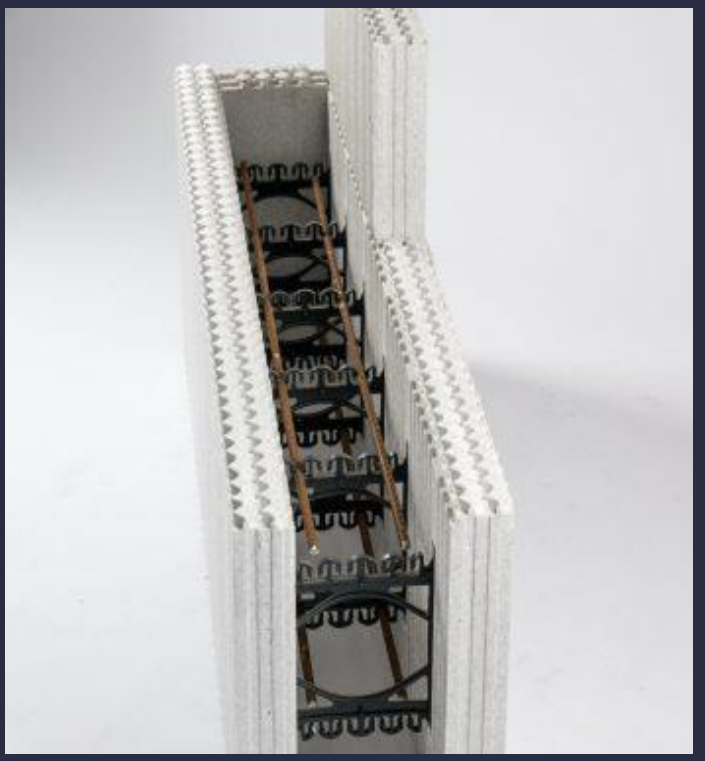
שיפור צריכת אנרגיה בדירות הודות לבניה בשיטת ICONEX



מוגש לחברת פוליביד-ICONEX

מידול אנרגיה חוות הדעת על היבטים תרמיים
חברת 'אוסטרליץ אדריכלות' / SID

תאריך הגשת הדו"ח: 22/12/22

SID CENTER
חדשנות • מידע • הדרכה
info@sid-center.co.il | www.sid-center.co.il
משרד: 04-8772469 | קק"ל 71 קרית טבעון

ARCHITECTURE
URBANISM
SUSTAINABILITY
אוסטרליץ אדריכלות AUS

SID CENTER
חדשנות • מידע • הדרכה
info@sid-center.co.il | www.sid-center.co.il
משרד: 04-8772469 | קק"ל 71 קרית טבעון

ARCHITECTURE
URBANISM
SUSTAINABILITY
AUS אוסטרליץ אדריכלות

חוות דעת לתפקוד אנרגטי של מערכת ICONEX

מערכת ICONEX היא מערכת ליציקות בטון באתר בתוך תבניות פוליסטירן. הפוליסטרן (קלקר) ידוע כחומר מבודד מצוין ולכן מתקבלת מעטפת מבנה מבודדת היטב, אך השאלה כמה משמעותי בידוד זה לחיסכון באנרגיה של הדירה נותרה עד כה פתוחה. הדרך ההשוואתית התקנית היחידה לקביעת יעילות יחסית של שיטת הבניה ביחס לנתון ממוצע רשמי הינה דירוג שמבוצע בעזרת סימולציה ולפי ההגדרות בתקן 5281/1.

על פי בקשת החברה, בוצעה על ידי 'אוסטרליץ אדריכלות' בדיקה תקנית לבחינה של המשמעות של בידוד זה לרמת הדירוג האנרגטי של יחידות מגורים שיבנו בשיטה זו.

תקציר תוצאות הסימולציה המובאות בדוח זה : כל הדירות השיגו דירוג מעל A וחלקן אף A+ . המשמעות היא כי דירות שייבנו בשיטת ICONEX יהיו ב- 30% יותר יעילות אנרגטית בהשוואה לדירות ממוצעות תקניות.

