

מיתוסים ותפיסות מוטעות במדרוג מתקני מחשב

שמעון כץ, מנהל פרויקט "רותם", בנק הפועלים
מאמר לכנס חשמל – ירושלים 2013

1. רקע

מתקני מחשב מהווים כיום תשתית קריטית ותנאי הכרחי לפעילותו של כמעט כל גוף. ניתן למצוא מתקני מחשב בכל סקטור או ארגון, ביניהם ארגונים: פיננסיים, עסקיים, אקדמיים, ממשלתיים, בריאותיים וכן בתקשורת, בהי-טק ועוד. המעבר מכלכלה מבוססת ניר לניהול מידע דיגיטלי הביא לגידול בצורך ובחשיבות של מתקני מחשב. מתקנים אלה מכילים בעיקר שרתים לעיבוד מידע, מערכי אגירה וציוד תקשורת. מתקני מחשב נמצאים בתהליך מתמיד של גידול הנובע מצורך גובר בעיבוד מידע ואגירתו. הגידול בצרכים נובע בין היתר מהסיבות הבאות:

- גידול בהיקף ההעברות בגופים פיננסיים והגידול בהיקף הסחר האלקטרוני.
- הגידול המתמיד בשימוש באינטרנט ובתקשורת לסוגיה.
- המעבר לשימוש בהדמיות בעולם הרפואה.
- הגידול בהיקף הסחר העולמי.
- רגולציה מוגברת המחייבת אגירת מידע עמוק יותר ולפרקי זמן ארוכים.

התלות במשאבי החישוב אינה מאפשרת לארגון מודרני לתפקד בלעדיהם. הדבר בא לידי ביטוי בעלות ההשבתה לשעה, שיכולה להגיע גם למאות אלפי דולרים לשעה במקרים של ארגונים בנקאיים, חברות אשראי או בורסות למסחר.

התלות במתקני המחשב מחייבת הקמה של מתקני מחשב בעלי זמינות גבוהה. נהוג לדרג מתקנים בעלי זמינות גבוהה על פי תצורת התשתיות הנדרשת. אחד ממנגנוני הדירוג מתבסס על מסמך של THE UPTIME INSTITUTE וכולל ארבעה מדרגים - TIERS. ארגון ה UPTIME INSTITUTE (להלן **TUI**) הוא ארגון העוסק במחקר, בהכשרה ובהסמכה. מסמך המדרוג מכונה על ידם "תקן", שכן המסמך מכיל אוסף כללים שמטרתם הבטחת איכות¹. יש לציין כי מסמך זה אינו תקן במובן המשפטי המחייב בארץ² או בחו"ל. אין ספק כי סולם הדירוג של ה TUI הינו הנפוץ ביותר בקרב בעלי העניין בתחום מתקני המחשב (בעלים, מאפיינים, מתכננים ומשתמשים). היות ומנגנון זה אומץ בהתנדבות על ידי ארגונים רבים צמחה סביבו גם פרשנות ואתה צו במקביל גם מיתוסים ותפיסות מוטעות לגבי הדרישות ממתקני מחשב על מנת לעמוד בדרישות התקן. מסמך זה יתייחס למיתוסים ותפיסות אלה מה מתוכן אכן הוא חלק מהדרישות ומה מתוכן מוטעה.

¹ A standard might simply be defined as 'a set of rules for ensuring quality'.

<http://www.etsi.org/standards/what-are-standards>

² תקן - תקן הוא מסמך בו מפורטות דרישות טכניות החלות על מוצר או כללים טכניים של תהליך עבודה, לרבות הגדרות טכניות, באופן שיתאימו לייעודם. התקן מתאר תכונות שונות של המוצר, כגון: ייעודו, פעולתו, מטרתו, תהליך ייצורו, התקנתו, הפעלתו, דרכי השימוש בו, איכותו ודרכי הבטחתה, כמותו, ממדיו ודרכי מדידתם, הדרכים לבדיקתו, להסגנתו, לתחזוקתו ולהעברתו ממקום למקום, מקורו, כינויו, סימונו ואריזתו. הכנת התקנים נעשית בוועדות התקינה במכון התקנים הישראלי לפי "כללי התקנים" (עיבוד תקנים ישראליים, התשנ"א - 1991), אותם מאשר שר התעשייה, המסחר והתעסוקה.

