



יתרונות אנרגטיים
למערכות חיפוי
Fundermax

אודות פונדרמקס

חברת F-MAX היא היבואנית הבלעדית של FUNDERMAX - מותג החיפויים המוביל מאוסטרליה. החברה מתמחה בפתרונות מתקדמים בתחום הבנייה הירוקה, לוחות חיפוי פנים, חיפוי חוץ וחיפוי רצפתי. לחברה, מגוון מוצרים רחב וניסיון עשיר שהצטבר החל משנת 2005, במהלך עשרות פרויקטים ציבוריים, עם הצלחה מוכחת של עשרות אלפי מטרים מרובעים בכל הארץ.

בעקבות הטכנולוגיה הייחודית של FUNDERMAX הצליחה החברה לייצר לוחות חיפוי עמידים בעלי קיים ארוך במיוחד.

תהליך ייצור הלוחות נעשה תוך כדי התחשבות בסביבה ובחברה - "קיימות", ומכאן הצלחתה של החברה בפרויקטים ירוקים. החברה הצליחה בתהליך הייחודי להעניק ללוחות HPL עמידות והומוגניות. כל המרכיבים עוברים טיפול לפני תהליך ה-press, המאפשר הגנה גם בליבת הלוח בניגוד ללוחות HPL סטנדרטיים.

יתרונותיו של תהליך זה הם:

- ✓ חירוף וחירור הלוחות ללא פגיעה בליבת הלוח.
- ✓ ההדפסים בלוח הם אינטגרליים.
- ✓ הלוחות בעלי עמידות בתנאים קיצוניים - הם מוגנים מפני קרני UV, חסיני אש, גרפיטי, והם דו צדדיים.
- ✓ עומדים בכל התקנים הבינלאומיים המחמירים ביותר.

חיפוי קירות באמצעות לוחות פונדרמקס בשילוב בידוד תרמי הוא אחד מפתרונות מעטפת המבנה המתקדמים בבנייה ירוקה. לוחות FUNDERMAX מיושמים בשיטת "החזית המאווררת", המשלבת שכבת בידוד תרמי חיצוני עמידה ותווך אוויר, שיטה המאפשרת יכולת בידוד תרמי גבוהה במיוחד.

6

אחריות סביבתית

4

לוחות HPL

3

אודות פונדרמקס

11

פוטנציאל חיטון באנרגיה של אקלום מבנה על ידי יישום חזית מאווררת

10

השוואת פתרונות בידוד תרמי של מעטפת המבנה

8

חזית מאווררת
Ventilated Veced

19

הסבר כללי לדרישות תרמיות במבנים ושיטות חישוב

18

אופן יישום

12

סימולציה תרמית של מבנה עם מעטפות קיר שונות



אחד היישומים ה"ירוקים" ביותר של לוחות בתלייה יבשה אלו לוחות HPL.

HPL - High press laminate, לוחות לחיפוי חוץ ופנים שהם למעשה לבידים המיוצרים מנייר ומשרפים פוליאוריטנים אקריליים אשר עוברים טיפול של לחץ גבוה.

לוחות אלה מצטיינים בעמידות גבוהה במיוחד למפגעים מכאניים וכימיים באופן כללי ובעמידות לקרינת אולטרה סגולית בפרט.

לוחות HPL של חברת "פונדרמקס" מיוצרים מנייר רציף (בניגוד לחלופות הנמצאות בשוק) בטכנולוגיה ייחודית שהופכת אותם לעמידים במיוחד ביחס ללוחות אחרים.

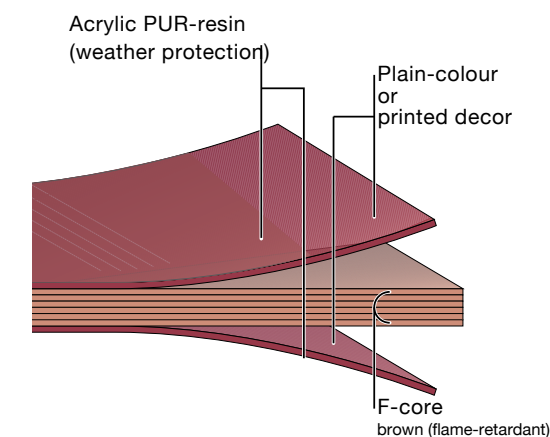
ייחודם של לוחות פונדרמקס

עמיד UV - לדהיית צבע.

תקן אש דרגה 5 כבר בעובי של 6 מ"מ.

תקן עמיד לאזורים ימיים.

Structure Max Exterior panel



יתרונות ירוקים בנושא קיים ותחזוקה

לוחות HPL של חברת "פונדרמקס" הם דו צדדיים. יתרון ייחודי זה מאפשר שימוש חוזר בלוחות, על ידי הפיכתם, במקרה של נזק שנגרם ללוח.

תכונה זו מאפשרת חיסכון בחומר ובמשאבים טבעיים, ובכך מצמצמת את "טביעת הרגל" האקולוגית של החומר, כמו גם חיסכון בעלויות תחזוקה.

חברת "פונדרמקס" דוגלת במוצרים ברי קיימא, בייצור בר קיימא ובניהול בר קיימא.

מוצרים ברי קיימא

כל הניירות שחברת "פונדרמקס" משתמשת בהם לייצור הלוחות הם בעלי אישור "עץ ירוק" FSC ו-PEFC.

למוצרי החברה תקן NaturePlus - תקן ירוק הבדוק את ה-LCA - ניתוח מחזור החיים, את הבריאות ואת הייסום.