רקע

אודות דירוג אנרגטי לפי תקן 5282:

דירוג אנרגטי למבנים ודירות הוא יוזמה של משרד האנרגיה ומטרתו לאפשר לרוכשי דירות לדעת מה רמת היעילות האנרגטית של הדירה המוצעת להם ביחס ל-'דירת ייחוס' מוגדרת. הדירוג של הדירה מתייחס לרמת היעילות של מעטפת המבנה (ללא מערכות צורכות חשמל) והוא נע בין דרגה A+ לדירות יעילות ביותר ל F לדירות שאינן יעילות כלל.

האופן שבו יש לבצע את הדירוג האנרגטי לדירות מגורים נקבע בתקן 5282 חלק 1.1. ולאחרונה הוא עודכן ושופר. בספטמבר 2022 בוצע תיקון לצו המכר והחל מתחילת שנת 2023 כל המוכר דירה שעבורה בוצע דירוג נדרש להציג במסמכי המכר את הדירוג האנרגטי של הדירה.

נושאים הנכללים בבדיקת דירוג אנרגטי

דירוג אנרגיה לדירה נקבע לפי הפרמטרים הבאים: בידוד הקירות, הגג והרצפה של הדירה, אפיון הזיגוג בחלונות, אטימות המעטפת לחדירת אויר (כולל אטימות חלונות) וההצללות על חלונות.

התקן מגדיר שתי שיטות לדירוג דירות:

א. שיטה מרשמית – בשיטה זו יש לחשב ולעמוד בדרישות המרשם עבור:
- גורם הקומפקטיות – יחס שטח פנים/ לרצפה.
- ערך H לדירה – הפסדי אנרגיה לכל מ"ר בדירה (ממוצע משוכלל של מוליכות כל האלמנטים של מעטפת הדירה).
- שטחי זיגוג בהתאם להפניה.
- הצללות מכלולי זיגוג.

שיטה זו מאפשרת לדרג דירות רק עד דרגה C בלבד!

ב. שיטה תפקודית – בשיטה זו מבצעים סימולציה ממוחשבת בתוכנה תקנית ועל פיה מדרגים את יחידות המגורים במבנה בדירוג מ f עד +A. הסימולציה מוזנת בנתוני הדירה ומעריכה את צריכת האנרגיה של הדירה לצורך חימום וקירור בהשוואה לנתון ייחוס שנקבע על פי התקן.

בהתאם לאחוז השיפור מדירת הייחוס נקבע דירוג האנרגיה של הדירה הנבדקת, לפי הטבלה מטה:

הדרגה האנרגטית של יחידת התכנון	מידת השיפור (באחוזים ביחס ליחוס) של צריכת האנרגיה
A+	40%≤
A	30%≤
B	20%≤
C	10% ≤
D	0≤
E	-10%>
F	-20%>

ביצד בוצעה סימולציית הדירוג

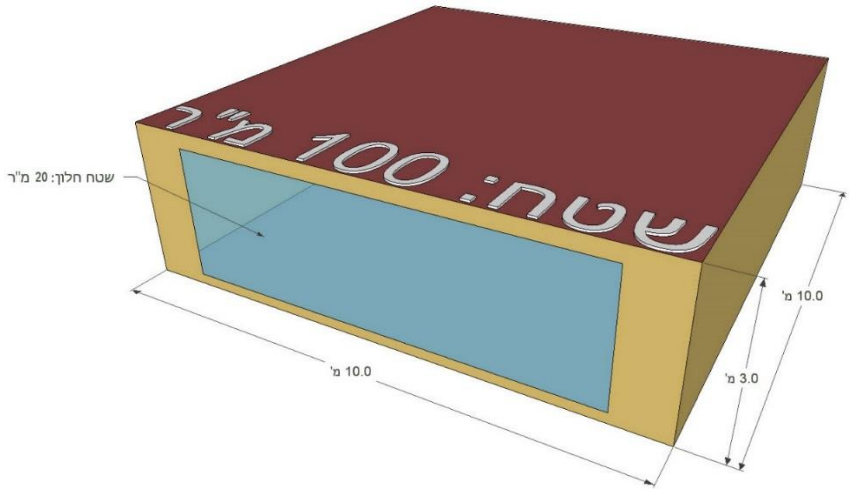
<u>דירת הייחוס התקנית</u>

על מנת לקבוע דירוג של דירות מגורים לפי תקן 5282 יש תחילה למדל מבנה ייחוס. מבנה זה מוגדר בתקן כדירה עם זיגוג לכיוון אחד, בשטח כולל של 100 מ"ר. נתוני מבני הייחוס מוגדרים בפירוט בתקן 5280.

