

מדריך שליחת עבודות CNC



•מידות חיתוך דו מימדי:

גובה חומר גלם מקסימלי - 70 מ"מ

גובה חומר גלם מינימלי - 5 מ"מ

משטח - 1100 מ"מ על 1100 מ"מ

•מידות חיתוך תלת מימדי:

גובה חומר גלם מקסימלי - 70 מ"מ

גובה חומר גלם מינימלי - 10 מ"מ

משטח - 1000 מ"מ על 1000 מ"מ

•יש להשאיר מרווח של 30-40 מ"מ בין המודל לבין חומר הגלם לצורך כניסת הכרסם

•יש להשאיר מרווח של 30 מ"מ בין אובייקט לאובייקט (במידה וקיימים כמה על משטח העבודה)

•חומר גלם שמורכב מכמה שכבות מודבקות - **מינימום 24 שעות ייבוש, בלחץ קליבות** (לשים דבק בנדיבות).

•קובץ נכנס למכונה לפי התור שמפורסם באתר. **במידה ואין חומר גלם מוכן** כאשר התור מגיע, קובץ הבא ייטען.

•בסמסטר ב' יש קדימות לקבצים של פגמ"ר שנה ד'.

•יש להתייעץ עם אסיסטנט CNC במידה ומשהו לא ברור - לגבי קובץ או חומר גלם.

•**חשוב לדעת!** המחלקה עושה את כל המאמצים לייצר לכם מודלים מושלמים, אך טעויות יכולות להתרחש. במידה ומודל הוא סופי/לחוץ בזמן/נסיוני - יש להכין

חומר גלם לגיבוי!

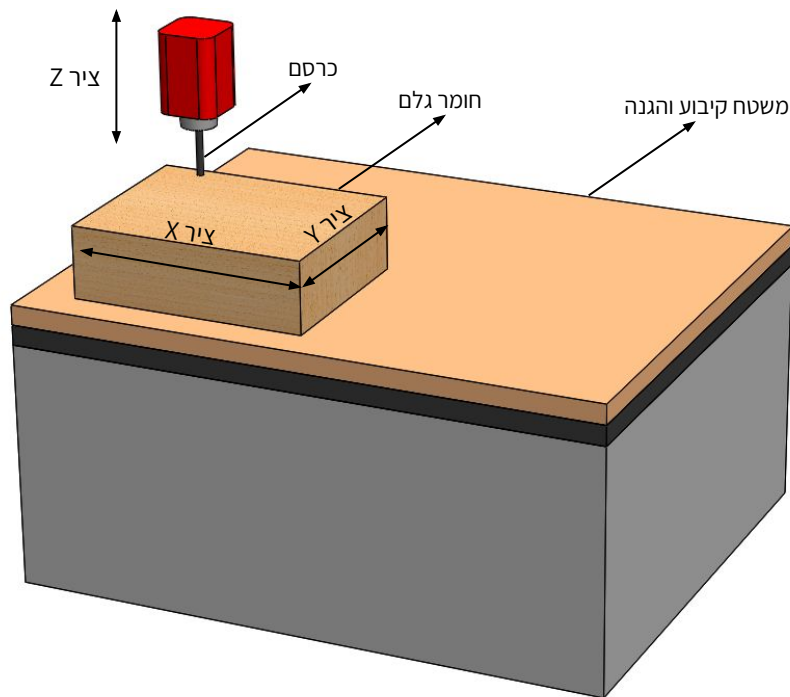
•**השימוש בשירותי CNC הינו עבור סטודנטים מהפקולטה לעיצוב בלבד!**

•**לא ניתן להכניס עבודות אישיות לתור** - רק קבצים הקשורים לקורס במחלקה.

- **הכנת חומר גלם:** חומר גלם שיתקבל לא על פי ההנחיות יביא לביטול שליחת העבודה, יש להקפיד על הכנת חומר הגלם כנדרש.
- **שימוש בשאריות:** חשוב להקפיד על בדיקה קפדנית של חומר הגלם, במידה וקיימים בחומר ברגים או מסמרים הם עלולים להביא להתלקחות מערכת השאיבה ושריפת המכונה.
- **השאת חומר גלם לעבודה:** יש להקפיד על סימון חומר הגלם והשאתו בזמן מחוץ לחדר ה-CNC - כל חלק צריך להגיע עם כיתוב המציין את שם המזמין ומספר ההזמנה.
- **איסוף עבודות:** רוב העבודות הנשלחות לחיתוך CNC הינן גדולות ותופסות מקום רב, לכן, יש לאסוף את העבודות המוכנות בהקדם האפשרי, עבודה שלא תאסף לאחר 24 שעות תועבר לאחסון בחצר הסדנה ותהיה באחריות המזמין בלבד.
- **בחירת קוטר כרסם:** לא תמיד ניתן להתאים כרסם לדרישת מזמין העבודה, במידה ואין כרסם מתאים בכלי הסדנה המזמין יעודכן ויצטרך לבצע התאמות בקובץ, בקשה של כרסמים במידות מסוימות תאושר רק במידה ואין סכנה לשלמות הכרסם.
- **זמני עבודה:** תוכנת ה-CNC שברשותנו לא מספקת זמני עבודה, הזמנים שיינתנו הם בגדר חישוב כללי ואין להסתמך עליהם באופן מוחלט.
- **בדיקת סטטוס עבודה:** תתבצע מול טבלת הסטטוסים באתר המכללה, אין לפנות לאחראי או לאסיסטנטים CNC בכדי לקבל הערכות זמנים.
- **שעות פעילות:** שירותי קבלת קבצים עבור עבודות CNC ניתנים כל יום משעות הבוקר ועד שעות אחר הצהריים.
- **פניות אל צוות ה-CNC:** יעשו בשעות הקבלה או באמצעות שליחת אימייל בלבד! אין ליצור קשר באמצעות טלפון או הודעות.
- **שימוש בכרסמים פרטיים:** במידת הצורך ניתן להביא לצוות ה-CNC כרסם ע"י מזמין העבודה, השימוש בו יעשה רק לאחר אישור אחראי CNC לכן מומלץ להתייעץ טרם הרכישה - צוות ה-CNC לא לוקח אחריות על נזק אשר ייגרם לכרסם פרטי.

סטודנט/ית אשר לא יעמדו בדרישות אלה באופן מלא, לא יוכלו ליהנות משירותי ה-CNC של המחלקה

- שני עקרונות חשובים להבנה בעבודה מול שירות CNC של המחלקה הם אופן פעולת המכונה וסוגי הכרסמים.
- מכונת CNC שלנו עובדת בשלושה צירים, X;Y;Z, ומאפשרת כרסום בצורניות חופשית תחת מגבלות אלה, ציר רביעי וחמישי מאפשרים עבודה על חלק מסתובב ועבודה ב undercuts אך הם אינן זמינים לנו.
- צוות CNC עובד עם סוג אחד של כרסמים אשר מספק מענה טוב לרוב החומרים, קיימות שתי תצורות של הכרסם בו אנחנו משתמשים, שטוח וחצי עגול (כדורי) - הכרסם השטוח משמש לעבודה דו מימדית ובעבודה תלת מימדית מתקיים שילוב של שניהם כאשר השטוח מוריד חומר והעגול מייצר את הצורה.



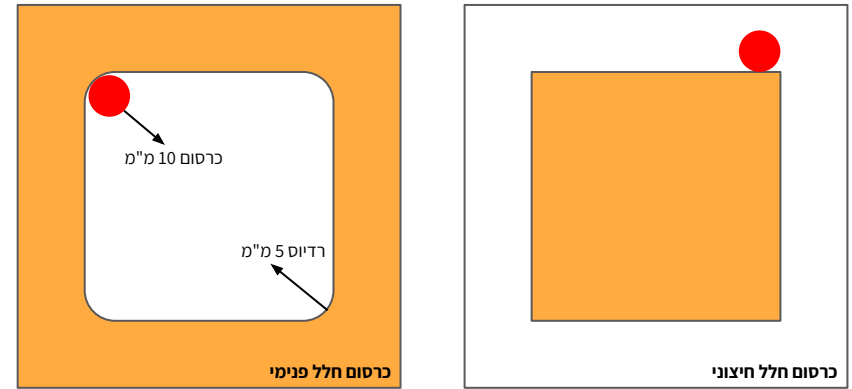
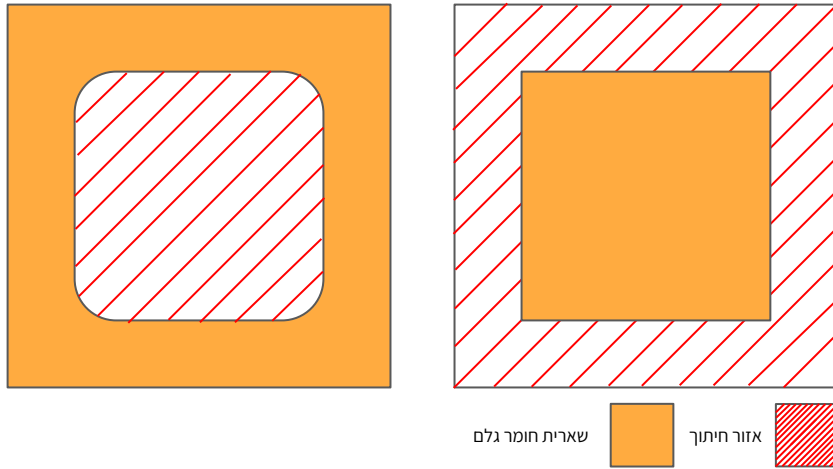
End mill
ראש שטוח