החברה מחויבת ומוסמכת לתקנים סביבתיים, תקן ISO 14025 ותקן EN 15804, הבדוקים את ה-LCA - מחזור החיים של החומר, באישור מכון באון.

ייצור בר קיימא

החברה מצהירה כי היא עושה שימוש בחומרי גלם מתחדשים. רוב חומרי הגלם מגיעים ממקומות שמנוהלים בביקור ועל פי עקרונות סביבתיים ברי קיימא.

בשני מפעלי ייצור של החברה נעשה שימוש במערכות ייצור בעלות נצילות אנרגטית גבוהה, שימוש באנרגיה ירוקה ומחזור פסולת לייצור אנרגיה.

מערכת זו מבטיחה "מערכת ייצור סגורה".

ניהול בר קיימא

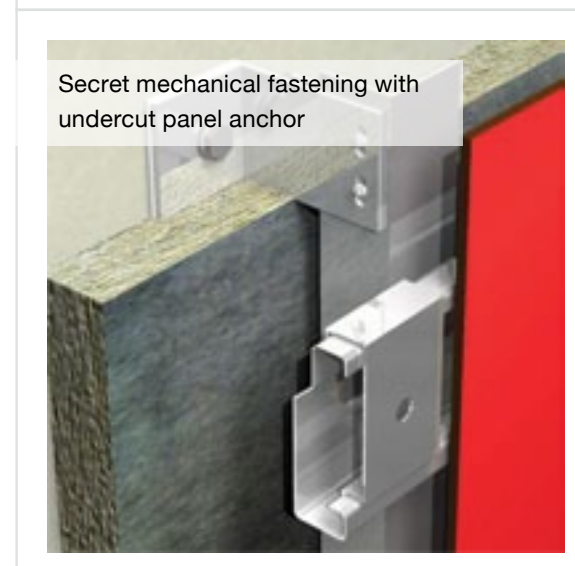
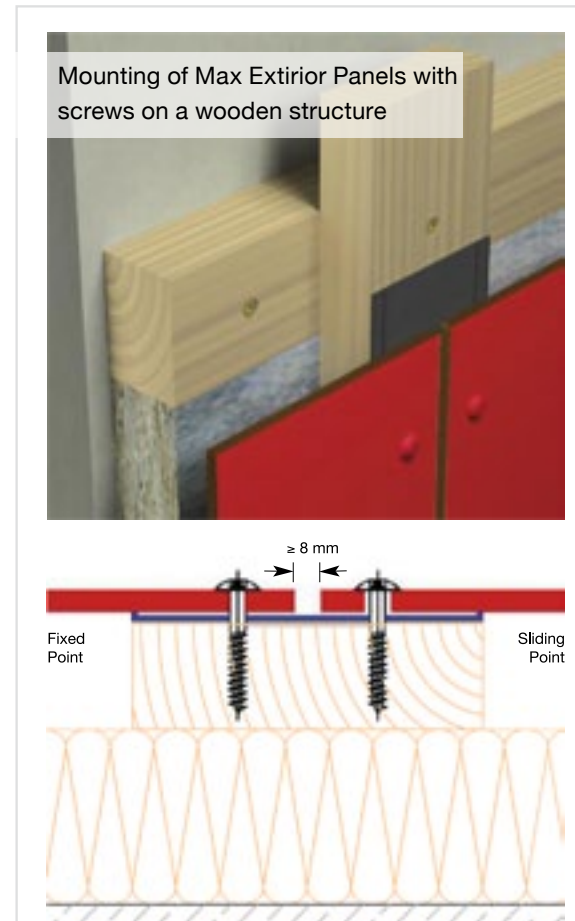
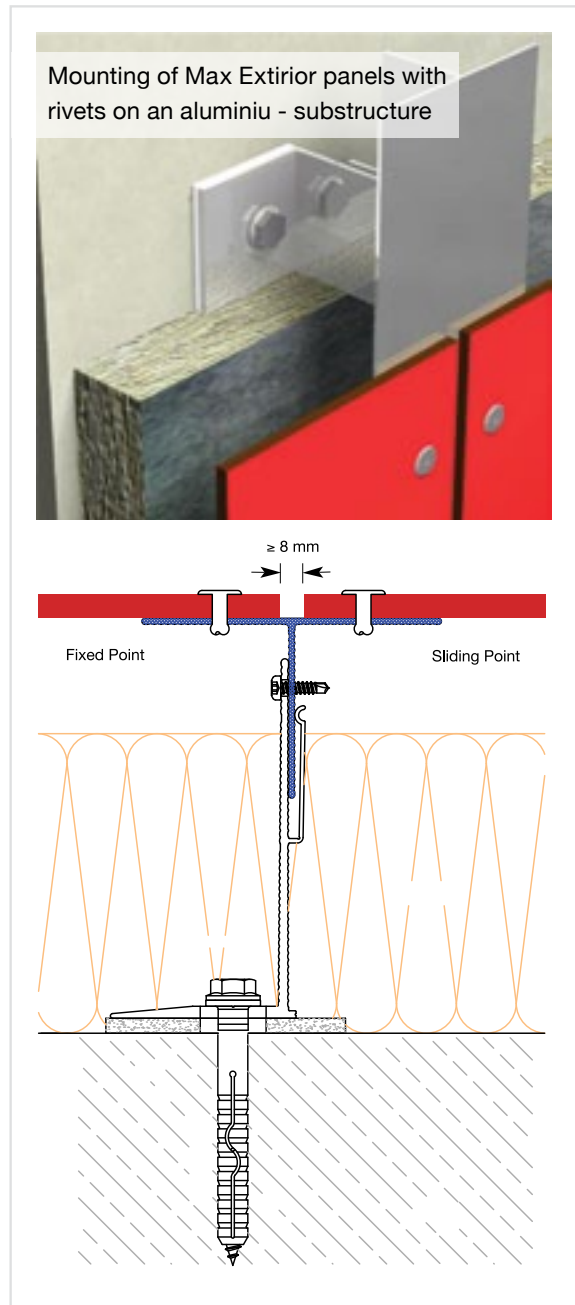
החברה מחויבת ומוסמכת לתקנים סביבתיים על ידי TÜV-certified quality, לתקנים

ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001

תקנים של מערכת ניהול סביבתי ושל בטיחות במקום העבודה והסביבה.



