



**WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI i ZARZĄDZANIA
z siedzibą w Rzeszowie**

WYDZIAŁ INFORMATYKI STOSOWANEJ

**Kierunek: INFORMATYKA
Specjalność: Grafika i animacja komputerowa**

Paulina Filip
Nr albumu studenta: 53838

***Projekt multimedialnej pomocy dydaktycznej –
strona internetowa „Metoda Ilizarowa”***

Promotor: dr Bolesław Jaskuła

PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA

Rzeszów 2018

Ja niżej podpisany/a oświadczam, że składana przeze mnie praca dyplomowa pt. „Projekt multimedialnej pomocy dydaktycznej – strona internetowa „Metoda Ilizarowa”” została przygotowana samodzielnie.

Oświadczam również, że praca nie była wcześniej przedmiotem procedur związanych z uzyskaniem tytułu zawodowego w wyższej uczelni.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna ze złożoną wersją elektroniczną.

.....
data czytelny podpis autora

Oświadczam, że niniejsza praca została przygotowana pod moim kierunkiem i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie tytułu zawodowego.

.....
data czytelny podpis promotora

Spis treści

Wstęp	4
1. Teoretyczne podstawy realizacji pracy	5
1.1. Charakterystyka problematyki – multimedia i ich zastosowanie	5
1.2. Charakterystyka problemu – jak podnieść jakość materiałów dydaktycznych na bazie aplikacji multimedialnej?	9
1.3. Koncepcja rozwiązania problemu – multimedialna aplikacja webowa illizarow.wordpress.com	11
2. Charakterystyka etapów realizacji projektu	13
2.1. Analiza wymagań	13
2.1.1. Wymagania biznesowe	13
2.1.2. Wymagania systemowe	13
2.2. Projektowanie	13
2.2.1. Projektowanie struktury nawigacyjnej	13
2.2.1.1. Pierwszy wariant struktury nawigacyjnej	14
2.2.1.2. Drugi wariant struktury nawigacyjnej	17
2.2.1.3. Trzeci wariant struktury nawigacyjnej	20
2.2.2. Projektowanie struktur ekranowanych – analiza złożoności graficznej	22
2.3. Implementacja	24
2.3.1. Charakterystyka narzędzi implementacji	24
2.3.2. Charakterystyka etapów implementacji	26
2.3.2.1. Modelowanie i animacja aparatu Ilizarowa	26
2.3.2.2. Implementacja strony internetowej	31
2.4. Testowanie końcowe	36
3. Charakterystyka produktu końcowego	42
Zakończenie	43
Literatura	44
Streszczenie	46
Załączniki	47

Wstęp

Mimo postępu technologii w wielu dziedzinach nie jest ona wystarczający sposób wykorzystywana lub jest wykorzystywana w nieumiejętny sposób.

Problem ten pojawia się przy tworzeniu materiałów dydaktycznych. Wiele wydawnictw tworzących podręczniki szkolne oraz uczelniane zapomina o dorobku technologicznym współczesnego świata i nadal proponuje rozwiązanie w postaci materiałów tekstowych z dodatkiem rysunków oraz zdjęć. Chociaż coraz częściej pojawiają się przy podręcznikach dodatki w postaci płyt CD z programami multimedialnymi, to są to aplikacje najczęściej przeładowane ilością różnorodnych mediów z myślą, że to będzie atrakcyjne dla uczniów, przez co osiągany jest odwrotny skutek.

Celem niniejszej pracy jest rozwiązanie problemu spotykanego w trakcie nauczania studentów na wydziałach medycznych. Dotyczy on trudności w przekazywaniu wiedzy na podanym wydziale. Studenci kierunków medycznych są często pozbawieni możliwości uczestnictwa w zabiegach, czy też nie mają możliwości obcowania z osobami chorymi, u których zastosowane wybrane zagadnienie.

Zakres pracy obejmuje zaprojektowanie multimedialnej strony internetowej w postaci podręcznika dotyczącej metody Ilizarowa dla studentów wydziału medycznego.

Praca dyplomowa została podzielona na trzy rozdziały, w których kolejno omówiono:

- Rozdział 1: przedstawia opis wykorzystywania multimediiów w różnych aspektach życia, problemy z wykorzystywaniem multimediiów w edukacji oraz został opisana propozycja rozwiązania problemu.
- Rozdział 2: rozpoczyna się analizą wymagań dotyczącą projektu, następnie zostały pokazane etapy projektowania (projekt struktury nawigacji oraz struktur graficznych), implementacji oraz zostały przedstawione testy końcowe.
- Rozdział 3: podsumowuje całą pracę opisując produkt końcowy, który został otrzymany w wyniku pracy nad projektem.

1. Teoretyczne podstawy realizacji pracy

1.1. Charakterystyka problematyki – multimedia i ich zastosowanie

Multimedia stanowią ważną część we współczesnym życiu człowieka, jak podaje Artur Przelaskowski w swojej pracy: „są niezbędnym elementem rozrywki, nauki, poznania, wyrazu artystycznego, nowych doświadczeń. Odgrywają coraz większą rolę we wspomaganiu diagnostyki medycznej, leczeniu, profilaktyce. Dla osób niepełnosprawnych są szansą skutecznej rehabilitacji, ale też aktywnego udziału w życiu świata.”¹

Definicja multimediiów nie jest prosta, ponieważ multimedia można traktować jako pojęcie wieloznaczne w zależności od charakterystyki danej grupy. W słowniku terminów komputerowych definicja brzmi: „Multimedia – metoda prezentowania informacji używająca wielu technicznych środków przekazu (tekst, dźwięk, gra-fika, wideo, interakcyjna praca użytkownika)”², natomiast „Słownik encyklopedyczny” definiuje to pojęcie jako: „Książki, encyklopedie, słowniki itp. rozpowszechniane na płytach CD-ROM. Encyklopedia multimedialna, oprócz tekstowych opisów haseł, zawiera prezentacje graficzne, dźwiękowe i filmowe.”³ Po przytoczonych definicjach można wywnioskować, że w zależności od danej grupy multimediiów zmienia się definicja tego słowa. Warto zauważyć, iż: “zasadnicze znaczenie słowa „multimedia” występuje w kontekście realnego, czyli aktualnego i zamierzonego przekazu informacji. Informacja, w pierwszym przybliżeniu, to dane z przypisaną treścią, która jest użyteczna dla odbiorcy (prawdziwie lub domniemanie).”⁴ Stwierdza się, że jest to technologiczny odpowiednik naturalnego przekazu informacji, który przez swoje zróżnicowanie jest w stanie dotrzeć do większości zmysłów człowieka.

Przekaz multimedialny obejmuje różne rodzaje przekazu informacji. Jest nim między innymi obraz, który może być statyczny lub dynamiczny. Przekaz statyczny obrazu dotyczy informacji o charakterze płaszczyznowym tzw. 2D, np.: zdjęcia, diagramy, tabele, ilustracje. Do dynamicznego zalicza się sekwencję wideo, grafikę 3D, animację oraz niektóre rysunki i wykresy. Obraz znalazł swoje zastosowanie przy tworzeniu symboliki, ponieważ „według niektórych szacunków poprzez formę obrazu dociera do nas blisko 80% wszystkich informacji.”⁵

Kolejnymi multimedialnymi przekazywanymi są dźwięk, audio i mowa. Dźwięk definiujemy jako:

“Falę akustyczną rozchodzącą się w sprężystym ośrodku materialnym (ciele stałym, płynie, gazie), zdolna wytworzyć wrażenie słuchowe. Jest falą mechaniczną, czyli rozchodzącym się fizycznym zaburzeniem ośrodka, polegającym na pobudzaniu do drgań kolejnych cząsteczek ośrodka – w uproszczeniu cząstki drgają wokół swego stanu równowagi i przekazują energię cząsteczkom sąsiednim.”⁶ Najczęściej występującym dźwiękiem w aplikacjach multimedialnych jest ludzka mowa – przekazywanie informacji za pomocą głosu.

Obecnie różne grupy multimediiów są łączone ze sobą, co pozwala jednocześnie oddziaływać na kilka zmysłów człowiekiem np.: wzrok, słuch i dotyk. Takie rozwiązanie znalazło zastosowanie w różnych dziedzinach życia, takich między innymi jak:

- Rozrywka, gdzie najlepszym przykładem jest technologia rzeczywistości wirtualnej, która jest „trójwymiarowym obrazem, który został stworzony komputerowo. VR może przedstawiać różne przedmioty, obiekty, a nawet całe zdarzenia. W zależności od koncepcji, virtual reality opiera się zarówno na elementach świata realnego, jak i całkowicie fikcyjnego (Rys.1). Najprościej można więc powiedzieć, że to określenie oznacza po prostu wirtualną imitację rzeczywistości.”⁷, kolejnym przykładem są kina potocznie zwanymi 4D, które oddziałują na większą pulę zmysłów człowieka, aniżeli obraz 2D.

¹ Przelaskowski A., *Techniki multimedialne*, Warszawa, 2011.

² Pfaffenberger B., *Słownik terminów komputerowych*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001.

³ Płoska Z., *Słownik encyklopedyczny: informatyka*, Wydawnictwo Europa, Wrocław 1999.

⁴ Przelaskowski A., *Techniki multimedialne*, Warszawa, 2011.

⁵ *Ibidem*.

⁶ *Ibidem*.

⁷ <http://www.systel.pl/virtual-reality/>, 10.11.17.



Rys. 1. Gra komputerowa GTA przy użyciu VR

Źródło: <http://antyweb.pl>

- Edukacja, gdzie uczniowie poprzez interakcję z aplikacją multimedialną angażują swoje zmysły, dzięki czemu rozwijają je oraz są w stanie uczyć się efektywniej dzięki wizualizacji. Na niektórych uczelniach studenci medycyny przy pomocy wirtualnej rzeczywistości ćwiczą wykonywanie zabiegów operacyjnych, co ułatwia im przyswajanie danego zagadnienia (Rys.2).



Rys. 2. Symulator badania USG przy wykorzystaniu technologii VR

Źródło: <http://hitconsultant.net>

- Medycyna, gdzie jeszcze kilka lat temu badania RTG, CT, MR oraz USG były przedstawiane tylko w formie płaszczyzny 2D. W tym momencie technologia pozwala na przedstawianie badań obrazowych w trójwymiarze, co ułatwia precyzyjną diagnozę schorzenia. Urządzenia ultrasonograficzne pozwalają obecnie na wykonanie badania w wersji 3D, która przedstawia rzeczywisty wygląd dziecka w łonie matki (Rys. 3) oraz 4D, która pozwala na filmowanie dziecka w łonie matki. Takie rozwiązanie, zdaniem psychologów pozwala na wytworzenie silniejszego związku emocjonalnego rodziców z dzieckiem.



Rys. 3. Obraz USG w 3D

Źródło: <http://roznice.com/>

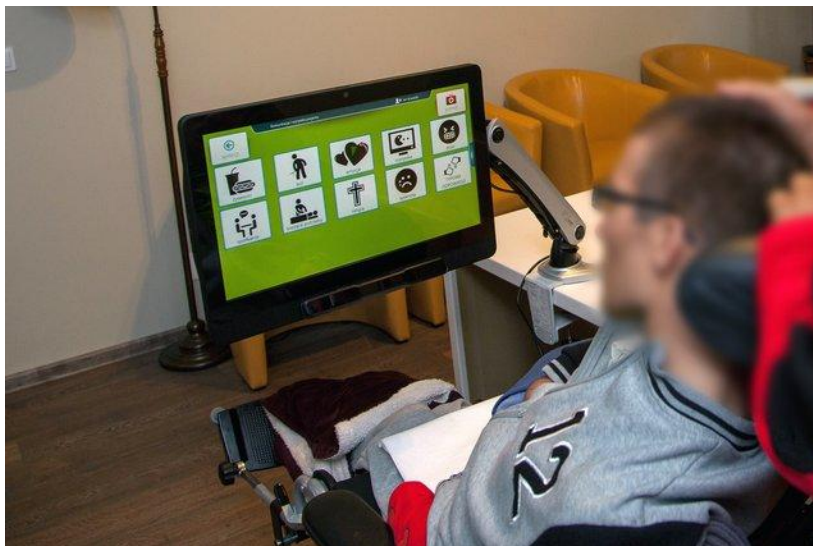
Rozwój technologii multimedialnej przyczynił się do polepszenia jakości życia osób niepełnosprawnych. Dźwięk jest bardzo ważny dla osób niewidomych, dlatego coraz częściej przy przejściach dla pieszych są montowane płyty betonowe z wypustkami oraz sygnalizacja dźwiękowa, aby komunikować osobom pozbawionym zmysłu wzroku, że znajdują się przy przejściu dla pieszych. Obraz natomiast jest ważnym elementem dla osób głuchoniemych, które poznają świat i komunikują się z nim za pomocą obrazu. Oba te multimedia odgrywają bardzo dużą rolę u osób z chorobami neurologicznymi, m.in.: Przy mózgowym porażeniu dziecięcym (MPDz) zwanym inaczej Chorobą Little'a. W MPDz, u niektórych dzieci poza porażeniem czterokończynowym występuje także porażenie aparatu mowy, a przez znaczne uszkodzenie mózgu oraz z powodu niedowładu kończyn nie mają możliwości komunikowania się ze światem przy pomocy języka migowego. W takich przypadkach z pomocą przychodzą komunikatory (Rys. 4), wyposażone w obrazki przedstawiające dane słowa oraz przyciski, które po przyciśnięciu przez osobę niepełnosprawną przekazują odbiorcy informację w formie dźwiękowej.



Rys. 4. Komunikator obrazkowy „PartnerPlus Four LED & Vibration”

Źródło: <http://www.harpo.com.pl>

Dla osób, które nie są w stanie wykonać jakiegokolwiek ruchu zostało stworzone urządzenie – monitor, wyposażony w różne obrazki i znaki graficzne, zwany „Cyber okiem” (Rys. 5), który śledzi ruch gałek ocznych, przemieszczając czerwoną kropkę po ekranie monitora, a urządzenie „odczytuje na głos” informację jaką chory chce przekazać.

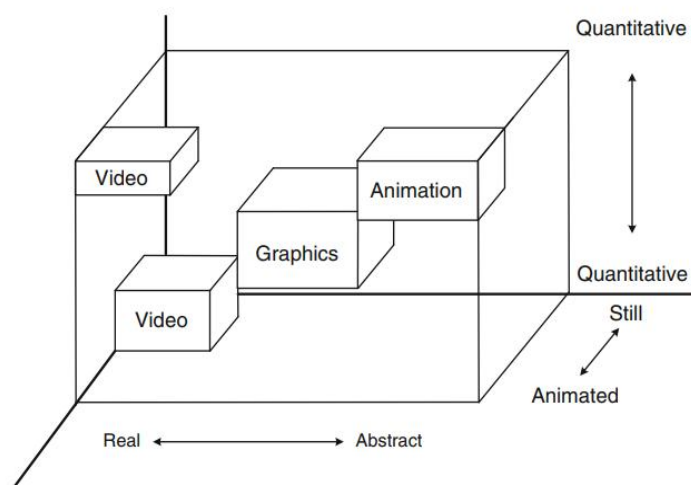


Rys. 5. Monitor „Cyber oko”
Źródło: <http://www.fundacjaavalon.pl>

Wzbogacanie mediami stron internetowych czy aplikacji daje im miano multimedialności. Niestety często występują problemy w trakcie ich projektowania, gdyż wielu przypadkach strona internetowa lub aplikacja jest przeładowana multimediami w sposób nieprzemyślany, co prowadzi do dezorientacji użytkownika.

W projektowaniu multimedialnego interfejsu strony internetowej istotny jest wybór najlepszych mediów dla różnych zadań interfejsu i minimalizowanie ilości nieistotnych informacji.⁸ Informacje powinny skupiać się nie na typie mediów: lub innymi słowy, użytkownik jest głównym czynnikiem, a nie technologią. Dobre programy multimedialne bezproblemowo integrują różne rodzaje mediów. Integracja mediów optymalizuje moc wszystkich rodzajów multimedii, udostępniając je użytkownikom z równą łatwością. Interfejs powinien zapewniać płynne przejścia między typami mediów.⁹

Interfejs multimedialny jak podaje powyższa definicja składa się z więcej niż jednego medium. Medium ma pełnić funkcję komunikatora pomiędzy użytkownikiem, a systemem komputerowym, przez co mają one różne możliwości przedstawienia informacji do przekazania.



Rys. 6. Funkcje mediów w projektowaniu interfejsu
Źródło: Alty J.L., *Multimedia and process control interfaces: signals or noise?*, 1999

⁸ Kawai K., *An intelligent multimedia human interface for highly automated combined cycle plants*, Control Engineering Practice, 5(3), 1997.

⁹ Ramsey T. D., *The effects of multimedia interface design on original learning and retention*, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.

Na rysunku 6 pokazano cechy różnych mediów gdzie wideo, tekst, grafika i animacja są charakteryzowane za pomocą trzech osi: jakościowy – ilościowy, rzeczywisty – abstrakcyjny i animowany – statyczny. Tekst jest bardziej precyzyjny niż wideo lub grafika. Wideo jest bardziej rzeczywiste niż grafika, a grafika więcej przedstawia niż tekst.¹⁰

Podczas projektowania interfejsu użytkownika strony powinno się pracować według poniższych zasad:¹¹

1. Opinia – projektant powinien wziąć pod uwagę, że komputer nie powinien dostarczać informacji o procesie dynamicznym i informacji pomocniczych o automatycznych funkcjach wyjściowych.
2. Dialog – projektant systemu powinien wziąć pod uwagę funkcje dialogu w projekcie interfejsu, zapewniając spójność interakcji i zapewnienie elastycznych interaktywnych funkcji.
3. Monitorowanie – projektant systemu powinien wziąć pod uwagę zasadę, że funkcja monitorowania jest podstawowa w projekcie interfejsu i powinna zapewniać globalne funkcje dostępu do informacji dla użytkowników.
4. Działanie - projektant systemu powinien zapewnić środowisko aby użytkownicy mogli szybko reagować w interakcji i bezpośrednio manipulować procesem.

