



**POLITECHNIKA  
GDAŃSKA**

WYDZIAŁ MECHANICZNY

**Katedra Energetyki i Aparatury Przemysłowej**

## **RAPORT CZĘŚCIOWY Z PRAC W RAMACH ZADANIA 1**

### **"Opracowanie założeń dotyczących usprawnienia procesu odpylania w pilarkach formatowych górnego i dolnego układu"**

Raport obejmuje sprawozdanie z poniżej wymienionych działań, realizowanych zgodnie z terminarzem opracowanym i zaakceptowanym po wizycie przedstawicieli Zespołów badawczych z Politechniki Gdańskiej w Rema S.A. w Reszlu. Podstawą jego sporządzenia była również „Notatka ze spotkania w sprawie wykonania pracy usługowej o charakterze badawczo-rozwojowym przez Politechnikę Gdańską” z dnia 21.01.2016 r.:

- Działanie 1.1. - opisane w Rozdziałach 1 i 3
- Działanie 1.2. - opisane w Rozdziale 5
- Działanie 1.3. - opisane w Rozdziale 4
- Działanie 1.4. - opisane w Rozdziale 2

**autorzy opracowania:**

**prof. dr hab. inż. K. Orłowski**

**dr inż. J. Barański**

**dr inż. M. Jewartowski**

**dr inż. J. Wajs**

**Gdańsk, kwiecień 2016**

**POLITECHNIKA GDAŃSKA**

ul. Narutowicza 11/12  
80-233 Gdańsk

tel. +48 58 347 19 29  
fax: +48 58 347 28 16  
e-mail: ktc@mech.pg.gda.pl  
www.pg.gda.pl

Poniższe opracowanie dotyczy realizacji zadania 1. pt. „Opracowanie założeń dotyczących usprawnienia procesu odpylania w pilarkach formatowych górnego i dolnego układu” w ramach umowy pomiędzy REMA S. A. w Reszlu a Wydziałem Mechanicznym Politechniki Gdańskiej z dnia 12. stycznia 2016 r.

## **Działanie 1.1.**

W ramach prac z zakresu działania 1.1. zrealizowano co następuje:

1. Jeden wyjazd do REMA S.A. Reszel - uzgodnienia dotyczące realizacji umowy.
3. Opracowanie koncepcyjne wstępnego planu i sposobu przeprowadzenia badań, w tym koncepcji układu do pomiaru ciśnienia panującego w układzie odpylania pilarki, jej króćcach i króćcach wentylatora.
4. Analiza danych technicznych urządzeń pomiarowych i innych elementów układu pomiarowego.
5. Dobór urządzeń i przetworników pomiarowych, opracowanie listy zamówieniowej, wyszukanie danych adresowych dostawców.
6. Przygotowanie układu odpylania (kaptura górnego szerokiego, wąskiego i obudowy) do przeprowadzenia pomiarów.

## **Działanie 1.2. - 1.3.**

W ramach prac z zakresu działań 1.2. - 1.3. zrealizowano co następuje:

1. Trzy wyjazdy na pomiary do REMA S.A. Reszel.
2. Szczegółowe oględziny pilarki, dokumentacja fotograficzna.
2. Obserwacja pracy pilarki w stanie jałowym oraz podczas operacji przecinania materiału i analiza ograniczeń technologiczno-konstrukcyjnych.
3. Analiza dokumentacji konstrukcyjnej pilarki ze względu na potencjalne przyczyny małej skuteczności działania układu odpylania oraz możliwości przeprowadzenia pomiarów.
4. Przeprowadzenie badań eksperymentalnych układu odpylania pilarki:
  - pomiary ciśnienia i prędkości przepływu powietrza w „linii” transportu wióra dla pilarki w stanie obecnym,
  - pomiary ciśnienia z uwzględnieniem zmiany częstotliwości pracy elektrycznego silnika wentylatora,
  - pomiary ciśnienia dla zaproponowanego układu kaptura górnego z fartuchem doszczelniającym.

## **Działanie 1.4**

W ramach prac z zakresu działań 1.4. zrealizowano co następuje:

1. Przeprowadzono obserwacje pilarek formatowych prezentowanych na Międzynarodowych Targach Maszyn i Narzędzi dla Przemysłu Drzewnego i Meblarskiego DREMA 2015 w Poznaniu.
2. Wyjazd do Redy - oględziny pilarki i analiza dokumentacji pilarki Altendorf F45.
3. Przeanalizowano istniejące na rynku rozwiązania konstrukcyjne pilarek formatowych.

## 1. OPIS PILARKI Fx3 FIRMY REMA S.A.

### DZIAŁANIE 1.1.

Pilarka formatowa Fx3 należy do linii modułowych pilarek Fx-n. Pilarki te zdobyły Złoty Medal MTP Poznań, Złoty Medal Laur Konsumenta oraz Nagrodę Teraz Polska. Jest nowoczesną pilarką do cięcia m.in. płyt laminowanych i płyt stolarskich oraz elementów z pełnego drewna - cięcie wzdłużne i poprzeczne materiału o różnej grubości (rys. 1.1). Została ona wprowadzona na rynek przez firmę REMA S.A. w roku 2014. Pilarka Fx3 jest przystosowana do pił tarczowych o maksymalnej średnicy  $\varnothing$  450 mm, a nowa konstrukcja osłony górnej wspomaga odpylanie (zgodnie z folderem producenta - rys. 1.2). W Fx3 zastosowane łuki koleby odpowiadają za precyzyjne ustawianie agregatu tnącego pod żądanym kątem (rys. 1.3).

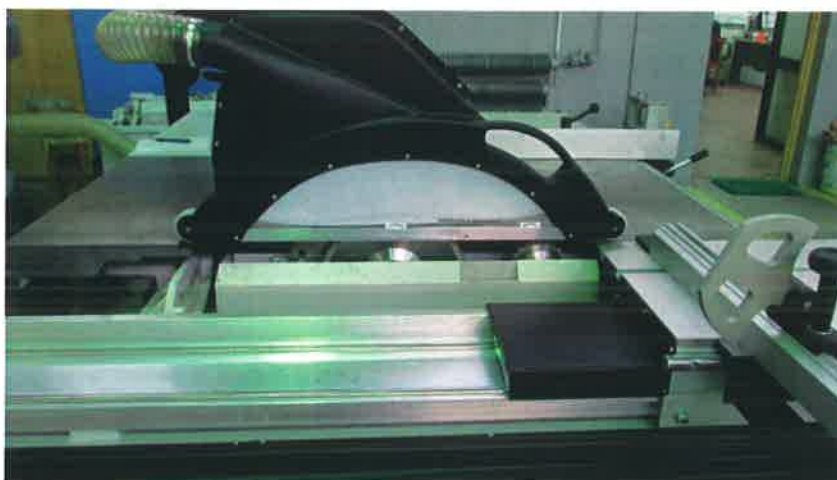
Rozwiązania tzw. pilarki modułowej, wdrożone przez Spółkę REMA S.A., umożliwiają montaż kolejnych modułów odpowiedniego rodzaju, co pozwala na dokładne dopasowanie układu pilarki i jej wyposażenia do potrzeb odbiorców. W wyniku zastosowania technologii modułowej skraca się czas montażu i dostawy poszczególnych egzemplarzy pilarek do klientów, a jednocześnie Spółka stwarza możliwości rozbudowy urządzenia już podczas jego eksploatacji o kolejne moduły.



Rys. 1.1. Widok pilarki formatowej Fx3 produkowanej przez firmę REMA S.A., [1]



