוי.** מוצע לערוך מסע הסברה למנכ"לים וליצור פורום מנכ"לים שיציב יעדים על מנת להפחית את חשבונות החשמל שלהם. כך נעשה בארה"ב. ניתן להקים צוות היגוי של מספר חברים אשר יציג את ההמלצות ויעמוד בקשר מתמיד עם משרדי הממשלה הרלוונטיים על מנת לוודא ולסייע בהפיכת הדיון האקדמי לתוצאות בשטח, תוך קביעת יעדים ולוחות זמנים ברורים ליישום.
7. **התארגנות גופים ציבוריים.** ניתן לרתום גופים מקצועיים כגון ארגון מהנדסי קירור ומיזוג אוויר (אימק"ם), התאחדות התעשיינים, השלטון מקומי, לשכת המהנדסים, ארגון הקבלנים, ארגון מהנדסים העירוניים (ארגון המהנדסים העירוניים הם האחראים בועדות התכנון והבנייה) כדי ליצור מודעות ופעילות חיסכון מלמטה.
8. **הסטת ביקושים.** אחד הפתרונות להסטת הביקושים, בטווח הבינוני והארוך, הוא לעודד הקמת מערכות לאגירת קור ע"י קרח או מים קרים.
9. **חסכון במבנים.**
- 9.1 בטווח המידי ניתן ליישום ע"י הצללת המבנים, התקנת מדי ובקרי טמפרטורה חדשים והתקנת אוטומטים לכבוי מערכות המיזוג.
- 9.2 יישום תקן 1045 ואכיפתו ע"י משרד הפנים באמצעות ועדות התכנון והבניה.
- 9.3 קידום בניה משמרת אנרגיה מעבר לדרישות התקן. כאמור, פורום נפרד יעסוק בעדיפויות וקדימויות בתחום זה.
10. **קירור אוויר לעומת קירור מים.** הקמת צוות מומחים בין-משרדי אשר ינתח, תוך בדיקת מכלול השיקולים, את היתרונות והחסרונות של מערכות מקוררות מים ומקוררות אוויר (ובמקום רלבנטי - מערכות קירור בספיגה) ובסופו של דבר יציג את המערכות אשר את התקנתן צריכה המדינה לעודד.

6. מקורות

1. חוזר מנכ"ל המשרד לאיכות הסביבה (2001)
2. מדריך לתכנון מערכות מיזוג אוויר :
ASHRAE Handbook, American Society of Heating, Refrigeration and Air
Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, Georgia, USA (2004-2007)
3. מ.ד. הירש: סקר מיזוג אוויר בישראל – פוטנציאל חיסכון ומדיניות מימוש. מוסד שמואל
נאמן, הטכניון, חיפה (2004)
http://www.neaman.org.il/publications/publication_item.asp?fid=590&parent_fid=490&iid=2587

סקר מיזוג אוויר בישראל פוטנציאל חיסכון ומדיניות מימוש

עריכה

ד"ר משה (דן) הירש, מהנדס יועץ
חב' אנקונסול – פתרונות אנרגיה ובקרה
EnConSol – Energy & Control Solutions

מושב צפריה 88, מיקוד 60932
טל. 03-9607048 050-397950 פקס. 057-946349
www.enconsol.co.il enconsol@zahav.net.il

מוסד שמואל נאמן, הטכניון, חיפה

ניהול הפרויקט

ד"ר אופירה אילון, מנהלת תחום איכות הסביבה, מוסד שמואל נאמן

וועדת היגוי ופקוח

פרופ' גרשון גרוסמן, הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון
פרופ' אברהם שיצר, הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון
ד"ר חאלד גומיד, הפקולטה להנדסת מכונות, הטכניון
יצחק גורן, יועץ סביבה
פרופ' יורם אבנימלך, מוסד שמואל נאמן
מר ירון ארנון, רא"ג כלכלה ותקינה, המשרד לאיכות הסביבה

עבור

המשרד לאיכות הסביבה

ירושלים

דצמבר 2004

כסלו תשס"ה

ניהול, הכנת ועריכת הסקר

ניהול הסקר ע"י מוסד שמואל נאמן בטכניון:

ניהול ופיקוח הפרויקט ע"י ד"ר אופירה אילון, מנהלת תחום איכות הסביבה בשת"פ עם וועדת היגוי ופיקוח בה חברים:

- פרופ' אברהם שיצר, הפקולטה להנדסת מכונות
- פרופ' גרשון גרוסמן, הפקולטה להנדסת מכונות
- ד"ר חאלד גומיד, הפקולטה להנדסת מכונות
- יצחק גורן, יועץ מדיניות סביבתית
- פרופ' יורם אבנימלך, מוסד שמואל נאמן
- מר ירון ארנון, המשרד לאיכות הסביבה

הכנה ועריכת הסקר:

ד"ר משה (דן) הירש, מהנדס יועץ

חב' "אנקונסול פתרונות אנרגיה ובקרה" (EnConSol – Energy & Control Solutions) בהשתתפות עובדי משרדו (איסוף חומר בארכיון הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, סיוע בהכנת בסיסי נתונים וגרפים ובעיבוד תמלילים): רון (נושקה) עילם, מיכל יצחק.

תקציר הממצאים המוגש להלן כולל סקירה של התפתחות צריכת החשמל בישראל בכלל ולצרכי מיזוג אוויר בפרט. התקציר כולל את פוטנציאל הייעול הטכנולוגי ואת התועלת הכלכלית הנגזרת מייעול זה. כמו כן, כולל התקציר המלצות למדיניות ויישום ע"י המדינה. את העבודה המלאה ניתן להזמין במוסד שמואל נאמן או להורידה מאתר האינטרנט של המוסד www.neaman.org.il

סיכום ומסקנות

מטרת הסקר

עם השנים, ניכרת עלייה בצריכת האנרגיה עקב הגידול באוכלוסייה והעלייה ברמת החיים. לאורך השנים נצפית גם עלייה בנתח האנרגיה לצורכי מיזוג אוויר ביחס לצריכת האנרגיה הכוללת. לאור מגמות אלו, התבקש מוסד ש. נאמן, ע"י המשרד לאיכות הסביבה, לאפיין את נושא מיזוג האוויר בישראל בהיבט של צריכת אנרגיה ויעילות בציר הזמן, ולבדוק פוטנציאל החיסכון למשק הלאומי ולצרכן כתוצאה מהסבת הטכנולוגיות הישנות לטכנולוגיות חדשות ויעילות יותר, ובמקביל להציע חלופות ו/או מדיניות אשר תאפשרנה למתן את העלייה בצריכת האנרגיה.