Ball nose
ראש חצי עגול

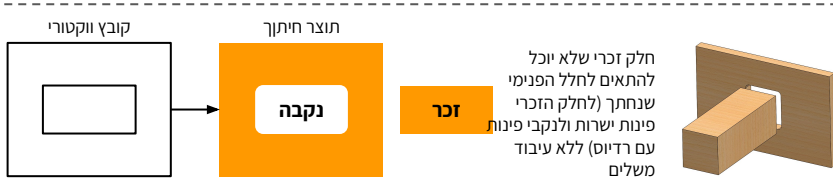
חללים פנימיים והתחשבות במידות כרסם - רלוונטי לדו ותלת מימדי

- במידה ונרצה לכרסם חלל פנימי בחומר הגלם יש לשים לב שחיתוך פנימי (בתוך הקו\וקטור) לעולם לא יוכל להביא לפינות ישרות באובייקט, לכן, במידה וברצונכם לייצר חלק אשר אמור להכנס בחלל המכוסם, יש לקחת בחשבון את גודל הכרסם (ניתן לשאול אחראי CNC) כדי לדעת באיזה רדיוס יתקבל הפינות של החלק.
- כלל אצבע חשוב! רדיוס הפינה יהיה חצי מקוטרו הכרסום - **במידה ונחתוך עבודה עם כרסום בקוטר 10 מ"מ, רדיוס הפינה יהיה 5 מ"מ**



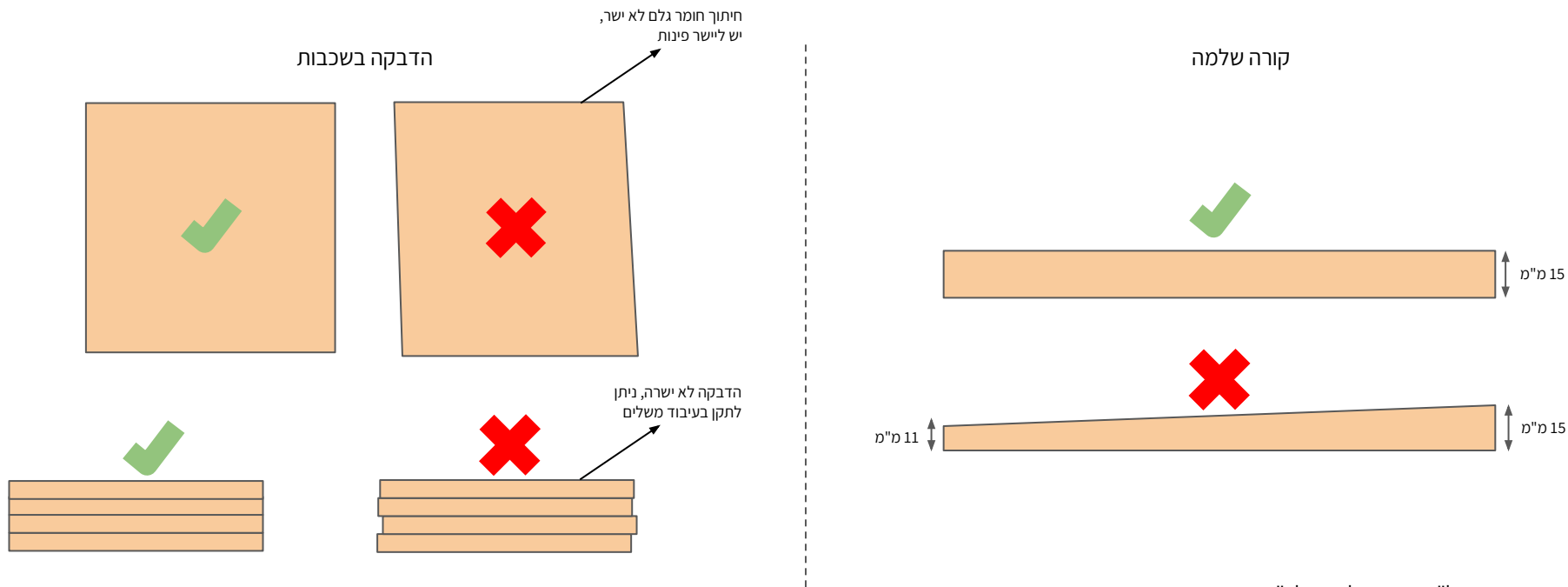
כרסום חלל חיצוני: הכרסם עובר מחוץ לאובייקט ולכן הצורה שתתקבל היא בהתאם לקובץ, ריבוע יישאר ריבוע עם פינות ישרות.

כרסום חלל פנימי: הכרסם עובר בתוך האובייקט והצורה שתתקבל תהיה שונה מהקובץ - **פינות ישרות יהפכו לעגולות** וזו בהתאם למידות של הכרסם בו נשתמש - כרסומים תמידי יהיה עגולים בצורתם ולכן בעיה זו תמיד תהיה - **יש לתכנן התאמת חלקים בהתאם.**



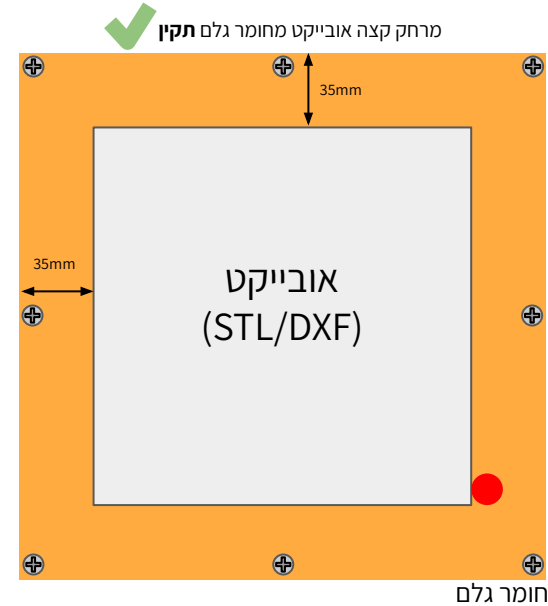
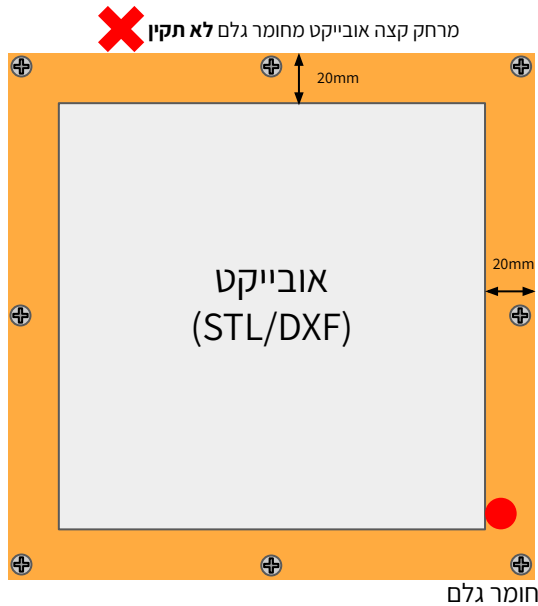
הכנת חומר גלם

- הדבקות ועבודה בשכבות:** במידה ונרצה לייצר חומר גלם המורכב מכמה שכבות יש להקפיד על הדבקה נכונה ואיכותית, מריחה אחידה של דבק נגרים בשני צידי החלק על כל שטח הפנים, קליבה 24 שעות וחיתוך ליישור היחידה - יש להקפיד על הבאה של ריבוע בעל זוויות ישרות, במידה וחומר הגלם יגיע עקום לא ניתן יהיה לכייל את המכונה בצורה טובה ומרכז ציר ה X יהיה לקוי ויבוא לידי ביטוי בתוצר.
- קורה שלמה:** יש להקפיד על העברת היחידה במקצוע עד לקבלת גובה זהה, כיול ציר ה Z של המכונה מתבצע פעם אחת בלבד ובמידה ולחומר הגלם יהיו גבהים שונים תהיה סטייה בתוצר ועלולה להיות פגיעה במכונה.



בחירת גודל חומר הגלם בהתאם לגודל האובייקט הנדרש לחיתוך

- בעת בחירת גודל חומר הגלם לחיתוך CNC יש להתחשב במגבלות הכרסם והמכונה, **נכין את היחידה במידות הגדולות בלפחות 30 מ"מ מהיקף החלק המבוקש** (מכל פאותיו)
- חומר הגלם יוכן offset במידות החלק כדי לאפשר קיבוע בטוח שלו, וכדי למנוע ניתוק של החלק מחומר הגלם, מרווח זה מאפשר מעבר בטוח של הכרסם מסביב לחלק הנדרש ללא סכנה של פגיעה בברגים המקבעים את החומר למשטח העבודה, וללא סכנה שקירות חומר הגלם יהיו דקים וחלשים מידי ויביאו לניתוק החלק, אשר עלול לגרום לתקלה חמורה במכונה.

