

נושאים נבחרים בארכיטקטורה

שיטות ייצור מבוססות מחשב באדריכלות

Computer-Based Fabrication Methods in Architecture



Yasha J. Grobman

יאשה (יעקב) גרובמן

הטכניון, הפקולטה לארכיטקטורה ובינוי ערים 2012

הקדמה

הקורס יציג ויפתח גישות חדשות לשימוש בטכנולוגיות ייצור ממוחשב שונות באדריכלות. במסגרת הקורס יחשפו הסטודנטים באופן מעשי לשיטות, רעיונות וטכנולוגיות עיצוב וייצור שונות מבוססות מחשב בהם נעשה שימוש באדריכלות ובדיסיפלינות אחרות. במקביל, יחשפו הסטודנטים במסגרת מספר תרגילים מעשיים לעבודה עם כלים לייצור מבוסס מחשב והתוכנות הקשורות לכלים אלה. תרגילים אלה ינסו לזהות אפשרויות חדשות באדריכלות הקשורות לתחום זה. התוצר הסופי של התרגילים יהיה מודל פיזי בקנה מידה קרוב ככל האפשר ל 1:1 שיתוכן וייצור באמצעות מחשב.

מבנה המפגשים

כל מפגש יחל בהצגת הנושא במסגרת הרצאה של כשעה ע"י המרצה. לאחר הצגת הנושא יוצג ע"י אחת מקבוצות הסטודנטים מאמר מתוך קבוצת המאמרים שיהוו את הרקע התאורטי לקורס. המאמר יוצג באופן שמנסה להעלות את השאלות העיקריות בשיח האדריכלי העכשווי בנושא. בנוסף, נדרש המציג להביע עמדה ביקורתית כלפי נושא המאמר תוך הצגת ניתוח אישי לגבי מיקום המאמר בשיח האדריכלי בנושא. לאחר הצגת המאמר יערך דיון הבהרה וסיכום שינוהל ע"י המציגים בו תיבחן העמדה המוצגת, ינוסחו טענות בעד ונגד ויגובשו דעות אישיות בנושאי המאמר.

עבודה עצמית

הקורס מחייב עבודה עצמית רבה מעבר לשעות המפגשים. עבודה זו כוללת קריאת מאמרים וניתוחם, עבודת תכנון ועבודת ייצור בעזרת מכונות הייצור במעבדה הדיגיטלית.

ציפיות מהסטודנט:

- סטודנט נדרש לנוכחות מלאה בכל השיעורים - חיסור לא מוצדק (עפ"י כללי הטכניון) של יותר משני מפגשים אינו מאפשר קבלת ציון.
- קריאת כל המאמרים המהווים רקע לדיונים והכנת דיון.
- הגשת התרגילים במועד. הגשת מאוחרת של עד שבוע גוררת הורדה של 20% מציון התרגיל. הגשה מאוחרת יותר אינה אפשרית (תרגיל מקבל ציון 0).
- השתתפות בדיונים.
- דחיית הגשת תרגיל סיום למועד ב' אפשרית בהתאם להנחיות חוקי הטכניון.

הערכה:

- 30% - תרגיל סופי (כולל הערכת מידת ההשקעה וההצלחה בעמידה ביעדי התרגיל)
- 30% - תרגילים (10% לתרגיל. כולל הערכת מידת ההשקעה וההצלחה בעמידה ביעדי התרגיל)
- 20% - הגשת מאמר והכנת/הובלת דיון ביקורתי בנושא
- 10% - השתתפות בדיונים
- 10% - נוכחות (ציון הנוכחות לחישוב הוא 100 פחות 10% על כל חיסור שאינו מוצדק).

הנחיות לשימוש במכונות:

תדריך הפעלה ובטיחות בהפעלת מכונת חיתוך הלייזר, מכונת ה CNC ומכונת ההדפסה התלת מימדית ינתן באחד המפגשים הראשונים. מעבר תדריך זה מהווה תנאי לשימוש במכונות והשתתפות בקורס.

שעות קבלה:

יום חמישי 16:00-17:00 בחדר 602 בנין סגו לפי תאום מראש:
yasha@technion.ac.il טל 04-8294041 (4041 פנימי).

