

Auto Referat

Badanie wpływu cech konstrukcyjnych cięgna pasowo-zębatego na charakterystyki użytkowe zespołu transportowo-napędowego

mgr inż. Łukasz Dysarski



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

Promotor pracy doktorskiej

prof. dr hab. inż. Józef Flizikowski

Promotor pomocniczy

dr hab. inż. Izabela Piasecka, prof. uczelni

Recenzenci

dr hab. inż. Krzysztof Talaśka, Prof.PP

Politechnika Poznańska

prof. dr hab. inż. Marek Opielak

Lubelska Akademia WSEI

Plan wystąpienia

1. Wprowadzenie - uzasadnienie podjęcia rozważań w obrębie tematu
2. Cele i problemy badawcze rozprawy
3. Charakterystyka obiektu badań
4. Metody badawcze
5. Wyniki badań
6. Podsumowanie
7. Wnioski

1. Wprowadzenie - uzasadnienie podjęcia rozważań w obrębie tematu

Przed podjęciem rozważań w obrębie tematu, należało przeanalizować, ocenić i przyjąć obszary naukowe następujących zagadnień;

1. Charakterystyki użytkowe obiektów inżynierii mechanicznej maszyn,
2. Cechy konstrukcyjne zespołów napędowych, transportowych,
3. Metodyki badań maszyn i urządzeń procesów przetwórczych,
4. Praktyki i użyteczności budowy, eksploatacji specjalnych układów napędowo-transportowych,
5. Innych ważnych dla celów rozprawy.

1. Wprowadzenie - uzasadnienie podjęcia rozważań w obrębie tematu

Charakterystyki użytkowe są to właściwości, które wyrażają racjonalne możliwości systemów maszynowych do użytecznego zaspokajania określonych potrzeb człowieka [J. Dietrych, M. Opielak, A. Tomporowski, J. Sempruch, J. Szala, J. Konieczny, K. Talaśka, Z. Kłos, Ł. Muślewski i in.].

Kryteria oceny użyteczności:

1. Skuteczność, kryterium operacyjne, związane z organizacją i przebiegiem działania, dla osiągnięcia skutków pozytywnych, negatywnych i środowiskowo obojętnych;
2. Efektywność, kryterium wartości ekonomicznych, energetycznych i ekologicznych efektów dodatnich (korzyści) i ujemnych (nakładów) w działaniu;
3. Informacyjność, kryterium wpływu systemu sterowania, dostępu informacji, wiedzy na działanie;
4. Sprawność, kryterium podatności systemu technicznego, energetycznego na działanie użyteczne;
5. Eksploatacyjność, kryterium funkcjonowania elementów i środków w określonym czasie, otoczeniu, użytkowanie, obsługiwane, zasilanie/logistyka systemu

1. Wprowadzenie - uzasadnienie podjęcia rozważań w obrębie tematu

1. Cechy konstrukcyjne: geometryczne, materiałowe i dynamiczne są to postulowane stany systemu, konstrukcji maszyn, urządzeń procesów, cięgna pasowo-zębatego, do zaspokajania transportowo-napędowych potrzeb w przetwórstwie.

2. Badanie wpływu cech konstrukcyjnych cięgna pasowo-zębatego na charakterystyki użytkowe zespołu transportowo-napędowego, ma dopełnić wiedzę i uwarunkowania praktyczne (inżynierskie) o związkach wybranych cech geometrycznych, materiałowych i dynamicznych zespołu transportowo-napędowego z wydajnością, zapotrzebowaniem mocy, jednostkowym zużyciem energii i innymi charakterystykami użytkowymi.

3. Rozprawa w zakresie inżynierii mechanicznej, uwzględnia osiągnięcia metodyki badań obiektów technicznych, modelowanie konstrukcji maszyn, ich użyteczności w warunkach surowców uziarnionych, napędów specjalnych przekładni pasowo-zębatych z funkcją transportu w wybranej branży przemysłu spożywczego.

4. Praktyczna i użyteczna wartość rozprawy ma źródło rozważań i rozwiązań problemów przemysłowych u światowego producenta przekładni pasowo-zębatych, firmy Chiorino.

1. Wprowadzenie - uzasadnienie podjęcia rozważań w obrębie tematu

1. Przeprowadzona analiza stanu wiedzy i praktyki zagadnień tematu, pozwala ustalić, że jest pilna potrzeba badań pasów zębatych pokrytych warstwą zwiększającą użyteczność, w trudnych warunkach napędowo-transportowych surowców biologicznych.
2. Aktualny stan wiedzy, literatury nie pozwala na przeprowadzenie rozważań analitycznych, teoretycznych, w kierunku rozwiązań zagadnień, problemów związanych z wpływem cech konstrukcyjnych cięgien na charakterystyki użytkowe pasowo-zębatego zespołu transportowo-napędowego.
3. Stan wiedzy i literatury umożliwia stwierdzenie, że dla rozwiązania problemu, prowadzącego do osiągnięcia celu, zachodzi konieczność przeprowadzania oryginalnych badań własnych pod kątem określenia stanu i możliwości rozwoju użyteczności konstrukcji transportowo-napędowej.
4. Zakłada się osiągnięcie celu pracy doktorskiej w oparciu o metodykę badań własnych na zbiorze cech konstrukcyjnych zespołu cięgna transportowo-napędowego, wybranych surowców ziarnistych, w kierunku racjonalnych charakterystyk użytkowych transportu i napędu.

2. Cele i problemy badawcze rozprawy



Głównym celem pracy są badania wpływu cech konstrukcyjnych cięgna na charakterystyki użytkowe pasowo-zębatego zespołu transportowo-napędowego, a w szczególności:

- metodyka badań i rozwój konstrukcji napędowo-transportowej,
- metodyka badań i rozwój efektywności procesu w zespole napędowo-transportowym, maszynowego przemieszczania,
- poznanie zagadnień na drodze eksperymentu przy wyznaczeniu wpływu rodzaju pasa zębatego i nakładki transportowej, cech konstrukcyjnych w zależności od transportowanej masy i różnych konfiguracji pasa,

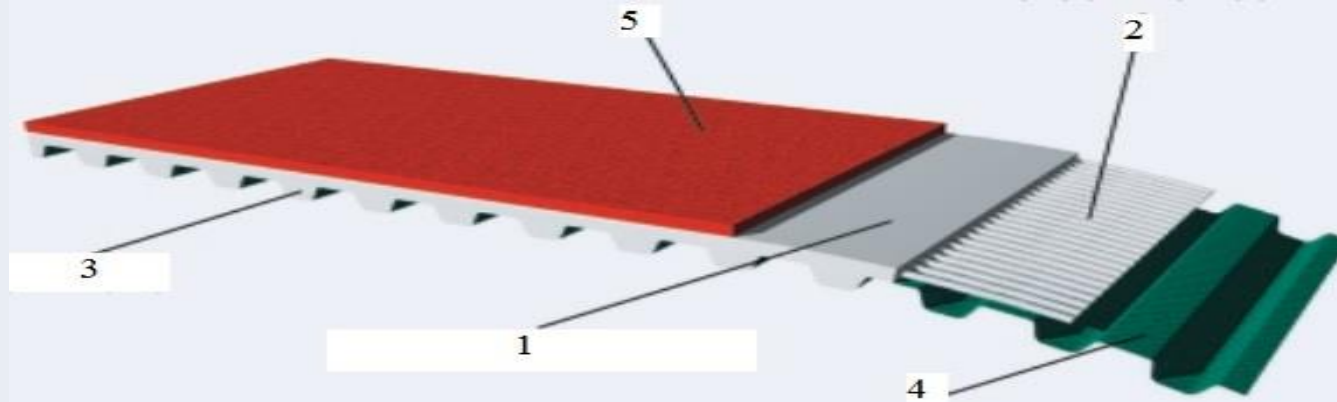


Praca obejmuje cele dodatkowe:

- przegląd literatury,
- analizę i ocenę cech oraz parametrów, związanych z charakterystykami użytkowymi zespołu transportowo-napędowego.
- zaprojektowanie metodyki i instrumentarium badawczego,
- Analiza wyników badań, wnioski i wskazanie możliwości rozwoju cech konstrukcyjnych przekładni i/lub cięgna transportowo-napędowego.

3. Charakterystyka obiektu badań $(H_u)_{\max} = f(C_k, P_z, NT)$

Struktura konstrukcyjna pasa zębatego pokrytego specjalnego



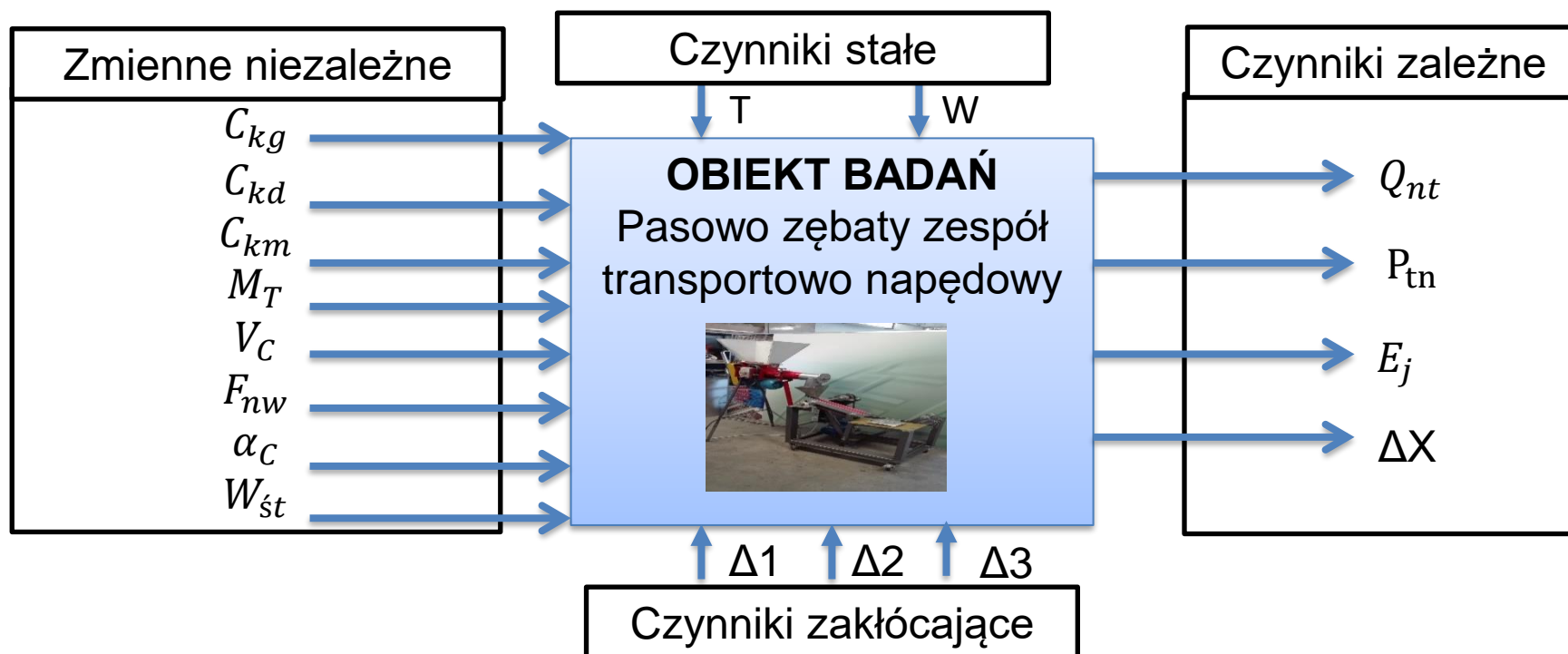
- 1) Grzbiet pasa zębatego
- 2) Linki nośne (kord stalowy/kewlarowy)
- 3) Zarys zęba
- 4) Tkanina nylonowa lub dodatkowe włókna
- 5) Dodatkowa warstwa lub warstwy materiału o funkcji transportującej

3. Charakterystyka obiektu badań – cechy konstrukcyjne

Podział cech zespołu transportowo-napędowego cięgna zębatego

Cecha konstrukcyjna	Cechy napędowe, C_n	Cechy transportowe, C_t
Cechy geometryczne C_{kg}	<ul style="list-style-type: none"> Szerokość cięgna Długość cięgna Grubość cięgna Kąt pochylenia cięgna 	<ul style="list-style-type: none"> Szerokość nakładki cięgna Długość nakładki cięgna Umieszczenie osi obojętnej Kąt pochylenia zespołu transportującego
Cechy dynamiczne C_{kd}	<ul style="list-style-type: none"> Prędkość liniowa pasa Napięcie wstępne cięgna 	<ul style="list-style-type: none"> Prędkość transport Napięcie wstępne cięgna
Cechy materiałowe C_{km}	<ul style="list-style-type: none"> Rodzaj materiału cięgna Rodzaj kordu w cięgnię 	<ul style="list-style-type: none"> Rodzaj materiału nakładki cięgna Twardość nakładki

