

# OPRACOWANIE I WDROŻENIE WYBRANYCH ZMIAN KONSTRUKCYJNYCH W PRODUKCIE AGD

Piotr GÓRSKI, Daria URBAŃCZYK

**Streszczenie:** Artykuł zawiera opracowanie zmian w produkcji AGD firmy Whirlpool. Proponowane zmiany dotyczą instalacji światła LED w klamce drzwi chłodziarki. Zakres pracy obejmuje m.in.: identyfikację potrzeb klienta na podstawie badań oraz analizy produktowej na targach elektroniki użytkowej, opracowanie zestawu procedur przy wprowadzaniu do produkcji modeli stanowiących wersje wyrobów produkcyjnych, zdefiniowanie zmian konstrukcyjnych w produkcji AGD, wdrożenie zmian konstrukcyjnych, oraz zestawu procedur w procesie produkcyjnym.

**Słowa kluczowe:** proces produkcyjny, AGD, konstrukcja

## 1. Identyfikacja potrzeb klienta

Celem niniejszego artykułu jest opracowanie zmiany dotyczącej instalacji światła LED w klamce drzwi chłodziarki. Zmiany w konstrukcji wymuszają potrzeby klientów. Potrzeby te zostały określone na podstawie analiz potrzeb klientów. Fundamentalnym elementem sprzedaży są diagnozy potrzeb klienta, albowiem ciężko zaprojektować produkt, nie orientując się, czego klient pragnie. W rzeczywistości, w sprzedaży nie jest najważniejsza gruntowna analiza potrzeb klienta, ale pokazanie mu, jakie ma naprawdę potrzeby oraz dostarczenie odpowiednich narzędzi do ich realizacji. Najcenniejszym towarem handlowym jest satysfakcja kontrahenta. Konsumenci zawsze kierują się najpierw emocjami, później racjonalizują swoją decyzję [1].

Wiele obecnie opracowanych wyrobów nie jest systematycznie i konsekwentnie ocenianych pod kątem potrzeb klienta. Koniecznym jest zapewnienie środków do ciągłej aktualizacji wymagań konsumenta w takich obszarach jak: marketing, technologia, innowacje czy design.

Czy zawsze możemy sprostać oczekiwaniom klientów? Nie jest możliwe ciągle monitorowanie, kontrola oraz zachowanie równowagi ze względu na presję czasu oraz braku algorytmu, kiedy i w jaki sposób modyfikować wyrób. Najważniejsze jest projektowanie zorientowane na klienta [3]. Według przeprowadzonych badań, konsument planując zakup chłodziarki największą uwagę zwraca na fakt, ile sprzęt zaoszczędzi mu czasu oraz wysiłku. Kolejną ważną cechą jest pojemność oraz łatwość obsługi urządzenia rys.1.



Rys. 1. Wyniki ankiety przeprowadzonej przez Whirlpool Polska

## 2. Innowacje produktowe

Obecnie rynek działa bardzo dynamicznie. Fragmenty składające się na jego całość w bardzo szybkim tempie ulegają zmianie. Aby podążać za nieustanną ewolucją potrzeb klientów oraz nowymi technologiami, firmy muszą stale się rozwijać, w tempie szybszym od konkurencji. Efektem tego ciągłego rozwoju oraz modernizacji są nowe produkty pojawiające się na rynku.

Wyrażenie "nowy produkt" nie jest oczywiste. Dla producenta i konsumenta nowy jest odpowiednikiem wyrobu przedtem niewystępującego. Dla klienta nowością jest to, czego nie mógł wcześniej nabyć. Generalnie rozróżniamy innowacje produktowe absolutne i wtórne. Absolutne definiują nowości w skali globalnej. Innowacje wtórne to rozpropagowanie wyrobów sprzedawanych w innych miejscach, natomiast nie popularnych na rynku krajowym i lokalnym.

W aspekcie marketingowym innowacje produktowe to:

- Wyroby zupełnie nowe, które nasycają potrzeby do tej pory niezaspokojone. W tym sektorze znajdują się również takie potrzeby, które nigdy wcześniej nie były odczuwane, natomiast zostały pobudzone przez działania marketingowe. Istotnymi elementami rozbudzającymi potrzeby są absolutne innowacje, które zawsze przeobrażają konsumpcję (np. płyta CD, tablet).
- Wyroby mniej lub bardziej trafnie zaspakajające potrzeby, które już wcześniej mogliśmy nasycić przez inne produkty. Takie zapotrzebowanie nie kształtuje się od podstaw, lecz zazwyczaj przekopiuje się z wyrobów dotychczasowych na nowsze [4].

