

УНИВЕРЗИТЕТ УМЕТНОСТИ У БЕОГРАДУ



ФАКУЛТЕТ ПРИМЕЊЕНИХ УМЕТНОСТИ

Студијски програм: Примењене уметности и дизајн

Докторски уметнички пројекат:

Нове технологије обликовања форме

Скулптура у простору

Аутор:

Владимир Н. Аландер

Ментор:

Редовни професор Горан Чпајак

Београд, Септембар 2022

UNIVERSITY OF ARTS IN BELGRADE



FACULTY OF APPLIED ARTS

Study program: Applied arts and design

Doctoral art project:

New technologies of form shaping  
Sculpture in space

The author:  
Vladimir N. Alander

Mentor:  
Professor Goran Čpajak

Belgrade, Септембер 2022

## **Комисија за оцену и одбрану докторског уметничког пројекта**

мр. Зоран Ивановић, редовни професор

др ум. Јулијана Протић, ванредни професор

др ум. Радош Антонијевић

ред. проф. Владислав Шћепановић

ред. проф. Горан Чпајак

## Апстракт

„Нове технологије обликовања форме-скулптура у простору“ је докторско уметнички пројекат који се бави проучавањем дигитално настале форме и реализацији исте у материјалу, која се даље анализира као облик изведен 3D штампачем без накнадне обраде. Истраживање је спроведено методама прилагођеним општим и посебним ситуацијама којом се материја бави. Пројекат обухвата софтверско-дигитални приступ 3D моделирања и материјализацију путем 3D штампе, као нове технологије израде скулптуре. Скулптура у простору се посматра феноменолошки кроз вишедимензионо станиште као целина, и појединачно. Дефиниција нематеријалног простора и скулптуре је обрађена као саставни део материјализације форме. Дискусија се кроз проглавља бави историјским, филозофским и логичким аспектима теме. Огледна метода посматрања је заступљена код техничких алата за моделовање и изведби скулптура. Анализа у пројекту је усмерена ка ликовним вредностима реализованих дела. Циљ пројекта је изношење доказа да синтеза људске интеракције са машином може имати естетику уметничког дела. Општи интерес пројекта је унапређивање скулпторске праксе на вишемедијском нивоу.

### Кључне речи:

3D штампа, уметност, материјализација, моделовање, технологија, Дигитално, аналогно, мултимедиа, интерактивно, Скулптура, Облик, Маса, простор, интеракција, еволуција, нове технологије, Филозофија, логика, традиционално, модерно, савремено.

## Abstract

"New technologies of shaping a form-sculpture in space" is a doctoral art project that deals with the study of digitally generated form and its realization in material, which is further analyzed as a form made by a 3D printer without subsequent processing. The research was carried out using methods adapted to the general and special situations in which the matter is dealt with. The project includes a software-digital approach to 3D modeling and materialization through 3D printing, as a new technology for making sculptures. Sculpture in space is observed phenomenologically through a multidimensional habitat as a whole, and individually. The definition of immaterial space and sculpture is treated as an integral part of the materialization of the form. The discussion deals with the historical, philosophical and logical aspects of the topic through chapters. An exemplary method of observation is represented by technical tools for modeling and performing sculptures. The analysis in the project is directed towards the artistic values of the realized works. The goal of the project is to present evidence that the synthesis of human interaction with a machine, can have the aesthetics of a work of art. The general interest of the project is the improvement of sculptural practice on a multimedia level.

### Key words:

3D printing, art, materialization, modeling, technology. Digital, analog, multimedia, interactive, Sculpture, Shape, Mass, space, interaction, evolution, new technologies, Philosophy, logic, traditional, modern, contemporary.



## Садржај

<b>1</b>	<b>Увод.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Традиционални приступ обликовању форме .....</b>	<b>3</b>
2.1	Филозофија, наука и други утицаји на уметност.....	4
2.2	Уметнички алати историјски преглед.....	5
2.3	Еволуција материјала и њихова примена у уметности .....	5
<b>3</b>	<b>Моделовање скулптуре путем рачунара софтверским алатима .....</b>	<b>5</b>
3.1	3D програми .....	6
<b>4</b>	<b>Нове технологије обликовања форме.....</b>	<b>8</b>
4.1	Дигитална револуција и њене карактеристике .....	8
4.2	Дигитални језик .....	11
4.3	Дигитална поетика у функцији уметничког дела .....	12
4.4	3D објекти.....	13
4.5	Моделарске масе у рачунарском моделовању .....	14
4.6	Логика 3D софтвера.....	14
4.7	Алгоритамска скулптура у 3D софтверу .....	15
4.8	Принцип процедуралног моделовања.....	15
4.9	Параметарско моделовање .....	16
4.10	Дигитални асет или скулптура као мултиобјекат.....	16
4.11	Облик и његова својства .....	17
<b>5</b>	<b>3D штампа.....</b>	<b>18</b>
5.1	Типови 3D штампе.....	19
5.2	Материјали за 3D штампу.....	24
5.3	Материјализација.....	24
5.4	Модуларна скулптура у 3D штампи .....	25
<b>6</b>	<b>Скулптура у простору .....</b>	<b>25</b>
6.1	Дигитални простор .....	25
6.2	Агументовани простор .....	26

6.3	Виртуелни простор .....	27
6.4	Материјални простор.....	28
6.5	Етерично у процесу материјализације.....	28
<b>7</b>	<b>Практичан рад и анализа .....</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Закључак.....</b>	<b>93</b>
<b>9</b>	<b>Библиографија и вебографија .....</b>	<b>94</b>

## **1 Увод**

Докторско-уметнички пројекат „Нове технологије обликовања форме-Скулптура у простору“ се бави истраживањем рачунарског обликовања и превођењем истог у материјални облик путем 3D штампе. У овом процесу примењује се технологија широког спектра. Начин моделовања и извођења скулптура је разноврстан, као и материјали који се употребљавају за извођење форме у физички облик. Кључни моменат је да идеја може да се процесуира кроз рачунар и машински преведе у стварни предмет. Конкретно, компијутерска 3D визуелизација дефинисана софтверским алатима се учитава у машину(3D штампач) која на неки од начина (у овом случају фдм(Fused deposition modeling) гради форму.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <https://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/fused-deposition-modeling-3d-printing/>



## 2 Традиционални приступ обликовању форме

Од прапочетка постојања људи, потреба за прављењем алата неопходних у свакодневном животу је била неизбежна. Како је време протицало и искуство се гомилао у колективној свести, последица тога је била да се дешавају иновације које су олакшавале људски опстанак на планети. Самим тим спектар рукотворина се проширивао. Много тога се данас везује за традицију. Тако да нове технологије обликовања форме, гледајући уназад, су произашле из традиционалног начина третирања материјала и облика, као и уметнички израз у том духу.

Традиција и нове технологије поседују различите алате за добијање истог резултата - коначно уметничко дело. Стога ликовност и поетика имају исти ниво квалитета. Ако је уметност дефинисана слободним изразом, онда се губи и граница. Ипак, дефиниција традиционалног приступа обликовања форме је то што тај начин више укључује људску моторику и блиски контакт уметника и дела. Рука је неприкосновен основни алат за традиционалну уметност, а уметници су везани за додиривање материјала који моделују и тактилни осећај. Традиционални начин подразумева да се доживи и права димензија скулптуре. Развојем нових технологија, намеће се потреба да се направи компромис између дигиталног и класичног начина. Поставља се питање да ли је тродимензионални виртуелни облик сурогат за класичну скулптуру или је посебна уметничка форма. Одговор на то је сувише комплексан и захтева обимну засебну дискусију. Када се ради о рестаурацији, ретушурању и генерсању разних артефакта, дигитално је дефинитивно у предности. Ако би се искључиво поштовала традиција десио би се велики губитак нових животних токова. У супротном случају, када би дигитално било апсолутно и једино прихваћено, опет би се десио промашај код најсуптилнијих наслеђа која су омогућила дигитални простор.

## 2.1 Филозофија, наука и други утицаји на уметност

Како све потиче из људског ума развија се и филозофска мисао која захтева научни модел како би се физички спровела у дело. Рефлектује се на уметност као и подразумевани дизајн. Од значајних филозофа, релативно скорашње прошлости, који су директно покренули дигиталну епоху у научном, а следствено томе и уметничком смислу издвајају се Чарлс Сандерс Перс Амерички филозоф познат као отац прагматизма<sup>2</sup>, Макс Бенс Аустријски филозоф<sup>3</sup>, који се бавио семиотичком поезијом, Хироши Кавано јапански филозоф<sup>4</sup>, творац програмираних цртежа и слика.<sup>5</sup> Од научника који су допринели ширењу дигиталног простора као што је виртуелна реалност навео бих америчког

информатичара Ајвана Едварда Садерланда.<sup>6</sup> Горе наведени филозофи су били пионери дигиталног света. Увезени модели семиотике Перса и Бенса су дали модел Хироши Кавану који је ту семиотику спровео у компјутерски језик па су настали први програмирани цртежи. Са друге стране Садерланд је направио први 3D софтвер који је могао да манипулише 3D компјутерским облицима на основном нивоу, а касније 1980 године је као последица настао први комерцијални компјутерски 3D програм Риноцерос (Rhinoceros).

---

<sup>2</sup> <https://plato.stanford.edu/entries/peirce-semiotics/>

<sup>3</sup> [https://monoskop.org/Max\\_Bense](https://monoskop.org/Max_Bense)

<sup>4</sup> <http://dada.compart-bremen.de/item/agent/234>

<sup>5</sup> Gaëtan Robillard, PhD student *A Vision without a Sight: From Max Bense's Theory to the Dialectic of Programmed Images*, XXII Generative Art Conference - GA2019,

<sup>6</sup> <https://www.britannica.com/biography/Ivan-Sutherland>

## 2.2 Уметнички алати историјски преглед

Када се говори о првим алатима који су настали, асоцијација је материјал, камен касније бронза и други метали, гума, данас пластика итд. Суштински кључне карактеристике су облик па материјал и његова својства. Све почиње од ума, ту се мисао обликује и тестира као хипотеза. Природа садржи решења проблема, а уметник их проналази истраживањем. Сходно томе намена алата дели се на станиште, лов и уметност.

## 2.3 Еволуција материјала и њихова примена у уметности

Данас се располаже изобиљем материјала и стално се праве нови. Својства, квалитет и цена прилагођавају се према намени. Као решење у овом докторско уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме“ примаран материјал је “пла” пластика. Акцентат је на уметничком делу и поетици исхода рада машине без накнадне обраде. Поред пластике која се у овом случају процесуира кроз 3D штампач, избор савремених материјала и технологија које функционишу на бази софтверски направљених 3D модела је огроман.<sup>7</sup>

## 3 Моделовање скулптуре путем рачунара софтверским алатима

Скулптура је добила нови простор – нематеријални-виртуелни-дигитални. Човек је кроз рачунар поставио нови стандард моделовања форме. Због високог развоја технологије данас је илузија постала стварност. Настала је паралелна стварност као

---

<sup>7</sup> <https://formlabs.com/blog/3d-printing-materials/>

дигитални простор који интерактивно и визуелно постоји, као што се може материјализовати путем савремене технологије.

### 3.1 3D програми

Кроз 3D програме омогућен је простор као и манипулативни алати који симулирају обликовање виртуелне глине, која је исто симулована. Отелотворује се сасвим нови начин поимања скулптуре. Могло би се рећи да тај синтетички интерфејс не пружа исто задовољство као традиционални принцип уметничког обликовања, али ипак на неки начин ослобађа уметничку креативност која је сврси сходна. Програми који се користе за 3D компјутерско моделовање су подељени према намени, типу моделарске виртуелне масе и виртуалним алатима. Могу се поделити и на други начин преко математичких алгоритама, али би у том случају било комплексније за схватање.

Наменска подела:

1) **солид моделовање**, присутно је код прототипова, малих кућних апарата, ауто индустрији, машинству и генерално машинских елемената који захтевају прецизне мере. Карактеристично за овај начин моделовања је то да су форме на које се делује-пуне, за разлику од појединих које су само омотач.

2) **полигонално моделовање** је начин који подразумева структуру од површина које су дефинисане са најмање три а најчешће четири тачке (троуглови и квадови). Површине- равни које имају више од 4 тачке називају се енгони и најчешће кваре топологију предмета који се обликује, зато је пожељно избегавати их. Намена полигоналног моделовања је најприсутнија у индустрији видео игара, уметничкој сцени, архитектури итд. Полигони имају мање присутну прецизност него солиди. Пропорција је одокативна, али прилично убедљива јер се користе референце по којима се ради 3D модел. Полигонални начин моделовања је избор већине дигиталних уметника јер је мултифункционалан у смислу алата. Популарни модалитети

обликовања су: **box modeling** - као полазиште се користи коцка која се даље грана у форму и њене детаље; **hard surface моделовање**- које се примењује за возила, роботе и остале геометријске облике кубистичког карактера.

**Моделовање на бази четкице** или вајарске шпахтле, код згуснутих полигона које се прилагођава разним профилима, притисцима и угловима третирања.

3) **Нурбс-Nurbs обликовање** је најсликовитије речено моделовање помоћу векторских површина које имају неограничену резолуцију, као и код векторских крива. Могу се упоредити са растерском и векторском сликом, где би полигони били растер а нурбси вектори. Код површина, су полигони у 3D окружењу аналогија пиксела то јест растера, а нурбси вектора. Тачније, кад се помену векторске криве и векторске површине мисли се на врсту математичке параметризације која има идеалан ток форме. Због особина, нурбс моделовање се примењује у ауто индустрији, а највише у индустријском дизајну. Приступ код нурбс моделовања 3D облика је параметарски прецизан као и код солида. Тако да то спада и у параметарско моделовање које је одређено манипулацијом облика путем уноса параметара. Док полигони нису освојили тржиште, нурбс моделовање је коришћено у високобуџетној филмској индустрији. Један од познатијих начина нурбс обликовања је (patch) **патч моделовање**. Ту се у виртуелној средини украјају површине у одређен облик. Приликом тога се усклађују и параметарске особине површина.

4) **Субдивижн (subdivision) обликовање**, као врста форме, је такорећи моделарска виртуелна маса која има карактеристике полигона и нурбса истовремено. Ову форму моделовања одликује мали број полигона који контролише високодеталјан модел. С обзиром да полигонално моделовање има своје предности и мане, као и нурбс обликовање, субдивижни (subdivision) користе предности полигоналне контроле, а квалитет површине нурбс форме. Сликовито речено као да се идеална крива контролише са померањем 2 до 3 тачке које на њу делују као магнети чији однос је мења у луку.

Постоји још моделарских виртуелних маса насталих путем сплајнова, т-сплајнова и других начина изведбе, али је сувишно било шта рећи о томе јер се не дотиче директно овог пројекта.

## 4 Нове технологије обликовања форме

Под новим технологијама обликовања форме у овом докторско-уметничком пројекту подразумева се моделовање путем рачунара (3D моделовање). Простор у коме манипулишемо 3D објектима је виртуелног карактера. Наслеђени осећај из традиционалног обликовања форме је доминантан а сам процес је без физичког контакта. Следствено томе може се третирати као симулација базирана на традиционалном принципу. Као што се може приметити, нове технологије имају одређене алате који не постоје у традиционалној уметности. Дефинисане су у спречи са математичким принципима који су могући само у дигиталном простору. И традиционални алати имају своје специфичности које дигитални простор нема.

### 4.1 Дигитална револуција и њене карактеристике

Појам дигиталног може се дефинисати као платформа за скоро сву данашњу технологију.<sup>8</sup> Зашто „револуција“, а не само процес који једноставно замењује неки стари начин употребе новим? Када се дубље погледа феномен дигиталног-увиђамо да је у питању нови свет, поетски речено нови космос који је толико присутан, а неистражен. Нови изуми настају огромном брзином и квантитетом што се одражава и на уметничка дела која су визуелна манифестација у потпуно новом простору. Уметност која је већ промењена појавом фотографије, добија нову димензију кроз

---

<sup>8</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=2MKjpNXf6XU>

дигитални процес. Дигитални универзум је кроз 3D штампу пружио још већи ниво – физички облик (скулптуру у материјалном простору). На питање: зашто је потребан дигитални простор? Одговориће се да је то место где илузија има јаче дејство, па чак и прелази у извесну реалност још у компјутеру.

