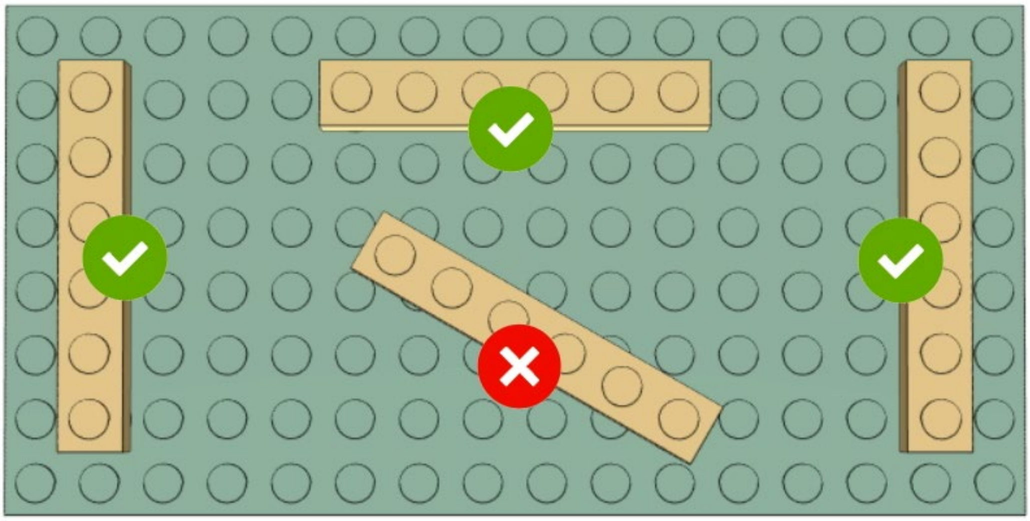
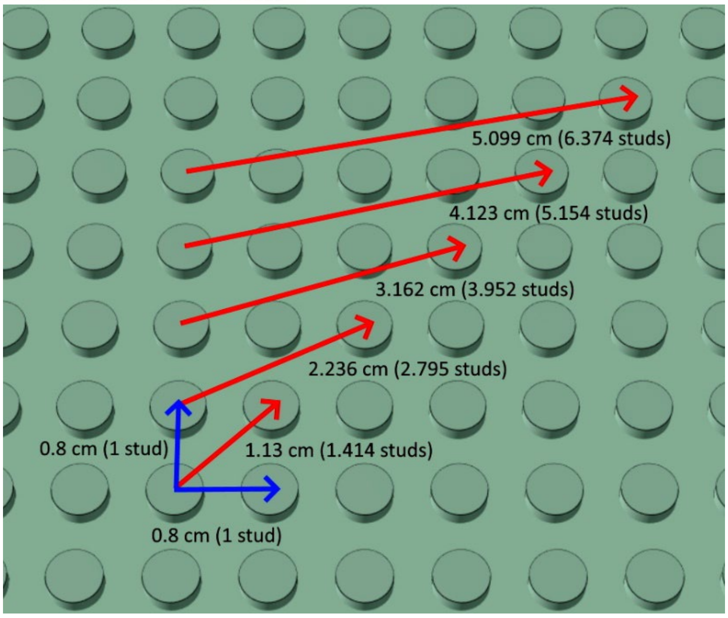
חשיבה מחוץ לרשת - בניית קירות בזווית באמצעות לגו

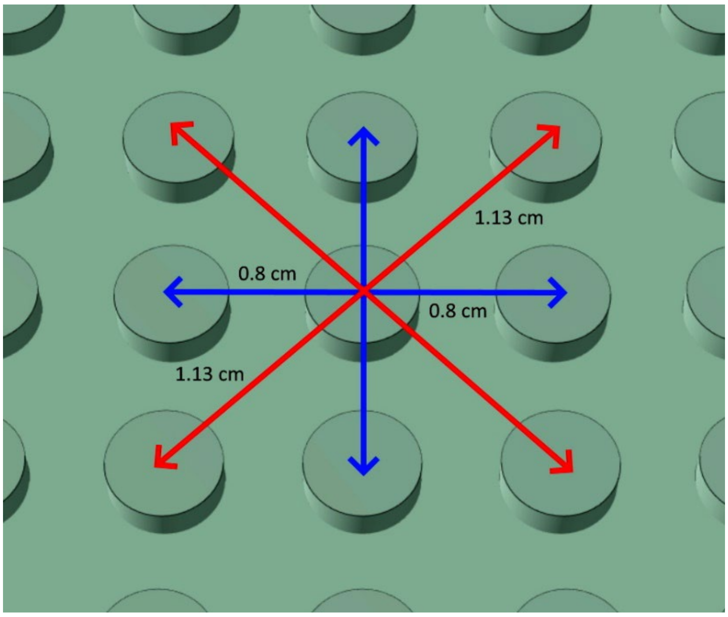
מבוא

כמה דרכים שונות אתה יכול לחבר לבנה 1×6 ללוח בסיס? יש לא מעט כפי שאתה יכול לדמיין, אבל בכל פעם הסטדים של הלבנה צריכים ליישר קו עם הסטדים של לוח הבסיס שמתחתיו. זה בדיוק איך לגו עובד. הסטדים על לוח הבסיס נמצאים ברשת מרובעת רגילה ולכן אתה יכול למקם רק את הלבנה 1×6 שלך כך שהיא מקבילה לאחת מצידי לוח הבסיס. נניח שאתה בונה טירה מלגו ואחד מהקירות שלך צריך להיות בזווית של 45 מעלות, אין לך מזל?



זוכרים את הרשת הריבועית הרגילה שהזכרתי קודם? אם אתה לוקח חתך כלשהו על לוח הבסיס, הוא נמצא בדיוק באותו מרחק מכל אחד מהשכנים שלו מכל 4 הצדדים והמרחק הזה הוא במקרה 0.8 ס"מ (או "חתך" שהוא גם יחידת המידה הבסיסית ב-לגו). אבל הסטדים ב-4 הפינות רחוקים יותר (המרחק הוא √2 x 0.8 ס"מ = 1.414 x 0.8 ס"מ = 1.13 ס"מ ליתר דיוק). זה בגלל שבריבוע, 4 הצלעות באורך שווה אבל המרחק בין כל שתי פינות מנוגדות הוא קצת יותר ארוך. באופן דומה, המרחק בין כל שני סטדים הנמדדים בכל זווית שאינה 0 או 90 מעלות אינו מובטח להיות מספר שלם של סטדים.

