

Projekt ICT-INEX



Rezultat 9 (IO4) wersja PL

Wytyczne dotyczące integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji z innymi metodami szkolenia kandydatów na zawodowych kierowców

Rodzaj raportu: PU
Charakter raportu: P
Data: 30.08.2019
Dystrybucja:
Redaktor: Instytut Transportu Samochodowego
Autorzy: Arkadiusz Matysiak (ITS)
Kamila Gąsiorek (ITS)
Jacek Skalny (Cargo)
Bernard Kosiński (Cargo)
Pirita Niemi (TTS)
Teemu Lähde (TTS)
Sabine Schwenk (3s)

***Deliverable Type:** *PU= Public, RE= Restricted to a group specified by the Consortium, PP= Restricted to other program participants (including the Commission services), CO= Confidential, only for members of the Consortium (including the Commission services)*

**** Nature of the Deliverable:** *P= Prototype, R= Report, S= Specification, T= Tool, O= Other*

Abstrakt: Niniejszy raport zawiera podsumowanie wszystkich działań składających się na rezultat intelektualny 4. Rezultat jest podzielony na trzy odrębne części. Pierwsza część przedstawia teoretyczny opis technologii VR, jej praktycznych wdrożeń i możliwości jej zastosowania w profesjonalnym szkoleniu kierowców. Druga część przedstawia wyniki działań pilotażowych przeprowadzonych w Polsce i Finlandii w trakcie całego projektu. Trzecia część przedstawia ostateczne zalecenia dotyczące wdrożenia i połączenia szkolenia opartego na VR z innymi narzędziami i metodami szkoleniowymi opartymi na ICT.

Klauzula o wyłączeniu odpowiedzialności

Niniejszy dokument zawiera materiały objęte prawem autorskim stosownych członków konsorcjum ICT-INEX. Nie należy go powielać ani kopiować bez uprzedniej zgody. Informacje w nim zawarte stanowią własność intelektualną określonych członków konsorcjum ICT-INEX, są poufne i nie mogą być ujawniane, zgodnie z umową konsorcjum.

Wykorzystanie jakichkolwiek informacji zawartych w niniejszym dokumencie do celów handlowych może wymagać uzyskania zezwolenia ze strony ich właściciela.

Ani konsorcjum ICT-INEX jako podmiot, ani żaden z jego członków nie gwarantują, że informacje zawarte w niniejszym dokumencie nadają się do wykorzystania lub że korzystanie z nich nie niesie z sobą żadnego ryzyka, i nie ponosi odpowiedzialności za straty lub szkody poniesione przez osobę wykorzystującą te informacje.

Wykaz Autorów

Partner	Autor
ITS	Kamila Gąsiorek, Arkadiusz Matysiak
TTS	Teemu Lähde, Pirita Niemi
Cargo	Jacek Skalny, Bernard Kosiński
3s	Sabine Schwenk

Spis treści

Wykaz Autorów.....	4
Spis treści	5
Podsumowanie.....	9
1. Wprowadzenie.....	10
1.1 Projekt ICT-INEX	10
1.2 Pakiet roboczy	11
1.3 Struktura raportu.....	11
2. Stosunek osób szkolących się i interesariuszy do szkolenia kierowców opartego na VR.....	13
2.1 Motywacje i postawy branży transportowej	13
2.2 Postawy osób szkolących się - ankieta	13
3. Analiza przydatności i skuteczności VR, AR i gamifikacji w kontekście szkoleń na kierowców zawodowych.....	18
3.1 Rzeczywistość wirtualna.....	18
3.1.1 Urządzenia VR do konsol i PC.....	18
3.1.2 Samodzielne zestawy VR.....	19
3.1.3 Mobilne zestawy VR	19
3.1.4 Wdrażane urządzenia VR.....	20
3.2 Urządzenia VR w szkoleniach kierowców	21
3.3 Badania naukowe.....	22
3.4 Podsumowanie	36
3.5 Bibliografia.....	38
4. Analiza barier fizjologicznych związanych z wykorzystaniem technik wizualizacji 3D do szkoleń na kierowców zawodowych	41
4.1 Rola immersji w wirtualnej rzeczywistości	41
4.2 Wykorzystanie VR w badaniach kierowców	41
4.3 Choroba symulacyjna	43
4.3.1 Czynniki choroby symulacyjnej	43
4.3.2 Modele teoretyczne choroby symulacyjnej	44
4.3.3 Przyczyny choroby symulacyjnej	47

4.3.4	Zapobieganie	50
4.4	Podsumowanie	53
4.5	Bibliografia	55
5.	Możliwość zastosowania niskokosztowych, metod szkolenia kandydatów na zawodowych kierowców opartych na VR	59
5.1	Filmy sferyczne w szkoleniu zawodowym - wprowadzenie i cel pilotażu	59
5.2	Uczestnicy pilotażu	60
5.3	Narzędzia badawcze	60
5.4	Procedura eksperymentalna	60
5.5	Wielkości mierzone i metody badań	61
5.5.1	Metoda pomiaru użyteczności	61
5.5.2	Metoda pomiaru immersji	62
5.6	Analiza wyników	62
5.6.1	Statystyki opisowe	62
5.6.2	Subiektywna ocena poziomu immersji	62
5.6.3	Subiektywna ocena użyteczności poszczególnych metod symulacji	63
5.7	Podsumowanie	65
5.8	Referencje	66
6.	Zastosowanie technik grywalizacji do platform e-learningowych	67
6.1	Wprowadzenie	67
6.2	Uczestnicy	68
6.3	Narzędzia badawcze	68
6.4	Procedura eksperymentalna	69
6.5	Zmienne	70
6.5.1	Elementy grywalizacji	70
6.5.2	Cechy osobowości	72
6.6	Wyniki	72
6.6.1	Statystyki opisowe	72
6.6.2	Subiektywna ocena elementów grywalizacji	73
6.6.3	Zależność cech osobowości i rodzajów afordancji (elementów grywalizacyjnych)	75

6.6.4	Zależność motywacji w pracy i rodzajów afordancji (elementów grywalizacyjnych).....	76
6.7	Podsumowanie	77
6.8	Referencje	78
7.	Realizacja szkoleń pilotażowych opartych na VR:	80
7.1	Pilotaże zrealizowane w Polsce (Warszawa)	80
7.1.1	Wprowadzenie – VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców	80
7.1.2	Uczestnicy pilotażu	81
7.1.3	Narzędzia szkoleniowe	82
7.1.4	Procedura szkoleniowa	83
7.1.5	Metody treningu, testowania i wielkości mierzone	86
7.1.6	Wyniki pilotażu	90
7.1.7	Rekomendacje	98
7.1.8	Referencje.....	102
7.2	Pilotaż zrealizowany w Polsce (Jaworzno)	104
7.2.1	Wprowadzenie - VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców.....	104
7.2.2	Uczestnicy pilotażu	105
7.2.3	Narzędzia szkoleniowe	106
7.2.4	Procedura treningowa/ testowania	106
7.2.5	Metody testowania / szkolenia i otrzymane wyniki	106
7.2.6	Wyniki pilotażu	107
7.3	Pilotaż zrealizowany w Finlandii	112
7.3.1	Wprowadzenie - VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców.....	112
7.3.2	Uczestnicy pilotażu	112
7.3.3	Narzędzia szkoleniowe	113
7.3.4	Procedura treningowa/testowa	114
7.3.5	Metody testowania / szkolenia i zebrane dane.....	114
7.3.6	Wyniki pilotażu	115
8.	Rekomendacje.....	116
8.1	Zalecenia dotyczące zarządzania szkoleniami	116
8.1.1	Przekazywanie wiedzy.....	117
8.1.2	Maksymalizacja umiejętności	118

8.1.3	Minimalizacja kosztów interesariuszy	118
8.1.4	Kompetencje instruktorskie	119
8.1.5	Profil instruktora	119
8.1.6	Specyfikacja narzędzi szkoleniowych.....	120
8.1.7	Wsparcie systemu zarządzania szkoleniami.....	124
8.1.8	Łączenie VR, AR i grywalizacji z innymi narzędziami szkoleniowymi opartymi na ICT	125
9.	Wnioski krajowe	126
9.1	Perspektywa Polski.....	126
9.2	Perspektywa Finlandii	126
9.3	Perspektywa Austrii.....	127
9.4	Referencje	129
10.	Załączniki	131
10.1	Załącznik nr 1 – Kwestionariusz grywalizacji z 10 czynnikami motywacyjnymi.....	131
10.2	Załącznik nr 2 – Ankieta demograficzna stosowana w badaniu technik grywalizacji	140
10.3	Załącznik nr 3 – Ankieta demograficzna zastosowana w szkoleniu pilotażowym (ITS).....	146
10.4	Załącznik nr 4 – Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze z goglami HTC Vive i Oculus Rift).....	150
10.5	Załącznik nr 5 – Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze bez okularów).....	152
10.6	Załącznik nr 6 – Ankieta kierowcy - końcowa	154
10.7	Załącznik nr 7 – Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu w goglach Samsung Gear VR).....	157
10.8	Załącznik nr 8 – Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu na tablecie) ...	160
10.9	Załącznik nr 9 – Kwestionariusz choroby symulatorowej (SSQ)	163

Podsumowanie

Finalnym rezultatem będzie opracowanie usystematyzowanych wytycznych dla wdrożenia i integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji do systemu szkoleń kierowców zawodowych.

Innowacje technologiczne i społeczne (takie jak rzeczywistość rozszerzona, rzeczywistość wirtualna, grywalizacja) zostały ocenione pod kątem ich zastosowania i przydatności w szkoleniu przyszłych kierowców zawodowych. Elementem przedmiotowego rezultatu jest również możliwość zwiększenia atrakcyjności tego procesu. Pierwsze wdrożenia w szkoleniach w transporcie wskazują na ich duże oddziaływanie profilaktyczne na kursantów, co zostało przeanalizowane, na podstawie czego powstały wytyczne.

Rezultat powstanie na podstawie następujących kroków:

- Analiza obecnie podejmowanych działań z zakresu szkolenia kierowców zawodowych z użyciem technologii wirtualnej rzeczywistości, rozszerzonej rzeczywistości i grywalizacji,
- Analiza przydatności i skuteczności poszczególnych technologii i narzędzi w kontekście zakresu tematycznego realizowanego szkolenia na kierowców zawodowych,
- Analiza barier fizjologicznych związanych z wykorzystaniem technik wizualizacji 3D do szkoleń na kierowców zawodowych,
- Analiza perspektywy wykorzystania niskokosztowych (dzięki wykorzystaniu nowinek ICT) możliwości szkolenia na miejscu,
- Opracowanie koncepcji szkoleń z użyciem omawianych narzędzi szkoleniowych i w połączeniu z innymi środkami nauczania oraz ich weryfikacja,
- Analiza wyników szkoleń pilotażowych i ocena narzędzi szkoleniowych w kontekście jakości procesu nauczania oraz efektywności ekonomicznej przedsiębiorstwa szkolącego,
- Opracowanie programów szkoleń wykorzystujących środki techniczne oparte o rzeczywistość wirtualną, rozszerzoną i mechanizmy grywalizacji,
- Opracowanie profilu kompetencji instruktora dla prowadzącego szkolenia w oparciu o użycie technik wizualizacji 3D i grywalizacji oraz szkoleń łączących te środki z innymi metodami nauczania,
- Opracowanie rekomendacji prawno-organizacyjnych umożliwiających wykorzystywanie innowacyjnych metod nauczania kierowców zawodowych opartych o użycie technik wizualizacji 3D i grywalizacji oraz ich integrację z obecnie zdefiniowanymi programami szkoleń.

1. Wprowadzenie

1.1 Projekt ICT-INEX

Celem projektu ICT-INEX było zwiększenie dostępności i skuteczności szkolenia kierowców zawodowych (PD) z wykorzystaniem narzędzi opartych na ICT, uwzględniając potrzeby trzech grup defaworyzowanych na rynku pracy. Te specyficzne defaworyzowane grupy zostały zdefiniowane jako młodzi bezrobotni (do 29 roku życia) opisani terminem „NEET” (poza kształceniem, zatrudnieniem lub szkoleniem), starsi bezrobotni borykający się z okresami długotrwałego bezrobocia (grupa 50+) i migranci pochodzący spoza krajów UE.

W projekcie ICT-INEX szczególny nacisk położono na innowacyjne metody szkolenia, na przykład szkolenie oparte na symulatorze (SBT), rzeczywistości wirtualnej (VR) lub zastosowanie rzeczywistości rozszerzonej (AR) i grywalizację (zwane także „poważnymi grami”). Podczas projektu przeanalizowano konkretne potrzeby, przeszkody i dostępne rozwiązania edukacyjne dla trzech grup w będących w niekorzystnej sytuacji na rynku pracy, w celu opracowania spójnego modelu szkolenia dla zawodowych kierowców w branży transportowej z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań ICT. Jednocześnie opracowano zalecenia dotyczące zmian w europejskim i krajowym ustawodawstwie dotyczącym PD uczestniczących krajów partnerskich projektu ICT-INEX, Polski, Finlandii i Austrii. Grupami docelowymi, które powinny skorzystać z wyników projektu, są głównie firmy szkolące kierowców oraz europejscy i krajowi decydenci odpowiedzialni za przepisy dotyczące szkolenia w zakresie PD. Jednocześnie firmy transportowe i trzy grupy docelowe znajdujące się w niekorzystnej sytuacji (młodzież NEET, 50+, migranci).

Pakiet roboczy dotyczący wyników intelektualnych IO4 miał na celu opracowanie wytycznych dotyczących wdrażania i integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji w ramach systemu szkolenia PD. W tym celu oceniono innowacje technologiczne i społeczne, takie jak VR, AR i gamifikacja, pod kątem ich zastosowania i użyteczności w szkoleniu przyszłych zawodowych kierowców. IO4 składał się z następujących kroków:

- Analiza obecnie podejmowanych działań z zakresu szkolenia kierowców zawodowych z użyciem technologii wirtualnej rzeczywistości, rozszerzonej rzeczywistości i grywalizacji,
- Analiza przydatności i skuteczności poszczególnych technologii i narzędzi w kontekście zakresu tematycznego realizowanego szkolenia na kierowców zawodowych,
- Analiza barier fizjologicznych związanych z wykorzystaniem technik wizualizacji 3D do szkoleń na kierowców zawodowych,
- Analiza perspektywy wykorzystania niskokosztowych (dzięki wykorzystaniu nowinek ICT) możliwości szkolenia na miejscu,

- Opracowanie koncepcji szkoleń z użyciem omawianych narzędzi szkoleniowych i w połączeniu z innymi środkami nauczania oraz ich weryfikacja,
- Analiza wyników szkoleń pilotażowych i ocena narzędzi szkoleniowych w kontekście jakości procesu nauczania oraz efektywności ekonomicznej przedsiębiorstwa szkolącego,
- Opracowanie programów szkoleń wykorzystujących środki techniczne oparte o rzeczywistość wirtualną, rozszerzoną i mechanizmy grywalizacji,
- Opracowanie profilu kompetencji instruktora dla prowadzącego szkolenia w oparciu o użycie technik wizualizacji 3D i grywalizacji oraz szkoleń łączących te środki z innymi metodami nauczania,
- Opracowanie rekomendacji prawno-organizacyjnych umożliwiających wykorzystywanie innowacyjnych metod nauczania kierowców zawodowych opartych o użycie technik wizualizacji 3D i grywalizacji oraz ich integrację z obecnie zdefiniowanymi programami szkoleń.

1.2 Pakiet roboczy

Końcowym rezultatem tego zadania było opracowanie ustrukturyzowanych wytycznych dotyczących wdrażania i integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji z profesjonalnym systemem szkolenia kierowców.

Zakładano między innymi ocenę przydatności innowacji technologicznych i społecznych (np. rzeczywistości rozszerzonej, rzeczywistości wirtualnej, grywalizacji) do szkolenia przyszłych kierowców. Możliwość zwiększenia atrakcyjności tego procesu również była częścią tego wyniku. Pierwsze wdrożenia w szkoleniach w transporcie wskazują na ich duży profilaktyczny wpływ na osoby szkolone.

1.3 Struktura raportu

Rozdział 2 poniższego raportu IO4 rozpoczyna się od opisu postaw osób szkolących się i interesariuszy, w przypadku szkoleń kierowców opartych na VR.

Rozdział 3 przedstawia analizę przydatności i wydajności VR, AR i grywalizacji w szkoleniu kandydatów na PD, np. różne urządzenia VR / zestawy słuchawkowe oraz sposób wykorzystania urządzeń VR w szkoleniu kierowców. Następnie wyniki badań naukowych z badania z 2017 r. Dotyczącego opartego na VR programu uświadamiania i ryzyk szkoleniowych w samochodach osobowych.

Rozdział 4 analizuje bariery fizjologiczne związane z wykorzystaniem technik wizualizacji 3D w szkoleniu kierowców. Analiza obejmuje rolę zanurzenia w VR, wykorzystanie VR w badaniach i szkoleniach kierowców oraz temat choroby symulacyjnej (np. czynniki chorobowe, teoretyczne modele choroby symulacyjnej, przyczyny choroby symulacyjnej i metody zapobiegawcze).

Rozdział 5 koncentruje się na zastosowaniu tanich metod szkolenia kandydatów na kierowców zawodowych opartych na VR. Obejmuje wprowadzenie i opis szkolenia

pilotażowego w zakresie sferycznych filmów wideo w szkoleniu kierowców zawodowych, a następnie prezentację metod testowych i analizę wyników testu w połączeniu z zaleceniami.

Rozdział 6 dotyczy pilotażowych szkoleń nad stosowaniem technik grywalizacji do platform e-learningowych (z opisami narzędzi badawczych, procedur testowych, elementów grywalizacji i cech osobowości mierzonych w badaniach, a następnie wyników).

Rozdział 7 przedstawia trzy szkolenia pilotażowe dotyczące trzech przypadków wykorzystania potencjału wdrożenia VR do programów szkoleniowych w zakresie PD. Dla wszystkich trzech testów pilotażowych opisano uczestników pilotów, używane narzędzia szkoleniowe, procedurę testowania / szkolenia oraz wyniki pilotażu.

Rozdział 8 zawiera wszelkiego rodzaju zalecenia, np. dotyczące zarządzania szkoleniami, transferu wiedzy, maksymalizacji umiejętności, minimalizacji kosztów interesariuszy, kompetencji instruktorów, profili instruktorów, specyfikacji narzędzi szkoleniowych, wsparcia systemów zarządzania szkoleniami oraz na temat łączenia VR, AR i grywalizacji z innymi narzędziami szkoleniowymi opartymi na ICT.

Ostatni rozdział 9 przedstawia wnioski krajowe z perspektywy polskiej, fińskiej i austriackiej.

2. Stosunek osób szkolących się i interesariuszy do szkolenia kierowców opartego na VR

2.1 Motywacje i postawy branży transportowej

W celu analizy subiektywnej oceny porównawczej i postaw dwóch grup wiekowych – NEET i 50+ - wobec dwóch modeli gogli VR i symulatora niskiej klasy podczas realizacji badania właściwego przeprowadzono badanie ankietowe na grupie 30 osób (15 osób - NEET, 15 osób – 50+). Pytania ankiety miały charakter pytań otwartych i brzmiały następująco:

- Proszę opisać najbardziej odczuwalne różnice między jazdą z użyciem każdego z urządzeń (VR vs 2D).
- Co się Pani/Panu podobało podczas przejazdu w goglach VR?
- Co się Pani/Panu nie podobało podczas przejazdu w goglach VR?

Odpowiedzi zaklasyfikowano w postaci argumentów „za” i „przeciw”, przypisano do kategorii, a następnie porównano ich ilości dla VR i 2D.

Analiza odpowiedzi udzielonych w ankiecie wskazuje na to, iż osoby młode mają większe doświadczenie z wirtualną rzeczywistością niż osoby starsze – ich odpowiedzi wskazują na wyższe wymagania względem tej technologii (zauważono więcej uwag negatywnych), ale jednocześnie są to osoby świadome korzyści płynących z jej użycia. U osób 50+ zauważalny jest efekt świeżości – osoby te podczas niniejszego badania często spotkały się z wirtualną rzeczywistością po raz pierwszy. Może to być przyczyną ich entuzjastycznego nastawienia.

Jednym z największych problemów podczas korzystania z wirtualnej rzeczywistości, jakiego doświadczali badani były większe objawy choroby symulacyjnej niż w przypadku projekcji ekranowej. Symptomy choroby symulacyjnej deklarowane były częściej przez osoby starsze 50+. W związku z tym, osoby te mogą wymagać wdrożenia dodatkowych środków w tym zakresie.

Szczegółowe wyniki ankiet zostały przedstawione w podrozdziale poniżej.

2.2 Postawy osób szkolących się - ankiet

Analizy wykazały, iż 23 spośród 30 osób badanych preferowało symulację prezentowaną w goglach HTC Vive i Oculus Rift niż projekcję 2D. Były to głównie osoby młode (14 osób). Osoby starsze równie często preferowały tradycyjną projekcję 2D (6 osób). Szczegółowe wyniki zostały zaprezentowane na Fig. 1.

Liczba argumentów za VR i symulatorem niskiej klasy

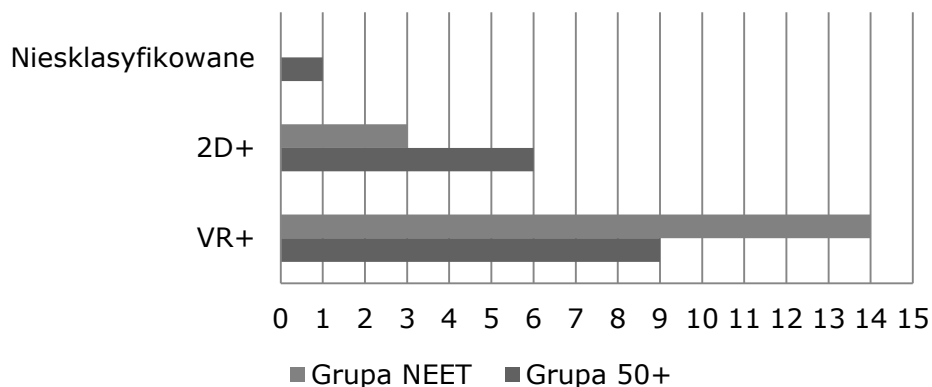


Fig. 1. Preferencje osób starszych i młodszych wobec dwóch modeli gogli VR i symulatora niskiej klasy

Wśród przyczyn swoich wyborów uczestnicy badania najczęściej wymieniali realizm. To znaczy, że symulacja VR lepiej odzwierciedla rzeczywiste warunki drogowe niż symulacja 2D. Na ten aspekt zwróciło uwagę 8 osób z grupy NEET i 6 osób z grupy 50+. Ponadto analizy wykazały, że gogle VR zwiększają poczucie zanurzenia w wirtualnej rzeczywistości. Był to istotny aspekt szczególnie dla osób młodych. 7 osób podkreśliło tą właściwość w swoich wypowiedziach. Respondenci wśród argumentów za VRem wymienili również: szerszy kąt widzenia, większa jakość obrazu i większy komfort jazdy.

Argumenty za VRem

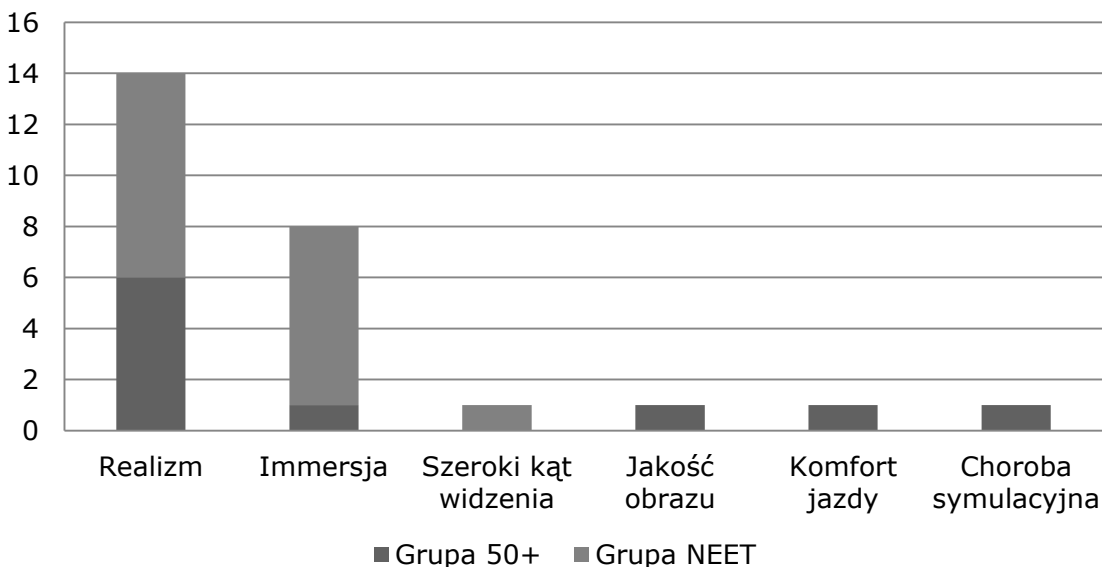


Fig. 2. Argumenty respondentów przemawiające za wyborem wirtualnej rzeczywistości, w podziale na grupy wiekowe.

Jako główny argument przemawiający na korzyść projekcji 2D i wykorzystania symulatora niskiej klasy respondenci wymienili mniejszą chorobę symulacyjną. Na ten aspekt zwróciły uwagę 3 osoby. Ponadto badani kierowcy w swoich odpowiedziach podkreślali jakość obrazu, realizm, immersję, komfort jazdy i interakcję z kontrolerami (pedały, koło kierownicy).

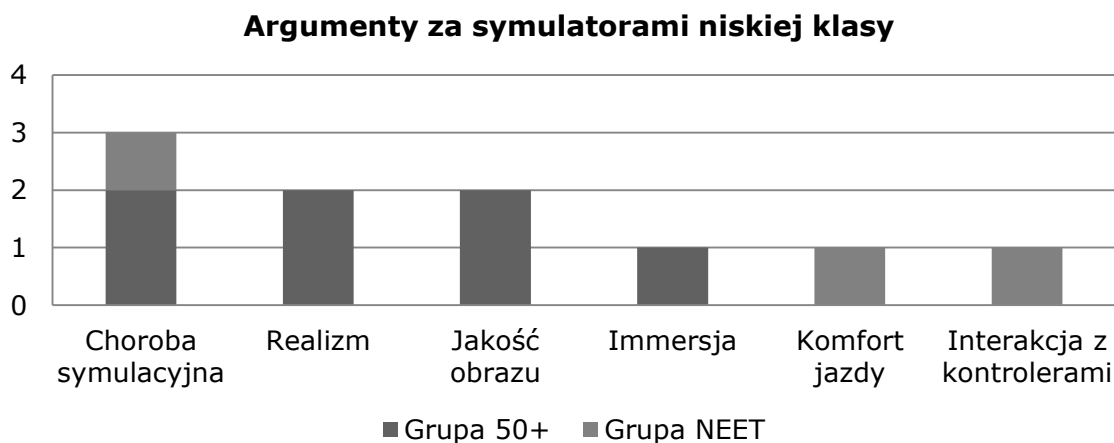


Fig. 3. Argumenty respondentów przemawiające za wyborem projekcji 2D, w podziale na grupy wiekowe.

Analizy odpowiedzi na pytanie „Co się Pani/Panu podobało podczas przejazdu w goglach VR?” wykazały zbliżone rezultaty. Najczęściej udzielaną odpowiedzią na to pytanie był „realizm symulacji”. Takiej odpowiedzi udzieliło 8 osób z grupy 50+. Badani deklarowali również, że doświadczali podczas tych symulacji kontroli nad sytuacją drogową i nie mieli problemu ze sterowaniem pojazdem. Wśród zalet tej metody symulacji wymieniano również wysoki poziom immersji i wymiar zabawy.

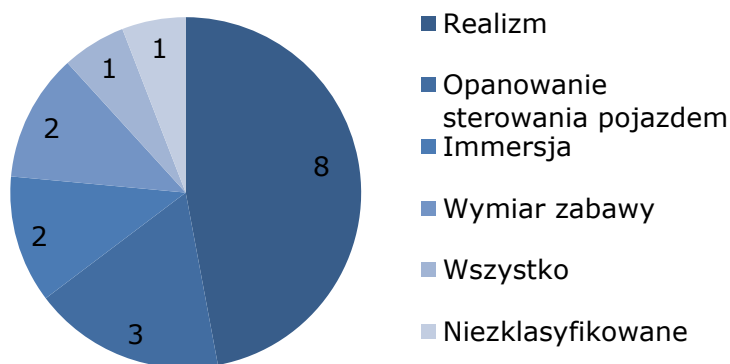


Fig. 4. Odpowiedzi udzielone na pytanie: Co się Pani/Panu podobało podczas przejazdu w goglach VR? W grupie wiekowej 50+.

W grupie osób młodych (NEET) respondenci podkreślili 2 istotne właściwości – realizm i immersję symulacji. Odpowiedzi udzielone w tej grupie badanych zaprezentowano na Fig. 5.

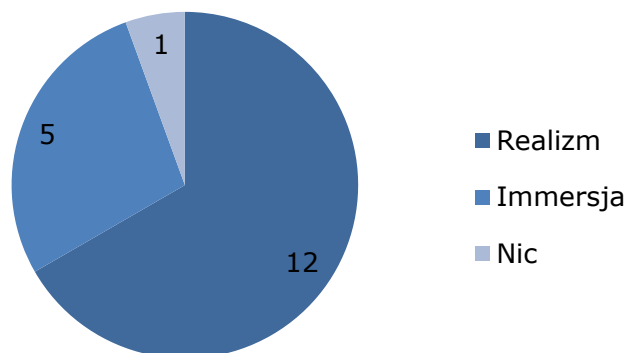


Fig. 5. Odpowiedzi udzielone na pytanie: Co się Pani/Panu podobało podczas przejazdu w goglach VR? W grupie wiekowej NEET.

Osoby starsze jako główną wadę gogli wirtualnej rzeczywistości wymienili występowanie objawów choroby symulacyjnej – takiej odpowiedzi udzieliło 4 osoby. Badani zgłaszali również problemy względem jakości obrazu, fizycznych cech gogli i elementów środowiska kierowcy. Natomiast dla osób młodych, rzadziej odczuwających symptomy choroby największym utrudnieniem była jakość obrazu – za mało rozdzielczość obrazu jak również jego ziarnistość. Odpowiedzi udzielone w tej grupie badanych zaprezentowano na Fig. 7.

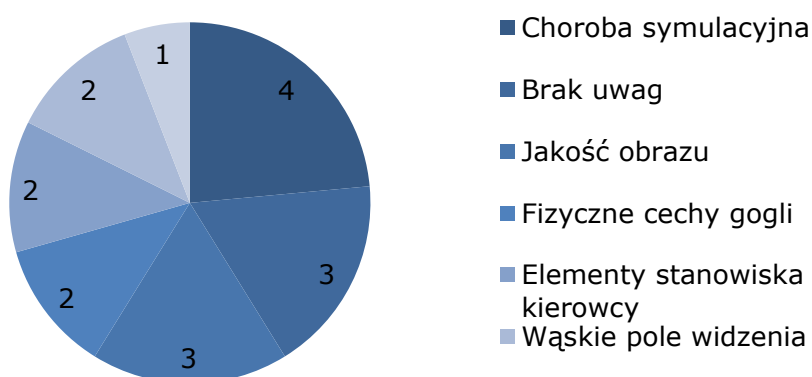


Fig. 6. Odpowiedzi udzielone na pytanie: Co się Pani/Panu nie podobało podczas przejazdu w goglach VR? W grupie wiekowej 50+.

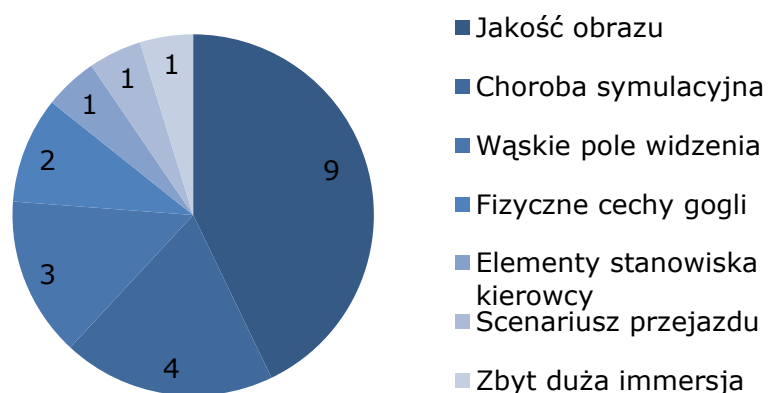


Fig. 7. Odpowiedzi udzielone na pytanie: Co się Pani/Panu nie podobało podczas przejazdu w goglach VR? W grupie wiekowej NEET.

3. Analiza przydatności i skuteczności VR, AR i gamifikacji w kontekście szkoleń na kierowców zawodowych

3.1 Rzeczywistość wirtualna

Na dzień dzisiejszy kompletne przeniesienie do świata wirtualnego jest możliwe nawet przy bardzo małych rozmiarach sprzętu wyświetlającego, na przykład za pomocą gogli HMD. Jednymi z najpopularniejszych urządzeń na rynku są Samsung Gear VR, Oculus Rift, HTC Vive czy Sony PlayStation VR. Dostępnych jest też wiele nowych rozwiązań: HTC Vive Pro, HTC Vive Focus, Lenovo Mirage Solo, Pimax 8K, Fove 0, czy Razer OSVR HDK 2.

3.1.1 Urządzenia VR do konsol i PC

Urządzenie Oculus Rift uważane jest za najbardziej zaawansowany system do wirtualnej rzeczywistości. Współpracuje z komputerem PC. Składa się z gogli, kamery służącej do śledzenia położenia użytkownika, kontrolerów dotykowych i czujników. Uwzględnia efekty dźwiękowe, które również są bardzo istotne dla uzyskania efektu immersji tj. generują dźwięk przestrzenny 360°. Ponadto generuje obraz o rozmiarze kątowym 110°, przy równoczesnym śledzeniu ruchów głowy użytkownika dla kąta pełnego. Urządzenie wykorzystuje jeden wyświetlacz OLED o rozdzielczości 1080 x 1200 dla jednego oka o efektywnej rozdzielczości 2160 x 1200 z częstotliwością odświeżania 90 Hz. Obraz przekazywany jest do każdego z oczu osobno. Do zestawu zaprojektowano bezprzewodowe kontrolery Oculus Touch umożliwiające śledzenie ruchów rąk.

Zaawansowanym modelem, będącym największą konkurencją dla Oculus Rift są gogle HTC Vivei nowszy model HTC VivePro. Vive Pro ma rozdzielczość 2 880 x 1600 przy wyświetlaczu dual-OLED, natomiast Vive rozdzielczość 2 160 x 1200. Co daje wzrost pikseli o 78%, a także o 37% liczby pikseli przypadającej na całą długość wyświetlacza. W nowszych goglach zniwelowany został efekt SDE („screen-door effect”), tj. zmniejszono widoczność poszczególnych pikseli. W goglach wykorzystano nową, ulepszoną wersję soczewek – Fresnel. Wadą soczewek wykorzystanych w goglach HTC są tak zwane „godrays” czyli promienie światła nakładające się na obraz w momencie wyświetlania elementów o dużym kontraście, np. jasne litery na czarnym tle. Obraz w nowych goglach jest jednak bardziej przejrzysty niż w standardowym Vive. Współczynnik odświeżania i pole widzenia w obu modelach są takie same, czyli – odpowiednio – 90 Hz i 110°. Znaczącą różnicą jest wyposażenie nowszej wersji w zintegrowane słuchawki i podtrzymujący pasek. Specjalny adapter, VIVE Wireless Adapter i technologia Intel WiGig Wireless daje

możliwość korzystania z nowego modelu HTC Vive Pro bez konieczności podłączania zestawu do komputera.

Innym modelem są Sony Playstation VR charakteryzujące się 5,7-calowym wyświetlaczem OLED o rozdzielczości 1920 x 1080. Ekran jest dodatkowo przykryty siatką dyfuzyjną o sześciokątnych oczkach, która minimalizuje efekt SDE. Gogle mają wyższą częstotliwość odświeżania 120 Hz, jednak nie jest ona tak wyraźna przy tej rozdzielczości obrazu. Urządzenie współpracuje jedynie z konsolą Playstation 4. Wymaga do działania mniej miejsca niż HTC Vive, korzystać z wirtualnej rzeczywistości można na siedząco, lub na stojąco poruszając się w strefie o wymiarach ok. 2x3 metry.

3.1.2 Samodzielne zestawy VR

Gogle Oculus Go stanowią nowszą wersję Oculus Rift. W przeciwieństwie do tego modelu nie wymagają jednak podłączenia do komputera. Jest też narzędzie dużo tańsze. Opiera się na 5,5-calowym wyświetlaczu LCD 2560 x 1440, który może działać z częstotliwością odświeżania 60 Hz lub 72 Hz. W porównaniu z Oculus Rift, Oculus Go jest słabszy pod względem śledzenia ruchów głowy użytkownika. Gogle Oculus Go nie dysponuje zewnętrznymi czujnikami, dlatego też nie rejestruje pozycji użytkownika w pomieszczeniu. Oparty jest jedynie na 3 stopniach swobody.

Lepszym rozwiązaniem pod tym względem są gogle Lenovo Mirage Solo wyposażone w technologię „WorldSense” - system śledzenia typu inside-out zapewniający tracking w sześciu stopniach swobody (6DoF) bez konieczności korzystania z zewnętrznych sensorów. Jednak kontroler ruchowy śledzony jest już tak jak w innych modelach w trzech stopniach swobody (3DoF). Urządzenie współpracuje z mobilną platformą Google Daydream VR i nie wymaga do działania smartfona. Wyświetlacz to 5,5-calowy ekran LCD o rozdzielczości QHD (2560 x 1440) wyświetlający obraz z częstotliwością 75 Hz. Urządzenie wyposażone zostało w soczewki Fresnela o zasięgu widzenia wynoszącym 110 stopni.

3.1.3 Mobilne zestawy VR

Mobilne zestawy wirtualnej rzeczywistości opierają się na smartfonach i są na ogół bezprzewodowe. Przykładem są wcześniej wspomniane gogle Samsung Gear VR, które opierają się na tej samej platformie co Oculus. Rozdzielczość i zagęszczenie pikseli zależy od telefonu, jaki zostanie wykorzystany jako wyświetlacz. Dla przykładu wykorzystując model Samsung Galaxy S8 zagęszczenie pikseli jest na bardzo wysokim poziomie wynoszącym 568 ppi. Głównym elementem Gear VR są 42-milimetrowe soczewki o szerokości pola widzenia 101°. Pole to jest węższe niż pole w urządzeniach podłączanych do komputera, omówionych w rozdziale 1.1. Gogle zapewniają też mniejszą częstotliwość odświeżania obrazu.

3.1.4 Wdrażane urządzenia VR

Jednym z najnowszych rozwiązań na rynku jest headset HTC Vive Focus. Okulary te nie wymagają sparowania z żadnym innym urządzeniem (np. komputerem, jak standardowa wersja modelu Vive czy telefonem). Gogle wyposażono w ekran o rozdzielczości 2880×1600 pikseli. Pole widzenia jest takie samo jak w innych urządzeniach marki HTC – wynosi 110°. Istotnym elementem headsetu są kontrolery ruchowe dedykowane Vive Focus mające sześć stopni swobody. Omówione dotychczas urządzenia posiadały kontrolery mające tylko trzy stopnie swobody. Gogle można ponadto obsługiwać bez żadnych kontrolerów. Wystarczą tylko gesty dłoni. Urządzenie zgodnie z założeniem twórców jest zostało stworzone do celów edukacyjnych. Jednak charakteryzuje się ono małą częstotliwością odświeżania wynoszącą 75Hz. Za pomocą specjalnego oprogramowania możliwe jest połączenie się urządzenia bezprzewodowo z komputerem osobistym poprzez WiFi 5 GHz i strumieniowanie do rzeczywistości wirtualnej aplikacji znajdujących się na platformach Steam i Viveport.

Interesującym rozwiązaniem jest urządzenie Pimax 8K. W projektowaniu gogli zwrócono szczególną uwagę na możliwość występowania choroby symulacyjnej w trakcie sesji w wirtualnej rzeczywistości. Urządzenie posiada szerokie pole widzenia 200°, podczas gdy kąt widzenia człowieka wynosi ok. 220°. Częstotliwość odświeżania to około 80 – 85 Hz, co daje około 15 ms opóźnienie. Opiera się ponadto na dwóch wyświetlaczach o rozdzielczości 3840 x 2160. Urządzenie ma być kompatybilne z aplikacjami Steam VR. Aktualnie nie jest jeszcze dostępne na rynku.

Innym urządzeniem są okulary FOVE 0 VR. Urządzenie wykorzystuje technologię śledzenia ruchu gałek ocznych – eyetracking. Oznacza to, że do tych okularów nie są potrzebne kontrolery, interakcja dokonywana jest na podstawie spojrzenia użytkownika. Składają się z 5,7 calowego wyświetlacza OLED o rozdzielczości WQHD 2560×1440 o zagęszczeniu pikseli na poziomie 506ppi. Ekran umożliwia pole widzenia w przedziale 90 – 100°, przy częstotliwości odświeżania od 60Hz do 90Hz. Średnio odświeżanie systemu wynosi zaledwie 70Hz. Zaletą gogli jest wykorzystana technika zwana „foveated rendering”. Umożliwiono renderowanie tylko tych obiektów, na które spogląda użytkownik gogli. Należy zaznaczyć, że ta wersja została przeznaczona dla deweloperów oraz entuzjastów nowych technologii.

Porównywalnym urządzeniem pod względem funkcjonalności do Oculus Rift i HTC Vive jest Razer OSVR HDK 2. Gogle mają podwójny wyświetlacz OLED o rozdzielczości 2160 x 1200 pikseli, z odświeżaniem na poziomie 90 Hz. A pole widzenia podobnie jak w dwóch pozostałych modelach wynosi 110°. Choć dorównuje im specyfikacją, jest to dużo tańsze rozwiązanie. Jest to otwarte źródłowy (open source) system wirtualnej rzeczywistości. Oznacza to, że urządzenie jest otwarte na tworzenie aplikacji do sprzętu VR, bez ograniczeń technicznych

(oprogramowania i sprzętu). Tak jak Oculus Rift umożliwia śledzenie pozycji w 360°, czego nie posiada HTC Vive. Razer podobnie jak HTC współpracuje ze środowiskiem Steam VR.

3.2 Urządzenia VR w szkoleniach kierowców

Ze względu na bardzo szybki rozwój technologii wirtualnej rzeczywistości i urządzeń pozwalających na stworzenie odczucia całkowitego przeniesienia do wirtualnego otoczenia, wykorzystanie tego typu sprzętu do szkolenia kierujących pojazdami, w tym kierowców zawodowych wydawało się kwestią czasu. Jedno z pierwszych wdrożeń nastąpiło w roku 2015 w ramach inicjatywy firmy Toyota –TeenDrive365 [15]. Celem projektu było stworzenie narzędzi pozwalających na modelowanie nawyków bezpiecznej jazdy wśród młodych kierowców. Firma skonstruowała symulator rozproszenia kierowcy składający się z w pełni funkcjonalnej kabiny samochodu marki Toyota oraz urządzenia Oculus Rift. Zaprojektowane scenariusze szkoleniowe opierały się na najczęściej występujących czynnikach dystrykcyjnych takich jak rozmowa przez telefon komórkowy w trakcie prowadzenia pojazdu czy też rozmowa z pasażerem. Dzięki nim możliwe było zbadanie i poprawa zachowania młodych osób wobec tych czynników.

Wartym przytoczenia w tym miejscu jest również przykład narzędzia City Car Driving [14]. Jest to symulator jazdy samochodem w różnorodnych warunkach w ruchu ulicznym, w którym panują takie same zasady kodeksu drogowego co w rzeczywistości. Oprogramowanie dostępne jest na platformy domowe, co umożliwia uczestnictwo w zdalnych sesjach treningowych pod nadzorem instruktora jazdy z dowolnego miejsca z dostępem do sieci. Ze względu na wysoki stopień odwzorowania wirtualnego środowiska i dostępność możliwym może stać realizacja elementów szkolenia praktycznego przy użyciu oprogramowania takiego, jak to.

Wykorzystanie technologii wirtualnej rzeczywistości do szkolenia kierowców jest obiecującym sposobem nauczania ze względu na możliwość stworzenia i przećwiczenia zachowania w sytuacjach, których nie da się replikować w prawdziwym pojeździe takich jak kolizje czy awarie. Szkolenie VR może pomóc ocenić instruktorowi jazdy, czy kierowca będzie potrafił odpowiednio zareagować w nieprzewidzianej sytuacji, nie tylko drogowej. Rzeczywistość wirtualna może mieć zastosowanie w szkoleniach niezwiązanych bezpośrednio z prowadzeniem pojazdu, tj. w szkoleniach praktycznych umiejętności takich jak np. prawidłowe zabezpieczenie ładunku. Za ich pomocą można sprawdzić wpływ zmęczenia i dekoncentracji uwagi kierowcy.

Wdrożenie tej technologii zwiększy dostępność procesu nauczania przy jednoczesnym zwiększeniu atrakcyjności szkoleń prowadzonych z ich użyciem. Należy również zauważyć, że technologie te są dużo tańsze od technologii obecnie stosowanych, zatem spowodują zmniejszenie nakładów pieniężnych, co jest dodatkową zaletą. Istotnym faktem jest jednak to, że o pełnej zastępowalności

symulatora jazdy rozwiązaniami opartymi o wirtualną rzeczywistość można mówić jedynie w kontekście symulatorów klasy niskiej. Zastępowalność okaże się nieefektywna przy realizacji zadań wymagających odtworzenia odczuć możliwych do wygenerowania tylko przy użyciu wysokiej klasy symulatorów jazdy.

