„Domek RGB”*

„Domek RGB” jest specyficznym domkiem dla lalek. Wnętrze domku jest urządzone w trzech kolorach: czerwonym (Red), zielonym (Green) i niebieskim (Blue). Oświetlenie domku jest również w kolorach RGB, oraz dodatkowo w kolorze białym.

CEL:

Celem stworzenia „Domku RGB” jest ukazanie względności pojęcia barwy, oraz utrwalenie samych kolorów RGB. Ponieważ zdecydowana większość ludzi należy do tzw. wzrokowców, posłużenie się obrazem jest dodatkowo uzasadnione, nie wspominając o specyfice działu optyka. Dodatkową zaletę, oraz argument skłaniający do podjęcia takiego przedsięwzięcia, stanowi możliwość łączenia wielu ścieżek dydaktycznych podczas planowania i realizacji projektu. „Domek RGB” może stać się tematem pracy na technice, plastyce, kółkach zainteresowań (modelarskim, plastycznym, projektowaniu wnętrz), oraz na lekcjach i kółkach fizycznych. Poza działem „optyka”, którego „Domek RGB” dotyczy najbardziej, mamy tu do czynienia również z mechaniką na poziomie szkolnym oraz z mechaniką na poziomie szkolnictwa wyższego (tzw. mechanika techniczna np. na architekturze). Kolejnym działem istotnym przy projekcie jest elektrotechnika. Występuje tu m.in. łączenie obwodów, oraz tematy znacznie wykraczające poza program fizyki szkolnej. Oprócz celów dydaktycznych, projekt spełnia cele wychowawcze, poprawiając m.in. współpracę, oraz zgranie danej grupy. Na każdym szczeblu projektowania kształtowane są zdolności manualne ucznia. Projekt rozwija wyobraźnię, a także dopinguje indywidualną twórczość. Ponadto łączenie ścieżek dydaktycznym poprawia koordynację między przedmiotami, co warto podkreślać przede wszystkim z uwagi na ucznia.

MATERIAŁY:

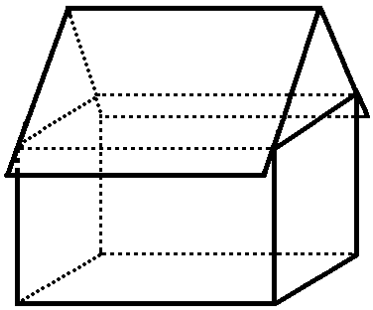
Materiały do „Domku RGB” zależą głównie od planów samego autora. „Domek RGB” z założenia może być niewielki lub wręcz przeciwnie. Najważniejsza jest sama idea i to czy nasz

* Problemy poruszane w tym projekcie znajdują się również w XL Olimpiadzie Fizycznej, etap Wstępny, zadanie teoretyczne nr 3. (proponowane odpowiedzi uważam za niezgodne z doświadczeniem i teorią)

projekt spełni nasze cele i oczekiwania. Proponowany model jest dość duży, ale stabilny i atrakcyjny wizualnie.

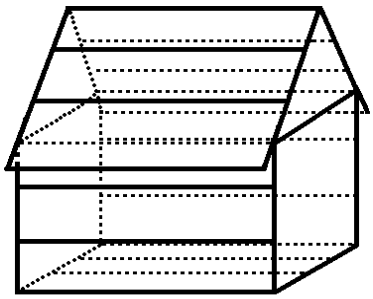
REALIZACJA I PRZEBIEG EKSPERYMENTU:

Pierwszym krokiem każdej konstrukcji powinien być projekt. Można wykonać zarys domku lub prosty rysunek techniczny (rys.1.). Prezentowany domek RGB to prostopadłościan o wymiarach 67cm:69cm:101cm. Dach domku ma podstawę równą podstawie domku. Wysokość dachu zgodnie ze standardami panującymi w budownictwie stanowi około 3/4 wysokości domu.



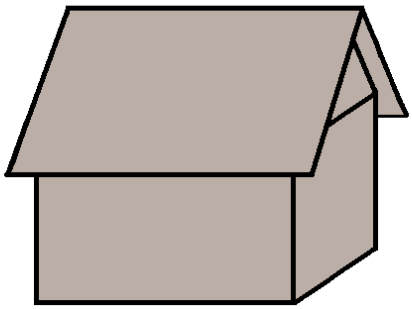
Rys. 1. *„Projekt” „Domku RGB”*.

