

זמינות מתקני מחשב תוך חתירה ליעילות באמצעות מערכת שליטה ובקרה

שמעון כץ, מנהל פרויקט "רותם", בנק הפועלים

מאמר לכנס חשמל – אילת 2012

1. רקע

מתקני מחשב הפכו כיום לתשתית קריטית של כמעט כל ארגון מודרני. הארגונים תלויים כיום כמעט באופן מוחלט בתשתיות המחשוב שלהם ואינם מסוגלים לתפקד, אפילו לתקופה קצרה ללא תשתיות אלה. הנזק לארגון כתוצאה מפגיעה בתשתיות מחשוב או תקשורת אינו רק כלכלי אלא גם תדמיתי. זמינות התשתיות משתקפת במקרים רבים אצל לקוחות הארגון וכל תקלה, הפרעה או חדש לתקלה מתפרסם כשם בשדה קוצים של הרשתות החברתיות, במהדורות האלקטרוניות של אמצעי התקשורת ובראש עמודי החדשות¹ בעיקר כשהדבר נוגע למערכות בעלות תפוצה רחבה. הרגולטורים, בכל התחומים, ערים לנושא וכל אירוע מסוג זה נבדק על ידם ולעיתים גורר שינויי הנחיות ודרישות לרציפות ולאמינות השירותים.

זאת ועוד, ארגונים שבעבר פעלו בשעות קבועות, מוגדרות ומוגבלות מספקים שירותים סביב היממה והמודל העסקי שלהם מבוסס על פעילות רציפה. גם מגופים ציבוריים מצפים לקבל את שירותיהם המקוונים באופן רציף.

צריכת האנרגיה של מתקני מחשב בעולם המערבי מגיעה כיום לכ 2% מכלל הצריכה. גידול מתנגש עם מצוקת האנרגיה בחלק מהמדינות, עם העלויות המאמירות של האנרגיה ועם המגמות הסביבתיות. גידול זה הביא את הממשל האמריקאי לפרסם כבר בשנת 2006 דו"ח² שמטרתו להצביע על המגמות ולהמליץ על שיטות להפחתת הצריכה במתקני מחשב מתוך חשש שהגידול המתמיד יחייב את הממשל להטיל מגבלות על הגידול בתחום זה.

ארגוני ענק כמו גוגל, פייסבוק נבחרים כל העת תחת "זכויות מגדלת" סביבתית. במסגרתה מוצגת טביעת הרגל הפחמנית של הארגונים ופרסום מהי הפגיעה הסביבתית של השירות אותו הם מספקים. ביקורת זו הביאה אותם להקים חלק ממתקניהם באזורים בהם האנרגיה "ירוקה" יותר ומיצרת באמצעים שפגיעתם בסביבה פחותה כגון מתקנים הידרואלקטריים, ושהקירור שלהם הוא "טבעי" ככל הניתן ישירות לאוויר או למים ללא מערכות אלקטרומכניות.

צרכים אלה מחייבים תשתיות מחשבים גדולות יותר ואמינות יותר. הנגזרת הכלכלית של תשתיות אלה והדרישה לאמינותן גבוהה ונמצאת כל העת במגמת גידול. המצוקה בשטחים ובאספקת אנרגיה אמינה למתקני מחשב קיימת מזה כעשור. אמנם מגמה זו חמורה פחות מהצפוי אך יחד עם זאת מצוקת האנרגיה וההאמרה במחיריה מחייבים חיפוש מתמיד של אמצעים לחסכון והתייעלות על מנת לשלוט בעלות הבעלות הכוללת - TCO² של ציוד IT ולהשתלב במגמות הסביבתיות הגלובליות.

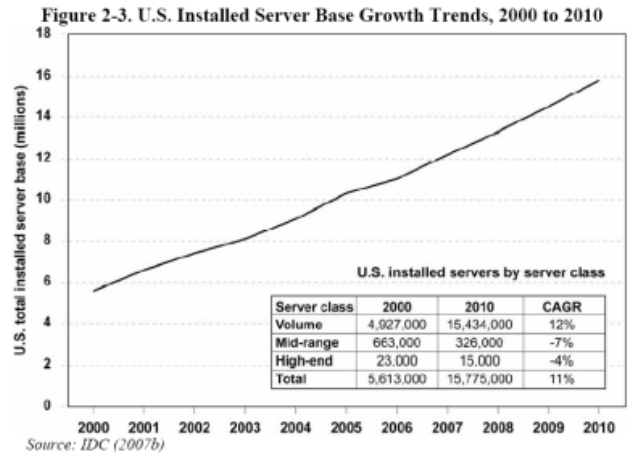
במסמך זה אפרט את המגמות העיקריות לצד פתרונות אפשריים. מאמר זה הוא בהמשך למאמר דומה שפורסם בשנת 2010 במסגרת כנס זה, הוא מעדכן את המגמות ומציג מספר תחומים חדשים. חלק מהמגמות העדכניות אומצו במסגרת תכנון של מתקן מחשבים עתיר אנרגיה הנמצא בשלבי התכנון הסופיים שלו.