3. Charakterystyka obiektu badań – model we-wy

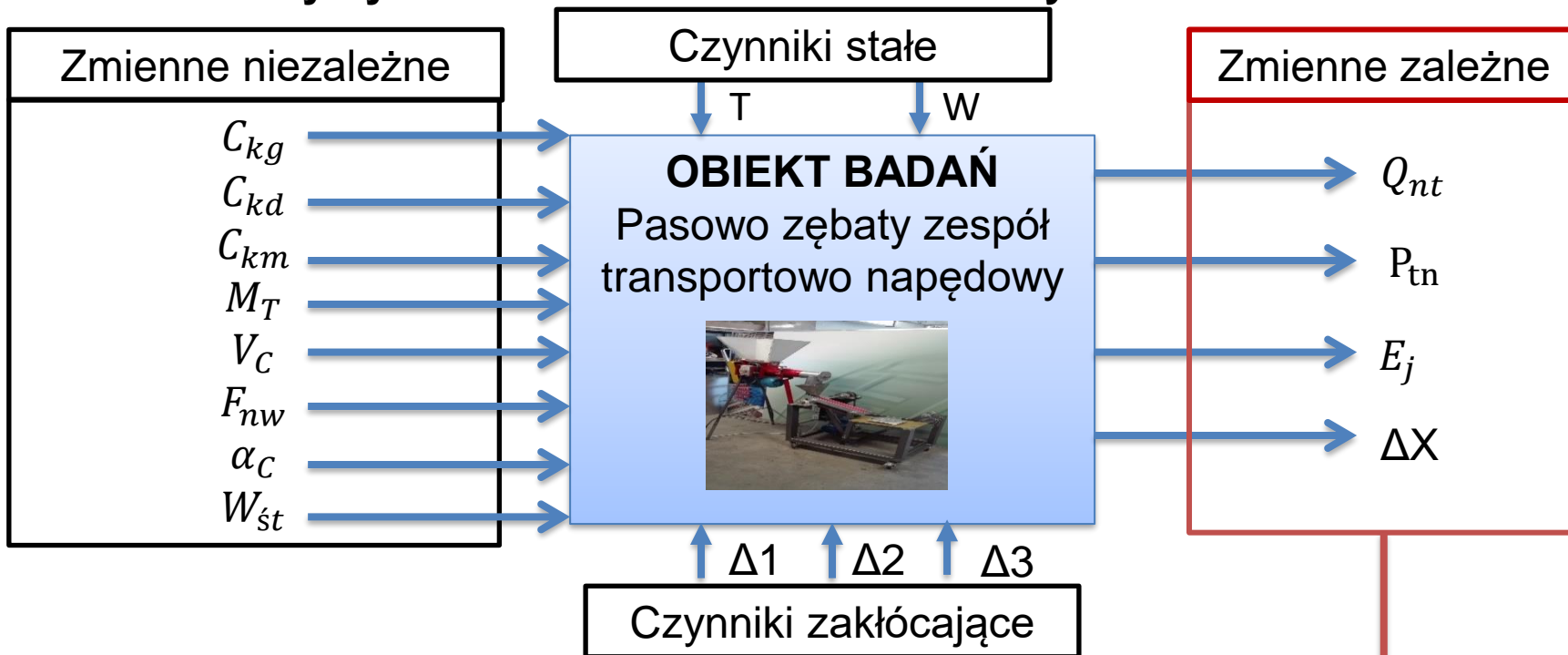


3. Charakterystyka obiektu badań – model we-wy



- C_{kg} - cechy konstrukcyjne geometryczne
- C_{kd} - cechy konstrukcyjne dynamiczne
- C_{km} - cechy konstrukcyjne materiałowe
- M_T - materiał transportowany
- T - czas transportowania materiału
- V_C - prędkość cięgna
- F_{nw} - napięcie wstępne cięgna pasowo-zębatego
- α_C - kąt ustawienia cięgna pasowo-zębatego
- $W_{\acute{s}t}$ - zwilżenie środka transportu

3. Charakterystyka obiektu badań – model we-wy



- Q_{nt} – wydajność masowa
- P_{tn} – zapotrzebowanie mocy zespołu transportowo-napędowego
- E_j – jednostkowe zużycie energii
- ΔX – stopień nierównomierności transportowanego materiału

3. Charakterystyka obiektu badań

Funkcja obiektu badań

$$(Q_{nt}, P_{tn}, E_j, \Delta X) = f(C_{kg}, C_{kd}, C_{km}, M_T, T, \alpha_C, F_{nw}, V_C)$$

gdzie:

- Q_{nt} – wydajność masowa
- P_{tn} – zapotrzebowanie mocy zespołu transportowo-napędowego
- E_j – jednostkowe zużycie energii
- ΔX – stopień nierównomierności transportowanego materiału
- C_{kg} – cechy konstrukcyjne geometryczne
- C_{kd} – cechy konstrukcyjne dynamiczne
- C_{km} – cechy konstrukcyjne materiałowe
- M_T – właściwości materiału transportowanego
- T – czas transportowania materiału
- α_C - kąt pochylenia cięgna roboczego
- F_{nw} – napięcie wstępne cięgna zębatego
- V_C - prędkość cięgna

4. Metody badań – badania eksperymentalne

Wydajność masowa zespołu transportowo-napędowego Q_{nt}

$$Q_{nt} = bh_b V_t \rho (l, \Delta x)$$

- l – długość cięgna (transportu)
- Δx – współczynnik wypełnienia przenośnika
- b – szerokość warstwy transportującej
- h – grubość warstwy transportującej = $4,5h_b$
- h_b – wysokość burt przenośnika
- ρ – gęstość materiału transportowanego
- V_t – predkosc transportu

Moc transportowo-napędowego P_{tn}

$$P_{tn} = P_t + P_n = P_t + P_j + P_d$$

- P_t – moc transportowa
- $P_n = P_j + P_d$ – moc napędowa
- P_j – moc ruchu jałowego
- P_d – moc zwwyżki dynamicznej

4. Metody badań – badania eksperymentalne

Jednostkowe zużycie energii zespołu transportowo-napędowego E_j

$$E_j = \frac{P_{tn}}{Q_{nt}} = \frac{P_j + P_t + P_d}{bhV_t\rho(l, \Delta x)}$$

- l – długość cięgna (transportu)
- Δx - współczynnik wypełnienia przenośnika
- b – szerokość warstwy transportującej
- h – grubość warstwy transportującej = $4,5h_b$
- h_b - wysokość burt przenośnika
- ρ – gęstość materiału transportowanego
- V_t – prędkość transportu
- P_t – moc transportowa
- $P_n = P_j + P_d$ - moc napędowa
- P_j - moc ruchu jałowego
- P_d - moc zwwyżki dynamicznej

3. Metodyka badań

ETAP I ANALIZA TEORETYCZNA ZAGADNIENIA



ETAP II OKREŚLENIE CELU BADAŃ



ETAP III SFORMUŁOWANIE OGÓLNEGO MODELU OBIEKTU BADAŃ



ETAP IV BADANIA EKSPERYMENTALNE



ETAP V ANALIZA I WERYFIKACJA WYNIKÓW BADAŃ, ZŁOŻEŃ MODELU



ETAP VI OSTATECZNA POSTAĆ MODELU MATEMATYCZNEGO

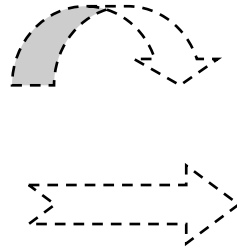
4. Metody badań – badania eksperymentalne



Materiał, podawany przez dozownik do stanowiska badawczego, sterowany falownikiem SV040IG5A-4
 $(dt, T), Q_{nt}, P_{tn}, E_j, \Delta X$

Silnik elektryczny MS 90L2-2, z motoreduktorem sterowany za pomocą falownika

(F_{nw}, V_C)



M, ω

Pas zębaty pokryty, spełniający funkcję transportowo-napędową

$C_{km}(T - N)PUR$



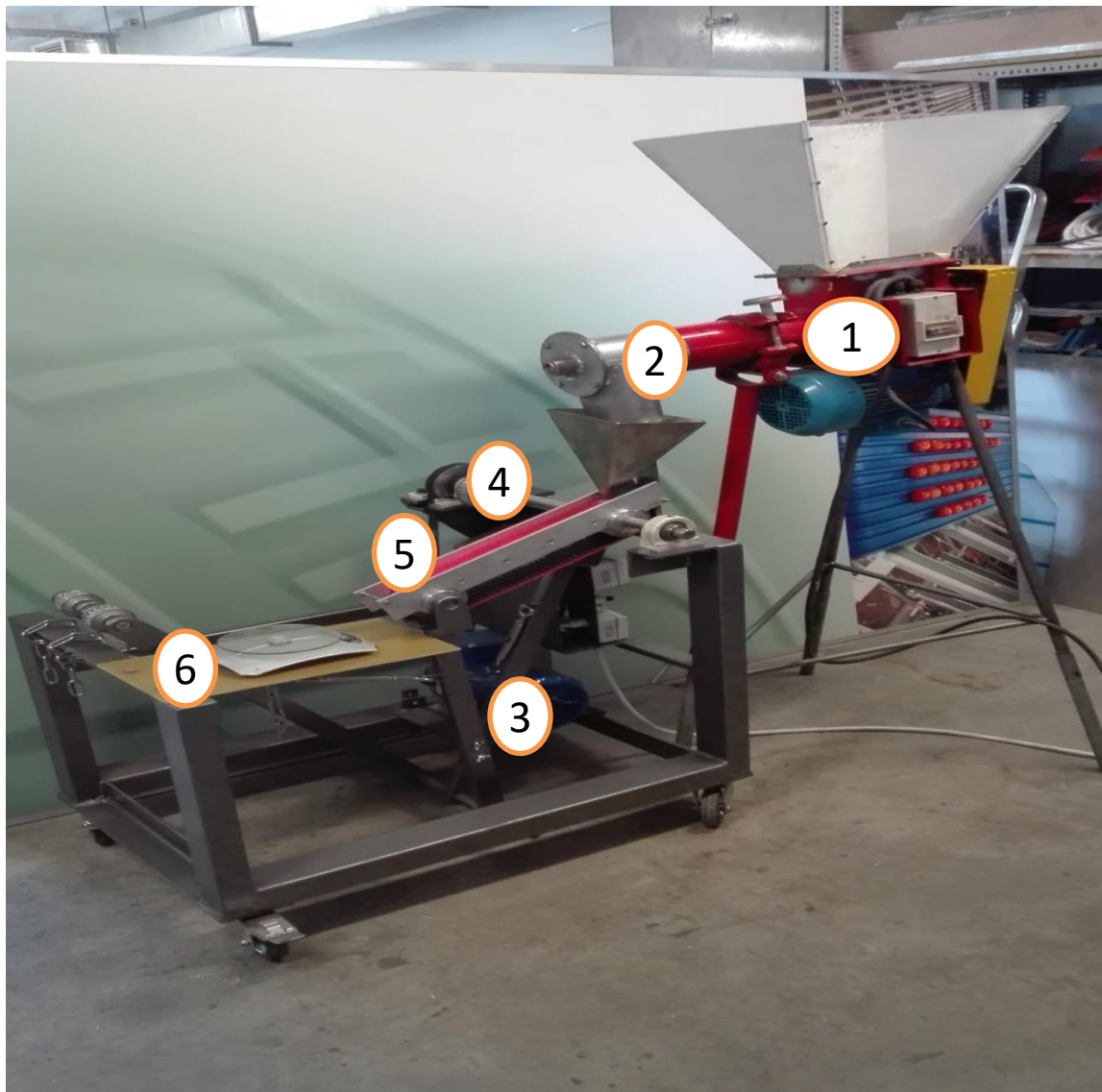
$C_{km}(T - N)Elastomer$



Przetransportowany materiał

$(dt, T), Q_{nt}, P_{tn}, E_j, \Delta X, \Delta 1, \Delta 2, \Delta 3$




4. Metody badań – badania eksperymentalne



1. Dozownik ślimakowy z koszem zasypowym
2. Lej spustowy dozownika
3. Układ napędowy przekładni transportowo-napędowej
4. Pas zębaty specjalny pokryty 50 T10 920
5. Kosz odbiorczy materiału transportowanego z wagą
6. Mechanizm regulacji kąta pochylenia ciągną roboczego



4. Metody badań – badania eksperymentalne

	Kukurydza 	Groch 	Ryż biały długoziarnisty 
Postać ziarna	Graniasta	Kulista/sferyczna	Podłużna
Wymiar ziarna	Ø8-10 mm	Ø5-8 mm	Okolo 7 mm
Gęstość w stanie zsypanym	600-850 kg/m ³	650-850 kg/m ³	700-800 kg/m ³
Wilgotność	29%	30%	21%
Kąt naturalnego usypu	30-40°	25-32°	37-45°
Masa właściwa w stanie suchym	1,19-1,25 g/cm ³	1,21-1,31 g/cm ³	1,11-1,12 g/cm ³

4. Metody badań – badania eksperymentalne

Wydajność masowa zespołu transportowo-napędowego Q_{nt}

$$Q_{nt} = bh_b V_t \rho (l, \Delta x)$$

- l – długość cięgna (transportu)
- Δx – współczynnik wypełnienia przenośnika
- b – szerokość warstwy transportującej
- h – grubość warstwy transportującej = $4,5h_b$
- h_b – wysokość burt przenośnika
- ρ – gęstość materiału transportowanego
- V_t – predkosc transportu

Moc transportowo-napędowego P_{tn}

$$P_{tn} = P_t + P_n = P_t + P_j + P_d$$

- P_t – moc transportowa
- $P_n = P_j + P_d$ – moc napędowa
- P_j – moc ruchu jałowego
- P_d – moc zwyczajki dynamicznej

