

## Karta projektu badawczo-rozwojowego

### Tytuł projektu

**Opracowanie i wdrożenie do systemu produkcyjnego technologii wytwarzania systemów stolarki otworowej PVC – VekaMove**

**Numer ewidencyjny projektu**

**BR - VekaMove**

### OPIS DZIAŁAŃ BADAWCZO ROZWOJOWYCH:

***Cel/ Opis nowych zakładanych właściwości/funkcjonalności rozwiązania (produktu lub procesu)***

Celem projektu było opracowanie nowego procesu technologicznego dla systemu stolarki PVC typu VekaMove, umożliwiającego wprowadzenie do oferty firmy innowacyjnych konstrukcji przesuwnych (okien i drzwi) o mniejszych przekrojach profili i innym systemem doszczelnienia niż stosowane systemy VekaMotion. Kluczową zmianą w stosunku do wcześniejszych rozwiązań (VekaMotion) jest przejście z konstrukcji skręcanych na ramy zgrzewane, co wymagało nowych rozwiązań technologicznych oraz opracowania nowych procedur produkcyjnych.

Systemy stolarki otworowej VEKAMOVE 76 (inna nazwa VekaMove) to system drzwi lub okien przesuwnych dla oszczędzania przestrzeni, charakteryzujący się szczelnością i izolacyjnością, w standardzie jest wyposażony w uszczelnienie centralne (all-round centre seal), co wpływa też na lepszą izolacyjność cieplną oraz akustyczną. Istotnym aspektem technologicznym profili VekaMove jest ich wykonywanie poprzez zgrzewanie — co obniża koszty produkcji. Kluczowe dane techniczne profili:

- Głębokość zabudowy: skrzydło 76 mm, rama 150 mm
- Minimalne szerokości wizualne (otwór przejścia/stałe pole/środkowy słupek): ok. 152 / 71 / 122 mm
- Maksymalna grubość szkła: 48 mm
- Maksymalna szerokość konstrukcji: 4200 mm; wysokość: 2480 mm
- Współczynnik izolacji  $U_n$ : ok. 0,817 W/(m<sup>2</sup>K); całego okna  $U_w$ : ok. 0,831 W/(m<sup>2</sup>K)
- Klasy odporności: po przeciągu wiatru do B3, wodoodporność do 9A, przepuszczalność powietrza do klasy 4, zabezpieczenie antywłamaniowe do RC2
- Profile klasy A zgodnie z normą DIN EN 12608-1

W ramach projektu opracowano i wdrożono nową technologię obróbki oraz zgrzewania profili PVC, dostosowaną do wymagań systemów przesuwnych o mniejszych

przekrojach profili. Kluczowym elementem było przygotowanie kadry oraz infrastruktury produkcyjnej do obsługi nowych rozwiązań technologicznych.

Na etapie przygotowawczym wyposażono park maszynowy w specjalne uchwyty (tzw. palców pozycjonujących, ang. fingers), które stały się elementem do zgrzewarek marki GRAF (modeli SL4 FF/EVO). Ich zadaniem to:

- stabilne podparcie i pozycjonowanie profili PVC podczas procesu zgrzewania,
- utrzymywanie odpowiednich odstępów i geometrii w narożach ram i skrzydeł,
- zapewnienie powtarzalności wymiarowej dla zgrzewania profili różnej szerokości i wysokości,
- ochrona powierzchni profilu przed uszkodzeniem w trakcie docisku.

Fingery są wymienne i dostosowane do konkretnych przekrojów systemowych – dlatego przy wprowadzaniu nowych profili (dla nowego systemu stolarki przesuwnej VEKA) konieczny było ich dopasowanie. Fingery to szablony pozycjonujące montowane w polu roboczym zgrzewarki, które pozwalają maszynie prawidłowo uchwycić i prowadzić dany profil w procesie zgrzewania.

Dzięki temu możliwe było uzyskanie stabilnych warunków pracy i powtarzalności spoin także w przypadku elementów małoformatowych. Równolegle wprowadzono szablony do owiertów, które ułatwiły wykonywanie otworów pod okucia oraz elementy mocujące, gwarantując zgodność z wymaganiami konstrukcyjnymi systemu.

