

חיסכון באנרגיה בתהליך התכנון

רות להב-טוני ריג אדריכלים

הקדמה

העבודה מהווה חלק מדו"ח סופי ל"קוד אנרגיה בבניינים - הצעה לשינויים עקרוניים בתקן הישראלי לבידוד תרמי ולאופן אכיפתו".

הדו"ח בכללותו נכתב ע"י פרופ' רחל בקר ופרופ' עדנה שביב מהמכון לחקר הבניה והטכניון בחיפה, כשפרק ב' בדו"ח "חיסכון באנרגיה בהליך התכנון" נכתב על ידי האדריכלים רות להב וטוני ריג כחברי הצוות שכלל בין השאר את: מהנדס שמעון ירון, מהנדס עמנואל סומר וד"ר גדי קפלוטו. העבודה הוזמנה ומומנה ע"י משרד איכות הסביבה.

מטרתה של העבודה הייתה לתת בידי ממשלת ישראל מתכונת עבור קוד אנרגיה בבניינים ע"מ להבטיח חיסכון באנרגיה בבניינים ברמה הלאומית וכתמיכה להתארגנות המשך הבניה שתדרש עם אשור אמנת קיוטו שנחתמה ע"י ממשלת ישראל ב-1998 והדורשת מהמדינות המפותחות להפחית את פליטת גזי החממה החל משנת 2008 ועד 2012 ב-5.2% לעומת שנת 1990.

פרק חיסכון באנרגיה בהליך התכנון המובא כאן והדן בבנייני מגורים ובנייני משרדים, יכול להוות בסיס לדיון גם לגבי בנייני צבור בכלל וגם לבתי ספר בפרט, בשנויים המתחייבים מאופיים המיוחד.

1) התייחסות כללית

הקבלן הבונה ודייר הבניין מהווים שתי ישויות נפרדות, בעלות אינטרס שונה בנוגע לשימור וחיסכון באנרגיה. דייר הבניין ירוויח מחיסכון באנרגיה את העלויות המופחתות של החימום, קירור ותאורה בבניין, וסביר להניח שגם ייהנה מתנאי מחייה נוחים יותר בביתו (מרמת חיים גבוהה יותר). הקבלן הבונה מעוניין למכור את מוצר הבניין בעלויות בנייה נמוכות ככל שניתן, ובכמה שפחות מאמצים מצדו. ללא תמריצים חיצוניים, לקבלן הבונה אין עניין באף צורה של חידוש, או שינוי בנורמות הבנייה הקיימות, גם כאשר הן חוסכות אנרגיה.

כל תכנית להגדלת החיסכון באנרגיה במלאי השטח הבנוי ברמה הלאומית ברמה משמעותית, חייבת לקחת עובדה זו בחשבון, בין אם במגוון תקנות, סל תמריצים, או חינוך ויצירת מודעות ציבורית.

האדריכל מהווה את הוגי הרעיון התכנוני הראשוני, המניח את אבן הפינה לחיסכון באנרגיה במבנה. מהנדס הקונסטרוקציה ומתכנן המערכות מיישמים את הסטנדרטים הנכונים בתכנון הבידוד והמערכות לחיסכון באנרגיה.

יצירת מודעות מקצועית גבוהה לתחום תכנון האנרגיה במבנים, בין בהוראה בבתי ספר לאדריכלות ולהנדסה ו/או ע"י השתלמויות לסוגיהן ו/או תחיקה ותקנות נלוות, יתרמו גם הם לתכנון ברמה הלאומית.

2) בנייני מגורים

בנייני מגורים מהווים את סקטור הבנייה הגדול ביותר בארץ, ודייריהם מצפים ליהנות מתנאי מחייה נוחים, העולים ברמתם במהירות בשנים האחרונות. רוב מבני המגורים מאוכלסים בעיקר בשעות אחר-הצהרים, ערב ולילה, והמאמץ לחיסכון צריך להיות מכוון להפחתה ברמות החימום והקירור בפרק זמן זה של היום. מאחר העיקר השימוש בבנייני מגורים אינו בזמן אור-יום, חיסכון באנרגיית תאורה בעזרת שימוש באור-יום אינו רלוונטי ע"פ רוב.

