

תשתיות מתקני מחשב – תקן מדרג לתצורה

התרגום לעברית מיועד כעזר בלבד ואינו מהווה גרסה רשמית של התקן התרגום הוא של גרסת 2018. שינויים מגרסת 2012 מסומנים בכחול.

תקציר

תקן המדרג לתצורת מתקני מחשב¹ של ה UPTIME INSTITUTE² הוא בסיס בלתי תלוי (אובייקטיבי) להשוואה בין שימושים, תכולות וזמינות (או ביצועים) צפויים של תשתיות מתקן מחשבים לעומת מתקנים אחרים, או להשוואת קבוצת מתקנים. תקן זה מתאר קריטריונים המבחינים בין ארבעה מדרגים של תצורות, תוך התבססות על רמה גוברת של תכולות יתירות במרכיבים ובנתיבי אספקה. תקן זה מתמקד בהגדרה של ארבעת מדרגים אלה והמבחינים הנדרשים להוכחת העמידה בהם. פרק ההערות הינו חלק נפרד המספק דוגמאות מעשיות לאפיון תשתיות במתקני מחשב ובתכנונם, הממלאים אחר דרישות התקן וזאת על מנת להבהיר את הדרישות.

מילות מפתח³

Dual power	הזנה כפולה	Ambient temperature	טמפרטורת סביבה
Fault tolerance	חסינות בפני לתקלות	Autonomous response	תגובה עצמית
Fault tolerant	חסין לתקלות	Availability	זמינות
Functionality	שימושים	Classification	אבחנה
Infrastructure	תשתיות	Compartmentalization	הפרדה לחללים
Metrics	מדדים	Concurrent	בו זמניות
Operational sustainability	תחזוקתיות	Maintenance	אחזקה
Performance	ביצועים	Concurrently maintainable	אחזקה בו זמנית
Redundant	יתירות	Continuous cooling	קירור רציף
Reliability	אמינות	Datacenter	מתקן מחשבים
Wet bulb	גולה לחה (טמפרטורה)	Dry bulb	גולה יבשה (טמפרטורה)
Topology	תצורה	Tier, Tier level, Tiers	מדרג, רמת מדרג

זכויות יוצרים

זכויות היוצרים של מסמך זה הינן של ארגון ה UPTIME INSTITUTE. הארגון הופך מסמך זה לזמין כמקור עבור סוכנויות ממשל, גופים ציבוריים ומשתמשים פרטיים – ללא ויתור על זכויות יוצרים כלשהן.

פרסומי ה UPTIME INSTITUTE מוגנים על ידי חוקי זכויות יוצרים בינלאומיים. הארגון דורש אישור כתוב לכל מקרה של שימוש או שכפול בקניין רוחני של הארגון. זכויות היוצרים של הארגון מתייחס לכל המדיה: ניר, אלקטרוני או וידאו, וכולל גם פרסום באתרים פנימיים של חברות, אתרי חברות באינטרנט, מוצרי שיווק וחומרי לימוד בקורסים.

¹ Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology – להלן התקן, תקן זה.

² UPTIME INSTITUTE – להלן UTI, או הארגון

³ לצורת נוחות והבהרה מובאים גם מושגי המקור באנגלית, לעיתים התרגום שונה במקצת בהתאם לתוכן.

עמוד 1 מתוך 22 עמודים

מבוא זה אינו חלק מהתקן. המבוא מטרתו לספק לקורא הקשר ליישום התקן

התקן למדרג תצורה הוא פרסום עדכני של פרסומים קודמים של הארגון (TIER Classification Define Site Infrastructure performance) חלקים ממסמך זה שונו לתצורה המקובלת בתקנים. עדכונים עתידיים לתקן זה יבוצעו בשיטות המומלצות על ידי גופי תקינה מוכרים.

מדרג התצורה נוצר על מנת לתאר בצורה שיטתית מדרג של תשתיות הנדרש על מנת להבטיח יציבות תפעולית של מתקני מחשב ולא על מנת לאפיין מערכת או תת מערכת. מתקני מחשב תלויים בתפעול מוצלח ואינטגרטיבי של מערכות חשמליות, מכניות ומערכות מבנה. כל תת מערכת ומערכת חייבים להיות מיושמים באופן שיטתי על פי אותו מדרג של הארגון על מנת לתת מענה לדרישות התקן. ההחלטה הקריטית ביותר אותה צריכים לשקול ולקחת בחשבון בעלי העניין והמתכננים, בעת שהם שוקלים חלופות, היא כיצד תשפיע בחירה זו על מחזור החיים של המתקן, תפעולו ותנאי הסביבה עבור מערכות המחשב בחדר המחשב. **בעלי מתקנים מוצלחים מתאימים בין השקעה בתשתיות לבין הזמינות העסקית הנדרשת ויעדי המשימה. ארגונים כאלה יודעים מהי עלות של הפרעה (תקלה) במונחים של עלות כספית, השפעה על ערך השוק ומשמעות מתמשכת על היעדים. מחיר התקלה משפיע ישירות על ההחלטה העסקית להשקעה בתשתיות בזמינות גבוהה.**

בפשטות, מדרג התשתיות לאתר/מתקן כולו תלוי במדרג של החולייה החלשה ביותר במערכת המשפיעה על תפקוד האתר כולו. לדוגמא, אתר בעל תשתיות חסינות במדרג IV של מערכות אל פסק אבל עם תשתיות קירור במדרג II יהיה מדרג במדרג II.

אבחנה חדה זו מובלת על ידי מנהלים בכירים שבחנו ואישרו השקעות של מיליוני דולרים באופן בלתי תלוי לגבי תכולות ויכולות של אתרים. כל חריגה או הערת שוליים באישור עתידים להיעלם ולהישכח. אם אתר פורם כאתר חסין במדרג TIER IV, ביצוע השבתה מתוכננת תהיה בלתי תואמת לתקן – גם אם תתבצע בעתיד – ללא קשר ל"אותיות הקטנות" שהגדירו זאת כסיכון. מסיבה זו אין מדרגים חלקיים. מדרג של אתר אינו מדרג ממוצע בין תתי המערכות. מדרג האתר הוא המדרג של תת המערכת החלשה ביותר.

באותו אופן, לא ניתן לדרוש מדרג אתר באמצעות חישוב של הזמן הממוצע בין תקלות (MTBF). חישוב סטטיסטי של אמינות שיחזה את הזמינות ואז להשוות אותו כך שיתאים לזמינות מדודה של אתרים המייצגים מדרג אחר. ערכים סטטיסטיים אמינים אינם זמינים, חלקית בגלל שמחזורי החיים של ציוד מתקצרים ואין גוף בלתי תלוי בתעשייה שאוגר נתוני כשל.

לסיום, תקן זה מתמקד בתצורה ובביצועים של אתר בודד. רמה גבוהה של זמינות עבור משתמש הקצה יכולה להיות מושגת על ידי שילוב בין תצורות מורכבות של מערכות מחשב (IT), תצורות רשת המנצלות יישומים סינכרוניים ושימוש בריבוי אתרים. יחד עם זאת, תקן זה אינו תלוי בתצורת מערכות המחשב באתר.

גורמים נוספים וחשיפות

תקן זה והתקן לאמינות תפעולית (Tier Standard: Operational Sustainability) יוצרים מערך של קריטריונים שיכולים לספק ולהתאים כלל עולמית. עבור תכנון מתקן המחשב, יישומו ותפעולו בצורה אמינה ומוצלחת יש לקחת בחשבון ולשקול גם גורמים נוספים על ידי בעלי העניין וצוות התכנון. רבים מאלה יוכתבו על ידי מיקום האתר יחד עם תקנים ו/או שיקולים מקומיים. לדוגמא: תקני בניה, רשויות מחייבות, אזורים סיסמיים, מזג אויר קיצוני (רוחות, טורנדו), הצפות, שימושי קרקע סמוכים, ארגוני עובדים, אבטחה פיזית (בין אם מדיניות ארגונית או השפעות סביבתיות).

בשל מגוון החלטות ושיקולים תכנוניים וניהוליים שיכולים להיות מוכתבים על ידי היזם, על ידי הרשויות או להיות חלק מהלצות גופים בתעשייה או יישומים מקובלים בלתי אפשרי לכלול בתקן את כל המרכיבים הנוספים או את

עמוד 2 מתוך 22 עמודים

החשיפות ברחבי העולם. כמו כן, הארגון אינו מעוניין להחליף או להתערב עם הנחיות של מומחים מקומיים, שלעיתים הם המפתח למסירת פרויקט במועד, העונה על דרישות התקינה ומיושם על פי דרכים מקובלות.

לצורך הצלחת פרויקט, ה-UTI ממליץ לצוות הפרויקט ליצור קטלוג מתקדם של דרישות פרויקטליות, שיתאימו לדרישות תקן זה ולדרישות התקן לאמינות תפעולית, ולשקול בזהירות אמצעים להקלות בכל הנוגע למרכיבים נוספים וחשיפות לסיכונים. גישה זו תבטיח שהפרויקט יענה ליעדי התקן יחד עם מגבלות מקומיות והצרכים העסקיים של היזם.