2. פירוט המגמות העיקריות והשפעתן על עולם ה DC**2.1 גידול בהיקפי הציוד**

היקף ציוד ה IT עולה בצורה מתמדת. מגמה זו באה לידי ביטוי בכלל התחומים: בשרתים, באגירה ובתקשורת. הגרף שלהלן מצביע על מגמת הגידול בעשור האחרון כפי שנצפתה בשנת 2007.

¹ תקלות לדוגמה שהתפרסמו בתקשורת: סלקום 1.12.2010, אמזון 21.4.11, תהילה 6.11.11, טייטר 29.7.12
² Total Cost of Ownership

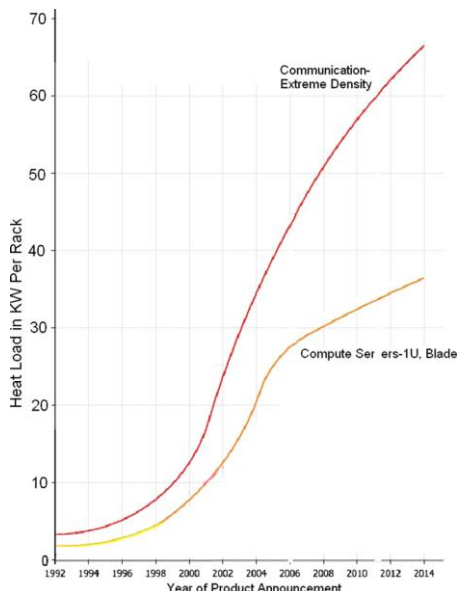
מגמת הגידול בהתקנות שרתים, מתוך דוח ה EPA



המשבר הכלכלי בשנתיים האחרונות השפיע על היקף ההשקעה בציוד IT. בין השנים 2008-2009 הייתה ירידה בהיקף של כ 8% בהשקעה בציוד IT (בארץ ובעולם), יחד עם זאת בשנים שלאחר מכן כבר ניתן לראות תיקון של מגמה זו³.

2.2 גידול בצריכת האנרגיה

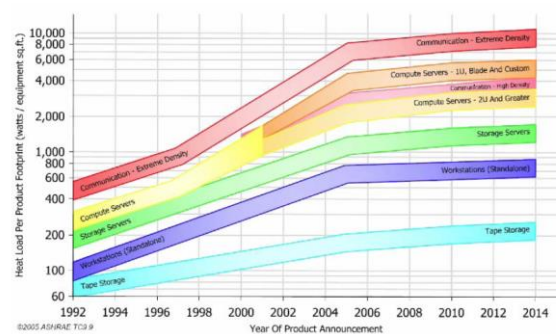
בין השנים 2000 - 2006 גדלו יכולות החישוב פי 25, אך במקביל היעילות האנרגטית גדלה רק פי שמונהⁱⁱⁱ. גידול זה בא לידי ביטוי בצריכה הכוללת בעיקר בשל צפיפות האנרגיה ליחידת שטח. ארגון ASHRAE³ יחד עם חברות המחשבים ביצעו הערכה של צפיפות האנרגיה החזויה לציוד IT^{iv}. מן הגרף, שעודכן מאוחר יותר ב 2008, ניתן לראות את הגידול החד בצריכת האנרגיה ליחידת שטח בכל תחומי ה IT. רוב מתקני המחשב שהיו קיימים בתחילת העשור, לא התאימו לקליטת ציוד בצפיפות הספק כזו ולפיכך, במידה והותקן בהם ציוד מודרני, הוא הותקן בצורה שאינה אפקטיבית תוך פיזור הציוד על פי הצפיפות המקסימלית של התשתית ובזבז שטח.



Source: ASHRAE (2005)

אותו גרף הגידול הנ"ל – הציר האנכי לינארי

Figure 2-5. ASHRAE TC 9.9 Equipment Power Density Projections

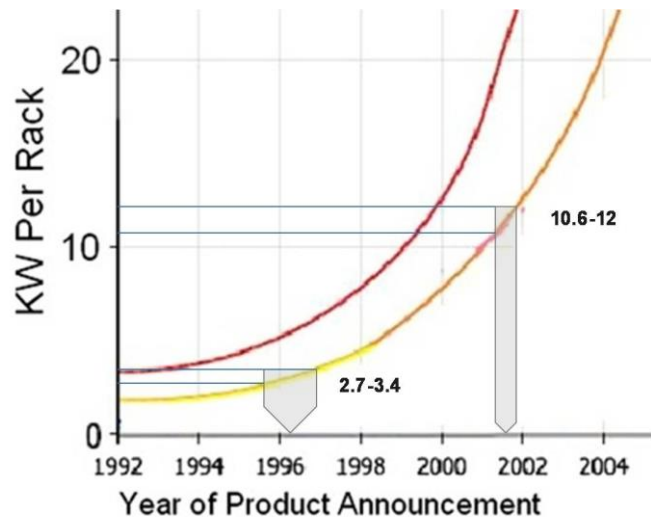


גרף גידול בצפיפות האנרגיה ליחידת שטח בציוד מחשבים – הציר האנכי לוגריתמי. זוהי הצורה המקובלת בה פורסם גרף זה.

