

Impact of changes in graphics setting on performance in selected video games

Wpływ zmian ustawień graficznych na wydajność w wybranych grach komputerowych

Kamil Szafran*, Małgorzata Plechawska-Wójcik

Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland

Abstract

Computer games, especially more advanced ones, allow users to change graphic settings to improve the overall appearance of the game or to achieve smoother gameplay. The aim of the paper is conducting research to determine whether changes in graphic settings affect computer performance. Parameters such as temperature and usage of graphics cards and processors or frames per second were examined. Three different computer games and three computer stations were used to conduct the tests. Two research hypotheses were formulated: "Changing graphic settings in games affects computer performance" and "The change in shadow quality in games has the greatest impact on the tested parameters." The obtained results confirmed both of these hypotheses.

Keywords: computer games performance; Unreal Engine 4; graphics settings

Streszczenie

Gry komputerowe, zwłaszcza te bardziej rozbudowane, pozwalają użytkownikom na zmianę ustawień graficznych w celu poprawy wyglądu całej gry lub dążenia do płynniejszej rozgrywki. Celem artykułu jest przeprowadzenie badań mających na celu sprawdzenie czy zmiany ustawień graficznych będą wpływać na wydajność komputerów. Sprawdzano takie parametry jak temperatura, wykorzystanie kart graficznych i procesorów lub liczbę klatek na sekundę. Do przeprowadzenia testów użyto trzech różnych gier komputerowych oraz trzech komputerów. Postawiono dwie hipotezy badawcze: „Zmiana ustawień graficznych w grach ma wpływ na wydajność komputera” oraz „Największy wpływ na badane parametry ma zmiana jakości cieni w grach”. Otrzymane wyniki potwierdziły obie te hipotezy.

Słowa kluczowe: wydajność gier komputerowych; Unreal Engine 4; ustawienia graficzne

*Corresponding author

Email address: kamsin21011999@gmail.com (K. Szafran)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

1. Wstęp

Branża gier komputerowych, będąca jedną z największych branż rozrywkowych, rozwija się wraz z postępowaniem technologicznym sprzętu komputerowego [1]. Tworzone gry oferują coraz więcej treści, lepszą grafikę i są coraz bardziej skomplikowane. Jednak dostęp do nowego sprzętu jest utrudniony z powodu wysokich cen i braku dostępności na rynku, co prowadzi do zmniejszenia innowacyjności i wydajności używanych komputerów. Mimo to, twórcy gier nie przestają tworzyć coraz bardziej wymagających produkcji. Dlatego starają się optymalizować gry poprzez ustawienia graficzne, które pozwalają użytkownikom dostosować wygląd i płynność rozgrywki.

Jednym z narzędzi, dzięki któremu powstają gry komputerowe, jest silnik Unreal Engine 4 [2]. Jest to zaawansowane narzędzie do tworzenia wizualnie imponujących i technologicznie zaawansowanych produkcji. Unreal Engine 4 oferuje szeroki zakres narzędzi i funkcji, umożliwiając programistom i twórcom gier tworzenie realistycznych światów, zaawansowanych efektów graficznych i dynamicznej fizyki. Silnik ten jest wykorzystywany przez wiele znanych firm i twórców gier, dzięki czemu powstało wiele popularnych tytułów na różne platformy. Dzięki swojej elastyczności i możli-

wości personalizacji, Unreal Engine 4 jest ceniony przez branżę gier komputerowych jako narzędzie o ogromnym potencjale twórczym.

Niniejszy artykuł ma na celu zbadanie wpływu zmian ustawień graficznych w grach komputerowych, powstałych dzięki Unreal Engine 4. Testy wydajnościowe przeprowadzono na trzech jednostkach komputerowych. Do wykonania badań wybrano trzy gry: Final Fantasy VII Remake: Intergrade [3], Star Wars Jedi: Fallen Order [4] oraz The Outer Worlds [5]. Zbadano wybrane parametry, poddano je analizie i otrzymano wyniki w postaci wykresów oraz tabel.