Kolejnym istotnym aspektem technologii było opracowanie oprogramowania do sterowników centrów obróbkowych CNC Elumatec SBZ 609, gdzie wykonywano frezowania i cięcia zgodnie z opracowanymi ścieżkami technologicznymi. Opracowanie dedykowanych programów sterujących oraz integracja z oprogramowaniem zarządzającym produkcją umożliwiło konwersję plików projektowych na komendy maszynowe i pełną automatyzację obróbek.

Na potrzeby walidacji technologii przygotowano serię prototypów konstrukcji, które posłużyły do weryfikacji jakości zgrzewów, dokładności obróbek oraz zachowania geometrii po procesie spajania i frezowania. Wyniki testów pozwoliły na optymalizację parametrów maszynowych i wprowadzenie korekt w opracowanych algorytmach sterowania. W efekcie wdrożono kompletną technologię obejmującą:

- zgrzewanie profili PVC z wykorzystaniem zgrzewarek GRAF i dedykowanych fingerów,
- obróbki mechaniczne wykonywane na centrach CNC i przy użyciu szablonów owiertowych,
- programowanie i sterowanie maszyn w oparciu o opracowane dedukcje i parametry technologiczne,
- walidację prototypów i wprowadzenie optymalizacji w procesach.

Tak zdefiniowany proces zgrzewania i obróbki pozwolił na osiągnięcie wysokiej jakości spoin, precyzji wymiarowej elementów oraz powtarzalności całej produkcji, co było warunkiem koniecznym do wprowadzenia do oferty nowego systemu konstrukcji przesuwnych.

Projekt realizowany był metodą waterfallową, w podziale na fazy:

Faza 1 – Analiza i planowanie

Etap obejmował szczegółowe zebranie wymagań technicznych i funkcjonalnych.

Wynikiem fazy była mapa procesów oraz określenie priorytetów i harmonogramu wdrożenia.

Faza 2 – Projektowanie systemów

Na tym etapie opracowano koncepcje konstrukcyjne nowych systemów Veka, w tym przekroje profili, dobór okuć oraz parametry techniczne. Zdefiniowano także wymagania dla parku maszynowego oraz wstępne założenia technologiczne.

	<p>Faza 3 – Budowa i testy prototypów Wykonano pierwsze prototypy w warunkach produkcyjnych, które następnie poddano testom szczelności, wytrzymałości i jakości obróbki. Analizowano wszelkie odchylenia od założeń projektowych, wprowadzając niezbędne modyfikacje.</p> <p>Faza 4 – Opracowanie i dostosowanie technologii produkcji Przygotowano szczegółową dokumentację procesów, w tym parametry pracy maszyn, procedury montażu i kontroli jakości. Dokonano również modyfikacji sterowników maszyn zgrzewających oraz doposażono park maszynowy w niezbędny osprzęt.</p> <p>Faza 5 – Szkolenia i przygotowanie zespołu Zorganizowano warsztaty dla pracowników produkcji i utrzymania ruchu, obejmujące obsługę nowych maszyn, zasady obróbki PVC oraz wymagania jakościowe.</p> <p>Faza 6 – Wdrożenie Uruchomiono produkcję nowych systemów, monitorując pierwsze serie pod kątem jakości, wydajności i powtarzalności. Na podstawie uzyskanych danych wprowadzono ostatnie poprawki technologiczne, zapewniając stabilne działanie procesów.</p> <p>Projekt pozwolił na zwiększenie elastyczności produkcji, poprawę parametrów użytkowych wyrobów i optymalizację procesów.</p>
--	---

