

דרישות טכניות למכרזים עבור מערכות בקרה



TEL AVIV אוניברסיטת
UNIVERSITY תל אביב

אגף הנדסה ותחזוקה

מחבר: תמיר צוריאל

גרסה: אפריל 2024

1. תוכניות נדרשות עבור כלל מערכות הבקרה

בכל פרויקט חדש בבקרת מבנה, יש להבטיח את קיומן ואישורן של התוכניות הבאות ע"י נציג האוניברסיטה בשלבי התכנון של מערכת בקרת המבנה. כלל התוכניות ירוכזו בתיק המתקן של מערכת בקרת המבנה, עותק דיגיטלי יתועד במערכת ניהול הקבצים של האוניברסיטה: office light.

1.1 תיאור פעולת מערכת (תפ"מ)

לכל מערכת של המבנה: מיזוג אוויר, משאבות סחרור, צנרת אספקת מים ראשית ושל מערכת הקירור, תאורה, הזנה חשמלית, אל פסקים ורב מדדים חשמליים, בקרת כניסה, גילוי אש, מחליפי חום, מקררים למחקר וכו' תוגדר מראש תוכנית פעולת מערכת ופרוגרמה.

תוכנית פעולת המערכת תכלול, לכל הפחות, את הבאים ובסדר הנתון:

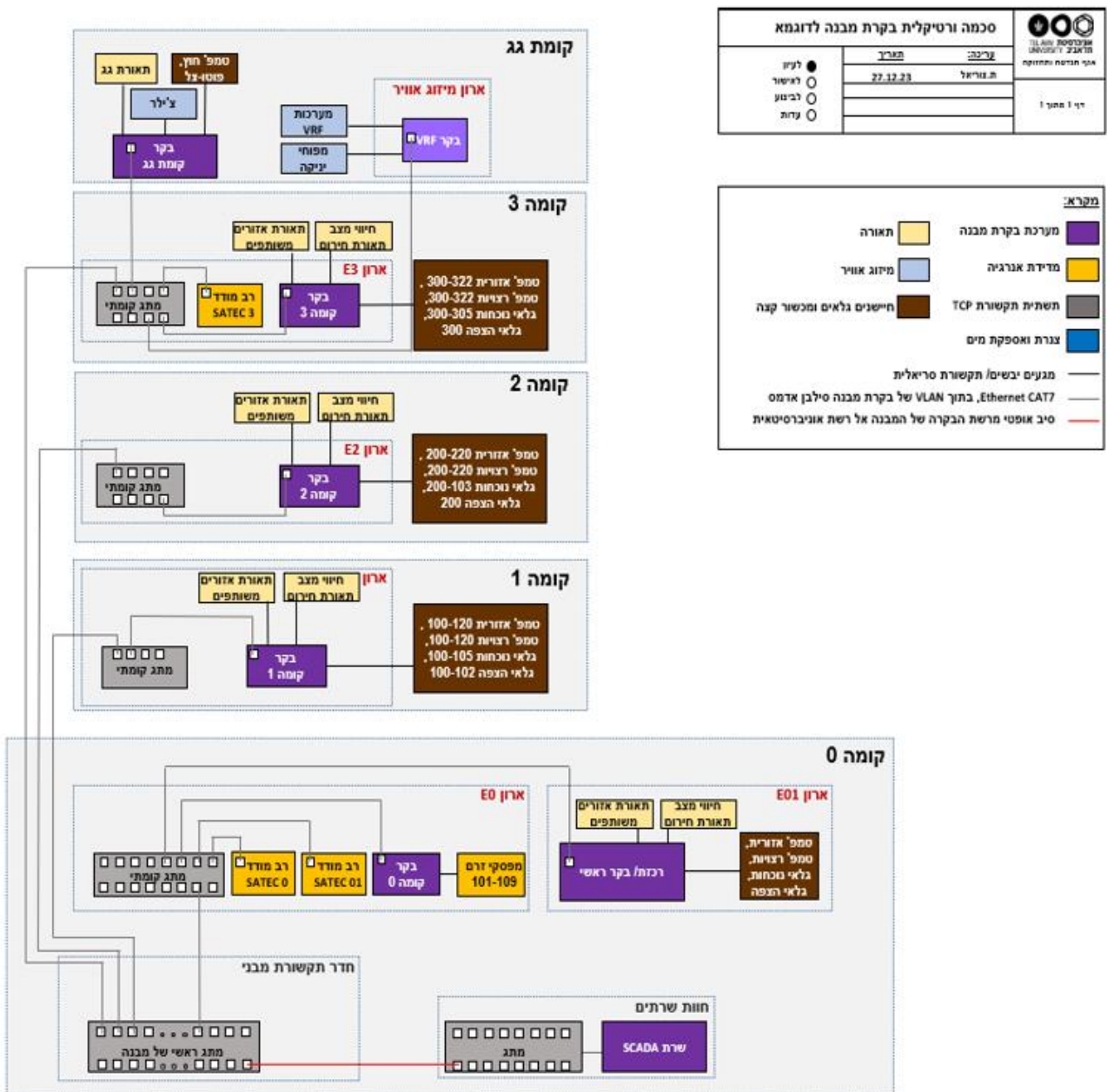
1. **תיאור כלל מרכיבי המתקן/מערכת** – תיאור פיזי/גיאוגרפי של המערכת ותת המערכות, תוצר, דגם, ממשקי חיבור, חיווי ופיקוד.
2. **תיאור אופן פעולת המערכת** – תיאור הפרמטרים המבוקרים, הפרמטרים המוגדרים ע"י מפעיל המערכת והמשתמשים ושיטת הבקרה: תיאור חוג המשוב, שיטות הפיקוד PID, PWM והפרמטרים שלהם, תנאי הפעלה לדרגות העמסה, תנאים לוגיים להפעלה/ השבתה של תת מערכות וכל מה שנדרש על מנת לתעד ולהעביר בצורה ברורה את פעולת המערכת.
3. **רשימת ערכים להתראות** – ערך גבוה, ערך נמוך, תקלה, מצב ידני וכו'... כמו כן, תיאור של ההתראות ואופן הצגתן.
4. **תיאור ההתמשקות** של המערכת ותת המערכות שלה למערכת בקרת המבנה (הבקר/ים האחראים על המערכת, תווך התקשורת, ממירי תקשורת אם קיימים התיאור יציג גם את שמות המשתנים בהתאם למוסכמת השמות המוצגת במסמך זה בפרק "דרישות תוכנה".
5. **תיאור לוחות הזמנים** (פרוגרמה) להפעלה/ כיבוי אוטומטית של המערכת ותת המערכות.

1.3 סכמה חד קווית/ סכמה ורטיקלית של המבנה

קבלן הבקרה יכין תיאור סכמתי אשר יציג את:

1. הבקרים המצויים בכל קומה והארון שבו הם נמצאים.
2. כלל המערכות המחוברות לבקרים השונים, בכל קומה.
3. אופן ותווך החיבור בין הבקרים בקומה ובין הקומות.
4. שמות הבקרים ושמות הציוד המחובר אליהם.
5. במידה ויהיו שינויים/ תוספות בסכמה הוורטיקלית של המבנה, הם יתועדו על ידי הקבלן בתוכנית עדות (AS MADE).

סכמה ורטיקלית לדוגמה



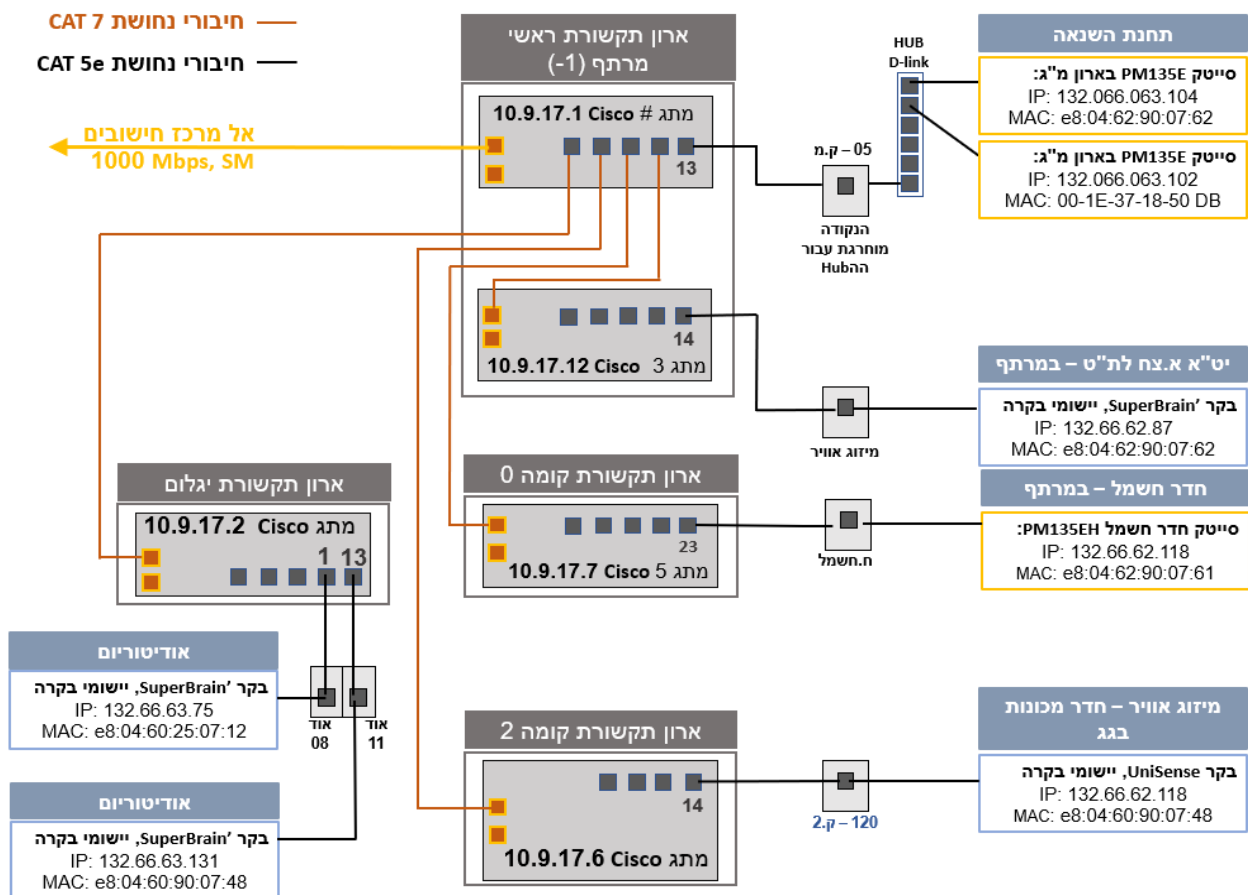
1.4 מיפוי רשת/רשתות התקשורת של מערכת הבקרה

על הקבלן להכין מיפוי של רשת התקשורת במבנה/ פרויקט המבוצע ובו יפורט:

1. כתובות IP של כל בקר וציוד בעל כתובת, בנוסף ל Subnet mask אם שונה משאר הרכיבים באיזשהו רכיב.
2. כתובות MAC של כל בקר ורכיב רשת TCP או UDP.
3. אם יחברו התקנים בתקשורת טורית יש לפרט את הכתובת של כל התקן בהתאם לפרוטוקול התקשורת המיושם.
4. תרשים של חיווט הרשת, שמציג את כלל ציוד החיווט – כולל שמות של נקודות התקשורת ומספרי הפורטים המשומשים במתגים ראשיים ובכל ציוד שבו יותר משתי פורטים המגושרים ביניהם.