Na podstawie omawianego zagadnienia postawiono następujące dwie hipotezy badawcze: „Zmiana ustawień graficznych w grach ma wpływ na wydajność komputera” oraz „Największy wpływ na badane parametry ma zmiana jakości cieni w grach”.

Nie znaleziono artykułów, które poruszają dokładnie taką samą tematykę jak dany artykuł. Większość innych artykułów sprawdza np. konkretne funkcje silnika we własnych projektach [6] albo porównuje ogólnie wybrane silniki gier [7]. Niewiele jest prac sprawdzających produkty lub gry, które powstały dzięki nim. Mimo tego zwrócono uwagę na duże możliwości pod względem grafiki dla gier, które są stworzone w silniku Unreal

Engine. Literatura wskazuje również, że Unreal Engine wykorzystuje najwięcej zasobów komputera, kosztem produkowania najlepszych efektów pod względem wizualnym oraz graficznym [8].

2. Metodyka badań

Przeprowadzenie badań poprzez wykonanie testów wydajnościowych odbyło się za pomocą dwóch narzędzi: MSI Afterburner [9] oraz Riva Tuner Statistics Server (RTSS) [10]. Dzięki nim można było monitorować wybrane parametry komputera w czasie rzeczywistym co jest widoczne na Rysunku 1. Możliwe było również zapisywanie wyników do plików.



Rysunek 1: Wygląd sprawdzania danych podczas rozgrywki.

Dzięki tym dwóm narzędziom zbadano następujące parametry (liczone w następujących jednostkach):

- temperatura karty graficznej (w °C),
- wykorzystanie karty graficznej (w %),
- wykorzystanie pamięci karty (w MB),
- taktowanie rdzenia karty graficznej (w MHz),
- taktowanie pamięci karty graficznej (w MHz),
- temperatura procesora (w °C),
- wykorzystanie procesora (w %),
- taktowanie procesora (w MHz),
- wykorzystanie pamięci RAM (w MB),
- liczba klatek na sekundę (w FPS – ang. frames per second).

Do przeprowadzenia testów wydajnościowych wykorzystano trzy różne jednostki komputerowe, o różnych parametrach, przedstawione w Tabeli 1.

Tabela 1: Parametry komputerów wykorzystanych do przeprowadzenia badań

	Komputer 1	Komputer 2	Komputer 3
CPU	Intel Core i5-6300HQ 2.3 GHz 4-rdzeniowy	AMD Ryzen 7 1700x 3.4 GHz, 8-rdzeniowy	Inter Core i7-11700K, 3.6 GHz, 8-rdzeniowy
RAM	8 GB, 2133 MHz	16 GB, 3400 MHz	64 GB, 3200 MHz
OS	Windows 10	Windows 11	Windows 11
GPU	NVIDIA GeForce GTX 960M	NVIDIA GeForce GTX 1060	NVIDIA GeForce RTX 3070
Dysk	Samsung 870 EVO 1TB	Serial ATA WDC 500 GB	Kingston SNSV 1TB

Każda z tych gier pozwalała użytkownikom na wybranie ustawień graficznych w różnych kombinacjach. Pierwsza z nich oferuje 4 różne kombinacje, natomiast pozostałe dwie oferują 27 różnych kombinacji ustawień graficznych (Tabela 2). Powodem dla różnych liczb kombinacji jest to, że gra Final Fantasy VII Remake: Intergrade jest konwersją gry konsolowej na grę komputerową i oferuje mniejszy wybór ustawień graficznych. Natomiast pozostałe dwie gry były pierwotnie zaprojektowane na komputery stacjonarne, przez co mają większą możliwość dostosowywania ustawień graficznych ze względu na większą różnorodność jednostek komputerowych. Testy wydajnościowe przeprowadzono na każdym komputerze, na każdej grze po trzy lub pięć-krotnie. Przechodząco wybrany fragment danej gry, trwający od trzech do pięciu minut i wszystkie wyniki zapisywano do plików .html, których dane następnie wczytywano do plików programu Excel.

