

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA PEDAGOGICKÁ  
KATEDRA VÝPOČETNÍ A DIDAKTICKÉ TECHNIKY

**Tvorba modelů postav a jejich animace v prostředí  
virtuální třídy**  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Michal Šmíd**

*Přírodovědná studia, obor Informatika se zaměřením na vzdělávání*

Vedoucí práce: Mgr. Miroslav Zíka

**Plzeň 2022**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně  
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 28. června 2022

.....  
vlastnoruční podpis

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Mgr. Miroslavu Zíkovi za metodickou pomoc a za poskytnutí materiálů pro tvorbu bakalářské práce. Taktéž bych mu chtěl tímto poděkovat za komunikaci a za korekturu chyb. Dále bych chtěl poděkovat všem ostatním zaměstnancům Katedry výpočetní a didaktické techniky Pedagogické fakulty ZČU Plzeň, kteří mi pomohli při studiu. Poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mi rovněž pomáhali a podporovali mě.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK .....	3
ÚVOD .....	4
1 ÚVOD DO ANIMACÍ .....	5
1.1 2D ANIMACE.....	5
1.1.1 Kreslená animace.....	5
1.1.2 Plošková animace .....	7
1.1.3 Další metody 2D animací .....	7
1.2 3D ANIMACE.....	8
1.2.1 Stop-motion 3D animace a její podkategorie.....	8
1.3 POČÍTAČOVÉ ANIMACE .....	9
1.3.1 2D počítačové animace .....	10
1.3.2 3D počítačové animace .....	10
1.4 SHRNUTÍ .....	11
2 PROGRAMY NA TVORBU A ANIMACI 3D POSTAV.....	12
2.1 PŘEHLED A STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROGRAMŮ .....	12
2.1.1 AutoDesk Maya .....	12
2.1.2 Blender 3D .....	12
2.1.3 Daz 3D.....	13
2.1.4 Poser .....	13
2.1.5 MakeHuman .....	14
2.1.6 Adobe Fuse CC.....	15
2.1.7 Mixamo.....	16
2.2 SROVNÁNÍ PROGRAMŮ .....	16
2.2.1 Cenová dostupnost.....	16
2.2.2 Možnosti programů .....	17
2.2.3 Náročnost obsluhy.....	17
3 TVORBA LIDSKÉ POSTAVY .....	18
3.1 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU BLENDER .....	18
3.2 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU MAKEHUMAN .....	21
3.3 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU HEXAGON (DAZ CENTRAL).....	26
4 ANIMACE POSTAVY .....	29
4.1 ANIMACE V PROGRAMU MIXAMO .....	30
4.1.1 Popis pracovní plochy.....	30
4.1.2 Výběr animované postavy .....	31
4.1.3 Příprava postavy a tvorba animační kostry .....	32
4.1.4 Vlastní animace .....	35
4.1.5 Vyhodnocení programu Mixamo.....	36
4.2 ANIMACE V PROGRAMU BLENDER .....	36
4.2.1 Příprava postavy .....	37
4.2.2 Animace chůze postavy .....	45
4.2.3 Vyhodnocení programu Blender .....	49
5 POUŽITÍ VLASTNÍCH POSTAV V PROSTŘEDÍ VIRTUÁLNÍ UČEBNY .....	50
5.1 VYUŽITÍ VLASTNÍCH ANIMOVANÝCH POSTAV V PROSTŘEDÍ VIRTUÁLNÍ UČEBNY .....	50
5.2 PROSTŘEDÍ UČEBNY A PŘÍPRAVA POSTAVY .....	50
5.3 VLOŽENÍ POSTAVY DO UČEBNY .....	53
5.4 ZHODNOCENÍ VKLÁDÁNÍ VLASTNÍCH POSTAV DO VIRTUÁLNÍ UČEBNY .....	56

---

ZÁVĚR.....	57
RESUMÉ.....	60
SEZNAM LITERATURY .....	62
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ.....	65

## SEZNAM ZKRATEK

2D – dvojrozměrný prostor, vymezený osami X a Y

3D – trojrozměrný prostor, vymezený osami X, Y a Z

FPS – Frames Per Second (snímky za sekundu)

ID – Identification (identifikace ve výpočetní technice)

ILM – Industrial Light & Magic

IPO – Interpolation (výraz použitý v Blenderu pro dopočtení pohybu mezi dvěma klíčovými body)

PDF – Portable Document Format (formát pro přenos a prezentaci dokumentů, nezávislý na hardwaru a softwaru)

## Úvod

Jednou z nejrychleji se rozvíjejících oblastí vědy a techniky, která se více či méně dotýká každého člověka, je grafika. Tu již plně ovládla výpočetní technika a rozšířila její hranice do oblastí ještě v nedávné době naprosto nemyslitelných. To, co kdysi začala špičková animátorská studia (např. slavné studio ILM) a co před 20 – 30 lety okouzlovalo návštěvníky kin (například Jurský park, Pán prstenů a další), je dnes již dávno překonané a počítačová grafika a animace nejen, že opustily oblast zábavního průmyslu (filmy, počítačové hry) a staly se důležitou součástí vědy a techniky, konstrukce, lékařství, ale též rozšířily své možnosti a schopnosti, mimo jiné i vstupem do 3D prostoru. (1)

Když jsem se rozhodoval jakým směrem zaměřit tuto svou práci, měl jsem před sebou náročný úkol. Počítačová grafika mne velice zajímá a setkávám se s ní prakticky neustále, ať už v počítačových hrách, technicky špičkových filmech nebo v mé pedagogické praxi, neboť na škole, kde pracuji jako učitel, se ve výuce informatiky věnuje počítačové grafice poměrně velký prostor. Postupně i u mne ale převážil zájem o problematiku 3D grafiky a také animací. Význam animací, zejména lidských postav je poměrně velký a do budoucna jistě ještě poroste. Simulace pohybů lidských postav nebo působení různých vnějších sil a prostředí na člověka se stává důležitou kapitolou vědy a techniky, zejména tam, kde se jedná o životy a zdraví. Postupně jsem tedy dospěl k rozhodnutí provést ve své bakalářské práci zhodnocení možností návrhu 3D lidské postavy v počítači a její animace s důrazem na praktické využití a na možnosti výuky zejména na základní škole. V dalších kapitolách této práce se tedy pokusím zhodnotit možnosti tvorby vlastní 3D postavy, porovnat programy k tomu určené, totéž porovnání dále provést s programy k animaci tak, aby byla tato problematika zvládnutelná ve školní výuce. V praktické části poté provedu vlastní návrh postavy, animaci a její implementaci do prostředí virtuální učebny.

## 1 ÚVOD DO ANIMACÍ

Animace je způsob vytváření zdánlivě se pohybujících věcí. Principem animace je záznam na sebe navazujících sekvencí snímků, které jsou každý o sobě statický a drobně se od sebe liší. Při rychlém zobrazování těchto snímků postupně za sebou vzniká díky setrvačnosti lidského oka dojem plynulého pohybu. Snímky se však musí přehrávat takovou rychlostí, kterou už oko nepostřehne. Základní dělení animací je na 2D animace a 3D animace. (2)

### 1.1 2D ANIMACE

Představují vytváření pohybu ve dvourozměrném prostoru. Zahrnují postavy, jejich tvorbu, speciální efekty a pozadí.

Iluze pohybu vzniká tím, že jsou jednotlivé kresby v průběhu času sekvencovány dohromady. Jedna sekunda času je obvykle rozdělena do 24 snímků. V závislosti na stylu animace může být až 24 jedinečných kreseb za jednu sekundu animace (24 snímků za sekundu) nebo za dvě. Nejčastěji se animuje v čase dvou sekund. Znamená to, že je jedna kresba na každé dva snímky (12 fps). To umožňuje umělcům ušetřit na výrobním čase a nákladech a dává 2D animaci jedinečný vzhled.

#### 1.1.1 KRESLENÁ ANIMACE

Jedná se o základní a ještě před několika lety nejrozšířenější druh animace. Vytváří se na papír nebo průhlednou fólii. Pro usnadnění práce animátora se používá takzvaný prosvětlovací stůl, jímž se prosvítí jednotlivé papíry. Animátor má díky tomu přehled o jednotlivých fázích animace a významně usnadněnou práci. Dnes se při tvorbě kreslené animace častěji používají specializované počítačové programy, například Adobe Flash Professional. (3) Obecně je ale tato animace již celosvětově na ústupu. (4) Kreslená animace má několik podkategorií, lišících se metodou vzniku.

- Klasická kreslená animace

Nejznámější podkategorie, založená na detailním a podrobném rozkreslení jednotlivých postav a fází jejich pohybu, včetně mimiky a podobně. Průkopníkem této metody byl slavný americký tvůrce Walt Disney (jeho série Myšák Mickey a první film Parník Willie z roku 1928), z českých tvůrců je asi nejznámější Zdeněk Miler a jeho série o krtkovi. (5)



- Rotoskopie

Tato animační technika využívá záznamu „živého“ herce jako podklad pro obkreslení grafikem. Ve srovnání s klasickou kreslenou grafikou nabízí tato metoda i přes svoji náročnost na preciznost práce, realističtější a věrohodnější pohyby animovaných postav. Animátor také může ušetřit čas, potřebný na vymýšlení a ověřování pohybů. Autorem rotoskopie je hollywoodský animátor a režisér Max Fleischer, který si ji nechal patentovat v roce 1917 a proslavil ji filmy s tanečnicí Betty Boop. (6)

- Vymazávaná animace

Používá místo olejových barev křídly a uhly. Animuje se pomocí mazání a dokreslování. Používá se při tom hrubší papír, aby křída či uhlí zůstala dobře na papíře. (7)

- Totální animace

Nejnáročnější, ale velmi efektní metoda kreslené animace. Její definice je nejednotná a je různě vykládána. Například animátor a režisér Pavel Koutský ji v rozhovoru pro časopis Mladý svět definoval slovy: *„Někdy se taky říká plynulá, prostorová nebo aktivní. Na rozdíl od klasické animace, kdy zůstává pozadí statické, a rozhýbávají se jen určité části, znamená totální animace kompletní pohyb. Takže se pro každou jednotlivou fázi musí nakreslit samostatný obrázek. Vytváří se tak dojem pohybu v prostoru, třeba jízdy ulicí.“* (8)

Jiří Kubíček v knize Úvod do estetiky animace uvádí: *„...každé použité políčko ve filmu vzniklo na základě originální kresby, která zachycuje všechny jednající postavy i pozadí.“* (9)

Ze zahraničních definic je možno citovat například chorvatského tvůrce Borivoje Dovnikoviće: *„Mnozí autoři se dokonce odřikají celuloidu a úplný obraz realizují na papíře. V těchto případech se scénografie buď zcela eliminuje, nebo se omezuje jen na nejnutnější výraz a kompletní akce se řeší v jediném plánu. Práce je to pro animátora každopádně větší, protože na každý papír musí kreslit figuru (figury) v pohybu i figuru (figury) v statické pozici, a k tomu navíc scénografii. Ale výsledek zpravidla bývá bohatý osobitým výrazem autora, výběrem grafického materiálu a živostí a svěžestí animovaného obrazu. Takovýto způsob lze nazvat totální animací.“* (10)

Asi nejzajímavějším příkladem je maďarský film a Légy (Moucha), který získal v roce 1981 Oskara ve své kategorii. (11)

### **1.1.2 PLOŠKOVÁ ANIMACE**

Plošková animace (Cutout Animation) využívá dvourozměrná tělesa (zastupující postavy, rekvizity i pozadí), která jsou vystřižena z malých částí papíru či jiných materiálů (plech, fotografie...). Tyto části jsou ve vrstvách skládány tak, aby vznikl ucelený obraz. Prostřednictvím pohybu konkrétních těles se tvoří jednotlivé pohybové fáze, které vytváří požadovaný dojem pohybu. V některých případech mají postavy mechanické klouby, které animaci usnadňují. Ve srovnání s kreslenou animací je plošková animace časově a ekonomicky výhodnější. Nevýhodou je trhavý a méně plynulý pohyb, v některých případech se ale může jednat o umělecký záměr autora. (9) Tuto techniku často využíval režisér Karel Zeman, například v hororové pohádce Čarodějův učeň. (12)

Podkategorií ploškové animace je animace stínová (siluetová). Tato technika vychází z tradičního stínového divadla, oblíbeného již ve starověku v zemích Východní Asie. V moderní době ji zpopularizovala ve 20. letech 20. století německá autorka Lotte Reiniger. (13) V současnosti jsme ji mohli vidět například ve filmu Harry Potter a Relikvie smrti (Legenda o třech bratřích).

### **1.1.3 DALŠÍ METODY 2D ANIMACÍ**

Kromě uvedených neznámějších metod 2D animací existují ještě další méně rozšířené animace:

- Špendlíková animace, při níž animátor zapíchne do bílé mřížky velký počet špendlíků (může jich být až milion), které se různě vysunují a zasunují. Po osvětlení bočním světlem vrhají stín, který je nasnímán.

- Flipbook můžeme považovat za „předanimační“ techniku. Objevil se již v polovině 19. století. Využívá principu překlapovací knížky, v níž se kreslí obrazy na stránky. Na každé stránce je malý rozdíl. Pokud se pak knížkou rychle listuje, dochází na základě malých rozdílů mezi obrazy ke zdánlivému pohybu. (14) Flipbook lze vyrobit i počítačově, například programem PDF Flipbook Creator nebo na specializovaných stránkách (například [www.flippingbook.com](http://www.flippingbook.com)).

## 1.2 3D ANIMACE

3D animace je animační metoda, v níž se pracuje s trojrozměrným prostorem. Dělí se na klasickou a digitální. V klasické animaci se pracuje s hmotným objektem, především za použití stop-motion animace. Jejím základem je posuv objektů frame-by-frame, tedy snímek po snímku. Digitální 3D animace vzniká kompletně za pomoci animačních softwarů v počítači nebo tabletu. (15)

### 1.2.1 STOP-MOTION 3D ANIMACE A JEJÍ PODKATEGORIE

Stop-motion (pookénkové snímání) je animace, při níž se manipuluje s objekty z reálného světa. Každá změna polohy je zaznamenávána na filmový pás nebo fotografii. Podkategorie stop-motion:

- Chuckimation

Chuckimation je nejjednodušší formou 3D animace. Využívá „neviditelné ruky“ hýbající s předměty, postavami, panáčky. Ve srovnání s ostatními technikami se jedná o poměrně hrubou a nepřesnou metodu. Nejznámějším příkladem je série krátkých animáků Action League Now! z let 1995 – 2002. (16)

- Go-Motion Animation

Go-Motion Animation („animace za pohybu“) vznikla z potřeby odstranit nedostatek klasických animací - lehce trhavý pohyb objektu, který někdy působil rušivě. Jejím průkopníkem bylo slavné studio ILM George Lucase. Jak už sám název napovídá, od animace stop-motion se tato nová metoda liší tím, že přímo při snímání okénka loutka není statická, ale jejími klouby pohybuje mechatronické soustrojí řízené počítačem. Poprvé byla tato metoda použita u filmu Dragonslayer v roce 1981. (17) (18)

- **Plastelínová animace**

Provádí se za pomoci speciální plastelíny. Technicky se jedná o variantu klasické stop-motion animace. Průkopníkem uvedené metody je anglické studio Aardmen a jeho animátor Nick Park, který ji použil ve filmech Wallace & Gromit, Slepíčí úlet nebo Ovečka Shaun.

- **Brick Animation**

Varianta stop-motion animace, při níž se využívá miniaturních panáčků a dalších objektů, například od firmy Lego (někdy se jí říká Lego Animation). Tato metoda není příliš rozšířená, protože naráží na technická omezení (malá variabilita pohybů a podobně). (19)

- **Animace objektů**

Pookénková animace nejrůznějších předmětů využívající metodu stop-motion. V této kategorii se jedná o předměty vyrobené z tvrdého materiálu (nikoli sypkého nebo tvárného). Nejslavnějšími tvůrci animace objektů jsou Jiří Trnka a Jan Švankmajer, který kombinoval animaci s živými herci, například filmy Otesánek nebo Lekce Faust. (20)

- **Loutková animace**

Jedna z nejnáročnějších, ale zároveň i nejefektivnějších nepočítačových animací. Animátor používá loutku, která je plnoplastická, tedy vypracovaná ze všech stran. Loutka obsahuje kovovou kostru, která umožňuje její rozpohybování. Je upevněna drobnými šrouby na scénu a animátor následně zaznamenává její pohyb klasickou frame-by frame metodou. Pozadí může být také součástí záznamu nebo se nahradí zelenou plochou a v postprodukcí je dodáno pozadí metodou Green Screen. Tuto metodu nejvíc proslavili světoznámí tvůrci Karel Zeman a Ray Harryhausen. (21)

### 1.3 POČÍTAČOVÉ ANIMACE

Počítačové animace lze definovat v podstatě podobně jako animace klasické. Hlavním rozdílem oproti nim je zde to, že vznikají za pomoci počítačových animačních programů.

### 1.3.1 2D POČÍTAČOVÉ ANIMACE

2D počítačové animace pracují s bitmapovou nebo vektorovou grafikou. Využívá se větší množství metod, odvozených od klasických animací. Nejpoužívanější podkategorie jsou:

- Plošková animace, využívaná například v pohádkách. Pro tvorbu této animace je možno použít například program Adobe After Effects nebo v prostředí iOS program Animation by Do Ink. Tyto programy pracují na principu animované postavy, která má oddělené animovatelné části a animátor animuje každou zvlášť. Díky tomu se nemusí každý pohyb opětovně překreslovat a tvorba se výrazně zrychlí.
- Kreslená animace je v digitální variantě oproti klasické animaci mnohem rychlejší. Odpadá zde zdoluhavé překreslování. Při tvorbě kreslené animace se často používají grafické tablety.

### 1.3.2 3D POČÍTAČOVÉ ANIMACE

3D počítačová animace je z hlediska technických možností, ale také náročnosti, považována za vrchol animačních technik. Je metodou výrazně levnější a rychlejší než klasické metody. Ve 3D grafice se animují nejenom postavy a jejich pohyb, ale také zdroje světla, úhly pohledu kamery, barvy a další prvky, které se mohou měnit v čase. Počítačová animace vzniká za pomoci animačních programů, kterých je v dnešní době celá řada (například Blender, DAZ 3D apod.). Základem techniky 3D animací jsou, stejně jako u všech jiných technik, nákresy – tedy výtvarná příprava. Nemusí být nutně vypracovaná digitálně, je to ale lepší pro další kroky. Následuje modelování (texturování, osvětlení, kamera, compositing<sup>1</sup> a vytvoření kostry uvnitř vymodelované postavy). (22) (23)

Metody 3D animace:

- Keyframing je nejjednodušší metoda, která funguje na stejném principu jako klasická 2D počítačová animace. Animátor definuje klíčové „mezni“ pozice, mezi nimiž počítač vytváří plynulé přechody. (24)

---

<sup>1</sup> Compositing – trikovaná technika spojování vizuálních prvků z různých zdrojů do jednoho obrazu. Příkladem je například barevné klíčování.

- Použití kostry modelu vychází z principu, že 3D objekt má analogicky s živým organismem vytvořenu vnitřní kostru, kde každé části modelu přísluší určitá kost. Používá se metoda zvaná inverzní kinematika, ve které animátor určí pozici několika klíčových částí kostry, a polohy kloubů jsou poté dopočítány algoritmicky.

#### 1.4 SHRNU TÍ

Shrnutí základních rozdílů mezi 2D a 3D animacemi je uvedeno v následující tabulce. Obecně lze říci, že 3D animace je názornější a realističtější, ale na druhou stranu finančně náročnější.

Základní rozdíly mezi 2D a 3D animacemi	
2D animace	3D animace
animovaný objekt je v dvojrozměrném prostoru, využívá osy X (horizontální) a Y (vertikální)	animovaný objekt je v trojrozměrném prostoru, navíc přibyla osa Z (hloubka)
zaměřuje se na snímky	zaměřuje se na pohyb
nemá příliš realistický vzhled	má realistický vzhled
tvorba je zdlouhavá	tvorba je výrazně rychlejší
finančně nenáročná	finančně mnohem náročnější

Tabulka 1 - Rozdíly mezi 2D a 3D animacemi. Zdroj: vlastní.

## 2 PROGRAMY NA TVORBU A ANIMACI 3D POSTAV

V této kapitole si představíme některé programy na tvorbu 3D postav a jejich animaci. Existuje široká škála programů k tvorbě a animaci 3D postav, které se liší v nejrůznějších parametrech.

### 2.1 PŘEHLED A STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROGRAMŮ

#### 2.1.1 AUTODESK MAYA

AutoDesk Maya (častěji zkráceně Maya) je software pro tvorbu 3D grafiky. Program byl prvně vydán Americkou softwarovou firmou Autodesk v roce 1998. Maya umožňuje tvorbu 3D postav, jejich tvarování a volné modelování, úpravy a následně jejich kompletní rozpohybování. (25) (26)

Ve filmovém průmyslu byla Maya poprvé výrazně použita ve filmu Dinosaur (2000). Dále byla využívána například pro efekty ve filmech The Lord of the Rings: The Two Towers, Spider-Man (2002), Ice Age nebo Star Wars: Episode II – Attack of the Clones či v ruském seriálu Máša a medvěd. V českých filmech byla Maya použita například v Lichožroutech, Kozím příběhu nebo ve Čtyřlístku ve službách krále. (27) Co se týče ceny, jelikož se jedná o jeden z nejlepších programů svého oboru, cena za licenci se pohybuje kolem desítek tisíc korun na jeden rok<sup>2</sup>.