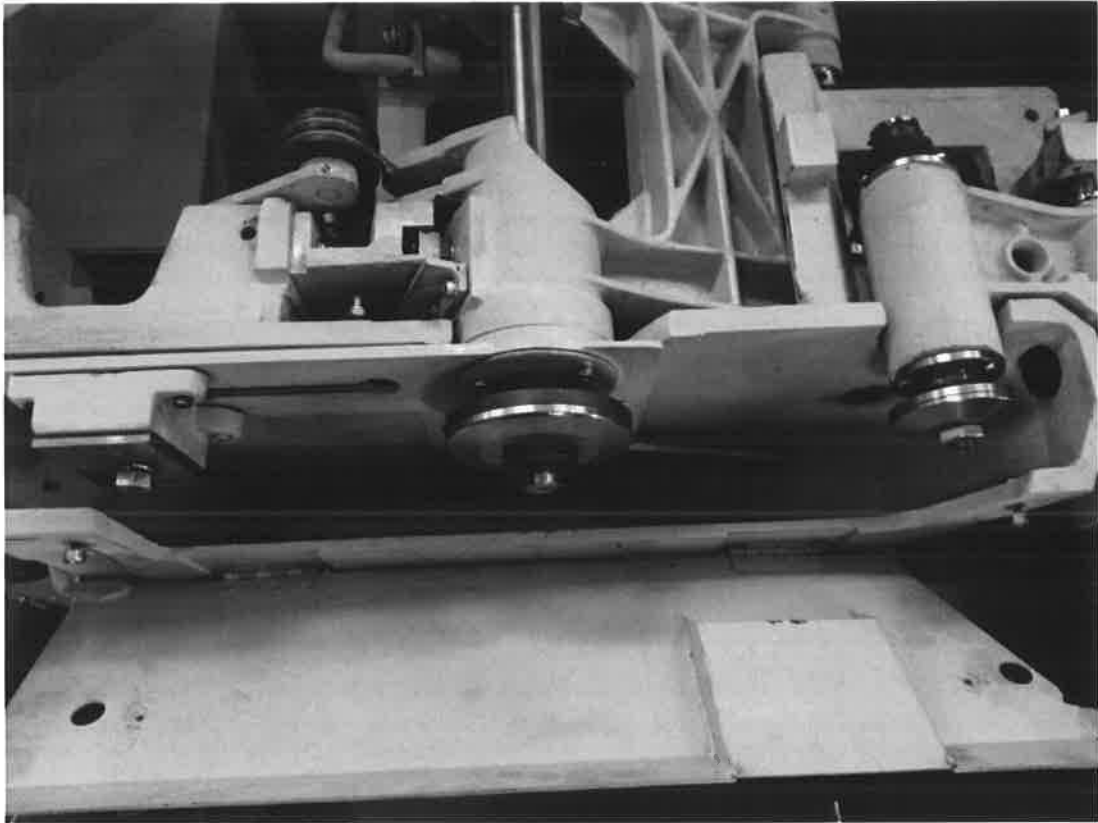
**Rys. 1.2.** Widok kompletnego zespołu osłony górnej stosowanej w pilarcze Fx3, [1].



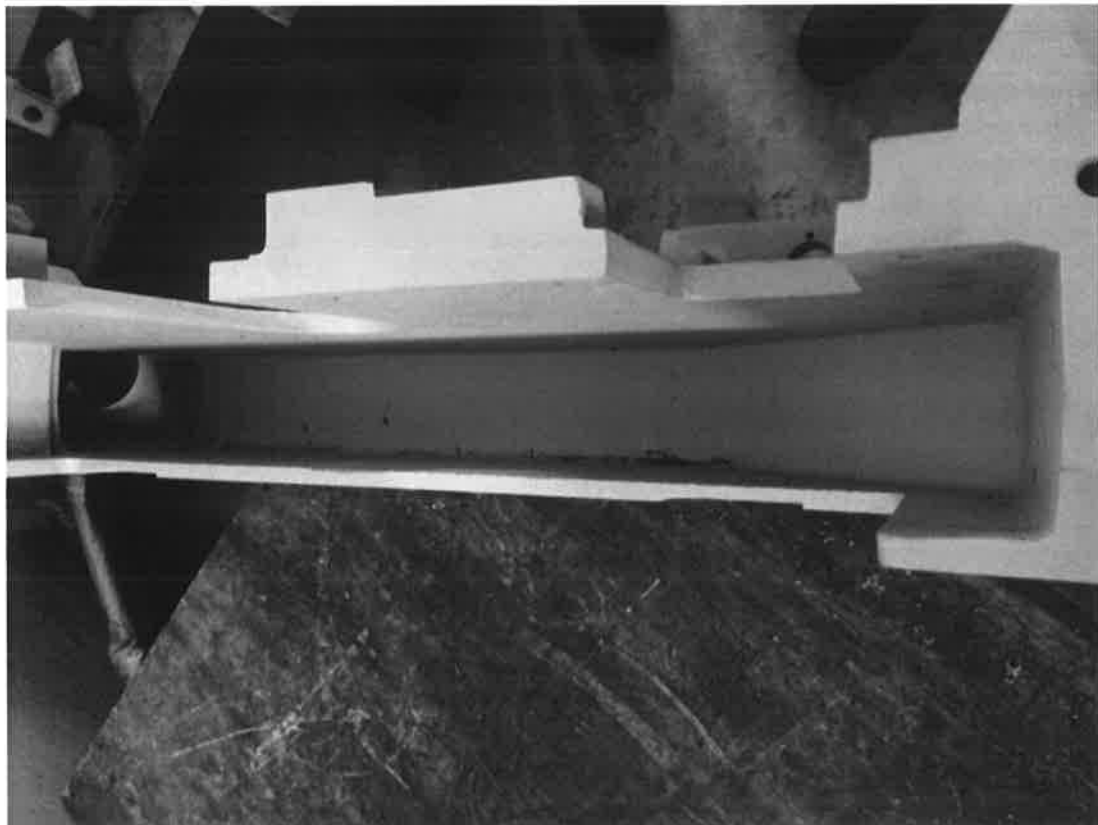
**Rys. 1.3.** Widok osłony górnej stosowanej w pilarcze Fx3, [opracowanie własne].



**Rys. 1.4.** Widok podcinaka i pokrywy zamykającej komorę koleby dolnej, [1].



**Rys. 1.5.** Widok koleby dolnej z wrzecionami piły i podcinaka, [opracowanie własne].



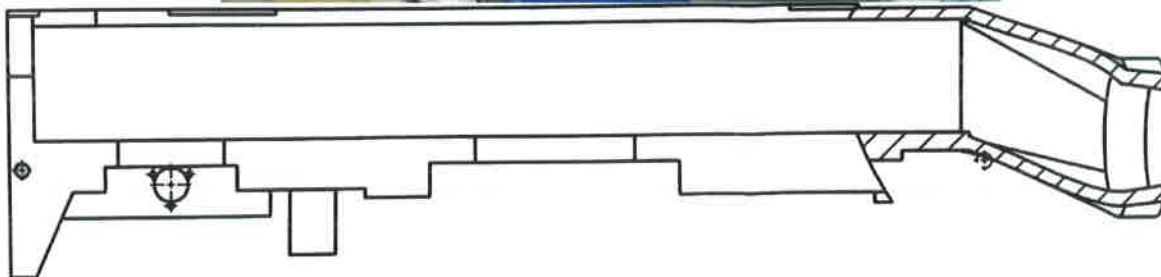
**Rys. 1.6.** Widok odlewu koleby dolnej, [opracowanie własne].



**Rys. 1.7.** Widok przedniej części koleby dolnej - widoczna chropowatość powierzchni i załamania ścianki dolnej, [opracowanie własne].



**Rys. 1.8.** Widok tylnej części koleby dolnej - widoczna chropowatość powierzchni, [opracowanie własne].



Rys. 1.10. Widok koleby dolnej od strony króćca wylotowego – przesunięcie osi króćca względem linii splywu wiórow w kolebie, [opracowanie własne].

#### Zalety nowej linii pilarek Fx-n:

1. Modułowość pilarek pozwalająca na dowolne konfigurowanie wielkości geometrycznych pilarki oraz jej parametrów obróbczych (pozwala także na rozbudowę urządzenia i/lub zmianę jego parametrów już w okresie jego użytkowania przez klienta), w tym:
  - możliwość zastosowania w całej linii pilarek silnika o mocy max. 7,5 kW, jak też silnika o małej mocy (4 kW) oraz silników pośrednich o mocach 5,5 kW oraz 6 kW (ze względu na wspólną konstrukcję agregatu tnącego);
  - parametryzacja stołów i ich modułowość uzależnione są od wielkości modułu korpusu, pozwalając na połączenie jednego modułu z drugim za pomocą jednego rodzaju szpilek i otworów montażowych (długość modułu stołu ruchomego od 1500 mm do 3900 mm z odpowiednio dostosowanym modułem stołu stałego, modułem korpusu, modułem wrzeciona i modułem agregatu tnącego) - w zależności od zapotrzebowania oferowane produkty są dostosowane do aktualnych potrzeb klienta, niemniej gdy wystąpi taka



potrzeba już eksploatowane urządzenie można doposażyć/rozbudować (odbiorca nie musi dokonywać zakupu nowego urządzenia);

2. Zwiększona precyzja elementów obrabianych (dokładność do 0,05 mm) dzięki zastosowaniu w pilarce wynalazku w postaci zaawansowanego urządzenia przechyłowego koleby;
3. Wydłużenie okresu „trzymania” dokładności wymiarowej przez pilarkę, co wpływa na zmniejszenie częstotliwości prowadzenia procesu nastaw przez użytkownika urządzenia;
4. Ograniczenie drgań w czasie pracy pilarki w stosunku do obecnie dostępnych na rynku produktów mierzone poprzez parametr odchyłki chropowatości powierzchni obrabianej, w szczególności krawędzi przedmiotu obrabianego  $R_a = 0,025$  mm (o ok. 50 % w stosunku do obecnie dostępnych na rynku produktów);
5. Zwiększona geometryczna dokładność pracy pilarki;
6. Zmiana układu realizowania ruchu narzędzia w kierunku góra-dół, która powoduje usztywnienie układu poprzez skrócenie wymiarów elementów składowych, a zastosowanie ruchu liniowego; ogranicza to drgania, co z kolei przekłada się na jakość powierzchni po obróbce;
7. Wprowadzenie programowalnego sterownika logicznego do sterowania pracą pilarki według zindywidualizowanego algorytmu (umożliwia nastawy, pomiar i realizację procesu obróbki materiału według zadanego programu).