המיפוי יעשה בתיאום עם נציג האוניברסיטה ומרכז החישובים (המהווה את הגוף האחראי על תקשורת המחשבים בקמפוס האוניברסיטה), המיפוי יהיה מפורט עד לרמת הפורט/נקודה ויצג את הכתובות של הציוד ברשתות השונות של מערכת בקרת המבנה ושמות נקודות התקשורת. במידה והיו **שינויים/ תוספות** במבנה רשת הבקרה, בעת ביצוע בפרויקט, באחריות הקבלן לתעד בתוכנית עדות (AS MADE) בטרם מסירת הפרויקט.

מיפוי תקשורת לדוגמה



- בפרויקטים קטנים, עד 10 רכיבי תקשורת, ניתן לשלב את מיפוי התקשורת יחד עם הסכימה הוורטיקלית. מעבר ל 10 רכיבי תקשורת יש להכין תוכניות נפרדות.

1.5 תוכניות חיווט ומבנה לוחות הבקרה עם פירוט של חיווט הבקרה

בקרים ורכיבי בקרה יותקנו בארון נפרד בסמיכות ללוחות חשמל או בתא נפרד בלוחות החשמל.

תקינות תוכנית החשמל של לוחות הבקרה הן באחריות קבלן הבקרה, במקרה של תאי בקרה שהינם חלק מתאים בלוח החשמל, באחריות קבלן הבקרה לתאם את השרטוט עם קבלן לוחות החשמל או עם מתכנן החשמל של הפרויקט.

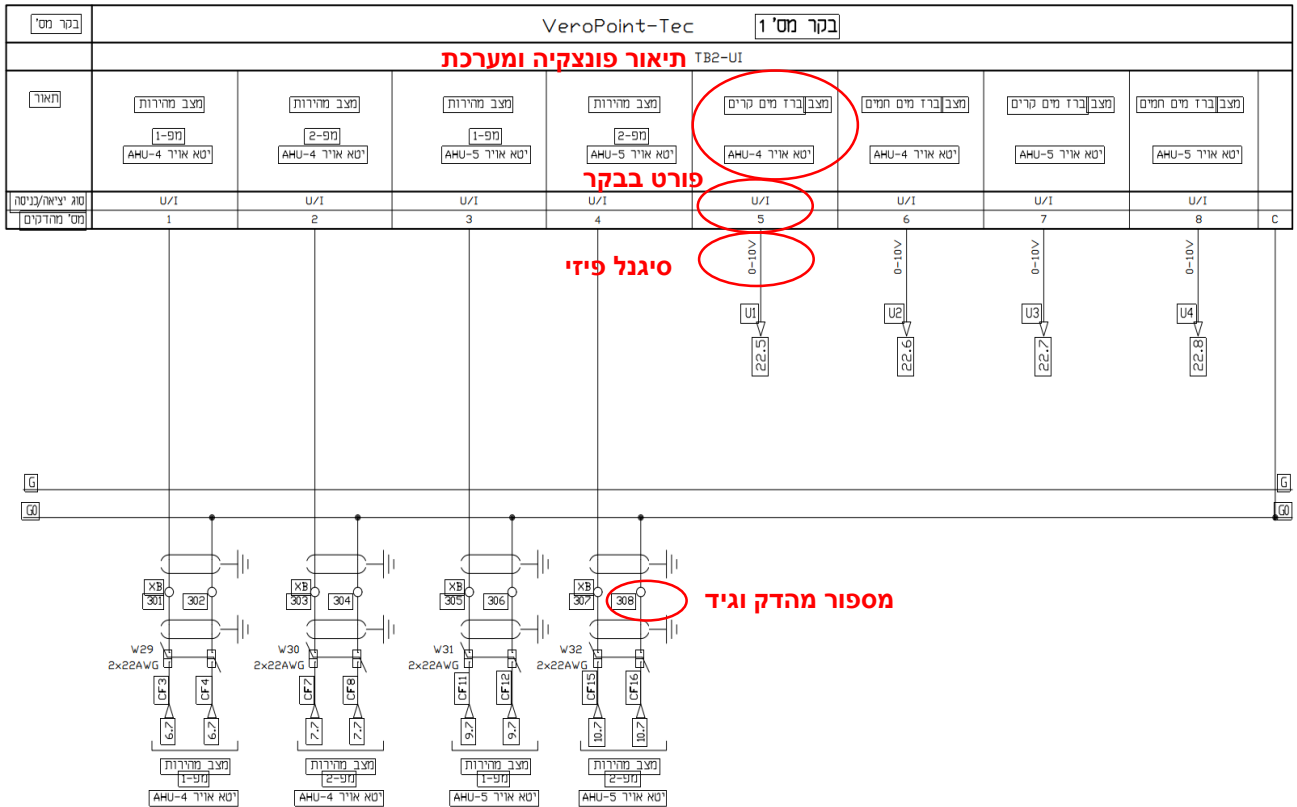
בכל מקרה, אין לקבל פרויקט ללא תוכנית תיעוד עבור חיווט של לוחות/ תאי הבקרה. שעודכנו לפי השינויים האחרונים שבוצעו בלוחות/טרם מסירת הפרויקט.

תוכניות החיווט של לוחות הבקרה יכילו תיעוד מפורט של החיווט בין הבקרים לבין אביזרי הקצה – בהתאם לתקן ייצור לוחות חשמל 61349, לפי סטנדרט סמלים IEC60617 ולפי מפרט טכני לדרישות מלוחות חשמל של מדור החשמל באוניברסיטה. התוכניות ייערכו בצורה ברורה המאפשרת להסיק מהתוכניות את החיבור בין המגעים השונים של הבקר לאביזרי הקצה.

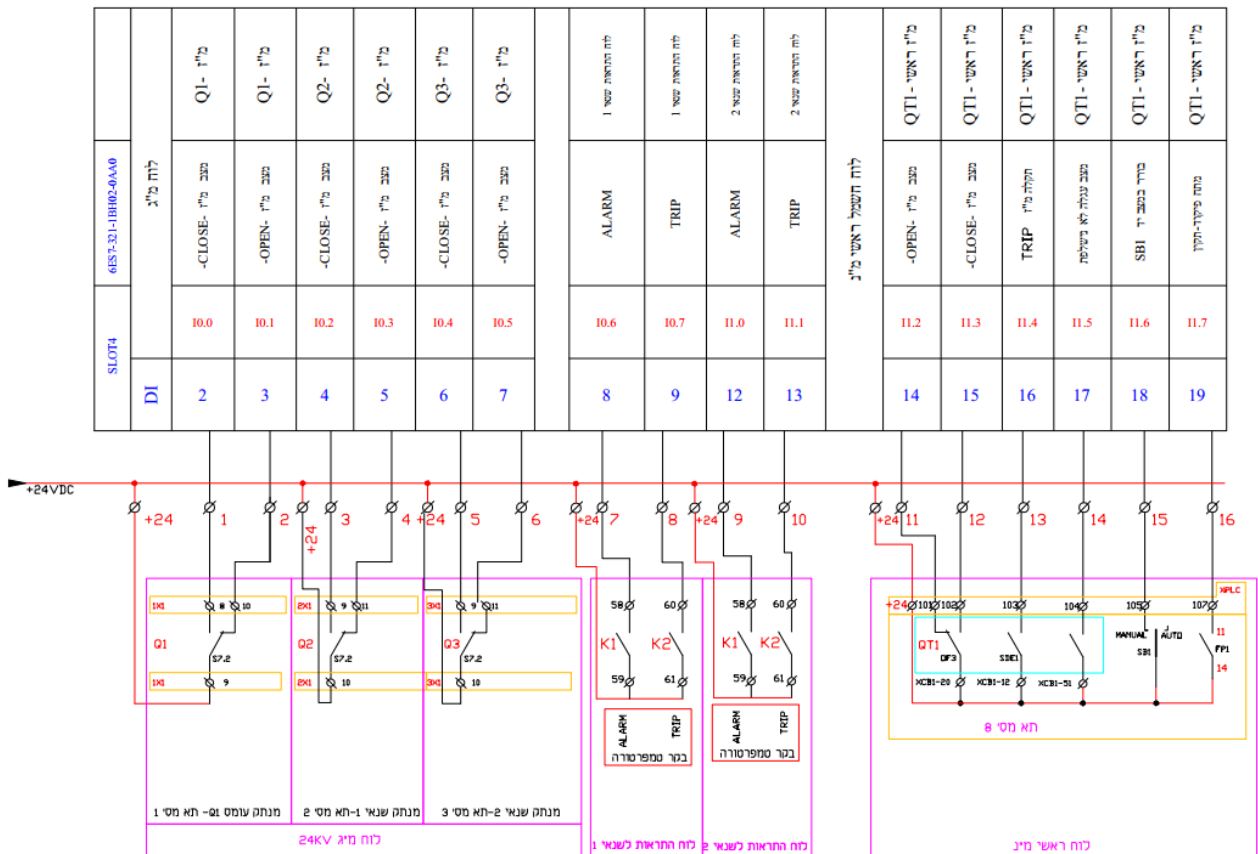
1. העמוד הראשון של תוכנית החשמל יכיל את:
 - א. שם הפרויקט, שמות המתכנן, מאשר, מנהל פרויקט, תאריך עדכון וגרסה.
 - ב. סטנדרט צבעים של חוטים ומהדקים בהתאם.
 - ג. מספור קבוצות של מהדקים.
2. שאר העמודים הראשונים בתוכנית יציגו את:
 - א. סטנדרט השמות של הציוד ומקרא הלוח/לוחות וייצגו את חזית הלוח והסידור של הציוד על הדופן בתוך הלוח כמו גם הסידור על הדלתות של הלוחות.
 - ב. מקרא עם סטנדרט השמות של כלל הציוד בלוח.
 - ג. תיאור ממדי הלוח, תיאור החזית/דלתות של הלוח כולל הציוד המותקן עליהן ותיאור של סידור הציוד והתעלות על הדופן הפנימית וגם על הדלתות (אם קיימים).
3. מספור המהדקים של יציאות/כניסות מהבקרים יהיה זהה למספור החוטים מהבקרים למהדקים ויופיע בתוכנית.
4. ציוד הקצה המחובר לכניסות/יציאות של הבקר דרך המהדקים ואופן החיבור שלו יפורט בבירור בתוכנית.
5. בכל יציאה כניסה של הבקרים יהיה תיאור קצר של תפקיד הכניסה/ יציאה.
6. **כל שינוי שיבוצע בלוח יחסית לתוכנית המקור, יתועד בתוכנית עדות מודפסת.**
7. עותק דיגיטלי של תוכנית העדות יועבר לאוניברסיטה, עותק מודפס יונח בלוח בתא ייעודי לתוכניות.