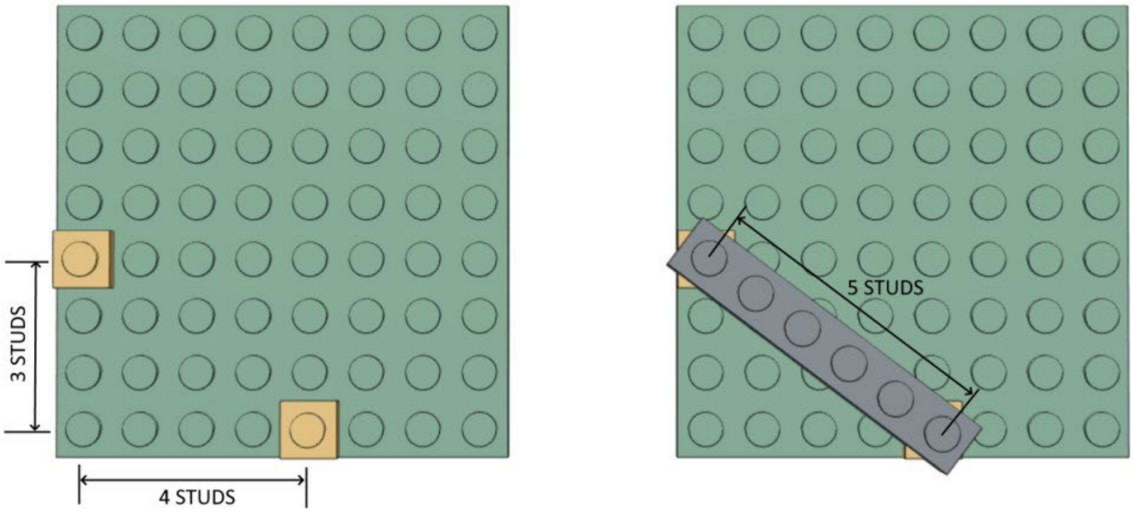




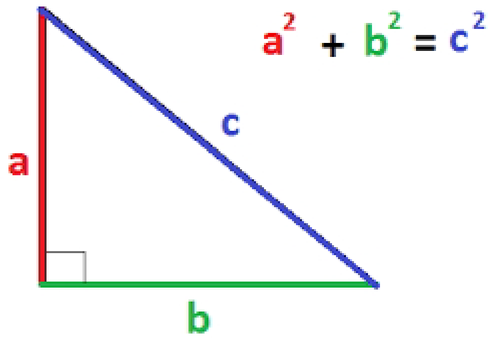
אז איך נוכל להפוך את הלבנה 1×6 שלנו לזווית אחרת ועדיין להצמיד אותה בחוזקה ללוח הבסיס?

יסודות קיר בזווית

בואו ננסה ניסוי קטן עכשיו - הניחו שתי צלחות 1×1 כפי שמוצג בתמונה למטה. עכשיו, אם אתה מניח את הלבנה 1×6 אלכסונית המגשרת בין שתי לוחות 1×1 אלה, זה עובד! הסטדים בשני הקצוות של הלבנה 1×6 מסתדרים עם הסטדים בשתי הלוחות 1×1. זה מאפשר ללבן 1×6 חיבור טוב ללוח הבסיס (לפחות בשני הקצוות). 4 הסטדים הנותרים על הלבנה 1×6 עדיין לא מתיישבים עם הסטדים למטה (עכשיו אתה מבין מדוע היינו צריכים להשתמש בלוחות 1×1 כמרווחים כדי להעלות את הלבנה 1×6). אז מה בדיוק קורה כאן?



אם תריץ את הזיכרון שלך בחזרה למתמטיקה בתיכון (אם עדיין לא הגעתם לשם, פשוט תצטרכו לקבל את המילה שלי), המשוואה $a^2 + b^2 = c^2$ עשויה להיראות מוכרת במעורפל .זהו משפט פיתגורס המגדיר את הקשר בין הצלעות של משולש ישר זווית.



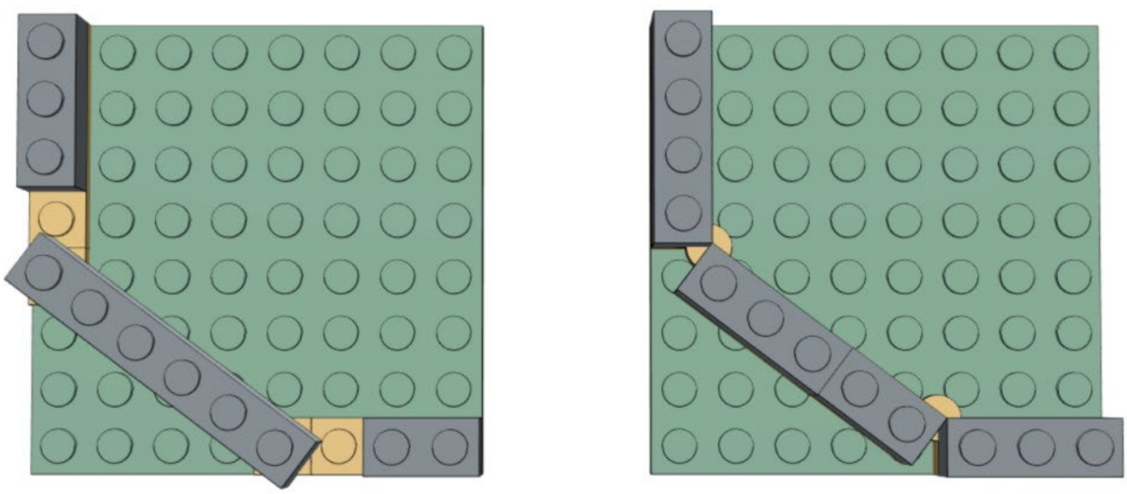
בואו נסתכל מקרוב על היכן הונחו שתי הלוחות 1×1 על לוח הבסיס. אם נספור לאורך שני הצדדים של לוח הבסיס החל מהפינה, נראה שהצלחות 1×1 מרוחקות 3 ו-4 סטדים מהחצץ הפינתי ומרכיבות שתי צלעות של משולש ישר זווית. הלבנה 1×6 שלנו ממוקמת לאורך הצד השלישי (והארוך ביותר), הידוע גם בשם hypotenuse . המשולש שיצרנו עומד במשפט פיתגורס כי $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$ ששווה ל-5^2 . אם כך, האם זה הגיוני שהשתמשנו בלבנה 1×6 לצד הארוך ביותר? כן, מכיוון ששלושת הצלעות של המשולש ישר זווית מצטלבות בסטדים והמרחק שבאמת חשוב הוא המרחק בין הסטדים בשני הקצוות של הלבנה 1×6 שהוא 5 סטדים.

אז השורה התחתונה היא שכדי שכל לבנה או צלחת יוצבו בזווית שאינה 0 או 90 מעלות, עליך לוודא שהמשולש המתקבל עומד במשפט פיתגורס. כל קבוצה של 3 מספרים העומדת במשפט הזה נקראת משולש פיתגורי ו-(3, 4, 5) היא הסט הקטן ביותר שכזה המורכב ממספרים שלמים. מה זה עוד משולשות פיתגוריות? רשומים להלן כל השלשות הפיתגוריות עם מספרים שווים או קטנים מ-25. כפי שאתה יכול לראות, אין הרבה עם יישומים מעשיים בבניית לגו.

