

**INFORMACJA KOŃCOWA Z REALIZACJI PROJEKTU
W RAMACH DZIAŁANIA PROJEKTY B+R PRZEDSIĘBIORSTW PROGRAMU
OPERACYJNEGO INTELIGENTNY ROZWÓJ**

Data wpływu informacji:	
Korekta Informacji końcowej¹ nr	

1. Informacja końcowa

A. składana w sytuacji osiągnięcia oczekiwanych wyników prac B+R oraz zasadności realizacji części wdrożeniowej projektu

B. składana w sytuacji, gdy dalsze prowadzenie badań przemysłowych lub prac rozwojowych nie doprowadzi do osiągnięcia zakładanych wyników albo gdy po zakończeniu ww. badań lub prac wdrożenie ich wyników jest bezcelowe

Powód rezygnacji z realizacji części badawczej projektu / wdrażania wyników prac B+R:

1. nieosiągnięcie kamienia milowego
2. dalsze badania przemysłowe lub prace rozwojowe nie doprowadzą do osiągnięcia zakładanych wyników
3. brak opłacalności wdrożenia
4. inne

należy podać jakie.....

2. Dane o projekcie

Nr umowy o dofinansowanie: **POIR.01.01.01-00-0588/15-02**

Tytuł projektu: **Opracowanie innowacyjnych pilarek opartych na nowatorskich materiałach konstrukcyjnych i układach wewnętrznych w celu zwiększenia precyzji cięcia, stopnia automatyzacji i poziomu bezpieczeństwa użytkownika.**

Data rozpoczęcia realizacji projektu²: **2015.08.01**

Data zakończenia realizacji projektu³: **2017.12.31**

3. DANE BENEFICJENTA:

Nazwa: **REMA Spółka Akcyjna**

¹W przypadku przekazania przez IP uwag do Informacji końcowej Beneficjent składa korektę Informacji końcowej. Korekta sporządzana jest również w przypadku, gdy Beneficjent uzna za konieczne wprowadzenie zmian do złożonej już Informacji końcowej.

² Zgodnie z umową uwzględniającą wszystkie aneksy.

³ Zgodnie z umową uwzględniającą wszystkie aneksy.

Dane osoby sporządzającej informację:

Imię i nazwisko: **Tomasz Piakała**

telefon: **603094309** e-mail: **tomasz.pikala@rema-sa.pl**

4. PARTNERZY I PODWYKONAWCY WSPÓŁPRACUJĄCY PRZY REALIZACJI PROJEKTU (jeśli dotyczy): **nie dotyczy**

Należy wskazać pełne nazwy Partnerów oraz Podwykonawców, którzy brali udział w realizacji Projektu w zakresie prowadzenia prac badawczych.

4.1. Nazwa Partnera 1:

Nie dotyczy.

4.2. Nazwa Podwykonawcy 1:

Wydział Mechaniczny Politechniki Gdańskiej

4.3. Nazwa Podwykonawcy 2:

Stowarzyszenie Wzornictwo Przemysłowe Warmii i Mazur

5. INFORMACJA O WYKONANYCH PRACACH BADAWCZYCH I ICH WYNIKACH

5.1. OPIS PRZEPROWADZONYCH PRAC B+R W PROJEKCIE


*W tabeli w kolumnie nr 2 należy wykazać wszystkie etapy badawcze zaplanowane do zrealizowania w projekcie (przez Wnioskodawcę i Partnera/ów) zgodnie z wnioskiem o dofinansowanie, z uwzględnieniem umowy o dofinansowanie oraz wszystkich aneksów. W kolumnie nr 3 należy opisać prace B+R przeprowadzone w ramach poszczególnych etapów badawczych (wskazując jednocześnie podmiot wykonujący dany etap/część etapu – Partner/podwykonawcę). **Nie należy** wymieniać zadań niezwiązanych z pracami badawczo-rozwojowymi, np. zadań z zakresu zarządzania projektem, promocją itp.*

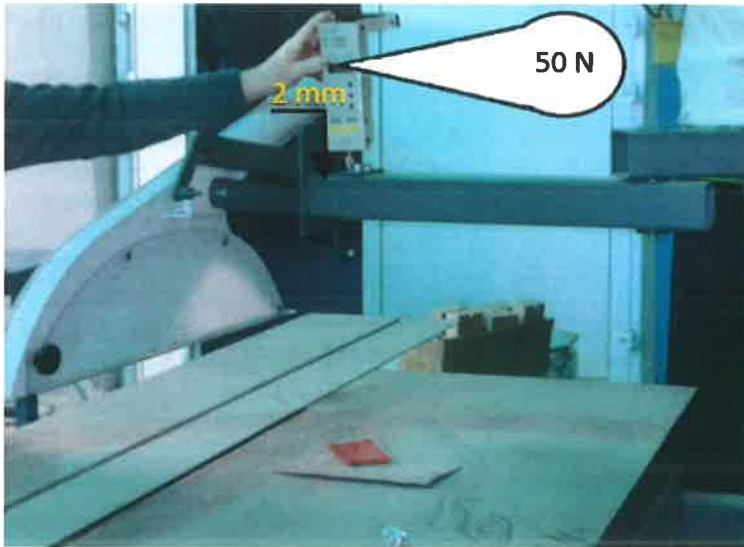
W przypadku niezrealizowania zadania badawczego lub jego niepełnego wykonania, należy jedynie wskazać ten fakt, a szczegółowy opis przyczyn zamieścić w pkt. 5.2.

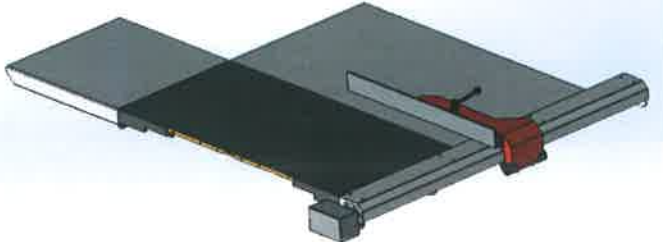


Maksymalna liczba znaków opisu jednego zadania badawczego nie może przekraczać 3000 znaków.

	Nr i nazwa zadania badawczego	Opis przeprowadzonych prac B+R
1.	2.	3.
1	Etap I Zadanie 1.	W ramach tego zadania zespół badawczy opracował prototypy laboratoryjne podzespołów sterowanych elektrycznie odpowiadających za ustawienie parametrów obróbkowych. Opracowano rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne odpowiadające za ustawienie narzędzia tnącego tj. programowalny układ przechyłu i podnoszenia narzędzia. Zbudowano dwa prototypy laboratoryjne różniące się między sobą zastosowanymi materiałami

	<p>Badania ręcznych układów mechanicznych pilarek w celu zastąpienia ich sterowanymi układami elektrycznymi oraz prace nad wyeliminowaniem oporów wewnętrznych w działaniu podzespołów pilarek do rozkroju płyt.</p>	<p>oraz sposobem sterowania realizacji ruchu. Testy wskazały, że w zakresie zastosowanych materiałów nie zaistniały różnice zdecydowanie preferujące dany materiał, natomiast w sposobie realizacji sterowania zdecydowanie układ programowalny przewyższa układ nastawiany w obszarze czasu nastawy i dokładności oraz powtarzalności nastawionych wymiarów. Ostatecznie powstała dokumentacja konstrukcyjna programowalnego układu przechyłu i podnoszenia narzędzia o numerach 267.30.00.000 dla pilarki formatowej oraz 268.03.00.000 dla pilarki hybrydowej zawierająca w sobie aspekty mechaniczne układu. Kolejnymi podzespołami, dla których opracowano rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne były podzespół liniału wzdłużnego i podzespół wrzecionka podcinającego. W przypadku liniału wzdłużnego również wykonano dwa prototypy laboratoryjne w tym przypadku różnice między układami polegały na sposobie sterowania układami. W tym przypadku tak samo jak w przypadku podnoszenia i przechyłu narzędzia sposób sterowania programowalnego wykazał takie same cechy. Docelowo powstała dokumentacja techniczna programowalnego układu nastawy liniału wzdłużnego o numerze 267.10.00.000 zawierającą w sobie aspekty mechaniczne. Korzystając z wyników przeprowadzonych badań w dwóch poprzednich podzespołach w dwóch prototypach laboratoryjnych podzespołu wrzecionka podcinającego od razu zastosowano sterowanie programowalne zakładając, że również w tym przypadku zespół badawczy otrzyma takie same wyniki swoich badań. Różnice między badanymi podzespołami polegały na rozwiązaniach przekazania napędu z silników na układy jezdne góra-dół i lewo prawo wrzecionka oraz samych układów jezdnych. Badania w tym przypadku dotyczyły likwidacji oporów wewnętrznych mechanizmów. Przekazanie napędów z silników różniło się między sobą sposobem połączenia: połączenie bezpośrednie i połączenie za pomocą sprzęgła. Zastosowanie sprzęgła po przez z osiowanie napędu ograniczyło znacznie moment obrotowy potrzebny do napędu mechanizmów śrubowych realizujących poszczególne ruchy i wyeliminowało konieczność stosowania przekładni wzmacniającej moment obrotowy silnika. Układy jezdne różniły się między sobą materiałem, z którego wykonano układ śruba nakrętka oraz zastosowaniem zabudowy zabezpieczającej układ śruba nakrętka przed pyłem powstającym podczas cięcia. Ostatecznie ustalono, że zestaw śruba stalowa i nakrętka z specjalnego tworzywa (Barlon) w osłonie generuje najmniejsze opory. Podczas testów ustalono wartość momentu obrotowego silników na poziomie 4Nm co jest zgodne z założeniami w projekcie gdzie przyjęto założenie momentu nominalnego dla silników nie przekraczającego 12Nm. Ostatecznie przygotowano dokumentację techniczną opartą na wskazanych cechach o numeracji 267.15.00.000. Przeprowadzone już w przypadku podzespołu wrzecionka podcinającego badania nad ograniczeniem oporów wewnętrznych były drugą częścią zadania pierwszego. W zakresie likwidacji oporów wewnętrznych mechanizmów zespół badawczy zaprojektował i zbudował trzy prototypy laboratoryjne układu śruba nakrętka gdzie różnice między układami polegały na zastosowanych materiałach tu tak jak i w podzespole wrzecionka podcinającego para śruba stalowa i nakrętka z tworzywa wykazały najmniejszy opór mierzony momentem bezwładności, który dla tej pary przy badanej wielkości gwintu Tr 24x5 oraz czynnej długości 40mm wyniósł 3,5Nm, dla pary śruba stalowa nakrętka z brązu wyniósł 6,7Nm i dla trzeciej pary śruba stalowa i nakrętka z żeliwa szarego 11Nm. Stosując przetestowany układ śruba stalowa i nakrętka z tworzywa zespół opracował i zbudował dwa prototypy laboratoryjne układu przekazania momentu obrotowego w podzespole przechyłu i podnoszenia narzędzia otwarty i zamknięty. Różnice między dwoma układami polegały na zastosowanej zasadzie pracy pary śruba nakrętka.</p>
2	<p>Etap I Zadanie 2.</p>	<p>Opierając się na badaniach z zadania pierwszego dotyczących układu prowadzenia liniowego zespół opracował cztery prototypy laboratoryjne układów zapewniających precyzyjne podawanie materiału do obróbki. Różnica między układami polegała na sposobie mocowania materiału - w pierwszym rodzaju układu materiał jest podawany do obróbki swobodnie bez</p>

	Opracowanie technologii automatyzacji związanej z podawaniem i usuwaniem materiału z maszyny.	zamocowania w drugim układzie materiał jest zamocowany w chwytaku oraz na sposobie przekazania momentu napędzającego na elementy podające materiał – pierwszy układ przekazania napędu po przez pas zębate, drugi układ to przekazanie napędu po przez koło zębate i zębatkę. Kompilacja tych układów daje cztery możliwości budowy układów do testowania. Zestaw pierwszy to materiał nie zamocowany i napęd pasem zębatym.
3	<p>Etap II Zadanie 1.</p> <p>Analiza dostępnych tworzyw sztucznych i wybór optymalnych tworzyw do budowy elementów pilarek odpowiadających za bezpieczeństwo i ergonomię pracy.</p>	Technolodzy stanowiący skład zespołu badawczego dokonali analizy dostępnych tworzyw sztucznych i z uwzględnieniem najnowszych i wprowadzonych już do obrotu tworzyw wytypowali tworzywa spełniające warunki brzegowe w zakresie bezpieczeństwa i ergonomii. Z wytypowanej listy zastosowano na elementy zapewniające bezpieczną pracę osłony górnej Makrylon Gp b/b 099 dający wgląd dla operatora w strefę cięcia oraz po przez odpowiednie własności mechaniczne potwierdzone przeprowadzonymi testami zapewnia bezpieczeństwo w razie niekontrolowanych odprysków materiału ciętego.
4	<p>Etap II Zadanie 2.</p> <p>Opracowanie preprototypu układu mocowania osłony górnej i jego testy związane z funkcjonowaniem pilarek formatowych i ich bezpieczeństwem.</p>	<p>W ramach tego zadania zespół badawczy opracował prototypy laboratoryjne układów mocowania osłony górnej. Opracowano rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne przedstawiające możliwości mocowania osłony górnej z zapewnieniem poprawności jej funkcjonowania i pewności tegoż mocowania. Zbudowano dwa prototypy laboratoryjne, gdzie pierwszy oparty został na zastosowaniu mieszane rodzaju kształtowników o przekroju kołowym i prostokątnym, który w trakcie testów wykazał brak sztywności układu mierzony odchyłką przemieszczenia ramienia górnego wynoszącą 8mm, na którym zamocowany jest kaptur osłony, w kierunku prostopadłym do powierzchni stołu roboczego przy obciążeniu siłą 50N co przedstawia poniższe zdjęcie badanego prototypu.</p>  <p>Drugi prototyp oparty wyłącznie na kształtownikach o przekroju prostokątnym, zdjęcie poniżej.</p>

		
5	<p>Etap II Zadanie 3.</p> <p>Opracowanie preprototypu układu osłony górnej wraz z jednoczesnym mocowaniem materiału obrabianego i jego testy związane z funkcjonowaniem pilarek pośrednich i ich bezpieczeństwem.</p>	<p>Analizując potrzeby funkcjonalne w połączeniu z bezpieczną pracą na pilarce pośredniej zespół badawczy wyznaczył rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne układu osłony górnej tej pilarki. Za warunki brzegowe poprawności funkcjonowania osłony w pilarce pośredniej uznano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - właściwe mocowanie materiału, niepozwalające na przemieszczenia podczas ciecicia - brak uszkodzeń mechanicznych podczas procesu dociskania materiału - całkowite osłonięcie strefy ciecicia <p>Specyfika procesu ciecicia w pilarce pośredniej polegająca na tym, że materiał cięty nie porusza się a ruchem roboczym jest przemieszczanie się wirującego narzędzia powoduje konieczność mocowania materiału na całej jego długości. Zespół badawczy opracował rozwiązanie konstrukcyjne polegające na budowie osłony stałej zewnętrznej będącej konstrukcją nośną, w której wewnątrz porusza się osłona ruchoma spełniająca jednocześnie funkcję docisku. Istotnym aspektem poprawnie działającego docisku jest zapewnienie płynności jego poruszania się co zespół badawczy osiągnął po przez zastosowanie trójpunktowego systemu prowadzenia z podwójnym napędem pneumatycznym.</p>
6	<p>Etap II Zadanie 4.</p> <p>Opracowanie nowatorskiego układu odprowadzania pyłu i trocin.</p>	<p>Opracowanie nowatorskiego układu odprowadzania pyłu i trocin. Do realizacji tego zadania zaangażowano Politechnikę Gdańską, która we współpracy z zespołem badawczym REMA opracowała koncepcję odpylania i przetestowała na stanowisku badawczym w siedzibie REMA S.A. Badania polegały na wyznaczeniu optymalnej drogi i kierunku przepływu pyłu i trocin powstałych podczas ciecicia w geometrycznie możliwej przestrzeni ograniczonej wymogami norm technicznych w zakresie osłaniania strefy ciecicia materiału. Przeprowadzono symulacje numeryczne przy użyciu oprogramowania CFD ANSYS FLUENT. Dokonane pomiary ciśnień i ich porównanie pozwoliło ustalić rozwiązanie spełniające założenia. Innowacja osłony górnej kryje się wewnątrz. Wyrzucane przez piłę główną wióry są skutecznie wylapywane przez dwie strefy o wyższych parametrach ssących.</p>
7	<p>Etap II Zadanie 5.</p> <p>Opracowanie modelu ergonomicznego ustawienia uchwytów i pokręteł regulacyjnych.</p>	<p>W zadaniu tym zespół dokonał analizy ustawienia chwytów, pokręteł i rękojeści pod kątem położenia, dostępu i wygody użytkownika opracowując model ich usytuowania w pilarce. W przedziałach pracy uchwytów i pokręteł regulacyjnych pokrywających się w pilarce formatowej i pośredniej zastosowano ten sam testowany model. Po sprawdzeniu poszczególnych pozycji i ergonomiczności użytkownika zespół wraz z projektantem zewnętrznym przygotował model rozmieszczenia elementów użytkowych i ich wizerunek w pilarce.</p>

	<p>Etap III Zadanie 1.</p> <p>8 Badania nad materiałami do wykorzystania przy budowie pilarek formatowych w celu poprawy trwałości podzespołów tnących.</p>	<p>W ramach badań w zadaniu pierwszym zespół badawczy badał zastosowanie różnego rodzaju materiałów do wykonania strategicznych części zespołów pilarek odpowiadających za przecinanie materiału. W oparciu o dotychczasową wiedzę wynikającą z wieloletniego konstruowania i produkowania pilarek zespół wytypował zespół stołu ruchomego i zespół stołu głównego wraz z bocznym do analizy optymalizacyjnej pod kątem konstrukcyjnym i zastosowanych materiałów. Poniżej przedstawiono zdjęcia tych zespołów:</p>  <p>Rys.1. Zespół stołu głównego.</p>  <p>Rys.2. Zespół stołu ruchomego.</p>  <p>Rys.3. Zespół stołu ruchomego ze zdjętym górnym kształtownikiem.</p> <p>W zespole stołu głównego badano zastosowanie różnego rodzaju żeliwa do wykonania stołu.</p>
<p>9</p>	<p>Etap III Zadanie 2 .</p> <p>Badania nad układem wrzecionowym i napędowym związane z ograniczeniem drgań urządzeń do cięcia płyt meblarskich.</p>	<p>W ramach badań zostały analizowane dwie pilarki formatowe, pierwotna Fx3 oraz nowo wyprodukowana (po modyfikacjach opisanych poniżej w punktach) pilarka Fx550. Wartość referencyjną tworzy pilarka Fx3. Badania miały na celu wyprodukowanie nowej, ulepszonej pilarki w stosunku do pilarki Fx3. Innowacyjny wał wrzeciona głównego o zwiększonej średnicy, z zastosowaniem sprężyn kompensacyjnych jest znacznie cichszy, a drgania ograniczone do minimum. Znaczący wpływ na dokładność cięcia w pilarkie formatowej ma m.in. zachowanie się wrzeciona. Celem badań było określenie prędkości krytycznych wrzeciona pilarki formatowej w funkcji cech konstrukcyjnych wrzeciona. Poprawność konstrukcji wrzeciona można określać na podstawie wyznaczonych analitycznie prędkości krytycznych. Pomiary drgań wykonywane były za pomocą wibrometru Fluke 810, które były wykonywane w większości przy zdemontowanym stole pilarki, dzięki czemu możliwy był dostęp do punktów pomiarowych na płycie silnika, na korpusie wrzeciona głównego oraz na ścianach korpusu pilarki.</p>

10	<p>Etap III Zadanie 3.</p> <p>Opracowanie technologii prostoliniowego toru jazdy stołu ruchomego minimalizującą odchyłkę w procesie cięcia.</p>	<p>W rozpatrywanych przypadkach (dwa układy jezdne stołu ruchomego) to materiał przesuwany jest względem piły. Z uwagi na dokładność przecinania, w trakcie procesu, materiał nie powinien wykonywać żadnych dodatkowych ruchów. Niestety, w układach rzeczywistych w wielu przypadkach materiał przecinany wykonuje różne dodatkowe ruchy. Ze względu na dokładność przecinania, niewskazane są szczególnie ruchy materiału przecinanego w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny piły [Roman Wasielewski, Dokładne i oszczędne przecinanie drewna piłami tarczowymi].</p> <p>Do niewskazanych ruchów zaliczyć można:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obrót płaszczyzny prowadzenia materiału względem założonego kierunku posuwu, • Obrót płaszczyzny kierunku prowadzenia względem płaszczyzny piły, • Przemieszczanie się płaszczyzny kierunku prowadzenia w płaszczyźnie prowadzenia prostopadle do płaszczyzny piły. <p>Te dodatkowe ruchy powodują, że uwzględniając jedynie układ prowadzenia materiału przecinanego, dochodzić może do odchylenia rzeczywistej płaszczyzny ruchu piły od założonej (teoretycznej) płaszczyzny ruchu.</p> <p>Podczas testów wyprodukowano wiele układów jezdnych. Różniły się one średnicą, szerokością rolek tocnych, doboru łożysk oraz doboru parametrów płaskowników do budowy łącznika.</p>
11	<p>Etap III Zadanie 4.</p> <p>Opracowanie technologii prostoliniowego toru jazdy agregatu tnącego minimalizującą odchyłkę w procesie cięcia.</p>	<p>Tak samo jak w przypadku pilarek formatowych, w pilarence pośredniej tor jazdy układu tnącego ma wpływ na poprawność przecinania materiału. Różnica jest taka, że w pilarence formatowej materiał porusza się względem piły, natomiast w pilarence pośredniej to piła porusza się względem materiału. Jak zostało wspomniane w pkt.3, rzeczywisty układ jezdny wykonuje dodatkowe ruchy – są to ruchy niepożądane. Dąży się do tego aby rzeczywisty układ jezdny agregatu był bliski układowi idealnemu. Jako wartość referencyjną toru jazdy przyjmujemy wartości z pilarki formatowej, gdzie uzyskaliśmy prostoliniowość toru jazdy stołu ruchomego względem piły rzędu 0,15 – 0,2 mm. Projektowanie, analiza oraz badanie różnego rodzaju układów jezdnych miało na celu doprowadzenie do wyprodukowania układu o większej sztywności oraz prostoliniowości toru jazdy w stosunku do parametrów pilarki formatowej.</p>
12	<p>Etap III Zadanie 5.</p> <p>Badania nad układem wspornika podpierającego stolik pomocniczy w celu minimalizacji ugięcia.</p>	<p>Wspornik wychylny z jednej strony zamocowany jest na skraju korpusu maszyny, natomiast z drugiej strony podtrzymuje stolik pomocniczy. Stabilność wspornika wychylnego jest bardzo ważna z punktu widzenia poprawności cięcia materiału. Im większa jest strzałka ugięcia wspornika wychylnego tym dokładność cięcia jest mniejsza poprzez odkształcenie się stolika pomocniczego i unoszenie materiału przecinanego. Za punkt referencyjny strzałki ugięcia ustalono wspornik wychylny montowany w pilarence Fx3, w którym strzałka ugięcia wynosiła 0,8 mm. Za cel badania ustalono zmniejszenie strzałki ugięcia o połowę wartości w celu poprawy jakości cięcia materiału.</p>
13	<p>Etap IV Zadanie 1.</p> <p>Dobór optymalnych materiałów do budowy pilarek.</p>	<p>Zespół technologów oraz pracowników technicznych w oparciu o badania przeprowadzone w etapie II związane z tworzywami sztucznymi dokonał weryfikacji fizycznego zastosowania tworzyw w budowie prototypów przeznaczonych do testowania pracą. Wykonane i zastosowane do budowy prototypów części z tworzyw całkowicie spełniły swoje zadania.</p>



Rys.1. Stolik boczny z ruchomym liniałem pilarki pośredniej.



