

FlexSim i virtualna stvarnost

Stellini, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:688080>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

LUKA STELLINI

FLEXSIM I VIRTUALNA STVARNOST

DIPLOMSKI RAD

Rijeka, 2024.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**FLEXSIM I VIRTUALNA STVARNOST
FLEXSIM AND VIRTUAL REALITY**

**DIPLOMSKI RAD
MASTER THESIS**

Kolegij: Modeliranje i simulacije

Mentor: doc. dr. sc. Dario Ogrizović

Komentor: Mateo Matošević, mag. ing. logist.

Student: Luka Stellini

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112077659

Rijeka, rujan 2024.

Student: Luka Stellini

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112077659

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom
FLEXSIM I VIRTUALNA STVARNOST

izradio/la samostalno pod mentorstvom doc. dr. sc. Dario Ogrizović

te komentorstvom Mateo Matošević mag. ing. logist.

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezo/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Student/studentica

Luka Stellini



Student/studentica: Luka Stellini

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112077659

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG DIPLOMSKOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor diplomskog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa diplomskim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog diplomskog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student/studentica - autor



SAŽETAK

Ovaj diplomski rad provesti će istraživanje o virtualnoj stvarnosti, simulacijama odnosno simulacijskom modeliranju, te simulacijskom programu FlexSim. Definirati će se i objasniti pojmovi simulacija, virtualne stvarnosti i model. Svaki pojam također će biti kategoriziran, te će njegove karakteristike biti objašnjene. Pokušati će se predočiti važnost simulacija i virtualne stvarnosti za unaprjeđenje poslovanja tvrtki bez velikoga rizika. U radu će isto tako biti naveden primjer VR simulacije u obliku vožnje viličara putem kojega se obavlja prekrcaj tereta.

Ključne riječi: Simulacije, FlexSim, virtualna stvarnost, simulacijsko modeliranje, modeli.

SUMMARY

This graduation thesis will conduct research on virtual reality, simulations, i.e. simulation modeling, and the simulation program FlexSim. The terms simulation, virtual reality and model will be defined and explained. Each term will also be categorized, and its characteristics will be explained. An attempt will be made to present the importance of simulations and virtual reality for the improvement of the company's operations without great risk. The paper will also provide an example of a VR simulation in the form of driving a forklift, which is used to transfer cargo.

Keywords: Simulations, FlexSim, virtual reality, simulation modeling, models.

SADRŽAJ

SAŽETAK	II
SUMMARY	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA	1
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	1
1.4. ZNANSTVENE METODE	2
1.5. STRUKTURA RADA.....	2
2. SIMULACIJE I SIMULACIJSKO MODELIRANJE	4
2.1. VRSTE SIMULACIJSKIH MODELA KOD ANALIZE PODATAKA	5
2.1.1 MONTE CARLO METODA	5
2.1.2 MODELIRANJE TEMELJENO NA AGENTIMA	6
2.1.3 SIMULACIJA DISKRETNOG DOGAĐAJA	7
2.1.4 DINAMIČKO MODELIRANJE SUSTAVA	7
2.2. PREDNOSTI I NEDOSTACI SIMULACIJA	8
2.2.1 PREDNOSTI SIMULACIJA.....	8
2.2.2 NEDOSTATCI SIMULACIJA	9
2.3. TERMINOLOGIJA KOD SIMULACIJA I MODELA	9
3. SIMULACIJSKI ALAT FLEXSIM	11
3.1. FLEXSIM GRAFIČKO SUČELJE	12
3.1.1. RADNA POVRŠINA.....	12
3.1.2. KNJIŽNICA I OKVIR S ALATIMA	13
3.1.3. OBJEKTI.....	14
3.1.4. SVOJSTVA	16
3.1.5. KARTICE	17
3.1.6. PRIKLJUČCI.....	18
3.1.7. GLAVNI IZBORNIK, ALATNA TRAKA I KONTROLNA TRAKA SIMULACIJE... ..	19
3.1.8. OKRUŽENJA.....	19
4. VIRTUALNA STVARNOST	20

4.1. POVIJEST VIRTUALNE STVARNOSTI	21
4.2. PRIMJENE VIRTUALNE STVARNOSTI	25
4.2.1. VIRTUALNA STVARNOST I OSOBE S INVALIDITETOM	28
5. VRSTE SUSTAVA VIRTUALNE STVARNOSTI.....	29
5.1. NEIMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST.....	29
5.2. POTPUNO IMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST	30
5.3. POLU-IMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST	31
6. OSTALE VRSTE „STVARNOSTI“	32
6.1. PRODUŽENA STVARNOST (XR-EXTENDED REALITY)	32
6.2. DORAĐENA STVARNOST (AR-AUGMENTED REALITY)	33
6.3. MJEŠOVITA STVARNOST (MR-MIXED REALITY).....	34
7. VIRTUALNA STVARNOST U OBRAZOVANJU	35
8. PRIMJER VR SIMULACIJE (VOŽNJA VILIČARA U FLEXSIM-u) .	38
9. ZAKLJUČAK.....	50
LITERATURA	51
POPIS SLIKA.....	53

1. UVOD

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Problem istraživanja ovog diplomskog rada biti će kako je moguće unaprijediti simulacije poput FlexSima pomoću implementacije tehnologija virtualne stvarnosti i popratnih uređaja kojima se ona koristi. Uvidjeti će se da li je VR dobro rješenje kod raznih simulacija i kako pridonosi lakšoj kreaciji i testiranju raznih simulacijskih modela. Predmet istraživanja biti će modeliranje i simulacije izvedene u programu FlexSim, kako to sve funkcionira te koliko VR pomaže pri cjelokupnom procesu izvođenja simulacija. Objekt istraživanja biti će FlexSim model specifičnih karakteristika koji će biti prikazan putem virtualne stvarnosti odnosno popratnih uređaja.

1.2. RADNA HIPOTEZA

Radna hipoteza postavljena je na temelju problema, predmeta i objekta istraživanja te ukazuje kako virtualna stvarnost ima utjecaj na provedbu raznih modela i simulacija. Korištenje VR-a kod kreacije i provedbe modela i simulacija omogućen je razvojem tehnologije koji je u stalnom porastu. Uvidjeti će se koliko zapravo virtualna stvarnost pomaže kod stvaranja određenog modela ili simulacije.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Svrha i ciljevi istraživanja ovog rada nastoje prikazati što implementacija VR tehnologije zapravo znači za programe i postupke izrade modela i simulacija kao što je FlexSim. U radu će se dati odgovor na pitanja kao što su:

- Koji su osnovni simulacijski pojmovi?
- Koja je svrha simulacija i modeliranja?
- Što je to FlexSim?
- Što je virtualna stvarnost (VR)?
- Kako se virtualna stvarnost primjenjuje u FlexSim-u?

1.4. ZNANSTVENE METODE

Prilikom pisanja rada korištene su mnoge znanstvene metode poput:

- Metoda analize
- Metoda sinteze
- Metoda indukcije
- Metoda dedukcije
- Metoda dokazivanja
- Metoda specijalizacije
- Metoda klasifikacije
- Metoda deskripcije
- Metoda kompilacije
- Statisitička metoda
- Metoda modeliranja
- Grafička metoda

1.5. STRUKTURA RADA

Ovaj diplomski rad strukturiran je u devet zasebnih cjelina koje su međusobno povezane istraživanjem iste cjeline.

Prvo poglavlje, pod nazivom **UVOD**, iznosi predmet, objekt i problem istraživanja, radnu hipotezu, ukazuje koje su se znanstvene metode koristile, te pokazuje svrhu i cilj istraživanja i strukturu rada.

Drugo poglavlje, pod nazivom **SIMULACIJE I SIMULACIJSKO MODELIRANJE**, obrađuje teoretski dio simulacija, modela i simulacijskog modeliranja. Određuje se koje vrste simulacijskih modela postoje, općenite prednosti i nedostaci simulacija, te terminologija vezana uz simulacije i modele.

Treće poglavlje, pod nazivom **SIMULACIJSKI ALAT FLEXSIM**, navodi značajke simulacijskog programa pod istim imenom. Opisuje se svaka stavka programa, te ukazuje na njegovu korisnost.

Čvrto poglavlje, pod nazivom **VIRTUALNA STVARNOST**, navodi bitne podatke vezane uz istoimenu pojam, te opisuje razne primjene virtualne stvarnosti i njen razvoj kroz povijest.

Peto poglavlje, pod nazivom **VRSTE SUSTAVA VIRTUALNE STVARNOSTI**, kao što se iz naziva može lako razaznati navode se sustavi koje virtualna stvarnost obuhvaća i opisuju se.

Šesto poglavlje, pod nazivom **OSTALE VRSTE „STVARNOSTI“**, ukazuje na to kakvih još oblika virtualne stvarnosti ima uz one osnovne iz prošloga poglavlja te na temelju kratkog primjera svakoga opisuje.

Sedmo poglavlje, pod nazivom **VIRTUALNA STVARNOST U OBRAZOVANJU**, predočava koje su sve mogućnosti i potencijali prisutni kod uporabe virtualne stvarnosti u obrazovnim ustanovama diljem svijeta.

Osmo poglavlje, pod nazivom **PRIMJER VR SIMULACIJE (VOŽNJA VILIČARA U FLEXSIM-u)**, sadrži simulacijski model vožnje viličara koji se odvija unutar programa Flexsim i uz pomoć VR tehnologije.

Deveto poglavlje, pod nazivom **ZAKLJUČAK**, obuhvaća zaključke i sažetke svih ostalih dijelova diplomskog rada.

2. SIMULACIJE I SIMULACIJSKO MODELIRANJE

Simulacija je proces stvaranja modela postojećeg ili predloženoga sustava kako bi se identificirali i razumjeli faktori koji kontroliraju postojeći sustav, također koristi se za predviđanje ponašanja sustava u budućnosti. Simulacija je veoma moćan i važan alat jer pruža načine pomoću kojih se alternativne dizajne, planove i/ili politike može ocijeniti bez potrebe za eksperimentiranjem na stvarnom sustavu. Za određene vrste simulacija vrijede određene tvrdnje kao npr. :

- Statička simulacija → model sustava ne mijenja se sa vremenom
- Dinamička simulacija → model sustava je promjenjiv i razvija se sa vremenom
- Deterministička simulacija → zahtjeva određene fiksne ulazne vrijednosti
- Probabilistička simulacija → predstavlja neizvjesnost i slučajnost tako što neke ulazne podatke određuje da budu distribucije vjerojatnosti ili slučajni događaji

Alati za simulaciju su uglavnom programi odnosno softveri koji korisniku omogućuju promatranje operacija kroz razno razne simulacije bez potrebe da se ta operacija zapravo izvede u stvarnosti. Simulacijski softver naširoko se koristi za dizajniranje/projektiranje opreme kako bi konačni proizvod bio što je moguće bliži specifikacijama dizajna bez skupih izmjena dizajna tokom procesa.

Primjena simulacija odvija se u mnogim područjima i procesima koji nas okružuju. Neka od njih su:

- Logistička simulacija
- Simulacija u planiranju proizvodnje
- Simulacija lanca opskrbe
- Vojne simulacije
- Vremenske prognoze
- Građevinske simulacije
- Simulatori letenja za obuku pilota
- Simulatori vožnje za obuku vozača¹

¹ „Mathematics-Simulation-Models“, CCS University India, <https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/pdf/Mathematics-Simulation-Models-3.pdf> , pristupljeno 4.5.2024.

2.1. VRSTE SIMULACIJSKIH MODELA KOD ANALIZE PODATAKA

Simulacijski modeli konstantno pronalaze nove primjene kako sve više i više organizacija barata benefitima prediktivne analitike i donošenja odluka na temelju podataka. Većina današnjih tehnika analize podataka zapravo je započela s kockarskim igrama ; npr. ukoliko netko želi odrediti vjerojatnost bacanja određenog broja sa tri šesterostrane kocke ili znati kakve izgleda ima uzevši u obzir trenutnu „ruku“ u pokeru morati će upotrijebiti jednu od četiri vrste simulacijskih modela kako bi se zapravo stvorio pojednostavljeni model za određivanje ponašanja složenih sustava.

Ovakve simulacije koje služe za pojednostavljenje problema postale su jedini način za rješavanje složenih problema stvarnog svijeta u područjima poput fizike, biologije, ekonomije, te drugim područjima koja su međusobno povezana mnogim komponentama. Svaki stručnjak za analitiku podataka trebao bi poznavati ove simulacijske modele:

- Monte Carlo metoda
- Modeliranje temeljeno na agentima
- Simulacija diskretnog događaja
- Dinamičko modeliranje sustava

2.1.1 MONTE CARLO METODA

Ime ove metode dolazi od ruleta, kockarske „igre“ koja je postala poznata upravo iz odmarališta u gradu Monte Carlu. Kotač ruleta ima 37 utora koji su označeni brojevima od 0 do 36, od toga 18 utora je crvene boje, 18 crne i jedan zelene boje. Igrači imaju 48,65% šanse da dobiju crveno naspram crnog utora i obrnuto. Šansa za dobivanje zelenog utora odnosno broja „0“ je 2,7%. Svako pojedinačno okretanje ruleta rezultira slučajnom vrijednošću. Ukoliko se isti postupak vrtnje ponovi 1000 puta ili više, distribucija rezultata trebala bi slijediti prethodno izražene postotke. Ukoliko se to ne dogodi treba odmah posumnjati na varanje od strane „kuće“ odnosno kockarnice koja koristi nedozvoljena pomagala kako bi manipulirala rezultatima.²

² „Types of simulation models used in data analytics“, Techtarger, <https://www.techtarger.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics> pristupljeno 15.5.2024.

Jedan od najstarijih poznatih primjera metode Monte Carlo je njezina uporaba za izračunavanje vrijednosti π . U ekonomiji se koristi za proračunavanje poslovnog rizika, proračunavanje promjena vrijednosti investicija, analizu pri strateškom planiranju i slično. U kvantnoj fizici koristi se za procjenu valnih funkcija, a time i brojnih fizikalnih svojstava kao što su energija, tlak, napetost površine, itd.

2.1.2. MODELIRANJE TEMELJENO NA AGENTIMA

Agentski sustavi proučavani su 1960-ih kao jedan od najranijih primjera kibernetike i još uvijek su veoma značajni. Za objašnjenje što su oni zapravo biti će promatrano uzlijetanje ptica u jatu. Ukoliko promatramo uzlijetanje jata ptica, može se vidjeti kako se ono što se na prvu čini kao nasumično početno ponašanje veoma ubrzo pretvara u sinkroniziranu aktivnost i ptice zapravo nakon uzlijetanja lete u jasnoj formaciji iako niti jedna ptica zapravo ne kontrolira aktivnosti koje dovode do formiranja te formacije. Obrazloženje je da su ptice u letu razvile jednostavna pravila koja im govore što da rade na temelju onoga što vide oko sebe; svaka ptica izbjegava prepreke dok leti i prilagođava svoj položaj u stvarnom vremenu na temelju položaja drugih ptica oko nje.

U prethodnom primjeru ptice su zapravo agenti, a potezi koje one čine su pojavna ponašanja. Takva ponašanja odvijaju se kao reakcija na diskretan skup pravila koji se temelji na onome što rade drugi agenti. Proces koji utvrđuje koja su to pravila naziva se modeliranje temeljeno na agentima. Agentski sustavi se također koriste IoT* uređajima i dronovima. Takvi uređaji ne ovise o koordinaciji aktivnosti od strane središnjeg procesora, već umjesto toga reagiraju na svoje najbliže susjede. Središnjem procesoru se prijavljuju samo kada dobiju dvosmislene informacije ili ukoliko komunikacija sa susjedima i središnjim procesorom nije moguća stavljaju se u siguran način rada. Ovakav scenarij interakcije je loša strana agentskog sustava jer se poremećaj među malim brojem agenata veoma brzo može proširiti na ostatak što može dovesti do nestanka struje.

Agentski sustavi mogu se simulirati. Prilikom simulacije softverski objekti zamjenjuju one hardverske. Npr. biologija je odlična grana za korištenje ovakvog modeliranja budući da ponašanje jedne stanice ima tendenciju utjecati na obližnje stanice različitih vrsta³.

³ „Types of simulation models used in data analytics“, Techtarget, <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics>, pristupljeno 10.6.2024.

