

mgr inż. Mateusz POTĘPA, e-mail: mateusz.potepa@gmail.com

dr inż. Michał KARPIUK, e-mail: karpiuk@mech.pk.edu.pl

Politechnika Krakowska, Instytut Technologii Maszyn i Automatykacji Produkcji

APLIKACJA DO WIZUALIZACJI OŚWIETLENIA SCENICZNEGO

Streszczenie: W artykule opisano zintegrowaną z systemem 3D CAD SolidWorks aplikację do symulacji sterowania i wizualizacji scenicznych systemów oświetlenia. Opracowano model CAD inteligentnego urządzenia świetlnego, którego ruch oraz funkcje modyfikacji wiązki światła sterowane są za pomocą panelu operatorskiego *Konsola* oraz opracowano środowisko aplikacji w postaci modelu sceny w kilku konfiguracjach wymiarowych, w którym umożliwiono dodawanie i grupowanie reflektorów.

Słowa kluczowe: CAD, SolidWorks, wizualizacja, oświetlenie sceniczne, dodatki.

STAGE LIGHTING VISUALIZATION SOFTWARE

Abstract: The publication describes controlling simulation and stage lighting visualization software, integrated with system 3D CAD SolidWorks. 3D CAD model of intelligent lighting, which the move and the change of beam are controlled by module called *Konsola* was developed and 3D CAD model of scene based on configurations was prepared.

Key words: CAD, SolidWorks, visualization, stage lighting, add-ins.

1. WPROWADZENIE

Sceniczne systemy oświetlenia to zagadnienie, któremu w ostatnich czasach przypisuje się coraz większy udział w podnoszeniu atrakcyjności imprez masowych. Realizatorom oraz technikom estradowym stawiane są wysokie wymagania dotyczące proponowanych przez nich pokazów świetlnych. Z pomocą przychodzą producenci sprzętu oświetleniowego, którzy przedstawiają rozwiązania techniczne, ułatwiające pracę techników estradowych oraz podnoszące rangę przygotowywanych przez nich spektakli świetlnych. Jest to o tyle ważne, iż zagadnienie oświetlenia scenicznego łączy w sobie dwa aspekty sztuki oraz techniki. Są to dwie dziedziny bardzo różniące się od siebie, a jednak przeplatające się wzajemnie podczas realizacji oglądanych przez widzów pokazów.

W aspekcie technicznym systemy oświetlenia to niezwykle rozbudowana architektura, w skład której wchodzi: reflektory, panele LED oraz zaawansowane technologicznie inteligentne urządzenia świetlne. W celu zsynchronizowania pracy różnych typów urządzeń potrzebny jest jednak jeden system, możliwy do obsługi przez jednego operatora. Producenci sprzętu oświetleniowego proponują więc wiele rozwiązań opierających się na jednym protokole sterowania.

Pokazy „na żywo” obsługiwane są za pomocą konsol oświetleniowych. Z uwagi na potrzebę organizowania wielkich pokazów świetlnych zaistniała możliwość planowania i projektowania systemów oświetlenia. Pojawiły się narzędzia służące do symulacji spektakli świetlnych, tworzące obraz taki, jaki realizator spodziewa się uzyskać,

wykorzystując określoną ilość sprzętu. Programy wizualizujące oświetlenie estradowe zapewniają możliwość dostosowania środowiska pracy z systemem reflektorów oraz umożliwiają umiejscowienie oraz programowanie wszystkich, wykorzystanych w projekcie, urządzeń.

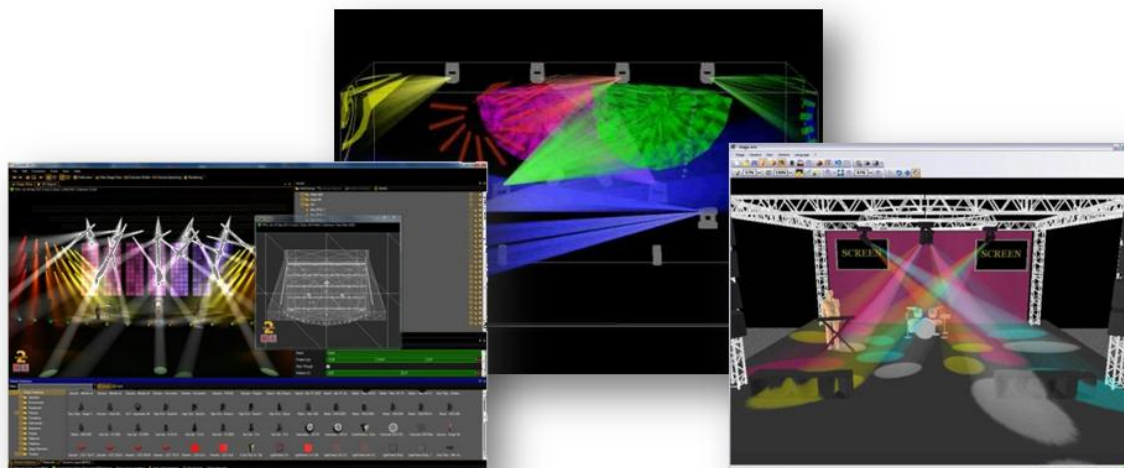
Pomimo możliwości jakie dają programy do symulacji scenicznych systemów oświetleniowych nie są one stosowane powszechnie. Powodem takiej sytuacji jest fakt, iż biblioteka urządzeń w aplikacjach do wizualizacji pokazów świetlnych jest ograniczona do urządzeń bardzo drogich i renomowanych producentów, na które pozwolić sobie mogą jedynie największe firmy. Ponadto posiadacze opisywanych programów uzależnieni są od producentów sprzętu i aplikacji, ponieważ to oni aktualizują bibliotekę urządzeń, co niejako wymusza na firmach oświetleniowych zakup jedynie dedykowanego do oprogramowania sprzętu.