Rys.2. Stolik podporowy pilarki pośredniej.



Rys.3. Stolik podporowy z liniałem poprzecznym pilarki pośredniej.



Rys.4. Zastłonki pilarki pośredniej wykonane z tworzywa sztucznego.



Rys.5. Osłona górna pilarki formatowej z zastosowaniem wąskiej zastłony z tworzywa sztucznego.



Rys.6. Osłona górna pilarki formatowej z zastosowaniem szerokiej zastłony z tworzywa sztucznego.

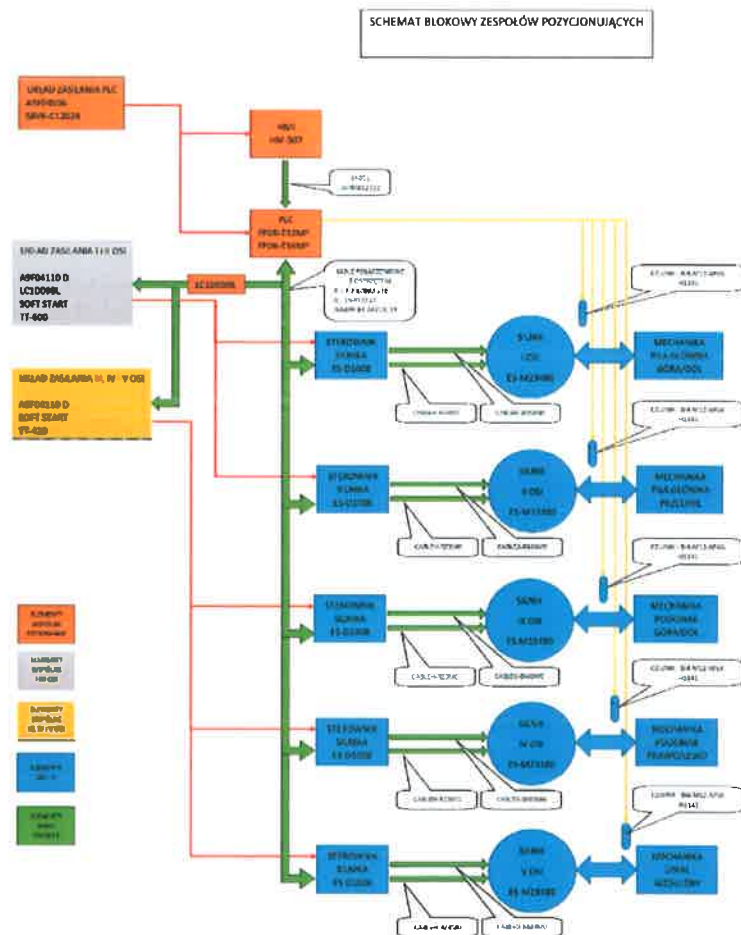
Etap IV

Zadanie 2.

Opracowanie i
wytworzenie
prototypów
produkcyjnych 3-ech
pilarek formatowych i
jednej pilarki
pośredniej.

14

Zadanie polegało na opracowaniu dokumentacji konstrukcyjnej do budowy prototypów, prac wykonawczych i następnie walidacji prototypów. Prace konstruktorów wraz z technologami w oparciu o wcześniej przeprowadzone badania doprowadziły do powstania dokumentacji prototypowej pilarek o numeracji 267.00.00.000 oraz 268.00.00.000. W poprzednich etapach projektu przebadano elementy związane z drganiami, układami wrzecionowymi, odpylaniem bezpieczeństwem i ergonomią w pracach rozwojowych konstruktorzy dokonując asymilacji wyników badań do końcowych rozwiązań przygotowali dokumentację wykonawczą poszczególnych zespołów wchodzących w skład pilarek. Schematy blokowe sterowania obrabiarkami przedstawione poniżej, które przeniesiono do budowy prototypów.



Rys.1. Schematy blokowe zespołów pozycjonujących.

Prace wykonawcze doprowadziły do powstania trzech prototypów pilarki formatowej i pilarki pośredniej.



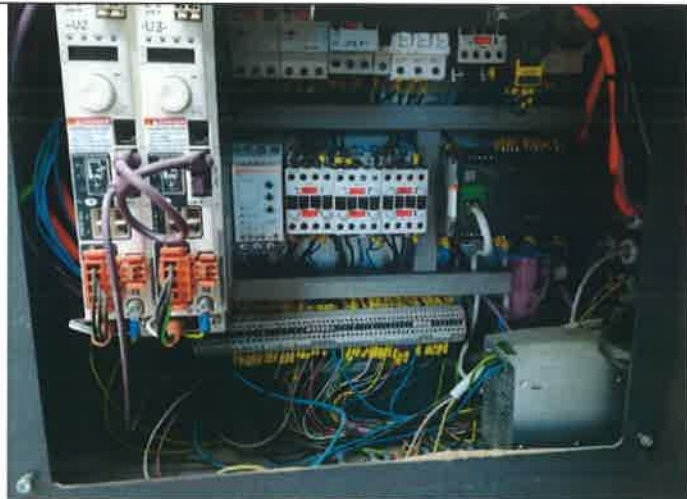
Rys.2. Pilarka formatowa 3 osiowa.



Rys.3. Pulpit sterowniczy pilarki formatowej 3 osie.



Rys.4. Widok skrzynki elektrycznej w pilarkie formatowej 3 osiowej.



Rys.5. Aparatura elektryczna pilarki formatowej 3 osiowej.

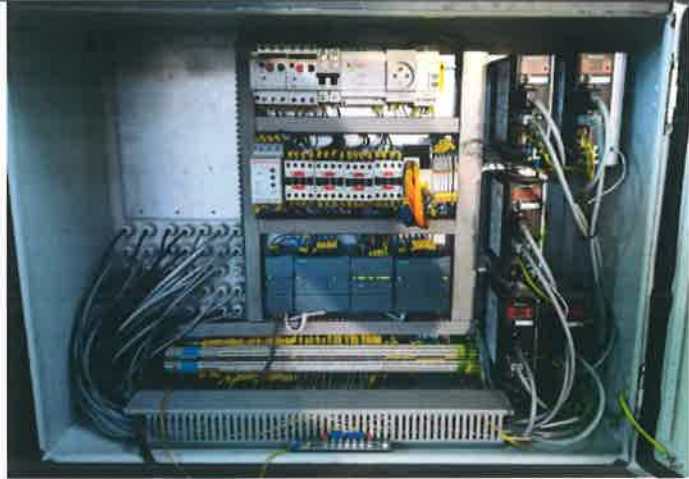


Rys.6. Pilarka formatowa 5 osiowa

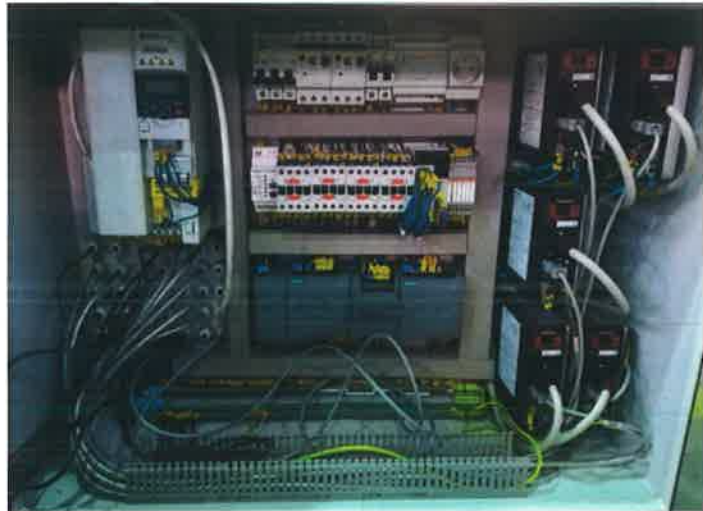


Rys.7. Pulpit sterowniczy maszyny 5 osiowej

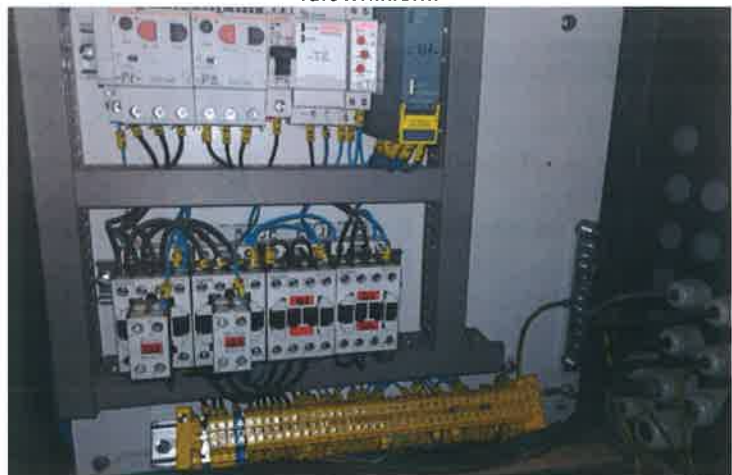
A handwritten mark or signature in blue ink, consisting of several parallel diagonal lines, located in the bottom right corner of the page.



Rys.8. Aparatura elektryczna pilarki formatowej 5 osiowej z soft startem.



Rys.9. Aparatura elektryczna pilarki formatowej 5 osiowej z falownikiem.



Rys.10. Aparatura elektryczna pilarki formatowej manualnej.



Rys.11. Widok pilarki pośredniej.

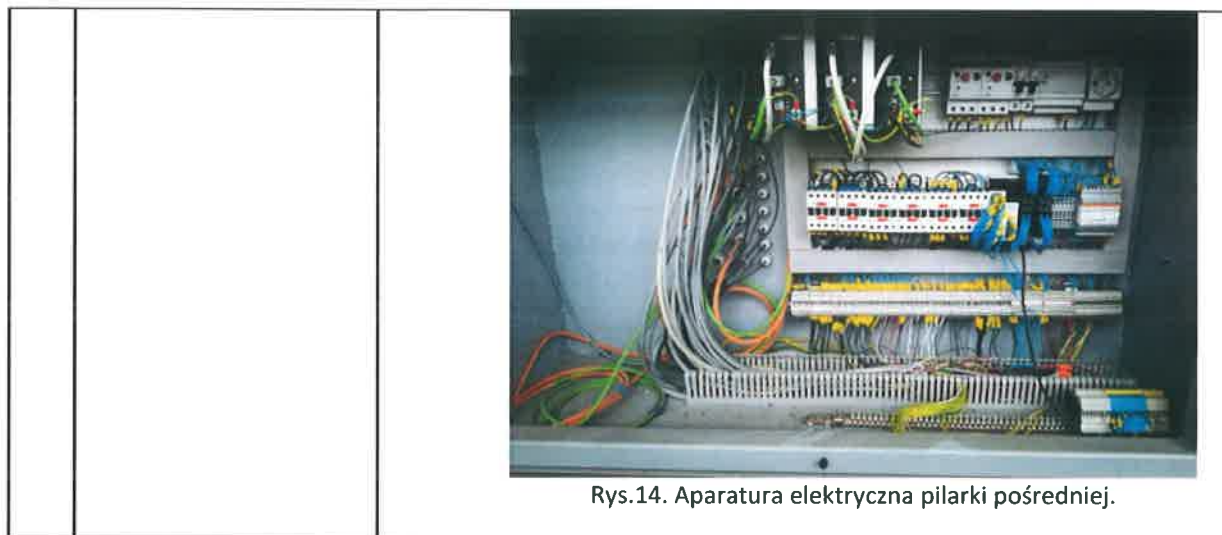


Rys.12. Cięcie na pilarce pośredniej.



Rys.13. Płyta dosunięta do liniatu.





Rys.14. Aparatura elektryczna pilarki pośredniej.

5.2. OPIS ZAKRESU, PRZYCZYN I SKUTKÓW EWENTUALNEGO NIEPEŁNEGO WYKONANIA ZADAŃ BADAWCZYCH (jeśli dotyczy)

W przypadku, gdy nie zrealizowano wszystkich etapów badawczych określonych we wniosku o dofinansowanie lub etapy badawcze wykonano w niepełnym zakresie (z uwzględnieniem umowy o dofinansowanie oraz wszystkich aneksów), należy szczegółowo opisać zakres, przyczyny i ewentualne skutki niezrealizowania etapów lub niepełnego wykonania etapów badawczych, w szczególności w odniesieniu do założonych celów projektu. Zgodnie ze wskazaniem zawartym w kolumnie nr 3 w tabeli w pkt. 5.1.

Nie dotyczy

5.3. WYKAZ DOKUMENTÓW POTWIERDZAJĄCYCH PRZEPROWADZENIE ORAZ WYNIKI PRAC B+R

Należy wymienić dokumenty potwierdzające przeprowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych oraz dokumenty potwierdzające ich wyniki (przykładowo księgi badań, plany badań, terminarze badań, wyniki laboratoriów analitycznych, certyfikacje, akredytacje etc.).

Dodatkowo w kolumnie nr 4 należy zamieścić opis dokumentu, jeśli z jego nazwy nie wynika, jakich prac B+R dotyczy.

Uwaga:

W trakcie oceny eksperckiej na zakończenie projektu, mającej na celu weryfikację i potwierdzenie zrealizowania umowy o dofinansowanie, Beneficjent zobowiązany jest do dostarczenia dokumentów (w wersji elektronicznej na płycie CD) potwierdzających przeprowadzenie prac B+R wymienionych w tabeli oraz ich wyniki.

Na żądanie eksperta Beneficjent będzie zobowiązany do dostarczenia również innych materiałów (w wersji elektronicznej), niezbędnych do weryfikacji prac wykonanych w ramach projektu.

Lp.	Nazwa dokumentu	Nr ewidencyjny (jeśli dotyczy)	Opis
-----	-----------------	-----------------------------------	------

1.	2.	3.	4.
1	Protokół pomiaru ugięcia układu mocowania osłony, 24.10.2016	Nie dotyczy	Pomiar ugięcia układu.
2	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, kwiecień 2016	Nie dotyczy	Opracowanie założeń dotyczących usprawnienia procesu odpylania w pilarkach formatowych górnego i dolnego układu.
3	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, lipiec 2016	Nie dotyczy	Opracowanie założeń dotyczących usprawnienia procesu odpylania w pilarkach formatowych górnego i dolnego układu.
4	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, grudzień 2016	Nie dotyczy	Opracowanie założeń dotyczących usprawnienia procesu odpylania w górnym i dolnym układzie odpylania pilarek formatowych.
5	Projekt ergonomiczny Stowarzyszenia Wzornictwo Przemysłowe Warmii i Mazur, grudzień 2016	Nie dotyczy	Opracowanie ergonomicznego i wizualnego rozmieszczenia elementów w obrabiarence.
6	Protokół pomiaru ugięcia układu wspornika, 10.03.2017	Nie dotyczy	Pomiar ugięcia układu.
7	Protokół pomiarów statycznych odkształceń kształtowników, 15.08.2016	Nie dotyczy	Pomiar statycznych odkształceń kształtowników aluminiowych przewidzianych do wykonania stołów ruchomych .
8	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, lipiec 2016	Nie dotyczy	Analiza odkształceń i określenie prędkości krytycznych zmodernizowanego wrzeciona pilarki Fx3
9	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, listopad 2016	Nie dotyczy	Pomiary oraz analiza porównawcza właściwości statycznych układu wrzeciona głównego pilarki Fx3 i Rnew.
10	Raport z prac Politechniki Gdańskiej, grudzień 2016	Nie dotyczy	Opracowanie założeń i wykonanie badań związanych z optymalizacją konstrukcji układu napędu głównego wrzeciona w celu ograniczenia drgań.
11	Protokół przeprowadzonej walidacji	Nie dotyczy	Potwierdzenie zastosowania wyników przeprowadzonych badań w wykonanych prototypach.

5.4. OPIS UZYSKANYCH WYNIKÓW PRAC B+R

Należy wskazać i opisać uzyskane wyniki prac B+R. W przypadku, gdy uzyskane dotychczas wyniki prac B+R wskazują na bezcelowość ich kontynuacji bądź wdrożenia, należy podać szczegółową argumentację przemawiającą za zaprzestaniem prowadzenia prac B+R bądź zaniechaniem wdrożenia ich wyników. Opis nie powinien przekraczać 12000 znaków.

Podane informacje będą podstawą dla eksperta do stwierdzenia czy brak zasadności kontynuacji projektu jest wynikiem okoliczności niezależnych od Beneficjenta (przy zachowaniu przez niego należytej staranności oraz postępowaniu zgodnie z umową o dofinansowanie przy realizacji projektu).

1. Badania ręcznych układów mechanicznych pilarek w celu zastąpienia ich sterowanymi układami elektrycznymi oraz prace nad wyeliminowaniem oporów wewnętrznych w działaniu podzespołów pilarek do rozkroju płyt.

W układzie zamkniętym śruba i nakrętka znajdują się w zamkniętej przestrzeni między dwiema ścianami i podczas ruchu odpychają od siebie te dwie ściany. W układzie otwartym nakrętka porusza się po śrubie przemieszczając przymocowaną do niej jedną ze ścian układu. Układ otwarty podczas testów wykazał mniejsze o 30% zapotrzebowanie na moment obrotowy silnika i wyniósł 10,5Nm. Przetestowany model przeniesiono do dokumentacji podzespołów przechył 245.30.00.000 oraz podnoszenie 245.15.02.000. W kolejnych badaniach nad oporami wewnętrznymi mechanizmów pilarek zespół badawczy przetestował układ prowadzenia liniowego w celu ustalenia wpływu długości układu jezdnego na powstające opory. Na zbudowanym łączonym układzie o długości 5m uwidocznił się wpływ niepoprawnej analizy łańcucha tolerancji wymiarowej mającej wpływ na opory podczas przemieszczania się wózka jezdnego, który powinien przemieszczać się napędzany silnikiem o momencie 10Nm bez przeciążenia. Testowany układ wymagał przeciążenia silnika o 25%. Wprowadzono korektę do dokumentacji prototypowej i ponownie wykonano układ. Po zmianie testowany układ pracował zgodnie z założeniami. Testowany układ z przeznaczeniem do pilarki hybrydowej oznaczono w dokumentacji pod numerem 261.06.00.000. Dokumentacja programowalnego sterowania poszczególnych zespołów w zakresie elementów elektrycznych i elektronicznych zapisana została pod numerem 267.08.00.000 zbiorcza do wszystkich zespołów.

2. Opracowanie technologii automatyzacji związanej z podawaniem i usuwaniem materiału z maszyny.

Testy pierwszego układu (materiał nie zamocowany, napęd pasem zębatym) wykazały, że przy dużych prędkościach podawania materiału siły bezwładności materiału podczas zatrzymania są na tyle duże iż możliwa do osiągnięcia dokładność podawania zawiera się w odchyłce 0,2 mm. Rozwiązanie to nie spełnia założeń projektowych. Kolejny badany układ to zestaw materiału zamocowanego w chwytaku i napęd pasem zębatym. W tym przypadku osiągnięta dokładność wykazywała wartości 0,07 mm co uznano za wynik wstępnie zadowalający ale nie wystarczający do spełnienia założeń projektu. Trzeci zestaw układu to materiał niezamocowany i napęd po przez zębatkę i listwę zębatą. Ten układ generował odchyłkę dokładności podawania na poziomie 0,1 mm i nie spełnia założeń projektowych. Dopiero czwarty wykonany i przebadany układ w zestawie zamocowanego materiału i napędu po przez zębatkę i listwę zębatą spełnił założenia projektu precyzyjnego i powtarzalnego podawania materiału z generowaną odchyłką na poziomie 0,05 mm. Ostateczny zapis dokumentacji technicznej został wykonany dla dwóch układów generujących najlepsze odchyłki podczas pracy tj. 268.17.00.000 z odchyłką 0,05 mm wybrany do dalszego stosowania w projekcie oraz 264.17.00.000 z odchyłką 0,07mm. Rozwiązania przetestowanego i wybranego układu podawania materiału analogicznie zastosowane będą do odbioru materiału w części prac rozwojowych projektu.

3. Analiza dostępnych tworzyw sztucznych i wybór optymalnych tworzyw do budowy elementów pilarek odpowiadających za bezpieczeństwo i ergonomię pracy.

Materiał Makrylon Gp b/b 099 przypisany został do wykonania detali w postaci osłon bocznych zespołu osłony górnej o numerze dokumentacji konstrukcyjnej 267.09.00.000 w pilarkach formatowych oraz 268.09.00.000 w pilarce pośredniej. Na przedłużenia stołów głównych wpływających na ergonomię pracy na pilarkach zastosowano płyty kompozytowe EKOpły, której własności polimerowe pozwoliły na uzyskanie lekkiej i wytrzymałej konstrukcji. Również w tym przypadku przypisano ten materiał do wykonania przedłużenia stołów roboczych w zespole stołów pilarek formatowych o numerze dokumentacji 267.01.00.000 i w pilarce pośredniej o numerze dokumentacji 268.01.00.000.

4. Opracowanie preprototypu układu mocowania osłony górnej i jego testy związane z funkcjonowaniem pilarek formatowych i ich bezpieczeństwem.

Badany drugi prototyp wykazał odchyłkę o wartości 2mm. Różnica odchyłek (między pierwszym – mieszane kształtowniki o przekroju prostokątnym i kołowym, a drugim prototypem – zbudowany z kształtowników prostokątnych) jednoznacznie wskazuje, że wysięg mocujący zbudowany z

kształtowników o przekroju prostokątnym jest rozwiązaniem właściwym zapewniającym poprawne mocowanie i bezpieczną pracę na pilarcie. Natomiast z punktu widzenia prowadzenia przewodów odpylających przekrój kołowy umożliwi odpylanie wewnątrz konstrukcji wspornika. Mimo to ostatecznym zastosowanym rozwiązaniem pozostają kształtowniki o przekroju prostokątnym. W ramach tego samego zadania zespół badawczy przygotował rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne mocowania wraz z ruchem ustawczym kaptura osłony będącego integralną częścią całego układu mocowania osłony. Opracowany preprototyp układu mocowania przeniesiony został do dokumentacji technicznej i zapisany pod numeracją 267.09.10.000.

5. Opracowanie preprototypu układu osłony górnej wraz z jednoczesnym mocowaniem materiału obrabianego i jego testy związane z funkcjonowaniem pilarek pośrednich i ich bezpieczeństwem.

Testy wykazały brak przemieszczania się materiału podczas cięcia jednak aby nie następowało jednocześnie uszkodzenie materiału podczas dociskania, wartość ciśnienia podawanego na siłowniki napędowe zawierać się powinna w przedziale od 3 do 6 MPa. Siła docisku nie była jedynym składnikiem determinującym brak uszkodzeń mechanicznych na powierzchni materiału, powierzchnia docisku bezpośrednio wchodząca w kontakt z materiałem ciętym jest dodatkowo osłonięta materiałem w postaci gumy piankowej zapobiegającej uszkodzeniom. Całkowite osłonięcie strefy cięcia uzyskano po przez zainstalowanie na osłonie stałej ruchome osłony zewnętrzne, których podzielona firanowa budowa zapewnia niemożność dostępu operatora do strefy cięcia. Do budowy tych osłon wykorzystano materiał wskazany w zadaniu pierwszym tego etapu. Ostateczny zapis dokumentacji technicznej tego rozwiązania zarejestrowano pod numeracją 268.09.09.000.