3,	4,	5
5,	12,	13
6,	8,	10
7,	24,	25
8,	15,	17
9,	12,	15
12,	16,	20

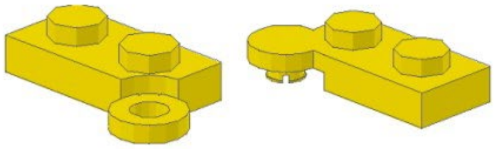
קירות בזווית באמצעות אלמנטים צירים

אם היינו משתמשים בשיטה שתוארה קודם לכן כדי לבנות קירות בזווית, פשוט אין דרך טובה להימנע מפערים בפינות שבהן מקטעי הקיר הזווית פוגשים את מקטעי הקירות הרגילים הממוקמים לאורך רשת לגו. חלופה היא להשתמש באלמנטים של ציר.



ישנם סוגים רבים ושונים של אלמנטים לצירים של לגו, אך אלו שאנו צריכים עבור קירות זוויתיים הם אלה המסתובבים - במיוחד לוחית הציר 1×4 המורכבת מבסיס מסתובב 1×2 וחלק עליון מסתובב 1×2.

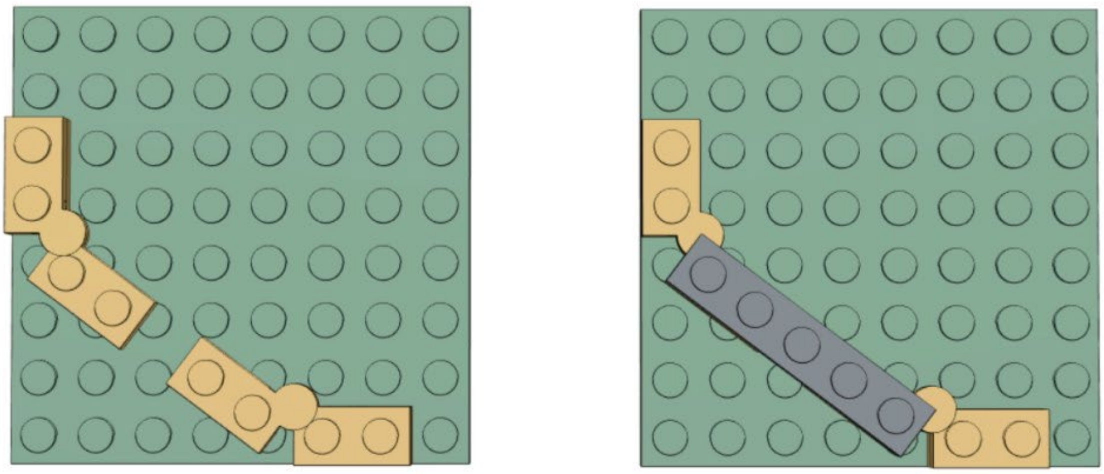
AFOLs-IL
The Israel Adult Fans of...



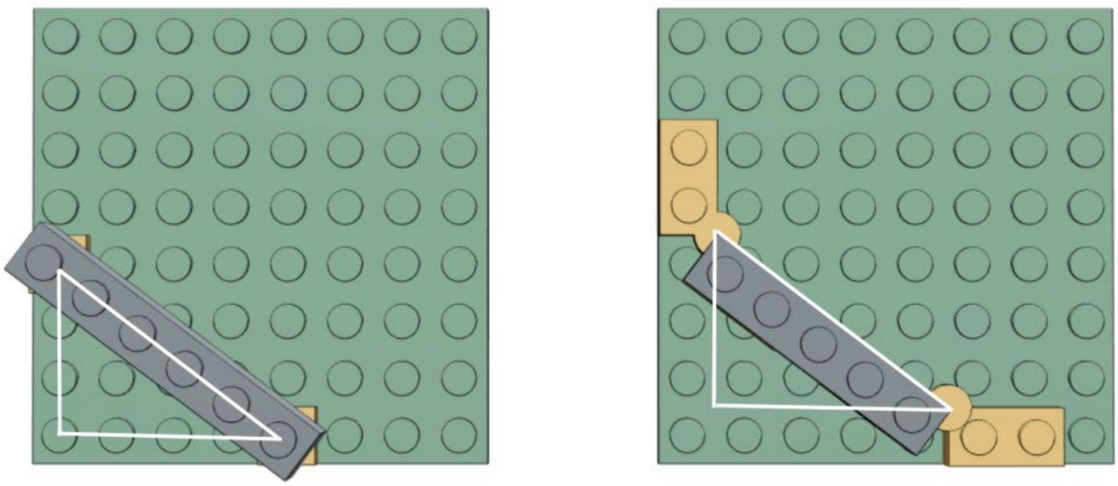
2429 (HINGE PLATE 1x4 SWIVEL BASE)

2430 (HINGE PLATE 1x4 SWIVEL TOP)

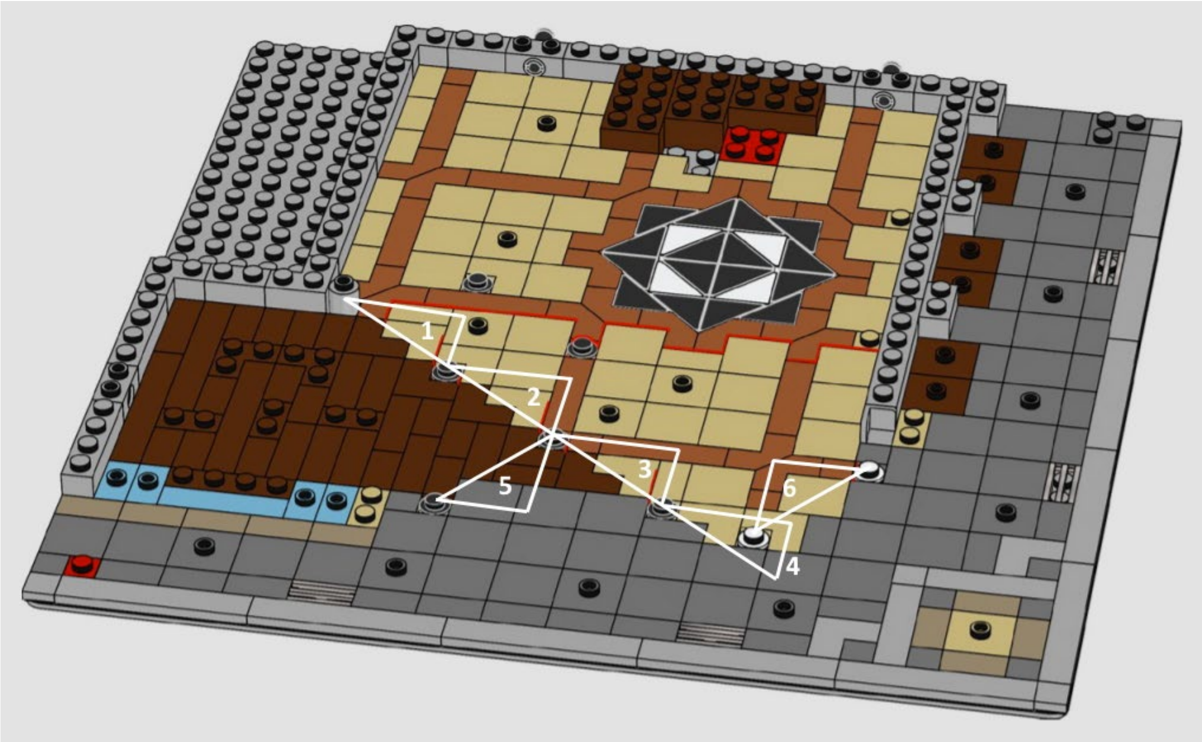
הלוחות 1×2 המרכיבים כל אחד משני חצאי לוחית הציר מחוברים בפינותיהם על ידי ציר המאפשר לשנות את הזווית בין הלוחות מ-0 ל-180 מעלות. אם תניח שתי צלחות צירים בגודל 1×4 כפי שמוצג להלן, תוכל לגשר עליהן עם צלחת 1×5 (כן, לגו מייצרת אחת עכשיו!) המחוברת בחלק העליון.