Obrázek 1 - Autodesk Maya logo. In: SeekLogo [online]. [Cit. 31. 5. 2022].  
Dostupné z: [eeklogo.com/vector-logo/308077/autodesk-maya](https://seeklogo.com/vector-logo/308077/autodesk-maya)

#### 2.1.2 BLENDER 3D

Blender je na rozdíl od většiny svých konkurentů zcela zdarma. Slouží k vytváření postav a jejich následných animací. Blender má kořeny v 90. letech 20. století, přičemž jeho autorem je nizozemské studio nesoucí název NeoGeo. První verze byla vydána

---

<sup>2</sup> Cena platná v březnu r. 2022

již v roce 1995. Pro veřejnost došlo k zpřístupnění v roce 1998. Blender, mimo již zmíněné tvorby a animaci postav, nabízí škálu dalších možností, například modelování, simulace a renderování. Na základě softwaru Blender vznikly některé animované filmy. Mezi nejznámější patří například Next Gen, Spring, Agent 327 nebo například Sintel. (28) (29)



Obrázek 2 - Blender logo: Autor: ™/©Blender Foundation – Vectorised by Vulphere from <http://www.blender.org/> (SVG code), Volné dílo, [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35129654>

### 2.1.3 DAZ 3D

Daz 3D je vhodným programem primárně pro tvorbu lidských postav a jejich následnou animaci. Podobně jako u programu Blender je hlavním plusem programu Daz 3D jeho dostupnost. Program je zcela zdarma, placené jsou pouze doplňky, hotové postavy a podobně. Na jeho chodu a dalším vývoji se podílí z velké části sama komunita uživatelů. Mezi podporovanými operačními systémy jsou momentálně Windows a MacOS. (30) (31)



Obrázek 3 - Daz 3D logo. By [www.daz3d.com](http://www.daz3d.com), Fair use, [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=56461499>

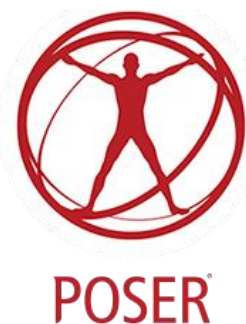
### 2.1.4 POSER

Program Poser od společnosti Bondware patří mezi nejlepší software k tvorbě počítačem generovaných 3D postav. Jedná se o softwarový balík určený pro návrh, renderování a animaci 3D postav lidí i zvířat. Součástí balíku je i velmi bohatá knihovna



různých animací, doplňků, pozic, scén atd. Poser je naprosto komplexní řešení pro designéry i animátory.

Poprvé se objevil v roce 1995 a prochází neustálým vývojem. Poslední verzí je od roku 2021 verze 12, určená jak pro prostředí Windows, tak i pro Mac. Jedná se o placený program, kompletní licence na dva počítače stojí \$249, tedy cca 6 000,- Kč<sup>3</sup>. i tento software našel použití ve filmu, například ve známé sci-fi séze Star Trek. (32) (33)



Obrázek 4 – Poser logo. By Smith Micro Software - Smith Micro Software, CC BY-SA 4.0, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z.: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63771352>

### 2.1.5 MAKEHUMAN

Velmi zajímavý free a open-source software s názvem MakeHuman se zaměřuje na tvorbu lidských postav a jejich následné modelování. Původně byl vytvářen jako skript pro program Blender pod názvem MakeHead. Po velkém nárůstu velikosti skriptu byl v roce 2005 osamostatněn a od začátku přepracován na samostatný program. Velkým kladem MakeHuman je, že díky jeho open source politice je otevřený pro velkou komunitu nadšenců, kteří možnosti a funkce programu neustále rozšiřují a vylepšují. Vytvořené postavy, doplňky, případně add-ony<sup>4</sup> k programu jsou následně sdíleny na webu projektu. MakeHuman pracuje s technologií 3D morfování, která umožňuje plynulé a realistické změny jak tvaru postav, tak i animací.

Prostředí a fungování samotného programu se od jiných programů mírně liší. Při startu programu se nahraje předem vytvořená lidská postava (respektive její síť). Tato postava je androgynní a následně se podle potřeby upravuje a tvaruje. Ovládání programu je velice jednoduché, protože úprava postavy se provádí pomocí posuvníků s okamžitým

<sup>3</sup> Cena platná v březnu r. 2022

<sup>4</sup> Add-on – doplněk, který rozšiřuje nebo modifikuje počítačový program

efektem. Tyto posuvníky jsou rozdělené do kategorií nejen pro tvar a rysy postavy, ale i pro pohlaví, věk a jiné atributy. (34) MakeHuman umí velmi dobře spolupracovat s Blenderem a tyto programy se mohou výhodně doplňovat. (35)



Obrázek 5 - MakeHuman logo. In: MakeHuman Community. [online]. [Cit. 31.5.2022]  
Dostupné z: [http://www.vitalbodies.com/site/uploads/images/graphics/MakeHuman\\_Full\\_HD\\_1920x1080\\_1.png](http://www.vitalbodies.com/site/uploads/images/graphics/MakeHuman_Full_HD_1920x1080_1.png)

### 2.1.6 ADOBE FUSE CC

Adobe Fuse CC (36) je uzavřený software vytvořený společností Mixamo a určený k tvorbě 3D postav. Princip práce ve Fuse je ten, že uživatel v reálném čase vybírá a upravuje části postav, ze kterých poté vytváří požadovaný výsledek. Hotovou postavu je možno přizpůsobit za pomoci textur a oblečení z databáze společnosti Allegorithmic, s kterou Mixamo na tvorbě Fuse úzce spolupracovalo. Adobe Fuse dále poskytoval možnost implementace vlastního obsahu do projektu. Hotovou 3D postavu bylo poté možno nahrát do animačního programu Mixamo a animovat. (37) Výhodou Adobe Fuse je uživatelská přívětivost a snadnost obsluhy, navíc se jedná o bezplatný software, včetně veškerého obsahu.

Adobe Fuse CC byl spuštěn v březnu 2014, avšak ke dni 13. 9. 2020 byl jeho další vývoj společností Adobe zastaven, stejně tak jako uživatelská podpora. Jako důvod byla ze strany společnosti uvedena nekompatibilita programu s nejnovějšími technologiemi operačního systému Mac OS (konkrétně od verze 10.15), kdy tento operační systém je v současné době pro Adobe prioritní. Program byl stažen i ze služby Creative Cloud a nelze jej z ní stáhnout. Nadále je možno jej získat z platformy Steam (verze 1.3, která ale již není kompatibilní s programem Mixamo), eventuálně z úložišť třetích stran, kde lze najít i poslední verzi Fuse CC (Beta). Vzhledem k tomu, že není garance funkčnosti ani technické podpory, nelze použití programu z těchto zdrojů doporučit. (38)

Společnost Adobe na svých webových stránkách avizovala, že program vývoje modelovacího softwaru pro 3D objekty bude pokračovat (například software Adobe Aero a Adobe Dimension). Co se týče lidských postav, nebyla doposud adekvátní náhrada Fuse uvedena na trh.

### 2.1.7 MIXAMO

Mixamo je online program, vytvořený stejnojmennou společností, určený k tvorbě 3D animací postav. Obsahuje 3D modely a krátké animační sekvence, které je možno aplikovat na jakoukoliv 3D postavu. Program je zcela zdarma a určený i pro začátečníky, přičemž nabízí velmi realisticky vyhlížející animace. (39)



Obrázek 6 - Mixamo logo. In: Mixamo [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34638391>

## 2.2 SROVNÁNÍ PROGRAMŮ

Programy, které je možno pro návrhy postav a animace použít, lze hodnotit podle různých kritérií. Těmi nejdůležitějšími z hlediska uživatelů na základních a středních školách je zejména cenová dostupnost, možnosti, které programy nabízejí a náročnost. Tyto programy budou obsluhovat žáci s minimálními zkušenostmi.

### 2.2.1 CENOVÁ DOSTUPNOST

Z hlediska cenové dostupnosti jsou pro práci ve škole jednoznačně nejlepší programy, které jsou zdarma nebo cenově dostupné ve velkém množství licencí (například s licencemi pro vzdělávací instituce).

Mezi programy, které jsou bezplatné, patří Blender, DAZ 3D, Make Human, eventuálně Mixamo, zatímco placené programy jsou Poser a Maya. i mezi nimi je výrazný rozdíl, protože zatímco Poser je program stvořený pro fanouškovskou komunitu a běžné

uživatele, Maya je profesionální program využívaný například pro natáčení filmů. Cena programu Poser je \$250 (cca 6 000,- Kč)<sup>5</sup> a jedná se o jednorázovou platbu. Program Maya se platí za licence, a to \$1 700 (cca 38 000,- Kč)<sup>6</sup> za 1 rok. Je tedy zřejmé, že z cenového hlediska je možnost využití programu Maya pro běžnou školu mizivá.

### 2.2.2 MOŽNOSTI PROGRAMŮ

Z hlediska dovedností můžeme programy rozdělit na ty, které umožňují tvorbu postav a jejich animaci a ty, které umožňují pouze tvorbu postav nebo pouze animace.

- Tvorba postav i animace: Blender, Maya, Poser.
- Pouze tvorba postav: Daz 3D, MakeHuman.
- Pouze animace: Mixamo.

### 2.2.3 NÁROČNOST OBSLUHY

Další bod, podle kterého lze rozdělit programy, je náročnost práce v samotném programu. Do první skupiny s nižší náročností by mohly patřit programy Daz 3D a MakeHuman. Oba tyto programy fungují na bázi uživatelské komunity a modelování postav probíhá na bázi předem vytvořeného modelu, který se z menu upravuje podle požadavků na konečný vzhled. Přidává se oblečení, mění se tělesné proporce, upravuje obličej a podobně. Důraz je přitom kladen na snadnost obsluhy (například použitím posuvníků, které plynule mění upravovanou oblast). Do této skupiny je možné též zařadit program Mixamo, který pracuje na principu předpřipravených animací, které uživatel pouze aplikuje na vybranou postavu. Druhou skupinu tvoří programy, kde se postavy modelují od úplného začátku (uživatel má k dispozici stavební blok, ze kterého pomocí úprav modeluje). Do této skupiny spadají programy Maya, Blender, Poser a Hexagon (jako konstrukční podprogram Daz 3D). Tento způsob tvorby je již podstatně náročnější a vyžaduje určitou úroveň uživatelských dovedností, prostorovou představivost atd.

---

<sup>5</sup> Cena platná v březnu 2022

<sup>6</sup> Cena platná v březnu 2022

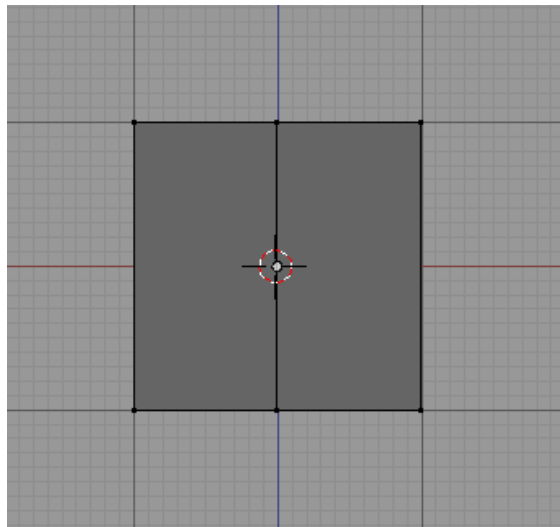
### 3 TVORBA LIDSKÉ POSTAVY

V následující kapitole je podán stručný návod na tvorbu lidské postavy v programech Blender a MakeHuman. Oba tyto návody jsou autorským dílem, obrázky v kapitole 3.1 jsou z důvodu větší názornosti a složitosti převzaty z webu, obrázky v kapitole 3.2 jsou z vlastních zdrojů.

#### 3.1 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU BLENDER

Vytváření postav v Blenderu je vhodné pro úplné začátečníky i pro pokročilé. Na internetu existuje řada návodů, které může začínající uživatel použít tak, aby všechny potřebné funkce programu rychle zvládl. Prostředí Blenderu je přehledné, a pokud se s ním uživatel poprvé seznamuje, je v první řadě důležité si uvědomit, že Blender pracuje s vrstvami, hranami a body a že práce probíhá v 3D prostředí. V něm je možné otáčet strany tak, aby bylo možné se dostat na boční strany objektů, pod ně a za ně. To umožní mít plnou kontrolu nad tvarem objektu.

Při zapnutí Blenderu se uživateli nahraje základní objekt programu, kterým je krychle. Tuto krychli je možno po krocích přeměnit na lidskou postavu pomocí široké sady nástrojů, které Blender nabízí.

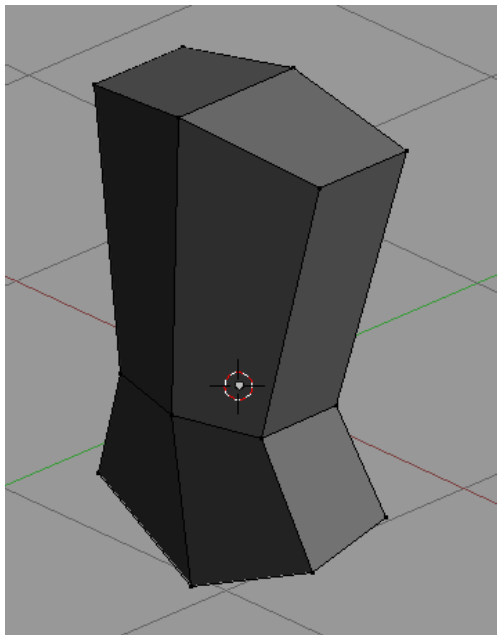


Obrázek 7 - Počáteční krychle: By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_Noob\\_to\\_Pro/Modeling\\_a\\_Human\\_Character\\_-\\_Modeling](https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling)

Pomocí funkce Mirror (zrcadlení) lze vytvořit identickou krychli, která se postupně upraví, aby vznikly nohy postavy. Na všechny úpravy se používají primárně funkce S = Změnit velikost, E = Protáhnout a R = Rotovat. Úpravou jedné nohy se automaticky upravuje i druhá (viz funkce zrcadlení).

Funkce protažení - tažením myši směrem dolů se vytvářejí stehna. Stisknutím klávesové zkratky R se zapne funkce Rotovat a pomocí myši se následně upraví směr, kam noha směřuje. V tomto případě je to směr svisle dolů, aby se vytvořilo koleno. Dále se stiskne klávesa E a znovu se táhne dolů, čímž se vytvoří lýtko.

V dalším kroku se opět vytvoří krychle a zapne zrcadlení, následně se spojí krychle do jedné a odstraní vnitřní vrstva. Tím vznikne trup. Opět se za pomoci funkce Zrcadlení úpravou jedné strany automaticky upraví druhá. Poté se klávesovou zkratkou Ctrl + R vytvoří uprostřed trupu bod, který pomůže k vytvarování realističtějšího vzhledu trupu.

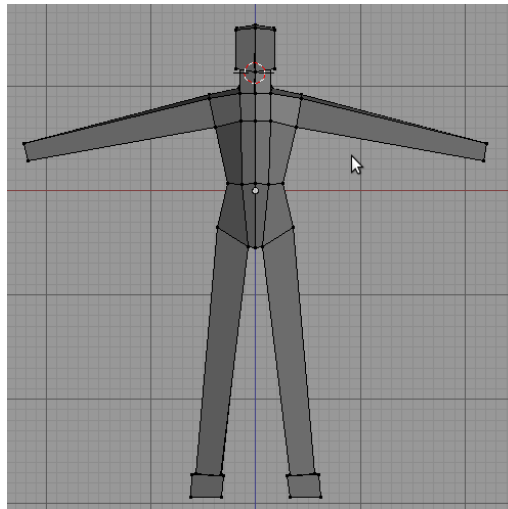


Obrázek 8 - Formování trupu. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_Noob\\_to\\_Pro/Modeling\\_a\\_Human\\_Character\\_-\\_Modeling](https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling)

Za použití tohoto bodu a pomocí funkce Změnit velikost se vytvoří základ ramen. Poté je třeba otočit trup na stranu ramene a označit plochu, z níž budou vycházet paže. Je nutné mít stále zapnutou funkci Zrcadlení, což umožní opět upravovat obě ruce

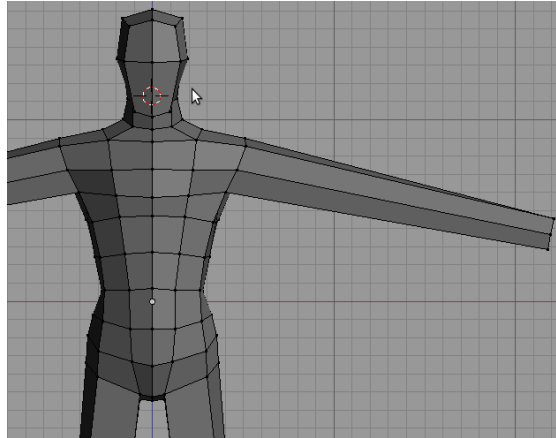
zároveň. Nyní se použije funkce Protáhnout a tažením myši se vytvoří paže do délky loktů. Následně pomocí funkce Rotovat se opět natočí spodní stěna, aby se vytvořily lokty. Analogicky k tvorbě nohou se použitím funkce Protáhnout vytvoří ruka až po zápěstí. Nakonec se znovu pomocí funkcí Rotace a Protážení vytvoří samotná ruka. Poté je třeba využitím funkce Změna velikosti tuto část zúžit pro vizuální úpravy.

Poslední částí těla je hlava. Na její vytvoření se opět použije funkce Protážení. Tím se vytvoří poslední blok, který se pomocí funkcí Rotace, Protážení, Změna velikosti vytvaruje tak, aby co nejvíce připomínal hlavu.

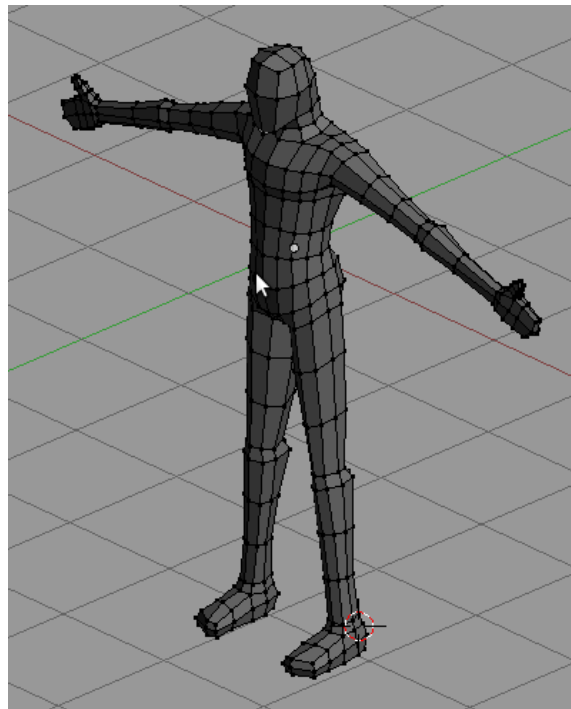


Obrázek 9 - Hlava a končetiny. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022]  
Dostupné z:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_Noob\\_to\\_Pro/Modeling\\_a\\_Human\\_Character\\_-\\_Modeling](https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling)

Takto vzniklá postava má sice základní tvary a proporce, ale její vzhled stále není příliš realistický. V následujícím kroku je nutné provést úpravu jejího povrchu. Na pravé straně obrazovky se vybere v menu ikona klíče s názvem „Modifier properties“, poté se klikne na tlačítko Add modifiers a vybere Subdivison surface.



Obrázek 10 - Postava po první úpravě proporcí. By Rosver - Own work, Public Domain, [online].  
[Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_Noob\\_to\\_Pro/Modeling\\_a\\_Human\\_Character\\_-\\_Modeling](https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling)



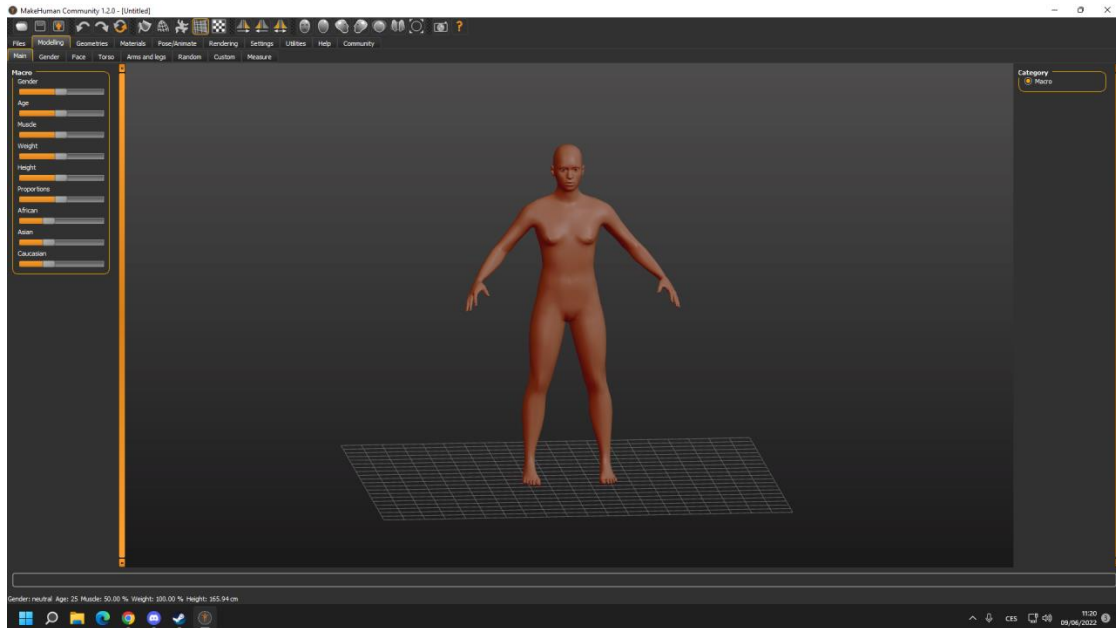
Obrázek 11 - Postava po detailních úpravách. By Rosver - Own work, Public Domain, [online].  
[Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Blender\\_3D:\\_Noob\\_to\\_Pro/Modeling\\_a\\_Human\\_Character\\_-\\_Modeling](https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling)

### 3.2 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU MAKEHUMAN

Tvorba postav v programu MakeHuman se značně liší od stylu tvorby, kterou využívá například program Blender. Postava se nevytváří od úplného začátku z nějakého tělesa, které se různými funkcemi upravuje tak, aby vznikly tvary a objekty, které na závěr vytvoří kompletní lidskou postavu. Program MakeHuman pracuje s předem připraveným



androgynním typem lidské postavy, který se následně upravuje do požadovaného vzhledu.



Obrázek 12 – Pracovní plocha a základní postava programu MakeHuman. Zdroj: vlastní.

Základem pracovního prostředí programu je pracovní plocha, na níž se po spuštění vygeneruje výše popsaná základní postava. Nad touto plochou se nachází základní nástrojová lišta s obecnými ovládacími prvky, jako je nahrání projektu, uložení a export, dále tlačítka pro režim úpravy póz, symetrii postavy, zobrazení sítě, zobrazení pozadí, polohu zobrazovací kamery a podobně.

Pod nástrojovou lištou se nachází ve dvou úrovních záložky na konkrétní práci s postavou, přičemž záložky ve spodní úrovni se přepínají v závislosti na záložkách horní úrovně. Tyto podzáložky následně přepínají konkrétní tlačítka a posuvníky, umístěné na svislé liště vlevo od pracovní plochy. V některých režimech se navíc zpřístupní i další pomocná lišta napravo. V horní úrovni se nachází odleva následující záložky:

- Files – pro práci se souborem,
- Modelling – pro úpravy postavy,
- Geometries - pro úpravy geometrie některých částí těla,
- Materials – pro nastavení pokožky,
- Pose/Animate – pro základní úpravy pózy postavy,
- Rendering – pro renderování hotové postavy,

- Settings – základní nastavení programu,
- Utilities – doplňkové funkce,
- Help – nápověda,
- Community – pro vkládání materiálů a doplňků, vytvořených jinými autory.

