

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Možnosti využití technologií z herního
průmyslu v technologii staveb

Filip Jirásek

2020

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Kovářik



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Jirásek

Jméno: Filip

Osobní číslo: 437392

Zadávatel katedra: Katedra technologií staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Možnosti využití technologií z herního průmyslu v technologii staveb.

Název bakalářské práce anglicky: Possibilities of using video gaming technology in construction.

Pokyny pro vypracování:

Teoretická část:

Rešerše herních technologií a specifikace jejich přínosů pro ostatní obory

Rešerše využití herních technologií v ostatních oborech

Praktická část:

Specifikace oborů technologie staveb s potenciálem aplikace herních technologií

Aplikace herní technologie ve vybraném oboru technologie staveb

Shrnutí a vyhodnocení výsledků praktické části, návrh směrů případného dalšího výzkumu

Seznam doporučené literatury:

[1] Fellows, R., & Liu, A., Research Methods for Construction: 3rd Edition Wiley, Blackwell; 2008

[2] ASME 2014 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference

[3] Eberly D. H. (2001). 3D game engine design, Morgan-Kaufmann, San Francisco, USA

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Michal Kovářik

Datum zadání bakalářské práce: 21.2.2020

Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze, dne 24. 5. 2020

.....

Filip Jirásek

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Michalu Kováříkovi za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracovávání bakalářské práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá možnostmi využití technologií z herního průmyslu pro školení BOZP. V úvodní teoretické části autor čtenáře seznamuje s legislativou školení BOZP a problematikou pracovních úrazů v českém stavebnictví. Dále jsou popsány dosavadní vlivy videoherního průmyslu na hardwarové a softwarové technologie, které mají využití v ostatních odvětvích a oborech. Výsledkem je hypotéza, kde autor předloží návrh pro vytvoření mobilní videohry, zaměřené na téma BOZP na staveništi s cílem zvýšit atraktivitu školení a tím zvýšit také srozumitelnost a znalost zásad BOZP primárně mezi zahraničními dělníky s jazykovou a kulturní bariérou. Praktická část je zaměřena na tvorbu samotné videohry. Součástí práce je vytvořený obecný koncept a detailně popsaný design hry. Pro ukázkou modelování, tvorby animace a programování je zdokumentovaný obecný postup. Výsledkem BP je jednoduchá demoverze videohry spolu se závěrečným shrnutím a vyhodnocením praktické i teoretické části a návrhem případného budoucího výzkumu.

KLÍČOVÁ SLOVA:

BOZP, školení, gamifikace, videohra, serious game, Blender, Godot.

ABSTRACT

Bachelor's thesis is focused on possibilities of use video gaming technology for health and safety training. In the first part, it analyzes Czech legislation of health and safety training and deals with issues in workplace accidents within the Czech construction industry. Furthermore, it describes current influences of the video gaming industry on hardware and software technologies, which are used in other industries and fields. Based on these premises, the author suggests to design a mobile video game focused on the topic of health and safety on a construction site, in order to increase an attractiveness of training and this way increase comprehensibility and knowledge of health and safety principles primarily among foreign workers with language and cultural barriers. In the second part, the thesis is focused on the video game design itself. This part includes a main concept and a detailed design of the video game and generally documented process of modeling, animation and programming. The result of bachelor's thesis is a simple demo version of the video game, along with a final summary and evaluation of the first and second part and a suggestion for possible future research.

KEY WORDS:

H&S, training, gamification, video game, serious game, Blender, Godot.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

EU	Evropská unie
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CZ – ISCO	Statistický číselník – Klasifikace zaměstnání
ČR	Česká republika
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
VHP	Videoherní průmysl
IBM	International Business Machines – Technologická společnost z USA
MDA	Monochrome Display Adapter – Adaptér pro monochromní zobrazení
CGA	Color Graphic Adapter – Barevný grafický adaptér
AMD	Advanced Micro Devices – Technologická společnost z USA
HMD	Head-mounted display – Náhlavní displej
VR	Virtual reality – Virtuální realita
AR	Augmented reality – Rozšířená realita
CGI	Computer Generated Imagery = Speciální efekty
AEC	Architecture, Engineering and Construction = Architektura, stavební inženýrství a výstavba
PC	Personal computer = Osobní počítač
BIM	Building Information Modeling = Informační model budov
CZC	Czech Computer – Český internetový obchod s elektronikou
NPC	Non-player character = Postava ovládaná počítačem
HUD	Head-up display = Grafické uživatelské prostředí ve hře

OBSAH

Úvod.....	10
Teoretická část.....	12
1) Základní východiska.....	12
2) BOZP	12
2.1) Legislativa BOZP	12
2.1.1) Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce	13
2.2) Školení BOZP	13
2.2.1) Vstupní školení – obecná část.....	14
2.2.2) Vstupní školení – na pracovišti	15
2.2.3) Zaškolení, zaučení, zácvik	15
2.2.4) Předání stroje, zařízení.....	15
2.2.5) Školení speciální	16
2.2.6) Opakované školení BOZP	16
2.2.7) Ostatní školení.....	16
2.3) Pracovní úraz.....	16
2.3.1) Pracovní úrazy ve stavebnictví.....	17
2.3.2) Důvody úrazů ve stavebnictví	17
3) Videoherní průmysl	19
3.1) Hardware	19
3.1.1) Grafické karty	19
3.1.2) Osobní počítače a notebooky.....	20
3.1.3) Hardware pro virtuální realitu	21
3.1.4) Chytré telefony	24
3.2) Software.....	25
3.2.1) Unity.....	25
3.2.2) Serious games	26
3.3) Gamifikace	27
3.3.1) Teorie „herního učení“ (theory of game-based learning)	27
3.3.2) M-learning.....	28
4) Hypotéza	28
5) Metody	29
Praktická část.....	30

6) Game koncept	30
7) Game design.....	30
7.1) Obecný úvod	30
7.2) Platforma a požadavky	31
7.3) Příběh.....	31
7.4) Popis postav a prostředí.....	31
7.5) Průběh hry	32
7.6) Herní mechaniky	36
7.7) Menu.....	37
8) Modelování.....	38
8.1) Blender	38
8.2) Modelování v Blenderu v2.82.....	39
9) Animování.....	47
10) Programování hry	50
8.1) Godot	50
8.2) Tvorba videohry v Godotu v3.2.....	50
Diskuse	57
Závěr	59
Seznam literatury	60
Seznam obrázků.....	67
Seznam použitých doplňků ve hře	68

Úvod

Žijeme v době, kdy moderní technologie ovlivňují valnou většinu našeho osobního i pracovního života. Vliv této skutečnosti se samozřejmě projevil i do oblasti českého stavebnictví, které se aktuálně potýká s procesem digitalizace. Ve světě se však můžeme setkat s případy, kde pokrok dosahuje několikanásobně vyšší úrovně. A právě díky studiu novodobých trendů, cílů a myšlenek ve světovém stavebnictví jsem si začal všímat jedné zvláštnosti a to takové, že moderní stavebnictví začíná připomínat jednu velkou počítačovou hru. A díky této ideji a mému studijnímu zaměření, jsem začal uvažovat nad využitím videoherních technologií v technologii staveb.

Z důvodů změn na trhu práce zvláště po krizi v roce 2008-2012 pociťuje české stavebnictví nedostatek pracovníků zejména v dělnických profesích. Navíc kvůli nezájmu tuzemských pracovníků řeší firmy tento palčivý problém dovozem pracovníků ze zahraničí, ve většině případů ze zemí mimo EU. To s sebou nese ovšem řadu rizik. Jedno z hlavních je nedostatečná znalost českého jazyka a rozdílné kulturní zvyklosti přicházejících pracovníků. S tím jsou spojené problémy s porozuměním nejen při zadávání a plnění pracovních úkolů, ale i v oblasti BOZP. Oblast stavebnictví patří statisticky mezi jedno z nejvíce pracovníě rizikových odvětví. Zásadním problémem v otázce BOZP je lidský faktor, jehož selhání má za následek většinu rizikových případů úrazu a díky vysokému procentu zahraničních pracovníků v nejrizikovějších činnostech jakými jsou zemní práce, zakládání, spodní stavba a hrubá stavba skrývá tato oblast značný prostor pro zlepšení.

S cílem řešit výše popsanou situaci jsem se rozhodl téma bakalářské práce zaměřit na problematiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Záměrem této práce je navrhnout a vytvořit videohru, která by měla za úkol napomoci lepšímu pochopení pravidel BOZP na staveništi mezi pracovníky ze zahraničí. Součástí této práce je zdokumentovaný proces tvorby samotné hry a také obecně zpracovaná rešerše o

problematice BOZP a dosavadním využitím videoherních technologií v ostatních oborech, jak po hardwarové, tak po softwarové stránce věci.

Teoretická část

1) Základní východiska

Mezi hlavní problémy českého průmyslu patří nedostatek pracovní síly. Tuto skutečnost potvrdila i data z českého statistického úřadu a úřadu práce. V oblasti stavebnictví je odstrašujícím případem statistika dělníků v oblasti výstavby budov (93130 CZ-ISCO), kdy za leden 2020 poptávka po pracovní síle dosahovala 22 102 volných pracovních míst s pouhými 1 892 uchazeči o zaměstnání. S řešením této problematiky také souvisí moje další východisko, a to je zaměstnávání lidí z ciziny. V České republice je za leden 2020 evidováno celkově 607 564 zaměstnaných cizinců, z čehož 195 542 je Slováků, 144 121 Ukrajinců a na třetím místě jsou Poláci s počtem 45 933 [1, 2]

V našem případě se částečně zaměříme na otázku ukrajinských zaměstnanců. Přičemž je tady nutné podotknout, že z 144 121 tvoří 63 056 ženy a 81 056 muži. Důvodem našeho zaměření je relativně velký počet těchto zaměstnanců ve stavebnictví a jazyková bariéra, která má vysoce negativní vliv na otázku BOZP [2].

2) BOZP

Nejdůležitějším aspektem bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je omezit výskyt rizik ohrožující životy a zdraví zaměstnanců při práci. K této problematice se využívá metoda prevence rizik, která je složena ze souboru technologických, technických, právních, organizačních a administrativních opatření [3].

2.1) Legislativa BOZP

V současné době neexistuje oficiální definice a ani ucelený zákon. Nicméně jako odrazový můstek nám může posloužit zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce, který patří mezi nejdůležitější právní podklady z pohledu BOZP v ČR. Zde jsou uvedeny základní požadavky na vztah mezi zaměstnancem a zaměstnavatelem. Dalším neopomenutelným předpisem je zákon č. 309/2006 Sb. O zajištění dalších podmínek BOZP.

Pro konkrétní případy, které potřebují individuální řešení, existují další desítky a stovky zákonů, vyhlášek a norem. Pro základ většiny opatření v záležitostech BOZP v zemích EU se vychází z rámcové směrnice č. 89/391/EHS. Zde jsou uvedeny nejzásadnější body, mezi které patří prevence, neustálé zlepšování, zdraví a bezpečnost, odpovědnost zaměstnavatele a účast zaměstnanců [3, 4, 5].

2.1.1) Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce

Vzhledem k řešené problematice jsou ze zákona vybrány jen ty části, které se jí nejvíce týkají.

První z nich se vztahuje k povinnosti zaměstnavatele zajistit zaměstnancům školení o právních a ostatních předpisech týkající se BOZP. Toto školení je nutné zajistit zaměstnavatelem hned při nástupu zaměstnance nebo v případech změny pracovního zařízení, druhu práce, technologie či v závažných případech ovlivňující BOZP. Dále je zaměstnavatel povinen určit obsah a četnost školení a způsobu ověřování [6].

Navazující část zákona se zabývá právem zaměstnance na zajištění BOZP a příslušných informací. Navíc tyto informace musí být zaměstnanci srozumitelné. Dále má zaměstnanec právo a povinnost podílet se na vytváření bezpečného pracovního prostředí. Součástí je i nutnost brát ohled na svou vlastní bezpečnost a bezpečnost ostatních zaměstnanců. Další povinnosti zaměstnance jsou následující. Účastnit se školení BOZP, dodržovat předpisy a pokyny BOZP, oznamovat nedostatky v BOZP svému nadřízenému a podle svých možností se podílet na odstraňování nedostatků v BOZP [6].

2.2) Školení BOZP

V zákoníku práce není předepsáno, jak má samotné školení vypadat, pouze uvádí, že je zaměstnavatel povinen zajistit zaměstnancům školení o právních a ostatních předpisech k zajištění

BOZP, které doplňují jejich odborné předpoklady a požadavky pro výkon práce. [7]

Rozhodujícím činitelem při vytváření podmínek bezpečné a zdravotně nezávadné práce je tedy zaměstnavatel. Jeho povinností je nepřipustit, aby zaměstnanec vykonával práce, jejichž výkon by neodpovídal jeho schopnostem a zdravotní způsobilosti. Pokud zaměstnavatel dostatečně neprokáže, že splnil svoje povinnosti, zůstává ze zákona plně odpovědný [4].

2.2.1) Vstupní školení – obecná část

Cílem obecné části je seznámit zaměstnance s právními a ostatními předpisy k zajištění BOZP, s možnými riziky jeho práce, s opatřeními přijatými zaměstnavatelem pro omezení těchto rizik. Dále bude obeznámen s pokyny zaměstnavatele k zajištění BOZP, které bude muset dodržovat při své práci. Školení proběhne v pracovní době v den nástupu do zaměstnání [4, 8].

Mezi účastníky vstupního školení se zařadí zaměstnanci při vzniku pracovního poměru. Nebo také fyzické osoby s úvazkem na delší dobu (brigádníci, domácí zaměstnanci), či při trvalém zdržování se v objektu (právnícké a podnikající osoby) [4, 8].

Náplní vstupního školení jsou především práva a povinnosti zaměstnanců vzhledem k vykonávané práci a také související rizika a opatření. Dále zde můžeme najít zmínky ohledně lékařství, jako jsou preventivní prohlídky, poskytovatel pracovnělékařských služeb, zásady první pomoci a minimalizace pracovních úrazů a nemocí z povolání. Nesmíme však opomenout část týkající se používání OOPP a zásady bezpečného chování na pracovišti spolu s bezpečnou manipulací s břemeny [4, 8].

Výsledkem vstupního školení je ústní či písemný test konající se hned po absolvování. Důležité je zmínit, že zaměstnanec nesmí vykonávat práci, pokud nepodstoupil školení BOZP [9].

2.2.2) Vstupní školení – na pracovišti

Účelem tohoto školení je seznámit zaměstnance s odbornými znalostmi pro spolehlivé a bezpečné provádění pracovní činnosti a pobytu na pracovišti. Školení probíhá v pracovní době po vstupním obecném školení, v den nástupu na pracoviště [4, 10].

Mezi účastníky sem patří zaměstnanci, kteří nastupují do pracovního poměru, nebo jsou v souběžném pracovním poměru, či mění své pracovní místo, popřípadě mají jiného zaměstnavatele. Dále také fyzické osoby zdržující se na pracovišti (opraváři, inspekce), nebo pracovníci vykonávající vedlejší činnost [4, 10].

Rámcový obsah školení tvoří bezpečnostní předpisy, technologické a pracovní postupy při práci a k tomu příslušná rizika a ozřejnění správného chování na pracovišti, nebo při havárii. Dále jsou zde uvedeny návody k bezpečnému používání a údržbě strojů a OOPP. Nakonec bychom zde měli najít informace týkající se první pomoci a postup při hlášení úrazu, či polohu a rozmístění únikových východů, elektrických vypínačů a uzávěrů vody a plynu [4, 10].

2.2.3) Zaškolení, zaučení, zácvik

Úkolem školení je získat teoretické vědomosti a praktické zkušenosti pro stálý a bezpečný výkon práce. Doba zaškolení se řídí stupněm složitosti pracovních podmínek [4].

Tyto kurzy jsou především pro zaměstnance, kteří nastupují do práce po ukončení školy, nebo potřebují projít rekvalifikačním kurzem, popřípadě postrádají kvalifikaci anebo jsou přeloženi z jiného pracovního místa, kde je potřebná praxe pro začlenění do samostatného pracovního výkonu [4].

2.2.4) Předání stroje, zařízení

Součástí nástupního školení je i předání stroje nebo předmětů, s nimiž bude zaměstnanec pracovat. Zde je nutné, aby přebírající zaměstnanec byl seznámen s veškerou dokumentací a revizemi, např.

elektro, plyn, tlakové nádoby a zdvihací zařízení. Při předání či pořízení nového stroje se vyplňuje zápis o převzetí. Zaměstnanec musí mít přehled o prováděných revizích u elektrického ručního nářadí a v otázce vlastnictví musí být určeno, kdo zodpovídá za revize [4].

2.2.5) Školení speciální

Tento typ školení je určen pro odborné činnosti, u kterých je vyžadován doklad o kvalifikaci, pro který je nutno podstoupit základní školení a zkoušky s opakovaným přezkoušením. Za dodržování a zajištění školení zodpovídá zaměstnavatel. Trvanlivost jednotlivých dokladů je uvedena ve zvláštních předpisech. Mezi účastníky školení jsou např. jeřábníci, vazači, elektrikáři, svářeči a mnoho dalších [4, 11].

2.2.6) Opakované školení BOZP

Cílem školení je prohloubit a doplnit znalosti o nové poznatky či nové předpisy k BOZP. Školení musí být prezentováno tak, aby dotčení zaměstnanci získali veškeré potřebné informace [4].

2.2.7) Ostatní školení

Do kategorie ostatních školení spadá vesměs vše ostatní, co nejde jednoznačně zařadit. Ve většině případů se jedná hlavně o školení zaměřená na doplnění a prohloubení znalostí při změnách BOZP. Například při opakovaném porušování bezpečnostních předpisů a nárůstu pracovních úrazů či při změnách pracovního místa, strojů, nebo používané technologie. Obsah stanovuje zaměstnavatel na návrh vedoucího příslušného pracovního místa [4].

2.3) Pracovní úraz

Pracovní úraz je poškození zdraví nebo smrt zaměstnance, došlo-li k němu nezávisle na jeho vůli krátkodobým, náhlým a násilným působením zevních vlivů při plnění pracovních úkolů nebo v přímé souvislosti s ním [12].

Druhy pracovních úrazů můžeme rozlišovat následovně:

Smrtelný – takové poškození zdraví, na jehož následky úrazem postižený zaměstnanec nejpozději do 1 roku zemřel.

Závažný – takové poškození zdraví, trvá-li hospitalizace úrazem postiženého zaměstnance více než 5 dnů.

Ostatní – takové poškození zdraví, jehož následkem došlo ke zranění zaměstnance s pracovní neschopností delší než 3 kalendářní dny [12].

2.3.1) Pracovní úrazy ve stavebnictví

Pracovní úrazy se řadí mezi nejvíce negativní charakteristiky stavitelství. Podle statistik za rok 2018 bylo stavebnictví na 5. místě s podílem 6,1 %, z celkové sumy 46 223, v počtu pracovních úrazů s pracovní neschopností v ČR. Tento údaj však může být chápán jako zavádějící, protože zde není zohledněna průměrná doba trvání pracovní neschopnosti, která koreluje s vážností úrazu. Navíc když k tomu přidáme statistiku smrtelných pracovních úrazů v ČR, ve které si stavebnictví za rok 2018 stojí na 2. místě s 17,1 % celkového součtu 123, můžeme říct, že stavebnictví patří mezi nejvíce úrazové odvětví ekonomických činností, spolu s dopravou a skladováním. Co se týče počtu pracovních úrazů ukrajinských zaměstnanců, jednalo se o 2 smrtelné a 341 ostatních úrazů [13].

