

# Izrada low-poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu

---

**Kelemen, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:065989>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 684/MM/2020**

**Izrada low poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu**

**Luka Kelemen, 2276/336**

Varaždin, rujan 2020. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za Multimediju, oblikovanje i primjenu

Završni rad br. 684/MM/2020

## Izrada low poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu

### Student

Luka Kelemen, 2276/336

### Mentor

doc.dr.sc. Andrija Bernik

Varaždin, rujan 2020. godine



## **Sažetak**

U ovom završnom radu opisuje se proces izrade low poly 3D modela tenka T-90 sa PBR teksturama.

U teoretskom će dijelu završnog rada biti opisana sva stručna terminologija, programi u kojima je 3D model izrađen i teksturiran te alati i modifikatori potrebni za izradu 3D modela.

Praktični dio završnog rada opisivat će izradu high poly modela, preobrazbu modela iz high poly u low poly, izradu i primjenjivanje tekstura i na kraju render gotovog 3D modela.

**Ključne riječi:** 3D modeliranje, Blender, teksturiranje, T-90 tenk

## **Abstract**

This paper describes the process of creating a low poly 3D model of T-90 tank with PBR textures.

Theoretical part of this paper deals with technical terminology, software used to create and texture the 3D model as well as tools and modifiers required for creating the 3D model.

Practical part of the paper describes the process of creating a high poly model, turning a high poly model into a low poly model, process of creating and applying the textures and finally rendering the final 3D model.

**Keywords:** 3D modeling, Blender, texturing, T-90 tank

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za multimediju

STUDIJ preddiplomski stručni studij Multimedija, oblikovanje i primjena

PRISTUPNIK Luka Kelemen

MATIČNI BROJ 2276/336

DATUM 15.6.2020.

KOLEGIJ 3D modeliranje

NASLOV RADA Izrada low-poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Creating a low-poly PBR model of T-90 tank in Blender

MENTOR doc.dr.sc. Andrija Bernik

ZVANJE Docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. mr.sc. Dragan Matković, v. pred. - predsjednik

2. pred. Nikolina Bolčević Horvatić, dipl.ing. - član

3. doc.dr.sc. Andrija Bernik - mentor

4. doc.art. Robert Geček - zamjenski član

5. \_\_\_\_\_

VŽKC

MMI

## Zadatak završnog rada

BROJ 684/MM/2020

OPIS

Cilj ovog završnog rada je predstaviti program u kojem će se modelirati, teksturirati i renderirati; izrada low-poly PBR modela T-90 tenka, opisati za što služe low-poly modeli i što je PBR.

U radu je potrebno:

- opisati 3D program - Blender
- opisati za što se služe low-poly modeli
- opisati što je PBR (physically based rendering)
- izraditi 3D model tenka T-90
- teksturirati model tenka T-90
- renderirati 5 kadrova finalne kompozicije

ZADATAK URUČEN

02.09.2020.



POTPIS MENTORA

Bernik



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Luka Kelemen (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom kravala low poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Luka Kelemen (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom kravala low poly PBR modela T-90 tenka u Blenderu (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

## Popis korištenih kratica

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>3D</b>        | Trodimenzionalno  |
| <b>2D</b>        | Dvodimenzionalno  |
| <b>High poly</b> | High polygon count<br>Visok broj poligona                   |
| <b>Low poly</b>  | Low polygon count<br>Nizak broj poligona                    |
| <b>PBR</b>       | Physically based rendering<br>Renderiranje na fizičkoj bazi |

# Sadržaj

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Uvod .....                             | 1  |
| 2.     | 3D modeliranje .....                   | 2  |
| 2.1.   | Vrste modeliranja .....                | 2  |
| 2.1.1. | <i>Poligonalno modeliranje</i> .....   | 2  |
| 2.1.2. | <i>NURBS modeliranje</i> .....         | 2  |
| 2.1.3. | <i>Subdivizijsko modeliranje</i> ..... | 3  |
| 2.2.   | Broj poligona .....                    | 3  |
| 2.2.1. | <i>High poly modeli</i> .....          | 3  |
| 2.2.2. | <i>Low poly</i> .....                  | 4  |
| 3.     | Teksturiranje .....                    | 5  |
| 3.1.   | PBR teksture .....                     | 5  |
| 3.1.1. | <i>Specular tijekom rada</i> .....     | 6  |
| 3.1.2. | <i>Metalness tijekom rada</i> .....    | 7  |
| 3.1.3. | <i>Mape u oba tijeka rada</i> .....    | 7  |
| 4.     | Blender .....                          | 9  |
| 4.1.   | Korisničko sučelje .....               | 9  |
| 4.2.   | Geometrija .....                       | 10 |
| 4.3.   | Alati i modifikatori .....             | 11 |
| 5.     | Mixer .....                            | 16 |
| 5.1.   | Korisničko sučelje .....               | 16 |
| 5.2.   | Materijali .....                       | 17 |
| 6.     | Praktični dio .....                    | 19 |
| 6.1.   | Izrada high poly modela .....          | 20 |
| 6.1.1. | <i>Kupola</i> .....                    | 20 |
| 6.1.2. | <i>Baza</i> .....                      | 24 |
| 6.1.3. | <i>Bočne strane</i> .....              | 26 |
| 6.1.4. | <i>Kotači i gusjenice</i> .....        | 29 |
| 6.2.   | Izrada low poly modela .....           | 34 |
| 6.3.   | Teksturiranje modela .....             | 37 |
| 6.4.   | Renderiranje modela .....              | 42 |
| 7.     | Zaključak .....                        | 45 |
|        | Literatura .....                       | 46 |
|        | Popis slika .....                      | 47 |

# 1. Uvod

3D modeliranje je u zadnjih nekoliko desetljeća uvelike napredovalo. 3D modele možemo vidjeti u većini digitalnih medija, u filmovima, video igrama, konceptualnim radovima, a u zadnjih nekoliko godina možemo čak vidjeti i 3D modele izrađene u programu isprintane u pravom životu.

Primarni cilj ovog rada je prikazi proces izrade kompleksnog 3D modela T-90 tenka sa minimalnim brojem poligona (low poly) u vrlo popularnom besplatnom programu Blender te izrade PBR tekstura za isti model u također besplatnom, vrlo jednostavnom i učinkovitom programu Mixer. Izrađeni 3D model se zbog malog broja poligona i realističnih tekstura koje reagiraju na svjetlo i okoliš u koji je model postavljen kasnije može implementirati u video igre, koristiti u konceptualnim radovima i animacijama.

U radu će se također opisivati navedeni programi korišteni za izradu modela i tekstura, pojasniti kako 3D modeli uopće nastaju te metode izrade istih. Isto tako će se opisivati što su texture, što se podrazumijeva pod PBR teksturama i kako se one izrađuju.

## 2. 3D modeliranje

3D modeliranje se definira kao proces izrade matematičke reprezentacije trodimenzionalnog objekta. Rezultat toga je ono što se u industriji zove 3D model ili 3D mesh(mreža). 3D modeli se mogu izraditi ručno ili automatski. Najčešći izvori 3D modela su oni napravljeni od strane umjetnika koji se koristi nekim od 3D programa. Automatski izrađeni 3D modeli su objekti skrenirani u pravom životu korištenjem posebne opreme i preneseni u 3D program.

3D modeli se koriste u raznim disciplinama kao što su video igre, filmovi, arhitektura, inženjerstvo, komercijalno oglašavanje, itd. [1][2]

### 2.1. Vrste modeliranja

#### 2.1.1. Poligonalno modeliranje

Poligonalno modeliranje je najstarija metoda kreiranja 3D modela. Kod poligonalnog modeliranja se koriste točke, bridovi i stranice gdje skup povezanih stranica, odnosno poligona čine neki 3D model. Poligoni se mogu sastojati od tri točke (tris), četiri točke (quads) ili više od četiri točaka (n-gon). Trisovi se koriste u game enginima pošto su najjednostavniji pa ih računalo najlakše čita. Većina 3D umjetnika preferira koristiti quadove, pošto su najurednije posloženi na modelu, a game engine iz quadsa automatski stvara trisove. N-gonovi su priča za sebe. Neki ih striktno izbjegavaju, ali imaju i oni svoje pozitivne strane. Izbjegavaju se pošto se kod teksturiranja mogu događati problemi sa sjenama, ali ukoliko je n-gon složen planarno (da su sve točke u istoj ravnini), sa njime neće biti nikakvih problema.[1][2][3]

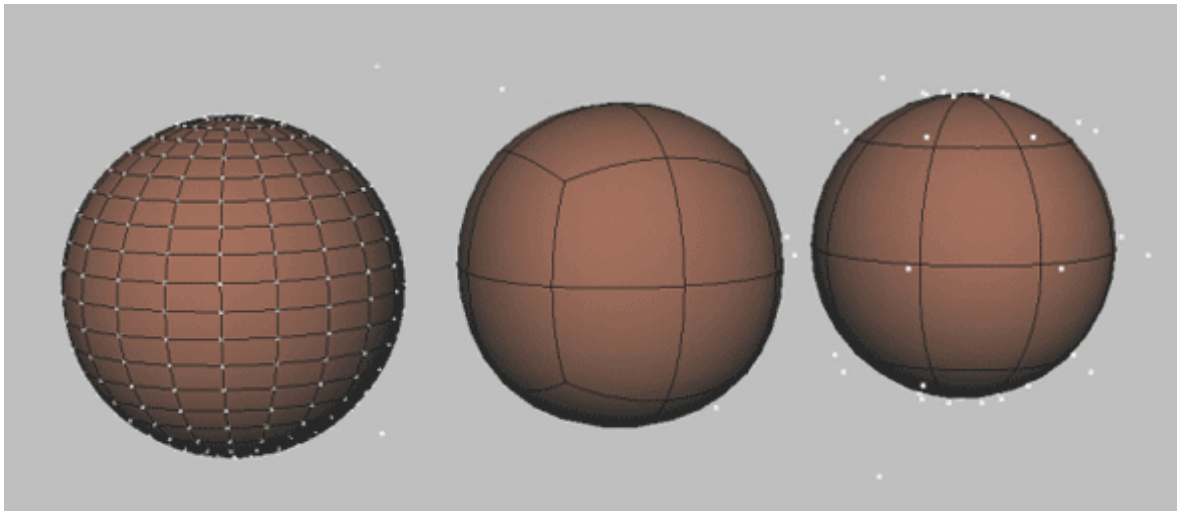
#### 2.1.2. NURBS modeliranje

Još jedna metoda modeliranja je korištenje NURBS-a (eng non-uniform rational Bezier splines). U ranim danima 3D modeliranja, procesori nisu mogli podnijeti velik broj poligona, a poligoni su imali rubove i ako se htjelo uštediti broju poligona, rubovi su trebali biti oštri pa su modeli izgledali umjetno. Umjetnici su htjeli da im rubovi izgledaju glatko kako bi se mogli stvarati organski modeli. NURBS-i su specijalizirane krivulje koje se mogu spajati kako bi se stvarale mreže koje se zovu NURBS površine koje čine neki model. [1][2]

### 2.1.3. Subdivizijsko modeliranje

Zadnja vrsta 3D modeliranja je subdivizijsko modeliranje, koje je kombinacija poligona i NURBS-a. Subdivizijski modeli napravljeni su od poligona, ali NURBS-i zaglađuju kutove između triju točaka pa se zato dobija model sa puno poligona, ali zaobljen za što bolju kvalitetu.

[1][2]



*Slika 2.1 Tehnike modeliranja*

## 2.2. Broj poligona

### 2.2.1. High poly modeli

High poly modeli, dakle modeli sa visokim brojem poligona sadržavaju sve detalje. Takvim je modelima teško upravljati pošto imaju vrlo visok broj poligona i točaka. Najčešće se dobivaju subdivizijom ili skulpturiranjem. High poly modeli se koriste u filmovima, reklamama i svim ostalim medijima kojima je primarni fokus izbaciti predivne rendere i nije bitno koliko dugo će ti renderi trajati, dakle high poly modeli se ne mogu koristiti u video igrama.[10]

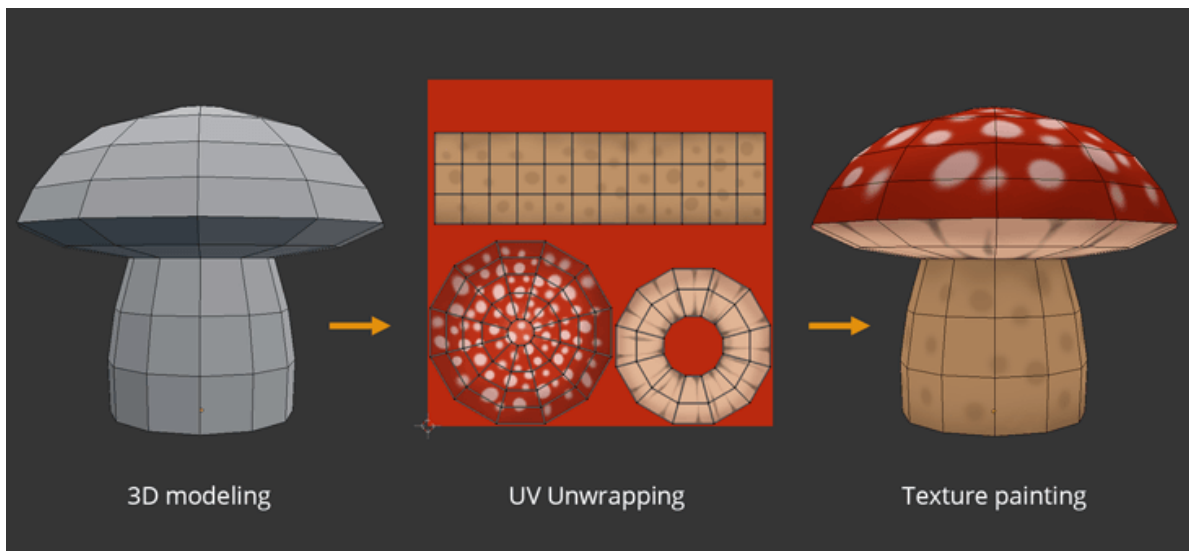
### **2.2.2. Low poly**

Low poly modeli su modeli koji sadrže najmanji mogući broj poligona, a da ne izgube esenciju modela, dakle da low poly model izgleda što sličnije high poly modelu. Svrha low poly modela je da se ubacuju u game engine kako bi ih računalo što lakše čitalo u stvarnom vremenu.

[10]

### 3. Teksturiranje

Kako bi se promijenio izgled 3D modela, potrebno mu je pridodati teksture te ih primijeniti na model. Teksture određuju kako će model izgledati, kako će reagirati na svjetlost i na okolinu. Za teksturiranje modela postoji nekoliko načina, neki od njih su dodavanje ili izrađivanje gotove teksture i namještanja postavka materijala u programu. Za dobro teksturiranje poželjno je koristiti posebne programe za izradu i obradu istih, kao što su Mixer od tvrtke Quixel i Substance Painter od tvrtke Adobe. Kako bi se teksture mogle primijeniti na model, potrebno je prvo odmotati 3D model. Odmotavanje modela je proces prikazivanja 3D modela u 2D prostoru. Taj korak je obavezan pošto su sve teksture koje izradimo 2D slike pa su im potrebna uputstva kako bi se primijenile na model. [5][6][7]



*Slika 3.1 Proces dodavanja teksture na model*

#### 3.1. PBR teksture

PBR(eng. Physically based rendering) teksture igraju veliku ulogu u modernoj grafici, osobito u video igrama kako bi se postigao realizam. PBR teksture se koriste kako bi se postigla simulacija bilo kojeg postojećeg materijala ili kombinacije postojećih materijala te da realistično reagiraju na svjetlo i okoliš oko modela sa PBR teksturama. Postoje dva tijeka rada, metalness tijekom rada i specular tijekom rada. Razlog postojanja dva tijeka rada je zato što neki programi ne podržavaju oba.[5][6]



## WORKFLOW COMPATIBILITY CHART

| 3D APPLICATION                                     | SPECULAR | METALNESS                               |
|--|----------|---|
| 3dsmax – Art Renderer (Physical Material)          | ✓        | ✓                                       |
| Cinema 4D – Standard & Physical Renderers          | ✓        | ✗                                       |
| Blender – Cycles Renderer (Principled BSDF Shader) | ✓        | ✓                                       |
| Modo – Standard Renderer                           | ✓        | ✗                                       |
| Marmoset Toolbag                                   | ✓        | ✓                                       |
| Keyshot  | ✓        | ✗                                       |
| Vray (Plugin)                                      | ✓        | ✗                                       |
| Corona (Plugin)                                    | ✓        | ✗                                       |
| Arnold (Plugin)                                    | ✓        | ✓                                       |
| Octane Standalone                                  | ✓        | ✓ Only with a special PBR Shader Import |
| Octane (Plugin)                                    | ✓        | ✗                                       |
| Redshift (Plugin)                                  | ✓        | ✓                                       |
| Mental Ray (Plugin)                                | ✓        | ✗                                       |

Slika 3.2 Kompatibilnost tijekom rada u raznim programima

### 3.1.1. Specular tijekom rada

#### Specular mapa (spekularnost)

Specular mapa određuje boju spekularnog odraza, obično je bijela za nemetale, a za reflektivne metale je to boja koju vidimo, npr. smeđe-crvena za broncu.[6]

#### Glossiness mapa (sjajnost)

Glossiness mapa određuje količinu sjajnosti, odnosno najsvjetlije točke na materijalu koje proizvodi odraz svjetlosti. Bijela boja na toj mapi daje totalnu sjajnost dok crna boja daje mat materijal. [6]

### **3.1.2. Metalness tijekom rada**

#### **Metallic mapa (metalničnost)**

Metallic mapa je crne ili bijele boje, no nekad može biti kombinacija. Razlog toga je što je materijal ili metalan ili nije, ne postoji prostor između, ali neki materijali, npr. obojani metal sa oštećenom bojom gdje izvire metal ima kombinaciju crne i bijele boje. [6]

#### **Roughness mapa (hrapavost)**

Roughness mapa određuje razinu hrapavosti materijala i crno bijele je boje. Većina materijala nije niti crna niti bijela, već se nalazi negdje između hrapavosti i nehrapavosti pa će biti sive boje. [6]

### **3.1.3. Mape u oba tijeka rada**

#### **Color mapa (boja)**

Color mapa određuje koje boje se koriste na materijalu, ova mapa mora biti čista, bez utjecaja svjetla i sjene. Kod metalness tijekom rada to je obična mapa boje, a kod specular tijekom rada to se naziva diffuse mapa koja je kombinacija mape boje i mape ambijentne okluzije. [6]

#### **Normal mapa**

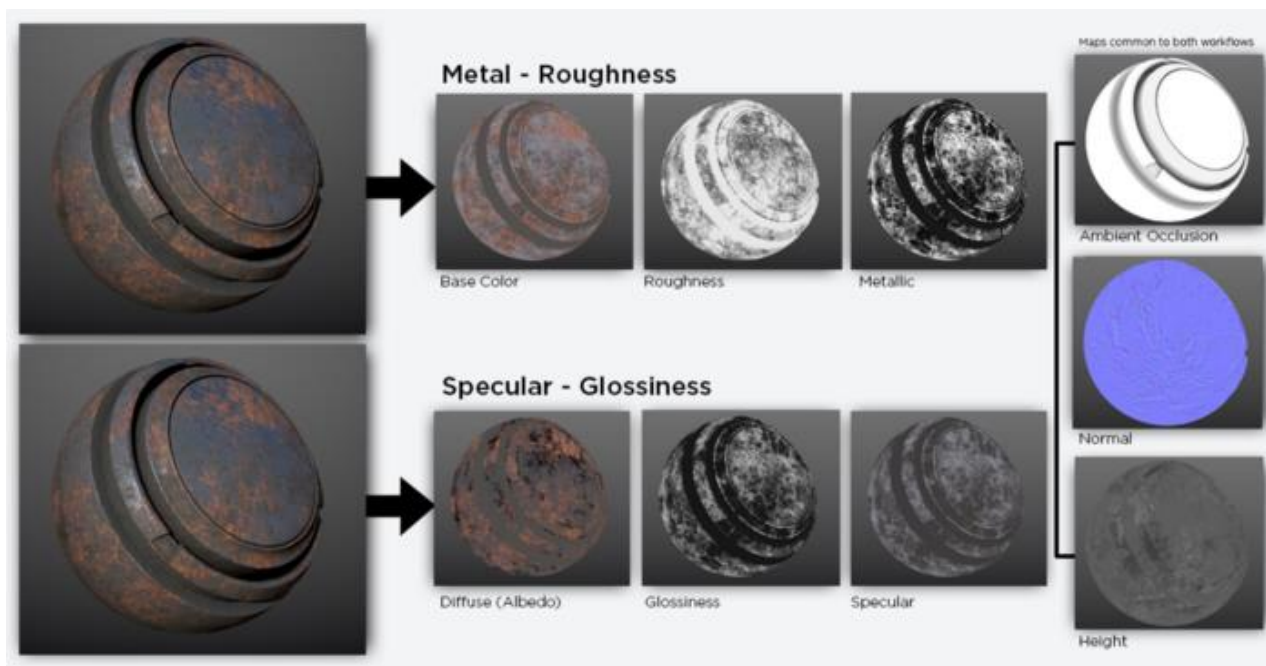
Normal mapa prikazuje detalje koji se nalaze na modelu i sadrži kombinacije nijansi ljubičaste, zelene i plave boje koje program čita kao udubine. [6]