*IoT-Internet of Things

2.1.3 SIMULACIJA DISKRETNOG DOGAĐAJA

Simulacije diskretnih događaja provode se na način da se vrijeme „razbija“ odnosno razdvaja u različite korake ili dijelove umjesto da je kontinuirano. Pioniri istraživanja ovakve vrste simulacije bili su James Conway 1970.-ih godina i kasnije Stephen Wolfram.

U ovakvim simulacijama, stabilne ili kvazistabilne komponente pojavljuju se bez eksplicitnog programiranja. Analitičari podataka koriste diskretne simulacije događaja u područjima gdje blizina određuje stanje ili prostor mreže. Kao primjer možemo uzeti sustave za modeliranje vremenskih prilika koji koriste prednost trodimenzionalnih ćelija za određivanje ulaza i izlaza svake ćelije na temelju prethodnih stanja. Teoretski gledano, što je mreža korištena za opisivanje karte finija, to su rezultati točniji. Potrebno je izvršiti ispravke na modelu kako bi se uzeo u obzir oblik odnosno topologija mreže. Sveopće je poznato kako su trokutaste ili šesterokutne mreže točnije od pravokutnih.⁴

2.1.4 DINAMIČKO MODELIRANJE SUSTAVA

Dinamičko modeliranje sustava proučava kaotične sustave. Ono se oslanja na simulaciju diskretnih događaja i numeričke metode za određivanje ponašanja komponenti unutar takvog sustava. Također dinamičko modeliranje koristi se u simulacijama čestica visoke gustoće kao npr. za izradu modela ponašanja galaksije na temelju sila koje djeluju na idealizirane verzije zvijezda.

U idealnom matematičkom svijetu trebalo bi biti moguće opisati sve neovisnim funkcijama tretirajući ih kao da su linearne. U stvarnosti, većina varijabli koje opisuju sustave su povezane jedna s drugom, promjena vrijednosti jedne takve varijable može promijeniti drugu varijablu zbog njihove interakcije. Ove varijable predstavljaju nelinearne sustave izvedene iz diferencijalnih jednadžbi. Jednadžbe razlike koriste diskretnu matematiku za pronalaženje specifičnih rješenja koja se zatim mogu generalizirati izgradnjom skupova rješenja.

⁴ „Types of simulation models used in data analytics“, Techtaraget, <https://www.techtaraget.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics>, pristupljeno 10.6.2024.

Odličan primjer ovakvog sustava su simulacije predator-plijen. U najjednostavnijem slučaju postoji plijen, a broj životinja koje su plijen raste sve dok im ne ponestane hrane. Kada im ponestane hrane, populacija plijena pada na razinu na kojoj se može oporaviti njihova zaliha hrane. Međutim ukoliko u mješavinu svega dodamo predatora stvari odmah postaju složenije. Plijen odmah postaje povezan sa dvije varijable; to su opskrba hranom i broj predatora koji ubijaju plijen životinje. Populacija svih vrsta životinja u simulaciji postaje nelinearna i pomalo nepredvidljiva, čak može se reći „kaotična“.⁵

2.2. PREDNOSTI I NEDOSTACI SIMULACIJA

2.2.1 PREDNOSTI SIMULACIJA

Model ili simulacija dobri su onoliko koliko su dobra pravila koja se koriste za njihovu izradu. Veoma je teško stvoriti potpuno realan model ili simulaciju jer se pravila temelje na istraživanju i već gotovim prošlim događajima. Porastom virtualnih prostora, ljudi postaju sve više upoznati sa simulacijama. Samim time povećava se i reakcija stvarnog svijeta unutar bilo kakvog virtualnog okruženja.

Neke od mnogih prednosti modeliranja i simulacija su:

- Sposobnost testiranja proizvoda ili sustava prije njegove izgradnje
- Sposobnost istraživanja pitanja „što ako...“
- Mogu biti sigurniji i jeftiniji od stvarnog svijeta
- Mogu ubrzati ili usporiti stvari kako bi se vidjele promjene tijekom dugih ili kratkih vremenskih razdoblja
- Mogu se koristiti za pronalaženje neočekivanih problema i ujedno i njihovih rješenja⁶

⁵ „Types of simulation models used in data analytics“, Techtarger, <https://www.techtarger.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics>, pristupljeno 10.6.2024.

⁶ „Modelling and simulation Advantages and disadvantages“, BBC, <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zyqfr82/revision/3> , pristupljeno 12.6.2024

2.2.2 NEDOSTATCI SIMULACIJA

Glavni nedostatak simulacija je da one nisu prava stvar. Ljudi mogu drugačije reagirati kada se suoče sa situacijama u stvarnom svijetu. Na primjer, veća je vjerovatnost da će čovjek početi paničariti i biti više pod stresom ukoliko stvarno dođe do požara nego kada obavlja vježbe vezane uz požare kroz određene simulacije.

Još neki od nedostataka simulacija su:

- Moguće pogreške u programiranju ili pravilima simulacije ili modela
- Trošak simulacijskog modela može biti visok
- Reakcije ljudi na model ili simulaciju možda neće biti realne ili pouzdane
- Trošak izvođenja nekoliko različitih simulacija može biti visok.⁷

2.3. TERMINOLOGIJA KOD SIMULACIJA I MODELA

Mnogo je riječi koje imaju posebno značenje kada se primjenjuju na različite modele. Objašnjenja odnosno značenje nekih od važnijih pojmova unutar simulacija i modela su sljedeća:

- TOČNOST → blizina izračunate ili izmjerene vrijednosti njenoj „pravoj vrijednosti“. „Prava“ vrijednost označava onu vrijednost koju bi imali da imamo savršenu informaciju.
- ALGORITAM → skup pravila za rješavanje nekog problema. Na računalu označava skup pravila u obliku računalnog koda koji rješava probleme.
- KALIBRACIJA → proces prilagođavanja parametara modela unutar fizički mogućih raspona sve dok rezultirajuća predviđanja ne daju najbolje moguće podudaranje s promatranim podacima.
- PARAMETRI → uvjeti u modelu koji su fiksni tijekom izvođenja modela ili simulacije, ali se mogu mijenjati u različitim izvođenjima gdje služe kao metoda za provođenje analize osjetljivosti ili za postizanje ciljeva kalibracije.

⁷ „Modelling and simulation Advantages and disadvantages“, BBC, <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zyqfr82/revision/3> , pristupljeno 6.5.2024.

- OSJETLJIVOST → stupanj do kojeg promjene u odabranim ulaznim parametrima utječu na rezultate modela.
- VARIJABLA → izmjerena ili procijenjena veličina koja opisuje objekt ili se može promatrati u sustavu; podložna je promjenama.
- VALIDACIJA → odgovara na određena pitanja poput „Je li znanost valjana i koristi li model trenutne metode i tehnike?“ i „Dolazi li model do prihvatljivo točnog prikaza fenomena koji se modelira?“
- PROVJERA → „provjerava“ radi li kod za model ispravno i daje li matematički točan odgovor; isto tako daje se odgovor na pitanje „predstavljaju li algoritmi koji se koriste točnu matematičku funkciju na računalu?“
- MODEL → apstraktna reprezentacija stvarnog sustava ili procesa. Model može biti fizički, matematički, konceptualni ili računalni.
- ULAZNE VARIJABLE → podaci odnosno parametri koji se unose u model kako bi se određena simulacija pokrenula.
- IZLAZNE VARIJABLE → rezultati odnosno podaci koji se dobivaju iz modela nakon završetka simulacije.
- SIMULACIJSKO OKRUŽENJE → softver ili računalni sustav korišten za kreiranje i izvođenje simulacija.
- AGENTI → autonomni entiteti u simulacijskom modelu koji donose odluke na temelju zadanih pravila⁸.

⁸ „Modeling terminology“, AcqNotes , <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/modeling-terminology>, pristupljeno 8.5.2024.

3. SIMULACIJSKI ALAT FLEXSIM

FlexSim je softver za 3D simulaciju koji modelira, simulira, predviđa i vizualizira poslovne sustave u raznim industrijama: proizvodnji, rukovanju materijalima, zdravstvu, skladištenju, rudarstvu, logistici itd. Snažan je i jednostavan za korištenje. FlexSim tvrtkama može pomoći prilikom donošenja važnih odluka prilikom kojih moraju biti sigurne u točnost i preciznost podataka.

FlexSim se općenito može koristiti za:

1. Vizualizaciju bez rizika → kroz upotrebu alata FlexSim mogu se vizualizirati rezultati predloženih promjena za optimiziranje protoka proizvoda, osoblja, korištenja resursa, dizajna tlocrta i gotovo bilo kojeg drugog aspekta sustava
2. Optimizaciju → sustavi se mogu optimizirati prije nego što se promjene na njima implementiraju u stvarnom životu; ova funkcija štedi velike količine vremena i novca mnogim tvrtkama
3. Proučavanje alternativnih investicijskih ideja i planova za smanjenje troškova
4. Poboljšanje komunikacije → može se koristiti kako bi se dionicima demonstrirale nove predložene promjene poslovnog sustava ili kako bi se zaposlenike ispravno obučilo o cjelokupnom ponašanju sustava vezan za određeni posao

Mnoge tvrtke uspješno koriste Flexsim za:

- Metode testiranja za učinkovitiju alokaciju resursa
- Smanjenje vremena čekanja i veličine redova
- Minimiziranje negativnih učinaka kvarova
- Uspostavu optimalne veličine serija i redoslijeda dijelova
- Proučavanje učinka vremena postavljanja i izmjene alata
- Optimizaciju određivanja prioriteta kod otpreme robe i usluga⁹

⁹ „Welcome to FlexSim“, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Introduction/Welcome/Welcome.html> , pristupljeno 13.6.2024

3.1. FLEXSIM GRAFIČKO SUČELJE

U ovom poglavlju obraditi će se ključni elementi korisničkog sučelja i objasniti će se neki od njegovih ključnih pojmova i koncepata.

Svaki simulacijski model sastoji se od dva glavna sučelja: 3D model i alat Process Flow. 3D model je prostor u kojem se vizualizira neki poslovni sustav pomoću 3D grafike. Process Flow je prostor u kojemu se izgrađuje/utvrđuje logika koja pokreće neki 3D model.

Kod ulaska u program odmah su uočljive glavne komponente sučelja:

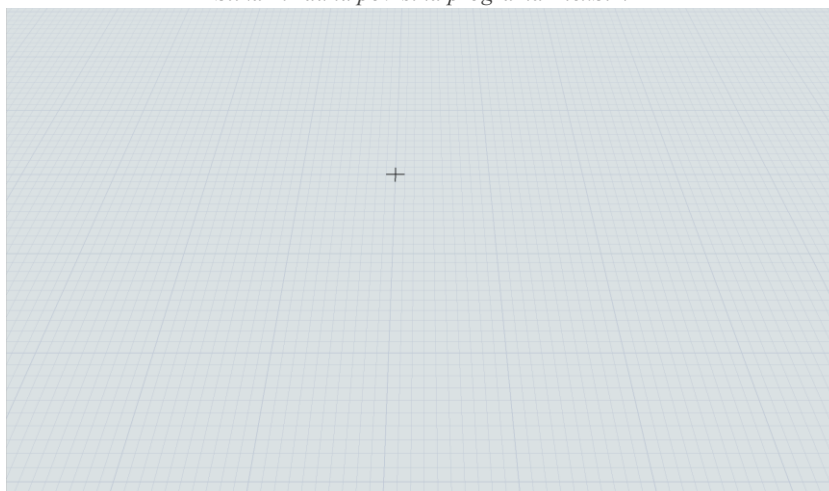
1. Radna površina (3D model/center pane)
2. Knjižnica i okvir s alatima (library and toolbox)
3. Objekti
4. Svojstva
5. Kartice
6. Priključci
7. Glavni izbornik, alatna traka i kontrolna traka simulacije
8. Okruženja

3.1.1. RADNA POVRŠINA

Smještena je u središnjem oknu, ona je glavni radni prostor koji se koristi za izradu 3D simulacijskih modela bilo kojeg poslovnog sustava. Objekti iz biblioteke mogu se povući u model kako bi se započelo stvaranje jedne simulacije. Kada se simulacija pokrene, objekti koji su prisutni u simulacijskom modelu početi će se kretati i međusobno komunicirati na temelju logike koja je definirana u tom simulacijskom modelu. Na slici 1 vidljiv je primjer prazne radne površine unutar FlexSim programa¹⁰.

¹⁰ „Overview of the FlexSim user interface“, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 15.6.2024.

Slika 1:Radna površina programa FlexSim

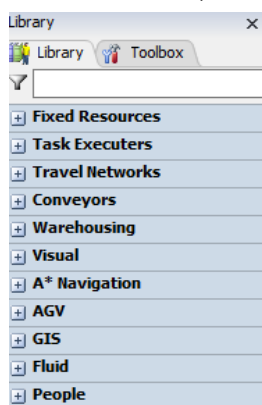


Izvor:Program FlexSim

3.1.2. KNJIŽNICA I OKVIR S ALATIMA

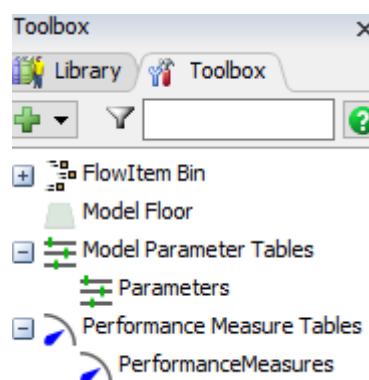
Smještena u lijevom oknu sučelja, knjižnica sadrži razne objekte koji se mogu iskoristiti za izradu nekog 3D simulacijskog modela. Svaki tip objekta ima specifične postavke (svojstva) koja se mogu prilagoditi. Ponekad će knjižnica prikazati različite objekte na temelju alata koji je u tom trenutku otvoren i aktivan u središnjem oknu. Npr. kada je alat Process Flow otvoren, knjižnica će prikazati skup objekata (aktivnosti) koji su jedinstveni za Process Flow. Knjižnica također dijeli lijevo okno sa okvirom s alatima (toolbox), gdje je moguće upravljanje s alatima koji se žele koristiti u tom simulacijskom modelu. Knjižnica i okvir s alatima vidljivi su na slikama 2 i 3 dolje¹¹.

Slika 3:FlexSim knjižnica



Izvor: Program FlexSim

Slika 2: FlexSim okvir sa alatima



Izvor:Program FlexSim

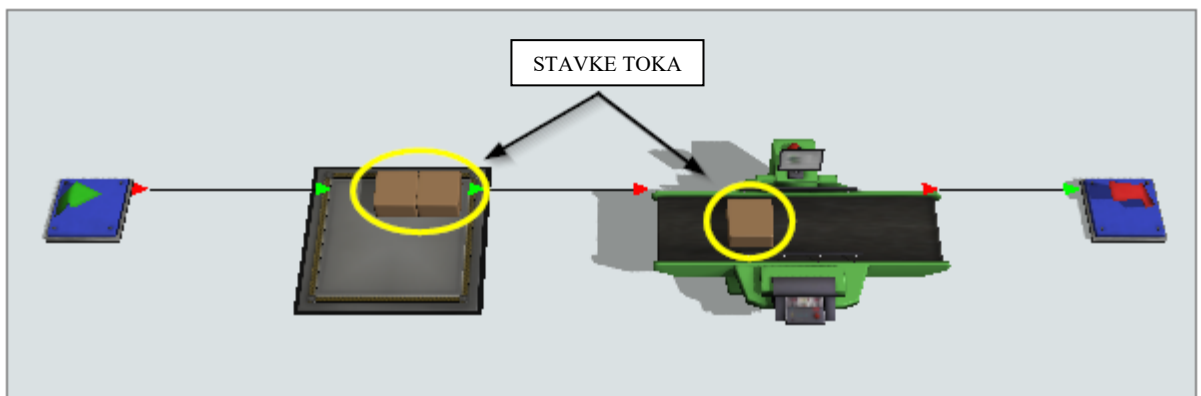
¹¹ „Overview of the FlexSim user interface“, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 15.6.2024.

3.1.3. OBJEKTI

Objekti su osnovni građevni blokovi 3D simulacijskog modela. Različite vrste objekata imaju različite svrhe i funkcije unutar simulacijskog modela. Neki od najčešćih objekata su:

- **Stavke toka** → Objekti koji se kreću kroz simulacijski model, obično od jedne stanice (obično fiksni resurs) do druge sljedeće stanice. Stavke toka mogu predstavljati proizvode, klijente, papirologiju, dijelove ili bilo koju drugu stavku koja se premješta na različite stanice u nekom poslovnom sustavu. Prema zadanim postavkama, stavke toka izgledaju kao okviri, ali stavke toka mogu se promijeniti tako da izgledaju kao ljudi (kupci) ili drugi oblici kao npr. paketi koji su prikazani/zaokruženi na slici 4 dolje.

