

Państwowa Wyższa Szkoła
Filmowa, Telewizyjna i Teatralna,
im. Leona Schillera w Łodzi



Wydział Organizacji Sztuki Filmowej

Filip Czerwiński

Nr albumu: 9548

W jaki sposób Unreal Engine wpłynął na branżę filmową

Praca licencjacka napisana pod kierunkiem:

dr. Piotra Furmankiewicza

Łódź 2025

Spis treści

Wstęp	3
1. Historia Unreal Engine	4
1.1 Czym jest Unreal Engine	4
1.2 Tim Sweeney i wczesne lata Epic Games	5
1.3 Początki Unreal Engine	12
1.4 Kolejne wersje Unreal Engine	20
2. Zastosowanie Unreal Engine w branży filmowej	34
2.1 Wirtualna Produkcja (Virtual Production)	34
2.2 Prewizualizacje (Previsy)	37
2.3 Animacje	43
2.4 Machinimy	46
2.5 Dlaczego Unreal Engine jest wybierany przez branżę filmową?	48
2.6 Wyzwania i ograniczenia Unreal Engine w branży filmowej	49
Zakończenie	53
Bibliografia	55
Spis tabel	58
Spis ilustracji	58
Filmografia	60
Spis gier komputerowych	60

Wstęp

Rozwój technologiczny w ostatnich latach znacząco przyspieszył, wpływając na wiele dziedzin życia, a branża filmowa z pewnością nie pozostała w tyle. Klasyczny model produkcji filmowej oparty na zdjęciach realizowanych w rzeczywistych lokacjach, zaczął zacierać się ze światem generowanym komputerowo. Zauważalny jest trend coraz częstszego wykorzystywania metod wirtualnej produkcji filmowej przy tworzeniu utworów audiowizualnych. Jednym z wiodących programów w tej dziedzinie stał się silnik graficzny Unreal Engine, pierwotnie zaprojektowany z myślą o produkcji gier komputerowych skupiających się na grafice starającej się w realistyczny sposób odwzorować naszą rzeczywistość. Wizualizacje ogromnych trójwymiarowych światów w czasie rzeczywistym wraz z możliwością ich kontroli, od zaprojektowania środowiska, do operowania źródłami światła i symulacji fizyki, wzbudziło zainteresowanie środowisk kreatywnych. Branża filmowa szybko zaadaptowała Unreal Engine do własnych potrzeb jako narzędzie do wirtualnej produkcji.

Silnik otworzył nowe możliwości, takie jak wyświetlanie rozbudowanych światów na dużych ekranach LED, przy jednoczesnym wykorzystaniu dynamicznego i realistycznego oświetlenia w czasie rzeczywistym oraz możliwości dokonywania natychmiastowych korekt w przestrzeni wirtualnej. Unreal Engine rozwinał również istniejące techniki, takie jak prewizualizacje, umożliwiając jeszcze dokładniejsze planowanie przebiegu dnia zdjęciowego. Silnik stał się narzędziem nie tylko dla programistów i grafików, ale także dla reżyserów, operatorów, scenografów i animatorów. Wprowadzenie Unreal Engine znacząco wpłynęło na nową jakość produkcji filmowej zmieniając sposób organizacji pracy na planie oraz planowania zdjęć. Program stał się platformą do tworzenia narracji audiowizualnych, szczególnie wykorzystywaną w filmie, telewizji i reklamach.

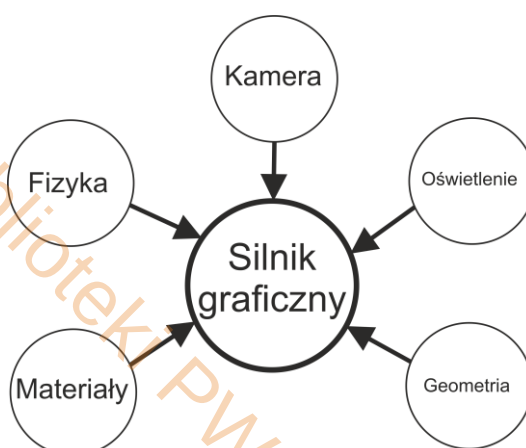
Celem niniejszej pracy jest przedstawienie historii i rozwoju Unreal Engine oraz określenie, w jaki sposób zmienił on podejście do produkcji utworów audiowizualnych. Pierwszy rozdział skupia się na historii powstania Unreal Engine i przyczyn stojących za stworzeniem realistycznego silnika graficznego z darmowym dostępem dla każdego użytkownika. Drugi rozdział omawia możliwości wykorzystania silnika w branży filmowej, jako narzędzia do wirtualnej produkcji, jaki i podczas prac realizowanych na etapie preprodukcji.

1. Historia Unreal Engine

1.1 Czym jest Unreal Engine

Unreal Engine, stworzony przez firmę Epic Games, to silnik graficzny, czyli zaawansowane oprogramowanie umożliwiające tworzenie i renderowanie obrazu w czasie rzeczywistym. Jest to narzędzie wspomagające i przyspieszające pracę programistów, grafików i projektantów. Silnik zawiera narzędzia przeznaczone do określonych zadań, począwszy od umiejscowienia elementów w przestrzeni wirtualnej, po projektowanie skomplikowanych symulacji cząsteczkowych.

Ilustr. 1. Elementy wchodzące w skład silnika graficznego



Źródło: Własne

W skład silnika graficznego wchodzi kilka podstawowych elementów:

1. Kamera, odpowiada za wyświetlanie wirtualnego świata znajdującego się wewnątrz programu.
2. Oświetlenie odgrywa kluczową rolę w odwzorowaniu światła i cieni w wirtualnym świecie.
3. Geometria, czyli fizyczne modele zbudowane z siatki składającej się z punktów, krawędzi i ścian, które wspólnie tworzą strukturę przestrzeni 3D.
4. Materiały, zwane także teksturami definiują kolor, połysk, przezroczystość oraz inne właściwości wpływające na interakcję ze oświetleniem.
5. Fizyka w silniku graficznym odwzorowuje rzeczywiste prawa fizyki, takie jak grawitacja, kolizje, masa i siła¹.

¹ P. de Byl, *Matematyka w programowaniu gier i grafice komputerowej*, przeł. A. Mizerska, Helion, Gliwice 2024, s. 76-78

Renderowanie w grafice trójwymiarowej jest procesem, w którym komputer na podstawie elementów silnika i ich ułożeniu w przestrzeni 3D, przekształca w obraz 2D. Istnieją dwie metody renderowania. Jedną z nich jest renderowanie offline, które cechuje się wysokim poziomem zaawansowania i szczegółowości, co pozwala na uzyskanie najwyższej jakości wizualnej. Wymaga sporej mocy obliczeniowej, w wyniku czego proces ten trwa bardzo długo. Drugą metodą jest renderowanie w czasie rzeczywistym, czyli generowanie obrazu na bieżąco, uwzględniając wszelkie zmiany wykonywane w wirtualnym świecie przez użytkownika. Obecnie jest to metoda gorsza jakościowo, lecz pozwala na zobrazowanie efektów pracy, bez konieczności oczekiwania na render offline.

Unreal Engine w swoim edytorze wykorzystuje renderowanie obrazu w czasie rzeczywistym. Istnieje również możliwość renderu offline w przypadku tworzenia animacji, wówczas klatki obrazu są zapisywane do wskazanego folderu na komputerze.

Program wykorzystywany jest do komponowania wirtualnych światów między innymi do gier komputerowych, animacji, symulacji VR/AR oraz wizualizacji architektonicznych. Unreal Engine jest darmowym, potężnym narzędziem wykorzystywanym w ogromnej ilości studiów zajmujących się produkcją gier wideo oraz filmów².

1.2 Tim Sweeney i wczesne lata Epic Games

W celu przedstawienia genezy powstania oraz opisanie historii silnika Unreal Engine, wypada zaprezentować postać, jaką jest Tim Sweeney. Urodził się w 1970, dorastał w miasteczku Potomac w stanie Maryland. Jego ojciec pracował w rządowej agencji kartograficznej Departamentu Obrony, zajmował się analizą samolotów szpiegowskich podczas konfliktów zbrojnych. Tima wychowywała jego matka oraz dwaj starsi bracia: Pat, starszy o 10 lat oraz Steve, starszy o 16 lat. Tim jeszcze jako dziecko uchodził za majsterkowicza. Rozmontowywał radia i telewizory, chcąc zobaczyć jak działają, a w wieku około pięciu lat po rozłożeniu kosiarki, zbudował z niej działający gokart. W dzieciństwie nie miał zbyt wielu przyjaciół. Nie przykładał się również do nauki, dlatego nie otrzymywał wielu dobrych ocen. Sweeney o swoim dzieciństwie mówi „Nie byłem z inteligentnymi

² C. Ayoola, *Top 15 Unreal Engine Game Development Companies Worldwide*, „Vagon”, 8 stycznia 2023, <https://vagon.io/blog/top-unreal-engine-game-dev-companies#juego-studio> [dostęp: 6 czerwca 2025]

dzieciakami; nie byłem z fajnymi dzieciakami. Nie miałem grupy, z którą mógłbym się zadawać. Te lata były bardzo niezręczne. Nie wspominam ich zbyt miło”³.

Ilustr. 2. Tim Sweeney



Źródło: <https://www.forbes.com/profile/tim-sweeney/> [dostępne: 25 maja 2025]

W dzieciństwie często odwiedzał salon gier wideo, gdzie grał na automatach w *Pac-Mana*, czy w *Space Firebird*. W domu rodziny Sweeney pojawił się pierwszy komputer, jakim był Apple II⁴. Sweeney, choć grał w gry, nigdy nie był zapalonym graczem, rzadko kończył te, które zaczynał. Interesowała go bardziej technologia, dzięki której gry w ogóle działają. Miał jedną grę, która mu się bardzo podobała, *Adventure* na Atari 2600. W wieku 11 lat odtworzył kod *Adventure* na Apple II, a na zrozumienie jego szczegółów potrzebował około miesiąca. W taki sposób zrobił kilka gier, którymi nie chwalił się światu. W wieku 15 lat uważał siebie za dobrego programistę⁵. Sweeney studiował inżynierię mechaniczną na University of Maryland. Będąc studentem, w wieku 21 lat, zaczął pracować nad grą *ZZT*. Nie podobały mu się obecne wtedy języki programowania, dlatego napisał własny edytor gry, w którym stworzył *ZZT*⁶. Była to gra logiczna z prostą grafiką ASCII, gdzie akcja działa

³ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 21 stycznia 2025]

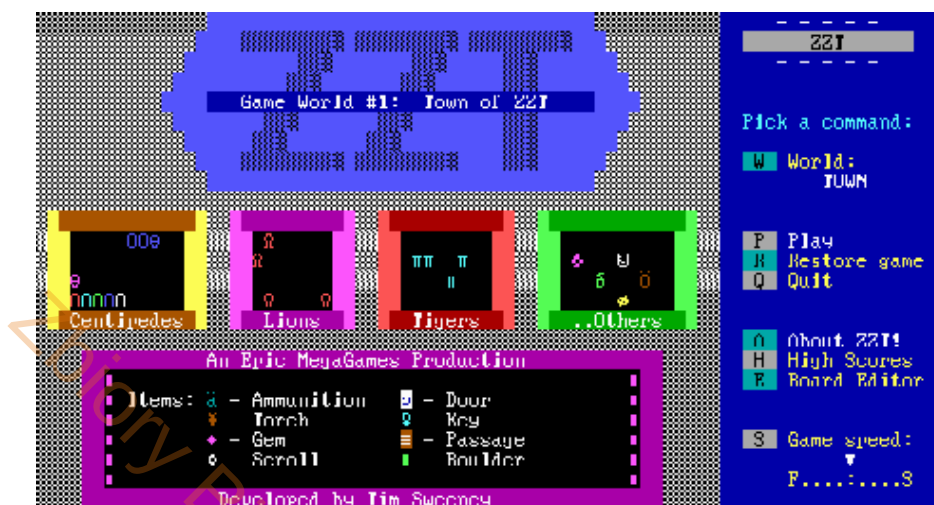
⁴ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 21 stycznia 2025]

⁵ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 21 stycznia 2025]

⁶ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 18 marca 2025]

się w lochach. To, co odróżniało tę produkcję od reszty dostępnych gier, to fakt, że Sweeney umieścił w niej narzędzia edytorskie, przez co każdy użytkownik mógł modyfikować grę⁷.

Ilustr. 3 Ekran tytułowy ZZT



Źródło: Własne

Pracując dalej nad ZZT, Sweeney chciał, aby gra przypadła do gustu jak największej liczbie osób. Dlatego zapraszał znajomych ze szkoły i dzieci sąsiadów, aby przetestowały grę. Obserwował ich reakcje podczas grania, notując swoje spostrzeżenia⁸. Tim Sweeney ukończył pracę nad grą w 1991 roku. W tym samym roku założył własną firmę w domu swoich rodziców Potomac Computer Systems, która zajmowała się doradztwem komputerowym oraz tworzeniem baz danych dla klientów⁹. Sweeney interesował się rynkiem shareware, czyli testowymi wersjami oprogramowania. Gry dystrybuowane w tym modelu pojawiały się w kilku częściach, gdzie pierwsza była darmowa i miała nakłonić gracza do kupna reszty zawartości gry. Tim za inspirację obrał Scotta Millera z Apogee Software, który odniósł spory sukces wypuszczając na rynek gry shareware. Doszło nawet do sytuacji, gdzie Sweeney skontaktował się z Millerem prosząc go o wskazówki dotyczące gry, nad którą pracował. W odpowiedzi otrzymał bardzo dokładną i dopracowaną

⁷ M. Thomsen, *History of The Unreal Engine*, „IGN”, 23 lutego 2010, <https://web.archive.org/web/20170712132329/http://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine> [dostępny: 22 stycznia 2025]

⁸ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 23 stycznia 2025]

⁹ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maja 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim_.php?page=1 [dostępny: 18 marca 2025]

odpowieź, która pomogła mu w dalszej pracy¹⁰. Sweeney zauważył, że idąc śladem Scotta Millera może sprzedawać swoją grę pod szyldem Potomac Computer Systems. Tym sposobem w styczniu 1991 roku ukazała się w obiegu darmowy poziom zatytułowany *Town of ZZT*, która wypromowała całą grę. Dziennie sprzedawał po trzy, cztery kopie, co dawało mu około sto dolarów na dzień. Do 2009 roku na rynek wypuszczono około 5000 kopii.¹¹ W opiniach graczy powtarzały się pochwały co do zagadek i humoru świata przedstawionego w *ZZT*, lecz nie przypadła im do gustu grafika ASCII. Może wydawać się to ironiczne w porównaniu z tym, że gracze w *ZZT* najbardziej pokochali edytor poziomów wykorzystujący autorski silnik Sweeney’a.¹² Edytor pozwala na wykorzystanie wszystkich narzędzi, jakie posłużyły Timowi do stworzenia swojej gry.

Ilustr. 4. Interfejs edytora ZZT



Źródło: Własne

Poprzez menu edycji dostępnej po prawej stronie edytora udostępnione zostały takie narzędzia jak możliwość umieszczania na mapie elementów interaktywnych, określonych przez edytor jako *Item*. Są to między innymi: klucze, drzwi, pochodnia oraz amunicja do broni, którą posługuje się postać kierowana przez gracza, przedstawiona jako uśmiechnięta buźka. Do umieszczenia na mapie dostępne są również postaci, gdzie niektóre

¹⁰ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 18 marca 2025]

¹¹ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 18 marca 2025]

¹² B. Edwards, *7 Classic PC Games With ASCII Graphics*, „PC Magazine”, 10 marca 2016, <https://web.archive.org/web/20160718080258/http://www.pcmag.com/slideshow/story/342727/7-classic-pc-games-with-ascii-graphics/6> [dostępny: 23 marca 2025]

posiadają własną sztuczną inteligencję i potrafią zadawać obrażenia bohaterowi. W zakładce *Terrains* do wyboru są elementy określające otoczenie w jakim znajduje się bohater. Możliwe jest stawianie obiektów z dostępnych sześciu wzorów oraz w siedmiu kolorach: niebieski, zielony, cyjan, czerwony, fioletowy, żółty i biały. Łącząc oba elementy można tworzyć kombinacje unikalne dla każdego z użytkowników edytora. W wyżej wymienionej zakładce są dwa obiekty pozwalające nam przemieścić się na inną planszę, są to *Slider (NS)* oraz *Slider (EW)*, co pozwala nam na większą zabawę w tym edytorze.

Ilustr. 5. Narzędzia edytorskie w ZZT



Źródło: Własne

Gra szybko uzyskała sporą liczbę graczy, dlatego Tim Sweeney postanowił, że jego firma będzie zajmować się głównie grami, dlatego zmienił nazwę swojej firmy z Potomac Computer Systems na Epic MegaGames. Wymyślając nazwę, Sweeney inspirował się studiem Apogee i uznał, że słowo „Epic” kojarzy się z nazwą konkurencyjnego studia, ale zarazem dobrze przedstawia charakter jego firmy¹³.

Ilustr. 6. Logo Epic MegaGames



Źródło: https://logos.fandom.com/wiki/Epic_Games [dostępne: 25 maja 2025]

¹³ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 31 marca 2025]

Tim Sweeney po wypuszczeniu *ZZT* na rynek zaczął prowadzić biuletyn, w którym dzielił się nowościami nad którymi obecnie pracuje i wysyłał je do osób kupujących *ZZT*. W swoim periodyku dzielił się poradami dotyczącymi przejścia swojej gry, publikował listy otrzymane od graczy. Tim Sweeney rzucał wyzwania graczom na najlepszy wynik w jego grze lub na konkretnym poziomie. Zorganizował konkurs zatytułowany *Best of ZYT*, który polegał na stworzeniu poziomu przy użyciu edytora *ZZT*. Tim Sweeney na swoją skrzynkę otrzymał ponad 200 zgłoszeń, które zawierały jego zdaniem bardzo dobre poziomy. Ogłosił wyniki na swoim biuletyne. Laureatami konkursu było osiemnaście osób, których poziomy zostały wydane pod szyldem Epic MegaGames w grze *Best of ZYT*. Wyjątkiem była nagroda za pierwsze miejsce, którą zdobyło aż sześć osób wyróżniających się stworzeniem całych gier, a nie tylko pojedynczych poziomów. Przeznaczona była dla nich specjalna nagroda, jaką było wydanie ich gier w kolekcji pod nazwą *ZZT's Revenge*. Wśród szczęśliwców znaleźli się Allen Pilgrim, Todd Daggert, i Adam Rixey, których prace tak bardzo spodobały się Timowi, że postanowił ich zatrudnić w Epic MegaGames do kolejnych większych projektów¹⁴. W swoim pamiętniku Allen Pilgrim zapisał wspomnienie datowane na 12 sierpnia 1991 roku, związane z otrzymaniem propozycji współpracy z Epic „Dostałem list od Tima Sweeneya, autora *ZZT*, który mnie powalił. Powiedział, że 2 gry na konkurs *ZZT*, które wysłałem, były zdecydowanie najlepsze do tej pory, a moje gry są <<kreatywne i bardzo odświeżające>>. Były to *City of Hope* i *Fantasy*. Powiedział, że chciałby, abym został autorem trzeciego poziomu gry w nowej trylogii *SuperZZT* zatytułowanej *Monster Zoo*”¹⁵. Epic wypuścił grę *Super ZYT*, która jest ostatnią z tego cyklu. Oprócz nowych poziomów, Sweeney udostępnił ulepszoną wersję edytora *ZZT*, która zawierała między innymi dodatkowe narzędzia, takie jak zmiana koloru tła oraz jego jasność.

Pomimo tego, że edytor w *ZZT* jest prostym narzędziem, powstawały w nim bardzo rozbudowane gry. Utworzyła się społeczność osób związanych z forum internetowym *z2*, w której entuzjaści *ZZT* mogli dyskutować i dzielić się własnymi spostrzeżeniami i poradami dotyczącymi edytora. Forum było aktywne do 2014 roku, jednak w sierpniu 2016 roku powstało internetowe archiwum *Museum of ZYT*, które wypełnia lukę jaką pozostawił *z2*.

¹⁴ T. Sweeney, *Best of ZYT Contest Results*, „Epic MegaGames Newsletter” 1992, nr 1, s. 3, <https://museumofz2t.com/article/view/265/epic-megagames-newsletter/> [dostępny: 24 maja 2025]

¹⁵ Asie, *ZZT World Creation Contest '91: Allen Pilgrim and Tom Breton's recollections*, „asie's blog”, 4 luty 2022, <https://blog.asie.pl/2022/01/z2t-contest-91-tom-breton/> [dostępny: 03 kwietnia 2025]

Przez kolejne lata gracze mogą udostępniać swoje gry jakie stworzyli w edytorze ZYT¹⁶. Założyciel strony internetowej Dr. Dos wspomina „ZYT pozwoliło mi poczuć się jak dorosły programista komputerowy. Jako dziecko nieustannie bawiałem się do *sequeli* *Mario World* i *Mega Man*, które chciałem stworzyć, i zawsze zakładałem, że tworzenie gier to coś, czego dzieci nie potrafią robić. Trzeba być dorosłym, iść na studia i nauczyć się programowania. ZYT pozwoliło mi to wszystko pominąć. Jako dziecko, możliwość powiedzenia znajomym <<tworzę gry wideo>> była niesamowicie potężna”¹⁷.

