



WAWA

Wall to wall green building consulting & design

מוזיאון לתולדות חיל האוויר חצרים

בפרויקט מוזיאון חיל האוויר נדרשנו לעמוד באתגרים אקלימיים ותפעוליים ייחודיים.

הפרויקט ממוקם באקלים המדברי החם מאד - לעיתים מעל 40 מעלות - והיבש מאד. נדרש פתרון לקירור ומיזוג חללי התצוגה העצומים והגבוהים, כ- 15 מ', באופן שיספק תנאי נוחות תרמית מעולים למבקרים, אך בהוצאות תפעוליות נמוכות ככל הניתן.

כמו כן נדרשו פתרונות לשהייה איכותית בשטחי תצוגת החוץ הנרחבים המתבקשים מהפרוגרמה - התגברות על רוחות המדבר, ומסלולי תנועה וצפייה מוצלים.

הפתרון האדריכלי התכנוני - 6 מבני תצוגה ענקיים, האנגרים, מקושרים ביניהם, הכולאים רחבה ציבורית פתוחה לתצוגה ופעילויות פנאי של המבקרים באוויר הפתוח בהפסקות בין הביקור בביתנים.

הרחבה, מעין מקבילה מבונה ל"נווה מדבר", מאופיינת במיקרו-אקלים משופר מאד - על ידי שילוב של הצללות מבונות ועצי צל, צמחיה, ריצופים בעלי קיבול חם נמוך ומים. זאת יחד עם ההגנה מהרוחות המדבריות המביאות איתן חול ואויר חם ומיבש, המייצרים אזור נעים ומזמין לשהייה.

מיזוג האוויר של האנגרים הגדולים תוכנן בשילוב מרבי של טכניקות פאסיביות וחצי פאסיביות הממזערות את צריכת האנרגיה:

- בידוד תרמי גבוה לקירות ולגג, מערכת ויטרינות DOUBLE GLAZING LOW-E בעלות ערכים תרמים מעולים, הצללות מתכווננות חיצוניות לוויטרינות להכנסת מירב התאורה הטבעית לכל עומק חללי בתצוגה ללא בוהק ומניעת קרינה ישירה וחימום.
- מערכת בריכות (אקולוגיות, לטיהור מים אפורים) מוצלת על ידי עצים מדבריים, וצמודה לחלונות נמוכים בחזית הפונה לרוח, להכנסת אויר מקורר, ופליטתו באוויר מרובד בחלונות גג - הכל באופן ממוחשב תלוי מערכת חיישנים ובקרי טמפרטורה, לחות, זיהום אויר, CO2 ועוד.
- תנועת האוויר בחלל האולמות הנוצרת עקב האוויר המרובד, מגבירה את תחושת הנוחות התרמית בחלל. שימוש במאווררי HVLS אקוויוולנטי לטמפרטורה נמוכה ב- 2 מעלות.

כל אלו מקטינים באופן משמעותי את הצורך באנרגיה לקירור, אך זו עדין נדרשת.

כיון שנפח אולמות התצוגה הינו גבוה מאד, ולעומת זה הצורך האפקטיבי בקירור הינו בעיקרו במפלס המבקרים בלבד - עד גובה 2 מ, לכן בחרנו בפתרון של "רצפה מקררת".

- ברצפת האולמות, רצפת בטון עבה עם גמר בטון מוחלק, בעלת המסה התרמית המשמעותית העברנו צינורות המניעים נזל מקרר. הצינורות עוברים בבריכות האקולוגיות הצמודות ומקוררים שם קירור ראשוני. ומשם עוברים למאגר תת קרקעי למאגר CFM – המוקפא בשעות הלילה בחשמל הזול, באמצעות מערכת יעילה במיוחד. הצנרת העוברת ברצפת הבטון מקררת אותה, וקצב ההזרמה מתואם באופן ממוחשב המשאיר את הרצפה בטמפרטורה הנוחה לשהות של המבקרים שבתנועה.
- לטובת שילוב של גמישות תפעולית במיקום אלמנט תצוגה ושיפור נוסף של נוחות השהייה של המבקרים באזורים היותר משמעותיים באולם, תוכנן ברצפה גריד של 150/150 מחברים עם יציאת חשמל ותקשורת, וכן התחברות למערכת צינורות הקירור.
- באזורי תצוגה מתחברת מערכת הקירור הרצפתי ל"עמוד מידע" עם טקסטים מסבירים המכילים מערכת אוורור וקירור העוברת דרך הצנרת הקרה ומוזרמת אופקית בכל הכוונים במפלס הצופים.