על מנת לקבל ערך ייחוס, ממדלים כמה סיוג דירות: דירת קרקע, דירה אמצעית, דירת גג, דירה מעל קומת עמודים, בית בודד, דירה מתחת לחלל לא מאוקלם ודירה מעל חלל לא מאוקלם.

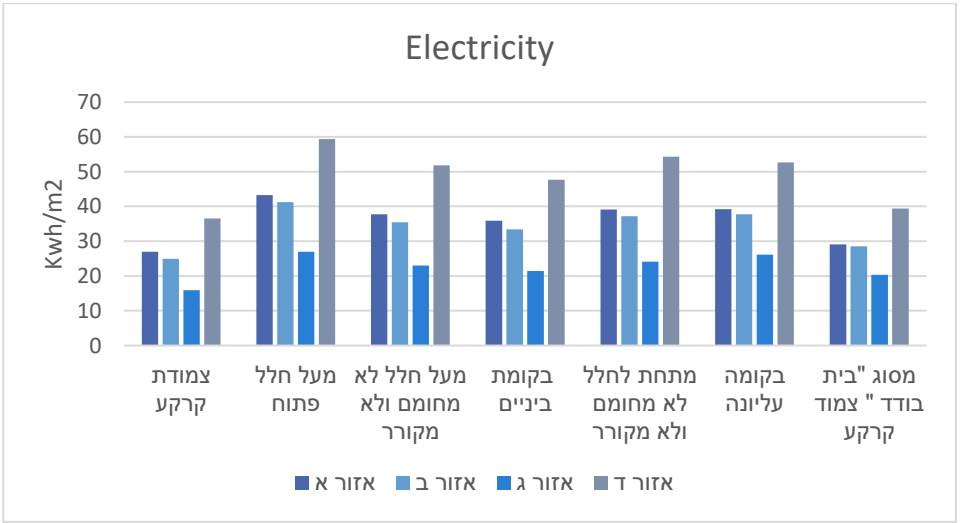
המבנה שאושר על ידי משרד האנרגיה כמבנה הבסיס הוא מבנה בצורת H בן ארבע קומות.

גאומטריית דירת הייחוס כפי שמוגדרת בתקן:



- בבדיקה 'מריצים' כל סוג דירה בסימולציה שנתית 4 פעמים, ובכל הרצה 'מסובבים' את הדירה כך שכל פעם מכלול הזיגוג מופנה לכיוון אחר.
- צריכת האנרגיה של דירת הייחוס מחושבת כממוצע צריכת האנרגיה למיזוג בארבע ההפניות.
- בדיקה זו מבוצעת לכל אחד מאזורי האקלים.

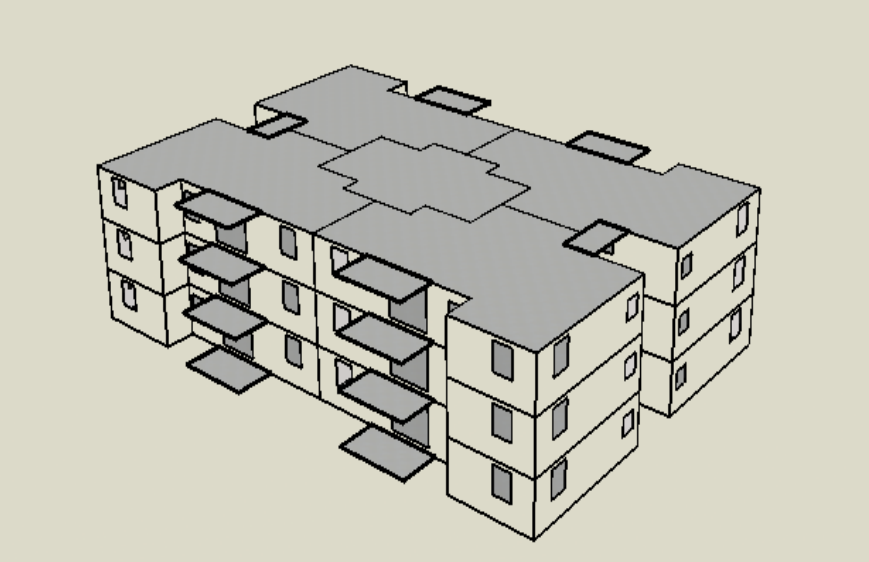
תוצאות צריכת האנרגיה של דירות הייחוס באזורי האקלים השונים



קביעת צריכת אנרגיה של אותה דירה בשיטת ICONEX

על מנת להעריך את השיפור בצריכת האנרגיה לדירת מגורים הנבנית בשיטת iconex, נבנה מודל תלת מימדי של מבנה מגורים מסוג H סטנדרטי, המייצג דירות בקומת קרקע, קומה אמצעית וקומת גג. המבנה זה הוגדר על ידי משרד האנרגיה וועדת המומחים לתקן 5280.