#### **Height mapa (visine)**

Height mapa određuje izbočine na modelu i crno bijele je boje gdje su bijeli dijelovi izbočine, a crni udubine. [6]

## Ambient Occlusion mapa (ambijentna okluzija)

Ambijent Occlusion mapa je crno bijela mapa koja sadrži podatke o svjetlosti, koristi se kako bi se dodale dodatne sjene u udubinama gdje bi se sjene obično nalazile. [6]

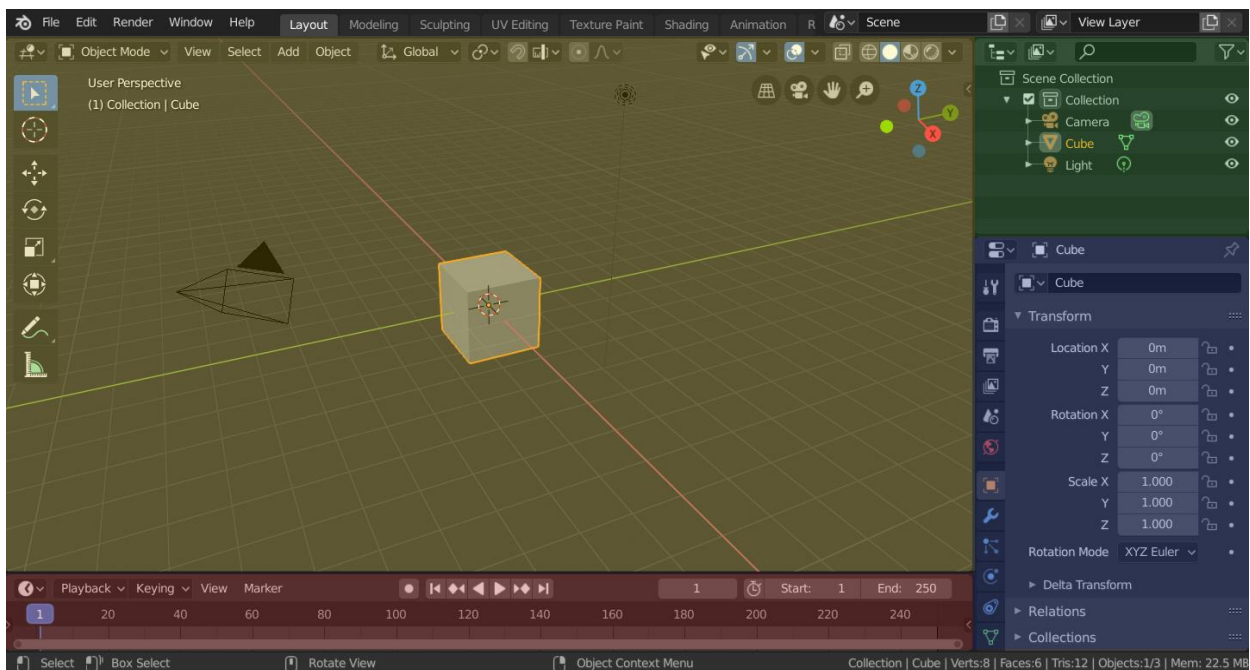


Slika 3.3 Mape korištene u oba tijeka rada

## 4. Blender

Blender je besplatni program otvorenog koda koji služi za 3D modeliranje, animiranje, skulpturiranje, editiranje videa i mnoge druge stvari. Originalno je bio stvoren kao animacijski paket za Nizozemski animacijski studio NeoGeo. Kasnije je tvrtka NotANumber bankrotirala pa je Blenderova zajednica sakupila određenu svotu novca kako bi se objavio Blenderov izvorni kod. Blender danas koriste mnogi animacijski studiji, razvijajući video igre, umjetnici i mnogi drugi. Program je korišten za izradu raznih dugometražnih i kratkometražnih filmova i video igra. Do danas je izdano oko desetak filmova napravljenih u Blenderu. Neki od nedavno izdanih su: *Coffee Run* (2020.), *Spring* (2019.), *Hero* (2018.).[3][4][8]

### 4.1. Korisničko sučelje



Slika 4.1 Korisničko sučelje Blendera

Korisničko sučelje Blendera vrlo je jednostavno. Žutom bojom je označen prostor u kojem se vidi izgled modela (Viewport). Zelenom bojom je označen Outliner, u njemu se manipulira kolekcijama u koje se ubacuju objekti u svrhu organizacije i preglednost. Plavom bojom označen je prozor sa svojstvima označenog objekta. Crvenom bojom označena je vremenska crta potrebna za animaciju objekta.[11]

## 4.2. Geometrija

Osnovni elementi za manipulaciju u Blenderu, kao i u ostalim 3D programima su točke, bridovi i stranice koje čine neki 3D model.

**Točka** je element modela koji se nalazi u 3D prostoru i određen je X, Y i Z osima.

**Brid** je element modela koji povezuje dvije točke.

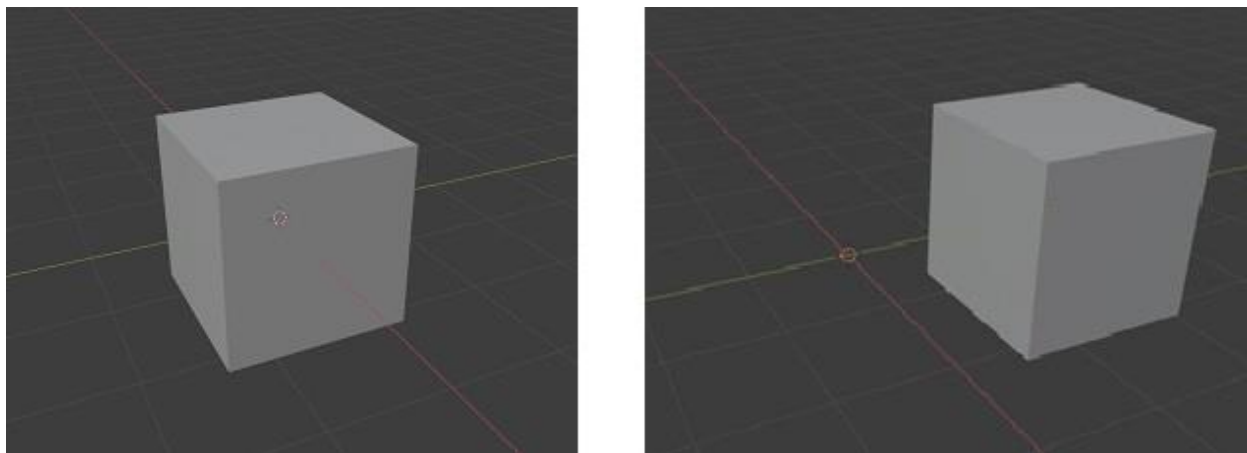
**Stranica** je element modela koji je omeđen točkama i bridovima koji spajaju te točke. Stranica može biti omeđena sa tri, četiri ili više točaka.



*Slika 4.2 Prikaz točke, brida i stranice*

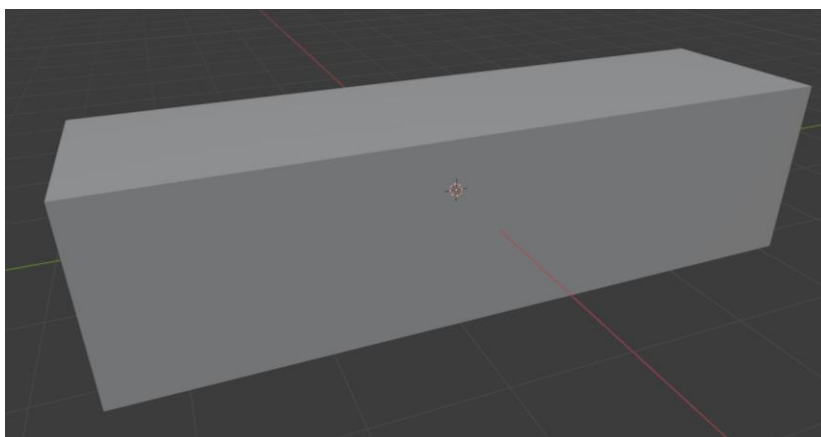
### 4.3. Alati i modifikatori

**Move**, odnosno pomicanje se koristi kako bi označeni objekt pomicao po jednoj od triju osi.



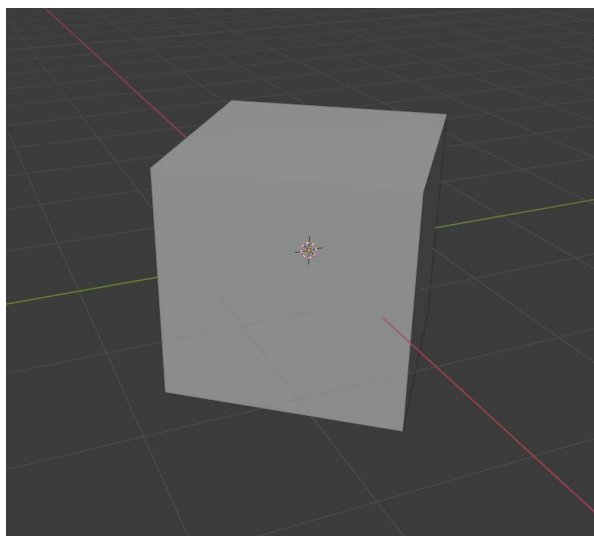
*Slika 4.3 Princip rada Move alata*

**Scale**, odnosno skaliranje se koristi za skaliranje objekta po jednoj od triju osi.



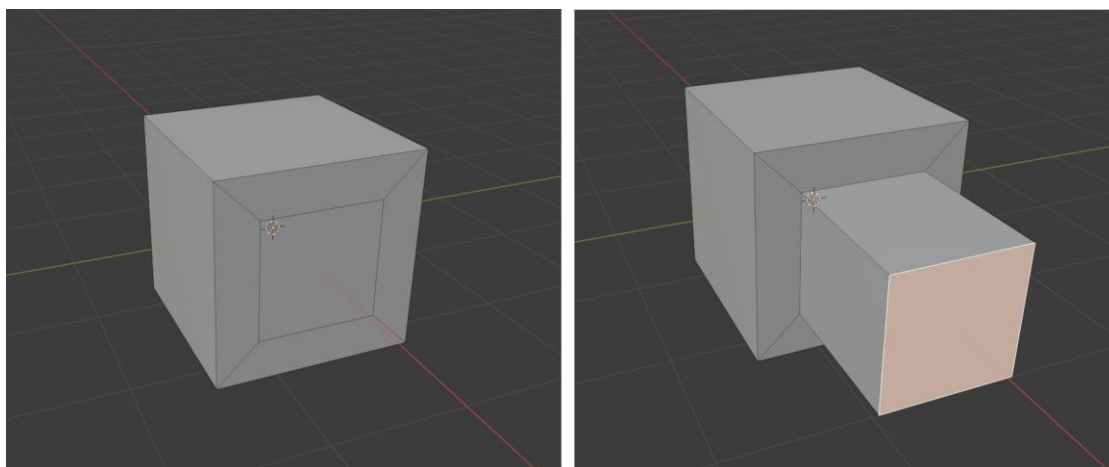
*Slika 4.4 Princip rada Scale alata*

**Rotate**, odnosno rotacija se koristi za rotiranje objekta po jednoj od triju osi.



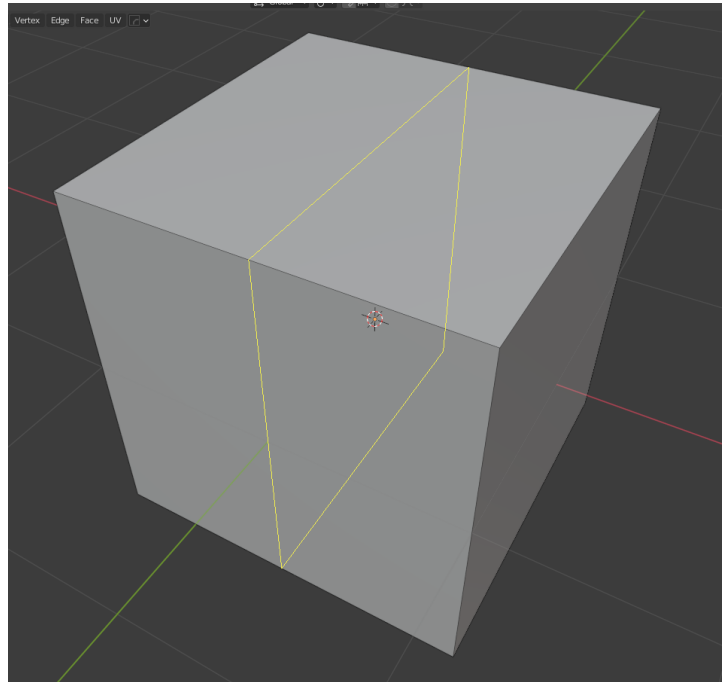
*Slika 4.5 Princip rada Rotate alata*

**Extrude** alat se koristi za izvlačenje stranice po jednoj od triju osi ili prema orijentaciji normala.



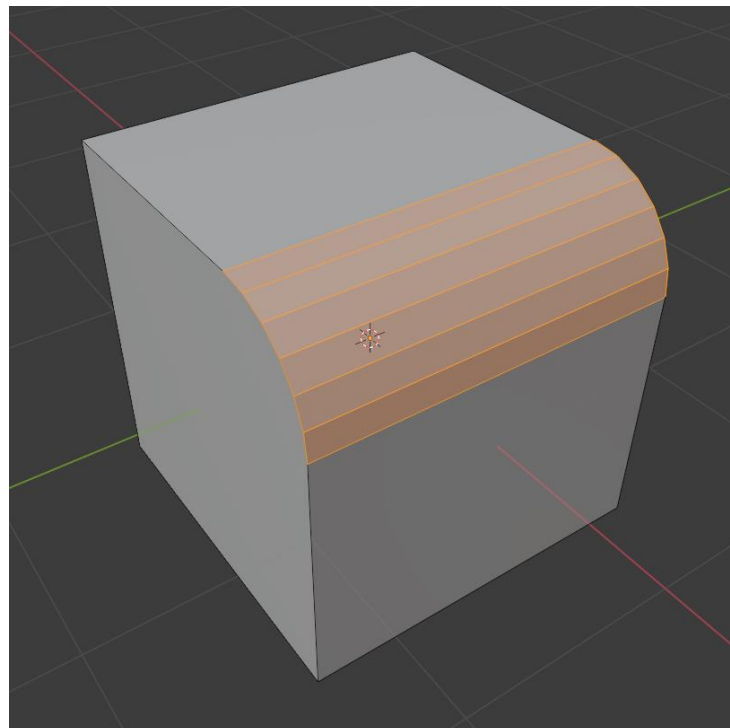
*Slika 4.6 Princip rada Extrude alata*

**Loop Cut** je alat koji služi za dodavanje dodatnih bridova i poligona kako bi se objektom moglo dodatno manipulirati.



*Slika 4.7 Princip rada Loop Cut alata*

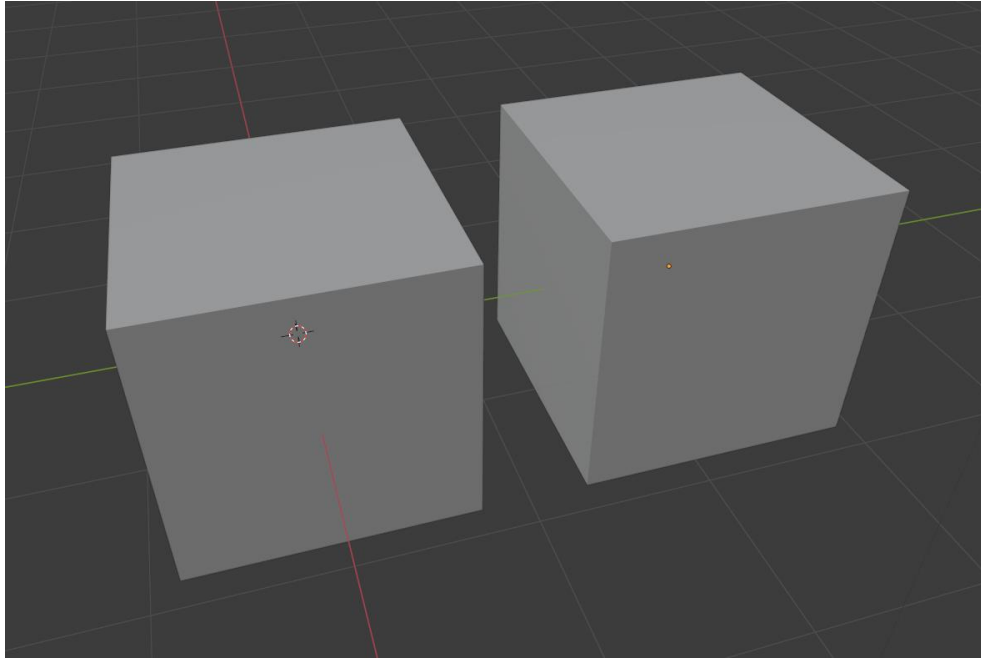
**Bevel** alat služi za dodavanje poligona na brid i zaglađivanje tog brida.



*Slika 4.8 Princip rada Bevel alata*

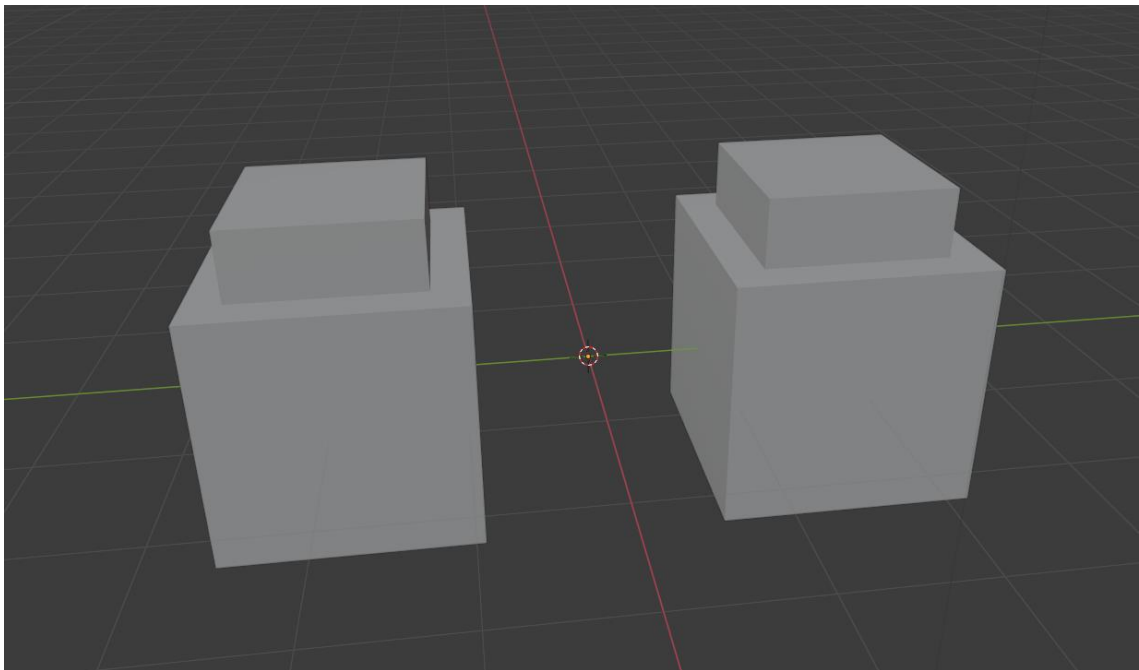
**Duplicate** alat služi za dupliciranje označenog objekta.





