

Zápočtová úloha z Počítačové grafiky 2

3D modelování kuličkového ložiska v Blenderu

Nikita Belov

Informatická fyzika

Akademický rok 2012/2013

1. Zadaní úlohy

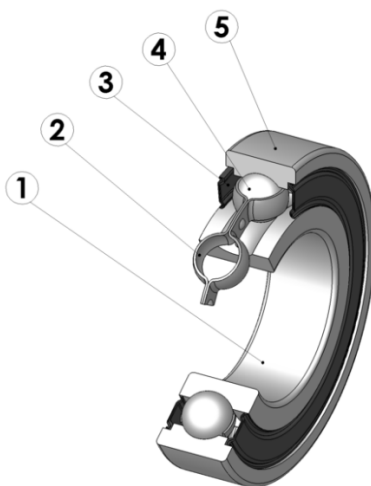
V programu Blender vytvořit 3D model kuličkového ložiska a podrobně popsat tento postup ve formě tutoriálu. Výsledný model ložiska bude následně složit pro ilustraci diplomové práce. Cílem tohoto manuálu je vytvořit něco podobného jako na obrázku 1. Pro modelování byl použit Blender v2.65.



Obrázek 1: Kuličkové ložisko

2. Řešení úlohy

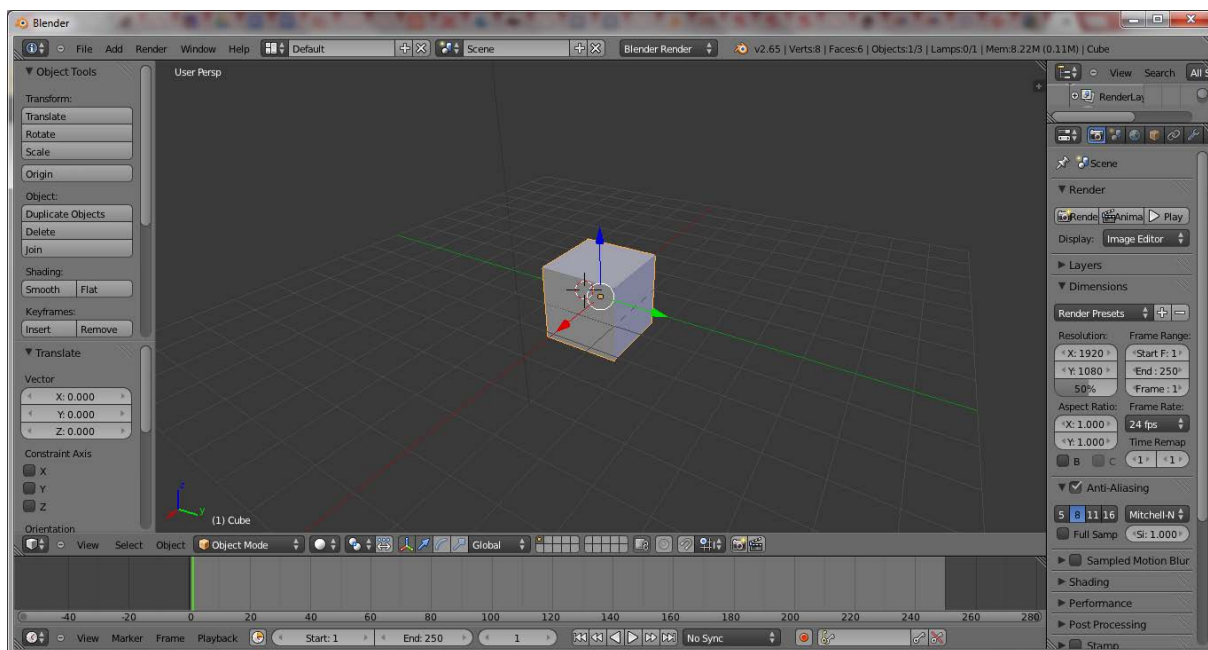
Model kuličkového ložiska lze rozdělit na několik základních částí [1]: vnitřní kroužek – 1, klec – 2, těsnění – 3, kuličky – 4 a vnější kroužek – 5 (viz obr. 2). Z toho důvodu je logické vytvářet model též postupně, po jednotlivých komponentách. Krok za krokem si ukážeme, jak vytvořit kompletní model ložiska v blenderu.



Obrázek 2: Komponenty kuličkového ložiska

3. Vnitřní a vnější kroužek

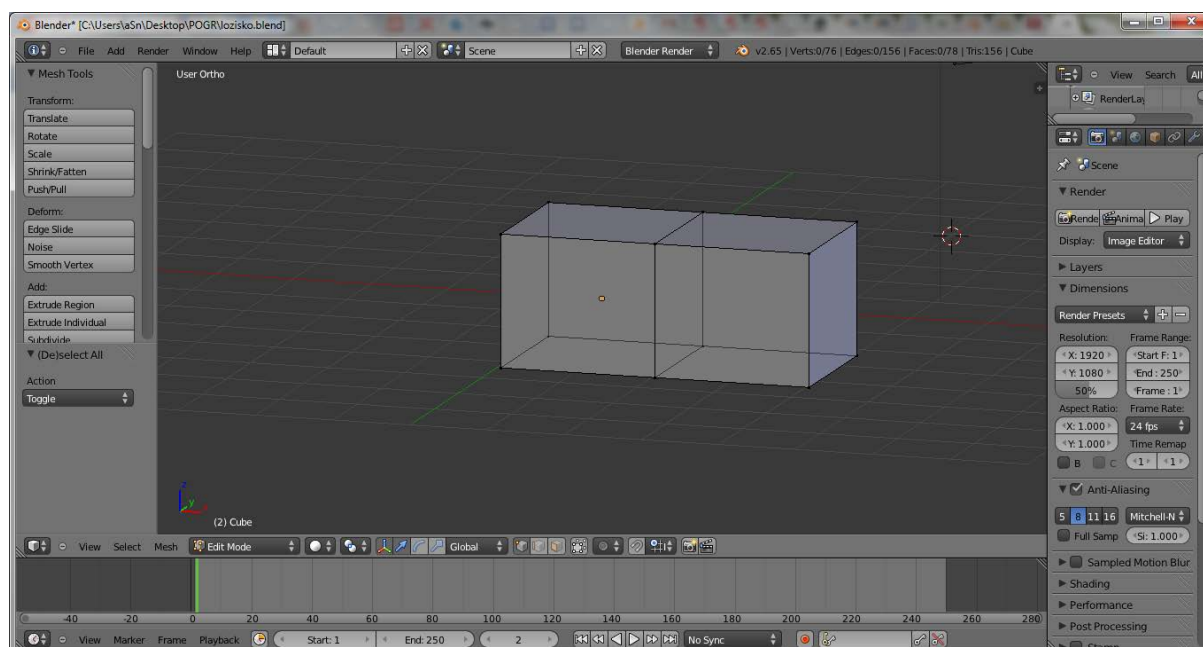
Po spuštění Blenderu se objeví hlavní okno s automaticky vytvořenou krychlí (obr. 3). Ji mazat nebudeme, neboť se nám bude hodit pro vytváření vnitřního kroužku ložiska.



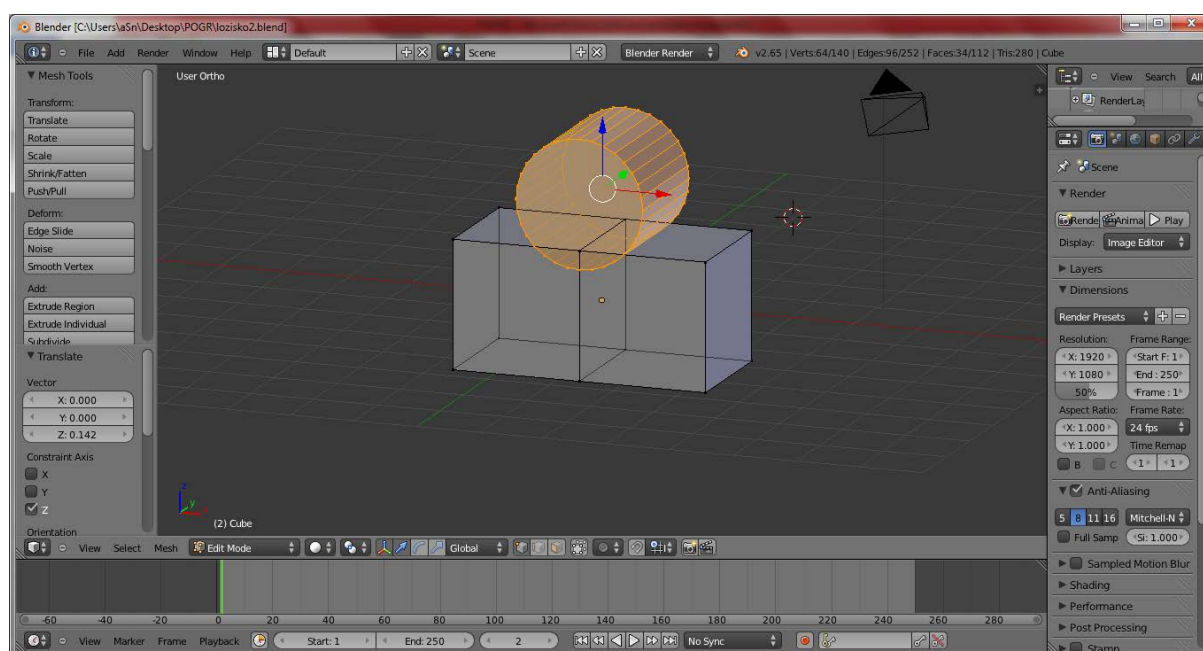
Obrázek 3: Hlavní okno Blenderu v2.65 a krychle

První věc, kterou uděláme, je to, že trochu roztáhneme naši krychli do šířky. Lze to udělat velice jednoduše a to za pomoci metody **Extrude (E)**. Nejdříve se ale musíme přepnout do režimu **Edit Mode**, což lze udělat pomocí dolního menu. Roztáhneme krychli a trochu zmenšíme výšku pomocí metody **Scale (S)**, až dostaneme to, co je na obrázku 4. Potom vložíme do scény válec pomocí kombinace kláves **Shift+A**. Náš válec umístíme tak, aby vytvořil příslušný žlábek (obr. 5) na povrchu krychle. Smažeme nadbytečné polygony a to