³ American Society of Heating Refrigerating, & Air conditioning Engineering

תחזיות גידול אלה לא התממשו במלואן. ניתן לציין שתי סיבות עיקריות: האחת המשבר הכלכלי של שנת 2008 והשנייה המעבר לוירטואליזציה שאמנם גרר אחריו רכש ציוד מודרני בצפיפות אנרגיה גבוהה מחד, אך מאידך ירידה בכמות השרתים הפיזיים ומעבר לשרתים וירטואליים.

סקרים שבוצעו לאחרונה⁴ מצביעים על כך שצפיפות האנרגיה הממוצעת למסד עומדת כיום על 2.7 עד 3.4 KW למסד בממוצע ואילו המסדים בעלי הצפיפות הגבוהה ביותר הינם בהספק של 10.6 עד 12 KW למסד. אם נציב נתונים אלה על גבי הגרף ניתן לראות כי תחזית הגידול לא התממשה או נבלמה



תוצאות סקר של UPTIME INSTITUTE לשנת 2012 על רקע תחזית הגידול בהספק למסד של ASHRAE (2008)

2.3 מתקני מחשב ופתרונות מודולריים

המגמות הנ"ל, למרות התמתנותן, יחד עם השינויים התכופים בעולם ה-IT והצרכים המשתנים באופן תדיר של צרכני המחשוב הביאו את מתקני מחשב רבים לגבול העליון של יכולותיהם. נושא התשתיות למחשבים, והעלויות המתלוות אליהם הן לצרכי השקעה (CapEx) והן ההוצאות לתפעול (OpEx), בעיקר עלויות האנרגיה, הפכו לאחד הנושאים המרכזיים בדיונים ובכנסים שעסקו באופן מסורתי בסוגיות של טכנולוגיה.

אחד הפתרונות המוצעים למצוקה בא בדמות פתרון מדף מודולריים של מתקני מחשב והתשתיות התומכות שלהם. פתרון זה מכונה כיום DATACENTER 2.0.

פתרון זה, אמור להוות שינוי מהותי בהתייחסות לתכנון, מימוש והסמכת⁴ מתקני מחשב. המענה במכולות או אמצעים דומים מתייחס לפתרון מבוסס מוצר מדף, מושלם (TURN_KEY), המתוכנן, נבנה ונבדק במפעל ומשונוע במודולים ניידים אל הלקוח.

המודולים מורכבים כמתקן מחשבים יעיל בלוח זמנים קצר משמעותית מאשר הקמה של מתקן קונבנציונלי. פתרון זה אמור להיות גם זול יותר.

הפתרון המודולרי צריך לכלול, לכל הפחות, שטחים להתקנת מחשבים, מערכות אל פסק וחלוקת אנרגיה, מערכת קירור וגנרטור גיבוי. כל המערכות צריכות להיות בעלות יכולת הרחבה הן בהספק והן לצורך השגת יתירות.

קיימים כיום בשוק מספר רב של יצרנים המספקים מגוון פתרונות מסוג זה. הפתרונות אמורים לתת מענה גמיש בהיקפו, מהיר, זול יותר להקמה, באיכות גבוהה וביעילות גבוהה המוזילה את עלויות התפעול.

עם זאת הגופים המאמצים כיום פתרונות אלה הם בעיקר צרכני ענק של שרתים המספקים שירותי רשת כגון כדוגמת GOOGLE, גופים צבאיים ואתרי אירוח.

⁴ Commissioning

יש לזכור כי לפתרונות אלה גם מספר חסרונות, כגון חוסר גמישות במענה לצרכים ייחודיים, צפיפות גבוהה יחסית במתקני המחשב – המתאימה לצרכנים אשר אין להם צורך בגישה יום-יומית לצרכי שינויים במתקן וכד'.

2.4 מודעות סביבתית

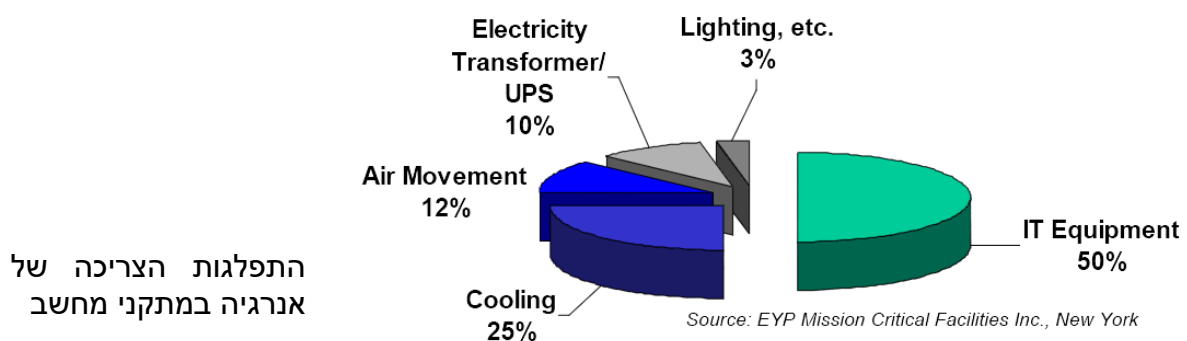
הגידול בצפיפות האנרגיה מחד, ירידה בעלויות של ציוד IT מאידך וגידול בעלויות האנרגיה הביאו למצב בו אחד המרכיבים המשמעותיים בעלות הכוללת של הבעלות על ציוד IT לאורך מחזור חייו הפך להיות חשבון החשמל. במקביל המודעות לסביבה ולקיימות הפכה לנושא מרכזי בדיון הציבורי.

