

Greenie Polska Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Wołoska 16, 02-675 Warszawa

RAPORT KOŃCOWY Z WYKONANYCH BADAŃ z dnia 31.01.2019 r.

Powstały w wyniku zakończenia prac badawczych w związku z realizacją projektu numer RPMA.01.02.00-14-7549/17, pt. „Poszukiwanie rozwiązań technologicznych pozwalających na utworzenie konfigurowalnych scen oświetleniowych LED odzwierciedlających wygląd osób i przedmiotów w różnych sceneriach wewnętrznych i zewnętrznych. Badanie wpływu scen na atrakcyjność oświetlanych przedmiotów i osób, ich nastrojów oraz zachowania konsumentów” współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Osi Priorytetowej I „Wykorzystanie działalności badawczo-rozwojowej w gospodarce”, Działanie 1.2 „Działalność badawczo-rozwojowa przedsiębiorstw”, typ projektów „Proces eksperymentowania i poszukiwania nisz rozwojowych i innowacyjnych”, Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Mazowieckiego na lata 2014-2020.

Dnia 31.01.2019 zakończyły się prace badawcze w wyniku których opracowane zostały 3 prototypy unikalnych, innowacyjnych lamp LED. Prace badawcze podzielone były na 7 zadań:

1. Analiza parametrów oświetlenia (zakresów barwy i natężenia światła) dla odpowiednich scen oświetleniowych

Założenia badawcze:

Wykonanie pomiarów widm i natężenia światła różnych scen oświetleniowych w warunkach rzeczywistych tj. słonecznego nieba w południe, zachmurzonego nieba w południe, zachodu słońca, kiedy słońce było tuż nad horyzontem, oświetlenia w sali audytorijnej, światła w domu przy barwie ciepłej światła z oświetleniem żarowym, pomieszczenia biurowego z oświetleniem fluorescencyjnym, oświetlenia w kawiarni i kameralnej restauracji, światła z kominka, oświetlenia w centrum handlowym oraz wieczornego światła ulicznego (sodowego). Następnie wybranie dla każdej ze scen modelowego widma, które będzie wzorcem w późniejszych badaniach.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystana została aparatura naukowo-badawczej jaką był specjalny mobilny spektrofotometr UPTEK MK350N o rozdzielczości widmowej +/-1nm i zakresie widmowym 380-780nm. Badanie było przeprowadzone przez badaczy posiadających doświadczenie w obsłudze tych urządzeń oraz wiedzy w analizie pomiarów spektroskopowych.

Opis badań i wyniki badań:

Badania widm różnych rzeczywistych scen oświetleniowych wykonane zostały przez badaczy posiadających doświadczenie w obsłudze tych urządzeń oraz wiedzy w analizie pomiarów spektroskopowych w celu późniejszego wykorzystania w pracach badawczych w projekcie. Wykonane zostały pomiary różnych scen tj. słonecznego nieba w południe, zachmurzonego nieba w południe, zachodu słońca, kiedy słońce było tuż nad horyzontem, oświetlenia w sali audytorijnej, światła w domu przy barwie ciepłej światła z oświetleniem żarowym, pomieszczenia biurowego z oświetleniem fluorescencyjnym, oświetlenia w kawiarni i kameralnej restauracji, światła z kominka, oświetlenia w centrum handlowym oraz wieczornego światła ulicznego (sodowego). Dla każdej ze scen oświetleniowych wykonane zostało minimum 20 pomiarów widm i natężenia światła w różnym miejscu (bardziej dotyczy się zamkniętych

pomieszczeń, pomiar widma słonecznego o różnej porze i zachmurzeniu wykonywany był na otwartej przestrzeni). Następnie z pomiarów widm wybierane było widmo modelowe, tj. widmo o profilu jakie najczęściej się powtarzało w serii pomiarów. Natężenie światła danej sceny oświetleniowej zostało uśrednione z całej serii pomiarowej (natężenia o skrajnej wartości były odrzucane jako błędy pomiarowe). W ten sposób uzyskaliśmy 11 widm modelowych z odpowiednią wartością natężenia światła, które będą wzorcem do którego dążyły prace w późniejszych etapach badań.

Prace te zakończyły się sukcesem.