Tabela 2: Ustawienia graficzne dla Final Fantasy VII

Nazwa gry	Możliwe ustawienia graficzne	Liczba wykonywanych testów wydajnościowych
Final Fantasy VII Remake: Intergrade	- Jakość cieni: niskie / wysokie - Jakość tekstur: niskie / wysokie	Pięć trwających 3-5 min.
Star Wars Jedi: Fallen Order oraz The Outer Worlds	- Jakość cieni: średnie / wysokie / epickie - Jakość tekstur: średnie / wysokie / epickie - Jakość efektów cząsteczkowych: średnie / wysokie / epickie	Trzy trwające 3-4 min.

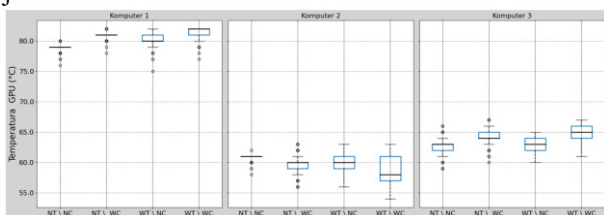
3. Analiza wyników badań

Po wykonaniu badań, wszystkie zebrane dane poddano testom statystycznym. Sprawdzone czy istnieją statystycznie istotne różnice pomiędzy kolejnymi wynikami badań. Najpierw przeprowadzono test statystyczny Kruskala-Walisa [11], jako że jest to nieparametryczny test statystyczny używany do porównywania median różnych grup, który pozwala na stwierdzenie, czy różnice między badanymi grupami są istotne. Po otrzymaniu wyników, wykonano dodatkowy test statystyczny post-hoc, mianowicie test Dunn'a [12]. Zdecydowano się na niego, ponieważ pozwala na porównanie par grupowych bez założenia normalności rozkładu danych. Dodatkowo, test Dunn'a chroni przed popełnieniem błędów typu I. Dzięki tym testom można było ustalić, że zmiana ustawień graficznych nie powoduje żadnych (albo ledwie zauważalnych) zmian dla następujących parametrów: taktowanie rdzenia karty graficznej, taktowanie pamięci karty graficznej oraz taktowanie procesora. Z

tego powodu nie poddano dalszej analizie owych parametrów.

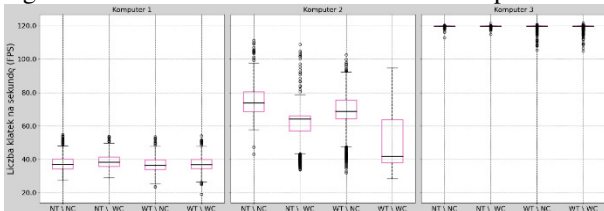
Z otrzymanych wyników dla pozostałych badanych parametrów z wykonanych testów wydajnościowych utworzono wykresy pudełkowe. Jest to graficzna reprezentacja rozkładu danych numerycznych, która przedstawia informacje takie jak mediana, kwartyle, wartości skrajne i ewentualne odstępstwa. Jego główna idea polega na wizualizacji centralnych tendencji i rozproszenia danych, co pozwala na szybkie porównanie wielu zestawów danych lub identyfikację nietypowych wartości w danym zbiorze. Porównują każdy zbadany parametr dla każdej gry, dla każdego komputera.