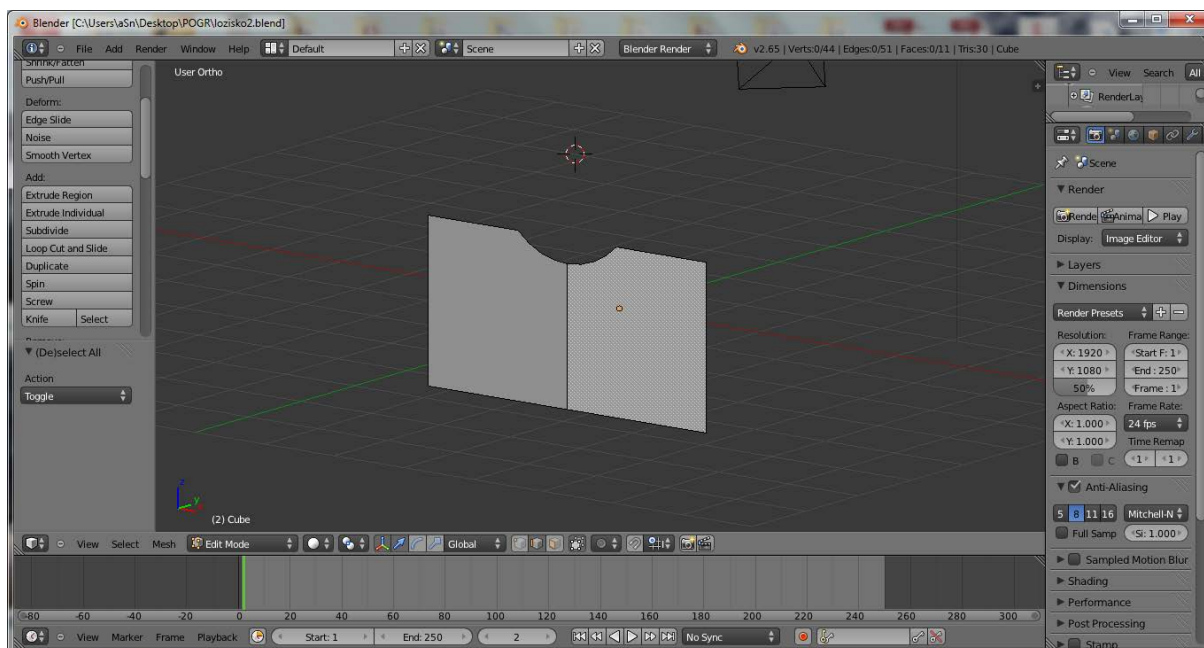
takovým způsobem, že je označíme pravým tlačítkem myši, stiskneme klávesu **X** a zvolíme možnost **Faces**.



Obrázek 4: První úpravy

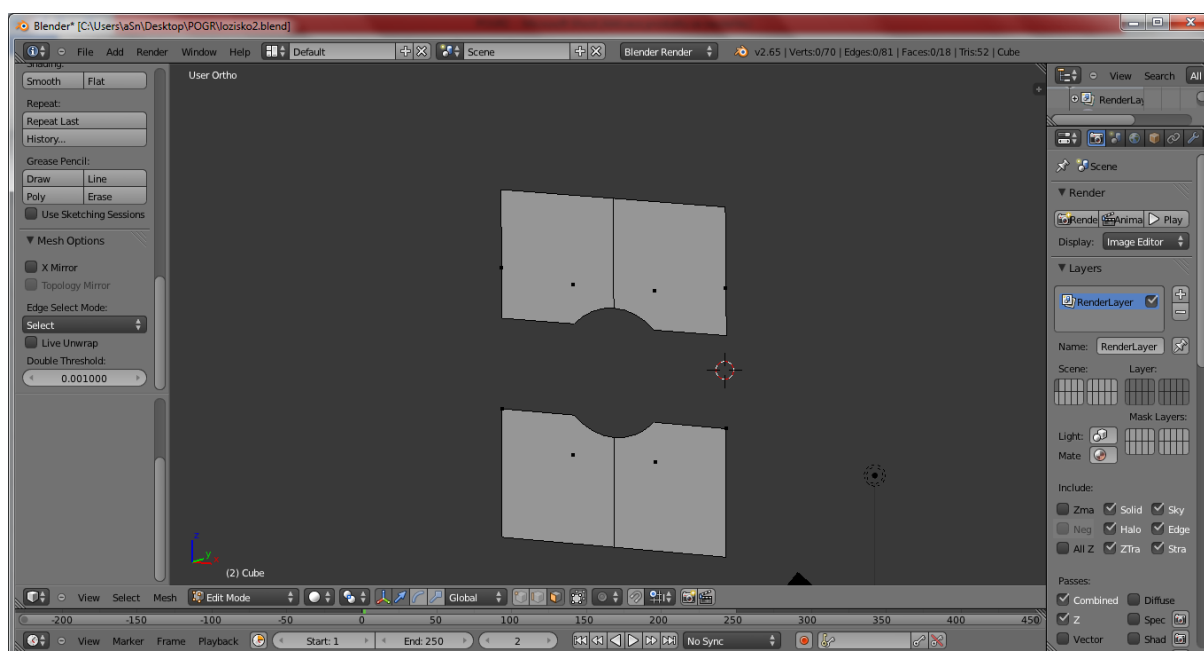


Obrázek 5: Vložení válce



Obrázek 6: Profil vnitřního kroužku

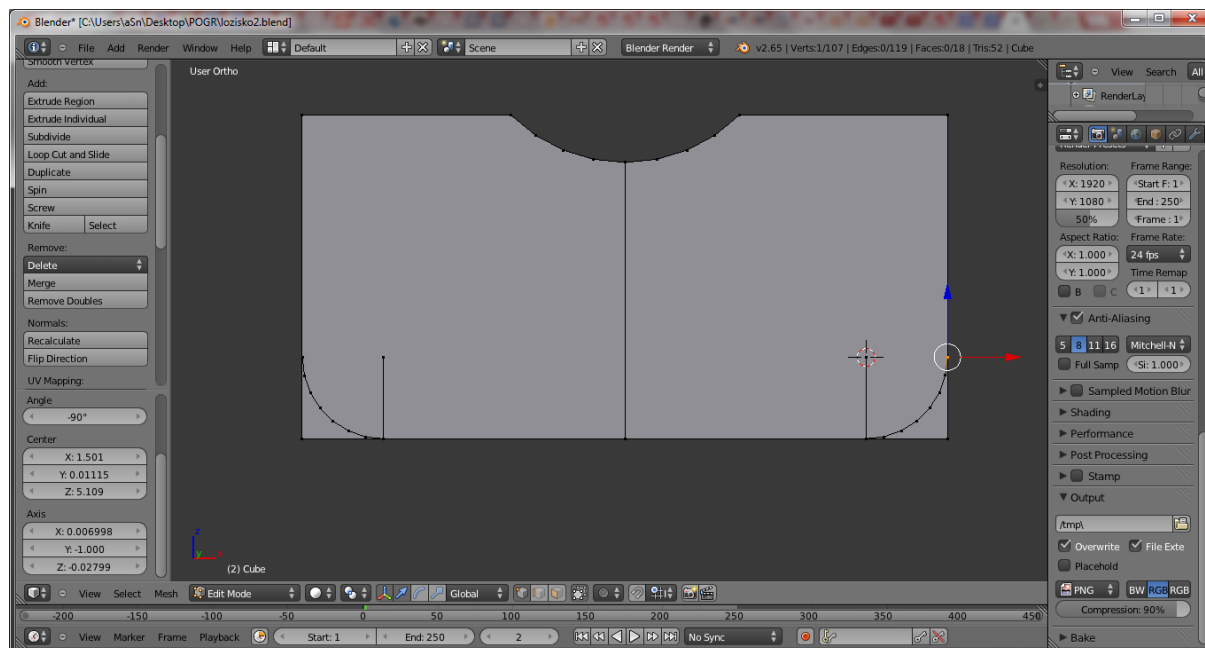
Nadbytečné vrcholy též smažeme pomocí stejné metody, akorát vybereme možnost **Vertex**. Ve výsledku by nám měl vzniknout plochý profil vnitřního kroužku ložiska (obr. 6).



Obrázek 7: Kopírování profilu kroužku

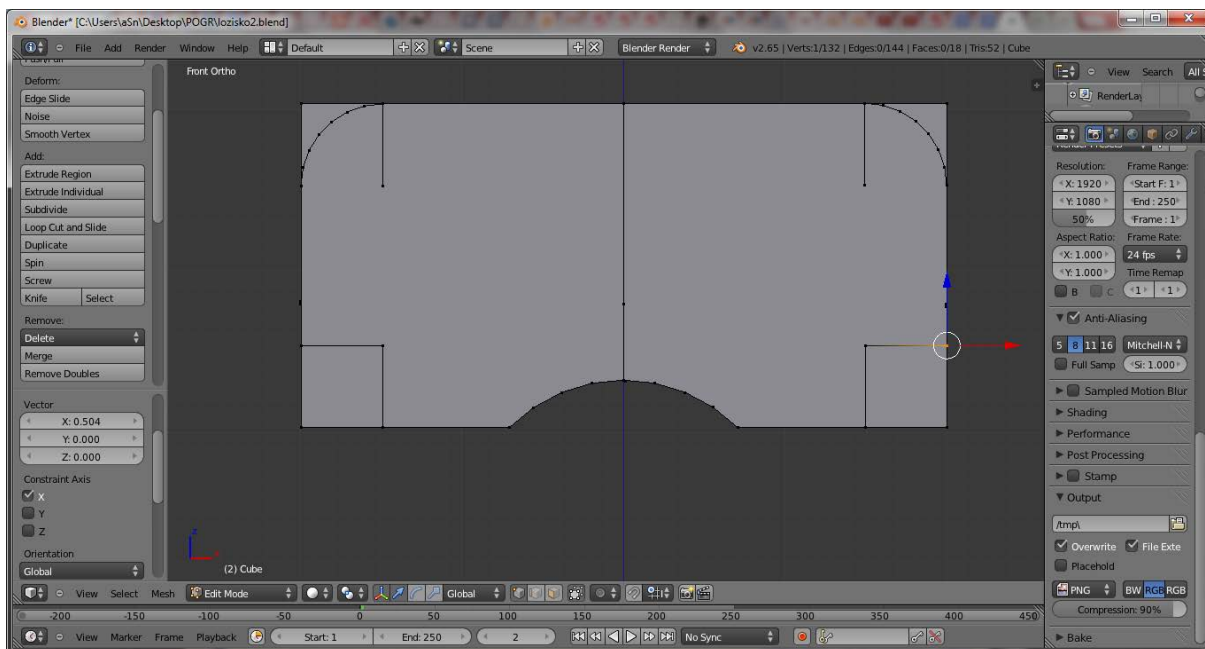
Vnější kroužek ložiska vytvoříme pomocí metody **Duplicate** (**Shift+D**), která nám udělá identickou kopii našeho profilu. Musíme ji ale otočit a umístit na správné vzdálenosti od vnitřního kroužku. Otočit profil nám pomůže metoda **Rotate** (**R**), u které lze volit osu otáčení pomocí kláves **X**, **Y** a **Z**. Po provedení všech potřebných kroků dostaneme to, co je na obrázku 7. Profily kroužku ložiska mají ale zaoblené okraje a musíme to také zohlednit

v našem modelu. Pomocí pomocných uzlů a metody **Spin**, kde lze nastavit úhel otáčení a počet kroků, uhladíme vnější rohy u obou profilů (obr. 8).