תוכן עניינים:

1.	כללי
1.1.	תכולות
1.2.	מטרה
1.3.	מקורות
1.4.	פרסומים קשורים
2.	הגדרות המדרג
2.1.	TIER I – תשתיות בסיסיות למתקן מחשבים
2.2.	TIER II – תשתיות עם יתירות במרכיבים
2.3.	TIER III – תשתיות מתקן המאפשרות אחזקה בזמנית לפעילות
2.4.	TIER IV – תשתיות מתקן חסינות לתקלות
2.5.	מערכות הגנרטורים
2.6.	טמפרטורת סביבה – נקודת עבודה לתכנון
2.7.	ניתוב תשתיות תקשורת
2.8.	מילוי מים
2.9.	סיכום דרישות המדרג
2.10.	אספקות משירותים ציבוריים
3.	הערות ליישום תצורת המדרג
3.1.	מדרג תוצאתי
3.2.	השפעת תנאי הסביבה
3.3.	איסור מגבלות על משך פעולות הגנרטורים (מדרגים III ו IV)
3.4.	ניתובי תקשורת
3.5.	התפתחות המדרג
3.6.	מדרוג חלקי או מופחת
3.7.	מגמות שאינן עולות בקנה אחד עם התקן
	שינויים

1. כללי

תכולות

1.1.

תקן זה מבחין בין ארבעה מדרוגים לתשתיות מתקני מחשב (TIER I, TIER II, TIER III, TIER IV) ומבחני ביצועים לצורך בדיקת ההתאמה לדרישות התקן. המדרוגים מתארים תצורות של תשתיות אתר הנדרשות לשימור יכולת התפעול של מתקן מחשב ולא מאפיינים של מערכות או של תת מערכות, שמספרן תלוי בטכנולוגיות (למשל גנרטורים, קירור, אל פסק וכד') שנבחרו לשימור יכולות התפעול.

כל תת מערכת ומערכת המשולבות בתשתיות מתקן המחשב חייבות להתאים בצורה עקבית לאותו מדרג על מנת להבטיח מענה לדרישות התקן.

מענה לדרישות התקן בכל מדרג נבחן באמצעות מבדקים תוצאתיים וההשפעות על התפעול. שיטה זו של מבדקים שונה מבדיקה בפרספקטיבה של תכנון או רשימת תיוג של מענה לדרישות.

הערות והבהרות לתקן זה נמצאים בחלק נפרד ונותנים דוגמאות לאפיון ותכנון של תשתיות מתקן לכל אחד ממדרגי התקן. חלק ההערות נותן בין היתר הנחיות יישומיות להגדרות שבתקן. בנוסף, חלק ההערות כולל דיונים ודוגמאות לסייע בהבנת תפיסת המדרוג יחד עם נתונים לגבי טעויות נפוצות בתכנון תצורה.

מטרה

1.2.

מטרת תקן זה הוא לצייד את מומחי התכנון, גורמי תפעול של מתקני מחשב ומנהלים שאינם טכניים באמצעים יעילים ובלתי-תלויים לתיאום ציפיות ולזיהוי רמת הביצועים של מתקני מחשב בתצורתם במדרגים השונים.

מקורות

1.3.

ASHRAE Handbook Fundamentals (בגרסתו העדכנית)

[ASHRAE Thermal Guidelines for Data Processing Environment, Third Edition](#)

פרסומים קשורים

1.4.

פרסומים וניירות עמדה – Accredited Tier Designer Technical Paper Series

נתונים נוספים ניתן למצוא באתר www.uptimeinstitute.com

2. הגדרות המדרג

2.1 TIER I – תשתיות בסיסיות למתקן מחשבים

2.1.1 דרישות בסיסיות

a. מתקן מחשבים במדרג TIER I כולל רכיבים כמותיים (אנרגיה)⁵ ללא יתירות, מסלול ניתוב יחיד ללא יתירות המשרת את החללים הקריטיים. תשתיות TIER I כוללות: חלל מוגדר עבור תשתיות המחשוב⁶, מערכת אל פסק לסינון נחשולי מתח, ירידות מתח והפסקות חשמל רגעיות, ציוד קירור וגנרטור להגן על תפקוד מערכות המחשוב בעת הפסקות חשמל מתארכות.

b. 12 שעות של אגירת דלק באתר עבור הגנרטור(ים)

2.1.2 מבחני הקבלה והעמידה בתקן:

a. יכולת כמותית של המערכות לענות על צרכי המתקן
b. עבודה מתוכננת תחייב הפסקה של חלק ממערכות המתקן או כולן תוך השפעה על תנאי הסביבה, המערכות והמשתמשים.

2.1.3 המשמעויות התפעוליות

a. המתקן רגיש להפרעות הן מפעילויות מתוכננות והן מבלתי-מתוכננות. טעויות תפעוליות (טעויות אנוש) ברכיבים של תשתיות המתקן יגרמו להפסקות במתקן המחשב.

b. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת או תקלה בכל רכיב כמותי או מערכת או הפרעה במרכיב ישפיעו על הסביבה הקריטית.

c. תשתיות המתקן חייבות להיות מושבתות לחלוטין על בסיס שנתי על מנת לבצע באופן בטוח אחזקה מונעת חיונית או תיקון רכיבים. מצבים דחופים עלולים לחייב השבתות בתכיפות גדולה יותר. אי יכולת בביצוע אחזקה תקופתית מגדיל באופן משמעותי את הסיכון לתקלות בלתי צפויות, הפרעות יחד עם תקלות חוזרות וחמורות.

2.2 TIER II – תשתיות עם יתירות במרכיבים

2.2.1 דרישות בסיסיות

a. מתקן מחשבים במדרג TIER II כולל רכיבים כמותיים (אנרגיה)⁷ עם יתירות יחד עם מסלול ניתוב יחיד ללא יתירות המשרת את החללים הקריטיים. הרכיבים הכמותיים כוללים יתירות של בגנרטורים, מודולים של מערכות אל פסק ואגירת אנרגיה, צ'ילרים, מערכות החלפת חום, משאבות, יחידות קירור ומכלי דלק.

b. 12 שעות של אגירת דלק באתר עבור הגנרטור(ים) בצריכה נומינלית (עבור יכולת N)

2.2.2 מבחני הקבלה והעמידה בתקן:

a. הרכיבים היתירים יכולים להיות מושבתים משירות בצורה מתוכננת מבלי לחייב השבתה של הסביבה הקריטית.

b. השבתה של נתיב הזנה משירות לצורך אחזקה או לפעילות אחרת מחייב השבתה של הסביבה הקריטית.

c. יש מספיק רכיבים המותקנים באופן קבוע על מנת לענות על צרכי המתקן כאשר רכיב יתיר מסולק משירות מכל סיבה.

2.2.3 המשמעויות התפעוליות

⁵ CAPACITY COMPONENTS

⁶ IT – Information Technology

⁷ CAPACITY COMPONENTS

- a. המתקן רגיש להפרעות הן מפעילויות מתוכננות והן מאירועים בלתי-מתוכננים. טעויות תפעוליות (טעויות אנוש) ברכיבים של תשתיות המתקן עלולות לגרום להפסקות במתקן המחשב.
- b. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת או תקלה בכל רכיב כמותי או מערכת או הפרעה במרכיב עלולים להשפיע על הסביבה הקריטית. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת או כשל ברכיב כמותי ישפיעו על הסביבה הקריטית.
- c. תשתיות המתקן חייבות להיות מושבתות לחלוטין על בסיס שנתי על מנת לבצע באופן בטוח אחזקה מונעת חיונית או תיקון רכיבים. מצבים דחופים עלולים לחייב השבתות בתכיפות גדולה יותר. אי יכולת בביצוע אחזקה תקופתית מגדיל באופן משמעותי את הסיכון לתקלות בלתי צפויות, הפרעות יחד עם תקלות חוזרות וחמורות.

2.3 TIER III – תשתיות מתקן המאפשרות אחזקה בו זמנית לפעילות

2.3.1 דרישות בסיסיות

- a. מתקן מחשב המאפשר אחזקה בו זמנית לפעילות כולל רכיבים כמותיים (אנרגיה)⁸ עם יתירות בשילוב מסלול ניתוב מרובים ובלתי תלויים המשרתים את החללים הקריטיים. רק מסלול אחד נדרש לשרת את הסביבה הקריטית בכל עת.

רשת החלוקה החשמלית מוגדרת כנתיבי האספקה החשמליים מהמוצא של מערכת הייצור המקומית (גנרטור, תא דלק וכד') עד לנקודת ההזנה מאל פסק לציוד המחשבים (IT) ונתיבי ההזנה המשרתים את הציוד המכני הקריטי. נתיבי ההזנה לציוד המכני הינם אלה המשרתים אמצעים לשינוע החום מהחלל הקריטי אל מחוץ למתקן. לדוגמא, צנרת המים הקרים, צנרת העיבוי, צנרת הקרים וכד'.