דוגמאות לשרטוטים של לוחות בקרה

דוגמה 1:



דוגמה 2:




1.6 טבלת I/O עם שמות המשתנים

קבלן הבקרה יכין טבלת I/O מפורטת עבור כלל הבקרים במערכת הבקרה. שורות הטבלה יהיו כניסות ויציאות הבקר וגם הנתונים המועברים בתקשורת טורית/TCP – ולכל שורה הטבלה תרכז, לכל הפחות, את המידע הבא:

- שם ומספר מספר הבקר אליה שייכת הכניסה/ יציאה.
- שם/מספר כרטיס ההרחבה אליו שייכת הכניסה/ יציאה.
- שם הכניסה/יציאה.
- סוג הכניסה/יציאה.
- מספר הפורט עבור הכניסה/יציאה.
- הסיגנל הפיזי שמועבר בכניסה/יציאה
- תיאור המשתנה בפורט זה של הבקר
- שם נקודה/תג של הכניסה/ יציאה בבקר. שמות התגים יהיו בהתאם לדרישות המופיעות בפרק 6 – דרישות תוכנה במסמך זה.
- הכתובת של המשתנה המועבר בכניסה/יציאה, בזיכרון הבקר – לא נחוץ בבקרים בהם אין גישה בממשק התכנות לכתובות הזיכרון.
- עמוד של הכניסה או היציאה בתוכנית החיווט.

דוגמה לטבלת I/O

		טבלת I/O לדוגמה		 תל אביב אוניברסיטת תל אביב אגף הנדסה ותחזוקה					
		תאריך	עריכה						
		22.11.23	ת.צוריאל						
		<input type="radio"/> לעין <input checked="" type="radio"/> לאישור <input type="radio"/> לביצוע <input type="radio"/> עדות							
עמ' בתוכנית	סוג	כתובת בזיכרון	שם/תג	תיאור	סיגנל פיזי	סוג הפורט	כרטיס הרחבה	בקר	כניסה/יציאה
7	חיווי ON/OFF		E01_QA401	תאורה דולקת במסדרון כניסה, קומה 0	החנכה common המועבר במגני מספר של הבקרי/כרטיס הוא הייחוס (N) של 24Vac של מקור המתח של הבקר.	כניסה ממסר	---	CONTROLER#1 - PXC5E24	D01
			E01_QA404	תאורה דולקת במסדרון אחורי, קומה 0					D02
			E01_QA407	תאורה דולקת בחדר 004, קומה 0					D03
			E01_QA410	תאורת חזית דולקת, קומה 0					D04
			E01_QA413	שמור, קומה 0					D05
		8	E01_QA421	תאורת חדרים דולקת, קומה 0					D06
		9	E01_FCTR	הזנה לפיקוד מדרגות FCTR, קומה 0					D07
10		E01_FC24	מזבז מפסק זרם שאני מבדל 24Vac, קומה 0	שמור	שמו, רק מהדקים	D08	D09		
			שמור	D10					
10	הפעלה ON/OFF		E01_BM401	כיבוי דרך ממסר KF401 - מסדרון כניסה, קומה 0	פולס של 1 שניה, לכיבוי בלבד של התאורה, הפעלת ממסר ע"מגע יבש שסוגר מעגל של 24Vac	יציאה ממסר	---	CONTROLER#1 - PXC5E24	D01
		E01_BM404	כיבוי דרך ממסר KF403 - מסדרון אחורי, קומה 0	D02					
		E01_BM407	כיבוי דרך ממסר KF407 - מסדרון חדר 004, קומה 0	D03					
		E01_BM410	כיבוי דרך ממסר KF410 - מסדרון תאורת חזית, קומה 0	D04					
		E01_BM413	כיבוי דרך ממסר KF413 - שמור, קומה 0	D05					
11		E01_BM421	כיבוי דרך ממסר KF421 - חדרים, קומה 0	שמור	שמו, רק מהדקים	D06	D07		
			שמור	D08					
				שמו, רק מהדקים	כניסה אנלוגית	---	---	CONTROLER#1 - PXC5E24	A11
				שמו, רק מהדקים	יציאה אנלוגית				A12
									A01
									A02
								פורט תקשורת	תקשורת

1.7 תיעוד וגיבוי התוכנה

כחלק מתיק המתקן, עם מסירת הפרויקט, קבלן הבקרה יעביר על גבי אמצעי דיגיטלי (דיסק און קי, CDROM, דוא"ל וכו') תיעוד וגיבוי תוכנה אשר יכלול:

- גיבוי תוכנה של כלל בקרי ה DDC / PLC של המבנה.
- גיבוי מסכי HMI ותוכנת ה SCADA על כלל מסכיה.
- רשימה של אובייקטי תקשורת BACnet, רשימת רגיסטרים של MODbus ותיעוד של כלל הכתובות המשומשות בכל ממשק תקשורת שנמצא בשימוש הן לבקרים והן ל SCADA.
- קונפיגורציות מפורטות של בקרי תדר ודרייברים אחרים אשר מתוכנתים ידנית. הקונפיגורציה תרוכז בטבלה של הפרמטרים המתוכנתים וערכיהם בעת ההקמה.

1.8 מפרטים טכניים של כלל הציוד

עם מסירת הפרויקט, על הקבלן להעביר לאוניברסיטה תיק מתקן דיגיטלי (תיקיות עם קבצים על גבי אמצעים אלקטרוניים או בדוא"ל) כמו גם העתק ידני בקלסר ובו מפרטים טכניים של:

1. כלל הבקרים: קומתיים, מקומיים ומרכזיים – בין אם PLC או DDC או כל תצורה אחרת.
2. מכשור, חיישנים, דרייברים, בקרי תדר, תרמוסטטים, מפעילים, ברזים וכו'...
3. כל ציוד שמשמש לחיווי, בקרה או תקשורת באי אלו מערכות של המבנה ומשמש בפרויקט.

2. הנחיות התקנה וחומרה

בפרק זה מובא אוסף דרישות ההתקנה והחומרה מציוד הבקרה לרבות בקרים, יחידות קצה ומכשור במבנים/ מתקנים השונים בקמפוס אוניברסיטת תל אביב.

2.1 התקנה וחומרה עבור בקרים מתוכנתים

להלן מובאות הנחיות להתקנה וחומרה עבור בקרים מתוכנתים PLC ו DDC.

א. יצרנים:

על קבלני הבקרה בקמפוס להשתמש בבקרים מתוצרת מוכרת היטב (סדרה נפוצה בשימוש לפחות כ-5 שנים), שכבר מבוססת לפחות במספר מערכות ומבנים באוניברסיטה. על הבקרים להיות בעלי תקן CE ולתמוך בממשקי תקשורת פתוחים (שאינם תלויי יצרן כמו BACnet) ולאפשר התחברות למערכת עליונה (SCADA) שאינה תלויה יצרן. להלן רשימת סדרות של בקרים שמאושרות לשימוש באוניברסיטה:

- **Siemens DDC DXR/PXC** של Siemens ייעודי לבקרת מבנה. לשימוש במערכות במבנים בהם יש תאורה מבוססת DALI/KNX או שתיתכן בהם הרחבה לגופי תאורה מבוססי DALI. עד 120 כניסות ויציאות.

- **Siemens S7 1500** עבור מערכות בהן יש צורך במעל 200 כניסות ויציאות וכל המערכת מרוכזת במתחם פיזי במפלס אחד. נעדיף שלא להשתמש ב I/O מרוחקים (RIO) אלא כאשר הגענו למגבלה של הכרטיסים הניתנים לחיבור לבקר PLC. פיקוד על מערכות מבוצרות יעשה על ידי בקרי DDC או בקרי PLC לשימושים מקומיים.

- **Schneider Modicon(221M)**, **דגמים E (תמיכה ב Ethernet) בלבד** עבור יישומים שבהם עד 200 כניסות ויציאות, או שהמערכת מפולגת למספר מפלסים/ מקומות פיזיים בהם מספר קטן של כניסות ויציאות. לצורך הפעלת מפוחים או הפעלות מקומיות של מתקנים בעלי מספר קטן של כניסות ויציאות או תחנות השנאה קטנות ושאר מערכות בהן כבר מקובל להשתמש בסדרה זו בקמפוס תל אביב.

- **Allen Bradley Micro 850 / Micro 870**, **דגמים בעלי תמיכה ב Ethernet בלבד** לשימוש במתקנים/ מערכות בהן עד 100 כניסות ויציאות. סדרה זו עדיפה על בקרי ה M211 בכך שהיא תומכת גם בממשק OPC.

- כל בקר אחר באישור נציג האוניברסיטה.

ב. מיקום הבקרים המתוכננים:

- הבקרים המתוכננים יותקנו בסמיכות אל המערכות המבוקרות, ככל שתנאי הסביבה מאפשרים.
- במקרים בהם יש יותר מלוח חשמל אחד או יותר ממערכת אחת מבוקרת באותו מקום/ מפלס ניתן להתקין לוח בקרה נפרד ולחבר אליו את הכניסות והיציאות מכל המערכות המבוקרות בסמיכות לארון זה.
- בכל מקרה, אין למקם בקרים במרחק המצריך חיווט ארוך יותר מ-50 מטר עבור הכניסות והיציאות הדיגיטליות.
- בכל מקרה, יש לוודא התאמה בין תנאי הסביבה לדרגת האיטיות של הבקר והיחידה בה הוא מותקן.

ג. התקנה והזנה של הבקרים המתוכננים:

- אין להתקין בקרים ורכיבי תקשורת בסמיכות לציוד בעל רעש אלקטרו-מגנטי משמעותי כמו ממירי תדר. אם הבקרי מותקנים בארון חשמל שבו מותקן ציוד אלקטרו-מגנטי רועש, יש להתקין אותם בתא נפרד על דופן מוארקת.
- בהתקנה בתאים בארונות חשמל, הזנת הבקרים תיעשה משדה מגובה UPS.
- בארון בקרה נפרד, יש להזין משדה מגובה UPS בארון הקרוב או מ-UPS חיצוני מתחת או ליד ארון הבקרה.
- בכל שיטת התקנה, יש להשתמש באחת משתי שיטות ההגנה מזרמי יתר על ההזנה מהספק אל הבקר: מפסק זרם המתאים גם לזרם ישר, בזרם נומינלי של 6A (לכל היותר) בעל אופיין K או Z או פיזז Fast Blow בזרם נומינלי של 5A.