Popis uvedených záložek:

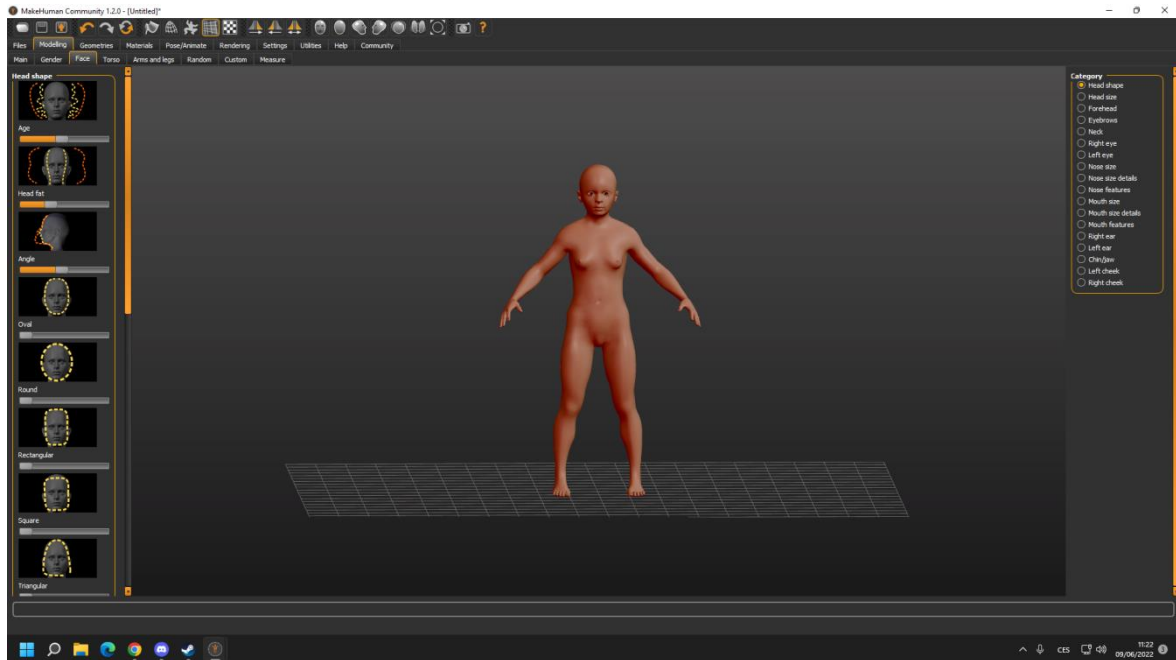
- Funkce Files - umožňuje práci se soubory. Otevírá podzáložky Load, Save a Export.
- Funkce Modelling - nejrozsáhlejší funkční balík programu. Podzáložky této funkce jsou: Main (základní postava), Gender (pohlavní znaky), Face (úpravy obličeje), Torso (úpravy trupu), Arms and legs (úpravy rukou a nohou), Random (náhodné úpravy), Custom (uživatelské úpravy, které byly do programu dodatečně dodány) a Measure (měřítko postavy).

Každá z těchto podzáložek otevírá v levé nebo pravé liště další řadu úprav tvarů a velikostí jednotlivých součástí lidského těla. Každý parametr se upravuje pomocí posuvníků.

- Funkce Geometries – má podzáložky Clothes (oblečení), Eyes (oči), Hair (vlasy), Teeth (zuby), Topologies (postava obecně), Eyebrows (obočí), Eyelashes (řasy) a Tongue (jazyk).
- Funkce Materials – její podzáložkou je Skin/Material, která nabízí úpravy Skin (pokožka) a Eyes (oči). V této funkci se nastavuje barva pokožky (i podle etnického původu) a barva oční rohovky.
- Funkce Pose/Animate - slouží jako příprava pro další speciální animační programy. Má tři podzáložky Skeleton (kostra), v níž se vybírá vnitřní kostra a klouby pro animaci, Pose (póza), ve které se na postavu aplikuje jedna z předem připravených póz a Expressions (výrazy), kde se obdobně aplikuje výraz obličeje.

Uvedené pózy a výrazy jsou pouze statické, nepohyblivé a případné funkční animace je nutno provést po exportu postavy v jiném programu.

- Funkce Rendering - má tři podzáložky, a to Rendering, která slouží k vyrenderování hotové postavy, Viewer, tedy prohlížeč, z něhož se dá uložit obrázek jako náhled a Scene, která slouží také k zobrazení postavy, ale v různém nasvícení.
- Funkce Settings - slouží k základnímu nastavení parametrů celého programu, například měrné jednotky, odezva na změny a podobně.



Obrázek 13 - Ukázka úprav detailů postavy. Zdroj: vlastní.

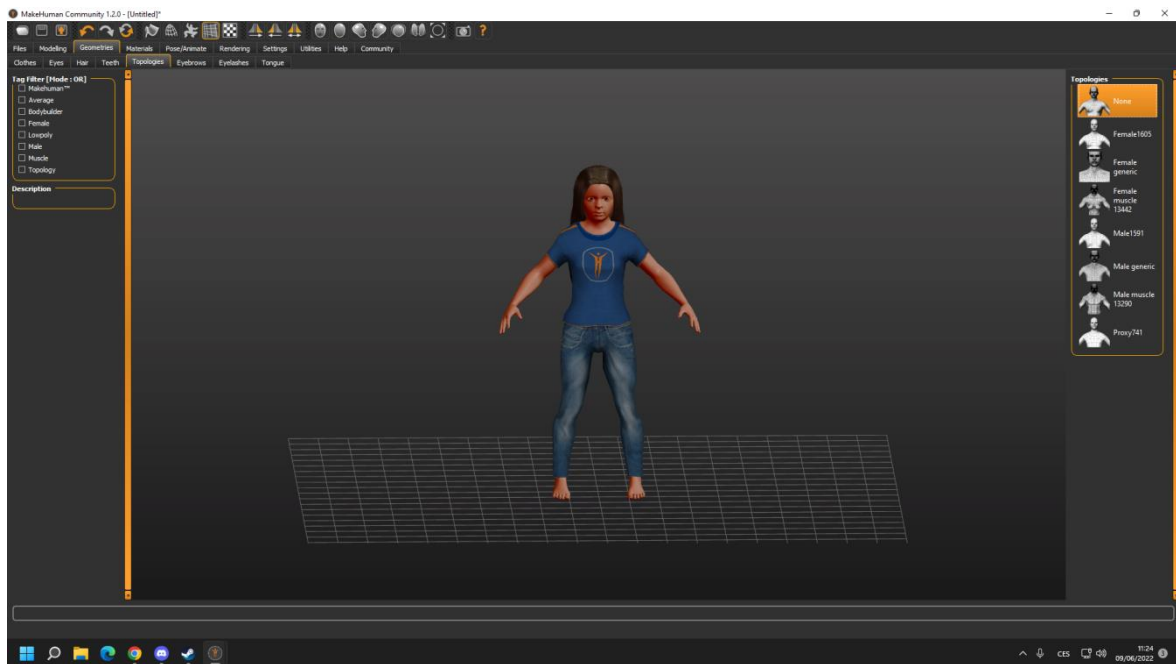
Po zapnutí programu se vygeneruje základní postava, která nemá specifický věk, nemá pohlaví, je to pouze model člověka s kůží. Na horní liště programu se nachází vysouvací menu, kterým se poté upravuje tato základní postava podle představ autora. Samotné ovládání programu a úprav postavy je velmi jednoduché a intuitivní. Jeho základem je plynulá změna proporcí jak celkové postavy, tak i jednotlivých částí těla pomocí posuvníků. Každá změna je na pracovní ploše okamžitě viditelná, tedy není třeba čekat na vyrenderování. Ačkoli je menu velmi rozsáhlé, je přehledně uspořádané stromovou strukturou a není problém se dostat k požadované části těla. Mezi prvotní úpravy, které se provádějí, patří výběr pohlaví, věk, tělesná stavba, výška, váha, proporce a etnický typ postavy. Dalším krokem pro vytvoření postavy je úprava jednotlivých anatomických znaků. Významným krokem je úprava obličeje, zde se nejprve nastaví tvar obličeje, obsah tuku v obličeji, úhel naklonění hlavy, šířka obličeje a jak je obličej kulatý. Po obličeji následuje úprava torza, zde už lze začít vytvářet jednoduché pózy. Upravuje se zde šířka ramen, hrudníku, výška hrudníku, pozice pánve, ale i detaily jako například prsa, kde můžeme mimo velikosti měnit i tvar, vzdálenost od sebe, pozici na hrudníku. Následují ruce a nohy. Zde se dá například změnit vzdálenost prstů od sebe, tloušťka prstů, jejich délka a také velikost dlaně samotné.

Toto jsou základní úpravy, které obsahuje prvotní balíček programu MakeHuman. Jak ale již bylo řečeno, jedná se o komunitní program, což znamená, že počet rozšíření

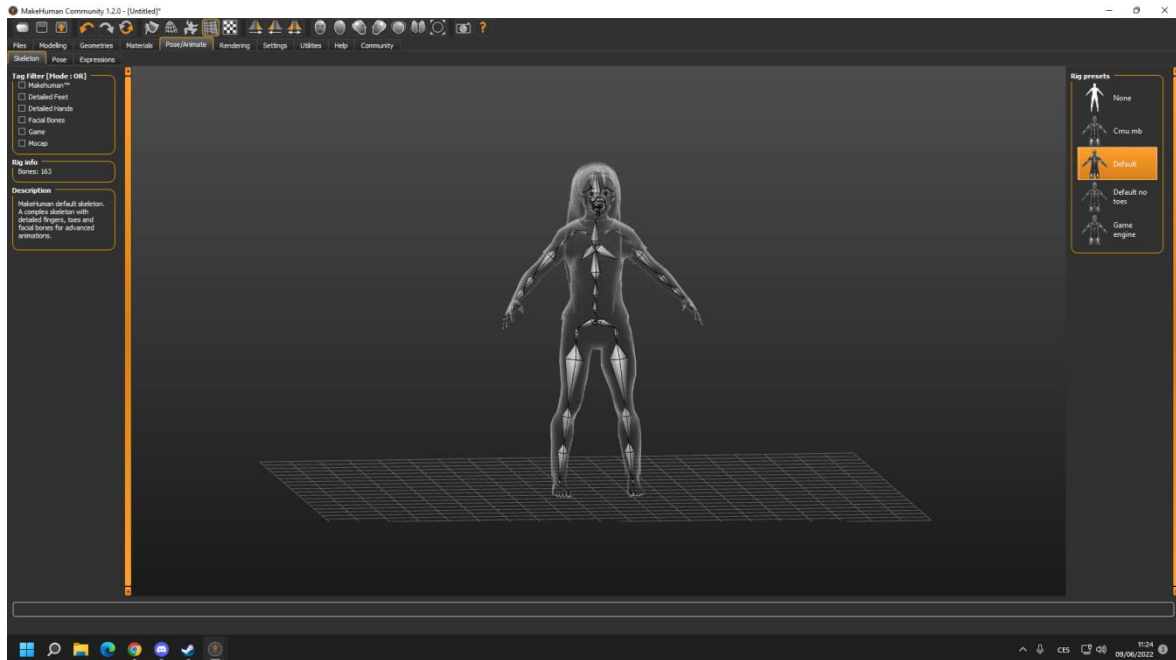
programu stále narůstá. Po stažení několika volně dostupných balíčků (40) se autor dostane k velké škále rozšířených funkcí. Program s nimi nabízí daleko více možností, například lze nastavit další detailní rysy, větší nabídka vlasů, vousů, oblečení atd. Základní balíček například obsahuje pouze osm variant účesů, což není dostačující.

Totéž se týká oblékání postavy. Základní balíček obsahuje přibližně pět outfitů, které nejde příliš kombinovat. V komunitní nabídce lze oblečení doplnit z mnohem většího výběru. Po stažení zůstanou v programu uložené a připravené k použití. Stáhnout se dají rovnou hotové outfity nebo jednotlivé části oblečení, včetně doplňků, jako jsou brýle nebo piercing.

Po vytvoření postavy následuje proces pózování a animací. Pokud je zapotřebí pouze statická póza postavy, není třeba tuto nijak upravovat a vše potřebné obsahuje záložka „Pose“, na níž se nachází základní pozice. Opětovně si mnoho dalších rozšíření může autor doplnit. Pro animaci se musí nejprve vytvořit kostra postavy, nastavit jednotlivé kosti a následně postavu exportovat.



Obrázek 14 - náhled na hotovou postavu programu MakeHuman. Zdroj: vlastní.



Obrázek 15 - Zobrazení animační kostry postavy v programu MakeHuman. Zdroj: vlastní.

Program MakeHuman nedokáže přímo animovat postavy, ale dokáže je připravit na proces samotné animace. Hotovou postavu lze po exportu pak nahrát například do programů Mixamo nebo Blender, kde se dá už postava animovat.

### 3.3 TVORBA POSTAVY V PROGRAMU HEXAGON (DAZ CENTRAL)

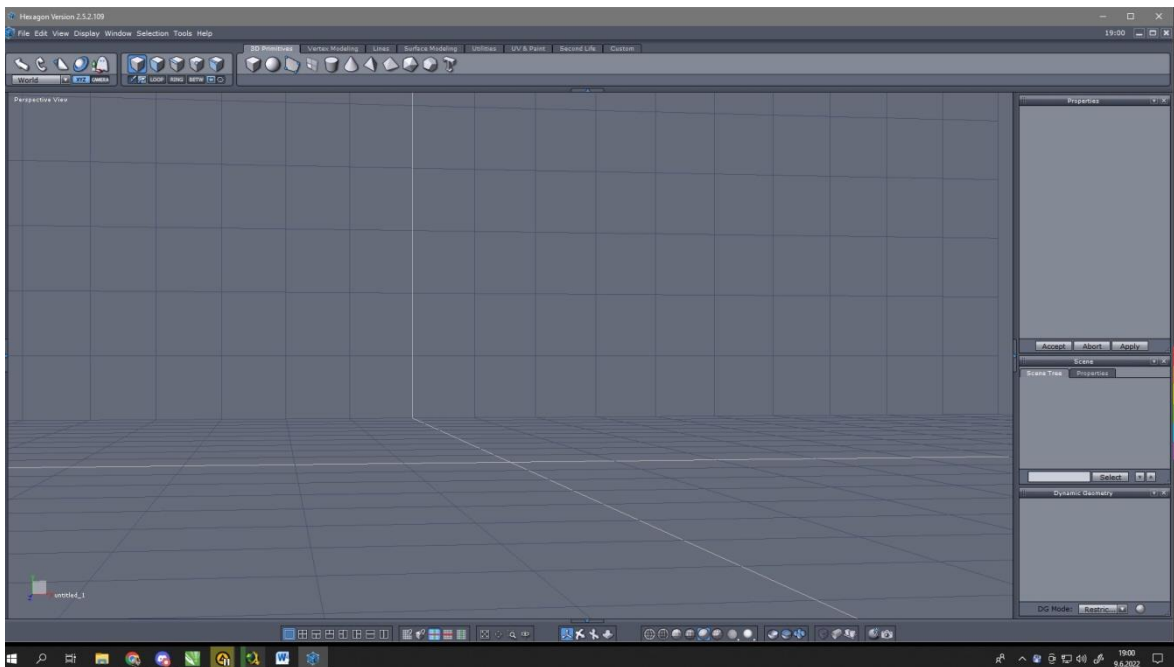
Ačkoliv je program Daz 3D primárně určen k animacím, je možné jej také použít k modelaci lidských postav, ale i jiných 3D objektů. K tomuto slouží modelovací podprogram Hexagon, který lze nainstalovat zvlášť. Správa samotného programu a všech doplňků je řešena tak, že při instalaci se nejprve nainstaluje tzv. Daz Central, který je jakýmsi řídicím centrem celého komplexu. Z Centralu se následně provádí instalace hlavních programů Daz Studio a Hexagon a také správa knihoven a doplňků.

Program Hexagon k tvorbě postavy od počátku používá také princip „box modeling“, tedy modelování úpravou jednoduchých tvarů stejně jako Blender. Pro práci v programu Hexagon platí v podstatě totéž, co pro animační Daz 3D. Jeho obsluha je v základu poměrně jednoduchá a program je řešen jako co nejvíc uživatelsky vstřícný. Jelikož ale obsahuje skutečně velký počet funkcí a ovládacích prvků, je práce v něm náročná a je vhodné si k ní stáhnout ze stránek programu (41) návod, který seznámení s programem napomůže. Z tohoto důvodu zde bude program popsán jen obecně.

Pracovní plocha Hexagonu je rozdělena do osmi zón:

1. základní pracovní plocha, v níž animátor tvoří svůj 3D model,
2. manipulační panel, sloužící k nastavení polohy modelu, rotace, posuvu, změny měřítka atd.,
3. panel výběru, obsahující nástroje k výběru částí projektu,
4. modelovací panel, obsahující nástroje pro tvorbu a editaci modelu,
5. panel vlastností, obsahující informace o pracovním prostředí, modelu atd.,
6. ovládací panel, sloužící k nastavení základních funkcí,
7. panel materiálů, obsahující nástroje k tvorbě povrchových textur,
8. kontextuální menu ve formě vnořeného okna, které obsahuje konkrétní funkce a nastavení, měnící se podle toho, která součást projektu je aktivována.

Všechny uvedené panely jsou nastavitelné, tj. uživatel si je může přizpůsobit podle svých potřeb a zvyklostí. Kromě nich program umožňuje vytvoření uživatelského panelu v horním prostoru programu. Do něho si může animátor vložit pravým kliknutím oblíbené nebo nejčastěji používané ikony a funkce. Tento panel může být skrytý kliknutím na symbol trojúhelníku nad pracovní plochou nebo plovoucí v pracovní ploše.



Obrázek 16 - Pracovní plocha programu Hexagon. Zdroj: vlastní.

Tvorba objektu v Hexagonu se skládá ze tří kroků. Jsou jimi konstrukce, editace a zkompletování hotového objektu.

### **Konstrukce**

Používá tři základní metody, které je vhodné kombinovat podle zkušeností a potřeb animátora. Jedná se o:

- použití základních předdefinovaných 3D objektů, jako je krychle, koule (tzv. 3D Primitives),
- kreslení linií a spojování je dohromady,
- postupné modelování všech polygonů, dokud netvoří požadovaný objekt.

### **Editace**

Následuje po konstrukci, slouží k závěrečným úpravám modelu, odstranění chyb a nedostatků z konstrukce a k ukotvení modelu v požadovaném místě v prostoru.

### **Kompletace**

Využívá se u složitějších objektů, které je vhodné tvořit po částech. Animátor si rozdělí objekt na podskupiny, které vymodeluje samostatně. Poté umístí základní část na správné místo v prostoru a připojuje k ní ostatní.

## 4 ANIMACE POSTAVY

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, animace postav jsou poměrně velmi náročné. Tvorba kvalitní animace, která nemá být karikaturou, ale měla by působit věrohodně, případně by měla věrně vyjadřovat záměr autora, klade velké nároky na dokonalé zvládnutí animačních technik, ovládnutí příslušného programu, ale vyžaduje i velkou prostorovou představivost, trpělivost a čas. Přesto je možné pro běžného uživatele tento proces zvládnout alespoň na základní úrovni a vytvořit velmi pěkné animace, využitelné v různých oblastech.

Možnosti využití animací ve školství jsou různé. Je možné je použít jako součást moderně a názorně vedené výuky, jelikož jejich názornost je nesrovnatelně větší než tradiční výuka za pomoci textů, obrázků nebo statických modelů. Animace je dále možno využít ve virtuální nebo rozšířené realitě a vytvořit tak atraktivní učební materiály. Jsou také velmi vhodným doplňkem učebních materiálů určených pro děti s poruchami učení nebo se zdravotními či mentálními problémy, protože zmiňovaná názornost a „vtažení“ žáka do děje může pomoci při odstraňování handicapů.

Na druhou stranu základ animací lze také zařadit do výuky, především informatiky, ale i výtvarné výchovy, výuky multimédií nebo do zájmových útvarů, kdy tyto animace mohou napomoci při rozvíjení fantazie, prostorové představivosti, jemné motoriky atd.

Vzhledem k náročnosti a komplexnosti problému animací bude v této práci popsán princip animací u dvou programů, a to Mixamo a Blender. Tyto programy jsou pro začátečníky nejvíce uživatelsky přívětivé, názorné a nabízejí poměrně velké možnosti. Oba programy pracují s jakýmkoliv postavami, ať už vytvořenými v samotném programu (v případě Blenderu), tak i s postavami z jiných zdrojů, včetně například staženými z internetových úložišť. Oba programy mají společný základ, kdy pracují s postavou s nastavitelnou vnitřní kostrou a mohou pracovat jak se základními postavami, tedy bez doplňků jako je volitelné oblečení, povrchové textury atd., tak i s komplexními, s hotovým povrchem a texturami. Výstupy z obou programů mohou být různé, nejen animace použitelné do filmů, počítačových her a jiných grafických výstupů, ale i animace statické, využitelné například v 3D tisku postavy.



## 4.1 ANIMACE V PROGRAMU MIXAMO

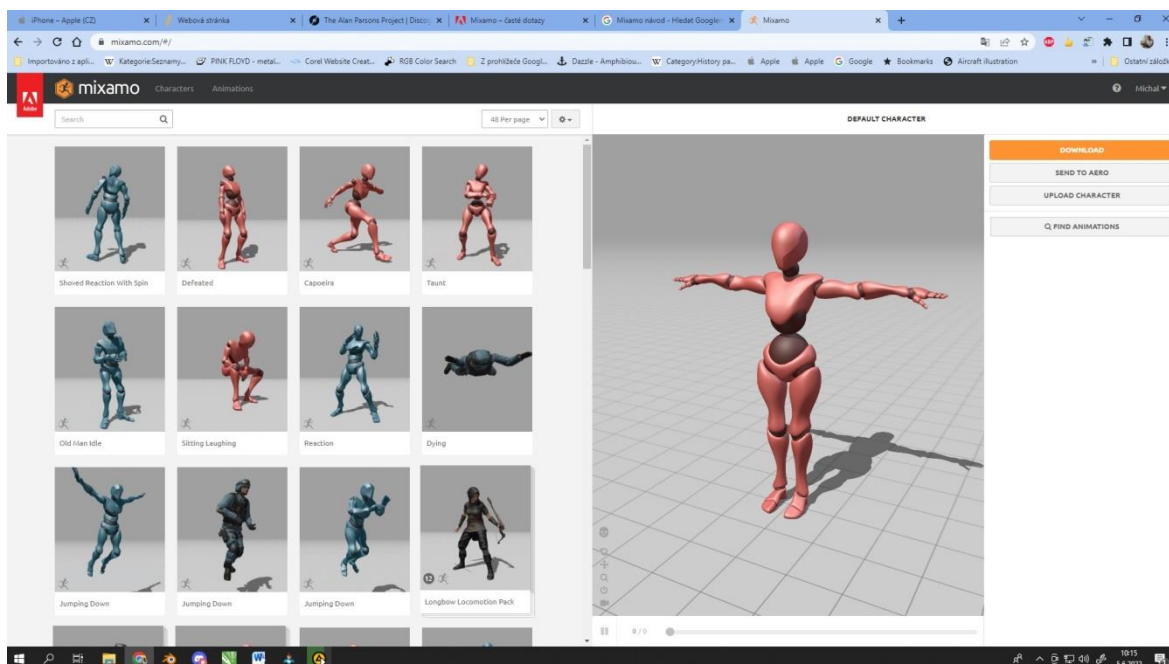
Mixamo (39) je společnost, zabývající se technologií 3D počítačových animací. Od roku 2015 je jejím vlastníkem společnost Adobe Systems. V minulosti poskytovala též software pro tvorbu 3D postav Fuse, ale vývoj tohoto programu byl v roce 2020 ukončen a program byl odstraněn ze serverů společnosti.

