



סקר מיזוג אוויר בישראל פוטנציאל חיסכון ומדיניות מימוש

ד"ר משה (דן) הירש, חברת אנקוסול
ד"ר אופירה אילון, מוסד ש. נאמן, הטכניון
פרופ' גרשון גרוסמן, הנדסת מכונות, הטכניון
פרופ' אברהם שיצר, הנדסת מכונות, הטכניון
ד"ר חאלד גומיד, הנדסת מכונות, הטכניון
מר יצחק גורן, יועץ
פרופ' יורם אבנימלך, מוסד ש. נאמן, הטכניון
מר ירון ארנון, המשרד לאיכות הסביבה

סקר מיזוג אוויר : פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

סקר מיזוג אוויר בישראל פוטנציאל היסכון 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

בעבור
המשרד לאיכות הסביבה
ירושלים

דצמבר 2004

כסלו תשס"ה

ניהול, הכנה 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
 - 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

הסתמכות

הסקר מתבסס על מקורות שונים של מידע גולמי (כמו הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, חברת החשמל, משרדי השיכון והבריאות, התאחדות בתי המלון), וכן על ידע ונסיון בתחום של עורך הסקר והגורמים המעורבים בסקר.

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 היסכון למשק הלאומי ולצרכן כתוצאה מהסבת הטכנולוגיות הישנות לטכנולוגיות חדשות ויעילות יותר, ובמקביל להציע חלופות ו/או מדיניות אשר תאפשרנה למתן את העלייה בצריכת האנרגיה.

ההיסכון למשק הלאומי ייבדק בהיבטים אנרגטיים, סביבתיים וכלכליים:

- **היבט אנרגטי** : היסכון בהספק שיא ביקוש והיסכון בדלק
- **היבט סביבתי** : היסכון במזהמים הנגזר מהיסכון בדלק
- **היבט כלכלי** : היסכון בעלות הון ההשקעה כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח חדשה בהיקף הנגזר מההיסכון בהספק שיא הביקוש, היסכון תפעולי כספי בהיקף הנגזר מההיסכון בדלק ובמשאבי תפעול נלווים להיקף ייצור חשמל, והיסכון כספי הנגזר מהיסכון במזהמים.

ההיסכון לצרכן משמעותו היסכון כספי שוטף הנגזר מההיסכון 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 היסכון 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:

היכולת הנקובה עמדה על 2,700, 4,500, 9,750 מגהוואט בשנים 1980, 1990 ושנת 2002, בהתאמה (גרף מס' 1)¹
ההספק הזמין עמד באותן שנים על 2,200, 3,800 ו-8,700 מגהוואט (גרף מס' 1).
צריכת האנרגיה השנתית הכוללת עלתה מ 12.4 ל 20.9 ועד 45.4 מיליארד קוט"ש בשנים הנ"ל, בהתאמה (גרף מס' 5).

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 להתקינם.

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 (גרף מס' 16). מגמה זו המשיכה גם במהלך שנות ה-90 המוקדמות (גרף מס' 17). 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 (גרף מס' 18), 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 (לפרטים נוספים ראה סעיף 2.3).

¹ כל גרף ממסופר עפ"י סדר הופעתו בסעיפי הדו"ח. על מנת להקל על הקורא, המספרים המופיעים להלן הם מספרי העמודים בהם מופיעים הגרפים הרלוונטיים

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

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.
ראה גרפים מס' 27-28

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 1991-1992 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) - ראה גרפים מס' 5, 37, 38.

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.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

ערכים ייצוגיים להתפלגות שיא הביקוש המרבי הייעודי למיזוג אוויר בשעות היום ("בוקר") למגזרי צריכה שונים בשנה 2002 (הערכים כוללים אובדנים באספקה – ליותר פרטים ראה סעיף 2.4.2):

התפלגות יחסית	הספק שיא ביקוש	מגזר
%	מגהוואט	
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%	93+73	בניה וחקלאות
למעלה מ-80% מהצריכה הייעודית למיזוג אוויר בשעות הבוקר נובעת מצריכה מוסדית ומסחרית- גרפים מס' 33, 34.		

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

מגזר	1990	2002	גידול במשקל היחסי מ-1990 ל-2002
ביתי	0.4%	23.4%	5,750%
תעשייתי	17.3%	13.6%	-21%
מסחר, שירותים, ציבורי	21.7%	31.0%	43%
צובר	0.7%	0.8%	14%
חנויות כלבו	1.4%	1.7%	21%
בתי מלון ואכסניות		4.4%	
בניה וחקלאות			
עיקר הגידול היחסי היה במגזר הביתי ולאחריו במגזר המסחר והשירותים – גרפים מס' 9, 37, 38			

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.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

- 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 מיעול מערך מיזוג האוויר. ראה גרפים מס' 3, 18.

2. פוטנציאל יעול טכנולוגי

2.1 כללי

האמצעים הטכנולוגיים להפחתת הביקוש בשעות השיא מתבטאים ביעול טכנולוגי של מתקני מיזוג האוויר המביא להורדה בצריכת חשמל יחסית לתפוקת הקירור. הייעוד העיקרי ביעול 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). העלות 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/יעול 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.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

ד- סביר להניח, כי מזגנים בלתי יעילים, שהותקנו ע"י השכבות הסוציאקונומיות 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 החיכוך בהספק ואנרגיה למשק הלאומי:
מניתוח פוטנציאל החיכוך 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).
ראה גרפים מס' 49, 51, 56, 57.

3. התועלת הכלכלית

3.1 כללי

חיכוך 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 בחיכוך 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.

חיכוך 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 חיכוך בעלות הייצור (מבוססת על חיכוך בהוצאות דלק ובהוצאות תפעול ואחזקה). לחיכוך 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 החיכוך הכספי הנגזר מהחיכוך בהספק ואת החיכוך הכספי הנגזר מהחיכוך באנרגיה (חיכוך בעלות הייצור והחיכוך במזהמים). השקלול הוא בהיוון החיכוך הכספי הנגזר מהחיכוך בעלות הייצור וניכוי הערך המהוון מההשקעה.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסקון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

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 החיסקון 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 ייערך 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 מחיסקון תפעולי כספי הנגזר מחיסקון בצריכת חשמל.

3.2 ממצאים

פוטנציאל החיסקון הכלכלי

מניתוח אומדן כלכלי למשק כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח מתקבל חסכון של \$405 לכל קו"ט נחסך. הממצאים מצביעים על פוטנציאל חיסקון כתוצאה מהסבת טכנולוגיות מיושנות בעלות יעילות נמוכה לטכנולוגיות מתקדמות ביעילות גבוהה יחסית בסדרי גודל כדלקמן:

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

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

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

סיוע המדינה

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

חיסכון מהוון למשק		תמיכת מדינה		תאור		תרחיש
				היבט צרכן	תמיכת מדינה	
COP 2005	COP 2004	COP 2005	COP 2004	מליוני \$		
1,033	801	111	101	מידת השתתפות הצרכן גבוהה יחסית. משך החזר השקעה נע בתחום ערכים של 10-19 שנים	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	בהתאם לתרחישים השונים.	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 המבטיחה 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- מליון \$ (כלומר: הפסד למשק) עבור COP 2004 ולערך חיובי של 223 מליון \$ (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 שווי-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 והיסכון 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 העיסוקי/ 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, כוונן טמפרטורה, אוורור במקום מיזוג וכו').** לדוגמא, כיוון טמפרטורת חדר ל 23 מעלות (כאשר בחוץ הטמפרטורה היא 27 מעלות) תביא לחסכון מיידי 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,

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

תוכנות, מחשבונים נוחים לשימוש באינטרנט וכו') כך שיביאו את הצרכנים (הבלתי מקצועיים, בעיקר הציבור הרחב) ליישם מיזוג אוויר 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 יצור 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 לקו"ט נחסך:

- 1 - הערך הגבוה יינתן למזגנים בדגמי ייצור החל מהשנה 1990 ועד 2003
- 2 - הערך הנמוך יינתן למזגנים מדגמי ייצור לתקופה 1985-1980
- 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 ביעילים.
- 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.

תוכן העניינים

מס'	תאור	עמוד
1.	הקדמה ומתודולוגית המחקר	1
2.	התפתחות משק החשמל הכולל והייעודי למיזוג אוויר	2
	2.1. חשמל כולל	2
	2.1.1. כללי	
	(1) מקורות נתוני צריכה	
	(2) משתנים אנרגטיים	
	2.1.2. ממצאים	
	(1) הספק וצריכת אנרגיה, כולל	
	(2) הכנסות מאנרגיה, כולל	
	(3) אנרגיה ודלקים, כולל	
8	2.2. הספקי שיא ביקוש וחודשי ממוצעים וצריכת אנרגיה עונתית ייעודיים למיזוג אוויר	
	2.2.1. כללי	
	2.2.2. ממצאים	
	(1) הספקי שיא ביקוש וממוצע-חודשי ממוצעים	
	(2) צריכת אנרגיה למיזוג אוויר והתפלגות לפי מגזרי צריכה עיקריים	
	(3) ייצור חשמל למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים	
14	2.3. הספקי שיא ביקוש, הספק ממוצע וצריכת אנרגיה חודשיים מרביים למיזוג אוויר	
	3.3.1. כללי	
	2.3.2. ממצאים	
	(1) הספקי שיא ביקוש וממוצע-חודשי מרביים	
	(2) צריכת אנרגיה חודשית מרבית – התפלגות לפי מגזרים	
	(3) ייצור אנרגיה חודשי מרבי והתפלגות לפי דלקים	
17	2.4. הספק וצריכת אנרגיה - סיכום כולל וייעודי למיזוג אוויר	
17	2.4.1. סיכום הספק מרבי	
	(1) שנים 2002 ו-2003	
	(2) פרופיל הספק חשמל שיא ביקוש מרבי בציר הזמן : כולל וייעודי למיזוג אוויר	
19	2.4.2. התפלגות הספק מרבי למגזרים ייעודי למיזוג אוויר	
	(1) התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים (2002)	
	(2) אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)	
	(3) התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבי ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים	
20	2.4.3. אנרגיה	
	(1) סיכום שנתי (2002, 2003)	
	(2) התפלגות לפי מגזרים (2002)	
	(3) תזרים רב-שנתי של צריכת חשמל יחסית למיזוג אוויר	

23	3. התפתחות משק מיזוג האוויר בישראל	3.
23	3.1 כללי	
	(1) יחידות "יחידתיות"	
	(2) יחידות מיזוג אוויר מרכזיות	
24	3.2 היקפי יישום	
	3.2.1 מזגנים יחידתיים	
	(1) מזגנים מייצור מקומי	
	(2) מזגנים מיבוא	
	(3) מזגנים מייצור מקומי ומיבוא	
	3.2.2 מתקנים מרכזיים	
	(1) כללי	
	(2) הסתמכות על ערכי הספק סגוליים	
	3.2.3 התפלגות שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים	
31	3.3 ספרת ההספק (COP) וטכנולוגיות מיזוג אוויר	
31	3.3.1 הגדרות וסווג	
	(1) סיווג מתקני מיזוג אוויר וספרת ההספק (COP)	
	(2) סיווג ה-COP לקטיגוריות	
33	3.3.2 ערכי ספרת ההספק (COP)	
	(1) ערכי ספרת ההספק (COP) עבור מזגנים יחידתיים מייצור מקומי	
	(2) ספרת ההספק (COP), יחס נצילות אנרגטית והספק חשמל סגולי של מזגנים יחידתיים מארה"ב	
	(3) צ'לרים מרכזיים	
	(4) פרופיל ערכים ממוצעים רב שנתיים של ספרת ההספק (COP) בטכנולוגיות שונות	
38	4. התפלגות הספק למגזרים וטכנולוגיות ומקדמי ניצול	4.
38	4.1 התפלגות הספק מרבי למגזרים ולסוגי מתקני מיזוג אוויר	
	(1) התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים (2002)	
	(2) אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)	
	(3) התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים	
	(4) התפלגות שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים	
	(5) התפלגות הספק שיא ביקוש לפי מגזרים וסוגי טכנולוגיות	
40	4.2 מקדמי ניצול	
	(1) מזגנים יחידתיים	

41	5. פוטנציאל השיפורים הטכנולוגיים	5.1 כללי
41	אמצעים טכנולוגיים לשיפור ספרת ההספק (COP) של מערכות מיזוג אוויר	5.1.1
	אמצעים טכנולוגיים חלופיים לקירור להורדת שיא הביקוש	5.1.2
	יישום אמצעים טכנולוגיים להעלאת ספרת ההספק (COP)	5.1.3
42	5.2 ערכי מטרה של ספרת ההספק (COP)	
	מזגנים יחידתיים	5.2.1
	מתקנים מרכזיים	5.2.2
44	6. השלכות השיפור הטכנולוגי על היסכון אנרגטי ומזהמים	
44	6.1 היסכון אנרגטי: עקרונות כלליים וממצאים חישוביים	
	6.1.1 עקרונות כלליים	
	(1) חישוב "מקדם משקל לייחוס"	
	(2) חישוב "התפלגות יחסית של אנרגיה"	
	(3) חישוב מרכיב אנרגיה לשנה 2002	
	(4) ייצור הסכומי לפי COP 2004 או COP 2005	
	(5) היסכון שנתי באנרגיה	
	(6) היסכון מצטבר באנרגיה	
	(7) פרופיל הספק קירור קיים	
	(8) פרופיל הספק חשמל מיועל	
	(9) פרופיל הספק חשמל נחסך	
	6.1.2 ממצאים	
	(1) הספק	
	(2) אנרגיה	
57	6.2 היסכון במזהמים	
	6.2.1 עקרונות כלליים	
	6.2.2 נתוני יסוד וחיסכון במזהמים	
	(1) נתוני יסוד של פליטות מזהמים	
	(2) היסכון במזהמים	
59	7. פוטנציאל היסכון כלכלי	
59	7.1 כללי	
	(1) היבט המשק לאומי	
	(2) היבט הצרכן	
	(3) תרחישי סבסוד	
62	7.2 כלכליות על פי תרחישים בסבסוד נמוך	
	7.2.1 הספק	
	(1) היסכון למשק	
	(2) היסכון ועלות, בהיבט הצרכן, התקנת מתקן מיזוג אוויר חלופי חסכוני שלם	

	אנרגיה	7.2.2
	(1) היסכון למשק	
	(2) היסכון וכדאיות כלכלית לצרכן	
72	כלכליות על פי תרחיש בסבסוד גבוה	7.3
	(1) היסכון וכדאיות כלכלית לצרכן עבור משך החזר השקעה	
	אטרקטיבי בהחלפת מתקן שלם	
73	מזהמים: נתוני יסוד וחסכון בעלויות	7.4
	7.4.1 נתוני יסוד	
	7.4.2 ממצאים חישוביים	
75	סיכום היסכון כספי למשק	7.5
76	דוגמאות עבור צרכנים שונים	7.6
	7.6.1 מזגן יחידתי	
	(1) כללי	
	(2) מזגן ביתי	
	(3) מזגן במגזרי משק פעילים בשעות היום	
	(4) סיכום ביניים	
	7.6.2 מתקן מיזוג אוויר מרכזי	
	(1) החלפת יחידת קירור חשמלית שלימה	
	7.6.3 סיכום כלכלי	
	(1) מזגן יחידתי	
	(2) יחידת קירור מרכזית	
88	8. המלצות למדיניות ויישום סיוע ע"י המדינה	
88	8.1 עקרונות כלליים	
	(1) סיוע לצרכנים במענק כספי ישיר	
	(2) סיוע לצרכנים בשווה כסף	
89	8.2 סיוע לצרכנים במענק כספי ישיר	
	(1) מגזרי צריכה	
	(2) שנת ייצור של מתקני מיזוג אוויר מועדפים לקבלת סיוע	
	(3) דירוג מענקים	
	(4) תכנית פעולה	
91	ביבליוגרפיה	
	מקורות בישראל	
	מקורות בחו"ל	
92	נספחים	
	1 נספח פעילויות בחו"ל - דוגמאות מקליפורניה ארה"ב לצמצום צריכת שיא בחשמל	
	2 נספח קובץ דיאגרמות גרפיות	

רשימת מונחים וקיצורים

מס'	מונח, קיצור	הגדרה	סימן
1	יכולת זמינה	הספק כולל זמין לאספקה מתחנות הכוח מתוך ההספק הכולל המותקן	-
2	יכולת נקובה	הספק כולל מותקן של תחנות הכוח	-
3	מ"א	מיזוג אוויר	-
4	קילוואט (חשמל)	הספק חשמל	kW
5	מגהוואט (חשמל)	1,000 קילוואט חשמל	MW
6	קילוואט (תרמי)	הספק תרמי	kWth
		kWth = 860 kcal/hr	
7	טון קירור	הספק תרמי	TR
		TR = 12,000 BTU/hr TR = 3,023 kcal/hr TR = 3.5 kWth	
8	מקדם יעילות מזגן	EER = Energy Efficiency Ratio היחס בין ההספק התרמי של מזגן בית"ב לשעה לבין הספק החשמל להנעת המזגן בוואט. ית"ב=יחידה תרמית בריטית = BTU להלן יחסי המרה שונים: EER = COP X 3.413 EER = 12 / (kW/TR)	EER
9	מקדם יעילות מזגן עונתי	SEER = Seasonal Energy Efficiency Ratio היחס בין ההספק התרמי הממוצע העונתי של מזגן בית"ב לשעה לבין הספק החשמל העונתי הממוצע להנעת המזגן בוואט. ית"ב = יחידה תרמית בריטית=BTU להלן יחסי המרה שונים: SEER = COP X 3.413 / 0.9 SEER = 12 / (kW/TR * 0.9) SEER = EER / 0.9	SEER
10	ספרת הספק	COP = Coefficient of Performance היחס בין ההספק במוצא מתקן מיזוג אוויר ובין הספק המניע את המתקן. ההספק במוצא וההספק המניע הנם ביחידות פייסקליות זהות	COP
11	צובר	קבוצת צרכנים הניזונים בחשמל מרשת חברת החשמל בנקודה משותפת. נקודת ההזנה המשותפת מזינה את כל הצרכנים בקבוצה	-
12	קוט"ש	קילוואט*שעה	kWh
13	שיא ביקוש	ההספק המכסימלי בתקופה מוגדרת. הספק שיא ביקוש בצריכת חשמל: הערך המכסימלי בתקופה מוגדרת של הספק החשמל הממוצע באינטרוול זמן של 15 דקות	-

רשימת טבלאות

כותרת	מס'	
	טבלה	סידורי
פרק 2		
הספק וצריכת אנרגיה כוללים והתפלגות הצריכה לפי מגזרים - רב שנתי	1-2.1.2	1
הכנסות כספיות מאנרגיה ותעריפים ממוצעים עם חלוקה למגזרים עיקריים - רב שנתי	2-2.1.2	2
צריכת חשמל בהתפלגות לדלקים וצריכת דלקים - רב שנתי	3-2.1.2	3
הספק שיא ביקוש ממוצע - רב שנתי	1-2.2.2	4
צריכת אנרגיה למיזוג אוויר - מוחלט ויחסי - והתפלגות לפי מגזרי צריכה עיקריים - רב שנתי	2-2.2.2	5
ייצור אנרגיה למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים - רב שנתי	3-2.2.2	6
הספקי שיא ביקוש וממוצע חודשי, מרביים - רב שנתי	1-2.3.2	7
צריכת אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר והתפלגות למגזרים עיקריים - רב שנתי	2-2.3.2	8
ייצור אנרגיה חודשי מרבי למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים - רב שנתי	3-2.3.2	9
הספק נקוב, זמין ושיא ביקוש לכלל המשק - כולל וייעודי למיזוג אוויר - שנים 2002/3	1-2.4.1	10
הספק שיא ביקוש לכלל המשק - פרופיל כולל וייעודי למיזוג אוויר - שנים 2002-1990	2-2.4.1	11
התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים בשנה 2002	1-2.4.2	12
אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)	2-2.4.2	13
התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים	3-2.4.2	14
ייצור אנרגיה לכלל המשק - כולל וייעודי למיזוג אוויר - שנים 2002/3	1-2.4.3	15
התפלגות ייצור אנרגיה למגזרים - כולל וייעודי למיזוג אוויר - שנה 2002	2-2.4.3	16
ייצור וצריכה - כולל ולמיזוג אוויר - התפלגות למגזרים - רב שנתי (2002-1990)	3-2.4.3	17
פרק 3		
מזגנים מייצור מקומי - היקף ייצור והספק קירור - תקופה: 2003-1980. הספק קירור/יחידה משתנה	1-3.2.1א	18
מזגנים מייצור מקומי - היקף ייצור והספק קירור - תקופה: 2003-1980. הספק קירור/יחידה קבוע	1-3.2.1ב	19
מזגנים מיובאים - היקף מכירות והספק קירור - תקופה: 2003-1980	2-3.2.1	20
מזגנים מייצור מקומי ומיובאים - הספק קירור - תקופה: 2003-1980	3-3.2.1	21
אומדן היקף הספק קירור במגזרים נבחרים לפי ערך הספק סגולי - שנה 2002	1-3.2.2	22
שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים	1-3.2.3	23
טמפרטורות חוץ ופנים תקניות	1-3.3.1	24
ערכי ספרת הספק (COP) ממוצעים עבור מזגנים יחידתיים מייצור מקומי - רב שנתי	1-3.3.2	25
ספרת ההספק (COP), יחס נצילות אנרגטית והספק חשמל סגולי של מזגנים יחידתיים מארה"ב	2-3.3.2	26
ספרת ההספק (COP) והספק חשמל סגולי של יחידות קירור מים מרכזיות	3-3.3.2	27
ספרת ההספק (COP) - פרופיל רב שנתי עבור יחידות מיזוג אוויר יחידתיות ומרכזיות	4-3.3.2	28
פרק 4		
התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים בשנה 2002	1-4.1	29
אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)	2-4.1	30
התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים	3-4.1	31
שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים	4-4.1	32
התפלגות הספק שיא ביקוש לפי מגזרים וסוגי מזגנים (שנה 2002)	5-4.1	33
מהלך הערכת מקדמי ניצול במזגנים יחידתיים (שנה 2002)	1-4.2	34

רשימת טבלאות (המשך)

כותרת	מס'	
	טבלה	סידורי
פרק 6		
הספק חשמל והיסכון בהספק חשמל למיזוג אוויר בשנה 2002	1-6.1.2	35
פרופילי הספק שיא ביקוש רב שנתיים – הספק קירור, הספק חשמל מיועל והספק חשמל נחסך	2-6.1.2	36
צריכת אנרגיה והיסכון בצריכת אנרגיה למיזוג אוויר לשנה 2002	3-6.1.2	37
פרופילי אנרגיה רב שנתיים – התפלגות אנרגיה, צריכה חסכונית שנתית והיסכון שנתי ומצטבר	4-6.1.2	38
פליטות מזהמי אוויר משרפת דלק לשנת 2002	1-6.2.2	39
פליטות מזהמי אוויר לפי מש"בים (שנה 2002)	2-6.2.2	40
היסכון באנרגיה והיסכון בפליטות מזהמים לאוויר (שנה 2002)	3-6.2.2	41
פרק 7		
אומדן כלכלי למשק כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בסבסוד נמוך	1-7.2.1	42
היסכון ועלות לצרכן של התקנת מתקן מיזוג אוויר חלופי חסכוני שלם	2-7.2.1	43
היסכון כספי למשק כתוצאה מחיסכון באנרגיה	1-7.2.2	44
היסכון כספי לצרכן כתוצאה מחיסכון באנרגיה וכדאיות כלכלית (משך החזר השקעה)	2-7.2.2	45
היסכון כספי לצרכן כתוצאה מחיסכון באנרגיה וכדאיות כלכלית (משך החזר השקעה)	3-7.2.2	46
לוח 1-9.1: עלות זיהום יחידות דולר\טון מזהם	1-7.3.1	47
היסכון בעלות זיהום ליחידת היסכון בחשמל	2-7.3.1	48
סיכום היסכון במזהמים והיסכון שנתי בעלות מזהמים	1-7.3.2	49
סיכום היסכון כספי במזהמים – שנתי ומהוון לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח	2-7.3.2	50
היסכון למשק הלאומי מהספק, אנרגיה ומזהמים לפי תרחישי סבסוד לצרכן	1-7.4	51

רשימת דיאגרמות גרפיות
בנספח קובץ "סקר מיזוג אוויר – דיאגרמות גרפיות"

ייחוס בדו"ח		כותרת	מס'
טבלה	סעיף		
1-2.1.2	2.1.2	הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה שנתיים	1
1-2.1.2	2.1.2	הספק: שיאי ביקוש (בוקר וערב) ועומס שנתי ממוצע	2
-	2.1.2	גידול שנתי בהספק השמל שיא ביקוש ועומס ממוצע כולל	3
1-2.1.2	2.1.2	הספק: מקדם עומס ומקדם יכולת שנתיים	4
1-2.1.2	2.1.2	אנרגיה: ייצור השמל שנתי- כולל, ע"י חברת השמל, ע"י חברות ציבוריות	5
-	2.1.2	גידול שנתי בייצור אנרגיה השמלית כוללת שנתיים	6
1-2.1.2	2.1.2	אנרגיה: צריכת השמל שנתיים- תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה	7
1-2.1.2	2.1.2	אנרגיה: צריכת השמל שנתיים- מגזרי בתי מלון ואכסניות, הנויות כלבו, בניה	8
-	2.1.2	גידול שנתי בייצור אנרגיה השמלית במגזרים שונים	9
3-2.1.2	2.1.2	אנרגיה: ייצור השמל שנתיים- התפלגות לדלקים לייצור השמל (פחם, מזוט, סולר)	10
-	2.3 + 2.2	הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים	11
-	2.3 + 2.2	הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 1980-1984	12
-	2.3 + 2.2	הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 1990-1994	13
-	2.3 + 2.2	הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 2000-2003	14
-	2.3 + 2.2	הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע	15
-	2.3 + 2.2	הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 1980-1984	16
-	2.3 + 2.2	הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 1990-1994	17
-	2.3 + 2.2	הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 2000-2003	18
-	2.3 + 2.2	אנרגיה: ייצור השמל כולל חודשי	19
-	2.3 + 2.2	אנרגיה: ייצור השמל חודשי- כולל, ע"י חב' השמל, ע"י חברות ציבוריות	20
-	2.3 + 2.2	אנרגיה: צריכת השמל חודשית- תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה	21
-	2.3 + 2.2	צריכת השמל חודשית- 1980-1984, תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה	22
-	2.3 + 2.2	צריכת השמל חודשית- 1990-1994, תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה	23
-	2.3 + 2.2	צריכת השמל חודשית- 2000-2003, תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה	24
-	2.3 + 2.2	אנרגיה: צריכת השמל חודשית- מגזרי בתי מלון ואכסניות, הנויות כלבו, בניה	25
-	2.3 + 2.2	אנרגיה: ייצור השמל חודשיים- התפלגות לדלקים לייצור השמל (פחם, מזוט, סולר)	26
-	2.3 + 2.2	יכולת נקובה כוללת והספק השמל שיא ביקוש (בוקר וערב)- כולל וייעודי למיזוג אוויר	27
1-2.1.2 1-2.3.2	2.3 + 2.1	יכולת נקובה כוללת והספק השמל שיא ביקוש (בוקר וערב)- כולל וייעודי למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	28
-	2.3 + 2.1	גידול שנתי בהספקי השמל שיא ביקוש וממוצע כולל, ובהספקי השמל שיא ביקוש ועומס ממוצע חודשי מכסימלי שנתי וייעודי למיזוג אוויר	29
-	2.3	הספקי השמל וקירור שיא ביקוש וייעודיים למיזוג אוויר	30

רשימת דיאגרמות גרפיות
בנספח קובץ "סקר מיזוג אוויר – דיאגרמות גרפיות"
(המשך)

מס'	כותרת	ייחוס בדו"ח	
		טבלה	סעיף
31	הספקי חשמל וקירור שיא ביקוש ייעודיים למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	-	2.3
32	גידול שנתי בהספק חשמל שיא ביקוש ועומס ממוצע חודשי מכסימלי שנתי ייעודי למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	1-2.3.2	2.3
33	הספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר- התפלגות למגזרי המשק	-	2.3
34	הספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר- התפלגות למגזרי המשק (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	-	2.3
35	צריכת אנרגיה חשמלית שנתית- כולל ולמיזוג אוויר	1-2.1.2 2-2.2.2	2.2 + 2.1
36	גידול שנתי בייצור אנרגיה חשמלית למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	2-2.2.2	2.2
37	צריכת אנרגיה חשמלית שנתית למיזוג אוויר- סה"כ והתפלגות למגזרים	-	2.2
38	צריכת אנרגיה חשמלית שנתית למיזוג אוויר- סה"כ והתפלגות למגזרים (סה"כ: קווי מגמה בקירוב פולינומי)	2-2.2.2	2.2
39	גידול שנתי בצריכת אנרגיה חשמלית למיזוג אוויר במגזרים שונים (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	2-2.2.2	2.2
40	ספרת ההספק (COP) של מזגנים מתועלים	1-3.3.2	3.3.2 (1)
41	ספרת ההספק (COP) של מזגנים עיליים	1-3.3.2	3.3.2 (1)
42	ספרת ההספק (COP) של מזגנים רצפתיים	1-3.3.2	3.3.2 (1)
43	ספרת ההספק (COP) של מזגני הלון	1-3.3.2	3.3.2 (1)
44	ספרת ההספק (COP) של מזגנים יחידתיים מיוצרים בארץ	3/3/2-1	3.3.2 (1)
45	ספרת ההספק (COP) על פי דרישות למזגנים יחידתיים בארה"ב	3/3/2-2	3.3.2 (3)
46	ספרת ההספק (COP) על פי דרישות ליחידות קירור מים מרכזיות בארה"ב, בתוספת ציוד עזר	3/3/2-3	3.3.2 (4)
47	ספרת ההספק (COP) משוקללת מיחידות קירור מים מרכזיות+ ציוד עזר וממזגנים יחידתיים	3-3.3.2	3.3.2 (4)
48	הספקי חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) למיזוג אוויר- פרופילים עבור COP קיים ומיועל	-	6.1.2 (1)
49	הספקי חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) למיזוג אוויר- פרופילים עבור COP קיים ומיועל (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	2-6.1.2	6.1.2 (1)
50	היסכון בהספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר	-	6.1.2 (1)
51	היסכון בהספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)	2-6.1.2	6.1.2 (1)
52	מקדם משקלי של תרומת צריכת אנרגיה שנתית לחיסכון והתפלגות יחסית של אנרגיה	4-6.1.2	6.1.2 (2)
53	צריכת אנרגיה מצטברת רב- שנתית ומרכיב אנרגיה שנתית לשנה 2002	4-6.1.2	6.1.2 (2)
54	צריכת אנרגיה חסכונית וחסכון באנרגיה	4-6.1.2	6.1.2 (2)
55	יחס של חיסכון מצטבר באנרגיה לחיסכון וייצור ב- 2002	4-6.1.2	6.1.2 (2)
56	צריכת אנרגיה שנתית- ייצור חסכוני וחסכון לפי COP 2004 – מזגנים מייצור מקומי	4-6.1.2	6.1.2 (2)
57	צריכת אנרגיה שנתית- ייצור חסכוני וחסכון לפי COP 2005 – מזגנים מייצור מקומי	4-6.1.2	6.1.2 (2)

1. הקדמה ומתודולוגית המחקר

במשך השנים חל גידול מתמיד בהיקף ייצור החשמל בישראל הנגזר מהגידול בצריכה, בפעילות במשק ובעליית רמת החיים. גידול חל הן בדרישה לזמינות הספק והן בצריכת האנרגיה. הדרישה לזמינות הספק הכתיבה הוספת תחנות כוח. חלק מהגידול בייצור החשמל נגזר מהגידול בהיקף היישום של מיזוג אוויר.

במחקר נדרשנו להעריך את התועלות למשק הלאומי בהיבטים אנרגטיים (הקטנת הספק שיא הביקוש ודחית הקמת תחנות כוח, והקטנת צריכת האנרגיה), סביבתיים (הקטנת זיהום אוויר) הנגזרות מייעול מתקני מיזוג אוויר כתוצאה מהסבת יחידות מיזוג אוויר ישנות בעלות COP נמוך ליחידות חדשות בעלות COP גבוה ואת החיסקון האנרגטי והכספי לצרכנים בסיוע כספי של המדינה, ולהתוות קווי מדיניות למימוש ההסבה והסיוע.

בהתאם לכך יושמה מתודולוגית המחקר כלהלן:

- (1) הערכות התפתחות צריכת החשמל- הספק ואנרגיה - כוללת, עם התפלגות למגזרים עיקריים, ועם התפלגות לדלקים, בציר זמן חודשי ושנתי.
- (2) הערכות התפתחות צריכת החשמל- הספק ואנרגיה- הייעודית למיזוג אוויר, עם התפלגות למגזרים ולסוגים טכנולוגיים עיקריים (מתקנים ביתיים ומתקנים מרכזיים), ועם התפלגות לדלקים, בציר זמן חודשי ושנתי. הערכות אלה מבוססות בעיקר על ניתוח השינויים בצריכה- הספק ואנרגיה- מחודשים נבחרים בעונת המעבר בהם הצריכה מינימלית לחודשים בעונת הקיץ בהם הצריכה מקסימלית.
- (3) הצגת הטכנולוגיות וערכי ה- COP האופייניים שלהן, והתווית פרופיל ה- COP אופייני בציר הזמן של מתקני מיזוג אוויר על פי הסווגים העיקריים לעיל.
- (4) בניית פרופילי הספק ואנרגיה חסכוניים בציר זמן של שנים הייעודי למיזוג אוויר בהתחשב בהסבת יחידות ישנות לייעילות יותר (הגדל ה- COP לפי ערכי מטרה ב- 2004 ו- 2005. מסומנים כ- COP 2004 ו- COP 2005, בהתאמה). בניית הפרופילים מתבססת על שקלול הלוקה בחשבון גורמים כמו אומדן ופחת של מזגנים, לאורך השנים, ההרכב היחסי- במונחים של הספק ואנרגיה- בין מזגנים משנים קודמות לסה"כ המזגנים בשנה מאוחרת וכיו"ב.
- (5) בניית פרופילים בציר הזמן של החיסקון בהספק ואנרגיה על בסיס הפרשים בין ערכי ההספק והאנרגיה השנתיים בפועל (לפי (2)) לבין הערכים החסכוניים הנ"ל (לפי (4)).
- (6) סיכום לתקופה הנוכחית
- (7) תרגום ערכי הספק ואנרגיה לערכים כספיים ולערכי זיהום בהיבט המשק הלאומי ובהיבט הצרכן:

• בהיבט המשק הלאומי

חיסקון כספי בהספק בהקשר לחיסקון ו\או דחיה בהקמת תחנות כוח וחיסקון כספי באנרגיה בהקשר לחיסקון תפעולי של תחנות כוח הייעודיות למיזוג אוויר וחיסקון במזהמים.

• בהיבט הצרכן

חיסקון שנתי בעלות החשמל (על פי התעריפים במגזרים הביתי והאחרים).

2. התפתחות משק החשמל הכולל והיעודי למיזוג אוויר

2.1. חשמל כולל

2.1.1. כללי

הצריכה הכוללת מתייחסת לסה"כ ייצור וצריכת האנרגיה בכלל המשק לגבי כל המגזרים וכל הצרכנים.

(1) מקורות נתוני צריכה

נתוני הצריכה נקלטו על בסיס חודשי ושנתי ממקורות כדלקמן:

1 - חברת החשמל (מחלקת סטטיסטיקה):

המידע התקבל ממקורות כדלקמן (2):

- [1] פרסומי חברת חשמל (דוחות סטטיסטיים)
- [2] מידע שרוכז לסקר ע"י המחלקה לסטטיסטיקה בחברת החשמל

2 - הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד התשתיות הלאומיות

- [1] פרסום משותף של משרד התשתיות הלאומיות והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה באתר האינטרנט המשותף שלהם.
- [2] פרסומי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה באתר האינטרנט של הלשכה
- [3] פרסומי הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה בדוחות בספריית הלשכה בתל אביב

3 - מוסדות שונים

- [1] מידע באינטרנט של משרד הבריאות לגבי מוסדות רפואה
- [2] מידע מהתאחדות בתי המלון לגבי מלונות

(2) משתנים אנרגטיים

המשתנים שהיו זמינים במקורות המידע לעיל ואשר נקלטו ועובדו הינם כדלקמן:

1 - הספק יכולת אספקת חשמל

- [1] יכולת נקובה
- [2] יכולת זמינה

היכולת הנקובה מבטאת את ההספק המותקן הכולל של סה"כ תחנות הכוח. היכולת הזמינה מבטאת את ההספק הזמין המרבי לפעילות במשך השנה ביום דרישת השיא.

2 - הספק שיא ביקוש ועומס

- [1] שיא ביקוש בוקר
- [2] שיא ביקוש ערב
- [3] עומס חודשי ממוצע

הספק שיא ביקוש בוקר מבטא את ערך השיא בשעות לפנה"צ. הספק זה מושפע בעיקר מהצריכה של מגזרי תעשייה, ציבורי, מסחרי וכו', ופחות מהמגזר הביתי. לעומת זאת, שיא ביקוש ערב מושפע בעיקר מהצריכה במגזר הביתי. עומס חודשי ממוצע מבטא את ההספק החודשי הממוצע.

3 - מקדמי עומס ויכולת

- [1] מקדם עומס
- [2] מקדם יכולת

מקדם עומס מבטא את היחס בין ההספק הממוצע לבין ההספק הזמין
מקדם יכולת מבטא את היחס בין ההספק הממוצע לבין ההספק המותקן

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

4 - ייצור השמל

- [1] סה"כ ייצור
- [2] אספקה למשק ע"י חברת השמל
- [3] ייצור ע"י חברות

5 - ייצור ואספקת השמל בהתפלגות למגזרים

ניתן להבחין במגזרים הבאים:

(1) מגזר תעשייתי

- 1 - תעשייה מסורתית (כימיה, מתכת, מזון, נייר וכיו"ב)
- 2 - תעשיית הייטק

(2) מגזר מסחרי

- 1 - בתי מסחר (חנויות, בתי כלבו, קניונים וכיו"ב)
- 2 - תיירות (בתי מלון, אכסניות)
- 3 - בניני משרדים

(3) מגזר ציבורי

- 1 - בניני משרדים
- 2 - מרכזים ומוסדות רפואיים ושיקומיים (בתי חולים, בתי אבות)
- 3 - מוסדות חינוך (בתי ספר, אוניברסיטאות וכו')

(4) מגזר ביתי

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

מגזרי צריכת השמל:

- [1] תעריף ביתי
- [2] תעריף תעשייה
- [3] מסחר ושירותים
- [4] צובר
- [5] חנויות כלבו
- [6] בתי מלון, אכסניות
- [7] בניה
- [8] חקלאות
- [9] אובדנים באספקה
- [10] סה"כ

צובר (ב- [4] לעיל):

קבוצת צרכנים הניזונים במרוכז בנקודה יחידה במתח עליון או גבוה מרשת חברת השמל ואשר לגביהם קיימת מערכת מניה יחידה. השמל מהצובר מסופק לצרכנים במתח גבוה או נמוך. דוגמאות לצרכנים בצובר: קיבוצים, פארקים תעשייתיים, בניני משרדים, קניונים.

6 - הכנסות בחלוקה למגזרים

- [1] בתעריף ביתי
- [2] בתעריף תעשייה
- [3] מסחר ושירותים
- [4] צובר

[5] סה"כ

7 - תעריף ממוצע

- [1] תעריף ביתי
- [2] תעריף תעשייה
- [3] מסחר ושירותים
- [4] צובר
- [5] סה"כ

התעריף הממוצע במגזר מסוים מחושב כיחס בין ההכנסה במגזר לבין צריכת האנרגיה ע"י המגזר.

8 - ייצור חשמל בהתפלגות לדלקים

- [1] ייצור מפחם
- [2] ייצור ממזוט
- [3] ייצור מסולר

הנתונים עבור ייצור חשמל מפחם מסכמים את הערכים עבור תחנות הכוח הפועלות במחזור קיטור בחדרה ואשקלון. הנתונים עבור ייצור חשמל ממזוט מסכמים את הערכים עבור תחנות הכוח הפועלות במחזור קיטור בחיפה, רידינג תל אביב ואשדוד. הנתונים עבור ייצור חשמל בסולר מסכמים את הערכים עבור תחנות הכוח הפועלות במחזור טורבינת-גז ובמחזור משולב (מחז"מ: מחזור טורבינת גז ומחזור קיטור) באתרים שונים בארץ (כגון: אלון תבור,

9 - צריכת דלק סגולית בהתפלגות לדלקים

- [1] צריכת פחם סגולית [2] צריכת מזוט סגולית [3] צריכת סולר סגולית
- הצריכה מבוטאת ביח' משקל ליח' אנרגיה (גרם/קוט"ש).

10 - ערך קלורי תחתון של הדלקים

- [1] פחם [2] מזוט [3] סולר

11 - צריכת דלק

- [1] פחם [2] מזוט [3] סולר

12 - צריכת דלק שווה ערך נפט

- [1] פחם [2] מזוט [3] סולר

הערך לכ"א מהדלקים מחושב כמכפלה של צריכת הדלק (11) ביחס בין הערך הקלורי התחתון של הדלק הספציפי לערך הקלורי התחתון של נפט (10,000 ק"ק/ק"ג).

2.1.2

ממצאים

מוצגים להלן ממצאים זמינים לכל עשור עבור העשורים האחרונים החל מהשנה 1980. הממצאים נקלטו מתוך מקורות הנתונים (חברת החשמל והלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, כאמור. פירוט בנספח 1). פרופילים שנתיים מוצגים בדיאגרמות גרפיות (נספח קובץ "סקר מיזוג אוויר – דיאגרמות גרפיות". ייחוס למספרי הדיאגרמות בסוגריים מרובעים המוצגים בכותרת טבלה: [.....]).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(1) הספק וצריכת אנרגיה, כולל

טבלה 1.2.1-2: הספק וצריכת אנרגיה כוללים והתפלגות הצריכה לפי מגזרים - רב שנתי [1,2,4,5,7,8]

מס'	נושא	תקופת זמן				
		1980	1990	2000	2002	2003
1 יכולת אספקת השמל (מגהוואט)						
1	יכולת נקובה	2,700	4,500	8,900	9,750	
2	הספק זמין	2,200	3,800	8,300	8,700	
2 הספקי שיא ביקוש ועומס ממוצע (מגהוואט)						
1	שיא ביקוש "בוקר"	2,015	3,530	7,900	8,750	
2	שיא ביקוש "ערב"	1,930	3,880	7,650	8,500	
3	ממוצע חודשי	1,566	2,584	5,680	6,125	
3 מקדמי עומס ויכולת (-)						
1	מקדם עומס	79%	75%	74%	76%	
2	מקדם יכולת	57%	60%	62%	62%	
4 ייצור אנרגיה חשמלית כוללת (מיליארדי קוט"ש\שנה) (**)						
1	סה"כ ייצור	12.4	20.9	42.9	45.4	
2	אספקה ע"י חח"י (*)	10.8	18.3	37.8	39.9	
3	אספקה ע"ח חברות	1.1	1.8	3.6	3.8	
5 התפלגות אנרגיה למגזרי צריכה (מיליארדי קוט"ש\שנה)						
1	תעריף ביתי	2.9	5.3	11.9	12.7	
2	תעריף תעשייה	3.8	5.5	9.3	9.4	
3	מסחר ושירותים		4.6	11.1	12.4	
4	צובר		0.7	2.3	2.2	
5	חנויות כלבו	0.05	0.2	0.7	0.74	
6	בתי מלון, אכסניות	0.14	0.3	0.71	0.7	
7	בניה	0.03	0.05	0.5	0.6	
8	שונות		4.3	6.4	6.7	

(*) חח"י - חברת השמל לישראל

הערות לטבלה:

- 1 - אי הצגת ערכים בתאים שונים בטבלה נובע מאי זמינות
- 2 - (***) מקטע 4: קיימים אי איזונים בערכים הגולמיים במקור. בפועל נלקחו בחשבון להתייחסות ל"סה"כ ייצור".

סיכום מגמות

1 - יכולת אספקת השמל

מידי עשור ההספק המותקן הוכפל בקירוב.

2 - הספקי שיא ביקוש ועומס ממוצע, כולל

[1] הספק שיא ביקוש בוקר

מגמת העלייה השנתית בשנים האחרונות הייתה כ- 300 מגהוואט בתקופה 1992-1991 ועד לכ- 560 מגהוואט בשנת 2002. מגמת העלייה השנתית היחסית בשנים אלה הייתה כ- 7.2% בתקופה 1991-1992 וירדה לכ- 6.5% בשנת 2002. מגמת העלייה השנתית היחסית הגבוהה ביותר בעשור האחרון הייתה ב- 1993: כ- 7.3%.

[2] הספק שיא ביקוש ערב

מגמת העלייה השנתית בשנים האחרונות, החל מ- 1990 הייתה כ- 310 מגהוואט בתקופה 1990-1991, מגמת עליה מרבית של כ- 360 מגהוואט בשנת 1997 וירדה לכ- 302 מגהוואט בשנת 2002. מגמת העלייה היחסית בתקופה 1990-1991 הייתה כ- 7.3% וירדה בהדרגה ל- 3.7% בשנת 2002.

3 - היקף ייצור השמל, כולל

[1] סה"כ ייצור

מגמת העלייה בייצור השנתי משנת 1990 ואילך הייתה כ- 1.5 מיליארדי קוט"ש בתקופה 1990-1991, כ- 2.2-2.3 מיליארדי קוט"ש במחצית שנות ה-90, כ- 2.1 מיליארדי קוט"ש ב- 2000 וכ- 1.5 מיליארדי קוט"ש בשנת 2002.

4 - התפלגות העומס למגזרים שונים

[1] תעריף ביתי

מגמת העלייה בצריכה הייתה כ- 100 מיליון קוט"ש בשנה בתקופה 1980-81, כ- 460-500 מיליון קוט"ש בשנה בתקופה 1990-91, כ- 664 מיליון קוט"ש בשנת 2000 וירידה לכ- 614 מיליון קוט"ש בשנת 2002. השיא במגמת העלייה בצריכה היה בשנת 1998. התקבל ערך מגמה של כ- 676 מיליון קוט"ש/שנה. מאז עד 2002 חלה ירידה הדרגתית. מגמת העלייה היחסית הייתה כ- 3.4% בשנת 1980, עלתה בהדרגה במשך השנים והגיעה לערך מכסימלי של 8.6% בתקופה 1990-1991, ולאחר מכן, ירדה הדרגתית עד לכ- 4.8% בשנת 2002.

[2] תעריף תעשייה

מגמת העלייה בצריכה הייתה כ- 136 מיליון קוט"ש בשנת 1980, הגיעה לשיא של כ- 400 מיליון קוט"ש בתקופה 1995-96 וירדה הדרגתית עד לכ- 32 מיליון קוט"ש בלבד בשנת 2002. מגמת העלייה היחסית הייתה כ- 11.1% בשנת 1980, ירדה לשפל של כ- 4.1% ב- 1988, לאחר מכן, עלתה לשיא של כ- 10.7% בתקופה 1995-96, ובהמשך ירדה לשפל קיצוני של כ- 3% בשנת 2002 (כלומר, ירידה בערך מוחלט).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) הכנסות מאנרגיה, כולל

טבלה 2-1.2: הכנסות כספיות מאנרגיה ותעריפים ממוצעים עם חלוקה למגזרים עיקריים – רב שנתי

מס'	נושא	תקופת זמן				
		1980	1990	2000	2002	2002
6 הכנסות בחלוקה לחלק מהמגזרים (מיליארדי ש"ש/שנה)						
1	תעריף ביתי	0.9	3.9	4.7		
2	תעריף תעשייה	0.8	2.5	2.8		
3	מסחר ושירותים	0.7	3.3	4.1		
4	צובר	0.1	0.61	0.64		
5	סה"כ	2.5	10.3	12.3		
7 תעריף ממוצע לחלק מהמגזרים (אגורות/קוט"ש)						
1	תעריף ביתי	17.7	32.3	37.1		
2	תעריף תעשייה	15.2	26.2	29.6		
3	מסחר ושירותים	16.4	29.3	33.3		
4	צובר	15.2	26.2	29.6		
5	כולל	16.4	29.3	33.5		

הערות:

- 1 - אי הצגת ערכים בתאים שונים בטבלה נובע מאי זמינות נתונים
 - 2 - במקור היו זמינים, בין השאר, נתוני הכנסות במגזר "מסחר ושירותים" אבל לא היו זמינים ערכי צריכת אנרגיה. לפיכך הונח עבור "מסחר ושירותים" תעריף ממוצע של "תעריף ביתי" ו "תעריף תעשייה". על בסיס תעריף "מסחר ושירותים" וההכנסות במגזר זה הוערכה צריכת האנרגיה.
- גם לגבי "צובר" היו נתונים זמינים במקור לגבי הכנסות אך לא היו נתונים זמינים לגבי צריכת אנרגיה. לפיכך הונח תעריף זהה לתעריף במגזר "תעשייה". על בסיס תעריף "צובר" וההכנסות במגזר זה הוערכה צריכת האנרגיה.

(3) אנרגיה ודלקים, כולל

טבלה 3-2.1.2 : צריכת חשמל בהתפלגות לדלקים וצריכת דלקים – רב שנתי [10]

מס'	נושא	תקופת זמן				
		1980	1990	2000	2002	2003
8 ייצור חשמל בהתפלגות לדלקים (מליארדי קוט"ש\שנה)						
1	פחם		10.6	29.2	35.1	
2	מזוט		9.4	10.0	7.2	
3	סולר		0.5	2.2	1.6	
9 צריכת דלק סגולית לפי דלקים (גרם\קוט"ש)						
1	פחם		357	353	348	
2	מזוט		245	235	234	
3	סולר		307	261	252	
10 ערך קלורי תחתון של הדלקים (ק"ק\ק"ג)						
1	פחם		6,314	6,253	6,253	
2	מזוט		9,567	9,790	9,790	
3	סולר		10,200	10,200	10,200	
11 צריכת דלק (מליון טון\שנה)						
1	פחם		3.789	10.302	12.206	
2	מזוט		2.312	2.349	1.682	
3	סולר		0.148	0.567	0.404	
12 צריכת דלק שווה ערך נפט (מליון טשע"נ\שנה)						
1	פחם		2.392	6.442	7.632	
2	מזוט		2.200	2.300	1.647	
3	סולר		0.151	0.579	0.413	

2.2. הספקי שיא ביקוש וחדשי ממוצעים וצריכת אנרגיה עונתית ייעודיים למיזוג אוויר

2.2.1 כללי

הספק שיא הביקוש הממוצע העונתי הייעודי למיזוג אוויר מחושב כהפרש בין הספק השיא הממוצע בחודשים האופייניים למיזוג אוויר (מאי-אוקטובר) לבין הספק השיא בעונת מעבר.

הספק החדשי הממוצע העונתי הייעודי למיזוג אוויר מחושב כהפרש בין ממוצע ההספקים החודשיים הממוצעים בחודשים האופייניים למיזוג אוויר (מאי-אוקטובר) לבין הספק הממוצע החדשי שפל בצריכה בעונת המעבר (חודשים אפריל, נובמבר).

צריכת האנרגיה למיזוג אוויר מחושבת כסיכום של ההפרשים בין הצריכה החודשית בחודשים האופייניים למיזוג אוויר לבין הצריכה החודשית המינימלית בעונת המעבר.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

2.2.2. ממצאים

ממצאים מפורטים מוצגים בדיאגרמות גרפיות ובטבלאות (נספח 1). על בסיס הנתונים המפורטים מוצגת להלן טבלה עם ערכים נבחרים בתקופות זמן שונות על מנת להמחיש את השינויים במשך 22 השנים האחרונות, החל מתחילת שנות ה-80 ועד לשנת 2002.

מוצגים ערכים מוחלטים, גידול שנתי מוחלט, גידול שנתי יחסי, ויחוס הערכים המוחלטים לסה"כ מיזוג האוויר. הערכים להלן מבוססים על קווי מגמה על פי קירוב של פולינומים לצורך מיתון ההשפעה של שינויים קיצוניים.

(1) הספקי שיא ביקוש וממוצע-חודשי ממוצעים

טבלה 1-2.2.2: הספק שיא ביקוש ממוצע – רב שנתי

שנה						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
ערך מוחלט (מגהוואט)							
330	420	500	790	1,670	2,290	שיא ביקוש בוקר	1
		130	270	900	1,390	שיא ביקוש ערב	2
190	210	280	470	860	1,080	חודשי ממוצע	3
קצב גידול שנתי (מגהוואט\שנה)							
	100	270	390	510	560	שיא ביקוש בוקר	1
	120	300	350	340	300	שיא ביקוש ערב	2
	60	190	290	360	380	חודשי ממוצע	3
גידול שנתי במגזר מיזוג אוויר ביחס לכולל (%)							
4.9%	6.2%	7.1%	7.2%	6.7%	6.5%	שיא ביקוש בוקר	1
5.9%	7.4%	7.4%	6.2%	4.5%	3.7%	שיא ביקוש ערב	2
3.7%	5.6%	7.2%	7.3%	6.5%	6.0%	חודשי ממוצע	3
יחוס מיזוג אוויר לכולל (%)							
16.1%	15.5%	13.4%	14.8%	21.9%	26.3%	שיא ביקוש בוקר	1
9.1%	5.8%	3.1%	4.7%	12.1%	17.2%	שיא ביקוש ערב	2
12.3%	10.6%	10.3%	12.1%	15.5%	17.2%	חודשי ממוצע	3

הבהרות לטבלה

- 1 - הטבלה מציגה ערכים של שיאי ביקוש ועומס חודשי ממוצעים ייעודיים למיזוג האוויר בשנים 1980, 85, 90, 95, 2000 ו-2002 (ערכים מפורטים מוצגים בנספח 1). עבור שיא ביקוש "בוקר", כדוגמא, מתקבל "ערך מוחלט (מגהוואט)" כהפרש שבין ממוצע שיאי הביקוש בחודשים בהם נדרש מיזוג אוויר (בד"כ מאי-אוקטובר) לבין ממוצע שיאי הביקוש בחודשים בהם הדרישה למיזוג אוויר ולחימום בשפל (בד"כ חודשים אפריל ונובמבר).
- 2 - בפועל בוצעו קירובים פולינומיים (על פי קווי מגמה, כאמור) כך שהערכים בטבלה מחושבים מתוך הפולינומים בשנים המוגדרות.
- 3 - ה"גידול השנתי (מגהוואט\שנה)" מבטא במונחים דיסקרטיים את ההפרש בין שנה מוגדרת לשנה הקודמת לה. כאן הניתוח נעשה על פי פולינום (לפי קו המגמה, כאמור) ולכן הגידול השנתי מחושב כנגזרת הראשונה של הפולינום בשנה המוגדרת לגביה מוצג השינוי.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

4 - ה"גידול שנתי יחסי (%)" מבטא את היחס בין נגזרת הפולינום לבין הערך המוחלט בשנה המסוימת.

5 - "יחוס מיזוג אוויר לכולל (%)" מבטא את היחס בין הערך המוחלט (מגהוואט) הייעודי למיזוג אוויר, הנקוב בטבלה בשנה המסוימת, לבין ערך הספק שיא ביקוש "בוקר" הכולל, בשנה המסוימת.

ההסבר לעיל רלוונטי לשני המשתנים האחרים: "שיא ביקוש ערב" ו"חודשי ממוצע".

(2) צריכת אנרגיה למיזוג אוויר והתפלגות לפי מגזרי צריכה עיקריים

הערכים בטבלה ובדיאגרמות הגרפיות להלן מבוססים על קירובים פולינומיים. טבלה 2-2.2.2 : צריכת אנרגיה למיזוג אוויר – מוחלט ויחסי - והתפלגות לפי מגזרי צריכה עיקריים – רב שנתי. הנתונים מוצגים גם בגרפים [36,38,39].

