



The Israel Adult Fans of...

המתמטיקה מאחורי טכניקות הבנייה של לגו – חלק ב'

מדי כמה זמן אנו נתקלים בטכניקה המשמשת בסט LEGO רשמי או ב-MOC שמשאירה אותנו מגרדים את הראש. אין ספק שחייב להיות הסבר טוב לאיך הטכניקה הזו עובדת, אבל זה לא תמיד ברור. כפי שמתברר, בדרך כלל יש מתמטיקה מעורבת והמטרה שלי עם סדרת הפוסטים הזו היא לנסות להתעמק במתמטיקה מאחורי טכניקות לגו. את הפוסט הראשון בסדרה זו ניתן למצוא כאן.





באפריל 2022 הכריזה LEGO על שתי תוספות חדשות לקו האוסף הבוטני שלה . אני אדבר על אחד מהם (סחלב, 10311) בפוסט הזה. איזה סוג של מתמטיקה יכול להיות מעורב בסט עם פרחים בכל מקרה? התשובה כמובן טמונה באגרטל. במבט ראשון זה כמעט נראה מופלא איך האגרטל המחורץ מורכב עם צורתו העגולה לחלוטין והמדרונות הכפולים המחברים מבחוץ כשבניהם ניתן למצוא פער לא גדול.

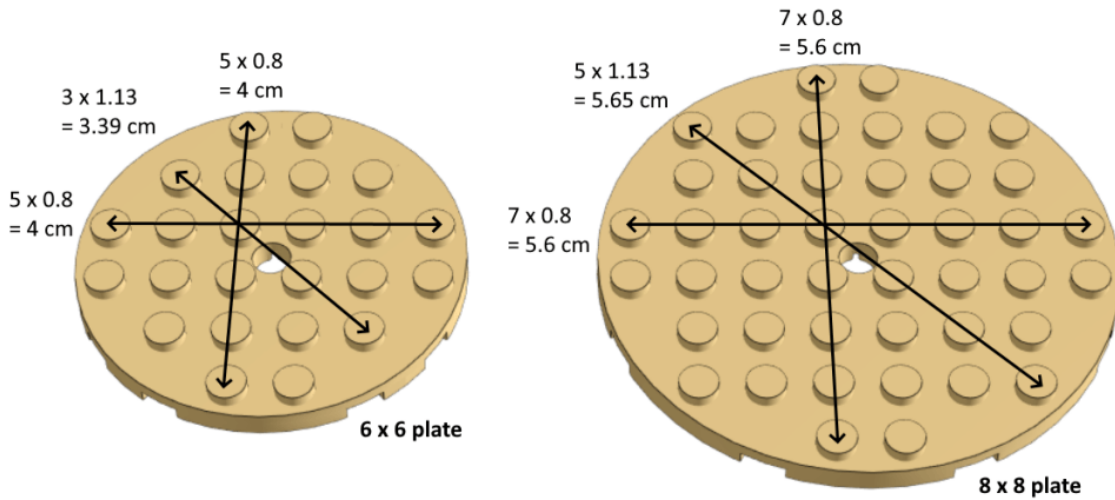


The Israel Adult Fans of...