חומרים:

במהלך הקורס יעשה שימוש בחומרים הבאים:
מכונת חיתוך לייזר - עץ לביד צפצפה 2-8 מ"מ, קרטון דופלקס 300 גרם, קרטון ביצוע.
מדפסת תלת מימדית - שימוש בחומרי ההדפסה הייעודיים למדפסת.
CNC - פוליאסטרין מוקצף ו MDF, עץ רב שכבתי.

הקורס אינו מממן לסטודנט את החומרים אלא מאפשר שימוש במכונות ללא עלות.



Dissolved wall, 2006. Gramazio&Kohler

On cover, model created for a final submission in the course on 2010 by Slavik Chokler, Keren Doviner and Chen Shoham
Photo: Slavik Chokler

ההשתתפות בקורס כרוכה ברכישת החומרים לחותך הלייזר ול CNC. מודלים תלת מימדיים יודפסו עפ"י בחירה של המרצה ע"ח הפקולטה וישארו ברשותה.

העלות הצפויה היא עד 50 ש"ח למודל חתוך בלייזר לסטודנט (התרגיל הראשון), עד 100 ש"ח לתרגיל ב CNC וכ 300 ש"ח לתרגיל סיום לסטודנט.



3 Axis CNC machine

הנחיות להגשת תרגילים:

התרגילים נועדו ללמד שיטות תכנון וייצור מתקדמות על בסיס שיטות קיימות תוך כדי נסיון להציע חידושים הן בשיטות הייצור והן מבחינת שיטת התכנון. התרגיל יבוצע בהתאם להנחיות המופיעות בנספח א' ועדכונים שיועברו ע"י המרצה בכיתה בהתאם להתקדמות הקורס. תרגיל יוגש בכיתה ע"ג מצגת בקובץ PDF שיעשה בהתאם לכללי הפורמט הגרפי המופיעים בנספח ב'. קבצים דינאמיים (אנימציות וכד') יוצגו בנפרד.

מבנה ההצגה:

1. הרעיון והשיח התאורטי/מעשי אליו הוא קשור.
2. תקדימים - יש לנסות למצוא תקדימים מהפרקטיקה (בנויים) ומהאקדמיה. יש להגדיר שוני וייחוד של התרגיל המוגש.
3. פירוט על התרגיל תוך התמקדות בשיטת התכנון ובבעיות בהם עמם התמודדתם במהלך התרגיל.
4. מסקנות - אפשרויות שימוש בשיטה בה נעשה שימוש בפרקטיקה וכיוונים לפיתוח בעתיד.

יש לציין מקורות שלכל תקדים וחומר גרפי שאינו עשוי ע"י הסטודנט תוך שימוש בהנחיות לציטוט של סגנון harvard (ובהתאם לסגנון הטקסט המוגדר בנספח ב').

בסוף הקורס יקבע תאריך יעד להגשת CD הכולל את החומר של כל התרגילים בהתאם להנחיות המופיעות בנספח ג'.



Laser cut parts for final submission for this course by Limor Goldhaber, Tanya Pankratov and Dany Shaanan

הנחיות להצגת מאמרים:

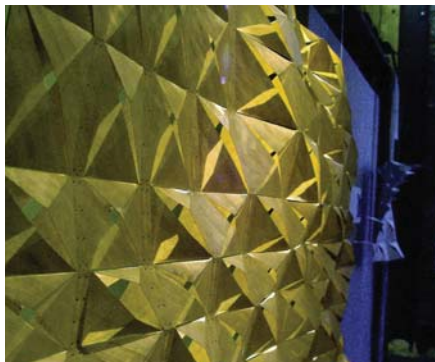
הצגת המאמרים נועדה להרחיב את הידע של הסטודנט לגבי השיח התאורטי והדוגמאות המעשיות לשימוש בתוכנות מחשב לייצור צורה ולחזק את הגישה הביקורתית של הסטודנטים. ההצגה תוגש בכיתה ע"ג מצגת בקובץ PDF שתעשה בהתאם לכללי הפורמט הגרפי המופיעים בנספח ב'. קבצים דינאמיים (אנימציות וכד') יוצגו בנפרד.