ד. תקשורת :

- על כלל הבקרים המתוכננים לתמוך, לפחות באחת מתוך 3 פרוטוקולי התקשורת הבאים על תשתית TCP :
- BACnet IP, SC** - תמיכה מובנית ב-BACnet, לא דרך Gateway.
- ModBus TCP** - מספר הנקודות הנתמכות יהיה לפחות כמספר הכניסות והיציאות הפיזיות המקסימלי הנתמך ע"י הבקר.
- OPC** - תמיכה בממשק OPC UA או שרת OPC התומך במגוון של מערכות עליונות ללא תלות ביצרן.
- בבקרי DDC של מערכות מיזוג אוויר או בקרים ייעודיים אחרים כמו SAMSUNG DMS עבור VRF מתוצרת SAMSUNG, מוכרחה להיות תמיכה מובנית בפרוטוקול BACnet.

ה. כניסות ויציאות וכרטיסי הרחבה :

- כל הפיקוד והחיווי יהיו ב 24VAC או 24VDC בלבד.
- מעגלים של 230VAC או 400VAC יופעלו על ידי ממסרים ומגענים. אם יש צורך בפיקוד על מגענים או ממסרים המופעלים ב230VAC, הדבר יעשה דרך ממסרים דקים המופעלים ב24V.
- כאשר מספר הכניסות ויציאות לבקר גדול מ50 כניסות ויציאות (יחד) אין לחבר כניסות ויציאות ישירות לבקרים מתוכנתים אלא רק לכרטיסי ההרחבה של הבקרים המתוכנתים. כל חריגה מהנחיה זו תדרוש אישור נציג האוניברסיטה.
- אין לחבר בכניסות וביציאות של הבקרים מעל 24V בזרם ישיר או בזרם חילופין.
- בכל מקרה, אין למתג זרמים מעל 0.1A ישירות ע"י הבקר, או להפעיל ציוד הצורך מעל 5W ישירות ע"י הבקרים המתוכנתים.
- זרם מקסימלי בכרטיסי הרחבה מסוג Relay לא יעלה על 85% מהזרם המקסימלי המורשה לפי הוראות יצרן.
- כל בקר מקומי יתמוך בלפחות עד 40 נקודת כניסה ויציאה ע"י חיבור כרטיסי הרחבה ללא תוספת של ספק כח.
- כרטיסי ההרחבה ייבחרו תמיד לפי המספר המקסימלי האפשרי עבור כרטיס, גם אם מספר הכניסות/ יציאות עובר את מספר הכניסות/ יציאות המתוכננים בטבלת I/O. לדוגמא, אם נותרו עוד 6 יציאות עד לכמות המתוכננת בטבלה כולל השמורים. עדיין, ישמש כרטיס בעל 16 יציאות(אם קיים) במקום כרטיס בעל 8 יציאות.
- יש להשאיר מקומות שמורים בבקרים של כ25% מכמות הכניסות והיציאות.
- כאשר קיימת בחירה בין בקרים מאותה סדרה, נבחר תמיד את זה שתומך ביותר כרטיסי הרחבה וכניסות/יציאות ללא צורך בתוספת של ספק כח.

2.2 דרישות התקנה וחומרה עבור בקרי תדר

- בקרי התדר יהיו מתוצרת אחד היצרנים המאושרים על ידי האוניברסיטה : Danfoss או ABB. שימוש בבקרי תדר מתוצרת אחרת מותנה באישור נציג האוניברסיטה.
- בקרי התדר יותקנו בתא נפרד בארון החשמל או מחוץ לארון וליד המתקן המוזן על ידי הבקרים, בהתאם לתנאי הסביבה ודרגת האטימות של בקרי התדר וחיבור ההזנה.
- בכל מקרה יש להבטיח שבקרי התדר מותקנים בסביבה בעלת פיזור חום מתאים כמפורט בהוראות היצרן או ספק הציוד.
- בקרי תדר בהספק מעל 1.5HP יאפשרו שינוי פרמטרים ע"י תקשורת או מגעי כניסות אנלוגיות (0-10V או 4-20mA) ויחוברו למערכת הבקרה המרכזית באמצעות בקר או בתקשורת.
- במידה ואותה סדרה של בקרי התדר(גם אם בהספק קטן מ1.5HP) כוללת גם בקרים עם כרטיסי תקשורת. יש להתקין רק את הבקרי תדר בעלי כרטיסי התקשורת.
- עבור בקרי תדר שמתוכנתים ידנית ושאינם מחוברים לבקר מתוכנת, על הקבלן להעביר טבלת קונפיגורציה של הפרמטרים המתוכנתים וערכיהם בעת ההתקנה.
- על הקבלן להעביר ספר טכני עם הוראות מפורטות לתכנות הבקר.

2.3 דרישות התקנה וחומרה עבור חיישנים, גלאים ומכשור כללי

להלן דרישות חומרה עבור חיישנים, גלאים ומכשור:

- כלל הגלאים הבינאריים יעבדו על מתח של 24V ישר או חילופין בהתאם לבקר וכרטיסי ההרחבה שבשימוש. או לחילופין יעשה החיווי על שימוש במגע יבש/סגירת מגע.
- במידה ונעשה שימוש במכשור בעל הזנה במתח נמוך, מעל 50V, יש להבטיח שיושמו אמצעי הגנה מפני התחשמלות לפי תקנות החשמל: הארקות ואמצעי הגנה מפני חישמול במתח עד 1000 וולט.
- כמו כן, יש להבטיח הגנה מפני התחשמלות בכל המכשור המבוסס מתח נמוך (מעל 50V).
- התקנת חיישנים ומפעילים מבוססי מתח 24 VDC בזרם ישר תהיה כזאת שמפל המתח מן החיישן אל הבקר לא יעלה על 10%, לכל היותר, ממתח ההפעלה.
- עבור כלל החיישנים שבשימוש בפרויקטי בקרה, יבוצע תהליך כיול, בתהליך הולידציה בדיקת קריאה עבור הערך הגבוה הצפוי, הערך הנמוך הצפוי וערך אמצעי.

2.4 דרישות התקנה וחומרה עבור רבי מודד חשמליים

רבי המודד החשמליים המאושרים לשימוש בלוחות החשמל באוניברסיטה הינם מתוצרת SATEC בלבד.

- טרם התקנת רב המודד והפעלתו, יש להעביר את מספר הMAC שלו למרכז החישובים, לצורך הקצאת כתובת IP. לאחר מכן, תיושם כתובת הIP לרב מודד.
- כל רב מודד יתממשק בModbus TCP אל המערכת המרכזת של רבי המודד שמופעלת על ידי מדור החשמל ובמקביל אל מערכת בקרת המבנה של המבנה בו הוא מותקן.
- לכל רב מודד חשמלי בארון, תתוקן נקודת תקשורת ייעודית עבור רב המודד.
- על המפסק של ההזנה הראשית למבנה יותקן רב מודד מדגם: PM175 EH.
- בשאר המפסקים הראשיים יותקן רב מודד מדגם: PM135 EH.
- עבור רבי מודד אינטגרליים למערכות שאינן מערכות אספקת חשמל, במידה וקיימת אפשרות לחיבור טורי, יבוצע חיבור כזה אל הבקר של המערכת.
- חריגה מהנחיות אלו תתאפשר רק באישור מדור חשמל של האוניברסיטה ובתיאום עם מרכז החישובים. בכל מקרה, חובת הקבלן לאשר את כלל הציוד בלוחות חשמל, מול מדור החשמל של האוניברסיטה, טרם ביצוע ההתקנה.**

3. דרישות תוכנה

בפרק זה מובא אוסף דרישות התוכנה מהבקרים המתוכננים וממערכת הבקרה המרכזית של הקמפוס.

3.1 דרישות תוכנה לבקרים מתוכננים

א. שפות תכנות

כתיבת התוכנה של הבקרים המיושמים בקמפוס אחת מהשפות הבאות ע"פ תקן IEC61131,61499 :

- FBD או שפת בלוקים דומה
- Ladder
- STC

ב. כתיבת התוכנה

- בכל פונקציה שאינה אחת מהפונקציות המובנות של הבקר, תהיה הערה מילולית שמסבירה בקצרה את פעילות הפונקציה.
- כל תוכנה תתחיל בקליטה והעברה של הכניסות של הבקר (המשתנים ההנדסיים) למשתני תוכנה לאחר המרה לינארית שתמיר את המשתנים בכניסה להיות נוחים יותר לעבודה - ערכים שמשקפים את הסיגנל הפיזי וכפולות של 10 במקום נקודה עשרונית. **במידה והבקר מאפשר חלוקה לפונקציות, ההעברה תתבצע בפונקציה/דף נפרדים שיהיו הפונקציה הראשונה המיושמת בכל Scan של הבקר.**
- התוכנה תהיה מסוגלת לחזור מהפסקת חשמל באופן מלא כולל שמירת כל הערכים הנדרשים לתפקוד המערכת (ערכי Retentive).

ג. שמות של משתנים/תגים של כניסות ויציאות בבקרים:

שמות התגים/ נקודות בבקרים המתוכננים יהיו בנויים בסדר הבא, משמאל לימין:

1. שם המערכת (אם יש יותר מאחת מאותו סוג)
2. שם תת המערכת (אם קיימת)
3. מספר תת המערכת (אם יש יותר מאחת)
4. מאפיין המערכת
5. אלמנט המערכת ומספר האלמנט (אם קיים יותר מאחד)
6. שמות המשתנים יהיו ע"פ סטנדרט שייקבע ע"י האוניברסיטה

בכל מקרה, לא יתקבלו פרויקטים ללא טבלאות I/O המפרטות שמות משתנים והפונקציות המיוצגות על ידם.

ד. תקשורת וחיבוריות בתוכנה של בקרים מתוכננים:

- הפונקציה השנייה שתבוצע בכל בקר המתקשר עם מערכת הבקרה בממשק שאינו OPC, כלומר BACnet או MODbus, תהיה עדכון של הערכים המתקבלים בתקשורת כפקודה ממערכת הבקרה (SCADA).

- הפונקציה האחרונה שתבוצע בכל בקר המתקשר עם מערכת הבקרה בממשק שאינו OPC, כלומר BACnet או MODbus, תהיה עדכון של הערכים הנקראים בתקשורת ע"י ממערכת הבקרה (SCADA).
- בכל בקר המתקשר עם מערכת הבקרה בממשק שאינו OPC, כלומר BACnet או MODbus, ישוקפו כלל המשתנים ההנדסיים ומשתני הבקרה בתקשורת זו - גם לקריאה וגם לכתיבה (כתלות בתפקידם).

3.2 דרישות תוכנה למערכת ה-SCADA

א. שמות של משתנים/תגים במערכת הסקאדה

שמות התגים/ נקודות והמשתנים השונים ב-SCADA יהיו בנויים באופן הבא משמאל לימין:

1. שם המבנה/המתקן
2. שם המערכת ומספרה (אם יש יותר מאחת)
3. שם תת המערכת ומספרה (אם יש יותר מאחת)
4. אלמנט תת המערכת
5. מספר האמלנט (אם קיימים יותר מאחד)
6. שמות המשתנים יהיו ע"פ סטנדרט שייקבע ע"י האוניברסיטה

בכל מקרה, יש לתאם את שמות התגים/ משתנים מול נציג האוניברסיטה, בכל פרוייקט בעת העברת טבלת I/O.