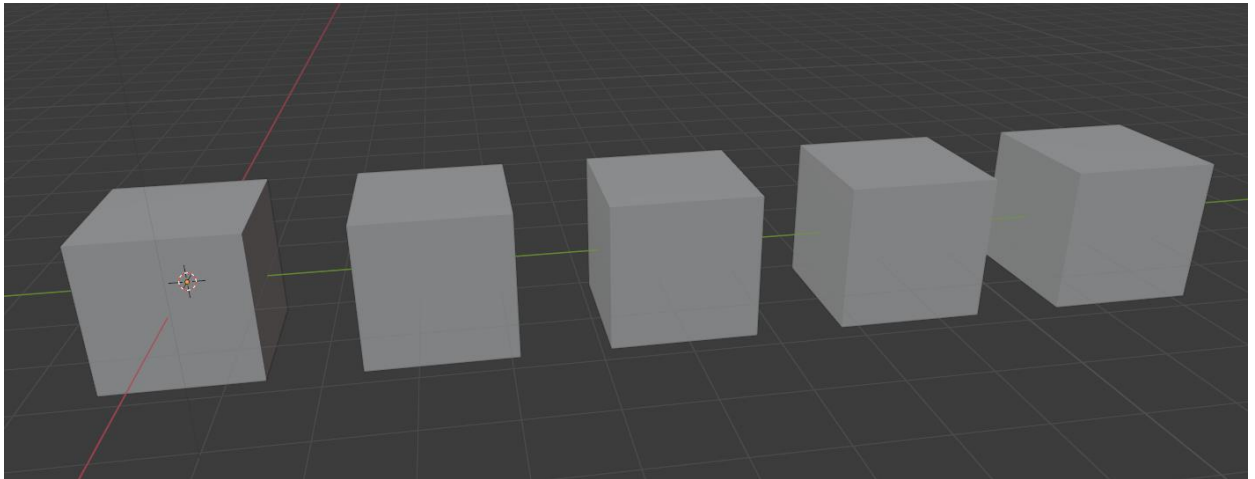
*Slika 4.9 Princip rada Duplicate alata*

**Mirror** modifikator služi za zrcaljenje objekta po jednoj od tri osi s obzirom na ishodišnu točku objekta koja se može mjenjati. Koristi se za lakše izrađivanje simetričnih objekata.



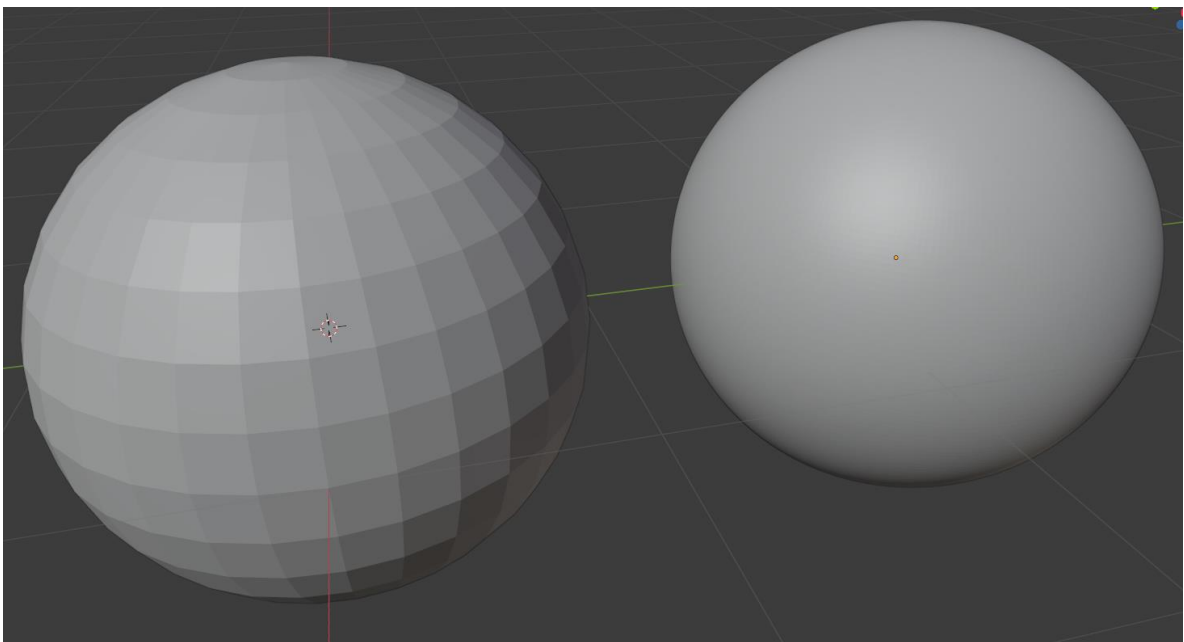
*Slika 4.10 Princip rada Mirror modifikatora*

**Array** modifikator služi za stvaranje više istih objekata. Moguće je odrediti smjer trima osima i razmak između objekata.



*Slika 4.11 Princip rada Array modifikatora*

**Subdivision Surface** modifikator služi za zaglađivanje površine objekta gdje se pritom dodaju dodatni poligoni.



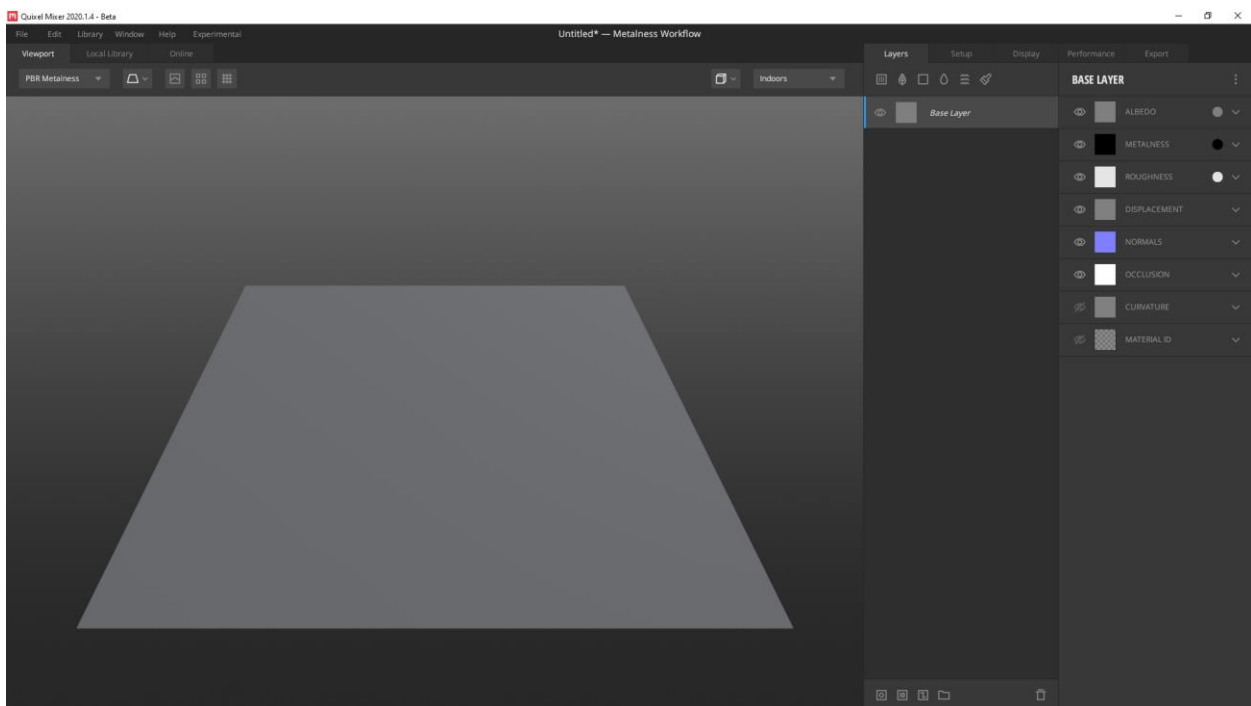
*Slika 4.12 Princip rada Subdivision Surface modifikatora*

## 5. Mixer

Mixer je program tvrtke Quixel koji služi za teksturiranje objekata. U ovom programu se manipulacijom pojedinih mapa u materijalu mogu stvoriti sasvim nove i još ne viđene teksture. Program radi na principu stapljanja više materijala u jednu cjelinu. U programu se također mogu stvarati prilagođeni kistovi kojima se može crtati po teksturi kako bi se naglasili određeni elementi.[9]

### 5.1. Korisničko sučelje

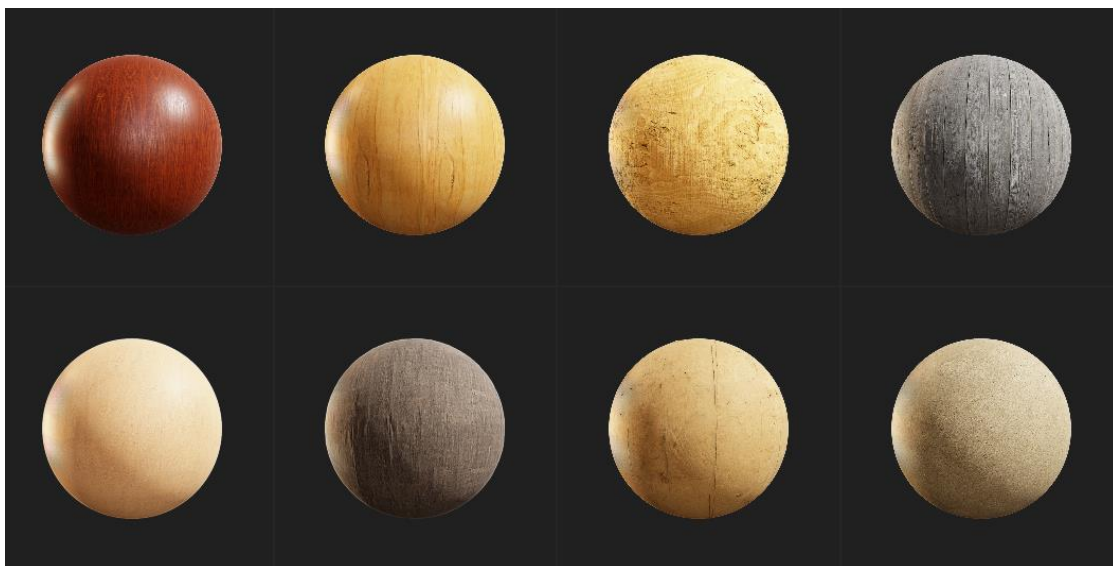
Korisničko sučelje Mixera je puno jednostavnije od konkurentnih programa, kao što su Substance Painter i Mari. Na vrhu programa se nalazi izbornik kojim se bira što će se nalaziti na sredini ekrana. Može se birati između Viewporta, gdje se može vidjeti prikaz teksture na kojoj se radi, Local Library gdje odabiremo materijale pohranjene na računalu kojima ćemo manipulirati i Online gdje se mogu vidjeti online materijali iz Megascans zbirke. Ispod toga bira se kojim tijekom rada će se raditi (metalness ili specular). Pored toga nalazi se izbornik za manipulaciju svjetlosti. Sa desne strane mogu se vidjeti sve mape koje se nalaze u materijalu te se može manipulirati sa svakom mapom zasebno.



Slika 5.1 Korisničko sučelje Mixera

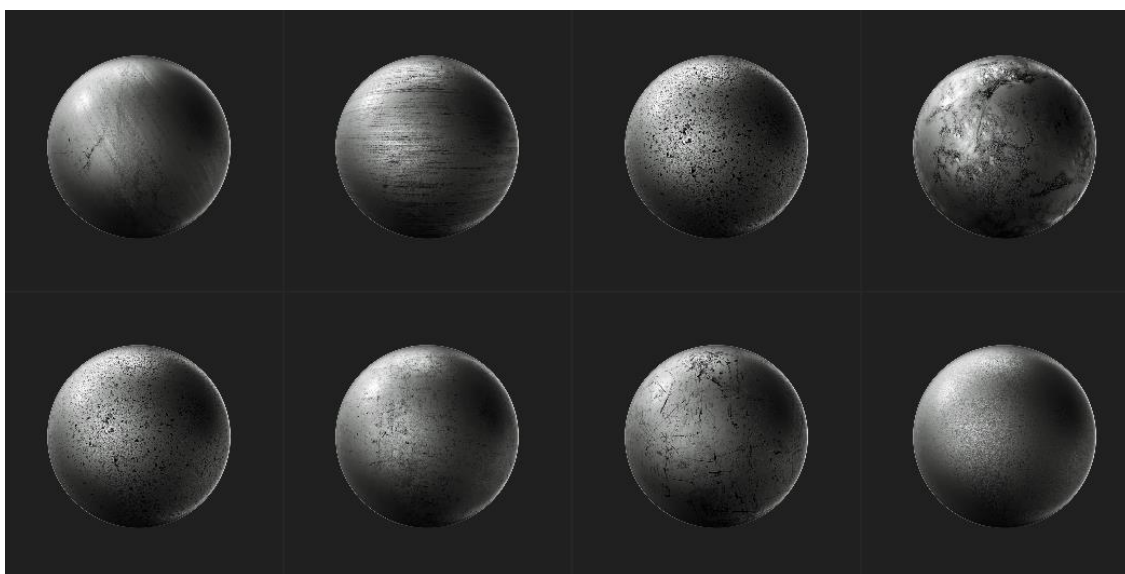
## 5.2. Materijali

**Surface** (površine) su najosnovniji oblik materijala, s kojima dolaze sve mape za odabrani tijek rada, te mape se na objektu mogu povećati i smanjiti po želji pošto su bez očitih nepravilnosti na rubovima pa se mogu slagati jedna do druge u beskonačnost (eng. *tileable*).



*Slika 5.2 Primjer Surface materijala*

**Imperfection** (nesavršenosti) materijali služe se za dodavanje nepravilnosti na postojećim materijalima kako bi završni izgled bio što realističniji.



*Slika 5.3 Primjer Imperfection materijala*

**Smart** (pametni) materijali su materijali koji se koriste za postizanje realističnosti dodavajući oštećenja, nepravilnosti i prljavštine na logičnim mjestima ovisno o obliku modela na koji se primjenjuju.



*Slika 5.4 Primjer Smart materijala*

## 6. Praktični dio

Praktični dio rada sastojat će se od izrade low poly modela ruskog tenka T-90 i izrade PBR tekstura za njega.

Proces izrade počinje je izradom high poly modela tenka u programu Blender.

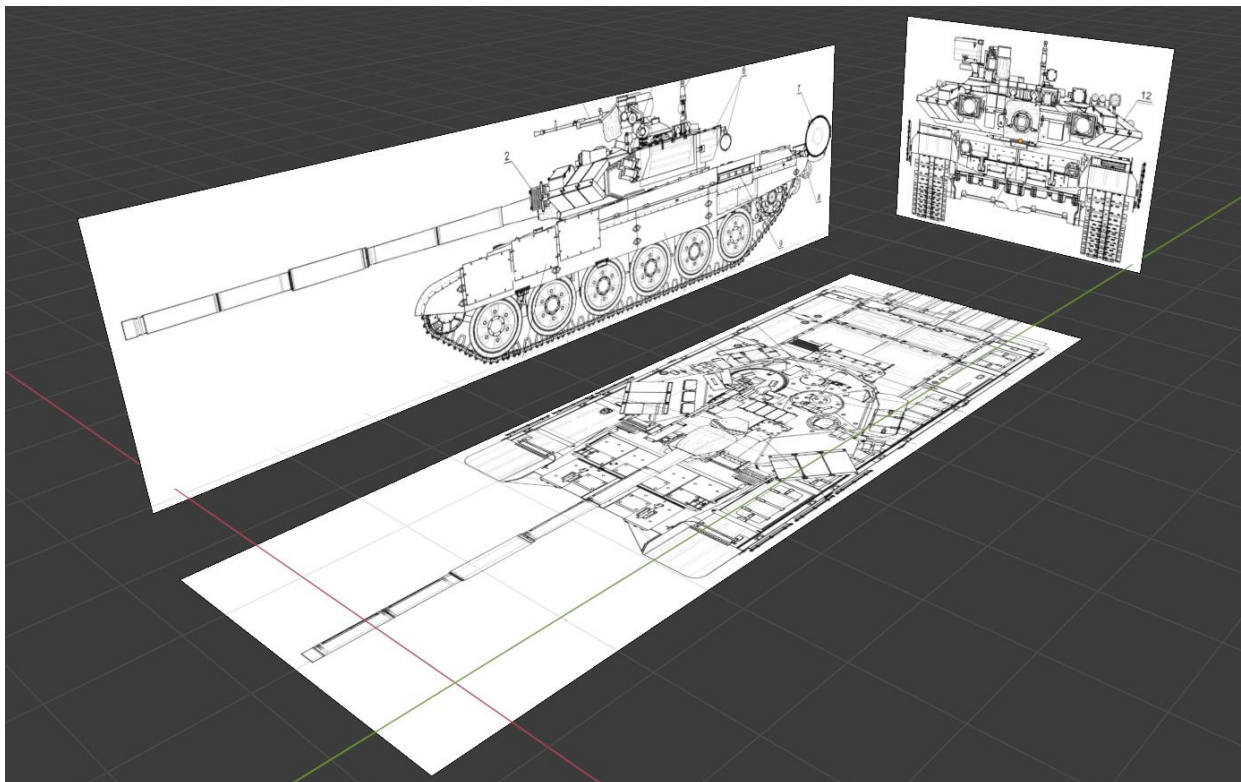
Nakon toga se na kopiji high poly modela uklanja većina zaobljenih rubova i nepotrebnih poligona kako bi na modelu ostalo što manje poligona i nastao low poly model. Low poly modeli se nakon toga odmotavaju i stvaraju se UV mape. Zatim dolazi proces pečenja mapa normala sa high poly modela na low poly modele. Na taj način će low poly modeli poprimiti sve detalje koji su se za vrijeme njihove izrade morali maknuti kako bi se smanjio broj poligona. Rezultat toga je dobivanje low poly modela koji izgleda vrlo slično high poly modelu.

Low poly modeli se zatim ubacuju u program Mixer gdje se dodavaju teksture. Nakon izrade, teksture se ubacuju u Blender i stavljaju na model.

Zadnji korak je izrada scene, osvjetljivanje i renderiranje modela.

## 6.1. Izrada high poly modela

Prije same izrade modela, vrlo je bitno imati nacрте kako bi mogli točno odrediti dimenzije modela. Nacrți u grubo pokazuju izgled i dimenzije objekta, ali većinom ne pokazuju detalje pa je od iznimne važnosti gledati reference pojedinih dijelova tenka na internetu kako bi se mogli fokusirati na detalje i napraviti što točniji model.