Przy powyższych zasadach bardzo ważna jest analiza zadań w celu wyodrębnienia informacji dla operacji, która ma wykonywać system, m. in. styl wyświetlania i rodzaj mediów, które będą przedstawiać informację.

1.2. Charakterystyka problemu – jak podnieść jakość materiałów dydaktycznych na bazie aplikacji multimedialnej?

Rozwój technologii komputerowej, a także technologii powszechnego dostępu do informacji znacząco wpłynął na pokolenie rozwijające się w późnych lat 90-tych XX wieku, oraz wieku XXI. Dorastanie i kształcenie się młodych ludzi w „dobie komputera”, zaowocowało pojawieniem się zjawiska: „digital natives”¹² – urodzeni i wychowani na użytkowaniu szeroko pojętych mediów cyfrowych, ludzie, o których w swoim artykule wspomina Marc Prensky: przeciętny absolwent amerykańskiego college’u spędził mniej niż 5000 godzin na czytaniu, ale więcej niż 10 000 godzin grając w gry wideo, a 20 000 godzin oglądając telewizję.¹³

Urządzenia technologii cyfrowo-komputerowej takie jak: komputery, telewizory, telefony czy późniejsze smartfony, od najmłodszych lat wpływają na system poznawczy człowieka, kształtując go odmiennie od lat, gdzie dostęp do informacji i rozrywki był dużo trudniejszy. Po-kolenie to pozbawione „blokady” w postaci utrudnienia powszechnego dostępu do informacji, w sposób naturalny i swobodny żyje, korzystając ze zdobyczy tej epoki.

Procesy poznawcze w znacznym stopniu opierają się o wizualizację, oraz prosty i przejrzysty sposób przekazywania informacji, który nie jest zakłócony przez konieczność pracy w jednej płaszczyźnie (2D), jak to miało miejsce w literaturze naukowej minionych pokoleń. Bardzo ważnym zagadnieniem, które pojawiło się w tym nowym pokoleniu jest tzw.: „research”, który ułatwiony przez powszechność informacji w Internecie, stał się jednym z ulubionych sposobów zdobywania wiedzy wśród młodzieży.

Wzrasta wykorzystanie systemów multimedialnych w edukacji na poziomie szkolnym i uczelnianym, ponieważ systemy multimedialne umożliwiają wyświetlanie informacji w postaci tekstu, dźwięku, grafiki, wideo i animacji.¹⁴ Rozwiązanie w postaci multimedii niesie za sobą wiele korzyści: jedną z głównych zalet interaktywnych systemów multimedialnych jest stopień kontroli studenta. Nauka kontrolowana pozwala uczącemu studiować materiał w tempie odpowiadającym jego potrzebom. Studenci mają mniejszą presję, aby pracować w określonych ramach czasowych. Mogą oni wybrać swoją drogę przez materiał instruktażowy, który ma dla nich znaczenie. Multimedialne in-

¹⁰ Alty J.L., *Multimedia and process control interfaces: signals or noise?*, Transaction of the Institute of Measurement and Control, 21(4/5), 1999.

¹¹ Yang S.H., *Internet-based Control Systems. Design and Applications*, Springer, Berlin, 2011.

¹² Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, On the Horizon, MCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ Ramsey T. D., „*The effects of multimedia interface design on original learning and retention*”, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.

strukturalne systemy pozwalają uczącym się odkrywać wybrany materiał w tempie, który jest dla nich wygodny. Studenci są bardziej zainteresowani materiałem, ponieważ wybierają tempo i kolejność treści. Zwiększa to znaczenie materiału i tworzy większe pragnienie uczenia się, co z kolei pomaga w zwiększeniu przyswajania wiedzy.¹⁵ Badania wykazały, że uczniowie uczą się bardziej efektywnie, gdy uczenie się jest zgodne z ich stylem poznawczym¹⁶, ponieważ modele mentalne pomagają uczącym się, zapewniając ramy dla zrozumienia świata i tego jak działa.¹⁷ Rozwój dobrych modeli mentalnych może zapewnić wsparcie, które prowadzi do głębokiego zrozumienia i skutecznego odzyskiwania z pamięci.¹⁸

Wiele szkół wyższych udostępnia materiały edukacyjne, treści wykładów oraz szeroko pojęte „uzupełniacze” wiedzy w postaci np.: kursów e-learning. Często, mamy do czynienia ze stronami parków narodowych, muzeów czy wydawnictw edukacyjnych, które za pośrednictwem Internetu, przekazują i udostępniają treści edukacyjne dostępne dla wszystkich. Powszechny dostęp do wiedzy ma także swój udział w funkcjonowaniu stron o charakterze państwowym i prawnym, gdzie możemy znaleźć wszelkie, interesujące nas informacje na temat funkcjonowania urzędów, sądu i instytucji ładu publicznego.

Mimo rozwoju „e-nauczania”, bardzo duża część materiałów, wciąż tworzona jest ze swego rodzaju „naleciałością” z poprzednich pokoleń, gdzie główną część materiałów wypełniał tekst, a rzadko kiedy wizualizacje danych zagadnień takie jak ilustracje czy zdjęcia, nie biorąc pod uwagę, że uczenie się wymaga względnie trwałej zmiany w zachowywaniu wiedzy z powodu doświadczenia. Uczenie się następuje, gdy informacja jest zrozumiana i zapamiętana indywidualnie. Informacje, których należy się nauczyć, mogą być prezentowane na wiele sposobów.¹⁹

Młody człowiek, wychowany w epoce „mass mediów” oraz wszechobecnej wizualizacji nie odbiera takiego przedstawiania informacji, jako atrakcyjnego i przyjaznego do przyswojenia. Wręcz przeciwnie, zjawisko to popycha młodych ludzi do szukania bardziej atrakcyjnego i prostszego w zrozumieniu materiału, niż ten, stworzony przez tak zwanych „digital immigrants”²⁰ (tj. ludzi wychowanych w poprzednich pokoleniach, gdzie system nauczania i wszelaka dostępność informacji była całkiem inna, zazwyczaj dużo trudniejsza), którzy przenoszą tę „naleciałość” z poprzednich systemów nauczania, do tego nowego, całkiem odmiennego systemu rozumienia w XXI wieku, który opiera się w wielkim stopniu na poznawaniu i przyswajaniu informacji poprzez wizualizację.

Większość multimedialnych pomocy naukowych jest tworzonych w nieprzemyślny sposób, ponieważ złożoność systemu multimedialnego i jego konstrukcja interfejsu może wzrosnąć dzięki wzroście liczby używanych mediów. Ważne jest, aby używać mediów, gdy jest to właściwe, kiedy to może lepiej przekazywać informacje, zamiast po prostu je wykorzystywać, aby pokazać swoje umiejętności technologiczne.²¹ Multimedia mogą zapewnić dynamiczne ilustracje (animacje i wideo), które oferują równomiernie więcej wsparcia. Ponadto uczniowie o różnych poziomach czytania ze zrozumieniem mogą używać wielu zmysłów przyswajając informacje. Multimedia mogą zapewnić zarówno dobrym, jak i złym czytelnikom więcej kontekstu i wsparcia w zrozumieniu, niż sam tekst. Pomaga to uczniom opracować lepsze modele mentalne, które są niezbędne przy uczeniu się.²² Co przy zbyt dużej ilości multimedii może mieć odwrotny skutek – nie pomagać zrozumieć tekst, a po prostu rozpraszać uwagę użytkownika, a nawet spowodować zagubienie się ucznia w systemie.

Jednym z największych problemów w nauczaniu na kierunkach medycznych jest nieodpowiedni sposób przekazywania studentom wiedzy, który oparty jest o wcześniej wspomniane „naleciałości”

¹⁵ Ramsey T. D., „*The effects of multimedia interface design on original learning and retention*”, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.

¹⁶ *Ibidem*.

¹⁷ Norman D. A., *The design of everyday things*, New York, Doubleday, 1988.

¹⁸ Hasselbring T. S., *Using media for developing mental models and anchoring instruction*, American Annals of the Deaf, 139 (special issue), 1994.

¹⁹ Ramsey T. D., *The effects of multimedia interface design on original learning and retention*, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.

²⁰ Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, On the Horizon, MCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.

²¹ Ramsey T. D., *The effects of multimedia interface design on original learning and retention*, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.

²² *Ibidem*.

poprzednich systemów nauczania. Głównym źródłem wiedzy są wszelkiego rodzaju szkice i rysunki wspomagane tylko literaturą naukową.

Studenci kierunków medycznych innych niż lekarski takich jak np.: fizjoterapia, bardzo często są pozbawieni możliwości uczestnictwa w zabiegach związanych z aparaturą medyczną. Pozbawieni są więc najlepszego źródła naukowego, jakim jest doświadczenie w pracy z danym sprzętem. Szeroko pojęte kierunki medyczne mają niejednokrotnie problem z możliwością obcowania z osobami, na których stosuje się leczenie. Bezpośrednim skutkiem takiego stanu rzeczy jest brak obycia i pełnego zrozumienia dla sposobu działania tych skomplikowanych urządzeń. Deficyt w kształceniu powodowany zastąpieniem zdobywania praktycznej wiedzy i obycia ze sprzętem, poprzez naukę ze źródeł płaszczyzny 2D jakim jest literatura, prowadzi w dużej mierze do braku pełnego zrozumienia zasady działania tego środka naprawczego, ponieważ w przypadku tradycyjnych wizualizacji statycznych uczniowie muszą mentalnie manipulować trójwymiarowymi (3D) relacjami z tego, co widzą w dwuwymiarowych (2D) reprezentacjach.²³

Problem z nauką opartą wyłącznie na materiałach płaszczyzny 2D wynika z słabszego rozwinięcia funkcji poznawczych u jednostek, gdzie rozwinięta jest mniej półkula mózgu odpowiedzialna za tzw. „postrzeganie przestrzenne”. Ludzie, u których rozwinięta jest bardziej prawa półkula mózgu, będą mieli większą szansę na poprawne zrozumienie działania danego zagadnienia przestrzennego z płaszczyzny 2D, poprzez wizualizację danego zagadnienia w formie przestrzennej. Natomiast ludzie z bardziej rozwiniętą lewą półkulą mózgu mogą mieć problemy z pozyskaniem wystarczającej do poprawnego zrozumienia zagadnienia wiedzy z literatury czy rysunku.

Animowany model 3D w tym przypadku odgrywa ważną rolę, ponieważ Schnotz omawia dwa sposoby, które mogą ułatwić poprzez animacje przetwarzanie poznawcze. Pierwszy nazywa aktywującą funkcję animacji. Animacje mogą podać dodatkowe informacje, których nie można wyświetlić na zdjęciach. Te dodatkowe informacje pozwalają na dodatkowe przetwarzanie poznawcze. Drugi jest określany jako ułatwiający funkcjonowanie. Animacje są w stanie pomóc uczniom budować dynamiczne modele mentalne sytuacji zapewnienie zewnętrznego wsparcia. W ten sposób animacje ułatwiają przetwarzanie danych poznawczych.²⁴ Natomiast: dynamiczne wizualizacje mogą pomóc uczącym się w zdobywaniu informacji i/ lub budowaniu mentalnych reprezentacji, które w przeciwnym razie byłyby wyzwaniem. Dynamiczne wizualizacje określają przestrzenną organizację elementów i ich zmiany w czasie.²⁵ Dynamiczna wizualizacja trójwymiarowego modelu rotacyjnego daje dodatkowe informacje przestrzenne o modelu 3D, takie jak dodatkowa głębia i wskazówki przestrzenne.²⁶ Zapewnia również wiele anatomicznych widoków, jak również różne perspektywy pozycji modelu w przestrzeni, aspekty, które są uważane za wspomagające postrzeganie przez uczących się złożonej konfiguracji trójwymiarowego obiektu.²⁷

W związku z powyższym nasuwa się pytanie: w jaki sposób można podnieść jakość materiałów dydaktycznych poprzez zastosowanie multimedialnych?

1.3. Koncepcja rozwiązania problemu – multimedialna aplikacja webowa illizarow.wordpress.com

Próba odpowiedzi na pytanie zawarte w podrozdziale 1.2. jest projekt multimedialnej strony internetowej, która jest połączeniem pomiędzy zawartością tekstu, a innych mediów przekazu informacji opartych o wizualizację.

Strona ta jest witryną statyczną, a tematycznie sformułowany materiał tekstowy tworzący główną zawartość edukacyjną, jest wspomagany przez inne media przekazu. Multimediami wspierającymi tekstową formę przekazu są ilustracje, dynamiczna wizualizacja modelu 3D przekazana za pomocą

²³ Pedersen K., *Supporting students with varied spatial reasoning abilities in the anatomy classroom*, Teach Innovat Projects 2:2, 2012.

²⁴ Schnotz W., Rasch T., *Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning*, Educational Technology Research and Development, 53(3), 2005.

²⁵ Betrancourt M., Bauer-Morrison J., Tversky B., *Les animations sont-elles vraiment plus efficaces?*, Rev d'Intell Artif, 2009.

²⁶ Huk T., *Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability*, J Comput Assist Learn, 2006.

²⁷ Hoyek N., Collet C., Rastello O., Fargier P., Thiriet P., Guillot A., *Enhancement of mental rotation abilities and its effect on anatomy learning*, Teach Learn Med., 2009.

animacji. Ilustracje, mają być główną formą wzbogacenia tekstu, ułatwiającą zrozumienie zawartych w tekście, złożonych i nieprzystępnych do pojęcia w formie tekstu informacji.

Kolejnym elementem multimedialnej różnorodności strony jest model stabilizatora stworzony w płaszczyźnie 3D. Wzbogacenie artykułu źródłowego o model 3D znacznie ułatwia zrozumienie w pełni tego jak jest zbudowany i jak działa ten skomplikowany przyrząd ortopedyczny.

Ostatnim, ale nie mniej ważnym elementem strony jest informacja przekazywana w formie animacji. Stanowi ona idealne medium przekazu informacji dla osób, które cechują się problematycznością w rozumowaniu sposobu działania danego aparatu w formie tekstowej. Jest wizualizacją przedstawiającą realny sposób budowy sprzętu, nieskrępowany o ww. problem wynikający z braku wystarczającej umiejętności postrzegania przestrzennego.

2. Charakterystyka etapów realizacji projektu

2.1. Analiza wymagań

Ważnym etapem przed przystąpieniem do pracy nad projektem jest zebranie wymagań dotyczących jego funkcjonalności.

Wymagania dotyczące projektu multimedialnej strony internetowej zostały zebrane w trakcie uczęszczania na rehabilitację do jednej z placówek rehabilitacyjnych, na podstawie obserwacji, rozmów ze studentami, którzy odbywali tam praktykę oraz z pracownikami, którzy prowadzą zajęcia praktyczne z praktykantami. Wymagania podzielono na biznesowe i systemowe.

2.1.1. Wymagania biznesowe

Wymagania biznesowe są to cele biznesowe, które powinny zostać osiągnięte dzięki wytwarzanemu produktowi. Są one realizowane poprzez jedno lub wiele wymagań systemowych.

Wymagania biznesowe dotyczące strony internetowej:

- powinna być prosta i zrozumiała w obsłudze, gdyż potencjalni użytkownicy mogą być na różnych etapach zaawansowania technologicznego,
- przejrzysty i prosty wygląd strony,
- zagadnienia tematu powinny zostać podzielone na podstrony,
- informacje zawarte w każdej z podstron powinny zostać wzbogacone elementami multimedialnymi,
- menu boczne zawierające odnośniki do podstron,
- galeria ze zdjęciami aparatów oraz RTG,
- animowany model 3D aparatu Ilizarowa, który powinien się obracać wokół własnej osi,
- wersja na komputer, tablet i smartfon.

2.1.2. Wymagania systemowe

Wymagania systemowe dotyczą funkcjonalności systemu. Dzielone są na: wymagania funkcjonalne (określają, co system ma robić oraz ewentualnie czego nie powinien) i niefunkcjonalne (związane z jakością oraz wydajnością danego rozwiązania).

Wymagania funkcjonalne i niefunkcjonalne dotyczące strony internetowej:

- otwieranie odnośników do stron internetowych w osobnym oknie przeglądarki (funkcjonalne),
- odtwarzanie filmów z portalu Youtube bezpośrednio na stronie (funkcjonalne),
- powrót do strony głównej z poziomu menu i kliknięcia na logo (funkcjonalne),
- dla wersji na tablet i telefon – wysuwane menu (funkcjonalne),
- otwieranie zakładek z menu w tej samej karcie (funkcjonalne),
- komentowanie zdjęć w widżecie „Galeria” (funkcjonalne),
- możliwość utworzenia strony na każdej dostępnej przeglądarce oraz urządzeniu (niefunkcjonalne),
- nieskomplikowana rozbudowana struktura, która pozwoli potencjalnemu użytkownikowi na łatwe nauczenie się poruszania na stronie (niefunkcjonalne).

2.2. Projektowanie

Na etapie projektowania skoncentrowano się na dwóch zagadnieniach projektowych:

- optymalizacji struktury nawigacyjnej;
- optymalizacji złożoności struktury ekranowej stron.

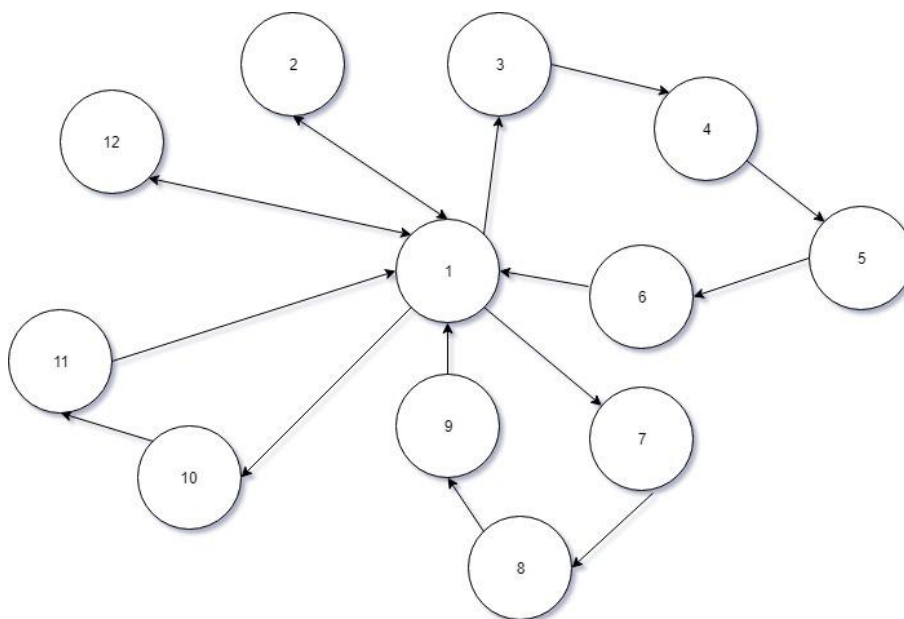
2.2.1. Projektowanie struktury nawigacyjnej

W procesie optymalizacji struktury nawigacyjnej wykorzystano test „zagubienia w przestrzeni” oraz badanie współczynnika kompaktowości i liniowego uporządkowania.