3.3 Badania naukowe

W roku 2017 opracowano program szkolenia świadomości i percepcji ryzyka opartego na rzeczywistości wirtualnej (V-RAPT) i oceniono go podczas jazdy w symulatorze pojazdu przy wykorzystaniu urządzenia Oculus Rift [2]. Program skierowany był do młodych, początkujących kierowców, u których wskaźnik wypadkowości jest co najmniej ośmiokrotnie wyższy niż u kierowców doświadczonych. Zaprojektowano 6 scenariuszy jazdy, w których wzięło udział 24 uczestników podzielonych na trzy grupy badawcze. Każda z osób brała udział w jednym z 3 programów szkoleniowych w symulatorze jazdy – VRAPT (szkolenie z użyciem VR), RAPT (szkolenie bez VR) i program trzeci stanowił grupę kontrolną. Wyniki dowiodły, że młodzi kierowcy uczestniczący w programie V-RAPT przewidywali znacznie większy odsetek (86,25%) potencjalnych ukrytych zagrożeń w porównaniu z młodymi kierowcami uczestniczącymi w programie RAPT (62,36%) i grupie kontrolnej (30,97%). Program treningowy oparty na VR okazał się skuteczny w poprawianiu zdolności młodych kierowców do przewidywania ukrytych zagrożeń.

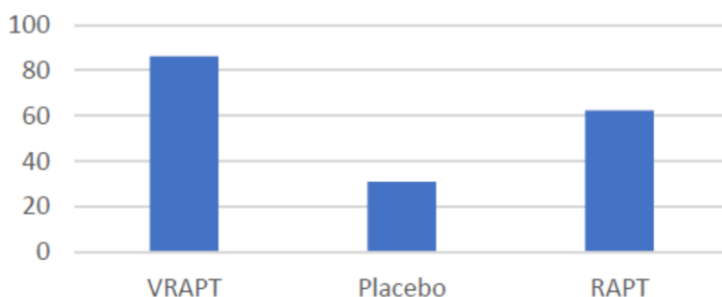


Fig. 8. Przewidywanie ukrytych zagrożeń na drodze w trzech grupach badanych

Źródło: [2]

Program szkolenia świadomości i zachowania w ryzykownych, nagłych sytuacjach z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości został wdrożony również przez Kopciak i in. [5]. Projekt badał możliwości wykorzystania prototypu symulatora jazdy wirtualnej rzeczywistości do nauczania jazdy samochodem w bezpiecznym środowisku za pomocą poznawczych metod uczenia się i grywalizacji. W symulacji wykorzystano gogle Oculus Rift. Podczas jazdy młodzi kierowcy musieli dotrzeć do określonej lokalizacji i zrealizować dane zadania. Mogli napotkać różne sytuacje drogowe, takie jak mgła lub nieoczekiwane spotkanie z rozpędzonym pojazdem. Musieli szybko oceniać sytuację i reagować w odpowiedni sposób. Podczas jazdy uczestnicy byli wspomagani przez Movado – system dźwiękowy wbudowany w

wirtualny pojazd. System pełnił rolę asystenta, komentował prowadzenie pojazdu, podawał informacje na temat jego celów i wspierał użytkownika np. poprzez nawigowanie po fikcyjnym mieście. Przeprowadzono trzy testy użytkowników. W pierwszym scenariuszu badani (N=55) dokonywali 2-3 minutowego przejazdu po wirtualnym parkingu, podczas którego zbierali żetony, musieli ominąć nagłą chmurę dymu, jechać slalomem pomiędzy pylonami a następnie wymanewrować w odpowiednią przestrzeń na parkingu. Po przejeździe każdy z uczestników został zapytany o swoje doświadczenie. 93% było bardzo pozytywnie nastawionych do jazdy w goglach w symulatorze jazdy, a 67% chciałoby wykorzystywać program podczas realnej nauki jazdy. 9% osób zadeklarowało, że odczuwało nudności, a 18% - niewielki dyskomfort. 67% kierowców nie miało problemu z nawigacją lub sterowaniem pojazdem, a 64% aktywnie skanowało ekran. W scenariuszu 2 ponownie wykorzystano replikę parkingu szkoły jazdy, na którym odbywają się egzaminy. Zadaniem badanych (N=54) była jazda slalomem, przejazd przez wąskie miejsce, wymanewrowanie do i z miejsca parkingowego podczas patrzenia na inne samochody. Następnie musieli zaparkować w garażu, wykonać manewr zawracania i przyspieszyć do 40 km / h, a na koniec zatrzymać się przed wyznaczoną linią. 96% było pozytywnie nastawionych do doświadczenia jazdy, a 74% chciałoby używać programu podczas nauki jazdy. Tylko 4% odczuwało nudności, a 11% odczuwało niewielki dyskomfort. 72% nie miało problemu z kontrolowaniem samochodu lub poruszaniem się po torze. Trzeci scenariusz odbył się na replikacji miasta Sankt Pölten w Austrii. Badani po ukończeniu specjalnie zaprojektowanego scenariusza ocenili ponownie swoje doświadczenie. 100% uczestników było pozytywnie nastawionych do programu, a 78% chciałoby wykorzystywać go podczas nauki jazdy. 3% odczuwało nudności, a 16% - niewielki dyskomfort. Symulator jazdy wirtualnej rzeczywistości okazał się pomocny w nauce jazdy młodych kierowców i przygotowaniu do poruszania się w rzeczywistym ruchu ulicznym.

Lang i in. [19] wykorzystali techniki wirtualnej rzeczywistości do poprawy nawyków jazdy kierowców. W programie treningowym podczas jazdy w wirtualnym środowisku identyfikuje się najpierw niewłaściwe nawyki jazdy użytkownika, następnie w oparciu o nie dobiera się odpowiednie szkolenie, mające na celu poprawę umiejętności jazdy. Po przejściu testu wstępnego, na podstawie którego dokonuje się analizy przyzwyczajień kierowcy, badany przejeżdża spersonalizowaną trasę, obejmującą różne zdarzenia drogowe, mające na celu pomóc mu poprawić nawyki. W projekcie wykorzystywano urządzenie do VR – FOVE. W celu potwierdzenia skuteczności programu eksperyment, w którym porównano szkolenie z jazdy oparte na wirtualnej rzeczywistości z innymi metodami treningu. Badani (N=50) zostali przyporządkowani do jednej z pięciu grup badawczych. W grupie pierwszej „spersonalizowanego VR” uczestnicy przejeżdżali trasę treningową, na której napotykali kilka rodzajów istotnych zdarzeń drogowych charakterystycznych dla ich nawyków związanych z kierowaniem pojazdem, zidentyfikowanych podczas

wcześniej analizy i otrzymywali odpowiedni komunikat ostrzegawczy. W grupie drugiej „tradycyjnego VR” uczestnicy również otrzymywali komunikaty ostrzegawcze, lecz w tym scenariuszu przejeżdżali trasę niespersonalizowaną. Trzecia grupa „video” została poproszona o obejrzenie filmu dotyczącego jazdy i bezpieczeństwa na drodze. W grupie czwartej każdy uczestnik został poproszony o przeczytanie podręcznika prowadzenia pojazdu. Podręcznik zawierał szczegóły i ilustracje poglądowe o prawidłowych i bezpiecznych nawykach jazdy. Każdy scenariusz badawczy trwał 15 minut. Grupa piąta to grupa kontrolna, która nie przechodziła treningu. Po badaniu każdy uczestnik został poproszony o wykonanie dwóch testów post ewaluacyjnych, w których prowadził pojazd w ruchu miejskim za pomocą urządzenia VR. Pierwszy wykonywał tuż po eksperymencie, drugi tydzień później. Badanym w trakcie testów zmierzono czas reakcji na sytuacji kryzysowe. Wyniki badań kierowców pokazują, że uczestnicy wyszkoleni za pomocą spersonalizowanego VR osiągają lepsze średnie wyniki niż osoby przeszkolone innymi metodami, co dostrzeżono w późniejszych testach i czasach reakcji, a ich poprawa jest bardziej trwała.

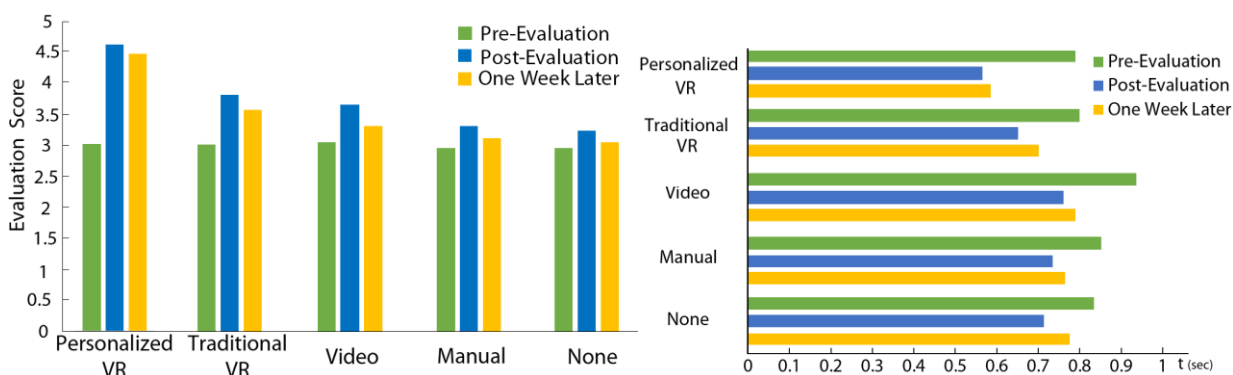


Fig. 9. Wyniki testów post ewaluacyjnych i czasy reakcji kierowców przed, tuż po i tydzień po eksperymencie a rodzaj szkolenia

Źródło: [19]

Symulator jazdy oparty o technologię VR powstał i jest obecnie testowany również w Szwajcarii [10]. Kokpit symulatora został zamieszczony na platformie ruchu o 6 stopniach swobody, a jako wyświetlacz HMD zastosowano gogle HTC Vive. W symulacji w oparciu o wcześniej zdefiniowaną listę czynności związanych z prowadzeniem pojazdu, stale oceniana jest jakość jazdy i sugerowana jest optymalna ścieżka przez miasto dla danego kierowcy w celu poprawy umiejętności prowadzenia pojazdu. Przeprowadzone badania mające na celu ustalenie, czy jakość symulatora jest wystarczająco wysoka wykazały, że większość kierowców doświadczyła obecności (subiektywnego odczucia bycia w wirtualnym środowisku) w trakcie przejazdów badawczych, a prowadzenie wirtualnego pojazdu nie stanowiło problemu. Badanie odbyło się na 17 kierowcach, zadaniem badanych był 15 minutowy przejazd przez miasto, po którym wypełniali dwa kwestionariusze

dotyczące choroby symulacyjnej i obecności. Kwestionariusz obecności składał się z 22 pytań, uczestnicy musieli wskazać na skali jak silnie doświadczali obecności w symulatorze poprzez wartości od 1 (zupełnie nie) do 7 (całkowicie). Wyniki pokazują, że ogólny poziom obecności jest na zadowalającym poziomie, najniższy wynik odnotowano w przypadku jakości efektów dźwiękowych. Relatywnie wysoki wynik na skali „możliwość działania” sugeruje, że symulowany ruch samochodu przypomina ruch rzeczywisty na poziomie umożliwiającym uczestnikom sterowanie pojazdem bez większych trudności. Wyniki kwestionariusza choroby symulacyjnej sugerują, że w celu poprawy umiejętności prowadzenia samochodu w środowisku wirtualnej rzeczywistości szkolenia powinny się składać z serii wielu krótszych sesji szkoleniowych. Najwyższy wynik odnotowano na skali „mdłości”, co świadczy o tym, iż przy tej konfiguracji sprzętowej nie można doświadczyć rzeczywistego przyspieszenia.

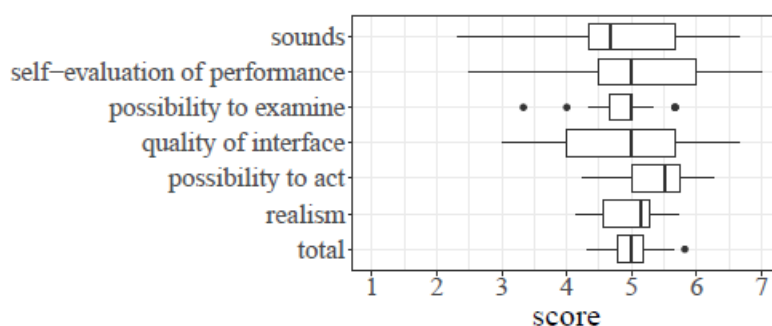


Fig. 10. Wyniki Kwestionariusza dotyczącego obecności

Źródło: [10]

Rzeczywistość wirtualna jest dobrym, komplementarnym rozwiązaniem do symulatorów jazdy. Do takich wniosków doszli Blissling i in. [3]. Badacze dokonali analizy porównawczej zachowania kierowcy podczas korzystania z różnych trybów rzeczywistości wirtualnej. Sprawdzono dwie konfiguracje oparte na HMD - przejrzystość wideo (ang. video see-through) (VST) i czystą rzeczywistość wirtualną (VR). Do eksperymentu wykorzystano Oculus Rift. W badaniu uczestniczyło 22 kierowców. Uczestnicy mieli do pokonania we własnym tempie tor slalomowy w 4 różnych trybach: VST-RR - korzystanie z przezroczystego wyświetlacza zamontowanego na głowie, w którym nie używano nakładek i wykorzystano prawdziwe pachołki; VST-MR - korzystanie z przeziernego wyświetlacza, w którym wirtualne pachołki były nałożone na strumień wideo; VR - korzystanie z nieprzezroczystego obrazu gogli HMD, za pomocą których prezentowano całkowicie wirtualny świat; DV - korzystanie z bezpośredniego widoku środowiska, tj. jazda bez jakiegokolwiek wyświetlacza zamontowanego na głowie. Zbadano zmiany przyspieszenia dokonane podczas jazdy, tj. szarpnięcia, hamowania pojazdu, czas pokonania toru, maksymalną krzywiznę.

Wykryto wyraźny efekt gogli HMD, który wpłynął na wszystkie mierzone zmienne. Widoczne były zmiany zachowania kierowcy w zakresie przyśpieszeń i hamowań podczas jazdy w goglach w porównaniu do jazdy bez. Kierowcy podczas noszenia HMD jechali średnio o 35% wolniej. Mniej widoczne były różnice między poszczególnymi trybami wirtualnej rzeczywistości. Jedynie tryb rzeczywistości mieszanej (VST-MR) różnił się znacznie niższą średnią prędkością w porównaniu do innych trybów. Podobne różnice odnotowano we wskaźniku maksymalnej krzywizny i odchylenia pozycji bocznej. Niższe wskaźniki odnotowano w przypadku jazdy bez gogli. Autorzy badania zauważają, że mieszany tryb rzeczywistości jest postrzegany jako najtrudniejszy. Jest to prawdopodobnie spowodowane węższym polem widzenia, a także zauważalnymi błędami rejestracji. Obecnie tryb VR jest uważany za lepszy niż tryb VST.

	Acceleration changes		Time to completion		Maximum curvature		Lateral deviation		Difficulty		Performance	
VR-mode												
VST-RR	8.94	A	21.0	A	7.77	A	10.9	A	3.92	A	4.27	A
VST-MR	9.64	A	25.4	B	9.96	B	12.1	A	5.16	B	3.68	A
VR	8.82	A	22.0	A	9.52	B	12.2	A	4.13	A	4.19	A
DV	6.52	B	14.7	C	6.78	C	8.3	B	1.51	C	6.25	B
Run												
1	8.70	A	21.7	A	8.47	A	11.1	A	3.87	A	4.32	A
2	8.39	A	20.7	B	8.59	A	11.0	A	3.68	AB	4.66	B
3	8.35	A	19.9	C	8.47	A	10.5	B	3.49	B	4.82	B

Fig. 11. Wpływ poszczególnych trybów VR na zachowanie kierowcy

Źródło: [3]

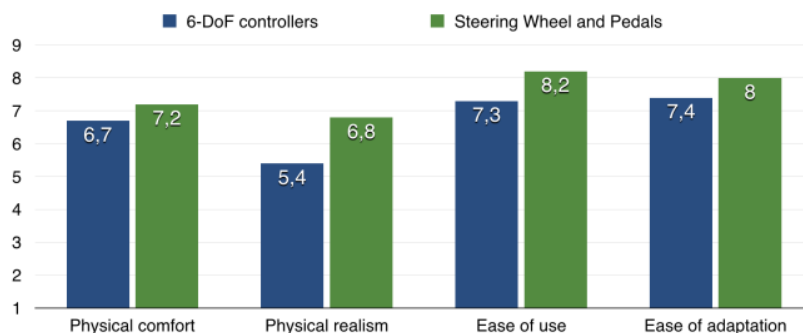
Weidner i in. [18] porównali wyświetlanie obrazu 2D, stereoskopowego 3D z VR (HMD) i sprawdzili ich wpływ na reakcje fizjologiczne kierowcy, chorobę symulacyjną i zachowanie w trakcie jazdy w ramach jednego symulatora jazdy. W badaniu udział wzięło 94 uczestników. Ich zadaniem było wykonanie zadania zmiany pasa ruchu. Wyniki wskazują, że VR-HMD prowadzi do podobnych rezultatów, jak stereoskopowe ekrany 3D lub 2D. Nie zaobserwowano znaczącej różnicy w zakresie reakcji fizjologicznych lub zachowaniu w trakcie zmiany pasa ruchu. Wykazano jednak znacznie większą chorobę symulacyjną w stanie VR-HMD w porównaniu ze stereoskopowym obrazem 3D.

Systemy oparte na wirtualnej rzeczywistości wydają się też obiecującym narzędziem do szkolenia i uczenia się kierowców transferu kontroli w pojazdach autonomicznych. Przyjmuje się, że branża transportowa będzie pierwszą, w której systemy automatyzujące jazdę zostaną wdrożone do użytku. Szacuje się, że przy wprowadzeniu na drogi częściowo zautomatyzowanych pojazdów, będą one co

pewien zmuszone przekazać sterowanie kierowcy, nie mając zdolności podjęcia decyzji samodzielnie ze względu na trudność napotkanej sytuacji na drodze. Sportillo i in. [13] porównali trzy różne systemy szkoleniowe. Pierwszym z nich był podręcznik użytkownika, składający się z prezentacji 8 slajdów wyświetlanych na ekranie 13,3 "komputera przenośnego. Slajdy zawierały tekst i obrazy przedstawiające działania, które należy wykonać podczas jazdy manualnej, zautomatyzowanego trybu prowadzenia pojazdu i podczas żądania transferu kontroli. Drugim systemem był symulator jazdy, składający się z rzeczywistego kokpitu pojazdu i 65-calowego ekranu umieszczonego za kokpitem w odległości 1,5 m od kierowcy. Trzecim systemem był system VR, oparty o gogle HMD i kierownicę. Po sesji treningowej odbyła się sesja właściwa – testowa. Badani (N=60) mieli do wykonania zadanie drugorzędne na tablicy umieszczonej obok. Podczas autonomicznej jazdy uczestnicy byli poproszeni o zaangażowanie się w jedną z 9 drugorzędnych czynności. Podczas jazdy zostały wydane trzy żądania przejęcia kontroli: (A) 10-sekundowy transfer spowodowany zwężeniem drogi, ze względu na nieruchomy samochód na prawym pasie; (B) 10-sekundowy transfer spowodowany utratą oznakowania terenu; (C) 5-sekundowy transfer spowodowany awarią czujnika. Zarejestrowano czas reakcji badanych - czas odbioru kontroli. Zaobserwowano znaczącą różnicę między grupą szkolącą się za pomocą podręcznika użytkownika ($rt = 5,15$ s) i pozostałymi dwoma systemami. Nie zaobserwowano jednak różnic między symulatorem stacjonarnym ($rt = 3,17$ s) i systemem VR – HMD ($rt = 3,16$ s). Po badaniu uczestnicy za pomocą ankiety ocenili systemy szkoleniowe. System oparty o VR został oceniony najwyżej.

W innej symulacji Sportillo i in. [12] porównali różne interfejsy wirtualnej rzeczywistości – kontrolery ręczne z symulatorem klasy niskiej (zawierającym kierownicę i pedały). W badaniu podobnie jak w wyżej omówionym wykorzystano sytuację transferu kontroli w pojeździe autonomicznym. Scenariusze badawcze wyświetlano za pomocą gogli HTC Vive. Interakcja z symulatorem nie ograniczała się jedynie do przejęcia kontroli i prowadzenia pojazdu, kierowca w trakcie jazdy musiał wykonywać drugą aktywność, która miała na celu odwrócenie jego uwagi od głównego zadania prowadzenia pojazdu. Zadanie zostało wyświetlone na tablicy umieszczonej na linii wzroku po prawej stronie. Było to zadanie polegające na zapamiętywaniu i odtwarzaniu wzoru. W eksperymencie wzięło udział 10 kierowców. Dokonano pomiaru czasu reakcji - czasu potrzebnego do przejęcia kontroli nad pojazdem po ostrzeżeniu systemu i stabilności jazdy po odzyskaniu kontroli pod względem zmian położenia koła kierownicy, podczas omijania przeszkody na drodze. Ponadto kierowcy po przejeździe wypełnili ankietę dot. komfortu, realizmu, łatwości użytkowania i adaptacji. Wyniki sugerują, że subiektywne oceny dotyczące komfortu, łatwości użycia i łatwości dostosowania się (adaptacji) pokazują znaczną różnicę na rzecz symulatora jazdy niskiej klasy (realistycznego interfejsu). Ilość zmian położenia koła kierownicy sugeruje, że w symulatorze kierowcom łatwiej jest

sprawować kontrolę nad pojazdem. Odnotowano jednak, że wykorzystując kontrolery ręczne kierowcy reagowali szybciej.



Variable	6-DoF	Realistic
Reaction time (mean, [s])	2.17	2.67
Num. of steering turns (median)	8.5	5

Fig. 12. Subiektywne i obiektywne wyniki pomiarów a rodzaj interfejsu

Źródło: [12]

Rzeczywistość wirtualna może być również wykorzystana do celów psychologii transportu. Obszar ten jest bardzo związany z zawodem zawodowym kierowcy, ponieważ każdy kandydat musi przechodzić regularne testy psychologiczne w celu utrzymania kwalifikacji zawodowych.

Agrawal i Vemuri [1] wykorzystali technologię VR do badania frustracji, gniewu i zachowania kierowcy podczas jazdy w niekorzystnych warunkach. W eksperymencie wykorzystano gogle HMD – Oculus Rift. Skoncentrowano się na badaniu reakcji kierowcy, gdy są oni zmuszeni podążać za bardzo wolno poruszającym się pojazdem. Zadaniem badanych (N=30) było wyprzedzenie samochodu, który blokuje ruch. Stworzono 3 scenariusze badawcze: a) brak regulacji pasów ruchu, b) zmiana pasa ruchu możliwa tylko na niektórych odcinkach drogi i c) linie wyznaczone przez barykady. W scenariuszu 1 przed samochodem uczestnika znajdował się trójkołowy pojazd. Oba były na tym samym środkowym pasie ruchu. Po lewym pasie poruszały się dwa pojazdy ciężarowe, po prawym samochody osobowe. Uczestnik badania mógł wyprzedzić pojazd trójkołowy z dowolnej strony, wykorzystując luki między pojazdami na sąsiednich pasach. W scenariuszu 2 uczestnicy mogli wyprzedzać lub zmieniać pasy tylko na wyznaczonych odcinkach. Na drodze umieszczono fizyczne barykady, aby wskazać odcinek o zmianie pasa ruchu. Kierowca mógł wyprzedzić pojazd, ale zmiany pasów wymagały szybkich reakcji i umiejętności przewidywania prędkości pojazdów na dwóch sąsiednich pasach. W ostatnim scenariuszu kierowca samochód był zmuszony do podążania za wolnym pojazdem przez całą podróż ze względu na fizyczne barykady. Po

przejeździe badani oszacowali immersję zaprojektowanych rozwiązań i poziom frustracji. Oceny wskazują na słusność stosowania VR do badania zachowania kierowców. Na podstawie wyników można wywnioskować, że konfiguracja wirtualnej rzeczywistości opracowana dla tego eksperymentu była skuteczna w testowaniu zachowań, a także w zrozumieniu przepływu ruchu. Duże natężenie ruchu, wywołany nim hałas, konieczność podążania za wolno poruszającym się pojazdem i niezdolność do zmiany pasa powodowały wysoki poziom rozdrażnienia i gniewu u 73% uczestników (ocena ≥ 3).

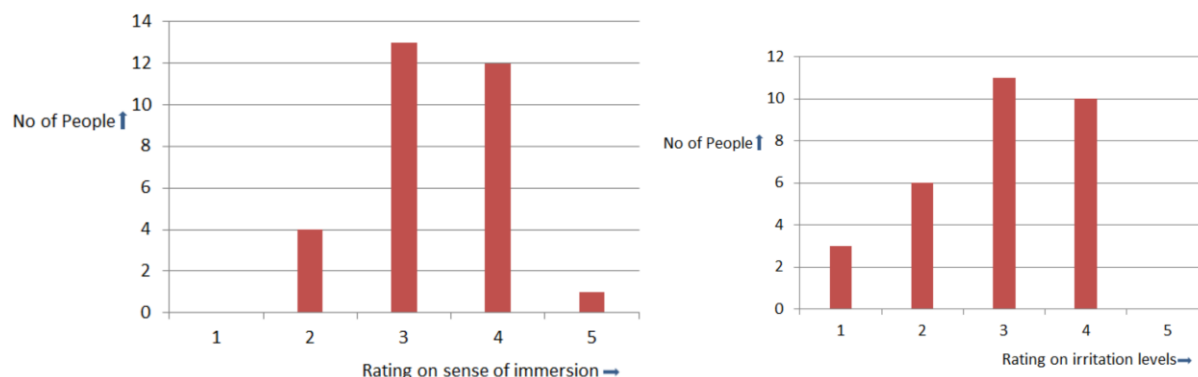


Fig. 13. Subiektywny poziom immersji środowiska wirtualnego i poziom frustracji kierowców

Źródło: [1]

Inna symulacja [16] pokazuje przydatność rzeczywistości wirtualnej do oceny etycznego postępowania u ludzi w pojazdach autonomicznych. Zastosowano rzeczywistość wirtualną (gogle HMD Oculus Rift), aby ocenić zachowania etyczne w symulowanych scenariuszach ruchu drogowego i wykorzystano zebrane dane do szkolenia i oceny szeregu modeli decyzyjnych. W badaniu uczestnicy kontrolowali wirtualny samochód w mglisty dzień i musieli wybrać jedną z dwóch przeszkód, którą poświęcili, aby uratować drugą. Przeszkody w postaci różnych nieożywionych obiektów, zwierząt i ludzi dobrano losowo. Na reakcję mieli 4 bądź 1 sekundę. W eksperymencie wzięło udział 105 uczestników. Rezultaty wskazują na to, że ludzkie zachowania moralne można właściwie opisać za pomocą algorytmów, które mogą być również używane przez pojazdy. Stwierdzono, że presja czasu zmniejsza spójność wzorców decyzyjnych, dając tym samym argument do algorytmicznego podejmowania decyzji w ruchu drogowym. Badanie to potwierdza przydatność wirtualnej rzeczywistości do oceny etycznego zachowania u ludzi, dostarczając spójne wyniki dla różnych osób.

Badania potwierdzają, że na dzień dzisiejszy za pomocą technologii wirtualnej rzeczywistości nie da się zastąpić symulatora jazdy wysokiej klasy. O pełnej zastępowalności można mówić jedynie w kontekście symulatorów klasy niskiej. Filio i in. [4] porównali reakcje 29 kierowców na niebezpieczne sytuacje drogowe.

Badani brali udział w dwóch scenariuszach badawczych, w pierwszym wykorzystano wysokiej klasy symulator, w drugim dostępne na rynku gogle HMD – Oculus Rift. W każdym scenariuszu badani napotykali na drodze dwa przejścia na pieszych, na które niespodziewanie wbiegał pieszy. Sprawdzono czas reakcji (percepcji) kierowcy, czas hamowania, prędkość i odchylenie standardowe pozycji bocznej. U osób jadących w goglach odnotowano znacznie dłuższe czasy zauważenia pieszych wkraczających na jezdnię niż podczas jazdy symulatorem wysokiej klasy i prezentacji obrazu na ekranie cylindrycznym. Wykazano również nieznaczne różnice w prędkości pojazdu i czasie hamowania na niebezpieczne zdarzenie między modalnościami wyświetlania. Mniejsze prędkości zauważono podczas jazdy w symulatorze, co autorzy badania tłumaczą tym, iż ekrany cylindryczne są wygodniejsze w użytkowaniu i podczas takiej jazdy kierowcom jest łatwiej zapanować nad pojazdem. Odnotowano również różnice w zakresie odchylenia standardowego od pozycji bocznej pojazdu. Wyższy wskaźnik zauważono podczas jazdy w goglach HMD, nie tylko podczas dojeżdżania do przejścia dla pieszych, ale także na prostych odcinkach drogi. Można to tłumaczyć zawężonym polem widzenia i większą prędkością pojazdu. Kierowcy czuli się bardziej komfortowo jadąc z większą prędkością, ale doświadczali większego obciążenia poznawczego z powodu zmniejszonego pola widzenia.

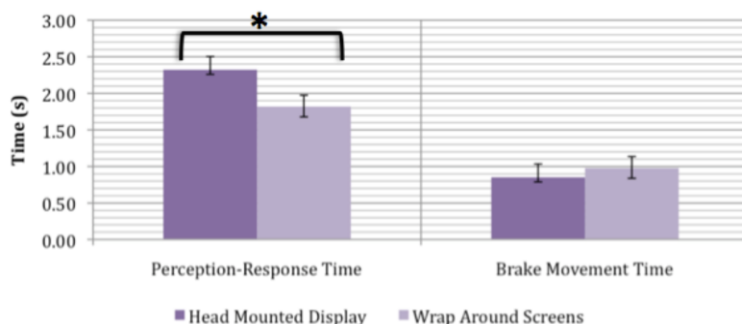


Fig. 14. Porównanie średnich czasów percepcji zagrożenia i czasu hamowania przy wykorzystaniu gogli HMD bądź wysokiej klasy symulatora (ekranów cylindrycznych)

Źródło: [4]

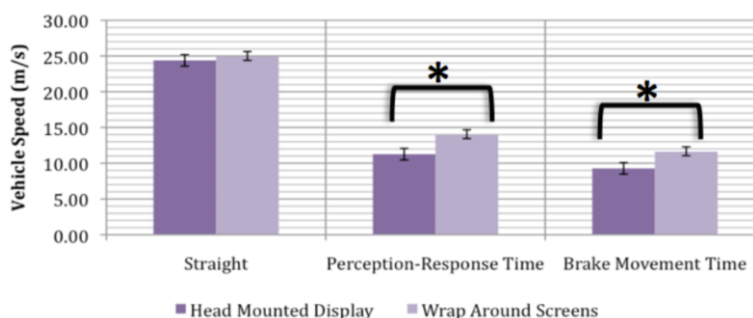


Fig. 15. Porównanie średnich prędkości przy wykorzystaniu gogli HMD bądź wysokiej klasy symulatora (ekranów cylindrycznych)

Źródło: [4]

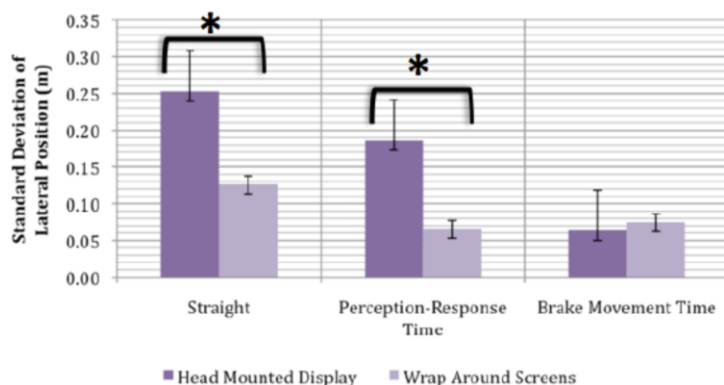


Fig. 16. Porównanie odchylenia standardowego od pozycji bocznej przy wykorzystaniu gogli HMD bądź wysokiej klasy symulatora (ekranów cylindrycznych)

Źródło: [4]

Walch i in. [17] przeprowadzili badanie na 20 kierowcach, w którym porównali subiektywne doświadczenie jazdy w środowisku wirtualnym stworzonym za pomocą gogli z jazdą w symulatorze jazdy o niskiej wierności. Symulacja została wyświetlona na trzech ekranach 40-calowych bądź za pomocą okularów HTC Vive z polem widzenia (FOV) 110 ° i rozdzielczością 2160 x 1200 pikseli. Do symulacji wykorzystano grę wyścigową. W przypadku obu warunków uczestnicy musieli jechać tym samym 20,64km odcinkiem krętej drogi z tym samym pojazdem z automatyczną skrzynią biegów. Uczestnicy zostali pouczeni, że mają pokonać tor tak szybko jak to możliwe, ale także z jak najmniejszymi uszkodzeniami pojazdu. Kierowcy po przejeździe eksperymentalnym wypełnili kwestionariusze dot. choroby symulacyjnej, dyskomfortu, doświadczenia immersji i obecności.

Wyniki badania wskazują, że zastosowanie gogli VR może potencjalnie oddzielić uczestników w większym stopniu od świata rzeczywistego w porównaniu z wykorzystaniem płaskich ekranów symulatora niskiej klasy. Co prawda, nie znaleziono istotnych statystycznie różnic w poziomie postrzeganej obecności między badanymi warunkami. Nie zauważono również żadnego znaczącego wpływu na wynik immersji. Jednak na podstawie drugiego kwestionariusza można zauważyć tendencję, świadczącą o tym, iż uczestnicy czują się bardziej zanurzeni (zaangażowani) podczas korzystania z gogli VR ($M = 37:29$ vs. $M = 29:11$). Analiza kwestionariusza choroby symulacyjnej nie wykazała istotnych różnic między warunkami. Jednak jak wykazał kwestionariusz dotyczący komfortu jazdy, gdzie badani musieli określić na skali 1-10 swoje odczucia (gdzie 1 oznaczał chęć kontynuowania jazdy, a 10 chęć zatrzymania) uczestnicy odczuwali większy dyskomfort za pomocą VR HMD ($M = 1$ vs. $M = 0.5$). Mimo to uczestnicy preferowali korzystanie z technologii wirtualnej rzeczywistości.

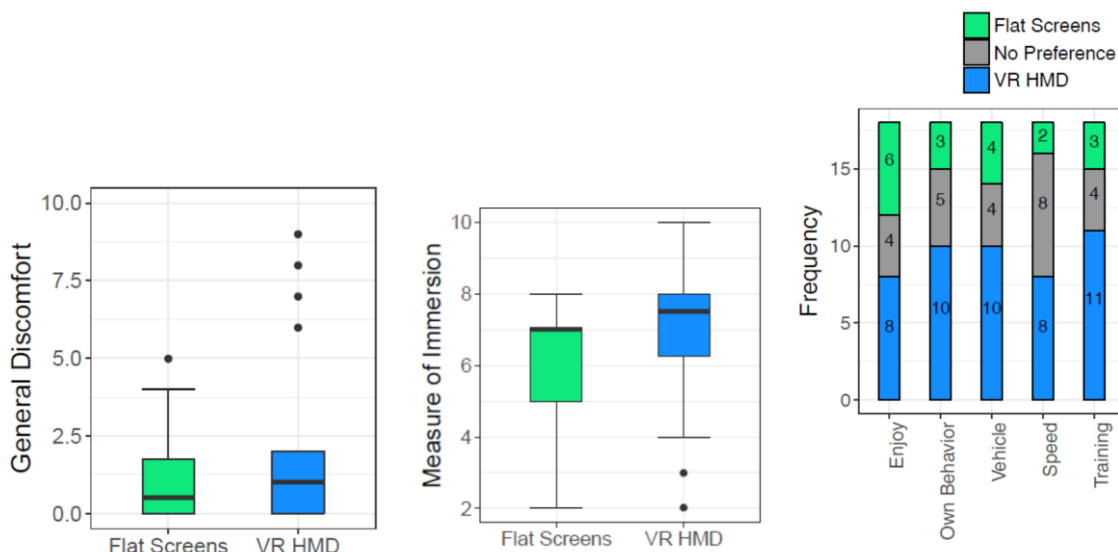


Fig. 17.) Poczucie dyskomfortu, doświadczenie immersji i preferencje kierowców przy wykorzystaniu gogli HMD bądź niskiej klasy symulatora (ekranów płaskich)

Źródło: [17]

Rezultaty potwierdza badanie Ricaud i in. [9]. Porównano symulację zaprezentowaną za pomocą gogli Oculus Rift z symulatorem klasy niskiej, składającym się z komputera, kierownicy i joysticka. Badani (N=44) mieli do wykonania cztery zadania. Pierwszym był przejazd po drodze z wieloma zakrętami, wymagającej wykonywania złożonych manewrów. Kierowcy w jej trakcie mieli ograniczoną widoczność. Drugim zadaniem był przejazd po platformie ok. 5 m nad ziemią, w przeciwieństwie do zadania pierwszego tu badani nie mieli ograniczonej widoczności, obserwacja środowiska była niezbędna do wykonywania precyzyjnych manewrów. Trzecim ćwiczeniem było odnalezienie ukrytych obiektów – znaków drogowych. Natomiast czwarte to przejazd slalomem po placu z dużą prędkością. Zmierzono czas wykonania ćwiczenia, częstotliwość ruchu głowy i manipulacji joysticka, kary za zderzenie się z obiektami w wirtualnym środowisku, niewłaściwymi znakami drogowymi lub upadek z platformy. Jak pokazują wyniki, gogle HMD są dobrą alternatywą do symulatora klasy niskiej, jednak autorzy zwracają uwagę na niepokojące zjawisko choroby symulacyjnej, która wystąpiła u blisko 50% badanych kierowców. Średni czas wykonania wszystkich ćwiczeń był zbliżony w obydwu grupach badanych. Istotne różnice odnaleziono podczas analiz poszczególnych zadań. Podczas jazdy w goglach HMD w ćwiczeniu pierwszym uczestnicy mieli znacznie większą kontrolę nad pojazdem i mniej trudności z wykonywaniem ostrych zakrętów bez uszkodzenia pojazdu. Czas wykonania przejazdu był ponadto krótszy o 13%. W drugim ćwiczeniu 44% osób lepiej poradziło sobie podczas korzystania z gogli Oculus Rift. Średni czas przejazdu w goglach to 1min 49 s, natomiast w symulatorze niskiej klasy – 1min 35 s. W trzecim i czwartym zadaniu podobnie jak w pierwszym większość badanych

poradziła sobie lepiej w trakcie jazdy w goglach. Czas przejazdu i wykonania zadań był odpowiednio o 3 i 8% krótszy. Kiedy kierowcy nie mieli wystarczająco dużo czasu na ocenę sytuacji drogowej i przygotowanie się do wykonania manewru jadąc w goglach jechali bardziej precyzyjnie i rzadziej dochodziło do kolizji z wirtualnymi obiektami.

Read i Saleem [8]. na grupie 15 kierowców sprawdzili czy i jak dokładnie gogle VR odzwierciedlają rzeczywistość podczas jazdy. Zmierzono czas wykonania zadania, maksymalną prędkość, ilość kolizji i świadomość sytuacyjną podczas parkowania pojazdu w rzeczywistym środowisku oraz w środowisku wirtualnym, stworzonym za pomocą gogli HMD – Oculus Rift bądź za pomocą ekranów komputera. Analiza danych dotyczących świadomości sytuacyjnej wykazała brak istotnych różnic pomiędzy trzema grupami badawczymi, nieznacznie niższe wyniki zauważono w przypadku grupy, której wyświetlano obraz na ekranie komputera. Potwierdza to pogląd, że wirtualna rzeczywistość nie powoduje niższego poziomu świadomości niż w realnej sytuacji drogowej. Odnotowano istotne różnice w czasie wykonania zadania – najkrótszy czas ($M=39.51$) wystąpił podczas jazdy w warunkach rzeczywistych, najdłuższy ($M=84.06$) podczas prezentacji na ekranie. Czas wykonania zadania podczas jazdy w goglach VR był dwa razy dłuższy niż w warunkach rzeczywistych ($M=64.43$). Analiza wykazała również, że prędkość i ilość zachowań ryzykownych w wirtualnej rzeczywistości wzrasta w porównaniu do jazdy rzeczywistej. Jednak w przypadku gogli VR jest ich znacznie mniej niż w podczas symulacji na monitorze komputera ($M=$ vs. $M=5$). Podczas jazdy w goglach zauważono również mniej wypadków w porównaniu z symulacją wyświetlaną na komputerze ($M=0,45$ vs. $M=0,78$).

Descriptive Statistics	Real-World	VR	Flat Screen
Average	18.12	18.10	17.45
Minimum	11.00	10.50	12.00
Maximum	32.00	30.00	29.50
Range	21.00	19.50	17.50
Std. Dev.	5.40	4.90	4.58

Fig. 18. Świadomość sytuacyjna w środowisku rzeczywistym i wirtualnym w trakcie wykonywania zadania parkowania

Źródło: [8]

Descriptive Statistics	Real-World	VR	Flat Screen
Average	39.51	64.43	84.06
Minimum	23.81	27.14	27.54
Maximum	58.98	174.42	199.06
Range	35.16	147.28	171.52
Std. Dev.	11.97	42.73	51.55

Fig. 19. Czas wykonania zadania parkowania w środowisku rzeczywistym i wirtualnym

Źródło: [8]

Risk Level	Reality Frequency	VR Frequency	Flat Screen Frequency
Cautious	6	5	3
Confident	9	9	7
Risky	0	1	5

Fig. 20. Zachowania ryzykowne w środowisku rzeczywistym i wirtualnym w trakcie wykonywania zadania parkowania

Źródło: [8]

Rzeczywistość wirtualna wykorzystywana jest również do szkoleń w innych profesjach. Hupont i in. [5] wykorzystali VR do szkolenia kierowców wózków widłowych. Porównano wyświetlanie obrazu za pomocą konwencjonalnych ekranów komputera 2D i gogli HMD Oculus Rift. Celem szkolenia jest zdobycie podstawowych umiejętności obsługi wózka widłowego przed rozpoczęciem jazdy prawdziwym pojazdem, dlatego też symulacja składała się z kilku ćwiczeń, począwszy od najbardziej podstawowych (takich jak protokół uruchomienia wózka widłowego), po bardziej zaawansowane (np. przenoszenie ładunków z półek na ciężarówkę). W badaniu udział wzięło 22 kierowców. Badani po symulacji wypełnili ankietę dotyczącą obecności, użyteczności i odczuwanych emocji. Wyniki pokazują, że Oculus Rift zwiększa poczucie zanurzenia w świecie 3D, jest oceniany jako bardziej użyteczny, łatwiejszy i przydatny do egzaminu w porównaniu z komputerem. Niepokojącym aspektem jest wysoki odsetek osób zgłaszających nudności po symulacji z użyciem gogli.

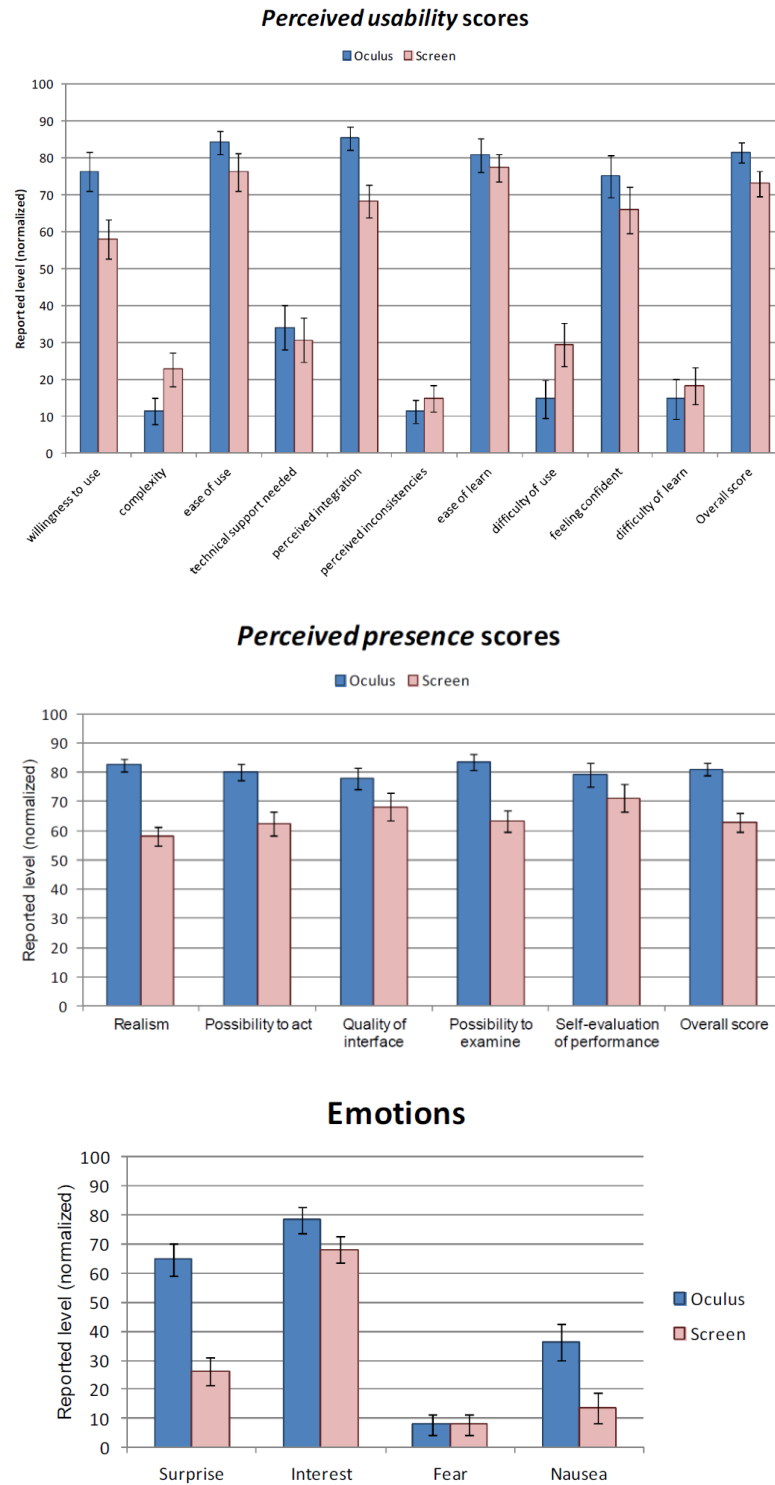


Fig. 21. Subiektywny poziom obecności, użyteczności i odczuwane emocje a sposób symulacji

Źródło: [5]

Jedno z najnowszych badań pokazuje, że techniki wirtualnej rzeczywistości są również wykorzystywane do analizy zachowań innych uczestników ruchu drogowego, w tym m.in. pieszych [11]. Sobhani i Farooq sprawdzili wpływ technologii VR na zachowanie pieszych na przejściach. W badaniu podobnie jak w wyżej omówionych wykorzystano gogle Oculus Rift. Uczestników (N=42) przyporządkowano do jednego z trzech warunków badawczych: 1. Brak rozproszenia uwagi, 2. Pieszy rozproszony za pomocą smartfona, 3. Pieszy rozproszony za pomocą smartfona, lecz ostrzeżony za pomocą specjalnego komunikatu. W warunkach, w których badani są rozproszeni ich zadaniem oprócz sprawdzania ruchu drogowego pod kątem bezpiecznej przeprawy przez pasy jest jednoczesna wirtualna gra – pokonywanie labiryntów za pomocą smartfona. Komunikatem ostrzegającym w trzecim warunku badawczym są migające i zmieniające kolor diody LED. Zmiennymi zależnymi był czas przejścia przez pasy, prędkość przejścia, prędkość początkowa, czas oczekiwania na pasach, % czasu, w którym głowa była skierowana w kierunku smartfona podczas oczekiwania i podczas przejścia. Wyniki wykazały, że kobiety wykazują więcej niebezpiecznych zachowań na przejściach dla pieszych, zwłaszcza kiedy ich uwaga zostanie rozproszona, jednakże komunikaty ostrzegawcze w postaci diod LED zmniejszyły ten negatywny wpływ. Mężczyźni są ostrożniejsi, lecz rozproszenie ma na nich bardziej negatywny wpływ w porównaniu z kobietami (spadek o 28% w stosunku do 12%).