מבנה ההצגה:

1. הכותב - הצגת הכותב, הישגיו המקצועיים והאקדמיים.
2. הפרסום - סוג הטקסט (מאמר בעיתון מקצועי, עיתון יומי, מאמר אקדמי שערב רפרנטורה וכד'), מה המשמעות וההשפעה של פורמט זה על הפרקטיקה והאקדמיה האדריכלית.
3. הצגה דיאגרמטית של ניתוח הנקודות העקריות במאמר - הכוונה לצלוח את שלושת השלבים הבאים בהכנת הטקסט: מיפוי - סקירה של החומר המופיע במאמר באופן דיאגרמטי; אנליזה - הגדרת הנקודות/נושאים חשובים עליהם דן המאמר; סינטזה - בחינה ביקורתית של נושאים אלה ופיתוח עמדה אישית מולם.
4. מסקנות וכיווני מחקר והשפעה עתידיים על הפרקטיקה והמחקר האקדמי.

יש לציין מקורות שלכל תקדים וחומר גרפי שאינו עשוי ע"י הסטודנט תוך שימוש בהנחיות לציטוט של סגנון harvard.

בסוף הקורס יקבע תאריך יעד להגשת CD הכולל את החומר של כל התרגילים בהתאם להנחיות המופיעות בנספח ג'.



In-Out Curtain
Iwamoto Scott Architects

בבליוגרפיה כללית

Corser, R. 2010. Fabricating Architecture: Selected Readings in Digital Design and Manufacturing. Princeton Architectural Press. New York.

Gibson, I. Rosen, D W. Stucker, B. 2009. Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing. Wiley.

Glen, R. & Sheil, B. 2011. Fabricate. Eiverside Architectural Press.

Grobman, Y.J. Neuman, E. 2011. Performalism - Form and Performance in Digital Architecture. Roatledge Press.

Iwamoto, L. 2009. Digital Fabrications: Architectural and Material Effects. Princeton architectural Press.

Kieran, S. Timberlake, J. 2004. Refabricating Architecture. How Manufacturing Methodologies Are Poised to Transform Building Construction. McGraw-Hill.

Kolarevic, B. Klinger, K. 2008. Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture. Taylor & Francis

Kraul, J. 2011. Contemporary Digital Architecture & Techniques. Links Press.

Meredith, M. Aranda-Iasch, Sasaki, M. 2009. From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture. Actar.

Picon, A. 2010. Digital Culture in Architecture - An introduction for the Design Professions. Birkhauser.

Schodek et.al. 2004. Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in Architecture and Design. Hoboken. Wiley.

ראה גם בבליוגרפיה פרטנית/נוספת לחלק מהמפגשים



{c}space, 2008. Alan Dempsey and Alvin Huang.

פרוט המפגשים בקורס:

מפגש מס' 1

מפגש הפתיחה מהווה מבוא לכל המפגשים בקורס. במהלך המפגש יוצג באופן מפורט הסילבוס של הקורס, הדרישות מהסטודנט, ואופן ההערכה. בנוסף, במהלך המפגש תוצג סקירה ראשונית של השיח התאורטי במסגרתו פועל הקורס, מושגי היסוד, הרקע ההיסטורי והטכנולוגי של הנושאים השונים שיוצגו ויפותחו בקורס. בנוסף, במפגש זה תקבע החלוקה לקבוצות העבודה על התרגילים הראשונים והצגת המאמרים.

הקדמה/הנחיות להצגת מאמר לפיתוח דיון.

מאמר לניתוח/דיון (למפגש הבא) -

Kolarevic, B. Digital Production. In Architecture in the Digital Age - Design and Manufacturing. Ed. Kolarevic, B. Spon Press. Pp 30-54.

מפגש מס' 2

הקדמה - המשך המבוא הכללי מהמפגש הקודם.

הקדמה - ייצור מבוסס מחשב באדריכלות - היסטוריה, תקדימים וטכנולוגיות. הרצאת מבוא על התפתחות סוגי טכנולוגיות, מתודות ומכונות שונות לייצור מבוסס מחשב באדריכלות ובעיצוב. כמו כן יוצגו וידונו באופן ראשוני היתרונות והמגבלות של כל טכנולוגיה/מתודה והצפי להתפתחות עתידית.