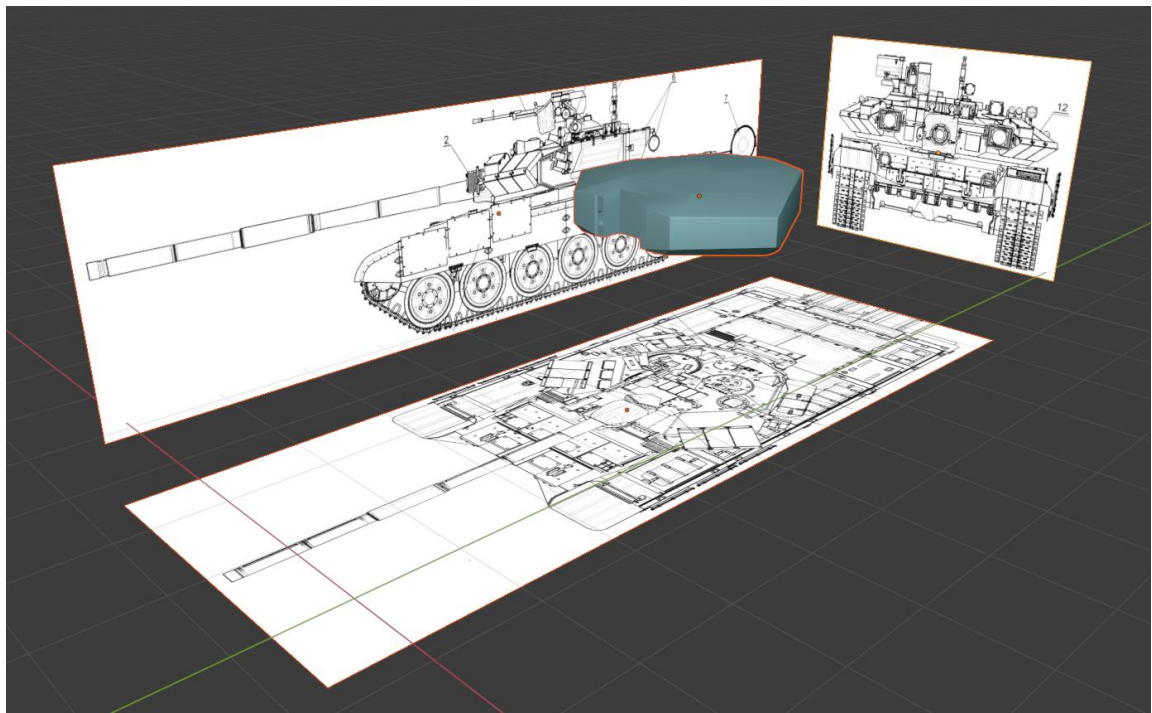


*Slika 6.1 Priprema tlocrta za početak izrade modela*

### 6.1.1. Kupola

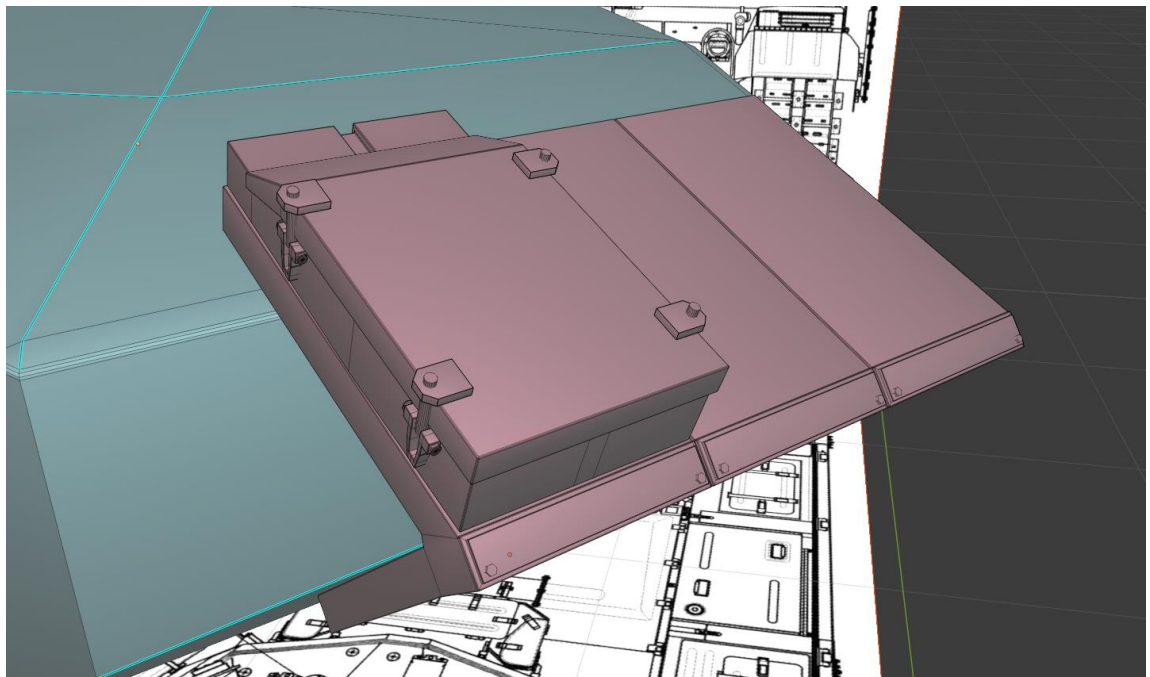
Prvi korak je izrada kupole. Alatima Move, Rotate, Scale, Extrude i Loop Cut te modifikatorom Mirror se iz početnog modela kocke oblikuje jednostavan oblik kupole. Nakon toga koristi se alat Bevel kako bi se zaoblili oštri rubovi. Zatim se primjenjuje glatko sjenčanje kako bi se izgladili oštri rubovi, a rubovi koji trebaju ostati oštri se alatom Mark Sharp označuju kao takvi.





*Slika 6.2 Osnovni oblik kupole*

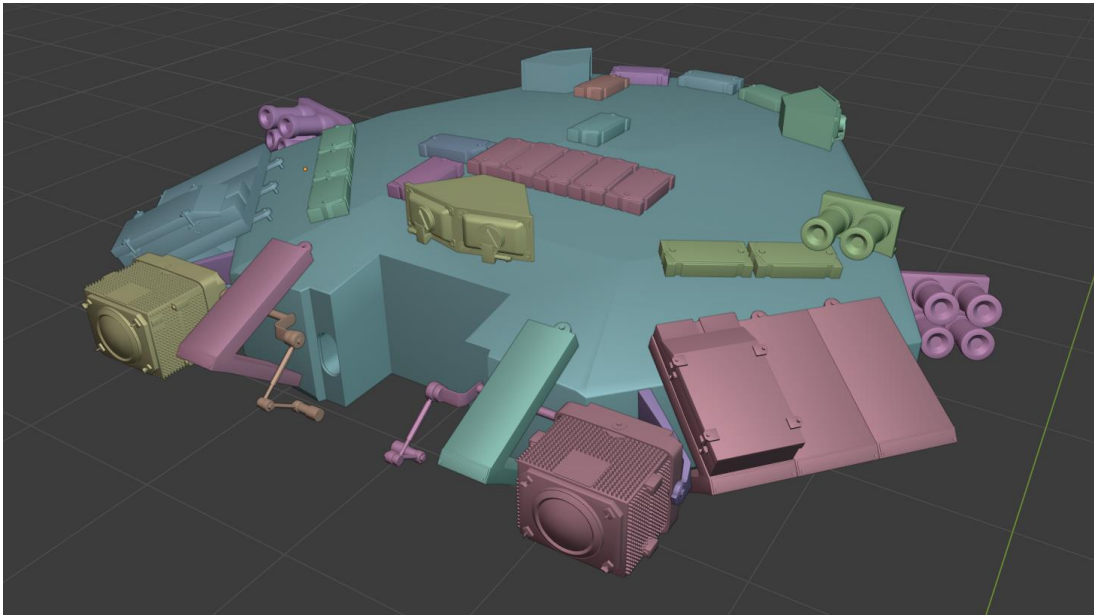
Većina dijelova koji se nalaze na kupoli nemaju detalje na nacrtima tenka, stoga se koriste reference kako bi se naglasili svi detalji, u ovom slučaju to su mehanički dijelovi koji kutiju drže zastvorenom.



*Slika 6.3 Izrada detalja na modelu*

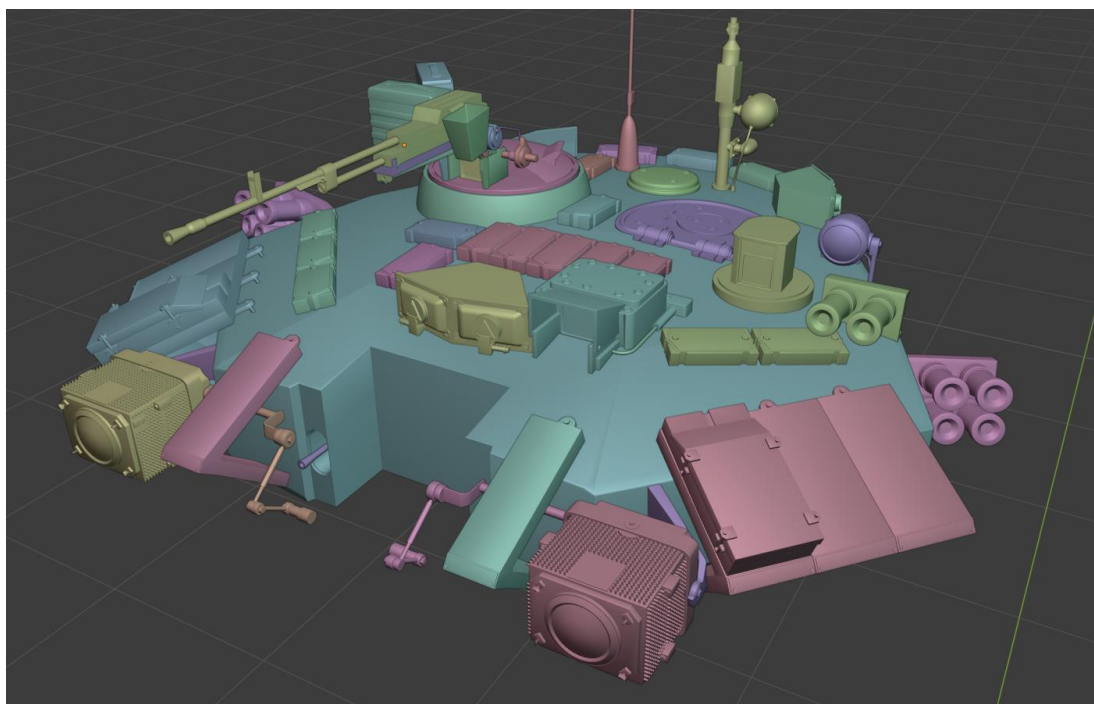


Koristeći prije navedene alate nastavlja se izradnja objekata na kupoli tenka. Većina objekata se ponavlja, stoga ih je bilo potrebno napraviti svega nekoliko kako bi se popunila skoro cijela kupola.



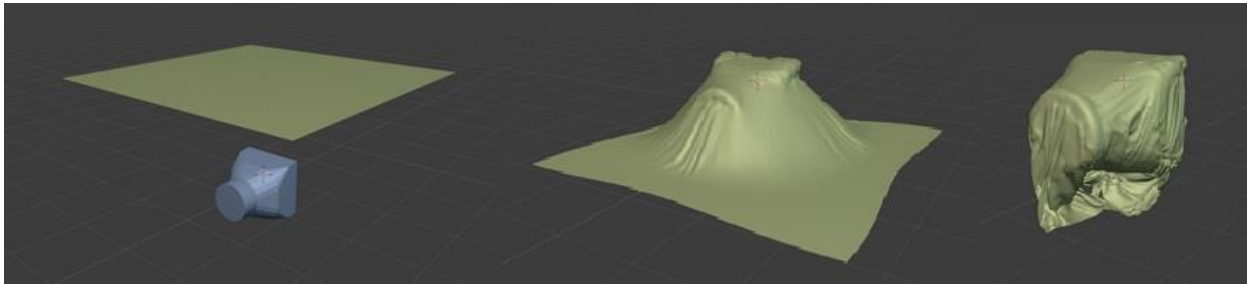
*Slika 6.4 Dupliciranje objekata na kupoli*

Nakon toga izrađuju se nepravilni oblici, kao što su poklopac kupole i lampe primjenom prije navedenih alata te modifikatora Subdivision Surface kako bi se zaoblili svi oštri rubovi.



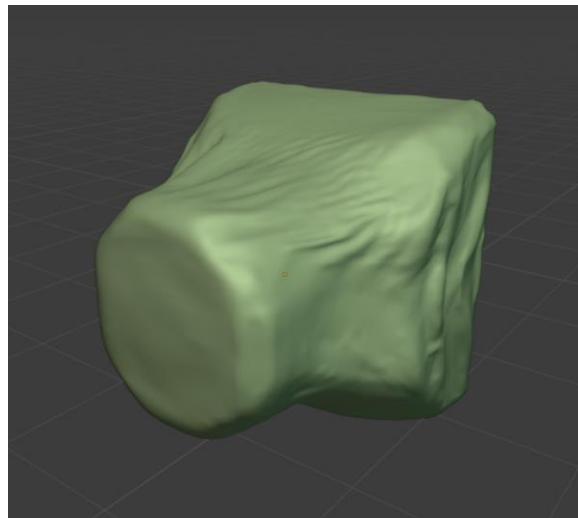
*Slika 6.5 Izrada nepravilnih oblika na kupoli*

Za izradu tkanine koja se nalazi između topa i kupole koristi se simulacija tkanine. Kao tkanina se koristi ravna ploha sa nekoliko tisuća poligona. Kao objekt sa kojim se tkanina sudara koristi se jednostavan objekt koji je donekle sličan željenom obliku tkanine.



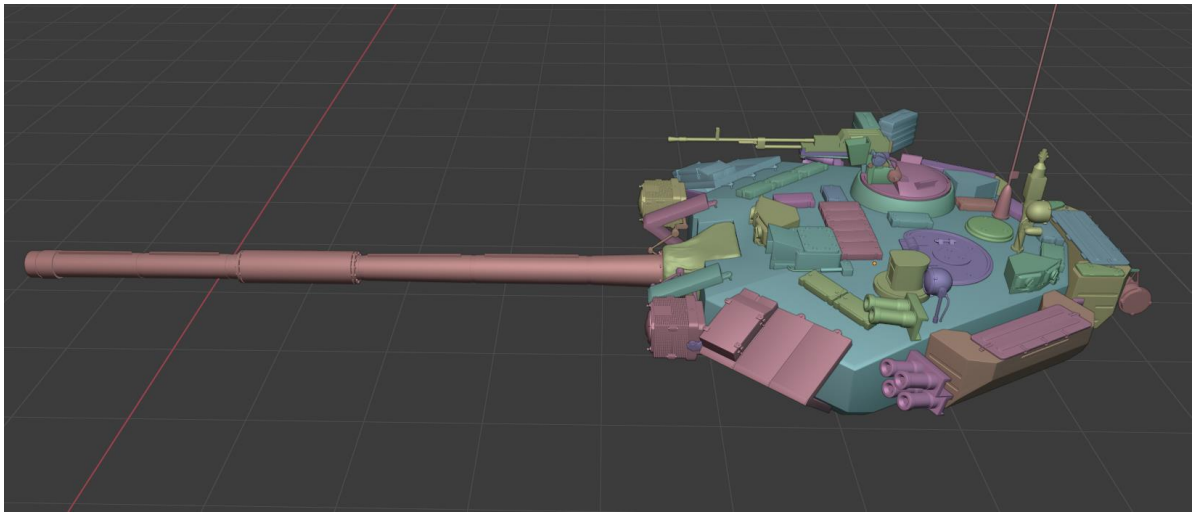
*Slika 6.6 Princip rada simulacije tkanine*

Pošto je gornji dio tkanine ispao u redu, a donji dio tkanine ima naborane vrhove, briše se donja polovica objekta i zrcali se po Z osi pomoću Mirror modifikatora i dobiva se željeni oblik tkanine.



*Slika 6.7 Završni izgled tkanine*

Zadnji korak bio je izradnja topa čime se završava cjelokupna kupola.

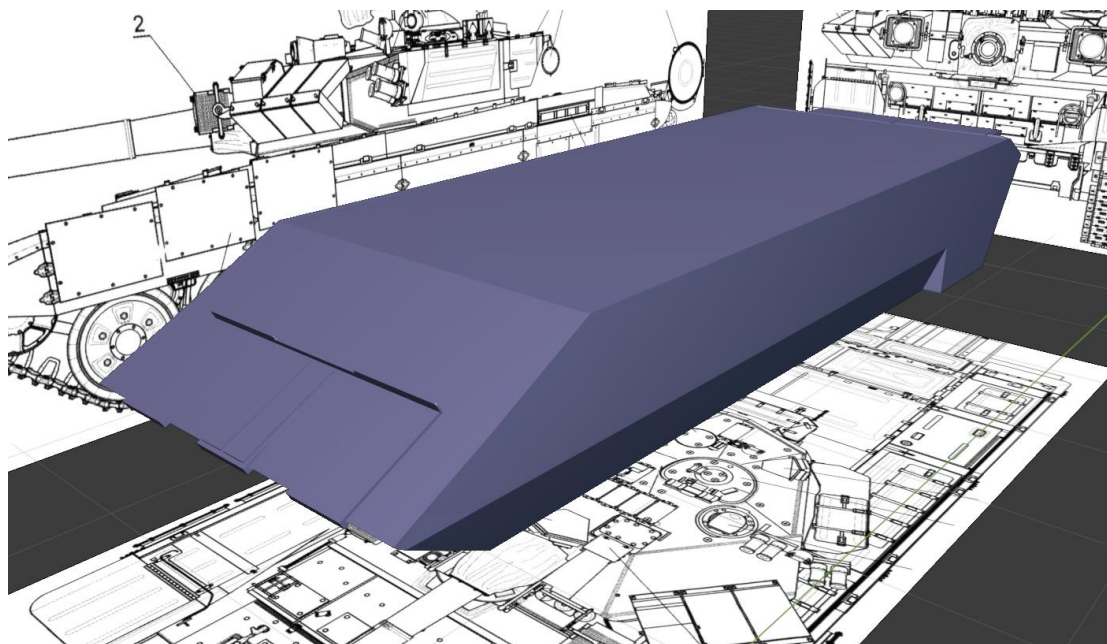


*Slika 6.8 Završni izgled kupole*

### 6.1.2. Baza

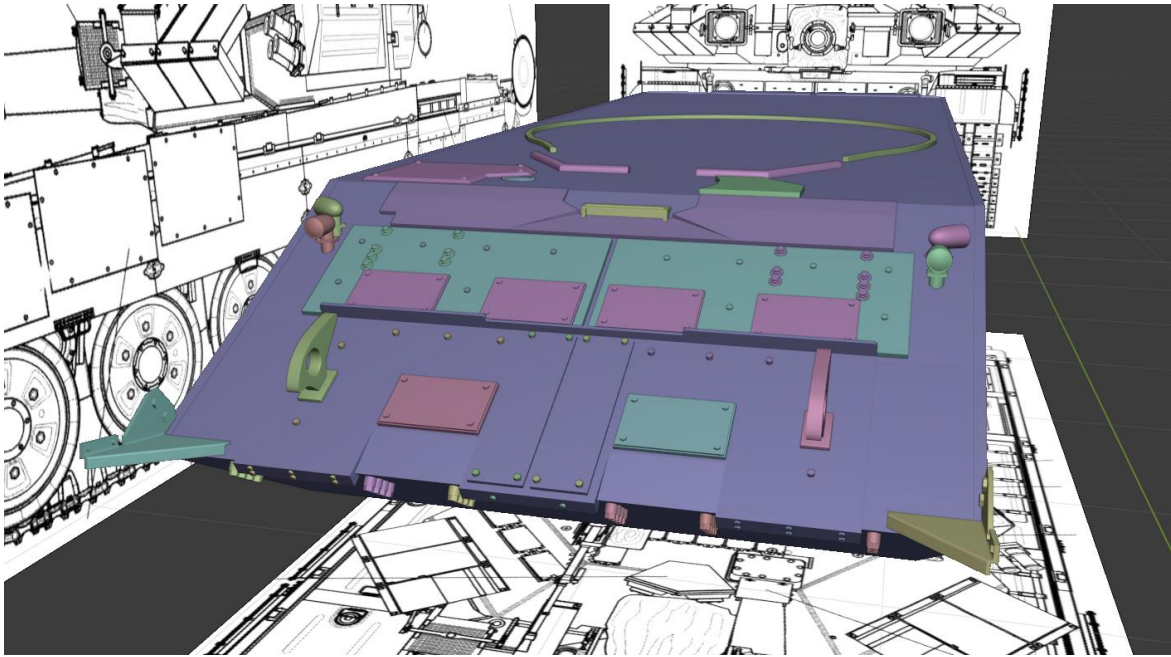
Baza tenka sastoji se od osnovnog metalnog dijela, četiri svjetla, ploča oklopa na prednjem dijelu te mnoštva šarafa. Većina dijelova se ponavlja stoga je potrebno izraditi svega nekoliko objekata.

Pomoću nacрта i referenci izrađuje se osnovni oblik baze.

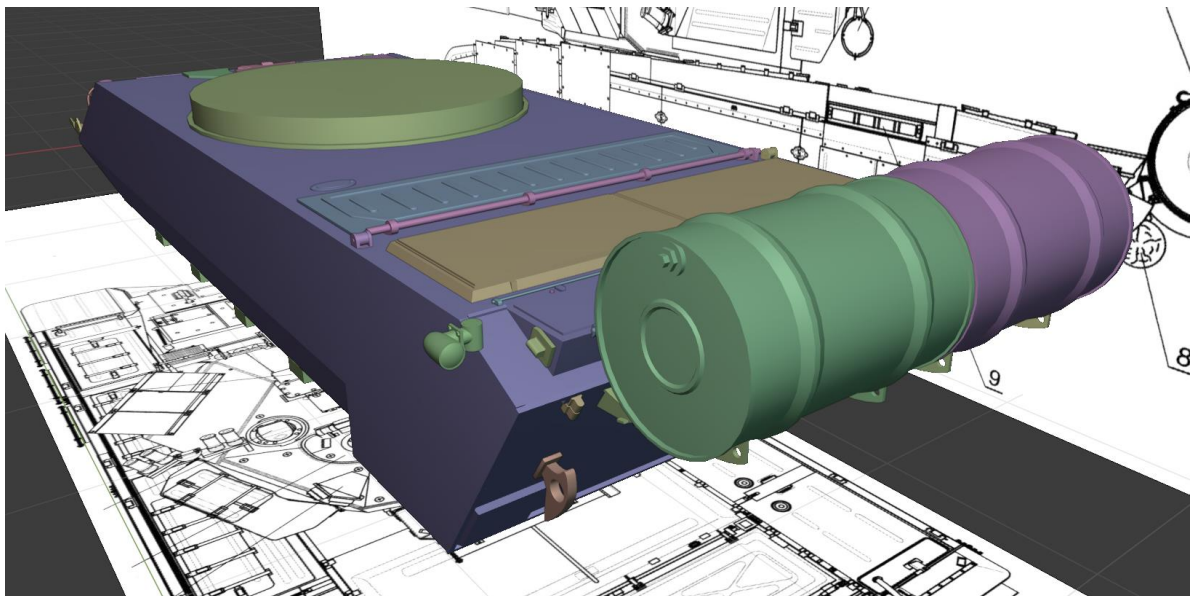


*Slika 6.9 Osnovni oblik baze*

Na isti način kao i kod kupole, alatima (Loop Cut, Bevel, Extrude), i modifikatorom Mirror izrađuje se kompletna baza tenka.