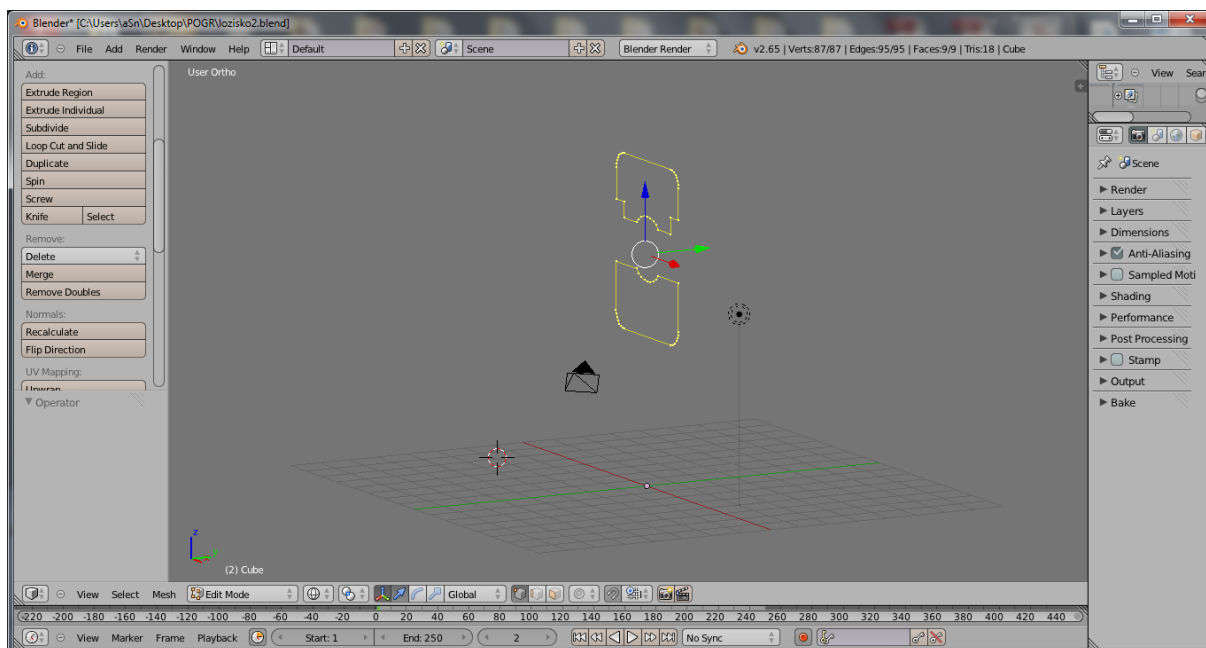
Obrázek 8: Přidání zaoblených rohů vnitřnímu profilu

U vnějšího profilu ložiska navíc uděláme potřebné výřezy (obr. 9). Výsledek je na obrázku 10.

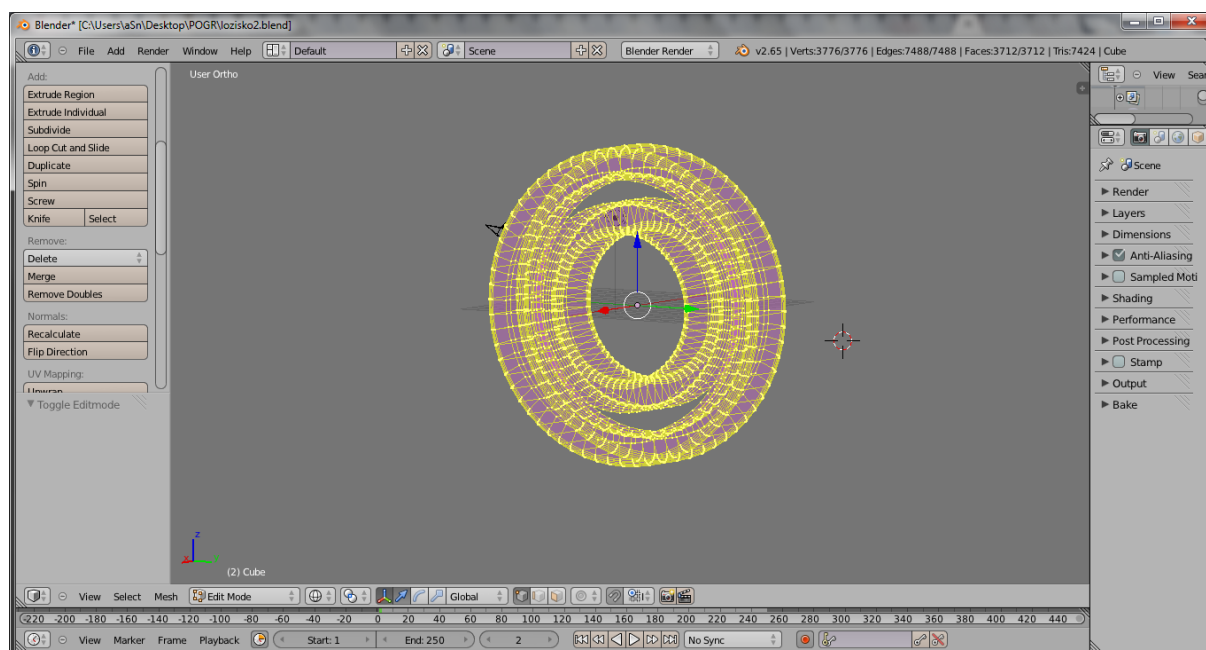


Obrázek 9: Přidání zaoblených rohů vnějšímu profilu

Nyní už nám nic nebrání použít již známou metodu **Spin** pro rotování obou profilů. Nezapomeňme nastavit úhel rotace na 360° a umístit střed rotace do počátku souřadnicového systému (obr. 11).

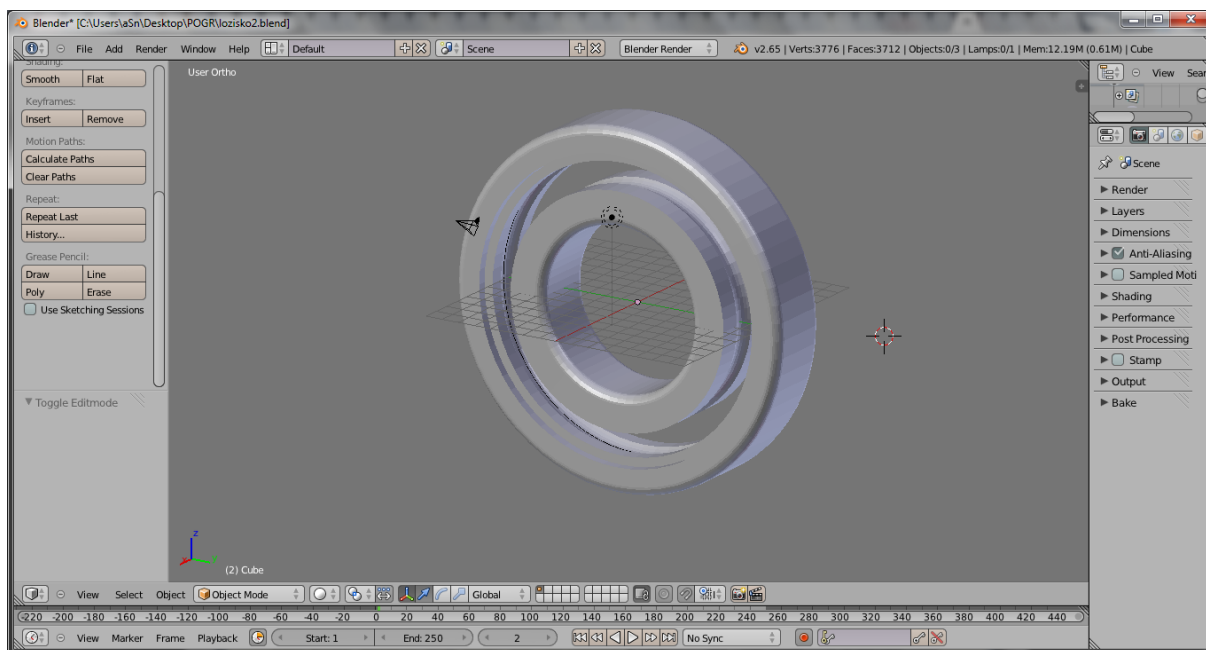


Obrázek 10: Hotové profily kroužků ložiska



Obrázek 11: Rotace profilů kroužků

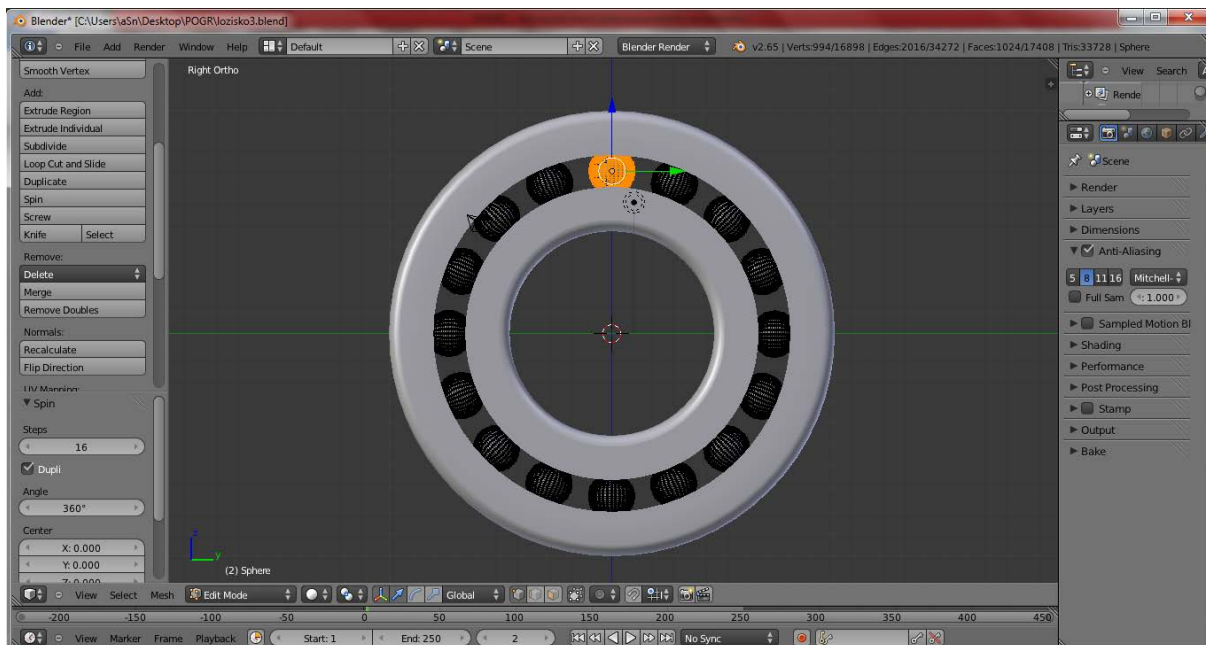
Ve výsledku pak máme krásné kroužky ložiska (obr. 12). Ještě ale musíme odstranit duplicitní uzly, které nám vzniknout při rotaci. Pomocí klávesy **A** označíme všechny uzly modelu, potom stiskneme klávesu **W** a vybereme **Remove doubles**, což smaže duplicitní uzly v našem modelu.