Oprócz wyrobów nowych definiuje się również produkty modernizowane oraz usprawniane. Zamierzeniem modernizacji nie jest kreowanie kompletnie nowego produktu, lecz usprawnienie istniejącego. Modyfikacje mogą obejmować produkt lub tylko element jego wyposażenia. Na sukces produktu modernizowanego składa się wiele elementów.

Poprawa sprzedaży i wzrost popularności wyrobu może być osiągnięty dzięki wdrożeniu ulepszeń za pomocą poniższych strategii:

- Poprawa jakości – działania skupiające się na maksymalizacji wartości funkcjonalnej wyrobu: jego trwałości, wydajności, niezawodności czy szybkości, oraz ulepszenie materiałów, z których został wykonany produkt.

- Doskonalenie cech – postępowanie mające na celu dodanie nowych funkcji, zwiększających wielofunkcyjność, wszechstronność, bezpieczeństwo, komfort stosowania produktu oraz łatwość obsługi.
- Polepszenie stylu – zabiegi powodujące ulepszenie wyglądu produktu. Nabywcę interesuje estetyka, marka i styl wyrobu.

Ambicją każdej firmy jest wyciągnięcie maksimum korzyści z tego, co już zostało zaprojektowane i wytworzone. Strategia modernizacyjna polega na tym, że wyroby powinny być w odpowiednim czasie zmienione lub zastąpione.

Modyfikacje powodują przewagę nad konkurencją w momencie, gdy firma potrafi dostrzec wcześniej nieodkrytą potrzebę klientów. Przedsiębiorstwa, które w latach 1950 - 1980 osiągnęły globalny sukces, bardzo często rozpoczynały jako małe spółki (np. Apple). Małe firmy są najczęściej ośrodkami do tworzenia światowych innowacji. Długość czasu, w jakim pojawiają się innowacje produktu są zmienne dla różnych kategorii produktowych [4].

### **3. Proces wprowadzania do produkcji nowych modeli chłodziarek**

W realizacji procesów wprowadzania nowych modeli/wersji modeli stosuje się obowiązujące systemy informatyczne (np. MDM, SAP, Windchill, APO, CCPrint)

Kolejno następuje aprobata modelu, który musi posiadać wymagane certyfikaty. Uzyskanie certyfikatów lokalnych jest w gestii marketingów lokalnych. Centrum rozwoju produktu jest odpowiedzialne za działania w zakresie uzyskania wymaganych certyfikatów i udostępniania dokumentów.

Następnie utworzona zostaje dokumentacja techniczna. Dokumenty dotyczące nowych wyrobów są nadzorowane i archiwizowane przez:

- centrum rozwoju produktu w zakresie dokumentów dotyczących konstrukcji, BOM, danych i specyfikacji technicznych,
- dział Inżynierii Przemysłowej w zakresie dokumentów dotyczących procesów technologicznych,
- dział Jakości w zakresie dokumentów dotyczących partii pilotażowych i Zwolnienia Produkcji.

Dokumentację serwisową opracowuje centrum rozwoju produktu i przekazuje do centrów serwisowych następujące materiały: rysunki eksplozyjne, listę części zamiennych, dane identyfikacyjne i techniczne.

Po otrzymaniu specyfikacji wymagań, wybrany zespół analizuje wymagania marketingu i techniczne pod względem wykonalności, ustala plan wdrożenia, ustala dane techniczne do deklarowania na etykietach, przekazuje do marketingu specyfikację modelu w celu potwierdzenia wykonania.

Następnie zespół komercjalizacji informuje inne działy (Inżynierii Przemysłowej, Zakupów, Zarządzania Materiałowego, Jakości, Produkcji) o nowym modelu na cyklicznych spotkaniach, gdzie dokonywane są: prezentacja nowego modelu, listy nowych komponentów i wymagań. Kolejno ustala się planu prac, w tym realizacji procesu First Part Approval (FPA).

FPA (First Part Approval) to proces zatwierdzania nowych komponentów do produkcji seryjnej. Zamierzeniem FPA jest doręczenie przez dostawcę klientowi potwierdzenia, że prawidłowo zinterpretował wymagania specyfikacji.

Sukcesywnie wykonuje się ocenę dostępności narzędzi i oprzyrządowania, wydajności i zdolności produkcyjnej fabryki, dostępności nowych komponentów oraz wydajności i zdolności produkcyjnej dostawców. Ustala się harmonogram uwzględniający wykonanie partii pilotażowej i termin uruchomienia produkcji.

Dział Rozwoju Chłodnictwa przekazuje do Działów Zakupów i Zarządzania Materiałowego listę nowych komponentów, opracowuje i emituje rysunki konstrukcyjne komponentów, w tym rysunki do wykonania klisz pod nowe sitodruki, dokumenty serwisowe oraz zmiany w dokumentacji towarzyszącej. Kolejno przygotowuje *Bill of Materials* (BOM).