בסימולציה נערכות בדיקות של דירות בהפניות שונות (הכיוון הראשון הוא של החזית הראשית והשני של החזית הצדדית למשל: ביחידה צפון מערבית החזית הראשית היא לצפון והחזית הצדדית למערב):



צפון-מזרחית
צפון-מערבית
דרום-מזרחית
דרום-מערבית
מזרח-צפונית
מזרח-דרומית
מערב-צפונית
מערב-דרומית
צפון מזרח-צפון מערב
צפון מזרח-דרום מזרח
דרום מערב-צפון מערב
דרום מערב-דרום מזרח
צפון מערב-צפון מזרח
צפון מערב-דרום מערב
דרום מזרח-צפון מזרח
דרום מזרח-דרום מערב

מודל המבנה שנבדק – זהה למבנה הייחוס שאושר לתקן 5282

החיסכון בצריכת האנרגיה ביחס לדירות הייחוס מחושב על ידי הנוסחה:

$$\mathrm{IP} = 100\frac{\mathrm{EP_{ref}} - \mathrm{EP_{des}}}{\mathrm{EP_{ref}}}$$

- EP_{des} - *צריכת האנרגייה החשמלית השנתית המחושבת ליחידת שטח רצפה של יחידת התכנון (קוט"ש למ"ר)*
- EP_{ref} - *צריכת האנרגייה החשמלית השנתית המחושבת ליחידת שטח רצפה של יחידת הייחוס (קוט"ש למ"ר)*
- IP - *אינדקס השיפור בצריכת האנרגייה החשמלית השנתית של יחידת התכנון לעומת יחידת הייחוס (%)*

במטרה לבדוק את השיפור המושג רק מהשפעת הבניה בשיטת אייקונקס, כל שאר מאפייני הדירות שנבדקו הוגדרו כך שיעמדו בדרישות החוק בלבד – תקן 1045 ללא כל שיפור, מלבד הרכב הקירות.

הסימולציות בוצעו בתוכנת designbuilder המבוססת על מנוע החישוב energyplus בגרסה 9.4.1.

הרכב הקירות בדירות הנבדקות:

קירות חוץ: Iconex עם חתך 33 - 6.5 ס"מ דופן פוליסטירן פנימית, 20 ס"מ בטון, 6.5 ס"מ פוליסטירן חיצוני. בצידו החיצוני הקיר מחופה בטיח ומצידו הפנימי בלוח גבס.

קירות פנים: Iconex עם חתך 21 - 4.5 ס"מ דופן פוליסטירן פנימית, 12 ס"מ בטון, 4.5 ס"מ פוליסטירן חיצוני. הקיר מחופה משני צדדיו בלוחות גבס.

חישוב תרמי של קיר חוץ:

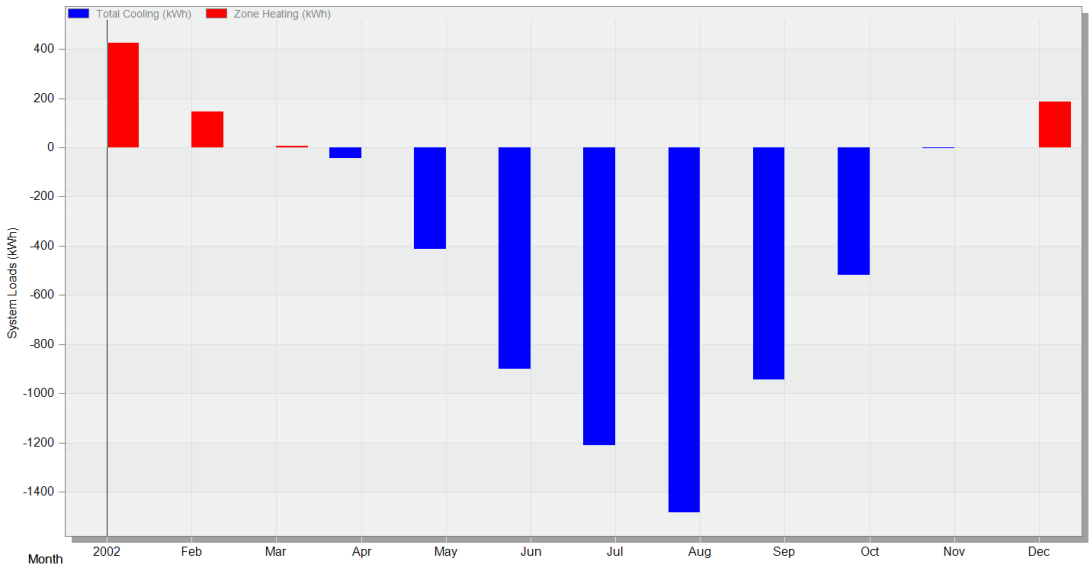
קיר חוץ				אזור אקלימי: ב	
מרכיב מערכת (חוץ לפנים)	עובי השכבה d [cm]	מוליכות תרמית חישובית λ [Watt/(m^2*Kº)]	מסה סגולית ρ [Kg/m^3]	מסה תרמית אפקטיבית W [Kg/m^2]	התנגדות תרמית אופיינית r [(m^2*Kº)/Watt]
טיח חוץ צמנטי 1045	1.00	1.000	1,800	9	0.010
פוליסטרן F-30 פוליביד	6.50	0.031	30	1.95	2.097
בטון	20.00	2.000	2,400	240	0.100
פוליסטרן F-30 פוליביד	6.50	0.031	30	1.95	2.097
לוח גבס קרטון 1045	2.50	0.250	800	20	0.100
סה"כ עובי קיר	36.5				
התנגדות תרמית אופיינית כללית - r	**דרישת 1045**	התנגדות תרמית פנית	**R**	**הולכה (U)**	**מסה סגולית**
4.404	0.70	0.17	4.57	0.22	272.9

חישוב תרמי של קיר הפרדה בין דירה לגרעין:

קיר הפרדה לחלל לא מחומם				אזור אקלימי: ב	
מרכיב מערכת (חוץ לפנים)	עובי השכבה d [cm]	מוליכות תרמית חישובית λ [Watt/(m^2*Kº)]	מסה סגולית ρ [Kg/m^3]	מסה תרמית אפקטיבית W [Kg/m^2]	התנגדות תרמית אופיינית r [(m^2*Kº)/Watt]
לוח גבס קרטון 1045	2.50	0.250	800	20	0.100
פוליסטרן F-30 פוליביד	4.50	0.031	30	1.35	1.452
בטון	12.00	2.000	2,400	144	0.060
פוליסטרן F-30 פוליביד	4.50	0.031	30	1.35	1.452
לוח גבס קרטון 1045	2.50	0.250	800	20	0.100
סה"כ עובי קיר	26.0				
התנגדות תרמית אופיינית כללית - r	**דרישת 1045**	התנגדות תרמית פנית	**R**	**הולכה (U)**	**מסה סגולית**
3.163	0.55	0.26	3.42	0.29	186.7