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

תקופת זמן						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
צריכת השמל שנתית (מליוני קוט"ש)							
		5	269	1,019	1,192	תעריף ביתי	1
134	181	239	365	586	693	תעריף תעשייה	2
		300	560	1,400	1,580	מסחר ושירותים	3
		10	16	37	40	צובר	4
4	10	20	47	87	85	חנויות כלבו	5
34	53	61	62	140	108	בתי מלון, אכסניות	6
		635	1,319	3,269	3,698	סיכום	7
		1,800	2,410	4,250	5,100	סה"כ ייצור	8
גידול שנתי בצריכת השמל שנתית (מליוני קוט"ש\שנה)							
		20	114	139	12	תעריף ביתי	1
		17	35	52	54	תעריף תעשייה	2
		34	75	85	165	מסחר ושירותים	3
				-11	-49	צובר	4
		3	8	4	-8	חנויות כלבו	5
		-3	8	7	-49	בתי מלון, אכסניות	6
גידול שנתי יחסי בצריכת השמל שנתית (%\שנה)							
		400%	42.3%	13.7%	1.0%	תעריף ביתי	1
8.3%	4.8%	7.1%	9.5%	8.9%	7.8%	תעריף תעשייה	2
		11.3%	13.4%	6.1%	10.4%	מסחר ושירותים	3
					-	צובר	4
-0.7%	17.7%	14.3%	17.1%	5.0%	-9.6%	חנויות כלבו	5
4.9%	10.6%	-4.3%	13.7%	5.2%	-45.3%	בתי מלון, אכסניות	6
ייצור למיזוג אוויר ביחס לכולל (%)							
		6.5%	7.8%	10.1%	11.2%	סה"כ ייצור	8
התפלגות צריכה למיזוג אוויר ביחס לסה"כ סיכום צריכות למיזוג אוויר (%)							
		0.4%	11.3%	24.0%	23.4%	תעריף ביתי	1
		17.3%	15.3%	13.8%	13.6%	תעריף תעשייה	2
		21.7%	23.5%	32.9%	31.0%	מסחר ושירותים	3
		0.7%	0.7%	0.9%	0.8%	צובר	4
		1.4%	2.0%	2.0%	1.7%	חנויות כלבו	5
		4.4%	2.6%	3.3%	2.1%	בתי מלון, אכסניות	6

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

הבהרות לטבלה

הטבלה מציגה ערכי צריכת אנרגיה שנתיים בהתפלגות לפי מגזרי צריכה עיקריים:

- ביתי
- תעשייה
- מסחר ושירותים (הכולל גם ציבורי)
- צובר
- חנויות כלבו (הכולל גם קניונים)

הערכים מוצגים עבור השנים 1980, 85, 90, 2000 ו-2002. מבוססים על קווי מגמה על פי קירובים פולינומיים מסדר גבוה (5-6).

בנספח מס' 1 מוצגות דיאגרמות גרפיות.

על פי הממצאים חלו התפתחויות בכ"א מהמגזרים ב-2 העשורים האחרונים מתחילת שנות ה-80. במיוחד בולטים המגזר הביתי, מסחר ושירותים והתעשייה. במגזרים אלו ההתפתחות "מורגשת" בעיקר מתחילת שנות ה-90.

הדיאגרמות מציגות "פרופיל ייצור אנרגיה חשמלית כולל וייעודי למיזוג אוויר". מוצגים גרף "ייצור חשמל כולל" וגרף "ייצור חשמל למיזוג אוויר".

הגרף הייעודי למיזוג אוויר מצביע על ערך של כ-11% מהצריכה הכוללת. בהשוואה למצופה מדובר לכאורה בערך נמוך לאור התפתחות היחסית גבוהה של ענף מיזוג האוויר.

עם זאת יש לזכור כי הצריכה הינה רק בחלק מהשנה וכן בכך שהגרף הרי מתבסס על ערכים הפרשיים בין הצריכה בחודשי קיץ לחודשי מעבר.

הפרשים אלה משקפים בעיקר אנרגיה למזגנים יחידתיים למיזוג ואנרגיה ליחידות קירור מרכזיות ואינם משקפים אנרגיה לחימום בחורף (בין השאר גם ע"י המזגנים הפועלים כמשאבות חום לחימום מבנים), וכן אינם משקפים בצריכת האנרגיה את כל ציוד העזר כגון מפוחים ומשאבות סחרור במערכות מרכזיות הפועלים אצל צרכנים רבים גם בעונות מעבר (לאוורור).

הדיאגרמה נוספת מציגה את "פרופיל ייצור אנרגיה חשמלית שנתי למיזוג אוויר" עם התפלגות למגזרים. כאן מותוות הדיאגרמה בסקלה קטנה יותר המותאמת לסה"כ הצריכה בענף מיזוג האוויר. נצפית כאן מגמת השתנות גבוהה יחסית מרמת ההשתנות של הצריכה הכוללת בדיאגרמה 1. עיקר ההשתנות הגבוהה היא מתחילת שנות ה-90 ואילך.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(3) ייצור חשמל למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים

כאמור, לסוג הדלק יש השפעה ניכרת על פליטת מזהמים. לפיכך, ערכנו ניתוח המצביע על סוגי הדלקים הנמצאים בשימוש לייצור חשמל בכלל ולייצור חשמל "ייעודי" למזוג אוויר.

טבלה 2.2.2-3: ייצור אנרגיה למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים – רב שנתי

תקופת זמן						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
ייצור חשמל שנתי (מיליארד קוט"ש)							
		420	1.620	2.820	3.300	ייצור מפחם	1
		1,020	650	880	1.140	ייצור ממזוט	2
		360	140	580	810	ייצור מסולר	3
		1.800	2.410	4.280	5.250	סיכום	4
1.030	1.110	1.400	2.380	4.250	5.100	סה"כ ייצור	5
		29%	1.3%	0.7%	2.9%	סטייה מסה"כ	6
גידול שנתי בייצור חשמל שנתי (מיליוני קוט"ש\שנה)							
		240	240	240	240	ייצור מפחם	1
		-109	-14	105	152	ייצור ממזוט	2
		-101	41	115	111	ייצור מסולר	3
		30	267	460	503	סיכום	4
30	15	145	296	425	408	סה"כ ייצור	5
גידול שנתי יחסי בייצור חשמל שנתי (%)							
			14.8%	8.5%	7.3%	ייצור מפחם	1
			-2.2%	11.9%	13.4%	ייצור ממזוט	2
			29.0%	19.7%	13.7%	ייצור מסולר	3
3.2%	1.4%	8.1%	12.4%	10.0%	8.0%	סה"כ ייצור	4
יחס מיזוג אוויר לסה"כ ייצור חשמל שנתי (%)							
			8.2%	9.4%	9.4%	ייצור מפחם	1
			6.9%	10.0%	14.2%	ייצור ממזוט	2
			18.4%	46.3%	56.0%	ייצור מסולר	3
8.2%	7.1%	6.6%	7.8%	10.1%	11.2%	סה"כ ייצור	4

הערכים מתקבלים כהפרשים בין צריכת החשמל התקופתית בתקופת המיזוג לבין הצריכה על פי עונת המעבר (ממוצע חודשים אפריל ונובמבר), במצטבר ל- 5 חודשי המיזוג.

נראה כי עיקר מקור האנרגיה בשנת 2002 הינו פחם (כ- 3.3 מיליארד קוט"ש), לאחריו מזוט (כ- 1.14 מיליארד קוט"ש), ולאחריו סולר (כ- 0.81 מיליארד קוט"ש).

בתחילת שנות ה- 90 עיקר הצריכה היה במזוט (כ- 1.02 מיליארד קוט"ש) לעומת פחם (כ- 0.42 מיליארד קוט"ש) וסולר (כ- 0.36 מיליארד קוט"ש).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

2.3. הספקי שיא ביקוש, הספק ממוצע וצריכת אנרגיה חודשיים מרביים למיזוג אוויר

2.3.1 כללי

הספק השיא הייעודי למיזוג אוויר מחושב כהפרש בין הספק השיא החודשי המרבי בחודשי המיזוג לבין הספק השיא המינימלי בעונת מעבר.

ייצור וצריכת אנרגיה חודשית ייעודיים למיזוג אוויר (הספק ואנרגיה מרביים) מחושבת כהפרש בין הערך החודשי המרבי למיזוג אוויר (בחודשים מאי-אוקטובר) לבין הערך החודשי המינימלי בעונת המעבר (חודשים אפריל, נובמבר).

2.3.2 ממצאים

ממצאים מפורטים מוצגים בדיאגרמות גרפיות המצורפות וכן בטבלאות בנספח. על בסיס הנתונים המפורטים מוצגת להלן טבלה עם ערכים נבחרים בתקופות זמן שונות על מנת להמחיש את השינויים במשך 22 השנים האחרונות, החל מתחילת שנות ה-80 ועד 2002.

מוצגים ערכים מוחלטים, גידול שנתי מוחלט, גידול שנתי יחסי, ויחוס הערכים המוחלטים לסה"כ מיזוג האוויר. הערכים להלן הנם בסדרי גודל ומבוססים בעיקר על קווי מגמה על פי קירוב של פולינומים לצורך מניעת השפעות של שינויים קיצוניים בצריכה.

(1) הספקי שיא ביקוש וממוצע-חודשי מרביים ייעודיים למיזוג אוויר

טבלה 2-3.2-1: הספקי שיא ביקוש וממוצע חודשי, מרביים – רב שנתי, ייעודי למיזוג אוויר

מס'	נושא	תקופת זמן					
		1980	1985	1990	1995	2000	2002
ערך מוחלט (מגהוואט)							
1	שיא ביקוש בוקר	422	600	695	1,174	2,484	3,032
2	שיא ביקוש ערב	259	265	289	594	1,573	2,225
3	חודשי ממוצע	368	371	442	853	1,585	1,645
גידול שנתי (מגהוואט/שנה)							
1	שיא ביקוש בוקר	43	28	22	141	305	221
2	שיא ביקוש ערב	7	-2	12	90	286	365
3	חודשי ממוצע	13	-4	28	108	148	106
גידול שנתי יחסי (%)							
1	שיא ביקוש בוקר	10.1%	3.7%	4.8%	15.3%	12.3%	7.3%
2	שיא ביקוש ערב	2.7%	-0.9%	7.2%	19.4%	18.2%	16.4%
3	חודשי ממוצע	3.4%	-0.8%	9.4%	14.5%	9.3%	5.7%
יחוס מיזוג אוויר לכולל (%)							
1	שיא ביקוש בוקר			18.6%	21.9%	32.6%	34.8%
2	שיא ביקוש ערב			7.2%	10.5%	21.2%	27.5%
3	חודשי ממוצע			16.3%	21.9%	28.7%	29.5%

הספקי שיא הביקוש המרביים הנ"ל משמשים בהמשך כבסיס לנתוח דחיית הקמת תחנות כוח חדשות.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

הבהרות לטבלה

הטבלה מציגה ערכים של שיאי ביקוש ועומס חודשי ממוצע מרביים ייעודיים למיזוג האוויר בשנים 1980, 85, 90, 95, 2000 ו-2002 (ערכים מפורטים בנספח 1). עבור שיא ביקוש "בוקר", כדוגמא, מתקבל "ערך מוחלט (מגהוואט)" כהפרש שבין שיא הביקוש החודשי המכסימלי בקיץ ב"בוקר" לבין ממוצע שיאי הביקוש ב"בוקר" בחודשים בהם הדרישה למיזוג אוויר ולחימום בשפל (בד"כ חודשים אפריל ונובמבר). בפועל בוצעו קירובים פולינומיים (על פי קווי מגמה, כאמור) כך שהערכים בטבלה מחושבים מתוך הפולינומים בשנים המוגדרות.

(2) צריכת אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר – התפלגות לפי מגזרים

טבלה 2-2.3.2: צריכת אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר והתפלגות למגזרים עיקריים - רב שנתי

מס'	נושא	תקופת זמן					
		1980	1985	1990	1995	2000	2002
צריכת השמל חודשית (מליוני קוט"ש\חודש)							
1	תעריף ביתי	6	8	3	128	416	461
2	תעריף תעשייה	35	53	73	107	162	179
3	מסחר ושירותים						
4	צובר						
5	חנויות כלבו	2	3	7	14	28	31
6	בתי מלון, אכסניות	8	17	17	21	37	36
-	סה"כ ייצור	304	312	382	715	1,273	1,457
גידול שנתי בצריכת השמל חודשית (מליוני קוט"ש\חודש)							
1	תעריף ביתי		-3	6	47	47	-11
2	תעריף תעשייה		4	5	9	11	5
3	מסחר ושירותים						
4	צובר						
5	חנויות כלבו			1	2	3	-1
6	בתי מלון, אכסניות			0	3	2	-4
-	סה"כ ייצור			36	97	108	70
גידול שנתי יחסי בייצור השמל חודשי (%\שנה)							
1	תעריף ביתי	45.3%		215.4%	36.8%	11.4%	-2.3%
2	תעריף תעשייה	8.7%		6.5%	8.7%	6.6%	2.8%
3	מסחר ושירותים						
4	צובר						
5	חנויות כלבו			13.9%	15.0%	9.5%	-2.0%
6	בתי מלון, אכסניות			-2.1%	12.0%	5.2%	-10.0%
7	סיכום						
-	סה"כ ייצור			9.3%	13.6%	8.5%	4.8%

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(3) ייצור אנרגיה חודשי מרבי למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים

טבלה 2.3.2-3: ייצור אנרגיה חודשי מרבי למיזוג אוויר והתפלגות לפי דלקים – רב שנתי

תקופת זמן						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
ייצור השמל חודשי מקסימלי (מליוני קוט"ש\חודש)							
		159	513	764	867	ייצור מפחם	1
		353	215	340	464	ייצור ממזוט	2
		76	61	181	267	ייצור מסולר	3
		588	789	1,285	1,598	סיכום	4
293	312	382	715	1,273	1,457	סה"כ ייצור	5
		54%	10%	0.9%	9.7%	סטייה מסה"כ	6
גידול חודשי בייצור השמל חודשי (מיליארד קוט"ש\חודש)							
		90	56	49	54	ייצור מפחם	1
		-54	-1	51	73	ייצור ממזוט	2
		-17	10	38	49	ייצור מסולר	3
		19	65	138	176	סיכום	4
10	0	36	97	108	70	סה"כ ייצור	5
גידול שנתי יחסי בייצור השמל חודשי (%\שנה)							
		56.9%	10.9%	6.4%	6.2%	ייצור מפחם	1
		-15.3%	-0.6%	15.1%	15.6%	ייצור ממזוט	2
		-21.9%	17.3%	20.8%	18.2%	ייצור מסולר	3
		9.3%	13.6%	8.5%	4.8%	סה"כ ייצור	4

2.4. הספק וצריכת אנרגיה - סיכום כולל וייעודי למיזוג אוויר

2.4.1. סיכום הספק מרבי

(1) שנים 2002 ו-2003

טבלה 1-2.4.1: הספק נקוב, זמין ושיא ביקוש לכלל המשק – כולל וייעודי למיזוג אוויר – שנים 2002/3

מס'	תאור	שנה	הספק כולל	הספק למיזוג אוויר	מיזוג אוויר/כולל
			מגהוואט	מגהוואט	%
1	יכולת נקובה	2003	10,117	-	-
		2002	9,789	-	-
2	ערך זמין, קיץ	2003	9,976	-	-
		2002	9,582	-	-
3	הספק שיא ביקוש, בוקר	2003	8,124	2,820	35%
		2002	8,750	3,300	38%
4	הספק שיא ביקוש, בוקר לפי קו מגמה	2003	8,600	2,800	33%
		2002	8,300	3,032	35%

מקורות נתונים

- 1 - יכולת נקובה (הספק כולל), ערך זמין קיץ (הספק כולל), הספק שיא ביקוש בוקר (הספק כולל): הערכים מבוססים על נתוני הספק חודשיים מכסימליים המוצגים בדוחות סטטיסטיים של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הדוחות מוצגים באתרי האינטרנט של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד התשתיות הלאומיות ובנספח 1).
- 2 - הספק שיא ביקוש, בוקר (הספק למיזוג אוויר): מבוסס על ההפרש בין הספק שיא הביקוש החודשי הכולל המכסימלי בשנה המסוימת לבין הספק שיא הביקוש הכולל הממוצע החודשי בחודשים בהם ההספק הכולל נמוך יחסית: אפריל ונובמבר.

הערות והבהרות לטבלה

- 1 - מוצגים ערכים לשיא ביקוש בוקר מכיוון ואלה מבטאים את הערך המכסימלי מבין שיא ביקוש בוקר ושיא ביקוש ערב, ולכן רלוונטיים להגדרת הספק תחנת כוח הנדחית להקמה כתוצאה מחיטון במיזוג אוויר.
- 2 - ביכולת הנקובה ובהספק הזמין חלה עליה מ-2002 ל-2003. לעומת זאת, בהספק שיא הביקוש חלה ירידה, עקב המיתון במשק. יש לראות אותה כירידה זמנית. לאור זאת מוצגים ערכי הצריכה החסכונית למיזוג אוויר והחיטון בצריכה למיזוג אוויר לבסיס 2002.
- 3 - "קו מגמה" (שורה מס' 4): הערכים מתבססים על מאזנים המתקבלים על פי קירובים פולינומיים של קווי מגמה אשר הותוו על בסיס פרופיל הנתונים הגולמיים בציר הזמן החודשיים והשנתיים. מטבע הדברים, אומדן על פי קווי המגמה מרסן את הציפיות לערכי חיטון אופטימיים קיצוניים. עיון בערכים בטבלה מצביע כי הסטיות בין האומדן על פי "קווי מגמה" ובין הספק שיא הביקוש בפועל מסתכם בסדר גודל של כ-9% בלבד (3,300 לעומת 3,032 מגהוואט).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) פרופיל הספק חשמל שיא ביקוש מרבי בציר הזמן: כולל וייעודי למיזוג אוויר

הערכים להלן מבוססים על קווי מגמה

טבלה 2-2.4.1: הספק שיא ביקוש לכלל המשק – פרופיל כולל וייעודי למיזוג אוויר – שנים 1990-2002

שנה				מגזר	מס'
1990	1995	2000	2002		
הספק כולל (מגהוואט)					
3,750	5,370	7,620	8,700	שיא ביקוש בוקר	1
4,030	5,680	7,430	8,080	שיא ביקוש ערב	2
הספק למיזוג אוויר (מגהוואט)					
700	1,170	2,480	3,030	שיא ביקוש בוקר	1
290	590	1,570	2,230	שיא ביקוש ערב	2
יחס הספק למיזוג אוויר/הספק כולל (%)					
19%	22%	33%	35%	שיא ביקוש בוקר	1
7%	11%	21%	28%	שיא ביקוש ערב	2

מקורות נתונים

- 1 - שיא ביקוש בוקר וערב (הספק כולל)
הערכים מבוססים על נתוני הספק חודשיים מכסימליים המוצגים בדוחות סטטיסטיים של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הדוחות מוצגים באתרי האינטרנט של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד התשתיות הלאומיות ובנספח 1).
- 2 - שיא ביקוש בוקר וערב (הספק למיזוג אוויר):
מבוסס על ההפרש בין הספק שיא הביקוש החודשי הכולל המכסימלי בשנה המסוימת לבין הספק שיא הביקוש הכולל הממוצע החודשי בחודשים בהם ההספק הכולל נמוך יחסית: אפריל ונובמבר.

הערות והבהרות לטבלה

- 1 - הפרופילים בטבלה מוצגים לשנים 1990-2002 בהיות תקופה זו המשמעותית בהתפתחות הצריכה למיזוג אוויר בעשורים האחרונים. עם זאת בנספח מוצגים ערכים לתקופה המתחילה בשנה 1970 (נספח 1).

ממצאים

- 1 - מאובחן גידול גבוה יחסית בהספק למיזוג אוויר ביחס להספק הכולל:
מ-1990 המשקל היחסי של ההספק למיזוג אוויר "בוקר" גדל בשיעור של כ-84%, בקירוב. בתקופה זו המשקל היחסי של ההספק למיזוג אוויר "ערב" גדל בשיעור הרבה יותר גבוה: 400% היות ושיא ביקוש "ערב" מושפע בעיקר המצביע על השפעת הצטיידות המגזר הביתי במזגנים.

2.4.2. התפלגות הספק מרבי למגזרים ייעודי למיזוג אוויר

התפלגות ההספק לפי מגזרים נאמדת בשלב זה לפי ההתפלגות היחסית באנרגיה החודשית המרבית בקיץ הייעודית למיזוג אוויר (הערכים לפי 2002), וחלוקה לפי אומדן יחסי (על פי ניסיון) לתקופות ביממה ולטכנולוגיות, כמוצג להלן:

(1) התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים (2002)

טבלה 1-2.4.2: התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים בשנה 2002

מס'	מגזר	התפלגות יחסית (%)	
		לסה"כ כולל	לסה"כ ללא אבדנים
1	ביתי	30%	38%
2	תעשייתי	12%	16%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	27%	34%
4	צובר	1%	1%
5	חנויות כלבו	2%	3%
6	בתי מלון, אכסניות	2%	3%
7	בניה	1%	1%
8	חקלאות	3%	4%
9	אבדנים באספקה	22%	-
	סה"כ כולל	100%	-
	סה"כ ללא אבדנים	-	100%
		1,501	1,169

מקור: נתונים משמשת טבלת צריכה חודשית (נספח 1). מטבלה זו נבחר החודש בקיץ בו צריכת האנרגיה הנה מרבית.

(2) אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)

הערכים הרלוונטיים לגבי הספק השיא מתייחסים ל"בוקר". לפיכך, נערך ניתוח אומדן התפלגות על בסיס הצבה אומדנית – על פי ניסיון – של הערך היחסי בכל מגזר הרלוונטי לבוקר.

טבלה 2-2.4.2: אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)

מס'	מגזר	התפלגות אנרגיה, יחסי	
		אנרגיה "בוקר"	%
1	ביתי	67	15%
2	תעשייתי	82	50%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	281	70%
4	צובר	8	70%
5	חנויות כלבו	18	60%
6	בתי מלון, אכסניות	18	50%
7	בניה	11	80%
8	חקלאות	14	30%
9	אבדנים באספקה	141	-
	סה"כ כולל	640	-
	סה"כ ללא אובדנים	500	-

הערכים בטור "התפלגות אנרגיה, יחסי" הנם בהצבה. הערכים בטור "אנרגיה "בוקר"" מחושבים כמכפלה של האנרגיה החודשית המרבית מטבלה 1-2.4.1 בטור "התפלגות אנרגיה, יחסי".

(3) התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבי ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים

ההתפלגות מחושבת לפי אומדן שעות פעילות אופייניות של מיזוג אוויר בשעות "בוקר" וחלוקת צריכת האנרגיה למיזוג אוויר בוקר (מטבלה 2-2.4.2 לעיל) בשעות אלה.

טבלה 2-2.4.2: התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים

מס'	מגזר	שעות "בוקר"		הספק מגהוואט	הספק משקלל אבדנים באספקה מגהוואט
		ביום	בחודש		
1	ביתי	6	180	354	434
2	תעשייתי	8	176	501	615
3	מסחר, שירותים, ציבורי	8	208	1,291	1,583
4	צובר	8	208	39	48
5	חנויות כלבו	8	258	81	99
6	בתי מלון, אכסניות	8	240	72	88
7	בניה	8	176	60	73
8	חקלאות	8	176	76	93
9	אבדנים באספקה ושונות	-	-	559	-
סה"כ	כולל			3,032	3,032
	ללא אובדנים ושונות			2,473	-

2.4.3. אנרגיה

(1) סיכום שנתי (2002, 2003)

טבלה 1-2.4.3: ייצור אנרגיה לכלל המשק – כולל וייעודי למיזוג אוויר – שנים 2002/3

מס'	תאור	שנה	אנרגיה כוללת	אנרגיה למיזוג אוויר	מיזוג אוויר/כולל
			מליוני קוט"ש/שנה		%
1	ייצור אנרגיה שנתי	2003	47,041	5,069	10.8%
2		2002	45,392	5,176	11.4%

מקורות נתונים

- 1 - ייצור אנרגיה שנתי : אנרגיה כוללת
הערכים מבוססים על נתוני אנרגיה שנתיים המוצגים בדוחות סטטיסטיים של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (הדוחות מוצגים באתרי האינטרנט של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד התשתיות הלאומיות ובנספח 1).
- 2 - ייצור אנרגיה שנתי : אנרגיה למיזוג אוויר
מחושב כסיכום הפרשים בין ייצור האנרגיה החודשית בחודשי המיזוג, מאי-אוקטובר, לבין ממוצע ייצור אנרגיה חודשית בחודשי המעבר, אפריל ונובמבר, בהם ייצור האנרגיה מינימלי (סימוכין בנספח 1).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) התפלגות ייצור אנרגיה לפי מגזרים (2002)

טבלה 2-2.4.3: התפלגות ייצור אנרגיה למגזרים – כולל וייעודי למיזוג אוויר – שנה 2002

מס'	מגזר	התפלגות יחסית (%)	
		לסה"כ כולל	לסה"כ ללא אובדנים
כולל			
1	ביתי	13,031	29%
2	תעשייתי	9,649	21%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	12,721	28%
4	צובר	2,229	5%
5	חנויות כלבו	762	2%
6	בתי מלון, אכסניות	712	2%
7	בניה	565	1%
8	חקלאות	1,735	4%
9	אבדנים באספקה	3,988	9%
	סה"כ כולל	45,392	100%
	סה"כ ללא אבדנים	41,404	-
ייעודי למיזוג אוויר			
1	ביתי	1,192	23.4%
2	תעשייתי	693	13.6%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	1,580	31.0%
4	צובר	40	0.8%
5	חנויות כלבו	85	1.7%
6	בתי מלון, אכסניות	108	2.1%
7	בניה		
8	חקלאות		
9	אבדנים באספקה		
	סה"כ כולל	5,100	-
	סה"כ ללא אבדנים	-	-

מקורות נתונים

- 1 - כולל
הערכים מבוססים על נתוני אנרגיה חודשיים של התפלגות למגזרים המוצגים בדוחות סטטיסטיים של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ועל סיכומים שנתיים (דוחות נתונים חודשיים מוצגים באתרי האינטרנט של חברת החשמל ושל הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה ומשרד התשתיות הלאומיות ובנספח 1).
- 2 - ייצור אנרגיה שנתי : אנרגיה למיזוג אוויר
מחושב כסיכום ההפרשים בין ייצור האנרגיה החודשית בחודשי המיזוג, מאי-אוקטובר, לבין ממוצע ייצור אנרגיה חודשית בחודשי המעבר, אפריל ונובמבר, בהם ייצור האנרגיה מינימלי (סימוכין בנספח 1).

לשנה 2003 לא ניתן להציג בשלב זה התפלגות צריכה למגזרים באין עד כה נתונים לגבי המגזרים ביתי ותעשייתי.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(3) תזרים רב-שנתי של צריכת חשמל יחסית למיזוג אוויר

הערכים להלן מבוססים על קוי מגמה

טבלה 2.4.3-3: ייצור וצריכה – כולל ולמיזוג אוויר - התפלגות למגזרים – רב שנתי (1990-2002)

מס'	מגזר	שנה			
		1990	1995	2000	2002
צריכה (מליארדי קוט"ש\שנה)					
1	כולל	21,070	30,500	42,000	45,640
2	למיזוג אוויר	1,380	2,380	4,250	5,100
צריכה למיזוג אוויר יחסית לכולל (%)					
1	מיזוג אוויר\כולל	6.5%	7.8%	10.1%	11.2%
התפלגות לפי מגזרים יחסית לסה"כ למיזוג אוויר (%)					
1	תעריף ביתי	0.4%	11.3%	24.0%	23.4%
2	תעריף תעשייה	17.3%	15.3%	13.8%	13.6%
3	מסחר ושירותים	21.7%	23.5%	32.9%	31.0%
4	צובר	0.7%	0.7%	0.9%	0.8%
5	חגויות כלבו	1.4%	2.0%	2.0%	1.7%
6	בתי מלון, אכסניות	4.4%	2.6%	3.3%	2.1%

מאובחן גידול גבוה יחסית בצריכה למיזוג אוויר ביחס לצריכה הכוללת: מ-1990 המשקל היחסי של הצריכה למיזוג אוויר הכפיל עצמו, בקירוב. בענף מיזוג אוויר עיקר הגידול בצריכה היה במגזר הביתי: גידול יחסי של מאות אחוזים. במגזר המסחר והשירותים גידול של כ-50%.

3. התפתחות משק מיזוג האוויר בישראל

3.1. כללי

משק מיזוג האוויר מסווג לטכנולוגיות עיקריות כדלקמן:

(1) יחידות "יחידתיות"

מזגנים מזוודים כיחידה בסקלה נמוכה יחסית של הספק (באנגלית מכונים כ- Unitary Air Conditioners). לסוג זה משתייכים מזגני חלון, מזגנים מפוצלים ומערכות מיזוג אוויר קטנות מסוג מיני-מרכזי.

במגזרים השונים פועלות יחידות אלה בעיקר בעונת הקיץ וכן בחלק מעונת המעבר, בהתאם לאזורים האקלימיים. ביחידות אלה כל ההספק החשמלי, הן של מדחס הקירור ויחידת העיבוי (הכוללת את המפוח), והן של מפוח פיזור האוויר הקר לחלל הממוזג נכלל בתוספת ההספק.

היחידות מורכבות ממרכיבים עיקריים כדלקמן: מדחס מסוג בוכנתי (ליניארי או סיבובי), מאדה בהתפשטות ישירה עם צינור נימי להורדת לחץ הקרור בכניסה אליו, מעבה מקורר אוויר. השימוש ביחידות אלה נפוץ יחסית בעיקר במגזר הביתי, בחדרי משרדים, חנויות, אולמות קטנים.

מגמת השימוש ביחידות אלה עלתה החלה לעלות משמעותית ממצצית שנות ה-90. מדובר בגידול של מאות אחוזים.

(2) יחידות מיזוג אוויר מרכזיות

יחידות אלה כוללות אף הן את יחידות הקירור (מדחסי קירור ומערכת עיבוי), ולהבדיל מיחידות קטנות כנ"ל, כוללות מערכות מרכזיות לחלוקת אוויר ממוזג (יחידות טיפול באוויר- יטא"ות, בספיקה קבועה או משתנה) הניזונות במים קרים המסופקים באמצעות משאבות (בספיקה קבועה או משתנה) במערכת צנרת מרכזית ממכונות הקירור ו/או מערכות יחידניות (יחידות מפוח נחשון לחדרים) הניזונות אף הן במים קרים ממערכת קירור מרכזית.

המעבים של יחידות אלה מקוררים באוויר או במים. בשנים האחרונות מתפתחת מגמת יישום יחידות מקוררות באוויר לעומת צמצום התפתחות מגמת יישום יחידות מקוררות במים. הסיבות העיקריות לכך: נוחיות בתכנון ובהקמה של יחידות מקוררות באוויר בהיותן מזוודות כמכלול ואינן דורשות חדרי מכונות, טיפול תחזוקתי נמוך בהשוואה ליחידות מקוררות במים (הדורשות מגדלי קירור וטיפול תחזוקתי מיוחד במי הקירור).

השימוש ביחידות מרכזיות נפוץ בקמפוסים אוניברסיטאיים, מרכזים רפואיים, בתי מלון ואכסניות, מרכזי קניות ובידור, בנייני משרדים, מפעלי תעשייה, תעשיות הייטק, פארקי תעשייה. במערכות המצוידות ביחידות טיפול באוויר המצוידות במפוחים, פועלים המפוחים גם בתקופות בהן אין פועלים יחידות הקירור (לצרכי אוורור).

מדחסי הקירור ביחידות אלה הינם בטכנולוגיות כדלקמן:

- מדחסים בוכנתיים עם אופציה לפריקת דרגות (הקטנת תפוקה באמצעות נטרול פעולת בוכנות) ביחידות בעלות הספק קירור בסדר גודל של עשרות טון קירור ליחידה
- מדחסים בוכנתיים או מדחסים בורגיים ביחידות בעלות הספק קירור בסדר גודל של עשרות עד מספר מאות קטן של טון קירור (100-300 טון קירור).
- מדחסים צנטריפוגליים ביחידות בעלות הספק קירור בסדר גודל של מאות עד אלפי טון קירור

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

3.2. היקפי הישום

מידע לגבי היקפי הישום בארץ נגזר מנתונים גולמיים לגבי כמויות או מחירים או שטחי מבנים וכיו"ב ומקדמי ההמרה מנתונים אלה להיקפים מיושמים במונחים של הספק מותקן במונחים של הספק קירור (ביחידות של טון קירור) ובמונחים של הספק חשמל (ביחידות של קו"ט) כמפורט בהמשך.

יש לציין שהמידע מתקבל בהערכת סדרי גודל בלבד כתוצאה מחוסר ידיעה בוודאות גבוהה של הנתונים הגולמיים ושל מקדמי ההמרה. עם זאת במבחן רגישות של החיסכון בהספק ואנרגיה כלפי הספקי הקירור נמצאה רגישות נמוכה מאוד. זאת מכיוון ועיקר ניתוח פוטנציאל החיסכון מתבסס בעיקר על השינויים בפרופילי הצריכה מעונת המעבר לעונת הקיץ ועל פרופילים אופייניים של COP.

יש לציין בנוסף כי ממילא, גם באומדן שמרני, היקפי ההספק המותקן של מתקני מיזוג אוויר גבוה בעשרות אחוזים מהספק שיא הביקוש המתקבל ממתקנים אלה כך שאומדן החיסכון מתבסס בעיקר על פרופיל ההספק החשמל וצריכת האנרגיה המתקבלים בפרק 2 לעיל. היקפי הישום מסייעים להערכת התפלגות החיסכון בטכנולוגיות השונות.

3.2.1. מזגנים יחידתיים

היקף הישום של מזגנים יחידתיים מבוסס על היקף ייצור מקומי ועל היקף יבוא. מקור מידע זמין להערכת היקף הישום הוא בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (באתר האינטרנט של הלשכה ובארכיון בתל אביב).

המידע הזמין עבור מזגנים מייצור מקומי מתבטא בכמות יחידות נמכרות בשנה. המידע הזמין עבור מזגנים מיובאים מתבטא בהיקף כולל של מכירות ביחידות מטבע (דולרים). מקור המידע ללשכה הוא המכס.

להלן המידע שהתקבל מהלשכה המרכזית לסטטיסטיקה והמרתו להיקף מיושם במונחים של הספק קירור.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(1) מזגנים מייצור מקומי

טבלה 1-3.2.1: מזגנים מייצור מקומי – היקף ייצור והספק קירור – תקופה: 1980-2003
 א – פרופיל הספק קירור/יחידה (טון קירור/יחידה) משתנה ליניארית מ-1 (ב-1980) ל-2 (ב-2003)

שנה	כמות ממקור מידע	הספק קירור ליחידה	:ספק קירור נקוב	פחת	כמות בניכוי פחת	הספק קירור נקוב	
						אלפי יחידות	אלפי יחידות
1980	25	1.0	25	50%	13	13	
1981	29	1.0	30	47%	16	15	
1982	31	1.1	34	45%	19	17	
1983	35	1.1	39	42%	23	20	
1984	26	1.2	30	39%	18	16	
1985	27	1.2	32	37%	21	17	
1986	36	1.3	45	34%	30	23	
1987	61	1.3	80	31%	55	42	
1988	105	1.3	142	29%	101	75	
1989	87	1.4	121	26%	89	64	
1990	64	1.4	92	23%	71	49	
1991	56	1.5	83	21%	66	44	
1992	80	1.5	122	18%	100	66	
1993	125	1.6	196	15%	166	106	
1994	140	1.6	225	13%	196	122	
1995	213	1.7	351	10%	316	191	
1996	207	1.7	351	9%	319	188	
1997	165	1.7	287	8%	264	152	
1998	196	1.8	349	7%	324	182	
1999	197	1.8	361	6%	339	186	
2000	234	1.9	437	5%	415	222	
2001	245	1.9	468	4%	449	235	
2002	217	2.0	424	3%	411	210	
2003	125	2.0	250	2%	245	123	
סה"כ	2,724	1.7	4,574	13%	2,379	4,066	

הבהרות וממצאים

- 1 - כמות היחידות מבוססת על נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, כאמור. בסה"כ מתקבל ערך מצטבר כולל של כ-2.7 מליון מזגנים לתקופה 1980-2003. לאחר ניכוי פחת (ראה להלן) מתקבל ערך מצטבר כולל של כ-2.4 מליון מזגנים.
- 2 - הספק הקירור ליחידה (טון קירור/יחידה) הינו בחזקת הנחה לגבי הערך הממוצע שהתפתח עם השנים. במהלך שנות ה-80 ותחילת שנות ה-90 מרבית הייצור היה של מזגני חלון. במהלך שנות ה-90 ובעיקר בשנות ה-2000 מרבית הייצור הינה של מזגנים מפוצלים ומיני-מרכזי. לפיכך בטבלה לעיל נלקח בחשבון תרחיש של הספק קירור/יחידה העולה ליניארית עם השנים מערך של 1 טון קירור/יחידה בשנה 80 ועד 2 טון קירור/יחידה בשנה 2003 המושפע ממשקל יחידות מפוצלות 2.5 כ"ס ומינימרכזי. מצד שני הלה בשנים האחרונות התפתחות בייצור מזגנים מפוצלים מסוג עיליים בעלי הספק קירור נמוך יחסית, בערך של 0.6 טון קירור.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

היות ולא התקבל מידע מספקים מוצג בטבלה ב' להלן תרחיש עבור הספק קירור סגולי ליחידה בשיעור של 1 טון קירור ליחידה בממוצע לכל התקופה.

טבלה 1-3.2.1: מזגנים מייצור מקומי – היקף ייצור והספק קירור – תקופה: 1980-2003
 ב – פרופיל הספק קירור ליחידה (טון קירור ליחידה) קבוע כ- 1 טון קירור ליחידה

שנה	כמות ממקור מידע	הספק קירור ליחידה	הספק קירור נקוב	פחת	כמות בניכוי פחת	הספק קירור נקוב מצטבר	
						אלפי יחידות	אלפי יחידות
1980	25	1.0	25	50%	13	13	
1981	29	1.0	29	47%	15	15	
1982	31	1.0	31	45%	17	17	
1983	35	1.0	35	42%	20	20	
1984	26	1.0	26	39%	16	16	
1985	27	1.0	27	37%	17	17	
1986	36	1.0	36	34%	23	23	
1987	61	1.0	61	31%	42	42	
1988	105	1.0	105	29%	75	75	
1989	87	1.0	87	26%	64	64	
1990	64	1.0	64	23%	49	49	
1991	56	1.0	56	21%	44	44	
1992	80	1.0	80	18%	66	66	
1993	125	1.0	125	15%	106	106	
1994	140	1.0	140	13%	122	122	
1995	213	1.0	213	10%	191	191	
1996	207	1.0	207	9%	188	188	
1997	165	1.0	165	8%	152	152	
1998	196	1.0	196	7%	182	182	
1999	197	1.0	197	6%	186	186	
2000	234	1.0	234	5%	222	222	
2001	245	1.0	245	4%	235	235	
2002	217	1.0	217	3%	210	210	
2003	125	1.0	125	2%	123	123	
סה"כ	2,726	1.0	2,724	13%	2,379	2,379	

הבהרות וממצאים (המשך)

3 - אי הוודאות הינה בתחום רחב של 2,400-4,000 אלפי טון קירור (לפי ערך קבוע במשך השנים של 1 טון קירור ליחידה עד ערך משתנה עם השנים בין 1 טון קירור ליחידה ל- 2 טון קירור ליחידה, בהתאמה). עם זאת, בניתוח מתקבל כי רגישות החיטון הכולל לפרופילים שונים בהספק קירור ליחידה זניחה (עד 5%), כפי שאפשר להיווכח בפרק 6 להלן.

4 - הספק קירור מיוצר נקוב מתקבל כמכפלה של כמות המזגנים המיוצרים בהספק הקירור ליחידה. הספק קירור נקוב לאחר ניכוי פחת מתקבל מהספק הקירור הנקוב המיוצר וניכוי הפחת. שיעור הפחת בטבלה הנו בגדר הנחה. מוצגים ערכי פחת מערך של 50% בשנה 1980 עד לערך של 2% בשנה 2003 ערכי הביניים מתקבלים באינטרפולציה ליניארית.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

5 - הערכים בטבלה (כל טורי הנתונים, למעט טור "כמות ממקור מידע") מתקבלים מחישובים ומוצגים כערכים שלימים לאחר העגלה. לפיכך מאזן חישובי על פי הערכים הרשומים בטבלה מביא לסטיות קלות מהתוצאה המחושבת האמיתית.

6 - פילוג הספק הקירור המצטבר לאורך השנים בתקופה 1980-2003 מצביע על כך כי ההספק המצטבר של מזגנים ישנים מגיע בשנה 1990 לכ- 454 אלפי טון קירור מתוך 4,066 אלפי טון קירור ב- 2003 (כלומר: 11% בלבד) עבור שינוי טון קירור ליחידה מ- 1 ל- 2 במהלך השנים ולכ- 352 אלפי טון קירור מתוך 2,379 אלפי טון קירור ב- 2003 (כלומר: 15% בלבד) עבור ערך קבוע של 1 טון קירור ליחידה.

מזגנים מיבוא (2)

טבלה 2-3.2.1: מזגנים מיובאים – היקף מכירות והספק קירור – תקופה: 1980-2003

שנה	יבוא	הספק קירור	פחת	הספק קירור בניכוי פחת	הספק קירור מצטבר
	אלפי \$	אלפי טון קירור	%	אלפי טון קירור	אלפי טון קירור
1980	3,018	10	50%	5	5
1981	2,185	7	47%	4	9
1982	1,806	6	45%	3	12
1983	1,681	6	42%	3	15
1984	1,698	6	39%	3	19
1985	1,361	5	37%	3	22
1986	1,738	6	34%	4	26
1987	1,732	6	31%	4	30
1988	3,662	12	29%	8	38
1989	4,878	16	26%	12	50
1990	4,635	15	23%	12	61
1991	4,233	13	21%	10	72
1992	5,615	15	18%	13	84
1993	7,873	25	15%	21	105
1994	7,556	24	13%	21	126
1995	12,626	38	10%	35	161
1996	12,959	42	9%	38	199
1997	13,034	39	8%	36	235
1998	11,833	39	7%	37	271
1999	8,722	25	6%	24	295
2000	9,839	28	5%	26	321
2001	11,388	36	4%	35	356
2002	10,297	36	3%	35	392
2003	10,297	36	2%	36	427
סה"כ	154,666	491	15%	427	427

הבהרות

1 - היקף היבוא באלפי \$ מבוסס על נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (מקור הנתונים לפי הלשכה: המכס) (הנתונים מוצגים באתר האינטרנט של הלשכה ובדו"ח בארכיון בתל אביב).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסקון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

- 2 - המזגנים המיובאים הנם בעלי הספקים הגבוהים גם מ- 4 טון קירור (כמצוין במקור המידע). לפיכך אי הוודאות לגבי ההספק גדולה. ההמרה להספק הנה באמצעות הנחת מחיר סגולי של \$ 300\ טון קירור, לא כולל עלויות נלוות (רווח קמעונאי, הובלה, התקנה וכיו"ב).
- 3 - להערכת הספק הקירור הזמין בפועל נלקח בחשבון פחת היורד ליניארית עם השנים מערך של 50% לשנה 1980 ועד לערך ש 2% לשנה 2003. אף כאן ההשפעה על פוטנציאל החיסקון הינה מזערית, כאמור.
- 4 - אף כאן מתקבל מנתוח רגישויות כי ההשפעה של 2 ו- 3 לעיל על החיסקון נמוכה (אחוזים בודדים).
- 5 - פילוג הספק הקירור המצטבר לאורך השנים בתקופה 1980-2003 מצביע על כך כי ההספק המצטבר של מזגנים ישנים מגיע בשנה 1990 לכ- 61 אלפי טון קירור מתוך 427 אלפי טון קירור ב- 2003 (כלומר: 14% בלבד).

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

מזגנים מייצור מקומי ומיבוא (3)

טבלה 3-3.2.1: מזגנים מייצור מקומי ומיבוא – הספק קירור – תקופה: 1980-2003

הספק קירור יחסי מייצור מקומי\סה"כ		הספק קירור מצטבר					שנה
		מייצור מקומי + יבוא		מיבוא	מייצור מקומי		
טון קירור מקומי\סה"כ		טון קירור מקומי\סה"כ			קבוע כ-1	טון קירור\סה"כ	
קבוע כ-1	1 עד 2	קבוע כ-1	1 עד 2	קבוע כ-1		1 עד 2	
%		אלפי טון קירור					
72%	72%	18	18	5	13	13	1980
76%	76%	37	37	9	28	28	1981
79%	80%	57	59	12	45	47	1982
81%	82%	80	85	15	65	70	1983
81%	82%	100	107	19	81	88	1984
82%	83%	119	131	22	97	109	1985
82%	84%	147	164	26	121	138	1986
84%	87%	193	223	30	163	193	1987
86%	89%	276	332	38	238	294	1988
86%	88%	352	433	50	302	383	1989
85%	88%	413	515	61	352	454	1990
85%	88%	468	592	72	396	520	1991
85%	88%	546	704	84	462	620	1992
84%	88%	673	891	105	568	786	1993
85%	89%	816	1,109	126	690	983	1994
85%	89%	1,042	1,460	161	881	1,299	1995
84%	89%	1,269	1,817	199	1,070	1,618	1996
84%	89%	1,457	2,117	235	1,222	1,882	1997
84%	89%	1,674	2,477	271	1,403	2,206	1998
84%	90%	1,884	2,840	295	1,589	2,545	1999
85%	90%	2,132	3,281	321	1,811	2,960	2000
85%	91%	2,402	3,766	356	2,046	3,410	2001
85%	91%	2,648	4,213	392	2,256	3,821	2002
85%	90%	2,806	4,493	427	2,379	4,066	2003
85%	90%	2,806	4,493	427	2,379	4,066	סה"כ

3.2.2 מתקנים מרכזיים

כללי (1)

יחידות קירור במתקנים מרכזיים הנם בתחום הספק קירור רחב של עשרות טון קירור ליחידה עד סדר גודל של 1,000 טון קירור ליחידה.

מחוסר מידע מספק ממקורות רלוונטיים (בעיקר ספקים) נעשה ניסיון לאמוד את הפוטנציאל על פי מאפייני צרכנים לגביהם קיימים נתונים זמינים בלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (אתר האינטרנט ודוחות ארכיון עבור הצרכנים המצוינים) וכן להסתמך על פילוג הספקים בפרק 4 להלן (טבלה 3-2.4.2: "התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים").

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) הסתמכות על ערכי הספק סגוליים

הערכים בטבלה להלן מתייחסים למשרדים (מסחרי, ציבורי), בתי חולים ובתי מלון לגביהם קיימים נתוני יחידה לייחוס (מ"ר למשרדים וציבורי), מיטה (לבתי חולים) וחדרים (לבתי מלון).

טבלה 3.2.2-1: אומדן היקף הספק קירור במגזרים נבחרים לפי ערך הספק סגולי – שנה 2002

מגזר	יחידה לייחוס	ערך הספק סגולי	ערך יחידה לייחוס	ערך הספק אלפי טון קירור
משרדים (מסחרי, ציבורי)	מ"ר	1/20	20,000	1,000
בתי חולים	מיטה	5	40	200
בתי מלון	חדר	1	46	46
סה"כ	-	-	-	1,286

הבהרות וממצאים

1 - ערכי ההספק הסגולי לייחוס בטבלה הנם ערכים אופייניים למגזר:

[1] ערך השטח הסגולי להספק קירור האופייני למשרדים הוא 15-25 מ"ר/טון קירור. לפיכך ההספק הסגולי לשטח הינו בממוצע 1/20 טון קירור/מ"ר

[2] ערך הספק הקירור הסגולי האופייני למיטה בבתי חולים הינו בסדר גודל של 5 טון קירור/מיטה

[3] ערך הספק הקירור הסגולי האופייני לחדר בבתי מלון הינו בסדר גודל של כ-1 טון קירור/חדר

2 - האומדן בטבלה מגיע לסדר גודל של כ-1,286 אלפי טון קירור עבור המגזרים המצוינים בטבלה. לציין שקיים פוטנציאל נוסף ממגזרים אחרים (תעשייה, בניין וחקלאות) לגביהם אין נתונים זמינים לגבי יחידה לייחוס (מ"ר וכיו"ב) ולכן קשה להעריך את הפוטנציאל. יש לציין בנוסף כי חלק מסוים מההספק במגזרים אלה ייעודי למזגנים יחידתיים.

3 - לאור הנ"ל קיימת הסתמכות על אומדן פילוג הספקים בפרק 4 להלן (טבלה 3.2.4.2-3: "התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים"), כאמור לעיל. על פי הסתמכות זו הספק החשמל של הצרכנים הנו כ-1,000 מגהוואט והספק החשמל למשק (כולל אובדנים באספקה) הנו כ-1,230 מגהוואט. על פי הספק חשמל סגולי להספק קירור עבור יחידות מרכזיות שהנו בסדר גודל של עד 1.0 קו"ט/טון קירור, מתקבל הספק קירור בסדר גודל של 1,000 אלפי טון קירור למערכות מרכזיות.

3.2.3 התפלגות שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים

ההתפלגות לטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים מבוססת על הערכות לגבי שימוש יחסי של טכנולוגיות מזגנים במגזרים השונים. בשלב זה מוצגים ערכים מספריים על פי ניסיון והשערה.

טבלה 1-3.2.3: שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים

מס'	מגזר	יחידות יחידתיות בקירור אוויר	יחידות מרכזיות	
			קירור אוויר	קירור מים
1	ביתי	100%	0%	0%
2	תעשייתי	30%	40%	30%
3	מסחר, שירותים וציבורי	50%	30%	20%
4	צובר	50%	40%	10%
5	חנויות כלבו	50%	30%	20%
6	בתי מלון, אכסניות	50%	30%	20%
7	בניה	60%	30%	10%
8	חקלאות	60%	30%	10%

3.3 ספרת ההספק (COP) וטכנולוגיות מיזוג אוויר

3.3.1 הגדרות וסוג

"ספרת ההספק" (Coefficient Of Performance - COP) מוגדר כיחס בין הספק הקירור במוצא מתקן מיזוג האוויר לבין הספק החשמל המוזן למתקן, ביחידות פסיקליות זהות.

(1) סוג מתקני מיזוג אוויר וספרת ההספק (COP)

מתקני מיזוג אוויר מסוגים לטכנולוגיות שונות, כדלקמן:

1 - מתקנים יחידתיים קטנים:

מזגנים בתפוקה קטנה יחסית בסדר גודל של עד מספר טון קירור, ובהספק חשמלי של עד מספר קו"ט. לסוג זה משתייכים מזגני חלון, מזגנים מפוצלים (מתועלים, עיליים, רצפתיים מיני מרכזיים). מתקנים אלה מצוידים במעבים מקוררי אוויר.

2 - מתקנים מרכזיים

בקצה השני של הסקלה מסוגים מתקנים מרכזיים למיזוג אוויר המקררים מים (צ'ילרים). המים הקרים מוזרמים במערכת מרכזית ליחידות טיפול באוויר אזוריות או ליחידות מפוח- נחשון בחדרים.

סוג משנה של מתקנים אלה מתייחס למתקנים עם מעבים מקוררי אוויר ולמתקנים עם מעבים מקוררי מים (האחרונים מחייבים, בדרך כלל, שימוש במגדלי קירור).

ככלל, ה-COP של היחידות המרכזיות גבוהה מה-COP של מתקנים יחידתיים קטנים. בסוגי המשנה של המתקנים המרכזיים ה-COP של יחידות מרכזיות מקוררות במים גבוהה מה-COP של יחידות מקוררות באוויר.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

בשני סוגי המשנה ה-COP הכלל מערכתי נמוך מה-COP של יחידות הקירור כתוצאה מצריכת אנרגיה ע"י ציוד היקפי (משאבות ומפוחים) והפסדי תמסורת (איבודים תרמיים בצנרת מים ותעלות אוויר).

(2) סיווג ה-COP לקטגוריות

1 - ספרת הספק (COP) תקנית

ספרת ההספק (COP) תקנית מוגדרת כיחס הנ"ל עבור סביבת פעילות תקנית המוגדרת כטמפרטורת אוויר תקנית (וכלחות אוויר תקנית) בצד הקר, וטמפרטורת אוויר תקנית בצד החם. ה-COP מבוסס על הטכנולוגיות של מרכיבי המתקן האלקטרו-מכניים הבסיסיים (מדחס ומנוע, מפוחים ומנועים, מאדה ומעבה, אמצעי הצערה, אמצעי קביעת לחצי וטמפרטורות אידוי ועיבוי, וטמפרטורת שיחון, קרר) והשילוב שלהם.

במתקני מיזוג אוויר יחידתיים קטנים לשימוש ביתי וחדרים, מוגדרות טמפרטורות תקניות בצד הקר ובצד החם כטמפרטורת האוויר ביציאת המזגן בצד הקר וטמפרטורת אוויר חוץ בצד החם.

בתקן הישראלי הערכים הם:

טבלה 1-3.3.1: טמפרטורות חוץ ופנים תקניות

טמפרטורה (מעלות צלסיוס)		תאור
יבשה	לחה	
27	19	תנאי פנים
35	24	תנאי חוץ

הערכים המצורפים בקטלוגים (וכן בדו"ח הסקר) הנם על-פי תנאי התקן.

במערכות מיזוג אוויר מרכזיות המקורות מים (צ'ילרים) והמקורות ע"י אוויר חוץ (מעבה מקורר אוויר) התנאים לייחוס לגבי אוויר חוץ הם כנ"ל ולגבי המים הקרים הנם בטמפרטורת 11 - 5.5 מע"צ (חזרה-אספקה).

במערכות קירור מים מרכזיות התנאים לייחוס המקורות ע"י מים, תנאי מי הקירור הם בד"כ 35-30 מע"צ (יציאה-כניסה). אין כיום תקן ישראלי אך יש אמות מידה על פי ASHRAE למשל.

2 - COP מותקן

ה-COP המותקן מבטא את היחס הנ"ל בפועל כנמדד לאחר ההתקנה. כאשר לא קיימים אילוצי התקנה, ניתן להגיע לערכי ה-COP הנקובים. אך כאשר קיימים אילוצים שונים בהתקנה יתכנו מצבים בהם ה-COP המותקן קטן יותר (כתוצאה מהפסדי צנרת, איבודי חום וכיו"ב). ה-COP משקלל את ה-COP הנקוב ואת ההפסדים הנגזרים מאילוצי התקנה.

3 - COP רגעי

ה-COP הרגעי מבטא את היחס הנ"ל במצב פעיל רגעית. משקלל את ה-COP הבסיסי (טכנולוגיות בסיס), הפסדים מאילוצי התקנה ושינויים מפעילות רגעית הנגזרים מהתאמה לעומס, תנאי האקלים הרגעיים וכיו"ב, שיטת ואמצעי תפעול.

4 - COP תקופתי

ה-COP התקופתי מבטא את היחס הנ"ל לאורך זמן של תקופה מוגדרת, כלומר: היחס בין ערכי האנרגיה (בשונה מערכי ההספק) המתאימים: תפוקת קירור ממוצעת לאורך זמן מיוחסת לאנרגיה חשמלית מוזנת לאורך אותו זמן, ביחידות פיסיקליות זהות.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

בד"כ ה-COP התקופתי נמוך מה-COP הנקוב עבור תנאי חוץ זהים. הדבר נגזר מפעילות בעומס משתנה ואי יכולת להתאמה מכסימלית של התפוקה לעומס.

בהתייחס לשיפורים טכנולוגיים ב-COP יש משמעות הן לשיפורים טכנולוגיים המשפיעים על ה-COP הנקוב והם אלה המשפיעים על ה-COP התקופתי:

הגורמים המשפיעים על שיפור ה-COP הנקוב הנם בטכנולוגיות הבסיסיות של מרכיבי הבסיס של המתקן, המפורטים לעיל.

הגורמים המשפיעים על שיפורי ה-COP התקופתי יכולים לבוא לידי ביטוי הן בטכנולוגיות הבסיסיות (מדחס בעל יכולת לפעול במהירות משתנה או דרגות תפוקה בנצילות קבועה, ו\או אמצעי הצערה מותאם דינמית לעומס, ו\או אמצעים במעגל הקירור לויסות לחץ דחיסה נמוך וכו'), והן בטכנולוגיות תפעוליות חיצוניות, כגון, בקרת אנרגיה להתאמת התפוקה לעומס ע"י שליטה על אמצעים שונים (מהירות מדחס, מהירויות ציוד עזר כמפוחים ומשאבות, כוונן אוטומטי של לחץ\טמפרטורת אידוי לערכים גבוהים, ויסות לחץ דחיסה לערך נמוך וכו"ב).