ספקי שירות אינטרנטיים, כגון GOOGLE ו FACEBOOK, הצורכים משאבי IT גבוהים מאוד נבחנו על ידי הגופים הסביבתיים והחלטות היכן להקים את מתקני המחשב שלהם וכיצד להזין אותם נבחנות בראיה סביבתית. על FACEBOOK נמתחה ביקורת ציבורית בשל החלטתה להקים מתקן מחשבים באורגון (ארה"ב) באתר המוזן ברובו מחשמל המיוצר מפחם.

ללא קשר למגמות בעולם המחשבים קיימות מגמות בלתי תלויות במשק האנרגיה ועלות האנרגיה מאמירה באופן קבוע, בעולם ובארץ. בנוסף קיימת מצוקה גם בעתודות ייצור החשמל, דבר המקשה להתמודד עם הגידול המתמיד בצריכה. משק האנרגיה בישראל (וגם בחלקים מארה"ב) מנוהל במחסור⁵ בין רמת הצריכה והרזרבה הרצויה לבין כושר הייצור המותקן.

חברות רבות, מציגות במסגרת דוחותיהם גם היבטים סביבתיים הקשורים לפעילותן ובין היתר את טביעת הרגל הפחמנית שלהן. כחלק מהניסיון להקטין את מרכיב ההוצאות ויחד איתו את צריכת החשמל ואת ההשפעה הסביבתית. המדד בתחום זה, הבוחן את יעילותו של מתקן המחשבים ומכונה PUE⁵. מדד זה בוחן את היחס שבין הצריכה הישירה של ציוד המחשבים לבין הצריכה הכוללת של המתקן, לרבות: צריכת האנרגיה לקירור/מיזוג הציוד, הפסדים חשמליים להמרה, הולכה, תאורה וכד'.

$$PUE = \frac{\text{Total facility load}}{\text{IT load}}$$



התפלגות הצריכה של אנרגיה במתקני מחשב

מתקני מחשב קיימים וישנים פעלו ב PUE שיכול היה להגיע ליחס של 3 ואף למעלה מזה. כיום השאיפה הינה להיות סביב יחס של 1.6 וישנה אפשרות לרדת מיחס זה באמצעות שימוש בשיטות מתקדמות.

חלק מהשיטות ליעול ה PUE מתבססות על ניצול משאבי מים. חלקם באמצעות מערכות קירור המתבססות על מגדלי קירור (שצריכת החשמל שלהן נמוכה ממערכות PACKAGE) וחלקן מתבססות על שימוש במי נהרות. כאן בא לידי ביטוי ההבדל בזמינות מקורות מים.

⁵ Power Usage Efficiency

יחד עם זאת על מנת למנוע מצב בו מדד היעילות ישקף צריכות חשמל בלבד פותח מדדים נוספים כגון: ⁶WUE המשקלל את צריכות המים ו ⁷CUE המשקלל את טביעת הרגל הפחמנית. חברת McKinsey יחד עם ארגון TUI הציגו מדד מתקדם יותר CADE ⁸ המשקלל לא רק את היבטי התשתית אלא גם את היעילות של משאבי ה IT, נצילותם ויעילותם האנרגטית. יש לציין כי מדדים אלה כמעט ואינם בשימוש, בניגוד ל PUE המשמש כיום ככלי שיווקי.

המודעות הסביבתית אינה נוגעת רק לתשתיות ולמערכות האנרגיה אלא גם לשילוב של מערכות ה IT. גופים ציבוריים בינלאומיים פיתחו אמצעים להערכת השילוב הסביבתי של מתקני מחשב בשלמותם. ה GREEN GRID למשל פיתח מודל בשלות⁹ והאיחוד האירופי פיתח תקן בשם - EU CODE OF CONDUCT המאפשר למתקן לקבל אישור על רמת המודעות שלו להיבטים סביבתיים. מודלים אלה עוסקים לא רק בתשתיות אלא גם בהיקף החיסכון של מערכות ה IT, בין היתר באמצעות שימוש בציוד חסכוני באנרגיה, רמת הוירטואליזציה וכד'.

3. תקינת תשתית

הצרכים הגוברים לתשתיות אמינות למחשבים הביאו להתפתחות של תקינת תשתית. התקינה המובילה בתחום היא של ארגון ה THE UPTIME INSTITUTE^{vii} (TUI). הארגון מתמקד בתשתיות מתקני מחשב, הממשק ביניהן לעולם ה IT וכיצד שניהם משפיעים על העלות, האמינות וצריכת האנרגיה. הארגון היה חלוץ בפיתוח סטנדרטים בתחום התשתיות למתקני מחשב. הדירוג בתקן של ה TIA הוא ל 4 מדרגות בלבד. סיווג ודרוג התשתיות למתקני מחשב שפרסם הארגון הפך לסטנדרט מקובל ושימש כבסיס לפיתוח תקן TIA בנושא. תקנים נוספים שפותחו ע"י גופים אחרים ועל ידי IBM לא נקלטו בשוק. התפוצה הרחבה של הדרוג הפכה אותו בפועל לסוג של תקן. ארגונים וגופי בקרה כגון: חברות ביטוח, מחייבים כי מתקני המחשב הנבנים עבורם או עבור לקוחותיהם יעמדו בהגדרות הדרוג ודורשים כי הם ייבדקו ויוסמכו על פי הגדרות אלה.