החיסכון למשק הלאומי ייבדק בהיבטים אנרגטיים, סביבתיים וכלכליים:

- **היבט אנרגטי** : חיסכון בהספק שיא ביקוש וחסכון בדלק
- **היבט סביבתי** : חיסכון במזהמים הנגזר מחיסכון בדלק
- **היבט כלכלי** : חיסכון בעלות הון ההשקעה כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח חדשה

בהיקף הנגזר מהחיסכון בהספק שיא הביקוש, חיסכון תפעולי כספי בהיקף הנגזר מהחיסכון בדלק ובמשאבי תפעול נלווים להיקף ייצור חשמל, וחיסכון כספי הנגזר מחיסכון במזהמים.

החיסכון לצרכן משמעותו חיסכון כספי שוטף הנגזר מהחיסכון בצריכת חשמל.

סיכום המנהלים כולל ארבעה חלקים:

החלק הראשון הינו רקע כללי אשר בו נסקור את התפתחות צריכת החשמל ונסכם את הממצאים החשובים ביותר לגבי צריכת האנרגיה.

בחלק השני נדון בפוטנציאל הטכנולוגי הקיים היום לצורך הקטנת הצריכה היום ולמיתון הצריכה בעתיד.

בחלק השלישי נדון בנושא התועלת הכלכלית.

בחלק הרביעי נביא הצעות למדיניות לצורך ייעול משק האנרגיה בכלל וליישום תוכנית החיסכון ע"י ההסבה לטכנולוגיות החדשות בפרט.

1. התפתחות צריכת החשמל

1.1 התפתחות צריכת החשמל הכוללת

במשך השנים חל גידול מתמיד בהיקף יצור החשמל בישראל הנגזר מהגידול בצריכה, בפעילות במשק ובעליית רמת החיים. הגידול חל הן בדרישה לזמינות הספק והן בצריכת האנרגיה. הדרישה לזמינות הספק הכתיבה הוספת תחנות כוח. מרכיבי וממדי הגידול בדרישה לחשמל שונים ומגוונים על פי אופייני הצרכנים במגזרי המשק השונים.

בעשורים האחרונים ובמיוחד בעשור האחרון, חל גידול משמעותי בצריכת החשמל בעיקר במגזרים הקשורים בתחומי המבנים (תעשיות הייטק, מסחרי, ציבורי וביתי), ופחות (יחסית) בתעשייה המסורתית.

ערכים ייצוגיים :

<p>היכולת הנקובה עמדה על 2,700, 4,500, 9,750 מגהוואט בשנים 1980, 1990 ושנת 2002, בהתאמה</p> <p>ההספק הזמין עמד באותן שנים על 2,200, 3,800 ו-8,700 מגהוואט (גרף מס' 1).</p> <p>צריכת האנרגיה השנתית הכוללת עלתה מ 12.4 ל 20.9 ועד 45.4 מיליארד קוט"ש בשנים הנ"ל, בהתאמה.</p>
--

1.2 התפתחות צריכת החשמל הייעודית למיזוג אוויר

ענף מיזוג האוויר תופס חלק משמעותי – בעיקר בעונת הקיץ - בצריכת חשמל במבנים. ההתפתחות בצריכה באה לידי ביטוי בעיקר במגזר **המסחרי והציבורי** וכמו כן במגזר **הביתי**. ההצטיידות במתקני מיזוג אוויר ניכרת הן במבנים חדשים והן במבנים ישנים. **במגזר הביתי**, הגידול, שהחל מסוף שנות ה-80, היה אף גבוה יחסית בהשוואה למגזרים המסחרי והציבורי הנ"ל. הגורם לכך הוא הוזלת המזגנים הביתיים והפיכתם ל"מוצר עממי", בהשוואה לעלותם הגבוהה יחסית בשנות השמונים, עת עדיין נחשבו למוצר יוקרתי ורק בעלי יכולת כלכלית מיוחדת הרשו לעצמם להתקנם.

1.3 הגידול בדרישה לחשמל - הספק ואנרגיה – כללי וייעודי למיזוג אוויר

מניתוח נתוני הספק שיא הביקוש הכולל עולה כי עד תחילת שנות ה-80 ערכו היה דומיננטי בעונת החורף יחסית לעונת הקיץ. ממצא זה מעיד על דרישה גבוהה יחסית לחימום בחורף ונמוכה יחסית למיזוג אוויר בקיץ. עם זאת הערכים המוחלטים (גם בחורף) היו נמוכים מאוד יחסית להיום. מגמה זו המשיכה גם במהלך שנות ה-90 המוקדמות. החל משנות ה-90 המאוחרות ואילך, ובעיקר מתחילת שנות ה-2000, המגמה השתנתה ומצביעה על גידול משמעותי בהספק שיא הביקוש בקיץ. כמו כן הגידול היחסי בהספק שיא הביקוש גדול לעומת הגידול היחסי בצריכת האנרגיה, כאמור לעיל.

הגידול בדרישה למיזוג אוויר הינו עונתי, בקיץ, בתוך העונה, במשך מספר ימים בהם הדרישה קיצונית כתוצאה מתנאי אקלים קיצוניים (עומס חום – טמפרטורה ו/או לחות - גבוהה). כתוצאה מכך, הגידול היחסי הגבוה בדרישה לחשמל מצד ענף מיזוג האוויר השפיע ומשפיע על גידול בדרישה הארצית להספק בשיעור גבוה יחסית לגידול בצריכת אנרגיה. המשמעות היא: **הגדלת הספק שיא הביקוש הכולל בתקופת הקיץ**.

מעבר לעונתיות, חשוב לבחון את התנהגות משק החשמל על פני שעות היממה.