3.4 Podsumowanie

Z przeprowadzonej analizy badań naukowych dotyczących zastosowania wirtualnej rzeczywistości dla potrzeb szkoleń kierowców wynika, że najczęściej stosowanym na tą chwilę narzędziem są gogle HMD Oculus Rift. Decyzja dotycząca tego, które urządzenie wykorzystać w programie nauczania jednak jest niejasna. Urządzenia współpracujące z komputerem wiążą się ze znacznie wyższymi kosztami, natomiast gogle bazujące na smartfonach nie są w stanie wytworzyć tak wysokiej jakości obrazu środowiska ze względu na ograniczoną moc obliczeniową.

Moro i in.[7] porównali dwa urządzenia Oculus Rift, współpracujący z komputerem i Gear VR, w którym wykorzystuje się jako wyświetlacz smartfon. Badanym (N=20) za pomocą technologii VR badanym wyświetlono wykład na określony temat, a następnie przeprowadzono test wiedzy. Porównano wyniki testu, sprawdzono wpływ gogli na spostrzeganie badanych i negatywne skutki zdrowotne wynikające z ich używania. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w wynikach testu, obie grupy odpowiedziały poprawnie na 60% pytań. Jednak u 40% uczestników podczas korzystania z urządzenia Gear VR zaobserwowano znacznie częściej dezorientację i nieostre widzenie ($P < 0,05$). Nie zaobserwowano znaczących różnic w percepcji działań edukacyjnych między obiema grupami. Aczkolwiek wyniki w zakresie

komfortu korzystania, łatwości obsługi, jasności instrukcji były korzystniejsze w przypadku urządzenia Oculus Rift.

General Symptoms	Oculus Rift	Gear VR	p value
General discomfort	0%	20%	0.146
Fatigue	10%	10%	1.000
Boredom	10%	20%	0.542
Drowsiness	30%	20%	0.615
Headache	10%	10%	1.000
Dizziness	0%	10%	0.317
Difficulty concentrating	10%	30%	0.255
Nausea	10%	10%	1.000
Disorientation	0%	40%	0.029*
Eye-related symptoms			
Tired eyes	20%	20%	1.000
Sore/aching eyes	0%	30%	0.067
Eyestrain	0%	20%	0.146
Blurred vision	0%	40%	0.029*
Difficulty focusing	10%	40%	0.121
Double-vision	0%	20%	0.146

Mann-Whitney U test: * $p < 0.05$

Fig. 22. Wpływ gogli na spostrzeganie badanych i skutki zdrowotne

Źródło: [7]

Do badań i celów edukacyjnych jak wynika z analiz wykorzystuje się również HTC Vive. Narzędzie współpracuje z szeroką gamą oprogramowania i ma duże możliwości śledzenia ruchu. Charakteryzuje się podobną rozdzielczością i jakością obrazu, dokładność śledzenia i obszar jest jednak na wyższym poziomie niż w Oculus Rift. Oba modele to pełnoprawne zestawy VR, są bardziej zaawansowane niż mobilne zestawy typu Gear VR, dlatego też są rekomendowane do celów badawczych. Wirtualna rzeczywistość w modelach mobilnych wiąże się z węższym polem widzenia, w zależności od konkretnych gogli i rozmiaru ekranu telefonu, który się do nich włoży, a także z mniejszą częstotliwością odświeżania obrazu. Ze względu na te cechy użytkownik może mieć wrażenie oglądania wirtualnego świata przez lornetkę. Powoduje to również zmniejszenie immersji. Ich zaletą jest brak konieczności podłączenia do komputera, użytkownik nie musi stale uważać na przewody, których się nie widzi, aczkolwiek nie stanowi to problemu podczas szkoleń i badań w symulatorze jazdy. Ponadto pełnoprawne zestawy VR ze względu na specyfikację będą powodować mniej objawów choroby symulacyjnej.

Na podstawie analizy literatury można stwierdzić, że na dzień dzisiejszy technologie wirtualnej rzeczywistości wykorzystywane są przede wszystkim do szkolenia modelowania nawyków bezpiecznej jazdy, szczególnie u młodych kierowców. Programy treningowe oparte na VR okazują się skuteczne w poprawianiu zdolności niedoświadczonych kierowców do przewidywania ukrytych zagrożeń i przygotowaniu do poruszania się w rzeczywistym ruchu ulicznym. Są przydatne również do szkoleń kierowców zawodowych. Specjalne oprogramowanie umożliwia kierowcom

uczestnictwo w zdalnych sesjach treningowych pod nadzorem instruktora jazdy z dowolnego miejsca i daje możliwość odbywania części praktycznej szkoleń, w tym jazdy w warunkach specjalnych i dodatkowych sesji doszkalających.

Za pomocą VR uczy się modelowania zachowania podczas transferu kontroli w pojazdach autonomicznych i wykonuje badania z zakresu psychologii transportu. Czasy przejęcia kontroli nad pojazdem podczas jazdy w systemie opartym na wirtualnej rzeczywistości są zbliżone do czasów obserwowanych w symulatorze stacjonarnym. Badania potwierdziły również przydatność stosowania technologii VR do badania frustracji, gniewu i zachowania kierowcy podczas jazdy w niekorzystnych warunkach. Wirtualna rzeczywistość jest skutecznym narzędziem do badań zachowań innych uczestników ruchu drogowego, takich jak rowerzyści, czy piesi, a także do szkoleń kierowców innych profesji, na przykład kierowców wózków widłowych.

Należy pamiętać, że o pełnej zastępowalności symulatora jazdy rozwiązaniami opartymi o wirtualną rzeczywistość można mówić jedynie w kontekście symulatorów niskiej klasy. Zastępowalność jest nieefektywna przy realizacji zadań wymagających odtworzenia odczuć możliwych do wygenerowania tylko przy użyciu wysokiej klasy symulatorów jazdy.

3.5 Bibliografia

1. Agrawal M., Vemuri K. (2018). *A Heterogeneous Traffic Virtual-Reality Simulator to Study Irritation/Anger and Driving Behavior under Adverse Conditions*. Published by BCS Learning and Development Ltd. Proceedings of British HCI 2018. Belfast, UK.
2. Agrawal, R., Knodler, M., Fisher, D., & Samuel, S. (2017). *Advanced Virtual Reality Based Training to Improve Young Drivers' Latent Hazard Anticipation Ability*. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. SAGE Publications
3. Blissing, B., Bruzelius, F., & Eriksson, O. (2017). *Driver behavior in mixed and virtual reality - A comparative study*. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour.
4. Filio D., Dony, L., Gonzalez D., Oliver M. (2017). *Comparison of Wrap Around Screens and HMDs on a Driver's Response to an Unexpected Pedestrian Crossing Using Simulator Vehicle Parameters*. In: Proceedings of the Ninth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design, June 26-29, 2017, Manchester Village, Vermont. Iowa City, IA: Public Policy Center, University of Iowa: 172-178.
<https://symulatorjazzdysamochodem.pl/>
5. Hupont, I., Gracia, J., Sanagustín, L., Gracia, M.A. (2015). How do new visual immersive systems influence gaming QoE? A use case of serious

- gaming with oculus rift. In 2015 Seventh International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX).
6. Kopciak PA., Klar P., Hellmann D., El Aeraky S., Dullfuss M. (2016). *Virtual Reality Driving Simulator Prototype for Teaching Situational Awareness in Traffic*. 103-Recent Advances in Multimedia Processing, Organization and Visualization beyond Domains and Disciplines.
 7. Moro C., Stromberga Z., Stirling A. (2017). *Virtualisation devices for student learning: Comparison between desktop-based (Oculus Rift) and mobile-based (Gear VR) virtual reality in medical and health science education*. Australasian Journal of Educational Technology, 2017, 33(6).
 8. Read, J. and Saleem, J. (2017). *Task Performance and Situation Awareness with a Virtual Reality Head-Mounted Display*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 61(1), pp.2105-2109.
 9. Ricaud B., Lietar B., Joly C. (2015). Are Virtual Reality headsets efficient for remote driving?. Conference on Road Safety Simulation 2015 (RSS 2015), Oct 2015, Orlando, United States. Proceedings of the International Conference on Road Safety.
 10. Ropelato S., Zünd F., Magnenat S., Menozzi M., Sumner B. (2018). *Adaptive Tutoring on a Virtual Reality Driving Simulator*. In 1st Workshop on Artificial Intelligence Meets Virtual and Augmented Worlds (AIVRAR) in conjunction with SIGGRAPH Asia 2017. ETH Zurich.
 11. Sobhani, A., Farooq, B. (2018) *Impact of Smartphone Distraction on Pedestrians' Crossing Behaviour: An Application of Head-Mounted Immersive Virtual Reality*. Journal of Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Accepted: 17-06-2018.
 12. Sportillo D., Paljic A., Boukhris M., Ojeda L., Fuchs P., Roussarie V. (2017). *An immersive virtual reality system for semiautonomous driving simulation: a comparison between realistic and 6-DoF controller-based interaction*. Proceedings of the 9th International Conference on Computer and Automation Engineering 2017 ACM.
 13. Sportillo D., Paljic A., Ojeda L., Fuchs P., Roussarie V. (2018). *Light Virtual Reality systems for the training of conditionally automated vehicle drivers*. IEEE Virtual Reality, Mar 2018, Reutlingen, Germany.
 14. Strona internetowa narzędzia City Car Driving: <http://citycardriving.com>
 15. Strona internetowa projektu Toyota TeenDrive365: <http://www.teendrive365inschool.com/>
 16. Sütfield, L. R.; Gast, R.; König, P.; Pipa, G. (2018). *Using virtual reality to assess ethical decisions in road traffic scenarios: Applicability of value-of-life-based models and influences of time pressure*. Frontiers in Behavioral Neuroscience 2018

17. Walch, M., Frommel J., Rogers K., Schüssel F., Hock P., Dobbelsstein D., Weber M. (2017): *Evaluating VR driving simulation from a player experience perspective*, pp. 17–25.
18. Weidner F., Hoesch A., Poeschl S., Broll W. (2017). *Comparing VR and non-VR driving simulations: An experimental user study*. In Virtual Reality (VR), 2017 IEEE, pp. 281–282. IEEE.
19. Yining Lang, Wei Liang, Fang Xu, Yibiao Zhao, Lap-Fai Yu (2018). *Synthesizing Personalized Training Programs for Improving Driving Habits via Virtual Reality*. IEEE Virtual Reality (VR 2018)

4. Analiza barier fizjologicznych związanych z wykorzystaniem technik wizualizacji 3D do szkoleń na kierowców zawodowych

4.1 Rola immersji w wirtualnej rzeczywistości

Technika zanurzeniowa VR uznawana jest za kluczową technologię wirtualnej rzeczywistości, gdyż polega na niemal całkowitym odizolowaniu człowieka od wrażeń zmysłowych pochodzących rzeczywistego środowiska. Zamiast nich prezentowane są bodźce wzrokowe i dźwiękowe, będące odzwierciedleniem przestrzeni symulowanej. Do prezentacji bodźców wykorzystuje się urządzenie zwane info-helmem (ang. HMD – Head-Mounted Display), jak również specjalnych gogli, umieszczanych na głowie badanego. Okulary składają się ze słuchawek i dwóch wyświetlaczy, które umożliwiają widzenie przestrzenne obrazu 3D i odbiór w wirtualnym otoczeniu dźwięków. Ekrany zamontowane w goglach znajdują się zawsze przed oczami badanego, niezależnie od jego ruchów głowy. W ten sposób uzyskuje się wrażenie „zanurzenia”.

Poruszanie się po wirtualnym środowisku umożliwia „system śledzenia”. System składa się z anteny i czujników zamieszczonych na HMD i umożliwia wyznaczanie położenia czujników względem anteny. Ruchy (np. obrót HMD) są rejestrowane, co pozwala na odpowiednie zmiany wyświetlanego obrazu w miarę poruszania głową. Czujniki można stosować również w innych miejscach, na przykład na kończynach górnych, dolnych czy tułowi. Czujniki zamocowane na rękach bądź nogach umożliwiają odwzorowywanie ich ruchów oraz interakcję z obiektami w środowisku wirtualnym. [16, 32].

4.2 Wykorzystanie VR w badaniach kierowców

Zanurzeniową rzeczywistość wirtualną wykorzystuje się na dzień dzisiejszy między innymi w symulacjach jazdy pojazdem. Jest to jedna ze stosowanych metod wyświetlania obrazu. Oprócz HMD używa się ekranów umieszczonych przed kabiną symulatora i projektorów. Jednak w tym przypadku obraz symulowanego środowiska ograniczony jest do rozmiaru ekranu i widoczny jedynie z przodu symulatora, natomiast w HMD stosuje się wysokiej jakości obraz stereoskopowy. Użytkownik ma możliwość rozglądania się dookoła, uwzględniony jest także ruch głowy w obrazie wyświetlanym w lusterkach. Youngblut i in. [50] ustalili, że dwuoczne pole widzenia u człowieka sięga w płaszczyźnie poziomej 180 stopni i 120 stopni w osi pionowej. Natomiast podczas rotacji głowy pole widzenia w płaszczyźnie poziomej osiągnąć może nawet 270 stopni. Youngblut stwierdził również, że wystarczy 90 – 110 stopniowe pole widzenia do stworzenia immersyjnego środowiska wirtualnego. Badanie technologii wirtualnej rzeczywistości autorstwa Anthes i in. [2] ukazuje, że

istniejące na rynku systemy mieszczą się w powyższych granicach, a nawet je przekraczają wynosząc 200 stopni.

Ponadto przy zastosowaniu HMD możliwe jest wykorzystanie mniej skomplikowanego kokpitu symulatora, zajmującego mniej miejsca. Jest to tańsze rozwiązanie niż w pełni profesjonalny symulator, posiada jednak wady, do których do niedawna zaliczono przykład konieczność zastosowania systemu śledzenia. Słabej dokładności śledzenie zastosowane w starszych modelach urządzeń HMD i możliwość wystąpienia opóźnienia informacji zwrotnej z otoczenia wirtualnego może uniemożliwić użytkownikowi odczytywanie niektórych wskázówek głębi. Obecnie w systemach śledzenia w nowoczesnych wyświetlaczach wykorzystywane są inercyjne jednostki pomiarowe (ang. IMU - inertial measurement unit), które są wyposażone w żyroskop, przyspieszoniomierz i kamery do dokładnego śledzenia orientacji obiektu, a także innych obiektów w pomieszczeniu [27]. Dotychczas ograniczeniem technologii były małe możliwości uwzględnienia ruchu gałek ocznych. Obecnie projektowane są zaawansowane urządzenia wzbogacone o system eye-trackingowy, co zwiększa wydajność wyświetlania i wpływa na interakcje w wirtualnym środowisku [49].

Wysokiej klasy symulator jazdy samochodem, posiadający pełnowymiarową i w pełni wyposażoną kabinę to kosztowniejsze rozwiązanie niż urządzenie HMD. Udział w symulacji nie wymaga od badanego nanoszenia dodatkowych urządzeń, jednak uzyskanie w nim obrazu stereoskopowego sprawia trudności, a obraz w lusterkach nie uwzględnia położenia głowy. [16]

Mimo wysoko rozwiniętej technologii zarówno urządzeń HMD, jak i symulatorów jazdy odnotowuje się negatywne skutki korzystania z tego typu rozwiązań. Wykorzystanie symulatora jazdy, jak też gogli wiąże się z możliwością wystąpienia objawów podobnych jakie pojawiają się przy chorobie lokomocyjnej. Jest to tak zwana choroba symulatorowa bądź choroba symulacyjna w przypadku zastosowania urządzeń HMD. Dolegliwość może być istotnym czynnikiem wpływającym na jakość danych otrzymywanych w badaniach, a czasem nawet uniemożliwić uczestnikom badań udział w eksperymentach.

W rozdziale 4.3 dokonano dogłębnej analizy choroby symulacyjnej w rzeczywistości wirtualnej. Zaprezentowano wybrane, istotne z punktu widzenia autorów badania i teorie naukowe, które wyjaśniają, dlaczego ludzie doświadczają choroby, jakie są jej objawy i przyczyny oraz czym różni się choroba symulacyjna od choroby symulatorowej. Rozdział 4.3.4 dotyczy adaptacji systemu percepcyjno-motorycznego człowieka do warunków wirtualnego środowiska i zapobiegania negatywnym aspektom adaptacji do wirtualnej rzeczywistości.

4.3 Choroba symulacyjna

Choroba symulacyjna jest niekiedy określana jako wizualnie wywołana choroba lokomocyjna [48]. Jest to stan następujący w trakcie lub po ekspozycji na wirtualne środowisko, podczas którego badany doświadcza nieprzyjemnych symptomów, takich jak bóle lub zawroty głowy, zmęczenie oczu, dezorientacja, pocenie się, nudności, a nawet wymioty [28]. Szacuje się, że objawów tej choroby o różnej intensywności doświadcza od 30% do aż 80% populacji [40].

Choć choroba symulacyjna, symulatorowa i lokomocyjna powodują te same objawy, nie jest to ta sama dolegliwość. Choroba symulatorowa powstaje w wyniku niezgodności pomiędzy sygnałami odczuwanymi przez organ równowagi (aparat przedsionkowy, będący częścią ucha wewnętrznego) a otrzymywanymi kanałem wzrokowym [4,28]. W przypadku choroby lokomocyjnej sama stymulacja przedsionkowa może być wystarczająca do wywołania choroby, choć wzrok może być również czynnikiem przyczyniającym się. Choroba symulacyjna natomiast występuje bez stymulacji przedsionkowej. Uważa się, że nie ma jednej, konkretnej przyczyny choroby symulacyjnej, jest ona uznawana za chorobę wielogenową [28].

Stannley [45] zauważył, że w chorobie symulacyjnej objawy dezorientacji są większe, a zaburzenia okulomotoryczne są mniejsze w porównaniu z chorobą symulatorową. W chorobie symulatorowej zauważa się przeciwny stan, objawy dezorientacji są mniej widoczne, natomiast silniej odczuwane są zaburzenia okulomotoryczne. Autor badania uważa, że choroba symulacyjna jest 3 razy silniejsza niż choroba spowodowana jazdą w symulatorze. Nie potwierdziły tego jednak jedne z najnowszych badań autorstwa Davisa i in. [9]. Badacze stwierdzili, że choroba lokomocyjna, symulatorowa i symulacyjna są indukowane w różnych sytuacjach, lecz dają podobne objawy.

4.3.1 Czynniki choroby symulacyjnej

Można wyróżnić wiele symptomów, które mogą wystąpić z powodu choroby symulacyjnej. Analizy przeprowadzone przez Brucka i Wattersa [5] wskazują na istnienie czterech głównych czynników składających się na zjawisko choroby:

- ogólny czynnik choroby symulacyjnej,
- czynnik wizualny,
- pobudzenie,
- zmęczenie.

Czynniki te wyjaśniają 78,27% wariancji zjawiska choroby. Ogólny czynnik choroby symulacyjnej zawiera większość zmiennych związanych z chorobą. Są to: nudności, problemy żołądkowe, zmęczenie, zawroty głowy, uczucie ciężkości głowy, aktywność sercowo-naczyniowa, dyskomfort, ślinotok, problemy w koncentracji, podwyższona potliwość, a także niepokój. Objawy te są efektem procesów

fizjologicznych i związane są głównie z obniżonym samopoczuciem. Szczególną uwagę należy tu zwrócić na niepokój (lęk). Stwierdza się, że wraz ze wzrostem liczby ruchomych bodźców prezentowanych w trakcie zadań w symulowanym środowisku czynnik ten się nasila i wyraża się wzrostem poszczególnych symptomów choroby. [3, 5].

Drugi czynnik to czynnik wizualny. Składają się na niego trzy objawy: czynność oddechowa, ból głowy oraz przemęczenie narządu wzroku. Osoby narażone na dużą liczbę ruchomych bodźców prezentowanych w trakcie zadań w wirtualnym środowisku zgłaszały zmęczenie wzroku i bóle głowy. Autorzy twierdzą, że tendencja do bólów głowy może być związana ze zwiększeniem pobudliwości wizualnych obszarów kory mózgowej. Nie podają natomiast przyczyn uwzględnienia w tym czynniku czynności oddechowej.

Trzecia składowa to czynnik pobudzenia. Za najważniejszy komponent tego czynnika autorzy uważają czynność oddechową. Zaliczają do niej także trudności w koncentracji, zawroty głowy, niewyraźne widzenie i dolegliwości żołądkowe. Oddychanie stanowi kluczową rolę w funkcjonowaniu autonomicznego układu nerwowego, o czym świadczyć mogą zmiany poziomu nasycenia krwi tlenkiem węgla powstające pod wpływem wysiłku lub w wyniku stresu psychologicznego. Jak wskazują badania istnieje zależność między poziomem występowania zaburzeń lękowych a zmianami w poziomie tlenu węgla [3 za: 15]. U osób, u których występują zaburzenia lękowe istnieje tendencja do hiperwentylacji i zaburzeń oddychania w okresach, w których nie występuje faza paniki. Hiperwentylacja powoduje zmniejszenie przepływu krwi przez mózg, a to z kolei może być przyczyną obniżenia koncentracji i zawrotów głowy.

Ostatnim czynnikiem wyróżnionym przez Brucka i Wattersa[5] jest czynnik zmęczenia. Składają się na niego: uczucie ciężkości głowy, zmęczenie wzroku i subiektywnie odbierane zmęczenie. Choroba symulacyjna jak i choroba symulatorowa może być efektem przestymulowania mięśni sterujących narządem wzroku, co prowadzić może do nieefektywnego działania procesów okoruchowych w trakcie ekspozycji na bodźce wzrokowe w wirtualnym środowisku, a w wyniku tego prowadzić do bólów głowy i przemęczenia wzroku [3].

4.3.2 Modele teoretyczne choroby symulacyjnej

Obecnie istnieje kilka teorii wyjaśniających pochodzenie choroby lokomocyjnej i symulatorowej, którymi wyjaśnia się również chorobę symulacyjną. Naukowcy nie są jednak zgodni, która z nich jest najodpowiedniejsza. Za najbardziej powszechne uważane są Teoria Konfliktu Sensorycznego (Sensory Conflict Theory) oraz Teoria Niestabilności Posturalnej (Postural Instability Theory) [40].

Teoria Konfliktu Sensorycznego nazywana jest również Teorią niedopasowania informacji płynących z różnych zmysłów lub Teorią Konfliktu Wskazówek. Jest to

najstarsza i najbardziej akceptowalna koncepcja wyjaśniająca zjawisko choroby symulacyjnej, do której najczęściej odwołują się naukowcy w swoich badaniach. Teoria opiera się na założeniu, że do choroby dochodzi w sytuacji kiedy pojawia się rozbieżność informacji pochodzących ze wszystkich zmysłów, które dostarczają dane o orientacji ciała i o percepcji ruchu. Powoduje to percepcyjny konflikt, z którym ciało nie wie jak sobie poradzić. Informacje otrzymywane do układu wzrokowego i do układu przedsionkowego (ang. vestibular system) są niespójne bądź któryś z układów sensorycznych nie otrzymuje bodźców (informacji). Innymi słowy kiedy badany wykonuje zadanie w wirtualnym środowisku, wzór informacji o ruchu, jaki posiadał do tej chwili, jest sprzeczny z tym, co jest prezentowane w środowisku wirtualnym. Otoczenie wirtualne może powodować nieodpowiednią stymulację, ponieważ opóźnienia, rozdzielczość obrazu, kolory, oświetlenie mogą nie korespondować ze światem rzeczywistym i z tym, do czego system percepcyjny był przyzwyczajony. [48].

Zgodnie z teorią, warunkiem zaistnienia objawów choroby symulacyjnej jest wystąpienie zaburzeń na poziomie receptorów przedsionkowych. Układ przedsionkowy, odpowiedzialny za równowagę, koordynację i percepcję ruchu całego ciała może nie odbierać żadnych bodźców, nawet jeśli informacja o ruchu jest odbierana przez układ wzrokowy, co może powodować sytuację konfliktową i wywoływać chorobę. Silnie związane z tym niedopasowaniem jest złudzenie samoistnego poruszania się (sensation of illusory self-motion), podczas którego badany ma wrażenie poruszania się, mimo, że żaden ruch nie jest wykonywany. Zjawisko to z ang. nazywane jest „vection”, uznawane jest za podstawową przyczynę choroby symulacyjnej. W przypadku choroby lokomocyjnej i symulatorowej niedopasowanie informacji płynących z różnych zmysłów przebiega odwrotnie, badany może czuć ruch, lecz może go nie widzieć [27, 48].

Dodatkowo istotnym wnioskiem, jaki można wyciągnąć z Teorii Konfliktu Sensorycznego jest fakt, iż system percepcyjny człowieka jest plastyczny i dostosowuje się do nowych warunków w zależności od indywidualnych właściwości i czasu ekspozycji na wirtualne środowisko. Adaptacja poprawia reagowanie i samopoczucie w nowych warunkach środowiskowych, lecz może przyczynić się do zaburzenia funkcjonowania w środowisku rzeczywistym i wpłynąć na poziom bezpieczeństwa wykonywanych czynności po symulacji [3].

Choć teoria wyjaśnia jakie są przyczyny choroby symulacyjnej to ma niewielką moc predykcyjną w określaniu, czy choroba w określonej sytuacji wystąpi. Ponadto teoria nie bierze pod uwagę różnic indywidualnych i nie wyjaśnia dlaczego u niektórych badanych choroba występuje, a u innych nie, przy tym samym zestawie bodźców. Alternatywnym modelem i jednocześnie krytyką Teorii Konfliktu Sensorycznego jest Teoria Niestabilności Posturalnej. Jej przedstawiciele stwierdzili, że brak podobieństwa między doświadczaną a oczekiwaną informacją sensoryczną

jest niemożliwy jest zmierzania, gdyż nie da się określić punktu wyjściowego. Wielkość różnicy można zatem oszacować jedynie na podstawie obserwowanych objawów. Różnica jest tym większa, im dotkliwsze są objawy.

Zgodnie z teorią choroba symulatorowa jest efektem długotrwałej niestabilności posturalnej. To znaczy, że osoba wystawiona na działanie warunków symulacyjnych nie wprowadza właściwych strategii, które mają na celu ograniczenie ruchów ciała, wywołanych wirtualnym środowiskiem. Stabilność posturalna w tym modelu teoretycznym nie jest tylko zmienną, która zmienia się wraz z ekspozycją na środowisko wirtualne, jest też traktowana jako aspekt sprzyjający występowaniu objawów choroby symulacyjnej. Owen i in. [36] oraz Stoffregen i in. [47] na podstawie swoich badań stwierdzili, że bazując na poziomie stabilności lub niestabilności posturalnej można przewidywać, czy objawy choroby symulatorowej wystąpią czy też nie. Teoria ta podobnie jak Teoria Konfliktu Sensorycznego została skrytykowana, ponieważ udowodniono, że nie ma znormalizowanych metod skutecznego zmierzania niestabilności [8], a pomiędzy objawami a niestabilnością występuje opóźnienie, a to oznacza, że niestabilność jest wynikiem choroby symulacyjnej [1].

Interesującą teorią jest też Teoria Ram (Rest Frame Theory), zgodnie z którą rama to każda konstrukcja, którą obserwator bierze za nieruchomą. Układ nerwowy ma dostęp do wielu takich ram, a jedna z nich jest wybierana przez układ jako punkt odniesienia podczas dokonywania sądów i percepcji relacji przestrzennych. W niektórych przypadkach układ nerwowy nie jest w stanie wybrać pojedynczej ramy. W wirtualnym środowisku badany może mieć otrzymać sprzeczne informacje na temat tego, co jest nieruchome, a co nie, przez co może mieć trudność w wyborze konkretnej ramy, a to może powodować chorobę symulacyjną. Prothero [20] w swoim badaniu odkrył, że stworzenie niezależnego tła wizualnego w wirtualnym otoczeniu, które jest zgodne z sygnałami odniesienia (inertial cues), może zmniejszyć objawy choroby symulacyjnej. Do podobnych wniosków doszli Rebenitsch and Owen [40] oraz Chang i in. [6], pole widzenia i nawigacja są silnie skorelowane z chorobą. Chang [6] w swoim eksperymencie zbadał jazdę w wirtualnym rollercoasterze, gdzie w jednym warunku badawczym zamieścił dwie pionowe i dwie poziome linie, tworząc zewnętrzną ramę odniesienia i zapewniającą poczucie kierunku, a w drugim nie. Wyniki ujawniły, że zamieszczenie tych ram spowodowało mniej objawów choroby symulacyjnej. Zdaniem autorów ramy odniesienia mogą opóźnić bądź zmniejszyć pojawienie się choroby. Rezultaty są zgodne z wynikami Duh, Parker and Furness [12], gdzie w badaniu nałożono siatkę na scenę wizualną. Siatka spowodowała mniejsze objawy choroby niż sytuacja braku siatki.

Bardziej kontrowersyjną i mniej popularną jest Teoria Zatrucia. Teoria próbuje wyjaśnić występowanie choroby symulacyjnej i lokomocyjnej z ewolucyjnego

stanowiska. Nieodpowiednia stymulacja wirtualnego otoczenia wpływa na układ wzrokowy i przedsionkowy osoby badanej, w taki sposób, że jej ciało błędnie odczytuje napływające informacje. Badany ma poczucie, że przyjął jakiś rodzaj toksycznej substancji, która powoduje niepokojące objawy prowadzące do reakcji wymiotnych [28, 48].

4.3.3 Przyczyny choroby symulacyjnej

Możemy dodatkowo wyróżnić czynniki, które nie są bezpośrednio związane z teoriami omówionymi w rozdziale 3.2, a które są wskazywane jako przyczyny choroby symulacyjnej. Przyczyny te można podzielić na te związane z technologią i urządzeniami, różnicami indywidualnymi oraz na przyczyny wynikające z nieodpowiedniego zaprojektowania aplikacji. Wraz z rozwojem technologii wirtualnej rzeczywistości coraz częściej podkreśla się rolę czynnika ludzkiego w powstawaniu choroby [40].

4.3.3.1 Przyczyny technologiczne

Jedną z podstawowych przyczyn związanych z urządzeniem i jego optymalizacją jest opóźnienie śledzenia oraz słabe wykrywanie zmian położenia gałek ocznych i pozycji głowy użytkownika w czasie rzeczywistym [10,28]. Niska częstotliwość odświeżania może wiązać się z zawrotami głowy i nudnościami. Ból oczu i zmęczenie wzroku może być także wywoływane przez migotanie wyświetlacza. Kolasinski [25] odkrył, że migotanie zwiększa się wraz ze wzrostem pola widzenia. Toszczęólnie obciąża widzenie peryferyjne, które jest jeszcze bardziej wrażliwe na migotanie niż reszta oka.

Pole widzenia w technologii wirtualnej rzeczywistości pełni kluczową rolę. Jest ono silnie związane z chorobą symulacyjną. Badania dowodzą, że większe pole widzenia zwiększa objawy [41]. Lin, Duh, Parker, Abi-Rached i Furness [51] zauważyli, że wraz z poszerzaniem pola szczególnie między 60, 100 i 140 stopni rośnie poziom choroby. Efekt pola widzenia widoczny jest bez względu na to, czy rozważamy urządzenie HMD, mocowane na głowie czy projektor zewnętrzny [17]. Zmniejszenie pola widzenia powoduje zmniejszenie tendencji do występowania choroby symulacyjnej, choć może powodować dezorientację użytkownika, kiedy tylko ruszy się szybciej z miejsca w wirtualnym środowisku. Pole widzenia jest skorelowane z obecnością w wirtualnym świecie, tj. zmniejszenie pola powoduje spadek poczucia obecności [17,14].

W jednym z najnowszych badań Fernandes i Feiner [14] opracowali dynamiczne pole widzenia, które zawężało się wraz przyspieszeniem lub obrotem się w środowisku wirtualnym użytkownika i zauważyli zmniejszenie objawów choroby symulacyjnej w porównaniu ze statycznym polem widzenia. Zmniejszenie stopnia postrzeganej przez uczestników rzeczywistości wirtualnej pomaga przystosować się im do wirtualnego otoczenia, nie zmniejszając przy tym ich subiektywnego poziomu

obecności. Podobne wyniki uzyskali Budhirajai in. [37]. Dodanie efektu rozmycia do boków ekranów, spowodowało, że początek choroby opóźnił się, a same objawy uległy zmniejszeniu.

Inną przyczyną występowania choroby symulacyjnej jest niedostosowanie urządzenia HMD do rozstawu źrenic użytkownika oraz tak zwany „efektsiatki”, czyli widocznych z bliska odległości pomiędzy subpikselami, wynikający z niewystarczającej rozdzielczości ekranu. Jak dowodzą badania na powstanie choroby symulacyjnej nie ma wpływu waga urządzenia [10]. Ważna jest jednak pozycja użytkownika. W zależności od urządzenia HMD i aplikacji użytkownik zajmuje odpowiednią pozycję ciała – stoi bądź siedzi. Objawy choroby symulacyjnej pojawiają się częściej podczas korzystania z urządzeń HMD w pozycji stojącej, ponieważ wiąże się to z niestabilnością postawy.

4.3.3.2 Przyczyny związane z czynnikiem ludzkim

Istotnym pytaniem dotyczącym przyczyn choroby symulacyjnej jest pytanie o rolę, jaką pełnią różnice indywidualne w nasileniu występowania tego zjawiska. Jak się okazuje czynniki takie jak płeć i wiek wpływają na podatność i objawy choroby. Kobiety okazują się bardziej podatne na jej wystąpienie niż mężczyźni. Częstsze występowanie mdłości tłumaczy się różnicami w hormonach płciowych i szerszym polu widzenia u kobiet. Szerokie pole widzenia zwiększa natomiast tak jak już wcześniej wspomniano prawdopodobieństwo postrzegania migotania [25, 28]. Warto zauważyć, że brakuje nowych badań potwierdzających związek płci i występowania choroby symulacyjnej, a istniejące nie są jednoznaczne. Na podatność na chorobę symulacyjną wpływa również wiek. Największa wrażliwość występuje w wieku od 2 do 12 lat, spada znacząco między 12 a 21 rokiem życia, a następnie stopniowo zmniejsza się wraz z wiekiem [39].

Do wzrostu podatności na chorobę symulacyjną przyczyniać się też może inna choroba lub dolegliwość, taka jak grypa, przeziębienie, zapalenie ucha lub górnych dróg oddechowych, migrena, rozstrój żołądka. Objawy wywoływać może również przemęczenie, zatrucie alkoholowe czy mała ilość snu [7, 28].

Jak wykazują badania regularna ekspozycja na środowisko wirtualne pomaga się do niego dostosować [24]. W badaniach prowadzonych na pilotach wojskowych zauważono, że są oni mniej podatni na chorobę niż inni z powodu nadmiernej ekspozycji na szkolenia i symulatory. Wykazano ponadto, że u pilotów z większą liczbą nalogu występuje większe nasilenie objawów choroby symulatorowej niż u pilotów z małym doświadczeniem lotniczym. Jest to dowód na to, że system percepcyjny pilota bardziej przystosowuje się do warunków lotu w rzeczywistym środowisku wraz ze zdobywaniem doświadczenia, a to powoduje większą podatność na różnice między warunkami symulowanymi a rzeczywistymi [23,31].

Bardziej podatni na objawy choroby symulacyjnej są ludzie, którzy już doświadczyli choroby lokomocyjnej w rzeczywistych warunkach [40]. Zatem występowanie choroby lokomocyjnej może być przeciwskazaniem do korzystania z urządzeń wirtualnej rzeczywistości.

4.3.3.3 Aplikacja i design

Badania naukowe dowodzą, że do powstania choroby przyczyniać mogą się również czynniki związane z aplikacją i jej designem. Wysokie wskaźniki przyspieszenia rotacyjnego, brak przewidywalności ruchów i niska kontrola sytuacji w wirtualnej rzeczywistości może powodować chorobę symulacyjną. Wpływ kontroli ruchu użytkownik ana chorobę sprawdzili Stanney i in. [44]. Porównano różne stopnie swobody i zauważono, że sześć stopni swobody powodowało więcej objawów choroby niż trzy stopnie, jednak jak sugerują badacze zapewnienie użytkownikom pełnej kontroli pozwala na efektywne działanie i wykonywanie zadań, tj. w warunkach sześciu stopni swobody odnotowano większą wydajność i obecność użytkownika.

Lloarch, Evans i Blat [30] udowodnili, że również system nawigacji ma wpływ na objawy choroby. W badaniu przeprowadzonym w 2014 roku porównano dwa systemy, nawigację przy pomocy konwencjonalnego kontrolera gry i systemu oceny pozycji opartego na IMU (ang. inertial measurement unit). Wyniki pokazały, że tradycyjny kontroler powodował gorsze samopoczucie badanego niż system wykorzystujący IMU.

Dorado i Figueroa [11] porównali wpływ wykorzystania ramp i schodów w wirtualnym środowisku na odczuwany dyskomfort. Zauważono, że rampy powodowały płynniejszy ruch, większą kontrolę i mniej objawów choroby niż schody.

So, Ho i Lo [42] wykazali, że istnieje zależność między prędkością przestrzenną a występowaniem choroby symulacyjnej. Podczas 30 minutowej symulacji z wykorzystaniem urządzenia HMD sprawdzono wpływ ośmiu prędkości 3, 4, 6, 8, 10, 24, 30 i 59 m/s. Wykazano, że zarówno nudności jak i wskaźniki wzrokowo wywołanego poczucia własnego ruchu (ang. vection ratings) znacznie wzrosły wraz ze wzrostem prędkości z 3 m/s do 10 m/s. Przy prędkościach powyżej 10 m/s, oceny ustabilizowały się. Stwierdzono, że prędkości poruszania się znacząco wpływają na objawy choroby w początkowym etapie, ale nie wpłynęły na ich tempo wzrostu wraz z czasem ekspozycji. Wyniki potwierdzają rezultaty badania Nooji i in. [35]. W badaniu przeprowadzonym w roku 2017 sprawdzono rolę wzrokowo wywołanego poczucia własnego ruchu (ang. vection), oczopląsu optokinetycznego (OKN) i nieskoordynowanych ruchów głowy w powstawaniu choroby symulacyjnej, wywołanej rotacjami otoczenia wizualnego. Wyniki wykazały wzrost objawów choroby wraz ze wzrostem siły, intensywności wzrokowo wywołanego poczucia

własnego ruchu (ang. vectionstrength). Nie wykazano istotnych zależności między wskaźnikami związanymi z ruchami głowy i oczu a występowaniem choroby.

Badania naukowe wskazują, że do przyczyn choroby można zaliczyć również grafikę i poziom szczegółowości obrazu [9, 19, 21]. Davis i in. [9] we wcześniej wspomnianym badaniu porównali style wysokiego i niskiego realizmu w dwóch rollercoasterach. Symulacja kolejki górskiej większym poziomem szczegółów i realizmu spowodowała znacznie częstsze wystąpienie nudności niż kolejka o mniejszym realizmie graficznym.

Badanie to potwierdza eksperyment przeprowadzony w roku 2005 na pilotach samolotów odrzutowych [21]. W badaniu loty na wyższych wysokościach w symulatorach powodowały mniej objawów choroby, niż latanie nisko, właśnie ze względu na wierność graficzną. Zbliżone rezultaty otrzymali Jaeger i Mourant[19]. Badacze porównali dwie symulacje z dwoma różnymi strukturami obrazu. Symulacja o większym poziomie szczegółowości spowodowała wzrost symptomów choroby symulacyjnej.

Oprócz poziomu realizmu i szczegółowości znaczący jest również poziom głębi obrazu. Obrazy o niższym poziomie głębi powodują więcej niedopasowań okoruchowych. Wpływ różnych typów monitorów i stylów graficznych w modelach 3D i 2D na poziom obecności użytkownika i chorobę symulacyjną zbadali Liu i Uang. Wyniki pokazują, że modele 3D z lepszymi wskazówkami głębi powodują mniej objawów choroby niż płaskie obrazy 2D [29].

Choć na występowanie choroby mają wpływ takie czynniki jak: grafika, poziom szczegółowości obrazu, jego rozdzielczość czy głębia, na dzień dzisiejszy nie wykazano wpływu kolorów i kontrastu na chorobę symulacyjną, szczególnie w nowoczesnych urządzeniach HMD.

4.3.4 Zapobieganie

Technika rzeczywistości wirtualnej (VR) jest jedną z najnowocześniejszych technik komputerowych i coraz częściej wykorzystywana nie tylko do gier, ale też do badań, edukacji i szkoleń.

W programach szkoleń prowadzonych na wirtualnych stanowiskach powinno się uwzględniać możliwość pojawienia się symptomów choroby symulacyjnej u uczestników. Szkolenie powinien poprzedzać wywiad dotyczący wcześniejszych doświadczeń, skłonności do choroby lokomocyjnej i problemów zdrowotnych mogących mieć wpływ na wystąpienie choroby. Ponadto przed szkoleniem uczestnik powinien przejść proces adaptacji do VR, podczas którego system percepcyjno-motoryczny uczestnika dostosuje się do warunków wirtualnego środowiska. Zgodnie z Teorią Piageta [38 za: 26] adaptacja struktur poznawczych do wymagań danego otoczenia odbywa się poprzez dwa procesy: asymilację i akomodację schematów i

operacji do wymagań danego środowiska. Podczas procesu asymilacji nowe treści percepcyjne ulegają zmianie pod wpływem podobieństwa do już znanych schematów i doświadczeń. Natomiast w procesie akomodacji uczestnik może zmienić utrwalone schematy lub stworzyć nowe na podstawie nowych doświadczeń. Procesy te są wyzwalane przez technologiczne aspekty wirtualnego otoczenia związane z budową immersyjnego środowiska, takie jak odpowiednie śledzenie ruchów osoby w przestrzeni wirtualnej, szybki rendering, stabilność i wysoka jakość obrazu, jak również poprzez czynniki powiązane z powstaniem doświadczenia obecności (subiektywnego odczucia bycia w wirtualnym środowisku), czyli poziom kontroli otoczenia, jego przewidywalność [26]. Czynniki te związane zarówno ze stroną technologiczną, jak i psychologiczną mogą wyzwać i ułatwiać proces adaptacji, ale mogą go też utrudniać i wywoływać chorobę symulacyjną, dlatego też wymagają dalszych badań naukowych i powinny być doskonalone.

Zarówno na początku badania jak i w trakcie procesu szkoleniowego choroba symulacyjna może być oceniana na podstawie wskaźników obserwacyjnych oraz za pomocą miar subiektywnych i obiektywnych. Obserwacja opiera się głównie na wskaźnikach fizjologicznych dostępnych w danym momencie obserwatorowi, takich jak pocenie się, blednięcie twarzy, wzmożona aktywność oddechowa. Kluczową metodą subiektywną stosowaną również przy oszacowywaniu choroby symulatorowej jest Kwestionariusz Choroby Symulatorowej (ang. Simulator Sickness Questionnaire – SSQ), autorstwa Kennedy’ego [22]. Za pomocą kwestionariusza badany sam, na podstawie własnych odczuć, ocenia nasilenie występowania danych symptomów. W kwestionariuszu wymienione zostało 16 objawów, charakterystycznych dla choroby symulacyjnej i symulatorowej. Uczestnik badania na 4-stopniowej skali określa wagę określonego objawu. Inną skalą, zdecydowanie rzadziej wykorzystywaną w badaniach naukowych jest Kwestionariusz Choroby Lokomocyjnej (ang. Motion Sickness Questionnaire – MSQ).