דרישות תוכנה ודרישות גרפיקה עבור ה-SCADA מובאות בחלק 5.

4. תשתית תקשורת והתחברות למרכז חישובים

להלן מובאות הנחיות טכניות עבור חיבורי תקשורת לכלל המערכות בקמפוס.

א. תקשורת טורית:

- יש להימנע כלל הניתן משרשור רכיבי בתקשורת טורית.
- במידה ויש צורך בשרשור רכיבים בתקשורת טורית, יעשה השרשור רק עבור ציוד מאותו יצרן ורק במקרה שבו זו צורת החיבור הייעודית והיחידה עבור הציוד המחובר בשרשור הטורי.
- בכל מערכת שתחובר בתקשורת טורית, יעביר הקבלן תיעוד של כתובות הרכיבים ותפקידן, כחלק מתיק הפרוייקט.
- בחיבור MODbus או BACnet בתשתית טורית Daisy Chain 485, אין לחבר ישירות יותר מ-4 התקנים ברשת טורית אחת וחובה להוסיף נגדי סוף קו של 120 אוהם אם אינם מובנים בציוד של הרשת הטורית.

ב. תקשורת מבוססת Ethernet:

- אין לבצע חיבורי תקשורת על גבי התשתית האוניברסיטאית (מתגים בחדרי תקשורת) ללא אישור מקדים והקצאת כתובות ע"י מרכז החישובים, שהינו הגוף האחראי על רשתות התקשורת באוניברסיטה. אי עמידה בדרישה זו, סביר מאד, שתגרום לשיבושים בתשתית התקשורת של מערכת הבקרה. על כן בכל פרויקט בקרה, יש להבטיח שרשת התקשורת מבוססת Ethernet, קיבלה אישור חתום ע"י נציג מרכז החישובים.

- אין להתקין מתגים מחוץ לחדר תקשורת או ארון תקשורת ייעודי, חריגה מהנחיה זו תתאפשר רק באישור חתום ע"י נציג מרכז החישובים.

- לאחר שקבלן הבקרה יכין את הסכמה החד קווית וסכמה של רשת התקשורת הנחוצה עבור מערכת הבקרה, הקבלן יעביר אותן למרכז החישובים להקצאת כתובת IP ב-VLAN היעודי למערכות OT ברשת של האוניברסיטה. הכתובות יוחזרו לקבלן שיתכנת אותן בצידוד הבקרה.

- סכמת רשת התקשורת שתועבר על ידי הקבלן, תכיל את כתובות ה-MAC של כלל הציוד המחובר לרשת התקשורת ואת השמות של נקודות התקשורת. מרכז החישובים יספק רק את כתובות ה-IP.

5. דרישות מערכת ה-SCADA

מערכת בקרת המבנה המרכזית תקום במסגרת פרויקט בקרת המבנה עבור מבנים סילבן אדמס ובוכמן. הפרויקט יבוצע יאפשר הרחבה עתידית של המערכת לשליטה ובקרה על כלל המערכות והמבנים באוניברסיטה. כלל הרשימות של המערכת יועברו לידי האוניברסיטה.

בכל פרויקט חדש, יש להרחיב את מערכת הבקרה המרכזית להכיל גם את הבקרה על המבנה עבורו מוקמת מערכת בקרה. במקרה שבו, מכל סיבה שהיא, לא מתאפשר להרחיב את מערכת הבקרה המרכזית גם כפתרון למבנה החדש, יש לוודא שמערכת הבקרה המקומית של המבנה תהיה מסוגלת להעביר את הפרמטרים

המערכת תהיה גמישה ונוחה לתכנות וביצוע שינויים ותכלול בין היתר, אפשרות חיווי, פיקוד ובקרה על מערכי תשתית קריטיים באוניברסיטה כגון: לוחות חשמל ראשיים, תחנות השנאה וגנרטורים, מערכות אספקת מים ועוד.

5.1 דרישות תוכנה ממערכת הבקרה המרכזית

1. המערכת תישום על גבי מחשב שרת בקמפוס במבנה תחנת השנאה דרום או על גבי מכונה וירטואלית בחוות השרתים במרכז החישובים (IT של הקמפוס). בכל מקרה לא תישום המערכת בתצורת "ענן" וכלל המידע ירוכז בקמפוס.
2. המערכת תהיה מבוססת WEB, עם HMI המוצג בתור עמודי HTML ותאפשר גישה לכל הפונקציות שלה דרך דפדפן אינטרנט. הדבר יבטיח שכלל צוות אגף האחזקה וההנדסה יוכלו לגשת לחלקים הרלוונטיים עבורם במערכת, ללא צורך בהתקנת תוכנות מיוחדות.
3. ה-SCADA תאפשר הרחבה של המסכים הגרפיים, ההתראות, וההיסטוריון למערכות ומבנים נוספים ללא הגבלה על כמות המסכים/ התראות/ ערכים מתועדים.
4. תוכנת ה-SCADA תכיל ממשק משתמש (יישום) עם תמיכה עבור שליטה ובקרה על תהליכים, איסוף נתונים בזמן אמת, ניהול אירועים ותקלות, איסוף ושמירת נתונים היסטוריים, יצירת דוחות, יכולות תקשורת מקומית/מרוחקת עם בקרים

- (DDC's/PLC's) , תחנות עבודה מרוחקות (RTU's), יחידות בקרה וגישה לרשתות מקומיות ואינטרנט (Internet/Intranet). התוכנה נדרשת להיות פשוטה לשימוש, עם סביבת פיתוח לגרפיקה מונחית עצמים (an object-oriented graphics), בעלת ארכיטקטורה פתוחה נתמכת על ידי מערכות הפעלה שרת/לקוח העדכניות ביותר של Microsoft Windows.
5. רישוי המערכת לא יוגבל למספר מסויים של בקרים, לא יוגבל למספר מסויים של נקודות חייווי ובקרה או "תגים" ולא יוגבל לכמות מסוימת של משתמשים בעלי גישה.
 6. רישוי המערכת לא יוגבל למספר מסויים של יחידות קצה או משתמשי שרת ה-SCADA בו זמנית.
 7. המערכת לא תהיה מוגבלת בכמות המשתמשים שיכולים לפתח את ה-SCADA.
 8. המערכת תהיה בעלת תמיכה מובנית במגוון רחב של יצרנים: Allen Bradley, SIEMENS, Omron וכו' ומגוון רחב של דרייברים לתקשורת, לפחות: DNP3, IEC61850 ועוד.
 9. דרייברים לתקשורת עם הבקרים ויחידות הבקרה השונות יסופקו וייתמכו על ידי יצרן התוכנה. התוכנה מחויבת לתמוך בפרוטוקולי תקשורת הקיימים בתעשייה ובבקרת המבנה (BACnet, MODBUS/TCP, SNMP, KNX ועוד) לאיסוף נתונים מאביזרי הבקרה. באחריות המיישם להתקין במידת הצורך OPC Servers (פלטפורמה לביצוע תקשורת עם רכיבים בתעשייה) כדי לתמוך בתקשורת מול הפרוטוקולים שאינם מובנים בתוכנת ה-SCADA. נדרשת תמיכה בפרוטוקולים של DDE, OPC(DA), OPC(UA). כל התקשורת בין שרתי ה-OPC לשרתי היישום צריכה להיות מאובטחת.
 10. ה-SCADA תכיל על אותה פלטפורמה את ה-HMI, מערכת ההתראות, רכיב היסטוריון (לארכוב המשתנים המבוקשים) והצגה גרפית של הארכיב.
 11. התוכנה תכיל חבילה של רכיבים מוכנים ומודולריים לשימוש, מתוצרת יצרן התוכנה, אשר מתפקדים בתאום כדי לבצע את כל הפונקציות הנדרשות מתוכנת ה-SCADA. החבילה תכיל HMI לצורך ויזואליות של התהליכים המבוקרים, בסיס נתונים יחסי בזמן אמת לאיסוף נתונים היסטוריים (Historian) עם ממשק חיפוש נתונים נגיש ופתוח, כלים לביצוע גרפים ודוחות על ידי לקוח הקצה, גם במסגרת ה-HMI וגם ככלי העומד בפני עצמו.
 12. רשיונות השרת וממשק התכנות והעריכה יועברו לאוניברסיטה באופן שיאפשר לגורם הממונה באוניברסיטה לבצע באופן עצמאי שינויים בכל התחומים והפרמטרים של מערכת הבקרה.
 13. התוכנה תהיה ערוכה לטפל ברשת בקרה גדולה ומבוזרת עם מספר שרתים ביתירות במקביל (Redundancy) המספקים מידע לתחנות עבודה מרובות.

14. התוכנה צריכה להיות מסוגלת להתממשק עם בסיסי נתונים, עם מערכות ניהול משאבים ארגוניים (EAM), עם מערכות ניהול אחזקה (CMMS) ועם מערכות ERP, LIM ו-GIS.
15. במידה ויידרש ממשק למערכות הארגוניות של המזמין, ההתממשקות תיעשה באמצעות Web Services דרך רכיב האינטגרציה, או בכל דרך אחרת המקובלת באתר המזמין.
16. התוכנה צריכה להיות בעלת רישיונות לתמיכה בכל אחת מהגרסאות האחרונות של מערכות ההפעלה על רכיבי חומרה בכל צירוף/קונפיגורציה.
17. נדרשת תמיכה בגרסאות האחרונות במערכות הפעלה של טאבלטים (Tablets) וטלפונים ניידים (Android, IOS, Microsoft).
18. התוכנה תאפשר ותתמוך בניהול ושליחת הודעות SMS ומיילים כתגובה תקלות/אירועים של המערך ללא צורך ברישוי נוסף.
19. לתוכנה יהיו יכולות פיתוח סקריפטים מובנות.
20. דרישות ביצוע (Performance) : זמני התגובה של המערכת בעומס של פרויקט עם 250,000 תגים יהיו קטנים מ-3 שניות מתחילת אירוע כלשהו בשטח ועד להתפרצותו על המסך. כמו כן, זמן עדכון מסך במצב אמת מרגע הפעלת פקודה מהמסך ועד קבלת חייווי מהשטח על ביצוע הפקודה לא יעלה מעל 5 שניות. במעבר ממסך למסך, זמן עדכון מלא של המסך הנפתח שבו לפחות תצוגה של 300 תגים ומעלה לא יהיה מעל ל-3 שניות במערכת עם עומס מלא. בכפוף לתנאי תעבורת התקשורת וסביבת השרתים באתר המזמין.
21. התוכנה צריכה להיות בעלת יכולת מובנית של תכונת "הקלטה", זאת כדי לאפשר תחקור אירועים על ידי אפשרות להרצה ב Playback של מסכי המערכת על פי נתונים היסטוריים. ניתן יהיה לבחור תאריך ולהריץ את המערכת תוך כדי מעקב אחרי התנהגות התהליכים במסכי התצוגה בדיוק כפי שהוצגו בזמן האירוע.
22. התוכנה צריכה להיות בעלת תכונת Store and Forward, שמשמעותה, במקרה של תקלה בשמירת הנתונים בבסיס הנתונים ("היסטוריון"), יישמרו הנתונים כקבצים מקומיים על שרת היישום וישודרו אוטומטית להיסטוריון בסיום התקלה. זאת כדי לשמור על רציפות הנתונים בהיסטוריון. התוכנה תאפשר שליחת קבצי גיבוי לשרת גיבוי לדוגמה בקבצי FTP.
23. התוכנה תכלול יכולת מובנית של API פתוח לחיבור של מערכות אחרות אליה. ה-API של התוכנה ימסר למזמין עם רישיונות והרשאות, כלי פיתוח וכל הנדרש כדי לאפשר לגורם חיצוני כלשהו להתחבר לבסיס הנתונים של המערכת לצורך קבלה ושליחת נתונים למערכות אחרות.
24. התוכנה תאפשר לייבא ולהשתמש בתמונות בפורמטים שונים: gif, jpg, tif, lco, png. psd. כמו כן, תהיה אפשרות לייבא ולהריץ רכיבי ActivX של צד שלישי.