הצגה של מאמר ע"י זוג סטודנטים.

הצגה של תוכנות:

Rhino, Panneling tool

ביקור במעבדה הדיגיטאלית וקבלת הדרכת בטיחות מעבדה ולייזר.

מאמר לניתוח/דיון (למפגש הבא) -

Moe, K. 2010. Automation Takes Command: The Nonstandard Unautomatic History of Standardization and Automation in Architecture. In Corser, R. Fabricating Architecture: Selected Readings in Digital Design and Manufacturing. Princeton Architectural Press. New York. Pp 152-167

בבליוגרפיה נוספת:

Schodek et.al. 2004. Digital Design and Manufacturing: CAD/CAM Applications in Architecture and Design. Hoboken. Wiley. Pp 3-25

מפגש מס' 3

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודיון קבוצתי

הצגת נושא: שימוש בחיתוך לייזר בייצור דו מימד - הצגת טכנולוגיות, מתודות תכנון וייצור ותקדימים בנויים באדריכלות

הצגה של תרגיל מס' 1 - משטחים פרמטריים. לעבודה עם חותך הלייזר וחלוקה לקבוצות.

הצגה של תוכנות:



Final submission of student in the course 2010 by Assaf Peleg, Hadas Itzikovitch, Aiman Tabony, Svetlana Lokatzki, Elvira Sdelchek



Hekios House. 2006-7. Office dA and Johnston Marklee & Associates.



NTNTECH 60X90 cm laser cutter machine - Technion Design Fabrication Laboratory

Rhino, Panneling tool

מאמר לניתוח/דיון (למפגש הבא) - Willis, D. Woodward, T. 2010. Diminishing Difficulty: Mass Customization and The Digital Production of Architecture. In Architecture. In Corser, R. 2010. Fabricating Architecture: Selected Readings in Digital Design and Manufacturing. Princeton Architectural Press. New York. Pp 178-213.

בבליוגרפיה נוספת:

Iwamoto, L. 2009. Sectioning. In Digital Fabrications: Architectural and Material Effects. Princeton architectural Press.

מפגש מס' 4

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודיון



Final submission in the course on 2010 by Slavik Chokler, Keren Doviner and Chen Shoham

הגשת ביניים של מודלים ותוכניות ראשוניות העושים שימוש בטכנולוגית חיתוך/חריטה/סיי- מון לייזר ליצירת מודל פרמטרי תלת מימדי ודיון קבוצתי ברעיונות הראשוניים של הקבוצות לתרגיל מס' 1.

מפגש מס' 5

הגשה של תרגיל מס' 1.

הקדמה - הדפסה תלת מימדית בארכיטקטורה. הצגת נושא משטחים פרמטריים באדריכלות. אפשרויות חדשות בתכנון וייצור משטחים מורכבים המבוססים כל שימוש בכלי תכנון פרמטרי כ Grasshopper, Paracloud Gem ומכונות ייצור מבוססות מחשבים.

ביקור במעבדה והדרכה על המדפסות התלת מימדיות.

הצגה של התדריך לתרגיל מס' 2 - משטחים פרמטריים מבוססי ביצועים.

הצגה של תוכנות:

Grasshopper

מאמר לניתוח/דיון (למפגש הבא) -

Y. J. Grobman and R. Ron, "Digital Form Finding - Generative use of simulation processes by architects in the early stages of the design process," presented at the eCAADe 2011 - Respecting Fragile Spaces, Ljubljana, 2011.

מפגש מס' 6

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודיון

הגשה ודיון ביניים ברעיונות הראשוניים של הקבוצות לתרגיל מס' 2.

מפגש מס' 7

הגשה של תרגיל מס' 2.

