



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Vojaška logistika

VIRTUALNA RESNIČNOST V LOGISTIKI

Mentor: dr. Vojko Obrulj
Lektorica: dr. Tanja Fajfar

Kandidat: Samo Šepič

Kranj, junij 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju dr. Vojku Obrulju za vse nasvete in podporo pri pisanju diplomskega dela.

Hkrati se zahvaljujem svoji družini in prijateljem za podporo in vzpodbude med študijem.

Zahvaljujem se tudi lektorici dr. Tanji Fajfar, ki je diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

IZJAVA

Študent Samo Šepič izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Vojka Obrulja.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V diplomskem delu smo se osredotočili na uporabo virtualne resničnosti v logistiki. Virtualna resničnost vključuje uporabo naprednih tehnologij za ustvarjanje simuliranega okolja, ki ga uporabniki zaznavajo kot primerljivega z resničnim. S pomočjo posebej zasnovanih pretvornikov in senzorjev uporabnikom omogoča interakcijo s prikazanimi slikami, premikanje in manipuliranje z virtualnimi predmeti ter izvajanje drugih dejanj na način, ki vzbuja občutek dejanske prisotnosti v simuliranem okolju.

Namen diplomske naloge je bil preučiti pojem virtualne resničnosti in ga na podlagi boljšega razumevanja smiselno vključiti v notranjo logistiko oziroma skladiščenje. V empiričnem delu je bil cilj diplomskega dela ugotoviti trenutno razumevanje možnosti uporabe tehnologije za virtualno resničnost pri skladiščnem poslovanju ter ugotoviti, ali po mnenju splošne populacije obstaja povezljivost logistike z virtualno resničnostjo. S pomočjo ankete smo odgovorili na dve ključni vprašanji. Ugotovili smo, da nihče ni mnenja, da virtualne resničnosti v skladiščanju ni mogoče uporabiti in da so ljudje naklonjeni uporabi virtualne resničnosti. Hkrati pa je anketa potrdila, da večina meni, da virtualna resničnost ne more nadomestiti realnosti.

KLJUČNE BESEDE

- virtualna resničnost
- logistika
- skladiščenje

ABSTRACT

In this thesis, we focus on the use of virtual reality in logistics. Virtual reality involves the use of advanced technologies to create a simulated environment that users perceive as comparable to the real world. Using specially designed transducers and sensors, it allows users to interact with displayed images, move and manipulate virtual objects, and perform other actions in a way that evokes a sense of being actually present in the simulated environment.

The aim of the thesis was to explore the concept of virtual reality and, based on a better understanding, to integrate it in a meaningful way in internal logistics or warehousing. In the empirical part, the aim of the thesis was to establish the current understanding of the potential use of virtual reality technology in warehousing operations and to determine whether the general population considers that there is a connectivity between logistics and virtual reality. Two key questions were answered through a survey. We found that no one thinks that virtual reality cannot be used in warehousing and that people are in favour of using virtual reality. At the same time, the survey confirmed that most people do not think that virtual reality can replace reality.

KEYWORDS

- virtual reality
- logistics
- warehousing

KAZALO

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | UVOD | 1 |
| 1.1 | Predstavitev problema..... | 1 |
| 1.2 | Cilji naloge | 2 |
| 1.3 | Predpostavke in omejitve | 2 |
| 1.4 | Metode dela | 2 |
| 2 | TEORETIČNE OSNOVE | 4 |
| 2.1 | Zgodovina | 4 |
| 2.2 | Pojem virtualna resničnost | 8 |
| 2.3 | Tehnologija in njena uporaba | 9 |
| 2.4 | Logistika skladiščenja | 11 |
| 3 | UPORABA VR NA PODROČJU LOGISTIKE SKLADIŠČENJA | 12 |
| 3.1 | Uporaba vr pri projektiranju skladišč..... | 13 |
| 3.2 | Usposabljanje za optimalno organizacijo dela | 15 |
| 3.3 | Omejitve VR..... | 15 |
| 4 | EMPIRIČNI DEL..... | 17 |
| 4.1 | Cilji ankete | 17 |
| 4.2 | Metoda raziskave | 17 |
| 4.3 | Rezultati ankete | 18 |
| 5 | UGOTOVITVE..... | 23 |
| 5.1 | Poznavanje možnosti uporabe VR tehnologije v skladiščnih procesih..... | 23 |
| 5.2 | Pripravljenost na uporabo VR v poslovnem okolju | 24 |
| 6 | ZAKLJUČEK | 25 |
| 7 | LITERATURA IN VIRI | 27 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Heillingov sistem Sensorama..... | 5 |
| Slika 2: VPL DataGlove..... | 6 |
| Slika 3: Provision 100..... | 7 |
| Slika 4: 3D slika, modelirana iz poligonov..... | 8 |
| Slika 5: Sestava Sistema VR..... | 9 |
| Slika 6: Naglavni prikazovalnik..... | 13 |

KAZALO GRAFOV

| | |
|---|----|
| Graf 1: V katero starostno skupino spadate?..... | 18 |
| Graf 2: Katerega spola ste?..... | 19 |
| Graf 3: Področje vaše izobrazbe? | 19 |
| Graf 4: Ali ste pred izpolnjevanjem te ankete že slišali za izraz virtualna resničnost? | 20 |
| Graf 5: Ali bi lahko na vašem delovnem mestu uporabljali VR?..... | 20 |
| Graf 6: Kje vse se lahko virtualna resničnost po vašem mnenju uporablja?..... | 21 |
| Graf 7: Ali bi se po vašem mnenju VR lahko uporabljala tudi v logistiki, predvsem pri skladiščenju?..... | 21 |
| Graf 8: Kakšne učinke ima po vašem mnenju VR na osebo, ki bi delala v VR okolju? | 22 |
| Graf 9: Ali mislite, da je vlaganje podjetij v uporabo VR pogoj za konkurenčen pristop na trgu?..... | 22 |
| Graf 10: Ali se strinjate s trditvijo, da realne resničnosti pri logističnih procesih ne bo, saj bo virtualna resničnost ponujala vse? | 23 |

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Življenjski cikli izdelkov so vse krajši, potrebe kupcev pa so vedno večje. Prilagodljivost sistemov je ključni dejavnik, sami sistemi pa postajajo vse bolj kompleksni. Čas do vstopa na trg je ključnega pomena; to pomeni hitrejši proizvodni sistem, zasnove in hitrejša procesa uvajanja na trg. Zaradi tega je potreben skrben in načrtovan razvoj skladiščnega poslovanja.

Edinstvene lastnosti in prilagodljivost virtualne resničnosti (v nadaljevanju VR) ji dajejo izredne možnosti za uporabo v aplikacijah, povezanih z delom. Uporabnikom omogoča, da izkusijo interakcijo z realističnimi modeli ali okolji na varen način. Hkrati pa zagotavlja stopnjo nadzora nad simulacijo, ki v realnem življenju ni mogoča.

Pogosto zanemarjeno dejstvo je, da lahko virtualni model nadomesti fizično resničnost le do določene ravni čutne verodostojnosti. Pojem senzorična ustreznost se v literaturi nanaša tudi na opis stopnje ekvivalentnosti med virtualno in fizično resničnostjo v prikazu informacij prek različnih kanalov (Bowman, McMahan, 2007; Bystrom idr, 1999).

Različni dejavniki simulacije v resničnosti lahko pokažejo različne ravni čutnih resničnosti. Na primer, čutna zanesljivost glede teže predmeta je precej slaba, medtem ko je vizualna predstavitev predmeta lahko skoraj enaka kot v fizični resničnosti, zaradi česar je senzorična natančnost visoka. Če ostanemo pri primeru mase predmeta, si lahko predstavljamo, da obstaja razlika pri premikanju predmeta brez mase v VR v primerjavi s premikanjem predmeta z maso v realnosti. Posledično bi bil čas prestavljanja virtualno težkih predmetov bistveno krajši od časa prestavljanja teh predmetov v fizični resničnosti, saj je ta med drugim povezana tudi s fizičnim naporom (Cummings idr., 2012; Dörner idr., 2013).

Izguba se torej kaže v obliki manjkajoče simulacije uteži, kar zmanjšuje prenosljivost tega vidika v realnost. Raziskovalno vrzel predstavlja pomanjkanje empiričnih raziskav o prenosljivosti rezultatov načrtovanja in usposabljanja iz VR v fizično resničnost.

V razvoju skladiščnega poslovanja in uporabe že obstoječih skladišč se lahko z uporabo VR tehnologije načrtujejo in natančneje določijo možnosti in kapacitete skladiščenja posameznih artiklov.

Danes je razvoj posameznih proizvodov neposredno povezan s posameznimi standardi in uporabo črtnih kod. V ta namen se lahko virtualno določijo gabariti posameznega proizvoda, ki so pomembni pri skladiščnem poslovanju.

S tem se lahko različne skladiščne kapacitete (posamezna skladišča in skladiščni prostori) načrtnjeje in popolneje izkoristijo, kar predstavlja finančno korist.

1.2 CILJI NALOGE

Namen diplomske naloge je proučiti pojem virtualne resničnosti in ga na podlagi boljšega razumevanja smiselno vključiti v notranjo logistiko oziroma skladiščenje.

Cilj diplomskega dela je ugotoviti stopnjo trenutnega razumevanja možnosti uporabe VR tehnologije pri skladiščnem poslovanju ter ugotoviti, ali po mnenju splošne populacije obstaja povezljivost logistike z VR.

Ugotovitve diplomskega dela bodo prispevale k boljšemu razumevanju VR v logističnih procesih in ali je namenska uporaba VR v logističnih procesih pomembno orodje, ki podjetju omogoča konkurenčnost na trgu.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Logistični sistem v VR predstavlja fizično okolje na ustrezen način. Z načrtno sistemsko uporabo prenosa dejanskega stanja v VR okolje je mogoče ustvariti simulacijsko okolje, prek katerega se lahko preučijo možnosti in načini skladiščenja posameznih artiklov v že obstoječih skladiščnih kapacitetah ali v projektne načrtovanju pri izgradnji novih skladiščnih kapacitet.

Raziskovalno vprašanje 1: Kako dobro ljudje poznajo možnosti uporabe VR tehnologije v skladiščnem poslovanju?

Raziskovalno vprašanje 2: Kako so ljudje pripravljene na uporabo VR tehnologije v poslovnem okolju?

V delu se bomo posvetili predvsem VR, povezani s skladiščenjem, saj je logistika zelo širok pojem. Omejitve pričujočega dela se vežejo predvsem na izvedbo našega anketnega vprašalnika. Zaradi majhnega in ne reprezentativnega vzorca, ugotovitve težko posplošujemo na celotno splošno populacijo. Zato je pri interpretaciji rezultatov potrebna previdnost. Glede na to, da je raziskovanje in uporaba VR tehnologije, predvsem v slovenskem prostoru, še v povoju, je omejitev tega dela tudi pomanjkanje domačih virov s te teme.

1.4 METODE DELA

Pri pisanju diplomske naloge v teoretičnem izhodišču uporabljamo opisno metodo, v skladu s katero z zbiranjem in urejanjem že obstoječih podatkov interpretiramo temo. Z metodo združevanja povzemamo spoznanja in rezultate avtorjev, ki so že raziskovali virtualno resničnost.