בתכנון נכון של בנייני ועיצוב ערים, קונספציות תכנון בניינים וסטנדרטי בנייה, ניתן להפחית את עומסי החימום והקירור של בנייני מגורים לפחות ב-40% מהקיים היום. ע"י יישום שיטות קליטת אנרגיה פסיבית סולרית, ניתן להפחית בקלות יחסית את השימוש באנרגיה לחימום ב-70% או יותר מהמצוי כיום באזורים ההרריים.

ניתן להגיע לחיסכון זה באנרגיה, ע"י שימוש בהפחתת עומסים בעזרת עקרונות תכנון פשוטים וישומיים, שאינם משתמשים באמצעים מתוחכמים, יקרים או מסובכים טכנולוגית, אלא מסתמכים על תכנון אורבני, קונספציות תכנון מבנים וסטנדרטים נכונים בבניה.

לאחר שעומסי החימום והקירור הופחתו בדרך זו, ניתן אף להפחית את צריכת האנרגיה הגולמית באמצעות שימוש במערכות חימום וקירור יעילות בגודלן ותפוקתן יחד עם תרמוסטטים אפקטיביים.

חשוב לציין שלא כל שיטות התכנון זהות בהשפעתן להפחתת עומסי החימום לעומת עומסי הקירור. לכן יש לכוון את סדרי החשיבות בתכנון להפחתת עומסי החימום באזורים בהם דרישות החימום דומיננטיות, ולהפחתת עומסי הקירור לאזורים בהם דרישות הקירור דומיננטיות.

(3) בנייני משרדים

בנייני משרדים, אשר בעבר היוו חלק קטן מהסביבה הבנויה הישראלית, נבנים עכשיו במספרים הולכים וגדלים. מרבית הבנייה החדשה של משרדים מתוכננת בלי התייחסות לאקלים האזורי מצד אחד, אך עם סטנדרטים "מערביים" גבוהים של איכות חיים מצד שני, כך שנוצר לאיטו סקטור הולך וגדל של בניינים מתוחכמים בעלי צריכת אנרגיה גבוהה.

בניגוד לבנייני מגורים, בנייני משרדים מאוכלסים בעיקר בשעות העבודה ביום. על מאמצי החסכון להיות מופנים להפחתת עומסי חימום, קירור ותאורה בזמנים אלו. בכל מקרה, בניגוד לבנייני מגורים, בנייני משרדים מודרניים מבוקרי סביבה, עושים שימוש בטכנולוגיות מכניות מורכבות של מיזוג מרחבי, הם בעלי מערכות פנימיות מורכבות של איזון אנרגטי, הנסמכים כמו גם על תכנון הבניין ואיכות גמר קירות החוץ שלו כמו גם על המערכות המכניות בבניין.

מחקר שבוצע בעיקר בארה"ב ובאירופה במהלך 15 השנים האחרונות, הוכיח כי תכנון המבנה בצורה אינטגרלית עם מערכות אלקטרו-מכניות החוסכות באנרגיה, מאפשר הפחתה בצריכת האנרגיה ביותר מ 50% בהבדל זעום בעלויות הבנייה, זאת לעומת בנייני המשרדים שאינם "חכמים", בזבזני האנרגיה, הטיפוסיים לזמננו.

אולם, על מנת להשיג חיסכון זה באנרגיה, יש צורך ברמת מדענות גבוהה וידע רב בנושא איזון-אנרגטי וחסכון באנרגיה, אצל כל צוות תכנון הבניין: ארכיטקט, יועצי אורור, חימום, ומיזוג אוויר (א.ח.מ.א.), מהנדסי חשמל ויועצי תאורה ואחרים, אשר כרגע קשה למצוא.