W kolejnych latach Epic MegaGames kontynuował swoją ścieżkę tworzenia gier komputerowych. Sweeney rozwijał swoje studio, zatrudniając dodatkowych pracowników i programistów, którzy przyczynili się do ulepszenia gier poprzez dopracowanie warstwy dźwiękowej i graficznej. W czerwcu 1992 roku Epic wydał nową grę *Jill of the Jungle*, która technologicznie była bardziej rozwinięta od swojej poprzedniczki ZYT.

Ilustr. 7. *Jill of the Jungle*



Źródło: <https://store.epicgames.com/pl/p/jill-of-the-jungle-the-complete-trilogy> [dostępne: 25 maja 2025]

Głównym programistą *Jill of the Jungle* był Tim Sweeney, lecz był to ostatni projekt, w którym pisał linijki kodu. Skupił się bardziej na rozwijaniu swojego studia w charakterze producenta, co odciągnęło go od programowania na kilka lat¹⁸. Epic od tamtej pory zyskiwał

¹⁶ Dr. Dos, *We Are Still Out Here*, „Museum of ZYT”, 19 września 2020, <https://museumofzty.com/article/view/494/we-are-still-out-here/> [dostępny: 06.04.2025]

¹⁷ B. Edwards, *Before Fortnite, There Was ZYT: Meet Epic's First Game*, „How To Geek”, 19 lutego 2021, <https://www.howtogeek.com/713532/before-fortnite-there-was-zty-meet-epics-first-game/> [dostępny: 24.03.2025]

¹⁸ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 9 kwietnia 2025]

na popularności zdobywając coraz większą grupę fanów. Poza świetnymi wynikami sprzedaży, sukces studia zaznaczał fakt, że Sweeney zatrudniał coraz więcej artystów i programistów uznawanych z branży growej. W szeregach studia pojawili się tacy ludzie jak Cliff Bleszyński oraz Mark Rein, który imigrował z konkurencyjnego Id Software. Aby móc kontynuować wydawanie gier, Tim Sweeney zaczął zlecać ich tworzenie zaufanym programistom, takim jak Allen Pilgrim, zwycięzca konkursu *Best of ZZT*. Ta współpraca przyniosła wydanie gry *Kiloblaster* w 1992 roku oraz *Xargon* w 1994 roku¹⁹.

Ilustr. 8. *Kiloblaster*, *Xargon*



Źródło: <https://www.mobygames.com/game/59939/kiloblaster-1/cover/group-2726/cover-217135/> [dostępny: 25 maja 2025], <https://www.mobygames.com/game/59388/xargon-the-mystery-of-the-blue-builders-xargons-fury/cover/group-318800/cover-779079/> [dostępny: 25 maja 2025]

1.3 Początki Unreal Engine

W połowie lat 90. zauważalny był nowy trend polegający na odchodzeniu od gier platformowych i dwuwymiarowych na rzecz trójwymiarowej rozrywki. W tym polu sukces odniósł Id Software razem z wydawcą Apogee Software ze swoimi dynamicznymi pierwszoosobowymi strzelankami *Wolfenstein 3D* (1992) oraz *Doom* (1993), z czego ostatni został wydany na silniku Id Tech.

¹⁹ Interview with Allen Pilgrim, „RGB Classic Games”, 27 kwietnia 2015, <https://www.classicdosgames.com/interviews/allenpilgrim.html> [dostępny: 09 kwietnia 2025]

Ilustr. 9. *Wolfenstein 3D*



Źródło: https://www.gog.com/pl/game/wolfenstein_3d [dostępny: 25 maja 2025]

Z racji tego, że ówczesne komputery nie posiadały dużej mocy obliczeniowej, tworzone gry sprawiające złudzenie trójwymiarowości. W rzeczywistości rozgrywały się one na dwuwymiarowej siatce z poziomu silnika. Wykorzystanie techniki raycasting pozwalało na symulowanie trzeciego wymiaru za pomocą fizyki rzucania promieni, które sprawdzały jakie obiekty znajdują się w polu widzenia gracza na siatce 2D, a następnie wyświetlały je w przestrzeni trójwymiarowej. Jedynymi obiektami przedstawionymi w sposób trójwymiarowy były ściany, jednak podobnie jak pozostałe elementy, były to obiekty dwuwymiarowe. Zostały wykonane jako sprite'y, czyli dwuwymiarowe obrazki poruszające się w przestrzeni 3D. Dla graczy nieposiadających wiedzy programistycznej iluzja trójwymiarowości była na tyle przekonująca, że uznawali te produkcje za gry 3D mimo, że właściwszym terminem byłoby gry 2.5D²⁰. Sweeneyowi imponowała konkurencja i był pod wrażeniem efektu jaki uzyskiwały gry studia Id Software. Wątpił, czy jego niewielki zespół zdoła osiągnąć taki poziom, jakiego wymagało stworzenie tak rozbudowanej gry jak *Doom*, do której produkcji potrzebnych było znacznie więcej osób. Sweeney jednak nie chciał się poddawać, dlatego zebrał najlepszych swoich programistów, do stworzenia *Doom-killera*²¹. Epic MegaGames nawiązało współpracę ze swoim byłym pracownikiem, Jamesem Schmalzem, który założył studio Digital Extremes, pracujące wówczas nad w pełni trójwymiarową produkcją inspirowaną grą *Magic Carpet*.

²⁰ T. Friedman, *John Romero – The Interview*, by Todd Friedman, „Old School Gamer Magazine”, 5 października 2022, <https://www.oldschoolgameromagazine.com/john-romero-the-interview-by-todd-friedman/> [dostępny: 9 kwietnia 2025]

²¹ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 9 kwietnia 2025]

Ilustr. 10. *Magic Carpet*



Źródło: <https://www.mobvygames.com/game/361/magic-carpet/screenshots/dos/2293/> [dostępny: 25 maja 2025]

W 1994 roku Schmalz spotkał się z Timem, prezentując mu silnik, który napisał na potrzeby swojej gry. Sweeney dostrzegając w nim liczne błędy, postanowił stworzyć własny silnik do produkcji trójwymiarowych gier²².

Czytając masę artykułów i dokumentów na temat dostępnych wówczas technologii, Sweeney dowiedział się sporo szczegółów dotyczących mapowania tekstur i modelowania przestrzeni przy użyciu techniki BSP (Binary space partitioning). Jest to technika, która została wykorzystana w *Doomie*. Polega na podziale mapy na fragmenty renderowane w zależności od położenia gracza w świecie silnika. Pozwala to na ograniczenie mocy potrzebnej do renderowania obrazu w czasie rzeczywistym. Sweeney zobaczył kilka zrzutów ekranu firmy technologicznej Bit Boys pokazujących wykonanie realistycznego oświetlenia w przestrzeni 3D. Ucząc się projektowania oświetlenia umożliwiającego szybkie obliczenie padania promieni w czasie rzeczywistym Sweeney odkrył, że może umieścić światło w wirtualnym świecie w postaci tzw. lightmap, czyli wypalonego oświetlenia zapisanego jako oddzielna tekstura nałożona na obiekty. Rozwiązanie to pozwalało na efektywne renderowanie sceny w czasie rzeczywistym.

²² B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim_.php?page=1 [dostępny: 12 kwietnia 2025]

Ilustr. 11. Wykorzystanie oświetlenia w grze *Unreal*



Źródło: Własne

Sweeney zrobił zrzut ekranu zaprojektowanego oświetlenia i wysłał do firmy Bit Boys, chwając się efektami swojej pracy. W odpowiedzi otrzymał gratulacje i wyjaśnienie, że ich obrazek został w całości wyrenderowany w 3D Studio Max, ponieważ nie udało im się opracować sposobu na osiągnięcie tego efektu w czasie rzeczywistym²³. W międzyczasie Id Software wydało grę *Quake* (1996), która była pierwszoosobową dynamiczną strzelanką z elementami science fiction i fantasy, lecz w odróżnieniu od konkurencji, była to pierwsza gra tego typu stworzona w pełni w 3D. Widząc sukces, jaki osiągnął Id Software, Sweeney postanowił udoskonalić swój edytor wymyślając przy tym grę science fiction *Unreal*. Tą samą nazwę nadał swojemu silnikowi, nad którym pracował samodzielnie przez ponad dwa lata, tworząc Unreal Engine.

Tim Sweeney zauważył u swoich rywali problem polegający na tym, że za każdym razem kiedy pracowali nad nowym tytułem, tworzyli całe silniki od podstaw. Dlatego Sweeney tworzył Unreal Engine z myślą o uniwersalnym narzędziu pozwalającym jak w ZZZ stworzyć to, co można wymarzyć²⁴. Język skryptu nazwany Unreal Script był oparty na Visual Basic, który dla programistów był bardziej intuicyjny niż powszechnie używany C++. Jeden z pierwszych upubliczniętych zrzutów ekranu ukazuje smoka i kobietę, która pierwotnie miała być główną bohaterką. W ostatecznej wersji gracz steruje poczynaniami

²³ D. Lightbown, *Classic Tools Retrospective: Tim Sweeney on the first version of the Unreal Editor*, „Game Developer”, 9 stycznia 2018, <https://www.gamedeveloper.com/design/classic-tools-retrospective-tim-sweeney-on-the-first-version-of-the-unreal-editor> [dostępny: 12 kwietnia 2025]

²⁴ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 12 kwietnia 2025]

mężczyzny. Do Epic MegaGames w 1997 roku dołączył specjalista od sztucznej inteligencji Steve Polge, który dołączył do pomocy przy pisaniu silnika „Unreal Engine”, nad którym Tim Sweeney pracował samodzielnie od dwóch i pół roku. Panowie pracowali wspólnie nad silnikiem w niewielkim ciasnym biurze na składanych stołach²⁵. Do skomponowania muzyki zatrudniono Alexandra Brandon oraz Michiela van den Bosa. Otrzymali zadanie, żeby ich muzyka reagowała na to, co się dzieje na ekranie oraz na otoczenie, w którym znajduje się gracz. Było to nowe podejście w branży, ponieważ do tej pory w innych tytułach powszechnie stosowano odtwarzanie muzyki w pętli. Wymagało innego sposobu komponowania utworów oraz do współpracy pomiędzy kompozytorami, a programistami. Muzykę nagrywano na żywo w studiu Digital Extremes w Waterloo²⁶.

Realizm jaki oferował Unreal Engine spotkał się z entuzjastycznym odbiorem prasy branżowej. Czasopismo *Next Generation* nie tylko poświęciło grze *Unreal* kilka artykułów, ale również umieściło na swojej okładce grafikę prezentującą możliwości silnika. Przyznano grze tytuł najlepiej wyglądającej gry na komputery.

Ilustr. 12. *Next Generation*

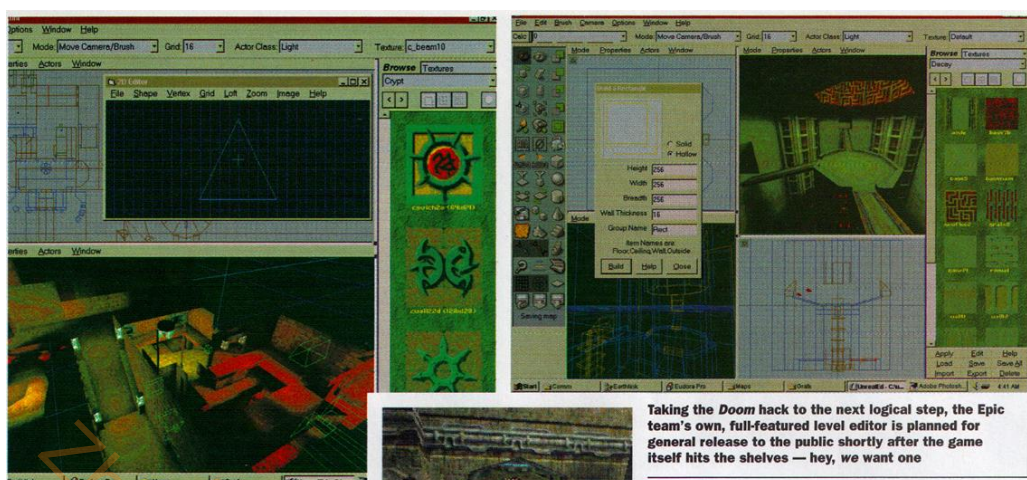


Źródło: *Next Generation* nr. 26, luty 1997

²⁵ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

²⁶ B. Caldwell, *A retrospective of Unreal, from the people who made it*, „Rock, paper, schotgun”, 5 czerwca 2018, <https://www.rockpapershotgun.com/unreal-retrospective-from-the-people-who-made-it> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

Ilustr. 13. Wczesny interface Unreal Engine ukazany w *Next Generation*



Źródło: *Next Generation* nr. 26, luty 1997, s. 72

W wywiadzie udzielonym dla czasopisma Cliff Bleszyński, jak i inni programiści pracujący nad *Unreal* chwalili silnik za jego możliwości oraz prostotę, jaką oferuje edytor w tworzeniu realistycznych poziomów zwłaszcza, jak na ówczesne standardy. Czasopismo określiło *Unreal* jako ponadczasową produkcję, która wyznacza nowy poziom w tworzeniu gier komputerowych. W artykule przekazano informację od Epic MegaGames, że silnik *Unreal Engine* zostanie udostępniony innym deweloperom w formie płatnej licencji²⁷. Nie było to nowe rozwiązanie, z tego samego sposobu finansowania korzystało Id Software sprzedając swój silnik Id Tech 2 m.in. studiu Valve. Epic sukcesywnie udzielało licencji do swojego silnika, co okazało się skuteczną decyzją. Deweloperzy gier chętnie korzystali z tej możliwości. Jednym z takich studiów było 3D Realms (wcześniej Apogee Software), które na targach E3 w 1998 roku zaprezentowało swoją grę *Duke Nukem Forever* wykorzystującą już silnik *Quake II*. George Broussard kierownik projektu *Duke Nukem Forever* na tym samym wydarzeniu zobaczył pokaz Epic MegaGames ukazujący grę *Unreal*. Na krótko po E3, Broussard zachwycony możliwościami jakie przedstawiło Epic ogłosił, że projekt *Duke Nukem Forever*, który był już na zaawansowanym etapie produkcji, zostanie przeniesiony na silnik „Unreal Engine”²⁸.

²⁷ NG Alphas: An interview with Epic MegaGames, „Next Generation” nr 26, luty 1997, str. 75-76, https://retrocdn.net/images/1/14/NextGeneration_US_26.pdf#page=77 [dostępny: 25 maja 2025]

²⁸ *Duke Nukem Forever Switches to Unreal Engine*, „3D Realms”, 15 czerwca 1998, <https://legacy.3drealms.com/press/dnfunreal.html> [dostępny: 13.04.2025]

Ilustr. 14. *Duke Nukem Forever* na Unreal Engine wersja z 2001 roku



Źródło: <https://rpgcodex.net/forums/threads/have-any-of-the-builds-of-duke-nukem-forever-ever-leaked.120567/> [dostępny: 25 maja 2025]

Przeniesienie całej produkcji z silnika *Quake II* na Unreal Engine okazało się bardzo problematyczne dla twórców pracujących nad grą, co doprowadziło do konfliktów wewnątrz firmy oraz z wydawcą Take-Two. Dla 3D Realms był to początek końca serii *Duke Nukem*, która od tego momentu zaczęła stopniowo tracić na znaczeniu. W efekcie *Duke Nukem Forever* zostało wydane dopiero w 2011 roku²⁹.

W ostatnim roku pracy nad *Unreal* w studio Epic MegaGames, jak i w Digital Extremes panował *crunch*. Polegał na zwiększonej intensywności pracy nad grą, który doprowadził do tego, że twórcy *Unreal* spędzali w studiach 70-80 godzin tygodniowo. Był to dla nich strasznie męczący i wymagający okres, lecz podtrzymywała ich na duchu świadomość, że tworzą coś wyjątkowego. Narastające zainteresowanie społeczności grą *Unreal* utwierdzało ich w tym przekonaniu³⁰.

22 maja 1998 roku miała miejsce premiera gry *Unreal*, uważana za przełomowy moment w historii branży gier komputerowych. Studio Epic MegaGames wyznaczyło tym sposobem nowy standard produkcji. Chwalono oprawę graficzną, muzykę, atmosferę oraz sztuczną inteligencję przeciwników. Czasopismo *Next Generation* przyznało grze pięć

²⁹ J. Cullen, *Hell freezes, pigs fly: Duke Nukem Forever goes gold*, „VG24/7”, 24 maja 2011, <https://www.vg247.com/hell-freezes-pigs-fly-duke-nukem-forever-goes-gold> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

³⁰ B. Caldwell, *A retrospective of Unreal, from the people who made it*, „Rock, paper, shotgun”, 5 czerwca 2018, <https://www.rockpapershotgun.com/unreal-retrospective-from-the-people-who-made-it> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

gwiazdek oraz określiło *Unreal*, jako „pogromca *Quake'a*, bijący go na kwaśne jabłko”³¹. John Carmack współzałożyciel Id Software będąc pod wrażeniem silnika Epica powiedział „Unreal Engine podniósł poprzeczkę, czego oczekują gracze od przyszłych produkcji”³². Pomimo zachwyty nad grafiką, jaką mógł się szczycić *Unreal*, krytykowano moduł sieciowy zaimplementowany do gry za problemy z łączeniem z serwerami. Epic starało się naprawić problem, lecz wymagało to przeprojektowania całej gry w efekcie w 1999 roku powstał *Unreal Tournament*. Dla sympatyków *Unreal* udostępniono narzędzia do modyfikacji gry, oparte o funkcje dostępne w Unreal Engine i języku Unreal Script. Możliwość edytowania tak wysokiej jakości gry, została określona przez Marka Reina jako DNA Epica, nawiązując do ZZT, która zbudowała podstawę do zbliżenia studia z graczami zainteresowanymi tworzeniem gier³³. Epic MegaGames stał się bardzo znaczącym graczem na rynku, sprzedając w ciągu miesiąca 500 tys. kopii gry³⁴. Ze względu na sukces gry, studio nie musiało już udawać, że jest dużą firmą. W 1999 roku postanowiono ze swojej nazwy usunąć przedrostek „Mega”, prezentując się od tamtej pory jako Epic Games³⁵.