V praktičnem delu sta uporabljeni metoda anketiranja, s katero želimo pridobiti podatke, ki bi pripomogli k rešitvi problema, zastavljenega v diplomskem delu, in metoda sklepanja, s pomočjo katere, na podlagi pridobljenih informacij, odgovorimo na zastavljeni vprašanji. V zaključku so z metodo sinteze združene ugotovitve raziskovalnega dela v povezavi s teoretičnim izhodiščem.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 ZGODOVINA

Računalniška grafika se danes uporablja na številnih področjih našega življenja. Ob koncu 20. stoletja si težko predstavljamo arhitekta, inženirja ali notranjega oblikovalca, ki bi delal brez grafične delovne postaje. V zadnjih letih je buren razvoj mikroprocesorske tehnologije na trg prinašal vedno hitrejša računalniki. Ti so opremljeni z boljšimi in hitrejšimi grafičnimi karticami in procesorji, njihove cene pa hitro padajo, zaradi česar so postali dostopni tudi povprečnemu uporabniku. To navdušenje nad novo (ne)resničnostjo se pogosto začne z računalniškimi igrami. Omogoča, da vidimo okolico oz. svet v drugi dimenziji in izkusimo stvari, ki v resničnem življenju niso dostopne ali celo še niso ustvarjene. Poleg tega svet tridimenzionalne grafike nima ne meja ne omejitev in ga lahko ustvarjamo in manipuliramo po lastnih željah (Mazuryk in Gervautz, 1996).

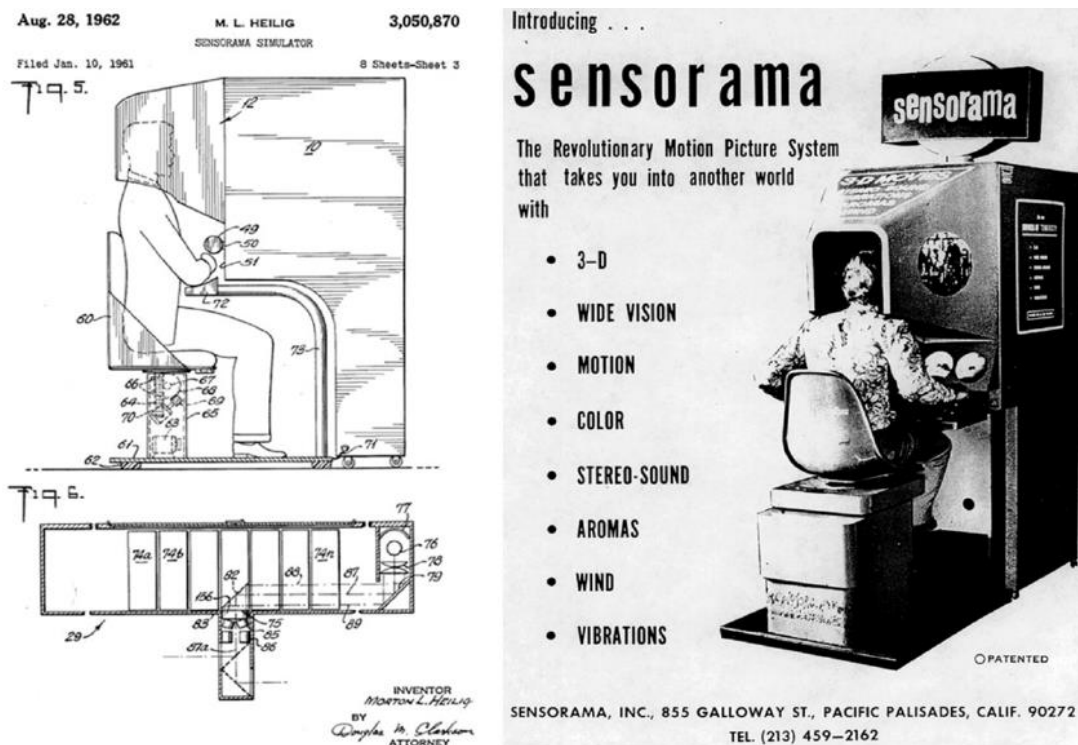
Ljudje vedno želijo več. Želijo vstopiti v ta svet in sodelovati, namesto da bi samo gledali sliko na zaslonu. Tehnologija, ki postaja v tem desetletju izjemno priljubljena in modna, se imenuje virtualna resničnost. Prvo zamisel o njej je leta 1965 predstavil Ivan Sutherland: »Naredite ta (virtualni) svet v oknu videti resnično, zveneti resnično, čutiti resnično in se realistično odzivati na gledalčeva dejanja.« (Sutherland, 1965).

Od takrat je bilo opravljenih veliko raziskav, a stanje je ostalo nespremenjeno. Brooks ugotavlja, da »Sutherlandov izziv obljubljenega dežele še ni bil dosežen, vendar smo na pravi poti« (Brooks, 1995).

Leta 1994 je Brooks na predavanju z vprašanjem, ali je v virtualni resničnosti kakšna prava vrlina, predstavil področje VR. Takrat je ocenil, da VR skoraj deluje – da stroka stoji na gori, ki gleda v obljubljenega dežela, a da tehnologija VR še ni dovolj razvita, da bi bila tam. Bilo je veliko simulacij in pilotnih sistemov, vendar razen simulatorjev vozil in zabavnih aplikacij VR še ni bila v produkcijski uporabi, ki bi opravljala resnično delo (Brooks, 1999).

Na kratko si oglejmo začetek raziskav na področju VR. Med letoma 1960 in 1962 je Morton Heilig ustvaril več-čutni simulator v barvni in stereo tehniki, ki so ga dopolnili binauralni zvok,¹ vonj, veter in vibracije. To je bil prvi pristop k ustvarjanju sistema VR, ki je imel vse značilnosti takšnega okolja, vendar ni bil interaktiven (Mazuryk in Gervautz, 1996).

¹ Binauralni zvoki naj bi vplivali na kognitivne in psihološke procese, vključno z zmogljivostjo spomina.



Slika 1: Heillingov sistem Sensorama
(Vir: Basso, 2017)

Turi je leta 2014 v svojem zapisu kot uvod zapisal » Dobrodošli na portalu Časovni stroji, kjer vam ponujamo izbor mehanskih nenavadnosti, pripomočkov iz preteklosti in edinstvenih izumov, s katerimi lahko preizkusite svoje tehnično-zgodovinske spretnosti« (Turi, 2014).

Sensorama gledalca z motorjem zapelje po New Yorku z vetrom, ki ga ustvarjajo ventilatorji, hrup in vonjave New Yorka (Slika 1).

Simulator Sensorama je vključeval sedež za enega gledalca, niz ročajev in odprtine za gledanje, ki so bile obdane z vrsto zračnikov, zaščiteneh z nadstreškom, da bi omejili moteče zunanje vplive. Tridimenzionalni film se je gledal skozi vrsto okularnih portalov in je zapolnil dovršen del uporabnikovega perifernega vida. Zasnova je vključevala celo ultravijolično luč, ki je razkuževala površino za gledanje za naslednjega uporabnika. V motornem kolesu so gledalci čutili tresenje sedeža kot v pravem vozilu, krmilo se je treslo v ritmu ceste, zvoki motorja in okolice pa so se slišali v polnem stereo zvoku. Vse to je bila prvoosebna izkušnja, ki jo je voznik spremljal skozi oči, ko je krmaril po ulicah. Realnost sta še bolj poudarjala vetrič, ki ga je ustvaril ventilator, in vrsta vonjav, ki so se pojavljale iz zračnikov. Sensorama je bila sprva predvidena za uporabo v igralnih salonih, vendar so bili stroji preveč zapleteni. Predstavljena je bila tudi podjetjema Ford in International Harvester, vendar ni našla

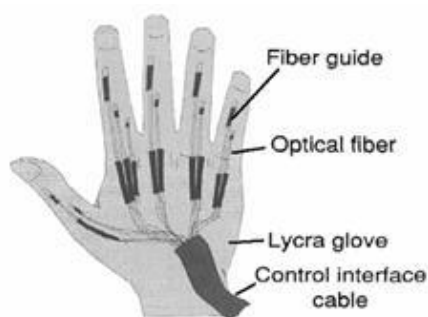
interesentov. V tistem času je bilo skoraj nemogoče najti vlagatelje, zato je Sensorama ostala v fazi prototipa (Turi, 2014).

Razlog, da Sensorama ni bil interaktivni sistem pa je, da je bila pot fiksna in vnaprej posneta.

Sutherlandova vizija virtualnega sveta ni bila omejena le na grafiko. Leta 1965 je napovedal, da bo dodan čut za dotik (ali haptični čut), ki bo uporabnikom omogočil, da otipajo virtualne predmete, ki jih vidijo. To zamisel so uresničili Frederick Brooks mlajši in njegovi sodelavci z Univerze v Severni Karolini (Burdea, Coiffet, 2003). Do leta 1971 so dokazali zmožnost simulacije neprekinjenih sil v 2D tehnologiji, povezanih s silami molekularnega spajanja. Kasneje so v 3D tehnologiji simulirali še silo trka z uporabo dodatne robotske roke, ki se običajno uporablja pri ravnanju z jedrskim snovmi.

Termin virtualna resničnost je v 80. letih prejšnjega stoletja populariziral Jaron Lanier. Deset let pozneje so VR začeli uporabljati za usposabljanje in simulacije v ameriški vojski ter Nacionalni agenciji za aeronavtiko in vesolje (Nasa) (Verdict, 2020).

Množična proizvodnja sistemov VR se je začela v zgodnjih 90. letih prejšnjega stoletja, vodil pa jo je podjetje Virtuality, ki je odprlo posebne igralne prostore za VR. Prvo komercialno podjetje, ustanovljeno leta 1984, ki je prodajalo izdelke za VR, je bilo VPL Inc. To podjetje je do svojega propada leta 1992 izdelovalo prvo rokavico za zaznavanje, imenovano VPL DataGlove. Standardna vmesnika tistega časa sta bili tipkovnica in miška. V primerjavi z njima je rokavica VPL DataGlove predstavljala kvantno izboljšavo naravnega načina interakcije z računalnikom.

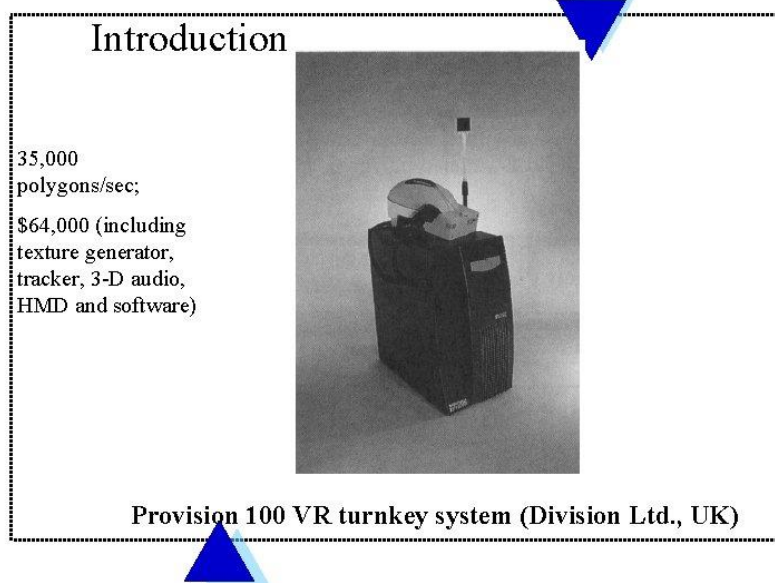


Slika 2: VPL DataGlove
(Vir: Sahadev in Subhasis, 2016)

Sodobne naprave za VR so se pojavile leta 2010 s predstavitvijo prototipa Oculus Rift, povezanega z osebnim računalnikom. Med letoma 2014 in 2017 je trg napredoval od slušalk, povezanih z osebnim računalnikom (npr. HTC Vive), do slušalk, povezanih s konzolami (npr. Sonyjev PSVR), in slušalk, povezanih z mobilnimi napravami (npr. Samsung GearVR in Google Cardboard). Leta 2018 so se pojavile nevezane slušalke

(npr. Oculus Go, Lenovo Mirage Solo in HTC Vive Focus), s čimer je VR postala neodvisna platforma (Verdict, 2020).