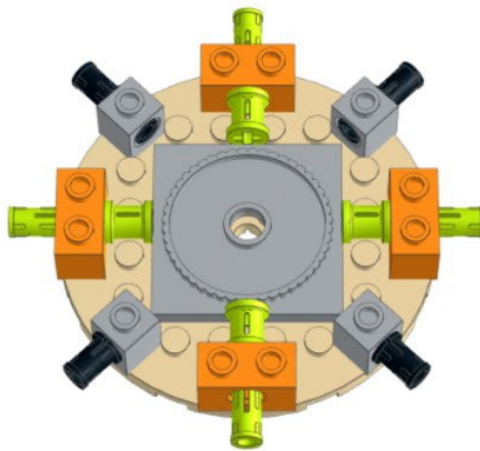


האגרטל היה הדבר הראשון שתפס את עיני כשראיתי את ההכרזה על סט הסחלב (אם כי אני חייב להודות שגם השאר די מסודר). לא תמיד קל ליצור צורות עגולות באמצעות לגו (כיסיתי כאן כמה דרכים שונות). המעצב של סט הסחלב (מייק פסיאקי שאחראי בין היתר גם על סטים של טיטאניק ואפולו V) מצא דרך חכמה מאוד שנשענת על המאפיינים המתמטיים של הצלחת העגולה 8×8 אותה נבחן כעת. הצלחת העגולה 8×8 היא תוספת חדשה יחסית לקטלוג לגו המצטרפת לאחיו הקטנים (כגון הצלחות העגולות 4×4 ו- 6×6). אבל דבר אחד שמסודר בצלחת העגולה 8×8 הוא שכל הסטדים בהיקפי שלה ממוקמים בערך באותו מרחק מקצה הצלחת וזה כולל את הסטדים לאורך האלכסונים. זה לא נכון לצלחת עגולה 6×6 שבה הסטדים לאורך האלכסונים משובצים מעט מקצה הצלחת.

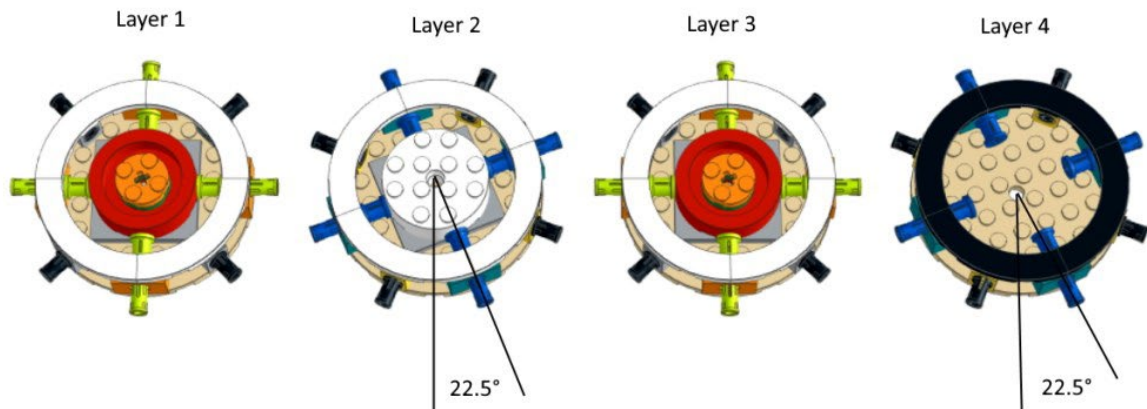




כדי להבין מדוע, הבה ניקח בחשבון את המרחק האלכסוני בין שני סטדים שהוא פי $2\sqrt{}$ מממד החתך (0.8 ס"מ) השווה ל-1.13 ס"מ. בצלחת עגולה 6x6, המרחק בין הסטדים החיצוניים ביותר לאורך האלכסונים הוא $3 \times 1.13 = 3.39$ ס"מ $\times 1.13 = 4.24$ סטדים ואילו בצלחת עגולה 8x8 הוא $5 \times 1.13 = 5.65$ ס"מ $\times 1.13 = 7.06$ סטדים שזה קרוב מאוד להפרדה של 7 הסטדים בין הסטדים החיצוניים לאורך הציר האופקי והאנכי.



מה שזה מאפשר לנו לעשות, זה למקם לבנים טכניות לאורך הקצה החיצוני של הצלחת העגולה 8×8 עם פינים טכניים בולטים בערך באותה כמות מכל הצדדים. כמובן, יש לסובב את הלבנים הטכניות 1×1 לאורך האלכסונים ב-45 מעלות. הצלחת העגולה 8×8 עם 8 פינים טכניים בולטות החוצה היא רק אחת מ-4 שכבות הנערמות ומסתובבות כדי להרכיב את ליבת האגרטל.



זווית הסיבוב של השכבות הזוגיות (שכבות 2, 4) היא מחצית מ-45 מעלות או 22.5 מעלות. זה מציב את 8 מיקומי הפינים הטכניים על השכבות הזוגיות בדיוק באמצע הדרך בין 8 מיקומי הפינים הטכניים בשכבות האי זוגיות. כאשר כל 4 השכבות מוערמות יש לנו בסך הכל 16 עמודות של פינים טכניים מרווחים באופן שווה לאורך היקף הליבה.