נושא המפתח השולט בתכנון לחסכון אנרגטי של בנייני משרדים; הינו הפחתת השימוש בתאורה מלאכותית ע"י שימוש מוגבר בתאורת יום טבעית. מחקר כלל-אירופאי עדכני מראה כי תאורה מלאכותית מהווה 35% בממוצע מהשימוש באנרגיה בבנייני משרדים קונבנציונליים (ע"ע 1). השימוש בתאורת יום מבוקרת על מנת ליצור סביבת עבודה מוארת, בצירוף עם תאורה מלאכותית נקודתית לכל עמדת עבודה, יוצר הפחתה משמעותית בשימוש באנרגיה לצורכי תאורה. עקב כך נוצרת בהתאם הפחתה בעומסי הקירור של מיזוג-האוויר (בעונת הקירור), מאחר וכל האנרגיה המשמשת לתאורה מומרת לחום, אשר מערכות מיזוג-האוויר צריכות לקרר. כל זה מאפשר קיצוץ בגודל מערכות הא.ח.מ.א., כאשר את החסכון הכספי ניתן להשקיע בבקורות תאורה ותאורה משוכללת, וליצור בכך הפחתה נוספת בצריכת האנרגיה.

חשוב לציין כי בעוד שקונספציות תכנון אלו הן מורכבות, הן אינן ניסיוניות, וקיימות דוגמאות רבות בשימוש ברחבי ארה"ב ואירופה, לסוגים אלה. סוג תכנון זה הופך בארצות המערב בקצב מהיר לתכנון המקובל ולאו דווקא לתכנון החריג.

| בנייני מגורים | | | |
|--------------------|--|--|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | <p>ניתוח אקלים אזורי על מנת להימנע מפיתוח אזורים על מדרונות החשופים לקרינה סולרית גבוהה אחר הצהרים בקיץ, ועם טמפרטורות קיץ גבוהות.</p> | <p>ניתוח אקלים אזורי על מנת להימנע מפיתוח אזורים בעלי חשיפה גבוהה לטמפרטורות חורף נמוכות ולרוחות חורפיות חזקות.</p> | <p>א) נושאי תכנון אזורי</p> |
| | <p>ניתוח אקלימי וטופוגרפי מקומי על מנת להקצות אזורי מגורים בעלי עומסי קירור מינימליים, באזורים בהם קירור הוא גורם דומיננטי בצריכת האנרגיה.</p> <p>הימנעות מיצירת אפקט איי חום אורבניים הנגרמים מאזורים גדולים ורציפים של בניה צפופה: תוך יצירת מערכת של אזורים ירוקים משמעותיים במרחב האורבני.</p> <p><i>הערה: אפקט איי החום האורבניים יוצר במרכז אתונה עלייה ממוצעת בטמפרטורות של 7-8°C, ובכך עולה שעות המעלה לקירור מ 107 שעות מעלה באזורים הסובבים ל 355 שעות מעלה באזורי המרכז (ע"ע 2).</i></p> | <p>ניתוח אקלימי וטופוגרפי מקומי על מנת להקצות אזורי מגורים בעלי עומסי חימום מינימליים, באזורים בהם החימום הינו גורם דומיננטי בצריכת האנרגיה.</p> <p>תכנון לזמינות סולרית לכל אזורי המגורים בפיתוח.</p> | <p>ב) נושאי תכנון ועיצוב אורבני</p> |
| | <p>ניתוח טופוגרפי ומיקרו-אקלימי המשולב עם תכנון רחוב ומבנן המקטינים חשיפה של בניינים לשמש הקיצית הנמוכה מכיווני מזרח ומערב, בשילוב עם ממדי וכיווני בניין המפחיתים את עומסי הקירור.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● הימנעות מפיתוח למטרות מגורים על מדרונות מזרחיים ובמיוחד מערביים, על מנת להקטין חשיפה לשמש קיץ נמוכת-זווית. ● תכנון פיתוח למטרות מגורים באזורים המוגנים ע"י טופוגרפיה משמש קיץ נמוכת-זווית. ● תכנון מבנן בצורה המונעת חשיפה של החלונות לשמש אחר-הצהרים, המפחיתה בכך את עומס הקירור. ● תכנון מבנן בצורה היוצרת הצללה בין-מבנית של החזיתות המערביות בקיץ. ● תכנון מבנן בצורה | <p>ניתוח טופוגרפי ומיקרו-אקלימי המשולב עם תכנון רחוב או מבנן על מנת לוודא גישה סולרית לכל בנייני המבנן, בשילוב עם ממדי וכיווני בניין המפחיתים עומסי חימום והיוצרים אפשרות לקליטה סולרית.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● הימנעות מפיתוח למטרות מגורים של מדרונות החשופים לרוחות חורף קרות. ● תכנון פיתוח למטרות מגורים באזורים שהם: א) מוגנים ע"י טופוגרפיה ו/או ע"י אזורים מיוערים, המוגנים מרוחות חורף קרות. ב) בעלי גישה לשמש החורפית - כלומר לא על מדרונות צפוניים. ● תכנון מבנן ורחוב בצורה המאפשרת חשיפה של החלונות לשמש החורפית - לאפשר קליטה סולרית. ● תכנון מבנן ורחוב בצורה המונעת הצללה של | <p>ג) נושאי תכנון שכונה ומבנן</p> |