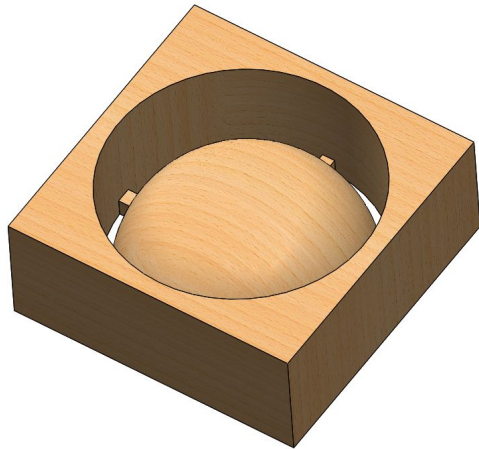


● כרסם
⊕ בורג

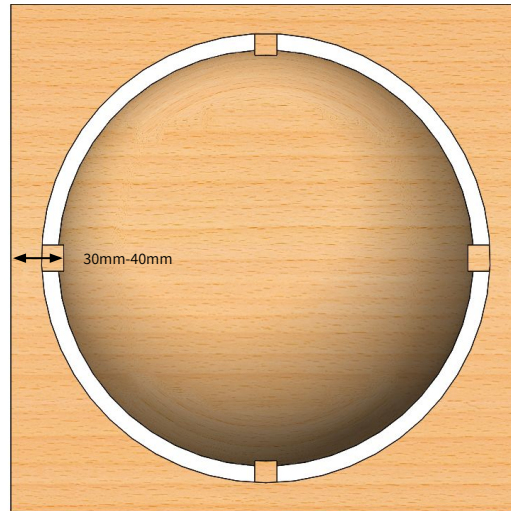
המרחק מחושב כך שהכרסם יוכל לעבור מסביב לאובייקט, אך ישאיר מספיק חומר גלם כדי שהגשרים המחברים את האובייקט לחומר הגלם לא יהיו חלשים מידי וישברו תוך כדי החיתוך

בחירת גודל חומר הגלם בהתאם לגודל האובייקט הנדרש לחיתוך

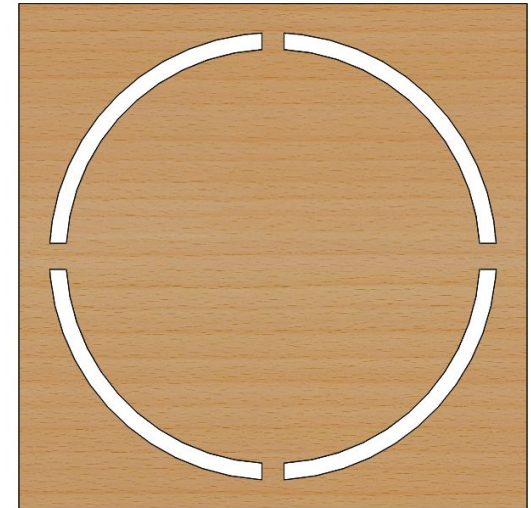
- גודל חומר הגלם ייקבע בהתאם לגודל האובייקט ובהתחשב במגבלות הטכניות של המכונה.
- **חומר הגלם חייב להתאים למידות של הקובץ** - במידה וגובה קובץ STL הוא 20 מ"מ חומר הגלם חייב להיות בגובה זה לפחות **ויש לוודא זאת באמצעות קאליבר**, במידה ויהיה קטן יותר העבודה לא תצא לפועל ותוחזר לשולח, **לא יתקבלו חריגות בנושא זה!**
- **גובה חומר הגלם יכול להיות גבוה מחומר הגלם עד 5 מ"מ** בכדי למנוע הורדת חומר איטית ומיותרת - חומר גלם גבוה יותר יוחזר לשולח להתאמה, **לא יתקבלו חריגות בנושא זה!**
- מידות היחידה חייבות לכלול offset של 30-40 מ"מ מעבר לגודל האובייקט - הכרסם עובר מסביב לאובייקט ומייצר מעין "אמבטיה" אשר במרכז האובייקט עצמו נשאר מחובר לחומר הגלם הכללי באמצעות הגשרים התלת מימדיים שבניתם (בחיתוך דו ממדי הגשרים נקבעים על ידי המפעיל).



יחידה חתוכה - פרספקטיבה, שימו לב שהחיתוך מתייחס לגשרים כחלק מהאובייקט ובעצם "מדלג" עליהם



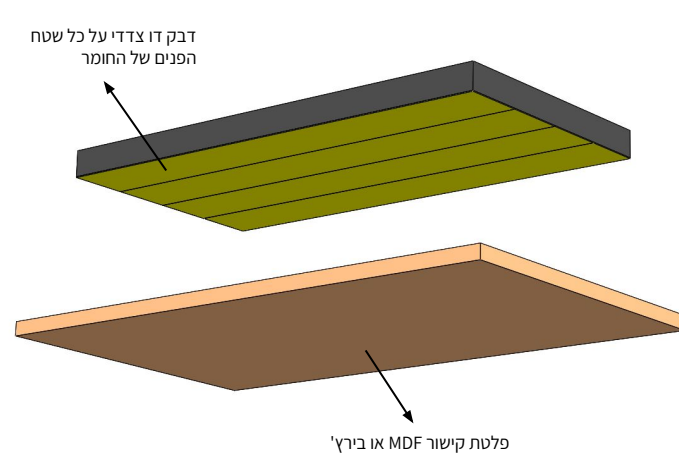
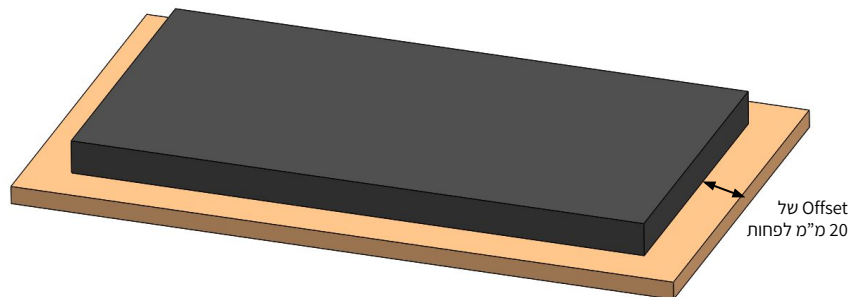
יחידה חתוכה - מבט על, שימו לב שהגשרים חודרים את האובייקט בצורה מלאה והופכים לחלק ממנו (ינותקו בהמשך ע"י מזמין העבודה)



יחידה חתוכה - כך יראה החלק התחתון של היחידה, כאשר הגשרים מחזיקים את האובייקט מחובר לחומר הגלם

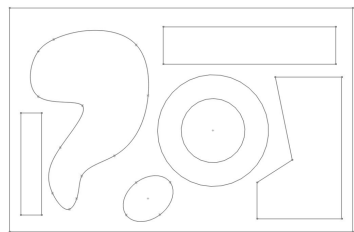
חומרים רכים - הכנת חומר גלם

- במידה ונרצה לחתוך חומרים רכים דוגמת EVA או שעם, יש להכין את חומר הגלם בצורה שונה מאשר בעבודה עם עץ.
- בהכנה של חומרים מסוג זה אין צורך להתחשב בהוספה של offset שכן אין שימוש בברגים לקיבוע חומר הגלם.
- במידה ויש צורך בהדבקה של שכבות ליצירת חומר גלם גדול יותר, יש להקפיד על כללי הדבקה (דבק מגע) ולבצעם כמו שצריך, במידה ושכבה מתנתקת במהלך החיתוך העבודה תופסק ולא תעלה מחדש על המכונה.
- חיבור חומר הגלם יתבצע באמצעות פלטת קישור (MDF או בירץ') אשר מזמין העבודה צריך להדביק לחומר הגלם (שעם או EVA) באמצעות דבק דו צדדי, **חשוב להקפיד על מילוי כל שטח הפנים של חומר הגלם** בדבק על מנת למנוע ניתוק בעת הכרסום.
- חשוב להקפיד על כך פלטת הקישור תהיה גדולה יותר מחומר הגלם לפחות 20 מ"מ, על מנת לאפשר מספיק מקום להוספת ברגי קיבוע.