Na druhou stranu pozitivní stránkou je skutečnost, že od roku 2009 až po rok 2018 počet pracovních úrazů postupně klesal. Avšak otázkou zůstává poměr mezi počtem všech úrazů a nahlášených úrazů, jelikož v praxi se neustále můžeme setkat s nedodržením požadavku na nahlášení pracovního úrazu [13].

2.3.2) Důvody úrazů ve stavebnictví

Důvodů úrazu ve stavebnictví se najde hned několik. Prvním z nich je plnění úkolů zadavatele stavby a koordinátora BOZP na staveništích. Potíž je v tom, že zadavatel určuje koordinátora převážně jen pro realizaci

stavby, nikoli pro fázi přípravy. Dále samotná odvedená práce koordinátora BOZP je v některých případech nedostačující. Jedná se většinou o špatnou kontrolu provádění rizikových prací a dodržování plánu BOZP, či neupozornění na nedostatky a jejich nutné opravy. Tím pádem práce koordinátora je spíše formální záležitost. Povinností zadavatele stavby je zavázat všechny zhotovitele ke spolupráci s koordinátorem BOZP, tento předpis je však často přehlížen, nebo špatně vykládán. Další častý problém je řetězení zhotovitelů, kdy dílčí subdodavatelé nejsou smluvně zavázáni k součinnosti s koordinátorem, a navíc se neúčastní kontrolních dnů, tudíž dochází z jejich strany k častému porušování BOZP a vzniku pracovních úrazů. Nehledě na to, že samotní pracovníci dost často podceňují rizika a svojí nezodpovědností ohrožují sebe i ostatní. Tento problém má ve většině případů na svědomí lenost pracovníků či jazyková bariéra [12].

K nejrizikovějším činnostem ve stavebnictví patří práce ve výškách, kde se nedbá na dostatečné vybavení a zajištění proti pádu. Souvisí s tím i odpovědnost samotného pracovníka a jeho chování a používání OOPP. Dalším místem jsou nezapažené výkopy, bourací práce, obsluha strojů a vazačské práce. Navíc k tomu všemu nepřispívá fakt, že díky poklesu počtu kvalifikovaných pracovníků a velké poptávce, klesají nároky pro získání pracovního místa, jako je například jeřábník, vazač či signalista a tím pádem narůstá množství pracovních úrazů, bohužel často i smrtelných [12, 14].

3) Videoherní průmysl

V dnešní společnosti se stále můžeme setkat s názorem, že videohry jsou jen pro děti a není to nic víc než ztráta času. Hraní her však není jen o hraní. Kolem této zábavy se vytvořil ohromný byznys a kultura, která má dalekosáhlé dopady na společnost, mezi které patří například zdokonalování existujících technologií procesorů, grafických karet, chytrých telefonů a umělé inteligence. Mimoto ohromná hráčská komunita dala šanci vzniknout novému typu sportu, který se označuje pod názvem eSports. Jedná se o organizované soutěžení hráčů či týmu na jakékoli herní platformě za daných pravidel. Přičemž počty sledujících dnes dosahují stovek milionů a dále rostou [15].

Podle hlášení Global Game Market (Newzoo, Září 2019), byl uveden celkový obrat VHP 152,1 miliardy dolarů jen za videohry s nárůstem o +9,6 % oproti minulému roku. A počet hráčů na všech herních platformách činil více jak 2,5 miliardy. S tím také souvisí prodej potřebného hardwaru a softwaru. Dále obchod se zbožím spojený s video gamingem, poskytování služeb a provoz eSportu vytváří rozlehlý hospodářský ekosystém, který se pohybuje v řádek několika set miliard dolarů [16].

3.1) Hardware

Pod pojmem hardware označujeme veškerá fyzická existující technická vybavení počítače a veškerá možná přídatná fyzická zařízení [17].

3.1.1) Grafické karty

Ve stručnosti můžeme říct, že grafická karta je zařízení v počítači, které má na starosti grafické výpočty a vytváření grafického výstupu na monitoru. Dnes se setkáme s dvěma typy provedení, tedy jako zásuvná karta nebo integrovaná přímo do základové desky [18].

V roce 1981 společnost IBM představila své dvě první grafické karty MDA, která zobrazovala jen černobíle a CGA, která se stala standardem barevné grafické karty. Tato technologie se stala řešením problému s

pomalým výpočtem grafických zobrazení pomocí procesoru. Od té doby se postupně zvyšovalo počet barev, rozlišení a velikost paměti. V roce 1997 se na pultech obchodů objevil grafický čip Voodoo, který splňoval požadavky pro graficky náročné videohry a vytvořil tak nový standart. Zanedlouho se na trhu objevila společnost Nvidia, která se stala jedním z hlavních představitelů ve světě grafických karet spolu s AMD. Díky neustálé poptávce po lepší a výkonnější grafické kartě z řad videoherní komunity a zdravé konkurenci se vývoj několikanásobně urychlil [19].

Dnes se grafické karty vyskytují prakticky v každém počítači a díky rychlému vývoji a klesající ceně, se relativně výkonné počítače stávají více přístupné i pro obyčejné lidi. Další uplatnění můžeme najít ve vědě a zdravotnictví pro výpočet, modelování a vizualizaci složitých struktur. Nemůžeme ovšem zapomenout na filmovou produkci, která je dnes postavena víceméně na použití speciálních efektů. Dalším příkladem je samotná společnost Nvidia, která dnes pracuje na technologiích umělé inteligence, deep learningu či autonomního řízení samozřejmě s využitím technologií grafických karet [20].

Celkově se dá říct, že videoherní průmysl se postaral a dal šanci pro vývoj takto nákladné technologie, která by jinak nezískala potřebnou poptávku a motivaci se neustále zlepšovat. K tomuto tvrzení přispívá skutečnost, že počítačové hry patří mezi nejvíce používané, graficky náročné aplikace.

3.1.2) Osobní počítače a notebooky

Osobní počítače jsou mnoho účelová zařízení, která jsou designována pro osobní použití v kancelářích, doma nebo ve školách. Primární aplikace jsou práce s textem, správa dat, účetnictví, ale i hraní her. To samé platí o notebookech, které jsou zároveň lehčí a přenosné [21].

Příchod osobních počítačů, spolu s mikroprocesory, se řadí do čtvrté generace počítačů. V roce 1981 společnost IBM uvedla na trh první osobní počítač s názvem IBM PC. S tím souvisí i počátek éry jednoduchých

operačních systémů pro vytvoření grafického uživatelského rozhraní. Ohledně notebooků, vzestup nastal až v roce 1991, díky společnosti Compaq Armada se svým modelem 1130T. Ten už svojí konstrukcí připomínal dnešní notebooky [22].

Co se týče vlivu videoherního světa, můžeme mu vděčit za zpopularizování vlastnictví osobních počítačů v domácnostech. Avšak největší vliv se projevil v otázce hardwaru. Grafické karty, základové desky, procesory s grafickým čipem, chlazení, monitory, klávesnice a myši patří mezi oblasti, kde má video gaming na svědomí většinu inovací. Příkladem jsou monitory se 4k rozlišením a 144 Hz, nebo vývoj dnešních notebooků, u kterých se podařilo, z inženýrského hlediska absolutní zázraky ohledně malé velikosti a váhy při dosažení vysokého výkonu a relativně nízkých teplot. Navíc, stejně jako u grafických karet, se tato vlna neustálých inovací projevuje na ceně a postupně se výkonné sestavy stávají více dostupné pro všechny odvětví [23].

3.1.3) Hardware pro virtuální realitu

Jedná se o technologii, která umožňuje vytvořit digitálně simulované prostředí s interakcemi, které jsou pohybového, smyslového či poznávacího charakteru. Nejdůležitějším aspektem virtuální reality je vizuální stránka, která může být obohacena o další rozměr, nejčastěji to bývá zvuk či hmat. Co se týče vzhledu samotného světa, záleží především na požadovaném účelu a fantazii tvůrce, který je limitován výkonem použitého hardwaru a softwaru [24, 25].

Zařízení, která se používají pro přenesení člověka do virtuální reality, se dělí na dvě skupiny. První z nich se nazývá částečně imerzní zařízení, jejichž podstatou je, že účastník není zcela vnořen do virtuálního světa a může vnímat prvky z reálného světa. Do této skupiny se řadí Powerwall, který funguje na principu plátna, projektoru a speciálních brýlí se senzory. Další zařízení je Immersa-desk, který dokáže zobrazit stereoskopické obrazy na povrchu o rozměrech stolu nebo kreslicí tabule. Tyto imerzní stoly operují jako stereoskopické obrazovky, kde separaci

zajišťují brýle, ale obraz je promítnut na obrazovku projektořem. Poslední zástupcem částečně imerzního zařízení je Microsoft Hololens, který však spadá spíše do kategorie rozšířené reality. V principu se jedná o brýle, které jsou schopné promítat předměty do reálného prostoru a interagovat s nimi, přičemž projekci vidí jen uživatel zařízení. [24, 26, 27, 28]

Druhá skupina se nazývá plně imerzní zařízení. Jedná se o doposud nejlepší implementaci virtuální reality. Řadíme sem CAVE systémy a HMD zařízení. CAVE automatic virtual environment je plně imerzní prostředí využívající místnost vytvořenou z několika pláten a projektořů. Iluzi 3D prostoru je skřz speciální brýle a pro interakci slouží gesta, ovladače nebo jiná osoba. Ohledně HMD, neboli head mounted display, hovoříme o zařízení, které se připevňuje na hlavu. Vizuál je promítán přímo do očí i periferního vidění. Pro co nejlepší zážitek jsou zde implementovány senzory, jako magnetometry, gyroskopy a akcelerometry, které zajišťují pohyb a orientaci v prostoru. Mezi důležité parametry HMD, ze kterých vyplívá míra imerze, patří rozlišení, snímková frekvence, zorné pole a latence [29, 30].

Z historického hlediska prvním pokusem o vytvoření primitivní virtuální reality, můžeme považovat vynález stereoskopu v roce 1838 britským vědcem Charlesem Wheatstonem. Základní princip spočívá v prohlížení dvou plošných obrázků pod dvěma různými úhly, pro dosažení 3D obrazu. Tato technologie se v některých případech stále používá v oblasti VR. Ve 20. století bylo vynalezeno spousta zařízení, která měla sloužit, jako virtuální realita, avšak bez většího úspěchu. Nicméně tato honba za virtuálními světy udržovala plamínek naděje a krůček po krůčku technologii zdokonalovala. Velký skok do předu učinil Palmer Freeman Luckey mladý americký podnikatel, který se rozhodl vytvořit nový HMD model, lepší než cokoliv jiného na tehdejší trhu a cenově přijatelné pro hráče videoher. V roce 2012 založil kickstarter pro vytvoření svého produktu s názvem Oculus, kde bylo vybráno necelých 2,5 milionu

dolarů. Tento moment je jedním z nejdůležitějších milníků historie technologie VR. Následně na to v roce 2014 Facebook odkoupil Oculus za téměř 2 miliardy dolarů. V ten samý rok společnosti Sony, Google, Samsung a HTC začaly pracovat na svých prototypch HMD VR a svět jen nedočkavě čekal. V roce 2016 a 2017 zmíněné společnosti představily své produkty, které měli veliký ohlas, nicméně překážkou byla pořizovací cena a cena doplňkového hardwaru, především výkonné grafické karty. Tento problém se vyřešil časem a od roku 2019 až do aktuálního roku 2020 jsou ceny relativně přijatelné, hovoříme tu o rozmezí 30 000 - 50 000 Kč se vším všudy [31, 32, 33, 34].

Co se týče využití, zaměřím se především na HMD VR zařízení dnešní doby, protože ve vývoji této technologie vděčíme nejvíce videohernímu průmyslu. Prvním z nich je například v strojírenském a automobilovém odvětví, kde se VR používá pro předběžnou vizualizaci a hledání případných chyb a nedostatků v produktu. Další oblastí je letectví a armáda, kde největší uplatnění je zaměřeno na výcvik bez zbytečného ohrožení na životě. Dále zdravotnictví, kde se přínos VR promítl v léčbě fobií, simulaci a plánování operací či realizaci operace za pomoci robotů. Ve stavebnictví se zase VR používá při kontrole kvality, vizualizaci projektu nebo při školení BOZP. A samotné vzdělávání všeho druhu získalo novou škálu možností [35].



Obrázek 1: Oculus Rift HD virtuální brýle [<https://www.mall.cz>]

3.1.4) Chytré telefony

Chytré telefony jsou mnoho účelová zařízení. Jejich primární funkce, stejně jako u obyčejných mobilních telefonů, je zprostředkování informační komunikace. Přičemž hlavní charakteristikou je používání vlastního operačního systému a výkonného hardwaru [36].

Prvním zástupcem se stal Simon od společnosti IBM v roce 1994. Svojí technologií a možnostmi předběhl svoji dobu, nicméně v tehdejší společnosti neměl veliký úspěch a prodalo se jenom okolo 50 000 kusů. V roce 1996 Nokia představila svůj Nokia 9000 Communicator, který měl vlastní klávesnici a webový prohlížeč. Následně se na trhu objevily společnosti, jako Ericsson, Microsoft, Blackberry a další. Hlavní cílovou skupinou byli podnikatelé a úředníci. Tento konsenzus zničil Steve Jobs v roce 2007 s předvedením prvního iPhone a iOS. Od té doby se cílovou skupinou stali i obyčejní lidé. Dnes se můžeme setkat s chytrými telefony, které jsou vybaveny neskutečně výkonným hardwarem za hranicemi průměrného využití [37].

Součástí většiny mobilních telefonů, byla vždy minimálně jedna videohra. Dokonce existovaly přímo herní mobilní telefony, které neměli však veliký úspěch. Nicméně s příchodem chytrých telefonů, přišly i nové možnosti ve video gamingu. Dnes chytré telefony představují největší platformu pro hraní videoher. A s tím souvisí i vývoj nových technologií. Například společnost Razer, spjatá s video gamingem, vyvinula první 120 Hz obrazovku pro chytré telefony. Dále společnost Asus se svým herním ROG Phonem dokázala vytvořit 90 Hz OLED obrazovku a nový přístup v chlazení procesoru. V tento moment valná většina inovací související s rozlišením a snímkové frekvence obrazovky, chlazením, výkonu procesoru a výdrží baterie je především zásluhou vývoje nových herních chytrých telefonů. Samotné využití těchto technologií nemá žádné speciální uplatnění, kromě posouvání hranic výkonu hardwaru. Ale vzhledem k tomu, že chytré telefony jsou součástí našeho každodenního života, tak s jejich vlivem musíme počítat [38, 39, 40].

3.2) Software

Pod pojmem software se v informatice myslí veškeré programové vybavení počítače, které má určitou činnost. Existují dva typy softwaru. První je systémový, který zajišťuje chod samotného počítače, a druhý je aplikační, který slouží k práci uživatele [41].

3.2.1) Unity

Unity je cross-platform herní engine. V překladu se jedná o program, který slouží k vytváření videoher a je možné ho použít na několika různých platformách. Za vytvořením stojí od roku 2005 společnost Unity Technologies. Jeho primární účel je vytváření 2D a 3D videoher, ale také her z virtuální a rozšířené reality. Nicméně uplatnění si našel i za hranicemi video gamingu. Patří sem například filmy, automobilový průmysl, architektura, stavitelství a strojírenství [42].

a) **Filmy, animace a kinematika** – Jedná se o vytváření CGI efektů neboli počítačových animací. Největší výhodou Unity představuje funkce vykreslování v reálném čase, která znatelně zefektivní čas strávený v produkční fázi [44].

b) **Automobilový průmysl** – Zde se Unity využívá pro vytváření virtuální a rozšířené reality. Jednak pro navrhování nového designu, hledání případných nedostatků nebo v marketingu. Dále se podílí na vytváření rozhraní autonomních vozidel a umělé inteligence. Tyto možnosti využívají například společnosti Audi a Toyota [43, 44].

c) **Architektura a stavitelství** – Pro oblast AEC jsou na výběr dvě možnosti. První je Unity Pro, který se zaměřuje na designování, vytváření scén a možnost okamžité prezentace a editování. Výhoda je možnost exportu na všechny možné platformy (VR, AR, mobilní zařízení, konzole, PC a další) a kvalitní vykreslování. Další možnost je Unity Reflect, který je zaměřen pro spolupráci na vytváření BIM modelů. Výhodou je nativní integrace s programy Revit, SketchUp a Rhino. Dále možné editování

v reálném čase či optimalizace grafické vizualizace. Mezi společností, které spolupracují s Unity jsou například Mortenson a Skanska [44].

3.2.2) Serious games

Jedná se o videohry, které mají člověku přitáhnout pozornost, ale svým obsahem slouží primárně jiným účelům než samotná zábava. Mezi tyto účely patří například vzdělávání, poučování, přesvědčování, shromažďování dat nebo trénování mentální i fyzické. Následně jejich uplatnění můžeme najít v armádě, zdravotnictví, školství, inženýrství, marketingu, vědeckých výzkumech, ekologii, politice a dalších. Cílovou skupinou mohou být obyčejní lidé, odborníci, nebo studenti [45].

Mezi největší výhody vážných her je možnost vzbudit nadšení a zájem o případné téma. Tím se u daného jedince zvyšuje, pravděpodobnost pochopení problematiky a množství vstřebaných informací. Dále možnost získání, okamžité zpětné vazby a dosaženém pokroku, případné srovnání s ostatními hráči, vyvolává ve většině případů pozitivní efekt ke studiu [51].

a) **Armáda** – Pro armádní účely existuje hned několik vážných her. Například Virtual Reality Combat Training, kde jsou vojáci cvičeni v různých simulacích. Výcvik se odehrává v prázdném prostoru o velikosti basketbalového hřiště. Zde hráči mají nasazené HMD zařízení a vesty pro imitaci případného zásahu. Další hrou je Full Spectrum Warrior na platformu Xbox. Tato hra byla vyvinuta americkou armádou v roce 2004 pro trénink na bojišti, přičemž se jedná o strategickou tahovou videohru. Dále zde řadíme Tactical Iraqi, America's Army nebo Virtual Battlespace 2, které jsou také vytvořené americkou armádou [46].

b) **Zdravotnictví** – Zde je příkladem videohra Underground, která chirurgie trénuje v oblasti laparoskopie, zlepšují si tím výdrž a cit pro operace. Dalším příkladem je Fundamental Surgery, jde o soubor vysoce profesionálních VR simulací na všelijaké operace. Dále zde můžeme

zahrnout hry jako Fatworld, Immune Attack nebo Foldit, které jsou zaměřené na poučení v otázce zdraví [47, 48, 49].

c) **Stavebnictví** – V této oblasti se můžeme setkat se hrou Health and Safety, pro poučení a otestování pracovníků v BOZP na staveništi pomocí řešení otázek s obrázky. Dále hra Merit, která simuluje prostředí stavební firmy od přípravy po realizaci projektů. Virtual Construction Simulator 4 je zase vzdělávací hra zaměřená na postupu výstavby libovolného stavebního objektu [50, 58].