| בנייני מגורים | | | |
|--------------------|--|--|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | <p>המאפשרת מעבר אוורור לרוחות אחר-הצהרים ולילה.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● צמצום ריכוזי אזורים סלולים ומרוצפים כהים על מנת להימנע מהצטברות חום - תכנון להצללה ע"י עצים בכבישים ומגרשי חניה לא מקורים. ● פיזור של אזורים ירוקים נרחבים כתשתית אורבנית, על מנת להימנע מהצטברות איי חום אורבניים. | <p>חזיתות דרומיות בזמני החימום, המאפשר קליטה סולרית.</p> | |
| | <p>תכנון קונספציית מבנה בסיסית על מנת להפחית עומסי קירור קיציים ועל מנת למנוע קליטה סולרית קיצית לא רצויה:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון המבנה על מנת ליצור חזיתות צפוניות ודרומיות ארוכות וחזיתות מערביות ומזרחיות קצרות יחסית. ● תכנון מערך הבניינים כך שחללי המגורים העיקריים הם בצד הדרומי או הצפוני, ושטחי השרות (מדרגות, אחסון, חדרי שירותים וכו') הם בצדדים המערביים המזרחיים. ● הימנעות מפתחים מזוגגים גדולים לכיווני מזרח ומערב. ● תכנון תריסים להצללת את החלונות מהשמש הקיצית. ● תכנון בניינים המאפשר מעבר אוורור לרוחות אחר-הצהרים והלילה. ● מיקום מקורות חום פנימיים כמו מטבחים בצד הנגדי לרוחות העיקריות, על מנת לאוורר את החום הנצבר ישירות מחוץ למבנה. | <p>תכנון קונספציית מבנה בסיסית על מנת להפחית עומסי חימום חורפיים וגם ליצור שימוש אפקטיבי של קליטה סולרית חורפית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון המבנה על מנת ליצור חזיתות צפוניות ודרומיות ארוכות וחזיתות מערביות ומזרחיות קצרות יחסית. ● תכנון מערך המבנה כך שחללי המגורים העיקריים הם בהפניה דרומית, ושטחי השרות (מדרגות, אחסון, חדרי שירותים וכו') הם בהפניה מערבית וצפונית. ● מיקום חלונות גדולים ו/או מרפסות סגורות עם זיגוג / חממות בצד הדרומי, לקליטה סולרית לחללי המגורים העיקריים. ● שימוש בתכנון מבנה פתוח ככל האפשר על מנת לאפשר העברת הקליטה הסולרית מחזיתות דרומיות בכל אזורי המגורים בעזרת הולכה, קרינה והסעה של החום הנקלט. | <p>ד) תכנון מבנים 1) נושאי תכנון ראשוני רעיוני של המבנה</p> |
| | | <p>בניית מרפסות סולריות סגורות וחממות המתוכננות ומכוונות כראוי בתור אזורי שרות לבניין - כלומר שטח שיזם יכול לקבל כתוספת מעבר ל"שטח העיקרי" המותר ע"פ החוק, אם הוא מתוכנן לשרת את מטרתו כראוי ולשמש כשטח</p> | <p>2) נושאי רישוי מבנים</p> |