בידוד תרמי של מעטפת המבנה וחזית מאווררת - Ventilated Vaced



בידוד תרמי של קיר מעטפת המבנה ניתן ליישום במספר אופנים (פנימי, אינטגרלי בבולוק הבנייה וחיצוני), היישום היעיל ביותר באקלים סף מדברי, האקלים השורר במדינת ישראל, הוא יישום שכבת בידוד תרמי חיצוני. יישום זה אפקטיבי בכל עונות השנה. הוא אף נותן מענה אופטימאלי לטיפול תרמי ב "גשרי הקור" (האלמנטים הקונסטרוקטיביים של המבנה, קירות החוץ של החללים הממוגנים וקירות חוץ הבנויים יציקות בטון).

אחת האופציות הפשוטות והיעילות ביותר של יישום שכבת בידוד תרמי חיצוני היא שילוב מערכת תלייה יבשה של לוחות חיפוי חיצוניים עם בידוד תרמי חיצוני ותווך אוויר - "חזית מאווררת".

במערכת תלייה יבשה אנו מיישמים מערכת קונסטרוקטיבית על קירות חוץ המבנה, תפקידה של מערכת הניצבים והקורות הוא להחזיק את לוחות החיפוי החיצוני.

מערכת קונסטרוקטיבית זו יכולה להתבצע על ידי פרופילי אלומיניום או ברזל או לוחות עץ.

יישום נכון של מערכת תלייה יבשה כולל שכבת בידוד תרמי בין הקיר החיצוני ללוחות החיפוי החיצוניים.

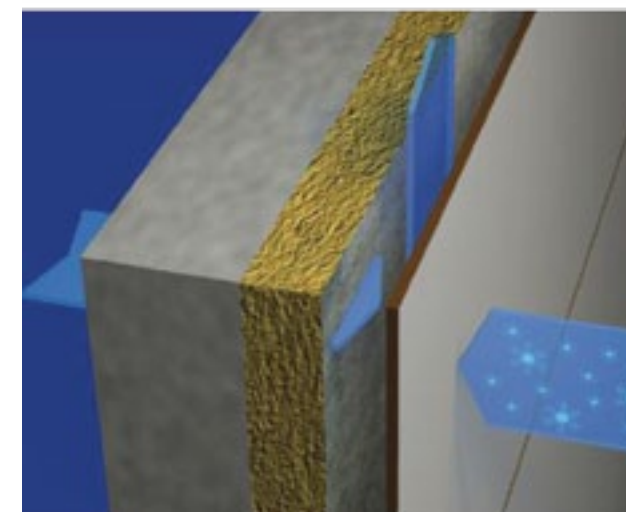
כדי שנוכל לעמוד בדרישות התקנים לבידוד תרמי (ראה "דרישות תקנים"), יש ליישם בידוד תרמי בעובי של 1 אינץ' (2.54 ס"מ) עד עובי של 3 אינץ' (7.62 ס"מ), וזאת בהתאם לתקן ולדירוג שאנו מכוונים אליו.

יתרון רב וייחודי למערכת תלייה יבשה הוא בשילוב "שכבה מאווררת" בין הבידוד התרמי ללוחות החיצוניים. שכבה זו היא למעשה חלל פתוח בין הבידוד התרמי ללוחות. בחלל זה מתאפשר ריבוד תרמי, מצב שבו האוויר מתחמם ועולה כלפי מעלה באופן טבעי.

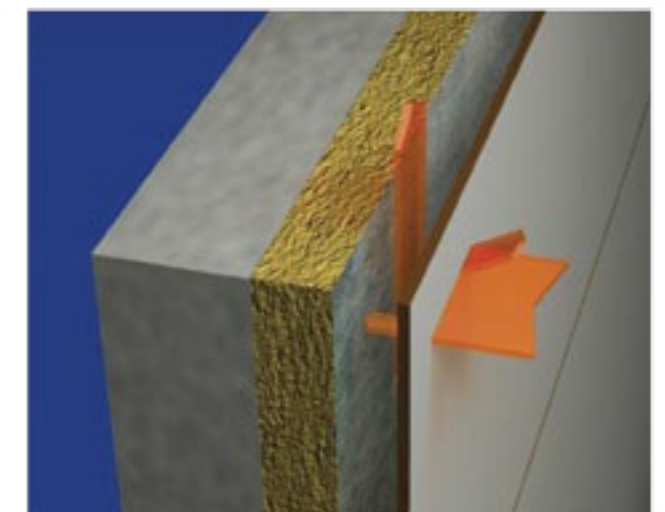
התחממות האוויר נובעת מהחום שעובר את הלוחות החיצוניים.

האוויר שבתווך עולה כלפי מעלה ומשתחרר מפתח עליון ייעודי, אוויר קריר יותר נכנס מפתח ייעודי תחתון ויוצר מצב של סירקולציית אוויר פסיבית בעונה החמה.

עובדה זו מורידה את עומס החום המגיע לשכבת הבידוד התרמי, ובכך משפרת משמעותית את יכולת הבידוד התרמית הכוללת של הקיר.