V současnosti je nosným programem společnosti stejnojmenný program, zaměřený na 3D animaci postav. Software využívá metody strojového učení k automatizaci kroků procesu animace postav.

Mixamo je v podstatě webová služba, pracující na adrese [www.mixamo.com](http://www.mixamo.com). Všechny součásti a doplňky programu Mixamo jsou bezplatné, jedinou podmínkou pro využívání programu je vytvoření účtu Adobe ID (například přes email, službu Google nebo sociální sítě). Tento software je možné propojit s programem Blender za pomoci add-onu, dostupného na adrese mateřského webu společnosti Adobe. (42) Principem tvorby animací v Mixamu je využití jednak předpřipravených postav, jednak krátkých animačních sekvencí, které lze ale do jisté míry upravovat. Kromě toho program umožňuje použití svých vlastních postav, ať již vytvořených nebo získaných z některé internetové služby. Po dokončení práce je možno hotovou animaci exportovat k dalšímu využití nebo uložení.

### 4.1.1 POPIS PRACOVNÍ PLOCHY

Po spuštění programu a přihlášení se objeví úvodní obrazovka, skládající se z několika základních oblastí. V levém horním rohu obrazovky se nachází možnost přepínání mezi předem připravenými 3D postavami (Characters) a animacemi (Animations). Samotná pracovní plocha je rozdělena na dvě poloviny. V levé polovině se zobrazuje databáze jednak připravených postav, jednak animačních sekvencí, v závislosti na zvoleném módu. Databáze programu je velmi bohatá, připravených postav je 144, animačních sekvencí téměř 2 500. V pravé straně obrazovky se nachází vlastní pracovní plocha, kde se pracuje se zvolenou postavou a animací. Tato plocha je složena z animačního okna a ovládacích prvků, které se mění podle právě vykonávané činnosti. Další ovládací prvky se nachází v levém dolním rohu animačního okna. Jedná se o možnost zobrazit místo celé postavy pouze její animační kostru a dále o standardní ovladače kamery (Rotate, Pan, Zoom, Reset a Toggle Follow).



Obrázek 17 - Pracovní plocha Mixamo. Zdroj: vlastní.

#### 4.1.2 VÝBĚR ANIMOVANÉ POSTAVY

Při práci s předem připravenou postavou z databáze programu, je výběr postavy velmi jednoduchý. Jediným úkonem je kliknout na vybranou postavu z databáze, která se automaticky nahraje do pracovního prostoru a zobrazí v animačním okně.

Pokud chceme použít vlastní postavu, je nutné ji nejprve pro animaci připravit. Prvním krokem je správný výběr postavy, která musí splňovat několik základních podmínek:

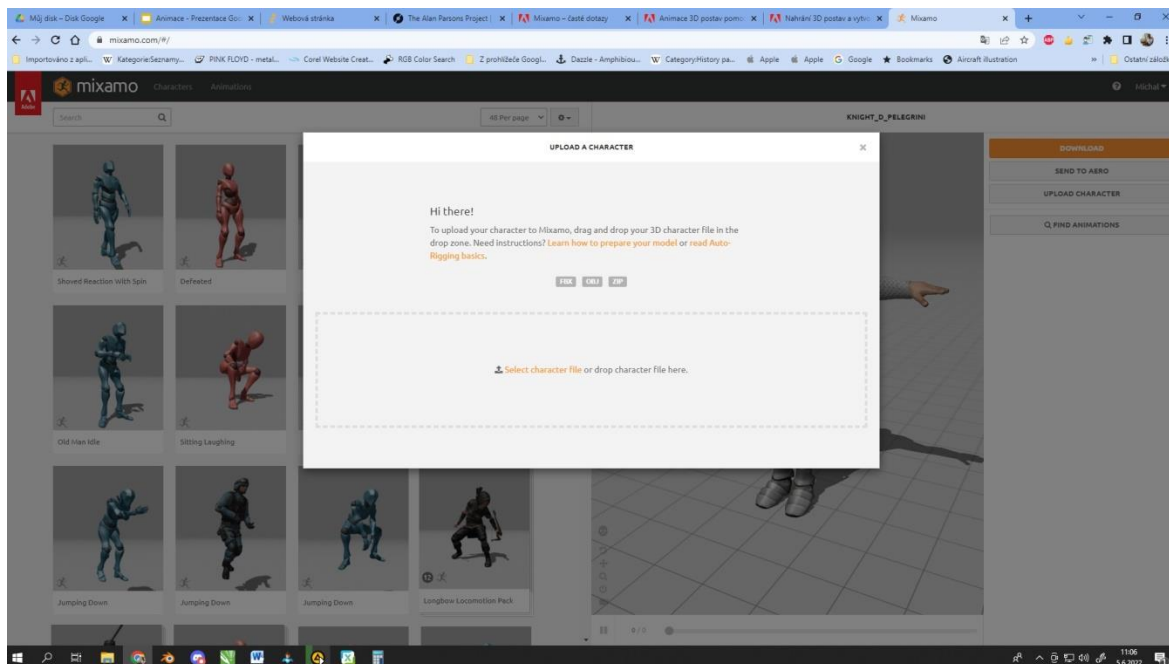
- Postava musí být alespoň v základních proporcích podobná člověku, tj. s odlišitelnými oblastmi hlavy, trupu a končetin. Nelze použít zvířata nebo jiné bytosti nepodobné člověku. Naopak lze animovat například humanoidní roboty, primáty atd., kteří splňují uvedené podmínky podoby člověku. Nedoporučuje se, aby měla postava další výrazné části těla (například křídla).
- Postava musí být v základním postoji, tj. ve stoje (pokud možno vzpřímeném) s výrazně oddělenými končetinami od těla. Pokud je postava výrazně asymetrická nebo v nestandardním postoji (sed, leh, klek), může vzniknout problém při vytváření animační kostry.
- Ideální postoj postavy je tzv. T-Pose, tedy vzpřímený s rukama v pravém úhlu od těla. Nevadí, pokud nejsou ruce v pravém úhlu nebo je každá jinak zvednutá,

protože systém mapování kostry tento nedostatek odstraní. Končetiny ale nesmí být „přilepené“ k tělu nebo jedna k druhé, protože pak program není schopný je oddělit.

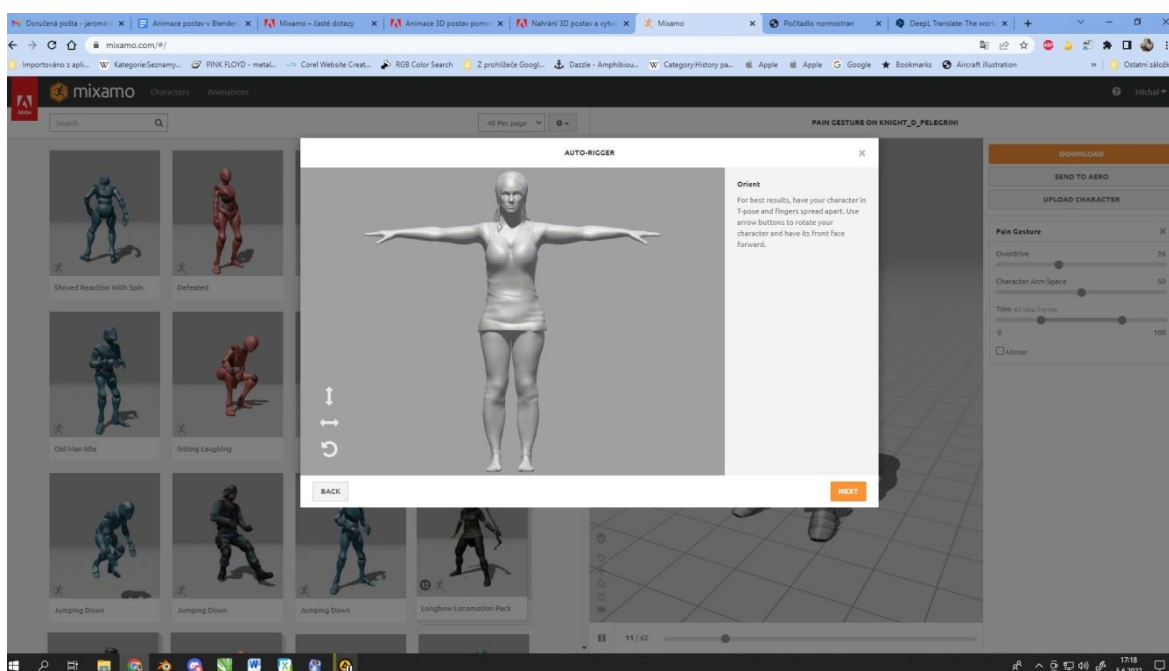
- V souboru postavy nesmí být nic jiného mimo vlastní postavu a její vybavení, které je s postavou pevně spojeno. Další objekty na scéně způsobí nefunkčnost vytváření animační kostry.
- Postava musí být v jednom spojitém objektu. Oddělené, levitující části, systém neumí rozeznat a zahrnout do procesu tvorby kostry a animace.
- Postava může být buď základní, tj. bez textur, taková se pak objeví v programu jako jednoduše šedá nebo s texturami. V takovém případě je třeba zvolit správný formát, a to samotná postava ve formátu Wavefront (\*.obj) a textury ve formátu Portable Network Graphic (\*.png). Vše musí být zkomprimováno dohromady ve formátu \*.zip. Jakýkoliv jiný formát (tedy například textury ve formátu \*.jpg nebo komprimace \*.rar) nefunguje. Další možností je použití formátu Autodesk \*.fbx, který již obsahuje textury v sobě.

#### **4.1.3 PŘÍPRAVA POSTAVY A TVORBA ANIMAČNÍ KOSTRY**

Poté co je postava připravena, je možno ji nahrát do programu. Nahrání se provede pomocí tlačítka Upload Character vpravo. Program upozorní na vhodné formáty uvedené výše (tedy \*.obj, \*.fbx a \*.zip) a poté je možno postavu nahrát. V případě že je postava k dispozici v jiném formátu (například \*.stl), je možné ji převést v některém online konvertoru. Vhodným může být Mesh Convertor, [www.meshconvert.com](http://www.meshconvert.com). Pokud je postava použitelná, nahraje se a zobrazí v okně, kde je nyní nutno ji zorientovat tak, aby stála vzpřímeně čelem k animátorovi. K orientaci slouží šipky v levém dolním rohu okna. Pro ukázkou byla použita volně stažitelná postava *womantpose.obj*, která je uložena na webu [Thingiverse.com](http://Thingiverse.com).



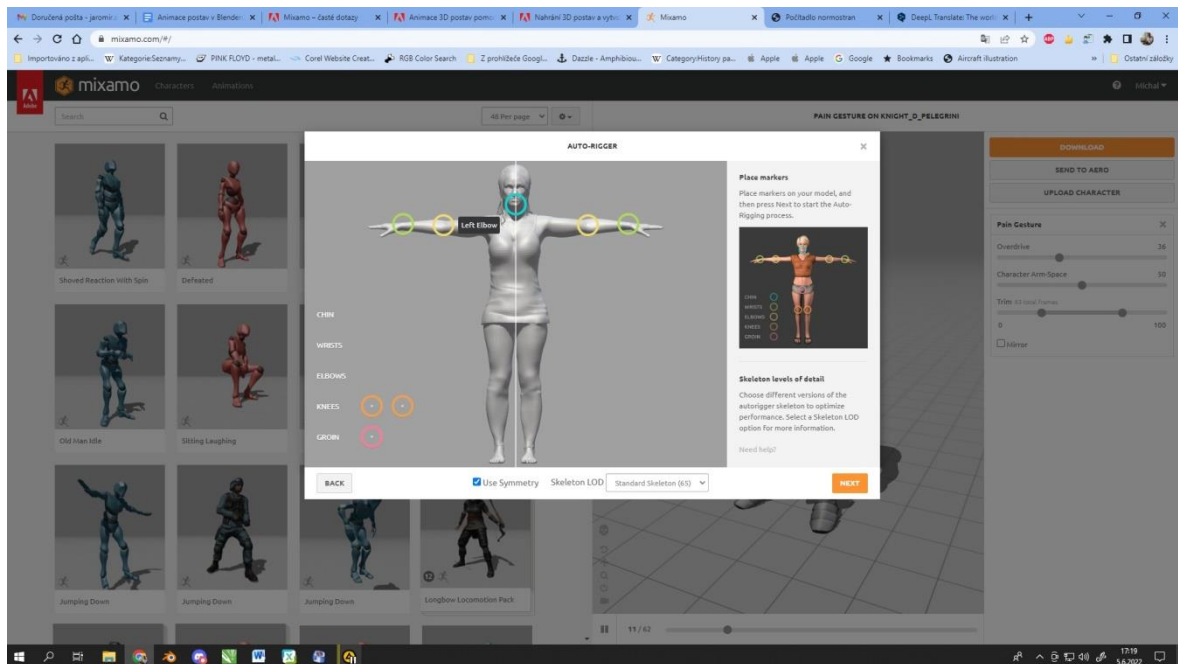
Obrázek 18 - Mixamo - import vlastní postavy. Zdroj: vlastní.



Obrázek 19 - Mixamo - import vlastní postavy. Zdroj: vlastní.

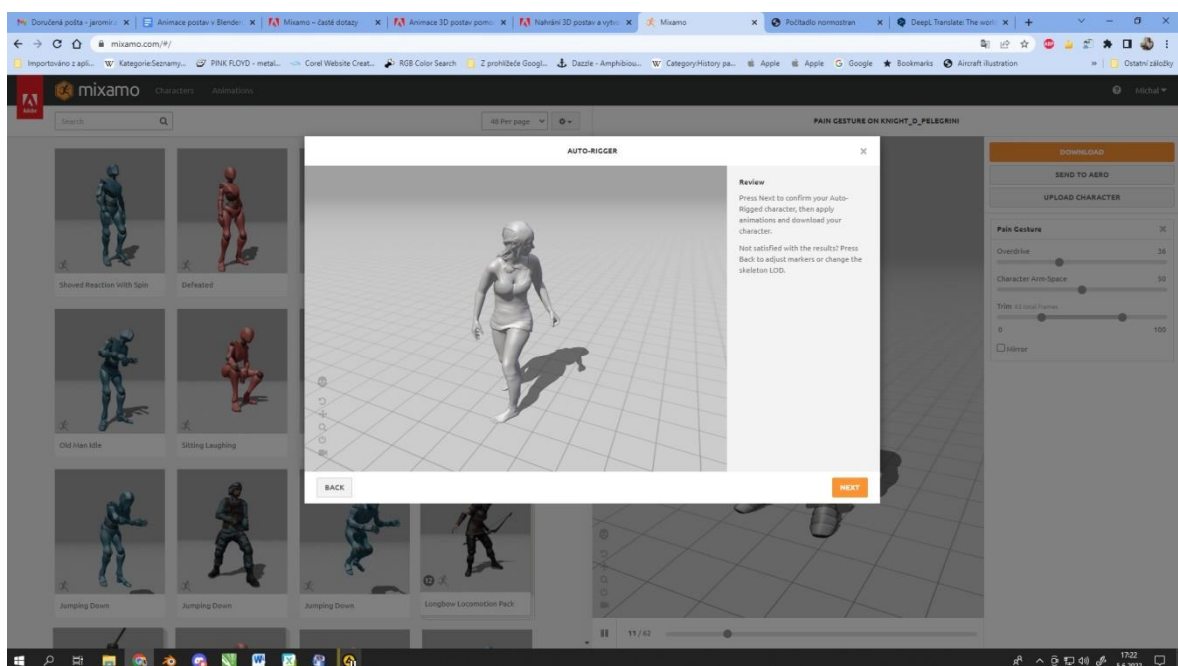
Následuje nejdůležitější část - tvorba animační kostry. K tomuto je zapotřebí přetáhnout na obrázek postavy markery pohyblivých částí a kloubů podle návodu vpravo. Jedná se konkrétně o bradu, zápěstí, lokty, kolena a rozkrok. V případě, že je postava symetrická, lze zapnout na spodním okraji volbu Use Symmetry a namapovat pouze jednu polovinu postavy. Po stisknutí tlačítka Next program provede tvorbu animační kostry.

Jedná se o nejdlejší krok, trvající až několik minut, závislý na tvaru postavy a dalších faktorech.



Obrázek 20 - Mixamo - mapování animační kostry. Zdroj: vlastní.

Po dokončení tvorby kostry předvede postava jednoduchou animaci, spočívající v několika krocích, otočení hlavy atd., aby bylo možno zhodnotit, zda animační kostra a samotná animace odpovídají zadání. Po dalším stisknutí tlačítka Next se již postava nahraje do animačního okna a je možno přistoupit k samotné animaci.

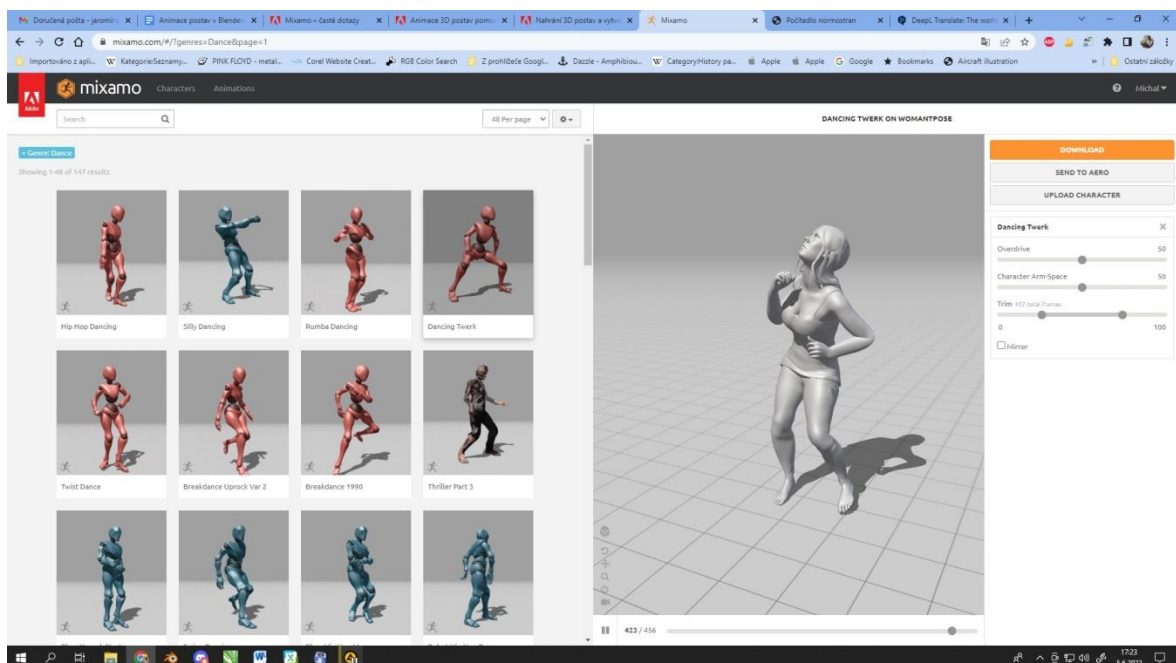


Obrázek 21 - Mixamo - kontrola animační kostry. Zdroj: vlastní.

#### 4.1.4 VLASTNÍ ANIMACE

Vlastní animace je oproti přípravě postavy jednoduchá. Poté co je postava nahraná v animačním okně, stačí si v seznamu vlevo vybrat zvolenou animaci a kliknout na ni. Vzhledem k velkému počtu animací je možno použít při výběru filtr umístěný na obrazovce vlevo nahoře. Filtr vytřídí některé významné druhy animací jako je třeba boj, tanec, sport a podobně. Po kliknutí se animace automaticky aplikuje na postavu a přehraje se. Samotná animace měnit a upravovat nejde, ale některé menší aspekty, například pohyb rukou, jejich vzdálenost od těla, rychlost pohybu atd. (v závislosti na druhu animace) lze upravit pomocí posuvek vpravo od animačního okna. Animace jsou krátké, trvají v průměru od tří do padesáti sekund.

Po výběru a nastavení animace je možno hotovou animaci exportovat. K tomu slouží tlačítka v pravém horním rohu Download a Send to Aero. Volba Send to Aero umožňuje animaci vložit do softwaru Adobe Aero, který slouží k vytváření a publikování rozšířené reality. Volba Download umožňuje animaci stáhnout a vyexportovat pro další úpravy, jako například úprava animace v Blenderu, fixace vybrané pózy pro účely 3D tisku atd. Volba Download nabízí výběr formátu (\*.fbx různých verzí a \*.dae), texturu ano nebo ne, počet fps a redukci klíčových snímků.



Obrázek 22 - Mixamo - hotová animace. Zdroj: vlastní.

#### 4.1.5 VYHODNOCENÍ PROGRAMU MIXAMO

Program Mixamo je ideální pro uživatele, který se chce seznámit s animováním, naučit se jeho základy a naučit se pracovat s postavami k animaci. Dále je výhodný pro uživatele, kteří potřebují rychle a bez velké práce vytvořit krátkou animaci. Naopak nevýhodou je to, že uživatel pracuje s konečným počtem pevně daných animací a nemůže vytvořit svoje.

Málo známý je fakt, že Mixamo je ideální pro 3D tisk, konkrétně pro úpravu, díky níž se může postava v obecné póze rozpohybovat a upravit do jiné pózy, v níž má být vytištěna na 3D tiskárně. V takovém případě je pak třeba ještě exportovanou animaci otevřít v programu Blender, kde se pomocí tlačítka Pause postava zastaví v požadované póze a poté se exportuje v tisknutelném formátu, tedy \*.stl nebo \*.obj.