| בנייני מגורים | | | |
|--------------------|---|---|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | | למרפסת סולרית בלבד. | |
| | <p>תכנון המבנה כמבנה המבנה העיקרית נמצאת בתוך שכבת בידוד אפקטיבית, רציפה ושלמה על כל מעטפת הבניין החיצונית, זאת על מנת להשאיר את החום מחוץ למבנה, ושימוש במסת-המבנה כאוגר קור ל"אחסון הקור" מאוורור הלילה.</p> <p>שימוש ברמה גבוהה של בידוד במעטפת החיצונית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● בקירות ובגג יש להשתמש ברמת בידוד המחושבת כלכלית להחזר גמול בחשבונות קירור מופחתים במשך 5 שנים. בגגות רעפים יש להשתמש במחסום קרינה מחזיר <u>בנוסף</u> לבידוד תרמי רגיל. ● בחלונות יש להשתמש בזיגוג כפול, במיוחד בכל הפתחים הגדולים בשטחם מ"ר 0.8. <p>שליטה באיטום חזיתות על מנת לאפשר בקרה יעילה של דרגת האוורור.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● שימוש בחלונות ודלתות חיצוניות בעלי אטמים יעילים. ● באזורים ההרריים יש ליצור שכבות איטום יעילות בפרטי גגות הרעפים. <p>יש להשתמש בתריסים חיצוניים (בעלי מנגנון הפעלה מבודד) לצורך איטום החלונות בשעות הלילה.</p> <p>תכנון קליטה סולרית יעילה באמצעות חלונות, מרפסות סולריות סגורות וחממות, המכוונות לכיוון דרום, בסטייה עד 30 מעלות.</p> <p>תכנון מרפסות סולריות וחממות עם שטח נפתח של 25% על מנת לנטרל את אפקט החממה שלהם בזמן עונת הקירור.</p> | <p>תכנון המבנה כמבנה המבנה העיקרית נמצאת בתוך שכבת בידוד אפקטיבית, רציפה ושלמה על כל מעטפת הבניין החיצונית (על מנת לשמר את החום הפנימי, ושימוש במסת-המבנה כאוגר-חום ומייצב אחסון תרמי. שימוש ברמה גבוהה של בידוד במעטפת החיצונית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● בקירות ובגג יש להשתמש ברמת בידוד המחושבת כלכלית להחזר גמול בחשבונות קירור מופחתים במשך 5 שנים. ● בחלונות יש להשתמש בזיגוג כפול, במיוחד בכל הפתחים הגדולים בשטחם מ"ר 0.8. <p>שליטה באיטום חזיתות על מנת לאפשר בקרה יעילה של דרגת האוורור.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● שימוש בחלונות ודלתות חיצוניות בעלי אטמים יעילים. ● באזורים ההרריים יש ליצור שכבות איטום יעילות בפרטי גגות הרעפים. <p>יש להשתמש בתריסים חיצוניים (בעלי מנגנון הפעלה מבודד) לצורך איטום החלונות בשעות הלילה.</p> <p>תכנון קליטה סולרית יעילה באמצעות חלונות, מרפסות סולריות סגורות וחממות, המכוונות לכיוון דרום, בסטייה עד 30 מעלות.</p> <p>תכנון מרפסות סולריות וחממות עם שטח נפתח של 25% על מנת לנטרל את אפקט החממה שלהם בזמן עונת הקירור.</p> | <p>3) נושאי תכנון מפורט ותכנון קונסטרוקציה</p> |
| | <p>תכנון המבנה כמבנה המבנה העיקרית נמצאת בתוך שכבת בידוד אפקטיבית, רציפה ושלמה על כל מעטפת הבניין החיצונית, זאת על מנת להשאיר את החום מחוץ למבנה, ושימוש במסת-המבנה כאוגר קור ל"אחסון הקור" מאוורור הלילה.</p> <p>שימוש ברמה גבוהה של בידוד במעטפת החיצונית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● בקירות ובגג יש להשתמש ברמת בידוד המחושבת כלכלית להחזר גמול בחשבונות קירור מופחתים במשך 5 שנים. בגגות רעפים יש להשתמש במחסום קרינה מחזיר <u>בנוסף</u> לבידוד תרמי רגיל. ● בחלונות יש להשתמש בזיגוג כפול, במיוחד בכל הפתחים הגדולים בשטחם מ"ר 0.8. <p>שליטה באיטום חזיתות על מנת לאפשר בקרה יעילה של דרגת האוורור.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● שימוש בחלונות ודלתות חיצוניות בעלי אטמים יעילים. ● כאשר נעשה שימוש בגגות רעפים יש ליצור בידוד ואיטום מעל חללי המגורים, ולאפשר אוורור חופשי של חללי הגג שאינם בשימוש. <p>יש להשתמש בתריסים חיצוניים לצורך הגנה על החלונות בשעות היום, כאשר הבניין אינו מאוכלס. יש להשתמש בסוג תריסים המאפשר מעבר אוורור חופשי בשעות הלילה.</p> <p>תכנון הבית למעבר אוורור טבעי על מנת ליצור:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● אפקט קירור ע"י רוחות הבריזה בשעות הערב ולאחר שקיעת השמש. ● אוורור לילה על מנת לקרר את המבנה במהלך הלילה. | | |