Diffusion permeable



Heat insulating

פוטנציאל חיסקון באנרגיה של אקלום מבנה על ידי יישום חזית מאווררת ולוחות פונדרמקס

השוואת פתרונות בידוד תרמי של מעטפת המבנה

השוואה של דירת מגורים באילת בבדיקה שנערכה בעבור עיריית אילת

דוגמא לדרישות תרמיות של קירות מעטפת על ידי התקינה

- דרישות תרמיות של ת"י 1045 מגורים (חלק 1 - 2011) - אזור אקלימי ב' $R = \sim 0.7 \text{ m}^2\text{C/W}$
- דרישות תרמיות של ת"י 1045 משרדים (חלק 3 - 2010) - אזור אקלימי ב' $R = \sim 0.7 \text{ m}^2\text{C/W}$
- דרישות תרמיות של ת"י 5282 מגורים - אזור ב' דירוג A $R = \sim 1.66 \text{ m}^2\text{C/W}$
- דרישות תרמיות של ת"י 5282 משרדים (עומק עד 5 מ') - אזור ב' דירוג A $R = \sim 1.66 \text{ m}^2\text{C/W}$

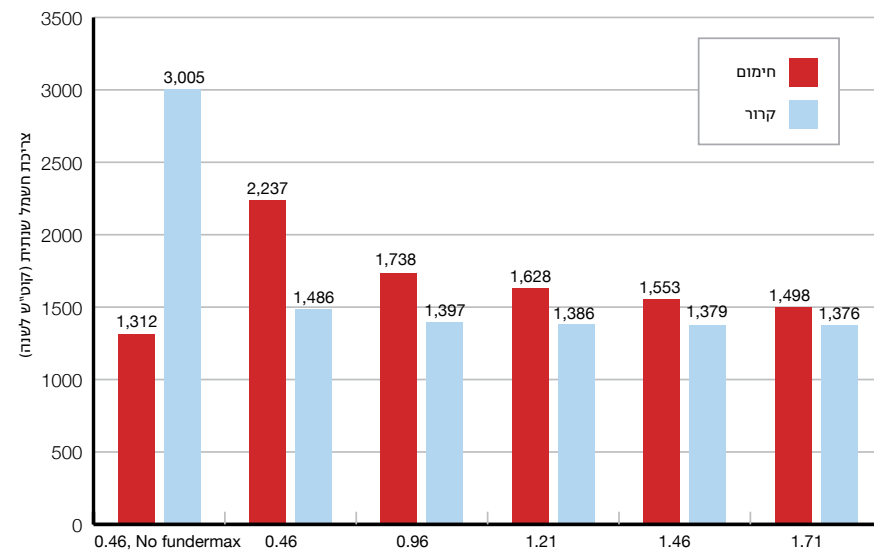
יכולת בידוד תרמי של חלופות אחדות קונבנציונאליות לקיר חוץ (נתונים מקורבים)

- קיר בלוק בטון שחור עובי 20 ס"מ עם חיפוי אבן - $R = \sim 0.5 \text{ m}^2\text{C/W}$
- קיר בלוק בטון עם אגרגט קל חפף - עובי 22 ס"מ עם חיפוי אבן $R = \sim 0.95 \text{ m}^2\text{C/W}$
- קיר בלוק תאי מאושפר באוטוקלב - עובי 22 ס"מ עם חיפוי אבן $R = \sim 1.46 \text{ m}^2\text{C/W}$

יכולת בידוד תרמי של חלופות אחדות לקיר חוץ חזית מאווררת

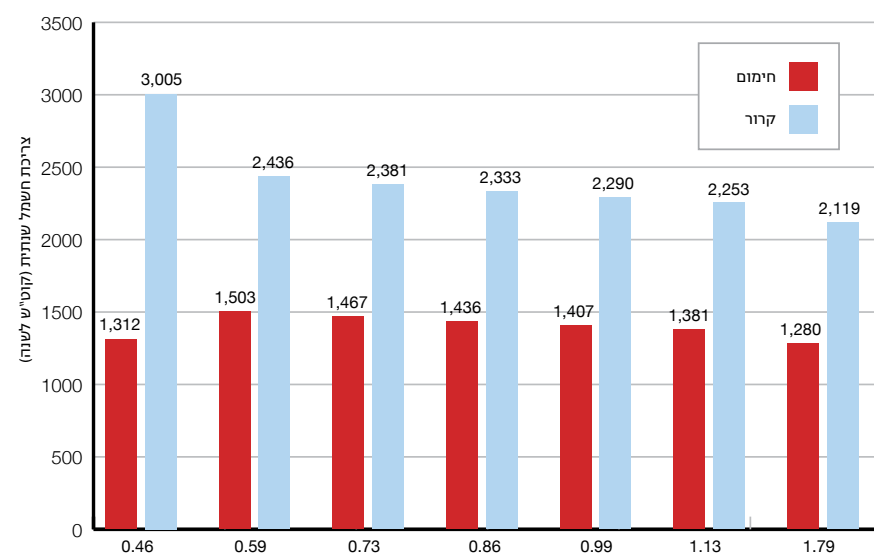
- חזית מאווררת עם לוחות פונדרמקס הכוללות 5 ס"מ צמר סלעים $R = \sim 1.25 \text{ m}^2\text{C/W}$
- חזית מאווררת עם לוחות פונדרמקס הכוללות 7.5 ס"מ צמר סלעים $R = \sim 1.75 \text{ m}^2\text{C/W}$
- חזית מאווררת עם לוחות פונדרמקס הכוללות 10 ס"מ צמר סלעים $R = \sim 2.50 \text{ m}^2\text{C/W}$

