שיפור מקדם הספק כצעד להתייעלות אנרגטית

מקדם הספק נמוך גורם גידול בהפסדי האנרגיה ובהוצאות החשמל, מקטין את האפשרות לניצול גודל חיבור החשמל, ומצריך הגדלת השקעות בתשתית מערכת החשמל. אמנם, בעיני העוסקים בחשמל הנושא כמעט נדוש, היות ששיפור מקדם הספק הוא ברור מאליו. עם זאת, במיתקני חשמל לא מועטים – כאלה שבהם אין אנשי תחזוקה או חשמלאים המועסקים במשרה קבועה, או כאלה שבהם המודעות לנושא נמוכה מאוד – עדיין הנושא לוקה בחסר. מטרת המאמר היא לרענן את המידע הבסיסי בנוגע למקדם ההספק, ולקדם פעילות בנושא זה בקרב ציבור החשמלאים.

מרבית סוגי הציוד החשמלי צורכים, בנוסף לאנרגיה אקטיבית (פעילה), גם אנרגיה ריאקטיבית (היגבית), הנובעת מתכונותיהם החשמליות. האנרגיה האקטיבית היא אנרגיה ממשית הניתנת להמרה לכל צורה אחרת של אנרגיה (מכאנית, חום, אור וכדומה). לעומתה, האנרגיה הריאקטיבית אינה תורמת לעבודה המבוצעת. צריכה גבוהה של אנרגיה ריאקטיבית גוררת מקדם הספק נמוך, וכפועל יוצא מכך גדלות עלויות חברת החשמל (עקב עלייה בהפסדי אנרגיה במערכת ייצור החשמל ואספקתו, ובשל הצורך בתשתית רחבה יותר של המערכת). מבחינת צרכן החשמל, המצב דומה. מקדם הספק נמוך מקטין את אפשרויות ניצול גודל החיבור העומד לרשותו, או מחייב הגדלת השקעותיו בתשתית מערכת החשמל. כמו כן, הדבר גורם גידול בהפסדי האנרגיה במערכת החשמל שלו, ולגידול בהוצאות בגין צריכת החשמל עקב תוספת תשלום המוטלת עליו עבור מקדם הספק נמוך. על-פי אמות המידה, מקדם ההספק התקני בישראל הנדרש מלקוחות מתח נמוך הוא 0.92, מלקוחות מתח גבוה – 0.9, ומלקוחות מתח עליון – 0.87. אם מקדם ההספק הקיים קטן ממקדם ההספק הנדרש, תחול על הלקוח תוספת תשלום בגין מקדם ההספק (טבלה 1).

לדוגמא, על צרכן במתח נמוך בעל מקדם הספק של 0.74 תחול תוספת תשלום בשיעור של 22.5% ביחס לתשלום החודשי, לפי החישוב הבא: 22.5%=0.125%*0.001/(0.74-0.92). אם, למשל, התשלום עבור הצריכה החודשית הוא 40,000 ש"ח, הרי שתוספת התשלום שחלה עליו במקרה זה היא 40,000*22.5% – שהם 9,000 ש"ח.

טבלה 1: תוספת תשלום בגין מקדם הספק נמוך

מקדם הספק נמדד	סוג האספקה			תוספת תשלום לכל 0.001 שיחסר ממקדם ההספק הנדרש
	מתח נמוך	מתח גבוה	מתח עליון	
לא פחות מ-	0.8	0.78	0.75	0.1%
פחות מהנ"ל אך לא פחות מ-	0.7	0.68	0.65	0.125%
פחות מ-	0.7	0.68	0.65	0.15%

נזקי מקדם הספק נמוך

מקדם הספק נמוך גורם להגדלת זרם חשמלי של המיתקן והמערכת לאספקת החשמל, הואיל והזרם יחסי הפוך למקדם ההספק. בהגדלה זו של הזרם אין כל תועלת. היא גורמת רק נזקים לכל המעורבים – הצרכן, חברת החשמל, והמשק הלאומי. הגדלת הזרם מחייבת את הצרכן להגדיל את ההשקעות בתשתית מערכת החשמל שלו, על כל מרכיביה. היא גורמת גם גידול בהפסדי האנרגיה, וכפועל יוצא מכך – עלייה בצריכת החשמל והתשלום בגינה, שכן הפסדי האנרגיה גדלים ביחס לריבוע הזרם. כמו כן, היא גורמת לגידול במפלי המתח ברשתות החשמל של הצרכן. יתרה מזאת, עקב מקדם הספק נמוך, הצרכן אינו מנצל בצורה יעילה את גודל החיבור שעומד לרשותו, דבר המניע אותו לעיתים להגדיל את גודל החיבור.



מנגד, הנזקים לחברת החשמל ולמשק הלאומי הם בעיקר בצורך בתשתית רחבה יותר של מערכת אספקת החשמל, וכתוצאה מכך, גם גידול בהוצאות השוטפות. גידול בהפסדי האנרגיה של המערכת מביא להגברת השימוש בדלקים לייצור החשמל. כפועל יוצא מכך גדלה תלות המשק בדלק מיובא, וגוברת גם הפגיעה באיכות הסביבה, שהפכה להיות בעיה כלל-עולמית.

שיפור מקדם ההספק

על מנת לקזז את האנרגיה הריאקטיבית שמסופקת למיתקן החשמל על-ידי רשת אספקת החשמל, ובכך להקטין או אף לבטל את נזקיה, ניתן לנצל את האנרגיה הריאקטיבית של קבלים שיותקנו במיתקן. את הקבלים לשיפור מקדם ההספק מתקינים במיתקן החשמל בשיטות שונות, בהתאם לאופיים ולפיזורם של העומסים במיתקן, כדלקמן:

שיטה יחידנית (קיזוז אינדיבידואלי) – התקנת הקבלים נפרדת לכל עומס בנפרד ובסמוך לו.