Obrázek 12: Hotové kroužky ložiska

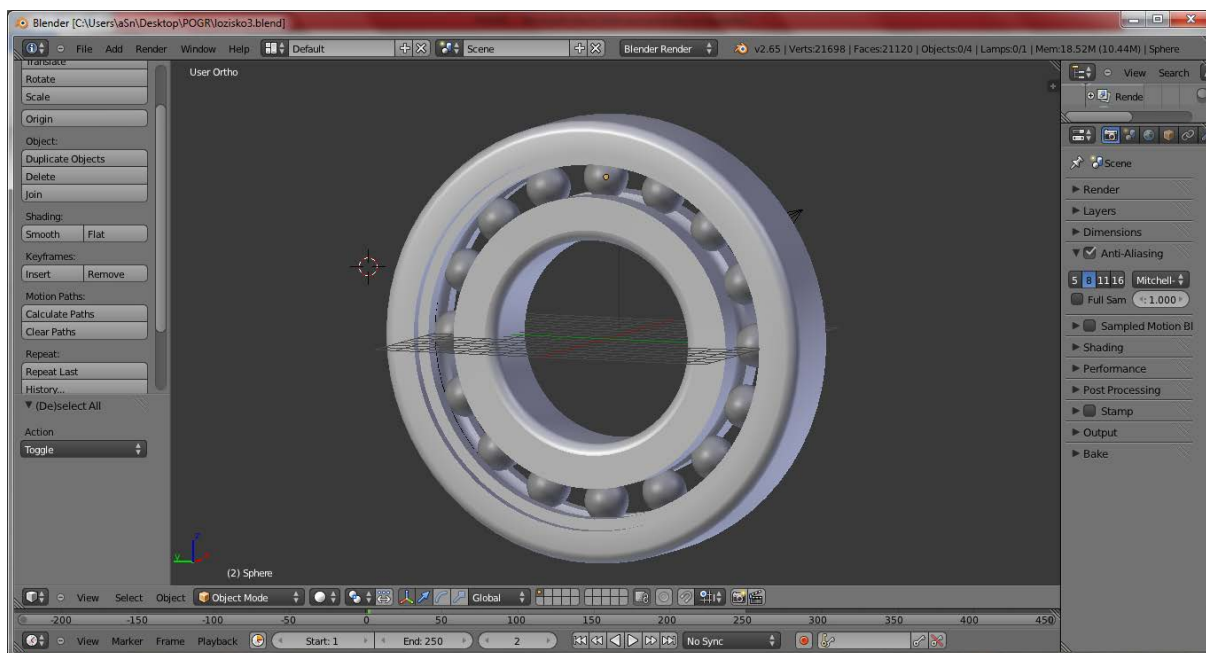
4. Kuličky

Ted', kdy již máme namodelované kroužky, můžeme začít s valivými elementy. V našem případě jsou to obyčejné kuličky. Nejprve stisknutím **Shift+A** vložíme jednu kuličku a následně ji umístíme na příslušnou pozici mezi vnitřním a vnějším kroužkem ložiska.



Obrázek 13: Kopírování kuličky

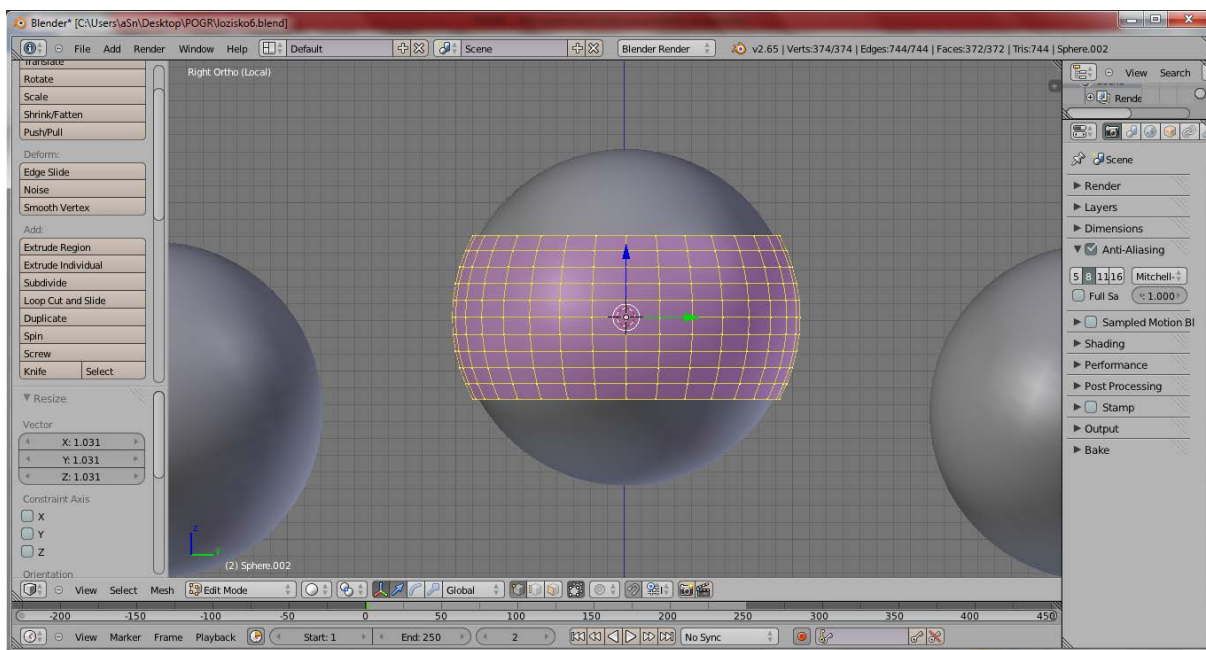
Dále označíme celou kuličku a pomocí metody **Spin** vytvoříme její rotační kopie. Aby se nám kulička ne roztáhla kolem osy rotace a vznikly by její rotační kopie, musíme zaškrtnout v metodě **Spin** možnost **Dub**. Výsledek kopírování je ukázán na obrázku 14.



Obrázek 14: Hotové kuličky

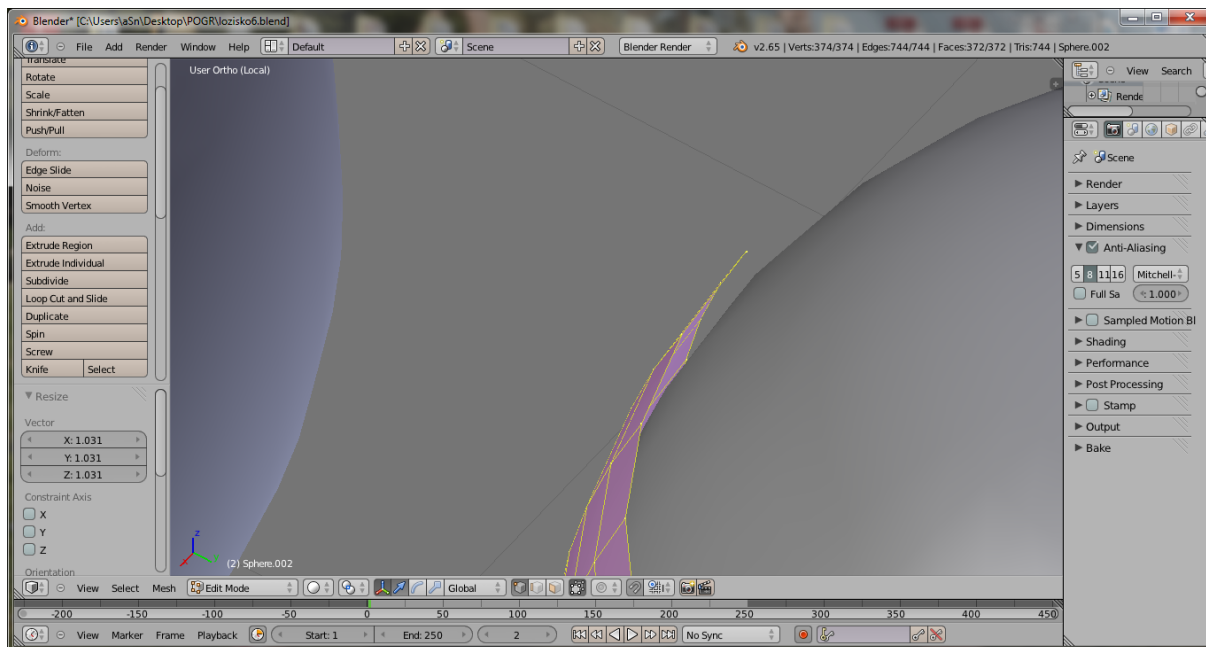
5. Klec

Ted' přejdeme k něčemu složitějšímu a to, k modelování klece, která udržuje kuličky. Pro vytváření klece použijeme povrch jedné kuličky.