W przypadku analizy pierwszego wariantu struktury nawigacyjnej celem zastosowania testu „zagubienia w przestrzeni” było określenie kierunku optymalizacji struktury nawigacyjnej (dążenie do struktury hierarchicznej lub sieciowej). W dwóch pozostałych przypadkach wyniki testu stanowiły podstawę do określenia skuteczności procesu optymalizacji.

2.2.1.1. Pierwszy wariant struktury nawigacyjnej

Pierwszy wariant struktury nawigacyjnej przedstawiony na rysunku 7 jest odpowiedni dla nowicjuszy – osób, które mają niewielkie doświadczenie w strukturze i może u nich wystąpić dezorientacja.²⁸ Dlatego w strukturze wykorzystano zjawisko „prowadzenia za rękę”, gdzie materiał jest podzielony na „porcje” oraz są przedstawione etapy w jakiej kolejności powinny zostać przyswojone przez użytkownika.



Rys. 7. Model sieciowy pierwszego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

• Test „zagubienia w przestrzeni”

Przeprowadzenie testu ma na celu sprawdzenie w jakim stopniu przyszły użytkownik jest w stanie odnaleźć się w strukturze aplikacji. Dzięki temu zostaną ukazane nieścisłości projektu, które będą mogły zostać zlikwidowane, co pozwoli na ułatwienie korzystania z multimedialnej strony internetowej przyszłym użytkownikom.²⁹

$$L = \sqrt{\left(\frac{D}{T} - 1\right)^2 + \left(\frac{R}{D} - 1\right)^2} \quad (1)$$

T – łączna liczba stron odwiedzonych przez uczestnika zadania;

D – liczba odrębnych stron odwiedzonych przez uczestnika zadania;

R – minimalna liczba odwiedzin strony wymaganych do wykonania określonego zadania.

Każda z 5 testujących osób otrzymała trzy zadania związane z funkcjonalnością multimedialnej strony internetowej:

- zobaczyć film jak montowany jest aparat Ilizarowa,
- zobaczyć literaturę, która została wykorzystana w artykułach,
- zobaczyć jak wygląda muzeum poświęcone G. Ilizarow.

²⁸ Chen S. Y., Fan J. P., Macredie R. D., *Navigation in Hypermedia Learning Systems: Ex-perts vs. Novices*, Brunel University Department of Information Systems and Computing Uxbridge, Middlesex, UB8 3PH, UK.

²⁹ Ahmed I., Blustein J., *Influence of spatial ability in navigation: using look – ahead bre-adcrumbs on The Web*, Int. J. Web Based Communities, Vol. 2, No. 2, 2006.

Na podstawie uzyskanych danych dotyczących łącznej liczby odwiedzonych stron oraz liczby odrębnych stron, które zostały odwiedzone, zostały dokonane obliczenia na podstawie wzoru (1):

PODSTRONA MONTOWANIE ILIZAROWA

$$L = \sqrt{(6/7 - 1)^2 + (5/6 - 1)^2} = 0,22$$

$$L = \sqrt{(5/5 - 1)^2 + (5/5 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(6/7 - 1)^2 + (5/6 - 1)^2} = 0,22$$

$$L = \sqrt{(8/9 - 1)^2 + (5/8 - 1)^2} = 0,39$$

$$L = \sqrt{(5/5 - 1)^2 + (5/5 - 1)^2} = 0$$

PODSTRONA BIBLIOGRAFIA

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

PODSTRONA MUZEUM ILIZAROWA W KURGANIE

$$L = \sqrt{(8/10 - 1)^2 + (3/8 - 1)^2} = 0,65$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (3/3 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (3/3 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(5/7 - 1)^2 + (3/5 - 1)^2} = 0,49$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (3/3 - 1)^2} = 0$$

Wnioski: Obliczona średnia z powyższych wyników wynosi 0,131 co świadczy o tym, że struktura nawigacyjna strony internetowej jest przyjazna dla użytkownika. Jednak widać po powyższych wynikach, że występuje mimo to zagubienie w przestrzeni, w związku z czym konieczne jest wprowadzenie korekt w strukturze nawigacyjnej.

• Badanie współczynnika kompaktowości

Kompaktowość wyraża stopień zwartości struktury (liniowa, hierarchiczna, sieciowa). Jego wartość mieści się w przedziale od 0 (węzły niepołączone) do 1 (węzły w pełni połączone).³⁰

Pierwszym etapem przy przeprowadzaniu badania było stworzenie w arkuszu Excel macierzy odległości między węzłami (Rys. 8).

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1
2	1	0	2	3	4	5	2	3	1	2	3	2
3	4	5	0	1	2	3	5	6	7	5	6	5
4	3	4	4	0	1	2	4	5	6	4	5	4
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2
7	3	4	4	5	6	7	0	1	2	4	5	4
8	2	3	3	4	5	6	3	0	1	3	4	3
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2
10	2	3	3	4	5	6	3	4	5	0	1	3
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0

Rys. 8. Macierz odległości pierwszego wariantu struktury nawigacyjnej

Źródło: opracowanie własne

³⁰ McEneaney J. E., *Graphic and numerical methods to assess navigation in hypertext*, Int. J. Human – Computer Studies, 2001.

- obliczenie dystansu (1) oznaczonego jako CD, który jest miarą powiązania sieci i jej rozmiaru,
- obliczenie maksymalnego (3) i minimalnego (4) dystansu, które odnoszą się do wartości maksymalnych i minimalnych przeliczonej macierzy odległości.³¹

$$CD_{\text{Max}} = K(n^2 - n) \quad (3)$$

n – ilość węzłów;

n – ilość węzłów;

$$CP = \frac{(CD_{Max} - \sum_i \sum_j C_{ij})}{CD_{Max} - CD_{Min}} \quad (5)$$

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1
2	1	0	2	3	4	5	2	3	1	2	3	2
3	4	5	0	1	2	3	5	6	7	5	6	5
4	3	4	4	0	1	2	4	5	6	4	5	4
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2
7	3	4	4	5	6	7	0	1	2	4	5	4
8	2	3	3	4	5	6	3	0	1	3	4	3
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2
10	2	3	3	4	5	6	3	4	5	0	1	3
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0

Źródło: opracowanie własne

- **Badanie współczynnika liniowego uporządkowania**

Współczynnik liniowego uporządkowania odzwierciedla liniowy porządek ukryty w badanej strukturze. Wraz ze wzrostem współczynnika kompaktowości, współczynnik liniowego uporządkowania maleje.³²

³¹ McEneaney J. E., *Graphic and numerical methods to assess navigation in hypertext*, Int. J. Human – Computer Studies, 2001.

³² McEneaney J. E., *Graphic and numerical methods to assess navigation in hypertext*, Int. J. Human – Computer Studies, 2001.

(wierszem) a stanem przeciwnym (kolumną) węzłów, oznaczonym jako AP (Absolute Prestige).³³

Kolejnym etapem było policzenie absolutnego liniowego prestiżu (LAP), gdzie dla ilości parzystej węzłów, prestiż liniowy jest liczony ze wzoru (6), a nieparzystej (7).

$$\text{LAP} = \frac{n^3}{4} \quad (6)$$

$$\text{LAP} = \frac{n^3 - n}{4} \quad (7)$$

$$St = \frac{\text{ABSOLUTE PRESTIGE}}{\text{LAP}} \quad (8)$$

W przypadku analizowanej struktury liczba węzłów $n = 12$. Wobec tego zastosowany został wzór (6).

Na końcowym etapie przystąpiono do obliczenia współczynnika liniowego uporządkowania – ST (8). Wszystkie obliczenia zostały wykonane w arkuszu i przedstawione na rysunku 10.

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Status	Prestige
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1	21	0
2	1	0	2	3	4	5	2	3	1	2	3	2	28	3
3	4	5	0	1	2	3	5	6	7	5	6	5	49	21
4	3	4	4	0	1	2	4	5	6	4	5	4	42	7
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3	35	7
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2	28	21
7	3	4	4	5	6	7	0	1	2	4	5	4	45	16
8	2	3	3	4	5	6	3	0	1	3	4	3	37	0
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2	29	13
10	2	3	3	4	5	6	3	4	5	0	1	3	39	9
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2	30	9
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0	31	0
SC	21	31	28	35	42	49	29	37	42	30	39	31		
					n	AP	LAP	ST						
					12	106	432	0.25						

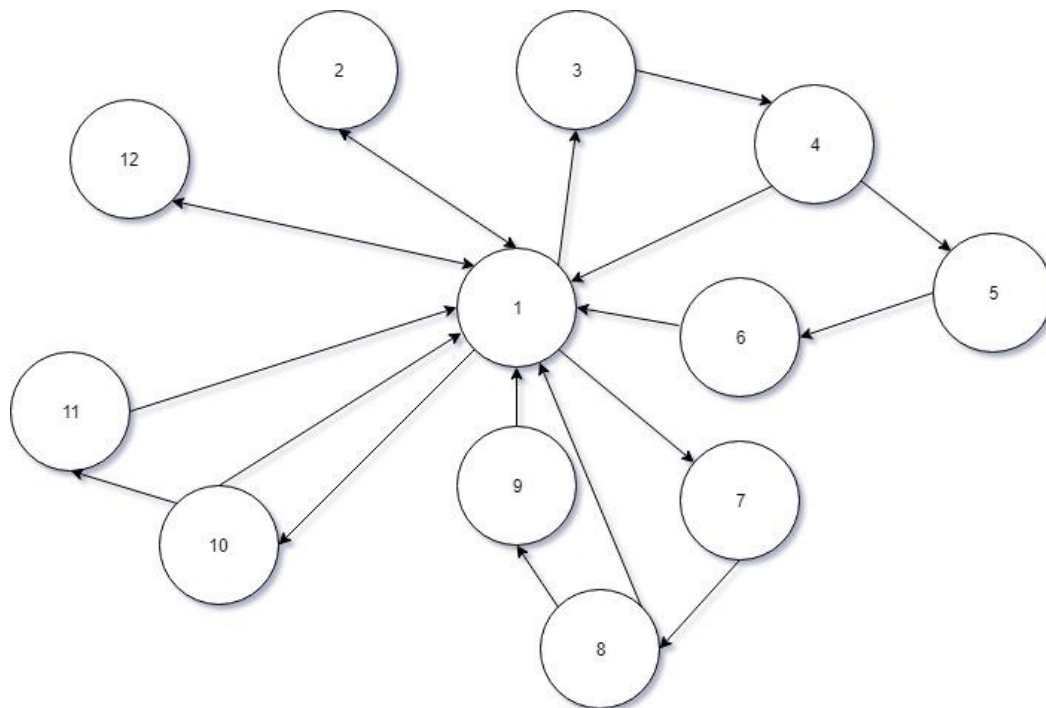
Rys. 10. Obliczenia współczynnika liniowego uporządkowania pierwszego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

Wnioski: Uzyskany wynik 0,25 informuje o tym, że w strukturze nawigacji istnieją ścieżki o liniowej sekwencji.

2.2.1.2. Drugi wariant struktury nawigacyjnej

Drugi wariant struktury przedstawiony na rysunku 11 uwzględnia możliwość przyswajania wiedzy mniejszymi porcjami, co zostało uzyskane poprzez dodanie nowych połączeń między węzłami.

³³ Weihui D., Youwey W., Youwen W., *Quantitative Analysis of Website Based on Web Graph Theory*, Fudan University, Shanghai, Chiny, 2004.



Rys. 11. Model sieciowy drugiego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

- **Badanie współczynnika kompaktowości**

ZDO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1
2	1	0	2	3	4	5	2	3	4	2	3	2
3	2	3	0	1	2	3	3	4	5	3	4	3
4	1	2	2	0	1	2	2	3	4	2	3	2
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2
7	2	3	3	4	5	6	0	1	2	3	4	3
8	1	2	2	3	4	5	2	0	1	2	3	2
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2
10	1	2	2	3	4	5	2	3	4	0	1	2
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0

Rys. 12. Macierz odległości drugiego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1
2	1	0	2	3	4	5	2	3	4	2	3	2
3	2	3	0	1	2	3	3	4	5	3	4	3
4	1	2	2	0	1	2	2	3	4	2	3	2
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2
7	2	3	3	4	5	6	0	1	2	3	4	3
8	1	2	2	3	4	5	2	0	1	2	3	2
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2
10	1	2	2	3	4	5	2	3	4	0	1	2
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0
			n	K	CD	CD Max	CD Min	CP				
			12	12	354	1584	132	0.85				

Rys. 13. Obliczenia współczynnika kompaktowości drugiego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

Wnioski: Współczynnik kompaktowości wynosi 0,85, co pozwala stwierdzić, że struktura ma nadal charakter niepełnej sieci.

- **Badanie współczynnika liniowego uporządkowania**

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Status	Prestige
1	0	1	1	2	3	4	1	2	3	1	2	1	21	7
2	1	0	2	3	4	5	2	3	4	2	3	2	31	7
3	2	3	0	1	2	3	3	4	5	3	4	3	33	10
4	1	2	2	0	1	2	2	3	4	2	3	2	24	8
5	2	3	3	4	0	1	3	4	5	3	4	3	35	4
6	1	2	2	3	4	0	2	3	4	2	3	2	28	18
7	2	3	3	4	5	6	0	1	2	3	4	3	36	13
8	1	2	2	3	4	5	2	0	1	2	3	2	27	5
9	1	2	2	3	4	5	2	3	0	2	3	2	29	11
10	1	2	2	3	4	5	2	3	4	0	1	2	29	5
11	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	0	2	30	3
12	1	2	2	3	4	5	2	3	4	2	3	0	31	7
SC	14	24	23	32	39	46	23	32	40	24	33	24		
					n	AP	LAP	ST						
					12	98	432	0.23						

Rys. 14. Obliczenia współczynnika liniowego uporządkowania drugiego wariantu struktury nawigacyjnej

Wnioski: Uzyskany wynik 0,23 informuje o tym, że nadal udało się utrzymać elementy strony o strukturze liniowej.

- **Test „zagubienia w przestrzeni”**

Każda z 5 testujących osób otrzyma trzy zadania związane z funkcjonalnością multimedialnej strony internetowej:

- zobaczyć film jak montowany jest aparat Ilizarowa,
- zobaczyć literaturę, która została wykorzystana w artykułach,
- zobaczyć jak wygląda muzeum poświęcone G. Ilizarow.

Na podstawie uzyskanych danych dotyczących łącznej liczby odwiedzonych stron oraz liczby odrębnych stron, które zostały odwiedzone, zostały dokonane obliczenia:

PODSTRONA MONTOWANIE ILIZAROWA

$$L = \sqrt{(5/5 - 1)^2 + (5/5 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(4/9 - 1)^2 + (5/4 - 1)^2} = 0,60$$

$$L = \sqrt{(5/5 - 1)^2 + (5/5 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(8/9 - 1)^2 + (5/8 - 1)^2} = 0,39$$

$$L = \sqrt{(5/5 - 1)^2 + (5/5 - 1)^2} = 0$$

PODSTRONA BIBLIOGRAFIA

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \text{sqrt}((2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2) = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

PODSTRONA MUZEUM ILIZAROWA W KURGANIE

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (2/3 - 1)^2} = 0,33$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

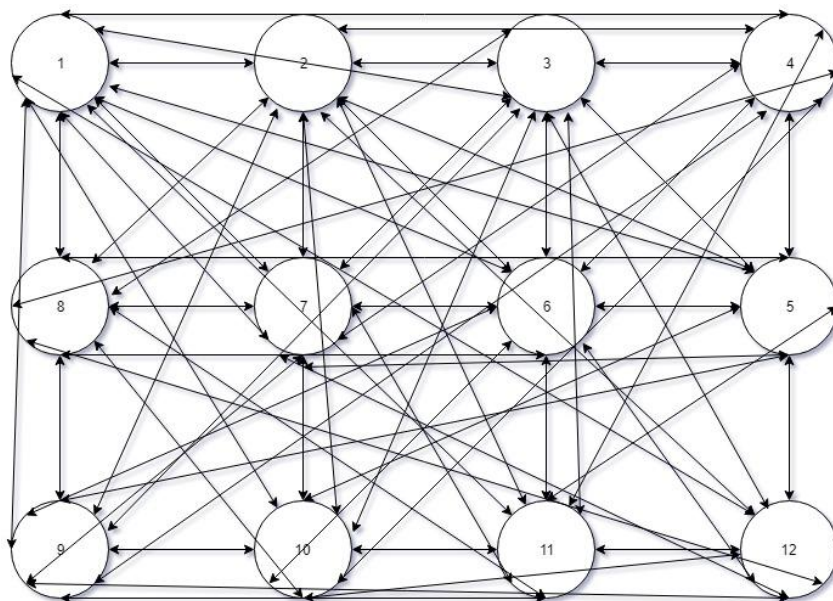
$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (2/3 - 1)^2} = 0,33$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

Wnioski: Obliczona średnia z powyższych wyników wynosi 0,11 co świadczy o tym, że struktura nawigacyjna strony internetowej jest przyjazna dla użytkownika, ponieważ nie przekroczyła wartości 0,4. W pewnych przypadkach wystąpiło zjawisko zagubienia w przestrzeni ($L=0,6$), ale dotyczyło ono innych elementów struktury.

