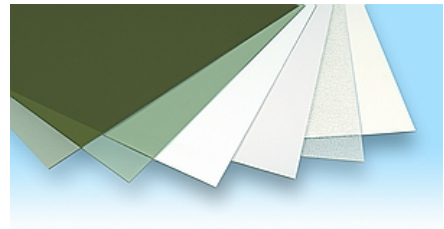


# מדריך טכני ליישום והתקנה

למהנדסים, אדריכלים ויועצים מקצועיים

## פלסון® – PALSUN®

לוח פוליקרבונט שטוח לזיגוג בטיחותי ובטחוני



פלרם ישראל בע"מ  
מחלקת התמיכה הטכנית

# תוכן העניינים

## א. נתונים והתוויות עקרוניות לשימוש

3	פלסן לסוגיו
4	מידות סטנדרטיות, משקל וצבע
4	אפיונים ותכונות פיזיקליות כוללות
5	אפיון ותכונות אופטיות
6	עמידות לתנאים סביבתיים ותנאי אקלים
7	עמידות לאש
7	עמידות לכימיקלים
7	דבקים, אביזרים וחומרי איטום
8	בחירת הפלסן המתאים

## ב. הוראות והנחיות התקנה

10	התקנת לוחות פלסן שטוחים בין קורות נושאות, ע"פ מרחקי תמיכה
13	התקנת לוחות פלסן בקמרון, בין קשתות נושאות, ע"פ רדיוס הקשת
14	פרופילי אלומיניום יעודיים קיימים המתאימים להתקנת פלסן
15	עקרונות תכנון ועיצוב
17	קווים מנחים לתכנון וביצוע נכון
19	קריטריונים לבחירת סוג המסגרת, פתח תאורה עליון

# מדריך טכני ליישום והתקנה

## פלוסן PALSUN

לוח פוליקרבונט מלא (Solid) שטוח, שקוף, מעביר אור או אטום לזיגוג בטיחותי ובטחוני בחלונות וקירות מסך, פתחי תאורה טבעית בגג ובקירות (Skylights), מחיצות הפרדה ומחסומים אקוסטיים שקופים, מיגון שקוף ועוד, בעובי, צבע, רמות העברת אור וגימור פני שטח שונים.

### א. נתונים והתוויות עקרוניות לשימוש:

#### 1. פלוסן לסוגיו:

טבלה 1. סוגי פלוסן- תיאור והתוויות ליישום

מס' סדר	סוג ושם המוצר	תיאור	הערות והתוויות ליישום
א	ב	ג	ד
1	פלטף (PALTOUGH)	לוח מיוצב UV, חלק משני צידיו	ליישום פנימי בלבד. אפשרי גם בתצורות בסעיפים 4-6 להלן.
2	פלוסן (PALSUN)	לוח חלק משני צידיו, עם הגנת UV אינטגרלית בצד החיצוני (Co-Extrusion)	ליישום בזיגוג חיצוני בחלונות, בפתחי תאורה עליונים או באבזרי תאורה פנימיים
3	פלוסן פלוס (PALSUN Plus)	לוח חלק משני צידיו, עם הגנת UV אינטגרלית דו-צדדית (Co-Extrusion)	ליישום בתנאי חשיפת UV דו-צדדית (זיגוג חיצוני חופשי) ואבזרי תאורה חיצוניים
4	פלוסן מוטבע (PALSUN Embossed)	לוח מוטבע בצד אחד עם הגנת UV אינטגרלית בצד החיצוני החלק (אלא אם נדרש אחרת)	אפשרות להגנת UV דו-צדדית. אפשריות 3 צורות הטבעה: ● "הרים וגבעות" ● פריזמטי ● "עור" (Hair-Cell)
5	פלוסן מט (PALSUN Matte Finish)	לוח חלק בצד אחד וגמר מט (נגד בוהק, לפיזור אור) בצד שני	עם הגנת UV אינטגרלית חד או דו-צדדית
6	פלוסן מעכב בעירה (PALSUN FR)	לוח עם עמידות גבוהה לאש- תקן ארה"ב (UL 94 V-0)	עם הגנת UV אינטגרלית חד או דו-צדדית אפשרי בכל השילובים 1-5 ו-7-8 בטבלה
7	פלוסן רפלקטיבי (PALSUN Solar Control)	לוח רפלקטיבי בגוון מתכתי עם וויסות אור אינטגרלי להחזרת אחוז מבוקר של אור נראה לעין והחזרת עיקר קרינת החום	עם הגנת UV אינטגרלית חד או דו-צדדית. אפשרי ב- 20, 35, ו-50% העברת אור. אפשרי בגווןי אלומיניום (אפור) ופנינה (לבן)
8	פלוסן מראה (PALSUN Mirror)	לוח חלק עם ציפוי מראה בצד הפנימי והגנת UV אינטגרלית בצד החיצוני	ליישום פנימי וחיצוני. ציפוי המראה יותקן תמיד כנגד דופן קשיחה או אלמנט הגנה

#### הערות:

1. כל סוגי לוחות הפלוסן המופיעים בטבלה מיוצרים ומסופקים עם יריעות פוליאיתילן להגנה משני צידי הלוח (בצד אחד- בהזמנה מיוחדת). צד הלוח המצויד בשכבת הגנה אינטגרלית מקרינת UV (אם קיימת) מסומן בבירור על יריעת המגן. יריעה זו תוסר בעת ההתקנה בלבד, או מיד עם סיומה.
2. להנחיות והמלצות בנושאי הובלה, שינוע ואחסון, נא עיינו בפרק זה בהמשך.
3. ללוחות הפלוסן אחריות מוגבלת ל- 10 שנים, ע"פ תעודת האחריות של פלוסן, שתימסר ע"פ דרישה.
4. הפלוסן ניתן לאספקה בלוחות שקופים (Transparent), מעבירי אור (Translucent) או אטומים (Opaque), במגוון צבעים, גוונים ועוביים סטנדרטיים או לפי דרישת המזמין (בכפוף למגבלות כמות ומועדי אספקה). לבירור פרטים פנה למפיץ פלוסן באזורך או למח' שיווק- שוק מקומי בפלוסן

## 2. מידות סטנדרטיות, משקל וצבע:

טבלה 2. לוחות פלסן- מידות, משקל, צבעים וגוונים (Tints)

צבעים וגוונים סטנדרטיים			משקל	מידות סטנדרטיות			עובי
				(מ"מ)			
אטום	מעביר אור	שקוף	גרם/מ"ר	2050 x 3050	1220 x 2440	1250 x 2050	(מ"מ)
ח	ז	ו	ה	ד	ג	ב	א
ירוק כהה	רפלקטיבי-אלומיניום	חסר-צבע	1,200	אין			1.0
ירוק ערפל	רפלקטיבי-פנינה	אפור סולרי	1,800	אין			1.5
אדום- בריק	שנהב (קרם)	ברונזה	2,400				2.0
אדום- מקדונלד	אדום	אדום	3,600				3.0
שחור	צהוב	כחול	4,800				4.0
כחול כהה	ירוק-ערפל	ירוק	6,000				5.0
אפור בהיר	לבן-אופל (חלב)		7,200				6.0
אפור חוור- RAL 7035	מפזר (דיפוזר)		9,600				8.0
אפור כהה			12,000				10.0
חום			14,400				12.0
לבן-שבור							

הערות:

1. הזמנה מיוחדת: ניתן לקבל לוחות פלסן בצבע וגוון שונה, עובי ביניים, רוחב ואורך לוח שונים מהסטנדרט ועוד לפי דרישת המזמין, כפוף להיקף הזמנה מינימלי מוסכם.
2. סוגי לוחות מסוימים מיוצרים רק במבחר מוגבל של עוביים, מידות, גימור או צבע וגוון. אנא פנו למפיץ פלרם הקרוב או למח' המכירות שוק מקומי בפלרם להתייעצות בטרם ההזמנה
3. בעת הזמנת צבע או גוון מיוחד יש לדרוש ממפיץ פלרם או מאיש המכירות דוגמת צבע מוסכמת, שתהיה האסמכתא המחייבת לצבע הלוחות שיתקבלו.
4. הגוון הסופי של הלוח ייקבע ע"פ אחוז העברת האור המבוקש ועובי הלוח. לוח עבה יותר יוצר בגוון בהיר יותר כדי לעמוד ברמת העברת האור הנדרשת.

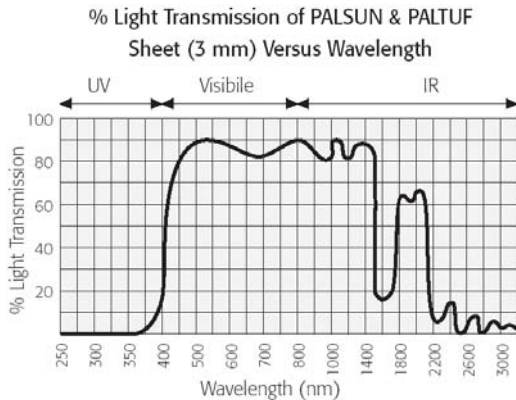
## 3. "פלסן" אפיונים ותכונות פיזיקליות:

טבלה 3. תכונות פיזיקליות אופייניות ללוחות פוליקרבונט מסוג פלסן/פלסוף

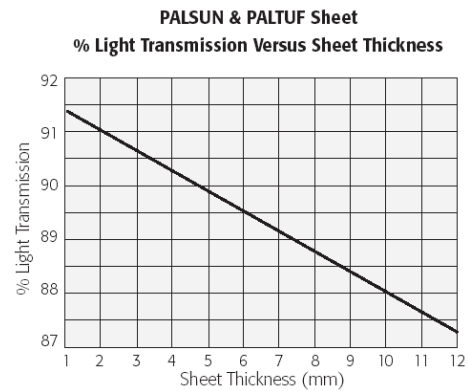
ערך מדוד	יח' מדידה SI	שיטת מדידה- ASTM	תנאי מדידה	התכונה	אפיון התכונות
1.2	גרם/ס"מ <sup>3</sup>	D-1505		צפיפות	פיזיות
0.15	%	D-570	24 ש"ע ב-23 °C	ספיגת מים	
65	Mpa	D-638	10mm/min	חוזק למתיחה- כניעה	מכאניות
60				חוזק למתיחה- שבר	
6	התארכות בכניעה				
90<	התארכות בשבר				
2,000	Mpa	D-790	1.3mm/min	מודול אלסטיות-מתיחה	
2,600				מודול כפיפה	
100				חוזק לכפיפה בכניעה	
800	J/m	D256-	23 °C	חוזק נגיפה Izod (Impact)	
800				חוזק נגיפה Charpy (Impact)	
158	J	ISO-6603/1 <sup>b</sup>	800	חוזק נגיפה- משקולת נופלת	
75 / 125	R scale/M scale	D-785		קשיות (Rockwell)	
75-to +100	°C			טמפרטורת שירות לאורך זמן	תרמיות (חום)
75-to +120	°C			טמפרטורת שירות לזמן קצר	
130	°C	D-648	עומס:-1.82Mpa	טמפ' שקיעה בחום HDT	
150	°C	D-1525	עומס: 1.0kg	טמפ' התרככות בחום VICAT	
6.5	10 <sup>-5</sup> /°C	D-696		מקדם התפשטות תרמית קווית	
0.21	Wm/°K	C-177		הולכה תרמית	
1.26	KJ/kg°K	C-351		תכולת חום ספציפית	
0.5>	%	D-1003		ערפול (Haze)	אופטיות
89	%			העברת אור	
1.59		D-542		מקדם שבירת אור (Refraction)	
1>		D-1925		מקדם הצהבה (Yellowness)	

#### 4. אפיון ותכונות אופטיות:

א. בלימת קרינת UV: לוחות הפלסן בולמים את כל הקרינה בתחום ה-UV ההרסני והמזיק, וכמות ניכרת של הקרינה בתחום ה-IR (Infrared) המחמם. בתחום האור הנראה מעביר לוח פלסן טיפוסי שקוף (חסר גוון) כ-87% (בממוצע) של קרינת האור הפוגעת בו. (ראה גרף 1)



1



2

ב. רמת העברת האור בהתאמה לעובי הלוח: רמת העברת האור יורדת קלות ובצורה ליניארית עם הגדלת העובי (ראה גרף 2).