#### 4.2 ANIMACE V PROGRAMU BLENDER

Program Blender je oproti Mixamu mnohem komplexnější a umožňuje nesrovnatelně větší možnosti a svobodu tvorby. To je samozřejmě vykoupeno daleko většími nároky na znalosti a schopnosti animátora, které lze získat jen dlouhodobým používáním a zkoušením možností programu. Pro začátečníka je ale výhodné, že lze získat příručku Blenderu v češtině (43) a dále, že na internetu existuje velké množství výukových videí a tutoriálů, které práci s Blenderem usnadní.

Pro animace v Blenderu lze použít jakýkoliv objekt. Velkou výhodou oproti Mixamu je, že animátor není omezený jen na humanoidní postavy, ale může animovat i zvířata, objekty, dopravní prostředky atd. Tato animace je výrazně náročnější a vyžaduje důkladné seznámení s programem, s jeho funkcemi a také postupné učení se animací od jednoduchých ke složitějším.

Základním principem animace v Blenderu je tzv. klíčování. Tuto techniku lze s určitou mírou představivosti připodobnit k technice stop-motion u filmových animací. Při této technice animátor rozdělil filmový záznam na jednotlivé snímky (framy) a uložil na každý snímek pozici snímaného objektu, která se od minulého snímku nepatrně změnila (pohyb, změna tvaru). Při vhodném snímkování a při úvaze o určité setrvačnosti lidského oka vyjde nakonec z těchto framů spojitý pohyb.

Princip digitálního klíčování v programu Blender spočívá v tom, že animátor nastaví snímáný objekt na prvním políčku na časové ose do požadované polohy a tuto situaci uloží jako klíč do časové osy. O několik snímků dál uloží objekt, který nepatrně pozměnil (posun, změna tvaru) a opět objekt uloží jako klíč. Poté co jsou všechny polohy objektu uloženy (zaklíčovány), provede program metodou interpolace dopočítání změn v mezipolohách mezi jednotlivými klíči. Výsledný pohyb je tak detailní, bez viditelných změn a skoků. Tento postup se provádí buď přímo v okně programu, nebo v tzv. IPO editoru, což je ale postup určený pro zkušenější animátory, jelikož nabízí daleko více možností animací. (44)

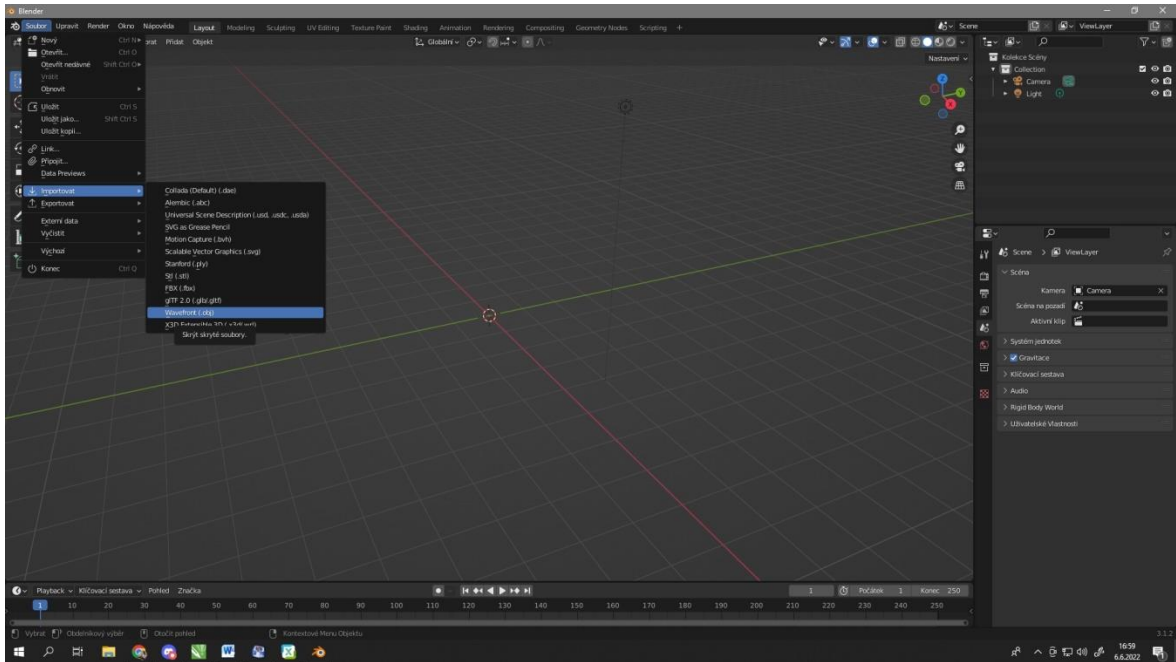
Určitou komplikací programu Blender je to, že tento program existuje ve větším počtu verzí a modifikací, takže se návod a screenshoty nemusí nutně shodovat s jinou verzí. V této práci byla použita verze 3.1.2 s nastaveným českým jazykem, instalovaná jako součást služby Steam.

#### **4.2.1 PŘÍPRAVA POSTAVY**

Pro animaci v Blenderu lze použít jakoukoliv postavu. Pokud se použije postava vytvořená přímo v Blenderu, je situace jednodušší, protože tato postava má již v sobě připravenou animační kostru. Vzhledem k náročnosti tvorby postavy je ale zejména pro začátečníka jednodušší použít již postavu hotovou nebo vytvořenou v uživatelsky jednodušším programu jako je například MakeHuman. Takovou postavu je ale nutno po naimportování připravit. Tvorba kostry vypadá složitě, ale po několikerém vyzkoušení ji lze zvládnout v krátkém čase.

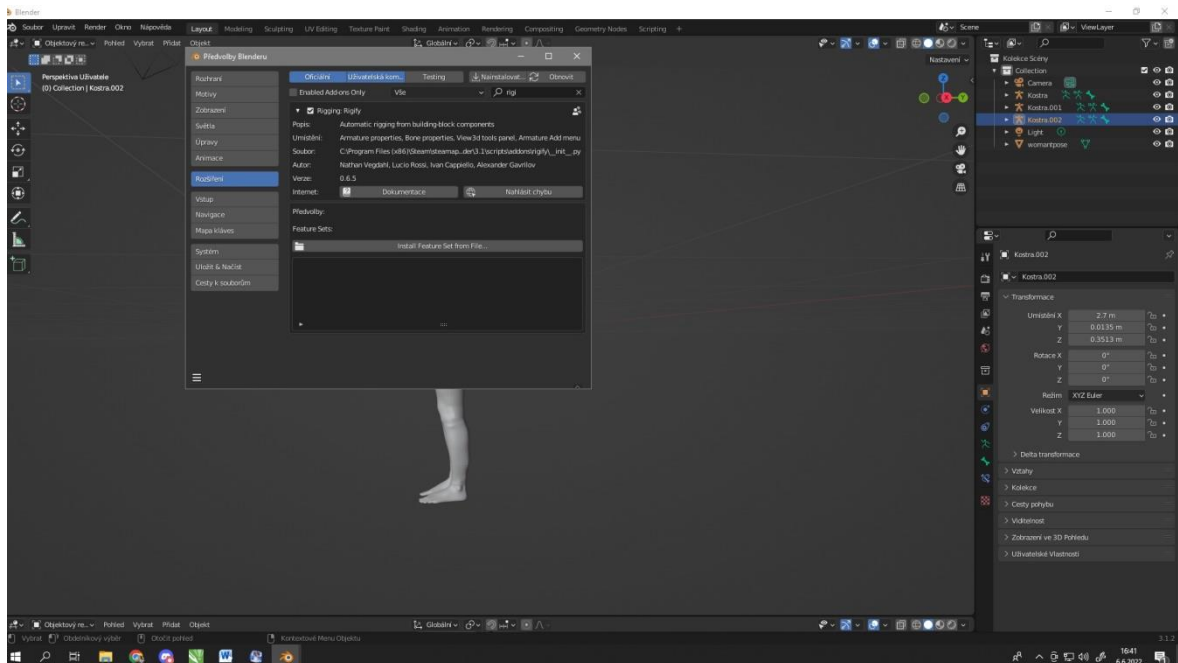
Postavu v jiném souboru je nutno do Blenderu naimportovat při současném výběru jejího formátu. Pro porovnání zde byla použita stejná postava jako v programu Mixamo.





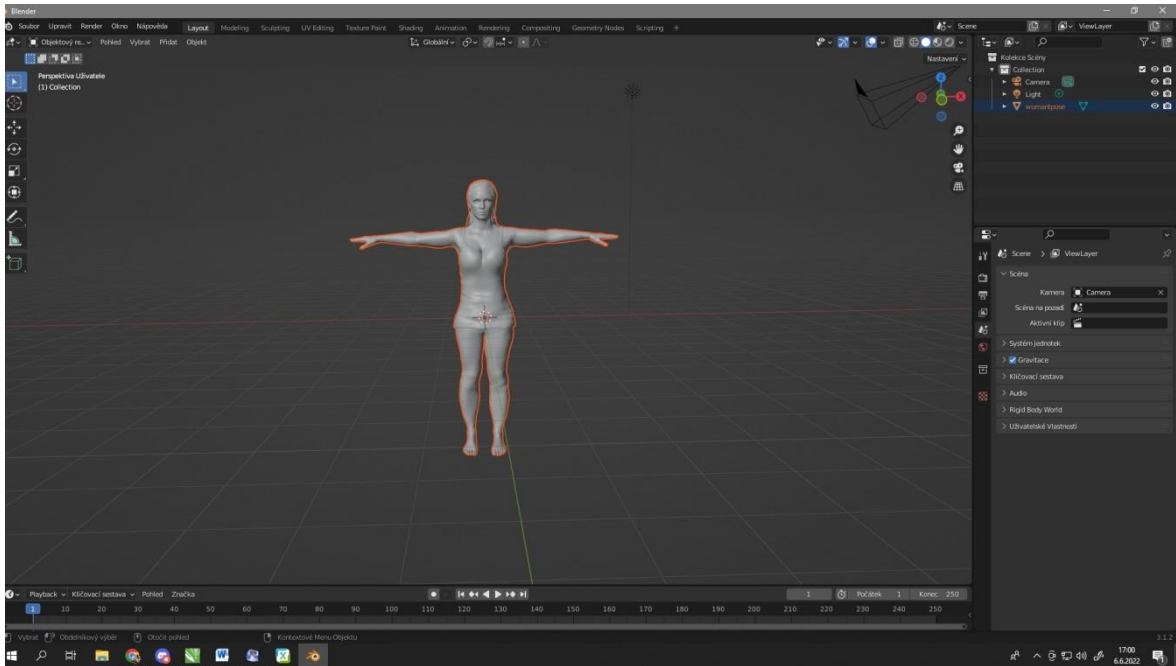
Obrázek 23 - Blender - import postavy. Zdroj: vlastní.

Před zahájením tvorby kostry je vhodné v Blenderu povolit add-on *rigify*, který umožňuje tvorbu kompletní kostry najednou. Bez tohoto doplňku by bylo třeba kostru skládat z jednotlivých kostí.



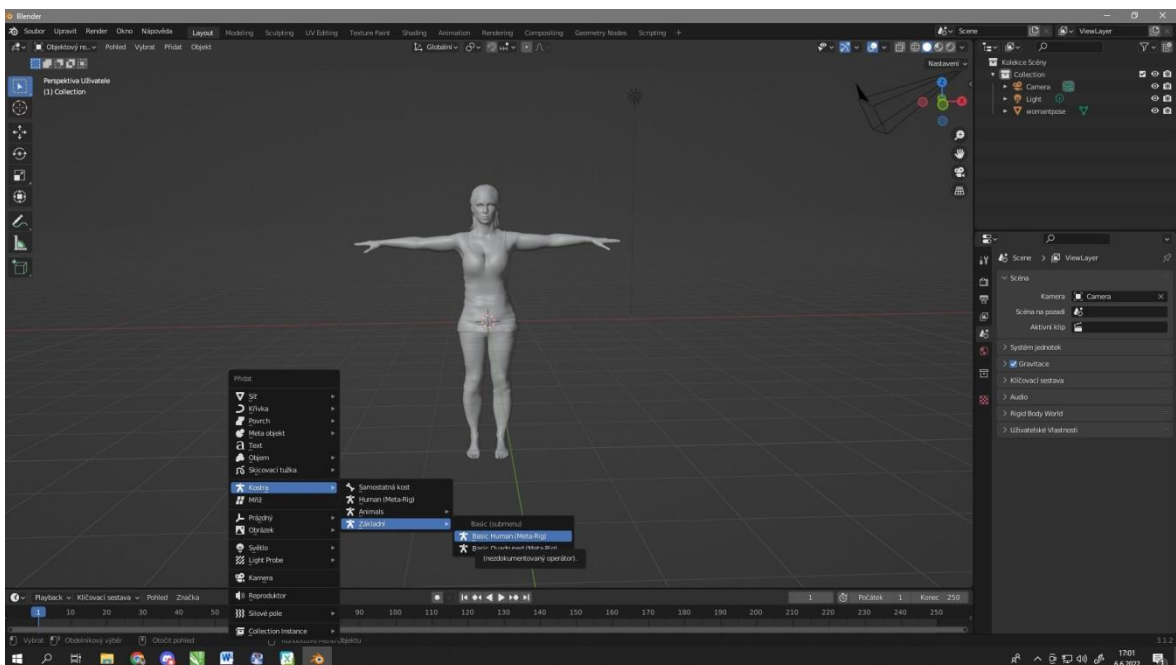
Obrázek 24 - Blender - add-on rigify. Zdroj: vlastní.

Nyní se postava zorientuje čelem z monitoru. Na voliči vlevo nahoře musí být nastaven Objektový režim.



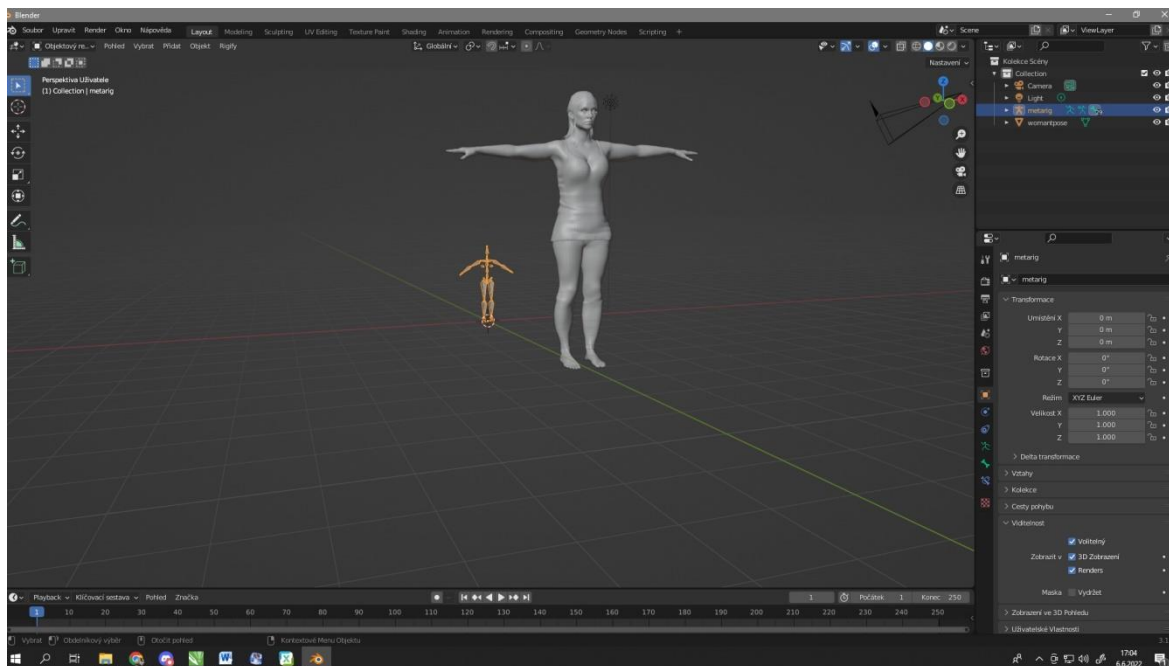
Obrázek 25 - Blender - orientovaná postava. Zdroj: vlastní.

V dalším kroku se provede generování kostry. Tento krok se spustí klávesovou zkratkou Shift+A. Po zobrazení nabídky Přidat se vybere možnost Kostra – Základní – Basic Human (Mega Rig). Tento krok vytvoří nejjednodušší lidskou kostru.



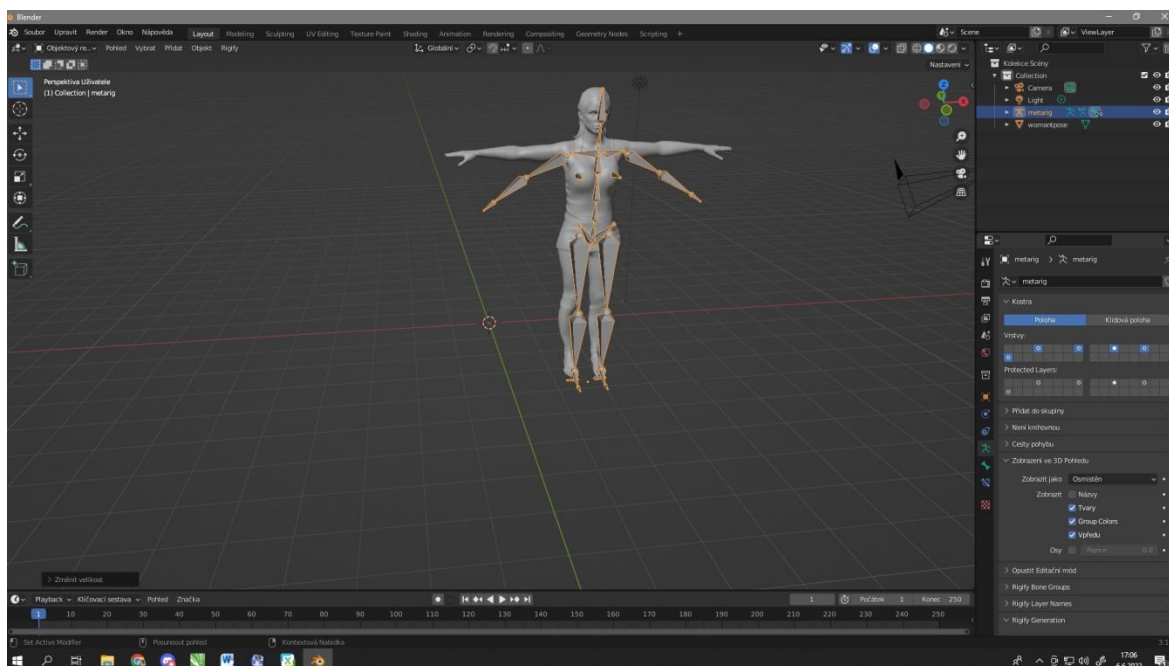
Obrázek 26 - Blender - tvorba animační kostry. Zdroj: vlastní.

Tato kostra je viditelná jako malý soubor za postavou.



Obrázek 27 - Blender - vygenerovaná kostra. Zdroj: vlastní.

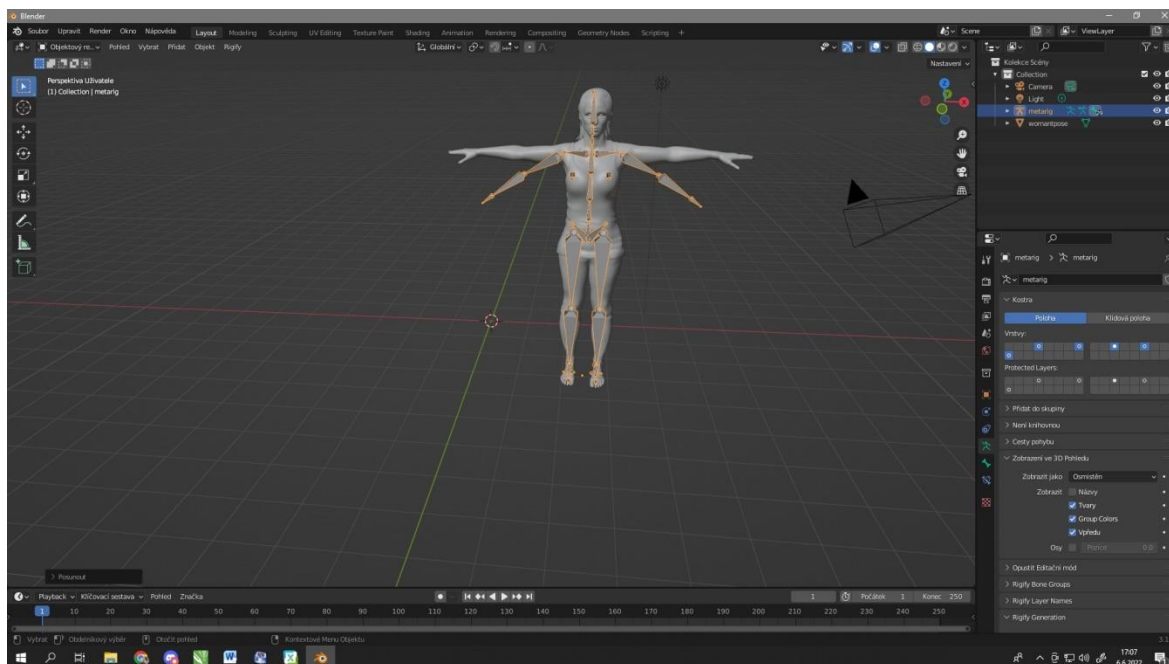
Nyní je třeba kostru přesunout do postavy a zvětšit ji na velikost odpovídající postavě. Všechny pohyby kostry, celé nebo jen jednotlivých kostí, se provádějí stisknutím klávesy G a současným pohybem myši. Změny velikosti kostry se provádějí stisknutím klávesy S a pohybem myši.



Obrázek 28 - Blender - propojení postavy s kostrou. Zdroj: vlastní.