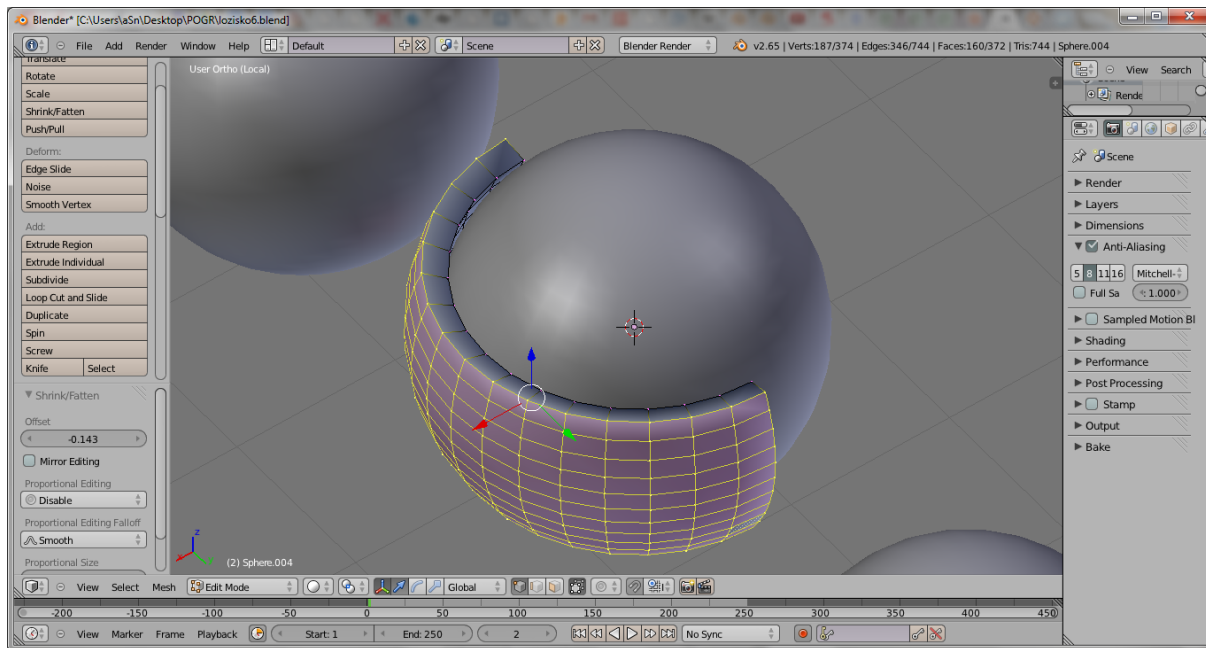
Obrázek 15: Výběr uzlů pro klec

Označíme uzly, jak ukázáno na obrázku 15. Pomocí metody **Duplicate (Shift+D)** vytvoříme duplikáty vybraných uzlů. Abychom nové uzly oddělili od původních a přitom zachovali jejich pozice na povrchu kuličky, použijeme metodu **Separate (P)**. Ve skutečnosti je ale mezi klecí a kuličkou určitá mezera, aby kulička měla volnost a mohla se otáčet.



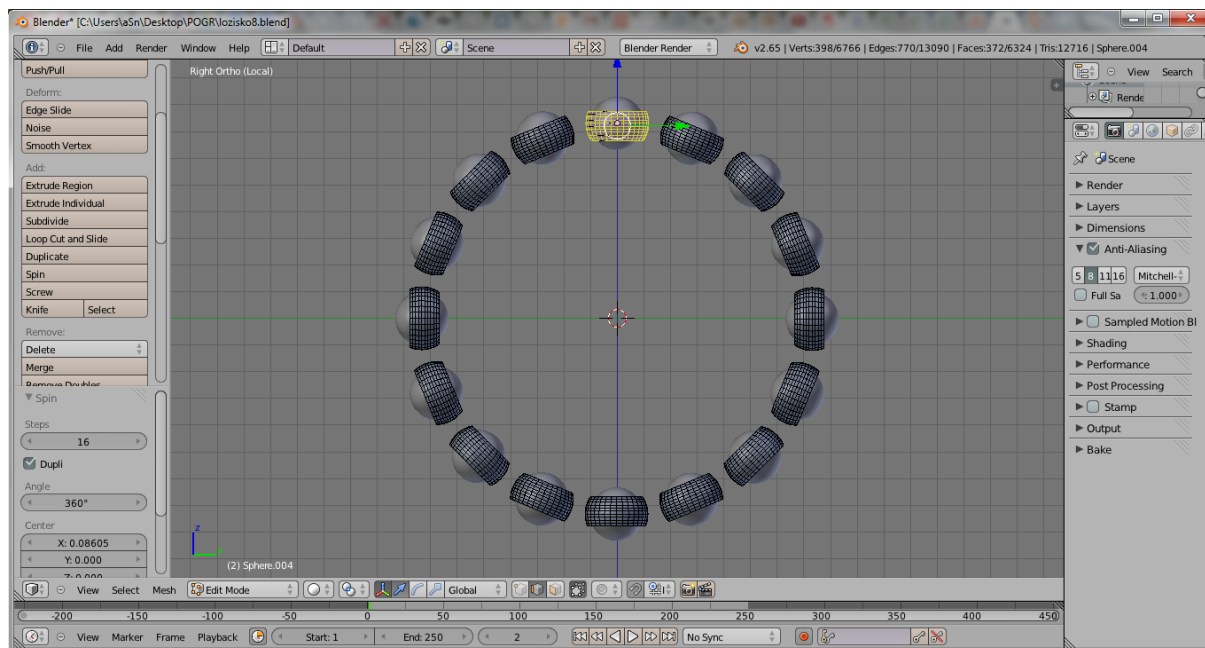
Obrázek 16: Vytvoření mezery

Tuto mezeru jednoduše uděláme za pomoci metody **Scale (S)** (obr. 16). Při tom ale musíme nastavit střed změny měřítka do středu kuličky.



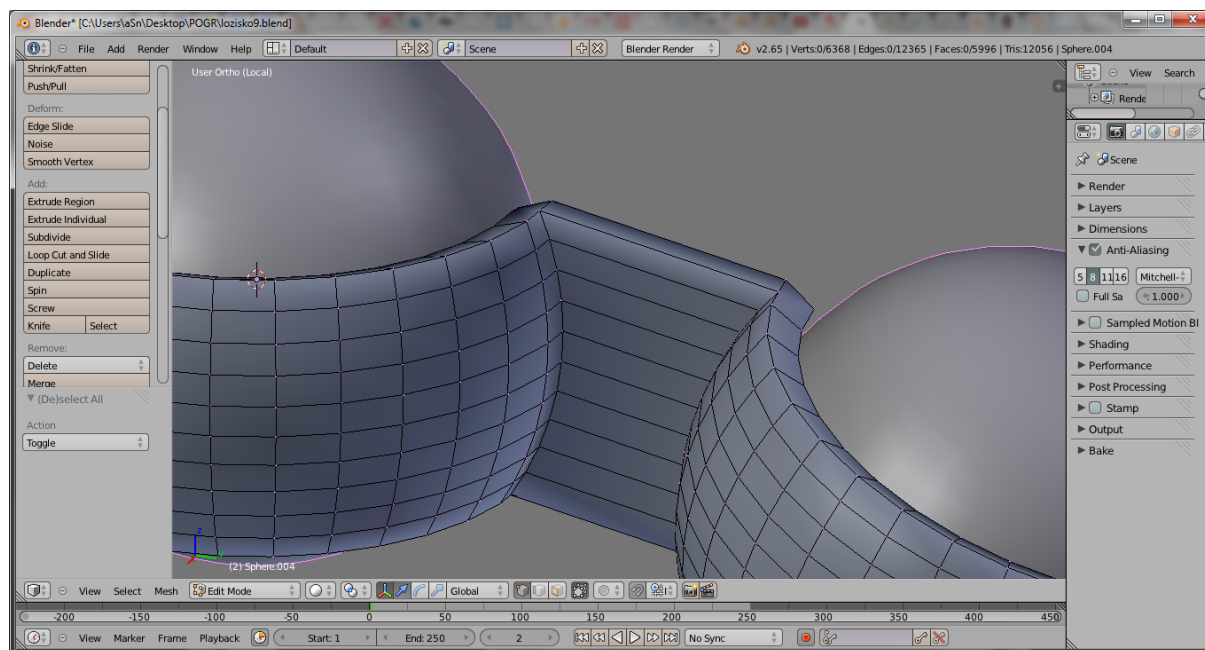
Obrázek 17: Vytvoření tloušťky klece

Kromě toho musíme ještě přidat tloušťku kleci. Lze to udělat metodou **Extrude (E)** ve směru normál k polygonům (**Alt+S**). Výsledek je na obrázku 17.



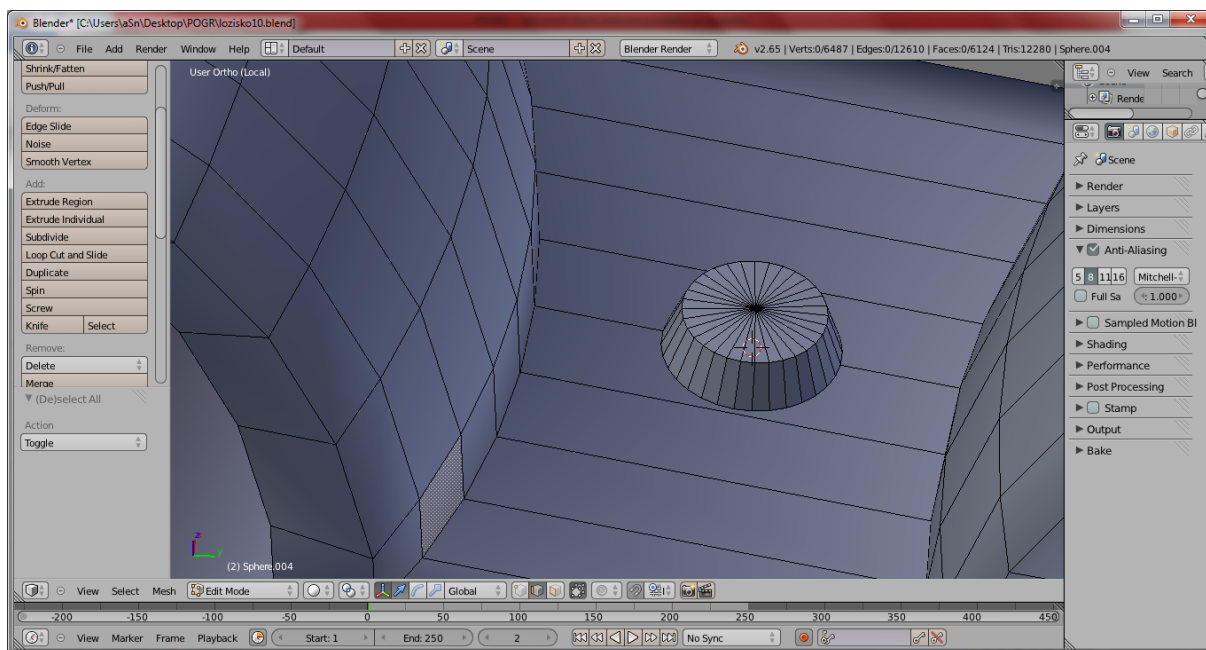
Obrázek 18: Kopírování části klece

Vybereme hotovou část klece a uděláme její rotační kopie již známým nám způsobem (obr. 18).