אנחנו עדיין יוצרים את אותו משולש ישר זווית (3, 4, 5) כמו קודם, אבל הפעם לתחתית (הצלע הזווית) יש 5 סטדים במקום 6. הסיבה לכך היא שצלעות המשולש ישר זווית מצטלבות כעת בפינות של הצלחות ולא של הסטדים.

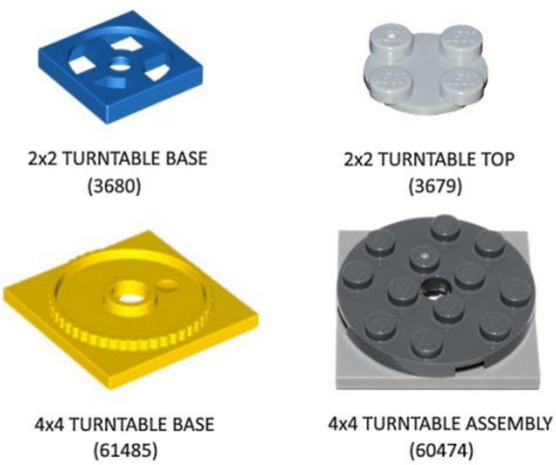


דוגמה לסט רשמי של לגו שמשתמש בטריפל (3,4,5) באופן נרחב הוא סט מלון בוטיק(10297) . כאן ניתן למצוא לא אחד אלא 6 משולשים נפרדים (3,4,5) המשמשים ליצירת הקירות הזוויתיים המקנים למבנה את צורתו המשולשת הייחודית .פרטים נוספים ניתן למצוא כאן.

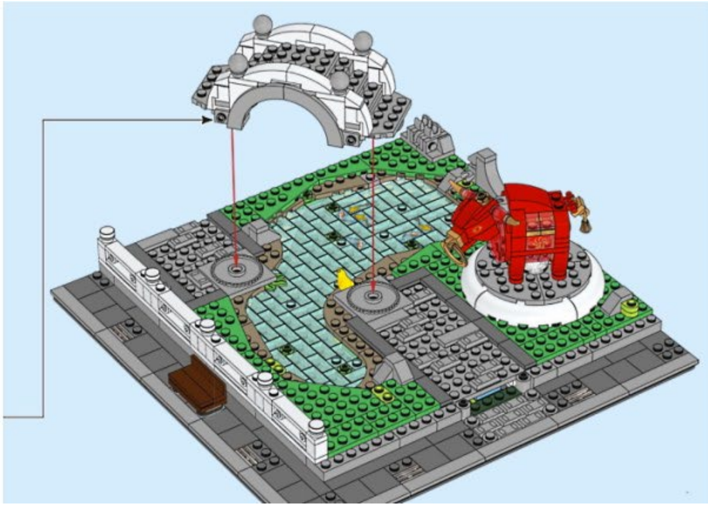


קירות זוויתיים באמצעות פטיפונים

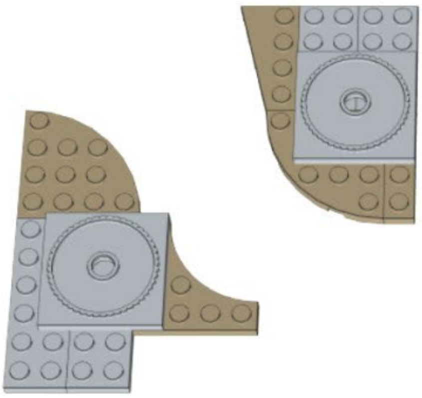
פטיפון לגו מורכב מבסיס (2×2 או 4×4) הניתן לחיבור כמו צלחת רגילה וחלק עליון שיכול להסתובב בחופשיות ב-360 מעלות שלמות .הבסיס 2×2 דורש אלמנט עליון תואם בעוד שהבסיס 4×4 יכול להכיל מגוון אלמנטים תואמים כולל פלטה עגולה 4×4.

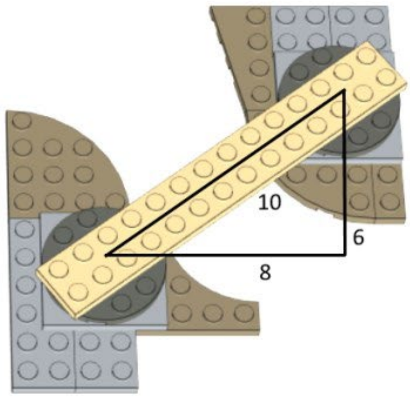


פטיפונים נותנים לנו דרך נוספת ליצור קירות בזווית וטכניקה זו שימשה במערכות לגו רשמיות מרובות. דוגמה לכך היא הסט של פסטיבל עששיות האביב (80107) שבו משתמשים בפטיפונים 4×4 לחיבור גשר הולכי רגל מקושת בזווית מעל בריכת קוי.



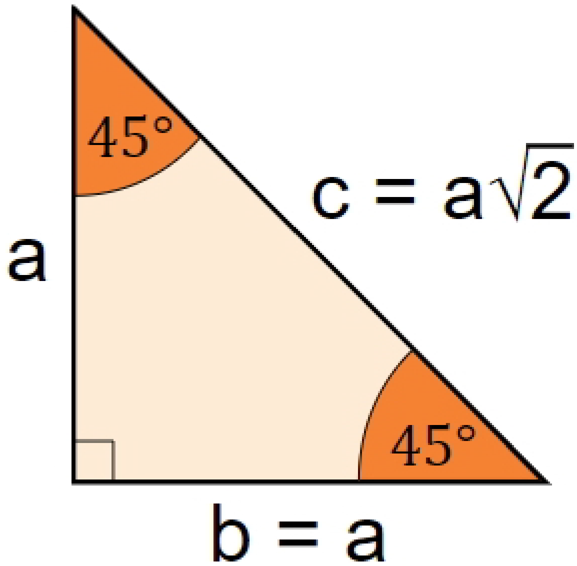
גם כאשר אנו משתמשים בפטיפונים ליצירת קיר זוויתי (או מבנה המחובר בזווית, כמו בדוגמה זו), אנו יוצרים בעצם משולש ישר זווית העונה על משפט פיתגורס. צלעותיו של משולש זה מצטלבות בצירי הסיבוב בפטיפונים (נקודות המרכז של הלוחות העליונים). המשולש של פיתגורס המשמש במקרה זה הוא(6,8,10) .