Czy użytkownik aplikacji symulującej systemem oświetleniowym mógłby sam wprowadzić do biblioteki urządzenie? W jaki sposób i czy takim urządzeniem można sterować oraz symulować jego pracę? Czy użytkownik aplikacji miałby możliwość wykorzystania cyfrowego modelu w innym środowisku? Czy aplikacja tego typu mogłaby bazować na programie typu CAD? Niniejszy artykuł odpowiada na powyższe pytania oraz prezentuje podjęte prace nad dostosowaniem aplikacji CAD do symulowania sterowania i wizualizacji scenicznych systemów oświetlenia.

2. SYSTEMY WIZUALIZACJI OŚWIETLENIA SCENICZNEGO

Aktualnie dostępne systemy wizualizacji wymagają od potencjalnego klienta zakupu konsoli oświetleniowej, do której dedykowane jest oprogramowanie, które samo pozostaje darmowym dodatkiem do sterownika. Użytkownik takiego systemu otrzymuje możliwość wymiany oraz synchronizacji danych pomiędzy konsolą a programem. Pokaz wykonany w aplikacji komputerowej może zostać zapisany w pamięci sterownika i odtworzony z konsoli.

Jednym z najbardziej popularnych systemów wizualizacji oświetlenia jest program obsługiwany przez konsole renomowanej firmy MAlighting. Ich najnowszym produktem jest grandMA 3D, aplikacja oferująca realizację pokazu oświetleniowego na żywo z programu. Zaletą produktu jest możliwość użycia 4-krotnie większej ilości urządzeń niż w programach dostosowanych do prostych sterowników, w których możliwe jest sterowanie 512 kanałami, z racji użycia protokołu przesyłającego sygnał 2048 kanałami jednocześnie. GrandMA 3D służy do obsługi największych spektakli i z uwagi na cenę konsoli nie jest dostępny dla mniejszych firm.



Rys.1. Zrzut ekranów programów do wizualizacji oświetlenia scenicznego: granMA 3D [1], Martin Light Jockey [2], Easy View 3D [3]

Kolejnym programem oferującym podgląd projektu oświetlenia w 3D jest Light Jockey. Jest to aplikacja firmy Martin, która produkuje jedne z najbardziej popularnych inteligentnych urządzeń świetlnych. W stosunku do granMA 3D jest to narzędzie bardzo proste o podstawowych funkcjach. Pomimo faktu, iż pozwala na pracę „na żywo” to ogranicza liczbę urządzeń oraz pamięć zaprojektowanego pokazu do 600 kroków. Tak jak poprzedni program, Light Jockey oferowany jest za darmo, tym razem pod warunkiem zakupu urządzenia służącego do zmiany sygnału wychodzącego z komputera przez port USB na sygnał wysyłany do reflektorów podłączonych za pośrednictwem złącz XLR.

Na rynku dostępne są jeszcze inne aplikacje służące do projektowania pokazów świetlnych takie jak Sunlite Suite jednak, tak jak wyżej opisane programy, oferują one współpracę z określoną liczbą urządzeń z biblioteki zawierającej najbardziej popularne wśród wielkich firm reflektorów. Użytkownik nie ma możliwości dostosowania urządzenia innej marki tak, aby współpracowało z programem.

3. URZĄDZENIE ŚWIETLNE – INTELIGENTNE REFLEKTORY

Reflektory inteligentne to najbardziej popularne urządzenia używane podczas pokazów świetlnych, koncertów i widowisk. Lamy te są tak popularne z uwagi na ich funkcje, które to w stosunku do zwykłych reflektorów, w których sterowana jest jedynie intensywność wiązki światła, są bardzo rozbudowane. Inteligentne urządzenie świetlne pozwala na zmianę koloru i kształtu emitowanego światła jak również zmianę jego kierunku. Umożliwiają to wbudowane w głowicę i podstawę reflektora mechanizmy reagujące na polecenia mikroprocesora, który wysyła komendy do silników krokowych mechanizmów w odpowiedzi na sygnały sterujące pochodzące ze sterownika.

Inteligentne urządzenia świetlne łączy się ze sobą szeregowo i najczęściej grupuje w kilka reflektorów pod jednym adresem. Oznacza to, że sterujemy całą grupą lamp jak

jedną lampą. Takie rozwiązanie ułatwia tworzenie zaawansowanych pokazów, podczas których do dyspozycji realizatora oświetlenia może być nawet 100 urządzeń.

Inteligentne reflektory ruchome są skomplikowanymi urządzeniami, których elementy można podzielić na:

- mechaniczne, czyli służące do poruszania głowicą, widełkami, tarczami kolorów i gobo,
- optyczne, w skład których wchodzi układy soczewek i pryzmatów zmieniających wiązkę światła oraz
- elektroniczne, odpowiadające za zasilanie urządzenia i jego sterowanie.