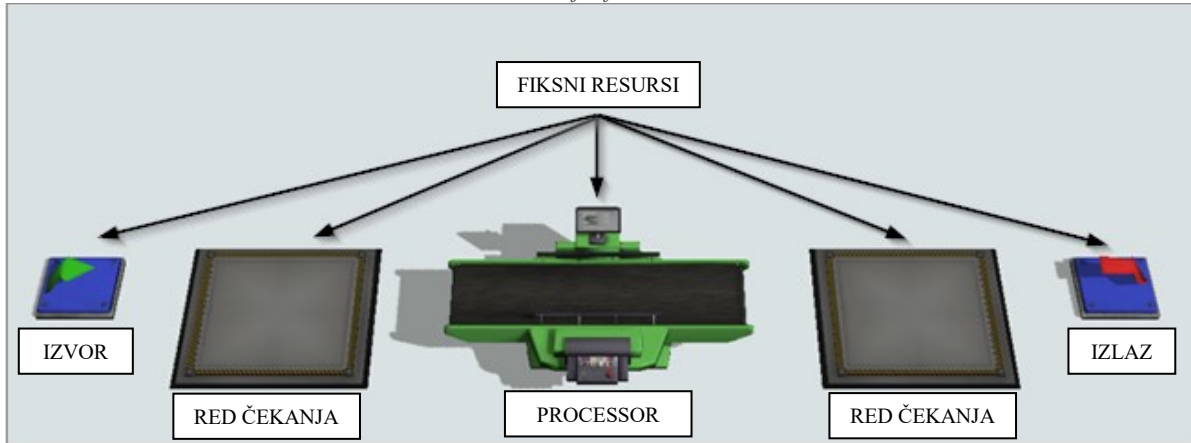
Slika 4: Primjer stavki toka



Izvor: <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Using3DObjects/TypesOfObjects/TypesOfObjects.html> uz malu preinaku autora

- **Fiksni resursi** → Objekti koji ostaju nepomični u 3D modelu. Svaki fiksni resurs obavlja određenu funkciju. Npr. izvor (source) stvara stavke toka u određenim intervalima i uvodi ih u model. To mogu npr. biti ljudi ili paketi. U redu čekanja obavlja se pohranjivanje stavke toka sve dok se ne otvori mogućnost da ona nastavi dalje kroz proces.

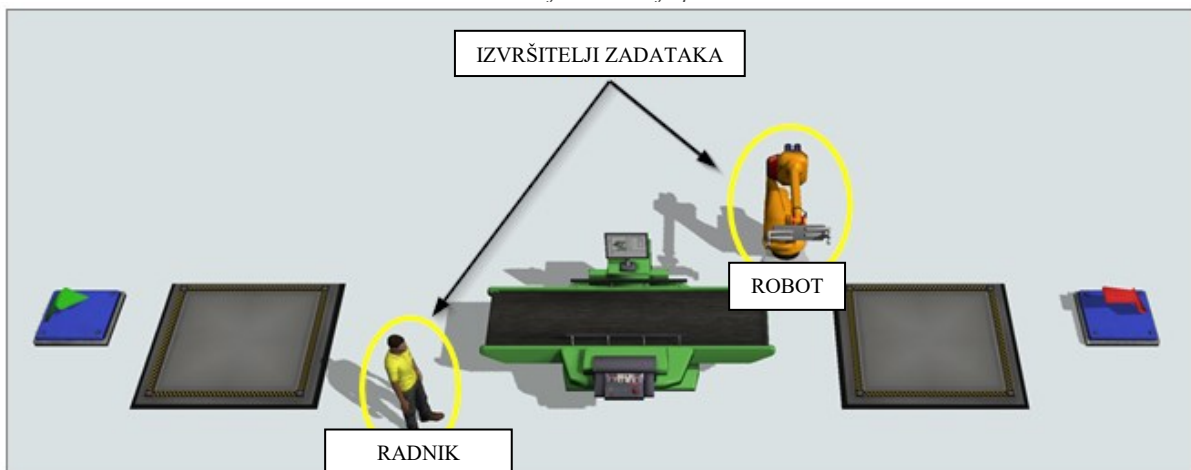
Slika 5: Primjer fiksnih resursa



Izvor: <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Using3DObjects/TypesOfObjects/TypesOfObjects.html> uz preinake autora

- **Izvršitelj zadataka** → Objekti koji se mogu kretati u 3D modelu i obavljati zadatke kao što su transport stavki toka, upravljanje strojevima, itd. Svi izvršitelji zadataka imaju istu osnovnu funkcionalnost; glavna razlika među njima je način na koji se kreću. Najčešći tip izvršitelja zadataka je operator, koji može predstavljati zaposlenika/radnika, vozila ili strojeve/robote koji prevoze predmete u simulacijskom modelu¹².

Slika 6: Primjer izvršitelja podataka



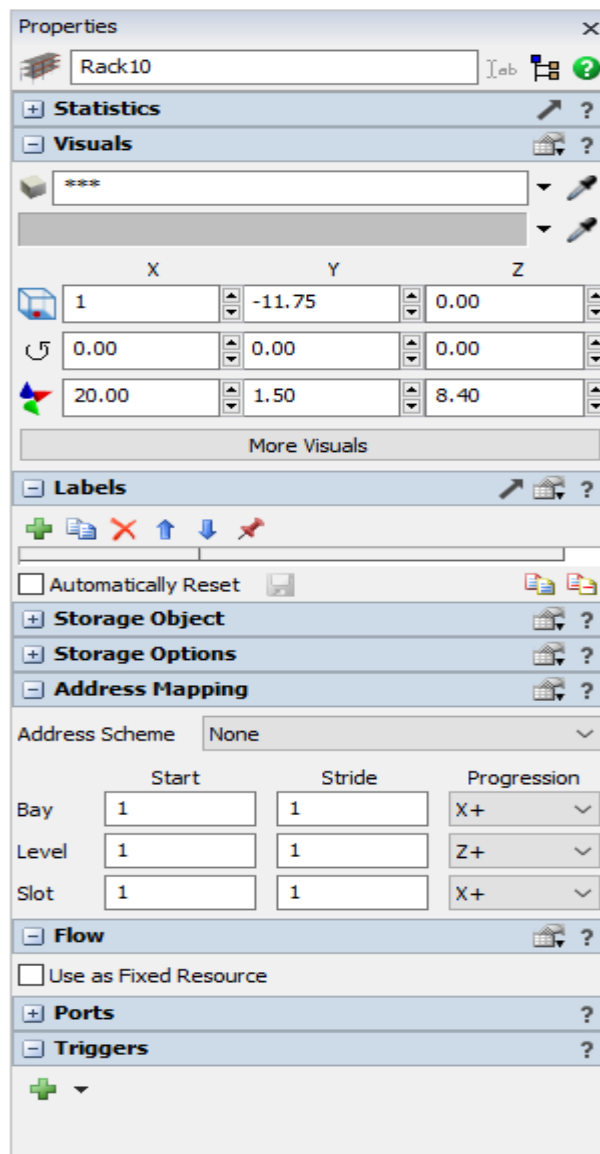
Izvor: <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Using3DObjects/TypesOfObjects/TypesOfObjects.html> uz preinake autora

¹² FlexSim types of 3D objects, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Using3DObjects/TypesOfObjects/TypesOfObjects.html>, pristupljeno 15.6.2024.

3.1.4. SVOJSTVA

Svojstva su smještena u desnom oknu korisničkog sučelja programa FlexSim. Omogućuju uređivanje svojstava odnosno specifikacija za bilo koji objekt koji je trenutno odabran u modelu ili u određenom alatu. Također okno Svojstva može se koristiti za pregled važnih informacija (kao što je statistika) o objektima kada su odabrani tijekom izvođenja simulacije. Okno Svojstva osjetljivo je na kontekst. Okno prikazuje svojstva koja odgovaraju aktivnoj kartici na kojoj se trenutno radi (3D, stablo, tablica itd.), kao i objekt ili čvor na koji se kliknulo u toj kartici¹³.

Slika 7: Primjer svojstava za regal



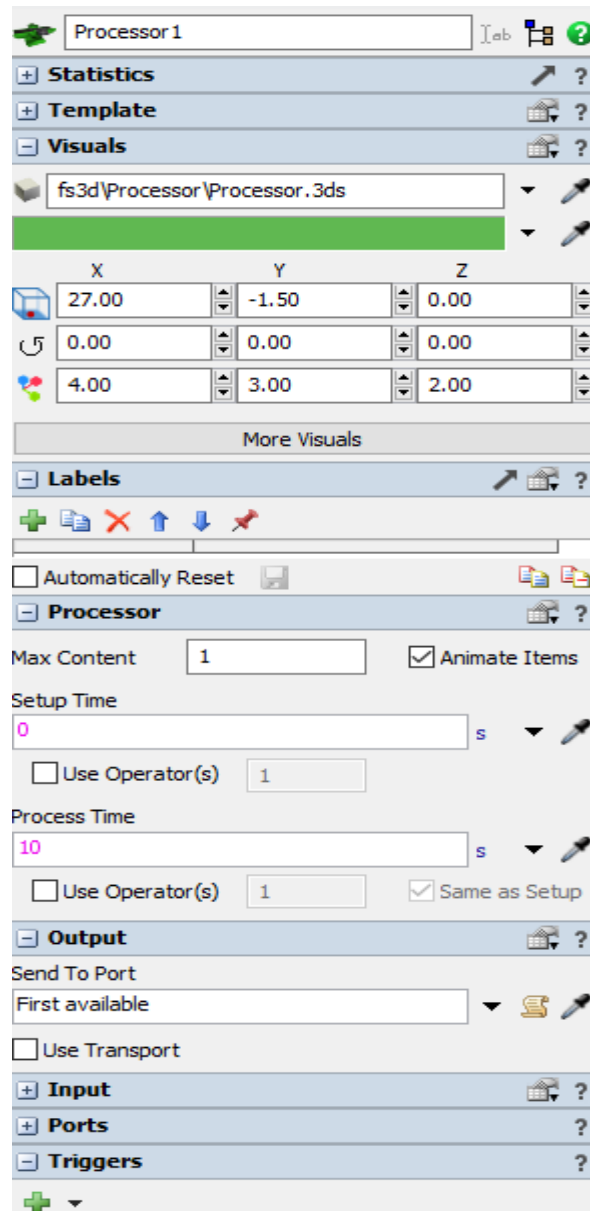
Izvor: Program FlexSim

¹³ Overview of the FlexSim user interface, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 16.6.2024.

3.1.5. KARTICE

Kada se otvara neki od alata u FlexSim-u, on bi mogao podijeliti ili dijeliti središnje okno sa simulacijskim modelom. Svaki od ovih alata ima svoju karticu u središnjem oknu. Klikom miša na određenu karticu otvaramo onu koja je u tom trenutku potrebna. Također može se kontrolirati kako FlexSim prikazuje ove alate ili kako dijele središnje okno¹⁴.

Slika 8: Primjer kartice kod objekta procesora



Izvor: Program FlexSim

¹⁴ Overview of the FlexSim user interface, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 16.6.2024.

3.1.6. PRIKLJUČCI

Objekti u simulacijskom modelu moraju biti povezani na neki način kako bi međusobno komunicirali tijekom simulacijskog modela. Jedan od načina na koji se objekti mogu povezati je preko priključaka. Postoje dvije vrste priključaka/portova u FlexSim-u:

- **Središnji priključci** → Kada su središnji priključci dva objekta spojeni, stvara se referentna točka između ta dva objekta. Središnji priključci omogućuju objektima komunikaciju ili interakciju. Oni najčešće povezuju fiksni resurs s izvršiteljem zadatka
- **Ulazno/izlazni priključci** → Ovi priključci određuju kako i kada stavka toka prelazi s jednog fiksnog resursa na drugi. Kada je izlazni port na jednom fiksnom resursu povezan s ulaznim portom drugog objekta nizvodno, stavka toka će prijeći s izlaznog porta prvog objekta na ulazni port sljedećeg objekta (osim ako je taj port zatvoren)

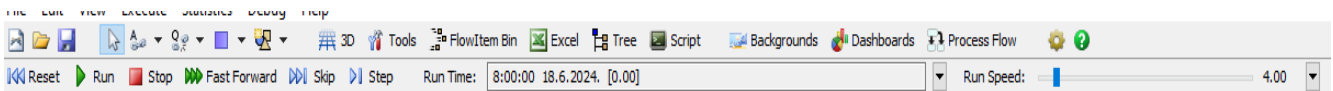
Mora se napomenuti kako je moguće povezati objekte u FlexSim-u pomoću alata koji se zove „Lists“. Također kontrola veza između objekata u simulaciji može se obavljati pomoću alata Process Flow koji služi za izgradnju prilagođene logike modela¹⁵.

¹⁵ Overview of the FlexSim user interface, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 16.6.2024.

3.1.7. GLAVNI IZBORNIK, ALATNA TRAKA I KONTROLNA TRAKA SIMULACIJE

Kao i u većini softverskih programa, glavni izbornik sadrži sve alate i naredbe koje se mogu koristiti tijekom izgradnje nekog simulacijskog modela. Alatna traka daje brzi pristup mnogim često korištenim alatima i naredbama u FlexSim-u. Kontrolna traka simulacije (također se ponekad skraćeno naziva i kontrolna traka) sadrži alate i naredbe koje su potrebne za pokretanje neke simulacije.

Slika 9: Glavni izbornik i alatna traka u FlexSimu

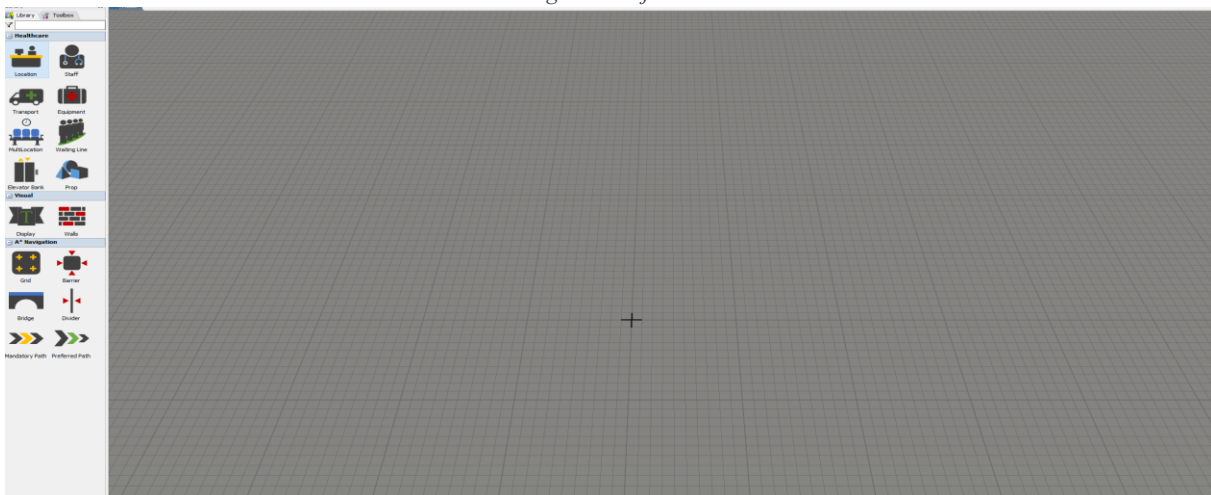


Izvor: Program FlexSim

3.1.8. OKRUŽENJA

Smješten u gornjem desnom kutu, gumb Okruženja navodi dostupna okruženja. Okruženja prilagođavaju izgled i dojam programa kako bi bolje služila potrebama različitih vrsta korisnika. Npr., okruženje „Healthcare“ prilagođava alatnu traku i mijenja redoslijed biblioteke tako da su alati i objekti povezani sa zdravstvenom skrbi istaknutiji¹⁶.

Slika 10: Izgled sučelja Healthcare



Izvor: Program Flexsim

¹⁶ Overview of the FlexSim user interface, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , pristupljeno 17.6.2024.