Szkielet domku wykonany z łat dachowych zbijanych przy pomocy odpowiednich, metalowych łączeń, aby konstrukcja była trwała. Przy zbijaniu łat dachowych, amatorzy mogą spotkać się z nieprzewidzianymi sytuacjami. Wiele kłopotów mogą sprawić sęki występujące w listwach. W miarę możliwości należy omijać te miejsca przy wbijaniu gwoździ, gdyż mogą one spowodować pęknięcie całej listwy. Może się również zdarzyć tak, iż okaże się że kąty między łatami nie są kątami prostymi. Z tego też powodu, tak istotne jest użycie w odpowiednich miejscach narożnikowych łączeń. Proponowana kolejność jest następująca: zbijamy dwie ramki, górę i dół konstrukcji, a następnie łączymy obie ramki pionowymi łatami.



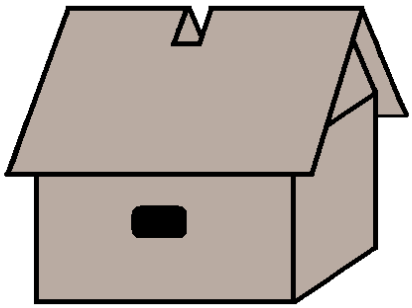
Rys. 2. *Wzmocniony szkielet konstrukcji.*

Do dolnej ramki przybija się podłogę, dlatego też powinno się przybić do niej dodatkowe łaty. Jeżeli ściany domku są na tyle duże, że odkształcają się na zewnątrz lub do wewnątrz domku, należy wzmocnić konstrukcję domku dodatkowymi łatami, najlepiej tak, aby tworzyły jedną, lub nawet dwie dodatkowe ramki. W tym konkretnym przypadku potrzebowaliśmy dokonać takiego wzmocnienia jedynie wzdłuż dłuższych ścianek.



Rys. 3. *Konstrukcja obita płytą pilśniową.*

Gotowy szkielet obija się płytą pilśniową. Wszelkie nierówności na brzegach płyt można wyrównać za pomocą odpowiednich pilników i papieru ściernego. Chcąc podnieść estetykę wnętrza, warto pomyśleć o wykonaniu ścianek domku również od wewnątrz. Zyskamy w ten sposób możliwość montowania np. mebelków na ścianach oraz unikniemy widoku łat dachowych we wnętrzu. Ściany wewnętrzne również można przybić do łat, jednak w tym domku ścianki te będą wkładane. Miejsca styku wewnętrznych ścianek mogą wyglądać nieestetycznie, dlatego użyto listwy przypodłogowej.



Rys. 4. *Konstrukcja z uwzględnionymi miejscami na konin domku i otwór.*

Należy pomyśleć także o otworku, przez który będzie oglądane wnętrze. W takim otworku można zastosować lornetkę, lub maskę do pływania, aby wygodnie nam było patrzeć, bez groźby podrapania się ewentualnymi nierównościami. Dach również obijamy płytą pilśniową. Warto zrobić w dachu tzw. wypustkę, tzn. obić dach tak, aby z każdej strony dachu płyta wystawała na długość co najmniej 5cm. Dzięki temu dach spoczywa na konstrukcji stabilniej i prezentuje się o wiele lepiej.

Instalacja elektryczna „Domku RGB" złożona jest z 4 par żarówek w następujących kolorach: czerwonym, zielonym, niebieskim i białym. Żarówki te umieszczone są w przeciwległych narożnikach, w taki sposób, aby pomieszczenie było oświetlone równomiernie w każdym z kolorów. Żarówki połączono równolegle i szeregowo w taki sposób, że każdej parze żarówek odpowiada przełącznik oznaczony odpowiednią barwą. W ten sposób istnieje możliwość oglądania wnętrza przy dowolnie wybranych kombinacjach oświetlenia. Takie oświetlenie nie jest koniecznością, jednak wnosi ono wiele ciekawych obserwacji.