2. Opracowanie diod z odpowiednio wysokim współczynnikiem CRI i rozkładzie zbliżonym do światła dziennego

Założenia badawcze:

Opracowanie odpowiedniego źródła światła sterowanego w zakresie barw (widma) i natężenia światła jak najbardziej zbliżonego do widm wzorcowych otrzymanych w wyniku badań z działania pierwszego.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystana została aparatura naukowo-badawczej jaką był specjalny mobilny spektrofotometr UPRETEK MK350N o rozdzielczości widmowej +/-1nm i zakresie widmowym 380-780nm oraz zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D. Wykonane zostało specjalne stanowisko do badań fotometrycznych różnych diod elektroluminescencyjnych bazujące na osi optycznej z uchwytem na źródło światła oraz spektrofotometr (odległość pomiędzy źródłem światła, a spektrofotometrem można było regulować w zakresie do 10 cm do 100cm) i precyzyjnym zasilaczem laboratoryjnym, którym ustalany był prąd pracy dla danej diody LED.

Opis badań i wyniki badań:

W tym badaniu przetestowaliśmy wiele różnych wariantów diod LED THT, pojedynczych diod SMD i na taśmie czy specjalnych na zamówienie wykonanych diod LED COB High Power o różnej barwie światła białego i pojedynczej barwie (widmo o wąskim paśmie, FWHM<30nm) jak również matrycowych diod LED z wieloma kanałami barwnymi. Po wykonaniu niezbędnych pomiarów fotometrycznych różnych diod LED na specjalnie do tego przygotowanej osi optycznej (pomieszczenie całkowicie odizolowane od innych źródeł światła), dla każdego widma wykonaliśmy osobne obliczenia współrzędnych trójchromatycznych $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ i dzięki tym obliczeniom wybraliśmy kilka typów diod LED, które najlepiej nadadzą się jako źródło światła do odwzorowywania scen oświetleniowych z działania pierwszego przy jak najwyższym zachowaniu współczynnika oddawania barw CRI. Działanie to zakończyło się sukcesem, a wyniki badań zostały wykorzystane w następujących pracach badawczych.

3. Opracowanie systemu komunikacji między panelem sterowniczym a zasilaczem/sterownikiem diod LED.

Założenia badawcze:

Celem tych prac badawczych było opracowanie systemu komunikacji między panelem sterowniczym a zasilaczem/sterownikiem diod LED. W tym zadaniu skupiliśmy się na wybraniu bezprzewodowego systemu komunikacji powszechnie używanego spełniającego wszystkie normy bezpieczeństwa i przy tym nie stanowiącego dużego wyzwania w adaptacji danej technologii do naszych potrzeb.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystane zostały elektroniczne urządzenia laboratoryjne tj. zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D, analizator stanów logicznych SQ50 IKALOGIC, multimetr UT 61 C

UNI-T, komputer stacjonarny do obsługi analizatora stanów logicznych oraz płytki stykowe i różne podzespoły elektroniczne (tj. elementy pasywne i elementy półprzewodnikowe). Wykonane zostało stanowisko do pomiarów elektrycznych i transmisji danych różnych interfejsów komunikacyjnych jak i transceiverów większości komunikacji bezprzewodowych dostępnych na rynku.

Opis badań i wyniki badań:

Działanie to polegało na opracowaniu systemu komunikacji między panelem sterowniczym a zasilaczem/sterownikiem diod LED. W tym celu przetestowane zostały różne systemy komunikacji bezprzewodowej począwszy od standardowych sterowników na podczerwień oraz fale radiowe w różnej częstotliwości po autorskie systemy radiowe w komunikacji 2,4 GHz. Po wielu testach komercyjnych systemów do sterowania diod LED okazało się, że niezbędne jest opracowanie własnego systemu sterowania wykorzystujące komunikację BlueTooth, Wi-Fi i RF 2,4GHz. Wykonane zostały próbne układy dzięki którym możliwa była transmisja danych między panelem sterującym, a wykonawczym urządzeniem(zasilacz/sterownik diod LED) w komunikacji radiowej BlueTooth, Wi-Fi oraz RF 2,4GHz. Po wszystkich testach jako docelową komunikację radiową wybraliśmy standard Wi-Fi 2,4GHz wykorzystując układy ESP8266, dzięki czemu uzyskaliśmy możliwość łączenia się urządzenia wykonawczego nie tylko z panelem sterowniczym, a bezpośrednio z urządzeniami wykorzystującymi transmisję Wi-Fi, tj, tablet, smartphone czy komputer z routerem Wi-Fi. Prace te zakończyły się osiągnięciem postawionego celu, a uzyskana wiedza posłużyła w następnych pracach badawczych.