Rysunek 2 przedstawia wykres danych jaki był utworzony dla gry Final Fantasy VII Remake: Intergrade, dla temperatury karty graficznej. Liczba możliwych kombinacji ustawień graficznych była równa cztery. Pozwoliło to na przedstawienie wykresów pudełkowych dla wszystkich trzech komputerów, na których przeprowadzono testy wydajnościowe. Oś y zawiera wartości parametrów. Wartości na osi x w przypadku gry Final Fantasy VII Remake: Intergrade oznaczają wybrane kombinacje ustawień graficznych. Oznaczenia są następujące: NT – niska jakość tekstur, WT – wysoka jakość tekstur, NC – niska jakość cieni, WC – wysoka jakość cieni.



Rysunek 2: Temperatura karty graficznej dla gry Final Fantasy VII.

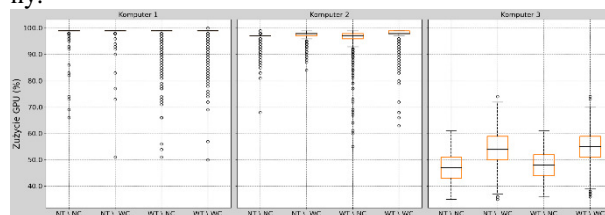
Widoczny jest wzrost wartości median, podczas zmiany ustawień graficznych z niższych na wyższe. W tym przypadku zmiana jakości cieni wpływa w większym stopniu na wyniki niż zmiana jakości tekstur. Podobna sytuacja zachodzi dla parametru, który zliczał liczbę klatek na sekundę. Rysunek 3 przedstawia wykresy utworzone na podstawie zebranych danych dla tego parametru.



Rysunek 3: Liczba klatek na sekundę dla gry Final Fantasy VII.

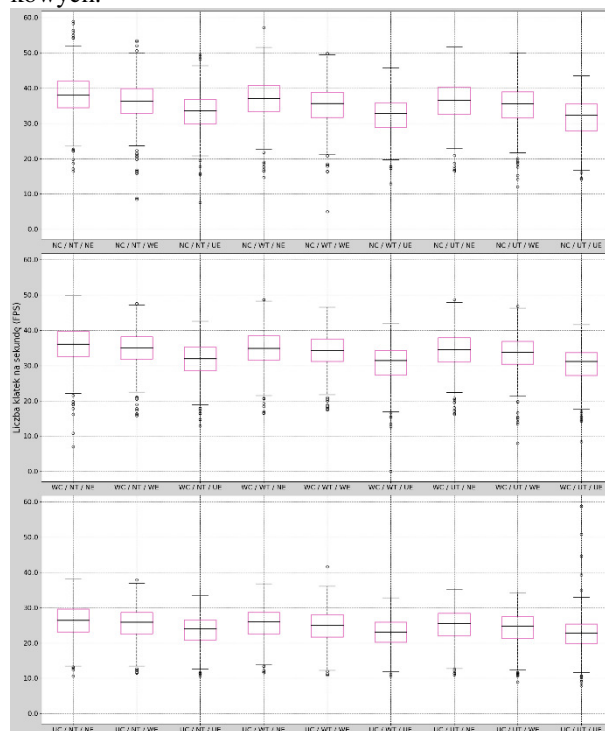
Widoczny jest spadek wartości median, wskazujący na osiąganie coraz gorszych wyników wraz ze zmianą ustawień. Czasami występowały przypadki, w których ustalenie, czy zmiana ustawień graficznych ma wpływ na badany parametr była utrudniona lub nie możliwa. Przykładem jest ostatnia sekcja w Rysunku 3, gdzie zostały przedstawione wyniki dla komputera 3. W tym przypadku jedynie za pomocą odstępstw od wykresu pudełkowego można zauważyć zmiany w wynikach.

Podobna sytuacja zaszła również podczas przedstawiania wyników z badania wykorzystania karty graficznej (Rysunek 4), gdzie także jedynie odczyt odstępstw w dwóch pierwszych sekcjach może wskazywać na zmiany.