3.3) Gamifikace

Ve stručnosti se jedná o techniku předání informací zábavným a poutavým způsobem za pomoci použití herních mechanik a designu. Souvisí s tím i využití přirozené lidské hravosti a soutěživosti. Největší uplatnění si gamifikace našla v oblasti marketingu, kde pomáhá prohlubovat vztah mezi zákazníkem a prodejcem, společnosti či přímo s daným produktem [52, 53].

První člověk, který přišel se slovem „gamifikace“, se považuje britský programátor Nick Pelling v roce 2002. Nicméně tento výraz si získal popularitu až v roce 2010, kdy se používání videoherních elementů v ostatních odvětví stalo čím dál tím více častější. V České republice se implementací gamifikace zabývají například společnosti Gameful Studio a Court of Moravia [54].

Jednoduché varianty gamifikace v každodenním životě jsou například v obchodech, kde zákazníci mohou sbírat věrnostní body a po dosažení určitého počtu získají slevu či samotný produkt. Jeden z klasických příkladů je Kaufland s jejich věrnostní kartou či e-shop CZC se svými klubovými body.

3.3.1) Teorie „herního učení“ (theory of game-based learning)

Jedná se o relativně nový způsob školení zaměstnanců ve firmách prostřednictvím her. Řídí se to několika principy. První z nich je

konstruktivistické učení, ve kterém jde především o pochopení látky a schopnost využít znalosti v řešení problémů. Druhý se týká cvičení a interakcí, kde zaměstnanci mají možnost získat zkušenosti v bezpečném prostředí a podělit se s ostatními o informace [55].

Výhody jsou srovnatelné s vážnými hrami. Jde převážně o vzbuzení zájmu, kreativního myšlení a motivace se zlepšovat. Schopnost lepší reflexe a rozhodování u řešení problémů. Získání okamžité zpětné vazby a přehled o svých silných a slabých stránkách, či rozvoj jemných dovedností [55].

3.3.2) M-learning

Význam fráze jednoduše znamená učení se skrz mobilní zařízení. Mohou to být tablety, notebooky, ale především to jsou chytré telefony. Podmínka je však připojení k internetové síti, která je zároveň výhodou i nevýhodou. S tím souvisí i možnost studovat relativně kdekoliv a kdykoliv. Samotné učivo je prezentováno přes mobilní aplikace, které nabývají různých podob a zaměření. Vzhledem k tomu, že M-learning můžeme zahrnout do herního učení, nabízí nám to i stejné výhody [56].

Jako příklad mobilní aplikace je Blinkist, která je zaměřena na faktickou literaturu a interaktivní předávání informací. Nebo Skillshare, která je zdrojem stovky výukových videí a kurzů s profesionálním přístupem. Duolingo je zase aplikace pro výuku a zlepšování v cizích jazycích [57].

4) Hypotéza

Řešením potíží s předáním informací zahraničním pracovníkům s nedostatečnou znalostí češtiny, by mohla posloužit interaktivní mobilní 3D hra. Ta díky svojí univerzální sdělovací formě, prostřednictvím hraní, má několikanásobně větší potenciál, předat informace i přes existující jazykovou bariéru. Navíc zvolené chytré telefony jsou dokonalou platformou, díky své dostupnosti, výkonu a popularitě. Tudíž předpokladem je, že by většina pracovníků, převážně mladších ročníků,

mohla být ochotnější podstoupit školení BOZP touto formou, než dosavadní písemné a webové testy, nebo neinteraktivní hromadné prezentace. S tím souvisí i relativně malé komplikace pro samotnou stavební firmu. Ta by teoreticky nemusela pořizovat nový hardware a mohla by využít dosavadní pracovní telefony. Další výhodou by byla nízká časová náročnost, neustálá aktualizace a možnost několikanásobného opakování, tudíž by to šetřilo čas i peníze v přípravách školení. Navíc je tu příležitost nepovinného absolvování ve svém volném čase pro osobní vzdělání a trénování.

5) Metody

Tvorba samotné hry, je rozdělena na dvě hlavní části. První část se skládá z vytváření grafických modelů, textur a animací v programu Blender verze 2.82, které se následně vyexportují a přenesou do herního enginu Godot verze 3.2. Zde se texturám vloží fyzika a případné herní mechaniky pomocí skriptů. Součástí je také osazení grafických modelů na požadované místo, nastavení osvětlení, zvuků a následné finální exportování. Vzhledem k tomu, že při zahájení psaní bakalářské práce jsem neměl žádné zkušenosti s použitým softwarem a tvorbou hry rozhodl jsem se využívat výuková videa na Youtube a komunitní fóra.

Praktická část

6) Game koncept

a) **Charakteristika:** Pomocník pro školení BOZP.

b) **Premisa:** Cílem hry je zprostředkovat informace o BOZP do lépe stravitelné formy pro zahraniční stavební dělníky.

c) **Popis:** Hráč se ocitne na určitém staveništi, kde mu budou zadány úkoly, které musí splnit, přičemž se snaží dosáhnout co nejlepšího skóre.

d) **Klíčové vlastnosti:** Předání klíčových informací BOZP vizuální interaktivní formou, lokalizace do různých jazyků, aktualita informací, zvolení libovolného zaměření, okamžitá zpětná vazba, opakovatelné, přenosná platforma.

e) **Žánr:** Serious games

f) **Platforma:** Chytré telefony, tablety.

g) **Koncept art:** Staveništní prostředí s realistickým zpracováním.

7) Game design

7.1) Obecný úvod

Jedná se o edukativní videohru zaměřenou na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništi. Její cílovou skupinou jsou stavební dělníci ze zahraničí, kteří mají dost často problémy s komunikací nebo mají jiné pracovní či kulturní návyky. Rozsah obsahu by byl tvořen tak, aby zahrnoval veškeré náležitosti daného školení BOZP. Tyto informace by se hráčům předávaly pomocí herních mechanik, textových polí a vizuální stránkou, která výrazně pomáhá s představivostí a pochopení dané problematiky. Důraz by byl především kladen na jednoznačnost, srozumitelnost a jednoduchost. Cílem hry není naučit hráče doslovné definice a specifiky, ale naučit je rozpoznat a vnímat nebezpečí, kterému by se v praxi mohli vystavovat. Samotná hra by byla tvořena mnoha různými úrovněmi, které by se lišily svým zasazením ve fázích výstavby a

řešenou otázkou BOZP. Co se týče grafického zpracování, šlo by především o realistické vyobrazení barev a tvaru předmětů a prostředí.

7.2) Platforma a požadavky

Hra by byla primárně určena pro chytré telefony, nicméně by bylo možné použít i tablety. Náročnost na výkon hardwaru je v tento moment neznámá.

Požadavky na hru samotnou se týkají především správně zvoleného způsobu předání informací. Prostředí a level design musí být navrhnut tak, aby hráč po celou dobu věděl, co má dělat a neztratil pozornost od řešené problematiky. Hra musí být srozumitelná a snažit se o to, aby nedocházelo k případnému nedorozumění. V případě, kdy hráč udělá chybu, hra o tom okamžitě informuje a vysvětlí mu, co provedl špatně a jak se má příště chovat, aby ji znova neudělal.

7.3) Příběh

Vzhledem k tomu, že hra je mířena především do oblasti vzdělávání, není kladen žádný důraz na příběh. Teoreticky by se jednalo pouze o dělníka, který má na staveništi za úkol provést zadanou práci bez porušení zásad BOZP.

7.4) Popis postav a prostředí

Hlavní postava by byl bezejmenný stavební dělník, za kterého by hrál samotný hráč. Neměl by žádný charakter ani vlastnosti. Jednalo by se pouze o avatara, přes kterého by hráč interagoval s prostředím. Vedlejší postava, která by hráčovy zadávala úkoly, napomínala za přestupky, nebo napovídala v okamžiku, kdy hráč tráví spoustu času nad řešením úkonu, by byl přísnější stavbyvedoucí se smyslem pro humor. Ostatní postavy, stejně jako hlavní postava, by byly určeny pouze pro interakci.

Prostředí hry se odehrává v prostorách staveniště. Jednotlivé levely by byly rozděleny podle etap realizace čili přípravné práce, zemní práce, základy, hrubá spodní stavba, zastřešení, hrubé vnitřní práce, úpravy povrchů, dokončovací práce, vnější práce, vnější úpravy. Pohyb postavy

by byl umožněn pouze v místě staveniště ohrazené oplocením a přístupové komunikace.

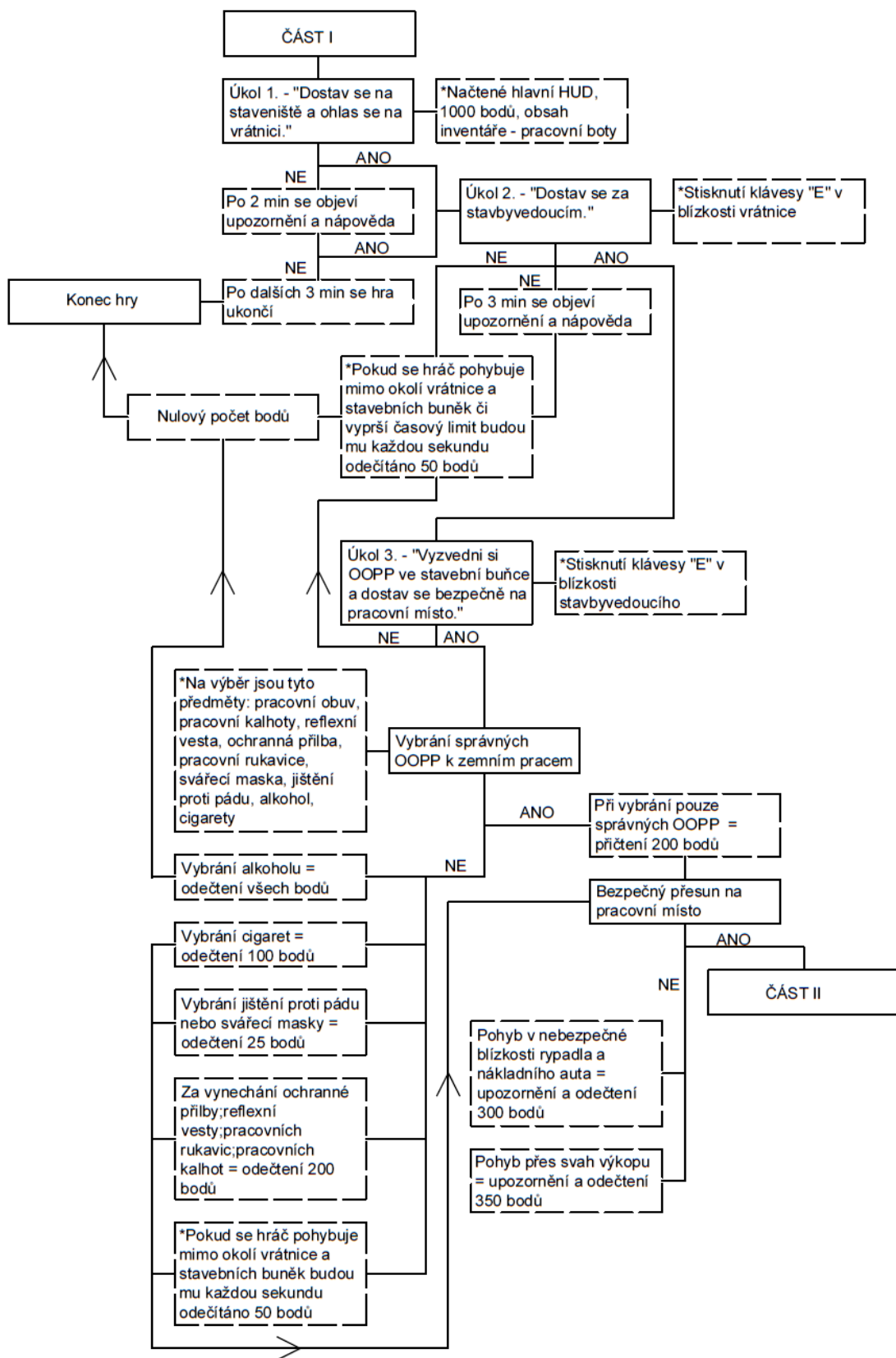
7.5) Průběh hry

Popisovaný průběh hry se týká pouze jednoho z mnoha levelů. V tomto případě se průběh hry zaměřuje na problematiku nošení OOPP, práce v hlubokých nezapažených výkopech a nerespektování nebezpečného prostoru stroje.

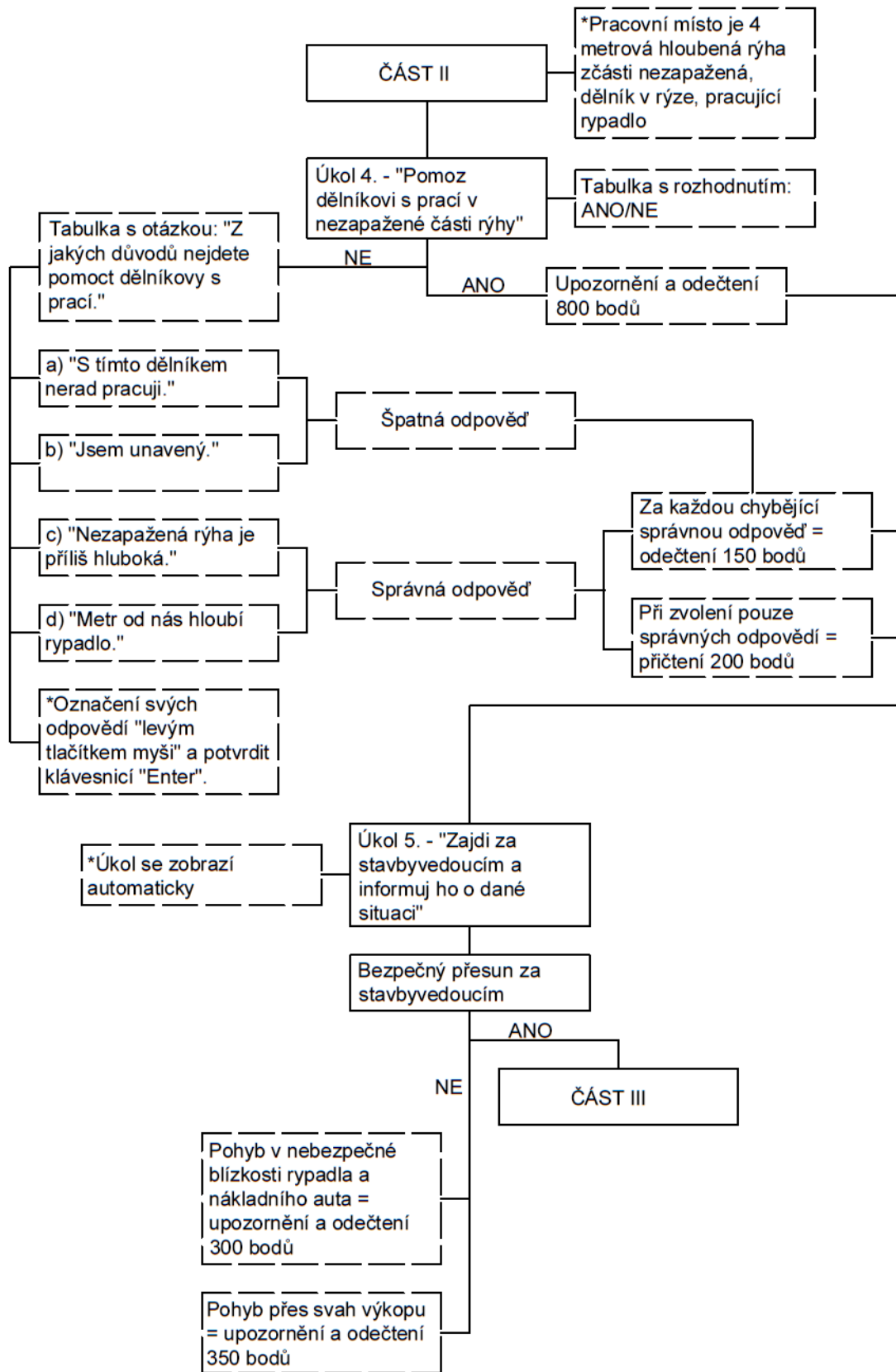
I) Hráč začíná na chodníku pár metrů od vstupu na staveniště. V tento moment má jediný úkol dostat se na staveniště a ohlásit se na vrátnici, přičemž mu bude sděleno od stavbyvedoucího, že se má dostavit na místo hloubení rýhy na přípojku a pomoci s pracemi. Dále si musí zajít do stavební buňky pro chybějící OOPP. Po vybrání správných OOPP se hráč musí vydat bezpečnou cestou na místo určení. Podrobné znázornění průběhu části (I) je vidět na obr. (2).

II) V hloubené rýze bude další virtuální dělník, který hráče požádá, aby mu pomohl s dokopáním daného místa. Nicméně tento dělník se vyskytuje v nezapažené části, kde hloubka rýhy dosahuje čtyř metrů, a navíc necelé dva metry od něj nabírá rypadlo zeminu. Hráč musí pro splnění cíle odmítnout. Poté musí uvést důvody, kvůli kterým odmítl. Následně se vydá informovat stavbyvedoucího o situaci. Podrobné znázornění průběhu části (II) je vidět na obr. (3).

