

חקר ביצועים תרמיים של חיפויי אלומיניום למבנים בחזית מאווררת

מחקר בהזמנת 'קבוצת ענק'

info@sid-center.co.il ☒

053-303-5557 ☒

☒ דרך מנחם בגין 146, ת"א

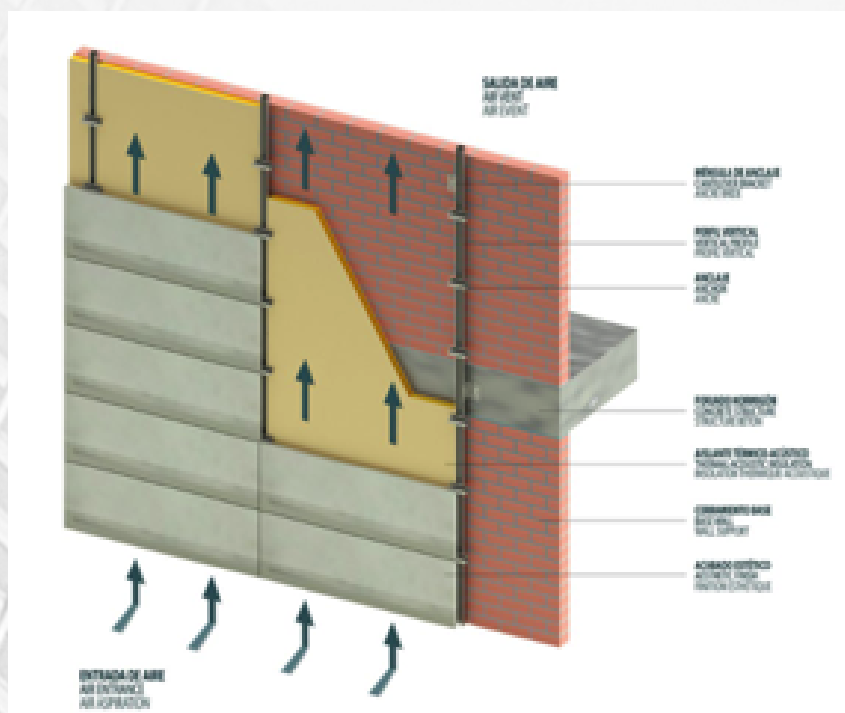
☒ קק"ל 71, קרית טבעון

www.sid-center.co.il ☒

חיפויי אלומיניום - 'ענק החיפויים'

במסגרת דוח זה נבדקו מספר חלופות לגשרים תרמיים עם או בלי חזית מאווררת בחיפוי פאנלים מאלומיניום.

החישובים בדוח מבוססים על תקן 1045 חלק 1 משנת 2019, כמפורט בהמשך. החישוב נעשה בחורף ולא מתחשב בקרינת השמש. אנחנו סבורים שיש תרומה משמעותית לחסימת הקרינה בקיץ וכן החלפת האויר בחלל שבין החזית לקיר, המושגת באמצעות מערכת החזית המאווררת. אנו ממליצים לתכנן קירות עם אוורור בעזרת פתחים בתחתית ובמעלה החזית, כמתואר באיור:



היות ויש חובה לעמוד בדרישות תקן 1045, דוח זה מציג מגוון אפשרויות לעמידה בתקן זה בגשרי קור עם חזית מאווררת. תרומת החזית המאווררת להתייעלות האנרגטית הכוללת של מבנה, תלויה בגורמים רבים - אזור גאוגרפי - אקלים, גאומטריית המבנה, יחס קיר/ רצפה /חלון, אפיון חתך הקיר, הפניה ועוד. לצורך הערכת התייעלות אנרגטית במבנה יש לבצע מודל למבנה כולו.

info@sid-center.co.il ☒

053-303-5557 ☒

☒ דרך מנחם בגין 146, ת"א

☒ קק"ל 71, קרית טבעון

☒ www.sid-center.co.il

לצורך הבדיקה, נבחרו כמה חתכים מייצגים המתוארים בהמשך, עבור כל חתך בוצע חישוב מוליכות לפי תקן 1045 וכן סימולציה לגשר הקור בהתאם לת"י 1045 חלק 1 2019.

החלופות שנבדקו הן:

1. קירות בלוקים

- קיר פומיס/איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר
- קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר וחיפוי אלומיניום
- קיר פומיס / איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
- קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום
- קיר איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום
- קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
- קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום

2. קיר בטון עם בידוד חיצוני

- קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני-קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני וחיפוי אלומיניום
- קיר בטון עם 5 ס"מ צמר זכוכית חיצוני
- קיר בטון עם 5 ס"מ צמר זכוכית חיצוני וחיפוי אלומיניום
- קיר בטון עם 3 ס"מ צמר זכוכית חיצוני
- קיר בטון עם 3 ס"מ צמר זכוכית חיצוני וחיפוי אלומיניום

3. קיר בטון עם בידוד פנימי

- קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום
- קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום ובידוד בתקרה וברצפה

אופן החישוב

בהתאם לנדרש בת"י 1045 חלק 1 - חישוב גשרי הקור נעשה בגישה החישובית, בה מחשבים את פירוס הטמפרטורות בפני השטח הפנימיים של הגשר התרמי, ומוודאים שהגשר עומד בדרישות הנקובות.

מכינים מודל חישובי דו-ממדי או תלת-ממדי של סביבת הגשר התרמי לפי הכללים הנקובים בתקן הבין לאומי ISO 10211 בשינוי זה: ברירת המחדל של ההתנגדות התרמית הפנית הפנימית בחישובים אלה תהיה כנקוב בטבלה ב-2 שבתקן הישראלי ת"י 1045 חלק 0.

החישוב יבוצע עבור טמפרטורת אויר החוץ כמפורט בטבלה מטה, כשר טמפרטורת אויר הפנים היא 20 מעלות. יש לחשב את פירוס הטמפרטורה בפני השטח הפנימיים של כל המשטחים הרלוונטיים במודל, מוצאים את הטמפרטורה המזערית ($\theta_{si,min}$) בפני השטח הפנימיים שהתקבלה במקום כלשהו (קיר, תקרה או רצפה) של הגשר התרמי ומשווים אותה לטמפרטורת פני השטח הגבולית שבטבלה.