Poprzez miary obiektywne rozumie się wskaźniki pobudzenia emocjonalnego w efekcie ekspozycji na bodźce środowiskowe. Są to parametry oddechowe oraz reakcja skórno-galwaniczna, metody posturograficzne i okulograficzne oraz wskaźniki sercowo-naczyniowe. Stwierdza się, że zmiany na poziomie wskaźników psychologicznych w porównaniu do zmian w zakresie wskaźników fizjologicznych są odroczone w czasie. Dlatego też stosowanie wskaźników fizjologicznych, takich jak reakcja skórno-galwaniczna czy EEG, pozwalają na wykrycie choroby już na dużo wcześniejszym etapie, niedostępnym introspekcyjnie [33].

Wskaźnikiem fizjologicznym, który również może być analizowany w kontekście choroby symulacyjnej jest częstość skurczów serca. Jednak metoda ta jest stosowana dość rzadko, gdyż parametry sercowo-naczyniowe uważa się za mniej czułe na chorobę [3].

Metody posturograficzne uważa się za dobry wskaźnik ataksji, która jest objawem choroby symulacyjnej. Uczestnik badania musi zaadaptować się do warunków symulacyjnych na poziomie wzrokowym i przedsionkowym, a po symulacji konieczne jest ponowne zaadaptowanie się do naturalnych warunków. Konflikt między bodźcami wzrokowymi a przedsionkowymi może wywołać niestabilność posturalną, a także objawy choroby symulacyjnej. Dlatego też podczas oceniania możliwości zaistnienia choroby pod uwagę dobrze jest wziąć 3 komponenty układu równowagi: wzrokowy, przedsionkowy i proprioceptywny, które pełnią główną rolę w procesie utrzymywania równowagi w pozycji stojącej. Reakcje odruchowe, za które odpowiedzialne są mięśnie posturalne wykazują niższy próg pobudliwości niż reakcje okoruchowe, mają większą czułość i dłużej trwają [3].

Badania nad zależnością wskaźników posturograficznych i choroby symulacyjnej, czy też symulatorowej nie są niestety jednoznaczne. Kennedy wykazał, że poziom zmiennych mierzonych za pomocą metod posturograficznych istotnie koreluje ze skalą dezorientacji z kwestionariusza SSQ. W badaniu zaobserwowano, że im wyższy poziom dezorientacji, tym gorsze wyniki osiągnęto w testach posturograficznych. Zależność występowała bez względu na warunki (statyczne vs. dynamiczne)[22].Stoffregen i in. [46, 47] na podstawie swoich badań udowodnili, że zróżnicowanie we wskaźnikach posturograficznych, a także przyspieszenie wychylenia postawy są dobrymi wskaźnikami choroby. Dodatkowo, prawdopodobieństwo wystąpienia objawów może zwiększać się ze względu na różne nasilenie ruchów głowy.

Jednak niektóre eksperymenty badawcze wskazują na brak korelacji między wskaźnikami posturograficznymi a subiektywną oceną choroby. Fakt ten tłumaczony jest tym, iż zmiany we wskaźnikach są dostrzegalne dopiero po dłuższej ekspozycji na warunki symulacyjne. Zatem przy ich stosowaniu należy rozważyć czas trwania badania. Zdaniem badaczy istotne mogą być tu również różnice międzypłciowe.Ehrlich wykazał, że kobiety są bardziej podatne na chorobę. W eksperymencie porównano warunek szybkiego tempa działania (60 mph) z wolnym tempem (25 mph). U kobiet obserwowano większą niestabilność posturalną niż u mężczyzn, częściej też deklarowały dyskomfort związany z działaniem mechanizmów okulomotorycznych. [13, 34].Ponadto istnieją eksperymenty ukazujące, że wskaźniki posturograficzne nie są wrażliwe na zakres pola widzenia [18].

Niezmiernie ważne w zapobieganiu chorobie symulacyjnej są warunki w jakich wykonuje się badanie bądź szkolenie z wykorzystaniem urządzeń HMD i czas ekspozycji na wirtualne środowisko. Jak wskazują badania wydłużająca się ekspozycja powoduje nasilenie objawów [33, 43]. Wpływ czasu trwania badania na nasilenie się symptomów choroby sprawdzili Stanney i in. w badaniu wzięło udział 1000 osób, badanie trwało 15, 30, 45 lub 60 minutw schemacie niezależnych

pomiarów. U 80% uczestników wystąpiły mdłości, zaburzenia okoruchowe i dezorientacja. Uczucie dezorientacji utrzymywało się nawet do 24 godz. po zakończeniu badania. 12,9% osób nie ukończyło badania ze względu na złe samopoczucie, u 9,2% z nich nastąpił odruch wymiotny, a 1,2% wymioty. Można przyjąć, że ekspozycja na wirtualne środowisko nie powinna przekraczać 2 godzin. Zaleca się również stosowanie przerw między sesjami symulacyjnymi. Jedna sesja nie powinna trwać dłużej niż 1 godzinę. [3].

W szkoleniach i badaniach z wykorzystaniem zanurzeniowej wirtualnej rzeczywistości ważne jest także zapewnienie komfortu badanym osobom. Kontrola poziomu lęku i nastroju jest równie istotna jak obserwacja poziomu objawów związanych z chorobą symulacyjną.

4.4 Podsumowanie

Zjawisko choroby symulacyjnej jest istotne zarówno z perspektywy naukowej jak i praktycznej. Najważniejszym celem badań i eksperymentów nad chorobą jest budowanie takich warunków pracy na symulatorze wykorzystującym VR, które będą optymalne dla procesu szkoleniowego, ale jednocześnie też dla kierowców uczestniczących. Minimalizacja objawów choroby symulacyjnej będzie wskaźnikiem osiągnięcia powyższego celu.

Przy rozpatrywaniu problemu choroby symulacyjnej należy pamiętać, że występowanie jej objawów może różnić się w zależności od rodzaju wykorzystywanego urządzenia i jego parametrów, a także od cech indywidualnych uczestnika. Zjawisko ma postać wielowymiarową, dlatego też nasilenie objawów jest bardzo zróżnicowane. Spośród czynników indywidualnych wyróżnia się wiek, płeć oraz poziom statycznych zdolności przestrzennych. Największa wrażliwość występuje w wieku od 2 do 12 lat, spada znacząco między 12 a 21 rokiem życia, a następnie stopniowo zmniejsza się wraz z wiekiem. Kobiety okazują się bardziej podatne na jej wystąpienie niż mężczyźni. Częstsze występowanie mdłości tłumaczy się różnicami w hormonach płciowych i szerszym polu widzenia u kobiet. Brak jednak najnowszych badań potwierdzających aspekt dotyczący wieku. Wpływ może mieć też poziom lęku i indywidualna podatność na chorobę symulacyjną. Zwiększoną podatność na chorobę zauważa się u osób chorych lub cierpiących na inną dolegliwość np. grypę, przeziębienie, zapalenie ucha lub górnych dróg oddechowych, migrenę, rozstrój żołądka, przemęczenie, niedobór snu. Osoby te nie powinny brać udziału w procesie szkoleniowym. Przeciwwskazaniem do korzystania z urządzeń wirtualnej rzeczywistości powinno być także występowanie choroby lokomocyjnej. Osoby te są bardziej podatne na wystąpienie choroby symulacyjnej.

Przed przystąpieniem do procesu szkoleniowego niezwykle ważny jest dobór odpowiedniego urządzenia wirtualnej rzeczywistości. Jedną z podstawowych przyczyn choroby symulacyjnej jest opóźnienie śledzenia oraz słabe wykrywanie

zmian położenia gałek ocznych i pozycji głowy użytkownika w czasie rzeczywistym. Niska częstotliwość odświeżania może wiązać się z zawrotami głowy i nudnościami. Spośród czynników związanych z technologią wirtualnej rzeczywistości istotne jest też migotanie wyświetlacza, gdyż wywołuje ból oczu i zmęczenie wzroku. Migotanie zwiększa się wraz ze wzrostem pola widzenia. To szczególnie obciąża widzenie peryferyjne, które jest jeszcze bardziej wrażliwe na migotanie niż reszta oka. Silnie związane z chorobą symulacyjną jest również pole widzenia. Większe pole zwiększa objawy, mniejsze natomiast - może powodować dezorientację. Ponadto pole jest skorelowane z obecnością w wirtualnej rzeczywistości, tj. zmniejszenie pola powoduje spadek poczucia obecności. Opóźnienie objawów choroby i ich zmniejszenie bez utraty subiektywnego poziomu obecności mogą spowodować urządzenia wzbogacone w dynamiczne pole widzenia. Pomoc może też dodanie efektu rozmycia do boków ekranów w goglach HMD. Na powstanie choroby symulacyjnej nie ma wpływu waga urządzenia.

Podczas projektowania scenariuszy wirtualnej rzeczywistości należy zwrócić uwagę na elementy takie jak grafika i poziom szczegółowości obrazu. Symulacja o większym poziomie szczegółów i realizmu może spowodować znacznie częstsze wystąpienie nudności niż symulacja o mniejszym realizmie graficznym. Obrazy o niższym poziomie głębi powodują więcej niedopasowań okoruchowych. Obrazy 3D z lepszymi wskazówkami głębi powodują mniej objawów choroby niż płaskie obrazy 2D. Na dzień dzisiejszy nie wykazano wpływu kolorów i kontrastu na chorobę symulacyjną, szczególnie w nowoczesnych urządzeniach HMD.

Istotna jest również pozycja użytkownika. Objawy choroby pojawiają się częściej podczas korzystania z urządzeń HMD w pozycji stojącej, ponieważ wiąże się to z niestabilnością postawy.

Przed szkoleniem prowadzonym na wirtualnym stanowisku należy przeprowadzić wywiad dotyczący wcześniejszych doświadczeń, skłonności do choroby lokomocyjnej i problemów zdrowotnych mogących mieć wpływ na wystąpienie choroby. Uczestnik powinien ponadto przejść proces adaptacji do VR. W trakcie szkolenia prowadzący powinien dokonywać oceny wskaźników obserwacyjnych (głównie fizjologicznych) oraz miar subiektywnych (Kwestionariusz Choroby Symulatorowej) i miar obiektywnych (wskaźniki pobudzenia emocjonalnego). Wymagana jest również kontrola lęku i nastroju uczestnika szkolenia. Ekspozycja na wirtualne środowisko nie powinna przekraczać 2 godzin, a jedna sesja nie powinna trwać dłużej niż 1 godzinę. Zaleca się również stosowanie przerw między sesjami symulacyjnymi.

4.5 Bibliografia

1. Akiduki, H., Nishiike, S., Watanabe, H., Matsuoka, K., Kubo, T., Takeda, N. (2003). *Visual-vestibular conflict induced by virtual reality in humans*. Neuroscience Letters 340(2003), 197-200.
2. Anthes, C., García-Hernández, R., Wiedemann, M., Kranzmüller, D. (2016). *State of the Art of Virtual reality Technology*. IEEE Aerospace Conference, 1-19.
3. Biernacki, M., Dziuda, Ł. (2012). *Choroba symulatorowa jako realny problem badań na symulatorach*, Medycyna Pracy, 63(3), 377 - 388.
4. Brooks, J.O., Goodenougha, R.R., Crisler, M.C., Kleina, N.D., Alleya, R.L., Koon, B.L., Logan, W.C., Ogleb, J.H., Tyrrell, R.A., Willsa, R.S. (2010). *Simulator sickness during driving simulation studies*. Accident Analysis and Prevention, 42, 788 – 796.
5. Bruck S., Watters P.A. (2011). *The factor structure of cybersickness*. Displays 2011;32(4):153–158.
6. Chang, E., Hwang, I., Jeon, H., Chun, Y., Kim, H., Park, C. (2013). *Effects of Rest Frames on Cybersickness and oscillatory Brain Activity*. International Winter Workshop of Brain-Computer Interface, Gangwo, South Korea. 62-64.
7. Chowdhury TI, Mohammad S., Ferdous S., Quarles J. (2017). *Information recall in a virtual reality disability simulation*. VRST '17 Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology.
8. Cobb, S., (1999). *Measurement of postural stability before and after immersion in a virtual environment*. Applied Ergonomics 20(1999), 47-57.
9. Davis, S., Nesbitt, K., Nalivaiko, E. (2015). *Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters*. Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment, 3-14.
10. DiZio, P., Lackner, J. (1997). *Circumventing Side Effects of Immersive Virtual Environments*. Design of Computing Systems: Social and Ergonomic Considerations, Proceedings of the Seventh International Conference on Human-Computer Interaction (2), 893-896.
11. Dorado, J., Figuerora, P. (2014). *Ramps are Better than Stairs to Reduce Cybersickness in Applications based on a HMD and a Gamepad*. IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2014, 47-50.
12. Duh, H., Parker, D., Furness, T. (2001). *An "Independent Visual Background" Reduced Balance Disturbance Evoked by Visual scene Motion: Implication for Alleviating Simulator Sickness*. CHI '01 Proceedings of the SIGHCI Conference on Human Factors in Computing Systems, 85-89.
13. Ehrlich J.A., Singer M.J. (1996): *Simulator sickness in stereoscopic vs. monoscopic helmet mounted DISPLAYS*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 40th Annual Meeting, Philadelphia, USA. Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica 1996, ss. 1299–1299.

14. Fernandes, A., Feiner, S. (2016). *Combating VE Sickness through Subtle Dynamic Field-Of-View Modification*. IEEE Symposium on 3D User Interfaces 2016, 201-210.
15. Giardino N.D., Friedman S.D., Dager S.R.: Anxiety, respiration, and cerebral blood flow: implications for functional brain imaging. *Compr. Psychiatry* 2007;48(2):103-112.
16. Grabowski A. (2012). *Wykorzystanie współczesnych technik rzeczywistości wirtualnej i rozszerzonej do szkolenia pracowników (Virtual and augmented reality contemporary techniques in training workers)*, Bezpieczeństwo Pracy, nr 4/2012, s. 18-21.
17. Harvey, C., Howarth, P. (2007). *The Effect of Display Size on Visually-Induced Motion Sickness (VIMS) and Skin Temperature*. Proceedings of VIMS2017, 96-103.
18. Ijsselstein W., Ridder H., Freeman J., Avons S., Bouwhuis D. (2001): Effects of stereoscopic presentation, image motion, and screen size on subjective and objective corroborative measures of presence. *Presence* 2001;10(3):298-311.
19. Jaeger, B., & Maurant, R. (2001). *Comparison of simulator sickness using static and dynamic walking simulators*. Proceedings from the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting.
20. Jerrold D. Prothero (1998). *The Role of Rest Frames in Vection, Presence and Motion Sickness*, Ph.D Thesis, University of Washington, 1998.
21. Johnson, D. (2005). Introduction to and Review of Simulator Sickness Research. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences 1832.
22. Kennedy R.S., Fowlkes J.E. (1992): *Simulator sickness is polygenic and polysymptomatic: Implications for research*. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1992;2(1):23-38
23. Kennedy R.S., Lilienthal M.G., Berbaum K.S., Baltzley D.R., McCauley M.E. (1989). *Simulator sickness in U.S. Navy flight simulators*. *Aviat. Space Environ. Med.* 1989;60(1):10-16.
24. Keshavarz, B. (2016). Exploring Behavioral Methods to reduce Visually Induced Motion Sickness in Virtual Environments. VAMR 2016: Virtual, Augmented and Mixed reality, 147-155.
25. Kolasinski, E. (1995). *Simulator Sickness in Virtual Environment*. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences 4(1027).
26. Koziński, M. (2016). *Proces adaptacji jednostki do rzeczywistości wirtualnej i środowiska 3D*. *Rocznik Kognitywistyczny*, 9, 1-11.
27. LaValle, S. (2017). *Virtual Reality*. Cambridge University Press.
28. LaViola Jr., J. (2000). *A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments*. *SIGCHI Bulletin* 32(1), 47-56.

- 29.Liu, C., Uang, S. (2015). *Effects of depth-perception cues and display types on presence and cybersickness in the elderly within a 3D virtual store*. Journal of Ambient Intelligence Humanized Computing 7(6), 763-755.
- 30.Lloarch, G., Evans, A., Blat, E. (2014). *Simulator sickness and Presence using HMDs: comparing use of a game controller and a position estimation system*. VRST'14 Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software. 137-140.
- 31.McCauley, M., Sharkey, T. (1992). *Cybersickness: Perception of Self-Motion in Virtual Environments*. Presence 1 (3), 311-318.
- 32.Milanowicz M. (2013).*Koncepcja wykorzystania technik rzeczywistości wirtualnej do prowadzenia badań nad utratą równowagi człowieka*, Mechanik, 7, s. 433-442.
- 33.Min B.C., Chung S.C., Min Y.K., Sakamoto K. (2004):*Psychophysiological evaluation of simulator sickness evoked by a graphic simulator*. Appl. Ergon. 2004;35(6):549-556.
- 34.Murata A. (2004): *Effects of Duration of Immersion in a Virtual Reality Environment on Postural Stability*. Int. J. Hum.Comput. Interact. 2004;17(4):463-477.
- 35.Nooji, S., Pretto, P., Oberfeld, D., Hecht, H., Bühlhoff, H. (2017). *Vection is the main contributor to motion sickness induced by yaw rotation: Implications for conflict and eye theories*. PLoS ONE 12(4), 1-19.
- 36.Owen N., Leadbetter A.G., Yardley L.: *Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects*. Brain Res. Bull. 1998;47(5):471-474.
- 37.P. Budhiraja, M. R. Miller, A. K. Modi, and D. Forsyth (2017).*Rotation Blurring: Use of Artificial Blurring to Reduce Cybersickness in Virtual Reality First Person Shooters*. Oct. 2017.
- 38.Piaget, J. (1981). *Równoważenie struktur poznawczych*. Warszawa: PWN.
- 39.Reason J. T. and Brand J. J. (1975). *Motion Sickness*, London: Academic press.
- 40.Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). *Review on cybersickness in applications and visual displays*. Virtual Reality, 20(2), 101-125.
- 41.Seay, F., Krum, D., Hodges, L., Ribarsky, W. (2002). *Simulator Sickness and Presence in a High Field-Of-View Virtual Environment*. CHI EA '02 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 784-785.
- 42.So, R., Lo, W., Ho, A. (2001). *Effects of Navigation Speed on Motion Sickness Caused by an Immersive Virtual Environment*. Human Factors, 43(3), 452-461.
- 43.Stanney K.M., Kingdon K.S., Nahmens I., Kennedy R.S. (2003): *What to expect from immersive virtual environment exposure: influences of age, gender, body mass index, and past experience*. Hum. Factors 2003;45(3):504-520.

- 44.Stanney, K. M., Kingdon, K., Graeber, D., & Kennedy, R. S. (2002). *Human performance in immersive virtual environments: Effects of duration, user control, and scene complexity*. Human Performance 15 (4), 339–366.
- 45.Stanney, K., Kennedy, R., Drexler, J. (1997). *Cybersickness is Not Simulator Sickness*. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting 41(2), 1138-1142.
- 46.Stoffregen T.A., Hettinger L.J., Haas M.W., Roe M.M.,Smart L.J. (2000): *Postural instability and motion sickness in a fixed-base flight simulator*. Hum. Factors 2000;42(3):458–469.
- 47.Stoffregen T.A., Smart L.J. Jr: *Postural instability precedes motion sickness*. Brain Res. Bull. 1998;47(5):437–448.
- 48.Tiir, A. (2018). *Effect of visual realism on cybersickness in virtual reality*.University of Oulu.
- 49.Varjo Technologies. (2017). Bionic Display. Retrieved May, 2018, from <https://varjo.com/bionic-display/>.
- 50.Youngblut, C., Johnston, R., Nash, S., Wienclaw, R., Will, C. (1996). *Review of Virtual Environment Interface Technology*. Institute for Defense Analyses.
- 51.Lin, J., Duh, H., Parker, D., Abi-Rached, H., Furness, T. (2002). *Effects of Field of View on Presence, Enjoyment, Memory and Simulator Sickness in a Virtual Environment*. Proceedings of the IEEE Virtual reality. 164-172.

5. Możliwość zastosowania niskokosztowych, metod szkolenia kandydatów na zawodowych kierowców opartych na VR

5.1 Filmy sferyczne w szkoleniu zawodowym - wprowadzenie i cel pilotażu

Ostatnie kilka lat przyniosło znaczący wzrost zainteresowania wykorzystaniem filmów sferycznych (zwanymi też filmami 360°) nie tylko jako innowacyjnej formy przekazu, ale również wykorzystując jej potencjał edukacyjny. W znaczący sposób sytuacji tej pomógł wzrost zainteresowania technologią wirtualnej rzeczywistości, która jest technologią pokrewną – filmy sferyczne są zaliczane do szeroko rozumianego VR. Wzrost ten przyczynił się nie tylko do obniżenia cen nowych urządzeń do wyświetlania obrazu, ale również do przeprowadzenia wielu badań wskazujących, że rozwiązania wykorzystujące wirtualną rzeczywistość są chętnie wybierane przez uczniów/osoby szkolone [1]. Badania wskazują również, że użycie VRu w szkoleniach może wywoływać większy wpływ na osobę szkoloną niż stosowane do tej pory tradycyjne multimedia, a co za tym idzie zwiększać prawdopodobieństwo kreowania postaw i zachowań.

Pomimo tych zalet, VR nie został do tej pory szeroko wdrożony do zastosowań w edukacji. Wynika to w dużej mierze z ograniczeń kosztowych, jakie posiada większość instytucji edukacyjnych – zaprojektowanie i stworzenie wirtualnego środowiska wiąże się ze zleceniem realizacji wyspecjalizowanej firmie informatycznej lub nauką skomplikowanych i czasochłonnych metod programowania i tworzenia trójwymiarowej grafiki [3].

Wykorzystanie filmów sferycznych pozwala na alternatywne do VRu podejście do tworzenia treści edukacyjnych – można je nagrać za pomocą kamery 360°, która jest znacznie tańsza w zakupie i wykorzystaniu [2]. Trzeba jednak zaznaczyć, że filmy sferyczne mają ograniczenia związane z zakresem ich wykorzystania. W związku z tym, że nie umożliwiają interakcji z elementami/urządzeniami znajdującymi się w filmie, ich użycie rekomendowane jest w przede wszystkim jako dodatek do części teoretycznej kursów. W przypadku nauki kierowania pojazdem ciężarowym może to być np. zwiększanie świadomości związane z niebezpieczeństwami wynikającymi z użycia telefonu komórkowego bądź laptopa podczas jazdy lub poznanie zagrożeń wynikających z interakcji z niechronionymi uczestnikami ruchu – pieszymi i rowerzystami. Co więcej, filmy sferyczne pozwalają wręcz na zwiększenie empatii wobec innych uczestników ruchu, pozwalając przyszłemu kierowcy pojazdu ciężarowego wczuć się np. w rolę mijanego przez

wielotonowy pojazd rowerzysty, co jednocześnie pozwala naocznie uświadomić konieczność odpowiedniego zachowania się w jego pobliżu.

W przeprowadzonym w ramach projektu badaniu dokonano analizy porównawczej wpływu dwóch metod odtwarzania filmów sferycznych – za pomocą hełmu VR oraz tabletu – na zjawiska immersji oraz choroby symulacyjnej wśród badanych z dwóch grup wiekowych. Oceniono też korzyści i niedogodności związane z właściwościami dwóch metod prezentacji filmów sferycznych, a także subiektywną ocenę przydatności każdego z nich w szkoleniach kierowców.

5.2 Uczestnicy pilotażu

W badaniu uczestniczyło 30 kierowców, w tym 15 mężczyzn w wieku 20 – 29 lat i 15 mężczyzn w wieku 50 – 65 lat. Wszyscy uczestnicy badania byli aktywnymi kierowcami, posiadali prawo jazdy minimalnie od 3 lat i przejechali rocznie w tym okresie około 3 000 km.

5.3 Narzędzia badawcze

Do badania wykorzystano dwie metody prezentacji środowiska wirtualnego, tj. wykorzystującą gogle wirtualnej rzeczywistości – Samsung Gear wraz z telefonem Samsung S8+ i tablet o przekątnej ok. 10 cali.

Samsung Gear VR

Gogle mają wymiary 98.60 × 120.70 × 207.10 mm i charakteryzują się precyzyjnym śledzeniem ruchów głowy ze względu na wysoką częstotliwość odświeżania sygnału (częstotliwość próbkowania) dzięki wbudowanym czujnikom Gear VR, wynoszącą 1000 Hz. Ekran ma rozdzielczość 2560 x1440; a współczynnik odświeżania wynosi 60 Hz. Pole widzenia zgodnie z informacją producenta wynosi 101°.

Tablet

The Samsung Galaxy Tab tablet with a 9.7-inch screen size was used to play spherical films. It displays up to 16 million colours in Super AMOLED technology and has a resolution of 1536 x 2048 pixels. The tablet is also equipped with a gyroscope, which allows to freely change the angle of view on the reproduced spherical recording.

5.4 Procedura eksperymentalna

Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z opracowaną w Instytucie Transportu Samochodowego metodologią badań z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości. Schemat badania został przedstawiony na Fig. 23.



Fig. 23. Schemat procedury badawczej zastosowanej w ramach przeprowadzonych badań filmów sferycznych

5.5 Wielkości mierzone i metody badań

5.5.1 Metoda pomiaru użyteczności

Aby ocenić postrzeganą użyteczność wykorzystano stworzoną na potrzeby badania ankietę. Badani zostali poproszeni o ocenę poziomu trudności korzystania z danej metody projekcji, stopnia realizmu symulacji oraz poziomu komfortu poszczególnych aspektów symulacji i łatwości wykonywania czynności tj. komfortu użytkowania, komfortu widzenia (płynności rozglądania się wokół sceny), poziomu kontrastu i głębi, ostrości obrazu i samopoczucia w trakcie przejazdu. W pytaniach wykorzystano 6-stopniową skalę Likerta. Ponadto zapytano badanych o użyteczność zastosowania poszczególnych narzędzi do szkoleń kierowców. Ankietę badani wypełniali po każdym z dwóch przejazdów badawczych. Wykorzystaneankiety stanowią Załączniki niniejszego raportu.

5.5.2 Metoda pomiaru immersji

Do oceny poziomu immersji podczas zrealizowanego eksperymentu, wykorzystany został Kwestionariusz Immersji, który jest polską adaptacją The Immersion Questionnaire, Strojny i Strojny 2014. Kwestionariusz został szczegółowo opisany w rozdziale 7.1.5.2.

5.6 Analiza wyników

5.6.1 Statystyki opisowe

Uczestnicy badań byli rekrutowani w podziale na dwie grupy kierowców: młodych i starszych. Do obu grup zakwalifikowano po 15 mężczyzn. Ankiety przeprowadzone przed badaniami właściwymi pozwoliły określić charakterystyczne cechy obu grup kierowców. Wyniki ankiet zostały zaprezentowane w rozdziale 7.1.6.1.

5.6.2 Subiektywna ocena poziomu immersji

Analizy wykazały, że gogle Samsung Gear zwiększają poczucie zanurzenia w wirtualnej rzeczywistości. Wykazano istotne statystycznie różnice w poziomie immersji między Samsungiem Gear ($M = 85,8$ pkt.) a tabletem ($M=66$ pkt.). Nie wykazano istotnych różnic w poziomie immersji pomiędzy osobami młodszymi a starszymi po filmie zaprezentowanym w goglach Samsung Gear. Różnice zauważono między poszczególnymi grupami wiekowymi po prezentacji filmu na tablecie. Osoby młodsze znacznie niżej oceniły immersję tabletu ($M=54,9$ pkt.) niż osoby starsze ($M=77,2$ pkt.).

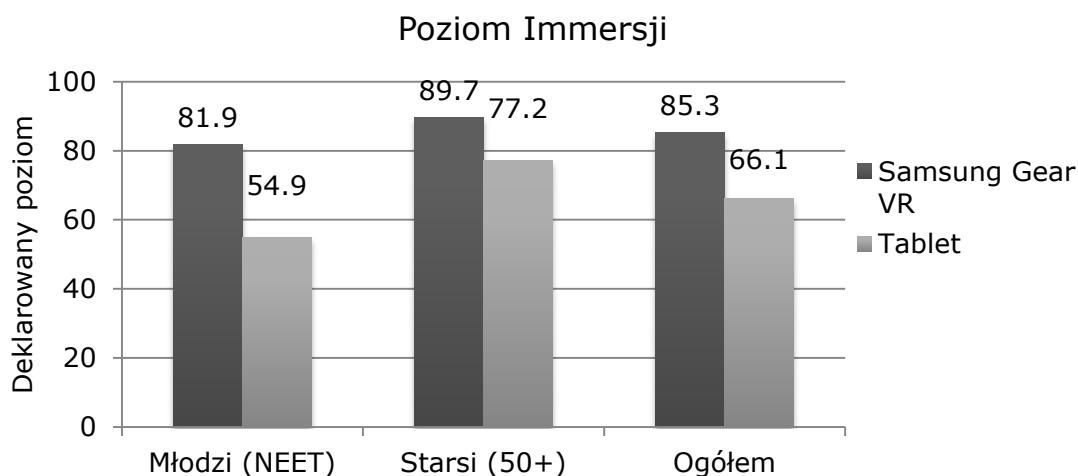


Fig. 24. Doświadczenie immersji w grupie osób młodych, starszych i ogółem, zaobserwowane podczas prezentacji filmu sferycznego w goglach i na tablecie.

5.6.3 Subiektywna ocena użyteczności poszczególnych metod symulacji

Analizy danych kwestionariuszowych wykazały, że istnieją statystyczne różnice w poziomie w deklarowanego komfortu widzenia. Badani ocenili korzystniej gogle Samsung Gear (M = 5,4) niż tablet (M = 3,8). Ponadto Samsung był wyżej oceniony pod względem realizmu (odpowiednio M = 5,03 dla SG i M = 3,3 dla tabletu). Nie wykazano istotnych różnic w pozostałych aspektach – poziomie szczegółowości obrazu, ostrości obrazu ani w deklarowanym samopoczuciu w wirtualnej rzeczywistości.

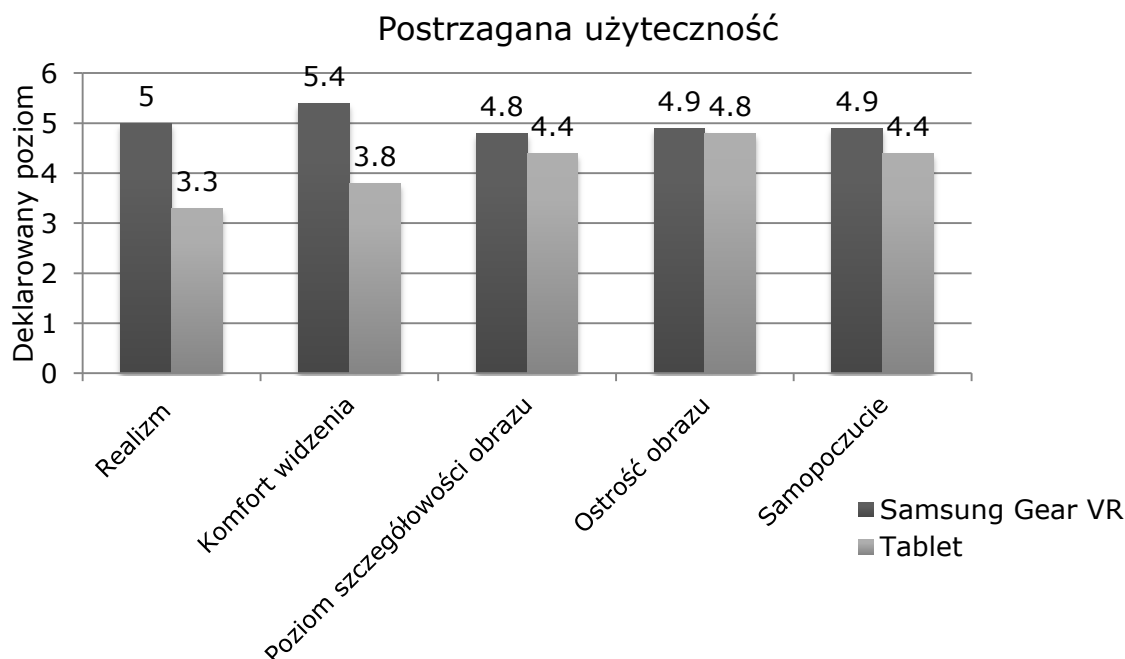


Fig. 25. Postrzegana użyteczność gogli wirtualnej rzeczywistości i projekcji na tablecie.

93% (28 osób) badanych uznało poziom trudności korzystania z gogli VR za łatwy. Podobnie oceniono film przedstawiony za pomocą tabletu. 86% (26 osób) kierowców uważało, że korzystanie było łatwe.

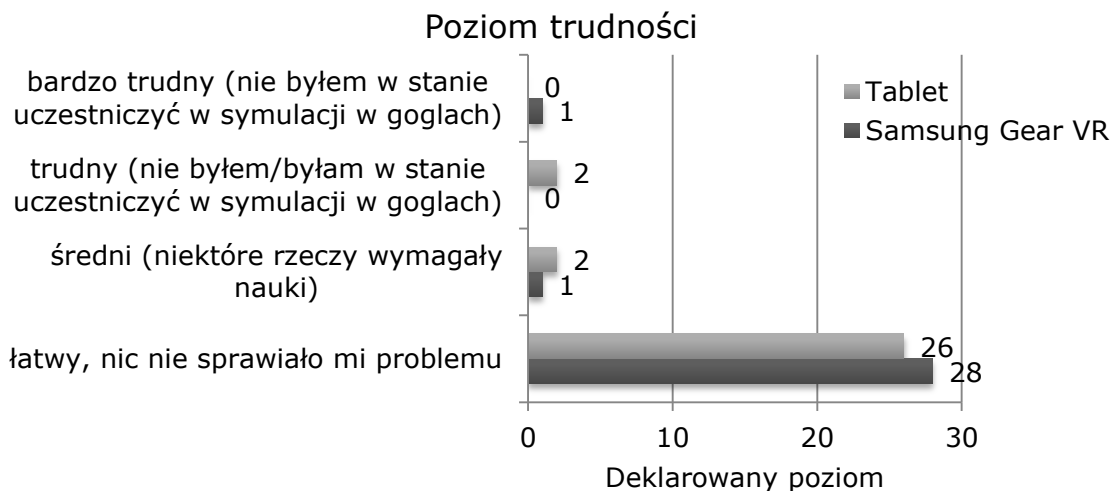


Fig. 26. Postrzegany poziom trudności korzystania z gogli wirtualnej rzeczywistości i tabletu.

Dla 96% (29 osób) osób nic nie sprawiało trudności podczas korzystania z gogli. 3% zadeklarowało problemy z rozglądaniem się po otoczeniu. W przypadku tabletu 90% (27 osób) kierowców nie miało trudności, 10% badanych miało problem z rozglądaniem się i odbiorem obrazu.

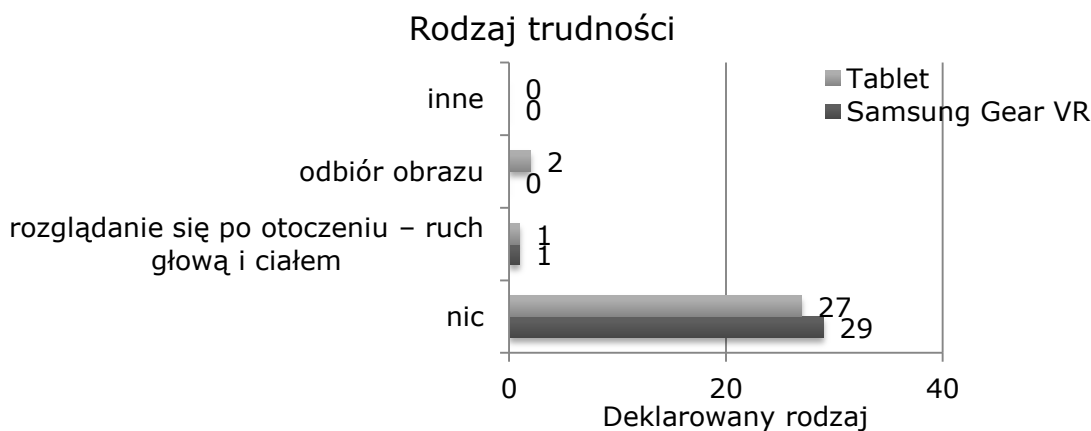


Fig. 27. Rodzaj trudności jakie napotkali kierowcy podczas korzystania z gogli wirtualnej rzeczywistości i tabletu.

Aż 93% respondentów uważa, że gogle Samsung Gear mogłyby być wykorzystywane do szkoleń kierowców. W przypadku tabletu zaledwie 36,7% osób uważa, że filmy 360° odtwarzane na tym urządzeniu mogą być zastosowane do szkoleń kierowców.



Fig. 28. Subiektywne oceny przydatności gogli wirtualnej rzeczywistości i tabletu do szkoleń kierowców.

5.7 Podsumowanie

Filmy zrealizowane w technologii sferycznego wideo 360° dają możliwość zwiększania świadomości kandydatów na kierowców zawodowych na niewrażliwe kwestie związane z wieloma aspektami kierowania pojazdem, w tym np. bezpieczeństwa ruchu drogowego. Wnioski i doświadczenie zebrane podczas prowadzonych badań pokazały, iż użytkownicy preferują wykorzystanie filmów sferycznych do edukacji i zdecydowanie korzystniej oceniają tą technologię w porównaniu do tradycyjnych metod nauczania tj. płaskiego ekranu 2D.

Do projekcji obrazu video 360° wykorzystywane mogą być mniej zaawansowane technologicznie mobilne zestawy wirtualnej rzeczywistości, które opierają się na smartfonach i są na ogół bezprzewodowe. Przykładem są wykorzystane w wyżej omówionym badaniu gogle Samsung Gear VR. Badania dowiodły, że zapewniają one wyższy komfort widzenia i realizm symulacji, co powoduje większe zaangażowanie się szkolonych kierowców w naukę.

Omówione w rozdziale 7.1.7. rekomendacje należy również uwzględnić w przypadku zastosowania do szkoleń kierowców filmów sferycznych. W czasie wykonywania szkoleń z wykorzystaniem filmów sferycznych, jednym z podstawowych problemów wymagających obserwacji jest występowanie objawów choroby symulacyjnej. Przeciwdziałanie chorobie symulacyjnej, podobnie jak w przypadku tradycyjnych headsetów typu Oculus Rift czy HTC Vive, wykonywane jest głównie poprzez odpowiednią adaptację do warunków symulacyjnych. Należy jednak zauważyć, że ze względu na brak konieczności wykonywania ruchów podczas symulacji obserwowane symptomy choroby mogą być mniejsze niż w przypadku samodzielnych zestawów VR i symulatorów. Ważnym elementem pozwalającym na zachowanie wysokiego poziomu immersji jest jednak zapewnienie osobie szkolonej

warunków podobnych do tych, które pokazywane są na filmie (np. jeśli film nagrywany jest z perspektywy kierowcy, warto posadzić badanego w fotelu rzeczywistego pojazdu, w klasycznym symulatorze jazdy albo na stanowisku przeznaczonym do szkoleń VR).

Przed przystąpieniem do szkolenia należy również zweryfikować i wykluczyć istnienie przeciwwskazań do udziału w szkoleniu, czyli istotne zaburzenia stanu zdrowia. Rekomenduje się także dopasowanie czasu trwania szkolenia. Sesje szkoleniowe ze względu to, iż są statyczne mogą być dłuższe w porównaniu z symulacjami dynamicznymi. Sesje nie powinny jednak przekraczać łącznie 2 godzin, należy też stosować przerwy między sesjami symulacyjnymi. Zbyt długa ekspozycja na warunki symulacyjne może spowodować zmęczenie wzroku, uczucie ciężkości głowy oraz subiektywnie odbierane przemęczenie.

5.8 Referencje

1. Huang, H.-M., Rauch, U., & Liaw, S.-S., Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171–1182. 2010
2. Kavanagh S., Luxton-Reilly A., Wuensche B, Plimmer B., Creating 360°educational video: a case study, *Proceedings of 28th Australian Conference on Human-Computer-Interaction*
3. Wiecha, J., Heyden, R., Sternthal, E., & Merialdi, M., Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *Journal of Medical Internet Research*, 12(1) (2010).

6. Zastosowanie technik grywalizacji do platform e-learningowych

6.1 Wprowadzenie

W ostatnich latach nowe koncepcje są coraz częściej wykorzystywane do wzmocnienia motywacji człowieka w kierunku inicjowania przez niego różnych działań i zmiany zachowań. Jedną z takich koncepcji jest grywalizacja. Grywalizacja (ang. gamification) inaczej gryfikacja lub gamifikacja to termin definiujący wykorzystywanie elementów z gier do realnych problemów ludzi [9]. G. Zichermann i Ch. Cunningham [11] uznają, że grywalizację stosuje się do zaangażowania użytkowników oraz powodowania lub zmiany ich określonych zachowań. Zdaniem tych badaczy jest ona pomocna w pokonywaniu rzeczywistych ograniczeń poprzez wpływ na nastawienia ludzi i ich nastroje. Innymi słowy oznacza ona świadome i celowe wykorzystanie różnych mechanizmów i technik ukierunkowanych na zwiększenie zaangażowania, lojalności oraz modyfikowanie przyzwyczajeń.

Grywalizacja oparta jest na wykorzystaniu elementów funkcjonalnych gry (stanowiących jej mechanikę) oraz zasad jej projektowania (dynamikę gry) [10]. Za najważniejsze elementy grywalizacji wyróżnia się [11]:

- punkty będące rodzajem nagrody przydzielanej za czynione postępy i za pożądane aktywności (pokazujące zbliżanie się do wygranej) wraz z informacją zwrotną oznaczającą reakcję środowiska na działania gracza,
- poziomy będące świadectwem statusu gracza, ukazujące jego miejsce w rankingu względem innych graczy, co wpływa na motywację do dalszej gry,
- tabele wyników wzmacniające dalsze zaangażowanie, umożliwiające porównywanie się gracza do innych oraz chwalenie się uzyskanymi wynikami,
- odznaczenia pokazujące, z jakimi wyzwaniem zmierzył się gracz i jakie miał osiągnięcia (służące sprawianiu przyjemności i dawaniu satysfakcji),
- wyzwania, które są losowymi lub wynikającymi z fabuły zadaniami, których realizacji należy się podjąć w celu otrzymania punktów lub wejścia na wyższy poziom gry [10].

Badania dotyczące wykorzystania mechanizmów grywalizacji wskazują, że do najczęściej stosowanych elementów należą punkty, odznaczenia i tabele wyników [3]. Są one ukierunkowane na rozwój autonomii, kompetencji i relacji [6]. Badacze wskazują na konieczność spełnienia określonych wymogów systemów grywalizacyjnych dla uzyskania właściwych efektów. Są to m.in. udzielanie szybkich i pozytywnych informacji zwrotnych, dostosowanie zadań do poziomu kompetencji uczestników, możliwość powtarzania zadań, podzielenie głównego celu na mniejsze zadania, wiele ścieżek prowadzących do osiągnięcia wyznaczonego celu, stosowanie zróżnicowanych elementów mechaniki gier oraz zachęcanie do dalszego działania mimo bieżących niepowodzeń [5]. Na dzień dzisiejszy istnieje jednak niewiele

badan dotyczących tego jak poszczególne osoby o danych cechach osobowości, o różnych skłonnościach i preferencjach reagują na konkretne mechanizmy i elementy grywalizacyjne.

Jia i in. [4] zaobserwowali, że ekstrawertycy są zazwyczaj motywowani elementami takimi jak: punkty, poziomy i tabele wyników. Ludzie o wysokim poziomie wyobraźni i otwartości są mniej motywowani przez awatary. Badacze stwierdzili również, że istnieją negatywne korelacje między stabilnością emocjonalną (odwrotnością neurotyczności) a kilkoma mechanizmami grywalizacyjnymi, co wskazuje na możliwe ograniczenie grywalizacji jako rozwiązania dla dużej części populacji. W badaniu stosującym grywalizację w edukacji Codish i Ravid stwierdzili istotne różnice między ekstrawertykami a introwertykami w sposobie, w jaki badani postrzegali różne elementy grywalizacyjne na swoich kursach; dla przykładu ekstrawertycy zgłosili brak swobody, zabawy w odniesieniu do tabeli wyników [2]. Z racji tego, iż istnieje wiele teorii osobowości, a każda z nich koncentruje się na innych cechach osobowości w niżej omówionym badaniu postanowiono wykorzystać model „Wielkiej Piątki” (ekstrawersja, ugodowość, świadomość, neurotyczność i wyobraźnia / otwartość), która jest akceptowana i przyjęta w społeczności badawczej.

6.2 Uczestnicy

W badaniu wzięło udział 30 osób, analizy wykonano na podstawie danych od 23 osób, w tym 19 mężczyzn i 4 kobiet. Wszyscy uczestnicy badania należeli do grupy NEET - były to osoby bezrobotne i jednocześnie osoby kandydaci na kierowców zawodowych, którzy zgłosili się sami lub zostali wysłani na szkolenie w celu nabycia kwalifikacji zawodowych przez lokalny urząd pracy. Każdy z uczestników musiał posiadać ważne uprawnienia do prowadzenia pojazdów (kategoria B prawa jazdy) i być aktywnym kierowcą. Ich udział w badaniu nie był wynagradzany.

6.3 Narzędzia badawcze

Specjalnie zaprojektowaną ankietę badawczą (Załącznik 1). Ankieta dotyczyła 10 czynników motywacyjnych (elementów grywalizacji). Pod uwagę wzięto elementy: punkty, poziomy, odznaki, informacja o postępie, rankingi, wyzwania, awatar, szybkie informacje zwrotne, jasne cele, nagrody. Badani w ankiecie mieli za zadanie ocenić te elementy na 5-stopniowej skali Likerta, ich łatwość użytkowania, przyjemność, przydatność i niezawodność.