השימוש בתקנים ובהמלצות של הארגונים הנ"ל, בעיקר במדרגים הגבוהים, מביא להקמה של מתקנים איכותיים אך יש לו נגזרת כלכלית משמעותית. מימוש מתקן בתצורה על פי התקן מחייב כפילות מלאה של מערכות ושל מסלולי ההזנה. המשמעות הכלכלית לכך כבדה ביותר הן בהשקעות בשל הצורך בהקמת מתקן כפול והן בתפעול, שכן המערכות פועלות בכ 50% מיכולתן, מה שגורר הפסדים בשני מסלולי ההזנה. עלות (בארה"ב) של מתקן במדרג הגבוה ביותר (TIER IV) מוערכת בעלות מבנה של כ \$2350 למ"ר ובנוסף עלות של \$22,000 לכל KW במוצא האל פסק¹⁰.

⁶ Water Usage Efficiency

⁷ Carbon Usage Efficiency

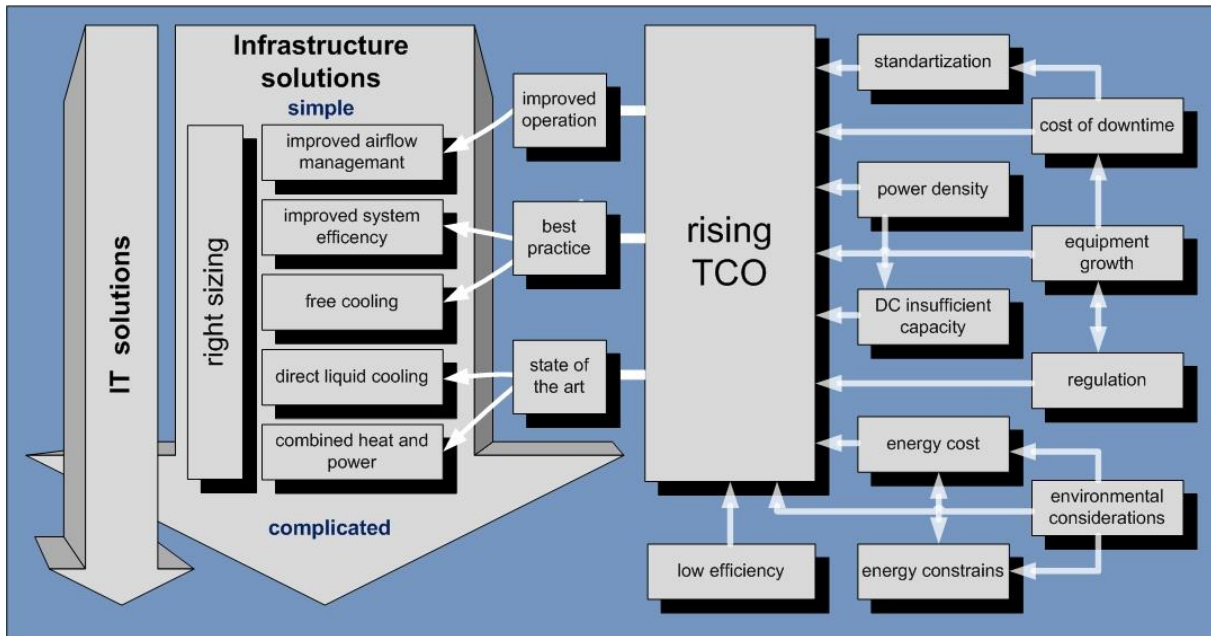
⁸ CORPORATE AVERAGE DATA EFFICIENCY

⁹ Maturity model

¹⁰ מחירי ארה"ב

4. ריכוז המגמות

המגמות הנ"ל ומגמות נוספות קשורות זו בזו ומשפיעות כולן ביחד וכל אחת בנפרד על עלות הבעלות הכוללת. אם בעבר סוגיות התשתית ועלויות האנרגיה היו ברובם עניינם של גופי התשתית והלוגיסטיקה, כיום המודעות לנושא עלתה והממונים על תחום המחשוב והמידע (CIO, CTO) הפכו למודעים ומעורבים בניסיונות להקטין את מודל הקיום.



ההתייעלות מתחלקת למספר תחומים:

בתחום מערכות המחשבים בהיבטים פיזיים ולוגיים תוך ניסיון ליעל את המערכות ולהקטין ככל הניתן את היקף הציוד, את ניצולו ואת צריכת האנרגיה שלו.