מתוך אתר משרד המסחר והתעשייה <http://www.moital.gov.il/NR/exeres/C8F4E2AD-0ABE-4BD3-9660-ECFF9E012D09.htm>

2. תקינת תשתית

המגמות שהוצגו לעיל הביאו להתפתחות של תקינה תשתיתית. המושג תקינה, כאמור, אינו בא להצביע על חובה חוקית למימושה, אלא על יצירת מכנה משותף מקובל למימוש תשתיות והגדרת אוסף תכונות שמטרתן להבטיח איכות. המקורות לתקינה היו מגוונים, הם התפתחו מתוך התכנון ההנדסי של מתקני מחשב והפקת לקחים של מתכננים ושל לקוחות³. בשנת 1993 נוסד ארגון THE UPTIME INSTITUTE. הארגון הוביל ליצירת קהילת ידע של משתמשים בתחום התשתיות למחשבים. הארגון מאגד בתוכו חברים הבאים ברובם מארגונים גדולים הנמצאים בטבלת ה-FORTUNE 100. הארגון מתמקד בתשתיות מתקני מחשב, הממשק ביניהן לעולם ה-IT וכיצד שניהם משפיעים על העלות, האמינות וצריכת האנרגיה. שיתוף הידע בתחום התשתיות מאפשר למידה משותפת על בסיס תצורות המתקנים ואיסוף מידע על תקלות. הארגון היה חלוץ בפיתוח סטנדרטים בתחום התשתיות למתקני מחשב. סיווג ומדרוג התשתיות למתקני מחשב שפרסם הארגון הפך לסטנדרט מקובל ושימש כבסיס לפיתוח תקן TIA בנושא. התפוצה הרחבה של המדרוג הפכה אותו בפועל לתקן עבור ארגונים. לעיתים גופי בקרה כגון חברות ביטוח מחייבים כי מתקני המחשב הנבנים עבורם או עבור לקוחותיהם יעמדו בהגדרות המדרוג ודורשים כי הם ייבדקו על פי הגדרות אלה.

3. מדרוג מתקני תשתית על פי UPTIME INSTITUTE

מדרוג המתקנים של ה-TUI מבוסס, כפי שצוין לעיל, על ניסיון מצטבר וניתוח תקלות שאירעו במתקנים של חברי הארגון. הניסיון האמפירי הביא להגדרה של ארבע מדרגות תשתית. לכל מדרגה תצורה מובנית ורמת זמינות. בטבלה שלהלן מרוכזים עיקרי המרכיבים של כל מדרוג. הטבלה מתייחסת להגדרות הטופולוגיה במהדורתן האחרונה⁴.

TIER IV	TIER III	TIER II	TIER I	מרכיב / מדרגה	
N לאחר כל תקלה	N+1	N+1	N	Active capacity components to support the IT load	מרכיבי מערכת פעילים עבור מערכות המחשוב
2 פעילים בזמנית	1 פעיל 1 חלופי	1	1	Distribution Paths	נתיבי אספקה
כן	כן	לא	לא	Concurrently maintainable	יכולת אחזקה תוך כדי עבודה
כן	לא	לא	לא	Fault tolerant	חסינות לתקלה
כן	לא	לא	לא	Compartmentalization	הפרדת נתיבים
כן	לא	לא	לא	Continues Cooling	קירור רציף

המסמך המכונן עליו מתבסס המדרוג⁵ פורסם לראשונה על ידי ה-TUI בשנת 1996. בשנים הראשונות המדרג פורסם כ white paper שכותרתו Tier classifications define site infrastructure performance. בשנת 2008 פורסם המדרג לראשונה כתקן, תחת הכותרת:

Data center site infrastructure tier standard: Topology

³ בנספח ב' ניתן לראות את ההתפתחות הטופולוגית של המדרגים לאורך השנים.