הממצאים להלן מציגים ערכי COP נקובים אופייניים עבור סוגים שונים של יחידות מיזוג אוויר:

- יחידתיות מייצור מקומי
- יחידתיות תוצרת ארה"ב
- מרכזיות תוצרת ארה"ב
- מרכזיות עם כל ציוד העזר

3.3.2 ערכי ספרת ההספק (COP)

ממצאים מפורטים מוצגים בדיאגרמות גרפיות המצורפות (בנספח קובץ דיאגרמות, מקור (3)). על בסיס הנתונים המפורטים מוצגת להלן טבלה עם ערכים נבחרים בתקופות זמן שונות על מנת להמחיש את השינויים במשך 22 השנים האחרונות, החל מתחילת שנות ה-80 ועד 2002.

מוצגים ערכים מוחלטים, גידול שנתי מוחלט, גידול שנתי יחסי, ויחוס הערכים המוחלטים לסה"כ מיזוג האוויר.

הערכים להלן הנם בסדרי גודל ומבוססים בעיקר על קווי מגמה על פי קירוב של פולינומים לצורך מניעת השפעות של שינויים קיצוניים מדי.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

ערכי ספרת ההספק (COP) עבור מזגנים יחידתיים מייצור מקומי (1)

טבלה 1-3.3.2: ערכי ספרת ההספק (COP) ממוצעים עבור מזגנים יחידתיים מייצור מקומי – רב שנתי [40,41,42,43,44]

מס'	נושא	תקופת זמן				
		1980-90	1995	2000	2002	2003
ערך מוחלט						
1	מזגנים מתועלים	2.14	2.38	2.46	2.53	
2	מזגנים עיליים	2.26	2.56	2.62	2.68	
3	מזגנים רצפתיים	1.89	2.36	2.57	2.63	
4	מזגני חלון	1.86	2.09	2.40	2.56	
גידול שנתי						
1	מזגנים מתועלים	0.100	0.029	0.060	0.087	
2	מזגנים עיליים	0.149	0.020	0.047	0.077	
3	מזגנים רצפתיים	0.014	0.123	0.060	0.039	
4	מזגני חלון	0.060	0.111	0.177	0.131	
גידול שנתי יחסי (%)						
1	מזגנים מתועלים	4.7%	1.2%	2.4%	3.4%	4.7%
2	מזגנים עיליים	6.6%	0.8%	1.8%	2.9%	4.3%
3	מזגנים רצפתיים	0.8%	5.2%	3.1%	1.5%	0.0%
4	מזגני חלון	3.2%	5.3%	7.4%	5.1%	0.0%
גידול רב שנתי						
1	מזגנים מתועלים	-	0.39	-	-	-
2	מזגנים עיליים	-	0.42	-	-	-
3	מזגנים רצפתיים	-	0.74	-	-	-
4	מזגני חלון	-	0.70	-	-	-
גידול רב שנתי יחסי (%)						
1	מזגנים מתועלים	-	18.2%	-	-	-
2	מזגנים עיליים	-	18.6%	-	-	-
3	מזגנים רצפתיים	-	39.1%	-	-	-
4	מזגני חלון	-	37.6%	-	-	-

הבהרות

- 1 - הערכים בטבלה מבוססים על נתונים רב שנתיים מיצרן מקומי (פירוט שנתי בנספח 1).
- 2 - תאים ריקים בטבלה מבטאים אי זמינות נתונים

ספרת ההספק (COP), יחס נצילות אנרגטית והספק חשמל סגולי של מזגנים יחידתיים מארה"ב (2)

טבלה 2-3.3.2: ספרת ההספק (COP), יחס נצילות אנרגטית והספק חשמל סגולי של מזגנים יחידתיים מארה"ב [45]

תקופת זמן						נושא	מס'
90-1980	1995	2000	2002	2003	2004		
מקדמי ביצוע והספק חשמל סגולי							
9.4-7.6	10.80	11.47	11.73	11.87	12.0	SEER	1
8.5-6.8	9.72	10.32	10.56	10.68	10.8	EER	2
2.5-2.0	2.85	3.02	3.09	3.13	3.16	COP	3
	1.23	1.16	1.14	1.12	1.11	קו"ט טון קירור	4
גידול COP רב שנתי יחסי							
-	27.0%	6.0%	2.3%	1.3%	1.0%	גידול COP רב שנתי	1
-	9.9%				-	גידול COP רב שנתי	2
-	11.1%					גידול COP רב שנתי	3
	41.2%					גידול COP רב שנתי	4

נתונים

הנתונים בטבלה הנו ערך ה- SEER (הגדרה להלן). על בסיס ה- SEER מחושבים המשתנים האחרים (בהתאם ליחסים המוגדרים להלן).

מקורות נתונים

1. Unitary Air Conditioner Energy Efficiency Ratio for United States shipments. Data from ARI 1999 (5).
2. Energy Efficiency Ratio (EER) and Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) / PREGON Department of Energy Residential Tax Credit Program (6).
3. CEE Super-Efficient High-Efficiency Commercial Air Conditioning and Heat Pumps Initiative (HECAC) / 2003 Consortium for Energy Efficiency, Inc. /www.cee1.org (7).
4. Air Conditioner Efficiency Standards: SEER 13 vs SEER 12 / U.S. DOE (8).
5. Energy Star Program Requirements for Residential Air-Source Heat Pumps (ASHPs) and Central Air Conditioners (9).
6. Equipment Efficiency Standards / ASHRAE (10)

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

צ'ילרים מרכזיים (3)

טבלה 3-3.2: ספרת ההספק (COP) והספק חשמל סגולי של יחידות קירור מים מרכזיות [46,47]

מס'	נושא	תקופת זמן					
		1980-90	1995	2000	2002	2003	2004
ספרת ביצוע (COP) – צ'ילרים בלבד							
1	רגילים	3.2	3.5			4.4	
2	יעילים		5.7			6.3	
3	יעילים ביותר		6.7			7.3	
ספרת ביצוע (COP) – כולל ציוד עזר							
1	רגילים		2.8			3.3	
2	יעילים		4.1			4.3	
3	יעילים ביותר		4.5			4.8	
(קו"ט/טון קירור) – צ'ילרים בלבד							
1	רגילים	1.1	1.00			0.80	
2	יעילים		0.61			0.55	
3	יעילים ביותר		0.52			0.48	
4	ציוד עזר		0.25	0.25	0.25	0.25	
(קו"ט/טון קירור) – כולל ציוד עזר							
1	רגילים	1.35	1.25			1.05	
2	יעילים		0.86			0.80	
3	יעילים ביותר		0.77			0.73	
שינוי יחסי בספרת ביצוע (COP) – צ'ילרים בלבד							
1	רגילים		26%				
2	יעילים		12%				
3	יעילים ביותר		9%				
שינוי יחסי בספרת ביצוע (COP) – כולל ציוד עזר							
1	רגילים		18%				
2	יעילים		7%				
3	יעילים ביותר		7%				

נתונים מוזנים

- הנתונים מוזנים כהספק חשמל סגולי להספק קירור (קו"ט/טון קירור) עבור צ'ילרים בלבד
- 1 - רגילים : נתונים אופייניים עבור צ'ילרים מקוררי אוויר יעילים (מתוך ניסיון)
 - 2 - יעילים : נתונים ממוצעים עבור צ'ילרים מקוררי מים, ארה"ב. מקור
 - 3 - יעילים ביותר : נתוני best עבור צ'ילרים מקוררי מים, ארה"ב. מקור
 - 4 - ציוד עזר : ערכים אופייניים (מתוך ניסיון)

מקורות נתונים

Centrifugal Chiller Energy Consumption Data / United States shipment / American Standard Inc. (11)

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(4) פרופיל ערכים ממוצעים רב שנתיים של ספרת ההספק (COP) בטכנולוגיות שונות

טבלה 4-3.3.2: ספרת ההספק (COP) – פרופיל רב שנתי עבור יחידות מיזוג אוויר יחידתיות ומרכזיות

ממוצע יחידתי + מרכזי עם ציוד עזר	מרכזי				יחידתי, ממוצע		שנה
	מעבה מקורר מים		מעבה מקורר אוויר		מיבוא מארה"ב	מייצור מקומי	
	עם	ללא	עם	ללא			
	ציוד עזר	ציוד עזר	ציוד עזר	ציוד עזר			
2.4	2.8	4.8	2.1	3.6	2.0	1.9	1980
2.4	2.9	4.8	2.2	3.6	2.1	1.9	1981
2.4	2.9	4.9	2.2	3.7	2.2	1.9	1982
2.5	3.0	5.0	2.3	3.8	2.3	1.9	1983
2.5	3.0	5.0	2.3	3.8	2.3	1.9	1984
2.5	3.1	5.1	2.3	3.8	2.3	1.9	1985
2.6	3.2	5.1	2.4	3.8	2.3	1.9	1986
2.6	3.2	5.2	2.4	3.9	2.4	1.9	1987
2.6	3.3	5.3	2.5	4.0	2.4	1.9	1988
2.6	3.3	5.3	2.5	4.0	2.4	1.9	1989
2.7	3.4	5.4	2.6	4.1	2.5	1.9	1990
2.7	3.5	5.5	2.6	4.1	2.5	1.9	1991
2.7	3.5	5.6	2.6	4.2	2.8	1.9	1992
2.8	3.6	5.6	2.7	4.2	2.8	1.9	1993
2.8	3.7	5.7	2.8	4.3	2.8	1.9	1994
2.9	3.7	5.7	2.8	4.3	2.8	2.0	1995
3.0	3.8	5.8	2.9	4.4	2.9	2.1	1996
3.0	3.9	5.8	2.9	4.4	2.9	2.2	1997
3.1	4.0	5.9	3.0	4.4	3.0	2.2	1998
3.2	4.0	5.9	3.0	4.4	3.0	2.3	1999
3.2	4.1	5.9	3.1	4.4	3.0	2.3	2000
3.3	4.2	5.9	3.2	4.4	3.1	2.4	2001
3.4	4.3	5.9	3.2	4.4	3.1	2.5	2002
3.5	4.3	5.9	3.2	4.4	3.1	2.6	2003

הערכים בטבלה מבוססים על ערכים מהטבלאות הנ"ל (בסעיפי משנה (1), (2), (3)) ועל קווי מגמה.

4. התפלגות הספק למגזרים וטכנולוגיות ומקדמי ניצול

4.1 התפלגות הספק מרבי למגזרים ולסוגי מתקני מיזוג אוויר

התפלגות ההספק לפי מגזרים נאמדת בשלב זה לפי ההתפלגות היחסית באנרגיה החודשית המרבית בקיץ הייעודית למיזוג אוויר (הערכים לפי 2002), וחלוקה לפי אומדן יחסי (על פי ניסיון) לתקופות ביממה ולטכנולוגיות, כמוצג להלן:

(1) התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים (2002)

טבלה 1-4.1: התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר לפי מגזרים בשנה 2002

מס'	מגזר	התפלגות יחסית (%)	
		אנרגיה	לסה"כ כולל
		מיליוני קוט"ש\חודש	לסה"כ ללא אבדנים
1	ביתי	445	30%
2	תעשייתי	185	12%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	402	27%
4	צובר	12	1%
5	חנויות כלבו	29	2%
6	בתי מלון, אכסניות	36	2%
7	בניה	14	1%
8	חקלאות	46	3%
9	אבדנים באספקה	332	22%
	סה"כ כולל	1,501	100%
	סה"כ ללא אבדנים	1,169	-

מקור: לנתונים משמשת טבלת צריכה חודשית (מקורות: חברת החשמל, הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה). מטבלה זו נבחר החודש בקיץ בו צריכת האנרגיה הנה מרבית. תצוגה גרפית בנספח.

(2) אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)

הערכים הרלוונטיים לגבי הספק השיא מתייחסים ל"בוקר". לפיכך, נערך ניתוח אומדן התפלגות על בסיס הצבה אומדנית – על פי ניסיון – של הערך היחסי בכל מגזר הרלוונטי לבוקר.

טבלה 2-4.1: אומדן התפלגות אנרגיה חודשית מרבית ייעודית למיזוג אוויר ב"בוקר" לפי מגזרים (2002)

מס'	מגזר	התפלגות אנרגיה, יחסי	
		אנרגיה "בוקר"	%
		מיליוני קוט"ש\חודש	
1	ביתי	67	15%
2	תעשייתי	82	50%
3	מסחר, שירותים, ציבורי	281	70%
4	צובר	8	70%
5	חנויות כלבו	18	60%
6	בתי מלון, אכסניות	18	50%
7	בניה	11	80%
8	חקלאות	14	30%
9	אבדנים באספקה	141	-
	סה"כ כולל	640	-
	סה"כ ללא אובדנים	500	-

הערכים בטור "התפלגות אנרגיה, יחסי" הנם בהצבה. הערכים בטור "אנרגיה "בוקר" מחושבים כמכפלה של האנרגיה החודשית המרבית מטבלה 1-2.4.1 בטור "התפלגות אנרגיה, יחסי".

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(3) התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבי ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים

ההתפלגות מחושבת לפי אומדן שעות פעילות אופייניות של מיזוג אוויר בשעות "בוקר" וחלוקת צריכת האנרגיה למיזוג אוויר בוקר (מטבלה 2-2.4.2 לעיל) בשעות אלה.

טבלה 3-4.1: התפלגות הספק שיא ביקוש חודשי מרבית ייעודי למיזוג אוויר בשעות "בוקר" לפי מגזרים

מס'	מגזר	שעות "בוקר"		הספק משקלל אבדנים באספקה
		ביום	בחודש	
				מגהוואט
1	ביתי	6	180	434
2	תעשייתי	8	176	615
3	מסחר, שירותים, ציבורי	8	208	1,583
4	צובר	8	208	48
5	חנויות כלבו	8	258	99
6	בתי מלון, אכסניות	8	240	88
7	בניה	8	176	73
8	חקלאות	8	176	93
9	אבדנים באספקה	-	-	-
	סה"כ כולל			3,032
	סה"כ ללא אובדנים			2,473

(4) התפלגות שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים

ההתפלגות לטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים מבוססת על הערכות לגבי שימוש יחסי של טכנולוגיות מזגנים במגזרים השונים. על פי ניסיון והשערה.

טבלה 4-4.1: שימוש יחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים

מס'	מגזר	יחידות קטנות בקירור אוויר	יחידות מרכזיות	
			קירור אוויר	קירור מים
1	ביתי	100%	0%	0%
2	תעשייתי	30%	40%	30%
3	מסחר, שירותים וציבורי	50%	30%	20%
4	צובר	50%	40%	10%
5	חנויות כלבו	50%	30%	20%
6	בתי מלון, אכסניות	50%	30%	20%
7	בניה	60%	30%	10%
8	חקלאות	60%	30%	10%

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(5) התפלגות הספק שיא ביקוש לפי מגזרים וסוגי טכנולוגיות

ההתפלגות ההספק מחושבת לפי מכפלה של התפלגות ההספק לפי מגזרים (טבלה 2.4.2-3) בהתפלגות השימוש היחסי בטכנולוגיות מזגנים לפי מגזרים (טבלה 2.4.2-4).

טבלה 4.1-5: התפלגות הספק שיא ביקוש לפי מגזרים וסוגי מזגנים (שנה 2002)

מס'	מגזר	יחידתי	מרכזי		
			מקורר מים	סה"כ	מקורר אוויר
מגהוואט					
1	ביתי	620	0	0	0
2	תעשייתי	132	132	308	440
3	מסחר, שירותים וציבורי	565	226	565	1,130
4	צובר	17	3	17	34
5	חנויות כלבו	36	14	35	71
6	בתי מלון, אכסניות	31	13	32	63
7	בניה	31	5	21	52
8	חקלאות	40	7	27	67
9	אבדנים באספקה	330	90	226	556
	סה"כ	1,803	490	1,230	3,033
	סה"כ ללא אבדנים	1,472	400	1,004	2,476

4.2. מקדמי ניצול

מקדם ניצול מוגדר כאן כיחס בין הספק שיא הביקוש לבין ההספק המותקן. להלן אומדן עבור מזגנים יחידתיים.

(1) מזגנים יחידתיים

טבלה 4.2-1: מהלך הערכת מקדמי ניצול במזגנים יחידתיים (שנה 2002)

מס'	משתנה	יחידה	מייצור מקומי	מיבוא מארה"ב	סה"כ
1	ספרת הספק COP	-	2.60	3.10	2.70
2	הספק חשמל סגולי	קו"ט/טון קירור	1.35	1.13	1.31
3	הספק קירור נרכש	טון קירור	3,040	390	3,430
4	הספק חשמל נרכש	מגהוואט	4,100	440	4,540
5	הספק חשמל שיא בוקר	מגהוואט	-	-	1,470
6	מקדם ניצול בוקר	%	-	-	32%
7	הספק חשמל שיא ערב	מגהוואט	-	-	2,000
8	מקדם ניצול בוקר	%	-	-	74%

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

מקורות נתונים

- 1 - ספרת ההספק COP : לפי טבלה 1-3.3.2.
- 2 - הספק חשמל סגולי : מחושב לפי COP\3.5
- 3 - הספק הקירור המצטבר הנרכש : לפי טבלה 3-3.2.1 לפי ממוצע בין תרחיש מרבי ומזערי
- 5 - הספק חשמל שיא ביקוש בוקר : לפי טבלה 5-4.1
- 7 - הספק חשמל שיא ביקוש ערב : לפי טבלה 2-2.4.1 בניכוי כ-10% עבור אומדן קירור מרכזי

5. פוטנציאל השיפורים הטכנולוגיים

5.1. כללי

בהיבט ספרת ההספק (COP), מטרת השיפורים הטכנולוגיים המיושמים ביחידות מיזוג אוויר הינה להעלות אותה לערכים הגבוהים לגבי יחידות מיזוג אוויר בכלל ויחידות מיזוג אוויר ישנות בפרט. עם זאת, בהיבט רחב יותר של הורדת הספק שיא ביקוש אשר אינן בהכרח משפרות את ספרת ההספק.

5.1.1. אמצעים טכנולוגיים לשיפור ספרת ההספק (COP) של מערכות מיזוג אוויר

להלן רשימה של מס' אמצעים טכנולוגיים המיועדים להעלאת ספרת ההספק (COP):

(1) מדחסי קירור

- היסכון בהספק: שיפורים באפיצות, הקטנת נפח סרק, וכיו"ב
- בקרת אנרגיה: פעילות בתפוקה משתנה ע"י שינוי מהירות

(2) מאדים ומעבים

- שיפורים במקדמי מעבר חום.
- טכנולוגיות ושיטות להקטנת הפסדי לחץ
- שיפורים אלה מביאים להקטנת לחץ הסניקה והגדלת לחץ האידי, בהתאמה. כתוצאה מהגדלת לחץ הסניקה והקטנת לחץ האידי קטן ההספק החשמלי הנדרש.

(3) תמסורת (קווי גז/קרר, מים, אוויר)

- הקטנת הפסדי לחץ המביאים אף הם להקטנת לחץ הסניקה והגדלת לחץ האידי.
- שיפורים בבידוד
- בקרת אנרגיה של הקרור באמצעות שסתום התפשטות אלקטרוני (ליחידות גדולות)

(4) מנועים

- העלאת נצילות מנועים מדחסים, מפוחים ומשאבות
- בקרת מהירות משתנה

5.1.2. אמצעים טכנולוגיים חלופיים לקירור להורדת שיא הביקוש

להלן ציון של טכנולוגיות לדוגמא. הטכנולוגיות מצוינות כאן לתזכורת בלבד. אין ניתוח היסכון בעבודה זו מתייחס לטכנולוגיות אלה.

(1) **אגירת קור** מסיטות את שעות הפעילות של יחידות קירור מים חשמליות במערכות מיזוג אוויר מרכזיות מהשעות בהן הביקוש גבוה (שעות היום) לשעות בהן הביקוש נמוך (שעות הלילה).

(2) **טכנולוגיות ייבוש** הכוללות חומר ייבוש, רלוונטית למערכות מיזוג אוויר בהן קיימת האוויר המטופל המזין את המערכת הינו בעל לחות גבוהה יחסית. שילוב הטכנולוגיה מאפשר הקטנת גודל אמצעי הקירור הנדרש להורדת טמפרטורה של האוויר בחלל הממוזג.

(3) **יחידות קירור בספיגה**. היישום רלוונטי כלכלית למערכות הניזונות בגז טבעי (במחיר גז הנמוך ממחיר מזוט), או למתקנים בהם זמין חום שיורי בטמפרטורה מתאימה, בכלל זה במתקני קוגנרציה.

5.1.3 יישום אמצעים טכנולוגיים להעלאת ספרת ההספק (COP)

יישום אמצעים טכנולוגיים בהסבת מתקני מיזוג אוויר קיימים למשופרים ניתן לסווג לקטיגוריות כדלקמן:

- (1) **החלפת כל מערכת מיזוג אוויר ישנה במערכת חדשה ויעילה יותר**
- (2) **החלפת מרכיבים ישנים במערכת מיזוג האוויר בחדשים ויעילים יותר, כגון:**
 - מערכת הקירור
 - יחידת העיבוי (הכוללת את המכלול של מדחסים) (ומעבה) או רק את מרכיביה
- (3) **התקנת אמצעי חיסכון, כגון:**
 - משנה תדר (למדחסים, משאבות ומפוחים)
 - אמצעי ויסות תפוקה חסכוניים (לזרימת קרר, זרימת מים, זרימת אוויר)
 - אמצעי ויסות טמפרטורות ולהצים

חשוב להדגיש כי בנתוח הכלכלי המוצג בהמשך, ההתייחסות הינה לפעולות כוללניות ברמת המשק הלאומי. פרויקטים נקודתיים, תועלתם ועלותם צריכה להיבדק נקודתית, בהתאם לסוג הצרכן, מיקומו הגיאוגרפי, המערכות הקיימות, הצרכים וכו'; בדיקה זו הינה מעבר לתחומי המחקר.

5.2 ערכי מטרה של ספרת ההספק (COP)

ערכי המטרה המוצגים בדו"ח הנם עבור השנה 2004 (מסומן כ- COP2004) ועבור השנה 2005 (מסומן כ- COP2005). היות ומזגנים יחידתיים ויחידות מרכזיות אמורים לקחת חלק בתכנית הסיוע להסבה למתקנים יעילים יותר הרי נלקחים בחשבון ערכי המטרה באומדן החיסכון בהמשך.

5.2.1 מזגנים יחידתיים

ערכי ספרת ההספק (COP) של מזגנים יחידתיים מייצור מקומי מגיעים ב- 2003 לערך ממוצע של כ- 2.6. ערך זה נקבע כערך מחייב ע"י משרד התשתיות הלאומיות. עם זאת ניתן למצוא המגיעות לספרת הספק בערך של עד 2.7.

לגבי מזגנים יחידתיים מייצור מקומי קיים ערך מטרה ממוצע ל-2004 של כ- 2.7 וערך מטרה של 3.0 ל-2005 (לגבי מזגנים יחידתיים מיבוא מארה"ב קיים ערך מטרה של 3.0 ל-2004 וערך מטרה של 3.15 ב-2005).

היות ומזגנים יחידתיים אמורים לקחת חלק בתכנית הסיוע להסבה למתקנים יעילים יותר הרי נלקחים בחשבון ערכי המטרה באומדן החיסכון להלן.

5.2.2 מתקנים מרכזיים

ערכי ספרת ההספק (COP) של מערכות מיזוג אוויר מרכזיות בעלות יעילות גבוהה מאוד (עם מעבים מקוררי מים) מגיעים ב- 2003 לערך ממוצע של כ- 4.8 לבעלי יעילות גבוהה (עם מעבים מקוררי מים) לערך של 4.4 ולערך ממוצע של 3.3 לבעלי יעילות רגילה (עם מעבים מקוררי אוויר).

ערכי המטרה עבור מערכות מרכזיות בעלות יעילות גבוהה (עם מעבים מקוררי מים) מגיעים בשנה 2004 ל- 4.4 ובשנה 2005 ל- 4.5.

ערכי המטרה עבור מערכות מרכזיות בעלות יעילות רגילה (עם מעבים מקוררי אוויר) מגיעים בשנה 2004 ל- 3.5 ובשנה 2005 ל- 3.6.

6. השלכות השיפור הטכנולוגי על חיטון אנרגטי ומזהמים

6.1. חיטון אנרגטי: עקרונות כלליים וממצאים הישגיים

6.1.1. עקרונות כלליים

פוטנציאל החיטון מהווה את ההפרש בין פוטנציאל הצריכה (הספק או אנרגיה) ב-COP הנוכחי, לבין פוטנציאל הצריכה (הספק או אנרגיה, בהתאמה) ב-COP משופר.

פוטנציאל הצריכה הנוכחי למיזוג אוויר נאמד בסדר גודל על-פי העיקרון שנוסח בפרק לעיל, היינו: הפרש בין ערכי הצריכה הכוללת ב"תקופת המיזוג" (חודשי הקיץ וחלק מחודשי המעבר, היינו, חודשים מאי-אוקטובר), לבין ערכי מינימום בעונת המעבר.

חושבו ערכים עבור סה"כ כולל ועבור מגזרים שונים.

בשלב הבסיסי נערך אומדן פרופיל הצריכה (הספק ואנרגיה) לסדר גודל עבור סה"כ הארצי על בסיס פרופיל הצריכה הכולל החודשי והשנתי.

במסגרת שלב זה נערך אומדן חיטון על-פי הפרש בין פרופיל הצריכה למיזוג אוויר הקיים הנ"ל ובין פרופיל צריכה למיזוג משופר לפי בסיס של COP משופר.

השערוך של פרופיל צריכה לפי בסיס של COP משופר נעשה בתהליך כדלקמן:

(1) חישוב "מקדם משקל לייחוס"

"מקדם משקל יחוס" משמש להלן לשקלול פרופיל צריכת האנרגיה בהתאם לפרופיל מצאי תפוקת הקירור ובהתאם לפרופיל ה-COP הקיים.

המטרה היא לתת משקל נמוך להשפעת ה-COP בשנה מסוימת בה הספק הקירור הכולל של מיזוג אוויר נמוך ולהפך.

החישוב נערך בנפרד עבור פרופיל "בוקר" ועבור פרופיל "ערב".

1 - חישוב עבור "מקדם משקל לייחוס" בוקר"

מהווה ביטוי כדלקמן:

$$A = \text{Average} (B1/C1, B2/C2) * D$$

כאשר:

A = מקדם משקל לייחוס "בוקר" בשנה מסוימת

B1 = הספק קירור שנתי של מצאי יחידות מיזוג אוויר מעל 4 טון קירור מיובאות בשנה המסוימת

C1 = הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיובאות, מצטבר בתקופה 1980-2003

B2 = הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ בשנה המסוימת

C2 = הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ, מצטבר בתקופה 1980-2003

D = הספק חשמל סגולי של יחידות מיזוג אוויר אופייניות ל"בוקר"

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

הבהרות:

[1] הספק קירור שנתי של יחידות מיזוג אוויר מיובאות בשנה מסוימת משוערך על בסיס היקף המכירות ב-\$ מחולק במחיר ליחידת הספק קירור (\$\text{טון קירור}). נלקח בחשבון כהנחה מקדמית ערך אופייני של \$300\text{טון קירור}.

הספק קירור שנתי של "מצאי" יחידות מיזוג אוויר מיובאות (מסומן כ-B1) בשנה מסוימת מתבסס על ההספק הנ"ל בניכוי פחת של יחידות בשנה המסוימת (על-פי פרופיל פחת אופייני שנבנה כהנחה מקדמית). הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיובאות, מצטבר בתקופה 1980-2003 (מסומן כ-C1) מהווה סיכום של הערכים השנתיים לעיל בתקופה זו.

היחס B1/C1 מבטא את ההשפעה היחסית של ההספק השנתי בשנה מסוימת, ביחס להספק המצטבר, על מקדם המשקל לייחוס.

[2] הספק קירור שנתי של "מצאי" יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ (מסומן כ-B2) בשנה מסוימת מתבסס על ההספק המיוצר בשנה המסוימת בניכוי פחת של יחידות מיוצרות מהשנה המסוימת (על-פי פרופיל פחת אופייני שנבנה כהנחה מקדמית).

הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ, מצטבר בתקופה 1980-2003 (מסומן כ-C2) מהווה סיכום של הערכים השנתיים לעיל בתקופה זו.

היחס B2/C2 מבטא את ההשפעה היחסית של ההספק השנתי בשנה המסוימת, ביחס להספק המצטבר, על מקדם המשקל לייחוס.

[3] הספק החשמל הסגולי (מסומן כ-D) הנו ביחידות של קו"ט חשמל\טון קירור.

מחושב כ-3.5/COP כאשר 3.5 מהווה מקדם המרת יחידות הספק ב-קו"ט\טון קירור.

נלקח בחשבון ממוצע של פרופיל COP ליחידות קירור מיובאות (המהוות ברובן יחידות קירור מים למיזוג מרכזי בעלות COP גבוה יחסית), כפי שנבנה כמתואר לעיל, ושל יחידות קירור יחידתיות מתוצרת הארץ, כממוצע של ערכים עבור סוגים שונים כפי שהתקבל מחברה מסחרית.

[4] הממוצע של היחסים B/C ושל D מבטא את העובדה שבשעות היום פועלות יחידות מרכזיות ויחידות יחידתיות. ייתכן ויתאפשר בעתיד לשכלל ולבצע ממוצע משוקלל.

2 - חישוב עבור "מקדם משקל לייחוס" "ערב"

מהווה ביטוי כדלקמן:

$$A = (B / C) * D$$

כאשר:

- =A מקדם משקל לייחוס "ערב" בשנה מסוימת
- =B הספק קירור שנתי של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ בשנה המסוימת
- =C הספק קירור שנתי של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ בשנה 2003
- =D הספק סגולי (קו"ט/טון קירור) בשנה מסוימת

הבהרות:

[1] הספק קירור שנתי של יחידות אוויר מיוצרות בארץ לשימוש מקומי בשנה מסוימת (מסומן כ-B) משוערך על בסיס מספר היחידות לשוק המקומי בשנה המסוימת מוכפל בהספק קירור משוערך ליחידה.

שיערוך ההספק ליחידה הנו על-פי הנחה שבתחילת התקופה הנבחנת (שנה 1980) נמכרו בד"כ יחידות בהספק ממוצע נמוך יחסית, בעיקר מזגני חלון ופחות מזגנים מפוצלים ומיני מרכזי.

לעומת זאת, בשנים האחרונות עלו יחסית המכירות של מזגנים מפוצלים ומיני-מרכזיים לעומת מזגני חלון לגביהם הדרישה הולכת וקטנה.

הערכים שנלקחו בחשבון היו 1-1.5 טון קירור (12,000-18,000 ית"ב/שעה) בשנה 1980 ועד ל: 1.5-3 טון קירור (18,000-36,000 ית"ב/שעה) בשנה 2003.

בשנים שבין 1980 לבין 2003 נקבעו ערכי ההספק על-פי אינטרפולציה ליניארית.

מכיוון ולא התקבלו נתונים לגבי היקפי מכירות לשוק המקומי במונחים של הספק קירור (אלא רק של כמות יחידות נמכרות) נערך ניתוח רגישות לערכי הספק הקירור הקיצוניים (ב- 1980 וב- 2003).

הרגישות היתה לתחום השתנות הספק קירור הנ"ל. התקבל שינוי יחסי מקסימלי של כ- 4% בלבד בהערכת החיסכון האנרגטי המצטבר לפי בסיס של COP לשנה 2005.

[2] בדומה לנ"ל: הספק קירור שנתי של "מצאי" יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ (מסומן כ-B) בשנה מסוימת מתבסס על ההספק המיוצר בשנה המסוימת בניכוי פחת של יחידות מיוצרות מהשנה המסוימת (על-פי פרופיל פחת אופייני שנבנה כהנחה מקדמית).

הספק קירור של מצאי יחידות מיזוג אוויר מיוצרות בארץ, מצטבר בתקופה 1980-2003 (מסומן כ-C) מהווה סיכום של הערכים השנתיים לעיל בתקופה זו.

היחס B/C מבטא את ההשפעה היחסית של ההספק השנתי בשנה המסוימת ביחס להספק המצטבר, על מקדם המשקל לייחוס.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

[3] בדומה לנ"ל: הספק החשמל הסגולי (מסומן כ- D) הגו ביחידות של קו"ט חשמל/טון קירור.

מחושב כ- 3.5/COP כאשר 3.5 מהווה מקדם המרת יחידות הספק ב- קו"ט/טון קירור.

נלקח בחשבון ממוצע COP של יחידות קירור יחידתיות מתוצרת הארץ כממוצע של ערכים עבור סוגים שונים כפי שהתקבל מחברה מסחרית.

(2) חישוב "התפלגות יחסית של אנרגיה"

התפלגות יחסית של אנרגיה מהווה מרכיב נוסף לשקלול האנרגטי של השפעת יחידות מיזוג אוויר לאורך השנים על החיסכון.

במילים אחרות: מטרת הסקר היא, כזכור, לסייע בגיבוש מדיניות של הסבת יחידות מיזוג אוויר ישנות, ביעילות נמוכה, ליחידות מיזוג אוויר חדשות יחסית, ביעילות גבוהה יותר יחסית.

אלא שתרומת יחידות ישנות על צריכת האנרגיה הכללית גם אם אינן יעילות מותנית בכמותן והיקפן האנרגטי. סביר להניח (כפי שמתברר בניתוח בהמשך) כי אכן תרומת יחידות ישנות לצריכת האנרגיה ולהספק המצטבר נמוכה יחסית גם אם יעילותן נמוכה יחסית.

ההתפלגות היחסית של אנרגיה מחושבת כדלקמן:

$$A = B / C$$

כאשר:

A = התפלגות יחסית של אנרגיה בשנה מסוימת

B = מקדם משקלי יחסי בשנה מסוימת (חושב ב- (1) לעיל)

C = סיכום ערכי המקדמים המשקליים היחסיים במשך כל תקופת המבחן (1980-2002)

(3) חישוב מרכיב אנרגיה לשנה 2002

החישוב נעשה בדרך כדלקמן:

$$A = B * C$$

כאשר:

A = מרכיב אנרגיה בשנה המסוימת בתוך סה"כ האנרגיה בשנה 2002

B = התפלגות יחסית של אנרגיה (כמחושב ב- (2) לעיל) בשנה המסוימת

C = סה"כ ייצור אנרגיה ארצי למיזוג אוויר

(4) ייצור חסכוני לפי COP 2004 או COP 2005

מחושב כדלקמן:

$$A = (B / C) * D$$

כאשר:

- A = צריכה חסכונית של אנרגיה בשנה המסוימת
B = הספק חשמל סגולי מתוכנן בשנה 2004 או בשנה 2005
C = הספק חשמל סגולי בשנה המסוימת
D = מרכיב אנרגיה בשנה המסוימת בתוך סה"כ האנרגיה של השנה 2002 (מחושב ב- (3) לעיל)

$$3.5 / COP \text{ (קו"ט/טון קירור)} = \text{הספק חשמל סגולי (קו"ט/טון קירור)}$$

(5) היסכון שנתי באנרגיה

מחושב כדלקמן:

$$A = B - C$$

כאשר:

- A = היסכון שנתי בשנה המסוימת
B = מרכיב אנרגיה בשנה המסוימת בתוך סה"כ האנרגיה של השנה 2002 (מחושב ב- (4) לעיל)
C = צריכה חסכונית של אנרגיה בשנה המסוימת

(6) היסכון מצטבר באנרגיה

מחושב כדלקמן:

$$A = B + C$$

כאשר:

- A = היסכון מצטבר באנרגיה בשנה המסוימת
B = היסכון מצטבר באנרגיה בשנה הקודמת לשנה המסוימת (מחושב ב- (5) לעיל לשנה הקודמת למסוימת)
C = היסכון שנתי באנרגיה בשנה המסוימת (מחושב ב- (5) לעיל)

שקלול "בוקר" ו"ערב"

מרכיבים שונים בחישובים לעיל התבססו על פרופילים "בוקר" ו "ערב" כמו פרופיל הספק קירור "בוקר" המבוסס על ממוצע של הספק קירור יחידות מיובאות והספק יחידות מייצור מקומי ופרופיל הספק קירור "ערב" המבוסס בעיקר על הספק קירור של יחידות מייצור מקומי.

עם זאת, מרכיבי האנרגיה השנתיים וההיסכון בסה"כ האנרגיה בשנה 2002 חושבה לעיל על בסיס "בוקר" ובדומה לכך גם על בסיס "ערב".

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסקון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

לפיכך, בוצע שקלול של מרכיבי האנרגיה והחיסקון האנרגטי, שחושבו לפי בסיס "בוקר" ולפי בסיס "ערב", בשלב זה השקלול בא לידי ביטוי בממוצע אריתמטי לכל שנה ושנה.

השקלול הנ"ל חל הן על החיסקון השנתי והן על החיסקון המצטבר: (5) ו-(6) לעיל.

(7) פרופיל הספק קירור קיים

פרופיל הספק הקירור הקיים מחושב על-פי פרופיל הספק חשמל שיא ביקוש "בוקר" ו "ערב".

מחושב כדלקמן:

$$A = B / C$$

כאשר:

A = הספק קירור בשנה מסוימת

B = הספק חשמל "שיא בוקר" או "שיא ערב" (נעשה חישוב נפרד ל "בוקר" וחישוב נפרד ל "ערב")

C = הספק חשמל סגולי משוקלל (בקו"ט"טון קירור) בשנה המסוימת

בעיקרון, הספק החשמל הסגולי שונה ל- 3.5/COP (קו"ט"טון קירור)

מטרת השקלול הנה לתת משקל ל- COP בשנה המסוימת בהתאם לתרומה היחסית של האנרגיה החשמלית הנצרכת באותה השנה. השקלול מבוסס על התהליך שבוצע בסעיפים (1) ו-(2) לעיל.

להלן תהליך חישוב ה- COP המשוקלל לשנה המסוימת:

$$COP = D / E \text{ משוקלל}$$

כאשר:

D = סכום מכפלות ה- COP השנתיים בהתפלגויות היחסיות באנרגיה השנתיות (המחושבות בסעיף 2 לעיל) עבור התקופה מהשנה 1980 עד השנה המסוימת

E = סכום ערכי ההתפלגויות השנתיות באנרגיה עבור התקופה מהשנה 1980 עד השנה המסוימת

להלן שיקולים בהגדרת פרופיל COP שנתי ל "בוקר" ול "ערב" :

- 1 - פרופיל COP אופייני ל"בוקר" נבנה על בסיס ממוצע של פרופיל COP אופייני ליחידות מיזוג אוויר יחידתיות מייצור מקומי ושל פרופיל COP אופייני ליחידות מרכזיות שהן ברובן מיובאות. בנית הפרופיל בדרך זו מבוססת על ההנחה שבשעות היום פועלות הן יחידות מיזוג אוויר יחידתיות והן יחידות מיזוג אוויר מרכזיות.
- 2 - פרופיל COP אופייני ל"ערב" נבנה על בסיס ממוצע של פרופילי COP אופייניים ליחידות מיזוג אוויר יחידתיות מייצור מקומי בסיווגים השונים. בנית הפרופיל בדרך זו מתבססת על ההנחה שמרבית עומס מיזוג האוויר בשעות הערב מבוסס על מזגנים יחידתיים הרלוונטיים בשעות אלה בעיקר למגזר הביתי.

(8) פרופיל הספק חשמל מיועל

מחושב כדלקמן:

$$A = B * C$$

כאשר:

$$\begin{aligned} A &= \text{הספק חשמל מיועל בשנה המסוימת} \\ B &= \text{הספק קירור בשנה המסוימת (מחושב ב- (7) לעיל)} \\ C &= \text{הספק חשמל סגולי (קו"ט/טון קירור) מיועל} \end{aligned}$$

הספק החשמל הסגולי המיועל מחושב לפי:

$$\text{COP מיועל} / 3.5 \text{ (קו"ט/טון קירור)}$$

כאשר COP מיועל מהווה את ערך המטרה לשנה 2004 או 2005.

נעשה חישוב נפרד ל"בוקר" וחישוב נפרד ל"ערב".

(9) פרופיל הספק חשמל נחסך

מחושב כדלקמן:

$$A = B - C$$

כאשר:

$$\begin{aligned} A &= \text{הספק חשמל נחסך בשנה המסוימת} \\ B &= \text{הספק חשמל שיא "בוקר" או "ערב"} \\ C &= \text{הספק חשמל מיועל (מחושב ב- (8) לעיל)} \end{aligned}$$

נעשה חישוב נפרד ל"בוקר" וחישוב נפרד ל"ערב".

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

6.1.2. ממצאים

הבחינה להלן הינה עבור סיווג "בוקר" היות ועיקר העומס הינו בסיווג זה. העומס נגזר ממגזרי המשק השונים הפועלים בשעות היום (תעשיית, מסחרי, מוסדי וכיו"ב).

(1) הספק

הערכים בטבלה להלן הנם לשנה 2002 עבור ערכי מטרה של ה-COP האופייניים לשנה 2004 (מסומן כ- COP2004) ולשנה 2005 (מסומן כ- COP2005).

טבלה 1-6.1.2: הספק חשמל וחיסכון בהספק חשמל למיזוג אוויר בשנה 2002

היסכון יחסי להספק		היסכון בהספק למיזוג אוויר ב-2002	הספק למיזוג אוויר במצב קיים	פרופיל	תאור	מס'
כולל	מיזוג אוויר					
%		מגהוואט				
לפי COP 2004						
6%	20%	540	3,300	דיסקרטי	הספק שיא ביקוש, בוקר	1
		496	3,032	קו מגמה		2
לפי COP 2005						
7%	22%	595	3,300	דיסקרטי	הספק שיא ביקוש, בוקר	1
		547	3,032	קו מגמה		2

הבהרה לגבי "דיסקרטי" ו "קו מגמה" בטבלה:

המונח "דיסקרטי" מתבסס על מאזן ערכי היסוד שהתקבלו מהמקורות (הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה וחברת החשמל) לגבי החודשים והשנים.

"קו מגמה" מתבסס על מאזן קירובים פולינומיים של ערכי היסוד. הקירובים הפולינומיים (מסדר 4 עד 6) הותוו בשיטת קווי מגמה בגליון אלקטרוני אקסל.

מטבע הדברים, אומדן על פי קווי המגמה מרסן את הציפיות לערכי היסכון אופטימיים קיצוניים.

עיון בערכים בטבלה מצביע כי ההפרשים היחסיים בין האומדן על פי "קווי מגמה" ובין האומדן על פי "דיסקרטי" מסתכמים בסדרי גודל של כ- 9% בלבד.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

טבלה 2-6.1.2: פרופילי הספק שיא ביקוש רב שנתיים – הספק קירור, הספק חשמל מיועל והספק חשמל נחסך [49,51]

תקופת זמן						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
הספק קירור שיא ביקוש (אלפי טון קירור)							
286	419	510	910	2,048	2,563	"בוקר"	7
143	147	160	333	938	1,367	"ערב"	7
הספק חשמל שיא ביקוש (מגהוואט)							
"בוקר"							
422	600	695	1,174	2,484	3,032	מיזוג אוויר מקסימלי	
לפי COP 2004							
283	404	504	900	2,027	2,536	מיועל	8
139	186	191	274	458	496	חיסכון	9
לפי COP 2005							
278	406	494	882	1,986	2,485	מיועל	8
145	194	201	292	498	547	חיסכון	9
"ערב"							
259	265	289	594	1,573	2,205	מיזוג אוויר מקסימלי	
לפי COP 2004							
188	193	210	436	1,229	1,793	מיועל	8
71	72	79	158	344	432	חיסכון	9
לפי COP 2005							
167	171	187	388	1,094	1,595	מיועל	8
91	93	102	206	480	630	חיסכון	9
חיסכון מצטבר יחסי (%)							
"בוקר"							
לפי COP 2004							
28%	37%	38%	55%	92%	100%	יחוס לחיסכון 2002	
33%	31%	27%	23%	18%	16%	יחוס לשיא ביקוש מקסימום	
לפי COP 2005							
26%	35%	37%	53%	91%	100%	יחוס לחיסכון 2002	
34%	32%	29%	25%	20%	18%	יחוס לשיא ביקוש מקסימום	
"ערב"							
לפי COP 2004							
16%	17%	18%	37%	80%	100%	יחוס לחיסכון 2002	
27%	27%	27%	27%	22%	19%	יחוס לשיא ביקוש מקסימום	
לפי COP 2005							
14%	15%	16%	33%	76%	100%	יחוס לחיסכון 2002	
35%	35%	35%	35%	30%	28%	יחוס לשיא ביקוש מקסימום	

הממצאים בטבלה מבוססים על קווי מגמה על-פי קירוב של פולינומים המתייחסים של נתוני היסוד.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

סיכום:

1 - הספק קירור שיא ביקוש

בשנות ה-80, עד תחילת שנות ה-90, ההספק היה נמוך יחסית להספק בשנות ה-90 וה-2000. מדובר בגידול של כ-900% עבור "בוקר" (להזכיר: בעיקר מגזרי המשק השונים- שירותים, מסחר, תעשייה), וגידול של קרוב ל-1,000% עבור "ערב" (להזכיר: בעיקר המגזר הביתי).

2 - הספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר

הספק החשמל שיא ביקוש מקסימלי למיזוג אוויר בשנות ה-80 היה בתחום של 400-600 מגהוואט עבור "בוקר" ובתחום של 260-290 מגהוואט עבור "ערב". במחצית שנות ה-90 עלה ההספק לכ-1,200 מגהוואט עבור "בוקר" ולכ-600 מגהוואט עבור "ערב". בשנות ה-2000 עלה ההספק לכ-3,030 מגהוואט עבור "בוקר" ולכ-2,220 מגהוואט עבור "ערב".

3 - ייעול והיסכון בהספק חשמל שיא למיזוג אוויר

עבור "בוקר"

פוטנציאל התועלת מיישום COP2004 בא לידי ביטוי בהורדת הספק שיא הביקוש מכ-3,030 מגהוואט לכ-2,530 מגהוואט, היינו, היסכון של כ-500 מגהוואט. ערכים אלה רלוונטיים לשנה 2002. לשנה 2004 צפוי היסכון של כ-530 מגהוואט. עיקר התרומה להיסכון אף כאן הינה לגבי יחידות מיזוג אוויר ממחצית שנות ה-90 ואילך.

פוטנציאל ההיסכון מיישום COP2005 בא לידי ביטוי בהורדת הספק שיא הביקוש מכ-3,030 מגהוואט לכ-2,480 מגהוואט, היינו, היסכון של כ-550 מגהוואט. ערכים אלה רלוונטיים לשנה 2002. לשנה 2004 צפוי היסכון של כ-600 מגהוואט.

עבור יחידות מיזוג אוויר ישנות, מתחילת שנות ה-80, מדובר בסדר גודל של כ-30%. סביר להניח כי בשנים הקרובות מירב יחידות מיזוג האוויר הישנות יצאו ממילא משימוש ויוחלפו ביחידות יעילות יותר הקיימות כיום גם ללא סיוע. לכן, הסיוע רלוונטי ליחידות מיזוג אוויר מהמחצית השנייה של שנות ה-80 ואילך.

הפוטנציאל להיסכון על פי הממצאים לעיל הינו בסדר גודל של עד כ-300 מגהוואט עבור COP 2004 ועד כ-350 מגהוואט עבור COP 2005.

עבור "ערב"

פוטנציאל התועלת מיישום COP2004 בא לידי ביטוי בהורדת הספק שיא הביקוש מכ-2,220 מגהוואט לכ-1,790 מגהוואט, היינו, היסכון של כ-430 מגהוואט. ערכים אלה רלוונטיים לשנה 2002. לשנה 2004 צפוי היסכון של כ-520 מגהוואט. עיקר הפוטנציאל מתבסס על התקופה מהמחצית השנייה של שנות ה-80, כאמור. הפוטנציאל בתקופה שעד מחצית שנות ה-80 נמוך יחסית ומסתכם בסדר גודל של פחות מ-80 מגהוואט.

פוטנציאל התועלת מיישום COP2005 בא לידי ביטוי בהורדת הספק שיא הביקוש מכ-2,220 מגהוואט לכ-1,590 מגהוואט, היינו, היסכון של 630 מגהוואט. הנ"ל רלוונטי לשנה 2002. לשנה 2004 צפוי היסכון של כ-780 מגהוואט.

פוטנציאל ההיסכון ל-15 השנים האחרונות (בניכוי היסכון של כ-100 מגהוואט משנות ה-80) מסתכם בכ-530 מגהוואט לשנה 2002 וחזוי להיות עד כ-680 מגהוואט בשנה 2004.

סקר מיזוג אוויר : פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

אנרגיה (2)

טבלה 6.1.2-3 : צריכת אנרגיה והיסכון בצריכת אנרגיה למיזוג אוויר לשנה 2002

חיסכון יחסי להספק		חיסכון בצריכה למיזוג אוויר	צריכה למיזוג אוויר במצב קיים	פרופיל	תאור	מס'
כולל	מיזוג אוויר					
%		מליוני קוט"ש				
לפי COP 2004						
1.8%	16.1%	834	5,176	דיסקרטי	חיסכון באנרגיה	1
1.9%	17.2%	878	5,094	קו מגמה		2
לפי COP 2005						
2.4%	21.1%	1,094	5,176	דיסקרטי	חיסכון באנרגיה	1
2.5%	22.6%	1,150	5,094	קו מגמה		2

ההפרשים היחסיים בין האומדן על פי "קווי מגמה" ובין האומדן על פי "דיסקרטי" : 5%

סקר מיזוג אוויר : פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

טבלה 4-6.1.2 : פרופילי אנרגיה רב שנתיים – התפלגות אנרגיה, צריכה הסכומית שנתית והיסכון שנתי ומצטבר

[52,53,54,55,56,57]

תקופת זמן						נושא	מס'
1980	1985	1990	1995	2000	2002		
מקדם משקלי והתפלגות יחסית של אנרגיה							
לפי בסיס "בוקר"							
0.01	0.01	0.03	0.10	0.10	0.10	מקדם משקלי	1
1.0%	0.8%	2.7%	8.8%	8.1%	8.7%	התפלגות אנרגיה	2
לפי בסיס "ערב"							
0.006	0.01	0.03	0.14	0.16	0.15	מקדם משקלי	1
0.4%	0.6%	2.1%	8.9%	10.1%	9.3%	התפלגות אנרגיה	2
צריכת אנרגיה ל- 2002 (מליוני קוט"ש)							
35	34	121	451	464	459	מרכיב שנתי	3
35	211	745	2,006	4,128	5,094	מצטבר רב-שנתי	3
צריכה שנתית הסכומית, היסכון שנתי והיסכון מצטבר (מליוני קוט"ש)							
לפי COP 2004							
24	25	90	355	413	436	צריכה שנתית הסכומית	4
11	10	31	96	50	24	היסכון שנתי	5
11	62	204	497	813	878	היסכון מצטבר	6
לפי COP 2005							
23	23	85	332	385	406	צריכה שנתית הסכומית	4
12	11	36	119	79	53	היסכון שנתי	5
12	71	237	591	1,024	1,150	היסכון מצטבר	6
היסכון מצטבר יחסי (%)							
לפי COP 2004							
1.3%	7.1%	23.2%	56.6%	92.6%	100%	יחוס למצטבר ב-2002	6.1
0.2%	1.2%	4.0%	9.8%	16.0%	17.2%	יחוס לסה"כ ייצור	6.2
לפי COP 2005							
1.1%	6.2%	20.6%	51.4%	89.1%	100%	יחוס למצטבר ב-2002	6.1
0.2%	1.4%	4.6%	11.6%	20.1%	22.8%	יחוס לסה"כ ייצור	6.2

סיכום:

- 1 - **מקדם משקלי והתפלגות יחסית של אנרגיה**
ערכים נמוכים מאוד יחסית בשנות ה-80 ובתחילת שנות ה-90 וערכים גבוהים יחסית במהלך שנות ה-90 וה-2000, מלמדים על השפעה קטנה מאוד של טכנולוגיית מיזוג האוויר בעלות היעילות הנמוכה יחסית על האנרגיה המצטברת הנוכחית. מדובר ביחס של 1 : 9 (היחס בין השנים האחרונות לבין שנות ה-80 ותחילת שנות ה-90).
- 2 - **צריכה שנתית, היסכון שנתי והיסכון מצטבר**
ניתן אף כאן להיווכח בהשפעה הנמוכה על האנרגיה בשנות השמונים ותחילת שנות ה-90 ועל השפעה גבוהה בשנים האחרונות בתקופה 1995-2000. מדובר בטווח היסכון של 500-900 מליון קוט"ש לשנה עבור COP2004 ובטווח של 600-1,150 מליון קוט"ש לשנה עבור COP2005.
יש לציין שפוטנציאל החיסכון באנרגיה מהסבת יחידות מיזוג אוויר משנות ה-80 ליעילות הינו בטווח של עשרות מיליוני קוט"ש לשנה "בלבד". ניכוי ערכי החיסכון עד סוף שנות ה-80 מותיר היסכון הנגזר מ-15 השנים האחרונות בשיעור של כ-670 מליון קוט"ש לשנה עבור COP2004 וכ-910 מליון קוט"ש לשנה עבור COP2005. הערכים רלוונטיים לשנה 2002.
עבור COP2004 נחזה היסכון של עד כ-740 מליון קוט"ש בשנה 2004. עבור COP2005 נחזה היסכון של עד כ-1,030 מליון קוט"ש ב-2004.
בערכים יחסיים לסה"כ ייצור השמל למיזוג אוויר מדובר בערכים כדלקמן (על-פי התוצאות הרשומות בטבלה לעיל):

עבור COP2004:

כ-17% לשנה 2002.
עבור יישום ה-COP המשופר ב-15 השנים האחרונות: כ-18%-19% לשנה 2003 וכ-19%-20% לשנה 2004.

עבור COP2005:

כ-23% לשנה 2002.
עבור יישום ה-COP המשופר ב-15 השנים האחרונות: כ-20%-21% לשנה 2003 וכ-23%-24% לשנה 2005.

6.2. חיסכון במזהמים

6.2.1 עקרונות כלליים

ההשפעה על החיסכון בזיהום אוויר מתבססת על נתונים המוצגים במסמך בשם "הצעת החלטה לשימוע - פרמיות ליצרנים באנרגיות מתחדשות, תאריך 30.5.04" של הרשות לשירותים ציבוריים חשמל.

המסמך הוכן, בין השאר, על בסיס דרישות ופרמטרים ממשרד התשתיות הלאומיות ומהמשרד לאיכות הסביבה ועל בסיס נתונים מחברת חשמל.

המסמך מביע עמדה לפיה אנרגיות מתחדשות שאינן מזהמות, כגון אנרגית רוח, זכאיות לפרמיה בשיעור 100% . מכאן שחיסכון בצריכת חשמל כתוצאה מייעול במיזוג אוויר מהווה למעשה חיסכון של 100% במזהמים אשר היו משתחררים לאוויר לולא החשמל הנחסך.

להלן ציטוט פסקאות מתהליך חישוב החיסכון בזיהום מהמסמך:

החיסכון בזיהום נקבע בהתאם לתחנת הייצור השולית וסוג הדלק הנמצא בשימוש הרשת בכל אחד מהמש"בים השונים. לאחר בחינת מצבת תחנות הייצור הקיימות וסדר העמסתן ותוך התחשבות באפשרות של כניסת גז טבעי לשימוש בתחנות דו דלקיות ובתוכנית הפיתוח של חברת החשמל מוצאת הרשות כי תחנות הייצור השוליות והדלקים בשימוש במשבי"ם השונים מתחלקים באופן הבא:

- בשעות השפל מאופיין הייצור השולי בתחנות פחמיות.
- בשעות הגבע מאופיין הייצור שולי בתחנות בגז טבעי (50% מהייצור) ותחנות מזוטיות (50% מהייצור).
- בשעות הפסגה מאופיין הייצור השולי בתחנות המופעלות באמצעות סולר.

גם בעתיד תמשיך הרשות ותיבחן שינויים המשפיעים על הערכת הייצור השולי ותעדכן בהתאם את התעריפים.

על בסיס נתוני היסוד המוצגים במסמך הנ"ל ועל בסיס ערכי החיסכון באנרגיה המחושבים בסעיף 6.1 לעיל, מתקבלים בהמשך ערכי חיסכון במזהמים כתוצאה משיפורים בטכנולוגיות מיזוג אוויר.