Rys. 2. Elementy konstrukcji inteligentnego urządzenia świetlnego na podstawie modelu firmy Martin [2]

W skład mechanizmu reflektora wchodzi napędy, układy przeniesienia napędu oraz przekładnie zębate, które odpowiadają za ruch urządzenia oraz zmianę i obrót wyświetlanych wzorów. Napędem inteligentnego urządzenia świetlnego są silniki krokowe z uwagi na ich precyzję sterowania, trwałość oraz niewielkie rozmiary.

Układy optyczne w inteligentnych urządzeniach świetlnych stanowi zespół pryzmatów oraz soczewek zmieniających kształt wiązki światła. Pryzmaty montowane są w modułach, które zawierają jedynie zaawansowane modele reflektorów. Szkło poruszane jest poprzez mechanizm napędzany silnikiem krokowym i przemieszczane jest w położenie, w którym wiązka światła jest skierowana na pryzmat. Uzyskujemy dzięki temu światła rozszczepione, tworzy się efekt trzech strug światła.

Soczewki występują jako osobny element bądź jako część mechanizmu. Soczewka, która widoczna jest podczas gdy obudowa głowicy jest zamknięta, jest elementem niezależnym od elementów mechanizmu, natomiast szkło znajdujące się pod osłoną jest zamocowane do szyn, po których przesuwa się w kierunku mechanizmu zmiany koloru i

gobo, bądź w kierunku przysłony. Pozycja tej soczewki wpływa na szerokość ostatecznej wiązki oraz na to czy kształt nadany strudze przez gobo jest ostry czy rozmyty.

Urządzenia wykorzystywane do oświetlenia scenicznego połączone są ze sobą szeregowo, jak już wcześniej wspomniano, za pośrednictwem dwu-żyłowego przewodu ekranowanego. Lampy wyposażone są zazwyczaj w dwa złącza XLR, wejścia i wyjścia. Sygnał przekazywany jest przez wszystkie urządzenia bez znaczenia czy są one w danym momencie zasilane. Inteligentne urządzenia świetlne potrzebują do 16 sygnałów, aby mogły być kontrolowane. Adresem, jest pierwszy sygnał z 16. Konsola oświetleniowa, w zależności od jej klasy, może wysyłać 512 lub 1024 sygnałów sterujących jednocześnie. Daje to operatorowi szeroki zakres możliwości ich programowania.

Inteligentne urządzenia świetlne posiadają funkcję sterowania, dzięki czemu operator może wysyłać za pośrednictwem konsoli sygnały zmieniające parametry wiązki światła emitowanej przez reflektory oraz położenie głowicy. Sterowanie odbywa się za pomocą protokołu DMX (Digital MultipleX).

4. WIZUALIZACJA SCENICZNYCH SYSTEMÓW OŚWIETLENIA W ŚRODOWISKU 3D CAD

Do budowy aplikacji służącej do sterowania i wizualizacji scenicznym oświetleniem wybrano system 3D CAD SolidWorks. Prace podzielono na trzy etapy. W pierwszym etapie zostały przeprowadzone badania nad możliwościami uzyskania wiązki światła w oprogramowaniu typu CAD. W kolejnym kroku opracowano model CAD inteligentnego urządzenia świetlnego z uwzględnieniem podziału na jednostki konstrukcyjne, które poddano testom sterowania i wizualizacji wiązki światła za pomocą opracowanej aplikacji „Konsola”. W trzecim kroku zaprojektowano model studia w kilku wersjach wymiarowych a następnie rozbudowano i dostosowano aplikację do pracy w środowisku studia z ośmioma reflektorami.

4.1. Wiązka światła w systemie CAD SolidWorks

Program SolidWorks posiada funkcję pozwalającą na korzystanie z istniejących w widoku domyślnym lub dodanych przez użytkownika źródeł światła. Do dyspozycji są trzy rodzaje światła: kierunkowe, ogniskowe i punktowe. Oprócz wymienionych wariantów oświetlenia modelu dostępna jest również konfiguracja właściwości światła pochodzącego z otoczenia projektowanego elementu.

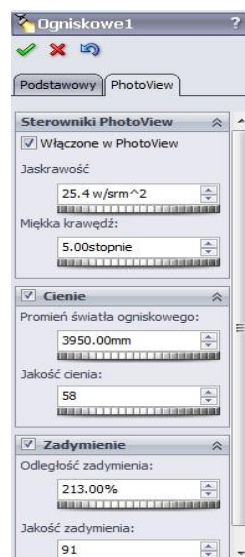
Do testów wykorzystano światło ogniskowe, ponieważ posiada ono właściwości, za pomocą których można uzyskać wiązkę odzwierciedlającą wiązkę światła rzeczywistej żarówki. Ognisko wstawionego do modelu światła powinno znajdować się w punkcie centralnym obudowy żarówki, natomiast punkt, w kierunku którego skierowane jest ognisko światła, ustawiony powinien być na prostej przechodzącej przez środek otworu mechanizmu koloru i gobo, mechanizmu przysłony oraz soczewki. Taka konfiguracja pozycji światła gwarantuje uzyskanie efektu zmiany kształtu i koloru wiązki.