- b. כל ציוד המחשוב מוזן בהזנה כפולה, כמוגדר ב Uptime Institute Fault Tolerance Power Compliance Specification, Version 2 ומותקן בצורה תקינה ומותאמת לתצורת המתקן. מערכות החלפה, כדוגמת מתגים בנקודות השימוש חייבים להיות מותקנים עבור הסביבה הקריטית שאינה עונה על דרישות התקן.
- c. 12 שעות של אגירת דלק באתר עבור הגנרטור(ים) בצריכה נומינלית (עבור יכולת N)

2.3.2 מבחני הקבלה והעמידה בתקן:

- a. כל רכיב ורכיב כמותי וכל מרכיב בנתיב הזנה יכול להיות מסולק משירות בצורה מתוכננת ללא השפעה על פעילות הסביבה הקריטית.
- b. יש מספיק רכיבים כמותיים המותקנים באופן קבוע על מנת לענות על צרכי המתקן כאשר רכיב יתיר מסולק משירות מכל סיבה.

2.3.3 המשמעויות התפעוליות

- a. המתקן רגיש להפרעות הן מפעילויות בלתי מתוכננות. טעויות תפעוליות בתשתיות המתקן עלולות לגרום להפרעות במתקן המחשב.
- b. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת או תקלה בכל רכיב כמותי או מערכת ישפיעו על הסביבה הקריטית.

- c. הפסקת חשמל בלתי מתוכננת או תקלה ברכיב כמותי או נתיב הזנה עלולות להשפיע על הסביבה הקריטית.
- d. אחזקה מתוכננת של תשתיות יכולה להתבצע תוך שימוש ברכיבים היתירים ובנתיבים היתירים על מנת לבצע בבטיחות עבודה בשאר הציוד.
- e. בעת פעילות אחזקה, הסיכון של הפרעה עלול לגדול. (מצב אחזקה זה אינו פוגם במדרוג האתר בשגרה).

2.4 TIER IV – תשתיות מתקן חסינות לתקלות

2.4.1 דרישות בסיסיות

- a. מתקן מחשב חסין בפני תקלות כולל מערכות מרובות, בלתי תלויות ומופרדות פיזית המספקות כמות יתירה של מרכיבים ושל מסלולי הזנה פעילים, מרובים, בלתי תלויים ופעילים המשרתים את הסביבה הקריטית. כמות הרכיבים היתירים ומסלולי ההזנה יבטיחו שכמות נומינלית של רכיבים (N), תספק אנרגיה וקירור לסביבה הקריטית לאחר כל תקלת בתשתית.
- b. כל ציוד המחשוב מוזן בהזנה כפולה, כמוגדר ב Uptime Institute Fault Tolerance Power Compliance Specification, Version 2 ומותקן בצורה תקינה ומותאמת לתצורת המתקן. מערכות החלפה, כדוגמת מתגים בנקודות השימוש חייבים להיות מותקנים עבור הסביבה הקריטית שאינה עונה על דרישות התקן.
- c. מערכות תשתית משלימות ונתיבים חלופיים חייבים להיות מופרדים פיזית זה מזה⁹ על מנת למנוע מכל אירוע בודד להשפיע בו זמנית על אחת משתי המערכות או נתיבי ההזנה.
- d. נדרש קירור רציף. קירור רציף מספק סביבה יציבה לכל החללים הקריטיים בהתאם להגדרות ASHRAE לשינויי טמפרטורה מותרים לציוד מחשבים כמפורט במסמך Thermal Guidelines for Data Processing Environment (מהדורה שלישית). בנוסף, זמן הקירור הרציף צריך להיות כזה שיספיק עד שמערכת הקירור תוכל לספק את הספק הקירור המוגדר גם כאשר הסביבה נמצאת בתנאי קיצון.
- e. 12 שעות של אגירת דלק באתר עבור הגנרטור(ים) בצריכה נומינלית (עבור יכולת N)

2.4.2 מבחני הקבלה והעמידה בתקן:

- a. תקלה בודדת בכל מערכת כמותית, רכיב כמותי או נתיב הזנה וכל נתיב הזנה לא ישפיע על הסביבה הקריטית.
- b. מערכת בקרת התשתיות תדגים תגובה עצמית לתקלה תוך שימור הסביבה הקריטית.
- c. כל רכיב ורכיב כמותי וכל מרכיב בנתיב הזנה יכול להיות מסולק משירות בצורה מתוכננת ללא השפעה על פעילות הסביבה הקריטית.
- d. יש מספיק רכיבים כמותיים המותקנים באופן קבוע על מנת לענות על צרכי המתקן כאשר רכיב יתיר מסולק משירות מכל סיבה.
- e. המערכת תוכל לזהות כל תקלה אפשרית, לבדד אותה ולהכיל אותה תוך כדי המשך אספקה וייצור של יכולת נומינלית (N) לעומס החיוני.

2.4.3 המשמעויות התפעוליות

- a. המתקן אינו רגיש להפרעות מאירוע בודד, בלתי מתוכנן כלשהו.
- b. המתקן אינו רגיש להפרעות מכל עבודה מתוכננת כלשהיא.

- c. אחזקת התשתיות במתקן יכולה להתבצע תוך שימוש במרכיב כמותי יתיר או בנתיב יתיר ולבצע בבטיחות עבודה בשאר הציוד.
- d. בעת פעילות אחזקה והשבתה של רכיבים או נתיבים הסביבה הקריטית לסיכון יתר של הפרעה במקרה של תקלה בנתיב הפעיל. מצב אחזקה זה אינו פוגם במדרוג האתר בתנאי פעולה רגילים.
- e. פעולה של מערכת גילוי האש, כיבוי האש או לחצני הפסקת חירום עלולים לגרום להפרעה בפעילות מתקן המחשב.

2.5 מערכות הגנרטורים

מערכות ייצור מקומיות (גנרטורים, תאי דלק וכד') נחשבות כמקור האנרגיה העיקרי של מתקן המחשבים. מערכת האספקה מהרשת היא חלופה כלכלית. הפרעה בהזנה מהרשת אינה נחשבת כתקלה, אלא כמצב פעילות אליו צריך האתר להיות ערוך. בהתאם, **מערכות הייצור המקומיות (הגנרטורים...)** צריכים לכלול התנעה אוטומטית והעברה של העומס בעת הפסקה מהרשת. בנוסף, כל שאר הציוד שאינו מוזן מאל פסק צריך להתחיל לפעול מחדש בצורה אוטומטית לאחר חזרת האספקה. למרות שגנרטורים הם רק פתרון אחד לייצור אנרגיה מקומי, הסוגייה של דירוג הספקי הגנרטורים מחייבת התייחסות נוספת במקרה בו משתמשים בגנרטורים לצורך ייצור מקומי של אנרגיה.

2.5.1 מגבלות אתר בעת פעולה מגנרטורים

במדרג III ובמדרג IV מערכות הגנרטורים, יחד עם נתיבי ההזנה ומערכות תומכות חייבים להיות תואמים לדרישות היכולת לאחזקה בו-זמנית ו/או לחסינות בפני תקלות, בעת שהם פועלים ומספקים אנרגיה לאתר.

2.5.2 מגבלות זמן פעולה של היצרנים

גנרטורים עבור מדרג III ומדרג IV לא יהיו עם הגבלות כלשהן לגבי זמן הפעולה שלהם כאשר הם מועמסים בעומס הנומינלי. גנרטורים בעלי הגבלה על מספר שעות הפעולה שלהם ברציפות מתאימים למדרג I ולמדרג II.

2.5.3 מגבלות חוקיות על זמן פעולה

על מערכות גנרטורים חלות לעיתים מגבלות לגבי מספר שעות הפעולה השנתיות בשל סוגיות פליטת מזהמים. מגבלות סביבתיות אלה אינן משפיעות על הדרישה לאי הגבלה של שעות הפעולה ברציפות כנדרש בסעיף זה.

2.6 טמפרטורת סביבה – נקודת עבודה לתכנון

הערך הכמותי (הספק, יכולות) האפקטיבי של ציוד התשתיות של מתקן מחשבים יוגדר למצב של צריכת שיא, בהתבסס על נתוני אקלים אזוריים ומצב פעולה קבוע של נקודת העבודה התפעולית עבור מתקן המחשבים. יכולות הציוד כפי שהוגדרו על ידי היצרנים יותאמו כך שישקפו תנאי קיצון של טמפרטורה והשפעת הגובה מעל פני הים בהם הם פועלים לתמיכה במתקן המחשבים.