4. VIRTUALNA STVARNOST

Virtualna stvarnost ili VR je izraz koji se koristi za opisivanje tehnologija koje omogućavaju interakcije s virtualnim, digitalnim svjetovima. Pomoću VR-a, developeri odnosno ljudi koji razvijaju takve tehnologije mogu stvarati razna iskustva koja je gotovo ili potpuno nemoguće iskusiti u stvarnom svijetu. Pristupanje virtualnoj stvarnosti ima određen stupanj zahtjevnosti. VR se oslanja na headsetove i kontrolere kako bi se što je moguće bolje komuniciralo sa virtualnim svijetom u kojem se osoba nalazi. Što je VR set bolji odnosno kvalitetnije proizvodnje, to će VR iskustvo biti bolje i imerzivnije. Nažalost veća kvaliteta headseta i kontrolera ujedno znači i puno veće cijene.

VR headsetovi su zadnjih godina, od nespretnih i velikih uređaja koji zahtijevaju konstantnu povezanost s računalom, evoluirali u samostalne, lake uređaje čija svrha je pružanje što ugodnijeg i slobodnijeg VR iskustva. Ovakvi uređaji omogućuju ljudima ulazak u prostranstva virtualnih svjetova izgrađenih pomoću naprednih računalnih softvera. Jednom kada se osoba nađe u virtualnom svijetu, VR headset i kontroleri bilježe svaki čovjekov pokret u stvarnom svijetu i prenosi ih u softver koji te iste pokrete onda imitira u virtualnom svijetu. Treba dodati da kako bi određeni VR headset bio uspješan i pružio što bolje iskustvo, potrebna je velika preciznost u stvaranju softvera i hardvera u kombinaciji s udobnošću i ergonomijom samog uređaja¹⁷.

Slika 11: VR headset u upotrebi



Izvor: slika autora

¹⁷ „Što je virtualna stvarnost?“ <https://virtualnastvarnost.net/uvod-u-vr-virtualna-stvarnost/> , pristupljeno 19.6.2024.

Slika 12: Primjer VR kontrolera



Izvor: <https://www.meta.com/quest/accessories/quest-2-controllers/>

4.1. POVIJEST VIRTUALNE STVARNOSTI

Teško je sa sigurnošću reći kada su se rodile prve ideje virtualne stvarnosti, no svakako nije riječ o modernom konceptu. Ako se strože usredotočimo na opseg virtualne stvarnosti kao sredstva za stvaranje iluzije da smo prisutni negdje gdje nismo, onda su najraniji pokušaj virtualne stvarnosti zasigurno murali (ili panoramske slike) od 360 stupnjeva iz devetnaestog stoljeća. Te su slike imale za cilj ispuniti cijelo vidno polje gledatelja, stvarajući osjećaj nazočnosti nekom povijesnom događaju ili sceni. Primjer ovakve slike bila bi slika Francois Flamenga „Bitka kod Borodina 1812.“ koja je prikazana dolje.

Slika 13: Bitka kod Borodina 1812.

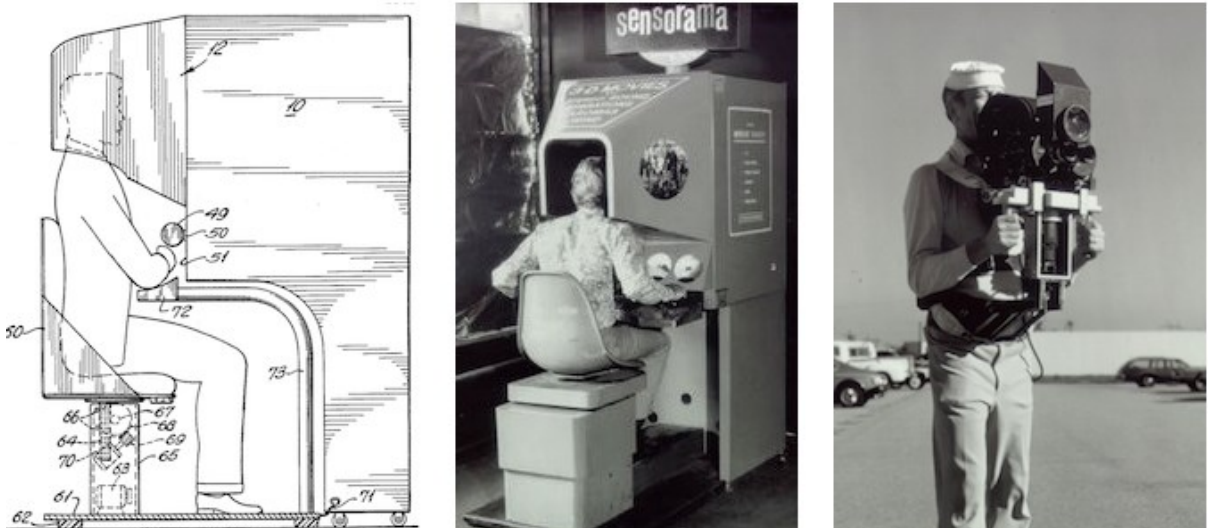


Izvor: <https://en.wahooart.com/@/9DGUK2-Francois-Flameng-Raevsky-Battery-During-The-Battle-Of-Borodino>

1929. Godine Edward Link stvorio je "Link trainer" koji je bio prvi primjer komercijalnog simulatora letenja, bio je u potpunosti elektromehanički i pomogao je kao savršena obuka za više od 500 000 pilota za vrijeme Drugog svjetskog rata. U 1930-ima priča pisca znanstvene fantastike Stanleyja G. Weinbauma (Pygmalion's Spectacles) sadrži ideju o paru zaštitnih naočala koje omogućuju korisniku da doživi izmišljeni svijet kroz holografiju, miris, okus i dodir. Gledajući unazad, iskustvo koje Weinbaum opisuje za one koji nose zaštitne naočale nevjerovatno je slično modernom i novom iskustvu virtualne stvarnosti, što ga čini pravim vizionarom na tom području.

Sredinom 1950-ih kinematograf Morton Heilig razvio je Sensoramu koja je bila kazališna kabinet u arkadnom stilu koja je stimulirala sva osjetila, a ne samo vid i zvuk. Sadržao je stereo zvučnike, stereoskopski 3D zaslon, ventilatore, generatore mirisa i vibrirajuću stolicu. Sensorama je trebala u potpunosti uroniti pojedinca u film.

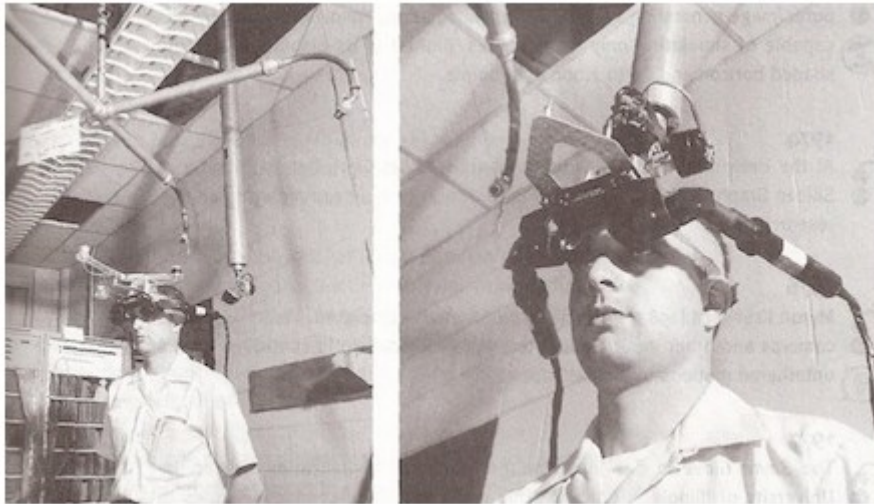
Slika 14:Koncept i stvarni model Sensorame



Izvor: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Godine 1968. Ivan Sutherland i njegov student Bob Sproull stvorili su prvi VR/AR zaslon na glavi koji su nazvali „Damoklov mač“, bio je spojen na računalo, a ne na kameru. Bila je to velika naprava zastrašujućeg izgleda koja je bila preteška da bi je bilo koji korisnik mogao udobno nositi i morala je biti obješena na strop. Korisnik bi također trebao biti vezan za uređaj. Računalno generirana grafika bila je vrlo primitivna prostorija i objekti od žice.

Slika 15: Damoklov mač u uporabi



Izvor: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Čak i nakon svog ovog razvoja virtualne stvarnosti, još uvijek nije postojao sveobuhvatan pojam koji bi opisao to područje. Sve se to promijenilo 1987. kada je Jaron Lanier, osnivač tvrtke Virtual Programming Languages (VPL), osmislio (ili prema nekima popularizirao) pojam "virtualna stvarnost". Područje istraživanja od tog trenutka ima ime. Bili su prva tvrtka koja je prodavala naočale za virtualnu stvarnost (EyePhone 1, cijena 9400 USD; EyePhone HRX, cijena 49 000 USD) i rukavice (9000 USD).

1989. godine NASA ulazi u VR područje i to uz pomoć tvrtke Crystal River Engineering koja stvara projekt VIEW. To je VR simulacija koja se koristila za obuku astronauta. VIEW izgleda prepoznatljivo kao moderan primjer VR-a i ima rukavice za finu simulaciju interakcije dodirrom. 1993. godine japanska tvrtka Sega najavila je Sega VR slušalice za konzolu Sega Genesis. Prototipne naočale koje se omotaju imale su praćenje glave, stereo zvuk i LCD zaslone u viziru. Sega je u potpunosti namjeravala izdati proizvod po cijeni od oko 200 dolara u to vrijeme. Međutim, poteškoće u tehničkom razvoju značile su da će uređaj zauvijek ostati u fazi prototipa unatoč tome što su za ovaj proizvod razvijene 4 videoigre.

2007. Godine Google je poboljšao svoju uslugu Maps slikama od 360 stupnjeva na razini ulice (Street View), snimljenim posebnim automobilima opremljenim prilagođenom opremom za kameru. Upravo zbog ovoga je danas moguće „stati“ u bilo kojem dijelu svijeta i razgledati oko sebe. Samo nekoliko godina kasnije, 2010. Street View dobiva svoj 3D mod i maksimalno olakšava pronalazak i razgledavanje ulica diljem svijeta.

Slika 16: Primjer vozila i kamere korišten za Google Street View



Izvor: <https://www.tportal.hr/teho/clanak/google-street-view-automobil-ponovno-na-hrvatskim-cestama-evo-detolja-20190606>

Razdoblje od 2016.-2017. godine ljudi nazivaju i početkom nove ere za VR. Unutar ovog razdoblja svi lansiraju VR proizvode koji su spremni za premijeru. Rift i HTC Vive prednjače u tome. U današnje vrijeme Sustavi miješane stvarnosti i sofisticirane tehnologije sada su dio samostalnih VR slušalica. Cijena VR slušalica dramatično je pala, a računalni hardver koji može pokretati te slušalice gotovo je mainstream. Na pomolu su mnoge napredne slušalice. Iznimno široka vidna polja, skeniranje ruku i praćenje očiju samo su neki od ključnih razvoja¹⁸.

¹⁸ „History of Virtual Reality“, <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> , pristupljeno 21.6.2024.

4.2. PRIMJENE VIRTUALNE STVARNOSTI

Stručnjaci smatraju kako će virtualna stvarnost uskoro postati dio ljudske svakodnevnice. Drugim riječima, promijenit će dosadašnji način korištenja tehnologije, pa tako utjecati i na ostale aspekte naših života. U VR tehnologiju se puno ulaže i ona se razvija velikom brzinom. Već se koristi u mnogim područjima, a o budućim upotrebama možemo samo nagađati. Pored zabave (npr. filmovi, videoigre), VR tehnologija se pokazala posebno korisnom u edukaciji, medicini, arhitekturi, proizvodnji automobila i drugih motornih vozila, te istraživanju svemira (npr. upravljanje robotima koji obavljaju misije na drugim planetima). Virtualna stvarnost se upotrebljava i u psihoterapiji. Naime, može se koristiti kao alat za meditaciju, tj. za smanjivanje stresa, ali i kod liječenja fobija, pošto predstavlja vrlo uvjerljiv i siguran način za terapiju izlaganjem¹⁹. U podjeli dolje biti će navedene već spomenuta područja primjene uz još neka nadodana, te opisano kako se zapravo VR u tom području upotrebljava odnosno za koju svrhu. Neka od tih područja su:

1. **MARKETING** → Pošto se marketing sve više i više bavi kako naći pravi način na koji tvrtke stvaraju osjećaj kod kupaca, korištenje VR-a čini se kao prirodno pomagalo tomu. VR marketing također postaje popularan na sveučilištima kako bi se kreirali virtualni obilasci kampusa sveučilišta. Princeton, Yale i Columbia isprobali su ovo kao način da više studenata može vidjeti svoj kampus prije nego što se i prijave na njega.
2. **VIJESTI I NOVINARSTVO** → Gledanje vijesti i dokumentarnih filmova sada je moguće i u VR-u. New York Times je već ušao u taj prostor, a samo je pitanje vremena kada će im se pridružiti i drugi mediji. U njihovoj aplikaciji „NYT VR“ priče se mogu „doživjeti“, a ne samo biti slušane kao inače. To izgleda kao da korisnik stoji nasuprot novinaru kod kojeg se priča događa.

¹⁹ „Virtualna stvarnost: osnovni tipovi i primjena“, <https://psihologis.com/virtualna-stvarnost-tipovi-primjena/> pristupljeno 21.6.2024.

*NBA - National Basketball Association

**NFL - National Football League

3. SPORT → Pomoću nekoliko tvrtki koje se specijaliziraju za gledanje sportskih događaja uživo u VR-u način na koji gledamo sport već se mijenja. Ljudi sada mogu gledati NBA*, NFL** i druge događaje u VR-u. BT Sport je prenosio finale UEFA Lige prvaka u 360 stupnjeva VR putem YouTube-a i njihove aplikacije BT VR i to sve besplatno. Utakmicu se moglo gledati s nekoliko vidikovaca na stadionu, kao da se osoba stvarno tamo i nalazi. Ovo je sjajan način otvaranja sportskih događaja uživo ljudima koji ne mogu putovati do mjesta događaja ili si ne mogu priuštiti ulaznice za osobno gledanje nekog sporta uživo. Umjesto toga, mogu dobiti osjećaj atmosfere i prisutnosti kroz VR.

4. ZAPOŠLJAVANJE → U budućnosti bi se VR mogla koristiti za procjenu ključnih vještina potrebnih za posao kao što je donošenje odluka, razgovori za posao, a mogla bi čak i potpuno zamijeniti ocjenjivanja uživo okupljanjem kandidata u metaverzumu. To bi i poslodavcu i potencijalnom zaposleniku uštedjelo vrijeme i troškove u procesu intervjua, pa čak i privuklo kvalitetnije kandidate. Lloyds Banking Group postala je prva organizacija u Ujedinjenom Kraljevstvu koja je uvela VR vježbe za ocjenjivanje diplomanata za prijem 2017. godine.

5. KOCKANJE → VR omogućava igranje kockarskih kartaških igara za više igrača poput pokera, blackjack-a i sl. uz osjećaj kao da se osobe nalaze u pravom kasinu gdje mogu razgovarati s drugim igračima i čitati njihov govor tijela. Također preko VR-a mogu se igrati i rulet i automati protiv pravih protivnika te imati priliku osvojiti novčane nagrade.

6. ARHITEKTURA → VR postupno mijenja način na koji arhitekti projektiraju i eksperimentiraju sa svojim radom. VR omogućuje vidjeti ne samo kako će zgrada ili prostor izgledati, već i kakav će biti osjećaj zapravo boraviti u tim prostorima. Npr. ako je netko želio dodati proširenje svojoj nekretnini, može doživjeti prostor i kako će izgledati prije nego što bude fizički izgrađen, a zatim napraviti promjene u stvarnom vremenu. Ovo štedi vrijeme i novac klijentu i arhitektu, a povećava i zadovoljstvo nakon završetka projekta.