⁴ Uptime Institute, Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology. August 2012. TS102120-0812

⁵ Turner, Seader and Brill, Tier Classification Define Site Infrastructure Performance, the Uptime Institute, 2006.

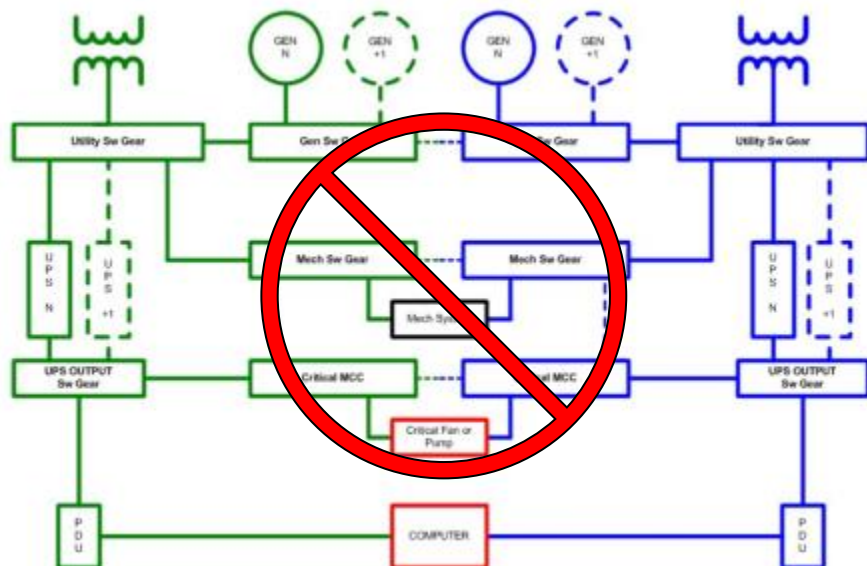
מאז פרסום המסמך כתקן הוא עודכן מספר פעמים וצורפו לו מספר נספחים העוסקים בקירור רציף ובתכונות הנדרשות לגנרטורים במדרגים הגבוהים. בטבלה שבנספח א' מפורטת הכרונולוגיה של מסמכי המדרג לאורך השנים. הפרשנות למדרג יצרה מיתוסים ותפיסות מוטעות, חלקן תוצאה של פרשנות מוטעית וחלקה התייחסות למסמכים של ה TUI עצמו, אבל בגרסאות מוקדמות שאינן בתוקף.

חלק גדול מהפרשנות המוטעית נובע, לדעתי, משני מקורות:

מקור ראשון היה הפער בין גרסאות המדרג בתצורתן כ WHITE PAPERS, לבין תצורתן העדכנית כתקן.

בגרסאות המוקדמות של המדרג, כאשר הופיע כ WHITE PAPER צורפו אליו טבלת השואה בין המדרגים. טבלה זו כללה פרטים שאינם חלק מהתקן אלא מתארת תכונות אופייניות של מתקנים במדרגים השונים (ראה נספח ב').

מקור נוסף לטעויות בפרשנות הוא שבגרסאות המוקדמות צורפו ל WHITE PAPERS סכמות חד קוויות המגדירות בצורה אילוסטראטיבית את הטופולוגיה של המתקן. ניסיון לפרש את התקן על פי השרטוט גררה אחריה אי הבנות.



מעבר לכך בשנת 2010 פרסם הארגון תקן נוסף המדרג מתקני מחשב בהתאם לזמינותם התפעולית. תקן זה כולל 3 מדרגות (זהב, כסף וברונזה). תקן זה עוסק במיקום המתקן, בצוות המתפעל ובנהלים. קיימים מספר קשרים בין התקנים. פרסום זה והקשרים בין התקנים תרם לחלק מהמיתוסים והתפיסות שהתפתחו.