סקר מיזוג אוויר : פוטנציאל ומדיניות היסכון
מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

6.2.2. נתוני יסוד וחיסכון במזהמים

(1) נתוני יסוד של פליטות מזהמים

טבלה 1-6.2.2 : פליטות מזהמי אוויר משרפת דלק לשנת 2002

מקורות לפליטות	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	פחמן דו-חמצני
גרם לקוט"ש				
מחז"מ גז טבעי	0.03	0.3	0.09	420
יחידות במזוט	0.20	2.0	3.80	739
יחידות בפחם	0.09	2.5	3.00	857
יחידות בסולר במחז"מ	0.08	1.0	0.80	649
יחידות בסולר בטורבינות גז	0.13	3.0	1.20	944

IEC Rated Emission Values2

מקור : חברת החשמל

טבלה 2-6.2.2 : פליטות מזהמי אוויר לפי מש"ב (שנה 2002)

מש"ב	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	פחמן דו-חמצני
גרם לקוט"ש				
פסגה	0.130	3.00	1.200	944.0
גבע	0.115	1.15	1.945	579.5
שפל	0.090	2.50	3.00	857.0

מקור : חברת החשמל

Table 1 - IEC Pollution Ratings (g/kWh) for each TOU block according to Marginal Production

(2) חיסכון במזהמים

טבלה 3-6.2.2 : חיסכון באנרגיה וחיסכון בפליטות מזהמים לאוויר (שנה 2002)

תאור	יחידה	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גופרית	פחמן דו-חמצני
חיסכון באנרגיה ב- 2002 (לפי ממצאי סעיף 6.1)					
עבור COP2004	מליוני		878		
עבור COP2005	קוט"ש לשנה		1,150		
חיסכון מוחלט במזהמים ב- 2002 (לפי חיסכון סגולי וחיסכון באנרגיה)					
עבור COP2004	אלפי טון לשנה	0.105	1.844	1.405	669
עבור COP2005		0.138	2.415	1.840	876

7. פוטנציאל חיסכון כלכלי

7.1. כללי

פוטנציאל החיסכון הכלכלי מתייחס לתועלת הכספית מול העלות הכספית בהיבט המשק הלאומי ובהיבט הצרכן.

בחינת הפוטנציאל מוכוונת לטכנולוגית מחז"מ (מחזור משולב של טורבינת גז וטורבינת קיטור) מהסיבה שתחנות כוח המבוססות על טכנולוגיה זו יוקמו בשנים הקרובות. סביר לכן להניח שמימוש החיסכון במיזוג אוויר אכן יביא לדחיית הקמת תחנת כוח בטכנולוגיה זו.

(1) היבט המשק לאומי

1 - תועלת כספית למשק

בהיבט המשק הלאומי התועלת הכספית נגזרת מגורמים כדלקמן:

- [1] חיסכון כספי כתוצאה מדחייה ההשקעה בהקמת תחנת כוח
- [2] חיסכון בעלות ייצור חשמל למשק
- [3] חיסכון במזהמים למשק

הבהרות

[1] **חיסכון כספי כתוצאה מדחיית ההשקעה בתחנת כוח**
דחייה בהקמת כוח חוסכת את עלות ההון הנגזרת מעלות הקמת התחנה, מתקופת הדחייה ומהריבית על ההון. עלות הקמת התחנה נגזרת מהספק התחנה הנחסך והעלות הסגולית בהקמת תחנה (השקעה/הספק). הספק התחנה הנחסך זהה להספק הנחסך כתוצאה מחיסכון במיזוג אוויר. במלים אחרות: מדובר בחיסכון בעלות הנמנעת.

[2] **חיסכון בעלות ייצור חשמל למשק**
חיסכון בעלות ייצור חשמל למשק נגזר מחיסכון במחיר הדלק והעלויות התפעוליות. ערך החיסכון מבוסס על שיעור החיסכון ועל מרכיב הייצור בתעריף החשמל הממוצע. תעריף החשמל הממוצע מתבסס על תעריפי תע"ז (תע"ז = תעריף עומס זמן) ועל הפעילות האופיינית למיזוג אוויר.

[3] **חיסכון במזהמים**
החיסכון הכספי במזהמים מתבסס על תעריפי החיסכון המבוטאים בערך כספי ליחידת אנרגיה (על פי נתוני הרשות הציבורית לחשמל המתבססים על נתוני חברת חשמל) ועל החיסכון האנרגטי.

2 - השקעה כספית של המשק

ההשקעה הכספית הינה למעשה התמיכה הכספית בהסבת טכנולוגיות מיזוג אוויר מישנות לחדשות ויעילות יותר. מדובר בשיעור המענק הניתן כסובסידיה לצרכנים על מנת שיבצעו את ההסבה.

(2) **היבט הצרכן**

1 - **תועלת כספית לצרכן**

בהיבט הצרכן התועלת הכספית נגזרת מגורמים כדלקמן:

- [1] המענק
- [2] חיסכון בצריכת אנרגיה

הבהרות

- [1] **המענק**
המענק אומנם מהווה את התועלת הכספית בהיבט הצרכן. אך למעשה את הצרכן מעניינת עלות ההשקעה בפועל ולכן שיעור המענק מבחינת הצרכן צריך להיות בהיקף אשר יביא לאטרקטיביות בהשקעה להסבה
- [2] **חיסכון בצריכת אנרגיה**
התועלת הכספית מחיסכון בצריכת אנרגיה מתבססת על החיסכון בצריכה עבור הצרכן ועל תעריף החשמל לצרכן: תעריף קבוע במתח נמוך לצרכן הביתי, בד"כ (למעט צרכנים ביתיים במסגרת צובר, כמו קיבוצים, לגביהם התעריף הינו בתעו"ז למתח גבוה).

2 - **השקעה כספית של הצרכן**

עלות ההשקעה הכספית לצרכן הנה העלות האמיתית בניכוי המענק.

יש להבחין בין צרכן במגזר הביתי והמסחרי הקטן הפרטני לבין צרכן במגזרים האחרים, בעיקר צרכן ארגוני המחזיק בכמות גדולה יחסית של מזגנים יחידתיים ו/או מחזיק במערכות מיזוג אוויר מרכזיות:

הגורם הדומיננטי המשפיע על הצרכן הביתי הינו היות עלות ההשקעה אטרקטיבית במסגרת חידוש ציוד. אם ברשות הצרכן הביתי האופייני מזגן אוויר הפועל באופן תקין ושקט, גם אם המזגן ישן, אין לו נטייה להשקיע במזגן חדש גם אם הוא יעיל אם מחירו אינו נמוך. הכלכליות מהווה שיקול רק אם מדובר בהחזר גבוה יחסית על ההשקעה, כלומר: במשך החזר השקעה נמוך במיוחד בתחום של 1-2 שנים.

לעומת זאת צרכן ארגוני שלגביו הוצאות החשמל גבוהות יחסית מוכן לעתים להסתפק גם בהחזר נמוך יותר על ההשקעה, כלומר: במשך החזר השקעה גבוה יותר של 2-4 שנים. צרכן ארגוני נכון משקלל בכדאיות הכלכלית את הרווחיות למשך טווח ארוך יחסית של שנים לעתים גם עד משך אורך החיים של הציוד, דבר שכלל לא אופייני לצרכן הביתי.

(3) תרחישי סבסוד

נבחנים להלן מספר תרחישים:

- 1 - תרחישים בסבסוד נמוך (בסעיף 6.2 להלן)
- 2 - תרחיש בסבסוד גבוה (סעיף 6.3 להלן)

הבהרות

1 - תרחישים בסבסוד נמוך

מוצגים שני תרחישי משנה:

[1] מינימום לצרכן

בתרחיש זה מסבסד המשק כמחצית מעלות ההון המהוונת בדחיית השקעת המשק בתחנת כוח. כתוצאה, המשק מרוויח כמחצית מעלות ההון המהוונת מדחיית ההשקעה בתחנת כוח. בנוסף מרוויח המשק בעלות הייצור השוטפת ובעלות מזהמים למשך תקופת הדחייה.

הצרכן מקבל מענק בעל ערך משמעותי להספק הנחסך אך בהשוואה לערך הקניה של יחידת מיזוג אוויר חדשה הערך נמוך. תרחיש כזה אינו מתאים למזגנים יחידתיים, שכן לגביהם קיים קושי טכני להחליף מרכיב מסוים במערכת בעל השקעה נמוכה יחסית.

[2] 0 היסכון למשק בעלות ההון המהוונת בדחיית השקעה בתחנת כוח

בתרחיש זה מסבסד המשק את כל עלות ההון המהוונת בדחיית השקעת המשק בתחנת כוח. כתוצאה, אין המשק מרוויח את עלות ההון המהוונת מדחיית ההשקעה בתחנת כוח. עם זאת המשק מרוויח את עלות הייצור השוטפת ועלות מזהמים למשך תקופת הדחייה.

הצרכן מקבל מענק בעל ערך משמעותי להספק הנחסך אך בהשוואה לערך הקניה של יחידת מיזוג אוויר חדשה הערך נמוך. תרחיש כזה אינו מתאים למזגנים יחידתיים, שכן לגביהם קיים קושי טכני להחליף מרכיב מסוים במערכת בעל השקעה נמוכה יחסית.

2 - תרחיש בסבסוד גבוה

כנקודת מוצא בתרחיש זה משמש הצרכן. לאמור: רמת הסבסוד בתרחיש זה ע"י המשק אמורה להבטיח לצרכן אטרקטיביות גבוהה בהסבה, היינו, משך החזר השקעה נמוך יחסית. עבור מזגנים יחידתיים מדובר בהחלפת מזגן ישן במזגן חדש ויעיל יותר. עבור מערכות מרכזיות מדובר בהחלפת מרכיבים עיקריים במערכת במרכיבים חדשים ויעילים יותר או בהוספת מרכיבים חדשים המיועדים להעלאת יעילות המערכת או אפילו רק להורדת שיא הביקוש.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

7.2. כלכליות על פי תרחישים בסבסוד נמוך

7.2.1. הספק

(1) חיסכון למשק

טבלה 1-7.2.1: אומדן כלכלי למשק כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בסבסוד נמוך

מס'	תאור	יחידה	תרחישי סבסוד	מינימום לצרכן	0 חיסכון למשק
1 נתוני חיסכון סגולי					
1	מימון חיסכון במיזוג אוויר, ליח' הספק נחסך	\$\text{קו"ט}\$	200	405	
2	השקעה סגולית במחז"מ ליח' הספק נחסך	\$\text{קו"ט}\$	750		
2 מקדם חיסכון בעלות ההון					
1	ריבית דולרית שנתית	%\text{שנה}	5%		
2	משך דחיית תחנת כוח	שנים	15		
3	מקדם חיסכון בעלות ההון	-	0.54		
3 חיסכון סגולי בעלות ההון, ערך מהוון					
1	חיסכון בעלות השקעה סגולית במחז"מ	\$\text{קו"ט}\$	405		
2	חיסכון בניכוי מימון במיזוג אוויר	\$\text{קו"ט}\$	205	0	
4 חיסכון בעלות ההון והשקעה עבור COP2004					
1	הספק נדחה של תחנת כוח למשק	מגהוואט	500		
2	חיסכון בעלות ההון כתוצאה מדחייה, מהוון	מליוני \$	202		
3	השקעה ראשונית בסבסוד חיסכון במיזוג אוויר	מליוני \$	100	202	
4	חיסכון בעלות ההון בהשקעה בניכוי סבסוד	מליוני \$	102	0	
5 חיסכון בעלות ההון והשקעה עבור COP2005					
1	הספק נדחה של תחנת כוח	מגהוואט	550		
2	חיסכון בעלות ההון כתוצאה מדחייה, מהוון	מליוני \$	222		
3	השקעה ראשונית בסבסוד	מליוני \$	110	222	
+4	חיסכון בעלות ההון בניכוי סבסוד	מליוני \$	112	0	

הבהרות

1 - ערך סבסוד

[1] מימון חיסכון במיזוג אוויר, ליח' הספק נחסך למשק: תרחיש מינימום לצרכן מציג סבסוד מינימלי לצרכן בשיעור של 200 \$\text{קו"ט}\$ חשמל נחסך למשק. תרחיש 0 חיסכון למשק מציג סבסוד לצרכן בשיעור של 405 \$\text{קו"ט}\$ נחסך למשק.

[2] השקעה סגולית במחז"מ ליח' הספק נחסך למשק: נלקחת בחשבון כייחוס השקעה סגולית במחז"מ (מחזור משולב) מהסיבה המצוינת לעיל הערך של 750 \$\text{קו"ט}\$ הינו על פי הידוע במשק החשמל.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסקון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

2 - מקדם חיסקון בעלות ההון

[1] ריבית דולרית:
נלקח בחשבון ערך של 5% שנה כערך מקובל כיום (בעקבות הורדות הריבית במשק בשנה האחרונה) לבדיקת פרויקטים.

[2] משך דחיית הקמת תחנת כוח:
נלקח בחשבון ערך של 15 שנה על בסיס אורך חיים ממוצע אופייני של מזגנים ישנים מיועלים וחדשים המחליפים ישנים.

[3] מקדם חיסקון בעלות ההון:

$$\text{מקדם חיסקון בעלות ההון מחושב לפי } 1 - \left(\frac{100\% - i}{100}\right)^N$$

כאשר

$$i = \text{ריבית דולרית שנתית}$$
$$N = \text{משך זמן דחייה (שנים)}$$

3 - חיסקון סגולי בעלות ההון

[1] חיסקון בעלות השקעה סגולית במחז"מ

$$\text{החיסקון מחושב לפי } A * B$$

כאשר

$$A = \text{השקעה סגולית במחז"מ}$$
$$B = \text{מקדם חיסקון בעלות ההון}$$

[2] חיסקון בניכוי מימון במיזוג אוויר

$$\text{החיסקון מחושב לפי } A - B$$

כאשר

$$A = \text{חיסקון בעלות השקעה סגולית במחז"מ}$$
$$B = \text{מימון (סבסוד) חיסקון במיזוג אוויר}$$

4,5 - חיסקון בעלות ההון והשקעה עבור COP2004 ו-COP2005

[1] הספק נדחה של תחנת הכוח:
ההספק הנדחה הינו בשיעור ההספק הנחסך למשק ממיזוג אוויר (התקבל בניתוח כ- 500 מגהוואט עבור COP2004 וכ- 550 מגהוואט עבור COP2005).

[2] חיסקון בעלות ההון כתוצאה מדחייה:
החיסקון מחושב לפי $A * B$

כאשר

$$A = \text{חיסקון בעלות השקעה סגולית במחז"מ}$$
$$B = \text{הספק נדחה של תחנת כוח} = \text{הספק נחסך במיזוג אוויר}$$

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

[3] השקעה ראשונית בסבסוד חיטון במיזוג אוויר.
מחושבת לפי $A * B$

כאשר

A = מימון חיטון במיזוג אוויר ליח' הספק נחטך

B = הספק נחטך במיזוג אוויר

[4] חיטון בעלות ההון בהשקעה בניכוי סבסוד
החיטון מחושב לפי $A - B$

כאשר

A = חיטון בעלות ההון כתוצאה מדחיה

B = השקעה ראשונית בסבסוד השקעות לחיטון במיזוג אוויר

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) היסכון ועלות, בהיבט הצרכן, התקנת מתקן מיזוג אוויר חלופי חסכוני שלם

טבלה 2-7.2.1: היסכון ועלות לצרכן של התקנת מתקן מיזוג אוויר חלופי חסכוני שלם

מס'	תאור	יחידה	תרחישי סבסוד	
			מינימום לצרכן	0 היסכון למשק
1 נתוני היסכון סגולי				
1	מימון היסכון במיזוג אוויר, ליח' הספק נחסך	\$\text{קו"ט}	200	405
2	עלות השקעה סגולית לצרכן במתקן מיזוג משופר	\$\text{קו"ט}	500	
2 היסכון מחוצע משוקלל עבור COP2004				
1	היסכון בהספק חשמל למשק	%	20%	
2	היסכון בהספק מתקן, סגולי להספק	\$\text{קו"ט}	40	81
3	השקעה ראשונית בניכוי סבסוד, סגולי להספק	\$\text{קו"ט}	460	419
4	היסכון בפועל, יחסי	%	8%	16%
5	הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק	מגהוואט	2,000	
6	עלות התקנה לפני סבסוד, כלל מיזוג אוויר	מליוני \$	1,000	
7	עלות התקנה מסובסדת, כלל מיזוג אוויר חסכוני	מליוני \$	920	838
3 היסכון מחוצע משוקלל עבור COP2005				
1	היסכון בהספק חשמל למשק	%	22%	
2	היסכון בהספק מתקן, מוחלט (% היסכון * מימון)	\$\text{קו"ט}	44	88
3	השקעה ראשונית בניכוי סבסוד היסכון	\$\text{קו"ט}	456	402
4	היסכון בפועל, יחסי	%	9%	18%
5	הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק	מגהוואט	1,950	
6	עלות התקנה לפני סבסוד, כלל מיזוג אוויר	מליוני \$	975	
7	עלות התקנה מסובסדת, כלל מיזוג אוויר חסכוני	מליוני \$	889	784

הערה

ההמרה של היסכון בהספק חשמל נחסך (שורה 1 בסעיפים 2 ו-3 בטבלה) ל היסכון בהספק מותקן (שורה 2 בסעיפים 2 ו-3 בטבלה) הינה באמצעות המכפלה של היסכון בהספק חשמל נחסך (שורה 1 בסעיפים 2 ו-3 בטבלה) במימון היסכון במיזוג אוויר ליח' הספק נחסך (שורה 1 בסעיף 1 בטבלה). עבור מתקנים יעילים יחסית הערך של היסכון בהספק מתקן יהיה נמוך מהערכים המתקבלים בטבלה (\$40\text{קו"ט}\$ מתקן בתרחיש "מינימום" ו- \$81\text{קו"ט}\$ מתקן בתרחיש "מכסימום"). עבור מתקנים ישנים / לא יעילים יהיה הערך גבוה מהערכים המתקבלים בטבלה.

הבהרות לטבלה

1 - נתוני היסכון סגולי

[1] מימון היסכון במיזוג אוויר, ליח' הספק נחסך: מוצגים 2 התרחישים כבטבלה (1) לעיל.

[2] עלות השקעה סגולית במתקן מיזוג אוויר משופר: מוצג ערך אופייני של מתקן מיזוג אוויר משופר בהיבט הצרכן (כולל פירוק ישן והתקנת חדש). ערך זה מתייחס למתקן מיזוג אוויר ביתי (לא כולל תעלות) ולמתקן הקירור במערכת מיזוג אוויר מרכזית (לא כולל מערכת היקפית של תעלות וצנרת).

2,3 - חיטון ממוצע משוקלל עבור COP2004 ו-COP2005

- [1] החיטון בהספק חשמל מתקבל כערך יחסי (ב-%) כתוצאה של הניתוח האנרגטי של כלל ייעול מיזוג האוויר במשק
- [2] חיטון בהספק מותקן, מוחלט (שיעור הסבסוד):
 החיטון מחושב לפי $A * B$
 כאשר
 $A =$ חיטון יחסי ב- % הנ"ל
 $B =$ מימון (סבסוד) החיטון
- [3] השקעה ראשונית סגולית בניכוי סבסוד החיטון:
 החיטון מחושב לפי $A - B$
 כאשר
 $A =$ עלות השקעה סגולית במתקן מיזוג אוויר משופר
 $B =$ חיטון בהספק מותקן (שיעור החיטון)
- [4] חיטון בפועל, יחסי:
 החיטון מחושב לפי $A/B * 100$
 כאשר
 $A =$ השקעה ראשונית סגולית בניכוי סבסוד החיטון
 $B =$ עלות השקעה סגולית במתקן מיזוג אוויר משופר
- [5] הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק:
 מחושב לפי $A/B * (100\% - B)$
 כאשר
 $A =$ הספק נחסך למשק
 $B =$ חיטון יחסי (%) בהספק
- [6] עלות התקנה לפני סבסוד, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק:
 העלות (במליוני \$) מחושבת לפי $1,000 \setminus A * B$
 כאשר
 $A =$ השקעה ראשונית סגולית ללא סבסוד (ב-\$קו"ט)
 $B =$ הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר במשק (ב- משהוואט)
- [7] עלות התקנה מסובסדת, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק:
 העלות (במליוני \$) מחושבת לפי $1,000 \setminus A * B$
 כאשר
 $A =$ השקעה ראשונית סגולית בניכוי הסבסוד (ב-\$קו"ט)
 $B =$ הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר במשק (ב- משהוואט)

(1) חיסקון למשק

טבלה 1-7.2.2 : חיסקון כספי למשק כתוצאה מחיסקון באנרגיה

מס'	תאור	יחידה	ערך
1 תעריף השמל נחסך			
1	תעריף השמל נחסך בנק' הצרכן	אג'קוט"ש	40
		סנט'קוט"ש	8.8
2	מרכיב הייצור	%	70%
3	תעריף השמל נחסך בנק' הייצור בשעת שיא ביקוש	סנט'קוט"ש	6.2
2 עלות נחסכת עבור COP2004			
1	חיסקון שנתי בצריכת השמל	מליוני קוט"ש	850
2	חיסקון כספי שנתי בצריכת השמל לפי מרכיב הייצור	מליוני \$	53
3	חיסקון כספי מהוון לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח	מליוני \$	550
3 עלות נחסכת עבור COP2005			
1	חיסקון שנתי בצריכת השמל	מליוני קוט"ש	1,120
2	חיסקון כספי שנתי בצריכת השמל לפי מרכיב הייצור	מליוני \$	70
3	חיסקון כספי מהוון לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח	מליוני \$	725

הבהרות

1 - תעריף השמל נחסך

[1] תעריף השמל נחסך בנקודת הצרכן:

מוצג ערך ממוצע משוקלל הכולל את כלל המשק במשך שעות היום והערב על פי תעריפי התעו"ז. מוצג ערך ביחידות של אג'קוט"ש וסנט'קוט"ש (לפי ערך המרת מטבע של 4.5 \$\).

[2] מרכיב הייצור:

מרכיב הייצור בתעריף החשמל הכולל. הערך מתקבל מפרסומי תעריפי החשמל ע"י הרשות הציבורית לחשמל. הערך הנקוב מהווה סדר גודל אופייני.

[3] תעריף השמל נחסך בנק' הייצור

מחושב לפי $A * B$

כאשר

$A =$ מרכיב הייצור

$B =$ תעריף השמל נחסך בנק' הצרכן

הערה: סביר שבשנים הקרובות ישתנה מבנה תעריף החשמל במגמת ירידה במש"ב "פסגה" כתוצאה מהגברת השימוש בגז טבעי עבור הן עבור תחנות כוח קיימות לייצור חשמל - בעיקר כאלה המבוססות על דלק יקר כסולר (מדובר בטורבינות גז ומחז"מים) והן כאלה המבוססות על דלק מזהם כמזוט – והן עבור תחנות כוח עתידיות לייצור חשמל אשר ברובן תהיינה מבוססות על מחז"מ. במצב זה ייתכן והתעריף יירד לערך הנמוך מהנ"ל ושיעור החיסקון בעלות האנרגיה יירד בהתאם.

2,3 - עלות נחסכת עבור COP2004 ו-COP2005

[1] חיטון שנתי בצריכת חשמל:
הערכים מתקבלים כממצאים תחשיביים בניתוח האנרגטי הרב-שנתי המוצג בדו"ח (סעיף 6.1).

[2] חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל לפי מרכיב הייצור
מחושב לפי $A * B / 100$

כאשר

$A =$ תעריף חשמל נחסך בנק' הייצור

$B =$ חיטון שנתי בצריכת חשמל

[3] חיטון כספי מהוון לתקופת הקמת תחנת כוח

$$\sum_{n=1}^N \frac{ER}{(1 + \frac{i\%}{100})^n} \quad \text{מחושב לפי}$$

כאשר

$ER =$ חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל לפי מרכיב הייצור

$I =$ ריבית שנתית דולרית ב- %

$N =$ שנות דחייה

$n =$ שנה ספציפית

חיסכון וכדאיות כלכלית בהיבט הצרכן (2)

טבלה 2-7.2.2 : חיסכון כספי לצרכן כתוצאה מחיסכון באנרגיה וכדאיות כלכלית (משך החזר השקעה)

מס'	תאור	יחידה	תרחישי סבסוד	
			מינימום לצרכן	0 חיסכון למשק
1 תעריף חשמל נחסך				
1	תעריף חשמל נחסך בנק' הצרכן	אג'קוט"ש		40
		סנט'קוט"ש		8.8
2 עלות נחסכת ומשך החזר השקעה עבור COP2004				
1	חיסכון שנתי בצריכת חשמל (מסעיף 6.1)	מליוני קוט"ש		850
2	חיסכון כספי שנתי בצריכת חשמל	מליוני \$		75
3	חיסכון כספי שנתי בצריכת חשמל, סגולי	\$קוט"ש		38
4	משך החזר השקעה לצרכן	שנים	19	17
3 עלות נחסכת ומשך החזר השקעה עבור COP2005				
1	חיסכון שנתי בצריכת חשמל (מסעיף 6.1)	מליוני קוט"ש		1,120
2	חיסכון כספי שנתי בצריכת חשמל	מליוני \$		99
3	חיסכון כספי שנתי בצריכת חשמל, סגולי	\$קוט"ש		51
4	משך החזר השקעה לצרכן	שנים	12	10

הבהרות

1 - תעריף חשמל נחסך

[1] תעריף חשמל נחסך בנקודת הצרכן:
מוצג ערך ממוצע משוקלל הכולל את כלל המשק במשך שעות היום והערב על פי תעריפי התעו"ז. מוצג ערך ביחידות של אג'קוט"ש וסנט'קוט"ש (לפי ערך המרת מטבע של 4.5 ₪\ש).

2,3 - עלות נחסכת ומשך החזר השקעה עבור COP2004 ו-COP2005

[1] חיסכון שנתי בצריכת חשמל:
הערכים מתקבלים כממצאים תחשיביים בניתוח האנרגטי הרב-שנתי המוצג בדו"ח (סעיף 6.1).

[2] חיסכון כספי שנתי בצריכת חשמל לפי מרכיב הייצור, סה"כ משק מיזוג האוויר

$$\text{מחושב לפי } A * B / 100$$

כאשר

$$A = \text{תעריף חשמל נחסך בנק' הצרכן}$$

$$B = \text{חיסכון שנתי בצריכת חשמל}$$

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

[3] חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל לפי מרכיב הייצור, סגולי להספק חשמל מתקן

$$\text{מחושב לפי } A * 1000 / B$$

כאשר

A = חיטון שנתי בצריכת חשמל, כלל משק מיזוג האוויר (מליוני \$שנה)

B = הספק להתקנה, כלל מיזוג אוויר חסכוני במשק (מגהוואט)

מטבלה 2-7.2.1

[4] משך החזר השקעה:

תהליך החישוב הנו איטרטיבי. עם זאת בקירוב גבוה ניתן לחשב לפי הנוסחה כדלקמן:

כאשר

NER = חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל

NI = השקעה מסובסדת (מטבלה 2-7.2.1, סעיף 2 או 3, שורה 7)

i = רבית שנתית (נלקח בחשבון ערך של 5%)

מסקנת ביניים

הסבסוד לצרכן אינו כלכלי עבורו בהחלפת מערכת שלימה. שכן, מתקבל משך החזר השקעה גבוה מאוד. עם זאת אולי תתכן אפשרות לכדאיות כלכלית ביישומים מסוימים בהם החלפת מרכיב עיקרי יחיד בעלות החלפה נמוכה מביאה לשיעור החיטון המלא כאשר עלות ההחלפה. בכל מקרה, על מנת להגדיל את האטרקטיביות בהתקנת מתקן חדש יעיל יש להקטין את משך החזר ההשקעה.

7.3. כלכליות על פי תרחיש בסבסוד גבוה

(1) חיטון וכדאיות כלכלית לצרכן ולמשק עבור משך החזר השקעה אטרקטיבי בהחלפת מתקן שלם

עבור משך החזר השקעה של 3 שנים, כדוגמא:

טבלה 3-7.2.2: חיטון כספי לצרכן כתוצאה מחיטון באנרגיה וכדאיות כלכלית (משך החזר השקעה)

מס'	תאור	יחידה	ערך
1 תעריף חשמל נחסך			
1	תעריף חשמל נחסך בנק' הצרכן	אג'קוט"ש	40
		סנט'קוט"ש	8.8
2 עלות נחסכת עבור COP2004			
1	חיטון שנתי בצריכת חשמל	מליוני קוט"ש	850
2	חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל	מליוני \$	75
3	משך החזר השקעה רצוי	שנים	3
4.1	השקעה ע"י הצרכנים, כלל משק מיזוג האוויר	מליוני \$	210
4.2	השקעה ע"י הצרכנים, סגולי להספק מתקן	\$\text{קוט"ש מתקן}	105
4.3	השקעה ע"י הצרכנים, סגולי להספק נחסך למשק	\$\text{קוט"ש נחסך}	420
5.1	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר	מליוני \$	790
5.2	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר, סגולי להספק מתקן	\$\text{קוט"ש מתקן}	405
5.3	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר, סגולי להספק נחסך	\$\text{קוט"ש נחסך}	1,436
6	חיטון מהוון מדחיית הקמת תחנת כוח, מטבלה 1-7.2.1	מליוני \$	202
7	חיטון מהוון נטו (שורה 6 בניכוי שורה 5)	מליוני \$	-588
3 עלות נחסכת עבור COP2005			
1	חיטון שנתי בצריכת חשמל	מליוני קוט"ש	1,120
2	חיטון כספי שנתי בצריכת חשמל לפי מרכיב הייצור	מליוני \$	99
3	משך החזר השקעה רצוי	שנים	3
4.1	השקעה ע"י הצרכנים, כלל משק מיזוג האוויר	מליוני \$	276
4.2	השקעה ע"י הצרכנים, סגולי להספק מתקן	\$\text{קוט"ש מתקן}	138
4.3	השקעה ע"י הצרכנים, סגולי להספק נחסך	\$\text{קוט"ש נחסך}	552
5.1	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר	מליוני \$	699
5.2	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר, סגולי להספק מתקן	\$\text{קוט"ש מתקן}	358
5.3	השקעה בסבסוד, כלל משק מיזוג האוויר, סגולי להספק נחסך	\$\text{קוט"ש נחסך}	1,270
6	חיטון מהוון מדחיית הקמת תחנת כוח, מטבלה 1-7.2.1	מליוני \$	222
7	חיטון מהוון נטו (שורה 6 בניכוי שורה 5)	מליוני \$	-477

הערה

הערכים לעיל הינם בסדרי גודל ראשוני: נלקחו בחשבון ערכי חיטון אנרגטי לצרכנים לצורך חישוב החיטון הכספי לצרכנים, כשוויים לערכי חיטון אנרגטי למשק. בפועל החיטון האנרגטי לצרכנים נמוך מהחיטון האנרגטי למשק בהתחשב בהפסדים במערכת האספקה. לעומת זאת נלקח בחשבון ערך תעריף חשמל ממוצע לתקופת מיזוג האוויר על פי תעו"ז במתח גבוה הנמוך מתעריף תעו"ז במתח נמוך הרלוונטי הן להרבה עסקים קטנים במשק הקונים חשמל במתח נמוך ישירות מחברת חשמל והן לעסקים הקונים חשמל במתח נמוך בצובר. כמו כן מידת אי הוודאות בשני הערכים הינה בסדר גודל דומה כך שקיים קיזוז (אם כי יש לציין כי בשלב זה מידת אי הוודאות בקיזוז אינה ידועה). הערה זו רלוונטית גם לסעיפי תחשיבי הדוגמא בהמשך (פרק 7.6).

7.4. מזהמים: נתוני יסוד וחיסכון בעלויות

7.4.1. נתוני יסוד

נתוני היסוד מצוטטים ממסמך הרשות הציבורית לחשמל כדלקמן:

עלות הזיהום:

חישוב עלות הזיהום בוצע על ידי הוועדה לעניין מתכונת מימוש החלטת ממשלה מס' חכ/44 בנושא אנרגיות מתחדשות ואומץ על ידי הרשות (4). עלות הזיהום ביחידות דולר לטון זיהום מוצגת בלוח 1-9.1 להלן:

טבלה 1-7.3.1 : לוח 1-9.1: עלות זיהום יחידות דולר/טון מזהם

סוג	דולר לטון מזהם	סנט לגרם
חלקיקים	9,500	0.95
תחמוצות חנקן	2,400	0.24
תחמוצות גופרית	3,190	0.319
פחמן דו חמצני	7	0.0007

מקור: דו"ח סופי של הצוות לעניין מתכונת מימוש החלטות ממשלה מס' חכ 44 בנושא אנרגיה מתחדשות

טבלה 2-7.3.1 : חיסכון בעלות זיהום ליחידת היסכון בחשמל

לוח 2-9.1: טבלה לחישוב הפרמיות ליצרנים פרטיים באנרגיות מתחדשות לפי סוגי פליטות

סה"כ	פחמן דו חמצני (למעט carbon neutral)	תחמוצות גופרית	תחמוצות חנקן	חלקיקים	מש"ב
1.888	0.661	0.383	0.720	0.124	פסגה
1.411	0.406	0.620	0.276	0.109	גבע
2.243	0.600	0.957	0.600	0.086	שפל

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

7.4.2

ממצאים הישוביים

הממצאים החישוביים מתבססים על נתוני הבסיס בסעיף הקודם 7.3.1. ועל נתוני היסכון באנרגיה המתקבלים 6 לעיל.

בשלב זה ההתייחסות לנתוני הבסיס הינה לממוצע הערכים במש"בים "פסגה" ו"גבע". זאת בהתבסס על כך שבועות הקיץ עיקר הפעילות הינה בשעות היום (בעיקר במשק) והערב (בעיקר במגזר הביתי) ואילו בלילה הפעילות נמוכה. כמו כן תחולת שעות "פסגה" הינה משעות לפנה"צ עד אחה"צ (11:00-17:00) ותחולת שעות "גבע" הינה הן בשעות הבוקר (08:00-11:00) והן בשעות אחה"צ והערב (17:00-24:00) ואילו תחולת שעות "שפל" הינה בלילה (08:00-24:00).

טבלה 1-7.3.2: סיכום היסכון במזהמים וחיסכון שנתי בעלות מזהמים

תאור	יחידה	חלקיקים	תחמוצות חנקן	תחמוצות גפרית	פחמן דו-חמצני
היסכון סגולי במזהמים					
היסכון במזהמים	גרם\קוט"ש	0.12	2.10	1.60	762
היסכון בעלות מזהמים	סנט\קוט"ש	0.12	0.50	0.50	0.53
היסכון באנרגיה ב- 2002 (לפי ממצאי פרק 4)					
עבור COP2004	מליוני	878			
עבור COP2005	קוט"ש\שנה	1,150			
היסכון מוחלט במזהמים ב- 2002 (לפי היסכון סגולי וחיסכון באנרגיה)					
עבור COP2004	אלפי טון\שנה	0.105	1.844	1.405	669
עבור COP2005		0.138	2.415	1.840	876
היסכון מוחלט בעלות מזהמים ב- 2002 (לפי היסכון סגולי וחיסכון באנרגיה)					
עבור COP2004	מליוני \$\שנה	1.050	4.390	4.390	4.650
עבור COP2005		1.380	5.750	5.750	6.090
היסכון מוחלט בעלות מזהמים ב- 2002 (לפי היסכון סגולי וחיסכון באנרגיה) – סה"כ					
עבור COP2004	מליוני \$\שנה	14.5			
עבור COP2005		19.0			

טבלה 2-7.3.2: סיכום היסכון כספי במזהמים – שנתי ומהוון לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח

מס'	תאור	יחידה	ערך
1	תעריף זיהום נחסך		
1	תעריף מזהמים נחסך בנק' הייצור	סנט\קוט"ש	1.65
2	עלות נחסכת עבור COP2004		
1	היסכון כספי שנתי במזהמים	מליוני \$\שנה	14.5
2	היסכון כספי מהוון במזהמים לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח	מליוני \$	150
3	עלות נחסכת עבור COP2005		
1	היסכון כספי שנתי במזהמים	מליוני \$	19
2	היסכון כספי מהוון במזהמים לתקופת דחיית הקמת תחנת כוח	מליוני \$	197

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

7.5. סיכום חיטון כספי למשק

טבלה 1-7.4: חיטון למשק הלאומי מהספק, אנרגיה ומזהמים לפי תרחישי סבסוד לצרכן

מס'	תאור	יחידה	תרחישי סבסוד	
			מינימום לצרכן	0 חיטון מהספק למשק
	החזר השקעה		3 שנים לצרכן	
1 נתוני חיטון סגולי ליח' הספק נחסף				
1	מימון חיטון במיזוג אוויר	\$ \ קו"ט	200	405
				-
2 חיטון מהוון עבור COP2004				
1	הספק	מליוני \$	102	0
2	אנרגיה	מליוני \$	550	
3	מזהמים	מליוני \$	150	
4	הספק+אנרגיה	מליוני \$	652	550
5	אנרגיה+מזהמים	מליוני \$	700	
6	הספק+אנרגיה+מזהמים	מליוני \$	802	700
3 חיטון מהוון עבור COP2005				
1	הספק	מליוני \$	112	0
2	אנרגיה	מליוני \$	725	
3	מזהמים	מליוני \$	197	
4	הספק+אנרגיה	מליוני \$	837	725
5	אנרגיה+מזהמים	מליוני \$	922	
6	הספק+אנרגיה+מזהמים	מליוני \$	1,034	922
				445

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסקון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

7.6. דוגמאות עבור צרכנים שונים

7.6.1 מזגן יחידתי

הדוגמא ממחישה החלפת מזגן מפוצל ישן בחדש, יעיל, בעל הספק חשמל נקוב של 2.5 כ"ס.

(1) פללי

מזגן רצפתי ישן מסוף שנות ה-80 הנו בעל COP=1.89. מזגן ריצפתי חדש הנו בעל COP=2.63 (רלוונטי לייצור מקומי מ-2003). שיעור הגידול ב-COP הנו: 39.1%.

הספק הקירור של מזגן ישן בהספק של 2.5 כ"ס מחושב כדלקמן:

הספק בקו"ט:

$$2.5 \text{ (כ"ס)} * 0.736 \text{ (קו"ט/כ"ס)} = 1.84 \text{ קו"ט}$$

הספק קירור עבור COP = 1.89:

$$1.84 \text{ (קו"ט)} * 1.89 = 3.5 \text{ קו"ט}$$

הספק קירור בטון קירור:

$$3.5 \text{ (קו"ט)} \setminus 3.5 \text{ (קו"ט/טון קירור)} = 1 \text{ טון קירור}$$

כאשר 3.5 קו"ט/טון קירור הנו מקדם מעבר יחידות.

הספק החשמל הנקוב של יחידה חדשה הנו:

$$1.84 \text{ (קו"ט)} * (1 - 39.1\%) = 1.12 \text{ קו"ט}$$

ההספק בכ"ס הנו: 1.5 כ"ס.

החיסקון בהספק נקוב הנו:

$$1.12 - 1.84 = 0.72 \text{ קו"ט}$$

חיסקון אנרגטי על בסיס 8 שעות פעילות ביום במשך 120 ימים (סה"כ 960 שעות):

$$0.72 \text{ (קו"ט)} * 960 \text{ (שעות/שנה)} = 691 \text{ קוט"ש/שנה}$$

אם הפעלת המזגן תהיה לפחות שעות ביממה, יקטן החיסקון בהתאם.

(2) מזגן ביתי

1 - כלכליות בהיבט הצרכן

חיטון כספי לפי תעריף של 48 אגורות/קוט"ש (כולל מע"מ):
691 (קוט"ש/שנה) * 48 (אג'קוט"ש) \ 100 (אג'ש) = 332 ש'שנה

עלות ההחלפה בהיבט הצרכן של מזגן ישן במזגן חדש על בסיס משך החזר השקעה של 3 שנים
בריבית שנתית של 8% הנו: 856 ש' - בערך דולרי, לפי שער של 4.5 ש' : \$ 190.

עלות מזגן מפוצל בהספק חשמל נקוב של 1.5 כ"ס ובהספק קירור נקוב של 1 טון קירור
(12,000 BTU\שעה), הנו כ- 2,600 ש' (כולל התקנה ומע"מ).

המחיר הסגולי ליחידת הספק קירור הנו, במקרה זה: 2,600 ש' / טון קירור.
בערכים דולריים: \$ 578 / טון קירור (מתוך ערך זה, מחיר המזגן עצמו הנו כ- \$ 420 / טון קירור).

החיטון של הצרכן בהתקנה:
856 - 2,600 = 1,774 ש' שווה ערך לכ- \$ 394

הערך הנוכחי הנקי עבור הצרכן בהתבסס על תקופה של 15 שנים הנו: 1986 ש'.

ערך ה-IRR מתקבל כ- 38.5% (ה-IRR מבטא את ערך שער הניכיון המותר עבור ערך נוכחי
נקי=0 המתקבל במשך חיי המתקן).

יש לציין בהקשר לנ"ל כי בהיבט הצרכן הביתי המשתנה הכלכלי העיקרי הנו משך החזר
ההשקעה. ההתייחסות של הצרכן הביתי לערך נוכחי נקי ול-IRR הנה שולית, אם בכלל.

2 - כלכליות בהיבט המשק

העלות למשק בסבסוד המזגן זהה לחיטון של הצרכן בהתקנה, כלומר:
\$ 394 = 1,774 ש'.

היות והחיטון בהספק אנרגטי התקבל לעיל כ- 0.72 קו"ט הרי העלות הסגולית להספק נחסך
הנה:
394 (\$) 0.72 (קו"ט) = \$ 547 קו"ט נחסך.

בסעיף 7.2.1 () חיטון למשקים" התקבל שהערך המהווה של החיטון הסגולי בעלות ההון
כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בטכנולוגית מחז"מ הנו \$ 405 קו"ט נחסך (על בסיס ריבית
למשק בשיעור של 5% ומשך דחייה של 15 שנים).

מתקבל לפיכך חיטון שלילי של 547 - 405 = -142 (\$ קו"ט) נחסך עבור 0.72 קו"ט: (-) 102 \$
לכל מזגן שהוחלף.

כלומר, בהיבט של עלות ההון בדחיית הקמת תחנה איך למשק חיטון אלא השקעה נוספת
בהשוואה לאי דחית הקמת תחנת כוח ואי סבסוד מזגן חדש.

עם זאת, קיים למשק חיטון מאנרגיה וזיהום המביא לו לכלכליות חיובית.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

יתר על כן, כפי שהובהר לעיל, הסיכוי שהחלפת מזגן ביתי ביעיל יותר תביא לדחיית הקמת תחנת כוח הנו קטן יחסית היות ועיקר הפעילות של מזגנים ביתיים הנה בשעות אחה"צ והערב, היינו, מעבר לשעות הפסגה בהן הספק שיא הביקוש הנו רלוונטי.

תועלת כספית מחיסכון באנרגיה:

התועלת הכספית המינימלית הנגזרת מחיסכון באנרגיה מתבססת על תעריף חשמל למשק במתח נמוך בשעות אחה"צ והערב. בקיץ (חודשים יולי- ספטמבר) מדובר ב"גבע" ובעונת המעבר (בעיקר חודש יוני) מדובר ב"פסגה".

התעריפים במתח נמוך (ללא מע"מ):

קיץ "גבע" : 48.53 אג'קוט"ש
מעבר "פסגה" : 53.59 אג'קוט"ש

שקלול הערכים (לפי 3 חודשי קיץ ו- 1 חודש מעבר) מביא לערך של כ- 50 אג'קוט"ש (כ- 11.1 סנט'קוט"ש).

על בסיס מרכיב ייצור של כ- 70% מתקבל תעריף חשמל נחסך של כ- 35 אג'קוט"ש (כ- 7.8 סנט'קוט"ש).

החיסכון הכספי מחסכון באנרגיה :

35 (אג'קוט"ש) * 691 (קוט"ש\שנה) \ 100 (אג'ש) = 242 ש\שנה (\$54\שנה).

תועלת כספית מחיסכון במזומים:

התקבל (סעיף 7.4.2) תעריף מזהמים נחסך בנק' הייצור כ- כ- 7.4 אג'קוט"ש (1.65 סנט'קוט"ש).

התועלת הכספית מחסכון במזומים:

1.65 (סנט'קוט"ש) * 691 (קוט"ש\שנה) = 51.3 ש\שנה (\$ 11.4\שנה)

חיסכון כספי מאנרגיה ומזומים:

$11.4 + 54 = \$65.4$ לשנה לכל מזגן (293 ש)

כלכליות:

ההשקעה ע"י המשק התקבלה לעיל כרווח ההון מהדחייה בניכוי הסבסוד, בשיעור של \$ 102 (459 ש). זאת במקרה של השפעה על דחית הקמת תחנת כוח.

מהשקעה זו מתקבל חיסכון כדלעיל בשיעור של 293 ש\שנה. לפיכך משך החזר ההשקעה למשק הנו (לפי 5% ריבית שנתית): כ- 1.7 שנים. הערך הנוכחי הנקי לתקופה של 15 שנים מתקבל כ- 2,582 ש. ערך ה-IRR: 64%

המשמעות מהנ"ל: קיימת כלכליות גבוהה למשק.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

במקרה, בעל הסיכוי הגבוה יותר, בו אין להחלפת מזגן ביתי בכדי להשפיע על דחייה בהקמת תחנת כוח (צריכה בשעות אחה"צ המאוחרות והערב מול שיא ביקוש בשעות היום), ערך ההשקעה הוא כערך סבסוד המזגן, היינו: \$547 (2,462 ₪). במילים אחרות, מאחר והמזגנים הביתיים לא משפיעים על דחייה או אי דחייה של הקמת תחנת כוח, אזי המדינה משקיעה \$547 בהחלפת מזגן בעוד שהתועלת מכך היא \$65 בלבד.

משך החזר ההשקעה למשק במקרה זה הנו כ- 11 שנים. הערך הנוכחי הנקי לתקופה של 15 שנים מתקבל כ- 579 ₪, המהווה כ- 24% מהסבסוד בלבד. ערך ה-IRR: 8.3%.

סיכום ומסקנת ביניים:

הערך הנ"ל גבוה מהריבית המשקית שהנה 5% לשנה. עם זאת, קיימת רגישות גבוהה למשתנים המשפיעים על התוצאות האנרגטיות והכלכליות, כמו משך פעילות, השינוי ב-COP, מחירים וכו'. כתוצאה יתכנו מקרים בהם תוצג כלכליות טובה יותר ומקרים בהם תתקבל אי כדאיות כלכלית.

המסקנה: סבסוד החלפת מזגנים ביתיים אינו בהכרח תמיד כדאי למשק עבור משך החזר השקעה לצרכן של 3 שנים. אמנם משך החזר השקעה גבוה יותר לצרכן יגדיל את הכדאיות למשק אך לצרכן האופייני אין מקובל משך החזר השקעה ארוך.

(3) מזגן במגזרי משק פעילים בשעות היום

הכוונה למגזרים הפעילים בשעות העבודה המקובלות.

בעונת הקיץ (חודשים יולי-ספטמבר) הפעילות הנה בחלקה בשעות ה"פסגה" ובחלקה בשעות ה"גבע". שעות ה"פסגה" הן 11:00-17:00. שעות ה"גבע" הן 8:00-11:00 ו-17:00-24:00. פעילות של 8 שעות ביום, כדוגמא משעה 8:00 עד שעה 16:00 כוללת 5 שעות "פסגה" ו-3 שעות "גבע".

הפעילות בעונת המעבר הנה בעיקר בחודש יוני. שעות ה"פסגה" הן 8:00-22:00. עבור פעילות במשך 8 שעות ביום, כדוגמא, שעות הפעילות הן ב"פסגה".

תעריפי חשמל במתח גבוה (ללא מע"מ):

68.83	אג'קוט"ש	"פסגה" קיץ
39.45	אג'קוט"ש	"גבע" קיץ
57.8	אג'קוט"ש	שקלול "פסגה" ו "גבע" בקיץ
45.49	אג'קוט"ש	"פסגה" מעבר
54.7	אג'קוט"ש	שקלול עם מעבר ביוני

1 - כלכליות בהיבט הצרכן

חיסכון בחשמל:

$$691 \text{ (קוט"ש/שנה)} * 54.7 \text{ (אג'קוט"ש)} \setminus 100 = 378 \text{ ₪/שנה (84 \$שנה)}$$

עלות ההחלפה בהיבט הצרכן על בסיס משך החזר השקעה של 3 שנים בריבית שנתית של 6% הנה כ- 1,010 ₪. בערך דולרי לפי שער של 4.5 ₪/דולר בכ- 224 \$.

הערך הנוכחי הנקי עבור הצרכן בהתבסס על תקופה של 15 שנים וריבית שנתית של 6% הנו: 2,661 ₪. ערך ה-IRR: 37%

2 - כלכליות בהיבט המשק

העלות למשק בסבסוד המזגן זהה לחיסקון של הצרכן בהתקנה, כלומר: $224 = 1,010$ \$.

היות והחיסקון בהספק אנרגטי התקבל לעיל כ- 0.72 קו"ט הרי העלות הסגולית להספק נחסך הנה: $224 (\$) \setminus 0.72 (\text{קו"ט}) = 311 \$ \setminus \text{קו"ט}$

בסעיף " 7.2.1 " חיסקון למשק" התקבל כי הערך המהוון של החיסקון הסגולי בעלות ההון כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בטכנולוגית מחז"מ הנה $405 \$ \setminus \text{קו"ט}$ נחסך (על בסיס ריבית למשק בשיעור של 5% ומשך דחייה של 15 שנים). מתקבל חיסקון חיובי של:

$311 - 405 = 94 \$ \setminus \text{קו"ט}$ (423 ע"ש $\setminus \text{קו"ט}$). עבור 0.72 קו"ט מתקבל חיסקון כספי של $68 \$$ (306 ע"ש).

בהשוואה למגזר הביתי קיים כאן יתרון ברור: חיסקון חיובי כאן לעומת חיסקון שלילי (השקעה) בבית. בנוסף, קיימים חסכוניות כספיים הנגזרים מחיסקון באנרגיה ומחיסקון במזהמים.

תועלת כספית מחיסקון באנרגיה:

התועלת מתבססת על תעריף חשמל במתח גבוה בשעות ה"פסגה" וה"גבע" בקיץ ובשעות ה"פסגה" במעבר (בעיקר חודש יוני).

תעריף החשמל המשוקלל לעיל, 54.7 אג'קוט"ש, רלוונטי לכאן במרכיב הייצור (70%), מתקבל תעריף חשמל נחסך למשק של:
 $54.7 (\text{אג'קוט"ש}) * 0.7 = 38.3$ אג'קוט"ש (כ- 8.5 סנט'קוט"ש).

החיסקון הכספי מחושב כדלקמן:

$38.1 (\text{אג'קוט"ש}) * 691 (\text{קוט"ש'שנה}) \setminus 100 (\text{אג'קוט"ש}) = 236$ ע"ש'שנה $(58.4 \$ \setminus \text{שנה})$.

מתקבל ערך הגבוה בכ- 8% ביחס למגזר הביתי.

התועלת הכספית מחיסקון במזהמים מתבססת על שקלול תעריפים ב"פסגה" ו"גבע" (מסעיף 7.4.2) המביא לתעריף משוקלל של כ- 1.75 סנט'קוט"ש (כ- 7.9 אג'קוט"ש).

התועלת הכספית:

$1.75 (\text{סנט'קוט"ש}) * 691 (\text{קוט"ש'שנה}) = 12.1 \$ \setminus \text{שנה}$ (54.4 ע"ש'שנה).

חיסקון כספי שנתי (אנרגיה, מזהמים):
 $263 + 54 = 317$ ע"ש'שנה.

ערך נוכחי של החיסקון באנרגיה ומזהמים ב- 15 שנים לפי ריבית של 5% בשנה: 3,290 ע"ש.

החיסקון הכולל (הספק, אנרגיה, ומזהמים): $3,290 + 306 = 3,596$ ע"ש

היחס כלפי הסבסוד ע"י המשק עבור הצרכן הנו: $3,596 (\text{ע"ש}) \setminus 1,010 (\text{ע"ש}) = 3.6$

בהשוואה לסבסוד המגזר הביתי בו מתקבל יחס של 0.24 מדובר באטרקטיביות גבוהה עבור המגזרים המסחריים.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(4) סיכום ביניים

התוצאות הכלכליות המתקבלות בדוגמאות לעיל רלוונטיות להחלפות של מזגנים מסוף שנות ה-80 בעלי $COP=2$ או נמוך ממנו במזגנים בעלי $COP < 2.6$ המיוצרים כיום בארץ או מיובאים מחו"ל.

מצד אחד לגבי מזגנים בעלי COP גבוה יותר (COP מטרה בערך 3 ויותר) קיימת מצד אחד אטרקטיביות גבוהה יותר, בהשוואה לנ"ל בעיקר במגזרים הפעילים בשעות היום.

עם זאת, מצד שני, האטרקטיביות הכלכלית הולכת ויורדת ככל שהמזגן המיועד להחלפה ביעיל יותר הינו משנת ייצור מאוחרת יותר מכיוון וה-COP שלו גבוה יותר.

7.6.2. מתקן מיזוג אוויר מרכזי

מוצגת דוגמא עבור יחידת קירור עם מעבה מקורר אוויר ודוגמא עבור יחידת קירור עם מעבה מקורר מים.

בדוגמאות נלקחים בחשבון המש"בים (פסגה, גבע, שפל) ותעריפי התעו"ז כפי שנלקח בחשבון במזגן יחידתי במגזר המסחרי, וכמפורט שוב להלן:

בעונת הקיץ (חודשים יולי-ספטמבר) הפעילות הנה בחלקה בשעות ה"פסגה" ובחלקה בשעות ה"גבע". שעות ה"פסגה" הן 11:00 - 17:00. שעות ה"גבע" הן 8:00 - 11:00, ו- 17:00 - 24:00. פעילות של 8 שעות ביום, כדוגמא משעה 8:00 עד שעה 16:00 כוללת 5 שעות "פסגה" ו- 3 שעות "גבע".

הפעילות בעונת המעבר הנה בעיקר בחודש יוני. שעות ה"פסגה" הן 8:00 - 22:00. עבור פעילות במשך 8 שעות ביום, כדוגמא, שעות הפעילות הן ב"פסגה".

תעריפי חשמל במתח גבוה (ללא מע"מ):

פסגה" קיץ	: 68.83	אג'קוט"ש
גבע" קיץ	: 39.45	אג'קוט"ש
שקלול "פסגה" ו "גבע" בקיץ	: 57.80	אג'קוט"ש
"פסגה" מעבר	: 45.49	אג'קוט"ש
שקלול עם מעבר ביוני	: 54.70	אג'קוט"ש

(1) החלפת יחידת קירור חשמלית שלימה

החלפת יחידת קירור שלימה רלוונטית הן ליחידות בהן המעבה מקורר ע"י מים (באמצעות מגדל קירור) והן ליחידות בהן המעבה מקורר ע"י אוויר. כ"א מסוגי יחידות אלה כוללת מדחס קירור (או מערך של מס' מדחסים המותקנים על בסיס משותף), מעבה ומאדה לקירור מים (הצ'ילר עצמו).

ערכי COP

יחידות קירור מסוף שנות ה-80 והמקוררת באוויר הנה בעלת ערך אופייני של COP=3.2 (כ- 1.1 קו"ט/טון קירור) ובעלת ערך אופייני של COP=4.4 עבור קירור מים (כ- 0.8 קו"ט/טון קירור)

שיעור הגידול ב-COP הנו כ- 38% עבור יחידה מקוררת אוויר וכ- 43% עבור יחידה מקוררת מים. כלומר: יחידה יעילה מקוררת באוויר, מגיעה בעקבות העלייה ב-COP, לערך של COP=4.4 (הספק חשמל סגולי של כ- 0.8 קו"ט/טון קירור) ואילו יחידה יעילה מקוררת מים מגיעה לערך של COP= 6.3 (הספק חשמל סגולי של 0.55 קו"ט/טון קירור).

החיסכון בהספק חשמל סגולי המתקבל עבור יחידה מקוררת באוויר או מקוררת במים יהיה:

יחידה יעילה מקוררת באוויר	: 0.30	קו"ט/טון קירור
יחידה יעילה מקוררת במים	: 0.25	קו"ט/טון קירור

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

הספק קירור וחשמל בדוגמא עבור הספק יחידה של 1 טון קירור:

יחידה מקוררת באוויר, ישנה, צורכת, כדוגמא, חשמל בהספק סגולי נקוב של 1.1 קו"ט/טון קירור (שווה ערך ל- COP=3.18). יחידה חדשה צורכת כדוגמא חשמל בהספק סגולי נקוב של 0.8 קו"ט/טון קירור (שווה ערך ל- COP=4.4). החיסכון: 0.3 קו"ט/טון קירור (גידול ב- COP בערך של 1.2 המהווה גידול יחסי של 38%). החיסכון האנרגטי על בסיס 8 שעות פעילות ביום במשך 120 ימים (סה"כ 960 שעות): 0.3 (קו"ט) * 960 (שעות/שנה) = 288 קו"ט/שנה

יחידה מקוררת במים, ישנה, צורכת, כדוגמא, חשמל בהספק סגולי נקוב של 0.8 קו"ט/טון קירור (שווה ערך ל- COP=4.4). יחידה חדשה צורכת כדוגמא חשמל בהספק סגולי נקוב של 0.55 קו"ט/טון קירור (שווה ערך ל- COP=6.4). החיסכון: 0.25 קו"ט/טון קירור (גידול יחסי ב- COP של 2 המהווה גידול יחסי 45%). החיסכון האנרגטי על בסיס 8 שעות פעילות ביום במשך 120 ימים (סה"כ 960 שעות): 0.25 (קו"ט) * 960 (שעות/שנה) = 240 קו"ט/שנה

כלכליות:

1 - כלכליות בהיבט הצרכן

התחשיבים להלן הינם עבור יחידת הספק של 1 טון קור, כאמור.