“In times of dramatic change it is normal enough – after the initial shock – to try and stop and take stock of what is going on. Such surveys cannot, of course, be in any sense definitive, but they can perhaps help us to collect our thoughts and reach firmer decisions about what steps to take next. Having been involved in IT and the Arts in one way or another for more than twenty years I am probably better qualified now for looking backwards than forward. However, I hope that my current paper will end up by being more than a relation of what has happened. I have been involved in a number of projects myself, concerning both visual and textual analysis, teaching initiatives and museum and archive projects. But it is not my intention to give an account here of these. Rather I wish to look more broadly at current practices, and to make some observations, as a user of the rich resources that are now on offer, of the effects that they are having on my own area of expertise – the study of the history of art. Before going on to consider the ways in which IT is affecting the study, preservation and promotion of art – I would like to step back a little further to take in the nature of the IT revolution itself. In describing this one, a previous upheaval is frequently invoked by commentators. This is the ‘Gutenberg Revolution’, the establishment in the fifteenth century of the printing press as a means for the mass reproduction of texts and images.<sup>2</sup> This technological advance enabled a new capacity in communication that proved critical for widespread material and intellectual change. History of Art in the Digital Age 3 DigitalArtHistory 20/12/04 11:20 am Page 3 We can see well enough that the IT revolution has brought about an unprecedented access to and interpretation of information. But does this change go so far as to constitute a new mode of thought? The rapid intellectual change summed up in cultural studies by the term ‘postmodernism’ seems to involve in its own nature that challenge to existing hierarchies that has been at the basis of revolutions in thought, such as that caused, for example, by the ‘Copernican Revolution’ of the sixteenth century when it was first definitively established that the earth revolved around the sun. This

view of the IT explosion as symptomatic of radical intellectual change is certainly supported by the French cultural analyst, Jean-François Lyotard. In *The Postmodern Condition*<sup>3</sup> Lyotard famously sees the IT revolution as an aspect of the change in ‘narrative knowledge’ that has emerged in the new technological age.”<sup>9</sup>

прев-транс (У временима драматичних промена довољно је нормално – после почетног шока – покушати да се зауставимо и сагледамо оно што се дешава. Такве анкете, наравно, не могу ни у ком смислу бити коначне, али нам можда могу помоћи да саберемо своје мисли и донесемо чвршће одлуке о томе које кораке да предузмемо. Пошто сам више од двадесет година на овај или онај начин укључен у ИТ и уметност, вероватно сам сада боље квалификован да гледам уназад него унапред. Међутим, надам се да ће мој садашњи рад на крају бити више од везе са оним што се догодило. И сама сам била укључена у бројне пројекте који се тичу визуелне и текстуалне анализе, наставних иницијатива и музејских и архивских пројеката. Али није ми намера да овде дам извештај о томе. Радије бих желео да сагледам шире постојеће праксе и да дам нека запажања, као корисник богатих ресурса који су сада у понуди, о ефектима које они имају на моју сопствену област стручности – проучавање историје уметности. Пре него што пређем на разматрање начина на које ИТ утиче на проучавање, очување и промоцију уметности – желео бих да се вратим мало даље да бих упознао природу саме ИТ револуције. У опису коментатори се често позивају на претходни преокрет. Ово је „Гутенбергова револуција“, успостављање штампарије у петнаестом веку као средства за масовну репродукцију текстова и слика.<sup>2</sup> Овај технолошки напредак омогућио је нови капацитет у комуникацији који се показао критичним за широко распрострањене материјалне и интелектуалне промене. Историја уметности у дигиталном добу <sup>3</sup> Дигитал Арт Хистору 20/12/04 11:20 ам Паге 3 Довољно добро видимо да је ИТ револуција довела до приступа и тумачења информација без преседана. Али да ли ова промена иде толико далеко да конституише нови начин

---

<sup>9</sup> Vaughan William, *Digital Art History A Subject in Transition Computers and the History of Art Volume One*, First Published in the UK in 2005 by Intellect Books pp 3,4



мишљења? Брза интелектуална промена сажета у културолошким студијама термином „постмодернизам“ чини се да у својој сопственој природи укључује изазов постојећим хијерархијама које су биле у основи револуција у мишљењу, као што је она изазвана, на пример, „коперниканским, Револуција у шеснаестом веку када је први пут дефинитивно утврђено да се Земља окреће око Сунца. Ово виђење ИТ експлозије као симптома радикалне интелектуалне промене свакако подржава француски културни аналитичар Жан-Франсоа Лиотар. У „Постмодерном стању“<sup>3</sup> Лиотар на чувени начин види ИТ револуцију као аспект промене „наративног знања“ које се појавило у новом технолошком добу.)

## 4.2 Дигитални језик

Дигитални језик се може посматрати кроз више аспеката. Ти аспекти су филозофски, научни, математички, симболички, комуникациони, уметнички. У овом докторско уметничком пројекту акценат је у вези спреге тог језика са уметношћу. Како се дисциплине мешају, попут филозофије и математике, науке и уметности итд, тако се и дигитални језик уклапа и прожима кроз све то. Стога можда је најлакше описати да је први дигитални склоп, везан за симболичко управљачку механику, а да је принцип у основи механички процес који је еволуирао. Постоји доста алата чији су алгоритми успешно преведени у дигитални језик (програмски језик који покреће софтвер који извршава алгоритам).

### 4.3 Дигитална поетика у функцији уметничког дела

Говорити о дигиталној поетици као самосталној грани, анализирањем семиотичког записа Max Bense Макс Бенса и креација слика путем тих симбола, примети се да тај ритам и редослед семиозе посредно ствара уметничко дело самим својим уређењем. Иако изгледа апстрактно да у програмским језицима и математичким формулама настаје поезија, то се не може негирати. Стога деловање дигиталног алата и квалитет алгоритмичких перформанси пружа посебан уметнички доживљај као и само коначно дело. Постоје два гледишта када је у питању популарна наука и уметност. Први и доминантни начин је да не прихватамо поетику која је дигитално-технолошког карактера јер се сматра да је то отуђивање од природе, нехумано и остали негативни контексти. Из другог угла, види се, да је дигитално последица филозофије, науке и уметности и да самим тим у основи има поетику и смисао који произилази из њих. Један од примера, који се може навести, је поинтилизам који је предикција структуре дигиталне слике, која је између осталог одређена густином тачака, што се може видети увеличавањем дигиталне слике. Те тачке се у том контексту зову пиксели. 3D објекти се могу одредити тачкама у дигиталном свету, а те тачке се у том контексту зову point cloud (облак тачака). Дигитална поетика је производ човека само на један апстрактан начин. Уметничко дело које је настало у дигиталном свету је резултат перцепције и мисли. Својство дигиталног простора је да се толико развио, чини се као да је нешто сасвим ново. Могло би се рећи да је то заблуда јер корен потиче из традиције. Трагови алата приликом материјализације 3D објекта из дигиталног простора путем 3D штампе поседују извесну фактуру, напетост форме као и свежину. С обзиром да математички простор, за који се може рећи да је носач дигиталног, дозвољава неупоредиво веће могућности као и јединствен ликовни израз. Поетика је уметнички дар који само треба прихватити и користити без обзира да ли је традиционално или дигитално. Велика предност уметничког рада у дигиталном свету је што је апсолутно недеструктиван. 3D штампа је прилично нова сензација уметничког света и тек ће се појавити у будућности алати који померају границе скулптуре како у физичком тако и у ликовном погледу.

Требало би ићи у сусрет позитивној технологији да би се обезбедила експанзија креативног уметничког процеса. Наравно, креативност би требало да иде у оба смера од нове технологије ка традицији и обратно. Напредак би онда ишао и назад ка традицији, која се на тај начин допуњује новим искуством. Интересантно је решавати разне ликовне импресије дигиталним путем. Bridgette Mongeon тврди у својој књизи „3D TECHNOLOGY IN FINE ART AND CRAFT“ да се много више времена и слободе у креирању добије када се користи дигитална уметност у сврхе алата. То омогућује да човек унапреди границе свог тела, што га оспособљава да активно ствара и у позним годинама. Време и могућност истраживања се знатно мултиплицира, јер живот није исти када је човек млад и способан за многе ствари него кад је стар. Са друге стране поставља се питање оригиналности или униката. Могло би се рећи да је све подложно и репродукцији и фалсификату. Док је код традиционалних уметничких дела испитивање униката утврђено и напредује у кораку са временом, у дигиталном медију је тек у данашње време пронађен начин да се 3D модели и други дигитални радови сертифицију као оригинал.

#### 4.4 3D објекти

3D објекти су облици генерисани у рачунару, а могу бити третирани кроз интерфејс програмирања као и у софтверу – програму. Функција 3D објеката је да верно прикажу форму која се у 3D програму обликује. 3D објекти су настали шездесетих година и самим тим се уметничко поље проширило. У почетку су направљене простије симулације на једноставним облицима као што су: лопта, пирамида и коцка. Изведена је манипулација ротирања, истезања и померања. Научник Иван Сатерланд је први то извео кроз свој докторски рад путем програма (Sketchpad) **Скетчпад**. Самим тим уметност, наука и филозофија су доживеле нову епоху. У овом докторском уметничком пројекту идеја је да виртуелни 3D облик преведемо у материјални облик. Компјутерски генерисана форма је мултимедијални облик. Врсте “глине” су успешни

математички алгоритми у 3D моделовању. Као што напредују физички материјали тако напредују и интерактивни алгоритми са посебним својствима. Стога је невероватно како физички материјали: лепкови, легуре, пластике итд. дају основ за истраживање виртуелних материјала. Могуће је да се сви физички материјали са својим посебностима виртуализују.

#### 4.5 Моделарске масе у рачунарском моделовању

Моделарска маса је непостојећи материјал који се користи у 3D програмима за креирање облика. Сваки софтвер има мање-више сличну логику обраде 3D модела. Сваки материјал има карактеристику којом се контролише. Начин да се промени облик у најбазичнијем смислу је да се померају тачке (вертекси) и тиме изгради жељени облик. Поред основног начина померања вертекса може се користити: линијско дељење, додавање, одузимање исечака и полигона у зависности од 3D масе. Као и сваки други уметнички рад присутно је тестирање и експериментисање док се не успостави одређени комодитет са 3D програмом.

#### 4.6 Логика 3D софтвера

Сваки софтвер који се користи код 3D моделовања има посебност у приступу обликовања. Потребно је савладати навигацију и схватити како виртуелни алати раде. Могућности су неограничене јер ниједан програм није егзактан у начину примене. Стога проблеми који се сусрећу током рада се могу решити на више нивоа и начина. Логика се учи и усваја. Када се упознаје софтвер, перцепција се не дешава само у процесу рада, већ и на логичком и идејном нивоу. Креативни моменат је вишеструкликовни проблеми могу да се реше на више начина. Када се упозна један алат он отвара „врата“ за извођење скулптура у дигиталном свету.

## 4.7 Алгоритамска скулптура у 3D софтверу

Алгоритамска скулптура базира се на одређеним феноменима који се могу упоредити са симулацијама сила, као што су: магнетизам, гравитација, ветрови и реакција воде. Често се алгоритам користи у виртуелним специјалним ефектима, нпр. експлозије, таласи, кретања боја. Симулацијом материјала, као што су: вода, камен дрво, сунђери, гума и други, настаје скулптура. То подразумева одређена дејства на њих виртуелним силама према материјалној специфичности. Пример такве симулације би био судар два материјала различитих особина, где се јављају силе у покрету. Скулптура се може моделовати користећи специјалне алгоритамске ефекте у сврхе алата.

## 4.8 Принцип процедуралног моделовања

Процедурално моделовање је не деструктивни начин моделовања. Како процедура ради се може објаснити као ланац умрежених функција, где се свака карика третира кроз параметре који мењају резултат крајњег облика. Аутоматски, кад једној или више карика процедуралне мреже доделимо одређене особине или их комплетно заменимо са кариком друге врсте, добија се нови модел. Процедурално моделовање за разлику од класичног 3D моделовања, које користи историју рада (нпр. Autodesk Maya, Adobe Photoshop), функционише преко карика у ланцу. Те карике се зову нодови. Процедурално моделовање је најсавременији начин рада и користи се у филмској и индустрији видео игара као примаран.

## 4.9 Параметарско моделовање

Параметарско моделовање, као што сама реч каже, је уношење параметара који одређују облик и пропорцију 3D модела. Овај систем рада се користи у машинству, архитектури свуда где су мере приоритетне. Код комплекснијих 3D модела је параметризација неопходна и интерактивна. Често се може десити да мере у овом случају буду подложне грешци која се дешава у прорачуну. Стога предност параметарског моделовања је то што се мере могу интерактивно променити. Пример параметарског моделовања, у основној поставци, је да се у софтверу изабере неко геометријско тело и уносом параметара: висине, ширине и дужине, одредимо димензије истог. Комплекснији пример би подразумевао комплетно пројектовање са димензионисаним правим и кривим линијама, а последично и површинама, где би се знао сваки параметар сегмента пројектованог облика. Кад се каже сегмент мисли се на дужине, висине, ширине и степене углава.

## 4.10 Дигитални асет или скулптура као мултиобјекат

Дигитални асет представља форму у виду дигитално генерисаног облика у софтверу који може имати специјална својства. Та особина је да се у софтверу, 3D објекту, омогући да може бити у сличним варијантама облика са истом основом. Пример таквог 3D модела би био, да столица или сто могу на издвојеним командама кликом миша имати већи број ногара, различите профиле плоче, па све до оштрих и меких ивица. Тиме се постиже да је такав облик максимално изменљив, а задржава карактер тог предмета. Самим тим исти модус се може применити на скулптуру. Скулптура тада постаје мулти-објекат. Принцип који се користи за те 3D објекте се зове дигитални асет. Велика предност таквог приступа је што се те особине могу пренети на разне платформе, дигиталне носаче, типа game engine као и остале сродне софтвере. Приступ који је близак оваквом поимању, се може применити и на 3D програме који су

базирани на шпакли и четкици које смо већ раније напоменули. То је начин да се сваки потез шпакле и четкице може ставити у посебан слој, а онда укључивањем разних слојева, који могу имати и своје додатне карактеристике и комбинације, резултат буде мулти-објекат - скулптура.

#### 4.11 Облик и његова својства

Облик је израз којим се дефинише површина. Много је филозофа, научника и уметника који су проучавали облик. Данас је тешко у дигиталном свету, који је опет релативно нов, пронаћи везу са коренима у теорији јер се мало писало о томе. Стога је могуће да ће се у будућности увидети нове вредности форме. Зато се не сме ставити тачка на одређене закључке који ограничавају скулптурални прогрес. Интересантно је како проблеме форме као што су напеће, удубљења, испупчења и хладна површина, у нултој тачки решава софтвер. Слободно говорећи, линије су повезане најчешће у квадрате, а истовремено су и арматура и водич форме. Контролисана резолуција, тј. бројност тих квадрата дозвољава детаљ и стилизацију облика. Технике се мешају у зависности од потребе и комплексности. Посебна пажња је код скулптуралне перфорације, која је прилично захтеван процес, где се логика софтвера не може увек једноставно прилагодити. Конкретно се мисли на бушење, интерсекцију и одузимање моделарске масе од објекта или додавање исте у софтверу. У том случају резултат није увек задовољавајући, јер се логика геометрије квари. Али, програми који користе солиде као врсту виртуелне форме то раде успешно.