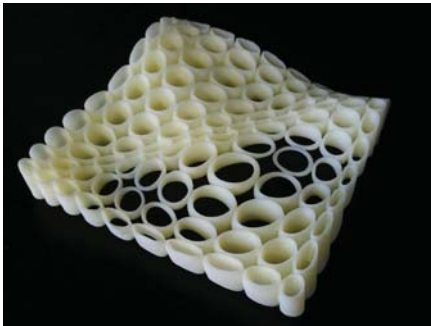
הצגת נושא: טכנולוגיות, מתודות, רעיונות ותקדימים בשימוש בהדפסה תלת מימדית באדריכלות. במסגרת ההצגה יבחנו השימושים הקיימים והעתידיים של הדפסה תלת מימדית באדריכלות, יידונו המגבלות מבחינת החומרים והגדלים ויבחן השינוי בתהליך התכנון/ייצור האדריכלי בעקבות הופעת המדפסות.

הצגה של התדריך לתרגיל מס' 3 - טופוגרפיות פרמטריות. שימוש ב CNC ליצירת צורות מורכבות באדריכלות.

מאמר לניתוח/דיון (למפגש הבא) -



Objet Alaris 30 3D printer - Technion Design Fabrication Laboratory



Kolarevic, B. Klinger, K. 2008. Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture. Taylor & Francis. Pp 5-24

מפגש מס' 8

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודין הגשה ודין ביניים ברעיונות הראשוניים של הקבוצות לתרגיל מס' 3.

מפגש מס' 9

הגשה סופית של תרגיל מס' 3.

מאמר לניתוח/דין (למפגש הבא) -

Schumacher, P. 2008. Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design
 Patrik Schumacher. <http://www.patrikschumacher.com>
 Published in: AD Architectural Design - Digital Cities, Vol 79, No 4, July/August 2009,
 guest editor: Neil Leach, general editor: Helen Castle



Schumacher, P. 2008. Parametricism as Style - Parametricist Manifesto. <http://www.patrikschumacher.com>

מפגש מס' 10

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודין

הצגה של התדריך לתרגיל מס' 4 (תרגיל סיום) - מבנים מרחביים.

מאמר לניתוח/דין (למפגש הבא) -



Picon, A. 2010. Digital Culture in Architecture - An introduction for the Design Professions. Birkhauser. Pp 143-169.

Weinstock, M. 2010. Self Organization and Material construction. In Corser, R. 2010. Fabricating Architecture: Selected Readings in Digital Design and Manufacturing. Princeton Architectural Press. New York. Pp 140-151

Performance based parametric 3D printed models by students in the course.

מפגש מס' 11

הצגת מאמר ע"י קבוצת סטודנטים ודין הגשה ודין ביניים ברעיונות הראשוניים של הקבוצות לתרגיל הסיום.

מפגש מס' 12

דין קבוצתי בפרטים של הפתרון לתרגיל.

הצגת נושא: שימוש ברובוטים באדריכלות, חומרים דיגיטאליים ושימוש במחשב לייצור צורות מורכבות בעזרת חומרים מורכבים.

ייצור אלמנטים לתרגיל הסופי.



Semper Pavilion. Bernard Cache

מפגש מס' 13

הדרישות להגשה הן מבנה מורכב באתר ומצגת. אחרי ההגשה יערך דין מסכם שיבחן את החומר שנלמד בקורס באופן ביקורתי וינסה לגבש עמדה אישית לגבי יתרונות וחסרונות השימוש בכלים ממוחשבים לייצור באדריכלות. נושאי המפגש והמאמרים לניתוח/דין יכולים להשתנות כתלות בהתקדמות הקורס.



C_Wall. 2006. Andrew Kudless/Matsys

Computer based manufacturing methods in architecture

The possibility to integrate computers in the manufacturing process of architectural elements has significant implications on the way buildings are currently being design and built. The course will present and develop new methods to employ computer aided manufacturing in architecture. The course will introduce students with contemporary manufacturing technologies, methods and ideas in architecture and other disciplines. Students will be involved in hands-on design and manufacturing assignments in which computer based manufacturing machined and software will be used. These assignments will aim to produce 1:1 models that would critically examine cotemporary manufacturing methods and ideas and try to suggest new ways to employ these tools in architectural design.



Airspace Tokyo. 2007. Thom Faulders Architecture.



West Coast Pavilion. 2006. Atelier Manferdini

נספח א'

תרגיל מס' 1:

מטרת התרגיל: היכרות עם טכנולוגיית חיתוך בלייזר באדריכלות, היכרות עם חשיבה פרמטרית באדריכלות, היכרות עם תוכנת RHINO

הכנות דרושות:
התקנת תוכנת RHINO במחשב האישי ו/או שימוש במחשבה החווה. מעבר תדריך בטיחות בלייזר.