Ilustr. 15. Logo Epic Games (1999)



Źródło: https://logos.fandom.com/wiki/Epic_Games#1999-2005 [dostępny: 25 maja 2025]

³¹ *Finals „Unreal”, „Next Generation”* 1998, nr 44, str. 84-85, https://retrocdn.net/images/8/8e/NextGeneration_US_44.pdf [dostępny: 25 maja 2025]

³² G. Keighley, „*Blinded By Reality: The True Story Behind the Creation of Unreal*”, „Gamespot”, 12 maja 2008, <https://web.archive.org/web/20010814190139/http://www.gamespot.com/features/makeunreal/scu.html> [dostępny 13 kwietnia 2025]

³³ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

³⁴ *GT Numbers Strong*, „Gamespot” [online], 5 sierpnia 1998, Dostępny w internecie: https://web.archive.org/web/20000305152346/http://headline.gamespot.com/news/98_08/05_gtv/index.html [dostępny: 14 kwietnia 2025]

³⁵ B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 14 kwietnia 2025]

Pierwsza wersja Unreal Engine powstała, żeby stworzyć zaawansowany edytor do wyjątkowej gry, który można postrzegać jako nowoczesnego następcę ZTT. Sweeney uważa jednak, że największym sukcesem nie było samo stworzenie silnika, lecz zgromadzenie wokół projektu naprawdę utalentowanych ludzi. Pierwsza wersja silnika Unreal Engine jest ostatnią nad którą pracował Tim Sweeney. Nie można mu jednak odebrać tego, że to on napisał znaczną większość kodu, który stał się podstawą dla kolejnych wersji silnika i wskazał tym sposobem kierunek, którym ma podążać branża gier komputerowych. Przy kolejnych wersjach silnika Tim Sweeney sprawuje jedynie funkcję planistyczną i badawczą nad nowościami, jakie można umieścić w Unreal Engine.³⁶

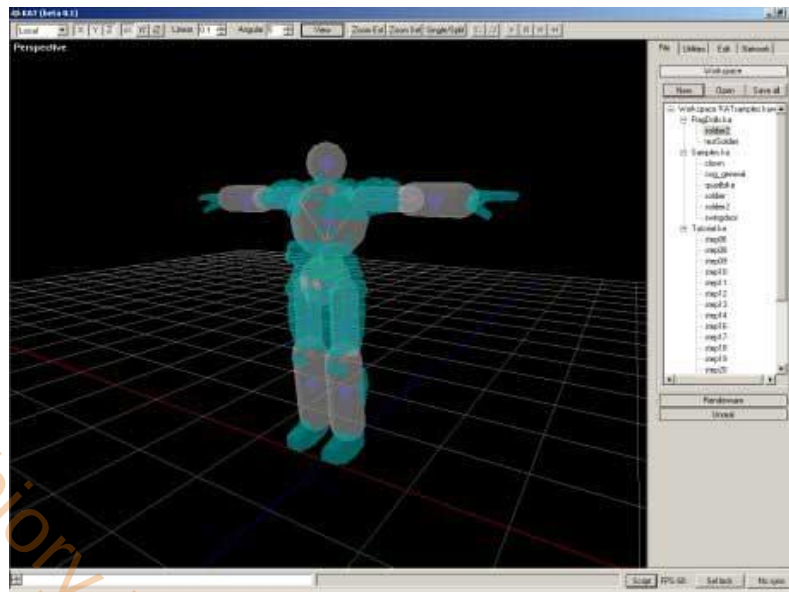
1.4 Kolejne wersje Unreal Engine

Przystąpienie do prac nad kolejną wersją silnika Unreal Engine wiązało się z zaplanowaniem swoich następnych działań. Studio osiągnęło już sukces na polu graficznym nakreślając standardy dla całej branży. Kolejnym celem było to, aby silnik umożliwiał deweloperom łatwe przenoszenie gier zaprojektowanych z myślą o PC na konsole Playstation 2, GameCube oraz Xbox. Było to rozwiązanie nowatorskie, ponieważ produkcja gier na PC wymagała odmiennego podejścia niż produkcja gier na konsole, ze względu na różnice między tymi platformami. Projektanci kolejnej wersji Unreal Engine podjęli się stworzenia elastycznego narzędzia dla twórców, które nie będzie ograniczało ich do konkretnych gatunków, lecz da swobodę realizacji dowolnych koncepcji. W tamtym czasie silniki innych studiów często były zaprojektowane wyłącznie pod określony gatunek gier³⁷. Tworząc drugą wersję silnika Unreal Engine rozwinięto system fizyki o nazwie *Karma*, oparty na modelu kolizji, dzięki czemu obiekty mogą oddziaływać zgodnie z zaprojektowanymi prawami fizyki. Popularnym przykładem wykorzystania tej technologii są tzw. *ragdolle*, czyli wprowadzenie modelu postaci w bezwład, który nie ma zaprojektowanej animacji, lecz porusza się wedle zdefiniowanej fizyki.

³⁶ S. Totilo, *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

³⁷ K. Thor Jensen, *25 Years Later: The History of Unreal and an Epic Dynasty*, „PcMag”, 22 maja 2023, <https://www.pcmag.com/news/25-years-later-the-history-of-unreal-and-an-epic-dynasty> [dostępny: 14 kwietnia 2025]

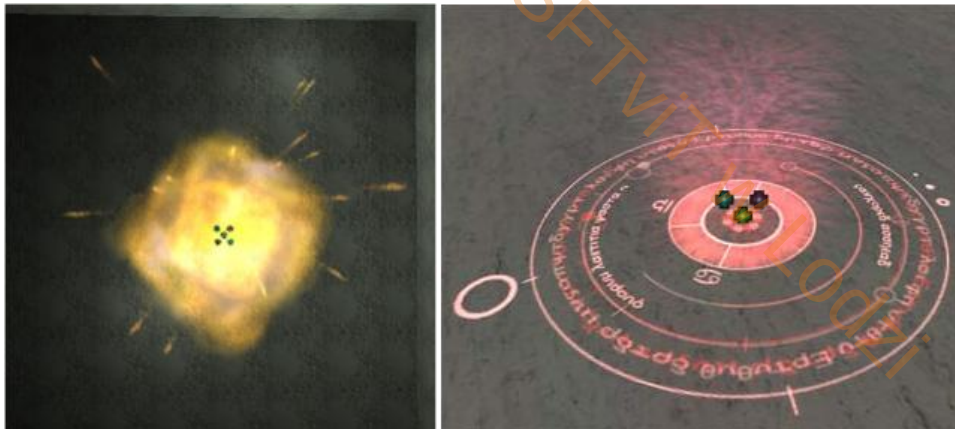
Ilustr. 16. Wykorzystanie narzędzi *Karma* do stworzenia *ragdolla* postaci



Źródło: <https://docs.unrealengine.com/udk/Two/IntroToKarma.html#Introduction%20to%20Karma> [dostępny: 25 maja 2025]

W Unreal Engine 2 pojawiło się również narzędzie tworzące wewnątrz silnika efekty cząsteczkowe, służące przykładowo do generowania wybuchów, strzałów, piorunów oraz innych efektów, również o charakterze magicznym.

Ilustr. 15. Wykorzystanie narzędzi efektów cząsteczkowych

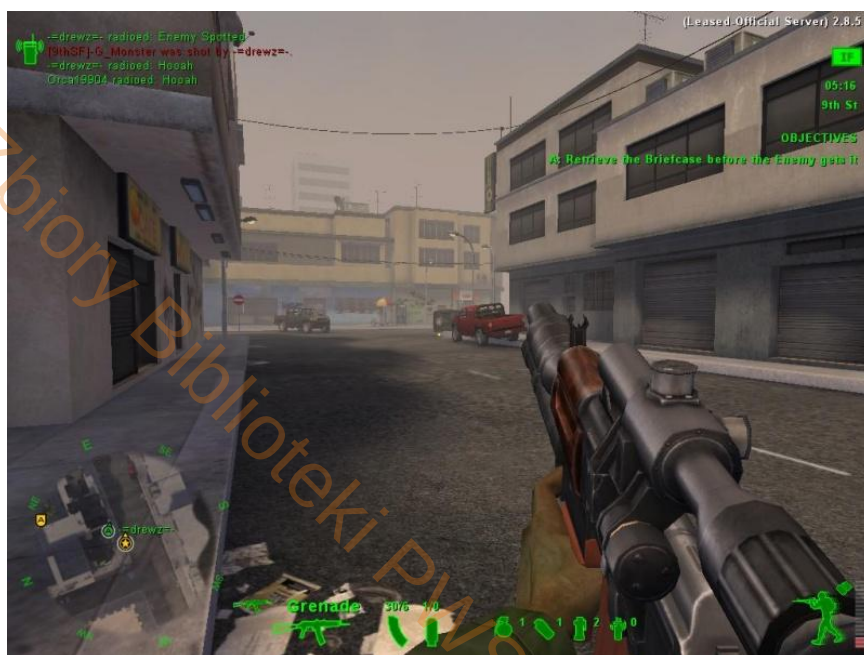


Źródło: <https://docs.unrealengine.com/udk/Two/ExampleParticleSystems.html> [dostępny: 25 maja 2025]

Silnik Unreal Engine 2 został wydany w 2002 roku, debiutując grą *America's Army*. Gra nie była jednak produkcją Epic Games, lecz licencjobiorcy, którym była Amerykańska Armia. Jej celem było edukowanie oraz zachęcanie graczy do wstąpienia w szeregi amerykańskich sił zbrojnych. Produkcja otrzymała wsparcie finansowe ze strony rządu USA i została

udostępniona za darmo³⁸. Oczekiwania graczy wobec tej edukacyjnej gry były niewielkie, jednak nowe rozwiązania graficzne i technologiczne zaprezentował w niej Unreal Engine 2 oczarowały branżę gier komputerowych. Sukces gry potwierdza spora lista nominacji i nagród, jaką otrzymała, a jedną z nagród przyznał w 2002 roku *Computer Games Magazine* za „Najlepsze wykorzystanie pieniędzy z podatków”³⁹.

Ilustr. 18. *America's Army* (2002)



Źródło: <https://www.imfdb.org/wiki/File:AAAKS74UBGS19.JPG> [dostępny: 25 maja 2025]

Elastyczność Unreal Engine 2 nie ograniczyła twórców jedynie do gier komputerowych ale również pozwoliła artystce Mary Flanagan na stworzenie abstrakcyjnej wirtualnej wystawy *Domestic*, upamiętniającej dramatyczne dziecięce przeżycie autorki związane z pożarem jej domu.⁴⁰

³⁸ M. Thomsen, *History of The Unreal Engine*, „IGN”, 23 lutego 2010, <https://web.archive.org/web/20170712132329/http://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine> [dostępny: 14 kwietnia 2025]

³⁹ America's Army PC Game - Vision and Realization, str. 18, <https://core.ac.uk/download/pdf/36733887.pdf> [dostępny: 24 maja 2025]

⁴⁰ M. Flanagan, [domestic], „Mary Flanagan”, Dostępny w internecie: <https://maryflanagan.com/domestic/> [dostępny: 28 maja 2025]

Ilustr. 19. Wirtualna wystawa *Domestic*



Źródło: <https://maryflanagan.com/domestic/> [dostępny: 25 maja 2025]

Dzięki elastyczności Unreal Engine 2 Epic Games udowodniło branży gier wideo, że silnik graficzny nie powinien narzucać konkretnego gatunku ani ograniczać doświadczenia, jakie można zaoferować za jego pomocą. Od tamtej pory deweloperzy zaczęli nakładać większy nacisk na rozwój uniwersalności autorskich silników, a jeśli nie mieli takiej możliwości, korzystali z przywileju pozyskiwania licencji. Unreal Engine stał się inspiracją do stworzenia takich silników, jak *Anvil* Ubisoftu, *CryEngine* Cryteku, *Frostbite* DICE EA, *Godot* oraz *Unity*.

W 2006 roku za sprawą wydania przez Epic Games gry *Gears of War* zadebiutowała trzecia generacja silnika Unreal Engine. Został zaprojektowany z myślą o komputerach z sterownikami DirectX 9/10, konsolach nowej generacji takich jak Xbox 360 oraz Playstation 3, wspierających rozdzielczość HD⁴¹. Epic Games podczas pracy nad grą *Gears of War*, która miała debiutować wraz z premierą konsoli Xbox 360, namówili jej producenta firmę Microsoft, do zwiększenia pamięć RAM dostępną na urządzeniu z 256 MB na 512 MB. Rzekomo miało to kosztować Microsoft miliard dolarów⁴².

⁴¹ M. Thomsen, *History of The Unreal Engine*, „IGN”, 23 luty 2010, <https://web.archive.org/web/20170712132329/http://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine> [dostępny: 17 kwietnia 2025]

⁴² S. Williamson, *Microsoft upgraded Xbox 360 for 1 billion dollars Gears of War*, „HEXUS”, 24 października 2006, https://hexus.net/gaming/news/xbox-360/7082-microsoft-upgraded-xbox-360-1-billion-dollars-gears-war/?print=1&utm_source=chatgpt.com [dostępny: 17 kwietnia 2025]

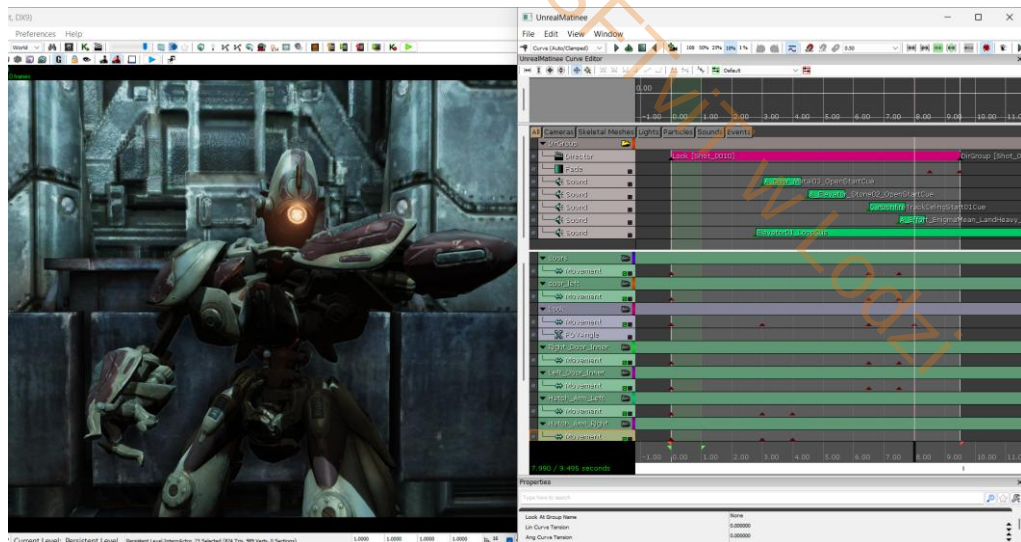
Ilustr. 20. *Gears of War*



Źródło: <https://www.gearsowar.com/games/gears-of-war/> [dostępny: 25 maja 2025]

Unreal Engine 3 wprowadził masę nowych funkcji dostępnych dla twórców. Wśród nich było narzędzie do tworzenia przerywników filmowych pod nazwą *Matinee*. Za pomocą tej funkcji można animować całe sceny poprzez ustawienie, obiektów, postaci oraz kamer w przestrzeni wirtualnej oraz zaprogramowanie ich działań, dzięki opcji keyframe dostępnym w timelinie sceny.

Ilustr. 21. Wykorzystanie funkcji *Matinee* w Unreal Engine 3



Źródło: Własne

Po wydaniu Unreal Engine 3 Epic Games stale dodawał nowości do swojego silnika, takie jak *PhysX* nadające grze bardziej realistyczną fizykę, format plików wideo *Bink Video*, *Speedtree* do proceduralnego tworzenia unikalnych modeli drzew oraz *FaceFX* służące

do animowania twarzy bohaterów. Najważniejsza możliwość jaka została wprowadzona w tej wersji silnika, to narzędzia pozwalające na tworzenie gier na smartfony z systemem iOS. Przez zwiększającą się liczbę funkcji, a zarazem możliwości jakie oferuje silnik Unreal Engine 3 stawała się coraz droższy i wymagał coraz większych zespołów produkcyjnych.

Chociaż silnik nieustannie i sukcesywnie się rozwijał, nie wszyscy deweloperzy korzystający z Unreal Engine 3 pozytywnie odebrali te zmiany. Jedną z firm, Silicon Knights w 2007 roku pozwała Epic Games za niewywiązanie się z umowy licencyjnej, według której Epic miało dostarczyć gotową wersję silnika w czasie sześciu miesięcy. Według Silicon Knights termin nie został dotrzymany, a Epic zostało oskarżone o wykorzystywanie środków pozyskanych z licencji na produkcję *Gears of War*, zamiast na rozwój silnika. Silicon Knights przestał pracować na Unreal Engine 3 i zaczął pracę nad własnym silnikiem⁴³. W odpowiedzi Epic Games wniosło pozew wzajemny, oświadczając, że Silicon Knights podczas podpisywania umowy licencyjnej wiedział, że niektóre funkcje są w fazie rozwoju i mogą zostać udostępnione po premierze *Gears of War*. Ponadto Epic Games pozwało Silicon Knights o złamanie praw autorskich poprzez wykorzystanie kodu Unreal Engine 3 do stworzenia własnego silnika⁴⁴. Sąd rozstrzygnął spór w 2012 roku na korzyść Epic Games. Nakazano, usunięcie kodu Unreal Engine 3 z silnika Silicon Knights oraz wpłacenie 4,45 mln odszkodowania za naruszenie praw autorskich i tajemnic handlowych⁴⁵.

Dzięki udostępnionym narzędziom moderskim wydanych przez Epic Games dostrzegło niesamowite projekty tworzone przez moderów do *Gears of War* oraz serii *Unreal Tournament*. W listopadzie 2009 roku udostępniło darmową wersję silnika pod nazwą Unreal Development Kit dla hobbystów, studentów oraz filmowców realizujących projekty niekomercyjne. Ta uproszczona wersja silnika Unreal Engine 3 pozwalała na tworzenie gier od zera, bez konieczności wykorzystywania zasobów pochodzących z produkcji studia Epic. Mark Rein powiedział „Jestem podekscytowany możliwościami, jakie Unreal Development Kit otwiera przed tymi, którzy chcą wejść do branży gier, ale nie mają środków, aby zdobyć

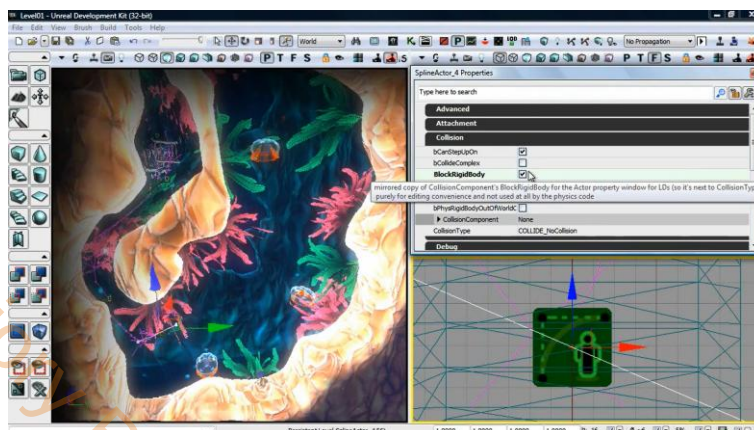
⁴³ B. Crecente, *Silicon Knights: Epic Sabotaged Us*, „Kotaku”, 19 lipca 2007, <https://web.archive.org/web/20090916170528/http://kotaku.com/280491/silicon-knights-epic-sabotaged-us> [dostępny: 18 kwietnia 2025]

⁴⁴ J. Brightman, *Mark Rein: Epic Games Did Nothing Wrong; Silicon Knights is Stealing*, „GameDaily”, 9 sierpnia 2007, <https://web.archive.org/web/20071122011316/http://www.gamedaily.com/articles/features/mark-rein-epic-games-did-nothing-wrong-silicon-knights-is-stealing/70780/> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

⁴⁵ S. Totilo, *Epic Says Epic Has Won Lawsuit Battle With Silicon Knights [UPDATE: Epic Awarded \$4.45 Million]*, „Kotaku”, 30 maja 2012, <https://kotaku.com/epic-says-epic-has-won-lawsuit-battle-with-silicon-knig-5914326> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

światowej klasy technologii i narzędzia, takie, jak nasze”. Za pomocą Unreal Development Kit wielu twórcom udało się stworzyć wysokiej jakości gry, takie jak *Whizzle* studia Psyonix oraz *The Ball Tripwire Interactive*⁴⁶.

Ilustr. 22. Unreal Development Kit podczas produkcji *Whizzle*



Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=yEXfVUSEvS4> [dostępny: 25 maja 2025]

Kiedy deweloperzy mogli tworzyć swoje produkcje w Unreal Engine 3, Tim Sweeney po cichu od 2003 roku przez większość czasu samemu pracował nad kolejną wersją silnika. Pracował nad nowościami technicznymi, polepszeniem komfortu z użytkowania oraz przystosowaniem silnika dla gier ósmej generacji konsol⁴⁷.