Проучавање облика у дигиталном простору је исто захтевно, као и класично путем вајања у глини. Поставља се питање шта је лакше, теже, практичније или комфорније? Ту дикусију је Bridgette Mongeon детаљно објаснила у књизи "3D TECHNOLOGY IN FINE ART AND CRAFT" прев („3D ТЕХНОЛОГИЈА У УМЕТНОСТИ И ЗАНАТУ“.)

## 5 3D штампа

3D штампа је процес који омогућава транзицију дигиталног записа форме у материјални облик. Постоји много технолошких приступа, који су одређени у 3D штампи. То је на неки начин нова сензација и феномен јер етерично прелази у материјално. Визионарски гледано, информација постаје облик. Питање је какве све информације могу бити материјализоване? Расправа о томе се може водити у сфери науке, филозофије и уметности.

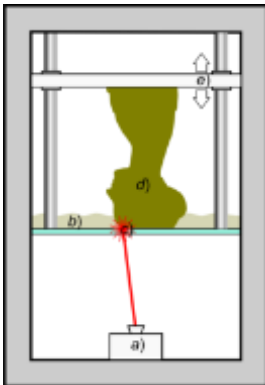
3D штампа је модерна технологија производње тродимензионалних објеката. У тродимензионалној штампи објекат се креира сукцесивним наношењем слојева материјала. 3D штампа представља брже, јефтиније и лакше решење од других технологија производње 3D објеката. Омогућава израду макета, делова и склопова од различитих материјала, посебних механичких и физичких својстава у јединственом процесу. Ова технологија производи моделе који верно опонашају изглед, утисак и функционалност прототипа. У последњих неколико година 3D штампачи су постали финансијски доступни малим и средњим предузећима, чиме се израда прототипа помера из тешке индустрије и у канцеларијско окружење. Сада је могуће и истовремено уклапање различитих врста материјала. Осим израде прототипова, 3D штампачи нуде велики потенцијал за производњу различитих апликација у области производње накита, обуће, индустријског дизајна, архитектуре, аутомобилске индустрије, авио, стоматолошке и медицинске индустрије.



## 5.1 Типови 3D штампе

### Stereolithography (SLA) Стереолитографија

У стереолитографији модели се производе тако што зрак УВ (ултра љубичастог) светла прелази преко базена са фотоосетљивом течношћу. У току израде модел се спушта у кадицу слој по слој, док се не добије финални производ. Још једна предност ове врсте технологије 3D штампе је висок ниво детаља и обраде завршне површине. Једна од главних предности ове методе штампања је њена брзина. У овој технологији исти модели се производе и до 5 пута брже него у свим осталим техникама. У овој технологији је интересантно откривање завршног производа. Након што је штампање 3D модела завршено, он се лагано уздиже из кадице са раствором фотополимера од кога је и направљен. Ово је много једноставније од ломљења вишка конструктивних елемената, које је неизоставно код осталих видова штампе



[https://en.wikipedia.org/wiki/Stereolithography#/media/File:Schematic\\_representation\\_of\\_Stereolithography.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Stereolithography#/media/File:Schematic_representation_of_Stereolithography.png)

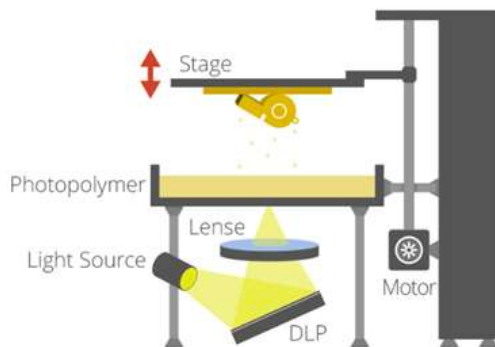
### Digital Light Processing (DLP)

Течна смола, селективно осветљена светлом, користи се за израду детаљних прототипова, скулптура и накита.

Дигитална обрада светлости (DLP) креирају 3D штампане предмете из течне (фотополимерне) смоле користећи извор светлости за чврстоћу течног материјала.

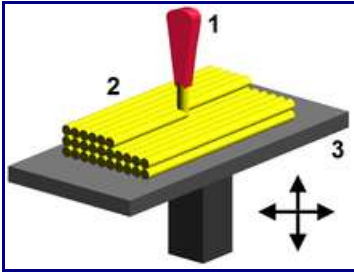
За креирање 3D штапаног објекта, платформа за изградњу се потопи у прозирни резервоар напуњен течном смолом. Када се платформа за изградњу потопи, светло које се налази унутар машине мапира сваки слој објекта кроз дно резервоара, чиме учвршћује материјал. Након што је слој мапирао и учврстио извор светлости, платформа се подиже и допушта нови слој смоле испод објекта још једном. Овај процес се понавља слој по слој док се жељени објекат не заврши. Данас постоје два заједничка метода која се разликују од извора светлости: SLA користи ласер, док DLP користи светлост. Наведена технологија 3D штампања је доступна у десктоп штампачима. Материјали су ограничени на смоле, али се недавно појавиле нове сорте које пружају снагу или флексибилност крајњим објектима.

SLA и DLP 3D штампачи производе високо прецизне делове са глатким завршним површинама и обично се користе за изузетно детаљне скулптуре, калупе за накит и прототипове. Због релативно малих димензија, нису препоручени за штампање великих предмета.



<https://bitfab.io/resin-3d-printing/>

## Fused Deposition Modeling (FDM)



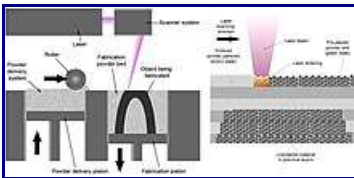
<https://airwolf3d.com/2015/04/01/35mm-nozzle-vs-50mm/>

Fused deposition modeling 1 – млазница за избацавање  
истопљене пластике, 2 – наслагани материјал (модел који се израђује), 3 –  
контролисана покретна подлога

Овом методом, слојеви се добијају тако што млазница истискује танко влакно истопљене термопластике на површину за штампу. Слојеви се праве укрштено, тј. сваки слој се истискује под углом од  $90^\circ$  у односу на претходни. Тиме се постиже чврстина завршног модела. Могуће је користити неколико различитих материјала за штампу, са различитим карактеристикама, у чврстини и температурним особинама. Данас постоје и материјали који су растворљиви у води. Они се могу користити приликом штампе као привремена подршка за одређене делове. Ово је тренутно најраспрострањенији вид 3D штампе.

## Selective laser sintering (SLS)

Селективно ласерско синтеровање



<https://www.x-professionals.com/blog/sls-3d-printing-selective-laser-sintering>

Ова метода је спој 3D штампе и ласера. Процес је сличан стереолитографији, са разликом што је УВ светло замењено ласером, а базен са фотополимером са

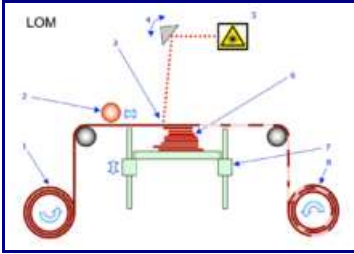
прасшкастим материјалом. Главна предност SLS је могућност да се делови производе од широког дијапозона материјала, пластике, керамике и метала. Selective laser sintering (SLS) је технологија која користи ласер високе снаге како би сјединила честице пластике, метала, керамике или стакла. Код ове технологије згодно је то што омогућава рециклирање преосталог материјала Selective laser melting (SLM) Селективно Ласерско топљење

Моћан ласер топи прах у 2D формату који представља један слој. Затим се подлога спушта, наноси се нови слој праха и процес топљења се понавља стварајући следећи слој. Слој по слој, 3D штампач на крају креира читав објекат. Међутим за разлику од SLS технологије, код SLM сви штампани делови морају бити закачени за подлогу чиме се избегава кривљење објекта. Након 3D штампе, произведени део захтева топлотни третман који отклања заостали стрес у самом делу и његово деформисање. Затим се део уклања с радног стола уз помоћ жичаног ерозимата (Electrical Discharge Machine EDM). Да би постигли одговарајућу завршну обраду код DMLS технологије, потребно је комбиновати CNC машине, пескирање, шмирглање или друге врсте алата за обраду.

### Electronic Beam Melting (EBM)

Electron Beam Melting (EBM) користи сноп електрона за топљење металног праха, слој по слој. Најчешће се овом методом штампају објекти од титанијума у сврху синтетизовања медицинских импланата или авио-делова.

## Laminated object manufacturing (LOM)



[https://en.wikipedia.org/wiki/Laminated\\_object\\_manufacturing](https://en.wikipedia.org/wiki/Laminated_object_manufacturing)

Производња објеката ламинацијом

Овде се користе слојеви материјала (обично папира или пластике) исечени ласером или сечивом, који се након тога спајају лепком. Једна од најновијих машина овог типа је Mcor Matrix, која користи обичан А4 папир и лепак на воденој бази. Овоме се постиже много мања цена израде модела, без штетних утицаја на животну средину.

CNC system

Је обликовање компјутерским навођењем глодалица путем сечења, брушења и осталих процеса обраде припремљеног комада дрвета, камена, метала, пластике. Припрема за цнц обраду се ради у софтверу где програмирањем путање алата делујемо на форму. Један од софтвера који се користе за такву интервенцију је Artcam, CNC машине имају могућност рада у оквиру три или пет оса координатног система. Најраспрострањенији пример цнц глодалица има рад у три осе и функционише тако што прави рељеф одузимањем материјала металног или дрвеног комада. Начин да се изведе скулптура је обрада предње и задње стране комада материјала, а као резултат се добија целовит облик.

## 5.2 Материјали за 3D штампу

Материјали за 3D штампу се стално развијају- од пластичног филамента, преко текстилних до биолошких и ћелијских материјала. Унапређују им се својства и одређује намена. Звучи футуристички, али данас је већ стара информација да се штампају функционални делови човека као нпр. срце или бубрег. Форма која се и после материјализације даље трансформише кроз одређене циклусе није немогућа. Вештачка интелигенција, која је увелико присутна у електронско-дигиталном свету се развија муњевито, а са друге стране 3D штампа са био материјалима, је већ уткана у свакодневни живот. Постоје тврдње да је вештачка интелигенција, у будућности, немогућа без биолошког језгра. У овом поглављу се намећу разна питања и дискусије које превазилазе теоријски оквир овог докторско уметничког пројекта. Наравно поставља се и питање етике.

## 5.3 Материјализација

Принцип материјализације је везан за 3D штампу. Етерична мисао, у класичном стварању скулптуре, процесом уз коришћење алата се претвара у материјални облик. Приликом 3D материјализације, замисао се преводи у виртуелни облик путем компјутера, а затим са 3D штампачем реализује у физички облик. Оно што се види је дигна која се греје и кроз коју пролази пластична нит која истопљену пластику наноси на плочу. Сваки такав нанос се третира као слој. Из танких слојева, налик изохипсама, изграђује се облик. Овај начин је својствен за већ раније наведену ФДМ 3D штампу.

## 5.4 Модуларна скулптура у 3D штампи

Модуларна скулптура у 3D штампи се састоји из више делова који не морају да буду физички повезани да би градили целину. Може бити примењеног карактера и имати функцију, а могла би да буде уметнички концепт или декоративни елемент. Модул је, феноменолошки речено, део који може да се прикључи нечему, као и да егзистира сам за себе.

## 6 Скулптура у простору

У овом докторско уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“, проучавају се модалитети не само обликовања форме, него и просторне вишедимензионалности.

Простор је апстрактан на одређен начин као и скулптура. Медиј где се ствара модел је интерактиван и дешава се у дигиталном свету. Укрштањем илузије и реалности дешава се дигитални „мост“ између.

Када се ради о филозофији простора, исти се може раздвојити на појмиво и непојмиво. Појмив простор се региструје чулима, а непојмив доживљава као манифетација, док је структура непозната.

### 6.1 Дигитални простор

Још почетком двадесетог века видело се да многи уметнички покрети као што су постекспресионисти, фовисти, дадаисти, конструктивисти и други траже нови простор за своју уметност (социјални, психолошки технолошки итд.). Нова ера машина је

увелико била присутна. Подела уметничког схватања је указивала на групацију која признаје естетику машина у служби уметности (футуристи, дадисти конструктивисти...), док је друга то опонирала признавањем само традиционалног начина уметничке изведбе. Револуцију и почетак ере машина је означила појава фотографије. Следствено томе је настанак филма, као фотографије које се нижу једна до друге и путем пројектора формирају слике у покрету. Постојала је потреба да се обезбеди простор за манипулацију слике као јединке и слике у покрету то јест филма.<sup>10</sup> На сличан начин је дефинисана и историја звучног записа. У овом докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“ је акценат на тродимензионалној манифестацији скулптуре као мултидимензионог феномену. Данас је компијутер у функцији интерфејса скулпторске манипулације, дигиталног простора, али и то може еволуирати као што је микропрекидач тастатуре замењен додиром прста на екрану.

## 6.2 Агументовани простор

Агументовани простор или агументована реалност је спој виртуалног и реалног простора. Агументована стварност додаје визуелизацију 3D објеката на физички простор. У почетку је то вршено кроз минимално модификоване наочаре које дају утисак треће димензије, а касније и кроз камеру, паметне телефоне и разне модерне уређаје. Виртуелна стварност замењује комплетан простор око нас у сасвим нову околину и свим њеним интеракцијама. Врло је могуће да ће агументована стварност дати потпуно нове визуелне вредности реалним просторима у свакодневници. Биће могућ мулти свет, где ће реално постојеће и реално непостојеће имати исту визуелну манифестацију. Стога агументована стварност има велики просторни потенцијал за скулптуру и стваралаштво.

---

<sup>10</sup> Lovejoy Margot, *Digital Currents: Art in the Electronic Age*, pp 36,38



Истраживање аргументоване стварности даје нове термине о којима се може размишљати из претходне просторне праксе. Ако бисмо пре помислили на архитекту, фреско сликара, или дизајнера дисплеја који ради на комбиновању архитектуре и слика, или архитектуре и текста, или да инкорпорира различите симболичке системе у један простор изградње, сада се може рећи да се озбиљно радило на проблему проширеног простора. Проблем је како прекрити физички простор слојевима података. Стога да би се замислило шта се културно може учинити код проширених простора, треба почети тако што ће се прочешљати историја културе корисних преседана.<sup>11</sup>

### 6.3 Виртуелни простор

Тумачење виртуелног простора је потреба спајања доживљаја са рачунарском интеракцијом. Пример виртуелне реалности је интерфејс у виду специјалних наочара или кациге која покрива видно поље манипулисано софтвером 3D окружења. Комплетна интерактивност са рачунаром је виртуелна, само је видно поље другачије. Као одредиште се може узети 3D софтвер са могућношћу симулирања камере и тродимензионалних облика, а и манипулацију истим. Oliver Grau у својој књизи „Виртуелна реалност“ тврди да је виртуелно обмана. Цела књига објашњава логичан ток историје уметности како је утицала на појаву виртуелне реалности. Oliver Grau банализује виртуелно у смислу само оптичке појаве. Стога овај докторско-уметнички пројекат чињеницама доказује супротно. Човек ствара путем мисли и осећаја у одређеном ритму и атмосфери. Простор је ствар избора као и алати. Данас постоји велика заједница људи који стварају у виртуелном окружењу и материјализују облик путем 3D штампе. Сви наводи указују да је дигитално један нови мултимедијални простор, који се може заступати материјалним доказима већ напоменутих техника 2D и 3D штампе.

---

<sup>11</sup> Manovich Lev, *Poetics of argument reality*, pp 13, Research Article 2002-2005

## 6.4 Материјални простор

Материјални простор више не припада само традиционално обликованим формама у потврђеним материјалима. Скулптура која је настала путем 3D штампе припада материјалном простору, а има дигитално порекло.