ניתוח נתוני הספק שיא הביקוש הייעודי למיזוג אוויר מצביע על ערכים גבוהים יחסית עבור הספק שיא ביקוש "בוקר", בהשוואה לערכי הספק שיא ביקוש "ערב". תופעה זו מושפעת בעיקר מפעילות מגזרי המשק - תעשייתי, מסחרי וציבורי - וענפי צריכת האנרגיה במגזרים אלה בשעות היום, בכלל זה מיזוג האוויר בכ"א מהמגזרים. התופעה מושפעת פחות, יחסית, מהמגזר הביתי שפעילותו בשעות היום נמוכה יותר, בד"כ, בהשוואה למגזרי המשק.

ערכים ייצוגיים להספקי שיא ביקוש וייצור אנרגיה:

הספק שיא ביקוש בוקר כולל עמד על 2,015, 3,530 ו-8,750 מגהוואט בשנים 1980, 1990 ושנת 2002, בהתאמה. מתוכם, הספק השיא למיזוג אוויר בשעות הבוקר הגיע בשנים הנ"ל (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה) לערכים של 422, 695 ו-3,032 מגהוואט, בהתאמה (ערכים אלה מהווים 21%, 20% ו-35% ביחס לשיא ביקוש כולל, בהתאמה). כלומר, נכון ל-2002, מהווה הספק שיא הביקוש למיזוג אוויר בשעות הבוקר למעלה מ 35% משיא הביקוש הכולל.

הספק שיא ביקוש ערב כולל עמד בהתאמה לשנים הנ"ל, על 1,930, 3,880 ו-8,500 מגהוואט. מתוכם, הספק שיא הביקוש למיזוג אוויר בשעות הערב הגיע (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה) לערכים של 259, 289 ו-2,225 מגהוואט בהתאמה בשנים הנ"ל. כלומר, נכון ל-2002, מהווה הספק שיא הביקוש למיזוג בשעות הערב למעלה מ 28% מהספק שיא הביקוש הכולל.

הגידול השנתי בהספק שיא ביקוש בוקר כולל עלה (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה - ראה גרפים מס' 3, 29) מערך של כ-300 מגהוואט\שנה (7.2% \שנה) ב-1991-1992 לערך של 560 מגהוואט\שנה (6.5% \שנה) ב-2002. הגידול השנתי בהספק שיא ביקוש בוקר הייעודי למיזוג אוויר עלה (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה) מערך של 72 מגהוואט\שנה (4.8% \שנה) ב-1991-1992 לערך של 221 מגהוואט\שנה (7.3% \שנה) ב-2002.

הגידול השנתי בהספק שיא ביקוש ערב כולל עלה (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה) מערך של כ-310 מגהוואט\שנה (7.3% \שנה) ב-1991-1992 לערך של כ-302 מגהוואט\שנה (3.7% \שנה) ב-2002. הגידול השנתי בהספק שיא ביקוש ערב ייעודי למיזוג אוויר עלה (על בסיס קירוב פולינומי של קו מגמה) מערך של 37 מגהוואט\שנה (7.2% \שנה) בתקופה 1991-92 לערך של 365 מגהוואט\שנה (16.4% \שנה) ב-2002. ראה גרף מס' 29.

ייצור האנרגיה השנתי הכולל עלה מ-20.9 מיליארד קוט"ש\שנה ב-1990 ל-45.4 מיליארד קוט"ש\שנה ב-2002. אספקת אנרגיה ייעודית למיזוג אוויר (כולל הפסדי מערכת) עלתה מכ-1.8 מיליארד קוט"ש ב-1990 (8.6% מסה"כ ייצור החשמל) לכ-5.1 מיליארד קוט"ש ב-2002 (11.2% מסה"כ ייצור החשמל).

מאחר ובמגזרים השונים מותקנים אמצעי מיזוג אוויר שונים, חשוב לבחון את חלקו היחסי של מיזוג האוויר עפ"י מגזרי הצריכה ואת גידול הצריכה לאורך הזמן.

ערכים ייצוגיים להתפלגות שיא הביקוש המרבי הייעודי למיזוג אוויר בשעות היום ("בוקר") למגזרי צריכה שונים בשנה 2002 (הערכים כוללים אובדנים באספקה):

התפלגות יחסית %	הספק שיא ביקוש מגהוואט	מגזר
14.3%	434	ביתי
20.2%	615	תעשייתי
52.2%	1,583	מסחר, שירותים, ציבורי
1.6%	48	צובר
3.3%	99	חנויות כלבו
2.9%	88	בתי מלון ואכסניות
5.5%	73+93	בניה וחקלאות
למעלה מ 80% מהצריכה הייעודית למיזוג אוויר בשעות הבוקר נובעת מצריכה מוסדית ומסחרית		

התפלגות יחסית של צריכת האנרגיה הייעודית למיזוג אוויר יחסית לצריכה כללית במגזרים שונים מתחילת שנות ה 90:

גידול במשקל היחסי מ- 1990 ל- 2002	2002	1990	מגזר
5,750%	23.4%	0.4%	ביתי
-21%	13.6%	17.3%	תעשייתי
43%	31.0%	21.7%	מסחר, שירותים, ציבורי
14%	0.8%	0.7%	צובר
21%	1.7%	1.4%	חנויות כלבו
	4.4%		בתי מלון ואכסניות
			בניה וחקלאות
עיקר הגידול היחסי היה במגזר הביתי ולאחריו במגזר המסחר והשירותים			

הערה: לכאורה, קיימת אי התאמה בין הנתונים בטבלאות הנ"ל ובגרפים המצויינים. דבר זה נובע מהעובדה כי חלק מהצרכנים המסחריים/ ציבוריים משלמים תעריף חשמל ביתי למרות שהם אינם שייכים למגזר הביתי.