2.2.1.3. Trzeci wariant struktury nawigacyjnej

Trzeci wariant struktury nawigacyjnej przedstawiony na rysunku 15 jest przeznaczony dla ekspertów – osób, które mają doświadczenie w strukturze, przez swoją reprezentację mentalną, która u nowicjusza bywa chaotyczna.³⁴ W tej strukturze użytkownik ma możliwość wyboru własnej drogi przyswajania materiału, dzięki zastosowaniu połączeń między wszystkimi węzłami.



Rys. 15. Model sieciowy trzeciego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

• Badanie współczynnika kompaktowości

Z/DO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

Rys. 16. Macierz odległości trzeciego wariantu struktury nawigacyjnej
Źródło: opracowanie własne

³⁴ Chen S. Y., Fan J. P., Macredie R. D., *Navigation in Hypermedia Learning Systems: Ex-perts vs. Novices*, Brunel University Department of Information Systems and Computing Uxbridge, Middlesex, UB8 3PH, UK.

PODSTRONA BIBLIOGRAFIA

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (2/3 - 1)^2} = 0,33$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (2/3 - 1)^2} = 0,33$$

PODSTRONA MUZEUM ILIZAROWA W KURGANIE

$$L = \sqrt{(3/3 - 1)^2 + (2/3 - 1)^2} = 0,33$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

$$L = \sqrt{(2/2 - 1)^2 + (2/2 - 1)^2} = 0$$

Wnioski: Obliczona średnia z powyższych wyników wynosi 0,11 co świadczy o tym, że struktura nawigacyjna strony internetowej jest przyjazna dla użytkownika, ponieważ nie przekroczyła wartości 0,4. Biorąc pod uwagę fakt, że średnia wartości testu „zagubienia w przestrzeni” oscyluje wokół 0,1, a pojedyncze przypadki zagubienia w przestrzeni są porównywalne, możemy stwierdzić, że trzeci wariant struktury nawigacyjnej zawierający w sobie elementy wariantów poprzednich (wskazuje na to wartość parametru ST) jest akceptowalnym wynikiem procesu optymalizacji struktury nawigacyjnej.

2.2.2. Projektowanie struktur ekranowanych – analiza złożoności graficznej

Analiza złożoności graficznej bazuje na wynikach uzyskanych w czasie obliczeń entropii według wzoru C. E. Shannona (9). Im wyższa jest wartość otrzymanego wyniku tym poziom analizowanej struktury wzrasta, co w przypadku struktur ekranowych przekłada się na trudności z ich percepcją. Metoda pomiaru złożoności ekranowej na bazie parametru uporządkowania systemowego pozwala na pomiar stopnia uporządkowania i złożoności struktur, która jest zdeterminowana przez ilość klas obiektów powstałych w wyniku ich grupowania pod kątem szerokości, wysokości oraz częstości występowania.³⁵

$$L_c = - \sum_{i=1}^c p_i \log_2 p_i \quad (9)$$

C – ilość klas.

p_i – odsetek obiektów w danej klasie.

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (10)$$

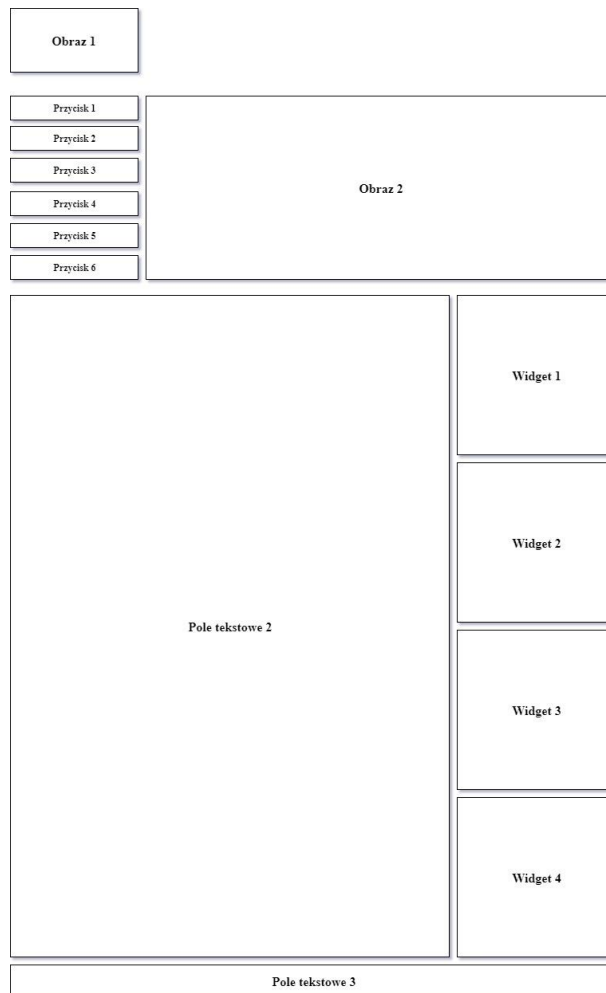
N – całkowita liczba obiektów.

n_i – ilość obiektów w danej klasie.

• Pomiar złożoności graficznej strony wzorcowej

Przed dokonaniem pomiaru złożoności graficznej projektowanej strony, został dokonany pomiar złożoności dla istniejącej strony (Rys. 19) o spokrewnionej tematyce i o podobnych elementach interfejsu. W związku z identyczną budową na stronie głównej i podstronach, pomiar zostanie wykonany tylko dla jednego schematu.

³⁵Jaskuła B., *Wprowadzenie do projektowania interaktywnych systemów komputerowych*, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Rzeszów, 2014.



Rys. 19. Budowa interfejsu strony aparatilizarowa.pl
Źródło: opracowanie własne

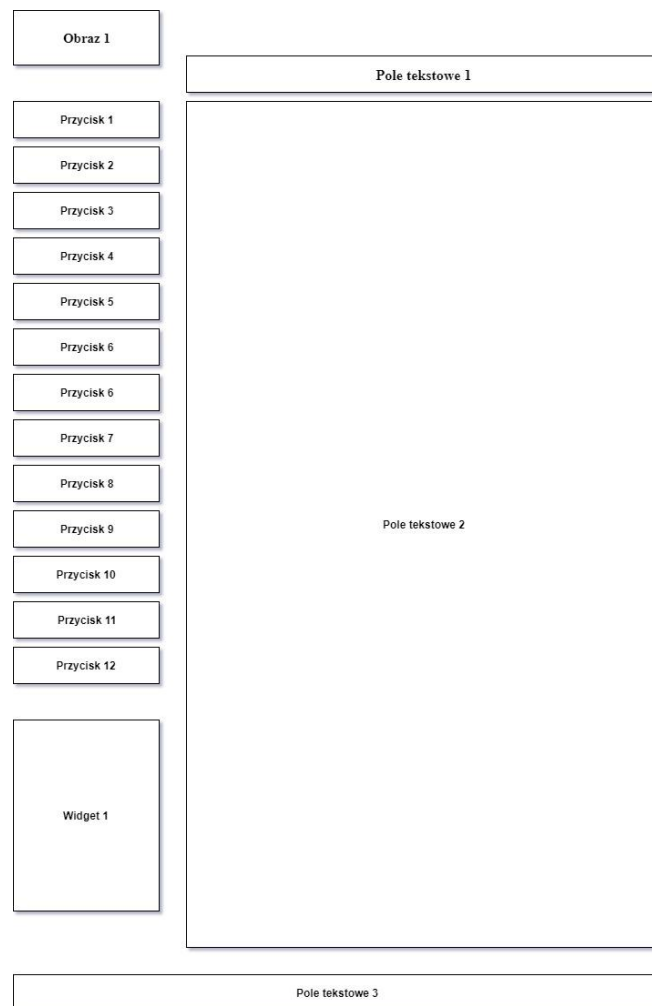
$$N = 14, C = 6$$

$$Lc = -\left(\frac{1}{14} \log_2 \frac{1}{14} + \frac{6}{14} \log_2 \frac{6}{14} + \frac{1}{14} \log_2 \frac{1}{14} + \frac{4}{14} \log_2 \frac{4}{14} + \frac{1}{14} \log_2 \frac{1}{14} + \frac{1}{14} \log_2 \frac{1}{14}\right) = 2,1 \text{ bita}$$

Złożoność graficzna strony wzorcowej wynosi 2,1 bita.

- Pomiar złożoności graficznej strony projektowanej**

W projekcie podobnie jak w przykładzie strony wzorcowej strona główna oraz podstrony mają identyczną budowę, co pozwala na obliczenie złożoności struktur graficznych dla jednego schematu budowy (Rys. 20).



Rys. 20. Budowa interfejsu projektowanej strony
Źródło: opracowanie własne

$$N = 17, C = 6$$

$$L_c = -\left(\frac{1}{17} \log_2 \frac{1}{17} + \frac{12}{17} \log_2 \frac{12}{17} + \frac{1}{17} \log_2 \frac{1}{17} + \frac{1}{17} \log_2 \frac{1}{17} + \frac{1}{17} \log_2 \frac{1}{17} + \frac{1}{17} \log_2 \frac{1}{17}\right) = 1,5 \text{ bita}$$

Złożoność graficzna strony wzorcowej wynosi 1,5 bita.

Wnioski: Porównując złożoności obydwu witryn internetowych można stwierdzić, że struktura ekranowa projektowanych stron jest bardziej uporządkowana, niż struktura strony wzorcowej.

2.3. Implementacja

Przy tworzeniu projektu zostały wykorzystane narzędzia do tworzenia grafiki 2D i 3D. Skorzystano także z systemu do zarządzania treścią.

Praca nad projektem została podzielona na trzy etapy. Pierwszy z nich polegał na wymodelowaniu aparatu w technologii 3D. Następnie model został zaanimowany. Na ostatnim trzecim etapie utworzono stronę internetową i zamieszczono na niej przygotowane wcześniej materiały.

2.3.1. Charakterystyka narzędzi implementacji

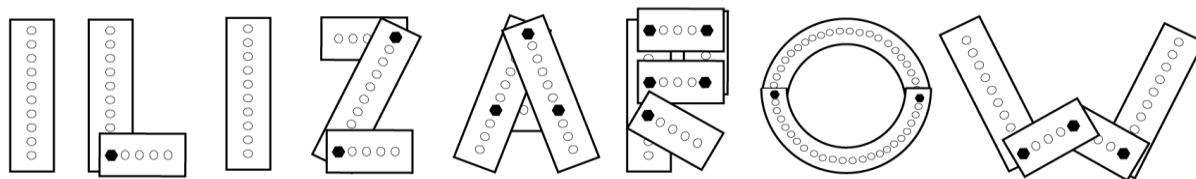
- **Adobe Illustrator**

Konkurencyjny dla CorelDRAW program firmy Adobe System. Jest to narzędzie do edycji grafiki wektorowej, zaprojektowany pod kątem projektowania i tworzenia ilustracji.

Zaletą Illustratora jest intuicyjny interfejs użytkownika, możliwość eksportu do grafiki SVG, zmiana w każdej chwili obszaru roboczego bez utraty na jakości tworzonego projektu, opcje pędzla,

które umożliwiają tworzenie precyzyjnych pędzli oraz intuicyjne łączenie, edytowanie i usuwanie kształtów.

W edytorze graficznym Illustrator zostało zaprojektowane logo strony internetowej (Rys. 21) przy użyciu kształtów wektorowych.



Rys. 21. Logo strony
Źródło: opracowanie własne

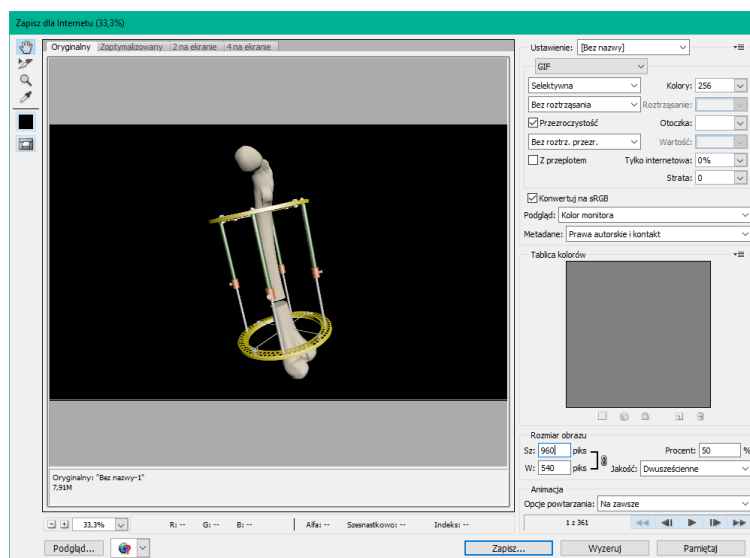
- **Adobe Photoshop**

Program firmy Adobe System do edycji grafiki rastrowej, z obsługą kształtów wektorowych, modeli 3D, a nawet plików wideo.

Jego głównym zastosowaniem jest edycja i obróbka fotografii cyfrowej, tworzenie grafiki na potrzeby Internetu, czy też poligrafii.

Photoshop daje możliwość tworzenia projektów, składających się z nieograniczonej ilości warstw, masek, grafik w wysokiej rozdzielczości, zgranie łączonych ze sobą za pośrednictwem szerokiej gamy filtrów i efektów, dodatkowym atutem jest możliwość tworzenia prostych animacji poklatkowych z gotowych elementów oraz obsługa niektórych rozszerzeń wideo.

Dostępna w programie funkcja importu klamek wideo, pozwoliła na zapisanie wcześniej wyrenderowanych wideo jako zapętlonej animacji w wersji dla Internetu (Rys. 22). Program posłużył także do przygotowanie materiałów graficznych na stronę internetową, m.in. do stworzenia krótkiej animacji na główną stronę oraz opracowania zdjęć.



Rys. 22. Okno "Zapisz dla Internetu"
Źródło: opracowanie własne

- **Autodesk 3Ds Max**

Oprogramowanie, które służy do tworzenia, dostosowywania, renderowania i opracowywania modeli trójwymiarowych oraz animacji.

W swojej ofercie ma pełną gamę zaawansowanych narzędzi, w połączeniu z przejrzystym interfejsem nadaje się do pracy dla każdego użytkownika. 3D max posiada system animacji postaci dwunożnych, symulacji fizyki, czy też funkcje do kontroli animacji za pośrednictwem wykresów i diagramów.

W programie został wykonany trójwymiarowy model Aparatu Ilizarowa. Dzięki rozbudowanym funkcją edytora materiałów została nadana metaliczna tekstura poszczególnym elementom aparatu. Zaprogramowano także w aplikacji animacje modelu 3D wokół własnej osi.

- **Wordpress**

Darmowy systemem do zarządzania treścią, opartym na języku PHP i bazie danych MySQL. Wcześniej służył do zarządzania blogami. Obecnie za jego pomocą można tworzyć także strony internetowe, portfolio oraz sklepy internetowe.

Posiada prosty w obsłudze panel administracyjny, dający dostęp do wszystkich funkcji strony internetowej. Oferuje gotowe skrypty – wtyczki, dzięki którym możliwe jest wzbogacenie strony internetowej o dodatkowe funkcje takie jak: galeria zdjęć, sonda, ankieta, czy subskrypcje email. System daje możliwość zmodyfikowania lub stworzenia własnej wtyczki, czy szablonu graficznego, oczywiście przy znajomości języków HTML i PHP.

Wordpress to nie tylko narzędzie do instalacji na własnym serwerze, ale też darmowa platforma Wordpress.com, która posiada w swojej ofercie darmowy serwer z różnymi pakietami funkcji.

Do stworzenia strony internetowej skorzystano zarówno z systemu Wordpress, jak i z platformy Wordpress.com.

2.3.2. Charakterystyka etapów implementacji

2.3.2.1. Modelowanie i animacja aparatu Ilizarowa

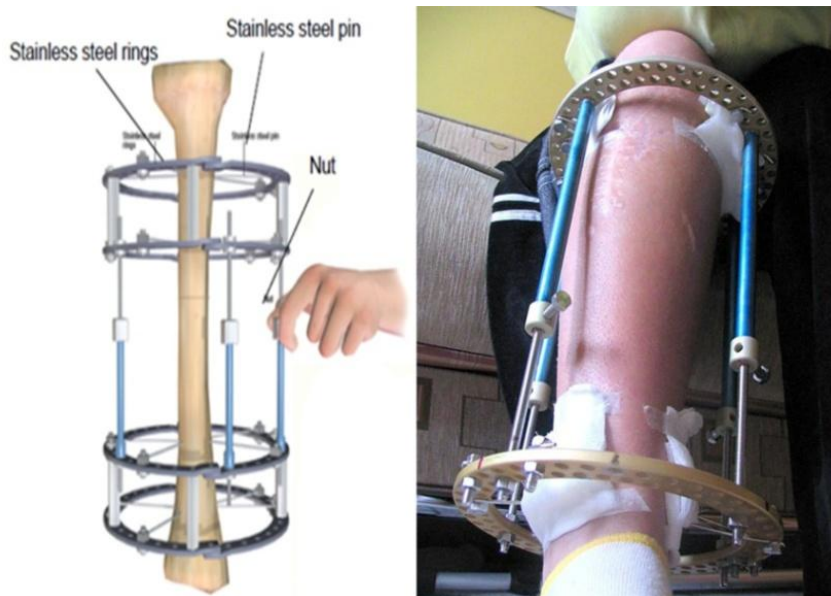
Proces opracowywania kluczowego elementu strony internetowej jakim jest dynamiczna prezentacja aparatu Ilizarowa realizowano w dwóch etapach: modelowania i animacji.

- **Modelowanie 3D**

Przed przystąpieniem do opisu etapów modelowania prototypu 3D aparatu Ilizarowa warto poznać jego budowę:

„Konstrukcja zewnętrzna stabilizatora Ilizarowa składa się z kilku podstawowych, występujących w typoszeregach wymiarowych, elementów. Stabilizator ten składa się z następujących części: pierścieni i półpierścieni stabilizacyjnych, łuków, prętów teleskopowych i prętów gwintowanych różnej długości łączących pierścienie między sobą, oraz różnego typu drobnych elementów umożliwiających prawidłowe umocowanie oddalonych od płaszczyzn pierścieni drutów Kirschnera jak: śruby z nacięciem i bez nacięcia, łączy przegubowe, nadstawki, podkładki dystansowe i inne.”³⁶

Model 3D przestrzennego stabilizatora został stworzony na podstawie zdjęcia i rysunku poglądowego (Rys. 23). Każdy z elementów konstrukcyjnych był modelowany jako osobny moduł.