## 6.5 Етерично у процесу материјализације

Када се већ зна да нешто нематеријално може имати физичку манифестацију постојности, у овом случају скулптура моделована на рачунару путем 3D штампе, онда се поставља питање шта се све може превести из нематеријалних простора и да ли су та пространстава „овде или тамо негде“. У данашње време изгледа да мисао није толико важна, а да се акценат ставља на материјално и егзистенцију. Кључ је изборити се за мисао, да би се могло измислити, па онда реализовати, доказати и борити се да буде прихваћено несвакидашње . Мисао је то етерично које се материјализује кроз покрет и дело. Хипотеза би гласила да постоје више етеричних простора- један је простор за мисли, а други дигитални. Оба могу покренути и извршити материјализацију.

## 7 Практичан рад и анализа

Посматрајући развој софтвера и дигиталног моделовања примећује се да је тражен прави концепт за решавање облика. Када се погледа уназад, 80-их година, у Србији су пионери дигиталног простора тражили своје место у уметничком изразу. Током тих

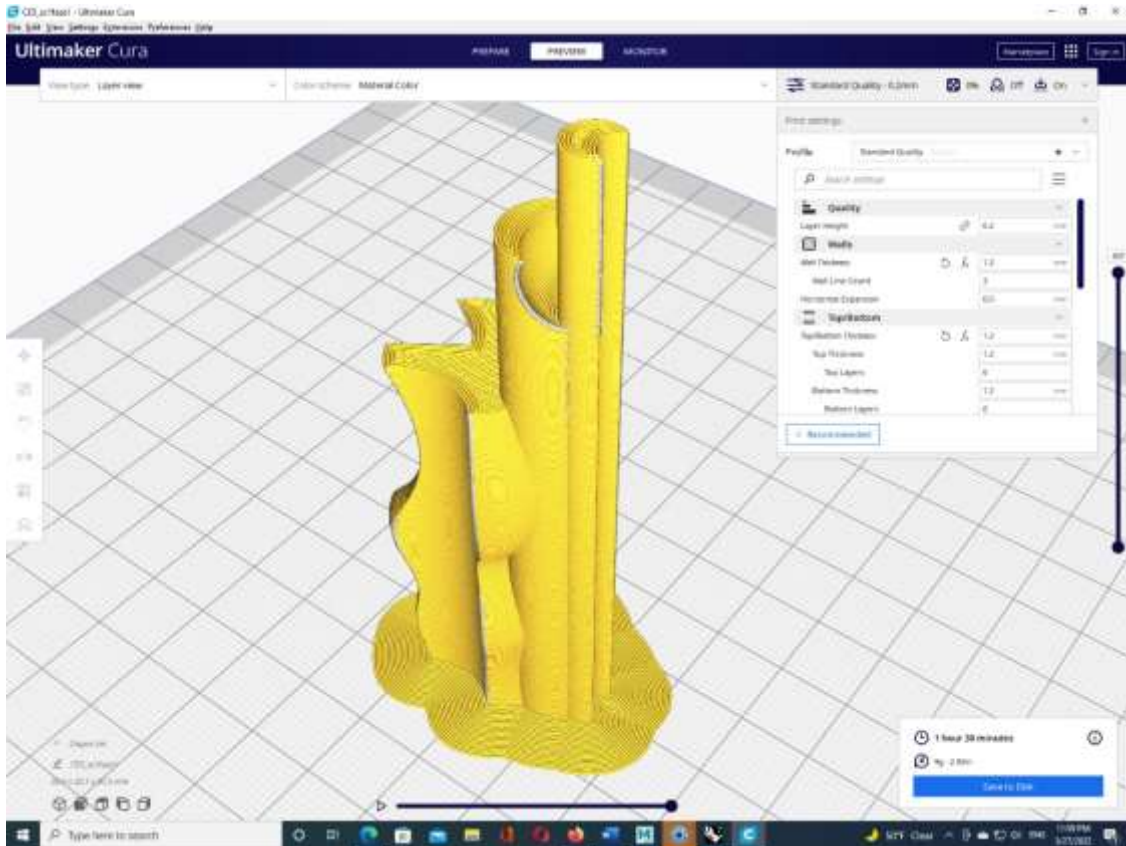
година компјутери су били изузетно скупи, па је била привилегија коришћење дигиталног простора на тим рачунарима. То су себи могле приуштити само државне институције и државна телевизија. Обука је била компликована и скупа. Стицајем околности, појединци су успевали да дођу до „мрве“ те технологије и покрену дигиталну револуцију. Током времена, концепти софтвера су се мењали у начину изведбе 3D модела. Поред данашњег полигоналног моделовања, постојали су концепти као што је нпр. метаболс принцип, где је моделовање замишљено по принципу капљица које имају “магнетизам”, те се спајају на одређен начин у зависности од интензитета и дистанце. Софтвери који су радили по том принципу су тада били органика и калигари труе спејс. Селекција софтвера се вршила према интересовању заједнице и напретка технолошких захтева. Један од првих програма, који је искористио традиционалан принцип третирања форми (у смислу дигиталне четкице која удубљује, испупчава и затеже форму) је Аморфиум. Био је претеча софтвера (Zbrush) Зедбраш и (Mudbox) Мудбокс.

Данас је тржиште преплављено 3D програмима као и информацијама како се користе. Као последица изведеног истраживања, виртуелно, у дигиталном простору и материјализованог путем 3D штампе, је резултат овог докторско уметничког пројекта „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“. Када се мисли на скулптуру, ствараној на овај начин, примећује се да је и у том синтетизованом, споју традиције и технологије могуће извести уметничко дело.

## **Припрема модела за 3D штампу**

Припрема 3D модела – скулптуре је рађена у софтверу Ultimaker Cura. Програми који служе за припрему скулптуре за штампу се зову слајсери. Када је израђен дигитални модел поштујући одређене норме (дебљина зида скулптуре, слојеви првог и задњег наноса, арматура унутрашње попуне скулптуре итд.) 3D модел се отвара у неком од слајсера (Cura, Idea Marker, Prusa slajser, Simplify 3D, Craftware итд.). Ту се дигитални модел сече на танке слојеве и претвара у код, тзв. gcode. Затим се фајл gcode записа

учитава у 3D штампач путем меморијске картице или се повезује са рачунаром стартујући процес 3D штампе. За скулптуру се користи и опција brim – оивичење скулптуре у танком слоју које спречава деформацију услед промене температуре и прави додатну стабилност форме.



Графички пример скулптуре Тројка у софтверу Ultimaker Cura који се бави припремом за FDM 3D штампу

## Скульптуре у дигиталном простору

### Скулптура Муза



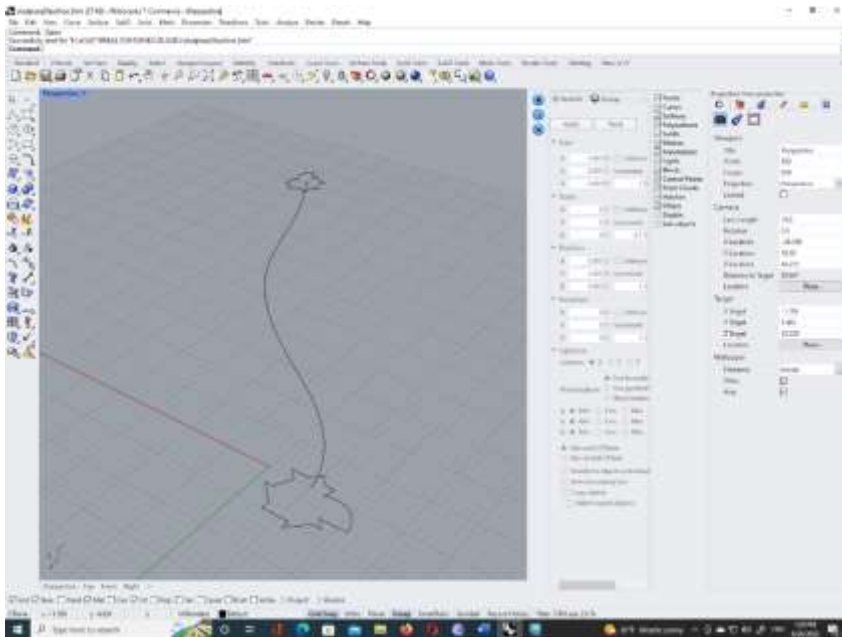
Прилог 1. Муза



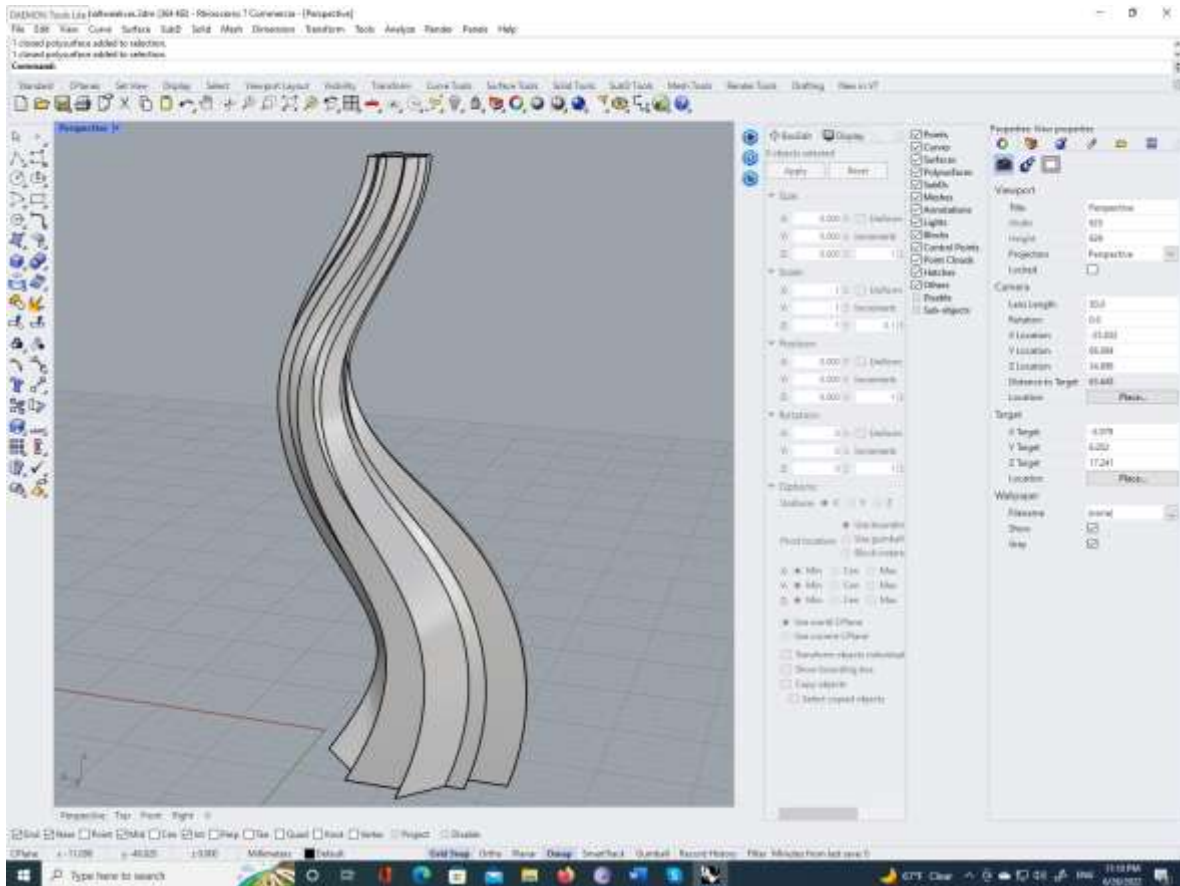
Прилог 1.1. Муза



Прилог 1.2. Муза



Прилог 1.3. Муза



#### Прилог 1.4. Муза

Скулптура је изведена дигитално у програму Rhino 7.0. Алат софтвера је коришћен на посебан начин. Основа је прецизан цртеж комбинованих правих и кривих линија, које пратећи путању криве линије формирају облик. Крај путање је исти цртеж као у основи, само је заротиран. Простор рада је виртуелан као и алати којима се формира облик.

Скулптура Муза је одређена префињеним егзактним формама, и делује кроз простор елеганцијом и нежношћу. Естетски гледано утисак је апстрактан и недокучив, где дефиниција изазива осећања која носе енергију надрелног, али ипак са смислом. Вијугавост ове скулптуре наглашава покрет. Волумен у кретању резултат је утапања линија у суптилан ритам, где линеарност превазилази механички ток. Када се

анализирају пројекције, које су наведене као одабир углова који истичу феноменолошку природу оваквог облика, увиђа се граница између органске и геометријске игре. Овакав облик буди романтизам и песничко расположење. Незаобилазно је понављање одређених ликовних атрибутаа, као што се азбука користи за формирање речи, а речи за обликовање реченица. Стога кретање уметничких вредности је на неки начин ограничено, а истовремено бесконачно. Када се говори о настанку скулптуре, тешко је одредити колико је времена требало да се направи уметничко дело. Искуство дистанце времена кроз одређена дешавања, као и непрекидна самокритичност, даје посебне резултате. Мотив скулптуре Муза је инспирисан женском фигуром, посматраном кроз призму еротике. Тежина у овој форми се не осећа. Скулптура као да се извија ка небу. Може се рећи да је облик изазован, заводнички, доминантан, а ипак апстрактан. Дух скулптуре карактерише женска генетика. Један од другачијих погледа на скулптуру је симболички кроз детаљ. Такво виђење дефинише скулптуру као прамен косе који се виори на ветру. Неизоставан је осећај женске природе баш као коса вођена ветром, а опет слободна у кретању. Ритам ветра је ритам косе, иако сваки делује за себе у складу са сопственом природном особеношћу .