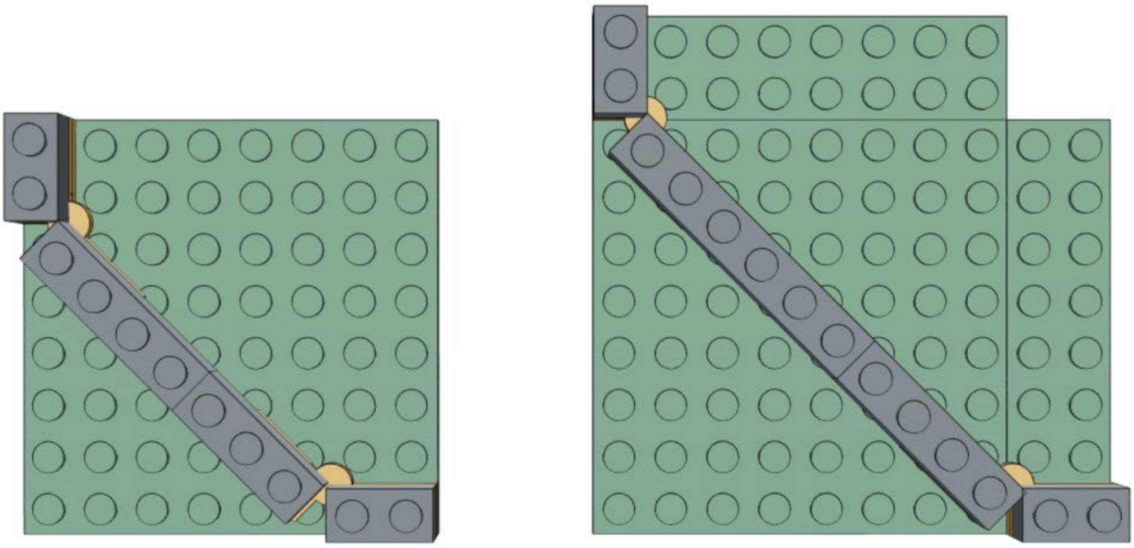


ליד טריפל (כאשר קרוב מספיק זה מספיק טוב)

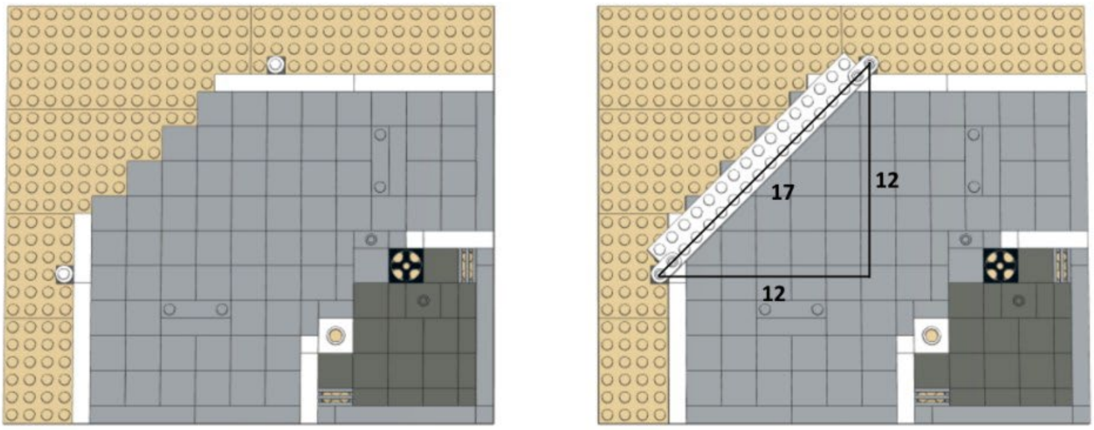
הקיר הזוויתי שבנינו קודם יכול כנראה לעבור לקיר של 45 מעלות אבל אם תסתכלו עליו יותר מקרוב, הזווית הקטנה יותר היא יותר כמו 37 מעלות. משולש ישר זווית עם זווית של 45 מעלות נקרא משולש ישר זווית מיוחד מכיוון שגם הזווית השלישית בסופו של דבר היא 45 מעלות (שלוש הזוויות במשולש צריכות להסתכם ב-180 מעלות). זה גם אומר ששתי הצלעות המרכיבות את הזווית הישרה צריכים להיות באורך שווה. לאף אחד מהשלשות של פיתגורס שראינו, אין שני מספרים קטנים יותר ששווים. אז האם באמת ניתן להשיג קיר של 45 מעלות באמצעות לגו?



למרבה המזל, מעט הנתינה שיש ללוחות הצירים, מאפשרת לנו להשתמש במספרים שקרובים מספיק לשלשות פיתגוריות. קחו למשל את (5,5,7) ו-(7,7,10) שהם "כמעט משולשים" המאפשרים לבנות קירות לגו בזוויות של 45 מעלות כפי שמוצג להלן.

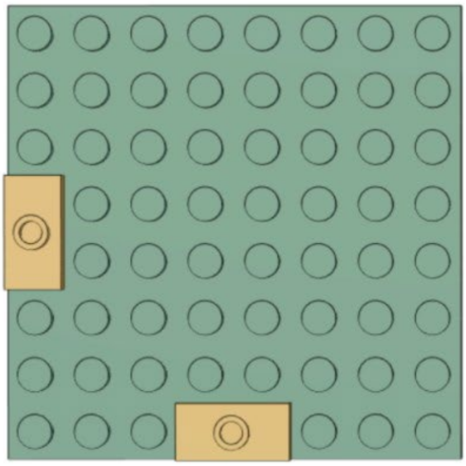


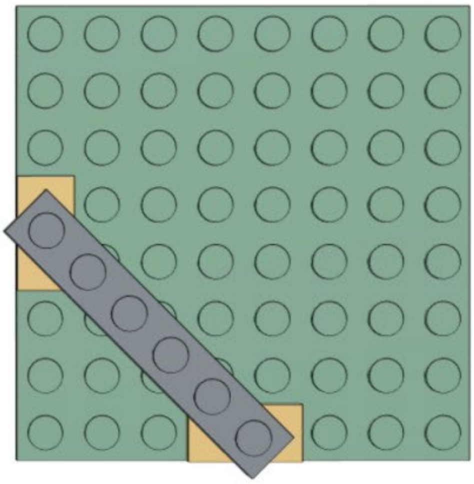
(12, 12, 17)ו-(17, 17, 24) הם כמה אחרים .יש גם "כמעט שלשות" כמו (4, 7, 8) ו-(4, 8, 9) שלא נותנות לך זווית של 45 מעלות אבל שימושיים בכל זאת.
סטים רשמיים השתמשו גם ב"כמעט טריפל" כמו סט מוסך פינתי (10264) שמשתמש ב-(12,12,17) כדי ליצור את החלק של החזית הראשית שיושב בזווית של 45 מעלות. תוכל למצוא פרטים נוספים כאן.