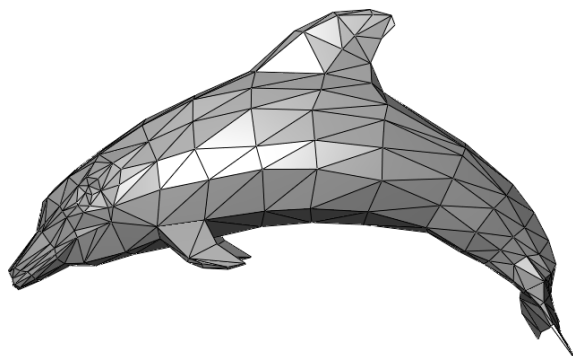
Naslednji korak v integraciji je bil zmanjšati vse komponente VR in jih postaviti na ploščo v eno samo namizno ohišje. V začetku leta 1991 je podjetje Division Lt iz Združenega kraljestva predstavilo prvo integrirano komercialno delovno postajo za VR. Imenovala se je Vision, sledil pa ji je zmogljivejši Provision 100, ki je prikazan na sliki 3. Vzporedna arhitektura Provision 100 je imela več procesorjev, stereo zaslon na HMD, 3D zvok, vodenje z roko in prepoznavanje gibov. Arhitektura je imela tudi vhodno-izhodno kartico in je bila razširljiva, saj je omogočala dodajanje dodatnih vhodno-izhodnih procesorjev. Njen namenski geometrijski procesor i1860 s prilagojenim poligonskim pospeševalnikom je zagotavljal 35.000 poligonov² na sekundo s senčenjem po Gourandu,³. To je bila očitna izboljšava v primerjavi s hitrostjo računalnika HP 9000, uporabljenega v Nasinem sistemu VIEW, njegova pomanjkljivost pa je bila cena. Ta se je gibala okoli 65.000 dolarjev (Grimsdale, 1992).



Slika 3: Provision 100
(Vir: Burdea, 2012)

² V računalniški grafiki se poligoni uporabljajo za sestavljanje tridimenzionalnih slik. Poligoni, ki so običajno trikotni, nastanejo, ko se pri modeliranju površine predmeta izberejo vrhovi in se predmet upodobi v modelu žičnega okvirja.

³ Senčenje po Gourandu je metoda v računalniški grafiki, ki se uporablja za neprekinjeno senčenje površin, ki jih predstavljajo poligonske mreže.



Slika 4: 3D slika, modelirana iz poligonov
(Vir: Wikipedia, 2022)

2.2 POJEM VIRTUALNA RESNIČNOST

Opredelevitev VR se izkaže za težavno nalogo, saj ne obstaja standardna definicija zanjo. Pravijo, da gre za oksimoron,⁴ saj jo nekatere teorije označujejo kot resničnost ki ne obstaja. VR je lahko opredeljena kot medij, sestavljen iz interaktivnih računalniških simulacij, ki dajejo občutek potopitve v virtualnost. Po drugi strani jo lahko opredelimo kot vrhunski vmesnik človek-stroj, ki združuje tehnologije, kot so računalniška grafika, obdelava slik, prepoznavanje vzorcev, umetna inteligenca, mreženje in zvočni sistemi za ustvarjanje računalniške simulacije in interakcije, ki dajo občutek navzočnosti prek številnih sintetičnih povratnih informacij, poslanih v čutne kanale, kot so vizualni, slušni, haptični⁵ in drugi.

Za VR se uporabljajo tudi druga poimenovanja; med njimi virtualno okolje, umetna resničnost, virtualni svetovi, umetni svetovi, kibernetski prostor (Bamodu in Ye, 2013).

Termin VR se nanaša na iluzijo sodelovanja v sintetičnem okolju namesto zunanjega opazovanja takega okolja. VR temelji na tridimenzionalnem stereoskopskem zaslonu s sledenjem glavi, sledenju rokam in telesu ter binauralnem zvoku. (Earnshaw, 1993).

Aplikacije VR uporabnika potopijo v računalniško ustvarjeno okolje, ki simulira resničnost z uporabo interaktivnih naprav, ki pošiljajo in sprejemajo informacije, in sicer očala, slušalk, rokavic ali telesne obleke. Pri tipični obliki VR uporabnik, ki nosi čelado s stereoskopskim zaslonom, gleda animirane slike simuliranega okolja. Iluzijo prisotnosti ustvarjajo senzori gibanja, ki zaznavajo uporabnikove gibe in ustrezno prilagajajo pogled na zaslonu, običajno v realnem času (v trenutku, ko se uporabnik giblje). Tako lahko uporabnik obiskuje simulirane prostore in doživlja spreminjajoče se poglede in perspektive, ki so prepričljivo povezani z njegovimi lastnimi obračaji

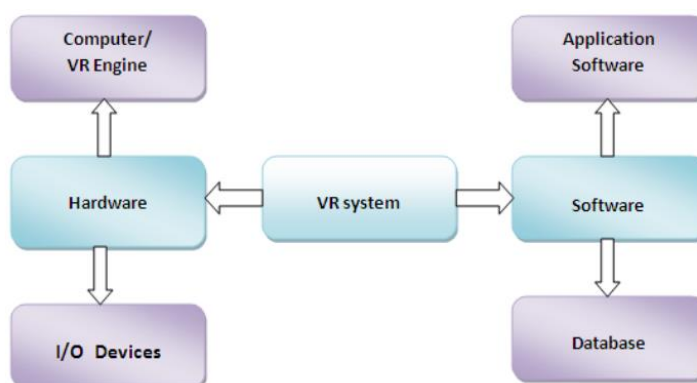
⁴ Oksimoron je besedna figura, ki vsebuje dva nasprotujoča si ali izključujoča se pojma, npr. krvoločno jagnje.

⁵ Haptični kanal ima svoje receptorje pod povrhnjico in je odgovoren za pretvorbo energije v živčne signale.

glave in koraki. V rokavicah, opremljenih z napravami s povratno silo, ki zagotavljajo občutek dotika, lahko celo dviguje predmete, ki jih vidi v virtualnem okolju, in z njimi manipulira (Lowood, 2021).

2.3 TEHNOLOGIJA IN NJENA UPORABA

Sistem VR je sestavljen iz dveh glavnih podsistemov, in sicer strojne in programske opreme. Strojna oprema se nadalje deli še na računalnik ali pogon VR in vhodno-izhodne naprave, medtem ko se programska oprema deli na aplikativno programsko opremo in bazo podatkov, kar prikazuje Slika 5



Slika 5: Sestava Sistema VR
(Vir: Bamod in Ye, 2013)

Vsak sistem za VR potrebuje vhodno napravo, prek katere je mogoče interpretirati uporabnikova dejanja in zagotoviti ustrezen odziv VR. Sistemi VR običajno sledijo gibanju predmetov, ki jih uporabniki držijo v rokah, ali naglavnim prikazovalnikom, sprejeti podatki pa se uporabljajo za določanje pogleda, navigacijo, interakcijo s predmeti in morebitno gibanje virtualnega telesa, znanega kot avatar (Burdea in Coiffet, 2003; Foxlin, 2002). Vrste vhodnih naprav, ki jih sistemi VR uporabljajo, so zelo različne, npr. miška, krmilna palica ali fiksna mehanska roka z zaslonom na enem koncu.

Kot odziv na uporabnikove vhodne podatke sistem VR predstavi ustrezen pogled na virtualno okolje (angl. virtual environment; VE). Ta vizualni element virtualnega okolja (v nadaljevanju VO) je najpomembnejši, zato je bil najpogosteje tema raziskovanj in je posledično tudi najbolj napredoval (Gutiérrez idr., 2008).

Po definiciji mora VO prikazovati 3D sliko in omogočiti, da jo je mogoče videti s katere koli točke, določene s perspektive uporabnika. Novejše tehnologije pa gredo še dlje. Nekateri sistemi VR na primer posnemajo vid tako, da ponujajo pogled za vsako oko posebej, kar omogoča globinsko ali stereoskopsko zaznavanje (Vince, 2004).

Poleg tega morajo za ustvarjanje realističnih in dinamičnih VO sistemi VR upoštevati trke med predmeti in zagotoviti, da se predmeti ob trčenju ne zlivajo med seboj. Sistemi pa uporabljajo tudi postopek, znan kot 3D obrezovanje, ki omogoči prikaz predmetov v uporabnikovem vidnem polju (Vince, 2004).

Danes se VR običajno izvaja s pomočjo računalniške tehnologije. V ta namen se uporablja vrsta sistemov, ki spodbujajo naša čutila z namenom ustvarjanja iluzije resničnosti.

To je težje, kot se zdi, saj so se naši čuti in možgani razvili tako, da nam zagotavljajo natančno sinhronizirane izkušnje. Zato mora tehnologija VR upoštevati našo fiziologijo. Človeško vidno polje ni videti kot video kader. Imamo (bolj ali manj) 180 stopinj vida in čeprav se svojega perifernega vida ne zavedamo, bi opazili, če bi izginil. Podobno se lahko zgodi, ko si oči in vestibularni sistem⁶ v ušesih nasprotujejo, kar lahko povzroči slabost pri gibanju, npr. slabost na ladjah ali pri branju med vožnjo z avtomobilom (Vince, 2004).

Leta 2018 je družba IDC Research predvidela, da naj bi se naložbe v VR in obogateno resničnost (angl. augmented reality; AR) do leta 2022 povečale za 21-krat in dosegle 15,5 milijarde evrov. Poleg tega so ocenili, da bosta obe tehnologiji ključni za načrte digitalne preobrazbe podjetij, njihova poraba na tem področju pa bo do leta 2019 preseгла porabo potrošniškega sektorja. Zato so napovedali, da bo do leta 2020 več kot polovica večjih evropskih podjetij imela strategijo za VR in OR.

Dandanes trg zahteva aplikacije, ki presegajo uporabo zgolj v prostem času ali na področjih turizma in trženja. Velika tehnološka podjetja že razvijajo slušalke, ki ne potrebujejo kablov in omogočajo prikaz slike v visoki ločljivosti. Razvijajo slušalke za VR v ločljivosti 8K in z veliko zmogljivejšimi procesorji. Tudi najnovejši standard 5G lahko zagotovi zelo zanimive scenarije za razvoj VR. Ta standard bo omogočil povezovanje večjega števila naprav in velikih skupnosti uporabnikov. Poleg tega bo njegova skoraj neopazna zakasnitev omogočila, da bodo uporabniki sprejemali slike v realnem času – skoraj tako, kot da bi jih videli na lastne oči (Iberdola, 2022).

VR se pogosto uporablja pri poklicnem usposabljanju, kjer morajo biti delavci izpostavljeni scenarijem, ki jih je težko ali nevarno poustvariti. V teh primerih VR omogoča simulacijo brez tveganja, pri kateri lahko uporabniki pridobijo praktične izkušnje. Takšni primeri vključujejo potopitveno učno okolje za učenje vojakov ameriške vojske. V letalstvu svoje študente učijo, kako pristati z letalom v simuliranem okolju, preden preidejo na pilotiranje pravih letal. Podobno so se gradbeni delavci učili, kako narediti dobro uravnotežene strukture s pomočjo aplikacij VR. Podobno VR zagotavlja učinkovito platformo za usposabljanje mladih zdravnikov, saj jih potopi v življenjske scenarije, ki jim omogočajo vadbo in opazovanje brez realnih posledic.

⁶ Vestibularni sistem je čutilo ravnotežja v labirintu srednjega ušesa.