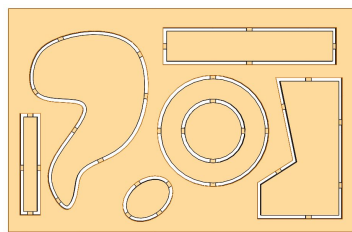


חיתוך דו ממדי

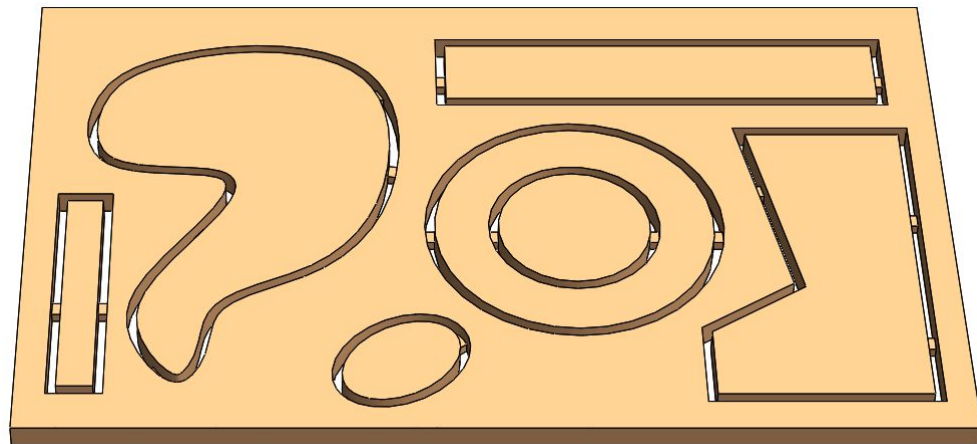
- כרסום דו מימדי, בניגוד לחיתוך לייזר, מאפשר לנו לבצע חיתוך צורני וגרועות בגבהים משתנים בחומרים שונים בעוביים גדולים (בלייזר לרוב לא ניתן לחתוך יותר חומרים בעובי של מעל 10 מ"מ).
- מומלץ לבצע Nesting קפדני טרם שליחת העבודה - החלפה רבה של חומרי גלם דורשת זמן רב שלא לצורך.
- עבודה עם עצים לבידים: לחומרים שונים קיימים כרסמים יעודיים, לצוות CNC אין כרסם מתאים לעצים לבידים ולכן יש לקחת בחשבון את רמת התוצר הסופי בעת בחירת חומר הגלם (חשוב לציין שלרוב גובה הפלטות לא תואם למידה מדוייקת, אחריות המזמין היא לוודא את הגובה ולהתאים לכך את הקבצים).
- ניתן לעבוד עם כל תוכנה המסוגלת לייצא קבצים - תוכנות שונות כמו Solidworks או Adobe Illustrator ואחרות יכולות כולן לייצא קובץ DXF אותו ניתן להזין לתוכנת הCNC.
- החלק המתקבל מגיע כאשר כל החלקים חתוכים מסביב ומחוברים עם גשרים (לרוב בעובי 1-2 מ"מ) לחומר הגלם, **ניתוק הגשרים באחריות המזמין באמצעות סכין או מסור.**



קובץ DXF לחיתוך צורני

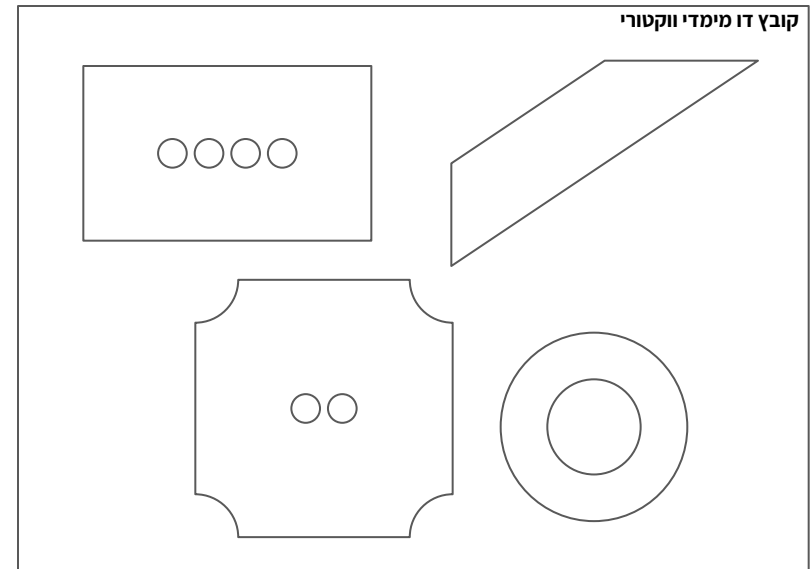
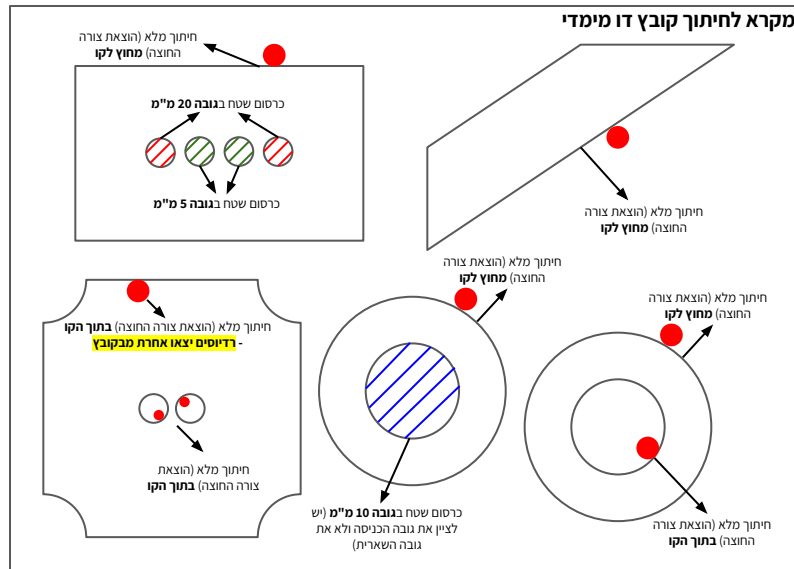


הדמייה של חומר גלם לאחר החיתוך



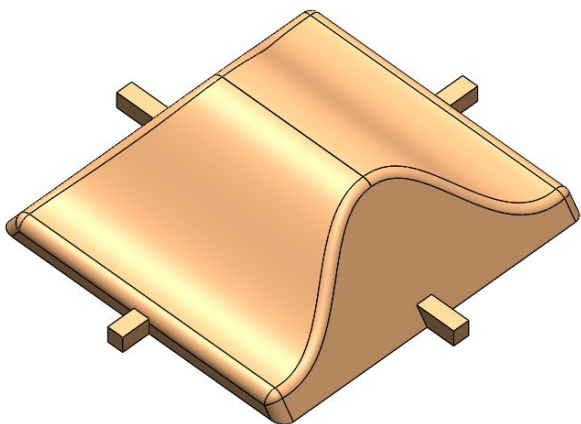
הדמייה של חומר גלם לאחר החיתוך - ניתן לראות את הגשרים מסביב לכל אחת מהצורות

- עקרונות החיתוך של קובץ דו או תלת מימדי שונים, קובץ דו מימדי מתבסס על קובץ ווקטורי בלבד, אשר אינו מכיל גבהים ועומקי כניסות.
- בכדי שמבצע העבודה יוכל להבין את רצון המזמין, יש לצרף לעבודה קובץ PDF אשר ישמש כמקרא - בו ניתן להבין פרטים חשובים כמו כיוון החיתוך (על קו, מעבר לו או בתוכו), עומק הכניסה בחומר ועוד.
- בחיתוך דו מימדי אין צורך להוסיף גשרים, אלה יוגדרו על ידי צוות CNC שכן בעבודה דו מימדית ההגדרה מתבצעת באמצעות תוכנה ייעודית של הCNC.
- יש להקפיד על מרחקים מספקים בין חומר הגלם לבין האובייקטים שבו ובינם לבין עצמם (לפחות 30 מ"מ בין כל חלק וחלק).
- בחיתוך דו מימדי לא ניתן לשנות את גובה האובייקטים ולא ניתן להוריד חומר - יש להתאים את גובה החלק הנדרש לגובה חומר הגלם.

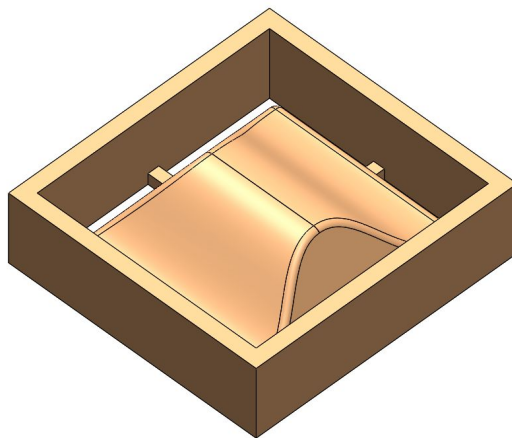


חיתוך תלת ממדי

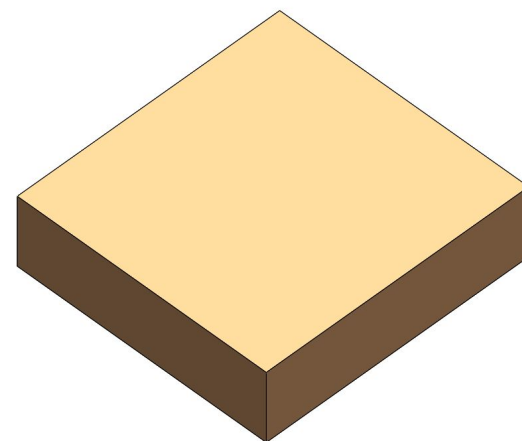
- כרסום תלת מימד מאפשר לנו לייצר חלקים תלת מימדיים בחומרים שונים, ברמת דיוק גבוהה.
- שימוש נפוץ לכרסום מסוג זה הוא ייצור חלקים, ייצור תבניות לכבישה של מתכת, טרמופורמינג ולמיניציה, בנוסף גם תבניות למשיכת וואקום והזרקת פלסטיק.
- בשונה מהדפסה תלת מימד, בה מתחילים מ"כלום" והמודל נבנה מלמטה, בכרסום CNC נתחיל את העבודה מגוש חומר גלם, ממנו נכרסם את מה שצריך עד שישאר האובייקט המתוכנן.
- מכונת ה-CNC שלנו היא בעלת 3 צירי עבודה, לכן לא ניתן לבצע חיתוכים ב Undercut, יש לשים לב בעת תכנון הקובץ, במידה וקיים אזור כזה, התוכנה שלנו תוריד ממנו פאה ישרה ותתעלם מהאזור שלא ניתן לכרסום.



