

Šolski center Celje  
Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije,  
Pot na Lavo 22, 3000 Celje

# **VIRTUALIZACIJA PODJETJA**

## **RAZISKOVALNA NALOGA**

PODROČJE: Strojništvo

Avtorja:  
Urban Selič, S-4. a  
Gašper Polak, S-4. a

Mentorja:  
Jože Prezelj, univ. dipl. inž. str.  
Marko Radosavljević, prof. lik. um.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje  
Celje, marec 2018

## IZJAVA

Mentorja, Jože Prezelj in Marko Radosavljević, v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljava, da je v raziskovalni nalogi naslovom Virtualizacija podjetja, katere avtorja sta Urban Selič in Gašper Polak :

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje.

Celje, \_\_\_\_\_

žig šole

Podpis mentorja

Podpis odgovorne osebe

## **DOVOLJENJE ZA OBJAVO AVTORSKE FOTOGRAFIJE V RAZISKOVALNI NALOGI**

Podpisana, Urban Selič in Gašper Polak, izjavljava, da sva avtorja fotografskega gradiva navedenega v priloženem seznamu in dovoljujema v skladu z 2. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, da se lahko uporabi pri pripravi raziskovalne naloge pod mentorstvom Jožeta Prezlja in Marka Radosavljevića z naslovom Virtualizacija podjetja, katere avtorja sta Urban Selič in Gašper Polak.

Dovoljujema tudi, da sme Osrednja knjižnica Celje vključeno fotografsko gradivo v raziskovalno nalogo objaviti na knjižničnih portalih z navedbo avtorstva v skladu s standardi bibliografske obdelave.

Celje, \_\_\_\_\_

Podpis avtorjev:

Priloga:

- seznam fotografskega gradiva (kazalo slik)

# VIRTUALIZACIJA PODJETJA

**Ključne besede:** virtualizacija podjetja, varnost pri delu, virtualna resničnost

## POVZETEK

*V raziskovalni nalogi podrobneje predstavljamo lastno zamisel, virtualizacijo podjetja. Do te zamisli smo prišli, saj želimo povečati varnost v industriji in podjetjih, ki se ukvarjajo s kakršno koli proizvodnjo.*

*Ko smo natančneje spoznali trg virtualne resničnosti, smo raziskali, kakšne izvedbe navidezne resničnosti obstajajo in kakšni koraki ter postopki so potrebni, da naredimo virtualni vpogled v proizvodnjo. Raziskali smo svetovni in slovenski trg, ki se ukvarja z virtualnimi programi in storitvami, da bi videli, kako se razvija, kakšne so trenutne smernice in v kaj se virtualizacija usmerja.*

*Po opravljeni raziskavi in spoznanem področju smo se poglobili v začetni postopek ustvarjanja prostora in okolice. Preučili smo programe, ki so kompatibilni in poskrbeli za potrebno strojno opremo, ki bo te programske obremenitve prenesla. V nadaljevanju smo si zastavili tudi cilja, kaj želimo predstaviti drugim in kakovost, ki jo želimo pri virtualizaciji doseči. Morali smo ne samo teoretično primerjati programe (minimalne sistemske zahteve ter oblike zapisov in izvozov), prav tako jih je bilo potrebno preizkusiti, saj se je tu najbolje izražala učinkovitost ter preprostost delovanja. Nato je sledila izdelava oz. modeliranje prostora in objektov, saj pri 3D modeliranju dobimo boljši občutek ter vpogled v velikost, globino in postavitev elementov. Zatem je sledilo izvažanje datotek v pravilnem zapisu ter uvažanje v program za preurejanje elementov, prilagajanje lastnosti in interakcije med predmeti. Ko bo virtualizacija končana, se bodo obdelali še zadnji detajli, kot so barve ter senčenje, nato pa se bo za lažji dostop in predstavitev shranila v obliki aplikacije.*

*S tem želimo stopiti na slovenski trg virtualne resničnosti postaviti temelje virtualizaciji podjetja.*

# COMPANY VIRTUALIZATION

**Key words:** company virtualization, work safety, virtual reality

## SUMMARY

*In the research project, we present our own more detailed idea, company virtualization. We came to this idea because we want to increase the safety in industry and companies that are involved in any kind of production.*

*When we got to know more about the virtual reality market, we investigated what virtual reality realizations exist and what steps and procedures are needed to make a virtual insight into production. We have explored the world and also the Slovenian market, which deals with virtual programs and services. We do that to see how it evolves, what are the current guidelines and what virtualization is guiding.*

*After the research was carried out and the area under study, we were embedded in the initial process of creating space and environment. We examined programs that are compatible and provide the necessary hardware that will transfer these program loads. In the following, we also set goals, what we want to present to others and the quality that we want to achieve in virtualization. We needed not only to theoretically compare the programs (minimal system requirements and formats of records and exports), but they also needed to be tested, as this was the best expression of efficiency and simplicity of operation. Then the production was started and also modeling of space and objects, as in 3D modeling we get a better feeling and insight into the size, depth and layout of elements. Then, the export of files in the correct format was followed, and import into the program for rearranging items, customizing properties and interaction between objects. Once virtualization is complete, the last details, such as colors and shading, will be processed, and then saved in the form of an application for easy access and presentation.*

*By doing this, we want to place the foundations for the company virtualization on the Slovenian virtual reality market.*

# KAZALO VSEBINE

<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.2 KAJ JE VIRTUALNA OZ. NAVIDEZNA RESNIČNOST .....	3
1.3 PODROČJA IN UPORABA VIRTUALNE RESNIČNOSTI .....	5
1.3.1 VR v vojski in vojaški industriji .....	5
1.3.2 VR v gradbeništvu .....	6
1.3.3 VR v zdravstvu in medicini .....	8
1.3.4 VR v športu .....	9
1.3.5 VR v izobraževanju in šolstvu .....	10
1.3.6 VR v inženirstvu .....	12
1.4 POJEM VIRTUALIZACIJE PODJETJA .....	14
1.5 PREDSTAVITEV PROBLEMA .....	15
1.6 STATISTIKA IN FINANCE .....	16
1.7 NAMEN NALOGE .....	17
1.8 HIPOTEZE .....	17
1.9 ISKANJE REŠITEV .....	18
<b>2 RAZISKAVA TRGA</b> .....	<b>19</b>
2.1 UPORABLJENE METODE RAZISKOVANJA .....	19
2.2 RAZISKAVA TRGA .....	20
2.2.1 Stroka produkt, d.o.o. ....	20
2.2.2 Podjetje SNAUT, d.o.o. ....	21
2.2.3 Profidtp, d.o.o., IRT 3000 .....	21
2.2.4 VIAR, inženiring in razvoj programske opreme, d.o.o. ....	22
2.2.5 Revija ESI talk .....	22
<b>3 REZULTATI RAZISKAVE</b> .....	<b>23</b>
3.1 IDEJA .....	24

3.2 SNOVANJE.....	25
3.3 MODELIRANJE OBJEKTA IN OKOLICE.....	26
3.3.1 Faza 1 - “plane”.....	26
3.3.2 Faza 2 - “build” .....	27
3.3.3 Faza 3 - “equipment” .....	28
3.3.4 Faza 4 - “rending” .....	29
3.4 VIRTUALIZACIJA.....	30
<b>4 ZAKLJUČEK.....</b>	<b>32</b>
4.1 TEŽAVE MED IZDELAVO.....	32
4.2 ANALIZA HIPOTEZ.....	35
4.3 NAČRTI ZA PRIHODNOST.....	37
4.4 ZAKLJUČEK .....	38
<b>5 ZAHVALA .....</b>	<b>39</b>
<b>6 VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>40</b>
<b>7 VIRI SLIK .....</b>	<b>41</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz virtualne resničnosti v preteklosti [20] .....	3
Slika 2: Prikaz sodobne VR opreme (HTC Vive) [19] .....	4
Slika 3: Primer VR v vojski [26].....	6
Slika 4: Primer VR v gradbeništvu [21].....	8
Slika 5: Primer VR v medicini [23] .....	9
Slika 6: Primer VR v športu [25] .....	10
Slika 7: Primer VR v šolstvu [24] .....	12
Slika 8: Primer VR v inženirstvu [22].....	13
Slika 9: Dejavnosti z največ nezgodami v letu 2011 [18].....	15
Slika 10: Idejna skica o pomikih naprav v proizvodnji 1 (osebni arhiv) .....	24
Slika 11: Idejna skica o pomikih naprav v proizvodnji 2 (osebni arhiv) .....	15
Slika 12: Faza 1 (osebni arhiv).....	25
Slika 13: Faza 2; pogled na celoten objekt (osebni arhiv) .....	26
Slika 14: Faza 2; pogled s strani odpada (osebni arhiv).....	26
Slika 15: Faza 3; pogled na celoten objekt (osebni arhiv) .....	27
Slika 16: Faza 3; približana proizvodnja (osebni arhiv).....	27
Slika 17: Faza 4; pogled zaprtega objekta (osebni arhiv) .....	28
Slika 18: Faza 4; Pogled odprtega objekta (osebni arhiv).....	28
Slika 19: Platforma Unity (osebni arhiv) .....	29
Slika 20: Pogled v VR; primer 1 (osebni arhiv).....	30
Slika 21: Pogled v VR; primer 2 (osebni arhiv).....	30
Slika 22: Pogled v VR; primer 3 (osebni arhiv).....	30
Slika 23: Razdeljeni model; primer 1 (osebni arhiv) .....	33
Slika 24: Razdeljeni model; primer 2 (osebni arhiv) .....	33
Slika 25: Razdeljeni model; primer 3 (osebni arhiv) .....	33
Slika 26: Razdeljeni model; primer 4 (osebni arhiv) .....	33
Slika 27: Razdeljeni model; primer 5 (osebni arhiv) .....	33
Slika 28: Žični model objekta (osebni arhiv) .....	34
Slika 29: Približan žični model objekta (osebni arhiv) .....	34



# **KAZALO PRILOG**

Priloga 1: Idejna skica objekta

Priloga 2 :Idejna skica naprav

## **UPORABLJENE KRATICE**

VR – virtual reality/virtualna resničnost

AR – augmented reality/nadgrajena resničnost

MR – mixed reality/mešana resničnost

HD – high-definition/visoka ločljivost

PTSD – posttraumatic stress disorder/posttravmatska stresna motnja

MRI – magnetic resonance imaging/slikanje z magnetno resonanco

FPS – frames per second/sličice na sekundo

OLED – organic light-emitting diode/organska svetleča dioda

CAVE – cave automatic virtual environment

AJPES – agencija republike Slovenije za Javnopravne evidence in storitve

# 1 UVOD

Pri delu v proizvodnji pogosto pride do delovnih nesreč, ki povzročijo lažje ali težje poškodbe. Pri tem ne gre samo za podjetja s proizvodnjo, ki se ukvarja z izdelavo težjih izdelkov ali pa so delavci nenehno izpostavljeni nevarnostim na delovnem območju (železarne, predelava kovin), tudi pri manjših podjetjih in tistih, ki se ukvarjajo z bolj delikatnimi izdelki, kot so robotske roke in avtomatizacija.

Nesreča nikoli ne počiva, zato se veliko podjetij trudi izboljšati svoje varnostne sisteme in krepiti varnost, da bi kar najbolje zaščitili svoje delavce ter vse, ki vstopijo v proizvodno delovno okolje. Tudi pri zaposlovanju lahko naletimo na težave, saj novi delavci še niso tako večji delovnega okolja in ne poznajo vseh nevarnosti, ki v proizvodnji prežijo nanje. S podobnim ciljem, da bi povečali varnost v proizvodnji ter v celotni industriji, smo se lotili tudi te raziskovalne naloge. Omogočiti želimo popolnoma varno učenje in spoznavanje novega delovnega okolja. Naš cilj je ustvariti virtualizacijo podjetja.

Virtualizacija temelji na virtualni resničnosti, ta pa je narejena po postopkih ustvarjanja ter zajemanja okolice (modeliranje), predelave okolice in objektov v prehodnem programu, da lahko dodamo dinamične komponente in prilagajamo lastnosti elementov ter zapišemo nov program oz. aplikacijo, namenjeno širši uporabi.

Našo raziskovalno nalogo začnemo s postopkom, pri katerem oblikujemo naš virtualni svet, vse objekte v njem, pa naj gre za okolico (cestišča, železnica, zelenice, zunanje ograje, tekoče ali stoječe vode, odlagališča odpadkov, zunanja skladišča materiala itd.) ali samo za delovno poslopje (proizvodni prostori, notranja skladišča, delavnice itd.). Sledi urejanje okolice in poslopja v "prehodnem" programu, in sicer Unreal Engine 4 ali Unity. V tem programu bomo urejali komponente in elemente znotraj virtualnega sveta, ki smo ga ustvarili pred tem, saj želimo pri uporabi omogočiti najboljšo izkušnjo. Da to dosežemo, moramo uvesti dinamične sestavne dele ali animacije, ki bodo popestrile izkušnjo ter prikazale delovanje naprav v proizvodnji (mostna dvigala oz. žerjavi, tekoči trakovi, vagoni na železniških tirih, obdelovalni stroji).

Nadgradnja celotne virtualne izkušnje bi bila, če bi lahko v virtualni svet vključili tudi druge ljudi, zaposlene v podjetju. S tem bi vsakdo, ki bi preizkušal virtualizacijo ali se učil o novem delovnem okolju, dobil občutek za dejanski delovni prostor, gibanje delavcev in videl, kako poteka delo v takšni ali drugačni proizvodnji.

## 1.1 KAJ JE VIRTUALNA OZ. NAVIDEZNA RESNIČNOST

Navidezna resničnost je oblika računalniške simulacije, pri kateri ima udeleženec občutek, da se nahaja v umetnem okolju. V svoji razpravi Umetnost virtualnih strojev je Janez Strehovec citiral Jeana Baudrillarda, ki je definiral virtualno kot tisto, kar "ni ne realno ne irealno, ne imanentno niti transcendentno, niti notranje niti zunanje" (Strehovec, 1992, str. 43), kajti uhaja vsem določitvam.

Kljub trenutni popularnosti te nove tehnologije ta izvira že iz 80. oz. 90. let 20. stoletja. Takrat so se začeli prvi premiki na področju virtualnosti. Kljub temu da se je tehnologija skozi leta spremenila in razvila, so nekatere definicije delovanja ostale enake. Strehovec je že leta 1994 v svoji knjigi Virtualni svetovi zapisal : "Gre za računalniško tehnologijo, temelječo na vmesnikih, ki neposredno podaljšujejo človekov senzorni aparat, kajti za virtualno resničnost ne zadostujeta računalnik in monitor, na katera vplivaš preko tipkovnice, miške ali joysticka, temveč si opravljen v nove elemente: "čelado" z očali-monitorjema (angl. head-mounted display), podatkovno rokavico (angl. data glove) oziroma podatkovno obleko (angl. data suit), se pravi, da imaš protezno podaljšano telo, in sicer tako, da preko njegovih različnih funkcij lahko vstopaš v informatične mreže." (Strehovec, 1994, str. 42)



Slika 1: Prikaz virtualne resničnosti v preteklosti [20]

Sedaj si udeleženec navidezno okolje ogleduje skozi dva majhna visoko resolucijska zaslona (za vsako oko eden) vgrajena v vizir oz. t. i. VR očala. Senzorji zaznajo premike udeleženčeve glave ali telesa, kar povzroči spremembo navideznega položaja gledanja. Udeleženec lahko uporablja tudi ročni krmilnik ali ‘kontroler’. Ta omogoča brezžično interakcijo in igranje z virtualnim svetom. Prav tako vključuje tudi veliko število gibalnih senzorjev, večfunkcijski sledilec ter HD haptične povratne informacije. Ta tehnologija je v razvoju. Trenutno se uporablja predvsem v svetu računalniških iger, toda vsi pričakujejo, da bo doživela široko uporabo, na primer pri vojaškem in kirurškem urjenju, arhitekturi, gradbeništvu ipd.