מקור שני לפרשנות המוטעית נובע בין היתר מתקן TIA 942. ארגון Telecommunications Industry Association (TIA) פרסם בשנת 2004 טיוטת תקן לתשתיות תקשורת למתקני מחשב! התקן כולל את הטופולוגיה המומלצת לתשתיות התקשורת והוא מכיל נספחים המפרטים את התצורה המומלצת לתשתיות המתקן. התקן כולל ארבעה מדרגים והוא מציין בפירוט כי הוא **מתבסס על התצורה שגובשה על ידי ה TUI**. התקן כולל בין היתר הגדרות להיבטי התשתית בתחומים של בחירת אתר, תכנון אדריכלי וסביבתי, מערכות חשמל, מיזוג בטיחות ואבטחה. יחד עם זאת הפרק המחייב בתקן נוגע אך ורק לטופולוגיה של מערכות התקשורת. פרקי התשתית המפורטים הנוגעים להיבטים רבים אחרים של מתקן מחשב החל בתצורתו האדריכלית וכלה בתצורת מערכות אנרגיה מהווים אך ורק **נספחים והמלצות בלתי מחייבים מבחינת התקן**.

1	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
UPS				
UPS Redundancy	N	N+1	N+1	2N
UPS Topology	Single Module or Parallel Non-Redundant Modules	Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules	Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules or Block Redundant System	Parallel Redundant Modules or Distributed Redundant Modules or Block Redundant System
UPS Maintenance Bypass Arrangement	By-pass power taken from same utility feeds and UPS modules	By-pass power taken from same utility feeds and UPS modules	By-pass power taken from same utility feeds and UPS modules	By-pass power taken from a reserve UPS system that is powered from a different bus as is used for the UPS system
UPS Power Distribution - voltage level	Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA	Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA	Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA	Voltage Level 120/208V up to loads of 1440 kVA and 480V for loads greater than 1440 kVA
UPS Power Distribution - panel boards	Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers	Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers	Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers	Panelboard incorporating standard thermal magnetic trip breakers
PdUs feed all computer and telecommunications equipment	No	No	Yes	Yes
K-Factor transformers installed in PdUs	Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used	Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used	Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used	Yes, but not required if harmonic canceling transformers are used
Load Bus Synchronization (LBS)	No	No	Yes	Yes
Redundant components (UPS)	Static UPS Design.	Static or Rotary UPS Design. Rotating M-G Set Converters.	Static or Rotary UPS design. Static Converters.	Static, Rotary, or Hybrid UPS Design
UPS on separate distribution panel from computer & telecommunications equipment	No	Yes	Yes	Yes
Grounding			Yes	Yes
Lighting			Yes	Yes
Service grounds			Yes	Yes
Lighting service entrance derived from lightning transformer for ground fault isolation			Yes	Yes
Zero signal reference grid in computer room	Not required	Not required	Yes	Yes

קטע מהטבלאות המפרטות דרישות תשתית על פי מדרגים בנספחים לתקן TIA 942

3.1 מדרגים נוספים

בכל השנים ובכל התצורות של הפרסומים של ה TUI צוין בפירוש כי המדרוג מוגבל לארבע מדרגות בלבד, ארגון TUI מסתייג ומזהיר מפני שימוש במדרגות ביניים. המדרוג של TUI הוא המדרוג המוביל אבל אינו מדרוג יחיד. היות והמדרוג הנ"ל מוגבל לארבע מדרגות נוצרו במקביל אליו סטנדרטים נוספים. ביניהם מדרוג של חברת BRUNS-PAKⁱⁱ ושל חברת IBM. מדרוגים אלה כוללים 10 מדרגות והם מאפשרים גמישות רבה יותר של פתרונות. בנוסף קיימים תקנים נוספים לתשתיות מתקני מחשב של BICSI ושל גופי תשתית אחרים.