Ilustr. 23. Prezentacja Unreal Engine 4 na Game Developers Conference



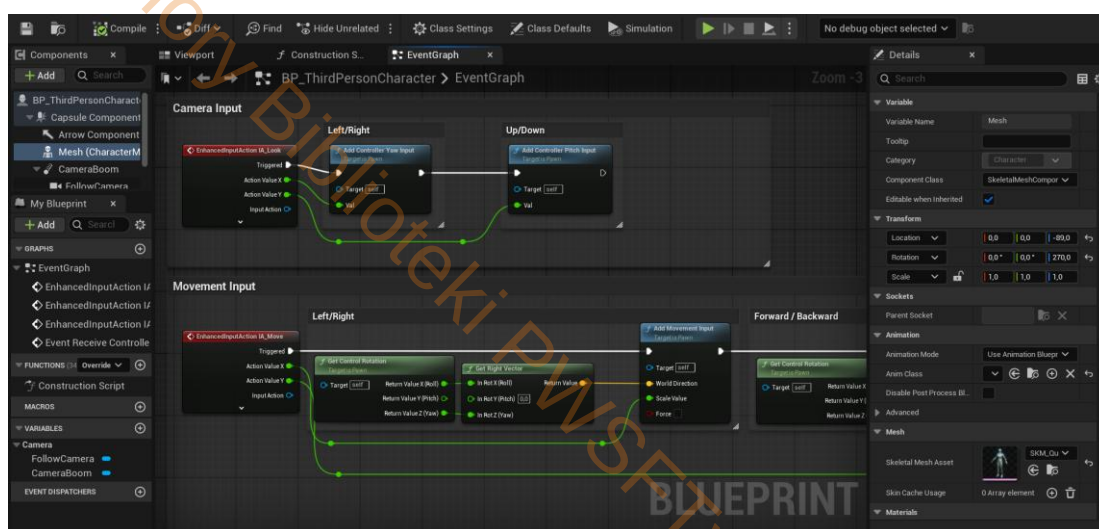
Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=MOvfn1p92_8 [dostępny: 25 maja 2025]

⁴⁶ IGN Staff, *Epic Games Announces Unreal Development Kit, Powered by Unreal Engine 3*, „IGN”, 5 listopada 2009, <https://www.ign.com/articles/2009/11/05/epic-games-announces-unreal-development-kit-powered-by-unreal-engine-3> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

⁴⁷ J. Houlihan, *REIN: "WE'VE BEEN WORKING ON UNREAL ENGINE 4 FOR TWO YEARS"*, „CVG”, 18 sierpnia 2005, [https://web.archive.org/web/20060109034021/http://www.computerandvideogames.com/r/?page=http://www.computerandvideogames.com/news/news_story.php\(que\)id=123639](https://web.archive.org/web/20060109034021/http://www.computerandvideogames.com/r/?page=http://www.computerandvideogames.com/news/news_story.php(que)id=123639) [dostępny: 22 kwietnia 2025]

Podczas Game Developers Conference w 2014 roku, ogłoszono premierę Unreal Engine 4 oraz przedstawiono nowy model licencjonowania. Deweloperzy za opłatą miesięczną w wysokości 19 dolarów otrzymywali dostęp do pełnej wersji silnika oraz do jego kodu źródłowego w języku C++⁴⁸. W marcu 2015 roku Epic Games ogłosiło darmową licencję *open source* dostępną dla wszystkich. Każdy ma dostęp do silnika ze wszystkimi przyszłymi aktualizacjami⁴⁹. Do najważniejszych nowości, jakie przyniosła czwarta generacja Unreal Engine, należy między innymi nowy język programowania nazwany *Blueprints*. Jest to wizualny sposób programowania, w którym za pomocą połączeń bloczków zawierających określoną logikę można zaprojektować mechanikę gry.

Ilustr. 24. *Blueprints*



Źródło: Własne

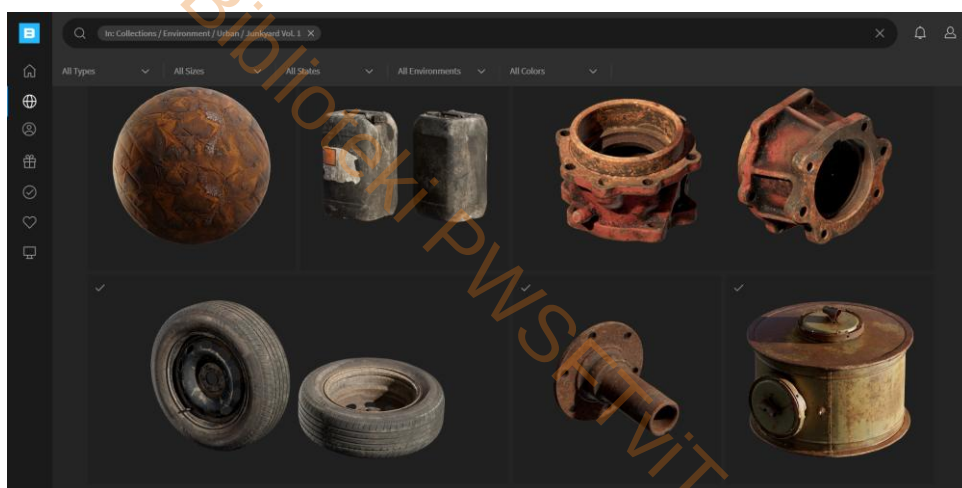
Usunięto wykorzystywany w poprzednich wersjach UnrealScript i pozostawiono możliwość programowania przy pomocy języka C++. Pozwoliło to osobom bez doświadczenia w programowaniu na zaprojektowanie całych mechanik do swoich projektów. Przy wydaniu Unreal Engine 4 otworzono Unreal Marketplace, czyli miejsce gdzie twórcy i freelancerzy mogli sprzedawać autorskie treści innym użytkownikom. Dostępne do kupienia tzw. assety tworzone przez społeczność obejmowały takie kategorie jak rekwizyty, postacie, animacje, dźwięki, środowiska i mechaniki. Unreal Marketplace był dostępny z poziomu silnika, a od 2018 roku dostępną zawartość można było przeglądać poprzez wirtualny sklep z grami

⁴⁸ K. Orland, *Unreal Engine 4 now available as \$19/month subscription with 5% royalty*, „arstechnica”, 19 marca 2014, <https://arstechnica.com/gaming/2014/03/unreal-engine-4-now-available-as-19month-subscription-with-5-royalty/> [dostępny: 23 kwietnia 2025]

⁴⁹ J. Sirani, *Unreal Engine 4 is Free for Everyone*, „IGN”, 2 marca 2015, <https://www.ign.com/articles/2015/03/02/unreal-engine-4-is-free-for-everyone> [dostępny: 23 kwietnia 2025]

Epic Games Store. Razem z przejściem Marketplacu na nowe pole ogłoszono cykliczne comiesięczne rozdawanie za darmo pięciu assetów, nierzadko o wartości kilkuset złotych⁵⁰. Z innych ważnych funkcji dostępnych w Unreal Engine 4, rozbudowano system cząsteczkowy nazwany *Niagara* oraz ulepszono narzędzia do symulacji fizyki i destrukcji otoczenia pod nazwą *Chaos*. W 2019 roku Epic Games połączył siły z Quixel, największą biblioteką fotorealistycznych skanów modeli 3D i materiałów wykorzystywanych do m.in. Hollywoodzkich filmów i animacji takimi jak np. *Król Lew* (2019), czy *Czarna Pantera*. Użytkownicy Unreal Engine mogli korzystać z pełnej biblioteki Quixel Megascans całkowicie za darmo poprzez Unreal Marketplace oraz launcher Quixel Bridge. Ta możliwość pozwoliła niezależnym twórcom zbliżyć się poziomem wizualnym prac do dużych studiów⁵¹.

Ilustr. 25. Przykładowa zawartość Quixel Megascans



Źródło: Własne

W 2021 roku Epic Games ogłosił wczesny dostęp do kreatora online *MetaHuman*, w którym można stworzyć realistyczną postać człowieka. Model gotowy do animacji zostaje przeniesiony do Unreal Engine, z możliwością adaptacji wiarygodnej mimiki twarzy za pośrednictwem aplikacji *Live Link Face* na smartfony z systemem iOS⁵². To narzędzie

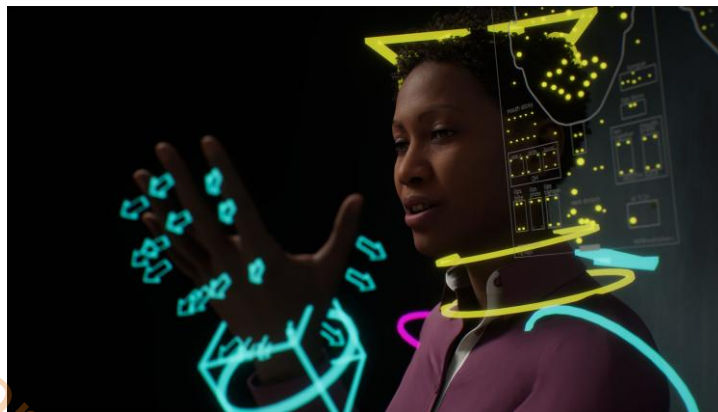
⁵⁰ A. Bott, New free content coming to the Unreal Engine Marketplace, „Unreal Engine”, 1 listopada 2018, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/new-free-content-coming-to-the-unreal-engine-marketplace> [dostępny: 26 kwietnia 2025]

⁵¹ Epic Games and Quixel join forces to empower creators, „Unreal Engine”, 12 listopada 2019, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/epic-games-and-quixel-join-forces-to-empower-creators> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

⁵² A sneak peek at MetaHuman Creator: high-fidelity digital humans made easy, „Unreal Engine”, 10 lutego 2021, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/a-sneak-peek-at-metahuman-creator-high-fidelity-digital-humans-made-easy> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

pozwała twórcom za darmo i w bardzo szybkim tempie stworzyć wysokiej jakości postaci i wykorzystać je w swoich projektach.

Ilustr. 26. *Metahuman*



Źródło: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/a-sneak-peek-at-metahuman-creator-high-fidelity-digital-humans-made-easy> [dostępny: 25 maja 2025]

W międzyczasie Epic Games pracowało nad kolejną grą, która zadebiutowała w 2017 roku pod nazwą *Fortnite: Save The World*. Była to gra survivalowa z elementami budowania fortów i obroną przed hordą przeciwników.

Ilustr. 27. *Fortnite*



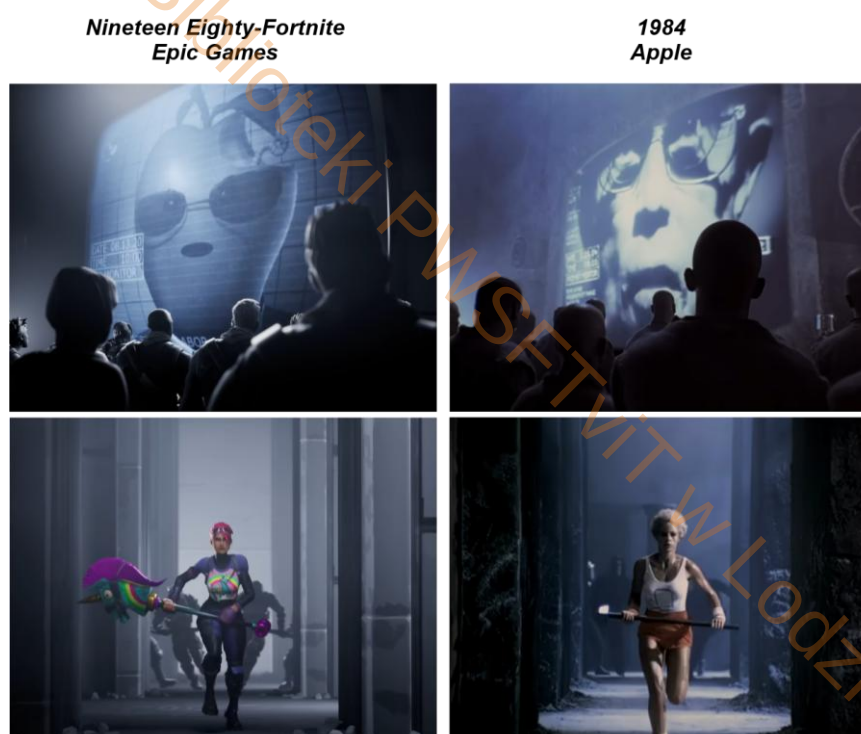
Źródło: <https://www.forbes.pl/biznes/gr-fortnite-na-czym-polega-jej-sukces/glt8fw5> [dostępny: 6 czerwca 2025]

Na fali popularności gry *PlayerUnknown's Battlegrounds*, opartej na trybie *Battle Royale*, czyli rozgrywce, w której wygrywa jeden gracz lub jedna drużyna spośród setki uczestników rzuconych na stopniowo kurczącą się mapę. W ciągu dwóch miesięcy Epic zaprojektował tryb *Battle Royale* do *Fortnite*, który następnie został wydany jako gra *free to play*. Darmowy charakter gry przyniósł Epicowi ogromny sukces, zdobywając w bardzo krótkim czasie

dziesiątki milionów graczy⁵³. Dla Epic Games jednak największym osiągnięciem okazał się model mikropłatności, gdzie gracze mogą kupić za prawdziwe pieniądze kosmetyczne elementy do broni lub całe grywalne postacie. Do końca 2019 roku Epic Games na mikropłatnościach w *Fortnite* zarobił dziewięć miliardów dolarów⁵⁴. Sukces finansowy gry pozwolił studiu na zwiększenie budżetu na ulepszenie Unreal Engine, a sam *Fortnite* stał się polem doświadczalnym dla testowania nowości silnika.

W 2020 roku Epic Games wniosło pozew przeciwko Apple za zablokowanie *Fortnite* w iOS App Store i za próbę obejścia obowiązku pobrania 30% przychodów za transakcje wewnątrz aplikacji. Epic Games umieściło w internecie animację *Nineteen Eighty-Fortnite* wykonaną w Unreal Engine korzystając z modeli z gry *Fortnite* nawiązującą do reklamy 1984 firmy Apple, która z kolei odnosi się do powieści George'a Orwella *Rok 1984*.

Ilustr. 28. Epic Games vs Apple



Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=euiSHuaw6Q4> [dostępny: 25 maja 2025],
<https://www.youtube.com/watch?v=ErwS24cBZPc> [dostępny: 25 maja 2025]

⁵³ J. Duggan, *How Fortnite Became the Biggest Game in the World - IGN Expert Mode*, „IGN”, 18 kwietnia 2018, <https://www.ign.com/articles/2018/04/17/how-fortnite-became-the-biggest-game-in-the-world-ign-expert-mode> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

⁵⁴ M. Clark, *Fortnite made more than \$9 billion in revenue in its first two years*, „The Verge”, 3 maja 2021, <https://www.theverge.com/2021/5/3/22417447/fortnite-revenue-9-billion-epic-games-apple-antitrust-case> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

Decyzją sądu Apple nie może zmuszać deweloperów do wykonywania transakcji wyłącznie przez swoje narzędzia, a musi umożliwić użytkownikom wybór metody dokonywania opłat. Dodatkowo Epic Games musiało zapłacić karę w wysokości 3,5 mln dolarów za złamanie regulaminu iOS App Store⁵⁵.

W maju 2020 roku Epic Games ogłosiło piątą wersję silnika. Zaprezentowano demo *Lumen in the Land of Nanite* stworzone przy współpracy z Sony, które działało na konsoli PlayStation 5.

Ilustr. 29. *Lumen in the Land of Nanite*



Źródło: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/a-first-look-at-unreal-engine-5> [dostępny: 25 maja 2025]

Przedstawiono nowe narzędzia i techniki, które wywarły ogromne wrażenia w branży graficznej⁵⁶. Jedną z nowości był system *Nanite*, który pozwala na optymalizację modeli o dużej szczegółowości. Na podstawie położenia kamery i obiektu w przestrzeni wirtualnej, system manipuluje ilością wierzchołków tak, aby model wyglądał identycznie w różnej odległości od niego, jednocześnie zmniejszając moc potrzebną do renderowania klatki. Ta technika zastępuje popularny wcześniej system *Level of Details* (LOD), który wymagał ręcznego wykonania identycznych obiektów ale o różnym poziomie szczegółowości. *Nanite* ten proces automatyzuje. Innym kluczowym elementem pokazanym na demo był system *Lumen*. Polega on na dynamicznym odbijaniu promieni światła od powierzchni, tworząc

⁵⁵ B. Witoszka, *Zapadł wyrok w sprawie Epic vs. Apple. Oto 5 najważniejszych skutków decyzji sądu*, „Komputer Świat”, 13 września 2021, <https://www.komputerswiat.pl/gamezilla/artykuly/zapadl-wyrok-w-sprawie-epic-vs-apple-oto-5-najwazniejszych-skutkow-decyzji-sadu/jmlykh2> [dostępny: 20 maja 2025]

⁵⁶ D. Takahashi, *Epic Games shows off a stunning Unreal Engine 5 demo on PlayStation 5*, „Venture Beat”, 13 maja 2020, <https://venturebeat.com/business/epic-games-shows-off-a-stunning-unreal-engine-5-demo-on-playstation-5/> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

realistyczne oświetlenie w czasie rzeczywistym. Dzięki Lumenowi można zaprojektować lustra reagujące natychmiast na akcje wykonywane przez gracza, co wcześniej było kłopotliwe dla twórców gier. Ten system nie wymaga wypalania światła na obiektach i jest w pełni automatyczne.

W grudniu 2021 roku Epic Games zaprezentowało demo *The Matrix Awakens*, tym razem we współpracy z Warner Bros Pictures, które jednocześnie służyło, jako promocja filmu *Matrix Resurrections*. Pokaz ponownie wywołała spory entuzjazm, przede wszystkim dzięki imponującemu poziomowi realizmu i efektów filmowych, które uzyskał silnik. Dokładniej przedstawiono wykorzystanie *Metahuman Creator*, *Nanite*, *Lumen* oraz systemu destrukcji *Chaos*.

Ilustr. 30. *Matrix Awakens*



Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=WU0gvPcc3jQ> [dostępny: 25 maja 2025]

Nowe możliwości silnika przyciągnęły szerokie grono deweloperów, na czele z CD Projekt Red, którzy na potrzeby *Wiedźmina 4* przenieśli się ze swojego *REDengine* właśnie na Unreal Engine 5⁵⁷. W marcu 2023 roku Epic Games ogłosił specjalną wersję *Unreal Engine for Fortnite* (UEFN), działającą wspólnie z grą *Fortnite*. Jest to oddzielny program bazujący na piątej wersji silnika Unreal Engine, w którym twórcy mogą projektować własne gry dostępne do upublicznienia wewnątrz *Fortnite*. Ta wersja skierowana jest do początkujących artystów chcących zapoznać się z potężnymi narzędziami dostępnymi w Unreal Engine 5. Osoby korzystające z UEFN mają dostęp do assetów z *Fortnite* oraz do biblioteki Quixel Megascans. Na potrzeby tej wersji zaprojektowano nowy język

⁵⁷ Nowa wiedźmińska saga zapowiedziana. Studio CD PROJEKT RED będzie tworzyć gry na silniku Unreal Engine 5 w ramach strategicznej współpracy z Epic Games, „CD Projekt”, 21 marca 2022, <https://www.cdprojekt.com/pl/media/aktualnosci/nowa-wiedźmińska-saga-zapowiedziana-studio-cd-projekt-red-będzie-tworzyć-gry-na-silniku-unreal-engine-5-w-ramach-strategicznej-współpracy-z-epic-games/> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

programowania *Verse*, który pozwala na ingerowanie w napisany już kod *Fortnite*⁵⁸. W październiku 2024 roku Epic Games wystartowało z nowym sklepem z assetami *Fab*, do którego przeniesiono wszystkie obecne wówczas oferty na Unreal Marketplace oraz na stronach internetowych Artstation i Sketchfab. Niespodziewanym ruchem ze strony Epica było wprowadzenie kompatybilności *Fab* z konkurencyjnym silnikiem Unity, który również przekazał oferty ze swojego *marketplace*. *Fab* pełni funkcję platformy z assetami dostępnymi dla twórców niezależnie od tego, z jakiego programu korzystają⁵⁹. Ze względu na połączenie się kilku sklepów w jedno, stracił na tym Quixel, który udostępnił swoją bibliotekę jedynie użytkownikom Unreal Engine. Wobec tego zdecydowano, że twórcy, którzy założyli konto do końca 2024 roku i przypisali bibliotekę Quixel do swojego konta, będą mieli dożywotni dostęp⁶⁰.

⁵⁸ *The power of Unreal Engine. The scale of Fortnite*, „Unreal Engine”, <https://www.unrealengine.com/en-US/uses/uefn-unreal-editor-for-fortnite> [dostępne: 28 kwietnia 2025]

⁵⁹ *Fab, Epic's new unified content marketplace, launches today!*, „Unreal Engine”, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/fab-epics-new-unified-content-marketplace-launches-today> [dostępne: 28 kwietnia 2025]

⁶⁰ J. Thacker, *Epic has made Megascans free to all – but only until the end of 2024*, „CG Channel”, <https://www.cgchannel.com/2024/10/epic-games-has-made-megascans-free-to-all-but-only-until-the-end-of-2024/> [dostępne: 28 kwietnia 2025]

2. Zastosowanie Unreal Engine w branży filmowej

2.1 Wirtualna Produkcja (Virtual Production)

Jest to technika łącząca nagrania z planu razem z materiałami generowanymi komputerowo w czasie rzeczywistym. Ten sposób produkcji pozwala na planie filmowym połączyć elementy postproducyjne, takie jak środowiska 3D, z nagraniem z kamery, dzięki czemu ekipa zdjęciowa na czele z reżyserem może natychmiast podejmować decyzje artystyczne dotyczące tego co dokładnie będzie widać w finalnym obrazie. Tą technikę spopularyzował serial *The Mandalorian*, w którym specjaliści z Industrial Light & Magic wykorzystali sporej wielkości ekrany LED z wyświetlanymi na nich środowiskami stworzonymi w Unreal Engine. Pomysł na taką realizację serialu pojawił się w momencie, kiedy trwała pandemia COVID-19 i większość świata wstrzymała produkcję filmów łącznie z Hollywood. Opracowywano rozwiązania umożliwiające obejście restrykcji dotyczących podróży i ilości osób w pomieszczeniu, by móc nadal produkować filmy w wysokiej jakości⁶¹.