Virtualna resničnost vsebuje tri pomembne komponente, in sicer: interaktivnost, interakcijo in realni čas, v katerem poteka interakcija. Cilj tega je v računalniku zgraditi svet, v katerem bodo mogoče enake izkušnje kot v realnem svetu, ali z drugimi besedami: napraviti iz kibernetkega prostora (space) kraj (place).



Slika 2: Prikaz sodobne VR opreme (HTC Vive) [19]

Iz opisanega je razvidno, da je glavna značilnost virtualne resničnosti ta, da njen uporabnik vidi, sliši in občuti okolje, kot da bi bil v njem resnično prisoten. Bistvo virtualne resničnosti je tudi to, da uporabnik ni samo prisoten v tem okolju, ampak je v njem tudi aktiven. Ključna stvar, ki uporabnika virtualne resničnosti loči od uporabnika kibernetkega prostora je ta, da dostop do virtualne resničnosti ni mogoč brez vmesnikov (rokavica, VR očala ...). V virtualni resničnosti je namreč vse, kar uporabnik zaznava, narejeno in oblikovano s pomočjo računalnika, ki se odziva (preko vmesnikov) na njegovo gibanje. Vse to ustvarja občutek, da se posameznik nahaja v nekem drugem prostoru oz. svetu, ločenem od tistega, v katerem se dejansko (fizično) nahaja. [5,6,8]

## **1.2 PODROČJA IN UPORABA VIRTUALNE RESNIČNOSTI**

Kot smo že omenili, se virtualna resničnost razvija počasi, a vendar se pojavlja na marsikaterem področju. Mnogi ljudje poznajo izraz virtualna resničnost, vendar niso prepričani o uporabi te tehnologije. Trenutno je najbolj razširjena v smeri računalniškega igranja oz. "gaminga", kar je več kot očitno, saj s pomočjo računalniške tehnologije ustvarimo večino virtualnih svetov. Vendar pa virtualna resničnost ponuja veliko različnih inovacij oz. nadgradenj v marsikateri panogi. Uporablja se že v vojski oz. v vojaški industriji, v izobraževanju in šolstvu, v zdravstvu in medicini, modi, poslovanju, inženirstvu, športu, medijih, znanosti, telekomunikacijah, gradbeništvu, filmski industriji in programiranju. Za prikaz, kaj vse ta novonastala tehnologija prinaša, jih bomo nekaj podrobneje opisali. [1]

### **1.2.1 VR v vojski in vojaški industriji**

Virtualno resničnost je sprejela tudi vojska, to vključuje vsa njena področja. Tam se uporablja za namene usposabljanja, še posebej koristno za usposabljanje vojakov za bojne situacije ali druge nevarne okoliščine, kjer se morajo naučiti reagirati na primeren način. Simulacija s pomočjo virtualne resničnosti omogoča, da to storijo brez tveganja smrti ali resnih poškodb. Ponovno lahko ustvarjajo določen scenarij, na primer soočenje s sovražnikom v okolju, v katerem to doživljajo, vendar brez resničnega tveganja. To se je izkazalo za varnejše in cenejše od tradicionalnih metod usposabljanja. [1]

#### **1.2.1.1 Vojaška uporaba virtualne resničnosti**

Vojska uporablja virtualno resničnost na področju simulacij letenja, bojišča in vozil ter medicinskega usposabljanja na terenu.

Uporaba, na katero ne pomislimo, je navidezna realnost, povezana s posttravmatsko stresno motnjo (PTSD). PTSD ali "boj proti stresu" je bil nedavno priznan kot zdravstveno stanje, ki povzroči resnično škodo prizadeti osebi in njeni družini. Vojaki, ki trpijo zaradi travm na bojišču in drugih psiholoških razmer se lahko naučijo, kako ravnati s svojimi simptomi v "varnem" okolju. Virtualna resničnost se zato uporablja za pomoč bolnikom, za prilagajanje simptomom bolezni in razvijanju strategij spopadanja z njo, kadar so postavljeni v novo situacijo. Pri tem so izpostavljeni sprožilcem stanja, na katerega se postopno prilagajajo. To zmanjšuje njihove simptome in jim omogoča, da se spopadajo z novimi ali nepričakovanimi situacijami. [1]

### 1.2.1.2 VR opremljenost vojske

Usposabljanje v virtualnem svetu poteka z uporabo zaslona na glavi (čelada) z vgrajenim sistemom sledenja in podatkovnimi rokavicami, ki omogočajo interakcijo v virtualnem okolju. Druga uporaba je bojna vizualizacija, v kateri vojakom in drugim sorodnim osebam razdelijo virtualna očala, ki ustvarjajo 3D globino iluzije. Vojska morda ni običajna kandidatka za virtualno resničnost, ampak so jo sprejele vse veje delovanja. Vojska poudarja, da je navidezna resničnost namenjena dodatni pomoči in ne bo nadomestila resničnega življenja. [1]

Očitno je, da so virtualna okolja idealne postavitve za vojaško usposabljanje, saj omogočajo udeležencem, vojakom, da doživijo določeno situacijo na nadzorovanem območju. Na primer: scenarij bojišča, v katerem lahko doživljajo dogodke brez kakršne koli osebne nevarnosti. Glavne prednosti tega so čas in stroški: vojaško usposabljanje je preveč drago, še posebej



Slika 3: Primer VR v vojski [26]

usposabljanje v zraku, zato je stroškovno učinkovitejše uporabljati simulatorje letenja kot dejanska letalska plovila. Poleg tega je mogoče v te scenarije uvesti element nevarnosti, ne da bi povzročili dejansko fizično škodo udeležencem. [1]

### 1.2.2 VR v gradbeništvu

Virtualna realnost je lahko izjemno koristna v gradbeništvu, v katerem je pogosto znana kot neučinkovita in nizka stopnja dobička. Z uporabo virtualnega okolja podjetje lahko ne le naredi končne strukture v 3D, temveč si jih je mogoče tudi ogledati, jih doživeti tako, kot bi jih v resničnem svetu. [1]

#### 1.2.2.1 Prednosti

Gradnja gradbenega projekta v virtualnem okolju ponuja številne ključne prednosti. Ena najbolj očitnih med njimi je sposobnost preskušanja številnih dejavnikov brez časa in stroškov izgradnje strukture, kar v zaključeni zgradbi zmanjša število napak. [1]

#### 1.2.2.2 Živahnost v arhitekturi

Pomemben dejavnik, ki ga je treba temeljito preizkusiti, je izvedljivost arhitekturnega načrta. Že vrsto let so bili človeški preizkusi in makete edini načini za ugotavljanje, ali je bila struktura sposobna preživeti ali ne. Kot vemo, je človeška presoja lahko marsikdaj, včasih celo namerno, napačna in makete ne morejo v celoti simulirati okolja, ki ga mora struktura prenesti. [1]

#### 1.2.2.3 Skrbno raziskovanje zasnove

Ne samo, da se lahko rentabilnost stavbe preizkusi, preden je ta zgrajena, gradbeni delavci in zaposleni jo lahko dejansko že raziščejo. Povratne informacije o dizajnu iz tega so navdušujoče, saj lahko izbirajo tudi majhne podrobnosti, na primer ali delavec ustreza prostoru. [1]

#### 1.2.2.4 Simulirana gradnja

Poleg tega se gradnja objekta lahko simulira v navidezni realnosti, kot bi bila v normalnem okolju. To omogoča podjetju, da natančno prilagodi gradbene postopke za največjo učinkovitost in minimalno količino sprememb. [1]

#### 1.2.2.5 Prihodnost v gradbeništvu

Čeprav je nemogoče predvideti, kdaj natančno bo virtualna resničnost v gradbeništvu postala norma, je samo vprašanje časa, preden se to zgodi. Virtualna resničnost bo omogočila, da v krajšem časovnem obdobju naredimo večje in mogočnejše zgradbe. [1]





Slika 4: Primer VR v gradbeništvu [21]

### 1.2.3 VR v zdravstvu in medicini

Zdravstvo je eden največjih posluževalcev virtualne resničnosti, ki vključuje kirurško simulacijo, zdravljenje s fobijami, robotsko kirurgijo in usposabljanje. Ena od prednosti te tehnologije je, da zdravstvenim delavcem omogoča učenje in izpopolnjevanje v varnem okolju, brez nevarnosti za paciente. Večina od nas si zamišlja virtualno resničnost le v povezavi s kirurškim posegom, vendar se ta tehnologija uporablja na nekirurške načine, na primer kot diagnostično orodje. Uporablja se poleg drugih medicinskih testov, kot so rentgenski žarki, pregledi in krvni testi, ki pomagajo ugotoviti vzrok za določeno zdravstveno stanje. To pogosto odpravlja potrebo po nadaljnjih posegih, kot je operacija, ki je lahko dolgotrajna in tvegana. [1]

#### 1.2.3.1 Programska oprema za človeško simulacijo

Eno izmed področij virtualne resničnosti v medicini je programska oprema za človeško simulacijo. Primerov je sistem HumanSim, ki zdravnikom, medicinskim sestram in drugim zdravstvenim delavcem omogoča interakcijo z drugimi v interaktivnem, navideznem okolju. Vključuje scenarije usposabljanja, v katerih morajo sodelovati s pacientom, vendar samo v 3D okolju. To je izjemna izkušnja, ki meri čustva udeleženca prek serije senzorjev. [1]

#### 1.2.3.2 Diagnostika virtualne resničnosti

Virtualna resničnost se pogosto uporablja kot diagnostično orodje, saj omogoča zdravnikom, da pridejo do diagnoze v povezavi z drugimi metodami, kot so pregledi MRI. S tem se odpravi potreba po invazivnih postopkih ali operacijah. [1]

#### 1.2.3.3 Virtualna robotska operacija

Tehnologije virtualne resničnosti je splošno uporabna tudi pri robotski operaciji. Operacijo izvajamo s pomočjo robotske naprave, pod nadzorom človeškega kirurga, kar zmanjšuje čas in

nevarnost zapletov. Virtualna resničnost je bila uporabljena tudi za namene usposabljanja na področju oddaljenega telesa, pri čemer kirurg opravlja poseg oz. operacijo na ločeni lokaciji od bolnika. Glavna značilnost tega sistema je povratna sila, saj mora kirurg oceniti moč pritiska, ki ga je pri občutljivem posegu treba uporabiti. [1]

#### 1.2.3.4 AR v medicini ter zdravstvu

Nadgrajena resničnost je prav tako še ena tehnologija, ki se uporablja v zdravstvenem varstvu. Če se vrnemo k operativnemu primeru; s to tehnologijo se računalniško ustvarjene slike projicirajo na del telesa, ki ga je treba zdraviti, ali pa je kombiniran s skeniranimi slikami v realnem času. [1]



Slika 5: Primer VR v medicini [23]

#### 1.2.4 VR v športu

Virtualna realnost se uporablja kot pomoč pri treniranju v številnih športih, kot so golf, atletika, smučanje, kolesarjenje itd. Uporablja se kot pripomoček za merjenje atletske uspešnosti in analize tehnike ter je zasnovan tako, da pomaga pri obeh. Uporablja se tudi pri oblikovanju oblačil oz. opreme in kot del prizadevanja za izboljšanje izkušenj občinstva. [1]

##### 1.2.4.1 Zmogljivost in sposobnosti v virtualni resničnosti

Atlet uporablja tehnologijo virtualne resničnosti za natančno prilagoditev nekaterih vidikov zmogljivosti, na primer, golfist, ki želi izboljšati svoj zamah, ali kolesar, ki želi tekrovati hitreje. Tridimenzionalni sistemi lahko določijo vidike zmogljivosti športnika, kar zahteva na primer spremembo njegove biomehanike ali tehnike. [1]

#### 1.2.4.2 Oblikovanje in uvajanje inovativne opreme

Druga priljubljena uporaba je izdelava športnih pripomočkov: virtualna realnost se uporablja pri oblikovanju športnih oblačil in opreme, npr. pri oblikovanju čevljev. Inovacija je ključni dejavnik v tej panogi, saj je meja v smislu športnih dosežkov višja. Športniki nenehno iščejo načine, kako pridobiti maksimalne rezultate, kako postati hitrejši, močnejši, vzdržljivejši. Nenehno potiskajo meje više glede na to, kaj lahko naredijo njihova telesa, ki vodijo športna oblačila in industrijo športne opreme. Ta industrija mora stalno slediti vodilom za športno dovršenost, zato uporablja tudi najnovejšo tehnologijo. [1]

#### 1.2.4.3 Približevanje športnega dogodka občinstvu

Virtualna resničnost je uporabljana tudi za izboljšanje izkušenj občinstva pri športnem dogodku. Nekateri sistemi omogočajo občinstvu, da prehaja skozi stadion ali drugo športno lokacijo, ki jim pomaga pri nakupu vstopnice za dogodek. In potem so tukaj športne igre z virtualno resničnostjo, ki omogočajo igralcu, da postane del tekmovanja. Eden od primerov je interaktivna nogometna igra, ki tekmo projicira na realno površino. [1]



Slika 6: Primer VR v športu [25]

#### 1.2.5 VR v izobraževanju in šolstvu

Izobraževanje je drugo področje, ki je sprejelo navidezno realnost za poučevanje in učenje, saj omogoča velikim skupinam študentov, da interagirajo med seboj v tridimenzionalnem okolju. Na dostopen, zabaven in enostaven način predstavimo zapletene podatke študentom, poleg tega lahko upravljajo s predmeti v tem okolju, da bi o njih odkrili več. [1]

### 1.2.5.1 Astronomija z virtualno resničnostjo

Na primer, učenci astronomije lahko spoznajo sončni sistem, njegovo delovanje, njegovo zgradbo, lahko premikajo planete, opazujejo okolico zvezd in spremljajo pot kometa. Tako vidijo, kako abstraktni koncepti delujejo v tridimenzionalnem okolju, zaradi česar jih je lažje razumeti. To je primerno za učence, ki imajo poseben učni slog, npr. ustvarjalni ali tisti, ki se lažje učijo z uporabo simbolov, barv in tekstur.

Idealno učenje je že prej omenjeno področje medicine. Virtualna resničnost se lahko uporablja za razvoj simulacije operacij ali tridimenzionalnih podob človeškega telesa, ki jih študenti raziskujejo. To se uporablja v zdravstvenih šolah v Združenem kraljestvu in drugod. [1]

### 1.2.5.2 Virtualna resničnost in otroci, ki so zrasli s tehnologijo

Dejstvo je, da so otroci danes seznanjeni z vsemi oblikami tehnologije in jih uporabljajo v šoli in doma. Od mladih nog so odraščali s tehnologijo in za razliko od odraslih nimajo nobenega strahu ali oklevanja pri uporabi. Dodamo lahko to, da živimo v tehnološki družbi. Zato je smiselno, da virtualno realnost izvajamo kot eno izmed oblik tehnologije z namenom izobraževati jutrišnjo tehnološko elito. Izobraževanje je prešlo s knjig, svinčnikov in nalivnih peres na uporabo interaktivnih tehnologij ter pomagajo pri prenosu znanja in razumevanja.