בתחום התשתיות ישנן מספר מגמות ומספר כלים באמצעותם ניתן לשפר משמעותית את נצילותו של מתקן המחשבים. חלק מהפתרונות שיוצגו להלן, מבוססים על ניתוח מקרה של תכנון מתקן מחשבים גדול.

דו"ח ה EPA חילק את הפתרונות התשתיתיים לשלוש מדרגות:

- התייעלות תפעולית – בעיקר שיפור זרימת האוויר במתקן המחשבים, סידור הציוד במסדרונות חמים וקרים וסגירת מרווחים בתוך מסדים וביניהם.
- פתרונות מיטביים¹¹ - שימוש במערכות יעילות יותר, קירור חפשי ושינוי נקודת עבודה.
- חדשנות¹² - מימוש המתקנים בקונפיגורציה מורכבת, קירור ישיר במים ושילוב בין חום וכוח.

¹¹ BEST PRACTICE
¹² STATE OF THE ART

4.1 מערכות שליטה ובקרה

מערכות שו"ב לאולם המחשב DATA CENTER INFRASTRUCTURE MANAGEMENT – DCIM אוספות ומנהלות נתונים על הנכסים והמשאבים של אולם החשב ואת מצבם התפעולי. מידע זה מעובד, מנותח ומופץ בדרכים המסייעות לגורמי הניהול והתפעול להשיג את יעדיהם העסקיים, להבטיח זמינות ויחד איתם לטייב את ביצועי מתקן המחשבים.

מערכות DCIM הינן שכבת שו"ב הנמצאת בין מערכת שו"ב המבנה (BUILDING MANAGEMENT) (BMS – SYSTEM) לבין מערכת שו"ב למערכות ה IT.



מערכות אלה מופיעות במגוון צורות, חלקן מתבססות על חיישנים של מערכת ה BMS ולחלקן מערך חיישנים נוסף. המערכות מנטרות את הזנות החשמל וההספקים של רצפת אולם המחשב וכן את הלחות והטמפרטורה. המערכות יכולות לשלוט על מערך הקירור באולם וכן למתג את שקעי החשמל המזינים את ציוד ה IT.

קישורן של מערכות אלה הן לשכבת השתית הפיזית והן לשכבת ה IT הופך אותן לכלי ה"מודע" למגבלות התשתית, כגון הספקים/זרמים מרביים, ספיקות ויכולות קירור ובכך הן יכולות להתריע על התקרבות או חריגה למגבלות האתר.

המערכות משמשות גם ככלי לתיעוד תצורה ולתכנון. בעת תכנון של הוספת ציוד בודקת המערכת את יכולות המתקן להתמודד עם התוספת באמצעות סימולציות ובכך יכולה למנוע תקלות הנובעות מהתקנת ציוד כך שיגרום למתקן לעבוד מעבר ליכולותיו. במערכות במדרג 3 או 4 הנושא חשוב במיוחד שכן הצריכה משני מקורות ובכל מעגל היא רק במחצית מיכולתו ונדרשת הקפדה כי גם לאחר ההתקנה לא תהיה חריגה מערך זה, שכן רק במקרה של תקלה ומעבר להזנה מנתיב אחד תחרוג הצריכה מהיכולת של קו ההזנה.

המערכת משמשת גם ככלי לניטור יעילות המתקן ורמת ה PUE בו. השאיפה להשגת PUE נמוך ככל הניתן עלולה לפגוע באמינותו. המערכת, באמצעות הניטור וסימולציית שינויים מאפשרת להיות כלי לאופטימיזציה בין זמינות המתקן ותפעולו ללא סיכון לבין יעילותו ועלות תפעולו.



המערכת ככלי לתיעוד תצורה מאפשרת שליטה בציוד, במיקומו ובתפקידו, במקרה של תקלה, יכולה המערכת לשמש ככלי עזר לחקירת שורשי התקלה, בין היתר באמצעות מעקב אחרי שינויים שבוצעו טרם האירוע.

קישורה של המערכת לשכבת ה IT מקשרת אותה באופן זה לשכבה העסקית. הן הניטור והן הדמיה של שינויים מאפשרים לבחון את ההשפעה העסקית של תקלה או שינוי. בנוסף במערכות וירטואליות המערכת יכולה להשתלב ויחד עם מערכת שו"ב ה IT לווסת פעילות של שרתים וירטואליים למיקום פיזי בו היעילות האנרגטית גבוהה יותר או במקרה של תקלה לנתב את השרתים למיקום בו קיימות תשתיות זמינות.

הדיווח והתצוגה של מערכות אלה מתבצע באופן נפרד לצרכי תשתית פיזית (תכנון, סימולציה) ובחלקו באמצעות מערכות שו"ב IT מתוך ראייה מערכתית ועסקית.

4.2 מערכות מיזוג אוויר

מערכות מיזוג האוויר תורמות את רוב ההפסדים במתקני מחשב. ההספק הנצרך לצורך הקירור והפסדי הולכה מהווים כ 60% מכלל ההפסדים במתקן.