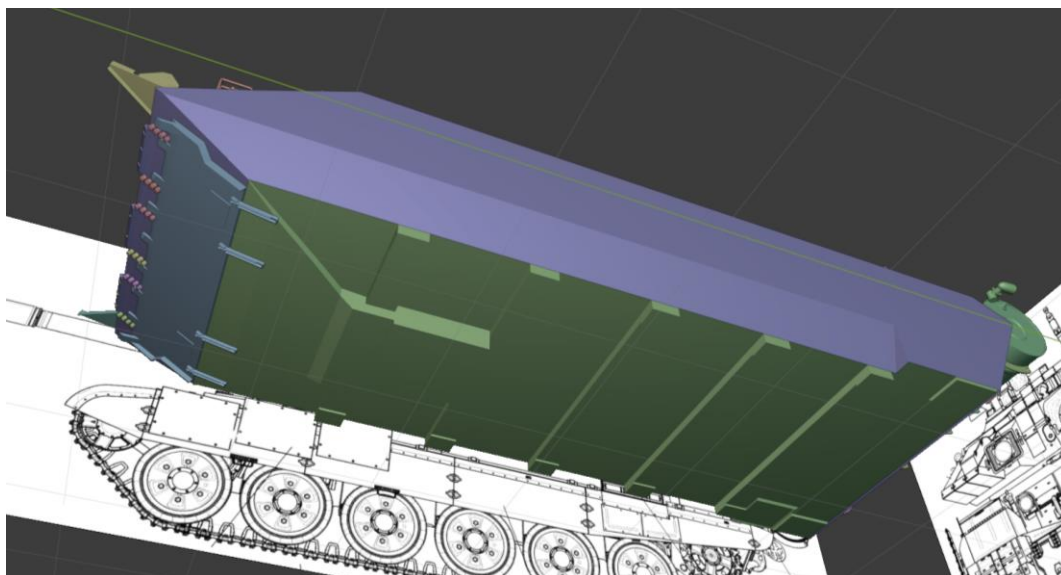


*Slika 6.10 Detalji na bazi*



*Slika 6.11 Detalji na bazi 2*



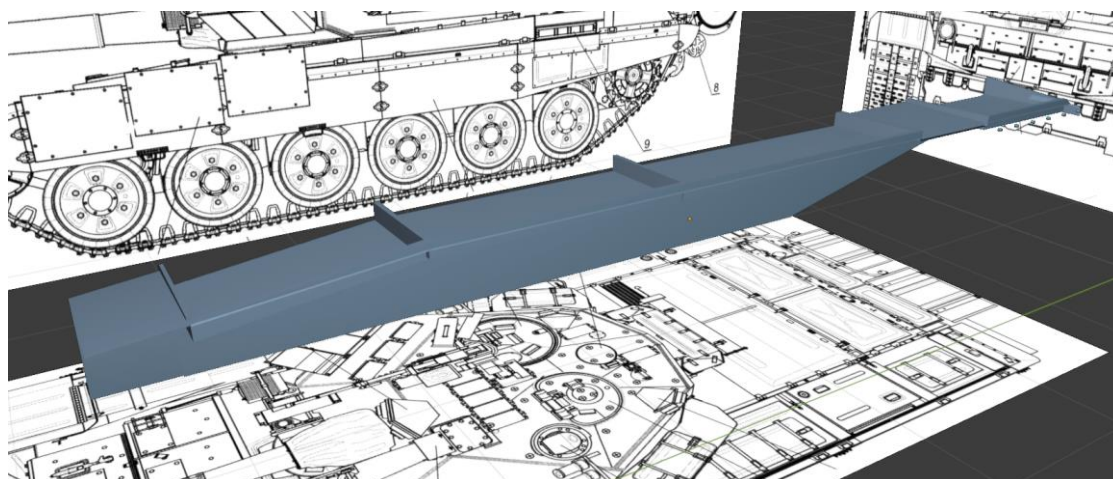


*Slika 6.12 Detalji na bazi 3*

### **6.1.3. Bočne strane**

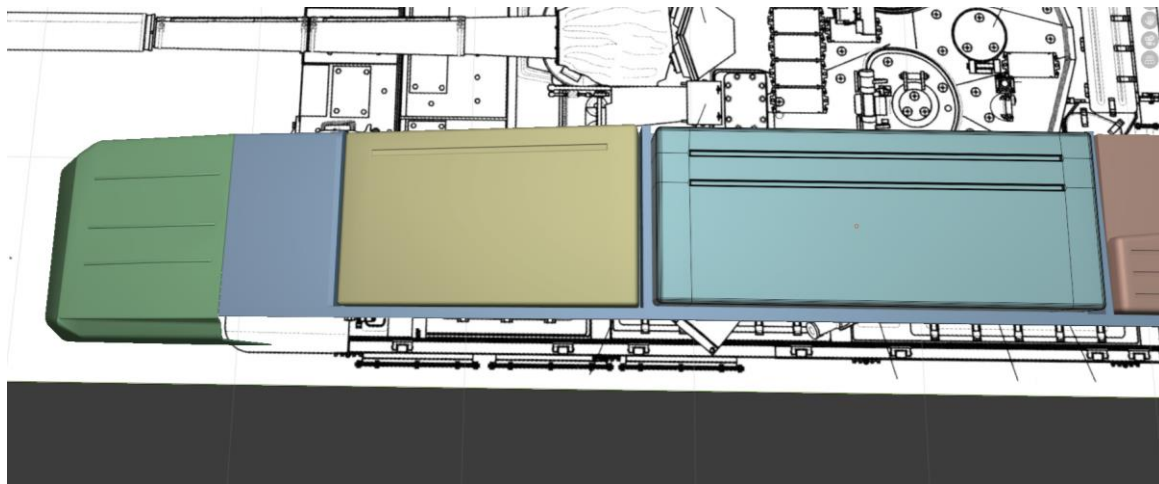
Lijeva i desna strana tenka sastoje se od osnovnog metalnog dijela pričvršćenog za bazu, blatobrana, kutija za pohranu i oklopa.

Prvo se izrađuje metalni dio koji je pričvršćen za bazu pošto će se ostali dijelovi dodavati na njega.

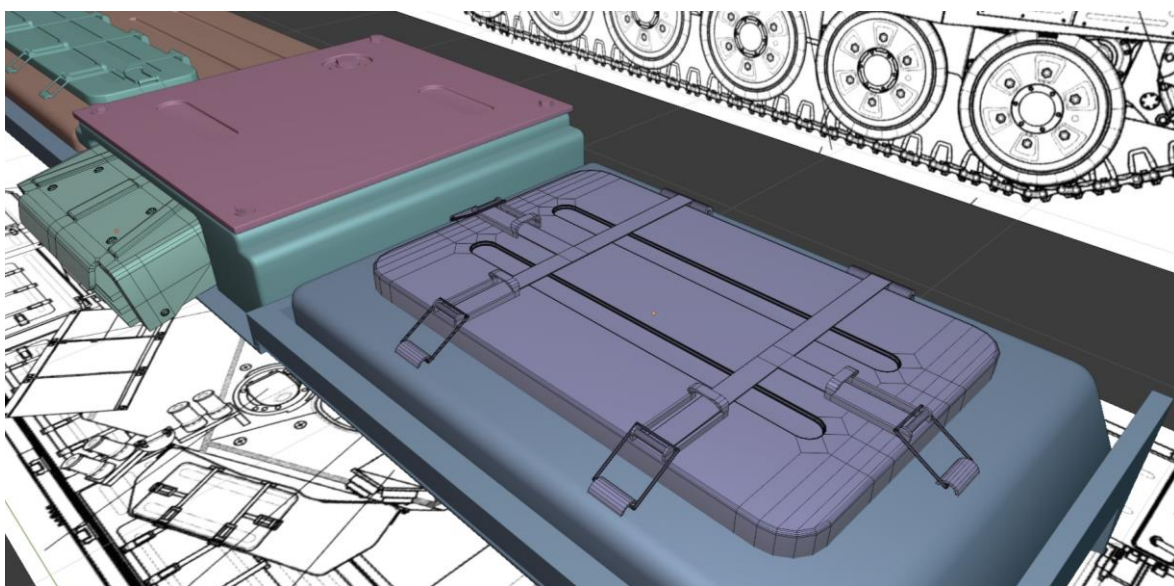


*Slika 6.13 Osnovni oblik bočne strane*

Nakon toga se izrađuju kutije, poklopci za kutije sa kopčama i blatobrani sa udubinama. Sa lijeve strane strane se uz navedene objekte nalazi i ispušni sistem motora.

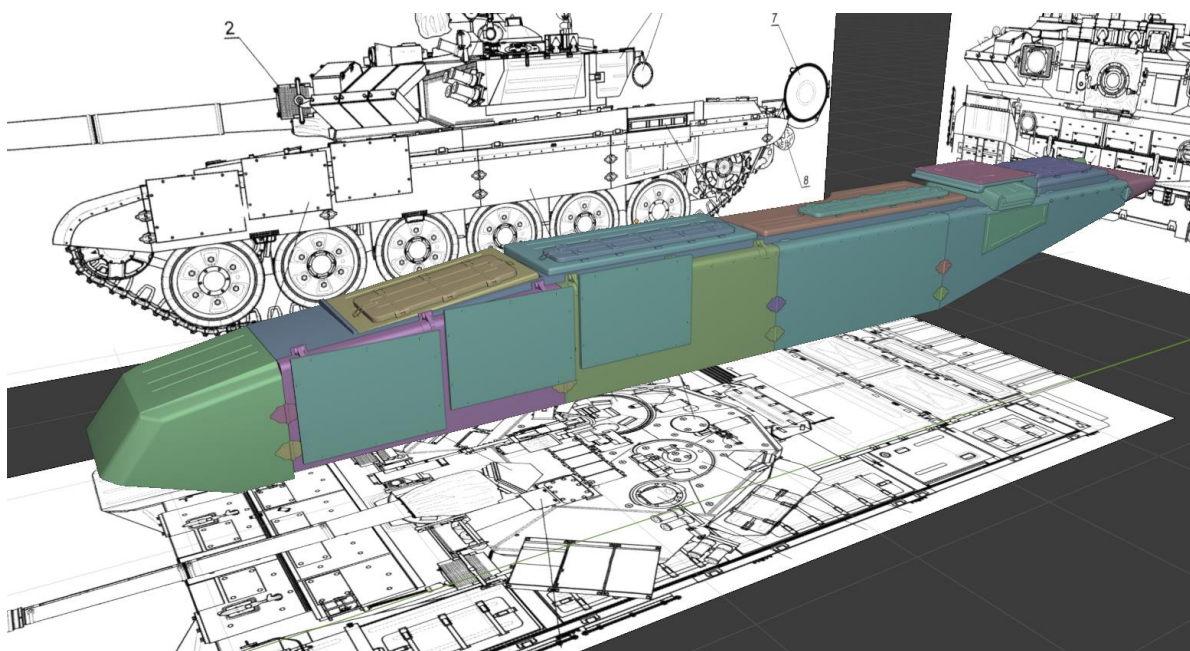


*Slika 6.14 Izrada detalja na kutijama*



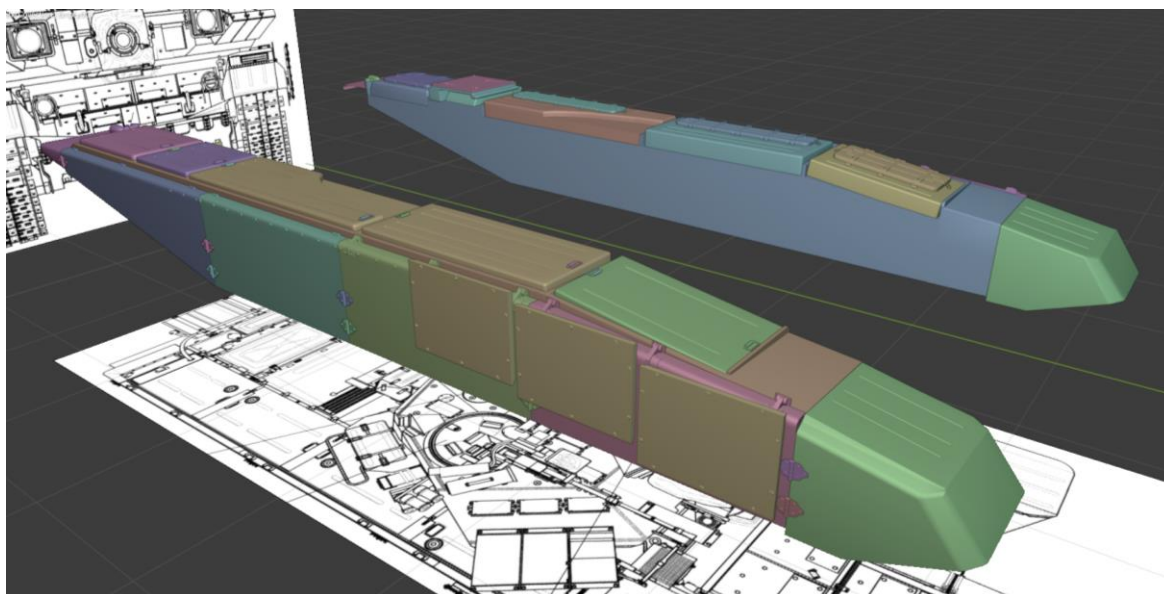
*Slika 6.15 Izrada poklopaca za kutije i ispušnog sistema motora*

Posljednji korak je izrada oklopa sa strane i kopča koje povezuju ploče oklopa.



*Slika 6.16 Završni izgled bočne strane*

Nakon izrade jedne strane potrebno je označiti sve objekte i duplicirati ih po X osi kako bismo dobili desnu stranu. Desna strana je skoro identična lijevoj strani, ali nema ispušni sistem. Taj se dio briše i ugrađuje se još jedna kutija.

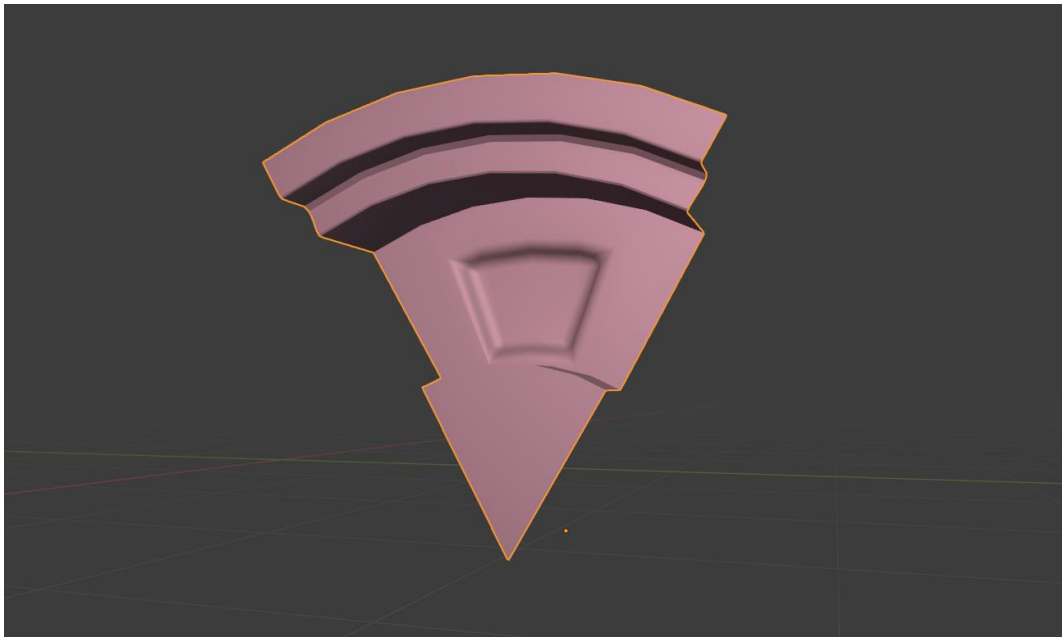


*Slika 6.17 Završni izgled obje bočne strane*



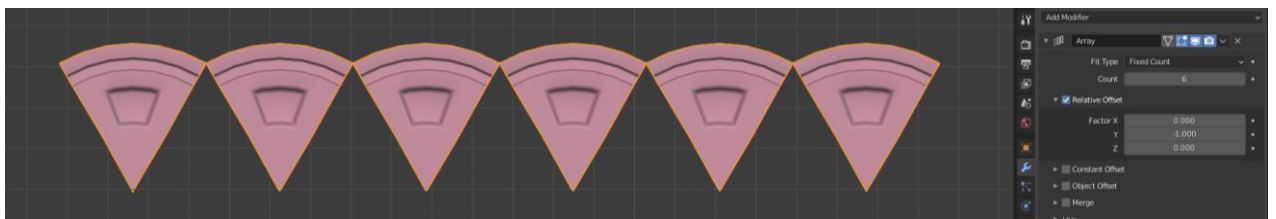
#### 6.1.4. Kotači i gusjenice

Kod izrade kotača se na nacrtima može primjetiti kotač može biti podijeljen na šest jednakih dijelova, pošto je valjak koji čini kotač uvijek jednak, a udubina se ponavlja šest puta. Uočivši taj uzorak, umjesto da se na kotaču izrađuje šest udubina, jednostavnije je uzeti isječak od jedne šestine valjka i u njemu napraviti udubinu koja će se zarotirati u krug.



Slika 6.18 Šestina kotača

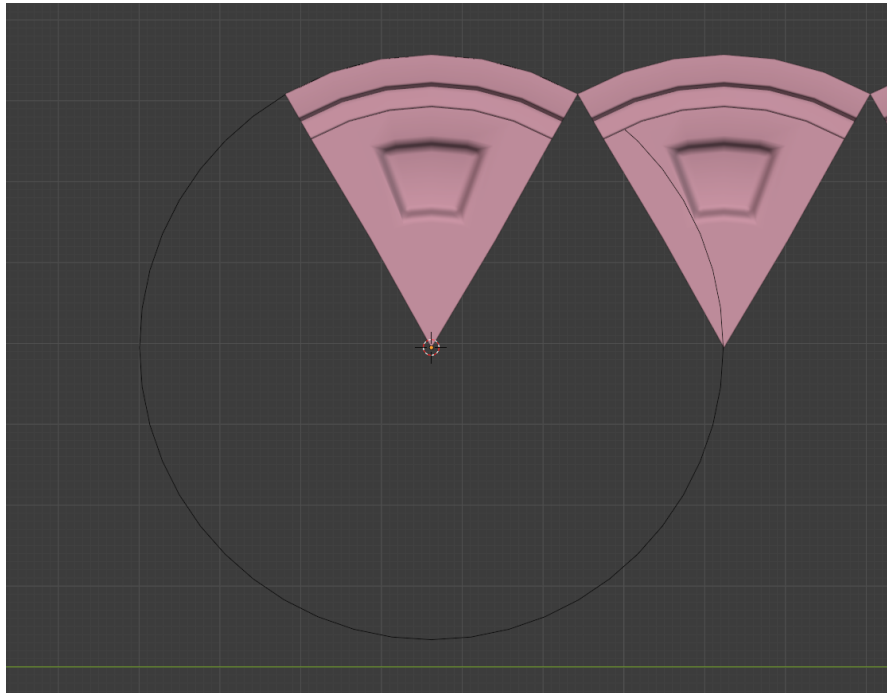
Nakon izrade jedne šestine kotača primjenjuje se Array modifikator i u broj ponavljanja se postavlja šest.