6. Opracowanie nowatorskiego układu odprowadzania pyłu i trocin.

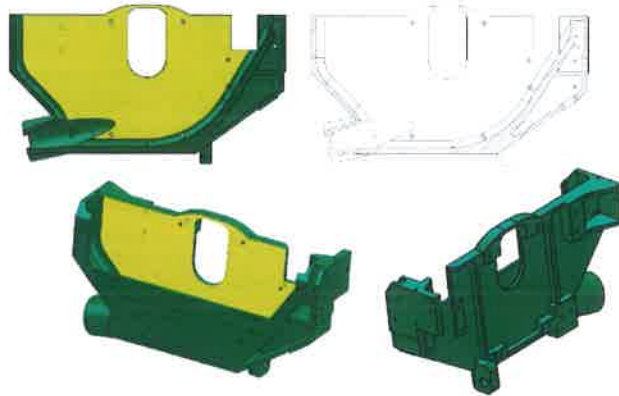
Poniżej w zestawieniu tabelarycznym przedstawiono wyniki badań odpylania w pilarkach formatowych górnego i dolnego układu:

Zadania do wykonania	Stan realizacji	Wykonane czynności	Wyniki
Opracowanie złożeń do budowy stanowiska badawczego procesu odpylania.	Wykonano	Ustalono warunki brzegowe badań.	Wyspecyfikowano listę zakupową aparatury i oprzyrządowania koniecznej do wykonania badań
Doświadczalna analiza skuteczności odpylania	Wykonano.	Pomiary podciśnienia w licznych punktach pomiarowych osłon górnych i dolnych. z fartuchem uszczelniającym i ze zmienną prędkością wirnika urządzeń odpylających.	Stwierdzono intensywny wyrzut trocin w strefach – czoło osłony górnej, w obrębie łuków przechyłu. Zaleganie trocin w przestrzeni wewnętrznej osłony dolnej. W punktach wskazanych w raporcie z 16 kwietnia 2016 stwierdzono nadciśnienie w
			czołowej strefie nadbudowy powodujące brak poprawnej skuteczności odpylania. Nadciśnienie w wysokości 20 Pa w osłonie górnej. Skuteczność odciągania wiórów i trocin wyznaczono na poziomie 40%.
Analiza ograniczeń technologiczno-konstrukcyjnych.	Wykonano.	Przeanalizowano ograniczenia wynikające z technologii procesów produkcyjnych w REMA S.A. oraz konstrukcyjne ograniczenia wynikające z norm technicznych.	W propozycjach kształtu nowych rozwiązań do badania uwzględniono ograniczenia wynikające z gabarytów zabudowy.

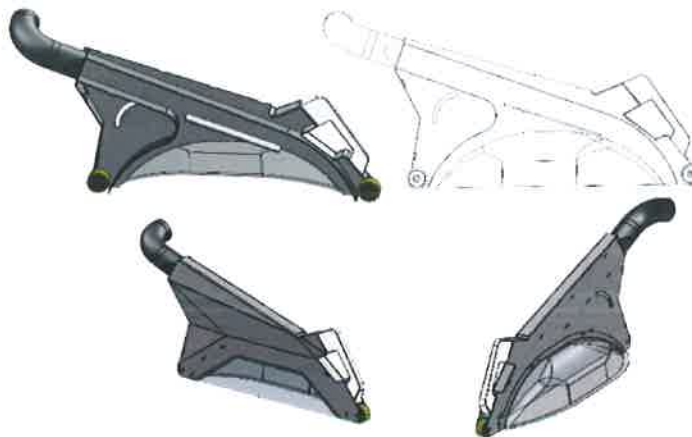
Stworzenie modelu i przeprowadzenie symulacji komputerowej.	Wykonano.	Model numeryczny istniejącego układu. Ustalono warunki brzegowe symulacji. Model numeryczny osłony dolnej i górnej. Symulacje komputerowe zbudowanych układów. Analiza otrzymanych wyników.	Ostona dolna- wersja V z raportu lipiec 2016 charakteryzująca się zaokrąglonym kształtem przekroju poprzecznego osłony, łuki zamiast ostrych krawędzi w tylnej ścianie osłony oraz przy króćcu wylotowym. Ostona górna- konieczność zwiększenia podciśnienia w króćcu wylotowym z 200 na 400 Pa. Wskazanie dwóch wersji kształtu osłony górnej do kolejnych badań raport lipiec 2016 podsumowania.
Badanie symulacyjne nowego projektu systemu odpylania.	Wykonano.	Przeprowadzono symulacje numeryczne przy użyciu oprogramowania CFD ANSYS FLUENT.	Obliczenia numeryczne pola wektorów prędkości w płaszczyźnie symetrii układu odpylania dały informacje, że przy nowym układzie powietrze jest zasysane z otoczenia do układu czego nie było w starym układzie gdzie powietrze było wypychane z układu na zewnątrz. Zjawisko zasysania jest symptomem poprawności doboru kształtu części układu.
Opracowanie wstępnego projektu systemu odpylania.	Wykonano.	Zamodelowano według wskazań wynikających z badań kształty osłony górnej i dolnej.	Wstępna dokumentacja konstrukcyjna nowego układu odpylania.
Wykonanie prototypu laboratoryjnego układu odpylania i badania weryfikacyjne.	Wykonano.	Wykonano prototypy części składowych układu odpylania i zbudowano cały układ zainstalowano w prototypie laboratoryjnym nowej pilarki. Przeprowadzono badania weryfikacyjne układu polegające na pomiarach ciśnienia i prędkości przepływu w linii transportu wiórów z urządzeniem odbioru trocin również po modyfikacjach.	Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że proponowane kształty osłony górnej i dolnej wraz z zmodyfikowanym urządzeniem odpylającym doprowadziły do wyeliminowania zjawiska nadciśnień występujących w poprzednim rozwiązaniu oraz zwiększenie skuteczności odpylania o 30%.

W wyniku przeprowadzonych badań powstała dokumentacja konstrukcyjnotechnologiczna zapisana w postaci układu koleby pod oznaczeniem 267.03.00.000 zawierająca w sobie dolny układ odpylania. Najważniejszą częścią tego układu jest koleba ukształtowana wewnątrz tak aby uzyskać poprawny przepływ odciąganych wiórów i trocin (rysunek poniżej).





Dokumentacja oznaczona numeracją 267.09.01.000 osłona górna zawierająca w sobie górny układ odpylania. Tu z kolei najistotniejszym elementem jest kaptur osłony również ukształtowany wewnętrznie do spełnienia funkcji poprawnego odpylania górnej strefy cięcia materiału (rysunek poniżej).



7. Opracowanie modelu ergonomicznego ustawienia uchwytów i pokręteł regulacyjnych.

Po sprawdzeniu poszczególnych pozycji i ergonomiczności użytkowania zespół wraz z projektantem zewnętrznym, zespół przygotował model rozmieszczenia elementów użytkowych i ich wizerunek w pilarcie. Model przedstawiono poniżej.





8. Badania nad materiałami do wykorzystania przy budowie pilarek formatowych w celu poprawy trwałości podzespołów tnących.

Badania polegały na wykonaniu próbek z żeliwa szarego, sferoidalnego. Badania podyktowane były koniecznością zniwelowania ugięcia się stołu gdyż ugięcie się ponad 0,15 mm powoduje dyskwalifikację obrabiarki z powodu nieprawidłowego przecinania płaszczyzny materiału przylegającego do stołu. Wszyscy producenci pilarek poszukują optymalnego rozwiązania aby spełniać ten warunek. Trudność zachowania tej konieczności polega na tym że w strefie narzędzia stół musi być znacznie przeważony i pozbawiony uźebrowania aby mogły w tej strefie zająć odpowiednie położenie mechanizmy agregatu tnącego. Dotychczas stosowane przez firmę rozwiązania wymuszały stosowanie specjalnego rodzaju podpór, które niwelowały ugięcie stołu do wartości poniżej 0,1mm. W badaniach dokonano określenia siły zrywającej i wyznaczono wytrzymałość na rozciąganie. Zrywania próbek dokonano na maszynie zrywającej ZD 20.



Rys.4. Maszyna zrywająca ZD20.



Rys.5. Maszyna zrywająca ZD20.

Tab.1.1.Zestawienie otrzymanych wyników.

	Siła zrywająca F {kN}	Średnica próbki {mm}	Wytrzymałość na rozciąganie R_m {MPa}	Naprężenie dopuszczalne k_r {MPa}
ZL 200	6250	20,02	198,5	56,7
ZL 200	6200	20,02	196,5	56,1
ZL 200	6270	20,02	199,1	56,9
ZS 500	7800	14,04	504,07	144
ZS 500	7820	14,04	505,1	144,3
ZS 500	7790	14,04	503,1	143,76

$$R_m = \frac{F}{S} \quad k_r = \frac{R_m}{n}$$

$n=3,5$

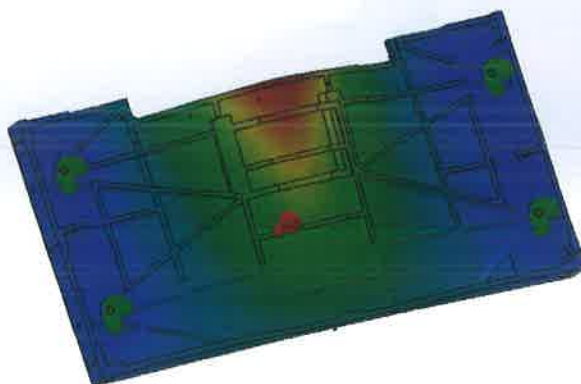


Rys.1.6. Próbką ZL200.




Rys.1.7. Próbką Zs500.

Po wyznaczeniu wytrzymałości na rozciąganie dla badanych próbek wykonano teoretyczne badanie statyczne modelu stołu z materiału ZL 200 stosowanego do wyrobu będącego obecnie w produkcji Fx-3. Analizy dokonano przy użyciu MES w programie do wspomagania konstruowania SOLID WORKS. Założeniem tej analizy jest obciążenie stołu siłami pochodzącymi od jego masy i użycie uśrednionych danych z przebadanych próbek. Poniżej wyciąg z protokołu symulacji komputerowej.

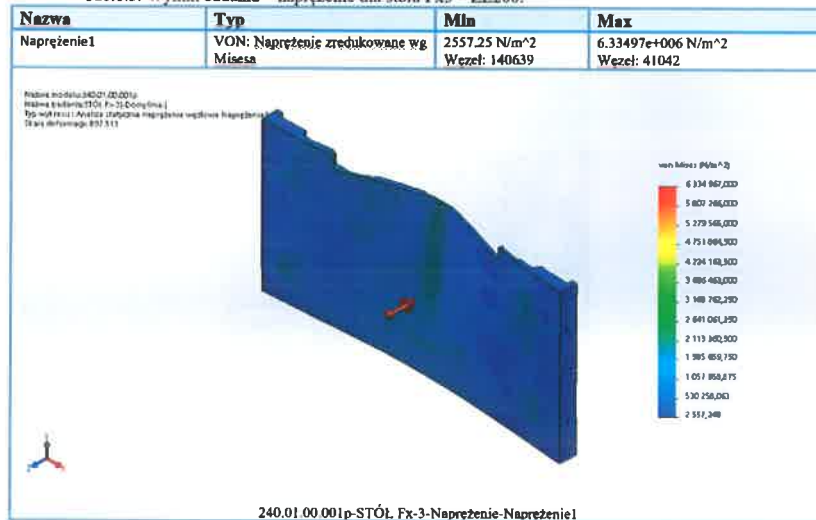


Rys.1.8. Stół Fx3.

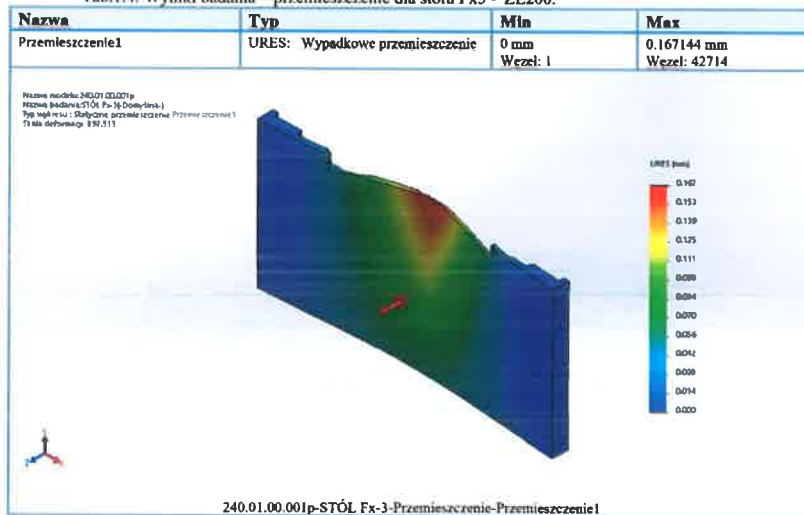
Tab.1.2. Właściwości materiału ZL200 dla stołu Fx3.

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	Nazwa: ZL200 (badane)	Obiekt(Brylozy 1(Dodanie-wyciąganie13)(240.01.00.001 p))
	Typ modelu: Liniowy elastyczny izotropowy	
	Domyślne kryterium zniszczenia: Nieznany	
	Wytrzymałość na rozciąganie: $1.98e+008 \text{ N/m}^2$	
	Wytrzymałość na ściskanie: $5.72165e+008 \text{ N/m}^2$	
	Współczynnik sprężystości wzdłużnej: $6.61781e+010 \text{ N/m}^2$	
	Współczynnik Poissona: 0.27	
	Masa właściwa: 7200 kg/m^3	
	Współczynnik sprężystości poprzecznej: $5e+010 \text{ N/m}^2$	
	Współczynnik rozszerzalności cieplnej: $1.2e-005 /\text{Kelvin}$	
	Dane krzywizn: N/A	

Tab.1.3. Wyniki badania – naprężenie dla stołu Fx3 – ZL200.



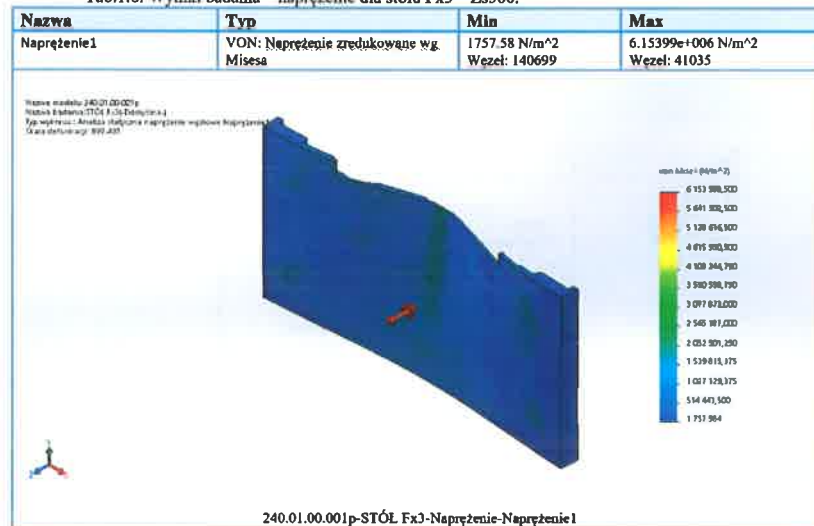
Tab.1.4. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu Fx3 – ZL200.



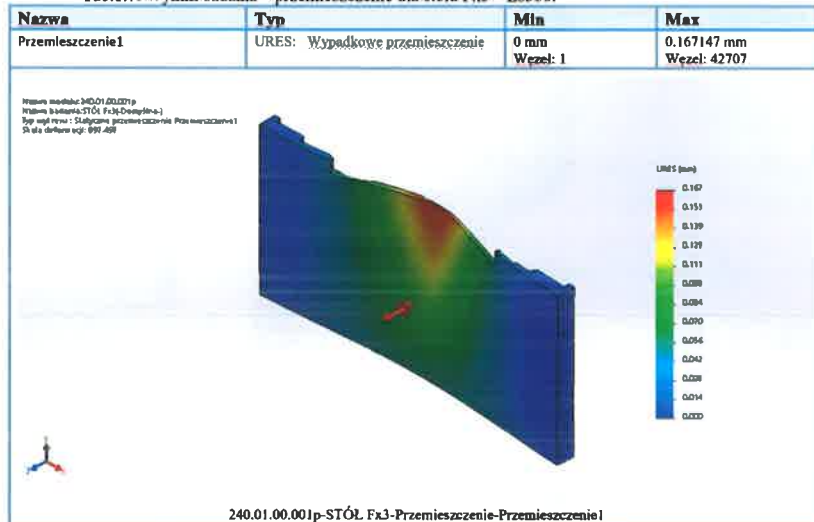
Tab.1.5. Właściwości materiału Zs500 dla stołu Fx3.

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	<p>Nazwa: Zs500 (badane) Typ modelu: Łąkowy elastyczny izotropowy Niezawany Domyślne kryterium zniszczenia: Wytrzymałość na rozciąganie: 5.04e+008 N/m² Wytrzymałość na ściskanie: 5.72165e+008 N/m² Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.61781e+010 N/m² Współczynnik Poissona: 0.27 Masa właściwa: 7200 kg/m³ Współczynnik sprężystości poprzecznej: 5e+010 N/m² Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 1.2e-005 /Kelvin</p>	<p>Obiekt:Bryłowy 1(Dodanie-wyciągnięcie13)(240.01.00.001p)</p>
Dane krzywych/N/A		

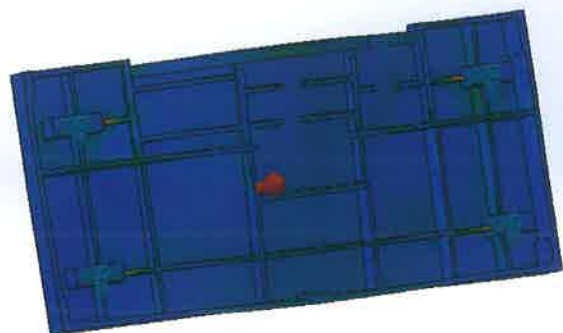
Tab.1.6. Wyniki badania – naprężenie dla stołu Fx3 – Zs500.



Tab.1.7. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu Fx3 – Zs500.




Przedstawiona analiza wskazuje, że zmiany materiałowe z ZL 200 na ZS 500 nie dały efektu dla badanego stołu w postaci zmiany ugięcia. Opracowano więc nowe modele stołu, które poddano analizie statycznej z takimi samymi warunkami brzegowymi jak dla stołu dotychczas stosowanego. Poniżej wyciąg z protokołu symulacji komputerowej.

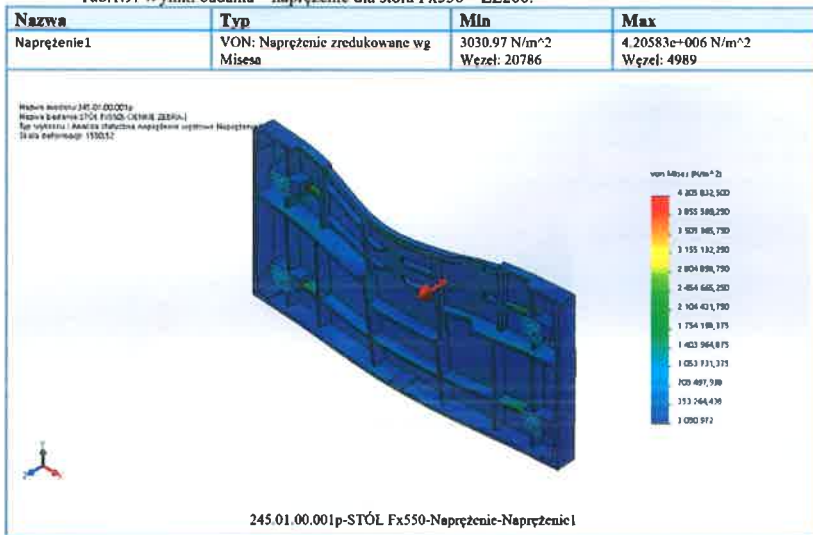


Rys.1.9. Stół Fx550.

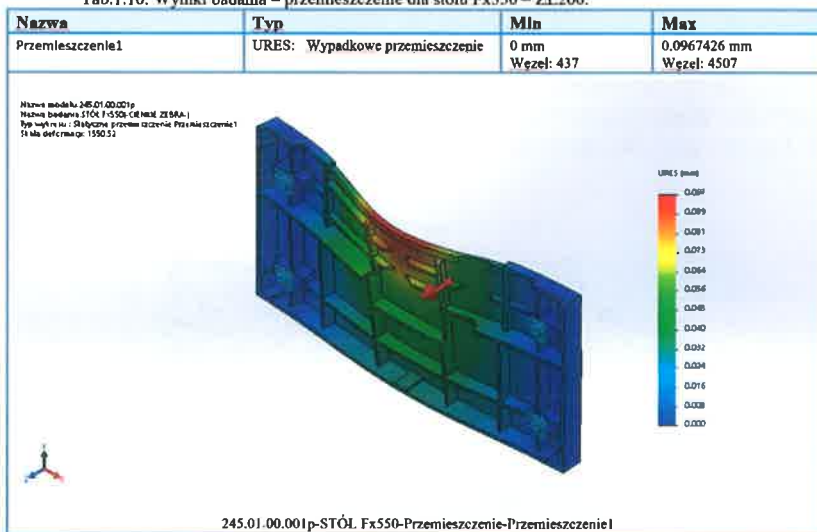
Tab.1.8. Właściwości materiału dla stołu Fx550 – ZL200

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty	
	Nazwa: ZL200 (badane)	ObiektBrylowy 1(LInla podslatowa3)(245.01.00.001p)	
	Typ modelu: Liniowy elastyczny		
	Domyślne kryterium zniszczenia: Izotropowy		
	Wytrzymałość na rozciąganie: Nieznany		
	Wytrzymałość na ściskanie: $1.98e+008 \text{ N/m}^2$		
	Współczynnik sprężystości wzdłużnej: $5.72165e+008 \text{ N/m}^2$		
	Współczynnik Poissona: $6.61781e+010 \text{ N/m}^2$		
	Masa właściwa: 7200 kg/m^3		
	Współczynnik sprężystości poprzecznej: $5e+010 \text{ N/m}^2$		
	Współczynnik rozszerzalności cieplnej: $1.2e-005 /\text{Kelvin}$		
	Dane krzywych:N/A		


Tab.1.9. Wyniki badania – naprężenie dla stołu Fx550 – ZL200.



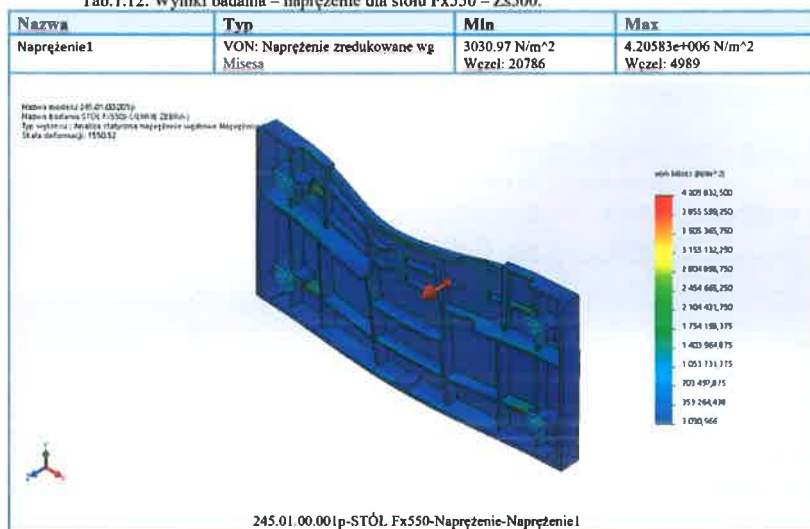
Tab.1.10. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu Fx550 – ZL200.