Potopna okolja pritegnejo pozornost študentov, kar vodi k boljšim učnim rezultatom. (Mazurek idr., 2019).

Leta 2009 je bilo ustanovljeno Mednarodno združenje za virtualno rehabilitacijo, katerega naloga je bila ustvariti skupne temelje za sodelovanje med inženirji, znanstveniki in zdravniki, ki jih zanima uvajanje novih tehnologij na področju motorične, psihološke, kognitivne in socialne rehabilitacije. Trenutno se VR pogosto uporablja v medicini, od poučevanja in usposabljanja (anatomsko in funkcionalno slikanje), do kirurgije (načrtovanje in podpora kirurškemu posegom, virtualna endoskopija), psihologije in rehabilitacije (Mazurek idr., 2019).

2.4 LOGISTIKA SKLADIŠČENJA

Ni presenetljivo, da so raziskave skladiščnega sistema postale zanimive v 70. letih prejšnjega stoletja, saj se je takrat zanimanje vodstva preusmerilo z izboljšanja produktivnosti na zmanjšanje zalog. Ta prehod je omogočila uvedba informacijskega sistema.

Na Japonskem se je pojavila nova filozofija upravljanja, in sicer pravočasna proizvodnja, ki poskuša doseči velik obseg proizvodnje z uporabo minimalnih zalog delov, ki prispejo pravočasno (Jeroen, 1993).

Logistika skladiščenja je področje logistike v podjetjih, ki razpolagajo z zalogami. Pri tem gre za sistematično shranjevanje in upravljanje blaga v skladiščih. Za pomoč k optimizaciji upravljanja skladišč podjetja uporabljajo določeno logistično programsko opremo. Na ta način je možno racionalizirati procese, kot so dobava, prevoz in skladiščenje blaga. Za področje logistike je odgovoren strokovnjak za logistiko skladiščenja. Ta skrbi za načrtovanje in organizacijo logističnih procesov. Njegove naloge so prevzem, izbira, natovarjanje, shranjevanje, prevoz in pakiranje blaga. Skladiščenje blaga je odvisno od stanja in lastnosti blaga (na primer trdno, tekoče, eksplozivno, strupeno, pokvarljivo). Poleg tega morajo načrti natovarjanja upoštevati zakonske predpise ter načrtovane relacije. Logistika skladiščenja omogoča nadzor in izboljšanje pretoka materiala, informacij in vrednosti od nabave do odpreme (Transportni leksikon, 2022).

Skladiščenje bi lahko definirali kot dejavnost, ki povezuje in regulira procese v materialnem poslovanju, ki premosti časovne razlike med časom proizvodnje in časom porabe različnih dobrin. Skladišče s svojimi zalogami izravnava vsa nihanja v materialnih tokovih, ki jih povzroča dinamičnost poslovnega dogajanja. S skladiščenjem je tako vzpostavljena nemotena povezava med proizvodnjo in nabavo. Prav tako pa skladiščenje zagotavlja stalnost preskrbe delovnih mest in enakomeren tok proizvodnje (Kaltnekar, 1993).

Osnovna naloga skladiščenja je spremljanje, varovanje in izdajanje surovin, polizdelkov in izdelkov za nadaljnjo obdelavo v industriji oziroma prevzemu ali izdaji

na tržišče. Poleg tega pa morajo zaposleni urejati še ostale naloge v skladiščnem poslovanju, npr. urejanje dokumentacije v zvezi s prejetim in izdanim blagom in smotrno nameščanje le-teh v skladišča. Pri manipuliranju pa gre za pregled kakovosti blaga, prekladanje, pakiranje, paletizacijo, oblikovanje transportnih enot, nameščanje blaga v skladišča, komisioniranje, prevzem blaga.

Zaradi težnje po čim bolj ekonomičnem poslovanju so skladišča urejena na način, da prostorsko najbolje služijo svojemu namenu. Gledano s perspektive proizvodnje naj bi bila skladišča locirana v neposredni bližini, saj bi s tem omogočili čim krajši transport, manj premeščanj in drugih skladiščnih manipulacij, s čimer se preprečujejo zastoji (Štor, 2013).

Varovalna funkcija je osnova pri skladiščenju, iz tega pa izhaja osnovni cilj, ki ga opravlja ta dejavnost. Stremi k temu, da je čas med prispetjem materiala in njegovo uporabo ali odpremo čim krajši in obenem zagotovi ohranitev količinsko in kakovostno neoporečnega materiala. Naslednji cilj je uspešnost skladiščenja, ki se ugotavlja z ekonomičnostjo poslovanja, in sicer s primerjavo stroškov v enakih obdobjih, v katerih se upoštevajo količine in vrednosti blaga. Oskrba na eni in stroški na drugi strani so odvisni od višine zalog, zato lahko prejšnja dva cilja združimo v skupen cilj, in sicer skrb za optimizacijo zalog (Rak, 2011).

Dr. Frazelle (2002) navaja, da so glede na storitve skladišča razdeljena na več vrst. Surovine, polizdelki in končni izdelki se običajno nahajajo v bližini proizvodnih obratov.

Distribucijska skladišča in distribucijski centri se uporabljajo za kopičenje in združevanje izdelkov iz različnih proizvodnih obratov znotraj enega podjetja ali iz več podjetij za skupno pošiljanje skupnim strankam.

Polnilna skladišča in centri za polnjenje so zasnovani za vhodne in izhodne pošiljke majhnih naročil posameznih strank.

Lokalna skladišča se uporabljajo za hiter odziv na potrebe naročnikov, kar omogoča, da se posamezni izdelki vsak dan prevzamejo in pošljejo strankam.

Nenazadnje so skladišča z dodano vrednostjo (angl. value-added warehousing) namenjena izvajanju dejavnosti, ki so bile tradicionalno del proizvodnje. Med te dejavnosti spadajo montaža, pakiranje in označevanje, določanje cen in obdelava vračil (Frazelle, 2002).

3 UPORABA VR NA PODROČJU LOGISTIKE SKLADIŠČENJA

Zaradi napredka na področju računalništva, obdelave podatkov, senzorjev in z njimi povezanih tehnologij je razvoj VR v zadnjem času močno napredoval. Z nadaljnjim razvojem strojne opreme za VR naj bi se stroški zmanjševali, medtem ko se bo

zmogljivost strojne in programske opreme povečevala. Zaradi tega uporaba VR pri načrtovanju logističnih rešitev in usposabljanju močno narašča (Pfleger in Wehking, 2017).

Uporaba naglavnih prikazovalnikov (angl. Head Mounted Display; HMD) v VR je raznolika in vključuje simulacijo operativnih procesov ter ustvarjanje okolij za usposabljanje, trženje in prodaje ali oblikovanje in analizo razporeditve. Raziskave na področju VR so še posebej izrazite na področju razvoja izdelkov (Blümel 2013; Ottosson, 2002) ali proizvodnje in proizvodnih procesov (Pappas idr., 2006).



*Slika 6: Naglavni prikazovalnik
(Vir: Singla idr., 2019)*

3.1 UPORABA VR PRI PROJEKTIRANJU SKLADIŠČ

S pomočjo VR je mogoče situacijo predstaviti v zelo poglobljenem scenariju (Bowman, McMahan, 2007). Zato je svoboda pri oblikovanju tega okolja ogromna, omogoča stopnjo abstraktnosti ali podrobnosti, ki je potrebna za obravnavano vprašanje. Z uporabo senzorjev in tehnologij za zajemanje gibanja ne ustvarimo le okolja, temveč zaznamo tudi aktivno interakcijo uporabnika z virtualnimi predmeti (Chan idr., 2011).

Zlasti pri upravljanju skladišča finančno zahtevna vzpostavitev in omejena razpoložljivost virov ne omogočata intenzivnega usposabljanja in zbiranja izkustvenih podatkov za načrtovanje. Da bi premagali omejitve, lahko uporabimo VR (Reif, Walch 2008). Hkrati pa je stopnja nadzora daleč nad stopnjo nadzora, ki jo dosežemo v fizičnem okolju (Pehlivanis idr., 2004). Če se upoštevajo omejitve VR in so izpolnjene njene posebne zahteve, lahko tehnologija VR predstavlja spodbudno priložnost za načrtovanje in usposabljanje.

Od leta 2015 se je število podjetij, ki sodelujejo na področju VR, znatno povečalo. Raziskave VR in njena uporaba so se postopoma širile z vojaškega, znanstvenega,

tehnološkega področja, medicinskih in drugih tehničnih raziskovalnih panog na področja proizvodnje, zabave, izobraževanja ipd.

Industrija VR se na Kitajskem hitro razvija. S spodbujanjem kapitala bo področje VR postalo aktualno za vse več podjetij. Z nadgradnjo tehnologije, popularizacijo mobilnih inteligentnih naprav in nadaljnjim razvojem mobilnega interneta bo tehnologija mobilne virtualne resničnosti postopoma dozorela, proizvodnja strojne opreme pa se bo postopoma industrializirala in povečala (Li idr., 2020).

Prvi poskusi uporabe VR kot orodja za vizualizacijo so bili sistemi za arhitekturne sprehode. Pionirska dela na tem področju so bila opravljena na Univerzi v Severni Karolini in so se začela po letu 1986, pri čemer so se nenehno razvijale nove generacije sistemov. Tudi številne druge raziskovalne skupine so ustvarile impresivne aplikacije. Omenimo samo vizualizacijo bazilike svetega Petra v Vatikanu, predstavljeno na kongresu Virtual Reality World'95 v Stuttgartu, ali komercialno orodje za oblikovanje virtualne kuhinje. Kaj je tako fantastičnega v VR, da je boljša od standardne računalniške grafike? Občutek prisotnosti in občutek prostora v virtualni stavbi, ki ga ne morejo doseči niti najbolj realistične fotografije ali animacije. Lahko jo opazujemo in zaznavamo v različnih svetlobnih pogojih tako kot resnične objekte. Sprehodimo se lahko celo po neobstoječih stavbah – po uničenih, kot je npr. Frauenkirche v Dresdnu, ali po še nenastalih (Mazuryk in Gervautz, 1996).

VR bi v skladiščenju uporabili že pri načrtovanju izgradnje samega skladišča. Načrte, tlorise, skice, slike in drug material bi lahko spremenili v 3D okolje, skozi katero bi se stranke lahko sprehodile. S tem bi jim omogočili boljši vpogled v ponujeno, obenem pa bi lahko v živo videle nekaj, kar še ne obstaja. Z dodatno uporabo črtnih kod, ki bi vsebovale tudi druge podatke, npr. velikost izdelka, težo, bi ponudili še natančnejši vpogled v načrtovano skladišče. Na podlagi vseh teh podatkov bi si lažje predstavljali oziroma po potrebi tudi priredili dimenzije načrtovanega objekta še v fazi načrtovanja.

V proizvodni industriji je vse več zanimanja za uporabo VR za izboljšanje obstoječih delovnih postopkov. Načrtovanje postavitve tovarne je področje proizvodnega inženiringa, ki vidi velike možnosti za integracijo VR. Načrtovanje postavitve s podporo VR je v raziskavah in praksi vse bolj priljubljeno, saj virtualno okolje oblikovalcem omogoča relativno enostavno preizkušanje scenarijev *kaj če*.

Gong (2019) je v svoji študiji prišel do zaključka, da je s pomočjo naglavnega prikazovalnika in sledljivih krmilnikov z virtualnim modelom mogoče preprosto sodelovati pri izvajanju načrtovanja postavitve tovarne. Realistični virtualni model in interakcija z naravo sta znižala zahtevano strokovno znanje, kar zainteresiranim stranem z različnimi ozadji omogoča, da aktivno sodelujejo in prispevajo k oblikovanju nove postavitve.