עמוד 8 מתוך 22 עמודים

2.6.1 תנאי קיצון שנתיים

היכולת של כל הציוד הפולט חום לאטמוספירה יוגדר ויתוכנן לתנאים של נקודת קיצון המייצגת בצורה הטובה ביותר את מיקום מתקן המחשבים על פי המהדורה העדכנית של ASHRAE Handbook - Fundamentals (מהדורה מתפרסמת כל ארבע שנים). תכנון הערכים המרביים יהיה עבור הערך הגבוה ביותר בתקופה של 20 שנה ($N=20$) הן עבור הבועה הלחה (WB) והן עבור בועה יבשה (DB). בנוסף, כל המערכות צריכות להיות מסוגלות לפעול במלואן גם בטמפרטורת קיצון נמוכה. נתון זה יכול את הטמפרטורה היבשה (DB) הנמוכה הקיצונית לפי $N=20$ שנה. הטמפרטורה הלחה הקיצונית ב $N=20$ צריכה להילקח בחשבון ככל שיש לה השפעה שלילית על ההספק או היכולת של הציוד לפעול.

2.6.2 נקודת העבודה של חדר המחשב

היכולת האנרגטית (CAPACITY) של חדר המחשב תוגדר על פי טמפרטורת האוויר החוזר והלחות היחסית כפי שיוגדרו על ידי הבעלים למצב של תפעול רציף.

2.6.3 השפעות נוספות

תנאי סביבה קיצוניים צריכים להילקח בחשבון לכל מקרה בהם הם עלולים להשפיע על הספקים, עומסים או פעולת ציוד.

2.7 ניתוב תשתיות תקשורת

הציוד התומך בנקודות ההתממשקות של התקשורת (כדוגמת חדרי ספקים) צריך להיות עם תשתיות אספקת חשמל וקירור התואמות את דרישות המדרג, ככל שהם מהווים תשתיות חיוניות לפעולת מתקן המחשבים. אי לכך עבור מתקני TIER IV הציוד הקריטי צריך להתאים גם להיבטים של דרישות הפרדה בין חללים.

מובלים עבור תשתיות תקשורת אופטיות מגבולות האתר אל נקודת ההתממשקות במתקן המחשבים צריכה לענות על דרישות היכולת לביצוע אחזקה בזמנית עבור מדרג III ועל חסינות בפני תקלות והפרדה אזורית¹⁰ עבור TIER IV.

2.8 מילוי מים

מאגר מילוי מים באתר נדרש למדרגים III ו-IV באתרים המשתמשים במערכות קירור הכוללות אידוי. בהתאם, מערכת המאגרים צריכה לתת מענה על יכולת אחזקה בזמנית להמשך פעולה וחסינות לתקלות כנדרש וזאת עד לנקודת האספקה, לתקופה שלא תרד מ 12 שעות.

¹¹ Usable capacity

סיכום של הדרישות הקודמות המגדירות את ארבעת המדרגים.

בטבלה אספקת חשמל קריטית מוגדרת כאספקה ממוצא מערכת האל פסק עד לציוד המחשבים.

TIER IV	TIER III	TIER II	TIER I	
N לאחר כל תקלה	1+N	N+1	N	רכיבים כמותיים פעילים מינימלית הנדרשת לתמיכה בעומס המחשבים
2 פעילים בו זמנית	1 פעיל 1 חלופי	1	1	נתיבי אספקה – תשתית חלוקה חשמלית
2 פעילים בו זמנית	2 פעילים בו זמנית	1	1	אספקת חשמל קריטית
כן	כן	לא	לא	יכולת אחזקה בו זמנית
כן	לא	לא	לא	חסינות בפני תקלה
כן	לא	לא	לא	הפרדה אזורית
כן	לא	לא	לא	קירור רציף

טבלה 1 – ריכוז דרישות המדרג

2.10. אספקות משירותים ציבוריים

ההתייחסות אל שירותים שמקורם מחוץ לגבולות האתר, שאינם בשליטה מלאה של הארגון המפעיל את מתקן המחשבים, הינה כאל מערכות שירותים ציבוריים. זה כולל בין היתר את אספקת החשמל, אספקת המים, אספקת גז טבעי, קירור אזורי וכד'. ההתייחסות לשירותים אלה היא כאל שירותים שאינם אמינים למתקן המחשבים ולכן אינם יכולים להיכלל כעונים על דרישות המדרוג.

שירותים שעונים על דרישות המדרוג צריכים להיות בתחומי המתחם של מתקן המחשבים ובשליטה מלאה של הארגון. בנוסף, כאשר השירותים הציבוריים משמשים כלופה כלכלית, מערכות מתקן המחשבים צריכות, באופן אוטומטי ועצמאי: לזהות את האבדן של השירות הציבורי ולהגיב באמצעות מערכות באתר לאספקה חלופית. מענה צריך לכלול בין היתר פעולה והתאוששות אוטומטית כאשר מערכות האתר עולות. לדוגמא, לאחר אבדן אספקה מחברת חשמל, הגנרטורים צריכים להתניעה ולנתב את העומס אל האספקה מגנרטורים ולהפעיל כל מערכת אשר חוותה הפסקה זמנית באספקת החשמל אליה, ללא כל התערבות של מפעיל.

3. הערות ליישום תצורת המדרג

פרק הערות זה אינו חלק מהתקן. פרק זה מספק לקורא הקשרים ליישום התקן

3.1. מדרג תוצאתי

ההגדרות המשמשות לתקן הן הכרח ובמודע כלליות ביותר על מנת לאפשר חידושים ויכולת בחירה של ספקים על ידי היזם בעת הרצון להשיג את רמת המדרג הרצויה וזמינות התשתיות. כל מדרג מייצג קטגוריה של תצורת תשתיות ותפיסות תפעול מורכבות, המובילים לזמינות גבוהה של תשתיות האתר.

הביצועים התוצאתיים המגדירים את ארבעת המדרגים הנם ישירים. אתרים רבים שיתכן ויעברו בגישה של מבחן על בסיס רשימת תיוג יכשלו במבחן בגישה של דרישות ביצועים. מכאן נובע

עמוד 10 מתוך 22 עמודים

שמעבר ליישום של עקרונות הנדסיים יש עדיין שיקול דעת רב וגמישות בתכנון לצורך זמינות וכיצד תת מערכות משולבות על מנת לאפשר תצורות פעולה רבות.

3.2. השפעת תנאי הסביבה

היכולת הכמותית הקבועה והאפקטיבית של רוב ציוד הקירור וייצור האנרגיה מושפע מתנאי הסביבה בהם הם פועלים. מרכיבים אלה צורכים לרוב יותר אנרגיה על מנת לפעול ולספק יכולת יעילה¹¹ ככל שהגובה מעל פני הים וטמפרטורה הסביבה עולים.

גישה מקובלת עבור מתקנים רגילים היא לבחור בערכי תכנון העונים על הצרכים לרוב שעות הפעולה של המתקן. זוהי בחירה כלכלית של ציוד הנותנת מענה רוב הזמן. זוהי גישה שאינה ראויה עבור מתקני מחשב שמהם נדרש לפעול ברציפות 24 שעות ללא הגבלה.

בחירה לצורך תכנון של טמפרטורת בועה לחה החורגת ב 2% מהזמן בוחרת ציוד אשר הוא בעל פערי עומס למשך 175 שעות בשנה. אפשרות בחירה כזו משמעותה שהיזם פועל תחת סיכון תפעולי למשך קצת יותר משבוע בכל שנה. מועדים אלה מפוזרים בתנאי אמת על פני מספר רב של ימים. ערך זה של 2% עלול לגרור בתנאי אמת חריגה מתנאי התכנון למשך שעות רבות בכל אחרי צהרים למשך תקופה של חודש עד חודשיים. ערך של 0.4%, הנחשב כשמרני על ידי רבים מהמתכננים המקצועיים, עדיין גורר פער מתחת לצרכים למשך 35 שעות בכל שנה.

דוגמא נוספת הנוגעת לתנאי סביבה עולה בעת בחירה של פליטת החום במערכות מפוצלות בהתפשטות ישירה (DX). יצרנים רבים מספקים טבלאות המבוססות על טמפרטורת חוץ של 35°C (95°F). מרכיבים אלה יספקו רק את היכולת הנומינלית בעת פעולה בתנאי חוץ אלה. היכולות של מרכיבים אלה חייבים להיות מותאמים ולעבור הפחתה על מנת לספק את היכולות הנדרשות כאשר תנאי הסביבה עולים מעבר ל 35°C (95°F).

השפעה הנבחנת לעיתים קרובות היא טמפרטורת קיצון נמוכה. צ'לרים מקוררי אוויר במערכות מים מאופיינים כך שישי להם טמפרטורה מינימלית שמתחתיה אינם יכולים להתניע או לפעול. מערכות כאלה מוגדרות לפעולה עד ל 0 מעלות C ומתחת לטמפרטורה זו נדרשים אמצעים נוספים להבטיח את פעולתן.