שיטה קבוצתית (קיזוז קבוצתי) – התקנת קבלים נפרדת לכל קבוצת עומסים הממוקמים באותו אזור ומוזנים מלוח חשמל אזורי.

שיטה מרכזית (קיזוז מרכזי) – התקנת קבל או סוללת קבלים מרכזית בלוח הראשי של המיתקן.

בהיבט הטכני, השיטה היעילה ביותר לשיפור מקדם ההספק היא השיטה היחידנית. אולם, כדאי ליישמה רק כאשר ההספק של עומס בודד במיתקן מהווה חלק משמעותי מההספק הכולל שלו, וזאת עקב שיקולים כלכליים. לעומתה, השיטה המרכזית לוקה בחיסרון משמעותי בהיבט הטכני, היות שמקדם ההספק של המעגלים המוזנים מהלוח הראשי אינו מתוקן, דבר הגורם הפסדים בקווים אלו.

אמנם, מקדם הספק גבוה מביא להקטנת מפלי המתח על רשת החשמל של הצרכן ואף לביטולם, אך יש להיזהר מאוד מקיזוז-יתר (overcompensation) של מקדם הספק (מקדם הספק קיבולי). קיזוז-יתר גורם לעליית מתח על פני התקני הצרכן, דבר אשר עלולה לגרום נזק מצטבר, החלשה, ובלאי מואץ של התקני הצרכן.

© כל הזכויות שמורות לחברת החשמל

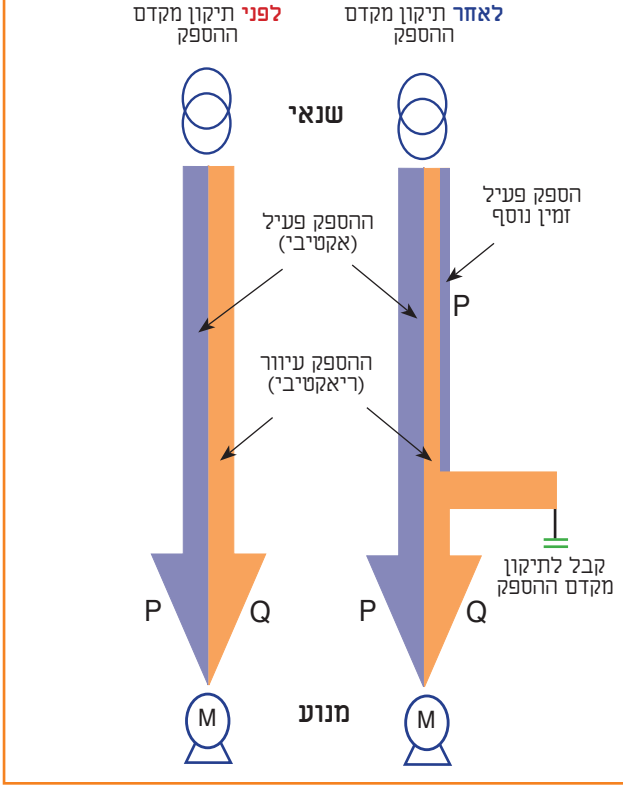
התועלות העיקריות לצרכן כתוצאה משיפור מקדם ההספק:

- הקטנת העלויות של מערכת אספקת החשמל של הצרכן, כתוצאה משימוש בגדלים קטנים יותר של שנאים, כבלים, אמצעי מיתוג ואבטחה, יחידות גיבוי, שטחים למיקום ההתקנים וכדומה.
- הפסדי אנרגיה נמוכים יותר במערכת החשמל, המתבטאים בהוצאות חשמל נמוכות.
- עלייה בהספק הזמין העומד לרשות הצרכן, או לחלופין ניצול יעיל יותר של גודל החיבור (איור 1).
- וכמובן, אי-חיוב בגין מקדם הספק ירוד.

כמתואר באיור 1, לדוגמא, לפני תיקון מקדם ההספק, מסופק כל ההספק הריאקטיבי על-ידי השנאי, ואילו לאחר חיבור קבל לשם תיקון מקדם ההספק קוזזה האנרגיה הריאקטיבית אשר מספקת רשת אספקת החשמל, והקבל מספק את רוב ההספק הריאקטיבי; כך מתפנה הספק פעיל זמין נוסף לניצול.

לסיכום, מקדם הספק נמוך אינו יעיל, והוא יקר לצרכני החשמל, לחברות החשמל, ולמשק הלאומי כאחד. חברת החשמל פועלת רבות באמצעות הכוונת לקוחותיה והסברה לגבי מקדם הספק ירוד, משמעותו והשלכותיו, והדרכים לתיקונו. יחד עם זאת, שימת דגש של ציבור החשמלאים והעוסקים בחשמל בסוגיה זו עשויה

איור 1: מסלול זרימת האנרגיה לפני ואחרי תיקון מקדם הספק



להניב תועלת רבה, גם ללקוחות וגם למשק החשמל הלאומי. למידע נוסף ומורחב בנושא זה מומלץ לקרוא את העלון המקצועי "מקדם הספק נמוך פירושו הוצאות חשמל גבוהות", שכתב המהנדס נוראני שגיב. העלון מופיע באתר האינטרנט של חברת החשמל, בכתובת: http://www.iec.co.il/ElectricityProfessionals/DocLib10/lowmeanshigh.pdf

© כל הזכויות שמורות לחברת החשמל