סיכום ביניים:

קיימת משמעות לחיסכון בהספק שיא ביקוש "בוקר" הייעודי למיזוג אוויר לצורך דחית הקמת תחנות כוח חדשות. הדבר נגזר מהגורמים כדלקמן:

- הספקי שיא הביקוש בעונת הקיץ, הן הכולל והן הייעודי למיזוג אוויר, הנם בסיווג "בוקר". יותר מזה, קיימת חפיפה בעיתוי של שיא הביקוש הכולל ושיא הביקוש הייעודי למיזוג אוויר.
- הספק שיא ביקוש "בוקר" הייעודי למיזוג אוויר מהווה מרכיב משמעותי בהספק שיא הביקוש הכולל: הרכבו היחסי בשיא הביקוש הכולל הולך וגדל עם השנים (פרט למגזר התעשייתי). הגידול המשמעותי ביותר חל במגזר הביתי ומעיד על כך שרוב מערכות

המיזוג אוויר הביתיות הותקנו לאחר שנות ה-90 וגיל מערכות אלו קטן בהשוואה למגזרי המשק האחרים.

- הספק שיא הביקוש הכולל בסיווג "בוקר" הולך ומתקרב בשנים האחרונות להספק הזמין המותקן, ממצא המחייב הגדלת כושר ייצור חשמל כולל באמצעות הקמת תחנות כוח נוספות. לפיכך חיסכון בהספק שיא ביקוש בסיווג "בוקר" בענף מיזוג האוויר עשוי לדחות הקמת תחנות כוח חדשות. משך הדחייה יהיה תלוי ברזרבה של ייצור החשמל (ההפרש בין ההספק הזמין להספק שיא הביקוש) ובגודל החיסכון בהספק שיא הביקוש.

לאור ממצאים אלה, נתמקד בהמשך בבחינת פוטנציאל היעול הטכנולוגי להורדת שיא הביקוש בבוקר ובעונת הקיץ, ובבחינת התועלות והעלויות למשק הלאומי ולצרכן הבודד, הנובעות מייעול מערך מיזוג האוויר.

2. פוטנציאל יעול טכנולוגי

2.1 כללי

האמצעים הטכנולוגיים להפחתת הביקוש בשעות השיא מתבטאים בייעול טכנולוגי של מתקני מיזוג האוויר המביא להורדה בצריכת חשמל יחסית לתפוקת הקירור. הייעוד העיקרי בייעול הטכנולוגי הינו להעלות את ערכי ה-COP (ערך ה-COP מגדיר את היחס בין תפוקת הקירור להספק החשמלי הנצרך; יחס זה נקרא גם "ספרת הספק" או "מקדם ביצוע" Coefficient of Performance).

העלאת ה-COP גורמת להורדת הספק החשמל הנדרש עבור תפוקת קירור מוגדרת ועל ידי זה להורדת צריכת האנרגיה החשמלית התקופתית.

ההנחה בכל התרחישים היא כי ההצטיידות, מכאן ואילך - בהתקנות חדשות – תהיה במתקני מיזוג אוויר יעילים בעלי COP משופר.

ערכי ה-COP המינימליים הנדרשים נקבעים עפ"י תקני משרד התשתיות הלאומיות ומכון התקנים אך הם רלוונטיים למזגנים יחידתיים בלבד. הערכים המוגדרים בתקן הישראלי ע"י מכון התקנים נמדדים בתנאים מבוקרים וסטנדרטיים למדידה. עם זאת, הביצועים בשטח משתנים בהתאם למיקום הגיאוגרפי של האתר הממוזג (מישור החוף, שפלה, הר וכו'), סביבת ההתקנה של הציוד ומאפייני הפעילות.

ערכי ה-COP של ציוד מיובא מארה"ב מוגדרים בהתאם לדרישות מוסדות העוסקים בתקינה אנרגטית. הערכים מוגדרים הן למזגנים יחידתיים והן למתקנים מרכזיים.

כל החישובים שבוצעו בעבודה זו מסתמכים על נתוני COP ממוצעים.

באמצעות היעול הטכנולוגי, ניתן למתן את הגידול בצריכת האנרגיה במשק ובהספק שיא הביקוש בענף מיזוג האוויר. עבודה זו בוחנת יעילות כלכלית של החלפת מתקנים בעלי COP נמוך למתקנים בעלי COP גבוה ואו לחילופין שיפור יחידות ומתקני מיזוג אוויר ישנים. הבחינה לגבי החלפת מתקנים לבעלי COP גבוה מתייחסת הן לפוטנציאל הכללי של המשק הלאומי והן להיבט הצרכן.

תמיכה ממשלתית להחלפה/ייעול מזגנים ביתיים כמעט שאינה אטרקטיבית מהסיבות הבאות:

- א- רוב המזגנים בסקטור הביתי פעילים בעונת הקיץ בשעות אחה"צ והערב כך שהסבת מרביתם ליעילים יותר אינה תורמת להורדת שיא הביקוש ביום.
- ב- רוב המזגנים הביתיים יותר חדשים בהשוואה למזגנים בסקטורים אחרים ולכן תרומת היעול פחות משמעותית.
- ג- קשה ליישם מדיניות סיוע בהמשך ע"י המדינה לצרכן הפרטי שהוא פחות מאורגן ומסודר בהשוואה למגזרים האחרים.
- ד- סביר להניח, כי מזגנים בלתי יעילים, שהותקנו ע"י השכבות הסוציואקונומיות הגבוהות בראשית שנות השמונים, הוחלפו עם השנים.

הבחינה לגבי שיפור יחידות ומתקני מיזוג אוויר ישנים הינה במתכונת מדגמית בלבד שכן, בפועל, בחינת כל מתקן הינה ייעודית לו ובד"כ כרוכה הבחינה בסקר טכנו-כלכלי ייעודי. ערכי ה-COP הגבוהים יחסית במתקנים החדשים הם פועל יוצא של שיפורים בנצילות מדחסים, שימוש באמצעי בקרה מתקדמים, שיפורים במקדמי מעבר חום במעבים ובמאיידים, והקטנת הפסדי לחץ.