הבסיס להתייעלות בתחום זה הוא מימוש המלצות בסיסיות, שעיקרן:

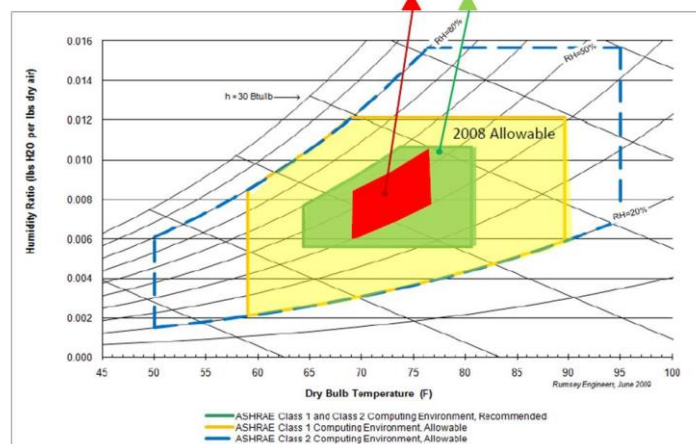
- העמדת הציוד בשורות שביניהן מסדרונות חמים וקרים לסירוגין
- סגירת מרווחים בתוך מסדי הציוד למניעת בזבז ומעבר אויר חם/או קר למסדרון האחר שלא דרך הציוד עצמו.

את קירור המסדים ניתן לבצע, מעבר לסידור האמור, באמצעות סגירה של המסדרון החם או הקר. בנוסף ניתן לקרר את המסדים באמצעות יחידות מרכזיות לטיפול באוויר (מכונות בשמות שונים CRAC¹³ או CRAH¹⁴). אספקת האוויר יכולה להיות דרך חלל הרצפה או לצד המסדים והחזרה ליחידות הקירור יכולה להיות דרך חלל התקרה, חלל החדר או מצידם השני של המסדים.

הבחירה בשיטת הקירור נובעת משיקולים תכנוניים שונים הנובעים מאופי המתקן, מגבלותיו והעדפות תכנוניות ותפעוליות, עם זאת בכל אחת מהשיטות הללו ניתן להתייעל.

נקודת העבודה של הציוד קובעת באיזו טמפרטורה יפעלו מערכות הקירור, ASHRAE שינה בשנת 2008 את נקודת העבודה לציוד-viii.

	Previous (2004)	UPDATED (2008)
Temp.	20-25°C	18-27°C
Relative Humidity	55%	60%



¹³ Computer Room Air Conditioner – מתייחס לרוב ליחידה המכילה מדחס מקומי

¹⁴ Computer Room Air Handler – מתייחס לרוב ליחידה המבוססת על קירור מים

לשינוי נקודת העבודה משמעות על הצריכה הישירה של אנרגיה. עליה בכל מעלה ($^{\circ}\text{C}$) בטמפרטורת המים במוצא הצ'ילר חוסכת כ 5% בצריכת האנרגיה שלו. ומעבר מעבודה מטמפרטורת מים של כ 7°C לעבודה בטמפרטורה של כ 13°C יכולה לחסוך במצטבר כ 25% בצריכת החשמל של הצ'ילר.

זאת ועוד, עליה בטמפרטורת המים מאפשרת, בתנאי סביבה מסוימים, אפילו בארץ, שימוש בקירור חופשי חלקי (בו הצ'ילר פועל חלקית ומקרר חלק מהמים) ואפילו קירור חופשי מלא – מצב בו הצ'ילר אינו פועל כלל והקירור הוא באמצעות מגדלי קירור (במערכת פתוחה) או מחליפי חום בלבד (במערכת סגורה).

יחד עם זאת לא רק מגבלות הציוד קובעות מהי טמפרטורת העבודה באולם המחשב. העלאת טמפרטורת האולם במסדרון הקר מעלה במקביל גם את הטמפרטורה במסדרון החם. נדרש להבטיח כי במסדרון החם טמפרטורת העבודה תאפשר פעולה של טכנאים, בודאי בשיטה של סגירת מסדרון חם. עבודה בטמפרטורות גבוהות מדי עלולה להביא את הטמפרטורה במסדרון החם מעל לטמפרטורות העבודה המומלצות על ידי OSHA¹⁵. בטמפרטורה של עד 37°C אין מגבלת זמן לעבודה עם מאמץ מתון. לעומת זאת אם הטמפרטורה במסדרון עולה ל 42°C המגבלה היא לעבודה קלה של 25% מהזמן ומנוחה ב 75% מהזמן.

5. ייחודיות הקמת מתקן מחשבים בישראל

הקמת מתקן מחשבים בישראל שונה בתחומים מסוימים מהקמת מתקן דומה בחו"ל, בחלק מהמדינות המערביות המפותחות. הייחודיות של ישראל נובעת הן מגודלה, הן ממיקומה והן מבידודה הגיאוגרפית.