25. תינתן אפשרות לשלב Ole Object של צד שלישי (לדוג' אקסל, תמונה, pdf וכו')

5.2 הרשאות וגישה למערכת הבקרה

1. התוכנה תכלול מערכת סיווגים אשר תמנע ממשתמשים בלתי מורשים לבצע פעולות מסויימות לפי הגדרה מראש. הגישה תהיה מוגבלת לפי הגדרת האוניברסיטה ברמת מעבר בין התצוגות השונות, מסכי שרות וכו', וכן ברמת הערכים הרצויים בכל אחת מהתצוגות.
2. התוכנה תתממשק עם מערכת לניהול משתמשים שתוגדר על ידי האוניברסיטה (Active Directory Domain), באופן שיאפשר למשתמשי המערכת להיכנס עם שם המשתמש והסיסמה שמוגדרים עבורם במערכת IT של האוניברסיטה. באופן הזה תימנע כניסה של אנשים שאינם מורשים למערכת ותהיה אבטחה כפולה על המשתמשים המורשים (קבלת שם משתמש וסיסמה מהאוניברסיטה בכפוף לתנאים הנדרשים וגם קליטה ורישום במערכת ניהול המשתמשים של מערכת ה-SCADA). התוכנה תאפשר התממשקות ל LDAP של האוניברסיטה ושימוש בסיסמה ארגונית למשתמשים ללא צורך בסיסמה נפרדת.
3. פרופילי המשתמשים ביישום יחולקו ל-5 קבוצות (רמות) לכל הפחות:
 1. מוקד – משתמשי משו"ב וכניסה למשתמש "אורח". כניסה כללית למערכת, הרשאות צפייה בלבד.
 2. תפעול – אבות בתים, מנהלי גושים.
 3. אחזקה – נותני שירות למערכות (מיזוג, חשמל, וכו'), מקומיים וחיצוניים. הרשאות לביצוע פעולות ושינוי פרמטרים לפי תחום האחריות של כל משתמש בקבוצה.
 4. ניהול – מנהלי תפעול תחום, מנהלים.
 5. מפתח/אדמיניסטרטור – מתפעלי תוכנת מערכת בקרת המבנה, מקומיים וחיצוניים. הרשאות כלליות לביצוע כלל הפעולות במערכת. אחד או יותר מנציגי האוניברסיטה יוגדרו ברמת משתמש ז.
- הרשאות לביצוע כל פעולה במערכת יוגדרו לכל משתמש לפי תחום אחריותו למעט הגדרות שנוגעות לתפקוד ותפעול תוכנת מערכת בקרת המבנה עצמה. שיהיו נתונות למפתחים בלבד.
- **במידת הצורך, התוכנה תאפשר יצירת רמת משתמש חדשה.**
4. כל משתמש באוניברסיטה שיורשה להיכנס למערכת, יקוטלג מראש באחת הקבוצות הרשומות מעלה. לכל קבוצת משתמשים (Role) ניתן יהיה להגדיר בתוכנה פונקציות ספציפיות ורמות תצוגה שונות לפי הגדרה. כל פעולה במערכת תירשם בדו"ח פעילות

הכולל את שם המשתמש לצרכי מעקב וביקורת. ההרשאות לכל קבוצה יוגדרו בצורה היררכית כאשר ההרשאות של כל רמה כוללות את ההרשאות לביצוע פעולות של הרמה מתחתיה.

5. היישום יאפשר ניהול משתמשים על פי רמות וסיווגים. חלוקת רמות והרשאות נוחה למספר רב של משתמשים שונים באופן ברור, נפרד ונוח לעדכון על ידי מנהלי היישום. בנוסף, ניתן יהיה להגדיר תפקידים למשתמשים השונים לפי תחומי האחריות/המערכות שעליהם הם אחראים. הגדרות אלו יבוצעו במסכים ייעודיים לנושא זה (מסכי לוח משמרות). הגדרת התורנים האחראים תהיה על פי שם המשתמש כך שהודעות התקלה המשויכות למחלקה מסוימת ישלחו לאנשים הרלוונטיים לאותה מחלקה. כמו כן, תתאפשר גישה מרחוק למערכת בכפוף להרשאות הנדרשות על ידי גורמי האוניברסיטה.

5.3 מודל ההפעלה של מערכת הבקרה המרכזית

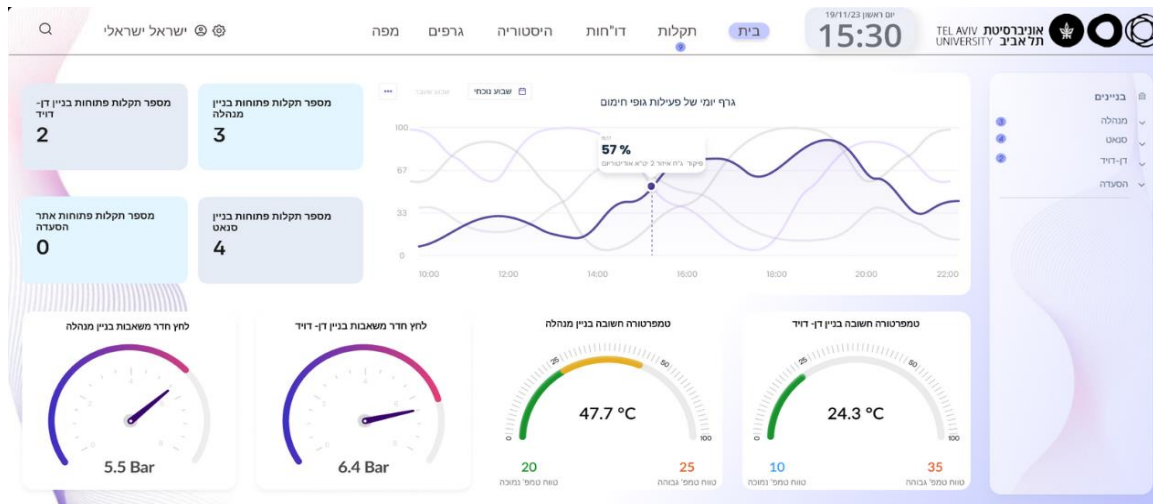
לכל אזור (מערכת בודדת, מבנה, גוש בניינים, פקולטה, כלל האוניברסיטה) יוגדר מסך Dashboard שיציג תמונת מצב ברורה בזמן אמת של כלל המערכות הפעילות באותו אזור. באותו המסך יוצג ריכוז התקלות הפעילות באזור וניתן יהיה לבצע Drill Down עד למסך הרלוונטי המציג את אזור התקלה בצורה מפורטת. באופן הזה ניתן יהיה לקבל מושג כללי על מצב האזור בזמן אמת ללא צורך באיסוף נתונים ממקומות שונים.

כל נתוני המערכת יישמרו לבסיס נתונים היסטוריים. הנתונים האלו יאפשרו ניתוח של תהליכים ופעילויות בפרספקטיבה של זמן, באופן שיאפשר לקבל החלטות תפעוליות וניהוליות לביצוע שיפורים לניצולת ויעילות טובה יותר של משאבי המערכת. מכיוון שהמערכת קולטת נתונים מדיסציפלינות שונות (מיזוג אויר, חשמל אינסטלציה ועוד), ניתן יהיה להצליב מידע מתחומים שונים ולאתר מקומות שבהם הפעלה נכונה יותר של משאב בתחום מסוים תשפר יעילות של משאב בתחום אחר.

5.4 גרפיקה של מערכת הבקרה המרכזית

המסכים יוגדרו באופן היררכי כך שהמסך הראשי יציג Dashboard של מצב האזור שנבחר ולאחריו ניתן יהיה לבצע Drill Down למסכים של מבנים באותו האזור. בחירה במבנה ספציפי תפתח את המסך הראשי של אותו המבנה עם תצוגת Dashboard של נתונים הרלוונטיים לאותו המבנה ותינתן אפשרות להתמקד בקומה ספציפית במבנה או בתחום ספציפי (מיזוג אויר, חשמל וכו') באותו המבנה.

דוגמה למסך Dashboard כללי פוטנציאלי המציג מידע רלוונטי עבור כל המערכת



ניתן יהיה לנווט בין האזורים/מבנים השונים בעזרת תפריט דינמי שמופיע בצד ימין של המסך או ישירות ממפת האוניברסיטה שתוצג על המסך. לחיצה על המבנה הרלוונטי במפה תפתח את המסך הראשי של אותו המבנה ומקביל תפתח את תפריט הצד הרלוונטי לאותו מבנה, כך שניתן יהיה לבצע בחירות נוספות באותו המבנה.

המערכת תיבנה באופן מודולרי כאשר מפת האוניברסיטה כולה מהווה את המסך הראשי הראשון. באופן הזה, ניתן יהיה להתרחב ולהוסיף למערכת מבנים וגושים נוספים בהמשך, ללא צורך בפיתוח מיוחד ושינוי של מבנה המסכים.

דוגמה למסך המפה הפוטנציאלי



5.5 הגדרת מבנה כללי של מסך מסוגי המסכים הקיימים

כל מסך במערכת מורכב מ-3 אזורים:

- תפריט כלים Tool Bar.

- תפריט ניווט **Navigation Bar**.
- מסך תצוגה **Display Screen**.

תפריט כלים **Tool Bar**

תפריט קבוע הממוקם בחלקו העליון של המסך. כולל בתוכו נתונים כלליים כגון: לוגו אוניברסיטה, תאריך ושעה, שם משתמש פעיל. כמו כן, ניתן לבחור בו פונקציות כלליות של המערכת כגון: ניהול תקלות, היסטוריה, גרפים ודוחות. כל בחירה כפופה להרשאה של המשתמש הפעיל.