BOM (Bill of Materials) to lista surowców, części, podzespołów, półproduktów w ilościach niezbędnych dla wytworzenia jednej sztuki wyrobu. BOM może być używany do komunikacji pomiędzy fabrykami lub ograniczony do jednego zakładu produkcyjnego. Rachunek materiałów jest często dołączany do zlecenia produkcyjnego, które generuje zamówienie poszczególnych komponentów.

Dział Inżynierii Przemysłowej przygotowuje specyfikacje techniczne oprzyrządowania i wyposażenia do wykonania, zakupu lub modyfikacji części. Dodatkowo określa ograniczenia produkcyjne dla krytycznych podzespołów, zleca wykonanie / modernizację narzędzi i oprzyrządowania. Opracowuje procesy technologiczne i ustala dane do wprowadzenia do BOM (centra kosztów, normy zużycie materiałów). Przygotowuje dokumentacje technologiczne stanowiskowe i montażu oraz przeprowadza szkolenia pracowników w zakresie nowych wyrobów i technologii. Na końcu przeprowadza estymacje kosztów i przekazuje do marketingu.

Weryfikacji nowego modelu dokonuje się na partii pilotażowej – wyrobach wykonanych w procesie produkcyjnym na zwolnionych do produkcji komponentach i oprzyrządowaniu oraz zgodnie z dokumentacją techniczną. Po wykonaniu partii pilotażowej, menadżer produkcji informuje dział jakości, który ustala termin odbioru i zwołuje zespół oceniający. Wszystkie uwagi zespołu zapisywane są w raporcie przez przedstawiciela działu jakości. Weryfikacja kończy się podpisaniem raportu przez wszystkich członków zespołu. Na podstawie wyników weryfikacji podejmowana jest decyzja o zwolnieniu wyrobu do masowej produkcji.

Partię pilotażową - nowe modele (pierwsze sztuki), wykonuje się, gdy szczegółowe sprawdzenie konstrukcji i technologii nie jest wymagane - uruchamiany model różni się w niewielkim stopniu od będącego w bieżącej produkcji. Dział planowania produkcji ustala termin rozpoczęcia produkcji uwzględniając wcześniejsze wykonanie kilku sztuk do weryfikacji i zwolnienia produkcji. Partia pilotażowa wykonywana jest zgodnie z dokumentacją konstrukcyjną, BOM i procesem technologicznym.

#### Produkcja seryjna

Dział planowania produkcji wprowadza wersję nowego modelu uwzględniając ustalony z działem marketingu termin i wielkość produkcji wg zamówienia. Dział jakości nadzoruje działania korygujące w zakresie stwierdzonych niezgodności, meldunki przekazywane są przez działy odpowiedzialne za ich realizację [5].

## 4. Proces produkcyjny

Chłodziarka składa się z kilku podstawowych elementów: zewnętrzna obudowa i drzwi, szafka wewnętrzna, izolacja wstawiona pomiędzy szafkę i obudowę, system chłodzenia, czynnik chłodniczy oraz instalacja. Szafa i drzwi wykonane są z aluminium lub blachy stalowej, która jest malowana. Metal jest zakupywany w zwoju, który jest doprowadzany

bezpośrednio do procesu wytwarzania, gdzie następnie jest pocięty na arkusze blachy. Wewnętrzna szafka jest wykonana z tworzywa sztucznego. Izolacja, która wypełnia lukę pomiędzy szafkami wewnętrznymi i obudową składa się z pianki poliuretanowej. Poliuretany doskonale nadają się do zastosowania, jako izolacja w urządzeniach chłodzących, ponieważ są idealnymi izolatorami. Jest to materiał bezpieczny, wytrzymały i bardzo lekki. Dodatkowym atutem jest jego niska cena, co umożliwi utrzymanie konkurencyjnych cen wyrobów. Chłodziarka ma wytrzymałą strukturę dzięki twardej piance poliuretanowej oraz przyleganiu zewnętrznych powłok (plastikowej szafki i metalowej obudowy). Mniejsze elementy wyposażenia z tworzywa sztucznego jak pojemniki do jajek, przegrody, pojemniki na masło są nabywane u kooperantów.