Obstaja veliko vrst uporabe virtualne resničnosti, segajo od akademskih raziskav do inženirstva, oblikovanja, poslovanja, umetnosti in zabave. Toda ne glede na uporabo navidezna stvarnost proizvaja niz podatkov, ki se uporabljajo za razvoj novih modelov, metod usposabljanja, komunikacije in interakcije. Lahko rečemo, da so možnosti pravzaprav neskončne. Edine ovire so čas, stroški in tehnološke omejitve. Sistemi virtualne resničnosti, kot je sistem CAVE, so dragi in dolgotrajni. Poleg tega obstajajo vprašanja o ergonomiji, zlasti potreba po oblikovanju sistemov, ki so "prijazni do uporabnika" in ne povzročajo težav uporabnikom, kot sta omotica ali slabost. Ko bodo te težave rešene, obstaja navdušujoča in obetavna prihodnost virtualne resničnosti. [1]





Slika 7: Primer VR v šolstvu [24]

### 1.2.6 VR v inženirstvu

Virtualna resničnost v inženirstvu vključuje uporabo orodij za 3D modeliranje in tehnike vizualizacije kot del procesa oblikovanja. Ta tehnologija omogoča inženirjem, da si ogledajo svoj projekt v 3D in pridobijo boljše razumevanje, kako kaj deluje. Poleg tega lahko ugotovijo morebitne pomanjkljivosti ali potencialna tveganja pred izvajanjem kakršne koli storitve. To tudi omogoča, da oblikovalska ekipa spremlja svoj projekt v varnem okolju in spreminja stvari, kadar je to potrebno. Tako prihrani čas in denar. Pomembno je, da virtualna resničnost prikazuje podrobne detajle inženirskega izdelka, za kar potrebujemo visokokakovostno grafiko, video s hitro stopnjo osvežitve, realističnim zvokom in gibanjem. [1]

#### 1.2.6.1 Virtualna resničnost in cikel oblikovanja

V nekaterih primerih se virtualna resničnost lahko uporablja že od začetka cikla načrtovanja, npr. začetni koncept skozi faze gradnje in izvedbe preverja stopnje, napake, strukturne pomanjkljivosti in druge težave s projektiranjem. [1]

#### 1.2.6.2 Virtualna realnost in gradnja železnic

Inženiring virtualne resničnosti uporabljajo v podjetju Balfour Beatty Rail, izvajalec železniške infrastrukture, ki ga vključuje v proces načrtovanja. Uporablja se za načrtovanje, izdelavo prototipov in gradnjo ter tako pomaga pri realizaciji projekta. [1]

### 1.2.6.3 Virtualna resničnost in oblikovanje avtomobila

Proizvajalci avtomobilov v procesu oblikovanja uporabljajo virtualno resničnost za izdelavo prototipov. To jim omogoča izdelavo več različic, ki se nato testirajo in glede na rezultate spreminjajo. S tem se odpravi potreba po izgradnji fizičnega prototipa in pospeši razvojna faza. Rezultat je stroškovno učinkovit postopek racionalizacije.

Primer tega je mogoče videti v Centru virtualne resničnosti JLR v Združenem kraljestvu. To je naj sodobnejša navidezna resničnost s pol-postopnimi in CAVE-sistemi z naprednimi napravami za sledenje in projekcijo, ki se uporabljajo za pomoč pri načrtovanju nove generacije avtomobilske znamke Land Rover. [1]



Slika 8: Primer VR v inženirstvu [22]

### 1.3 POJEM VIRTUALIZACIJE PODJETJA

Pojem virtualizacija podjetja že obstaja, vendar se precej razlikuje od naše vizije oz. ideje. V vsakdanjem življenju se beseda »virtualno« nanaša na nekaj, kar naj bi obstajalo, vendar ni realno. Pojasniti je treba, kaj opisuje pojem virtualizacije, kako ta pripomore k delovanju podjetja in kakšne so njegove prednosti. Prav tako je potrebno razumeti, da se kljub enakemu imenu ta dva pojma oz. dejavnosti močno razlikujeta, saj delujeta na različnih področjih in z različnima ciljema.

Pri obstoječi virtualizaciji podjetja gre za virtualizacijo strežnikov v podjetju. S tem podjetju omogočimo dodajanje in upravljanje virov na zahtevo. V na prvi pogled togo IT-infrastrukturo vnašamo poslovno prilagodljivost, s katero lahko občutno dvignemo izkoristek dragocenih računalniških zmogljivosti in ponudimo IT kot storitev. Virtualizacijo lahko uporabimo v celotni IT-infrastrukturi, in tako povečamo učinkovitost delovnih namizij, strežnikov, hrambe podatkov in aplikacij. Virtualizacija posameznega področja podjetju ali v našem primeru podjetja samega, prinese nižje stroške, lažje upravljanje in zadovoljstvo operaterja, zato se vsaka naložba v virtualizacijo prej ali slej povrne. To pomeni, da je navidezno okolje lahko veliko hitrejše kot fizično. Uspešna virtualizacija omogoča podjetju oblikovati vizualno in informacijsko okolje po svojem okusu in potrebah, bistveno odvisno pa je od stroke in poslovanja, s katerim se podjetje ukvarja.

Pri naši virtualizaciji podjetja gre predvsem za virtualno resničnost, ki se v realnem svetu podjetij vse bolj uveljavlja. S pomočjo virtualne resničnosti omogočimo dodatno izobraževanje oz. predstavitev delovnih nesreč ali tehnološkega procesa. Tako lahko obstoječi kader in novo zaposleni delavci dobijo lažjo predstavo o delovnem okolju, v katerega se podajajo. Na ta način zmanjšamo število delovnih nesreč in število dni odsotnosti z dela, kar pripomore k finančnemu letnemu prihranku v podjetju.

## 1.4 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V vsaki proizvodnji se pojavljajo nesreče pri delu. Najbolj so razširjene na področju predelave kovin in kovinskih izdelkov, kjer postopek predelave oz. izdelave ni zelo avtomatiziran. Po statistiki je bilo v Sloveniji v letu 2014 prijavljenih 9.333 nesreč na delovnem mestu, od tega je bilo 429 poškodb hujših (4,6 odstotka). Žal je bilo v letu 2014 zabeleženih tudi 23 smrtnih nesreč. Od vseh smrtnih nesreč so v štirih primerih bili za delavce usodni padci z višine, v treh primerih pa so zaposlene ubili padci predmetov nanje. Dve smrti sta bili posledici gibajočih delov delovne opreme, v drugih primerih pa je prišlo do smrtnih nezgod zaradi odletavajočih predmetov in prevrnitve bremena. Ne samo da so delovne poškodbe nezaželene zaradi skrbi za delavce, prav tako povzročajo finančno izgubo podjetju zaradi odsotnosti z dela. Tako je bilo v letu 2014 zabeleženih 248.868 dni odsotnosti z dela zaradi poškodb pri delu. Če za primer vzamemo podjetje železarno Štore Steel, so imeli v letu 2016 kar 38 delovnih nesreč. Povprečno je bil delavec 20 dni odsoten z dela, kar je podjetju prineslo kar nekaj stroškov. Da bi preprečili nesreče in zmanjšali stroške, želimo omogočiti virtualizacijo podjetja in proizvodnje. Tako bi lahko učili vse, ki na novo prihajajo v podjetje ali se želijo po njem razgledati, o nevarnostih v podjetju. Lahko bi videli notranje transportne poti, kako se kakšna naprava odziva in kje je treba posebej paziti.

Zato se bomo v raziskovalni nalogi osredotočili predvsem na čim boljšo realizacijo virtualnega podjetja. Želimo narediti model, ki bo prikazal vse, kar ponuja resnična proizvodnja, vse delovne postopke v podjetju in vse nevarnosti delovnega okolja. Glavni del našega projekta je virtualno realizirati vse okoljske vplive na delavce in vse, ki so prisotni v delovnem okolju



Slika 9: Dejavnosti z največ nezgodami v letu 2011 [18]



podjetja. Osredotočili se bomo na natančno modeliranje objektov, kar je dolgotrajen postopek. Pri tem je pomemben program, ki omogoča enostavno uporabo in izvažanje datoteke v različnih formatih. Predvidevamo, da bo najtežje vstavljanje oz. prilagajanje dinamičnih komponent. Tu imamo največje pomanjkanje znanja, saj se z modeliranjem srečujemo v stroki (konstruiranje), s platformami za razvoj računalniških iger pa nimamo izkušenj. Morali se bomo prilagoditi in se o marsičem podučiti. [7]

## **1.5 STATISTIKA IN FINANCE**

Kot je že omenjeno, je ena največjih težav v podjetjih odsotnost delavcev zaradi poškodb na delovnem mestu. To vpliva na finančno stanje podjetja, saj z vsakim odsotnim delavcem delodajalec izgubi določeno vsoto denarja, ki bi lahko bila porabljena za kakšen drug, boljši namen. Za prikaz trenutnega stanja v Sloveniji v domačih podjetjih, smo se obrnili na AJPES, kjer smo si pomagali z letnimi poročili, za primer pa smo vzeli železarni Štore Steel in SIJ Acroni. Na spletu in v podjetjih smo preverili letne stroške, ki nastanejo zaradi odsotnosti delavcev, udeleženih v delovnih nesrečah. Žal ne beležijo določenega zneska izgube zaradi delovnih nesreč, lahko pa smo izračunali približno vrednost s pomočjo navedenih podatkov v letnem poročilu.

V podjetju Štore Steel je bilo v letu 2016 zabeleženih 38 delovnih nesreč, povprečni strošek dela na zaposlenega na mesec je bil 2.203,14 EUR. Če to vsoto delimo s povprečnim številom delovnih dni na mesec v letu 2016 (21) dobimo cca. 104,91 EUR, kar je enako povprečnemu strošku dela zaposlenega na dan. To zmnožimo s številom izgubljenih dni zaradi delovnih nesreč in dobimo približno oceno stroškov v višini 81.516,18 EUR.

V podjetju SIJ Acroni je bilo v letu 2016 zabeleženih 61 delovnih nesreč, povprečni strošek dela na zaposlenega na mesec je bil 2.161,78 EUR. Če to vsoto delimo s povprečnim številom delovnih dni na mesec v letu 2016 (21) dobimo cca. 102,94 EUR, kar je enako povprečnemu strošku dela zaposlenega na dan. To pomnožimo s številom izgubljenih dni zaradi delovnih nesreč in dobimo približno oceno stroškov v višini 327.987,92 EUR. [4]

## **1.6 NAMEN NALOGE**

Osnovni namen te raziskovalne naloge je čim večje zmanjšanje nesreč v proizvodnji. Gre predvsem za večja podjetja, ki se v Sloveniji ukvarjajo z predelavo kovin in izdelavo različnih kovinskih izdelkov. Pri tem se osredotočamo na pridobitev znanja s področja programiranja in razvijanja programa na osnovi platform za izdelavo računalniških iger. Zato bomo podrobneje raziskali svet in trg virtualne resničnosti pri nas. Želimo vedeti, kakšen je razvoj te panoge pri nas, če gre za napredek ali ni zanimanja za to smer, katera podjetja so usmerjena v oblikovanje virtualne resničnosti in kaj jim ta omogoča, kam je trg virtualne resničnosti usmerjen in kako bi nam lahko raziskave koristile. Želimo se približati realnemu delovnemu okolju, saj lahko tako najboljše predstavimo in pokažemo razne simulacije delovnih nesreč, ki se lahko zgodijo pri delu v proizvodnji. Naš glavni namen je seveda zmanjšanje števila delovnih nesreč, saj bomo nekoč tudi mi del kakšnega večjega podjetja z masovno proizvodnjo.

## **1.7 HIPOTEZE**

Da bomo lažje vedeli, kaj želimo z raziskovalno nalogo doseči, smo si postavili nekaj hipotez, ki jih bomo sproti in seveda na koncu analizirali. Uporabljali jih bomo kot zastavljene cilje, za pomoč pri pisanju in jih ovrgli ali potrdili. Postavili smo si naslednje hipoteze:

- H1 – Pridobitev znanja za samostojno razvijanje projekta.
- H2 – Zmodelirati in prenesti objekt v VR, kjer si ga bo mogoče tudi ogledati.
- H3 – Omogočanje interakcije in dinamike v virtualnem svetu.
- H4 – Prikaz tehnološkega procesa v proizvodnji.
- H5 – Razviti preprost program/aplikacijo za uporabo.
- H6 – Najti podjetje, ki bo pripravljeno preizkusiti program/aplikacijo.
- H7 – S programom zmanjšati delovne nesreče za vsaj 10 %.

## 1.8 ISKANJE REŠITEV

Ključni problem naše raziskovalne naloge je v postopku interakcije oz. dodajanja dinamike elementom, saj ne poznamo platforme za razvoj računalniških iger. Srečujemo se s programom Unity in programskim jezikom C#, ki omogoča, da predmetom in elementom dodamo fizične sposobnosti premikanja.

Z vprašanji o programu Unity in ustvarjanju virtualne resničnosti smo se najprej obrnili na studio virtualne resničnosti na Srednji šoli za strojništvo, mehatroniko in medije pri nas v Celju. Tu sva dobila veliko informacij o programu Unity. V bistvu gre za platformo za razvoj računalniških iger, saj jo lahko uporabimo za različne projekte. Vse od tretjeosebni strelskih iger in avtomobilskih simulatorjev do virtualne resničnosti, ki jo želimo preizkusiti. V studiu virtualne resničnosti uporabljajo Unity predvsem za urejanje 360° posnetkov okolice in z njihovo pomočjo razvijanje virtualnega sveta. Prav tako ima Unity na voljo več programskih jezikov, s katerimi pišemo skripte, ki elementom povedo, kaj naj delajo oz. kako se naj gibljejo. Med njimi sta tudi JavaScript in C#, ki ga bomo uporabljali. C# je večparadigemski programski jezik, ki obsega močno tipizacijo ter imperativno, deklarativno, funkcijsko, generično, komponentno orientirano in objektno orientirano programiranje. Vsebuje tudi zmožnost refleksije.