7. **TURIZAM** → Globalna pandemija COVID 19 i karantene ubrzale su mnoge razvoje u virtualnom putovanju. Mnogi ljudi su za vrijeme pandemije propustili slobodu putovanja u različite zemlje, posjećivanja svjetski poznatih znamenitosti i pogleda u drugu kulturu. Uz VR, osoba koja npr. živi u Sjedinjenim Američkim Državama može iz svoga doma doživjeti vođeni obilazak raznih predivnih europskih gradova poput Barcelone ili Budimpešte. Era nakon Covida donijela je marketing za ovakav tip VR proizvoda koji se najčešće brendira pod sloganima „isprobajte prije nego što odletite“ ili „isprobajte odmor prije nego ga kupite“.
8. **MEDICINA** → VR ima veoma značajan utjecaj u zdravstvu. Zdravstveni djelatnici mogu koristiti VR kako bi se bolje pripremili za boravak u operacijskoj dvorani – bilo u slučaju kada je u pitanju mlađi liječnik koji objašnjava dijagnoze i planove liječenja ili ortopedski kirurg koji izvodi operaciju. Postoje VR programi koji omogućuju kirurzima interakciju s medicinskim uređajima u VR-u i prakticiranje operacija na virtualnim tijelima, time pomažući novim liječnicima u povećanju brzine i kvalitete upoznavanja s novim uređajima i vještini u njihovoj implantaciji. VR se također može koristiti kao tretman za probleme mentalnog zdravlja, pri čemu se terapija izloženosti virtualnoj stvarnosti smatra posebno učinkovitom u liječenju PTSP-a i anksioznosti.
9. **AUTOMOBILSKA INDUSTRIJA** → VR omogućuje inženjerima i dizajnerima automobila da lako eksperimentiraju s izgledom i izradom vozila prije naručivanja skupih prototipova. Tvrtke kao što su Honda, BMW i Jaguar Land Rover već godinama koriste VR za održavanje dizajna i provedbu inženjerskih pregleda. VR automobilske industriji štedi milijune radnih sati i materijala smanjenjem broja prototipova izgrađenih po liniji vozila.
10. **MALOPRODAJA** → Uz VR maloprodajna iskustva i tehnologiju skeniranja tijela, moći će se isprobati odjeća u virtualnom svijetu tako da kupac vidi kako bi ona izgledala uživo. Ne samo da je ovo vremenski učinkovito iskustvo za kupce, već je i održivije jer će kupci znati prije nego što naruče odgovara li artikl njihovom obliku i veličini, smanjujući ekološke troškove proizvodnje i brzu dostavu²⁰.

²⁰ „VR Applications: Key Industries already using Virtual Reality“, <https://virtualspeech.com/blog/vr-applications>, pristupljeno 22.6.2024.

*NBA - National Basketball Association, **NFL - National Football League

4.2.1. VIRTUALNA STVARNOST I OSOBE S INVALIDITETOM

Virtualna stvarnost pruža brojne mogućnosti koje se mogu iskoristiti za pomoć osobama s invaliditetom i njihovoj integraciji u društvo. Uz pomoć virtualne stvarnosti, brojne osobe s invaliditetom dobivaju mogućnost izvršavanja djelatnosti koje inače fizički ne bi bile u mogućnosti obaviti. Jedan od brojnih primjera uporabe VR- a za pomoć osoba sa invaliditetom je učenje osoba s invaliditetom kako se ponašati u određenim situacijama, bez da ih se pritom stvarno dovodi u te situacije. Tako je moguće osobi u kolicima omogućiti da se pokuša kretati prometnim ulicama među ostalim pješacima, kao i da se kreće po zatvorenim prostorima poput škole ili trgovačkog centra. Na taj način se također dobiva i uvid u to je li objekt bio pristupačan osobi te koji dijelovi su joj predstavljali poteškoće. Na taj način je moguće testirati pristupačnost objekata prije nego li se oni uopće izgrade.

Slična primjena se pokazala korisnom i kod osoba s autizmom. Takve osobe imaju poteškoća prilikom svakodnevnih radnji, poput interakcije s drugim ljudima. Jedan od problema s kojima se oni mogu susresti je snalaženje u prometu, gdje su okruženi velikim brojem ljudi. Kako ih se prilikom učenja ne bi dovodilo u potencijalno opasne situacije i podlagalo potencijalnom stresu, moguće je stvoriti virtualni svijet pomoću kojega ih se može postupno navoditi kroz navedene situacije i pratiti njihove reakcije. Jednom kad savladaju te vještine u virtualnom okruženju iste mogu primjenjivati i u stvarnosti. Slična iskustva mogu se primijeniti i na ostale vrste invaliditeta kako bi se ljudima omogućilo bolje razumijevanje takvih osoba. Time se može postići i bolja integriranost osoba s invaliditetom u društvo.

Slika 17: Osoba s invaliditetom koristi VR tehnologiju



Izvor: <https://digileaders.com/6-ways-virtual-reality-could-transform-the-lives-of-disabled-people/>

5. VRSTE SUSTAVA VIRTUALNE STVARNOSTI

5.1. NEIMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST

Neimerzivna virtualna iskustva često se zanemaruju kao kategorija virtualne stvarnosti jer se već toliko često koriste u svakodnevnom životu da su postala normalna odnosno uobičajena. Ova tehnologija pruža računalno generirano okruženje, ali omogućuje korisniku da ostane svjestan i zadrži kontrolu nad svojim fizičkim okruženjem. Neimerzivni sustavi virtualne stvarnosti oslanjaju se na računalo ili konzolu za video igre, zaslon i uređaje za unos poput tipkovnica, miševa i kontrolera. Videoigre su izvrstan primjer neimerzivnog VR iskustva²¹. Npr, igrajući video igre kao što je World of Warcraft, moguće je kontrolirati likove unutar igre koji imaju vlastite animacije i atribute. Sve radnje ili značajke dešavaju se u interakciji sa likovima unutar videoigre. Američke obrambene snage još su 2017. sugerirale da bi strateške igre mogle pomoći u razvoju planiranja i strateške stručnosti američke vojske. To se učinkovito koristi od ljeta 2018²².

Slika 18: Neimerzivna virtualna stvarnost na primjeru videoigre World od Warcraft



Izvor: World of Warcraft

²¹ „The 3 types of VR“, <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>, pristupljeno 22.6.2024.

²² „5 Types Of Virtual Reality – Creating A Better Future“, <https://rextheme.com/types-of-virtual-reality/>, pristupljeno 22.6.2024.

5.2. POTPUNO IMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST

Za razliku od neimerzivne virtualne stvarnosti, potpuno imerzivna virtualna tehnologija osigurava korisniku da ima realno iskustvo unutar virtualnog svijeta. Potpuno imerzivne simulacije daju korisnicima najrealističnije iskustvo simulacije, zajedno sa slikom i zvukom. Za iskustvo i interakciju s potpuno imerzivnom virtualnom stvarnošću, korisnik treba odgovarajuće VR naočale ili zaslon koji se montira na glavu (HMD). VR slušalice pružaju sadržaj visoke razlučivosti sa širokim vidnim poljem. Zaslon se obično dijeli između korisnikovih očiju, stvarajući stereoskopski 3D efekt, i kombinira se s praćenjem unosa kako bi se uspostavilo impresivno, uvjerljivo iskustvo. Ova vrsta VR-a obično je prilagođena za igranje igara i druge zabavne svrhe, ali sada se povećava i uporaba u drugim sektorima, navedenim u prijašnjem poglavlju²³. Realan primjer potpuno imerzivne virtualne stvarnosti je „Virtual Shot“. To je aplikacija koja koristi naprednu tehnologiju analize zvuka u stvarnom vremenu kako bi otkrila kada vaše oružje puca bez upotrebe stvarnog streljiva kako bi pokrenula virtualni metak. Ovo korisnicima omogućuje vježbanje vještina pucanja korištenjem vlastitog vatrenog oružja kako bi dobili povratne informacije o izvedbi bez potrebe za pravim streljivom, što ga čini sigurnim i praktičnim alatom za obuku za sve entuzijaste vatrenih oružja²⁴.

Slika 19: Uporaba Virtual shot mobilne aplikacije i sučelje



Izvor: <https://virtual-shot.com/>

²³ „The 3 types of VR“, <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>, pristupljeno 22.6.2024.

²⁴ Virtual shot, <https://virtual-shot.com/>, pristupljeno 22.6.2024.

5.3. POLU-IMERZIVNA VIRTUALNA STVARNOST

Poluimerzivna virtualna stvarnost mješavina je neimerzivne i potpuno imerzivne virtualne stvarnosti. Poluimerzivna virtualna iskustva korisnicima pružaju djelomično virtualno okruženje. I dalje će korisnicima pružati dojam da su u drugačijoj stvarnosti kada se fokusiraju na digitalnu sliku, ali također omogućuje korisnicima da ostanu povezani sa svojim fizičkim okruženjem. Poluimerzivna tehnologija pruža realističnost kroz 3D grafiku, pojam poznat kao vertikalna dubina stvarnosti. Detaljnija grafika rezultira impresivnijim osjećajem. Ova kategorija VR često se koristi u obrazovne svrhe ili svrhe obuke i oslanja se na zaslone visoke razlučivosti, moćna računala, projektore ili hard simulatore koji djelomično kopiraju dizajn i funkcionalnost funkcionalnih mehanizama stvarnog svijeta. Može se npr. koristiti za pružanje učenicima mnogo impresivnih, interaktivnih obrazovnih iskustava poput istraživanja povijesnih događaja, istraživanja dalekih planeta, pa čak i pretraživanja oceana iz učionice. U konačnici pomaže učiteljima da sadržaj koji poučavaju učine zanimljivijim i realističnijim umjesto da se drže samo teoretskih objašnjenja²⁵.

Slika 20: Poluimerzivna virtualna stvarnost na primjeru istraživanja podmorja



Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Semi-immersive-and-immersive-setups_fig1_317933734

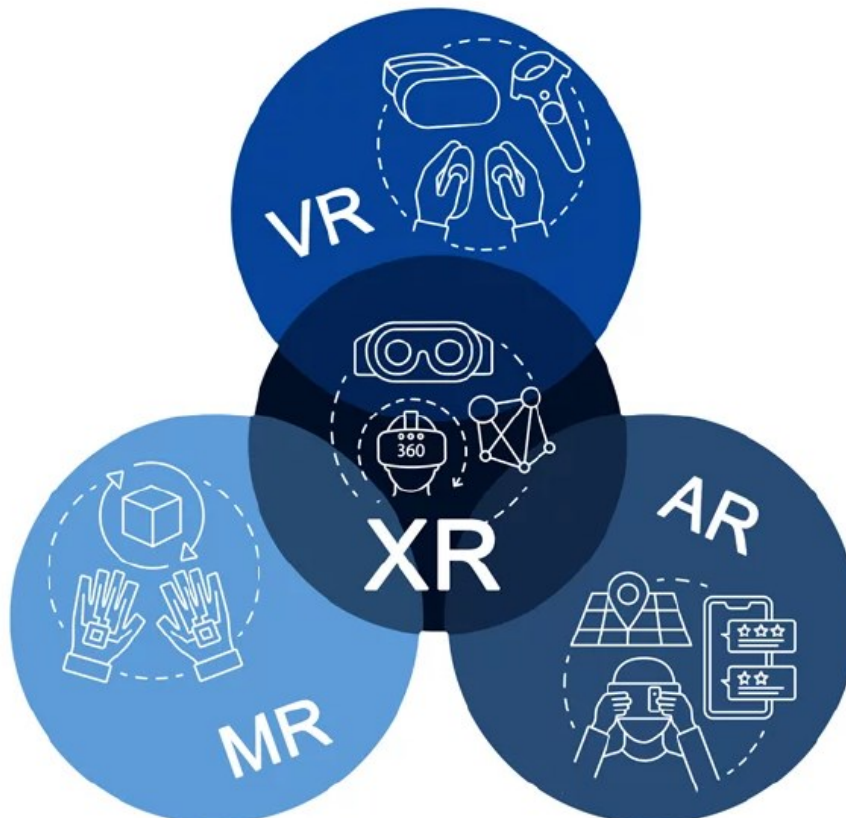
²⁵ „The 3 types of VR“, <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>, pristupljeno 23.6.2024

6. OSTALE VRSTE „STVARNOSTI“

6.1. PRODUŽENA STVARNOST (XR-EXTENDED REALITY)

Produžena stvarnost obuhvaća sve ostale oblike „stvarnosti“. Pod nju ubrajamo virtualnu stvarnost (VR), dorađenu stvarnost (AR) i mješovitu stvarnost (MR). XR tehnologije funkcioniraju tako što proširuju stvarni svijet u kojem se nalazimo na nekoliko različitih načina. Ovisno o tome na koji način XR modificira stvarni svijet, dobiva ime. Sama proširena stvarnost je vrlo zanimljiv i koristan alat koji se može koristiti u raznim aspektima ljudskih života. Bilo da je riječ o radu na daljinu, treniranju za novi posao, online marketingu ili jednostavno zabavi i razonodi, XR ljudima pruža mogućnosti koje su donedavno bile gotovo nezamislive. Slika 21 dolje prikazuje na jednostavan grafički način kako su sve vrste stvarnosti zapravo povezane i da je kao što je prethodno navedeno XR zapravo u središtu i kroz nju se sve isprepleće²⁶.

Slika 21: Grafički prikaz povezanosti različitih vrsta „stvarnosti“



Izvor: "Empowering Young Minds: Visual Programming & Extended Reality in Early Education", <https://www.d3dxr.com/post/empowering-young-minds-visual-programming-extended-reality-in-early-education>

²⁶ „XR, VR, MR, i AR? Znae li što znae sve ove “stvarnosti”, <https://virtualnastvarnost.net/znae-li-koja-je-razlika-xr-vr-mr-ar/>, pristupljeno 23.6.2024.

6.2. DORAĐENA STVARNOST (AR-AUGMENTED REALITY)

Dorađena stvarnost je u današnjem svijetu najrašireniji oblik proširene stvarnosti. Postoji velika šansa da se svaka osoba barem u jednom trenutku u svome životu susrela s ovakvom vrstom tehnologije, a da o tome uopće nije bila svjesna. Dorađena stvarnost, kako samo ime nalaže, je tehnologija koja služi dorađivanju stvarnosti. Za razliku od virtualne stvarnosti, AR uzima stvarni svijet te u njega ubacuje digitalno stvoren sadržaj. AR aplikacije ubacuju virtualne vizualne i druge informacije u stvarni svijet kako bi ga unaprijedile, bilo to estetski ili na neki drugi način. Dorađena stvarnost je danas je vrlo dostupna. Najlakše joj je pristupiti putem pametnih telefona. Primjer dorađene stvarnosti bila bi svjetski poularna mobilna igra „Pokemon GO“. Osim pametnih telefona, danas se ulaže u razvoj AR/pametnih naočala koje u sebi imaju ukomponiranu AR tehnologiju. One nude dodatne mogućnosti jer ako pomoću njih pristupamo AR-u, ruke ostaju potpuno slobodne. Dorađena stvarnost se, slično kao VR, može primijeniti na mnoga područja, poput edukacije i zabave. Treba napomenuti da AR ima potencijalno veliku ulogu u budućnosti navigacije. U jednom trenutku moći će se koristiti kamera na mobitelu korisnika kako bi oni skenirali zgrade ili pratili virtualne strelice i tako se lakše snašli u prostoru²⁷.

Slika 22: Mobilna igra Pokemon GO



Izvor: <https://www.healthhub.sg/live-healthy/7-outdoor-spots-to-bring-your-family-and-catch-pokemon>

²⁷ „XR, VR, MR, i AR? Znae li što znae sve ove “stvarnosti”, <https://virtualnastvarnost.net/znae-li-koja-je-razlika-xr-vr-mr-ar/>, pristupljeno 23.6.2024

6.3. MJEŠOVITA STVARNOST (MR-MIXED REALITY)

Definicija MR-a je poprilično fleksibilna ali u suštini riječ je o kombinaciji virtualne i doručene stvarnosti. U MR-u može se uspostaviti interakcija i s virtualnim i sa stvarnim objektima. Ona kombinira virtualne i stvarne objekte te tako stvara nova virtualna okruženja u kojima korisnici nalaze virtualne, umjetne objekte i objekte iz stvarnog svijeta koji su simulirani u virtualnom. Ljudi često miješaju mješovitu i doručenu stvarnost jer se čine sličnima, te u određenim aspektima to stvarno i jesu. Međutim kaže se da je doručena stvarnost dio mješovite stvarnosti. Mješovita stvarnost je zapravo spektar stvarnosti koji se nalaze između stvarnog svijeta i virtualne stvarnosti. Ovisno o tome koliki je dio neke stvarnosti virtualan, njoj se na temelju toga dodjeljuje ime koje to opisuje. Mješovita stvarnost se, kao i ostale, može koristiti za različite stvari. Možda najznačajniju primjenu MR bi mogla ostvariti u radu na daljinu, pri kojemu bi mogla omogućiti real time suradnju na daljinu s dva različita kraja svijeta. Na primjer, mogli bi imati doktore koji operiraju u Zagrebu, a pri tome im pomažu stručnjaci iz Japana ili SAD-a²⁸.