4. Opracowanie urządzenia wraz z oprogramowaniem pozwalającego na przekształcenie komend użytkownika w sygnał bezprzewodowy

Założenia badawcze:

Celem tego badania jest opracowanie urządzenia wraz z oprogramowaniem pozwalającym na przekształcenie komend użytkownika na panelu sterowniczym w sygnał bezprzewodowy. W tym badaniu skupiamy się na wykonaniu odpowiednio małego gabarytowo urządzenia, który będzie mógł komunikować się za pomocą różnych standardów komunikacji z urządzeniami komunikacyjnymi w technologii radiowej i po otrzymaniu komend użytkownika wyśle odpowiedni pakiet danych do urządzenia wykonawczego.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystane zostały elektroniczne urządzenia laboratoryjne tj. zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D, analizator stanów logicznych SQ50 IKALOGIC, multimetr UT 61 C UNI-T, komputer stacjonarny do obsługi analizatora stanów logicznych oraz płytki stykowe i różne podzespoły elektroniczne (tj. elementy pasywne i elementy półprzewodnikowe). Wykonane zostało stanowisko do pomiarów elektrycznych i transmisji danych różnych interfejsów komunikacyjnych oraz do programowania pamięci Flash mikrokontrolerów PIC za pomocą interfejsu ICSP.

Opis badań i wyniki badań:

W tym etapie badań posłużyła znacznie wiedza z prac na temat komunikacji pomiędzy urządzeniem sterowniczym, a wykonawczym. To zadanie polegało na wykonaniu specjalnego urządzenia(panel naścienny), które wykona komendę użytkownika i wyśle pakiet danych do urządzenia wykonawczego. Do tego celu wykonanych zostało kilka prototypowych płytek PCB wykorzystujących moduł ESP8266, mikrokontroler PIC18LF4431 (komunikacja UART i I2C) oraz specjalnego modułu przycisków pojemnościowych MPR121. Programy na mikrokontroler napisane zostały w środowisku mikroC for PIC (Mikroelektronika) w języku C wraz kilkoma wstawkami w języku ASSEMBLER, zaś sam mikrokontroler programowany był za pomocą programatora PICkit3 z interfejsem ICSP. Po wnikliwych testach udało się wykonać urządzenie

pozwalające na przekształcenie komend użytkownika i wysłanie ich z panelu sterowniczego do urządzenia wykonawczego, który ma za zadanie sterować jasnością zamontowanych do niego diod LED. Dodatkowo wykonane zostały niezależnie programy na system Android i IOS, dzięki którym również można wysłać pakiet danych do urządzenia wykonawczego i sterować jego działaniem. Działanie to zakończyło się osiągniętym celem, a uzyskana wiedza posłużyła w następnych pracach badawczych.

5. Analiza porównawcza oświetlenia sztucznego z diod LED a oświetlenia zbadanego dla poszczególnych scen

Założenia badawcze:

Celem badania jest porównanie oświetlenia sztucznego z diod LED z widmami wzorcowymi uzyskanymi w działaniu pierwszym prac badawczych. W tym badaniu nacisk został położony na otrzymaniu widma/barwy światła jak najbardziej zbliżonego do wzorca danej sceny oświetleniowej przy zachowaniu wysokiego współczynnika CRI oraz odpowiedniego natężenia światła.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystany został spektrofotometr UPRTEK MK350N oraz oś optyczna, przygotowana w działaniu drugim z odpowiednio przygotowanym źródłem światła bazującym na diodach LED wyselekcjonowanych również dzięki wynikom badań z działania 2. Wykorzystane zostały też elektroniczne urządzenia laboratoryjne tj. zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D multimetr UT 61 C UNI-T, oraz specjalnie przygotowany układ prototypowy do sterowania jasnością diod LED (bazujący na module PCA9685 – max 16 kanałów PWM o rozdzielczości 12bit) sterowanych za pomocą komputera stacjonarnego. Wykonane zostało stanowisko do pomiarów fotometrycznych w pomieszczeniu izolowanym od jakichkolwiek innych źródeł światła niż badane.

