

הערכת כמות הדלק הנדרשת לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה

בחברת החשמל לישראל כמו ברוב חברות החשמל בעולם נהוג לבצע חישוב של איבודי אנרגיה. איבודים אלה מהווים נטל כבד על תחנות הכוח שצריכות לשרוף ברציפות דלק נוסף לכיסוי איבודים אלה, בייחוד בשעות פסגת העומס של המערכת. בחברת החשמל מתבצע כל שנה חישוב של איבודי האנרגיה במערכת ההולכה וההשנאה וברשת החלוקה. למשל, בשנת 2003 איבודי האנרגיה במערכת ההולכה וההשנאה הסתכמו בכ-588 מיליון קוט"ש (1.35% מייצור הנטו) וברשת החלוקה כ-1110 מיליון קוט"ש (2.55% מייצור הנטו). במאמר זה "תורגמו" לראשונה איבודי האנרגיה שהופיעו ברשת החלוקה של חברת החשמל בשנת 2003 לכמות הדלק הנוסף שנדרשה לייצורם בתחנות הכוח של החברה, לפי סוג הדלק של יחידות הייצור. כמויות דלקים אלה ועלותן השנתית הן גדולות, כפי שניתן יהיה להיווכח בהמשך המאמר. זאת הסיבה שחברת החשמל פועלת נמרצות להקטנת איבודי אנרגיה בכל חוליות מערכת החשמל, בעיקר היום כאשר מחירי הדלקים הרקיעו שחקים. סיבה חשובה נוספת לפעילות חברת החשמל להקטנת כמות איבודי האנרגיה והדלקים הנשרפים לייצור החשמל, היא שיפור איכות הסביבה. הדבר מושג בעיקר על-ידי הקטנת כמות המזהמים הנפלטים לאוויר בזמן שריפת הדלקים.

תוצאות חישוב איבודי אנרגיה

רשת החלוקה של חברת החשמל מורכבת משלוש חוליות עיקריות: קווי חלוקה מתח גבוה, שנאי חלוקה וקווי חלוקה מתח נמוך. רשת החלוקה מתוארת באיור 1. איור זה מוהוה מודל הרשת, עליו בוצעו החישובים עבור שנת 2003.

יש לציין שהחישובים מתייחסים לאיבודי אנרגיה פעילה או בקיצור לאיבודי אנרגיה.

- בשנת 2003, ערכי איבודי אנרגיה בחוליות רשת החלוקה היו:
- בקווי החלוקה מתח גבוה (מ"ג): 340.7 מיליוני קוט"ש בשנאי החלוקה: 350 מיליוני קוט"ש
 - בקווי החלוקה מתח נמוך (מ"נ): 419 מיליוני קוט"ש איבודי האנרגיה ברשת החלוקה הסתכמו ב-1109.7 מיליוני קוט"ש והיו:
 - 2.55% מסה"כ ייצור הנטו (43,520 מיליוני קוט"ש - ראה נתון זה בדו"ח סטטיסטי של חברת החשמל לשנת 2003)
 - 2.89% מסה"כ האנרגיה הנמכרת ללקוחות מ"ג וללקוחות במ"ג (38,376.4 מיליון קוט"ש - ראה נתון זה בדו"ח הסטטיסטי).
- איבודי האנרגיה בשלושת החוליות של מערכת החלוקה של חברת החשמל בשנת 2003 נתונים באיור 1, במיליוני קוט"ש ובאחוזים מהאנרגיה הנכנסת

למערכת החלוקה בשנה זאת (39,578.3 מיליון קוט"ש). באיור 1 נרשם גם ערכו של ייצור הנטו של תחנות הכוח בשנת 2003 (43,520 מיליון קוט"ש - ראה נתון זה בדו"ח הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 2003).