Rys. 3. Uzyskana w programie SolidWorks wiązka światła

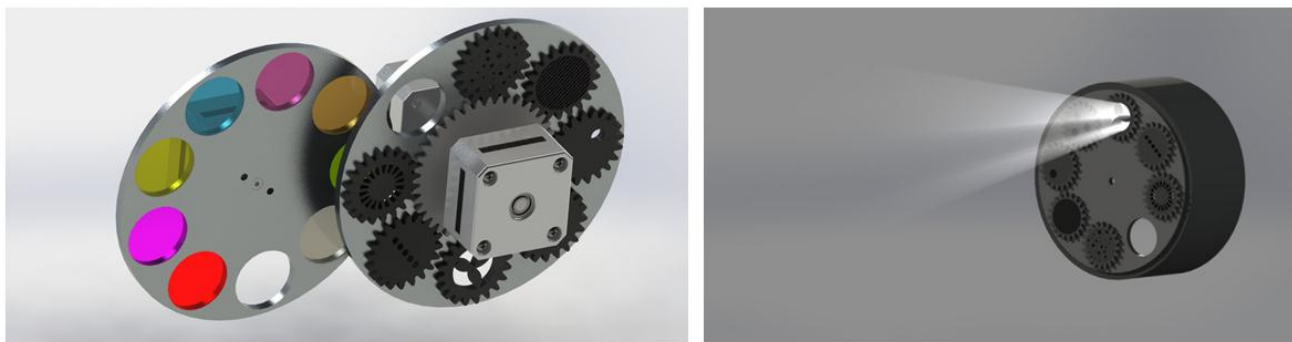
Ustawienia pozycji światła znajdują się w zakładce właściwości podstawowych. Aby uzyskać efekt jak najbardziej zbliżony do rzeczywistego, użyto dodatku programu SolidWorks o nazwie PhotoView, który odblokowuje szereg ustawień źródła światła. Korzystając z rozszerzonych funkcji ustawiono właściwości:

- jaskrawość – zwiększenie wartości pomogło uzyskać efekt światła emitowanego przez żarówkę wyładowczą dużej mocy (575W),
- miękka krawędź – ustawienie nadaje wiązce efekt rozproszenia światła przy krawędziach wiązki,
- cienie:
 - promień światła ogniskowego – określa w promieniu jakiej wartości od źródła światła widoczna jest poświata,
 - jakość cienia – zwiększenie tego parametru poprawia jakość uzyskanej poświaty,
- zadymienie:
 - odległość zadymienia – parametr nadaje światłu ogniskowemu efekt snopu światła; jest to efekt jaki uzyskuje się w rzeczywistości dzięki użyciu wytwornicy dymu,
 - jakość zadymienia – parametr reguluje jakość snopu światła.



Rys. 4. Właściwości wiązki światła ogniskowego

Do testów zaprojektowano prosty model złożenia składającym się z cylindra oraz tarczy gobo. Tarcza została powiązana z cylindrem relacją koncentryczności, pozwalającą na obrót elementu wokół osi cylindra. Cylinder ma średnicę równą średnicy tarczy z kształtami i zawiera w sobie drugi, mniejszy cylinder stychny do ściany większej bryły - mający średnicę jednego gobo. Za mniejszym cylindrem, w punkcie środka jego podstawy umieszczono źródło światła o ustalonych wcześniej parametrach. Podczas testów nadawano relacje koncentryczności małego cylindra z danym gobo, aby umożliwić wiązce światła przeniknięcie przez ten kształt. Następnie ustalono położenie kamery, z widoku której przeprowadzono renderowanie obrazu. Kolejny, analogiczny test, przeprowadzono z tarczą zawierającą filtry koloru.



Rys.5. Model służący do testowania zachowania wiązki światła

Promienie światła w inteligentnym urządzeniu świetlnym z założenia przenikać mają takie elementy jak tarcza gobo oraz soczewka, natomiast to zjawisko jest niedopuszczalne podczas kontaktu wiązki światła z łopatkami mechanizmu przysłony oraz tunelem łączącym obudowę żarówki z obudową mechanizmu koloru i gobo.

Po przeanalizowaniu uzyskanych z renderowania zdjęć, ustalono, iż:

- program posiada możliwości przenikania przez sztuczne, kolorowe tworzywo użyte jako materiał filtrów,
- wiązka światła za filtrem zmienia kolor zgodnie z kolorem tworzywa,
- tworzywo, z którego modelowano tarcze gobo, zgodnie z założeniem, nie przepuszcza światła.

4.2. Model reflektora

Model reflektora został wykonany w programie SolidWorks. Kształt obudowy, rozwiązania mechaniczne oraz rozmieszczenie napędów i optyki są projektem autorskim.