בנוסף, מסתמן בשנים האחרונות פיתוח מסיבי בעולם (במיוחד בארצות הברית ויפן) למתקני קירור לא קונבנציונאליים מסוג "ספיגה" (absorption) המופעלים ע"י מקור חום ולא ע"י חשמל. מקורות החום יכולים להתבטא ע"י חום המופק משריפה ישירה של דלקים, כגון גז טבעי, או ע"י חום תהליך שיורי הזמין בדרך כלל בתעשייה. מתקני קירור מן הסוג השני הם אטרקטיביים במיוחד, בהיותם מנצלים חום שיורי (כך שהעלות האנרגטית להפעלת המתקנים היא אפסית) וחוסכים בכך את הוצאות הסילוק של החום השיורי שגורם בדרך כלל לזיהום תרמי סביבתי. מתקני הקירור מן הסוג הראשון צורכים אמנם דלק, אך עלותו עשויה להיות נמוכה יותר מעלות חשמל. מתקנים כאלה משני הסוגים, בהיותם מנצלים חום כמקור אנרגיה להפעלה, תורמים להורדת שיא הביקוש בקיץ במשך היום. יישום חלופה זו בהיקף משמעותי יתאפשר אם וכאשר תהיה אספקת גז טבעי ממוסדת ואמינה, ישירות לצרכנים.

2.2. ממצאים

ערכים ייצוגיים : התפתחות יעילות מתקני מיזוג האוויר בסיווגים השונים עם השנים:

COP אופייני במזגנים יחידתיים	
מזגנים יחידתיים מיצור מקומי: ערך אופייני של 2-1.8 מתחילת שנות ה-90 ועד ל-2.7-2.6 ב-2003.	
קיימת מטרה לגידול ה-COP לערך של 3 ב-2004 ולערך של 3.15 ב-2005.	
מזגנים יחידתיים עפ"י סטנדרטים אמריקאיים: ערך אופייני של 2.5 בתחילת שנות ה-90 עד לכ-3.15 ב-2003.	
קיימת מטרה להגדלה מתמדת של ה-COP	
COP אופייני ביחידות מרכזיות/מצנני מים (צ'ילרים), ללא ציוד עזר	
יחידות רגילות (מעבים מקוררי אוויר) : ערך אופייני של 3.3 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ-4.4 ב-2003.	
יחידות יעילות (מעבים מקוררי מים) : ערך אופייני של 5-6 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ-6.3 ב-2003.	
יחידות יעילות מאוד (מעבים מקוררי מים) : ערך אופייני של 6-7 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ-7.3 ב-2003.	
COP אופייני ביחידות מרכזיות/מצנני מים (צ'ילרים), כולל ציוד עזר	
יחידות רגילות (מעבים מקוררי אוויר) : ערך אופייני של 2.5 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ-3.3 ב-2003.	

יחידות יעילות (מעבים מקוררי מים) : ערך אופייני של 3.8 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ- 4.3 ב-2003.
יחידות יעילות מאוד (מעבים מקוררי מים) : ערך אופייני של 4.1 בתחילת שנות ה-90 ועד לכ- 4.8 ב-2003.

פוטנציאל החיסכון בהספק ואנרגיה למשק הלאומי:

מניתוח פוטנציאל החיסכון על פי מתודולוגית העבודה, המתוארת במפורט בדו"ח, ניתן להסיק כי :

אם יוחלפו או ישופרו כל המערכות הקיימות כך שההספק יתאים לערך היעד של ה-COP לשנת 2004 ניתן יהיה לחסוך הספק שיא ביקוש של כ- 500 מגהוואט וצריכת אנרגיה של כ- 850 מיליון קוט"ש בשנה.
אם יוחלפו או ישופרו כל המערכות הקיימות כך שההספק יתאים לערך היעד של ה-COP לשנת 2005 ניתן לחסוך הספק שיא ביקוש של כ- 550 מגהוואט וצריכת אנרגיה של כ- 1,150 מיליון קוט"ש בשנה.
המשמעות היא דחייה בהקמת תחנת כוח בהספק של 500-550 מגהוואט לתקופה של 15 שנה.
היקף דחייה זה נגזר מהנחת אורך חיים לפעילות יעילה של טכנולוגיה בעלת COP גבוה ומהיות עודף הרזרבה באספקת חשמל מעל הרזרבה המתוכננת - אפסי (לפעמים אף קיים חוסר אמיתי).

התועלת הכלכלית

3.

כללי

3.1

חיסכון למשק בעלויות קבועות הנגזרות מהספק נחסך :

המשמעות הטכנית למשק הנה בדחיית הקמת תחנות כוח חדשות בעלות הספק מצטבר בשיעור ההספק הנחסך. המשמעות הכספית למשק הנה בחיסכון בעלות ההון כתוצאה מהדחייה. שיעור הדחייה יהיה לכל היותר כאורך החיים הממוצע המשוקלל של יחידות מיזוג האוויר המשופרות, קרי, 15 שנים.

במצב הנוכחי, היחידות הרלוונטיות לדחיית הקמה הן בעיקר יחידות מסוג טורבינות גז. יחידות אלה מיועדות לתת מענה לצריכות שיא ביקוש בעונת הקיץ ובעונת החורף (כאמור, בשנים האחרונות השיא הדומיננטי הוא בקיץ).

עלות ההון המושקע הנחסכת למשק מבוססת על משתנים הכוללים את ההספק הנחסך, עלות ההשקעה בתחנת כוח חלופית (נגזרת מההספק הנחסך והשקעה ליח' הספק) בניכוי סבסוד המרת יחידות מיזוג אוויר מיושנות למשופרות, שער הריבית על הון ההשקעה הנדחית וכן, תקופת דחית ההשקעה.

חיסכון למשק בעלויות משתנות הנגזרות מחסכון בצריכת דלק ובעלויות תפעול ומהפחתת פליטת מזהמים :

הדלקים הרלוונטיים כיום הנם סולר (לטורבינות גז), מזוט ופחם (לתחנות קיטוריות). בעתיד יתווסף גז טבעי כדלק רלוונטי (בעיקר לטורבינות גז, הן חדשות והן כאלה שיוסבו משימוש בסולר לשימוש בגז טבעי, ולתחנות קיטוריות שיוסבו משימוש במזוט לשימוש בגז טבעי).

בהיבט הכלכלי המשמעות היא חיסכון בעלות הייצור (מבוססת על חיסכון בהוצאות דלק ובהוצאות תפעול ואחזקה). לחיסכון בעלות הייצור יש להוסיף את שווה הערך הכספי לזיכוי שיינתן לייצור אנרגיה נקייה, שהרי מדובר בהפחתת פליטת מזהמי אוויר כתוצאה מהפחתת צריכת האנרגיה משריפת דלק.