V mislih imamo grob izris načrta in postopkov. Koncept se začne v 3D modeliranju in se prenaša v Unity, kjer se zapiše kot aplikacija oz. program za podjetja, ki želijo izboljšati varnost delavcev v proizvodnji. Kot smo že prej omenili, bomo po vsej verjetnosti pri ustvarjanju okolice oz. modeliranju uporabljali program podjetja Google, SketchUp, nato pa vse prenesli v Unity, ki bo služil kot platforma za razvoj aplikacije/programa v virtualni resničnosti. Pozanimati se moramo tudi glede načina predvajanja te aplikacije oz. programa v virtualni resničnosti. Gre za predvajanje na pametnem telefonu s pomočjo VR očal in interakcijskih pripomočkov, ki se ponavadi povežejo preko bluetooth povezave in omogočajo izkoristek vseh funkcij aplikacije ali pa za predvajanje preko namiznega ali prenosnega računalnika s pomočjo VR očal z računalniško podporo, ki imajo integriran OLED zaslon in jih z grafično kartico poganja procesor. Dodane imajo slušalke za zvočne efekte in interakcijske pripomočke oz. krmilnike, ki tako kot pri pametnih telefonih omogočajo interakcijo. [3,9]

## **2 RAZISKAVA TRGA**

### **2.1 UPORABLJENE METODE RAZISKOVANJA**

Na začetku je treba opredeliti problem in določiti naslov raziskovalne naloge. Problem smo iskali v vsakdanjem okolju in se oprli na dosedanje izkušnje. Naslednja faza je pregled literature, tako knjižne kot tiste s spleta. Ker literature v našem primeru ni bilo dovolj, smo za pomoč zaprosili mentorja in podjetja, ki se ukvarjajo z virtualno resničnostjo in njenim razvojem. Pri njih smo dobili gradivo za izvedbo raziskovalne naloge. Pregledali smo spletne strani in raziskali sejme, kot sta bila 1. sejem inovativnih digitalnih rešitev v Celju in karierni sejem v Ljubljani. Nato smo postavili hipoteze in izbrali metode dela. Osredotočili smo se na metodo spraševanja oziroma intervjuja. Izbrali smo nestrukturirani intervju, v katerem vprašanja niso pripravljena vnaprej, določen je le cilj poizvedovanja, pogovor pa se odvija spontano, tako da pridobimo čim več potrebnih informacij. Metodo intervjuja smo uporabili predvsem pri zastopnikih podjetij na sejmih. V nadaljevanju smo pridobili podatke o uporabi virtualne resničnosti in postopkih, kako priti iz 3D modela do virtualnega sprehoda. Ko smo zbrali vse podatke, smo se lotili analize rezultatov in postavljene hipoteze potrdili ali ovrgli.

## **2.2 RAZISKAVA TRGA**

Raziskava je potekala sistematično po določenem zaporedju. Za osnovni temelj smo si pridobili splošno znanje o virtualni resničnosti, njeni uporabi ipd. Raziskavo smo izvedli po sejmih in v podjetjih, ki se ukvarjajo z virtualno resničnostjo. Večinoma smo iskali informacije na 1. sejmu inovativnih digitalnih rešitev v Celju - Feel the future, na Kariernem sejmu MojeDelo.com v Ljubljani, nekaj informacij pa smo pridobili tudi v virtualnem studiu na naši šoli.

Največ smo izvedeli v studiu virtualne resničnosti na Srednji šoli za strojništvo, mehatroniko in medije Celje in v podjetju SNAUT v Ljubljani, kjer smo si ogledali tudi platformo za razvoj računalniških iger Unity. Spoznali smo, kako je program sestavljen, za kaj vse se uporablja in na podlagi tega ocenili, za kaj ga bomo uporabili. Večina razvijalcev virtualne resničnosti na trgu je usmerjena v svet zabavne industrije, pri čemer je poudarek na interakciji v računalniških igrah. Prav zaradi tega na trgu še ni programa oz. aplikacije, ki bi bil na osnovi virtualne resničnosti naravnani v smeri varnosti pri delu. Pri tem smo dobili nekaj odgovorov, ki se nanašajo na trg in na programe virtualne resničnosti.

### **2.2.1 Stroka produkt, d.o.o.**

V Skupini stroka.si so ponudniki rešitev, ki podjetja vodijo na pot digitalne transformacije (IoT, Mixed Reality – HoloLens, BOTI) in strokovnjaki za digitalizacijo poslovanja podjetij in procesov, usmerjeni in specializirani so za področje Microsoftovih oblačnih tehnologij in njihovo najučinkovitejšo izrabo. Sodobne informacijske rešitve želijo pripeljati do vsakega zaposlenega in s tem izboljšati njegovo učinkovitost. V letih 2013 in 2017 so prejeli naziv Microsoftov partner.

Njihova osrednja točka na sejmu so bila nova Microsoftova očala HoloLens, ki povezujejo resničnost z navideznimi subjekti, temu rečemo tudi mešana resničnost (mixed reality). Ne delujejo po tipičnem konceptu virtualne oz. navidezne resničnosti, kjer se z neko napravo, v večini primerov se to VR očala, popolnoma potopimo v navidezni svet in izgubimo stik z resnično okolico. Pri HoloLens je to drugače. Očala s pomočjo procesorja oz. lahko rečemo kar "mikro računalnika", ki je vgrajen na strani očal, prikazujejo slike, posnetke ali omogočajo interakcijo z navideznimi, virtualnimi subjekti v resničnem okolju. Sprva je potrebna tudi kalibracija, da lahko kar se da najbolje vidimo in oblikujemo navidezne projekcije. [14]

### **2.2.2 Podjetje SNAUT, d.o.o.**

Mlado, vendar že zelo dobro razvito podjetje SNAUT se ukvarja predvsem z medijskimi vsebinami, obenem pa je zelo izpostavljeno na področju virtualnih tehnologij. Na področju virtualnih tehnologij se ukvarjajo kar z vsemi novejšimi razvitimi področji: VR (virtualna resničnost), MR (mešana resničnost), AR (nadgrajena resničnost) in hologrami. Od teh področij nam je virtualna resničnost že dobro znana, saj naš izdelek in raziskovalna naloga temeljita na tej tehnologiji. Prav tako smo pri podjetju Stroka produkt omenili mešano resničnost, s katero smo se srečali pri njihovem razstavnem produktu Microsoft Hololens. Nadgrajena resničnost zajema podoben pristop k virtualizaciji kot mešana resničnost. Enako kot ta tudi AR povezuje resničnost z navideznimi objekti, vendar te pri mešani resničnosti gledamo oz. opazujemo kar na zaslonu pametnega telefona ali tablice. Ta s pomočjo kamere prikazuje realni prostor, v katerega skozi aplikacijo dodajamo virtualne subjekte ali pa jih analiziramo. Hologram je posnet 2D ali 3D interferenčni vzorec, ki za razliko od fotografije omogoča prikaz posnetih slik v treh dimenzijah. Interferenčni vzorec nastane, ko se sekata referenčni žarek svetlobe in žarek, ki se odbije od osvetljenega predmeta. Ko na posneti hologram posvetimo z referenčnim žarkom, uklonski vzorec poustvari valovne fronte svetlobe prvotnega predmeta in opazovalec vidi njegovo sliko. [2,13]

### **2.2.3 Profidtp, d.o.o., IRT 3000**

Podjetje Profidtp, d.o.o., je založnik in izdajatelj Revije IRT3000, v kateri lahko najdemo najnovejše rezultate in smeri razvoja na področju predelave kovinskih in nekovinskih materialov, avtomatizacije in informatizacije, proizvodnje in logistike, IT-tehnologij in drugih naprednih tehnologij in tudi veliko koristnih ter pomembnih informacij o razvojnih projektih, tehnološkem razvoju in poslovnih dosežkih inštitucij ter podjetij iz znanstvenoraziskovalne sfere in gospodarstva. Pri njih je videti poudarek na spajanju virtualnega sveta z industrijo oz. delovnim okoljem. Pokazali so virtualizacijo avtomatizirane robotske celice, v kateri si lahko ogledamo varilne robote pri tekočem traku. Za interakcijo v virtualnem svetu so v pomoč HTC Vive očala za navidezno resničnost s slušalkami, tipkovnica in miška ali pa Xbox kontroler, povezan z računalnikom. Vse dogajanje v virtualnem svetu je zajeto na monitorjih, da si ga obiskovalci sejma lahko ogledajo. [17]

#### **2.2.4 VIAR, inženiring in razvoj programske opreme, d.o.o.**

Podjetje VIAR razvija rešitve v virtualni (VR) in razširjeni (AR) resničnosti, ki omogočajo hitrejšo usposabljanje in simulacijo treningov zaposlenih, digitalizacijo in boljšo vizualizacijo delovnih navodil, zajem in prenos znanja zaposlenih, simulacijo nevarnih pogojev, virtualne sprehode, predstavitve podjetij in posredovanje na daljavo. Njihova dolgoročna vizija je razvoj rešitve, s katero bodo lahko zaposleni s pomočjo razširjene in virtualne resničnosti od prvega delovnega dne naprej optimalno opravljali vse naloge, kot da bi bili v podjetju zaposleni več let. Leta 2017 je bilo podjetje dvakrat imenovano za slovenski Startup leta. Pri njih smo se pozanimali o njihovem pristopu do virtualnega sveta in kaj pravzaprav počnejo. Uvajajo drugačen pristop do virtualizacije okolja, saj s pomočjo 360° kamer zajamejo in posnamejo popolno sliko okolice, katero kasneje obdelajo ter iz nje izdelajo interaktivni virtualni svet, v katerem se lahko gibamo in ga raziskujemo. [15]

#### **2.2.5 Revija ESI talk**

Revija ESI talk izhaja dvakrat mesečno, prinaša pa novice iz sveta inženirstva in novih tehnoloških aplikacij. Namenjena je inženirjem in managerjem, prikazuje nove inovativne programske pakete in rešitve, ki omogočajo virtualno izdelavo prototipov v vseh panogah, od avtomobilske industrije in transporta do aeronavtike in vesoljske industrije, težke industrije in potrošniškega blaga. Na ogled so postavili razvojno aplikacijo oz. program, ki je namenjen virtualnemu vpogledu v avtomobilsko industrijo. Program je po zunanji strukturi zelo podoben modelirnim programom, sploh Googlovemu programu SketcUp. Njihova ideja je, da bi z virtualizacijo nadzirali in pregledovali postopke izdelave v avtomobilski industriji, prav tako bi razvili simulacijo sil, kot so numerične meritve. Vse to bi potekalo v virtualnem okolju s pomočjo strojne opreme oz. naprav za interakcijo, to so očala za virtualno resničnost in kontroler za krmarjenje. [16]

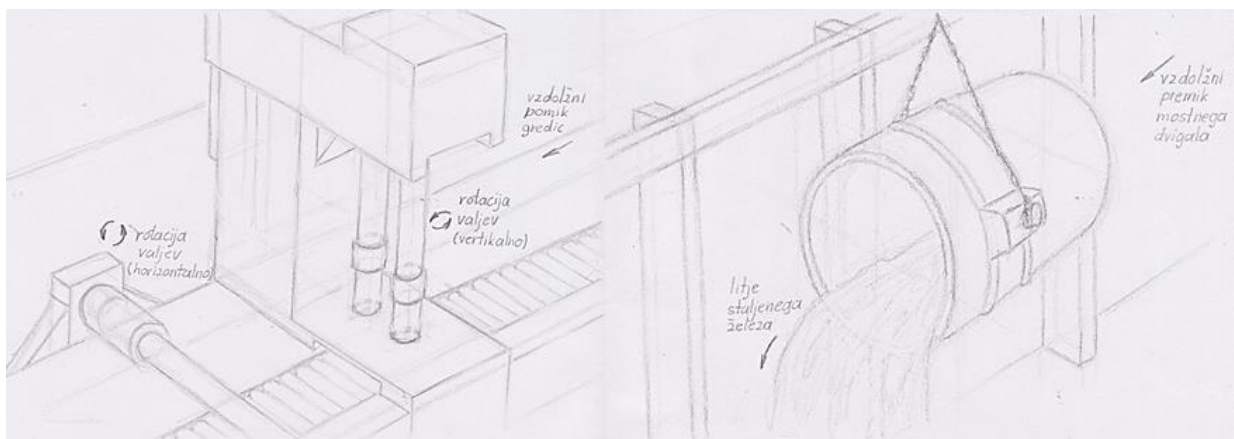
### 3 REZULTATI RAZISKAVE

Podrobno smo pregledali trg virtualne resničnosti in se osredotočili na pravilni razvoj aplikacije oz. programa, saj želimo, da bi naša simulacija omogočala prikaz celotnega tehnološkega procesa in simulirala delovne nesreče. Virtualno podobo želimo čim bolj približati resničnosti. Ugotovili smo, da se kar nekaj podjetij ukvarja z virtualno resničnostjo in delajo na tem, da bi jo približali, predstavili ljudem, da bi ti videli, kaj vse lahko z njo naredimo in v kako različne namene jo lahko uporabimo. Vendar česa podobnega naši ideji na današnjem slovenskem trgu še ni, saj je virtualna resničnost večinoma usmerjena na trg računalniških iger in zabave, prav tako pa večina slovenskih podjetij deluje po drugačnem načinu virtualizacije. S tem mislimo na virtualizacijo s pomočjo 360° kamer, ki fotografirajo in snemajo okolico. Ta postopek je lažji kot modeliranje objekta posameznih elementov, vendar ima svoje hibe. 3D zmodelirane predmete si lahko ogledamo z vseh strani, saj so narisani v trisnem koordinatnem sistemu (x, y, z). Fotografski posnetki, zajeti s 360°, pa so na voljo le v 2D, kar pomeni, da imamo v tem primeru le dve koordinatni osi (x, y). Zato v virtualnem prostoru ne moremo videti več kot le tisto, kar je bilo fotografirano, npr. le sprednjo stran avtomobila. Zaradi boljše preglednosti in praktičnosti bomo torej uporabljali 3D modeliranje predmetov. S tem želimo približati in predstaviti podjetje na način, da bodo uporabniki občutili okolico kot resnično, kot pristno. Zato je naš cilj narediti program oz. aplikacijo, ki bo služila več kot le zabavi, želimo, da pripomore k varnosti v vsakem podjetju ter s tem zmanjša število nesreč in stroške podjetja.



### 3.1 IDEJA

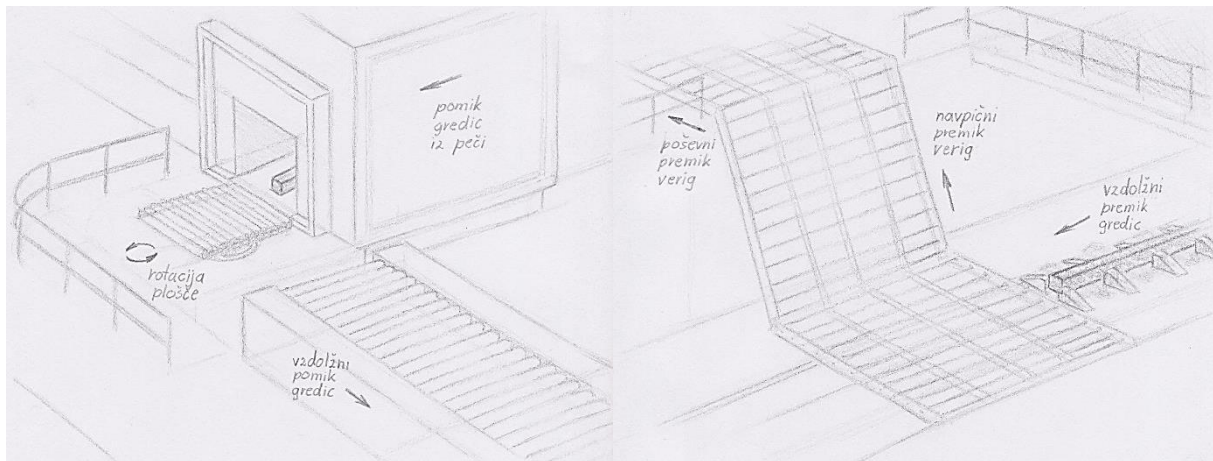
Kot smo že prej omenili, nesreča nikoli ne počiva, prav zato se veliko podjetij zavzema za stalno izboljševanje varnosti za zaščito delavcev in ostalih v delovnem okolju. Tudi dijaki Srednje šole za strojništvo, mehatroniko in medije Celje se nenehno srečujemo z nevarnostmi v delovnem okolju, saj opravljamo obvezno praktično usposabljanje in počitniško delo v večjih proizvodnih podjetjih v okolici. V teh podjetjih smo zasledili pomanjkljivosti pri varnosti pri delu. Nekatera podjetja posvečajo premalo pozornosti izobraževanju delavcev o delovnih procesih v proizvodnji, zato to vpliva na število delovnih nesreč. Dijaki in študenti marsikje sploh ne prejmemo izobraževanja o varnosti pri delu, kar ni prav za nobenega delavca v novem, neznanem delovnem okolju. Tudi teoretična predavanja o delovni varnosti so pomanjkljiva. Kljub veliki količini podatkov in informacij o pravilnem ravnanju, varnosti in organizaciji dela ne dobimo dobrega vpogleda v tehnološki proces ali v specifično področje. Zato smo prišli na idejo, da bi virtualizirali podjetje. Poustvariti želimo virtualno delovno okolje in s pomočjo tega vsem že zaposlenim, predvsem pa bodočim delavcem in študentom, približati tehnološki proces in delovno okolje. Ogljedali si bodo lahko posamezne faze dela in specifično področje njihovega interesa.