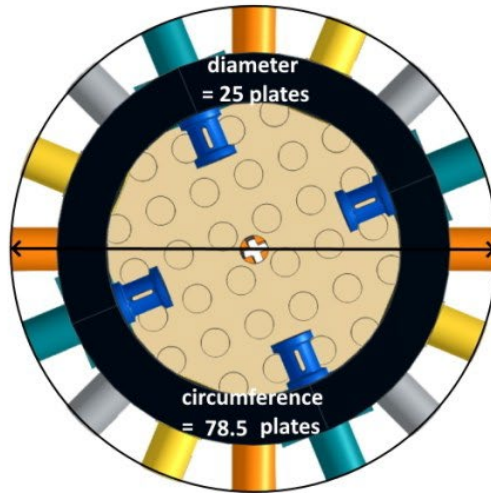
ניתן לחבר לפינים טכניים אלו 16 חלקי זרוע 7×1 טכניים, המאפשרים לנו לחבר את החלקים בשיפוע הכפול הנחוץ ליצירת המראה המחורץ. שימו לב שעם הוספת אריחי המקרוני 4×4 למעלה, גובה כל שכבה הוא 5 צלחות וזה מבטיח את המרווח האנכי הנכון בין הפינים הטכניים כאשר השכבות מוערמות (5 צלחות כפי שאנו מכירים ממשוואת SNOT הבסיסית היא שווה ערך ל-2 סטדים).



למה אנחנו בכלל צריכים את חלקי זרוע ההרמה? למה לא להשתמש בלבני SNOT במקום הלבנים הטכניות ולחבר אליהן ישירות את חלקי השיפוע הכפולים? אנחנו שוב צריכים קצת מתמטיקה כדי להסביר את זה. קוטר הצלחת העגולה 8×8 הוא 8 סטדים או 20 צלחות. עם חלקי זרוע ההרמה (שהם בעובי 1 סטד) מחוברים משני הצדדים, הקוטר הכולל הופך ל- $25 = 20 + 2.5 + 2.5$ צלחות.

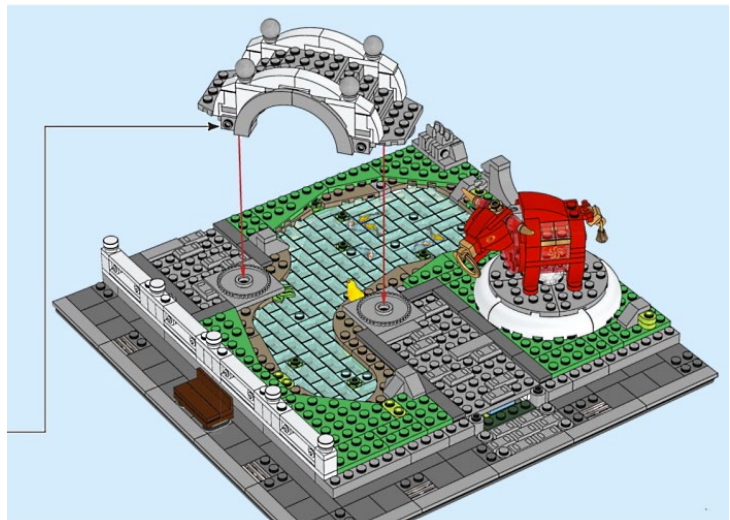


The Israel Adult Fans of...



היקף הליבה הוא כעת $78.5 = 25 \times \pi$ לוחות. כעת חלקו את זה ב-16 ותקבלו 4.9 צלחות שקרובות מאוד לרוחב 5 הצלחת (2 סטדים) של כל חתיכה בשיפוע כפול. כעת אנו רואים כיצד חלקי זרוע ההרמה עוזרים להפוך את הליבה הפנימית לגדולה מספיק כדי לחבר את חלקי המדרון הכפול מסביב, כמעט ללא רווחים ביניהם.

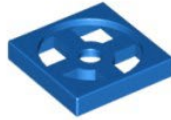




צלחת מסתובבת לגו מורכבת מבסיס (2x2 או 4x4) הניתן לחיבור כמו צלחת רגילה וחלק עליון שיכול להסתובב בחופשיות ב-360 מעלות שלמות. הבסיס 2x2 דורש אלמנט עליון תואם בעוד שהבסיס 4x4 יכול להכיל מגוון אלמנטים תואמים כולל פלטה עגולה 4x4.



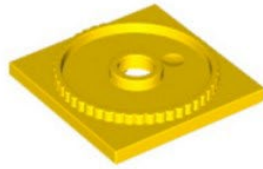
The Israel Adult Fans of...