מנקודת מבט המשק הלאומי יש לשקלל את החיסכון הכספי הנגזר מהחיסכון בהספק ואת החיסכון הכספי הנגזר מהחיסכון באנרגיה (חיסכון בעלות הייצור וחיסכון במזהמים). השקלול הוא בהיוון החיסכון הכספי הנגזר מהחיסכון בעלות הייצור וניכוי הערך המהוון מההשקעה.

הערה:

בהתאם למידת הכנסת גז טבעי לשימוש במשק החשמל אמורה התמונה להשתנות במידה מסוימת. לאחרונה הוסבה תחנת הכוח הישנה (יחסית) באשדוד, הפועלת במחזור קיטורי קונבנציונאלי, משימוש במזוט כדלק לשימוש בגז טבעי. בעתיד הקרוב (סדר גודל של שנים ספורות) יוסבו תחנות כוח המבוססות על טורבינות גז והמשתמשות כיום בסולר יקר יחסית לגז טבעי שהינו זול יותר ומזהם פחות. בחלק מהתחנות מדובר במחזור משולב (מחז"מ) הכולל מחזור טורבינת גז ומחזור טורבינת קיטור הניזון מחום גזי הפליטה של טורבינת הגז.

היות ונצילות מחזור משולב גבוהה משמעותית ממחזור תחנת כוח קיטורית (55% ויותר לעומת 37%) הרי תהיה לכך משמעות בעתיד; כלומר, ייתכן כי בחלק מתקופת דחית ההשקעה בגין החיסכון במתקני מיזוג אוויר תעריף החשמל הנחסך למשק יקטן. המשמעות המעשית על מדיניות יישום סיוע המשק הלאומי להסבת יחידות מיזוג אוויר ליעילות: היישום ייעשה בהדרגה בציר הזמן כך שבמהלך תקופת היישום יערך תחשיב עדכני של תזרים מזומנים בהיבט המשק אשר יכול עדכונים לגבי התעריפים החזויים על פי קצב מימוש הסבת תחנות הכוח הקיימות לגז טבעי ובהתאם להם יעודכן שיעור הסיוע.

עם כניסת שימוש מסיבי עתידי בגז טבעי, תידרש בדיקה כוללת לכדאיות תמיכת הממשלה בסבסוד רכישה של מכונות מיזוג אוויר מסוג "ספיגה" המופעלות ע"י מקור חום ולא ע"י חשמל. תמיכה כזו תאפשר הכנסת מתקני קירור בספיגה לשימוש לאו דווקא למגזר התעשייתי עתיר החום השיורי, אלא גם למגזרים המסחרי והציבורי שבהם אין זמינות לחום שיורי. דבר כזה יכול לשפר בהחלט את התמונה של משק החשמל הישראלי.

תועלות כלכליות לצרכן הבודד

המניע העיקרי של הצרכן להשקיע בהסבה ליחידת מיזוג אוויר יעילה יותר בעלת COP גבוה יותר היא בהשקעה נמוכה יחסית ובהחזר מהיר יחסית של ההשקעה כתוצאה מחיסכון תפעולי כספי הנגזר מחיסכון בצריכת חשמל.

3.2. ממצאים

פוטנציאל החיסכון הכלכלי

מניתוח אומדן כלכלי למשק כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח מתקבל חסכון של \$405 לכל קו"ט נחסך.

הממצאים מצביעים על פוטנציאל חיסכון כתוצאה מהסבת טכנולוגיות מיושנות בעלות יעילות נמוכה לטכנולוגיות מתקדמות ביעילות גבוהה יחסית בסדרי גודל כדלקמן:

חיסכון		מרכיבי החיסכון הכספי עפ"י יעד COP
COP 2005	COP 2004	
מיליון \$		
222	202	חיסכון בעלות ההון
725	550	חיסכון בהוצאות ליצור חשמל
197	150	הקטנת זיהום אוויר
1,144	902	סך פוטנציאל חיסכון כלכלי

הערכים לעיל מבוססים על תקופת דחית הקמת תחנת כוח (בסעיף חיסכון בעלות ההון) והוון של 15 שנים בריבית שנתית של 5% (לגבי כל הסעיפים).

סיוע המדינה

העבודה בחנה שלושה תרחישים שונים בהם משתתפת המדינה במימון החלפה או שיפורים במערכות המיזוג:

חיסכון מהוון למשק		תמיכת מדינה		תאור		תרחיש
COP 2005	COP 2004	COP 2005	COP 2004	היבט צרכן	תמיכת מדינה	
מיליוני \$						
1,033	801	111	101	מידת השתתפות הצרכן גבוהה יחסית. משך החזר ההשקעה נע בתחום ערכים של 10-19 שנים בהתאם לתרחישים השונים.	המדינה מממנת החלפת מערכות בערך השווה למחצית החיסכון מעלות ההון המהוון הנחסך למשק בגין דחית הקמת תחנת כוח ב- 15 שנה	1
922	700	222	202		המדינה מממנת החלפת מערכות במלוא ערך עלות ההון הנחסכת מדחיית הקמת תחנת כוח	2
445	112	699	790	מידת השתתפות הצרכן בהשקעה הכוללת הינה בהיקף מוגבל המבטיח לו משך החזר השקעה על השקעתו של 3 שנים	תמיכת המדינה מגיעה להיקף המבטיח משך החזר השקעה לצרכן של עד 3 שנים. תרחיש זה הינו בעל הסיכוי למימוש לעומת התרחישים האחרים.	3

הערות

- חשוב לציין כי אם תיווצר הגדלה משמעותית בהספק נקוב בייצור חשמל, בכלל, ובהספק זמין, בפרט, אשר תיצור רזרבה משמעותית, תקטן, בהתאם להיקף הגידול, המשמעות של דחית הקמת תחנת כוח חדשה. במקרה של ביטול המשמעות לדחייה יגיע החיסכון למשק עבור תרחיש 3 לערך שלילי של 90- מיליון \$ (כלומר: הפסד למשק) עבור COP 2004 ולערך חיובי של 223 מיליון \$ (כלומר: רווח למשק) עבור COP 2005.
- ערכי החיסכון למשק הלאומי רגישים גם לתעריף החיוב בחשמל ולתעריף החיסכון למשק בגין הקטנת מזהמים. התעריפים עליהם מבוסס הניתוח בעבודה הנם בערכים המוגדרים כיום. אם, כתוצאה מהתייעלות אנרגטית וסביבתית של משק החשמל בגין הגברת השימוש בגז טבעי בשנים הקרובות ירדו תעריפי החיוב בחשמל והחיסכון