Slika 23: Primjer kako bi mješovita stvarnost mogla izgledati u medicini



Izvor: https://www.linkedin.com/pulse/guiding-surgeons-neural-networks-anant-agarwal-eugnc?trk=organization_guest_main-feed-card_feed-article-content

²⁸ „XR, VR, MR, i AR? Znae li što znae sve ove “stvarnosti”, <https://virtualnastvarnost.net/znae-li-koja-je-razlika-xr-vr-mr-ar/>, pristupljeno 24.6.2024

7. VIRTUALNA STVARNOST U OBRAZOVANJU

Virtualna stvarnost revolucionarizira način na koji se ljudi obučavaju i obrazuju. Kroz impresivna iskustva i interaktivne simulacije, obuka u virtualnoj stvarnosti nudi razinu angažmana i učinkovitosti s kojom se tradicionalne metode obuke ne mogu mjeriti. Simulacije raznih obuka u virtualnoj stvarnosti danas praktički „transformiraju“ industrije kao što su energetika, građevinarstvo i rudarstvo. Međutim poseban fokus treba staviti na područje obrazovanja odnosno primjene virtualne stvarnosti u učionicama svjetskih škola i fakulteta.

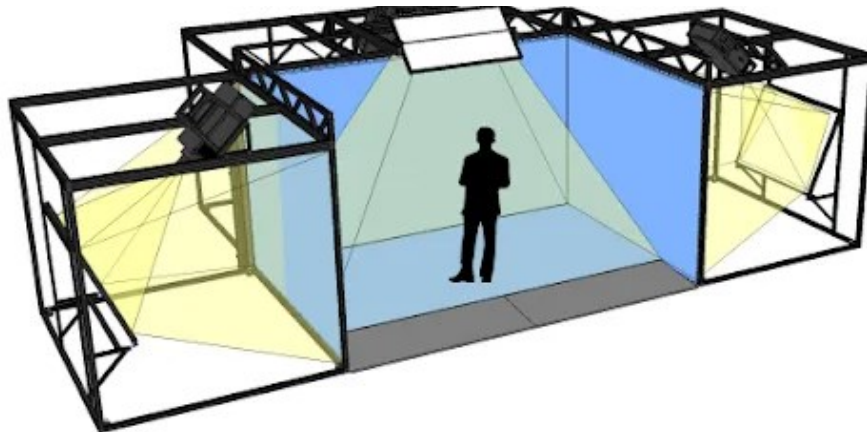
Korištenjem virtualne stvarnosti prilikom učenja i prvog prikazivanja gradiva može svakako dovesti do veće zainteresiranosti kod učenika i studenata. O ovome kao autor mogu posvjedočiti iz prve ruke ali postoji i mnogo drugih znanstvenih radova koji dokazuju porast zanimanja za određenom znanstvenom disciplinom među učenicima i studentima kada se ta disciplina prikazuje uz pomoć virtualne stvarnosti i hardvera i softvera koji omogućuju da ona funkcionira.

Kako tehnologija nastavlja napredovati, VR tehnologija postati će sve češća pojava u konvencionalnim učionicama. Ispitanici nedavnog izvješća o budućnosti učenja pokazali su da je virtualna stvarnost najpopularniji izbor za tehnološke inovacije koje bi se mogle vidjeti u obrazovanju do 2030. godine. S mogućnošću revolucioniranja načina na koji učimo, VR tehnologija postat će neizostavan dodatak bilo kojem planu nastave. Prednosti korištenja VR tehnologije u obrazovanju su ogromne, od poboljšanja angažmana studenata i zadržavanja odnosno pamćenja informacija do stvaranja više imerzivnog i fleksibilnog iskustva učenja. Uključivanje VR tehnologije u obrazovanje nudi nove mogućnosti za revolucioniranje učenja, čineći ga zabavnim, sigurnijim i privlačnijim nego ikad. Kako VR tehnologija nastavlja napredovati, postat će sve popularniji dodatak u učionicama diljem svijeta²⁹.

²⁹ „VR u edukaciji – kako virtualna stvarnost olakšava učenje“, <https://virtualnastvarnost.net/vr-u-edukaciji-kako-virtualna-stvarnost-olaksava-ucenje/>, pristupljeno 25.8.2024.

U studiji iz 2006. godine uspoređena su dva osnovnoškolska razreda od kojih je jedan koristio potpuno interaktivna, a drugi pasivna virtualna okruženja. Oba okruženja bila su smještena unutar takozvanog „Cave Automatic Virtual Environment“ ili skraćeno CAVE prostora³⁰. CAVE označava prostor virtualne stvarnosti; to je u suštini prazna soba u obliku kocke u kojoj se svaka od površina – zidovi, pod i strop – mogu koristiti kao projekcijski ekrani za stvaranje vrlo impresivnog virtualnog okruženja. Korisnici 3D CAVE-a obično nose stereoskopske naočale i komuniciraju s vizualnim podražajem putem štapića, podatkovnih rukavica, joysticka ili drugih uređaja za unos. CAVE funkcionira na način da nošenjem stereoskopskih naočala se omogućuje korisnicima VR CAVE-a da vide 3D grafiku i slike koje izgledaju kao da lebde u zraku. Može se hodati cijelim putem oko ovih objekata, pažljivo ih proučavati i dobiti potpuni pogled i pravilno razumijevanje kako bi točno izgledali u stvarnosti. Projekcijski sustavi koji se koriste zahtijevaju izuzetno visoku razlučivost kako bi se održala iluzija stvarnosti. Kretanje korisnika prate senzori u VR CAVE-u, a video s kojim su u interakciji kontinuirano se prilagođava kako bi se prilagodio perspektivi pojedinačnog korisnika³¹. Jednostavan grafički prikaz CAVE sistema nalazi se na slici 24 dolje.

Slika 24: Jednostavan grafički prikaz CAVE prostora



Izvor: <https://medium.com/xrpractices/hmd-vs-cave-in-the-world-of-vr-a0c9cbfb435a>

³⁰ „Experiencing Physical and Technical Phenomena in Schools Using Virtual Reality Driving Simulator“, Polina Hafner, Victor Hafner, and Jivka Ovtcharova, Germany, 2014., https://www.researchgate.net/profile/PolinaHaefner/publication/295105410_Experiencing_Physical_and_Technical_Phenomena_in_Schools_Using_Virtual_Reality_Driving_Simulator/links/61e88864c5e3103375a8839e/Experiencing-Physical-and-Technical-Phenomena-in-Schools-Using-Virtual-Reality-Driving-Simulator.pdf, pristupljeno 27.8.2024.

³¹ „VR CAVE“, St Engineering Antycip, <https://steantycip.com/vr-cave-2/>, pristupljeno 24.6.2024.

Nadalje rezultati studije iz 2006. godine bili su poprilično zanimljivi. Pokazali su da je potpuno interaktivni virtualni sustav kojemu je bila izložena jedna grupa pomogao istoj toj grupi u rješavanju problema koji im se postavio, međutim ipak nije uspio dovesti do pojmovne promjene u načinu na koji su djeca razmišljala. S druge strane pomalo iznenađujući bili su rezultati grupe koja je bila izložena pasivnom virtualnom okruženju. Naime studija je pokazala da pasivna virtualna stvarnost zapravo najviše potiče sposobnosti prisjećanja i refleksije kod učenika i upravo na takve poticaje su učenici i reagirali te tako nagovjestili odnosno ukazali na znakove konceptualnih promjena u njihovim mladim umovima³².

Iz ovoga da se izvući pouka da zapravo nebitno o tome kakva vrsta virtualne stvarnosti koja se koristi je u pitanju; skoro uvijek doći će do određenog pomaka u učenju i koncentraciji učenika prema boljem. Samim time proces učenja sve više će se pretvarati iz standardnog „napornog i mučnog posla“ u nešto što je zabavno i pritom veoma korisno.

³² Experiencing Physical and Technical Phenomena in Schools Using Virtual Reality Driving Simulator“, Polina Hafner, Victor Hafner, and Jivka Ovtcharova, Germany, 2014., https://www.researchgate.net/profile/PolinaHaefner/publication/295105410_Experiencing_Physical_and_Technical_Phenomena_in_Schools_Using_Virtual_Reality_Driving_Simulator/links/61e88864c5e3103375a8839e/Experiencing-Physical-and-Technical-Phenomena-in-Schools-Using-Virtual-Reality-Driving-Simulator.pdf, pristupljeno 27.8.2024.

8. PRIMJER VR SIMULACIJE (VOŽNJA VILIČARA U FLEXSIM-U)

U ovom odlomku biti će opisan cijeli postupak i oprema pomoću koje je provedena simulacija vožnje viličara u FlexSimu pomoću VR opreme. Simulacija je odrađena u VR laboratoriju Pomorskog fakulteta u Rijeci. Uz mene kao autora diplomskog rada pri provedbi simulacije uvelike je pomogao i mentor doc. dr. sc. Dario Ogrizović. Slika ispod prikazuje opremu koja je bila korištena prilikom provedbe simulacije u laboratoriju.

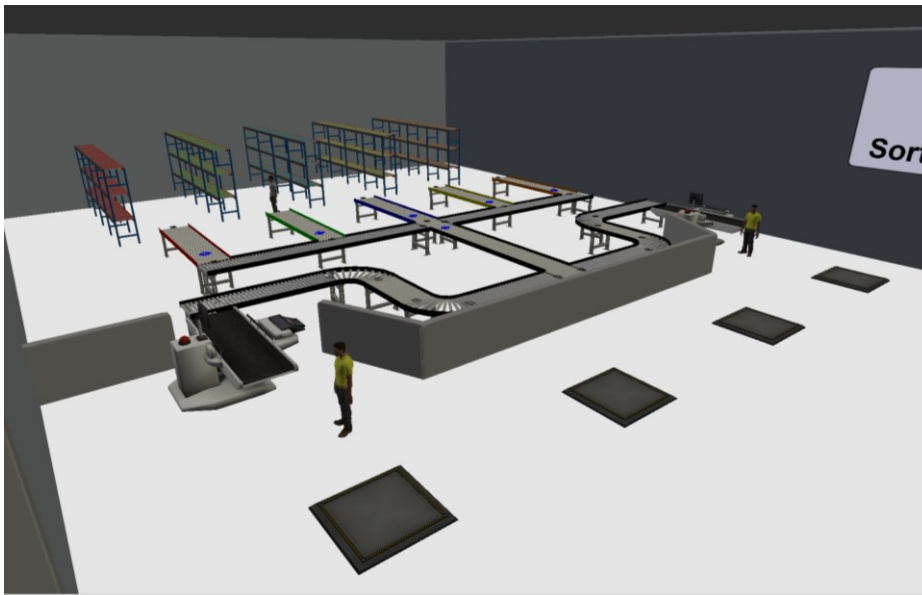
Slika 25: Oprema korištena za provedbu VR simulacije vožnje viličara



Izvor: Slika autora

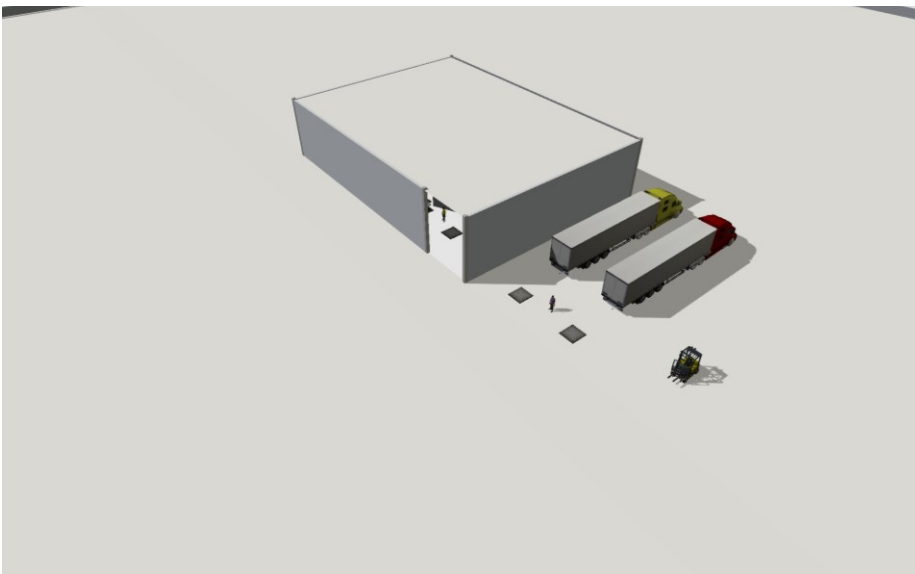
Nadalje biti će slikama prikazani sastavni dijelovi simulacije i koraci kojima se ona izvodila. Sve slike uslikane su pomoću screenshot opcije korištenoga VR headseta. Simulacija je u suštini zapravo poprilično jednostavna i prikazuje pomicanje palete nakrcane paketima pomoću viličara od točke A do točke B kamo će biti dalje obrađena. Na slikama 26 i 27 dolje prikazano je postrojenje u kojemu se obrađuju paketi sa paleta, te iz visine svi objekti koji se nalaze u simulaciji koji će nadalje biti preciznije predstavljeni i objašnjeni.

Slika 26: Postrojenje kamo paleta s paketima stiže na obradu



Izvor: Program FlexSim

Slika 27: Svi objekti odnosno dijelovi simulacije iz visine

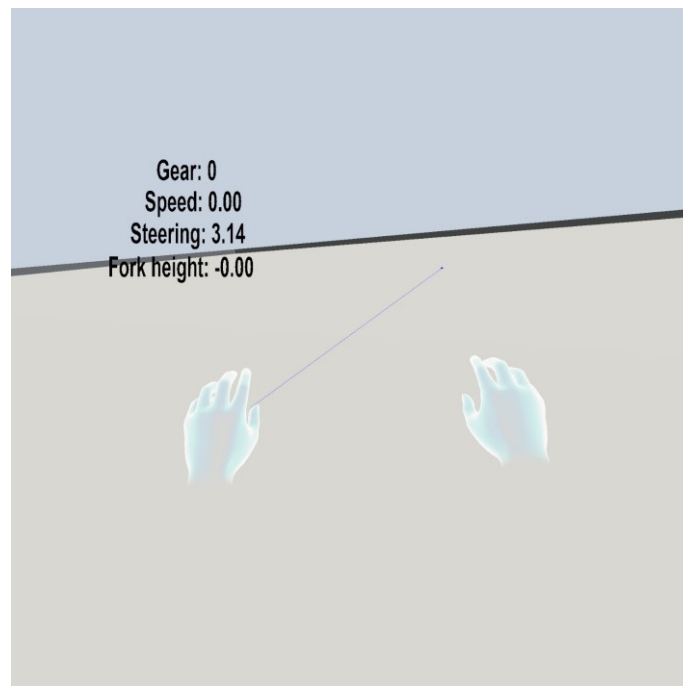


Izvor: Program FlexSim

Na slici 28 dolje vide se VR upravljački kontroleri koji su u slučaju ove simulacije prikazani kao virtualne šake, te sučelje koje prikazuje po redu od gore prema dolje:

- Gear → brzina u kojoj se viličar trenutno nalazi. Brzina 1 označavala je da viličar ide prema naprijed, kod brzine -1 viličar bi išao unatrag dok je na 0 bio „u leri“ i stajao na mjestu bez obzira na pritisak tipke koja ga inače tjera da se kreće.
- Speed → kojom brzinom se viličar kreće u bilo kojem trenutku
- Steering → označava pod kojim kutem je u datom trenutku okrenut volan viličara
- Fork height → na kolikoj visini se trenutno nalaze viljuškareve vile kojima se podiže i spušta teret

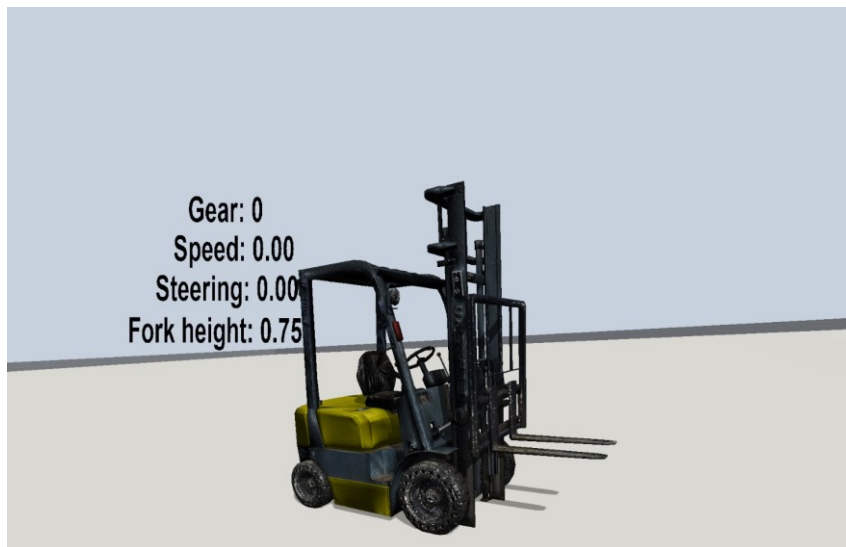
Slika 28: Izgled kontrolera unutar simulacije i sučelje za viličara



Izvor: Program FlexSim

Nadalje slike 29 i 30 prikazuju model viličara koji će se koristiti u ovoj simulaciji, te kamione i prikolice iz kojih se simulira istovar paketa koji su poslagani na paletama. Teret odnosno pakete istovaruje radnik odnosno operater te su paketi prikazani u 5 različitih boja (crvena, narančasta, zelena, žuta i plava). Paketi od trenutka nakon što su poslagani na palete u dva reda čekanja koji se nalaze ispred dva istovarena kamiona postaju spremni za daljnji prekrcaj do postrojenja za obradu paketa pomoću viličara.