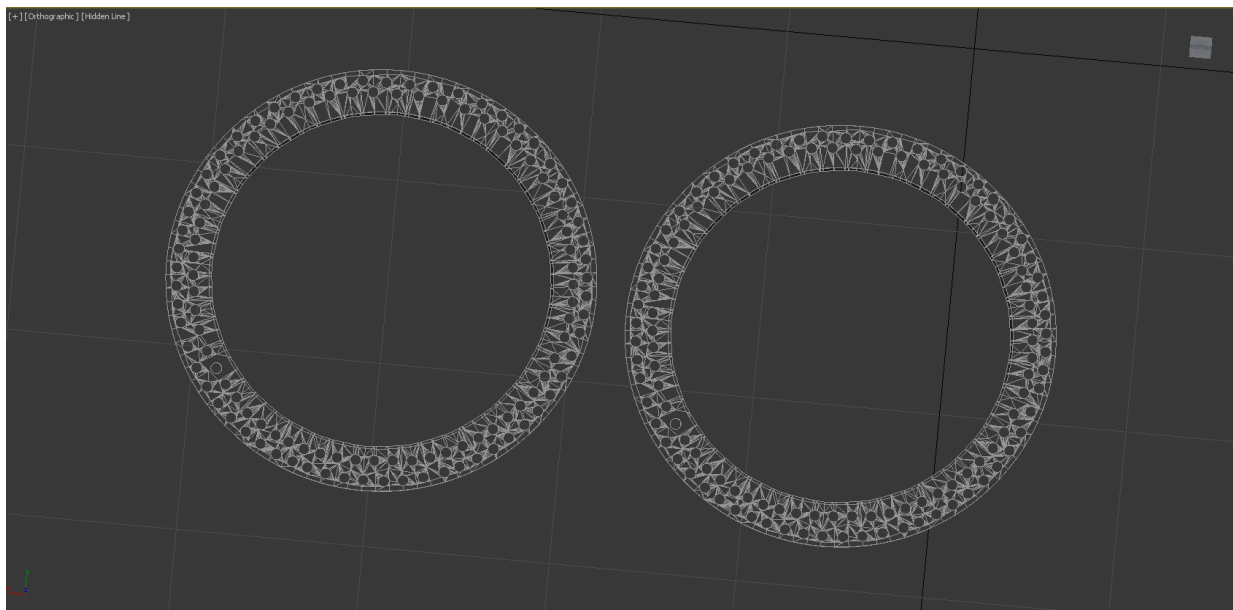


Rys. 23. Grafiki poglądowe tworzonego modelu

Źródło: <https://www.nuh.com.sg/>, <http://www.photoblog.pl/katarzynaa87/>

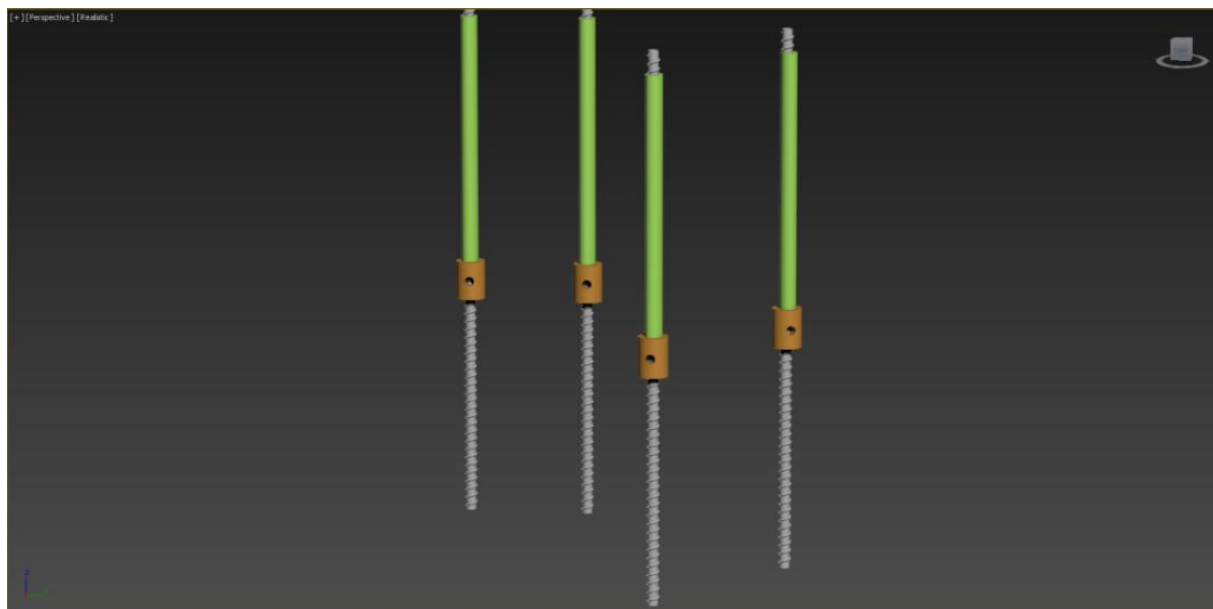
³⁶ Mazurkiewicz S., Tutaj J., Juda Z., Woźny Z., *Problemy Nauk Stosowanych*, Szczecin, 2014.

Pierwszym etapem tworzenia aparatu było wymodelowanie dwóch pierścieni z otworami (Rys. 24). Z obiektu *Cone* stworzono dwie obręcze, natomiast przy pomocy narzędzia *Collapse* i modyfikatora *Editable Mesh*, zostały wycięte otwory oraz wygładzone krawędzie.



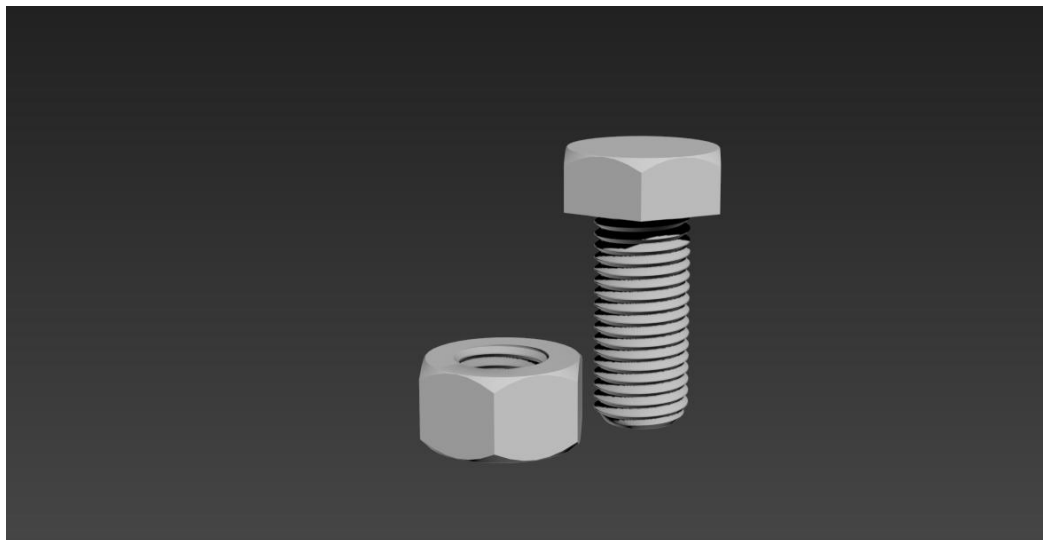
Rys. 24. Model pierścieni
Źródło: opracowanie własne

Następnie wymodelowano pręt teleskopowy (Rys. 25) z obiektów *Cone* i *Helix*. Wycięcia w obiektach zrobiono przy użyciu narzędzia *Collapse*. Natomiast gwinty prętów zostały uformowane dzięki funkcjom modyfikatora *Editable Poly*. Biorąc pod uwagę, że pręty teleskopowe mają być identyczne skorzystano z *Clone Options* (Lewy Shift + *Select and Move*), co pozwoliło na utworzenie trzech kopii wcześniej utworzonego zespołu elementów.



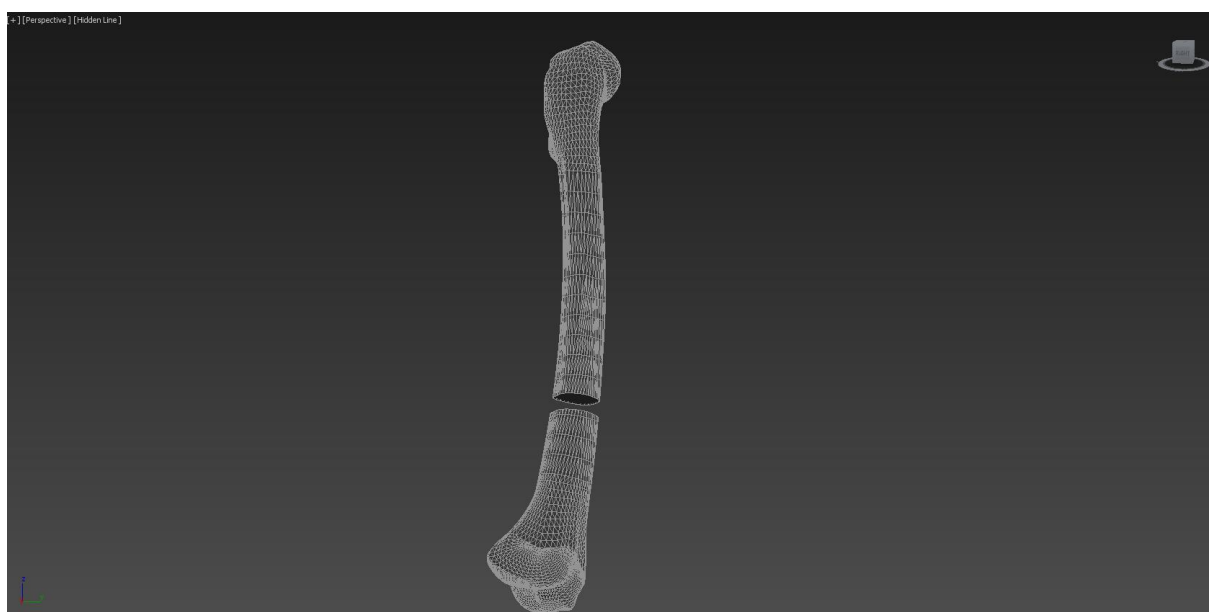
Rys. 25. Pręty teleskopowe
Źródło: opracowanie własne

W następnej kolejności utworzono elementy mocujące, takie jak śruby i nakrętki (Rys. 26). Śruby powstały z dwóch zgrupowanych ze sobą części: gwintowanego trzonu, który został wymodelowany tak samo jak pręt oraz główki, która została uformowana z obiektu *Cylinder*. Za pomocą obiektu *Cylinder* i narzędzia *Collapse* stworzono nakrętki do elementu połączenia. Tak jak poprzednio przy użyciu opcji *Clone Options* powielono dwanaście śrub oraz szesnaście nakrętek.



Rys. 26. Elementy łączące
Źródło: opracowanie własne

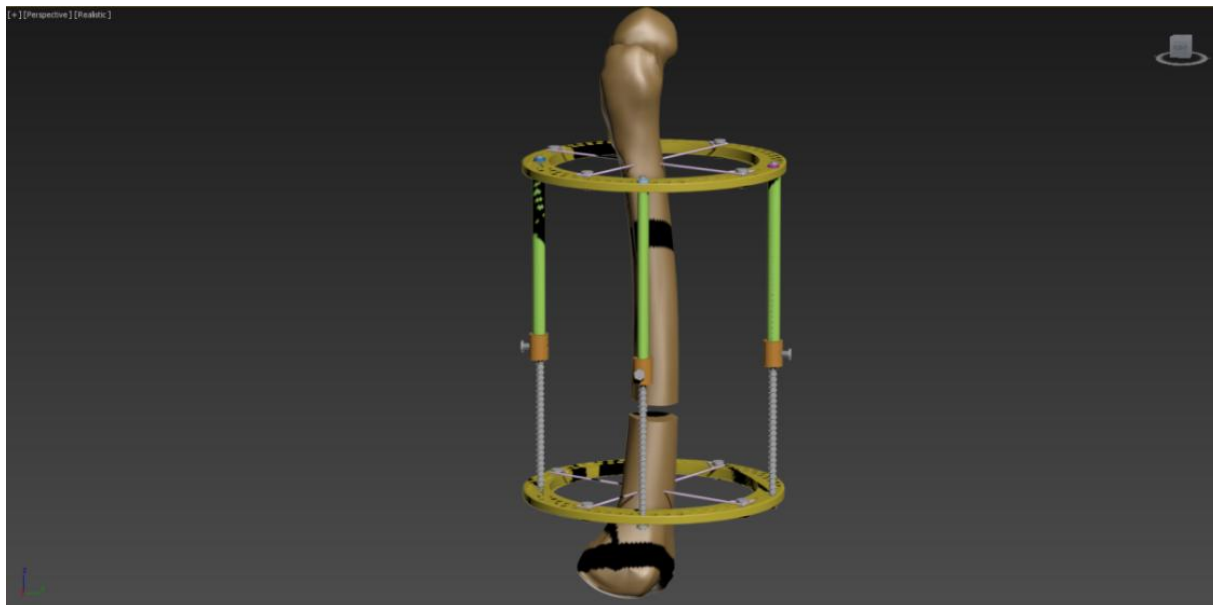
Kolejny etap polegał na utworzeniu pustego projektu i zaimportowaniu modelu kości udowej (pobranego z <https://free3d.com> na licencji „Personal Use License”). Ze względu na to, że przy zakładaniu stabilizatora kość jest poddawana osteotomii, prototyp kości został za pomocą modyfikatora *Editable Poly* przecięty na dwie nierówne części (Rys. 27). Przez to, że model był utworzony z siatki, w miejscu przecięcia elementy były otwarte. Defekt ten został zniwelowany za pomocą modyfikatora *Extrude*.



Rys. 27. Model kości po przecięciu
Źródło: opracowanie własne

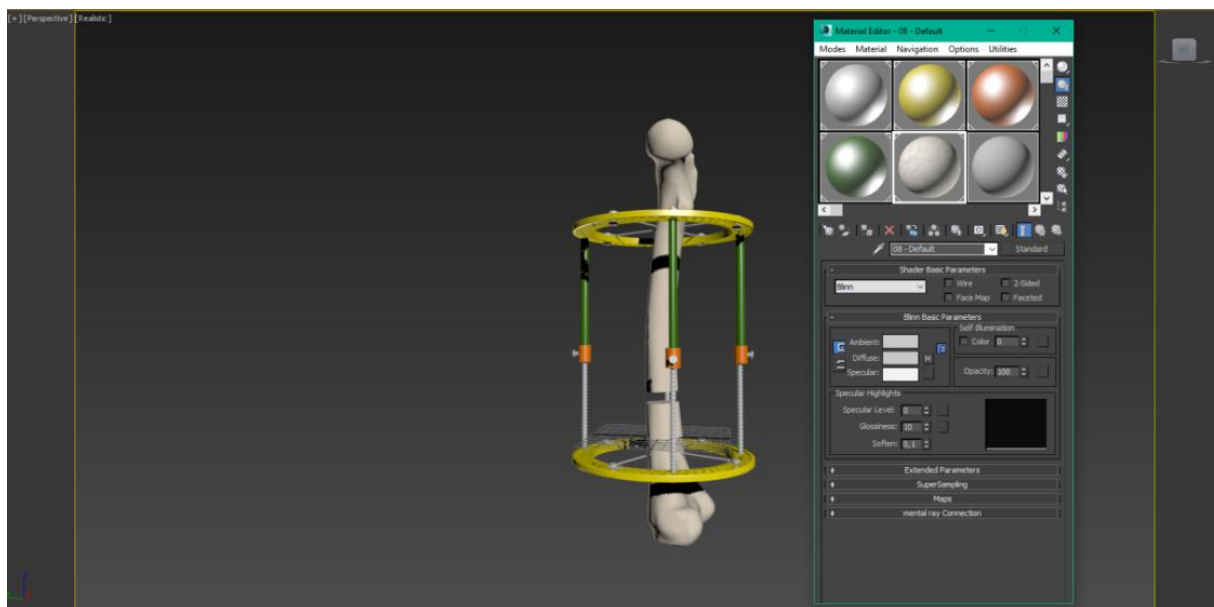
Po przygotowaniu wcześniej wymienionego elementu, zaimportowano pozostałe elementy. Podczas łączenia ze sobą poszczególnych elementów korzystano z narzędzia *Select and Non-uniform Scale*, które umożliwiło dokładne dopasowanie.

Po połączeniu ze sobą poszczególnych modułów, zostały wymodelowane cztery druty Kischnera, które przymocowują ramę do kości. Do uformowania skorzystano z obiektu *Line*, który posiada zaawansowane ustawienia modelowania, co pozwoliło na uzyskanie zagiętych końców drutów. Na koniec zostały „przełożone” przez kość i przymocowane za pomocą śrub do pierścieni (Rys. 28).