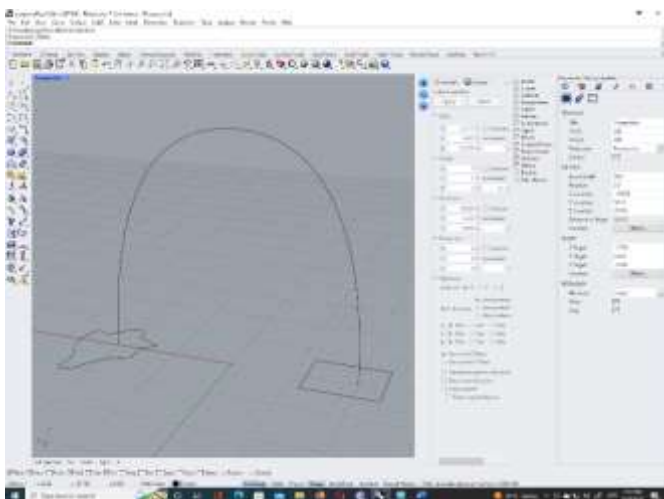
## Скулптура Портал са таласом



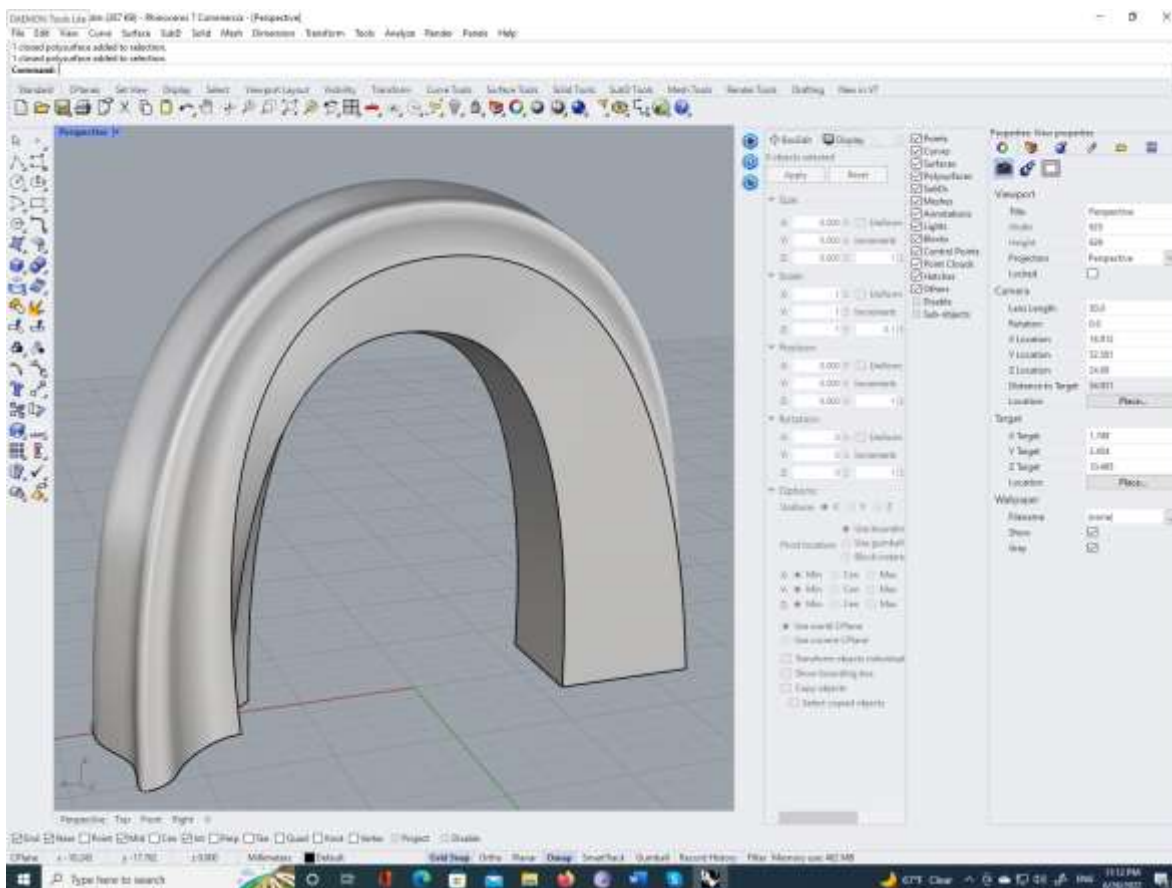
Прилог 2. Дуга-Портал са таласом



Прилог 2.2. Дуга- Портал са таласом



Прилог 2.3. Дуга- Портал са таласом



Прилог 2.4. Дуга- Портал са таласом

Скулптура Дуга-Портал са таласом је рађена у 3D програму Rhino. Принцип моделовања је у овом случају транспозиција кроз путању. Конкретно, цртеж је вођење квадрата лучном путањом (кривом линијом), где се на путу трансформисао у нови цртеж. Та транспонована путања је генерисала облик тј. скулптуру. Траг метаморфозе база цртежа, одређених смером (лучним вођењем), је резултирао необичним обликом. Када би се разматрало својство овог начина креирања скулптуре, комбиновање хладних и топлих форми би било безгранично. Виртуелни алат служи да се изгради ликовни опус у дигитаалном простору. Ово истраживање нових технологија моделовања је само почетак једног бесконачног процеса. Скулптура Дуга-Портал са таласом има аутентични израз. Нежно преплитање маса је у визуелном складу. Поетика скулптуре се може посматрати на разне начине, јер код овакве врсте уметничког израза не постоји само једна прича, већ је начин посматрања

мултидисциплинаран. Семантика теме „портала“ се може сагледавати од тријумфалне до звездане капије, па и саме закривљености простора у дубоком свемиру. Када се говори о општем утиску овог облика, нагласак је на лучном кретању, а присутна је провокација пролажења у перфорираном делу скулптуре. Естетски чистоћа облика Дуга-Портал са таласом тежи ка савршеној форми. Истраживање у уметничком стваралаштву би требало да има потпору маште и поетског заноса. Самим тим ова форма треба на то да подстиче. Играњем цртежа који путују у било ком односу је суштина овог облика. Замисао је, да ова скулптура отвори једно ново поглавље модела мишљења. Стога, различити цртежи, другачије путање, логички и случајни концепти, процесуирају разне могућности, као и нове вредности виртуелног и традиционалног уметничког гледишта.

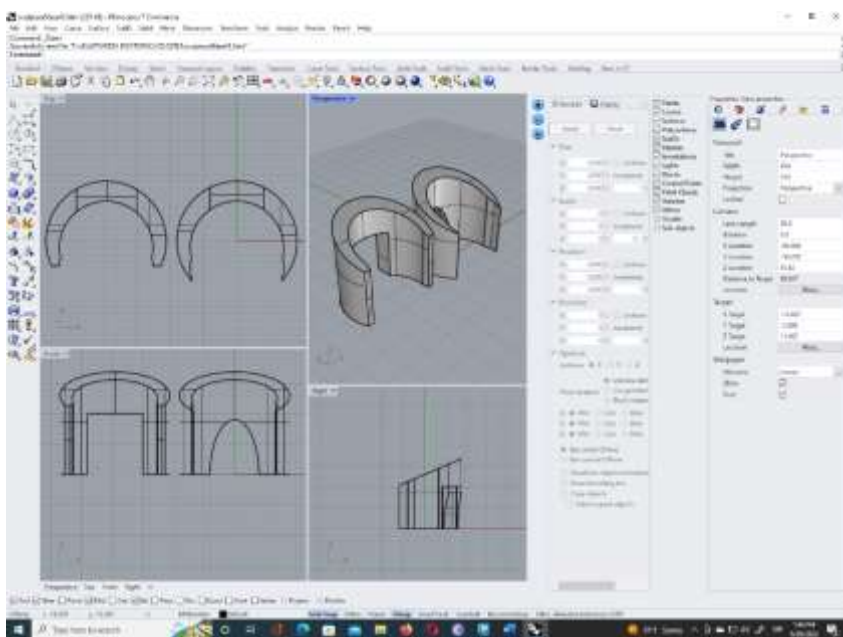
## Скулптура Хладни и топли спој



Прилог 3. Хладни и топли спој



Прилог 3.1. Хладни и топли спој



Прилог 3.2. Хладни и топли спој

Скулптура Хладни и топли спој је рађена као и претходне форме у 3D програму Rhino 7. Начин израде овог облика има за основу цртеж који подсећа на млад месец. Одређеним интервенцијама тај цртеж је извучен на горе и самим тим путања је произвела основни облик скулптуре. Други део се односи на косину горње базе која се најбоље може видети из профила. Настала је од равни која је под углом деловала сечењем и тиме формирала облик налик коњском копиту. Трећа фаза форме је направљена бушењем наведених облика праволинијским и полуелипсастим профилем. Перфорација је на једном елементу има карактер хладне, а на другом топле форме. Скулптуре имају заједничку ноту због сличног третмана, али се разликују у транспозицији форме. Символика овог облика је многострука. У првом утиску би се рекло да су у питању својеврсне капије, али апстрактније поимање указује на загрљај. Перфорирана интервенција је дуалистичка, јер представља два различита, фигуративно речено, расположења. Једно гледиште је да указује на обичан пролаз кроз форму, док други начин посматрања може бити сензацијски. Генеза ове форме може се пронаћи у архитектури, налик колосеуму и амфитеатру. Објективно се мења као и субјективно кроз временску дистанцу. Поставља се питање, да ли је уметник свестан свог проучавања? Да ли зна шта ради? Облик је склон мењању, како у процесу рада тако и кроз начин размишљања, као последица методолошких, научних и психолошких утицаја. Оваква форма егзистира у комплетном окружењу природе и урбаномј средини. Уметник је често несвесно узме и духовно је оплемени. Уметничка идеја и делатност су битни у теоријском смислу, али је истраживање на основу праксе пресудно.

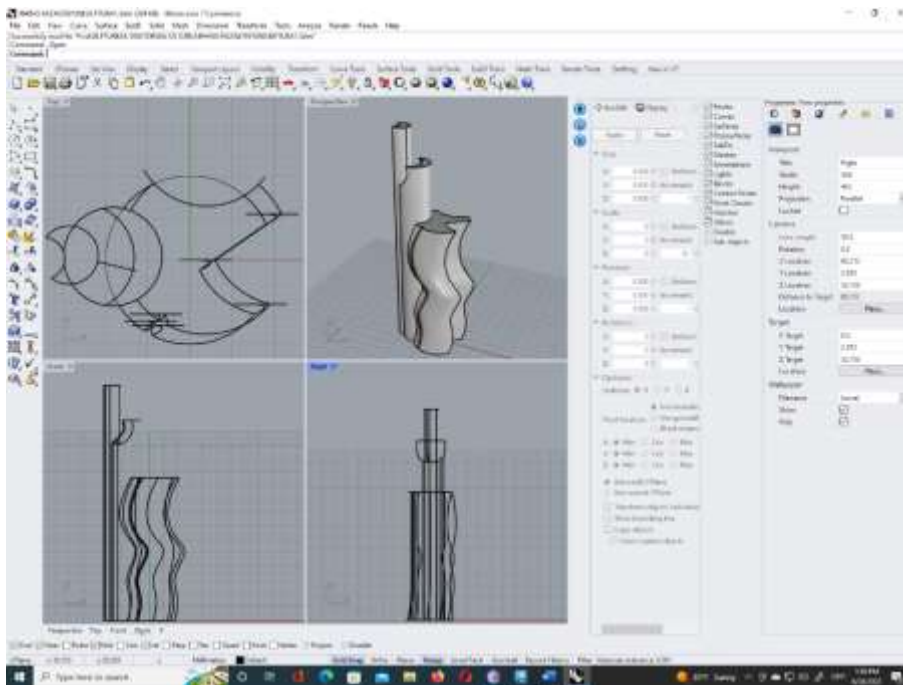
# Скулптура Тројка



Прилог 4. Тројка



Прилог 4.1. Тројка



Прилог 4.2. Тројка

Скулптура Тројка је комбинација три форме у компактном споју. Ова скулптура је настала у програму Rhino 7. Почетак рада је векторски цртеж, где доминира круг у својим варијацијама. Основа је дефинисана из више геометријских елемената који се међусобно преплићу и секу. Циљ те геометрије је био да се екстудује – извуче у висину до одређених нивоа како би се формирала унија. Тиме се добија групација елемената у одређеном ликовном и физичком односу. Експериментисање са засецима на скулптури у виду лоптастих одломака и испрофилисаних канала је додатна интервенција на овој форми. Може се приметити како су трагови геометрије који су били у функцији бушења, одузимања и додавања елемената утицали на спој.

Ликовно гледано, танак цилиндар, дебљи цилиндар и тестаста форма су у извесној синтези. Скулптурско решење је на граници апликативног изгледа, зато што се види порекло из три елемента. Деловање ове форме се може модуларно посматрати, што је и циљ овог истраживања, а ипак је целина. Овакав начин моделовања је близак машинским елементима, а могу се наћи и у индустријском дизајну. С друге стране назив скулптуре Тројка је везан за симболику споја три форме, које су настале из геометријског цртања, при чему се мисли на саму основу без каснијег деловања на форму. У скулптури се може осетити утицај савремених вајара који су на сличан начин размишљали, само су технике извођења биле традиционалне. Облик овакве форме је интересантан и са филозофске стране јер се може доживети и као семиотичка поезија, која путује кроз очи посматрача, па подстиче како уметникову тако и посматрачеву машту. Временом се трансформише у начин размишљања и даљег деловања. Бразде ове форме се могу видети на грчким античким стубовима, елементима архитектуре и скулптурским делима. Детаљ који се сам намеће је да облик поседује хијерархију, представљену кроз однос три степеника.