חלק מוכן מנותק מחומר הגלם: החלק המתקבל תואם לקובץ STL שהתקבל, כל שנשאר לעשות זה לנתק את הגשרים באמצעות מסור ולשייף את השארית



חלק מוכן מחובר לחומר הגלם: החלק המתקבל תואם לקובץ STL שהתקבל אך עדיין מחובר למשטח העבודה, יש לנתקו באמצעות מסור ולאחר מכן להמשיך לעיבוד הסופי.

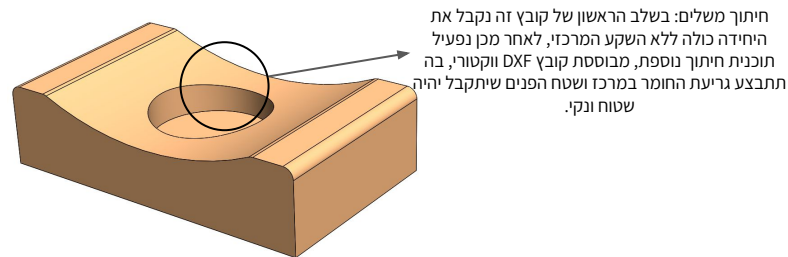
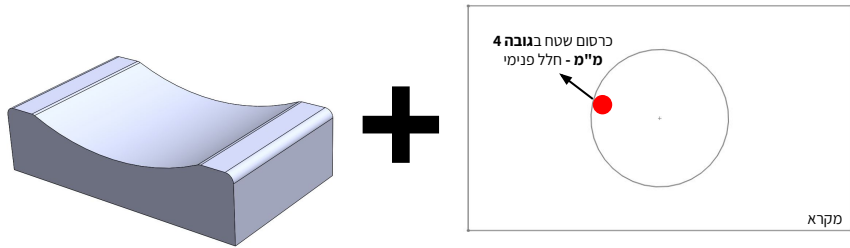


חומר הגלם בתצורתו כפי שמתקבל על ידי מזמין העבודה: יש להקפיד על כל הכללים הנדרשים בהכנת חומר הגלם והתאמתו לקובץ הנדרש.

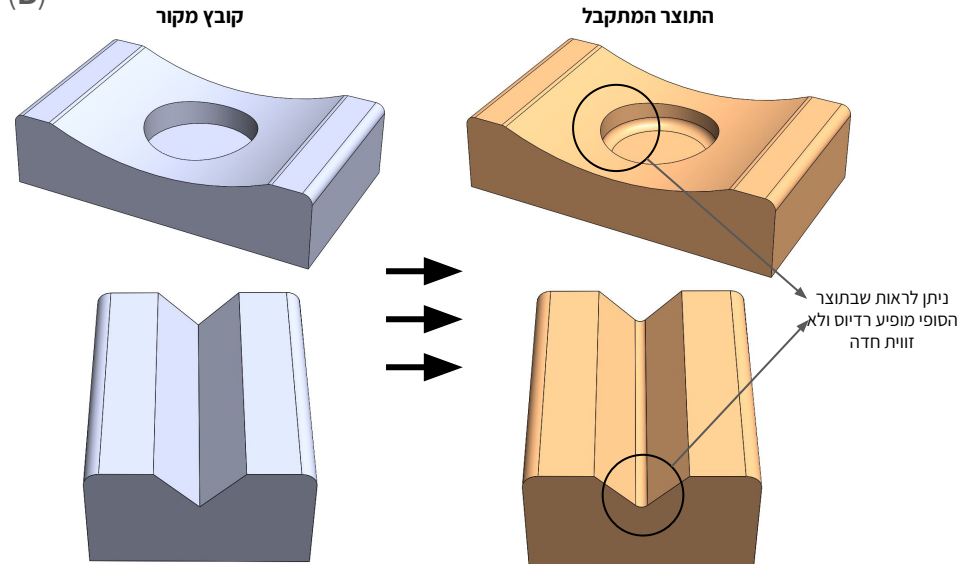
כרסום תלת מימדי - עקרונות כלליים - הבנת הפער בין קובץ לבין תוצר

- בגלל השימוש בכרסם עגול בחיתוך תלת מימדי, לפעמים יתקיים פער בין הקובץ הנשלח לבין התוצר המתקבל.
- גם בכניסות קטנות בחומר או כרסום של שקעים ותעלות, הכרסם העגול יכתיב את שטח הפנים, חשוב להתאים את הקבצים למגבלה זו או להוסיף קידוח\סימון משלימים באמצעות קובץ DXF, ולא לכלול פרט זה בחלק STL אלא בתוספת נפרדת. (A)
- הכרסם העגול מייצר תעלה עגולה, וכפי שניתן לראות בדוגמאות, גם אם הקובץ יהיה עם זווית חדה, הכרסם לא יידע לייצר אותה ומסילה משולשת למשל תהפוך למעוגלת. (B)

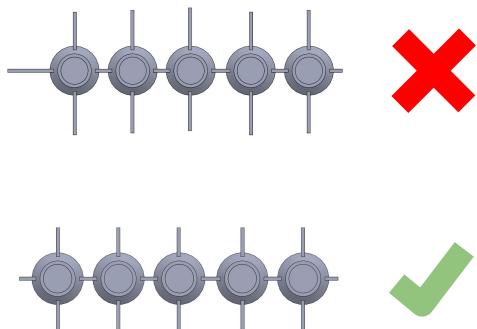
(A)



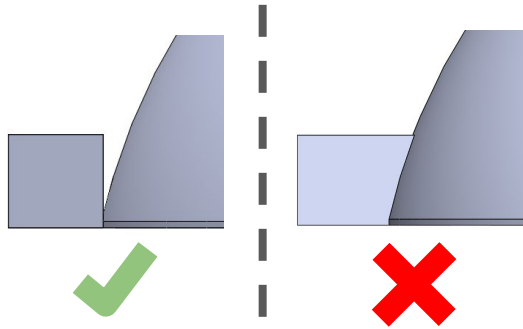
(B)



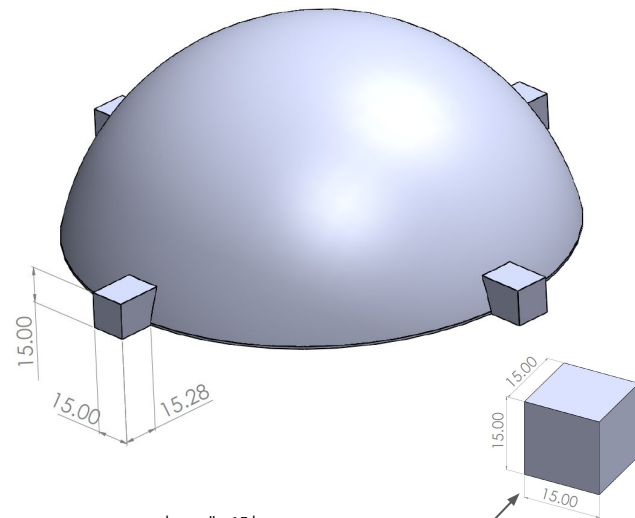
- גשר הוא אלמנט אשר מזמין העבודה צריך להוסיף בבנייה של הקובץ התלת מימדי - תפקיד הגשר הוא חיבור החלק הנדרש אל שארית חומר הגלם בכדי שלא יתנתק במהלך החיתוך.
- מידות גשר סטנדרטי הינן קוביה של 15 מ"מ בכל פאותיה - במידה ומדובר באובייקט גדול מאוד או קטן מאוד ביחס לגשרים יש לבדוק מול אחראי CNC איזה גשרים צריך להכין, מה מידותיהם והיכן יש למקמם.
- מירכוז גשרים - הגשרים חייבים להיות סימטריים ביחס לאובייקט וביחס אחד לשני, במידה ולא ימורכזו החיתוך עלול לצאת עם סטייה (רלוונטי במיוחד בקבצים מתהפכים אך חשוב גם בכאלה שלא).



מירכוז גשרים - יש להקפיד על ציור הגשרים ממרכז האובייקט ועל מרחקים שווים בינם לבין האובייקט בכל הפאות



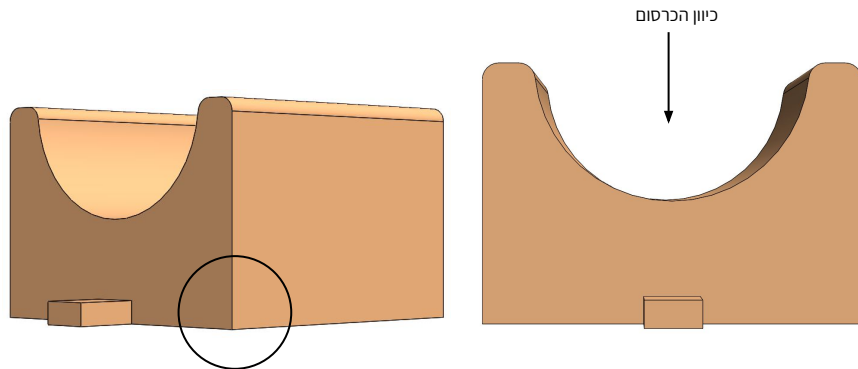
חשוב להקפיד על בנייה נכונה של הגשר כך שיהיה מחובר לאובייקט בצורה מלאה, מגע לא מלא יביא לניתוק ופגיעה במכונה/עבודה