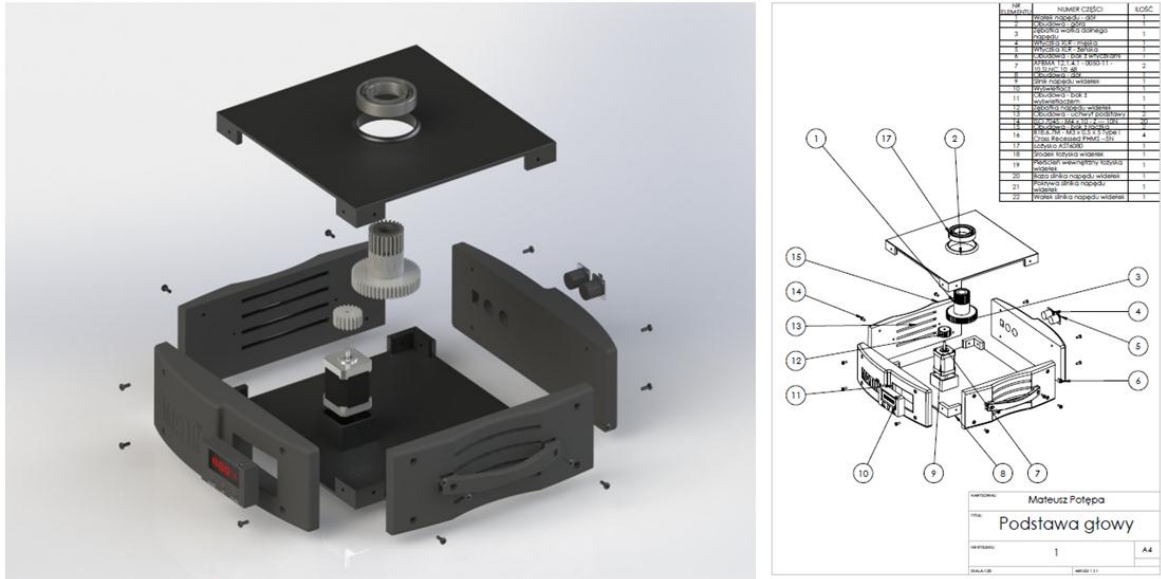


Rys. 6. Model 3D inteligentnego urządzenia świetlnego

Obudowa została zaprojektowana tak, aby zapewnić dostęp do każdej z części urządzenia, co ma znaczenie podczas montażu jak i serwisu reflektora. W obudowie umieszczono szczeliny zapewniające wiatrakom dostęp do powietrza mającego chłodzić urządzenie. W podstawie ruchomej głowy znajdują się uchwyty pozwalające przenosić reflektor.

Model został podzielony na cztery główne zespoły, z których każdy zawiera szereg mniejszych podzespołów i części (rys.7):

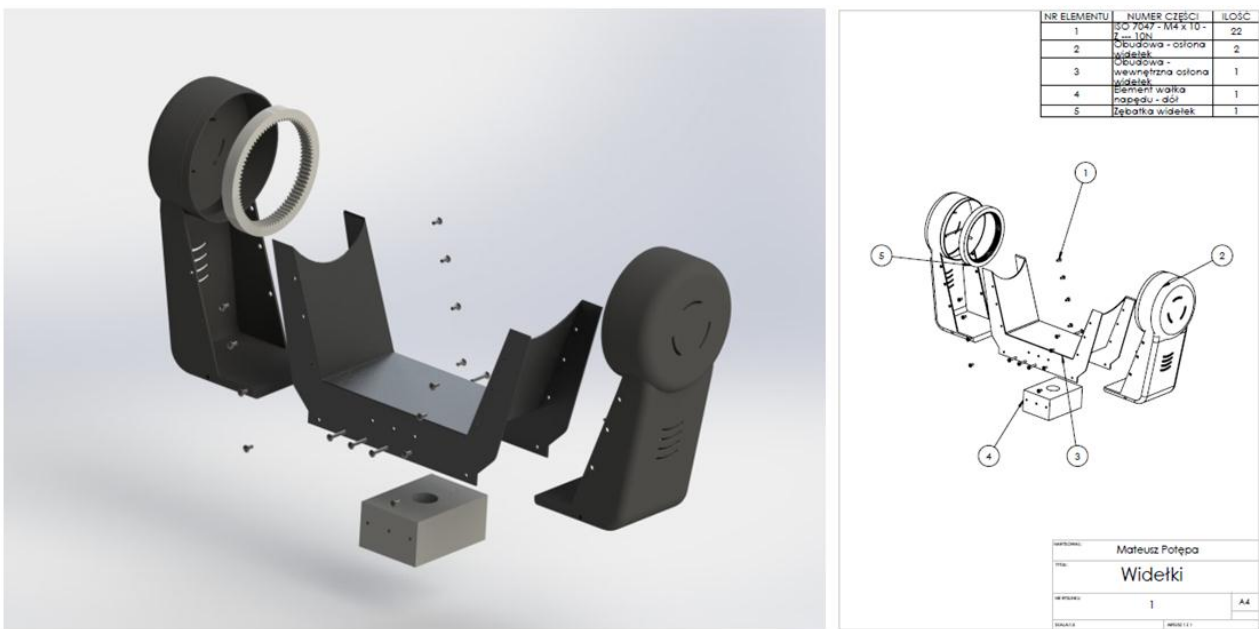
- bok obudowy z miejscem na wyświetlacz,
- bok obudowy z miejscem na wtyczki,
- bok obudowy ze szczelinami wentylacyjnymi i mocowaniem uchwytu (2x),
- uchwyt (2x),
- dolna płyta z nóżkami gumowymi,
- górna płyta z miejscem na łożysko wałka napędu widełek,
- silnik krokowy napędu widełek,
- wałek napędu widełek,
- zębatka mała napędu widełek,
- zębatka duża napędu widełek,
- łożysko wałka napędu widełek,
- wyświetlacz,
- złącza XLR (żeńskie i męskie),
- włącznik urządzenia.