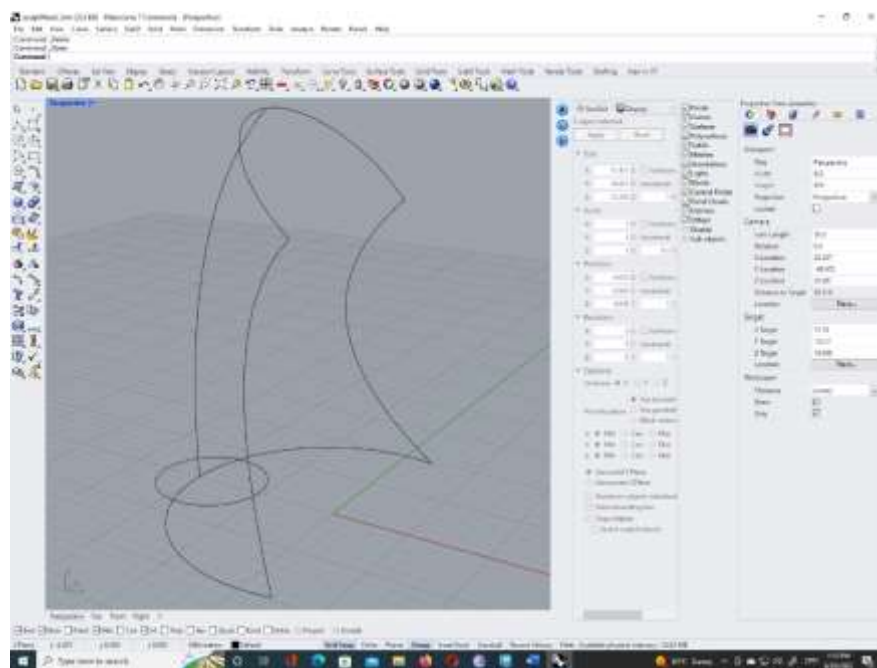
## Скулптура Нежни пролаз



Прилог 5. Нежни пролаз

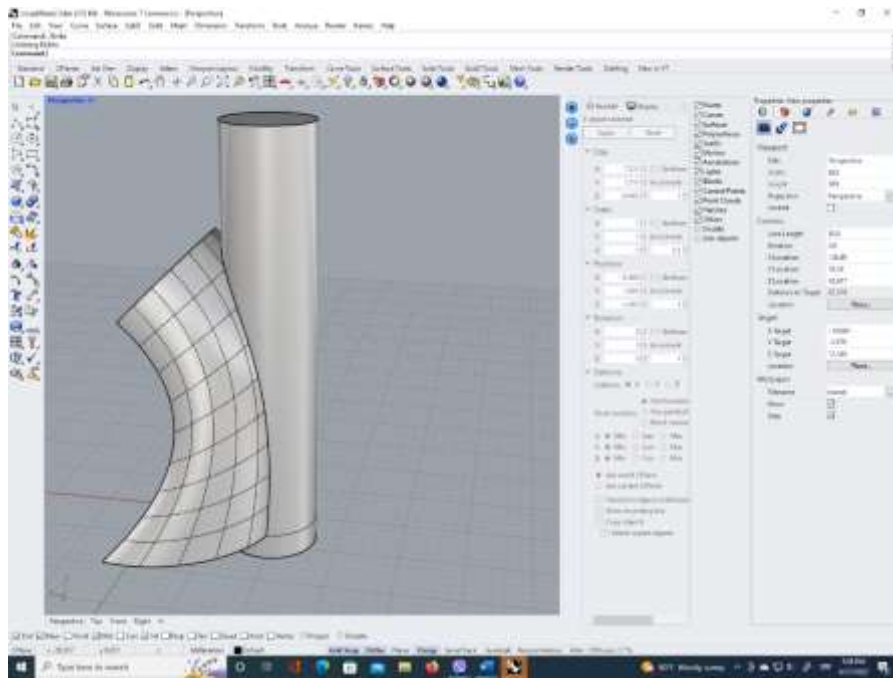


Прилог 5.1. Нежни пролаз

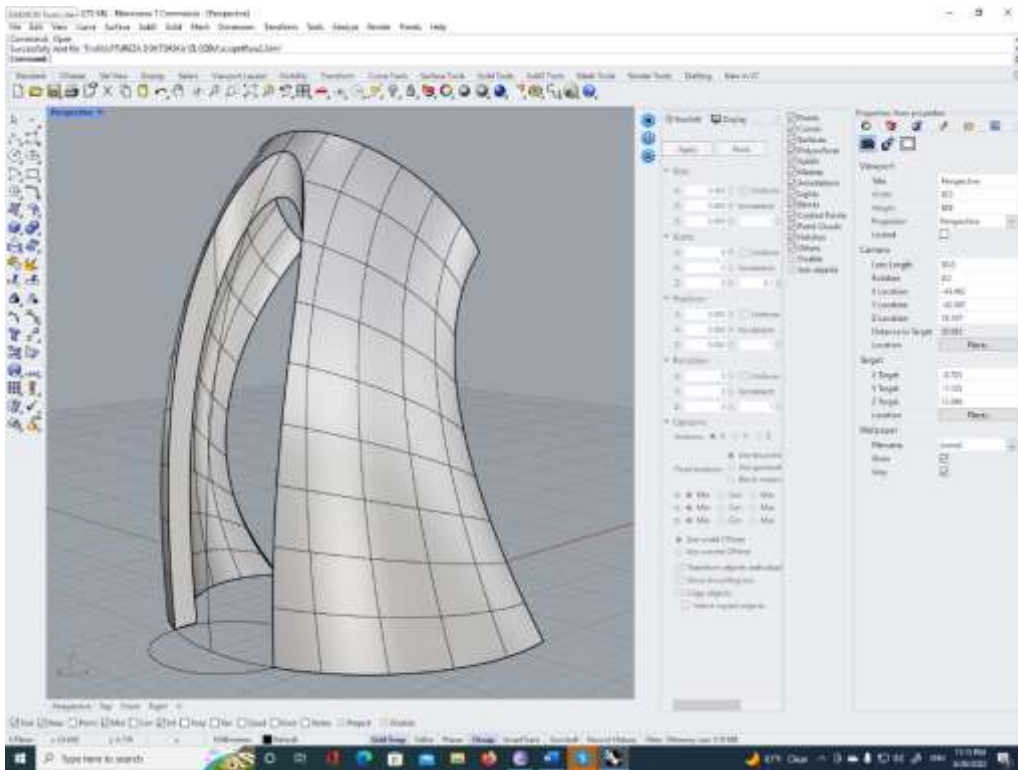


Прилог 5.2. Нежни пролаз





Прилог 5.3. Нежни пролаз



Прилог 5.4. Нежни пролаз

Скулптура Нежни пролаз је настала у 3D програму Rhino 7. Изведена је алатом који се зове мрежа кривих линија. Основа је обичан полукруг, а форма је генерисана кроз цртеж у 3D простору. Доњи крајеви тог полукруга су надограђени са две криве линије нагнуте уназад које се повезују са крајевима горњег полукруга. Још једна крива линија је генерисана тако да спаја под нагибом доњи и горњи полукруг и везује их за њихово средиште. Тако постављен цртеж у простору се пресвлачи формом чији је облик налик нагнутом цилиндру, са већом и мањом базом. Овај алат се зове генерисање мреже („коже“) кривих линија у 3D простору и погодан је за прављење шлемова, аутомобилских хауба и осталих облика за које је карактеристична љуштура. Алат пресвлачи форму масом, која карактерно наслеђује скоро идеалне линије у просторном односу. Следећим кораком се мрежа дуплицирала и померила у односу на објекат задржавајући исти облик и затварајући простор који дефинише дебљину. Перфорација кроз средишни део скулптуре је изведена субстракцијом цилиндра од главног облика и тиме је закључена форма. Облик ове скулптуре је пролаз или портал са другачијим карактером од тематски сличних приступа раније наведених. Жеља уметника да прође кроз извесно искуство непознатог простора, доминира у уметничком изразу. Линије овог облика су нежне и елегантне и извијају се као да теже ка небу. Инспирација потиче од Гибертијевих рајских врата, само што је ово модеран приступ сведеног и стилизованог израза. Контекст ове скулптуре је помало и органски, тако да бежи од геометрије, али и задржава у основи њен карактер. Модерна скулптура се ослободила реализма и кренула својим путем, али је задржала тежњу ка савршенству. Стога нове технологије обликовања форме су надреалне због своје перфекционистичке природе.

## Скулптура Отварање

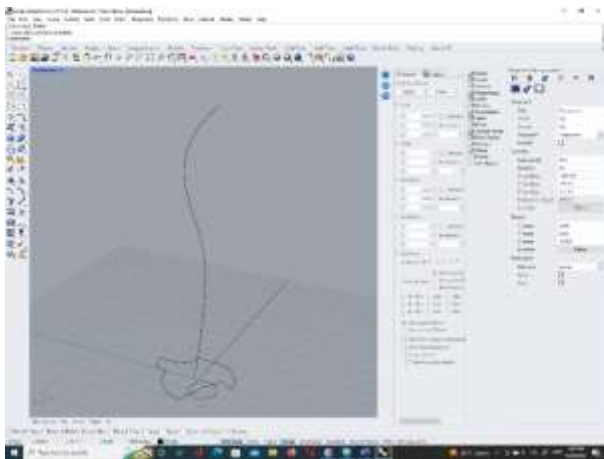
Прилог 6. Отварање



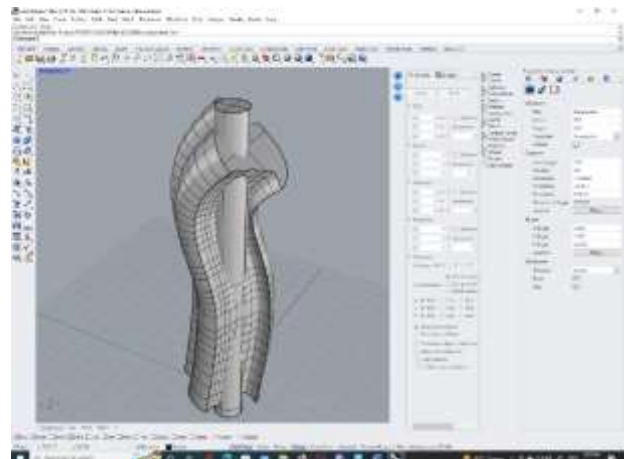
Прилог 6.1. Отварање



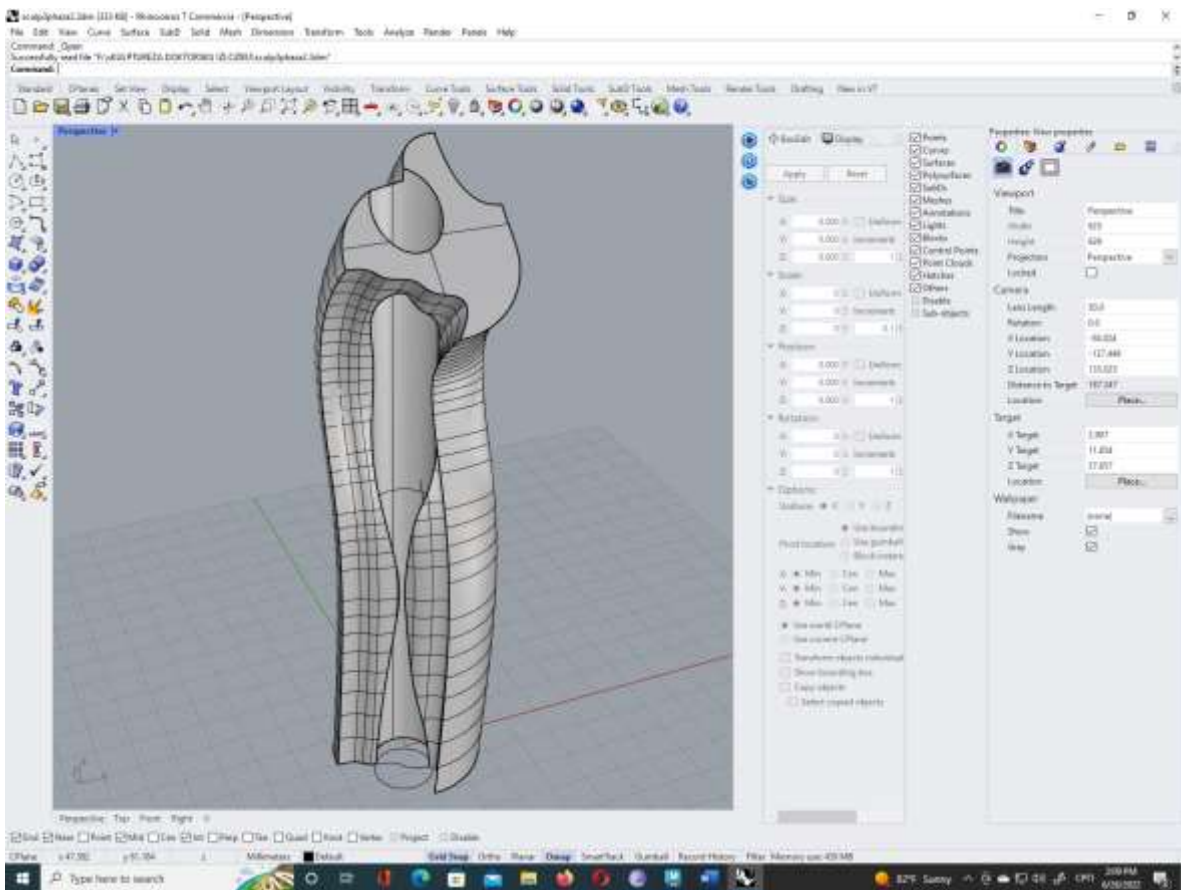
Прилог 6.2. Отварање



Прилог 6.3. Отварање



Прилог 6.4. Отварање



Прилог 6.5. Отварање

Скулптура Отварање рађена је у 3D програму Rhino 7. Скулптура Отварање рађена је у 3D програму Rhino 7. Начин израде ове скулптуре је манипулација цртежа извесним алатима. Овај облик је постављен у основи као цртеж, али планиран да прође кроз путању, а паралалено са њим у бази је круг који се преклапа са тим цртежом, где ће круг који је кроз путању постао цилиндрични облик бити одузет од цртежа који је тим трагом исто оформљен. . Сликвито речено под манипулацијом трага се сматра крива линија која фигуративно речено је шина која води цртеж до форме. Одузимање круга који је исто спроведен кроз шину је опција одузимања од главне масе. Ликовност овог облика је вишеструка, где негативне форме доминирају и у спољашњости и у унутрашњости ове скулптуре. Присутна је стидљивост попут показивања обнаженог тела. Хладна форма на горњој бази делује као пресек апстрактног органског облика и даје му механичку ноту. Могуће је интерпретирати на разне начине овакав облик, чак до потпуне анатомије људског тела. Унутрашњост се полако отвара и показује своју интиму. Нежни талас који тече током целог облика представља женственост. Та женственост је на одређен начин чедна, али са примесама еротике. Са друге стране облик се може видети као процват неког пупољка или листа који треба да израсте. Форма делује као префињена биљка - попут цвета. Стога правац симболике се прожима свуда кроз природу и њена богатства форме. Игра цртежа који постају облик кроз принципе: шина, сабирања и одузимања облика је бесконачна. Само истраживање облика на овај начин иде у недоглед. Универзалност се може видети кроз целу флору и фауну па све до фигурације у складу са изразом. Изведба скулптуре цртежима који су математички профилисани може бити потпуно органска. Из овог истраживања, се може видети, да математичка параметрија не мора да служи само за извођење мехничких и архитектонских елемената, већ да може произвести и органску структуру. Цртеж јесте основа сваке скулптуре. Некад је био проблем достићи савршенство „математичке линије“, а то дигитални свет дозвољава. Условно речено ти цртежи могу бити несавршени као и комбиновани.

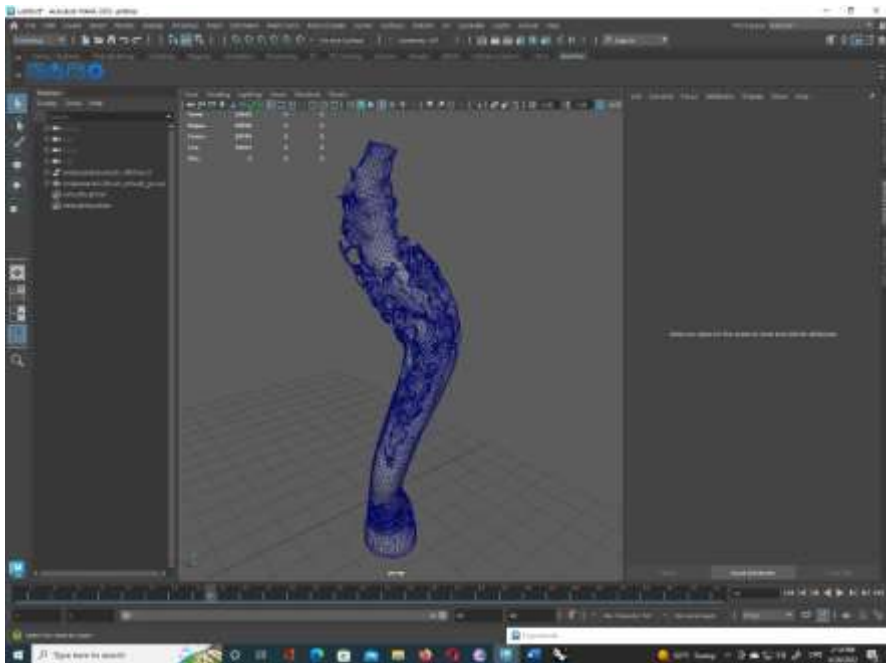
## Скульптура Покрет воде



Прилог 7. Покрет воде



Прилог 7.1. Покрет воде



Прилог 7.2. Покрет воде



Прилог 7.3. Покрет воде-симулација



Прилог 7.4. Покрет воде-симулација

Скулптура Покрет воде је рађена у софтверу Realflo и Autodesk Maya програму. Наведена скулптура је симулација алгоритма течности. Процес рада се састоји од извора воде-течности или емитера коме је одређена крива векторска линија као путања којом се формира водени ток. Проток воде се контролише донекле параметрима који делују на водени млаз, одређујући силу, флуидност, количину и начин кретања, како масивношћу тако и водених капи. Феномен природних симулација у функцији скулптуре може имати потпуно самосталан концепт начина уметничког изражавања. Као што је већ напоменуто да постоје симулације деловања ветра, магнетизма итд. Вода - течност у одређеном моменту пролазности се може претворити у скулптуру. Сликвито речено узимањем дела потока којим вода тече се може претворити у форму, то јест, материјализовати као посебан моменат те симулације, налик тренутку претварања воде у лед. Ова скулптура је управо настала тако, с тим што је вишак капљица које су биле неповезане са формом обрисан, и тиме се добила целовитост облика - скулптура. Обрада брисања и изоловања капљица је изведена у софтверу Autodesk Maya. Сликвито речено издвојено је парче воденог млаза и претворено у чврст материјал.

Форма поседује органску игру која прати своје „природно“ порекло. Игра шупљина и перфорација је доминантна и утисак флуидности даје посебан карактер слободној форми. Асоцијација воде која је усмерена али уједно и дивља буди уметничку страст као метафора живота. Детаљи скулптуре се могу замислити као ерупција вулкана који избацује лаву и ослобађа се од свих земаљских веза, а првобитна слика овог скулптуралног призора поред поређења са водом, може се третирати као млаз лаве која се охладила у свом врхунцу покрета. Пример метаморфозе облика може се интерпретирати кроз разне процесе од промене температуре до хемијских реакција. Алгоритам течности – флуида је посебан уметнички израз јер је потпуно интуитиван и случајан и поред свих параметара контрола. Ликовни језик ове скулптуре има занимљив ритам маса. Осећа се склад целине и префорација. Облик ове форме је базиран на експерименту, али са тенденцијом да постане посебан уметнички израз.