מים

בצמוד למבנים – מערכת של בריכות אקולוגיות המטהרות את המים האפורים. מבחינה של תהליך הטיהור רצוי ליצר רצף לינארי. מבחינת תכנון נוף – התצורות יכולות (עדיפות) להיות רכות, טבעיות.

מבחינה של נוחות תרמית וחסכון באנרגיה – מיקמתי את הבריכות בצמוד לדופן הצפונית מערבית, כוון הרוח כפי שיוסבר בסכימה המפורטת לנושא.

המחברים בין בריכות אלו – רצף לינארי (אקולוגיות) ישתלב בתכנון הנוף של חללי התמוגה החיצוניים, אפשר עם התרחבות ליד אזור ישיבה מוצל.

הברכות האקולוגיות מכוסות חלקית בצמחיה -עלים המקטינים את ההתנדפות.

בפיתוח המרכזי – הוספתי בריכה משמעותית ב"כניסה" במפתח הצפוני, לקרר את הרוח הצפונית הנכנסת לרחבה המרכזית. רצוי להוסיף לפנייה (בצפון) עצים מצלים.

הצללות באזורי התצוגה החיצוניים

במניפסט ובסכימת ההצללה (בחומר התחרות) מצויינת ההצללה הטבעית על ידי המבנים.

הסכימה מוכיחה באופן המובן מאליו את ההיפך – ביוני בצהריים אין הצללה. באופן ענייני מובן כי בחודשי בקיץ החמים, ובכל השנה באזור שעות הצהריים - אין צל. ובשעות המוקמות יותר או המאוחרות יותר יהיה צל רק בצמוד למבנים - אזור אינו המיקום הטבעי של תצוגת חוץ.

על מנת לעשות אזורים אלו לאטרקטיביים לביקור ושהות יש ליצר מסלול מוצל. רצוי עם פינת ישיבה מוצלת במרכז. רצוי חומר עם קיבול חום נמוך בריצוף (עץ) ושילוב של מים בפיתוח. (ראה נושא מים לעיל).

תיחום אקלימי נופי של רחבות החוץ

הפתיחות לכוונים השונים, כולל דרום מאפשרת מצבים עם רוחות לא נוחות לשהות. מעבר לכך מבחינה תחושתית המצב הפרוץ אינו מייצר תחושות אזור תצוגה מוגדר, מה גם שהוא מסתיים בכביש בשרות. (הערה: כל זה בהסתייגות, לפי הבנתי את התכניות, ללא טופוגרפיה וחתכים, כך שיתכן שאני "מפספס" משהו). מוצע לתחם אזורים אלו במשהו דוגמת קפל קרקע עם עצים השוברים את הרוח ומייצרים חלל חוץ.

הקשר בין הרחבה המרכזית לרחבות החוץ שבין המבנים

בתכנית ככל שאני רואה יש פתיחות משמעותיות בין המבנים רק לכוון דרום ודרום מערב. כאשר שלושת המבנים המערביים כצעט צמודים. וכך גם בים מבנה הכניסה לזה שממערב לו. ללא סימולציה נראה כי הרחב קלה של המפתחים האלו היתה משפרת את מערך הרוחות במתחם המרכזי (וגם נגישות ותחושת קשר לעוד חללי תצוגות החוץ (אם הם מתוכננים בין כל ה"אצבעות"). ובן "קשר לנוף" והתמצאות בין הרחבה המרכזית לסובב.

מערך הפתרון התרמי אקלימי בנוי מהמרכיבים הבאים:

1. גג – בידוד תרמי גבוה במיוחד – 15 ס"מ פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול בצד העליון מתחת לחיפוי העליון של מכלול התקרה.
2. הצללה של הגג על ידי מערכת PV המצמצמת את השטח הגג המקבל קרינה ישירה.
3. קירות, אזורים אטומים - בידוד תרמי גבוה במיוחד – 10 ס"מ פוליסטירן מוקצף קשיח בשיחול בצד החיצוני של מכלול הקיר (מאחורי החיפוי החיצוני).
4. קירות אזורים מחולנים - מערכת חילון בעלת ערכי בידוד תרמי גבוהים - זיגוג כפול עם מרווח 16 מ"מ של גז ארגון, זיגוג LOW E ופרופילים תרמיים המונעים גשרי קור.
5. הצללות לחזיתות הצדדיות הארוכות: הצללות חיצוניות, שלבי אלומיניום רחבים וארוכים הנעים על כבלי נירוסטה, מנותקים ומרוחקים מהחילון כ-50 ס"מ (בצד החיצוני של חתך הקיר. מתכוננות ו/או נאספות למעלה באופן ממוחשב לפי כוון השמש, העונה, הטמפרטורה וכד.
6. הצללות לחזיתות הקצרות (כניסה ואחורית) – מעבר לרפפות הנ"ל, גג המבנה בולט משמעותית מעבר לחזית השקופה, ומצל עליה בשעות היום החמות שהשמש גבוהה, ומוריד משמעותית את עומס החום, כאשר ההצללות המתכווננות מיועדות להפתור בעיות בוחק ותאורה גבוהה מידי בעיקר בשעות שהשמש הנמוכה לא נחסמת על ידי הצללת הגג.