Rys. 7. Podstawa reflektora

Widelki, za pomocą których głowica przemieszcza się wokół osi Z składają się z (rys.8):

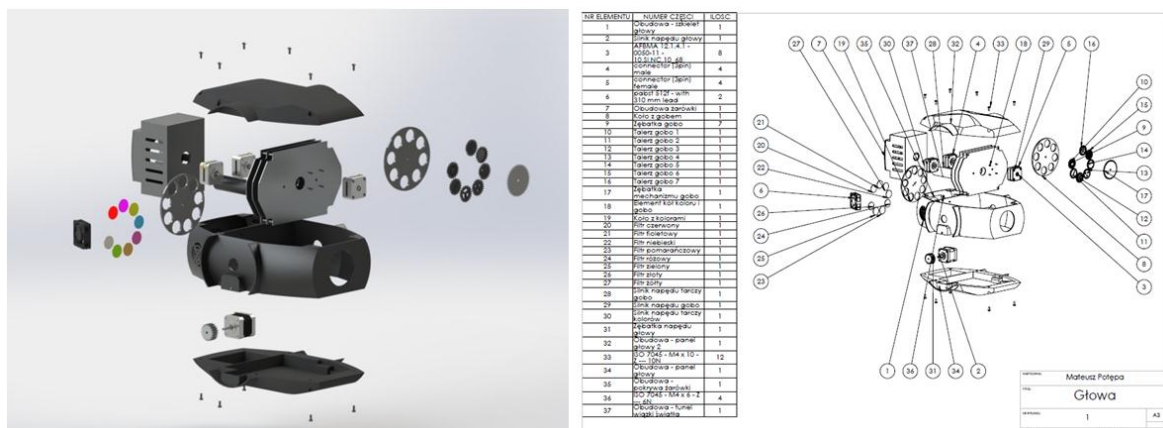
- wewnętrznej osłony widełek,
- zewnętrznej osłony widełek (występuje dwa razy),
- zębatki dużej napędu głowicy,
- mocowanie wałka napędu widełek.



Rys. 8. Widelki

Głowica to najbardziej skomplikowana część reflektora. Zawiera w sobie zarówno elementy mechaniczne, jak i elektroniczne oraz optykę. Podzespoły i części głowicy to (rys.9):

- szkielet głowicy,
- panele głowicy (dolny i górny),
- pokrywa osłony żarówki,
- osłona żarówki,
- zębatka mała napędu głowicy,
- soczewka,
- osłona soczewki,
- żarówka,
- wiatrak chłodzący żarówkę (2x),
- silnik krokowy napędu głowicy,
- mechanizm zmiany kolorów i gobo:
 - silnik krokowy tarczy kolorów,
 - silnik krokowy tarczy gobo,
 - silnik krokowy zmiany gobo,
 - tarcza kolorów (zawiera wymienne filtry kolorów):
 - czerwony,
 - fioletowy,
 - niebieski,
 - pomarańczowy,
 - różowy,
 - zielony,
 - złoty,
 - żółty,
 - tarcza gobo:
 - zębatka duża obrotu gobo,
 - gobo (zawiera w sobie zębatkę, występuje 8 razy),
 - osłona tarczy kolorów i gobo (posiada mocowanie silników krokowych mechanizmów).



Rys. 9. Głowica

Elementy optyki i mechanizmu przysłony zostały połączone jako jeden podzespół składający się z części (rys.10):

- obudowa soczewki,
- soczewka,
- przysłona:
 - koło duże mocowania zębátky mechanizmu przysłony,
 - koło małe mocowania mechanizmu przysłony do obudowy,
 - łopatká (występuje 6 razy),
 - łącznik (występuje 6 razy),
 - zębátky mechanizmu przysłony.



Rys. 10. Elementy optyki i mechanizmu przysłony

4.3. Model środowiska aplikacji

Środowisko aplikacji stanowi trójwymiarowy model CAD pomieszczenia (odzworowujący warunki rzeczywistego środowiska pracy realizatorów oświetlenia), w którym użytkownik będzie symulował działanie inteligentnego urządzenia świetlnego. Model środowiska aplikacji składa się ze sceny oraz elementów konstrukcji aluminiowej służących do podwieszania reflektorów.



Rys.11. Środowisko aplikacji, model studia

Pomieszczenie studia, zostało zamodelowane w taki sposób, aby można je było w łatwy sposób zmieniać, co do wymiarów, poprzez kontrolę wymiarów gabarytowych pomieszczenia. Narzędziem programu SolidWorks, które ułatwiło przystosowanie aplikacji do łatwej zmiany parametrów modelu studia, jest narzędzie konfiguracji - to funkcja pozwalająca na sterowanie określonym wymiarem, a samo sterowanie odbywa się poprzez wstawienie tabeli konfiguracji, będącej dokumentem programu Microsoft Excel, w której dla danej nazwy konfiguracji przypisana zostaje konkretna wartość wymiaru. Zmiana konfiguracji powoduje odczyt wartości i wstawienie jej do modelu, po czym następuje automatyczne przebudowanie projektu, czyli odświeżenie wprowadzonych zmian i naniesienie ich na model.

Konfiguracje mogą zmieniać więcej niż jeden parametr. Funkcję tą wykorzystano w modelu środowiska, w którym sterowanie obejmuje trzy wartości, długość, szerokość i wysokość pomieszczenia.