2x2 TURNTABLE BASE
(3680)



2x2 TURNTABLE TOP
(3679)

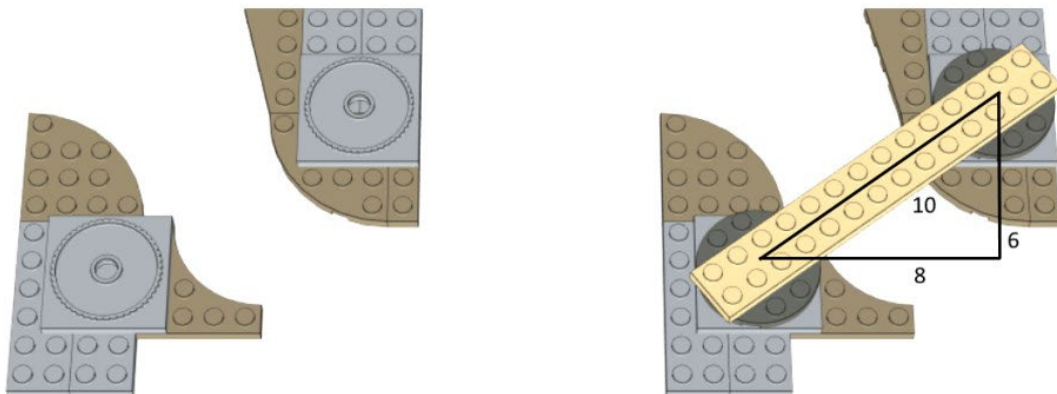


4x4 TURNTABLE BASE
(61485)



4x4 TURNTABLE ASSEMBLY
(60474)

גם כאשר אנו משתמשים בצלחת מסתובבת ליצירת קיר זוויתי (או מבנה המחובר בזווית, כמו בדוגמה זו), אנו יוצרים בעצם משולש ישר זווית העונה על משפט פיתגורס (שעליו כיסיתי ביתר פירוט כאן). (צלעותיו של משולש זה מצטלבות בצירי הסיבוב בצלחת (נקודות המרכז של הלוחות העליונים). המשולש של פיתגורס המשמש במקרה זה הוא (6,8,10).



כפי שראינו כאן, אין לנו הרבה אפשרויות לבחירה אם רק נגביל את עצמנו לשלשות פיתגוריות. רוב היישומים





The Israel Adult Fans of...

של משפט פיתגורס משתמשים בטריפל הקטן והנפוץ ביותר (3,4,5) כמו בסט מלון הבוטיק המכוסה כאן או בכפולה כמו (6,8,10) בשימוש בסט פסטיבל פנס האביב.

עם זאת, במצבים מסוימים, אפשר לטפטף מעט את המתמטיקה ולהסתלק עם משולש (סט של 3 מספרים) שהוא לא משולש פיתגורי למהדרין, אבל הוא קרוב מספיק למטרות מעשיות. אני אוהב לקרוא לזה "כמעט שלישיות".

כאשר אנו יוצרים קירות זוויתיים באמצעות "כמעט שלשות", תמיד מומלץ להשתמש באלמנטים כמו צירים שבאופן טבעי יש להם מעט מקום להתנועע. זה ממזער את העומס שאתה מפעיל על אלמנטי לגו כשאתה יוצר את החיבורים לקטע הזווית.

השתמשי ב"כמעט שלשות" כמו (5,5,7) ו-(7,7,10) לעתים קרובות בבניינים שלי ולחלקם יש יתרון נוסף בכך שהם מאפשרים לנו ליצור קירות בזוויות של 45 מעלות (מה שלא אפשרי עם שלשות פיתגוריות). לא ידעתי על סטים רשמיים שהשתמשו ב"כמעט שלשות"

עד שעיינתי בהוראות לסט המודולרי Corner Garage 10264 שלגו - הוציאה בתחילת 2019.