מידות גשר סטנדרטיות - קוביה של 15 מ"מ בכל הפאות

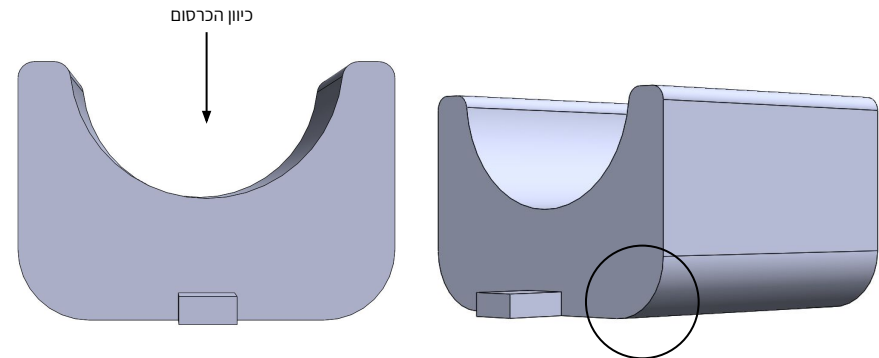
- כפי שצוין, מכונת ה-CNC שלנו היא בעלת 3 צירים ולכן זווית החיתוך תהיה ישרה תמיד ללא יכולת שינוי.
- באחריות מזמין העבודה לוודא שהקובץ אכן בר חיתוך, ושכל האזורים הנחוצים לו אינם מכילים זוויות שלא ניתן לגשת אליהן.
- במידה וקיימים עדיין אזורים כאלה, תוכנת ה-CNC תדע להמיר את האזור לקיר שטוח, אין באחריות צוות ה-CNC על קבלת תוצר אחר מזה שנשלח במקרים כאלה.

החלק המתקבל בחיתוך



ניתן לראות בהדמיית החלק הסופי שהקירות הפכו ישרים והזוויות בפאה התחטנה כולן ישרות - חוספת רדיוס במקרה הזה תתבצע באופן ידני על ידי מזמין העבודה

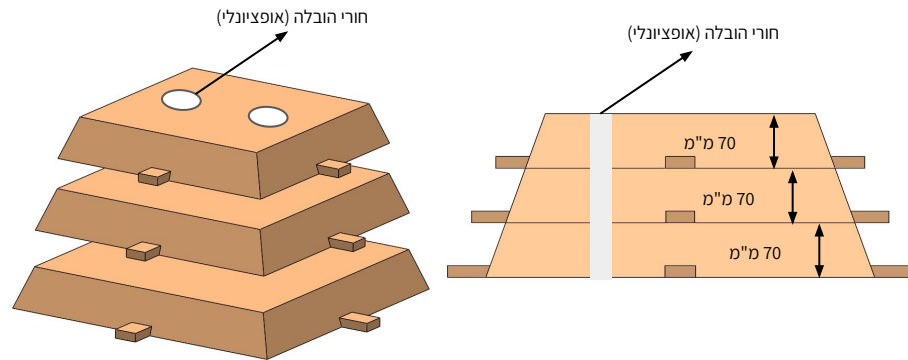
קובץ תלת מימדי



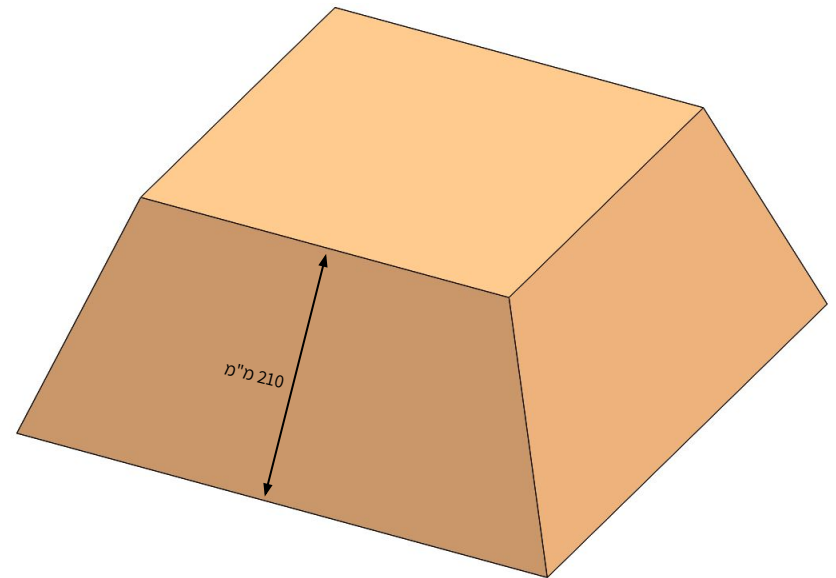
בקובץ התלת מימדי מופיעים רדיוסים בחלק התחתון של החלק, כיוון שמדובר בחיתוך חד כיווני לא ניתן יהיה לחתוך אזור זה והתוכנה תהפוך אותו לישר

חלוקת אובייקט הגבוה ממידות המכונה למספר חלקים

- לעתים עולה הצורך בחיתוך אובייקט החורג מגובה המכונה (70 מ"מ) - במצב כזה ניתן לחלק את האובייקט ל"פרוסות" ולבצע חיתוך בשלבים.
- במידה ובוצע חיתוך כזה, יש להוסיף לכל חלק גשרים מתאימים.
- חור הובלה: בכדי למרכז את החלקים בעת חיבורם ניתן להוסיף חור לאורך האובייקט - במידה והחלק גבוה מידי לא ניתן יהיה לחתוך חור חודר ויבוצע סימון בלבד והקידוח יתבצע באופן ידני על ידי מזמין העבודה.

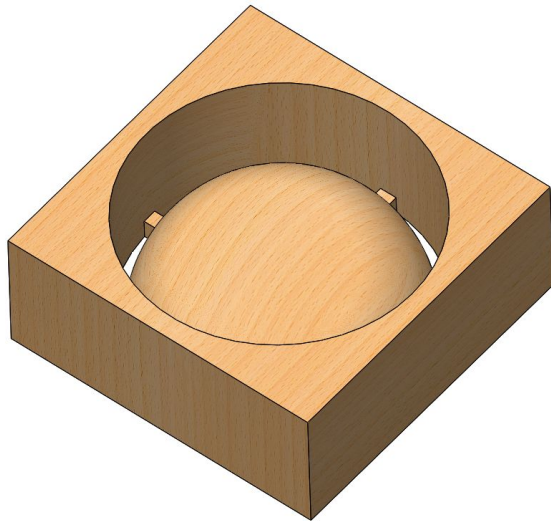


קובץ מעודכן - חלוקה ל3 חלקים בגובה של עד 70 מ"מ בתוספת גשרים עבור כל חלק

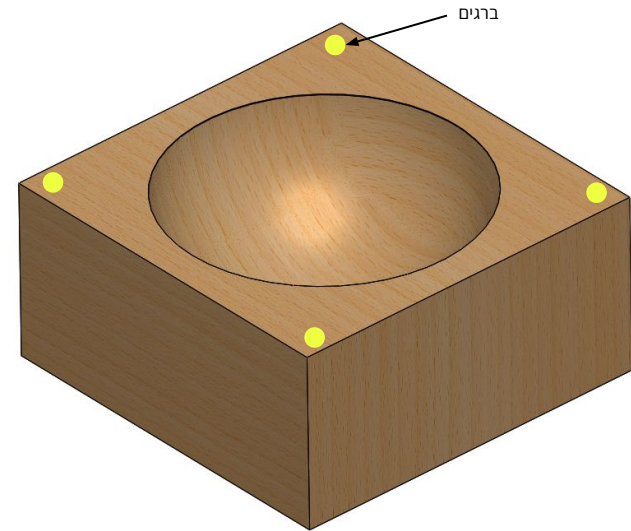


קובץ מקור - גובה כולל 21 ס"מ - מחייב פיצול ל3 חלקים לפחות - לא ניתן לחיתוך בתצורה זו

- כרסום תלת מימדי נפוץ הוא יצירה של תבניות זכר ונקבה.
- יש לשים לב להבדל המרכזי בין השניים - תבנית זכרית מחייבת גשרים ותבנית נקבית אין צורך בהם, אך יש להכין את הקובץ בצורה אחרת (קונטור DXF של האזור הנקבי)



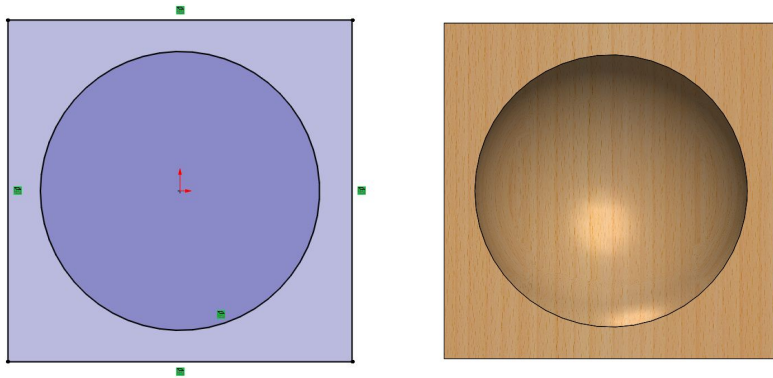
תבנית זכר - יש להקפיד על offset מספק ובנייה נכונה של גשרים - יש להקפיד על מרכזו וסימטריה



תבנית נקבה - אין צורך לייצר גשרים, יש כן להקפיד על מרחק מינימלי של 30 מ"מ על מנת למנוע פגיעה בברגים.