4. Metody badań – badania eksperymentalne

Jednostkowe zużycie energii zespołu transportowo-napędowego E_j

$$E_j = \frac{P_{tn}}{Q_{nt}} = \frac{P_j + P_t + P_d}{bhV_t\rho(l, \Delta x)}$$

- l – długość cięgna (transportu)
- Δx - współczynnik wypełnienia przenośnika
- b – szerokość warstwy transportującej
- h – grubość warstwy transportującej = $4,5h_b$
- h_b - wysokość burt przenośnika
- ρ – gęstość materiału transportowanego
- V_t – prędkość transportu
- P_t – *moc transportowa*
- $P_n = P_j + P_d$ - *moc napędowa*
- P_j - *moc ruchu jałowego*
- P_d - *moc zwwyżki dynamicznej*

4. Metody badań – badania eksperymentalne

Przygotowanie próbek materiału



Przygotowanie urządzeń pomiarowych oraz stanowiska do realizacji badań



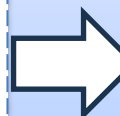
Badania wstępne



Badania zasadnicze

Zmienne wejściowe

- Rodzaj materiału transportowanego
- Rodzaj pokrycia pasa
- Prędkość transport
- Kąt pochylenia pasa transport
- Zwilżenie środowiska transportowego



Charakterystyki użytkowe

- Pobór mocy zespołu transportowo-napędowego
- Masa przetransportowanego produktu
- Wydajność masowa zespołu transport.-napędow.
- Jednostkowe zużycie energii



Analiza statystyczna



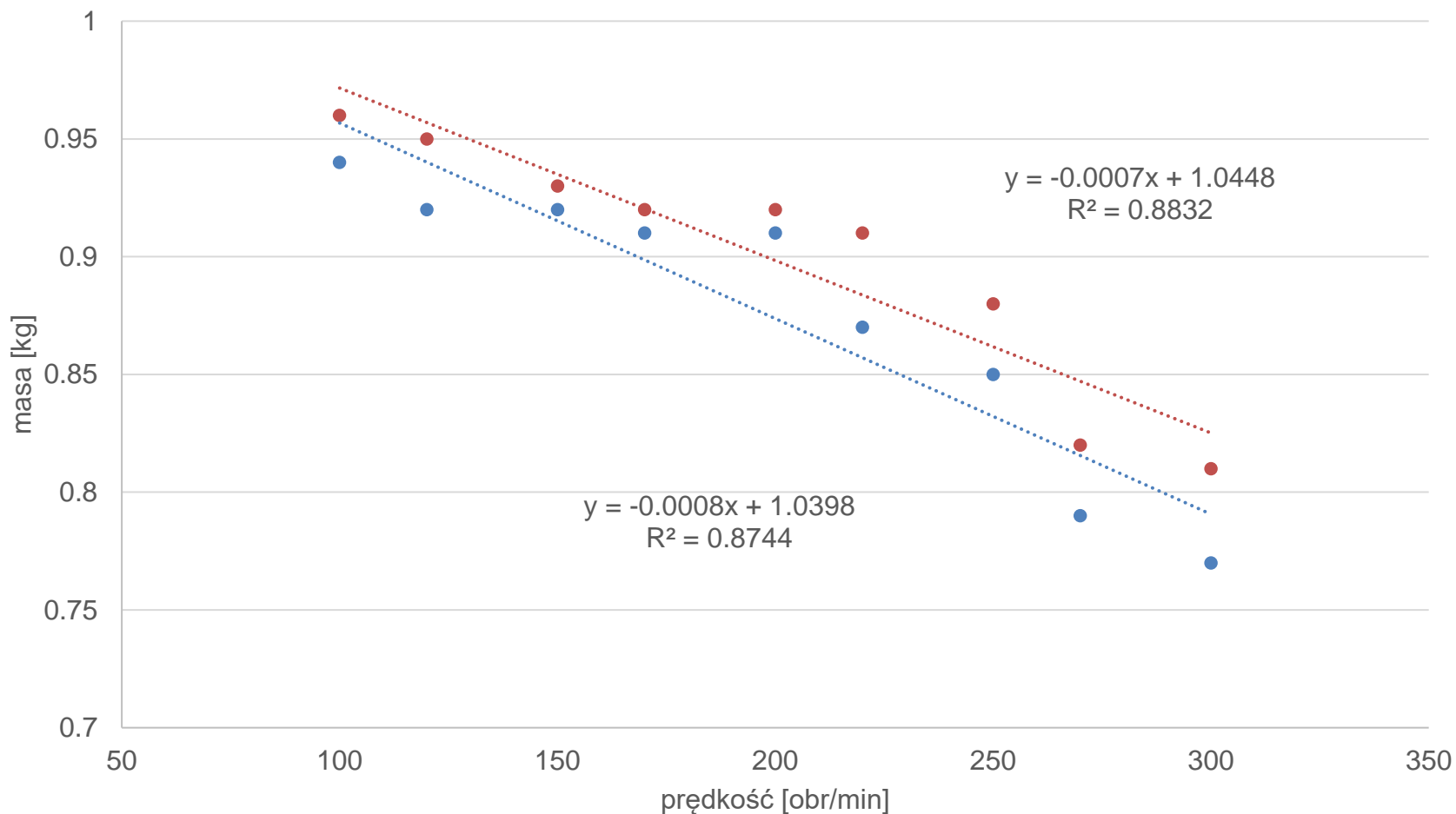
Analiza merytoryczna

4. Metody badań – badania eksperymentalne

BADANIA ZASADNICZE

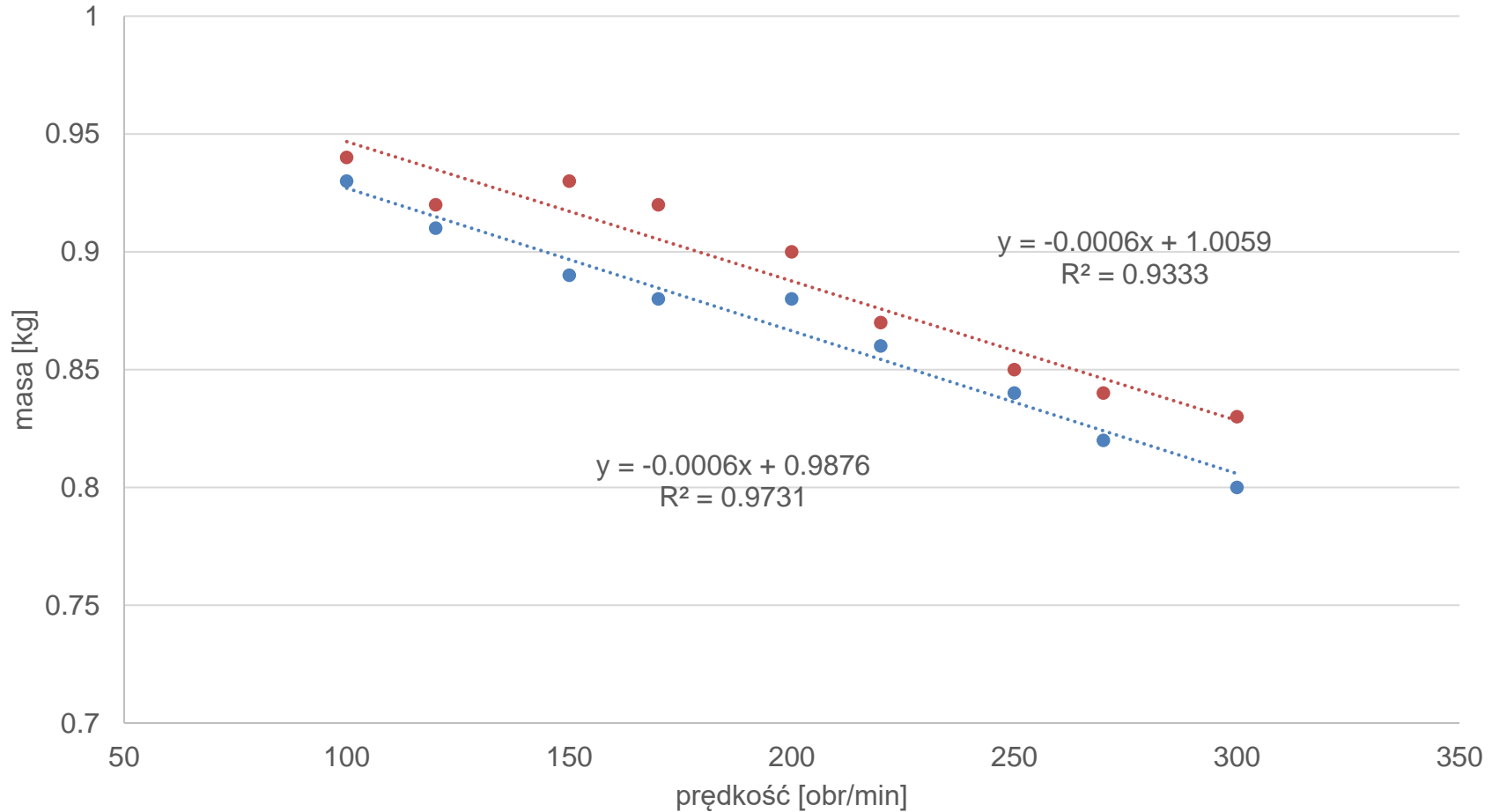
Zmienna			
Rodzaj materiału transportowanego	Kukurydza	Groch	Ryż
Rodzaj pokrycia pasa	ELAS/PU	ELAS/PU	ELAS/PU
Kąt pochylenia pasa transportowego	5°-15°	5°-15°	5°-15°
Zwilżenie środowiska transportowego	TAK/NIE	TAK/NIE	TAK/NIE
Prędkość transport liniowa (kątowna)	0,675 – 2,025m/s (100-300r·min ⁻¹)	0,675 – 2,025m/s (100-300r·min ⁻¹)	0,675 – 2,025m/s (100-300r·min ⁻¹)
Siła napięcia wstępnego	(0.8 MPa - 1.2 Mpa)	(0.8 MPa - 1.2 Mpa)	(0.8 MPa - 1.2 Mpa)

5. Wyniki badań – Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od prędkości pasa z pokryciem elastomerowym



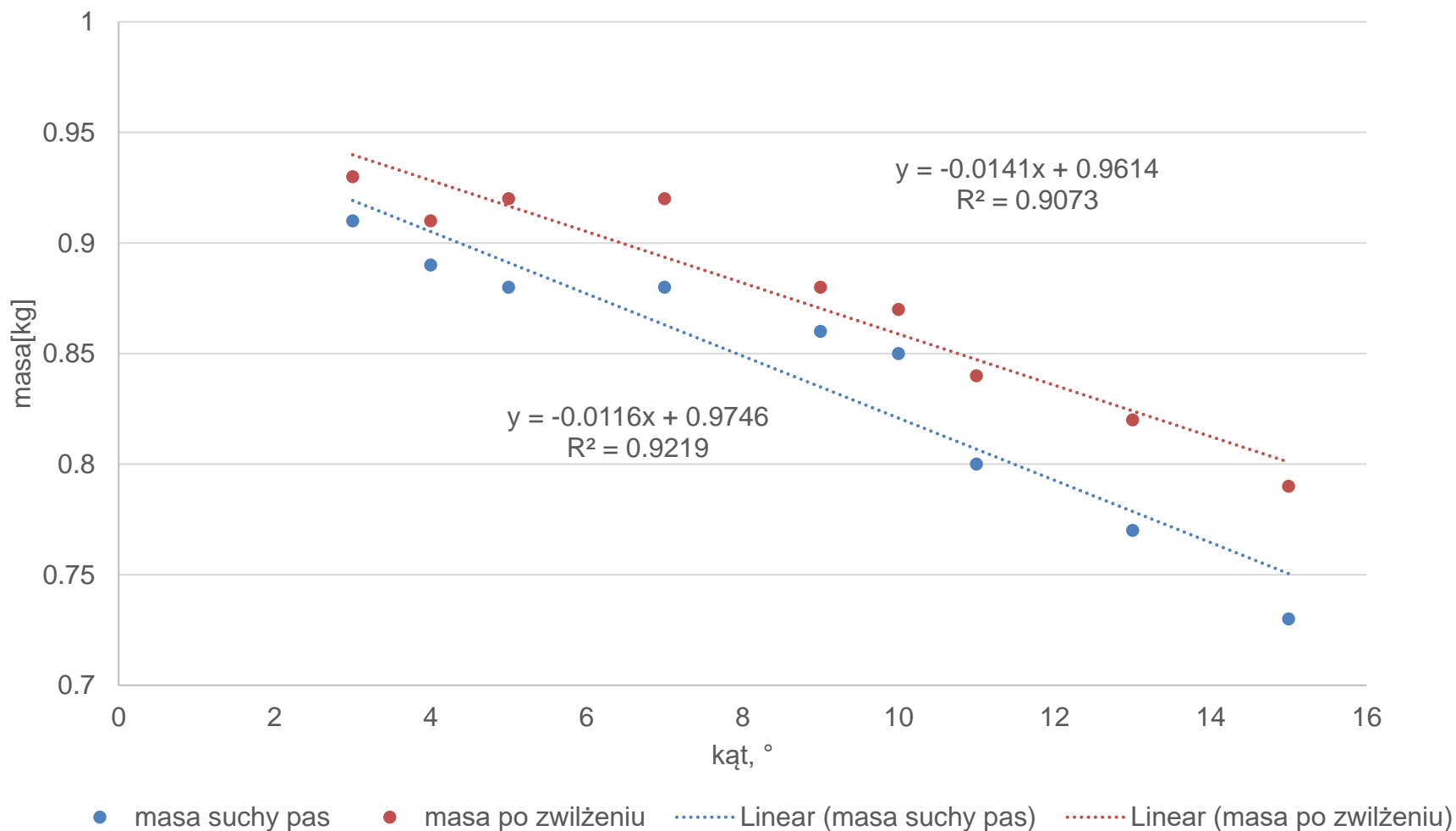
● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