Wnętrze „Domku RGB" zależy tylko od inwencji twórczej konstruktora. We wnętrzu mogą znaleźć się przeróżne przedmioty od prac plastycznych uczniów, lub obrobionych odpowiednio zdjęć aż po pomalowane kamienie, czy klocki. Jeżeli jednak chcemy mieć typowy domek, możemy zakupić mebelki dla lalek lub ku większej satysfakcji wykonać własne. Do wykonania mebli wykorzystać możemy różne elementy, ale ze względu na nietypowy wymiar domku, najlepiej prezentują się te, wykonane z listw montażowych. Listwy tniemy na ustalone wcześniej długości, sklejamy klejem do drewna, a w razie konieczności zbijamy je małymi gwoździkami. Jako ścianki w meblach może posłużyć płyta pilśniowa lub tektura. Praca nad mebelkami wymaga skupienia. Amatorzy powinni zaopatrzyć się w choćby pobieżny rysunek techniczny. Modelarz wykonujący mebelki w prezentowanym „Domku RGB" przy wykonywaniu misternych elementów posługiwał się papierem ściernym o różnej grubości (ziarnistości). Ze styropianu wykonał obicia na krzesła i sofę. Niewiele osób wie, że styropian można wypolerować papierem ściernym, a jeśli posmarujemy go klejem Vikol, otrzymamy gładką, połyskliwą i trwałą powierzchnię. Można również użyć zwykłego materiału. Poza tym do wystroju wnętrza nadaje się każdy drobny rekwizyt. Wykorzystano tu min. zabawki dla lalek, drobne figurki, kawałki listewek i styropianu, kredki, karty do gry, kamienie, muszelki, doniczkę i sztuczne kwiaty. Część elementów można wykonać z masy solnej lub papierowej[*].

[*] Masa solna: masa powstała z mąki, soli i wody. Po wyschnięciu i pomalowaniu jest niezwykle trwała. Masa papierowa: powstaje po rozpuszczeniu papieru gazetowego lub welinowego w wodzie z klejem winylowym.

Bardzo istotnym krokiem, jest odpowiedni dobór kolorów. Jeszcze przed zakupem farby, proponuję sprawdzić efekt na przykładzie próbek, a więc różnych odcieni koloru czerwonego, zielonego i niebieskiego. To ważne aby do kolorów poszczególnych świateł dobrze dobrać kolory farb. Kolorowe żarówki częściowo pokryte są konkretnym kolorem, a częściowo kolorem srebrnym nieprzezroczystym dla światła, który jedynie odbija światło. Niestety pewna część żarówki nie jest pokryta żadnym kolorem i daje ona światło białe, które niweczy efekt. W takim przypadku wystarczy za pomocą najlepiej markera, lub innego trwałego pisaka pomalować tę część żarówki na dany kolor. Jeżeli mimo wszystko nie otrzymamy pożądanych efektów, należy ponownie zwrócić uwagę na światło gdyż może okazać się, że jest ono za jasne. Wówczas również za pomocą markera można pokolorować całą żarówkę, ściemniając i pogłębiając kolor żarówki. Wielką wadą żarówek jest to, że pomalowane markerem szybciej tracą kolorową warstwę, zwłaszcza, jeżeli umieszczone są niezgodnie z zaleceniami producenta, a więc np. pod kątem. Aby uniknąć tego typu problemów należałoby zastąpić żarówki kolorowe- żarówkami z kolorowymi przesłonami, co jednak łączy się z większym nakładem pracy. Jeszcze lepszym rozwiązaniem są żarówki halogenowe.

Zdj.5. *Wnętrze domku w kolorach RGB.*

Jeżeli już uzyskamy naszym zdaniem odpowiedni efekt, można przystąpić do zakupu farby, pędzli, rozpuszczalnika oraz rękawiczek ochronnych. Oczywiście można też korzystać z farb wodnych. Są one bezpieczniejsze, jednak często mniej trwałe, nieodporne na zmywanie, a także wysokie temperatury, z którymi przy 8 żarówkach wewnątrz należy się liczyć. Na malowanie wnętrza oraz poszczególnych elementów powinniśmy przeznaczyć nawet kilka dni, ponieważ płyta pilśniowa, czy drewno potrzebują dwu- a nawet trzykrotnego malowania, styropian pokryty Vikolem- dwukrotnego, ale już materiał nawet pięciokrotnego. Oczywiście przed położeniem kolejnej warstwy farby, powinniśmy upewnić się, że powierzchnia jest już całkowicie sucha. Różnego rodzaju powierzchnie, pomalowane farbą emaliową potrzebują minimum ośmiu godzin do całkowitego wyschnięcia.