Rys. 28. Model Aparatu Illizarova
Źródło: opracowanie własne

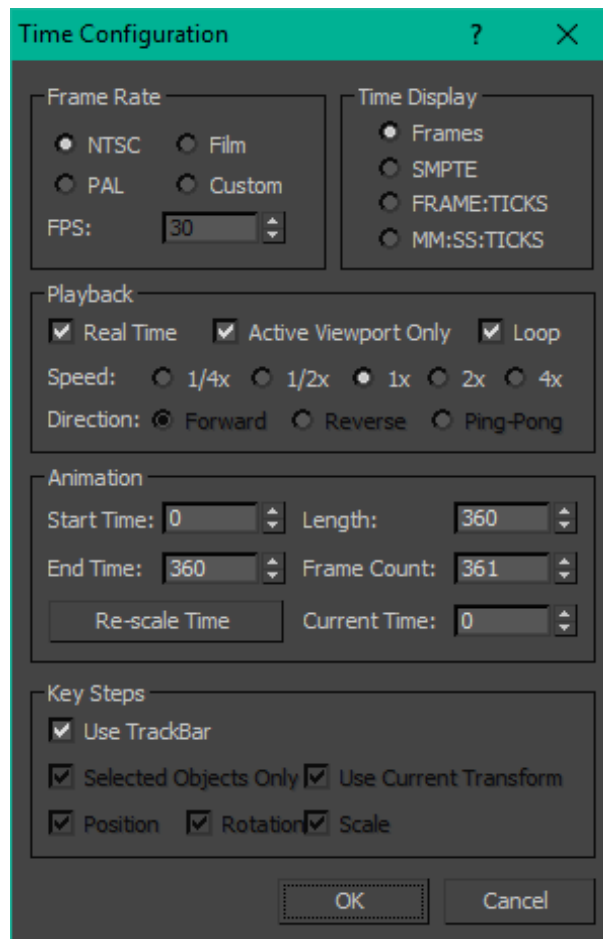
Na koniec nadano poszczególnym elementom teksturę przy pomocy narzędzia *Material Editor* (Rys. 29). Dla metalowych elementów został stworzony efekt metalicznego połysku, a dla kości materiał pobrano z darmowego banku tekstur (<http://bgfons.com>).



Rys. 29. Okno "Material Editor"
Źródło: opracowanie własne

- **Animacja modelu**

Przed przystąpieniem do pracy nad animacją, najpierw zgrupowano wszystkie elementy, aby w czasie próby tworzenia ruchu obrotu wokół własnej osi nie pominąć żadnego z elementów. Zmieniono także ilość klatek, które były dostępne na osi czasu ze 100 na 360 w opcjach *Time Configuration* (Rys. 30).



Rys. 30. Okno "Time Configuration"

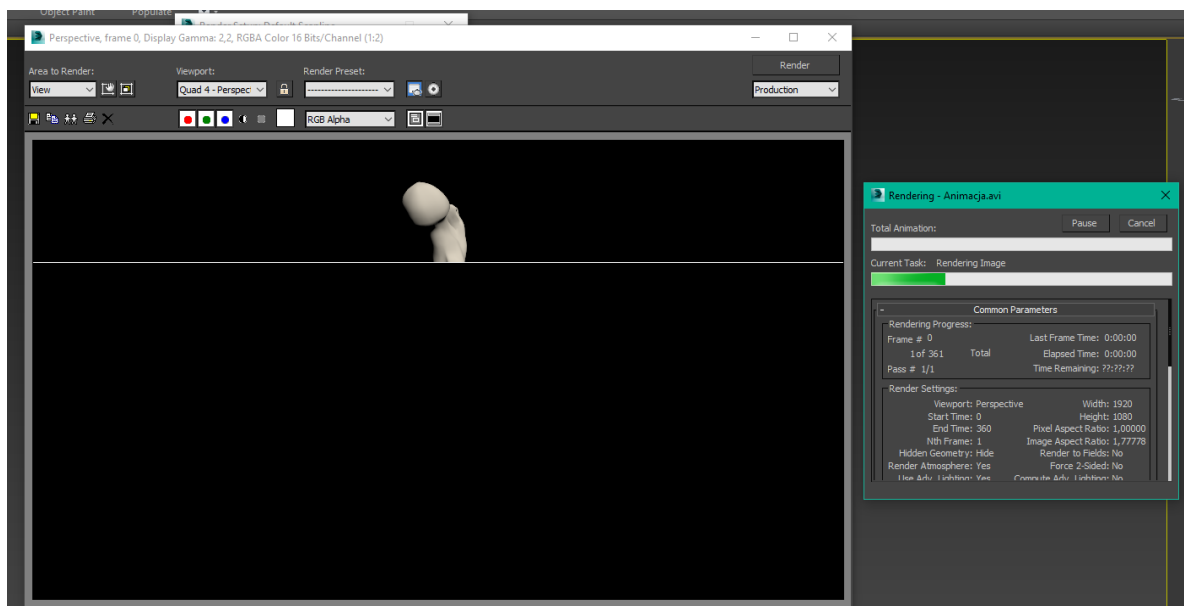
Źródło: opracowanie własne

Do zaprogramowania ruchu zgrupowanych elementów skorzystano z edytora graficznego *Track View – Curve Editor*, w którym przy pomocy automatycznego klucza (Auto Key) oraz narzędzia *Select and Rotate* nakreślono ruchy obiektu. Co 30 klatek aparat wykonuje obrót o 30 stopni.

W *Render setup* z zakładce *Common*, ustawiono poszczególne parametry dla animacji poklatkowej:

- *Time Output*, w którym wybrano aktywny segment czasu, aby móc wyrenderować wszystkie klatki animacji;
- *Area to Render*, ustawiono na widok aktywnego okna;
- *Output Size*, wybrano rozdzielczość 1920 x 1800 HDTV (Wideo);
- *Render Output*, wybrano lokalizację pliku, nadano nazwę oraz rozszerzenie pliku – .avi.

Po zakończeniu powyższych czynności przystąpiono do ostatniego procesu jakim jest renderowanie animacji (Rys. 31).



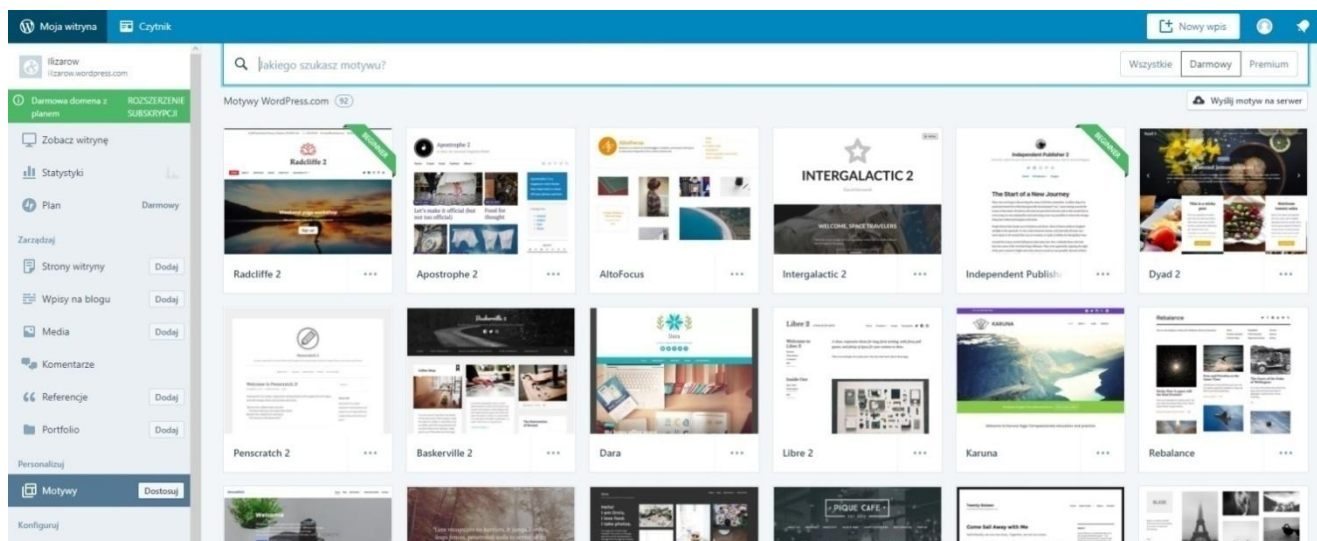
Rys. 31. Okno renderingu
Źródło: opracowanie własne

2.3.2.2. Implementacja strony internetowej

Przy projektowaniu strony internetowej ważny jest wybór platformy, na której powstanie. W przypadku tego projektu jest to wordpress.com, którą oferuje własny system do zarządzania treścią.

Pierwszym etapem przy tworzeniu strony internetowej na wordpress.com była konfiguracja, gdzie został wybrany rodzaj strony, adres, pakiet funkcji oraz zostały podane dane logowania do panelu administratora.

Po zalogowaniu do panelu administracyjnego, w zakładce *Motyw* (Rys. 32) wybrano gotowy layout strony.



Rys. 32. Motywy dostępne na platformie Wordpress.com
Źródło: opracowanie własne

Następnie został dostosowany wybrany motyw stosując jego dostępne ustawienia (Rys. 33):

Tożsamość witryny	>
Kolory i Tło	>
Czcionki	>
Obrazek nagłówka	>
Menu	>
Content Options	>
Widgety	>
Ustawienia strony głównej	>

Rys. 33. Dostępne ustawienia dla motywu

Źródło: opracowanie własne

1. Tożsamość strony:

Tutaj został nadany tytuł i opis witryny, wybrana treść stopki oraz wgrane logo strony, które zostało utworzone w Adobe Illustrator.

2. Kolor i tło:

Kolor przewodni strony został taki jaki był dedykowany dla motywu, jedynie został zmieniony kolor tła na biały, aby strona była bardziej przejrzysta i żeby uzyskać większy kontrast między tłem a wyświetlanymi zdjęciami RTG.

3. Menu:

Dedykowane menu dla tej strony zostało usunięte, a zostało stworzone nowe, jako panel boczny, do którego na kolejnym etapie zostaną dodane utworzone podstrony.

4. Widgety:

Z dostępnych gotowych widжетów została wybrana galeria zdjęć.

5. Ustawienia strony głównej:

Jako, że strona nie będzie prowadzona w postaci bloga, wybrano wyświetlanie statyczne, gdzie będzie wyświetlana podstrona „Strona główna”.

Przy pomocy funkcji „Strony witryny” utworzono 11 podstron, do których w kolejnych etapach zostanie dodana treść zagadnień odnosząca się do ich tytułów.

Kolejnym etapem było tworzenie treści dla poszczególnych podstron:

W podstronach „Metoda Ilizarowa” (Rys. 34) i „Montowanie Ilizarowa” został umieszczony wcześniej przygotowany tekst oraz filmy z platformy Youtube za pomocą skryptu HTML dotyczące omawianych zagadnień.

Metoda Ilizarowa

Edytuj

Metoda Ilizarowa to metoda wydłużania, scalania oraz korekcji kształtu kości, w której wykorzystuje się specjalny stabilizator, nazywany aparatem Ilizarowa.

W leczeniu schorzeń ortopedycznych Ilizarow wykorzystywał odkryte przez siebie zjawisko osteogenezy dystrykcyjnej. Polega ono na pobudzaniu do tworzenia nowej kości w ubytku powstałym po złamaniu, poprzez rozciąganie odłamów kostnych. Wydłużaniu kości towarzyszy także wydłużanie okolicznych tkanek miękkich i skóry mięśni oraz naczyń i nerwów. Osteogeneza dystrykcyjna przebiega w kilku etapach:

ETAP I – osteotomia (kortykotomia) – polega na podskórnym przecięciu lub złamaniu kości w specjalny sposób – taki, który pozwala na zachowanie ciągłości okostnej (dzięki której kość jest ukrwiona i odżywiona). Następnie zakłada się aparat Ilizarowa – drutami Kirschnera przewierca się leczoną kość, a potem mocuje się je do pierścieni za pomocą śrub. Pierścienie umiejscowione są powyżej i poniżej miejsca przecięcia kości.



Rys. 34. Fragment podstrony „Metoda Ilizarowa”
Źródło: opracowanie własne

W „Zastosowanie” (Rys. 35), „Zalety aparatu Ilizarowa” został umieszczony wcześniej przygotowany tekst.

Zastosowanie

Technikę Ilizarowa można wykorzystać do korekcji deformacji kości. Te deformacje mogą wystąpić z wielu powodów, które obejmują:

- W wyniku urazu. Na przykład złamania złamków. Mogą one powodować problemy na okolicznych stawach, ponieważ mogą powodować, że naprężenie stawu nie będzie równomiernie rozłożone na stawie. Może również sprawiać wrażenie, że kończyna jest krótsza, co powoduje utykanie pacjenta.
- Różne schorzenia, w tym choroba Blounta, Krzywica Hipofosfatemiczna i Enchondromatoza.

Choroba Blounta – zaburzenie wzrostu piszczeli, w którym noga skręca do wewnątrz, przypominając nogę huku. Występuje u małych dzieci i młodzieży. Chociaż przyczyną jest nieznany, uważa się, że może to być spowodowane wpływem masy na płytki wzrostowe. Wewnętrzna część kości piszczelowej, tuż poniżej kolana, nie rozwija się prawidłowo. W przeciwieństwie do kręgosłupa, które mają tendencję do prostowania się wraz z rozwojem dziecka, choroba Blounta staje się coraz gorsza wraz z wiekiem dziecka.

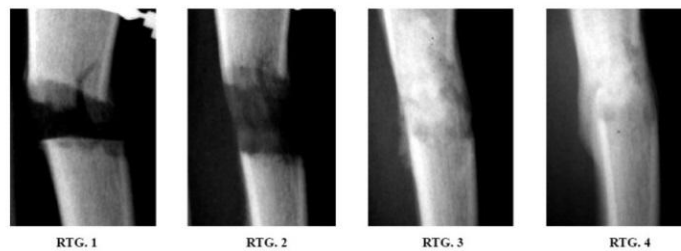
Krzywica Hipofosfatemiczna – zaburzenie, w którym kości stają się bardzo miękkie i

Rys. 35. Fragment strony „Zastosowanie”
Źródło: opracowanie własne

Natomiast w „Stabilizator Ilizarowa u zwierząt”, „Muzeum Ilizarowa w Kurganie”, „Metody oceny regeneratu” (Rys. 36), „Podstawowe pojęcia”, „Gawrił A. Ilizarow” zostały umieszczone zdjęcia oraz tekst.

zdjęciach rentgenowskich pojawiają się w obszarze przestrzeni dystrykcyjnej niewielkie rozjaśnienia a krawędzie odłamów kostnych zaczynają się rozmywać (Walker, 1991). Z biegiem czasu w obszarze regeneratu powstają jasne smugi, tworzące „mostki”, które łączą oba odłamki kostne (Rys. 1. RTG. 2). W miarę wzrostu stopnia mineralizacji struktury regeneratu jego obraz na rentgenogramie staje się coraz jaśniejszy (Słomczykowski i wsp., 1995). W ostatniej fazie stabilizacji, gdy regenerat osiąga stopień mineralizacji porównywalny ze stopniem zmineralizowania odłamów kości, jego obraz na rentgenogramie staje się zbliżony do obrazu stykających się z nim odłamów kostnych (Rys. 1. RTG. 3).

Pozostają jednak pewne różnice. Przykładowo, brakuje kanału szpikowego (Rys. 1. RTG. 4). Jego odtworzenie i całkowita odbudowa struktury następuje w przeciągu około roku po dystrykcji (Kurysko i wsp. 1994).

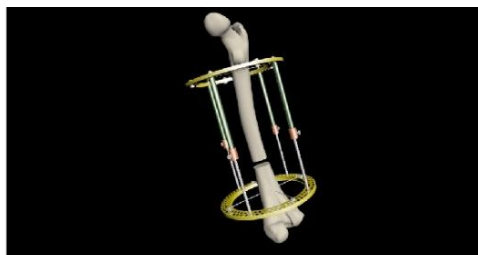


Rys. 1. Zdjęcia RTG regeneratu w kolejnych etapach rekonstrukcji tkanki kostnej

Rys. 36. Fragment strony „Metody oceny regeneratu”

Źródło: opracowanie własne

Na podstronie „Budowa aparatu Ilizarowa” (Rys. 37) po za treścią umieszczono wcześniej przygotowaną animację 3D oraz dwa rodzaje obrazów opisujące budowę aparatu.



Rys. 1. Animowany prototyp stabilizatora umieszczonego na kości udowej po osteotomii

Aparat Ilizarowa jest przestrzennym stabilizatorem typu cyrkularnego, wykorzystującym wszechpy w postaci drutów Kirschnera. Stabilizator Ilizarowa należy do grupy stabilizatorów podatnych, w których pożądaną charakterystykę można uzyskać poprzez zmianę wartości siły naciągu wstępnych wszechpów. Konstrukcja zewnętrzna stabilizatora Ilizarowa składa się z kilku podstawowych, występujących w typoszeręgach wymiarowych, elementów. Stabilizator ten składa się z następujących części: pierścieni i półpierścieni stabilizacyjnych (PP), łuków, prętów teleskopowych (PT) i prętów gwintowanych różnej długości łączących pierścienie między sobą, oraz różnego typu drobnych elementów umożliwiających prawidłowe umocowanie oddalonych od płaszczyzn pierścieni drutów Kirschnera (DK) jak: śruby z nacięciem i bez nacięcia, łącza przegubowe, nadstawki, podkładki dystansowe i inne.



Rys. 37. Fragment strony „Budowa aparatu Ilizarowa”

Źródło: opracowanie własne

W Bibliografii (Rys. 38) został umieszczony spis literatury, której treść została wykorzystana na stronie oraz spis źródeł wykorzystanych zdjęć.

Bibliografia

Edytuj

Tekst:

1. Aneta Gądek, *Komputerowa analiza obrazu regeneratu kostnego w metodzie Ilizarowa*, Rozprawa doktorska, Wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Politechnika Krakowska, Kraków, 2005,
2. Rebecca Littlewood, *The benefits and risks of the ilizarov technique for limb re construction*,
3. prof. dr hab. inż. Stanisław Mazurkiewicz, dr hab. inż. Józef Tutaj, dr inż. Zdzisław Juda, mgr inż. Zenon Woźny, *Problemy Nauk Stosowanych*, Szczecin, 2014, Tom 2, s. 157 – 164,
4. <http://www.ilizarov.org.uk/words.htm>
5. <http://en.ilizarov.ru/index.php/about-center/history/museum>,
6. http://www.warheroes.ru/hero/hero.asp?Hero_id=10570,
7. <http://www.wikipedia.org/>.