Skalę motywacji zewnętrznej i wewnętrznej do pracy (WEIMS-PL) autorstwa Małgorzaty Chrupała-Pniak, Damiana Grabowskiego, będąca polską wersją kwestionariusza Work Extrinsic and Intrinsic Motivation Scale. Skala ta rozróżnia motywację autonomiczną, opisaną przez motywację wewnętrzną (MW), integrację (INTEG) i identyfikację (IDEN) oraz motywację kontrolowaną w postaci introjekcji (INTRO), regulacji zewnętrznej (RZ) i amotywacji (AMO).

Do badania wykorzystano:

- Ankietę demograficzną (zawierającą pytania o wiek, płeć, wykształcenie, zawód, narodowość) (Załącznik 2).
- Kwestionariusz NEO-FFI (Kwestionariusz do oceny cech osobowości Wielkiej Piątki). Od uwagę wzięto skale: otwartość na doświadczenie, ekstrawersja, neurotyczność, ugodowość, sumienność.
- Specjalnie zaprojektowaną ankietę badawczą (Załącznik 1). Ankieta dotyczyła 10 czynników motywacyjnych (elementów grywalizacji). Pod uwagę wzięto elementy: punkty, poziomy, odznaki, informacja o postępie, rankingi, wyzwania, awatar, szybkie informacje zwrotne, jasne cele, nagrody. Badani w ankiecie mieli za zadanie ocenić te elementy na 5-stopniowej skali Likerta, ich łatwość użytkowania, przyjemność, przydatność i niezawodność.
- Skalę motywacji zewnętrznej i wewnętrznej do pracy (WEIMS-PL) autorstwa Małgorzaty Chrupała-Pniak, Damiana Grabowskiego, będąca polską wersją kwestionariusza Work Extrinsic and Intrinsic Motivation Scale [1]. Skala ta rozróżnia motywację autonomiczną, opisaną przez motywację wewnętrzną (MW), integrację (INTEG) i identyfikację (IDEN) oraz motywację kontrolowaną w postaci introjekcji (INTRO), regulacji zewnętrznej (RZ) i amotywacji (AMO).

6.4 Procedura eksperymentalna

Badanie zostało przeprowadzone zgodnie z opracowaną w Instytucie Transportu Samochodowego metodologią badań. Schemat badania został przedstawiony na Fig. 29.



Fig. 29. Schemat procedury badawczej zastosowanej w ramach przeprowadzonych badań dotyczących grywalizacji w edukacji

W pierwszej kolejności uczestnicy byli zapoznawani z celem badania. Zaprezentowane zostały cele projektu ICT-INEX a następnie w formie prezentacji omówione zostały podstawy grywalizacji i zasady związane z każdym później ocenianym przez uczestników elementom grywalizacji. Następnie podpisywali zgodę na udział w badaniu i wykorzystanie wyników badań do celów projektu. Uczestnicy mieli prawo w dowolnym momencie, bez podania przyczyny, zrezygnować z dalszego udziału w badaniu.

Jako kolejną uczestnicy wypełniali ankietę demograficzną (Załącznik nr 2), zawierającą pytania demograficzne i dotyczące zachowań w ruchu drogowym, a istotne ze względu na cel badania. Po wypełnieniu ankiety uczestnicy badań byli zapoznawani z charakterystyką poszczególnych elementów grywalizacji i jednocześnie wypełniali ankietę dotyczącą tych elementów (Załącznik nr 1). Następnie jako ostatni Kwestionariusz wypełniali Skalę motywacji zewnętrznej i wewnętrznej do pracy (WEIMS-PL).

Całkowity czas trwania badania wynosił 1 godzinę.

6.5 Zmienne

6.5.1 Elementy grywalizacji

Badani kierowcy w ankiecie dotyczącej czynników motywacyjnych (elementów grywalizacji) oceniali łatwość użytkowania, przyjemność, przydatność i niezawodność następujących czynników:

Punkty – stanowią nagrodę za poczynione postępy w grze i pożądane aktywności. Wskazują użytkownikowi postęp, zbliżanie się do celu. Na platformie edukacyjnej z testami na prawo jazdy przyznaje się punkty za ukończone testy, moduły.

Poziomy – tworzą strukturę platformy edukacyjnej. Są wyznacznikami postępu użytkownika. Osiąganie wyższego poziomu wiąże się zazwyczaj z odblokowaniem dodatkowych korzyści, które są niedostępne dla użytkowników na niższych poziomach – np. nowych testów, możliwością przejścia do niedostępnych wcześniej opcji lub zagadnień.

Tabela wyników, ranking – Pokazuje pozycję użytkownika w klasyfikacji względem innych uczestników. Dzięki niej gracz może porównywać swoje wyniki z innymi i chwalić swoimi osiągnięciami.

Informacja o postępie – Jest to na przykład informacja w formie danych statystycznych, dostępnych z panelu głównego. Są to dane takie jak: ilość dni nauki pod rząd, średnia ilość pytań dziennie, procent przeczytanych slajdów, procent zaliczonych ćwiczeń. Informacje te są zazwyczaj przekazywane w formie wykresów, histogramów albo w formie cyfrowej. Pokazują one aktualny wynik użytkownika w odniesieniu do poprzednio uzyskanych.

Szybkie informacje zwrotne – Użytkownik platformy edukacyjnej uzyskuje natychmiastową, zrozumiałą informację zwrotną o swoich postępach. Są to informacje otrzymywane po zakończonym module/teście – na przykład: „Gratulacje! Twój wynik to.... pkt. Jesteś na 10 miejscu spośród 55 uczestników tego kursu / kierowców w danym ośrodku szkoleniowym/ w Polsce”.

Odznaki – Za pomocą odznaczeń przekazywana jest informacja o ukończonych zadaniach, o wyzwaniach z jakimi zmierzył się użytkownik, o jego postępach i stażu w grze. Odznaczenia służą jako znaczniki osiągnięć i mogą zastępować poziomy (na przykład klasyfikacja od nowicjusza do mistrza).

Wyzwania – na platformie edukacyjnej mogą być realizowane w formie testów składających się z trudnych pytań bądź pytań do powtórki. Są to zestawy kłopotliwych dla użytkownika zadań, dostosowane do poziomu ich umiejętności, wymagające, ale możliwe do rozwiązania.

Nagrody – przyznawane są za postępy na platformie edukacyjnej. Punkty przyznawane za poszczególne aktywności, będące wirtualną walutą mogą być zamieniane na nagrody, czyli na dobra w świecie rzeczywistym. Przykładową nagrodą może być nagroda niespodzianka dla zwycięzcy rankingu.

Jasne cele – Użytkownik platformy edukacyjnej ma precyzyjnie zdefiniowane cele, stanowiące powody, dla których chce uczyć się za pomocą platformy. Osiąganie tych jasno określonych celów jest nagradzane w oparciu o klarowne zasady. To

sposób na wyznaczenie drogi użytkownika przez grę/platformę edukacyjną. Cele są dokładnie objaśnione i opisane, kryją w sobie jasny system wyzwań i nagród. Na platformie szkoleń kierowców użytkownicy mają podzieloną wiedzę na poszczególne moduły tematyczne, testy.

Awatar – stanowi prezentację użytkownika, dzięki której może zostać jednoznacznie zidentyfikowany na platformie. Przeznaczeniem zakładki jest również informowanie o statusie użytkownika platformy edukacyjnej, przynależności uczestnika zajęć do danej grupy, otrzymanych przez niego odznaczeniach oraz posiadanych nagrodach i wirtualnych dobrach, czyli o postępie w drodze do wyznaczonego celu. Użytkownik ma możliwość swobodnego dostosowania profilu zgodnie z indywidualnymi preferencjami np. poprzez dodanie informacji o sobie czy dodanie zdjęcia.

6.5.2 Cechy osobowości

Poniżej podano definicje poszczególnych cech osobowości, mierzonych w badaniu.

Neurotyczność – cecha osobowości odzwierciedlająca przystosowanie emocjonalne *versus* emocjonalne niezrównoważenie – podatność na doświadczanie negatywnych emocji, takich jak strach, zmieszanie, niezadowolenie, gniew, poczucie winy, wrażliwość na stres psychologiczny.

Ekstrawersja – cecha osobowości charakteryzująca jakość i ilość interakcji społecznych oraz poziom aktywności, energii, zdolność do odczuwania pozytywnych emocji.

Otwartość na doświadczenie – cecha osobowości opisująca tendencję jednostki do poszukiwania i pozytywnego wartościowania doświadczeń życiowych, tolerancję na nowość i ciekawość poznawczą.

Ugodowość - cecha osobowości opisująca pozytywne *versus* negatywne nastawienie do innych ludzi, interpersonalną orientację przejawiającą się w altruizmie *versus* antagonizmie, doświadczanych w uczuciach, myślach i działaniu.

Sumienność - cecha osobowości charakteryzująca stopień zorganizowania, wytrwałości i motywacji jednostki w działaniach zorientowanych na cel – inaczej mówiąc opisująca stosunek człowieka do pracy.

6.6 Wyniki

6.6.1 Statystyki opisowe

Podsumowując informacje dotyczące danych demograficznych uczestników badania poniżej prezentujemy ich odpowiedzi (wyrażone w procentach) na pytania dotyczące ich płci, poziomu wykształcenia, statusu zatrudnienia i pochodzenia.

Łączna liczba uczestników (N=23)	
Płeć	Kobiety (17,4%)
	Mężczyźni (82,6%)
Wykształcenie	Podstawowe (0%)
	Zawodowe (26,1%)
	Średnie (47,8%)
	Wyższe (26,1%)
Status zatrudnienia	Bezrobotny (69,6%)
	Długotrwale bezrobotny (4,3%)
	Nieaktywny zawodowo (8,7%)
	Pracuje (17,4%)
Pochodzenie	Polska (100%)

Fig. 30. Dane demograficzne uczestników badania

Badani kierowcy średnio prowadzili pojazdy od 8,42 lat, występowała jednak między nimi duża różnica w doświadczeniu, na co wskazuje wysoka wartość odchylenia standardowego ($SD=4,87$). Swoje umiejętności do prowadzenia samochodu ocenili w większości na poziomie dobrym (7 osób) bądź bardzo dobrym (10 osób). Badani deklarowali, że prowadzą auto codziennie (20 osób) bądź kilka razy w tygodniu (2 osoby). 34,8% badanych przejeżdża zazwyczaj miesięcznie około 850-1700 km, 30,4% - 260-850km (7 osób), 30,4% powyżej 1700 km (7 osób). 7 kierowców z danej grupy uczestniczyło w kolizji drogowej, 1 w wypadku drogowym.

Większość badanych kierowców korzysta na co dzień z takich urządzeń jak komputer, smartfon czy tablet i ocenia swoje umiejętności korzystania z nich na dobrym (34,8% osób) bądź bardzo dobrym poziomie (60,9% osób). 69,6% osób korzystało z urządzeń VR, a 39,1% z urządzeń AR.

43,5% badanych gra w gry sporadycznie (raz na tydzień), natomiast 26,1% kilka razy w tygodniu. Jedynie 3 osoby zadeklarowały iż nie grają wcale. Większość osób (34,8%) wybiera gry komputerowe. 26,1% wybiera gry planszowe i karciane, natomiast 21,7% osób deklaruje, że gra we wszystkie z wymienionych.

Większość badanych nie spotkała się jeszcze z pojęciem gryfikacji, gamifikacji, bądź grywalizacji (60,9% badanych). Jedynie 26,1% zaznaczyło odpowiedź twierdzącą.

6.6.2 Subiektywna ocena elementów grywalizacji

Spośród 10 afordancji motywacyjnych jakie zostały użyte w badaniu kierowcy wyrazili najbardziej pozytywne opinie o informacjach o postępie, jasnych celach, nagrodach i wyzwaniach. Badani mniej preferowali awatary i poziomy. W skali od 1 do 5 (gdzie 1 oznaczało dezaprobatę danego elementu, a 5 całkowitą aprobatę) badani ocenili przyjemność użytkowania i łatwość użycia powyżej 3,13 i 3,84 odpowiednio, co oznacza, że respondenci zrozumieli podstawową ideę każdej

afordancji w przedstawioną w prezentacji i że afordancje odgrywają istotną rolę w korzystaniu w platformie edukacyjnej. Wyniki uzyskane w poszczególnych skalach zostały zaprezentowane na Fig. 31. Na zielono zaznaczono najwyższy wynik, uzyskany w danej skali, na czerwono – najniższy.

	Przyjemność użytkowania	Chęć ponownego użycia, niezawodność	Pomocność, przydatność	Łatwość użycia
Punkty	3,65 (4)	3,65 (4)	4,0 (4)	4,2 (4)
Odznaki	4,0 (5)	3,65 (4)	3,82 (4)	4,39 (5)
Poziomy	3,65 (4)	3,60 (4)	3,65 (5)	4,08 (5)
Informacje o postępie	4,08 (5)	3,86 (5)	4,04 (4)	4,43 (5)
Ranking	3,73 (5)	3,65 (5)	3,73 (5)	4,26 (5)
Wyzwania	4,13 (5)	4,04 (5)	4,08 (5)	4,47 (5)
Awatar	3,13 (4)	3,08 (2)	3,08 (4)	3,86 (4)
Szybkie informacje zwrotne	3,78 (4)	3,78 (4)	3,82 (4)	4,30 (5)
Jasne cele	4,39 (5)	4,17 (5)	4,26 (5)	4,39 (5)
Nagrody	4,26 (5)	4,13 (5)	4,21 (5)	4,34 (5)

Fig. 31. Odpowiedzi średnie i dominujące (w nawiasie) względem zaprezentowanych elementów grywalizacji (afordancji motywacyjnych).

Sprawdziliśmy również korelacje między poszczególnymi elementami grywalizacji w celu ustalenia różnic w preferencjach respondentów. Wyniki pokazują, że wszystkie 10 typów afordancji są ze sobą dodatnio skorelowane.

Najsilniejsze korelacje zauważono między punktami a odznakami, $r = .892$, $p < .01$, punktami a informacjami o postępie, $r = .889$, $p < .01$, punktami a nagrodami, $r = .898$, $p < .01$. Oznacza to, że osoby które preferują zdobywanie punktów częściej wolą również korzystać z takich elementów gamifikacji jak informacja o postępie, czy nagrody.

Najsłabsze korelacje zauważono między awatarem a jasnymi celami ($r = .493$, $p < .05$), awatarem a wyzwaniami ($r = .519$, $p < .01$), awatarem a nagrodami ($r = .518$, $p < .01$).

6.6.3 Zależność cech osobowości i rodzajów afordancji (elementów grywalizacyjnych)

Przed przystąpieniem do właściwych analiz zależności między cechami osobowości i rodzajami afordancji sprawdzono korelacje między zmiennymi niezależnymi a zmiennymi demograficznymi respondentów. Wyniki zostały zaprezentowane na Fig. 32.

	Średnia	SD	1	2	3	4	5	6	7
1. Neurotyzm	17.04	7.00							
2. Ekstrawersja	33.30	5.55	-,512*						
3. Otwartość na doświadczenie	24.39	4.38	-.196	,487*					
4. Ugodowość	29.48	5.12	-.403	.411	.068				
5. Sumienność	36.74	7.13	-,585**	,708*	.206	.412			
6. Wiek	27.50	5.53	.182	-.366	.235	-.165	-,497*		
7. Płeć	1.87	.39	.137	-.334	.042	-.094	-.330	.349	
8. Wykształcenie	3.00	.74	-.158	.178	-.112	.265	.043	-.089	-.318

Fig. 32. Korelacje pomiędzy cechami osobowości i danymi demograficznymi. *. Korelacja jest istotna na poziomie 0.05 (dwustronnie).

Zmienne niezależne, tj. pięć cech osobowości NEO-FFI, były ze sobą dodatnio skorelowane, co było zgodne z literaturą [8]. Najsilniejsza była korelacja między sumiennością a ekstrawersją, $r = 0,708$, $p < 0,01$, a także korelacja między sumiennością i neurotycznością, $r = -0,585$, $p < 0,01$. Oznacza to, że osoby o wysokim poziomie stabilności emocjonalnej (lub niskim poziomie neurotyczności) są bardziej sumienne. Bardziej sumienni są również ludzie z wyższymi poziomami ekstrawersji. Ponadto osoby z wyższymi poziomami ekstrawersji są bardziej otwarte na nowe doświadczenia ($r = 0,487$, $p < 0,05$) i mniej neurotyczne ($r = -0,512$, $p < 0,05$).

W przypadku wieku, Fig. 4 pokazuje, że istnieje ujemny związek między wiekiem respondentów a ich sumiennością, $r = -0,497$, $p < 0,05$. Nie znaleźliśmy korelacji między cechami osobowości respondentów a ich płcią i poziomem wykształcenia.

Analizy zależności między cechami osobowości i rodzajami afordancji wykazały niewiele istotnych zależności. Wykazano istotną dodatnią korelację między sumiennością a punktami i ich łatwością użycia, $r = 0,445$, $p < 0,05$. Oznacza to, że osoby sumienne uważają tą afordancję za element niezawodny i miarodajny. Mając taką możliwość zastosowałyby ten element gryfikacji i polegałyby na nim. Odnaleziono również dodatnią zależność między otwartością na doświadczenie i awatarem, $r =$

0,445, $p < 0,05$. Innymi słowy osoby te, biorąc pod uwagę swoje własne cele, uważają ten element gryfikacji może pomagać im w nauce i wpływać na ich motywację.

6.6.4 Zależność motywacji w pracy i rodzajów afordancji (elementów grywalizacyjnych)

Analizę wyników dotyczących motywacji kierowców do pracy rozpoczęto od policzenia średnich dla poszczególnych twierdzeń skali motywacji WEIMS-PL. Najwyższe wartości uzyskały twierdzenia wymiaru motywacji wewnętrznej „ponieważ to, co robię w mojej pracy jest pasjonujące” ($M = 5,25$), wymiaru introjekcji „robię to, ponieważ muszę udowodnić sobie, że potrafię” ($M = 5,46$), „ponieważ to sprawia, że jestem z siebie dumny (a)” ($M = 5,5$) oraz regulacji zewnętrznej: „ponieważ inni zaoferują mi większe bezpieczeństwo zatrudnienia, jeśli włożę w moją pracę wystarczający wysiłek (np. pracodawca, przełożony)” ($M = 5,2$). Oznacza to, że właśnie dzięki tym motywom kierowcy angażują się najbardziej w wykonywaną pracę.

Najniższe wartości uzyskały twierdzenia wymiaru amotywacji „Nie robię tego, ponieważ czuję, że w pracy marnuję czas.” ($M = 2,38$) oraz „Nie wiem, dlaczego wykonuję to zajęcie, ta praca nie ma sensu.” ($M = 2,91$). Oznacza to, że wartość wymiaru amotywacji jest stosunkowo niewielka, co świadczy o stosunkowo wysokiej motywacji do pracy badanych kierowców i kandydatów na to stanowisko kierowcy zawodowego.

W następnym kroku przeprowadzono analizę korelacji poszczególnych skal motywacji i elementów grywalizacyjnych. W efekcie stwierdzono, że osoby o wysokich wynikach w wymiarze introjekcji uważają, że możliwość zdobywania punktów za naukę na platformie uprzyjemniałoby im korzystanie z niej i dawałoby im frajdę, $r = 0,473$, $p < 0,05$. Osoby te również mają podobny stosunek do poziomów, wykazano dodatnią korelację między przyjemnością osiągania kolejnych poziomów na platformie a skalą introjekcji, $r = 0,463$, $p < 0,05$. Ponadto kierowcy ci uważają poziomy za element niezawodny i miarodajny, $r = 0,452$, $p < 0,05$.

Dodatnią zależność wykazano również pomiędzy informacjami o postępie, czyli regularnym potwierdzaniem osiągnięć w nauce, poprzez konstruktywne informacje dotyczące postępów i wymiarem introjekcji, $r = 0,464$, $p < 0,05$.

Pozytywny stosunek do informacji o postępie przejawiają także osoby charakteryzujące się wysoką motywacją wewnętrzną, odnaleziono dodatnią zależność między wymiarem MW a przyjemnością korzystania z platformy ze względu na otrzymywanie potwierdzeń postępów, $r = 0,437$, $p < 0,05$.

Dla badanych, u których dominuje stan regulacji zewnętrznej istotnym elementem grywalizacji wydaje się tabela wyników / ranking. Odnaleziono istotne zależności

między skalą łatwość użycia a wymiarem WEIMS-PL regulacja zewnętrzna, $r = 0,446$, $p < 0,05$. Znacząca jest też możliwość zamieszczenia swojego awatara, wykazano istnienie korelacji między introjekcją (INTRO) a chęcią użycia, $r = 0,430$, $p < 0,05$; przydatnością w nauce, $r = 0,453$, $p < 0,05$.

Najwięcej dodatnich zależności zauważono w przypadku elementu grywalizacji – wyzwań. Preferują je osoby, u których dominuje regulacja introjektowana, tj. które regulują swoje zachowania przez wewnętrzne siły, takie jak: ego, wstyd i poczucie winy. Odnaleziono zależności tego wymiaru WEIMS-PL (INTRO) a przyjemnością podejmowania zadań stanowiących wyzwania, $r = 0,536$, $p < 0,01$; chęcią użycia, $r = 0,571$, $p < 0,01$; przydatnością w nauce, $r = 0,508$, $p < 0,05$.

Wyzwania preferowane są również przez osoby przejawiające silną motywację wewnętrzną, czyli między innymi charakteryzujące się tendencją do poszukiwania nowości i testowania się. Odnaleziono dodatnie zależności między przyjemnością korzystania z danego elementu, $r = 0,449$, $p < 0,05$; chęcią użycia, $r = 0,486$, $p < 0,05$; przydatnością w nauce, $r = 0,424$, $p < 0,05$.

Jasne cele preferowane są przez osoby, u których góruje regulacja identyfikowana, $r = 0,472$, $p < 0,05$; i osoby o wyższej motywacji wewnętrznej, $r = 0,433$, $p < 0,05$; . Identyfikacja (IDEN) dotyczy zachowań, podczas których jednostka identyfikuje się z wartościami i znaczeniami i akceptuje je jako własne, w ten sposób, że ta forma internalizacji jest wolicjonalna. Zarówno identyfikacja jak i motywacja wewnętrzna (MW) są regulowane w pełni autonomicznie.

Analiza wyników pokazała również istotne zależności między elementem grywalizacji „Nagrody” (przyjemnością wynikającą z możliwości otrzymania nagrody) i skalą WEIMS-PL introjekcji, $r = 0,415$, $p < 0,05$, skalą identyfikacji, $r = 0,428$, $p < 0,05$ i motywacji wewnętrznej, $r = 0,471$, $p < 0,05$.

Nie odnaleziono istotnych zależności pomiędzy poszczególnymi skalami motywacji a odznakami i informacjami zwrotnymi.

6.7 Podsumowanie

Podsumowując, niniejsze badanie przyczynia się do zrozumienia, jak cechy osobowości kierowców są związane z ich postrzeganiem różnych afordancji motywacyjnych stosowanych w systemach zgrywalizowanych. Otrzymane rezultaty wskazują, iż cechy osobowości jak i motywacja do pracy mają wpływ na preferencje określonych elementów grywalizacji i angażowanie się w naukę na platformie e-learningowej. Należy jednak zauważyć, iż afordancje motywacyjne mogą oddziaływać na ludzi w różny sposób w różnym okresie czasu. Prezentacja demonstracyjna, za pomocą której przedstawiono badanym dane elementy grywalizacji mogła wywołać jedynie pierwsze wrażenie. Ocena mogła nie być zatem wynikiem ukształtowanej opinii i dojrzałego myślenia na temat elementów, które

pojawiałyby się dopiero po rzeczywistym korzystaniu z już zgamifikowanej platformy edukacyjnej.

Należy mieć również świadomość pilotażowego charakteru przeprowadzonego badania, ze względu na małą próbę badawczą. Analizie poddano wyniki pochodzące jedynie od 23 kierowców. Fakt ten, może mieć istotny wpływ na rezultaty uzyskane w badaniu. Zasadne byłoby zatem przeprowadzenie pogłębionych badań na większej próbie badawczej, ukierunkowanych na zdiagnozowanie, które elementy grywalizacji spełniają oczekiwania kierowców i osoby szkolące.

Przeprowadzone badanie pokazuje, iż zastosowanie grywalizacji w e-learningu może przynieść wiele korzyści związanych ze zwiększeniem zaangażowania kierowców w naukę i proces rozwoju kariery zawodowej. Rezultaty wskazują na pozytywny odbiór zaproponowanych rozwiązań i wysoki poziom akceptacji mechanizmów grywalizacji w edukacji.

6.8 Referencje

1. Chrupała-Pniak, M., Grabowski, D., 2016. Skala motywacji zewnętrznej i wewnętrznej do pracy nad sobą (WEIMS-PL) : wstępna charakterystyka psychometryczna polskiej wersji kwestionariusza Work Extrinsic and Intrinsic Motivation Scale. Psychologia Społeczna. 1896-1800. T. 11, nr 3 (2016), s. 339-355.
2. Codish D., Ravid G., 2014. Personality based gamification-educational gamification for extroverts and introverts. In Proceedings of the 9th CHAIS Conference for the Study of Innovation and Learning Technologies: Learning in the Technological Era, 36–44.
3. Hamari J., Koivisto J., Sarsa H. (2014), Does Gamification Work? – A Literature Review of Em-pirical Studies on Gamification [w:] Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences, DOI: 10.1109/HICSS.2014.377.
4. Jia, Y., Xu, B., Karanam, Y., & Volda, S. (2016). Personality-targeted gamification: A survey study on personality traits and motivational affordances. In Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '16 (pp. 2001–2013). doi:10.1145/2858036.2858515
5. Lee J., Hammer J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother?, „Academic Exchange Quarterly” no. 15(2).
6. Mekler E.D., Brühlmann F., Tuch A.N., Opwis K. (2015), Towards Understanding the Effects of Individual Gamification Elements on Intrinsic Motivation and Performance, „Computers in Human Behavior”, DOI: 10.1016 /j.chb.2015.08.048.
7. Ryan R.M., Deci E.L., 2000, Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being, American Psychologist, 55(1), s. 68-78.

8. Samuel D. Gosling, Peter J. Rentfrow, and William B. Swann. 2003. A very brief measure of the Big-Five personality domains. *Journal of Research in personality* 37, 6: 504-528.
9. Tkaczyk, P. (2012). Grywalizacja. Jak zastosować mechanizmy gier w działaniach marketingowych. Gliwice: Helion.
10. Wawer M. (2016). Grywalizacja w edukacji akademickiej – możliwości i ograniczenia jej wykorzystania w kształceniu studentów. *Edukacja-Technika-Informatyka* 7 (2), 197-205.
11. Zichermann G., Cunningham Ch. (2011), *Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*, Sebastopol, CA.

7.Realizacja szkoleń pilotażowych opartych na VR:

7.1 Pilotaże zrealizowane w Polsce (Warszawa)

W ramach projektu ICT-INEX, Instytut Transportu Samochodowego przeprowadził pilotażowe szkolenie, obejmujące dwa przypadki użycia wirtualnej rzeczywistości, biorąc pod uwagę jej możliwe wdrożenie do programów szkoleń kierowców zawodowych. Pierwsza część pilota skupiała się na porównaniu reakcji szkolonych (biorąc pod uwagę reakcje psychofizjologiczne i subiektywne) na użycie gogli VR wysokiej klasy z "tradycyjnym", opartym na wyświetlaczu 2D, symulatorze niskiej klasy. W ramach drugiej części pilota zbadaliśmy reakcje badanych na przeznaczone do szkoleń kierowców filmy sferyczne i przeanalizowaliśmy najbardziej efektywne pod kątem osiągania efektów edukacyjnych, metody wyświetlania tego rodzaju filmów.

W pierwszej części pilotażu dokonano analizy porównawczej tego, jak systemy wirtualnej rzeczywistości wpływają na jakość symulacji w odniesieniu do ekranów 2D w symulatorach niskiej klasy. Określono korzyści i niedogodności wynikające z właściwości poszczególnych metod prezentacji środowiska wirtualnego.

Druga część pilotażu dotyczy filmów sferycznych (filmów 360°). Jak wskazują badania, mogą one wywoływać większy wpływ na osobę szkoloną niż stosowane do tej pory tradycyjne multimedia, a co za tym idzie zwiększać prawdopodobieństwo kreowania postaw lub zachowań. Dokonano analizy porównawczej wpływu dwóch metod odtwarzania filmów sferycznych – za pomocą niskobudżetowego hełmu VR (opartego o smartfon działający jako wyświetlacz) oraz za pomocą tabletu – na zjawisko immersji oraz na chorobę symulacyjną wśród badanych z dwóch grup wiekowych. Oceniono też walory i trudności związane z właściwościami dwóch metod prezentacji filmów sferycznych, a także subiektywną ocenę przydatności każdego z nich w szkoleniach kierowców. Wyniki drugiej części pilotażu zostały zaprezentowane w rozdziale 5 niniejszego raportu.

7.1.1 Wprowadzenie – VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców

Wirtualna rzeczywistość to rozwiązanie, które wspiera dziś nauczanie zawodowe w wielu gałęziach przemysłu, przenikając również do przemysłu transportowego. Ze względu na bardzo szybki rozwój technologii i urządzeń pozwalających na stworzenie odczucia całkowitego przeniesienia do wirtualnego otoczenia, wykorzystanie tego typu sprzętu w szkoleniach kierowców wydawało się kwestią czasu.

W związku z niskimi kosztami wdrożenia oraz ze względu na zakres oddziaływania na osobę szkoloną, narzędzia te mogą być stosowane jako uzupełnienie szkoleń odbywanych w świecie rzeczywistym oraz atrakcyjna alternatywa dla tradycyjnych platform e-learningowych lub innych form szkoleń teoretycznych.

Na dzień dzisiejszy pierwsze wdrożenia VRu w szkoleniu kierowców wykorzystywane są przede wszystkim do modelowania nawyków bezpiecznej jazdy, szczególnie u młodych kierowców [11, 8]. Programy treningowe oparte o VR okazują się skuteczne w poprawianiu zdolności niedoświadczonych kierowców do przewidywania ukrytych zagrożeń i przygotowaniu do poruszania się w rzeczywistym ruchu ulicznym [1, 9]. Są przydatne również do szkoleń kierowców zawodowych [4, 12, 13]. Specjalne oprogramowanie umożliwia kierowcom uczestnictwo w zdalnych sesjach treningowych pod nadzorem instruktora jazdy z dowolnego miejsca i wprowadza potencjał dla odbywania części praktycznej szkoleń, w tym jazdy w warunkach specjalnych i dodatkowych sesji doszkalających.

Badania potwierdziły skuteczność wykorzystania VR do modelowania zachowania podczas transferu kontroli w pojazdach autonomicznych [18], jak również do badania frustracji, gniewu i zachowania kierowcy podczas jazdy w niekorzystnych warunkach drogowych. Wirtualna rzeczywistość jest także przydatnym rozwiązaniem do analiz zachowań innych uczestników ruchu drogowego, takich jak rowerzyści, czy piesi [17]. Jak również do szkoleń kierowców innych profesji, na przykład kierowców wózków widłowych [9].

Technologie te zdobywają coraz większe uznanie w środowisku szkoleń zawodowych, przede wszystkim ze względu na osiąganie wysokiego poziomu zaangażowania (immersję) kierowców. Zastosowanie gogli VR może potencjalnie oddzielić uczestników w większym stopniu od świata rzeczywistego w porównaniu z wykorzystaniem płaskich ekranów symulatora niskiej klasy [14, 15, 23]. Należy zwrócić jednak szczególną uwagę na możliwość występowania choroby symulacyjnej w trakcie sesji w wirtualnej rzeczywistości [3, 15, 24]. W kontekście wymienionych zalet, jak i ograniczeń istniejących rozwiązań, a także ze względu na bardzo szybki rozwój technologii i urządzeń wirtualnej rzeczywistości uzasadniona staje się potrzeba analiz oddziaływania narzędzi VR, dostępnych na rynku europejskim.

7.1.2 Uczestnicy pilotażu

Kierowców zrekrutowano do badania telefonicznie przez zewnętrzną firmę badawczą. Ich udział w szkoleniu pilotażowym był wynagradzany.

Ze względu na szeroką dostępność, w szkoleniu pilotażowym wzięły udział dwie z trzech grup docelowych projektu. Uczestniczyło w nim w sumie 30 kierowców, w tym 15 mężczyzn w wieku 20 – 29 lat (przedstawiciele grupy NEET) i 15 mężczyzn w wieku 50 – 65 lat (przedstawiciele grupy 50+). Każdy z uczestników musiał posiadać ważne uprawnienia do prowadzenia pojazdów (kategoria B prawa jazdy) i być aktywnym kierowcą. Do celów rekrutacji wybrano następujące kryteria doboru uczestników:

- posiadanie prawa jazdy kategorii B od co najmniej od 3 lat,

- deklaracja przejechania rocznie, od momentu otrzymania uprawnień, co najmniej 3000 km.

Po stawieniu się na badania uczestnik przechodził dodatkowo procedurę dopuszczenia do badań, polegającą na stwierdzeniu przez prowadzącego badanie braku przeciwwskazań do udziału w badaniach. Ocena prowadzącego badanie wynikała z zadeklarowanego przez uczestnika stanu zdrowia, pozostawania w stanie trzeźwości i nie przyjmowania leków, braku chorób przewlekłych. Dodatkowo prowadzący badanie oceniał wyniki kwestionariuszySSQ (Simulation Sickness Questionnaire), gdzie sprawdzane były przeciwwskazania praktyczne do korzystania z symulatora jazdy.

7.1.3 Narzędzia szkoleniowe

Do badania wykorzystano dwie różne metody prezentacji środowiska wirtualnego, tj. wykorzystującą gogle wirtualnej rzeczywistości – HTC Vive Pro i Oculus Rift oraz projekcję ekranową. W porównaniu do konwencjonalnej projekcji ekranowej, gdzie obraz symulowanego środowiska ograniczony jest do rozmiaru ekranu i widoczny jedynie z przodu symulatora, wyświetlacze mocowane na głowie (ang. HMD - head-mounted display) generują wysokiej jakości obraz stereoskopowy. Użytkownik ma możliwość rozglądania się dookoła, uwzględniony jest także ruch głowy w obrazie wyświetlanym w lusterkach.

HMD Oculus Rift

Wykorzystane w badaniu gogle Oculus Rift składały się z dwóch wyświetlaczy OLED o efektywnej rozdzielczości 2160 x 1200 (1080 x 1200 dla każdego oka) z częstotliwością odświeżania 90 Hz. Urządzenie generuje obraz o rozmiarze kątowym 110°, przy równoczesnym śledzeniu ruchów głowy użytkownika dla kąta pełnego. System uwzględnia również efekty dźwiękowe, które są istotne dla uzyskania efektu immersji tj. generuje dźwięk przestrzenny 3D.

HMD HTC Vive Pro

Gogle HTC Vive Pro podobnie jak gogle Oculus Rift wykorzystują dwa wyświetlacze, których zadaniem jest stworzenie trójwymiarowego obrazu z dwóch dwuwymiarowych. HTC Vive Pro charakteryzuje się rozdzielczością 2880 x 1600 (1440 x 1600 na każde oko) przy wyświetlaczu dual-OLED. Współczynnik odświeżania i pole widzenia w tym modelu gogli wynoszą odpowiednio – 90 Hz i 110°. Gogle również generują dźwięk przestrzenny 3D.

Konwencjonalny ekran 2D (PC)

Do prezentacji środowiska wirtualnego za pomocą metody projekcji ekranowej użyto 40-calowego ekranu LCD o rozdzielczości (1960 x 1080). Ekran wyświetlał obraz z częstotliwością 60 Hz. Podczas przejazdów kierowcy mogli obserwować

wirtualne środowisko i zmieniać punkt widzenia sceny za pomocą koła kierownicy. Monitor został usytuowany w odległości około 120 cm od fotela kierowcy.



Fig. 33. Góra: Scena w wirtualnej rzeczywistości prezentowana za pomocą konwencjonalnej projekcji ekranowej. Dół: Ta sama scena w wirtualnej rzeczywistości wyświetlana za pomocą gogli HTC Vive Pro.

7.1.4 Procedura szkoleniowa

Pilot został przeprowadzony zgodnie z opracowaną w Instytucie Transportu Samochodowego metodologią badań z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości. Schemat badania został przedstawiony na Fig. 34 .



Fig. 34. Schemat procedury badawczej zastosowanej w ramach przeprowadzonych badań porównujących symulacje 2D i 3D

W pierwszej kolejności uczestnicy byli zapoznawani z celem badania i informowani o możliwych skutkach niepożądanych uczestnictwa w badaniach z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości. Następnie podpisywali umowę na udział w badaniu, zgodę na udział w badaniu i wykorzystanie wyników badań do pracy naukowej. Podpisywali też „oświadczenie osoby przystępującej do jazdy na symulatorze niskiej

klasy” stanowiące załącznik do regulaminu korzystania z symulatora. Uczestnicy mieli prawo w dowolnym momencie, bez podania przyczyny, zrezygnować z dalszego udziału w badaniu.

Następnie uczestnicy wypełniali ankietę uczestnika (Załącznik nr 3), zawierającą pytania demograficzne i dotyczące zachowań w ruchu drogowym, a istotne ze względu na cel badania. W ankiecie proszono również o informacje na temat doświadczeń z grami, takie jak: częstotliwość grania w gry i ich rodzaj, wcześniejsze doświadczenia z wirtualną rzeczywistością i rzeczywistością rozszerzoną. Po wypełnieniu ankiety uczestnicy badań wypełniali ankietę SSQ1 (ang. Simulator Sickness Questionnaire – kwestionariusz choroby symulatorowej).

Kolejnym etapem procedury badań była jazda adaptacyjna na symulatorze jazdy, podczas której badany miał możliwość przyzwyczajania się do sterowania pojazdem w rzeczywistości wirtualnej. Adaptacja miała także na celu wyeliminowanie osób szczególnie wrażliwych, odczuwających objawy choroby symulacyjnej. Przed rozpoczęciem scenariusza, uczestnicy mieli możliwość wygodnego ustawienia fotela i kierownicy. Byli też informowani o sposobie nawigowania w czasie jazdy adaptacyjnej. Prowadzący badanie przypominał też ponownie o konieczności natychmiastowego informowania w razie złego samopoczucia.

Po zakończeniu jazdy adaptacyjnej uczestnicy badań wypełniali ankietę SSQ2 i mieli możliwość skorzystania z kilkuminutowej przerwy. Długość przerwy zależała od samopoczucia uczestnika i była dopasowywana do jego potrzeb.

Po przerwie uczestnicy przechodzili do właściwej części badań, czyli do przejazdu trzech scenariuszy badawczych. Przed rozpoczęciem jazdy na symulatorze, uczestnikom udzielany był instruktaż, na czym polega zadanie. Zadaniem kierowców podczas każdego scenariusza był przejazd tej samej trasy. Odcinek składał się z drogi lokalnej terenu zabudowanego, drogi zamiejskiej i autostrady. Podczas dwóch przejazdów wykorzystano gogle HTC Vive i Oculus Rift. Natomiast trzeci przejazd odbywał się przy wykorzystaniu ekranu 2D (Fig. 35.)



Fig. 35. Po lewej przejazd w goglach HTC Vive Pro, po prawej przejazdy przy wykorzystaniu wyświetlacza 2D.

Aby uniknąć wpływu kolejności poszczególnych urządzeń dla kolejnych uczestników zastosowano losowy przydział kolejności scenariuszy badawczych (jeśli jeden uczestnik w pierwszej kolejności wykonywał przejazd w goglach HTC Vive a w drugiej Oculus Rift, to kolejny uczestnik w pierwszej kolejności wykonywał przejazd w goglach Oculus Rift, a w kolejnej HTC Vive).

Po przejechaniu pierwszego scenariusza badawczego uczestnicy wypełniali ankietę SSQ3, ankietę dotyczącą użyteczności danej metody i Kwestionariusz Immersji autorstwa Strojny i Strojny (2014), a następnie korzystali w zależności od indywidualnych potrzeb, z ok 10 minut przerwy. Po przerwie wykonywany był kolejny instruktaż, dla kolejnego przejazdu. Po nim uczestnik ponownie przystępował do jazdy na symulatorze i wykonywał drugi scenariusz badawczy. Po zakończeniu scenariusza uczestnik wypełniał kolejne ankiety SSQ4 i pozostałe kwestionariusze. Następnie wykonywany był przejazd trzeci. Po tym przejeździe badany oprócz kolejnego SSQ 5, ankiet dotyczących immersji i użyteczności uzupełniał ankietę końcową porównującą trzy urządzenia symulacyjne.

Szczegółowy opis metod wykorzystanych do oceny tych czynników znajduje się w rozdziale 7.1.5. Całkowity czas trwania badania wynosił 1 godzinę. Po zakończeniu procedury badawczej prowadzący badanie upewniał się, że uczestnik czuje się dobrze i nic nie wskazuje na nasilenie objawów choroby symulacyjnej.

7.1.5 Metody treningu, testowania i wielkości mierzone

Po każdej jeździe i interakcji kierowców z każdą metodą projekcji wirtualnej rzeczywistości (ekran 2D, Oculus Rift, HTC Vive Pro) dokonano oceny jakości doświadczenia tj. postrzeganej użyteczności, poziomu immersji, stopnia wystąpienia objawów choroby symulacyjnej oraz parametrów dynamicznych jazdy.

7.1.5.1 Pomiar użyteczności

Aby ocenić postrzeganą użyteczność wykorzystano stworzone na potrzeby badania dwie ankiety. Badani zostali poproszeni o ocenę poziomu trudności korzystania z danej metody projekcji, stopnia realizmu symulacji oraz poziomu komfortu poszczególnych aspektów symulacji i łatwości wykonywania czynności tj. komfortu użytkowania, komfortu widzenia (płynności rozglądania się wokół sceny), poziomu kontrastu i głębi, ostrości obrazu, komfortu sterowania pojazdem, kontroli sytuacji w wirtualnej rzeczywistości i samopoczucia w trakcie przejazdu. W pytaniach wykorzystano 6-stopniową skalę Likerta. Ponadto zapytano badanych o użyteczność zastosowania gogli do szkoleń kierowców. Ankiety badani wypełniali po każdym przejeździe oraz na koniec pilota, po dokonaniu wszystkich przejazdów. W ankiecie tej mieli za zadanie porównać wykorzystane w badaniu metody projekcji. Wykorzystane ankiety stanowią Załączniki nr 4, 5 i 6 niniejszego raportu.

7.1.5.2 Pomiar immersji

Do oceny poziomu immersji podczas zrealizowanego eksperymentu, wykorzystany został Kwestionariusz Immersji, który jest polską adaptacją The Immersion Questionnaire [21, 7]. Kwestionariusz immersji jest narzędziem, które stworzone zostało do sytuacyjnego pomiaru immersji. Za jego pomocą można określić poziom immersji, która jest skutkiem interakcji pomiędzy użytkownikiem a grą komputerową bądź symulacją. Polska wersja kwestionariusza składa się z 27 pytań testowych, w których odpowiedzi można udzielać na pięciostopniowej skali Likerta. Pytania w kwestionariuszu dotyczą sześciu obszarów: zaangażowania, percepcji rzeczywistości, wyzwania, przeniesienia w świat gry, zaangażowania emocjonalnego i satysfakcji. Trafność i rzetelność Kwestionariusza Immersji została zweryfikowana przez jej autorów poprzez serię trzech badań. Pierwsze z nich dotyczyło konstrukcji kwestionariusza oraz weryfikacji jego struktury, drugie weryfikacji wniosków dotyczących struktury i składu skali oraz sprawdzenia powiązania jej wyników z oceną gry przez wybranych użytkowników oraz trzecie, które było eksperymentalnym sprawdzeniem trafności skali immersji [21].

7.1.5.3 Kontrola zjawiska choroby symulatorowej

W badaniach wykorzystujących symulatory jazdy ważnym zagadnieniem związanym z przeprowadzaniem eksperymentu jest zagadnienie monitorowania i kontroli zjawiska choroby symulatorowej lub symulacyjnej. Do określania stopnia oddziaływania choroby symulacyjnej na osobę badaną użyto kwestionariusza RSSQ (ang. Revised Simulator Sickness Questionnaire) bazującego na pracach zespołu Kennedy'ego [10]. W badaniach wykorzystano Polską adaptację ankiety opracowaną w Instytucie Transportu Samochodowego. Przykładowy arkusz kwestionariusza RSSQ stanowi załącznik 9 do pracy. W metodzie tej ocenianych jest

28 symptomów w czterostopniowej skali. Symptomy zgrupowane są w trzech kategoriach:

- symptomów nudności (N),
- symptomów okulomotorycznych (O),
- symptomów dezorientacji (D).

Przyporządkowanie poszczególnych symptomów do ich kategorii zaprezentowano poniżej.

No.	Symptom	Kategoria		
		Nudności	Nudności	Nudności
1	Ogólny dyskomfort	X	X	
2	Zmęczenie		X	
3	Znudzenie			
4	Senność			
5	Ból głowy		X	
6	Zmęczenie oczu		X	
7	Trudności ze skupieniem się		X	X
8a	Zwiększone wydzielanie śliny	X		
8b	Suchość w ustach			
9	Pocenie się	X		
10	Mdłości	X		X
11	Trudności z koncentracją	X	X	
12	Depresja			
13	Dezorientacja			X
14	Niewyraźne widzenie		X	X
15a	Oszłomienie (przy oczach otwartych)			X
15b	Oszłomienie (przy oczach zamkniętych)			X

No.	Symptom	Kategoria		
		Nudności	Nudności	Nudności
16	Zawroty głowy			X
17	Przebiegi pamięci			
18	Ogólne osłabienie			
19	Potrzeba zaczerpnięcia oddechu			
20	Dolegliwości żołądkowe	X		
21	Utrata apetytu			
22	Wzmożony apetyt			
23	Potrzeba wypróżnienia			
24	Poczucie zagubienia			
25	Uczucie odbijania się	X		
26	Wymioty			

Źródło: Kennedy 1993

Fig. 36. 28 symptomów kwestionariusza RSSQ zgrupowane są w trzech kategoriach

Analiza kwestionariuszy RSSQ przeprowadzana jest post factum. Do każdego symptomu przypisywana jest wartość liczbową odpowiadającą oznaczonemu w ankiecie stopniowi odczuwania symptomu. Wartość 0 przyjmują symptomy dla których wskazano „Brak” symptomu, 1 – symptomy odczuwanych „Nieznacznie”, 2 – symptomy odczuwane „Umiarkowanie” i 3 – symptomy odczuwane „Dotkliwie”. Wyniki uzyskane w poszczególnych kategoriach symptomów (Tab. 36) są sumowane. Otrzymane wyniki są mnożone przez swoje współczynniki wagowe. Wartość tych współczynników to:

- 9,54 dla kategorii Nudności,
- 7,58 dla kategorii symptomów Okulomotorycznych,
- 13,92 dla kategorii Dezorientacji.