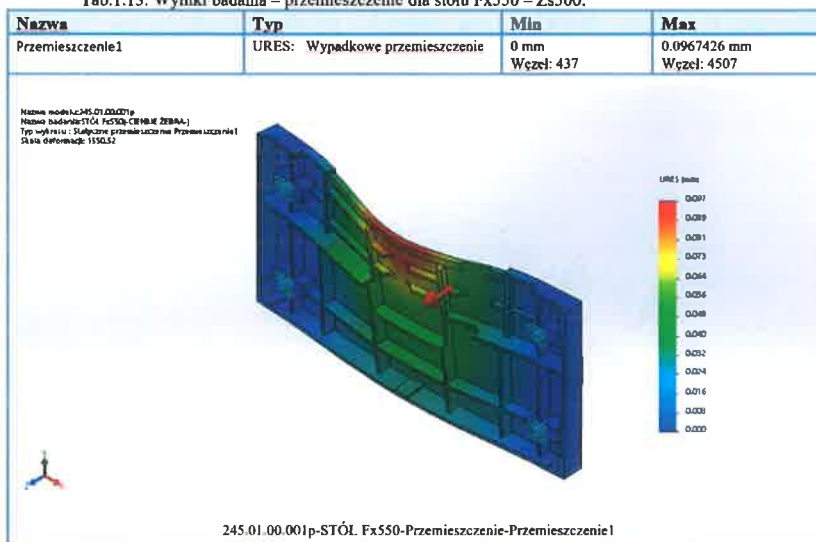

Tab. I.11. Właściwości materiału dla stołu Fx550 – Zs500.

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	<p>Nazwa: Zs500 (badane) Typ modelu: Liniowy elastyczny izotropowy Domyślne kryterium zniszczenia: Nieznany Wytężalność na rozciąganie: 5.04e+008 N/m² Wytężalność na ściskanie: 5.72165e+008 N/m² Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.61781e+010 N/m² Współczynnik Poissona: 0.27 Masa właściwa: 7200 kg/m³ Współczynnik sprężystości poprzecznej: 5e+010 N/m² Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 1.2e-005 /Kelvina</p>	ObiektBrylowy 1(Linia podziałowa3)(245.01.00.001p)
Dane krzywizn: N/A		

Tab. I.12. Wyniki badania – naprężenie dla stołu Fx550 – Zs500.



Tab. I.13. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu Fx550 – Zs500.



Po badaniach ustalono, że zmiana konstrukcyjna w obu przypadkach zastosowanego żeliwa dała pozytywny wynik. Stoły dla nowej pilarki Fx550 osiągnęły zakładaną wartość odchyłki ugięcia. Ze względów ekonomicznych stoły w dalszym ciągu wykonywane będą z materiału ZL 200. Poniżej przedstawiono tabelaryczne zestawienie wyników badań.

Tab.1.14. Wyniki badań.

Nr rysunku	Materiał	Napężenia {Pa}	Przesunięcie {mm}
245.01.00.001p	ZL 200	4.20583e+006	0,096
245.01.00.001p	ZS 500	4.20583e+006	0,096
240.01.00.001p	ZL 200	6.33497e+006	0,167
240.01.00.001p	ZS 500	6.15399e+006	0,167

Według otrzymanych wyników wykonano fizycznie nowo opracowany stół i po odpowiedniej obróbce mechanicznej przeprowadzono, bezpośrednio w nowo powstałej pilarcie, weryfikację poprawności funkcjonowania stołu z wynikiem pozytywnym, mianowicie płaszczyzna stołu odpowiednio podtrzymywała przecinany materiał i nie następowało uszkodzenie krawędzi powstałej po przecięciu.

Kolejnym istotnym elementem wpływającym na jakość przecinania materiału jest stół ruchomy i tu w dwóch aspektach. Po pierwsze z obecnego stanu wiedzy firmy wynika, że bardzo ważną sprawą jest sprężyste odkształcenie się profilu stołu po wysunięciu go w pozycję wyjściową do pracy. Odchyłka ta nie powinna z doświadczenia przekraczać 1mm. Przekroczenie tej odchyłki powoduje bezpośredni wpływ na jakość krawędzi przecinanego materiału. Zespół badawczy podobnie jak w trakcie badań nad stołami stałymi badał dwa rodzaje stopów aluminium dotychczas stosowany 6063T6 oraz nowy 6061T6. Przeprowadzono zrywanie próbek dla przebadania wartości wytrzymałościowych stopów. Wyniki w tabeli poniżej.

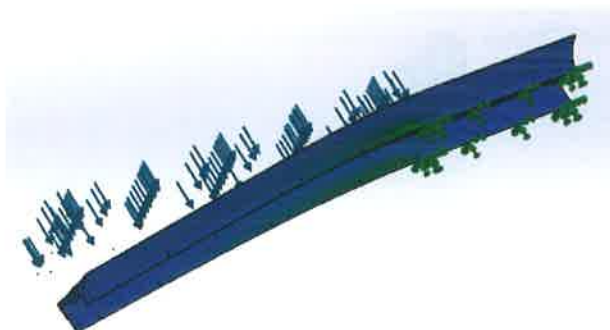
Tab.1.15. Zestawienie otrzymanych wyników.

	Siła zrywająca F {kN}	Średnica próbki {mm}	Wytrzymałość na rozciąganie R_m {MPa}	Napężenie dopuszczalne k_r {MPa}
6063T6	6095	20	194	55
6063T6	6125	20	195	55
6061T6	7790	20	248	70
6061T6	7854	20	250	71

$$R_m = \frac{F}{S} \quad k_r = \frac{R_m}{n}$$

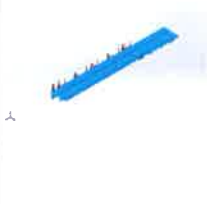
$$n=3,5$$

Po wyznaczeniu wytrzymałości na rozciąganie dla badanych próbek wykonano teoretyczne badanie statyczne modelu profilu stołu z obu materiałów. Analizy dokonano przy użyciu MES w programie do wspomagania konstruowania SOLID WORKS. Założeniem tej analizy jest obciążenie stołu siłami pochodzącymi od obciążenia go obrabianym materiałem o wartości 500N i użycie danych z przebadanych próbek. Poniżej wyciąg z protokołu symulacji komputerowej.



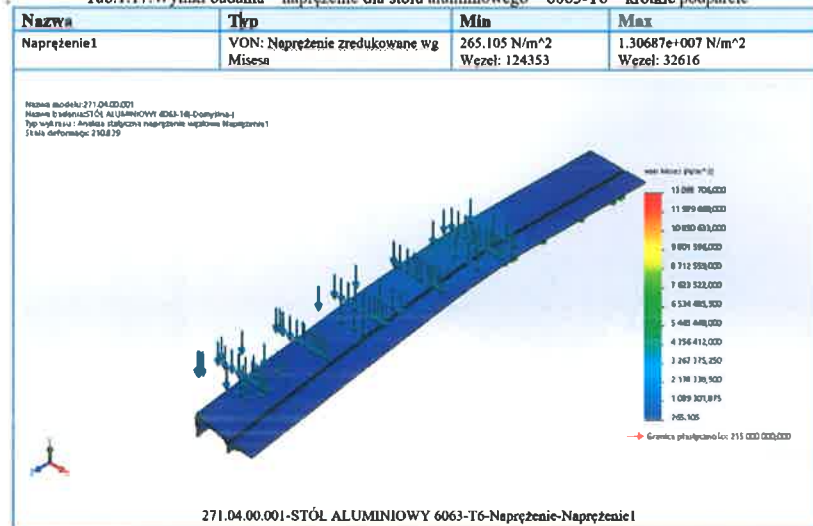
Rys.1.10. Obciążony stół aluminiowy – krótkie podparcie.

Tab.1.16. Właściwości materiału dla stołu aluminiowego -6063-T6 – krótkie podparcie.

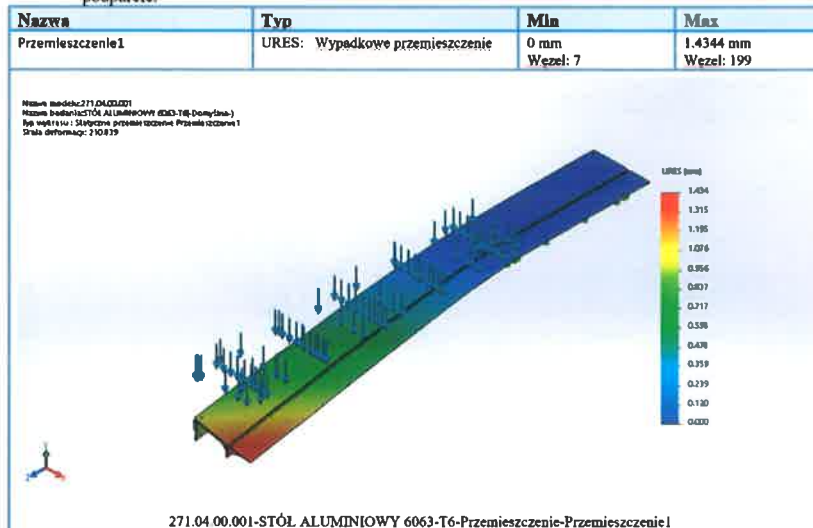
Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	Nazwa: 6063-T6 (badane)	ObiektBrylowy 1(Linia podzialowa1)(271.04.00.001)
	Typ modelu: Liniowy elastyczny	
	Domyślne kryterium zniszczenia: Nieznany	
	Granica plastyczności: 2.15e+008 N/m^2	
	Wytrzymałość na rozciąganie: 194.5 N/m^2	
	Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.9e+010 N/m^2	
	Współczynnik Poissona: 0.33	
	Masa właściwa: 2700 kg/m^3	
	Współczynnik sprężystości poprzecznej: 2.58e+010 N/m^2	
	Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 2.3e-005 /Kelvin	

Dane krzywych: N/A


Tab.1.17. Wyniki badania – naprężenie dla stołu aluminiowego – 6063-T6 – krótkie podparcie



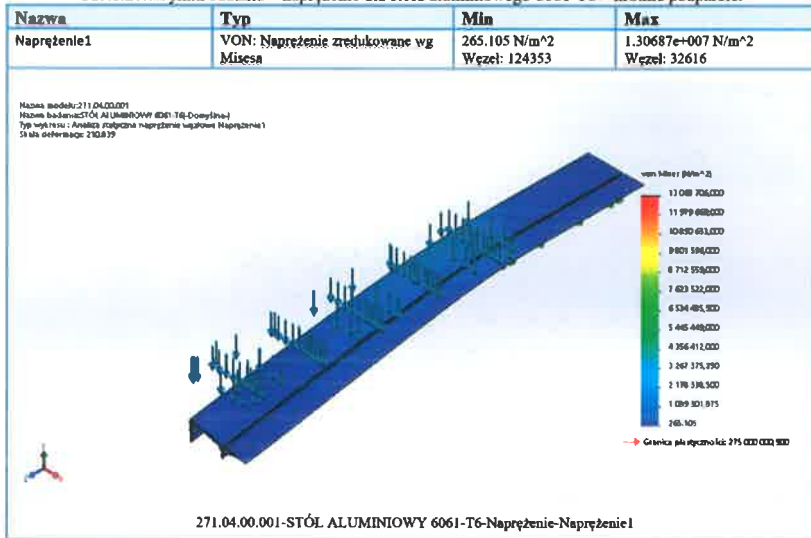
Tab.1.18. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu aluminiowego-6063-T6 – krótkie podparcie.



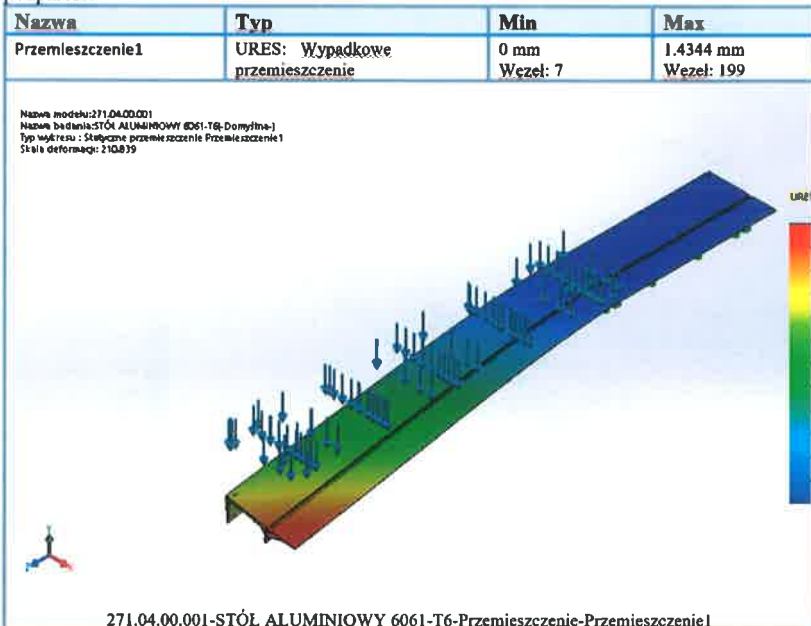
Tab.1.19. Właściwości materiału dla stołu aluminiowego 6061-T6 – krótkie podparcie.

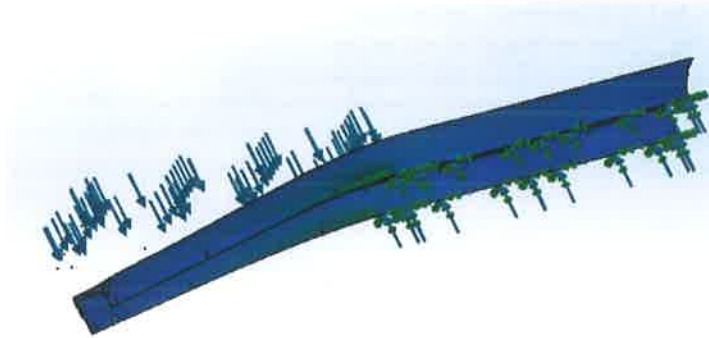
Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	Nazwa: 6061-T6 (badane) Typ modelu: Liniowy elastyczny izotropowy Domyślne kryterium zużyczenia: Max naprężenie zredukowane wg Misesa Granica plastyczności: 2.75e+008 N/m^2 Wytrzymałość na rozciąganie: 2.49e+008 N/m^2 Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.9e+010 N/m^2 Współczynnik Poissona: 0.33 Masa właściwa: 2700 kg/m^3 Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 2.44e-005 /Kelvin	ObiektBrylowy 1(Linia podziałowa1)(271.04.00.001)
Dane krzywysb: N/A		

Tab.1.20. Wyniki badania – naprężenie dla stołu aluminiowego 6061-T6 – krótkie podparcie.




Tab.1.21. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu aluminiowego 6061-T6 – krótkie podparcie.





Rys.1.11. Obciążony stół aluminiowy – długie podparcie.

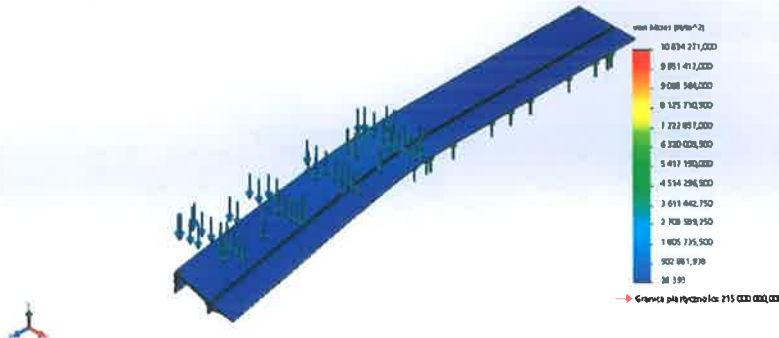
Tab.1.22. Właściwości materiału dla stołu aluminiowego 6063-T6 -długie podparcie.

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	Nazwa: 6063-T6 (badane) Typ modelu: Liniowy elastyczny izotropowy Domyślne kryterium zniszczenia: Nieznany Granica plastyczności: 2.15e+008 N/m ² Wytrzymałość na rozciąganie: 1.945e+008 N/m ² Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.9e+010 N/m ² Współczynnik Poissona: 0.33 Masa właściwa: 2700 kg/m ³ Współczynnik sprężystości poprzecznej: 2.58e+010 N/m ² Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 2.3e-005 /Kelvin	ObiektBrylowy 1(Linia podziałowa 1)(271.04.00.001)
Dane krzywyski:N/A		

Tab.1.23. Wyniki badania – naprężenie dla stołu aluminiowego 6063-T6 – długie podparcie

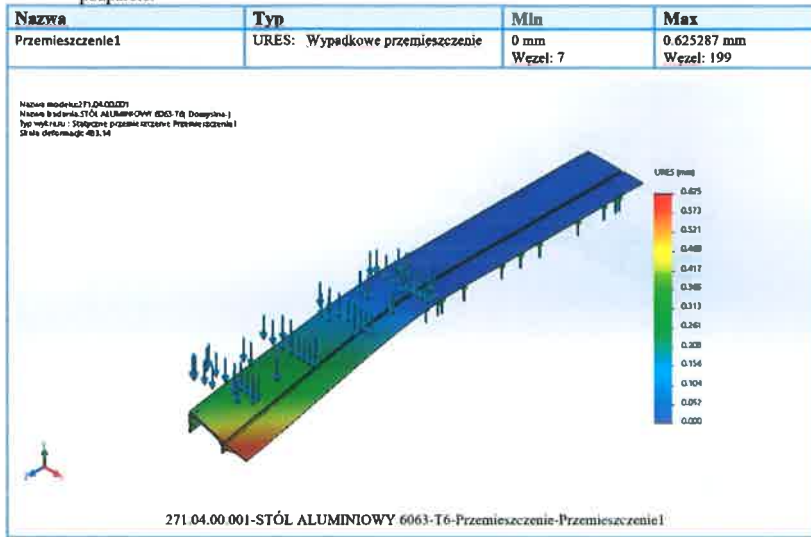
Nazwa	Typ	Min	Max
Naprężenie1	VON: Naprężenie zredukowane wg Misesa	28.3934 N/m ² Wezeł: 197	1.08343e+007 N/m ² Wezeł: 75739

Nazwa modelu: 271.04.00.001
 Nazwa badania: STÓL ALUMINIOWY 6063-T6-Domyślne-1
 Typ wezła: 197 - Krawędź obciążenia naprężenie wgłębne Naprężenie1
 Skala deformacji: 483.14



271.04.00.001-STÓL ALUMINIOWY 6063-T6-Naprężenie-Naprężenie1

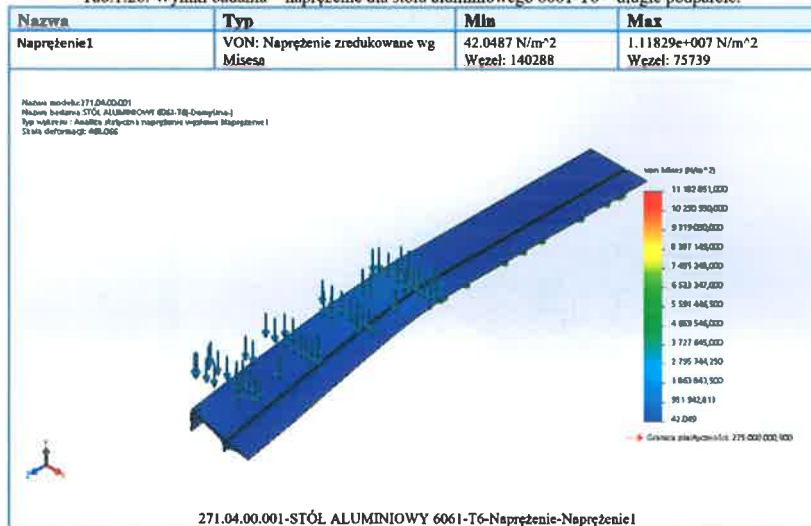
Tab.1.24. Wyniki badania – przemieszczenie dla stołu aluminiowego 6063-T6 – długie podparcie.



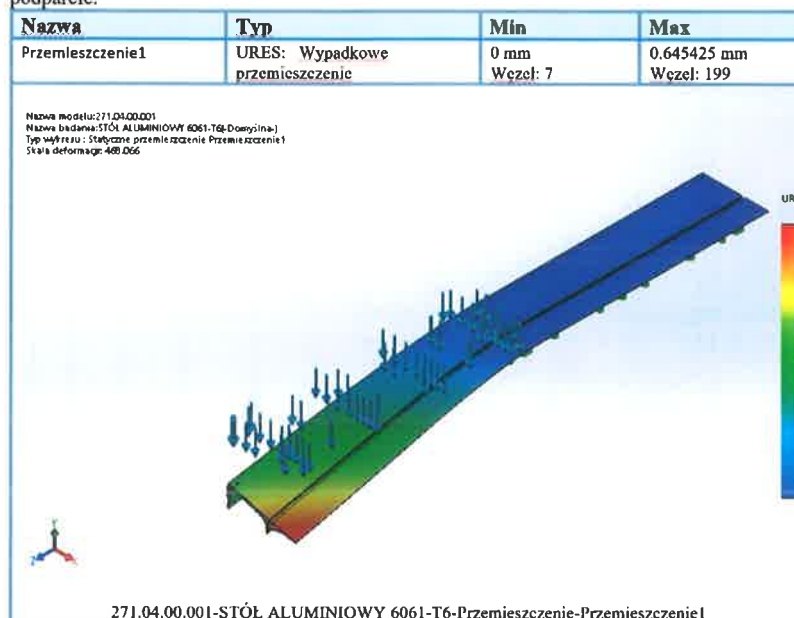
Tab.1.25. Właściwości materiału dla stołu aluminiowego 6061-T6 – długie podparcie

Odniesienie modelu	Właściwości	Komponenty
	<p>Nazwa: 6061-T6 (badane)</p> <p>Typ modelu: Liniowy elastyczny izotropowy</p> <p>Domyślne kryterium zniszczenia: Max naprężenie zredukowane wg Misesa</p> <p>Granica plastyczności: 2.75e+008 N/m²</p> <p>Wytrzymałość na rozciąganie: 2.49e+008 N/m²</p> <p>Współczynnik sprężystości wzdłużnej: 6.9e+010 N/m²</p> <p>Współczynnik Poissona: 0.33</p> <p>Masa właściwa: 2700 kg/m³</p> <p>Współczynnik rozszerzalności cieplnej: 2.44e-005 /Kelvin</p>	<p>ObiektBryłowy 1(Linia podziałkowa1)(271.04.00.001)</p>
Dane krzywosty: N/A		

Tab.1.26. Wyniki badania – naprężenie dla stołu aluminiowego 6061-T6 – długie podparcie.



Tab.1.28. Wyniki badania- przemieszczenie dla stołu aluminiowego 6061-T6 – długie podparcie.



Zmiana stopu aluminium nie spowodowała uzyskania zakładanych odchyłek przemieszczenia konieczne było wielokrotne modelowanie i symulowanie stołów dla określenia zmiany rozstaw podparcia, które ostatecznie ustalono dla stołu o numerze 271.04.00.111. Poniżej zestawienie otrzymanych wyników.

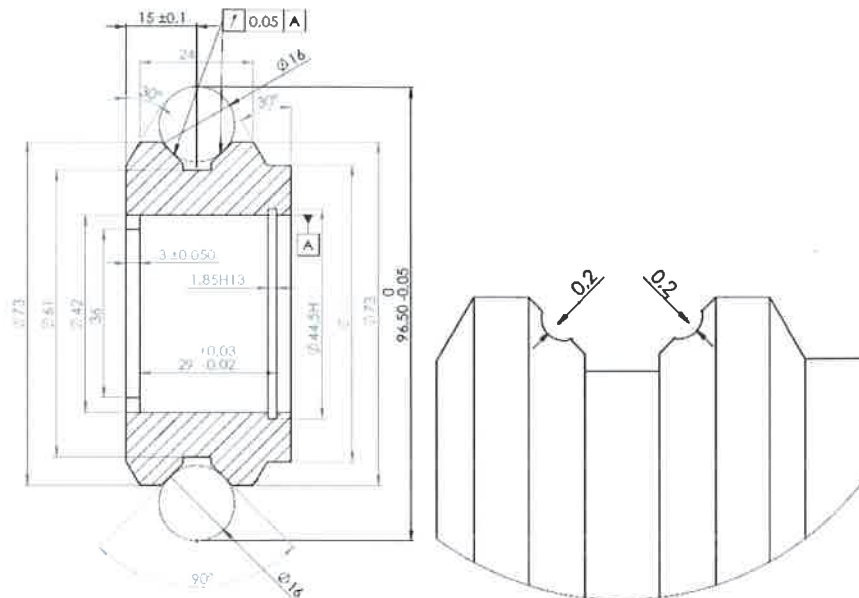
Tab.1.29. Zestawienie wyników.