Rysunki i fotografie:

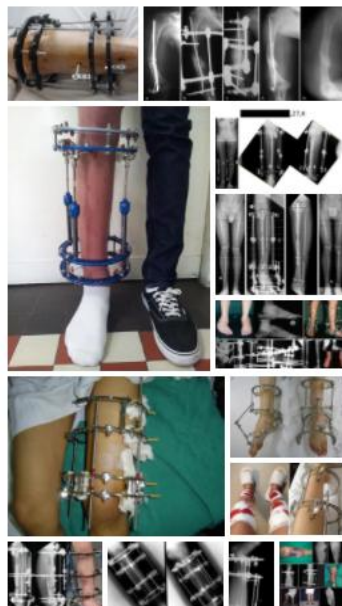
1. Aneta Gądek, *Komputerowa analiza obrazu regeneratu kostnego w metodzie Ilizarowa*, *Rozprawa doktorska*, Wydział Mechaniczny, Instytut Informatyki Stosowanej, Politechnika Krakowska, Kraków, 2005, str. 21-29,
2. prof. dr hab. inż. Stanisław Mazurkiewicz, dr hab. inż. Józef Tutaj, dr inż. Zdzisław Juda, mgr inż. Zenon Woźny, *Problemy Nauk Stosowanych*, Szczecin, 2014, Tom 2, s. 157 – 164,
3. <http://www.abvet.cz/pl/fotogalerie/5-chirurgie.html>,

Rys. 38. Fragment strony „Bibliografia”

Źródło: opracowanie własne

Następnie została przygotowana galeria zdjęć (Rys. 39), z widżetu, który został utworzony wcześniej. Do każdego ze zdjęć umieszczonego w galerii w opisie podano źródło pochodzenia zdjęcia.

Galeria



Rys. 39. Widżet galeria

Źródło: opracowanie własne

Ostatnim etapem przy projektowaniu strony internetowej było stworzenie strony głównej (Rys. 40), która zawiera informacje dotyczące strony, jej strukturę oraz krótką animację poklatkową utworzoną ze zdjęć w Adobe Photoshop.

Strona główna

Edytuj



Strona internetowa jest poświęcona metodzie Ilizarowa. Powstała z myślą o studentach kierunków medycznych. Jest materiałem, który ma wspomóc naukę, po przez zamieszczone materiały wideo, obrazy, zdjęcia i animację 3D.

Rys. 40. Fragment strony „Strona główna”

Źródło: opracowanie własne

2.4. Testowanie końcowe

Do oceny użyteczności interfejsu użytkownika strony internetowej skorzystano ze Skali Użyteczności Systemu.³⁷

Dwudziestu użytkowników zarówno z kierunków medycznych, jak i informatycznych dostali do przetestowania gotową stronę internetową oraz ankietę, w której zaznaczali swoje odczucia co do użytkowania portalu.

Na podstawie standardów SUS stworzono formularz składający się z 10 pytań i 5 stopniowej skali ocen oraz dodano pytanie o urządzenie (komputer, smartphone i tablet), na którym testowano stronę internetową (Rys. 41).

³⁷ Brooke J., *SUS – A quick and dirty usability scale*, Redhatch Consulting Ltd.

Urządzenie:

- ☐ Smartphone
- ☐ Komputer
- ☐ Tablet

W Twoim odczuciu: *

	Zdecydowanie nie zgadzam się	Raczej nie zgadzam się	Nie mam zdania	Raczej zgadzam się	Zdecydowanie zgadzam się
Będę często korzystać ze strony internetowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strona internetowa jest niepotrzebnie skomplikowana.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strona internetowa jest łatwa w użyciu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Będę potrzebował wsparcia technicznego, aby korzystać ze strony internetowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różne funkcje strony internetowej są łatwo dostępne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na stronie internetowej jest zbyt wiele niespójności.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Większość osób będzie w stanie opanować stronę internetową bardzo szybko.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strona internetowa jest kłopotliwa w użyciu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Czuję się bardzo pewnie korzystając z strony internetowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Musiałem opanować wiele rzeczy przed rozpoczęciem pracy ze stroną internetową.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Rys. 41. Ankieta dotycząca użyteczności strony internetowej
Źródło: opracowanie własne

Na 20 użytkowników 50% (10 osób), testowało stronę internetową na komputerze, 15% (3 osoby) na tablecie, 35% (7 osób) na smartfonie.

Następnie obliczono ocenę według przyporządkowanych wartości:

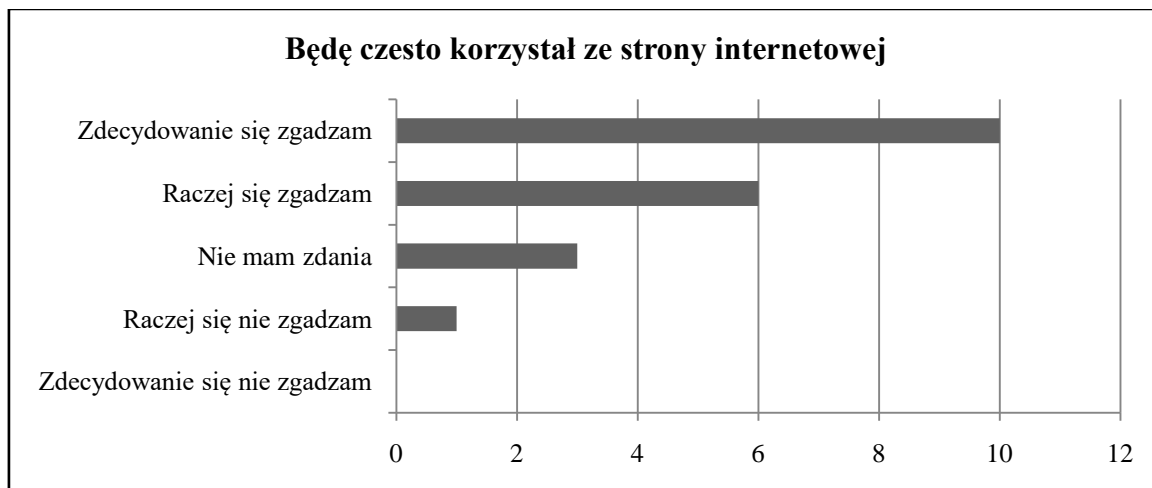
Dla pytań 1, 3, 5, 7, 9 jest to następująca punktacja:

- Zdecydowanie zgadzam się – 4;
- Raczej zgadzam się – 3;
- Nie mam zdania – 2;
- Raczej nie zgadzam się – 1;
- Zdecydowanie nie zgadzam się – 0.

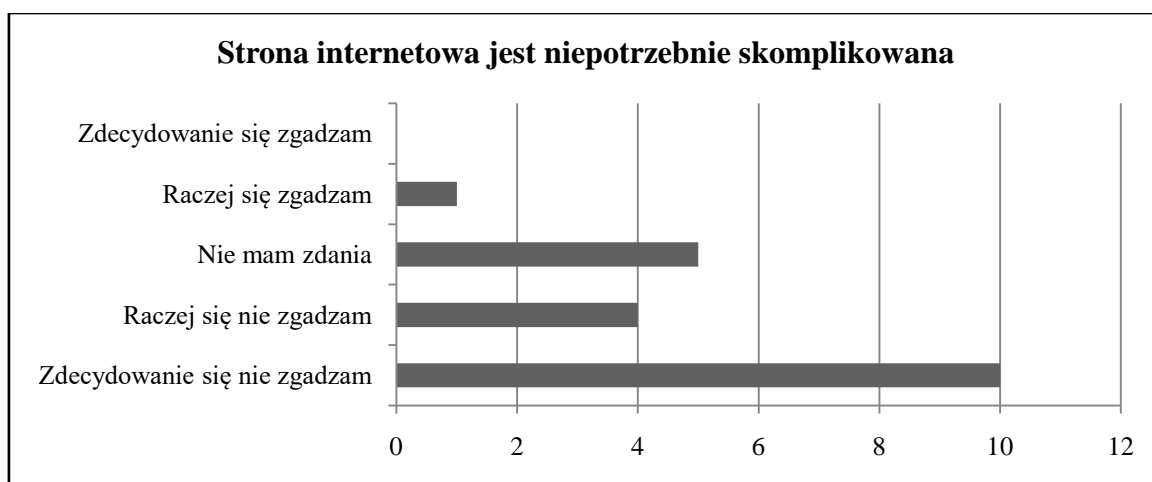
Dla pytań 2, 4, 6, 8, 10:

- Zdecydowanie nie zgadzam się – 4;
- Raczej nie zgadzam się – 3;
- Nie mam zdania – 2;
- Raczej zgadzam się – 1;
- Zdecydowanie zgadzam się – 0.

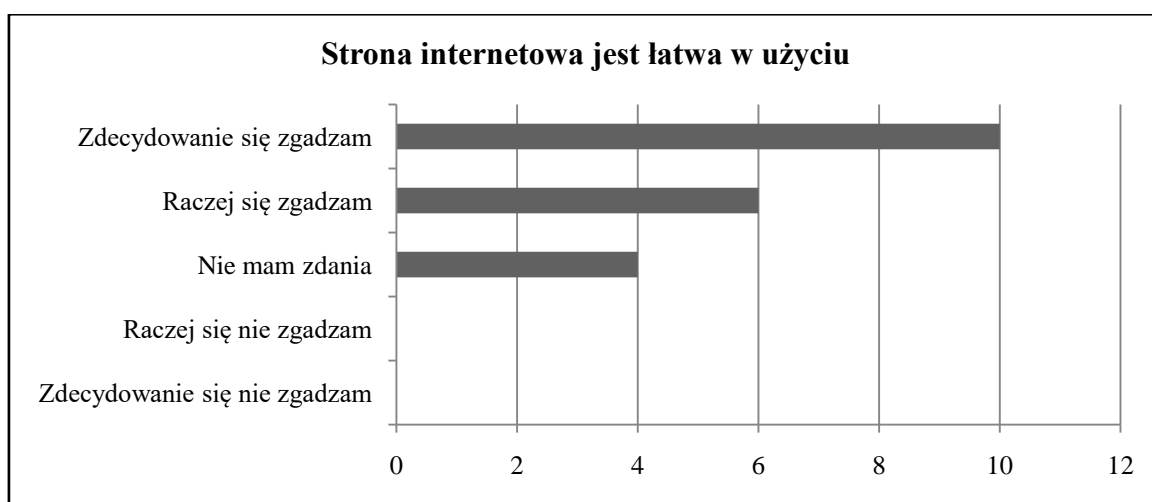
Na wykresach (Rys. 42 – 51) zostały przedstawione wyniki uzyskane w ramach odpowiedzi na poszczególne pytania:



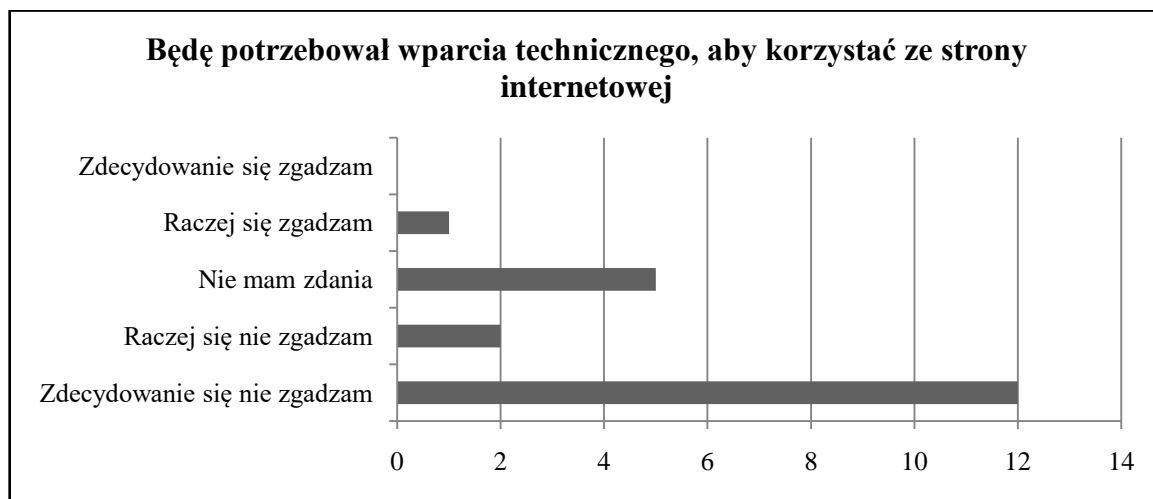
Rys. 42. Wyniki dotyczące pierwszego pytania
Źródło: opracowanie własne



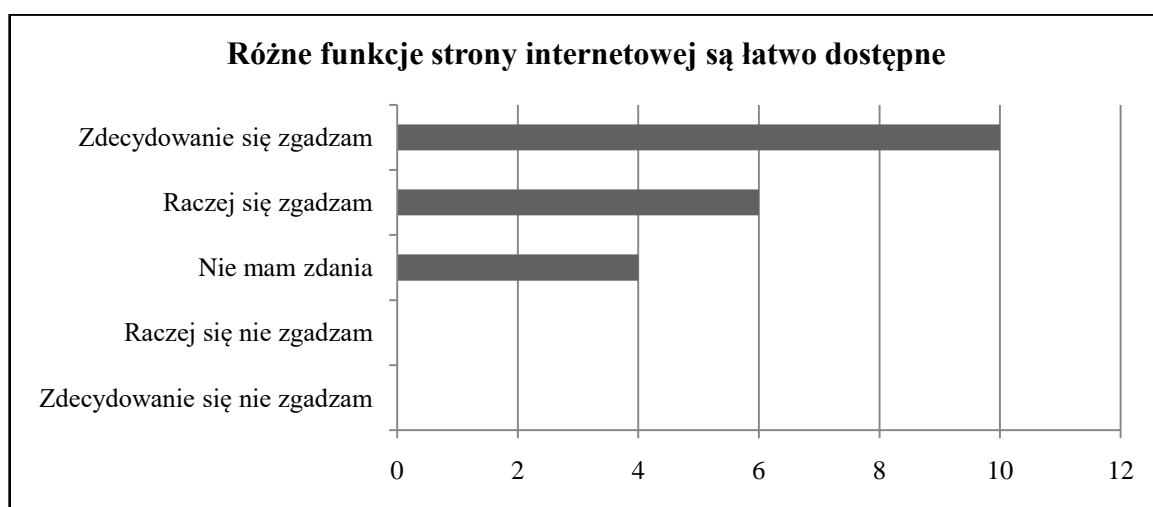
Rys. 43. Wyniki dotyczące drugiego pytania
Źródło: opracowanie własne



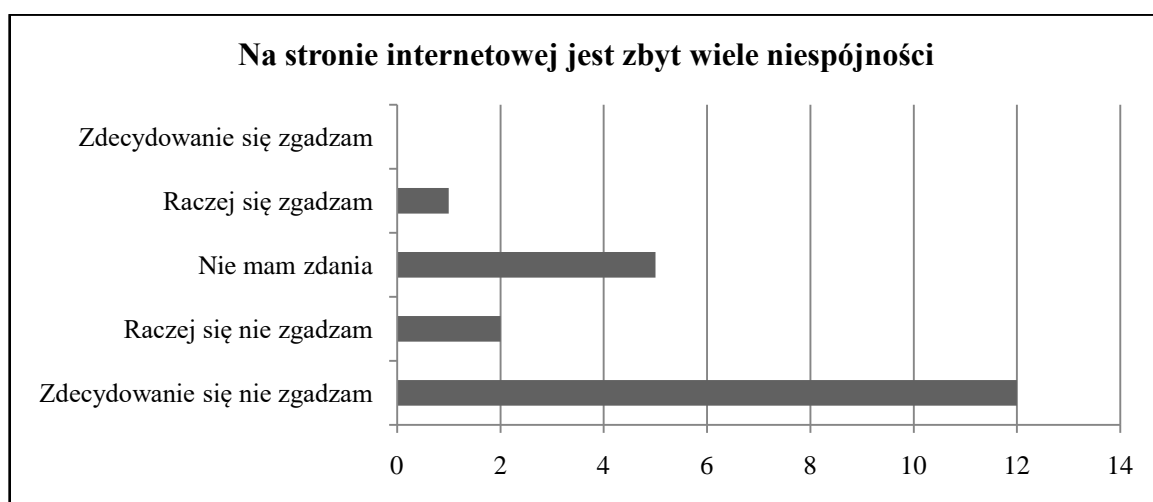
Rys. 44. Wyniki dotyczące trzeciego pytania
Źródło: opracowanie własne



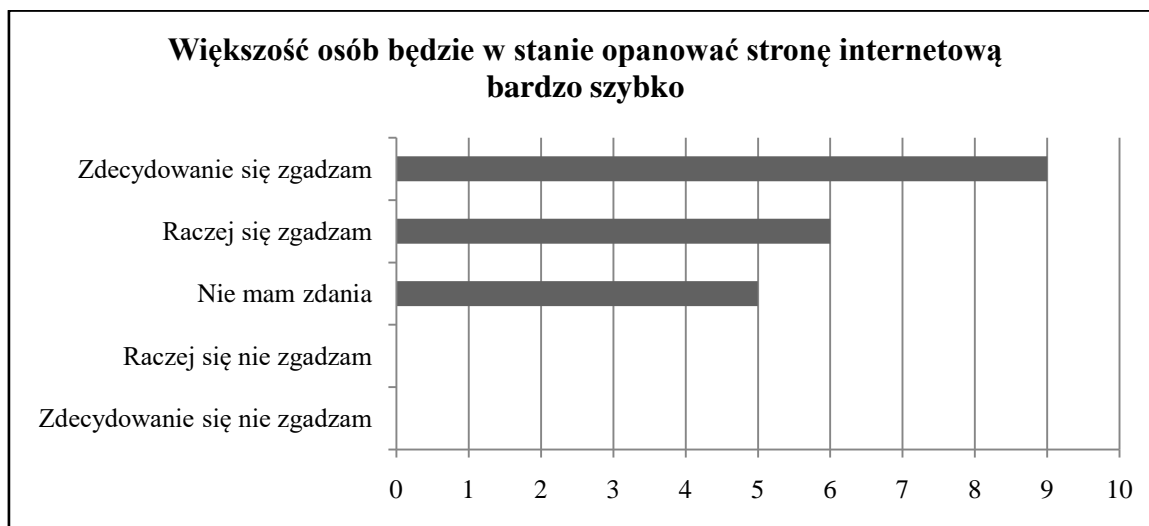
Rys. 45. Wyniki dotyczące czwartego pytania
Źródło: opracowanie własne