טמפרטורת פני השטח הגבולית θ_{cr} (° צ')	טמפרטורת אוויר החוץ θ_c (° צ')	אזור האקלים
18.6	11.6	א
17.9	7.8	ב
17.6	5.8	ג
18.0	8.2	ד

$$\theta_{si,min} \geq \theta_{cr}$$

הגשר התרמי עומד בדרישות התקן כאשר מתקיים:

טבלת ריכוז תוצאות

סוג החתך	הרכב החתך	עמידה ב 1045 - קיר חוץ	עמידה ב 1045 - גשר תרמי
קירות בלוקים	קיר פומיס/איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר		
	קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר וחיפוי אלומיניום		
	קיר פומיס / איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד		
	קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום		
	קיר איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום		
	קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד		
	קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד וחיפוי אלומיניום		
	קיר בטון עם בידוד חיצוני	קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני	
קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני וחיפוי אלומיניום			
קיר בטון עם 5 ס"מ צמר סלעים חיצוני			
קיר בטון עם 5 ס"מ צמר סלעים חיצוני וחיפוי אלומיניום			
קיר בטון עם 3 ס"מ צמר סלעים חיצוני			
קיר בטון עם 3 ס"מ צמר סלעים חיצוני וחיפוי אלומיניום			
קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום			
קיר בטון עם בידוד פנימי	קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום וברצפה		

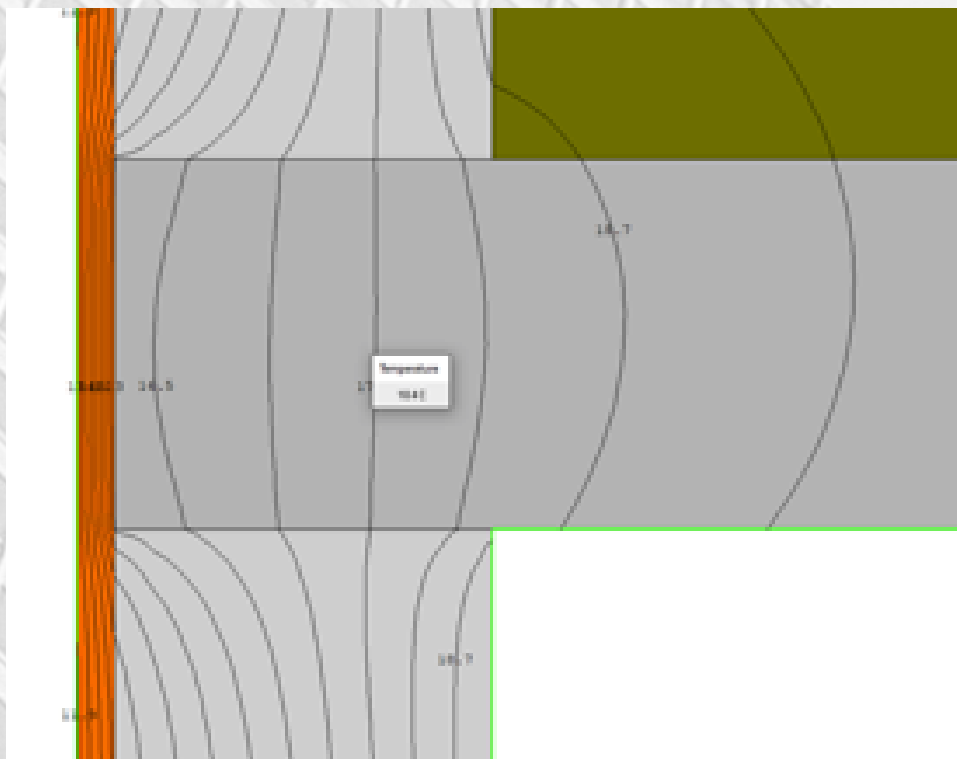
- בהתחשב בתוצאות המוצגות, יש כמה אופציות אפשריות בהם עומדים בתקינה בשימוש בחיפוי אלומיניום:
- קירות בלוקים עם בידוד חיצוני על הקיר כולו או במגרשי הקור בלבד.
 - קירות בטון עם בידוד חיצוני.
 - קירות בטון עם בידוד פנימי וכן בידוד בתקרה ופלציב ברצפה.

תוצאות מפורטות

קיר פומיס / איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר
חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חיסובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)
R [(m ² ·K/W)]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/m ² ·K]	d [cm]	
0.267	0	200	0.075	2.0	טיח תרמי 200
0.900	149	745	0.222	20.0	בלוק פומיס 20 - בלוקל רביד
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				28.7	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פניית	דרישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית - כללית
167	0.74	1.34	0.17	0.60	1.17

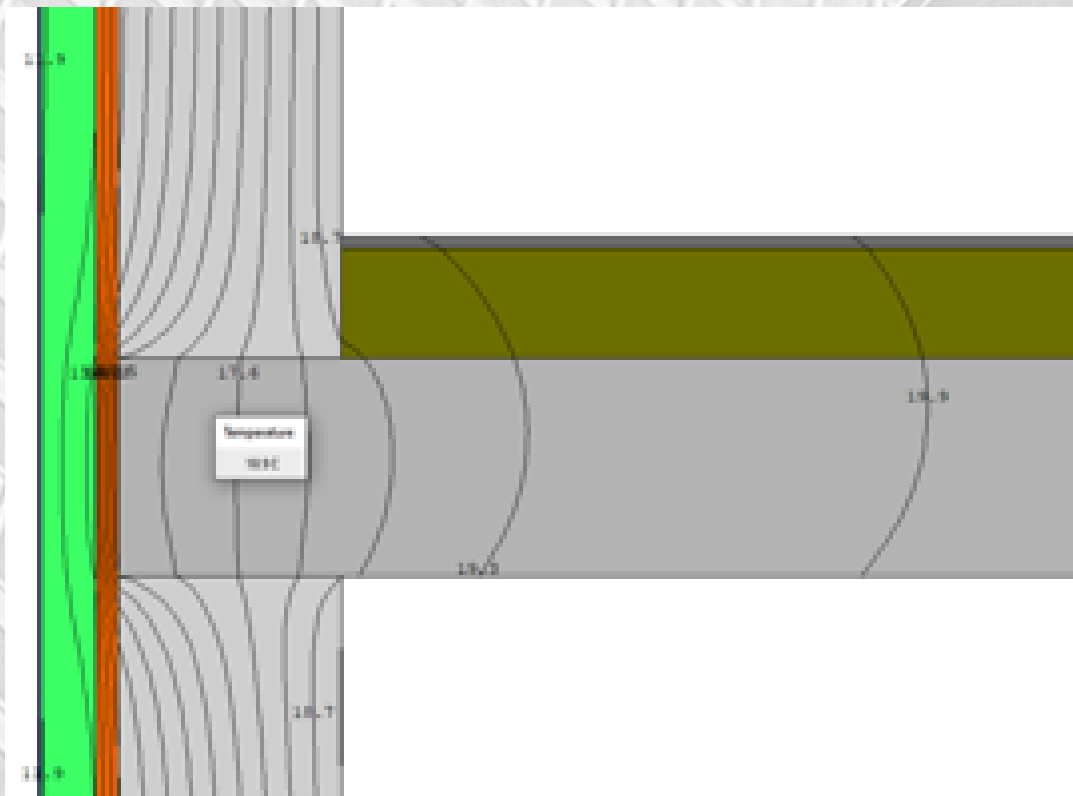
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.4 מעלות -
נמוך מהדרישה בטבלה (18.6) - לא עומד בתקן.



קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי על כל הקיר וחיפוי אלומיניום
חישוב מוליכות לקיר:

קיר חוץ					אזור אקלימי: א
מתכב מערכת (חוץ לפני)	עובי השכבה	מוליכות תרמית חישובית	מסה סגולית	מסה תרמית אפקטיבית	התנגדות תרמית אופיינית
	d [cm]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	ρ [Kg/m ³]	W [Kg/m ²]	r [(m ² *K ^o)/Watt]
פנל אלומיניום	0.2	160.000	2,800	2.8	0.000
מרווח אויר בלוא	5.0	-	-	0	0.180
טיח תרמי 200	2.0	0.075	200	2	0.267
בלוק פומיס 20 - בלוקל ביד	20.0	0.222	745	149	0.900
טיח (סיד-צמנט)	1.0	1.400	1,800	18	0.007
סה"כ עובי קיר	28.7				
התנגדות תרמית אופיינית - r כללית	חדישת 1045	התנגדות תרמית פניית	R	הולכה (U)	מסה סגולית
1.35	0.60	0.17	1.52	0.66	171.8

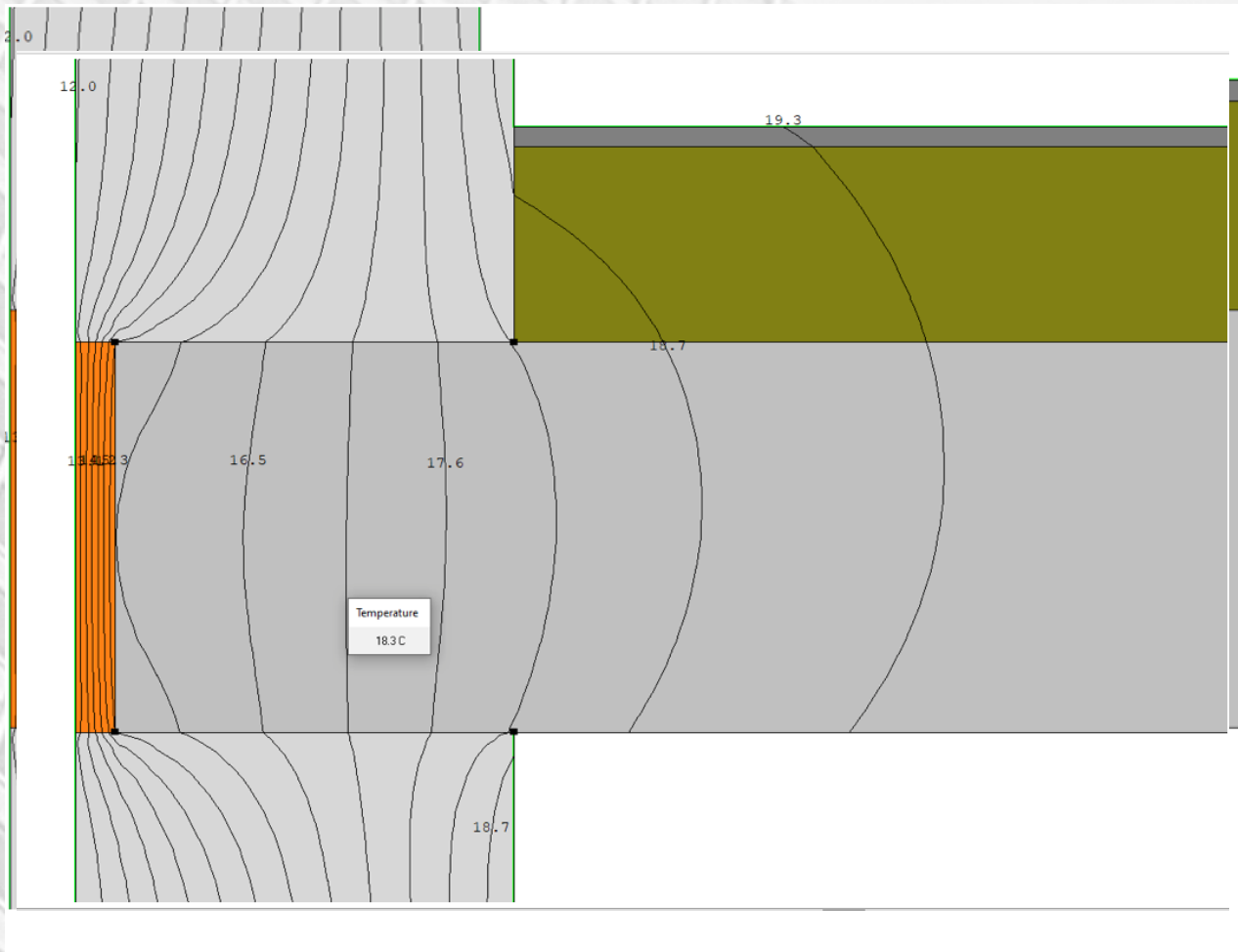
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.9 מעלות - גבוה מ הדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר פומיס/ איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
 חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)
r [(m ² *K ²)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ²)]	d [cm]	
0.900	149	745	0.222	20.0	בלוק פומיס 20 - בלוקל ביד
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				28.7	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פניית	חדישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית
167	0.93	1.08	0.17	0.60	0.91