Elementy układu chłodzenia (sprężarka, skraplacz, cewki, rurka kapilarna) wykonane są z aluminium lub stopu. Rurka jest zwykle miedziana, ponieważ ten metal jest ciągliwy, czyli ma zdolność do zginania bez zerwania. Jako czynnik chłodniczy stosowany jest izobutan R600a [1]. Jest to organiczny związek chemiczny - węglowodór nasycony. Nie jest szkodliwy dla środowiska, co ma znaczenie przy wycofywaniu z obiegu freonu. Ze względu na małą objętościową wydajność chłodniczą wymagane jest użycie specjalnej sprężarki oraz zastosowanie dłuższej kapilary w stosunku do syntetycznych cieczy chłodzących.

Pierwszym elementem formowanym na linii jest obudowa chłodziarki. Ze stalowej rolki blachy wycinane są arkusze na prasie. Kolejno elementy zewnętrznej obudowy trafiają do sterowanej komputerowo obrabiarki, wycinającej otwory na przewody. Na hydraulicznej prasie zaginane są brzożki arkuszy, aby pasowały do siebie przy procesie montażu. Tylną część obudowy stanowi arkusz wykonany z tworzywa. Montując zewnętrzną obudowę wszystkie elementy umieszcza się w ramie montażowej.

Szafka wewnętrzna są formowane próżniowo z tworzywa sztucznego. W tym procesie (rys. 2) tworzywo zostaje podgrzane do stanu wysokiej elastyczności i nadaje mu się kształt wyznaczony formą za pomocą różnicy ciśnień, powstałej dzięki wytworzonej próżni między folią, a formą. Gorące tworzywo sztuczne jest przyciągane próżnią do formy a następnie chłodzone.



Rys. 2. Proces formowania próżniowego

Po przycięciu, uzyskana część jest gotowa do montażu. W kolejnym procesie przy pomocy termoizolacyjnej taśmy, wokół komory zamrażarki montowane są elementy chłodzące.

Wewnętrzna szafka jest umieszczona w zewnętrznej obudowie. Niektóre rury i przewody są prowadzone przez szczelinę pomiędzy nimi, zanim elementy zostaną wypełnione izolacją. Następnie wtryskuje się piankę poliuretanową, która oprócz pełnienia funkcji izolacji termicznej, usztywnia konstrukcję. Wtryskiwana pianka jest w postaci ciekłej i przez krótki okres czasu (około 30 sekund), rozpręża się o ponad 30 razy swojej objętości w celu wypełnienia wolnej przestrzeni. Analogiczna procedura jest stosowana do

drzwi chłodziarki. W modelach wyższej klasy energetycznej (zwykle A+++ ) w przestrzeni pomiędzy szafką a ścianą dodawany jest element instalacji próżniowej, ponieważ izolacja próżniowa jest bardziej efektywna, zarówno pod względem miejsca jak i energii. Kolejno instaluje się parowniki, które odbierają ciepło z wnętrza chłodziarki i przechowywanej tam żywności. Pracą lodówki i zamrażarki steruje się za pomocą panelu kontrolnego gdzie wszystkie przewody łączą się z mikroprocesorem. System sterowania kontroluje transfer ciepła, w celu zapewnienia, że temperatura wewnątrz urządzenia jest zgodna z wybraną przez użytkownika. Bez systemu sterowania nie byłoby możliwe wybranie żądanej temperatury, a jej wartość uległaby zmianie w przypadku zmiany warunków środowiskowych, w którym urządzenie pracuje. System sterowania jest zbiorem elementów połączonych ze sobą za pośrednictwem złącza elektrycznego. Musi posiadać zdolności: pomiaru, porównania i kalkulacji oraz korekty wyniku. Następnie następuje montaż drzwi. Kolejno instalowana jest sprężarka tłocząca płyn chłodniczy. Do niej dolutowuje się miedziane rurki oraz dodaje resztę osprzętu. Tymczasowe zawory umożliwiają wykrycie nieszczelności. W celu przeprowadzenia kontroli jakości gotową instalację wypełnia się obojętnym gazem. Po wypełnieniu instalacji chłodziwem wszystkie rurki zostają zalutowane. Kolejne prace montażowe to dodanie rękojeści na drzwiach chłodziarki oraz zamrażarki. Następnie instaluje się szuflady, szklane półki oraz pojemniki. Na samym końcu procesu dodaje się do wyrobu logo firmy oraz naklejki promocyjne. Następnie wyrób trafia do działu pakowania gdzie jest skrupulatnie przygotowany do wysyłki.

## 5. Konstrukcja modyfikacji

Wdrożenie konstrukcyjne obejmuje: badania wstępne, badania koncepcji, założenia konstrukcyjne, wstępne projektowanie, konstrukcję (projekt wykonawczy), prace wykończeniowe oraz wykonanie serii próbnej [6].