Zdj.6. *Domek- efekt końcowy.*

Wykończenie „Domku RGB” to również kwestia inwencji twórcy. Ściany zewnętrzne można pomalować, lub obkleić tapetą imitującą kamienie, cegły lub tynk. Ten, stylizowany jest na góralski domek, stąd kamienie i zielony dach. Z drewna, tektury i okleiny wykonane zostały drzwi i okna. Zostały zaplanowane tak, aby przełączniki stanowiły część jednego z okien, a drzwi komponowały się z otworkiem, przez który zaglądamy. W trakcie pierwszych prób, okazało się, że temperatura wewnątrz domku wzrasta szybciej i mocniej niż

się spodziewano. Jakikolwiek dopływ powietrza, byłby również źródłem światła białego. Problem został rozwiązany przy konstruowaniu komina, który zapewnia wentylację wnętrza, ale jednocześnie zabudowany jest tak, iż wszelkie wpadające światło białe, jest rozpraszane w zadowalającym stopniu. Dach można również pomalować, obić drewnem lub gontami. Można również wykonać efektowne wykończenia.

W trakcie realizacji „Domku RGB", zaobserwowałam kilka ciekawych zjawisk. Mając konkretne oświetlenie mogłam sprawdzić za Paul'em G. Hewitt'em zjawisko cienia i półcienia. Cień, czyli obszar niedostępny dla promieni świetlnych i półcień, czyli obszar częściowo niedostępny dla promieni świetlnych. Na rysunkach 7. a, b i c widać jak przedmiot, który znajduje się blisko ściany rzuca wyraźny, ostry cień, gdyż oświetlające go promienie, rozmywają się na ścianie w niewielkim stopniu. W miarę oddalania przedmiotu od ściany, obszar cienia, ustępuje miejsca półcieniowi. Oddalając przedmiot, znajdziemy odległość, przy której nie będzie można wyodrębnić cienia, gdyż wszystkie półcienie zleją się w jedną plamę.[1]

a b c

Zdj.7. *Ilustracja cienia i jego rozmywania.*

Takie zjawisko towarzyszyło przedmiotom oświetlanym przez światło jednokolorowe. Natomiast gdy przedmiot oświetlany był dwoma lub trzema kolorowymi światłami, widoczne było mieszanie barw podstawowych addytywnych (rys.8.). Przedmiot oświetlany był światłem czerwonym, zielonym i niebieskim, natomiast na zdjęciu widoczne są barwy, będące wynikiem mieszania się tych barw, a więc żółta, turkusowa i purpurowa.

Zdj.8. *Przedmiot oświetlony trzema kolorowymi żarówkami. Widoczna jest synteza barw.*

Przy oświetlaniu przedmiotu światłami o barwie czerwonej i zielonej, pojawił się cień żółty. Po nałożeniu się światła zielonego i niebieskiego powstała barwa turkusowa, natomiast z czerwonego i niebieskiego purpurowa. Tło oświetlanego przedmiotu jest w rzeczywistości białe. Gdyby barwy świateł były dobrane idealnie, na zdjęciu obok, tło w miejscu nałożenia się wszystkich barw, również byłoby białe. Tymczasem jest ono żółtawe, podczas gdy w lewym górnym rogu widać wyraźnie odcień czerwieni, a z prawej strony odcień zieleni. Efekt mieszania barw widoczny jest również przy lewym rogu stolika.