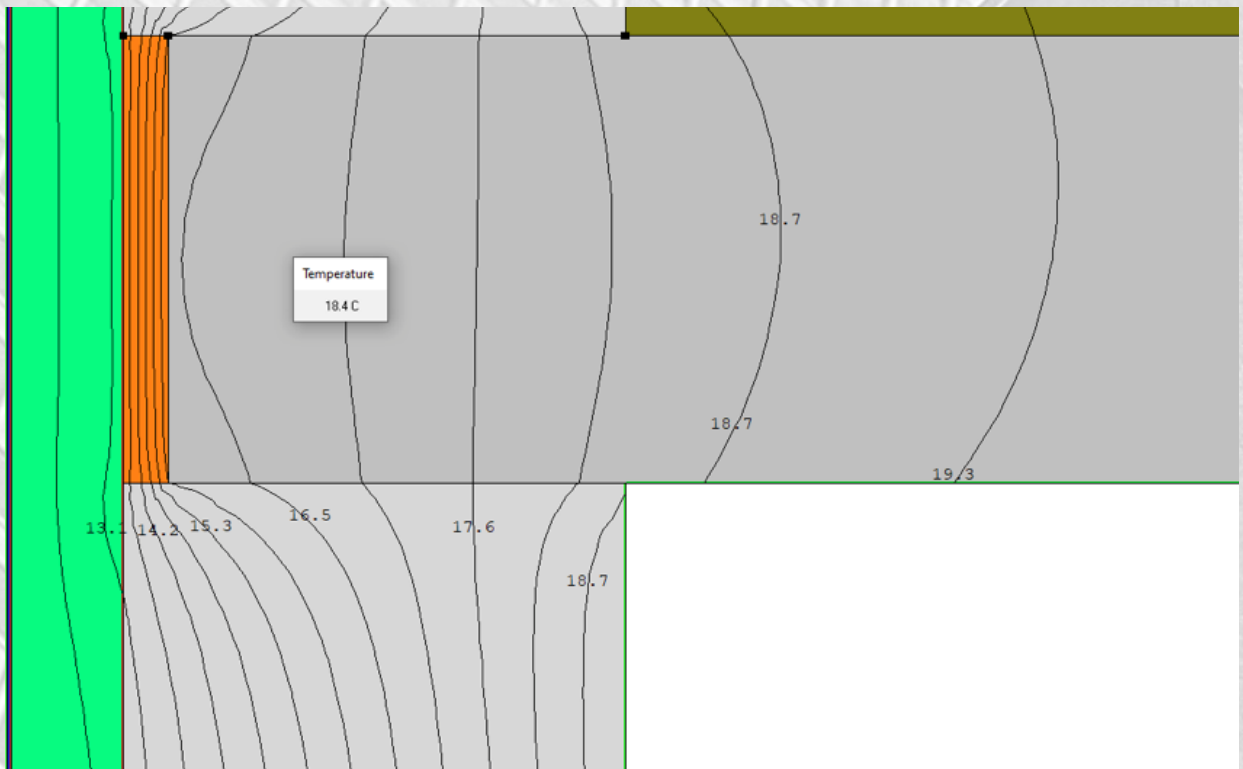
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.3 מעלות - נמוך מ הדרישה בטבלה (18.6) - לא עומד בתקן.



קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
וחיפוי אלומיניום
 חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מתיב מערכת (חוץ לפנים)
$r [(m^2 \cdot K^{\circ})/Watt]$	$W [Kg/m^2]$	$\rho [Kg/m^3]$	$\lambda [Watt/(m^2 \cdot K^{\circ})]$	$d [cm]$	
0.000	2.8	2,800	160.000	0.2	פנל אלומיניום
0.180	0	-	-	5.0	מרווח אויר כלוא
0.900	149	745	0.222	20.0	בלוק פומיס 20 - בלוקל ביד
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				28.7	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פניית	חדישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית - r כללית
169.8	0.80	1.26	0.17	0.60	1.09

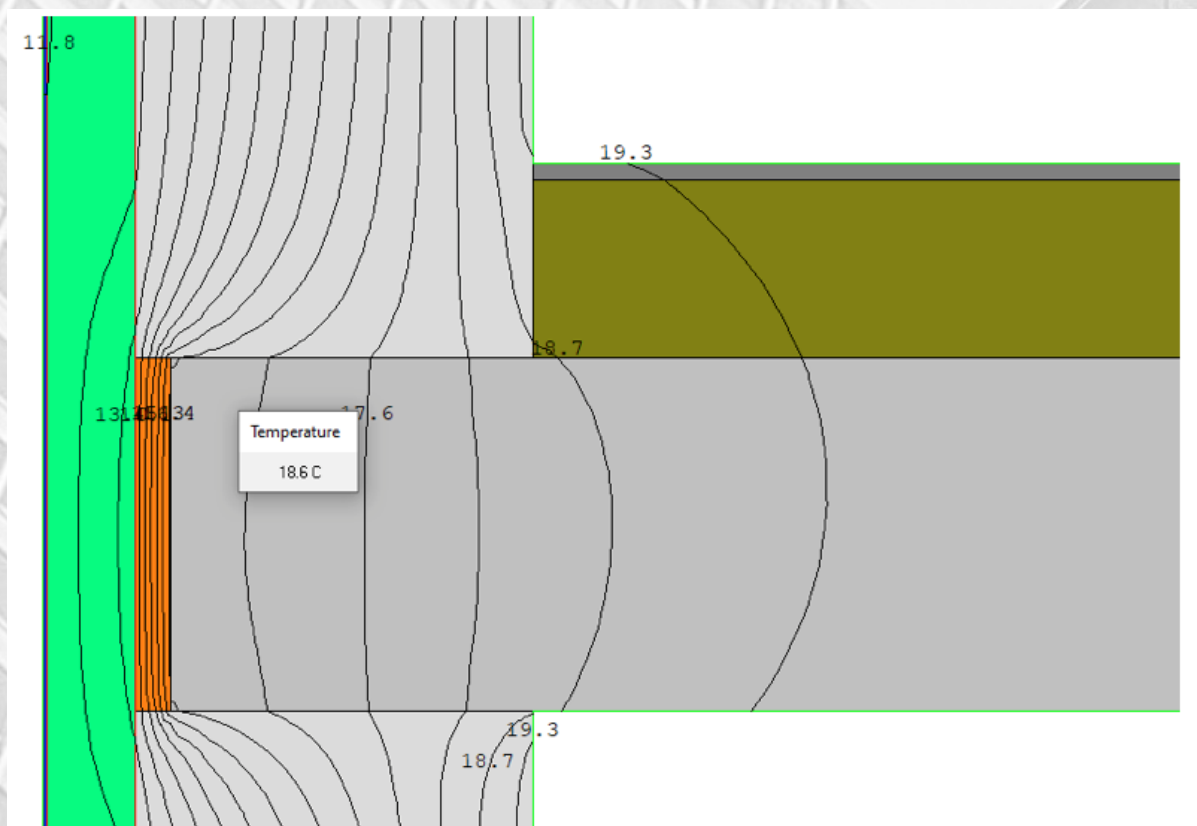
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.4 מעלות - נמוך מהדרישה בטבלה (18.6) - לא עומד בתקן.