| בנייני מגורים | | | |
|--------------------|--|--------------------|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון צילונית לחלונות דרומיים על מנת לבטל את הקליטה הסולרית בזמן עונת הקירור. ● הקטנת גודל החלונות הפונים מערבה ומזרחה לשטח המינימלי הדרוש לתאורה ואורור. <p>יש להימנע מחזיתות מערביות ומזרחיות בעלות צבע כהה. ככל הניתן, יש לתכנן הצללה לחזיתות מערביות ומזרחיות ולגגות (גג כפול, פרגולות להצללת הגג וכו').</p> | | |

| בנייני משרדים | | | |
|--|---|--|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | <p>ניתוח אקלים אזורי על מנת להימנע מפיתוח אזורים על מדרונות החשופים לקרינה סולרית גבוהה אחר הצהרים בקיץ, ועם טמפרטורות קיץ גבוהות.</p> | <p>ניתוח אקלים אזורי על מנת להימנע מפיתוח אזורים בעלי חשיפה גבוהה לטמפרטורות חורף נמוכות ולרוחות חורפיות חזקות.</p> | <p>א) נושאי תכנון אזורי</p> |
| | <p>ניתוח טופוגרפי ואקלים מקומיים על מנת להימנע מאזורים בעלי טמפרטורות גבוהות מהמוצע בזמן עונת הקירור.</p> <p>הימנעות מיצירת אפקט איי חום אורבניים הנגרמים מאזורים גדולים ורציפים של בניה צפופה: תוך יצירת מערכת של אזורים ירוקים משמעותיים במרחב האורבני.</p> <p><i>הערה: אפקט איי החום האורבניים יוצר במרכז אתונה עלייה ממוצעת בטמפרטורות של 7-8°C, ובכך עולה שעות המעלה לקירור מ 107 שעות מעלה באזורים הסובבים ל 355 שעות מעלה באזורי המרכז (ע"ע 2).</i></p> | <p>ניתוח טופוגרפי ואקלים מקומיים על מנת להימנע מאזורים בעלי חשיפה גבוהה לרוחות החורף.</p> | <p>ב) נושאי תכנון ועיצוב אורבני</p> |
| <p>ניתוח טופוגרפי בשילוב עם תכנון רחוב ומבנן על מנת לוודא זמינות אור-יום, ואור שמש למטרות תאורה, לכל המבנים בבלוק.</p> <p>● הימנעות מתכנון המבנן בצורה היוצרת תנאים בין-מבניים המגבילים חדירת אור-יום שמש למבנה.</p> | <p>ניתוח טופוגרפי ומיקרו-אקלימי המשולב עם תכנון רחוב ומבנן המקטינים חשיפה של בניינים לשמש הקיצית הנמוכה מכיווני מזרח ומערב, בשילוב עם ממדי וכיווני בניין המפחיתים את עומסי הקירור.</p> <p>● הימנעות מפיתוח משרדי במדרונות מזרחיים ובמיוחד מערביים חשופים, וכן להקטין חשיפה לשמש קיץ נמוכת-זווית.</p> <p>● תכנון פיתוח משרדי באזורים המוגנים טופוגרפית משמש קיץ בזוית נמוכה.</p> <p>● תכנון מבנן ורחוב בצורה היוצרת הצללה בין-מבנית של חזיתות מערביות בקיץ.</p> <p>● תכנון המבנן בצורה המאפשרת מעבר אוורור לרוחות הלילה.</p> <p>● צמצום ריכוזי אזורים סלולים/ מרוצפים כהים על מנת להימנע מהצטברות איי חום - תכנון הצללות ע"י</p> | <p>ניתוח טופוגרפי ומיקרו-אקלימי המשולב עם תכנון רחוב ומבנן על מנת לוודא זמינות סולרית לכל הבניינים, בשילוב עם ממדי וכיווני בניין המפחיתים עומסי חימום והיוצרים אפשרות לקליטה סולרית.</p> <p>● הימנעות מפיתוח משרדים במדרונות מערביים ודרום-מערביים, ובכך להימנע מרוחות חורף חזקות קרות.</p> <p>● תכנון המבנן בצורה המונעת הצללה של חזיתות דרומיות ע"י מבנים שכנים, ובכך לאפשר זמינות קליטה סולרית בחודשים נובמבר עד מרץ.</p> | <p>ג) נושאי תכנון מבנן</p> |