Dane techniczno-eksploatacyjne pilarki formatowej Fx3, [1]:

Średnica piły głównej:	Ø300 - Ø 450
Max. wysokość piłowania:	Ø 300 - wys. cięcia 75 mm Ø 350 - wys. cięcia 100 mm Ø 400 - wys. cięcia 125 mm Ø 450 - wys. cięcia 145 mm
Przechył piły tarczowej:	0 -45° / opcja 0 - 46°
Moc silnika głównego:	4 kW - 7,5 kW
Moc silnika wrzecionka podcinającego:	0,75 kW
Średnica piły tarczowej wrzecionka podcinającego:	Ø 125 - 130 mm
Prędkość obrotowa wrzecionka podcinającego:	8500 obr/min.
Średnica końcówki wrzeciona głównego:	Ø 30 mm
Średnica końcówki wrzecionka podcinającego:	Ø 20 mm
Prędkość obrotowa wrzeciona głównego:	3500; 4500; 6000 obr/min.
Max. odległość prowadnicy wzdłużnej od piły:	1400 mm

Wym. stołu ruchomego:	416 x 3010 mm; 416 x 3900 mm
Wym. stołu stałego	
- małego stołu żeliwnego:	650 x 1220 mm
- dużego stołu żeliwnego:	745 x 1500 mm
Wysokość robocza stołu:	850 mm
Wymiary gabarytowe pilarki:	
- długość:	3500 mm - 4300 mm
- szerokość:	3900 mm
- wysokość:	max. 1950 mm
Długość piłowania przy pomocy stolika pomocniczego	
- z listwą ustawioną z przodu stolika:	1260 mm - 1550 mm
- z listwą ustawioną z tyłu stolika:	3000 mm - 3700 mm
Szerokość piłowania przy zastosowaniu zderzaka na stoliku pomocniczym 3200 mm	
- prawego:	30 - 1750 mm
- lewego:	185 - 1853 mm
- wysuwanego:	3200 mm
- z odczytem cyfrowym:	30 - 1630 mm
Średnica zewnętrzna odciągu trocin - ssawki dolnej:	Ø 125 mm
Średnica zewnętrzna odciągu trocin - osłony górnej:	Ø 80 mm
Zapotrzebowanie powietrza	
- ssawki dolnej:	900 m <sup>3</sup> /h
- osłony górnej:	360 m <sup>3</sup> /h
Prędkość powietrza w króćcach ssawnych wentylatora:	28 m/s
Moc silnika wentylatora odciągu trocin:	2,2 kW
Masa:	1250 kg

## 2. ANALIZA ISTNIEJĄCYCH NA RYNKU ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH

### DZIAŁANIE 1.4.

Analiza istniejących rozwiązań konstrukcyjnych dotyczyła rozpoznania rozwiązań układu odpylania pilarki formatowej Fx3 produkowanej przez REMA S.A. oraz pilarek dostępnych na rynku charakteryzowanych przez: średnicę piły głównej  $\varnothing$  300 - 450 (500) mm, zbliżoną objętościową wydajność wentylatora wyciągowego (ok. 1260 m<sup>3</sup>/h), podciśnienie panujące w króćcach wlotowych (ok. 1500 Pa), prędkość przepływu powietrza w króćcach ssawnych (ok. 20 m/s) oraz zbliżone średnice zewnętrzne rur do transportu trocin (odpowiednio  $\varnothing$  125 mm dla odciągu dolnego i  $\varnothing$  80 mm dla odciągu górnego). Działanie to było realizowane w oparciu o: obserwacje pilarek formatowych prezentowanych na Międzynarodowych Targach Maszyn i Narzędzi dla Przemysłu Drzewnego i Meblarskiego DREMA 2015 w Poznaniu, zapoznanie się z budową pilarki formatowej F45 firmy Altendorf, pracującej w jednym z zakładów w województwie pomorskim, analizę materiałów informacyjnych producentów pilarek tego typu.

Jednym z wiodących producentów pilarek formatowych jest firma Altendorf, a model pilarki F45 posiada parametry techniczne zbliżone do pilarki Fx3. Poniżej wyspecyfikowano podstawowe cechy trzech odmian współcześnie produkowanych pilarek typu F45, [2].

Wyposażenie układu odpylania pilarki Altendorf typu F45, [2]:

Średnica zewnętrzna odciągu trocin - ssawki dolnej:  $\varnothing$  120 mm

Średnica zewnętrzna odciągu trocin - osłony górnej:  $\varnothing$  80 mm

Podciśnienie w układzie odciągu trocin

przy średnicy układu odpylania  $\varnothing$  140 mm: 1500 Pa

Minimalne zapotrzebowanie powietrza

przy prędkości na króćcach 20 m/s:  $V_{\min} = 1\ 150\ \text{m}^3/\text{h}$

Widok ogólny pilarki Altendorf F45 pokazano na rys. 2.1, a na rys. 2.2 i rys. 2.3 przedstawiono rozwiązanie układu osłony górnej układu odpylania. Zastosowany w tym modelu układ jest podobny do rozwiązania stosowanego w pilarence Fx3. Różnicą w tym przypadku jest wielkość kaptura nad piłą. W pilarence Fx3 przestrzeń nad piłą jest mniejsza w porównaniu z pilarką F45. Usztywnienia ścian bocznych osłony górnej w pilarence F45 znajdują się od strony zewnętrznej i są to żebra, które tworzą całość z przezroczystymi obudowami kaptura.



Rys. 2.1. Widok pilarki Altendorf F45, [2].

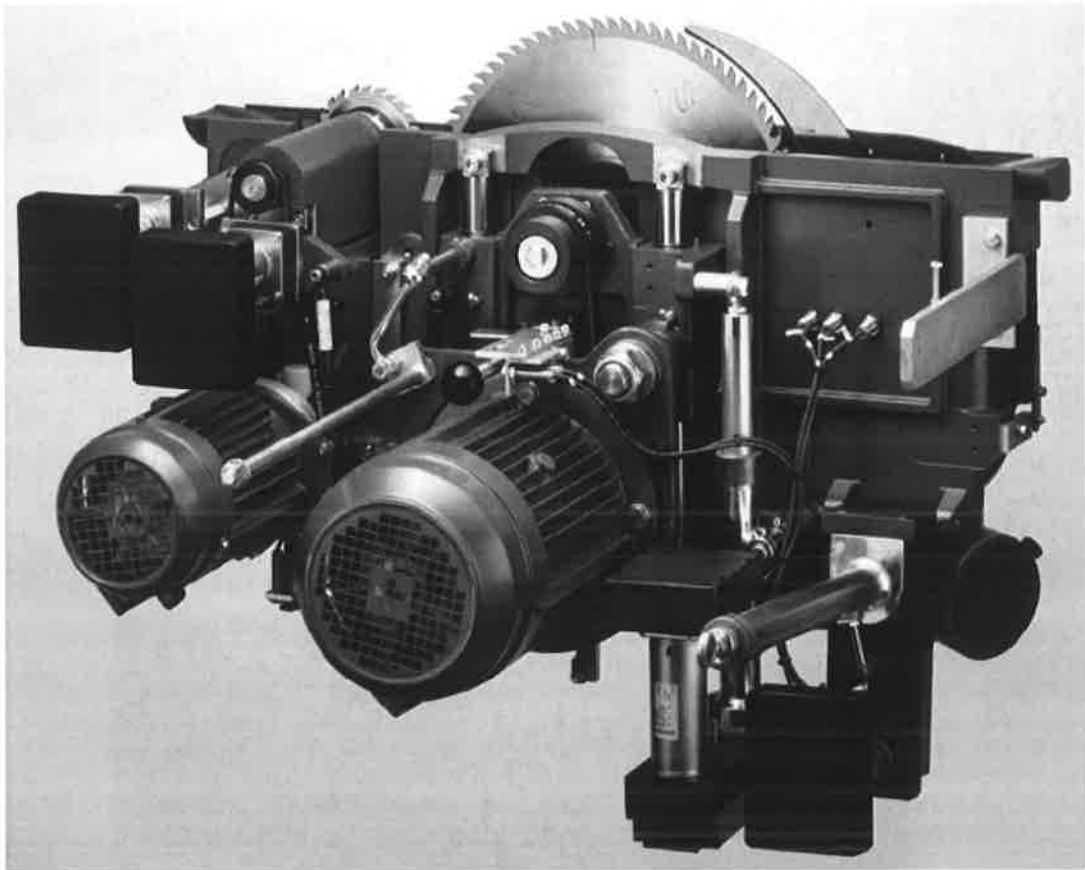


Rys. 2.2. Widok osłony górnego układu odpylania od strony stołu ruchomego – widoczne są żebra usztywniające ściankę boczną osłony, [opracowanie własne].