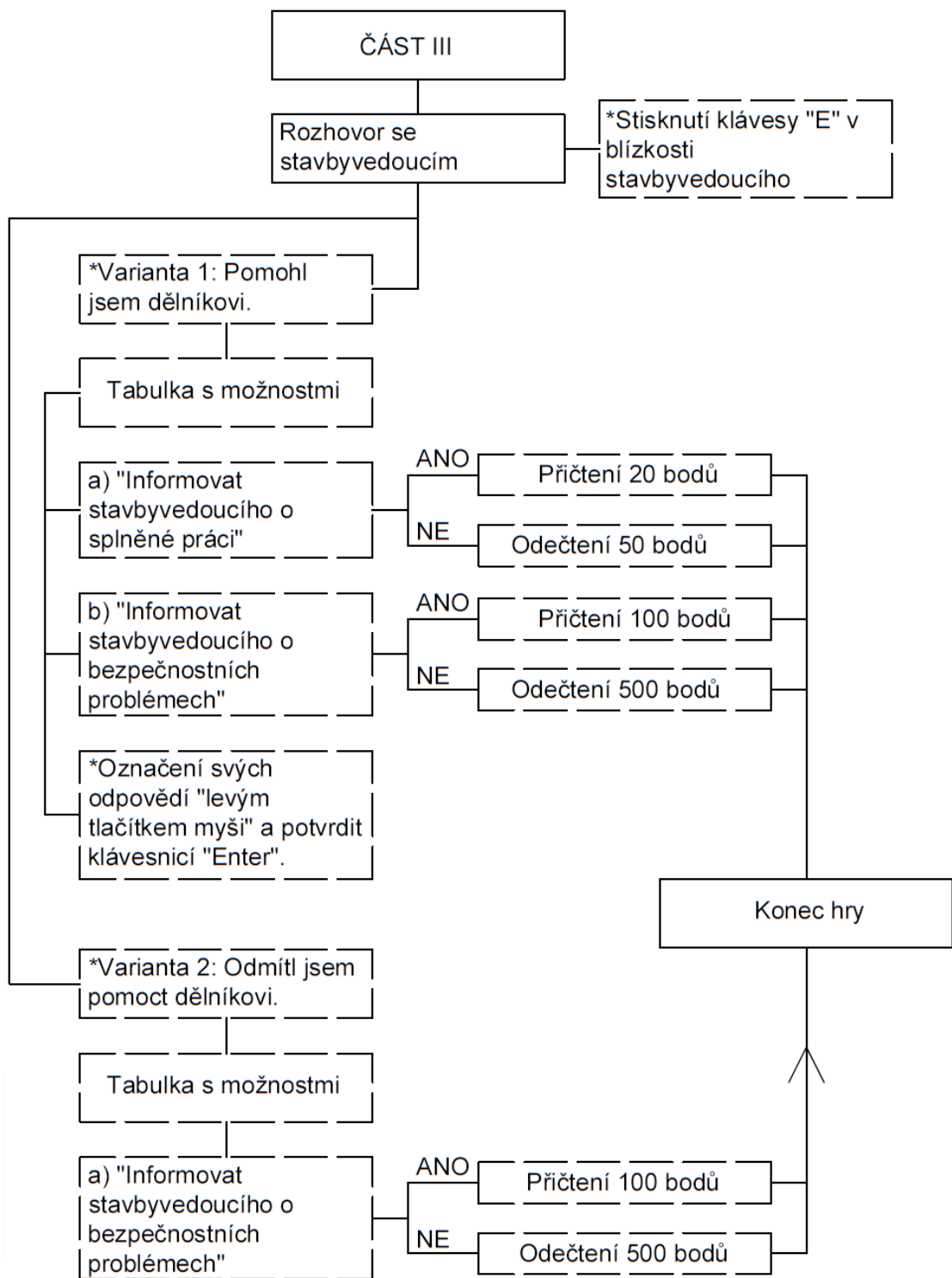
III) Zde se nabízí dvě různé varianty ukončení. V případě, že hráč pomohl dělníkovi s prací, může stavbyvedoucímu říct o splněné práci, přičemž ho průběžně může informovat o bezpečnostních problémech, které ignoroval. Druhý konec navazuje na variantu s odmítnutím, kde hráč může sdělit stavbyvedoucímu informace o bezpečnostních problémech. Po skončení rozhovoru hra končí. Podrobné znázornění průběhu části (III) je vidět na obr. (4).



Obrázek 2: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část I [autor]



Obrázek 3: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část II [autor]



Obrázek 4: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část III [autor]

7.6) Herní mechaniky

a) Ovládání a způsob pohybu

Vzhledem k tomu, že demo verze hry je z důvodu zjednodušení pro potřeby BP navržena na PC platformě, uvedu zde popis způsobu ovládání právě na platformu PC. Nicméně finální verze hry by obsahovala i popis ovládání na dotykovém zařízení (chytré telefony a tablety). Co se týče umístění kamery, je zde zvolen pohled z první osoby.

Pohyb dopředu – klávesa W

Pohyb dozadu – klávesa S

Pohyb doleva – klávesa A

Pohyb doprava – klávesa D

Skok – klávesa mezerník

Otáčení do stran – pohybem myši

Interakce s předměty a s NPC – klávesa E

Ukončení hry – klávesa escape

b) Součásti hry a jejich vlastnosti

Předměty s úplnou interakcí – předměty, které hráč může sebrat a vložit do inventáře (např. OOPP)

Předměty s neúplnou interakcí – předměty, se kterými může interagovat, ale nemůže je vložit do inventáře (např. dveře)

Objekty s fyzickou interakcí – objekty, kterými hráč nemůže projít (např. oplocení)

NPC – „non-player charakter“ – modely postav ve hře, mohou mít dialogovou možnost (např. stavbyvedoucí)

7.7) Menu

Hlavní menu slouží jako rozcestník mezi jednotlivými okny. Je součástí úvodní obrazovky, tudíž se jedná o první věc, kterou uživatel uvidí při zapnutí hry. Navržené hlavní menu se skládá z tlačítek Nová hra, Nastavení, Info a Konec hry. Tlačítko Nová hra uživatele přenesení do nového okna, kde si vybere určitý level, který si chce zahrát. Nastavení slouží k úpravě rozlišení, hlasitosti, jazyka a ovládání. V okně Info jsou informace týkající se autorských práv a popisu účelu hry. Konec hry slouží k ukončení aplikace.

Požadavky na úvodní obrazovku jsou především grafické, mělo by to vystihovat téma hry. Navíc by se zde měl objevit název hry, verze a zmíněné hlavní menu. Pro splnění těchto potřeb jsem navrhnul jednoduché rozvržení (obr. 5).



Obrázek 5: Ukázka hlavního menu hry [autor]



Obrázek 6: Ukázka menu pro výběr levelu [autor]

8) Modelování

8.1) Blender

Blender je bezplatný a otevřený 3D software, jehož uplatnění využívají nejvíce umělci, malé teamy s grafickým zaměřením a veřejnost. Přičemž slogan společnosti zní: „Blender je tvůj vlastní 3D software“. Z toho plyne, že Blender může být použit za jakýmkoli účelem, jak komerčním, tak vzdělávacím. Díky této filozofii se Blender stal nejlepším kandidátem nejen pro moje potřeby, ale i pro další nadšence, kteří se mohou podílet na samotném vývoji softwaru či pomáhat začátečníkům.



Obrázek 7: Oficiální logo společnosti Blender [<https://www.blender.org>]

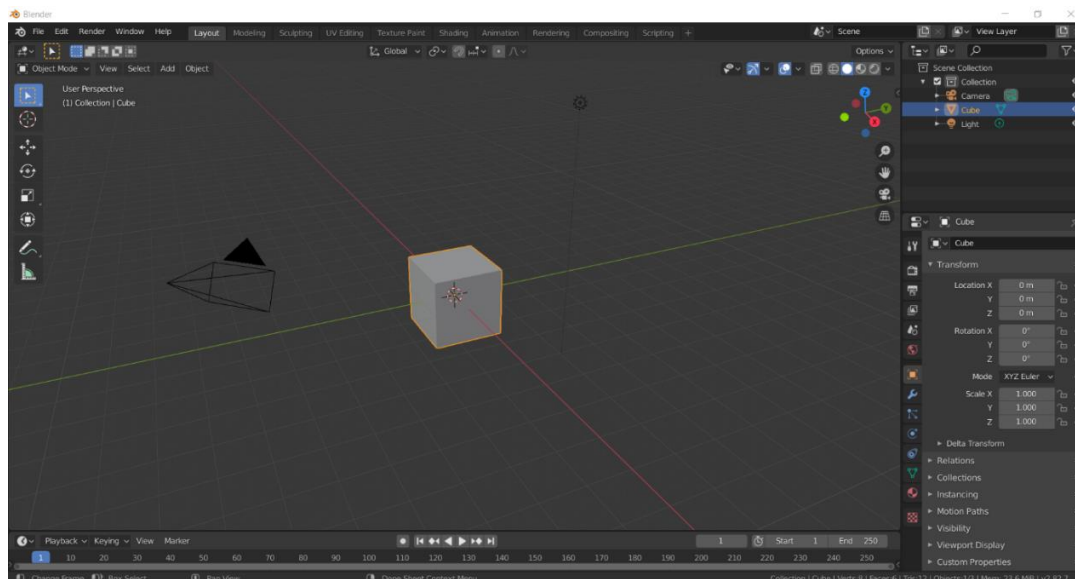
8.2) Modelování v Blenderu v2.82.

Z počátku jsem měl spoustu obav, jestli budu vůbec schopný, za tak krátkou dobu, vymodelovat alespoň něco použitelného pro můj projekt. Nicméně s pomocí video tutoriálů na Youtube jsem díky slušné znalosti anglického jazyka relativně rychle pronikl do absolutních základů modelování. Primárním cílem bylo vytvořit několik základních 3D modelů pro vizuální stránku hry. Bohužel z časových důvodů nebyl kladen veliký důraz na úroveň detailů. A vzhledem k tomu, že modelování nebylo hlavní náplní práce, nýbrž jenom doplňkem, použil jsem i několik cizích modelů. Co se týče samotné práce v Blenderu, tak si nejvíce cením zkušeností, které jsem tím získal, protože obecná orientace v grafickém softwaru a částečný náhled do této problematiky se v dnešní době stává velice žádanou schopností. Zároveň je znalost základů tvorby herní grafiky nezbytnou dovedností pro schopnost úspěšné komunikace herního programátora s grafikem.

Jako názornou ukázkou mého postupu modelování jsem připravil tvorbu zednického kolečka, kterou budu postupně komentovat.

a) Začátek

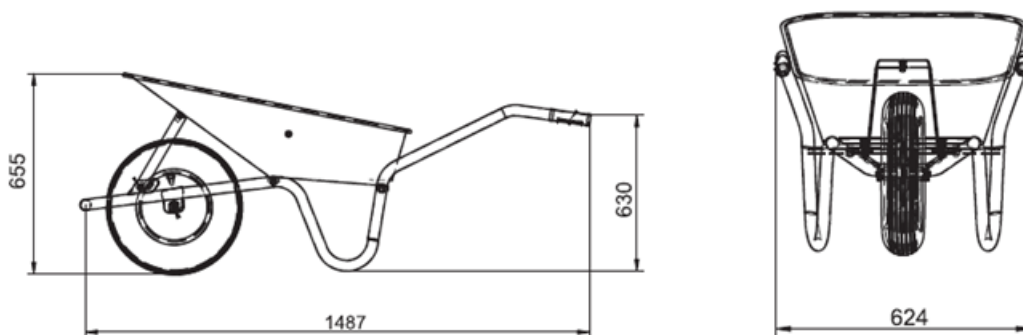
Na obr. (8) je vidět úvodní obrazovka, která zobrazuje hlavní scénu s předem připravenou kamerou, světlem a základní krychlí, kterou člověk může využít nebo jednoduše odstranit a zvolit si jiný tvar. Zvláštností je zde souřadnicový systém, u kterého směřuje zetová souřadnice nahoru, tudíž je velice důležité při exportu nezapomenout zvolit kladný směr ypsilonové souřadnice nahoru. Co se týče výchozího nastavení, nebylo ho nikterak nutné měnit vzhledem k mým potřebám.



Obrázek 8: Úvodní obrazovka v Blenderu 2.82 [autor]

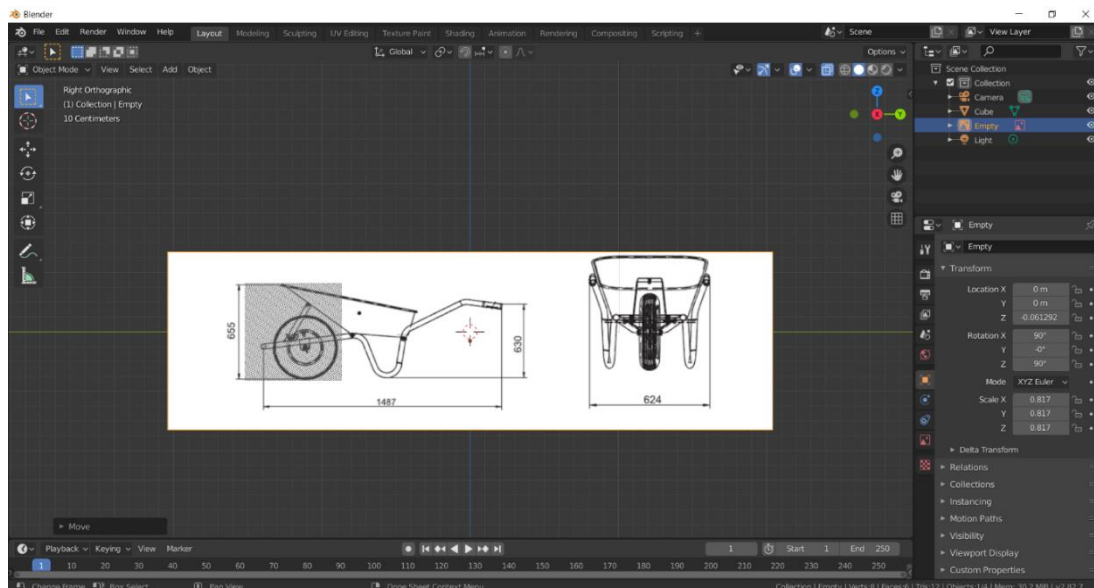
b) Příprava

V této fázi si člověk musí rozmyslet, co vlastně bude chtít modelovat, a pokud nepřekypuje grafickým talentem a představivostí, doporučuje se obstarat si vhodné předlohy. V mém případě se jednalo o zednické kolečko, pro které jsem použil obr. (9)



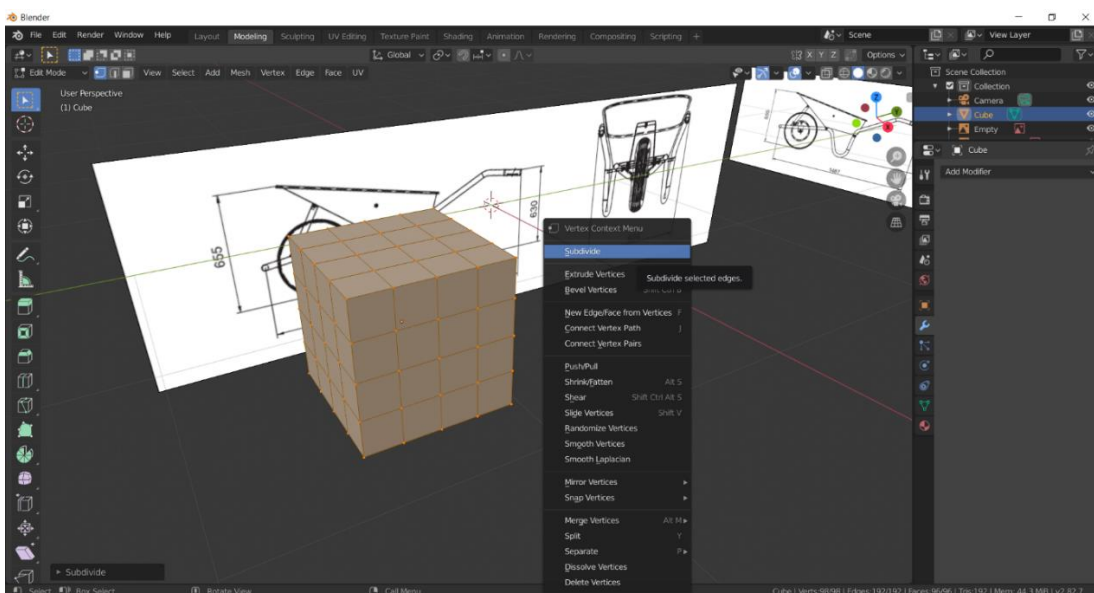
Obrázek 9: Technický výkres zednického kolečka [<https://www.mountfield.cz>]

Ten jsem následně vložil do Blenderu a upravil jsem jeho velikost, tak aby náčrtek proporcionálně odpovídal skutečnosti (obr. 10). Tento krok ve skutečnosti není zase tak zásadní, nicméně jsem se tím vyhnul budoucím potížím při organizování a škálování modelů ve hře.



Obrázek 10: Upravování rozměrů předlohy [autor]

Poté jsem si rozdělil mesh (síť polygonů) na více částí (obr. 11), tak abych byl schopný sestavit základní tvar kolečka. V tento moment se začnou pomalu projevovat zkušenosti z předešlých modelů. Správné odhadnutí počtu a umístění bodů mi značně snížilo budoucí problémy se zbytečnou složitostí a prací s odstraňováním jednotlivých bodů sítě.

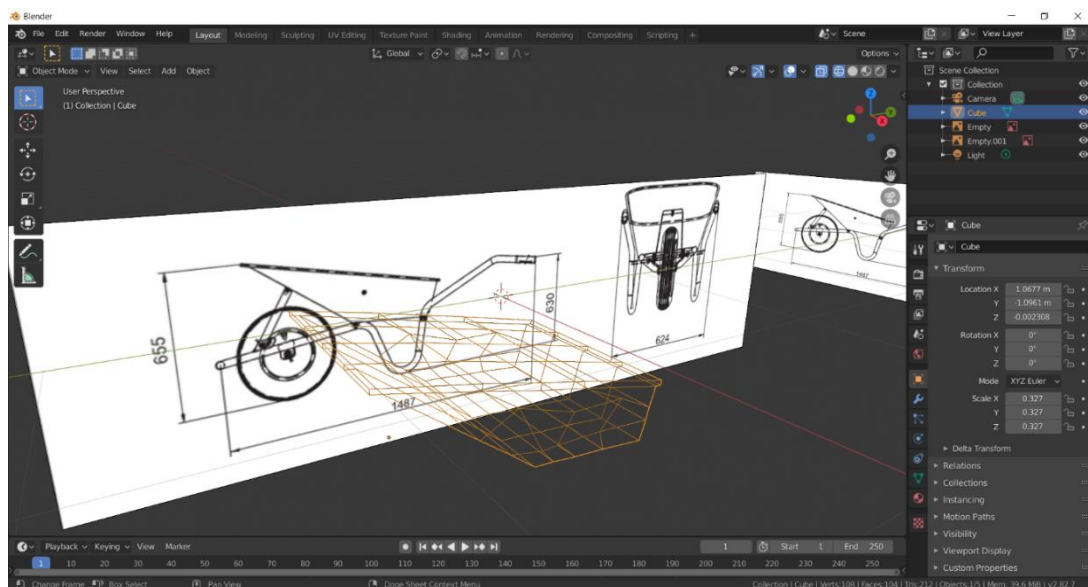


Obrázek 11: Zvyšování počtu polygonů [autor]

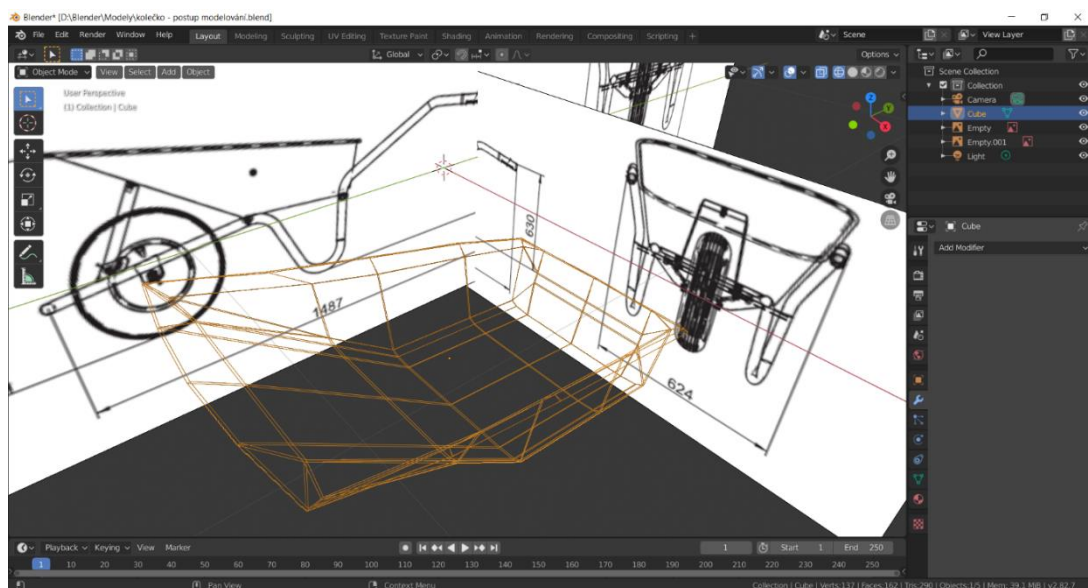
c) Modelování

S pomocí předlohy jsem vytvořil základní tvar (obr. 12, 13), který jsem v tomto případě několikrát předělával, protože jsem si špatně zvolil

první modelovanou stranu. Navíc se mi projevily problémy s křížením ploch na několika místech.