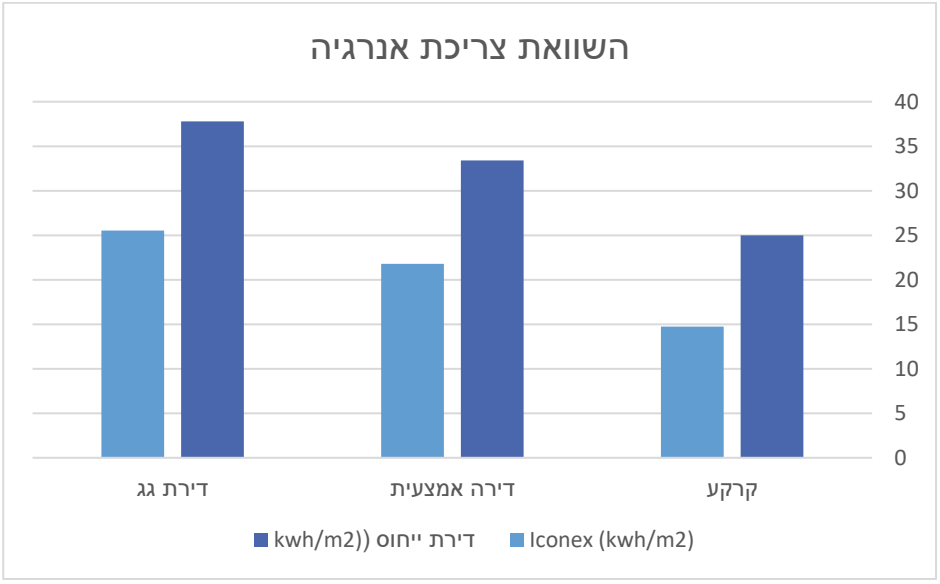
תוצאות

בוצעו הרצות של דירות הבדיקה, בתרשים מטה מוצגות תוצאות צריכת האנרגיה החודשים לחימום וקירור של דירה לדוגמה. (ריכוז התוצאות שהתקבלו מוצג בסוף המסמך)



בוצעה השוואה של ממוצע צריכת האנרגיה של דירות קרקע, דירות אמצעיות ודירות גג, לנתוני צריכת האנרגיה של דירות הייחוס, הנתונים מוצגים בטבלה מטה ובגרף:

מיקום	דירת ייחוס (kwh/m2)	Iconex (kwh/m2)	אחוז שיפור
קרקע	25	14.73	41.00%
דירה אמצעית	33.4	21.78	34.81%
דירת גג	37.8	25.51	32.42%



בהתאם לאחוזי השיפור בצריכת האנרגיה, נקבע ציון לכל דירה:

דירת קרקע: ציון A+

דירה אמצעית: ציון A

דירת גג: ציון A

מסקנות

נבדק השיפור בצריכת האנרגיה בדירות מגורים בשימוש בשיטת הבניה Iconex בהשוואה לשיטת בניה סטנדרטית העומדת בתקנים.

נמצא שדירות בשיטת בניה זו מגיעות לדירוג אנרגיה A לפחות.

תועלת לדייר:

דירות שנבנות בשיטת Iconex צפויות להקטנה בצריכת האנרגיה למיזוג בשיעור של 30%-40%.

תועלת ליזם:

השיפור בצריכת האנרגיה בשיטת Iconex מעניק למבנה מגורים 12 נקודות בתקן הבניה הירוקה.

שיפור נוסף במעטפת הדירות על ידי מעבר לזיגוג משופר במעט, יכול להעלות את דירוג האנרגיה של כל הדירות ל A+, ולהעניק לבניין 3 נקודות נוספות בבניה ירוקה.

מיקום	הפניה של חזית ראשית ומשנית	צריכת אנרגיה שנתית בקווט"ש למ"ר
Ground	NNEE	14.949
Ground	NNWW	14.86056
Ground	SSEE	13.56618
Ground	SSWW	13.13557
Ground	EENN	15.64835
Ground	EESS	15.1695
Ground	WWNN	14.97814
Ground	WWSS	14.3379
Ground	NENW	16.24394
Ground	NESE	15.69513
Ground	SWNW	14.16924
Ground	SWSE	13.92468
Ground	NWNE	15.70383
Ground	NWSW	14.78081
Ground	SENE	14.43452
Ground	SESW	14.1224
Middle	NNEE	21.5838
Middle	NNWW	21.33659
Middle	SSEE	20.99813
Middle	SSWW	20.31024
Middle	EENN	22.94967
Middle	EESS	22.8142
Middle	WWNN	21.65498
Middle	WWSS	21.33686
Middle	NENW	23.16282
Middle	NESE	22.84888
Middle	SWNW	21.00664
Middle	SWSE	21.22983
Middle	NWNE	22.33896
Middle	NWSW	21.37677
Middle	SENE	21.84517
Middle	SESW	21.72265
Top	NNEE	25.44939
Top	NNWW	25.22522
Top	SSEE	24.5983
Top	SSWW	23.97128
Top	EENN	26.61083
Top	EESS	26.33817
Top	WWNN	25.51779
Top	WWSS	25.11685
Top	NENW	26.9173
Top	NESE	26.61508
Top	SWNW	24.81483
Top	SWSE	24.88321
Top	NWNE	26.18868
Top	NWSW	25.30818
Top	SENE	25.44222
Top	SESW	25.20507