3.3. איסור מגבלות על משך פעולות הגנרטורים (מדגים III ו IV)

הכוונה במניעת הגבלה על שעות הפעולה של גנרטורים באה להבטיח שהגנרטורים יוכלו לספק את הצריכה של האתר באופן רציף. תצורת המדרג (בתקן זה) דורשת שיכולת אספקת העומס של הגנרטור תענה על אחד ממדרגי תקן ISO 8528-1 (STANDBY, PRIME, CONTINUOUS) ויש לשקול אותה באופן שונה, בהתבסס על ערך מוגדר.

a. CONTINUOUS – יכולת עבודה רציפה – הספק הגנרטור הרשום מאפשר פעולה למספר שעות בלתי מוגבל בהספק זה.

b. PRIME – יכולת עבודה כמקור – הספק הגנרטור הרשום מאפשר פעולה למספר מוגבל של שעות בהספק זה. יכולת זו אינה נותנת מענה לדרישות סעיף 2.5 (במסמך זה). כמצוין בתקן ISO 8528-1 היכולת של גנרטור PRIME צריכה להיות מופחתת ל 70% מערכות הרשום על מנת להפעילו ללא מגבלת שעות. יצרנים מסוימים מציינים ערך הפחתה שונה (שיכול להיות גבוה או נמוך מהערך של 70%) בהם הגנרטור יכול לפעול ללא מגבלה בין

¹¹ Usable capacity

אם במפרט של המוצר או במכתב נלווה. אישור היצרן לגבי יכולת הגנרטור לפעולה ללא מגבלת זמן תוכל לשמש על מנת להגדיר תאימות לדרישות המדרג בתקן. c. STANDBY – גנרטור גיבוי – גנרטורים אשר בהגדרתם מיועדים למגבלת שעות פעולה שנתיות. מגבלה זו אינה עולה בקנה אחד עם דרישות סעיף 2.5. יצרנים מסוימים מציינים ערך הפחתה שונה בהם הגנרטור יכול לפעול ללא מגבלה בין אם במפרט של המוצר או במכתב נלווה. אישור היצרן לגבי יכולת הגנרטור לפעולה ללא מגבלת זמן תוכל לשמש על מנת להגדיר תאימות לדרישות המדרג בתקן.

3.4. ניתוב תשתיות תקשורת

ה UPTIME INSTITUTE ממליץ כי מובלים עבור תשתיות תקשורת אופטיות מגבולות האתר אל נקודת ההתממשקות במתקן המחשבים צריכה לענות על דרישות היכולת לביצוע אחזקה בזמנית עבור מדרג III ועל חסינות בפני תקלות והפרדה בין חללים¹² עבור TIER IV.

3.5. התפתחות המדרג

בעלי עניין הבוחרים פתרונות של מדרג I או מדרג II על מנת לתמוך בתשתיות מחשוב קיימות, מחפשים לרוב מענה קצר טווח. שני המדרגים I ו-II הנם לרוב פתרונות טקטיים המובלים בראיית עלות וזמן יישום יותר מאשר עלות מחזור חיים ודרישות זמינות. דרישות זמינות מחמירות וראייה ארוכת טווח מובילות לרוב לפתרונות אסטרטגיים הנמצאים לרוב בתשתיות אתר של מדרגים III ו-IV. למדרגים אלה יש גם תוחלת מעבר לצרכי המחשוב הנוכחיים. תשתיות מתקן מחשבים אסטרטגיות מאפשרות לבעלים לקבל החלטיות עסקיות המשלבות גידול וטכנולוגיה, שאינן מוגבלות בתצורת האתר הנוכחי.

a. TIER I

מדרג I מכבד את רצון הבעלים לתשתיות ייעודיות לתמיכה במערכות המחשוב. מדרג I מספק סביבה משופרת לעומת סביבה משרדית רגילה וכולל: חלל מוגדר עבור תשתיות המחשוב¹³, מערכת אל פסק לסינון נחשולי מתח, ירידות מתח והפסקות חשמל רגעיות, ציוד קירור וגנרטור להגן על תפקוד מערכות המחשוב בעת הפסקות חשמל מתארכות.

b. TIER II

פתרונות במדרג TIER II כולל רכיבים כמותיים עם יתירות על מנת לספק פתרון משופר ומרווח פעולה בטוח כנגד הפרעות בתהליכי מחשוב כתוצאה מכשל בתשתיות האתר. הרכיבים הכמותיים כוללים לרוב מודולים נוספים של מערכות אל פסק, צ'ילרים, מערכות החלפת חום, משאבות, יחידות קירור וגנרטורים. כשל באחזקה רגילה יגרור אבדן מרכיבים כמותיים.

תשתיות אתר במדרג III ממוספות תפיסה של יכולת אחזקה בו-זמנית להמשך פעולת המתקן, מעבר לתכולות הזמינות בפתרונות שבמדרגים I ו-II. אחזקה בו-זמנית משמעותה שכל רכיב ורכיב כמותי במתקן, הנדרש על מנת לתמוך במערכות המחשוב ניתן לאחזקה, על בסיס מתוכנן, ללא השפעה על סביבת המחשוב. ההשפעה על תשתיות המתקן הינה שבנוסף לרכיבים הקריטיים במדרג II נוסף נתיב אספקה יתיר של חשמל ומיזוג. האחזקה מאפשרת לתשתיות ולנתיבים לחזור למצב של "כמו-חדש" על בסיס קבוע ותקופתי.

באופן זה, המערכות צפויות לפעול באמינות כמתוכנן. מעבר לכך היכולת לאפשר ביצוע אחזקה לתשתיות האתר במקביל לפעולת מערכות המחשב מחייבת כי כל מערכת או רכיב ורכיב התומך במערכות המחשוב יוכל להיות מופסק לתחזוקה מונעת מתוכננת ללא השפעה על סביבת המחשוב. גישה זו מורחבת גם למערכות משנה כגון בקרת מבנה עבור המערכת המכנית, מערכות התנעה עבור מקורות הייצור באתר (הגנרטורים, תאי דלק וכד'), הפסקות חירום, מקורות אספקה לציוד הקירור ולמשאבות, ברזי ניתוק ועוד.

תשתיות מדרג IV מבוססות על מדרג III בתוספת של תפיסה של חסינות בפני כשל לתשתיות האתר. בדומה ליישום של יכולת אחזקה בו-זמנית, תשתיות חסינות בפני תקלה מורחב לכל רכיב ורכיב התומר בתפעול מערכות המחשב. מדרג IV מניח שכל מרכיב כזה עלול להיכשל או לסבול מהפסקה בלתי מתוכננת בכל עת. תפיסת המדרג מניח כשל ברכיב או נתיב הזנה אחד.

יחד עם זאת, האתר חייב להיות מתוכנן ומתופעל כך שיוכל לעמוד בהשפעה המצטברת של כשל בכל מרכיב, מערכת או נתיב הזנה הנפגע מכשל. לדוגמא, כשל בלוח בודד ישפיע על כל לוח משנה שלו וציוד או מרכיבים המוזנים מלוח זה או מלוחות המשנה. מתקן במדרג IV יוכל לעמוד בפני כשל מצטבר זה ללא השפעה על פעולת אולם המחשב.

3.6 מדרג חלקי או מופחת

ארבעת דרגות המדרג מכוונות לתצורה ומאפיינים של תשתיות אתר, בניגוד לרשימה צפויה של מרכיבים המיועדים להשיג תוצאה תפעולית. למשל, כמות זהה של צ'ילרים ומערכות אל פסק יכולה להיות מותקנת בנתיב אספקה יחיד בתצורה של מדרג II (יתירות רכיבים), או באמצעות שני נתיבים אשר יכולים לאפשר תצורה של מדרג III (אחזקה בו-זמנית).

אחידות רוחבית של יישום תצורת התקן עבור מערכות חשמל, מערכות מכניות, מערכות אוטומציה ותת-מערכות אחרות נדרש לכל אתר על מנת לענות על דרישות התקן בכל מדרג מוגדר. בחירת התצורה המתאימה יתבסס על הצורך בזמינות מערכות המחשב על מנת להבטיח תהליכים עסקיים מוגדרים ומשמעויות כלכליות משמעותיות כתוצאה מכשל ובכך לתת את הבסיס הטוב ביותר להשקעה בתשתיות מתקן מחשב. עדיף שבעלי העניין יתמקדו בתהליך תכנון מתקן המחשב ויישומו בשימור עקבי של דרישות התקן מאשר בפרטים המרכיבים את תשתיות מתקן המחשבים.

יחד עם זאת תשתיות אתר מחשבים מוגדרות לעיתים על ידי אחרים בתעשייה באמצעות מדרגים חלקיים (למשל מדרג 2.5), או מדרגים עם תוספת (מדרג III+, מדרג III משופר או מדרג IV מופחת). מדרגים חלקיים או ציון של מדרג גבוה יותר בעת התכנון אינו ראוי ומטעה. הכללה של קריטריון או ציון של מדרג גבוה יותר בעת התכנון אינו מעלה את רמת המדרג הכוללת. יחד עם

זאת, הפחתה מדרישות התקן במערכת משנה כלשהיא תמנע את היכולת לאשר את האתר כולו באותו מדרג בתקן.