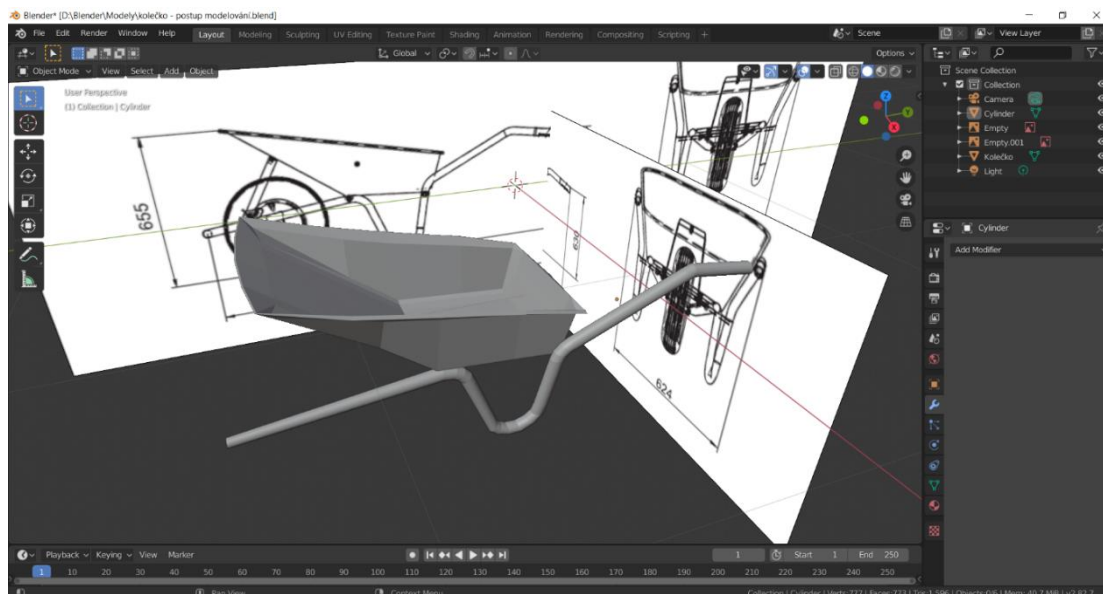


Obrázek 12: Tvarování základního tvaru modelu část 1 [autor]

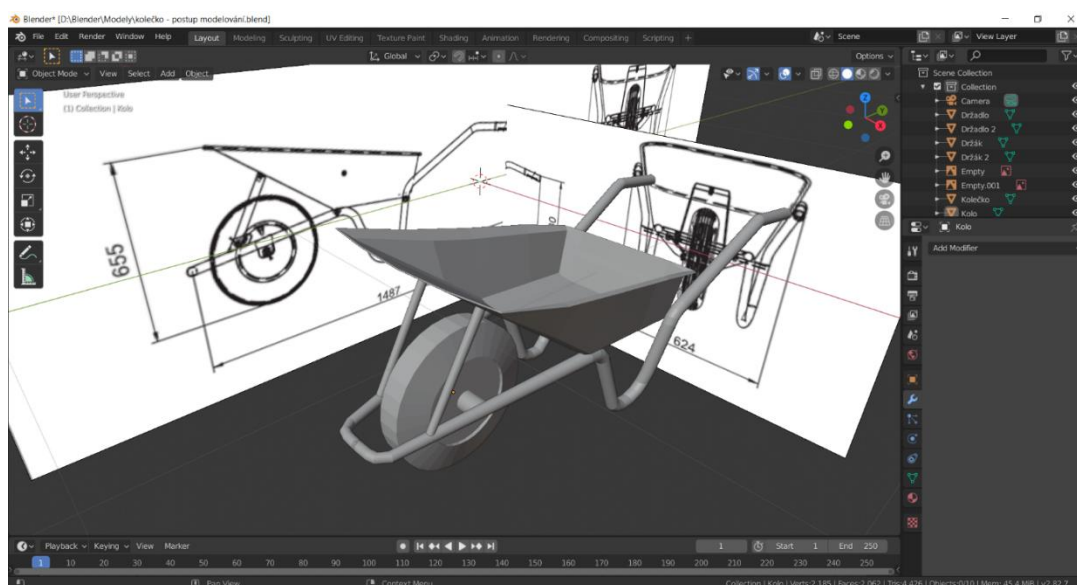


Obrázek 13 Tvarování základního tvaru modelu část 1 [autor]

Po menších úpravách a odstraňování největších chyb v síti, jsem začal pracovat na zbývajících částech, kterými byla nosná konstrukce a kolo. Výsledkem byl model, který vyhovoval mým požadavkům na úroveň detailu (obr. 14, 15).



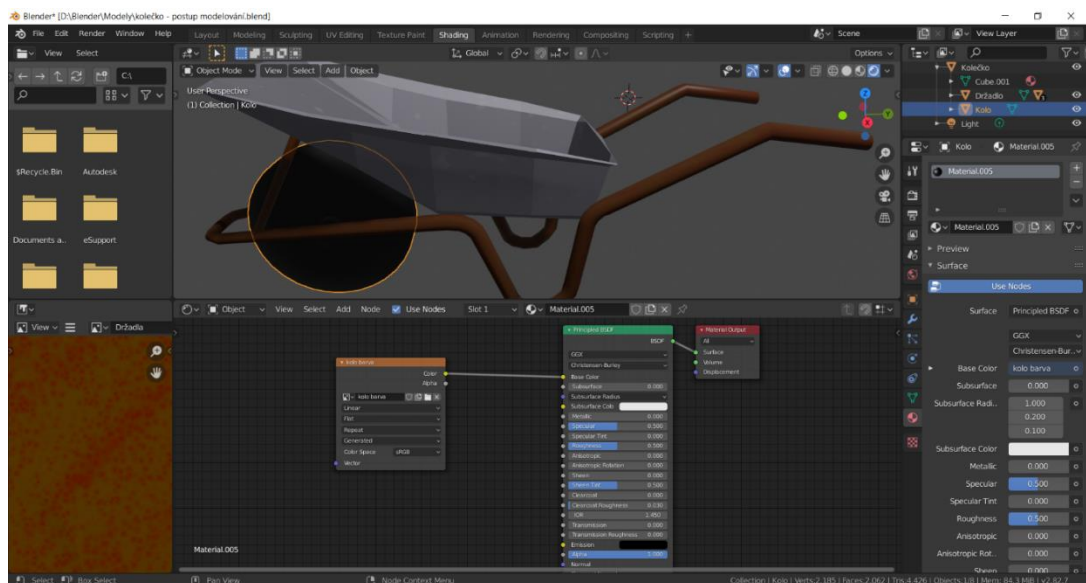
Obrázek 14: Modelování nosné konstrukce zednického kolečka [autor]



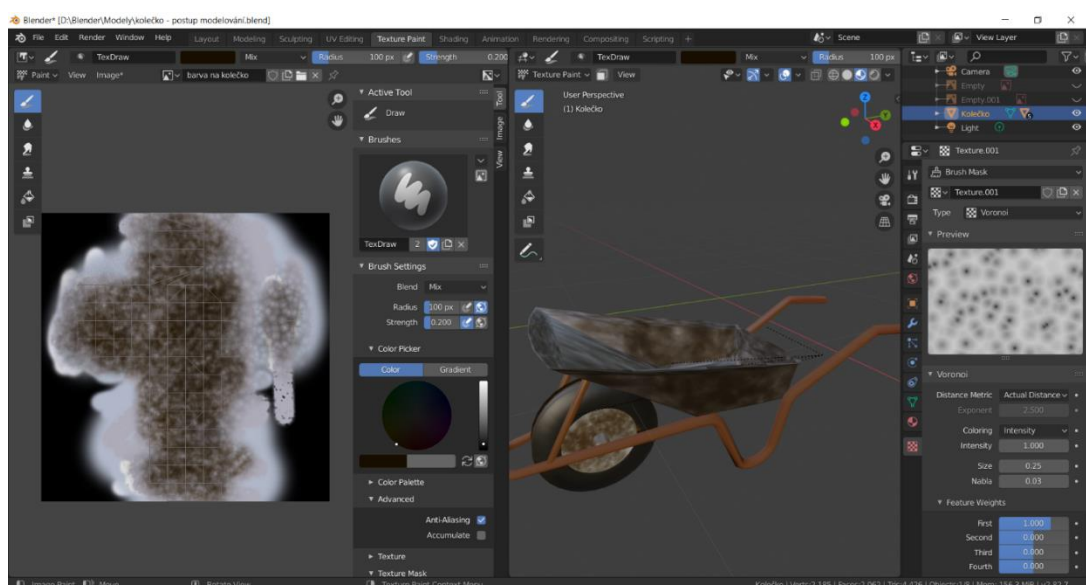
Obrázek 15: Výsledný model z části modelování [autor]

d) Vybarvování

V této části jsem se smířil s tím, že v dohledné době ze mě žádný umělec nebude, a podle toho vypadají i moje textury. Snažil jsem se naučit alespoň minimální základ, jako tvorba materiálu, mixování barev a používání primitivních efektů (obr. 16, 17).



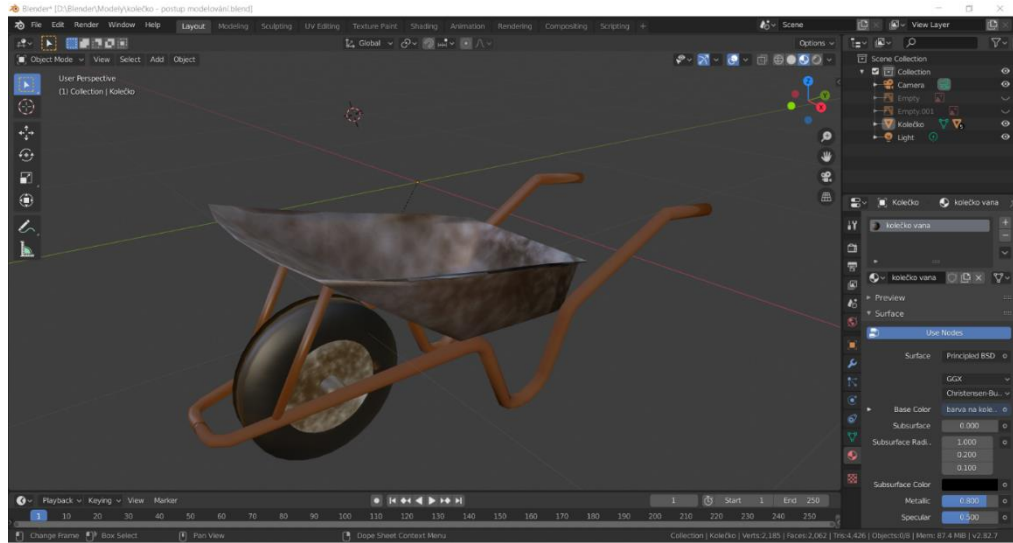
Obrázek 16: Tvorba textury a materiálu [autor]



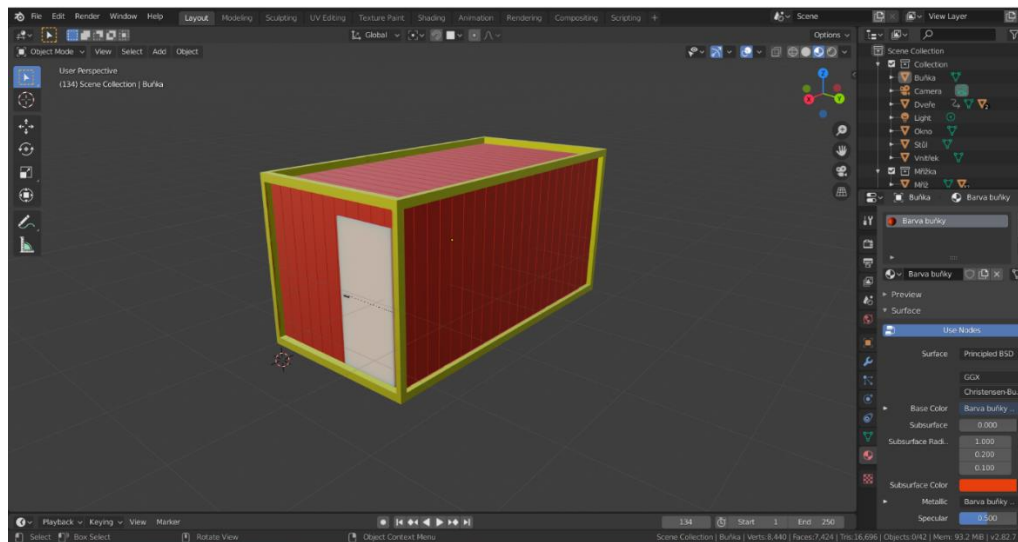
Obrázek 17: Tvorba barevných efektů [autor]

e) Finální výstup

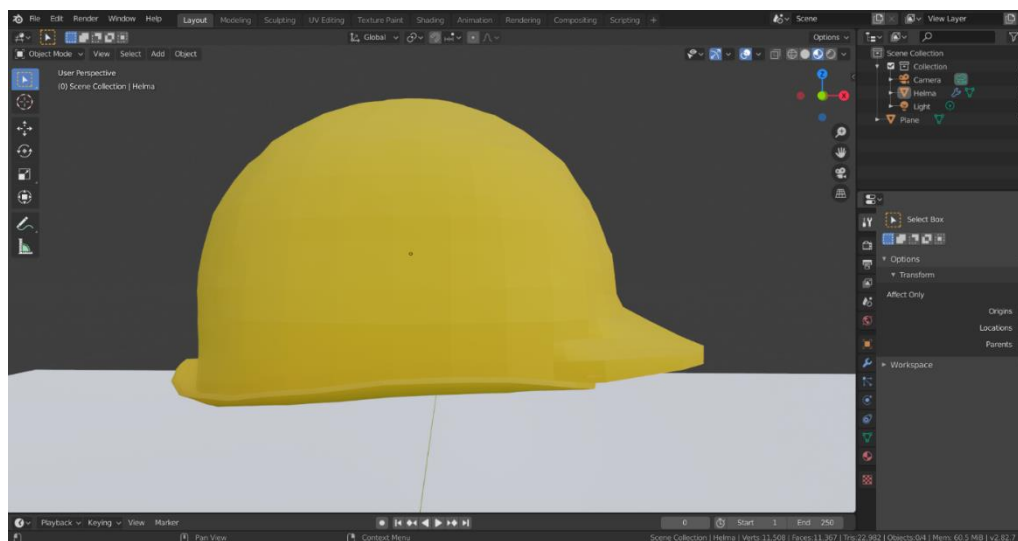
Zde uvedu i některé další mnou vytvořené modely, které jsou použité ve hře (obr. 18, 19, 20, 21, 22, 23).



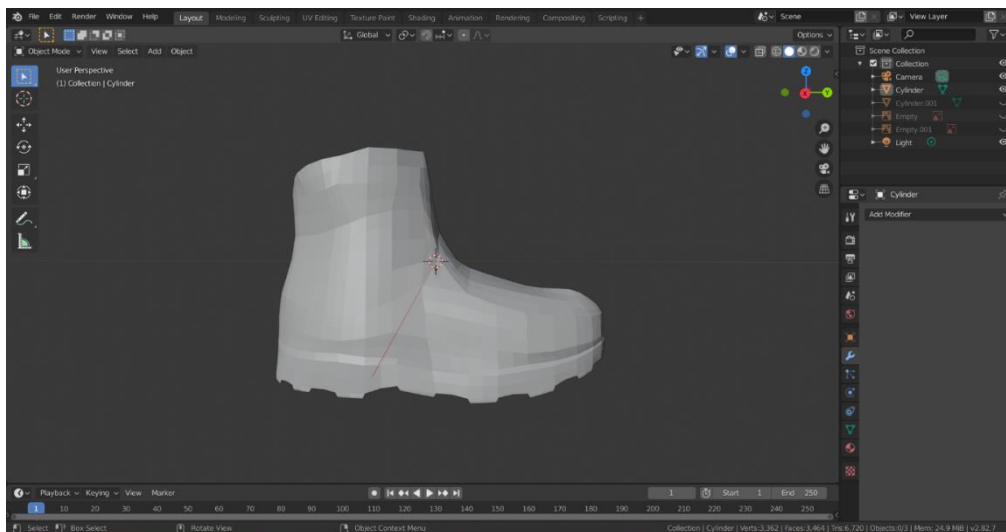
Obrázek 18: Model zednického kolečka [autor]



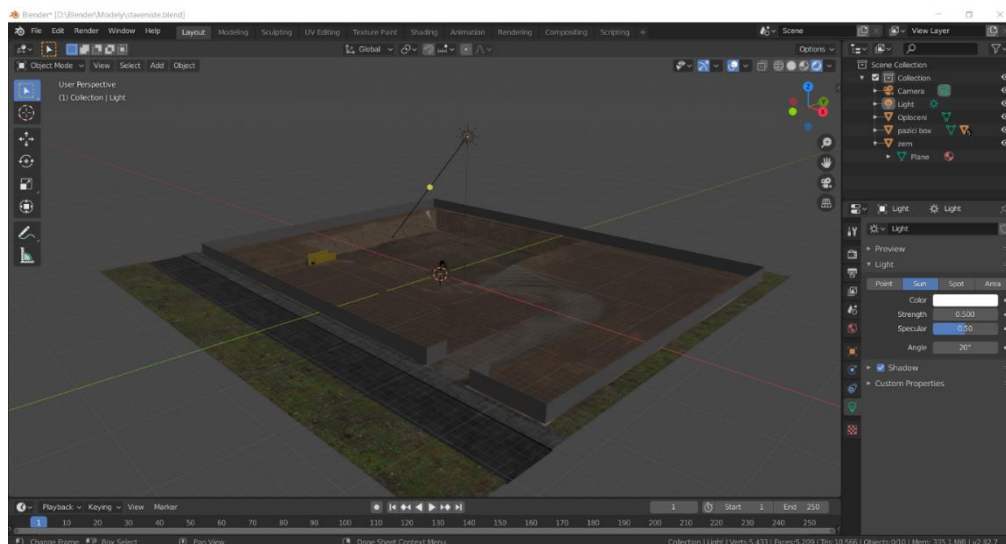
Obrázek 19: Model stavební buňky [autor]