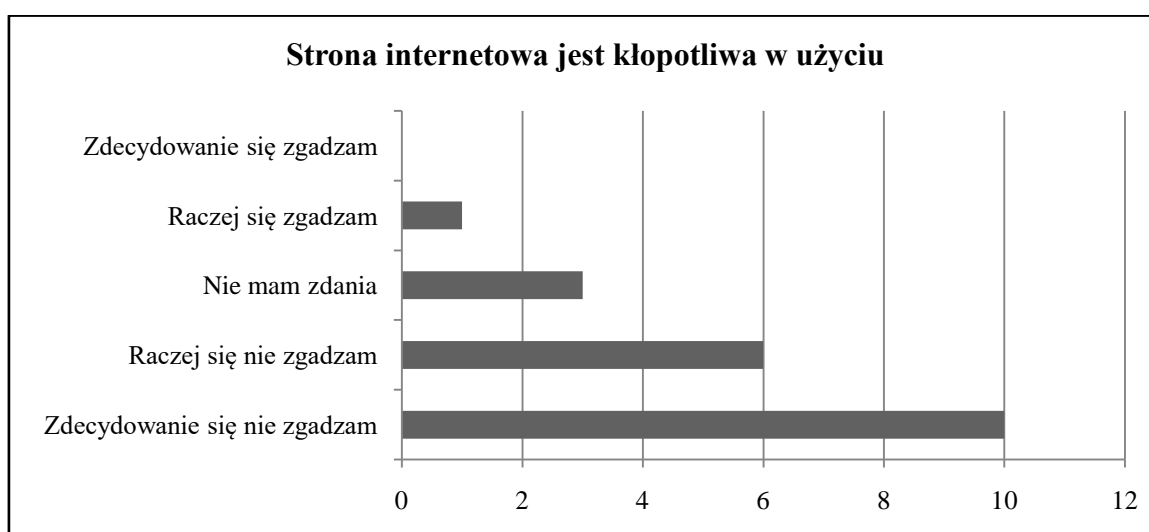
Rys. 46. Wyniki dotyczące piątego pytania
Źródło: opracowanie własne



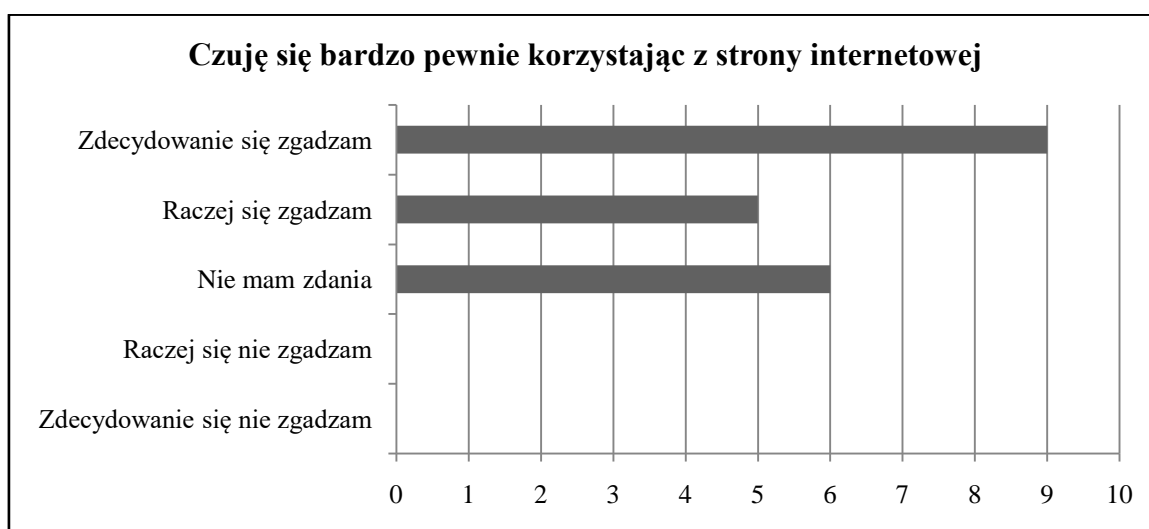
Rys. 47. Wyniki dotyczące szóstego pytania
Źródło: opracowanie własne



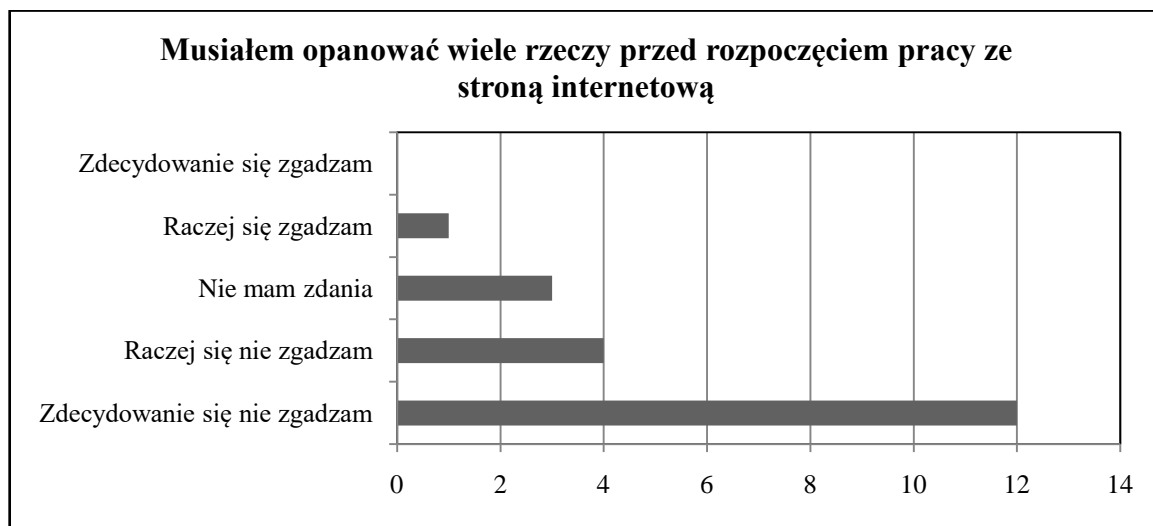
Rys. 48. Wyniki dotyczące siódmego pytania
Źródło: opracowanie własne



Rys. 49. Wyniki dotyczące ósmego pytania
Źródło: opracowanie własne



Rys. 50. Wyniki dotyczące dziewiątego pytania
Źródło: opracowanie własne



Rys. 51. Wyniki dotyczące dziesiątego pytania
Źródło: opracowanie własne

Uzyskane wyniki zostały zsumowane, a otrzymana wartość została pomnożona przez 2,5 i policzono średnią aby odczytać wynik:

$$\frac{(0 * 0 + 1 * 1 + 2 * 22 + 3 * 29 + 4 * 48 + 4 * 68 + 3 * 15 + 2 * 21 + 1 * 5 + 0 * 0) * 2,5}{20} = \frac{1720}{20} = 86$$

Wnioski: Otrzymany wynik 86 pozwala stwierdzić, że strona internetowa zaprojektowana została na akceptowalnym poziomie użyteczności, ponieważ wartości powyżej 68 są interpretowane jako dobre.

3. Charakterystyka produktu końcowego

Efektem końcowym pracy nad projektem jest multimedialna strona internetowa – ilizarow.wordpress.com w postaci uczelnianego/szkolnego podręcznika. Jej główną cechą jest prosty i przejrzysty interfejs użytkownika, co ma znaczenie przy dużej ilości zróżnicowanych technologicznie użytkowników.

Strona wyposażona jest w menu boczne, które pełni funkcję spisu treści, zawiera spis i bezpośrednie odnośniki do podstron, w których omawiane są zagadnienia. Aby artykuły na podstronach były przejrzyste, a nie „zapchane” dużą ilością zdjęć oraz obrazów, umieszczono opcję galerii z wbudowaną funkcją przeglądania i komentowania zdjęć.

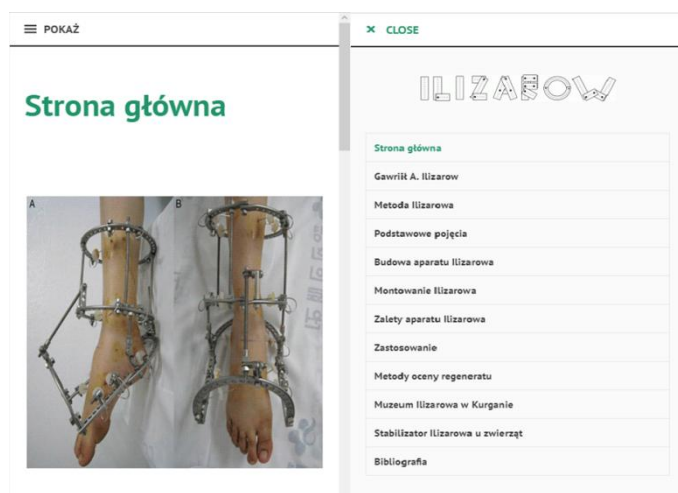
W podstronach zastosowano jako „wspomagacz” do treści różnego rodzaju zdjęcia, rysunki, badania, filmy oraz animację 3D. Trójwymiarowa animacja ma wspomóc zrozumienie zasady działania metody Ilizarowa osobom, które mają problemy z widzeniem przestrzennym.

Witryna jest dostępna na wszystkie urządzenia, jej interfejs graficzny został dopasowany na przeglądarki komputerowe oraz te dostępne na tabletach i smartfonach. W wersji na przeglądarki komputerowe (Rys. 51) z lewej strony zostało umieszczone menu, które nie znika nawet po wyborze podstrony, co pozwala na szybkie i bezproblemowe przemieszczanie się między stronami.



Rys. 51. Fragment strony dostępnej na przeglądarki komputerowe
Źródło: opracowanie własne

W wersji na tablety i smartfony (Rys. 52) wartość strony jest umieszczona na całym ekranie, a logo oraz menu zostało ukryte pod przyciskiem „Pokaż”, który wysuwa menu na cały ekran.



Rys. 52. Fragment strony dostępnej na przeglądarki urządzeń mobilnych
Źródło: opracowanie własne

Zakończenie

Celem projektu było zaprojektowanie multimedialnej pomocy dydaktycznej w postaci strony internetowej dla wydziału medycznego. Przy pracy nad projektem skorzystano z systemu zarządzania treścią Wordpress, dzięki któremu powstała strona internetowa, do opracowywania materiałów multimedialnych wykorzystano programy graficzne z rodziny Adobe oraz Autodesk.

Produkt końcowy jakim jest multimedialna strona internetowa ma na celu wspomaganie edukacji studentów wydziału medycznego, którzy są bardzo często pozbawieni „wzbogaceń” materiałów edukacyjnych.

Witryna internetowa jest zaprojektowana jak podręcznik. Menu pełniące funkcję spisu treści oraz podstrony działające jako rozdziały, pozwalają na swobodne poruszanie się po stronie.

Chociaż strona nosi miano „multimedialnej”, mimo to nie jest wypełniona wszelkiego rodzaju grafikami. Do budowania atrakcyjności artykułów korzystano z pojedynczych form graficznych: animacji, filmów, zdjęć i obrazów.

W trakcie pracy przy projekcie wystąpiły problemy techniczne, ponieważ Wordpress przy darmowym pakiecie dla studentów nakłada ograniczenie w postaci braku możliwości wgrywania na serwer plików wideo. Przy rozwiązaniu tego problemu skorzystano z opcji jaką udostępnia platforma Youtube – generowanie kodów HTML, które były później umieszczane w publikacjach. Natomiast przy animacji skorzystano z funkcji „Zapisz dla Internetu”, którą posiada Adobe Photoshop, co pozwoliło na przekonwertowanie plików wideo na pliki graficzne tzw. „gify”.

Na ostatnim etapie poddano projekt testowaniu przy pomocy techniki oceny Skali Użyteczności Systemu (SUS). Ankiety wraz z adresem strony internetowej zostały przesłane do studentów kierunków medycznych oraz technicznych. Uzyskany wynik testu potwierdza, że mimo wystąpienia wyżej wymienionego problemu cel i założenia pracy zostały osiągnięte.

Literatura

1. Adobe Creative Team, *Adobe Photoshop CS6/CS6 PL. Oficjalny podręcznik*, tłumaczenie: Waśko Z., Helion, Gliwice, 2013.
2. Ahmed I., Blustein J., *Influence of spatial ability in navigation: using look – ahead breadcrumbs on The Web*, Int. J. Web Based Communities, Vol. 2, No. 2, 2006.
3. Alty, J.L., *Multimedia and process control interfaces: signals or noise?*, Transaction of the Institute of Measurement and Control, 21(4/5), 1999.
4. Betrancourt M., Bauer – Morrison J., Tversky B., *Les animations sont – elles vraiment plus efficaces?*, Rev d'Intell Artif, 2009.
5. Botafogo R. A., Rivlin E., Shneiderman B., *Structural Analysis of Hypertexts: Identifying Hierarchies and Useful Metrics*, University of Maryland.
6. Brooke J., *SUS – A quick and dirty usability scale*, Redhatch Consulting Ltd.
7. Chen S. Y., Fan J. P., Macredie R. D., *Navigation in Hypermedia Learning Systems: Experts vs. Novices*, Brunel University Department of Information Systems and Computing Uxbridge, Middlesex, UB8 3PH, UK.
8. Derakhshani R. L., Derakhshani D., *Autodesk 3ds Max 2014. Oficjalny podręcznik*, tłumaczenie: Cieślak P., Helion, Gliwice, 2013.
9. Garg A. X., Norman G., Sperotable L., *How medical students learn spatial anatomy*, Lancet, 2001.
10. Hasselbring, T. S., *Using media for developing mental models and anchoring instruction*, American Annals of the Deaf, 139 (special issue).
11. Hoyek N., Collet C., Rastello O., Fargier P., Thiriet P., Guillot A., *Enhancement of mental rotation abilities and its effect on anatomy learning.*, Teach Learn Med., 2009.
12. Huk T., *Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability*, J Comput Assist Learn, 2006.
13. Jaskuła B., *Wprowadzenie do projektowania interaktywnych systemów komputerowych*, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie, Rzeszów, 2014.
14. Kawai K., *An intelligent multimedia human interface for highly automated combined cycle plants*, Control Engineering Practice, 5(3), 1997.
15. Kirsh D., *Why Illustrations aid understanding*, Department of Cognitive Science University of California, San Diego, La Jolla.
16. Mazurkiewicz S., Tutaj J., Juda Z., Woźny Z., *Problemy Nauk Stosowanych*, Szczecin, 2014.
17. McEneaney J. E., *Graphic and numerical methods to assess navigation in hypertext*, Int. J. Human – Computer Studies, 2001.
18. Molga A., *Nauczanie Multimedialne*, Uniwersytet Technologiczny – Humanistyczny w Radomiu.
19. Norman D.A., *The design of everyday things*, New York, Doubleday, 1988.
20. Pedersen K., *Supporting students with varied spatial reasoning abilities in the anatomy classroom*, Teach Innovat Projects 2:2, 2012.
21. Pfaffenberger B., *Słownik terminów komputerowych*, Prószyński i S – ka, Warszawa, 2001.
22. Płoska Z., *Słownik encyklopedyczny: informatyka*, Wydawnictwo Europa, Wrocław, 1999.
23. Prensky M., *Digital Natives, Digital Immigrants*, On the Horizon, MCB University Press, Vol. 9 No. 5, 2001.
24. Przelaskowski A., *Techniki multimedialne*, Warszawa, 2011.
25. Ramsey T. D., *The effects of multimedia interface design on original learning and retention*, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 1996.
26. Schnotz W., Rasch T., *Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning*, Educational Technology Research and Development, 53(3), 2005.
27. Senderecka M., *Różne punkty widzenia prawej i lewej półkuli mózgu*, Przegląd Psychologiczny, 2007, Tom 50, Nr 2.
28. Weihui D., Youwey W., Youwen W., *Quantitative Analysis of Website Based on Web Graph Theory*, Fudan University, Shanghai, China, 2004.

29. Wood B., *Adobe Illustrator CC/CC PL. Oficjalny podręcznik*, tłumaczenie: Zatorska J., Helion, Gliwice, 2016.
30. Wójcik Ł., Bród M., *WordPress 4. Instalacja i zarządzanie*, Helion, Gliwice, 2015.
31. Yang S. H., *Internet-based Control Systems. Design and Applications*, Springer, Berlin, 2011.
32. <http://www.systel.pl/virtual-reality/>, 10.11.17.
33. <https://pomoc.home.pl/baza-wiedzy/jak-utworzyc-wlasne-menupasek-nawigacji-w-cms-wordpress>, 10.12.17.
34. <https://www.youtube.com/watch?v=AZl2x9b2hMk>, 15.12.17.
35. <https://www.youtube.com/watch?v=HqY9viwoy8s>, 5.12.17.
36. <https://www.youtube.com/watch?v=kqQmwXCH6w8>, 6.12.17.
37. https://www.youtube.com/watch?v=O_1tUMj4gKE, 4.12.17.
38. <https://www.youtube.com/watch?v=TPylA6xI-rM>, 2.12.17.

Streszczenie

Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania z siedzibą w Rzeszowie
Wydział Informatyki Stosowanej

Streszczenie pracy dyplomowej

Projekt multimedialnej pomocy dydaktycznej – strona internetowa „Metoda Ilizarowa”

Autor: Paulina Filip

Promotor: dr Bolesław Jaskuła

Słowa kluczowe: animacja 3D, strona internetowa, aparat Ilizarowa

Niniejsza praca przedstawia etapy tworzenia multimedialnej strony internetowej z wykorzystaniem animacji 3D, która została zaprojektowana jako pomoc dydaktyczna dla studentów wydziału medycznego. W pierwszej części pracy opisano problematykę oraz koncepcji rozwiązania problemu. Druga część dotyczy aspektu praktycznego, czyli projektowania, implementacji oraz testowania. W ostatniej części pracy dokonano ogólnej charakterystyki produktu końcowego, jakim jest multimedialna strona internetowa.

Załączniki

- Strona internetowa: <http://ilizarow.wordpress.com/>;
- ankiety SUS.