Nr rysunku	Material	Napężenia {Pa}	Przemieszczenie {mm}
271.04.00.001	6063 T6	1.30687e+007	1,43
271.04.00.001	6061 T6	1.30687e+007	1,43
271.04.00.111	6063 T6	1.11829e+007	0,64
271.04.00.111	6061 T6	1.08343e+007	0,62

W ramach weryfikacji zbudowano nowe układy, które przetestowano instalując zespoły stołów ruchomych do nowej pilarki przeprowadzając z wynikiem pozytywnym próby przecinania materiału.

Po drugie trwałości układu jezdny stołu ruchomego. Układ jezdny stołu jest to zespół czterech rolek poruszających się po torze zbudowanym z dwóch prętów osadzonych w elemencie stałym zespołu zwanych saniami. Aspekt wypracowywania się rolek ma wpływ na prowadzenie przecinanego materiału w tej samej płaszczyźnie co płaszczyzna stołu stałego. Brak tego warunku powoduje uszkodzenie krawędzi przecinanego materiału. Obecne rozwiązanie wymuszało konieczność ustawiania tych płaszczyzn po trzy- miesięcznym okresie pracy. Zespół badawczy przebadał stosowane rozwiązania pod kątem zastosowanych materiałów do wykonania rolek tocznych.

Dokonując analizy dotychczasowego zużycia się rolek ustalono, że uszkodzenie bieżni ma wartość 0,2mm po wskazanym okresie pracy.



Rys.1.12. Rolka toczna.

Średnio przez ten okres czasu wózek przebywa drogę 10000m. Rolki natomiast wykonane są z materiału 41Cr4. Obróbka cieplna rolek zbliżona jest wartością twardości do prętów po których porusza się wózek i wynosi 56÷58HRC. Dla tak wyznaczonych warunków brzegowych założono, że konieczność ustawiania płaszczyzn stołów po zmianę materiału powinna wydłużyć się dwukrotnie a uwzględniając współczynnik różnorodnych warunków pracy wynoszący 0,7 wzrost trwałości rolek powinien być osiągnięty na poziomie około 30%. Tolerancje błędów procentowych ustalono na poziomie ±2%.

Przeprowadzając symulację zużycia się rolek opracowano i wykonano dwa układy wózka w których wymieniano rolki wykonane z różnego rodzaju stali. Zdjęcia układów poniżej.



Rys.1.13. Pierwszy układ.



Rys.1.14. Pierwszy układ.



Rys.1.15. Drugi układ.



Rys.1.16. Drugi układ.

Obciążono układ średnią siłą powstającą podczas przecinania 250N i poddano ruchowi posuwisto zwrotnemu w liczbie 2000 cykli co daje przebytą drogę 10000m. Wyniki przedstawiono w tabeli poniżej

Tab.1.30. Zestawienie wyników.

Materiał	Twardość {HRC}	Wartość zużycia bieżni {mm}
42CrMo4	56	0,18
34CrNiMo6	55	0,2
36CrNiMo4	58	0,1
18CrMo4	58	0,09
41CrAlMo7	60	0,06
55WcrV8	57	0,12

Z powyższej tabeli wynika, że materiał 18CrMo4 wykazujący zużycie o połowę mniejsze od materiału wyjściowego spełnia zakładany warunek wzrostu trwałości układu jezdnego.

9. Badania nad układem wrzecionowym i napędowym związane z ograniczeniem drgań urządzeń do cięcia płyt meblarskich.

Porównanie wrzeciona pilarki Fx3 oraz nowego wrzeciona pilarki Fx550

Znaczący wpływ na dokładność cięcia w pilarce formatowej ma m.in. zachowanie się wrzeciona. Celem badań było określenie prędkości krytycznych wrzeciona pilarki formatowej w funkcji cech konstrukcyjnych wrzeciona.

Poprawność konstrukcji wrzeciona można określać na podstawie wyznaczonych analitycznie prędkości krytycznych. Obliczanie prędkości krytycznej wrzeciona można obliczyć za pomocą zależności:

$$n_{kryt} = 300 \sqrt{\frac{1}{f_{max}}}$$

gdzie:

- f_{max} – maksymalna strzałka ugięcia wrzeciona przedniej bądź tylnej końcówki [cm],

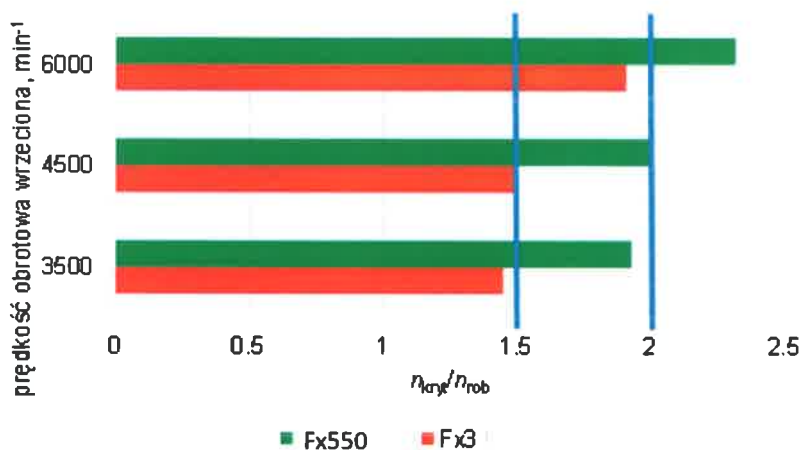
Obliczona prędkość krytyczna powinna spełniać nierówność:

$$n_{kryt} \geq (1,5 \div 2)n_{rob}$$

gdzie:

- n_{rob} – robocza prędkość obrotowa wrzeciona.

Na poniższych rysunkach zostały zamieszczone odkształcenia wypadkowe wrzeciona pilarki Fx3 oraz Fx550.



Rys.1.1.1. Stosunki obrotów krytycznych do obrotów roboczych n_{kryt}/n_{rob} wrzeciona pilarki Fx550 oraz Fx3.



Rys.1.1.2. Odkształcenia wypadkowe [mm] wrzeciona pilarki Fx3.



Rys.1.1.3. Odkształcenia wypadkowe [mm] nowego wrzeciona pilarki Fx550.

Tab.1.1.1. Porównanie maksymalnych odkształceń na skraju wrzeciona dla pilarki Fx3 oraz Fx550

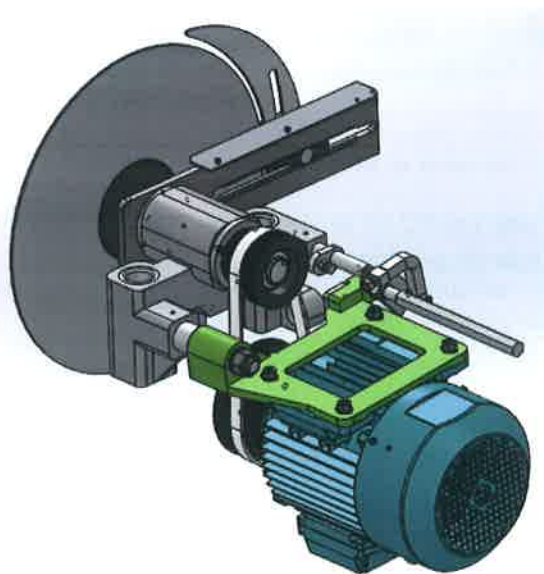
Pierwotna pilarka Fx3	Nowa pilarka Fx550
Odkształcenie wypadkowe na skraju wrzeciona	
0,035 mm	0,0039 mm

Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że konstrukcja nowego zmodernizowanego wrzeciona pilarki Fx550 spełnia wymagania dotyczące stosunku obrotów krytycznych do obrotów roboczych n_{kryt}/n_{rob} wrzeciona. Daje to podstawę do założenia, że właściwości dynamiczne tego rozwiązania są lepsze od rozwiązania wrzeciona Fx3.

Na poprawę opisanych powyżej właściwości miało wpływ zwiększenie średnic pod łożyska ($\phi 35$ mm), zwiększony rozstaw podpór do 105 mm i powiększoną średnicę tylnej końcówki do $\phi 35$ mm.



Rys.1.1.4. Agregat tnący Fx3.



Rys.1.1.5. Agregat tnący Fx550.

Pomiar bicia statycznego piły 300 mm dla pilarki Fx3 oraz nowo wyprodukowanej pilarki Fx550

Bicie statyczne pił określono poprzez pomiar przemieszczeń poprzecznych zrealizowany za pomocą bezstykowych czujników indukcyjnych typu BAW M12ME-UAD50B-BP01. Czujniki ulokowano dla piły $\phi 300$ mm na średnicy 250 mm i 150 mm. Podczas wykonywania pomiaru, piła była zamocowana na wrzecionie, które obracano ręcznie możliwie równomierną prędkością, w celu zrealizowania kilku obrotów.

Poniższe zdjęcia obrazują rozlokowanie bezstykowych przetworników podczas wykonywania pomiarów. Pomiary zostały wykonane na pilarcie Fx3 oraz na nowej pilarcie Fx550.



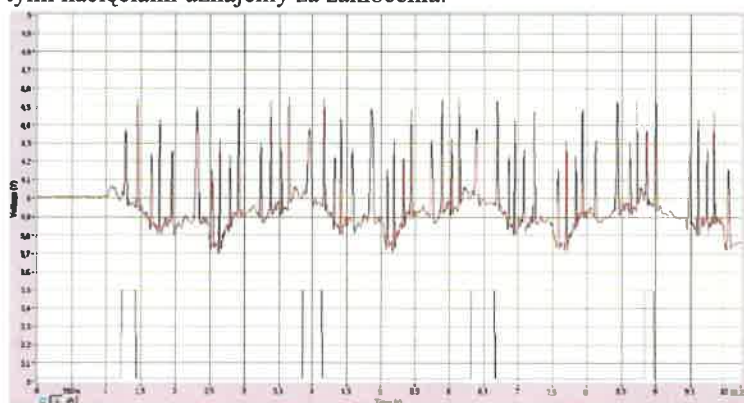
Rys.1.2.1. Rozlokowanie bezstykowych przetworników na pilarcie Fx3.



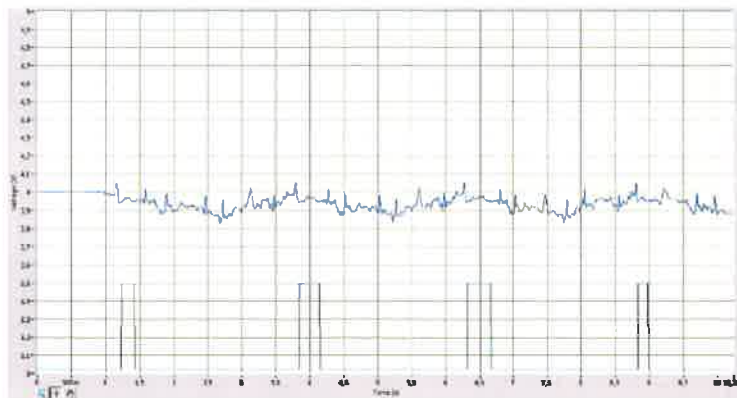
Rys.1.2.2. Rozlokowanie bezstykowych przetworników na pilarcie Fx550.

Zarejestrowane wyniki pomiaru przemieszczeń pilarki Fx3 pokazano na wykresach poniżej (rys.2.2.3.; rys.2.2.4.; rys.2.2.5.; rys.2.2.6.), gdzie na skali pionowej jedna działka 0,1V odpowiada przemieszczeniu 0,04 mm.

Widoczne na wykresach piki (rys.2.2.3.) są wywołane poprzez nacięcia odprężające wykonane w pile. Potwierdzeniem tego stwierdzenia jest fakt, że pików jest 14 na jeden obrót dla piły $\phi 300$ mm, tyle samo co nacięć odprężających. Przy analizie przemieszczeń poprzecznych związanych z drganiami piły, składowe sygnały wywołane tymi nacięciami uznajemy za zakłócenia.



Rys.1.2.3. Wyniki pomiaru bicia statycznego – przemieszczenia poprzeczne piły 300 mm. Przetworniki umieszczone na średnicy 250 mm.

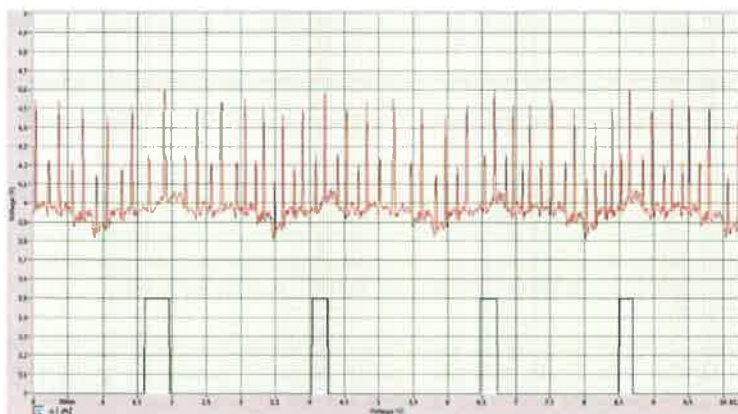


Rys.1.2.4. Wyniki pomiaru bicia statycznego – przemieszczenia poprzeczne piły 300 mm. Przetworniki umieszczone na średnicy 150 mm.

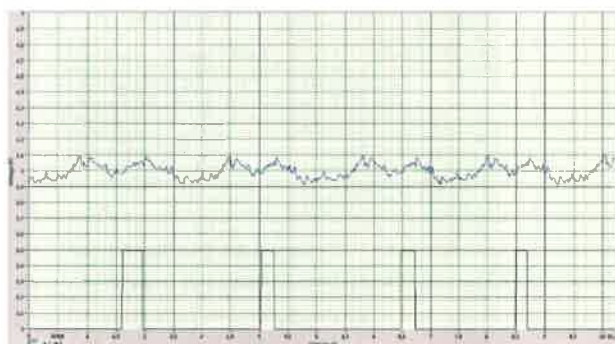
Z uzyskanych rezultatów pomiarów wynika, że na pilarsce Fx3 statyczne bicie poprzeczne piły wyniosło:

- Dla piły 300 mm – 0,14 mm na średnicy 250 mm oraz 0,08 mm na średnicy 150 mm,

Po wprowadzonych modyfikacjach układu wrzecionowego (takich jak zwiększenie sztywności wrzeciona, powiększenie rozstawu podpór łożysk, zastosowanie ulepszonej wersji łożysk serii 62, zastosowanie pierścieni sprężystych kompensujących drgania) wykonano pomiary bicia statycznego piły $\phi 300$ mm dla pilarki Fx550. Pomiary wykonano tą samą metodą jak w przypadku pilarki Fx3.



Rys.1.2.5. Wyniki pomiaru bicia statycznego – przemieszczenia poprzeczne piły 300 mm. Przetworniki umieszczone na średnicy 250 mm.



Rys.1.2.6. Wyniki pomiaru bicia statycznego – przemieszczenia poprzeczne piły 300 mm. Przetworniki umieszczone na średnicy 150 mm.

Z uzyskanych rezultatów pomiarów wynika, że na nowej pilarsce Fx550, statyczne bicie poprzeczne piły wyniosło:

- Dla piły 300 mm – 0,1 mm na średnicy 250 mm oraz 0,07 mm na średnicy 150 mm.

Tab.1.2.1. Statyczne bicie poprzeczne piły $\phi 300$ mm dla pilarki Fx3 i Fx550.

Pierwotna pilarka Fx3		Nowa pilarka Fx550
Statyczne bicie poprzeczne piły $\phi 300$ mm		
Czujnik ułożony na średnicy $\phi 250$ mm	0,14 mm	0,1 mm
Czujnik ułożony na średnicy $\phi 150$ mm	0,08 mm	0,07 mm

Z porównania rezultatów pomiaru statycznego bicia poosiowego tego samego egzemplarza piły $\phi 300$ mm, uzyskanych na pilarce Fx3 oraz Fx550 wynika wniosek, że na pilarce Fx550 bicie na większej średnicy zmalało o około 0,04 mm, czyli o około 28%.

Prędkości drgań układów napędu głównego pilarki Fx3 oraz pilarki Fx550

Pomiary drgań wykonywane były za pomocą wibrometru Fluke 810, które były wykonywane w większości przy zdemontowanym stole pilarki, dzięki czemu możliwy był dostęp do punktów pomiarowych na płycie silnika, na korpusie wrzeciona głównego oraz na ścianie korpusu pilarki z prawej strony.

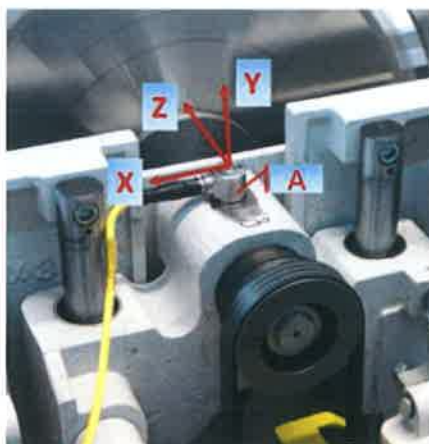
Wibrometr mierzy wartości przyspieszeń (ms^{-1}) w 3 osiach a ich przebiegi czasowe można obserwować na ekranie wibrometru lub w komputerze w środowisku Viewer Software. Z przebiegów czasowych zmian przyspieszeń oprogramowanie generuje widma zmian prędkości dla każdej z osi w funkcji częstotliwości (Hz). Z otrzymanych widm odczytywano wartości szczytowe prędkości przemieszczeń dla każdego badanych kierunków x, y, z, które następnie posłużyły do określania wartości wypadkowych prędkości przemieszczeń V_{Σ} , które wyznaczano z zależności:

$$V_{\Sigma} = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} + V_z^2$$

Gdzie:

V_x, V_y, V_z – wartości szczytowe prędkości przemieszczeń [mms^{-1}] w kierunkach osi współrzędnych pilarki X,Y i Z.

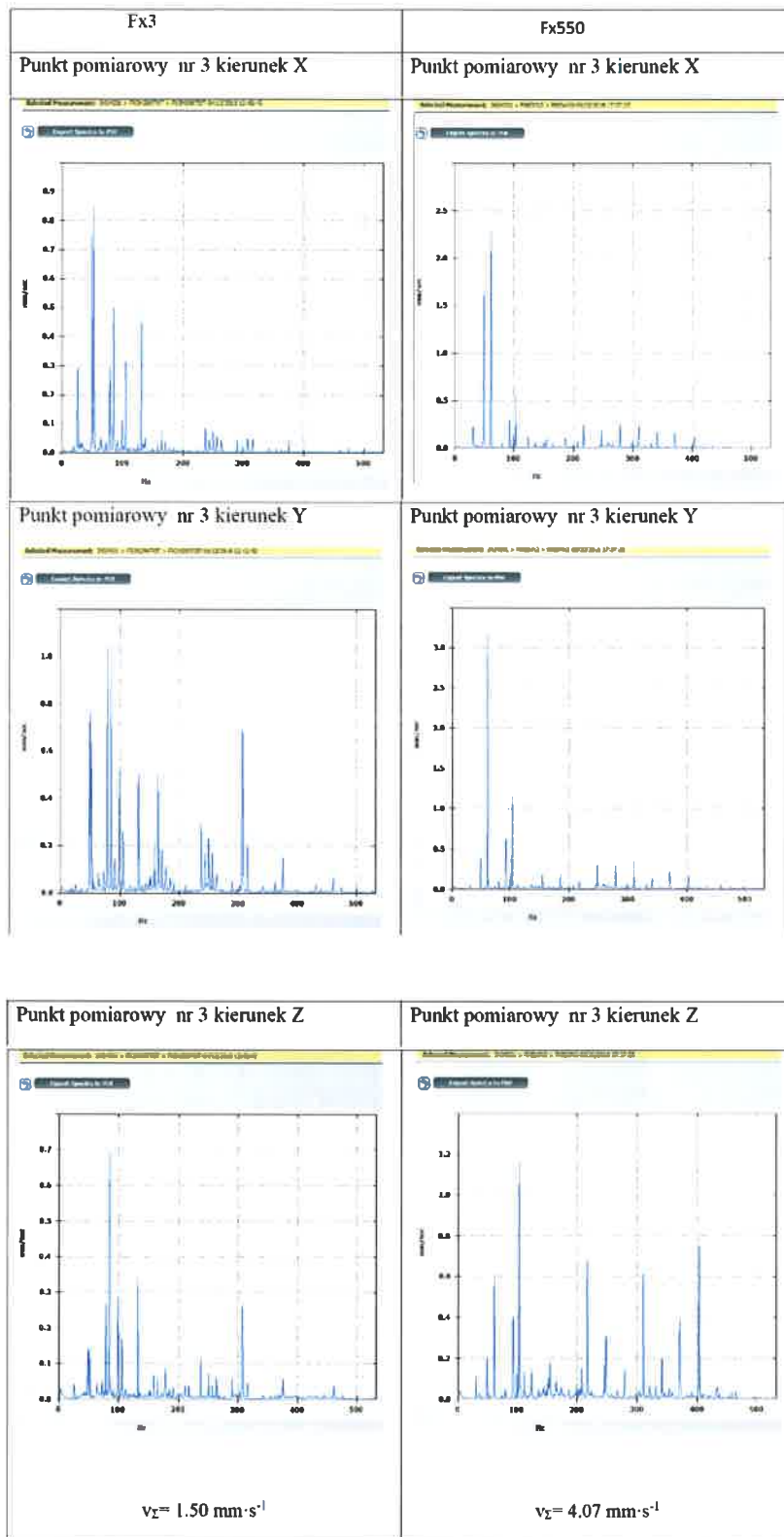
Jako wartości szczytowe wybierano z widm amplitudy dominujących prędkości przemieszczeń, gdyż wibrometr Fluke 810 nie umożliwia określenia wartości przemieszczeń fazowych pomiędzy składowymi prędkości przemieszczeń. Otrzymane wartości były bazą do oceny stanu dynamicznego pilarek.



Rys.1.3.1. Położenia akcelerometru A na górnej powierzchni obudowy wrzeciona.

Podane w literaturze [Cempel C.,2009: Vibroacoustic conditio monitoring] wartości szczytowe dopuszczalne dla prędkości przemieszczeń dla części maszyn oraz obrabiarek powinny mieścić się w zakresie 2,5 – 6,3 mms^{-1} .

Poniżej zostały zamieszczone wyniki badań na temat porównania prędkości przemieszczeń pilarki Fx3 oraz nowej pilarki Fx550 dla maksymalnej prędkości obrotowej wrzeciona pilarki. Badania były przeprowadzone dla piły $\phi 300$ mm.