במזהמים, ירד בהתאם החיסכון המצטבר לתקופת המבחן (15 שנים) הנגזר מהסבת מזגנים ישנים למזגנים בטכנולוגיות חדשות ויעילות יותר. עם זאת, גם במקרה כזה תהיה חשיבות לחיסכון בהיבט של הקטנת ירידת מלאי הגז הטבעי בהפקה ישראלית ו/או הקטנת התלות בגז טבעי מיובא; להיבטים אלה יידרשו בעתיד פרמטרים תעריפיים שווים-ערך לשקלול עדכני מתמשך של הכדאיות הכלכלית בציר הזמן.

4. המלצות למדיניות ויישום סיוע ע"י המדינה

4.1 עקרונות כלליים לסיוע

סיוע ע"י המדינה יינתן לצרכנים בשני מהלכי סיוע מקבילים ומשלימים:

- סיוע ישיר (מענק כספי, סבסוד)
- סיוע עקיף (הדרכה, תקנים וכו')

(1) **סיוע לצרכנים במענק כספי ישיר:** יינתן עבור יישום שיפור טכנולוגי הכרוך בהסבת ציוד ישן ולא יעיל לציוד חדש ויעיל, או עבור תוספת ציוד המייעל את מערכת מיזוג האוויר. הסיוע יינתן על פי קריטריונים מצטברים כדלקמן:

1 - מוכח (על פי ממצאי העבודה להלן) כי קיימת כדאיות למשק הלאומי כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח וחיסכון כספי, אנרגטי, ובמזהמים סביבתיים.

2 - קיימת וודאות מלאה לגבי זהות הצרכן.

3 - קיימת וודאות מלאה לגבי הצורך בשיפור, לגבי מידת השיפור ולגבי מימוש השיפור בפועל ע"י הצרכן הנהנה מהמענק.

כפי שיוסבר בהמשך הדו"ח, ביצוע פרויקטים במגזר העיסקי/ מסחרי/ תעשייתי הינו נקודתי ודורש בחינה של כל פרויקט לגופו.

המענק יינתן הן לצורך ביצוע סקרים מיוחדים והן לצורך ההשקעה ביישום עצמו. הצרכנים השייכים לקטגוריה זו הנם צרכנים מאורגנים ומוסדיים (מפעלים, מוסדות, בנייני משרדים, מרכזי קניות, ישובים קיבוציים, וכיו"ב) הפעילים בעיקר בשעות היום.

המענק הכספי יאושר ע"י ועדה מיוחדת (או כל גוף אחר שיוסמך לכך) שתוקם לצורך כך, על מנת לדרג את הפרויקטים ואת סדר העדיפות להשקעות.

(2) **סיוע עקיף:** לקטגוריה זו יש לשייך פעילות ממשלתית (במימון ממשלתי) אשר תוצאותיה עוזרות לצרכנים לבחור וליישם טכנולוגיות ושיטות משופרות בכוונים מקבילים כדלקמן:

1 - **העלאה מתמדת של ערך ה-COP התקני.** פעילות זו תכלול תקינה ואכיפה של ה-COP כך שיתעדכן בהתאם להתפתחות והזמינות הטכנולוגית.

2 - **קידום נושא הבניה הירוקה בישראל ויישום תקן אנרגטי למבנים.**

3 - **הדרכה כללית ע"י הפצת מידע בסיסי ויזואלי באמצעי המדיה המתאימים (טלוויזיה, אינטרנט) אשר יכוון את הציבור הרחב לביצוע פעולות פשוטות לחיסכון (כגון: ניקוי מסננים, כונון טמפרטורה, אורור במקום מיזוג וכו').** לדוגמא, כיוון

טמפרטורת חדר ל 23 מעלות (כאשר בחוץ הטמפרטורה היא 27 מעלות) תביא לחסכון מידי של 40% לעומת כיוון טמפרטורת חדר ל 20 מעלות.

4- **הכנת מדריכים ותוכנות נוחים לשימוש לתכנון היישום** (הן למבנים קיימים והן למבנים בתכנון), לבחירת והתאמת מזגנים לציבור הרחב באמצעי הצגה וחישוב שונים (באמצעות חומר מודפס, תוכנות, מחשבוני נוחים לשימוש באינטרנט וכו') כך שיביאו את הצרכנים (הבלתי מקצועיים, בעיקר הציבור הרחב) ליישם מיזוג אויר יעיל בהספקים המתאימים לאופי המבנה, למשטר השימוש ולסביבה האקלימית.

לקטגוריה זו שייכים כל הצרכנים. יש לציין כי לגבי הצרכנים הקטנים והבלתי מאורגנים (שאינם שייכים לקטגוריה של סיוע כספי ישיר) ובעיקר אלה שאינם נעזרים ביעוץ מקצועי אובייקטיבי (המגזר הביתי ועסקים קטנים), תופק תועלת גבוהה הן עבור הצרכנים והן עבור המשק הלאומי.

4.2 סיוע לצרכנים במענק כספי ישיר

יש לדרג את הסיוע הישיר לצרכנים עפ"י הקריטריונים והעדיפויות להלן:

(1) מגזרי יעד

- 1 - מגזרי תעשייה
- 2 - מגזרים מסחריים פעילים ביום
- 3 - מרכזים רפואיים
- 4 - בתי מלון
- 5 - מגזרים ציבוריים

(2) שנת ייצור של מתקני מיזוג אוויר בעלי עדיפות לקבלת סיוע:

עיקר התרומה לפוטנציאל החיסכון הנה מיחידות משנת ייצור 1985 ואילך (למעלה מ-80% מהפוטנציאל); הנפח המשמעותי הנו מיחידות מהמחצית הראשונה של שנות ה-90.