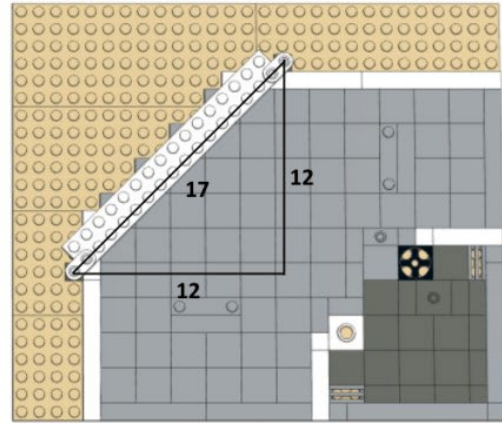
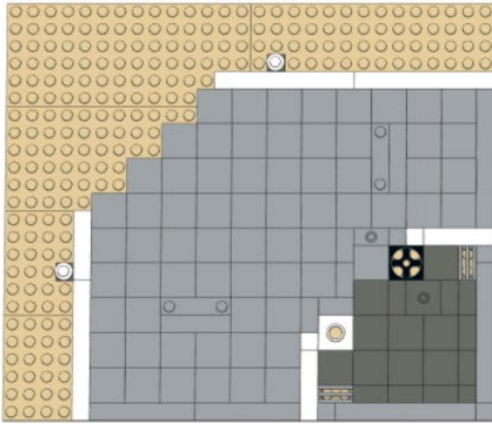


היבט בולט אחד של המודולרי הזה הוא שחלק גדול מהחזית הקדמית של המוסך בנוי בזווית של 45 מעלות. ישנו גם גגון מעל אי תחנת דלק שמחובר בניצב לאותה חזית (ובסופו של דבר בזווית של 45 מעלות ביחס לבסיס).



אם נחפור בהוראות לסט זה, נראה שהקטע הזווית
בנוי על לוחית 16×2 המחוברת בזווית של 45 מעלות
באמצעות צלחות מעוגלות 2×1 . האורך הכולל של
החתך הזווית הוא 17 סטדים הנמדדים בין הסטדים
בשתי נקודות החיבור.

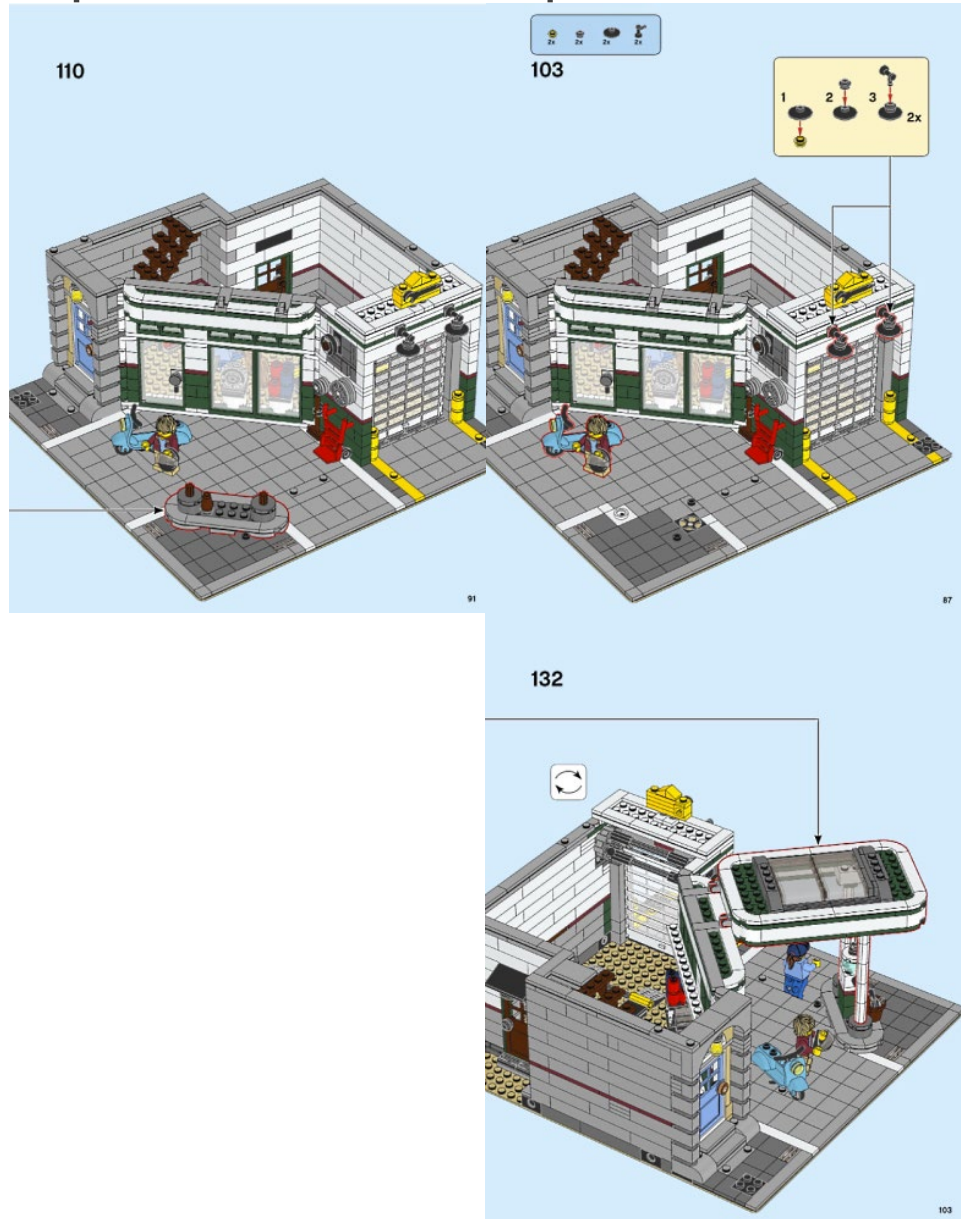
החיבור, הם היו מצטלבים ב- סטד שנמצא במרחק 12 סטדים בכל כיוון).