W projekcie założono wymiary środowiska aplikacji z zakresu:

- długość: 10 – 30 m
- szerokość: 6 – 14 m
- wysokość: 6 m

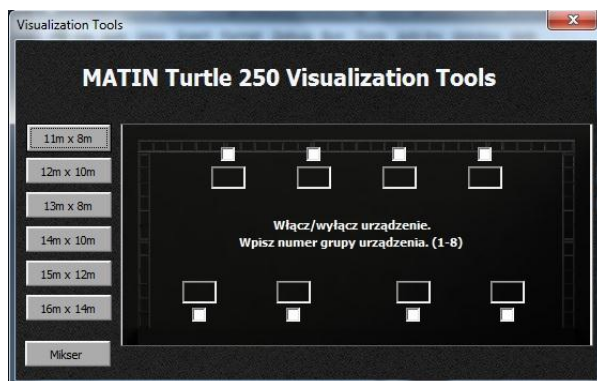
Z uwagi na użycie w modelu pomieszczenia znormalizowanych elementów, to jest kratownic aluminiowych, których długości są wielokrotnością 1m, środowisko aplikacji może być zmieniane w podanych zakresach o wartość 1m.

Tak przygotowano kilka wersji wymiarowych modelu studia, które zawarte są w jednym z modułów aplikacji – *Visualization Tools*.

5. APLIKACJA DO WIZUALIZACJI OŚWIETLENIA SCENICZNEGO

Aplikacja składa się z dwóch modułów: *Konsola* oraz *Visualization Tools*.

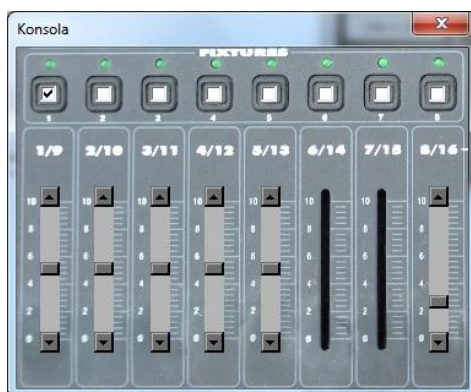
Moduł *Visualization Tools* umożliwia dostosowania sceny pod względem jej gabarytów oraz liczby używanych reflektorów. Pozwala również na grupowanie urządzeń sterowanych w module *Konsola* tj. panelu operatorskim.



Rys.12. Okno aplikacji przedstawiające ekran konfiguracji środowiska oraz grup reflektorów

Elementem widocznym z prawej strony okna makra *Visualization Tools* jest rzut kratownicy aluminiowej, na którym umieszczone są pola do wpisywania oraz okienka wyboru. Formanty pola tekstowego (Textbox) rozmieszczone zostały w sposób sugerujący położenie urządzenia świetlnego i przyjmują wartości od 1 do 8, deklarując tym samym urządzenie, z jakiej grupy będzie znajdowało się w tym miejscu modelu sceny. Okienka wyboru znajdujące się pod lub nad polami tekstowymi odpowiadają za wczytanie określonego przez użytkownika reflektora do dokumentu modelu złożenia studia.

Kolejnym krokiem było przygotowanie modułu panelu operatorskiego „Konsola”, który w założeniu miał posiadać podstawowe funkcje konsoli i dla komfortu obsługi przez użytkownika powinien przypominać mikser sceniczny. Zaznaczyć należy, iż panel operatorski w przypadku zagadnienia oświetlenia scenicznego jest w zasadzie konsolą oświetleniową.



Rys.13. Konsola - panel operatorski

Panel operatorski dostępny jest dla użytkownika, jako odrębne okno, będące widoczne zawsze na wierzchu, przed oknem programu SolidWorks, w który wyświetlany jest model. Ułatwia to prace z aplikacją i gwarantuje ciągły dostęp do przycisków oraz potencjometrów.

Części sterowane za pomocą potencjometrów suwakowych opisane są w tabeli 1.

Tabela 1 Funkcje potencjometrów suwakowych

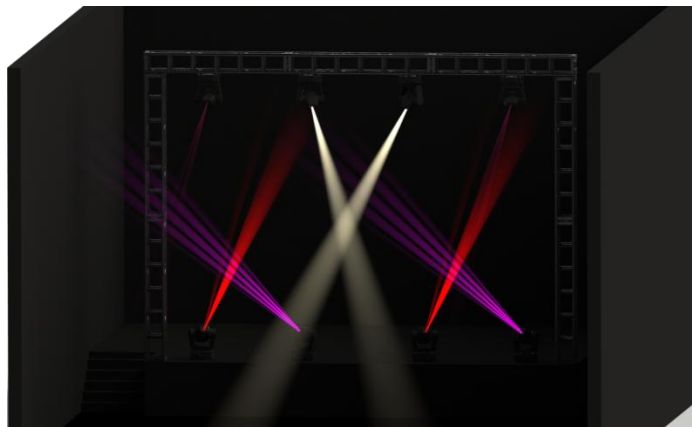
Numer suwaka	Funkcja
1.	Obrót głowicy reflektora względem podstawy głowy
2.	Obrót głowicy reflektora względem widełek
3.	Obrót kształtu wiązki światła
4.	Zmiana kształtu wiązki światła
5.	Zmiana koloru wiązki światła
6.	Otwieranie/zamykanie przysłony

Sterowanie poszczególnymi grupami urządzeń odbywa się poprzez wybór danej grupy, za pomocą okienek wyboru (checkbox) znajdujących się powyżej suwaków. Wybierając jedną z grup urządzeń okno checkbox'a zostaje odznaczone, co oznacza, że aktualnie sterowana jest dana grupa reflektorów.