5. Wyniki badań – Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od prędkości pasa z pokryciem PU

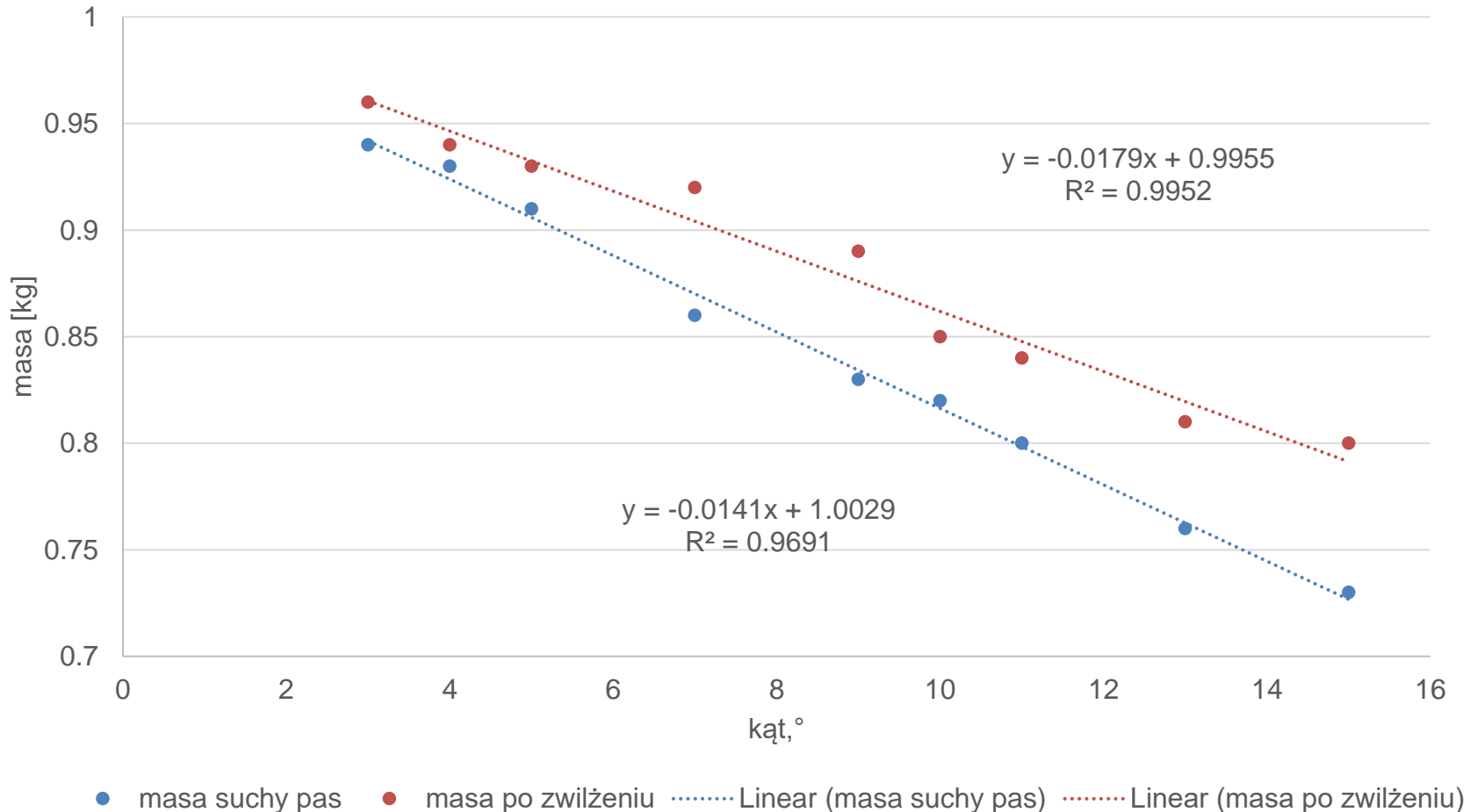


● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

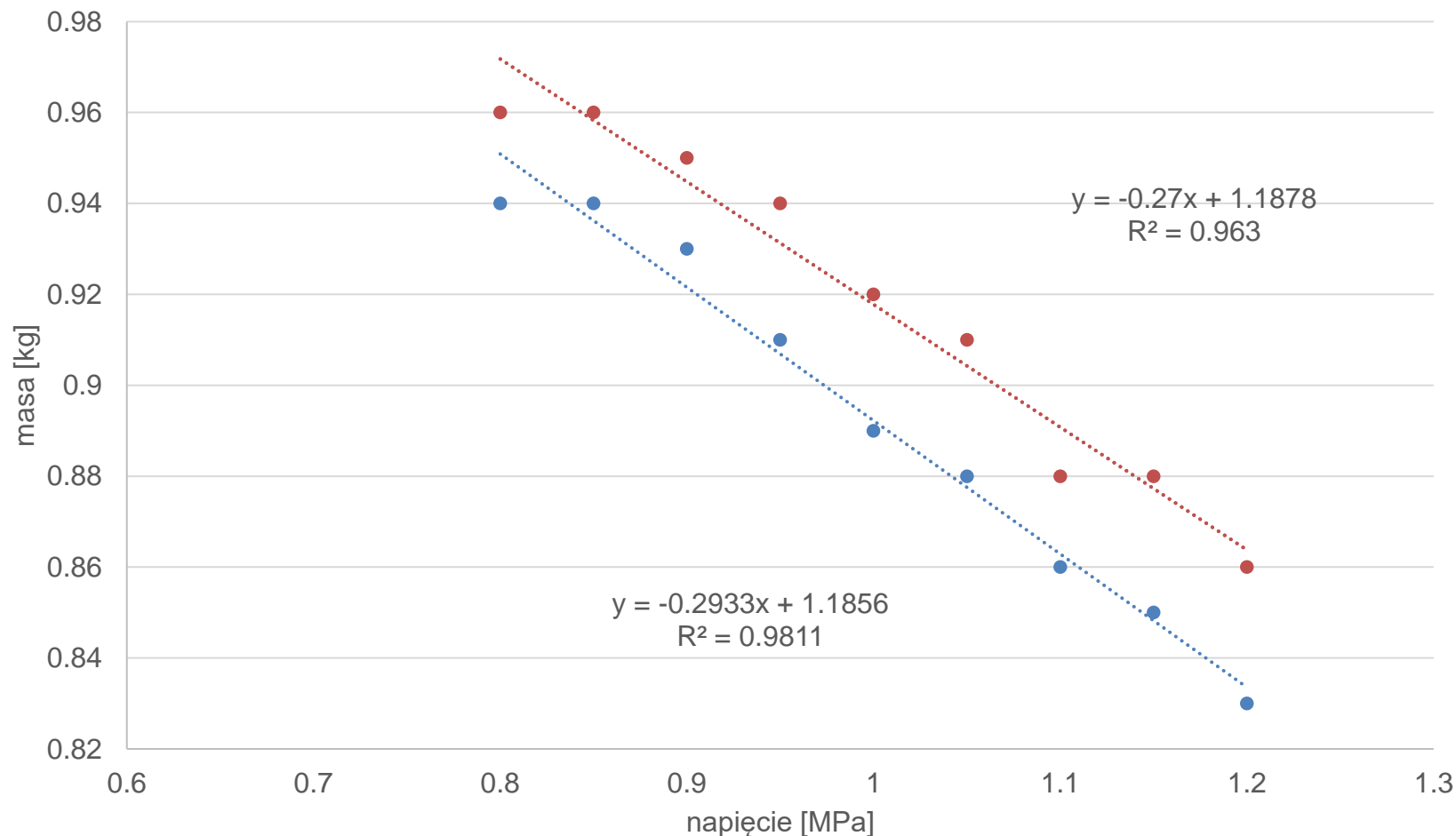
5. Wyniki badań – Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od kąta pochylenia pasa z pokryciem PU