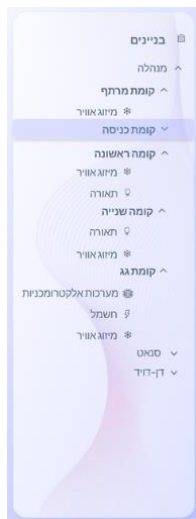
כדי לחסוך דפדוף מיותר תינתן האפשרות של חיפוש מבנה או מערכת בטקסט חופשי. הקלדת שם המבנה ולחיצה על לחצן חיפוש תפתח באופן ישיר את המסך הראשי של המבנה המבוקש. אפשרות נוספת לנווט למבנה מבוקש היא ללחוץ על לחצן "מפה" שיציג את מפת האוניברסיטה. לחיצה על המבנה המבוקש במפה תפתח את המסך הראשי של אותו המבנה.

מתחת ללחצן "תקלות" מוצג מספר המייצג את מס' התקלות הפעילות באותו הזמן. לחיצה על הלחצן מציגה את רשימת התקלות בפרוט כפי שיוסבר בסעיפים הבאים.



תפריט ניווט **Navigation Bar**

תפריט צד דינמי המופיע באופן קבוע בצד ימין של המסך. התפריט מאפשר בחירת המסך הרצוי לפי בחירה היררכית של מבנה, קומה, מערכת. כל בחירה של רמה (אזור/מבנה/קומה/מערכת) פותחת את המסך הראשי של אותה הרמה ואפשרויות בחירה של הרמות הבאות מתחתיה. בסוף התהליך, התפריט הזה יכלול את כל המבנים והמערכות באוניברסיטה ותחת כל מבנה יהיו הרמות הרלוונטיות.



מסך תצוגה **Display Screen**

זהו האזור שבו מוצג המידע עבור אותה רמה שנבחרה בתפריט הניווט, או באחת מהאפשרויות בתפריט הכלים. קיימים מספר סוגים של מסכי תצוגה לפי סוג המידע שמוצג:

מסך תצוגה דשבורד (**Dashboard**)

תצוגה של מידע עבור תחום, מבנה או מערכת, באופן שיאפשר לקבל תמונת מצב מעודכנת במקום אחד. המידע מוצג בדרך כלל בתצוגה גרפית שעוזרת להסקת מסקנות על בסיס הנתונים המוצגים (שעונים, גרפים, הודעות טקסט ועוד).

מסך תצוגה גרפי

תצוגה גרפית של קומה במבנה או של מערכת. על התצוגה ממוקמים אייקונים של אביזרים שונים בהתאם לתחום המוצג (מיזוג אויר, חשמל וכו'). ככלל, כל האביזרים יוצגו באופן גרפי אשר ימחיש את צורתם או את אופן תפקודם בצורה הקרובה ביותר שניתן למציאות. ניתן להשתמש בתמונה של האביזר אך ורק באישור המזמין. עבור חלק מהאביזרים יוגדרו צורות משתנות המציגות בצורה גרפית או בכיתוב את הסטטוס שלהם (פועל, תקלה ועוד), הצגת קריאות אנאלוגיות (טמפ', לחץ, זרם ועוד) ועוד נתונים שונים. היתרון בסוג מסך זה שניתן להבין בצורה גרפית את פעולת המערכת או לחילופין את מיקום האביזרים במרחב המוצג (גאוגרפית או פונקציונלית).

היישום יכלול תוכנת עיצוב גרפית שתאפשר את הצגת המערכת על רכיביה השונים בצורה גרפית בצבעים וברזולוציה גבוהה (המקסימלית האפשרית).

התוכנה תאפשר הצגת קבוצה לוגית של נקודות בקרה ומדידה על גבי תמונה גרפית ועדכון הנתונים בזמן אמת. תתאפשר הגדרת משתני צבע בתלות במדידה (לדוגמא, שינוי צבע של אזור ממוזג בהתאם לטמפ' באותו האזור ובכפוף לערכי סף שיוגדרו). כל הנתונים הנומריים יוצגו בערכים ההנדסיים שלהם בצרוף יחידת המדידה.

מסך תצוגה טבלאי

תצוגה טבלאית של פרמטרים ונתונים של המבנה/מערכת שנבחרה. מסך מהסוג הזה מאפשר לרכז בתוכו מספר רב יחסית של נתונים המסודרים לפי השייכות שלהם, ובאופן הזה לאפשר שינוי ובקרה של פרמטרים במערכת. הערכים המספריים יוצגו עם עד 2 ספרות אחרי הנקודה בהתאם לסוג הקריאה. ניתן יהיה להגדיר לכל ערך שעבר סף נמוך או גבוהה התראה בצורות שונות (על גבי המסך על ידי שינוי צבע או הבהוב או/וגם קבלת התראה במסך תקלות).

מסך תצוגה תפריט

לעיתים, לצורך ניווט מישנה בתוך מערכת או קומה, נצטרך להשתמש במסך התצוגה כמסך תפריט. במקרה כזה, לחיצה על לחצני הבחירות יפתחו מסכים נוספים לפי האפשרות שנבחרה. באופן עקרוני, כדי לשמור על ההיררכיה של המסכים, נדרש להימנע מהשימוש באופציה הזאת ככל הניתן, אבל לעיתים אין ברירה ולכן האפשרות הזאת מוזכרת כאן.

חלון

לחיצה על אייקונים של אביזרים מסוימים במסכי התצוגה תפתח חלון שבו ניתן יהיה לבצע פעולות או לקבל מידע על אותו האביזר. החלון יופיע כ Pop Up על גבי המסך הקיים וניתן יהיה לגרור אותו ולמקם אותו במקום הרצוי על גבי המסך. לחיצה על סימון ה X בפינת החלון תסגור אותו. גם המסך וגם החלון יהיו פעילים בו זמנית מבחינת התצוגה וההפעלות. (דוגמאות לחלון מהסוג הזה: חלון הפעלה של משאבה/ברז, חלון שינוי זמני עבודה של יט"א, וכדומה).

חלון לוח זמנים להפעלה

מתן אפשרות לשינוי שעות הפעלה בצורה קלה ופשוטה תוך שימוש בטבלת שעות שבועית הכוללת לפחות 8 הפעלות/הפסקות ביום. כמו כן, מתן אפשרות להזנת נתוני חגים וערבי חגים ל-5 שנים לפחות.

5.6 ניווט בין המסכים, תפריטים וסרגלי הכלים

יוגדרו שלוש אפשרויות לנווט בין המסכים השונים במערכת:

ניווט גאוגרפי – לחיצה על המבנה בתצוגת המפה של האוניברסיטה יפתח את המסך הראשי של המבנה הנבחר וגם יפתח את הרמה המתאימה בתפריט ניווט הצד, כדי שניתן יהיה להמשיך לנווט לקומה/מערכת הרצויה.

ניווט בעזרת תפריט הניווט – בחירת המבנה הרצוי בתפריט ופתיחת המסך הראשי של המבנה.

ניווט חיפוש לפי טקסט חופשי – כתיבת שם המבנה הרצוי בתיבת החיפוש בסרגל הכלים ולחיצה על אייקון החיפוש תפתח את המסך הראשי של המבנה הנבחר וגם תפתח את הרמה המתאימה בתפריט ניווט הצד, כדי שניתן יהיה להמשיך לנווט לקומה/מערכת הרצויה.

כאמור בסעיף הקודם קיימים שני סוגים של תפריטים: תפריט כלים ותפריט ניווט.

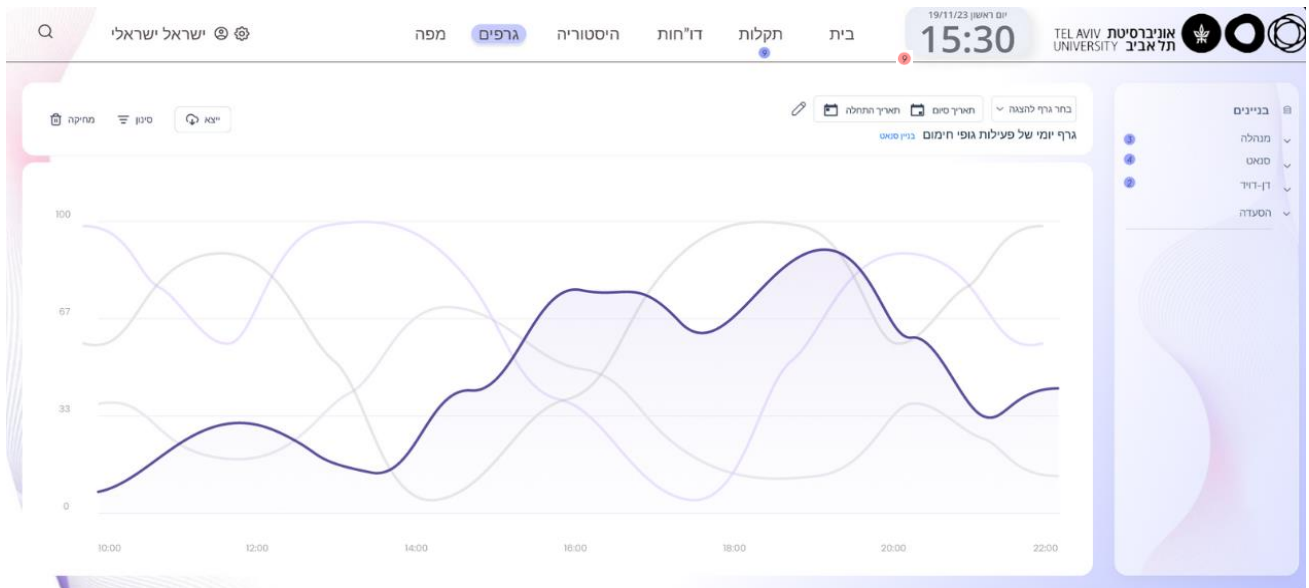
מעבר לשני התפריטים הנ"ל קיימים עוד סרגל כלים דינמי שיופי מתחת לסרגל הכלים הראשי בהתאם לאפשרויות שיחולו בסוגים השונים של המסכים.

במסכים מסוימים יופיע אייקון "ייצוא" (Export) בצד שמאל של הסרגל. המשמעות היא שניתן יהיה לייצא את המסך כתמונה בפורמט PDF או כקובץ CSV המכיל את אוסף הנתונים המוצגים במסך (במידת האפשר).

במסכים מסוימים יופיע אייקון "סינון" בצד שמאל של הסרגל. המשמעות היא שניתן להוסיף/להסיר אלמנטים במסך בצורה דינמית בהתאם לאפשרויות הקיימות במסך. לדוגמא: במסך סינופטי של קומה ניתן לראות את כלל האביזרים וניתן לסנן את התצוגה ולראות רק את אביזרי מיזוג האויר או אביזרים של מערכת אחרת (או כל קומבינציה שתיבחר) לפי בחירת המשתמש.