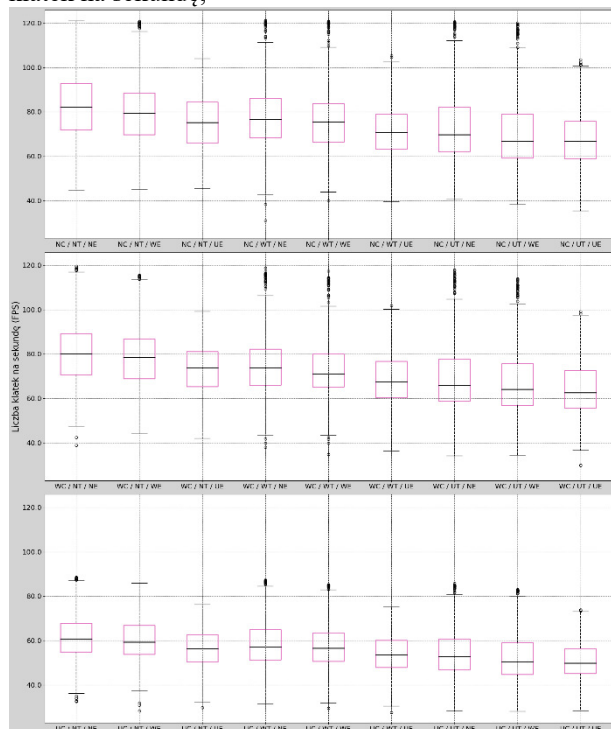
Rysunek 4: Wykorzystanie karty graficznej dla gry Final Fantasy VII.

Przedstawianie wyników w postaci wykresów pudełkowych dla wszystkich trzech komputerów na jednym wykresie było możliwe jedynie dla gry Final Fantasy VII Remake: Intergrade. W przypadku dwóch pozostałych gier zdecydowano się na pokazywanie wyników na jednym wykresie tylko dla jednego komputera dla danego parametru. Powodem była przejrzystość przedstawionych wykresów. Pozostałe dwie gry mają tych kombinacji 27, dlatego na rysunkach wyniki dla poszczególnych kombinacji parametrów umieszczono w rzędach (Rysunek 5). Oś y zawiera wartości badanych parametrów. Oś x oznacza wybrane kombinacje ustawień graficznych. Oznaczenia są takie same jak w przypadku wykresów z gry Final Fantasy VII, ale dochodzą jeszcze następujące skróty: UT – ultra jakość tekstur, UC – ultra jakość cieni, NE – niska jakość efektów cząsteczkowych, WE – wysoka jakość efektów cząsteczkowych, UE – najwyższa jakość efektów cząsteczkowych.



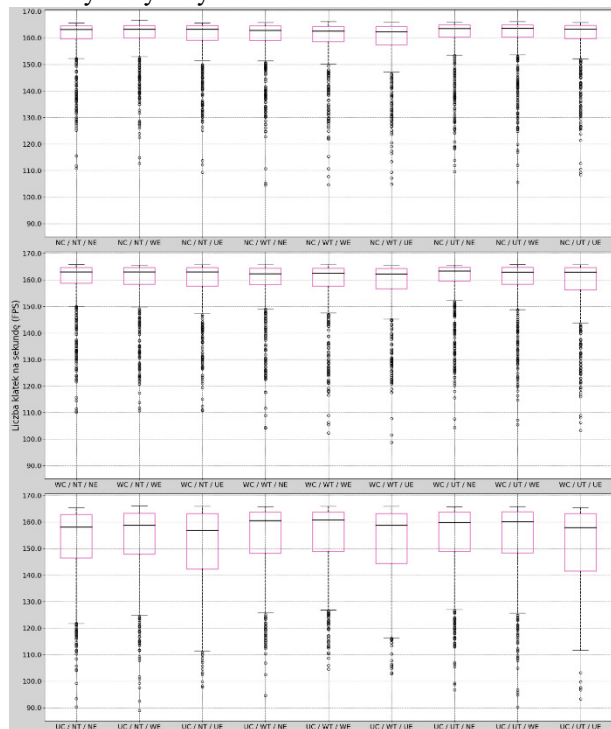
Rysunek 5: Liczba klatek na sekundę dla gry The Outer Worlds, dla komputera 1.