5. Wyniki badań - Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od kąta pochylenia pasa z pokryciem elastomerowym

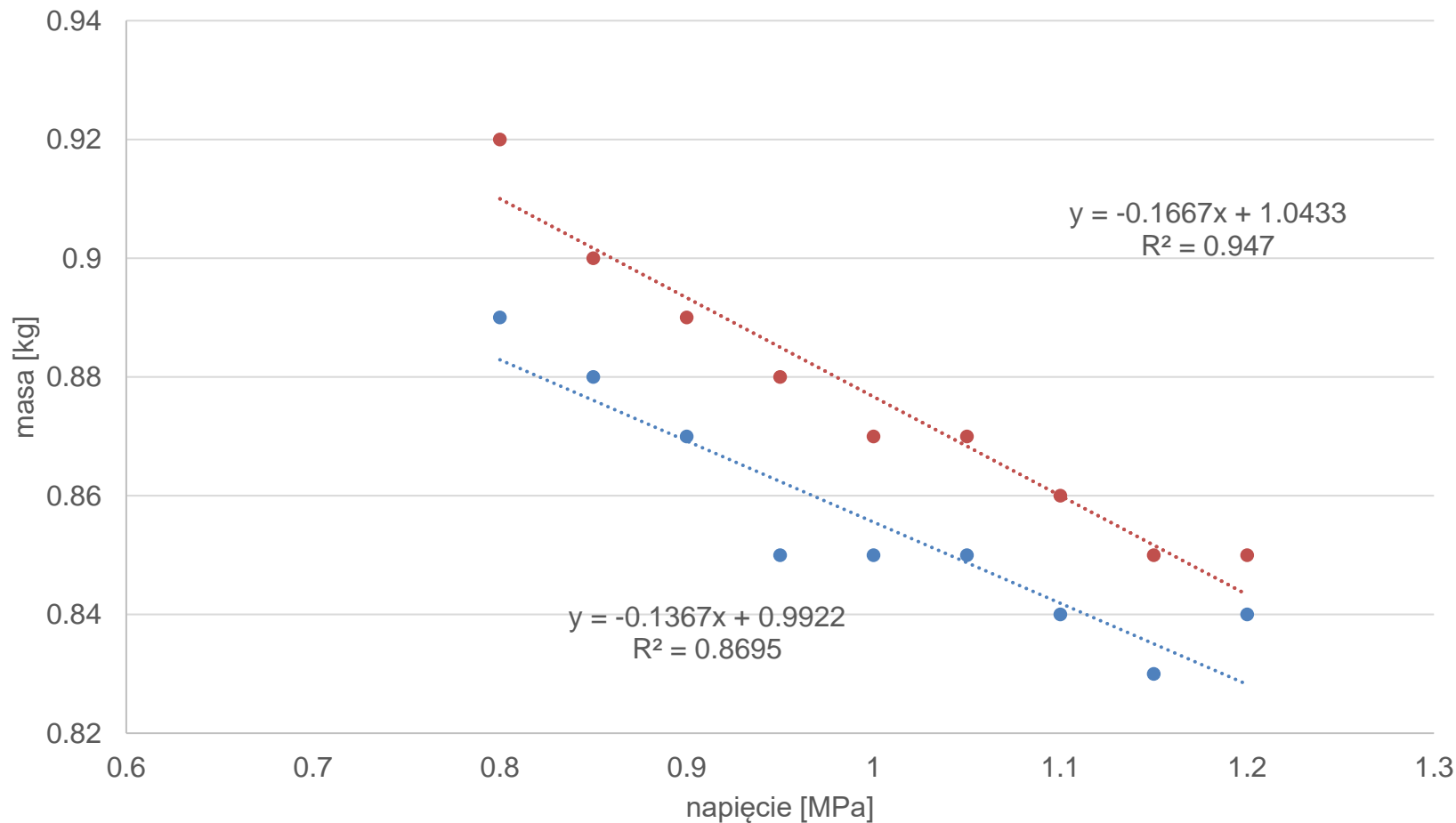


5. Wyniki badań - Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem elastomerowym



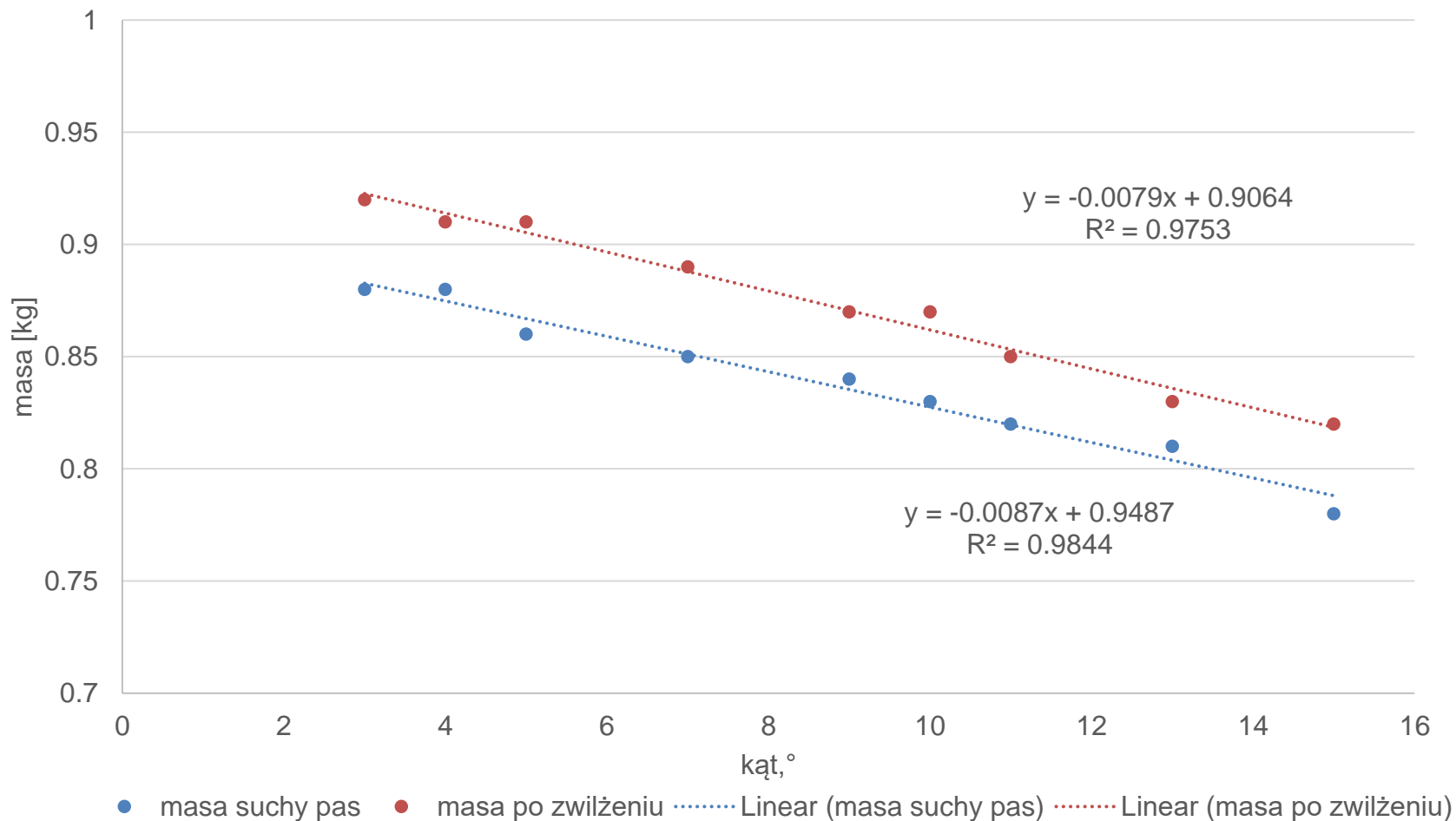
● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

5. Wyniki badań – Kukurydza - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem PU

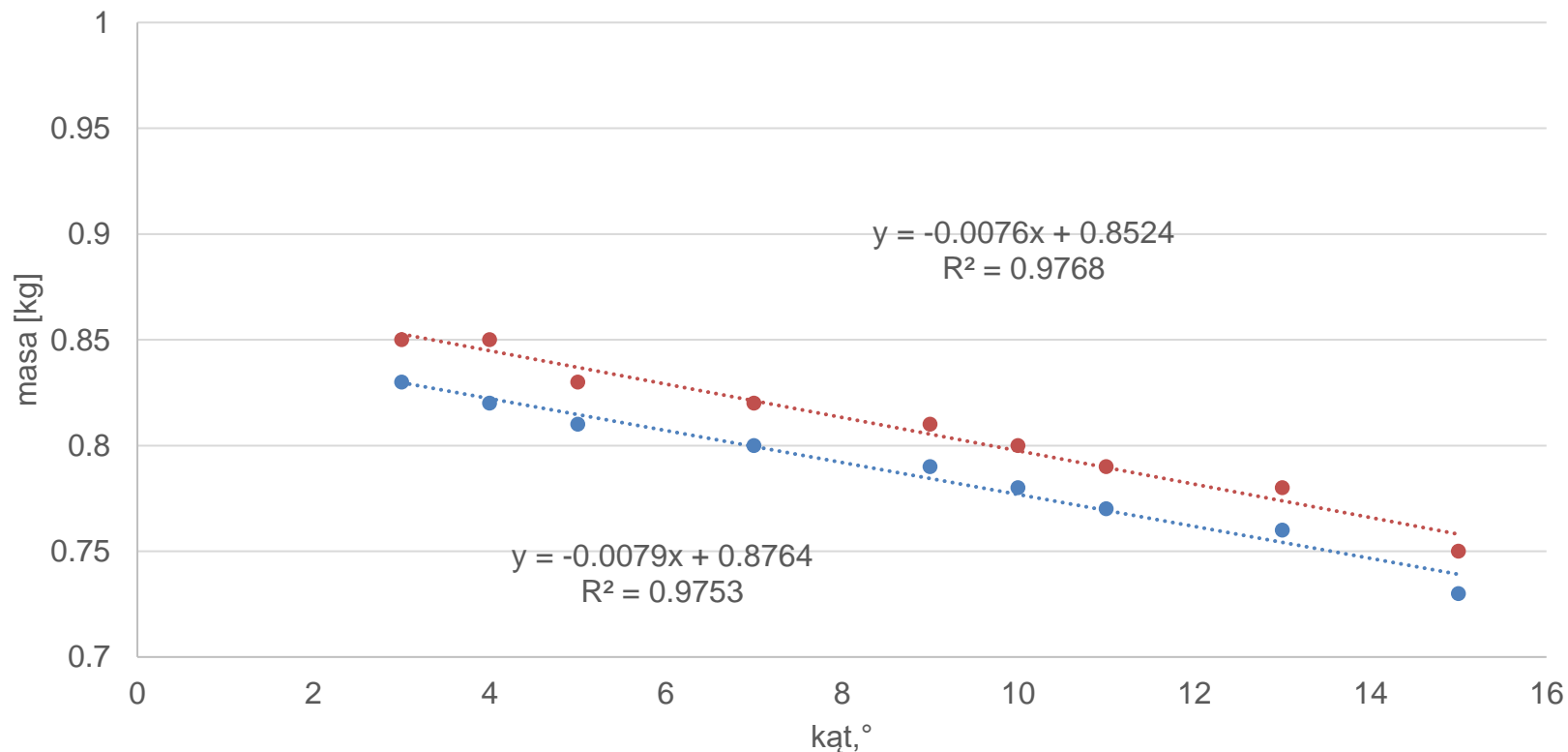


● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

5. Wyniki badań – Groch - zależność przetransportowanej masy od kąta ustawienia pasa z pokryciem eleastomerowym

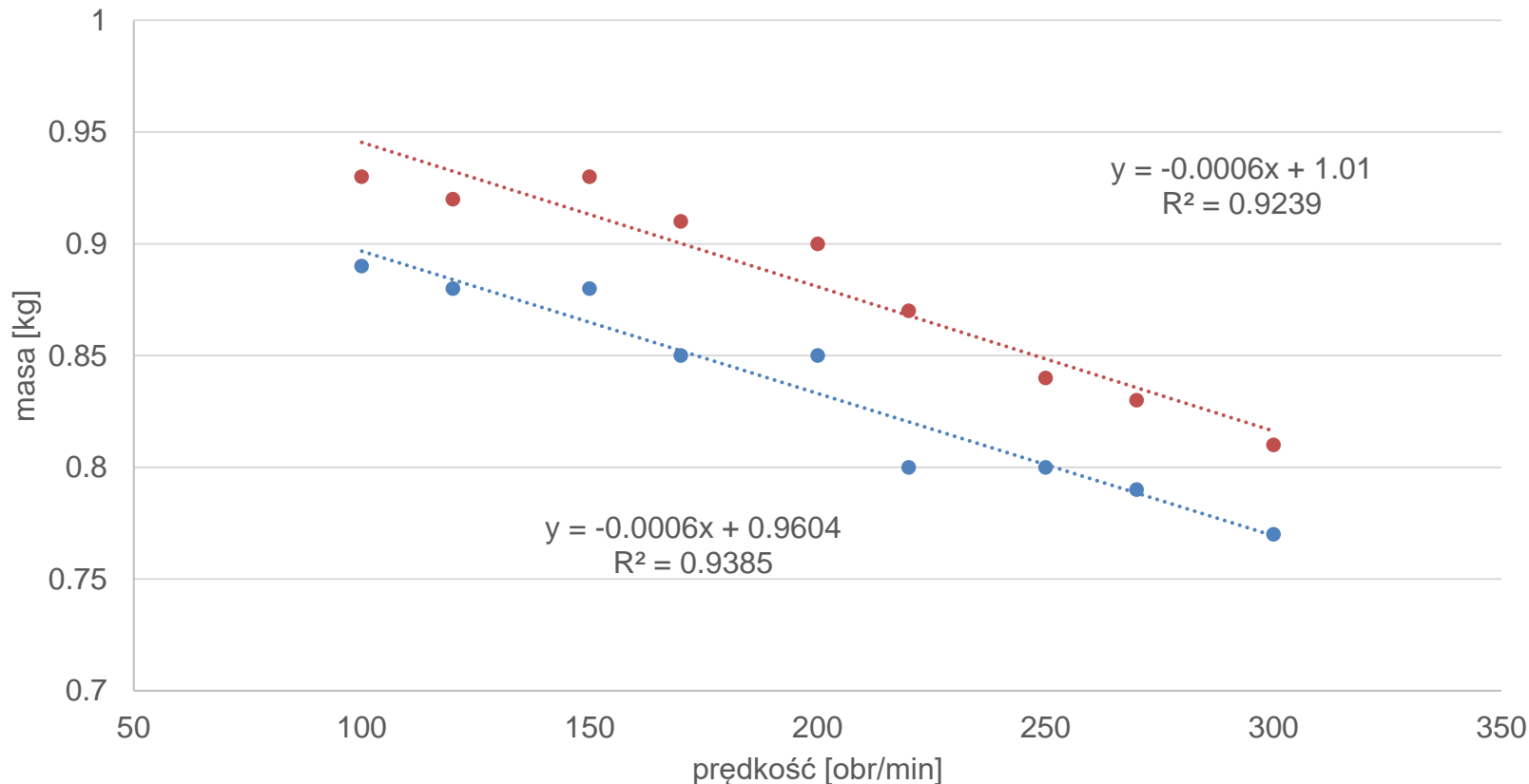


5. Wyniki badań - Groch - zależność przetransportowanej masy od kąta ustawienia pasa z pokryciem PU



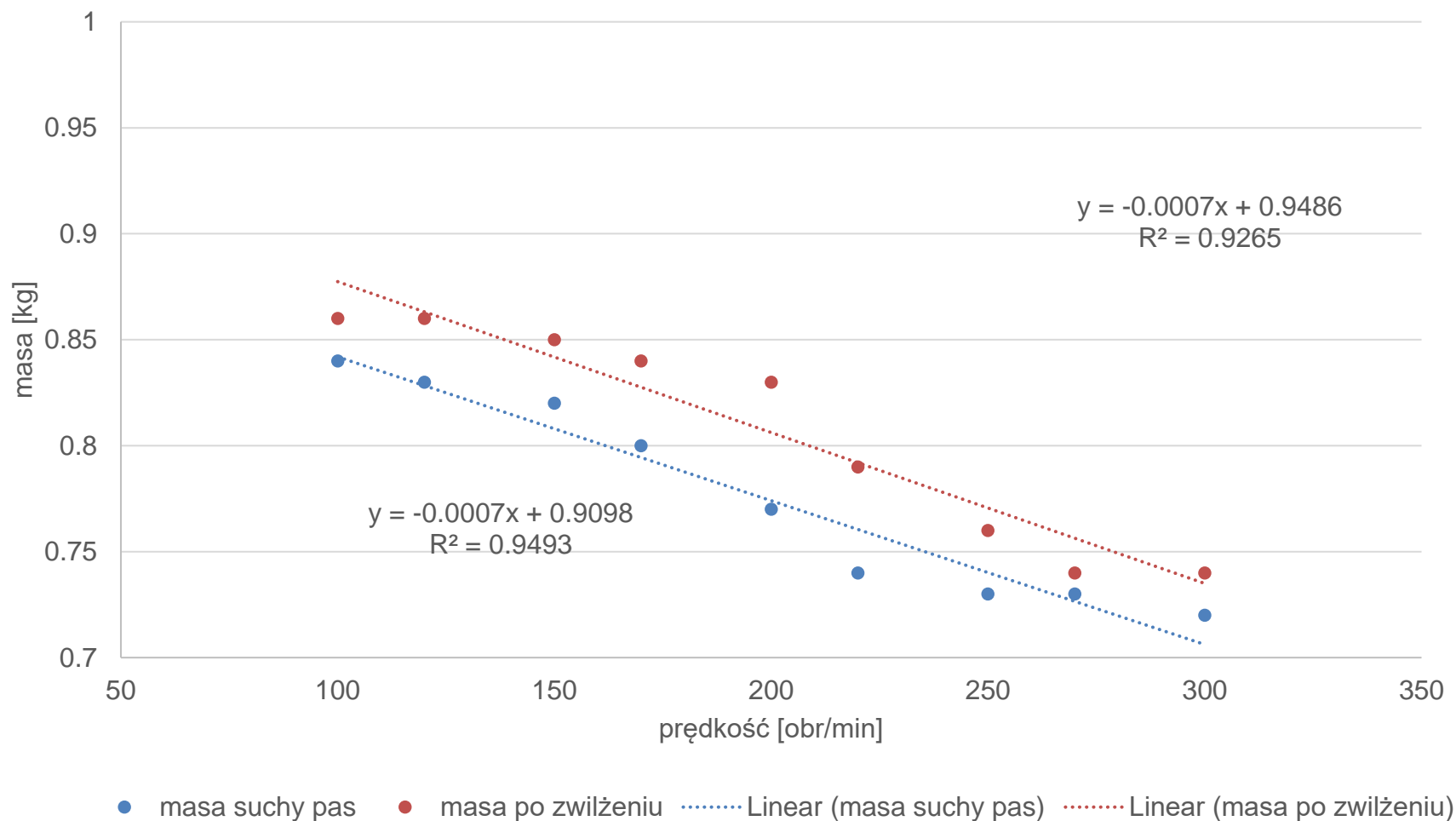
● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