מעטפת מבנה הכוללת חזית מאווררת ולוחות פונדרמקס



התנגדות תרמית של קיר החוץ (מ"ר צלזיוס לואט)

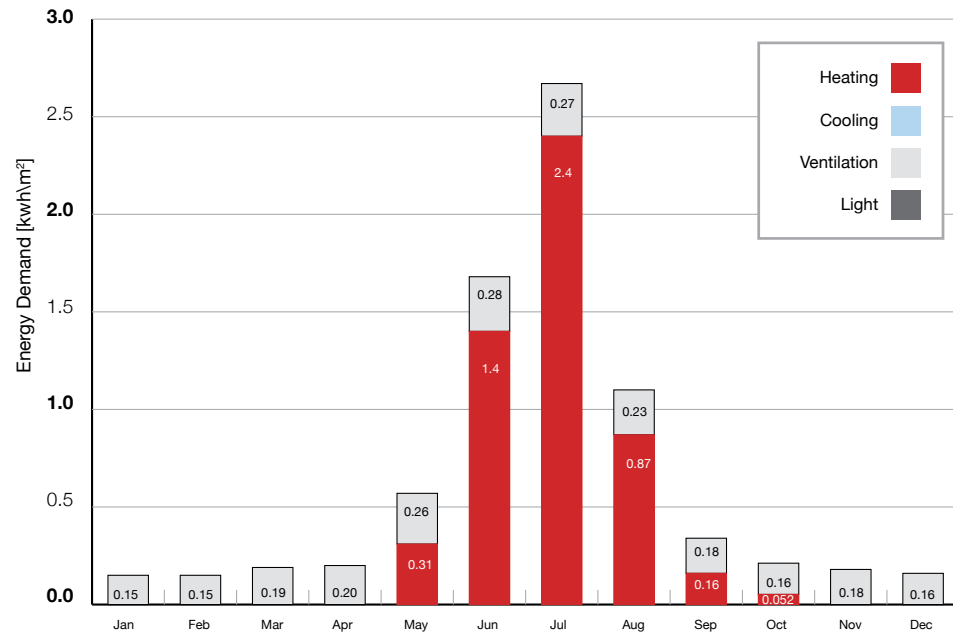
מעטפת מבנה הכוללת בידוד של טיח תרמי



התנגדות תרמית של קיר החוץ (מ"ר צלזיוס לואט)



סימולציה תרמית של מבנה עם מעטפות קיר שונות



טיפוס B
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $R \sim 1.13 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך לדרישות תרמיות משודרות בת"י 5282.

מצורפת בזאת השוואה תרמית של מבנה משרדים עם שלושה סוגים של קירות מעטפת מבנה שונים. המבנה שנבדק כלל 23% פתחים מזוגים בעלי יכולת תרמית זהה ובידוד תרמי זהה על הגג. שלושת סוגי הקירות שנבדקו הם בבניה "כבדה" (מעל 450 ק"ג למ"ק).

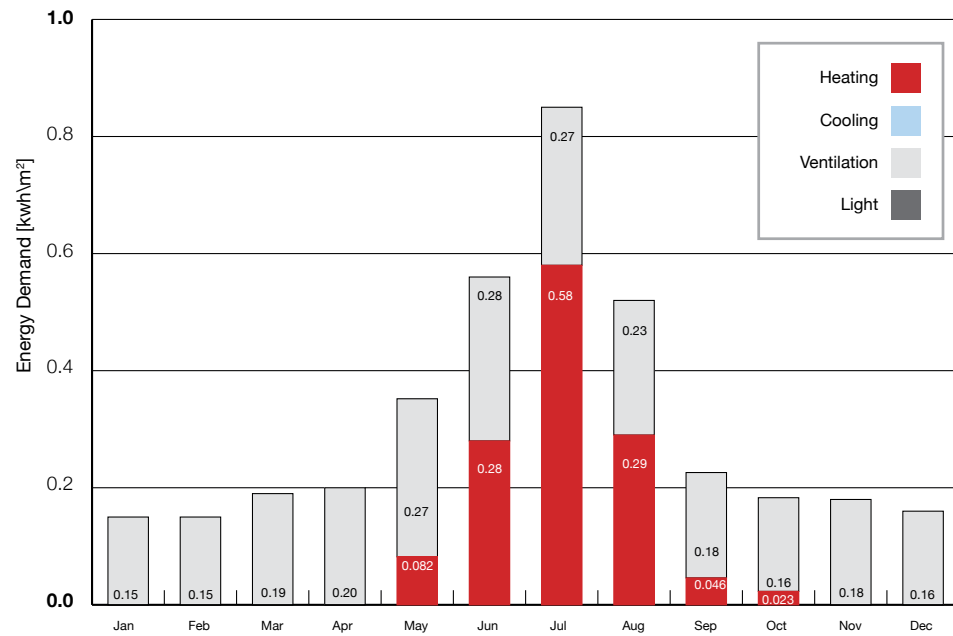
טיפוס A
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $R \sim 0.75 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך לדרישת מינימום ממוצעת של התקינה התרמית המחייבת - ת"י 1045.

טיפוס B
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $R \sim 1.13 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך לדרישות תרמיות משודרות בת"י 5282.