7. בריכת מים (בריכה אקולוגית) צמודה לצלע הצפון מערבית של האולמות. רצוי עם צמחיה מצלה מעבר לה (אפשר חלקית). חלון תחתון לאורך החזית לפתיחה ממוחשבת בתואם לעונות, לטמפרטורה, לשעות ולתנאים נוספים. הרוח הצפונית והצפון מערבית מתקררת בצל ומעל למים. האויר עולה בחלל ונפלט בחלונות הגג (נפתחים באופן ממוחשב).

השילוב בין תנועת האויר המקורר המתחמם ועולה טבעית (אוורור מרובד) משפר באופן משמעותי את תחושת נוחות התרמית בחללי התצוגה.

8. כ- 5 מאווררי HVLS (High Volume Low Speed) בעלי מוטת כנפיים של כ-5 מ, מותקנים בתקרת האולם. אלופועלים בשונה ממאווררים רגילים. תנועה איטית, לא מרעישה ולא יוצרת רוח מפריעה אלא שואבת את האויר כלפי מעלה, ומייצרת זרימת אויר האקוויולנטית מבחינת תחושת הנוחות התרמית לכ-2 מעלות.

9. קרור פאסיבי לאזור השהות

כל האמצעים הנ"ל הקטינו את כמות החם הנכנסת לחללי המבנה, ושיפרו את תחושת הנוחות התרמית במספר ניכר של מעלות. אף שנושא ההתמודדות עם לחות אינו קרדינלי באויר המדברי היבש הרי לאור הטמפרטורה החיצונית הגבוהה ברב ימות השנה, עדין אין בהם כדי ליצור תנאי נוחות תרמית מספקים בחללי התצוגה. בעוד שמרכזי ההפעלה המיועדים לפעילות נמשכת- קטנים ונמוכים יחסית להנגארים- שבקדמת כל הנגאר הינם ממוזגים, הרי מיזוג אויר מכני אפקטיבי לאולמות הגדולים, חלל בגובה 15 מ, הינו צרכן אנרגיה – ותקציבים – גדול במיוחד. מה גם ככל הנראה במרבית הזמן, להוציא חגים וסופי שבוע, התפוסה של חללים אלו לא תהיה גדולה במיוחד.

ולכן נקטנו בפתרון פאסיבי המביא את תחושת הנוחות התרמית לערכים הנדרשים. היות ותנועת המבקרים מתרחשת מטבע הדברים במפלס ההליכה- עד גובה 2 מ, בעוד שאין לנו ענין בתחושות מעבר לגובה זה, לכן יצרנו ממשטח הרצפה משטח מקרר הנותן את תחושת שהתחושות של הפוסעים עליו היא כמו במבנה מוצל לאחר שטיפת רצפה והתיבותה. תחושה של קרירות.

אופן היישום:

המים בבריכות האקולוגיות מתקררים בלילה המדברי הקר ומקררים צנרת ("סליל") השקוע בהם. צנרת זו מוזרמת למאגר הממוקם מתחת לחלק מרצפת האולם. מאגר זה מקורר בלילה (מעבר לקרור הטבעי של הבריכות האקולוגיות) בתעריף תעו"ז זול עד כדי הקפאה של מים או תווך CPM אחר, בעל קיבול חום גבוה יותר. צנרת המים ממשיכה לעבור בסילסול דרך כל רצפת האולם- שהינה רצפת בטון בעובי 40 ס"מ- המהווה מסה תרמית בעלת קיבול חום גדול, ומקררת אותה לטמפרטורה הנדרשת. הסינכרן בין כל מרכיבי המערכת : גודל המאגר התחתון, המסה התרמית של הרצפה, טמפרטורה האולם, הפחתה אפשרית ביעד הטמפרטורה כתוצאה מתנועת האויר, כמות המבקרים ומהירות הסחרור של המים

ברצפה - מתואם לקרר (לקלוט את אנרגיית החם) לאורך כל השעות פעילות תוך שמירה על הטמפרטורה המשתנה הנדרשת לרצפה.

10. קרור פאסיבי – סמי אקטיבי וגמישות תפעולית.