התקנת תוספים (plugin) לתוכנת ריין מהכתובות הבאות:

<http://wiki.mcneel.com/labs/pointsetreconstruction>
<http://wiki.mcneel.com/labs/panelingtools>

נושא התרגיל: מצגת של 10 דקות המציגה את הרעיון, תקדימים, תהליך התכנון ושימושים אפשריים באדריכלות ובעיצוב. מודל בק"מ של 1:1-1:20 של תכנון חזית/פטרן דו מימדי המבוסס על מיפוי.

שיטת ביצוע:

בדיקת תקדימים בתחום

יצירת משטח תלת מימדי מבוסס ביצועים (אור/צל, קונטרס/קציה, זווית ראייה, אקסטייקה, זרימת אויר, תנועה)

יצירת פטרן קבוע

שינוי הפטרן ליחידות משתנות באמצעות panneling tool

פריסה באמצעות RHINO או PEPAKURA

חיתוך לייזר

לוח זמנים:

במפגש הבא מציגים תוצאות ראשונות, במפגש שאח"כ מגישים מודל חתוך בלייזר.

דגשים:

חומר – התרגיל יבוצע בקרטון ביצוע/קרטון אפור.

גודל – המודל הסופי יהיה בגודל של לפחות 60X60X60

מומלץ לעבוד בריינו כתוכנת מידול המשטח – מומלץ שגם המשטח יהיה מבוסס ביצועים. לריינו יש פקודות לפריסה של תלת מימד לדו מימד. ניתן להתנסות ב pepakura - תוכנה הפורסת גופים תלת מימדיים לרכיבים דו מימדיים. www.tamasoft.co.jp/pepakura

בהצגת הפרוייקט כל חברי הקבוצה משתתפים באופן פעיל – כל אחד מציג פן אחר של הפרוייקט (זה שהוא היה אחראי עליו)

הגשת התרגיל בהתאם להנחיות המופיעות בסילבוס.

נספח א' - המשך

תרגיל מס' 2:

מטרות התרגיל:

1. ללמוד את יכולות, מגבלות אפשרויות הדפסה תלת מימדית.
2. לתכנן ולייצר משטח מעטפת (חזית או גג) או גג המבוסס באופן ישיר על ביצועים בשתי רמות (צורת המשטח עצמו נובעת מביצועים באופן ישיר ואמפירי – יש להראות בדיאגרמה או סימולציה כיצד נוצרה הצורה. המשטח "מאולס" ביחידות המשתנות בהתאם לפרמטר ביצועי).
3. היכרות עם תוכנת GEM ותוכנת GRASSHOPPER.

הכיתה תחולק לשלוש קבוצות אם ובהם מספר קבוצות קטנות: קבוצה תבצע תרגיל ב PANELING TOOL, קבוצה שניה ב GEM וקבוצה שלישית ב GRASSHOPPER.

כל הקבוצות ידפיסו מודל באחת מהמדפסות התלת מימדיות בפקולטה.

הנחיות למודל:
 המודל יהיה בגודל של 10X10 וידמה מבנה בקנה"מ שבין 1:100 ל 1:100 – עפי" בחירתכם

שיטת התכנון:
 התכנון יבוסס על יצירת משטח, חלוקתו לגריד בסיסי, עיוות הגריד בהתאם לנתון המבוסס על ביצועים. "אילוס" הגריד בתאים המבוססים על היצועים.
 לאחר סיום המודל יש לייצא אותו לפורמט STL. יש לבדוק את "איטמות המודל בבריינו ו/או במינימליזציה" (ראו פרטים בהמשך) עם סיום בדיקת המודל יש להעלות את הקובץ כ STL לדרופבוקס תחת שם התלמיד המתאים

לוח זמנים:
 במפגש הקרוב מציגים תוצאות ראשונות, ביום שלישי בבוקר שאח"כ עד 10:00 מעלים קובץ STL לדרופבוקס

דגשים:
 התהליך חשוב מהנתונים עצמם – במידה והינכם מתקשים לייצר סימולציה אמיתית בתוכנת סימולציה ייצרו את התוצאות בעצמכם באופן שנראה לכם נכון והשתמשו בהם לייצר צורה.
 ייצרו צורה שתנצל את יכולות ההדפסה של מדפסת תלת מימדית (צורות עקומות ומורכבות).