Slika 6.19 Korištenje Array modifikatora

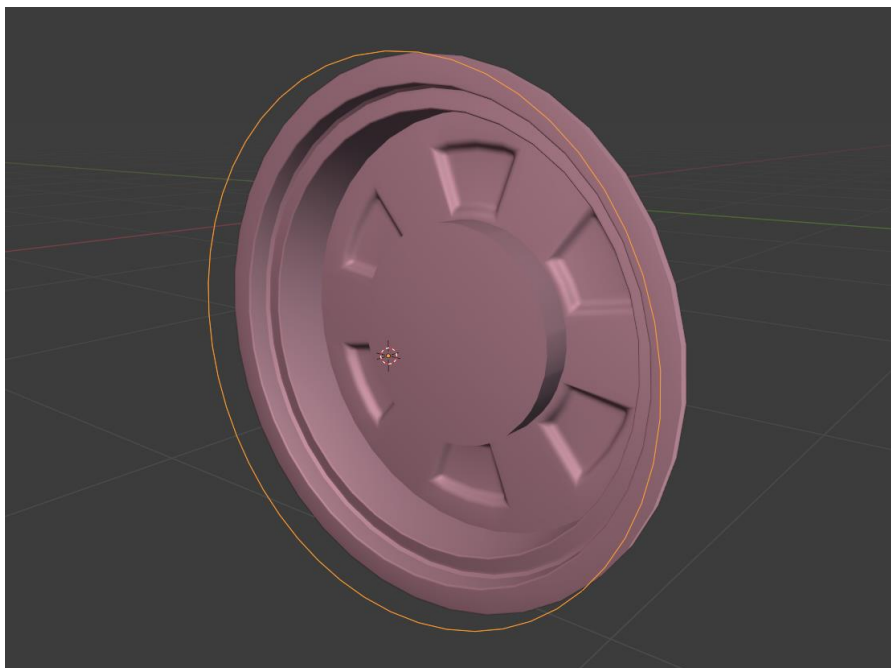


Zatim se izrađuje kružnica koja će voditi modifikator za poredak u krug. Za ovaj se korak mora osigurati da je ishodišna točka točno na sredini kruga, jer će se objekti u poretku rotirati oko te točke. Modifikatorom Curve se označuje krug kao smjer kretanja modifikatora Array.



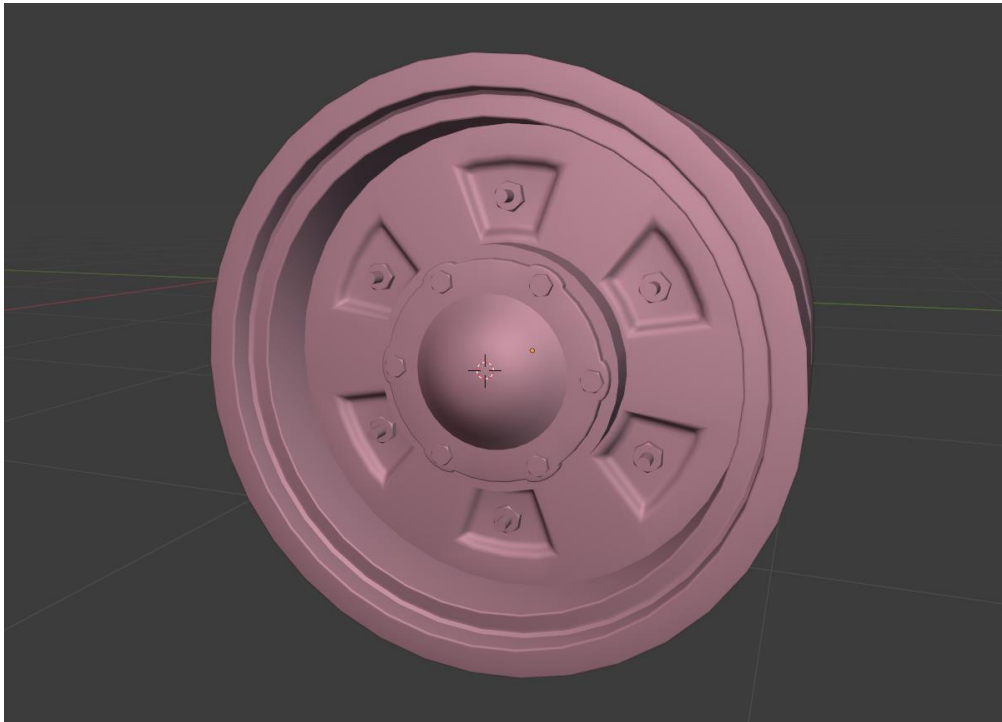
*Slika 6.20 Izrada kružnice oko koje će se rotirati Array modifikator*

Izgled objekta nakon primjenjivanja modifikatora Array i Curve.



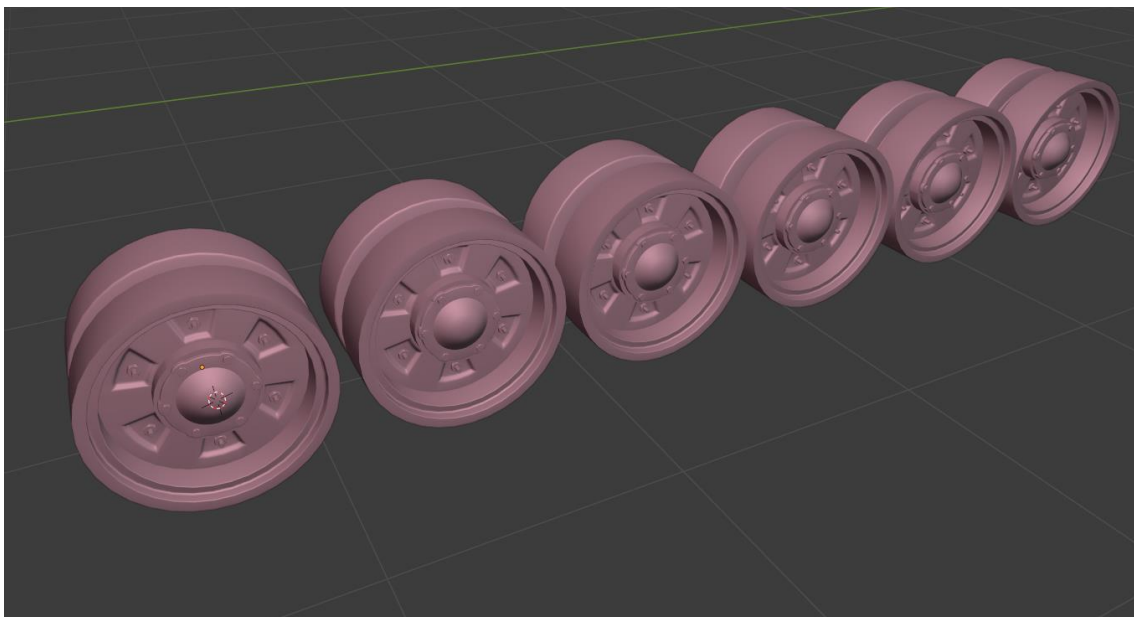
*Slika 6.21 Kotač nakon primjenjivanja Array i Curve modifikatora*

Nakon toga se na središte kotača dodaju detalji i korištenjem alata Extrude se kotaču daje širina. Pošto kotač ima dvije iste strane, modifikatoror Mirror se kotač zrcali po X osi i daje mu se druga stana.



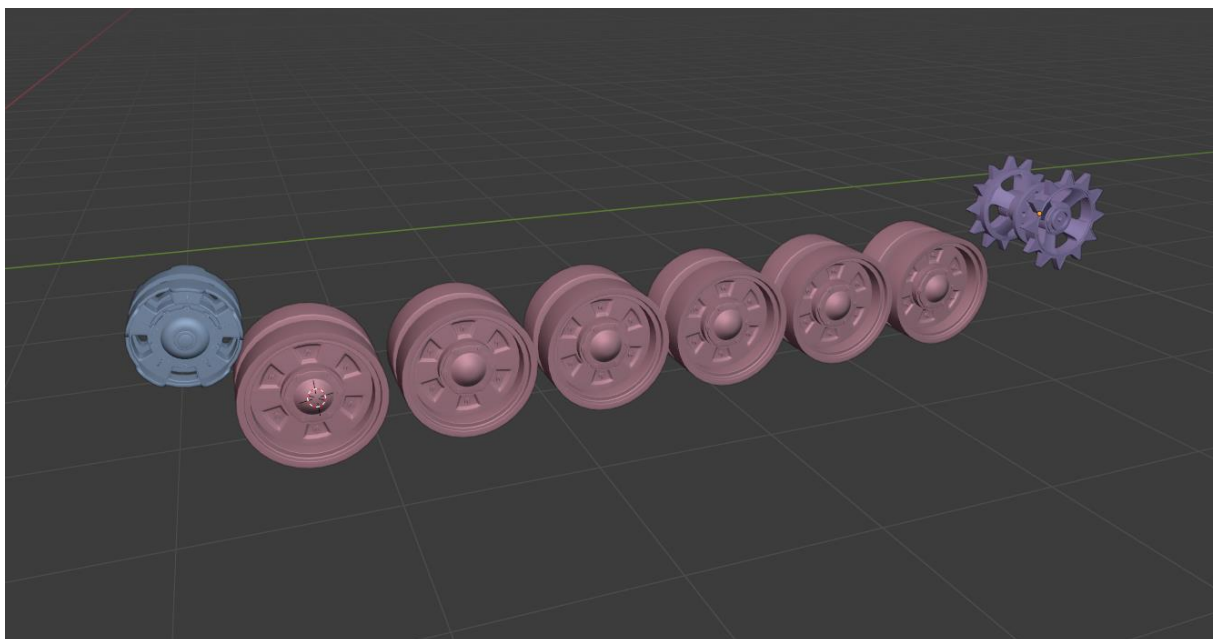
*Slika 6.22 Završni izgled kotača*

Modifikatorom za poredak stvara se šest jednakih kotača sa razmakom između njih.



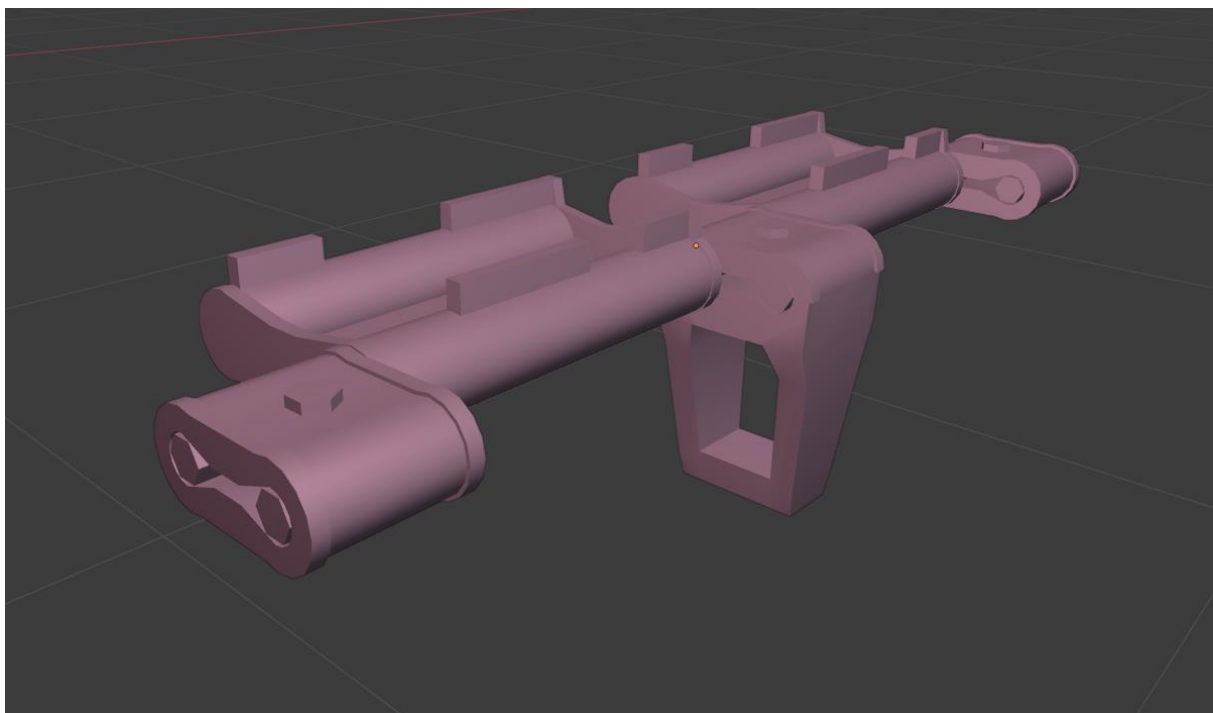
*Slika 6.23 Stvaranje niza kotača pomoću Array modifikatora*

Na isti se način izrađuju i preostala dva tipa kotača.



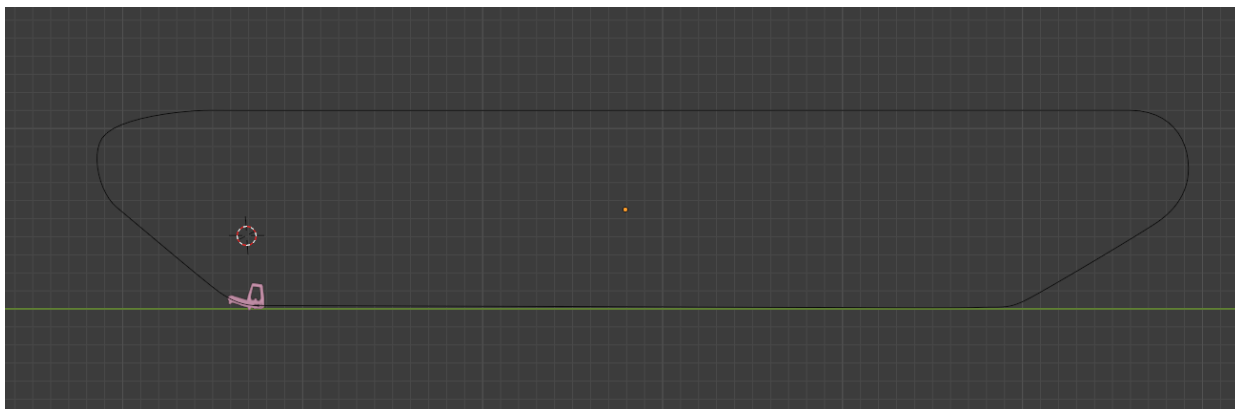
*Slika 6.24 Završni izgled svih tipova kotača*

Postupak izrade gusjenice je donekle sličan izradi kotača. Za gusjenicu je potrebno izraditi jednu kariku, koja će se zatim ponavljati više puta.



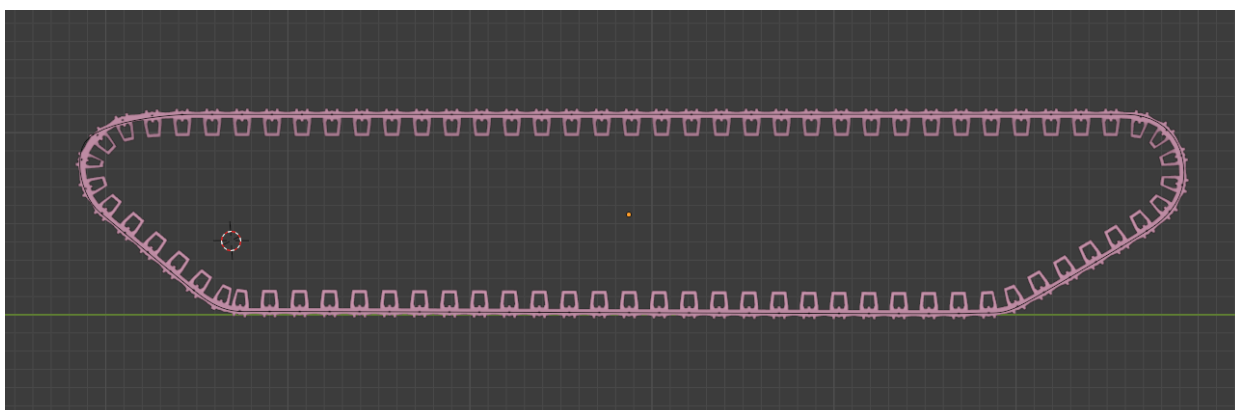
*Slika 6.25 Karika gusjenice*

Bezierovim krivljama se prema nacrtu izrađuje tok gusjenice tenka. Karika se nakon toga modifikatorom Curve povezuje sa krivuljom kako bi pratila njen tok.



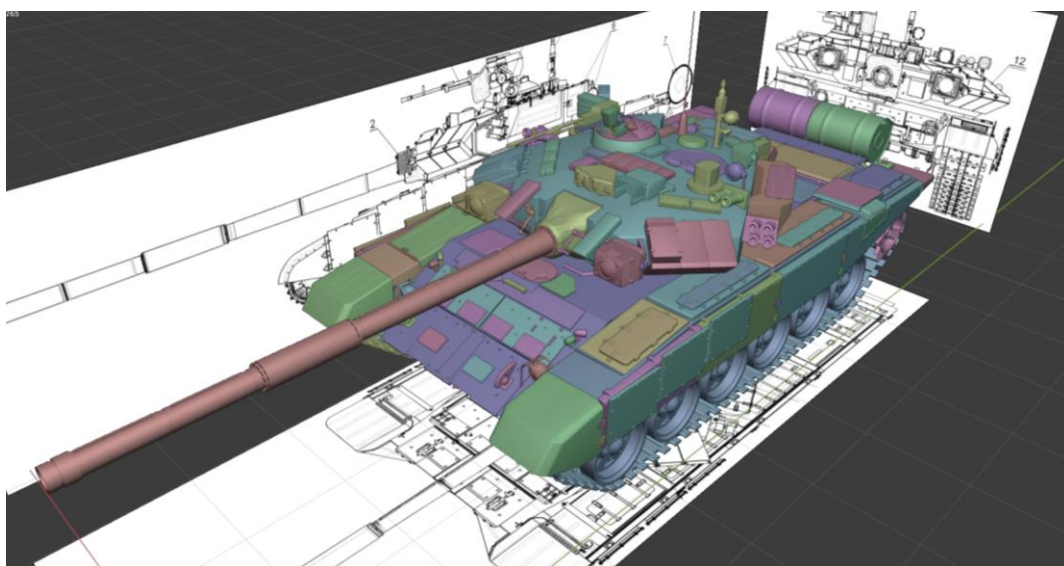
*Slika 6.26 Bezierova krivulja sa karikom gusjenice*

Array modifikatorom se karika ponavlja sve dok ne dođe natrag to početka krivulje.



*Slika 6.27 Primjenjivanje Array modifikatora na kariku gusjenice*

Spajanjem svih izrađenih objekata dobiva se gotov model tenka.

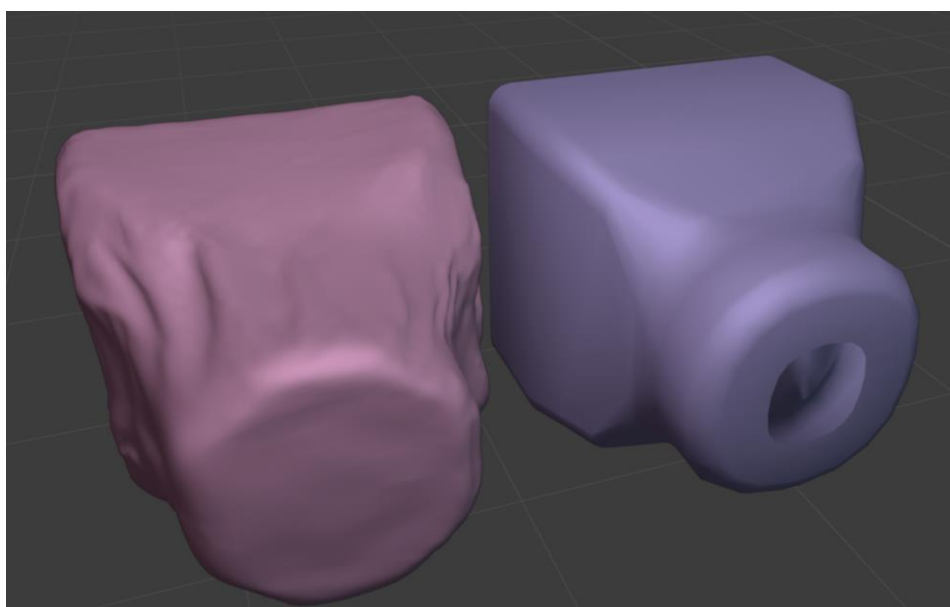


*Slika 6.28 Završni izgled modela*

## **6.2. Izrada low poly modela**

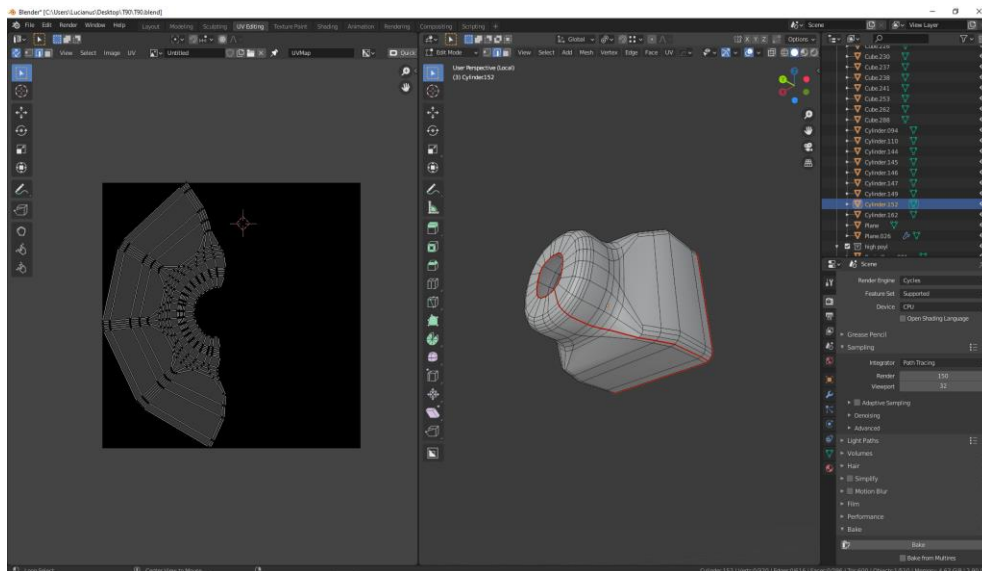
U izradi low poly modela cilj je smanjiti high poly objekt na što manje poligona, a da izgled ostane donekle isti. Pritom je isto bitno makivati poligone koji se neće vidjeti.