טבלה 4 לוח פוליקרבונט מלא "פלסן" - תכונות אופטיות ותרמיות של העברת אור וחום

העברת קרינת שמש כוללת ואור טבעי נראה לעין:

(הערכים משתנים- מעלה או מטה בהתאם לגידול בעובי- בלבן אופל, ונשארים דומים בחלק אחר של המגוון)

SC	% ST <sub>t</sub>	% SR <sub>t</sub>	% SA	% SR	% ST	% LR	% LT	עובי (מ"מ)	סוג לוח הסנף		
תקן מחייב / שיטת בדיקה										ASTM D1003-	
ASTM E71-424											
1.00	83	14	4	10	84	10	88	3.0	שקוף (Clear)		
1.00	82	14	7	12-10	83-81	12-10	87-85	3.0	שקוף מוטבע (Clear Embossed)		
0.75	65	35	39	7	54	7	50	כולם	ברונזה (Bronze)		
0.64	56	44	52	6	42	6	35			50%	
0.52	46	54	66	6	28	6	20			35%	
0.75	65	35	39	7	54	7	50		50%	אפור סולרי (Solar Gray)	
0.64	56	44	52	6	42	6	35		35%		
0.51	45	55	67	6	27	6	20		20%		
0.54	49	57	11	47	40	55	35	1.0	לבן אופל		
0.52	43	55	13	41	40	50	45	1.5			
0.41	32	64	12	45	29	54	39	2.0			
0.35	26	70	11	48	23	58	28	3.0			
0.31	21	73	9	50	18	59	19	4.0			
0.26	15	77	7	52	13	60	14	5.0			
0.23	12	80	6	53	10	61	11	6.0			
0.36	34	67	49	30	18	30	20	כולם		רפלקטיבי (Solar Control)	
0.54	43	52	40	28	35	28	35				20%
0.64	56	44	28	24	48	24	50				35%
לא ישים								>2	כולם	אטום- כל הצבעים	

הערה: בטבלה זו רשומים הנתונים הידועים לגבי הלוחות השונים המופיעים בה. ביצועי לוחות אחרים שאינם מופיעים בטבלה יוערכו בחישוב מקורב באקסטרפולציה.

הגדרות:

קרינת שמש נראית לעין (אור) - מקטע מספקטרום קרינת השמש באורכי גל בין 400-700nm (נומטר)

% העברת אור (%LT) - אחוזי כמות האור המגיע אל הזיגוג ועובר דרכו

% החזרת אור (%LR) - אחוזי כמות האור המגיע אל הזיגוג ומחזר ממנו

% בליעת אור (%LA) - אחוזי כמות האור המגיע אל הזיגוג ונבלע בתוכו

$$100\% = \%LA + \%LR + \%LT$$

קרינת שמש כוללת - כל ספקטרום קרינת השמש בתחום 2400-300nm

בתחום זה כלולות קרינה על-סגולה (UV), אור נראה לעין, וקרינה תת-אדומה (NIR)

% העברת קרינת שמש ישירה (%ST)

אחוזי כמות קרינת השמש המגיעה אל הזיגוג ועוברת דרכו

% החזרת קרינת שמש ישירה (%SR)

אחוזים מכמות קרינת השמש המגיעה אל הזיגוג ומחזרת ממנו

% בליעת קרינת שמש ישירה (%SA)

אחוזי כמות קרינת השמש המגיעה אל הזיגוג ונבלעת בתוכו

**% העברת קרינת שמש כוללת (%ST<sub>t</sub>)-**

אחוזי קרינת השמש המגיעה אל הזיגוג ועוברת דרכו, הכוללת את קרינת השמש הישירה העוברת דרך הזיגוג יחד עם חלק מהקרינה שנבלעה בו (קרינת חום) ונפלטת שנית מהזיגוג כלפי פנים.  
אחוזי קרינת השמש המגיעה אל הזיגוג ומוחזרת ממנו, הכוללת את קרינת השמש הישירה המוחזרת מהזיגוג יחד עם חלק מהקרינה שנבלעה בו (קרינת חום) ונפלטת שנית מהזיגוג כלפי חוץ.  
 $100\% = \%SR_t + \%ST_t$

**% החזרת קרינת שמש כוללת (%SR<sub>t</sub>)-**

היחס בין % העברת קרינת שמש כוללת (%ST<sub>t</sub>) של סוג זיגוג מסוים לבין % זה העובר דרך זכוכית שקופה רגילה בעובי 3 מ"מ, המעבירה 87% מהאור הנראה לעין.  
מקדם ההצללה ניתן לחישוב מקורב ב- 2 נוסחאות אפשריות:

**מקדם הצללה (SC) - (Shading Coefficient)**

$$SC = 1.15 \times [\%ST + (0.27 \times \%SA)] : 100$$

$$\%ST + (0.27 \times \%SA) = \%ST_t$$

$$SC = 1.15 \times \%ST_t :$$

## 5. עמידות לתנאים סביבתיים ותנאי אקלים:

קרינת ה-UV של השמש תוקפת ומזיקה לרוב החומרים הפלסטיים. מידת הסדיקה והידרדרות מצב פני השטח החיצוניים תלויה בסוג הפולימר. נזק נוסף והתכלות מואצת נגרמים ע"י גורמים סביבתיים כגון מים ולחות, רוחות עם חול ואבק, זיהום אוויר וכימיקלים ועוד.

מידת הפגיעות תלויה בגורמים סביבתיים כגון מיקום, גובה (מעל פני הים ומעל הסביבה הקרובה), תנאי אקלים ומזג אוויר באזור, רמת ואופי זיהום האוויר וכו'.

הסימן הבולט ביותר להידרדרות היא הצהבת הזיגוג, מלווה בירידה משמעותית בשקיפות ובחוזק הלוח.

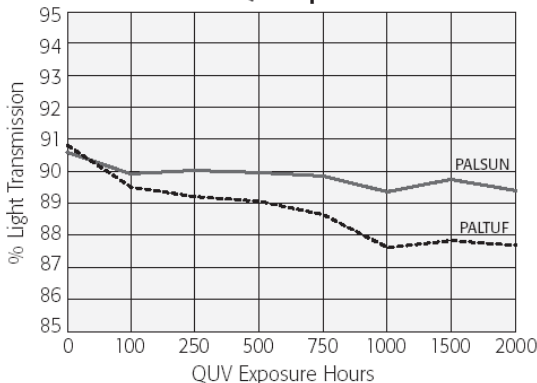
כל סוגי לוחות הפלסן (מלבד "פלטף"- PALTOUGH שהוא מיוצב UV בלבד) מיוצרים עם שכבת הגנת UV בקו-אקסטרוזיה (שיחול-יחד) בצד אחד (החיצוני) או בשני צידי הלוח (לשימוש חיצוני מלא).

שכבת ההגנה וצורת הייצור מבטיחים למוצר אריכות ימים ושנים רבות של שירות. לוחות הפלסן שומרים על צורתם, חוזקם ואיכותם האופטית לאורך זמן, תחת חשיפה אינטנסיבית לקרינת שמש ו-UV, תוך ירידה מזערית בתכונות.

בבדיקות מעבדת פלרם, ע"פ הנחיות (88) QUV-ASTM E-58, לאחר 2,000 שעות קרינת UV מואצת, השוות ל-20 שנות חשיפה לקרינת שמש אינטנסיבית באקלים חם, נגרמה ירידה מזערית בהעברת האור ועליה מזערית באינדקס הצהבה של הפלסן. השינויים שנגרמו ללוח פלטף מיוצב UV היו משמעותיים יותר.

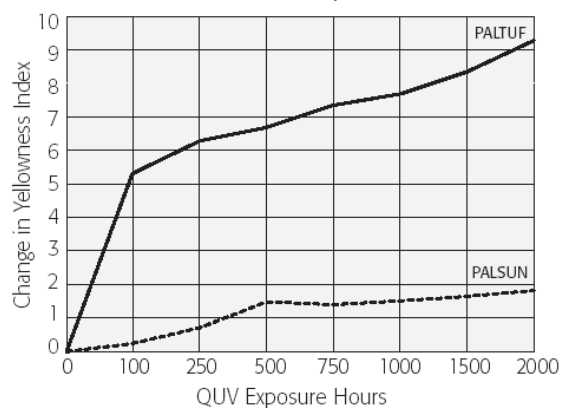
השפעת בדיקת ה-QUV על לוחות PALSUN ו-PALTOUGH משתקפת בגרפים הבאים:

**% Light Transmission of PALSUN and PALTUF Sheet as Function of QUV Exposure Hours**



4

**Change in Yellowness Index of PALSUN and PALTUF Sheet as Function of QUV Exposure Hours**



3

גרף 3. שינוי באינדקס הצהבה כתוצאה מחשיפה לקרינת UV מואצת- פלסן / פלטף  
גרף 4. שינוי ב- % העברת אור כתוצאה מחשיפה לקרינת UV מואצת- פלסן / פלטף

## 6. עמידות לאש:

- א. כללי: כחומר תרמופולסטי, נמס לוח הפלסן בעת שריפה ובו עומס החום של האש המשתוללת. עם זאת, הפלסן אינו מסייע להתפשטות הלהבה, כובה-מעצמו ומתקשה מיד עם הסרת מקור האש. הפלסן אינו פולט כל סוג של אדים או גזים רעילים תוך כדי בעירה.
- ב. פלסן FR (Fire-Retardant): הוספת חומרים מעכבי בעירה בתהליך הייצור הופך למעשה את לוח הפלסן לבלתי-דליק. עם מגע הלהבה בלוח הוא נחרך ולבסוף נמס, ומתקשה מיד עם הרחקת מקור האש. הן הלוח החרוך והן החומר הנמס אינם בוערים ואינם גורמים להצתת חומרים דליקים אחרים.
- ג. פינוי עשן וחום: בעת דליקה אינטנסיבית, כשלוחות פלסן המורכבים מעל מקור האש (פנת תאורה עליון-Skylight למשל) נחשפים ללהבה ישירה ועזה, מתרככים הלוחות בטמפרטורה שמעל 150-160 °C ונוצרים פתחים בציגוג המאפשרים שחרור גזי שריפה לוחטים ועשן. הקטנת עומס החום וסילוק העשן מתוך המבנה מסייעים בכיבוי האש ומניעת פגיעה אפשרית באנשים המצויים שם.
- ד. דירוג עמידות לאש: פלסן ופלסן FR מדורגים לעמידות אש כמופיע בטבלה הבאה, בהסתמך על בדיקות שבוצעו ע"י מעבדות ומכוני בדיקה עצמאיים מורשים בארצות שונות. הדירוג רשום בהתאם לתקנים ולתקנות הרלוונטיות בכל מדינה.