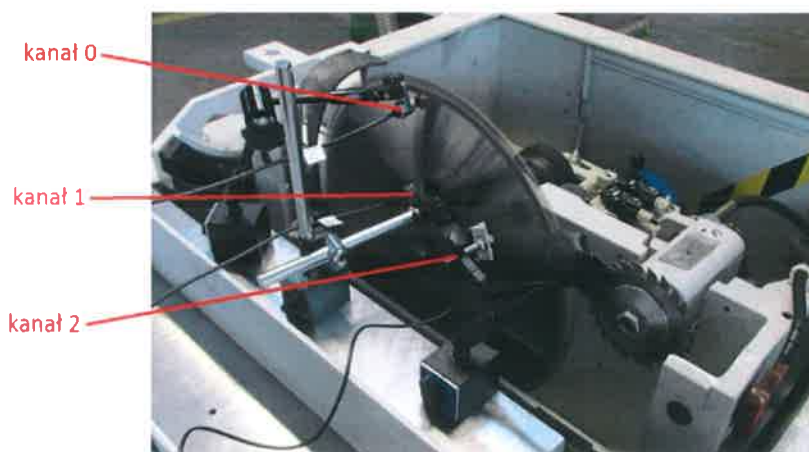
Tab.1.3.1. Prędkość drgań układu napędowego pilarki

	Pierwotna pilarka Fx3	Nowa pilarka Fx550
Wartości szczytowe prędkości przemieszczeń osi współrzędnych pilarki	Prędkość drgań układu napędowego pilarki	
X [$\frac{mm}{s}$]	0,82	2,25
Y [$\frac{mm}{s}$]	1,05	3,2
Z [$\frac{mm}{s}$]	0,68	1,18
V_{Σ} [$\frac{mm}{s}$]	~1,5	~4,07

Można stwierdzić że prędkości przemieszczeń nowej pilarki Fx550 mieszczą się w zakresie dopuszczalnym podawanym w literaturze. W nowo wyprodukowanej pilarce Fx550 wprowadzono ważne zmiany w napędzie głównym, które wpływają na korzystny wynik badania. Wprowadzone zmiany to:

- Usztywnienie wrzeciona polegające na zwiększeniu średnic łożysk, zmiana rozstawu łożysk,
- Zmiana sposobu napinania przekładni pasowej (zastosowanie sprężyny pneumatycznej),
- Zwiększenie rozstawu prowadnic liniowych na słupach prowadzących koleby dolnej,
- Usztywnienie korpusu pilarki,

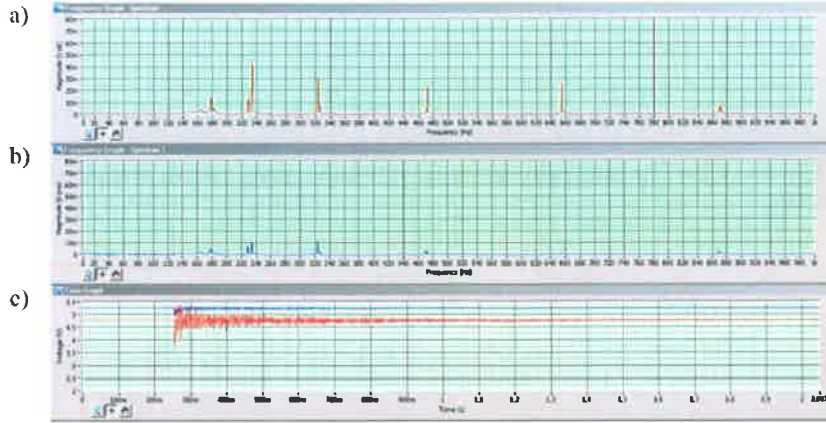
Uderzenie poprzeczne piły $\phi 300$ mm dla pilarki Fx550



1.4.1. Rozlokowanie bezstykowych czujników przemieszczeń kanału 0 i 1 oraz czujnika optoelektrycznego kanału 2 (nieużywanego w tym pomiarze).

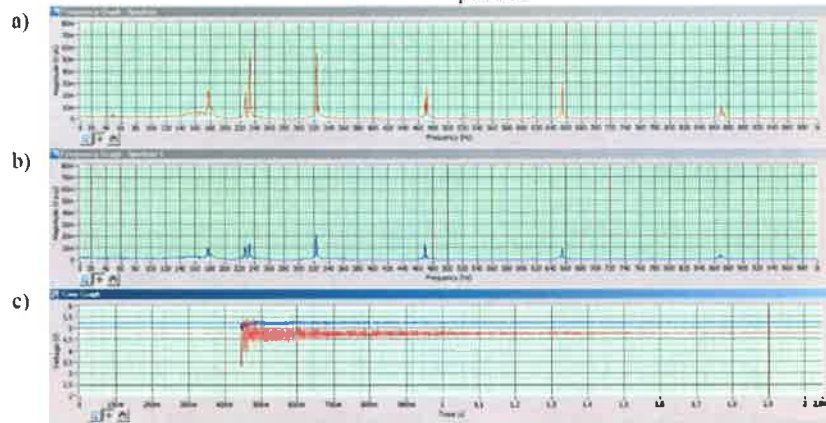
Na poniższych wykresach (rys.2.4.2.) pokazano porównanie wyników trzech prób odpowiedzi na uderzenie piły o średnicy 300 mm. Z porównania wyników analizy widmowej przebiegów przemieszczeń zarejestrowanych podczas próby 1, 2 i 3 widać powtarzalność częstotliwości składowych harmonicznych. Amplituda drgań zarejestrowanych poprzez czujnik kanału 0 ulokowany na większym promieniu jest znacznie większa niż w kanale 1, przy czym ze względu na czytelność na wykresach 2.4.2. zastosowano różne wskaźniki tej amplitudy na skali osi pionowej. Porównanie przykładowych wyników uzyskanych z kanałów 0 i 1 przy tej samej skali wskaźnika „Magnitude (V pk)” w osi pionowej wykresu pokazano na rysunku 2.4.3. Wskaźnik „Magnitude (V pk)” odnosi się do wyrażonej w voltach wartości szczytowej amplitudy mierzonego przemieszczenia wyliczonej z zarejestrowanego sygnału analizowanego w dziedzinie częstotliwości.

Pila 300mm - pomiar 1

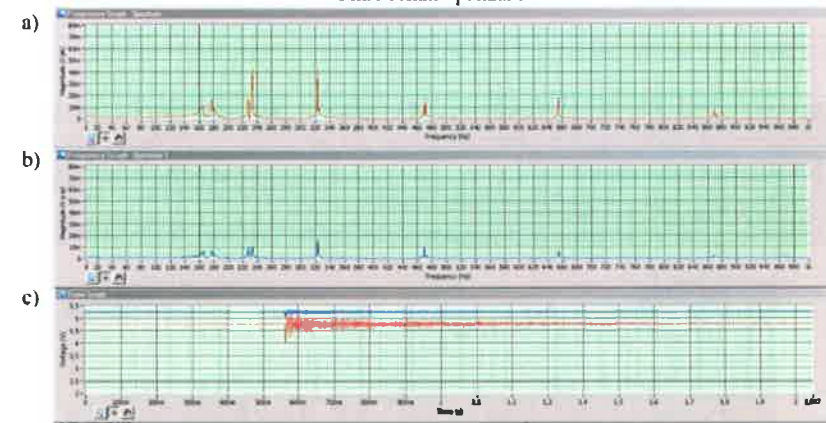


Ż-NWF-01/Z18

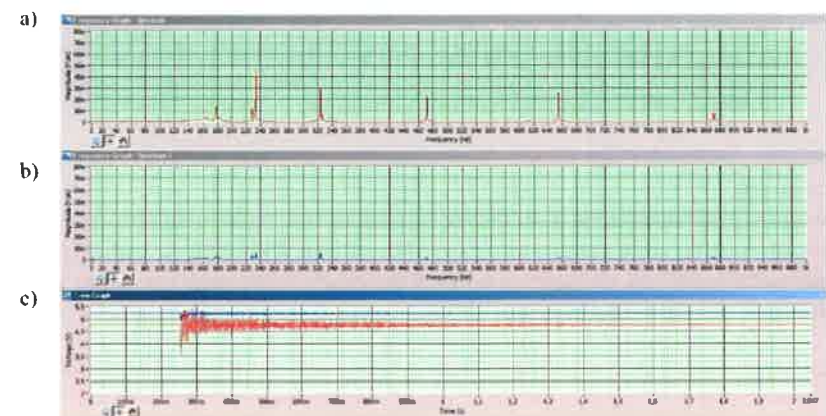
Pila 300mm - pomiar 2



Pila 300mm - pomiar 3



Rys.1.4.2. Testy odpowiedzi piły $\phi 300$ mm na uderzenie poprzeczne: a) wynik analizy widmowej w kanale 0; b) wynik analizy widmowej w kanale 1; c) przebieg czasowy przemieszczeń w kanale 0 i 1.



Rys.1.4.3. Drgania poprzeczne piły $\phi 300$ mm zarejestrowane po uderzeniu (pomiar 1) – porównanie wyników analizy spektralnej dla kanałów 0 i 1 przy tej samej skali wskaźnika „Magnitude V pk”. A) wynik analizy widmowej w kanale 0; b) wynik analizy widmowej w kanale 1; c) przebieg czasowy przemieszczeń w kanałach

Na podstawie przedstawionych wyników eksperymentu można stwierdzić, że w pilarcze Fx550 wartości szczytowe amplitudy drgań są mniejsze. Jest to szczególnie widoczne przy ustawieniu kątowym 90° , gdzie nastąpiło zmniejszenie o 25% do 35%. Tą znaczącą poprawę uzyskano przy jednoczesnym zwiększeniu prędkości wrzeciona o około 20%.

10. Opracowanie technologii prostolinijnego toru jazdy stołu ruchomego minimalizującą odchyłkę w procesie cięcia.

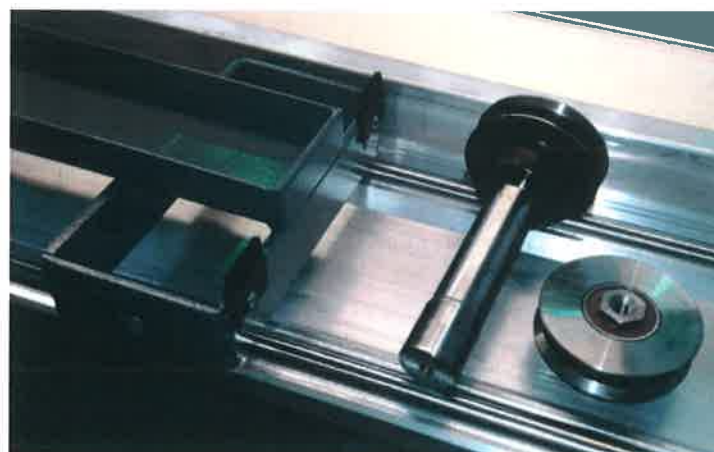
Do badań prostolinijnego toru jazdy zostały poddane dwa wyselekcjonowane układy,

1 – układ (pierwotny)



Łącznik stołu wykonany z 3 elementów (pręta, dwóch skrajnych wsporników) + rolki.

2- układ nowy



Łącznik spawany tworzący jeden element + rolki. Wykonanie łącznika jako jednego elementu poprawia stabilność toru jazdy stołu ruchomego.

Metodologia sprawdzania prostolinijnego toru jazdy opiera się na wykorzystaniu czujnika zegarowego oraz liniału. Liniał mocowany jest na stole stałym (w przypadku pilarek REMA S.A. jest to stół żeliwny), natomiast czujnik zegarowy jest umiejscowiony na stole ruchomym dotykając końcówką pomiarową liniału. Po ustawieniu przyrządów pomiarowych należy przesunąć stół tak aby czujnik zegarowy dotykając liniału „przejechał” od

jednego końca do drugiego liniału. Podczas tego pomiaru należy odnotować wartość wychylenia się wskazówki na zegarze. W ten sposób odczytujemy prostoliniowość toru jazdy.



Rys.1. Widok przyrządu do pomiaru prostoliniowego toru jazdy.

Punktem referencyjnym jest wartość prostoliniowego toru jazdy pierwotnego stołu, która wynosiła 0,35 - 0,4 mm. Badania i finalne wykonanie nowego układu jezdny miało na celu doprowadzić do poprawienia wartości prostoliniowego toru jazdy, tym samym zapewniając sztywniejszy układ. Przy nowym układzie stołu ruchomego prostoliniowość toru jazdy wyniosła 0,15 do 0,2 mm. Jest to zadowalający efekt badań.

Tab.1. Prostoliniowość toru jazdy układu pierwotnego oraz nowego.

Układ jezdny pierwotny	Układ jezdny nowy
Prostoliniowość toru jazdy	
0,35 - 0,4 mm	0,15 - 0,2 mm

Dokładność elementów po przecięciu ocenić można na podstawie:

- Dokładności geometrycznej, określonej przez tolerancje wymiarów, kształtów i wzajemnego położenia powierzchni,
- Struktury geometrycznej powierzchni, określonej przez zarys kształtu, profil falistości,
- Stanu krawędzi powierzchni po przecięciu.

11. Opracowanie technologii prostoliniowego toru jazdy agregatu tnącego minimalizującą odchyłkę w procesie cięcia.

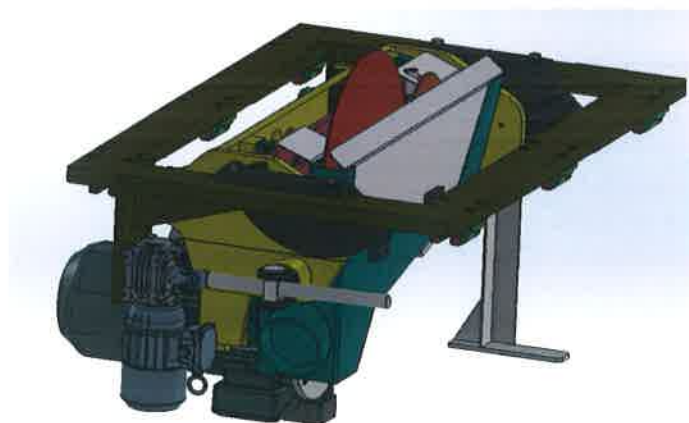
Podczas testów analizowano dwa układy, które różniły się między sobą elementami toru tj. łożyska liniowe, rolki toczne, szyny o przekroju kołowym, kształtowym, ułożenie szyn prowadzących w pionie oraz poziomie.



Rys.1. Widok pionowego toru jazdy na prowadnicach kształtowych.

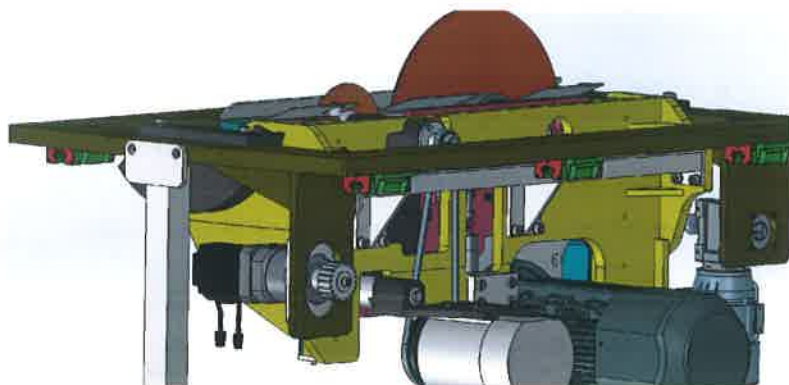


Rys.2. Widok poziomego toru jazdy na prowadnicach kształtowych.



Rys.3. Agregat tnący.





Rys.4. Agregat tnący. Ruch realizowany za pomocą zębátky i koła zębatego. Tor jazdy na prowadnicach kształtowych ulokowanych poziomo.

Z pośród badanych układów wytypowano, w którym tor jazdy jest realizowany na prowadnicach kształtowych ulokowanych poziomo. Badanie prostoliniowego toru jazdy polegało podobnie jak w przypadku badania toru jazdy stołu ruchomego – za pomocą czujnika zegarowego. Czujnik zegarowy został umieszczony na ramie agregatu tnącego (przy zdjętej jednej części stołu). Natomiast końcówka pomiarowa stykała się z liniałem w poszczególnych obszarach korpusu. Następnie agregat tnący wprowadzano w ruch w całym zakresie pracy. W tym czasie należało odczytywać wartość z czujnika zegarowego.

Tab.1. Prostolinijność nowego układu jezdnego w stosunku do wartości referencyjnej

Wartość (prostolinijność) referencyjna pilarki formatowej	Prostolinijność toru jazdy układu na prowadnicach kształtowych ulokowanych poziomo
0,15 – 0,2 mm	0,05 mm

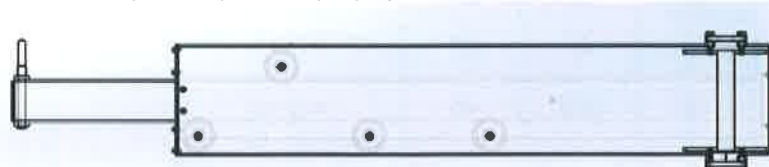
Z przeprowadzonych badań oraz porównaniu ich do wartości referencyjnej można wywnioskować, że cel został osiągnięty. Prostolinijność toru jazdy a tym samym sztywność nowego układu jest zauważalnie lepsza (0,05 mm) od przyjętej wartości referencyjnej (0,15 – 0,2 mm).

12. Badania nad układem wspornika podpierającego stolik pomocniczy w celu minimalizacji ugięcia.

Za punkt referencyjny strzałki ugięcia ustalono wspornik wychylny montowany w pilarcie Fx3, w którym strzałka ugięcia wynosiła 0,8 mm. Za cel badania ustalono zmniejszenie strzałki ugięcia o połowę wartości w celu poprawy jakości cięcia materiału.



Rys.1. Wspornik wychylny montowany w Fx3 – I rodzaj.



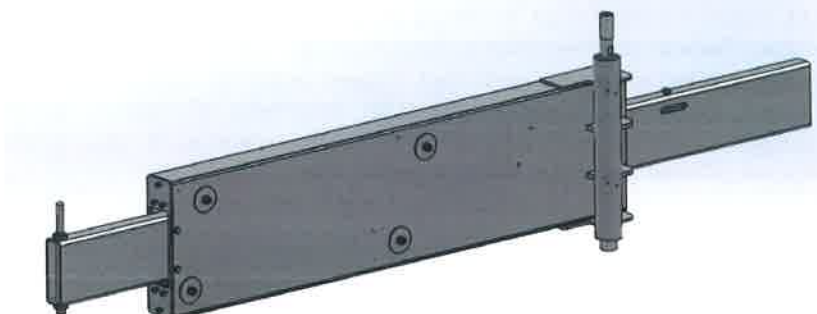
Rys.2. Wspornik wychylny montowany w Fx3 – I rodzaj. 4 rolki prowadzące kształtownik wewnętrzny.



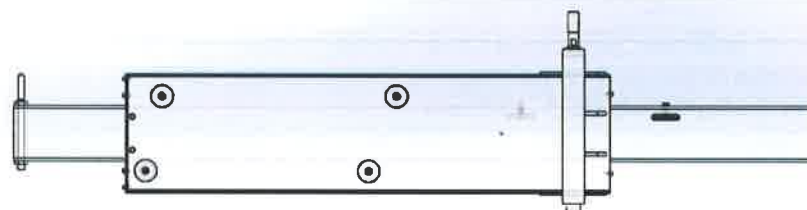
Rys.3. Wspornik wychylny montowany w Fx3 – II rodzaj.



Rys.4. Wspornik wychylny montowany w Fx3 – II rodzaj. 6 rolek prowadzących kształtownik wewnętrzny.



Rys.5. Wspornik wychylny montowany w Fx550.



Rys.6. Wspornik wychylny montowany w Fx550. 4 rolki prowadzące kształtownik wewnętrzny.

Strzałka ugięcia wspornika wychylnego po modyfikacjach okazała się być mniejsza o ponad 50% w stosunku do strzałki ugięcia wspornika wychylnego montowanego w pilarcie Fx3.

Tab.1. Wymiary wspornika wychylnego dla Fx3 – I i II rodzaj wspornika oraz wspornika dla Fx550.

Wspornik wychylny	Wymiary w [mm]				Ilość rolek prowadzących
	Kształtownik zewnętrzny		Kształtownik wewnętrzny		
	Wysokość	Szerokość	Wysokość	Szerokość	
I rodzaj	180	80	80	60	6 (φ42)
II rodzaj	260	70	100	40	4 (φ60)
Nowy dla Fx550	320	80	150	50	4(φ52)

Przebadano różnorodne wsporniki wychylne pod względem profili kształtowników, rozstawu rolek prowadzących wewnętrzny kształtownik, średnicy rolek, mocowanie wspornika wychylnego. Finalny wspornik wychylny obecnie produkowany, został wykonany na większych przekrojach materiałowych, o odpowiednim rozstawie rolek oraz zwiększeniu rozstawu mocowania w korpusie.



Rys.7. Obciążenie wspornika wychylnego siłą 500 N.

Tab.2. Strzałka ugięcia nowego wspornika wychylnego w stosunku do wspornika montowanego w Fx3.

Strzałka ugięcia	
Wspornik wychylny od Fx3	Wspornik wychylny od Fx550
0,8 mm	0,3 mm

Badanie strzałki ugięcia wspornika wychylnego polegało na obciążeniu na jednym jego końcu siłą 500 N i odczytaniu ugięcia się wspornika wychylnego.

13. Dobór optymalnych materiałów do budowy pilarek.

Jednocześnie dokonane zostały testy elementów zewnętrznej zabudowy obu pilarek w postaci osłon spełniających rolę niezwiązaną z bezpieczeństwem a jedynie z wyglądem. Ostatecznie osłony wykonano z cienkiej i odpowiednio wyprofilowanej blachy co pozwoliło osiągnąć zakładany efekt wizualny i ekonomiczny.



Rys.7. Zewnętrzna zabudowa pilarki formatowej.



Rys.8. Zewnętrzna zabudowa pilarki pośredniej.

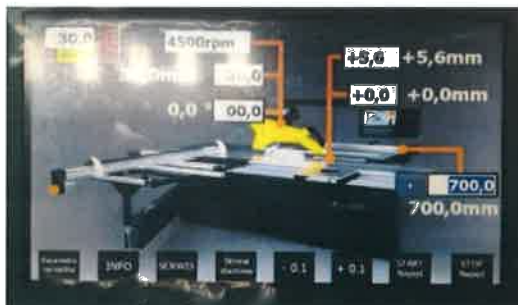
14. Opracowanie i wytworzenie prototypów produkcyjnych 3-ech pilarek formatowych i jednej pilarki pośredniej.

1. Etap walidacji.

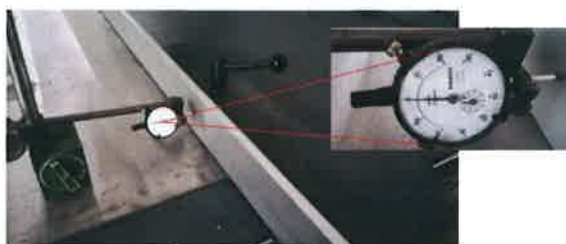
1.1. Większa powtarzalność nastaw.

Cecha ta wynika z zastąpienia ręcznych układów sterowania, elektronicznymi układami. Powtarzalność nastaw pilarki wpłynęła na wzrost automatyzacji urządzeń. Bezpośrednią korzyścią dla użytkownika obrabiarki jest większa wygoda pracy oraz oszczędność czasu zużywanego na ręczne ustawianie maszyny.

1.2. Linią wzdłużny



Rys.1.2-1. Pulpit sterowniczy. Linią wzdłużny ustawiony na odległość od piły 700 mm.



Rys.1.2-2. Ustawiony czujnik gdy linią jest w pozycji 700 mm od piły.

Podczas badania liniał wzdłużny został przestawiony na odległość od piły 1200 mm a następnie został przesterowany na odległość pierwotną tj. 700 mm. Przesławianie liniału wzdłużnego odbywało się poprzez elektroniczny układ sterowania maszyny. Wynik został przedstawiony na poniższym zdjęciu.



Rys.1.2-3. Widok czujnika po wróceniu liniału wzdłużnego z pozycji 1200 mm na 700 mm.

Pomiar	Dokładność nastaw	
	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność
1.	0,1 mm	0,02 mm
2.		0,07 mm
3.		0,05 mm
4.		0,06 mm
ŚREDNIA		0,05 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.3. Ruch piły góra – dół.