| בנייני משרדים | | | |
|--|--|--|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | <p>עצים בכבישים, מדרכות ומגרשי חניה לא מקורים.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● פיזור נרחב של אזורים ירוקים כתשתית אורבנית, על מנת להימנע מריכוזים גבוהים של הצטברות חום אורבני. ● תכנון בלוקים עם חזיתות מערביות ומזרחיות קצרות. | | |
| <p>תכנון קונספציית בניין בסיסית המשתמשת ככל האפשר בתאורת יום טבעית וכמה שפחות בתאורה מלאכותית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון הבניין בצורה המאפשרת תאורת רקע/ תאורה מקיפה ממקורות אור-יום טבעיים, קודם כל לאזורי העבודה, ולאחר מכן לכמה שיותר חללים שונים אפשריים. ● תכנון עמדות העבודה בתחום של עד 6 מטר מהחלונות החיצוניים. ● תכנון חזיתות עם חלונות רחבים נמוכים, וחלונות לתאורה גבוהים, המופרדים בעזרת אלמנט אופקי, "מפזר-אור", מחזיר על מנת להעביר את אור עמוק לתוך חלל העבודה, הפנימי אשר גם מצל על חלונות הראיה בתקופת הקיץ. ● בבניינים חד-קומתיים, או בקומות העליונות, יש להשתמש בחלונות עליונים / חלונות גג עם "מפזרי אור" לפיזור תאורה מבוקר. ● יש להשתמש בחללי אטריום מרכזיים בעלי משטחים צבועים בהיר, וחלונות גג עם מפזרי אור, להכניסת תאורת יום לאזורים מרכזיים של הבניין. | <p>תכנון קונספציית בניין בסיסית על מנת להפחית עומסי קירור קיציים ועל מנת למנוע קליטה סולרית קיצית לא רצויה:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון המבנה על מנת ליצור חזיתות צפוניות ודרומיות ארוכות וחזיתות מערביות ומזרחיות קצרות יחסית. ● תכנון מערך הבניינים כך שחללי העבודה העיקריים הם בצד הדרומי (או הצפ'), ושטחי השרות (מדגות, אחסון, חדרי שירותים וכו') הם בצד המערבי ו/או המזרחי (או הצפ'). ● תכנון מתקני הצללה לחלונות מפני שמש הקיץ. ● יש להימנע מחללי עבודה במשרד עמוקים, שבהם יש עומסי קירור גבוהים ממקורות פנימיים - תאורה מלאכותית, אנשים, מחשבים וציוד. ● יש למקם שטחי שרות ואחסון בחלקים פנימיים ועמוקים מוארים מלאכותית, של הבניין. ● אם ניתן, יש להשתמש באורור-לילה לקירור המבנה על מנת להוציא את עודף החום במהלך הלילה, ולהשתמש במסת הבניין כאוגר חום מייצב. ● יש להשתמש בחללי אטריום כאזורי חיץ - אזורים חצי חיצוניים, המוצללים מקרינה ישירה, ושימוש באפקט "ארובת אוורור" תרמו- | <p>תכנון קונספציית מבנה בסיסית על מנת להפחית עומסי חימום חורפיים והשגת קליטה סולרית מקסימלית:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● תכנון המבנה על מנת ליצור חזיתות צפוניות ודרומיות ארוכות וחזיתות מערביות ומזרחיות קצרות יחסית. ● תכנון מערך פונקציונלי במבנה המאפשר חללים פנמיים מאורכים ו/או מאוקלמיים. ● עומסי חימום חורפיים בדרך כלל מיוחסים לתקופת הבוקר המוקדמת שלאחריה חימום ממקורות פנימיים (תאורה מלאכותית, אנשים, מחשבים, ציוד וכו') מכסים את רוב דרישות החימום. בניין בעל מסה גבוהה ומעטפת חיצונית חסכונית ומבודדת היטב "יישמר" חום הנאגר מיום אחד לבא אחריו, ובכך יקטין את דרישות החימום בזמן תקופות החורף הקרות. ● תכנון שטח מעטפת מבודדת מינימלית וזאת יחסית לעומק חללי העבודה. | <p>ד) תכנון בניינים 1) נושאי תכנון ראשוני רעיוני של המבנה</p> |