4 תפיסות מוטעות

היות והמדרוג אינו תקן מחייב השימוש בו הינו על פי בחירת הבעלים. ארגון ה TUI קובע כי הוא הגורם היחיד המוסמך לאשר / להסמיך (CERTIFY) כי מתקן מחשבים עומד בדרישות התקן. תהליך האישור כולל שלב של אישור התכנון ולאחר מכן אישור המתקן כפי שנבנה. בנוסף ניתן להסמיך מתקן גם להיבטים התפעוליים על בסיס התקן התפעולי⁶. כל שינוי מהותי אמתקן מחייב הסמכה ואישור מחדש. יחד עם זאת, היות והתקן אינו רשמי או מחייב וקיימים גם תקנים אחרים בעלי מדרגים דומים, משתמשים רבים נוהגים לציין כי המתקן שלהם הינו במדרג כזה או אחר גם ללא הסמכה רשמית. להלן חלק מתפיסות המוטעות כלפי התקן של ה TUI.

4.1 מדרוג חלקי

מדרוג מתקן מגיע כ"חבילה שלמה" לא ניתן לדרג את מערכת החשמל לדוגמה במדרג אחד ואת מערכת המיזוג במדרג אחר. אין מדרוג חלקי. יתכן כי מתקן יהיה כמעט TIER IV והפער נובע רק מנושאים "שוליים" בעיני הבעלים. הסמכתו, לעומת זאת יכולה להיות רק למדרג III. בנוסף, לא קיים תקן של מדרגות ביניים III+ או של IV-.

⁶ Uptime Institute, Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Operational Sustainability. 2010 TS106100-710

4.2. מדרג TIER IV עדיף על מדרגים נמוכים יותר

בחירת מדרג למתקן הינה על בסיס העדפות של המזמין / הבעלים. יש לבצע ניתוח מעמיק של הצורך על בסיס התצורה של מערכות המחשב, פריסתן בין מתקנים, היתירות ביניהן והצורך בזמינות בעת החלטה על דירוג המתקן. יש לבחון לעומק את הצורך בהשקעה בתשתיות פיזיות לבין אפשרות של יתירות מערכתית, ביזור וכד', בהתאם לצרכים הפרטניים של המשתמש. יש לבחון עד כמה הארגון רגיש להפרעה יזומה (לצרכי אחזקה) או בלתי מתוכננת (תקלה) ועל פי ניתוח זה לקבל החלטה מושכלת על דירוג המתקן.

מסקנה – תלוי בצרכי המשתמש

4.3. מדרג TIER IV מחייב הזנה משני מקורות של חברת חשמל

קיימת טענה כי על מנת לאשר מתקן כ TIER IV מתחייבת הזנה משני מקורות בלתי תלויים של חברת חשמל. סוגיה זו קיימת הן בישראל והן בחו"ל. בארץ היא חריפה יותר שכן אין בישראל שני ספקי חשמל. זוהי דוגמה למיתוס שאין לו בסיס. התקן לא מחייב כלל הזנת חשמל והוא מתבסס בדרגים III ו IV על יכולת אספקה רציפה מגנרטורים. ניתן להסמך מתקן אפילו ל TIER IV אפילו ללא הזנה מחברת חשמל. להזנה מחברת חשמל התקן מתייחס כאל חלופה כלכלית אך לא כתנאי.