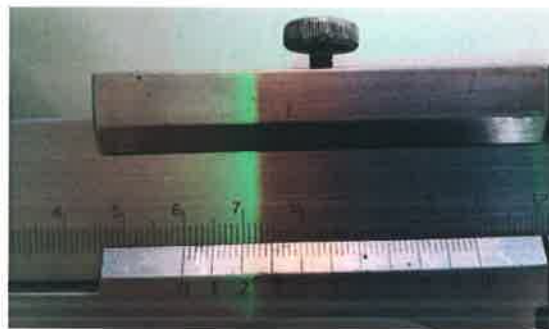


Rys.1.3-1. Pulpit sterowniczy. Wysokość piły ustawiona na 60 mm.

Wysokość piły została ustawiona na 60 mm. Pozycję tą zmierzono wysokościomierzem. Następnie poprzez pulpit sterowniczy, piłę przesterowano na pozycję 0 mm, a następnie na 60 mm. Po wykonanej czynności pozycję piły zmierzono wysokościomierzem. Wyniki przedstawiono poniżej w tabeli.



Rys.1.3-2. Pomiar wysokościomierzem.



Rys.1.3-3. Wynik pomiaru.

Pomiar	Dokładność nastaw	
Lp.	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność
1.	0,1 mm	0,04 mm
2.		0,08 mm
3.		0,04 mm
4.		0,07 mm
ŚREDNIA		0,06 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.4. Ustawienie piły do kąta.

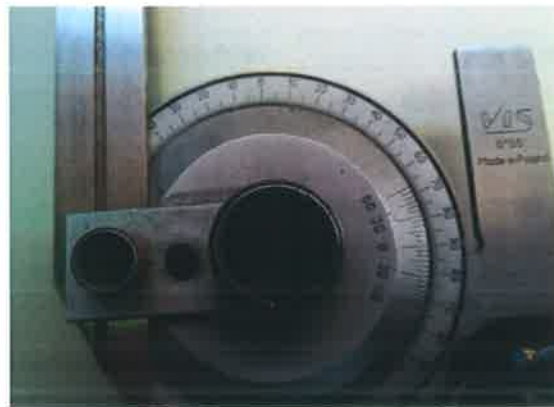


Rys.1.4-1. Pulpit sterowniczy. Ustawienie piły do kąta 0°.

Kąt piły został ustawiony na 0°. Pozycję tą zmierzono kątomierzem a następnie ustawiono czujnik zegarowy. Następnie przesterowano piłę na kąt 45°. Kąt sprawdzono kątomierzem. Po tych czynnościach piłę ponownie przesterowano na pozycję 0° do czujnika zegarowego. Wyniki (dokładność) przedstawiono w poniższej tabeli.



Rys.1.5-1. Ustawienie piły do kąta 0°.



Rys.1.5-2. Odczyt kąta prostego.



Rys.1.5-3. Ustawienie piły do kąta 45°.



Rys.1.5-4. Odczyt kąta 45°.



Rys.1.5-5. Ustawienie czujnika zegarowego przy kącie prostym.

Pomiar	Dokładność nastaw	
Lp.	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność
1.	0,1 mm	0,02 mm
2.		0,04 mm
3.		0,03 mm
4.		0,06 mm
ŚREDNIA		0,04 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.6. Piłę podcinającą góra – dół.



Rys.1.6 – 1. Pulpit sterowniczy. Ustawienie piły podcinającej na pozycję 4 mm.

Piłę podcinającą ustawiono za pomocą pulpitu sterowniczego na pozycję 4 mm (ponad stół). Wysokość zmierzono wysokościomierzem. Następnie przesterowano piłę podcinającą na pozycję 0 mm. Po wykonanych czynnościach piłę podcinającą ponownie przesterowano na pozycję 4 mm, co zmierzono wysokościomierzem. Wyniki zanotowano w poniższej tabeli.



Rys.1.6 – 2. Pomiar wysokości piły podcinającej wysokościomierzem.



Rys.1.6 – 3. Odczyt wysokości piły podcinającej.

Pomi ar	Dokładność nastaw	
Lp.	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność
1.	0,1 mm	0,03 mm
2.		0,02 mm
3.		0,05 mm
4.		0,06 mm
ŚREDNIA		0,04 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.



1.7. Piła podcinająca lewo – prawo.



Rys.1.7-1. Pulpit sterowniczy. Ustawienie piły podcinającej 2 mm od linii piły głównej.



Rys.1.7-2. Ustawienie czujnika zegarowego.

Piłę podcinającą ustawiono na pozycję 0 mm w linii z piłą główną. Ustawiono czujnik zegarowy. Następnie przesterowano za pomocą pulpitu sterowniczego piłę podcinającą na pozycję 2 mm w stosunku do linii z piłą główną, po czym powrócono na pozycję bazową tj. 0 mm. Dokładność pozycjonowania przedstawiono w tabeli poniżej.

Pomiar		Dokładność nastaw	
Lp.	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność	
1.	0,1 mm	0,04 mm	
2.		0,02 mm	
3.		0,03 mm	
4.		0,05 mm	
ŚREDNIA		0,04 mm	

Pomiar końcowy jest pozytywny.



1.8. Pozycjonowanie piły do kąta w pilarsce pośredniej.



Rys.1.8-1. Ustawienie piły do kąta prostego.



Rys.1.8-2. Odczyt kąta prostego z kątomierza.

Tarczę wzorcową ustawiamy do kąta prostego na pulpicie sterowniczym wpisując 0° . Do tarczy ustawiamy czujnik zegarowy ustawiając 0 mm. Następnie tarcza wzorcowa została przesterowana na kat 45° za pomocą pulpitu sterującego. Po wykonanych czynnościach piła została ustawiona na kąt 0° , do czujnika zegarowego. Wyniki dokładności ustawień pokazano w poniższej tabeli.

Rys.1.8-3. Ustawienie tarczy wzorcowej do kąta 45° .



Rys.1.8-4. Odczyt kąta 45 °.



Rys.1.8-5. Ustawienie czujnika zegarowego do kąta prostego.

Pomiar	Dokładność nastaw	
Lp.	Oczekiwana wartość dokładności	Rzeczywista dokładność
1.	0,1 mm	0,07 mm
2.		0,03 mm
3.		0,05 mm
4.		0,06 mm
ŚREDNIA		0,05 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

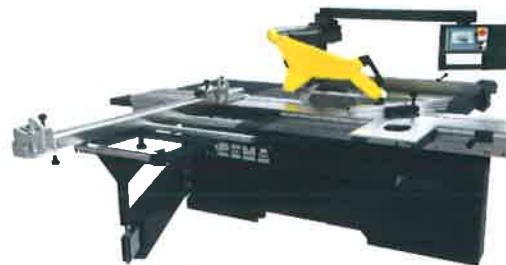
1.9. Skrócenie procesu podawania materiału.

Cecha ta wynika z opracowanego układu podawania oraz odbioru materiału z maszyny. Bezpośrednią korzyścią dla użytkownika obrabiarki jest oszczędność czasu cięcia materiałów drewnianych i drewnopodobnych. Badania polegały na weryfikacji czasu podawania i odbioru materiału w pilarkach formatowych i w pilarkach pośredniej. W obu przypadkach bardzo ważną rolę odgrywają stoły pomocnicze i podporowe układu. Dzięki nim operator ma możliwość swobodnego i zgodnego z zasadami ergonomicznymi przemieszczania materiału do cięcia. Podczas procesu cięcia mierzono czas podawania i odbioru.





Rys.1.9-1. Stoliki podporowe pilarki pośredniej.



Rys.1.9-2. Stoliki podporowe pilarki formatowej.

Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli.

Pomiar	Czas podawania materiału	
	Oczekiwany czas podawania materiału	Rzeczywisty czas podawania materiału
Lp.		
1.	1,5 – 2 min	1,8 min
2.		1,6 min
3.		1,9 min
4.		1,6 min
ŚREDNIA		1,7 min

Pomiar końcowy jest pozytywny.

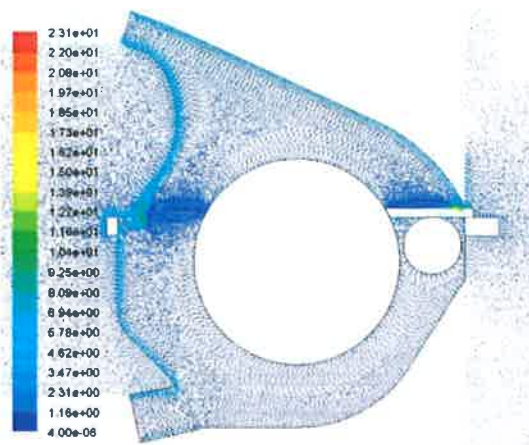
1.10. Wzrost skuteczności odpylania.

Odpylanie jest kluczową cechą odpowiedzialną za poprawę bezpieczeństwa i ergonomii pracy. Znacząco poprawia warunki BHP pracowników odpowiedzialnych za obsługę maszyn, gdyż zmniejsza zapylenie. W tym celu została opracowana nowa osłona górna oraz dolny układ odpylania. Przy tych pracach kluczową rolę pełniła Politechnika Gdańska.

Do pomiarów ciśnienia w osłonach użyto przyrządu pomiarowego TESTO 480. Badania polegały na pomiarze ciśnienia w określonych punktach (zaznaczono na poniższych rysunkach) dla osłony pierwotnej oraz dla osłony prototypowej. Wyniki przedstawiono w poniższych tabelach.



Rys.1.10-1. Widok nowej osłony.

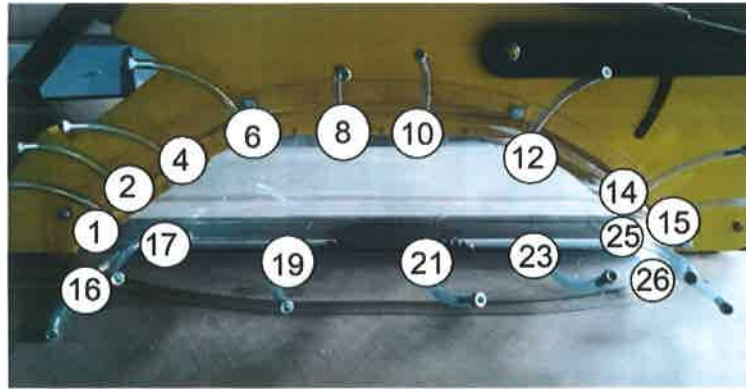


Rys.1.10-2. Badanie układu odpylania.

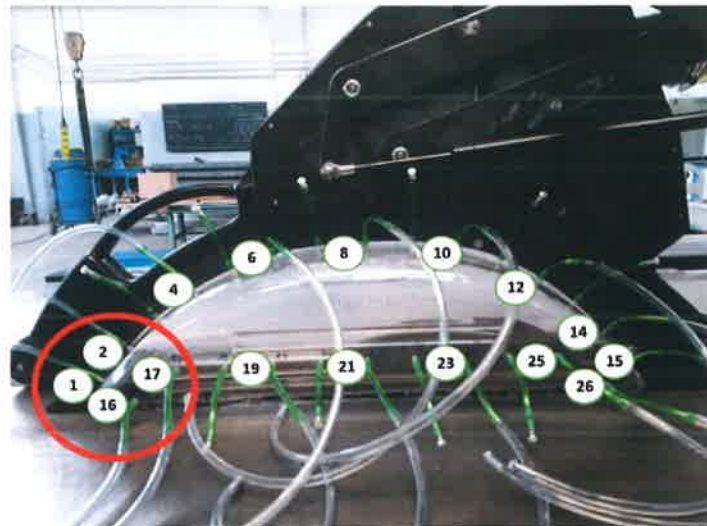


Rys.1.10-3. Pomiar ciśnienia na osłonie rzeczywistej.





Rys.1.10-4. Punkty pomiarowe na osłonie rzeczywistej.



Rys.1.10-5. Punkty pomiarowe na osłonie starego typu.

Tab.1. Pomiar ciśnienia dla osłony starego typu.

CIŚNIENIE [Pa]															
PUNKT POMIAROWY															
1	2	4	6	8	10	12	14	15	16	17	19	21	23	25	26
-5	-35	-83	-58	-62	-65	-67	-70	-73	2	-64	-68	-64	-63	-62	-58

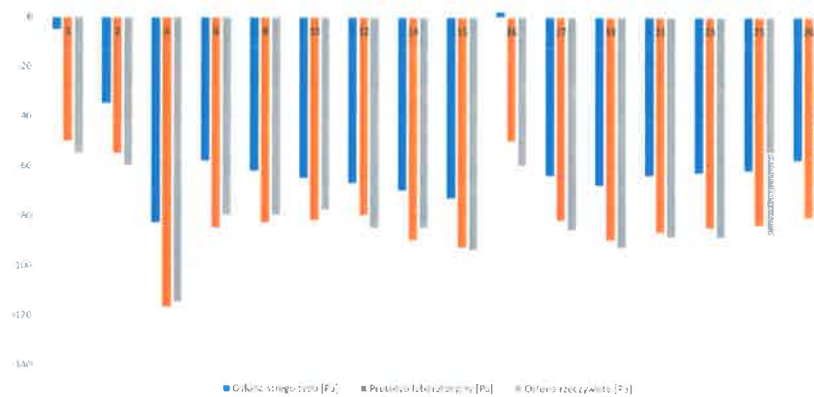
Tab.2. Pomiar ciśnienia dla prototypu laboratoryjnego.

CIŚNIENIE [Pa]															
PUNKT POMIAROWY															
1	2	4	6	8	10	12	14	15	16	17	19	21	23	25	26
-50	-55	-117	-85	-83	-82	-80	-90	-93	-50	-82	-90	-87	-85	-84	-81

Tab.3. Pomiar ciśnienia dla osłony rzeczywistej.

CIŚNIENIE [Pa]															
PUNKT POMIAROWY															
1	2	4	6	8	10	12	14	15	16	17	19	21	23	25	26
-55	-60	-110	-80	-90	-86	-78	-85	-87	-60	-86	-87	-93	-89	-88	-78

Wykres 1. Wyniki pomiaru ciśnienia w osłonach [Pa].



Skuteczność odpylania	
Oczekiwana skuteczność odpylania	Rzeczywista skuteczność odpylania
65%	65%

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.11. Utrudniony dostęp rąk do tarczy.

W tym zagadnieniu została opracowana nowa osłona górna. Korzyścią dla użytkownika pilarki jest wzrost poziomu bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo jest cechą niemierzalną w związku z czym nie ma możliwości określenia parametru liczbowego.



Rys.1.11-1. Osłona górna chroniąca dostęp do części wirujących, które znajdują się nad stołem.

1.12. Trwałość maszyny z uwagi na zastosowanie nowych materiałów

Korzyścią dla odbiorcy maszyn jest oszczędność finansowa wynikająca z mniejszej liczby remontów i napraw oraz dłuższego okresu funkcjonalności.

Okres funkcjonalności zależy od wielu zmiennych takich jak rodzaj użytych materiałów, rodzaju konstrukcji, typu ciętego materiału oraz sposobu użytkowania. Dlatego nie można określić precyzyjnie o ile lat ulegnie wydłużeniu okres funkcjonalności maszyny.

Pod względem trwałości badano układ jezdny stołu ruchomego. Układ jezdny jest to zespół czterech rolek poruszających się po torze zbudowanym z dwóch prętów osadzonych w elemencie stałym zespołu zwanych saniami. Aspekt wypracowania się rolek ma wpływ na prowadzenie przecinanego materiału w tej samej płaszczyźnie co płaszczyzna stołu stałego. Brak tego warunku powoduje uszkodzenie krawędzi przecinanego materiału. Stare rozwiązanie wymuszało konieczność ustawiania tych płaszczyzn po trzy-miesięcznym okresie

pracy. Przebadano stosowane rozwiązania pod kątem zastosowanych materiałów do wykonania rolek toczyń. Dokonując analizy dotychczasowego zużycia się rolek ustalono, że uszkodzenie bieżni ma wartość 0,2 mm po wskazanym okresie pracy.

Średnio przez ten okres czasu wózek przebywa drogę 10000 m. Rolki natomiast wykonane są z materiału 41Cr4. Obróbka cieplna rolek zbliżona jest wartością do prętów po których porusza się wózek i wynosi 56-58 HRC. Dla tak wyznaczonych warunków brzegowych założono, że konieczność ustawiania płaszczyzn stołów po przez zmianę materiału powinna wydłużyć się dwukrotnie a uwzględniając współczynnik różnorodnych warunków pracy wynoszący 0,7 wzrost trwałości rolek powinien być osiągnięty na poziomie około 30%.



Rys.1.12-1. Rolka układu jezdnego stołu ruchomego.

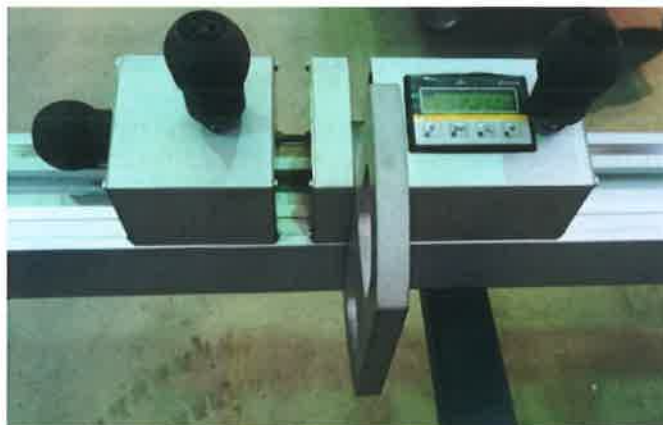
1.13. Krótki czas nastaw pilarki pod względem ergonomicznego rozmieszczenia urządzeń nastawczych.

Bezpośrednią korzyścią dla użytkownika maszyny jest oszczędność czasu co przełoży się na większą wydajność pracy maszyny.

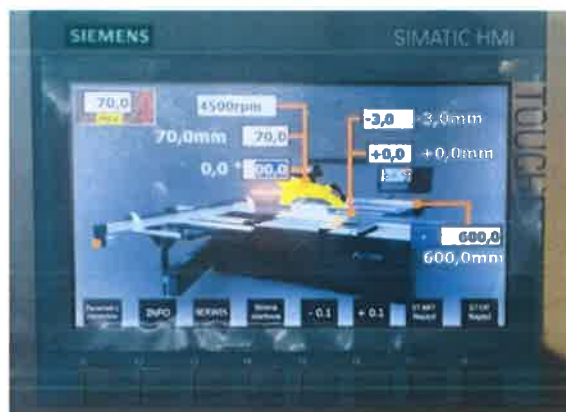
Do badań wzięto pod uwagę liniał wzdłużny, kąt pochylenia piły oraz ustawienie ograniczników na liniale poprzecznym. Podczas testów wykonywano różnego typu kombinacje wymiarowe. W momencie ustawiania zadanych wartości nastaw maszyny, mierzono czas. Wyniki przedstawiono poniżej w tabeli.



Rys.1.13-1. Zderzak na liniale poprzecznym.



Rys.1.13-2. Zderzak na liniale poprzecznym z mikroregulacją.



Rys.1.13-3. Pulpit sterowniczy.

Pomiar	Czas nastaw maszyny	
	Oczekiwany czas nastaw maszyny	Rzeczywisty czas nastaw maszyny
1.	25-30 s.	27 s.
2.		26 s.
3.		27 s.
4.		29 s.
Średnia		27 s.

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.14. Ograniczenie drgań (bić) wrzeciona głównego.

Cecha ta ma związek z opracowanym nowym układem wrzeciona głównego. Bezpośrednią korzyścią wynikającą z tej cechy jest wzrost precyzji cięcia. Dzięki zwiększeniu precyzji cięcia oraz połączenie innych cech podnoszące jakość cięcia skutkuje wzrostem precyzji, co pozwala na zastosowanie pilarek w wycinaniu wysoce skomplikowanych formatk z płyt meblarskich, które dotychczas były wykrawane na obrabiarkach CNC.

Do badań wykorzystano czujnik zegarowy. Pomiar bicia statycznego polegał na obrocie tarczy tnącej bez włączonego silnika napędowego. Pomiar bicia dynamicznego odbywał się na napędzanej tarczy tnącej przez silnik wraz z przekładnią pasową.



Rys. 1.14-1. Pomiar drgań wrzeciona głównego.

Pomiar		Bicie promieniowe i osiowe w warunkach statycznych	
Lp.	Oczekiwane wartości bicia wrzeciona	Rzeczywiste wartości bicia wrzeciona	
1.	0,02 mm	0,018 mm	
2.		0,014 mm	
3.		0,016 mm	
4.		0,013 mm	
Średnia		0,015 mm	

Pomiar		Bicie promieniowe warunkach dynamicznych	
Lp.	Oczekiwane wartości bicia wrzeciona	Rzeczywiste wartości bicia wrzeciona	
1.	0,025 mm	0,022 mm	
2.		0,018 mm	
3.		0,016 mm	
4.		0,023 mm	
Średnia		0,019 mm	

Pomiar		Bicie osiowe warunkach dynamicznych	
Lp.	Oczekiwane wartości bicia wrzeciona	Rzeczywiste wartości bicia wrzeciona	
1.	0,1 mm	0,05 mm	
2.		0,08 mm	
3.		0,04 mm	
4.		0,06 mm	
Średnia		0,06 mm	

Pomiar końcowy jest pozytywny.

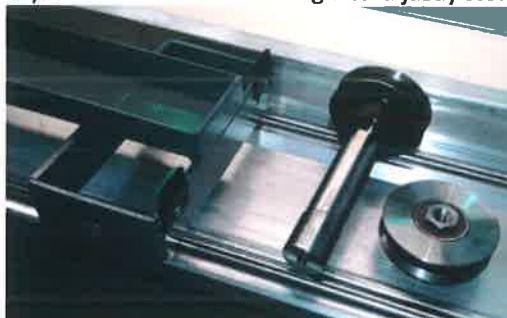
1.15. Zwiększenie sztywności stołu.

W tym przypadku została opracowana nowa technologia prostoliniowego toru jazdy stołu. Dzięki nowej technologii została zwiększona precyzja cięcia, która wynika z toru jazdy stołu.

Metodologia sprawdzania prostoliniowego toru jazdy opierała się na wykorzystaniu czujnika zegarowego oraz liniału. Liniał mocowany był na stole stałym, natomiast czujnik zegarowy na stole ruchomym dotykając końcówką pomiarową liniału. Po ustawieniu przyrządów pomiarowych, stół ruchomy należało przesunąć tak aby czujnik zegarowy dotykając liniału „przejechał” od jednego końca do drugiego liniału. Dokładność pomiarów przedstawiono w poniższej tabeli.



Rys. 1.15-1. Nowa technologia toru jazdy stołu.



Rys.1.16-2. Elementy wchodzące w skład nowego toru jazdy stołu.



Rys.1.16-3. Badanie prostoliniowego toru jazdy stołu.

Pomiar Lp.	Odchyłka toru jazdy stołu	
	Oczekiwana odchyłka toru jazdy	Rzeczywista odchyłka toru jazdy
1.	0,2 mm	0,1 mm
2.		0,15 mm
3.		0,12 mm
4.		0,18 mm
Średnia		0,14 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

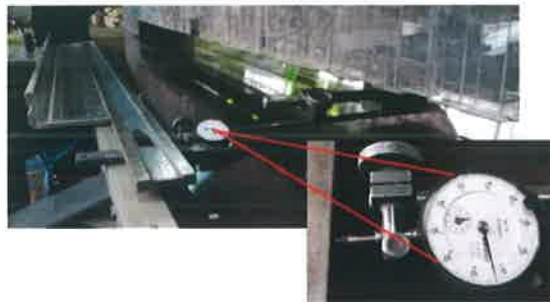
1.17. Zmniejszenie odchyłki poruszającego się agregatu tnącego.