Predlagani pristop pa nekoliko poenostavlja postopek modeliranja virtualnih skladišč, saj še vedno obstajajo omejitve, zlasti naknadna obdelava podatkov, vendar ga je z razvojem strojnega znanja na tem področju mogoče v bližnji prihodnosti izboljšati.

3.2 USPOSABLJANJE ZA OPTIMALNO ORGANIZACIJO DELA

VR se uporablja tudi za specifične namene usposabljanja. Primeri zajemajo vse od vzdrževanja električnih vodov, medicine, sodelovanje med človekom in robotom, nalog strojne obdelave do treninga karateja (Elbert idr., 2018).

Vaughan idr. (2016) podajajo pregled trenutnega usposabljanja s pomočjo VR sistemov, pri čemer razlikujejo med petimi področji: medicina, industrija/komercialna dejavnost, sodelovanje, resne igre in rehabilitacija. V nadaljevanju bo pozornost namenjena načrtovanju in usposabljanju v okviru logistike.

Pomemben del v okviru skladiščenja in distribucije je učinkovit program usposabljanja. Z usposabljanjem v VR se lahko zaposleni usposablajo učinkoviteje, ustvari se varnejše delovno okolje, kar prepreči številna varnostna tveganja.

Usposabljanje s popolno VR lahko reši enega najbolj zapletenih problemov: celovito usposabljanje o varnosti. Največja ovira pri varnostnem usposabljanju je, da se naučeno znanje ne morete prakticirati, dokler ne pride do izrednih razmer. Tradicionalno usposabljanje o varnosti vključuje pripomočke za delo, inštruktorje in video primere. Z VR se lahko ustvari scenarij za izredne razmere in omogoči učencem, da rešujejo težave, izvajajo protokol in pomagajo sodelavcem brez tveganja. Poleg tega se lahko tehnologija VR uporabi za nove metode pri praktičnem internem usposabljanju za prenos potrebnega znanja na učenca, ne da bi to negativno vplivalo na produktivnost logističnih procesov. To vodi do dobro usposobljenih skladiščnih delavcev, ki so se sposobni spoprijeti z zahtevami prožnih sistemov načrtovanja in logistike ter zagotavlja njihovo visoko kakovost delovanja (Reif, Walch 2008).

Učinkovitost usposabljanja je mogoče meriti z odzivi udeležencev, testi usposobljenosti, ključnimi kazalniki uspešnosti in drugimi podatki. Uporaba VR za usposabljanje v skladišču je odlična možnost, saj bo učenec dobil realističen občutek o razmerah, ne da bi se soočil s kakršno koli nevarnostjo ali tveganjem.

3.3 OMEJITVE VR

Leta 2017 je bila izvedena študija o uporabi VR pri skladiščenju. Prva eksperimentalna delavnica je realizirala dane naloge v fizični resničnosti, medtem ko je druga izvršila naloge v VR, da bi se čim bolj povečala splošna senzorična zvestoba.⁷

⁷ Senzorična zvestoba se je v literaturi nanašal tudi na stopnjo enakovrednosti med VR in fizično resničnostjo v predstavitvi informacij prek različnih kanalov (Bowman, McMahan 2007; Bystrom et al., 1999).

Ta postavitev je bila izbrana za pridobitev vpogleda v možnosti simulacije fizične resničnosti v VR z največjo možno čutno natančnostjo. Poleg tega omogoča primerjavo uspešnosti udeležencev v VR in fizični resničnosti, da bi ugotovili odstopanja (npr. čas pobiranja, več napak pri pobiranju, slabo ravnanje), ki se pojavijo med prenosom iz VR v fizično resničnost (Elbert et al., 2018).

Ugotovili so, da je bilo okolje eksperimenta iz fizične resničnosti skoraj identično preneseno v VR. Odstopanja so se pojavila predvsem na področju fizične utrujenosti, saj so udeleženci v VR premikali le relativno majhno težo krmilnikov. Razlike je bilo mogoče opaziti zlasti v zvezi s silami in fizičnimi občutki, pri katerih VR omogoča najmanjšo čutno zvestobo ali pa je sploh ne omogoča.

Otto idr. (2019) v svojem članku opisuje cikel interakcije VR, sestavljen iz sledilne naprave, programske opreme za simulacijo, cevovoda za upodabljanje, strojnih naprav in uporabnika. Vsaka od teh komponent vsebuje različne vire napak, nepredvidljivo vedenje in vpliv parametrov.

Naslednji viri napak omejujejo delovanje celotnega sistema VR:

- Stabilno in natančno sledenje je ključnega pomena za pozitivno izkušnjo v VR. Tipične omejitve sistema sledenja so omejen prostorski frustum⁸ in omejena natančnost, tresljaji in točnost sledenja.
- Simulacijska programska oprema uvaja tudi več virov napak v ciklu interakcije, kot je neprimerna uporabnost, težave pri upodabljanju, osvetlitev prizorišča, simulacijska programska oprema lastnosti ter manjkajoče zaznavanje in preprečevanje trkov.
- Naprave za vizualizacijo VR, kot so naglavni prikazovalniki, imajo omejeno vidno polje, omejeno zakasnitev med gibanjem in fotonom ter omejeno hitrost in ločljivost kadrov. Zato vizualizacija dodatno povzroča napake v samem ciklu interakcije.
- Eden glavnih dejavnikov vpliva na celotno delovanje sistema je uporabnik sam. Za izpolnjevanje splošnega namena simulacije VR mora biti sposoben interakcije s celotnim sistemom, zato mora biti njegovo usposabljanje upoštevano kot potencialni vir napak.

Virtualno okolje mora zagotoviti ustrezne odzive v realnem času. Težave se pojavijo, kadar pride do zakasnitve med dejanji osebe in odzivom sistema ali zakasnitve, ki moti njeno izkušnjo. Oseba se zaveda, da je v umetnem okolju in temu primerno prilagodi svoje vedenje, kar povzroči negibno, mehanično obliko interakcije.

Pri VR obstajajo številni zdravstveni in varnostni vidiki. Dolgotrajna uporaba VR je povzročila številne neželene simptome, ki so upočasnili širjenje te tehnologije. Večina sistemov VR je opremljena z opozorili za potrošnike, ki vključujejo: možnost razvojnih težav pri otrocih, opozorila o spotikanju, padcih in trkih, nelagodje, poškodbe zaradi

⁸ Frustum gledanja je tridimenzionalno območje, ki je vidno na zaslonu.

ponavljajočega se stresa in motnje v delovanju medicinskih pripomočkov. Nekateri uporabniki lahko med uporabo slušalk za VR doživijo trzljaje, napade ali izpade, tudi če nimajo epilepsije in nikoli prej niso imeli izpadov ali napadov. Ker so ti simptomi pogostejši pri osebah, mlajših od 20 let, je otrokom odsvetovana uporaba slušalk za VR. Druge težave se lahko pojavijo pri fizičnih interakcijah z okoljem. Med nošenjem slušalk za VR ljudje hitro izgubijo zavedanje o svoji realni okolici in se lahko poškodujejo, če se spotaknejo ali trčijo v realne predmete. Slušalke lahko povzročajo tudi utrujenost oči, saj ljudje med gledanjem zaslonov manj utripajo, zaradi česar so njihove oči bolj izsušene.

Bolezen VR (znana tudi kot kibernetska bolezen) se pojavi, ko izpostavljenost virtualnemu okolju povzroči simptome, ki so podobni simptomom gibalne bolezni. Najpogostejši simptomi so splošno nelagodje, glavobol, slabost, bruhanje, bledica, potenje, utrujenost, zaspanost, dezorientiranost in apatija. Kadar vestibularni sistem ne zazna gibanja, ki ga pričakuje od vizualnega vnosa prek oči, lahko uporabnik občuti bolezen VR. To se lahko zgodi tudi, če VR tehnologija nima dovolj visoke hitrosti slikanja ali če pride do zamika med gibanjem telesa in vizualnim odzivom na zaslonu. Ker približno 25–40 % ljudi ob uporabi naprav za VR občuti neke vrste zdravstvenih težav, podjetja aktivno iščejo načine za zmanjšanje bolezni VR (Wikipedia, 2022).

4 EMPIRIČNI DEL

4.1 CILJI ANKETE

Cilj diplomskega dela je ugotoviti stopnjo trenutnega razumevanja možnosti uporabe VR tehnologije pri skladiščnem poslovanju ter ugotoviti, ali po mnenju splošne populacije obstaja povezljivost logistike z VR.

Odločitev, da bomo pisali o VR v povezavi z logistiko, smo sprejeli na podlagi trendov. VR se namreč zelo hitro razvija in nudi možnost uporabe v različnih panogah.

4.2 METODA RAZISKAVE

Raziskava temelji na naključnem vzorcu, v katerem je sodelovalo 54 anketirancev. Uporabljena je bila kvantitativna metoda raziskovanja. Anketa je bila objavljena na spletni aplikaciji 1KA in je bila dostopna od 11. 5. 2022 do 25. 5. 2022.

Vsebovala je 3 demografska vprašanja in 7 vprašanj na temo VR v logistiki. V anketi je bilo 8 vprašanj zaprtega tipa in 2 vprašanja odprtega tipa. 1 vprašanje je glede na izbran odgovor vsebovalo še podvprašanje odprtega tipa.

Anketa je bila objavljena v spletni učilnici Višje strokovne šole B&B, poslana na 6 elektronskih naslovov in vsaj 30 osebam preko mobilnih sporočil.

Anketo je rešilo 140 ljudi, od tega je bilo 86 anket rešenih neustrezno, ustrezno pa je bilo rešenih 54 anket.

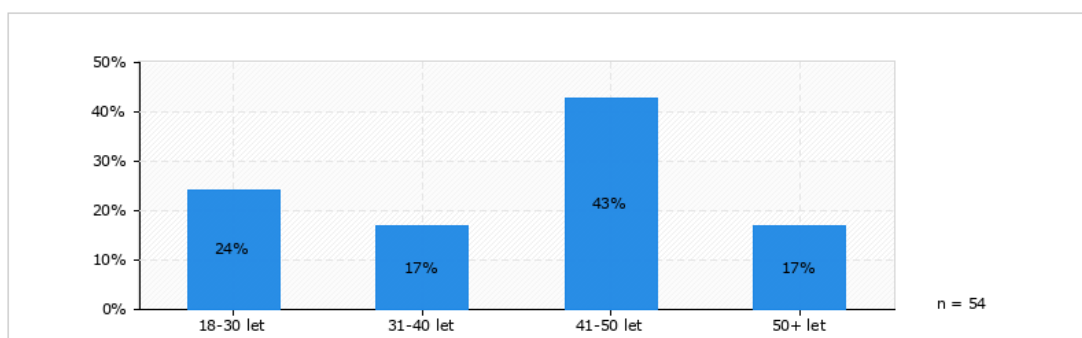
Analiza je bila narejena s programom Microsoft Office Excel 2016, znotraj katerega so bili pripravljene vsi grafi diplomskega dela. S pomočjo statistične obdelave podatkov smo odgovorili na raziskovalni vprašanji.

4.3 REZULTATI ANKETE

VR, ki združuje digitalni in fizični svet, lahko izboljša kakovost in produktivnost logistike ter omogoči dostop do pravih informacij ob pravem času na pravem mestu. Njena tehnologija logističnim ponudnikom omogoča oblikovanje, doživljanje in ocenjevanje okolij v digitalnem svetu za optimizacijo materialnih tokov in procesov usposabljanja.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati ankete.