הערכת כמות הדלק הנדרשת לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה

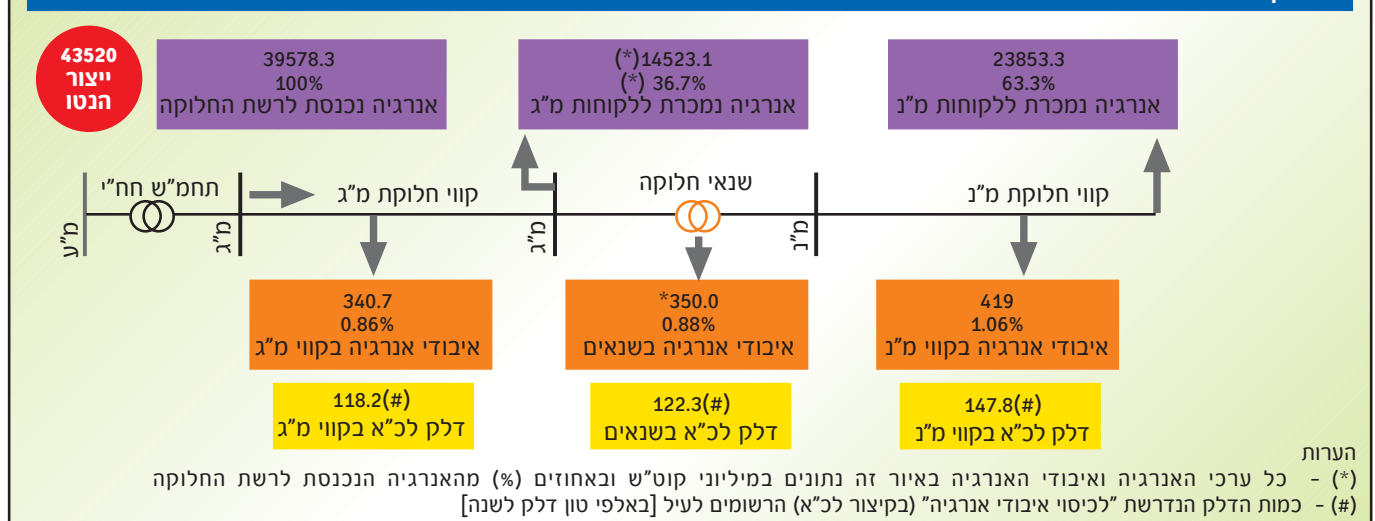
הערכת כמות הדלק הנדרשת לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה של חברת החשמל נעשתה עבור שנת 2003. הערכה זו בוצעה בהנחה שייצורה נעשה לפי אחוזי ייצור החשמל שהיו בתחנות הכוח של חברת החשמל בשנת 2003. אחוזים אלה נלקחו מדו"ח הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 2003 ונתונים בטבלה 1 בהמשך.

לפי אחוזים אלה חולקו איבודי האנרגיה ברשת החלוקה של חברת החשמל בשנת 2003. התוצאה נתונה בטבלה 1.

יש לציין שערכיהם הוגדלו במקצת לעומת אלה שבפרק הקודם, על מנת להתחשב גם בהשפעת איבודי אנרגיה במערכת ההולכה וההשנאה, באיבודים של השנאים הראשיים בתחנות הכוח ובתצרוכת העצמית של תחנות הכוח.

לחישוב כמות הדלקים לפי סוג הדלק הנדרש לכיסוי איבודי האנרגיה הנ"ל, השתמשתי בערכי צריכת הדלק הסגולית בתחנות הכוח הנ"ל.

איור 1: מודל רשת החלוקה של חברת החשמל הכולל את פירוט האנרגיה הנכנסת לרשת החלוקה, איבודי האנרגיה והדלק לכיסוי איבודי אנרגיה בשנת 2003



טבלה 2: כמויות הדלק הנדרשת לייצור ולכיסוי איבודי אנרגיה של 5 לקוחות שונים בחברת החשמל

סוג לקוח	צריכה שנתית [קוט"ש]	כמות כוללת של דלק (*) הנדרשת לייצור [טון לשנה]	כמות דלק (*) הנדרשת לכיסוי איבודי אנרגיה [טון לשנה]	הערה
ביתי ממוצע (לפי דו"ח סטטיסטי בשנת 2003)	7.194	2.5	0.2	חיבור במתח נמוך
מסחרי, עם צריכה עד 100.000 קוט"ש לשנה	94.000	33.2	2.6	חיבור במתח נמוך
מסחרי, עם צריכה מעל 100.000 קוט"ש לשנה	750.000	260.4	16.6	חיבור במתח גבוה
תעשייתי, עם צריכה עד 300.000 קוט"ש לשנה	276.000	96.5	6.8	חיבור ישירות לשנאי חלוקה
תעשייתי, עם צריכה מעל 300.000 קוט"ש לשנה	1.850.000	642.2	40.9	חיבור במתח גבוה
(*) ערכים אלה הם דוגמאות ואין להשתמש בהם לחישוב כמויות הדלקים הנדרשות לייצור ולכיסוי איבודי אנרגיה של כלל הלקוחות הביתיים או המסחריים או התעשייתיים של חברת החשמל.				

הם נלקחו מהדו"ח הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 2003 ושויים ל-: עבור תחנות הכוח הפחמיות - 350 גרם לקוט"ש, עבור תחנות הכוח עם מזוט - 233 גרם לקוט"ש ועבור תחנות הכוח טורבינות גז המופעלות בסולר - 221 גרם לקוט"ש.

על מנת "לתרגם" את כמויות הדלק לעלויות שנתיות, השתמשתי בערכי עלות הדלק הסגולית בתחנות הכוח הנ"ל. ערכיהם נלקחו מדו"ח צוות בין אגפי של חברת החשמל "ריכוז נתונים לצורך תכנון מערכת הייצור של חברת החשמל" במרץ 2003. עלותם היו: פחם - 36.4 דולר לטון, מזוט - 171 דולר לטון וסולר - 235.9 דולר לטון.

לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה ובשלושת החוליות שלה בשנת 2003 לפי סוגי הדלק של יחידות הייצור נתונות בטבלה 1. בטבלה זו נתונות גם העלויות השנתיות של הדלקים הנ"ל.

מטבלה 1 נובע:

- כמות הדלק הנדרשת לכיסוי האיבודים ברשת החלוקה בשנת 2003 היתה בסך 388.3 אלפי טון. רובו היה פחם (85%) והיתר מזוט (12%) וסולר (4%).
- העלות השנתית של שלושת הדלקים הנ"ל הסתכמה בסך 22.6 מיליון דולר ארה"ב (53% - פחם, 36% - מזוט ו-11% - סולר).

החלוקה) של 5 לקוחות שונים. הדבר הודגם עבור צרכן ביתי ממוצע בשנת 2003, 2 לקוחות מסחריים ו-2 לקוחות תעשייתיים. כמויות הדלקים הנדרשות לכיסוי איבודי אנרגיה ניתנות בטבלה 2, יחד עם כמות הדלק הנדרשת לייצור החשמל עבור 5 לקוחות אלה.

סיכום ומסקנות

במאמר זה הוערכו לראשונה כמויות הדלק הנדרשות לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה של חברת החשמל עם הדגמה. עבור שנת 2003. בנוסף חושבו העלויות השנתיות של דלקים אלה בשנת 2003.

- איבודי האנרגיה הסתכמו ב-1109.7 מיליון קוט"ש והיוו 2.55% מסה"כ הייצור נטו.
- כמות הדלק שנדרשה לכיסוי איבודי אנרגיה הנ"ל היתה בסך 388.4 אלפי טון. רובו היה פחם (85%).
- העלות השנתית של הדלק הנ"ל היתה בסך 22.6 מיליון דולר ארה"ב.

- לכיסוי איבודי האנרגיה של קוט"ש ממוצע נדרשו 66.7 טון דלק לשנה.
- לכיסוי איבודי אנרגיה של שנאי חלוקה ממוצע נדרשו 2.9 טון דלק לשנה.
- הקטנת איבודי אנרגיה ברשת החלוקה יכולה להביא לחסכון בדלק ולשיפור באיכות הסביבה.

למשל, אם איבודי אנרגיה יקטנו רק בכ-0.5% לשנה, הדבר יכול להביא לחסכון בדלק של כ-2000 טון לשנה, כלומר לחסכון כספי של כ-100 אלף דולר ארה"ב לשנה.

- השיפור באיכות הסביבה מתקבל על-ידי הקטנת כמות המזהמים הנפלטים לאוויר בזמן שריפת פחוח דלקים.
- הקטנת איבודי אנרגיה ברשת החלוקה של חברת החשמל מתרחשת בפועל. למשל, משנת 2001 מגמת התפתחות איבודי אנרגיה ברשת החלוקה נמצאת בירידה (בין 0.5% לשנה ל-1.0% לשנה).

- ברשת החלוקה של חברת החשמל ירידת איבודי אנרגיה מתקבלת כתוצאה מהתקנת סוללות קבליים בקווי החלוקה 22 ק"ו ועקב שיפורים רבים ברשת החלוקה שהמחוזות מבצעים באופן שוטף.

טבלה 1: תוצאות חישוב כמות הדלק הנדרשת לכיסוי איבודי אנרגיה ברשת החלוקה של חברת החשמל ב-2003

הערות	תח"כ ט"ג (סולר)	תח"כ מזוטיות	תח"כ פחמיות	סוג תח"כ לפי סוג הדלק
אחוז הייצור	4.1%	16.8%	79.1%	
חלוקת איבודי אנרגיה ברשת החלוקה (מיליוני קוט"ש, תוך התחשבות באיבודי האנרגיה של כלל המערכת)*				
בקווי מתח גבוה	363.8	14.8	287.9	61.1
בשנאי החלוקה	376.5	15.4	297.8	63.3
בקווי מתח נמוך	454.7	18.6	359.7	76.4
סה"כ ברשת החלוקה	1195.0	48.8	945.4	200.8
כמות הדלק הנדרשת לכיסוי איבודי האנרגיה ברשת החלוקה [אלפי טון]				
בקווי מתח גבוה	118.2	3.3	100.7	14.2
בשנאי החלוקה	122.3	3.4	104.2	14.7
בקווי מתח נמוך	147.8	4.1	125.9	17.8
סה"כ ברשת החלוקה	388.3	10.8	330.8	46.7
עלות שנתית של הדלק הנדרש לכיסוי איבודי האנרגיה בחוליות רשת החלוקה [מיליוני \$]				
בקווי מתח גבוה	6.9	0.8	3.7	2.4
בשנאי החלוקה	7.1	0.8	3.8	2.5
בקווי מתח נמוך	8.6	1.0	4.6	3.0
סה"כ ברשת החלוקה	22.6	2.6	12.1	7.9