Należy tu zauważyć, że nie są sumowane dane, dla których nie wskazano żadnego przyporządkowania do kategorii symptomów. Te dane nie są poddawane analizie liczbowej.

W ten sposób przedstawiony wynik liczbowy kwestionariusza może być stosowany do określania stopnia oddziaływania choroby na osobę badaną. Istnieje również możliwość obliczenia wyniku łącznego, dla którego stosuje się współczynnik wagowy 3,74.

Procedura badań obejmowała wykonanie pięciu ankiet SSQ przez każdego uczestnika. Wypełnienie kolejnych ankiet następowało:

- bezpośrednio przed korzystaniem z symulatora jazdy i gogli VR, przed scenariuszem adaptacyjnym,
- bezpośrednio po scenariuszu adaptacyjnym,
- bezpośrednio po pierwszym scenariuszu badawczym;
- bezpośrednio po drugim scenariuszu badawczym;
- bezpośrednio po trzecim scenariuszu badawczym;

Wypełnienie przez uczestników kwestionariuszy RSSQ w powyższej konfiguracji pozwoliło na monitorowanie zjawiska choroby symulatorowej na każdym etapie badań, przy zmiennych warunkach wyświetlania obrazu.

7.1.5.4 Metoda pomiaru zachowania kierowców

Zachowanie kierowców było rejestrowane przy pomocy ogólnodostępnych modyfikacji oprogramowania Euro Truck Simulator. Dane dynamiczne wirtualnego pojazdu były zbierane podczas każdego przejazdu.

Dla celów analizy zebrano następujące parametry ruchu pojazdu oraz zdarzenia drogowe: czas przejazdu trasy, prędkość pojazdu, ilość i czas przekroczeń prędkości, ilość naciśnieć pedału hamulca, średnie zużycie paliwa podczas przejazdu i liczbę kolizji.

7.1.6 Wyniki pilotażu

7.1.6.1 Statystyki opisowe

Uczestnicy badań byli rekrutowani w podziale na dwie grupy kierowców: młodych i starszych. Do obu grup zakwalifikowano po 15 mężczyzn. Ankiety przeprowadzone przed badaniami właściwymi pozwoliły określić charakterystyczne cechy obu grup kierowców. Kierowcy młodzi średnio prowadzili pojazdy od 6,67 lat ($SD=3,08$), a swoje umiejętności do prowadzenia samochodu ocenili na poziomie dobrym (10 osób) bądź bardzo dobrym (5 osób). Badani deklarowali, że prowadzą auto kilka razy w tygodniu (7 osób) bądź codziennie (7 osób), przejeżdżając zazwyczaj miesięcznie około 260-850km (10 osób). 6 kierowców z danej grupy uczestniczyło w kolizji drogowej, 1 w wypadku drogowym.

Natomiast osoby starsze mające dużo większe doświadczenie w prowadzeniu pojazdów ($M=32,21$ lat; $SD=7,67$) oceniły swoje umiejętności jako dobre (12 osób)

bądź przeciętne (2 osoby), 1 osoba oceniła je na bardzo dobre. 10 z 15 kierowców zadeklarowało, że prowadzi pojazd kilka razy w tygodniu. Badani z tej grupy zazwyczaj przejeżdżają 260-850 km miesięcznie (7 osób), 3 osoby przejeżdżają 860-1700km, 3 osoby powyżej 1800 km. 5 kierowców z danej grupy uczestniczyło w kolizji drogowej, 1 w wypadku drogowym.

Większość badanych kierowców gra w gry. Jedynie 5 osób (1 z grupy młodszych, 4 z grupy starszych) zadeklarowało iż nie gra wcale. Osoby starsze grają zazwyczaj w gry karciane (4 osoby) bądź komputerowe (3 os.), natomiast osoby do 29 roku życia najczęściej wybierają gry komputerowe (5 osób) bądź deklarują, że grają we wszystkie rodzaje (7 osób). Większość badanych spotkała się już z pojęciem „wirtualna rzeczywistość” (14 os. młodych i 13 starszych), jednak tylko 7 osób (3 os. młode i 2 starsze) z niej korzystała bądź korzysta często (2 os. młode). Z reguły badani jedynie słyszeli o niej (7 os. młodych i 8 starszych). Osoby, które miały styczność z tą technologią zazwyczaj chcą skorzystać z niej ponownie. Zdecydowanie rzadziej badani spotykali się z pojęciem rzeczywistości rozszerzonej. Nie korzystało z niej bądź jedynie słyszało o niej 9 osób młodych i 13 starszych.

7.1.6.2 Subiektywna ocena poziomu immersji

Badanie subiektywnej oceny poziomu immersji kierowcy wykonano metodą kwestionariuszową, przy użyciu Kwestionariusza Immersji (zobacz rozdział 7.1.5.2). Uzyskane wyniki dotyczące poziomów immersji w poszczególnych symulacjach wskazują, że zarówno gogle HTC Vive Pro jak i Oculus Rift zwiększają poczucie zanurzenia w wirtualnej rzeczywistości. Największe doświadczenie immersji odnotowano w przypadku przejazdu w goglach Oculus Rift (95,6 pkt.). Podczas gdy poziom immersji w przypadku HTC Vive Pro wyniósł 91,9 pkt., natomiast podczas przejazdu bez gogli (projekcja ekranowa) 86,1 pkt. Wykazano również istotne statystycznie różnice w doświadczeniu immersji podczas przejazdu bez gogli pomiędzy grupą osób młodych (do 30 roku życia) i grupą osób starszych (powyżej 50 lat). Osoby młode podczas tej symulacji odczuwały znacznie niższy poziom immersji niż osoby starsze (76,9 pkt. vs. 95,3 pkt.). Najwyższy poziom immersji w każdej z grup badanych odnotowano podczas przejazdów w Oculus Rift, jednak zależność ta nie była istotna statystycznie.

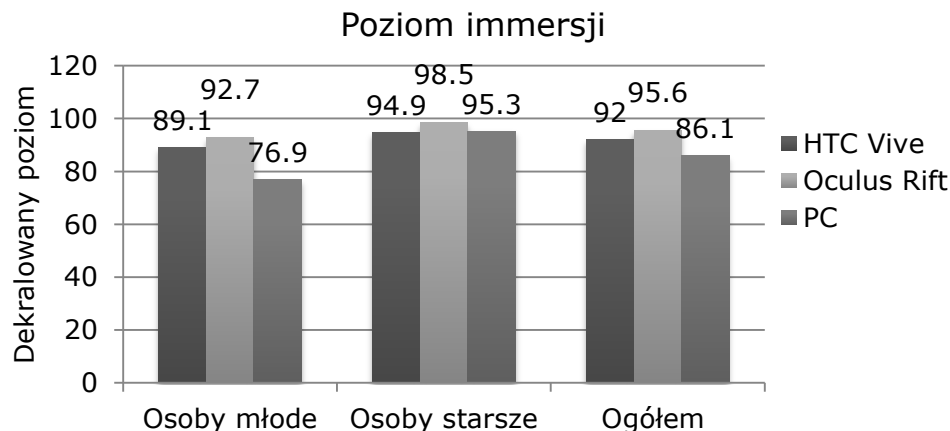


Fig. 37. Doświadczenie immersji w grupie osób młodych, starszych i ogółem, zaobserwowane podczas symulacji 3D i 2D.

7.1.6.3 Subiektywna ocena użyteczności poszczególnych metod symulacji

Analiza ankiet pozwoliła stwierdzić, iż niemal każdy aspekt użyteczności był postrzegany nieznacznie bardziej pozytywnie w odniesieniu do tradycyjnego ekranu 2D, niż systemów wirtualnej rzeczywistości. Należy jednak zaznaczyć, że większość z tych różnic nie była istotna statystycznie. Istotne statystycznie różnice odnaleziono jedynie w poziomie deklarowanego komfortu użytkowania między HTC Vive Pro (3,9pkt.) a projekcją ekranową (4,7pkt.) oraz w poziomie spostrzeganej ostrości obrazu pomiędzy każdym z systemów VR a projekcją ekranową (HTC Vive Pro – 3,7 pkt. , Oculus Rift – 4,2 pkt., projekcja ekranowa – 4,7pkt.). Jak dowodzą analizy, badani uważali, że symulacje w goglach wirtualnej rzeczywistości lepiej odzwierciedlają realną jazdę w rzeczywistych warunkach drogowych. Znacznie mniejszy realizm symulacji kierowcy odczuwali podczas projekcji ekranowej, kiedy dokonywali przejazdu bez gogli (3,7pkt.) w porównaniu z przejazdem w Oculus Rift (4,4pkt.). Większy realizm odnotowano również w przypadku HTC Vive (4,0), lecz różnica ta nie była istotna statystycznie. Wszystkie zastosowane w badaniu systemy projekcji obrazu zostały ocenione przez kierowców jako systemy o zbliżonym poziomie trudności.

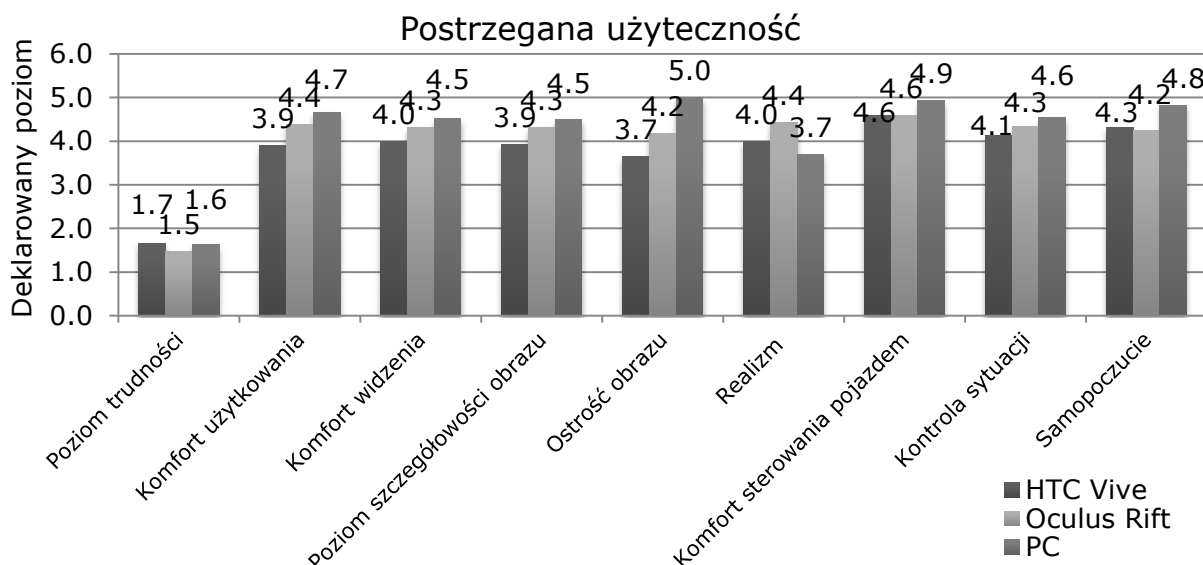


Fig. 38. Postrzegana użyteczność poszczególnych urządzeń wirtualnej rzeczywistości i projekcji ekranowej.

7.1.6.4 Stopień oddziaływania choroby symulatorowej

Analiza odpowiedzi udzielonych w Kwestionariuszu RSSQ (ang. Revised Simulator Sickness Questionnaire) wykazała, iż objawy choroby symulacyjnej występowały znacząco częściej w przypadku przejazdów z użyciem wirtualnej rzeczywistości niż po symulacji, w której nie wykorzystywano gogli VR. Wynik ogólny, mówiący o całkowitym stopniu oddziaływania choroby był znacząco wyższy po przejeździe w goglach HTC Vive Pro (21,2) oraz w Oculus Rift (21,3) w porównaniu z projekcją ekranową (8,9). Przejazd w Oculus Rift i przejazd 2D okazały się istotnie statystycznie różne $p < 0,05$ ($p = 0,027389$). Przejazd w HTC Vive i przejazd 2D były różne na poziomie tendencji ($p = 0,054769$). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w wyniku ogólnym pomiędzy wykorzystanymi w badaniu dwoma rodzajami gogli, średnie były zbliżone.

Podobne zależności zaobserwowano we wszystkich rodzajach objawów. Symptomy nudności wystąpiły istotnie statystycznie częściej po przejeździe w goglach Oculus Rift (20,4) niż po przejeździe symulacji bez gogli (8,9). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w objawach nudności pomiędzy poszczególnymi rodzajami gogli ani pomiędzy HTC Vive i przejazdem 2D.

Po przejeździe w Oculusie Rift zauważono też znacząco więcej objawów okulomotorycznych (17,7) niż w po symulacji przejeździe PC (8,1). Odnotowano różnice w objawach okulomotorycznych między symulacją 2D a HTC (16,9) na poziomie tendencji ($p = 0,060$). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w poziomie objawów okulomotorycznych pomiędzy poszczególnymi rodzajami gogli. Najwięcej symptomów dezorientacji odnotowano po przejeździe w goglach HTC Vive

Pro (M = 21,8) w porównaniu z symulacją 2D (M = 5,6). Różnice w objawach dezorientacji między symulacją 2D a Oculus'em wystąpiły na poziomie tendencji ($p = 0,051288$). Wykazano również nieznacznie większą średnią HTC Vive Pro (M = 21,8) od Oculus'a (M = 17,2) na poziomie tendencji ($p = 0,057307$).

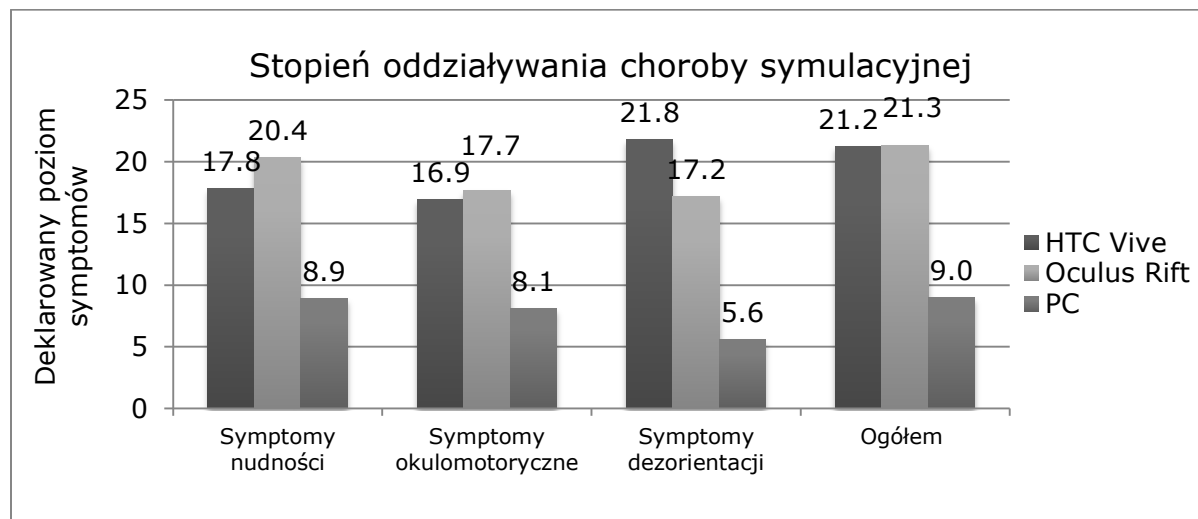


Fig. 39. Symptomy choroby symulacyjnej oraz całkowity stopień oddziaływania choroby na osoby badane zaobserwowane po symulacji 3D i 2D.

7.1.6.5 Analiza parametrów ruchu i sterowania pojazdem

Analiza parametrów dynamicznych jazdy wykazała, iż kierowcy jechali szybciej podczas przejazdu w goglach (43,6 km/h w HTC Vive Pro, 44,1 km/h w Oculus Rift) w porównaniu z symulacją 2D (41,9 km/h). Odnotowano istotne statystycznie różnice pomiędzy oboma systemami wirtualnej rzeczywistości i projekcją ekranową. Dokonano szczegółowych analiz w podziale na grupy wiekowe. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w osiąganych prędkościach pomiędzy grupą osób młodszych do 29 roku życia i osób starszych powyżej 50 roku życia w trakcie przejazdów w goglach VR. Podczas obu przejazdów badani jechali ze zbliżonymi prędkościami. Średnia prędkość młodych wynosiła 44,51 km/h w HTC Vive i 44,63 km/h w Oculus Rift. Natomiast prędkość średnia osób starszych odpowiednio 42,66 km/h i 43,57 km/h. Istotne statystycznie różnice wykryto w kontekście projekcji ekranowej. Wykazano, że podczas symulacji 2D, osoby starsze (powyżej 50 roku życia) jechały wolniej (39,5 km/h) od osób młodych (44,4 km/h).

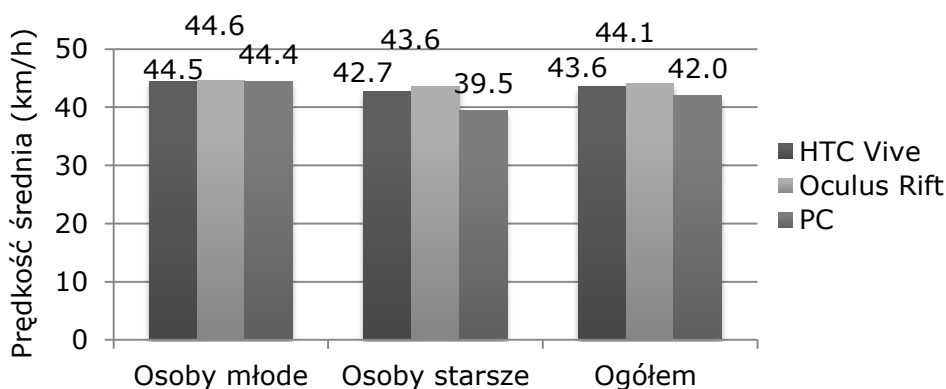


Fig. 40. Prędkość średnia w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

Następnie analizom poddano liczbę przekroczeń prędkości i ich czas trwania. Przekroczeń prędkości badani dokonywali częściej podczas symulacji w goglach Oculus Rift (4,6) w porównaniu z symulacją 2D (3,9). Nie odnaleziono istotnych statystycznie różnic między projekcją 2D a HTC Vive. Nie wykazano również istotnych statystycznie różnic w liczbie przekroczeń między poszczególnymi systemami VR. Średnia liczba przekroczeń w przypadku HTC Vive wyniosła 4,3 i 4,6 w przypadku Oculus Rift. Podobne zależności odnaleziono w kontekście czasu trwania przekroczeń. Nie odnaleziono różnic między poszczególnymi symulacjami VR. Podczas przejazdu w HTC Vive badani przekraczali prędkość średnio przez 55,5 sek., natomiast w Oculusie 53,3 sek. Najdłuższy czas przekroczeń prędkości odnotowano w przypadku HTC Vive Pro (55,3 s.). Był on istotnie statystycznie dłuższy w porównaniu z symulacją 2D (44,4 s.).

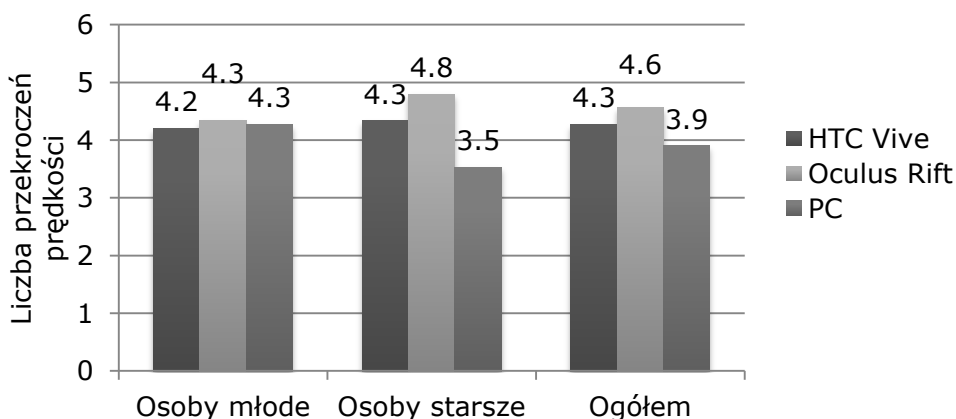


Fig. 41. Liczba przekroczeń prędkości w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

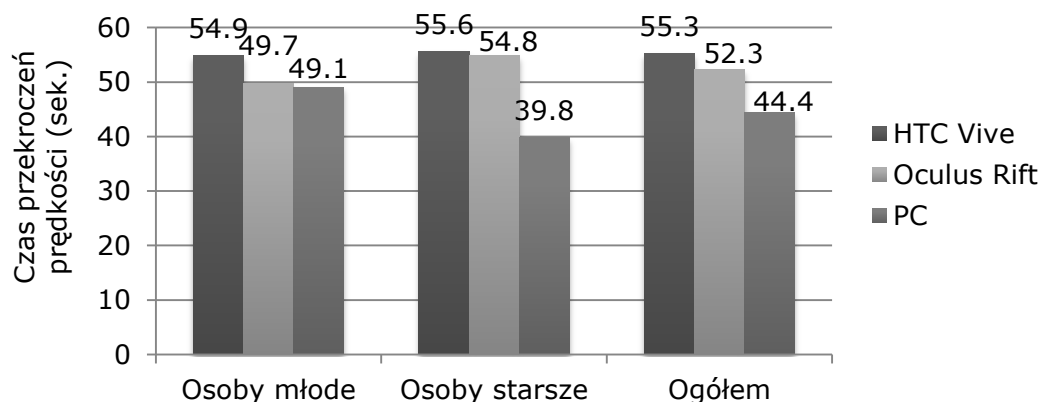


Fig. 42. Czas przekroczeń prędkości w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

Najwięcej czasu zajął kierowcom przejazd symulacji 2D (441,5 s.), w porównaniu z symulacją w HTC Vive Pro (421,5 s.) i Oculus Rift (415,2 s.). Najdłuższy czasu przejazdu trasy wykazano w grupie kierowców starszych podczas symulacji 2D (472,8 s.), był on znacząco dłuższy niż w przypadku kierowców młodych (410 s.). Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w czasie przejazdu pomiędzy symulacją 2D i 3D w grupie osób młodych. Analiza wyników osób starszych pokazuje, że podczas symulacji w goglach badani radzili sobie znacznie lepiej, o czym świadczą krótsze czasy przejazdów.

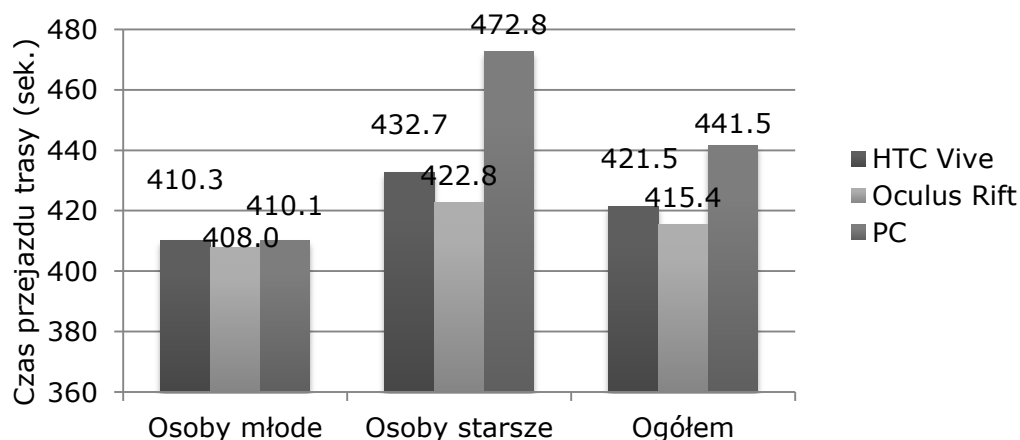


Fig. 43. Czas przejazdu trasy w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

Ponadto analiza parametrów dynamicznych jazdy nie wykazała istotnych statystycznie różnic w liczbie kolizji, naciśnięć pedału hamulca między symulacjami 3D a symulacją 2D. Jednak odnaleziono istotne różnice między grupami badawczymi. Kierowcy starsi i młodszy różnili się pod względem liczby spowodowanych kolizji, odpowiednio 9 vs. 2 kolizje podczas przejazdu w Oculus Rift

oraz 4 i 1 w HTC Vive. Najwięcej kolizji odnotowano podczas symulacji w Oculus Rift. Nie wykazano różnic między symulacją 2D a przejazdem badawczym w HTC Vive.

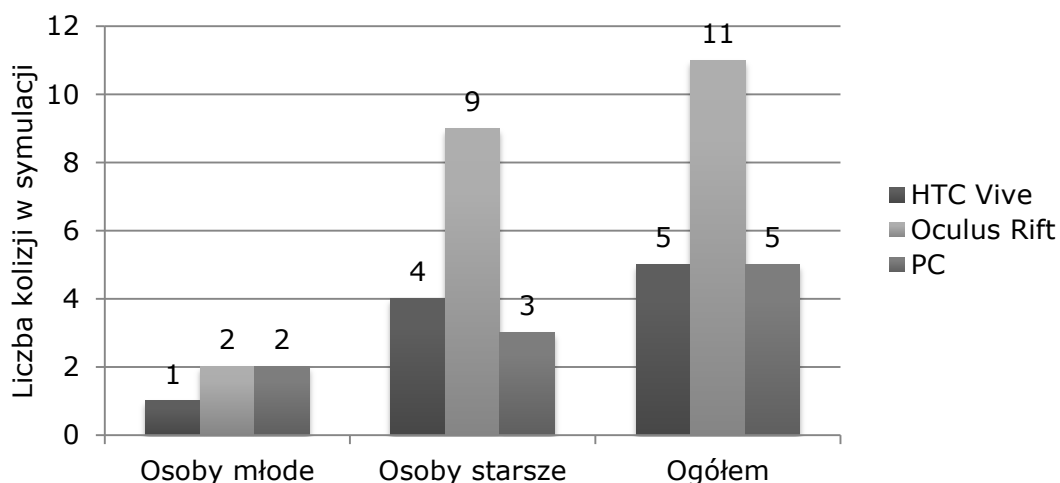


Fig. 44. Liczba kolizji spowodowanych w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

Nie wykazano również różnic w średnim zużyciu paliwa między symulacją 2D i 3D, ani pomiędzy poszczególnymi grupami wiekowymi. Największe średnie zużycie zauważono podczas symulacji 2D w grupie osób starszych (32,7). Najmniejsze u osób młodych podczas symulacji 2D (30,8).

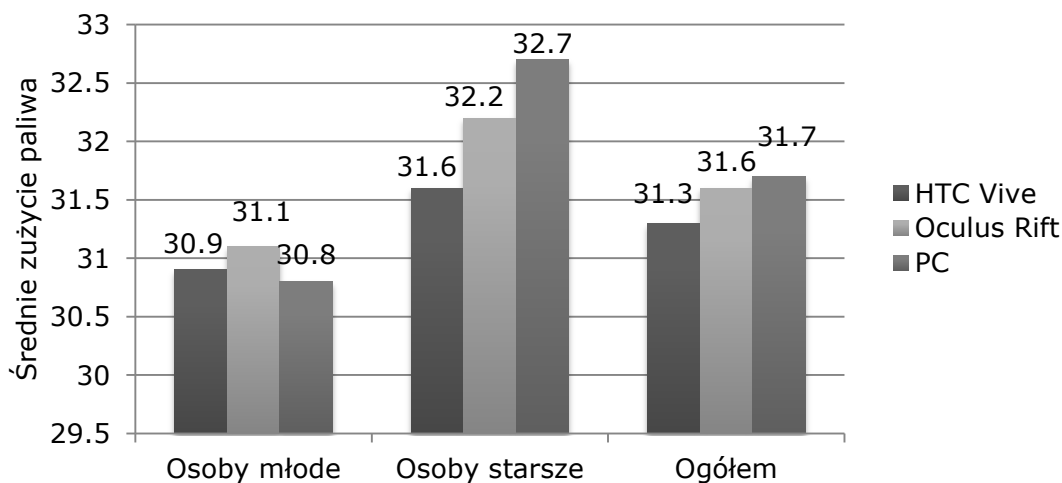


Fig. 45. Średnie zużycie paliwa w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

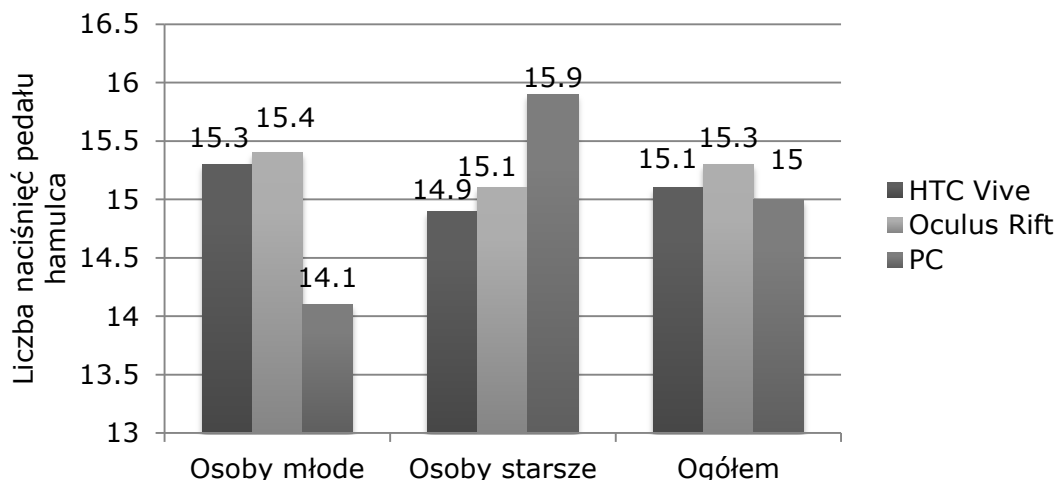


Fig. 46. Liczba naciśnień pedału hamulca w obu grupach badawczych podczas symulacji 3D i 2D.

Podobne rezultaty otrzymano w przypadku liczby naciśnień pedału hamulca. Różnice nie były istotne statystycznie zarówno pomiędzy grupami wiekowymi, jak również pomiędzy symulacjami. Osoby młode częściej hamowały podczas przejazdu w goglach VR, w porównaniu z projekcją ekranową. Natomiast kierowcy starsi hamowali częściej w trakcie symulacji 2D, podczas której nie wykorzystywano gogli. Była to symulacja, w której zaobserwowano najwięcej hamowań w całym badaniu (15,9), najniższy wynik (najmniejsza liczbę zahamowań) odnotowano u osób młodych podczas symulacji 2D (14,1).

7.1.7 Rekomendacje

Wirtualna rzeczywistość jest coraz częściej stosowana zarówno w badaniach naukowych, jak i w szkoleniach. Pozwala ona, przy ścisłej kontroli warunków otoczenia, badać procesy związane z modelowaniem nawyków bezpiecznej jazdy i ćwiczyć procedury z nią związane. Oprócz wielu zalet stosowanie urządzeń VR niesie ze sobą między innymi problem choroby symulacyjnej. Może ona zakłócać rzetelność pomiaru, zaburzać skuteczność szkolenia, a także stanowić źródło stresu dla osób wykonujących zadania w wirtualnym świecie.

Dlatego też w programach szkoleń prowadzonych na wirtualnych stanowiskach powinno się uwzględniać możliwość pojawienia się symptomów choroby u uczestników. Choroba symulacyjna może być oceniana za pomocą miar subiektywnych i obiektywnych, rozumianych jako wskaźniki pobudzenia emocjonalnego w efekcie ekspozycji na bodźce środowiskowe. Wśród metod subiektywnych niewątpliwie kluczowym narzędziem jest kwestionariusz SSQ (Kwestionariusz Choroby Symulatorowej), opracowany przez Kennedy'ego, natomiast wśród metod obiektywnych istotna może być rejestracja parametrów oddechowych oraz reakcji skórno-galwanicznej. Ze względu na możliwości firm szkoleniowych i złożoność procesu szkoleniowego ocena parametrów związanych z

chorobą symulacyjną wymaga zróżnicowania nakładu czasu i wyboru odpowiednich technik badawczych, które pozwolą na zgromadzenie wartościowych źródeł informacji, ale nie będą czasochłonne i nie będą wiązały się z dodatkowymi kosztami. Do celów szkoleniowych rekomenduje się stosowanie metod subiektywnych, w tym Kwestionariusza Choroby Symulatorowej.

Przed przystąpieniem do szkolenia należy przeprowadzić wywiad dotyczący wcześniejszych doświadczeń, skłonności do choroby lokomocyjnej i problemów zdrowotnych mogących mieć wpływ na wystąpienie choroby symulacyjnej. Należy zweryfikować i wykluczyć istnienie przeciwwskazań do udziału w szkoleniu. Przeciwwskazaniami do wzięcia udziału w szkoleniu bądź badaniu są zaburzenia stanu zdrowia istotne dla oceny zdolności do prowadzenia pojazdu, w tym w szczególności:

- choroba lokomocyjna,
- choroby związane z błędnikiem,
- zaburzenia lub choroby psychiczne,
- choroby układu nerwowego (np. padaczka),
- choroby oczu (narządu wzroku),
- cukrzyca,
- zaburzenia równowagi i słuchu,
- choroby układu sercowo-naczyniowego,
- choroby narządu ruchu,
- niewydolność nerek,
- uzależnienie od alkoholu (nadużywanie alkoholu),
- uzależnienie od środków odurzających lub innych podobnie działających substancji lub środków (nadużywanie tych środków),
- posiadanie wszczepionego rozrusznika serca,
- użytkowanie aparatu słuchowego.

W przypadku osób noszących okulary należy wcześniej upewnić się, czy wielkość szkieł i oprawek pozwoli na komfortowe wpasowanie się w obręb gogli VR. W związku z różną konstrukcją gogli u różnych producentów sprawa ta musi być rozpatrywana indywidualnie. Przykładowo – wśród dwóch najbardziej popularnych na rynku modeli gogli (Oculus Rift i HTC Vive) występuje ok. 10 mm różnicy w tolerancji wielkości oprawek mieszczących się pod nimi (142 x 50 mm w goglach Oculus i 152 x 60 mm w goglach HTC). Ważną cechą, która powinna być w tym przypadku również brana pod uwagę jest możliwość zmiany rozstawu osi gogli czy ich regulacji w innych płaszczyznach.

Uczestnik szkolenia bądź badania powinien przejść proces adaptacji do VR. Pozwala on na wychwycenie osób najsilniej odczuwających skutki choroby i obejmuje co najmniej jedną sesję jazdy symulatorem mającą na celu zapoznanie i oswojenie kierowcy ze środowiskiem jazdy i pojazdem. Adaptacja powinna trwać ok. 10 minut,

ze względu na różnice indywidualne, niektórzy mogą przechodzić proces adaptacji szybciej, inni zaś wolniej. Kierowca powinien dostać dokładne instrukcje przed przejazdem a trasa scenariusza powinna zawierać elementy właściwego przejazdu – kierowca powinien wykonać kilka manewrów (skręty, przyspieszenia, hamowania), scenariusz powinien zawierać zbliżoną liczbę użytkowników ruchu. Po każdym przejeździe szkoleniowym bądź badawczym należy sprawdzić samopoczucie badanego, również możliwe jest wykorzystanie Kwestionariusza SSQ. Pomimo pierwotnego przeznaczenia do celów badawczych kwestionariusz można w łatwy sposób zaadaptować do codziennej praktyki szkoleniowej:

1. 1 osoba szkolona powinna wypełnić kwestionariusz przed rozpoczęciem adaptacji – jego wskazania mogą posłużyć:
 - a. do rezygnacji z przeprowadzenia szkolenia na osobie, której deklarowane samopoczucie jest złe bezpośrednio po stawieniu się na szkolenie
 - b. jako punkt odniesienia przy ocenie stanu osoby szkolonej na kolejnych etapach szkolenia
2. instruktor powinien zapoznać się z treścią wypełnionego przed rozpoczęciem adaptacji kwestionariusza i na tej podstawie podjąć decyzję o dopuszczeniu osoby szkolonej do szkolenia w danym momencie lub przełożeniu szkolenia na inny termin
3. wynik kwestionariusza wypełnionego przez osobę szkoloną po przejeździe adaptacyjnym wskazuje jej podatność na chorobę symulacyjną. Na jego podstawie można zdecydować o dopuszczeniu osoby do szkolenia. Co ważne, wskazanie w nim nasilenia się co najmniej 3-4 objawów choroby może być podstawą do ew. przełożenia szkolenia lub (w skrajnych przypadkach) podstawą do rezygnacji z przeprowadzenia szkolenia z wykorzystaniem VRu

Podobnie jak podczas adaptacji, w trakcie szkolenia należy stale, na bieżąco monitorować stan badanego, w tym poziom symptomów choroby symulacyjnej (Kwestionariusz Choroby Symulatorowej). Dopuszczenie lub przełożenie/rezygnacja z przeprowadzenia szkolenia danej osoby z wykorzystaniem technologii VR powinna zależeć ostatecznie od indywidualnej oceny instruktora dokonywanej na podstawie bieżącej obserwacji stanu osoby szkolonej i uzyskanej od nich informacji na temat samopoczucia. Wynik kwestionariusza SSQ stanowi jednak cenną wskazówkę, która może pomóc w podjęciu decyzji. Co ważne, monitorowanie stanu osoby szkolonej poprzez wykorzystanie SSQ nie wymaga od instruktora znajomości stojących za nim teorii psychologicznych czy sposobu obliczania punktacji wykorzystywanej w specjalistycznych badaniach. Jak wskazano wyżej, stan ten można ocenić na podstawie wskazania liczby i intensywności występujących symptomów choroby symulacyjnej, a także ich zmiany i nasilenia się w czasie.

Ponadto rekomenduje się dopasowanie czasu i formy szkolenia do wieku kierowców. Proces starzenia się oddziałuje na zakres zaadaptowania się do warunków szkolenia w technologii VR i postaw wobec nich. Projektowanie szkoleń dla osób starszych powinno uwzględniać fakt, że nie mają one doświadczenia z VRem. W związku z tym, pomimo wykazanego w projekcie pozytywnego nastawienia do tej technologii u osób 50+, należy tym kierowcom udzielić jak najdokładniejszych instrukcji przed jazdą w celu obniżenia lęku i stresu. Szczegółowe i jeśli trzeba kilkukrotne, powtórzenie informacji pozwoli też na lepsze przyswojenie informacji – należy pamiętać, że ok. 50go roku życia zaczynają obniżać się zdolności poznawcze. Adaptacja powinna być dostosowana do indywidualnych potrzeb i możliwości osoby. Należy zwrócić szczególną uwagę na chorobę symulacyjną, gdyż jest to grupa wysokiego ryzyka. Rekomendowane jest również zapewnienie możliwości wyboru metody szkolenia (3D vs. 2D). Na podstawie omówionych w rozdziale 1.6 wyników badań stwierdza się, iż osoby młodsze są zaznajomione z nowymi technologiami w tym z wirtualną rzeczywistością – są bardziej świadome korzyści wynikających z wykorzystania urządzeń VR, ale też nastawione bardziej krytycznie niż osoby starsze (odnotowano więcej negatywnych spostrzeżeń). Rekomenduje się, by proces adaptacji również był dostosowany do potrzeb indywidualnych kierowcy, jednak może być on krótszy niż u osób starszych. Osoby młode są mniej podatne na ryzyko wystąpienia choroby symulacyjnej, jednak ich stan również należy stale monitorować.

Równie istotne są także warunki szkolenia w wirtualnej rzeczywistości – dotyczy to zarówno samych wyświetlaczy, jak i czasu badania. Przyjmuje się, że ekspozycja na wirtualne środowisko podobnie jak w przypadku sesji na symulatorach wysokiej klasy nie powinna przekraczać 2 godzin, zaleca się również stosowanie przerw między sesjami symulacyjnymi. Czasy trwania sesji mogą się znacząco różnić ze względu na charakter szkolenia (szkolenie w statycznym środowisku – np. inspekcja autobusu na zajezdni vs dynamicznym środowisku – np. prowadzenie pojazdu). Na czas ten mogą również wpływać także elementy związane bezpośrednio z aparaturą szkoleniową m.in.: stosowany model gogli, używane oprogramowanie szkoleniowe, budowa stanowiska szkoleniowego.

Docelowo, pojedyncza sesja powinna być jak najkrótsza, a także powinna koncentrować się na nauce jednej, konkretnej umiejętności. Pozwoli to nie tylko na zminimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia objawów choroby symulacyjnej, ale też na zwiększenie efektywności nauczania. Ćwiczenie/zadanie skupiające się na nauce pojedynczej umiejętności umożliwia powtarzanie go w przypadku ew. trudności u osoby szkolonej aż do uzyskania pożądanego efektu.

WYPOSAŻENIE SZKOLENIOWE VR I JEGO WŁAŚCIWOŚCI

Na przygotowanie stanowiska szkoleniowego przeznaczonego do szkoleń w technologii VR składają się trzy elementy: organizacja szkolenia, oprogramowanie

oraz sprzęt. Każde z nich ma wpływ na ostateczny efekt szkolenia, na który oddziałuje m.in. zapewnienie odpowiedniego poziomu immersji oraz zapobieganie chorobie symulacyjnej. W przypadku oprogramowania należy wziąć pod uwagę fakt, że samo wyświetlanie obrazu w technologii VR to za mało dla zapewnienia wysokich efektów nauczania – software szkoleniowy powinien zostać zaprojektowany w sposób odzwierciedlający jej specyfikę. Aplikacje te są programowane z myślą o korzystaniu z VRu umożliwiając m.in. zmniejszanie objawów choroby symulacyjnej, maksymalne wykorzystanie możliwości danych gogli czy optymalizację wykorzystania mocy obliczeniowej, a co za tym idzie konfiguracji sprzętowej.

W przypadku doboru sprzętu do stanowiska szkoleniowego, należy również kierować się jednoczesnym zwiększaniem immersji i zmniejszaniem objawów choroby. W tym celu należy zadbać o dobór gogli, tak żeby zapewniały one jak najwyższą rozdzielczość obrazu i jakość dźwięku oraz brak opóźnień w kontakcie z otoczeniem - przyczyni się to do wzrostu realizmu i przyspieszy proces adaptacji. Poziom immersji można dodatkowo zwiększyć poprzez odwzorowanie jak największej liczby istotnych (tzn. biorących udział w interakcji z kierowcą) elementów wirtualnego otoczenia osoby szkolonej (np. elementy kabiny kierowcy) oraz części ciała. Przykładowo – większy realizm szkolenia z jazdy pojazdem ciężarowym w wirtualnej rzeczywistości będzie zapewniać siedzisko odwzorowujące wysoką pozycję kierowcy w kabinie ciągnika siodłowego czy kierownica znajdującą się w odległości odwzorowującej realny dystans w kabinie. Dodatkowo, im więcej części ciała (np. ręce na kierownicy) odwzorowanych w VR, tym większa immersja i mniejsza choroba symulacyjna. Elementy te są stosunkowo proste oraz mało kosztowne w realizacji – na rynku znajduje się wiele modeli regulowanych siedzisk używanych do budowy stanowisk do jazdy, a odwzorowanie ruchów rąk w wirtualnym świecie można zapewnić dzięki oddzielnym urządzeniom wykorzystującym technologię hand-trackingu.

Ostatnim, niemniej istotnym elementem jest kontrola lęku i nastroju szkolonego kierowcy. Lęk pełni istotną rolę w nasileniu objawów związanych z chorobą symulatorową. Reasumując, osoby przeprowadzające badania bądź treningi w wirtualnej rzeczywistości powinny z jednej strony monitorować poziom objawów związanych z chorobą symulatorową, a z drugiej – dążyć do zapewnienia optymalnego komfortu osobom badanym.