Slika 29: Model viličara



Izvor: Program FlexSim

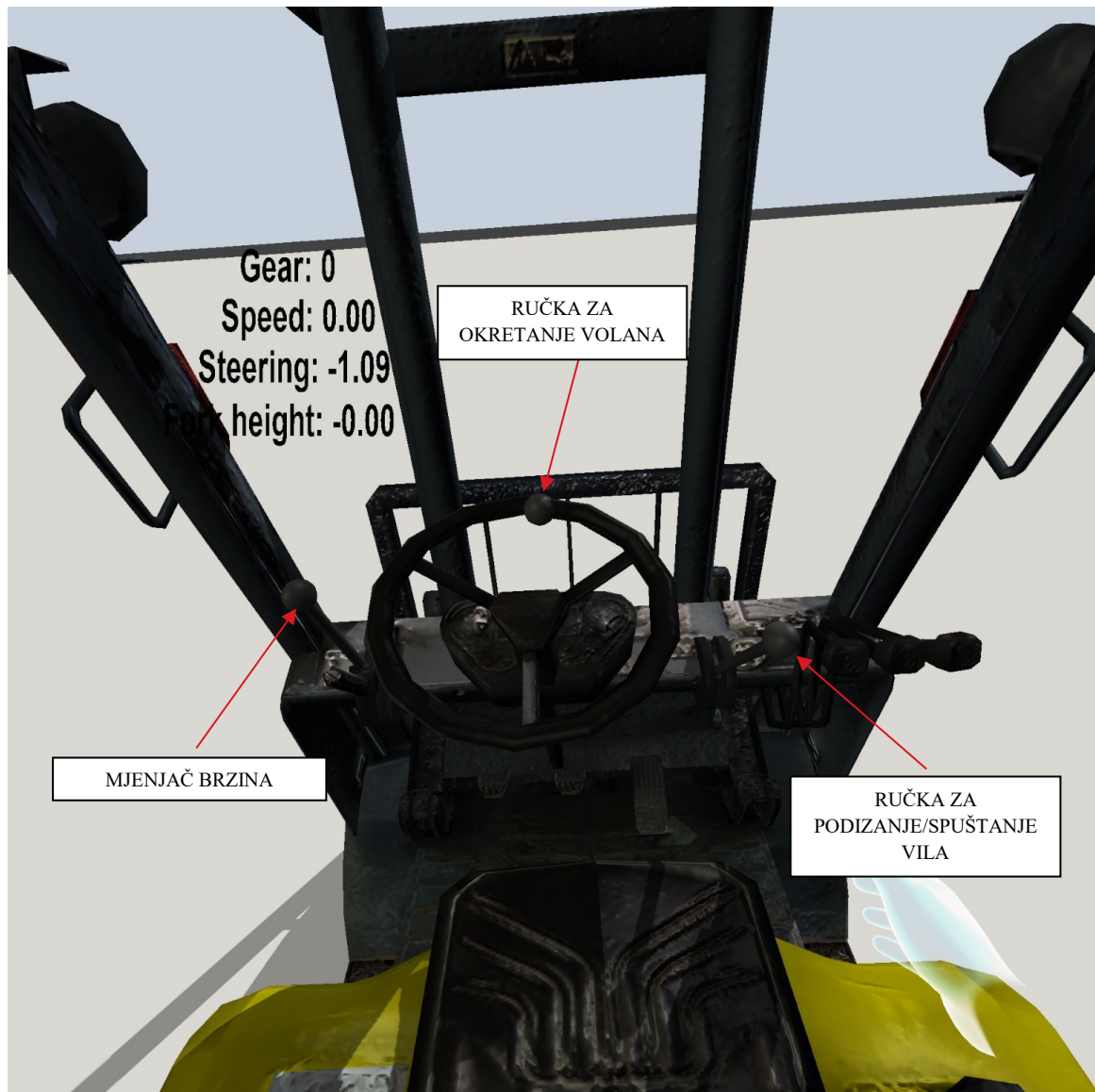
Slika 30: Kamioni, operater i paketi istovareni na palete



Izvor: Program FlexSim

Vožnja viličara započinje tako što pritiskom na određenu kombinaciju dugmadi na VR kontolerima lik kojime korisnik simulacije upravlja, „sjeda“ na stolicu od viličara i započinje njegovim upravljanjem. Viličar ima 3 glavne „poluge“ sa kojima se može obavljati interakcija pomoću VR kontrolera. Slika 31 prikazuje sve 3 poluge i što svaka predstavlja odnosno što se njome pokreće.

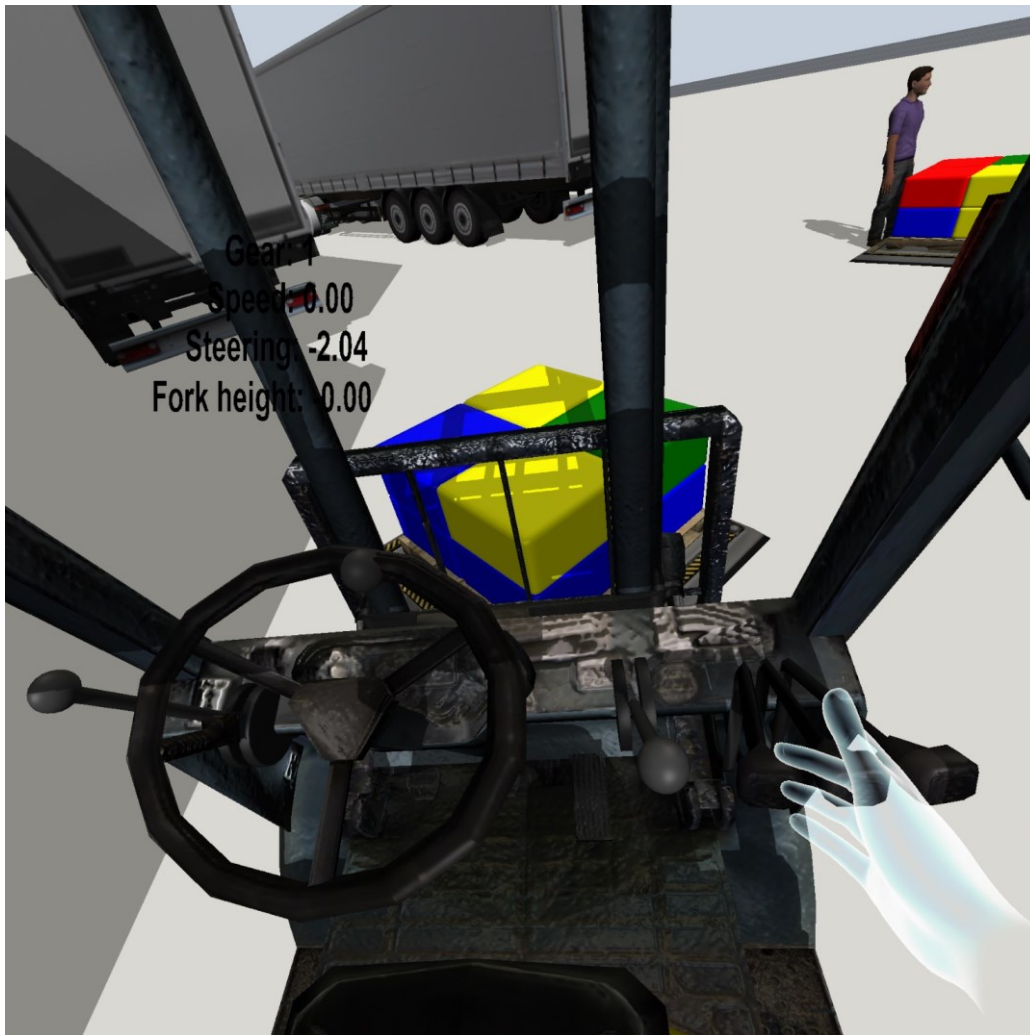
Slika 31: Upravljački sustav modela viličara



Izvor: Program FlexSim

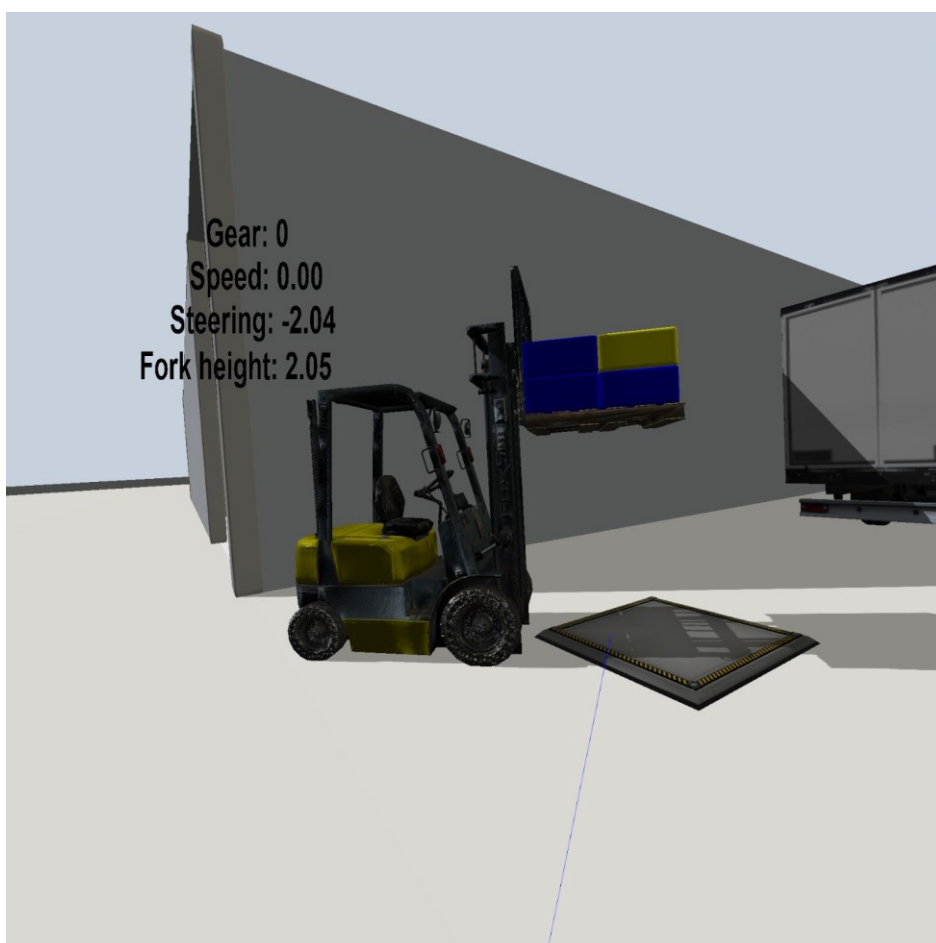
Kako bi se simulacija izvela na način koji je za to i predviđen, potrebno je pomoću upravljača kojima pokrećemo glavne poluge na viličaru, isti taj viličar i pozicionirati iznad/ispred tereta koji je u ovom slučaju hrpa posloženih paketa vidljivih na slici 30. Slika broj 32. ispod, prikazuje kako izgleda pozicija odnosno položaj viličar naspram hrpi paketa iz prvog lica odnosno perspektive vozača viličara. Slika 33. pak prikazuje viličar nakon što je podigao paletu punu poslaganih paketa i spreman je za njihov daljnji transport.

Slika 32: Pozicionirani viličar iz perspektive vozača



Izvor: Program FlexSim

Slika 33: Viličar spreman za daljnji pretovar paketa na paleti



Izvor: Program FlexSim

Nakon što je viličar podignuo teret, nadalje taj isti teret je potrebno odvesti na za to predviđeno mjesto unutar simulacije. U ovom slučaju postoji više mjesta predviđenih za iskrcaj tereta s viličara, nalaze se unutar postrojenja koja se vide na slici 26. Nakon par sekundi vožnje od mjesta od kuda je teret pokupljen, viličar pristiže do najbližeg mjesta za iskrcaj i kao što je vidljivo na slici 34 iskrcava taj teret na predviđeno mjesto. Na slici se također može vidjeti i jedan od radnika postrojenja kako se priprema pokupiti svaki pojedini paket sa palete i prenijeti ih na daljnju obradu.

Slika 34: Paketi na mjestu za iskrcaj i radnik koji će ih prenijeti na daljnju obradu



Izvor: Program FlexSim

Unutar postrojenja se zapravo nalaze dva radnika čija je zadaća da par sekundi nakon odlaganja paketa na to predviđenu destinaciju iste te pakete preuzmu i odnesu na daljnju obradu koja je u ovom slučaju počinje automatskom pomičnom trakom za proizvode. Slikom 35 dolje izbliza je prikazan model radnika koji obavlja posao prekrcaja unutar postrojenja. Radnici unutar programa Flexsim su raznovrsni i može se birati kako će radnik unutar nje izgledati. Obučeni su u Flexsim radne odore.

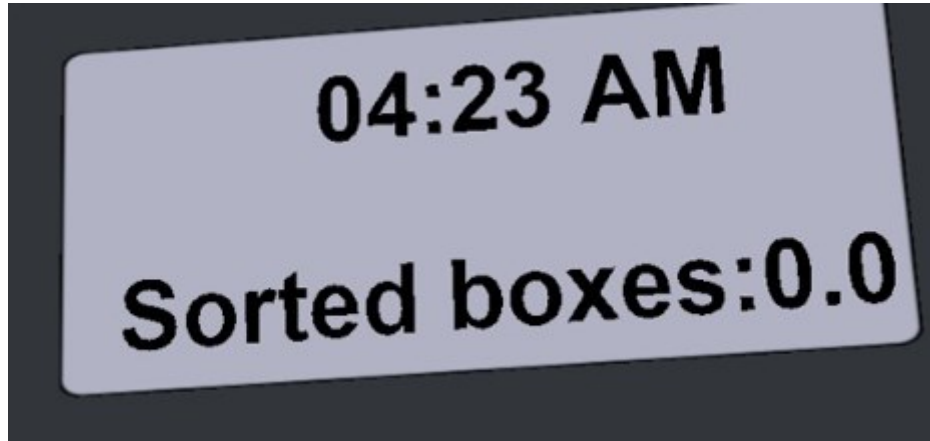
Slika 35: Pogled izbliza na radnika iz simulacije



Izvor: Program FlexSim

Nakon pogleda izbliza na radnike bez kojih odvijanje posla unutar postrojenja nebi bio moguć, dalje će biti prikazani ostali dijelovi za obradu paketa unutar postrojenja. Pogledom na ostatak postrojenja prvo se može uočiti velika „projekcija“ odnosno „prozor“ na jednom od zidova postrojenja. Projekcija prikazuje koliko je trenutno sati unutar simulacije pošto se može podestiti kojom brzinom vrijeme unutar iste protječe. Također projekcija prikazuje i koliko je paketa trenutno sortirano odnosno koliko ih je prošlo kroz cjelokupni proces dostave do postrojenja i njihove obrade unutar istog. Slika 36 dolje prikazuje spomenutu projekciju.