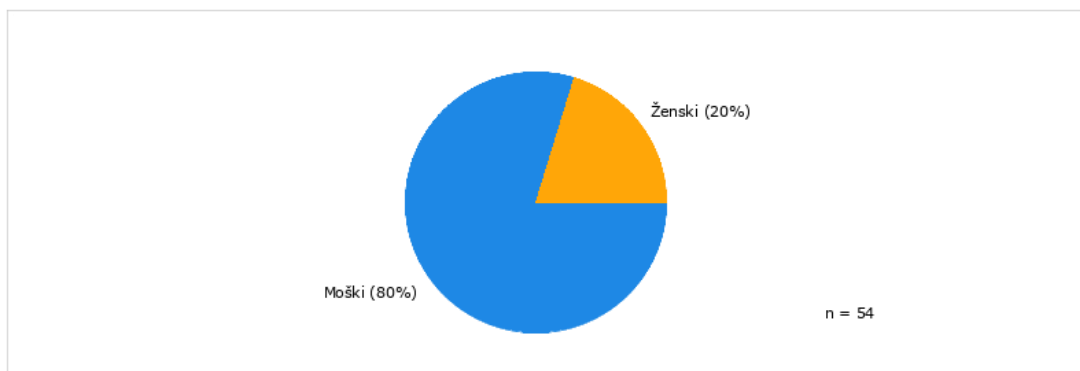
Graf 1: V katero starostno skupino spadate?



(Lastni vir)

Na podlagi rezultatov lahko ugotovimo, da je največ anketirancev (43 %) v starostni skupini 41–50 let. 24 % anketiranih je v starostni skupini 18–30 let. V starostni skupini 31–40 let in v skupini, starejših od 50 let, je po 17 % vprašanih.

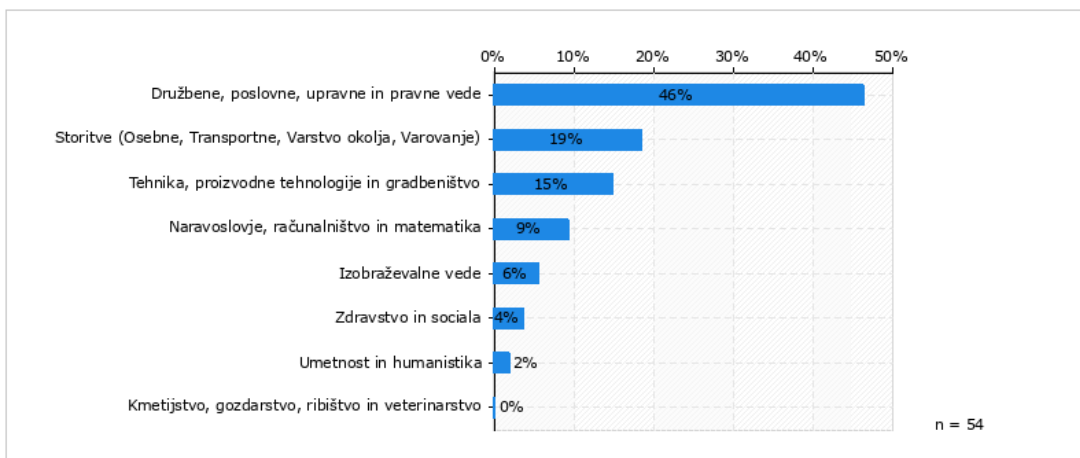
Graf 2: Katerega spola ste?



(Lastni vir)

20 % anketirancev je bilo ženskega spola, 80 % pa moškega spola.

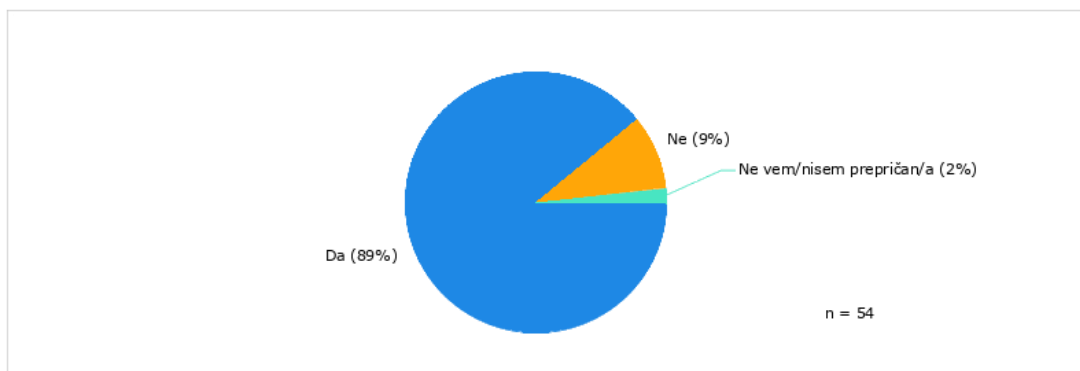
Graf 3: Področje vaše izobrazbe?



(Lastni vir)

Največ anketirancev deluje na področju družbenih, poslovnih, upravnih in pravnih ved (46 %), sledita področji storitev (osebne, transportne, varstvo okolja, varovanje) z 19 % anketirancev in tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo s 15 % anketirancev. Ostale udeležence pa lahko razdelimo med področja naravoslovja, izobraževalnih ved, zdravstva in sociale, umetnosti in kmetijstva.

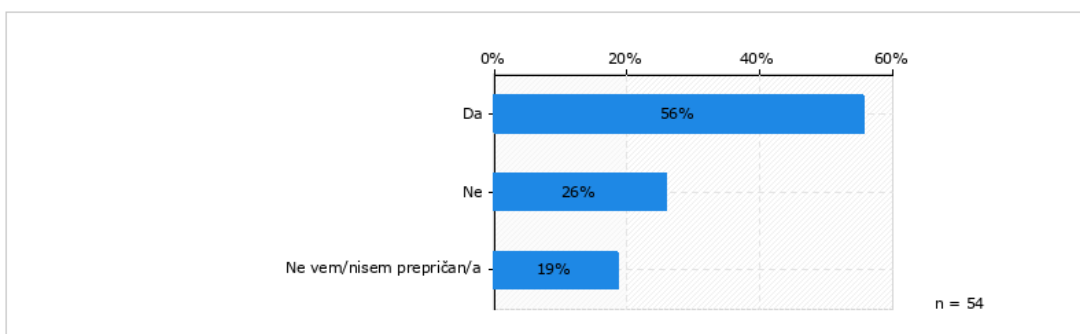
Graf 4: Ali ste pred izpolnjevanjem te ankete že slišali za izraz virtualna resničnost?



(Lastni vir)

Izmed vseh anketirancev jih je 89 % že slišalo za izraz virtualna resničnost, 9 % anketirancev tega izraza še ni slišalo, 2 % anketirancev pa ne ve oziroma ni prepričanih, ali so za ta izraz že slišali.

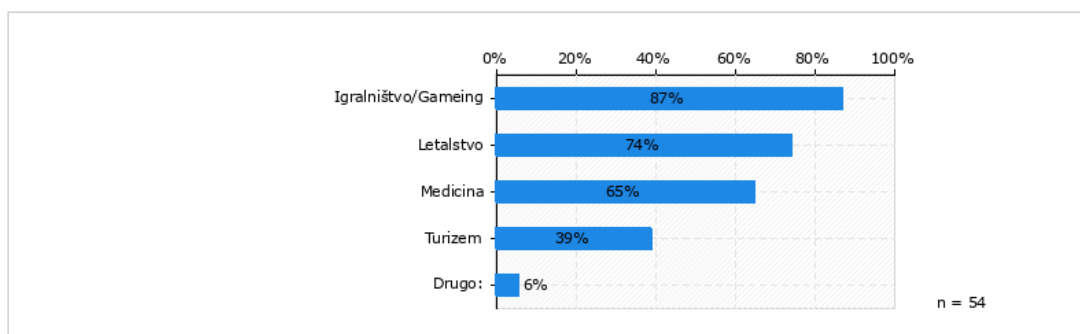
Graf 5: Ali bi lahko na vašem delovnem mestu uporabljali VR?



(Lastni vir)

Glede na rezultate lahko ugotovimo, da je kar 56 % anketirancev mnenja, da bi na njihovem delovnem mestu lahko uporabljali VR, 26 % anketirancev meni, da VR ne bi mogli uporabljati, 19 % anketirancev pa tega ne ve oziroma niso prepričani.

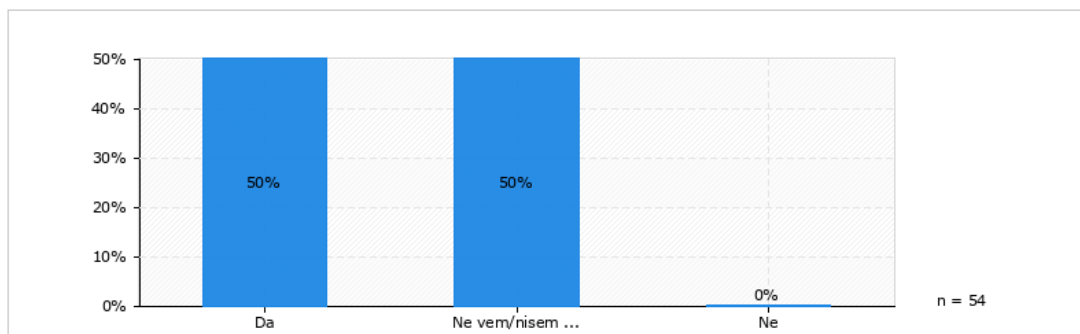
Graf 6: Kje vse se lahko virtualna resničnost po vašem mnenju uporablja?



(Lastni vir)

Na zastavljeno vprašanja je 87 % anketirancev odgovorilo, da se VR uporablja v računalništvu oziroma pri igranju igrice, 74 % jih je mnenja, da se VR uporablja tudi v letalstvu. Sledita medicina, ki jo je izpostavilo 65 % anketirancev in turizem, ki ga je izpostavilo 39 % anketirancev. 6 % anketirancev je pod odgovor drugo napisalo geodezija, vojaško urjenje in angl. explicit content 18+.

Graf 7: Ali bi se po vašem mnenju VR lahko uporabljala tudi v logistiki, predvsem pri skladiščenju?



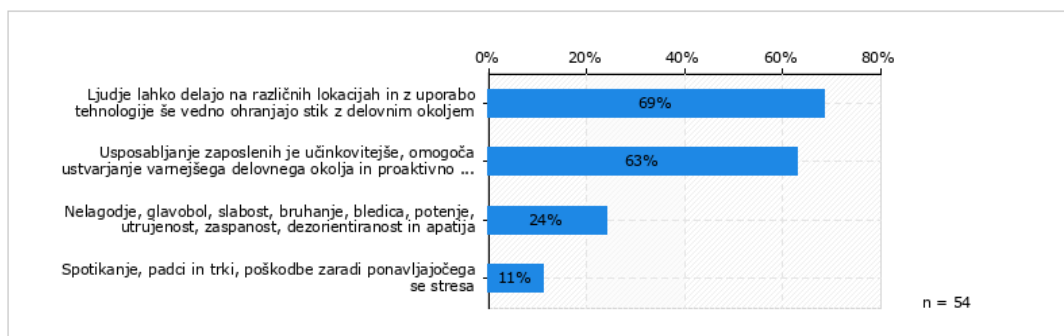
(Lastni vir)

Polovica anketirancev meni, da bi se VR lahko uporabljala tudi v logistiki. 19 med njimi jih je odgovorilo tudi na podvprašanje Na kakšen način? Njihove odgovore lahko razdelimo v 5 kategorij. Največ anketirancev ($N=8$) jih je mnenja, da VR lahko pripomore k boljši prostorski predstavi skladišča, kar prispeva k načrtovanju logističnih poti, hitrejšemu skladiščenju in prikazu materialnih sredstev v skladišču. 4 anketiranci so menili, da se lahko VR uporabi za namen usposabljanja (npr. učenje vožnje transportnih sredstev, predstavitev delovnih nalog novo zaposlenim). 3 anketiranci so odgovorili, da bi VR lahko uporabili za promocijske namene v smislu

predstavitve delovanja logističnega procesa v dobrih organizacijah. 2 anketiranca pa vidita vlogo VR pri robotiki. 2 anketiranca sta na vprašanje odgovorili z ne vem.