מסך גרפים – ניתן יהיה לבחור גרף מתוך סט גרפים שיוגדר מראש. לכל גרף תהיה אפשרות לבחור תאריך ושעת התחלה וסיום להגדרת התקופה שתוצג בגרף. תהיה אפשרות למשתמש לבנות גרף מוגדר לבחירתו על ידי הוספת אלמנטים להצגה על הגרף מבסיס הנתונים של המערכת, ולשמור את הגרף שהוגדר כגרף נוסף בסט הגרפים המוגדרים. באופן כללי, ניתן יהיה לנהל את סט הגרפים המוגדרים, להגדיר שם ייחודי לכל גרף, להוסיף ולמחוק גרפים, כל זאת מותאם לכל משתמש. על ידי אייקון "סינון" ניתן יהיה להוסיף/להסיר בצורה דינמית אלמנטים מהגרף ולקבל גרף מותאם באופן ספציפי לדרישה.

ניתן יהיה לייצא כל גרף כתמונה בפורמט PDF או כקובץ CSV המכיל את אוסף נתונים המרכיבים את הגרף (כולל חותמת הזמן של כל נתון).








מסך דוחות – ניתן יהיה לבחור דוח מתוך סט דוחות שיוגדר מראש. לכל דוח תהיה אפשרות לבחור תאריך ושעת התחלה וסיום להגדרת התקופה שעבורו יוצגו נתוני הדוח. על ידי אייקון "סינון" ניתן יהיה להוסיף/להסיר בצורה דינמית עמודות מהדוח ולקבל גרף מותאם באופן ספציפי לדרישה.

ניתן יהיה לייצא כל דוח כתמונה בפורמט PDF או כקובץ CSV המכיל את אוסף נתונים המרכיבים את הדוח.

5.7 פלטת צבעים, הגדרת משמעות לכל צבע

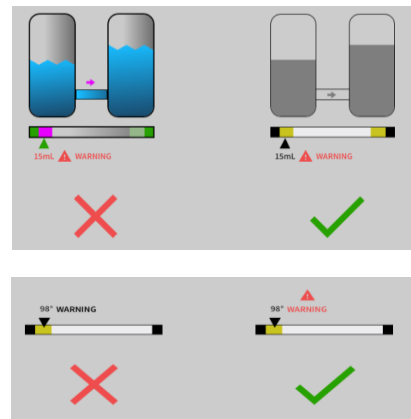
באופן כללי, המערכת תיבנה בתצורת Situational Awareness שמשמעותה בין היתר: פלטת צבעים רגועה ואפורה כדי לאפשר לכל תקלה או אירוע חריג לבלוט באופן מידי במסך התצוגה. לפיכך, מסכי התצוגה יוגדרו במצב שגרה להיות עם מינימום צבע.

פלטת הצבעים:

אדום – תקלות, מצב סכנה.	
צהוב/כתום – התראות חשובות, הודעות שגיאה.	
ירוק – סימון מצב מופעל, עובד	
כחול – הודעות אינפורמטיביות	
צבעים ניטרליים – לשימוש בסימון קווים, צבעי רקע	

יש לשים לב ולהשתמש בצבע אך ורק במקום ובמצב שנדרשת התייחסות של המשתמש. שימוש מוגבר בצבע יפגע ביעילות השימוש בו ולמעשה יחליש את האימפקט שעבורו השתמשנו בו.

להלן מספר דוגמאות של "עשה" ו"אל תעשה" בנושא שימוש בצבעים:



לפני ביצוע הפרויקט תוגדר טבלת צבעים עם פירוט של כל צבע והגדרה מוחלטת שלו לפי קוד הצבע והתפקיד שלו במערכת.

5.8 הגדרת אביזרים מרכזיים חוזרים

במערכת בקרת מבנה יש מספר אביזרים שנעשה בהם שימוש מספר רב של פעמים (כגון: ברזים, משאבות, מפוחים, יט"אות ועוד). בהרבה מקרים, הפונקציונליות של האביזר לא משתנה משימוש לשימוש ולכן ניתן להגדיר תבנית של אביזר גנרי הכוללת את כל התכונות והאפשרויות לאותו סוג. אחר כך ניתן להשתמש באותה התבנית עם נתוני האביזר הספציפי שאותו נדרש להציג.

באופן הזה, זמן הפיתוח מתקצר (לא צריך להגדיר מחדש את אותו האביזר שוב ושוב) וגם נשמרת הסטנדרטיזציה כאשר כל האביזרים מאותו הסוג מוצגים באותה הצורה וצורת התפעול שלהם היא באותה הצורה.

לפיכך במערכת הבקרה תהיה אפשרות להגדיר ספרייה של תבניות (Faceplate) לאביזרים חוזרים, כך שניתן יהיה לבצע שימוש חוזר באותם האביזרים במסכים השונים. האלמנטים

שעבורם נדרש לבצע תבניות יוגדרו בספריית תבניות לפני התחלת הפרויקט באופן סגור ומלא כך שהתבנית תכלול את כל התכונות והאפשרויות לאותו האלמנט. בזמן השימוש ניתן יהיה להגדיר האם נדרש להשתמש בתכונה כזאת או אחרת, כדי להתאים בצורה מדויקת את השימוש בתבנית לאביזר הספציפי שאותו רוצים להציג.

5.9 טיפול בתקלות

זיהוי ומתן מענה לתקלות יתבצע בשני אופנים. במערכת הבקרה יוגדרו תקלות קריטיות שישלחו הודעות SMS ומיילים לגורמים הרלוונטיים בעת זיהוי התקלה. מכיוון שניהול והגדרת התקלות של כל התחומים יהיו במערכת אחת, יהיה קל יותר לתחזק את ההודעות ולשמור על הרלוונטיות והאמינות שלהן באופן שייתן מענה מדויק לכל תקלה. בנוסף לכך, במוקד שליטה ובקרה תותקן עמדה של המערכת עם הודעות תקלה מתפרצות בהתאם לחומרת התקלה. העובדה שכל התחומים מרוכזים במערכת אחת תקל על המוקדן להתרכז במתן מענה לתקלה המתפרצת בהתאם להוראות הפעלה המופיעות בחלון התקלה ולהפנות לגורם המטפל הרלוונטי.

לכל תקלה תינתן האפשרות להגדיר אינדיקציה ויזואלית, קולית וכן יכולת הדפסה במידה ויידרש. בנוסף לכל אלה ולפי הגדרה יוצג חלון התראה מסוג מתפרץ (POPUP) מעל לכל תצוגה אחרת המוצגת באותו הרגע.

- הודעות התקלה תהיה בטקסט הניתן להגדרה בעברית.
- היישום ישמור את התקלה בקובץ התראות היסטורי שישמר בבסיס הנתונים של היישום. הקובץ צריך להיות מאובטח ומוגן. לכל תקלה יצורף תיאור התקלה (לפחות 250 תווים), זמן (תאריך ושעה), הזמן בו חזרה התקלה למצב נורמלי (תאריך ושעה), הזמן בו אושרה (תאריך ושעה), שם המשתמש המאשר, הערה (במידה וישנה).
- במידה ויוגדרו התראות תהליכיות הנובעות מערך מדידה אנלוגי או דיגיטלי תינתן האפשרות להגדיר "תחום מת" (Dead Band) וזמן שהייה (Debounce) למניעת ריטוט של התקלה.
- מערך ההתראות של היישום יעבוד בקישוריות עם לוח משמרות/תורנויות. ההתראות ישלחו בהודעת SMS או במייל למשתמשים הרלוונטיים על פי הגדרת המשתמש. תינתן אפשרות להגדרת התראות הדורשות אישור ברמה גבוהה יותר. נדרש מתן האפשרות לרשום הערה במלל חופשי בשלב האישור. הערה זאת תופיע בדוח ההתראות.
- נדרש ליישם קישור מהיר בין התקלה/התראה לבין המיקום שלה במסך התצוגה הגרפי. כך שבעזרת מספר לחיצות עכבר מינימלי ניתן יהיה להגיע למסך התצוגה הרלוונטי.
- ניתן יהיה לקבוע רמת עדיפות ורמת חומרה לכל תקלה/התראה. לכל רמה ניתן יהיה לקבוע את הפעילות המתאימה (הצגה במסך, סוג אשור, שליחת SMS, מייל, אזעקה, הדפסה וכו'). ניתן יהיה להגדיר פעולה אחת, מספר פעולות או כל הפעולות ביחד לכל תקלה/התראה. ניתן יהיה להגדיר לפחות 20 רמות עדיפות שונות.

- יוגדרו צבעים שונים להבחנה בין המצבים של התקלות: תקלות פתוחות שלא אושרו, תקלות פתוחות שאושרו, תקלות שנסגרו ללא אישור או תקלות שנסגרו לאחר קבלת אישור. תקלות שאושרו ונסגרו יעברו באופן אוטומטי לקובץ תקלות היסטורי.
- היישום יאפשר הצגת דו"ח תקלות נוכחי ודו"ח תקלות היסטורי (בנפרד) באופן נגיש וידידותי על פי חתכים שונים כגון: אביזר, אזור, נושא, תקופה (מתאריך עד תאריך). כמו כן, תינתן האפשרות לבצע ניתוח המשלב מספר חתכים ביחד. ניתן יהיה להגדיר לפחות 99 סוג מיונים שונים.
- יש לאפשר ייצוא דוח תקלות לתוכנת גיליון נתונים Excel ולקבצים בתצורת PDF.

מסך ריכוז תקלות לדוגמא

סטטוס תקלה	חומרת תקלה	האזור התקלה	קטגוריה	קומה	בנין
Active	גבוה	1	מיזוג אוויר	קומה 1	בנין הסטאט
Active	נמוך	2	תאורה	קומה 2	בנין דן-דוד
Inactive	גבוה	1	חשמל	קומה -1	בנין מנהלה
Active	נמוך	1	מיזוג אוויר	-	בנין הסעדה
Inactive	גבוה	2	בקרת כניסה	קומה 2	בנין הסטאט
Active	נמוך	1	חשמל	קומה 3	בנין דן-דוד
Active	גבוה	1	בקרת כניסה	קומה 1	בנין מנהלה
Inactive	נמוך	1	מיזוג אוויר	-	בנין הסעדה
Active	גבוה	1	חשמל	קומה -1	בנין מנהלה
Active	נמוך	1	מיזוג אוויר	-	בנין הסעדה
Inactive	גבוה	2	תאורה	קומה 2	בנין הסטאט
Active	גבוה	3	מיזוג אוויר	קומה 3	בנין דן-דוד
Inactive	גבוה	1	מיזוג אוויר	קומה -1	בנין מנהלה
Active	נמוך	1	מיזוג אוויר	-	בנין הסעדה

תקלה באביזר ספציפי תוצג על האביזר במסך שבו האביזר מופיע.