Lijevi objekt na slici ima 26.827 poligona, a desni ima 296.



*Slika 6.29 High poly i low poly objekti tkanine*

Nakon izrade low poly objekta, potrebno ga je odmotati i izraditi UV mapu, dakle potrebno je pronaći najbolji mogući način da omot 3D objekta stavimo u 2D prostor kako bismo u sljedećem koraku uspješno dodali teksture, pošto su one dvodimenzionalne. Kako bismo odmotali 3D objekt i stavili ga u 2D prostor, mora se odrediti idealno mjesto za stavljanja šavova. Šav je najbolje staviti na neko mjesto koje će biti u doticaju sa drugim objektu ili na mjestu gdje će najvjerojatnije biti sjena.

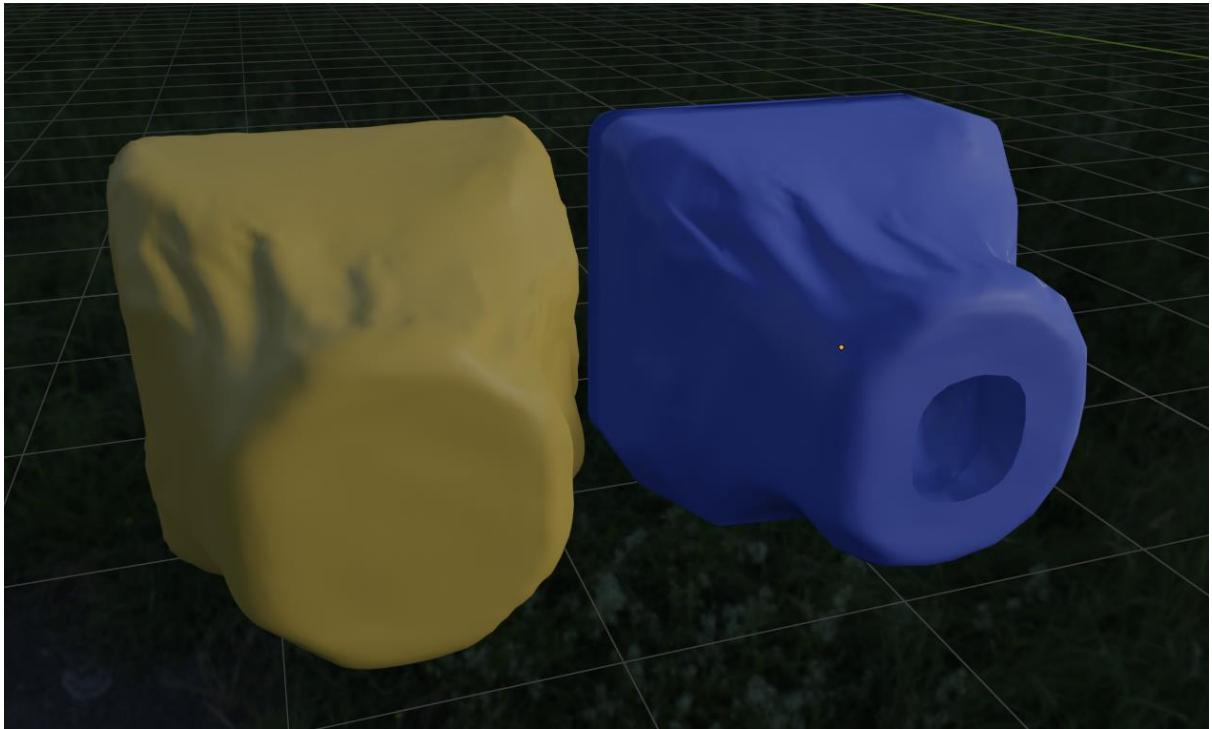


*Slika 6.30 Odmotavanje low poly modela*

Nakon toga, kako bi low poly objekt, sa znatno manjim brojem poligona izgledao što sličnije high poly objektu, na njega moramo zapeči mape normala high poly objekta. Za taj proces izrađujemo novu sliku koja je prazna, primjenimo ju na low poly model i označujemo je kao spremište mapa normala koji će se zapeči na high poly objekta. U postavkama se postavlja tip pečenja na mapu normala i maksimalnu duljinu zraka na 0.05. Maksimalna duljina zraka se mijenja ovisno o obliku objekta kako bi se izbjegli problemi sa sjenama. Zatim stavimo low i high poly objekte jedan na drugoga i odaberemo opciju pečenja (Bake). Ovaj proces se ne izvršava na svakom objektu jer na nekim objektima razlika ne bi bila primjetna, stoga se izvršava samo na kompleksnim objektima sa puno detalja.

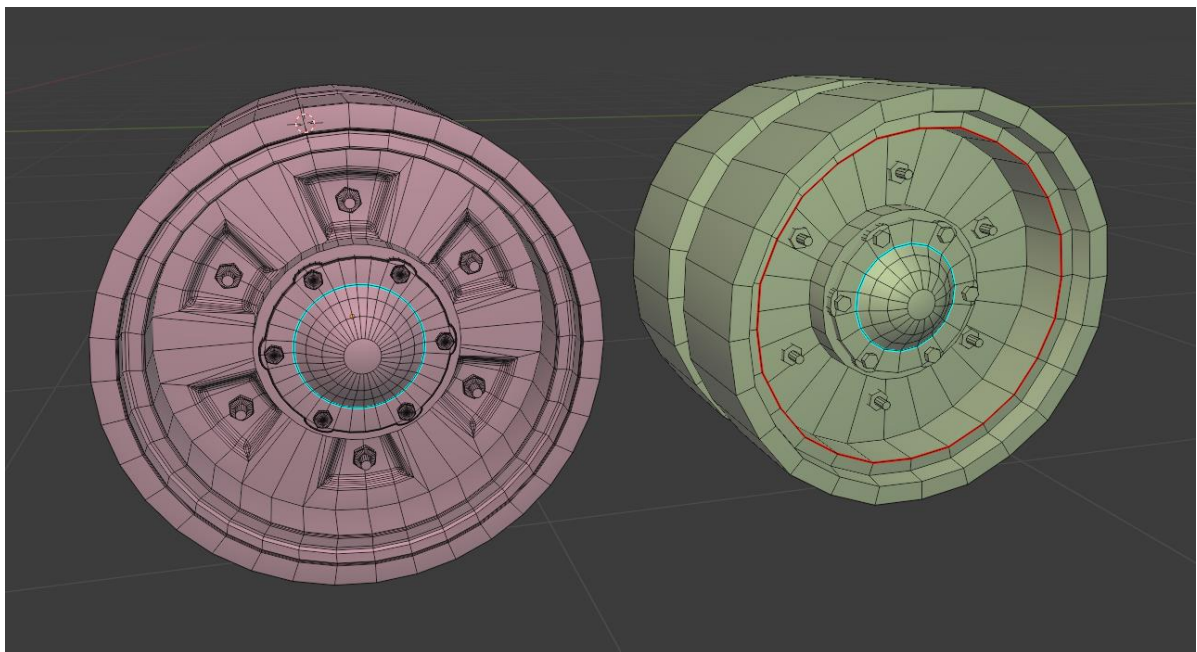


Na lijevoj strani se može vidjeti high poly objekt, a na desnoj low poly objekt, koji unatoč velikoj razlici u broju poligona izgledaju vrlo slično.

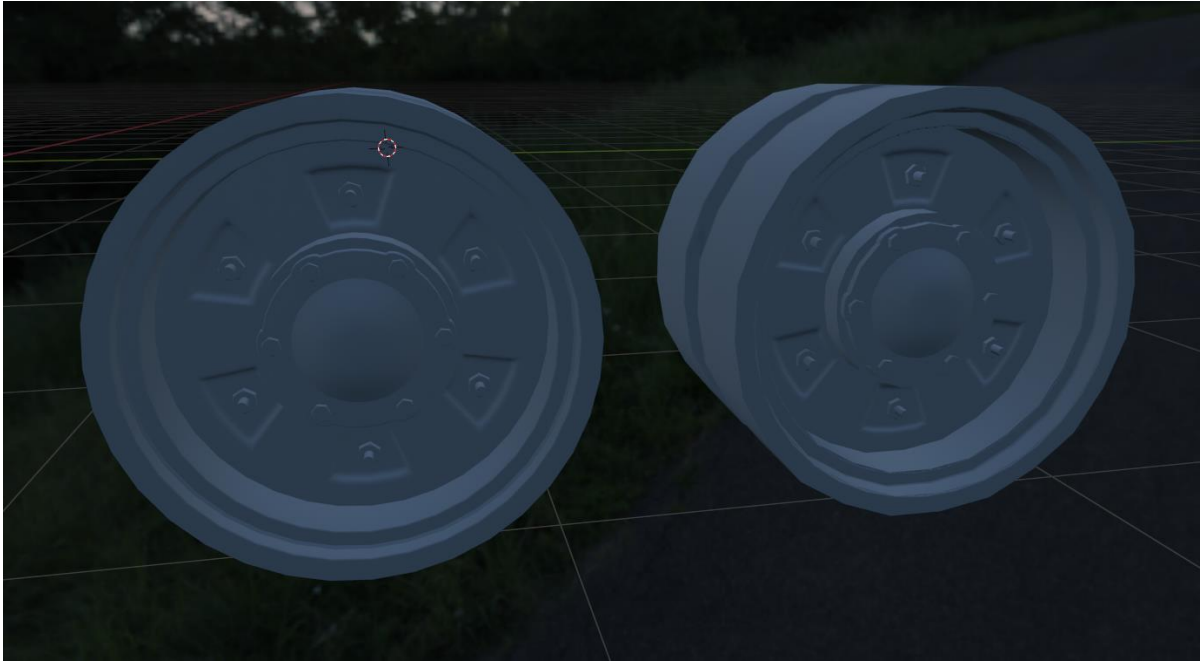


*Slika 6.31 High poly i low poly objekti tkanine nakon pečenja normal mape*

Lijevi objekt ima 9.122 poligona, a desni 906.



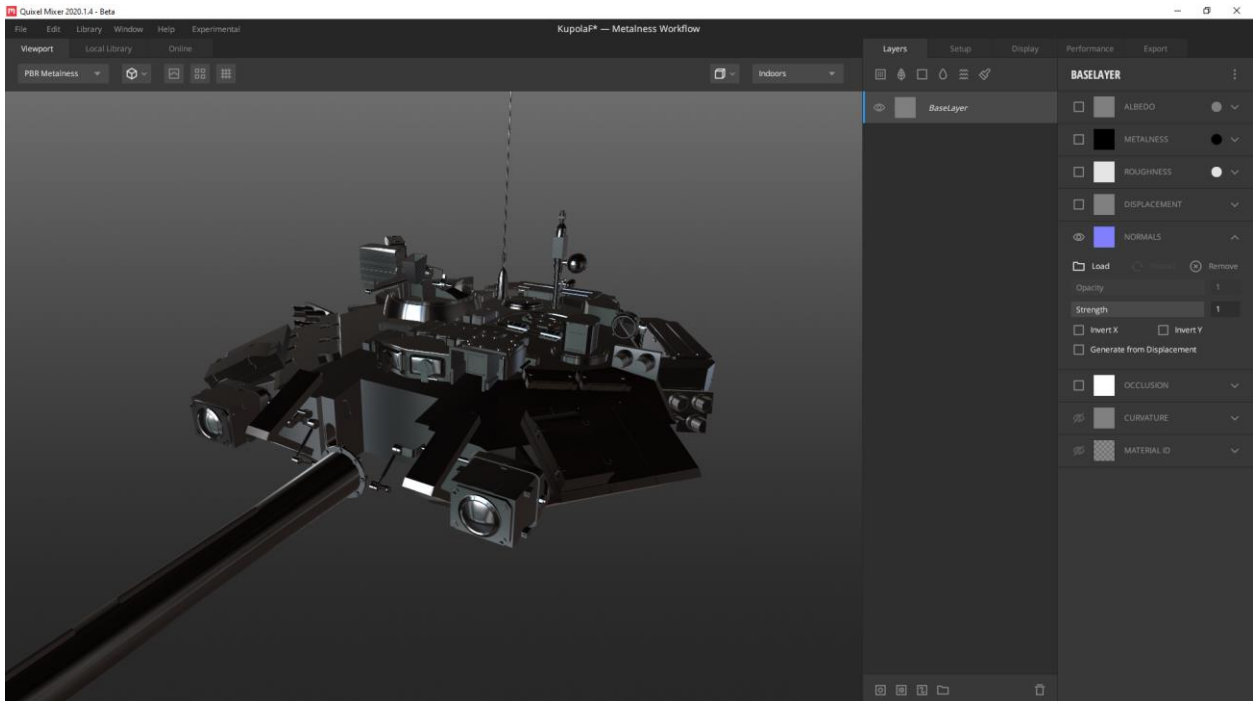
*Slika 6.32 High poly i low poly objekti kotača*



*Slika 6.33 High poly i low poly objekti kotača nakon pečenja normal mape*

### 6.3. Teksturiranje modela

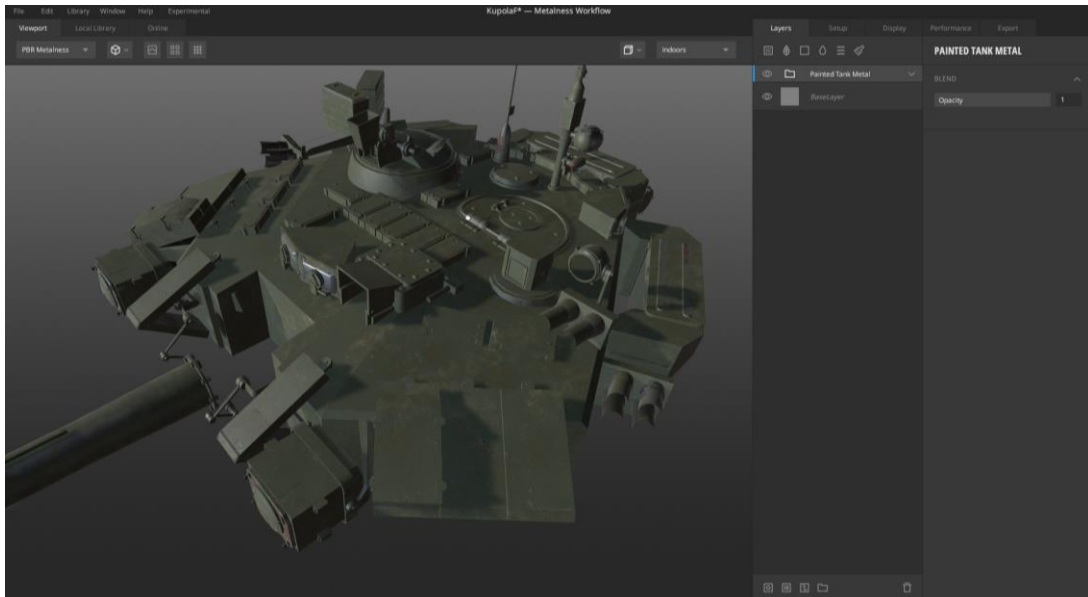
Ubacivanje u Mixer i dodavanje prijašnje spremljene mape normala.



*Slika 6.34 Ubacivanje modela u Mixer*

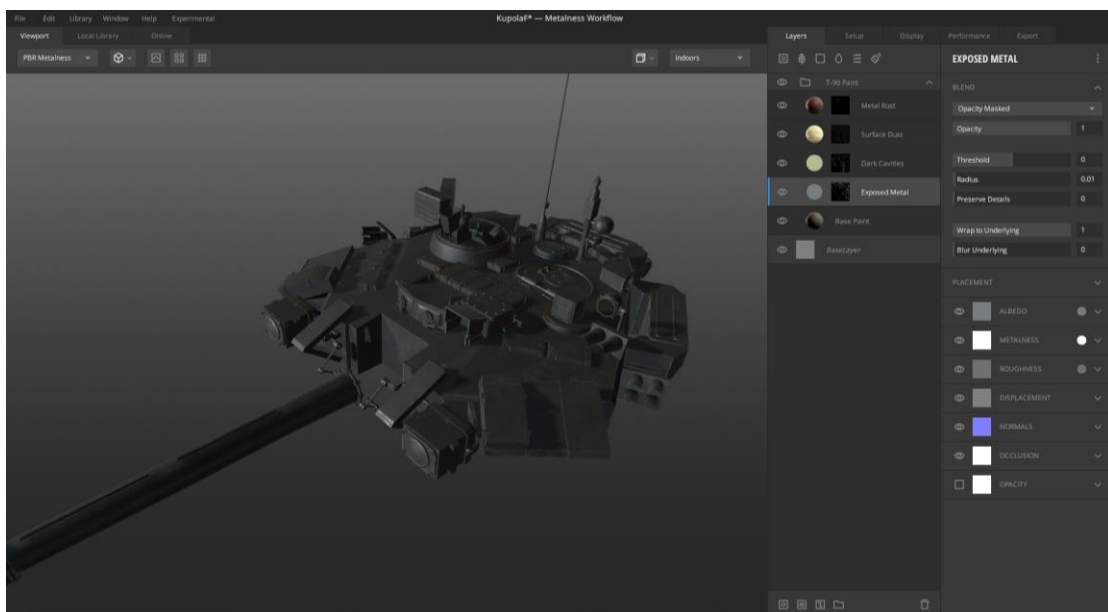


U izborniku pametnih materijala postoji materijal 'Painted Tank Metal' koji će se koristiti kao baza za materijal. Ovaj pametni materijal ima kombinaciju mapa za hrđu, prašinu, tamnih praznina, oštećenih metala i osnovnu boju koji se primjenjuju na logičkim mjestima, kao na primjer, oštećeni metal se nalazi većinom na rubovima, pa će ga tamo i postaviti.