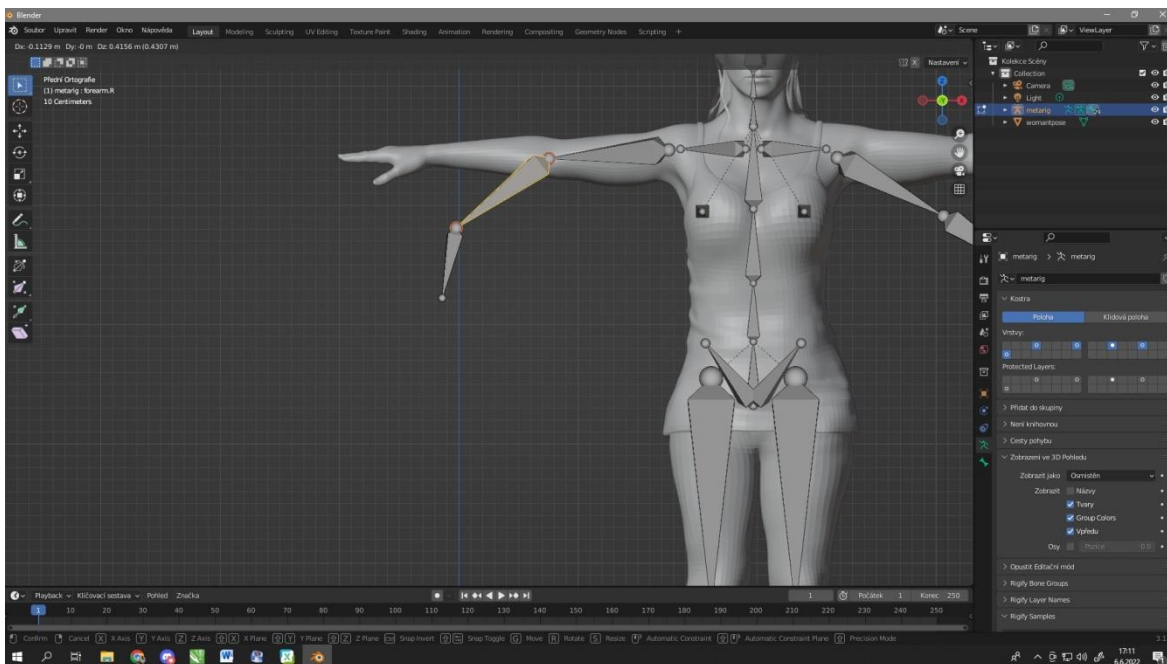
Kostra je nyní vložena do postavy. Aby byla viditelná a mohla se dále upravovat, je nutné vpravo dole nastavit Object Data Properties (symbol malého zeleného panáčka) → Zobrazení ve 3D pohledu → zaškrtnuto Vpředu.

V tuto chvíli je vhodné si komplet prohlédnout z různých stran tak, aby byla kostra co nejlépe vložena do postavy. Případné špatné proporce, vyčnívání kostí z těla či klouby na špatném místě, budou řešeny dále.



Obrázek 29 - Blender - úpravy kostry. Zdroj: vlastní.

Pro úpravu jednotlivých kostí a kloubů je třeba přepnout Objektový režim vlevo nahoře na Režim úprav. Nyní je třeba upravovat polohu a velikost jednotlivých kostí a kloubů a usazovat je na správné místo. Kost nebo samotný kloub se vyberou klepnutím myši a pohyb se provádí opět pohybem myši za současného držení klávesy G. Takto je nutno postupně přesunout všechny kosti a klouby na správná místa.



Obrázek 30 - Blender - úpravy kostry, detail 1. Zdroj: vlastní.

Po dokončení úprav z jednoho pohledu je dále nutné totéž zopakovat i z dalších pohledů ze stran, shora nebo zdola.



Obrázek 31 - Blender - úpravy kostry, detail 2. Zdroj: vlastní.

Jakmile jsou všechny části kostry správně usazeny, je třeba provést kontrolu pohybů nejprve u samotné kostry. K tomuto se přepne Režim úprav vlevo nahoře na Pózovací režim.





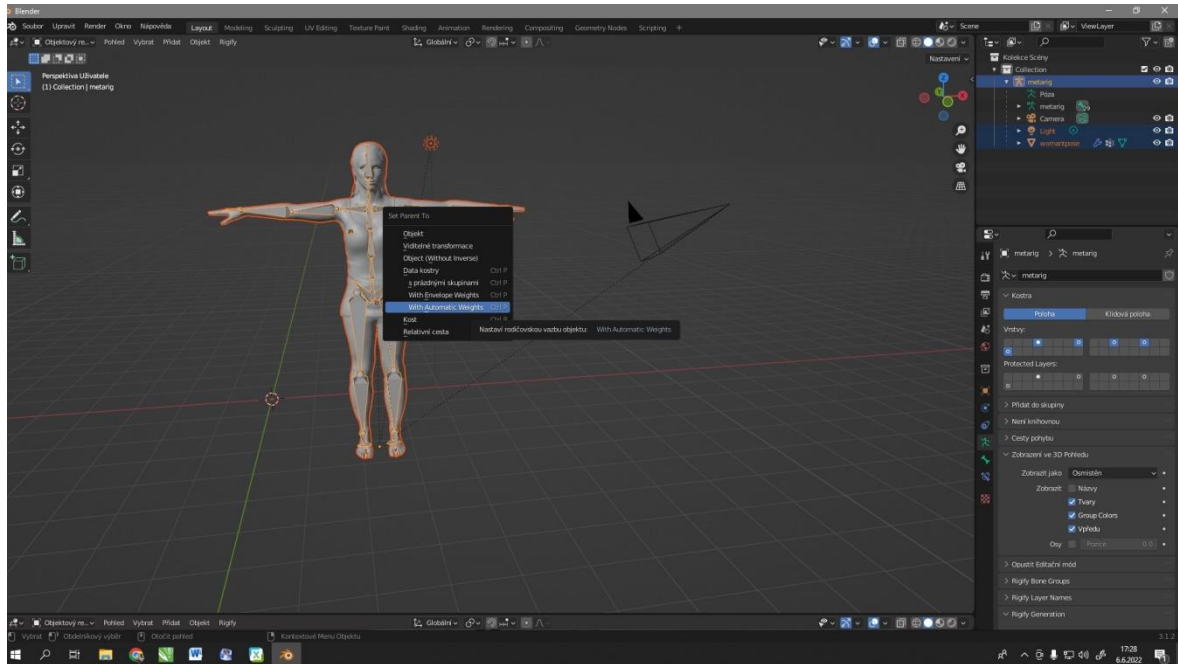
Obrázek 32 - Blender - Pózovací režim. Zdroj: vlastní.

Dále se z nabídky tlačítek vlevo vybere Otočit. Nyní je možno pohybovat kostmi v kloubech a provést tak první kontrolu.



Obrázek 33 - Blender - kontrola pohybů kostry. Zdroj: vlastní.

Pokud je v tuto chvíli vše v pořádku, zbývá poslední krok, kterým je propojení postavy s kostrou, aby bylo možno s postavou pohybovat a animovat ji. Stisknutím klávesové zkratky Ctrl+P se otevře dialogové okno, ve kterém se vybere volba Data kostry - With Automatic Weights. Program poté provede propojení obou celků.



Obrázek 34 - Blender - definitivní propojení kostry s postavou. Zdroj: vlastní.

V tomto okamžiku už je možné s postavou pohybovat a animovat ji. Je vhodné ještě provést poslední kontrolu pohybu postavy. Stejně jako u kontroly samotné kostry je k tomu třeba vlevo nahoře zapnout Pózovací režim a tlačítko Otočit. Tím je příprava postavy pro animaci hotova.



Obrázek 35 - Blender - kontrola realističnosti pohybů. Zdroj: vlastní.

#### 4.2.2 ANIMACE CHŮZE POSTAVY

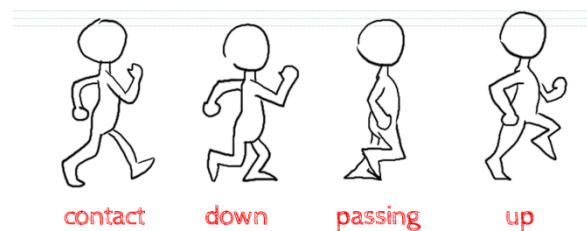
Konkrétní animace v Blenderu bude vysvětlena na jednoduchém, ale velmi názorném příkladu lidské chůze.

Před každou animací je nezbytně nutné si důkladně prostudovat, jaký pohyb bude znázorněn, například na živém objektu, filmovém záznamu atd. Také je třeba zjistit jaký je rozsah pohybu, které části objektu se pohybují zároveň, jak na sebe působí. Pro usnadnění vlastní animace je výhodné si tento pohyb zjednodušeně rozfázovaně nakreslit a vyznačit si tyto změny postavení a proporcí objektu.

Lidská chůze je vhodným objektem pro animaci vzhledem k následujícím faktorům:

- provádí se zdánlivě jednoduché, ale vizuálně výrazné pohyby končetin,
- animátor si může vyzkoušet jednoduchou interakci mezi různými končetinami,
- chůze nabízí možnost volného zapojení i jiných částí těla (otočení hlavy, pohyby vlasů) aniž by to působilo nepřirozeně,
- chůze je cyklický, opakující se pohyb, tedy postačí provést animaci jednoho cyklu pohybů postavy a tento cyklus pak duplikovat.

Po vytvoření náčrtu a zhodnocení kinematiky lidské chůze vychází jako dostačující provést animaci čtyř statických póz a z nich následně opakováním vytvořit animaci chůze.



Obrázek 36 - Rozfázování chůze. In: Adobe Animate: Walk and blink cycles [online]. [Cit. 09.06.2022]. Dostupné z: <https://openlab.bmcc.cuny.edu/mmp260-1301-s2019/adobe-animate-walk-and-blink-cycles/>

Za použití principu klíčování popsaného výše tedy postačí pro animaci jednoho cyklu chůze vytvořit tyto čtyři statické pózy a z nich jeden animační cyklus.



Uvedená animace je nyní demonstrována na hotové volně stažitelné postavě (*rain\_rig.blend*), která nejen že již obsahuje kostru, ale má i textury. Díky tomu bude animace přehlednější. Postava se klasickým způsobem otevře v Blenderu.



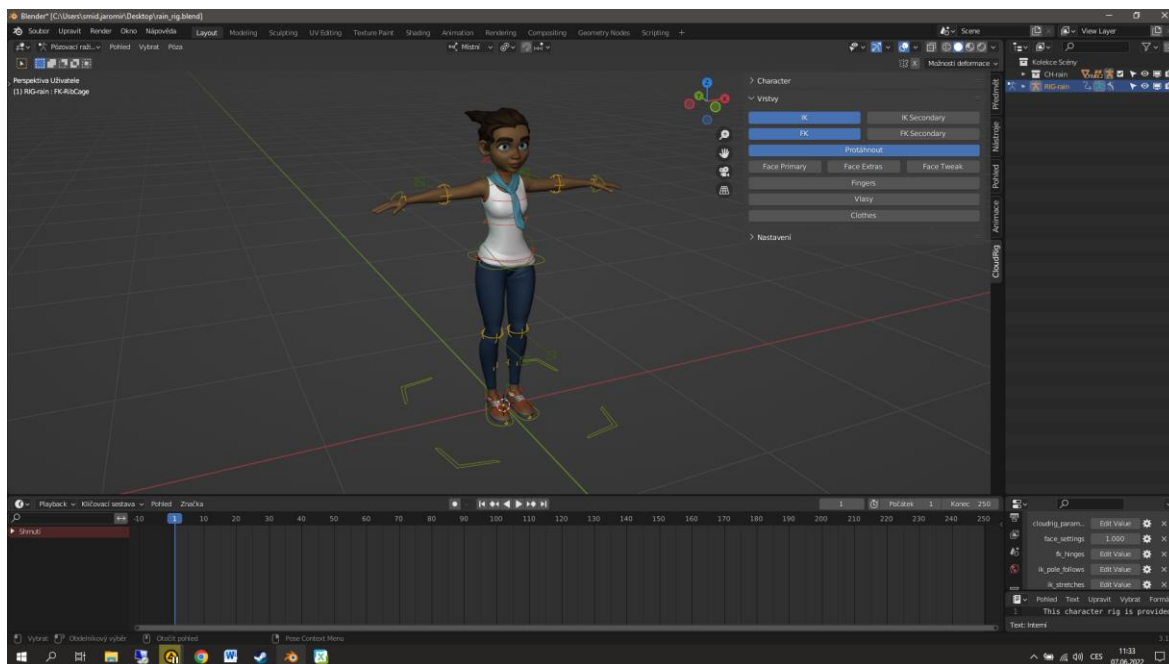
Obrázek 37 - Blender - postava připravená k animaci. Zdroj: vlastní.

Vpravo se rozklikne záložka Vrstvy a vyberou se možnosti IK (končetiny), FK (trup) a Protáhnout, což je chybný překlad výrazu Sretch (klouby). Tímto krokem se nastaví, které vrstvy postavy jsou viditelné, a je možno s nimi pohybovat.



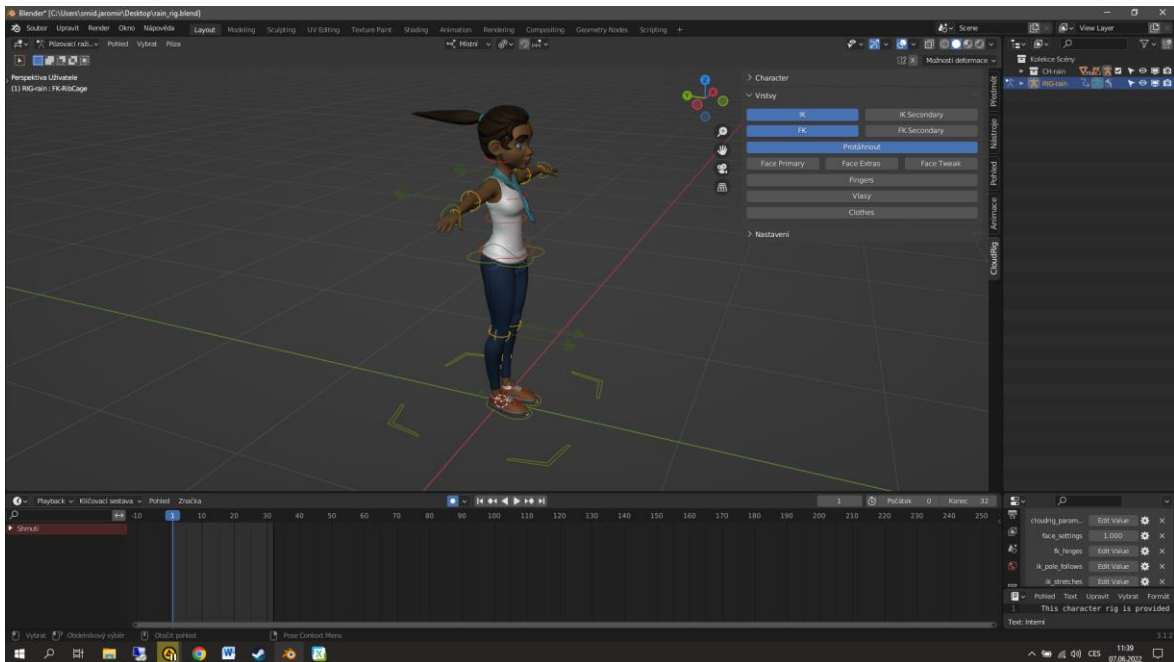
Obrázek 38 - Blender - výběr vrstev k animaci. Zdroj: vlastní.

V dalším kroku je nezbytné zkontrolovat, aby byla v programu otevřena dvě okna nad sebou. Pokud je viditelné pouze jedno okno, provede se vytažení druhého za pomoci levého tlačítka myši směrem od spodního okraje obrazovky programu. V horním okně je pohled na animaci, ve spodním časová osa. Pokud není časová osa zapnuta, přepne se výběrem z nabídky úplně vlevo. V horním okně musí být zapnut Pózovací režim.



Obrázek 39 - Blender - nastavení časové osy. Zdroj: vlastní.

Pro zaznamenání klíčů musí být zapnutá možnost Automaticky klíčovat – bílé kolečko nad časovou osou. To umožní automatický záznam na časovou osu animace. Dále se vpravo nad časovou osou nastaví počáteční a koncový snímek konkrétní animace. Zde je to 0 a 32. Počet snímků 32 byl vybrán jako dělitelný 4, což je počet klíčů, které se budou animovat a mezera mezi klíči byla zvolena odhadem tak, aby dopočítání pohybu bylo plynulé. V tomto bodě se pracovní část časové osy zbarvila šedě.



Obrázek 40 - Blender - nastavení cyklu pohybu. Zdroj: vlastní.

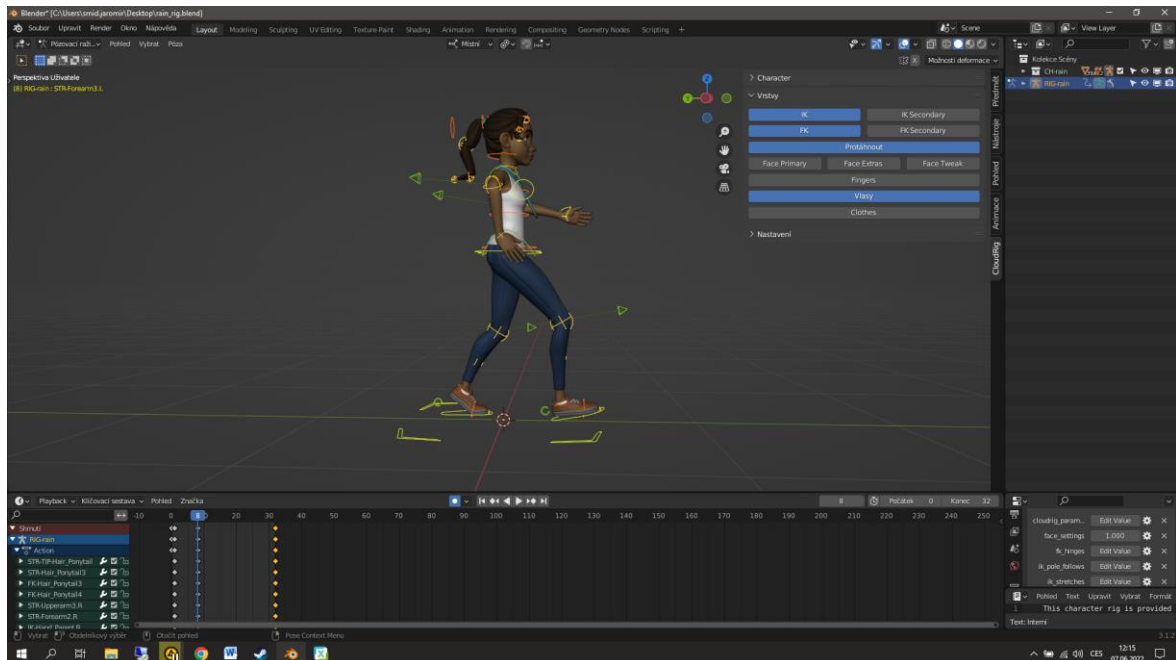
Časová osa se nastaví na snímek 0 a pomocí Pózovacího režimu se postava upraví do výchozí pózy. Tato póza se automaticky uloží do snímku 0. Na časové ose se objeví žluté značky, které označují uloženou polohu. Podle návodu se nastaví obě nohy a ruce, eventuálně další detaily. Použité klávesové zkratky pro pohyb částí těla jsou G + myš (pohyb) a R + myš (rotace).



Obrázek 41 - Blender - nastavení první fáze animace. Zdroj: vlastní.

Po nastavení pózy se stiskne klávesa „a“, která vybere celou postavu. Nyní je možné ji stiskem kláves Ctrl + C zkopírovat a Ctrl + V vložit na začátek nového cyklu.

Dalším možným krokem je vložení postavy na pozici druhého snímku cyklu stisknutím kombinace kláves Ctrl + Shift + V. Tímto příkazem dojde k zrcadlové výměně polohy všech končetin, což může usnadnit práci s polohováním. Další vhodnou klávesovou zkratkou je Alt + R, která zarovná končetiny na příslušnou osu.



Obrázek 42 - Blender - nastavení druhé fáze animace. Zdroj: vlastní.

Podobným způsobem se následně provede nastavení a uložení všech póz cyklu. Jedná se o náročnou práci, vyžadující trpělivost, ale po nabytí určitých zkušeností je poměrně úspěšně zvládnutelná.

#### 4.2.3 VYHODNOCENÍ PROGRAMU BLENDER

Program Blender je v porovnání s programem Mixamo výrazně náročnější na obsluhu. Ovládnutí alespoň základů importu postav a jejich přípravy pro animaci vyžaduje větší zkušenosti, prostorovou představivost a je náročnější na čas. Na druhou stranu jsou ale jeho možnosti mnohonásobně větší, uživatel není limitován tvarem postavy ani jinými podmínkami. Využití Blenderu v prostředí základní nebo střední školy je možno doporučit, nejlépe jako nastavbu nad základní programy animace a tvorby postav (MakeHuman, Mixamo) pro zkušenější a nadanější žáky.

## 5 POUŽITÍ VLASTNÍCH POSTAV V PROSTŘEDÍ VIRTUÁLNÍ UČEBNY

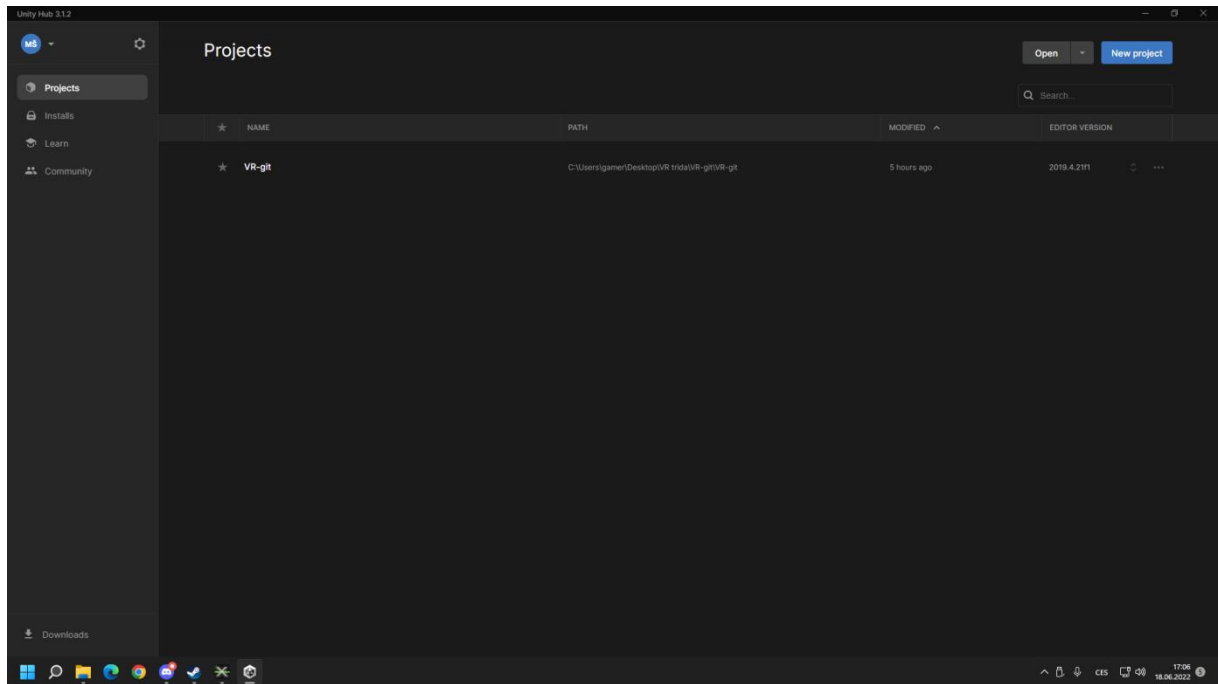
### 5.1 VYUŽITÍ VLASTNÍCH ANIMOVANÝCH POSTAV V PROSTŘEDÍ VIRTUÁLNÍ UČEBNY

Jednou z možností praktického využití 3D postav (ať už statických nebo animovaných) v procesu přípravy nových učitelů je jejich implementace do virtuálního prostředí. V něm se dají nasimulovat nejrůznější situace, které budoucího pedagoga mohou v jeho praxi potkat a v rámci teoretické přípravy je velmi těžké je na jejich řešení prakticky připravit. Toto technické řešení, podobné svým principem například různým simulátorům, je v současné době ověřováno větším počtem vysokých škol, včetně pedagogických fakult. Lze očekávat, že v blízké budoucnosti bude nedílnou součástí praktické výuky jejich posluchačů. Ideálním řešením je kompletní virtuální učebna, do níž posluchač vstoupí jako učitel za použití brýlí pro virtuální a rozšířenou realitu, eventuálně dalších ovládacích prvků, a bude tak moci zkoušet své vystupování před kolektivem žáků, reagovat na jejich chování, vyzkouší si svoje řečové schopnosti, práci s hlasem a podobně. Další možností virtuální učebny bude nácvik reakcí na nestandardní situace (nevolnost žáka, výtržnosti, příchod cizí osoby do třídy). Tyto situace i reakce vyučujícího bude možno nahrávat a seznamovat s nimi studenty, provádět jejich rozbor a poukazovat na dobrá i nezdařená řešení a nevhodné reakce.