Rysunek 6 to również przedstawienie wyników dla liczby klatek na sekundę dla gry The Outer Worlds, ale już dla komputera 2. Ponownie przedstawiono liczbę klatek na sekundę,



Rysunek 6: Liczba klatek na sekundę dla gry The Outer Worlds, dla komputera 2.

Porównywano wyniki dla każdego komputera, więc Rysunek 7 przedstawia także badany parametr, czyli liczbę klatek na sekundę, ale dla ostatniego komputera na którym wykonywano badania.



Rysunek 7: Liczba klatek na sekundę dla gry The Outer Worlds, dla komputera 3.

Wszystkie wykresy zostały następnie poddane analizie oraz stworzono system oceniania wpływu zmian ustawień graficznych na wydajność. Polegał on na sprawdzaniu każdego wykresu i oceny czy zmiana wybranego ustawienia graficznego wpływała na badany parametr. Jeżeli tak, to oceń go w skali od 1 do 3, gdzie 1 oznaczało wpływ w najmniejszym stopniu, a 3 w najwyższym. Jeżeli zmiana danego ustawienia graficznego nie wpływała w żaden sposób na badany parametr wystawiano w tym przypadku ocenę 0. Jeżeli natomiast nie można było dokładnie wskazać, które ustawienie graficzne wpływa najbardziej na dany parametr przydzielano ocenę 2 każdemu z nich. Postąpiono tak z siedmiu parametrów, dla każdej z trzech gier, dla każdego z trzech komputerów. Pod koniec, oceny te zsumowano i porównano ze sobą. Przykładowe wyniki po ocenie ukazane są w Tabeli 4 oraz 5. Pierwszy wiersz jest przeznaczony dla danych parametrów które kolejno są oznaczone cyframi od 1 do 7. Oznaczają kolejno: temperatura karty graficznej, wykorzystanie karty graficznej, wykorzystanie pamięci karty, temperatura procesora, wykorzystanie procesora, wykorzystanie pamięci RAM, liczba klatek na sekundę.

Tabela 3: Wyniki oceny dla gry The Outer Worlds, dla komputera 2

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Suma
Cienie	0	2	1	2	3	2	3	13
Tekstury	0	2	3	2	2	2	1	12
Efekty cząsteczkowe	0	2	2	2	1	2	2	11

Tabela 4: Wyniki oceny dla gry Final Fantasy VII, dla komputera 3

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Suma
Cienie	2	2	1	2	2	1	0	10
Tekstury	1	1	2	1	1	2	0	8

Ostatecznie wyniki z systemu oceniania prezentują się w następujący sposób. Tabela 6 przedstawia wyniki zebrane dla gry Final Fantasy VII Remake: Intergrade, Tabela 7 przedstawia wyniki dla gry Star Wars Jedi: Fallen Order, a Tabela 8 przedstawia wyniki dla gry The Outer Worlds.

Tabela 5: Suma punktów z oceny gry Final Fantasy VII

	Komputer 1	Komputer 2	Komputer 3
Cienie	9	11	10
Tekstury	9	10	8

Z Tabeli 6 odczytać można, że zmiana jakości cieni ma większy wpływ na badane parametry niż zmiana

jakości tekstur podczas rozgrywki w Final Fantasy VII Remake: Intergrade. Możliwe było jedynie porównanie dwóch możliwych ustawień graficznych. W przypadku gier Star Wars Jedi: Fallen Order oraz The Outer Worlds dochodziła trzecia opcja: jakość efektów cząsteczkowych.