Slika 10: Idejna skica o pomikih naprav v proizvodnji 1 (osebni arhiv)

### 3.2 SNOVANJE

Po vseh raziskavah v podjetjih, ki se ukvarjajo z virtualnim svetom, smo se lotili snovanja programa oz. aplikacije. Začeli smo z osnovno idejo, s katero smo načrtali pot za program, ki bo simuliral delovne nesreče v proizvodnji. Najprej smo skicirali nekaj elementov v proizvodnji jekla in določili funkcije posameznim elementom: vzdolžni in prečni pomiki mostnih dvigal, prelivanje staljenega jekla, vrtenje valjev na valjarski progi ipd. To je služilo kot vizija, ki jo želimo doseči oz. se ji približati. Zamislili smo si oporne točke, začetne korake, po katerih bomo delali. Začetek je oblikovanje okolja, nato dinamika gibanja v tem okolju, zaključni detajli in zapis programa. Kasneje je sledila podrobnejša opredelitev dela in postopkov. To so natančnejši opisi posameznih korakov: pri oblikovanju okolja bomo uporabili način modeliranja v programu Google SketchUp namesto poslikane oz. posnete okolice, saj tako vidimo več in si predmete, stroje lažje predstavljamo. Želimo, da so elementi videti resnični, zato jih bomo pobarvali in jim določili potrebne teksture. Dinamika gibanja bo po vsej verjetnosti potekala s pomočjo platforme za razvoj računalniških iger Unity, s katero bomo urejali videz elementov in komponent (svetlost, senčenje ...). Z Unity bomo zapisali aplikacijo za virtualno resničnost s podporo računalnika ali pametnega telefona.



Slika 11: Idejna skica o pomikih naprav v proizvodnji 2 (osebni arhiv)

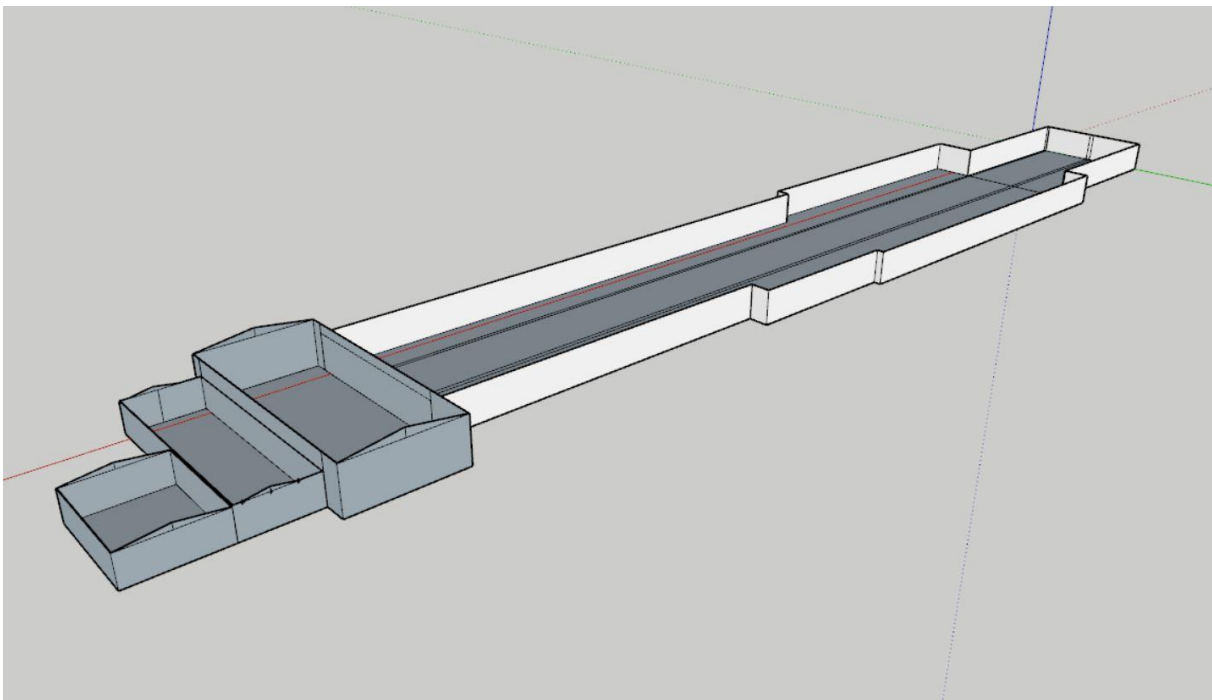
### 3.3 MODELIRANJE OBJEKTA IN OKOLICE

Modeliranje testnega objekta železarne Štore Steel je potekalo v programu SketchUp. Potek dela smo za lažjo koordinacijo razdelili na več delovnih faz, ki so zajemale posamezne stopnje z elementi. Faza 1 je vsebovala delo na začetni ravnini, v fazi 2 smo naredili stene in streho poslopja, pri fazi 3 smo poiskali stroje in naprave ter jih pravilno razvrstili v proizvodnjo, za fazo 4 pa smo poiskali primerne vzorce in objekt pobarvali.

#### 3.3.1 Faza 1 - “plane”

Faza 1 je zajemala zarisovanje in skiciranje tal kot osnovne ravnine (plane), na kateri se nadaljuje modeliranje. Pri tem smo si pomagali s tlorisnimi načrti železarne Štore Steel, ki jih je priskrbelo podjetje.

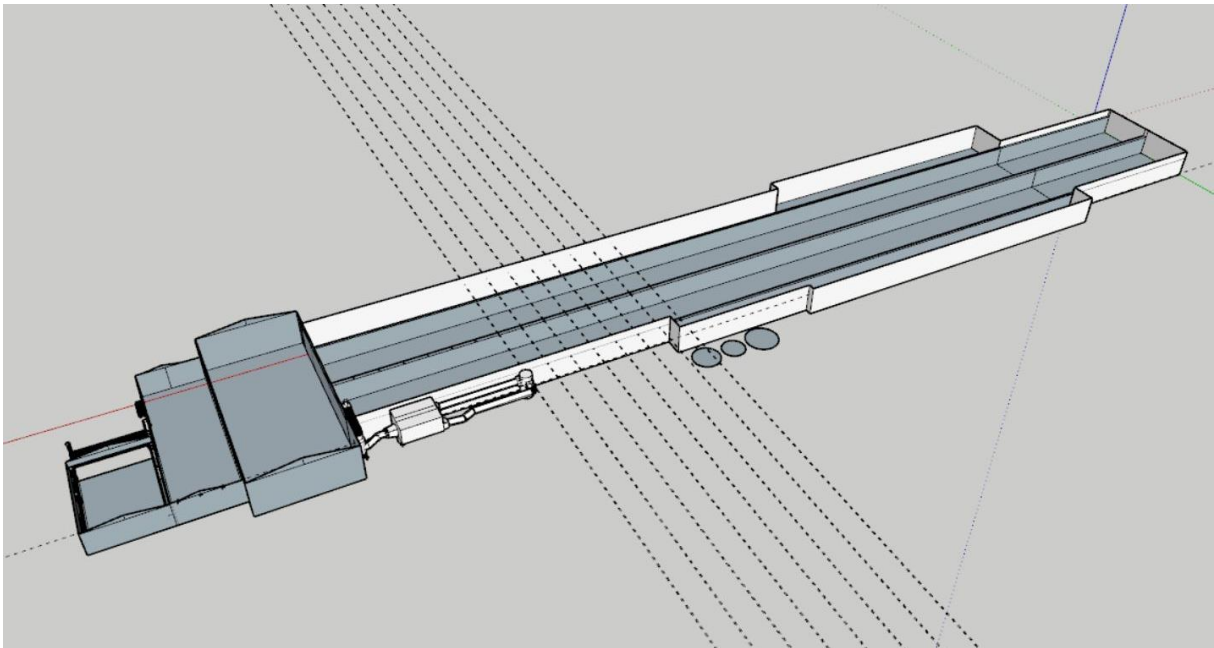
Najpomembnejši so bili izračuni pri realiziranju mer, saj merilo na natisnjem načrtu ni bilo podano, zato smo morali prilagajati in računati mere. Program Google Earth smo uporabljali zato, da smo preko satelitske slike lahko videli, kakšni so zračni posnetki tovarne in če se ti usklajujejo s podanimi načrti. Za risanje ravnine smo v programu SketchUp uporabljali funkcijo Lines in si pri delu pomagali z merilom, ki je bilo nastavljeno na natančnost enega centimetra (0,00 m). Poskušali smo biti zelo natančni, saj bi velika odstopanja lahko povzročila nadaljnje težave pri virtualizaciji.



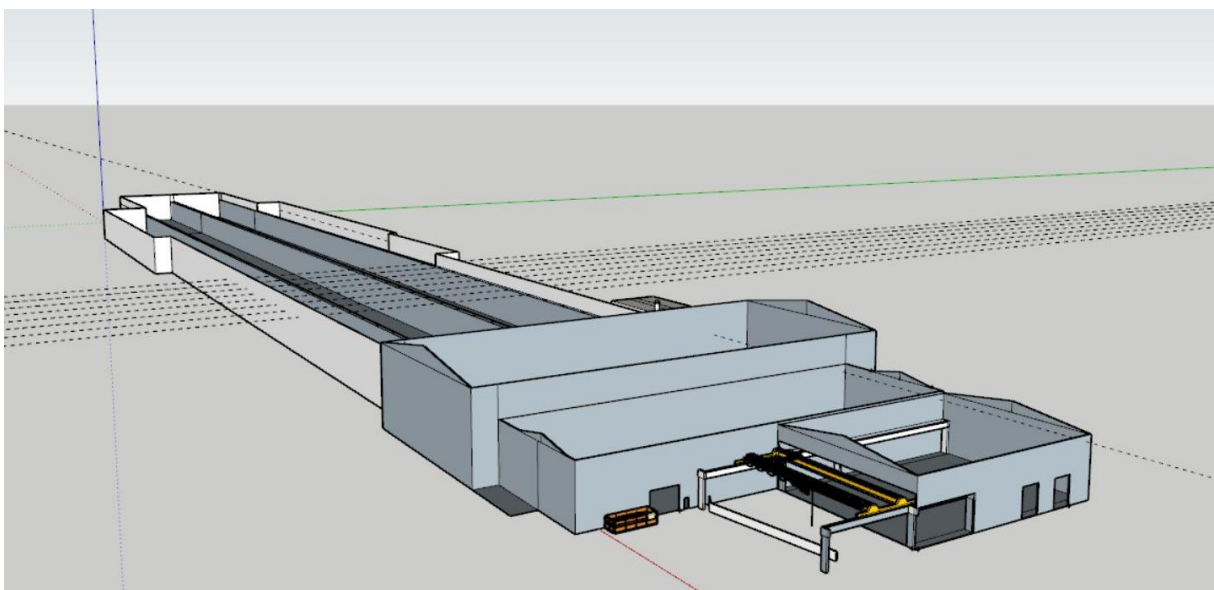
Slika 12: Faza 1 (osebni arhiv)

### 3.3.2 Faza 2 - “build”

V fazi 2 smo se osredotočili na postavitve sten, pregrad in mostnih dvigal v objektu. Zato smo se najprej odpravili v podjetje Štore Steel, kjer so nas popeljali skozi celotno proizvodnjo železarne, da smo si ogledali in fotografirali objekt. Iz vseh teh fotografij smo na podlagi razmerja z merilom pridobivali višinske mere. Stene in pregrade smo zrisali s pomočjo osnovnih funkcij v programu SketchUp, kot sta Offset in Push/Pull. Za risanje nosilcev mostnih dvigal smo si pomagali s tlorisnim načrtom, mostna dvigala pa smo našli v spletni knjižnici programa SketchUp, 3D Warehouse.



Slika 14: Faza 2 - pogled na celotni objekt (osebni arhiv)

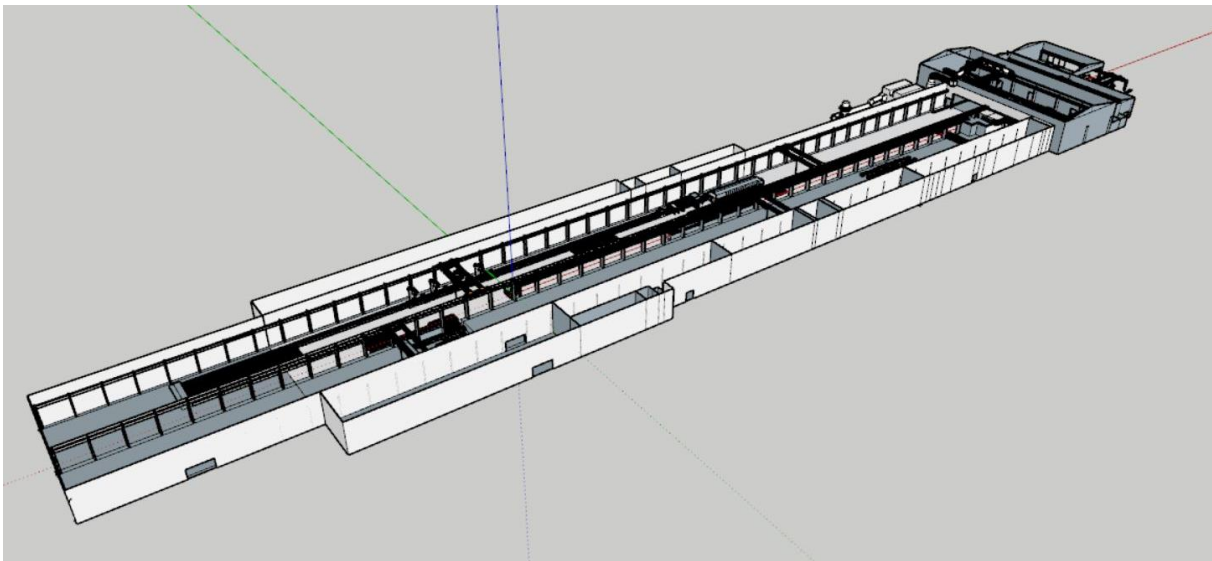


Slika 13: Faza 2 - pogled s strani odpada (osebni arhiv)