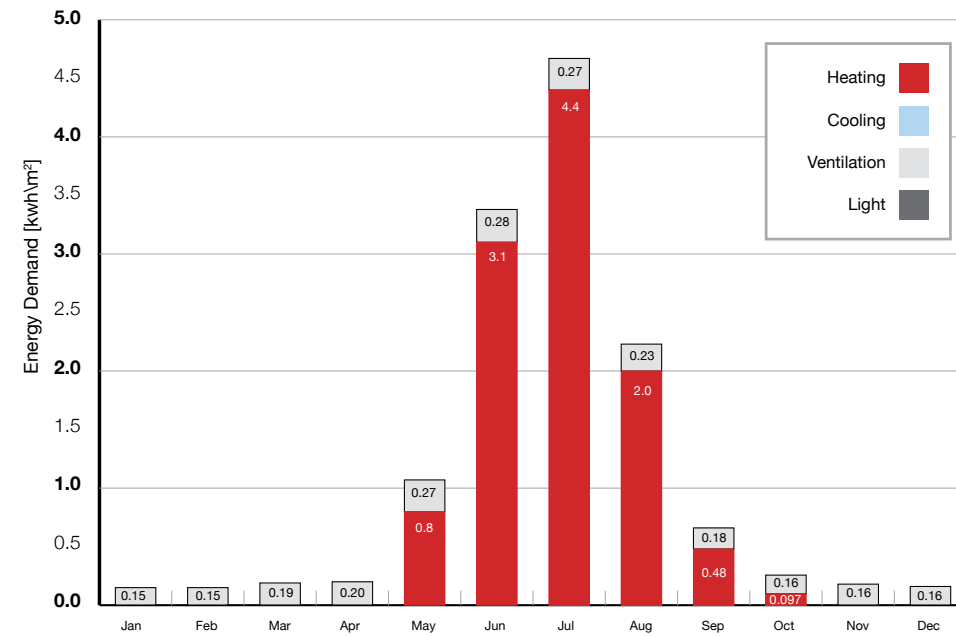
טיפוס C
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $2.05 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך ליכולת התנגדות תרמית מינימלית של חזית מאווררת.

בדיקה ראשונה - צריכת אנרגיה כללית על פי צרכנים

1



טיפוס C
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $2.05 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך ליכולת התנגדות תרמית מינימלית של חזית מאווררת.



טיפוס A
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $R \sim 0.75 \text{ m}^2\text{C/W}$ שוות ערך לדרישת מינימום ממוצעת של התקינה התרמית המחייבת - ת"י 1045.

השוואת הדמיה תרמית של מבנה עם מעטפות קיר שונות

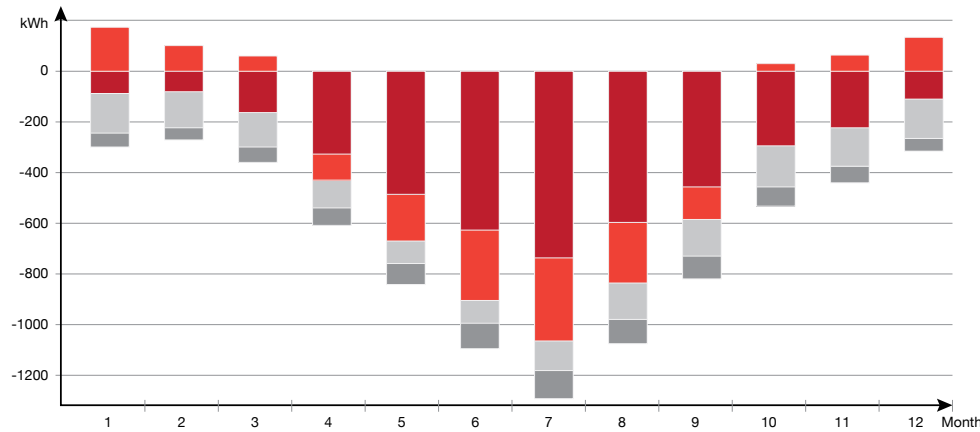
FUNDERMAX®

בדיקה שניה - מעבר אנרגיה דרך מרכיבי המעטפת

A

kWh (sensible only)

Month	Walls	Roof	Floor	Windows	Doors	Thermal bridges
1	-83.8	178.5	-158.2	-53	0	0
2	-80.5	101.2	-138.4	-42.4	0	0
3	-161.3	61.3	-132	-56	0	0
4	-326.9	-94.6	-110.1	-68.4	0	0
5	-485.5	-185.8	-84.1	-82.3	0	0
6	-626.8	-277.8	-83.6	-95.2	0	0
7	-736	-327.2	-115.4	-110	0	0
8	-594.5	-236.1	-140.5	-100.1	0	0
9	-455.9	-125.6	-142.7	-85.4	0	0
10	-293.4	30.5	-162.2	-73.9	0	0
11	-218.2	68.8	-149.1	-61.3	0	0
12	-111	137.5	-150.7	-51.9	0	0
Total	-4173.8	-669.4	-1567	-879.8	0	0
During heating	-2214.4	-807.2	-308.3	-357.5	0	0
During cooling	-329.4	-5.5	-640.3	-158.6	0	0
Rest of time	-1630	143.4	-618.4	-363.7	0	0



טיפוס A

מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $R \approx 0.75 \text{ m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ ערך לדרישת מינימום ממוצעת של התקינה התרמית המחייבת - ת"י 1045.