## טבלה 5. סיווג פלסן לעמידות אש- בישראל וארצות אחרות:

סיווג	תיאור	תקן	מדינה
IV (ארבע) התלקחות-	פלסן / פלטף	ת"י 755 (1991)	ישראל
1 (אחת) צפיפות עשן-			
1 (אחת) עיוות צורה וטפטוף-			
279 סיכון גזים רעילים (n)-	פלסן / פלטף	UL-94	ארה"ב
V-0, V-1, V-2 תלוי בעובי הלוח-			
4			
V-0	פלסן / פלטף FR	UL-94	ארה"ב
L.O.I. = 30 (±)		ASTM D87-2863-	
M-1, M-2,	פלסן / פלטף	NSP 92501,4	צרפת
M-1			
Class 1	פלסן / פלטף פלסן / פלטף FR	CSE RF 2/75/A CSE RF 3/77	איטליה
B-1	פלסן / פלטף פלסן / פלטף FR	DIN 4102	גרמניה
9 אינדקס התלקחות-	פלסן / פלטף פלסן / פלטף FR	AU 1530.3-1982	אוסטרליה
8 אינדקס התפשטות הלהבה-			
10 אינדקס יצירת חום -			
8 אינדקס יצירת עשן-			
Class 1Y	פלסן / פלטף	BS 476/7	בריטניה

## 7. עמידות לכימיקלים:

- א. הפלסן תואם לסוגים שונים של חומרים וכימיקלים, מגלה עמידות מוגבלת לסוגים אחרים, ואינו תואם לחלוטין לקבוצה שלישית של חומרים כאמור, שמגע איתם עלול להיות מזיק ואף הרסני.
- מידת הנזק האפשרי תלויה בסוג החומר הספציפי, באופי ובזמן החשיפה.
- ב. פירוט נרחב יותר של עמידות הפלסן לחומרים שונים מופיע בחוברת פלסן- עמידות לכימיקלים, שתסופק בנפרד לפי דרישה.

## 8. דבקים, אביזרים וחומרי איטום:

- מוצרים הדרושים לעיתים קרובות בעת התקנה ועיבוד לוחות פלסן. ההתוויות ליישום נכון, להלן, ישמשו כקו מנחה.
- א. השתמשו רק בחומר איטום (סיליקון, מרק, מלאן וכו'), דבקים וסרטי הדבקה, פסי גומי, רצועות איטום ואטמים (Gaskets) התואמים לפוליקרבונט ומאושרים לשימוש ע"י היצרן (פלרם) או מפיציו המורשים.
- ב. מומלץ שימוש ב- EPDM לאטמים, פסים ורצועות איטום (גם ניאופרן מותר בשימוש), עקב אורך החיים והעמידות המעולה ל- UV ותנאי אקלים. **בשום מקרה אין להשתמש באטמי PVC רך-** החומר אינו תואם ועלול לגרום לפגיעה וכשל של הפלסן באזורי המגע.
- ג. שימוש במוצרים וחומרי איטום שאינם מופיעים בטבלת החומרים המאושרים לשימוש ע"י פלרם, חייב באישור מפורש וספציפי של היצרן. ניתן לקבלו דרך המפיצים המורשים או ישירות ממח' התמיכה הטכנית של פלרם. שימוש במוצרים וחומרים כאמור, ללא קבלת אישור היצרן, עלול להזיק ללוח הפלסן ולבטל את אחריות היצרן לביצועי המוצר, כמופיע בכתב-האחריות.
- ד. מפיץ פלרם המורשה אצלו נרכש החומר יוכל לספק מידע נוסף בנושאים אלה, ולהעביר מוצרים וחומרים לבדיקה והערכה של תאימותם במעבדות היצרן.

ה. רשימה מורחבת של דבקים וחומרי איטום כאמור תסופק לפי דרישה.

## 9. בחירת הפלסן המתאים:

לפלסן סוגים ותת-סוגים רבים, כמפורט בטבלאות 1. 2. ו- 4. לעיל.

### התוויות ושיקולים ראשוניים לבחירת סוג הפלסן:

- (לפני בחירת צבע, עובי, אחוזי העברת אור וגימור פני השטח)
- א. **פלטף** (PALTOUGH): לשימוש פנימי (מחיצות שקופות, יישומי עיצוב פנים, מגינים, מכסים שקופים לתעשייה ומלאכה, וחלקים לעיצוב תרמי (Thermoforming)). ייתכן שימוש נוסף בתערוכות, בביתנים ומבנים זמניים אחרים. פלטף ביישום חיצוני קבוע, גם באזורים עם קרינת שמש חלשה, אינו מומלץ.
- ב. **פלסן דק**: (עובי 1-2 מ"מ) - לשימוש במבנים זמניים (ביתנים ומיצגים בתערוכות, אלמנטי פרסום, לוח מודעות וכו'). ייתכן שימוש בחממות ומבני גינון וחקלאות ברמות משופרות שכיח בעבודות עיצוב תרמי- הצורה מקשיחה ומחזקת גם בעובי הדק. מקובל בענף הפרסום והשיווק.
- ג. **פלסן רגיל**: זיגוג וכיסוי חלונות ופתחי תאורה בגג ובקירות, גגונים ומעברים מקורים וכד', בהתקנה שטוחה אנכית, משופעת או מקומרת. עובי, סוג וגוון - על פי התכנון וצורת ההתקנה.
- ד. **פלסן פלוס**: להתקנה חיצונית בחשיפה לקרינת שמש דו-צדדית (מעקות ומחיצות, קירות אקוסטיים)
- ה. **פלסן FR**: כשנדרשת עמידות משופרת לאש.



## ב. הוראות והנחיות התקנה:

1. הפלסן יותקן בדומה לזכוכית, בתוך-או מעל מסגרת נושאת, כשהלוח מושען בכל ההיקף, משלשה כיוונים או משני צידי הארוכים, על המסגרת (עם או בלי מגרעת), ומהודק אליה בסרגל או פרופיל זיגוג.

2. ניתן להתקנה בשיטה "רטובה" (wet system) - באיטום מרק פלסטי תואם בהיקף (בדומה להתקנת זכוכית במסגרת עץ או פלדה), או בשיטה "יבשה" - ע"י התקנה בין או בתוך פרופיל EPDM, ה"מרפד" ואוטם סביב קצה לוח הפלסן, בדומה להתקנת זכוכית במסגרת אלומיניום.

3. בפלסן נדרש מרווח השענה רחב יותר מאשר בזכוכית (שם מספיקים כ- 5 עד 8 מ"מ), עקב גמישות הפוליקרבונט (למניעת שלילת הזיגוג) וההתפשטות התרמית הגבוהה יותר. רוחב מרווח ההשענה/חפיפת השפה-(e) - תלוי בעובי (t) וברוחב ברוטו (a) של לוח הזיגוג. (תרשים 1.1)

רוחב הלוח הפלסן (a)	עובי הלוח (t)	רוחב השענה (e)
מ"מ	מ"מ	מ"מ
עד 700	3	20-15
900-701	4	20-15
1100-901	5	20-15
1300-1101	6	30-20
1500-1301	8	30-20
1700-1501	10	30-20
2000-1701	12	30-20

טבלה 6.  
השענה נדרשת של  
זיגוג פלסן, ע"פ  
רוחב ועובי הלוח

4. בהיקף הזיגוג דרוש מרווח להתפשטות תרמית (f), כמו בזכוכית, אך ברוחב מוגדל עקב מקדם ההתפשטות הגבוה יותר של פוליקרבונט. עומק המרווח תלוי במידות לוח הפלסן ונקבע בד"כ ע"פ האורך, בכל ההיקף.

אורך לוח הפלסן	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ	מ"מ
-2401 2700	-2001 2400	-1701 2000	-1301 1700	-1001 1300	-701 1000	-300 700	2	3
8	7	6	5	4	3	2	1	0

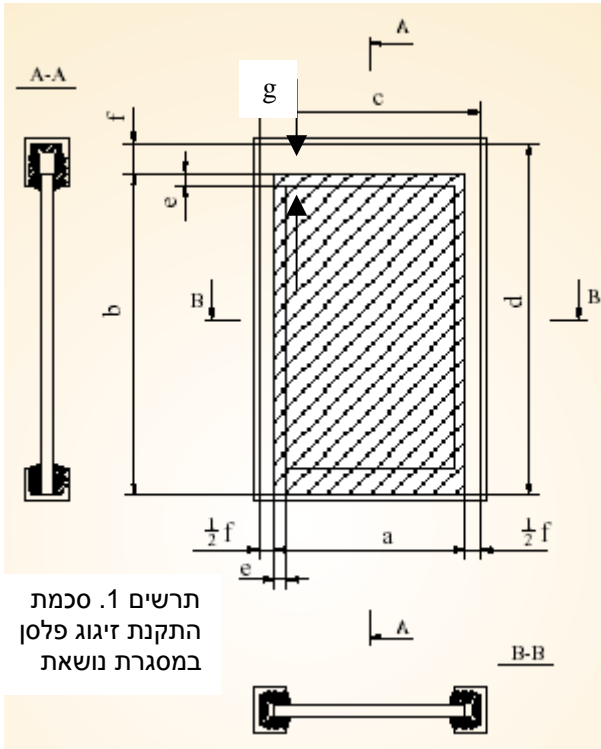
טבלה 7. מרווח התפשטות תרמית (f) נדרש לזיגוג פלסן, ע"פ אורך הלוח

כעיקרון- נדרש מרווח כולל של 1 מ"מ לכל 300-400 מ"מ אורך לוח. (בצד הרוחב-מתחלק לשני הצדדים) מרווח התקנה (g): חפיפת שפה (e) + מרווח התפשטות תרמית (f)

תרשים 1.

**סכימת זיגוג שטוח במסגרת:**

- a. רוחב לוח הזיגוג
- b. אורך לוח הזיגוג
- c. רוחב פנימי כולל של המסגרת הנושאת
- d. אורך פנימי כולל של המסגרת הנושאת
- e. השענת לוח הזיגוג ב- 4 צדדים
- f. סה"כ מרווח התפשטות תרמית מכסימלית (אורך)
- g. סה"כ מרווח התקנה כולל



תרשים 1. סכימת התקנת זיגוג פלס במסגרת נושאת

**5. התקנת פלסן במסגרת חלקית: אפשרית.**

(למשל זיגוג מהודק מ- 3 כיוונים וחלק עליון חופשי). למצב זה דרוש לוח עבה וקשיח יותר מאשר במסגור מלא. שיעור הגידול- לפי גודל המפתח והעומס הצפוי.

**6. התקנת פלסן בברגים: אפשרית, על או בתוך מסגרת נושאת, בברגים דרך חורים בלוח, כמפורט להלן:**

(א) יקדחו חורים מקדימים בקוטר 2 מ"מ יותר מקוטר בורג החיבור, לצורך מרווח להתפשטות תרמית.

(ב) כל בורג יצויד בדסקת מתכת קשיחה בקוטר 30 – 40 מ"מ, עם אטם מתאים מ- EPDM רך, בעובי 4 מ"מ

לפחות, משני צידי הלוח. הידוק הברגים יבוצע בזהירות ובצורה מבוקרת, למניעת הידוק-יתר. ייאסר שימוש במברגת פטיש (Impact Wrench) להידוק הברגים

(ג) ישמר מרחק מינימלי משפת החור לקצה הלוח- פי 2.5 מקוטר החור, ולפחות 12 מ"מ.