Ilustr. 31. *The Mandalorian* Virtual Production



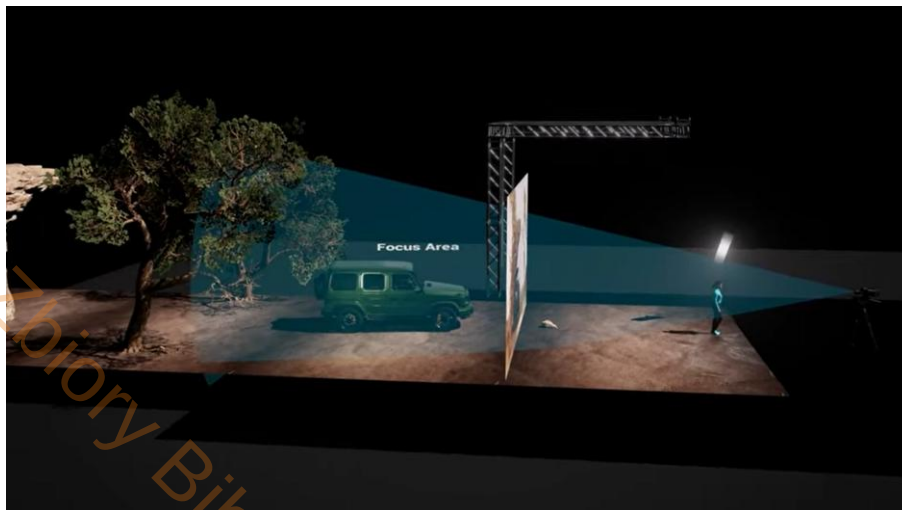
Źródło: <https://nofilmschool.com/tech-stagecraft-changing-hollywood> [dostępny: 25 maja 2025]

Wykorzystanie ekranów LED w produkcji filmowej w formie tła i horyzontu zastępuje popularne zielone i niebieskie plansze służące do podmienienia przestrzeni w postprodukcji. Do stworzenia lokacji, w jakich dzieje się akcja w filmie, wykorzystywany jest Unreal Engine, dzięki czemu na planie można podejmować artystyczne decyzje dotyczące np. umiejscowienia obiektów w przestrzeni wirtualnej. Dzięki tej technice światło rzucane z ekranów LED w realistyczny sposób pada na bohaterów i fizyczne obiekty na planie. Możliwości wirtualnej produkcji pozwalają na natychmiastową zmianę lokacji, bez znaczenia czy jest to plener, czy wnętrze. Wykorzystując Unreal Engine do wyświetlania środowisk na ekranach LED ekipa filmowa nie musi dostosowywać się do poruszającego się słońca, ani do zmian pogody, gdyż to filmowcy mają kontrolę nad wyświetlaną przestrzenią. Dzięki generowanemu obrazowi pole ostrości kamery nie kończy się miejscu

⁶¹ J. Hellerman, *How Tech Used for 'The Mandalorian' and 'Lion King' Are Changing Hollywood*, „No Film School”, 12 maja 2020, <https://nofilmschool.com/tech-stagecraft-changing-hollywood> [dostępne: 14 maja 2025]

w którym stoi ekran, a przebiega dalej przez wirtualne środowisko. Istnieje również opcja założenia na obiektyw silniczka do zdalnego regulowania ostrości podłączonego z Unreal Engine.

Ilustr. 32. Zakres ostrości w wirtualnej produkcji



Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=bToXYtgHpU> [dostępny: 25 maja 2025]

Scenografia w przypadku nagrywania na ekranach LED jest w dużej mierze wyświetlana. Zdarzają się sytuacje, kiedy konieczne jest jej zbudowanie, ze względu na interakcję bohaterów z obiektami ze świata przedstawionego. Tyczy się to również odwzorowania podłoża tak, aby zgrało się to z lokacją wyświetlaną na ekranie.

Ilustr. 33. Scenografia w wirtualnej produkcji

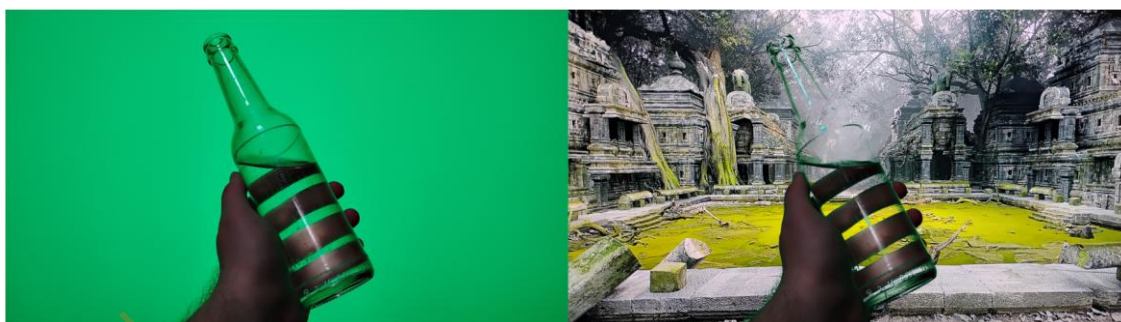


Źródło: https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/in-camera-vfx-production-test?application_version=4.27 [dostępny: 25 maja 2025]

Wirtualna produkcja na ekranach LED jest bardzo kosztowna. Wynajęcie hali z ekranami i przeszkolonymi pracownikami, wraz z generacją środowisk 3D, potrafi stworzyć wysokie koszty. Istnieją tańsze rozwiązania, takie jak zastąpienie ekranów LED projektorami lub dużymi telewizorami. W przypadku nagrań na zielonym i niebieskim tle często występują

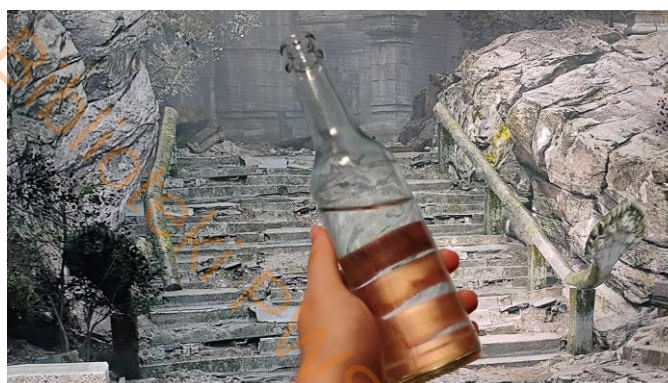
trudności związane z usunięciem koloru z przezroczystych elementów oraz z okolic włosów aktora. W wirtualnej produkcji takie problemy nie występują.

Ilustr. 34. Wycięcie butelki z zielonego tła



Źródło: Własne

Ilustr. 35. Butelka na tle ekranu telewizora



Źródło: Własne

Filmowcy w wirtualnej produkcji posługują się technologią śledzenia ruchów kamery, dzięki czemu istnieje możliwość przeniesienia poruszania się prawdziwej kamery do Unreal Engine w czasie rzeczywistym. Do tego stosuje się czujniki od firmy VIVE, które śledzą swój ruch w przestrzeni trójwymiarowej⁶².

Do Unreal Engine została wydana aplikacja „Unreal VCam” na smartfony z systemem iOS i Android, służące za wirtualną kamerę w silniku. Poprzez aplikację można regulować obiektyw, dostosować ekspozycję, dostosować ostrość itp.⁶³

Inną możliwością połączenia materiału nagranych na planie oraz wirtualnego otoczenia z Unreal Engine, jest zaimportowanie pliku wideo do silnika. W tym celu nakręconą postać wycina się z zielonego tła. Ten sposób nie wymaga wynajmowania studia z ekranami LED, lecz wymaga dokładnego rozstawienia światła, które musi w wiarygodny sposób padać na bohatera, aby to zgrało się z silnikiem.

⁶² J. Aldredge, *How the VIVE Mars CamTrack Makes Virtual Production Surprisingly Simple*, „No Film School”, 23 maja 2023, <https://nofilmschool.com/vive-mars-camtrack-virtual-production> [dostępny: 17 maja 2025]

⁶³ *Unreal VCam Virtual Camera Settings*, „Unreal Engine”, <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/unreal-vcam-virtual-camera-settings> [dostępny: 17 maja 2025]

Ilustr. 36. Wirtualna produkcja wewnątrz Unreal Engine



Źródło: Własne

Możliwość śledzenia kamery w przestrzeni trójwymiarowej stała się przydatna w programach telewizyjnych na żywo. Dzięki takiej możliwości na materiał z kamery można nałożyć grafikę, która wprowadza iluzję tego, że znajduje się w studiu z prezenterem. Wykorzystuje się to przy wyświetlaniu mapy prognozy pogody, przy pokazaniu wyników sondaży oraz do innych sytuacji np. helikopter wlatujący do studia TVP⁶⁴.

Ilustr. 37. Helikopter w studiu TVP



Źródło: https://x.com/tvp_info/status/1127633125973090304 [dostępny: 25 maja 2025]

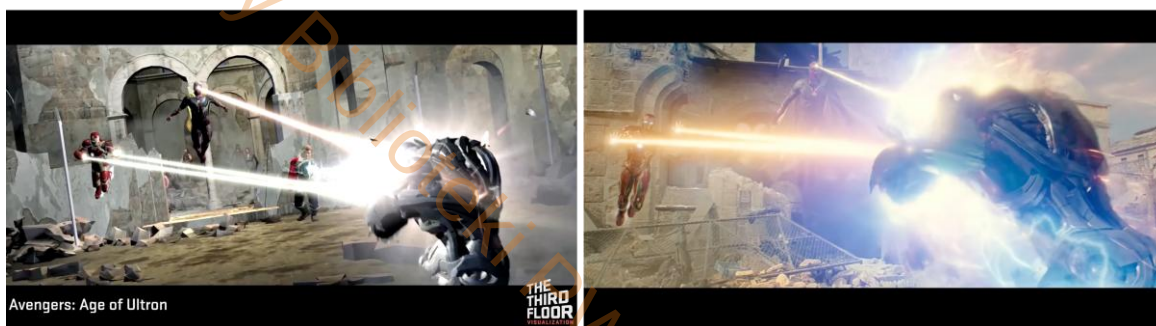
2.2 Prewizualizacje (Previsy)

W okresie przygotowawczym produkcji filmu, oprócz scenariusza, storyboardów, stosuje się również previsy. Jest to wizualizacja 3D scen filmu tworzona na długo przed pierwszym dniem zdjęciowym, dzięki czemu członkowie ekipy mogą planować w jaki sposób nakręcić konkretne ujęcie oraz jakiego sprzętu będą potrzebować. Twórcy mogą

⁶⁴ Ł. Grzegorzczak, Takiego wydania "Wiadomości" jeszcze nie było. Do studia... "wleciał" Black Hawk, „na:Temat”, 13 maja 2019, <https://natemat.pl/272545,black-hawk-wlecial-do-studia-wiadomosci-tvp-internauci-komentuja> [dostępny: 23 maja 2025]

eksperymentować pod względem kadrowania, rozmieszczenia aktorów na planie, a także doboru obiektywów i aranżacji oświetlenia dla konkretnego ujęcia. Dzięki previsom cała ekipa filmowa pracuje nad jedną konkretną wizją reżysera, co niweluje powstawanie konfliktów przez różnice w koncepcji. Previsy pozwalają na eksperymentowanie nad dramaturgią sceny, co nie jest takie drogie w porównaniu z organizacją dogrywek np. z powodu brakujących ujęć. Korzystanie z previsów jest przydatne do planowania scen i ujęć, które generują bardzo duże koszty ze względu na ich trudność i złożoność. Steven Spielberg podczas pracy nad filmem *AI* (2001) posługiwał się previsami tworzonymi przez Industrial Light and Magic w *Unreal Tournament*, dzięki narzędziom deweloperskim udostępnionych przez Epic Games⁶⁵.

Ilustr. 38. *Avengers: Czas Ultrona* Previs

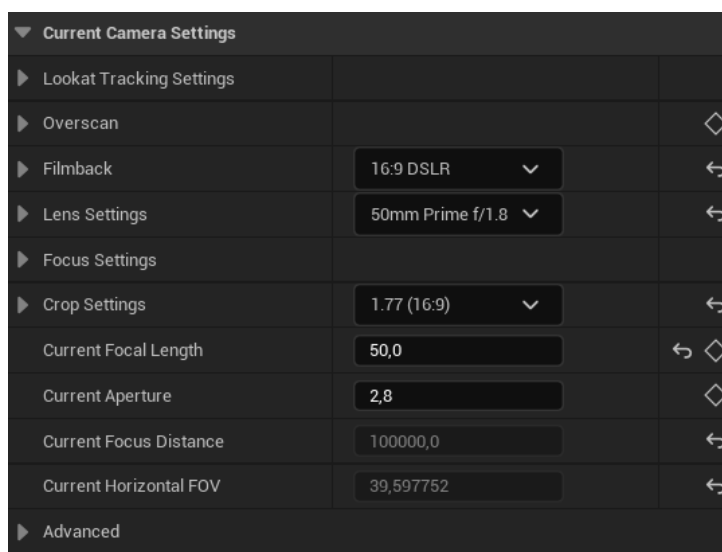


Źródło: <https://www.unrealengine.com/fr/spotlights/virtual-production-how-game-engines-are-taking-previs-to-a-new-level> [dostępny: 25 maja 2025]

Filmowcy wybierają Unreal Engine do przygotowywania previsów ze względu na możliwości renderowania w czasie rzeczywistym, co pozwala natychmiast zweryfikować poczynione decyzje i dokonać ewentualnych poprawek w szybkim tempie. W Unreal Engine możliwym jest dostosowanie parametrów kamery, która będzie używana na planie, począwszy od matrycy kamery, do wyboru konkretnych obiektywów.

⁶⁵ IGN Staff, *Spielberg and UT*, „IGN”, 25 sierpnia 2001, <https://www.ign.com/articles/2001/08/24/spielberg-and-ut> [dostępny: 13 maja 2025]

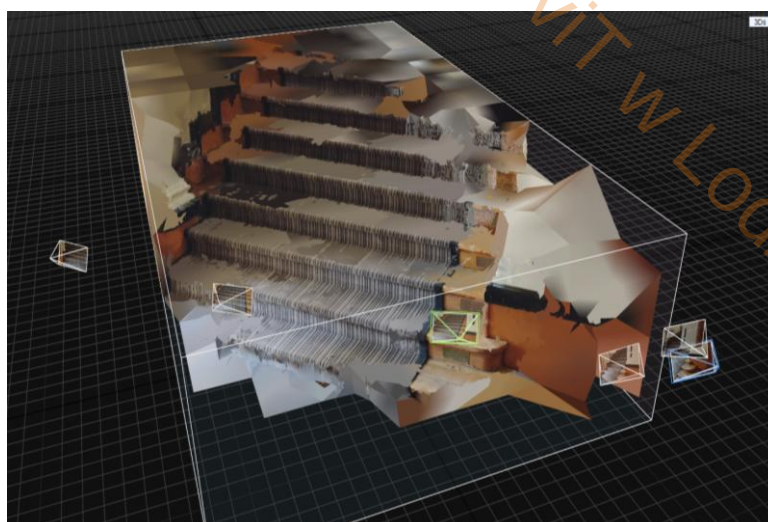
Ilustr. 39. Ustawienia kamery w Unreal Engine



Źródło: Własne

Dzisiejsza technologia pozwala na skanowanie naszego rzeczywistego otoczenia i przełożenie tego na model 3D. Do tworzenia tego typu obiektów wykorzystuje się technikę fotogrametrii, która polega na wykonaniu dużej ilości zdjęć z różnych kątów, na podstawie których program szuka na fotografiach punktów wspólnych i rekonstruuje ich położenie w przestrzeni trójwymiarowej, tworząc dokładny model. Do takich programów należy m.in. *RealityCapture*, który jest dostępny za darmo dla posiadaczy konta Epic Games.⁶⁶

Ilustr. 40. Fotogrametria w *RealityCapture*

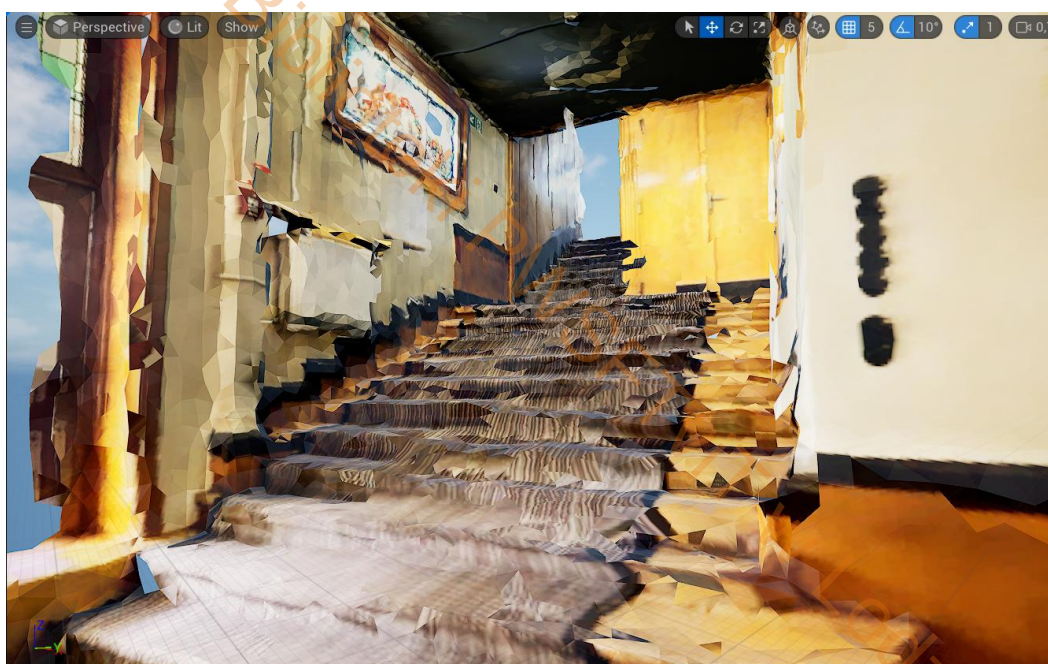


Źródło: Własne

⁶⁶ *Capturing Reality is now part of Epic Games*, „Epic Games”, 9 marca 2021, <https://www.epicgames.com/site/en-US/news/capturing-reality-is-now-part-of-epic-games?sessionInvalidated=true> [dostępne: 13 maja 2025]

Na smartfonach z systemem iOS dostępna jest funkcja LiDAR, która działa na podobnej zasadzie, jak fotogrametria, jednak zamiast wielu zdjęć wykorzystuje laserowe pomiary odległości. Technologia ta dostępna w iPhone'ach od serii 12 Pro, umożliwia skanowanie otoczenia bez konieczności wykonywania sporej ilości fotografii⁶⁷. Filmowcy najczęściej stosują funkcję LiDAR ze względu na prostotę użytkowania tej techniki, którą w przypadku previsów stosuje się do skanowania lokacji i przełożenia ich na obiekty 3D, dzięki czemu możliwe jest zaimportowanie wirtualnego odwzorowania obiektu zdjęciowego w Unreal Engine. Ta możliwość pozwala na wczesnym etapie precyzyjnie planować umiejscowienie i ruch kamery, ułożenie aktorów i ich choreografię, rozstawienie światła dla konkretnego ujęcia oraz zaplanować scenografię. Niweluje to generowanie kosztów związanych m.in. z wejściem na lokację.

Ilustr. 41. Skan fotogrametryczny w Unreal Engine

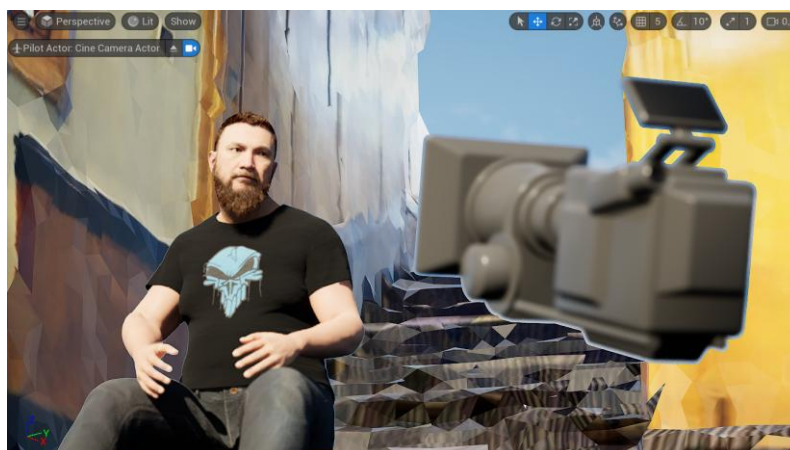


Źródło: Własne

Do stworzenia modeli postaci wykorzystuje się kreator Metahuman, który pozwala na odwzorowanie aktora lub stworzenie awatara reprezentującego bohatera filmu. Gotowa postać przeniesiona do Unreal Engine zawiera w sobie rig, czyli wirtualne kości pozwalające na poruszanie kończynami postaci.