קיר איטונג עם בידוד חיצוני של 2 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
 וחיפוי אלומיניום
 חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א				קיר חוץ	
התנגדות תתמית אופיינית	מסה תתמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תתמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפניים)
$r [(m^2 \cdot K^{\circ})/Watt]$	$W [Kg/m^2]$	$\rho [Kg/m^3]$	$\lambda [Watt/(m^2 \cdot K^{\circ})]$	$d [cm]$	
0.000	2.8	2,800	160.000	0.2	פנל אלומיניום
0.180	0	-	-	5.0	מרווח אויר כלא
1.634	88	400	0.135	22.0	בלוק איטונג בנייה
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				28.7	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תתמית פנית	דישת 1045	התנגדות תתמית אופיינית - r כללית
108.8	0.50	1.99	0.17	0.60	1.82

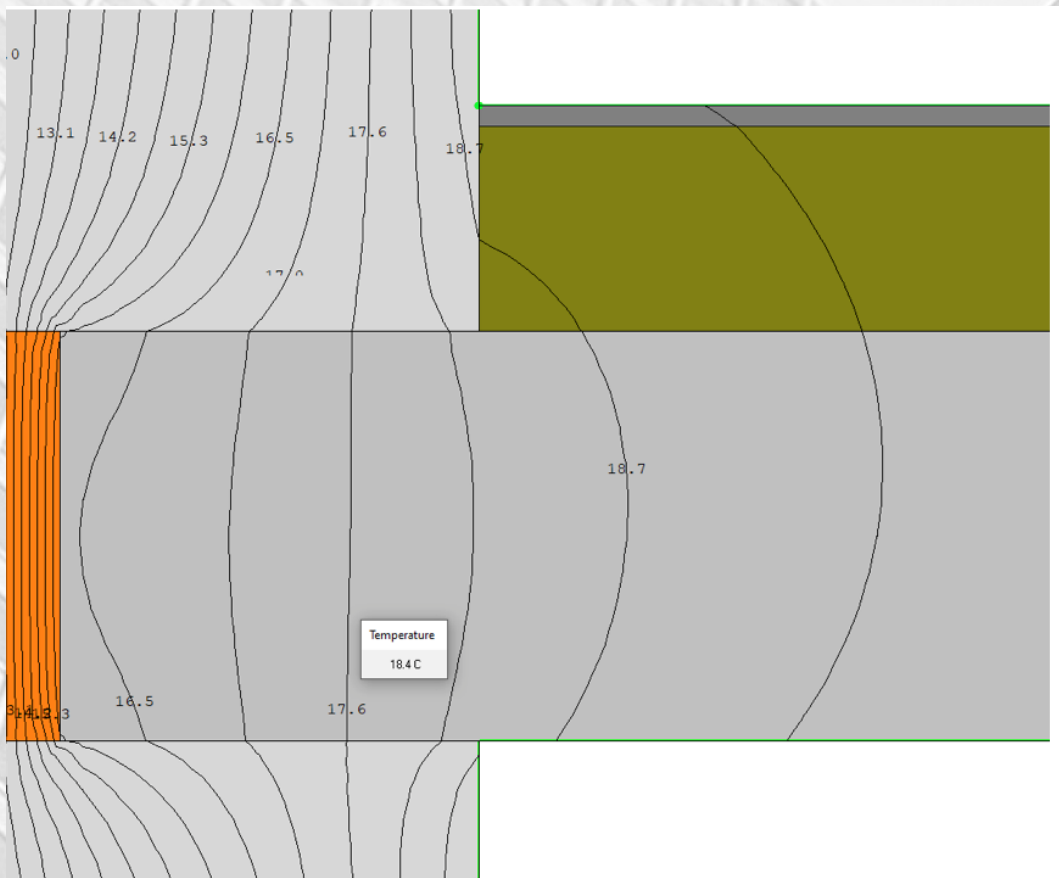
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.6 מעלות - שווה לדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
חישוב מוליכות לקיר:

קיר חוץ					אזור אקלימי: א	
מתיב מערכת (חוץ לפנים)	עובי השכבה	מוליכות תמית חישובית	מסה סגולית	מסה תמית אפקטיבית	התנגדות תמית אופיינית	
	d [cm]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	ρ [Kg/m ³]	W [Kg/m ²]	r [(m ² *K ^o)/Watt]	
בלוק פומיס 20 - בלוקל ביד	20.0	0.222	745	149	0.900	
טיח (סיד-צמנט)	1.0	1.400	1,800	18	0.007	
סה"כ עובי קיר	28.7					
התנגדות תמית אופיינית - r כללית	דישת 1045	התנגדות תמית פנית	R	הולכה (U)	מסה סגולית	
0.91	0.60	0.17	1.08	0.93	167	

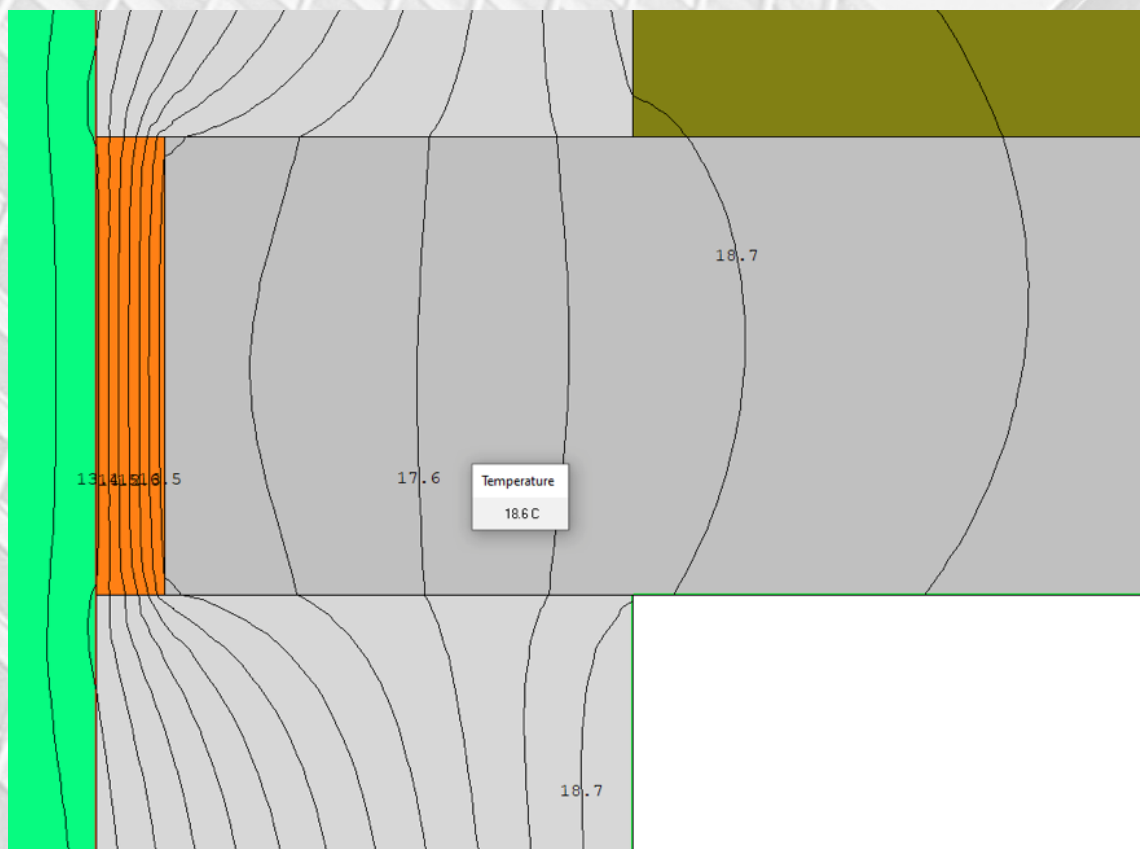
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.4 מעלות
- נמוך מהדרישה בטבלה (18.6) - לא עומד בתקן.