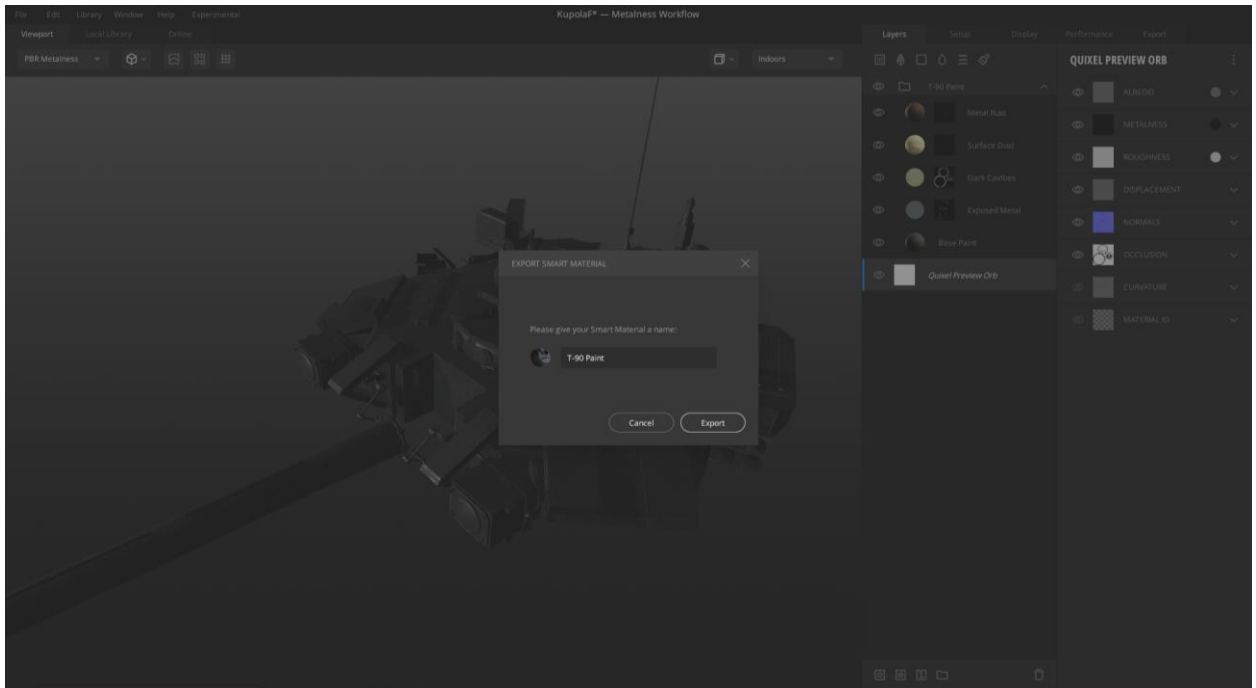
*Slika 6.35 Dodavanje Smart materijala*

Smanjivanjem količine prašine, namještanjem količine oštećenja metala i mijenjanjem boje na metalu dobiva se željena boja tenka.



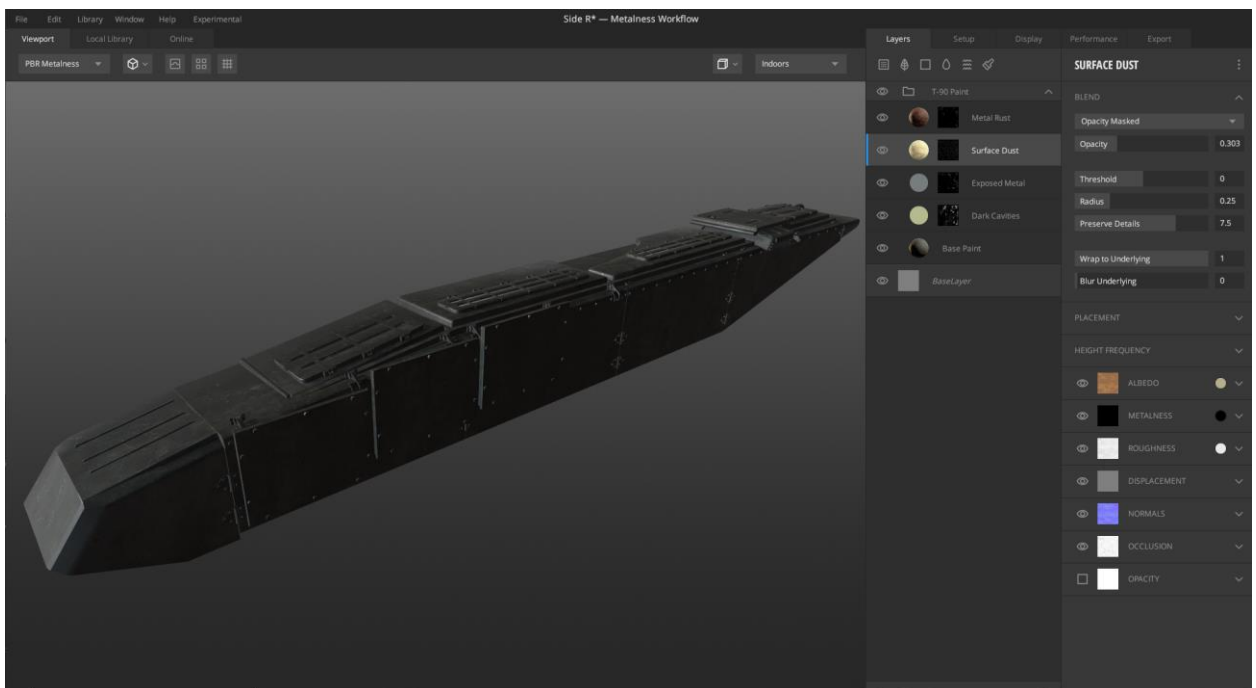
*Slika 6.36 Završni izgled Smart materijala*

Dobiveni materijal se zatim sprema kao pametni materijal kako bi se kasnije mogao koristiti za druge objekte.



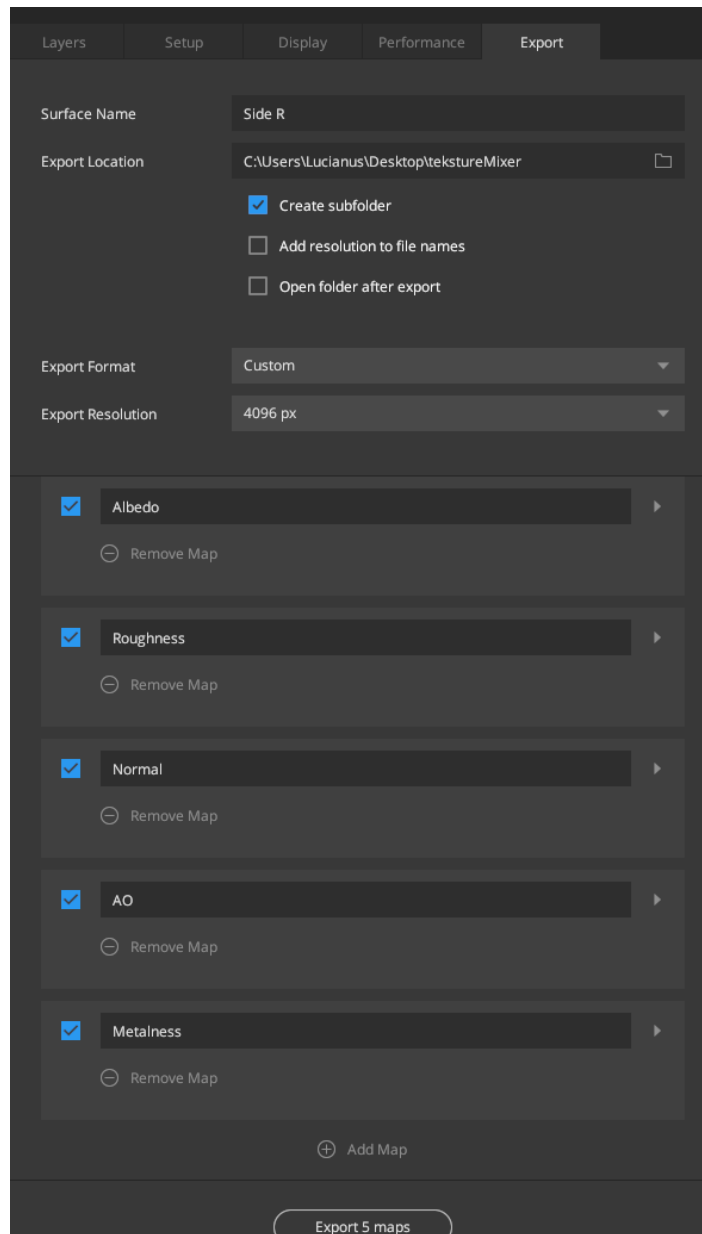
*Slika 6.37 Spremanje Smart materijala*

Ukoliko su UV mape uredno odmotane, spremljeni pametni materijal možemo primjeniti na sve ostale objekte bez problema.



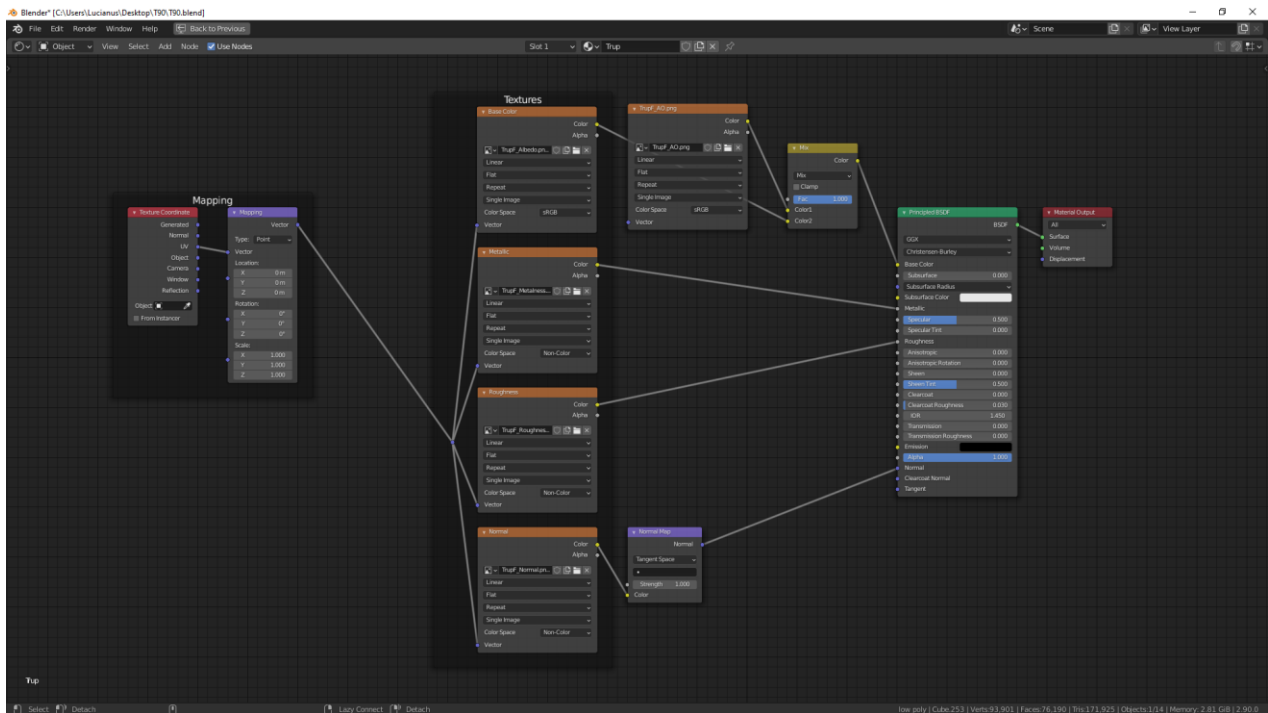
*Slika 6.38 Primjenjivanje spremljenog Smart materijala na ostale objekte*

Export color mape, roughness mape, normal mape, ambient occlusion mape i metalness mape koje čine metalness tijekom rada u 2k rezulocijama za manje dijelove(gusjenice) i 4k rezulocijama za velike dijelove.



*Slika 6.39 Prozor za export tekstura*

Exportane mape se nakon toga učitavaju u Blender, spajaju na određene utore za svaku od tih mapa osim za color mapu i ambient occlusion mapu, koje se miješaju pomoću MixRGB čvora i ubacuju u Base Color utore.



Slika 6.40 Ubacivanje tekstura u Blender

Rezultat nakon primjenjivanja tekstura na sve objekte.



Slika 6.41 Izgled modela nakon primjenjivanja tekstura

## 6.4. Renderiranje modela

Kako bi scena bila zanimljiva, dodaje se HDRi slika preuzeta s interneta i jednostavna tekstura tla napravljena u Mixeru.



*Slika 6.42 Završni render 1*



*Slika 6.43 Završni render 2*





*Slika 6.44 Završni render 3*



*Slika 6.45 Završni render 4*



*Slika 6.46 Završni render 5*

## 7. Zaključak

Blender je izniman program koji nas svojim sposobnostima iznenađuje iz dana u dan. U zadnjih je nekoliko godina dorastao programima korištenih u industriji, kao što su Autodesk Maya i Cinema 4D, a uz to je besplatan i dostupan svima. Razvojem takve tehnologije svakoj je osobi omogućeno iskoristiti svoj kreativni i tehnički potencijal. Uz svega desetak osnovnih alata i petero modifikatora moguće je napraviti bilo koji model, bilo da je to objekt iz stvarnog života, nešto potpuno izmišljeno ili kombinacija navedenoga.

Mixer je tek ranije ove godine postao besplatan i iako još uvijek nije dorastao industrijskom standardu, Substance Painteru, u njemu se mogu izraditi prekrasne teksture na jednostavan i brz način poznavajući svega nekoliko postojećih alata.

Pošto svijet video igara od njihovog samog početka nije prestao rasti, postoji velika potražnja za 3D modelima optimiziranih za njih, a razvojem programa za modeliranje i teksturiranje taj se proces uvelike olakšava što znači da potražnja za takvim modelima neće pasti u bližoj budućnosti.

U Varaždinu \_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Potpis



## Literatura

- [1] W.Vaughan: [digital] Modeling, New Riders, Berkeley, 2012.
- [2] A.Chopine: 3D Art Essentials The Fundamentals of 3D Modeling, Texturing and Animation, Elsevier, 2011.
- [3] B.Simonds: Blender Master Class: A Hands-on Guide to Modeling, Sculpting, Materials, and Rendering, No Starch Press, 2013.
- [4] J.Gumster: Blender For Dummies, John Wiley & Sons, 2009.
- [5] O.Demers: Digital Texturing & Painting, New Riders, 2002.
- [6] A.Kumar: Beginning PBR Texturing: Learn Physically Based Rendering with Allegorithmic's Substance Painter, Apress, 2020.
- [7] A.Bernik, D.Kelnarić, Vrste i tehnike 3D modeliranja, dostupno na: [https://www.unin.hr/data/knjiznica/tehnicki\\_glasnik/tehnickiglasnik\\_1\\_2\\_2010.pdf](https://www.unin.hr/data/knjiznica/tehnicki_glasnik/tehnickiglasnik_1_2_2010.pdf)
- [8] C.Kuhn: Blender 3D Incredible Machines, Packt, 2016.

### Internetski izvori:

- [9] <https://quixel.com/mixer> dostupno 10.9.2020.
- [10] <https://medium.com/@arjun07/differences-between-high-poly-vs-low-poly-3d-models-348cab56e82e> dostupno 8.9.2020.
- [11] <https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/index.html> dostupno 7.9.2020.

## Popis slika

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| Slika 2.1 Tehnike modeliranja..... | 3 |
|------------------------------------|---|

izvor: <http://mayafaq.blogspot.com/2014/01/nurbs-vs-polygons-vs-subdivision.html>  
posjećeno 11.9.2020.

|  |   |
|--|---|
| Slika 3.1 Proces dodavanja teksture na model ..... | 5 |
|--|---|

izvor: <https://www.blendernation.com/2017/04/22/tutorial-modeling-uv-unwrapping-texturing-mushroom/>  
posjećeno 10.9.2020.

|   |   |
|---|---|
| Slika 3.2 Kompatibilnost tijekom rada u raznim programima ..... | 6 |
|---|---|

izvor: <https://help.poliigon.com/en/articles/1712659-the-differences-between-metalness-and-specular-workflows>  
<https://help.poliigon.com/en/articles/1712659-the-differences-between-metalness-and-specular-workflows>  
posjećeno 10.9.2020.

|  |   |
|--|---|
| Slika 3.3 Mape korištene u oba tijeka rada ..... | 8 |
|--|---|

izvor: <https://medium.com/gametextures/metallic-magic-2dce9001fe15>  
posjećeno: 11.9.2020.

|  |   |
|--|---|
| Slika 4.1 Korisničko sučelje Blendera..... | 9 |
|--|---|

izvor: [https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/window\\_system/workspaces.html](https://docs.blender.org/manual/en/latest/interface/window_system/workspaces.html)  
posjećeno: 11.9.2020.

|   |    |
|---|----|
| Slika 4.2 Prikaz točke, brida i stranice..... | 10 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.3 Princip rada Move alata..... | 11 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.4 Princip rada Scale alata ..... | 11 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.5 Princip rada Rotate alata..... | 12 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.6 Princip rada Extrude alata ..... | 12 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| Slika 4.7 Princip rada Loop Cut alata..... | 13 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| Slika 4.8 Princip rada Bevel alata.....                                   | 13 |
| Slika 4.9 Princip rada Duplicate alata.....                               | 14 |
| Slika 4.10 Princip rada Mirror modifikatora.....                          | 14 |
| Slika 4.11 Princip rada Array modifikatora.....                           | 15 |
| Slika 4.12 Princip rada Subdivision Surface modifikatora.....             | 15 |
| Slika 5.1 Korisničko sučelje Mixera.....                                  | 16 |
| Slika 5.2 Primjer Surface materijala.....                                 | 17 |
| Slika 5.3 Primjer Imperfection materijala.....                            | 17 |
| Slika 5.4 Primjer Smart materijala.....                                   | 18 |
| Slika 6.1 Priprema tlocrta za početak izrade modela.....                  | 20 |
| Slika 6.2 Osnovni oblik kupole.....                                       | 21 |
| Slika 6.3 Izrada detalja na modelu.....                                   | 21 |
| Slika 6.4 Dupliciranje objekata na kupoli.....                            | 22 |
| Slika 6.5 Izrada nepravilnih oblika na kupoli.....                        | 22 |
| Slika 6.6 Princip rada simulacije tkanine.....                            | 23 |
| Slika 6.7 Završni izgled tkanine.....                                     | 23 |
| Slika 6.8 Završni izgled kupole.....                                      | 24 |
| Slika 6.9 Osnovni oblik baze.....   | 24 |
| Slika 6.10 Detalji na bazi.....   | 25 |
| Slika 6.11 Detalji na bazi 2.....   | 25 |
| Slika 6.12 Detalji na bazi 3.....   | 26 |
| Slika 6.13 Osnovni oblik bočne strane.....                                | 26 |
| Slika 6.14 Izrada detalja na kutijama.....                                | 27 |
| Slika 6.15 Izrada poklopaca za kutije i ispušnog sistema motora.....      | 27 |
| Slika 6.16 Završni izgled bočne strane.....                               | 28 |
| Slika 6.17 Završni izgled obje bočne strane.....                          | 28 |
| Slika 6.18 Šestina kotača.....  | 29 |
| Slika 6.19 Korištenje Array modifikatora.....                             | 29 |
| Slika 6.20 Izrada kružnice oko koje će se rotirati Array modifikator..... | 30 |
| Slika 6.21 Kotač nakon primjenjivanja Array i Curve modifikatora.....     | 30 |
| Slika 6.22 Završni izgled kotača.....                                     | 31 |
| Slika 6.23 Stvaranje niza kotača pomoću Array modifikatora.....           | 31 |
| Slika 6.24 Završni izgled svih tipova kotača.....                         | 32 |
| Slika 6.25 Karika gusjenice.....  | 32 |
| Slika 6.26 Bezierova krivulja sa karikom gusjenice.....                   | 33 |

|   |    |
|---|----|
| Slika 6.27 Primjenjivanje Array modifikatora na kariku gusjenice .....          | 33 |
| Slika 6.28 Završni izgled modela .....  | 34 |
| Slika 6.29 High poly i low poly objekti tkanine.....                            | 34 |
| Slika 6.30 Odmotavanje low poly modela .....                                    | 35 |
| Slika 6.31 High poly i low poly objekti tkanine nakon pečenja normal mape ..... | 36 |
| Slika 6.32 High poly i low poly objekti kotača.....                             | 36 |
| Slika 6.33 High poly i low poly objekti kotača nakon pečenja normal mape.....   | 37 |
| Slika 6.34 Ubacivanje modela u Mixer .....                                      | 37 |
| Slika 6.35 Dodavanje Smart materijala .....                                     | 38 |
| Slika 6.36 Završni izgled Smart materijala .....                                | 38 |
| Slika 6.37 Spremanje Smart materijala.....                                      | 39 |
| Slika 6.38 Primjenjivanje spremljenog Smart materijala na ostale objekte.....   | 39 |
| Slika 6.39 Prozor za export tekstura .....                                      | 40 |
| Slika 6.40 Ubacivanje tekstura u Blender .....                                  | 41 |
| Slika 6.41 Izgled modela nakon primjenjivanja tekstura.....                     | 41 |
| Slika 6.42 Završni render 1 .....   | 42 |
| Slika 6.43 Završni render 2 .....   | 42 |
| Slika 6.44 Završni render 3 .....   | 43 |
| Slika 6.45 Završni render 4 .....   | 43 |
| Slika 6.46 Završni render 5 .....   | 44 |