⁶⁷ Redakcja Lantre, *LiDAR w iPhone - co to jest i jakie ma funkcje?*, „Lantre”, 26 września 2021, <https://lantre.pl/blog/lidar-w-iphone-13-pro-i-13-pro-max-co-to-jest-i-jakie-ma-funkcje.html> [dostępny: 13 maja 2025]

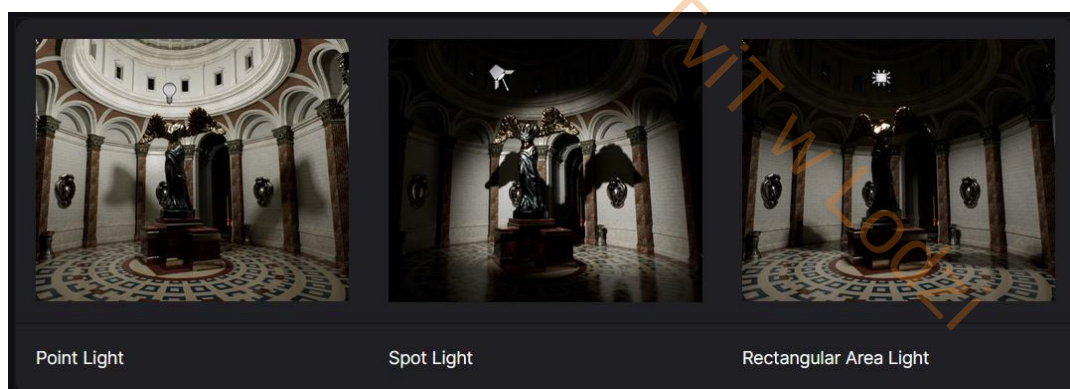
Ilustr. 42. Metahuman w Unreal Engine



Źródło: Własne

W prewizjach ruch postaci nie musi być naturalny, ma jedynie zwizualizować ekipie co się dzieje w konkretnej scenie. Są jednak przypadki, kiedy w prewizie ruch postaci jest bardzo istotny np. scena tańca. Stosuje się wtedy motion capture lub prostą ręczną animację. W Unreal Engine technologia *Lumen* znacząco wspomaga planowanie oświetlenia, realistycznie symulując odbicia i rozpraszanie promieni światła na powierzchniach. Filmowcy nie muszą się ograniczać pod względem koloru, wielkości i mocy źródła światła, dzięki czemu mogą pracować nad jak najlepszą koncepcją oświetlenia do sceny.

Ilustr. 43. Oświetlenie Unreal Engine

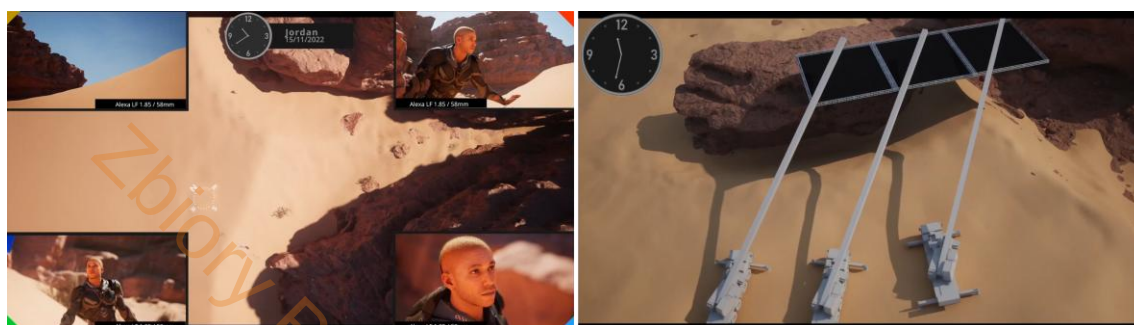


Źródło: <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/light-types-and-their-mobility-in-unreal-engine> [dostępne: 25 maja 2025]

Przy produkcji filmu *Diuna: Część druga* użyto Unreal Engine do planowania ustawień światła. Wykorzystano w tym celu zdolność silnika do odwzorowania ruchu słońca na podstawie współrzędnych GPS oraz fotogrametryczne odwzorowanie rzeczywistej lokacji. Dzięki temu pion oświetleniowy mógł na długi czas przed okresem zdjęciowym zapoznać się z dokładnym przebiegiem ruchu słońca w danym dniu.

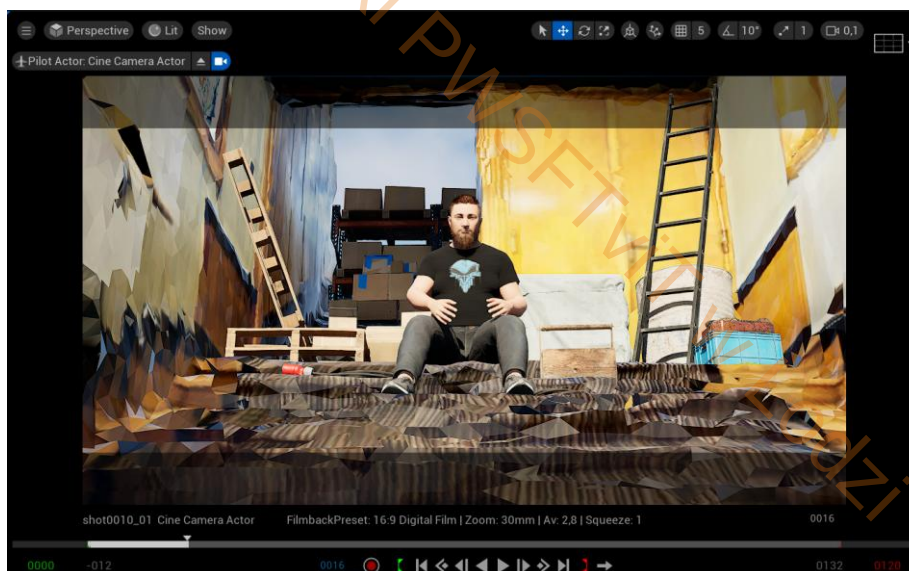
Pozwoliło to przeanalizować, o której godzinie naturalne światło będzie najkorzystniejsze. Oprócz analizy ruchu słońca, planowano w jaki sposób należy ustawić specjalne ciężarówki do tworzenia cienia. W tym celu korzystano z ich modeli 3D, które oraz umieszczano w wirtualnej reprezentacji lokacji. Takie rozwiązanie z pewnością zaoszczędziło sporo czasu ekipie, a co za tym idzie zmniejszono koszty produkcji⁶⁸.

Ilustr. 44. *Diuna: Część druga* - previs



Źródło: <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/unreal-engine-streamlines-desert-production-on-dune-part-two> [dostępne: 25 maja 2025]

Ilustr. 45. Koncept scenograficzny w Unreal Engine



Źródło: Własne

W przypadku planowania scenografii, narzędzia dostępne w Unreal Engine pozwalają na precyzyjne umiejscowienie konkretnych obiektów w przestrzeni trójwymiarowej. Jest kilka sposobów, aby umieścić model rekwizytu w Unreal Engine. Jednym z nich

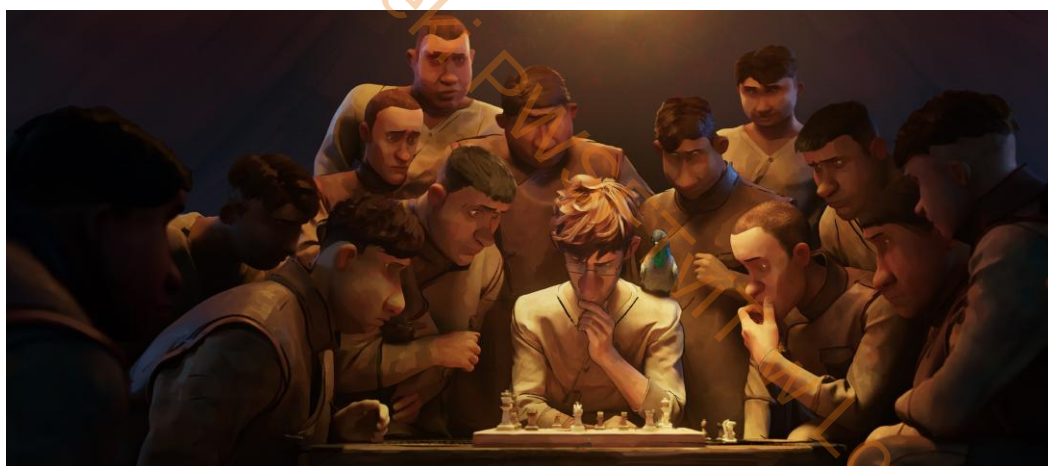
⁶⁸ *Unreal Engine streamlines desert production on Dune: Part Two*, „Unreal Engine”, 10 września 2024, <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/unreal-engine-streamlines-desert-production-on-dune-part-two> [dostępny: 14 maja 2025]

jest zatrudnienie grafika, który na nasze potrzeby wymodeluje obiekt 3D, który można zaimportować do silnika. Innym sposobem jest kupienie assetu z wielu dostępnych wirtualnych sklepów, takich jak np. Fab wbudowany w Unreal Engine. Najpopularniejszą metodą jest korzystanie z bogatej biblioteki zawierającej fotorealistyczne modele Quixel Megascans, która jest dostępna dla większości użytkowników Unreal Engine za darmo.

2.3 Animacje

W Unreal Engine można tworzyć animacje komputerowe za pomocą narzędzi dostępnych w silniku. Choć pierwotnie funkcja została zaprojektowana z myślą o przerywnikach filmowych (*cutscenach*) w grach, szybko została dostrzeżona i wykorzystana przez twórców filmowych jako skuteczne narzędzie do realizacji animacji. Stylistyka nie jest ograniczeniem dla filmowców, więc powstają produkcje zarówno realistyczne, jak i o charakterze artystycznym. Animacja *War is Over!* studia WETA FX otrzymała Oscara w 2024 roku za najlepszy krótkometrażowy film animowany⁶⁹.

Ilustr. 46. *War is Over!*

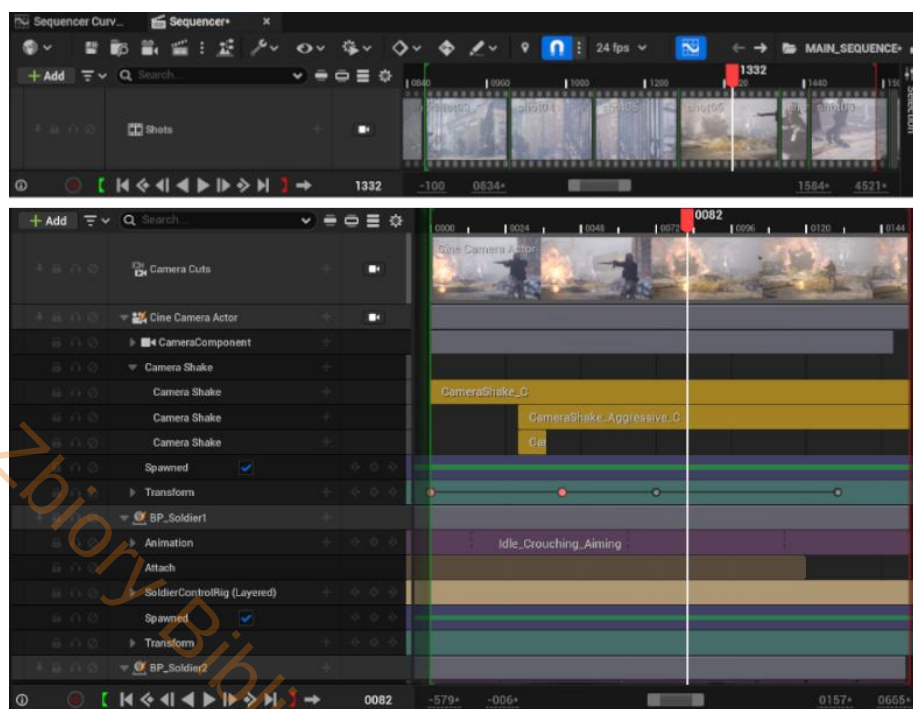


Źródło: <https://www.wetafx.co.nz/films/filmography/war-is-over> [dostępne: 25 maja 2025]

Unreal Engine posiada narzędzie pod nazwą *Sequencer* służący do procesu animacji na osi czasu przy pomocy punktów zwanych keyframe. Dzięki temu można zaprogramować trasę poruszania się kamery, animację postaci i obiektów oraz montować ujęcia w scenę. Każdy element może zostać dodany na ścieżkę osi czasu i być w dowolny sposób edytowalny poprzez *Sequencer*.

⁶⁹ Academy Award®-winning animated short *War Is Over!* makes Unreal Engine history, „Unreal Engine”, 1 września 2024, <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/academy-award-winning-animated-short-war-is-over-makes-unreal-engine-history> [dostępny: 17 maja 2025]

Ilustr. 47. Sequencer

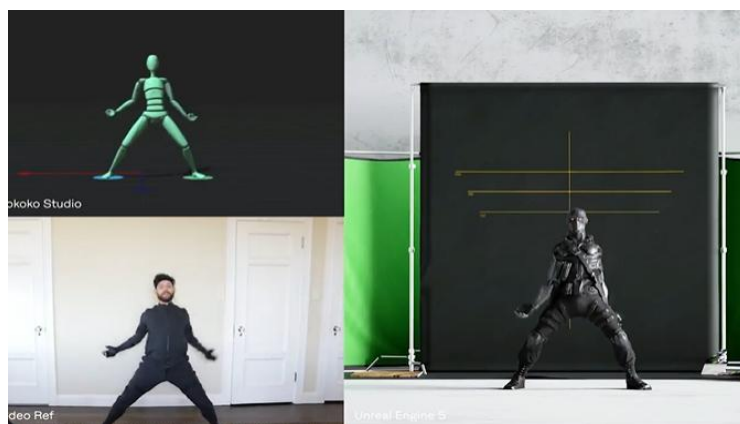


Źródło: Własne

W celu zanimowania postaci wewnątrz Unreal Engine stosuje się tzw. *Control Rigi*, czyli narzędzie pozwalające na poruszanie wirtualnego szkieletu bohatera. Możliwe jest wykorzystanie techniki *motion capture* pozwalającej na dokładne odwzorowanie ruchu postaci i przeniesieniu go na model 3D bohatera. Filmowcy wykorzystują do tego specjalne kombinezony z zamontowanymi czujnikami, reprezentujące punkty kończyn w rigu. Korzystanie z takiego stroju jest jednak dosyć kosztownym rozwiązaniem, ze względu na konieczność wynajęcia przystosowanego do tego studia, które oprócz kombinezonu ma rozstawione w całym pomieszczeniu kamery rejestrujące ruch czujników w przestrzeni trójwymiarowej. Firma Rokoko sprzedaje kostiumy do motion capture, które nie wymagają rozstawiania kamer. Zakup pojedynczego kombinezonu Smartsuit Pro II od firmy Rokoko wiąże się z wydaniem ponad dwóch tysięcy dolarów⁷⁰.

⁷⁰ „Rokoko” [online], Dostępny w internecie: https://us.store.rokoko.com/products/smartsuit-pro-ii?_gl=1*1lwrncc*_gcl_au*MjEzOTUzNDk3OC4xNzQ3MTMwNTEy*_ga*MTIxMDc4MzcyNy4xNzQ3MTMwNTEy*_ga_2TG4CJCP6E*cze3NDcxMzA1MTekbzEkZzEkdDE3NDcxMzA2NTUkajI4JGwwJGgyMDkzODc0MDQw [dostępne: 13 maja 2025]

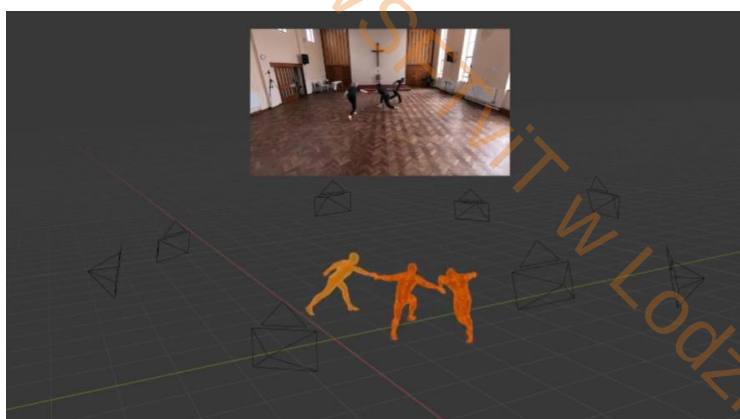
Ilustr. 48. Rokoko



Źródło: <https://www.rokoko.com/products/full-performance-capture> [dostępne: 25 maja 2025]

Istnieją tańsze rozwiązania na wykonywanie motion capture, takie jak Move.AI. Jest to narzędzie umożliwiające na podstawie nagrania wideo przełożenie prawdziwego ruchu postaci na obiekt 3D. Do takiego rozwiązania niezbędne jest wykorzystanie co najmniej dwóch kamer i nagranie wymaganego ruchu. Jest to rozwiązanie, które wymaga jedynie wydania pieniędzy na dostęp do narzędzia. W przypadku Move.AI najtańsza opcja wymaga zapłacenia piętnastu dolarów na miesiąc⁷¹.

Ilustr. 49. Move.AI



Źródło: <https://www.move.ai/product> [dostępne: 25 maja 2025]

Hobbystyczni filmowcy korzystają często z darmowych bibliotek z gotowymi animacjami motion capture takich jak Mixamo od Adobe, gdzie znaleźć można ruchy postaci począwszy od prostych animacjach typu chodzenie, kończąc na skomplikowanych ruchach jak np. taniec. Gotową animację wprowadza się w proces renderingu, czyli przetwarzania projektu

⁷¹ „Move.AI”, <https://www.move.ai/pricing> [dostępne: 13 maja 2025]

z silnika na gotowy obraz. Odbywa się to poprzez opcję Movie Render Queue. Można w nim dostosować opcje typu rozdzielczość, szczegółowość głębi ostrości, odbić oraz wybrać, czy animacja ma zostać wyrenderowana w oddzielnych klatkach, czy jako gotowy plik wideo. Wśród profesjonalnych filmowców praktykuje się ustawienia renderu niezawierające efektów narzucanych przez silnik typu winieta, flary na obiektywie lub innych aspektów mających poprawić obraz. Istnieje przekonanie, że tego typu efekty są za bardzo idealne, przez co stają się niewiarygodne. Filmowcy dodają wszystkie polepszenia ujęcia na etapie compositingu, polegającego na łączeniu wielu warstw obrazów w jeden spójny kadr, który artysta poprawia na bardziej wiarygodny. W Unreal Engine jest opcja zapisu obrazu w kodzie kolorystycznym *Academy Color Encoding System* (ACES), który został zaprojektowany przez Amerykańską Akademię Sztuki i Wiedzy Filmowej i stał się Hollywoodzkim standardem. Dzięki tej opcji kolorysta zyskuje więcej swobody podczas pracy nad finalnym kolorem kadru w filmie.

2.4 *Machinimy*

Jest to gatunek filmowy polegający na wykorzystaniu silnika graficznego do tworzenia produkcji audiowizualnych. Najczęściej twórcy wykorzystują gry komputerowe przy tworzeniu swoich projektów, dzięki czemu nie muszą tworzyć wielu rekwizytów, lokacji i postaci, tylko wykorzystują gotowe modele i mechaniki dostępne w grze. Są to w dużej mierze produkcje amatorskie, w których grupy znajomych tworzą krótkie filmy do internetu, wykorzystując swoje ulubione gry komputerowe. Możliwość manipulacji kamerą lub obiektami w grze jest możliwa dzięki narzędziom modderskim, opracowywanym zarówno przez fanowską społeczność, jak i przez samych producentów - na przykład Epic Games.

Ilustr. 50. *Diary of a Camper*



Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=mq4Ks4Z_NGY [dostępne: 25 maja 2025]

Nazwa „Machinima” bierze się od połączenia dwóch angielskich słów „machine” oraz „cinema”. Za pierwszy film o takim sposobie produkcji uznaje się „Diary of a Camper” z 1996 roku stworzony przez grupę United Ranger Films w grze „Quake”. Film został nakręcony na long-shocie, a dialogi i napisy początkowe pojawiają się za pośrednictwem czatu w grze⁷². W roku 2000 powstała strona internetowa machinima.com, która zawierała filmy, artykuły i poradniki dotyczące gier oraz tego gatunku filmowego. W 2018 roku serwis Machinima został wykupiony przez Warner Bros, a w 2019 ogłoszono upadłość strony internetowej⁷³.