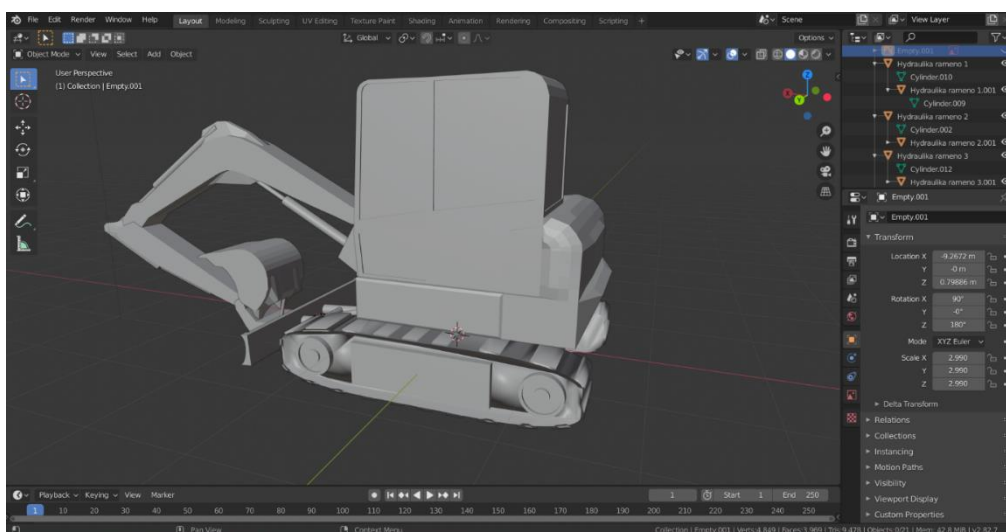
Obrázek 20: Model pracovní ohraná přilba [autor]



Obrázek 21: Model pracovní obuvi [autor]



Obrázek 22: Model staveniště [autor]

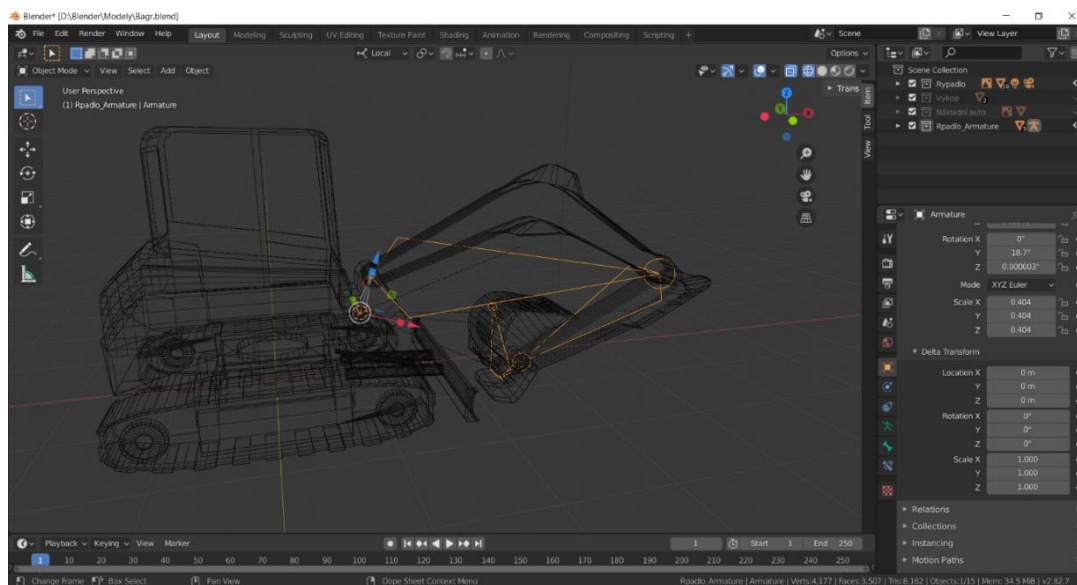


Obrázek 23: Model rypadla [autor]

9) Animování

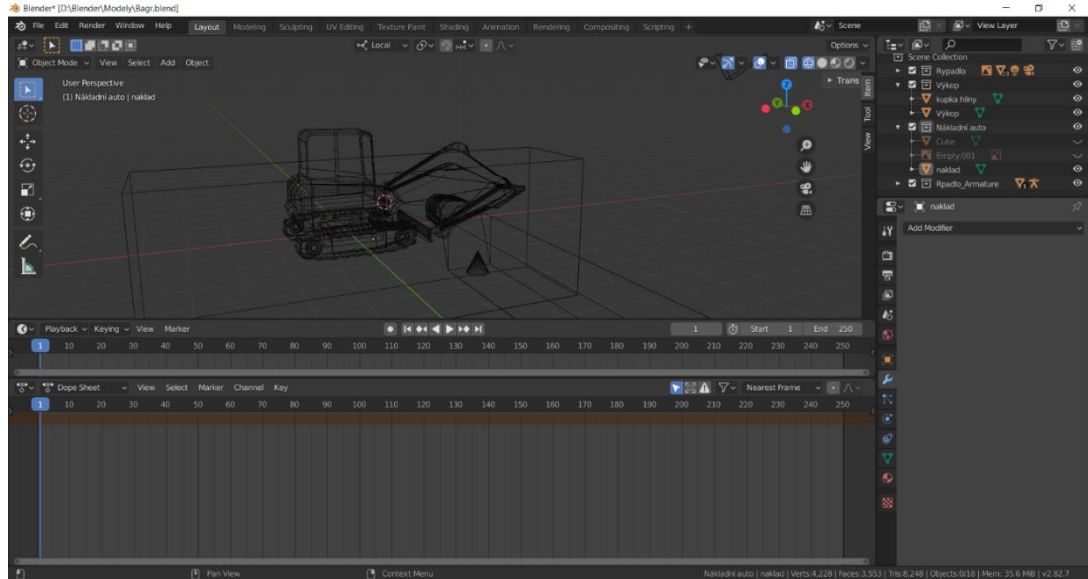
Stejně jako modelování, tak animování bylo provedeno v Blenderu. Tvorba animace je založena na použití tzv. kostí (bones), které jsou designovány pro tyto účely. Každá z nich se dělí na tři části. Ocas s hlavou (tail, head) slouží vzájemnému propojování a tělo (body) zase k orientaci v prostoru a změně velikosti. Každá nová „kost“ je automaticky podřízená předchozí, tím se vytváří hierarchie, která má vliv na to, jak se jednotlivé úseky mezi sebou chovají. Další důležitou součástí je tvorba key framů, které nesou informace o poloze, rotaci a velikosti dané části v daný moment. Hlavním záměrem této části bylo naučit se základy animování a následný export a import do herního engine. Jako příklad uvedu můj pokus o animaci rypadla.

a) Přiřazení jednotlivých „kostí“ k daným částem modelu (obr. 24).



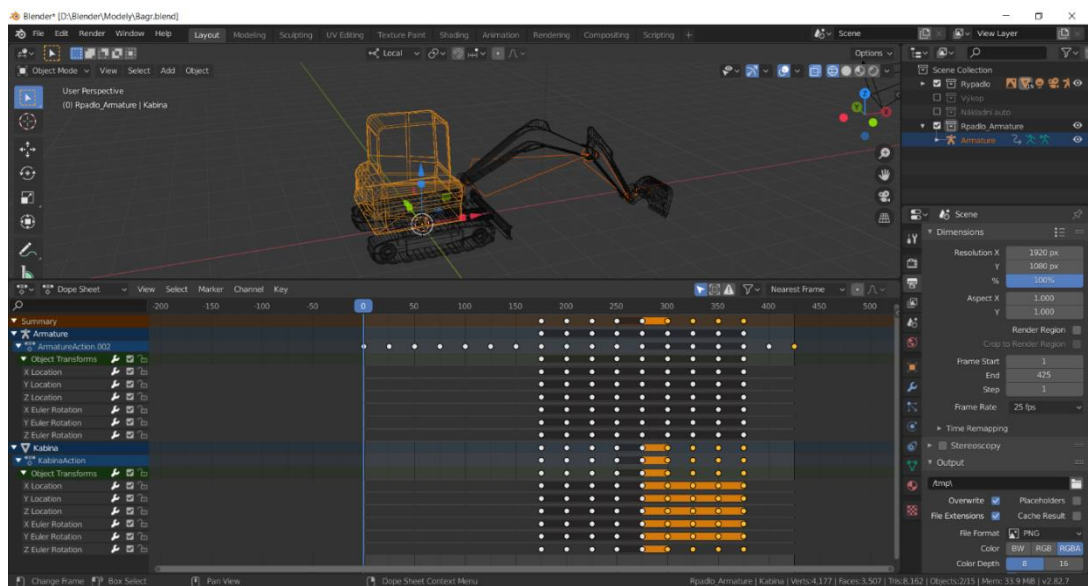
Obrázek 24: Přiřazování kostí k síti polygonů [autor]

b) Vytvoření okolí pro lepší představu průběhu animace. Jednalo se o imitaci výkopu a nákladního auta (obr. 25).



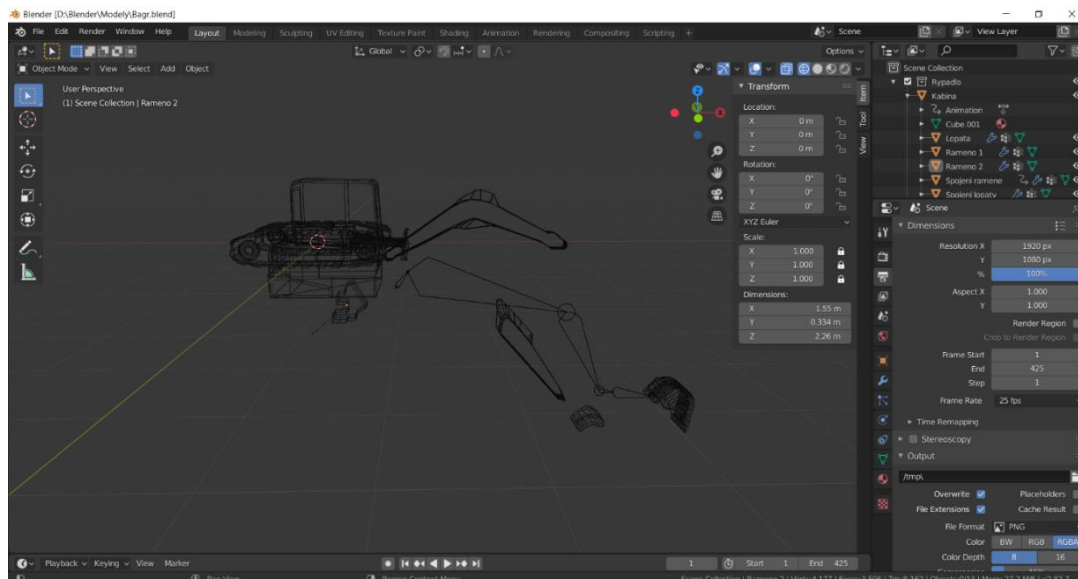
Obrázek 25: Vytváření okolí pro animaci [autor]

c) Postupné vytváření key framů (obr. 26).



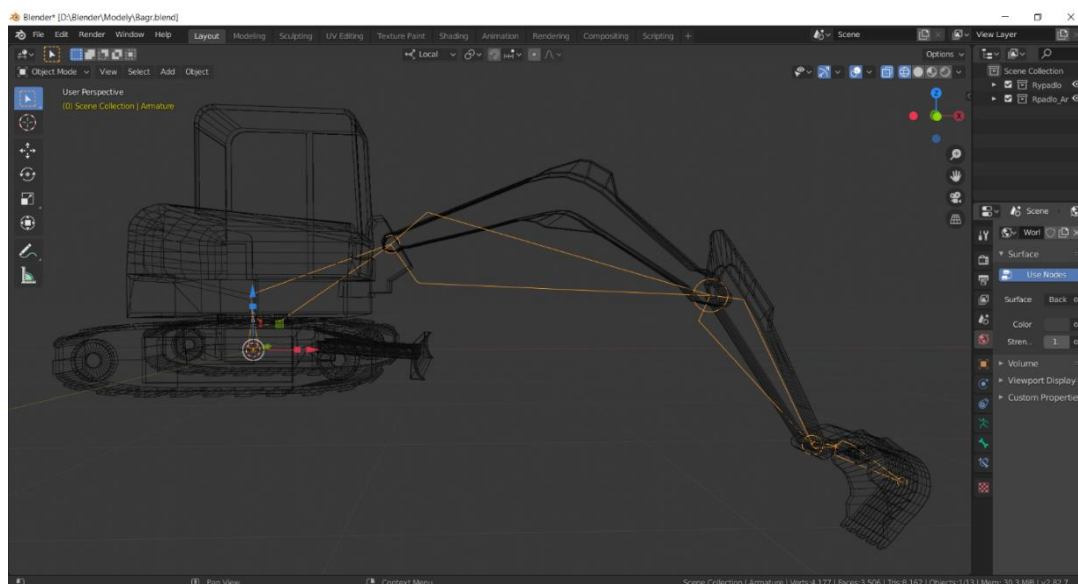
Obrázek 26: Tvorba key framů [autor]

d) Posledním krokem byl export do herního engine, avšak při vložení se vyskytlo několik problémů, které se týkaly především špatné polohy některých částí modelu a poškozeného průběhu animace. Navíc se mi tato chyba projevila přímo do modelu v Blenderu (obr. 27)



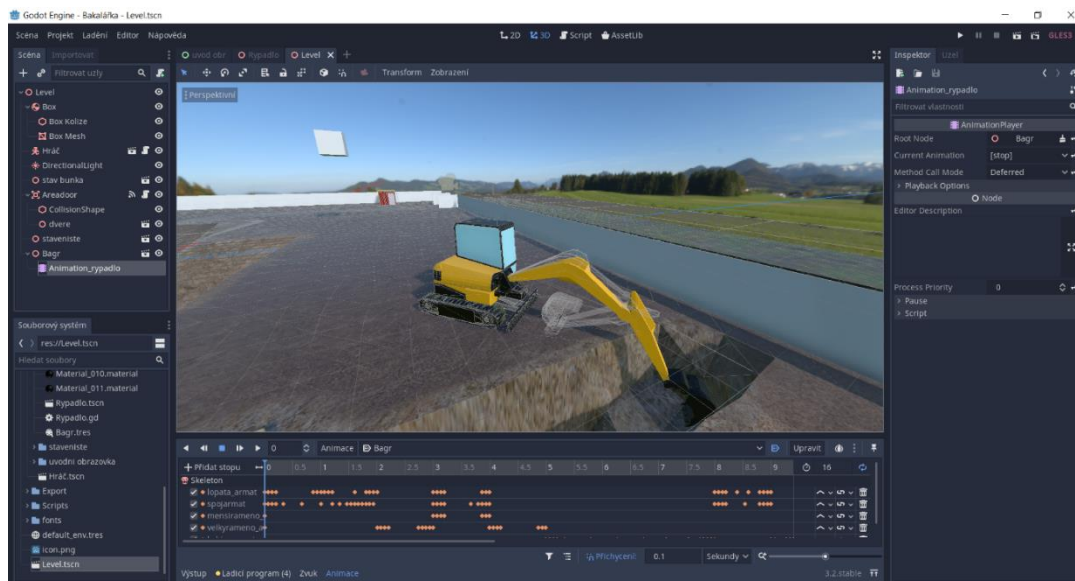
Obrázek 27: Porouchaný model rypadla [autor]

e) Pro vyřešení těchto potíží jsem musel vytvořit nový návrh umístění a napojení „kostí“ (obr. 28), protože chybou předchozího návrhu bylo chybějící napojení kabiny rypadla. Tato změna opravila špatný průběh animace. Navíc jsem musel každé části modelu změnit lokální počáteční souřadnice na nuly a sjednotit jejich globální počátek.



Obrázek 28: Nový návrh přiřazení kostí k síti polygonů [autor]

f) Nakonec finální export a import upraveného modelu do herního engine proběhl bez problému (obr. 29).



Obrázek 29: Importovaný model rypadla s animací do herního engineu Godot 3.2 [autor]

10) Programování hry

8.1) Godot

Godot engine je software na tvorbu 2D a 3D videoher. Jeho velkou výhodou jsou jeho předpřipravené funkce a nástroje pro vytváření her, které by se jinak složitě programovaly. Další pozitivum je možný export na spoustu různých platform, jako je Windows, Linux, macOS, a dokonce i Android s iOS. Godot je kompletně bezplatný a otevřený software, tudíž jeho vývoj je zcela nezávislý a tvořený převážně komunitou. Tyto vlastnosti jsou i důvodem, proč jsem vybral právě tento software i přesto, že Godot je převážně používán pro tvorbu 2D videoher.