יחידה מקוררת באוויר

חיסכון בחשמל:

$$288 \text{ (קו"ט/שנה)} * 54.7 \text{ (אג'קו"ט"ש)} \setminus 100 = 158 \text{ ש"ש/שנה (35\$/שנה)}.$$

עלות ההחלפה בהיבט הצרכן על בסיס משך החזר השקעה של 3 שנים בריבית שנתית של 6% הנה כ- 420 ש"ח. בערך דולרי לפי שער של 4.5 ש"ח/דולר מדובר בכ- 94\$. הערך הנוכחי הנקי עבור הצרכן בהתבסס על תקופה של 15 שנים וריבית שנתית של 6% הנו: 1,110 ש"ח. ערך ה-IRR: 37%

העלות יחידה (לא כולל מע"מ) : 2,400 ש"ח (כ- \$533)
החיסכון לצרכן בהתקנה (ללא מע"מ) כתוצאה מסבסוד ע"י המדינה:
2,400 - 420 = 1,980 ש"ח (שווה ערך לכ- \$440 לפי שער של 4.5 ש"ח/דולר).

יחידה מקוררת במים

חיסכון בחשמל:

$$240 \text{ (קו"ט/שנה)} * 54.7 \text{ (אג'קו"ט"ש)} \setminus 100 = 131 \text{ ש"ש/שנה (29.2\$/שנה)}$$

עלות ההחלפה בהיבט הצרכן על בסיס משך החזר השקעה של 3 שנים בריבית שנתית של 6% הנה כ- 350 ש"ח. בערך דולרי לפי שער של 4.5 ש"ח/דולר מדובר בכ- 78\$. הערך הנוכחי הנקי עבור הצרכן בהתבסס על תקופה של 15 שנים וריבית שנתית של 6% הנו: 924 ש"ח. ערך ה-IRR זהה לנ"ל: 37%

עלות יחידה (לא כולל מע"מ) : 1,800 ש"ח (כ- \$400)
החיסכון לצרכן בהתקנה (ללא מע"מ) כתוצאה מסבסוד ע"י המדינה:
1,800 - 350 = 1,450 ש"ח (שווה ערך לכ- \$322 לפי שער של 4.5 ש"ח/דולר).

2 - כלכליות בהיבט המשק

יחידה מקוררת באוויר

העלות למשק בסבסוד המזגן שווה לעלות המזגן בניכוי השתתפות הצרכן בחלק במימונו, כלומר:
לחיסכון לצרכן: $1,980 \text{ ₪} - (\text{ללא מע"מ}) = 440 \text{ \$}$ (ללא מע"מ).

היות והחיסכון בהספק אנרגטי התקבל לעיל כ- 0.3 קו"ט הרי העלות הסגולית להספק נחסך הנה:
 $440 \text{ \$} \setminus 0.3 \text{ קו"ט} = 1,467 \text{ \$}$ \ קו"ט

בסעיף " 7.2.1 חיסכון למשק" התקבל כי הערך המהוון של החיסכון הסגולי בעלות ההון כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בטכנולוגית מחז"מ הנה $405 \text{ \$}$ \ קו"ט נחסך (על בסיס ריבית למשק בשיעור של 5% ומשך דחייה של 15 שנים). מתקבל לכן חיסכון שלילי (הפסד) של:

$405 - 1,467 = -1,062 \text{ \$}$ \ קו"ט $(-4,779 \text{ ₪} \setminus \text{קו"ט})$. עבור חיסכון של 0.30 קו"ט מתקבל חיסכון כספי שלילי של $-319 \text{ \$}$ $(-1,435 \text{ ₪})$.

תועלת כספית מחיסכון באנרגיה:

התועלת מתבססת על תעריף חשמל במתח גבוה בשעות ה"פסגה" וה"גבע" בקיץ ובשעות ה"פסגה" במעבר (בעיקר חודש יוני).

תעריף החשמל המשוקלל לעיל, 54.7 אג'קוט"ש , רלוונטי לכאן במרכיב הייצור (70%),

מתקבל תעריף חשמל נחסך למשק של:

$54.7 \text{ אג'קוט"ש} * 0.7 = 38.3 \text{ אג'קוט"ש}$ (כ- 8.5 סנט'קוט"ש).

החיסכון הכספי מחושב כדלקמן:

$38.1 \text{ אג'קוט"ש} * 288 \text{ (קוט"ש'שנה)} \setminus 100 \text{ (אג'קוט"ש)} = 110 \text{ ₪'שנה}$ (שווה ערך ל- $24 \text{ \$'שנה}$).

התועלת הכספית מחיסכון במזהמים מתבסס על שקלול תעריפים ב"פסגה" ו"גבע" (מסעיף 7.4.2) המביא לתעריף משוקלל של כ- 1.75 סנט'קוט"ש (כ- 7.9 אג'קוט"ש).

התועלת הכספית:

$1.75 \text{ (סנט'קוט"ש)} \setminus 100 \text{ (סנט' \$)} * 288 \text{ (קוט"ש'שנה)} = 5.04 \text{ \$'שנה}$ (כ- 23 ₪'שנה).

חיסכון כספי שנתי (אנרגיה, מזהמים):

$110 + 23 = 133 \text{ ₪'שנה}$.

ערך נוכחי של החיסכון באנרגיה ומזהמים ב- 15 שנים לפי ריבית של 5% בשנה: $1,380 \text{ ₪}$.

החיסכון הכולל (הספק, אנרגיה, ומזהמים): $1,380 - 1,435 = -55 \text{ ₪}$
היחס כלפי הסבסוד ע"י המשק עבור הצרכן הנו: $-55 \setminus 1,980 \text{ (₪)} = -0.028$

בדוגמא זו מתקבל הפסד זעיר למשק. המשמעות היא שבמקרה של יחידות מקוררות באוויר הסיכוי לרווחה למשק הינו בחיסכון של מעל ל- 0.3 קו"ט בהשוואה ליחידה ישנה. לחילופין, או בנוסף, יידרש לסבסוד צרכנים המוכנים למשך החזר השקעה הגבוהה מ- 3 שנים.

יחידה מקוררת במים

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

העלות למשק בסבסוד המזגן שווה לעלות המזגן בניכוי השתתפות הצרכן בחלק במימונו, כלומר: לחיסכון לצרכן: 1,450 ₪ (שווה ערך לכ- \$322 לפי שער של 4.5 ₪/\$). היות והחיסכון בהספק אנרגטי התקבל לעיל כ- 0.25 קו"ט הרי העלות הסגולית להספק נחסך הנה: $322 \text{ (\$)} \setminus 0.25 \text{ (קו"ט)} = 1,288 \text{ (\$)} \setminus \text{קו"ט}$

בסעיף " 7.2.1 חיסכון למשק" התקבל כי הערך המהוון של החיסכון הסגולי בעלות ההון כתוצאה מדחיית הקמת תחנת כוח בטכנולוגית מחז"מ הנה \$405 \setminus \text{קו"ט} נחסך (על בסיס ריבית למשק בשיעור של 5% ומשך דחייה של 15 שנים). מתקבל לכן חיסכון שלילי (הפסד) של:

$1,288 - 405 = -883 \text{ (\$)} \setminus \text{קו"ט}$ (-3,973 ₪ \setminus \text{קו"ט}). עבור חיסכון של 0.25 קו"ט מתקבל חיסכון כספי שלילי של \$-264 (-1,192 ₪).

תועלת כספית מחיסכון באנרגיה:
התועלת מתבססת על תעריף השמל במתח גבוה בשעות ה"פסגה" וה"גבע" בקיץ ובשעות ה"פסגה" במעבר (בעיקר חודש יוני).

תעריף החשמל המשוקלל לעיל, 54.7 אג'קוט"ש, רלוונטי לכאן במרכיב הייצור (70%),

מתקבל תעריף חשמל נחסך למשק של:
54.7 (אג'קוט"ש) * 0.7 = 38.3 אג'קוט"ש (כ- 8.5 סנט'קוט"ש).

החיסכון הכספי מחושב כדלקמן:
38.1 (אג'קוט"ש) * 240 (קוט"ש\שנה) \setminus 100 (אג'קוט"ש) = כ- 91 ₪\שנה (שווה ערך ל-20 \$\שנה).

התועלת הכספית מחיסכון במזהמים מתבססת על שקלול תעריפים ב"פסגה" ו"גבע" (מסעיף 7.4.2 המביא לתעריף משוקלל של כ- 1.75 סנט'קוט"ש (כ- 7.9 אג'קוט"ש).

התועלת הכספית:
1.75 (סנט'קוט"ש) \setminus 100 (סנט\\$) * 240 (קוט"ש\שנה) = 4.2 \$\שנה (כ- 20 ₪\שנה).

חיסכון כספי שנתי (אנרגיה, מזהמים):
91 + 20 = 111 ₪\שנה.

ערך נוכחי של החיסכון באנרגיה ומזהמים ב- 15 שנים לפי ריבית של 5% בשנה: 1,152 ₪.
החיסכון הכולל (הספק, אנרגיה, ומזהמים): $1,152 - 1,192 = -40$ ₪
היחס כלפי הסבסוד ע"י המשק עבור הצרכן הנו: $-40 \setminus 1,450 \text{ (₪)} = -0.028$

גם בדוגמא זו מתקבל הפסד זעיר למשק. המשמעות היא שבמקרה של יחידות מקוררות באוויר הסיכוי לרווח למשק הינו בחיסכון של מעל ל- 0.25 קו"ט בהשוואה ליחידה ישנה. לחילופין, או בנוסף, יידרש לסבסד צרכנים המוכנים למשך החזר השקעה הגבוהה מ- 3 שנים.

7.6.3 סיכום כלכלי

(1) מזגן יחידתי

קיימת אטרקטיביות כלכלית לגבי סבסוד מזגנים במגזרים הפעילים בשעות היום בתעריפי תעו"ז (מגזרים תעשייתיים, מסחריים, ציבוריים). תמיכה בסבסוד מזגנים ביתיים אינה אטרקטיבית אם בכלל.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון ודי"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

בניתוח נתוני מאקרו לגבי כלל מיזוג האוויר במשק בתנאי סבסוד החלפת מזגנים ליעילים יותר כך שמשך החזר ההשקעה לצרכן הנו 3 שנים כדוגמא מתקבל היסכון מהוון למשק בשיעור של 112 מליון \$ עבור COP 2004 ו- 445 מליון \$ עבור COP 2005.

בניתוח נתוני מיקרו לגבי דוגמא של החלפת מזגן יחידתי מדגמי ייצור מתחילת שנות ה-90 - בעלי COP=2 או נמוך ממנו במזגנים בעלי COP < 2.6 המיוצרים כיום בארץ או מיובאים מחו"ל - מתקבלת כלכליות אטרקטיבית למשק עבור יחידות הפעילות ביום בלבד. לגבי מזגנים במגזר הביתי הפעילים בעיקר בשעות אחה"צ קיימת, אם בכלל, כלכליות גבולית למשק. נלקח בחשבון כדוגמא מזגן בהספק של 2.5 כ"ס במקור הפעיל 960 שעות בשנה (8 שעות ביום, 120 ימים בשנה). להלן ממצאים עיקריים:

לגבי מזגנים בעלי COP גבוה יותר (COP מטרה בערך 3 ויותר) קיימת מצד אחד אטרקטיביות גבוהה יותר, בהשוואה לנ"ל בעיקר במגזרים הפעילים בשעות היום. מצד שני, האטרקטיביות הכלכלית הולכת ויורדת ככל שהמזגן המיועד להחלפה ביעיל יותר הינו משנת ייצור מאוחרת יותר מכיוון וה-COP שלו גבוה יותר.

סיכום (הערכים בטבלה הינם להספק יחידה של 1 טון קירור):

מס'	תאור	יחידה	מזגן פעיל ביום		מזגן פעיל אחה"צ ובערב	
			משק	צרכן	משק	צרכן
1	גידול ב-COP	-	0.74 = 1.89 - 2.63			
2	היסכון שווה ערך בהספק חשמל	קו"ט	0.72 = 1.84 - 1.12			
3	היסכון באנרגיה	קוט"ש\שנה	691			
4	היסכון כספי	ש"שנה	378	317	332	293
5	השקעה (צרכן), סבסוד (משק)	ש	1,010	1,122	856	2,462
6	היסכון בעלות הון לתחנת כוח	ש"ח	-	1,822	-	0
7	משך החזר השקעה	שנים	3	-	3	11
8	ערך נוכחי נקי	ש"ח	2,661	3,389	1,986	579
9	ערך נוכחי נקי\השקעה	ש"ש"ח	2.6	2.8	2.3	0.24
10	IRR	%	37%	-	38%	8%
11	רביית שנתית	%	6%	5%	8%	5%
12	משך קיים / דחייה	שנים	15			

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיכוך

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

(2) יחידת קירור מרכזית

התוצאות הכלכליות המתקבלות בדוגמא לעיל רלוונטיות להחלפות של יחידות קירור למיזוג אוויר מרכזי מושלמות מטכנולוגיות של סוף שנות ה-80 לטכנולוגיות יעילות להיום.

נבדקו לדוגמא החלפות של טכנולוגיות ב- 2 סוגים:

- (1) יחידת קירור עם מעבה מקורר אוויר
- (2) יחידת קירור עם מעבה מקורר מים

השיפורים ביעילות בטכנולוגיות הנ"ל נלקחו בחשבון כחיכוך מינימלי של 0.3 קו"ט/טון קירור (שווה ערך לתוספת ב-COP בשיעור של 1.2) עבור יחידות קירור עם מעבה מקורר אוויר וכחיכוך מינימלי של 0.25 קו"ט/טון קירור) שווה ערך לתוספת ב-COP בשיעור של כ- 2.1). לגבי כ"א מהמקרים נלקח בחשבון משך החזר השקעה לצרכן כ- 3 שנים כבסיס להיקף הסבסוד ע"י המשק.

בשני המקרים מתקבל הפסד קטן למשק (מאזן אפסי בקירוב). כלומר: ההפרש בין החיכוך למשק בהיוון ל- 15 שנים (המשקלל דחית הקמת תחנת כוח, חיכוך באנרגיה וחיכוך במזהמים) לבין היקף הסבסוד לצרכנים. המשמעות היא שהסבסוד כדאי למשק רק במקרים בשיעור COP הגבוה מהנ"ל ו/או נכונות הצרכן להשקיע גם אם משך החזר ההשקעה גבוה מ- 3 שנים.

סיכום (הערכים בטבלה הינם להספק יחידה של 1 טון קירור):

מס'	תאור	יחידה	יחידה מקוררת אוויר		יחידה מקוררת מים	
			צרכן	משק	צרכן	משק
1	גידול ב-COP	-	1.2 = 4.4 - 3.2	2.1 = 4.4 - 6.3		
2	חיכוך שווה ערך בהספק חשמל	קו"ט	0.3 = 1.1 - 0.8	0.25 = 0.8 - 0.55		
3	חיכוך באנרגיה	קוט"ש/שנה	288	240		
4	חיכוך כספי	ש"ש/שנה	158	131	111	
5	השקעה (צרכן), סבסוד (משק)	ש"ה	420	350	1,450	
6	חיכוך בעלות הון לתחנת כוח	ש"ה	-	-	-40	
7	משך החזר השקעה	שנים	3	-	3	
8	ערך נוכחי נקי	ש"ה				
9	ערך נוכחי נקי/השקעה	ש"ש/ש"ה				
10	IRR	%	37%	-	38%	8%
11	רביית שנתית	%	6%	5%		
12	משך קיים / דחייה	שנים			15	

8. המלצות למדיניות ויישום סיוע ע"י המדינה

8.1 עקרונות כלליים

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

- סיוע במענק כספי ישיר (סבסוד)
- סיוע בשווה כסף

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

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

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

(2) **סיוע לצרכנים בשווה כסף**. לקטיגוריה 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 ערך ה-COP כך שיתעדכן בהתאם לזמינות הטכנולוגית.
- 2 - נושא נוסף, חשוב ביותר ונרחב הוא קידום נושא הבנייה מודעת האקלים – "בניה ירוקה", ויישום תקן אנרגטי למבנים.

נושא החסכון באנרגיה באמצעות תפעול נכון של המזגנים (כיוון טמפרטורה, ניקוי מסננים, שימוש באוורור במקום מיזוג ועוד) חייב לקבל תשומת לב רבה, שכן באמצעים פשוטים, יחסית, ניתן להגיע לשעורי חסכון ניכרים.

3 - 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 שביאו את הצרכנים (הבלתי מקצועיים, בעיקר הציבור הרחב) ליישם מיזוג אוויר יעיל בהספקים המתאימים לאופי המבנה, למשטר השימוש ולסביבה האקלימית.

4 - הפצת מידע בסיסי ויזואלי באמצעי המדיה המתאימים (טלוויזיה, אינטרנט) אשר יכוון לפעולות פשוטות לחיסכון (כגון: ניקוי מסננים, כוונן טמפרטורה, אוורור במקום מיזוג וכו').

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות היסכון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

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

8.2. סיוע לצרכנים במענק כספי ישיר

(1) מגזרי צריכה

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

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

עיקר התרומה לפוטנציאל החיסכון הנה מיחידות מייצור מהשנה 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 לקו"ט נחסך:

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

(4) תכנית פעולה

1 - מזגנים יחידתיים

[1] הכנת תסקיר

- התסקיר יציג רשימה של המזגנים המותקנים ואת המזגנים המיועדים להסבה ביעילים.
- לרשימה יצורף מסמך של גורם המעיד על פעילות המזגנים (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 המזגן: יצרן, דגם, הספק חשמל, שנת ייצור, כתובת מיקום המזגן, בעלים.
- לתסקיר יצורף דף יצרן המציג את ה-COP של המזגן החדש. לגבי מזגנים מוסבים ששנת ייצורם לאחר 1997 יצורף גם דף יצרן המציג את ה-COP הקיים.

[2] בדיקת התסקיר

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

2 - מזגנים מרכזיים

[1] 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.

[2] בדיקת התסקיר

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

ביבליוגרפיה

מקורות בישראל

1. דוחות שנתיים של חברת החשמל לישראל בע"מ "דין וחשבון סטטיסטי של חברת החשמל" (שנים: 1982/3 1994 , 2002); מידע צרכני שרוכז לסקר ע"י המחלקה לסטטיסטיקה בחברת החשמל.
2. שנתונים סטטיסטיים של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (בנושאי חשמל, ייצור וייבוא מזגנים, בתי מלון, בתי חולים, מגורים) (שנים 1970-2003); משרד השיכון (מגורים); משרד הבריאות (בתי חולים); התאחדות בתי המלון (בתי מלון).
3. נתוני COP מיצרן גדול בישראל של מזגנים יחידתיים (שנים 1994-2004).
4. תעריפי עלות זיהום אוויר על ידי הוועדה לעניין מתכונת מימוש החלטת ממשלה מס' חכ/44 בנושא אנרגיות מתחדשות (אומץ על ידי הרשות הציבורית – חשמל).

מקורות בחו"ל

5. Unitary Air Conditioner Energy Efficiency Ratio for United States shipments. Data from ARI 1999
6. Energy Efficiency Ratio (EER) and Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) / PREGON Department of Energy Residential Tax Credit Program
7. CEE Super-Efficient High-Efficiency Commercial Air Conditioning and Heat Pumps Initiative (HECAC) / 2003 Consortium for Energy Efficiency, Inc. / www.cee1.org
8. Air Conditioner Efficiency Standards: SEER 13 vs SEER 12 / U.S. DOE
9. Energy Star Program Requirements for Residential Air-Source Heat Pumps (ASHPs) and Central Air Conditioners
10. Equipment Efficiency Standards / ASHRAE
11. Centrifugal Chiller Energy Consumption Data / United States shipment / American Standard Inc. (*)

נספחים

נספח 1 פעילות בחו"ל

נספח 1.1 - דוגמאות מקליפורניה ארה"ב לצמצום צריכת שיא בחשמל

מדינת קליפורניה עמדה בראשית שנות 2000 בפני משבר חמור במשק החשמל. לימוד הצעדים שננקטו בקליפורניה יכול להצביע על מספר דרכים בהן ניתן לנקוט גם בישראל ולכן, נביא בנספח זה תקציר המציג את עיקרי הבעיות והפתרונות שנמצאו³.

שבעה גורמים הביאו למשבר משק החשמל בקליפורניה בראשית שנות 2000:

1. תחנות הכוח הקיימות עבדו בתפוקה מרבית ולא היה תכנון להקמת תחנות נוספות.
2. ניכרה עליה בצריכת החשמל גם בגלל גדול האוכלוסייה וגם עליה בצריכה לנפש.
3. קליפורניה יבאה כ 20% מצריכת האנרגיה שלה, בעיקר בשעות השיא. מאחר וספקיות האנרגיה לא הצליחו לספק לעצמן את דרישות האנרגיה, בוודאי שלא יכלו לייצא אנרגיה לקליפורניה.
4. כבר בשנות ה 70', בעת משבר האנרגיה, הוקצו בקליפורניה משאבים רבים לשמור אנרגיה ולייעול השימוש, אולם, בשנות ה 80', עם ירידת מחירי הנפט, ירדה האטרקטיביות של תוכניות אלה. יש לציין כי למרות הנ"ל, בלחץ הממשל והצבור פותחו תוכניות בהן חברות מקבלות סובסידיות ישירות בגין כל קוט"ש נחסך. מימון תוכניות אלה הגיע בשנת 1994 לסך 500 מיליון דולר.
5. בשנת 1996 נפסקו כל התוכניות הנ"ל עקב פתיחת שוק האנרגיה לתחרות ודה-רגולציה. במסגרת הדה-רגולציה התקבלה תקנה AB 1890 לפיה חברות יוכלו לשלם תעריפים זולים לחשמל, זאת ועוד- נקבע בתקנה כי יהיו גם מחירי גג לחשמל. משמעות התקנה היתה פתיחת שוק החשמל והעדר מחויבות ספק החשמל להתחייב לטווח ארוך. לפיכך, חברות החשמל יכלו לבחור למי לספק וחלק מספקי החשמל בתוך קליפורניה העדיפו לייצא, למרות שבקליפורניה עצמה היה מחסור. מאחר והוכתבו תעריפי גג, מחירי החשמל לצרכן הסופי לא שיקפו את המחיר האמיתי והתוצאה היתה צריכת אנרגיה בלתי מרוסנת, במחירים זולים, בעיקר בחודשי הקיץ.
6. הגורם השישי ביצירת המשבר בקליפורניה היה בצורת קשה. באופן רגיל סופקו כ 35% מכלל האנרגיה בקליפורניה מתחנות הידרואלקטריות, בעקבות הבצורת ירד חלקן אל מתחת ל 25%.
7. בנוסף לנ"ל, בינואר 2001 נסגרו מספר תחנות כח (לטענת בעלי התחנות עקב תקלות טכניות, לדעת אחרים הסיבה היתה נעוצה במניפולציה מצד בעלי התחנות לגרום למחסור ולדרוש עליית מחירים).

מחישובים שמרניים עלה כי קליפורניה צריכה להפחית כ 1000 MW בשעות השיא על מנת לספק את הצריכה (מתוך צריכה כוללת בשיא שעומדת על כ 50000 MW). חישובים מחמירים יותר הראו כי המחסור בשעות השיא עומד על 6000 MW. בשעות השיא צורך הסקטור הביתי בקליפורניה 35% מסך הצריכה (14% למזוג אוויר), הסקטור העסקי צורך אף הוא 35% (13.5% למזוג אוויר) והסקטור הממשלתי צורך 3.9% (כ 40% מהם למזוג אוויר, קרי, 1.5% מהסך הכולל). סה"כ נדרשים 29% מכלל צריכת החשמל בשיא לספק את צריכת מזוג האוויר.

³ Sources: www.fypower.com, www.energystar.gov, www.aceee.org, www.weea.org, www.energy.ca.gov/peakload.

סקר מיזוג אוויר: פוטנציאל ומדיניות חיטון

מוסד שמואל נאמן בטכניון וד"ר משה הירש-מהנדס יועץ, עבור המשרד לאיכות הסביבה

על מנת לספק את הביקושים הגוברים, הוחלט לקדם הקמת תחנות כוח ובמקביל להפחית צריכת החשמל בעיקר במבני צבור וצרכנים גדולים:

1. בספטמבר 2001 הועברה תקנה AB 970 אשר בעיקרה כללה השקעות בסך 250 מיליון דולר לפרויקטים של חיטון באנרגיה. התוכנית כללה השתתפות במימון החלפת מקררים, מכונות כביסה ומזגני אוויר ישנים במכשירים חדשים ויעילים יותר אנרגטית. כמו כן, גובשו תוכניות ליעול צריכת האנרגיה בבתי ספר, בתים ומוסדות.

2. בנוסף לתקנה הנ"ל נוספו תקנות ותקציבים נוספים שהגיעו עד למעלה מ 800 מיליון דולר והם הופנו בעיקר למתן הנחות על מכשירי חשמל חסכוניים, החלפת ציוד ותמריצים להפחתת אנרגיה במבנים.

3. תוכנית 20/20 הציעה 20% הנחה נוספת על הפחתה של 20% בצריכת החשמל באותו חודש של מבנה/ מוסד/ ארגון.

4. כל התוכניות לוו בהסברה (החל מהסברת חשיבות ניקוי והחלפת פילטרים- פעולה שאינה עולה כסף ויכולה להביא לצמצום צריכת החשמל בכ 2%, כבוי מזגנים בסוף יום עבודה, כיוון טמפרטורת המזגן: 20 מע"צ בחורף ו 25 מע"צ בקיץ פעולה שיכולה לצמצם צריכת חשמל ב 5%), קמפיילים תקשורתיים, אתרי אינטרנט פעילים, פרסום, הדרכת אנשי תחזוקת מבנים וכו'.

דוגמאות רבות ניתן למצוא לתוכניות הנ"ל. כך למשל, בסקרמנטו מציעה SMUD (SACRAMENTO MUNICIPAL UTILITY DISTRICT) הנחות לרכישת מוצרים חסכוניים באנרגיה: \$625-200 הנחה למזגני אוויר מרכזיים הנושאים סימול ENERGY STAR, למזגני חדר ניתנת הנחה של \$50. את ההנחות יכולים לקבל התושבים באם הם רוכשים מחנויות הנמצאות בהסדר מימון זה, המפורטות באתר האינטרנט.

נספח 2

קובץ דיאגרמות גרפיות

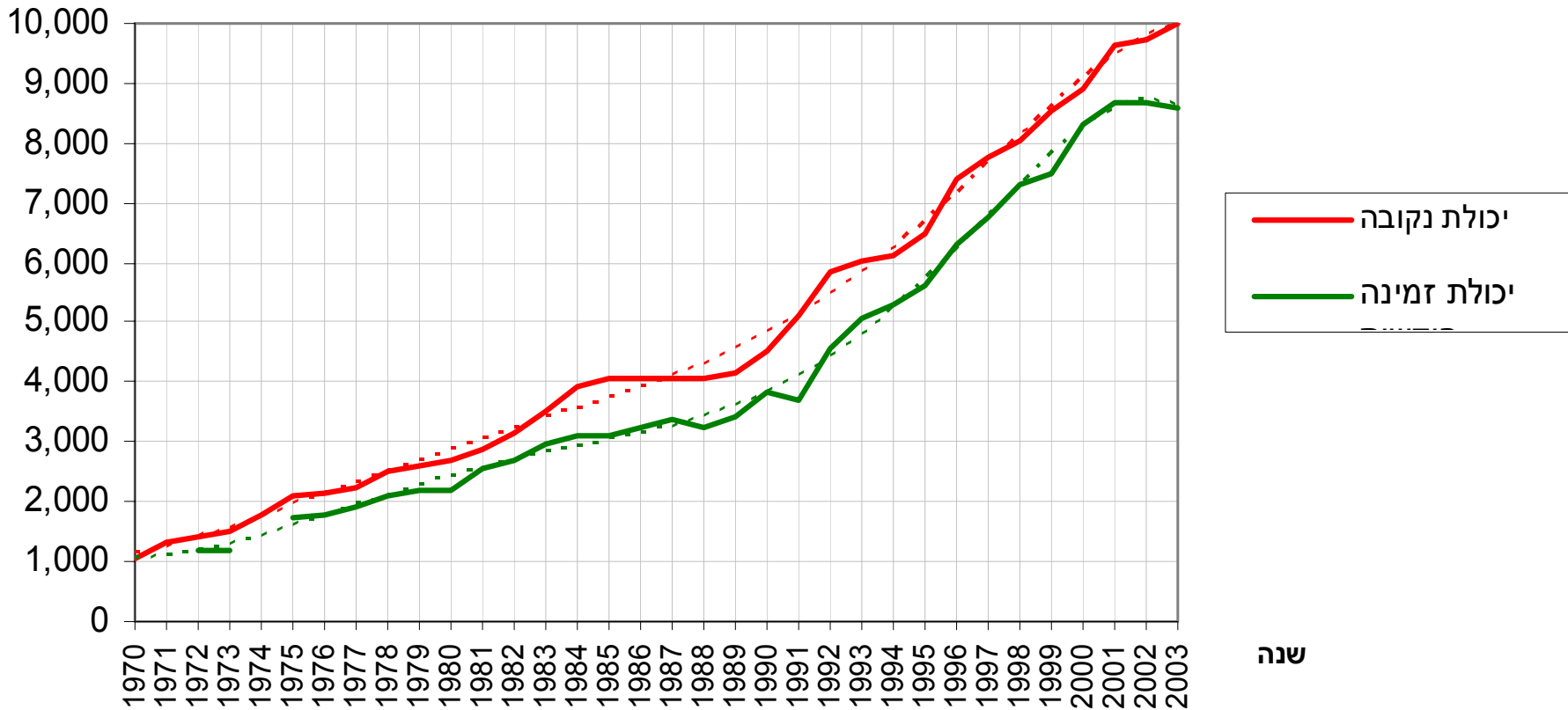
במסגרת העבודה הוכנו 57 דיאגרמות גרפיות צבעוניות המציגות גרפים בתחומים כדלקמן:

- התפתחות צריכת חשמל (הספק ואנרגיה) כוללת (שנתית וחודשית) בשנים 1970-2003
- התפתחות צריכת חשמל (הספק ואנרגיה) ייעודי למיזוג אוויר (שנתית וחודשית) בשנים 1980-2003
- התפתחות הגידול ב-COP עבור מזגנים יחידתיים (ישראל וארה"ב) ומרכזיים (ארה"ב) בשנים 1990-2004
- פרופילי ההשפעה של ייעול מזגנים על הצריכה השנתית והמצטברת בשנים 1980-2002
- פרופילי היסכון בהספק ואנרגיה עם השנים 1980-2002

הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה שנתיים

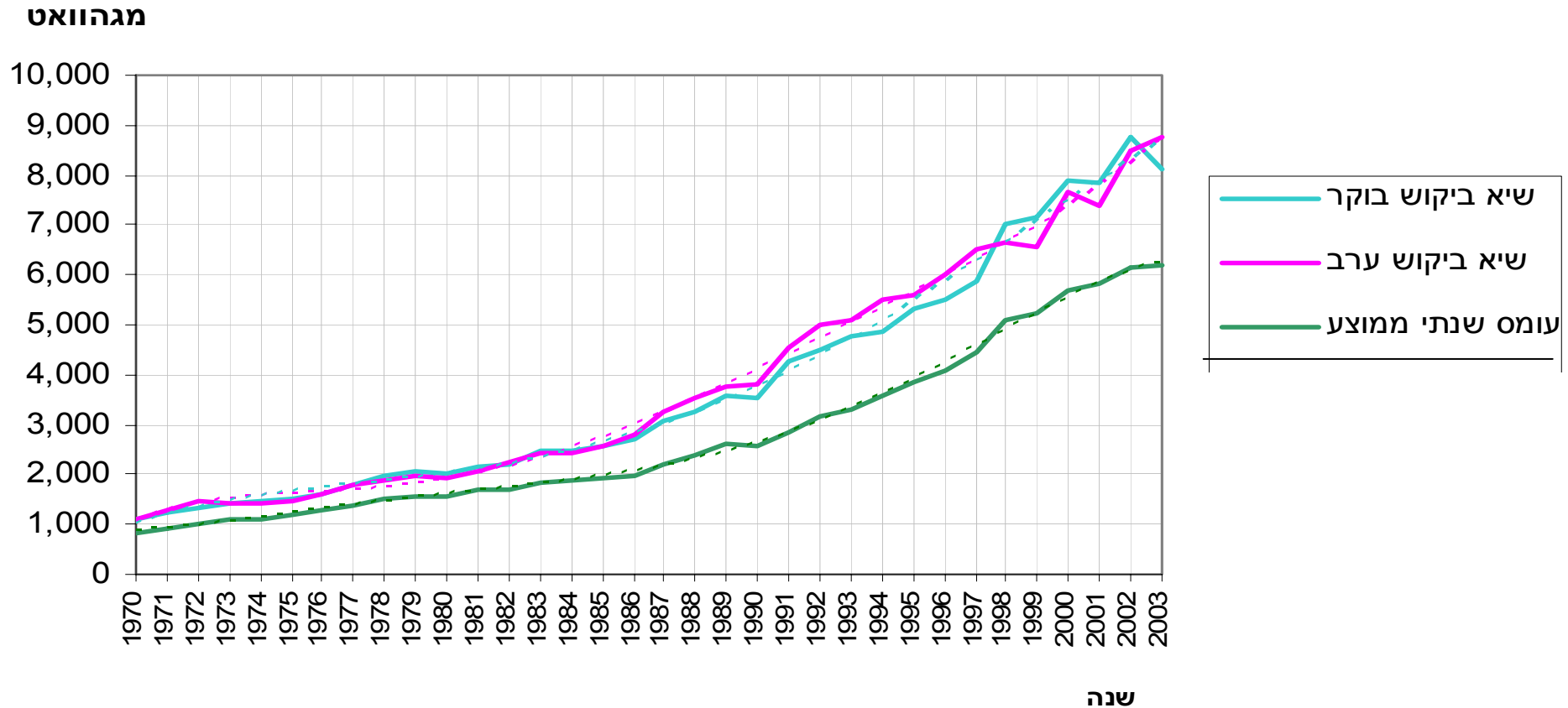
ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

מגהוואט



הספק: שיאי ביקוש (בוקר וערב) ועומס שנתי ממוצע

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

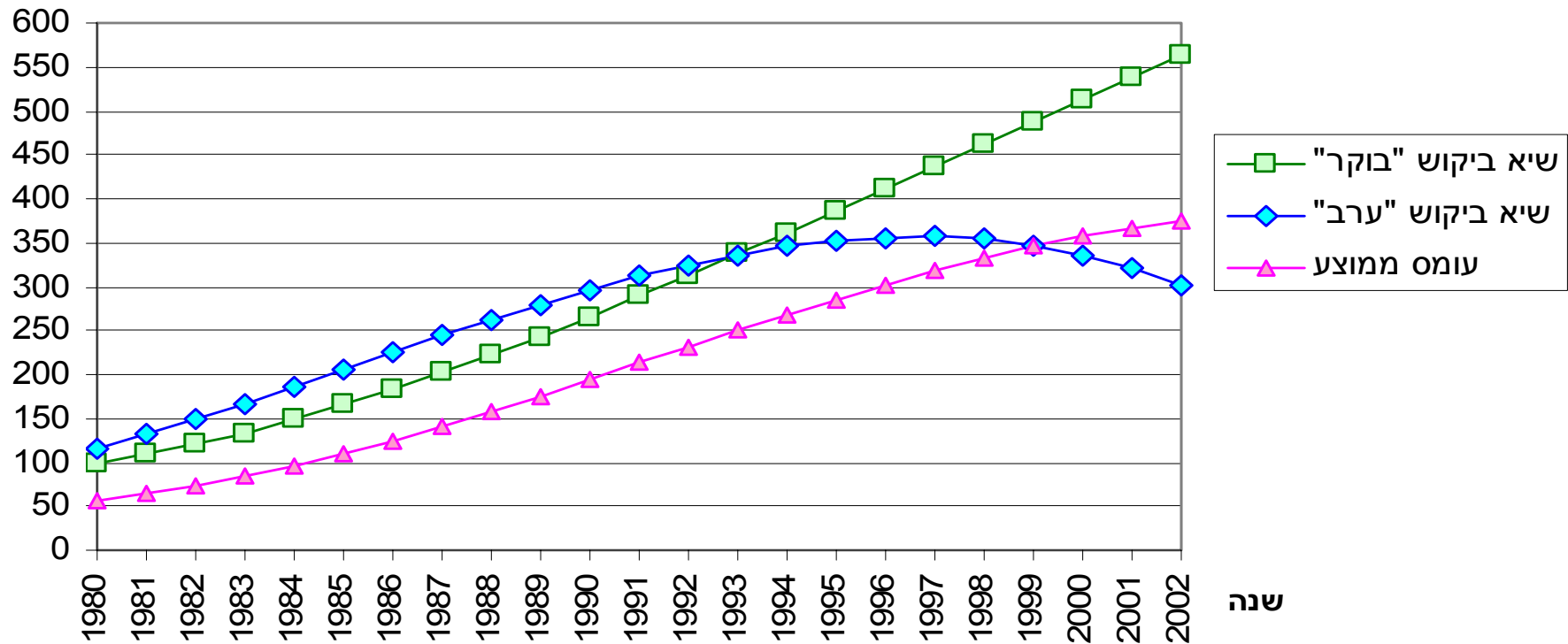


גידול שנתי בהספק חשמל שיא ביקוש ועומס ממוצע כולל

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

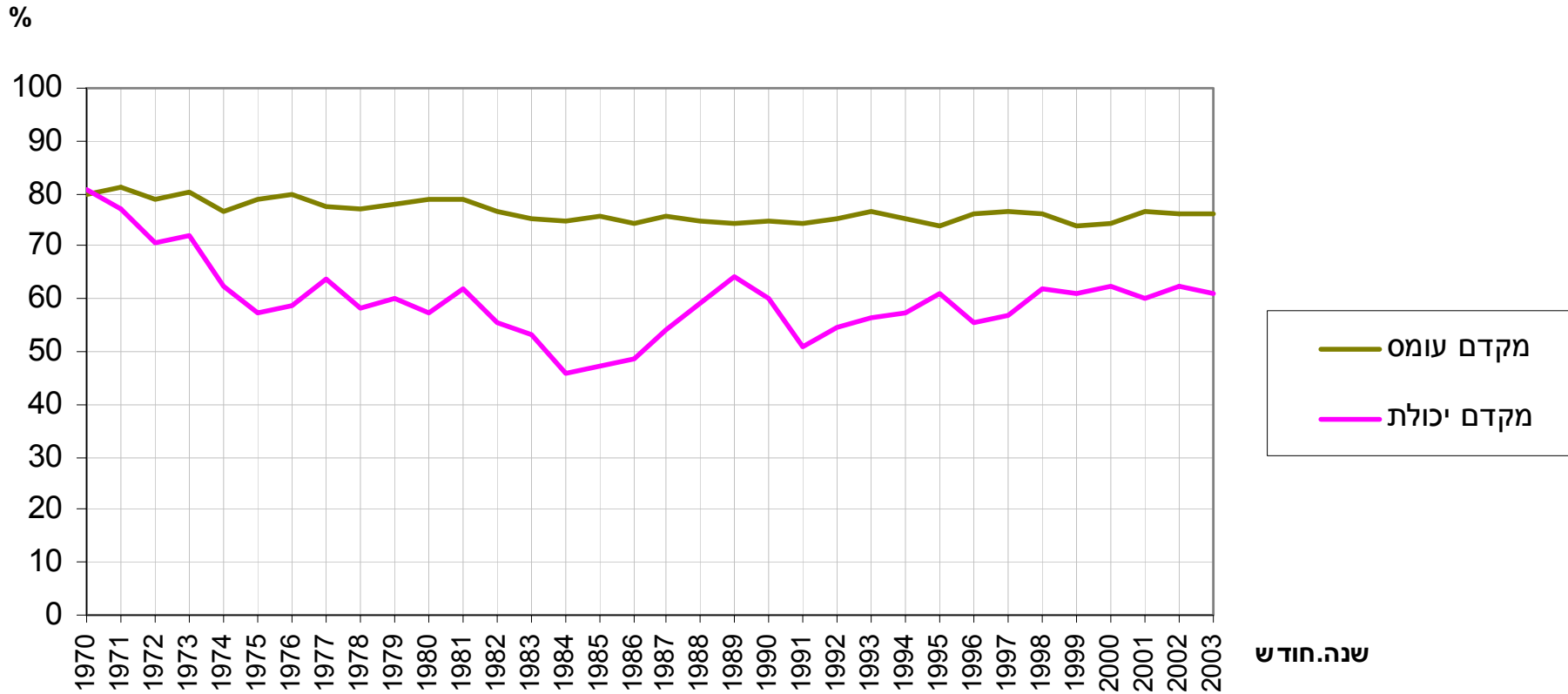
ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

מגהוואט\שנה



הספק: מקדם עומס ומקדם יכולת שנתיים

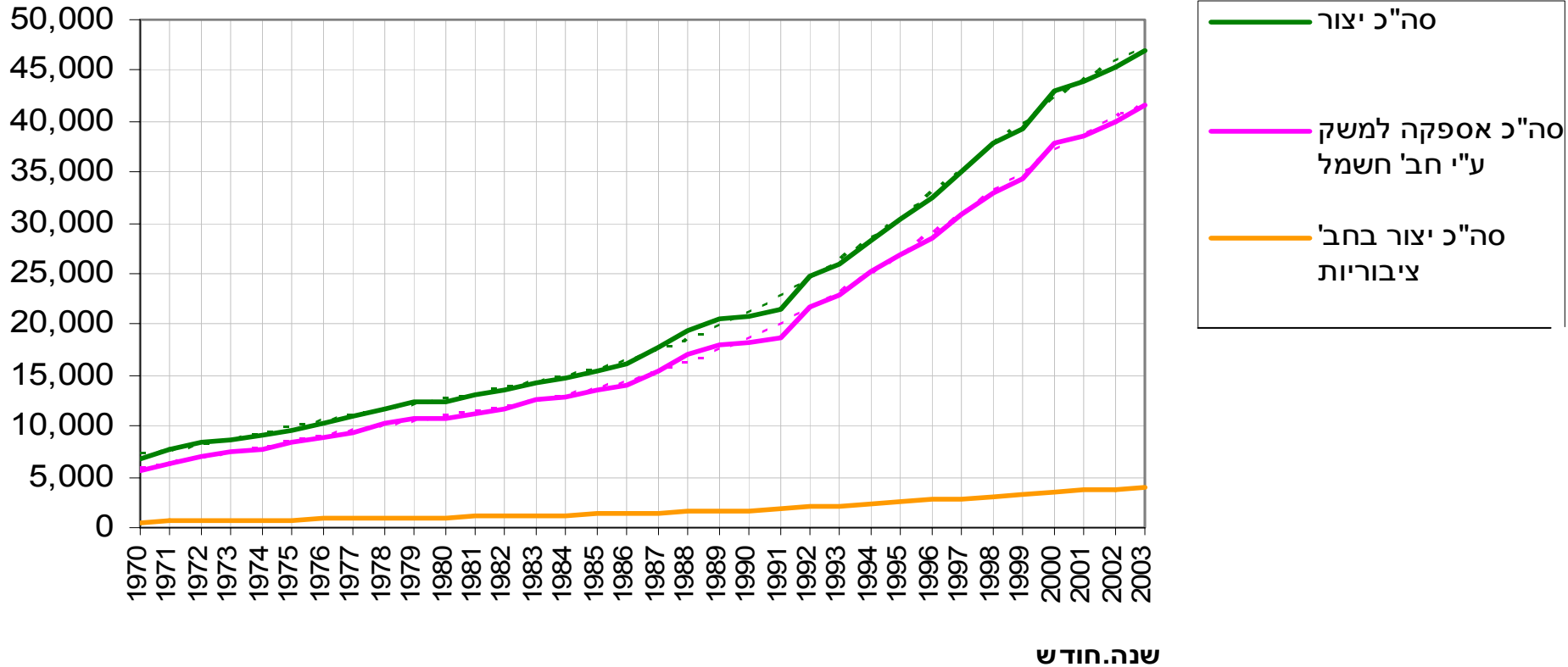
ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2



אנרגיה : ייצור חשמל שנתי – כולל, ע"י חב' חשמל, ע"י חברות ציבוריות

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

מליוני קוט"ש

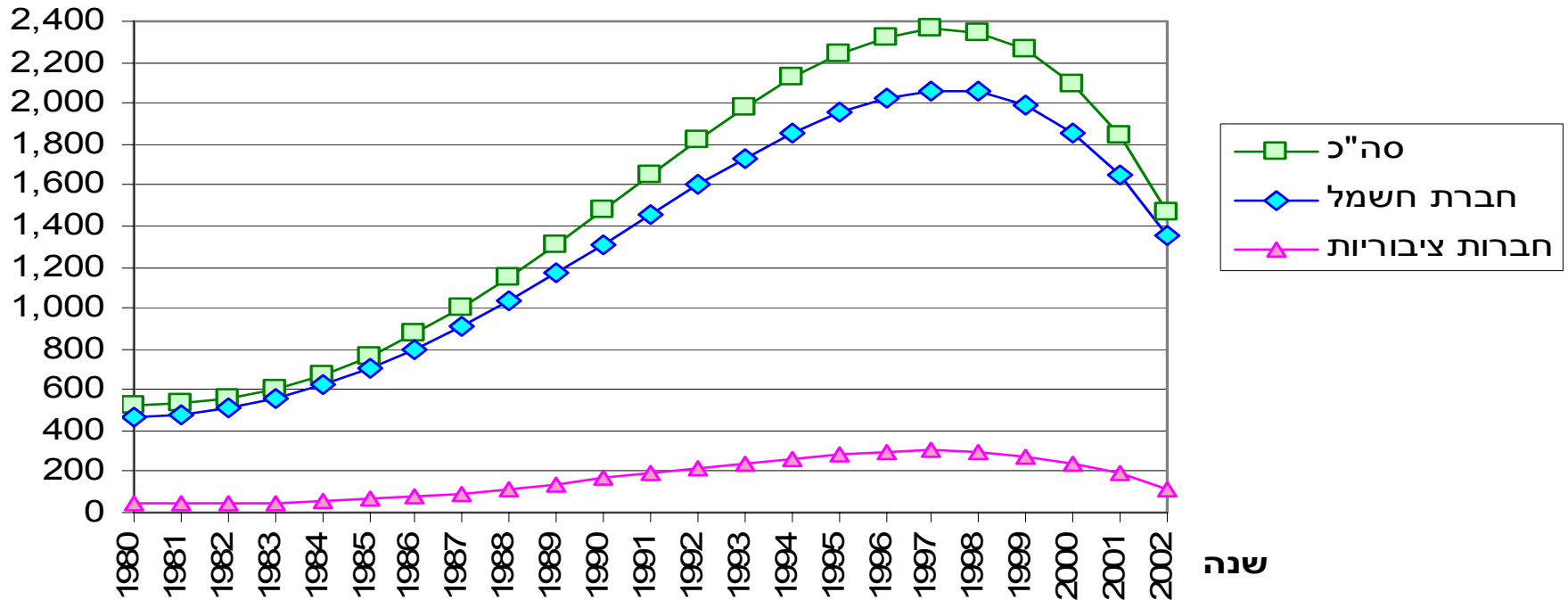


גידול שנתי בייצור אנרגיה חשמלית כוללת שנתית

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

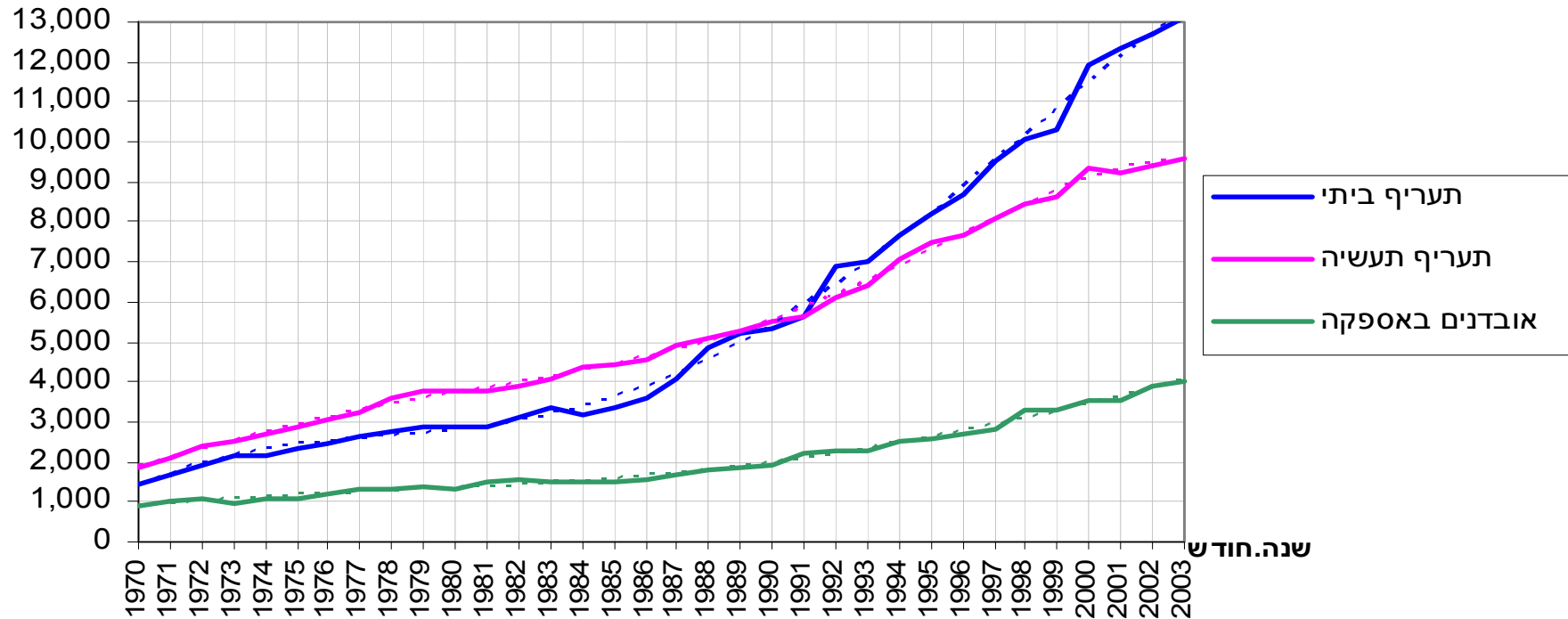
מליוני קוט"ש לשנה



אנרגיה: צריכת חשמל שנתית - תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

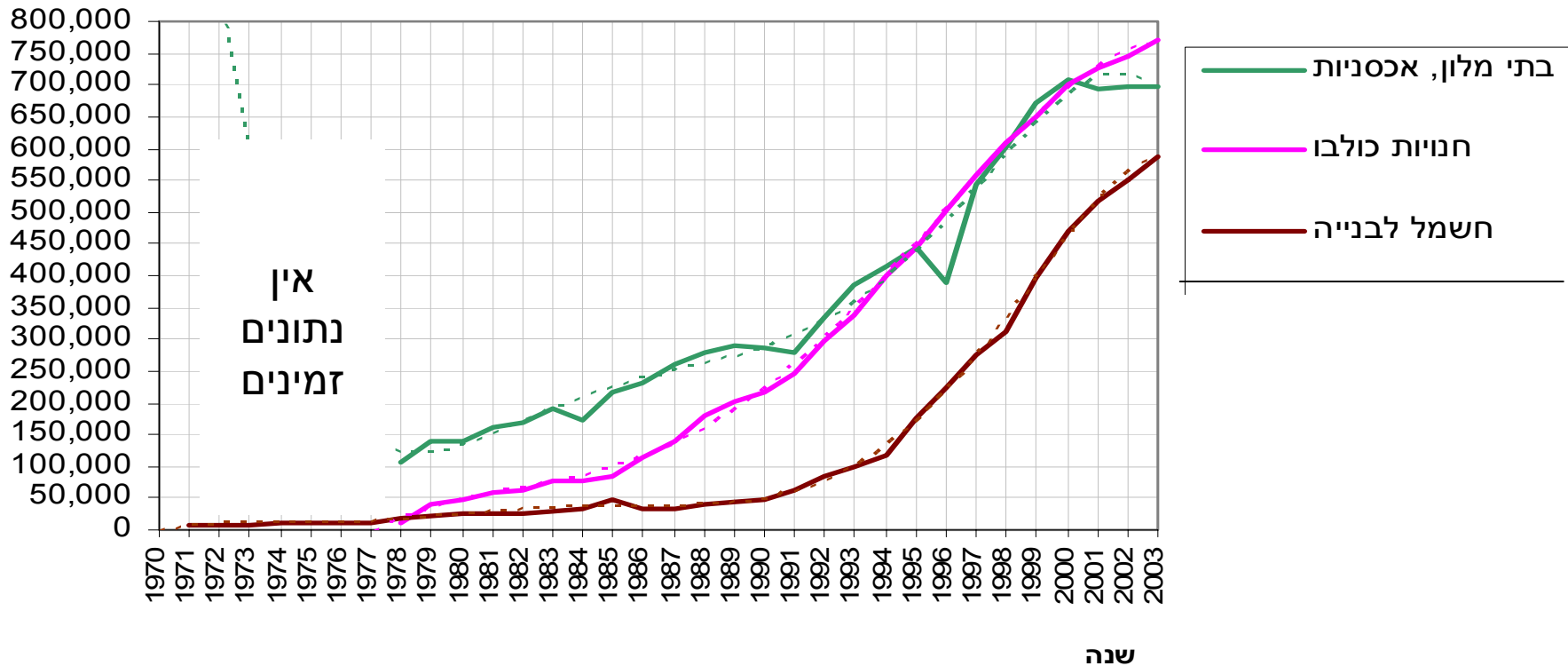
מיליוני קוט"ש



אנרגיה: צריכת חשמל שנתית - מגזרי בתי מלון ואכסניות, חנויות כלבו, בניה

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

אלפי קוט"ש

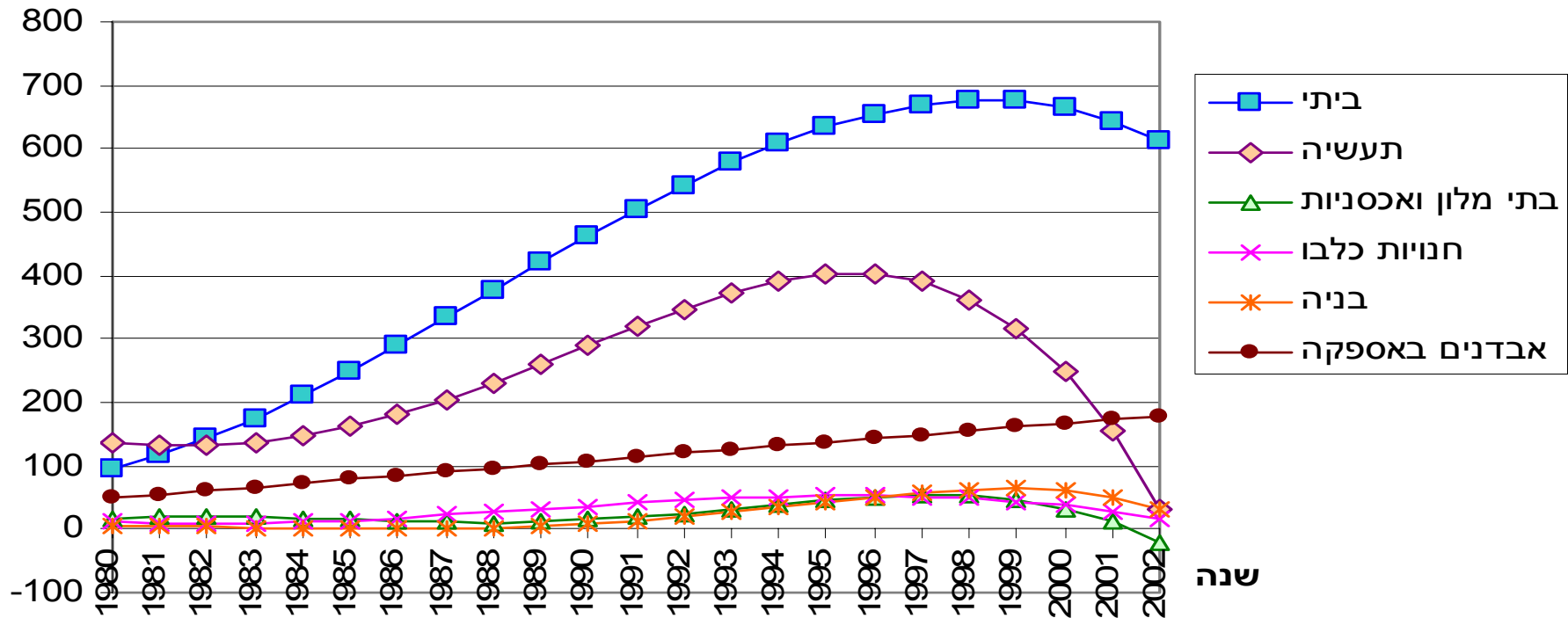


גידול שנתי בייצור אנרגיה חשמלית במגזרים שונים

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

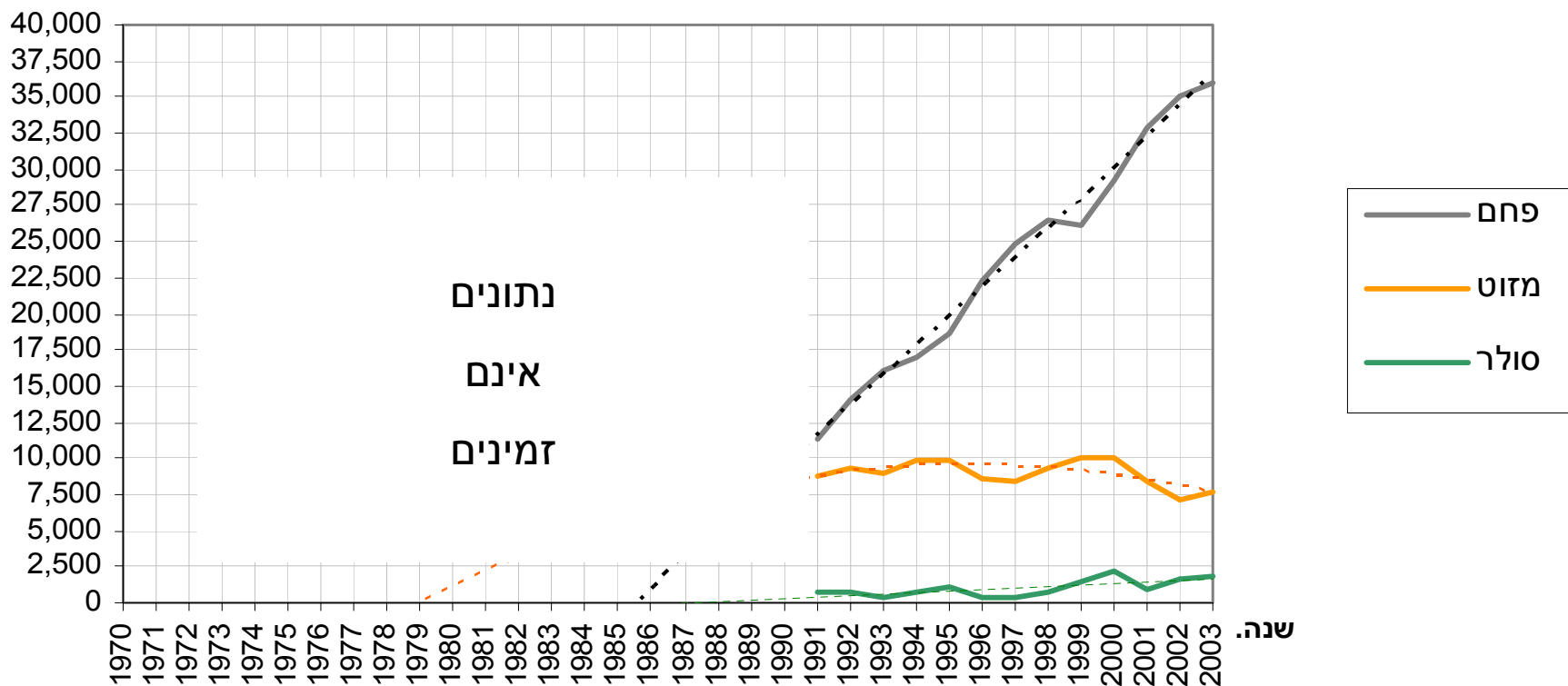
מיליוני קוט"ש לשנה



אנרגיה : ייצור חשמל שנתי – התפלגות לדלקים לייצור חשמל (פחם, מזוט, סולר)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.1.2