Opis badań i wyniki badań:

W tym działaniu posłużyły wszystkie wcześniejsze prace badawcze wraz z wykorzystaniem odpowiednio do tego przygotowanego urządzenia, dzięki któremu można było sterować jasnością (max 16 kanałów, 12bit rozdzielczości PWM) danego kanału barwowego diod LED. W ten sposób szukane było najlepsze odwzorowanie danej sceny oświetleniowej dla danego urządzenia, w którym mają się znajdować diody LED. Posłużyły tu wyniki obliczeń z działania drugiego, aby ustalić bazowe poziomy jasności danego kanału barwowego w celu odwzorowanie danej sceny oświetleniowej. W czasie badań okazało się, że diody wykorzystane w lustrze będą musiały mieć zmodyfikowane parametry oświetleniowe do tych wykorzystanych w panelu sufitowym, z powodu innych materiałów dyfuzyjnych wykorzystanych w tych urządzeniach. Po wielu badaniach i analizach odpowiednich parametrów oświetleniowych uzyskaliśmy najbardziej zadowalające parametry, które odzwierciedlają sceny wzorcowe z wysokim współczynnikiem CRI. Wyniki badań posłużyły opracowaniu sterownika wraz z docelowym programem sterującym sceny oświetleniowe.

6. Opracowanie urządzenia wykonawczego - sterownika/zasilacza diod LED

Założenia badawcze:

Celem badań było opracowanie urządzenia wykonawczego, który po otrzymaniu odpowiedniego pakietu danych wykona żądaną operację użytkownika, a co za tym idzie odpowiednie ustawianie jasności różnych diod LED w celu otrzymania odpowiedniej sceny oświetleniowej.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystane zostały elektroniczne urządzenia laboratoryjne tj. zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D, analizator stanów logicznych SQ50 IKALOGIC, multimetr UT 61 C UNI-T, komputer stacjonarny do obsługi analizatora stanów logicznych oraz płytki stykowe i różne podzespoły elektroniczne (tj. elementy pasywne i elementy półprzewodnikowe). Wykonane zostało stanowisko do pomiarów elektrycznych i transmisji danych różnych interfejsów komunikacyjnych oraz do programowania pamięci Flash mikrokontrolerów PIC za pomocą interfejsu ICSP.

Opis badań i wyniki badań:

W tym działaniu opracowany zostało urządzenie wykonawcze, które jako zadanie ma przekształcić komendy otrzymane z panelu sterowniczego (lub smartphona, tabletu itp. urządzeń) naysterowanie diod LED tak aby otrzymać odpowiednią scenę oświetleniową. Do tego celu wykorzystane zostały rozwiązania z wcześniejszych prac badawczych i wykonany został projekt oraz płytka uniwersalnego sterownika diod LED (z wykorzystaniem stałonapięciowego zasilacza impulsowego), który bazuje na mikrokontrolerze PIC18LF4431 i do sterowania jasnością wykorzystuje wbudowany timer z czterema niezależnymi wyjściami PWM o rozdzielczości 14bit każdy, końcówka mocy wyjść PWM na płycie PCB została oparta o tranzystory N-MOSFET(40V, 3.6A), na płycie znajduje się układ ESP8266 do komunikacji w standardzie Wi-Fi 2,4 GHz oraz dodatkowo umieszczony został układ MPR121 w celu możliwości wykorzystania sterowania za pomocą pojemnościowego panelu dotykowego na powierzchni lustra z inteligentnym oświetleniem. Prace te zakończyły się osiągnięciem postawionego celu, a uzyskana wiedza posłużyła do integracji wszystkich elementów w jeden działający prototyp.

7. Integracja - opracowanie systemu sterowania współpracującego z panelem LED i prototypów produktów.

Założenia badawcze:

Celem tego badania było wykonanie prototypów bazujących na wynikach badań z poprzednich działań oraz opracowanie ich tak aby były odpowiednią bazą projektową do opracowania produktu komercyjnego.