Jednym z głównych celów stworzenia „Domku RGB" było pokazanie względności barw, a zatem tego, że ciało nie ma jednego, konkretnego koloru. Najprostszym tego przykładem jest biały przedmiot umieszczony na pierwszym planie. Przy świetle białym jego barwa jest oczywiście biała. Z kolei przy świetle czerwonym przedmiot nie jest już biały a czerwony. Dzieje się tak, ponieważ biały przedmiot odbija całe promieniowanie słoneczne, a więc całe padające promieniowanie. Więc jeśli pada tylko światło czerwone- przedmiot jest czerwony, przy świetle niebieskim- niebieski itd. Jeśli pada światło np. zielone i czerwone, następuje addytywne mieszanie barw, w efekcie czego przedmiot widzimy jako żółty. Wnioski z obserwacji białego przedmiotu w różnokolorowym świetle są następujące: barwa przedmiotu zależy od padającego światła, a więc nie można stwierdzić, że dany przedmiot ma jedną, konkretną barwę.

Kolejnym przykładem względności barw są barwy wszystkich pozostałych przedmiotów wewnątrz domku. W świetle białym widzimy zielony stół, niebieski wazon, czerwone szafki itd. Stół pochłania całe promieniowanie światła białego, odbijając

jedynie promieniowanie odpowiadające jego barwie. Wazon pochłania całe promieniowanie za wyjątkiem tego, odpowiadającego barwie niebieskiej, natomiast szafki odbijają tylko światło odpowiadające barwie czerwonej. Jeżeli jednak oświetlimy wnętrze światłem czerwonym, szafki, które odbijały tylko światło czerwone, będą je odbijały nadal, co oznacza, że pozostaną niezmiennie czerwone. Przedmioty zielone i niebieskie oświetlone jedynie światłem czerwonym, będą pochłaniały to światło, co jest równoznaczne z pochłanianiem całego promieniowania, i z tej przyczyny będą wydawały się nam czarne.

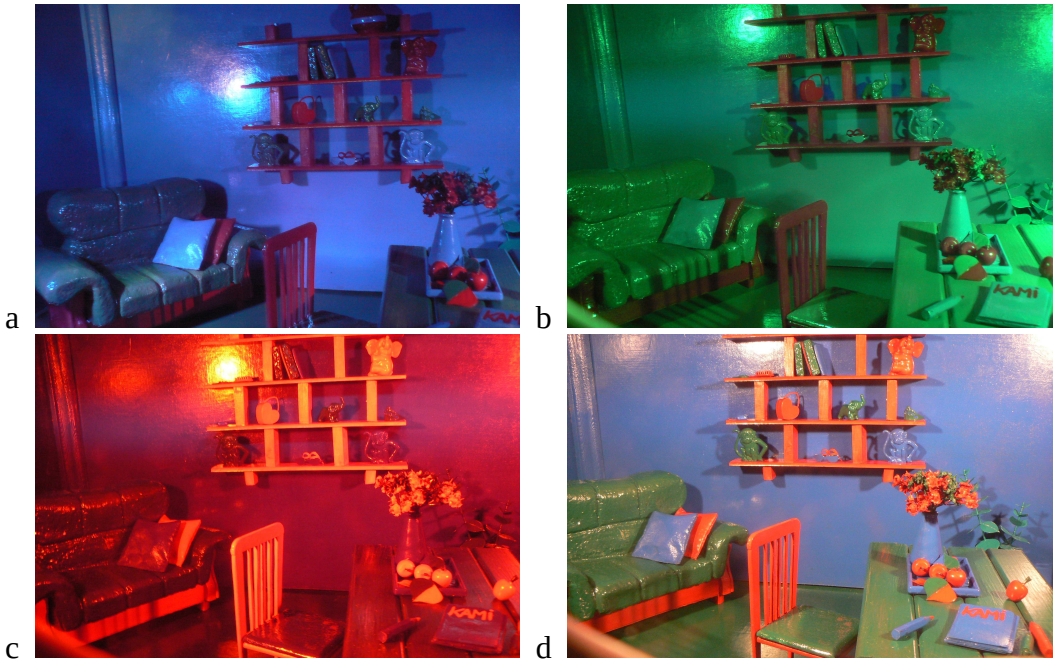
Sądziłam, iż w przypadku oświetlenia zielonego i niebieskiego będzie podobnie. Okazało się jednak, że w świetle niebieskim typowo zachowały się tylko przedmioty niebieskie, zielone stały się szmaragdowe, natomiast czerwone-fioletowe. Z kolei w świetle zielonym czerwień stała się brązowa, a niebieski-turkusowy. Mimo nieco innego (niż spodziewany) efektu, względność barw jest wciąż niepodważalna.