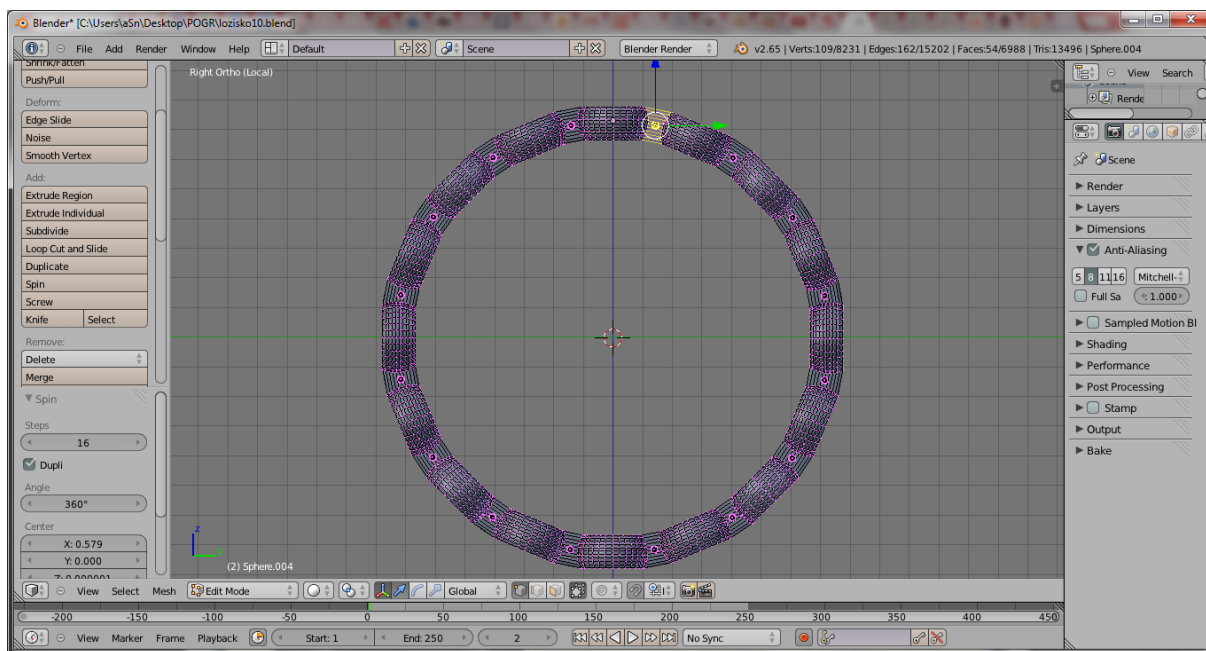
Obrázek 19: Spojení částí klece

Nyní potřebujeme tyto části nějak spojit mezi sebou. Uděláme to tak, že vytlačíme nejprve uzly jedné části ve směru k druhé a následně spojíme uzly metodou **Merge (Alt+M)** (obr. 19). Po spojení vytvoříme ještě hlavu nýtu jak znázorněno na obrázku 20.



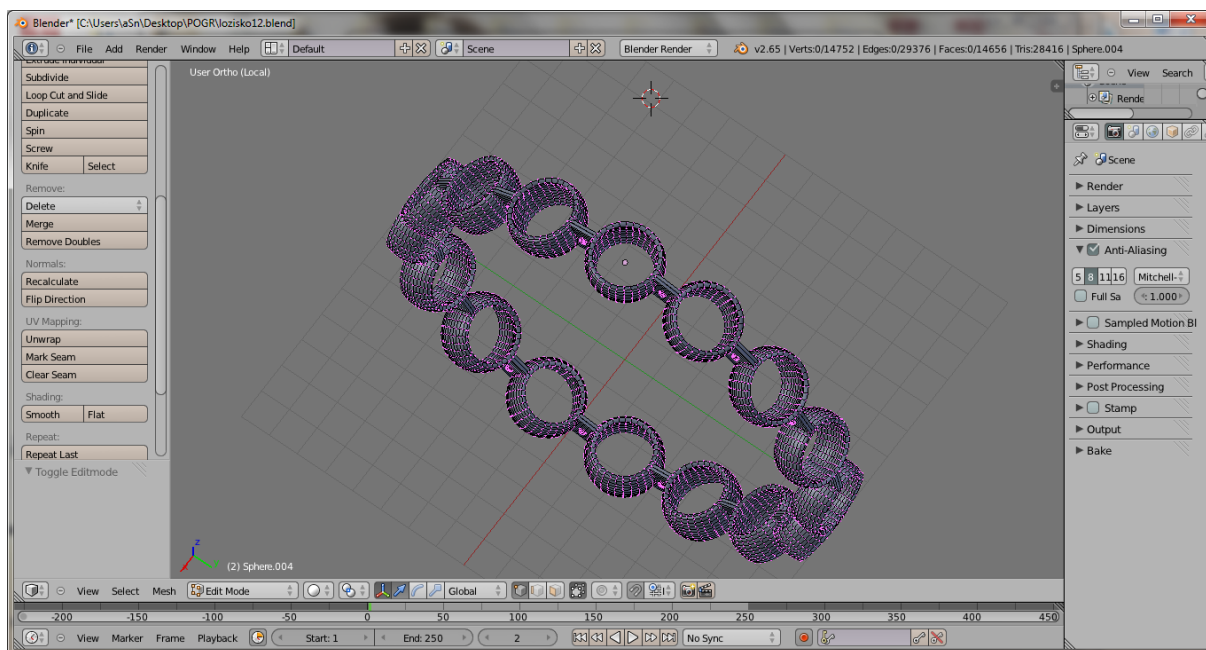
Obrázek 20: Vytvoření hlavy nýtu

Ted' označíme spojující částí klece polygony včetně hlavy nýtu a rotačně je nakopírujeme (obr. 21). A takhle jsme namodelovali polovinu klece.



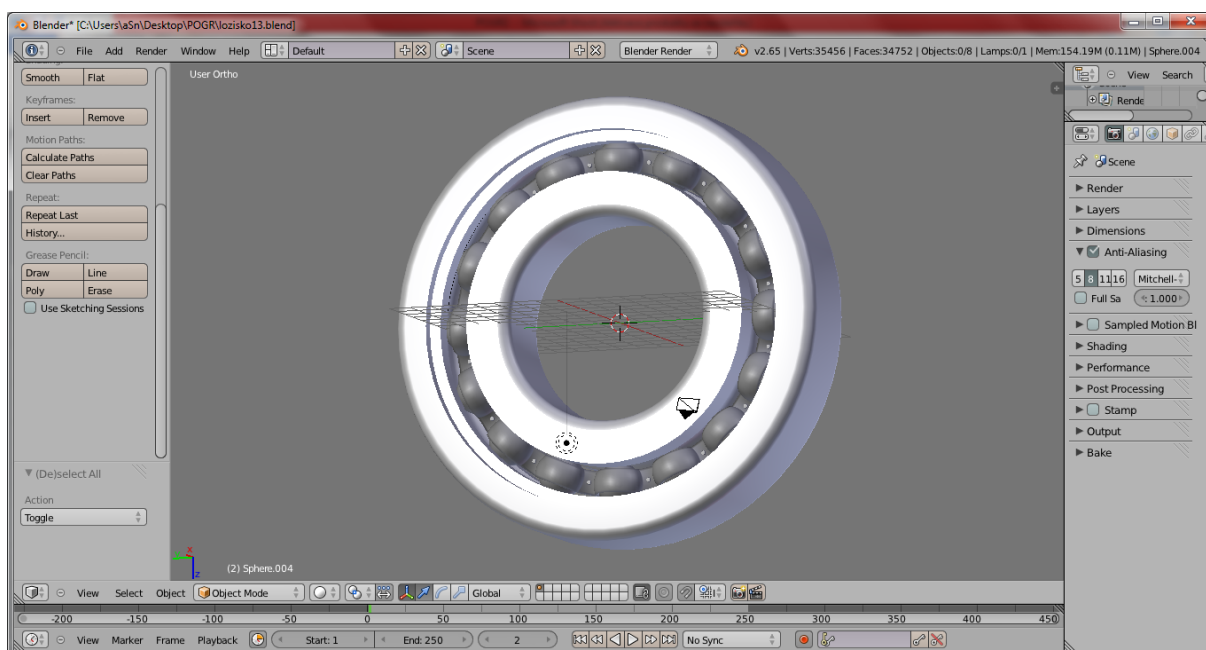
Obrázek 21: Hotová polovina klece

Druhá polovina je úplně stejná, takže pro její vytvoření postačí použít zrcadlového kopírování vůči příslušné osy (**Shift+D** a pak **Ctrl+M**). Jako výsledkem by měla být plnohodnotná klec (obr. 22).



Obrázek 22: Hotová klec ložiska

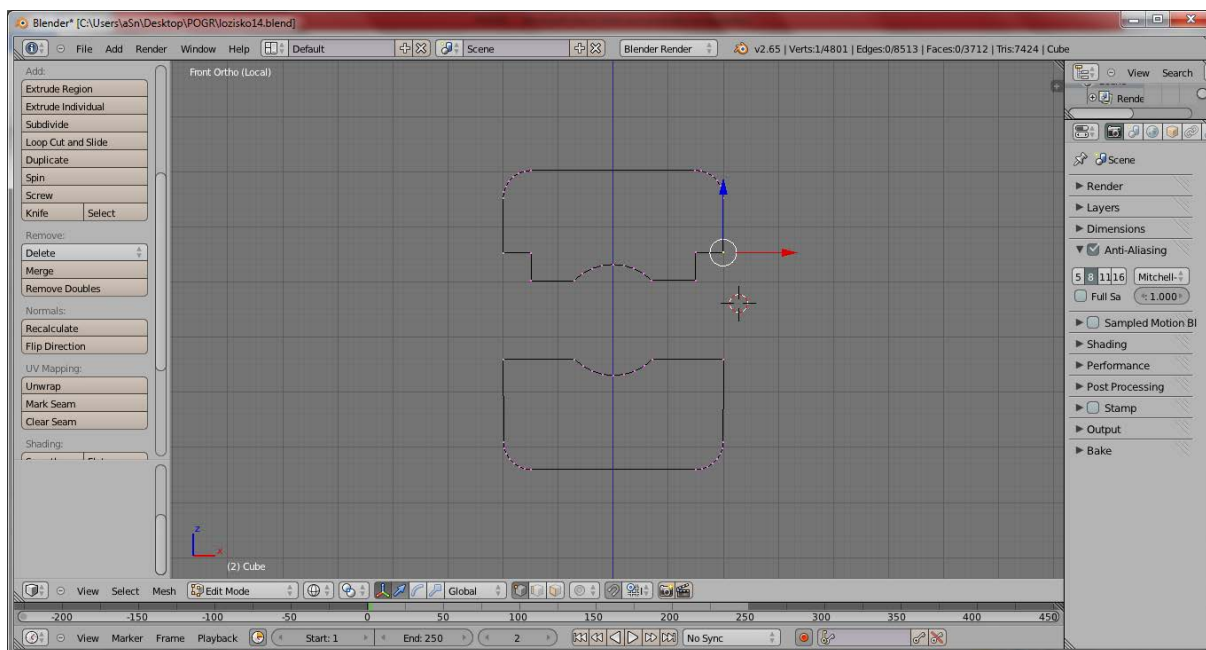
Konečný výsledek potom by měl odpovídat modelu na obrázku 23.