5. Wyniki badań - Groch - zależność przetransportowanej masy od prędkości pasa z pokryciem elastomerowym

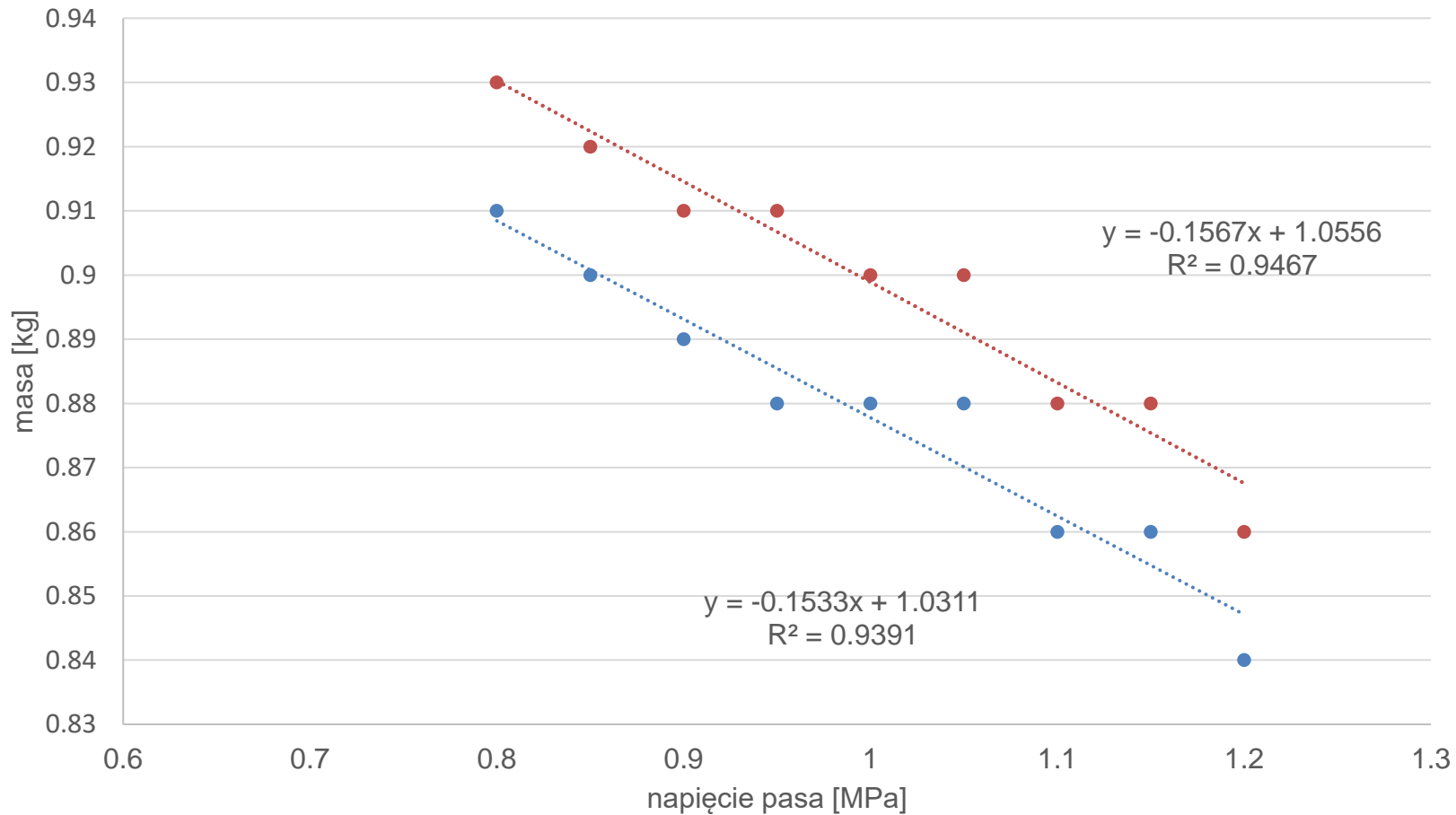


● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

5. Wyniki badań – Groch - zależność przetransportowanej masy od prędkości pasa z pokryciem PU

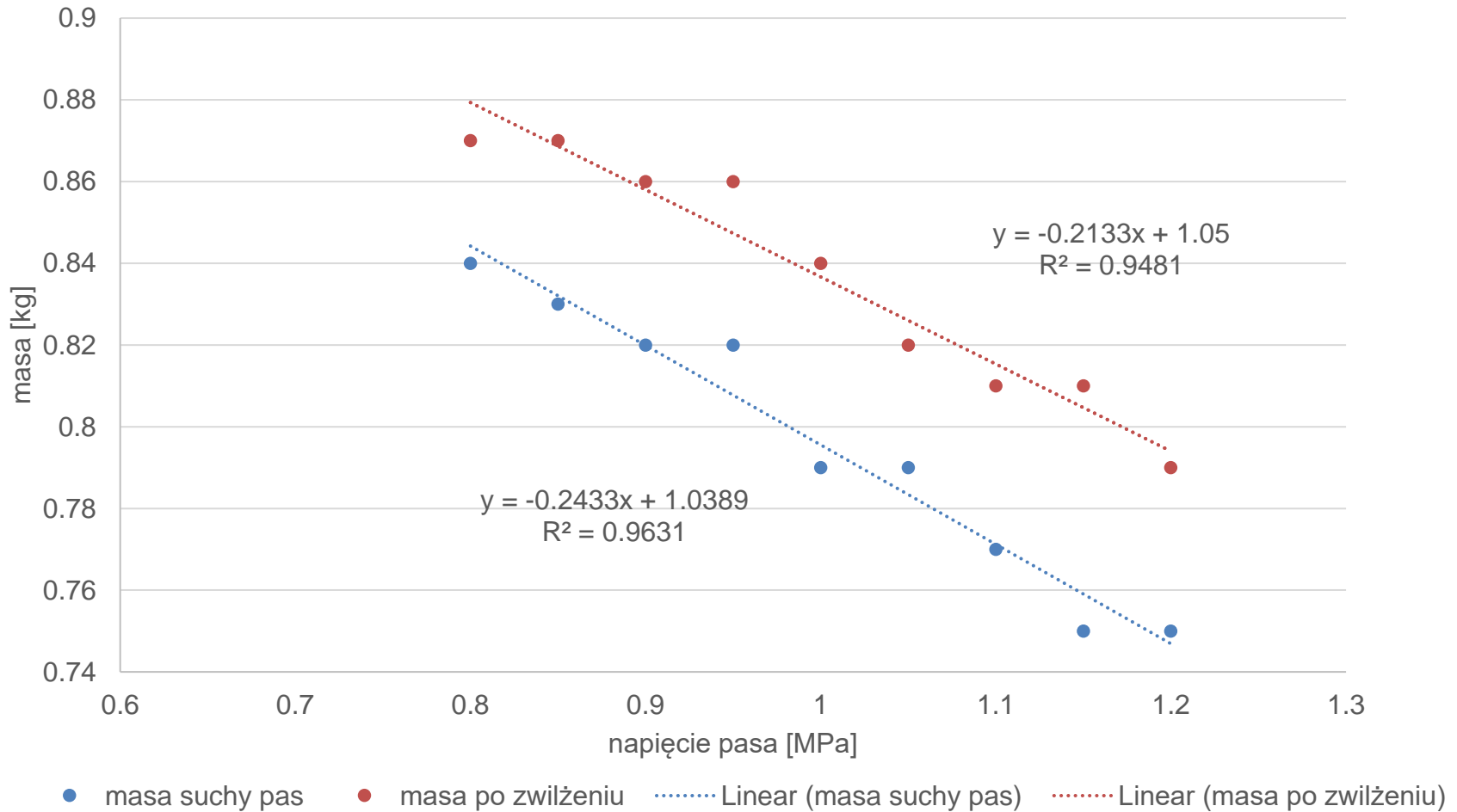


5. Wyniki badań – Groch - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem elastomerowym

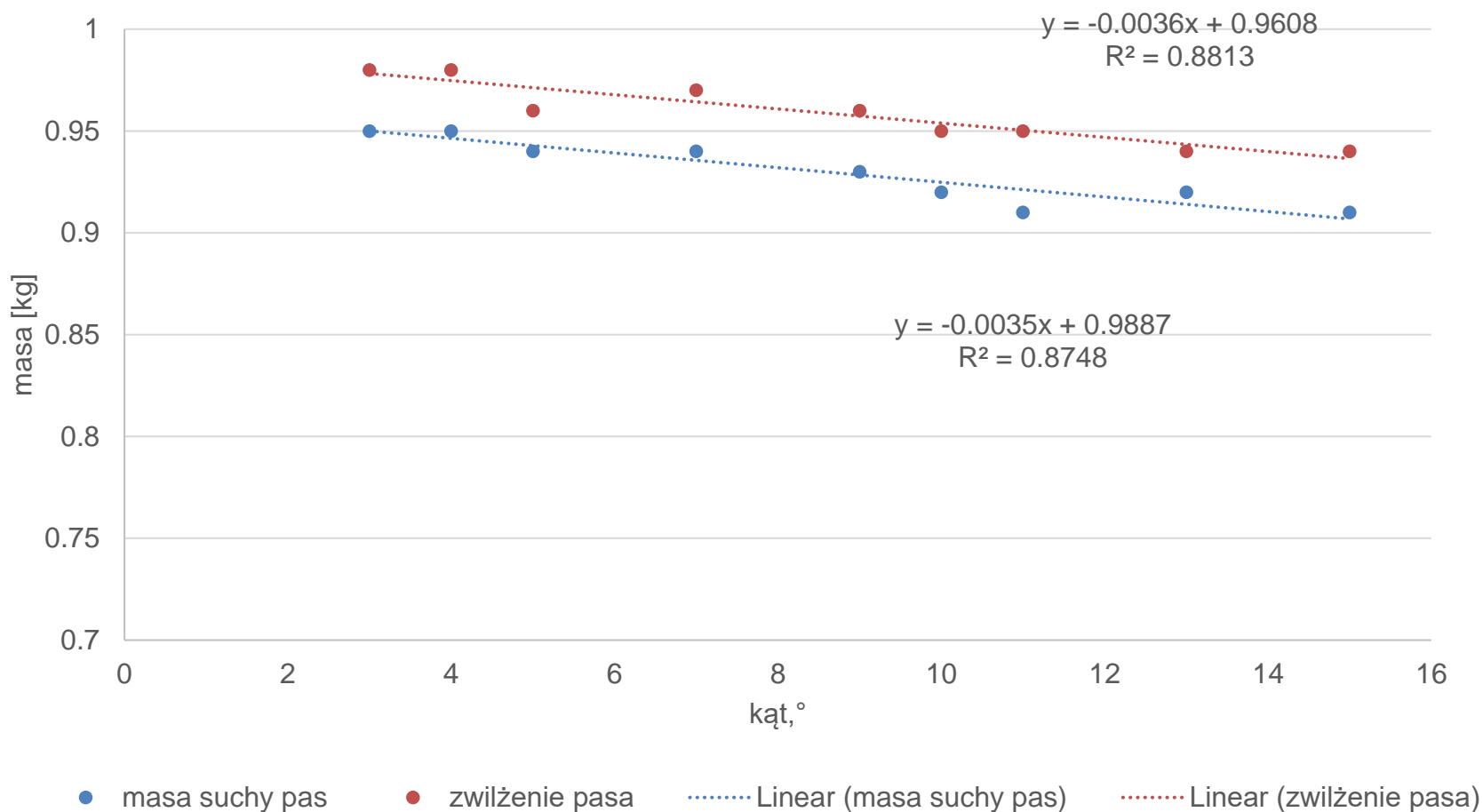


● masa suchy pas ● masa po zwilżeniu Linear (masa suchy pas) Linear (masa po zwilżeniu)