Badania wstępne umożliwiają stwierdzenie wykonalności projektu i sprecyzowanie zadań, które powinny zostać przeprowadzone. Badania obejmują przegląd literatury, ustalenie założeń projektu, konsultacje ze zlecającym zadanie, badania potrzeb rynku. Na potrzeby wykonania zlecenia przeprowadzono badania wstępne odnośnie zmian w chłodziarce. Główne skoncentrowano się na opisie zamówienia z działu marketingu: „Zamrażarka jest zwykle czarną przestrzenią w lodówce, gdzie panuje bałagan. Światło powinno włączać się automatycznie, gdy drzwi zamrażarki są otwarte, w celu zwiększenia widoczności i dostępności do żywności przechowywanej w środku (rys. 3).

Głównym założeniem projektu było wprowadzenie oświetlenia do zamrażalnika w chłodziarce bez modyfikacji szafki wyrobu. Decyzja była determinowana różnicą kosztów, pomiędzy wykonaniem zmian w wykonaniu szafki a klamki.

Badania koncepcji wyrobu bazują na rezultatach badań wstępnych. Polegają one na przeglądaniu rozwiązań konstrukcyjnych porównywalnych wyrobów, a także na szkicach koncepcyjnych uwzględniających wstępne założenia. Na tym etapie brane są pod uwagę wymagania szczególne, które musi spełniać wyrób.

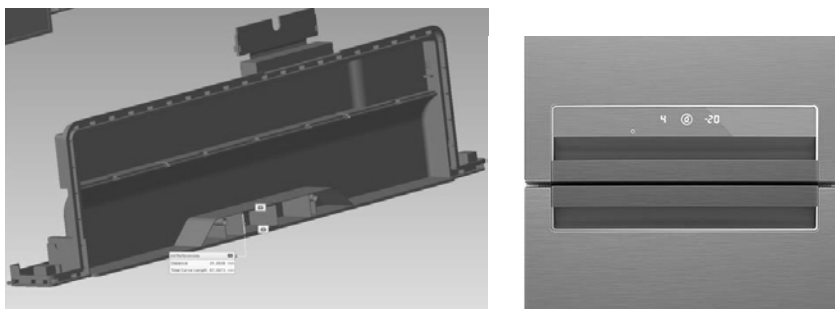
Badania koncepcji dla wprowadzanego projektu, polegały głównie na analizie wymiarowej dwóch rodzajów klamek, które miały zostać poddane modyfikacji. Pomiaru zostały wykonane na modelu wirtualnym w programie CAD – Solid Edge.

a) Klamka „semi pro”

W przypadku poniższej klamki nie mamy do czynienia z żadnym elementem elektroniki. Jedyne utrudnienia montowania diody i światłowodu wynikają z ograniczonej



Rys. 3. Wizualizacja modelu po wprowadzeniu zmian - zamówienie od działu marketingu wielkości wcięcia w klamce (wymiary wnęki oznaczone na lewym (rys. 4) czerwoną oraz białą linią). Głębokość wnęki wynosi 21,28 mm, szerokość zaś 88,3 mm.



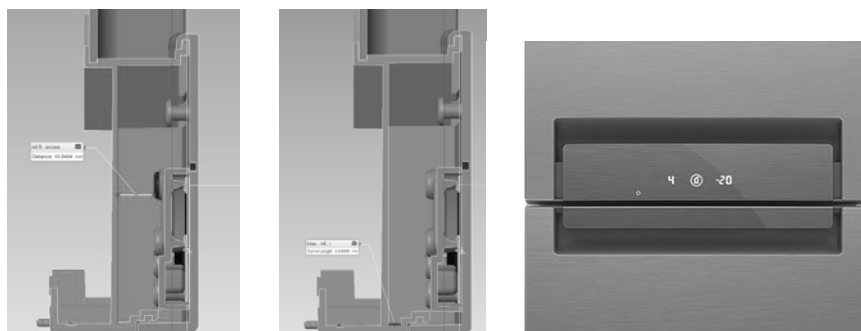
Rys. 4. Model klamki „semi pro”. Po lewej stronie model CAD części chwytnej chłodziarki, po prawej stronie wizualizacja klamki – część górna chłodziarki oraz dolna zamrażalnika

#### b) Klamka „floating”

Umieszczenie diody i światłowodu ograniczone jest przez elektronikę w klamce (element zaznaczony na niebiesko na (rys. 5) oraz sposób montowania panelu dotykowego. W tym przypadku dostępna głębokość wynosi tylko 3,64 mm. Szerokość, na jakiej możemy zamontować diodę w tym przypadku jest dowolna wzdłuż długości całego komponentu.