- a. אתר בו יש מערכת אל פסק נוספת (יתירה) אבל זקוק לכל יכולות הקירור המותקנות פעילות על מנת לשמר את מתקן המחשב פעיל בתוך תחום העבודה אינו עונה על דרישות היתירות עבור מדרג II.
- b. לוח שאינו יכול להיות מופסק ללא השפעה על יותר מאשר על היחידות היתירות של משאבות המשנה של צ'ילר (ומפחית את היחידות הזמינות לפחות מ N) אינו עונה עד דרישות היכולת לאחזקה בו-זמנית ולפיכך לא יוסמך במדרג III.
- c. השילוב של מערכת אל פסק אחרי לאחר מערכת במדרג IV במסגרת אתר הכולל רשת חלוקה חשמלית ברמת מדרג II, גוררת הסמכה למדרג II.

3.7 מגמות שאינן עולות בקנה אחד עם התקן

הסטיות המשמעותיות ביותר מדרישות התקן ברוב האתרים ניתנות לסיכום לרוב כפתרונות שאינם עקביים. לרוב, אתר יכול מערכת חשמלית חסינה בפני תקלות בתצורת מדרג IV, אבל יכול מערכת מכנית במדרג II, שאינה יכולה להיות מתוחזקת ללא הפרעה לתפקוד מתקן המחשב. זה גורר מדרוג כולל ל TIER II.

באופן נפוץ יותר, המערכת המכנית נכשלת ביכולת האחזקה בו-זמנית בגלל חוסר ההתאמה בין מיקום ברזי הניתוק וכמותם בנתיבי האספקה מהצ'ילרים. תופעה נפוצה נוספת היא מפסקי הזנה למערכות מכניות המחייבים השבתה של מערכת הייצור על מנת לבצע אחזקה חשמלית. אם יותר ממספר היחידות היתירות של צ'ילרים, מגדלי קירור או משאבות, מנותקים ממתח לצורך אחזקה חשמלית – קירור אולם המחשב נפגע.

מערכות חשמליות נכשלות לעיתים בהשגת מדרג III או IV כתוצאה מבחירה תכנונית של מערכת האל פסק ונתיבי ההזנה הקריטיים. תצורת אל פסק המשתמשת בלוח אחד לאספקה ולהזנה הנם כמעט תמיד בלתי ניתנים לאחזקה, ללא הפסקה של ההזנה לסביבה הקריטית וכשלו בהסמכה למדרג III גם לאחר השקעה כספית משמעותית. תצורות הכוללות מפסק סטטי במסלול האספקה הקריטי עבור צרכנים בעלי הזנה בודדת יכולו לרוב במבדקים עבור יכולת אחזקה בו-זמנית וחסינות בפני תקלות.

יישום עקבי של התקן חיוני להשגת פתרון אינטגרטיבי עבור מתקן מחשבים כלשהו. ברור כי גורמי המחשוב משקיעים משמעותית בפתרונות המוצעים על ידי טכנולוגיות חדשות לסביבה הקריטית. לעיתים קרובות לאחר שהמערכות החשמליות ומכניות מוגדרות ותשתיות התפעול מוקמות, יש גידול בחוסר האחידות בפתרונות המיושמים באתר. השקעה בתחום אחד צריכה להיות מלווה בהשקעה בתחומים אחרים במידה ומרכיב כשלהו בפתרון המשולב עלול להשפיע על הזמינות הרצויה של מערכות המחשוב. תכנית אב או אסטרטגיה עקבית יכולה לפתור את התמונה הרחבה של הדרישות מתשתיות המחשוב ותשתיות האתר.

תקן זה מייצג את תוצאות בחירת המועצה המייעצת לשנת 2010.

דרישות אחסון הדלק חלות החל מ 1.5.2010

השינויים שיושמו הינם בהמשך לדיון משנת 2012 ובחירת המועצה המייעצת. כל העדכונים בגרסה זו חלים מ 1.8.2012

השינויים שיושמו הינם בהמשך למשוב מהתעשייה. כל העדכונים בגרסה זו חלים מ 1.10.2018

השינויים שיושמו הינם בהתאם ל [ASHRAE Handbook – Fundamentals Revisions](#) משמשים להתייחסות רציפה. כל העדכונים בגרסה זו חלים מ 1.10.2018

על ארגון ה UPTIME INSTITUTE

ארגון ה UPTIME INSTITUTE הוא גוף ייעוץ בלתי תלוי המתמקד בשיפור הביצועים, היעילות והזמינות של תשתיות קריטיות לעסקים, כל זאת באמצעות: חדשנות, שיתוף פעולה והתעדה (CERTIFICATION) בלתי תלויה. הארגון משאת את כל בעלי העניין האחראים על זמינות שירותי ה IT באמצעות: תקנים מובילים בתעשייה, הדרכות, רשת קשרים, ייעוץ ותכניות המועברות לארגונים, לגורמים מפעילים, ליצרנים ולספקים. ארגון ה UPTIME מוכר ברמה בינלאומית בזכות פיתוח המדרוג, ניהולו והתעדת מתקנים לתכנון, להקמה ולתפעול בר קיימא. זאת יחד עם סקרים ופיתוח מתודולוגיות למערכות IT אפקטיביות.

UPTIME INSTITUTE

Accredited Tier Designer Paper Series: Continuous Cooling

קירור רציף

מסמך טכני זה משלים את מסמך תשתיות מתקני מחשב – תקן מדרג לתצורה

מסמך טכני זה מבהיר את הדרישות לקירור רציף בהקשר של התקן למדרג תצורה של מתקני מחשב. רק מדרג TIER IV הוא היחיד המחייב קירור רציף. בנוסף, מסמך זה משמש כהמלצה עבור קירור רציף במתקנים בהספק של מעל 4KW למסד, ללא קשר למדרג שלהם.

ככל שהספק מתקני המחשב עולה, הצורך בקירור רציף הופך להיות מוחלט. הסיכון באבדן הקירור בעת שמערכת האל פסק פועלת (ללא הזנה) יכול להיות הרה-אסון מבחינה עסקית. ציוד מחשבים עלול להיכשל ולהיפגע.

יחד עם זאת, בתלות בשיטת הקירור ובטכנולוגית מערכת האל פסק המיושמת, ההגדרות לקירור רציף יכולות להשתנות באופן נרחב. מסמך זה מבהיר את ההגדרות לקירור רציף ומפרט את השיטות ליישום בהתאם לבחירות הטכנולוגיות.

ללא קשר לטכנולוגיה, קירור רציף מוגדר כיכולת לספק קירור יציב למערכות המחשב ולסביבת מערכת/ות האל פסק ללא הפרעה כלשהיא. קירור רציף מספק יכולת יציבה זו למשך פרק הזמן בו פועלת מערכת האל פסק¹⁴. לדוגמה, למערכת אל פסק סטטית בעלת מצברים ל 15 דקות, הקירור הרציף יצטרך לספק קירור יציב למשך 15 דקות. הערה, יחד עם זאת, כאשר יש מודולים יתירים וטורי מצברים זמינים, זמן גיבוי של 15 דקות יכול להפוך ל 30 דקות או יותר (בתלות ברמת היתירות). על הבעלים לשקול בזהירות את ההגדרה של פרק הזמן לקירור רציף - האם על פי זמן הגיבוי המוצהר או על פי זמן הגיבוי הזמין.

ארגון ASHRAE¹⁵, יחד עם יצרני מחשוב מובילים פרסם קובץ הנחיות טרמייות למתקני מחשב¹⁶ הכולל המלצות לטמפרטורת אספקה הנדרשת על מנת לאפשר פעולה אמינה של שרצים, אחסון וציוד רשת. טמפרטורת אספקה בין 18-27 °C (66-81 °F) ולחות יחסית של 20-80% על מנת לענות על צרכי היצרנים.

נקודת הייחוס של ה UTI הינה מסד באולם מחשב בהספק ממוצע של 6KW. טמפרטורת אספקת האוויר באולם המחשב תחרוג מערך עליון של התחום בתוך 60 שניות לאחר אבדן הקירור או אפילו תנועת האוויר.

יש לקחת בחשבון תרחיש של אבדן הזנה מחברת חשמל, במהלכה מערכת האל פסק ממשיכה לספק אנרגיה לציוד המחשבים, אבל, מתקן הקירור מפסיק לפעול. בתלות בטכנולוגיה שיושמה במערכת הקירור, הפרעה זו עשויה להימשך מספר דקות. במהלך זמן זה, הטמפרטורה העולה במתקן המחשב עלולה לגרום לנזק לציוד המחשבים. קירור רציף מספק את הגישור על מנת לייצב את הקירור עד למערכת הקירור חוזרת לפעול.