קיר פומיס עם בידוד חיצוני של 3 ס"מ טיח תרמי בגשר הקור בלבד
 וחיפוי אלומיניום
 חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א				קיר חוץ	
התנגדות תמית אופיינית	מסה תמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תמית חישובית	עובי השכבה	מתיב מערכת (חוץ לפני) (חוץ לפני)
$r [(m^2 \cdot K^{\circ}) / Watt]$	$W [Kg / m^2]$	$\rho [Kg / m^3]$	$\lambda [Watt / (m^2 \cdot K^{\circ})]$	$d [cm]$	
0.000	2.8	2,800	160.000	0.2	פנל אלומיניום
0.180	0	-	-	5.0	מררוח אויר בלוא
0.900	149	745	0.222	20.0	בלוק פומיס 20 - בלוקל ביד
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				28.7	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תמית פנית	חדישת 1045	התנגדות תמית אופיינית - r כללית
169.8	0.80	1.26	0.17	0.60	1.09

סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.6 מעלות - שווה לדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני חישוב מוליכות לקיר (לא עומד ב 1045):

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)
r [[m ² *K ^o)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	d [cm]	
0.400	3	200	0.075	3.0	טיח תרמי 200
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				24.0	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פנית	דרישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית
261	1.49	0.67	0.17	0.60	0.50

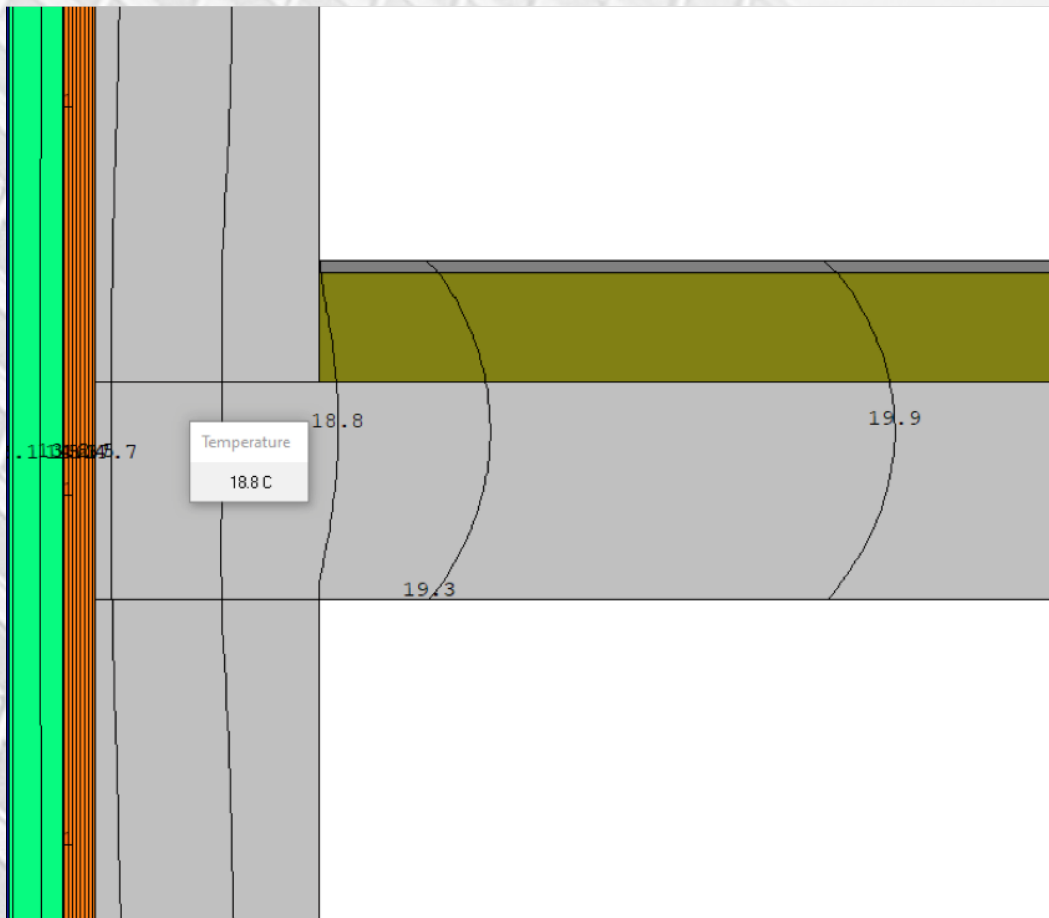
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.6 מעלות - שווה לדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן **.