(3) דירוג מענקים

שיעור המענק יהיה בתחום של 200-400 \$\קו"ט נחסך:

- 1 - הערך הגבוה יינתן למזגנים בדגמי ייצור החל מהשנה 1990 ועד 2003
- 2 - הערך הנמוך יינתן למזגנים מדגמי ייצור לתקופה 1980-1985
- 3 - עבור מזגנים מהשנה 1985 עד השנה 1990 יועלה המענק בהדרגה – ליניארית - מהערך הנמוך לערך הגבוה.
- 4 - מזגנים משנת ייצור שלפני 1985 לא יזכו במענק מתוך הנחה שבעליהם ממילא יחליפו אותם גם ללא מענק.

4.2.1 תכנית פעולה ליישום במזגנים יחידתיים ומרכזיים

יישום תוכנית פעולה להחלפת מזגנים קיימים כוללת, למעשה, שני שלבים. שלב הכנת תסקיר ע"י הגוף המעוניין בהחלפה ולאחר מכן נדרשת בדיקה של התסקיר. שלבי יישום התוכנית מוצגים להלן:

1 - מזגנים יחידתיים

א- הכנת תסקיר

- התסקיר יציג רשימה של המזגנים המותקנים ואת המזגנים המיועדים להחלפה בייעילים.
- לרשימה יצורף מסמך של גורם המעיד על פעילות המזגנים (חב' שירות, יועץ מוסמך וכיו"ב) והמיועד לבצע את ההחלפה.
- התסקיר יוגש ע"י הארגון המעוניין בהסבה. במקרה של צרכן פרטי יוגש תצהיר ע"י הבעלים בליווי תצהיר של הגורם המיועד לבצע את ההחלפה.
- התסקיר יציג את פרטי המזגן: יצרן, דגם, הספק חשמל, שנת ייצור, כתובת מיקום המזגן, בעלים.
- לתסקיר יצורף דף יצרן המציג את ה-COP של המזגן החדש. לגבי מזגנים מוחלפים ששנת ייצורם לאחר 1997 יצורף גם דף יצרן המציג את ה-COP הקיים.

ב- בדיקת התסקיר

- בדיקת התסקיר תתייחס לגידול ב-COP ולחיסכון בהספק החשמל לעומת הספק הקירור.

2 - מזגנים מרכזיים

א- הכנת תסקיר

- התסקיר יציג את מבנה מערכת המיזוג המרכזית ואת הציוד המיועד לחידוש במערכת.
- לרשימה יצורף מסמך של גורם המעיד על פעילות המערכת (חב' שירות, יועץ מוסמך וכיו"ב) והמיועד לבצע את ההסבה.
- התסקיר יוגש ע"י הארגון המעוניין בהסבה. במקרה של צרכן פרטי יוגש תצהיר ע"י הבעלים בליווי תצהיר של הגורם המיועד לבצע את ההסבה.
- התסקיר יציג את פרטי הציוד: יצרן, דגם, הספק חשמל, שנת ייצור, כתובת מיקום המערכת, בעלים.
- לתסקיר יצורף דף יצרן המציג את ה-COP של המדחס (אם המדחס מיועד להחלפה) או את מאפייני הציוד האחר (עם דף יצרן) ותחשיב החיסכון המתוכנן בהספק. לגבי מדחסים מוסבים ששנת ייצורם לאחר 1995 יצורף גם דף מדחס המציג את ה-COP הקיים.

ב- בדיקת התסקיר

- בדיקת התסקיר תתייחס לגידול ב-COP ולחיסכון בהספק החשמל לעומת הספק הקירור.

נספח 2: תכנית פורום אנרגיה: חיסכון במערכות מיזוג אוויר

פתיחה	:13:10-13:00
מר רפי אהרוני, אסא אהרוני מהנדסים יועצים בע"מ: בניה ירוקה וחסכון באנרגיה	:13:20-13:10
ד"ר עופר אלון, Smart LTD:	:13:30-13:20
גישות מעשיות לחיסכון באנרגיה במתקני קירור ומיזוג אוויר	
מר ראובן גודלי, מכון התקנים הישראלי:	:13:40-13:30
דרישות התקינה לחסכון אנרגיה במבנים ופעילות מכון התקנים בנושא	
ד"ר מרים לב-און The Levon Group LLC:	:13:50-13:40
Emerging Approaches for Minimizing Greenhouse Gas Emissions from Leaking A/C Systems	
מר בועז ממון, משיק מדחסים בע"מ:	:14:00-13:50
מצננים (Chillers) חדשים למיזוג אוויר בטכנולוגיה חדשנית ומתקדמת	
מר חמי שוגרמן, Cooling Quality Management (CQM) LTD:	:14:10-14:00
מערכת ניקוי אוטומטי של מעבים - אמצעי בר קיימא לחסכון אנרגטי והגברת תפוקה של מערכות מיזוג אוויר וקירור תעשייתיות	
מר עופר קרן, נידן מערכות שליטה ובקרה בע"מ:	:14:20-14:10
התייעלות אנרגטית במערכות מיזוג אוויר	
מר יורם גרוס, וונסון ישראל:	:14:30-14:20
מיזוג אוויר ללא חשמל	
מר אברהם אופיר, IDE טכנולוגיות:	:14:40-14:30
משאבות חום מתקדמות לחימום ולקירור במערכות עירוניות	
הפסקה	:15:00-14:40
דיון פתוח, תוך התמקדות בשאלות הבאות:	:17:00-15:00
<ul style="list-style-type: none"> • שיא הביקוש לחשמל בישראל עבר מן החורף אל הקיץ עקב הדרישה למיזוג אוויר. כיצד ניתן להקטין את הביקוש בשעות השיא? • כיצד ניתן לעודד חיסכון במיזוג אוויר בארץ? • מה ידוע על תכניות לעידוד חיסכון במיזוג אוויר בעולם ומה ניתן ללמוד מהן לגבי ישראל? • מה יכולה לעשות הממשלה לעידוד חיסכון במיזוג אוויר? 	
סיום	:17:00



מוסד שמואל נאמן למחקר מתקדם במדע וטכנולוגיה

הטכניון - מכון טכנולוגי לישראל

טל. 04-8292329, פקס. 04-8231889

קרית הטכניון, חיפה 32000

www.neaman.org.il