For
People
who
Create

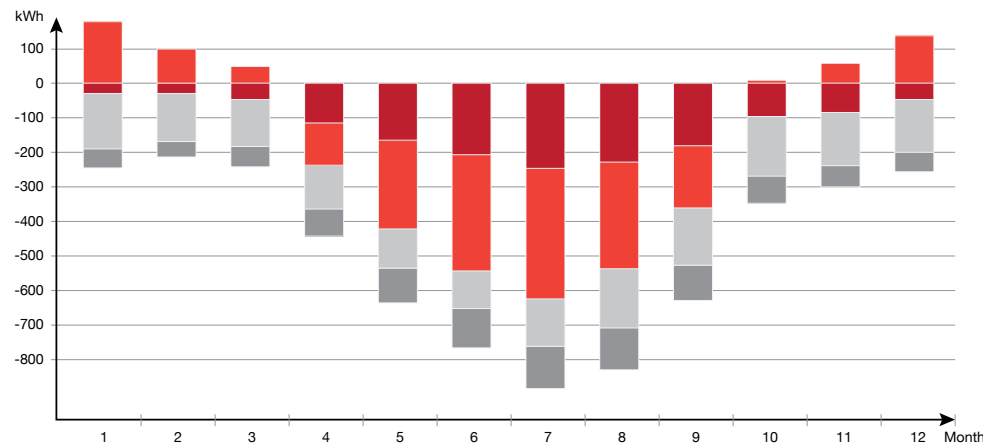
השוואת הדמיה תרמית של מבנה עם מעטפות קיר שונות

בדיקה שנייה - מעבר אנרגיה דרך מרכיבי המעטפת

C

kWh (sensible only)

Month	Walls	Roof	Floor	Windows	Doors	Thermal bridges
1	-27.9	178.5	-160.3	-54.4	0	0
2	-30.2	99.1	-142.2	-44.4	0	0
3	-45.6	47.7	-137.7	-58.8	0	0
4	-116	-123.5	-125.9	-76.1	0	0
5	-167.1	-256.6	-115.2	-97.2	0	0
6	-210	-337.6	-111.1	-111.5	0	0
7	-247.4	-379.1	-134.6	-122.5	0	0
8	-228.5	-307.1	-172.8	-117	0	0
9	-184	-178.7	-167.5	-100.1	0	0
10	-98.5	2.4	-171.5	-80.8	0	0
11	-84.7	54.8	-154.9	-65.7	0	0
12	-46.3	135.6	-152.1	-53.9	0	0
Total	-1486.2	-1064.4	-1745.8	-982.3	0	0
During heating	-121.7	-216.5	-65.6	-129	0	0
During cooling	-407.2	-50.6	-714.4	-195.9	0	0
Rest of time	-957.3	-797.3	-965.8	-657.4	0	0



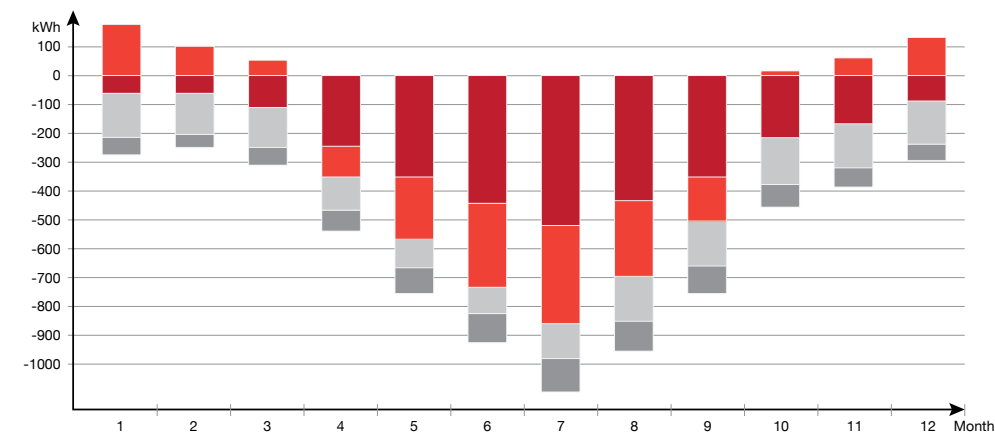
טיפוס C
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $2.05 \text{ m}^2\cdot\text{C}/\text{W}$ שוות ערך ליכולת התנגדות תרמית מינימלית של חזית מאווררת.

בדיקה שנייה - מעבר אנרגיה דרך מרכיבי המעטפת

B

kWh (sensible only)

Month	Walls	Roof	Floor	Windows	Doors	Thermal bridges
1	-59.7	178.8	-158.2	-53.6	0	0
2	-61.1	101	-139.7	-43.2	0	0
3	-110.2	54.5	-134.6	-57.1	0	0
4	-241.5	-106.5	-117	-71.6	0	0
5	-353.4	-212.1	-95.6	-87.8	0	0
6	-437.4	-289.5	-89.1	-99.1	0	0
7	-515.2	-339.5	-120.8	-113.4	0	0
8	-433.9	-256.5	-149.5	-104.5	0	0
9	-351.2	-146.2	-153.8	-91.2	0	0
10	-213.4	18.2	-167	-77	0	0
11	-165.6	62.9	-151.4	-63.1	0	0
12	-86.3	135	-151.1	-52.7	0	0
Total	-3028.8	-800	-1627.8	-914.4	0	0
During heating	-1190	-670	-240.4	-307.5	0	0
During cooling	-388.6	0.4	-656.1	-166.6	0	0
Rest of time	-1450.2	-130.4	-731.3	-440.3	0	0



טיפוס B
מעטפת בעלת התנגדות תרמית של $1.13 \text{ m}^2\cdot\text{C}/\text{W}$ שוות ערך לדרישות תרמיות משודרות בת"י 5282.

כיום במדינת ישראל יש דרישות תרמיות מחייבות על פי ת"י 1045 המחייבות המהנים. הדרישות מחלקות את הארץ ל-4 אזורים אקלים. בכל אזור יש דרישות שונות: פחות מחמירות באזור א', מחמירות יותר באזור קו החוף ככל שמתרחקים מקו החוף לאזור ב', ג', ועד החמורות ביותר באזור ד'.