מסקנה – תפיסה מוטעית – אין חובה להזנה משני מקורות

4.4. מדרגים III ו IV מחייבים הזנה קבועה מגנרטורים כל העת

התקן אכן מחייב יכולת אספקה רציפה מגנרטורים אך הדבר אינו מחייב פעולה רציפה של הגנרטורים כל העת. כפי שצוין לעיל ההזנה מחברת חשמל הינה חלופה כלכלית. יחד עם זאת על מנת להבטיח את היכולת להזנה קבועה מגנרטורים ללא תלות בהזנה ממקור של חברת חשמל התקן דורש:

- הגנרטורים במדרגים III ו IV צריכים להיות בהספק המאפשר ⁷CONTINUOUS RATING כלומר יכולת פעולה של הגנרטור בעומס מלא ללא מגבלת שעות שנתית.
- נקודת העבודה של הגנרטור צריכה להיות על פי נתוני ASHRAE לתנאי סביבה קיצוניים של אחת ל 20 שנה.
- יחד עם זאת אין חובה כי דרישות הרישוי ואיכות הסביבה יאפשרו עבוד רצופה, מתוך ההנחה שבשגרה ההזנה היא ממקור של חברת חשמל. (ככלל התקן מצין כי דרישות גולטריות של רשויות גם בתחומים אחרים של בטיחות, בטחון ורישוי גוברות).

מסקנה – תפיסה מוטעית – אין חובה להזנה קבועה מגנרטורים

4.5. מדרג IV מחייב לפחות 2N מערכות

מערכות כגון גנרטורים, אל פסק, צ'ילרים וכד' מחייבות יתירות. התקן קובע כי במדרג III נדרשות N+1 מערכות ובמדרג IV נדרשת יתירות שתותיר N מערכות לאחר תקלה. קיימות תצורות המאפשרות יתירות גם ב TIER IV באמצעות N+1 מערכות, כל עוד באופן אוטומטי נשמרת זמינות של N מערכות גם לאחר אירוע של תקלה.

מסקנה – תפיסה מוטעית – ספירה של מערכות אינה הקריטריון הבלעדי לדירוג

⁷ על פי תקן ISO 8528-1

4.6. במדרגים הגבוהים נדרשים מכלי דלק שיאפשרו עבודה של 72 שעות

על פי הנספחים של תקן TIA 942 נדרשים ל TIER III מכלי דלק שיאפשרו עבודה אוטונומית של 72 שעות ו 96 שעות ל TIER IV. על פי ה TUI נדרשת יכולת עבודה אוטונומית של **12 שעות בלבד**. ההתייחסות למערכת הדלק ולמכלים היא כמו לכל מערכת אחרת ונדרשת בה יתירות של N + 1 ב TIER III וזמינות של N לאחר כל תקלה במדרג IV.

מסקנה – תפיסה מוטעית – נדרשת יכולת עבודה אוטונומית של 12 שעות בלבד

4.7. מדרג IV מחייב מערכת אל פסק מכנית נפרדת

במדרג IV קיימת דרישה לרציפות קירור, דהיינו הבטחת רציפות הקירור בצורה אנלוגית לגיבוי המצברים של מערכת האל פסק. לרוב מושגת רציפות הקירור באמצעות אגירת מים קרים. על מנת להבטיח את רציפות הפעולה נדרש כי חלק ממרכיבי המערכת המכנית, כדוגמת, משאבות, יחידות CRAH⁸ יזונו ממערכת אל פסק על מנת למנוע מצב של עליית טמפרטורה לפרק זמן מקביל של עבודת ציוד המחשבים מאל פסק. יחד עם זאת לא קיימת דרישה כי הגיבוי למרות אלה יהיה ממערת אל פסק נפרדת. הפרדה זו יכולה לבוא כדרישה של המתכנן או הלקוח אך לא כחלק מהתקן.