עכשיו, $(12, 12, 17)$ הוא לא משולש פיתגורי למהדרין. אבל אורך התחתון במשולש ישר זווית שבו שתי הצלעות האחרות הן 12 הוא $\sqrt{12^2 + 12^2} = 16.97$ שקרוב מספיק ל-17. הלוחות המעוגלים 2×1 פועלים כמו צירים ומספקים חיבור איתן בעוד מה שמאפשר מעט מקום להתנועע.

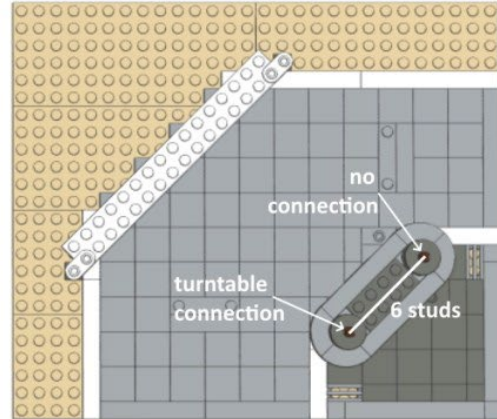
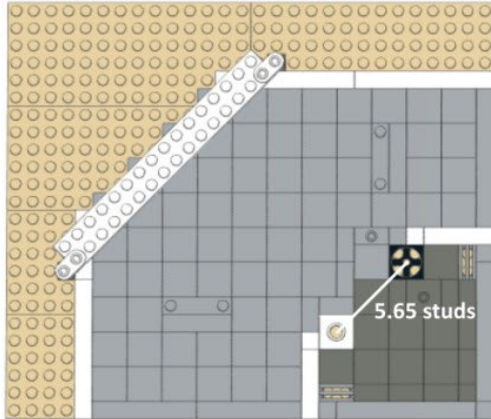
"קרוב לשלשות" נכנסות לתמונה גם באופן הצמדת הסוכך בזווית של 45 מעלות (ביחס ללוח הבסיס). אבל קצת פחות ברור איך המתמטיקה עובדת כאן. במבט מקרוב רואים שהסוכך ברוחב 16×10 ניטים עם פינות מעוגלות. הוא מחובר לקיר הזווית של המוסך באמצעות מכלול ציר המורכב מאריח 3×1 עם אצבע 1 מלמעלה (מוצמד לקיר הזווית) ולבן 2×1 עם 2 אצבעות (שמשולבת בסוכך עצמו). הסוכך נתמך על ידי שני עמודים אנכיים שנוצרים באמצעות סרנים טכניים ומחברי סרנים. עמודים אלו

מחברים את הסוכך לאי תחנת הדלק אך האי עצמו מחובר לבסיס במקום אחד בלבד. יש לכך סיבה טובה.