(ד) חיבור בברגים עם פס או פרופיל מהדק לחלוקת הלחץ, עם פס גומי תואם, עדיף על דסקיות נפרדות.

(ה) חיבור והידוק בברגים יבוצע לרוב בהתקנות עם עדיפות לחוזק ההתקנה ולא לצורה (קיר אקוסטי בכביש).

**7. עקרונות לביצוע המסגרת הנושאת:**

(א) ניתן להתקין זיגוג פלסן במידות המקובלות בחלונות עץ או אלומיניום בבנייה למגורים, או בחלונות עם חלוקות כמקובל במוסדות חינוך ובתי-ספר, כתחליף לזיגוג הזכוכית המקורי, בתוך אותה המסגרת.

(ב) במחסומים אקוסטיים (בצידי כבישים מהירים, מתקני ספורט ואתרים רועשים אחרים) תבוצע המסגרת הנושאת מפלדה, ע"פ תכנון הנדסי לעומס הדרוש, ובגימור עמיד, עם פרטים ברוח ההנחיות לעיל.

**(ג) אפשרויות לביצוע למסגרות נושאות:**

(1) לוחות ופרופילי עץ מהוקצע- בחתכים מרובעים ואחרים,

(2) פרופילי פלדה ואלומיניום סטנדרטיים- קורות U, L ו- H, פרופילים מרובעים חלולים, זוויתנים וכד' במידות וצורות שונות.

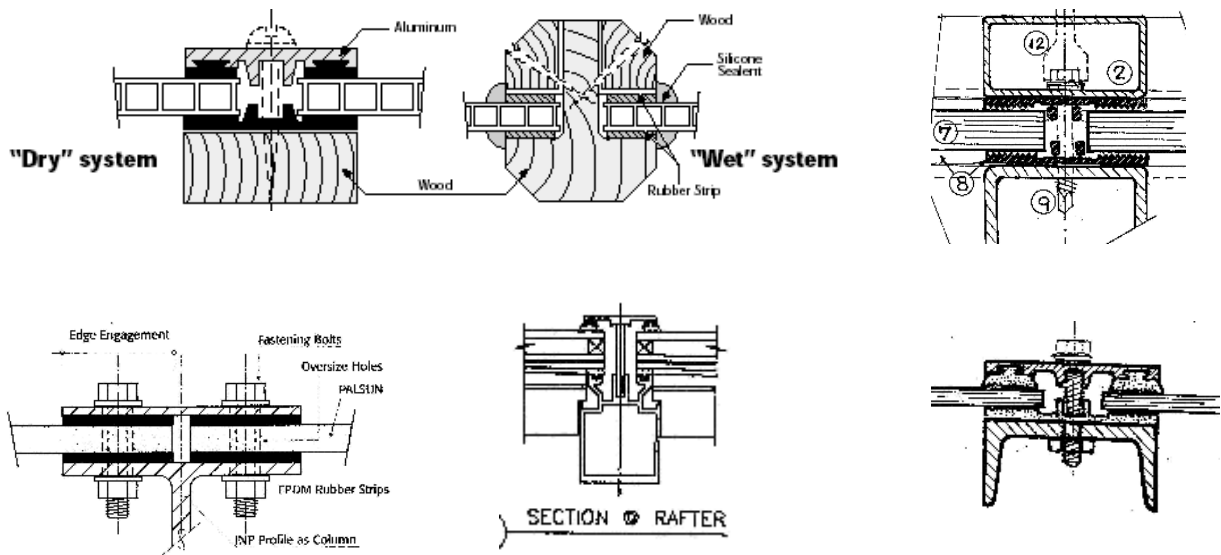
(3) פרופילי פלדה ואלומיניום ייעודיים קיימים- מסדרות קירות המסך, בעומק התקנה המתאים לזיגוג פלסן עד רוחב כ- 1200 מ"מ (22 מ"מ ומעלה). נדרש פרופיל ברוחב כולל של 55 מ"מ לפחות. סדרות כנ"ל קיימות במספר חברות- מאפשר רכישה "מן המדף". ברוב הסדרות (יצרנים שונים) פרופילים לעומסים קלים, בינוניים וגבוהים, בחוזק מתאים לזיגוג הפלסן. לכל סדרה אביזרי איתום, ברגים ופרטי חיבור מתאימים. סדרת "קליל 8100" מתאימה לשימוש אופקי ואנכי. לפי הפרטים בקטלוגים גם מוצרי החברות האחרות מאפשרים זאת.

סדרות פרופילים קיימות המותאמות ללוחות החלולים (Multi-wall) ניתנות גם לזיגוג בפלסן. מיעדות לעומסים קלים ובינוניים ועלולות שלא להספיק לעומסים הגבוהים הנדרשים מפלסן. גם סדרות אלו אמורות להתאים לשימוש אופקי ואנכי.

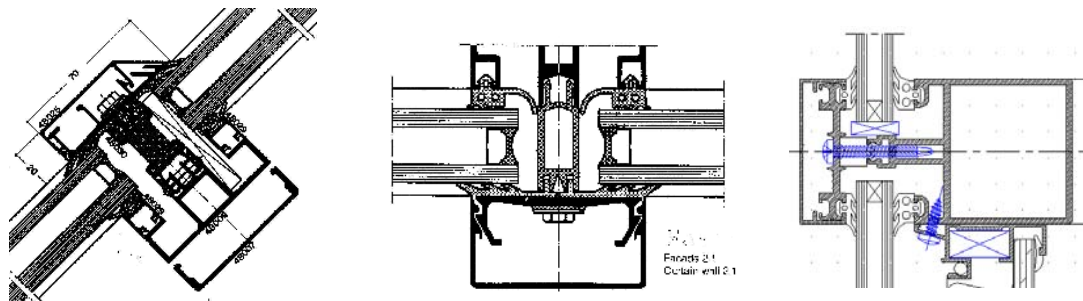
(4) פרופילי אלומיניום ייחודיים להתקנת פוליקרבונט מלא: עומק זיגוג של 23-28 מ"מ, עובי דופן מתאים לכל רמות העומס. תיעול וניקוז המערכת והתאמה להתקנה אופקית ואנכית כאחד.

פרופילים מסוג זה מצויים בחברות מתמחות בביצוע עבודות קירוי וזיגוג, ונמכרים רק כחלק מפרוייקט שלם של תכנון וביצוע (חב' "סקייליט" למשל).

(5) אביזרים נוספים בפרלם: פסי EPDM ייחודיים לאיתום זיגוג פלסן בשילוב פרופילי עץ ומתכת (סעיפים 1 ו- 2 לעיל), לאספקה מיידית. סדרת פרופילים ייחודית כאמור בסעיף 4) לעיל נשקלת כאפשרות עתידית.



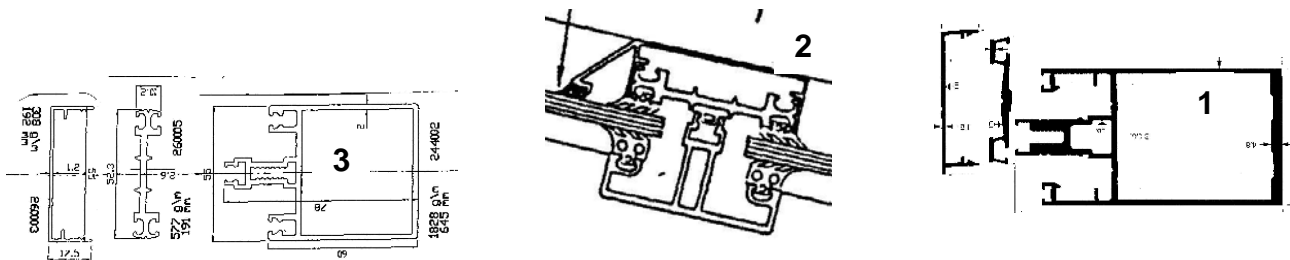
**תרשים 2.** פרטי חיבור אופייניים לפרופילי עץ, אלומיניום ו/או פלדה, עם זיגוג פלסן, ברמות השונות



**תרשים 3.** חתכים אופייניים של פרופילי אלומיניום מסדרות קיימות, מייצור מקומי ומחו"ל, ליישום במערכות נושאות לזיגוג פלסן בדוגמאות להלן פרופילים של "קליל", "סהל" (כיום סהל-אלובין), ו"אקסטל" (תוצרת ישראל) ו-ECONAL (תוצרת גרמניה).

**8. פרופילי אלומיניום ייעודיים קיימים, הניתנים לרכישה בשוק המקומי:**  
בהמשך (טבלה 10) מופיעה רשימת פרופילים, על בסיס פרסומים טכניים של יצרנים מקומיים המצויים בידינו. ייתכנו אי-התאמות בפרטים או במספרים קטלוגים נוכחיים עקב עדכונים, שינויים ותוספות שנערכו לאחר הוצאת הפרסומים הנ"ל. ברשימה נכללים רק פרופילים בסיסיים של הסדרות. יתר המגוון ניתן להשגה מיצרן הפרופילים.

סדרות פרופילים מקבילות לקירות מסך (ופתחי תאורה בגג) מיוצרות ע"י חברות רבות אחרות שפרטי מוצריהם אינם בידינו. סדרות מסוג זה, העונות על הקריטריונים כמתואר לעיל ובהמשך- עשויות להתאים ליישומי פלסן.



**תרשים 4.**  
1. מערכת טיפוסית- אקסטל 210  
2. מערכת טיפוסית- קליל 8100  
3. מערכת טיפוסית- סהל 55

פרופילים קיימים בסדרות השונות תוכננו ביסודם לזיגוג בזכוכית. מרווח ההשענה בהם קטן מהמומלץ לזיגוג בלוחות פלסן גדולים. גם יכולת הנשיאה שלהם תוכננה לפי דרישות ומידות מקובלות בזיגוג בזכוכית. לכן יתאימו מרב הסדרות למידות מוגבלות (ברוחב ובאורך) של לוח פלסן לזיגוג, גם מבחינת רוחב ההשענה וגם מבחינת היכולת הקונסטרוקטיבית.

## 9. הערות כלליות לזיגוג בפלסן:

א. התרשימים, הטבלאות והמפרטים השונים המופיעים בחוברת מציגים התקנת זיגוג שטוח, אך מתאימים ומתייחסים גם להתקנת פלסן בזיגוג קמור. צורת התקנה זו מבוצעת ע"פ כללים דומים אך על-גבי, או בתוך קונסטרוקציה נושאת קמורה (כולה או חלקה). קשיחות הזיגוג וכושר נשיאה לעומס משתפרים עם קימורו, ועולים ככל שרדיוס הקימור יורד, עד לרדיוס המזערי המותר. הרדיוס תלוי בעובי הזיגוג וגדל עם העליה בעובי הלוח.