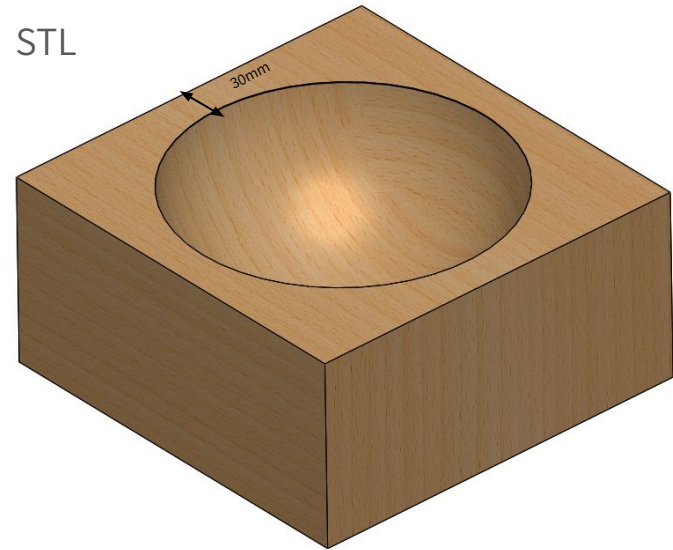
- בכרסום תבנית נקבה יש לבנות את מסגרת הקובץ בהתאם למידות המדויקות של חומר הגלם - כלומר, במידה והאובייקט הוא ריבוע במידות 50X50X50 ס"מ עם שקע של חצי כדור, כך יהיה גם חומר הגלם.
- יש להקפיד על offset מספק בין אזור החיתוך של האובייקט לבין קצוות חומר הגלם, על מנת למנוע פגיעה אפשרית בברגי הקיבוע.

DXF



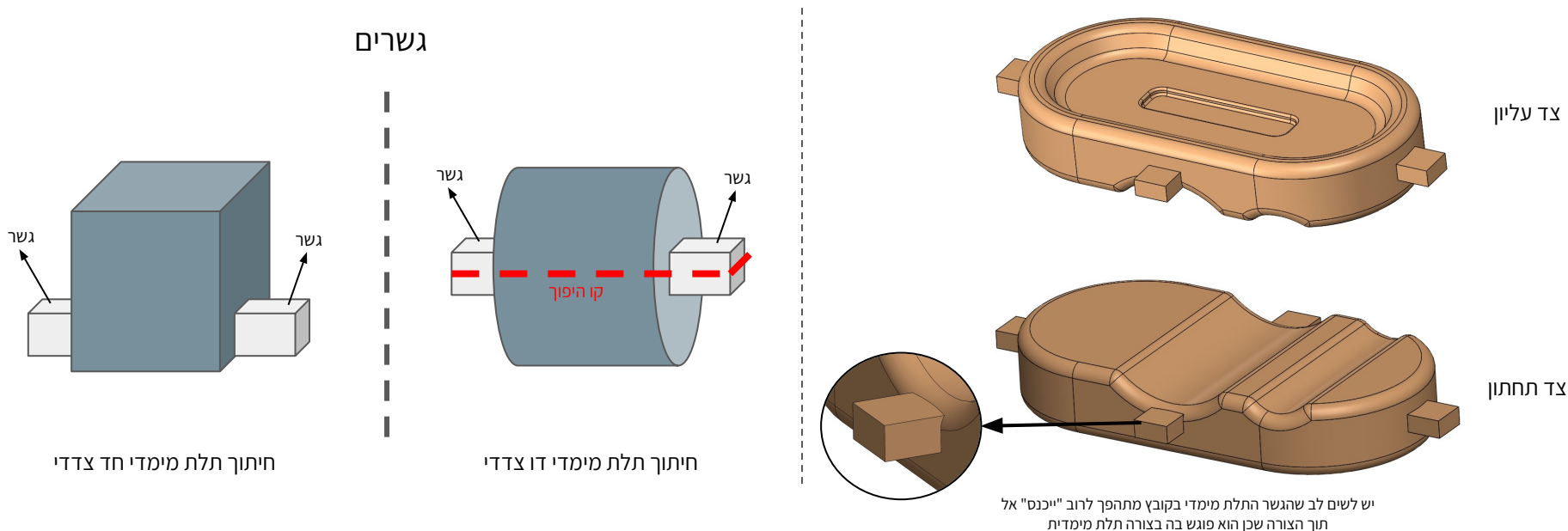
בנוסף לקובץ STL המכיל את האינפורמציה החלת מימדית של האובייקט, שולח העבודה יצטרך להעביר גם קובץ DXF ווקטורי, אשר כולל בתוכו את מסגרת חומר הגלם, ואת הקונטור של אזור החיתוך הנדרש (ווקטור זה ינתן לתוכנת החיתוך כדי שתדע איפה לכרסם)

STL



תבנית נקבה - אין צורך לייצר גשרים, יש כן להקפיד על מרחק מינימלי של 30 מ"מ על מנת למנוע פגיעה בברגים.

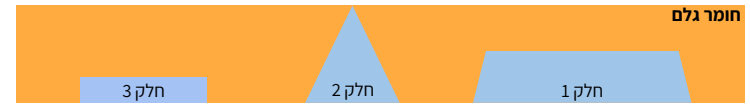
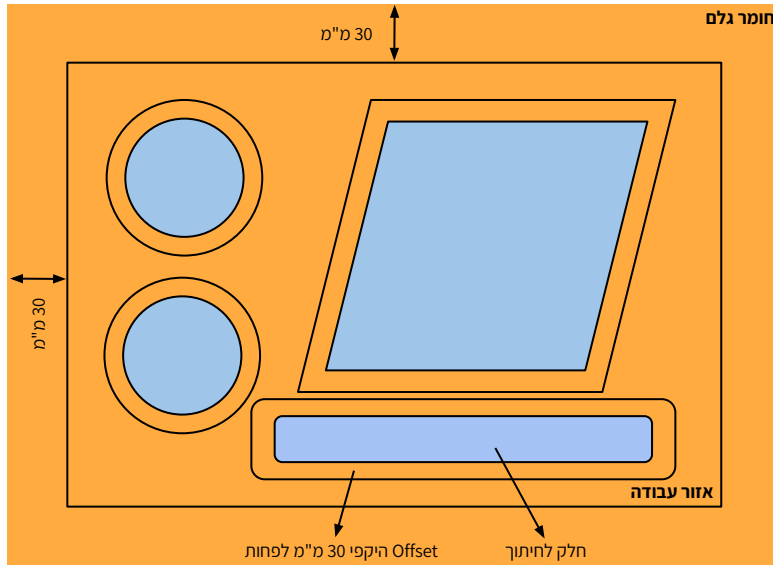
- טרם שליחת קובץ מתהפך יש לבדוק מול אחראי CNC אם ניתן לבצע את החיתוך - לא כל הקבצים המתהפכים אפשריים לכרסום.
- כרסום חלק דו כיווני לוקח זמן רב ומחייב ביצוע של פעולות רבות והתאמות על ידי מפעיל ה-CNC - לכן, שליחת קבצים מסוג זה תתאפשר במידה והחיתוך אינו ארוך ואין עומס חריג על המכונה (חיתוך דו צדדי בקובץ גדול יכול לקחת יום עבודה מלא).
- Undercuts: חשוב להקפיד לבצע את החיתוך של החלק בקו הגובה הנכון בכדי למנוע אזורים לא נגישים.
- גשרים: בקבצים מתהפכים יש לשים לב שהגשרים יוצאים ממרכז המודל ולא מאחד הקצוות שלו בכדי שיחזיקו את המודל מחובר לחומר הגלם.



עבודה בריבוי אובייקטים על אותו חומר הגלם

שליחה של מספר עבודות על אותו חומר הגלם - דו מימד ותלת מימד

- **רלוונטי כאשר הגבהים של האובייקטים קרובים או זהים אחד לשני** ולא ייווצרו הפרשים גדולים מידי בינם לבין חומר הגלם (עד 5 מ"מ).
- **במצב כזה חשוב מאוד להקפיד על מרחקים מספקים בין האובייקטים**, במידה והיו קרובים מידי אחד לשני לא ניתן יהיה לחתוך אותם.
- בין אם האובייקט דו או תלת מימדי הכנת הקובץ והכללים המנחים זהים - יש לקיים מרווח של לפחות 30 מ"מ בין אובייקט לאובייקט על משטח העבודה.



הפרש הגובה בין האובייקטים גדול מאוד - לא ניתן לחתוך קובץ זה שכן המכונה תעבוד זמן רב מאוד על הורדה של חומר.