התקן דורש פרמטרים אחדים של בידוד תרמי של מעטפת המבנה, במפרט זה נעסוק בבחירת סוג קירות החוץ של המבנה.

אחד הפרמטרים המשמעותיים ביותר הוא המסה התרמית של הקיר, הנמדדת במשקל המרחבי של הקיר. פרמטר זה משפיע על דרישות הבידוד התרמי.

במפרט זה נתייחס לקירות "כבדים" מעל 450 ק"ג למ"ק, חתך קיר שמתאים ליישום תלייה יבשה של לוחות חיצוניים - מערכת חזית מאווררת. כל הקירות החל מקירות יציקת בטון, קירות עם מילואה של בלוקי בטון וסיליקט למיניהם, ובכלל זה "איטונג", נכללים בהגדרה זו.

הערכים לפיהם נמדדת היכולת התרמית של הקיר הם :
 α - התנגדות תרמית אופיינית - נמדדת ביחידות $m^2 \cdot C/W$
 U - מוליכות תרמית כוללת - נמדדת ביחידות $(W/m^2 \cdot C)$

דרישות התקנים

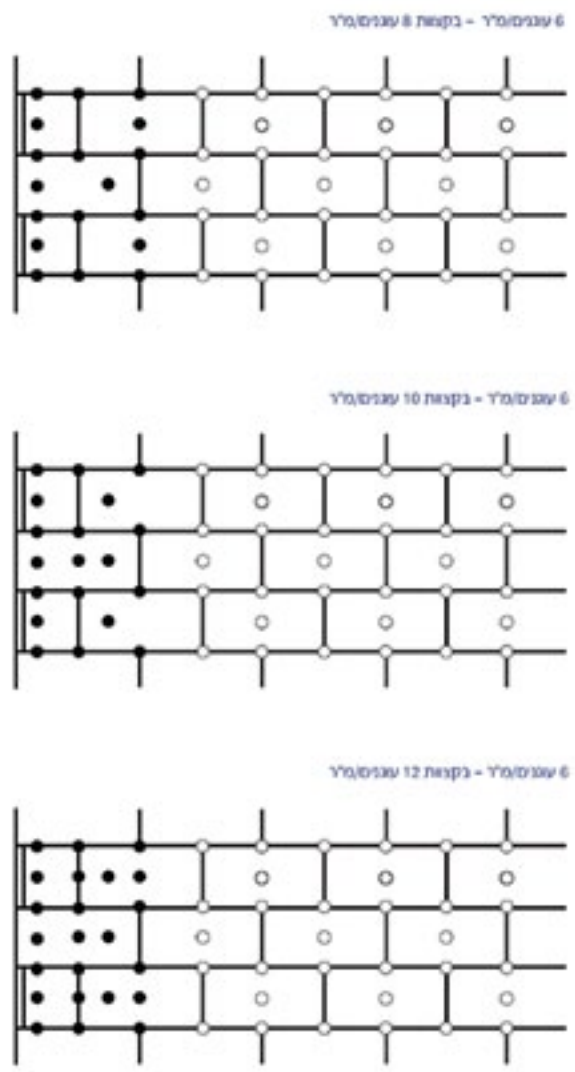
דרישות בידוד תרמי מחייבות על פי ת"י 1045

דרישות תרמיות על פי ת"י 1045 הן דרישות מחייבות. דרישות אלה מתעדכנות בכל רעיון ומתייחסות, עם דרישות שונות, לקטגוריות אחדות לפי טיפוס הבנייה: מגורים, משרדים, מבני חינוך ועוד.

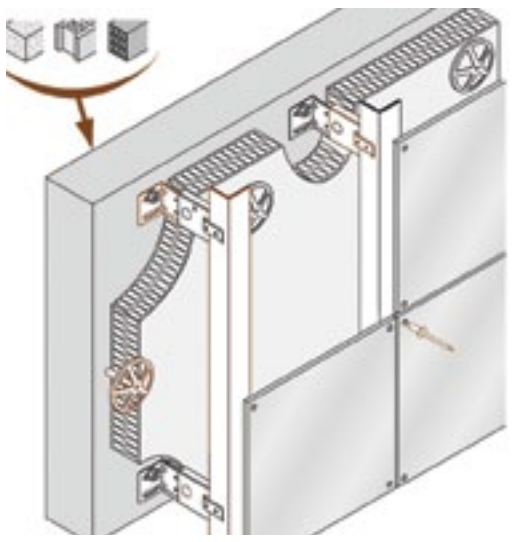
דרישות בידוד תרמי לא מחייבות (וולונטריות) על פי ת"י 5281/5282

דרישות אלה הן דרישות מחמירות יותר במטרה לתת דירוג אנרגטי למבנה, כאשר הפרמטר של יכולת הבידוד התרמי הוא אחד הפרמטרים בתקן זה. ת"י 5282, דירוג אנרגטי במבנים, קיים כיום בעבור מבני מגורים ומבני משרדים.

דוגמה לפריסת לוחות עם מיקום חיזוקים לאחד היצרנים. יש לקבל פריסה מהיצרן הרלוונטי ואישור ממהנדס הקונסטרוקציה לפריסה ולפיזור החיזוקים.



מצורף בזאת הסברים גרפיים ליישום הלוחות בתלייה יבשה כולל שכבת בידוד תרמי ושכבה "מאווררת".



מיתדים (דיבלים) מפלסטיק לחיזוק.





חוברת זאת הודפסה על נייר נטול עץ
תודות ליפתח הררי אדריכלים בע"מ שתרמו מניסיונם ושערכו את המחקר והסימולציות התרמיות