7.1.8 Referencje

1. Agrawal, R., Knodler, M., Fisher, D., Samuel, S.: Advanced Virtual Reality Based Training to Improve Young Drivers' Latent Hazard Anticipation Ability. In Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. SAGE Publications (2017).
2. Agrawal M., Vemuri K.: A Heterogeneous Traffic Virtual-Reality Simulator to Study Irritation/Anger and Driving Behavior under Adverse Conditions. Published

- by BCS Learning and Development Ltd. Proceedings of British HCI 2018. Belfast, UK. (2018).
3. Blissling B., Bruzelius F.: Exploring the suitability of virtual reality for driving simulation. In: Proceedings of the Driving Simulation Conference 2018. France (2018).
 4. City Car Driving Homepage, <http://citycardriving.com/features>, last accessed 2019/04/25
 5. Ebenholtz S.: Motion sickness and oculomotor systems in virtual environments. *Presence* 1992;1(3):302–305
 6. Harvey, C., Howarth, P.: The Effect of Display Size on Visually-Induced Motion Sickness (VIMS) and Skin Temperature. Proceedings of VIMS2017, 96-103 (2007).
 7. Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A.: Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, 641–661 (2008).
 8. Lang Y., Liang W., Xu F., Zhao Y., Yu L.: Synthesizing Personalized Training Programs for Improving Driving Habits via Virtual Reality. *IEEE Virtual Reality* (2018).
 9. Hupont, I., Gracia, J., Sanagustín, L., Gracia, M.A.: How do new visual immersive systems influence gaming QoE? A use case of serious gaming with oculus rift. In 2015 Seventh International Workshop on Quality of Multimedia Experience (QoMEX) (2015).
 10. Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., Lilienthal, M.G. (1993). A simulator sickness questionnaire (SSQ): A new method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203 – 220.
 11. Project Toyota TeenDrive365 Homepage, <http://www.teendrive365inschool.com>, last accessed 2019/04/25
 12. Project Eco2Trainer Homepage, <http://www.eco2trainer.se/en/ecodriving-utbildning-education>, last accessed 2019/04/25
 13. Press release about Cargo Dynasty, <http://docslide.us/documents/cargo-dynasty-press-release.html>, last accessed 2019/04/25
 14. Read, J. and Saleem, J.: Task Performance and Situation Awareness with a Virtual Reality Head-Mounted Display. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 61(1), pp.2105-2109 (2017).
 15. Ricaud B., Lietar B., Joly C.: Are Virtual Reality headsets efficient for remote driving?. Conference on Road Safety Simulation 2015 (RSS 2015), Oct 2015, Orlando, United States. Proceedings of the International Conference on Road Safety (2015).
 16. Savino, M. R. (2009): Standardized names and definitions for driving performance measures.
 17. Sobhani, A., Farooq, B.: Impact of Smartphone Distraction on Pedestrians' Crossing Behaviour: An Application of Head-Mounted Immersive Virtual Reality.

- Journal of Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, (2018).
- 18.Sportillo D., Paljic A., Ojeda L., Fuchs P., Roussarie V.: Light Virtual Reality systems for the training of conditionally automated vehicle drivers. IEEE Virtual Reality, Mar 2018, Reutlingen, Germany (2018).
 - 19.Stoffregen T.A., Smart L.J. Jr: Postural instability precedes motion sickness. Brain Res. Bull. 47(5):437–448 (1998).
 - 20.Stoffregen T.A., Hettinger L.J., Haas M.W., Roe M.M., Smart L.J.: Postural instability and motion sickness in a fixed-base flight simulator. Hum. Factors 2000;42(3):458–469 (2000).
 - 21.Strojny, A., Strojny, P.: Kwestionariusz immersji – polska adaptacja i empiryczna weryfikacja narzędzia, Homo Ludens, iss. 1(6), s. 171-185 (2014).
 - 22.Tiir, A.: Effect of visual realism on cybersickness in virtual reality. University of Oulu. (2018).
 - 23.Walch, M., Frommel J., Rogers K., Schüssel F., Hock P., Döbelstein D., Weber M.: Evaluating VR driving simulation from a player experience perspective, pp. 17–25 (2017).
 - 24.Weidner F., Hoesch A., Poeschl S., Broll W.: Comparing VR and non-VR driving simulations: An experimental user study. In Virtual Reality (VR), 2017 IEEE, pp. 281–282. IEEE. (2017).
 - 25.Youngblut, C., Johnston, R., Nash, S., Wienclaw, R., Will, C.: Review of Virtual Environment Interface Technology. Institute for Defense Analyses (1996).

7.2 Pilotaż zrealizowany w Polsce (Jaworzno)

7.2.1 Wprowadzenie - VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców

Proces szkolenia kierowców zawodowych obejmuje min. szkolenie w warunkach VR na 6-stopniowych symulatorach jazdy. Na tych urządzeniach możliwa jest symulacja jazdy w różnych warunkach drogowych, z możliwością tworzenia różnych scenariuszy, w tym tworzenia zagrożeń występujących w ruchu drogowym. W rzeczywistych warunkach odtworzenie tych warunków nie jest możliwe. Nie występują one z tak dużą intensywnością, jakie może stworzyć symulator. Należy również zauważyć, że takie ćwiczenie w rzeczywistych warunkach stanowiłoby zagrożenie dla osób uczestniczących w szkoleniu.

Symulator używany przez CARGO w szkoleniu kierowców spełnia wymagania polskich przepisów. Wykorzystuje innowacyjną technikę obrazowania na ekranie. Charakteryzuje się możliwością wyświetlania obrazu bezpośrednio na szybach kabiny pojazdu wykorzystywanej do treningu, w której obecny jest trenujący. Oprogramowanie symulatora generuje obraz, który zapewnia symulację różnych rodzajów dróg i ulic, zróżnicowanego terenu, wizualizacji zabudowanej powierzchni, warunków pogodowych i warunków jazdy, pory roku i dnia. Możliwe jest mapowanie wybranych awarii i usterek poszczególnych systemów, instalacji i systemów

pojazdów. Oprogramowanie symuluje również wybrane zdarzenia drogowe w czasie rzeczywistym. Trener decyduje o wyborze scenariusza.

7.2.2 Uczestnicy pilotażu

W programie wzięło udział kilkadziesiąt osób uczestniczących w szkoleniu odbywającym się w CARGO. Kryterium uczestnictwa oparto na przynależności do grupy osób niepracujących. Zostały one podzielone na grupy różniące się wiekiem i narodowością. Przedmiotem zainteresowania były osoby w wieku do 29 roku życia i osoby powyżej 50 lat.



Fig. 47. Symulator wykorzystywany przez Grupę CARGO

Przyszli kierowcy, będący grupami docelowymi w projekcie, to młodzi ludzie poniżej 29 roku życia i nieaktywni zawodowo po 50 roku życia. Poziom wykształcenia waha się od podstawowego do wyższego. Łączy ich potrzeba wykonywania zawodu, chęć uzyskania prawa do pracy, a w konsekwencji dochód. Jak wskazuje osobiste doświadczenie CARGO, problemem na początku szkolenia jest brak wiedzy o zakresie materiału, który trzeba będzie przyswoić, niepełna znajomość czasu, który należy zarezerwować na szkolenie, co jest znaczące. Do tzw. wstępnej kwalifikacji wymagane jest 140 godzin, do prawa jazdy kilkadziesiąt godzin, w zależności od kategorii prawa jazdy. Czasami trenujący boją się zmian, brakuje im wiary w swoje umiejętności. Dla odmiany niektórzy ludzie wykazują wielką energię na zmiany, potencjał mogą stanowić także umiejętności organizacyjne, odporność na stres, posiadanie bazy w postaci rodziny wspierającej. Należy jednak pamiętać, że wszystkie wyżej wymienione cechy są zindywidualizowane i każda osoba przedstawia mieszankę powyższych elementów.

7.2.3 Narzędzia szkoleniowe

Do pilotaży wykorzystano symulatory w wersjach 3-stopniowej i 6-stopniowej. Mogą one tworzyć wirtualne środowisko reprezentujące zróżnicowane warunki (obszar zabudowany lub niezabudowany), można wybrać pojazdy o różnych parametrach. Symulacja obejmuje również zmieniające się warunki pogodowe. Symulator używany przez CARGO wykorzystuje innowacyjną technikę obrazowania „na ekranie”.

Charakteryzuje się możliwością wyświetlania obrazu bezpośrednio na szybach kabiny pojazdu wykorzystywanego do treningu, w którym obecny jest trenujący. Model kabiny pojazdu jest wyposażony we wszystkie urządzenia sterujące. Obecny w niej kierowca steruje pojazdem podobnie jak w kabinie pojazdu w warunkach rzeczywistych. Dostępne są opcje automatycznej i ręcznej skrzyni biegów. Dzięki wirtualnej projekcji wykorzystującej technologię komputerową do wygenerowania wirtualnego obrazu terenu, wygenerowany obraz zawiera realistyczne sceny z otoczenia pojazdu, w tym efekty akustyczne. Sprawianie wrażenia prawdziwej jazdy jest możliwe dzięki mobilnej platformie o sześciu stopniach swobody.

W ramach badań wykorzystano również okulary VR, które pozwalają „wyłączyć” badanego osobę ze środowiska naturalnego.

7.2.4 Procedura treningowa/ testowania

Symulacja jest metodą aktywnego nauczania i uczenia się, w której naśladuje się rzeczywistość, dzięki czemu zdobywamy doświadczenie podobne do tego, co będziemy realizować w prawdziwym świecie.

Zastosowano dwie procedury: pierwsza uwzględniła etap zrealizowany przy użyciu gogli VR, druga natychmiast zrealizowała szkolenie z wykorzystaniem symulatorów. Uzyskane wyniki są zawarte w tabelach porównawczych. Wyniki zostały przeanalizowane ze szczególnym uwzględnieniem wyników pokazujących różnice między grupami uczestniczącymi w etapie wdrożonym za pomocą gogli VR a grupami pozbawionymi tego etapu.

7.2.5 Metody testowania / szkolenia i otrzymane wyniki

7.2.5.1 *Metoda pomiaru zachowania kierowcy*

- Czas reakcji,
- Liczba błędów,
- Zużycie paliwa,
- Płynność jazdy.

Wyniki uzyskane przez osoby biorące udział w pilotażach zebrano w tabelach. Uzyskane wyniki otrzymały wartości punktowe zgodnie z następującymi kryteriami:

- Pozytywnie oceniono minimalizację zużycia paliwa w odniesieniu do jazdy w różnych warunkach atmosferycznych,
- Pozytywnie oceniono minimalizację liczby możliwych błędów,
- Pozytywnie oceniono krótki czas reakcji na zagrożenie na drodze

Testy przeprowadzono na każdym etapie: przy użyciu gogli VR, 3-stopniowego symulatora jazdy i 6-stopniowego symulatora jazdy.

7.2.6 Wyniki pilotażu

Tabela 1. Wyniki pilotażu przeprowadzonego w Cargo, etap przygotowawczy

Odpowiedzialny partner: ITS / CARGO Data: 07 02 2019 Grupa docelowa: 1 2 3 (zanaczyć właściwą) Type of simulator (high-end / low-end) ETS Skrzynia biegów: automatyczna/manualna ETS				
1. Jazda w najniższych i najwyższych zakresach mocy, ze śledzeniem zużycia paliwa	WYNIK	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Autostrada				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	24	100%	24	1
czas przejazdu	14,8	99%	15	1
liczba błędów	1,2	120%	1	1
ilość naciśnień pedału hamulca	5,2	104%	5	1
Teren górzysty				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	30,4	101%	30	1
czas przejazdu	17	113%	15	1
liczba błędów	1,6	160%	1	1
ilość naciśnień pedału hamulca	5,4	108%	5	1
Teren niezabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	25,4	98%	26	1
czas przejazdu	14,8	99%	15	1
liczba błędów	1,2	120%	1	1
ilość naciśnień pedału hamulca	4	80%	5	2
Teren zabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	28,8	103%	28	1
czas przejazdu	16,2	108%	15	1
liczba błędów	1,2	120%	1	1
ilość naciśnień pedału hamulca	4,6	92%	5	1
2. Testy hamowania w specjalnym obszarze, ze zwróceniem uwagi na różne efekty w zależności od techniki hamowania: czas reakcji od zauważenia przeszkody do początku hamowania (hamowanie awaryjne)	WYNIK (czas reakcji)	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Teren niezabudowany - pogoda słoneczna	0,6	86%	0,7	2
Teren niezabudowany - pogoda deszczowa	0,8	100%	0,8	1
Teren zabudowany - pogoda słoneczna	0,74	106%	0,7	1
Teren zabudowany - pogoda deszczowa	0,9	113%	0,8	1
SUMA PUNKTÓW -				2
*Grupy: 1. Bezrobotni młodzi ludzie (- <29 lat) 2. Osoby długotrwale bezrobotne (+50 lat) 3. Imigranci (w tym uchodźcy) ** Preferowane jest: minimalizowanie zużycia paliwa skrócenie czasu przejazdu brak błędów minimalizacja użycia hamulca jak najkrótszy czas reakcji				

Powyższa tabela pokazuje wyniki uzyskane podczas zajęć realizowanych za pomocą Euro Track Simulator. Grupą docelową w tym przypadku były osoby poniżej 29 roku życia. Ten etap badań był etapem przygotowawczym.

Tabela 2. Wyniki pilotażu przeprowadzonego w Cargo, etap drugi

Odpowiedzialny partner: ITS / CARGO Data: 07 02 2019 Grupa docelowa: 1 2 3 (zanaczyć właściwą) Type of simulator (high-end / low-end) Skrzynia biegów: automatyczna/manualna				
SYMULATOR po ETS				
1. Jazda w najniższych i najwyższych zakresach mocy, ze śledzeniem zużycia paliwa	WYNIK	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	ILOŚĆ PUNKTÓW
Autostrada				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	21,8	91%	24	1
czas przejazdu	13	87%	15	2
liczba błędów	0,4	40%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	4,2	84%	5	1
Teren górzysty				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	28,6	95%	30	1
czas przejazdu	14,6	97%	15	1
liczba błędów	0,8	80%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	4	80%	5	2
Teren niezabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	23,8	92%	26	1
czas przejazdu	14	93%	15	1
liczba błędów	0,6	60%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	4,2	84%	5	1
Teren zabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	26,2	94%	28	1
czas przejazdu	14,4	96%	15	1
liczba błędów	0,4	40%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	4,6	92%	5	1
2. Testy hamowania w specjalnym obszarze, ze zwróceniem uwagi na różne efekty w zależności od techniki hamowania: czas reakcji od zauważenia przeszkody do początku hamowania (hamowanie awaryjne)	WYNIK (czas reakcji)	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	ILOŚĆ PUNKTÓW
Teren niezabudowany - pogoda słoneczna	0,6	86%	0,7	2
Teren niezabudowany - pogoda deszczowa	0,68	85%	0,8	2
Teren zabudowany - pogoda słoneczna	0,6	86%	0,7	2
Teren zabudowany - pogoda deszczowa	0,72	90%	0,8	1
SUMA PUNKTÓW				41
*Grupy: 1. Bezrobotni młodzi ludzie (- <29 lat) 2. Osoby długotrwale bezrobotne (+50 lat) 3. Imigranci (w tym uchodźcy) ** Preferowane jest: minimalizowanie zużycia paliwa skrócenie czasu przejazdu brak błędów minimalizacja użycia hamulca jak najkrótszy czas reakcji				

Powyższa tabela przedstawia wyniki tej samej grupy uzyskane na symulatorze będącym kolejnym etapem. Sprawdzone i ocenione zostały:

- Czas przejazdu,
- Zużycie paliwa,
- Błędy w prowadzeniu pojazdu,

- Płynność jazdy.

Dla porównania poniżej przedstawiamy tabelę przedstawiającą wyniki grupy kontrolnej, która miała identyczne parametry na symulatorze bez etapu wprowadzającego zaimplementowanego przy użyciu programu Euro Track Simulator.

Tabela 3. Wyniki pilotażu przeprowadzonego w Cargo, wyniki grupy kontrolnej

Odpowiedzialny partner: ITS / CARGO Data: 07 02 2019 Grupa docelowa: 1 2 3 (zanaczyć właściwą) Type of simulator (high-end / low-end) Skrzynia biegów: automatyczna/manualna				
1. Jazda w najniższych i najwyższych zakresach mocy, ze śledzeniem zużycia paliwa	WYNIK	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Autostrada				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	22,8	95%	24	1
czas przejazdu	14,4	96%	15	1
liczba błędów	0,4	40%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	4,6	92%	5	1
Teren górzysty				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	31,2	104%	30	1
czas przejazdu	15,2	101%	15	1
liczba błędów	2	200%	1	1
ilość naciśnięć pedału hamulca	4,8	96%	5	1
Teren niezabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	26	100%	26	1
czas przejazdu	15	100%	15	1
liczba błędów	1,2	120%	1	1
ilość naciśnięć pedału hamulca	5,4	108%	5	1
Teren zabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	28,4	101%	28	1
czas przejazdu	14,4	96%	15	1
liczba błędów	0,8	80%	1	5
ilość naciśnięć pedału hamulca	5	100%	5	1
2. Testy hamowania w specjalnym obszarze, ze zwróceniem uwagi na różne efekty w zależności od techniki hamowania: czas reakcji od zauważenia przeszkody do początku hamowania (hamowanie awaryjne)	WYNIK (czas reakcji)	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Teren niezabudowany - pogoda słoneczna	0,66	94%	0,7	1
Teren niezabudowany - pogoda deszczowa	0,82	103%	0,8	1
Teren zabudowany - pogoda słoneczna	0,66	94%	0,7	1
Teren zabudowany - pogoda deszczowa	0,9	113%	0,8	1
SUMA PUNKTÓW				12
*Grupy: 1. Bezrobotni młodzi ludzie (- <29 lat) 2. Osoby długotrwale bezrobotne (+50 lat) 3. Imigranci (w tym uchodźcy) ** Preferowane jest: minimalizowanie zużycia paliwa skrócenie czasu przejazdu brak błędów minimalizacja użycia hamulca jak najkrótszy czas reakcji				

Zauważono pozytywny wpływ wprowadzenia wizualizacji 3D zarówno na wczesnym, jak i zaawansowanym etapie szkolenia. Zwiększa ono atrakcyjność samego szkolenia, co może przyczynić się do wzrostu popularności szkolenia wśród

zainteresowanych. Poprawia również jakość uczenia się - trenujący wykazuje większe zainteresowanie dostarczonymi informacjami, co poprawia końcowy wynik szkolenia.

Wczesne zapoznanie się z rzeczywistością 3D eliminuje etap zapoznawania się z systemem wizualizacji podczas szkolenia kwalifikacyjnego.

Wyniki testów są również potwierdzone w innych grupach wiekowych. Badania przeprowadzone na osobach w wieku powyżej 50 lat wykazują podobne zależności.

Tabela 4. Wyniki pilotażu przeprowadzonego w Cargo, wyniki osób uczestniczących w przejeździe ETS

Odpowiedzialny partner: ITS / CARGO Data: 07 11 2018 Grupa docelowa: 1 2 3 (zanaczyć właściwą) Type of simulator (high-end / low-end) Skrzynia biegów: automatyczna/manualna				
SYMULATOR po ETS				
1. Jazda w najniższych i najwyższych zakresach mocy, ze śledzeniem zużycia paliwa	WYNIK	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
<i>Autostrada</i>				
<i>średnie zużycie paliwa (l/100km)</i>	25	104%	24	- 1
<i>czas przejazdu</i>	15	100%	15	- 1
<i>liczba błędów</i>	1,8	180%	1	- 1
<i>ilość naciśnięć pedału hamulca</i>	4,6	92%	5	- 1
<i>Teren górzysty</i>				
<i>średnie zużycie paliwa (l/100km)</i>	31,4	105%	30	- 1
<i>czas przejazdu</i>	16,2	108%	15	- 1
<i>liczba błędów</i>	2,8	280%	1	- 2
<i>ilość naciśnięć pedału hamulca</i>	5	100%	5	- 1
<i>Teren niezabudowany</i>				
<i>średnie zużycie paliwa (l/100km)</i>	22	85%	26	- 3
<i>czas przejazdu</i>	15,2	101%	15	- 1
<i>liczba błędów</i>	1,8	180%	1	- 1
<i>ilość naciśnięć pedału hamulca</i>	4,4	88%	5	- 1
<i>Teren zabudowany</i>				
<i>średnie zużycie paliwa (l/100km)</i>	28,8	103%	28	- 1
<i>czas przejazdu</i>	15,4	103%	15	- 1
<i>liczba błędów</i>	2,4	240%	1	- 2
<i>ilość naciśnięć pedału hamulca</i>	5,4	108%	5	- 1
2. Testy hamowania w specjalnym obszarze, ze zwróceniem uwagi na różne efekty w zależności od techniki hamowania: czas reakcji od zauważenia przeszkody do początku hamowania (hamowanie awaryjne)	WYNIK (czas reakcji)	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Teren niezabudowany - pogoda słoneczna	0,7	100%	0,7	- 1
Teren niezabudowany - pogoda deszczowa	0,92	115%	0,8	- 1
Teren zabudowany - pogoda słoneczna	0,76	109%	0,7	- 1
Teren zabudowany - pogoda deszczowa	1,04	130%	0,8	- 2
SUMA PUNKTÓW -				9
*Grupy: 1. Bezrobotni młodzi ludzie (- <29 lat) 2. Osoby długotrwale bezrobotne (+50 lat) 3. Imigranci (w tym uchodźcy) ** Preferowane jest: minimalizowanie zużycia paliwa skrócenie czasu przejazdu brak błędów minimalizacja użycia hamulca jak najkrótszy czas reakcji				

W powyższej tabeli przedstawiono wyniki dla grupy, która przed przejazdem na symulatorze wzięła udział w zajęciach z wykorzystaniem ETS, a tabela poniżej pokazuje wyniki uzyskane na symulatorze bez wstępnych zajęć z ETS.

Tabela 5. Wyniki pilotażu przeprowadzonego w Cargo, wyniki osób bez wstępnych zajęć z ETS

Odpowiedzialny partner: ITS / CARGO Data: 13 11 2018 Grupa docelowa: 1 2 3 (zaznaczyć właściwą) Type of simulator (high-end / low-end) Skrzynia biegów: automatyczna/manualna				
1. Jazda w najniższych i najwyższych zakresach mocy, ze śledzeniem zużycia paliwa	WYNIK	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Autostrada				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	24,2	101%	24	- 1
czas przejazdu	15,4	103%	15	- 1
liczba błędów	1,8	180%	1	- 1
ilość naciśnieć pedału hamulca	5,4	108%	5	- 1
Teren górzysty				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	32,6	109%	30	- 1
czas przejazdu	15,4	103%	15	- 1
liczba błędów	3	300%	1	- 2
ilość naciśnieć pedału hamulca	5,6	112%	5	- 1
Teren niezabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	26,2	101%	26	- 1
czas przejazdu	14,8	99%	15	- 1
liczba błędów	1,6	160%	1	- 1
ilość naciśnieć pedału hamulca	5,6	112%	5	- 1
Teren zabudowany				
średnie zużycie paliwa (l/100km)	28,6	102%	28	- 1
czas przejazdu	15,8	105%	15	- 1
liczba błędów	1,6	160%	1	- 1
ilość naciśnieć pedału hamulca	4,8	96%	5	- 1
2. Testy hamowania w specjalnym obszarze, ze zwróceniem uwagi na różne efekty w zależności od techniki hamowania: czas reakcji od zauważenia przeszkody do początku hamowania (hamowanie awaryjne)	WYNIK (czas reakcji)	ODCHYLENIE % OD NORMY	NORMA	IŁOŚĆ PUNKTÓW
Teren niezabudowany - pogoda słoneczna	0,72	103%	0,7	- 1
Teren niezabudowany - pogoda deszczowa	0,9	113%	0,8	- 1
Teren zabudowany - pogoda słoneczna	0,76	109%	0,7	- 1
Teren zabudowany - pogoda deszczowa	1,08	135%	0,8	- 2
SUMA PUNKTÓW -				18
*Grupy: 1. Bezrobotni młodzi ludzie (- <29 lat) 2. Osoby długotrwale bezrobotne (+50 lat) 3. Imigranci (w tym uchodźcy) ** Preferowane jest: minimalizowanie zużycia paliwa skrócenie czasu przejazdu brak błędów minimalizacja użycia hamulca jak najkrótszy czas reakcji				

Korzystanie z wirtualnej rzeczywistości może również mieć widoczny wpływ na koszt szkoleń świadczonych przez centra szkoleniowe. Może obniżyć koszty szkolenia przeprowadzanego na pojazdach w rzeczywistych warunkach jazdy. Osoba trenująca w 3D to osoba, która może opanować niektóre umiejętności, dzięki czemu liczba godzin w rzeczywistych warunkach może być ograniczona do minimum.

Rzeczywistość wirtualna umożliwia także szkolenie w nieosiągalnych warunkach w rzeczywistości, na przykład symulację jazdy w obszarach, które nie są położone w pobliżu centrum szkoleniowego lub w warunkach klimatycznych niedostępnych dla położenia centrum szkoleniowego.

7.3 Pilotaż zrealizowany w Finlandii

7.3.1 Wprowadzenie - VR w dzisiejszym szkoleniu kierowców

VR technology has been introduced gradually in Finland in connection with driver training in the last few years. It has already been explored as one of the possibilities in the renewal of driver training since the first commercial virtual glasses were launched in 2015. Virtual technology is mainly used in exercises where the student can practice independently and the program gives feedback on the performance and guides the student's performance. Finally, the program could also test your skills. In addition, VR technology is used e.g. driving lessons connected to a driving simulator, so driving is more versatile (for example, when driving, there may be, for example, customer service exercises and vehicle loading exercises). In addition, VR exercises are also designed for warehouse work, load handling, loading, vehicle technology, and for example occupational safety and introduction training.

Technologia VR jest wprowadzana stopniowo w Finlandii w związku ze szkoleniem kierowców w ciągu ostatnich kilku lat. Została już zbadana jako jedna z możliwości odnowienia szkolenia kierowców od czasu wprowadzenia na rynek pierwszych komercyjnych wirtualnych okularów w 2015 r. Technologia ta jest wykorzystywana głównie w ćwiczeniach, w których kursant może ćwiczyć samodzielnie, a program przekazuje informacje zwrotne na temat efektywności i wyników. Program może również sprawdzić umiejętności. Ponadto stosowana jest technologia VR, np. lekcje jazdy połączone z symulatorem jazdy, dzięki czemu jazda jest bardziej wszechstronna (na przykład podczas jazdy mogą być na przykład ćwiczona obsługa klienta i załadunek pojazdu). Ponadto ćwiczenia VR są również przeznaczone do pracy w magazynie, przeładunku, załadunku, technologii pojazdu, a na przykład bezpieczeństwa pracy i szkolenia wprowadzającego.

7.3.2 Uczestnicy pilotażu

Łącznie 40 uczestników wzięło udział w szkoleniu pilotażowym jesienią 2018 r. i wiosną 2019 r. w 5 różnych dniach testowych. Uczestnikami byli dorośli przeszkoleni na kierowców autobusów. Niektórzy uczestnicy byli imigrantami z różnych krajów. Uczestnicy mieli przedział wiekowy od 40 do 55 lat. Większość uczestników to mężczyźni, w pilotażu wzięła udział jedna kobieta. Niektórzy kursanci dopiero rozpoczęli naukę, a niektórzy byli już na zaawansowanym etapie

edukacji (jednak nikt nie był jeszcze w trakcie szkolenia zawodowego).



Fig. 48. Uczestnicy podczas pilotażu w TTS.

7.3.3 Narzędzia szkoleniowe

Jako narzędzie szkoleniowe wykorzystaliśmy aplikację „Kontrola autobusu przed odjazdem” opracowane w ramach projektu (i wyprodukowane przez fińskiego programistę VR). Jest to aplikacja wirtualnej rzeczywistości, w której uczeń może przestudiować prawidłowy proces sprawdzania autobusu przed odjazdem etapami:

1. Najpierw wirtualny nauczyciel pokazuje trenującemu, jak wykonać kontrolę wyjazdu. Kursant patrzy przez wirtualne okulary.

2. Następnie kursant przeprowadza kontrolę w środowisku wirtualnym, a aplikacja (wirtualny nauczyciel) informuje i kieruje doświadczeniem.

3. Na koniec kursant może dokonać oceny własnych umiejętności, wykonując test w środowisku wirtualnym. Aplikacja nie prowadzi już ani nie informuje o właściwych / niewłaściwych krokach - pod koniec testu aplikacja pokazuje tylko wynik, które sekcje poszły dobrze, a które nie.

Sekcje zawarte w programie to: silnik, podwozie, elementy zewnętrzne, szyba przednia, zasilacz wewnętrzny i pomocniczy.

7.3.4 Procedura treningowa/testowa

Ponieważ oprogramowanie używane do szkolenia pilotażowego zostało zaprojektowane w taki sposób, aby było w pełni niezależne i działało bez zaangażowania w szkolenie trenera (trener tylko śledził efekty i ingerował przy potencjalnych problemach związanych z technologią wirtualnej rzeczywistości). Trener dbał również o bezpieczeństwo szkolenia, ponieważ przestrzeń wykorzystywana do pilotażu nie została zbudowana do ćwiczeń w środowisku wirtualnym. Pilotaż został przeprowadzony w normalnej klasie, z której usunięto niebezpieczne przedmioty.

7.3.5 Metody testowania / szkolenia i zebrane dane

Metoda treningu była niezależnym ćwiczeniem w środowisku wirtualnym do którego wykorzystano wirtualne gogle. Kursant rozpoczął doświadczenie od umieszczenia wirtualnych okularów na głowie, ich poprawnego ustawienia i wzięcia przewodników (kontrolerów) do rąk. Odtąd wszystko odbywało się za pomocą wirtualnych okularów i kontrolerów w środowisku wirtualnym. Aplikacja była gotowa do uruchomienia, więc kursant kontynuował działanie, wprowadzając do programu własny identyfikator (numer). Następnie trenujący ukończył lekcję, w której program przeprowadził go przez funkcje kontrolerów i sposób wykonywania ćwiczeń. Po lekcji wstępnej rozpoczęło się właściwe ćwiczenie i możliwe było przystąpienie do testowania umiejętności kontroli odjazdu autobusu.

7.3.5.1 Metoda pomiaru użyteczności

Narzędzie zostało ocenione na podstawie wyników, tj. jeśli kursant nauczył się z aplikacji podstawowych rzeczy na temat kontroli odjazdu autobusu, a następnie zrobił to poprawnie w środowisku wirtualnym, program był przydatny. Innym sposobem oceny użyteczności jest możliwość kontroli odjazdu właściwego autobusu, ale nie było to możliwe do oceny podczas szkolenia pilotażowego.

7.3.5.2 Metoda pomiaru immersji

Sekcja wyświetleń została zmierzona za pomocą informacji zwrotnej, tj. poproszono uczestników o ocenę w skali od 1 do 5, jak efektywne było doświadczenie (1 wcale nie efektywne, a 5 bardzo efektywne).

7.3.5.3 Metody pomiaru choroby symulacyjnej

Choroba symulacyjna została zmierzona za pomocą informacji zwrotnej, tj. Poproszono uczestników o ocenę w skali od 1 do 5 czy i jakie nudności odczuwali podczas testu (1 wcale, a 5 bardzo).

7.3.5.4 Metody pomiaru zachowania kierowcy

Ze względu na cel i charakter ćwiczenia nie dokonywano pomiaru zachowania kierowcy.

7.3.6 Wyniki pilotażu

Wyniki pilotażu były zadawalające pod względem użyteczności, skuteczności i możliwości przenoszenia tej metody. Wyniki programu zostały zestawione w osobny plik programu Excel. Rezultaty pokazują prawidłowe i fałszywe wykonanie ćwiczeń i testów. Każdy kursant ostatecznie zdał test, z wyjątkiem 6 trenujących, którzy z powodu upływu czasu nie zdali testu (limit czasowy wynosił 45 minut na jednego kursanta). Średni czas wykonania wynosił około 30 do 40 minut.

Żaden z kursantów nie wspominał o nudnościach ani nie odczuwał potrzeby przerywania szkolenia. kursanci używający okularów wspominali o problemach z dokładnością obrazu, tj. Nie mogli ustawić wirtualnych gogli na wystarczająco dobrym poziomie. Jest to jednak bardziej problem z wirtualnymi goglami niż z samym narzędziem szkoleniowym.

Prawie wszyscy wspomnieli, że największy wpływ na efektywność miały kontrolery: prawdziwa kontrola pojazdu wymaga użycia własnych rąk i palców, a nie kontrolerów. Z tego powodu ćwiczenie jest trochę nieprzekonujące. Nie przeszkadza to w nauce i ćwiczeniu, ale przeszkadza w uczeniu się pamięci mięśni i prawidłowych manewrów.

8.Rekomendacje

8.1 Zalecenia dotyczące zarządzania szkoleniami

W tej sekcji najważniejszymi zaleceniami są zalecenia techniczne i prawne.

Przede wszystkim należy wziąć pod uwagę możliwość ćwiczenia podstawowych elementów pracy kierowcy w środowiskach wirtualnych i wirtualnych goglach. Środowisko wirtualne zapewnia bezpieczną naukę wykonywania prawie wszystkich prac kierowcy.

Należy również wziąć pod uwagę rozwój technologiczny i użycie odpowiedniego sprzętu technicznego (komputerów i gogli wirtualnej rzeczywistości itp.), który tworzy właściwe środowisko: odpowiedni kąt widzenia, wystarczająca dokładność, wystarczająca lekkość, wystarczający dźwięk i wystarczająco autentyczne kontrolery (np. rękawice, które rejestrują ruchy palców).

Biorąc pod uwagę doświadczenia własne Cargo jak i sygnały z ośrodków współpracujących rekomendujemy wprowadzenie zmian w prawodawstwie obowiązującym mające na celu poprawienie jakości i efektywności szkolenia.

Stan w Polsce na dzień dzisiejszy to kilka ustaw i rozporządzeń regulujących proces szkolenia kierowców.

Ustawa podstawowa to „Ustawa o kierujących pojazdami”, której ostatni tekst jednolity został ogłoszony 21 lutego 2019 roku. Reguluje ona wymagany wiek do poszczególnych kategorii praw jazdy, ustala również zakres uprawnień poszczególnych kategorii. W rozdziale 4 precyzuje proces szkolenia uzyskiwania prawa jazdy, wskazując osoby spełniające wymogi do prowadzenia szkoleń, proces obiegu dokumentów. Rozdział 5 określa wymagania w stosunku do ośrodka szkolenia. Kolejny dokument to „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szkolenia kierowców wykonujących przewóz drogowy” z 2010 roku z późniejszymi zmianami. Określa ono w rozdziale 3 warunki prowadzenia szkolenia odnosząc się do załącznika nr 1 precyzującego w tabeli nr 2 oraz 3 tematy specjalistyczne związane z kategorią C i D prawa jazdy. Poniżej wymieniamy rekomendacje, które należałoby zrealizować aby podnieść jakość, atrakcyjność i efektywność szkolenia przy jednoczesnym możliwym do uzyskania obniżeniu jego kosztów.

Np. punkt 1.3 w tabeli 2 uwzględnia tematykę załadowania pojazdu zgodnie z wymaganiami bhp i zasadami użytkowania pojazdu. Kursant w ramach ćwiczeń winien opanować prawidłowe rozłożenie ładunku, techniki mocowania ładunku dobierając najbardziej optymalne środki. Rekomendujemy, aby dopuścić możliwość realizacji części tych ćwiczeń przy wykorzystaniu symulatora wirtualnej rzeczywistości. Skutkować to może wzbogaceniem oferty środków do dyspozycji

kursantów, ciekawszą ich konfiguracją i tworzeniem sytuacji niedostępnych w danym momencie na terenie ośrodka szkoleniowego. Jednocześnie skutkować to będzie ograniczeniem nakładów finansowych ponoszonych przez ośrodki szkolenia wskutek braku konieczności zakupu rzeczywistych środków szkoleniowych.

Z kolei punkt 1.4 w ramach którego należy wykonać szkolenie symulujące awarie mechaniczne i elektryczne pojazdu doskonale nadaje się do przeniesienia w środowisko wirtualnej rzeczywistości z wykorzystaniem symulatora. Środowisko to daje nieograniczone możliwości tworzenia różnorodnych symulowanych awarii, gdzie ograniczeniem może być tylko wyobraźnia jego projektanta.

Dla tabeli nr 3 określającej tematykę szkoleń specjalistycznych dla kategorii D punkt 1.5 zawiera tematykę powiązaną z symulowaniem awarii, a punkt 1.7 obliczenia użytkowego obciążenia pojazdu i rozmieszczenia pasażerów. Jak widać są to tematy doskonale nadające się do szkolenia w warunkach symulatorowych. Rekomendujemy aby w przyszłości nasze ustawodawstwo dawało prawne możliwości stosowania tego rodzaju metody szkolenia.

8.1.1 Przekazywanie wiedzy

Nauczanie przedmiotu zwykle uczy się tą samą metodą w prawdziwym życiu i wirtualnym świecie. Jeśli wirtualne środowisko z jego funkcjami może być zbudowane tak, aby dawało podobne odczucia z jazdy jak w prawdziwym życiu, można już mówić o wystarczająco dobrym przesyłaniu danych. W środowisku wirtualnym trener nie musi prowadzić ani oceniać efektywności. Krytycznym punktem jest informacja zwrotna dla kursanta na temat jego nauki i sposób, w jaki informacja zwrotna kieruje jego przyszłymi ćwiczeniami.

Osobami poddawanyymi szkoleniu są przyszli kierowcy pojazdów wysokotonazowych. Ta grupa przyszłych kierowców jest zbiorowością, która będzie spędzać bardzo dużo czasu za kierownicą pojazdów. Jeśli będą one brały udział w wypadku drogowym, to jego skutki ze względu na masę i wielkość pojazdu będą niejednokrotnie bardzo tragiczne. Dlatego szkolenie tych osób powinno kłaść szczególny nacisk na uświadomienie jakich czynności należy dokonać, by za wszelką cenę unikać jakichkolwiek zdarzeń drogowych. Ludzie młodzi będący obiektem szkolenia ponadto łatwiej podejmują ryzyko nie mając jeszcze doświadczenia. Brak dostatecznych umiejętności i skłonność do ryzyka można postrzegać jako przyczynę śmierci około 15 tys. młodych ludzi rocznie w wypadkach drogowych w Europie. W wielu krajach wypadki tego typu stanowią główną przyczynę zgonów młodych ludzi. Instruktor posługując się narzędziami VR winien tworzyć maksymalną ilość scenariuszy, w których przedstawi zróżnicowane sytuacje mogące zaistnieć w warunkach rzeczywistych.

8.1.2 Maksymalizacja umiejętności

Najbardziej efektywnymi tematami do nauki w wirtualnym świecie są przedmioty, które nie wymagają ruchu/jazdy. Wynika to z faktu, że na tym etapie technologia wirtualnej rzeczywistości nie ma jeszcze wystarczającej jakości do nauki jazdy (wymaga mocniejszych komputerów, zwłaszcza kart graficznych i dokładniejszych wirtualnych gogli). Jako przykład, oprócz kontroli wyjazdu, można wymienić obsługę klienta, załadunek i rozładunek, konserwację, zapoznanie się z pojazdem i bezpieczeństwo pracy.

Tematy nadające się najbardziej do szkoleń z wykorzystaniem VR to przede wszystkim sytuacje niemożliwe do uzyskania w warunkach rzeczywistych, z uwagi na niedostępność terenu, warunków atmosferycznych, a także te mogące stwarzać zagrożenie dla osób biorących udział w szkoleniu. W tej ostatniej definicji mieszczą się sytuacje prowokujące popełnianie błędów w prowadzeniu pojazdów:

- błędy w ocenie sytuacji: nie uwzględnienie zmiennych warunków drogowych,
- nie uwzględnienie zachowań innych uczestników ruchu,
- brak umiejętności przewidywania zagrożeń,
- podejmowanie niewłaściwych działań,
- nieumiejętność powstrzymania się od działania,
- nieefektywne hamowanie,
- nieefektywne ruszanie z miejsca,
- niewłaściwe operowanie kierownicą.

8.1.3 Minimalizacja kosztów interesariuszy

Ośrodki szkolenia kierowców mogą zmniejszyć się koszty utrzymania pojazdów. Utworzenie stanowiska treningowego VR zmniejsza koszty napraw eksploatowanych pojazdów o kilkadziesiąt procent, zmniejsza też zużycie paliwa.

W części szkolenia, w której zastosowano symulatory czas treningu zmniejsza się o 50% dla tematów zajęć z warunków specjalnych realizowanych zamiennie w pojeździe bądź symulatorze, co wynika z przepisów obowiązujących w Polsce. Dokument regulujący tę kwestię to „Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 1 kwietnia 2010 r. w sprawie szkolenia kierowców wykonujących przewóz drogowy”. Paragraf 7 ustęp 4 mówi, że: W przypadku prowadzenia zajęć praktycznych z jazdy w warunkach specjalnych przy wykorzystaniu urządzenia, o którym mowa w art. 39g ust. 11 pkt.2 ustawy, 2 godziny jazdy w warunkach specjalnych bez wykorzystania tego urządzenia uznaje się za równoważne 1 godzinie jazdy przy wykorzystaniu tego urządzenia.”

Działania oparte na prawdziwym życiu / symulatorze, które można zastąpić szkoleniami opartymi na VR z punktu widzenia opłacalności

- symulacja zróżnicowanych warunków drogowych, w tym innych pór roku niedostępnych w czasie szkolenia,
- błędy w ocenie sytuacji: nie uwzględnienie zmiennych warunków drogowych,
- nieefektywne hamowanie,
- nieefektywne ruszanie z miejsca,
- niewłaściwe operowanie kierownicą.

Trener zatrudniany na symulatorze, czy też w pojeździe prowadząc zajęcia w warunkach specjalnych musi mieć te same kompetencje. Zmniejszenie godzin szkolenia na symulatorze w stosunku do szkolenia prowadzonego w warunkach rzeczywistych skutkuje zmniejszeniem kosztów zatrudnienia trenera. Przykładowo grupa 20-osobowa mająca wykonać 40 godzin szkolenia w warunkach rzeczywistych, na symulatorze wykonuje 20 godzin.

8.1.4 Kompetencje instruktorskie

Instruktor musi posiadać umiejętności ICT w zakresie korzystania z samego sprzętu wirtualnego, ale także umiejętność dostrzegania wyzwań ucznia. Ponadto instruktor musi posiadać umiejętność rozpoznawania aktualnych umiejętności ucznia, ponieważ wirtualne środowiska uczenia się umożliwiają bardziej efektywne niezależne szkolenie, w wyniku czego kontakt między trenerem a kursantem zostaje zmniejszony. Może to stanowić wyzwanie dla wielu trenerów, ponieważ należy poświęcić więcej uwagi pomiarowi umiejętności podczas nauki ćwiczeń praktycznych.

Instruktor zarządzający szkoleniem powinien posiadać:

- wiedzę na temat zawartości programu szkolenia umożliwiającą prowadzenie rozmowy wyjaśniającej kursantowi niezrozumiałe dla niego problemy,
- umiejętność szybkiego uczenia się potrzebną do bieżącej aktualizacji materiału szkoleniowego z uwagi na często występującą aktualizację przepisów,
- otwartość na zmiany w przepisach dotyczących programu szkolenia,
- umiejętności komunikacyjne niezbędne do kontaktu z kursantami,
- umiejętność rozwiązywania konfliktów,
- klarowność wypowiedzi,
- empatia,
- łatwość w posługiwaniu się środkami multimedialnymi,
- otwartość na nowe technologie zmieniające sposób szkolenia,
- umiejętność obsługi platform grywalizacyjnych obsługujących technologię 3D,
- umiejętność przekazu kursantom zasad korzystania z platformy 3D.

8.1.5 Profil instruktora

Zalecane kompetencje wykładowcy – instruktora:

- obszerna wiedza wyczerpująca omawiane na zajęciach zagadnienia,
- umiejętność uświadomienia uczniom celów i zadań dydaktycznych,
- umiejętność przekazywania posiadanej wiedzy w tym analiza i synteza przekazywanego materiału,
- umiejętność wskazania sytuacji praktycznych, w których jest zasadne wykorzystanie zdobytej wiedzy teoretycznej,
- umiejętność oceny predyspozycji uczestników szkolenia pod kątem przyswojenia omawianych tematów,
- umiejętność oceny umiejętności nabytych przez kursanta oraz jego naturalnych predyspozycji i wskazania właściwego kolejnego etapu szkolenia,
- umiejętność dostosowania intensywności szkolenia do chwilowej sprawności kursanta,
- umiejętność posługiwania się narzędziami używanymi do szkolenia,
- zdolność do oceny stopnia przyswojenia materiału przez uczestników szkolenia pod kątem ewentualnej rozbudowy szkolenia o godziny nadobowiązkowe.

8.1.6 Specyfikacja narzędzi szkoleniowych

The following hardware and software specifications were used in Polish and Finnish VR-targeted pilots. As no standards for VR driver training stands were established yet, we built them according to both desk research and discussions with VR developers. Therefore, the following specifications should be rather treated as a signpost than the official recommendations.