מסקנה – תפיסה מוטעית – אין חובה להפריד בין מערכות האל פסק

4.8. תפיסות מוטעות נוספות

א.	חסינות מתקלות - TIER III מבטיח חסינות מתקלות גבוהה יותר מ TIER II	ההבדל המהותי בין שני הדירוגים הוא ביתירות המערכות והמסלולים של TIER III. במדרג זה אין צורך בהשבתת המתקן לצורך ביצוע תחזוקה ולכן זמינותו הכוללת אמורה להיות גבוהה יותר. יחד עם זאת אין ב TIER III חובה לחסינות בפני תקלות ולכן במדרג זה אין חובה לאוטומציה והתאוששות אוטומטית מתקלות (דרישה הקיימת רק ב TIER IV).
ב.	חישוב MTBF - חישוב אמינות מאפשר להגדיר את הדירוג	יש להבחין בין התקן שמתבסס על ניתוח תצורה של מתקנים קיימים והיקף התקלות שאירעו בהן. לבין החישוב התיאורטי של אמינות על פי IEEE (GOLD BOOK) המשמש ככלי לבחינת האמינות התכנונית. בנוסף יש לזכור כי התקן לוקח בחשבון אחזקה מתוכננת בניגוד לחישוב התיאורטי המשכלל רק תקלות (אמינות) וזמן התיקן שלהן.
ג.	תקלות אנוש – מתקן בדורג TIER IV חסין מתקלות אנוש	הדירוג אינו מבטיח חסינות מפני תקלות אנוש. גם במדרג הגבוה ביותר יתכנו מצבים שבהם תפעול לא נכון תגרור אחריה כשל של המתקן כתקלה שניה או כתגובה לא נכונה לתקלה ראשונה עמה התמודד המתקן בצורה אוטומטית.
ד.	רצפה צפה – לצורך עמידה בתקן נדרשת רצפה צפה	אין חובה לרצפה צפה – כל פתרון קירור ו/או הובלת תשתיות קביל כל עוד עומדים בדרישות התקן.
ה.	הפרדת תוואים – הפרדת תוואים עד לנקודת הקצה	ב TIER IV נדרשת הפרדת תוואים ובחללים נפרדים. הפרדה זו נדרשת על לכניסה לאולם המחשב. בתוך האולם מותר שהתוואים ירוצו באותו חלל.

⁸ CRAH – Computer Room Air Handler

<p>יכולת אחזקה - על מנת לאפשר אחזקה נדרשת כי ניתן יהיה לטפל בכל אלמנט ללא הפרעה להזנת הצרכן. אי לכך נדרשת כפילות של אלמנטים</p>	<p>1. בטופולוגיה של N+1 צריכים שני ברזים בטור לצורך הפרדת יחידה ומתן יכולת טיפול. במערכת של N+2 מספיק ברז מפריד אחד אבל אז בעת טיפול מושבתות שתי יחידות. בעת התקנת מפסקים מגשרים בין מערכות יש להבטיח כי ניתן לטפל במפסק זה ללא צורך בנטרול שתי המערכות המגושרות</p>
<p>2. סגירת מעבר חם/קר - נדרשת סגירה של מעברים לצורך הבטחת מיזוג אפקטיבי</p>	<p>ז. סגירת מעברים או קירור ישיר הינם חלק מפתרונות התכנון ולא מדרישות התקן.</p>
<p>ח. מיקום האתר - בחירת מיקום האתר קובעת את דירוגו</p>	<p>ח. מיקום האתר אינו קובע את האפשרות לדרגו. מיקום האתר משפיע על דירוגו רק במסגרת התקן לזמינות תפעולית</p>
<p>ט. מערכות בטחון - נדרשות מערכות בטחון (גידור היקפי, מצלמות)</p>	<p>ט. תחום זה אינו חלק מהתקן. יחד יתכן ודרישות אלה הן במסגרת דרישות רגולטוריות ובנוסף על הבעלים להתייחס לתחום זה כחלק מההגדרות התפעוליות.</p>

5. סיכום

התקן של ה UPTIME INSTITUE מיועד להבטיח את איכותם של מתקני מחשב המוקמים על פי הנחיותיו. אי היותו תקן רשמי והכרונולוגיה של פרסום גרסאותיו הביאו להתפתחות של מיתוסים ותפיסות מוטעות בנוגע אליו כפי שפורטו לעיל. המקור לפרשנויות מוטעות אלו נובע הן מגרסאות מוקדמות של התקן שהכילו אינפורמציה שאינה חלק מגוף התקן והן מתקנים נלווים שפותחו על בסיסו והכוללים גם הם המלצות כאלו ואחרות שלא כולן מחייבות. דירוגים מקבילים של גופים אחרים המשתמשים גם הם במושגים דומים הביאו לבלבול.