Tabela 6: Suma punktów z oceny gry Star Wars Jedi

	Komputer 1	Komputer 2	Komputer 3
Cienie	9	13	12
Tekstury	11	12	12
Efekty cząsteczkowe	10	11	12

Tabela 7 przedstawia wyniki oceny wpływu zmian ustawień graficznych dla gry Star Wars Jedi: Fallen Order. Odczyt wyników nie pozwala jednoznacznie stwierdzić, zmiana którego z ustawień graficznych najbardziej wpływa na wydajność komputerów. Jedynie można stwierdzić, że zmiana jakości cieni oraz tekstur wpływa w niewielkim stopniu bardziej na wydajność niż zmiana jakości efektów cząsteczkowych.

Tabela 7: Suma punktów z oceny gry The Outer Worlds

	Komputer 1	Komputer 2	Komputer 3
Cienie	14	11	19
Tekstury	12	12	12
Efekty cząsteczkowe	10	7	11

Wyniki z Tabeli 8 tym razem wskazują, że największy wpływ na badane parametry miała zmiana jakości cieni podczas rozgrywki w The Outer Worlds.

4. Wnioski

W niniejszym artykule zbadano wpływ zmian ustawień graficznych w wybranych grach komputerowych. Wybrano trzy gry komputerowe, trzy jednostki komputerowe, odpowiednie narzędzia do badań i wykonano testy wydajnościowe. Po analizie wyników i ocenieniu każdego z możliwych badanych ustawień graficznych można stwierdzić, że zmiana ustawień graficznych w grach komputerowych ma wpływ na wydajność kom-

puterów. Największy wpływ ma zmiana jakości cieni. Kolejnym pod względem stopnia wpływu na wydajność jest zmiana jakości tekstur, a na końcu znajduje się zmiana efektów cząsteczkowych.

Postawione hipotezy, czyli „Zmiana ustawień graficznych w grach ma wpływ na wydajność komputera” oraz „Największy wpływ na badane parametry ma zmiana jakości cieni w grach” zostały udowodnione na podstawie przeprowadzonych badań.

Literatura

- [1] A New Era of Engagement in Media & Entertainment, How varying generations engage with the digital and physical world, <https://newzoo.com/resources/trend-reports/a-new-era-of-engagement-in-media-entertainment-industry-report>, [15.06.2023].
- [2] Unreal Engine 4, <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/>, [05.06.2023].
- [3] Final Fantasy VII Remake: Intergrade, <https://ffviii-remake-intergrade.square-enix-games.com/en-us/>, [05.06.2023].
- [4] Star Wars Jedi: Fallen Order, <https://www.ea.com/pl-pl/games/starwars/jedi/jedi-fallen-order>, [05.06.2023].
- [5] The Outer Worlds, <https://outerworlds.obsidian.net/en>, [05.06.2023].
- [6] J. Zhang, Implementation and Optimization of Particle Effects based on Unreal Engine 4, Journal of Physics: Conference Series, 1575 (2020) 1-7, <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012187>.
- [7] A. M. Ciekawska, A. K. Kiszczak-Gliński, K. Dziedzic, Analiza porównawcza wydajności silników Unity i Unreal Engine w aspekcie tworzenia wirtualnych pokazów modeli pochodzących ze skanowania 3D, Journal of Computer Sciences Institute, 20 (2021) 247-253.
- [8] A. Barczak, H. Woźniak, Comparative Study on Game Engines, Studia Informatica. System and information technology, 23 (2019) 1-2.
- [9] MSI Afterburner, <https://www.msi.com/Landing/afterburner/graphics-cards>, [15.06.2023].
- [10] Riva Tuner Statistics Server, <https://rivatuner.net/>, [15.06.2023].
- [11] W. H. Kruskal, W. A. Wallis, Use of ranks in one-criterion variance analysis, Journal of the American statistical Association, 47 (1952) 583-621.
- [12] O. J. Dunn, Multiple comparisons among means, Journal of the American statistical association, 56 (1961) 52-64.