## Скулптура Извирање форме



Прилог 8. Извирање форме



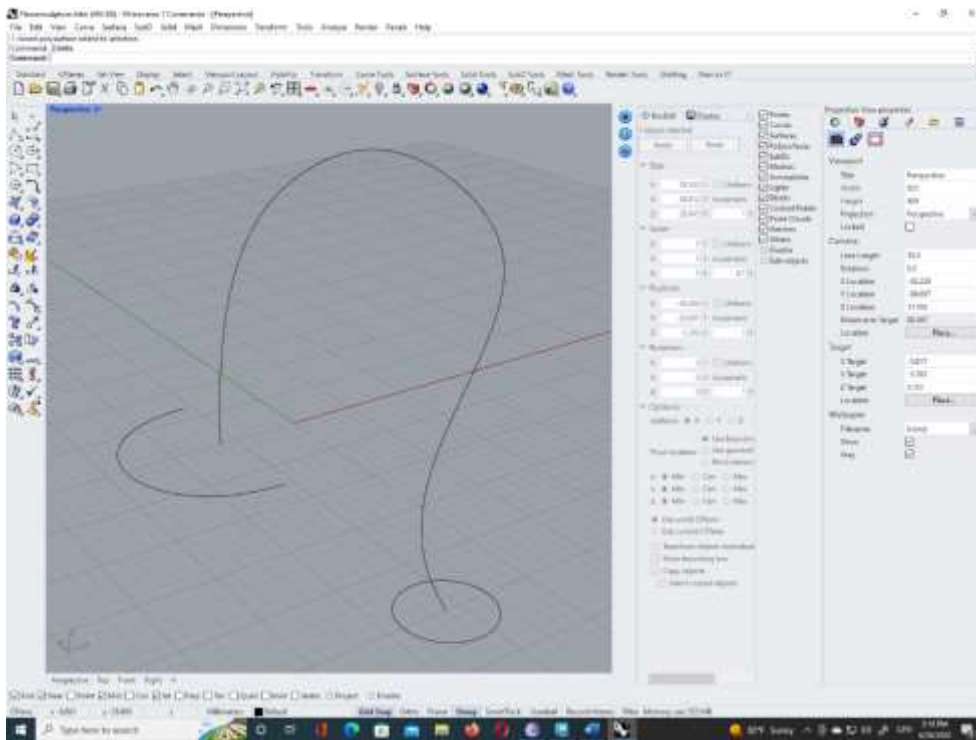
Прилог 8.1. Извирање форме



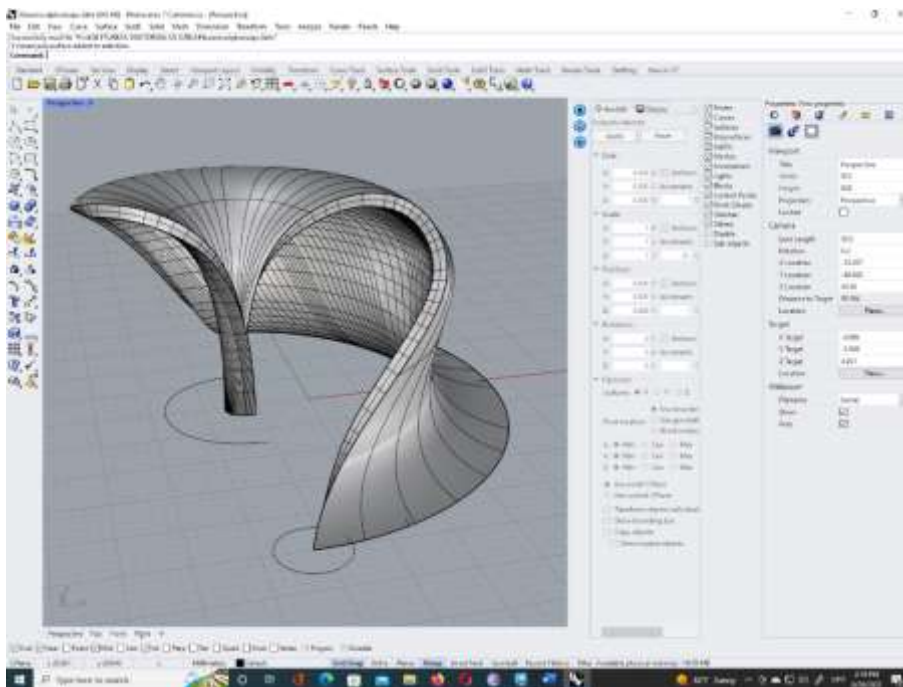
Прилог 8.2. Извирање форме



Прилог 8.3. Извирање форме



Прилог 8.4. Извирање форме



Прилог 8.5. Извирање форме

Скулптура Извирање форме је настала у програму Rhino 7. Начин моделовања овог 3D модела је комбинација три цртежа. У питању је круг који је центар скулптуре, крива линија из профила приближно цртана као латинично слово S и спољног великог полукруга. Сходно томе профилна линија је спроведена централно у круг, а оивичена великим полукругом, тако да је траг у те две кружне инстанце (мисли се на централни круг и спољни полукруг) формирао облик којим се та „S“крива кретала. Апстрактно говорећи круг и полукруг су шине којом се „S“крива кретала резултирајући дати 3D модел. Поред те комбинације цртежа и њиховог кретања форми је додата и дебљина. Скулптура Извирање форме је мотивисана извором воде који излази из одређеног центра и са горње стране наилази на баријеру која материјал расипа у приказани облик. Може се рећи да је сличан томе чест пример код одређене врсте фонтана. Ова скулптура представља природу кретања воде када наиђе на одређену препреку која додатно делује на њен ток. Утисак воде као живот који се рађа из центра и достиже свој врхунац, затим мења смер нежном путањом у раван, благо пада, опет мења ток и на крају суптилно се разлаже по подлози. Форму карактеришу сензибилне форме елегантно повијене и испреплетене, док су ивице оштре и хладне. У овој скулптури склад хладних и топлих површина је изведен из природе, као и сам покрет целине, која је у напетом полуротацији. Скулптура је покренута као вода кад тече, али не као бујица која дивља, већ на граници своје мирноће. Перфорација која се спонтано десила дочарава унутрашњост која из сваког угла изгледа другачија. Добија се утисак да кохезија шупљина је у дуалистичком супротном облику. Детаљ који се догађа у централном делу форме, од торзије прави наборе који скоро неприметно израђају и нестају.

## **Скулптуре спроведене у материјални простор технологијом 3D штампе**

У овом докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“, круна истраживања је материјализација дигиталног 3D модела

у стваран простор тј. физички облик. Технологија заступљена у овом истраживању је 3D штампа, али је начин израде скулптура аутентичан. Стога за разлику од филозофа и уметника који користе савремене технологије кроз фаворизацију „машине“ дајући јој већи значај од уметника и његове идеје, у овом проучавању општи став је да технологија 3D штампе и дигиталног моделовања има сврху алата, инструмента којим човек руководи. Када се посматра уникатност 3D штампане скулптуре може се рећи да иако се облик преводи из дигиталног простора, да стварни простор даје посебну поетику скулптуре. Дигитални облик, у стварност, кад се преводи, путем 3D штампе, може имати различите уметничке доживљаје зависно од подешености машине, времена које протиче током израде у посебним условима, па до трагова алата који могу бити разни, од скоро истрошених дизни до нових. Не постоји идентичан 3D штампани облик, сваки је уникат на изврстан начин.

Скулптура Муза је изведена у физички облик на 3D штампачу адитивном технологијом. Промер загрејане дизне 0.8mm (215<sup>0</sup>C) кроз коју је пролазила пластика и формирала облик наносећи слојеве дебљине 0,2mm. На подлози је примењен параметар brim, та опција се користи да би се оивичила скулптура у танком слоју, како би повећала површину базе јер услед промена температура пластика се може деформисати. Класичан пример деформације пластике при 3D штампи је да се ивица одлепи од подлоге и направи нежељени ефекат. Радна површина 3D штампача на коме је наведена скулптура штампана је 50x50x50cm. Скулптура Муза у стварности изведена делује несавршеније од 3D модела у дигиталном простору. Сходно томе ближе је уметничком доживљају традиционалне скулптуре. Скулптура као целина је ведрa, оптимистичка и инспиративна. Посматрајући форму могу се видети различите вредности на овој скулптури од ситних рупа где се пластика није сјединила него је ваздушаста, до потпуне кохезивности материјала. Ивице су оштре и хладне али се градијом сједињују са топлим масама скулптуре. У горњем делу скулптуре су бразде настале од потеза алата јер вибрација у доњем, масивнијем, делу скулптуре је

другачија него на већој висини где је вибрирање алата јаче. Скулптура у стварном материјалу је неприкосновена и као чињеница да постоји, а и кроз људску перцепцију, јер уметничка сцена се ипак највише ослања на традицију материјлног. Цртежи на скулптури Муза трепере у својој материјалној постојаности. Линије скулптуре провоцирају целовитост сагледавања. Дефиниција волумена указује на мистерију спознаје ове форме.



Прилог 9. Муза



Прилог 9.1. Муза



Прилог 9.2. Муза



Прилог 9.3. Муза



## Скулптура Дуга – портал са таласом

Скулптура Дуга – портал са таласом је штампана на 3D штампачу радне површине 50x50x50cm. Величина дизне кроз коју је пролазила пластика је промера 0,8mm, а температура топљења жице – филамента је 215<sup>0</sup>C.

Форма ове скулптуре је дефинисана кроз метаморфозу квадрата у основи и слободнијег цртежа, исто у основи, путањом лука. Може се приметити да скулптура представља преображај путем цртежа криве лучног облика. Форме где се материјал с једне тачке кроз ваздух, без физичке потпоре, спаја са другом тачком обично наспрамном се зову мостовање или bridge орција. Семантички гледано доживљај ове скулптуре је разнолик осећа се ведра нота хармоније и јединства, као два супротна света која се прожимају и мешају, је у потпуном складу. Потези дизне која је прошарала правећи минималне таласиће на форми делују као шаре драгог камена који је прожет својим пиодама. Када би се дубље ушло у апстраховање наведеног облика асоцијација би се проширила на симболе попут слова неког античког језика. На горњем делу скулптуре су трагови алата који су кружно затварали форму, док су остале стране облика попречне линије и благих таласања. Феноменолошки гледано 3D штампање гаји уметникову идеју и спроводи је на посебан начин. Човек смишља технологију несвесно и свесно као што се идеја на исти начин рађа. Технологија је само алат, јер је то човек измислио да би унапредио свој рад.

Инспирација скулптуре је ликовно решење са Дугу као небеску сензацију. Начин скулптуралног представљања феномена је кроз тракасте масе које својим ритмом трепере дочаравајући боје дуге кроз форму.



Прилог 10. Портал са таласом-Дуга



Прилог 10.1. Портал са таласом-Дуга



Прилог 10.2. Портал са таласом-Дуга



Прилог 10.3. Портал са таласом-Дуга

## Скулптура Хладни и топли спој

Скулптура Хладни и топли спој је 3D штампана на 3D штампачу радне површине 50x50x50cm. За разлику од раније наведених скулптура 3D штампана је модуларно, то јест оба модула одједном. То је било могуће зато што наведена скулптура је стабилног карактера што се тиче висине, јер као што смо већ раније напоменули на већој висини су јаче вибрације 3D штампача, па је пожељно скулптуре које имају већу висину од 40cm 3D штампати засебно. Пластика (филамент) је топљен на 215<sup>0</sup>C за дизну и подлога је загрејана на 60<sup>0</sup>C. Као што смо раније навели коришћена је брим опција за стабилност, а дебљина једног слоја 3D штампе 0,2mm.

Скулптура Хладни и топли спој је комбинација две форме чији карактер је пролаз (портал). Скулптура је замишљена да буде из два елемента, али на одвојеној дистанци, тако да буду две целине. Међутим, десила се интересантна игра као склоп два елемента, тако да спој делује јаче као целина. Комбинација коју ова скулптура има, посматрача а и уметника провоцира да покрене извесну игру овог споја. Концепт ове скулптуре је бесконачни ликовни опус односа ова два модула. Тешко је проценити изглед ове модуларне форме, јер се дешава семантички феномен ликовних вредности који указује на цео циклус који би се могао направити. Скулптура апстрактно речено је у дуалистичком маниру јер егзистира кроз два елемента. Метафора скулптуре се протеже од грађевина као што је Колосеум или амфитеатар, до симбола. Форма поседује мистичност археологије, али уједно се везује на архитектуру, као и модеран скулпторски концепт. Стога је приказ у овом докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“ мултиконцептуалан. У фото прилогу број 11 је представљена унутрашњост ове две форме које се преклапају и у перфорацијама као и целина са ротацијом модула. Из наведеног прилога може се схватити да постоји хијерархија односа где су модули у спреси. У приказу број 11.1. скулптура је у посебној визури где ликовни језик просто сија. Угао гледања приказује транспозицију естетике високе вредности где су форме сједињене на посебан начин.

Скулптура приказана у прилогу 11.1. буди доживљај и савремене грађевине, као што се може видети у модерним културним центрима. Таквим гледиштем ова скулптура остварује везу са архитектуром. Фотографија прилога 11.1. је богата ликовним вредностима сама за себе. Позадина је жива са меканим сенкама, а скулптура има јединствену игру светла и сенки. Иако је скулптура реалативно малих димензија (36x30cm) делује монументално као споменик, и као грађевински објекат. Оштре ивице доминирају као целина, док су перфорације подељене у хладну квадратну и топлу лучну.

Скулптура приказана у прилогу 11.2. има померене перфорације изван централног фокуса. Тиме се дешава утисак кретања ова два елемента, као прстенови који се ротирају један у другом. Метаморфоза модула води посматрача и шире од самог споја у ком се налази. Неретко уметник отвара своју перцепцију када облик провоцира својом игром.

У прилогу број 11.3. скулптура је постављена на класичан начин где је перфорација модула у визури централна. Може се дефинисати као дупли портал, који наводи посматрача да је смисао овог угла гледања, указивање на дуализам.



Прилог 11. Хладни и топли спој





Прилог 11.1. Хладни и топли спој



Прилог 11.2. Хладни и топли спој



Прилог 11.3. Хладни и топли спој

## Скулптура Тројка

Скулптура Тројка је 3D штампана на 3D штампачу радне површине 50x50x50cm. За штампање је коришћена дигна 0.8mm, загрејана на 215<sup>0</sup>C. Фасцинантно за ову скулптуру је симбол тројства, тако да то указује на извесну симболику. Тројство као инспирација је потекло од религије, породице и других значења истог. Хијерархијски гледано форма је рашчлањена, самим облицима, јер се састоји из три спојена елемента, али угао гледања се може поређати кроз различите вредности. Филозофија овог облика је да сваки елемент од којих се гради целина има свој карактер.

Најмасивнији део који је и најмање висине, обилује таласастом структуром, позитивне и негативне форме, са детаљем вијугавог, акцентованог канала. Овај елемент засебно гледан има најкомплекснију ликовну игру. Посматрање замишљеног, издвојеног дела, оставља утисак да може да егзистира самостално. Додатна два елемента овог споја су стилизовани у виду цилиндара који су засечени на различите начине. Нижи по висини елемент „цилиндар“ има засек на врху облика негативне полулопте, која је оставила траг као да је ту постојала. Највиши и најтањи „члан“ има усправну бразду негативног полукруга у виду трага цилиндра. Форма асоцира донекле на Бранкушијеве скулптуре у контексту односа ликовних вредности. Скулптура даље путује до тотема старих народа, јер феноменолошки гледано облик у људској заједници је био веома важан. Стога ова форма се може поредити са споменицима разних божанстава, да се везује за ритуале и молитве у нека прадавна времена. Данас се овакав облик третира као концептуална, модерна скулптура, и модел оваквог начина размишљања се иначе среће у релативно скоријем времену, али је стил који пркоси времену. Концепт оваквих облика који остају у људској генетици записани и живе у сваком прошлом, садашњем и будућем добу. С друге стране еволуција форме је безгранична и може се приметити у свему што нас окружује. Лепо је осећати форму кроз време, јер уметност је вечна. Скулптура Тројка у овом докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“ је материјализацијом, то јест 3D штампањем, на неки начин савремени тотем у новом технолошком аранжману.