במידה ומעוניינים לדרג מתקן באופן פורמלי על בסיס הנחיות ה TUI מתחייבת הקפדה על הדרישות הפרטניות המופיעות בגוף התקן ויש להסתמך על מנגנון ההסמכה של הארגון.

נספח א' – כרונולוגיה של התפתחות התקן

מס'	המסמך ותכולתו
א.	White paper - Tier classifications define site infrastructure performance (TUI705C), 2006 מסמך עמדה הכולל את התקן וכן טבלה עם תכונות מאפיינות של מתקנים בדירוגים שונים, לרבות, אמינות ועלויות אופייניות. כמו כן כולל סכמות חד קוויות צבעוניות.
ב.	White paper - Tier classifications define site infrastructure performance (TUI3026E), 2008 מסמך עמדה הכולל את התקן וכן טבלה עם תכונות מאפיינות של מתקנים בדירוגים שונים, לרבות, אמינות. המסמך ללא עלויות ועם סכמות חד קוויות ללא צבע.
ג.	Data center site infrastructure tier standard: Topology (CSE3031), 2009 גרסה ראשונה של התקן
ד.	Accredited tier designer technical paper series: Engine generator ratings (ATD104100-110), 2010 מסמך נספח לתקן בנושא תצורת פעולה של גנרטורים
ה.	Accredited tier designer technical paper series: Makeup water (ATD101100-110), 2010 מסמך נספח לתקן בנושא אגירת מים למערכות הקירור
ו.	Data center site infrastructure tier standard: Topology (TS102101-510), 2010 (2010) גרסה מעודכנת של התקן – עדכון בנוגע לגירת דלק
ז.	Accredited tier designer technical paper series: Continuous cooling (UI109110-411), 2011 מסמך נספח לתקן בנושא רציפות קירור
ח.	Data center site infrastructure tier standard: Topology (TS102120-0812), 2012 גרסה מעודכנת של התקן לרבות המסמכים הנספחים (דלק, קירור)

טבלת מאפיינים של מתקנים במדרגים השונים – מבוססת על המסמכים מהשנים 2006/2008

טבלה זו צורפה לניירות העמדה בגרסאות המוקדמות. טבלה זו הגדירה מאפיינים של מתקנים אך מעולה לא הייתה חלק מהתקן

TIER IV	TIER III	TIER II	TIER I	מרכיב / מדרגה
מערכת+מערכת	מערכת	מערכת	מערכת	מקורות אנרגיה
מינימום של N+1	N+1	N+1	N	יתירות מערכתית
2 פעילים בו זמנית	1 רגיל + 1 חלופי	1	1	מסלולי אספקה
כן	כן	לא	לא	יכולת אחזקה תוך כדי עבודה
כן	לא	לא	לא	חסינות לתקלה לאירוע בודד
90%N	90%N	100%N	100%N	רמת העמסה למערכת
0.8 שעות	1.6 שעות	22 שעות	28.8 שעות	זמן השבתה שנתי (על פי ניסיון אמפירי)
99.99%	99.98%	99.75%	99.67%	זמינות
1995	1985	1970	1965	שנה בה יושם לראשונה
\$ 2350 למ"ר	\$ 2350 למ"ר	\$ 2350 למ"ר	\$ 2350 למ"ר	עלות הקמה (ארה"ב) - מבנה
22,000\$/KW	20,000\$/KW	11,000\$/KW	10,000\$/KW	עלות הקמה – ל KW UPS

מקורות :

מסמכי התקן ונספחיו, כמתואר בנספח א'

ⁱ TIA/EIA-942 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, 2004

ⁱⁱ <http://www.brunspak.com/Services/DataCenterReliabilityLevel/tabid/67/Default.aspx>