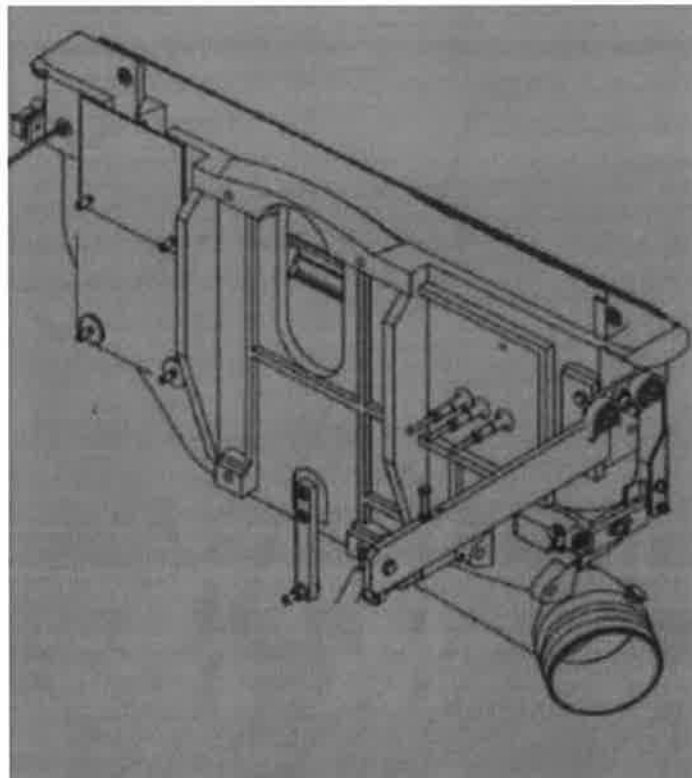


**Rys. 2.3.** Widok osłony w górnym układzie odpylania od strony nieruchomego stołu – widoczne są żebra usztywniające ściany boczne obudowy, [2].

Na rys. 2.4 - 2.7 została przedstawiona koleba dolna pilarki. Można zauważyć, że wylot króćca jest w postaci kolanka. Dodatkowo, na podstawie rysunku zamieszczonego w dokumentacji techniczno-ruchowe obrabiarki, ustalono, że oś otworu wylotowego znajduje się w osi piły. Ściana dolna koleby ma kształt łuku.



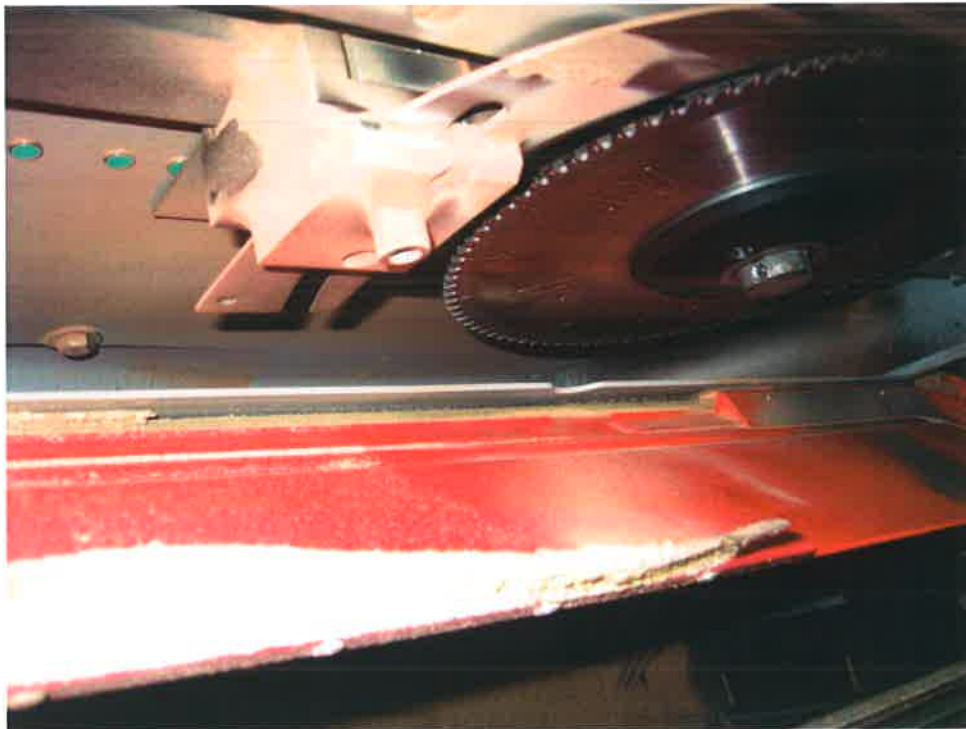
Rys. 2.4. Widok koleby dolnej z osprzętem, [2].



Rys. 2.5. Rysunek konstrukcyjny koleby dolnej, [DTR].



**Rys. 2.6.** Widok koleby dolnej z uchyloną osłoną boczną, [opracowanie własne].



**Rys. 2.7.** Zbliżenie na widok koleby dolnej, [opracowanie własne].



Rys. 2.8. Widok układu odpylania od strony króćców, [2].

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i analizy dokumentacji konstrukcyjnej obu pilarek (Fx3 i F45), można stwierdzić, że:

- osłona górna pilarki Fx3 ma mniejszą objętość (rys. 1.3) niż osłona pilarki F45 (rys. 2.1);
- króciec osłony górnej pilarki F45 jest gładkim kolankiem, a króciec osłony górnej pilarki Fx3 jest prosty;
- osłona górna pilarki F45 ma profil usztywniający na zewnątrz, a pilarka Fx3 ma profil usztywniający od strony wewnętrznej osłony;
- rolki osłony górnej pilarki F45 w porównaniu z rolkami osłony górnej pilarki Fx3 mają większą średnicę;
- przestrzeń na rączkę w pilarence Fx3 jest większa i umożliwia swobodny przepływ powietrza wyciągowego od materiału przecinanego do króćca wylotowego;
- kąt rozwarcia ścianek tylnej i górnej w osłonie pilarki F45 jest większy w porównaniu z odpowiadającym kątem w osłonie pilarki Fx3 (rys. 1.3 i rys. 2.1);
- koleba dolna pilarki F45 ma łagodnie zakrzywiony kanał, a koleba dolna pilarki Fx3 ma kanał o różnych kątach pochylecia ścianki dolnej;
- króćce wylotowe osłony górnej i koleby dolnej w pilarence F45 zakończone są kolankami o gładkiej powierzchni, natomiast pilarka Fx3 nie posiada kolanek na króćcach wylotowych – są one bezpośrednio połączone z przewodem typu spiro usuwającym trociny;
- drzwiczki domykające komorę koleby dolnej pilarki F45 są wyłożone materiałem w celu ograniczenia emisji wiórów w trakcie przecinania materiału (materiał widoczny na rys. 2.6 i rys. 2.7).



Drugim podobnym konstrukcyjnie rozwiązaniem jest model pilarki z linii UNICA firmy Griggio, która również posiada parametry techniczne zbliżone do pilarki Fx3. Na rys. 2.9 przedstawiono widok pilarki serii UNICA, a na rys. 2.10 widok osłony górnej tej pilarki. Można zauważyć, że jej kształt jest zbliżony do osłon stosowanych w pilarkach Fx3 i F45.



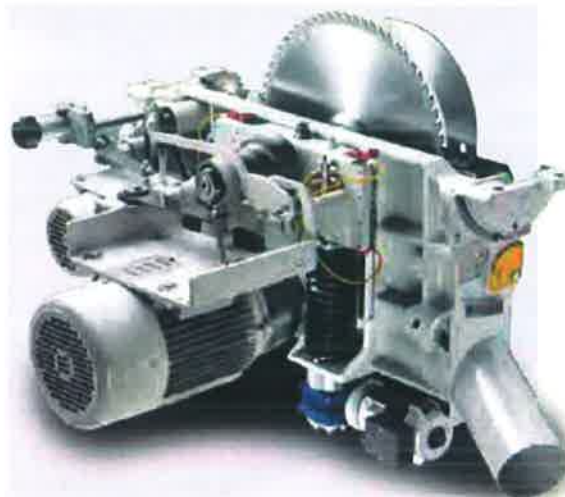
Rys. 2.9. Widok pilarki UNICA 400 firmy Griggio, [3].