W grach Epic Games machinimy powstawały już w *Unreal Tournament* za sprawą udostępnionych narzędzi moderskich. W 2004 roku wraz z Nvidią założyli konkurs *Make Something Unreal*, w którym jedną z kategorii był najlepszy film. Zwycięzcy otrzymywali nagrody pieniężne oraz licencję silnika Unreal Engine.⁷⁴ Na podium znalazły się takie produkcje, jak *The Journey*, *Bot* oraz *Sparked Memory*, które charakteryzują się wysoką jakością techniczną oraz artystyczną⁷⁵.

Ilustr. 51. *The Journey*



Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=GOa_fn-xumo [dostępny: 25 maja 2025]

⁷² J. Gwóźdź, „Diary of a Camper” – narodziny gatunku, „Technopolis”, 30 kwietnia 2011, <https://technopolis.polityka.pl/2011/diary-of-a-camper-narodziny-gatunku> [dostępny: 10 maja 2025]

⁷³ A. O'Connor, *Machinima video network shuts down, laying off 81 employees*, „Rock, Paper, Shotgun”, 4 lutego 2019, <https://www.rockpapershotgun.com/machinima-network-ceases-operations> [dostępny: 10 maja 2025]

⁷⁴ J. Calvert, *\$1,000,000 Unreal mod contest announced*, „GameSpot”, 6 czerwca 2003, <https://www.gamespot.com/articles/1000000-unreal-mod-contest-announced/1100-6029610/> [dostępny: 10 maja 2025]

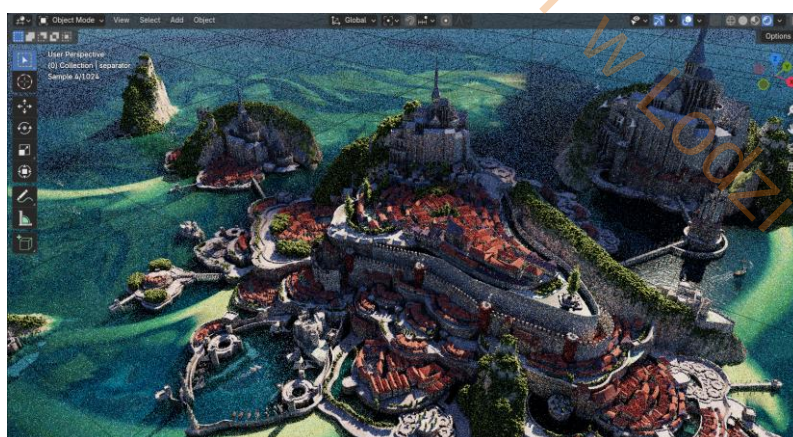
⁷⁵ *Grand Finals Winners - Best Movie*, „UT2004” [online], Dostępny w internecie: http://web.archive.org/web/20061125123725/http://www.unrealtournament2004.com/ut2003/ct_finals/ct_movie.html [dostępny: 10 maja 2025]

Pomimo tego, że serwis Machinima zakończył już działalność, sam gatunek wciąż cieszy się popularnością. Powstaje spora liczba amatorskich filmików wykorzystujących gry do wyrażania własnej twórczości. Często są to parodie lub teledyski, ale zdarzają się również fabularne produkcje. W przypadku Epic Games i wykorzystywania Unreal Engine w produkcji machinimy aktualnie wykorzystywany jest *Fortnite*. Filmowcom ułatwia udostępnienie *Unreal Engine for Fortnite*, który ma znacznie większą władczość nad manipulacjami wewnątrz silnika. Tyczy się to ustawień kamery, programowania animacji do postaci lub wprowadzanie zmian w przestrzeni grającej.

2.5 Dlaczego Unreal Engine jest wybierany przez branżę filmową?

Unreal Engine stał się jednym z ważnych narzędzi dla twórców filmowych. Silnik chwalony jest za jego elastyczność oraz możliwość renderowania w czasie rzeczywistym, dzięki czemu filmowcy mogą natychmiast zobaczyć efekty swojej pracy i dostosować je do swojej artystycznej wizji. Silnik umożliwia wykonywanie wielu czynności, począwszy od budowania świata, poprzez modelowania, kończąc na animowaniu bez konieczności opuszczania Unreal Engine. *Notch*, czyli konkurencyjny program do pracy nad ekranami LED, nie daje możliwości natychmiastowych poprawek przy bardziej zaawansowanych projektach. Inne programy do grafiki 3D takie jak *Blender*, *Maya*, *Houdini*, są elastyczne i zawierają w sobie sporo narzędzi, ale nie zapewniają renderowania w czasie rzeczywistym na takim poziomie jaki prezentuje firma Epic Games.

Ilustr. 52. Renderowanie w czasie rzeczywistym w *Blenderze*



Źródło: Własne

Darmowy silnik *Unity*, również zaprojektowany z myślą o tworzeniu gier komputerowych, próbuje doścignąć Unreal Engine na polu filmowym. Jednakże użytkownicy Unity przeszli na stronę Epic Games, ze względu na niekorzystne warunki umowy licencyjnej,

jakie wprowadziło Unity w jednej ze swoich aktualizacji⁷⁶. Unreal Engine jest mocno wspierany przez Epic Games nowymi technologiami i rozszerzeniami silnika polepszającymi grafikę i procesy powstawania dzieł artystów. Silnik jest dostępny za darmo dla wszystkich, co jest sprzyjające dla osób interesujących się grafiką komputerową oraz tworzeniem filmów. Hobbyści mogą uczyć się programu oraz publikować swoje projekty bez żadnych opłat, co daje im możliwość zostania dostrzeżonymi przez innych, a nawet są w stanie przeistoczyć swoje zainteresowania w pracę w profesjonalnym studiu. Unreal Engine ma możliwości pozwalające na dostosowanie silnika do potrzeb projektu, poprzez opcję instalowania wtyczek, które można kupić w sklepie Fab lub zlecić programiście napisanie dedykowanego rozszerzenia. Społeczność wokół silnika jest bardzo szeroka, co sprawia, że w internecie jest pełno ludzi udostępniających poradniki dla początkujących lub zaawansowanych oraz udzielają się na forach dyskusyjnych. Artyści udostępniają za opłatą swoje assety, nierzadko w wysokiej jakości, które przyspieszają proces powstawania dzieł oraz pełnią rolę wspierania finansowego dla artystów. Unreal Engine wspomaga organizację planów zdjęciowych poprzez wykonanie w nim prewizualizacji, które pozwalają sprawdzić spójność ujęć oraz wskazać sposoby ich korekty. Planowanie dnia zdjęciowego przy wykorzystaniu Unreal Engine pomaga filmowcom zwizualizować problemy produkcyjne i realizacyjne w szybszym tempie, co pozwoli zapobiec niepotrzebnym konfliktom na planie. Przy użyciu silnika od Epic Games można zaplanować zagospodarowanie przestrzeni, w której znajdować się będzie ekipa zaczynając od tego co widzi kamera i gdzie się znajduje, poprzez ułożenie scenografii, kończąc na tym, gdzie znajdować się będzie miejsce socjalne dla ekipy zdjęciowej. Jest to przydatne przy produkcji reklam, gdzie oszczędność czasu i pieniędzy jest wskazana. Wizualizacja wykonana w Unreal Engine ułatwia komunikację pomiędzy członkami ekipy zdjęciowej a klientem, utwierdzając w przekonaniu, że wszyscy pracują nad tą samą wizją.

2.6 Wyzwania i ograniczenia Unreal Engine w branży filmowej

Unreal Engine należy do programów, które potrzebują mocnego sprzętu do płynnej i zaawansowanej pracy. Renderowanie w czasie rzeczywistym wymaga komputera, który jest w stanie wykonać dużo obliczeń w ciągu sekundy, do prawidłowego funkcjonowania silnika. Kłopotliwie robi się, kiedy lokacje wymagają wykonania

⁷⁶ T. Richardson, Unity engine maker says sorry after runtime fee price plan backlash, „BBC”, 18 września 2023, <https://www.bbc.com/news/newsbeat-66810296> [dostępny: 18 maja 2025]

ogromnego świata ze szczegółowymi detalami, zawierając masę komputerowych statystów w formie Metahuman. Niezbędne jest posiadanie mocnej karty graficznej potrafiącej wygenerować wymagający obraz w niezwykle szybkim czasie. Nvidia specjalizująca się w produkowaniu kart graficznych dla graczy współpracuje z Epic Games, przez co ich produkty są kompatybilne z Unreal Engine, a silnik posiada funkcje dedykowane dla posiadaczy kart graficznych Nvidii. Wysokie wymagania sprzętowe mogą być sporą przeszkodą dla małych, niezależnych studiów, dla których wydatek na lepszy sprzęt może być bardzo kosztowny,

w odróżnieniu od większych, nastawionych na komercjalizm studiach. Inne programy do grafiki 3D nie wymagają tak mocnych podzespołów komputera, żeby móc działać płynnie.

Tabela 1. Unreal Engine aktualne wymagania sprzętowe

Rekomendowane wymagania sprzętowe Unreal Engine	
System operacyjny	Windows 10
CPU	AMD Ryzen 9000 Series
GPU	NVIDIA RTX-5090
Pamięć RAM	64 GB RAM

Źródło: <https://bizon-tech.com/unreal-engine-workstation-pc> [dostępne: 25 maja 2025]

Pomimo sporej ilości dostępnych materiałów i poradników w internecie, początkujący twórcy mogą mieć trudność w tego silnika. Takie osoby często zamiast uczyć się podstaw silnika, próbują robić zbyt ambitne projekty i po nieudanej próbie odchodzą od silnika. Specjaliści przechodzący do Unreal Engine, którzy pracowali wcześniej w innych programach, również muszą nauczyć się od podstaw pracy w nowym silniku. Do uniknięcia problemów związanych z optymalizacją konieczne jest zrozumienie działania ustawień renderingu oraz tego jak operować wydajnością i pamięcią projektu. Złożoność Unreal Engine potrafi doprowadzić do nieprzewidzianych problemów i błędów, z którymi trzeba wiedzieć jak sobie poradzić. W przypadku nagrań w studiu LED kłopoty związane z Unreal Engine mogą doprowadzić do braku wydolności zdjęć i ogromnej straty czasu, co może wiązać się ze stratą pieniędzy i ujęć. Trzeba również pamiętać, że im bardziej zaawansowany projekt, tym częściej mogą pojawiać się problemy.

Ilustr. 53. *Shrek 2* – przykładowy problem



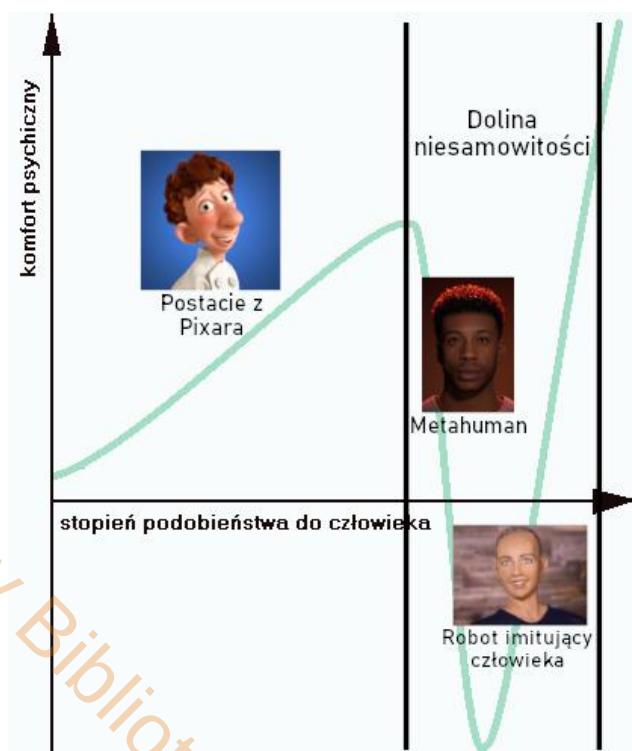
Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=UNngNiYXuVE> [dostępne: 25 maja 2025]

Epic Games często wydaje aktualizacje do silnika wprowadzając nowe funkcje, lub modyfikując już dostępne opcje albo nawet je usuwając. Stwarza to problemy dla rozbudowanych prac, szczególnie takich gdzie zmiana dotyczy narzędzia wykorzystywanego przez twórców w tym projekcie. Zmiana wersji silnika może doprowadzić do szerokich błędów wewnątrz silnika, uniemożliwiając dalszą pracę. W takich przypadkach wskazane jest kontynuowanie pracy na poprzedniej wersji. Nie aktualizowanie silnika może mieć również konsekwencje w postaci braku dostępu do nowego narzędzia, które może być przydatne przy pracy nad konkretnym projektem. Należy wówczas wyważyć czy bardziej opłacalne jest zaktualizowanie silnika i zmierzenie się z błędami, czy pozostanie przy starszej wersji kosztem nowych narzędzi.

Problem dla filmowców może się również pojawić w przypadku korzystania z postaci *Metahuman*. Ich wygląd, choć bardzo realistyczny, wydaje się sztuczny doprowadzając do konceptu *Doliny Niesamowitości (Uncanny Valley)*. Jest to termin stosowany w przypadku kiedy sztucznie stworzona postać jest bardzo realistyczna, wręcz idealna, lecz jej nienaturalność w np. sposobie poruszania się, wywołuje u obserwatorów dziwne, niekomfortowe odczucia. Masahiro Moriego zauważył, że im bardziej robot jest podobny do człowieka, tym zbudza pewną sympatię, jednak gdy sztuczna postać staje się niemal identyczna z człowiekiem, wywołuje u ludzi poczucie lęku, niepokoju i dyskomfortu⁷⁷.

⁷⁷ A. Dampc, *Dolina niesamowitości, czyli przerażające roboty*, „Medium”, 23 grudnia 2017, <https://medium.com/archiwum-ux-watch/dolina-niesamowito%C5%9Bci-czyli-przera%C5%BCaj%C4%85ce-roboty-c16d7d8486b> [dostępny: 19 maja 2025]

Ilustr. 54. *Dolina niesamowitości*



Źródło: Własne

W celu pozbyć się nieprzyjemnego efektu, twórcy filmowi wykorzystują akcesoria i dodatki dla postaci np. okulary, maseczki na twarz. W ten sposób eliminują problem *Doliny Niesamowitości*, zachowując jednocześnie pozytywne cechy, takie jak wbudowane możliwości mimiki twarzy.

Ilustr. 55. *Irradiation*



Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=r_9f1_z8y1U [dostępne: 25 maja 2025]

Dla przykładu twórcy animacji *Irradiation* wykorzystali postacie *Metahuman* na które nałożyli maski gazowe zasłaniające większość twarzy. Jedynym widocznym, zaanimowanym elementem twarzy, zostały oczy.

Zakończenie

Technologia w ostatnich latach doprowadziła do znacznego rozwoju produkcji filmowej. Unreal Engine, stworzony początkowo z myślą o grach komputerowych, stał się jednym z najważniejszych narzędzi przy produkcji filmów nastawionych na generowanie światów i efektów komputerowych. Silnik umożliwił twórcom prezentowanie dokładnej wizji tego, jak ma wyglądać finalna wersja filmu, dzięki czemu cała ekipa wie, jaki efekt należy osiągnąć. Unreal Engine może służyć również jako narzędzie planowania dni zdjęciowych, dzięki temu możliwe jest dostrzeżenie potencjalnych problemów i możliwości oraz efektywne zaplanowanie przestrzeni lokacji na długo przed wejściem na plan.

Moja praca dotyczyła przedstawienia historii i rozwoju silnika Unreal Engine oraz określenia, w jaki sposób zmienił podejście do produkcji utworów audiowizualnych. Silnik od początku był przełomowym narzędziem, pierwotnie dostępnym w branży producentów gier komputerowych, a z czasem znalazł również zastosowanie w przemyśle filmowym. Pandemia COVID-19 sprawiła, że zamknięci w domach filmowcy eksperymentowali nad rozwojem produkcji filmów. Unreal Engine szybko zaczął być rozwijany jako darmowe narzędzie, oferujące niemal nieograniczone możliwości z zintegrowaną biblioteką Quixel, zawierającą wysokiej jakości fotorealistyczne modele 3D. Przyniosło to możliwość produkcji filmów przy wykorzystaniu ekranów LED, na których wyświetla się wirtualne środowiska, renderowane w czasie rzeczywistym, z możliwością natychmiastowej edycji. Pierwszą produkcją wykorzystującą tą technikę był serial *The Mandalorian*, który spopularyzował Unreal Engine w branży filmowej.

Silnik znajduje również zastosowanie w tworzeniu prewizualizacji dla ekip zdjęciowych. Dzięki technice fotogrametrii możliwe jest precyzyjne odwzorowanie modeli 3D zarówno wewnątrz, jak i otwartych przestrzeni. W połączeniu z wirtualną kamerą pozwala to na szczegółowe zaplanowanie ujęć jeszcze przed wejściem na plan. Prewizualizacje wykonane w Unreal Engine wspierają projektowanie scenografii, opracowywanie koncepcji oświetlenia, a także pomagają kierownikom produkcji w identyfikacji potencjalnych zagrożeń i wyzwań organizacyjnych na wczesnym etapie przygotowań.

Wirtualna produkcja nie musi koniecznie opierać się na studiu posiadającym ogromne ekrany LED. Realizując swoją pracę licencjacką w niewielkim pokoju w akademiku na powierzchni 2m, zbudowałem prowizoryczne studio wirtualnej produkcji wykorzystujące telewizor LCD o rozmiarze 40 cali. Uzyskałem planowany efekt uwieczniony na ilustracjach, lecz rozmiar telewizora i brak profesjonalnego sprzętu

nie pozwolił na wiele możliwości. Nie mogłem ustawić zadowalającego oświetlenia na tak małej przestrzeni oraz ograniczony byłem do detali i bliskich planów.

Choć Unreal Engine jest programem dostępnym za darmo, produkcja filmowa z jego wykorzystaniem może się wiązać ze sporymi kosztami. W przypadku nagrań na ekranach LED, należy opłacić studio posiadające taką technikę wraz z jej specjalistami składających się z programistów, grafików i animatorów. Z kolei przy tworzeniu przewizualizacji należy wynająć specjalistów operujących w Unreal Engine, zaznajomionych z produkcją filmową, którzy będą w stanie współpracować z reżyserem, operatorem obrazu, scenografem, mistrzem oświetlenia oraz kierownikiem produkcji.

Warto edukować młodych filmowców w zakresie możliwości, jakie oferuje Unreal Engine oferuje w branży filmowej. Szczególnie warto podkreślić, jak może przysłużyć się na etapie developmentu i preprodukcji, gdzie można egzekwować swoje pomysły scenariuszowe, sprawdzać ich działanie oraz identyfikować potencjalne zagrożenia i zapobiegać im. Może to pomóc w przyszłości w dokładnym planowaniu zdjęć, zaoszczędzając przy tym pieniądze i czas związane z m.in. przebywaniem na planie w trakcie okresu przygotowawczego.

W przyszłości Unreal Engine będzie stale rozwijany o nowe możliwości, które będą zmieniać lub rozwijać aspekty wirtualnej produkcji i przemysłu filmowego⁷⁸. Coraz więcej produkcji wykorzystuje silnik do tworzenia środowisk 3D, co wyraźnie wskazuje na rosnące znaczenie tej technologii w branży filmowej.