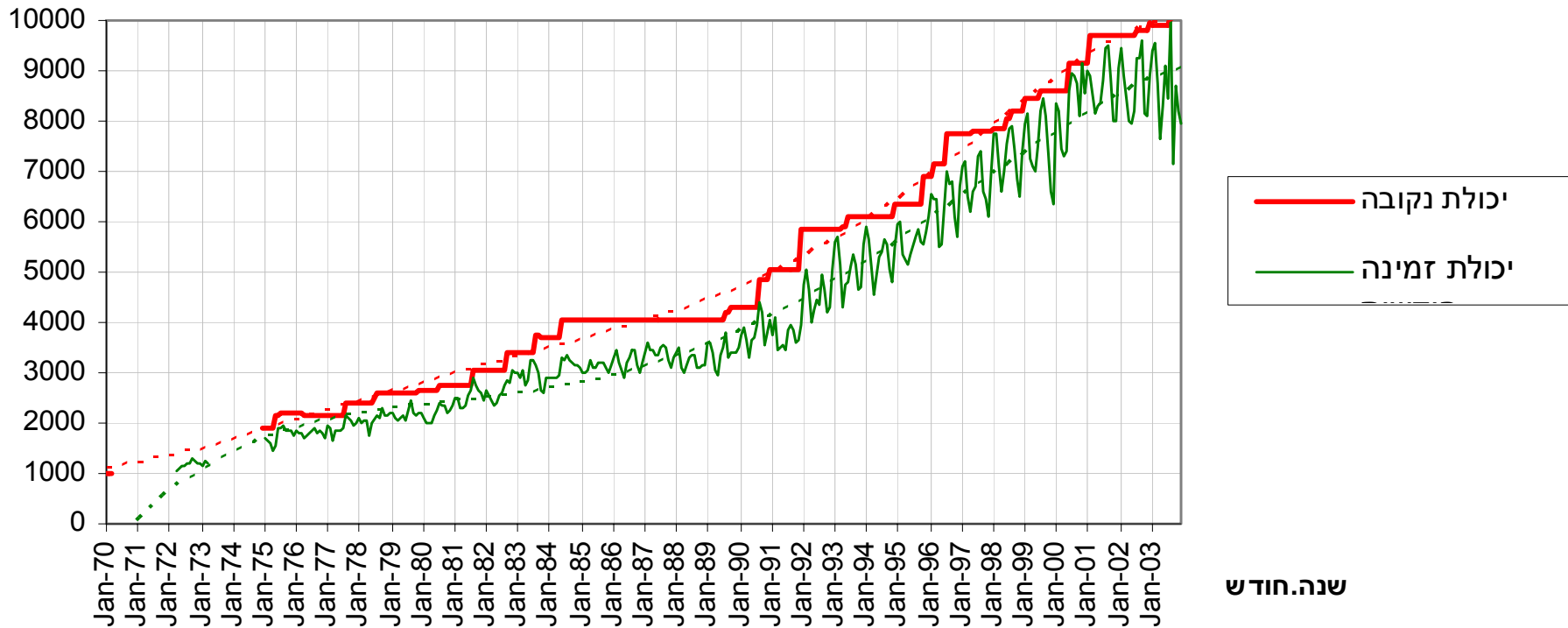
מליוני קוט"ש



הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

מגהוואט

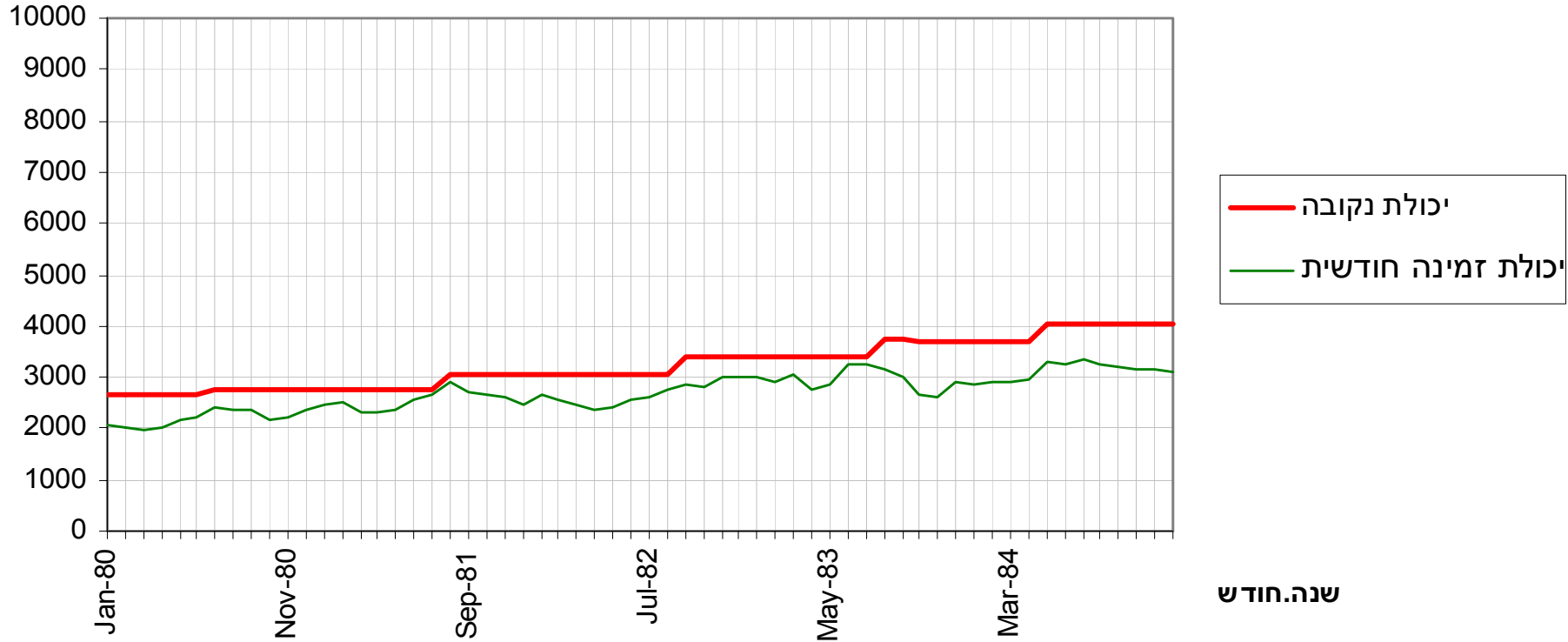


שנה.חודש

הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 1980-1984

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

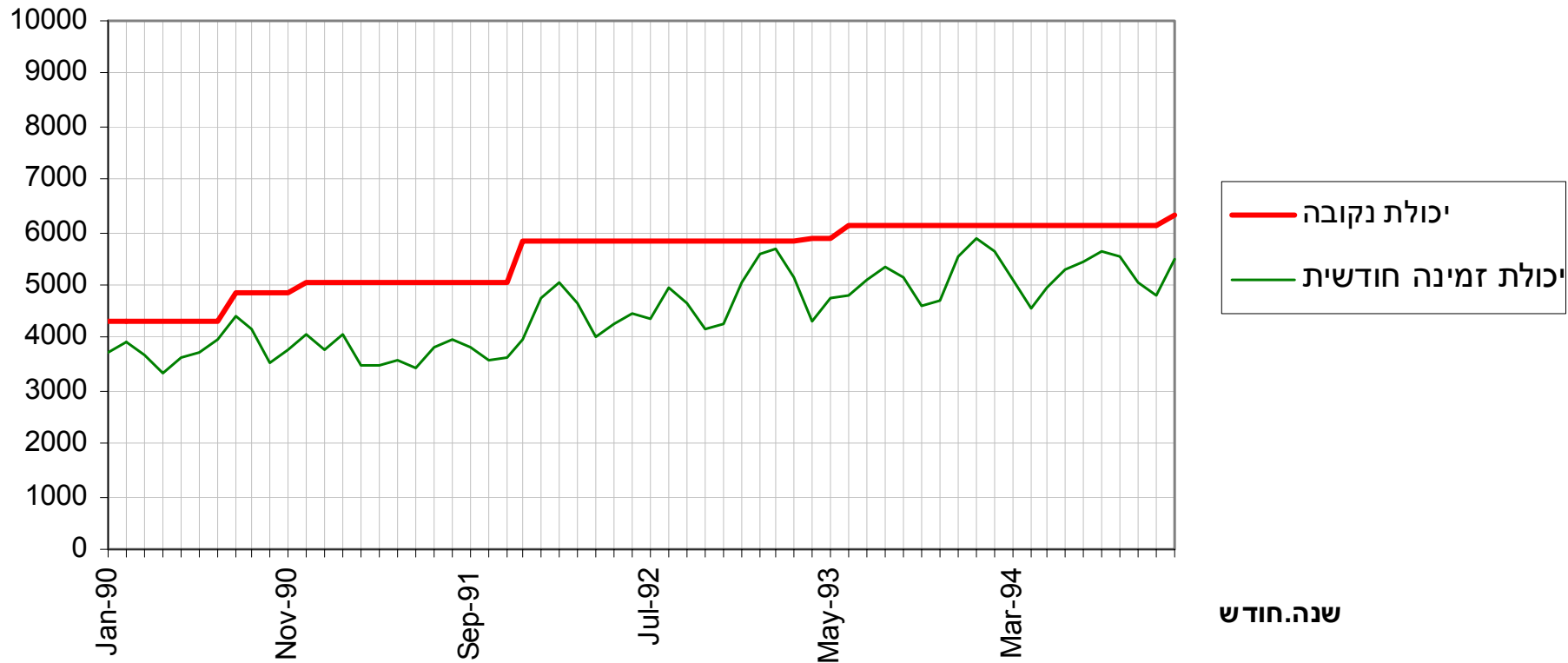
מגהוואט



הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 1990-1994

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

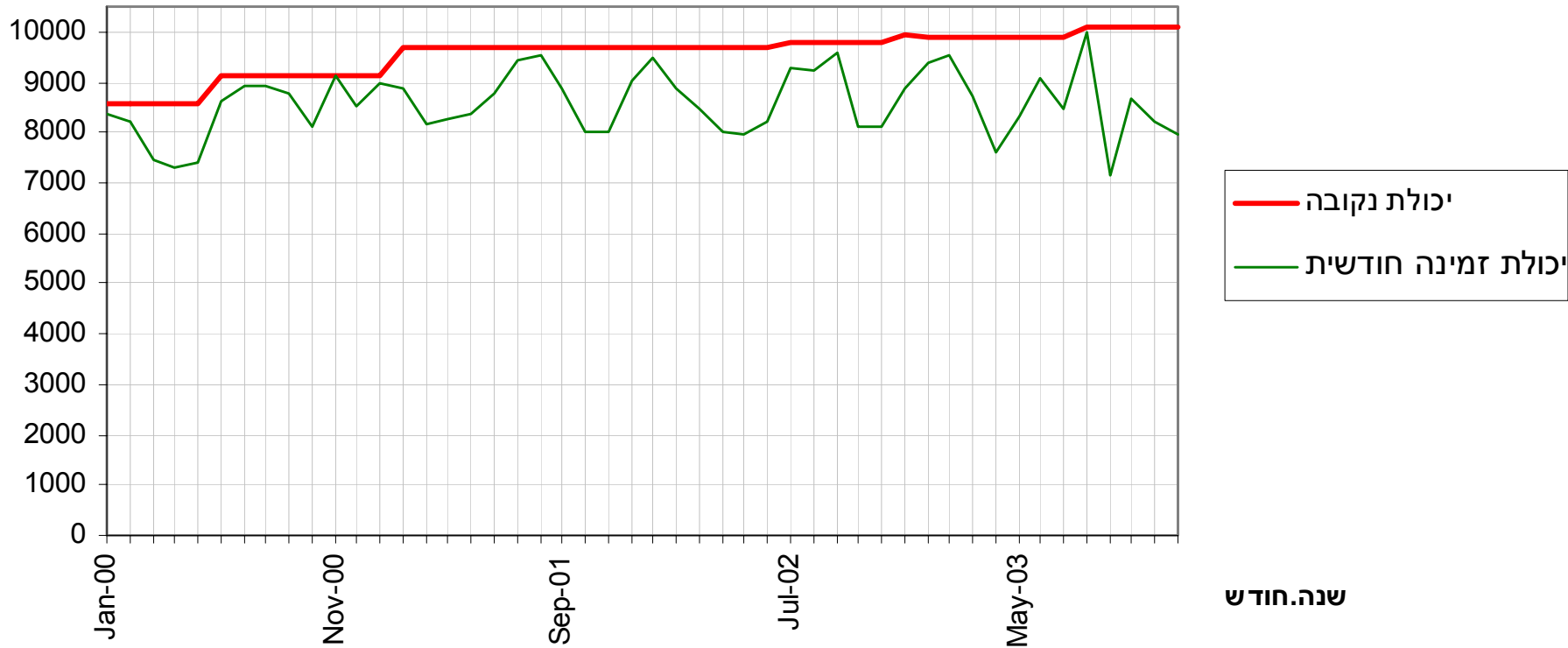
מגהוואט



הספק: יכולת נקובה ויכולת זמינה חודשיים 2000-2003

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

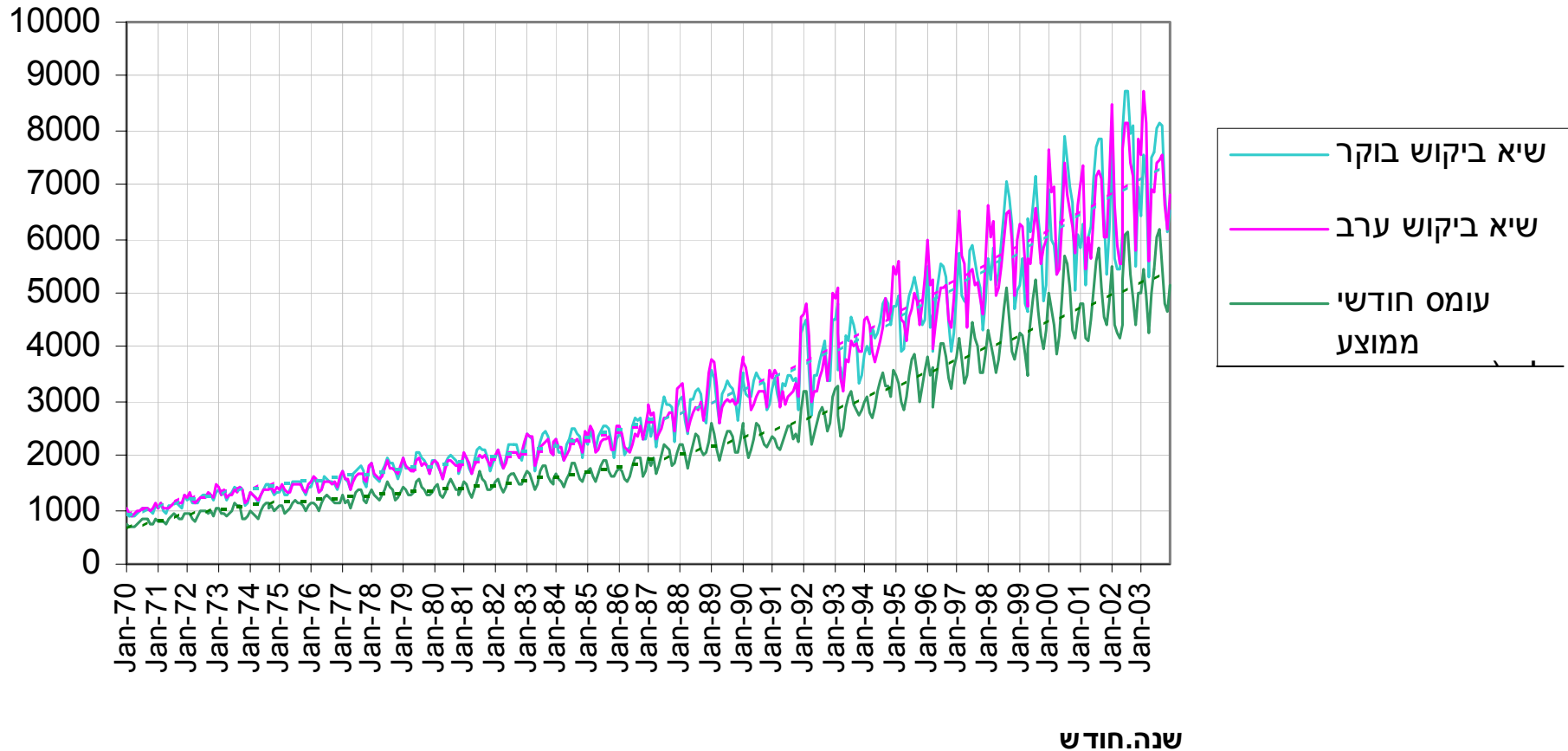
מגהוואט



הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

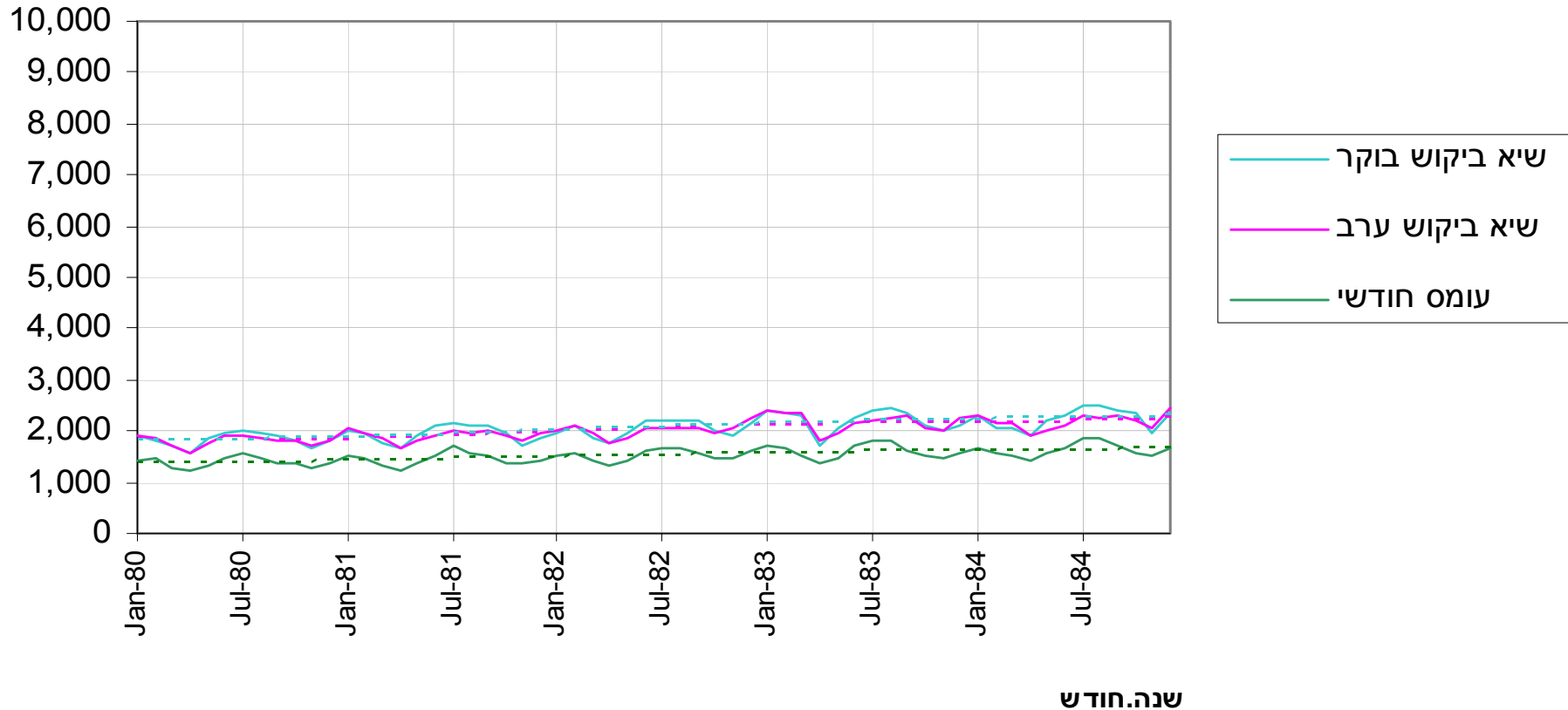
מגהוואט



הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 1980-1984

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

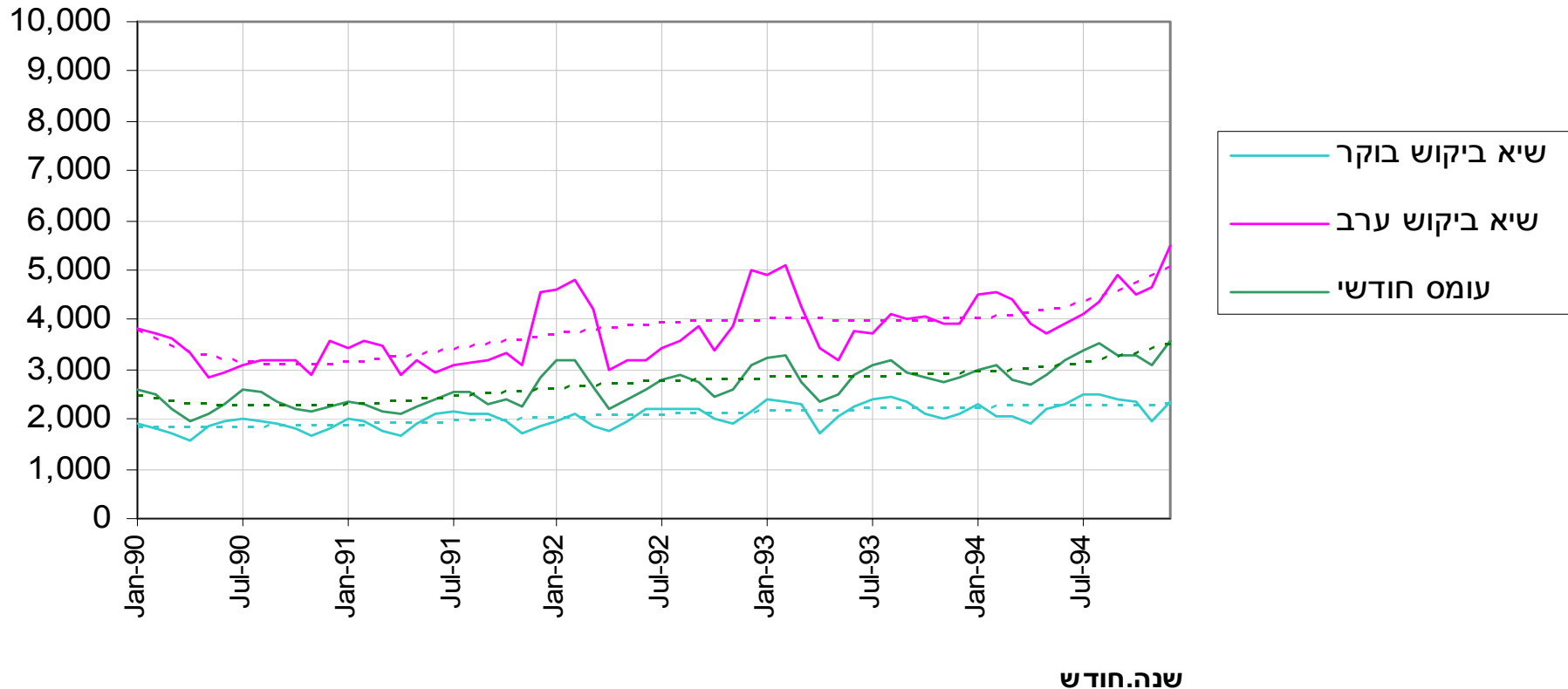
מגהוואט



הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 1990-1994

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

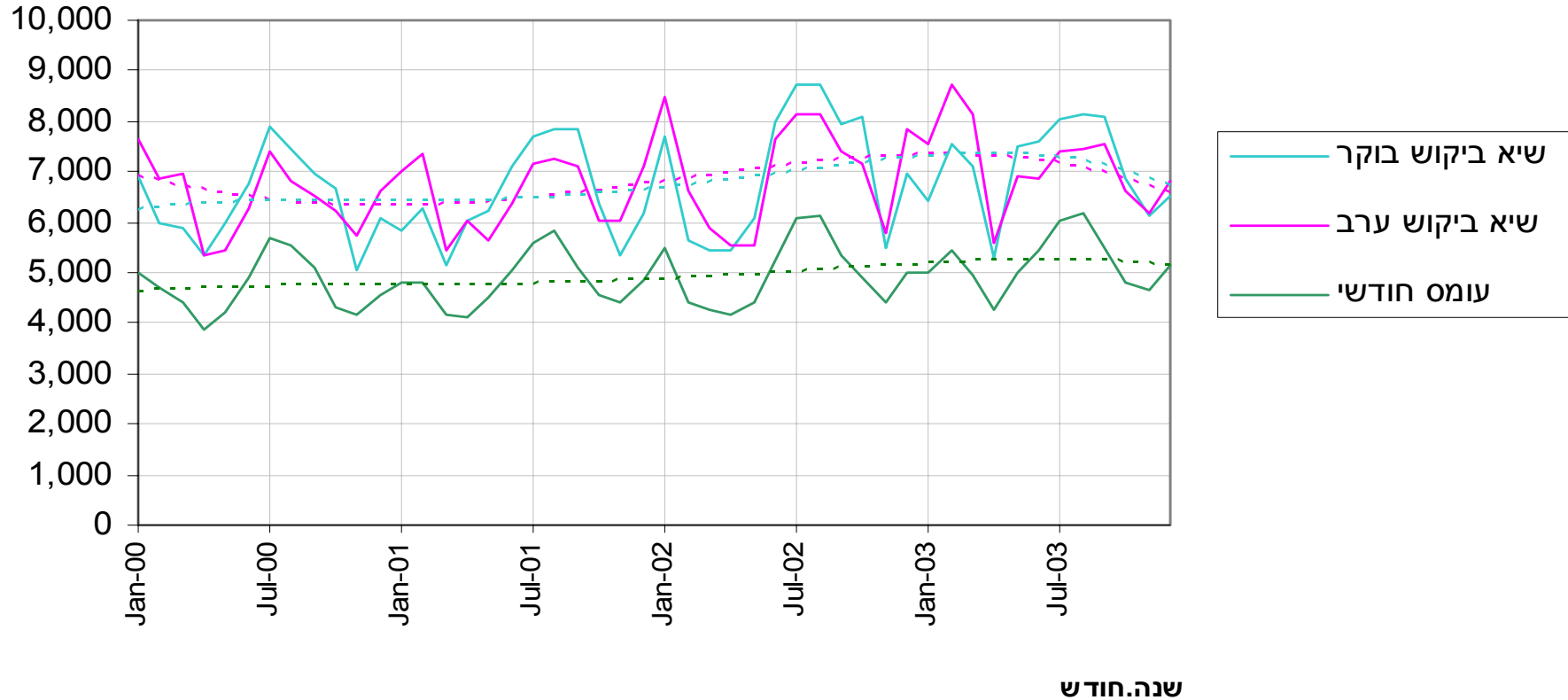
מגהוואט



הספק שיא ביקוש חודשי (בוקר וערב) ועומס חודשי ממוצע 2000-2003

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

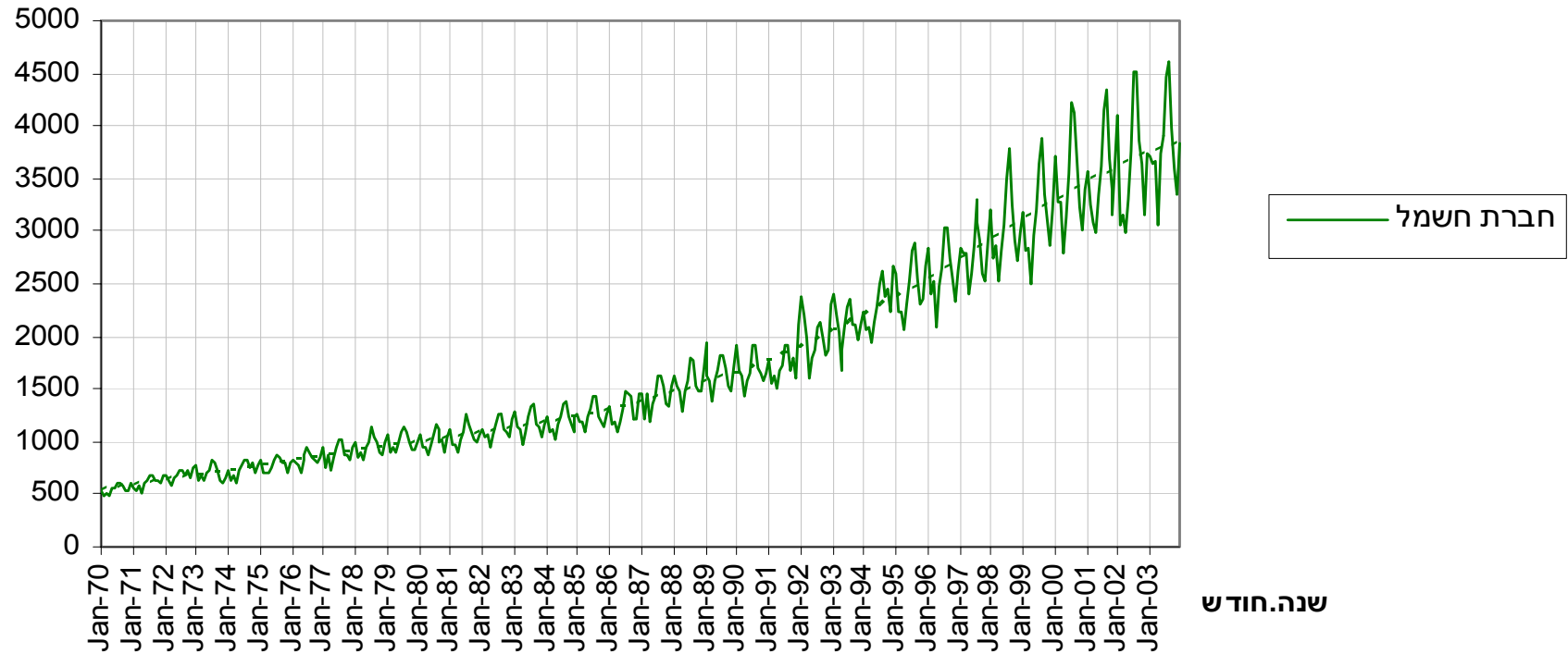
מגהוואט



אנרגיה : יצור חשמל כולל חודשי

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו-2.3

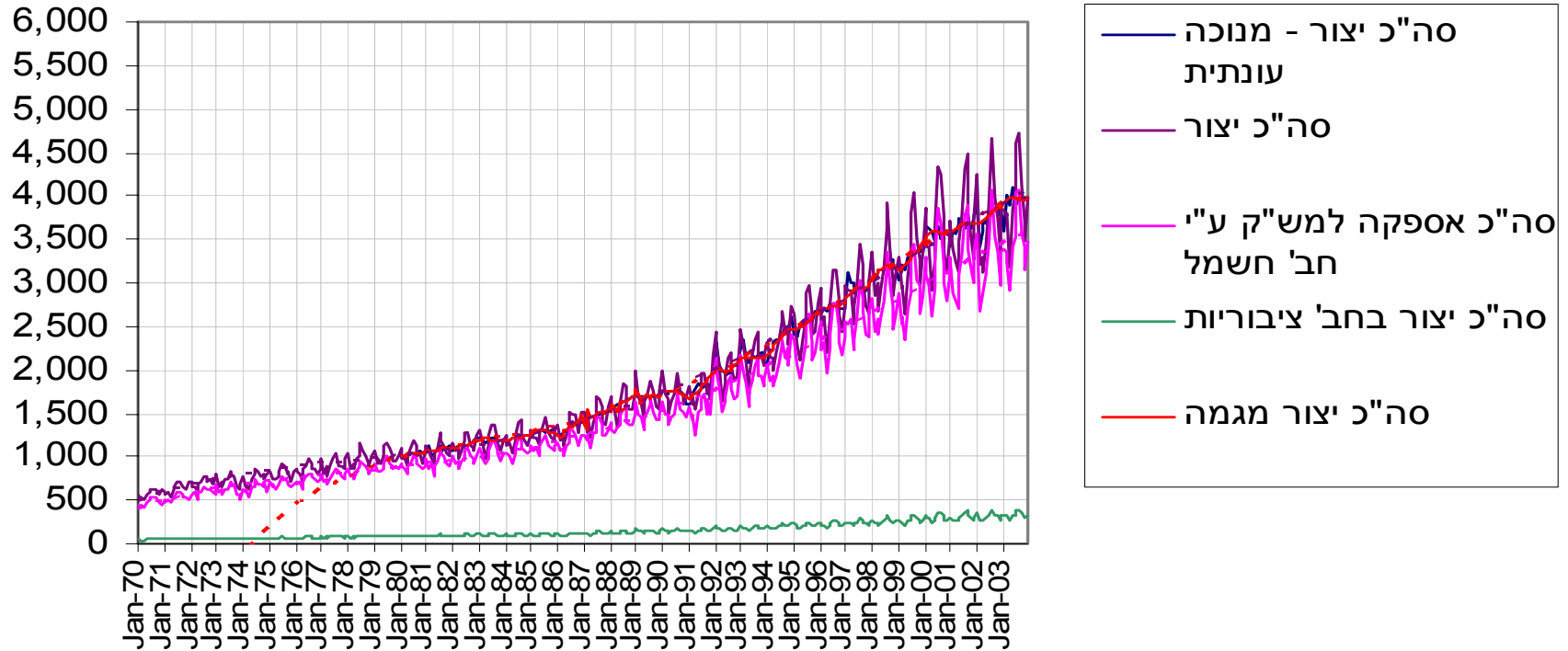
מיליוני קוט"ש



אנרגיה : ייצור חשמל חודשי – כולל, ע"י חב' חשמל, ע"י חברות ציבוריות

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

מליוני קוט"ש

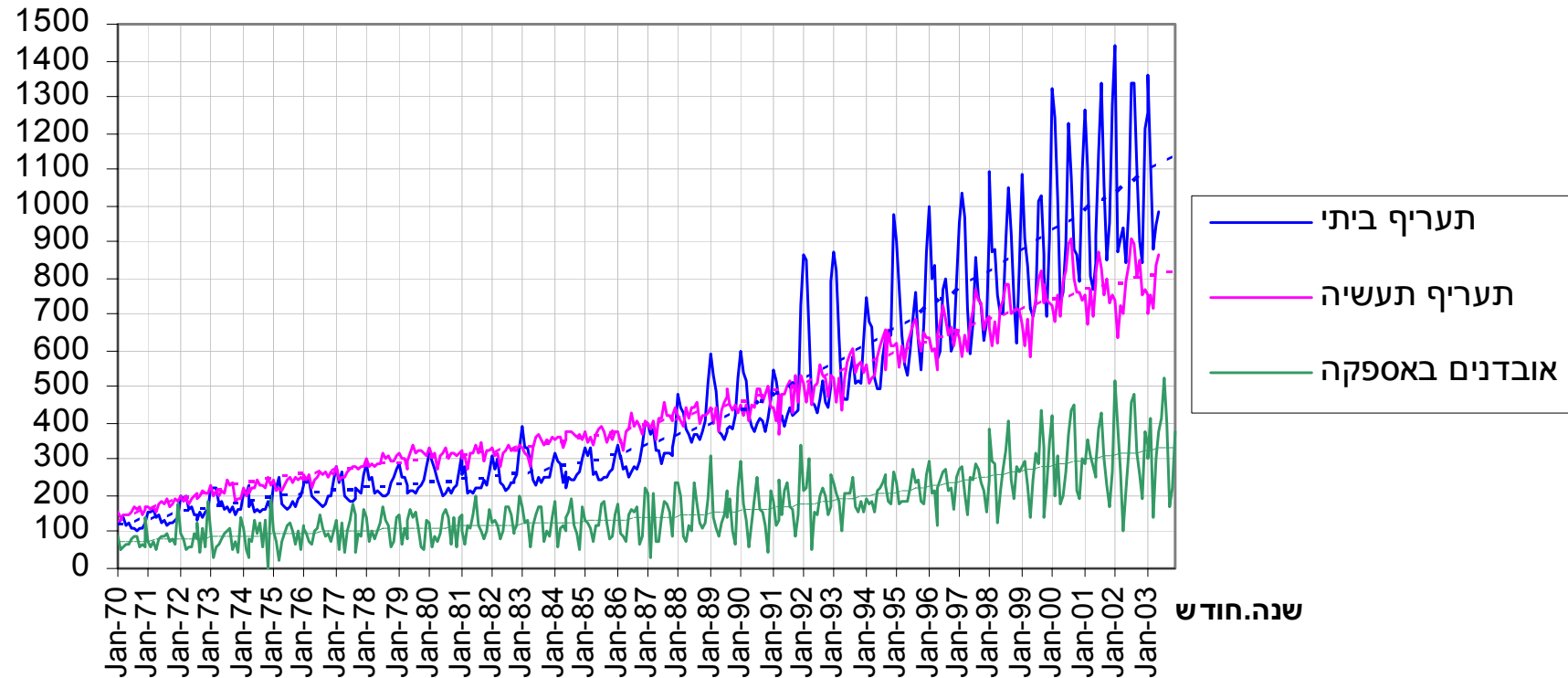


שנה.חודש

אנרגיה: צריכת חשמל חודשית - תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

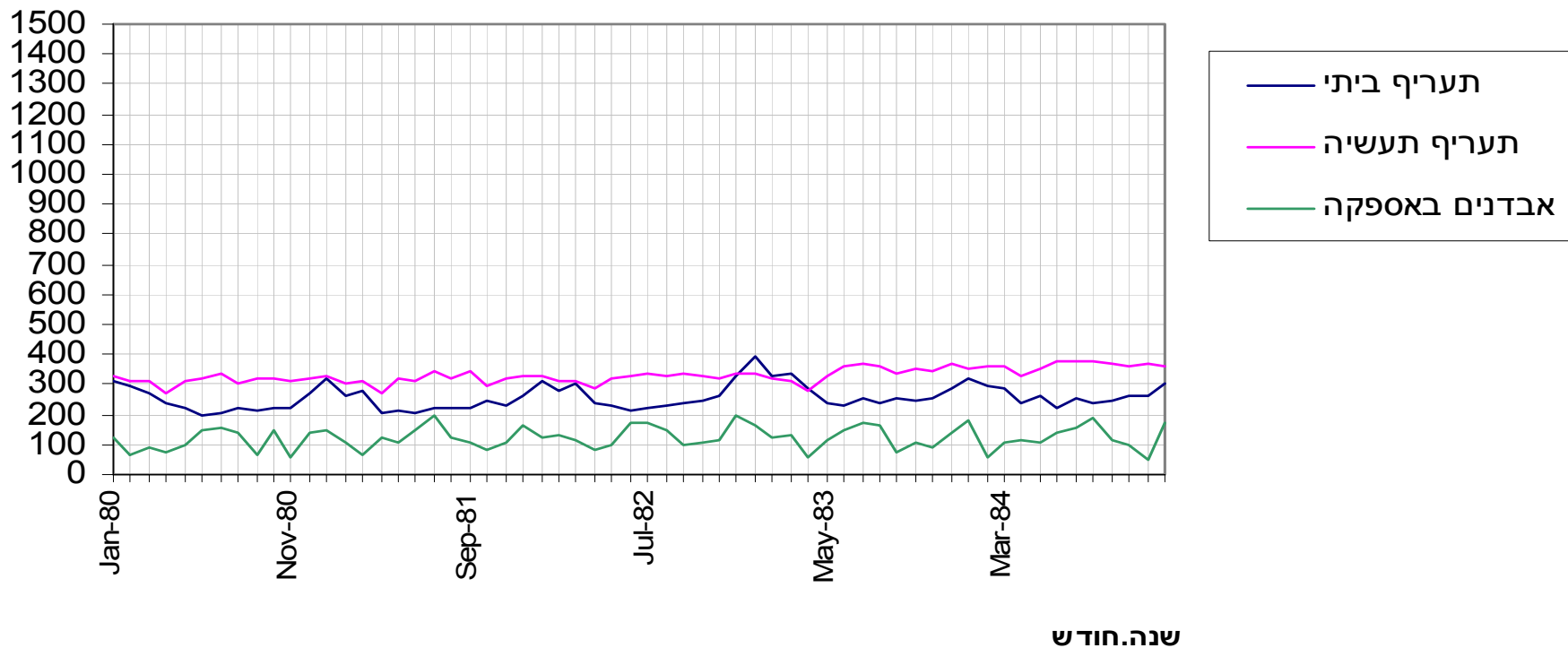
מליוני קוט"ש/חודש



צריכת חשמל חודשית- 1980-1984 תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

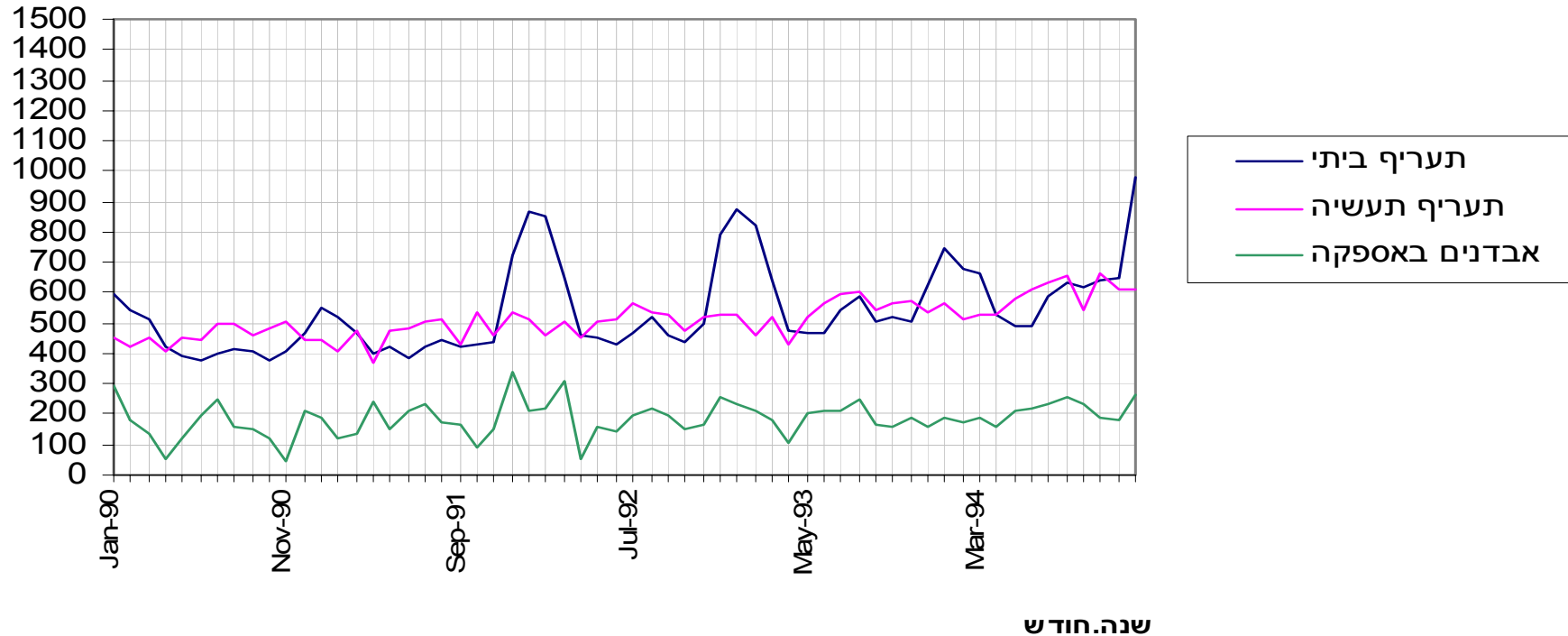
מליוני קוט"ש



צריכת חשמל חודשית- 1990-1994 תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

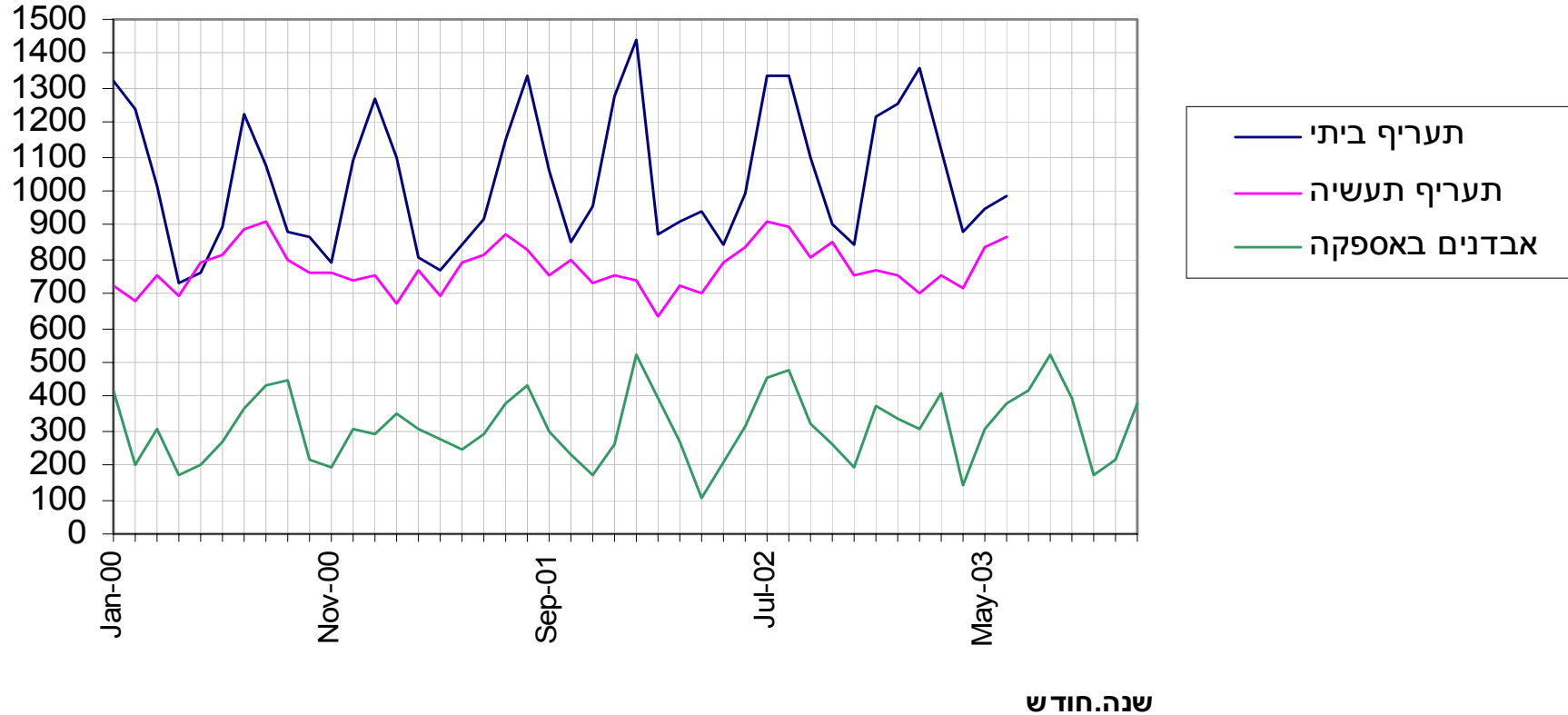
מליוני קוט"ש



צריכת חשמל חודשית- 2000-2003 תעריף ביתי, תעריף תעשייה, אבדנים באספקה

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

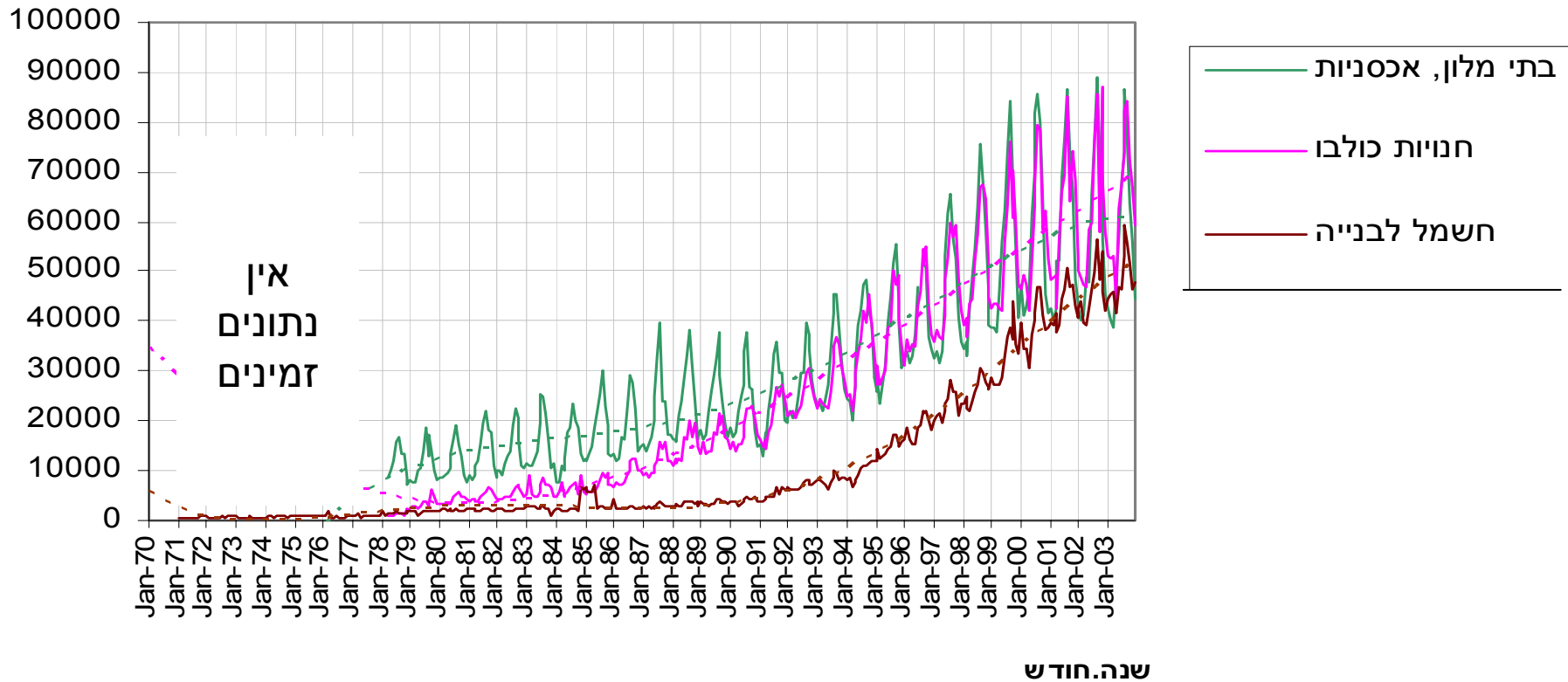
מליוני קוט"ש



אנרגיה: צריכת חשמל חודשית - מגזרי בתי מלון ואכסניות, חנויות כלבו, בניה

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

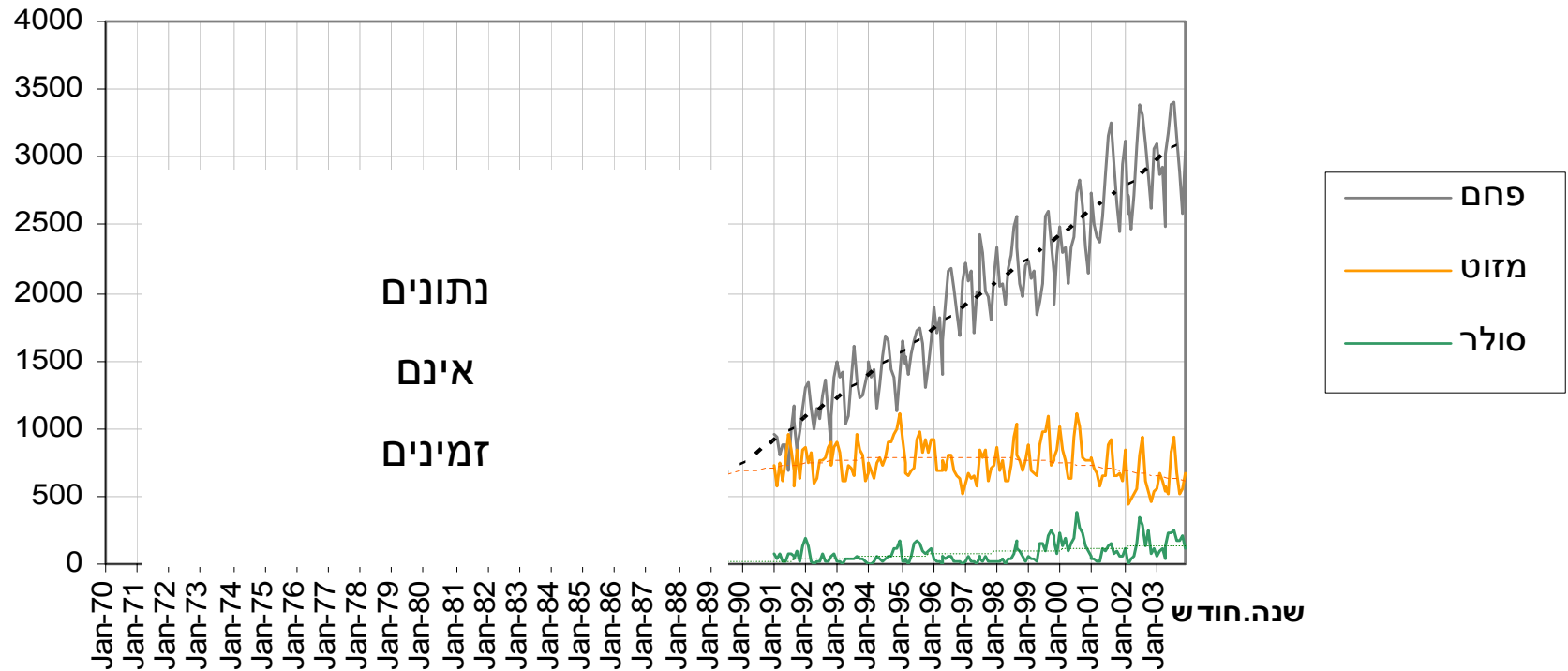
אלפי קוט"ש



אנרגיה : ייצור חשמל חודשיים – התפלגות לדלקים לייצור חשמל (פחם, מזוט, סולר)