Na uwagę zasługuje tutaj wielkość rączki w kapturze. Jest ona zbliżona do swoim kształtem i położeniem do rączki znajdującej się w kapturze pilarki F45. Dolna część rączki ma łagodne łuki wpływające na łatwiejszy przepływ powietrza transportującego wióry. Widać również że przezroczyste osłony posiadają usztywnienia w postaci żeber po stronie zewnętrznej. Rolki obudowy górnej mają większą średnicę w porównaniu z rolkami obudowy pilarki Fx3. Przestrzeń dla przepływu powietrza w obudowie jest większa niż w pilarce Fx3.



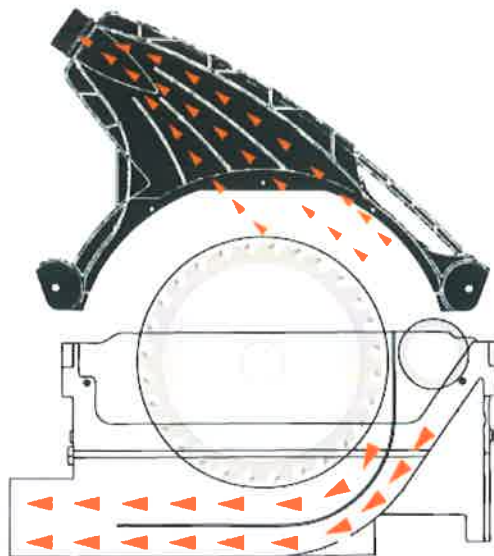
**Rys. 2.10.** Widok osłony górnej w układzie odpylania, [3].

Na rys. 2.11. pokazano kształt koleby dolnej pilarki UNICA 400 firmy Griggio. Z zewnątrz jest on zbliżony do koleby, w którą wyposażona jest pilarka Fx3. Jednak tutaj również, podobnie jak w kolebie pilarki F45, ścianka dolna ma łagodny łuk, a oś otworu króćca wylotowego znajduje się w osi pily.



Rys. 2.11. Widoki koleby dolnej pilarki UNICA 400, [3].

Dodatkowo, analizując przekrój koleby (rys. 2.12) można zauważyć, że w kanał pomiędzy podcinakiem a piłą zamontowano płaskownik. Dzięki takiemu rozwiązaniu wzajemne oddziaływanie pracującej piły i pracującego podcinaka jest ograniczone, a powstające podczas przecinania wióry w sposób zorganizowany są kierowane do króćca wylotowego koleby dolnej.



Rys. 2.12. Widok układu odpylania pilarki UNICA, [3].

Kolejnym przykładem pilarki z układem transportu wiórów o konstrukcji zbliżonej do konstrukcji układu odpylania zastosowanego w pilarce Fx3, jest pilarka TC660 firmy Martin. Na rys. 2.13 został przedstawiony widok ogólny tej pilarki.



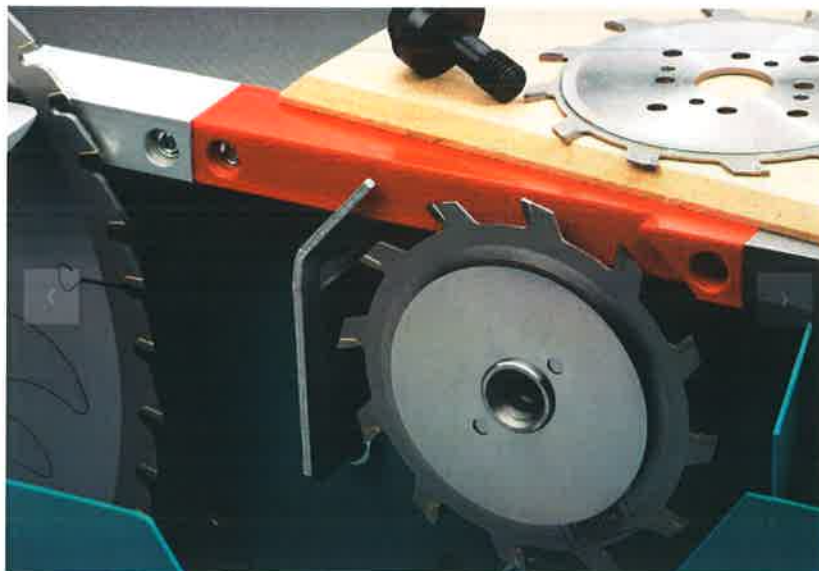
Rys. 2.13. Widok pilarki Martin TC660, [4].

W tym przypadku osłona górna swoją konstrukcją i kształtem nawiązuje do rozwiązań zastosowanych w pilarkach F45 i UNICA (rys. 2.14). Zbliżone są jej wymiary i przestrzeń dla przepływu powietrza transportującego wióry w trakcie operacji przecinania materiału. Wielkość rolek zainstalowanych w obudowie jest również podobna.



**Rys. 2.14.** Widok osłony w górnym układzie odpylania od strony stołu ruchomego, [4].

Na rys. 2.15 został przedstawiony fragment kanału koleby dolnej. Można zauważyć płaskownik, który oddziela przestrzeń przepływu powietrza dla podcinaka i piły. Mimo, że element ten jest mały, to należy spodziewać się w tym przypadku zmniejszenia wzajemnego oddziaływania piły i podcinaka, a także efektywnego usuwania tworzonych wiórów.



**Rys. 2.15.** Widok fragmentu koleby dolnej na wysokości podcinaka, [4].

### 3. ANALIZA UKŁADU ODPYLANIA BADANEJ PILARKI

#### DZIAŁANIE 1.3.

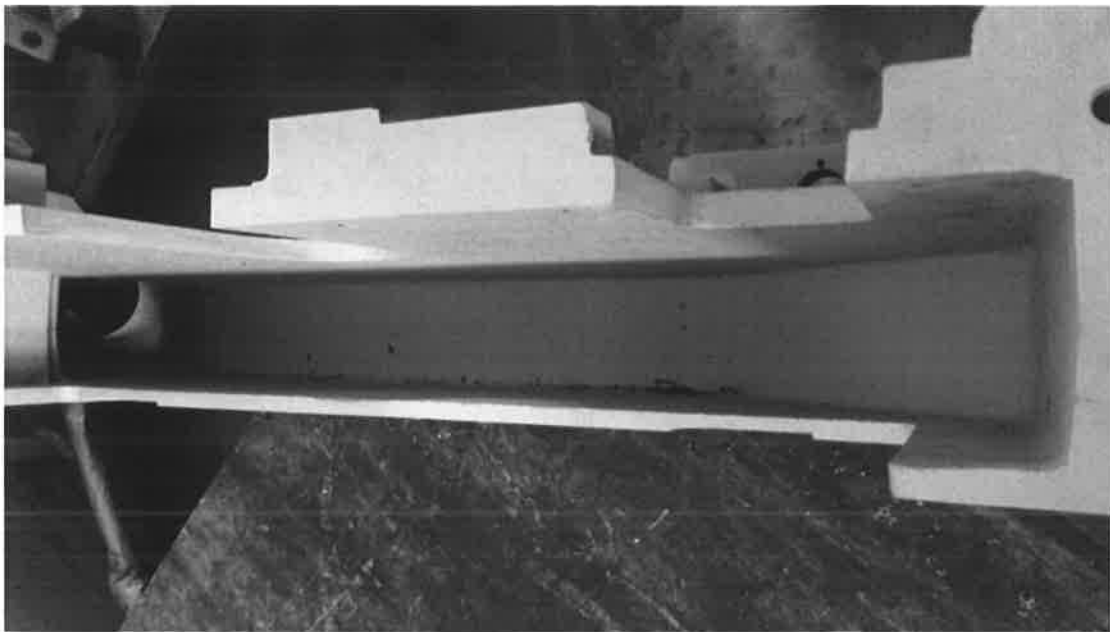
W poniższym rozdziale pokazano obecny układ odpylania pilarki Fx3 oraz zawarto główne wnioski wynikające z obserwacji jego pracy zarówno w stanie jałowym, jak też podczas operacji przecinania materiału. Dzięki temu wyeksponowano ograniczenia technologiczno-konstrukcyjne układu odpylania.