¹⁴ Ride-through time

¹⁵ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

¹⁶ Thermal Guidelines for Data Processing Environments

דרישות המדרג

מדרג IV הינו המדרג היחיד הדורש קירור רציף.

קירור רציף עבור מערכת קירור מים מושגת לרוב באמצעות מאגר אנרגיה טרמי¹⁷ (מכונה גם כמאגר מים קרים). משאבות משניות ויט"אולם המחשב (CRAH) נדרשים להיות מוזנים מאל פסק. זו יכולה להיות מערכת האל פסק המשמשת לצרכי המחשוב או מערכת נפרדת. מערכת האל פסק צריכה להיות חסינה בפני כשל ובעלת יכולת אחזקה בו-זמנית. אם מערכת הקירור היא בעלת משאבות ראשיות בלבד, אזי משאבות אלה חייבות להיות מוזנות מאל פסק.

קירור רציף למערכות התפשטות ישירה (DX) מחייבת כי הן היחידות של אולם המחשב (CRAC) והן המעבים החיצוניים צריכים להיות חסינים בפני כשל ובעלת יכולת אחזקה בו-זמנית. אותן דרישות מחייבות גם מערכות קירור מפוצלות.

קירור רציף למערכות המשתמשות ב 100% אוויר צח (חוץ) במהלך כל השנה מחייבות כי המאווררים (או המערכת המכניסה אוויר לאולם המחשב) יזנו מאל פסק.

כאשר משתמשים באל פסק רוטיבי כמערכת ההזנה לציוד המחשבים, אזי מערכת הקירור חייבת להיות מוזנת מפס ההזנה הרציפה (No-Break). הדבר מאפשר אספקה של קירור בעת אירוע של פעולת האל פסק. אם מערכת קירור המים הקרים מיושמת במשולב (in tandem) עם מערכת האל פסק, ללא מצברים, אזי לרוב אין צורך באגירה טרמית. יחד עם זאת כל מקרה נדרש להיבחן לגופו על מנת להבטיח קירור יציב בעת אבדן הזנה.

ללא קשר לשיטת הקירור או לטכנולוגית האל פסק המיושמים במתקן מחשב כלשהו, יש לקחת בחשבון את פרק הזמן הנדרש על מנת לאושש את מערכת הקירור המכנית. למשל, במערכת קירור מים, למרות שהגנרטורים אמורים להחזיר את ההזנה החשמלית תוך שניות לאחר אבדן ההזנה מרשת החשמל, התוצאה היא הפסקה רגעית של הזנה לצילרים אשר עשויה לחייב מחזור הפעלה שעלול לקחת 15 דקות ויותר. אף על פי שהיצרנים מקצרים את זמן החזרה, פרק הזמן בין אבדן ההזנה והחזרה לתפוקה יציבה יכול להיות נקודה כלשהי בזמן הגיבוי של מערכת האל פסק. למשל, יתכן וזמן הגיבוי של מערכת האל פסק הינו 5 דקות, אבל זמן ההתאוששות של מערכת מיזוג האוויר הוא 15 דקות, אזי המאגר הטרמי צריך לספק 15 דקות של מים קרים.

אספקת יציבות טרמית לסביבת מערכות המחשוב ומערכות האל פסק בעת המעבר בין הזנה מהרשת לבין הזנה מגנרטורים חיונית באמצעות קירור רציף וזאת על מנת להבטיח שאירוע ברשת יגרור נזק יקר מחום לחומרת מחשבים או ציוד קריטי. הדרישה הינה למדרג IV, אבל מוצדקת עבור הספק ממוצע של מעל 4KW למסד בשל החשש ולו הקל ביותר לנזק למתקן ולסביבת המחשוב.

פרסומים קשורים

תקן מדרג לתצורה - Tier Standard: Topology

Accredited Tier Designer Technical Paper Series - הספקי גנרטורים

Accredited Tier Designer Technical Paper Series - מילוי מים

נתונים נוספים ניתן למצוא באתר www.uptimeinstitute.com

¹⁷ TES – Thermal Energy Storage

UPTIME INSTITUTE

Accredited Tier Designer Paper Series: Makeup Water

מילוי מים

מסמך טכני זה משלים את מסמך תשתיות מתקני מחשב – תקן מדרג לתצורה

התרגום לעברית – לשימוש פנימי בלבד

יעד של התקן למדרג תצורה של מתקני מחשב הוא יישום עקבי של זמינות התשתיות התומכות בסביבה הקריטית של מתקן המחשב. מסמך טכני זה מספק סיכום ומענה לשאלות ודיונים בפורום ATD מספטמבר 2009, הנוגעות למקורות מים חלופיים הנדרשים להבטיח פעולה של מערכות עיבוי באמצעות אידוי ומגדלי קירור. בהתאמה לתפיסה שאבדן הזנה מרשת החשמל אינה נחשבת כתקלה כך גם אספקת מים מהרשת המקומית צריכה להילקח בחשבון כמצב תכנוני.

כמענה לשאלה במסגרת פורום ATD בנוגע להשפעה של אחזקה בו-זמנית של מקור המיועד לספק מים לצרכי אידוי במגדלי קירור, ללא קשר ליכולת האספקה של מים מהרשת המקומית. שאלה זו נוגעת בעיקרה לקירור באידוי בשל נפח המים הנדרש לשימור הפעילות במגדלי קירור, אבל נוגע לכל תשתית מבנה התלויה הזמינות מים לצורך פעולת הקירור.

כמו ברבים משיקולי המדרג, מקור המים המאפשר תחזוקה בו-זמנית, מקור מים למגדלי קירור באידוי, יכול להיות מושג באמצעות אימוץ של פתרונות מסורתיים ולא בהכרח באמצעות פתרונות מורכבים או ייחודיים. לרוב, אימוץ "כללי אצבע" מספקים אמצעים לפיתוח גבולות לפתרון, למרות בפתרונות הנדסיים ייחודיים נדרשים לכל יישום המבוסס על עומס ותנאי סביבה.

דוגמאות

הנחות יסוד:

(a) כל 1000KW של עומס קירור (כ 285TR) דורשות כ 855GPM של מי עיבוי דרך מגדלי קירור, בספיקה של 3GPM של מי עיבוי לכל טון-קירור¹⁸.

(b) לצורך הערכת צרי המים, אידוי צורך כ 1% מספיקת מי העיבוי, סחיפה (DRIFT) גוזלת 0.5% נוספים. במהלך פרק הזמן של תנאי חירום, תהליך השטיפה של מינרלים מהמים יופסק על מנת לשמר מים. כך מקור מים נדרש לספק מילוי מים של כ 1.5% ממי העיבוי על מנת לשמר את תהליך האידוי.

תוך שימוש בהנחות היסוד הנ"ל, כמות המים הנדרשת לשימור תהליך האידוי עבור 1000KW של עומס למשך 24 שעות הוא:

(כ 70 מטר מעוקב) $(855 \text{ GPM}) \times (60 \text{ Min/Hour}) \times (24 \text{ Hours}) \times (1.5\%) = 18,500 \text{ gallons}$

אי לכך, נפח זה של מים למילוי עבור "מגה-ואט ליום" (1000KW עבור 24 שעות) הוא כ 70 מ"ק של מים, בתלות בתנאי הסביבה המקומיים.

¹⁸ ט"ק, TR

תכנון המתבסס על 3 מגדלי קירור של 150 טון קירור יכולים לספק פתרון של N +1 עבור דרישה של 285 טון קירור, שהוזכרו בהנחת יסוד a הנ"ל. ובאמצעות צנרת ותצורה מתאימים יכולים להתאים לדרישות עבור אחזקה בו-זמנית. מעבר לכך, מערכת מאגר מילוי מים, בעל יכולת אחזקה בו-זמנית עבור מגדלי הקירור יכול להיות תוצאתי מתצורה זו, יכלול נפח אגירה של 9250 גלון (34 מ"ק) של מי עיבוי בתצורה של בור קיבול עבור כל מגדל קירור.

אם בוחנים את שטחם של מגדלי קירור מקובלים בהספק של 150 טון קירור באידי, רבים מהם הינם במידות של כ 2.5 מטר ובעומק של כ 3.5 מטר. (8-9 רגל על 10-12 רגל). בור קיבול בשטח דומה לשטח מגדל הקירור בעומק של 3.7 מטר (12 רגל) יכיל כ 34 מ"ק.

דרישות המדרג

מימוש עקבי של תפיסת המדרג דורשת שכמות המים למילוי עבור אידי, המאוחסנת באתר תספק יכולת לעבודה לפרק זמן שווה להיקף אגירת הדלק עבור הגנרטורים. הדוגמאות שהובאו קודם לכן דנות בנפח מאגר מים עבור "מגה-ואט ליום". הנפח חייב להיות מותאם לעומס באתר וזמן הפעולה הנדרש עבור צרכי הפרויקט. נפח של "מגה-ואט ליום" יתמוך בעומס של 2 מגה-ואט ל 12 שעות, בעוד שעומס של 4 מגה-ואט יחייב נפח מים של 2 מגה-ואט ליום.