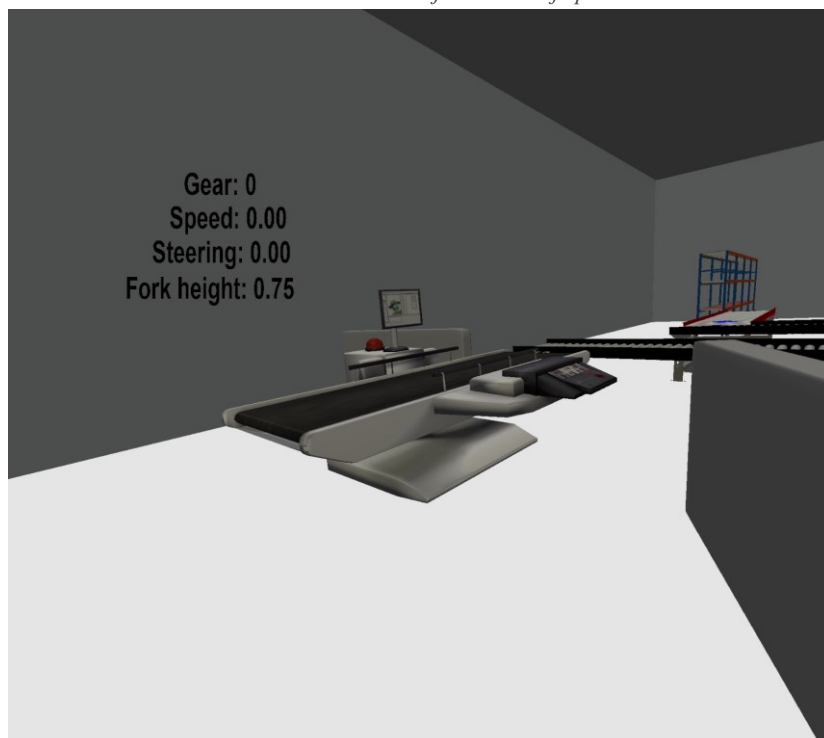
Slika 36: Projekcija s podacima



Izvor: Program FlexSim

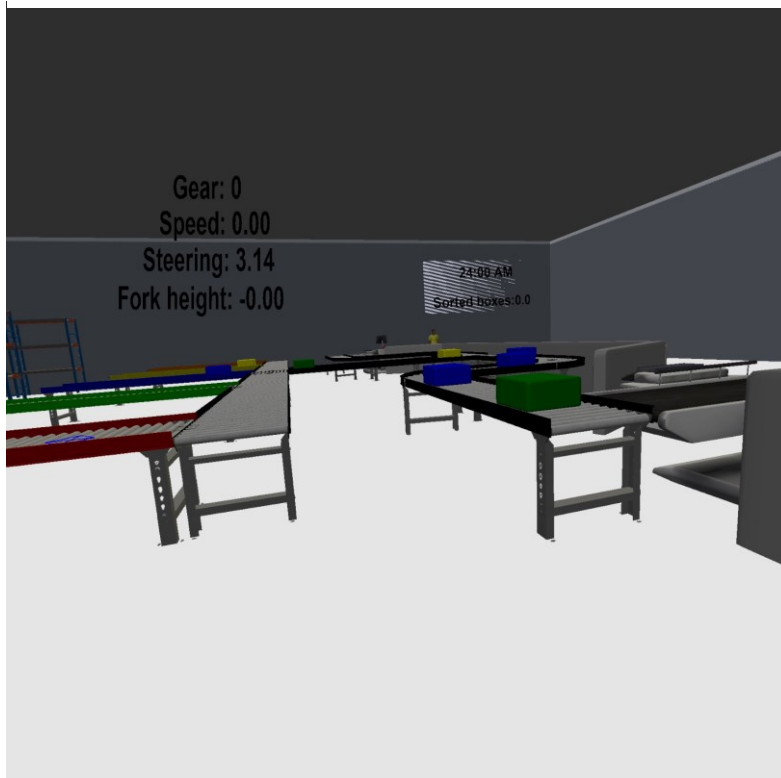
Nakon projekcije slikom će se prikazati ostatak opreme unutar postrojenja. Ta oprema uključuje traku na kojoj se proizvod skenira i očitava, alatne trake koje odvođe pakete do pripadajućih regala, te regali na koje radnici slažu pakete. Ove stavke vidljive su dolje na slikama 37, 38 i 39.

Slika 37: Traka za skeniranje i očitavanje proizvoda



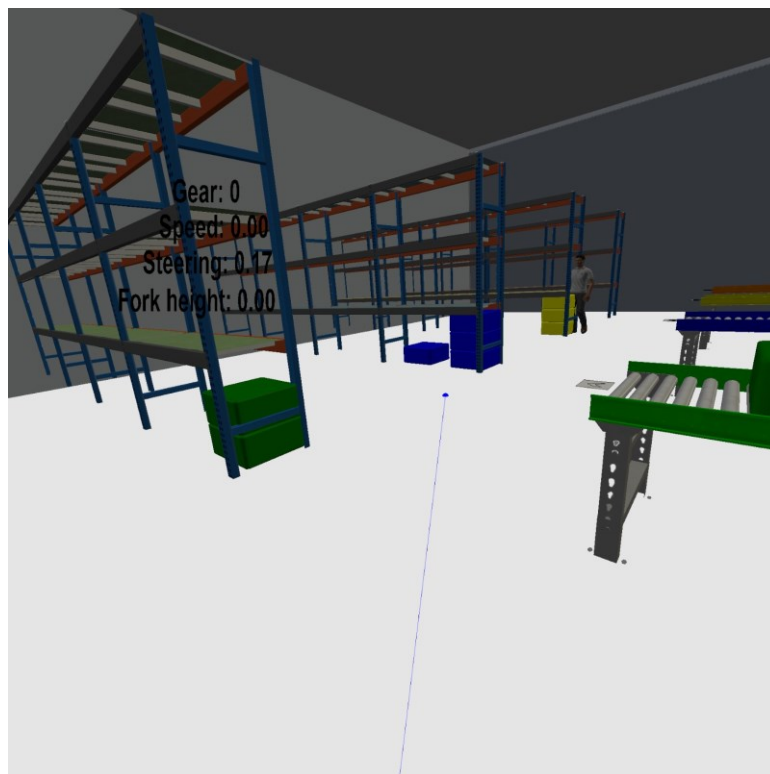
Izvor: Program FlexSim

Slika 38: Pomične alatne trake za prijenos paketa



Izvor: Program FlexSim

Slika 39: Regali na koje radnici slažu pakete



Izvor: Program FlexSim

U trenutku kada paket pristigne do odgovarajućega regala, može se reći da je proces ove simulacije uspješno završen odnosno odrađen. Simulacije poput ove stvarno su dobar i dobrodošao način na koji tvrtke ili pojedinci mogu ispitati i istražiti koliko dugo će određeni proces poput u ovom slučaju prijevoza paketa sa palete do odgovarajućeg mjesta unutar postrojenja putem viličara zapravo trajati, te također koliko će sve to skupa financijski koštati.

Sama pomisao koliko bi ispitivanje ovako nečega bilo vremenski dugo i financijski zahtjevno dovoljna je da vlasnicima tvrtke zada vrtoglavice. Trošak goriva za viličara, organizacija cjelokupnog procesa, nekoliko radnika koji bi morali pomoći u stvarnoj simulaciji, a ne obavljati svoj regularan posao taj dan u firmi, vremenski faktor odnosno duljina trajanja, produljenje iste te duljine trajanja za nedefiniranu potencijalno ogromnu količinu vremena u slučaju kakvih problema, nesreća, zastoja ili kvarova samo su neki od razloga da instantno potaknu vlasnika jedne tvrtke da se odluči na drugačije rješenje odnosno najčešće na simulacije putem računalnih programa/softvera. Oni su jednostavni za korištenje i smanjuju rizik da nešto može poći po zlu praktički na 0%.

Upravo zato programi poput u ovom slučaju FlexSima nerealno olakšavaju provođenje i odrađivanje ovakvih ispitivanja i jako puno pomažu tvrtkama da planiraju svoj daljnji razvoj i napredak prema ispitanim i dokazanim temeljima na kojima sigurno mogu graditi svoju budućnost i budućnost njihovih firmi.

9. ZAKLJUČAK

Ovaj diplomski rad bavi se blagodatima virtualne stvarnosti te njenom implementacijom u mnogim dijelovima svakodnevnog života ljudi. Također prikazuje korištenje simulacija određenog procesa kako bi se smanjio rizik i količina financijskih sredstava potrebnih da bi se isti taj proces testirao i u slučaju pozitivnih rezultata na kraju i implementirao u poslovanje jedne tvrtke. Primjer je vožnja viličara u programu FlexSim uz korištenje tehnologije virtualne stvarnosti. Kako sam simulaciju imao zadovoljstvo osobno isprobati, testirati i moram priznati zabaviti se u njoj mogu i iz vlastite perspektive reći da cijela ta „priča“ oko uvođenja i korištenja hardvera i softvera koji omogućuju stvaranje virtualne stvarnosti, stvarno ima i više nego smisla i to na mnogim različitim razinama i područjima svakodnevnog života. Rad prikazuje kako se i osobe sa invaliditetom ili pak đaci u školama mogu uvelike okoristiti i učiniti svakodnevne aktivnosti lakšima i boljima uz primjenu VR tehnologije. U današnjem svijetu nažalost VR tehnologija se ubrzano i povećano koristi i u vojnim svrhama koristeći dronove kojima se može upravljati sa distanci od do nekoliko kilometara, a koji imaju na sebi pričvršćene kamere za sliku uživo ili pak slične senzore koji prikazuju površine prema kojoj se kreće u virtualnom obliku. Ovakav smjer kretanja razvoja virtualne realnosti nije baš najbolji i najsretniji ali ne može se isključiti da doprinosi daljnjem sveukupnom razvoju i napredovanju virtualne stvarnosti.

Svijet kakav smo poznavali slobodno može se reći da pomalo ide u zaborav i postaje „staromodan“ ili „zastarjeo“. Danas sve teži i naginje prema modernizaciji kroz razvoj tehnologije i svega povezanog uz nju, a tehnologija virtualne stvarnosti je jedna od glavnih predvodnika tog novog vala i definitivno neće posustati sa daljnjim razvojem još mnogo mnogo godina. Ljudi bi trebali objeručke i sa zadovoljstvom prihvatiti sve novitete i pogodnosti koje nam takva tehnologija može pružiti jer upravo u njoj leži budućnost cijeloga čovječanstva i njegovog nastojanja da uvijek bude što bolje i naprednije.

LITERATURA

KNJIGE I ČLANCI

1. Experiencing Physical and Technical Phenomena in Schools Using Virtual Reality Driving Simulator“, Polina Hafner, Victor Hafner, and Jivka Ovtcharova, Germany, PolinaHafner/publication/295105410_Experiencing_Physical_and_Technical_Phenomena_in_Schools_Using_Virtual_Reality_Driving_Simulator/links/61e88864c5e3103375a8839e/Experiencing-Physical-and-Technical-Phenomena-in-Schools-Using-Virtual-Reality-Driving-Simulator.pdf, 2014.,

ELEKTRONIČKI IZVORI

1. „Mathematics-Simulation-Models“, CCS University India, <https://ccsuniversity.ac.in/bridge-library/pdf/Mathematics-Simulation-Models-3.pdf> (4.5.2024.)
2. „Types of simulation models used in data analytics“, Techtarget, <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics> (15.5.2024.)
3. „Modelling and simulation Advantages and disadvantages“, BBC, <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zyqfr82/revision/3> , (12.6.2024)
4. „Modeling terminology“, AcqNotes , <https://acqnotes.com/acqnote/tasks/modeling-terminology>, (8.5.2024.)
5. „Welcome to FlexSim“, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Introduction/Welcome/Welcome.html> ,(13.6.2024)
6. „Overview of the FlexSim user interface“, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/FlexSimUI/OverviewUserInterface/OverviewUserInterface.html> , (15.6.2024.)
7. FlexSim types of 3D objects, <https://docs.flexsim.com/en/24.1/Using3DObjects/TypesOfObjects/TypesOfObjects.html> , (15.6.2024.)
8. „Što je virtualna stvarnost?“ <https://virtualnastvarnost.net/uvod-u-vr-virtualnastvarnost/> , (19.6.2024.)

9. „History of Virtual Reality“, <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html> ,
(21.6.2024.)
10. „Virtualna stvarnost: osnovni tipovi i primjena“, <https://psihologis.com/virtualna-stvarnost-tipovi-primjena/>, (21.6.2024.)
11. „VR Applications: Key Industries already using Virtual Reality“, <https://virtualspeech.com/blog/vr-applications>, (22.6.2024.)
12. „The 3 types of VR“, <https://heizenrader.com/the-3-types-of-virtual-reality/>, (22.6.2024.)
13. „5 Types Of Virtual Reality – Creating A Better Future“, <https://rextheme.com/types-of-virtual-reality/>, (22.6.2024.)
14. Virtual shot, <https://virtual-shot.com/>, (22.6.2024.)
15. „XR, VR, MR, i AR? Znae li što znae sve ove “stvarnosti”, <https://virtualnastvarnost.net/znae-li-koja-je-razlika-xr-vr-mr-ar/>, (23.6.2024.)
16. „VR u edukaciji – kako virtualna stvarnost olakšava uenje“, <https://virtualnastvarnost.net/vr-u-edukaciji-kako-virtualna-stvarnost-olaksava-ucenje/>,
(25.8.2024.)
17. „VR CAVE“, St Engineering Antycip, <https://steantycip.com/vr-cave-2/> , (24.6.2024.)
18. FlexSim simulacijski program

POPIS SLIKA

Slika 1:Radna površina programa FlexSim.....	13
Slika 2: FlexSim okvir sa alatima	13
Slika 3:FlexSim knjižnica	13
Slika 4: Primjer stavki toka	14
Slika 5:Primjer fiksnih resursa	15
Slika 6:Primjer izvršitelja podataka	15
Slika 7:Primjer svojstava za regal	16
Slika 8:Primjer kartice kod objekta procesora	17
Slika 9:Glavni izbornik i alatna traka u FlexSimu	19
Slika 10:Izgled sučelja Healthcare	19
Slika 11: VR headset u upotrebi.....	20
Slika 12:Primjer VR kontrolera.....	21
Slika 13:Bitka kod Borodina 1812.	21
Slika 14:Koncept i stvarni model Sensorame	22
Slika 15: Damoklov mač u uporabi.....	23
Slika 16:Primjer vozila i kamere korišten za Google Street View.....	24
Slika 17: Osoba s invaliditetom koristi VR tehnologiju	28
Slika 18: Neimerzivna virtualna stvarnost na primjeru videoigre World od Warcraft	29
Slika 19: Uporaba Virtual shot mobilne aplikacije i sučelje	30
Slika 20: Poluimerzivna virtualna stvarnost na primjeru istraživanja podmorja	31
Slika 21: Grafički prikaz povezanosti različitih vrsta „stvarnosti“	32
Slika 22: Mobilna igra Pokemon GO	33
Slika 23: Primjer kako bi mješovita stvarnost mogla izgledati u medicini	34
Slika 24: Jednostavan grafički prikaz CAVE prostora.....	36
Slika 25: Oprema korištena za provedbu VR simulacije vožnje viličara.....	38
Slika 26:Postrojenje kamo paleta s paketima stiže na obradu.....	39
Slika 27: Svi objekti odnosno dijelovi simulacije iz visine	39
Slika 28: Izgled kontrolera unutar simulacije i sučelje za viličara	40
Slika 29: Model viličara	41
Slika 30: Kamioni, operater i paketi istovareni na palete.....	41
Slika 31: Upravljački sustav modela viličara	42
Slika 32: Pozicionirani viličar iz perspektive vozača.....	43
Slika 33: Viličar spreman za daljnji pretovar paketa na paleti.....	44

Slika 34: Paketi na mjestu za iskrcaj i radnik koji će ih prenijeti na daljnju obradu	45
Slika 35: Pogled izbliza na radnika iz simulacije.....	46
Slika 36: Projekcija s podacima	47
Slika 37: Traka za skeniranje i očitavanje proizvoda.....	47