Posledním cílem této práce je ověřit, zda je možno 3D postavy, navržené a animované podle návodů v předchozích kapitolách, použít v prostředí takové virtuální učebny. Konkrétně se jedná o virtuální učebnu, která je navržena Katedrou výpočetní a didaktické techniky Pedagogické fakulty ZČU v Plzni. Tato učebna pracuje na Unity 3D enginu, tedy původně herním enginu společnosti Unity Technologies, který je multiplatformní a užívaný v současnosti nejen ve hrách, ale i ve filmovém, automobilovém průmyslu a jiných odvětvích. Interakce s virtuálním prostředím učebny probíhá pomocí brýlí a dvou joysticků.

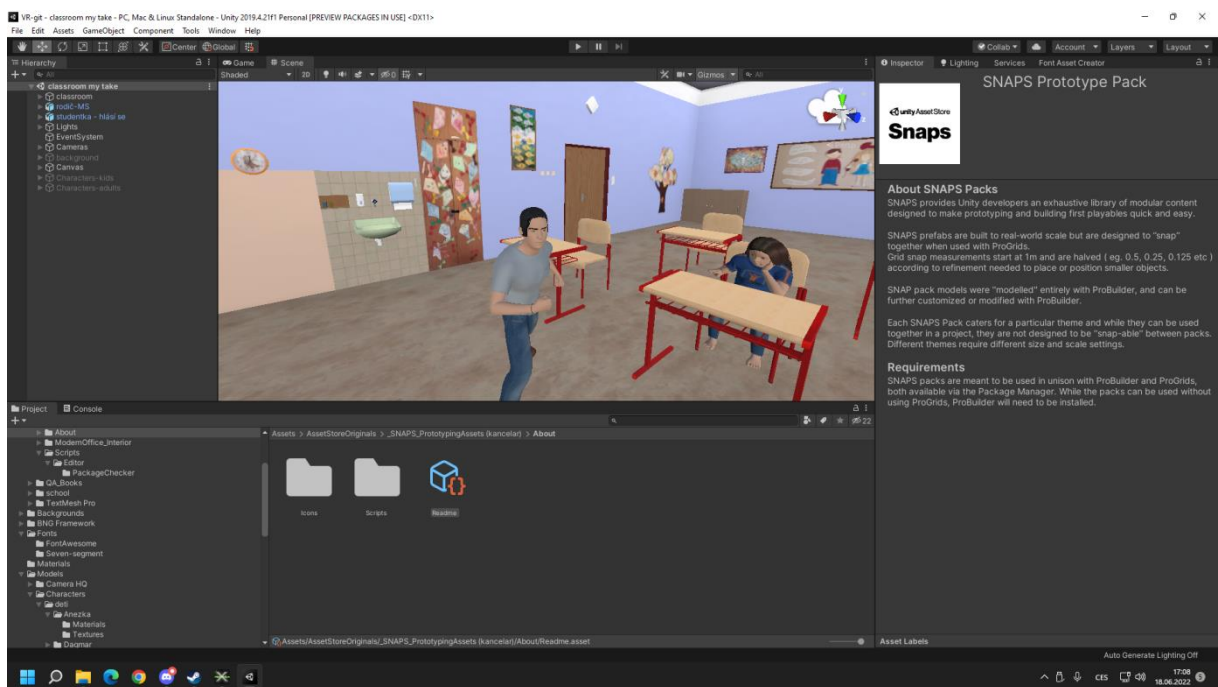
### 5.2 PROSTŘEDÍ UČEBNY A PŘÍPRAVA POSTAVY

Vstup do ovládacího prostředí učebny je možný po jejím nainstalování přes Unity Hub. V něm se poté otevře samotná učebna (soubor VR-git).



Obrázek 43 - Prostředí Unity Hub. Zdroj: vlastní.

Nyní je již možno v učebně pracovat, přidávat postavy a vybavení atd.

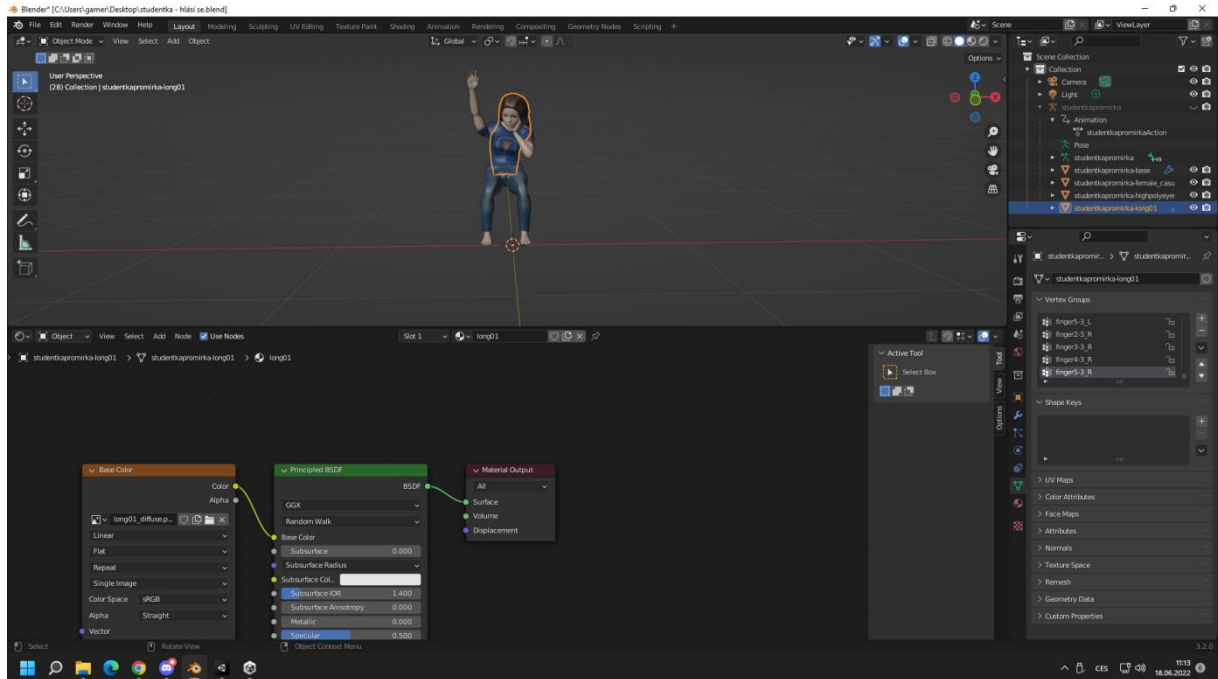


Obrázek 44 - Okno úprav virtuální učebny. Zdroj: vlastní.

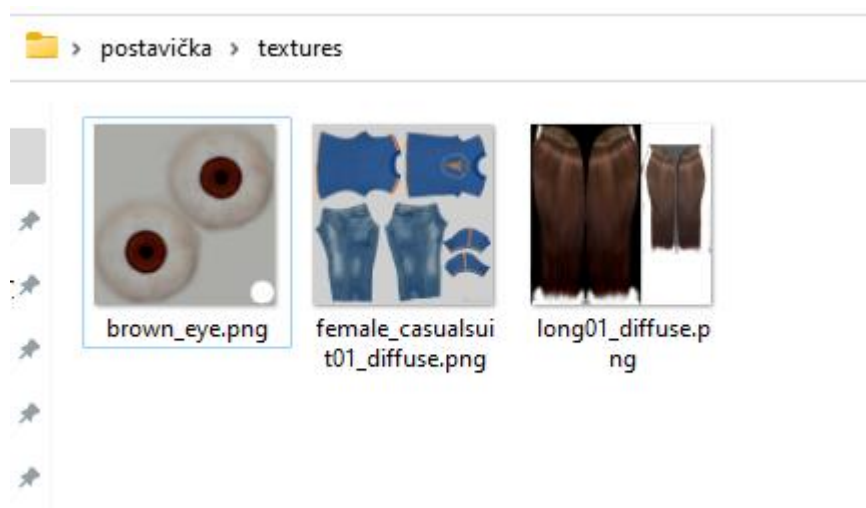
Jak je zřejmé z obrázku, v prostředí ovládání učebny je nejdůležitějším elementem náhled na třídu v prostřední části a adresáře po levé straně, které obsahují jednotlivé součásti učebny. Jedná se například o adresáře Black Board, Presentation Space, Heaters atd. Pro vkládání postav slouží adresář Characters.



Postava, která má být vložena do učebny, musí být připravena ve správném formátu \*.fbx. V případě, že je připravena v Blenderu, lze tento formát přímo nastavit při exportu. Pokud se jedná o postavu z jiného programu, který formát \*.fbx neumožňuje, lze ji konvertovat opět v Blenderu. Textury postavy (pleť, oblečení) musí být ve formátu \*.png.



Obrázek 45 - Příprava postavy a jejích textur v Blenderu. Zdroj: vlastní.



Obrázek 46 - Vygenerované textury postavy. Zdroj: vlastní.

### 5.3 VLOŽENÍ POSTAVY DO UČEBNY

Vložení postavy do virtuální učebny je jednoduché. Je třeba otevřít příslušnou složku Characters-kids (pro žáky) nebo Characters-adults (pro dospělé osoby, například rodiče) a zde vytvořit podsložku pro postavu a pojmenovat ji pro rozlišení. Do této složky se již nahraje vlastní postava a její textury. Poté je již možno postavu přetáhnout do prostředí učebny. Pokud by nebyly textury ve správném formátu a složce, postava by nebyla barevná.

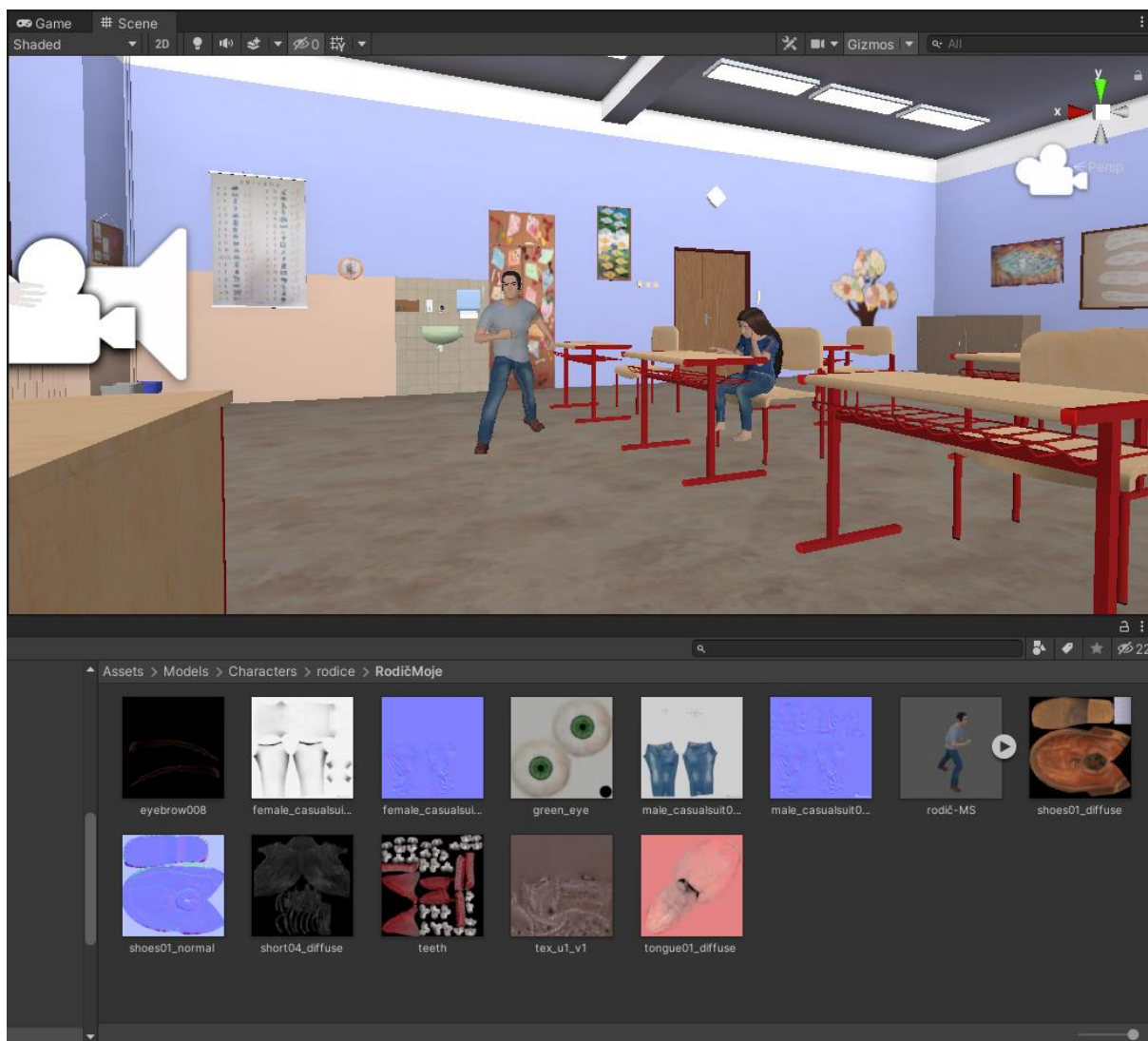


Obrázek 47 - Postava se špatným vložením textur. Zdroj: vlastní.



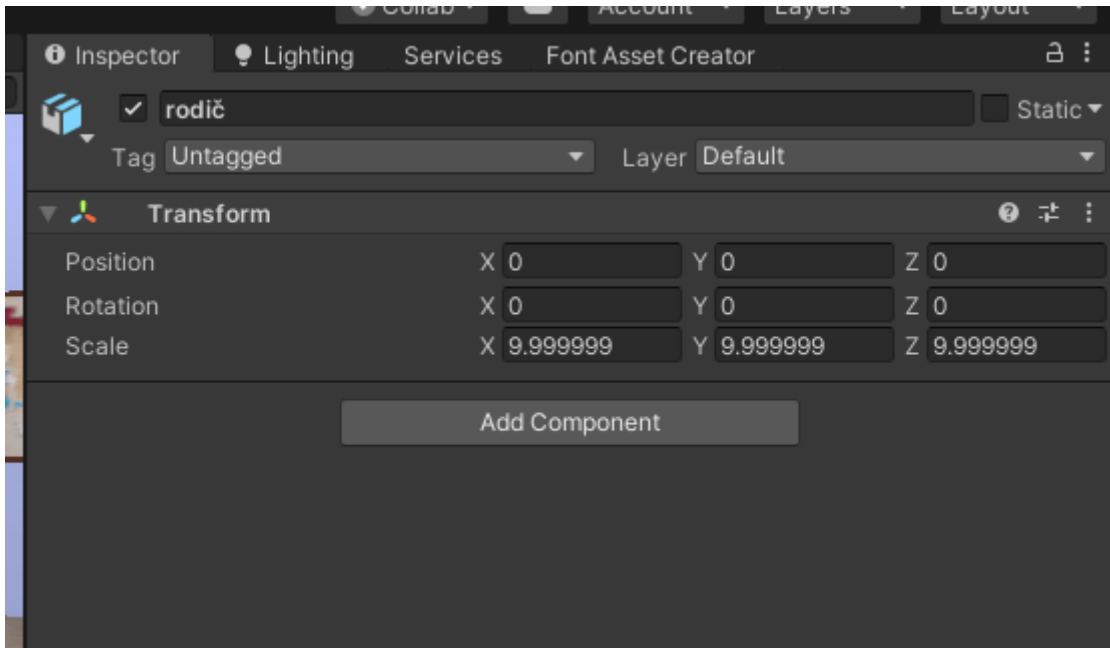
Obrázek 48 - Správně vložená postava se všemi texturami. Zdroj: vlastní.





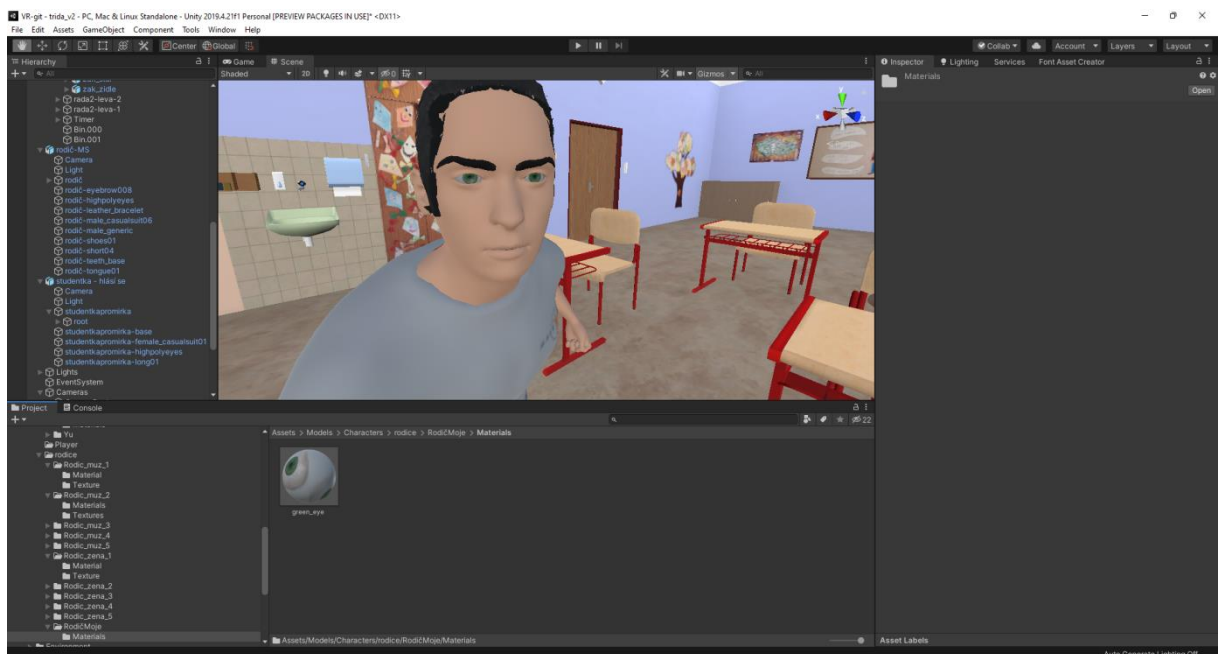
Obrázek 49 - Virtuální třída se dvěma postavami (žák a rodič). Zdroj: vlastní.

Jako poslední krok je nutné postavu zorientovat, upravit velikost a umístit na její místo. To se provede myší anebo vložením číselných hodnot pro jednotlivé osy do tabulek po pravé straně prostředí Unity – Position (pozice), Rotation (rotace) a Scale (měřítko, velikost). V tomto okně lze provést ještě další nastavení prostředí.



Obrázek 50 - Okno úprav pozice postavy. Zdroj: vlastní.

I poté co je postava nahraná v učebně, lze ještě provést některé její úpravy (například úprava očí).



Obrázek 51 - Detailní úpravy postavy. Zdroj: vlastní.

### 5.4 ZHODNOCENÍ VKLÁDÁNÍ VLASTNÍCH POSTAV DO VIRTUÁLNÍ UČEBNY

Jak bylo ověřeno v této kapitole, je vkládání vlastních statických nebo animovaných postav do prostředí virtuální učebny nejen možné, ale i velice jednoduché. Prostředí Unity Hubu je poměrně uživatelsky vstřícné a orientace v něm rychle pochopitelná i pro začátečníka. Postava, která byla vytvořena v běžně dostupných programech, mohla být do učebny vložena bez problémů včetně textur. Výsledek vypadá velmi pěkně a realisticky. Z toho důvodu se zde jeví velká příležitost na rozšíření možností učebny vlastními silami a s minimálními finančními náklady.

## ZÁVĚR

Jako téma bakalářské práce byla zvolena animace. Na základě konzultací s vyučujícími Katedry výpočetní a didaktické techniky Pedagogické fakulty ZČU bylo toto téma upřesněno na tvorbu lidské postavy ve 3D prostředí a její animace. Hlavním cílem práce je tvorba postav a animací v 3D prostředí. Dílčími cíli je teoretické seznámení s problematikou animací a rozbor možností jejich výuky v základním školství. Dalším dílčím cílem je tvorba postav a animací z hlediska vhodného softwaru, zhodnocení nejtypičtějších programů z různých hledisek, a návod na vytvoření jednoduché lidské postavy v alespoň dvou programech a jejich porovnání. Dále animace postavy opět v několika programech, jejich srovnání a ověření možnosti využití takovéto postavy v prostředí virtuální učebny.