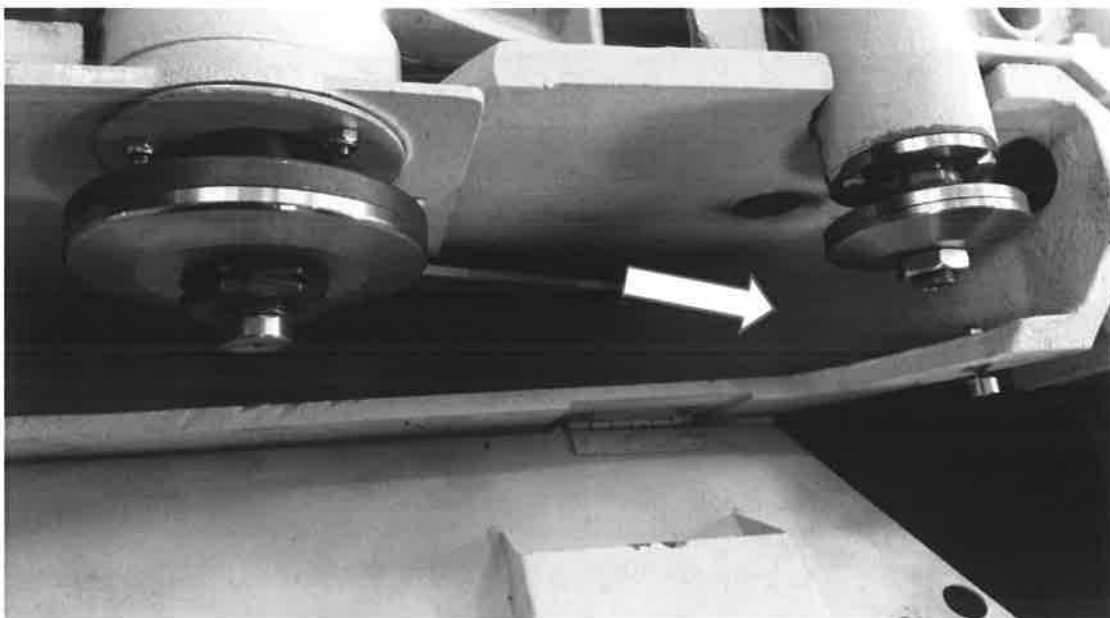
Rys. 3.1. Widok układu odpylania pilarki od strony stołu ruchomego, [opracowanie własne].



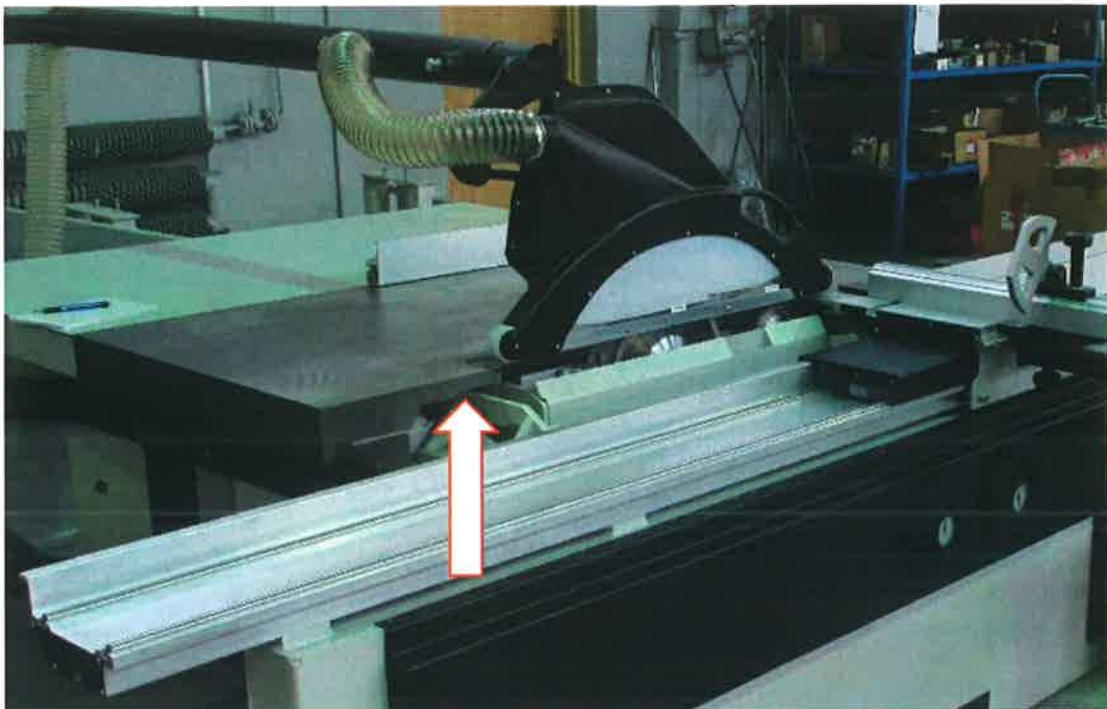
Rys. 3.2. Widok układu odpylania pilarki od strony osłony (założona szeroka osłona) do przecinania profilowego, [opracowanie własne].



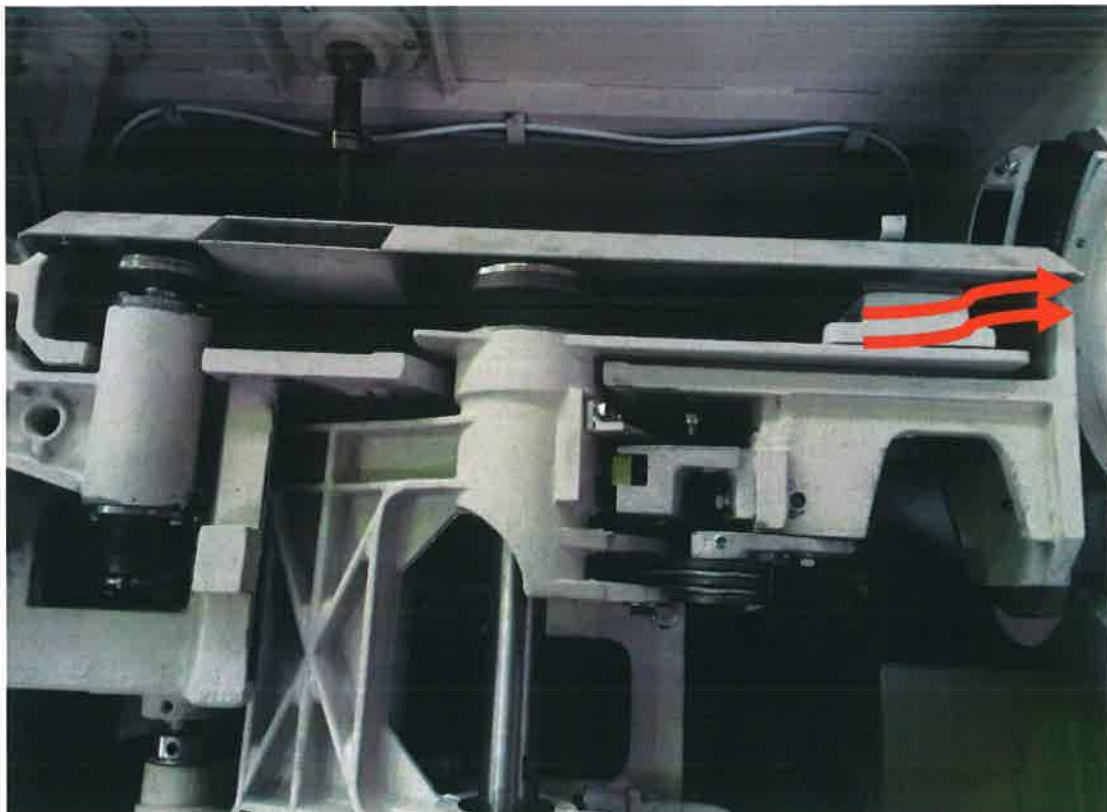
**Rys. 3.3.** Widok z góry odlewu koleby dolnej z widocznym króćcem wylotowym, [opracowanie własne].



**Rys. 3.4.** Widok z góry koleby dolnej z wrzecionami (głównym i podcinającym) - widoczne załamania i chropowatość powierzchni ścianki dolnej, [opracowanie własne].



Rys. 3.5. Miejsce niekontrolowanego wyrzutu wiórów z koleby dolnej, [opracowanie własne].

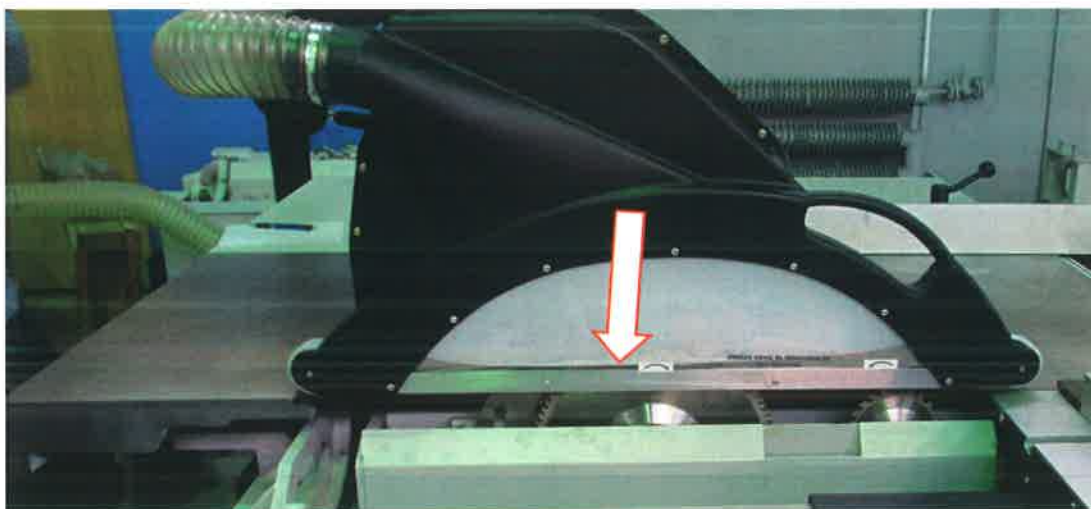


Rys. 3.6. Kierunek niekontrolowanego wyrzutu wiórów z koleby dolnej, [opracowanie własne].