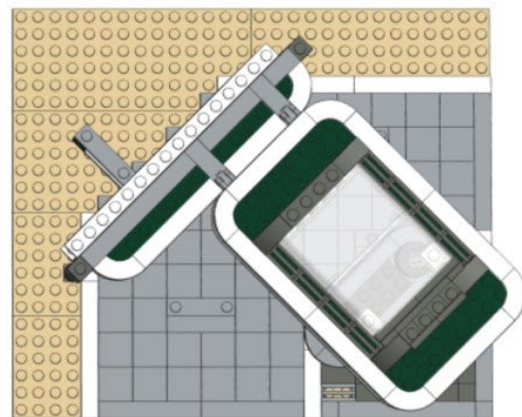
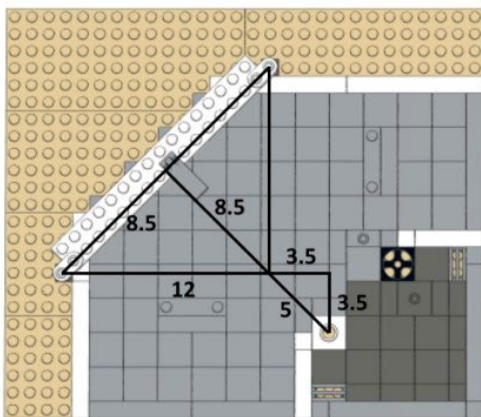


באי תחנת הדלק יש שתי לוחות עגולות בגודל 4x4 שנמצאות במרחק של 6 סטדים זה מזה (מרכז למרכז) אבל אין דרך לחבר את שתיהן בזווית של 45 מעלות בהתחשב בכך שאין "כמעט שלשות" עם 6 כמספר הגדול ביותר. אז המעצבים בחרו לחבר צד אחד של אי

תחנת הדלק לאריח 2×2 עם חור (זה מתחבר לתחתית הצלחת העגולה 4×4 ליצירת צלחת מסתובבת) ולהשאיר את הצד השני לא מחובר (הוא פשוט נח על בסיס הסיבוב השחור 2×2).



אנחנו יכולים להסתכל על הצד שלמעשה יש לו קשר ולנסות להבין את המתמטיקה הכרוכה בכך. נקודת החיבור נמצאת בדיוק 13.5 סטדים מהקו המחבר את קצוות החזית הזוית. ניתן לחלק את זה לשתי "כמעט שלשות". ראשית, אנו מתחילים עם המשולש הימני המייצג את ה"כמעט משולש" המקורי (12, 12, 17).





The Israel Adult Fans of...

אם נצייר קו מהקודקוד (הפינה) מול הצלע הארוכה ביותר (או תחתית) כך שהוא יחצה את התחתון בזווית ישרה, נקבל שני משולשים ישרים זהים עם מידות (8.5, 8.5, 12). זהו גם "כמעט משולש" ולכן אנו יכולים לחשוב על 8.5 מתוך 13.5 להיות אחת הרגליים (הצלעות הקצרות יותר) של המשולש הישר הזוויתי הקטן יותר הזה. ה-5 הנותרים הם הצד הארוך ביותר של "כמעט משולש" אחר (3.5, 3.5, 5). די מגניב, נכון?

אחד הדברים הטובים ביותר בלגו הוא שיש ממש אינסוף דרכים שבהן אתה יכול לחבר חלקים יחד כדי ליצור דגם. בדרך כלל יש ניסוי וטעייה בעיצוב מודל ואתה עלול להיתקל בטכניקות מסוימות שעובדות בצורה מפתיעה, גם אם אינך מודע למתמטיקה הבסיסית.

זה די מרתק (לפחות עבורי) לנסות להבין למה משהו עובד כמו שהוא עובד. אני מקווה שסדרת הפוסטים הזו מעוררת בסופו של דבר גם את העניין שלך. אם יש טכניקה מסוימת בסט רשמי או ב-MOC שאתה רוצה שאכסה בפרק עתידי של סדרה זו, אנא הקפד ליידע אותי בקטע ההערות.

בנייה מהנה!





The Israel Adult Fans of...

המאמר תורגם מתוך אתר האינטרנט
Towering Brick Creations.com

כל הזכויות שמורות לאתר האינטרנט
Towering Brick Creations.com

כל הזכויות התרגום שמורות לקבוצת
AFOLs.IL

The article was translated from the website
Towering Brick Creations.com

All rights reserved to the Towering Brick
Creations.com website

All translation rights are reserved to the
AFOLs.IL group