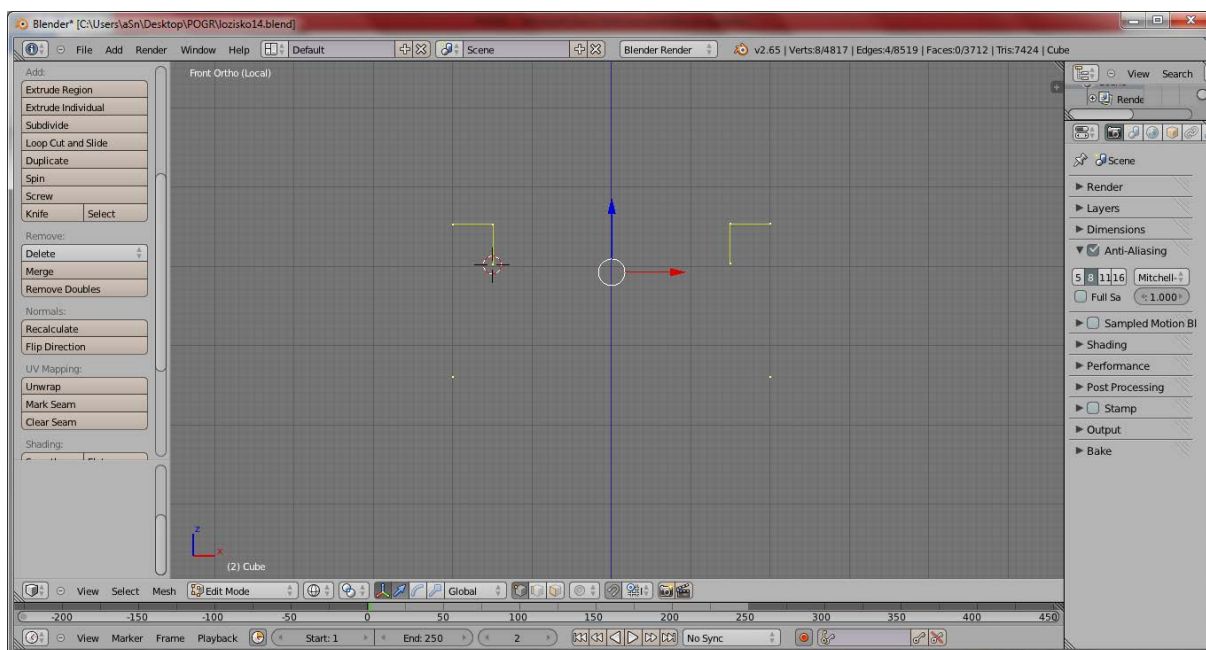
Obrázek 23: Ložisko s klecí

7. Těsnění

Posledním komponentem našeho ložiska je těsnění. Je jasné, že budeme těsnění vytvářet obdobným způsobem jako kroužky. Proto se vrátíme k profilu kroužků (obr. 24), uděláme jejich kopii a smažeme nepotřebné uzly (obr. 25).

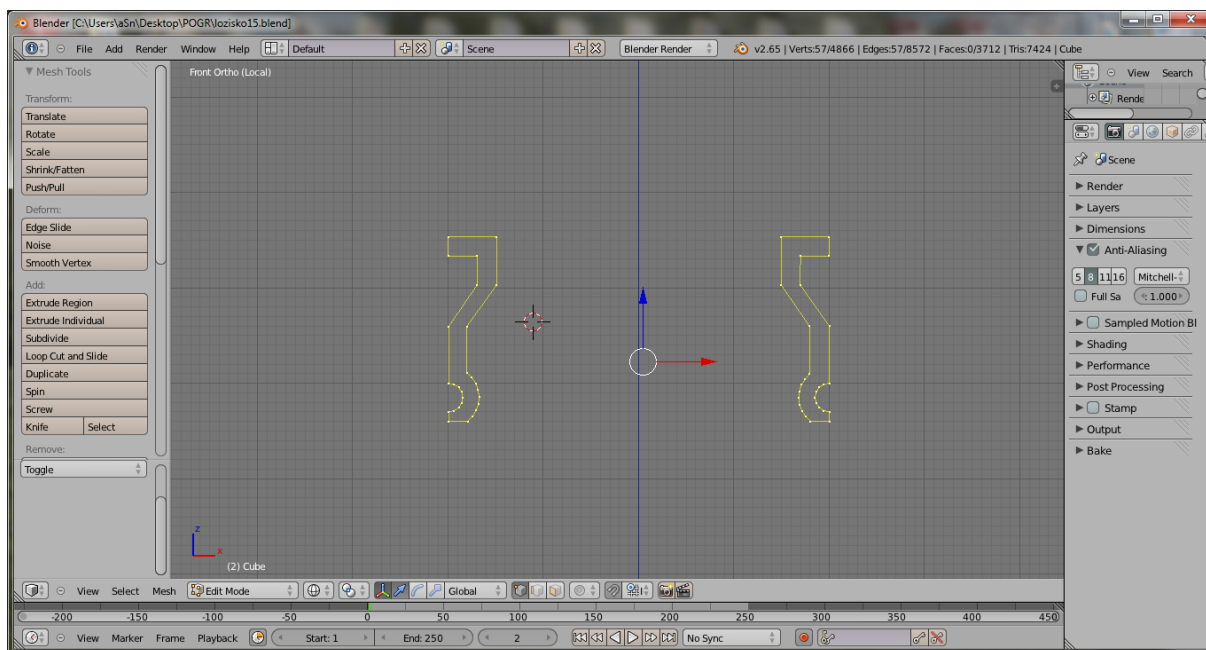


Obrázek 24: Profily kroužků

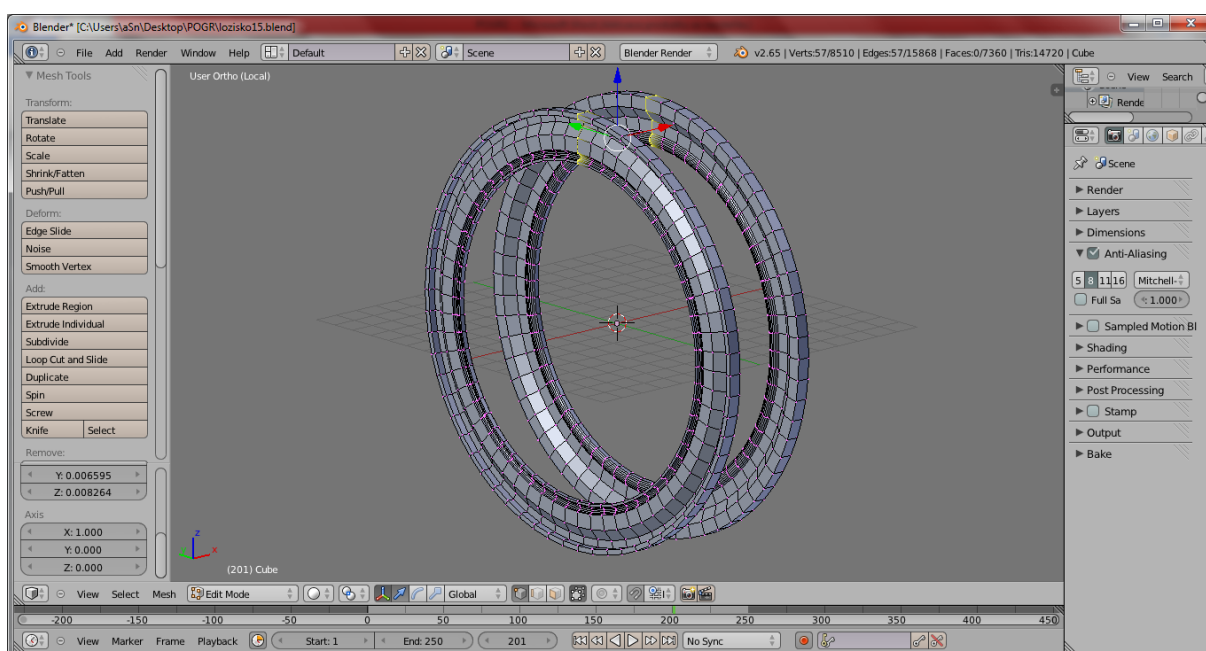


Obrázek 25: Vymazání nepotřebných uzlů

Nyní vytvoříme potřebný profil pro těsnění. Použijeme přitom již známé nám metody **Extrude** a **Spin** (obr. 26). Zbývá už jenom vyrotovat vytvořený profil těsnění, což uděláme opět stejným způsobem (obr. 27).

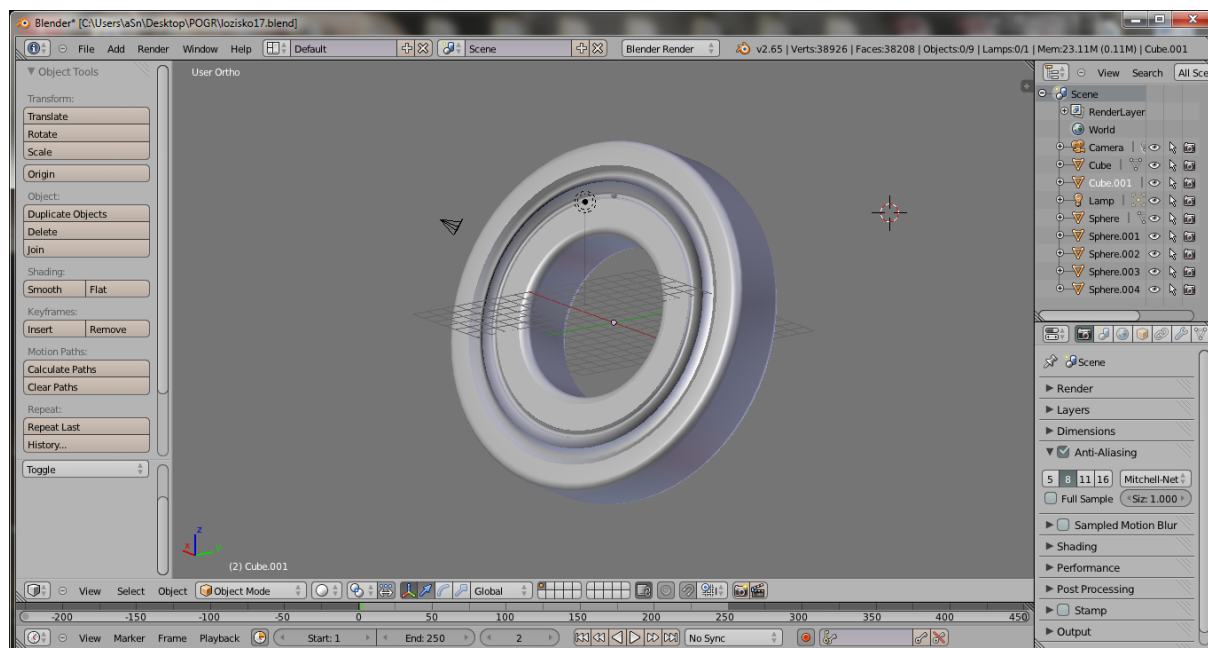


Obrázek 26: Vytvoření profilu těsnění



Obrázek 27: Hotové těsnění

Nyní modelování ložiska je dokončeno. Výsledný model kuličková ložiska je na obrázku 28.