Rys. 3.7. Mocowanie osłony z obudową – brak szczelności na „linii kontaktu” , [opracowanie własne].



Rys. 3.8. Położenie profilu usztywniającego ścianę boczną wąskiej osłony, [opracowanie własne].

Podczas oględzin zaobserwowano intensywny wyrzut wiórów w strefie czołowej osłony przez szeroki odstęp pomiędzy stołem stałym (materiałem) a osłoną (zarówno wąską jak i szeroką). Pozwala to wnioskować o negatywnym wpływie obecnego rozwiązania konstrukcyjnego na generowane podciśnienie w obrębie osłony (rys. 3.2). Będzie to przedmiotem systematycznych pomiarów eksperymentalnych. W kolebie dolnej występuje miejsce zalegania wiórów spowodowane jej kształtem oraz nadmierną chropowatością powierzchni (rys. 3.3-3.4). Zaobserwowano również intensywny, niekontrolowany (czyli z pominięciem odciągu) wyrzut wiórów z koleby dolnej, w miejscu zaznaczonym strzałkami na rys. 3.5-3.6.

Zaobserwowano brak szczelności przy mocowaniu osłony do obudowy (zarówno wąskiej jak i szerokiej), co pokazano na rys. 3.7. Szczelina będzie wpływać na zmniejszenie podciśnienia pod osłoną i gorszy jakościowo transport wiórów. Obecnie istniejące mocowanie nie daje możliwości jej usunięcia. Położenie profilu usztywniającego wąską osłonę od strony wewnętrznej (rys. 3.8) ma negatywny wpływ na przepływ powietrza. W rozwiązaniu zaobserwowanym u konkurencyjnej firmy profile te są prowadzone od strony zewnętrznej.

## **4. LISTA ZAKUPOWA**

### **DZIAŁANIE 1.1.**

#### **LISTA ZAMÓWIENIOWA DLA REMA S.A. RESZEL**

##### **WYKAZ APARATURY I OPRZYRZĄDOWANIA DO REALIZACJI ZADANIA 1:**

1. Urządzenie wielofunkcyjne TESTO 480 - 1 zestaw, w tym miernik wielofunkcyjny do pomiaru parametrów systemów wentylacji i klimatyzacji, akcesoria i oprogramowanie
2. Rejestrator danych Simex typu MultiCon CMC-99 wraz z kluczem licencyjnym - 1 sztuka
3. Przetwornik różnicy ciśnień Peltron typu NPXD - 4 sztuki
4. Akcesoria i materiały do przygotowania prób

## **INFORMACJE SZCZEGÓŁOWE**

### **Ad. 1.**

**Profesjonalny miernik wielofunkcyjny TESTO 480 - w tym miernik do pomiaru parametrów termiczno-przepływowych w systemach transportu pneumatycznego, akcesoria, oprogramowanie - 1 zestaw**

Przedmiot zamówienia: **TESTO 480 profesjonalny miernik wielofunkcyjny**

liczba sztuk - 1 zestaw według specyfikacji poniżej:

1. TESTO 480 profesjonalny miernik wielofunkcyjny
  - 1.1. kabel USB
  - 1.2. zasilacz
  - 1.3. oprogramowanie do PC do analizy, archiwizacji i dokumentacji danych pomiarowych
2. Termiczna sonda przepływu powietrza  $\varnothing$  7,5 mm z teleskopem
3. Sonda wilgotności wzg. i temperatury,  $\varnothing$  12 mm
4. Sonda do pomiaru temperatury z przetwornikiem rezystancyjnym Pt100
5. Kabel z wtykiem typu plug-in do sond cyfrowych, l=1,5m
6. Zestaw rurek impulsowych
7. Walizka serwisowa na sondy i akcesoria

**Producent:**

Testo, Inc.

40 White Lake Rd.

Sparta, NJ 07871

Phone: 800-227-0729

E-Mail: info@testo.com

Fax: 862-354 - 50203

Oddział w Polsce - kontakt

Testo Sp. z o.o.

ul. Wiejska 2

05-802 Pruszków

Poland

Tel.: +48 22 863 74 22

Fax: +48 22 863 74 15

cena netto: 9 735 zł

## **Ad. 2.**

### **Rejestrator danych Simex typu MultiCon CMC-99 - 1 sztuka**

przedmiot zamówienia: rejestrator danych MultiCon CMC-99

liczba sztuk - 1 według specyfikacji jak poniżej:

1. Rejestrator danych MultiCon CMC -99

1.1. Klucz licencyjny do rejestracji danych pomiarowych

MultiCon CMC-99 to zaawansowany regulator / rejestrator danych, opracowany specjalnie do złożonych aplikacji automatyki przemysłowej. Integruje zaawansowane funkcje regulacji i sterowania (regulacja ON/OFF, PID, regulacja czasowa zgodnie z założonym profilem) oraz funkcje rejestracji parametrów pomiarowych i sterujących.

Slot P::zasilanie 85 - 260V AC/DC; wyjście zasilania czujników 24V DC+/- 5% (max 200mA); wejście cyfrowe 1x 24V DC z oplotizacją; złącza komunikacyjne: RS-485/Modbus RTU, USB device (serwisowe).

Slot D::moduł komunikacyjny ETU (USB Host, Ethernet)

Slot C::8 x wejście termoparowe/mV (TC8)

Slot B::4 x wejście termoparowe/mV (TC4)

Slot A::4 x wejście napięciowe + 4 x prądowe (UI4)

#### **Producent:**

SIMEX Sp. z o.o.

ul. Wielopole 11

80-556 Gdańsk

Polska

Tel. (+48) 58 76-20-777

Fax (+48) 58 76-20-770

cena netto: 3 104,10 zł

### **Ad. 3.**

#### **Przetwornik różnicy ciśnień Peltron typu NPXD - 4 sztuki**

przedmiot zamówienia: przetwornik różnicy ciśnień typu NPXD

liczba sztuk - 4 według specyfikacji jak poniżej:

1. Przetwornik różnicy ciśnień typu NPXD

- zakres: 0..10 kPa

- dokładność: 0,5%

#### **Producent:**

Towarzystwo Produkcyjno Handlowe Spółka z o.o.

ul. Turystyczna 4

05-462 Wiązowna k/Warszawy

Tel.+48 (22) 615 63 56

Fax +48 (22) 615 70 78

cena netto: 4 800 zł

### **Ad. 4.**

#### **Akcesoria i materiały do przygotowania prób**

Materiały do wyposażenia stanowiska badawczego:

- węże elastyczne
- artykuły metalowe montażowe

Akcesoria i materiały wymienione w p. 4. zostaną zakupione przez wykonawców z PG a rozliczenie z firmą REMA S.A. z o. o. Reszel nastąpi na podstawie faktur.