### ב. זיגוג שטוח:

טבלה 8. עובי דרוש לזיגוג פלסן שטוח לפי מפתחי תמיכות ועומסי רוח/שלג ע"פ דרישות תקן:

200	150	120	100	80	50	Kg/m <sup>2</sup>	עומס רוח/שלג
<b>עובי לוח הזיגוג</b>							<b>רוחב הזיגוג</b>
mm							mm
10	8	6	5	5	3		<b>600</b>
10	8	6	5	5	4		<b>800</b>
12	10	6	5	5	4		<b>1,000</b>
12	10	6	6	5	5		<b>1,200</b>
אין	10	8	6	6	6		<b>1,400</b>
אין	10	8	8	8	8		<b>1,600</b>
אין	12	10	10	10	8		<b>1,800</b>
אין	אין	10	10	10	10		<b>2,050</b>

### הערות:

- רוחב הזיגוג המוזכר בטבלה הוא המידה הקצרה יותר של לוח הזיגוג, המורכב בצורה שטוחה.
- העובי המופיע בטבלה מתייחס ללוח זיגוג ביחס אורך/רוחב ( $a/b$ ) של  $1/2$  ופחות, הנתמך ומהודק בכל ארבע צדדיו. ביחס גבוה יותר ( $1/1.5$  או  $1/1$ , לדוגמא) עשוי להידרש עובי קטן יותר או מפתח גדול יותר. עובי או מפתח זה ייקבע בהתאם למצב הספציפי בכל מקרה.
- אם הזיגוג מהודק משלשה, או משני צדדים בלבד, יידרש עובי גדול יותר או רוחב קטן יותר עבור אותו עומס מכסימלי, שייקבע לפי המצב הספציפי.
- הטבלה בנויה לפי שקיעה מירבית מותרת של  $1/25$  מהמפתח הנקוב תחת העומס המכסימלי המתאים. שקיעה מירבית זו מקובלת בזיגוג בחומרים פלסטיים ואינה מעידה על סכנה לכשל או קריסה קרובה.
- 50 ק"ג/מ"ר הוא מינימום עומס הרוח או השלג שתחתיו צריך הזיגוג לעמוד, בתנאי הסביבה הנוחים ביותר, ע"פ IBC 2000 (תקן הבניה הבינ"ל)
- המשבצות בטבלה עם רקע אפור וסימול "אין" מתייחסים למצבים בהם העובי הלוח הדרוש חורג מ-12 מ"מ שהוא לוח הפלסן העבה ביותר.

ג. זיגוג בקמרון או בקשת:

טבלה 9. מפתח מומלץ בין קשתות תמיכה נושאות בזיגוג פלסן מקומר, ע"פ רדיוס הקימור ורמות עומס שונות. החישוב נעשה ע"פ הנחת יחס אורך/רוחב <math>1/2</math>, או לחילופין- השענה והידוק הזיגוג משני צידיו בלבד.

מרחק מומלץ בין צירי קשתות נושאות בהתאם לעומסי רוח/שלג כמפורט להלן								רדיוס קימור לוח הזיגוג	זיגוג עובי
mm									
עומס רוח / שלג kg/m <sup>2</sup>									
250	225	200	150	120	100	80	50	mm	mm
לא מומלץ			850	1300	1550	2050	2050	600	3
			650	850	1050	1300	1800	800	
			400	650	780	950	1500	1000	
לא מומלץ		750	1200	1700	1850	2050	2050	800	4
		550	950	1400	1650	1850		1000	
		400	700	750	900	1100	1650	1500	
		לא	600	650	750	950	1350	1800	
		500	550	600	700	1050	2200		
לא מומלץ	1050	1250	1650	1850	2050	2050	2050	1000	5
	850	1050	1450	1650	1850			1500	
	450	950	1300	1450	1650	1850	1800		
	לא מומלץ	800	1050	1300	1400	1550	1700	2200	
		550	850	1050	1150	1250	1450	2800	
1450	1600	1750	2050	2050	2050	2050	1200	6	
1250	1450	1600	1900				1500		
1050	1250	1450	1750	1900			1800		
850	1050	1250	1550	1750	1850		2200		
600	850	1050	1350	1550	1650	1850	2800		
לא מומלץ		600	1050	1350	1450	1550	1800	4000	
1350	1550	1750	1950	2050	2050	2050	2050	1600	8
1050	1350	1550	1750	1950				2200	
750	1050	1350	1550	1850	1950		2800		
600	750	1050	1350	1750	1850	1950	4000		
לא מומלץ	600	750	1000	1650	1750	1850	1950	6000	
1250	1550	1850	2050	2050	2050	2050	2050	2000	10
1050	1250	1650						2400	
750	1050	1450					2800		
450	750	1050	1950				4000		
לא מומלץ	450	650	1850				6000		
	לא מומלץ		1750				8000		
			1650				10500		
1450	1650	1850	2050	2050	2050	2050	2400	12	
1350	1450	1650					2800		
850	1350	1450					4000		
600	850	1250	1850				6000		
לא מומלץ	600			8000					
	לא מומלץ	10000							
	לא מומלץ	12000							

הערות:

1. מרחק התמיכות 2050 מ"מ בטבלה, בכל רמות העובי, הוא רוחב מרבי לייצור בכל סוגי לוחות הפלסן. הטבלה פותחת בעובי 3 מ"מ משום שלוחות בעובי 1-2 מ"מ אינם מעשיים בעבודות בנייה מהסוג המדובר.
2. אנו ממליצים על מרחקי קשתות נושאות בתחום בין 600-2050 מ"מ. מפתח הקטן מ-600 מ"מ אינו מעשי, אלא אם קיימת דרישה ספציפית למידה זו.
3. טבלה זו עונה על רוב עומסי הרוח/שלג המקובלים בישראל ולמעלה מהם. ערכים לתחומי ביניים של רדיוס הקימור, או של עומס רוח/שלג ניתנים לחישוב ע"י אינטרפולציה.
4. תנאי מוקדם לקיום כל האמור לעיל הוא כי הקונסטרוקציה הנושאת (כולל סרגלי הזיגוג) מותאמת לנשיאת סך העומסים המצטברים המופיעים בטבלה ללא עיוות, קריסה או שינוי צורה כלשהו.
5. במקרה של תכנון המשתמש בלוחות פלסן לזיגוג בפרופורציות גבוהות יותר (1:1.5 או 1:1 לדוגמה, ניתן לקחת בחשבון בעת התכנון שימוש בעוביים נמוכים יותר (או מפתחים גבוהים יותר) מאלה המצויינים בטבלה. זיגוג המהודק מ-4 כיוונים בפרופורציות כאלה מסוגל לשאת עומסים גבוהים יותר, בהתאמה. במקרה של צורך בייעוץ ספציפי בתנאים מסוג זה, אנא פנו למח' התמיכה הטכנית לקבלת הסיוע הנדרש.

ג. מערכות אלומיניום ייחודיות (סדרות) קיימות הניתנות לרכישה "מן המדף" ומתאימות לזיגוג פלסן:

טבלה 10. סדרות פרופילי אלומיניום מתוצרת מקומית המתאימות לזיגוג פלסן (יצרנים שונים)

מק"ט	קלי	מק"ט	סהל / אלובין	מק"ט	אקסטל	מק"ט	יצרן
	קיר מסך 8100 (רוחב פרופיל 55 מ"מ)		קיר מסך 55 (רוחב פרופיל 55)		קיר מסך 210 (רוחב פרופיל 55)		סדרה
2569	עמוד/קורה 90	258002	עמוד 70	258002	עמוד 34		תיאור
2812	עמוד 120	244003	עמוד 90	244003	עמוד 82		
2520	עמוד 120 מחוזק	250002	עמוד 110	250002	עמוד 106		
2643	עמוד פינתי 90/90	258001	עמוד 130	258001	עמוד 141		
2523	עמוד פינתי 120/120	275005	עמוד 70 זווית מש'	275005	קורה אופקית 20		
2619	חצי-עמוד 90	270002	עמוד חצי 90	270002	קורה אופקית 34		
2813	חצי-עמוד 120	247002	קורה אופקית 30	247002	קורה אופקית 82		
2524	קורה אופקית 55	244002	קורה אופקית 60	244002	קורה אופקית 106		
1854	בסיס לפס כיסוי (סרגל לחצן)	257004	קורה אופק' 87.5	257004	פרופיל לחצן לקיר		
3267	פס כיסוי אנכי 19 (מכסה)	240007	קורה אופק' 107.5	240007	פרופיל לחצן לגג		
1855	פס כיסוי אופקי 17.5 (מכסה)	246003	קורה אופק' 127.5	246003	מכסה אנכי 19		
1853	פס כיסוי משופע 17.5 (מכסה)	247001	תוס' לקורה 13.5	247001	מכסה אופקי 16		
	בסיס לפס כיסוי 37 (ח' עמוד)	260005	סרגל זיגוג 52.3	260005			
	פס כיסוי 37 (מכסה-ח' עמוד)	266003	סרגל זיגוג 34.2	266003			
	בסיס לפס כיסוי פינתי 31	260003	מכס' סרגל 17.5/55	260003			
	בסיס לפס כיסוי פינתי 38.5	260004	מכס' סרגל ז' 19/55	260004			
	פס כיסוי פינתי 31 (מכסה)	266004	מכס' סרגל ז' 25/37	266004			
	פס כיסוי פינתי 31 (מכסה)						
	אטם זיגוג 5.8						
	אטם זיגוג 7.8						
	אטם זיגוג 9.8						
שונים	אביזרי פרזול וחיבור	שונים	פר' עזר, סרגלי זיג'	שונים	פרופילי עזר, סרגלי זיגוג	שונים	
שונים	פרופילי עזר, סרגלי זיגוג	שונים	אביזרי פרזול וחיבור	שונים	אביזרי פרזול וחיבור	שונים	
שונים	גומיות ואטמים אחרים	שונים	גומיות ואטמים	שונים	גומיות ואטמים	שונים	

הערות:

1. פרופילי העמודים ישמשו גם כקורות נושאות בפתחי תאורה בגג. יש לתאם הפרטים עם יצרן האלומיניום.
2. מספר הפרטים המצויים בסדרות אינו מאפשר הכללת כולם בטבלה זו. מופיעים הפרופילים העיקריים ומספר אביזרים. לגבי יתר פרטי האבזור והחיבור- יש לתאם עם יצרן האלומיניום.
3. המערכת הנושאת תתוכנן ותחושב ע"י מהנדס המוסמך לתכנון מבנים מסוג זה, כולל פרטי החיבור והניקוז הדרושים. המתכנן יכין ויתאם את תכניותיו הסופיות לפי פרטי היצרן שייבחר.

## 10. עקרונות תכנון ועיצוב:

### א. הארות כלליות:

(1) לוח פלסן שקוף דומה מאוד במראהו לזיגוג זכוכית, בפרט בסוג השקוף לגמרי וחסר הצבע (Clear) אך גם בלוחות מגוונים שקופים (ברונזה, ירקרק, אפור בהיר-Solar Gray, ואחרים) ולוחות מט ומוטבעים.

(2) ניתן להזמין לוחות פלסן כמעט בכל צבע או גוון, בכל רמת העברת אור שתידרש ובכל עובי (עד 12 מ"מ) בהזמנה מיוחדת, בכפוף לכמות מזערית אפשרית. תיאורטית ניתן לבצע זאת גם בזכוכית, אך מעשית יש רק מספר מוגבל מאוד של צבעים, גוונים ורמות העברת אור בזכוכית עצמה, וגם בצפויי זכוכית קיימות מגבלות.