מתקן TIER III שהוקם לאחרונה מכיל 8 בורות קיבול תת קרקעיים, אחד עבור כל צילר ומגדל קירור. כל בור קיבול הוא במידות של 4.9X4.3 מטר ועומק יעיל של מעל 3.8 מטר, כל זאת מביא לנפח אגירה כולל של 650 מ"ק המשולבים במערכת המים. לפי הדוגמא הנ"ל נפח זה מאפשר אגירה של כמעט 9 מגה-ואט ליום.

מעבר לכך, בעזרת תכנון מתאים, מאגר מים טרמי, המשולב במערכת המים של הצ'ילרים, כחלק מהפתרון של קירור רציף, יכול לשמש גם כנפח מים גדול וזמין באתר גם עבור צרכי מילוי מים בעת הפרעה באספקת המים המקומית.

חישובים מפורטים הלוקחים בחשבון עליה וירידה של טמפרטורת הבועה הלחה במהלך 24 שעות יכולים להציב על צורך בפחות מי מילוי במתקן מסוים ובמיקום מסוים, חישובים אלה הינם מעבר לכוננת מסמך זה. ניר עמדה זה מדגים שהמענה לצורך באגירת מים למילוי באתר עבור קירור באידי במגדלי קירור הינו פתרון ישיר וניתן לניהול.

פרסומים קשורים

תקן מדרג לתצורה - Tier Standard: Topology

Accredited Tier Designer Technical Paper Series

נתונים נוספים ניתן למצוא באתר www.uptimeinstitute.com

UPTIME INSTITUTE

Accredited Tier Designer Paper Series: Engine Generator Ratings

הספקי גנרטורים

מסמך טכני זה משלים את מסמך תשתיות מתקני מחשב – תקן מדרג לתצורה

התרגום לעברית – לשימוש פנימי בלבד

מסמך טכני זה מספק נתונים נוספים למשמעויות המדרג בהקשר של גנרטורים והספקים. מסמך זה קודם באמצעות קשר בין ה-ATD לבין התעשייה באמצעות שאלות והערות.

דרישות המדרג

עיקרון הליבה, כפי שהוגדר במסגרת תקן המדרג לתצורה, הוא, שרק גנרטורים הינם מקור אנרגיה אמין עבור מתקן מחשבים. אף על פי שצריכת חשמל מהרשת היא חלופה כלכלית, אין כל סידורים שמאפשרים כי חלופה זו תוכל להשפיע על יעדי המדרג. אי לכך, עבור מדרג III (אחזקה בו-זמנית) ומדרג IV (חסינות בפני תקלות) התקן מציין:

גנרטורים עבור מדרג III ומדרג IV לא יהיו עם הגבלות כלשהן לגבי זמן הפעולה שלהם כאשר הם מועמסים לעומס הנדרש (N). גנרטורים בעלי הגבלה על מספר שעות הפעולה שלהם ברציפות בעומס N מתאימים למדרג I ולמדרג II.

ישנם שני היבטים משמעותיים לדרישה זו:

- 1) הפרעה באספקה מהרשת אינה נחשבת כתקלה, אלא כמצב תפעולי צפוי אליו חייב המתקן להיות ערוך.
- 2) במדרג III ובמדרג IV מערכת הגנרטורים, יחד עם נתיבי האספקה ושאר המערכים התומכים צריכים לתת מענה לדרישות האחזקה בו-זמנית I/או חסינות בפני תקלות בעת ביצוע מבדקי הקבלה, כאשר האתר מופעל מגנרטורים.

שני תרחישים קיימים לפעולה של אתר למשך שבועות או חודשים באמצעות גנרטורים: אבדן של האספקה מהרשת כתוצאה מכשל ברשת הגורם להפסקת חשמל, או כשל משמעותי במערכת האל פסק. התרחיש השני מחייב כי מתקן הגנרטורים יפעל על מנת להבטיח מקור זמין ויציב לסביבה הקריטית של המחשבים. אם יבוצע שימוש ברשת בעת תקלה במערכת האל פסק, כל הפרעה או אבדן של האספקה מהרשת ישפיע על אולם המחשב ועלול לגרום להפסקה.

הניסיון בשטח של הארגון וחבריו מראים כי זמינות ואמינות של התשתיות הינם עקרוניים להשגת היעדים וההנחיות הארגוניים עבור מתקן המחשבים, ובהתאם לכך גנרטורים חייבים להיות ללא מגבלת זמן בהפעלה בעומס הנדרש N.

הספקים

גנרטורים והספקיהם מונחים על ידי תקן ISO¹⁹ 8528-1. תקן זה עוסק במנועי בעירה פנימית, מחוללי זרם חילופין והמערכות הקשורות אליהם. שלושת העקרונות לדירוג ההספקים, כמוגדר בתקן הינם:

Emergency Standby, Prime, Continuous

הספק Emergency Standby: ההספק המרבי אותו מסוג הגנרטור לספק הינו עד 200 שעות לשנה. ההספק הממוצע במהלך 24 שעות הינו 70% מערך הספק Standby, אלא אם צוין אחרת על ידי היצרן.

הספק Prime: ההספק המרבי אותו מסוגל הגנרטור לספק באופן רציף, בעומס משתנה, למשך זמן בלתי מוגבל. העומס הממוצע המותר במהלך 24 שעות הינו 70% מערך הספק Prime, אלא אם צוין אחרת על ידי היצרן.

הספק Continuous: ההספק המרבי בו הגנרטור יכול לפעול ברציפות בעומס קבוע ללא מגבלה של שעות.

כאשר מיישמים באופן מעשי הגדרות אלה והדרישה לאי הגבלה של שעות פעולה בצריכה של N, יחידות Standby, כפי שמוגדר בתקן, אינן נותנות מענה לצרכי מתקנים במדרגים III ו-IV. יחידות Standby מאפשרות עבודה לתקופה מוגבלת ובהספקים מוגבלים ואינן מאפשרות לבעלי מתקן המחשבים להפעילן בעומס המתקן למשך תקופה ארוכה בעת אירועים קריטיים ואינן נותנות מענה לדרישות התקן. יצרנים מסוימים מאפשרים פעולה של עד 500 שעות לשנה ליחידות מסוימות. עם זאת, יחידות Standby יכולות לתת מענה ולענות לדרישות מדרגים III ו-IV באמצעות מסמך מתאים של היצרן המגדיר את התפוקה (הספק) לפעולה בלתי מוגבלת בזמן בתנאי האתר.

יחידות בהספק Prime, בהגדרתן, הינן בעלת יכולות מוגברות לעומת יחידות Standby. יצרנים רבים מציעים את אותן יחידות עם הספקים הן עבור Prime והן עבור Standby. יחד עם זאת על מנת לענות על הדרישה לאי הגבלת שעות פעולה בדרישות עומס N, הספק יחידות אלה יוגדר כ 70% מהספק ה Prime שלהן.

הערה: למרות שחלק מהיצרנים יציעו הפחתת הספק של כ 70% מהספק ה Prime, חשוב לפעול מולם לקבלת התחייבות כתובה והרשאה / מגבלות לגבי הספק וזמן פעולה. הספק Continuous הינו ההספק היחיד שעונה לדרישות התקן ללא הפחתה כלשהי.

לסיכום, רק הספק Continuous, הספק Prime מופחת או הספק Standby ללא מגבלת שעות פעולה מתאימים לדרישות התקן עבור גנרטורים במדרגים III ו IV.

TIER IV	TIER III	TIER II	TIER I	דרישות מגנרטורים
מסוגל לספק את העומס המתוכנן ללא מגבלה של שעות פעולה	מסוגל לספק את העומס המתוכנן ללא מגבלה של שעות פעולה	הספק כלשהו עד לערך הנומינלי של היחידה כך שיתמוך בעומס המתוכנן	הספק כלשהו עד לערך הנומינלי של היחידה כך שיתמוך בעומס המתוכנן	הספק לתמיכה בעומס
יכולת על פי ההספק הנומינלי (על פי תוויית הגנרטור)		ללא דרישות נוספות לגבי מגבלת שעות פעולה		Continuous
חלופה 1) 70% מההספק הנומינלי				Prime
חלופה 2) הספק גדול יותר מחלופה 1 בהסתמך על מכתב של היצרן				Standby
יכול לשמש למדרגים III ו-IV עם מסמך של היצרן. הסמכה של UT לתלוי במכתב היצרן		יתכנו הפחתות הפסק נוספות בשל תנאי האתר (טמפרטורת סביבה וגובה התקנה) – יש להתחשב ביצרן ודרישותיו		הפחתות בהתאם לתנאי האתר

טבלה 1 – ריכוז דרישות התקן לגנרטורים

פרסומים קשורים

תקן מדרג לתצורה - Tier Standard: Topology

Accredited Tier Designer Technical Paper Series

נתונים נוספים ניתן למצוא באתר www.uptimeinstitute.com