8.1.6.1 Polska

- Stanowisko umożliwiające trening z wykorzystaniem VR zawierające:
 - Oprogramowanie European Truck Simulator (należy pamiętać, że ostatecznie oprogramowanie dedykowane VR powinno być znacznie bardziej zgodne z potrzebami szkoleniowymi, szczególnie w odniesieniu do opracowywania scenariuszy, zwiększania poziomu zanurzenia i zmniejszania choroby symulacyjnej),
 - komputer stacjonarny (najlepiej dedykowany do gier, ponieważ oprogramowanie VR wymaga dużej pamięci oprogramowania komputerowego),
 - Monitor LCD (nawet jeśli obraz jest wyświetlany w zestawie słuchawkowym VR, wyświetlanie na monitorze o przyzwoitej wielkości pozwala trenerowi śledzić postępy szkolonego),
 - gogle rzeczywistości wirtualnej (bardzo ważne jest zachowanie zgodności z wymaganiami / wskazówkami twórców VR, ponieważ oprogramowanie VR może być dedykowane dla konkretnego zestawu słuchawkowego. Wybór innego zestawu słuchawkowego może w tym przypadku skutkować nieoptymalną wydajnością oprogramowania

- Siedzenie kierowcy (najlepiej dedykowane siedzenie do gier lub rzeczywiste siedzenie ciężarówki / autobusu, które może zwiększyć efekt zanurzenia),
- Kierownica do gier (w pilocie użyliśmy Logitech G27 ze względu na jego prostotę; niestety na rynku nie ma kierownic samochodów ciężarowych / autobusów do komputerowej symulacji jazdy).
- Symulator 3-stopniowy zawierający:
 - Komputer stacjonarny,
 - Stanowisko kierowcy z możliwością wyboru pracy skrzyni biegów w wersji manualnej lub automatycznej,
 - Podstawę stanowiska kierowcy umożliwiającą ruchy wzdłużne oraz poprzeczne,
 - 3 projektory rzutujące obraz,
- Symulator 6-stopniowy jazdy samochodem ciężarowym i autobusem Truck Simulator TS-10 zawierający:
 - System projekcji tylnej w rozdzielczości FullHD
 - Fizyczny tachograf z możliwością wymiany karty oraz generowaniem błędów
 - 5 kanałowy system dźwięku z możliwością zmiany balansu dla każdego z głośników z osobna
 - Pulpit główny (zegarów pojazdu) w oparciu o wyświetlacz (tzw. glass cockpit)
 - System platformy ruchu całego kokpitu o 6 stopniach swobody z napędem elektrycznym
 - System hamowania oparty o pomiar ciśnienia pneumatycznego generowanego na pedale hamulca
 - Możliwość ustawiania kąta widzenia w lusterkach bocznych bezpośrednio z pozycji kierowcy
 - Niezależny system klimatyzacji wnętrza kokpitu symulatora zintegrowany z systemem sterowania nawiewami odzwierciedlanego pojazdu
 - Stanowisko instruktora wraz z kierownicą wyposażoną w system generowania obciążeń
 - Wewnątrz kokpitu 2 niezależne kamery monitorujące zachowanie kierowcy
 - kabinę rzeczywistego pojazdu ciężarowego
 - Skrzynię biegów automatyczną i manualną,
 - Możliwość zmiany informacji wyświetlanych na desce rozdzielczej (glass cockpit) bezpośrednio za pomocą przycisków umieszczonych na kierownicy
 - Stanowisko instruktora wyposażone w 6 ekranów wyświetlających następujące informacje lub widoki:

- podgląd zachowania kierowcy w kabinie,
- widok symulacji na szybie przedniej,
- widok symulacji na szybie bocznej lewej/prawej,
- widok aktualnej sytuacji drogowej oraz mapy miasta,
- widok z izometryczny z możliwością zmiany kąta patrzenia na prowadzony przez kursanta pojazd.
- Oprogramowanie z możliwością generowania warunków pogodowych, pory roku i dnia w tym:
 - pogodę słoneczną,
 - dzień/noc, wschód oraz zachód słońca,
 - mgłę,
 - deszcz ,
 - opady śniegu,
 - wiatr o modyfikowalnej sile,
 - warunki zimowe.

8.1.6.2 Finland

Dane techniczne stanowiska VR

- Komputer ASUS ROG Strix GL12, Win 10
 - Intel Core i5-8400 - sześciordzeniowy procesor
 - Karta graficzna NVIDIA GeForce GTX 1080
- Gogle HTC VIVE PRO VR
 - Stacja bazowa SteamVR 2,0 x 2
 - Zasilacz stacji bazowej x 2
 - Zestaw montażowy
 - Link box
 - kabel USB 3.0
 - Kabel DisplayPort™
 - Zasilacz skrzynki rozdzielczej
 - Podkładka montażowa skrzynki przyłączeniowej
 - Zestaw słuchawkowy z kablem zestawu słuchawkowego
 - Ściereczka do czyszczenia
 - Otwór na słuchawki x 2
 - Dokumentacja
 - Kontroler (2018) (ze smyczą) x 2
 - Zasilacz x 2
 - Kabel Micro-USB x 2
 - Zestaw słuchawkowy VIVE Pro

DANE TECHNICZNE HTC VIVE PRO VR

Ekran:	Dual AMOLED 3.5"
Rozdzielczość:	1440 x 1600 pikseli na każde oko (2880 x 1600 piksele)
Częstotliwość odświeżania:	90 Hz
Pole widzenia:	110 stopni
Dźwięk:	Zestaw słuchawkowy z certyfikatem Hi-Res Słuchawki Hi-Res z certyfikatem (wymienne) Obsługa słuchawek o wysokiej impedancji
Wejście:	Zintegrowany mikrofon
Komunikacja:	USB-C 3.0, DP 1.2, Bluetooth
Czujniki:	Śledzenie SteamVR, czujnik G, żyroskop, czujnik zbliżeniowy, czujnik IPD
Ergonomia:	Regulacja odległości obiektywu Regulowany IPD Regulowane słuchawki Regulowany pasek na głowę

CONTROLLER SPECS

Czujniki:	Śledzenie SteamVR 2.0
Wejście:	Wielofunkcyjny trackpad, przyciski Grip, dwustopniowy trigger, przycisk System, przycisk Menu

Komunikacja: Port ładowania Micro-USB

TRACKED AREA REQUIREMENTS

W pozycji stojącej / Brak min. wymagań dotyczących miejsca siedzącej:

Wielkość sali: Wymagany jest minimalny obszar gry 2m x 1,5m, a maksymalny rozmiar to 7m x 7m



Fig. 49. Specyfikacja narzędzi szkoleniowych w TTS

8.1.7 Wsparcie systemu zarządzania szkoleniami

W Finlandii aplikacja do szkolenia pilotażowego nie jest jeszcze uwzględniona w faktycznym szkoleniu, dlatego obecnie nie jest obsługiwana przez administrację. Potrzebne będzie do tego duże wsparcie, ponieważ różne obszary szkolenia dla zawodowych kierowców muszą zostać modelowane i przepisane, aby można je było przenieść do wirtualnego środowiska szkoleniowego.

Systemem zarządzania szkoleniami jakim posługuje się w swojej praktyce CARGO jest autorski program OSK MANAGER. Pozwala on na zarządzanie ośrodkiem w zakresie planowania szkoleń, przydzielania do nich miejsc, pojazdów, kursantów, instruktorów. Przy znacznej liczbie realizowanych szkoleń, a tak jest w CARGO jest to w zasadzie narzędzie niezbędne dla uniknięcia chaosu. Dzięki niemu można też na bieżąco uzyskać podgląd stopnia realizacji samego szkolenia jak i postępu osoby szkolonej.

Nadzór nad stopniem realizacji szkolenia jest też możliwy w systemie e-cargo. Platforma ta umożliwia zakładanie szkoleń, dopisywanie użytkowników, sprawdzanie stopnia realizacji i generowanie dokumentów powiązanych ze szkoleniami.

8.1.8 Łączenie VR, AR i grywalizacji z innymi narzędziami szkoleniowymi opartymi na ICT

Wirtualne środowiska szkoleniowe można obecnie łączyć z konwencjonalnym symulatorem jazdy i różnymi aplikacjami do gier. Ponadto można je łączyć np. z e-learningiem, lecz zaletą środowisk wirtualnych jest to, że są to metody działające również niezależnie.

Szkolenia odbywane w warunkach AR mogą mieć swoją kontynuację w rzeczywistości wirtualnej. Połączeniem obydwu szkoleń byłaby rejestracja przebiegu szkolenia AR i jego odtworzenie w warunkach symulatora. Tutaj w ramach kolejnego etapu osoba szkolona korygowałaby błędy zauważone w trakcie szkolenia AR aż do osiągnięcia akceptowalnego poziomu. Na tym etapie nastąpiłby powrót do szkolenia AR, jeśli oczywiście warunki w jakich realizowany byłby ten etap by to umożliwiły.

Rozmawiając z osobami, które z pojęciem grywalizacji nie miały dotąd do czynienia można spotkać się z opinią, że element ten wprowadzany do systemu nauczania oznacza trywializację nauczania i wdrożenie elementów zabawy do tego procesu. Grywalizacja to jednak nie gra, chociaż tak jest potocznie postrzegana. To narzędzie pozwalające na stosowanie mechanizmów rządzących grami do procesu nauczania.

Dla potrzeb e-learningu stosowanego do nauczania kierowców i kandydatów na kierowców na obecnym etapie rozwoju systemu, grywalizacja ma umożliwić szerszą ocenę kursantów wprowadzając do ich oceny nie tylko kwestię postępu w nauce, ale również możliwość oceny stopnia zaangażowania w proces nauki. W ten sposób zostaje wprowadzona dodatkowa motywacja do nauki. Punkty można obecnie uzyskać za wyniki w pozyskiwaniu wiedzy, kolejnym etapem grywalizacji mogłoby być wprowadzenie punktów za systematyczność w uczestniczeniu w zajęciach. Punkty będzie można zdobywać też za nieobowiązkowe uczestnictwo w zadaniach opartych na scenariuszach wykorzystujących typowe sytuacje z prowadzenia pojazdu, zawierających problematyczne zdarzenia, jakie kursant będzie musiał prawidłowo rozwiązać. Czas i jakość, w jaki zostanie rozwiązany problem będzie rzutować na ilość uzyskanych punktów. Te z kolei powinny umożliwiać otrzymywanie nagród i bonusów. Formą nagrody może być choćby możliwość utworzenia własnego avataru. Tworzy to bodziec zachęcający do nauki, a nie ma przy tym wpływu na koszt szkolenia danej osoby.

Wprowadzenie powyższych elementów do programu szkolenia nakłania do równoczesnego wprowadzenia wizualizacji opartej na technice 3D.

9. Wnioski krajowe

9.1 Perspektywa Polski

Rozporządzenie polskiego Ministra Infrastruktury z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie urządzenia do symulowania jazdy w warunkach specjalnych precyzuje wymagania techniczno-organizacyjne oraz zakres funkcjonalności symulatora.

Poniżej wymieniamy rekomendacje, które należałoby zrealizować aby podnieść jakość, atrakcyjność i efektywność szkolenia przy jednoczesnym możliwym do uzyskania obniżeniu jego kosztów:

- rozbudowa programów szkoleniowych o wizualizacje 3D umożliwiające ćwiczenia w zakresie:
 - dobór opakowań i palet
 - umiejętnego rozłożenie ładunku
 - obliczenie ilości i dobór środków mocujących
 - lokalizacji symulowanych awarii pojazdu
 - wdrożenie postępowania skutkującego usunięciem awarii

Ponadto w ramach szkolenia z e-learningu postulujemy wdrożenie oprogramowania umożliwiającego planowanie trasy, przy uwzględnieniu dystansu jaki możemy pokonać w dopuszczalnym czasie jazdy. Opcja takiego oprogramowania winna umożliwiać „ręczne” wpisanie czasu jazdy i wymaganych przerw prze osobę szkoloną. Założenia takie byłyby następnie weryfikowane przez oprogramowanie i trenera.

9.2 Perspektywa Finlandii

Perspektywa Finlandii dotycząca wirtualnych środowisk uczenia się jest obecnie (w 2019 r.) bardzo otwarta i jest silnie rozwijana w innych obszarach. Środowiska wirtualne oferują także inną możliwość przekazywania wiedzy i edukacji na różne kontynenty i za granicę, ponieważ połączenia telekomunikacyjne umożliwiają już korzystanie z aplikacji internetowych niemal na całym świecie. Fińskie ustawodawstwo nie ogranicza korzystania z wirtualnych środowisk uczenia się, ale podlegają one tym samym sekcjom co szkolenie symulacyjne (dla szkolenia zawodowego kierowców), dla przykładu władze ustanowiły minimalne wymagania dotyczące pola widzenia dla symulatorów używanych w instrukcjach jazdy. Wymóg ten nie jest jeszcze spełniony przez dostępne na rynku gogle wirtualnej rzeczywistości, ponieważ mają one pole widzenia od 110 do 130 stopni w poziomie, a powinno ono wynosić co najmniej 180 stopni. Pole widzenia powinno być również realistyczne w kierunku pionowym. Ponadto istnieją wymagania dotyczące samych

elementów sterujących pojazdu (tzn. muszą być realistyczne i wymagany jest odpowiedni pojazd). To wymaganie nie zostało jeszcze spełnione. Producenci i twórcy wirtualnych okularów, kontrolerów i aplikacji znajdują się pod znaczną presją, aby ich produkty przekazywały obraz wystarczająco realistyczny, aby szkolenie za ich pomocą było bardziej dostępne. Interesariusze wciąż zachowują ostrożność w zakresie wirtualnych środowisk uczenia się, ale dzięki skutecznemu rozpowszechnianiu informacji i doświadczeń w Finlandii istnieje kilka forów i stowarzyszeń, które sprzedają potencjalne zastosowania środowisk wirtualnych i umożliwiają wszechstronne doświadczenie, umożliwiając zainteresowanym stronom formułowanie własnych opinii.

9.3 Perspektywa Austrii

Z powodu iż 3s, austriacki partner projektu ICT-INEX, nie podjął żadnych austriackich projektów pilotażowych na temat „Integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji z innymi profesjonalnymi szkoleniami dla kierowców”, zalecenia zostały stworzone tylko z bardziej ogólnej perspektywy. Zaleceniom oprate są na wynikach innych badań podobnych projektów UE, w których uczestniczyła firma 3s¹.

Jeśli chodzi o regulację szkolenia kierowców zawodowych, trzema najważniejszymi aktami prawnymi są: dyrektywa europejska 2003/59 / WE z jej ostatnią poprawką z kwietnia 2019 r.² Następnie istnieje austriackie „Rozporządzenie w sprawie szkolenia wstępnego i okresowego dla kierowców zawodowych”³ oraz austriackie „Rozporządzenie w sprawie praktyk zawodowych kierowców”.⁴

Jak już wspomniano w zaleceniach do końcowego sprawozdania ICT-INEX z zadania 3⁵, nowa dyrektywa (UE) 2018/645 sugeruje, że państwa członkowskie powinny zapewnić wyraźną opcję poprawy i modernizacji praktyk szkoleniowych z

¹ Dla przykładu projekt Erasmus+ ICT-DRV (2012-2015) który badał możliwości i wyzwania związane z technologicznymi metodami szkolenia w ramach wstępnego i okresowego szkolenia kierowców zawodowych.

² Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/645 z dnia 18 kwietnia 2018 r. Zmieniająca dyrektywę 2003/59 / WE w sprawie wstępnej kwalifikacji i okresowego szkolenia kierowców niektórych pojazdów drogowych do przewozu rzeczy lub pasażerów oraz dyrektywę 2006 / 126 / WE w sprawie praw jazdy” Online: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/645/oj> (19.07.2019).

³ Grundqualifikations- und Weiterbildungsverordnung – Berufskraftfahrer -GWB, aktualna wersja z 19.07.2019. Online: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005794> (19.07.2019).

⁴Online: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005412> (19.07.2019).

⁵ Patrz Rezultat projektu ICT-INEX 3 „Wytyczne dotyczące integracji SBT z innymi metodami szkolenia kandydatów PD” (załącznik 4, Zalecenia)

wykorzystaniem technologii informacyjnych i komunikacyjnych (Narzędzia ICT), takie jak e-learning i metody mieszane. W przypadku szkolenia okresowego poprawka stanowi, że szkolenie powinno obejmować szkolenie w sali, a także szkolenie praktyczne i o ile to możliwe - szkolenie z wykorzystaniem narzędzi ICT lub „najlepszych symulatorów”. Nowa dyrektywa nie wspomina o wykorzystaniu narzędzi wirtualnej rzeczywistości (VR) i poważnej gry do profesjonalnego szkolenia kierowców, ale obecnie stają się one integralną częścią narzędzi ICT i szkolenia opartego na symulatorze (SBT).

W Austrii narzędzia szkoleniowe oparte o VR i gry są rzadko używane do szkolenia zawodowych kierowców. Pierwsze krajowe i międzynarodowe firmy projektantów VR wchodzą na rynek austriacki, oferując swoje produkty szkoleniowe dla szkół nauki jazdy i dostawców szkoleń. Jak wspomniano w badaniach, a także podczas końcowej konferencji ICT-INEX w Warszawie, sceptycyzm wobec tych nowych możliwości szkoleniowych jest nadal bardzo wysoki. Nie tylko ze względu na strach przed wysokimi inwestycjami i wyzwaniem technicznymi, ale także ze względu na zjawisko choroby lokomocyjnej lub niechęć wielu starszych kierowców. W Austrii, podobnie jak w wielu innych krajach europejskich, dyskusja na temat przyszłości szkolenia w zakresie PD jest bardzo aktywna, ale wydaje się, że nie ma żadnego powiązania między dostępnymi badaniami metod szkoleniowych w zakresie ICT a praktyczną pracą dostawców szkoleń. Podejścia e-learningowe do przedmiotów teoretycznych wydają się być powszechnie akceptowane w szkołach nauki jazdy (aplikacje edukacyjne itp.), ale istnieje tylko jeden austriacki dostawca w prowincji Tyrol, który uzyskał akredytację trzech modułów e-learningowych do szkolenia PD⁶.

W 2015 r., podczas projektu Erasmus+ ICT-DRV sformułowano austriacki scenariusz krajowy dotyczący „wskaźników jakości” wdrażania narzędzi ICT w szkoleniu kierowców zawodowych. W przypadku tego raportu zalecenie to zostanie wykorzystane i dostosowane do wydawania zaleceń dotyczących wdrażania narzędzi VR / grywalizacji do szkolenia w zakresie PD w Austrii.

Pierwsze zalecenie to *kolejna poprawka do dyrektywy 2003/59 / WE*, jeśli chodzi o integrację narzędzi VR i grywalizację w szkoleniach z zakresu PD. W tej nowej poprawce należy wskazać, czy VR i gry są dopuszczalne do treningu PD. W Austrii należy docenić definicję okoliczności, w których należy podać VR / grywalizację, aby uzyskać pewność prawa.

Drugie zalecenie to wyczerpujące informacje i porady dla użytkowników końcowych i decydentów w zakresie technologii VR i gier. Powinno to umożliwić uczącym się, pracodawcom i właściwym organom podjęcie decyzji, czy oferta szkolenia VR lub grywalizacji spełnia ich wymagania.

⁶ <https://berufskraftfahrer.easydrivers.at/weblearning> (19.07.2019).

Trzecim zaleceniem jest posiadanie specjalnie przeszkolonych trenerów i opiekunów VR / grywalizacji. Szkolenie powinno obejmować charakterystykę uczenia się za pomocą narzędzi VR / grywalizacji dla osób i grup, wiedzę na temat projektowania i wyboru scenariuszy oraz obsługi i stosowania narzędzi szkolenia VR / grywalizacji.

Czwarte zalecenie dotyczące wdrażania narzędzi VR i grywalizacji do treningu PD to zastosowanie podejścia opartego na efektach uczenia się.⁷ Podejście oparte na efektach uczenia się (definiowanie wiedzy, umiejętności i kompetencji) powinno być stosowane do szkolenia VR i grywalizacji, co ułatwiłoby uznawanie wcześniejszego / nieformalnego uczenia się oraz było dowodem uczenia się.

Piąte zalecenie to solidny i dokładny projekt instrukcji i technologii dla szkolenia VR i grywalizacji. W tym kontekście należy wziąć pod uwagę przykłady najlepszych praktyk w dziedzinie projektowania instruktorskiego.

Kolejne zalecenie sugeruje stałą ocenę i dalszy rozwój kursów VR / grywalizacyjnych w celu dostosowania do zmieniających się potrzeb i wymagań oraz do najnowocześniejszych technologii edukacyjnych.

Ostatnie zalecenie jest być może jednym z najważniejszych: zintensyfikowanie badań nad VR i grami do treningu PD w połączeniu z dzieleniem się i nawiązywaniem kontaktów w sprawie bieżącej realizacji zastosowań VR / grywalizacji. Wdrożenie VR i gier wymaga ciągłego dialogu i współpracy między instytucjami edukacyjnymi, twórcami VR i poważnych gier, a także badaczami. Dlatego konieczne jest stałe dzielenie się, tworzenie sieci i wspólne działania badawcze w celu dalszej pracy nad poprawą integracji zaawansowanych technologii wizualizacji 3D i mechanizmów grywalizacji z innymi metodami szkolenia zawodowych kierowców.

9.4 Referencje

1. Semichi, M. et al (2014): Status quo of SBT and CBT application within professional driver training in selected European countries. Project report. Online: https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP2_Report_emergpract_final.pdf (18.07.2019).
2. Bacher, T. et al (2015a): Scientific Framework of CBT and driving simulator application in professional driver training. ICT-DRV project report. ICT-DRV project report. Online. https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICT-DRV_WP1_report_final.pdf
3. Bacher, T. (2015b): National implementation scenario of ICT-DRV quality indicators for: AUSTRIA. ICT-DRV project report. Online: <https://www.project->

⁷ Cf. <https://www.cedefop.europa.eu/en/events-and-projects/projects/learning-outcomes> (25.07.2019).

[ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP5_scenario_AT_EN.pdf](https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP5_scenario_AT_EN.pdf)
(24.07.2019).

4. Ball, C. et al (2015a): On the way to high-quality technology-supported training for professional drivers: A synopsis of ICT-DRV project results, conclusions and recommendations. ICT-DRV project report. Online: https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP5_synopsis_final.pdf (18.07.2019).
5. Ball, C. et al (2015b): ICT-DRV quality indicators on technology-support training. ICT-DRV project report. Online: [https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP5_qualityindicators_final EN.pdf](https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICTDRV_WP5_qualityindicators_final_EN.pdf) (18.07.2019).
6. ICT-DRV (2015): Transport meets education - Preparing and keeping professional drivers' qualification up-to-date for their changing job requirements with technology-supported learning. Conference and project proceedings. Online: https://www.project-ictdrv.eu/fileadmin/user_upload/FinDels/ICT-DRV_proceedings_final_web.pdf (18.07.2019).

10. Załączniki

10.1 Załącznik nr 1 – Kwestionariusz grywalizacji z 10 czynnikami motywacyjnymi

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik Nr. 1 - Kwestionariusz grywalizacji z 10 czynnikami motywacyjnymi

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Ankieta

Niniejsza ankieta ma na celu sprawdzenie Twojej opinii na temat każdego przedstawionego Ci elementu gryfikacji. Poniżej wymieniono 4 cechy każdego z nich. Określ na 5-stopniowej skali w jakim stopniu zgadzasz się lub nie zgadzasz z danym stwierdzeniem.

PUNKTY

Przyjemność

Czy możliwość zdobywania punktów za naukę na platformie uprzyjemniałoby ci korzystanie z niej i dawałoby ci frajdę?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać Ci w nauce? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

ODZNAKI

Przyjemność

Czy możliwość otrzymywania odznak za twoje działania i za naukę na platformie sprawiałaby ci przyjemność i dawałoby ci frajdę?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

POZIOMY

Przyjemność

Czy możliwość osiągania kolejnych poziomów na platformie miałoby wpływ na przyjemność korzystania z platformy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce i korzystaniu z platformy? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

INFORMACJA O POSTĘPIE

Przyjemność

Czy regularne potwierdzanie Twoich osiągnięć w nauce, poprzez konstruktywne informacje dotyczące Twoich postępów opisujące je ilościowo i jakościowo, jakie otrzymywałeś na platformie miałyby wpływ na przyjemność korzystania z platformy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałeś ten element gryfikacji i polegałeś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać Ci w nauce? jest przydatny i użyteczny w zdobywaniu wiedzy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

TABLICA WYNIKÓW/RANKING

Przyjemność

Czy informacja o Twoich wynikach w nauce na tle innych, jaką otrzymywałeś na platformie w formie tabeli / rankingu miałyby wpływ na przyjemność korzystania z platformy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce i korzystaniu z platformy? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....
.....
.....

WYZWANIA

Przyjemność

Czy możliwość podejmowania zadań stanowiących wyzwanie dla ciebie, wymagających, lecz dostosowanych do poziomu twoich umiejętności, na platformie uprzyjemniałoby ci korzystanie z niej i dawałoby ci frajdę?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

AWATAR

Przyjemność

Czy możliwość personalizacji swojego profilu (dodanie informacji, zdjęcia) na platformie uprzyjemniałoby ci korzystanie z niej i dawałoby ci frajdę?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce i w korzystaniu z platformy edukacyjnej? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla

których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

INFORMACJE ZWROTNE

Przyjemność

Czy otrzymywanie szybkich informacji zwrotnych po zakończonym module/teście, informujących o wyniku, statusie, miejscu w rankingu na platformie miałyby wpływ na przyjemność korzystania z platformy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce i w korzystaniu z platformy edukacyjnej? jest przydatny i użyteczny w zdobywaniu wiedzy?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

JASNE CELE

Przyjemność

Czy jasne, zrozumiałe zasady działania systemu, precyzyjne instrukcje określające jego

zakres uprzyjemniałoby ci korzystanie z niej?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać ci w nauce i w korzystaniu z platformy edukacyjnej?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Łatwość użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.

.....

.....

.....

NAGRODY

Przyjemność

Czy wiedza o możliwości zdobycia nagrody niespodzianki dla zwycięzcy rankingu uprzyjemniałoby ci korzystanie z platformy i dawałoby ci frajdę?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Chęć użycia

Czy uważasz, że ten element gryfikacji jest niezawodny i miarodajny? Czy mając taką możliwość zastosowałbyś ten element gryfikacji i polegałbyś na nim?

Nie	raczej nie	trudno powiedzieć	raczej tak	tak
1	2	3	4	5

Pomocność / Przydatność, użyteczność

Biorąc pod uwagę swoje własne cele czy uważasz, że ten element gryfikacji może pomagać Ci w nauce i w korzystaniu z platformy edukacyjnej? Może wpływać na twoją motywację do nauki?

Nie 1	raczej nie 2	trudno powiedzieć 3	raczej tak 4	tak 5
Łatwość użycia				
Czy uważasz, że ten element gryfikacji wydaje się łatwy w użyciu?				
Nie 1	raczej nie 2	trudno powiedzieć 3	raczej tak 4	tak 5
Podziel się z nami swoimi uwagami na temat danego elementu gryfikacji. Podaj powody, dla których ten element ci się podoba bądź nie.				
.....				
.....				
.....				
Do nauki najbardziej mobilizowałyby mnie takie elementy gryfikacji jak:				
* uporządkuj od 1 do 10, gdzie 1 – element gryfikacji najbardziej mnie motywuje do nauki, a 10 – element ma najmniejszy wpływ moją naukę.				
..... punkty				
..... odznaki				
..... poziomy				
..... informacje o postępie				
..... tabela wyników / ranking				
..... wyzwania				
..... awatar				
..... informacje zwrotne				
..... jasne cele				
..... nagroda niespodzianka dla zwycięzcy rankingu				

10.2 Załącznik nr 2 – Ankieta demograficzna stosowana w badaniu technik grywalizacji

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 2 – Ankieta demograficzna stosowana w badaniu technik grywalizacji

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

ANKIETA KIEROWCY

NUMER
IDENTYFIKACYJNY

Płeć K M

Wiek.....

Pochodzenie.....

Zawód wykonywany.....

Posiadane kategorie prawa jazdy.....

Ile lat B.....

Ankieta, którą mają Państwo przed sobą jest całkowicie anonimowa, dane będą analizowane grupowo, a nie jednostkowo. Rzetelność jej wypełnienia i szczerść wypowiedzi jest dla nas bardzo ważna.

1. Jakiego ma Pani/Pan wykształcenie ?

Podstawowe	Zawodowe	Średnie	Wyższe

2. Jaki jest Pana/Pani aktualna sytuacja na rynku pracy?

Bezrobotny	Długotrwale bezrobotny (powyżej 12 miesięcy)	Nieaktywny zawodowo	Pracuję

3. Jak często jeździ Pani/Pan samochodem?

Codziennie	Kilka razy w tygodniu	Kilka razy w miesiącu	Rzadziej

4. Ile miesięcznie przejeżdża Pani/Pan kilometrów? (średnia z ostatniego roku)

Do 250 km	Od 250 km do 850 km	Od 850 km do 1700 km	Powyżej 1700 km

5. Jakie trasy zazwyczaj pokonujesz?

Trasy długie (powyżej 100 km)	Trasy krótkie (poniżej 100 km)	Różne

6. W jakich porach zazwyczaj prowadzisz pojazd?

Zwykle w dzień	Zwykle w nocy	Różnie

7. Czy posiada Pani/Pan punkty karne, jeśli tak to ile?

Nie posiadam	1-10 punktów	10-20 punktów	Powyżej 20 punktów

8. Ile razy uczestniczyła Pani/Pan w kursie zmniejszającym ilość punktów karnych (od czasu zdobycia uprawnień)?

Ani razu	Jeden raz	Dwa lub więcej

9. Czy kiedykolwiek spowodowała Pani/Pan kolizję drogową?

Tak	Nie

10. Czy kiedykolwiek spowodowała Pani/Pan wypadek drogowy?

Tak	Nie

11. Jak ocenia Pani/Pan swoje umiejętności prowadzenia samochodu?

Bardzo słabo	Słabo	Umiarkowanie	Dobrze	Bardzo dobrze

12. Czy bierze Pani/Pan udział w bezpłatnym kursie?

Tak, bezpłatnym finansowanym zewnętrznym	Tak, bezpłatnym finansowanym przez pracodawcę	Nie, częściowo odpłatnym	Nie, w pełni opłacam go sam

13. Jak ocenia Pani/Pan swoją motywację do skutecznego zakończenia tego kursu?

Bardzo słabo	Słabo	Umiarkowanie	Dobrze	Bardzo dobrze

14. Co mogłoby zwiększyć Pan/Pan motywację do skutecznego zakończenia tego kursu?

.....

.....

.....

15. Często korzysta Pani/Pan z urządzeń takich jak komputer, tablet, smartfon itp?

Nigdy	Rzadko (raz na miesiąc)	Sporadycznie (raz na tydzień)	Często (kilka razy w tygodniu)	Bardzo często (codziennie)

16. Jak ocenia Pani/Pan swoje umiejętności z korzystania z powyższych urządzeń?

Bardzo słabo	Słabo	Umiarkowanie	Dobrze	Bardzo dobrze

•
17. Czy ma Pani/Pan doświadczenia z wirtualną rzeczywistością (VR)?

Nie	Jedynie słyszałam/em o niej	Widziałem jak ktoś korzysta	Korzystałem	Korzystam często

18. Czy ma Pani/Pan doświadczenia z rzeczywistością rozszerzoną (AR)?

Nie	Jedynie słyszałam/em o niej	Widziałem jak ktoś korzysta	Korzystałem	Korzystam często

19. Jeżeli korzystał/a Pani/Pan z VR/AR, jaka jest Pana/Pani opinia na temat stosowania tej technologii w edukacji?

Nie korzystałem/łam	Nie jest potrzebna	Nie mam zdania	Jest potrzebna

20. Czy widzi Pan celowość wykorzystania VR/AR w szkoleniu kierowców zawodowych?

Nie	Raczej nie	Nie mam zdania	Raczej tak	Tak

21. Czy gra Pani/Pan w gry (np. planszowe, karciane, komputerowe, mobilne itp)?

Nigdy	Rzadko (raz na miesiąc)	Sporadycznie (raz na tydzień)	Często (kilka razy w tygodniu)	Bardzo często (codziennie)

22.W jakie gry Pani/Pan gra?

Nie gram	Planszowe, karciane	Gry komputerowe

23.Ile czasu średnio spędzasz na graniu?

Nie gram	Gram okazjonalnie	do 2 godzin dziennie	3–4 godziny dziennie	5–6 godzin dziennie

24.Czy spotkał/a się Pani/Pan wcześniej z pojęciem gryfikacji (gamifikacji, grywalizacji)?

Nie	Nie wiem	Tak

25.Czy ma Pani/Pan doświadczenia w korzystaniu mechanizmów/elementów gryfikacji?

Nigdy, nie korzystałem	Rzadko (raz na miesiąc)	Sporadycznie (raz na tydzień)	Często (kilka razy w tygodniu)	Bardzo często (korzystam codziennie)

26.Jeżeli korzystał/a Pani/Pan z mechanizmów/elementów gryfikacji, to jak ocenia Pani/Pan ich wpływ na zmianę swojego zaangażowania lub motywacji?

Bardzo słabo	Słabo	Średnio	Dobrze	Bardzo dobrze

27.Proszę opisać swoje doświadczenia związane z użyciem tych elementów.

Gdzie spotkał/a się Pani/Pan z pojęciem gryfikacji (gamifikacji, grywalizacji)? Z jakimi elementami gryfikacji się Pani/Pan spotkał/a?

.....

.....

.....

.....

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione. Dziękujemy za wypełnienie ankiety.

10.3 Załącznik nr 3 – Ankieta demograficzna zastosowana w szkoleniu pilotażowym (ITS)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 3 - Ankieta demograficzna zastosowana w szkoleniu pilotażowym (ITS)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Ankieta

Poniżej znajdują się pytania dotyczące funkcjonowania na drodze. Prosimy o ustosunkowanie się do każdego pytania poprzez wybór właściwej odpowiedzi (postawić krzyżyk pod wybraną przez siebie odpowiedzią). W niektórych pytaniach/stwierdzeniach możliwe jest zaznaczenie więcej niż jednej odpowiedzi. Badanie jest anonimowe, a dane zostaną wykorzystane tylko do celów naukowych. Prosimy zatem o szczere odpowiedzi.

1. Wiek
2. Płeć: Kobieta / Mężczyzna
3. Wykształcenie

Zasadnicze zawodowe	Średnie	Wyższe niepełne	Wyższe (w tym licencjat)

4. Kategoria prawa jazdy

A	B	C	D	B+E	C+E	D+E

5. Od ilu lat prowadzi Pan/Pani aktywnie pojazd (więcej niż 1000 km rocznie)?.....

6. Jak ocenia Pan/Pani swoje umiejętności prowadzenia pojazdu?

Bardzo słabo	Słabo	Przeciętne	Dobrze	Bardzo dobrze

7. Jak często prowadzi Pan/Pani samochód?

Bardzo rzadko (Kilka razy w roku)	Rzadko (Kilka razy w miesiącu)	Kilka razy w tygodniu	Codziennie

8. Ile kilometrów miesięcznie przejeżdża Pan/Pani?

Do 250 km	260-850 km	860-1700 km	Powyżej 1800 km

9. Ile godzin dziennie spędza Pan/Pani za kierownicą?

Do 1 godziny	1-3 godzin	4-7 godzin	8 i powyżej

10. Czy kiedykolwiek spowodował(a) Pan/Pani kolizję drogową?

Tak	Nie

11. Czy kiedykolwiek spowodował(a) Pan/Pani wypadek drogowy?

Tak	Nie

12. Czy gra Pan/Pani w gry (np. planszowe, karciane, komputerowe, mobilne)

itp.)?

Nigdy	Rzadko (raz na miesiąc)	Sporadycznie (raz na tydzień)	Często (kilka razy w tygodniu)	Bardzo często (codziennie)

13. W jakie gry Pan/Pani gra?

Nie gram	Planszowe	Gry karciane	Gry komputerowe

14. Ile czasu średnio spędza Pan/Pani na graniu?

Nie gram	Gram okazjonalnie	do 2 godzin dziennie	3-4 godziny dziennie	5 i powyżej

15. Czy spotkał(a) się Pan/Pani z określeniem VR (wirtualna rzeczywistość)?

Tak	Nie

16. Czy ma Pan/Pani doświadczenia z wirtualną rzeczywistością (VR)?

Nigdy	Jedynie słyszałam/em o niej	Widziałem jak ktoś korzysta	Korzystałem	Korzystam często

17. Czy chciałby Pan/chciałaby Pani przetestować VR jeszcze raz? JĘŚLI TESTOWAŁ(A) PAN/PANI TECHNOLOGIE VR CHOCIAŻ RAZ

Tak	Nie

18. Czy ma Pan/Pani doświadczenia z rzeczywistością rozszerzoną (AR)?

Nigdy	Jedynie słyszałam/em o niej	Widziałem jak ktoś korzysta	Korzystałem	Korzystam często

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.4 Załącznik nr 4 – Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze z goglami HTC Vive i Oculus Rift)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 4 - Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze z goglami HTC Vive i Oculus Rift)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Numer osoby.

Ankieta po przejeździe

☐ HTC ☐ Oculus

1. Proszę określić poziom trudności korzystania z gogli VR / z symulacji jazdy w goglach VR

Łatwy (nic nie sprawiało mi problemu)	Średni (niektóre rzeczy wymagały nauki)	Trudny (miałem/miałam dużo problemów przez cały czas jazdy w goglach)	Bardzo trudny (nie byłem/byłam w stanie uczestniczyć w symulacji w goglach)

2. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6) poziom komfortu poszczególnych aspektów symulacji i łatwość wykonywania czynności, gdzie 1-bardzo niski, 2-raczej niski, 3-średni, 4-raczej wysoki, 5- wysoki, 6-bardzo wysoki.

	Ocena 1 (bardzo niski)	Ocena 2 (raczej niski)	Ocena 3 (średni)	Ocena 4 (raczej wysoki)	Ocena 5 (wysoki)	Ocena 6 (bardzo wysoki)
Rozglądanie się po otoczeniu – ruchy głową i ciałem						
Odbiór obrazu						
Obsługa kierownicy						
Obsługa hamulca i gazu						
Obsługa kierunkowskazów						
Komfort siedzenia						
Inne (proszę wymienić)						

3. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze stopień realizmu symulacji.

Ocena 1 (źle)	Ocena 2 (raczej źle)	Ocena 3 (średnio)	Ocena 4 (raczej dobrze)	Ocena 5 (dobrze)	Ocena 6 (bardzo dobrze)

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.5 Załącznik nr 5 – Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze bez okularów)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 5 - Ankieta kierowcy (po jeździe na symulatorze bez okularów)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: Polska
Odpowiedzi:
Data oddania:

Numer osoby

Ankieta po przejeździe

1. Proszę określić poziom trudności symulacji jazdy (przejazd bez gogli).

Łatwy (nic nie sprawiało mi problemu)	Średni (niektóre rzeczy wymagały nauki)	Trudny (miałam dużo problemów przez cały czas)	Bardzo trudny (nie byłem w stanie uczestniczyć w symulacji)

2. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6) poziom komfortu poszczególnych aspektów symulacji i łatwość wykonywania czynności, gdzie 1-bardzo niski, 2-raczej niski, 3-średni, 4-raczej wysoki, 5- wysoki, 6-bardzo wysoki.

	Ocena 1 (bardzo niski)	Ocena 2 (raczej niski)	Ocena 3 (średni)	Ocena 4 (raczej wysoki)	Ocena 5 (wysoki)	Ocena 6 (bardzo wysoki)
Rozglądanie się po otoczeniu – ruchy głową i ciałem						
Odbiór obrazu						
Obsługa kierownicy						
Obsługa hamulca i gazu						
Obsługa kierunkowskazów						
Komfort siedzenia						
Inne (proszę wymienić)						

3. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze stopień realizmu symulacji.

Ocena 1 (źle)	Ocena 2 (raczej źle)	Ocena 3 (średnio)	Ocena 4 (raczej dobrze)	Ocena 5 (dobrze)	Ocena 6 (bardzo dobrze)

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.6 Załącznik nr 6 – Ankieta kierowcy - końcowa

Projekt ICT-INEX



Questionnaire

Załącznik nr 6 - Ankieta kierowcy - końcowa

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Numer osoby

Ankieta PO PRZEJEŹDZIE (kończąca)

1. Czy według Pana/Pani gogle do wirtualnej rzeczywistości mogą być zastosowane do szkoleń na kierowców?

Zdecydowanie nie	Raczej nie	Nie mam zdania	Raczej tak	Zdecydowanie tak

2. Jeśli zdecydowałby się Pan/zdecydowałaby się Pani na użycie któregoś z tych urządzeń jako uzupełnienie szkolenia kierowców, to którego? Proszę uzasadnić swoją odpowiedź.

Gogle niebieskie	Gogle czarne	Symulator (brak gogli)

Uzasadnienie:.....

3. Przy użyciu którego urządzenia woli Pani/Pan kierować?

Gogle niebieskie	Gogle czarne	Symulator (brak gogli)

4. Proszę ocenić poszczególne aspekty symulacji z wykorzystaniem symulatora. Proszę użyć sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze.

Aspekt	Gogle czarne	Gogle niebieskie	Symulator (brak gogli)
Komfort użytkowania hełmu (dopasowanie do głowy, rozstaw oczu) Bądź komfort użytkowania symulatora (bez gogli)			
Komfort widzenia (płynność podczas rozglądania się wokół sceny)			
Poziom szczegółowości obrazu – kontrast i poziom głębi			
Ostrość obrazu			
Realizm			
Komfort sterowania pojazdem (kierownica + pedały)			
Kontrola sytuacji w wirtualnej rzeczywistości			
Samopoczucie w wirtualnej rzeczywistości			

5. Proszę opisać najbardziej odczuwalne różnice między jazdą z użyciem każdego z urządzeń (VR vs 2D)

.....

.....

6. Co się Pani/Panu podobało podczas przejazdu w goglach VR?

.....

.....

7. Co się Pani/Panu nie podobało podczas przejazdu w goglach VR?

.....

.....

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.7 Załącznik nr 7 – Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu w goglach Samsung Gear VR)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 7 - Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu w goglach Samsung Gear VR)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Ankieta PO PRZEJEŹDZIE (SAMSUNG GEAR)

1. Proszę określić poziom trudności korzystania z gogli VR w trakcie symulacji.

Łatwy (nic nie sprawiało mi problemu)	Średni (niektóre rzeczy wymagały nauki)	Trudny (miałem/miałam dużo problemów przez cały czas symulacji w goglach)	Bardzo trudny (nie byłem/byłam w stanie uczestniczyć w symulacji w goglach)

2. Czy coś sprawiało Pani/Panu trudność w korzystaniu z urządzenia? Jeśli tak, to co?

Nic	Rozglądanie się po otoczeniu – ruchu		Inne (proszę wymienić)
-----	--------------------------------------	--	------------------------

	głową i ciałem	Odbiór obrazu	

3. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze stopień realizmu symulacji.

Ocena 1 (źle)	Ocena 2 (raczej źle)	Ocena 3 (średnio)	Ocena 4 (raczej dobrze)	Ocena 5 (dobrze)	Ocena 6 (bardzo dobrze)

4. Czy według Pana/Pani filmy 360° odtwarzane na tym urządzeniu mogą być zastosowane do szkoleń kierowców?

Zdecydowanie nie	Raczej nie	Nie mam zdania	Raczej tak	Zdecydowanie tak

5. Proszę ocenić poszczególne aspekty filmu 360° odtwarzanego na urządzeniu. Proszę użyć sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze.

Aspekt	Samsung GEAR
Komfort użytkowania hełmu (dopasowanie do głowy, rozstaw oczu)	
Komfort widzenia (płynność podczas rozglądania się wokół sceny)	
Poziom szczegółowości obrazu – kontrast i poziom głębi	
Ostrość obrazu	

Samopoczucie w trakcie projekcji	
----------------------------------	--

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.8 Załącznik nr 8 – Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu na tablecie)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 8 - Ankieta kierowcy (po prezentacji filmu na tablecie)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: **Polska**
Odpowiedzi:
Data oddania:

Numer osoby

Ankieta PO PRZEJEŹDZIE (TABLET)

1. Proszę określić poziom trudności korzystania z urządzenia w trakcie symulacji.

Łatwy (nic nie sprawiało mi problemu)	Średni (niektóre rzeczy wymagały nauki)	Trudny (miałem/miałam dużo problemów przez cały czas symulacji)	Bardzo trudny (nie byłem/byłam w stanie uczestniczyć w symulacji)

2. Czy coś sprawiało Pani/Panu trudność w korzystaniu z urządzenia? Jeśli tak, to co?

Nic	Rozglądanie się po otoczeniu – ruchu głową i ciałem	Odbiór obrazu	Inne (proszę wymienić)

3. Proszę ocenić w sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze stopień realizmu symulacji.

Ocena 1 (źle)	Ocena 2 (raczej źle)	Ocena 3 (średnio)	Ocena 4 (raczej dobrze)	Ocena 5 (dobrze)	Ocena 6 (bardzo dobrze)

4. Czy według Pana/Pani filmy 360° odtwarzane na tym urządzeniu mogą być zastosowane do szkoleń kierowców?

Zdecydowanie nie	Raczej nie	Nie mam zdania	Raczej tak	Zdecydowanie tak

5. Proszę ocenić poszczególne aspekty filmu 360° odtwarzanego na urządzeniu. Proszę użyć sześciostopniowej skali (od 1 do 6), gdzie 1-źle, 2-raczej źle, 3-średnio, 4-raczej dobrze, 5-dobrze, 6-bardzo dobrze.

Aspekt	Tablet
Komfort widzenia (płynność podczas rozglądania się wokół sceny)	
Poziom szczegółowości obrazu – kontrast i poziom głębi	
Ostrość obrazu	
Samopoczucie w trakcie projekcji	

Prosimy o upewnienie się, że wszystkie pytania zostały uzupełnione.

Dziękujemy z udział w badaniu.

10.9 Załącznik nr 9 – Kwestionariusz choroby symulatorowej (SSQ)

Projekt ICT-INEX



Kwestionariusz

Załącznik nr 9 - Kwestionariusz choroby symulatorowej (SSQ)

Opracowanie: Instytut Transportu Samochodowego (lider zadania)

Kraj: Polska
Odpowiedzi:
Data oddania:

Kwestionariusz SSQ

Niniejszy kwestionariusz ma na celu sprawdzenie jakie jest Państwa aktualne samopoczucie. Proszę zaznaczyć krzyżykiem (X) w kratce, który z podanych poniżej symptomów odnosi się do Pana/Pani aktualnego stanu. Dopuszczalne jest udzielenie tylko jednej odpowiedzi (postawienie tylko jednego krzyżyka w jednej linii).

LP		Brak	Nieznaczn y	Umiarkowan y	Dotkliwy
1	Ogólny dyskomfort				
2	Zmęczenie				
3	Znudzenie				
4	Senność				
5	Ból głowy				
6	Zmęczenie oczu				
7	Trudności ze skupieniem się				

8a	Zwiększone wydzielanie śliny				
8b	Suchość w ustach				
9	Pocenie się				
10	Mdłości				
11	Trudność z koncentracją				
12	Depresja				
13	Dezorientacja				
14	Niewyraźne widzenie				
15a	Oszłomienie przy oczach otwartych				
15b	Oszłomienie przy oczach zamkniętych				
16	Zawroty głowy				
17	Przebiegi pamięci				
18	Ogólne osłabienie				
19	Potrzeba zaczerpnięcia oddechu				
20	Dolegliwości żołądkowe				
21	Utrata apetytu				
22	Wzmożony apetyt				
23	Potrzeba wypróżnienia				
24	Poczucie zagubienia				
25	Uczucie odbijania się				
26	Wymioty				
27	Inne (jakie?):				