Obrázek 30: Oficiální logo společnosti Godot [<https://godotengine.org/>]

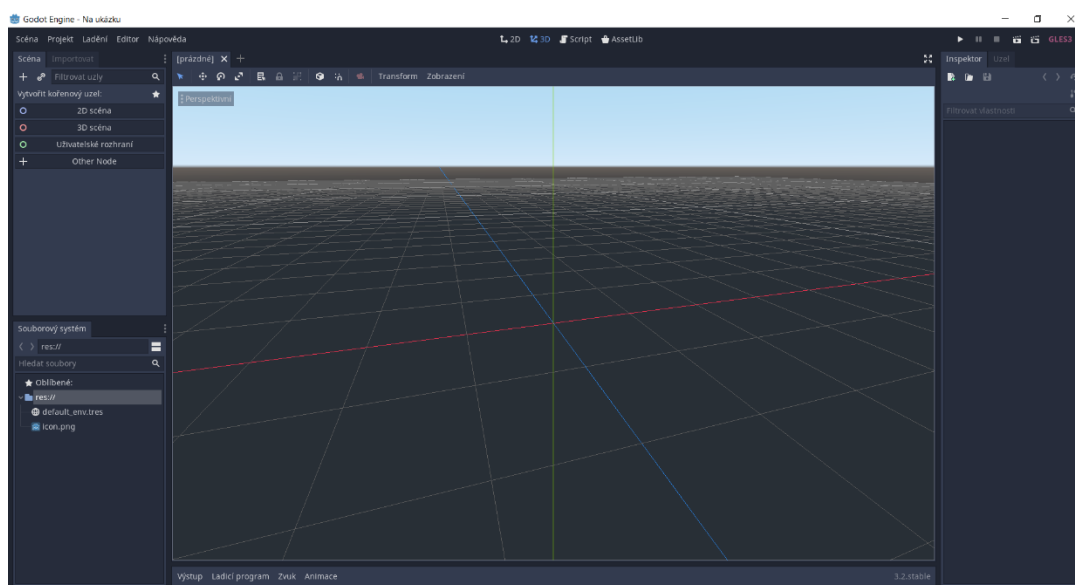
8.2) Tvorba videohry v Godotu v3.2

Osobní seznamování s programem bylo prakticky stejné jako u Blenderu. Většinu informací jsem čerpal z video tutoriálů na Youtube a

z oficiální stránky Godot, kde se člověk dozví vše potřebné. Co mě opravdu překvapilo, byla česká lokalizace softwaru, která bohužel ještě není úplně dotažená do konce, takže jsem raději zůstal u anglické verze. Samotné užívání a obecná orientace v softwaru mi z počátku nepřipadala zcela intuitivní, nicméně po relativně krátkém čase jsem získal dostačující přehled. Co se týče postupu, pokusím v krátkosti popsat základní charakteristiky a kroky při vytváření hry.

a) Začátek

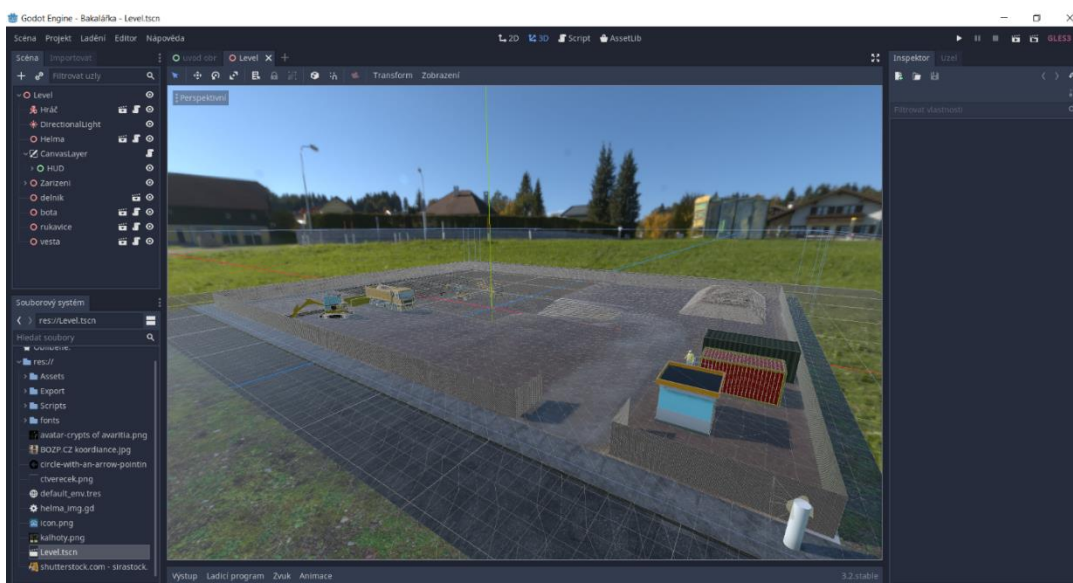
Po založení nové složky projektu si člověk musí vytvořit novou scénu pomocí základních uzlů. Ty se dělí do třech kategorií. Prvním z nich je Node2D, který slouží jako základ pro tvorbu 2D scény pomocí hierarchického napojování ostatních 2D uzlů. Obsahuje pozici, rotaci a měřítko velikosti, navíc pro lepší orientaci jsou všechny uzly týkající se 2D prostředí označeny modrou barvou. Druhým typem je Spatial node, který se liší od předchozího tím, že slouží k vytváření 3D scény a je značen červenou barvou. Funkce má stejné s rozdílem jednoho rozměru navíc. Poslední typem je Control note, který slouží jako základ pro tvorbu grafického uživatelského rozhraní, například okna, tlačítka, menu a další. V mém případě jsem zvolil pro hlavní scénu Spatial node, na který jsem postupně nabaloval ostatní uzly (obr. 31).



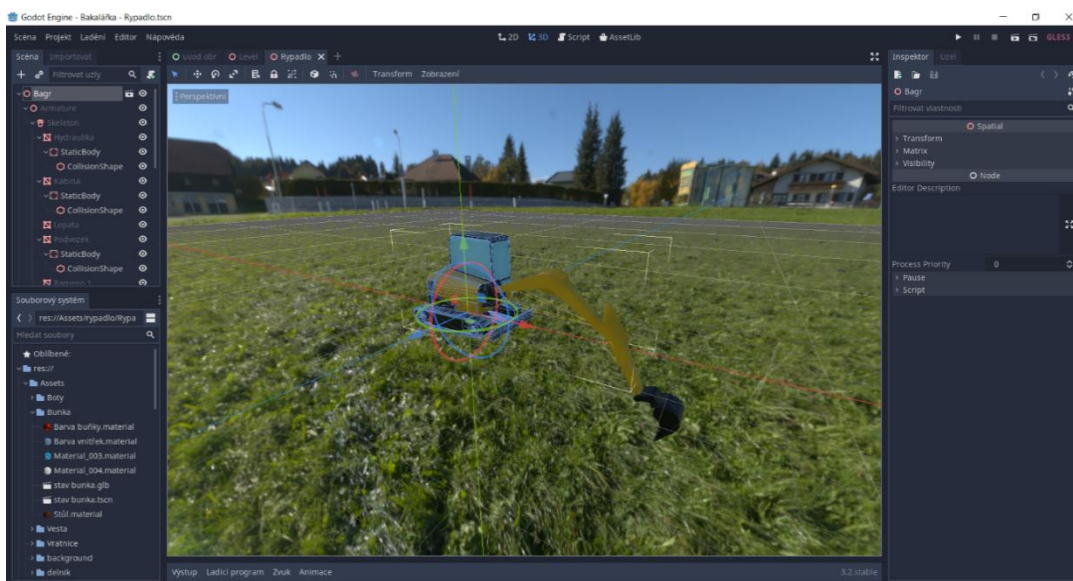
Obrázek 31: Výchozí obrazovka 3D scény bez základního uzlu Godot v3.2 [autor]

b) Postupná tvorba hlavní scény

V samotné hlavní scéně jsem měl pouze zpracované HUD hry a osazený zdroj světla. Ostatní části byly připojené vedlejší scény. Důvodem bylo dosáhnout lepší organizace a snížit komplikace při případných úpravách a snížit načítací dobu. V praxi to vypadalo tak, že jsem měl vytvořeny samostatné scény pro postavu hráče, prostředí, úvodní obrazovku a další (obr. 32, 33).



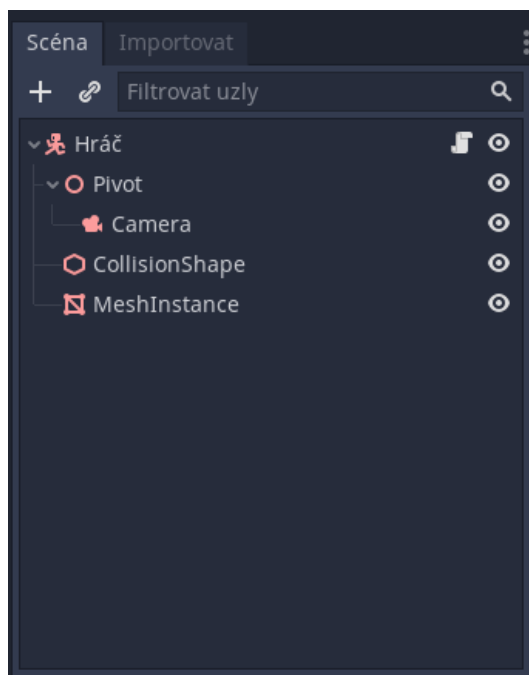
Obrázek 32: Hlavní scéna hry [autor]



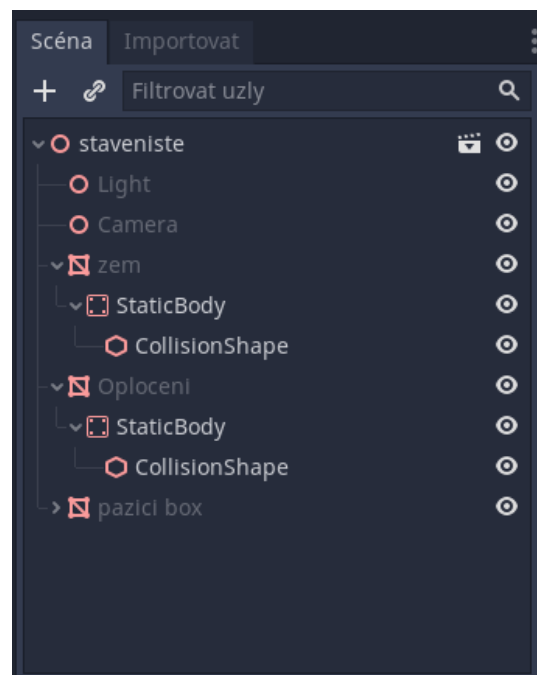
Obrázek 33: Vedlejší scéna pro rypadlo [autor]

c) Nastavení fyziky

Pro rychlé a obecné nastavení chování a fyziky objektů se používají specifické uzly pro daný případ. Například pro objekt, který není fixovaný na jednom místě, má hmotnost a působí na něj gravitace, se použije RigidBody, nicméně aby mohl interagovat s ostatními předměty a prostředím musí mu být přiřazen tvar prostřednictvím uzlu CollisionShape. Další příkladem je KinematicBody. Tento uzel se ve většině případů používá pro pohyb. Je velice podobný RigidBody, avšak bez dodatečného programování nemůže přímo interagovat s ostatními předměty. Na obr. (34) je vidět moje použití KinematicBody (Hráč) pro vytvoření postavy, za kterou hrajeme. Součástí je pivot s kamerou pro zajištění pohledu z první osoby, CollisionShape pro interakci a MeshInstance pro definování vizuální stránky. Navíc je k němu připojen skript, ve kterém je definováno, jak se má chovat. Posledním zástupcem je StaticBody. Jeho použití je především pro objekty, se kterými nemáme v úmyslu pohybovat. Tento uzel jsem použil pro všechny textury, které slouží jako fyzická překážka (obr. 35).



Obr. 34



Obr. 35

Obrázek 34: Struktura uzlů pro hlavní charakter [autor]

Obrázek 35: Struktura uzlů pro model staveniště [autor]

d) Scripting

Jednou z výhod softwaru Godot je možnost použít různé typy programovacích jazyků, dokonce je možné, za určitých podmínek, jazyky kombinovat. Jmenovitě to jsou GDScript, VisualScript, C# a C++. Pro programování jsem zvolil GDScript, který je používán jako výchozí jazyk. Navíc je navrhnut tak, aby ho mohli používat i málo zkušení programátoři pro tvorbu menších her rychle a efektivně. Pro mě osobně byl scripting asi tou nejtěžší částí na pochopení. Můj postup psaní byl takový, že jsem použil cizí script z tutoriálů a upravil ho tak, aby byl funkční pro můj případ, nicméně jsem se vždy snažil pochopit, jak vlastně script funguje. Pro představu uvedu několik útržků kódu (obr. 36, 37).

```
1 extends KinematicBody
2
3 #Skákání
4 var gravity = 10
5 var jump = 5
6 var fall = Vector3()
7 #Pohyb
8 var speed = 10
9 var acceleration = 1
10 var direction = Vector3()
11 var velocity = Vector3()
12 #Kamera
13 var mouse_sensitivity = 0.2
14 onready var pivot = get_node("Pivot") # pohybuju s Pivotem co mám u hráč
15
16 func _ready():
17     Input.set_mouse_mode(Input.MOUSE_MODE_CAPTURED) # zmizí myš a nev
18
19 func _input(event):
20     if Input.is_action_just_pressed("ui_cancel"): # když kliknu na escap
21         Input.set_mouse_mode(Input.MOUSE_MODE_VISIBLE)
22
23     if event is InputEventMouseMotion:
24         rotate_y(deg2rad(-event.relative.x * mouse_sensitivity)) #pohyb
25         pivot.rotate_x(deg2rad(-event.relative.y * mouse_sensitivity))
26         pivot.rotation.x = clamp(pivot.rotation.x, deg2rad(-90), deg2rad(9
27
28 func _physics_process(delta):
29     direction = Vector3()
30
31     if Input.is_action_pressed("move_forward"):
32         direction -= get_global_transform().basis.z.normalized() #jakým
33     if Input.is_action_pressed("move_backward"):
34         direction += get_global_transform().basis.z.normalized()
```

Obrázek 36: Část scriptu pro ovládání postavy [autor]

```

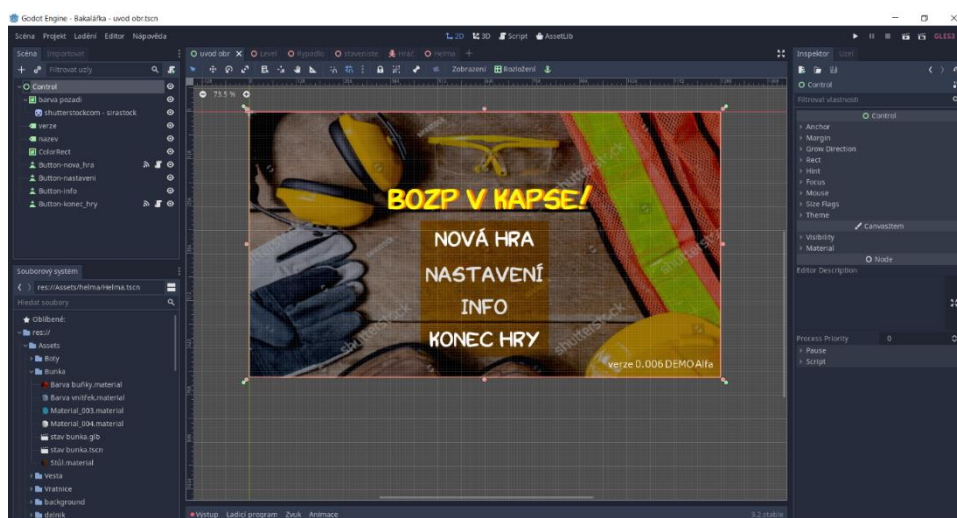
1 extends Spatial
2
3 signal loot
4
5
6 var jsem_u_helmy = false
7 var helma_tam_je = true
8
9 func _ready():
10 >| pass
11 >|
12 func _process(delta):
13 >|
14 >| if Input.is_action_just_pressed("ui_E"):
15 >| >| if jsem_u_helmy == true and helma_tam_je == true:
16 >| >| >| get_node("Sprite3D/Helma").queue_free()
17 >| >| >| helma_tam_je = false
18 >| >| >| if helma_tam_je == false:
19 >| >| >| emit_signal("loot")
20 >| >| >|
21 >| >| >|
22 func _on_Area_body_entered(body):
23 >| if body.name == "Hráč":
24 >| >| jsem_u_helmy = true
25
26 func _on_Area_body_exited(body):
27 >| if body.name == "Hráč":
28 >| >| jsem_u_helmy = false
29 |

```

Obrázek 37: Script pro nastavení interakce s helmou [autor]

e) Tvorba úvodní obrazovky hry

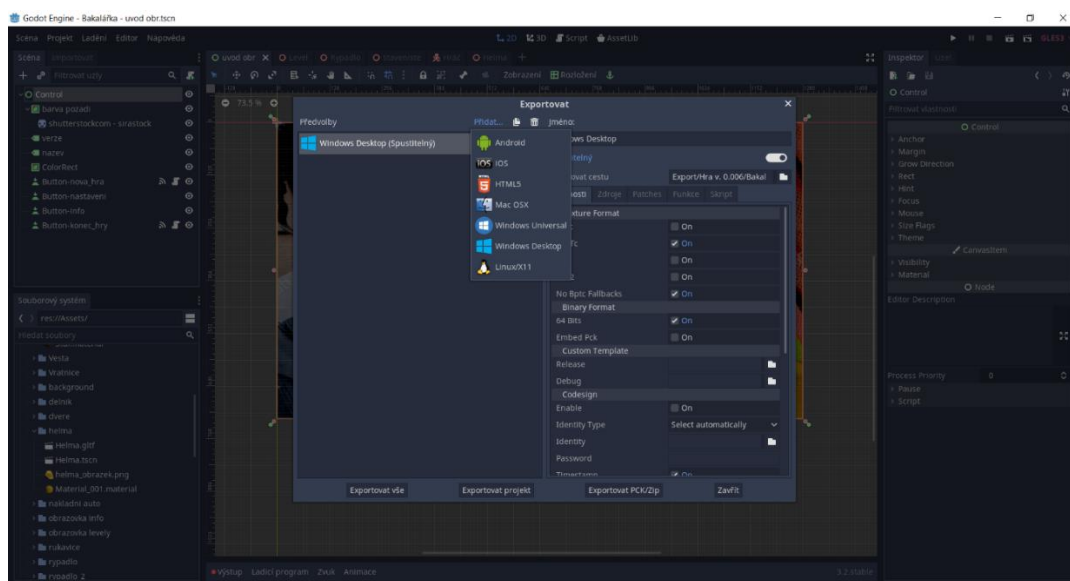
Tvorba úvodní obrazovky hry se vytváří ve 2D scéně. V mém případě jsem zde použil několik uzlů pro tlačítka, text a jednoho uzlu pro pozadí. Zřejmě tou nejtěžší částí je zde naprogramování tlačítek pomocí scriptů a signálů, které odkazují do dalších scén (obr. 38).



Obrázek 38: Úvodní obrazovka hry [autor]

f) Export

Pokud se člověk snaží poprvé vyexportovat hru, zjistí, že je nutné stáhnout si doplňující soubory o velikosti zhruba 300 MB. Zmiňuji to proto, že samotný instalační balíček Godot v3.2 má pouze 27 MB, což mi připadalo dost málo, a tímto se mi moje pochyby potvrdily. Co se týče samotného exportu, zvolil jsem platformu Windows Desktop a zachoval jsem předem zvolené nastavení (obr. 39).



Obrázek 39: Ukázka okna pro export Godot v3.2 [autor]

Diskuse

V úvodu teoretické části jsou definována základní východiska, která se týkají statistik poptávky po pracovní síle a počtu zaměstnaných cizinců. Následně se práce zaměřuje na otázku BOZP a její legislativu související především se školením zaměstnanců. Poté je zde v krátkosti řešena problematika pracovních úrazů ve stavebnictví. Jako nejdůležitější poznatek vyplývající z této části je, že v zákoníku práce není předepsáno, jak má samotné školení vypadat, pouze uvádí, že je zaměstnavatel povinen zajistit zaměstnancům školení. Nejasná právní definice formy školení tedy dle autora umožňuje využít navrhovanou hru jako součást školení BOZP.

Druhá část teorie je zaměřena na videoherní průmysl a jeho dopady na vývoj určitých technologií, které nacházejí svá uplatnění za hranicemi videoherního světa. Jmenovitě se jedná například o grafické karty, osobní počítače, virtuální realitu či chytré telefony. Jako softwarový zástupce je zde uveden herní engine Unity a několik serious her. Následně se řešerše zaměřuje na specifické termíny a definice, které se přímo týkají využití videoher jako nástroje pro vzdělávání a předávání informací. Přínosem této části je odůvodnění mého rozhodnutí využít videohru k doplnění školení BOZP a zvolení chytrých telefonů jako výchozí platformu.