Jednak ciekawym jest fakt, iż pojawiły się inne kolory niż czarny, zielony, niebieski i czerwony. Tłumacząc to zjawisko, można nawiązać do budowy atomu. „Odbicie światła jest procesem podobnym do odbicia od kamertonu dźwięku wytworzonego przez inny kamerton. Kamerton zaczyna drgać również wtedy, gdy padający dźwięk nie pokrywa się z jego drganiami własnymi, lecz amplituda tych drgań jest mała. Podobnie zachowują się atomy i cząsteczki. (…) Mogą one być zmuszane do drgań przez drgające pole elektryczne fali elektromagnetycznej. Drgające elektrony wysyłają własne fale elektromagnetyczne, podobnie jak pobudzony do drgań kamerton wysyła własne fale dźwiękowe. Różne materiały mają różne częstotliwości drgań własnych, które są związane z absorpcją i emisją promieniowania. Ich elektrony preferują różne częstotliwości. Podczas rezonansu amplitudy drgań są duże i wtedy światło jest pochłaniane. Jednak poniżej i powyżej częstotliwości rezonansowej następuje wtórna emisja światła.”[1]

Z całego promieniowania słonecznego, najmniejszą częstotliwością charakteryzuje się światło czerwone. Atomy jakiegoś czerwonego przedmiotu (np. mebli w domku) pod wpływem światła czerwonego, drgają na tyle słabo, że światło to jest odbijane. Pod wpływem światła pomarańczowego, czy żółtego, drgania rosłyby stopniowo. Adekwatnie do tych zmian, zmieniałby się także kolor, jaki byśmy obserwowali. Uprzednio czerwony kolor, stawałby się coraz bardziej pomarańczowy, przy świetle zielonym- rudy, lub brązowy, w świetle niebieskim - brunatny, a w fiolecie niemal czarny. Potwierdza to widok mebli w świetle zielonym i niebieskim. Amplitudy drgań atomów zielonego stołu są największe przy świetle fioletowym i czerwonym i dlatego są one niemal

całkowicie pochłaniane, dając wrażenie czerni. W świetle żółtym, czy niebieskim, amplitudy drgań stopniowo maleją. Choćby z krzywej promieniowania słonecznego widać, że występujące w „Domku RGB” barwy; zielona i niebieska są bardzo blisko siebie, a to oznacza, że ich częstotliwości rezonansowe są podobne. Wynika stąd, że atomy zielonego stolika w świetle niebieskim i atomy niebieskiego wazonu w świetle zielonym reagują podobnie i nie pochłaniają całego padającego światła, przez co ich barwa nie jest ciemna.

Kolejną możliwością „Domku RGB” jest oglądanie jego wnętrza przy dwóch dowolnie wybranych kolorach światła, co daje bardzo ciekawe efekty. Kolejna opcja daje możliwość sprawdzenia jeszcze jednej istotnej rzeczy. Jeśli czerwone meble odbijają tylko czerwone światło, zielony stół - tylko zielone, a niebieski wazon - tylko niebieskie, pochłaniając pozostałe, to przy białym świetle i przy świetle o barwach RGB, wygląd „Domku RGB” powinien być identyczny. Pomijając odbłyski, rzeczywiście tak jest.



Zdj.9. *Wygląd wnętrza „Domku RGB” w zależności od oświetlenia. Wnętrze w świetle a- niebieskim, b- zielonym, c- czerwonym, d- białym.*

WNIOSKI:

Uważam, że podstawowe cele stworzenia „Domku RGB” zostały osiągnięte. Utrwalenie kolorów RGB po choćby jednokrotnym obejrzeniu eksponatu nie stanowi trudności. Względność barw jest tu bardzo wyraźnie pokazana na wielu przykładach,

materiałach i w wielu możliwościach. Prawdopodobnie lepszym rozwiązaniem byłoby użycie żarówek halogenowych. Być może gdyby użyte barwy :zielona i niebieska były bardziej od siebie oddalone na krzywej promieniowania słonecznego, efekt byłby ciekawszy, jednak nawet to nie może podważyć względności barw.

Bibliografia:

[1] Hewitt Paul G.: „Fizyka wokół nas”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003;