Założenia konstrukcyjne służą generalnemu technicznemu oraz ekonomicznemu uzasadnieniu przystąpienia do danego projektu. Poruszane zagadnienia to: bezpieczeństwo produktu, koszty, ergonomiczność, cykl życia oraz recykling. W omawianym projekcie, instalacji oświetlenia w klamce, pierwszym założeniem konstrukcyjnym było wybranie odpowiedniej płytki z diodą LED. Postanowiono wykorzystać komponenty dostępne na fabryce, ze względu na zmniejszenie różnorodności części na produkcji.

Poniżej przedstawiono dwa wybrane rozwiązania podjęte analizie (rys.6).



Rys. 5. Model klamki „floating”. Po lewej stronie model części chwytnej chłodziarki, po prawej wizualizacja klamki – część górną chłodziarki oraz dolną zamrażalnika

Trzy diody ustawione szeregowo	Pojedyncza dioda
Geometria i wymiary płytki uniemożliwiają jej zamontowanie w rozwiązaniu floating.	Możliwy montaż w obydwu rozwiązaniach zarówno w floating jak i semi pro.

Rys. 6. Wybrane dwa rozwiązania umieszczenia diody

Ze względu na utrudnienia montażu płytki z trzema diodami w rozwiązaniu „floating”, zdecydowano się zastosować pojedynczą diodę, bliźniaczą dla obydwu klamek. W kolejnym kroku dobrano rodzaj materiału, z którego będzie wykonany światłowód (inaczej light guide). Zdecydowano, że użytym tworzywem sztucznym będzie polimetakrylan metylu (PMMA). Wybór determinują właściwości materiału – przezroczystość rzędu 92% dla światła widzialnego i połysk. Poza tym duża odporność na działanie wody i niskiej temperatury, twardość i odporność na zarysowania oraz sztywność i stabilność wymiarowa. Potocznie nazywany jest szkłem akrylowym [7]. Następnie dobrano odpowiednią (rys.7) geometrię światłowodu (inaczej light guide).

Rozwiązanie prostokątne	Rozwiązanie trapezowe
Łatwiejsza technologia wykonania w porównaniu do rozwiązania trapezowego.	Zużycie materiału mniejsze niż w przypadku rozwiązania prostokątnego.

Rys 7. Wybrane dwa rozwiązania geometrii światłowodu.



Po wstępnych testach zaobserwowano brak różnicy rozprawdanie światła diody w porównaniu rozwiązania prostokątnego do rozwiązania trapezowego. Zdecydowano się na zastosowanie światłowodu o geometrii prostokąta ze względu na mniejszy koszt elementu. Kolejnym elementem w konstrukcji light guide było wykonanie wycięcia pod diodę. Jeżeli światło rozchodzi się z ośrodka w którym ma mniejszą prędkość, do ośrodka w którym ta prędkość jest większa, to kąt padania jest mniejszy od kąta załamania. Współczynnik załamania pozwala określić kierunek biegu promieni załamanych [8]. Współczynnik załamania światła dla PMMA wynosi 1,4914 (dla promieni światła o długości 587,6 nm).

W pierwszej kolejności wykonano dwa rodzaje wycięć pod diodę – trójkątne rys. 8 oraz owalne rys. 9.

a) rozwiązanie trójkątne



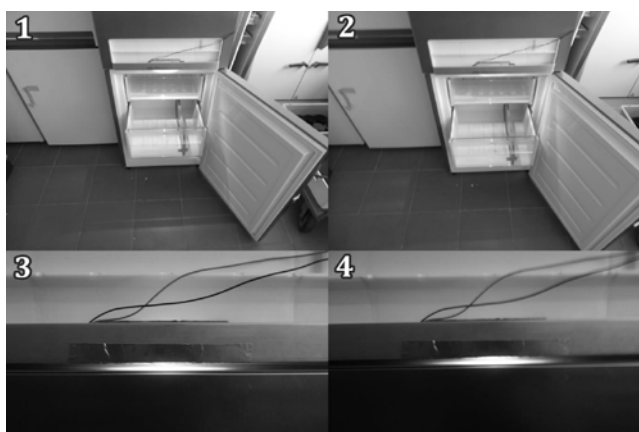
Rys. 8. Light guide - podcięcie *TRÓJKĄTNE*

b) rozwiązanie owalne



Rys. 9. Light giude - podcięcie owalne

Po wstępnych testach dostrzeżono lepszy rezultat wizualny dla rozwiązania owalnego. Wyniki przedstawiono na rys.10.