- גודלה של המדינה אינו מאפשר בחירה אמיתי של תא שטח להקמת מתקן מחשבים. המרחקים בארץ קטנים, בודאי יחסית למדינות ענק כמו ארה"ב. לא תמיד ניתן להבטיח מרחק מתאים הן מהים, הן מעורקי תחבורה והן ממגבלות אחרות המומלצות בתקנים השונים. בנוסף חלק מהאזורים בהם ניתן למצוא תנאי אקלים מתאימים יותר להקמת מתקן מחשבים, בהם ניתן לנצל את הסביבה נמצאים באזורים מאוימים מלחמתית.
- היקפם של הפרויקטים בישראל, אפילו הגדולים שבהם, נחשבים כהיקף בינוני קטן לעומת פרויקטים בחו"ל. מגבלה זו משליכה גם על הניסיון הנצבר בארץ על ידי כל העוסקים במקצוע. הטמעה של מערכות בארץ מורכבת יותר בשל הצע מוגבל יתור של ציוד וספקים בעלי היכרות ויכולת תמיכה ואחזקה.
- עלויות האנרגיה בכלל והמים בפרט שונים בארץ מהותית לעומת העלויות בחו"ל. בולטת במיוחד עלות המים, המגיעה בארץ לכ- 10 ש"ח למ"ק. בחו"ל ניתן למצוא מקורות מים טבעיים או מלאכותיים בעלויות הקטנות בסדרי גודל מהעלות בארץ. פער זה הינו מהותי בעת שקלול עלות המים כמקור לקירור במגדלי קירור ובודאי לצרכי קירור ישיר.
- מדינת ישראל מהווה "אי" אנרגטי ברשת החשמל. בארץ רשת חלוקה (GRID) יחידה ולפיכך לא ניתן להזין מתקן משני מקורות אספקה שאינם תלויים זה בזה.
- המצב הגיאוגרפי בארץ מחייב חלק מהארגונים להקים מתקנים מוגנים, חלקם מוגני פיזית בפני פגיעות של ירי, רקטות וטילים ו/או מיגון בפני איומי חל"כ. מיגון זה הופך את תכנון המתקן וישומו למורכבים ומגביל את היכולת להתקין מערכות בנצילות גבוהה המתבססות למשל על ספיקות גבוהות של אויר.
- בתחום התקינה, כמו גם במדינות אחרות, נדרש להתאים את התכנון לתקינה המקומית ולא ניתן לאמץ באופן גורף פתרונות שיושמו במדינות בהם התקינה שונה כולה או חלקה.

¹⁵ United States Department of Labor – Occupational Safety & Health Administration

6. סיכום

זמינותן של מערכות המחשבים מהוות כיום תנאי הכרחי לרציפות הפעולה העסקית של כמעט כל ארגון. על מנת להבטיח את הזמינות נדרשות תשתיות אמינות. צורך זה הביא לרגולציה וסטנדרטיזציה גם בתחומי התשתית הפיזית. יחד איתם הצורך במערכת ללא-כשל ייקר את התשתיות ומודל הקיום שלהן להיקפים שלא היו מוכרים בעבר. מגבלות אספקת אנרגיה, מודעות סביבתית והאמרת מחירי האנרגיה הפך את עלות הבעלות הכוללת של מתקני המחשב למרכיב משמעותי על שולחנם של מנהלים בארגונים עתירי מחשוב.

המענה להאמרת העלויות הוא ניהול מושכל ומאוזן של תשתיות המחשוב ושל תשתיות המבנה. יש לאזן בין שני התחומים ולהבטיח כי היקפה של המערכת יהיה נכון¹⁶. מערכות גדולות מדי, הן בתחום ה IT והן בתחום התשתית הפיזית הן הגורם העיקרי לבזבז ויעילות נמוכה. נדרש לעקוב באופן קפדני אחר תחזיות גידול קיצוניות ולהבטיח כי המימוש בפועל יהיה על פי הצורך האמיתי תוך יכולת התרחבות עתידית מדורגת. מערכות שו"ב יכולות לסייע לבצע תפעול מיטבי תוך שמירה על זמינות המתקן והפחתת סיכונים בעת צורך להוסיף ציוד או לבצע שינויי תשתית.

7. מקורות:

מאמר זה מתבסס בחלקו על ניסיון שנצבר בעת תהליך התכנון של פרויקט הכולל מתקן מחשבים מורכב ומתקדם.

- ניהול פרויקט ותיאום תכנון: פורן שרים הנדסה ושמות מקרקעין בע"מ
- אפיון: HP
- אדריכלות: סקורקא אדריכלים
- תכנון חשמל: יאני בע"מ - הנדסת חשמל
- תכנון מיזוג אויר: נועם הררי – מהנדסים יועצים בע"מ

i Report to Congress on Server and Data Center Energy Efficiency, U.S. Environmental Protection Agency, August 2007.
http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Datacenter_Report_Congress_Final1.pdf

ii McGee Ken, The 2010 Gartner Scenario: The Current State and Future Directions of the IT Industry, June 2010

iii Fanara Andrew, Federal Government Initiatives to Reduce Data Center Energy Use ,EPA , AFCOM2007, based on the UPTIME INSTITUTE information.

iv ASHRAE, Thermal guidelines for data processing environment, 2004

v The Uptime Institute – Annual Report: Data Center Density, Preliminary Results 2012

vi D&B - חברת החשמל -http://www.iec.co.il/Static/WorkFolder/ComEnv/h.hashmal_pnim_h_print.pdf

vii <http://uptimeinstitute.org/content/view/57/81/>

viii 2008 ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment

¹⁶ Right sizing