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

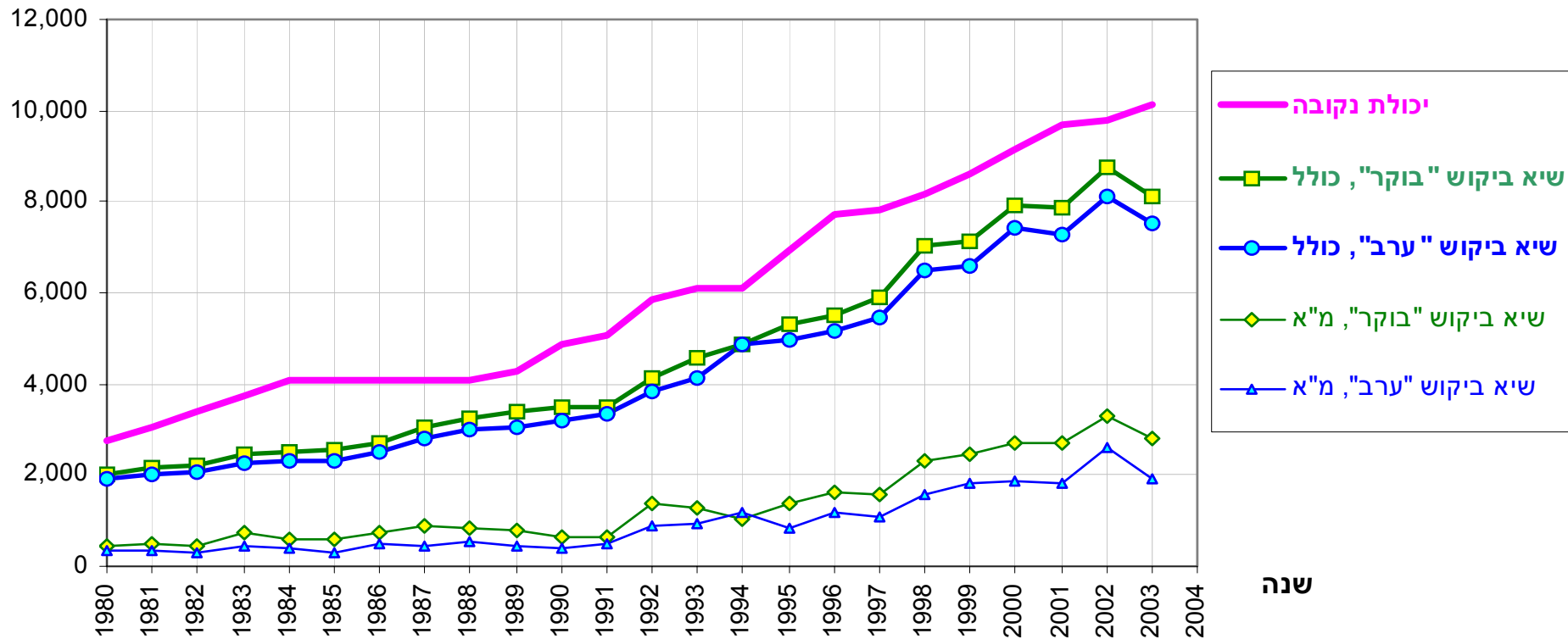
מיליוני קוט"ש/חודש



יכולת נקובה כוללת והספק חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) – כולל וייעודי למיזוג אוויר

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.2 ו- 2.3

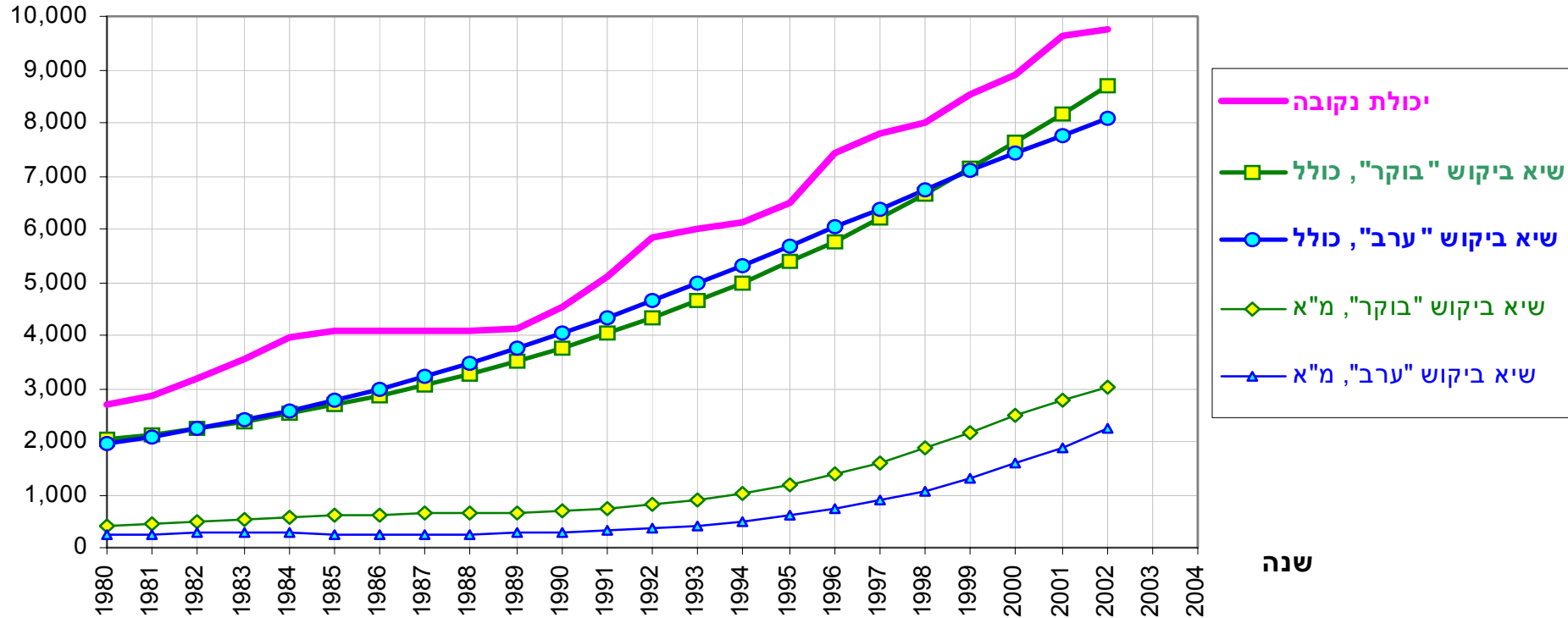
מגהוואט חשמל



יכולת נקובה כוללת והספק חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) – כולל וייעודי למיזוג אוויר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.1 ו-2.3

מגהוואט חשמל



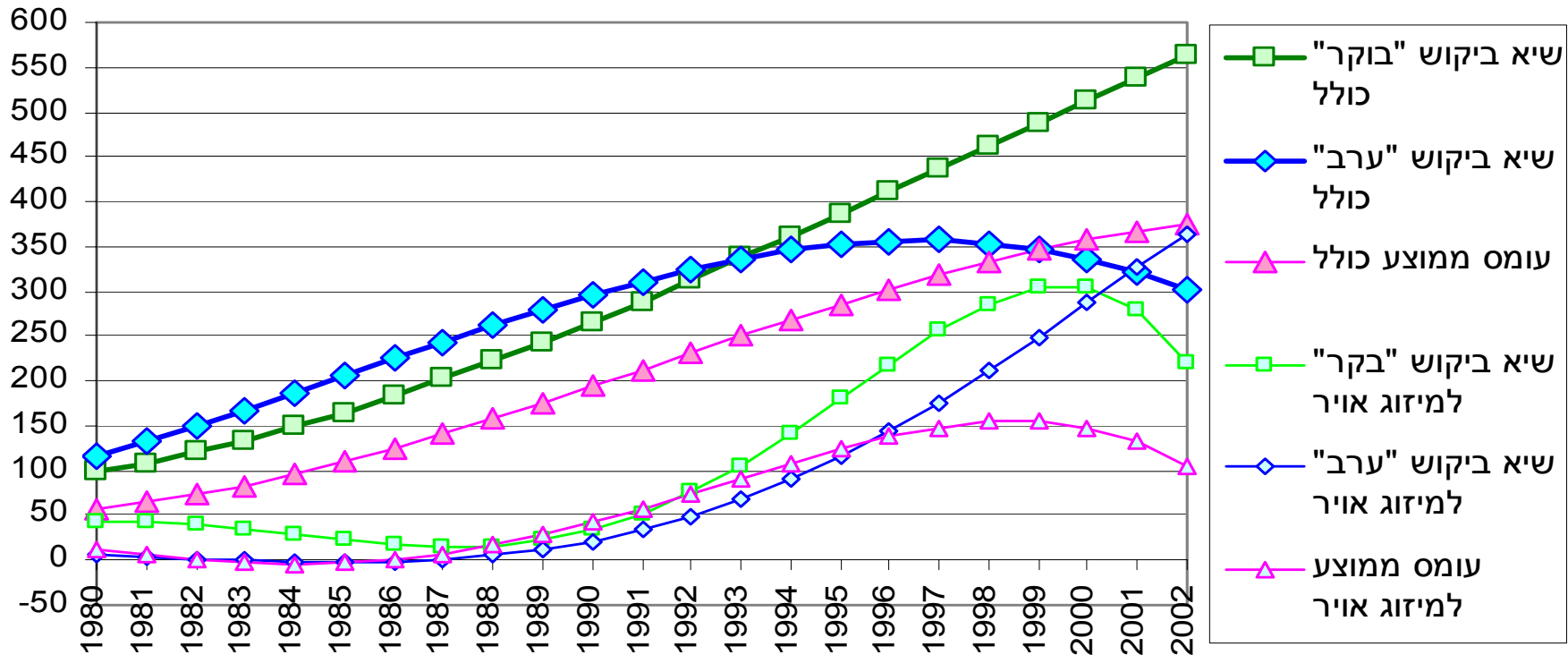
גידול שנתי בהספקי חשמל שיא ביקוש וממוצע כולל

ובהספקי חשמל שיא ביקוש ועומס ממוצע חודשי מכסימלי שנתי ייעודי למיזוג אוויר

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.1 ו- 2.3

מגהוואט\שנה

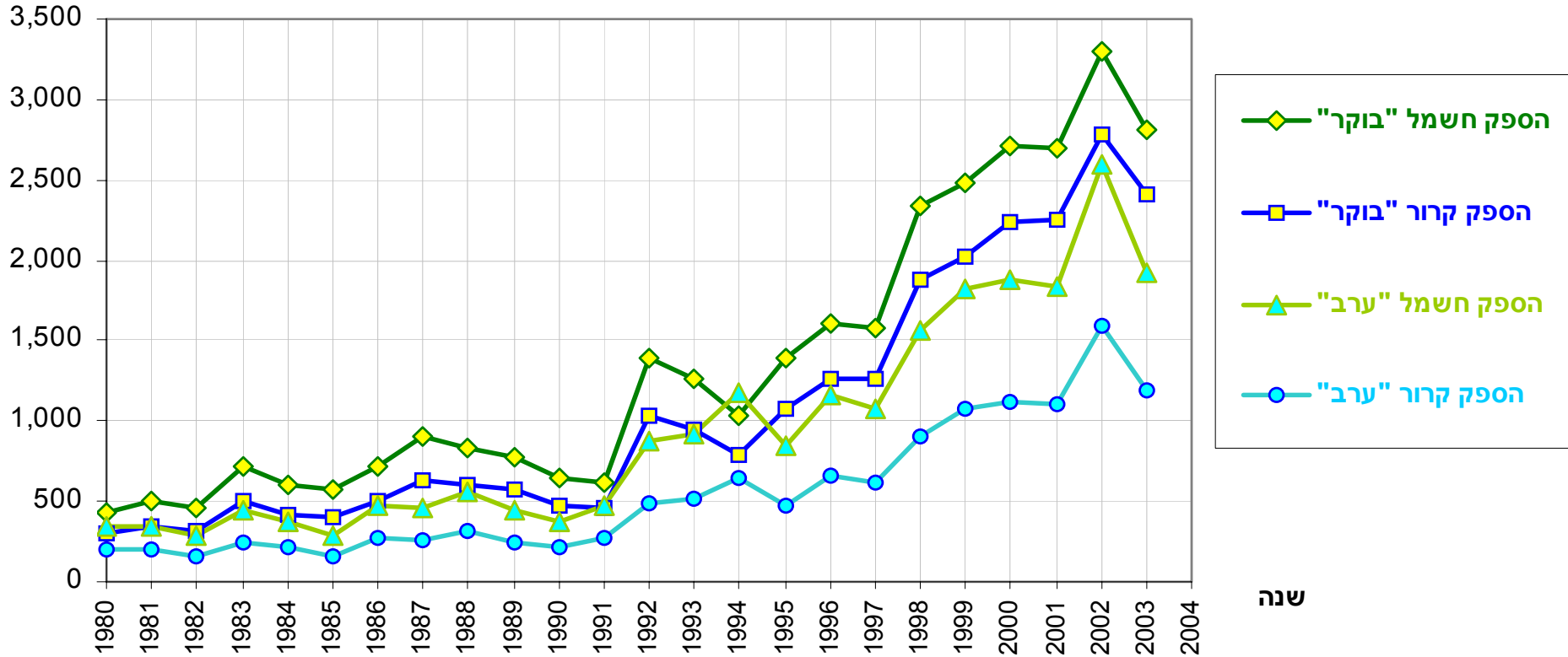


הספקי חשמל וקרור שיא ביקוש יעודיים למיזוג אוויר

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.3

מגהוואט חשמל

טון קרור



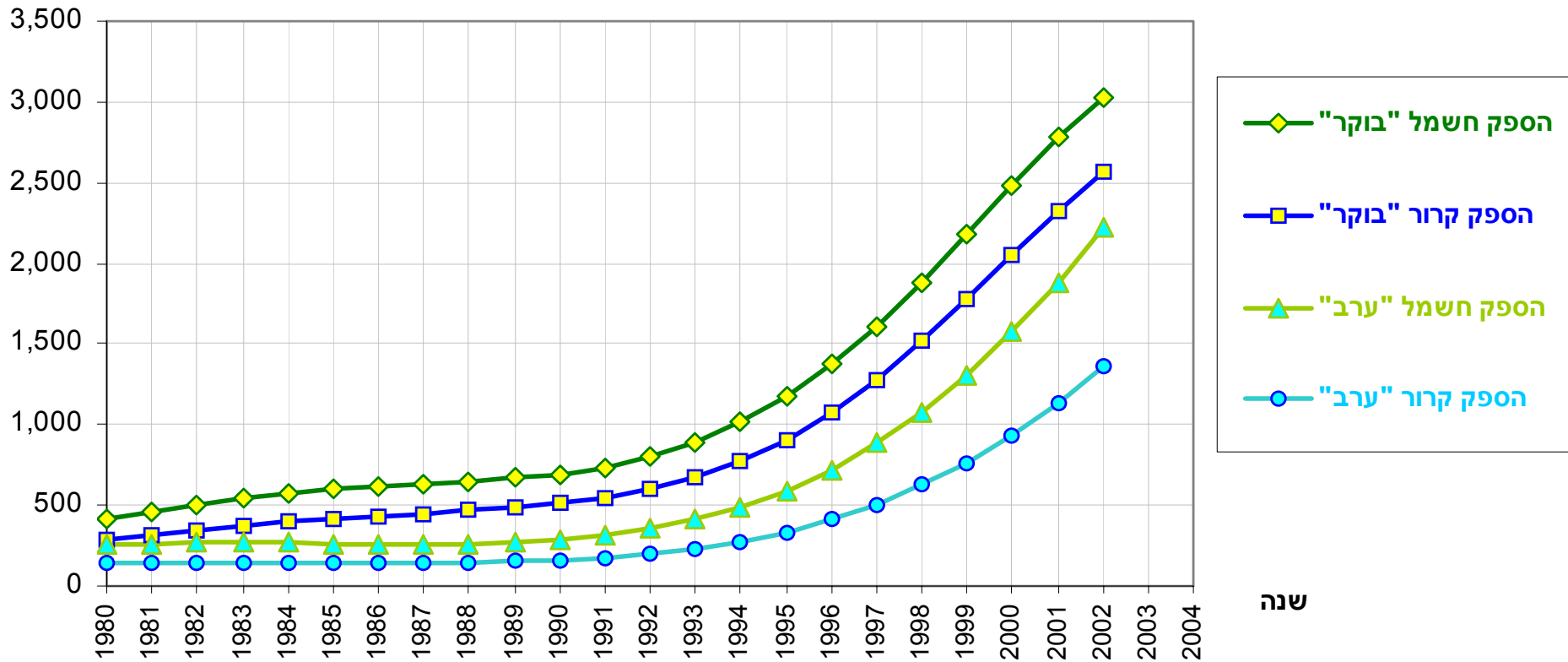
הספקי חשמל וקרור שיא ביקוש יעודיים למיזוג אוויר

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.3

מגהוואט חשמל

טון קרור

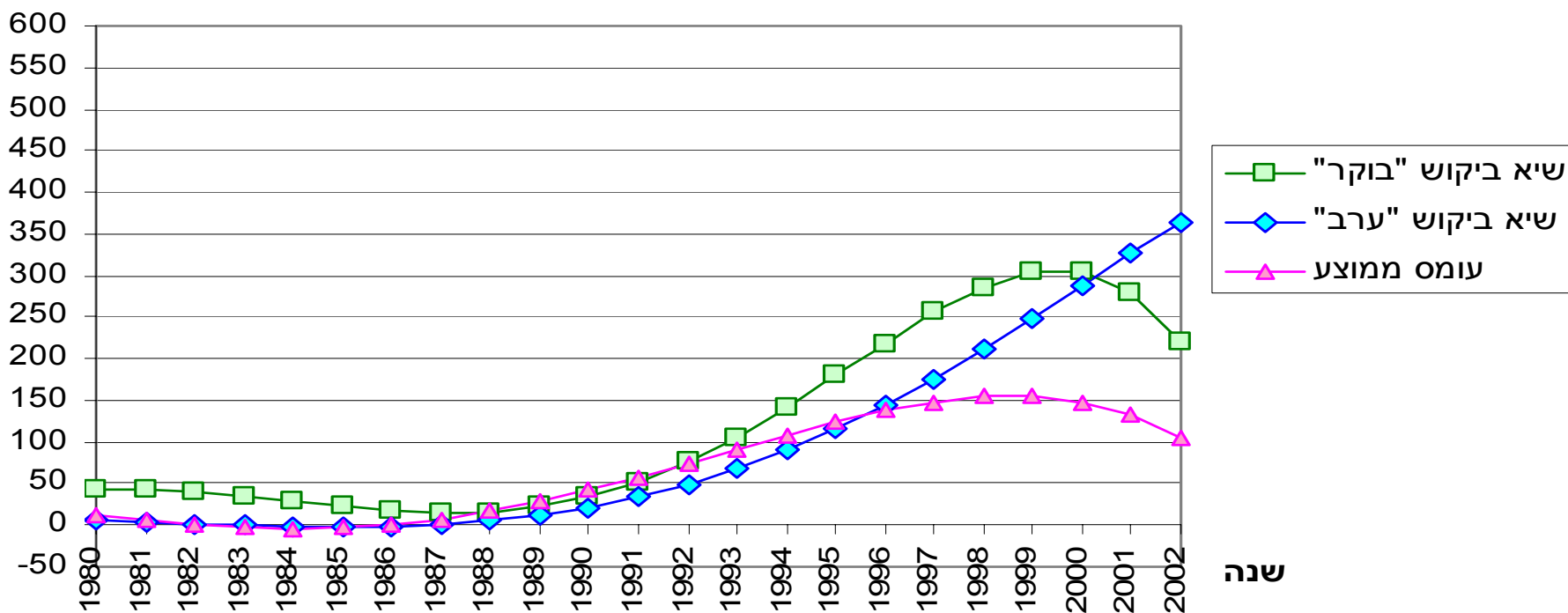


גידול שנתי בהספק חשמל שיא ביקוש ועומס ממוצע חודשי מכסימלי שנתי ייעודי למיזוג אוויר

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.3

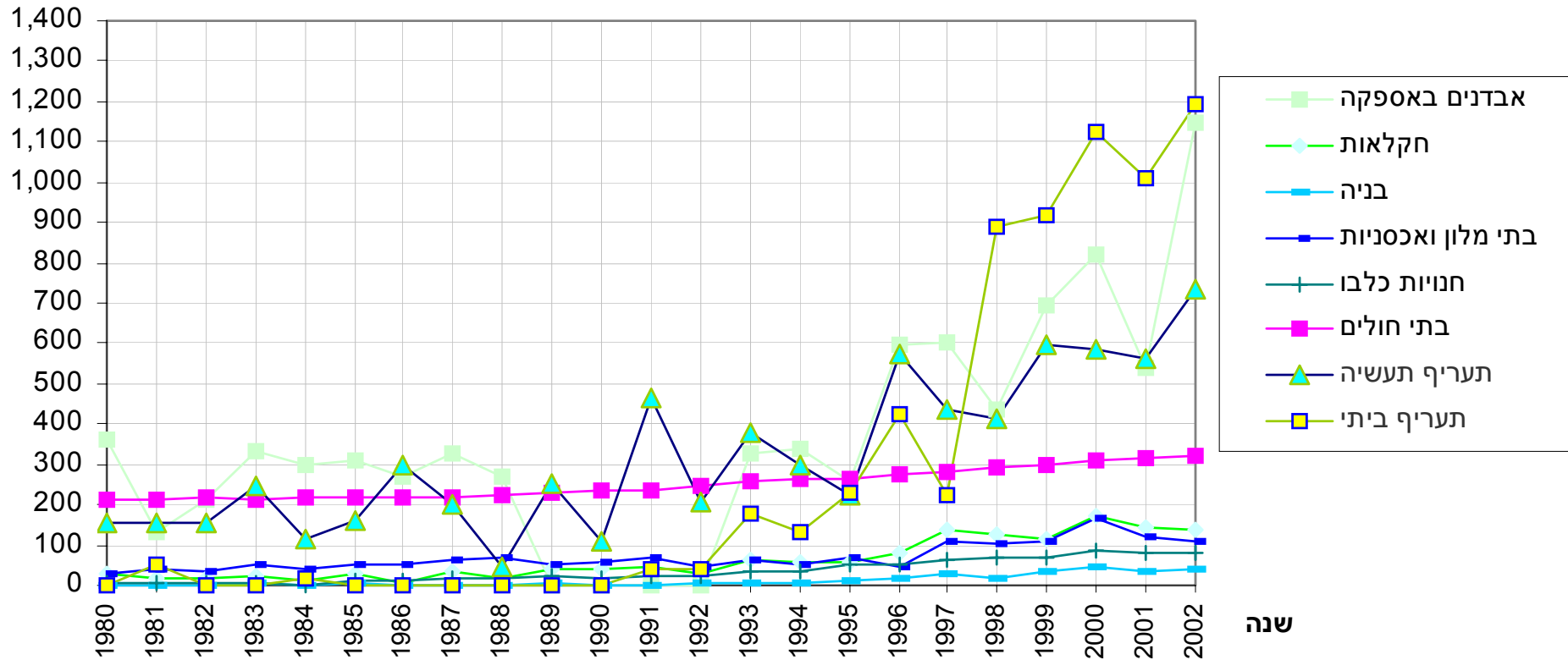
מגהוואט\שנה



הספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר - התפלגות למגזרי המשק

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.3

מגהוואט חשמל

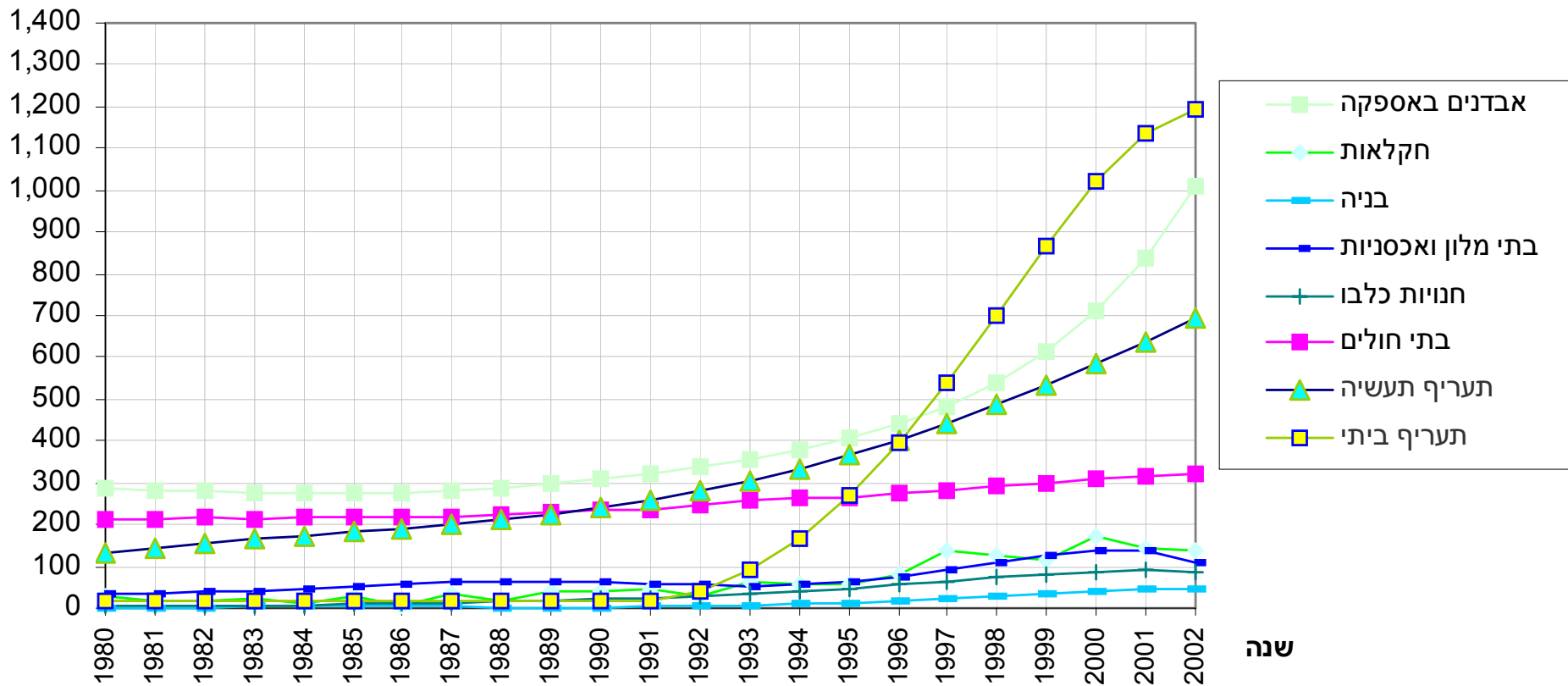


הספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר - התפלגות למגזרי המשק

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.3

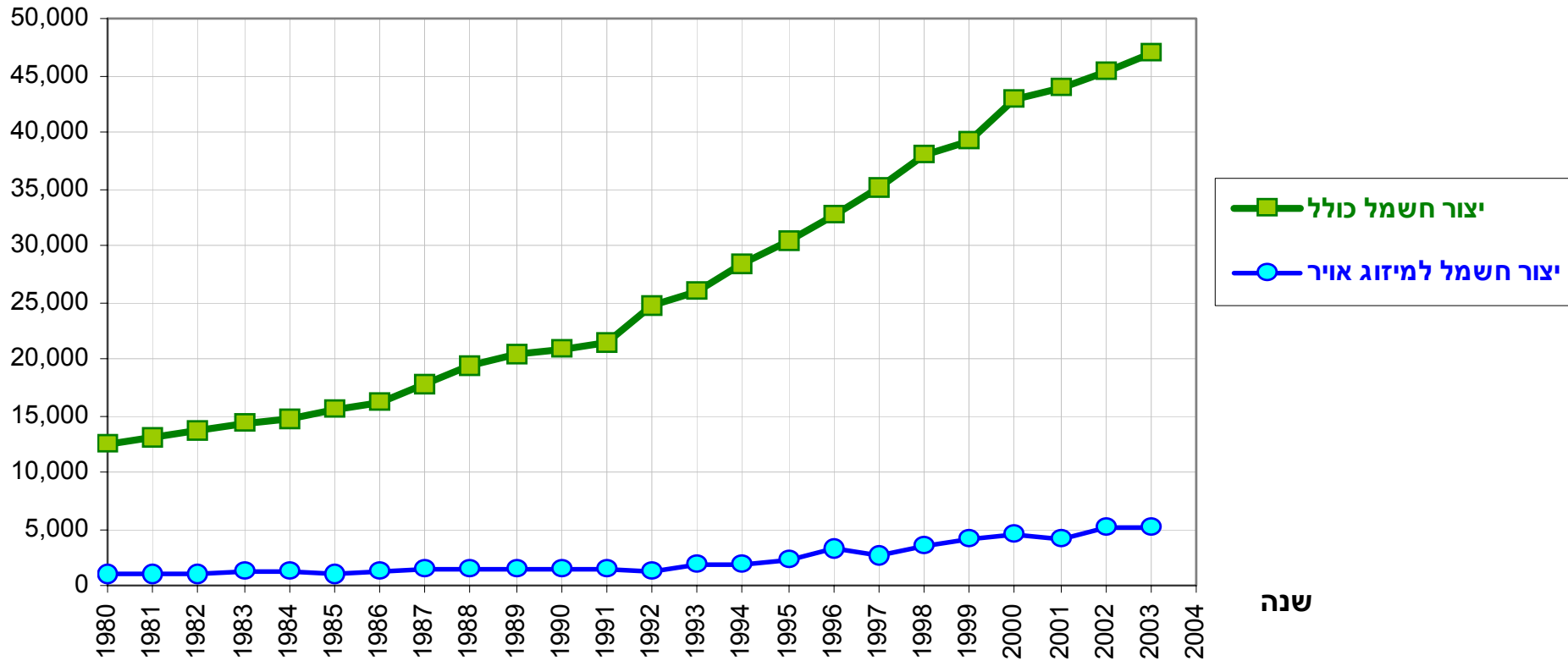
מגהוואט חשמל



צריכת אנרגיה חשמלית שנתית - כולל ולמיזוג אוויר

ייחוס בדו"ח: סעיפים 2.1 ו- 2.2

מיליוני קוט"ש



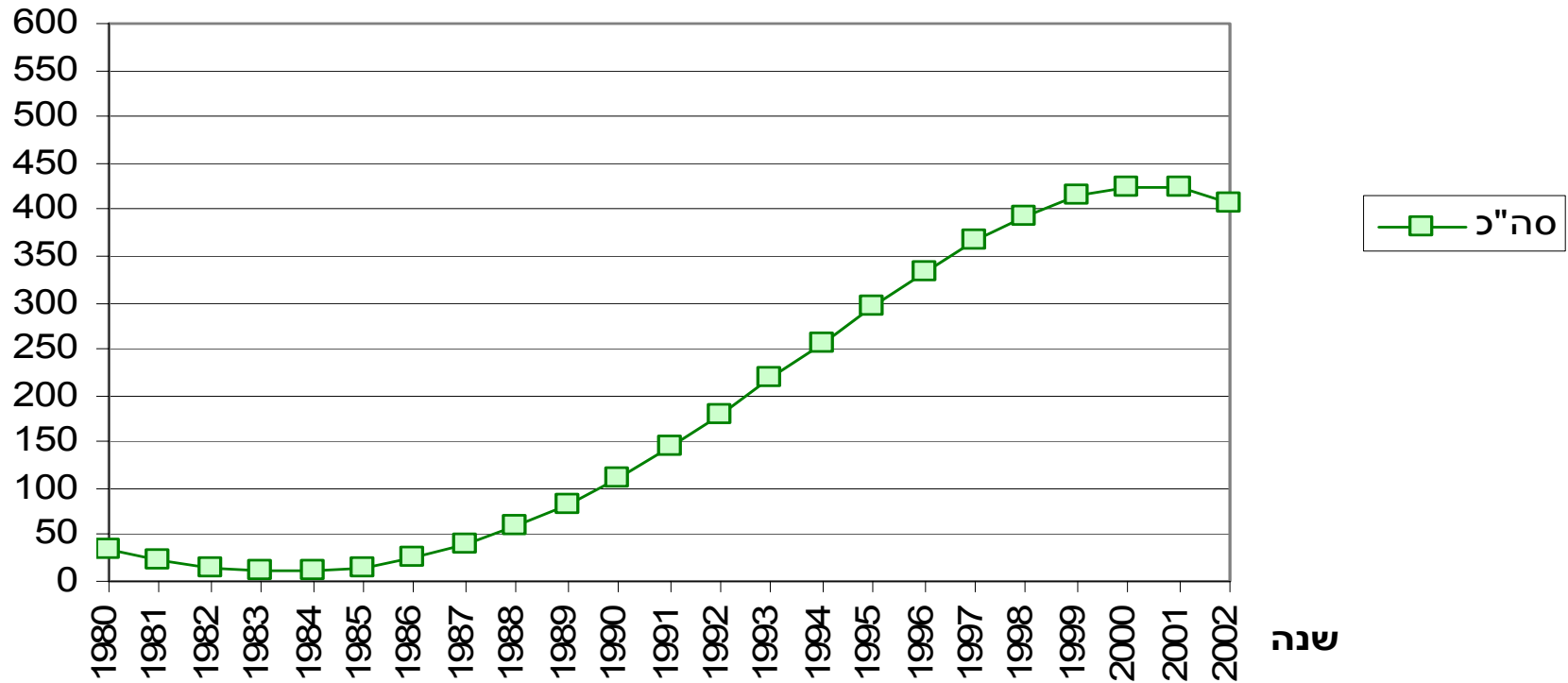
שנה

גידול שנתי בייצור אנרגיה חשמלית למיזוג אוויר

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.2

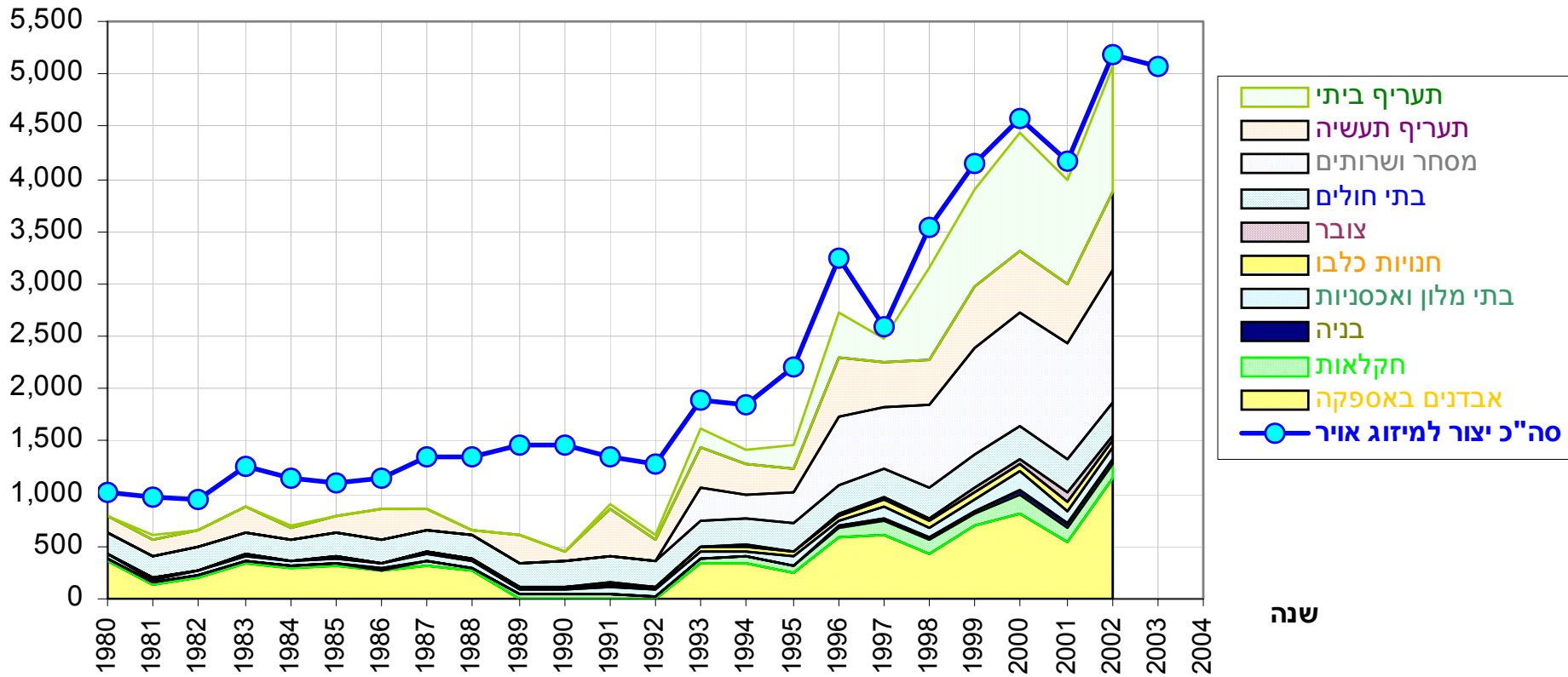
מליוני קוט"ש/שנה



צריכת אנרגיה חשמלית שנתית למיזוג אוויר - סה"כ והתפלגות למגזרים

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.2

מיליוני קוט"ש

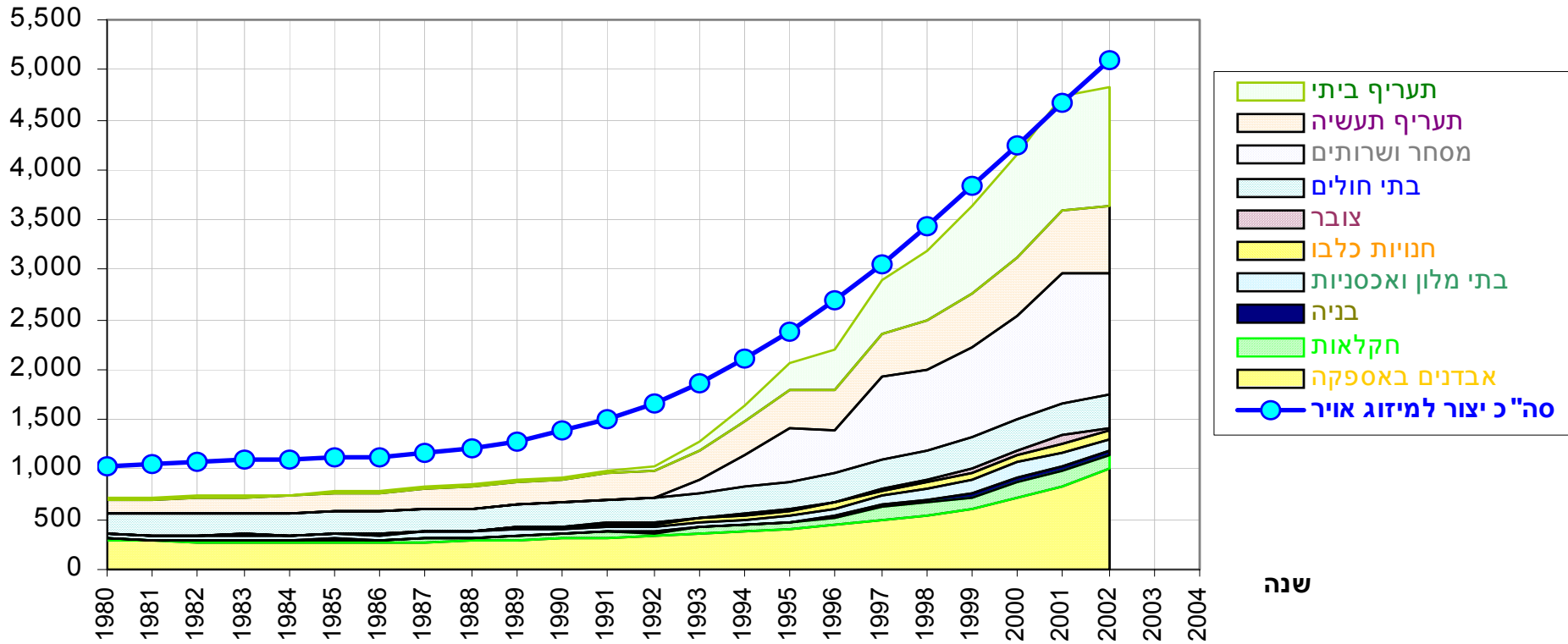


צריכת אנרגיה חשמלית שנתית למיזוג אויר - סה"כ והתפלגות למגזרים

(סה"כ: קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 2.2

מיליוני קוט"ש

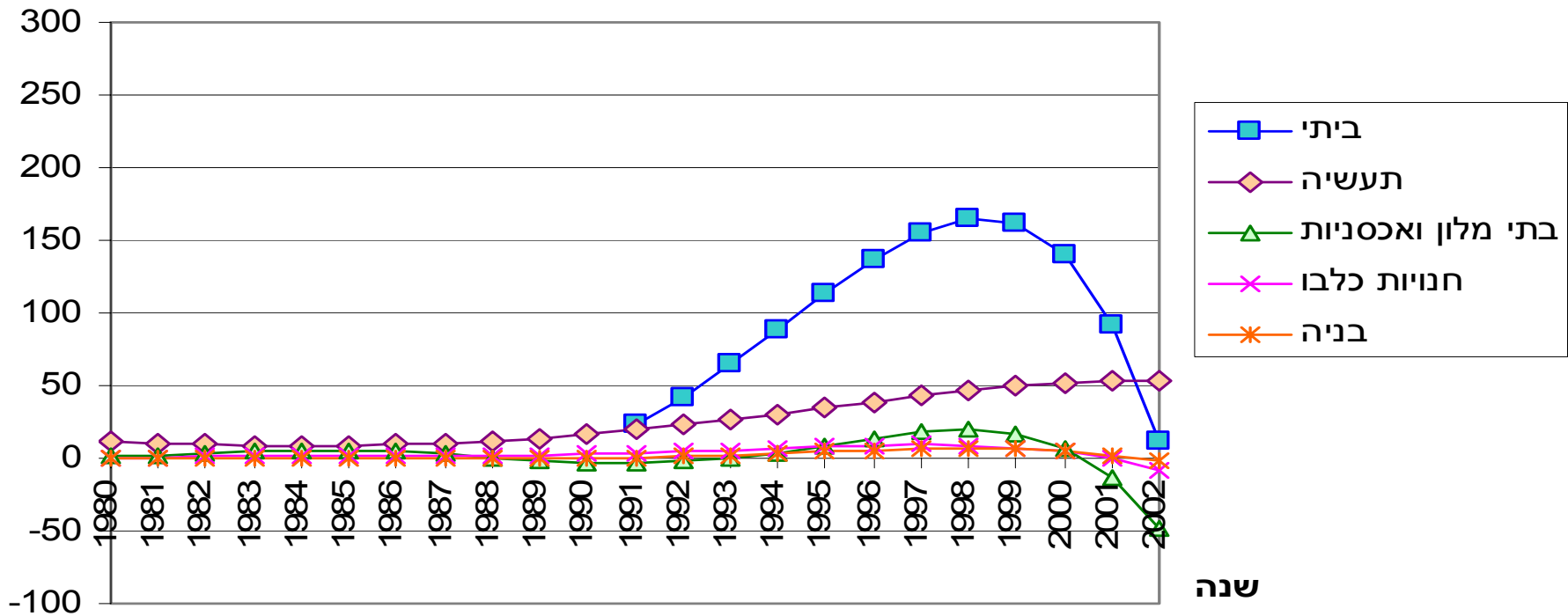


גידול שנתי בצריכת אנרגיה חשמלית למיזוג אוויר במגזרים שונים

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

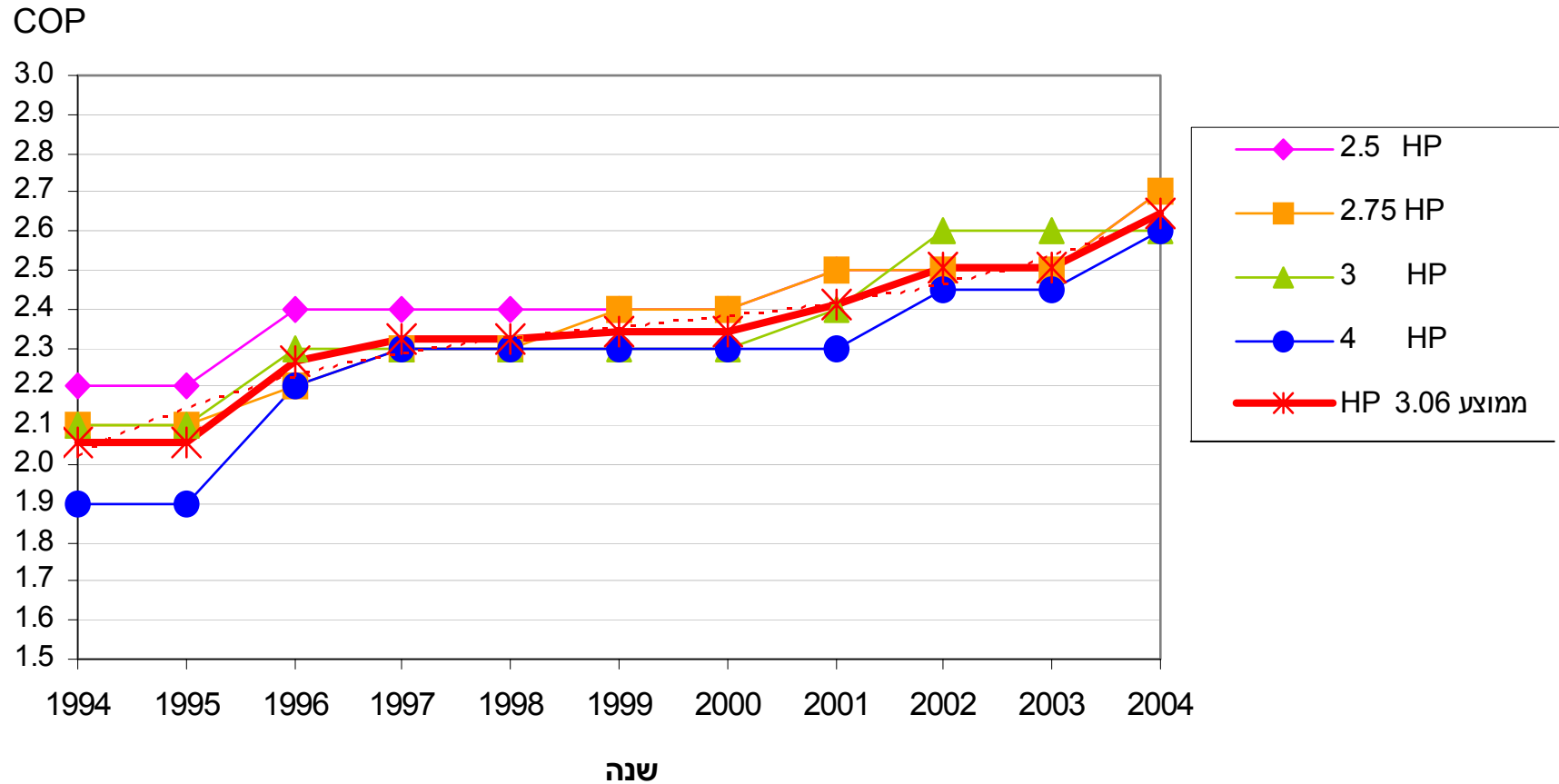
ייחוס בדו"ח: סעיף 2.2

מיליוני קוטי"ש\שנה



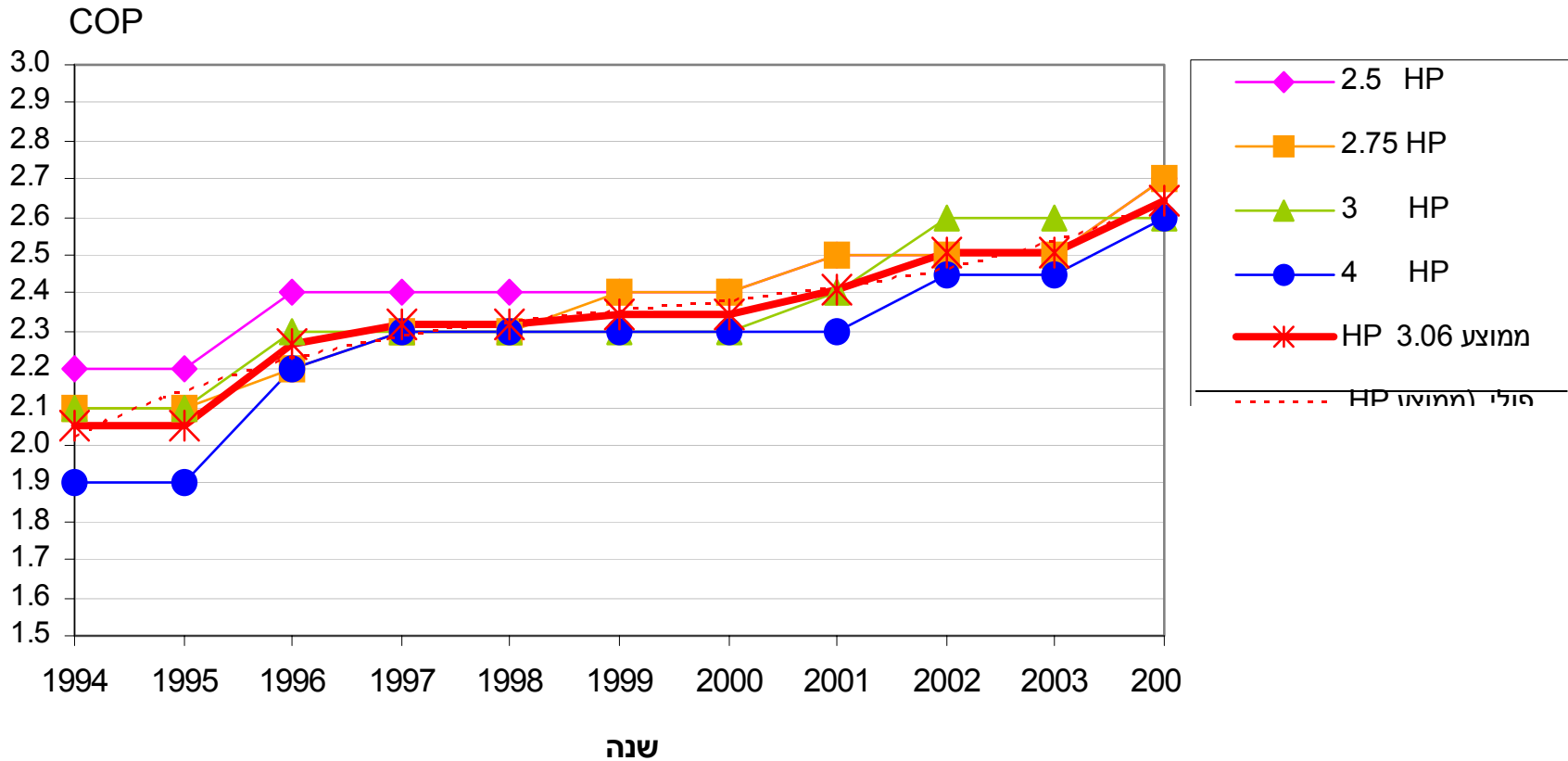
ספרת ההספק (COP) של מזגנים מתועלים

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(1)



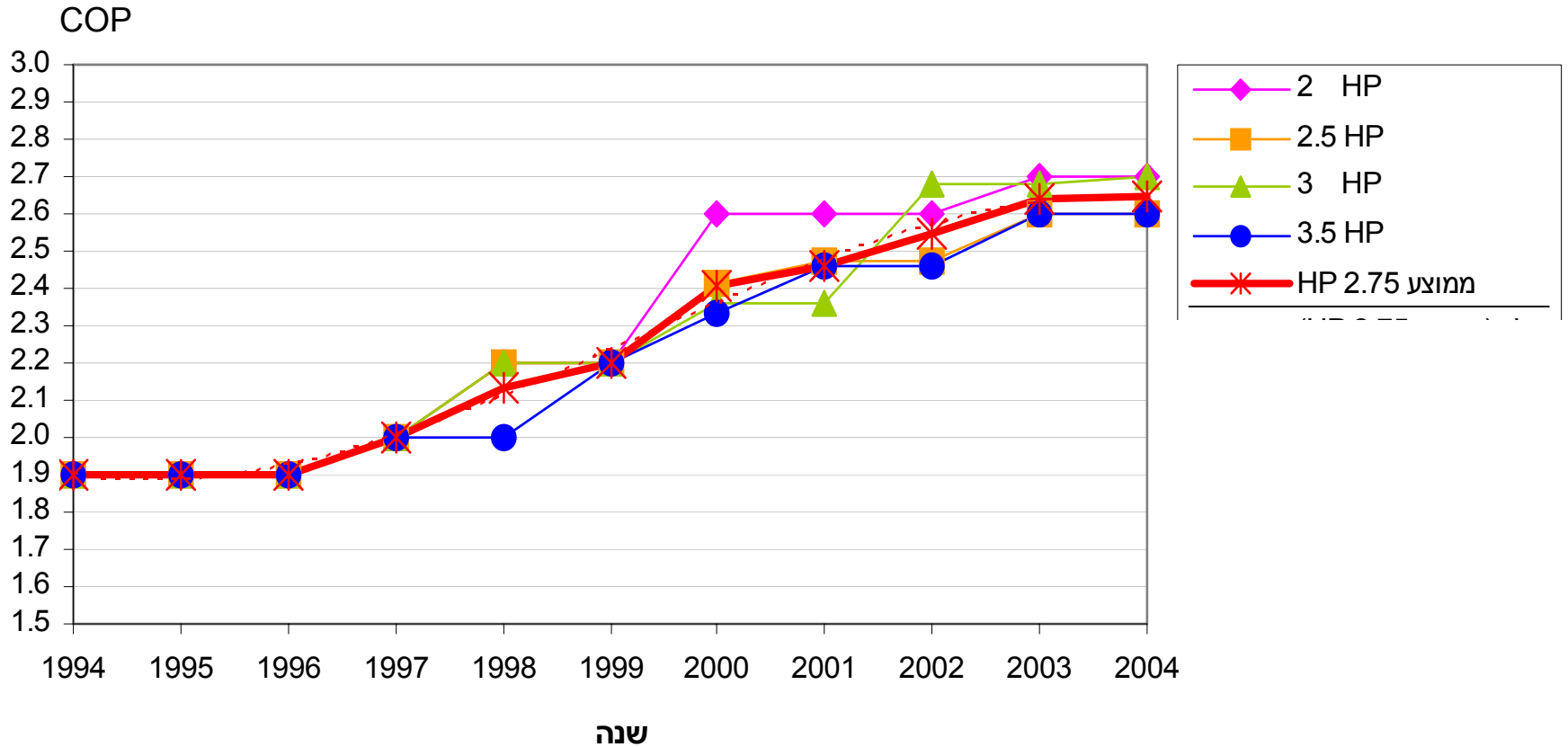
ספרת ההספק (COP) של מזגנים עיליים

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(1)