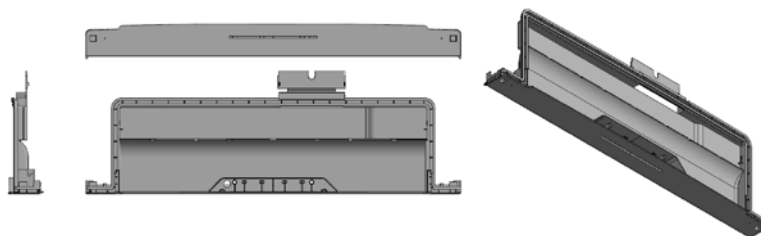


Rys. 10. Zdjęcia modelu po zainstalowaniu pojedynczej diody oraz dwóch rodzajów prototypów światłowodu

Wstępne projektowanie zawiera przygotowanie rysunków komponentów oraz części zespołów. Na podstawie rysunków opracowuje się wirtualny model doświadczalny wyrobu i przeprowadza wstępne próby.

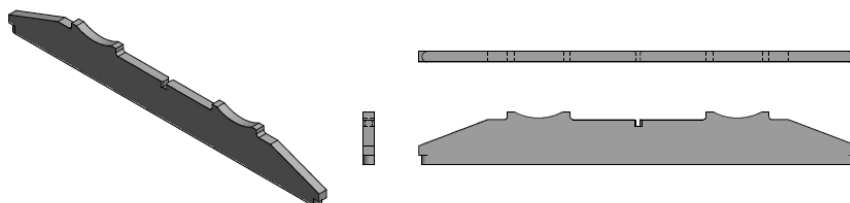
Ze względu na małą objętość artykułu nie przedstawiono kolejnych etapów a jedynie efekt końcowy.

Poniżej na rys. 11 przedstawiono gotowy model zmodyfikowanej klamki.



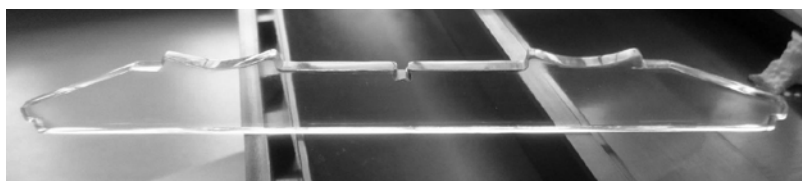
Rys. 11. Model klamki semi pro po dokonanych modyfikacjach

Kolejno wykonano model wykonawczy światłowodu. Zmodyfikowano konstrukcję pod wymiary wnek w klamkach. Dokonano wycięć pod dwie diody LED zgodnie z ustaleniami z działu marketingu rys. 12.



Rys. 12. Model światłowodu pod dwie diody led

Światłowód został wykonany z płyty PMMA. Materiał jest naturalnie bezbarwny i posiada wyjątkową przezroczystość. Odpowiedni kształt wyrobu powstaje po przycięciu płyty przy użyciu piły. Ściany zewnętrzne zostają oszlifowane w celu zwiększenia przepuszczalności światła przez cały element rys. 13.

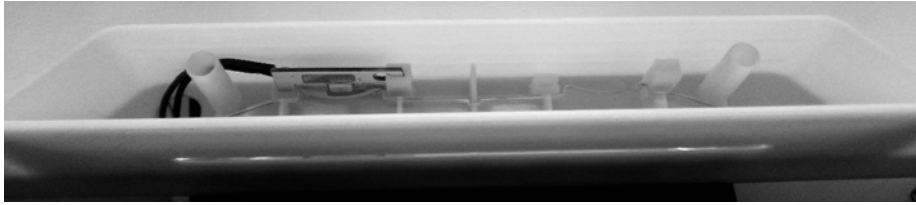


Rys. 13. Zdjęcie gotowego elementu – światłowód

W następnym kroku wykonano prototyp klamki po modyfikacjach i zamontowano diodę LED w sposób zaprezentowany na rys. 14. Analogicznie zamontowano drugą diodę po przeciwnej stronie.

Prace wykończeniowe polegają na naniesieniu poprawek, uzasadnionych próbami z wykorzystaniem prototypu rys. 15. Kolejno zostają sprawdzone rysunki techniczne pod względem normalizacyjnym.

Wykonanie serii próbnej polega na wykonaniu wyrobu z wykorzystaniem zatwierdzonych rysunków i ostatecznej technologii. Technologiczność konstrukcji oznacza takie rozwiązanie konstrukcyjne, które gwarantuje największą łatwość poprawnego wykonania części po możliwie najmniejszych kosztach. Zamierzeniem serii próbnej jest



Rys. 14. Widok zamontowanej diody



Rys. 15. Prototypy gotowego wyrobu, z lewej strony wyrób z klamką semi pro, z prawej z klamką floating

zweryfikowanie opracowanej technologii oraz uzyskanie gotowego wyrobu potrzebnego do zatwierdzenia dla produkcji masowej.