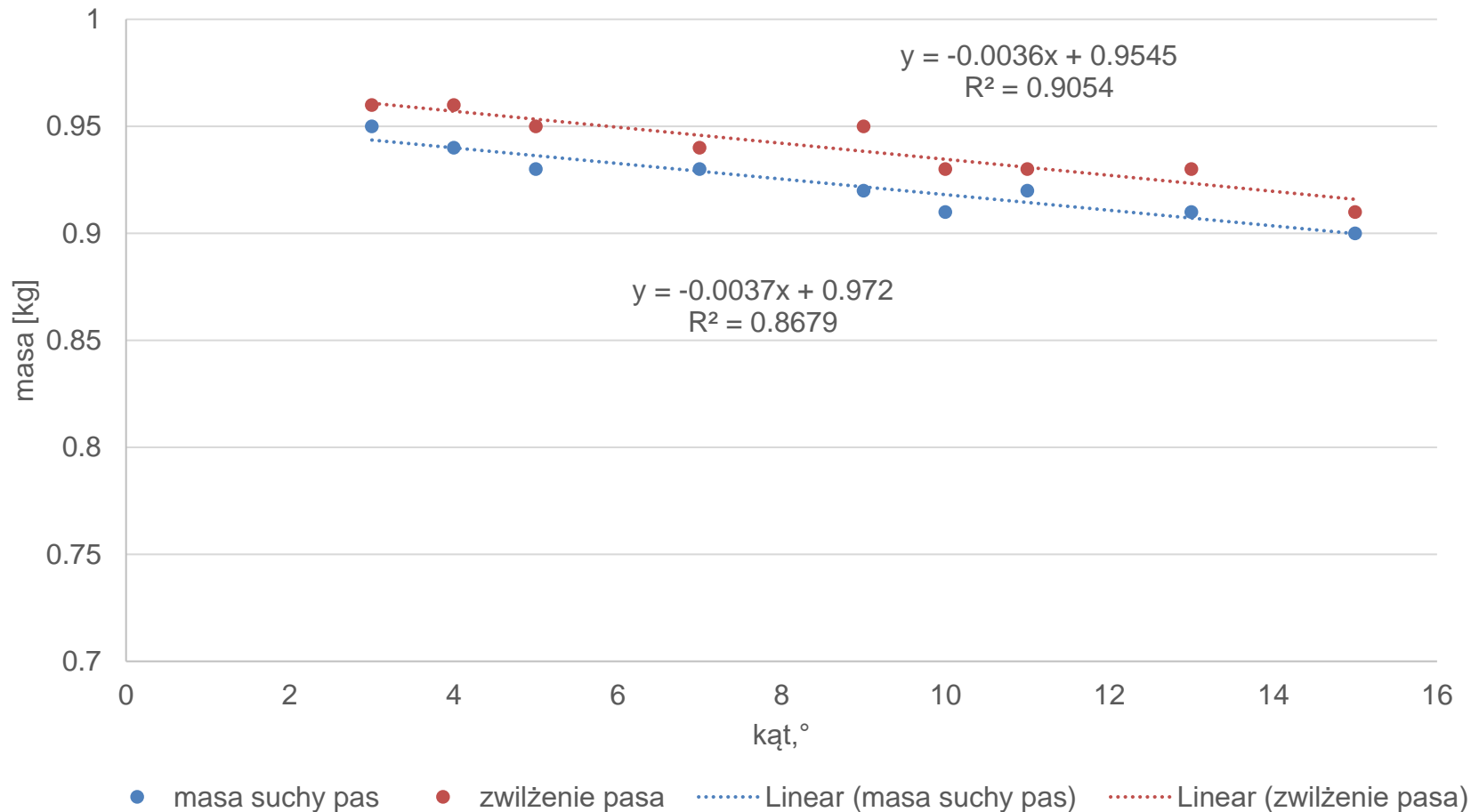
5. Wyniki badań – Groch - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem PU



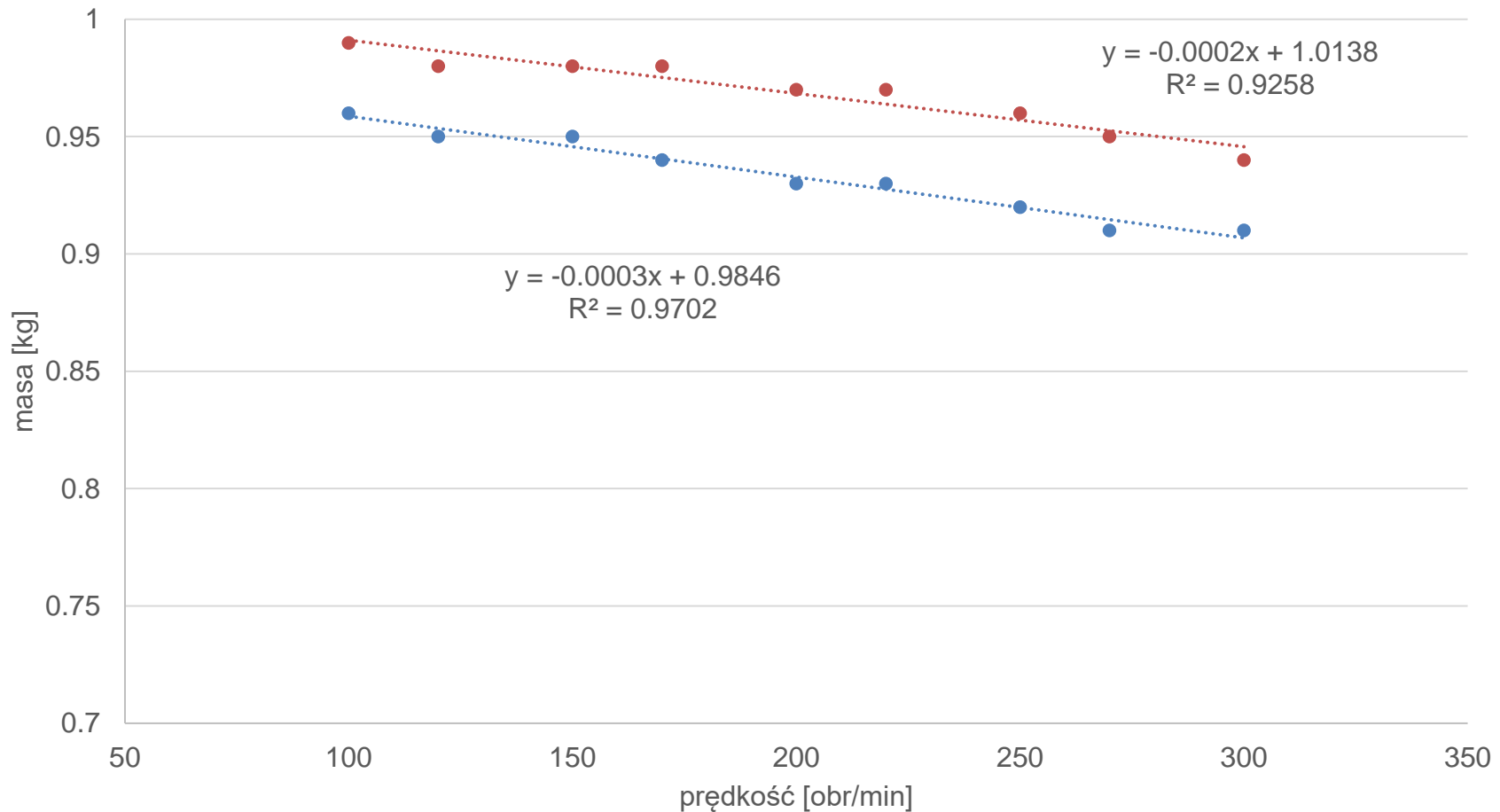
5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od kąta ustawienia pasa z pokryciem elastomerowym



5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od kąta ustawienia pasa z pokryciem PU

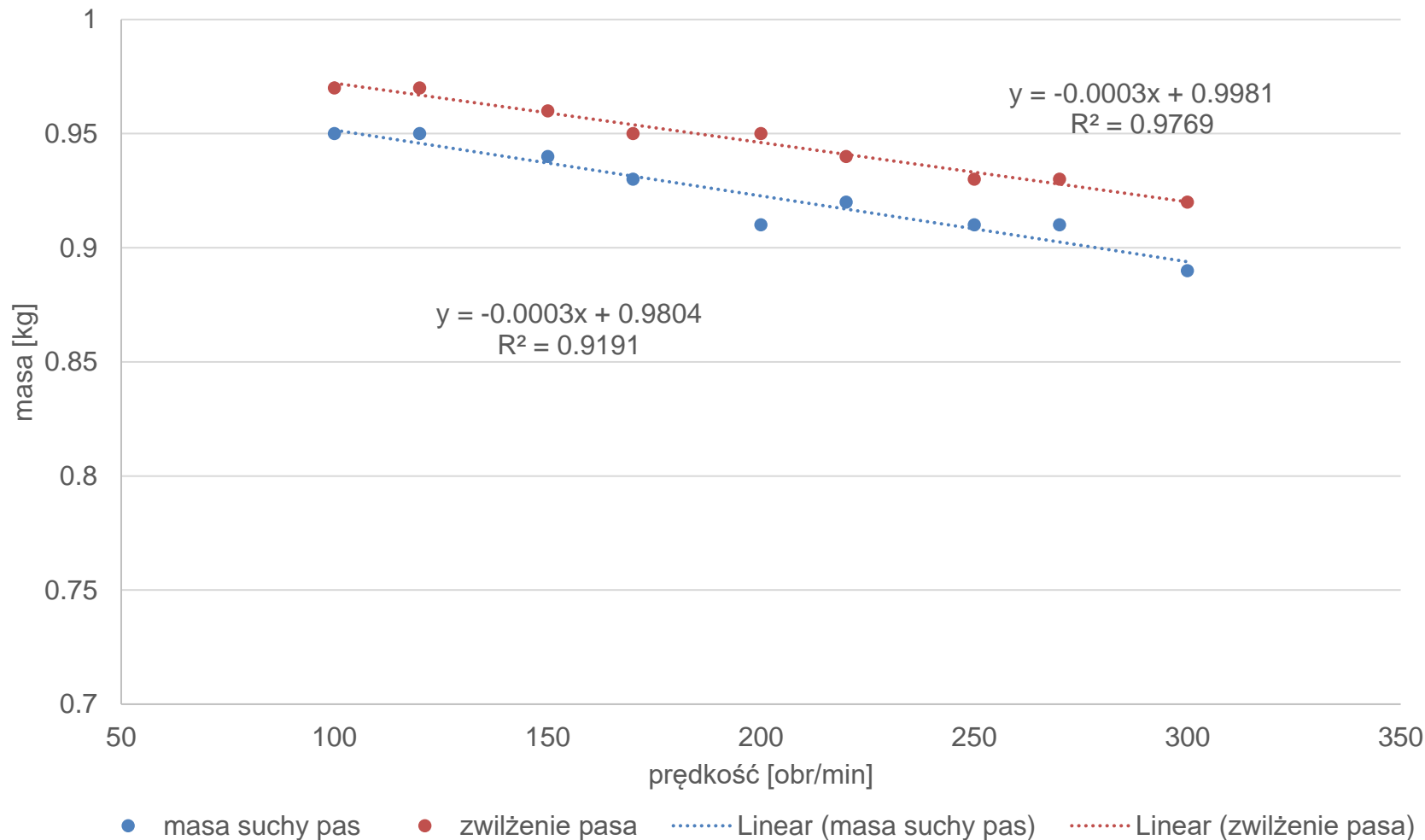


5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od kąta ustawienia pasa z pokryciem elastomerowym

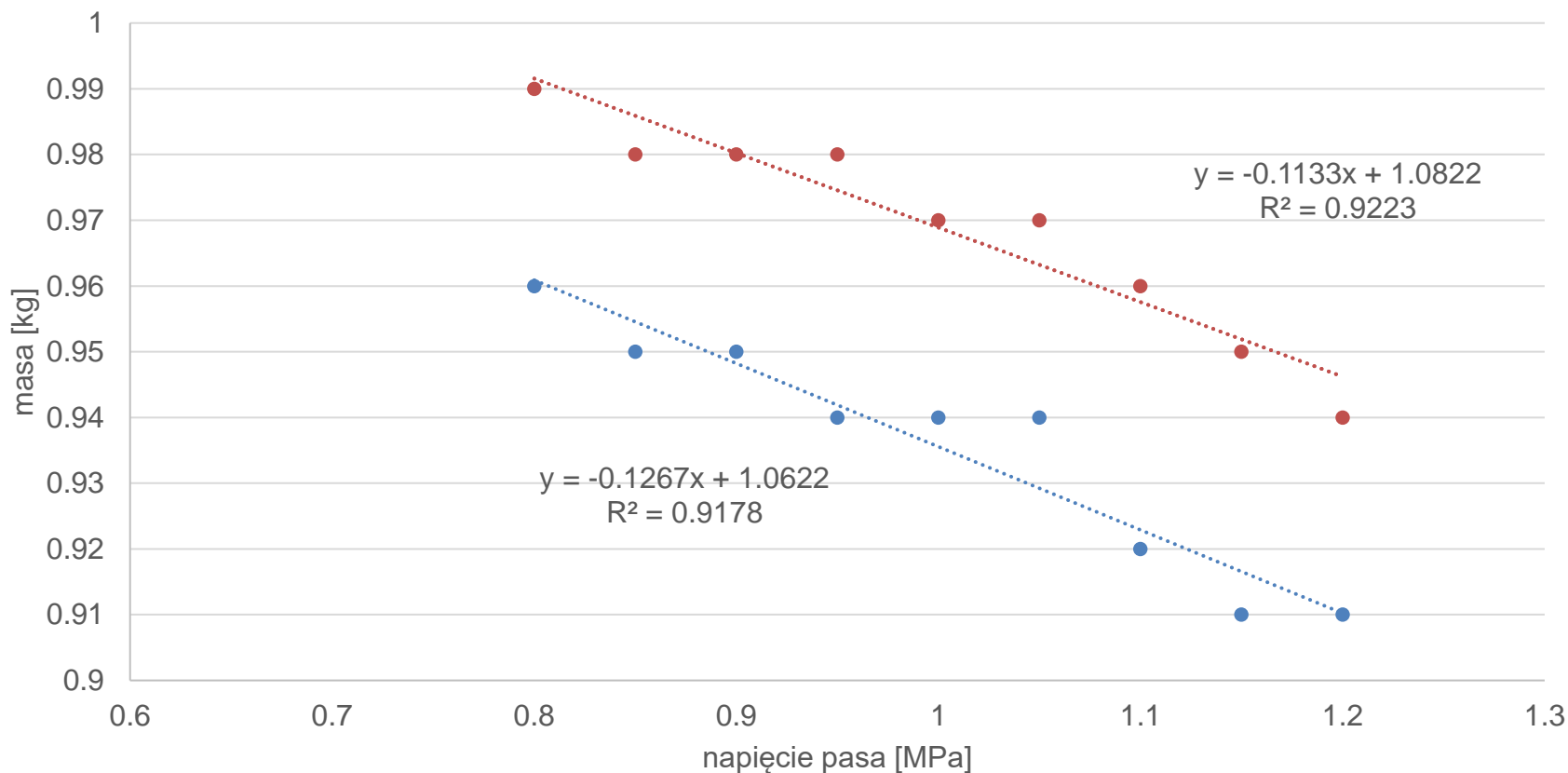


● masa suchy pas ● zwilżenie pasa Linear (masa suchy pas) Linear (zwilżenie pasa)