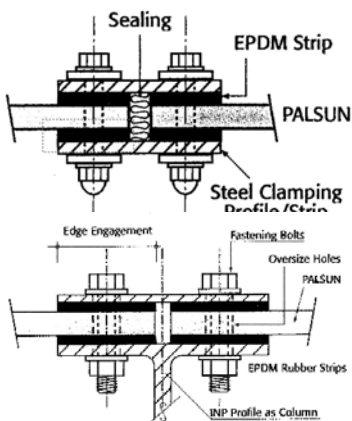
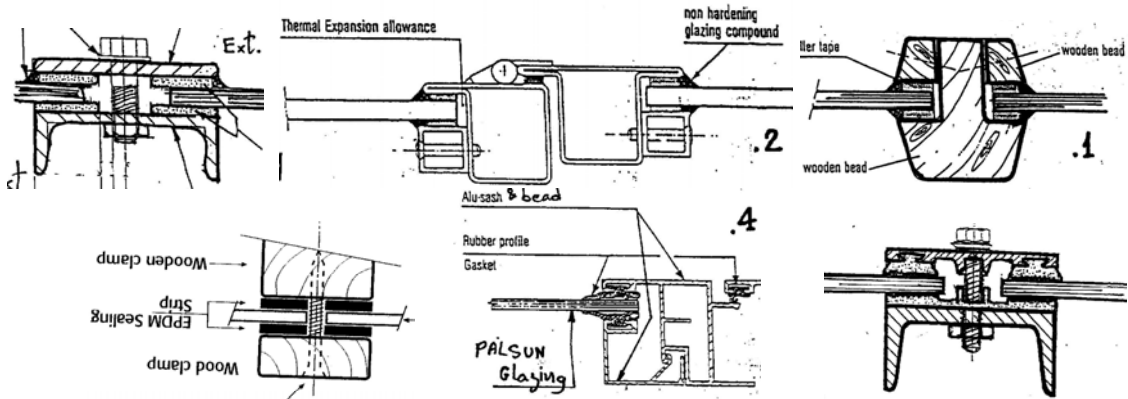
(3) פלסן דומה מאוד גם לזיגוג אקרילי (PMMA), המוכר גם בשמות המסחריים "פרספקס", "פלגלס" ו"פלסקיגלס", אך עולה עליו ברוב התכונות - חוזק, עמידות למכות ונגיפות, גמישות, אפשרויות עיצוב בקר ובעיבוד תרמי, עמידות לאש ועוד.

בהמשך- שימוש בלוחות פלסן ליישומים שונים: בנייה, עיצוב פנים ועיצוב הסביבה- רחוב, גן, תערוכות ומתקני תצוגה, מתקני התכנסות וספורט, ודרכי תחבורה ומעט בישומי חקלאות.

### ב. עקרונות המיסגור:

(1) התקנה נכונה ויעילה של לוח פלסן תבצע, עקרונית, בדומה לזיגוג בזכוכית- מעל או בתוך מסגרת נושאת קונסטרוקטיבית, או כזו המחוברת לשלד עיקרי נושא.

(2) בחלק מההתקנות ישולב הלוח בתוך מסגרת ויהודק למקומו ע"י סרגלי זיגוג, כאשר שולי הלוח מונחים על שכבת מרק פלסטי (כגון סיליקון). גם הסרגל המהדק ימוקם מעל שכבת מרק כזו (התקנה "רטובה"). לחילופין (ברוב המקרים), יותקן לוח הפלסן בין שתי שכבות של פסי איטום, או בתוך פרופיל U, מגומי EPDM, בהיקף הזיגוג, ויהודק בסרגלי זיגוג, ללא ניקוב החומר (התקנה "יבשה").



(3) בסוגי שימוש מסויימים נדרש לפעמים חיבור פלסן לשלדה נושאת בברגים דרך הלוח. רובן הגדול של עבודות אלו הוא בהתקנות במתקנים חיצוניים- תחנות אוטובוס ורכבת, קירוי ומחיצות במתקני ספורט ואצטדיונים, קירות אקוסטיים שקופים ליד ולאורך כבישים ודרכים, וכו'. בעבודות אלו החיבור החזק, עמידות בפני פגיעות מכניות ואורך חיי המתקן חשובים יותר מעידון פרטי ההתקנה. במקרה כזה יש להכין מראש חורים מוגדלים לבורגי החיבור, ל"ספיגת" ההתפשטות התרמית.

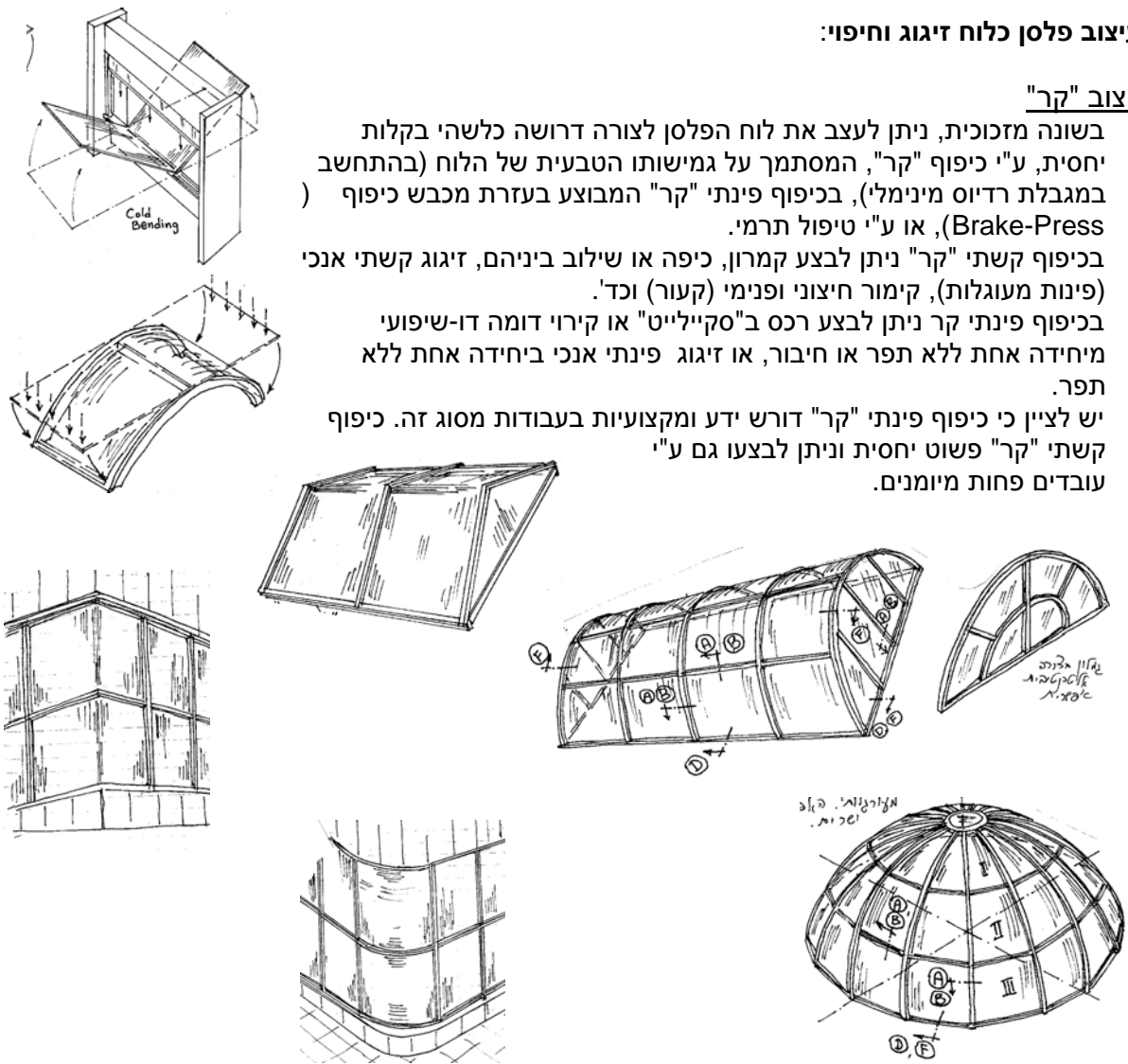
(4) המתכנן ייקח בחשבון כי לוח פלסן סטנדרטי ניתן לאספקה ב- 3 מידות אפשריות (מידות במ"מ): 1250 x 2050, 1220 x 2440, 3050 x 2050. לוחות הזיגוג שישוּבּוּ בתכנון יהיו נגזרת של מידות אלו, רצוי ללא פחת ככל שניתן, או עם פחת מזערי.

בעבודות פלסן בהיקף גדול ניתן להזמין לוחות במידות השונות מהסטנדרט הנ"ל, באורך וברוחב הדרושים, אך לא יותר מרוחב של 2050 מ"מ. יש לזכור כי מקדם ההתפשטות התרמית של פוליקרבונט גבוה יחסית לכן לא רצוי להשתמש בלוחות ארוכים מאוד. המלצתנו- אורך מירבי בסביבת 6.50-7.00 מ'.

ג. עיצוב פלסן כלוח זיגוג וחיפוי:

עיצוב "קר"

- (1) בשונה מזכוכית, ניתן לעצב את לוח הפלסן לצורה דרושה כלשהי בקלות יחסית, ע"י כיפוף "קר", המסתמך על גמישותו הטבעית של הלוח (בהתחשב במגבלת רדיוס מינימלי), בכיפוף פינתי "קר" המבוצע בעזרת מכש כיווף ( Brake-Press ), או ע"י טיפול תרמי.
- (2) בכיפוף קשתי "קר" ניתן לבצע קמרון, כיפה או שילוב ביניהם, זיגוג קשתי אנכי (פינות מעוגלות), קימור חיצוני ופנימי (קעור) וכד'.
- (3) בכיפוף פינתי קר ניתן לבצע רכס ב"סקייליט" או קירוי דומה דו-שיפועי מיחידה אחת ללא תפר או חיבור, או זיגוג פינתי אנכי ביחידה אחת ללא תפר.
- (4) יש לציין כי כיפוף פינתי "קר" דורש ידע ומקצועיות בעבודות מסוג זה. כיפוף קשתי "קר" פשוט יחסית וניתן לבצעו גם ע"י עובדים פחות מיומנים.



עיצוב "פלסן" בעיבוד תרמי

- (1) לוח פלסן ניתן לעיבוד תרמי בקלות יחסית. קיים סוג לוח המיועד מראש לעיבוד תרמי, ומיוצר עם יריעות מגן מיוחדות עמידות לחום הדרוש לעיבוד פוליקרבונט. לוח זה אינו דורש הכנה מוקדמת לפני העיבוד, וניתן לעבדו כשיריעות המגן עליו, דבר השומר על הלוח מפגיעות טרם ההרכבה.
- (2) לוח פלסן רגיל דורש, ברוב המקרים, הסרת יריעות המגן משני צידיו ויבוש בתנור מיוחד, לסילוק תכולת המים בלוח. עיבוד תרמי ללא יבוש עלול לגרום לבועות וסימנים בלוח, עקב ביצוע בחום שמעל  $100^{\circ} C$  והמים שבלוח הופכים לאדים.
- (3) העיבוד התרמי הפשוט ביותר, שאינו מצריך יבוש, הוא כיפוף קווי חם. בתהליך זה מחממים את הלוח מצד אחד או משני צידיו (תלוי בעובי הלוח) בגופי חימום חשמליים קוויים עד שהלוח מגיע לחום הדרוש (כ-  $110-120^{\circ}$ ) באיזור קו הכיפוף ומתרכך. אז מכופפים את הלוח לזווית הרצויה ומניחים לו להתקרר. עדיף לבצע כיפופים כאמור במתקן המיועד לכך, עם אמצעי כיוון ומדידה לכיפוף קווי נקי ומדוייק, בזווית הרצויה. יש להיזהר מקירוב יתר של הלוח לגופי החימום, למניעת חריכה והמסה. ניתן לבצע מספר כיפופים קוויים באותו לוח לקבלת צורות וזוויות מיוחדות.
- (4) שיטה אחרת מאפשרת כיפוף לוח שטוח לקשת. נועדה בעיקר למצב שבו רדיוס הכיפוף הדרוש קטן מזה המותר בכיפוף "קר". העיבוד נעשה ע"י חימום לוח שטוח בתנור מיוחד עד לחום ידוע, שבו מתרכך החומר. הלוח מוצא ומונח מייד על תבנית מעוגלת, שם הוא "צונח" כלפי מטה, תוך סיוע של עובד מכל צד הלוח על הלוח עד למגע עם התבנית (Drape Forming). הכיפוף מתבצע במישור אחד.
- (5) שיטות נוספות לעיבוד תרמי מבוססות על חימום וטיפול בתבניות תחת לחץ מכני, לחץ אוויר או יניקה (Vacuum-Forming) ושילובים שונים שלהם. השיטות מאפשרות יצירת צורות תלת-ממדיות שונות, ולכל שיטה תכונות ותוצאות אופייניות של עובי דופן וצורת פני שטח בהתאם לטכניקת העבודה.
- (6) אלמנטים מפלסן בעיבוד תרמי הם ברוב המקרים בעובי דופן דק עד בינוני. העיצוב התרמי מאפשר ליצור צורה קשיחה בהרבה מלוח שטוח בעובי דומה. כך ניתן ליצור כיפות תאורה וחלקי כיסוי למבנים מיוחדים (חממות ביתיות, קירוי לבריכות שחייה ועוד) מחומר דק יותר ובעלות נמוכה יחסית.