## 6. Wdrożenie modyfikacji

Wdrożenie modyfikacji rozpoczęto od zamówienia pakietu próbnego zmodyfikowanych klamek. Rysunki wykonawcze wysłano do dostawców w celu dokonania wyceny. Zdecydowano wybrać się dostawcę, który dostarcza wszystkie klamki do fabryki, ze względu na najniższy koszt wdrożenia modyfikacji.

Po dostarczeniu próbnego pakietu komponentów przeprowadzono kontrolę:

- a) wymiarową – sprawdzono w laboratorium pomiarowym czy wymiary komponentów mieszczą się w granicy tolerancji,
- b) wizualną – sprawdzono czy klamki nie posiadają żadnych wad estetycznych oraz czy są zgodne ze zdefiniowaną kolorystyką,
- c) montażową – przeprowadzono wstępny montaż przy użyciu nowych komponentów.

Wszystkie przeprowadzone próby przeszły test pozytywnie.

## 7. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono zmiany konstrukcyjne w chłodziarce, w przedsiębiorstwie Whirlpool Corporation. Zgodnie z założeniami udało się sprostać wymogom działu marketingu. W pierwszym etapie prac zgodnie z procesem zidentyfikowano potrzeby klienta na podstawie badań oraz z wykorzystaniem benchmarkingu na targach elektroniki użytkowej. Proponowane zmiany dotyczyły instalacji światła LED w klamce drzwi chłodziarki. Kolejno przeanalizowano procedury

obowiązujące przy wprowadzaniu do produkcji modyfikacji w firmie Whirlpool Corporation. Następnie dokładnie przeanalizowano bieżący proces produkcyjny i nie zauważono żadnych przeciwwskazań do wprowadzenia zmian konstrukcyjnych. W następnym kroku przeprowadzono badania wstępne konstrukcyjne potwierdzające wykonalność projektu. Sprecyzowano założenia projektu. Głównym celem było dodanie oświetlenia do zamrażalnika bez modyfikacji w szafce wyrobu. Przeprowadzono analizę wymiarową dwóch rodzajów klamek, które miały zostać poddane modyfikacji. Pierwszym problemem było wybranie odpowiedniej płytki z diodą. W kolejnym kroku dobrano rodzaj materiału oraz geometrię dla światłowodu. Koniecznym również okazało się wykonanie kilku modyfikacji w konstrukcji klamki bazowej ze względu na wsporniki pod nowe komponenty. Następnie przygotowano rysunki komponentów oraz części zespołów. Na podstawie rysunków opracowano wirtualny model doświadczalny wyrobu oraz przeprowadzono próby. Przeanalizowano również technologiczność komponentów oraz całego zespołu.

Udało się wykonać prototyp z wykorzystaniem zatwierdzonych rysunków i ostatecznej technologii. Próbný model przeszedł pozytywnie wszelkie testy jakościowe.

#### **Literatura:**

1. Batorski J.: Klucz do umysłu klienta, Złote Myśli, Gliwice, 2010.
2. <http://www.portalchlodniczy.pl/chlodnictwo/27-naturalne-czynniki-chlodnicze-izobutan-r600a>. „Naturalne czynniki chłodnicze - izobutan R600a,” Bullraider.com, [Online]. Available: [Data uzyskania dostępu: 1 5 2016].
3. Mruk H.: Marketing - Satysfakcja klienta i rozwój przedsiębiorstwa, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa, 2016.
4. Świtalski W.: Innowacje i konkurencyjność, Warszawa: Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2005.
5. [www.pde.whirlpool.com](http://www.pde.whirlpool.com), PDE, WORLD CLASS WHIRLPOOL, „Project Delivery Excellence,” 2015.
6. [pde.whirlpool.com](http://pde.whirlpool.com), PDE, WORLD CLASS WHIRLPOOL, „Project Delivery Excellence,” 2015.
7. Dobrzański L.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2003.
8. <http://www.gb.abba.pl/fizyka/index.html>.
9. Urbańczyk D.: Opracowanie i wdrożenie wybranych zmian konstrukcyjnych w produkcji AGD w przedsiębiorstwie Whirlpool Corporation. Praca dyplomowa magisterska, Wrocław, 2016.

Dr inż. Piotr GÓRSKI

Mgr inż. Daria URBAŃCZYK

Wydział Mechaniczny

Katedra Technologii Laserowych, Automatykacji i Organizacji Produkcji

Politechnika Wrocławska

ul. Łukasiewicza 5

50-371 Wrocław

tel. +48 71 320 37 81

fax +48 71 328 06 70

email: [piotr.gorski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.gorski@pwr.edu.pl)