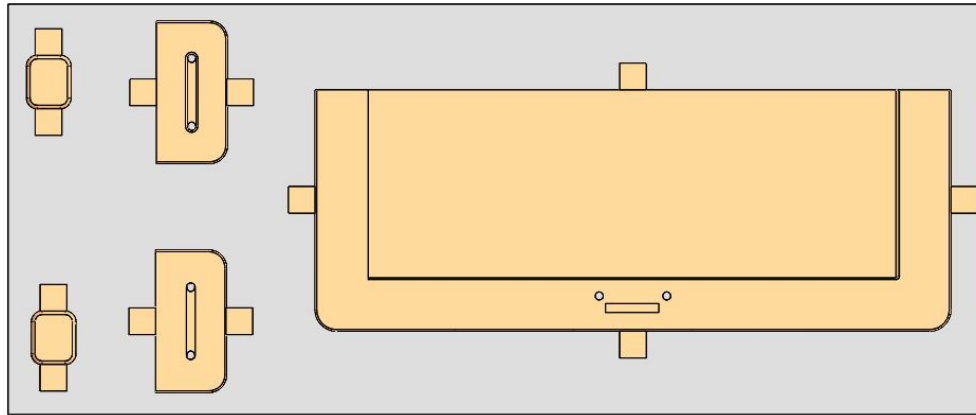
האובייקטים בגובה זהה או קרוב מאוד (טווח של עד 5 מ"מ מרחק בהתאם לאישור אחראי) - ניתן לבצע את העבודה

המרחק מחושב כך שהכרסם יוכל לעבור מסביב לאובייקט, אך ישאיר מספיק חומר גלם כדי שהגשרים המחברים את האובייקט לחומר הגלם לא יהיו חלשים מידי וישברו תוך כדי החיתוך

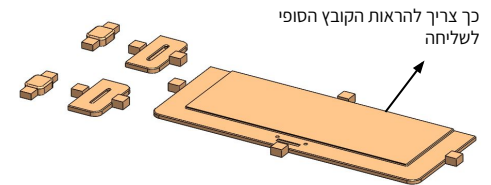
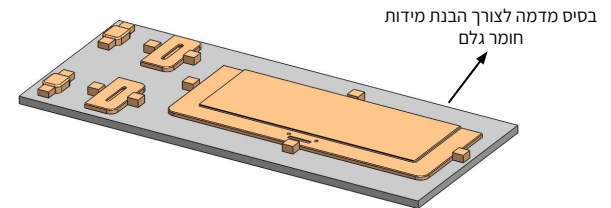
- במידה ומזמין העבודה ירצה להעלות על אותו חומר גלם **מספר קבצי תלת מימד יהיה עליו להכין מראש את הסידור המרחבי של החלקים.**
- השיטה הפשוטה ביותר היא לבנות בSOLID ריבוע בסיס המייצג את חומר הגלם, ועליו למקם את קבצי הPART או STL תוך הקפדה על מרחקים נכונים מהקצוות ואחד מהשני - **לפני שליחת הקובץ הסופי יש למחוק את הבסיס כדי שלא ייכנס יחד לקובץ.**
- חיבור מספר חלקים על אותו חומר גלם חוסך זמן יקר ומקטין את הסיכויים לטעויות.



מבט צד

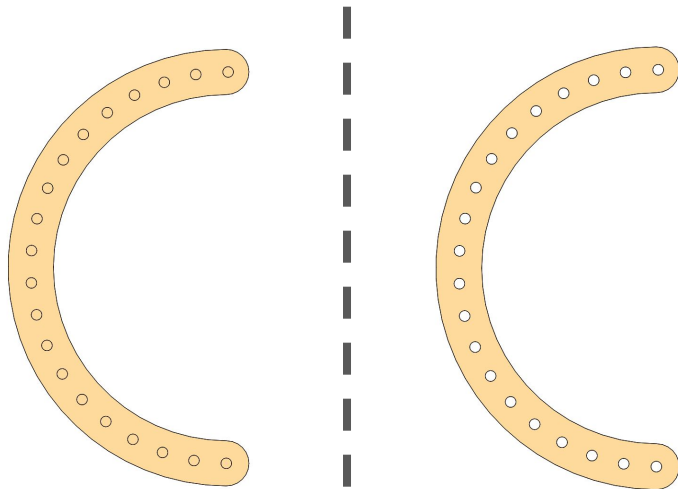


מבט על



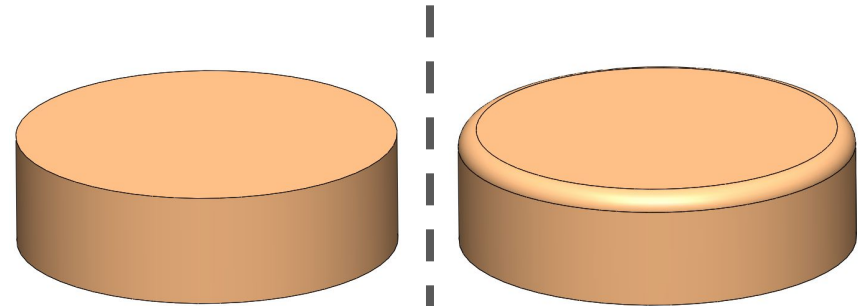
עיבוד משני וטבלאות מידע

- עקב מגבלות של זמן ובלאי מכונה ישנם אלמנטים שונים בקובץ אותם מזמין העבודה יצטרך לבצע בעצמו.
- Fillets & Chamfers: יחתכו רק כאשר מדובר בחלק מהתלת מימד של החלק - במידה ומדובר בפילט או צ'אמפר היקפיים מזמין העבודה יצטרך לבצעם באופן ידני בעזרת כלי הסדנה (רוטר).
- כרסום דו צדדי: הוספה של מדרגה לצורך הצפה תתבצע גם היא באופן ידני באמצעות כלי הסדנה.
- קידוח חורים: במקרים בהם יש ריבוי חורים חודרים לא יבוצע קידוח מלא אלא רק סימון - את הקידוח ימשיך מזמין העבודה - אין לנו כרסומי קידוח ולכן ניתן לבצע קידוחים בודדים בלבד (לא בכל הכרסומים).



תוצר סופי - כולל סימון חורים בלבד (עומק 2 מ"מ) והיתר בעבודה ידנית

קובץ מקור - כולל חורים חודרים לכל האורך



תוצר סופי - יש להוריד fillet באופן ידני

קובץ מקור - כולל fillet היקפי סביב הצורה

- חומרים שונים מגיבים בצורה שונה לעיבוד במכונת CNC, מכיוון שאין לנו כרסומים ייעודיים לסוגי חומרים שונים ההבדל המרכזי שמתקבל הוא ברמת הגימור.

סוג החומר	גימור מתקבל
MDF	שטח פנים טוב מאוד בחיתוך דו\תלת מימדי - חומר אידיאלי לנסיונות ולתבניות - עיבוד משלים נוח
בירץ'	שטח פנים לא טוב - פלטות מסוג זה נוטות להתפוצץ המון ולרוב יהיה פיצוץ של סיבים במרבית אזורי החיתוך - עיבוד משלים מורכב
צפצפה	שטח פנים טוב - ישנם פיצוצים באזור החיתוך אך הרבה פחות מאשר בחיתוך בירץ'
עץ אורן	שטח פנים לא טוב, הרבה פיצוצים בעץ - ניתן לתקן חלק בעבודה ידנית
עץ גושני	שטח פנים טוב מאוד בחיתוך דו\תלת מימדי - עצים סיביים ורכים יחסית יתנו תוצאה קצת פחות טובה
שעם	שטח פנים טוב מאוד - ניתן להוסיף עיבוד משלים
במבוק	שטח פנים לא טוב - לרוב יש התרוממות של סיבים ותלישה שלהם
EVA	שטח פנים לא טוב באזורים תלת מימדיים, כרסום דו מימדי מתקבל בצורה טובה - לא ניתן לעשות עיבוד משלים
פורמייקה	שטח פנים משתנה, לרוב תוצאה יוצאת טוב יותר מבירץ' בגלל שהפלסטיק מגן על השכבה הראשונה מלהתפוצץ
סיקה בלוק	שטח פנים טוב מאוד - ניתן להוסיף עיבוד משלים

חיתוך חומרים שונים - פירוט דרישות מזמין עבודה

- חומרים שונים מצריכים הכנה שונה ממזמין העבודה.
- חומרים רכים (שעם וEVA) ניתן לחתוך בכיוון אחד בלבד.
- הוספת קובץ DXF בקבצים תלת מימדיים נחוצה רק כאשר קיימים קדחים משלימים לקובץ או אם מדובר בכרסום תבנית נקבה.

סוג עבודה	מה צריך להכין	מה צריך להעלות לאתר
חיתוך דו ממדי חד צדדי (עץ)	חומר גלם על פי מידות נדרשות בתוספת Offset, במידה ונדרשת הדבקה 24 שעות בייבוש	DXF וקובץ מקרא
חיתוך דו ממדי דו צדדי (עץ)	חומר גלם על פי מידות נדרשות בתוספת Offset, במידה ונדרשת הדבקה 24 שעות בייבוש	DXF וקובץ מקרא
חיתוך תלת מימדי חד צדדי (עץ)	חומר גלם על פי מידות נדרשות בתוספת Offset, במידה ונדרשת הדבקה 24 שעות בייבוש	STL, DXF, XT
חיתוך תלת מימדי דו צדדי (עץ)	חומר גלם על פי מידות נדרשות בתוספת Offset, במידה ונדרשת הדבקה 24 שעות בייבוש	STL, DXF, XT
חיתוך דו ממדי חד צדדי (EVA)	חומר גלם על פי מידות נדרשות (ללא Offset) מודבק היטב באמצעות דבק דו"צ למשטח MDF\סנדוויץ	DXF וקובץ מקרא
חיתוך תלת מימדי חד צדדי (EVA)	חומר גלם על פי מידות נדרשות (ללא Offset) מודבק היטב באמצעות דבק דו"צ למשטח MDF\סנדוויץ	STL, DXF, XT
חיתוך דו ממדי חד צדדי (שעם)	חומר גלם על פי מידות נדרשות (ללא Offset) מודבק היטב באמצעות דבק דו"צ למשטח MDF\סנדוויץ	DXF וקובץ מקרא
חיתוך תלת מימדי חד צדדי (שעם)	חומר גלם על פי מידות נדרשות (ללא Offset) מודבק היטב באמצעות דבק דו"צ למשטח MDF\סנדוויץ	STL, DXF, XT