Прилог 12. Тројка



Прилог 12.1. Тројка



Прилог 12.2. Тројка



Прилог 12.3. Тројка



## Скулптура Нежни пролаз

Скулптура Нежни пролаз је штампана на модификованом 3D штампачу радне површине 50x50x50cm. Температура дизне кроз коју се топила пластика је била 215<sup>0</sup>C, а подлоге 70<sup>0</sup>C. Ова форма је мотивисана игром портала, где је само од листастог облика који је извијен попут удаха који подиже грудни кош покренут стремећи ка горе. У центру облика је перфорација, која као да се истегла пратећи масу. Дебљина скулптуре која се види на страницама формира оштру, хладну површину, која као да има задатак да смири топлину општег облика. Основа у бази скулптуре је масивнија у својој лучној путањи, и доприноси стабилности форме, где се осећа да скулптура има добар баланс. Горњи део базе је ужи и може се рећи да тежи висини. Руб перфорације је искошен у горњем делу навише, а на бочним страницама косина иде ка спољашњости, лево и десно. Уметник кад проучава своје дело мора имати и теоријски преглед визуелног приказа скулптуре. То је битно због саме анализе форме и њеног ликовног језика. Инспирација за ову скулптуру произилази из архитектуре, симбола и уметничке игре у сваком смислу. Облик је феноменолошког карактера и често се помера, како у простору тако у људској перцепцији. Скулптура је вечност и од туда је фокус на портал, као симбол бесконачног трајања. У овом докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме – скулптура у простору“ је проучавање сваког аспекта скулптуре, као и код Нежног пролаза. Стога је битно да ову скулптуру погледамо кроз мноштво углова, њено дејство у простору, симболик, и игру светла и сенки.

Композиција скулптуре је компактна са простором и пропушта га кроз велику лучну шупљину . Светло на скулптуру пада с десне стране правећи ритам светлог и тамног тона. На појединим местима је белина акцентована, али са врло меканим прелазима у тамније тонове. Композиција је вертикална и може се третирати кроз троугао, тако да се ликовни елементи могу сложити пирамидално. Напето извијање форме наглашава

њену вертикалну тежњу, стога и светло прати ту криву извијености. Прошупљеност ове форме апсорбује простор, као и цело тело скулптуре. Општи утисак је савијање окружења као последица енергетског рефлектовања овог облика на простор.

Скулптура - Нежни пролаз је иницијација самог почетка њеног настанка. Овим проучавањем се дешава само рађање скулптуре. Време, социјални и уметнички аспект који се паралелно дешава у простору и људској свести ће несумњиво сведочити о вредности овог уметничког дела.



Прилог 13. Нежни пролаз



Прилог 13.1. Нежни пролаз



Прилог 13.2. Нежни пролаз



Прилог 13.3. Нежни пролаз

## Скулптура Отварање

Скулптура Отварање је материјализована путем 3D штампача радне површине 50x50x50cm. Загрејаност дизне приликом штампања је била 215<sup>0</sup>С, а температура подлоге 70<sup>0</sup>С. Наведена форма има карактер разних елемената ликовности, хладна површина се везује за базе скулптуре, док је топла форма у кружном хоризонталном кретању скулптуре. Равнотежа маса на скулптури је асиметрична, тако што је горњи део повијен на једну страну, али ипак поштујући саму статику облика. Цртеж који оивичава горњу базу је налик чистоћи логотипа, самим тим је део конструкције јер се транспонује кроз облик, тако да није исти у сваком пресеку форме. У делу скулптуре где је форма отворена целом дужином, прожета је таласима форме, који су изведени из самог цртежа база. Кроз центар облика је шупљина која моделује скулптуру из језгра. Надахнуће за ову скулптуру је органски облик који се може наћи у природи код биљака који почињу да цветају, попут отварања пупољка. Мотив се може наћи код гусенице из које настаје лептир. Апстрактно гледано симбиоза наизглед механичког цртежа и његове трансформације су поетика ове скулптуре.

Композиција ове форме је у закривљењу, са ликовним елементима чији је ритам у оквиру хоризонталног омотача. Скулптура је пуне масе, са шупљином која се налази дуж њеног центра, а последично је перфорирана и на другим местима дуж саме форме. У горњем делу скулптуре шупљина почиње кружним обликом, док ка доњем пределу форме се мења. Сликвито речено скулптура се цепа са једне стране али не насилно него баш као отварање пупољка, одишући спонтаношћу. Централни део скулптуре је у тамним тоновима који се протежу од илузије прозрочности до пуног волумена. Кретање форме је кружно по хоризонтали и вертикално путем криве. Ликовни елементи у виду таласа круже омотачем скулптуре, иако прекинути у свом току оптички су повезани. Код топлих форми светло наглашава волумен. На таласастом делу скулптуре, белине су акцентоване. Скулптура Отварање је инспирисана природом и подсећа да је треба неговати као и њено природно порекло.



Прилог 14. Отварање



Прилог 14.1. Отварање





Прилог 14.2. Отварање

## Скулптура Покрет воде

Скулптура Покрет воде је штампана на 3D штампачу радне површине 50x50x50cm. Температура дизне топљења материјала 215<sup>0</sup>C. Скулптура је настала на специфичан начин, у питању је била симулација течности одређена смером замишљене путање. Интересантан феномен се десио, а то је да приликом 3D штампе статика форме је остала целовита. И поред неправилних углова и танких маса које су се десиле приликом 3D штампе скулптура је формирана без икаквих проблема. Стога се може тврдити да је експеримент оваквог скулпторског третмана у потпуности задовољио и естетику верног приказа, као и техничку изведбу исте. Смисао ове огледне скулптуре је првенствено битан као уметнички допринос, јер је алгоритамска скулптура, симулованих форми технолошки прилично неистражен.

Композиција простора и скулптуре Покрет воде је избалансирана баш као и водоскок у урбаним и руралним срединама. Маса је кохезистентна са градијацијом перфорираних делова који су при доњем делу скулптуре згуснути, а како се форма уздиже бивају ређи и осипају се. Скулптура је жива као форма и њена прошупљеност има логике јер цело облик као да је у благом кључању. Улога простора је битна јер прожима контуре форме дајући јој један неочекивани ритам самог њеног оивичења, а последично органски карактер. Однос светла и сенке је адаптиван. Волумен скулптуре је наглашен целом вертикалом скулптуре. Стога се може чак и осетити треперавост течних маса, скоро да се рефлексивност може наслутити. Млаз воде као експресија у скулптури може сугерисати на нетакнуту и дивљу природу. Универзалност течности је у томе што може да промени својства, агрегатна стања, чак и хемијских реакција у одређеним околностима. Стога је течност синоним за стварање живота. Други феноменолошки пример флуида је што се прилагођава облику који испуњава. Скулптура Покрет воде представља још једну несвакидашњу сензацију, а то је да се путем дигиталне симулације и 3D штампе материјализује у пластику и другим материјалима. Течност је феноменолошка материја у сваком погледу, али најбитнија чињеница која нема

директне везе са овом скулптуром али има принципијално са стваралаштвом, а то је да сваки плод првенствено везан за природу не може да опстане без воде.



Прилог 15. Покрет воде



Прилог 15.1. Покрет воде



Прилог 15.2. Покрет воде



Прилог 15.3. Покрет воде

## Скулптура Извирање форме

Скулптура Извирање форме је изведена техником 3D штампе, где је температура дизне кроз кроју пролази пластика 215<sup>0</sup>С, а температура подлоге на којој се 3D штампала 70<sup>0</sup>С. 3D штампач на коме је изведено је радне површине 50x50x50cm. Скулптура Извирање форме је настала као инспирација изворишта који израња из центра, затим се пење у висину и градацијски прелива ка подлози на којој се даље распростире. Симбиоза простора и овог облика је одређена тако што простор улази у скулптуру и формира кружни тунел који је уједно језгро скулптуре. Унутрашњост скулптуре, као и спољашњост има кружни покрет и дешава се напета динамика тог тока. Цела форма је у нежним преливима и делује као да је ток благ и спонтан. Стога се може осетити чак и брзина кретања масе. Светло је распрострањено по облику и посебно наглашава пречишћен волумен. Ритам светла и сенке је доминантан како у спољашњости тако и у унутрашњости облика. Други назив ове скулптуре би могао бити извориште. Маса скулптуре је хармонична и мирна. Извесна метафора која се крије у овој форми је облик спирале. Покрет скулптуре је исказан несвакидашњом ротацијом, тако да се види динамика у том заокрету. Оштре ивице по ободу скулптуре расхлађују топао овалан облик који доминира. На основу овог модела третмана форме може се покренути интересантна игра ликовних вредности. Из појединих углова се чак може гледати као драперија или огртач који се бацају око центра извирања масе. Асоцијација форме може да се деси и као сценографија за перформанс - музички догађај, овај облик може бити специјална бина за представе и модне ревије, као што може бити архитектонска грађевина, попут оних које би одређене архитекте изводиле. Скулптура се може посматрати као монументални спектакл, који одговара и галеријском простору. Када се помене природа, форма асоцира на поједине печурке које се могу видети у шумским пределима. Облик се може доживети у сваком сегменту онога што је познато, и велико је питање где је граница између маште и перцепције. Скулптура се заносно формом бацајује у круг, скоро као плесачица која изводи исти

покрет са својом хаљином. Анализа форме, и у дескриптивном и у компаративном смислу мора маштовито ићи даље у доживљај и асоцијацију.



Прилог 16. Извирање форме-извориште





Прилог 16.1. Извирање форме-извориште



Прилог 16.2. Извирање форме-извориште

## 8 Закључак

У овом докторско уметничком пројекту „Нове технологије обликовања формескулптура у простору“, може се увидети да доминира колективна мисао о кретању уметничких савремених токова. Синхронизитет идеја је масован. Логички ток размишљања је услед индустријске револуције, појавом сито штампе и фотографије сам по себи спознајан о следу догађаја који спајају уметност и технологију. Последица је информативна прогресија, где на онову мањег узорка се добија неупоредиво већа количина података. Аналогно томе исти принцип се може видети код примењених уметности где се перцепција додатно отвара за нова поља деловања. Уметност је жива, стога се може закључити да емитује и прима разне утицаје, како би се обликовала и била обликована. Оно што је добро за докторски уметнички пројекат је аутентичност, јер уметнички истраживачки рад има јединствену форму, технологију, рукопис и поетику аутора. Следствено томе се може закључити да је уникатан. Технолошки напредак мора бити конструктиван, не деструктиван, зато је битно да колективна свест буде позитивна у складу са духовношћу и етиком, како би се технологија користила за свеопшти бољитак. Границе стваралаштва не постоје, сама реч стваралаштва, подразумева да човечанство не сме бити обмануто лажним стваралаштвом то јест деструкцијом. Нове технологије обликовања форме којим се бави докторско уметнички пројекат су у почетној фази развоја. Простор проучавања је огроман у сваком погледу, и константно се шири. Закључна мисао је да сваки допринос и откриће на тему уметничког истраживачког рада је потреба цивилизације, како би напредовала и померала границе кретивности и естетике појединца, а следствено томе и друштва.

## 9 Библиографија и вебографија

- Bense, Max. [https://monoskop.org/Max\\_Bense](https://monoskop.org/Max_Bense). . 8 may 2022.  
<[https://monoskop.org/Max\\_Bense](https://monoskop.org/Max_Bense)>.
- Cavallo, Christian. *All About Fused Deposition Modeling*. . 3 july 2022.  
<<https://www.thomasnet.com/articles/custom-manufacturing-fabricating/fused-deposition-modeling-3d-printing/>>.
- formlabs. *Guide to 3D Printing Materials: Types, Applications, and Properties*. . 9 may 2022.  
<<https://formlabs.com/blog/3d-printing-materials/>>.
- Gaëtan Robillard, PhD student. „A Vision without a Sight: From Max Bense's Theory to the Dialectic of Programmed Images,“ Paris: XXII Generative Art Conference, 2019. print.
- Kawano, Hiroshi. *compart*. . website. 5 may 2022. <<http://dada.compart-bremen.de/item/agent/234>>.
- Lev, Manovich. „Poetics of augmented reality.“ *Research Article (2002-2005)*: pp 13.
- Lovejoy, Margot. „Digital Currents: Art in the Electronic Age.“ .: 36-38.
- Pierce, Charls Sanders. *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. . website. 1 july 2022.  
<<https://plato.stanford.edu/entries/peirce-semiotics/>>.
- Sutherland, Ivan. <https://www.britannica.com>. . 18 may 2022.  
<<https://www.britannica.com/biography/Ivan-Sutherland>>.
- Šuvaković, Otvoreni kurs #FMK: Digitalne revolucije prof. dr Miško. *Otvoreni kurs #FMK: Digitalne revolucije*. 2019. 4 may 2022. <<https://www.youtube.com/watch?v=2MKjpNXf6XU>>.
- William, Vaughan. *Digital Art History A Subject in Transition Computers and the History of Art Volume One*. T. 1. Intellect Books pp 3,4, 2005.
- Bense Max, *Estetika*, Otokar Keršovani, Rijeka, 1978.
- Bazin Germain, *The History of World Sculpture*, Smeets Offset, Weert, Holland, 1968.
- Vazari Đorđo, *Životi slavnih slikara vajara i Arhitekata*, Libretto, Beograd, 2000.
- Wenhe Liao, Hao Liu, Tao Li, *Subdivision Surface Modeling Technology*, Springer, Singapore, 2017.

- Gallier Jean, *Curves and Surfaces in Geometric Modeling, Theory & Algorithms*, [Burlington, Massachusetts](#), 1999.
- Goertzel Ben Pennachin, *Artificial; general intelligence*, Cassio AGIRI – Artificial General Intelligence Research Institute, Rockville, USA, 2007.
- Grau Oliver, *Virtuelna umetnost*, prev. K. Todorović, Clio, Beograd, 2008.
- Dreher Thomas, *History of Computer Art*, published on IASLonline Lessons/Lektionen in NetArt, 2014.
- Ebert S. David. and F. K. Musgrave, *Texturing and Modeling - A Procedural Approach*, Elsevier Inc, 1994.
- Joe Warren, Henrik Weimer, *Subdivision methods for geometric design - a constructive approach*, Morgan Kaufmann, [Burlington, Massachusetts](#) 2001.
- Kundert-Gibbs John, Lee Peter, Derakhshani Dariush, Kunzendorf Eric, *Maya 5.0 - Bez tajni*, Kompjuter Biblioteka, Čačak, 2004.
- Markus Gross, Hanspeter Pfister, *Point-based graphics*, Morgan Kaufmann, [Burlington, Massachusetts](#) 2007.
- Peić Matko, *Pristup likovnom djelu*, Školska knjiga, Zagreb, 1979.
- Pers Sanders Čarls, *Pragmatizam*, I.P. „GRAFOS“, Beograd, 1984.
- Pers Sanders Čarls, *Izabrani spisi*, Beogradsko izdavačko-grafički zavod, Beograd, 1993.
- Robinson Morgan, Stein Nathaniel, *Maya 8 vizuelni brzi vodič*, Kompjuter biblioteka, Beograd, 2007.
- Tomberg Fridrih, *Mimeza prakse i apstraktna umetost*, Univerzitet umetnosti, Beograd, 1979.
- Hannula Mika, Suoranta Juha, Vaden Terre, *Artistic research methodology*, Peter Lang, Finland, 2005

Hoffmann M. Christoph, *Geometric and solid modeling*, Morgan Kaufmann, [Burlington, Massachusetts](#), 1989.

Šuvaković, Miško, *Pojmovnik teorije umetnosti*, Orion Art, Beograd, 2019.

Одређена стручна терминологија која је коришћена у докторско-уметничком пројекту „Нове технологије обликовања форме - скулптура у простору“ нема адекватну транскрипцију са енглеског на српски језик.