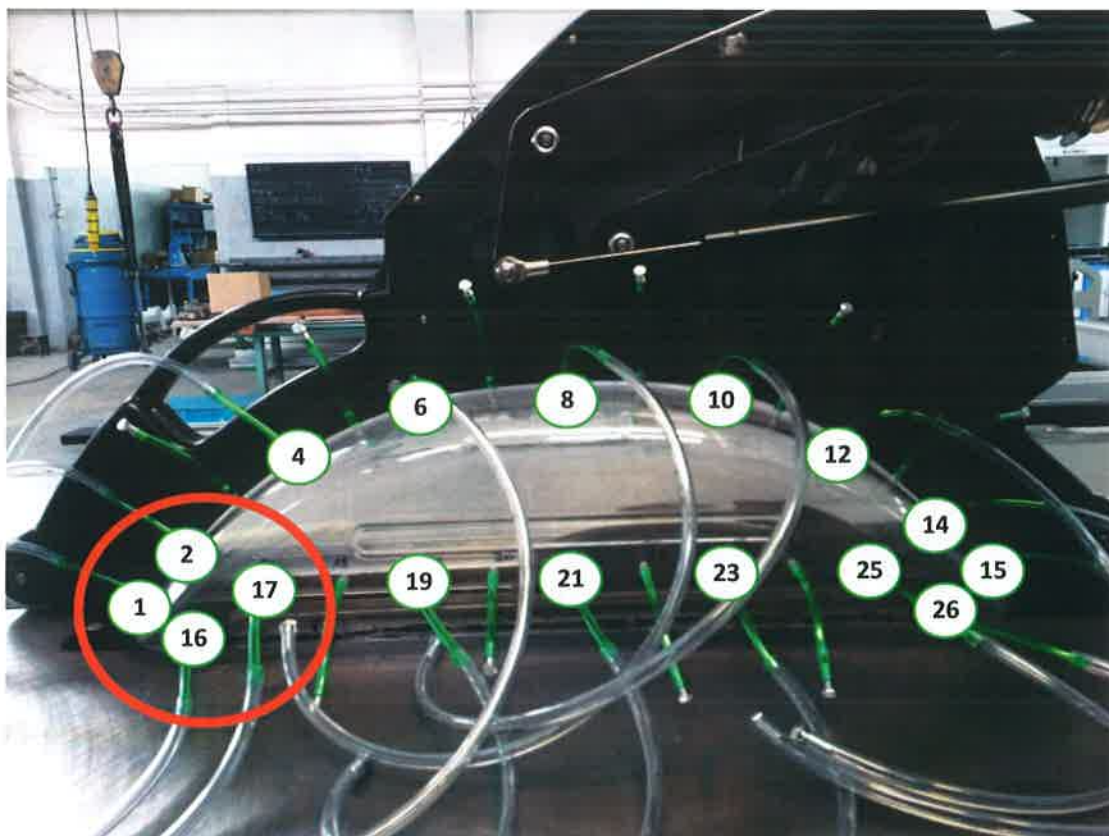
## 5. POMIARY EKSPERYMENTALNE UKŁADU ODPYLANIA

### DZIAŁANIE 1.2.

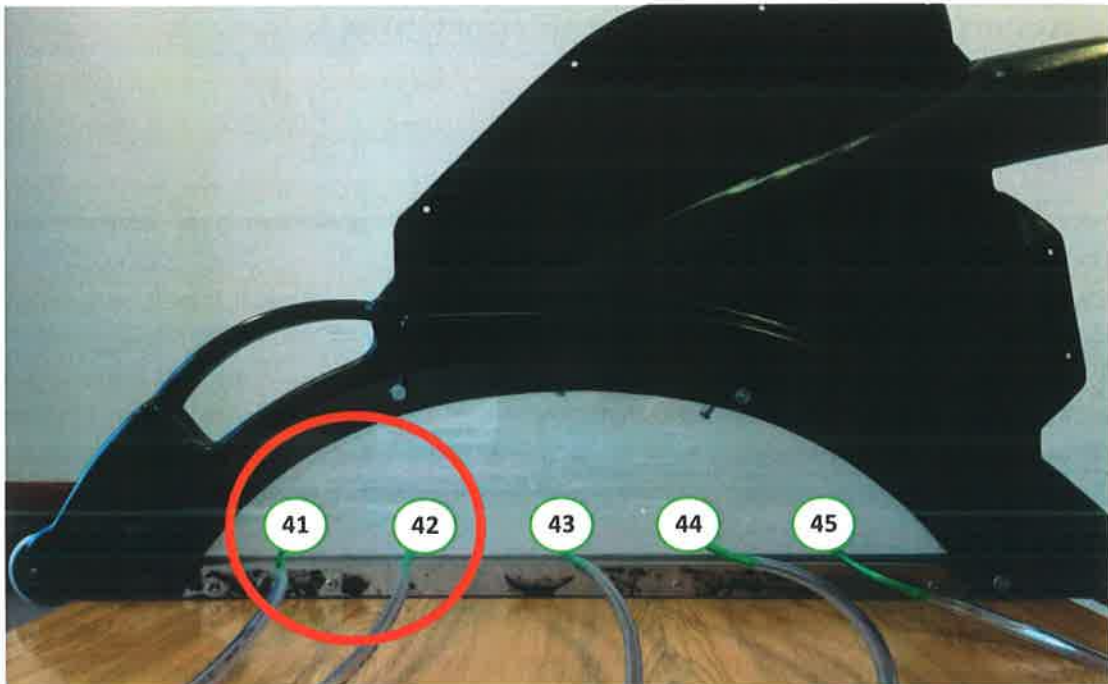
#### 5.1. Metodologia

Badania eksperymentalne polegały na pomiarach podciśnienia w licznych punktach pomiarowych na osłonie szerokiej (punkty 1-2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 na górnej części osłony i 16-17, 19, 21, 23, 25-26 na bocznej części osłony) oraz wąskiej (punkty 41-45), a także w króćcach przy wentylatorze (punkty 51-52) i przy pilarce (punkty 53-54) oraz na górnej obudowie (punkty 31-32, 34, 36) przy założonej szerokiej oraz wąskiej osłonie. Położenie poszczególnych punktów pomiarowych pokazano na rys. 5.1-5.4. Wykonano otwory w osłonie, obudowie i w króćcach. Oznaczenia punktów pokazane poniżej nie są ciągłe. Otóż przy pomiarach wstępnych okazało się, że nie wszystkie otwory muszą być brane pod uwagę, z powodu małej różnicy w wartości ciśnienia pomiędzy tymi położonymi blisko siebie. Na rys. 5.1-5.2 zaznaczono obwódką punkty, które okazały się miejscami o największym naporze strugi powietrza spowodowanego ruchem obrotowym piły – będzie o tym mowa w dalszej części rozdziału.

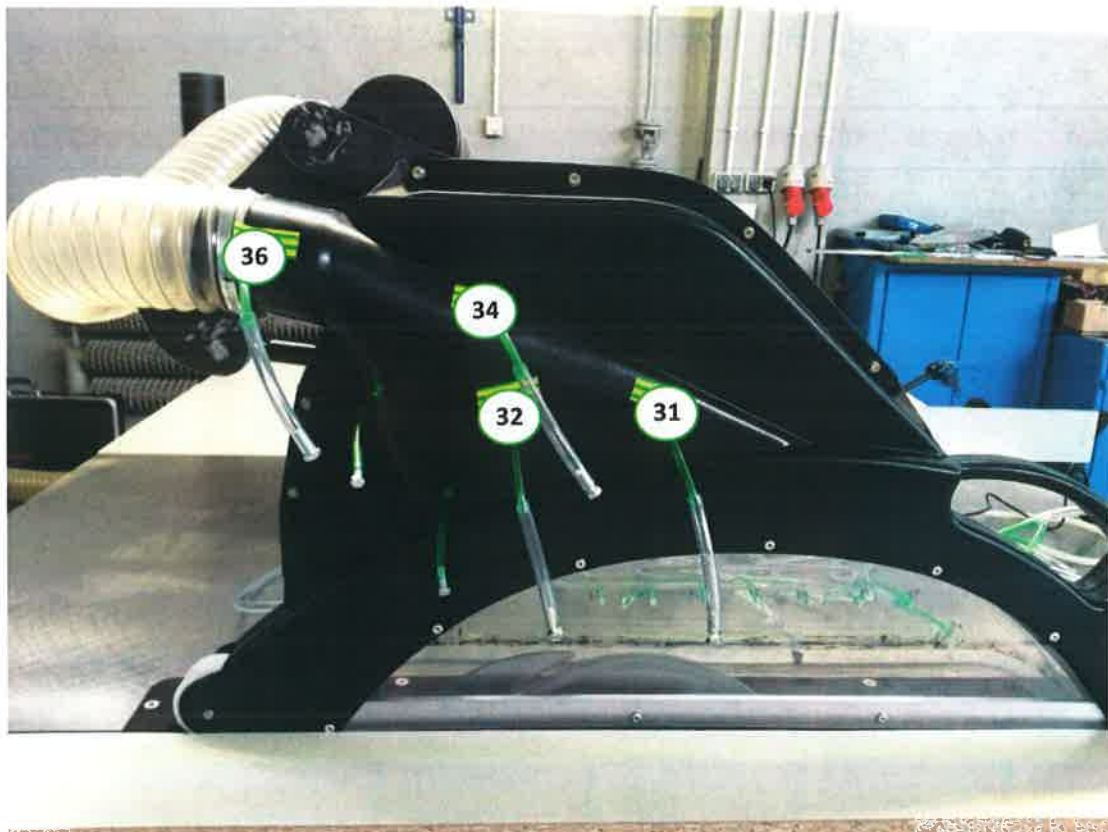
Pomiary zostały wykonane z uwzględnieniem szerokiej i wąskiej osłony oraz pił o różnej średnicy oraz różnej prędkości obrotowej. Była również brana pod uwagę zmienna wartość częstotliwości pracy silnika wentylatora, tj. oprócz typowej (nominalnej) nastawy 50Hz rozpatrzono pracę z częstotliwością mniejszą (wybrano 40Hz) oraz większą (wybrano 60Hz).



Rys. 5.1. Położenie punktów pomiarowych na szerokiej osłonie, [opracowanie własne].



Rys. 5.2. Położenie punktów pomiarowych na wąskiej osłonie, [opracowanie własne].



Rys. 5.3. Położenie punktów pomiarowych na górnej obudowie, [opracowanie własne].