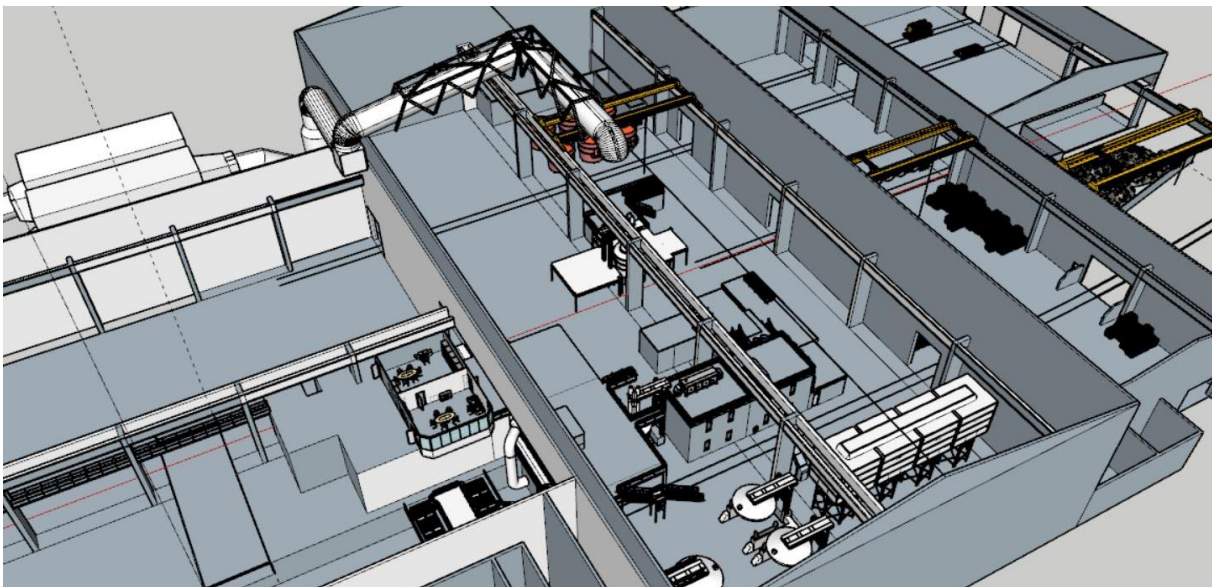


### 3.3.3 Faza 3 - “equipment”

Faza 3 je vsebovala opremljanje narisane objekta z elementi, napravami in stroji, ki se nahajajo v železarni Štore Steel. Pomagali smo si s tlorisnim načrtom, saj so bila na njem napisana imena nekaterih strojev, kot so npr. elektroobločne peči in valjarska proga. Glede drugih strojev in naprav smo si pomagali s fotografskimi posnetki, ki smo jih naredili ob našem obisku v železarni z vodjo oddelka za razvoj v podjetju Štore Steel. Veliko naprav in strojev smo narisali sami, medtem ko smo elemente, kot so podesti, stopnišča in ponovce, našli narisane v programski knjižnici 3D Warehouse. Na koncu smo jih le preuredili, da so čim bolj ustrezali videzu in dimenzijam.



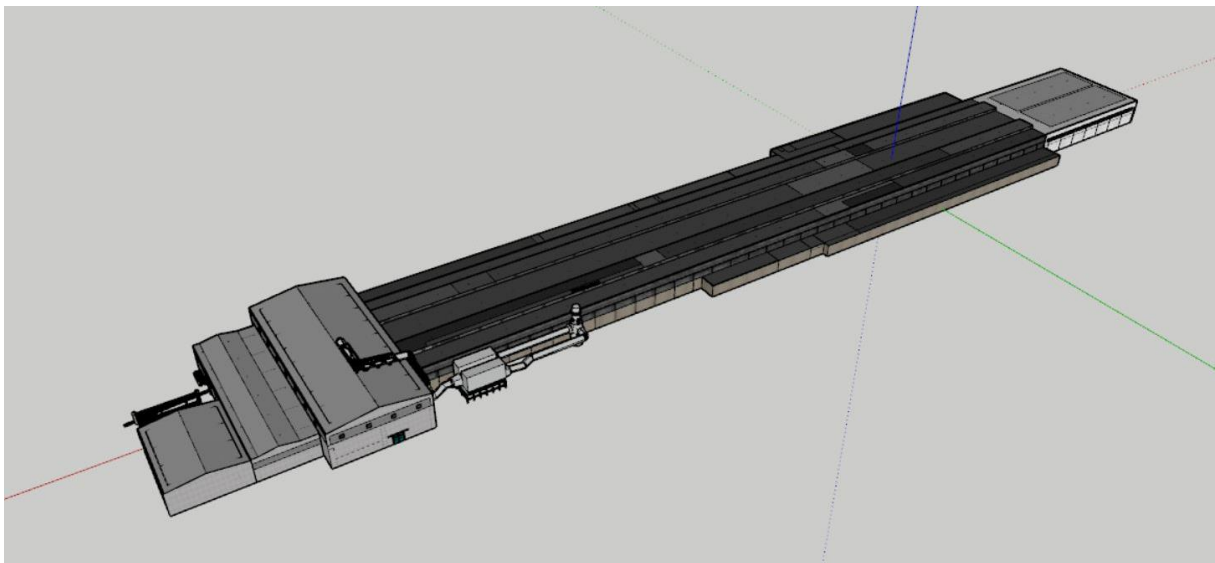
Slika 15: Faza 3 - pogled na celoten objekt (osebni arhiv)



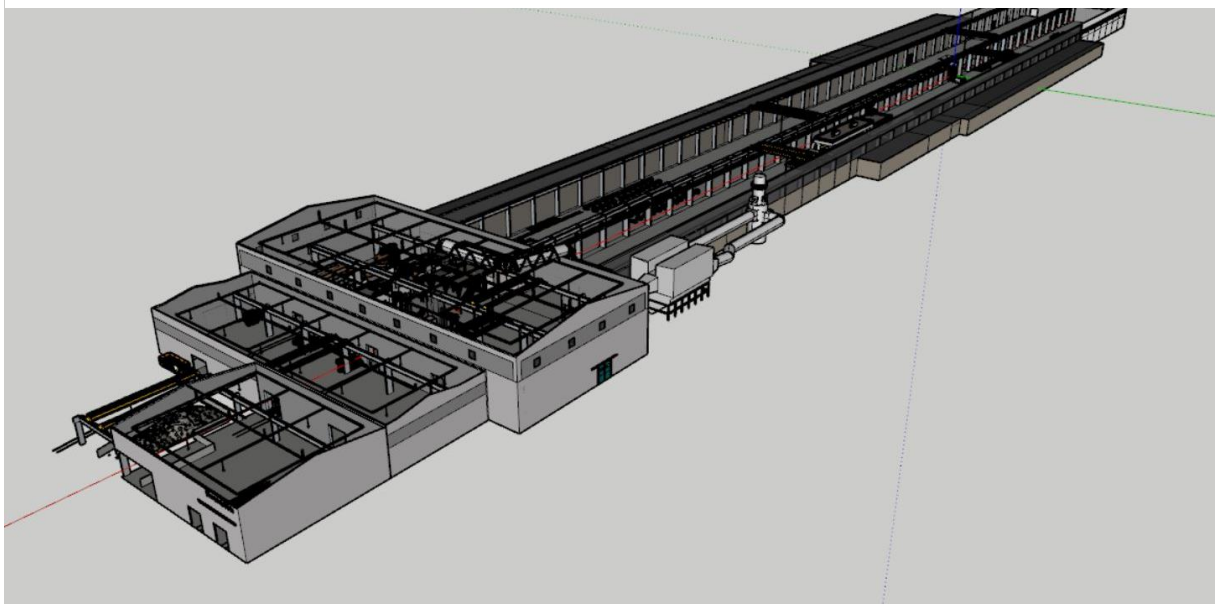
Slika 16: Faza 3 - približana proizvodnja (osebni arhiv)

### 3.3.4 Faza 4 - “rending”

V fazi 4 pa smo se osredotočili na »rending« oz. na zadnje finese, na barvanje objekta in vseh naprav ter strojev. V veliko pomoč so nam bile fotografije, ki smo jih posneli med obhodom železarne. Na njih smo jasneje videli barve in vzorce. Različne vzorce in teksture smo poiskali s pomočjo spletnega brskalnika Google, nekatere barve pa so na voljo v programu SketchUp v funkciji Paint Bucket. Na koncu smo v programski knjižnici 3D Warehouse poiskali industrijske luči, ki omogočajo prikaz umetne svetlobe v virtualni simulaciji.



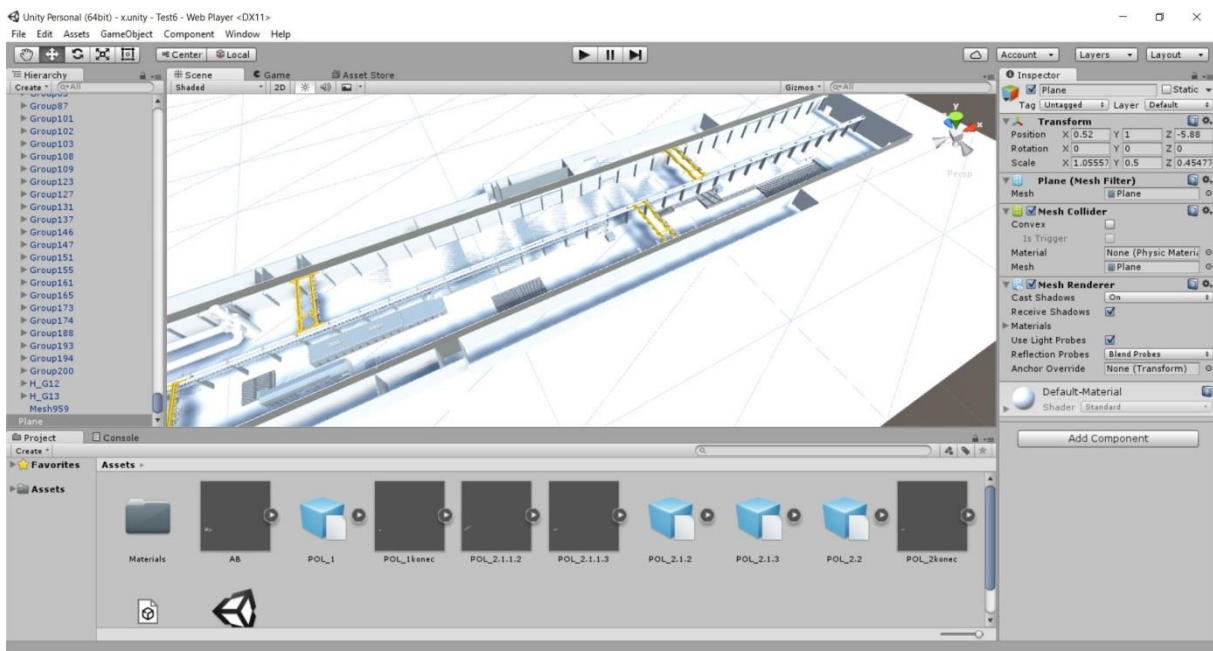
Slika 17: Faza 4 - pogled zaprtega objekta (osebni arhiv)



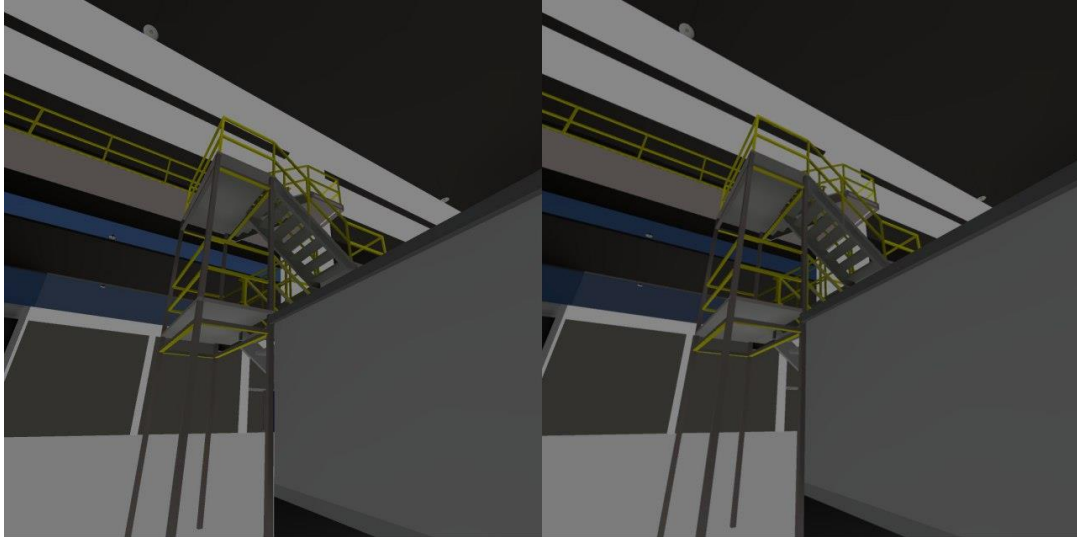
Slika 18: Faza 4 - Pogled odprtega objekta (osebni arhiv)

### 3.4 VIRTUALIZACIJA

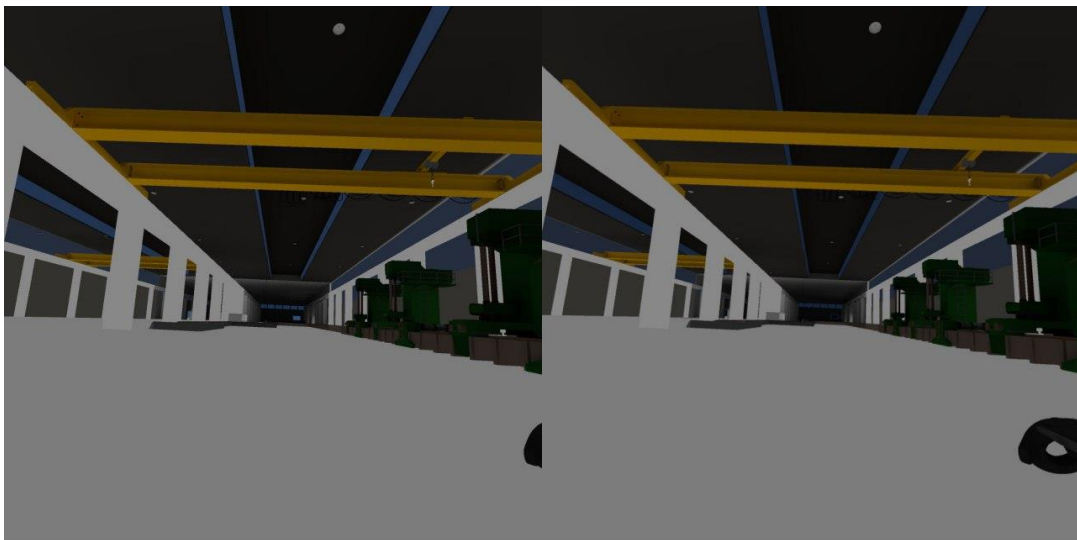
Virtualizacija je potekala s pomočjo platforme za ustvarjanje računalniških iger Unity, in sicer po zastavljenih postopkih nadgradnje modela. Najprej smo narisani oz. skonstruirani model uvozili v program kot datoteko .skp. Potem smo naredili t. i. "build" modela, kar pomeni, da uvoženim elementom pripišemo naloge in spreminjamo lastnosti (npr. stenam pripišemo, da so statično nepremični objekti, ki jih ne moremo spreminjati, prav tako pa ne moremo nanje fizično vplivati). S tem izboljšamo lastnosti resolucije in predvajanje objektov v VR, saj lahko določimo vizualno kakovost objektov, ki so blizu ali pa zelo oddaljeni. Posledica slabe resolucije v virtualni resničnosti je lahko vrtoглаvica ali slabost, ker človeški možgani pri opazovanju objektov zaznavajo motnje. Tako s platformo Unity spreminjamo ali določamo lastnosti elementov v virtualnem modelu, ki ga shranimo kot datoteko .exe. To pomeni, da je ta model zapisan kot samostojna aplikacija, do katere dostopamo s pomočjo programske in strojne opreme HTC Vive. Z njo lahko kdorkoli kjerkoli na svetu dostopa do naše datoteke in jo odpre, saj na ta način omogočimo množično uporabo virtualizacije podjetja. [3]