שימוש בצלחות מגשרים לאפשרויות נוספות

שלשות פיתגוריות (או "כמעט שלשות") פועלות גם כאשר מכפילים את כל המספרים בשלשה במספר שלם כמו 2 או מחצים אותם לחצי. לדוגמה, קחו את המשולש (3, 4, 5) והכפילו את כל המספרים ב-2 ותקבלו משולש נוסף(6, 8, 10) . באופן דומה, אם לוקחים את ה"כמעט משולש" (7, 7, 10) ומצמצמים את כל המספרים בחצי, יש סיבה להאמין ש(3.5, 3.5, 5) יעבוד. אבל איך יוצרים משולש בעל צלעות באורך 3.5 סטדים? שימוש בצלחות מגשרים, כמובן!





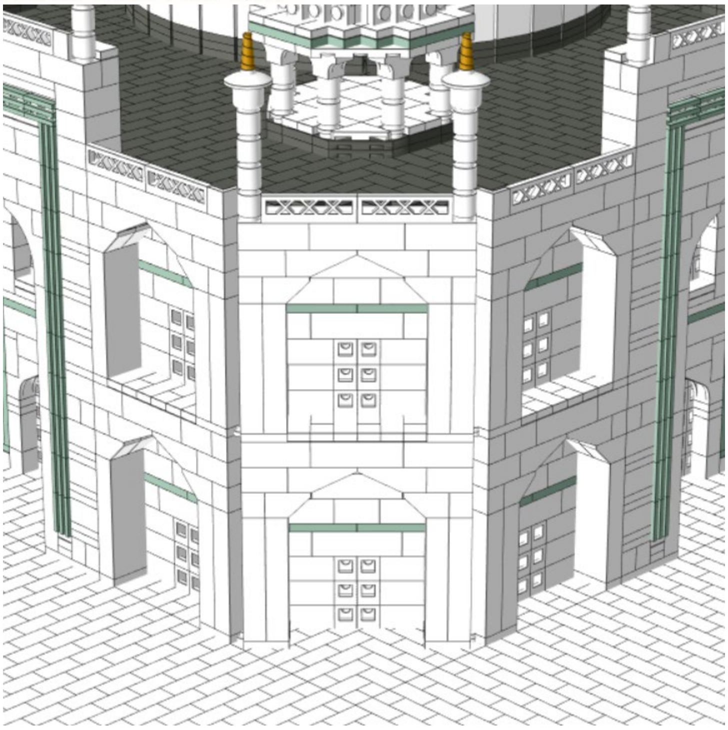
שילוב של "כמעט משולשות" עם חצי מרווחי רידוד נותן לך יותר אפשרויות לבניית קירות של 45 מעלות. שילוב אחד שמצאתי שימושי במיוחד הוא (8.5, 8.5, 12) שהוא חצי מ"כמעט טריפל" (17, 17, 24).

קירות בזווית - מגדל הרסט

מגדל הרסט בניו יורק הוא דוגמה נפלאה לגורד שחקים המשלב סגנונות אדריכליים ישנים וחדשים. הוא משמר את החזית של בניין הארט דקו המקורי בן 6 הקומות כבסיסו ומוסיף מגדל זכוכית מודרני בחלק העליון. שתיים מפינות הבסיס משופשפות והייתי צריך לבנות קירות של 45 מעלות עבור שתי הפינות האלה. בהתבסס על הסולם שבו השתמשתי, הייתי צריך שקטע הקיר הזווית יהיה ברוחב של בערך 7 סטדים. זה היה יישום מושלם עבור "כמעט טריפל(5,5,7) ".

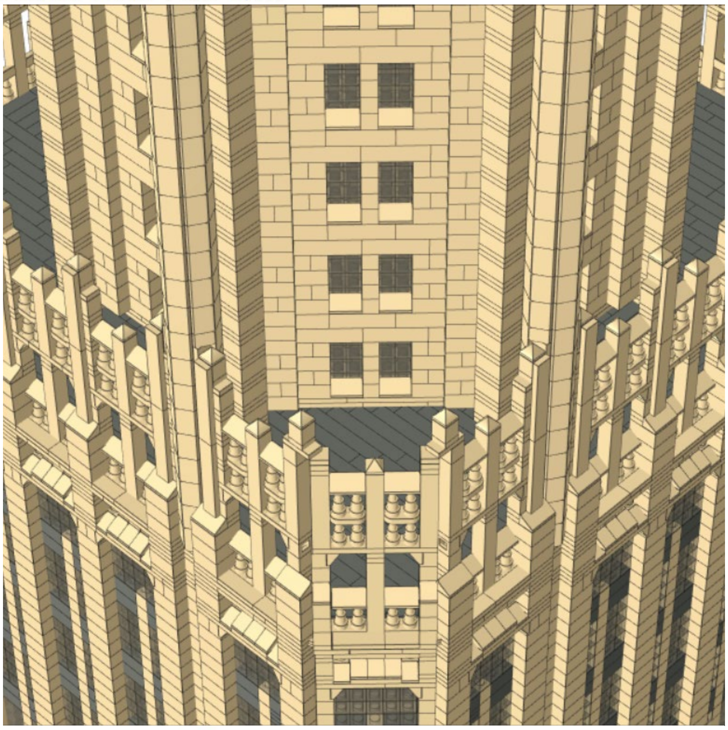
קירות זוויתיים – טאג' מאהל

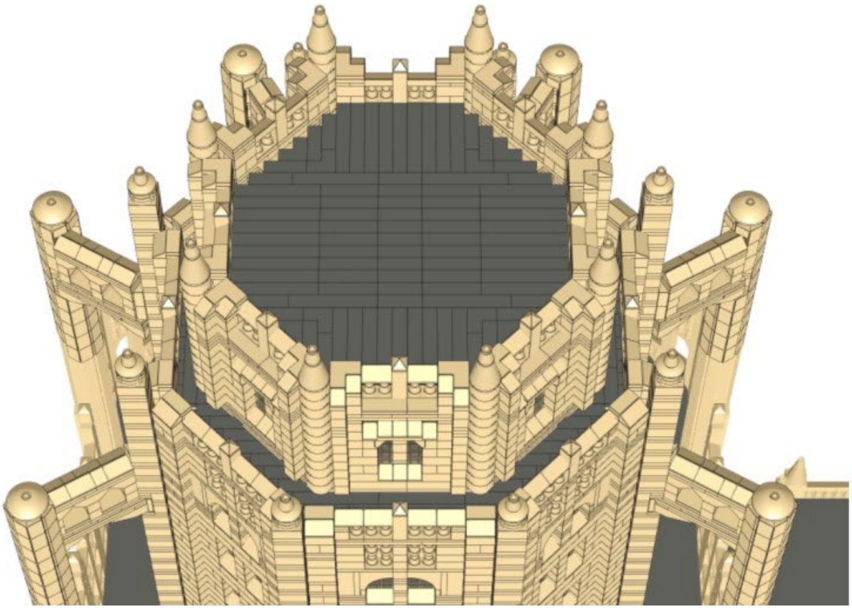
אחד מפלאי העולם המודרני, הטאג' מאהל באגרה, הודו הוא כנראה אחת מיצירות המופת הידועות ביותר של האדריכלות האסלאמית. המבנה המרכזי בטאג' מאהל הוא מאוזוליאום היושב על במה מוגבהת. המאוזוליאום מעוצב כקובייה בעלת ארבע פינות קטומות היוצרות צורה של מתומן לא שווה .כדי ליצור את הפינות המחוררות בדגם לגו שלי, השתמשתי ב"כמעט טריפל" אחר(7, 7, 10) .