א. הערות עקרוניות :

- 1) פלסן לסוגיו הוא חומר מעולה ליישומים שונים של זיגוג וחיפוי שקוף או מעביר אור. הקפדה על תכנון נכון ובהמשך- ביצוע על-פי הנחיות היצרן יובילו לשנים רבות של שימוש לשביעות רצון הנוגעים בדבר. התעלמות מהנחיות התכנון והביצוע ו/או הדרכת היצרן, ויישום לא מדויק או בניגוד להנחיות, עלולים לגרום לכשל, תפקוד לא מספק, תקלות ונזקים, והפחתה משמעותית באורך חיי הלוחות.
- 2) מחלקת התמיכה הטכנית של פלרם עומדת לרשות המתכנן והאדריכל בייעוץ וסיוע טכני ומקצועי בכל שלבי התכנון והכנת המפרטים לביצוע, וכן בייעוץ והנחיית המתכנן, מנהל הביצוע והמפקח לגבי הפיקוח על צורת ואיכות הביצוע של הקבלן המבצע.

ב. הנחיות בסיסיות לתכנון :

- 1) **עובי**- פלסן חזק ביותר למכות, חבטות ונגיפות, ומתאים במיוחד למקומות שבהם צפויות פגיעות מסוג זה, יחד עם הצורך או הרצון לקבלת שקיפות או העברת אור. עובי הלוח ייקבע בהתאם לתכנון, צורת ההתקנה, מפתחי ההשענה והעומס הצפוי- בין אם הוא נובע מסיבות טבעיות (משקל עצמי, רוח, שלג) או מעשי ידי אדם (כגון לחץ קהל), כמופיע בהסבר וטבלאות לעיל.

- 2) **מניעת פגיעות מכניות**- פלסן סטנדרטי, כחומר, רך יותר מזכוכית, למרות חוזקו הרב, ופני השטח שלו עלולים להיפגע מחבלות ופגיעות מכניות, מחומרי מרוט ושחיקה וכלי ניקוי שורטים למיניהם, גם אלו שאינם תוקפים את חומר הלוח. לכן מומלץ:
  - כשיש צפי לאפשרות כאמור- להכין בעת התכנון מכשול או מרווח שיקשה על מגע ישיר של פוגע פוטנציאלי עם הלוח.
  - להתריע מראש ובצורה ברורה על אי-שימוש בחומרי ניקוי וכלים לא-מתאימים כאמור, כולל אלו שאינם תואמים כימית לחומר הלוח.
  - כשיש חשש ברור מפגיעה מכנית- ולא ניתן לבצע מכשול או מרווח כאמור, לבחור בלוח "פלגרד"- עם פני שטח מוקשים ומטופלים כנגד שריטות מכניות- כחומר זיגוג.

- 3) **וויסות כמות האור וחדירת חום**- פלסן שקוף חסר-צבע (Clear) או שקוף ומגוון לסוגיו הוא נאה ואסתטי, מעביר המון אור, וניתן לראות דרכו את השמש והעננים ביום, ואת הירח והכוכבים בלילה. הבעייה היא שיחד עם האור חודרת קרינת חום רבה, שאינה נפלטת חזרה (אפקט החממה). עקב קרינת השמש החזקה בארץ נוצר עומס חום כבד, בחלק גדול של השנה, באיזור הקירוי השקוף. עומס חום זה מטיל מעמסה כבדה על אמצעי הקירור ומיזוג האוויר וחלקו (חום בקרינה ישירה) אינו מושפע ממיזוג האוויר וממשיך לחמם כל אדם או חפץ בו הוא פוגע. לכן מוצע (בעיקר בקירוי עליון ופתחי תאורה בגג):
  - אם המתכנן עומד על שימוש בחומר שקוף כאמור, להקטין עד כמה שניתן את גודל פתח האור, כדי להקטין את כמות החום החודר וקרינת החום הישירה.
  - להשתמש בפלסן "סולר-קונטרול (Solar Control)" בגוון מטלי או לבן, המחדיר רק 20-35 אחוז של האור וכמות קטנה בהרבה של החום, עם שקיפות אופטית מועטה, וכן פלסן "לבן-אופל" או "דיפוזר (Diffuser)" המפחיתים מן האור והחום החודרים, ומונעים חדירת קרינת חום ישירה למבנה המקורה.
  - לתכנן את פתחי התאורה והקירוי העליון כך שיהיו מוצלים כל או רוב הזמן ע"י חלקי מבנה אחרים, או שההפנייה שלהם תהייה צפונית בעיקר, ותימנע חדירת קרינת שמש ישירה.

- 4) **התכנון**- ייתבסס על הקווים המנחים לעיל וההנחיות לתכנון וביצוע המופיעות מתחילת החוברתועד סופה. להתרשמות כללית ניתן להיעזר באלבום התמונות לעבודות פלסן המופע ב- CD פלרם, וגם באתר האינטרנט של פלרם [www.palram.co.il](http://www.palram.co.il).

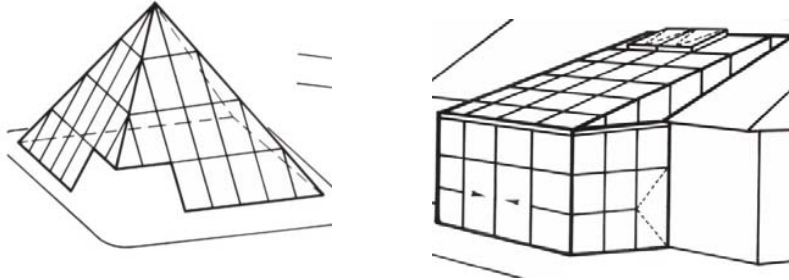
- א) מוצע כי עם ההחלטה על תכנון פרוייקט או חלק ממנו המחייב שימוש בפלסן יפנה המתכנן, לאחר שעיין בחומר האינפורמטיבי והטכני שבידיו וגיבש לעצמו עמדה פרוגרמטית עקרונית, למח' התמיכה הטכנית של פלרם לצורך קבלת ייעוץ וסיוע ראשוני.
- ב) המתכנן יוכל להעביר בפקס או ב- e-mail סקיצות ותרשימים ראשוניים המתארים את המבנה המתוכנן בקווים כלליים, רצוי בלווית תיאור או הסבר מילולי לגבי השאלות או ההתלבטויות העומדות לפניו. בהמשך ולפי הצורך ייצור יועץ פלרם קשר לקביעת פגישת ייעוץ, או יעביר נתונים ופרטים ראשוניים בדרך דומה לידי המתכנן, לקידום התכנון.
- ג) עם התקדמות התכנון הכללי של המבנה והכנת תכניות העבודה, יעביר המתכנן תכנית, חתכים וחזיתות של הקירוי השקוף (לפי המצוי בידיו) ליועץ פלרם לצורך עדכון והערות, ולצורך ייעוץ והכוונה בהכנת מפרט מיוחד ופרטי ביצוע.

ד) עם הכנת המפרט ופרטי הביצוע, יעביר המתכנן את הנ"ל ליועץ פלרם להערות סופיות וחוו"ד כללית. אין לראות באמור לעיל כל דרישה או עילה להתחייבות המתכנן למסירת עבודת הביצוע לפלרם או מי מטעמה. יש לראות במתן הייעוץ והפרטים המלצה המבוססת על ידע מקצועי וניסיון מצטבר, על-סמך ייעוץ כנ"ל שניתן ועבודות רבות שבוצעו, שניתנה בתום-לב ומתוך רצון טוב. אין בייעוץ פלרם כל התחייבות ולקחת אחריות לטיב התכנון והייעוץ או לגבי כל פרט אחר שנמסר, אלא אם ניתן לכך כתב אחריות נפרד ובכתב, לגבי עסקה מסויימת. המידע והייעוץ שנמסרו אינם מהווים המלצה להתאמת מוצר זה או אחר של פלרם בע"מ לשימוש מסוים אלא אם הובאה אפשרות שימוש זה לידיעת פלרם בע"מ ואושרה על ידה מראש ובכתב. יחד עם זאת- יישום והתקנה בניגוד להנחיות ולהוראות השימוש וההתקנה עלולה לגרום לפגיעה באחריות החברה למוצר שנרכש.

ג. **טיפים מקצועיים לתכנון:**

**1) זיגוג בפלסן שטוח:**

ניתן לביצוע בהתקנה אופקית (עם שיפוע מזערי ע"פ המיקום ותנאי האקלים והסביבה), בחיפוי גגות או זיגוג פתחי-תאורה עליונים (Skylight) לסוגיהם, ובהתקנה אנכית (בחלונות וקירות מסך למיניהם). להלן שתי דוגמאות סכמטיות לאפשרויות השונות.



עקרונית, קל יותר לביצוע, ניתן ליישום עם סוגים רבים של פרופילים מעץ, פלדה ואלומיניום, ומאפשר גימור פשוט ואמין יותר מבחינת איטום. אינו מנצל את ייחודיות הפלסן-קלות בכיפוף וגמישות- מאפשר התקנה מקומרת.

**2) חיפוי וקירוי בזיגוג מקומר ("קר" או בעיבוד תרמי):**

ניתן לביצוע בעיקר בהתקנה אפקית או משופעת, אך ניתן לביצוע גם בהתקנה אנכית. ניתן ליישום בקירוי גגות ופתחי תאורה עליונים, מעברים מקורים, גגונים וסככות, שילוב בקירות מסך, מבני רחוב ועוד.

להלן מספר דוגמאות סכמטיות לאפשרויות השונות:



עקרונית, קשה יותר לביצוע עקב הפרטים שחלקם חייב להתבצע בערגול תוך שמירה על הזוויות המקוריות של פרופיל הזיגוג או פרופיל המסגרת. בלוחות המחוייבים בעיבוד תרמי (הכיפוף הנדרש מתחת לרדיוס המותר), יש להוסיף תהליך ייבוש (לא תמיד הכרחי) והכיפוף ב- "Drape Forming".