⁷⁸ Z. Woźnicki, *Unreal Engine 6 ma zmienić podejście do tworzenia gier. Szef Epica zapowiada konieczną rewolucję*, „Gry Online”, 5 maja 2025, <https://www.gry-online.pl/newsroom/unreal-engine-6-ma-zmienic-podejscie-do-tworzenia-gier-szef-epica/zf2d5d0> [dostępny: 25 maja 2025]

Bibliografia

„Move.AI”, <https://www.move.ai/pricing> [dostępne: 13 maja 2025]

„Rokoko” [online], Dostępny w internecie: https://us.store.rokoko.com/products/smartsuit-pro-ii?_gl=1*1lwmcc*_gcl_au*MjEzOTUzNDk3OC4xNzQ3MTMwNTEy*_ga*MTIxMDc4MzcyNy4xNzQ3MTMwNTEy*_ga_2TG4CJCP6E*cze3NDcxMzA1MTEkbzEkZzEkdDE3NDcxMzA2NTUkajI4JGwwJGgyMDkzODc0MDQw [dostępne: 13 maja 2025]

A sneak peek at MetaHuman Creator: high-fidelity digital humans made easy, „Unreal Engine”, 10 lutego 2021, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/a-sneak-peek-at-metahuman-creator-high-fidelity-digital-humans-made-easy> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

Academy Award®-winning animated short War Is Over! makes Unreal Engine history, „Unreal Engine”, 1 września 2024, <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/academy-award-winning-animated-short-war-is-over-makes-unreal-engine-history> [dostępny: 17 maja 2025]

Aldredge J., *How the VIVE Mars CamTrack Makes Virtual Production Surprisingly Simple*, „No Film School”, 23 maja 2023, <https://nofilmschool.com/vive-mars-camtrack-virtual-production> [dostępny: 17 maja 2025]

America's Army PC Game - Vision and Realization, str 18, <https://core.ac.uk/download/pdf/36733887.pdf> [dostępne: 24 maja 2025]

Asie, *ZZT World Creation Contest '91: Allen Pilgrim and Tom Breton's recollections*, „asie's blog”, 4 lutego 2022, <https://blog.asie.pl/2022/01/zzt-contest-91-tom-breton> [dostępny: 03 kwietnia 2025]

Ayoola C., *Top 15 Unreal Engine Game Development Companies Worldwide*, „Vagon”, 8 stycznia 2023, <https://vagon.io/blog/top-unreal-engine-game-dev-companies#juego-studio> [dostęp: 6 czerwca 2025]

B. Edwards, *From The Past To The Future: Tim Sweeney Talks*, „Gamasutra”, 25 maj 2009, https://web.archive.org/web/20160313013449/http://www.gamasutra.com/view/feature/132426/from_the_past_to_the_future_tim.php?page=1 [dostępny: 21 stycznia 2025]

Bott A., *New free content coming to the Unreal Engine Marketplace*, „Unreal Engine”, 1 listopada 2018, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/new-free-content-coming-to-the-unreal-engine-marketplace> [dostępny: 26 kwietnia 2025]

Brightman J., *Mark Rein: Epic Games Did Nothing Wrong, Silicon Knights is Stealing*, „GameDaily”, 9 sierpnia 2007, <https://web.archive.org/web/20071122011316/http://www.gamedaily.com/articles/features/mark-rein-epic-games-did-nothing-wrong-silicon-knights-is-stealing/70780/> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

Caldwell B., *A retrospective of Unreal, from the people who made it*, „Rock, paper, shotgun”, 5 czerwca 2018, <https://www.rockpapershotgun.com/unreal-retrospective-from-the-people-who-made-it> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

Calvert J., *\$1,000,000 Unreal mod contest announced*, „GameSpot”, 6 czerwca 2003, <https://www.gamespot.com/articles/1000000-unreal-mod-contest-announced/1100-6029610/> [dostępny: 10 maja 2025]

Capturing Reality is now part of Epic Games, „Epic Games”, 9 marca 2021, <https://www.epicgames.com/site/en-US/news/capturing-reality-is-now-part-of-epic-games?sessionInvalidated=true> [dostępne: 13 maja 2025]

Clark M., *Fortnite made more than \$9 billion in revenue in its first two years*, „The Verge”, 3 maja 2021, <https://www.theverge.com/2021/5/3/22417447/fortnite-revenue-9-billion-epic-games-apple-antitrust-case> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

Crecente B., *Silicon Knights: Epic Sabotaged Us*, „Kotaku”, 19 lipca 2007, <https://web.archive.org/web/20090916170528/http://kotaku.com/280491/silicon-knights-epic-sabotaged-us> [dostępny: 18 kwietnia 2025]

Cullen J., *Hell freezes, pigs fly: Duke Nukem Forever goes gold*, „VG24/7”, 24 maja 2011, <https://www.vg247.com/hell-freezes-pigs-fly-duke-nukem-forever-goes-gold> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

Dampc A., *Dolina niesamowitości, czyli przerażające roboty*, „Medium”, 23 grudnia 2017, <https://medium.com/archiwum-ux-watch/dolina-niesamowito%C5%9Bci-czyli-przera%C5%BCaj%C4%85ce-roboty-c16d7d8486b> [dostępny: 19 maja 2025]

de Byl P., *Matematyka w programowaniu gier i grafice komputerowej*, przeł. A. Mizerska, Helion, Gliwice 2024, s. 76-78

Dr. Dos, *We Are Still Out Here*, „Museum of ZZT”, 19 września 2020, <https://museumofzzt.com/article/view/494/we-are-still-out-here/> [dostępny: 06.04.2025]

Duggan J., *How Fortnite Became the Biggest Game in the World - IGN Expert Mode*, „IGN”, 18 kwietnia 2018, <https://www.ign.com/articles/2018/04/17/how-fortnite-became-the-biggest-game-in-the-world-ign-expert-mode> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

Duke Nukem Forever Switches to Unreal Engine, „3D Realms”, 15 czerwca 1998, <https://legacy.3drealms.com/press/dnfunreal.html> [dostępny: 13.04.2025]

Edwards B., *7 Classic PC Games With ASCII Graphics*, „PC Magazine”, 10 marca 2016, <https://web.archive.org/web/20160718080258/http://www.pcmag.com/slideshow/story/342727/7-classic-pc-games-with-ascii-graphics/6> [dostępny: 23 marca 2025]

Edwards B., *Before Fortnite, There Was ZTT: Meet Epic's First Game*, „How To Geek”, 19 lutego 2021, <https://www.howtogeek.com/713532/before-fortnite-there-was-ztt-meet-epics-first-game/> [dostępny: 24.03.2025]

Epic Games and Quixel join forces to empower creators, „Unreal Engine”, 12 listopada 2019, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/epic-games-and-quixel-join-forces-to-empower-creators> [dostępny: 27 kwietnia 2025]

Fab, *Epic's new unified content marketplace, launches today!*, „Unreal Engine”, <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/fab-epics-new-unified-content-marketplace-launches-today> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

Finals „Unreal”, „Next Generation” 1998, nr 44, str. 84-85, https://retrocdn.net/images/8/8e/NextGeneration_US_44.pdf [dostępny: 25 maja 2025]

Flanagan M., [domestic], „Mary Flanagan”, Dostępny w internecie: <https://maryflanagan.com/domestic/> [dostępny: 28 maja 2025]

Friedman T., *John Romero – The Interview, by Todd Friedman*, „Old School Gamer Magazine”, 5 października 2022, <https://www.oldschoolgammagazine.com/john-romero-the-interview-by-todd-friedman/> [dostępny: 9 kwietnia 2025]

Grand Finals Winners - Best Movie, „UT2004” [online], Dostępny w internecie: http://web.archive.org/web/20061125123725/http://www.unrealtournament2004.com/ut2003/ct_finals/ct_movie.html [dostępny: 10 maja 2025]

Grzegorzczak Ł., Takiego wydania „Wiadomości” jeszcze nie było. Do studia... „wleciał” Black Hawk, „na:Temat”, 13 maja 2019, <https://natemat.pl/272545,black-hawk-wlecial-do-studia-wiadomosci-tvp-internauci-komentuja> [dostępny: 23 maja 2025]

GT Numbers Strong, „Gamespot” [online], 5 sierpnia 1998, Dostępny w internecie: https://web.archive.org/web/20000305152346/http://headline.gamespot.com/news/98_08/05_gtv/index.html [dostępny: 14 kwietnia 2025]

Gwóźdź J., „Diary of a Camper” – narodziny gatunku, „Technopolis”, 30 kwietnia 2011, <https://technopolis.polityka.pl/2011/diary-of-a-camper-narodziny-gatunku> [dostępny: 10 maja 2025]

Hellerman J., *How Tech Used for 'The Mandalorian' and 'Lion King' Are Changing Hollywood*, „No Film School”, 12 maja 2020, <https://nofilmschool.com/tech-stagecraft-changing-hollywood> [dostępny: 14 maja 2025]

Houlihan J., *REIN: "WE'VE BEEN WORKING ON UNREAL ENGINE 4 FOR TWO YEARS"*, „CVG”, 18 sierpnia 2005, [https://web.archive.org/web/20060109034021/http://www.computerandvideogames.com/r/?page=http://www.computerandvideogames.com/news/news_story.php\(que\)id=123639](https://web.archive.org/web/20060109034021/http://www.computerandvideogames.com/r/?page=http://www.computerandvideogames.com/news/news_story.php(que)id=123639) [dostępny: 22 kwietnia 2025]

IGN Staff, *Epic Games Announces Unreal Development Kit, Powered by Unreal Engine 3*, „IGN”, 5 listopada 2009, <https://www.ign.com/articles/2009/11/05/epic-games-announces-unreal-development-kit-powered-by-unreal-engine-3> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

IGN Staff, *Spielberg and UT*, „IGN”, 25 sierpnia 2001, <https://www.ign.com/articles/2001/08/24/spielberg-and-ut> [dostępny: 13 maja 2025]

Interview with Allen Pilgrim, „RGB Classic Games”, 27 kwietnia 2015, <https://www.classicdosgames.com/interviews/allenpilgrim.html> [dostępny: 09 kwietnia 2025]

Keighley G., „Blinded By Reality: The True Story Behind the Creation of Unreal”, „Gamespot”, 12 maja 2008, <https://web.archive.org/web/20010814190139/http://www.gamespot.com/features/makeunreal/scu.html> [dostępny: 13 kwietnia 2025]

Lightbown D., *Classic Tools Retrospective: Tim Sweeney on the first version of the Unreal Editor*, „Game Developer”, 9 stycznia 2018, <https://www.gamedeveloper.com/design/classic-tools-retrospective-tim-sweeney-on-the-first-version-of-the-unreal-editor> [dostępny: 12 kwietnia 2025]

NG Alphas: An interview with Epic MegaGames, „Next Generation” nr 26, luty 1997, str. 75-76, https://retrocdn.net/images/1/14/NextGeneration_US_26.pdf#page=77 [dostępny: 25 maja 2025]

Nowa wiedźmińska saga zapowiedziana. Studio CD PROJEKT RED będzie tworzyć gry na silniku Unreal Engine 5 w ramach strategicznej współpracy z Epic Games, „CD Projekt”, 21 marca 2022, <https://www.cdprojekt.com/pl/media/aktualnosci/nowa-wiedzminka-saga-zapowiedziana-studio-cd-projekt-red-bedzie-tworzyc-gry-na-silniku-unreal-engine-5-w-ramach-strategicznej-wspolpracy-z-epic-games/> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

O'Connor A., *Machinima video network shuts down, laying off 81 employees*, „Rock, Paper, Shotgun”, 4 lutego 2019, <https://www.rockpapershotgun.com/machinima-network-ceases-operations> [dostępny: 10 maja 2025]

Orland K., *Unreal Engine 4 now available as \$19/month subscription with 5% royalty*, „arstechnica”, 19 marca 2014, <https://arstechnica.com/gaming/2014/03/unreal-engine-4-now-available-as-19month-subscription-with-5-royalty/> [dostępny: 23 kwietnia 2025]

Redakcja Lantre, *LiDAR w iPhone - co to jest i jakie ma funkcje?*, „Lantre”, 26 września 2021, <https://lantre.pl/blog/lidar-w-iphone-13-pro-i-13-pro-max-co-to-jest-i-jakie-ma-funkcje.html> [dostępny: 13 maja 2025]

Richardson T., *Unity engine maker says sorry after runtime fee price plan backlash*, „BBC”, 18 września 2023, <https://www.bbc.com/news/newsbeat-66810296> [dostępny: 18 maja 2025]

Sirani J., *Unreal Engine 4 is Free for Everyone*, „IGN”, 2 marca 2015, <https://www.ign.com/articles/2015/03/02/unreal-engine-4-is-free-for-everyone> [dostępny: 23 kwietnia 2025]

Sweeney T., *Best of ZTT Contest Results*, „Epic MegaGames Newsletter” 1992, nr 1, s. 3, <https://museumofztt.com/article/view/265/epic-megagames-newsletter/> [dostępny: 24 maja 2025]

Takahashi D., *Epic Games shows off a stunning Unreal Engine 5 demo on PlayStation 5*, „Venture Beat”, 13 maja 2020, <https://venturebeat.com/business/epic-games-shows-off-a-stunning-unreal-engine-5-demo-on-playstation-5/> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

Thacker J., *Epic has made Megascans free to all – but only until the end of 2024*, „CG Channel”, <https://www.cgchannel.com/2024/10/epic-games-has-made-megascans-free-to-all-but-only-until-the-end-of-2024/> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

The power of Unreal Engine. The scale of Fortnite, „Unreal Engine”, <https://www.unrealengine.com/en-US/uses/uefn-unreal-editor-for-fortnite> [dostępny: 28 kwietnia 2025]

Thomsen M., *History of The Unreal Engine*, „IGN”, 23 lutego 2010, <https://web.archive.org/web/20170712132329/http://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine> [dostępny: 22 stycznia 2025]

Thor Jensen K., *25 Years Later: The History of Unreal and an Epic Dynasty*, „PcMag”, 22 maja 2023, <https://www.pcmag.com/news/25-years-later-the-history-of-unreal-and-an-epic-dynasty> [dostępny: 14 kwietnia 2025]

Totilo S., *Epic Says Epic Has Won Lawsuit Battle With Silicon Knights [UPDATE: Epic Awarded \$4.45 Million]*, „Kotaku”, 30 maja 2012, <https://kotaku.com/epic-says-epic-has-won-lawsuit-battle-with-silicon-knig-5914326> [dostępny: 19 kwietnia 2025]

Totilo S., *The Quiet Tinkerer Who Makes Games Beautiful Finally Gets His Due*, „Kotaku”, 7 grudnia 2011, <https://kotaku.com/the-quiet-tinkerer-who-makes-games-beautiful-finally-ge-5865951> [dostępny: 21 stycznia 2025]

Unreal Engine streamlines desert production on Dune: Part Two, „Unreal Engine”, 10 września 2024, <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/unreal-engine-streamlines-desert-production-on-dune-part-two> [dostępny: 14 maja 2025]

Unreal VCam Virtual Camera Settings, „Unreal Engine”, <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/unreal-vcam-virtual-camera-settings> [dostępny: 17 maja 2025]

Williamson S., *Microsoft upgraded Xbox 360 for 1 billion dollars Gears of War*, „HEXUS”, 24 października 2006, https://hexus.net/gaming/news/xbox-360/7082-microsoft-upgraded-xbox-360-1-billion-dollars-gears-war/?print=1&utm_source=chatgpt.com [dostępny: 17 kwietnia 2025]

Witoszka B., *Zapadł wyrok w sprawie Epic vs. Apple. Oto 5 najważniejszych skutków decyzji sądu*, „Komputer Świat”, 13 września 2021, <https://www.komputerswiat.pl/gamezilla/artykuly/zapadl-wyrok-w-sprawie-epic-vs-apple-oto-5-najwazniejszych-skutkow-decyzji-sadu/jmlykh2> [dostępny: 20 maja 2025]

Woźnicki Z., *Unreal Engine 6 ma zmienić podejście do tworzenia gier. Szef Epica zapowiada konieczną rewolucję*, „Gry Online”, 5 maja 2025, <https://www.gry-online.pl/newsroom/unreal-engine-6-ma-zmienic-podejscie-do-tworzenia-gier-szef-epica/zf2d5d0> [dostępny: 25 maja 2025]

Spis tabel

Tabela 1. Unreal Engine aktualne wymagania sprzętowe (s. 51)

Spis ilustracji

Ilustr. 1. Elementy wchodzące w skład silnika graficznego (s. 4)

Ilustr. 2. Tim Sweeney (s. 6)

Ilustr. 3. Ekran tytułowy ZZT (s. 7)

Ilustr. 4. Interfejs edytora ZZT (s. 8)

Ilustr. 5. Narzędzia edytorskie w ZZT (s. 9)

Ilustr. 6. Logo Epic MegaGames (s. 9)

Ilustr. 7. *Jill of the Jungle* (s. 11)

Ilustr. 8. *Kiloblaster*, *Xargon* (s. 12)

Ilustr. 9. *Wolfenstein 3D* (s. 13)

Ilustr. 10. *Magic Carpet* (s.14)

Ilustr. 11. Wykorzystanie oświetlenia w grze *Unreal* (s. 15)

Ilustr. 12. *Next Generation* (s. 16)

Ilustr. 13. Wczesny interface Unreal Engine ukazany w *Next Generation* (s.17)

Ilustr. 14. *Duke Nukem Forever* na Unreal Engine wersja z 2001 roku (s.18)

Ilustr. 15. Logo Epic Games (1999) (s. 19)

Ilustr. 16. Wykorzystanie narzędzi *Karmy* do stworzenia *ragdolla* postaci (s. 21)

Ilustr. 17. Wykorzystanie narzędzi efektów cząsteczkowych (s. 21)

Ilustr. 18. *America's Army* (2002) (s. 22)

Ilustr. 19. Wirtualna wystawa *Domestic* s. 23)

Ilustr. 20. *Gears of War* (s. 24)

Ilustr. 21. Wykorzystanie funkcji *Matinee* w Unreal Engine 3 (s. 24)

Ilustr. 22. Unreal Development Kit podczas produkcji *Whizzle* (s. 26)

Ilustr. 23. Prezentacja Unreal Engine 4 na Game Developers Conference (s. 26)

Ilustr. 24. *Blueprints* (s. 27)

Ilustr. 25. Przykładowa zawartość Quixel Megascans (s. 28)

Ilustr. 26. *Metahuman* (s.29)

Ilustr. 27. *Fortnite* (s. 29)

Ilustr. 28. Epic Games vs Apple (s. 30)

Ilustr. 29. *Lumen in the Land of Nanite* (s. 31)

Ilustr. 30. *Matrix Awakens* (s. 32)

Ilustr. 31. *The Mandalorian* Virtual Production (s. 34)

Ilustr. 32. Zakres ostrości w wirtualnej produkcji (s. 35)

Ilustr. 33. Scenografia w wirtualnej produkcji (s. 35)

Ilustr. 34. Wycięcie butelki z zielonego tła (s. 36)

- Ilustr. 35. Butelka na tle ekranu telewizora (s. 36)
- Ilustr. 36. Wirtualna produkcja wewnątrz Unreal Engine (s. 37)
- Ilustr. 37. Helikopter w studiu TVP (s. 37)
- Ilustr. 38. *Avengers: Czas Ultrona* Previs (s. 28)
- Ilustr. 39. Ustawienia kamery w Unreal Engine (s. 39)
- Ilustr. 40. Fotogrametria w *RealityCapture* (s. 39)
- Ilustr. 41. Skan fotogrametryczny w Unreal Engine (s. 40)
- Ilustr. 42. Metahuman w Unreal Engine (s. 41)
- Ilustr. 43. Oświetlenie Unreal Engine (s. 41)
- Ilustr. 44. *Diuna: Część druga* – previs (s. 42)
- Ilustr. 45. Koncept scenograficzny w Unreal Engine (s. 42)
- Ilustr. 46. *War is Over!* (s. 43)
- Ilustr. 47. *Sequencer* (s. 44)
- Ilustr. 48. Rokoko (s. 45)
- Ilustr. 49. Move.AI (s. 45)
- Ilustr. 50. *Diary of a Camper* (s. 46)
- Ilustr. 51. *The Journey* (s. 47)
- Ilustr. 52. Renderowanie w czasie rzeczywistym w *Blenderze* (s. 48)
- Ilustr. 53. *Shrek 2* – przykładowy problem (s. 51)
- Ilustr. 54. *Dolina niesamowitości* (s. 52)
- Ilustr. 55. *Irradiation* (s. 52)

Filmografia

1984, reż. R. Scott, Stany Zjednoczone, 1983

Avengers: Czas Ultrona, reż. J. Whedon, Stany Zjednoczone, 2015

Bot, reż. T. Palmer, Stany Zjednoczone, 2004

Diary of a Camper, United Ranger Films, Stany Zjednoczone, 1996

Irradiation, reż. S. Zivkovic, Serbia, 2021

Nineteen Eighty-Fortnite, Epic Games, Stany Zjednoczone, 2020

Shrek 2, reż. A. Adamson, C. Vernon, K. Asbury, Stany Zjednoczone, 2004

The Journey, reż. F. Kirschner, Niemcy, 2004

War is Over!, reż. D. Mullins, Stany Zjednoczone, 2023

Wiadomości, TVP, Polska, 2019

Spis gier komputerowych

America's Army, Armia Stanów Zjednoczonych, Stany Zjednoczone, 2002

Fortnite, Epic Games, Stany Zjednoczone, 2017

Gears of War, Epic Games, Stany Zjednoczone, 2006

Jill of the Jungle, Epic MegaGames, Stany Zjednoczone, 1992

Magic Carpet, P. Molyneux, Wielka Brytania, 1994

Unreal, Epic Games, Stany Zjednoczone, 1998

Wolfenstein 3D, id Software, Stany Zjednoczone, 1992

ZZT, T. Sweeney, Stany Zjednoczone, 1991