Obrázek 28: Hotový model kuličkového ložiska

8. Finální scéna

Pokud teď vyrenderujeme naše ložisko, tak bude vypadat velmi bídně. Aby se naše ložisko alespoň trochu blížilo ke skutečné podobě ocelového ložiska, musíme správně nastavit parametry materiálu, osvětlení, použít textury a napozicovat kameru. Materiál jsme si vybrali z databáze materiálů [2]. Pokud ale nenastavíme mapu okolí kolem ložiska, bude naše ložisko vypadat velice nepravděpodobně. Problém je v tom, že není v tomto případě nic, co by materiál ložiska odrážel. Existují speciální tzv. mapy (textury), které lze použít pro modelování okolí [3].

Po nastavení všech parametrů a vyrenderování lze získat následující obrázky.



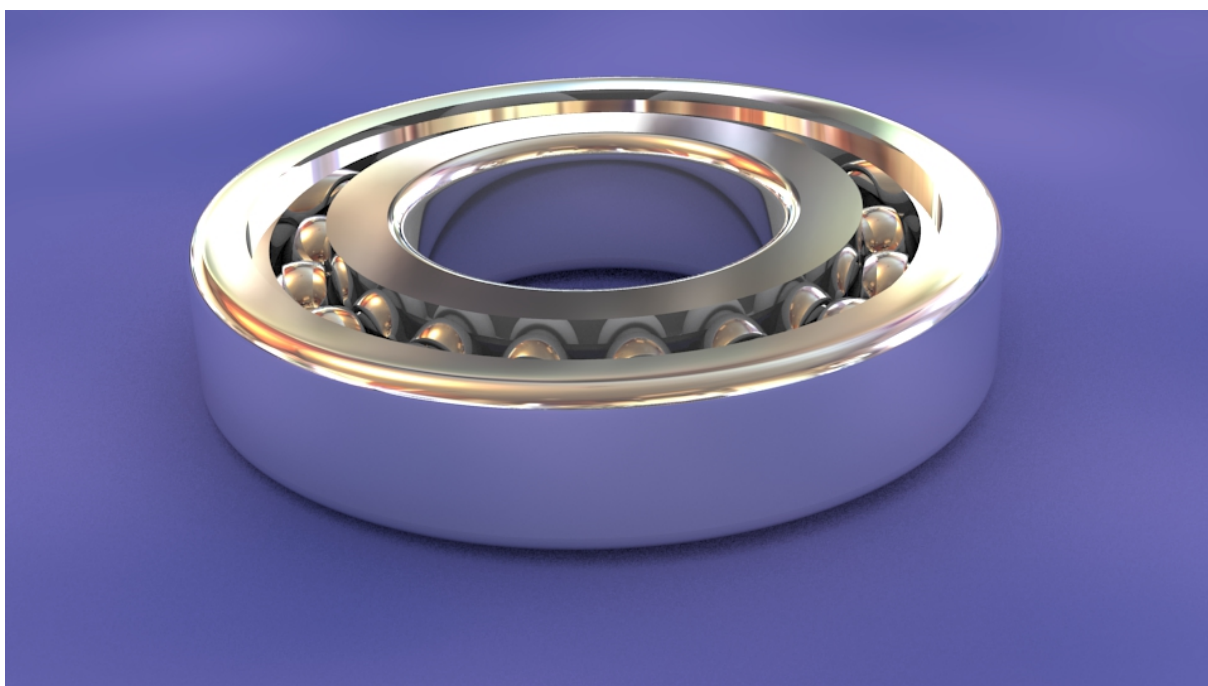
Obrázek 29: Kompletní model kuličkového ložiska



Obrázek 30: Model kuličkového ložiska bez těsnění



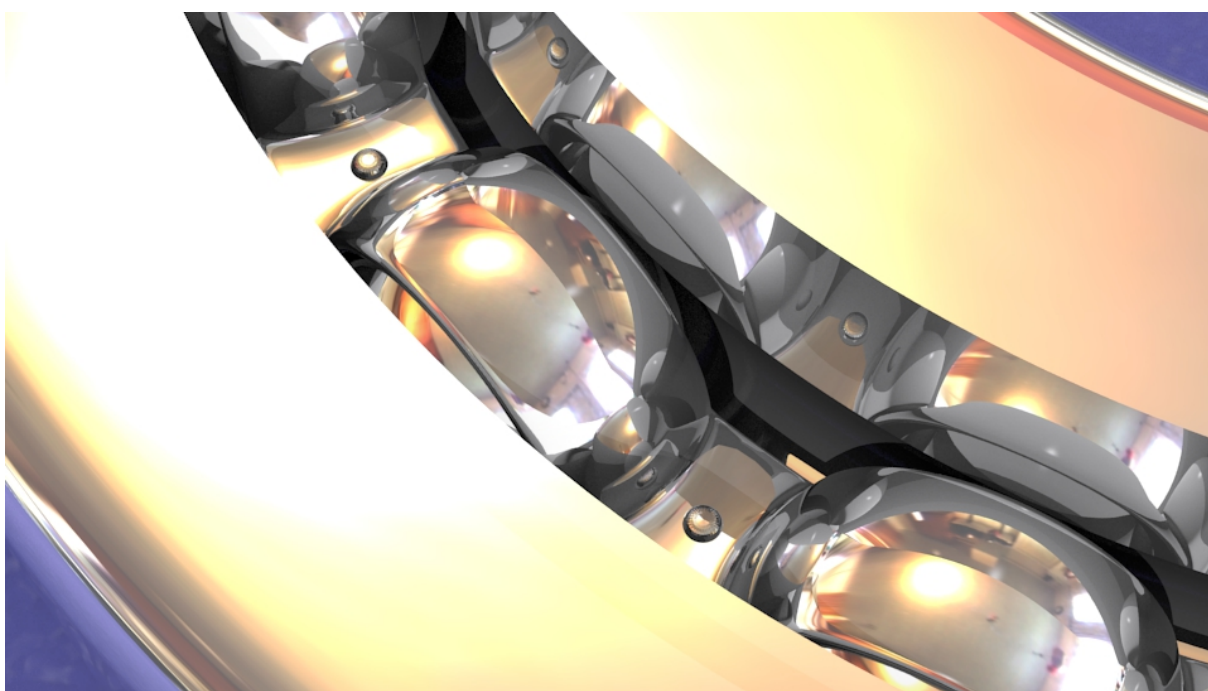
Obrázek 31: Model kuličkového ložiska bez těsnění a klece



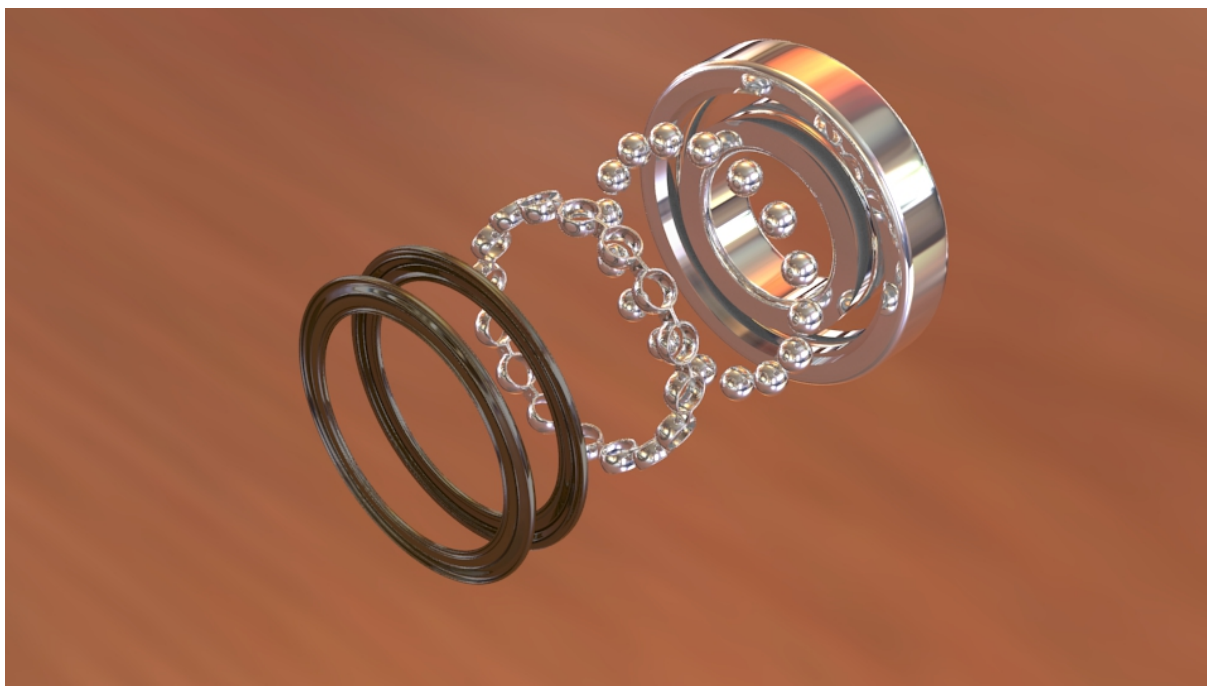
Obrázek 32: Model kuličkového ložiska na stole



Obrázek 33: Dvě kuličková ložiska na stole



Obrázek 34: Kuličkové ložisko, lokální zoom



Obrázek 35: Komponenty kuličkového ložiska

9. Reference

- [1] Wikipedia, Kuličkové ložisko
http://cs.wikipedia.org/wiki/Kuli%C4%8Dkov%C3%A9_lo%C5%BEisko
- [2] Databáze materiálů pro Blender
<http://matrep.parastudios.de/>
- [3] Galerie HDRI light probe map
<http://www.pauldebevec.com/Probes/>
- [4] Podrobný tutoriál pro ložisko
http://www.rab3d.com/tut_blender.php