טיפים להדפסה:

- תכנון לעובי דופן - לפחות 3 מ"מ
- בידוק את המודל לאי המצאות של naked edges ע"י הפקודה showedges בריינו או CHECK בריינו 5.
- שימו לב שאתם מייצאים רק את המודל ולא קווים אחרים שנמצאים בשרטוט.

- הנחיות לשמירת הקובץ ל STL מרינו ופתרון בעיות בקישור הבא:
[/http://www.objet.com/3D-CAD-Software/McNeel_Rhino](http://www.objet.com/3D-CAD-Software/McNeel_Rhino)

- Viewer ל STL שמציג את הבעיות אפשר להוריד כאן:
<http://www.materialise.com/MiniMagics>

רק אחרי שבדקתם שהקובץ בסדר אפשר להעלות אותו לדרופבוקס

הערה: נושא התרגיל והנחיותיו המפגשים יכולים להשתנות כתלות בהתקדמות הקורס

הערה: נושא התרגיל והנחיותיו יכולים להשתנות כתלות בהתקדמות הקורס

נספח א' - המשך

תרגיל מס' 3:

1. ללמוד את יכולות, מגבלות אפשרויות כרוסם ב CNC.
2. לתכנן ולייצר משרביה המבוססת באופן ישיר על ביצועים בשתי רמות (המשטח מחולק לגריד מעוות המבוסס על ביצועים באופן ישיר ואמפירי – יש להראות בדיאגרמה או סימולציה כיצד נוצרה הצורה. המשטח "מאולס" ביחידות המשתנות בהתאם לפרמטר ביצועי).
3. היכרות עם תוכנת GEM ותוכנת GRASSHOPPER.

הכיתה תחולק לשלוש קבוצות אם ובהם מספר קבוצות קטנות: קבוצה תבצע תרגיל ב PANELING TOOL, קבוצה שניה ב GEM וקבוצה שלישית ב GRASSHOPPER.

כל הקבוצות יחתכו מודל ב CNC במכונה בפקולטה.

הנחיות למודל:
 המודל יהיה בגודל של כ 80/130 ס"מ (גודל סופי ימסר לקראת התחלת התרגיל). המודל ידמה משרביה בחזית בקנה"מ 1:1. המודל יתוכנן למודל חלון בפקולטה.

שיטת התכנון:
 התכנון יבוסס על יצירת משטח, חלוקתו לגריד בסיסי, עיוות הגריד בהתאם לנתון המבוסס על ביצועים. "איכלוס" הגריד בתאים המבוססים על היצועים.
 לאחר סיום המודל יש לייצא אותו לפורמט STL. יש לבדוק את "איטמות המודל בבריינו /אובמינימג'יקס (ראו פרטים בהמשך) עם סיום בדיקת המודל יש להעלות את הקובץ כ STL לדרופבוקס תחת שם התלמיד המתאים

לוח זמנים:
 במפגש הראשון לאחר מתן התרגיל מציגים תוצאות ראשונות. ביום רביעי בבוקר שאח"כ עד 10:00 מעלים קובץ STL לדרופבוקס וקובעים תור במעבדה לייצר את המודל.

דגשים:
 התהליך חשוב מהנתונים עצמם – במידה והינכם מתקשים לייצר סימולציה אמיתית בתוכנת סימולציה ייצרו את התוצאות בעצמכם באופן שגורא לכם נכון והשתמשו בהם לייצר צורה.
 ייצרו צורה שתנצל את יכולות ה CNC ותימנע לחרוג ממגבלותיו - חישבו על סוג הכרוסם בו הינכם משתמשים לכל חיתוך.

טיפים לחיתוך:
 ינתנו במסגרת המפגש.