חומות זווית – מגדל טריביון

אחד מגורדי השחקים היפים בעולם - מגדל טריביון בשיקגו נוצר בהשראת אדריכלות ניאו-גותית. הכתר המעוטר מאוד שלו עם תומכות מעופפות עוצב לאחר מגדל החמאה של קתדרלת רואן בצרפת. דגם לגו שלי של הבניין הזה דרש לא אחד אלא כמה סוגים שונים של קירות זוויתיים. לפינות המחוררות של המגדל הראשי השתמשתי ב"כמעט טריפל " (5,5,7). שני המפלסים של הכתר המתומן השתמשו בשני כמעט שלשות - (8.5, 8.5,12) ו-(7,7,10) והמשענות המעופפות הוצמדו לבסיס הכתר באמצעות כמעט שלישיה נוספת (4,7,8).





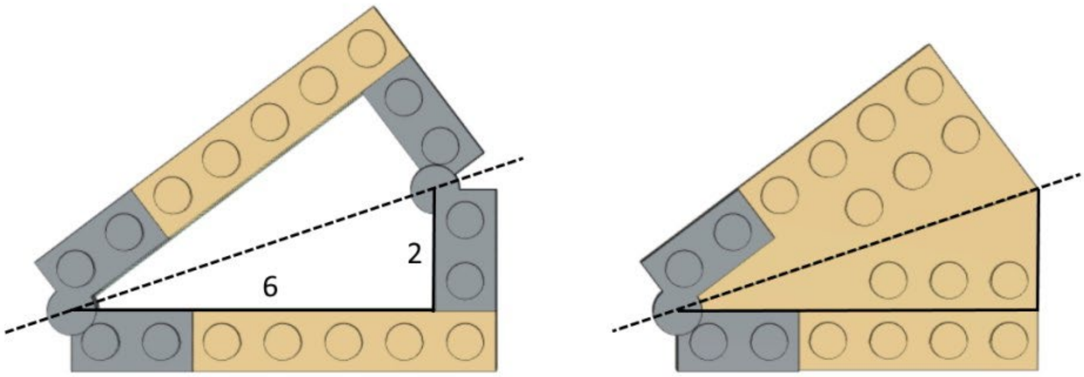
קירות בזווית - טכניקות אחרות

מאמר זה לא יהיה שלם בלי לפחות אזכור של כמה דרכים אחרות לבניית קירות זוויתיים באמצעות לגו. הטכניקות שראינו עד כה יוצרות קירות בזווית על ידי הצבת אלמנטים לאורך ההיפוטנוזה (הצד הזוויתי) של משולש ישר זווית .אבל כדי שזה יעבוד, אורך ההיפוטנוז צריך להיות מספר שלם של סטדים וזה מגביל את האפשרויות שלנו לשלשות פיתגוריות ולקירוב שלשות.

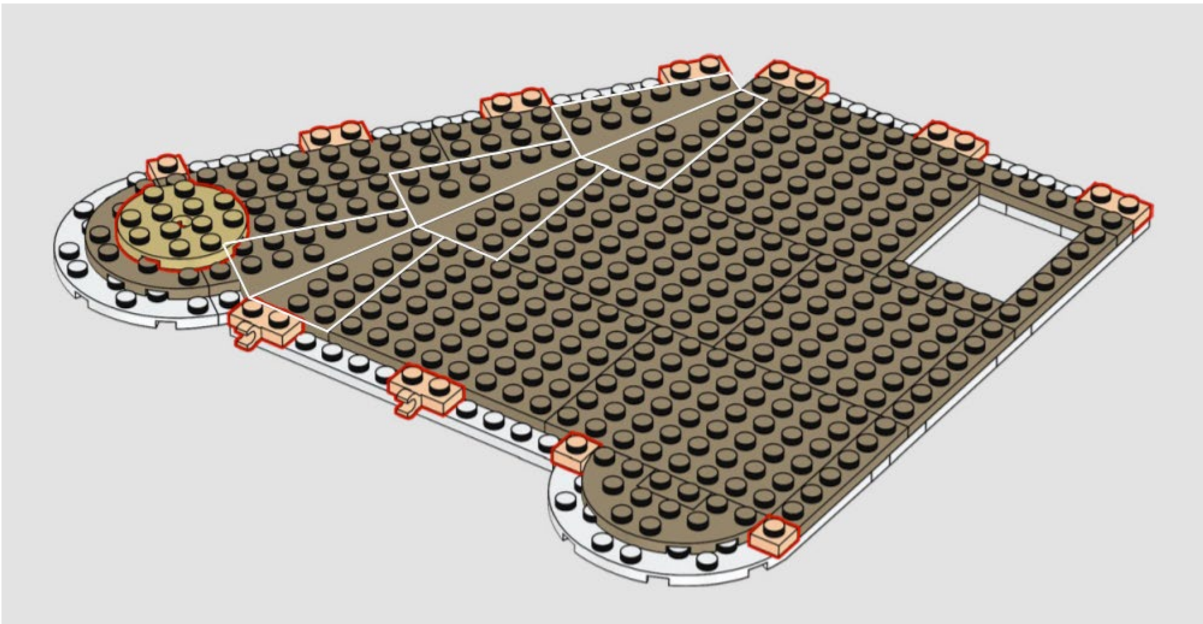
ישנן עוד כמה טכניקות שבהן איננו מניחים אלמנטים כלשהם לאורך התחתון ולכן יכולים להתעלם מאורכו. זה פותח לא מעט אפשרויות אחרות...

טכניקת "היפוטנוז במראה."

נתחיל במשולש ישר זווית שרירותית - נניח שהצלעות המרכיבות את הזווית הישרה הן 6 סטדים ו-2 סטדים באורך. אורך התחתון (הצד הזוויתי) יהיה $\sqrt{6^2 + 2^2} = 6.32$ סטדים שאינם מספר שלם. לא ניתן למקם אלמנט לגו לאורך הצד הזה, אבל אם נשקף את המשולש הישר לאורך התחתון, נוכל ליצור קיר זוויתי על ידי הנחת אלמנטים של לגו חתך לאורך שתי הצלעות האחרות של המשולש השני. נצטרך להשתמש בפלטות צירים כדי לחבר את שני משולשי ישר זוויות שיקוף יחד.