#### ***Podstawowe etapy projektu***

<b><i>Numer etapu</i></b>	<b><i>Nazwa etapu (prace wg. schematu: koncepcja - wyposażenie i przygotowanie infrastruktury – programowanie i konfiguracja maszyn – szkolenia - wdrożenie)</i></b>	<b><i>Data realizacji</i></b>
1.	Analiza i planowanie -	04 - 2024
2.	Projektowanie systemów	04 - 2024
3.	Budowa i testy prototypów	05- 2024 – 06 - 2024
4.	Opracowanie i dostosowanie technologii produkcji	07- 2024 – 09 - 2024
5.	Szkolenia i przygotowanie zespołu	09- 2024 – 12 - 2024
6.	Wdrożenie	11 - 2024 – 12 - 2024

<p><b>Wykaz najważniejszych problemów badawczych oraz sposób ich rozwiązania</b></p>	<p>W trakcie realizacji projektu napotkano szereg problemów badawczych wynikających ze specyfiki nowego systemu stolarki przesuwnej VekaMove. Najważniejsze z nich dotyczyły opracowania technologii zgrzewania i obróbki profili PVC, które w przeciwieństwie do wcześniejszych systemów (np. VekaMotion) nie były skręcane, lecz zgrzewane.</p> <p>Pierwszym problemem było zapewnienie stabilności i powtarzalności procesu zgrzewania w przypadku małoformatowych profili o ograniczonej powierzchni styku. Standardowe uchwyty nie gwarantowały właściwego pozycjonowania elementów w polu roboczym zgrzewarek, co prowadziło do odchyłek wymiarowych i obniżonej jakości spoin. Rozwiązaniem było zastosowanie specjalistycznych fingerów (palców pozycjonujących) do zgrzewarek GRAF, które umożliwiły precyzyjne ustawienie profili i ochronę ich powierzchni przed uszkodzeniem. Dzięki temu uzyskano powtarzalne złącza o wymaganej wytrzymałości i estetyce.</p> <p>Drugim wyzwaniem było dostosowanie obróbek mechanicznych do nowych przekrojów profili. Konieczne było przygotowanie szablonów do owiertów oraz opracowanie dedykowanych programów sterujących dla centrów CNC Elumatec SBZ 609. Wymagało to konwersji plików projektowych oraz integracji oprogramowania z systemem zarządzania produkcją, co pozwoliło na pełną automatyzację obróbek.</p> <p>Kolejny problem dotyczył walidacji nowych technologii i sprawdzenia ich w warunkach produkcyjnych. Pierwsze prototypy konstrukcji wykazały potrzebę optymalizacji parametrów maszynowych oraz korekt w algorytmach sterowania. Wdrożono cykl testów obejmujący badania wytrzymałości zgrzewów, szczelności i precyzji wymiarowej, co pozwoliło dopracować proces i uzyskać stabilne parametry pracy.</p> <p>Dodatkowym wyzwaniem było przygotowanie kadry do obsługi nowego systemu technologicznego. Rozwiązaniem były specjalistyczne szkolenia pracowników z obsługi zgrzewarek, centrów obróbkowych oraz systemu programowania, dzięki którym możliwe stało się prawidłowe wdrożenie nowych procedur produkcyjnych.</p> <p>W rezultacie podjętych działań rozwiązano kluczowe bariery technologiczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zapewniono stabilność procesu zgrzewania i wysoką jakość obróbek,</li> <li>• powtarzalność wymiarową.</li> </ul> <p>Umożliwiło to wdrożenie do oferty firmy nowego systemu konstrukcji przesuwnych VekaMove, charakteryzującego się mniejszymi gabarytami profili i korzystniejszymi parametrami izolacyjnymi.</p>
<p><b>Podstawowe prace o charakterze twórczym w projekcie</b></p>	<p>W ramach projektu wykonano szereg prac o charakterze twórczym, których celem było opracowanie od podstaw nowej technologii produkcji stolarki przesuwnej w systemie VekaMove. Kluczowym elementem było dostosowanie procesu zgrzewania profili PVC do konstrukcji małoformatowych, które w odróżnieniu od wcześniejszych systemów skręcanych (VekaMotion) wymagają wysokiej precyzji obróbki i stabilności połączeń.</p> <p>Do najważniejszych działań twórczych należało zaprojektowanie i wdrożenie dedykowanych fingerów (uchwytów pozycjonujących) do zgrzewarek GRAF, które umożliwiły prawidłowe ustawianie nowych przekrojów profili i uzyskanie powtarzalnej jakości spoin. Równolegle opracowano zestaw szablonów do owiertów, pozwalających na precyzyjne wykonywanie otworów pod okucia i elementy montażowe zgodnie z wymogami systemu.</p>