Polovica anketirancev ne ve ali ni prepričanih, ali bi lahko VR uporabili tudi v logistiki, nihče pa ni mnenja, da VR v logistiki ni mogoče uporabiti.

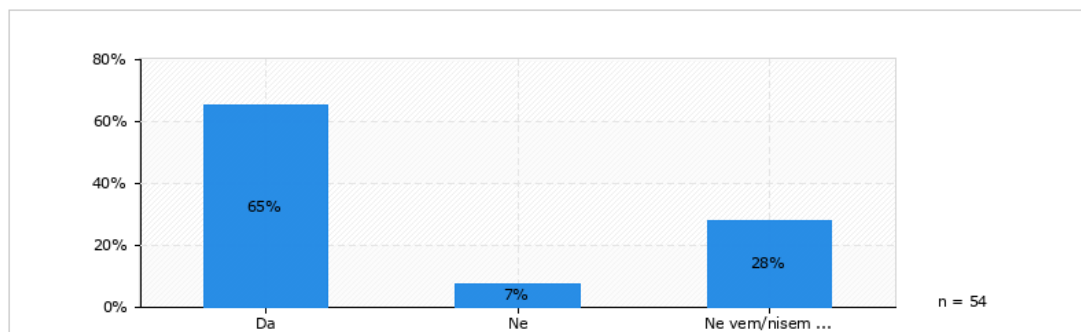
Graf 8: Kakšne učinke ima po vašem mnenju VR na osebo, ki bi delala v VR okolju?



(Lastni vir)

Na vprašanje je bilo ponujenih več možnih odgovorov. 69 % anketirancev je izbralo odgovor, da ljudje lahko delajo na različnih lokacijah in z uporabo tehnologije še vedno ohranjajo stik z delovnim okoljem. 63 % jih je izbralo možnost, da je usposabljanje zaposlenih učinkovitejše, omogoča ustvarjanje varnejšega delovnega okolja in proaktivno izogibanje številnim varnostnim tveganjem. Manjši del vseh anketirancev (24 %) je izbralo odgovor, da VR povzroča nelagodje, glavobol, slabost, bruhanje. 11 % izmed 54 anketirancev pa je kot učinke izbralo spotikanje, padce in trke ter poškodbe zaradi ponavljajočega se stresa.

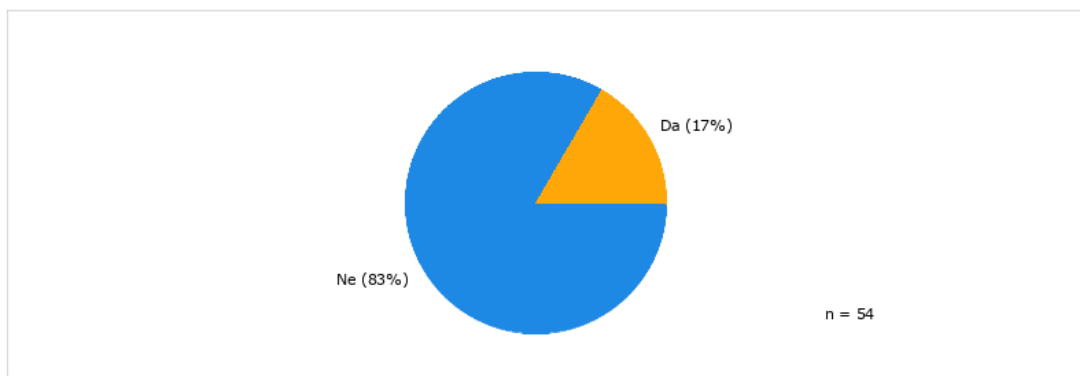
Graf 9: Ali mislite, da je vlaganje podjetij v uporabo VR pogoj za konkurenčen pristop na trgu?



(Lastni vir)

V tem grafu vidimo, da se večina (65 %) anketirancev strinja s trditvijo, da je vlaganje podjetij v uporabo VR pogoj za konkurenčnost na trgu, 7 % anketirancev se s tem ne strinja, 28 % anketirancev pa ne ve oziroma ni prepričanih.

Graf 10: Ali se strinjate s trditvijo, da realne resničnosti pri logističnih procesih ne bo, saj bo virtualna resničnost ponujala vse?



(Lastni vir)

Kar 83 % anketirancev se z zgornjo trditvijo ne strinja, 17 % anketirancev pa se z njo strinja.

5 UGOTOVITVE

V raziskovalni nalogi smo odgovarjali na dve raziskovalni vprašanji:

1. Kako dobro ljudje poznajo možnosti uporabe VR tehnologije v skladiščnem poslovanju?
2. Kako so ljudje pripravljeni na uporabo VR tehnologije v poslovnem okolju?

5.1 POZNAVANJE MOŽNOSTI UPORABE VR TEHNOLOGIJE V SKLADIŠČNIH PROCESIH

V raziskavi nas je zanimalo, kako splošna populacija pozna uporabo VR tehnologije v skladiščnih procesih, saj podobnih raziskav v slovenski literaturi nismo zasledili.

Na podlagi rezultatov anketnega vprašalnika ugotavljamo, da je prepoznavanje koristnosti uporabe VR v skladiščnih procesih sicer dobro, še vedno pa bi bilo o VR treba izobraževati in njeno uporabo promovirati. Polovica anketirancev je mnenja, da se VR lahko uporablja v skladiščanju. Njihovi odgovori, na kakšen način se VR lahko uporabi, se skladajo z ugotovitvami, predstavljenimi v literaturi, ki se ukvarja s tem področjem. Anketiranci smiselnost uporabe VR vidijo v tem, da pripomore k boljši

prostorski predstavi skladišča, kar prispeva k hitrejšemu načrtovanju logističnih poti, hitrejšemu skladiščenju in prikazu materialnih sredstev. Menijo tudi, da VR lahko znatno pripomore k izkustvenejšemu usposabljanju za delovno mesto (npr. učenje vožnje transportnih delavcev, predstavitev delovnih nalog novo zaposlenim). Nekateri vidijo smiselnost VR tudi za promocijske namene, in sicer v smislu predstavitve delovanja logističnih procesov v organizacijah. Tudi v literaturi smo večkrat zasledili, da je uporaba VR pomembna pri hitrejšem in učinkovitejšem načrtovanju logističnih rešitev, simulaciji operativnih procesov in projektiranju skladišč (Blümel, 2013; Ottosson, 2002; Pflieger in Wehking, 2017). Veliko prednost VR raziskovalci vidijo tudi v možnosti uporabe pri usposabljanju, ki naj bi bilo z uporabo VR učinkovitejše, finančno ugodnejše, varnejše in bolj proaktivno (Reif in Walch, 2008). Mazuryk in Gervautz (1996) ugotavljata, da bi za promocijske in izobraževalne namene simulacijo skladiščnega procesa v VR okolju lahko izkoristili za predstavitev prihodnosti skladiščnega poslovanja.

Druga polovica udeležencev pa je mnenja, da ne vedo oziroma niso prepričani, ali bi VR lahko uporabili v skladiščnih procesih. Nihče pa ni mnenja, da VR tehnologije pri skladiščenju ni mogoče uporabiti. Na podlagi tega ugotavljamo, da obstaja naklonjenost za izobraževanje in promoviranje uporabe VR v skladiščnih procesih in na splošno v poslovnem okolju. Tako bodo ljudje bolj informirani in natančneje seznanjeni z njeno uporabo. Glede na to, da nihče ni bil mnenja, da VR v skladiščenju ni mogoče uporabiti, lahko sklepamo, da se ljudje z uporabo VR strinjajo.

5.2 PRIPRAVLJENOST NA UPORABO VR V POSLOVNEM OKOLJU

Glede na rezultate našega anketnega vprašalnika ugotavljamo, da so ljudje razmeroma naklonjeni uporabi VR tehnologije v poslovnem okolju. 89 % anketirancev pozna izraz virtualna resničnost in več kot polovica jih meni, da bi VR lahko uporabljali na svojem delovnem mestu. Kljub temu pa je približno četrtnina takih, ki menijo, da te tehnologije na njihovem delovnem mestu ne bi mogli uporabiti. Največ anketirancev je izobraženih na področju družbenih, poslovnih in upravnih ved. Dve tretjini teh je mnenja, da bi VR lahko uporabljali na področju svojega dela. Sledi izobrazba na področju storitvene dejavnosti, kjer jih je polovica mnenja, da bi VR lahko uporabili na svojem področju dela, polovica pa, da to ni mogoče. Prav tako razmerje je tudi na področju tehnične smeri izobrazbe. Pri vseh smereh, razen pri naravoslovni, je večji delež tistih, ki so mnenja, da bi VR lahko uporabili na svojem delovnem mestu. Glede starosti ugotavljamo, da je delež tistih, ki so mnenja, da se VR lahko uporabi na delovnem mestu, najvišji v starostni skupini 18–30 let, in sicer 90 %, najnižji pa v starostni skupini nad 50 let, in sicer 40 %. Tudi v literaturi zasledimo, da je zaradi napredka na področju računalništva in z njim povezanih tehnologij razvoj VR v zadnjem času močno napredoval in je cenovno dostopnejši, tako da tudi uporaba VR v praksi močno narašča (Pflieger in Wehking, 2017). Mazurek idr. (2019) opisujejo, da se VR v praksi že uporablja na področju raziskovanja, inženiringa, gradbeništva,

psihologije, medicine in poučevanja (Mazurek idr., 2019). Da uporabnost VR v največji meri vidijo mladi med 18–30 let, v najmanjši meri pa osebe nad 50 let, lahko razložimo z dejstvom, da je tehnologija VR razmeroma mlada. Prva zamisel o njej se je sicer pojavila leta 1965 (Sutherland, 1965), vendar pa je na trgu prisotna šele zadnjih 10 let (Verdict, 2020). Da so ljudje pripravljeni na uporabo VR v poslovnem okolju, kažejo tudi naslednji rezultati naše ankete. Kar dve tretjini anketirancev je mnenja, da je za konkurenčnost na trgu dela nujno, da podjetja vlagajo v uporabo VR. Tudi po navedbah družbe IDC Research iz leta 2018 naj bi se naložbe v VR do leta 2022 povečale za 21-krat. Ocenili so tudi, da bo ta tehnologija ključna za načrte digitalne preobrazbe podjetij (Iberdola, 2022). Na podlagi rezultatov ankete ugotavljamo, da večina anketirancev prepoznava pozitivne vidike uporabe VR, kot sta npr. možnost dela na drugi lokaciji in usposabljanje, manj anketirancev pa prepoznava negativne vidike uporabe VR, kot so npr. nelagodje, slabost, padci, utrujenost. Literatura potrjuje negativne učinke VR na osebo, ki jo uporablja. Večina sistemov VR je opremljena z opozorili, da so možni napadi, razvojne težave pri otrocih, vključena so opozorila o spotikanju, trkih, pojavita se lahko slabost in nelagodje. Omenjena pa je tudi tako imenovana bolezen VR, ki je podobna simptomom, ki jih oseba doživi ob morski bolezni – splošno nelagodje, slabost, bruhanje, glavobol, potenje, dezorientiranost (Wikipedia, 2022). Glede na to, da anketiranci slabo poznajo negativne učinke uporabe VR, menimo, da bi bilo dobro pred uporabo te tehnologije uporabnike informirati o stranskih učinkih. Kljub temu da so anketiranci razmeroma naklonjeni uporabi tehnologije VR, pa se večina strinja, da VR ne more nadomestiti realnosti. Menimo, da se ljudje zavedajo pomena socialnih stikov in človeškega znanja za oblikovanje doživljajskih izkušenj.