הערה: נושא התרגיל והנחיותיו המפגשים יכולים להשתנות כתלות בהתקדמות הקורס

נספח א' - המשך

תרגיל מס' 4 - תרגיל מסכם:

מטרת התרגיל:
1. להתמודד עם ייצור חלק ב 1:1 תוך שימוש בחיתוך לייזר וב CNC.

הנחיות למודל:
המודל יהיה בגודל של כ 200X200 ס"מ ויוצר מעץ רב שכבתי בעובי של 3-5 מ"מ (גודל סופי ימסר לקראת התחלת התרגיל).
המודל יבוצע בקבוצות של 2-3 סטודנטים.
הנחיות נוספות ימסרו בתדריך לקראת ביצוע התרגיל.

שיטת התכנון:
שיטת התכנון תתבסס על התרגילים הקודמים תוך נסיון לחדש.

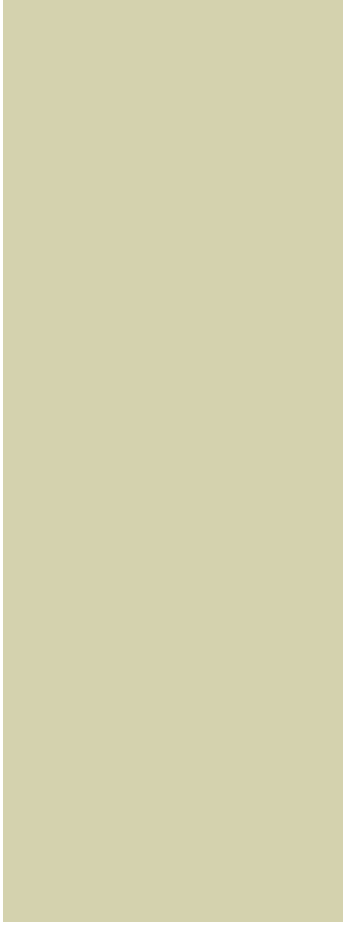
לוח זמנים:
במפגש הראשון לאחר מתן התרגיל מציגים רעיונות ראשוניים, במפגש השני מציגים מודל ראשוני במפגש השלישי מציגים מודל סופי והמפגש הרביעי הוא ההגשה הסופית.

דגשים:
ינתנו במועד מאוחר יותר.

הערה: נושא התרגיל והנחיותיו המפגשים יכולים להשתנות כתלות בהתקדמות הקורס

This is the font you use for title - use paragraph styles

This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,



this is the style for captions

This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for title - use the
paragraph style

This is the font for subtitle - use the paragraph style
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,

This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use for body text,
This is the font you use for body text, This is the font you use, This is the font
you use This is the font you use This is the font you use This is the font you
use This is the font you use This is the font you use This is the font you use
This is the font you use This is the font you use This is the font you use



this is the style for captions

נוספת ג' - הגשת חומר לקבלת ציון

יש להגיש את החומר יחד עם מסמך בידוק (checklist) זה מודפס ומלא - יש לסמן V בתוך הריבועים:

1. שם הסטודנט:

2. קבצי PDF+INDESIGN של הצגת המאמר. יש לבחור באפשרות של HIGH QUALITY בזמן יצירת ה-PDF.

3. מחיצה לכל תרגיל ובה הקבצים הבאים:

	1	2	3	4
תמונות של המודלים בחולציה גבוהה (300DPI).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

קבצי ריזון, גרסהופר, STL וכל תוכנה תלת מימדית/שרטוט אחרים

קובץ INDESIGN של המצגת הסופית יחד עם הלינקים (יש לעשות PACKAGE).

קובץ PDF של המצגת הסופית. יש לבחור באפשרות של HIGH QUALITY בזמן יצירת הקובץ. המצגת הסופית תכיל טקסט באורך של כ 500 מילים שיתאר את תרגיל.

4. תקליטור צרוב עם כל החומר הנ"ל מסודר במחיצות לפי התרגילים הנ"ל (תרגיל 1, תרגיל 2, מאמר וכד.).

שמות הקבצים ינתנו בפרורמט הבא:
student name-target\X-filename.xxx

הגשת החומר מהווה תנאי לקבלת ציון. יש להגיש את החומר לתא של המנחה ביום האחרון של תקופת המבחנים.