Praktická část je věnována stanovení primárního konceptu a designu hry. Součástí je definování hlavních požadavků, mechanik, postav, menu, prostředí a podrobný popis průběhu jednoho z levelů hry. Jedná se o nejdůležitější část celé práce, protože přesně vymezuje hlavní myšlenku, rozsah, cíl a obecnou strukturu hry.

Praktická část je dále zaměřena na modelování a animování v softwaru Blender v2.82. V obou dvou případech je pomocí obrázků s komentářem popsán postupný proces tvorby. Modelování je znázorněno na tvorbě jednoduchého modelu zednického kolečka a animace je provedena na modelu rypadla. Cílem této části bylo především naučit se s grafickým softwarem. Pro samotnou práci nebylo

nutné vytvářet vlastní modely, ale vzhledem k tomu, že bych strávil spoustu času učení se v programu, rozhodl jsem se zapojit modelování a animování jako součást bakalářské práce. Výsledkem je několik jednoduchých modelů, které jsou využity pro hlavní vizuální stránku hry.

Závěr praktické části se zabývá samotnou tvorbou a programováním hry v herním enginu Godot v3.2. Podobně jako v přechozím případě je tato část zpracována jako postupný popis procesu tvorby za pomoci obrázků s komentářem. Cílem bylo vytvořit reálnou ukázkou funkční hry s realizovaným konceptem a s charakteristickými mechanikami. Nakonec se výsledkem stala verze hry, která postrádala několik aspektů. Nejprve uvedu, co se podařilo vytvořit.

a) **Amatérské modely:** prázdné staveniště s výkopem, pažení, stavební buňka, rypadlo s animací, skládka ornice, stavební kolečko, ochranná přilba, pracovní boty.

b) **Součásti hry:** hlavní menu s funkčním tlačítkem pro vstup do vedlejší nabídky a ukončení hry, vedlejší nabídka s funkčním tlačítkem ke spuštění prvního levelu hry a s tlačítkem k zpětnému návratu do hlavního menu, hráči je umožněn pohyb do stran a skok, funkční gravitace, hráč může interagovat s dveřmi u stavební buňky, hráč může interagovat s OOPP předměty (ochranná přilba, pracovní rukavice a boty, reflexní vesta), interakce s alkoholem a následné ukončení hry, pohled z první osoby s otáčením kamery, interaktivní nebezpečný prostor, vytvořené HUD hry s interaktivním úkolem a počítání bodů, částečně interaktivní inventář s OOPP, vytvoření pozadí hry, obrazovka pro konec hry, vložení amatérských modelů spolu s dodatečně obstaranými modely, funkční export do souboru .exe.

Odkaz ke stažení demoverze hry (v0.008):

<https://uloz.to/file/SfBP4SdXTidz/bozp-hra-bp2020-fj-v008-demo-zip>

Heslo: BP2020

Závěr

Nejdůležitější věcí na celé bakalářské práci je pro mne samotná myšlenka použití mobilní videohry jako doplněk při školení BOZP a tím možnost přispět k lepšímu porozumění a zapamatování dané problematiky. Z mého osobního pohledu by stačilo, kdyby tato či podobná hra, zachránila život alespoň jednomu dělníkovi z tisíce tím, že by použil žebřík k výlezu z výkopu namísto přidržení rýče od kolegy. Co se týče reálných přínosů, tak mimo zpracované rešerše využití videoherních technologií ve všech možných oborech, navrhnutí základního konceptu hry a vytvoření primitivního dema, jsou přínosy především osobní. Tato práce mě konečně donutila udělat první krůčky do světa grafického softwaru a posunula mě ke splnění mého snu vytvořit vlastní videohru.

Práce na hře mě velmi pohltila a rád bych jí dále rozvíjel. Především bych chtěl její účinnost otestovat v terénu na reálných pracovnících. Pro plnou funkčnost plánuji doplnit hudbu a zvuky, funkční tlačítka nastavení a informací, samotné nastavení hry, více interaktivních úkolů, interakci s NPC, možnost pauzy hry, export na platformu chytrého telefonu a lokalizaci do cizích jazyků. Navíc se nabízí možnost propojit herní mechaniky přímo na BIM modely a tím vytvářet zkušební prostředí přímo na míru daného projektu. Nicméně tato cesta si vyžaduje zhotovit podrobný průzkum trhu a zpracovat odhady na finanční náklady.

Vhodným tématem pro pokračování v této oblasti je dodělat zbylé součásti videohry a vytvořit hratelnou alfa verzi, která by se podrobila testování od různých typů uživatelů, především dělníků a následné vyhodnocení výsledků a provedení úprav. Nebo zpracování zmíněné ekonomické stránky, pro případ monetizace. Další možným tématem je využití videoher v jiné oblasti, než je technologie staveb například v průmyslu.

Seznam literatury

1. Analýza poptávky po pracovní síle a nabídky pracovní síly. *Ministerstvo práce a sociálních věcí* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.mpsv.cz/web/cz/analyza-poptavky-po-pracovni-sile-a-nabidky-pracovni-sily> [1]
2. Zaměstnávání cizích státních příslušníků. *Ministerstvo práce a sociálních věcí* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.mpsv.cz/web/cz/zamestnavani-cizincu1> [2]
3. ŠIMEK, Martin. Co je BOZP? Definice, cíle, legislativa a principy. *BOZP.cz Bezpečnost práce* [online]. 26. 6. 2015 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/aktuality/co-je-bozp/> [3]
4. MALÝ, Stanislav a kol. *Prevence pracovních rizik. Díl I.* Praha: VÚBP, 2009, 118 s. ISBN 978-80-86973-76-0. Str. 10-12, 43-51. [4]
5. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2011 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bezpe%C4%8Dnost_a_ochrana_zdrav%C3%AD_p%C5%99i_pr%C3%A1ci [5]
6. ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce.* In: . [2006], Aktuální znění 1. 1. 2020 - 31. 5. 2020 (verze 45). [6]
7. Slovník pojmů z oblasti BOZP a PO: Školení BOZP. *BOZP.cz Bezpečnost práce* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.bozp.cz/slovník-pojmu/skoleni-bozp/> [7]
8. Vstupní školení BOZP - obecná část. *EVIS Vzdělávací služby* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.evisnet.cz/bozp-info/vstupni-skoleni-bozp-obecna-cast> [8]

9. Vstupní školení BOZP. Kdo, kdy, jaká je povinnost a co obsahuje? *BOZP.cz Školení* [online]. 11. 3. 2016 [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.skolenibozp.cz/aktuality/vstupni-skoleni-bozp-kdo-kdy-jaka-je-povinnost-a-co-obsahuje/> [9]
10. Vstupní školení BOZP-na pracovišti. *EVIS Vzdělávací služby* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.evisnet.cz/bozp-info/vstupni-skoleni-bozp-na-pracovisti> [10]
11. Speciální školení. *EBOZP Encyklopedie BOZP* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Speci%C3%A1ln%C3%AD_%C5%A1kolen%C3%AD [11]
12. Zpráva o pracovní úrazovosti v české republice za rok 2018. *IP Státní úřad inspekce práce* [online]. Opava, 29 s [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: http://www.suip.cz/_files/suip-41b01415dfe4860543133aa5a33a124a/zprava-o-pracovni-urazovosti-v-cr-za-rok-2018.pdf. Str. 4, 23-24. [12]
13. Pracovní úrazovost v české republice v roce 2018 - Tabulková část (rok 2018). *BOZPinfo.cz* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/sites/default/files/obsah/super-obsah/pracovni-urazovost-v-ceske-republice-v-roce-2018/soubory/pracur-2018-taby.pdf> [13]
14. Desatero nejčastějších příčin vzniku úrazů ve stavebnictví. *ZSBOZP* [online]. [cit. 2020-04-03]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/odvetvi/stavby/170-desatero-nejcastejsich-pricin-vzniku-urazu-ve-stavebnictvi> [14]
15. WESLEY, David a Gloria BARCZAK. *Innovation and Marketing in the Video Game Industry: avoiding the performance trap*. 2. dopl. vyd. London: Routledge, 2016, 280 s. ISBN 978-0-566-09167-4 (hbk). [15]
16. The Global Games Market Will Generate \$152.1 Billion in 2019 as the U.S. Overtakes China as the Biggest Market. *Newzoo* [online]. 1. 18. 2019 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://newzoo.com/insights/articles/the->

[global-games-market-will-generate-152-1-billion-in-2019-as-the-u-s-overtakes-china-as-the-biggest-market/](#) [16]

17. Hardware. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Hardware> [17]

18. Grafická karta. *IT Slovník* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://it-slovník.cz/pojem/graficka-karta> [18]

19. The History Of The Graphics Card: Information Technology Essay. *UK essays* [online]. 5. 12. 2016 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.ukessays.com/essays/information-technology/the-history-of-the-graphics-card-information-technology-essay.php> [19]

20. Nvidia ware. *Nvidia* [online]. [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: <https://www.nvidia.com/cs-cz/> [20]

21. Personal computer. *Dictionary.com* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.dictionary.com/browse/personal-computer> [21]

22. Historie počítačů. *Mendelova univerzita v Brně* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=20692 [22]

23. Hardware. *PCGamer* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.pcgamer.com/hardware/> [23]

24. FUCHS, Philippe, Guillaume MOREAU a Pascal GUITTON, ed. *Virtual reality: concepts and technologies*. 2e edition. Boca Raton, FL: CRC Press, 2011. ISBN 04-156-8471-4. [24]

25. Virtuální realita. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Virtu%C3%A1ln%C3%AD_realita [25]

26. MUHANNA, Muhanna A. *Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions*. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences. 2015, 27(3), 344-361. DOI: 10.1016/j.jksuci.2014.03.023. ISSN 13191578. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319157815000439> [26]
27. COSTELLO, P. J. *Health and safety issues associated with virtual reality: A review of current literature*. Loughborough: Advisory Group on Computer Graphics, 1997. [27]
28. What's Inside Microsoft's HoloLens And How It Works. *Tom's HARDWARE* [online]. 2016 [cit. 2020-04-08]. Dostupné z: <http://www.tomshardware.com/news/microsofthololens-components-hpu-28nm,32546.html> [28]
29. Cave automatic virtual environment. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Cave__automatic__virtual__environment [29]
30. Head-mounted display. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Head-mounted__display [30]
31. History Of Virtual Reality. *Virtual reality society* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> [31]
32. Stereoskop. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Stereoskop> [32]
33. Oculus Rift. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus__Rift [33]

34. Palmer Luckey. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Palmer_Luckey [34]
35. BUKVALD, J. Studie o současném stavu virtuální reality, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojího inženýrství. 2017, 45 s., Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kroupa. [35]
36. Smartphone. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Smartphone> [36]
37. POTHIHOS, Adam. The History of the Smartphone. *Mobile Industry Review* [online]. 31. 10. 2016 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <http://www.mobileindustryreview.com/2016/10/the-history-of-the-smartphone.html> [37]
38. JHAVERI, Aakash. Gaming smartphones are literally where the real innovation is. *Mashable India* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://in.mashable.com/tech/2098/gaming-smartphones-are-literally-where-the-real-innovation-is> [38]
39. Razer ware. *Razer* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.razer.com/> [39]
40. Asus ware. *Asus* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.asus.com/cz/ROG-Republic-Of-Gamers/> [40]
41. Software. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Software> [41]
42. Unity (game engine). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_\(game_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine)) [42]

43. EDELSTEIN, Stephen. How gaming company Unity is driving automakers toward virtual reality. *Digital trends* [online]. 17. 5. 2018 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.digitaltrends.com/cars/unity-automotive-virtual-reality-and-hmi/> [43]
44. Unity for all. *Unity* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://unity.com/> [44]
45. DJAOUTI, Damien, Julian ALVAREZ a Jean-Pierre JESSEL. *Classifying Serious Games: the G/P/S model* [online]. France [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: http://www.ludoscience.com/files/ressources/classifying__serious__games.pdf. University of Toulouse. [45]
46. 6 Military Video Games Used to Train Troops on the Battlefield. *Military.com* [online]. 13. 5. 2016 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.military.com/undertheradar/2016/05/6-military-video-games-used-to-train-troops-on-the-battlefield> [46]
47. The game: Underground. *Grendel games* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://grendelgames.com/game/underground/> [47]
48. The virtual reality education platform. *Fundamental surgery* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.fundamentalsurgery.com/> [48]
49. 50 Great Sites for Serious, Educational Games. *Center for online education* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.onlinecolleges.net/50-great-sites-for-serious-educational-games/> [49]
50. A Serious Game for Construction Education: Development and Evaluation. *Yidi Zhu* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <http://www.yidizhu.com/articles/fyp/> [50]
51. Why Serious Games? 6 Key Benefits. *Unicorn* [online]. 5. 8. 2016 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.unicorntesting.com/blog/why-serious-games-6-key-benefits> [51]

52. HUOTARI, Kai a Juho HAMARI. Defining Gamification: A Service Marketing Perspective. *Research gate* [online]. Leden 2012 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1145/2393132.2393137. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/259841647_Defining_Gamification_-_A_Service_Marketing_Perspective [52]
53. HAMARI, Juho a Jonna KOIVISTO. Does Gamification Work?: A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Research gate* [online]. Hawaii, USA, Leden 2014 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1109/HICSS.2014.377. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/256743509_Does_Gamification_Work_-_A_Literature_Review_of_Empirical_Studies_on_Gamification [53]
54. ŠTURALOVÁ, Ema. *Gamifikace jako nástroj pro zlepšení efektivity procesů v softwarové firmě* [online]. Brno, 2017 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/h6rp6/DP_fin.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. [54]
55. The Theory Of Game-Based Learning. *Gamelearn* [online]. [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.game-learn.com/the-theory-of-game-based-learning/> [55]
56. What Is Mobile Learning? *Raccoon gang* [online]. 2. 7. 2019 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://raccoongang.com/blog/what-mobile-learning/> [56]
57. 15 Best Learning Apps: Bringing the Era of Mobile Learning in 2020. *Mobile app daily* [online]. 26. 3. 2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.mobileappdaily.com/best-apps-for-learning-anything> [57]
58. Health and Safety. Google Play [online]. [cit. 2020-04-27]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.welten.arlearn.hands> [58]

Seznam obrázků

- Obrázek 1: Oculus Rift HD virtuální brýle [<https://www.mall.cz>]
- Obrázek 2: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část I [autor]
- Obrázek 3: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část II [autor]
- Obrázek 4: Grafické znázornění průběhu hry 1. úrovně – část III [autor]
- Obrázek 5: Ukázka hlavního menu hry [autor]
- Obrázek 6: Ukázka menu pro výběr levelu [autor]
- Obrázek 7: Oficiální logo společnosti Blender [<https://www.blender.org>]
- Obrázek 8: Úvodní obrazovka v Blenderu 2.82 [autor]
- Obrázek 9: Technický výkres zednického kolečka [<https://www.mountfield.cz>]
- Obrázek 10: Upravování rozměrů předlohy [autor]
- Obrázek 11: Zvyšování počtu polygonů [autor]
- Obrázek 12: Tvarování základního tvaru modelu část 1 [autor]
- Obrázek 13: Tvarování základního tvaru modelu část 1 [autor]
- Obrázek 14: Modelování nosné konstrukce zednického kolečka [autor]
- Obrázek 15: Výsledný model z části modelování [autor]
- Obrázek 16: Tvorba textury a materiálu [autor]
- Obrázek 17: Tvorba barevných efektů [autor]
- Obrázek 18: Model zednického kolečka [autor]
- Obrázek 19: Model stavební buňky [autor]
- Obrázek 20: Model pracovní ohraná přilba [autor]
- Obrázek 21: Model pracovní obuvi [autor]
- Obrázek 22: Model staveniště [autor]

Obrázek 23: Model rypadla [autor]

Obrázek 24: Přiřazování kostí k síti polygonů [autor]

Obrázek 25: Vytváření okolí pro animaci [autor]

Obrázek 26: Tvorba key framů [autor]

Obrázek 27: Porouchaný model rypadla [autor]

Obrázek 28: Nový návrh přiřazení kostí k síti polygonů [autor]

Obrázek 29: Importovaný model rypadla s animací do herního engineu Godot 3.2 [autor]

Obrázek 30: Oficiální logo společnosti Godot [<https://godotengine.org/>]

Obrázek 31: Výchozí obrazovka 3D scény bez základního uzlu Godot v3.2 [autor]

Obrázek 32: Hlavní scéna hry [autor]

Obrázek 33: Vedlejší scéna pro rypadlo [autor]

Obrázek 34: Struktura uzlů pro hlavní charakter [autor]

Obrázek 35: Struktura uzlů pro model staveniště [autor]

Obrázek 36: Část scriptu pro ovládání postavy [autor]

Obrázek 37: Script pro nastavení interakce s helmou [autor]

Obrázek 38: Úvodní obrazovka hry [autor]

Obrázek 39: Ukázka okna pro export Godot v3.2 [autor]

Seznam použitých doplňků ve hře

a) Textury

I) Ground Clay 002 [<https://www.poliigon.com/>]

II) Ground Tire Tracks 001 [<https://www.poliigon.com/>]

III) Metal Corrugated Iron Sheet 002 [<https://www.poliigon.com/>]

IV) Ground Forest 003 [<https://www.poliigon.com/>]

V) City Street Asphalt Generic Cracked 002 [<https://www.poliigon.com/>]

VI) Plaster 17 [<https://www.poliigon.com/>]

b) Modely

I) Rukavice: Work Gloves Free low-poly 3D model

[<https://www.cgtrader.com/>]

II) Reflexní vesta: work vest [<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

III) Stavební dělník: WORKER [<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

IV) Stavbyvedoucí: Construction Worker – Man

[<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

V) Nákladní auto: Truck [<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

VI) Vrátnice: Guard house [<https://www.turbosquid.com/>]

VII) Stavební buňka – sklad: Container

[<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

VIII) Alkohol – Glen's Vodka Bottle – Made By Lewis071

[<https://3dwarehouse.sketchup.com/>]

c) Fonty písma

I) Michellefont-Regular [<https://fontlibrary.org/>]

II) Redkost Comic [<https://fontlibrary.org/>]

III) Texgyreheros-regular [<https://www.1001fonts.com/>]

IV) Unidings [<https://fontlibrary.org/>]

d) Obrázky

I) Inventář: Crypts of Avaritia – inventory [<https://www.moddb.com/>]

II) Pozadí u výběru levelu: Bezpečnost práce při výkopových prací

[<https://www.koordinacebozp.cz/>]

III) Pozadí hlavního menu: Standard construction safety equipment on old wooden background. top view, safety first concepts

[<https://www.shutterstock.com/>]

IV) Boty v inventáři: Boot Shoe, gray snow boots

[<https://www.hiclipart.com/>]

V) Šipka u výběru levelu: sipka-vpravo [<http://www.odevatextil-liberec.cz/>]

VI) Pracovní kalhoty v inventáři: Snickers 6931 FlexiWork Hi-Vis Trousers Holster Pockets [<http://www.snickersdirect.co.uk/>]

VII) Pracovní rukavice v inventáři: Leather Work Gloves

[<https://www.amazon.com/>]

VIII) Reflexní vesta v inventáři: CSA-Compliant Traffic Safety Vest

[<https://www.tenaquip.com/>]