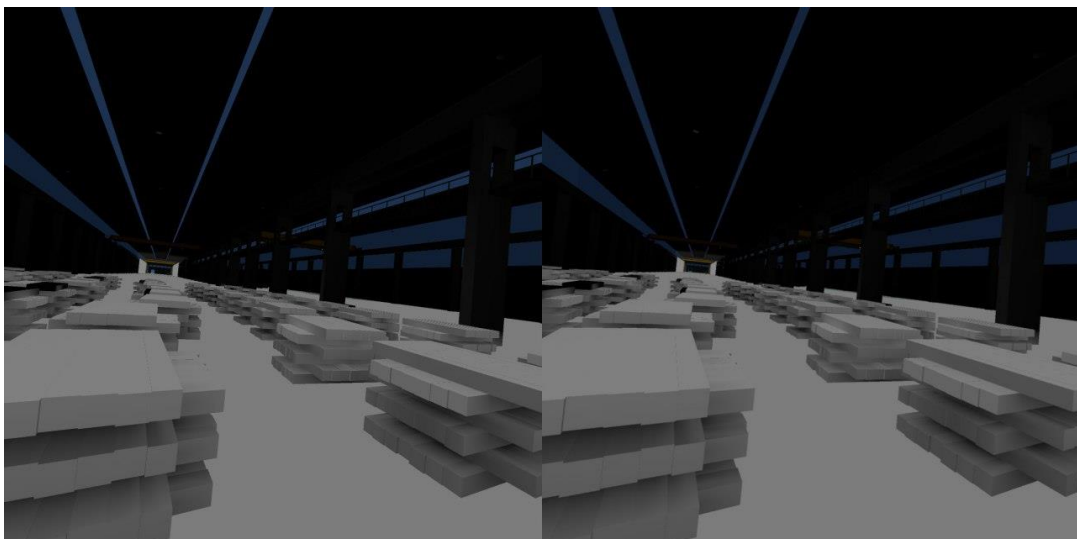
Slika 19: Platforma Unity (osebni arhiv)



Slika 20: Pogled v VR; primer 1 (osebni arhiv)



Slika 21: Pogled v VR; primer 2 (osebni arhiv)



Slika 22: Pogled v VR; primer 3 (osebni arhiv)



## 4 ZAKLJUČEK

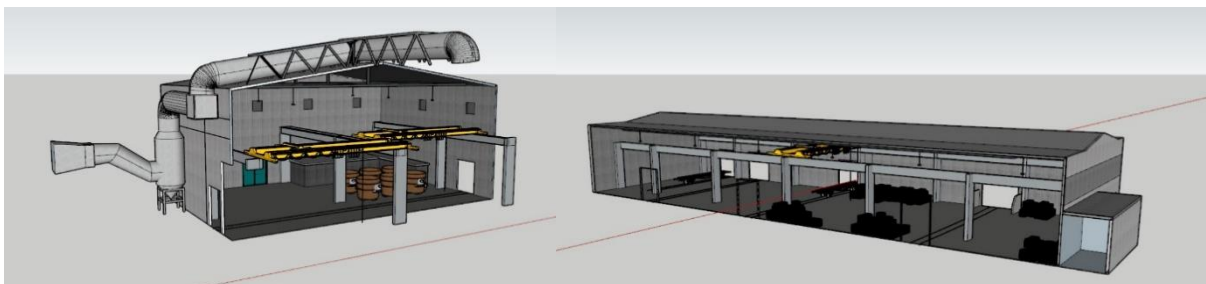
### 4.1 TEŽAVE MED IZDELAVO

Zaradi obsega naše raziskovalne naloge smo med načrtovanjem in izdelavo naleteli tudi na marsikatero težavo. Prva se je pojavila na začetku modeliranja, saj nismo vedeli, pri katerem podjetju bi začeli, zato smo šli osebno v železarno Štore Steel, kjer so nam ponudili pomoč pri izdelavi. Predstavili so nam celotno proizvodnjo in poskrbeli, da smo objekt fotografirali. Priskrbeli so nam tlorisne načrte zgradbe, vendar so bili nepopolni in niso imeli določenega merila. Tako smo navezali stik z vodjo razvoja podjetja Štore Steel, ki nam je razložil, kaj na načrtih manjka oz. kaj je bilo spremenjeno, saj razvijajo železarno v koraku s časom. Merilo smo določili sami, tako da smo najprej natisnili tlorisni načrt, potem pa s pomočjo že kotiranih elementov na sliki določili čim natančnejše merilo.

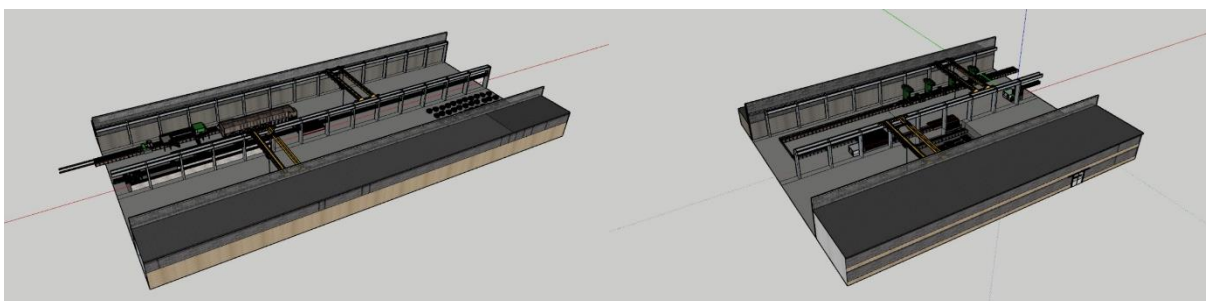
Sledile so težave na platformi pri pretvarjanju datoteke za razvoj računalniških iger Unity. Najprej smo želeli narisani model iz vrste datoteke .skp, ga izvoziti v vrsto datoteke .fbx, vendar smo ugotovili, da naš model sestavljajo komponente, ki med pretvorbo presegajo dovoljeno velikost za uvažanje v platformo Unity. To težavo smo rešili tako, da smo narisani model uvozili v Unity kot vrsto datoteke .skp in jo pretvorili kar s platformo, da smo dobili »build«.

Pri prvih praktičnih testiranjih smo dobili že prve hibe, s katerimi smo se srečevali skozi ves razvoj virtualnega okolja. To je bil t. i. »frame rate« ali če poslovenimo »sličice na sekundo«. Te sličice omogočajo brezhibno gledanje filmov, animacij, igranje računalniških iger in predvajanje video vsebin. Povprečen »frame rate« na televiziji ali računalniku je 24 oz. 25 fps, medtem ko VR očala oz. njihov zaslon potrebuje najmanj 90 sličic na sekundo. Pomembno je, da dosežemo 90 fps, saj so študije pokazale, da v praksi vsaka nastavitev VR, ki ustvarja hitrost slik pod 90 sličicami na sekundo, verjetno povzroči dezorientacijo, slabost in druge negativne učinke na uporabnika. Zato z nižjim številom slik dobimo slabše učinke. Da bi to dosegli, je potrebno veliko izkušenj in znanja, zato smo se obrnili na programerja, ki ima s tem več izkušenj. Ta nam je razložil delovanje platforme, pomembnost »okvirjev« in nas vodil skozi to težavo, da smo dosegli cilj. Postopek je bil zelo dolgotrajen, saj je bilo potrebno razdreti ves narisani model. Razdelili smo ga na več delov oz. segmentov, ki se bodo vsak posebej uvozili v računalniško platformo. Po tem ko so območja uvožena, se za vsako naredijo trije različni »buildi«, to pomeni, da je vsak del narejen v treh različnih kakovostih. To pomaga pri »frame

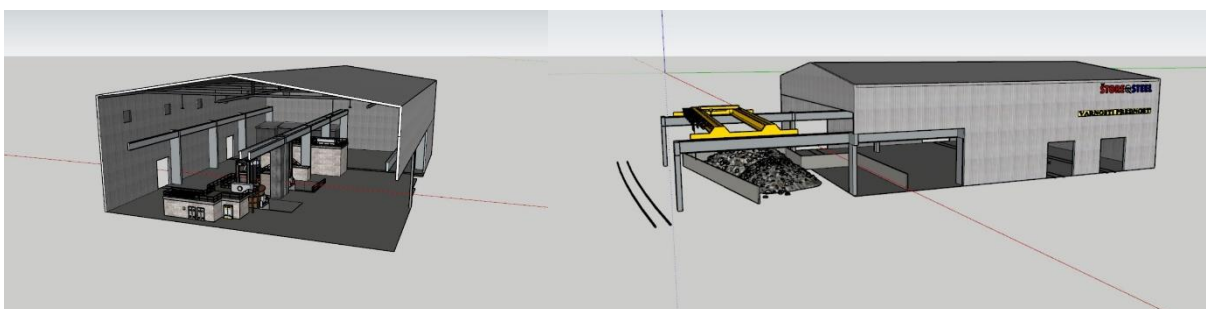
rate« in pri kakovosti predvajanja, saj objekte v bližini vidimo v najvišji resoluciji, medtem ko so tisti, ki se nahajajo daleč od nas, v malce slabši oz. so zamegljeni. [12]



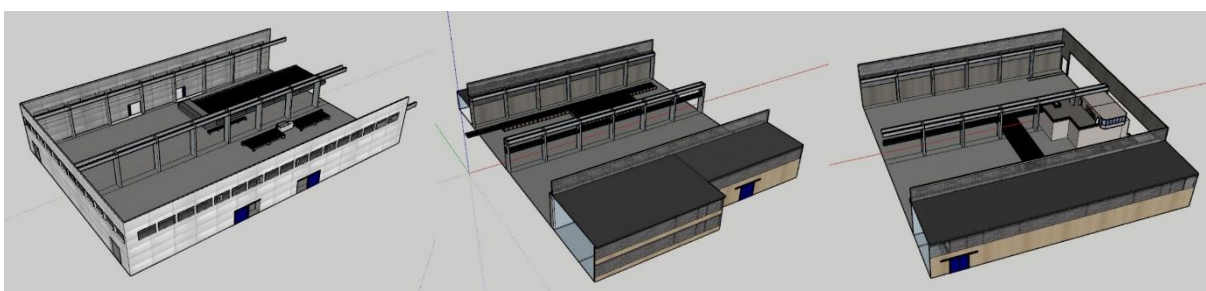
Slika 23: Razdeljeni model, primer 1 (osebni arhiv)



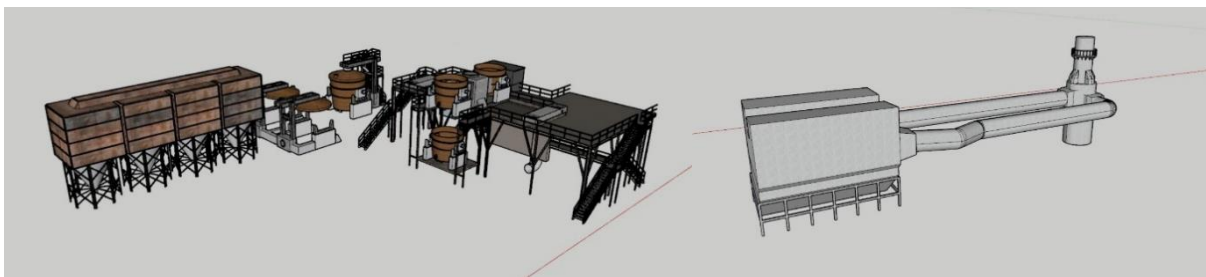
Slika 24: Razdeljeni model, primer 2 (osebni arhiv)



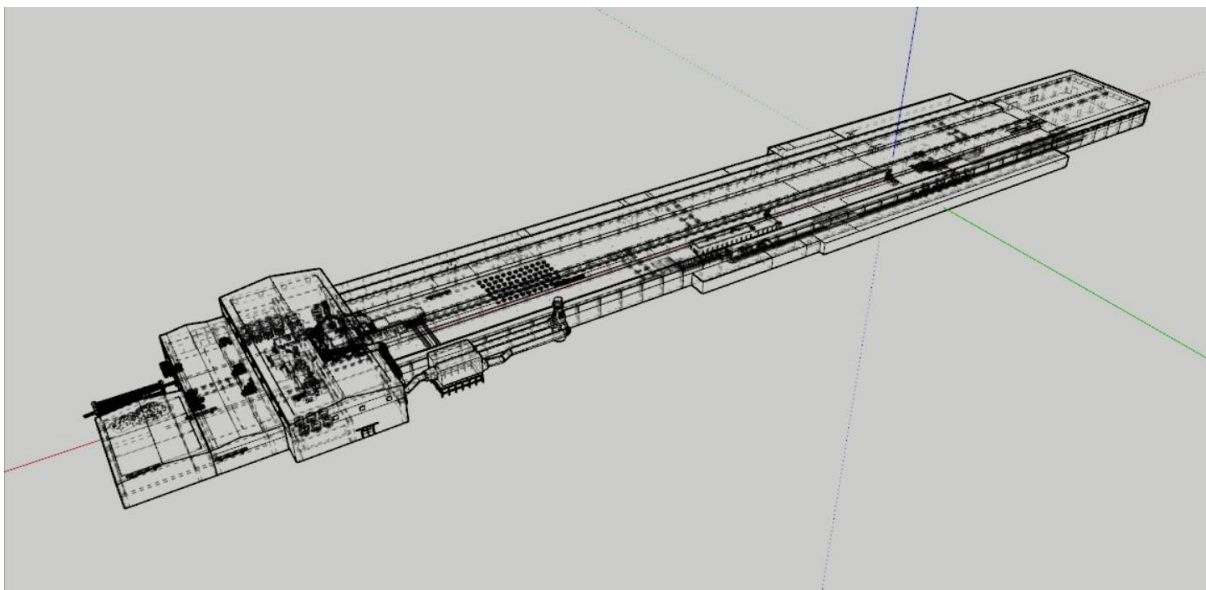
Slika 25: Razdeljeni model, primer 3 (osebni arhiv)