קיר בטון עם 3 ס"מ טיח תרמי חיצוני וחיפוי אלומיניום חישוב מוליכות לקיר (לא עומד ב 1045):

קיר חוץ					אזור אקלימי: א	
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)	
r [[m ² *K ^o)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	d [cm]		
0.400	3	200	0.075	3.0	טיח תרמי 200	
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון	
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)	
				24.0	סה"כ עובי קיר	
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פניית	דרישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית	
261	1.49	0.67	0.17	0.60	0.50	

סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.8 מעלות - גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן **.*



קיר בטון עם 5 ס"מ צמר זכוכית/ סלעים חיצוני חישוב מוליכות לקיר:

קיר חוץ			אזור אקלימי: א		
מרכיב מערכת (חוץ לפני)	עובי השכבה d [cm]	מוליכות תרמית חישובית λ [Watt/(m ² *K ^o)]	מסה סגולית ρ [Kg/m ³]	מסה תרמית אפקטיבית W [Kg/m ²]	התנגדות תרמית אופיינית
צמר סלעים 60	5.0	0.034	60	0	1.471
בטון	20.0	2.100	2,400	240	0.095
טיח (סיד-צמנט)	1.0	1.400	1,800	18	0.007
סה"כ עובי קיר	26.0				
התנגדות תרמית אופיינית r - כללית	דרישת 1045	התנגדות תרמית פנית	R	הולכה U))	מסה סגולית
1.57	0.60	0.17	1.74	0.57	258

סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 19.4 מעלות
- גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר בטון עם 5 ס"מ צמר זכוכית/ סלעים חיצוני וחיפוי אלומיניום
חישוב מוליכות לקיר:

קיר חוץ					אזור אקלימי: א	
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)	
r [[m ² *K ^o)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	d [cm]		
1.471	0	60	0.034	5.0	צמר סלעים 60	
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון	
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)	
					26.0	סה"כ עובי קיר
התנגדות תרמית אופיינית r - כללית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פנית	דרישת 1045	1.57	
1.57	0.57	1.74	0.17	0.60	מסה סגולית 258	

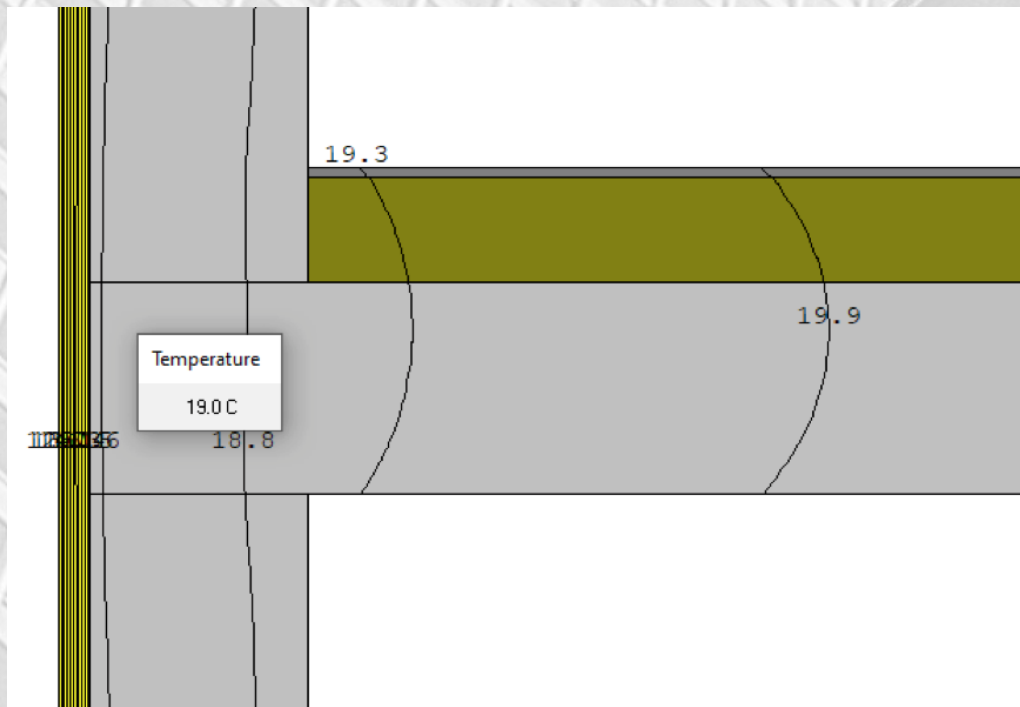
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 19.5 מעלות - גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר בטון עם 3 ס"מ צמר זכוכית/ סלעים חיצוני חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)
r [[m ² *K [°])/W att]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K [°])]	d [cm]	
0.882	0	60	0.034	3.0	צמר סלעים 60
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				24.0	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פנית	דרישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית
258	0.87	1.15	0.17	0.60	0.98

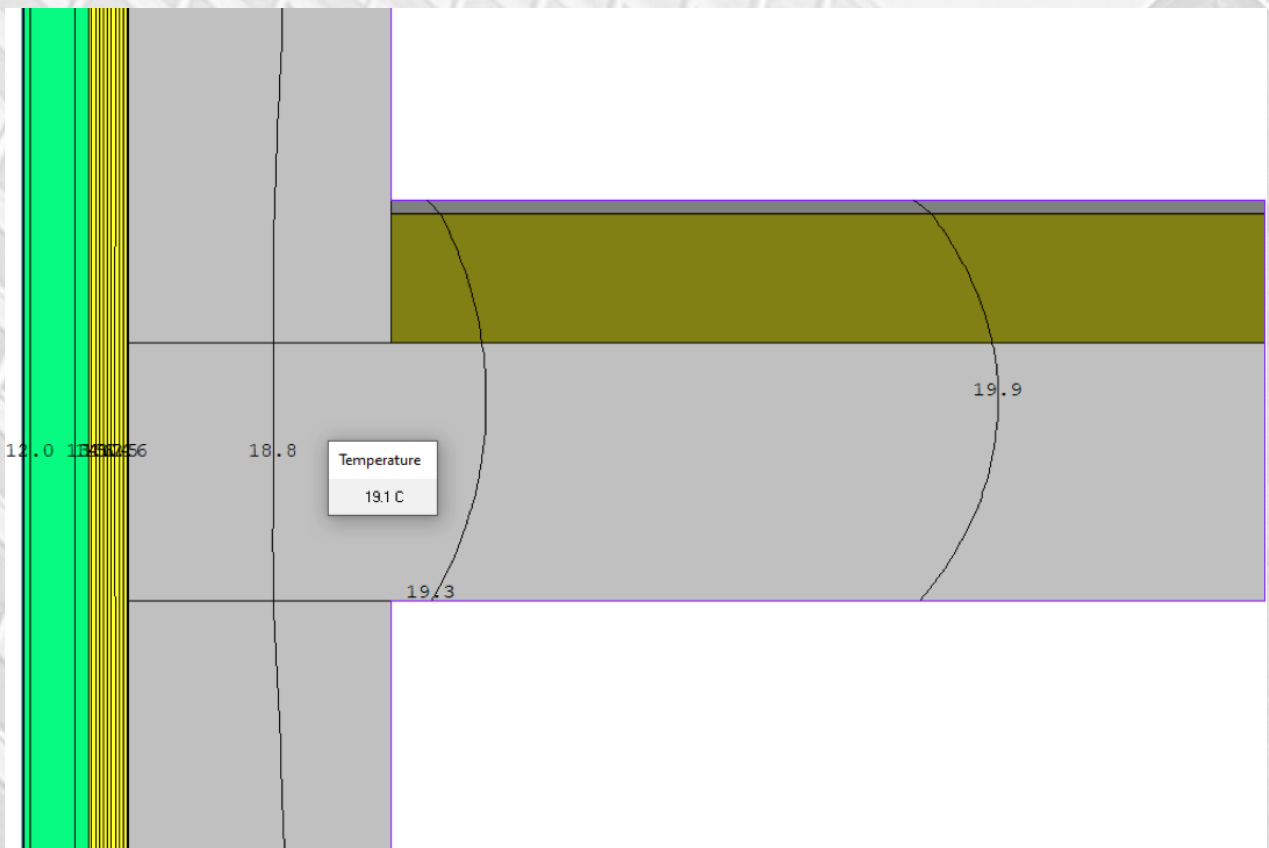
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 19 מעלות - גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר בטון עם 3 ס"מ צמר זכוכית/ סלעים חיצוני וחפוי אלומיניום חישוב מוליכות לקיר:

קיר חוץ					אזור אקלימי: א	
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפנים)	
r [[m ² *K ^o)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	d [cm]		
0.882	0	60	0.034	3.0	צמר סלעים 60	
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון	
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)	
				24.0	סה"כ עובי קיר	
מסה סגולית	הולכה ((U	R	התנגדות תרמית פנית	דרישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית	
258	0.87	1.15	0.17	0.60	0.98	

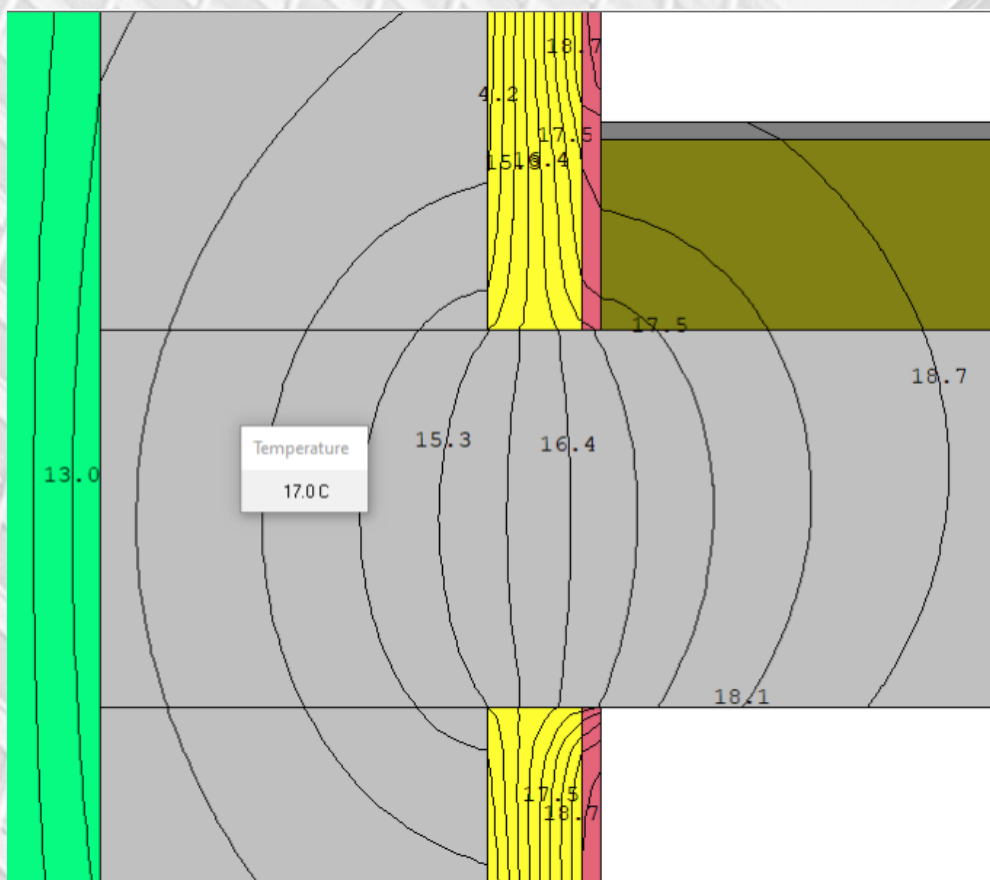
סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 19.1 מעלות - גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.



קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תרמית אופיינית	מסה תרמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תרמית חישובית	עובי השכבה	מתיב מערכת (חוץ לפנים)
$r [(m^2 \cdot K^{\circ}) / Watt]$	$W [Kg / m^2]$	$\rho [Kg / m^3]$	$\lambda [Watt / (m^2 \cdot K^{\circ})]$	$d [cm]$	
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון
1.250	1.2	24	0.040	5.0	צמר זכוכית 24
0.048	0	900	0.210	1.0	לוח גבס קרטון
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				27.0	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תרמית פניית	דישת 1045	התנגדות תרמית אופיינית r - כללית
259.2	0.64	1.57	0.17	0.60	1.40

סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 17 מעלות - נמוך מהדרישה בטבלה (18.6) - לא עומד בתקן.



קיר בטון עם 5 ס"מ בידוד פנימי וחיפוי אלומיניום ובידוד
 בתקרה וברצפה
 חישוב מוליכות לקיר:

אזור אקלימי: א			קיר חוץ		
התנגדות תמית אופיינית	מסה תמית אפקטיבית	מסה סגולית	מוליכות תמית חישובית	עובי השכבה	מרכיב מערכת (חוץ לפני)
r [(m ² *K ^o)/Watt]	W [Kg/m ²]	ρ [Kg/m ³]	λ [Watt/(m ² *K ^o)]	d [cm]	
0.095	240	2,400	2.100	20.0	בטון
1.250	1.2	24	0.040	5.0	צמר זכוכית 24
0.048	0	900	0.210	1.0	לוח גבס קרטון
0.007	18	1,800	1.400	1.0	טיח (סיד-צמנט)
				27.0	סה"כ עובי קיר
מסה סגולית	הולכה (U)	R	התנגדות תמית פנית	חדישת 1045	התנגדות תמית אופיינית - r כללית
259.2	0.64	1.57	0.17	0.60	1.40

סימולציית גשר תרמי - טמפרטורה מינימלית בפני השטח 18.8 מעלות - גבוה מהדרישה בטבלה (18.6) - עומד בתקן.