| בנייני משרדים | | | |
|---|--|---|--|
| הפחתה בעומסי תאורה | הפחתה בעומסי קירור | הפחתה בעומסי חימום | |
| | סיפונית בשילוב עם יציאות אוורור גבוהות לפליטת חום טבעית. | | |
| <p>תכנון הבניין לחדירת אור – יום טבעי מקסימלית, ובאותה העת לקליטה סולרית מינימלית.</p> <p>הערה בנוגע ליעילות תאורה:</p> <ul style="list-style-type: none"> • נורות להט – פליטה של ~ 10-12 lumens/watt of heat • נורות פלורסנט – פליטה של ~ 60-90 lumens/watt of heat • אור שמש – פליטה של ~ 100-130 lumens/watt of heat <p>שימוש באור שמש בכמויות על מנת לספק את רמות התאורה הדרושות, נותן את התוספת הנמוכה ביותר לעומסי הקירור הפנימיים.</p> <ul style="list-style-type: none"> • תכנון חלונות, חלונות עליונים ומערכת מדפי-תאורה לחדירה מקסימלית של תאורת-יום לחללי העבודה לרמות הנדרשות של תאורה היקפית. • יש להשתמש בנקודות תאורה אישיות לעמדות העבודה. • יש לתאם מפסקים נפרדים לאזורי תאורה המוגדרים מראש לפי מרחק מהחלונות. • באזורי משרדים בעלי חלל פתוח יש להשתמש בחיישני עצמת תאורה עם מעמס אוטומטי על מנת לווסת את השימוש בתאורה מלאכותית לפי זמינות אור-היום. • יש להשתמש במקורות תאורה יעילים במיוחד בשילוב עם נורות המתאימות במיוחד לפיזור ולחסכון תאורה מקסימלי. | <p>תכנון מבנה הבניין למינימום עומסי קירור:</p> <ul style="list-style-type: none"> • צמצום חללי עבודה בסמוך לחלונות מערביים ומזרחיים. • שימוש ברמה גבוהה של בידוד במעטפת החיצונית: • בקירות ובגג יש להשתמש ברמת בידוד המחושבת כלכלית לפי החזר לתקופה של 5 שנים. • בחלונות שקופים יש להשתמש בזיגוג כפול עם זיגוג בקרת קרינה סולרית כגון LOW E או דומה, בשילוב עם הצללה חיצונית לביטול אור שמש ישיר על משטחי עבודה בעמדות העבודה. • בחלונות תאורה עליונים יש להשתמש בזיגוג כפול, זכוכית המאפשרת מעבר גבוה של אור, בגודל המוגבל ליעילות ההארה בבנין. • יש להשתמש בבנייה אטומה לאוויר לבקרת אוורור וביטול הפסדי החלפות אויר לא רצויות: <ul style="list-style-type: none"> • יש להשתמש במערכות א.ח.מא. יעילות במיוחד, עם אחסון קור (כלומר אחסון קרח), בשביל הפעלת מערכת ביעילות מקסימלית, על מנת לצמצם את שיא עומס הדרישה לחשמל ועל מנת לקצץ בגודל וקיבולת יחידת א.ח.מא. | <p>(2) נושאי תכנון מפורט ותכנון קונסטרוקציה</p> | |