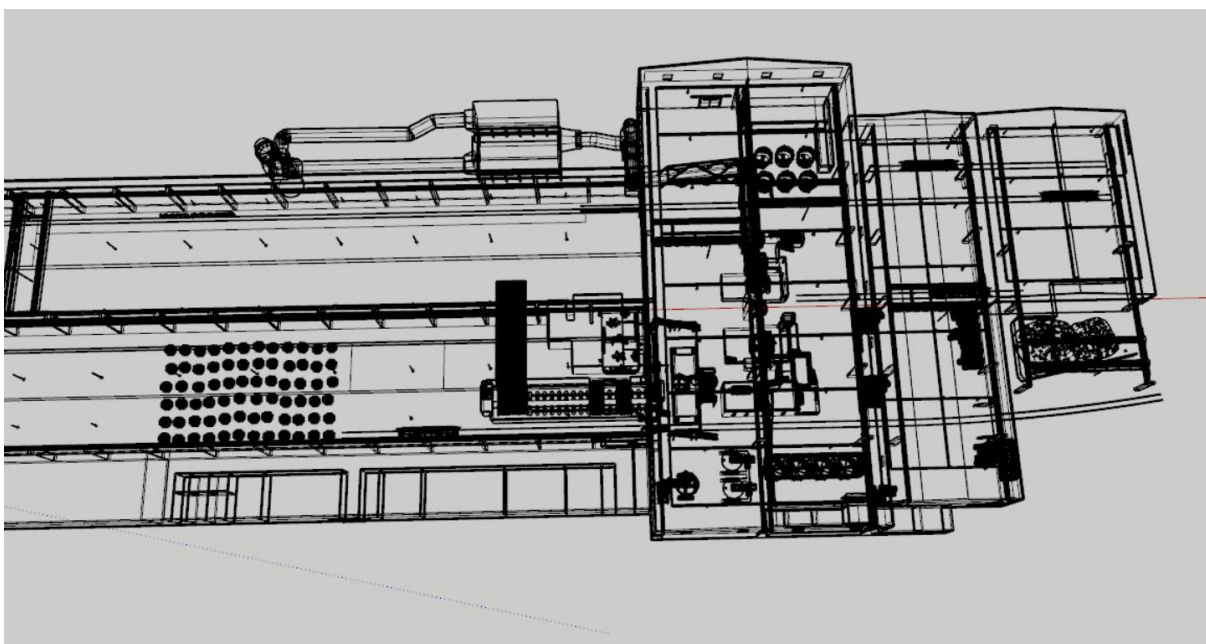
Slika 26: Razdeljeni model, primer 4 (osebni arhiv)



Slika 27: Razdeljeni model, primer 5 (osebni arhiv)



Slika 28: Žični model objekta (osebni arhiv)



Slika 29: Približani žični model objekta (osebni arhiv)

## 4.2 ANALIZA HIPOTEZ

Sedaj, v zaključku raziskovalne naloge lahko analiziramo hipoteze, ki smo si jih zastavili na začetku. Med delom smo se veliko naučili, pridobili veliko znanja s področja modeliranja, prav tako s področja virtualne resničnosti. Pridobili smo dovolj izkušenj, da lahko samostojno še naprej razvijamo našo idejo oz. projekt. S tem potrjujemo prvo hipotezo.

Druga hipoteza je prav tako potrjena. Z vsem pridobljenim znanjem nam je uspelo zmodelirati ves objekt podjetja Štore Steel in ga uspešno izvoziti. V obliki datoteke .skp smo ga uvozili v Unity, tam naredili build in ga s tem postavili v svet virtualne resničnosti, kjer si ga lahko ogledamo.

Žal pa so bile težave pri doseganju tretje hipoteze. Seveda je mogoče razviti interakcijo in vklopiti dinamiko v virtualni svet našega projekta, kar ostaja v našem načrtu, vendar nam do sedaj to ni uspelo. Potrebujemo še nekaj časa, da izpopolnimo virtualizacijo, poskrbimo za najboljšo možno resolucijo in šele nato projekt nadgradimo s prvoosebno interakcijo.

Tudi četrta hipoteza je ostala nepotrjena in pripravljena za razvoj v prihodnosti. Potrebno bo razširiti znanje igralske platforme Unity na področje fizikalnih lastnosti, da omogočimo pretakanje tekočin in spreminjanje osnovne oblike objektov med premikanjem. S tem bomo omogočili prikaz elementov tehnološkega procesa v proizvodnji, kot so pretakanje staljenega železa, rezanje žarečih gredic in njihovo valjanje do končne oblike.

Peto hipotezo lahko potrdimo, saj nam platforma za ustvarjanje računalniških iger Unity omogoča shranjevanje modela v obliki datoteke .exe, ki jo lahko odpremo kot samostojno aplikacijo. Za to potrebujemo primerno računalniško opremo, ampak ko bomo razvili idejo iz te raziskovalne naloge, omogočili interakcijo in simulacijo ter dokončno virtualizirali objekt, bomo lahko iz projekta naredili preprosto aplikacijo za uporabo. Ta bo služila varnosti pri delu vsem podjetjem, ki bodo sodelovala z nami.

Na to se navezuje naslednja, šesta hipoteza. Ta je potrjena, saj smo uspešno našli podjetje, s katerim bomo sodelovali. To je železarna Štore Steel, ki nam je od začetka služila kot osnova za virtualizacijo podjetja. Priskrbeli so nam tlorisne načrte, da smo lahko začeli modelirati

objekt, ki ga bomo v prihodnje tudi dokončno virtualizirali. Tako bomo dokončali projekt za podjetje in vsem delavcem omogočili virtualno varstvo pri delu.

Zadnja, sedma hipoteza pa je ovržena oz. ostaja odprta še za kar nekaj časa. Ugotovili smo, da kljub temu, da smo sklenili sodelovati s podjetjem Štore Steel in si začrtali cilj dokončati projekt, pridejo rezultati šele na koncu. Ocenili smo, da bomo potrebovali še kakšno leto za razvijanje projekta, da bo ta primeren za množično uporabo in pa seveda, da dobimo povratne informacije, ki bodo potrdile ali dokončno ovrgle našo hipotezo.

### 4.3 NAČRTI ZA PRIHODNOST

Po končani raziskovalni nalogi imamo zastavljene cilje za prihodnost našega projekta. V hipotezah smo zapisali, da želimo razvijati naš projekt in ustvariti trdno povezavo s podjetjem, ki bi bilo pripravljeno preizkusiti virtualizacijo podjetja in s tem poskrbeti za varnost. Upamo, da nam bo to uspelo v podjetju Štore Steel, saj smo z njimi sodelovali pri razvijanju tega projekta, za njihovo podjetje pa razvijamo tudi testni model. Najprej želimo dokončati model, narediti prikaz tehnološkega procesa v železarni in določiti vse nevarnosti na delovnem mestu (delovno območje s previsoko temperaturo, nevarne premike delovnih objektov ali obdelovalnih strojev, območja mostnih dvigal ipd.). Nato bomo razvili projekt v obliki samostojne aplikacije, ki bo na voljo na računalniku za preprosto uporabo vsem zaposlenim v podjetju. Najprej bomo modelirali in virtualizirali podjetja ločeno oz. vsako posebej. To bo potekalo kot sedaj, ogled podjetja, nato preverimo načrte in zgradbo zmodeliramo v ustreznem merilu, vstavimo obdelovalne stroje in naprave ter na koncu še virtualiziramo. Vendar je ta postopek zelo dolgotrajen ter kljub morebitni učinkovitosti zahteva veliko truda in časa, zato imamo zamisel, kako ga poenostaviti. Lahko razvijemo platformo, v kateri ima uporabnik možnost sam zasnovati tlorisni načrt podjetja, nato pa iz podane knjižnice strojev ter naprav izbere tiste, ki se v določenem podjetju uporabljajo. Na koncu model shrani in ga pošlje nazaj k nam, da opravimo virtualizacijo in ga postavimo v okolje virtualne resničnosti. Seveda je ta možnost hitrejša in lahko privarčujemo ogromno časa, hkrati pa za uporabo takšnega programa zadostuje že osnovno znanje tehničnega risanja oz. modeliranja na računalniku. Ne glede na to, kateri način se bo obnesel, želimo predvsem povratne informacije. V podjetju, za katerega bi naredili virtualizacijo, bi zaposlenim projekt predstavili in ga nato tudi preizkusili. Vse delovno leto bi beležili podatke o nesrečah na delovnem mestu, na koncu leta pa bi nam posredovali te informacije. Z njihovo pomočjo bi ugotovili, kako virtualizacija podjetja vpliva na število delovnih nesreč in na delo zaposlenih v proizvodnji. Je rezultat pozitiven ali negativen, je vpliv velik ali majhen, kolikšna je razlika v odstotkih v primerjavi s prejšnjimi leti in na katerih delovnih mestih oz. področjih so največje razlike.

#### **4.4 ZAKLJUČEK**

Z raziskovalnim delom smo spoznali nova področja virtualne resničnosti. Na začetku dela smo zaradi pomanjkanja izkušenj z omenjenega področja naleteli na težave, a kmalu smo pridobili dovolj informacij in znanja za izdelavo raziskovalne naloge. Veliko smo se naučili o uporabi virtualne resničnosti, o modeliranju in o postopku, kako ustvariti virtualni svet. Spoznali smo, da za raziskovalno delo potrebujemo veliko znanja, volje in trdega dela. Najprej smo raziskali področje virtualne resničnosti globalno in v Sloveniji. Od zastopnikov podjetij smo pridobili veliko informacij, ki so nam služile kot smernice za izdelavo projekta. Z njimi smo sklenili tudi nadaljnje sodelovanje. Začrtali smo si tudi cilje, ki nas bodo vodili do zelenih rezultatov. V naslednjih nekaj letih bomo razvijali idejo v upanju, da spremenimo in izboljšamo varnost v proizvodnji.

## **5 ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorjema Jožetu Prezlju, univ. dipl. inž., in Marku Radosavljeviću, prof., za podporo, motivacijo in usmerjanje pri najini raziskovalni nalogi.

Zahvaljujemo se Šolskemu centru Celje, ki nam je omogočil izdelavo raziskovalne naloge, Nikiju Šušnjari za pomoč pri virtualizaciji ter vodenje skozi računalniško platformo Unity, dr. Mihi Kovačiču, zastopniku podjetja Štore Steel, ki nam je pomagal pri razvoju virtualizacije proizvodnje za njihovo železarno, Suzani Slana, prof., za lektoriranje naloge ter vsem pomočnikom, svetovalcem in lastnikom oz. zastopnikom podjetij, ki so nama omogočili vpogled v njihov svet virtualne resničnosti.



## 6 VIRI IN LITERATURA

- [1] *Applications Of Virtual Reality* (spletni vir 1). 2017. (citirano 25. 2. 2018). Dostopno na naslovu: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-applications/>
- [2] *Holografija* (spletni vir 2). 2017. (citirano 11. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Holografija>.
- [3] *Interaction in VR* (spletni vir 3). 2018. (citirano 12. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://unity3d.com/learn/tutorials/topics/virtual-reality/interaction-vr>.
- [4] *JOLP; letno poročilo* (spletni vir 4). 2017. (citirano 06. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://www.ajpes.si/jolp/podjetje.asp?maticna=1197967000>.
- [5] KITCHIN, R. (1998). *Cyberspace. The World in the Wires*. Chinchester: John Wiley & Sons.
- [6] LENARČIČ, B. *Fizično vs. virtualno mesto* (spletni vir 5). 2002. (citirano 06. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <http://dk.fdv.uni-lj.si/dela/Lenarcic-Blaz.PDF>.
- [7] *Na delovnem mestu umre največ gradbenih delavcev, starih med 40 in 49 let* (spletni vir 6). 2015. (citirano 05. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <http://www.rtv slo.si/moja-generacija/na-delovnem-mestu-umre-najvec-gradbenih-delavcev-starih-med-40-in-49-let/363956>.
- [8] *Navidezna resničnost* (spletni vir 7). 2018. (citirano 09. 01. 2018). Dostopno na naslovu: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Navidezna\\_resnicnost](https://sl.wikipedia.org/wiki/Navidezna_resnicnost).
- [9] *Programski jezik C sharp* (spletni vir 8). 2017. (citirano 11. 01. 2018). Dostopno na naslovu: [https://sl.wikipedia.org/wiki/Programski\\_jezik\\_C\\_sharp](https://sl.wikipedia.org/wiki/Programski_jezik_C_sharp).
- [10] STREHOVEC, J. (1992). *Umetnost virtualnih strojev. Časopis za kritiko znanosti*. 1992, let. 20, št. 150-151, str. 43-58.
- [11] STREHOVEC J. (1994). *Virtualni svetovi*. Ljubljana: Založba Sophia.
- [12] *The Importance of Frame Rates* (spletni vir 9). 2018. (citirano 11. 01. 2018). Dostopno na naslovu: <https://help.irisvr.com/hc/en-us/articles/215884547-The-Importance-of-Frame-Rates>.
- [13] Zastopnik podjetja SNAUT 2018, intervju z avtorjem, Ljubljana 2018.
- [14] Zastopnik podjetja Stroka produkt, 2017, intervju z avtorjem, Celje 2017.
- [15] Zastopnik podjetja VIAR, 2017, intervju z avtorjem, Celje 2017.
- [16] Zastopnik revije ESI talk 2017, intervju z avtorjem, Celje 2017.
- [17] Zastopnik revije IRT 3000, 2017, intervju z avtorjem, Celje 2017.

## 7 VIRI SLIK

- [18] *Dejavnosti z največ nezgodami v letu 2011.* (spletni vir 10). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: [http://www.id.gov.si/fileadmin/id.gov.si/pageuploads/Varnost\\_in\\_zdravje\\_pri\\_delu/Statistika\\_nezgode/2010/Dejavnosti\\_z\\_najvec\\_lacjimi\\_nezgodami.jpg](http://www.id.gov.si/fileadmin/id.gov.si/pageuploads/Varnost_in_zdravje_pri_delu/Statistika_nezgode/2010/Dejavnosti_z_najvec_lacjimi_nezgodami.jpg).
- [19] *Prikaz sodobne VR opreme (HTC Vive).* (spletni vir 11). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <http://assets2.ignimgs.com/2016/10/04/417746-hand-staring-competitionjpg-fe17e2.jpg>.
- [20] *Prikaz virtualne resničnosti v preteklosti.* (spletni vir 12). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://i.ytimg.com/vi/7zqp1szDWyA/maxresdefault.jpg>.
- [21] *Primer VR v gradbeništvu* (spletni vir 13). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <http://archvirtual.com/wp-content/uploads/2015/12/2014-05-15-progress5.jpg>.
- [22] *Primer VR v inženirstvu.* (spletni vir 14). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: [https://cdn.theatlantic.com/assets/media/img/sponsored/2017/10/vmware\\_article1\\_image/resp-feature.jpg](https://cdn.theatlantic.com/assets/media/img/sponsored/2017/10/vmware_article1_image/resp-feature.jpg).
- [23] *Primer VR v medicini.* (spletni vir 15). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <http://www.vrtherapynews.com/wp-content/uploads/2016/09/VR-healthcare-feature-image.png>.
- [24] *Primer VR v šolstvu.* (spletni vir 16). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://roadtovrlive-5ea0.kxcdn.com/wp-content/uploads/2015/07/google-expedition-kids-virtual-reality.jpg>.
- [25] *Primer VR v športu.* (spletni vir 17). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: [http://www.psafe.com/en/blog/wp-content/uploads/2017/03/header\\_EN\\_1003\\_The-Role-of-Virtual-Reality-in-the-Sports-Industry.jpg](http://www.psafe.com/en/blog/wp-content/uploads/2017/03/header_EN_1003_The-Role-of-Virtual-Reality-in-the-Sports-Industry.jpg).
- [26] *Primer VR v vojski.* (spletni vir 18). 2018. (citirano 15. 02. 2018). Dostopno na naslovu: <https://i0.wp.com/i-hls.com/wp-content/uploads/2017/03/virtual-training.jpg?resize=1024%2C483&ssl=1>.