Metodologia badań:

W badaniach wykorzystane zostały elektroniczne urządzenia laboratoryjne tj. zasilacz laboratoryjny KORAD KD3005D, analizator stanów logicznych SQ50 IKALOGIC, multimetr UT 61 C UNI-T, komputer stacjonarny do obsługi analizatora stanów logicznych oraz płytki stykowe i różne podzespoły elektroniczne (tj. elementy pasywne i elementy półprzewodnikowe). Wykonane zostało stanowisko do pomiarów elektrycznych i transmisji danych różnych interfejsów komunikacyjnych oraz do programowania pamięci Flash mikrokontrolerów PIC za pomocą interfejsu ICSP. Do pomiarów fotometrycznych w odizolowanym od światła pomieszczeniu przygotowane zostało stanowisko do pomiarów fotometrycznych prototypów, które bazowało na odpowiednio zmodyfikowanej osi optycznej, mogącej utrzymać plafon o wymiarach 60x60 cm, lustro o wymiarach 80x120cm i standardowy reflektor szynowy, pomiary wykonywane były spektrofotometrem UPRTEK MK350N.

Opis badań i wyniki badań:

Dzięki wykorzystaniu wszystkich wcześniejszych prac badawczych udało się wykonać kilka prototypów urządzeń mogących wyświetlać sceny oświetleniowe zbliżone do rzeczywistych. Pierwsze z nich to lustro z odświetleniem, w jego przypadku wykorzystane zostały specjalnie do tego projektu zamówione taśmy LED RGBWW 360LED/m oraz lustro zamówione w firmie RUBE z dwoma piaskowanymi paskami (szerokość 4 cm) odsuniętymi o kilka centymetrów od krawędzi bocznych lustra jako miejsce na oświetlenie scen oświetleniowych od wewnętrznej strony lustra. Lustro dodatkowo zostało wyposażone w panel dotykowy dzięki czemu może działać bez

wykorzystania urządzenia zewnętrznego(panelu sterowniczego, smartphona itp. urządzeń). Drugim urządzeniem jest panel (plafon) sufitowy, który wykorzystuje również taśmy LED RGBWW 360LED/m jak lustro. Plafon może być sterowany z poziomu panelu dotykowego ściennego, smartphona, tabletu i komputera z routerem. Działanie Panelu sufitowego jest podobne do lustra tylko przez wykorzystanie innych materiałów dyfuzyjnych(dla światła) musieliśmy wykonać poprawki wysterowaniu scen oświetleniowych. Ostatnim urządzeniem jakie wykonaliśmy jest reflektor szynowy, którego działanie jest podobne do plafonu sufitowego, ale wykorzystaliśmy w nim źródło światła specjalnie do tego zamówioną diodę LED COB RGBW 40W dzięki czemu uzyskaliśmy bardzo wysokie odwzorowanie scen oświetleniowych a współczynnik CRI wynosił dla niektórych 98. Wszystkie prototypy przetestowane zostały na odpowiednio przygotowanej osi optycznej w pomieszczeniu pomiarowym. Prace te zakończyły się osiągnięciem postawionego celu, a uzyskana wiedza posłużyła do produkcji nowych urządzeń.

W wyniku przeprowadzonych prac badawczych, na podstawie pozyskanej wiedzy, firma Greenie opracowała 3 prototypy innowacyjnych produktów:

1. Podświetlane Lustro LED pozwalające na zobrazowanie osoby w odbiciu w predefiniowanej scenarii świetlnej. Lustro LED przeznaczone są dla firm oraz użytkowników domowych. Sceny oświetleniowe jakie zostały umieszczone w oprogramowaniu lustra to: słońce w południe, zachmurzone niebo, zachód słońca, sala audytoryjna, pomieszczenie biurowe, dom, centrum handlowe/sklep, kameralna restauracja/kawiarnia, światło przy kominku i uliczne światło. Przygotowaliśmy programy sterujące scenami oświetleniowymi na dwie platformy sprzętowe urządzeń mobilnych tj. Android i iOS, które będą w niedługim czasie (pierwsza połowa 2019) opublikowane w sklepie Google PLAY i iStore. Sterowanie z urządzeń zewnętrznych pozwala na własne ustawienia wszystkich kanałów świetlnych lustra i ustawiania własnych scen oświetleniowych i ich zapamiętanie na pamięci telefonu lub innego urządzenia mobilnego. Lustro dodatkowo zostało wyposażone w panel dotykowy, a grafiki (piktogramy) przedstawiające sceny oświetleniowe zostały umieszczone na lustrze przez naszego dostawcę lusterek firmę RUIKE. Lustro zostało zgłoszone do biura patentowego w celu opatentowania wzoru użytkowego. Jak do tej pory nie ma firm, których produkty lusterek z oświetleniem oferowałyby tyle możliwości przy zachowaniu estetyczności(odpowiednio wbudowany panel dotykowy w lustro, konkurencja proponuje głównie przyciski na boku lustra) co czyni ten produkt jednocześnie innowacyjnym i atrakcyjnym z wyglądu.