	<p>Istotną częścią prac twórczych było także opracowanie i wdrożenie oprogramowania do sterowania centrami obróbczymi Elumatec SBZ 609, obejmującego przygotowanie ścieżek technologicznych frezowania, cięcia i wiercenia oraz konwersję plików projektowych na formaty sterujące maszynami. Proces ten wymagał stworzenia dedykowanych dedukcji i algorytmów sterowania, które pozwoliły na pełną automatyzację obróbek.</p> <p>Na etapie walidacji opracowano i wykonano serię prototypów konstrukcji, które posłużyły do testów technologicznych i eksploatacyjnych. Analiza wyników testów pozwoliła na wprowadzenie szeregu korekt w parametrach maszynowych oraz dopracowanie procedur obróbki i zgrzewania.</p> <p>Twórczy charakter projektu przejawiał się również w opracowaniu nowej dokumentacji technologicznej, obejmującej parametry pracy maszyn, procedury jakościowe oraz algorytmy sterowania. Całość prac zaowocowała powstaniem unikalnej w skali przedsiębiorstwa technologii produkcji małoformatowych konstrukcji przesuwanych PVC, możliwej do dalszego rozwijania i adaptacji w kolejnych liniach produktowych.</p>		
<b>Poziom innowacyjności projektu</b>	<b>Innowacja w skali przedsiębiorstwa</b>	<b>Innowacja w skali kraju</b>	
	Tak	Nie	
<b>Podsumowanie projektu</b>	<p>Projekt zakończył się opracowaniem i wdrożeniem nowej technologii produkcji konstrukcji przesuwanych PVC w systemie VekaMove. Kluczowym rezultatem była zmiana podejścia konstrukcyjnego – odejście od systemów skręcanych (stosowanych m.in. w VekaMotion) na rzecz rozwiązań opartych o ramy zgrzewane. Wymagało to stworzenia dedykowanych procedur technologicznych oraz modernizacji parku maszynowego.</p> <p>W ramach prac opracowano nowe narzędzia i rozwiązania: zakupiono i wdrożono specjalistyczne fingery do zgrzwarek GRAF, szablony do owiertów oraz oprogramowanie sterujące do centrów obróbczych CNC Elumatec SBZ 609. Przeprowadzono proces walidacji technologii poprzez wykonanie serii prototypów, które posłużyły do optymalizacji parametrów maszynowych i dopracowania procedur obróbki oraz zgrzewania. Równolegle zrealizowano szkolenia pracowników, przygotowując kadre do obsługi nowych urządzeń i systemów sterowania.</p> <p>Efektem projektu było wdrożenie kompletnej, innowacyjnej technologii pozwalającej na produkcję nowych typów okien i drzwi przesuwanych o mniejszych gabarytach i nośności, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej jakości spoin, szczelności, izolacyjności termicznej i akustycznej oraz estetyki wyrobów. Nowy proces zwiększył elastyczność produkcji, umożliwił realizację krótkich serii i konstrukcji nietypowych, a także zoptymalizował koszty wytwarzania dzięki automatyzacji obróbek.</p> <p>Projekt przyczynił się do poszerzenia oferty przedsiębiorstwa o nowoczesne rozwiązanie w postaci systemu VekaMove, co wzmacnia konkurencyjność firmy na rynku stolarki otworowej i stanowi bazę dla dalszych prac badawczo-rozwojowych w obszarze technologii PVC.</p>		
	<b>Dokumentacja projektowa (załączniki do karty projektu)</b>		
	1.	Dokumentacja techniczna	
	2.	Dokumentacja produkcyjna	
3.			
4.			
5.			
6.			