První kapitola řeší teoretické seznámení s animacemi. Je v ní vymezen pojem animace, který je následně rozdělen na animaci v 2D a 3D prostředí. U 2D animací jsou vysvětleny ty nejzákladnější a nejnámější. Jedná se o kreslenou animaci a její podkategorie (klasická, rotoskopie, vymazávaná, totální), ploškovou animaci a některé další. U 3D animací jsou popsány stop-motion animace a její podkategorie (chuckimotion, go-motion, plastelínová a další). Dále byly v teoretické rovině popsány animace, které jsou kompletně vytvořeny výpočetní technikou. Bylo použito rozdělení na 2D animace (plošková, kreslená) a 3D animace. Výstupem této části je tabulka s přehledným shrnutím a porovnáním rozdílů mezi 2D a 3D animacemi.

Druhá kapitola se orientuje na představení a porovnání nejrůznějších aplikací, určených k tvorbě lidských postav a k jejich animacím. Jednotlivé aplikace jsou stručně popsány z hlediska jejich možnosti využití, ceny a náročnosti obsluhy. Konkrétně se jedná o programy Autodesk Maya, Blender, Daz 3D, Poser, MakeHuman, Mixamo a Adobe Fuse CC. V dalším kroku bylo provedeno porovnání programů z hlediska cenové dostupnosti, možnosti využití, schopností programů a náročnosti obsluhy. Z hlediska využití v rámci výuky informatiky na základní škole byly vyhodnoceny jako nejvhodnější programy pro tvorbu postavy MakeHuman a Blender a pro její animaci programy Mixamo a Blender.

Praktická část je ve třetí kapitole zaměřena na zpracování návodů na vytvoření lidské postavy. Nejprve je popsána tvorba postavy v programu Blender a poté v programu

MakeHuman. V obou případech je popsáno pracovní prostředí programů a byl sestaven jednoduchý návod pro začátečníky. V něm je stanoveno jak v uvedených programech vytvořit jednoduchou, ale realisticky vyhlížející lidskou postavu. Návod vychází z popisu základních ovládacích prvků, tlačítek a klávesových zkratk. Zároveň jsou vysvětleny základní funkce, které může uživatel použít. Z důvodu názornosti jsou návody doplněny screenshoty. Pro náročnější a zkušenější uživatele je určen program Hexagon (podprogram Daz 3D). Stručný popis jeho pracovního prostředí je uveden v závěru kapitoly.

Na tuto kapitolu navazuje kapitola čtvrtá, popisující animaci postav. Vzhledem k náročnosti této činnosti byly vybrány programy Mixamo a Blender, které lze považovat za nejjednodušší a vhodné i pro úplné začátečníky. Prvotně je popsána tvorba animace v programu Mixamo. Tento program je schopen z velké části pracovat automaticky a je pouze nutné bezchybně namapovat animační kostru postavy. Po zvládnutí práce s tímto programem, a tedy i pochopení principu animace, je možno přejít na komplexnější animace postav v programu Blender. Následný návod je obsáhlejší a je tedy rozdělen na dvě části. První se týká přípravy postavy v oblasti tvorby a nastavení její animační kostry. Na rozdíl od Mixama, kde se kostra nastavuje jednoduchým postupem, je u Blenderu její nastavení náročnější. Druhá část návodu následně popisuje jednoduchou animaci pohybu předem připravené postavy. Z důvodu názornosti a přehlednosti byla zvolena animace chůze. i v tomto případě jsou návody doplněny obrázky, které pomáhají popisovanou techniku zvládnout.

Poslední kapitolou práce je ověření použití vlastních postav v prostředí virtuální učebny. Pro řešení tohoto úkolu byla použita autorem vytvořená postava žákyně. K její tvorbě byl použit program MakeHuman včetně základních textur (pleť, oblečení, oči). V dalším kroku byla postava v programu Blender animována do požadované polohy a exportována v potřebném formátu. V prostředí virtuální učebny byl vytvořen adresář, do něhož byla žákyně nahrána. Posledním krokem bylo nastavení dalších vlastností postavy, například její velikost, poloha atd. Uvedený postup byl ještě ověřen s další postavou, a to rodičem. Celý postup byl zdokumentován písemně a několika screenshoty. Podařilo se dokázat, že v prostředí virtuální učebny je použití vlastních postav, vytvořených za pomoci běžně dostupných programů, možné a proveditelné.

Tvorba bakalářské práce byla velice přínosná a její závěry mohou být využity pedagogy základních škol i zájemci o tvorbu a animaci 3D postav. Tvorba animací je proveditelná a zábavná i pro laiky. Vzhledem k tomu, že je tato problematika rozsáhlá a již v této práci se naskytly další možnosti kam ji směřovat, jistě by stálo za úvahu ji rozšířit do větší hloubky v rámci jiné odborné práce, například diplomové.

## RESUMÉ

Bakalářská práce se zabývá problematikou 3D animací a jejich praktickým využitím na základní škole. V teoretické části krátce definuje animace, jejich rozdělení na 2D a 3D animace a stručně popisuje základní typy podle metody vzniku, využití výpočetní techniky a podobně. V závěru kapitoly jsou shrnuty rozdíly mezi 2D a 3D animacemi. V další kapitole jsou představeny programy na tvorbu a animaci 3D postav a jejich porovnání z různých hledisek s cílem vybrat nejvhodnější pro využití v základním školství.

Praktická část práce se nejprve věnuje tvorbě lidské postavy v programech Blender a MakeHuman, je zpracován stručný návod na tuto tvorbu včetně obrazové dokumentace. Celý proces tvorby je na závěr vyhodnocen z hlediska použitelnosti ve školství. Následně je zařazen návod na animaci postav v programech Mixamo a Blender. Tento návod se věnuje základním animacím, jak je vytvořit a na závěr opět hodnotí jejich použitelnost ve školství.

V závěrečné části se práce věnuje možnosti použití vlastních 3D postav ve virtuální učebně. Vyhodnocuje možnosti virtuální učebny a poté prakticky popisuje implementaci vlastní postavy do prostředí učebny.

**Klíčová slova:** animace postav, tvorba postav, 3D postavy, animační programy, klíčování, Blender, Make Human, Mixamo, animační kostra, textury, virtuální třída

## Summary

The bachelor thesis is devoted to the issue of 3D animation and its practical use in primary schools. The theoretical part gives a brief definition of animation, its sorting into 2D and 3D animation, briefly describes the main types according to the method of creation, the use of computer technology, etc. In the next chapter, software programs for the creation and animation of 3D characters are presented and compared from different points of view in order to select the most suitable ones for use in primary education.

The practical part of the thesis is mainly focused on the creation of human characters in Blender and MakeHuman, for which a short tutorial including visual documentation is provided. Finally, the whole process of creation is evaluated in terms of usability in education. Instructions for animating characters in Mixamo and Blender are also included. This tutorial covers the main animations, how to create them and concludes with an assessment of their suitability for use in the classroom.

The final part of the thesis explores the possibilities of using custom 3D characters in the virtual classroom. It evaluates the capabilities of the virtual classroom and then describes the practical implementation of a custom character in a learning environment.

**Keywords:** character animation, character creation, 3D characters, animation programs, keying, Blender, Make Human, Mixamo, animation skeleton, textures, virtual class



## SEZNAM LITERATURY

1. **Černý, Michal.** Digitalizovaný pohyb: Plzeňský systém Vicon v akci. *Chip*. [Online] 29. 08 2019. [Citace: 21. 06 2022.] <https://www.chip.cz/temata/digitalizovany-pohyb-plzensky-system-vicon-v-akci/>.
2. Animace. *Stránky k výuce informatiky*. [Online] 2022. [Citace: 17. 03 2022.] <http://www.ivt.mzf.cz/seminar/11-animace/>.
3. **Karolína, Čížková.** Kreslená animace. *Animátor je taky člověk*. [Online] 2022. [Citace: 30. 03 2022.] <https://animuj.cz/druhy-animace/kreslena-animace/>.
4. **Loukota, Ladislav.** Kam zmizela ručně kreslená animace - baví to vůbec ještě někoho? *Dokina.cz*. [Online] 7. 10 2014. [Citace: 30. 03 2022.] <https://dokina.tiscali.cz/clanek/kam-zmizela-rucne-kreslena-animace-bavi-to-vubec-jeste-nekoho-243713>.
5. **Dutka, Edgar.** *Minimum z dějin světové animace*. Praha : Akademie múzických umění, 2004. 80-7331-012-0.
6. Rotoscoping: Everything You Need To Know. *Nashville Film Institute*. [Online] 2021. [Citace: 17. 03 2022.] <https://www.nfi.edu/rotoscoping>.
7. **Čížková, Karolína.** Erasure Animation. *Animátor je taky člověk*. [Online] 2022. [Citace: 18. 03 2022.] <https://animuj.cz/druhy-animace/erasure-animation/>.
8. **Krupková, Daniela.** "Malé" filmy. *Mladý svět*. 28, 1987, str. 11.
9. **Kubíček, Jiří.** *Úvod do estetiky animace*. Praha : Akademie múzických umění, 2004. 80-7331-019-8.
10. **Dovnikovič, Borivoj.** *Škola kresleného filmu*. Praha : Akademie múzických umění, 2007. 978-80-7331-091-2.
11. **Čížková, Karolína.** Totální animace. *Animátor je taky člověk*. [Online] 2022. [Citace: 30. 03 2022.] <https://animuj.cz/druhy-animace/totalni-animace/>.
12. **Pilátová, Agáta.** Čarodějův učeň na kometě fantazie. *Týdeník Rozhlas*. [Online] 2010. [Citace: 10. 03 2022.] [http://www.radioservis-as.cz/archiv10/44\\_10/44\\_tema.htm](http://www.radioservis-as.cz/archiv10/44_10/44_tema.htm).
13. Lotte Reiniger. *Česko-Slovenská filmová databáze*. [Online] 2022. [Citace: 01. 04 2022.] <https://www.csfd.cz/tvurce/24023-lotte-reiniger/prehled/>.
14. **Čížková, Karolína.** Flipbook - animace, kterou můžeš mít třeba hned. *Animátor je taky člověk*. [Online] 2022. [Citace: 01. 04 2022.] <https://animuj.cz/druhy-animace/flipbook/>.
15. **Kubíček, Jiří.** *Slovník pojmů z oblasti animovaného filmu: česko-anglicko-německo-francouzský, anglicko-česko-německo-francouzský, německo-česko-anglicko-francouzský, francouzsko-česko-anglicko-německý. 2., opravné vydání.* . Praha : Akademie múzických umění, 2005. 80-7331-020-1.
16. Action League Now! *KaBlam! Wiki*. [Online] [Citace: 03. 04 2022.] [https://kablam.fandom.com/wiki/Action\\_League\\_Now!](https://kablam.fandom.com/wiki/Action_League_Now!).
17. Drakobijce. *Česko-Slovenská filmová databáze*. [Online] 2022. [Citace: 04. 04 2022.] <https://www.csfd.cz/film/20408-drakobijce/prehled/>.
18. Go Motion. *Stop Motion Works*. [Online] 2008. [Citace: 12. 05 2022.] <https://www.stopmotionworks.com/mishtml/gomotion.htm>.

19. Brickfilming - Brick Animation. *Stop Motion Central*. [Online] 2018. [Citace: 04. 04 2022.] <https://www.stopmotioncentral.com/brickfilming/>.
20. Jan Švankmajer. *Česko-Slovenská filmová databáze*. [Online] 2022. [Citace: 05. 04 2022.] <https://www.csfd.cz/tvurce/3305-jan-svankmajer/prehled/>.
21. **Klekner, Martin**. Slavná jména trikového světa #5 Ray Harryhausen, legenda stop-motion animace. *VFX.CZ - Český web o vizuálních efektech*. [Online] 2017. [Citace: 10. 05 2022.] <http://vizualniefekty.cz/slavna-jmena-trikoveho-sveta-5-ray-harryhausen-legenda-stop-motion-animace/>.
22. **Kerlow, Isaac**. *Mistrovství 3D animace: ovládněte techniky profesionálních filmových tvůrců!*. Brno : Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-2717-9.
23. What Is 3D Computer Animation? *Netinbag.com*. [Online] [Citace: 17. 03 2022.] <https://www.netinbag.com/en/internet/what-is-3d-computer-animation.html>.
24. **Brown, Liza**. What is Keyframing: Beginner Guide (Easy to Learn). *Wondershare*. [Online] 2022. [Citace: 17. 03 2022.] <https://filmora.wondershare.com/video-editing-tips/what-is-keyframing.html>.
25. Maya: Tvorba rozsáhlých světů, složitých postav a oslnivých efektů. *Autodesk*. [Online] 2022. [Citace: 02. 05 2022.] <https://www.autodesk.cz/products/maya/overview?term=1-YEAR&tab=subscription&plc=MAYA>.
26. Autodesk Maya a Maya LT. *Arkance Systems*. [Online] Arkance Systems CZ , 2022. [Citace: 22. 06 2022.] <https://www.arkance-systems.cz/produkty/media-a-design/autodesk-maya-a-maya-lt>.
27. O autorech. *Lichožrouti. Držte si ponožky!* [Online] Alkay Animation Prague s.r.o., 2016. [Citace: 22. 06 2022.] <https://lichozroutifilm.cz/o-autorech/>.
28. Blender. *Blender*. [Online] 2022. [Citace: 02. 05 2022.] <https://www.blender.org/>.
29. Blender. *IT Network*. [Online] IT Network, 2022. [Citace: 02. 05 2022.] <https://www.itnetwork.cz/blender>.
30. DAZ 3D - The Key to Your 3D Universe. *DAZ 3D*. [Online] Daz Productions Inc., 2022. [Citace: 03. 05 2022.] <https://www.daz3d.com/>.
31. What is Daz 3D ? *Compare Camp*. [Online] 2020. [Citace: 03. 05 2022.] <https://comparecamp.com/daz-3d-review-pricing-pros-cons-features/>.
32. Poser 12. *Poser 12*. [Online] 2022. [Citace: 03. 05 2022.] <https://www.posersoftware.com/>.
33. **Bech-Yagher, Cirstyn**. Review: Poser Pro 11. *Creative Bloq - Art and Design Inspiration*. [Online] 11. 05 2016. [Citace: 20. 06 2022.] <https://www.creativebloq.com/software/review-poser-pro-11-51620283>.
34. MakeHuman Community. *MakeHuman Community*. [Online] 2022. [Citace: 03. 05 2022.] <http://www.makehumancommunity.org/>.
35. **Verma, Archee**. MakeHuman & Blender: How to Make Them Work Together. *All3DP*. [Online] 05. 10 2021. [Citace: 03. 05 2022.] <https://all3dp.com/2/blender-makehuman-simply-explained/>.
36. **Maher, Kathleen**. Mixamo builds out end to end products, adds upgrades in time for GDC. *Graphic Speak*. [Online] 12. 03 2014. [Citace: 05. 05 2022.] <https://gfxspeak.com/2014/03/12/mixamo-products-upgrades/>.

- 
37. *Nahrání 3D postav a vytvoření jejich kostry pomocí služby Mixamo*. San José : Adobe Systems Incorporated, 2022.
38. Common questions / End Of Life. *Adobe*. [Online] 2020. [Citace: 15. 05 2022.] <https://helpx.adobe.com/beta/fuse/faq.html>.
39. Mixamo - Get animated. *Adobe*. [Online] 2022. [Citace: 25. 05 2022.] <https://www.mixamo.com/#/>.
40. User contributed assets. *MakeHuman Community*. [Online] 2022. [Citace: 15. 05 2022.] [http://www.makehumancommunity.org/content/user\\_contributed\\_assets.html](http://www.makehumancommunity.org/content/user_contributed_assets.html).
41. Hexagon manual. *Daz 3D*. [Online] 2022. [Citace: 20. 05 2022.] [http://docs.daz3d.com/lib/exe/fetch.php/public/software/hexagon/2/userguide/hexagon\\_manual\\_us.pdf](http://docs.daz3d.com/lib/exe/fetch.php/public/software/hexagon/2/userguide/hexagon_manual_us.pdf).
42. Mixamo add-on for Blender. *Adobe*. [Online] 2022. [Citace: 03. 06 2022.] <https://substance3d.adobe.com/plugins/mixamo-in-blender/>.
43. **Pokorný, Pavel**. *Blender: naučte se 3D grafiku. 2. aktualiz. a rozš. vydání*. Praha : BEN - technická literatura, 2009. ISBN 978-80-7300-244-2.
44. 3D grafika - Animace v Blenderu. *3D scéna - 3D grafika jako na dlani*. [Online] 2022. [Citace: 04. 06 2022.] <https://www.3dscena.cz/3d-grafika/animace-v-blenderu-128184cz>.

**SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A DIAGRAMŮ**

Obrázek 1 - Autodesk Maya logo. In: SeekLogo [online]. [Cit. 31. 5. 2022]. Dostupné z: <a href="http://eeklogo.com/vector-logo/308077/autodesk-maya">eeklogo.com/vector-logo/308077/autodesk-maya</a> .....	12
Obrázek 2 - Blender logo: Autor: <sup>TM</sup> / <sup>®</sup> Blender Foundation – Vectorised by Vulphere from <a href="http://www.blender.org/">http://www.blender.org/</a> (SVG code), Volné dílo, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z.: <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35129654">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35129654</a> .....	13
Obrázek 3 - Daz 3D logo. By <a href="http://www.daz3d.com">www.daz3d.com</a> , Fair use, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=56461499">https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=56461499</a> .....	13
Obrázek 4 – Poser logo. By Smith Micro Software - Smith Micro Software, CC BY-SA 4.0, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z.: <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63771352">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=63771352</a> .....	14
Obrázek 5 - MakeHuman logo. In: MakeHuman Community. [online]. [Cit. 31.5.2022] Dostupné z: <a href="http://www.vitalbodies.com/site/uploads/images/graphics/MakeHuman_Full_HD_1920x1080_1.png">http://www.vitalbodies.com/site/uploads/images/graphics/MakeHuman_Full_HD_1920x1080_1.png</a> .....	15
Obrázek 6 - Mixamo logo. In: Mixamo [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34638391">https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34638391</a> .....	16
Obrázek 7 - Počáteční krychle: By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling">https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling</a> .....	18
Obrázek 8 - Formování trupu. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling">https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling</a> .....	19
Obrázek 9 - Hlava a končetiny. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling">https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling</a> .....	20
Obrázek 10 - Postava po první úpravě proporcí. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling">https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling</a> .....	21
Obrázek 11 - Postava po detailních úpravách. By Rosver - Own work, Public Domain, [online]. [Cit. 31. 5. 2022] Dostupné z: <a href="https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling">https://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro/Modeling_a_Human_Character_-_Modeling</a> .....	21
Obrázek 12 – Pracovní plocha a základní postava programu MakeHuman. Zdroj: vlastní.	22
Obrázek 13 - Ukázka úprav detailů postavy. Zdroj: vlastní. ....	24
Obrázek 14 - náhled na hotovou postavu programu MakeHuman. Zdroj: vlastní. ....	25
Obrázek 15 - Zobrazení animační kostry postavy v programu MakeHuman. Zdroj: vlastní. .....	26
Obrázek 16 - Pracovní plocha programu Hexagon. Zdroj: vlastní. ....	27
Obrázek 17 - Pracovní plocha Mixamo. Zdroj: vlastní. ....	31

Obrázek 18 - Mixamo - import vlastní postavy. Zdroj: vlastní. ....	33
Obrázek 19 - Mixamo - import vlastní postavy. Zdroj: vlastní. ....	33
Obrázek 20 - Mixamo - mapování animační kostry. Zdroj: vlastní. ....	34
Obrázek 21 - Mixamo - kontrola animační kostry. Zdroj: vlastní. ....	34
Obrázek 22 - Mixamo - hotová animace. Zdroj: vlastní. ....	35
Obrázek 23 - Blender - import postavy. Zdroj: vlastní. ....	38
Obrázek 24 - Blender - add-on rigify. Zdroj: vlastní. ....	38
Obrázek 25 - Blender - orientovaná postava. Zdroj: vlastní. ....	39
Obrázek 26 - Blender - tvorba animační kostry. Zdroj: vlastní. ....	39
Obrázek 27 - Blender - vygenerovaná kostra. Zdroj: vlastní. ....	40
Obrázek 28 - Blender - propojení postavy s kostrou. Zdroj: vlastní. ....	40
Obrázek 29 - Blender - úpravy kostry. Zdroj: vlastní. ....	41
Obrázek 30 - Blender - úpravy kostry, detail 1. Zdroj: vlastní. ....	42
Obrázek 31 - Blender - úpravy kostry, detail 2. Zdroj: vlastní. ....	42
Obrázek 32 - Blender - Pózovací režim. Zdroj: vlastní. ....	43
Obrázek 33 - Blender - kontrola pohybů kostry. Zdroj: vlastní. ....	43
Obrázek 34 - Blender - definitivní propojení kostry s postavou. Zdroj: vlastní. ....	44
Obrázek 35 - Blender - kontrola realističnosti pohybů. Zdroj: vlastní. ....	44
Obrázek 36 - Rozfázování chůze. In: Adobe Animate: Walk and blink cycles [online]. [Cit. 09.06.2022]. Dostupné z: <a href="https://openlab.bmcc.cuny.edu/mmp260-1301-s2019/adobe-animate-walk-and-blink-cycles/">https://openlab.bmcc.cuny.edu/mmp260-1301-s2019/adobe-animate-walk-and-blink-cycles/</a> .....	45
Obrázek 37 - Blender - postava připravená k animaci. Zdroj: vlastní. ....	46
Obrázek 38 - Blender - výběr vrstev k animaci. Zdroj: vlastní. ....	46
Obrázek 39 - Blender - nastavení časové osy. Zdroj: vlastní. ....	47
Obrázek 40 - Blender - nastavení cyklu pohybu. Zdroj: vlastní. ....	48
Obrázek 41 - Blender - nastavení první fáze animace. Zdroj: vlastní. ....	48
Obrázek 42 - Blender - nastavení druhé fáze animace. Zdroj: vlastní. ....	49
Obrázek 43 - Prostředí Unity Hub. Zdroj: vlastní. ....	51
Obrázek 44 - Okno úprav virtuální učebny. Zdroj: vlastní. ....	51
Obrázek 45 - Příprava postavy a jejích textur v Blenderu. Zdroj: vlastní. ....	52
Obrázek 46 - Vygenerované textury postavy. Zdroj: vlastní. ....	52
Obrázek 47 - Postava se špatným vložením textur. Zdroj: vlastní. ....	53
Obrázek 48 - Správně vložená postava se všemi texturami. Zdroj: vlastní. ....	53
Obrázek 49 - Virtuální třída se dvěma postavami (žák a rodič). Zdroj: vlastní. ....	54
Obrázek 50 - Okno úprav pozice postavy. Zdroj: vlastní. ....	55
Obrázek 51 - Detailní úpravy postavy. Zdroj: vlastní. ....	55
Tabulka 1 - Rozdíly mezi 2D a 3D animacemi. Zdroj: vlastní. ....	11