2. Panel Sufitowy LED (plafon) pasujący do standardowych wymiarów paneli sufitowych o wymiarach 60x60cm (moc 36W do 45W) lub 120x60cm (moc 70W) oraz reflektor szynowy (moc 15 do 40W) do standardowych jednofazowych szyn sufitowych. System ten jest przeznaczony głównie dla firm odzieżowych, gdzie plafon bądź reflektor szynowy zamontowany będzie jako oświetlenie w przymierzalni. Użytkownik będzie mógł wybrać scenę oświetleniową za pomocą ściennego panelu sterowniczego, który znajdować się będzie w przymierzalni. Dodatkowo można sterować oświetleniem za pomocą własnego smartphona po wcześniejszej instalacji programu na platformę Android bądź IOS, aplikacja umożliwi ustawianie własnych scen oświetleniowych. Informacje wraz kodem QR (dzięki któremu będzie można pobrać aplikację) znajdować się będzie na naklejce dostarczanej z produktem by można było informację umieścić w przymierzalni w widocznym miejscu. Takie rozwiązanie nie jest jeszcze przez nikogo oferowane i jeszcze w tak zaawansowanym możliwości jakie oferuje sterowanie co czyni te produkty innowacyjne nie tylko na skalę rynku polskiego lecz także zagranicznego.

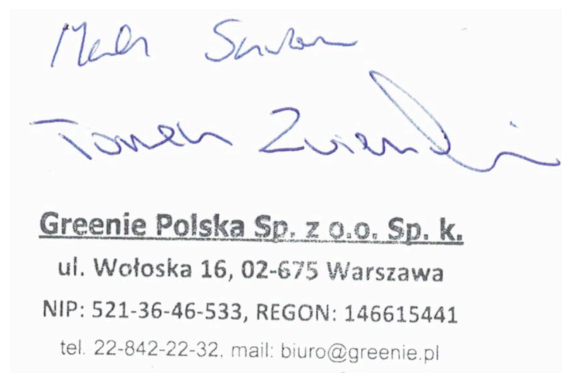
3. Predefiniowany system oświetleniowy pozwalający na pełną parametryzację światła lub odtwarzanie scen świetlnych na dużych powierzchniach jak np. sklepy wielkopowierzchniowe, salony odzieżowe, biura. Jest to rozbudowany system plafonów i reflektorów szynowych tak, aby można było w całości sterować oświetleniem w biurze, sklepie, salonie samochodowym czy centrum handlowym. System opiera się na połączeniu wszystkich urządzeń w obrębie jednej sieci Wi-Fi dzięki



czemu będzie można jednocześnie sterować do 10000 różnych plafonów i reflektorów szynowych. Do produktu dostarczamy specjalne autorskie oprogramowanie, dzięki któremu możemy z jednego komputera sterować całym oświetleniem w budynku i mając przy tym możliwość serowania każdym plafonem i reflektorem z osobna. Produkt ten kierowany jest tylko do użytkowników biznesowych i po zamówieniu będzie on specjalnie przygotowany pod konkretne zamówienie wraz z odpowiednim sterowaniem i konfiguracją sieci Wi-Fi. Jak do tej pory nikt nie oferuje tak zaawansowanego i innowacyjnego rozwiązania. Dodatkowo w planach mamy jeszcze rozbudowę oświetlenia do biur o sterownik typu follow the day, aby zmniejszyć zmęczenie pracowników z powodu sztucznego nie naturalnego oświetlenia jego wysokim odwzorowaniem jakie podczas badań uzyskaliśmy.

Zaplanowane prace badawcze zostały w pełni zrealizowane do dnia 31/01/2019.

Cel projektu został osiągnięty.



Warszawa, 31.01.2019

podpis, pieczęć