5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od kąta prędkości pasa z pokryciem PU

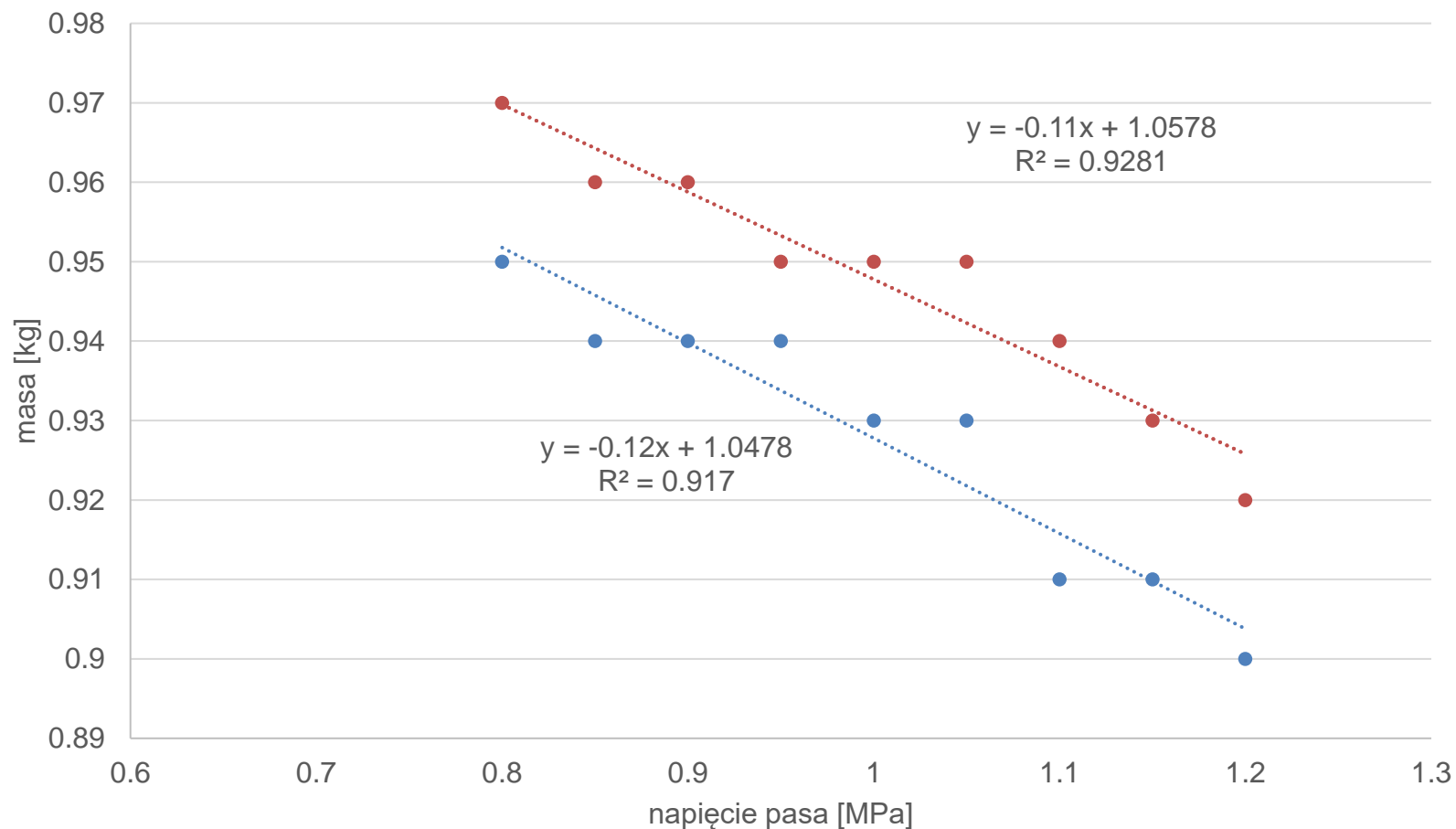


5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem elastomerowym



● masa suchy pas ● zwilżenie pasa Linear (masa suchy pas) Linear (zwilżenie pasa)

5. Wyniki badań – Ryż - zależność przetransportowanej masy od napięcia pasa z pokryciem PU



● masa suchy pas ● zwilżenie pasa Linear (masa suchy pas) Linear (zwilżenie pasa)

5. Wyniki badań Wariant uśrednione wartości

Wariant uśredniony	Materiał transportowany	Materiał warstwy transportującej	Kąt transportu	Napięcie pasa	Prędkość obrotowa	Zwilżenie środowiska transportu
	Groch Ryż Kukurydza	Elastomer Poliuretan	5° – 15°	(0.8 MPa - 1.2 Mpa)	100 - 300 r·min ⁻¹	Tak/nie

Warstwa transportowa elastomerowa	Moc transportowo-napędowa P_{tn} (W)	Wydajność masowa Q_m (g/s)	Jednostkowe zużycie energii E_j (J/g)
WP Groch	1115	10	111.5
WP Kukurydza	1253	9.5	131,9
WP Ryż	1311	10.55	124,8

5. Wyniki badań

Wariant uśredniony	Materiał transportowany	Materiał warstwy transportującej	Kąt transportu	Napięcie pasa	Prędkość obrotowa	Zwilżenie środkowiska tranportu
	Groch Ryż Kukurydza	Elastomer Poliuretan	5° – 15°	(0.8 MPa - 1.2 Mpa)	100 - 300 r·min ⁻¹	Tak/nie

Warstwa transportowa poliuretanowa	Moc transportowo-napędowa P_{tn} (W)	Wydajność masowa Q_{nt} (g/s)	Jednostkowe zużycie energii E_j [J/g]
WP Groch	1221	9.63	123.7
WP Kukurydza	1347	9.21	142,6
WP Ryż	1281	10.15	129,8

OCENA PROWDROŻENIOWA

Wskaźnik zintegrowanej użyteczności (Kzu)

$$K_{zu} = W_t \cdot 1/n \cdot F_{nw} \cdot E_j$$

Kryterium wydajności W_t

Wydajność masowa zespołu transportowo-napędowego $Q_{nt} = bh_b V_t \rho(l, \Delta x)$

Kryterium wypełnienia przekroju

n – stopień wypełnienia; $\frac{1}{n}$

Kryterium zużycia energii

Jednostkowe zapotrzebowanie energii $E_j = \frac{P_{tn}}{Q_{nt}} = \frac{P_j + P_t + P_d}{bhV_t \rho(l, \Delta x)}$

Kryterium obciążeń maksymalnych

F_{nw} - napięcie wstępne cięgna pasowo-zębatego

5. Analiza wyników badań

KUKURYDZA

Prędkość obrotowa obr·min ⁻¹	Moc W	Wydajność g·s ⁻¹	Jednostkowe zużycie energii J·g ⁻¹	Wymiary cząstki produktu µm	Stopień wypełnienia Ψ -	Szkodliwość -	Wskaźnik użyteczności Kzu -	Ocena
100	1310	9,16	138,8	10000	0,14	1	15,89	Najlepsza
200	1300	11,8	139,9	10000	0,17	1	10,30	Lepsza
300	1382	9,28	149,2	10000	0,13	1	6,06	Dobra

GROCH

Prędkość obrotowa obr·min ⁻¹	Moc W	Wydajność g·s ⁻¹	Jednostkowe zużycie energii J·g ⁻¹	Wymiary cząstki produktu µm	Stopień wypełnienia Ψ -	Szkodliwość -	Wskaźnik użyteczności Kzu -	Ocena
100	1189	10,6	111,7	5500	0,207	1	15,39	Najlepsza
200	1221	10,6	123,7	5500	0,13	1	8,182	Lepsza
300	1292	12,4	137,6	5500	0,109	1	7,464	Dobra

5. Analiza wyników badań

**RYŻ BIAŁY DŁ.
ZIARNISTY**

Prędkość obrotowa obr·min ⁻¹	Moc W	Wydajność g·s ⁻¹	Jednostkowe zużycie energii J·g ⁻¹	Wymiary cząstki produktu µm	Stopień wypełnienia Ψ -	Szkodliwość -	Wskaźnik użyteczności Kzu -	Ocena
100	1298	10,45	124,06	6900	0,18	1	12,96	Najlepsza
200	1290	10,90	123,23	6900	0,20	1	8,38	Lepsza
300	1310	11,08	119,44	6900	0,19	1	6,87	Dobra

6. Podsumowanie

- ❖ Analiza stanu wiedzy i praktyki zagadnień tematu rozprawy doktorskiej, uzasadniła potrzebę doświadczalnego podejścia do sformułowania problemu, zrealizowania oryginalnej metodyki badań,
- ❖ badania analityczne, doświadczalne i rozwojowe, pro-wdrożeniowe przeprowadzono zgodnie z planem,
- ❖ zrealizowano oryginalną metodykę badań użyteczności maszyn i urządzeń procesu napędowo-transportowego materiałów uziarnionych w warunkach technicznych specjalnych przekładni pasowo-zębatych,
- ❖ zaprezentowano oryginalną koncepcję innowacyjnego transportu surowców biologicznych trudno podawanych przenośnikami płaskimi, z taśmą o konstrukcji cięgna pasa zębatego z modyfikowaną warstwą nośną.

7. Wnioski – poznawcze

- ❖ Wyznaczono modele matematyczne i funkcje zintegrowanej użyteczności przekładni pasowo-zębatej (maszyn i urządzeń) procesu napędu i transportu (dla potrzeb projektowania, wytwarzania i eksploatacji) ziarnistych materiałów biologicznych.
- ❖ Zastosowanie nowej konstrukcji procesowej – przekładni pasowo-zębatej – o sterowanej prędkości obwodowej $0,3-7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, spowodowało zmniejszenie zintegrowanego zużycia energii o $22,3 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$, dla prędkości $3,91 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zużycie energii zmniejszyło się o $25,2 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$, natomiast dla prędkości $4,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zużycie energii zmalało o $42 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$.
- ❖ Wydajność, w porównaniu z przeprowadzonymi badaniami pilotażowymi, dla żadnej z badanych prędkości nie wzrosła, stąd maksymalna wydajność procesu wynosi dla $3,91 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $Q\text{-const} = 4,45 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, natomiast dla prędkości obwodowej $4,34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wydajność wynosi $Q\text{-const} = 6,77 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$.
- ❖ Prędkość podawania (wzrost prędkości) w przypadku materiałów ziarnistych, biologicznych wpłynęła na zwiększenie zintegrowanego zapotrzebowania mocy, stabilizację wydajności masowej, zwiększenie jednostkowego zużycia energii, różnie wpłynęła na stopień wypełnienia Ψ .

7. Wnioski – praktyczne

- ❖ Praktyczne wdrożeniowe prace rozwojowe, w zakresie doskonalenia cech konstrukcyjnych cięgna pasowo-zębatego przekładni na charakterystyki użytkowe zespołu transportowo-napędowego, należy ukierunkować na zwiększenie dokładności wytwarzania, monitorowaniem aktywne stanu zintegrowanej użyteczności procesu w wykorzystanym do badań systemie napędowym.
- ❖ Należy poddać optymalizacji cechy konstrukcyjne nie tylko cięgna, również koła zębate, pasowe, wały i osprzęt multi funkcjonalnego systemu.
- ❖ Rozwiązanie konstrukcyjne multi funkcjonalnego systemu napędowo-transportowego dla ziarnistych surowców biologicznych pozwala na obniżenie kosztów.

7. Wnioski do dalszych badań

- ❖ Możliwości zróżnicowania parametrów (prędkości) pracy przekładni pasowo-zębatej z specjalistyczną nakładką pozwalają na przeprowadzenie większej liczby badań zintegrowanej użyteczności procesu transportowo-napędowego.
- ❖ W dalszych badaniach można przewidzieć zastosowanie dodatkowych urządzeń wspomagających wydajność, zapotrzebowanie mocy, jednostkowe zużycie energii, a przede wszystkim współczynnik wypełnienia przekroju transportowego Ψ .
- ❖ Wynikiem wymiernym zastosowania takiego rozwiązania będzie rozszerzenie i uszczegółowienie zintegrowanej użyteczności procesu transportowo-napędowego.