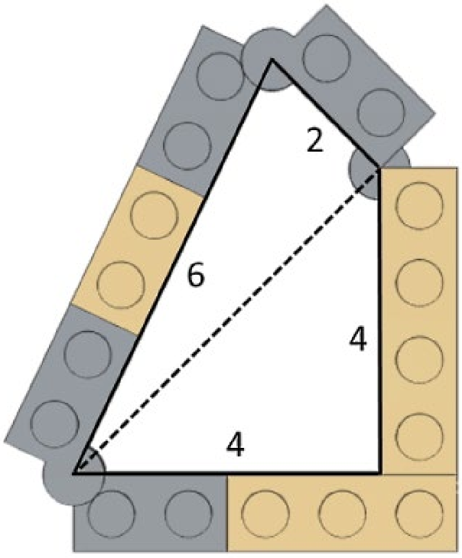


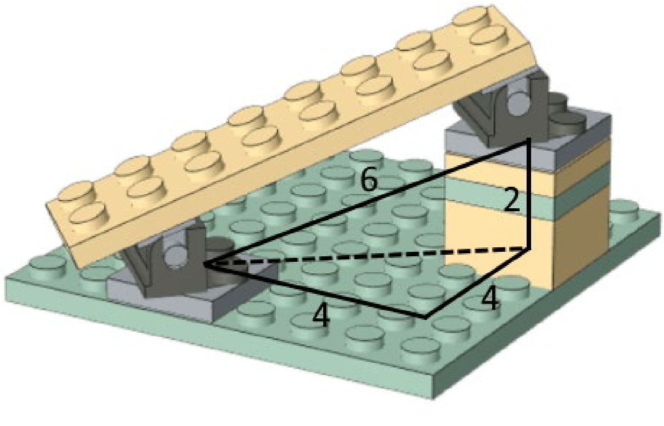
יישום נפוץ יותר של טכניקת התחתון השיקוף משתמש בלוחות טריז כדי ליצור את שני משולשי השיקוף. לוחות הטריזים בגודל 6×3 יוצרים משולשים שקולים לאלו מהדוגמה הקודמת שלי (שם המספרים שבחרתי לא היו כל כך שרירותיים, אחרי הכל). טכניקה זו משמשת ליצירת דפנות זווית בחלקי הרצפה והגג של סט מלון הבוטיק(10297) . תוכל למצוא פרטים נוספים כאן.



אפשר גם להרחיב את הטכניקה הזו למשולשים לא שווים שבהם התחתון של משולש אחד הוא אחת הצלעות המרכיבות את הזווית הישרה של המשולש השני. המרובע המתקבל (צורת 4 צדדים) יצטרך לעמוד במשוואה עבור מרובע פיתגורי שהוא $a^2 + b^2 + c^2 = d^2$. הרביעייה הפיתגורית הפשוטה ביותר היא(1,2,2,3) . תכפילו את כל המספרים ב-2 ותקבלו (2,4,4,6) שהיא גם רביעייה פיתגורית.

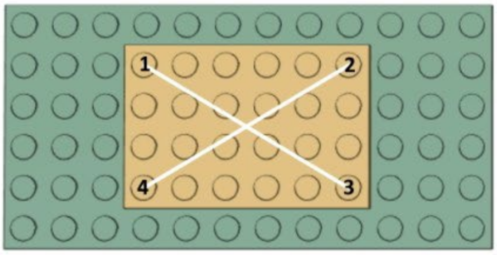
הדבר המסודר ברבעים של פיתגורס הוא שניתן להשתמש בהם כדי למקם אלמנטים בזווית לא רק ב-2 ממדים אלא גם ב-3 ממדים. הקרדיט מגיע ל hafhead -בפליקר על הרעיון.

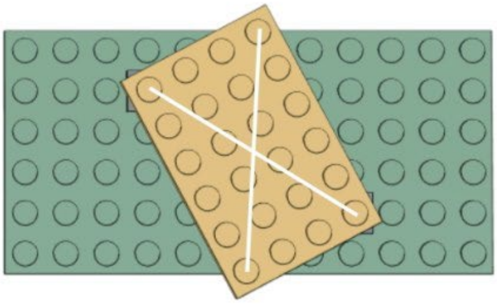




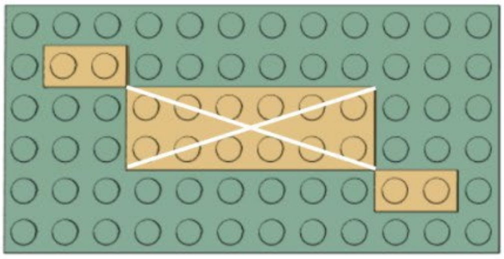
טכניקת "אלכסונים מוחלפים."

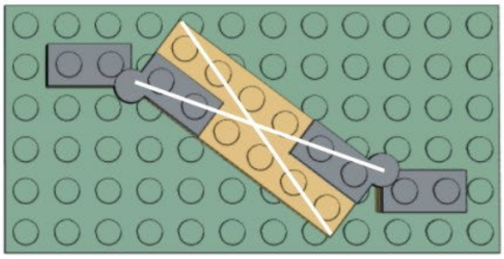
המרחק האלכסוני בין שני סטדים בצלחת עשוי שלא להיות מספר שלם של סטדים. אבל אם אתה לוקח צלחת מלבנית, המרחקים בין שני זוגות סטדים בפינות הנגדיות (1, 3 ו-2, 4) זהים לחלוטין. אז אתה יכול לסובב את הצלחת ולחבר אותה כך שפינות 2 ו-4 שלה יישרו את מקומן של הפינות 1 ו-3 בדרך כלל. שוב תצטרך להשתמש בצלחות 1×1 כמרווחים.





אם אתה חושב על 1-3 ו-2-4 כצלעות הארוכות ביותר של שני משולשים זהים ישר זווית שמשתקפים, כל מה שאתה עושה הוא לסובב את אחד המשולשים כך שהצלעות הארוכות ביותר יסתדרו. זווית הסיבוב תהיה תלויה כמובן בגודל המשולש ישר זווית (מספר הסטדים בשני הצדדים המרכיבים את הזווית הישרה). מסתבר שהכי קרוב שאפשר להגיע לסיבוב של 45 מעלות זה באמצעות פלטה 4×8.
ניתן להרחיב טכניקה זו גם כך שתכלול אלמנטים בצירים. זה נראה קצת אחרת כי הפעם האלכסונים שמתחלפים מגיעים עד לפינות הלוחות.





סיכום

אני בטוח שיש עוד כמה דרכים ליצור קירות בזווית שלא הצלחתי לכסות כאן. אני מקווה שהסקירה הכללית שסיפקתי לפחות תפנה אותך לכיוון הנכון לחקירה שלך של הטכניקות הללו. אנא הודע לי אם יש טכניקות אחרות שבהן השתמשת שזכות להכללה כאן.

בנייה מהנה!

המאמר תורגם מתוך אתר האינטרנט Towering Brick Creations.com