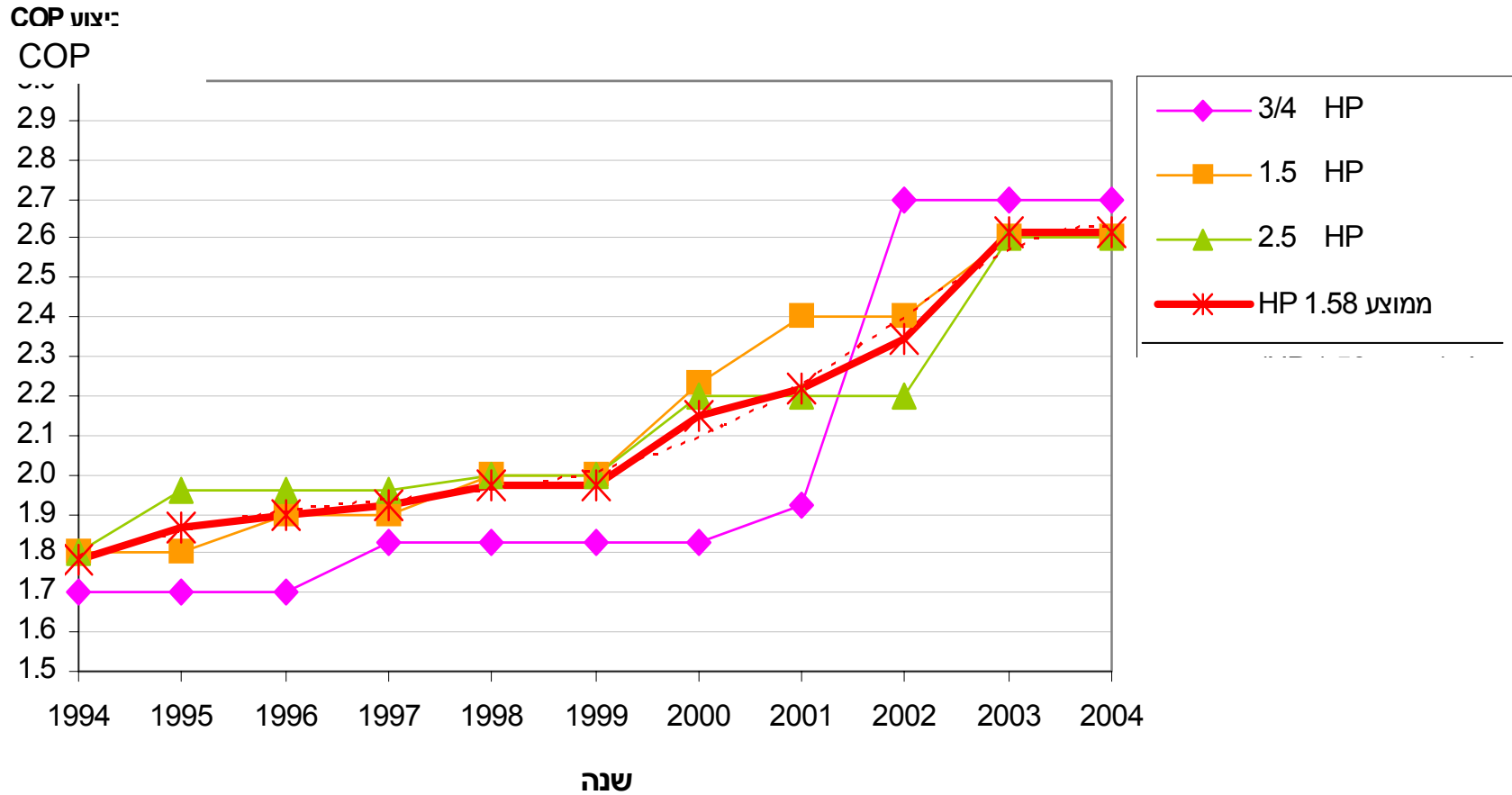
ספרת ההספק (COP) של מזגנים רצפתיים

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(1)



ספרת ההספק (COP) של מזגני חלון

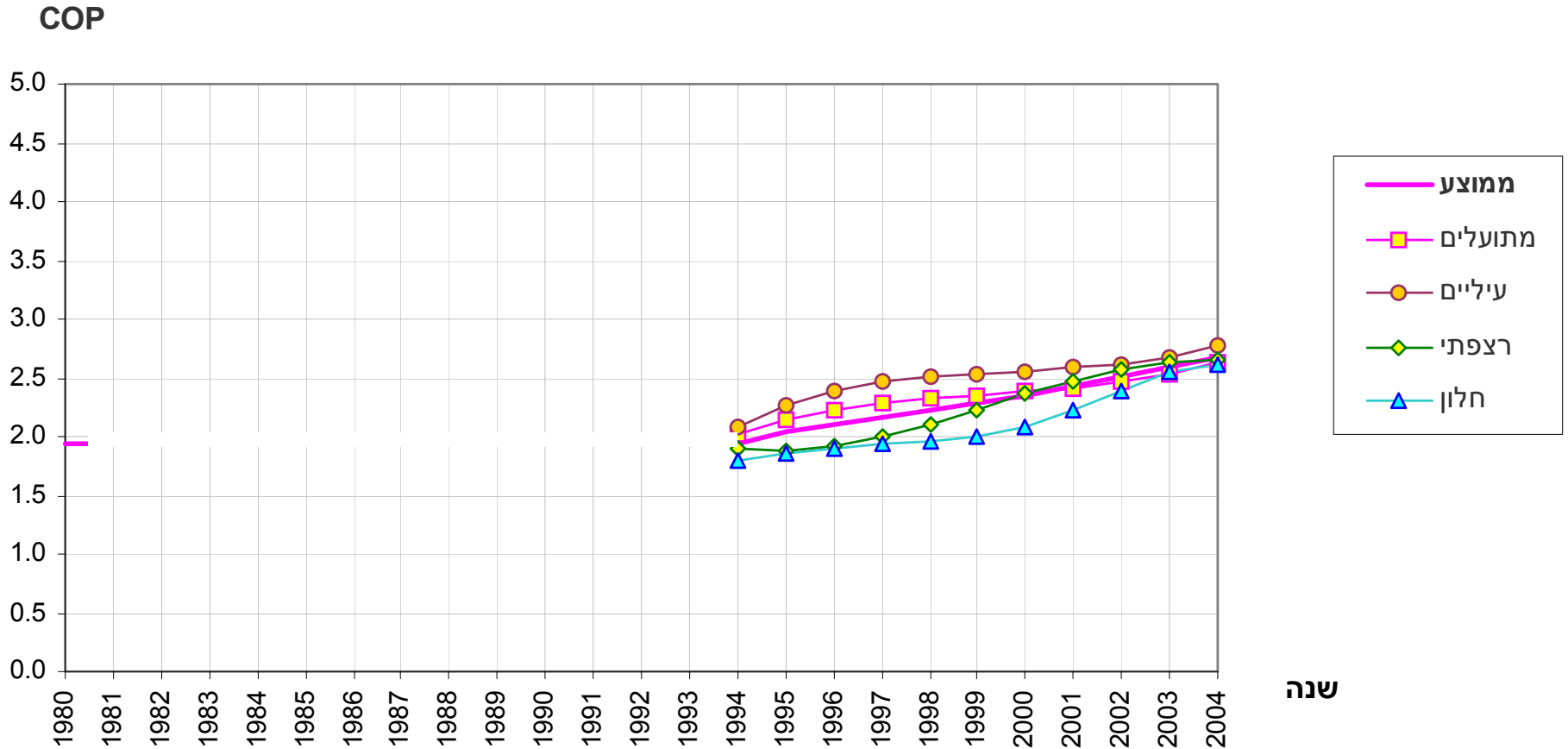
ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(1)



ספרת ההספק (COP) של מזגנים יחידתיים מיוצרים בארץ

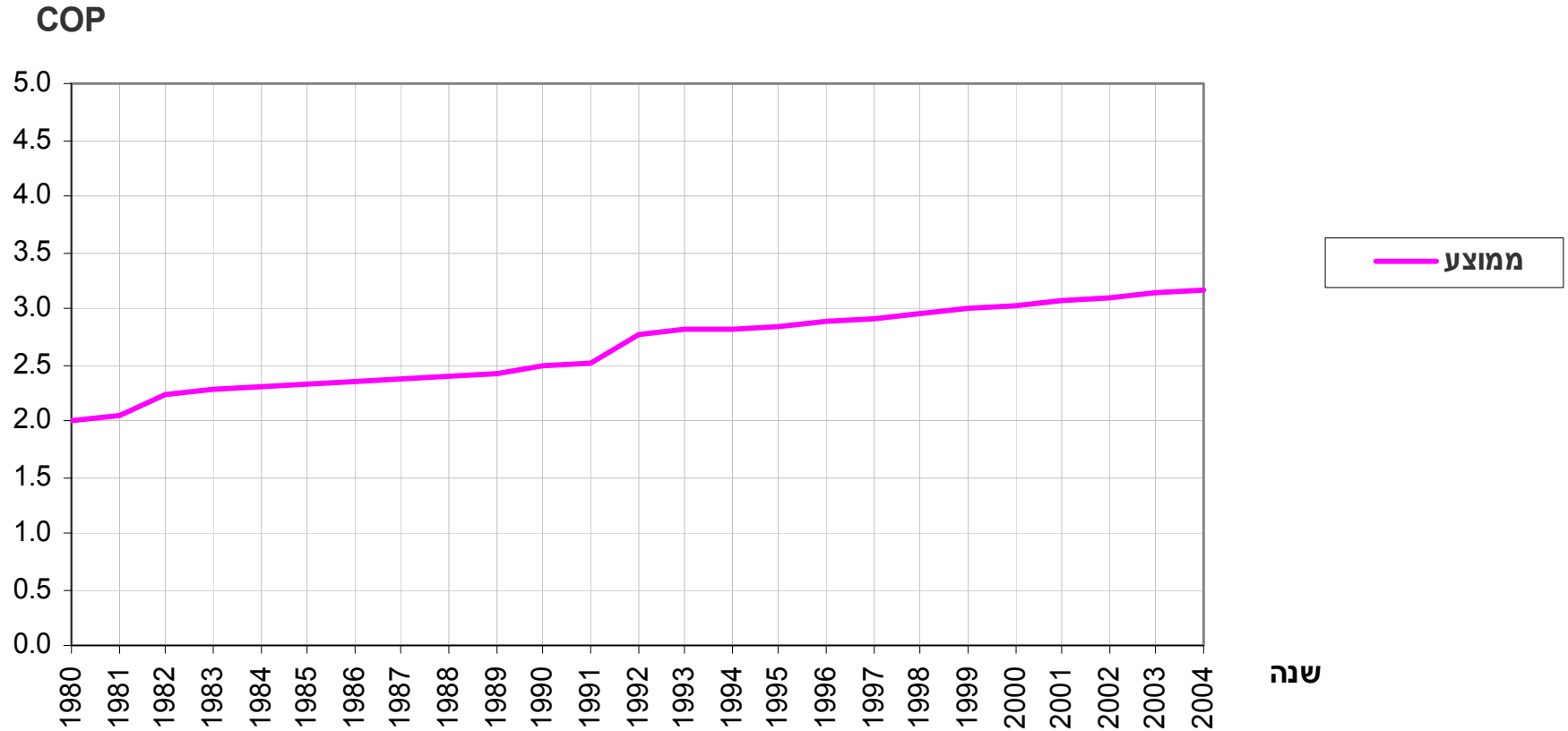
(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(1)



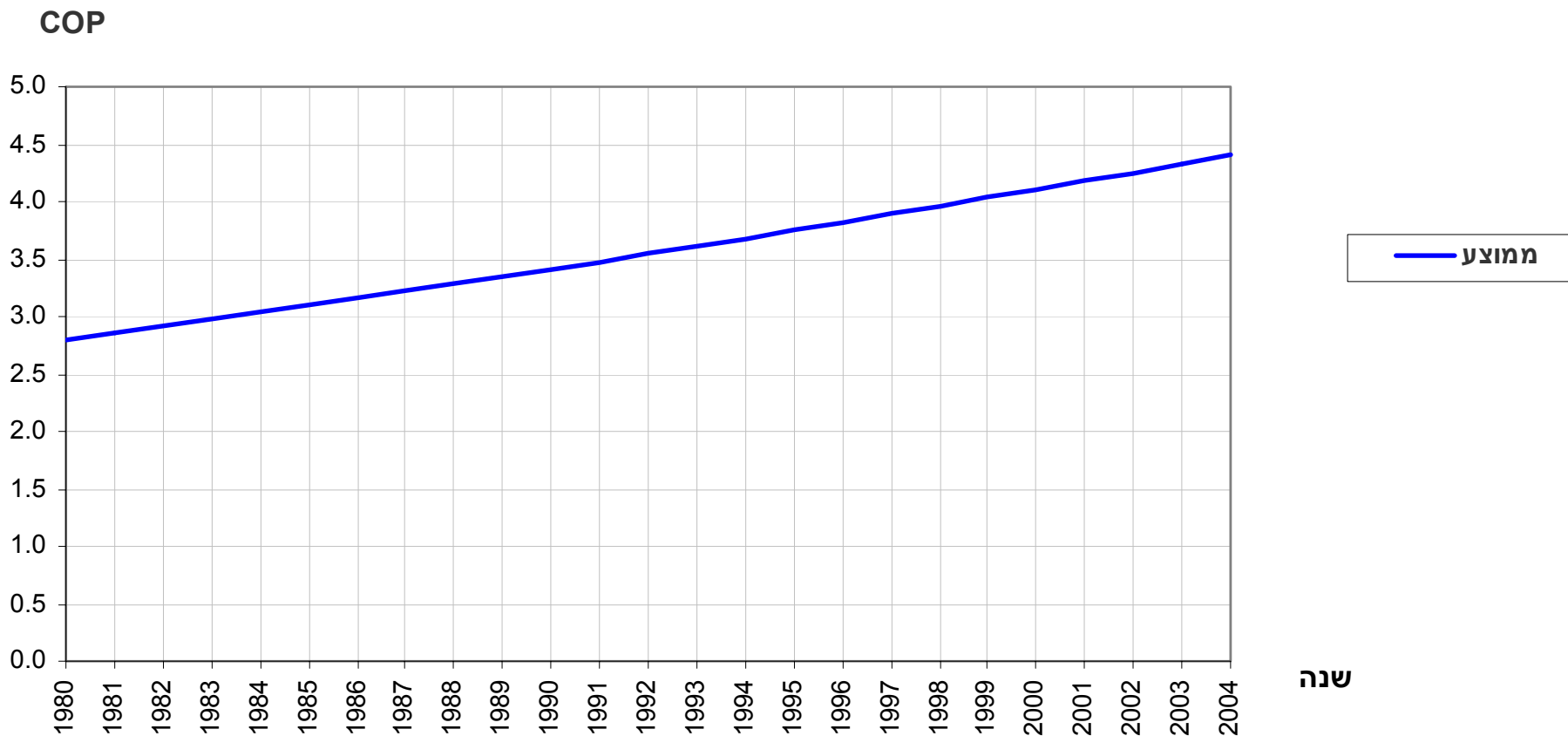
ספרת ההספק (COP) על פי דרישות למזגנים יחידתיים בארה"ב

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(3)



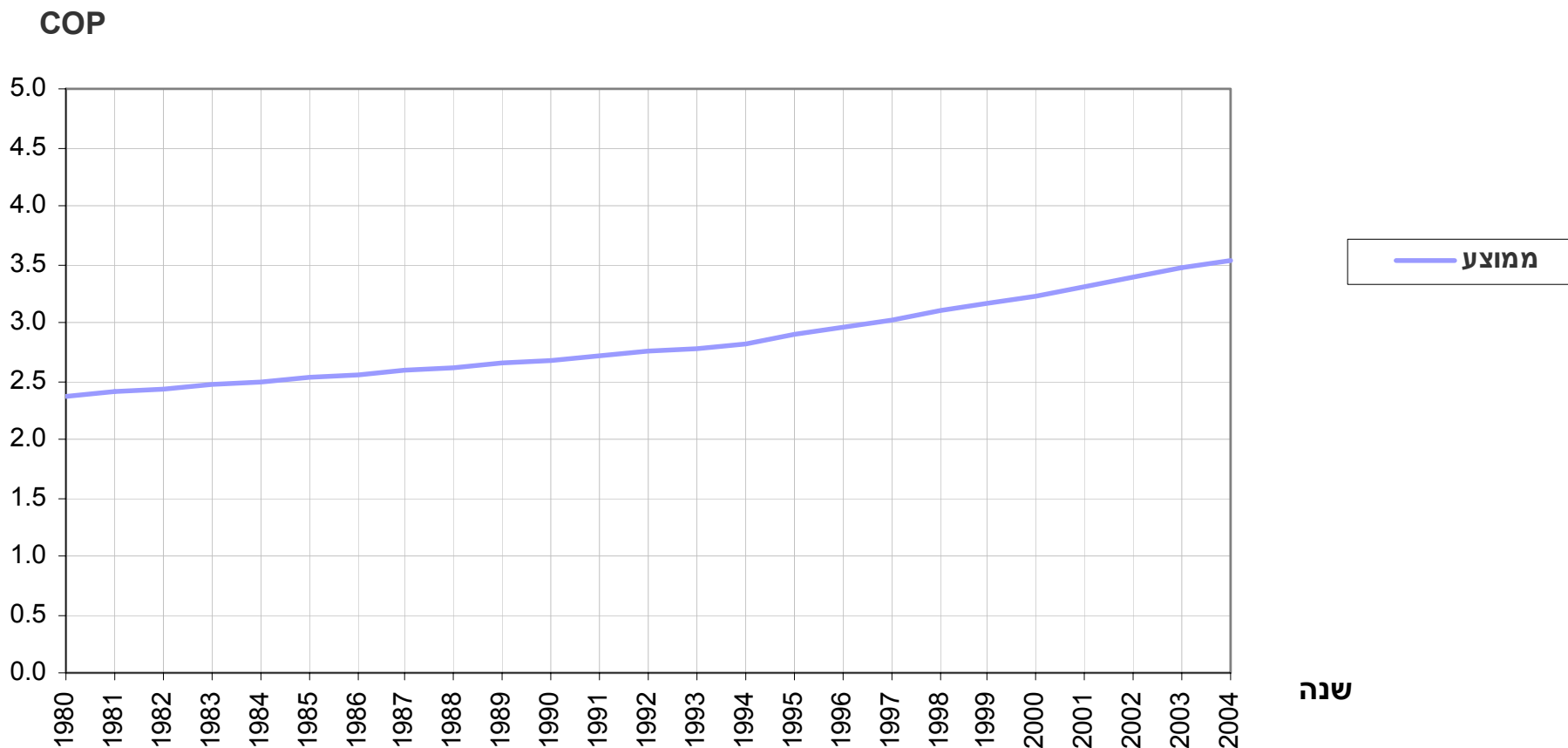
ספרת ההספק (COP) על פי דרישות ליחידות קרור מים מרכזיות בארה"ב, בתוספת ציוד עזר (קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(4)



ספרת הספק (COP) משוקללת מיחידות קרור מים מרכזיות+ציוד עזר וממזגנים יחידתיים (קווי מגמה בקירוב פולינומי)

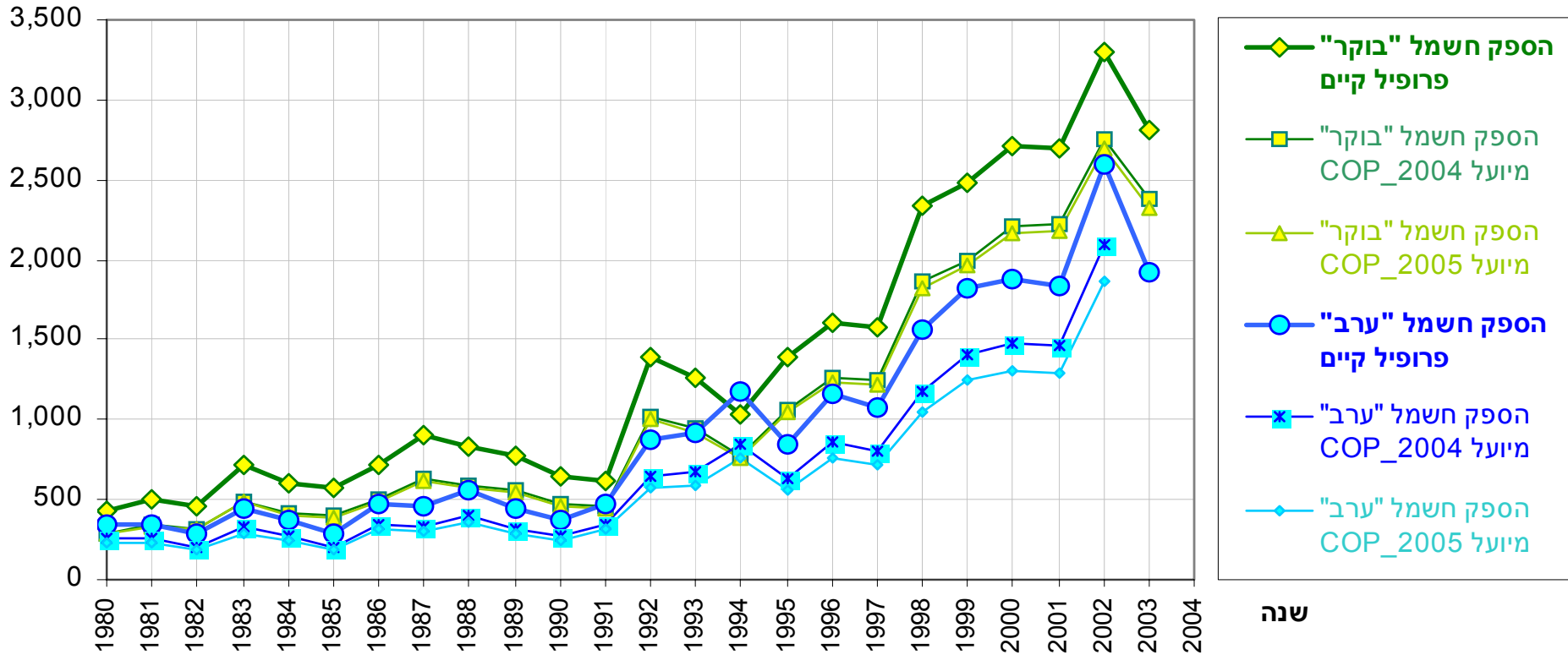
ייחוס בדו"ח: סעיף 3.3.2(4)



הספקי חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) למיזוג אוויר – פרופילים עבור COP קיים ומיועל

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(1)

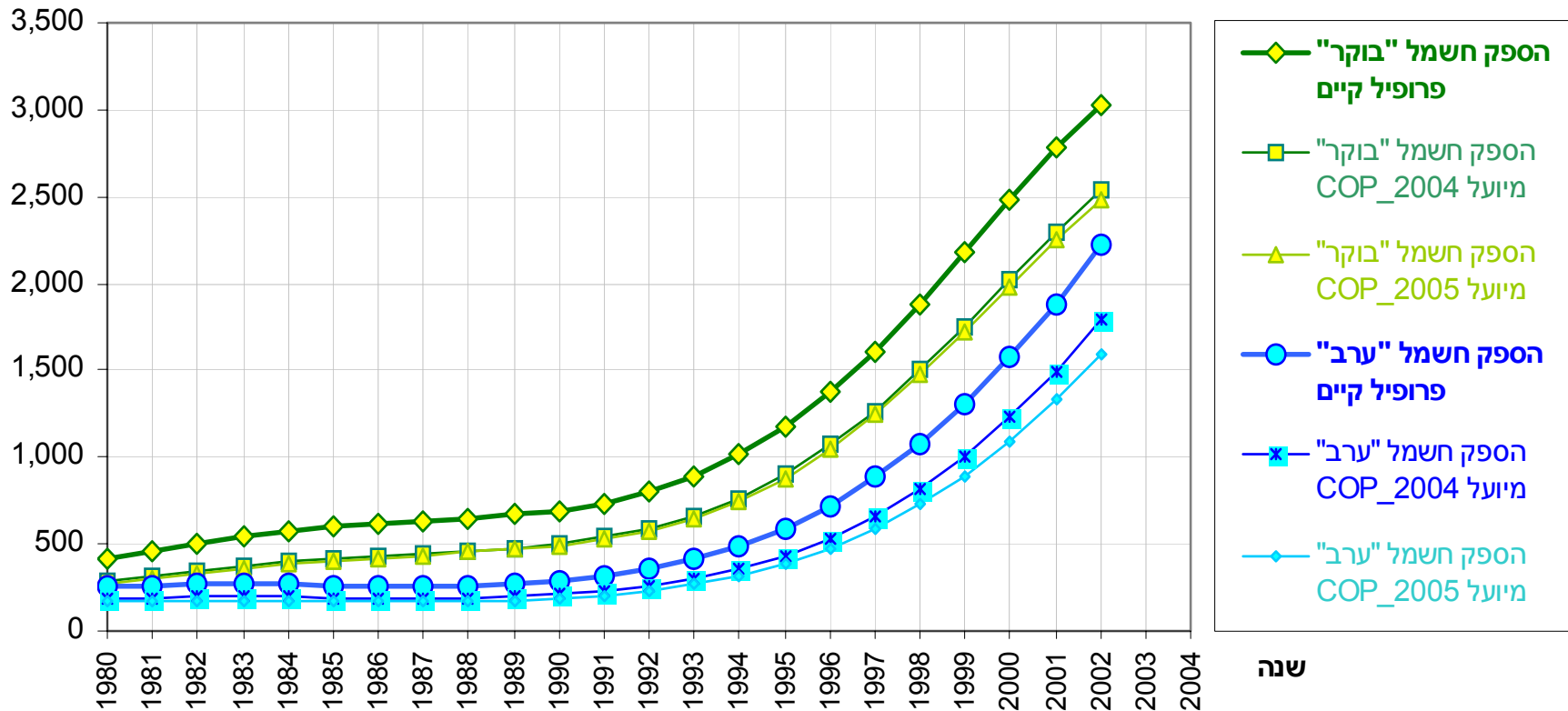
מגהוואט חשמל



הספקי חשמל שיא ביקוש (בוקר וערב) למיזוג אויר – פרופילים עבור COP קיים ומיועל (קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(1)

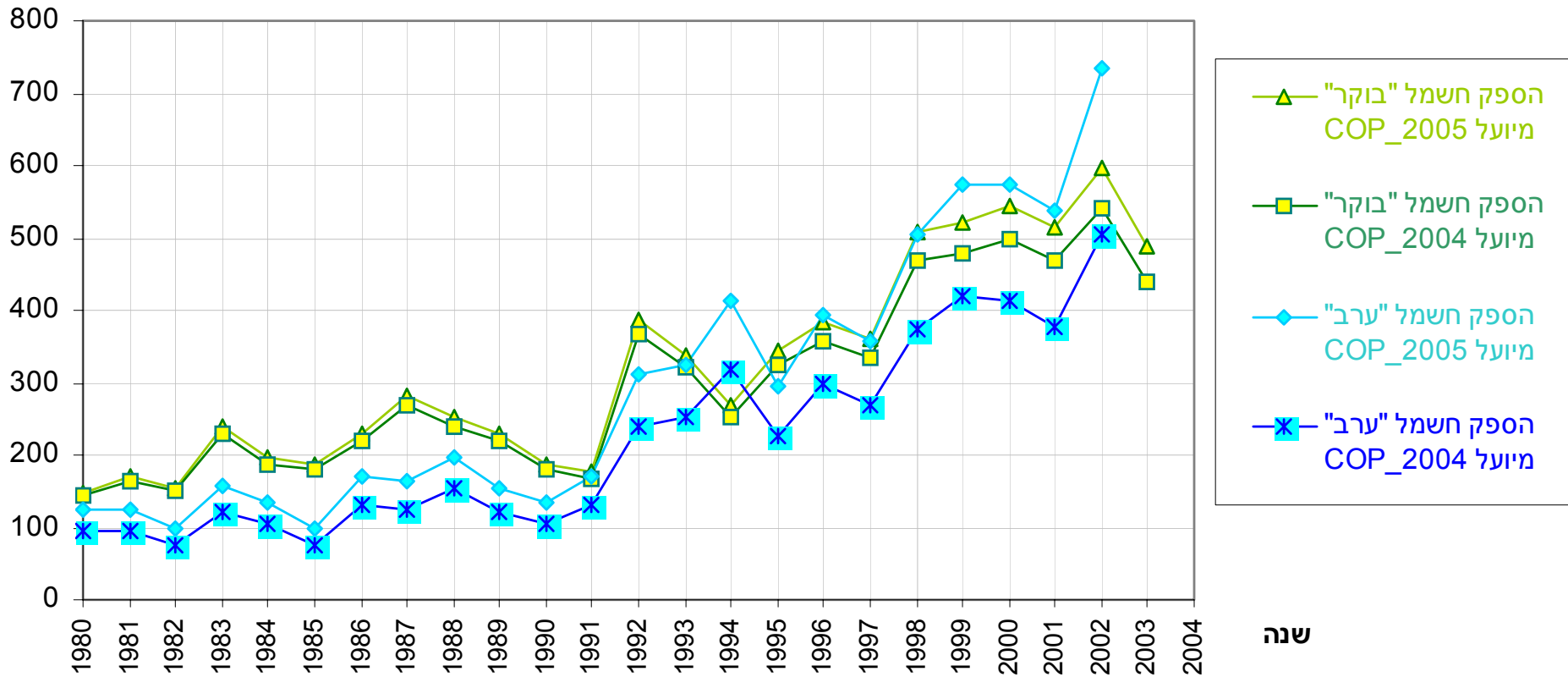
מגהוואט חשמל



חימום בהספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(1)

מגהוואט חשמל

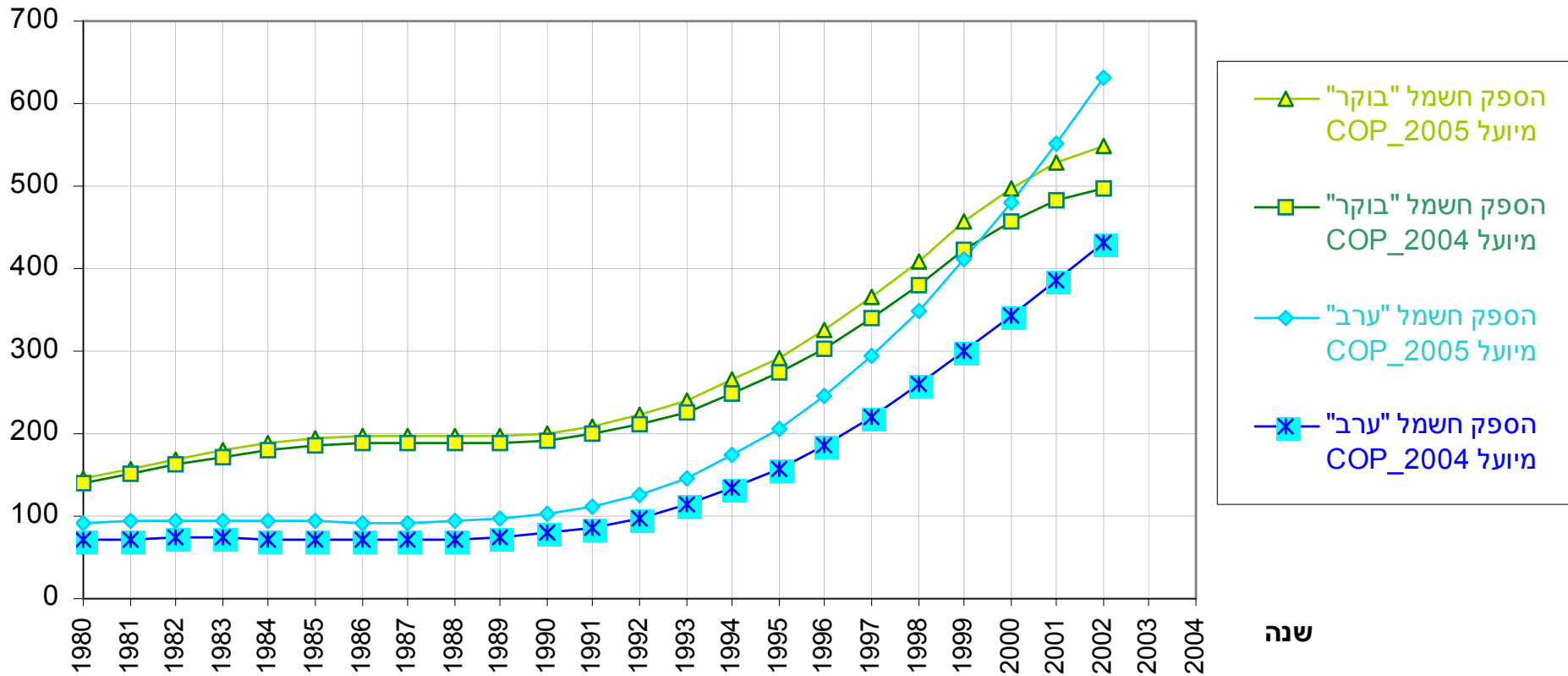


חימום בהספק חשמל שיא ביקוש למיזוג אוויר

(קווי מגמה בקירוב פולינומי)

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2 (1)

מגהואט חשמל

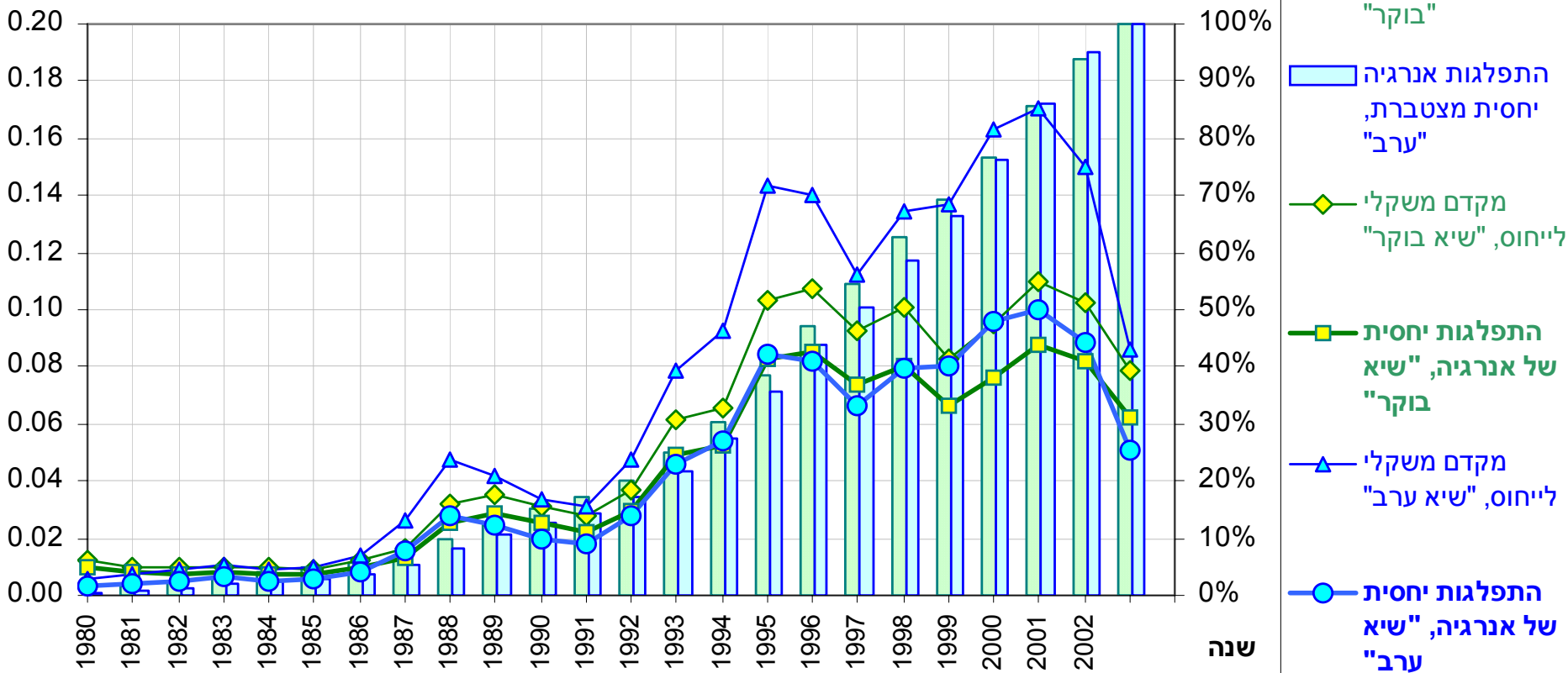


מקדם משקלי של תרומת צריכת אנרגיה שנתית לחימום והתפלגות יחסית של אנרגיה

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

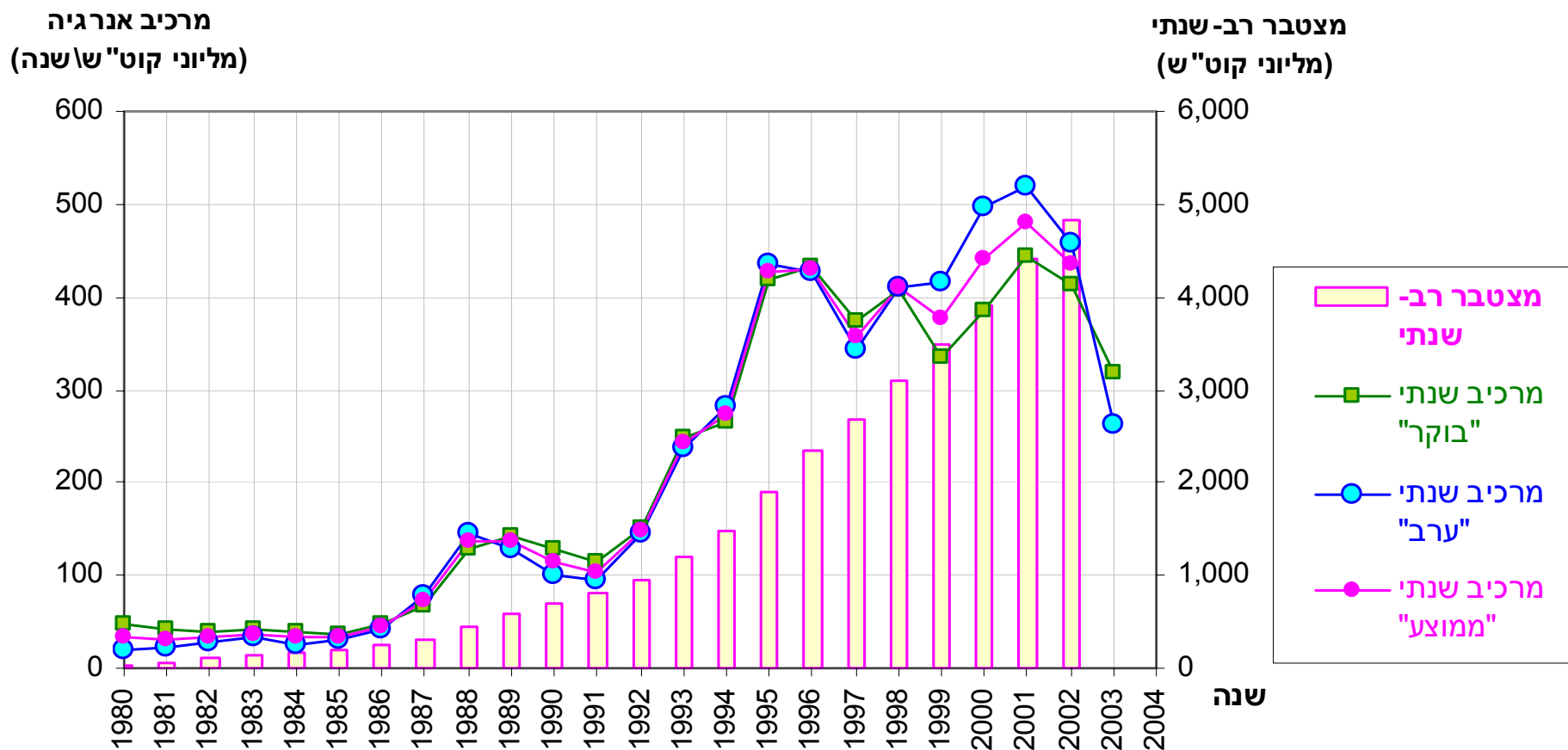
מקדם משקלי והתפלגות
אנרגיה יחסית

התפלגות אנרגיה
מצטברת



צריכת אנרגיה מצטברת רב-שנתית ומרכיב אנרגיה שנתית לשנה 2002

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

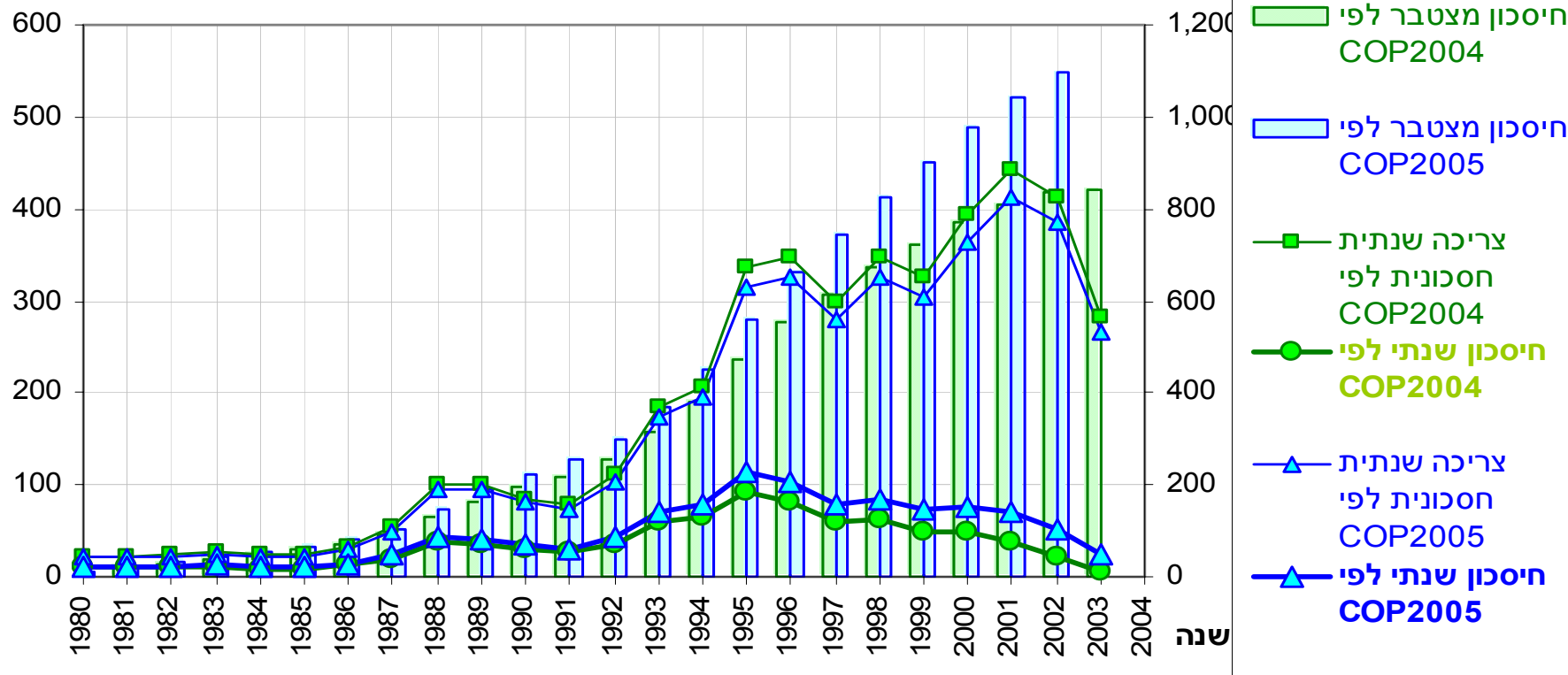


צריכת אנרגיה חסכונית וחימום באנרגיה

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

מרכיב אנרגיה
(מיליוני קוט"ש/שנה)

מצטבר רב-שנתי
(מיליוני קוט"ש)

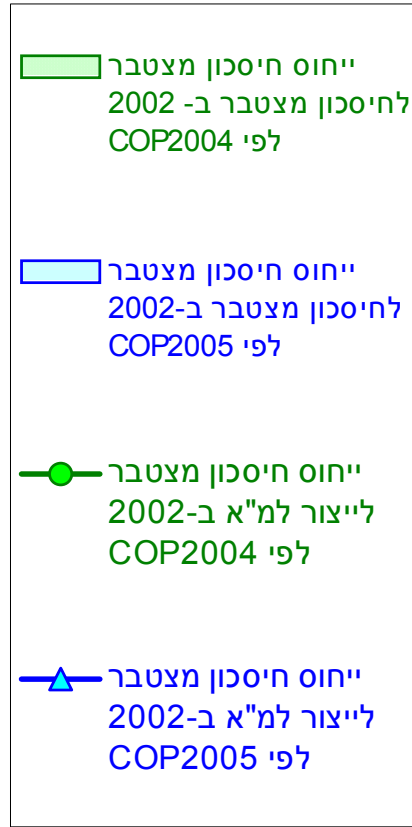
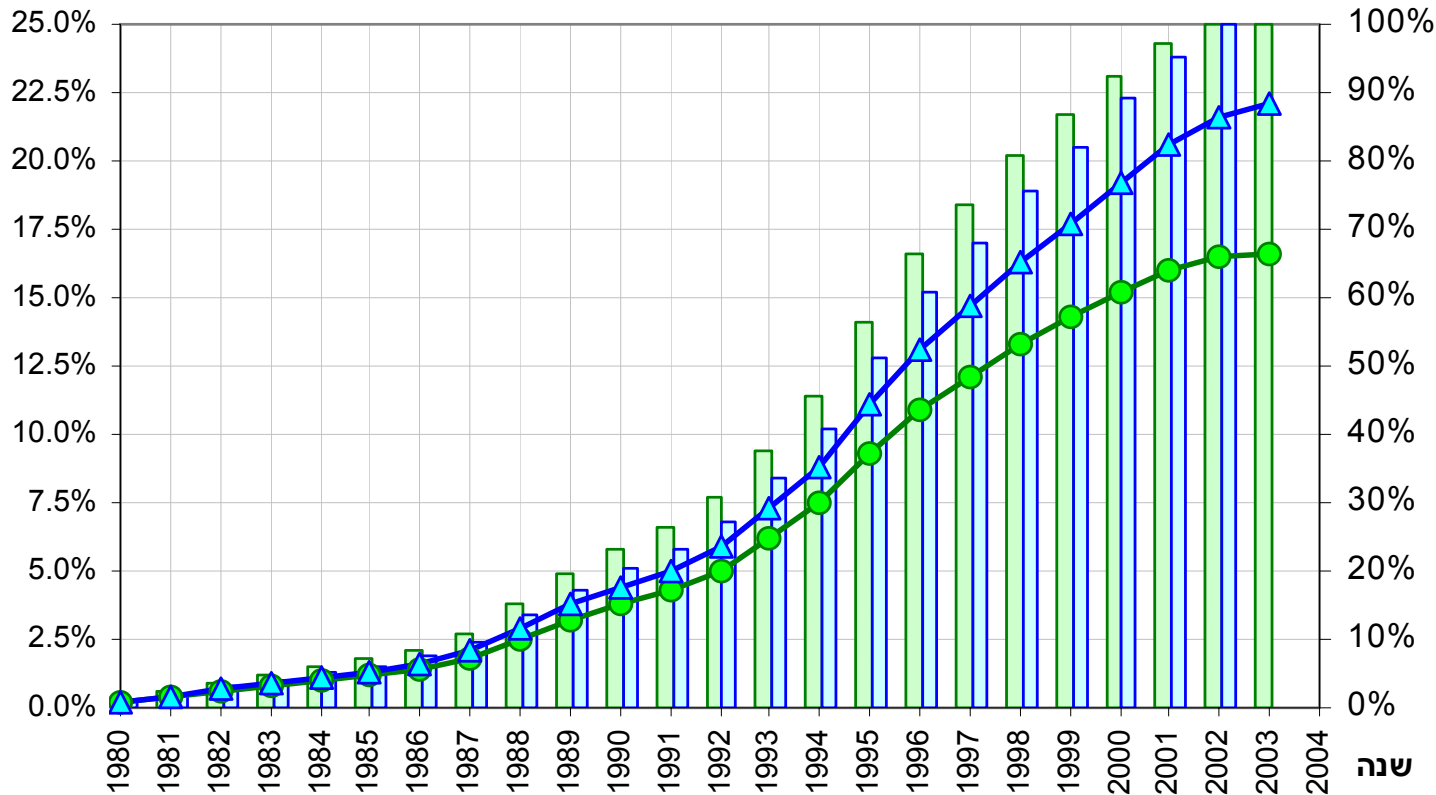


יחס של חימום מצטבר באנרגיה לחימום וייצור ב-2002

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

יחס חימום מצטבר
לייצור למ"א ב- 2002

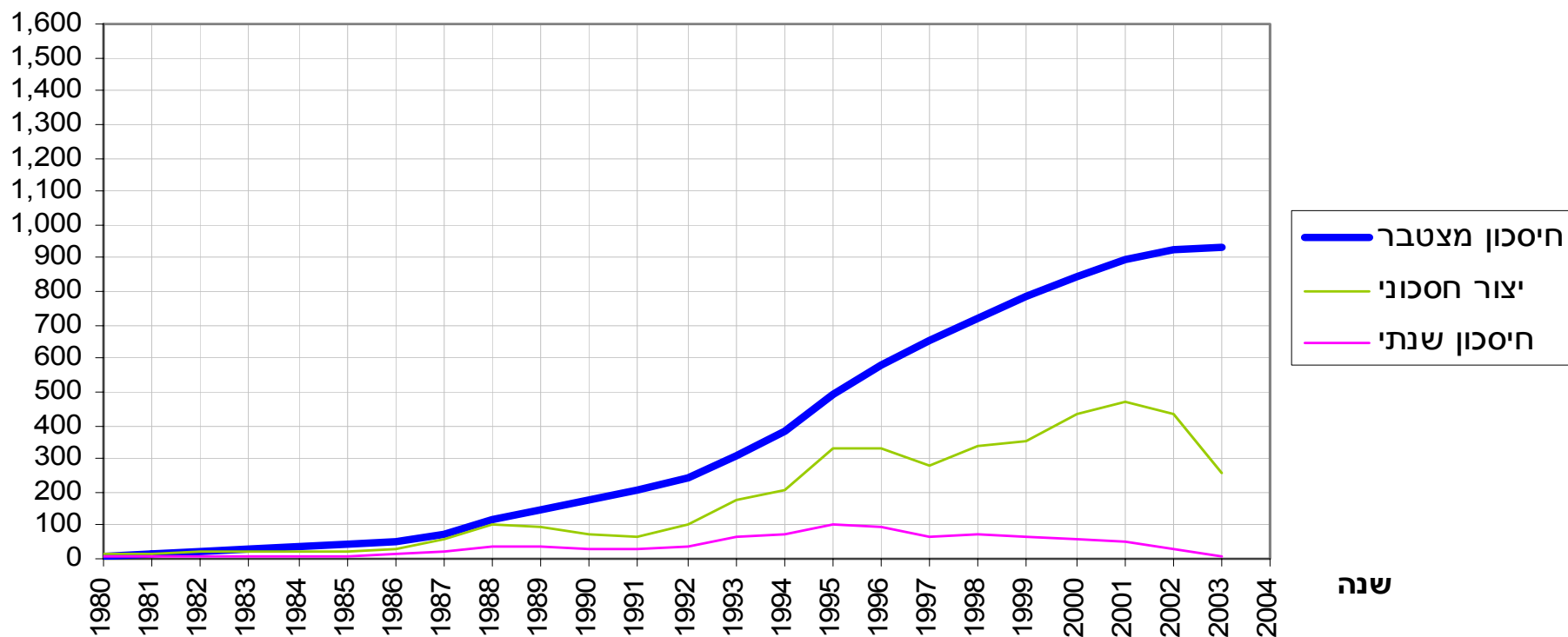
יחס חימום מצטבר
לחימום מצטבר ל-2002



צריכת אנרגיה שנתית – יצור חסכוני וחיסקון לפי COP 2004 - מזגנים מיצור מקומי

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

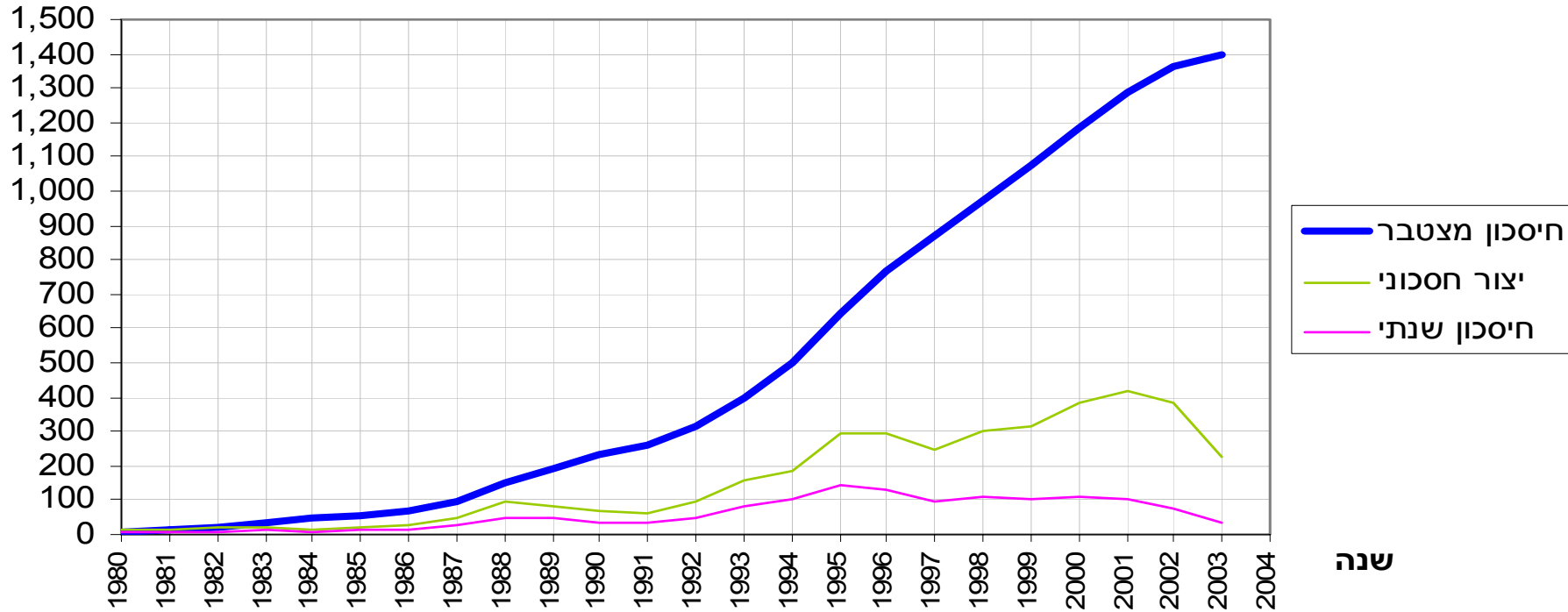
מליון קוט"ש/שנה



צריכת אנרגיה שנתית – יצור חסכוני וחיסקון לפי COP 2005 - מזגנים מיצור מקומי

ייחוס בדו"ח: סעיף 6.1.2(2)

מליון קוט"ש/שנה



שנה