מעבר לקרור האחיד כמפורט לעיל, לכל שטח האולם, הרי באולם באופן טבעי אזורי השהיה הארוכים יותר הינם בצמוד למוצגים. אנו משלבים את הצורך הפרוגרמטי בהסברים כתובים ליד המוצגים ב"מגדלונ קרור".

(ראה סכימה מס 1). חלופה עיצובית אפשרית: מנסרה משולשת בגובה כ 2 מ, צלעות כ 70 ס"מ, בתוכה מסה תרמית המתקררת על ידי צנרת המים הקרים (הרצפתיים, המפורטים לעיל). משולבת עם מפוח / מאוורור הדוחף את האויר הקר לכל הכוונים, עם שילוב של הסברים (אפשר עברית/אנגלית/ צרפתית או ערבית בכל אחת מהצלעות)

שפתחי האוורור הקר בתווך, מעל, ומתחת לכיתובים.

בכך אנו מיצרים איי קור במקומות האיסטרטגיים מבחינת השהות היותר ארוכה של המבקרים.

גמישות (אלמנט חשוב בתכנון בר קיימא) הן לנושא הקרור והן תפעולית – חשמל ותקשורת: ברצפת האולם בגריד מוצע של כ- 200/200 יהיו מחברים לנושאי מים קרים (לעמודי הקרור) חשמל ותקשורת שיאפשרו שינויי תצוגה על כל הנדרש מכך.

תאורה טבעית וסינוור

השילוב בין חילון בממדים גדולים ב-3 צידי האולם ומפתח רחב של האולם מאפשר אמנם תאורה טבעית בעוצמה מאד גבוהה בכל האולם אבל עם תשלום של עוצמת הארה גבוהה משמעותית מהנוחה במרבית האולם סנוור, בוחק וקרינה ישירה החודרת לעומק האולם ומייצרת חימום בלתי רצוי. באולמות תצוגה אנו מעוניינים לקבל תאורה הומוגנית ובלתי ישירה בכל שטח האולם, בעוצמה הנדרשת. הפתרון הינו שילוב של שליטה ברמת ההארה מקירות החוץ על ידי זיגוג LOW E והצללות מתכוננות, ותאורה מהתקרה לטובת ההארה של מרכז האולם.

תאורת העילית חייבת באזור זה עם השמש המדברית הקופחת להיות בלתי ישירה.

אנו מציעים פתחים בתקרה הממוקמים בין המסבכים בתצורות גאומטריות שונות. ניתן עם או בלי חילון הציידם התחתון (מפלס התקרה). פתחים אלו מקורים עם חלונות צידיים (הניתנים לפתיחה ממוחשבת לטובת האוורור המרובד).

(מוצע לבחון מסבכים גלויים בצידם התחתון לפחות ומנותקים מהתקרה האקוסטית, כאלמנט המקבל מערכות תאורה וכד)

NET ZERO ENERGY ואנרגיה מתחדשת

על כל גגות המבנים וכן מעל שורות המכוניות החונות (ולא על המעברים) באזור הקרוב לכניסה ממגרש אנו ממקמים מערכות PV .

הפתרון התרמי-אקלימי המייתר שימוש במערכת איקלום "רגילה" לאולמות הגדולים, (כמתואר בהרחבה לעיל)

מוריד באופן משמעותי את צריכת האנרגיה של הפרויקט, לצד התפוקה של מערכת ה PV הגדולה, מביא את הפרויקט ליעד של NET ZERO ENERGY קרי: הפרויקט מספק אנרגיה מתחדשת בכמות שווה לאנרגיה הנצרכת, ואף משאיר עודפים למכירה לגריד.

מבני ציבור כדוגמת מוזיאונים לעיתים קרובות מקבלים תקציבים / תרומות להקמה אך נשארים להתמודד עם תפעול שוטף עשרות שנים קדימה, ומצב של NET ZERO ENERGY המייתר הוצאות לאנרגיה מקטין דרמטית את הוצאות התפעול של המוזיאון.

הצללות והמעברים העיליים

המעבר העילי המקשר בין המבנים אינו מקורה, ויוצר מצב לא נוח לתנועה. יש לקרות אותו בפרגולה ברמת אטימות גבוהה. כמובן נמוכה ו צנועה ביחס לקרוי הראשי של הגשר.

יש לשקול להכניס פרגולה לחורים של קרוי המעבר העילי לשפר את תחושת הנוחות של הולכי הרגל.

גג ביתני החוויה שבקדמת המבנים המהווה התרחבות של המעבר העילי הינו מקורה. יש לחלק גג זה לאזור התצפית הפנימי - המאוקלם חלקית – על יד ויטרינה המכניסה תאורה טבעית עקיפה לאולם, ובאופן זה "לסגור אקלימית את חלל האולם.