**קריטריונים לבחירת סוג המסגרת הנושאת המתאים להקמת קיר מסך /  
פתח תאורה עליון (SKYLIGHT) בזיגוג לוחות פלס**

מס' סוג המסגרת	סוג המסגרת	צורה ואפשרויות רכישה ועיבוד	יתרונות	חסרונות
1	עץ אורן / לבן רגיל או רב-שכבתי	<p>1. עץ רגיל- קורות ולוחות בחתך מרובע, במידות מוגבלות של עובי, רוחב ואורך.</p> <p>2. עץ רב-שכבתי- קורות ולוחות בחתך מרובע ובמבחר גדול וכמעט בלתי מוגבל של מידות.</p> <p>3. אפשרות רכישה קלה וזמינה לעץ רגיל. בעץ רב-שכבתי- זמינות טובה לחתכים הרגילים, באורך בינוני.</p> <p>4. ייתכנו עיכובים בגדלים מיוחדים. עיבוד קל ונוח, באמצעים זמינים של שתי הסוגים. קשיים צפויים במידות הגדולות בעץ רב-שכבתי.</p>	<p>1. אפשרויות רבות ומגוונות לעיבוד וגימור, ללא קושי מיוחד</p> <p>2. אפשרויות למפתחים גדולים (בעץ רב-שכבתי)</p> <p>3. ניתן לעיצוב נאה ואסתטי. מאפשר יצירת צורות ארכיטקטוניות מעניינות בקלות יחסית.</p> <p>4. עמידות טובה לקורוזיה ולרוב הכימיקלים</p> <p>5. נוח לחיבור והרכבה, כולל חיפוי גג וקירות</p> <p>6. מתאים מאוד לביצוע בשיטת DIY (עשה זאת בעצמך) בעבודות קטנות יחסית.</p>	<p>1. חומר טבעי רך, רגיש יחסית לפגיעות מכניות.</p> <p>2. בעץ הרגיל ייתכן עיוות עקב שינויים אקלימיים, מעבר להתפשטות התרמית הצפויה.</p> <p>3. דליק מאוד במצב הטבעי. מחייב טיפול כימי ואשפחה לקבלת עמידות טובה. עץ רב-שכבתי מעכב בעירה במידה סבירה בחתכים גדולים.</p> <p>4. עץ רגיל- לא יקר אך מוגבל במידות. עץ רב-שכבתי יקר יחסית, עם תקופת אספקה ארוכה למידות וצורות מיוחדות.</p>

<p>2</p> <p>מתכת פרופילים סטנדרטיים פלדה / אלומיניום</p>	<p><b>צורה</b></p> <p>1. <b>פלדה</b>:- פרופילים סטנדרטיים במבחר גדול, פרופילים מרובעים חלולים בצורות, עובי דופן ומידות שונות. קורות L, C, I, H, T, ועוד, בכל הגדלים המקובלים</p> <p>2. <b>אלומיניום</b>:- פרופילים סטנדרטיים במבחר גדול, פרופילים מרובעים חלולים בצורות, עובי דופן ומידות שונות. גודל הפרופילים הסטנדרטיים מוגבל למידות המקובלות בשוק המקומי.</p> <p>רכישה אספקה קלה וזמינה ממקורות רבים. באלומיניום- פרופיל דרוש ע"פ הזמנה ניתן להשגה בקלות.</p> <p><b>עיבוד וגימור</b></p> <p>3. <b>פלדה</b>- אפשרויות נרחבות, מחייב ידע וכלים מקצועיים לקבלת תוצאות טובות.</p> <p>4. <b>אלומיניום</b>- אפשרויות רבות, מחייב ידע וכלים מקצועיים לקבלת תוצאות טובות.</p>	<p><b>פלדה</b></p> <p>1. חוזק גבוה במידות וחתכים צנועים יחסית. קלות ויעילות בביצוע חיבורים בברגים ומסמרות. חיבורים "נקיים" וחזקים בריתוך. גימורים אפשריים במבחר גדול בצבע וגילון.</p> <p>2. אפשרויות למפתחים גדולים ועומסים גבוהים</p> <p>3. עלות נמוכה יחסית לתמורה, וחומר זמין ברוב סוגי הפרופילים.</p> <p><b>אלומיניום</b></p> <p>1. חוזק סביר יחסית לחתך ולמשקל. מבחר גדול וזמין ברוב סוגי הפרופילים.</p> <p>2. מבחר גדול למדי של אפשרויות גימור. מגוון צבעים אפשרי גדול מאוד.</p> <p>3. מודרני ו"נקי" בצורתו, עמיד יחסית לקורוזיה</p> <p>4. עלות יחסית בינונית- עקב מחיר האלומיניום. (גבוה בהרבה מהפלדה גם לעומת המשקל) בשני החומרים חלק מהפרופילים ניתן לכיפוף וערגול ללא קושי. מאפשר הקמת מערכת זיגוג מקומרת או כיפתית.</p>	<p><b>פלדה ואלומיניום</b></p> <p>1. הפרופילים גסים ומחוספסים. המבנים המבוצעים באמצעותם מתאימים בעיקר לתעשייה, אחסון, ספורט או חקלאות. לצרכים אסתטיים (מגורים, מסחר, חינוך, תרבות וכו'), יתאימו לחלקי מבנה הנצפים מרחוק ולא בטווח יד או מבט מקרוב.</p> <p>2. רגישות לקורוזיה- פלדה רגילה לרטיבות (חלודה) ונדרש גלון /ואו צביעה לקבלת הגנה מתאימה. אלומיניום רגיש לתקיפה קתודית (מגע עם פלדה חשופה, נחושת וכו') מחייב טיפול מתאים.</p> <p>3. אין עידון בפרטי מבנה ופרטי חיבור וגימור ייעודיים. מחייב פתרונות פשוטים, גסים ומחוספסים. במקרים מורכבים יותר נדרשים אלטורים.</p>
<p>3</p> <p>מתכת מערכות פרופילים ייעודיים קיימות של יצרנים שונים, בעיקר לקירות מסך פלדה / אלומיניום</p>	<p><b>צורה</b></p> <p>מערכות מושלמות כולל פרופילים שונים, אביזרים ופרטי חיבור. מיועדות למתן סגירה שקופה בקיר מסך או פתח אור עליון ע"פ פרטים מתוכננים מראש כולל כל החלקים הדרושים לביצוע מושלם. <b>הזיגוג המיועד- זכוכית רכישה</b></p> <p>1. <b>פלדה</b>- אינן זמינות בארץ. ניתנות לרכישה בהזמנה מיוחדת מיצרנים באירופה, בעיקר בגרמניה. מיוצרות מצינורות דקי דופן מפלדה מיוחדת או מפלב"ם. עלות גבוהה, בייחוד בפלב"ם.</p> <p>2. <b>אלומיניום</b>- מיוצרות ע"י מספר יצרנים מקומיים, ניתנות לרכישה "מן המדף" תוך זמן סביר. אפשרות הזמנה מיצרני חוץ- באיכויות משופרות אך בעלויות גבוהות (גרמניה, צרפת, איטליה), או מארצות בייצור זול ואיכות לא ברורה (תורכיה).</p> <p><b>עיבוד וגימור</b> המערכות בנויות (בשני החומרים) לעיבוד מקצועי ונכון, ללא אלטורים, כולל כל פרטי החיבור והאיטום ובגימורים האיכותיים ביותר, ע"י עובדים מקצועיים ומיומנים בעבודות מסוג זה.</p>	<p><b>פלדה</b></p> <p>1. חוזק גבוה, ייחוד צורתי לעומת אלומיניום, בייחוד בפלב"ם.</p> <p>2. מבחר גדול של סוגי פרופילים, אביזרים ופרטי חיבור ואיטום. ניסיון מוכח באיכויות ובתפקוד המערכת.</p> <p><b>אלומיניום</b></p> <p>1. יצרנים מקומיים- גופים רציניים עם רקע הנדסי מוכח ויכולת גיבוי טכני ("מערכת עם אבא"), כולל פרטים, אביזרים, הדרכה ואחריות.</p> <p>2. יצרני חוץ איכותיים- גופים רציניים עם רקע הנדסי מוכח ויכולת גיבוי טכני ("מערכת עם אבא"), בדומה למקומיים, אך עם מבחר פרטים, ואביזרים עשיר יותר וניסיון רב יותר, הדרכה ואחריות כלולים. בשני החומרים גמר איכותי למערכת המושלמת, בכל סוגי המערכות.</p>	<p><b>פלדה ואלומיניום</b></p> <p>1. המערכות האיכותיות המיובאות, בשני החומרים, מארצות אירופה המערבית, יקרות מהמערכות המקומיות.</p> <p>2. במקרה של תקלה או חוסר בפרט או אביזר במערכת המיובאת, עלול להיווצר עיכוב בתהליך ההרכבה- בזולה וביקרה.</p> <p>3. המערכות המקומיות זמינות יחסית. במערכות המיובאות, משני הסוגים, עלולה להתארך תקופת ההזמנה.</p> <p>4. המערכות מיועדות לזכוכית. עומק מרווח הזיגוג עבור פלסן מוגבל, ואינו מאפשר שימוש ברוחב מרבי של הלוחות.</p>
<p>4</p> <p>אלומיניום מערכות ייעודיות וייחודיות, של חברות מתמחות בכיסוי פתחי תאורה איכותיים מפוליקרבונט מלא, עם אפשרות שילוב בקירות מסך</p>	<p><b>צורה</b></p> <p>מערכות מושלמות כולל פרופילים שונים, אביזרים ופרטי חיבור. מיועדות למתן סגירה שקופה לפתח אור עליון /ואו לשילוב בקיר מסך, ע"פ פרטים מתוכננים מראש כולל כל החלקים הדרושים לביצוע מושלם ומותאם ל<b>זיגוג המיועד- פלסן רכישה</b></p> <p>חברות אלו מעונינות במכירת פרוייקט מושלם בשיטת תכנון וביצוע. אין להן עניין באספקת מערכות פרופילים כאמור בפרד. עיבוד וגימור</p> <p>המערכות בנויות לעיבוד מקצועי ונכון, ללא אלטורים, כולל כל פרטי החיבור והאיטום ובגימורים האיכותיים ביותר, ע"י עובדים מקצועיים ומיומנים בעבודות מסוג זה, כאשר כל המערכת מתוכננת ומותאמת מראש לכל הדרישות הספציפיות של זיגוג פלסן.</p>	<p><b>אפשרויות</b></p> <p>1. קבלנים מקומיים- עם רקע ביצוע מוכח ויכולת גיבוי טכני כולל פרטים ואביזרים, ואחריות קבלנית. (לדוגמה- חב' "סקיילייט")</p> <p>2. קבלני חוץ איכותיים- גופים רציניים עם רקע הנדסי מוכח ויכולת גיבוי טכני ("מערכת עם אבא"), דומה למקומיים, אך עם מבחר פרטים, ואביזרים עשיר יותר וניסיון רב יותר, הדרכה ואחריות כלולים ("SCHUCO", "JET", וכו')</p>	<p>1. עלויות גבוהות לעבודות "קומפלט", במיוחד לסוג זה של מבנים, לשתי האפשרויות.</p> <p>2. ביצוע בישראל של קבלני חוץ עלול לגרום עיכובים בביצוע, והעלויות יהיו גבוהות אף יותר מאלו של הקבלן המקומי.</p> <p>3. לעתים מתגלה כי את עבודות החוץ (בארץ) של הקבלנים האירופיים מבצעים קבלנים מקומיים, ואפילו הקבלן המקומי המתחרה.</p>