Wyniki działania aplikacji *Konsola* i towarzyszącemu jej *Visualization Tools* prezentują poniższe rysunki (rys.14, rys.15).



Rys.14. Wiązki światła w SolidWorks zdefiniowane za pomocą aplikacji *Konsola*



Rys.15. Wiązki światła w SolidWorks zdefiniowane za pomocą aplikacji *Konsola* w środowisku sceny ustawionej za pomocą modułu *Visualization Tools*

Aplikacja przeszła szereg testów mających na celu wykazanie potencjalnych błędów:

- Niezgodności związane ze złożeniem elementów korygowane były na bieżąco podczas wstawiania do złożenia danego elementu. Jednym z najczęstszych błędów było nadawanie kolidujących ze sobą wiązań, będących niemożliwymi do obliczenia przez program, jednocześnie dyskwalifikującymi element z możliwości sterowania nim oraz wstawienia do większego złożenia. Wszelkie tego typu błędy zostały wyeliminowane na poziomie projektowania części oraz podzwozeń.
- W złożeniu modelu inteligentnego urządzenia świetlnego napotkano na problem wykluczania się wiązań niektórych podzespołów. Wyeliminowanie błędów polegało na nadawaniu relacji elementów możliwych do obliczenia przez program i stanowiło niejako badanie możliwości programu SolidWorks.

- Podczas testów wstawiono do pliku środowiska aplikacji kopie modelu zaprojektowanego reflektora. Próba sterowania modelem zakończyła się wyświetleniem błędów przebudowy - program nie był w stanie obliczyć przemieszczeń podzespołów na podstawie powtarzających się w złożeniu relacji. W oparciu o powyższe obserwacje zaproponowano rozwiązanie, w którym model reflektora nie był kopią wynikającą z ponownego wstawienia do studia tego samego pliku (kopią tworzoną przez program) lecz wstawiono osiem, utworzonych niezależnie modeli inteligentnego urządzenia świetlnego, których nazwa różniła się od siebie numerem wersji złożenia.

6. PODSUMOWANIE

Niniejsza praca ukazuje możliwości aplikacji SolidWorks, które wykraczają poza funkcje dostępne, jako narzędzia programu, proponuje rozwiązania, które mogą przydać się użytkownikom programu.

Budowa aplikacji zintegrowanej z programem SolidWorks pozwoliła na zapoznanie się z jego możliwościami oraz ujawniła jej słabe strony. System SolidWorks ma problemy z obliczaniem współrzędnych położenia ruchomych elementów nawet przy poprawnie zdefiniowanych relacjach. Wynikać to może ze słabej mocy obliczeniowej komputera, na którym powstawała praca, aczkolwiek specyfikacja spełniała minimalne wymagania producenta, co sugerować może problemy z pracą programu z dużymi złożeniami.

Jedną z najbardziej problemowych a zarazem najistotniejszych funkcji aplikacji było przypisanie współrzędnych pozycji źródła światła oraz punktu końca wiązki do poszczególnego reflektora z danej grupy. Możliwe jest wstawienie jedynie 8 źródeł w możliwych 3 konfiguracjach: światło obszarowe, punktowe i ogniskowe. Stanowić to może utrudnienie dla użytkowników zajmujących się takimi zagadnieniami jak opisywane w niniejszym artykule, czyli związanymi z urządzeniami służącymi do oświetlania lub wykorzystujące źródła światła. Jasno stwierdzić należy, iż SolidWorks posiada funkcję wstawiania źródeł światła do modelu tylko i wyłącznie w celu lepszego ukazania projektu podczas renderowania widoku PhotoView. Przewagę tu mają programy graficzne, które proponują rozwiązania umożliwiające nadanie relacji źródła światła z elementem modelu, co mogłoby być propozycją rozbudowy programu o tę funkcję dla producenta - firmy Dassault Systemes

Przegląd programów dostępnych na rynku służących do projektowania i wizualizacji 3D systemów oświetlenia scenicznego wykazał, iż obecnie nie ma aplikacji, która opierałaby się na systemach CAD, które nie ograniczają użytkownika w projektowaniu przestrzennym, a umożliwiają sterowanie modelem cyfrowym i pozwalają na wizualizację przygotowanego projektu. Pomimo wysokiej ceny aplikacji CAD, firmy mogłyby decydować się na takie rozwiązania z uwagi na możliwość wprowadzania do biblioteki nowych nawet własnej konstrukcji urządzeń, niekoniecznie firm renomowanych.

Z oprogramowaniem CAD współpracują dodatkowe aplikacje wspomagające prace związane np. z elektryką, obliczeniami wytrzymałości konstrukcji czy też symulacją przepływu. Możliwe jest również wspieranie projektowania w dziedzinach związanych z użyciem różnego rodzaju źródeł światła.

LITERATURA

- [1] www.malighting.com
- [2] www.martin.com
- [3] www.nicolaudie.com
- [4] www.futurelight.de