W tym przypadku opracowano nową technologię prostoliniowego toru jazdy agregatu tnącego pilarki pośredniej. Bezpośrednią korzyścią dla odbiorcy jest wzrost precyzji cięcia. Wynika on ze zmniejszenia odchyłki poruszającego się agregatu tnącego.

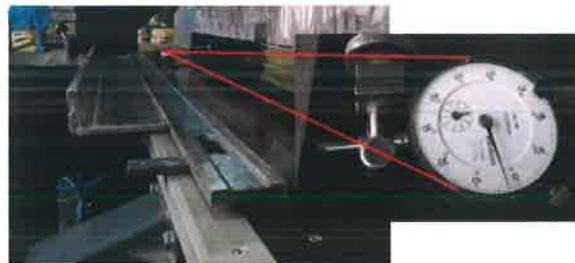
Pomiar polegał na ustawieniu liniału do zderzaka na stoliku oraz zamocowaniu czujnika zegarowego do tarczy wzorcowej agregatu. Następnie agregatem należało tak przejechać, żeby czujnik dotykał cały czas liniału. Wyniki przedstawiono w poniższej tabeli.



Rys.1.17-1. Widok toru jazdy agregatu tnącego.



Rys.1.17-2. Badanie toru jazdy agregatu tnącego – początek toru.



Rys.1.17-3. Badanie toru jazdy agregatu – koniec toru.

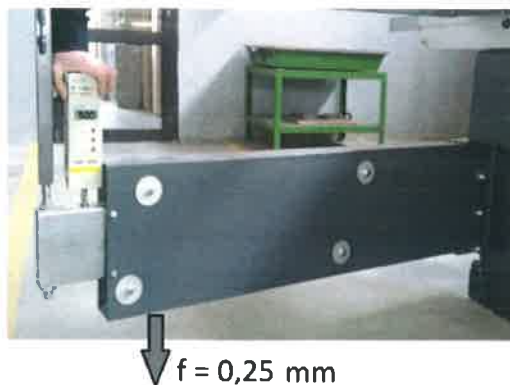
Pomiar Lp.	Odchyłka toru jazdy agregatu	
	Oczekiwana odchyłka toru jazdy	Rzeczywista odchyłka toru jazdy
1.	0,05 mm	0,04 mm
2.		0,03 mm
3.		0,04 mm
4.		0,02 mm
Średnia		0,03 mm

Pomiar końcowy jest pozytywny.

1.18. Redukcja strzałki ugięcia stołu.

Kluczową rolę na redukcję strzałki ugięcia stołu ma wspornik podpierający stolik pomocniczy, który został opracowany. Stabilność wspornika wychylnego jest bardzo ważna z punktu widzenia poprawności cięcia materiału. Im większa jest strzałka ugięcia wspornika wychylnego tym dokładność cięcia jest mniejsza poprzez odkształcenie się stolika pomocniczego i unoszenie materiału przecinanego.

Badanie strzałki ugięcia wspornika wychylnego polegało na obciążeniu na jednym jego końcu siłą 500 N i odczytaniu ugięcia się wspornika wychylnego. Wyniki badania przedstawiono poniżej w tabeli.



Pomiar Lp.	Redukcja strzałki ugięcia	
	Oczekiwana strzałka ugięcia	Rzeczywista strzałka ugięcia
1.	0,3	0,25
2.		0,27
3.		0,23
4.		0,25
Średnia		0,25

Pomiar końcowy jest pozytywny.

15. STOPIEŃ I SPOSÓB REALIZACJI ZAŁOŻONYCH CELÓW PROJEKTU

*W odniesieniu do prac badawczych opisanych w pkt. 5.1 oraz ich wyników wskazanych w pkt. 5.4 należy określić, jak realizacja poszczególnych etapów przyczyniła się do osiągnięcia celów projektu zdefiniowanych we wniosku o dofinansowanie. Należy wskazać **stopień realizacji** tych celów oraz powody ewentualnego nieosiągnięcia danego celu/częściowego osiągnięcia danego celu.*

Cel 1

Ograniczenie drgania urządzenia, pozwalające na uzyskanie bicia promieniowego i osiowego na poziomie 0,02 mm.

Czy Cel 1 został osiągnięty: **TAK** **NIE**

W jaki sposób Cel 1 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

W etapie III przeprowadzono badania mające na celu ustalenia założeń optymalizujących układ wrzecionowy pod kątem emitowanych drgań wraz z narzędziem tnącym. Prototypy laboratoryjne poprzedzone stworzeniem modelu analitycznego odkształceń wrzeciona po przebadaniu dały pozytywne wyniki. Poprawność konstrukcji wrzeciona określano na podstawie wyznaczonych analitycznie prędkości krytycznych oraz na jego fizycznych badaniach. Przeprowadzone badania wykazały, że nowa konstrukcja wrzeciona spełnia wymagania dotyczące stosunku obrotów krytycznych do obrotów roboczych wrzeciona.

Na poprawę właściwości wrzeciona miało wpływ zwiększenie średnic pod łożyska, zwiększony rozstaw podpór pod łożyska oraz zastosowanie w układzie wrzeciona pierścienia kompensującego. W etapie IV na wykonanych według wyników badań prototypach produkcyjnych zweryfikowano emitowane drgania i uzyskano potwierdzenie redukcji bicia promieniowego i osiowego.

Cel 2

Odchyłka toru jazdy stołu ruchomego na poziomie 0,2 mm.

Czy Cel 2 został osiągnięty: TAK NIE

W jaki sposób Cel 2 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty dzięki opracowaniu nowej technologii wykonania toru jazdy stołu ruchomego. Nowa technologia opracowana w etapie III wykonania ingerowała w układ jezdny stołu ruchomego tj. w zespół rolek poruszających się po torze zbudowanym z dwóch prętów osadzonych w elemencie stałym zespołu zwanymi saniami oraz modyfikacja łącznika określająca skok stołu aluminiowego. Aspekt wypracowania się rolek ma wpływ na prowadzenie przecinanego materiału w tej samej płaszczyźnie co płaszczyzna stołu stałego. Opracowano wykonanie rolek z innego materiału niż dotychczas, oparte analizą i badaniami. Nowe rolki materiałowo są zbliżone do prętów po których się przemieszczają. Tak opracowana technologia spowodowała nie zużywania się rolek, przez co precyzja ruchu stołu aluminiowego jest o wiele większa niż dotychczas przez co odchyłka toru jazdy jest na poziomie 0,2 mm. Etap IV po przez weryfikację w prototypie produkcyjnym potwierdza osiągnięcie celu.

Cel 3

Odchyłka toru jazdy agregatu tnącego na poziomie 0,05 mm.

Czy Cel 3 został osiągnięty: TAK NIE

W jaki sposób Cel 3 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty dzięki wytypowaniu odpowiedniego rodzaju toru jazdy agregatu. Projektowanie, analiza oraz badanie różnego rodzaju układów jezdnych miało na celu doprowadzenie do wyprodukowania układu o większej sztywności oraz prostoliniowości toru jazdy w stosunku do parametrów pilarki formatowej. Podczas testów analizowano dwa układy, które różniły się między sobą elementami toru, tj. łożyska liniowe, rolki toczne, szyny o przekroju kołowym, kształtowym, ulokowanie szyn prowadzących w pionie oraz w poziomie. Z pośród badanych układów wytypowano, w którym tor jazdy jest realizowany na prowadnicach kształtowych ulokowanych poziomo. Taki układ przebadany w etapie III zagwarantował osiągnięcie założonego celu. Prototyp pilarki pośredniej zbudowany w etapie IV wyposażony w układ jezdny przebadany wcześniej osadzony na usztywnionym korpusie pozwolił na uzyskanie odchyłki toru jazdy o wartości 0,05mm.

Cel 4

Strzałka ugięcia układu wspornika podpierającego stolik pomocniczy o wartości 0,2 mm na długości 1m.

Czy Cel 4 został osiągnięty: TAK NIE

W jaki sposób Cel 4 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty poprzez opracowanie nowego wspornika podpierającego stolik pomocniczy. Przebadano w zadaniu 5 etapu III różnorodne wsporniki wychylne pod względem profili kształtowników, rozstawu rolek prowadzących wewnętrzny kształtownik, średnicy rolek, mocowanie wspornika wychylnego. Finalny wspornik wychylny obecnie produkowany, został wykonany na większych przekrojach materiałowych, o odpowiednim rozstawie rolek oraz zwiększeniu rozstawu mocowania w korpusie. Tak opracowany wspornik spełnił postawiony cel.

Cel 5

Sztywny układ mocowania osłony górnej nieograniczający funkcjonalności tej osłony, zwiększający bezpieczeństwo pracy.

Czy Cel 5 został osiągnięty:

TAK

NIE

W jaki sposób Cel 5 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty dzięki opracowaniu nowej technologii wykonania kaptura osłony oraz jego mocowania. Do mocowania osłony zostały zastosowane materiały o większym przekroju, o kształcie prostokątnym, całość zagadnienia przebadano w etapie II. Z zadania pierwszego tego etapu zaczerpnięto wiedzę co do tworzyw sztucznych, które zastosowano do wykonania boków kaptura. Sam kaptur osłony został zaprojektowany tak, że zakrywa wszystkie wirujące elementy znajdujące się ponad stołem, jednocześnie z możliwością ich zobaczenia dzięki zastosowaniu materiałów przezroczystych takich jak leksan. Dzięki tak zaprojektowanej osłonie operator jest odseparowany od części wirujących a jednocześnie może obserwować pole pracy narzędzia. W zadaniu 2 tego etapu opracowano i przebadano sposoby mocowania osłon, dokonując na podstawie wyników wyboru najbardziej sztywnego układu mocowania.

Cel 6

Nowatorski układ odprowadzania pyłu i trocin gwarantujący odprowadzanie pyłu i trocin na poziomie 65%.

Czy Cel 6 został osiągnięty:

TAK

NIE

W jaki sposób Cel 6 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty poprzez opracowanie nowej technologii wykonania kaptura górnego oraz koleby dolnej. Zostały opracowane nowe wewnętrzne kształty kaptura górnego oraz koleby dolnej. Nowa konstrukcja opierała się na badaniach pomiaru ciśnienia występujących w wyżej wymienionych osłonach przeprowadzonych w etapie II w zadaniu 4. Dwa poprzednie zadania tego etapu wraz z zapisami norm technicznych wyznaczyły warunki brzegowe zabudowy geometrycznej nowego układu. Po wdrożeniu nowych kształtów osłon, przeprowadzono ponownie badania pomiaru ciśnienia, które wykazały iż nowa konstrukcja spełnia cel odnośnie odprowadzania pyłu i trocin.

Cel 7

Ergonomiczne ustawienie uchwytów i pokręteł regulacyjnych.

Czy Cel 7 został osiągnięty: **TAK** **NIE**

W jaki sposób Cel 7 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty poprzez wykonanie analizy rozmieszczenia uchwytów i pokręteł regulacyjnych pod względem ergonomii dla użytkownika. Projektanci nanieśli pokrętła oraz uchwyty na fizycznie wykonaną maszynę. Testem było zmierzenie czasu obsługi podczas wykonywania różnorodnych operacji przy pilarence oraz aspekt ergonomiczny użytkownika. Wyniki zadania 5 etapu II, w którym modelowano ustawienia i analizowano aspekty ergonomiczne pracy na pilarkach pozwoliły na ustalenie położenia, dostępu i wygody użytkownika uchwytów i pokręteł regulacyjnych.

Cel 8

Optymalna konstrukcja zapewniająca zastosowania jednostek napędowych o momencie nominalnym nie większym niż 12 Nm bez zastosowania dodatkowych przekładni zwiększających moment.

Czy Cel 8 został osiągnięty: **TAK** **NIE**

W jaki sposób Cel 8 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty przez skonstruowanie układów łożyskowania i podparcia śrub napędowych tak aby zastosowane jednostki napędowe w postaci serwo- silników podczas pracy nie przekroczyły założonych momentów. Etap pierwszy projektu po przez badania zastosowania sterowanych układów elektrycznych w pilarkach wyznaczył poziom oporów wewnętrznych mechanizmów wykonujących ruch podczas nastaw parametrów obróbczych. Badania nad odpylaniem w etapie drugim wyznaczyły masy osłony dolnej, która jest najistotniejszym elementem całego poruszającego się agregatu tnącego. Etap III po przez zadanie związane z drganiami wyznaczył poruszające się masy związane z układami wrzecionowymi. W etapie IV zweryfikowano układy łożyskowania i podparcia śrub bezpośrednio w prototypach produkcyjnych potwierdzając poprawność konstrukcji.

Cel 9

Użyte do konstrukcji pilarek materiały zwiększające ich trwałość o co najmniej 30%

Czy Cel 9 został osiągnięty: **TAK** **NIE**

W jaki sposób Cel 9 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty dzięki badaniu wytrzymałościowym materiałów w etapie III. Materiały użyte do budowy pilarek zostały poddane badaniom i wybrano z nich najlepsze pod względem wytrzymałościowym. Np. zastosowanie odpowiedniego materiału do rolek w układzie jezdny stołu ruchomego, po próbach, trwałość układu wzrosła dwukrotnie. Uwzględniając współczynnik

różnorodnych warunków pracy wynoszący 0,7%, wzrost trwałości można szacować na poziomie 30%. Badania nad tworzywami sztucznymi w etapie II pozwoliły na określenie odpowiedniego rodzaju tworzywa sztucznego użytego do wykonania układu śruba-nakrętka odpowiedzialnego za przechył koleby i podnoszenie narzędzia tnącego co w efekcie doprowadziło do zmniejszenia generowanych oporów podczas ruchu a co za tym idzie zwiększenie trwałości układu.

Cel 10

Układ zapewniający podawanie materiału z dokładnością 0,05 mm.

Czy Cel 10 został osiągnięty:

TAK

NIE

W jaki sposób Cel 10 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Cel został osiągnięty dzięki badaniom różnorodnych układów podających. W etapie I zadanie drugie przebadano różnego rodzaju zestawienia podawania materiału tj. a) materiał nie zamocowany, napęd pasem zębatym; b) materiał zamocowany w chwytaku, napęd pasem zębatym; c) materiał nie zamocowany, napęd przez zębatkę; d) materiał zamocowany, napęd przez zębatkę. Po przebadaniu okazało się że układ „c” spełnił założenia projektu precyzyjnego i powtarzalnego podawania materiału z generowaną odchyłką na poziomie 0,05 mm. Układ podawania to również aspekt dostępu do elementów nastawczych przebadane w etapie II zagadnienie uzupełnia ten aspekt. Całościowy efekt to precyzja podawania i przyjazna ergonomia.

Cel 11

System sterowania zapewniający planowanie i optymalizację rozkroju płyt meblowych.

Czy Cel 11 został osiągnięty:

TAK

NIE

W jaki sposób Cel 11 został osiągnięty? W przypadku nieosiągnięcia lub częściowego osiągnięcia celu należy podać przyczyny.

Opracowano system sterowania ułatwiający optymalizację pracy podczas rozkroju płyt meblowych. Podczas prób pracą wielokrotnie i wielorako przetestowano system uzyskując optymalne oszczędności czasowe dla obsługujących obrabiarki. System sterowania to łatwo dostępny panel dotykowy o wysokiej rozdzielczości zapewniający pełną kontrolę nad pracą maszyny; nowy zderzak liniału poprzecznego wyposażony w system precyzyjnego ustawiania z elektronicznym odczytem z funkcją pamięci absolutnej; system precyzyjnego ustawiania liniału wzdłużnego, szybki dokładny i niezawodny z funkcją bezkolizyjnego podjazdu do piły głównej; automatyczny liniał poprzeczny, sterowany z panelu dotykowego i zapewniający najwyższy poziom dokładności. Cały system jest wynikiem zadań etapów badań przemysłowych a jego weryfikacja nastąpiła w etapie IV gdzie w prototypach zbadano jego funkcjonalność.

16. PRZYCZYNY NIEOSIĄGNIĘCIA WARTOŚCI DOCELOWYCH WSKAŹNIKÓW PRODUKTU (jeśli dotyczy)

Bazując na informacjach zawartych we wniosku o płatność końcową, należy odnieść się do wszystkich wskaźników produktu, które nie zostały zrealizowane w 100% zgodnie z umową o dofinansowanie (z uwzględnieniem ostatniego aneksu zawierającego zmiany umowy w zakresie wielkości wartości docelowych wskaźników). Należy opisać przyczyny nieosiągnięcia wartości docelowych tych wskaźników.

Opis powinien obejmować nie więcej niż 5000 znaków.

W ramach projektu nie osiągnięto wartości docelowych wskaźników produktu taki jak:

- inwestycje prywatne uzupełniające wsparcie publiczne dla przedsiębiorstw (dotacje) (CI6) – regiony słabiej rozwinięte PLN – wartość docelowa: 941 039,46; wartość osiągnięta od początku realizacji projektu: 630 776,01; stopień realizacji (%) 67,03

- inwestycje prywatne uzupełniające wsparcie publiczne dla przedsiębiorstw (dotacje) (CI 6) [zł] – wartość docelowa: 941 039,46; wartość osiągnięta od początku realizacji projektu: 630 776,01; stopień realizacji (%) 67,03

Przyczynami nieosiągnięcia zakładanych wskaźników produktu są:

- dzięki dobremu rozeznaniu rynku okazało się, że możliwe jest dokonanie zakupów materiałów po cenach znacznie niższych niż pierwotnie zakładano przy utrzymaniu jakości niezbędnych materiałów;

- dobre przygotowanie na etapie preprototypów pilarek umożliwiło obniżenie materiałochłonności tj. ilość zużytego materiału okazała się niższa od zakładanej m.in., że już na etapie koncepcyjnym udało się zminimalizować ilość i materiałochłonność preprototypów, a stworzone preprototypy w niewielkim stopniu odbiegały od prototypu i nie wymagały wielu modyfikacji,

- w związku z właściwie przeprowadzoną fazą projektowania również zaangażowanie pracowników w zakresie projektowania oraz potem już samej realizacji stworzenia prototypów okazał się mniejszy niż zostało to zaplanowane.

Nieosiągnięcie wartości docelowej tych dwóch wskaźników produktu w żaden sposób nie wpłynęło na osiągnięcie innych wskaźników oraz celów projektu.

17. PRZYCZYNY BRAKU CELOWOŚCI KONTYNUACJI REALIZACJI CZĘŚCI BADAWCZEJ PROJEKTU BĄDŹ WDROŻENIA WYNIKÓW PRAC B+R (jeśli dotyczy)

W przypadku rezygnacji z dalszego prowadzenia prac B+R bądź wdrożenia wyników prac B+R ze względów ekonomicznych (brak opłacalności wdrożenia) Beneficjent zobowiązany jest przedstawić szczegółową argumentację uzasadniającą swoją decyzję w kontekście (jeśli dotyczy):

- rozwoju oferty konkurencji, który nastąpił od czasu złożenia wniosku o dofinansowanie,

- możliwej do uzyskania ceny (z uwzględnieniem kosztów wdrożenia, produkcji, marży),

- cech funkcjonalnych przedmiotu wdrożenia w zestawieniu z potrzebami potencjalnych odbiorców,

- innych aspektów decydujących o spodziewanym niepowodzeniu komercjalizacji wyników projektu.

Opis nie powinien przekraczać 15000 znaków.

Podane informacje będą podstawą dla eksperta do stwierdzenia, czy brak zasadności kontynuacji projektu jest wynikiem okoliczności niezależnych od Beneficjenta (przy zachowaniu przez niego należytej staranności oraz postępowaniu zgodnie z umową o dofinansowanie przy realizacji projektu).

Nie dotyczy.

18. WYKAZ PROTOTYPÓW/INSTALACJI PILOTAŻOWYCH/DEMONSTRATORÓW WYTWORZONYCH W PROJEKCIE ORAZ SPOSÓB ICH WYKORZYSTANIA

W pkt. 9 należy wskazać, czy w wyniku realizacji projektu wytworzony został prototyp/installacja pilotażowa etc. (pkt 9.1) oraz opisać przewidywany sposób wykorzystania prototypu w okresie trwałości projektu (pkt 9.2). Przedstawiając przedmiotowy opis, należy mieć na uwadze regulacje zawarte w uznającym niektóre rodzaje pomocy za zgodne ze wspólnym rynkiem w zastosowaniu ...

18.1. Czy w wyniku realizacji projektu wytworzony został prototyp/installacja pilotażowa/demonstrator?

TAK x

NIE

18.2. Opis wykorzystania wytworzonego w projekcie prototypu/installacji pilotażowej/demonstratora w okresie trwałości projektu (jeśli dotyczy)

Prototypy pilarek formatowych oraz pilarka pośrednia wykorzystane będą do prezentacji dla klientów, głównie na terenie zakładu spółki. Jeden z prototypów wypożyczony został bezpłatnie do Stolarskich Warsztatów Szkolnych (mieszczących się przy Zespole Szkół im. Macieja Rataja w Reszlu jako egzemplarz szkoleniowy).

19. WYKAZ PRZEPROWADZONYCH KONTROLI REALIZACJI PROJEKTU

W tabeli należy zaznaczyć (znakiem „X”) wszystkie przeprowadzone kontrole w danym roku, których przedmiotem był projekt.

W przypadku kontroli przeprowadzonej przez daną instytucję dokonującą kontroli więcej niż jeden raz w danym roku należy wskazać liczbę przeprowadzonych kontroli projektu w tym roku (np. w przypadku przeprowadzonych przez IP w danym roku dwóch kontroli na miejscu, we właściwej komórce należy wskazać liczbę „2”).

Wpisanie w daną komórkę znaku „X” oznacza, że kontrola została przeprowadzona przez daną instytucję w tym roku tylko raz.

Uwaga:

W tabeli nie należy wykazywać kontroli/weryfikacji dokumentacji finansowej przeprowadzanej przez Fundację „Fundusz Współpracy” ani wizyt monitorujących przeprowadzanych przez pracowników MNISW/NCBR w trakcie realizacji projektu.

Wykaz przeprowadzonych kontroli projektu

NAZWA INSTYTUCJI DOKONUJĄCEJ KONTROLI	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Instytucja Pośrednicząca (MNiSW/NCBR)			9-10. 10.2017			
Instytucja Zarządzająca (MIR)						
Urząd Kontroli Skarbowej						
Europejski Trybunał Obrachunkowy						
Komisja Europejska						
Inny podmiot kontrolujący						

20. OŚWIADCZENIE BENEFICJENTA

Oświadczam, że jestem świadomy odpowiedzialności karnej wynikającej z art. 297 Kodeksu karnego⁴ dotyczącej składania nierzetelnych, pisemnych oświadczeń co do okoliczności o istotnym znaczeniu dla uzyskania wsparcia.

REMA S.A.
11-440 RESZEL, ul. B. Chrobrego 5
tel. 89 755 07 86, fax 89 755 07 49
NIP 742-000-00-88-REGON 004463091

PREZES ZARZĄDU

..... *Stefan Kołakowski*

Podpis (imię i nazwisko)

⁴ Zgodnie z art. 297 § 1 kodeksu karnego, „Kto, w celu uzyskania dla siebie lub kogo innego, od banku lub jednostki organizacyjnej prowadzącej podobną działalność gospodarczą na podstawie ustawy albo od organu lub instytucji dysponujących środkami publicznymi - kredytu, pożyczki pieniężnej, poręczenia, gwarancji, akredytywy, dotacji, subwencji, potwierdzenia przez bank zobowiązania wynikającego z poręczenia lub z gwarancji lub podobnego świadczenia pieniężnego na określony cel gospodarczy, elektronicznego instrumentu płatniczego lub zamówienia publicznego, przedkłada podrobiony, przerobiony, poświadczający nieprawdę albo nierzetelny dokument albo nierzetelne, pisemne oświadczenie dotyczące okoliczności o istotnym znaczeniu dla uzyskania wymienionego wsparcia finansowego, instrumentu płatniczego lub zamówienia, podlega karze pozbawienia wolności od 3 miesięcy do lat 5”.