6 ZAKLJUČEK

Virtualna resničnost je ustvarjanje virtualnega okolja, ki je našim čutom predstavljeno tako, da ga doživljamo, kot da bi bili resnično tam. Za doseg tega cilja uporablja številne tehnologije. Gre torej za tehnično zapleten dosežek, ki mora upoštevati naše zaznavanje in spoznavanje. Uporablja se tako za zabavo kot za resne namene.

COVID-19 je popolnoma spremenil način poslovanja. V tem času, ko so bili ljudje prisiljeni delati od doma, je postalo očitno, da prisotnost ljudi na delovnih mestih ni več pogoj za nemoten potek poslovanja. Ljudje lahko delajo od koder koli in z uporabo tehnologije še vedno ohranjajo delovanje skladiščenja kot del logistične verige. Tako vidimo VR kot temelj za prihodnjo tehnologijo, ki bo spremenila način vodenja logističnih podjetij. Glede na to, kako hitro se tehnologije izboljšujejo, bodo logistična podjetja ob uporabi VR zelo hitro v prednosti pred podjetji, ki se otepajo novosti in implementacije VR v svoje delo.

VR nudi usposabljanje, namenjeno učenju zaposlenih o varnostnih postopkih in postopkih v sili v skladiščnem okolju.

Prednosti usposabljanja v VR okolju so:

1. zmanjšuje število nesreč in izboljšuje varnost v skladišču,
2. zagotavlja boljše ohranjanje informacij v primerjavi s tradicionalnim usposabljanjem zaradi poglobljene izkušnje in poustvarjanja posledic nesreč v VR,
3. možnost rednega ponavljanja usposabljanja brez dodatnih stroškov opreme in vključevanja inštruktorjev.

So pa na področju VR potrebne tudi določene izboljšave. Treba bo izpopolniti virtualne vmesnike, da bi se izognili napakam, kot je obrezovanje, zaradi katerega so nekateri trdni predmeti videti, kot da jih je mogoče prehoditi; prav tako bo treba zmanjšati zdravstvene težave, ki jih VR lahko povzroči pri ljudeh.

Hkrati pa bo treba tehnologijo VR promocijsko podpreti, da jo bo razumela in podprla tudi starejša populacija.

Večjih omejitev pri pisanju diplomskega dela ni bilo. Razvoj VR tehnologije je v svetu zelo hiter, domače literature pa skorajda ni. Zato smo imeli nekaj težav pri iskanju aktualnih virov.

Vsaka noviteta potrebuje čas, da jo ljudje sprejmejo v svoje vsakdanje življenje. Starejšo populacijo je npr. težko naučiti uporabljati pametni telefon še za kaj drugega kot samo za telefonski pogovor. Na drugi strani pa otroci takoj osvojijo večino osnovnih funkcij, ki jih nudi pametni telefon (pošiljanje sporočil, slikanje, uporaba interneta, nalaganje igrice itd.). Na enak način bo tudi VR potrebovala svoj čas, preden bo postala del našega delovnega okolja ali celo življenja.

V prihodnosti lahko pričakujemo še več inovativnih načinov uporabe te tehnologije in morda tudi uveljavitev VR kot temeljnega načina komuniciranja in dela v skladiščanju, pa tudi širše v logistiki.

Glede na to lahko sklenemo, da VR ni več znanstvena fantastika. Vključena je v našo sedanost, v prihodnjih letih pa bo prinesla napredek, ki bo zaznamoval prihodnost.

7 LITERATURA IN VIRI

Bamodu, O. in Ye X. (2013). *Virtual Reality and Virtual Reality System Components*: Paris, Atlantis Press.

Basso, A. (2017). *Advantages, Critics and Paradoxes of Virtual Reality Applied to Digital Systems of Architectural Prefiguration, the Phenomenon of Virtual Migration*. Pridobljeno 16. 6. 2022 z naslova https://www.researchgate.net/figure/Sensorama-the-first-virtual-immersion-system-the-technical-table-and-the-pictures-shown_fig1_321142137.

Blümel, E. (2013). Global Challenges and Innovative Technologies Geared Toward New Markets: Prospects for Virtual and Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 25: 4–13.

Bowman, D. A. in McMahan, R. P. (2007): Virtual reality: how much immersion is enough?. *Computer* 40 (7): 36–43.

Brooks, P. F. Jr. (1995). Realizing Virtual Worlds. *EUROGRAPHICS'95 invited talk*.

Brooks, P. F, Jr. (1999). What is real about Virtual Reality. IEEE engineering in medicine and biology magazin. *The quarterly magazine of the Engineering in Medicine & Biology Society* 19(6):16–27

Burdea, G. C. (2012). *Welcome to Virtual Reality and Virtual Reality Technology Spring 2012*. Pridobljeno 16. 6. 2022 z naslova <https://slidetodoc.com/electrical-and-computer-engineering-department-welcome-to-14/>.

Burdea, G. C. in Coiffet, P. (2003). *Virtual reality and technology, second edition*, Kanada: John Wiley & Sons.

Bystrom, K. E. idr. (1999). A conceptual model of the sense of presence in virtual environments. Presence. *Teleoperators and Virtual Environments* 8 (2): 241–244.

Chan, J. C. idr. (2011): A virtual reality dance training system using motion capture technology. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 4 (2): 187–195.

Cummings, J. J. idr. (2012). *How Immersive is Enough? A Foundation for a Meta-analysis of the Effect of Immersive Technology on Measured Presence*. Proceedings of the International Society for Presence Research Annual Conference.

Dörner, R. idr. (2013). *Interaktionen in Virtuellen Welten*. Pages 157–194 in *Virtual und Augmented Reality (VR/AR) – Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität* (R. Dörner, W. Broll, P. Grimm & B. Jung, Eds.) Springer Vieweg, Berlin Heidelberg.

Earnshaw, R. A. in Jones, H. (1993). *Virtual Reality Systems*. London: Academic Press.

Elbert, R., Knigge, J.K., Sarnow, T. (2018). *Virtual Reality in Logistics - Opportunities and Limitations of Planning & Training in Logistics with VR*. Pridobljeno 12. 8. 2021 z naslova https://www.researchgate.net/publication/332633063_Virtual_Reality_in_Logistics_-_Opportunities_and_Limitations_of_Planning_Training_in_Logistics_with_VR.

Foxlin, E. (2002). *Motion tracking requirements and technologies*. Pridobljeno 14.2.2022 z naslova <http://minnow.cc.gatech.edu/ael/uploads/25/Motion%20Tracking%20Survey%20Chapter.pdf>.

Frazelle, E. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*, New York: McGraw-Hill.

Grimsdale, C. (1992). *Virtual reality Evolution or Revolution*, Bristol, U.K.: Division Ltd.

Gong, L. et al. (2019): Development of virtual reality support to factory layout planning. *Int J Interact Des Manuf* 13, 935–945.

Gutiérrez, M., Vexo, F. in Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. London: Springer.

Iberdola (2022). *Virtual reality: another world within sight*. Pridobljeno 1. 3. 2022 z naslova <https://www.iberdola.com/innovation/virtual-reality>.

Jeroen, P van den Berg (1993). *A literature survey on planning and control of warehousing systems*. Pridobljeno 26. 12. 2021 z naslova https://www.researchgate.net/profile/Jeroen-Berg-2/publication/225710256_A_literature_survey_on_planning_and_control_of_wareho

using_systems/links/54ae3cf30cf2828b29fcc583/A-literature-survey-on-planning-and-control-of-warehousing-systems.pdf.

Kaltnekar, Z. (1993). *Z logistiko v proizvodnem podjetju*, Kranj: Moderna organizacija.

Li, J. Y. idr. (2020): Application of virtual reality technology in intelligent cold chain logistics system. *Phys., Conf. Ser.* 1651 012030.

Lowood, H. E. (2021). *Virtual reality*. *Encyclopedia Britannica*. Pridobljeno 8. 3. 2022 z naslova <https://www.britannica.com/technology/virtual-reality>.

Mazurek, J. et al. (2019). Virtual reality in medicine: a brief overview and future research directions. *Human Movement*, 20(3), 16–22.

Mazuryk, T., Gervautz, M. (1996). *Virtual Reality, History, Applications, Technology and Future*. Pridobljeno 10. 1. 2022 z naslova https://www.researchgate.net/publication/2617390_Virtual_Reality_-_History_Applications_Technology_and_Future.

Otto, M. idr. (2019). *A Virtual Reality Assembly Assessment Benchmark for Measuring VR Performance and Limitations*. Pridobljeno 13. 1. 2022 z naslova <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827119305001>.

Pappas, M. idr. (2006): Development of a web-based collaboration platform for manufacturing product and process design evaluation using virtual reality techniques. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 19 (8), 805–814.

Pehlivanis, K., Papagianni, M., Styliadis, A. (2004). *Virtual reality & logistic*. Pridobljeno 15. 10. 2021 z naslova https://www.emis.de/journals/AUA/pdf/48_610_pehlivanis-papagianni-styliadis.pdf.

Pfleger, D. in Wehking, K.-H. (2017): *VR-basierte Planung logistischer Systeme: Entwicklung von Einsatzszenarien und Inbetriebnahme einer Versuchsumgebung*. *Logistics Journal: Proceedings* 10.

Rak, G. (2011). *Logistika notranjega transporta in skladiščenja*, Ljubljana: Zavod IRC.

Reif, R. in Walch, D. (2008): Augmented & Virtual Reality applications in the field of logistics. *The Visual Computer* 24 (11), 987–994.

Sahadev, R. in Subhasis, B. (2016). *Review of Exoskeleton Hand Excercisers for Paralyzed patient*. Pridobljeno 16. 6. 2022 z naslova https://www.researchgate.net/figure/The-first-version-of-the-VPL-Data-Glove-Burdea-Coiffet-1994_fig1_303880586.

Singla, S. idr. (2019). *Virtual reality in Non-Communicable diseases*. Pridobljeno 16. 6. 2022 z naslova https://www.researchgate.net/figure/Head-Mounted-Device-HMD-8-virtual-CR-has-been-demonstrated-to-improve-the_fig1_342410607.

Sutherland, I. (1965). The Ultimate Display. *Proceedings of IFIP Congress 2*, 506–509.

Štor, M. (2013). *Logistika v gospodarskih družbah*, Laško.

Transportni leksikon. Pridobljeno 20. 1. 2022 z naslova <https://www.timocom.si/lexicon/transportni-leksikon/logistika-skladi%C5%A1%C4%8Denja>.

Turi, J. (2014). *The sights and scents of the Sensorama Simulator*. Pridobljeno 2. 3. 2022 z naslova <https://www.engadget.com/2014-02-16-morton-heiligs-sensorama-simulator.html>.

Vaughan, N., Gabrys, B. in Dubey, V. N. (2016). *An overview of self-adaptive technologies within virtual reality training*. *Computer Science Review*, 22: 65–87.

Verdict (2020). *History of virtual reality: Timeline*. Pridobljeno 23. 1. 2022 z naslova <https://www.verdict.co.uk/history-virtual-reality-timeline/>.

Vince, J. (2004). *Introduction to virtual reality*. New York: Springer.

Wikipedia. Pridobljeno 16. 6. 2022 z naslova https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh.

Wikipedia. Pridobljeno 12. 3. 2022 z naslova https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality.