

Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych

Studium Podyplomowe

<http://www.kmg.agh.edu.pl/Dydaktyka/StudiumPodyplomowe>

Przenośnik taśmowy cz.4 ***Dobór przenośników taśmowych*** *- dobór mocy napędu i wytrzymałości taśmy przenośnika*

Dr inż. Piotr Kulinowski

piotr.kulinowski@agh.edu.pl

tel. (617) 30 74

B-2 parter p.6

Literatura

Literatura podstawowa

1. MURZYŃSKI Z.: Wytyczne doboru taśm, Bełchatowskie Zakłady Przemysłu Gumowego Stomil Bełchatów S.A.
2. Żur T., Hardygóra M.: „*Przenośniki taśmowe w górnictwie*”. Wydawnictwo „Śląsk” sp. z o. o., Katowice 1996 r.
3. Norma Gurförderer für Schüttgüter - DIN 22 101.

Literatura uzupełniająca

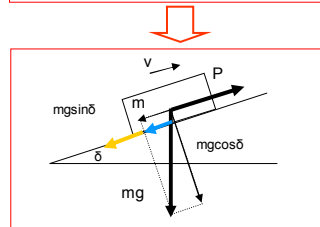
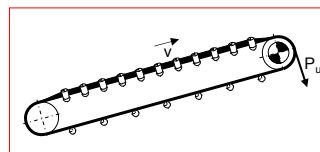
1. Alles R. Fördergurte Berechnungen „*Transportband-Dienst*”. ContiTechnik, Edition Hannover 1985 r.
2. Antoniak J.: „Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach”. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1990 r.
3. Antoniak J.: „Przenośniki taśmowe. Wprowadzenie do teorii i obliczenia”. Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice 2004 r.
4. Antoniak J.: „Systemy transportu przenośnikami taśmowymi w górnictwie”. Wydawnictwo Politechniki Gliwickiej, Gliwice 2005 r.
5. Breidenbach H.: Foerdergurt - Technik, Projektierung und Berechnung, BTR DUNLOP BELTING GROUP
6. Gładysiewicz L.: Przenośniki taśmowe. Teoria i obliczenia. Wrocław 2003.

Wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń

B	– szerokość taśmy, [mm]
C	– współczynnik uwzględniający skupione opory ruchu przenośnika przy nominalnym obciążeniu,
f	– współczynnik oporów ruchu przenośnika przy nominalnym obciążeniu,
H	– wysokość podnoszenia lub opuszczania materiału transportowanego, [m] (różnica poziomów między bębniem czołowym i zwrotnym)
K	– jednostkowa siła rozciągająca taśmę, [N/mm]
L	– długość przenośnika, [m]
N	– moc napędu, [kW]
P	– siła obwodowa na bębnie w ruchu ustalonym, [kN]
Q	– wydajność masowa, [t/h]
S	– siła rozciągająca taśmę, [kN]
v	– prędkość taśmy, [m/s]
W	– opory ruchu, [N]
α	– kąt opasania, [°]
δ	– kąt nachylenia przenośnika, [°]
η	– sprawność,
μ	– współczynnik tarcia,

Obliczanie przenośników taśmowych metodą podstawową

W ruchu ustalonym ($v = \text{const}$) $\rightarrow P_u = W_C$



$$P = W = \underbrace{\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \delta}_{\text{Siła tarcia}} + \underbrace{m \cdot g \cdot \sin \delta}_{\text{Siła ciężkości}}$$

W przenośniku taśmowym:

$\mu \rightarrow f$ $m \rightarrow \sum m_i$

$$P_u = W_C = f \cdot \sum m_i \cdot g \cdot \cos \delta + \sum m_i \cdot g \cdot \sin \delta \quad [\text{N}]$$

Masy elementów ruchomych przenośnika

Do obliczeń oporów ruchu muszą być znane masy wszystkich elementów ruchomych na trasie przenośnika. Masę ruchomą stanowi nie tylko materiał transportowany, ale także masa taśmy i masa obracających się części kółników.

Masa urobku obciążającego 1 [m] długości taśmy przenośnika może być wyliczona z wydajności przenośnika i prędkości taśmy według poniższego wzoru:

$$m_l' = \frac{Q}{3.6 \cdot v}$$

Masę obrotowych części kółników przypadających na 1 [m] długości przenośnika oblicza się wzorem:

$$m_k' = \frac{m_{zkg}'}{l_{kg}} + \frac{m_{zkd}'}{l_{kd}} \quad [\text{kg/m}]$$

Masę taśmy przypadającą na 1 [m] długości przenośnika oblicza się wzorem:

$$m_t = \frac{B}{1000} \cdot m_{ij} \quad [\text{kg/m}]$$

Opory ruchu

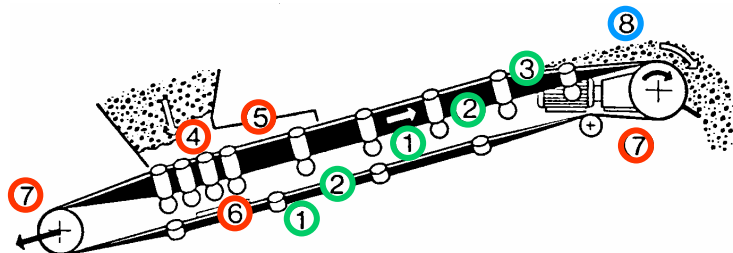
Źródła oporów ruchu przenośnika.

1. Opory ruchu kółników.
2. Opory przeginalnia taśmy.
3. Opory związane z falowaniem urobku.
4. Opory w miejscu załadunku związane z rozpędzaniem ładunku.
5. Opory w miejscu załadunku związane z tarciem.
6. Opory urządzeń czyszczących.
7. Opory przeginalnia taśmy na bębnach.
8. Opory związane z podnoszeniem urobku.

W_G - główne

W_S - skupione

W_H - podnoszenia



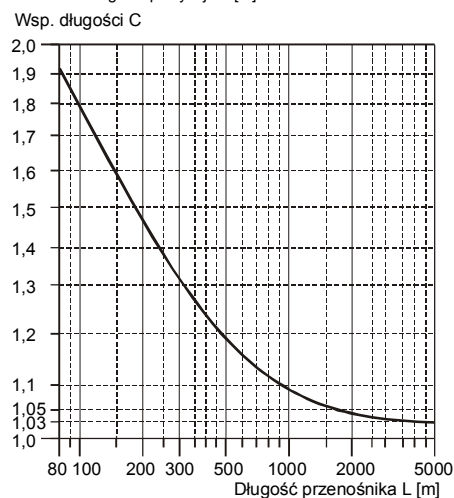
Współczynniki oporów ruchu - f

Fikcyjny współczynnik tarcia f określany jako współczynnik oporu ruchu obejmuje łącznie opory ruchu górnej i dolnej gałęzi przenośnika. Wartości współczynnika f podane w tablicy dotyczą obciążenia przenośnika ładunkiem w zakresie $70 \pm 110\%$ ustalonego obciążenia nominalnego i strzałki ugięcia taśmy nie przekraczającej 1% . Wzrost naciągu taśmy i zmniejszenie strzałki ugięcia, podobnie jak i zwiększenie średnicy kół napędzających, powoduje zmniejszenie wartości f . Dobrane z tablicy wartości współczynnika f^+ (taśma napędzana silnikiem) i f^- (taśma hamowana generatorowo) należy pomnożyć przez współczynnik $c_T > 1$ zwiększając go przy spadku temperatury otoczenia.

Przenośniki wznoszące, poziome lub nieznacznie opuszczające						
Warunki eksploatacji przenośnika	f + w zależności od prędkości taśmy					
	v [m/s]					
	1	2	3	4	5	6
Wykonanie normalne, ładunek z przeciętnym tarciem wewnętrznym	0,016	0,0165	0,017	0,018	0,02	0,022
Dobre ułożenie przenośnika, kółka lekko obracające się, ładunek z małym tarciem wewnętrznym	0,0135	0,014	0,015	0,016	0,017	0,019
Niekorzystne warunki ruchowe, ładunek z dużym tarciem wewnętrznym	0,023 ÷ 0,027					
Przenośniki oddziałowe w górnictwie podziemnym	0,027 ÷ 0,03					
Przenośniki transportujące silnie w dół						
Warunki eksploatacji przenośnika	f -					
Dobre ułożenie przenośnika przy normalnych warunkach ruchowych, ładunek z małym do średniego tarciem wewnętrznym	0,012 ÷ 0,016					

Współczynniki oporów ruchu - C(L)

Do obliczenia oporów skupionych potrzebna jest wartość współczynnika C . Opory skupione są wywołane przede wszystkim siłami bezwładności i siłami tarcia występującymi w rejonie punktu załadunkowego. Wartości współczynnika C w zależności od długości przenośnika L (wg DIN 22101) zestawiono w tablicy. Za pomocą tego współczynnika można dość dokładnie obliczać przenośniki o długości powyżej 80 [m].



Opory ruchu

$$W_C = W_G + W_S + W_H + W_D$$

Opory główne wyliczane są z wzoru:

$$W_G = f \cdot L \cdot [m'_k + (2 \cdot m'_t + m'_l) \cdot \cos \delta] \cdot g \quad [\text{N}]$$

Opory skupione określane są przy użyciu współczynnika C .

$$W_S = (C - 1) \cdot W_G \quad [\text{N}]$$

Opory podnoszenia określane są zależnościami:

$$W_H = H \cdot m'_l \cdot g \quad [\text{N}]$$

Rozdzielając opory ruchu na gałąź górną i dolną musimy uwzględnić zróżnicowane wartości f . Opory te będą zatem określane zależnościami:

$$W_g = C \cdot f_g \cdot L \cdot [m'_{kg} + (m'_t + m'_l) \cdot \cos \delta] \cdot g + H \cdot (m'_t + m'_l) \cdot g \quad [\text{N}]$$

$$W_d = C \cdot f_d \cdot L \cdot [m'_{kd} + m'_t \cdot \cos \delta] \cdot g - H \cdot m'_t \cdot g \quad [\text{N}]$$

Obliczenie i dobór mocy napędu

Niezbędną moc potrzebną do napędu przenośnika, która poprzez jeden lub jednocześnie kilka bębnow napędowych musi być przekazana taśmie, wyznaczają całkowite opory ruchu W_C .

$$N = \frac{W_C}{1000} \cdot v \quad [\text{kW}]$$

$$N_C = \frac{N}{\eta^+} \quad \text{lub} \quad N_C = N \cdot \eta^- \quad [\text{kW}]$$

Rodzaj napędu	napęd jednobębnowy η^+	napęd wielobębnowy η^+	napęd hamujący η^-
Elektrobęben	0,96		
Elektromechaniczny	0,94	0,92	
Elektromechaniczny + sprzęgło hydrokinetyczne	0,9	0,85	0,95 ÷ 1,0
Hydrauliczny	0,86	0,80	

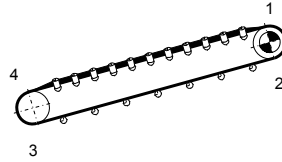
Obliczenia sił w taśmie

$$S_2 = \frac{W_c \cdot k_p}{e^{\mu \alpha} - 1}$$

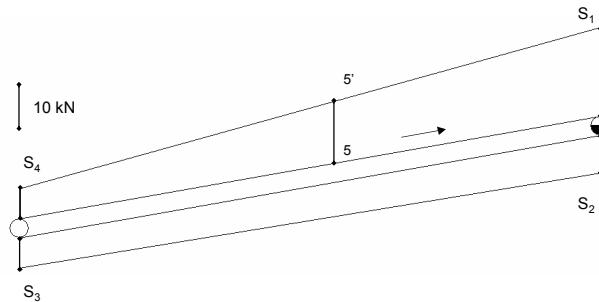
$$S_3 = S_2 + W_d$$

$$S_4 = S_3$$

$$S_1 = S_4 + W_g$$



korekta ze względu na zwis taśmy i wyznaczenie $S_{\max} = \text{MAX}(S_1; S_2; S_3; S_4)$ [N]



Dobór wytrzymałości taśmy

W najszerszym zakresie dobór taśmy przedstawia norma DIN 22101. Metoda doboru wytrzymałości taśmy według tej normy uwzględnia następujące czynniki:

- spadek wytrzymałości statycznej w złączu taśmy r_p ,
- maksymalna siła w taśmie w ruchu ustalonym $S_{\max}$,
- współczynnik bezpieczeństwa w ruchu ustalonym λ_u ,

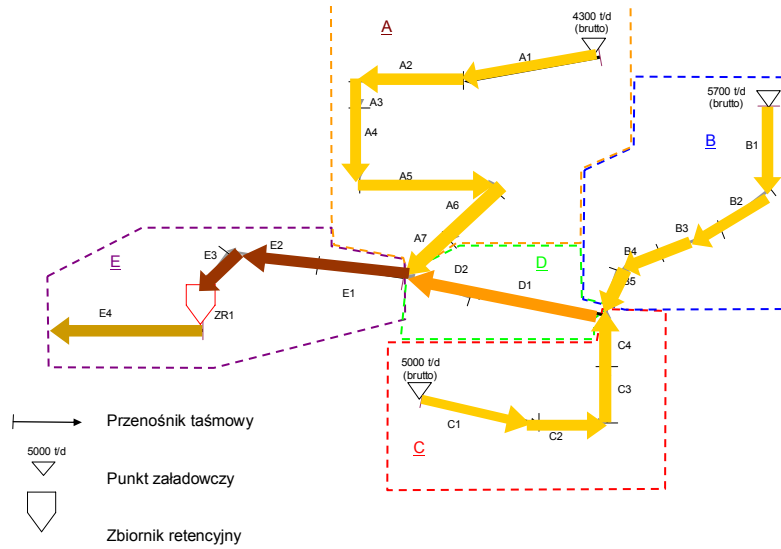
Dobierana wytrzymałość taśmy musi spełnić następującą zależność:

$$K_N > \frac{\lambda_u}{1 - r_p} \cdot \frac{S_{\max}}{B} \quad [\text{kN/m}]$$

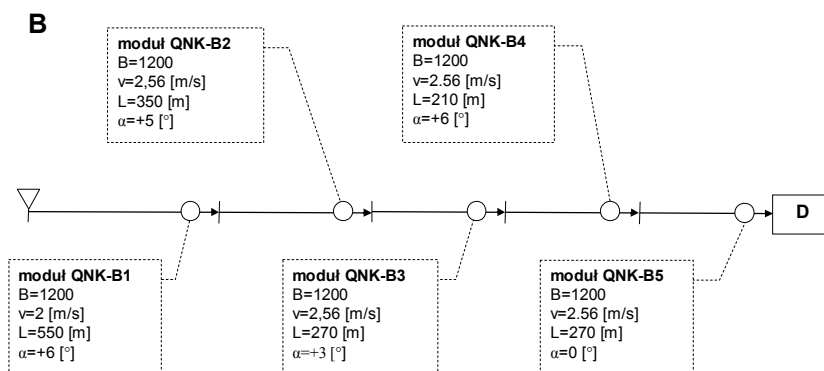
Material przekładki rdzenia	Rodzaj połączenia	Straty wytrzymałości r_p
B – bawełna P – poliamid E – poliester	połączenia zakładkowe w taśmach wieloprzekładowych *	1/z **
	połączenie bez straty przekładki	0
	taśma jednoprzekładowa	0,3
	rozbiernalność mechaniczna	> 0,4
St – stal	2	0
	3	0,5(n - 2)

Materiały przekładek	Warunki pracy	Ruch ustalony
		λ_u
Bawełna, Poliamid, Poliester, Stal	dobrze	6,7
	średnie	8,0
	złe	9,5

Symulacyjny model systemu transportowego



Zapis konfiguracji ciągu przenośników taśmowych



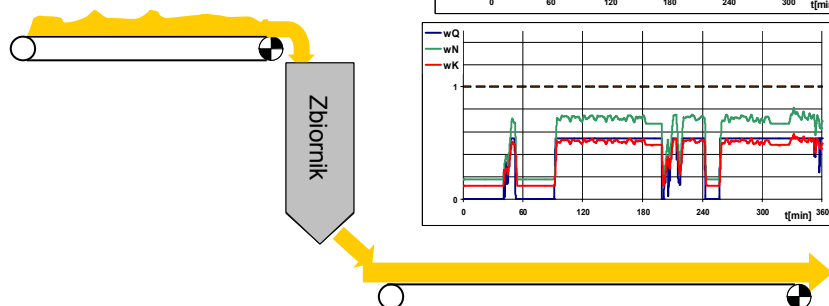
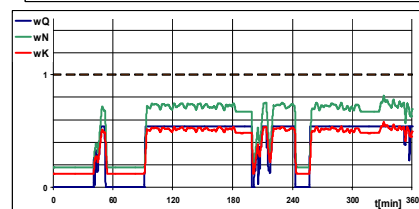
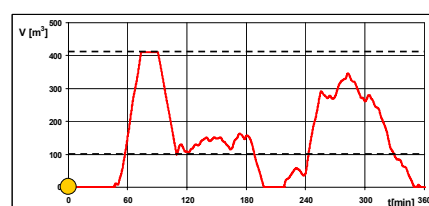
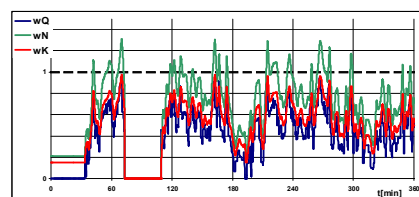
Wskaźniki wstępnej oceny poprawności doboru przenośników – wQ, wN, wK

$$wQ = \frac{Q_v(t)}{Q_{\max}}, \text{ wskaźnik wypełnienia przekroju niecki}$$

$$wN = \frac{N(t)}{N_{\text{inst}}}, \text{ wskaźnik wykorzystania mocy napędu}$$

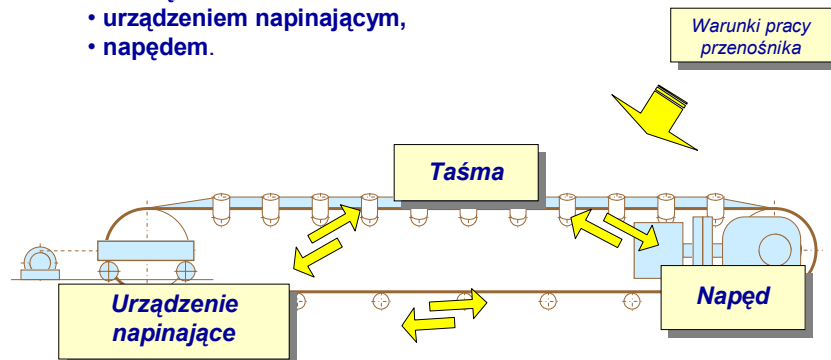
$$wK = \frac{K(t)}{K_{\text{nom}}}, \text{ wskaźnik wykorzystania wytrzymałości taśmy}$$

Badania symulacyjne



W poprawnie skonstruowanym przenośniku muszą istnieć właściwe relacje między:

- taśmą,
- urządzeniem napinającym,
- napędem.



QNK Pro

Program **QNK Pro** wykorzystuje algorytm obliczeń bazujący na normie DIN 22101, a jego zakres obejmuje wyznaczenie:

- ☐ **Q [t/h]** - maksymalnej wydajności masowej przenośnika wyznaczonej dla zainstalowanej mocy silników lub wyznaczonej dla określonego kształtu, prędkości strugi i rodzaju materiału transportowanego,
- ☐ **W [N]** - oporów ruchu przenośnika, z uwzględnieniem oporów skupionych występujących w miejscu załadunku przenośnika i oporów centrowania biegu taśmy,
- ☐ **N [kW]** - mocy napędu, niezbędnej do utrzymania przenośnika w ruchu ustalonym,
- ☐ **S [N]** - sił występujących w taśmie w ruchu ustalonym, podczas rozruchu i hamowania przenośnika dla dowolnego stanu obciążenia materiałem transportowanym,
- ☐ **L [godz]** - trwałości obliczeniowej łożysk kół z uwzględnieniem ich obciążenia wynikającego z działania sił ciężkości i sił wzdłużnych w taśmie,
- ☐ **K [kN/m]** - wytrzymałości taśmy dla założonych współczynników bezpieczeństwa

Jak poprawnie dobrać taśmę przy pomocy programu QNK?

- zebranie informacji
- weryfikacja uzyskanych danych i obliczenia

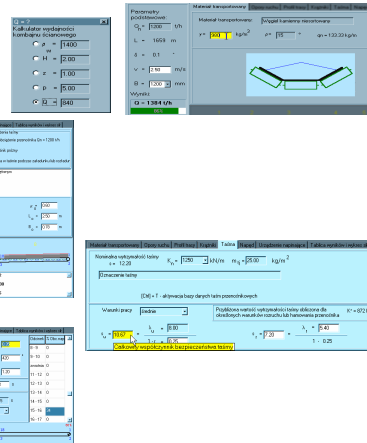
parametry podstawowe - wydajność przenośnika

współczynnik oporów ruchu

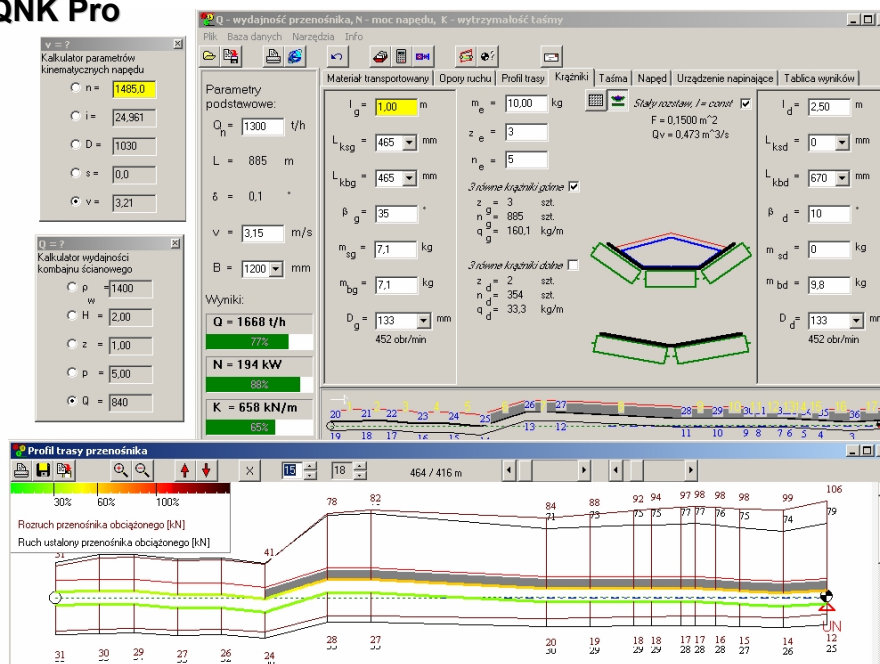
współczynnik bezpieczeństwa taśmy

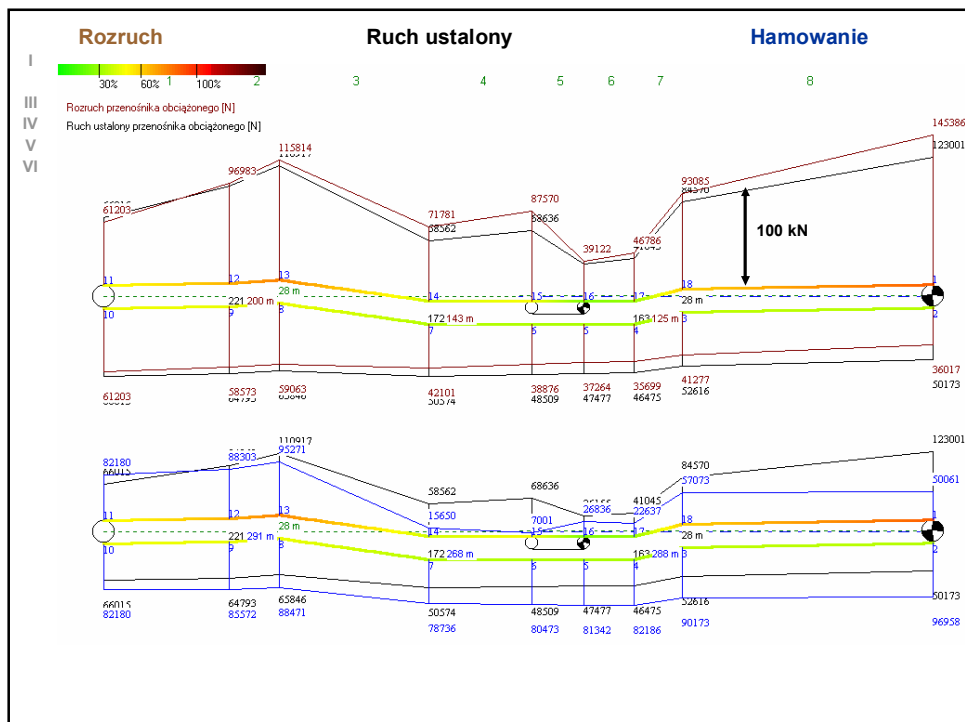
rozruch przenośnika

- analiza wyników obliczeń, komunikaty

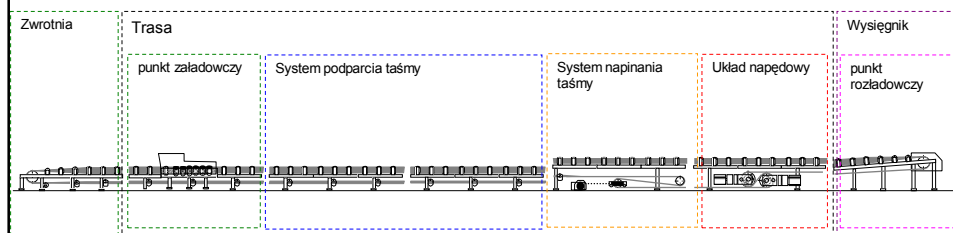


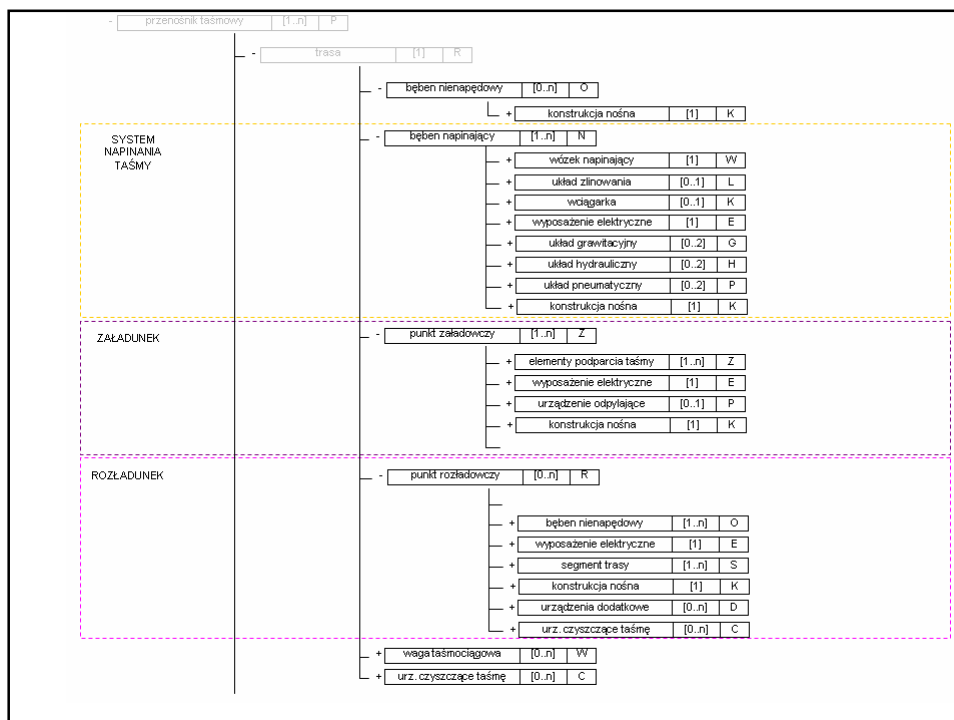
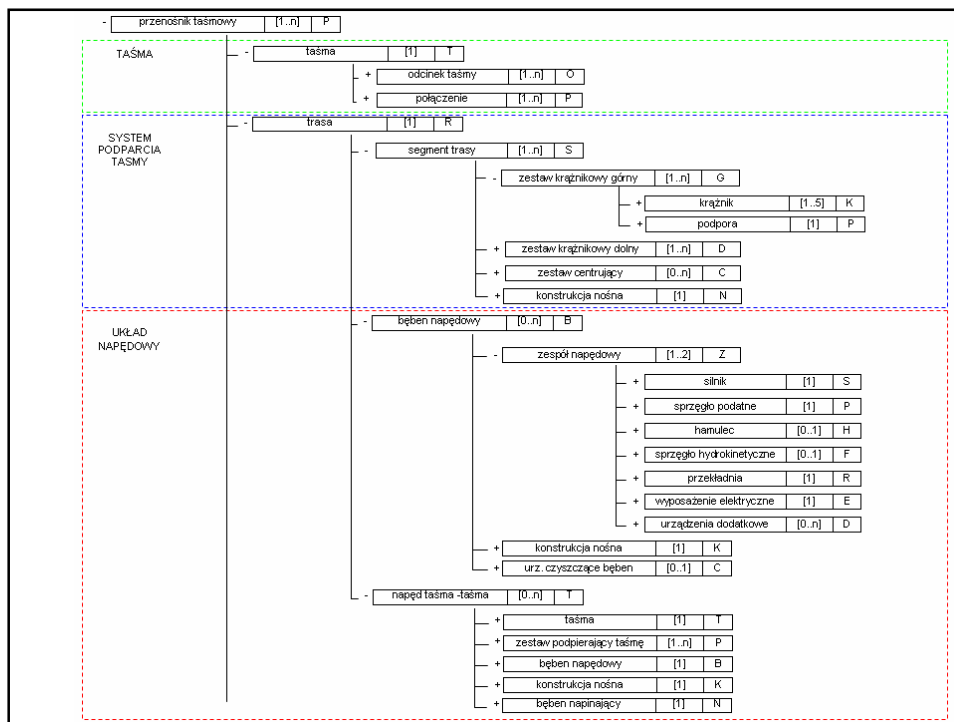
QNK Pro

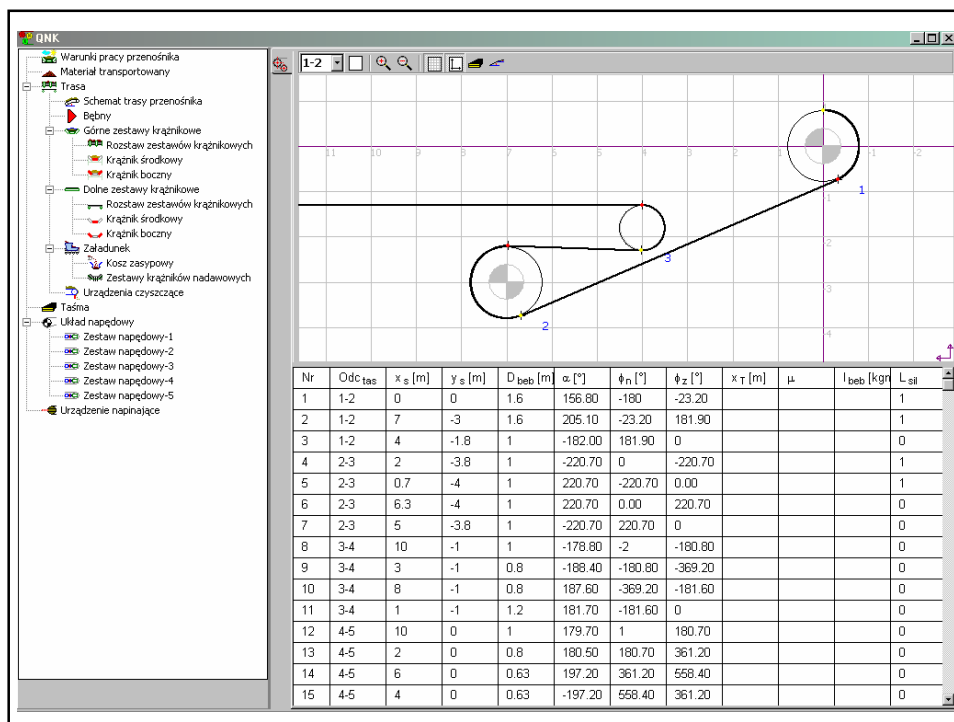
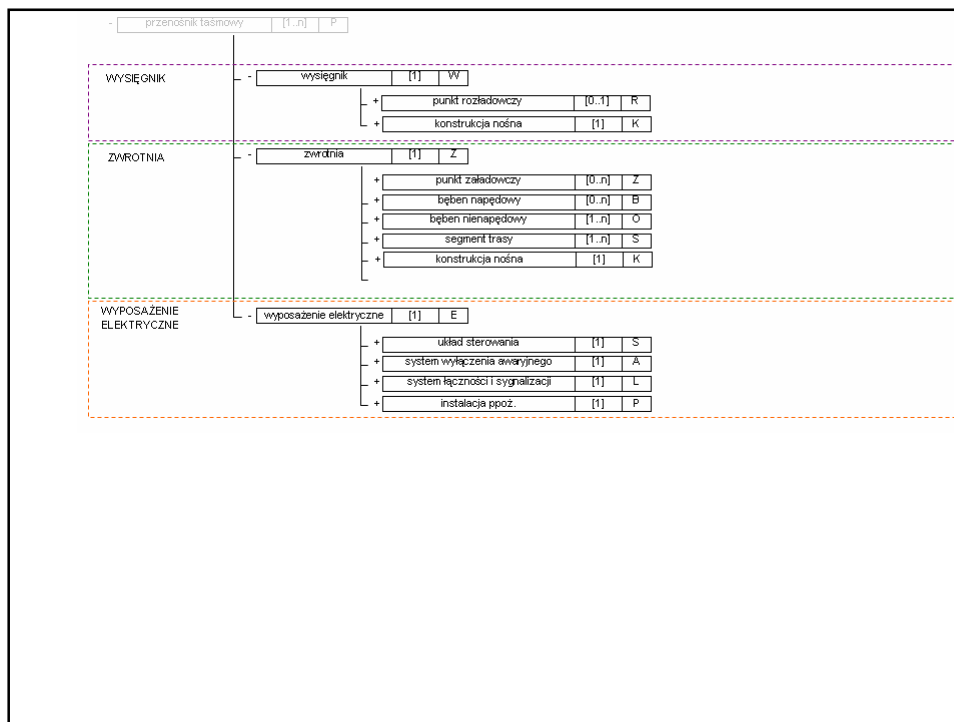




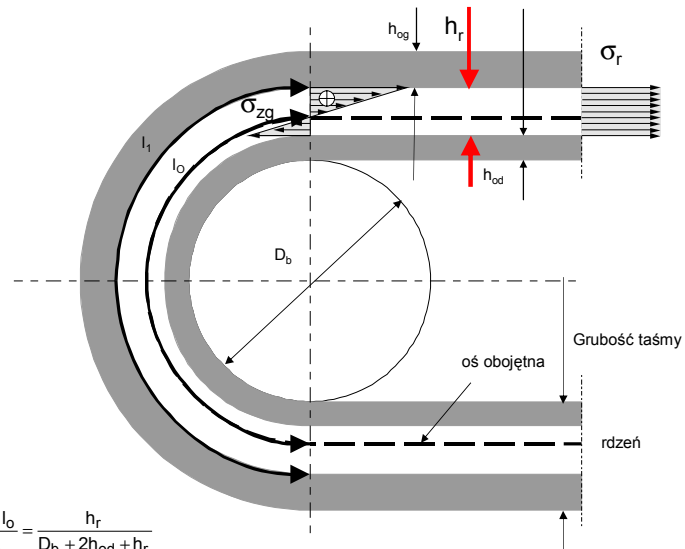
Model strukturalny przenośnika taśmowego





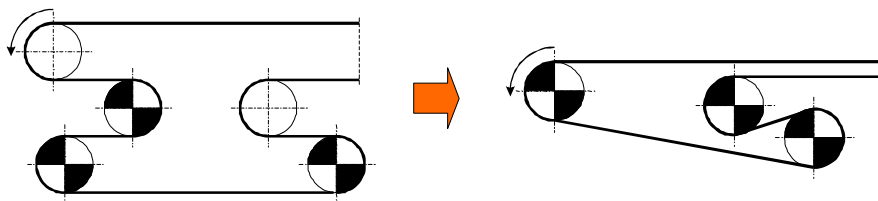


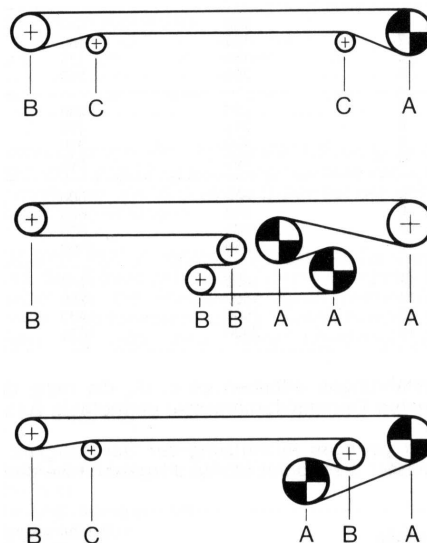
Dobór średnic bębnow Izotropowy model taśmy zginanej na bębnie



$$\epsilon_{\max} = \frac{\Delta l}{l} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{h_r}{D_b + 2h_{od} + h_r}$$

$$K_{zg \max} = E_d \epsilon_{\max} \text{ [N/mm]}$$





grupa A: bębny napędowe i wszystkie inne usytuowane w obszarze dużych wartości sił rozciągających taśmę w przenośniku,
 grupa B: bębny zwrotne w obszarze małych wartości sił rozciągających taśmę w przenośniku,
 grupa C: bębny odchylające (kierujące) zmieniające kierunek biegu taśmy o kąt ≤ 300 .

Dobór średnic bębnow

Do określenia minimalnej średnicy bębna normy podają prosty wzór:

$$D_b = c \cdot h_r \quad [\text{mm}]$$

gdzie:

c - współczynnik średnicy bębna, wartość dobierana jest z tablicy,
 h_r - grubość rdzenia taśmy, mm.

Materiał przenoszący siły wzdłużne w rdzeniu taśmy	c
B - bawełna	80
P - poliamid	90
E - poliester	108
St - linki stalowe	145

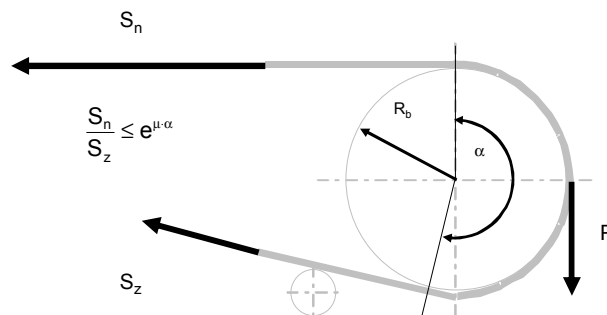
Np. dla EP

$$D_b = 108 \cdot 10 \text{ mm} = 1080 \quad [\text{mm}]$$

$$D_b = 1250 \quad [\text{mm}]$$

D ₀ = c · l _t	minimalna średnica bębna w mm (bez okładziny ciemnej)											
	Wskaźnik obciążenia bębna = $\left[\frac{K_{max}}{K_n} \cdot 8 \cdot 100\% \right]$											
	ponad 100%			60% + 100%			30% + 60%			0% + 30%		
	Bęben grupy			Bęben grupy			Bęben grupy			Bęben grupy		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
100	125	100		100								
125	160	125	100	125	100		100					
160	200	160	125	160	125	100	125	100		100	100	
200	250	200	160	200	160	125	160	125	100	125	125	100
250	315	250	200	250	200	160	200	160	125	160	160	125
315	400	315	250	315	250	200	250	200	160	200	200	160
400	500	400	315	400	315	250	315	250	200	250	250	200
500	630	500	400	500	400	315	400	315	250	315	315	250
630	800	630	500	630	500	400	500	400	315	400	400	315
800	1000	800	630	800	630	500	630	500	400	500	500	400
1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	630	500	630	630	500
1250	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	800	630	800	800	630
1400	1600	1400	1000	1400	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1600	1800	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1000	800	1000	1000	800
1800	2000	1800	1250	1800	1400	1250	1250	1600	1000	1250	1250	1000
2000	2200	2000	1400	2000	1600	1250	1600	1250	1000	1250	1250	1000

Wyznaczenie maksymalnej siły w taśmie $S_{r \max}$ na podstawie oszacowanej wartości siły rozruchowej P_r

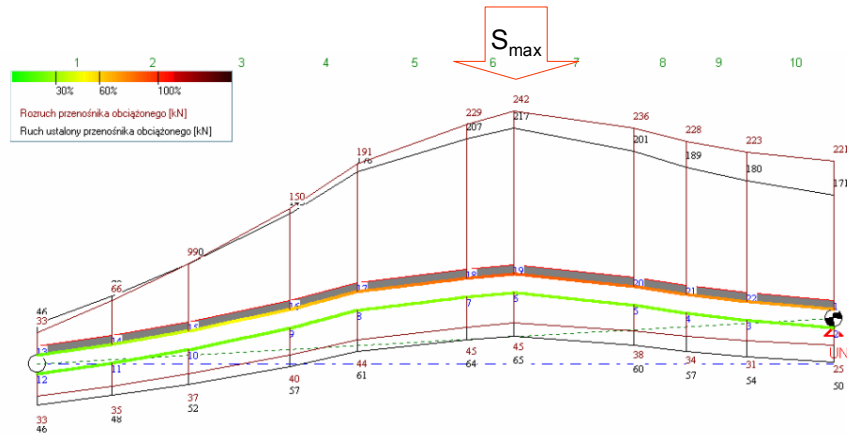


$$S_{r \max} = P_r \left(1 + \frac{k_p}{e^{\mu\alpha} - 1} \right)$$

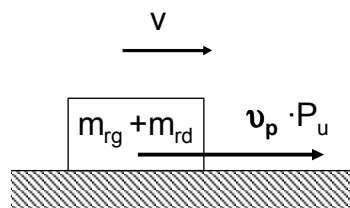
gdzie:

α - kąt opasania bębna napędowego [rad]
 μ - współczynnik tarcia między taśmą a bębniem
 k_p - współczynnik zabezpieczenia przed poślizgiem
 $S_{z,n}$ - siła w taśmie zbiegającej i nabiegającej [N]

Wyznaczenie rozkładu sił w taśmie podczas rozruchu przenośnika – QNK Pro



Model jednomasowy dynamiki przenośnika taśmowego

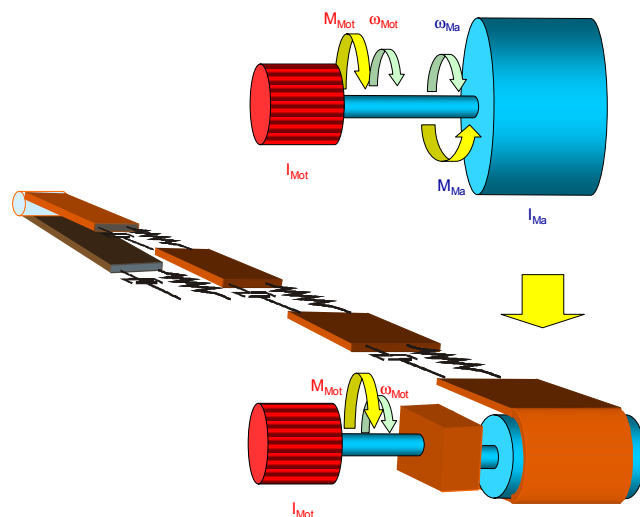


$$a_r = \frac{v}{t_r} \quad t_r = \frac{k}{v_p - 1} \cdot \frac{v}{P_u} (m_{rg} + m_{rd})$$

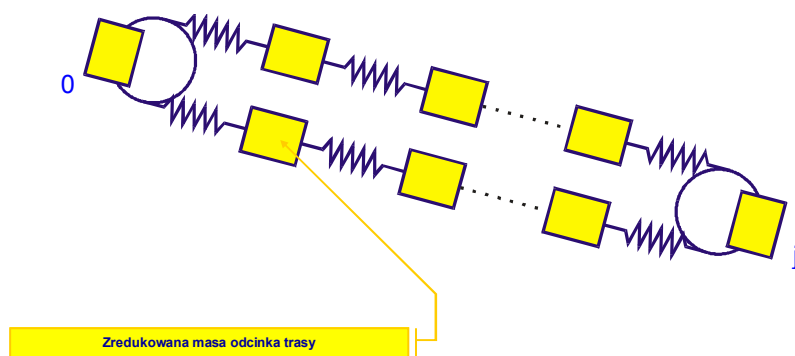
gdzie:

v_p – stosunek pociągowej siły rozruchowej do siły niezbędnej do utrzymania przenośnika w ruchu ustalonym
 P_u – siła obwodowa w ruchu ustalonym taśmy równa oporom ruchu przenośnika
 k – współczynnik uwzględniający wpływ elastyczności podłużnej taśmy

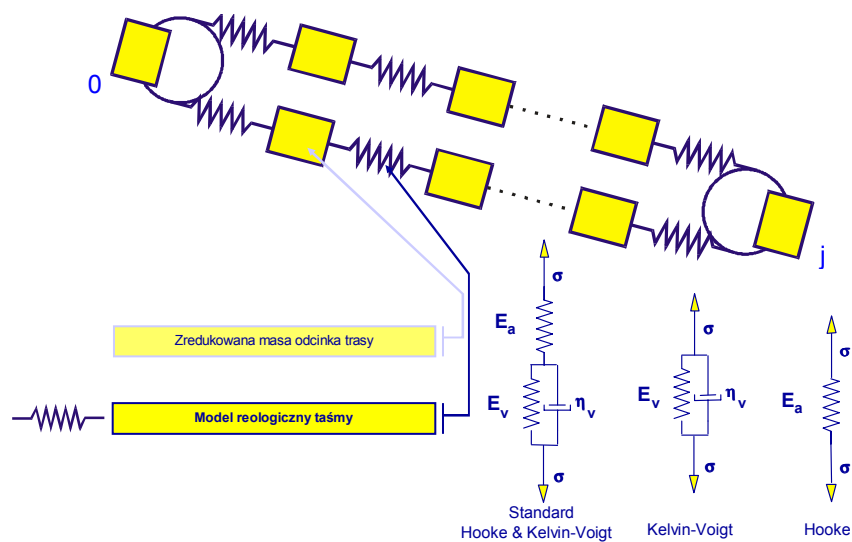
Wielomasowy dyskretny model przenośnika taśmowego



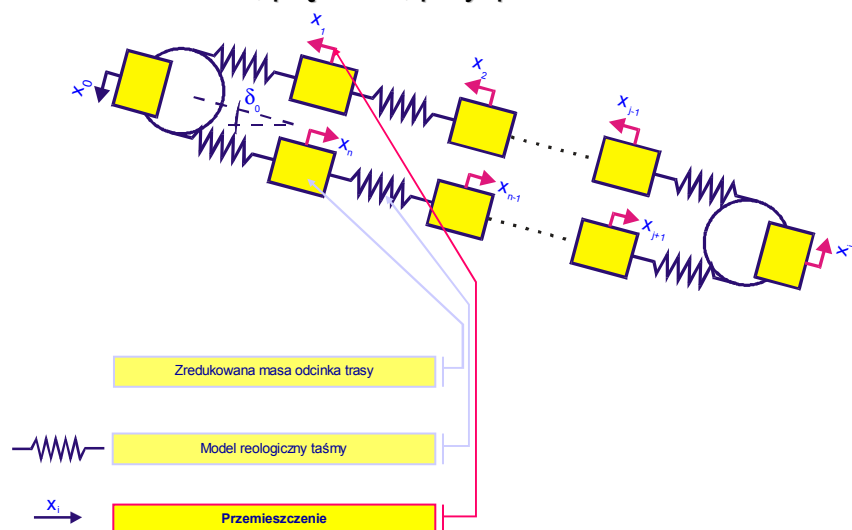
Redukcja mas elementów ruchomych



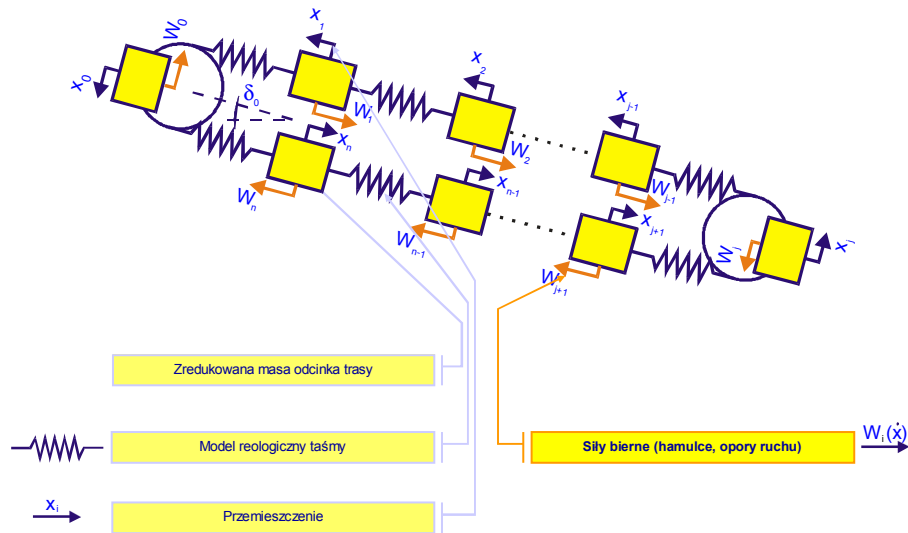
Model reologiczny taśmy



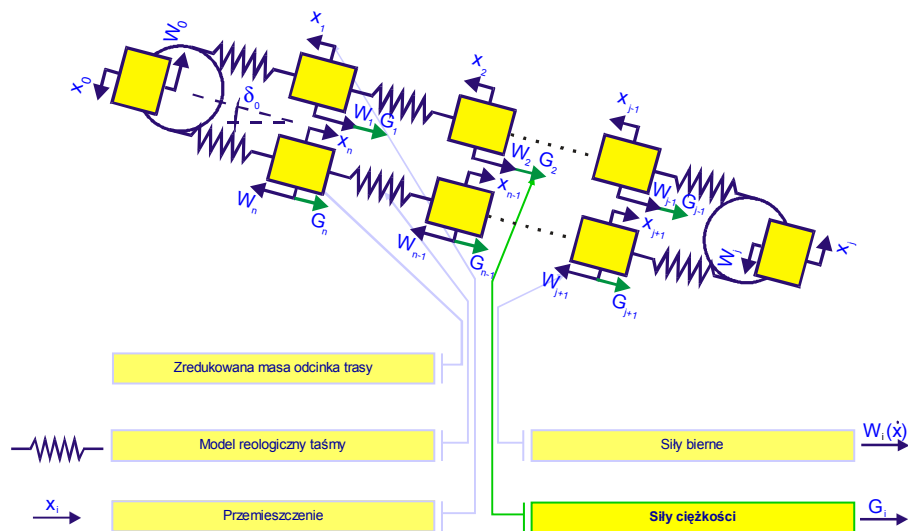
Przemieszczenie, prędkość, przyspieszenie



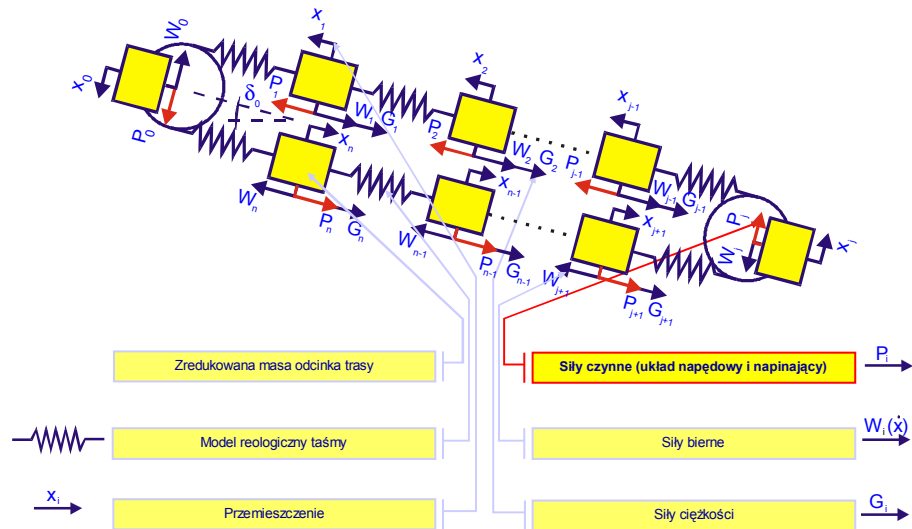
Siły bierne



Siły ciężkości

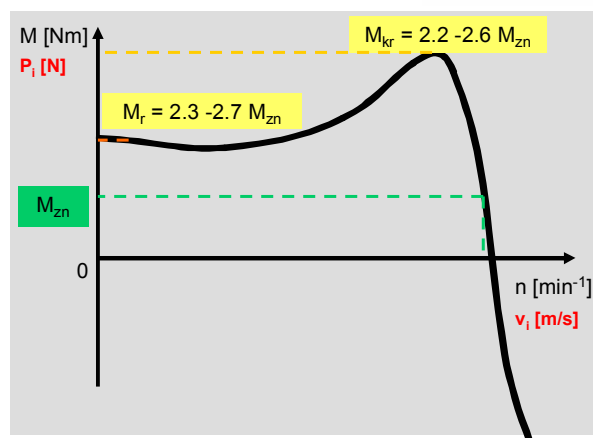
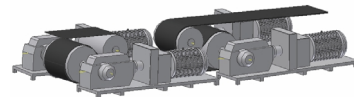


Siły czynne P_i

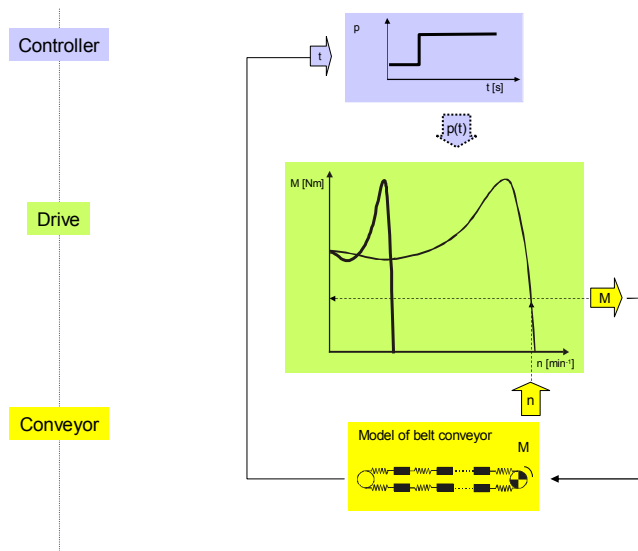


Siła napędowa P_i – model napędu

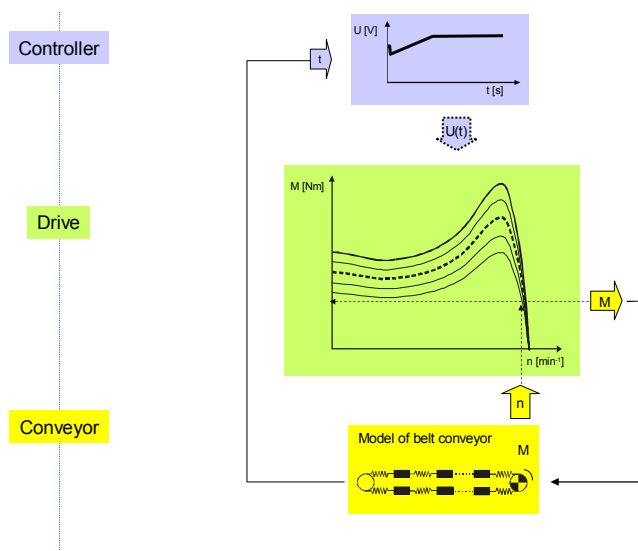
uproszczone modele układów rozruchowych



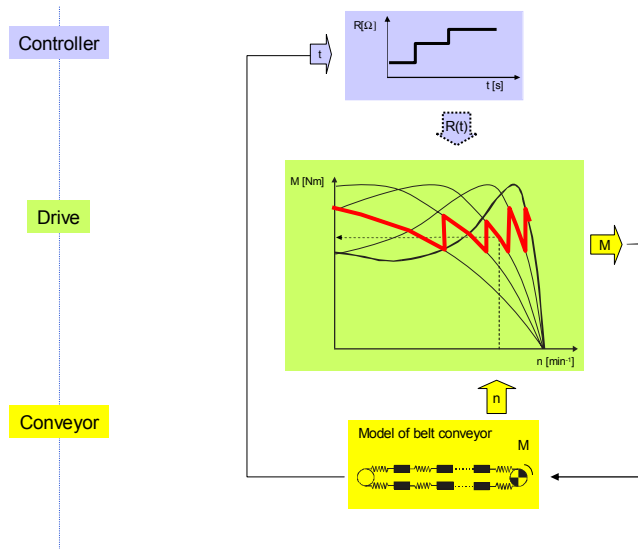
Silnik dwubiegowy



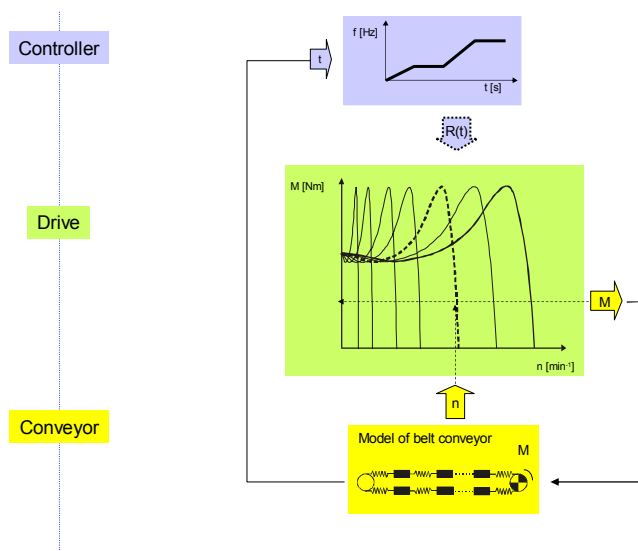
Tyrystorowy układ rozruchowy



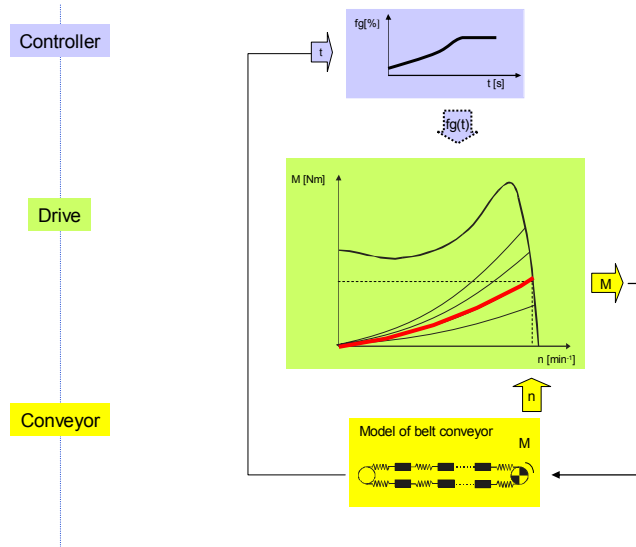
Stycznikowo-oporowy układ rozruchowy



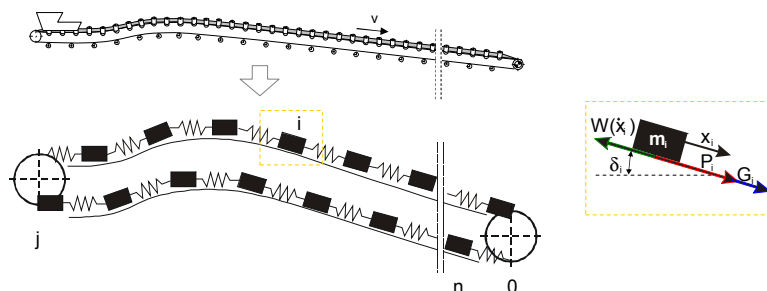
Przemiennik częstotliwości



Sprzęgła hydrokinetyczne



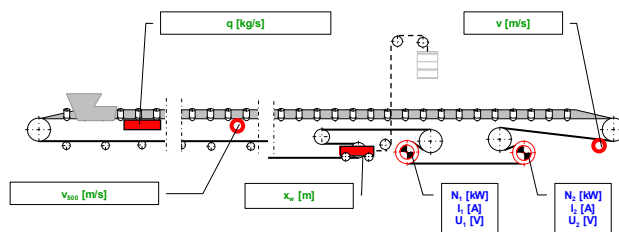
Badania symulacyjne



Badania symulacyjne przeprowadzone na takim modelu umożliwiają analizę wpływu na parametry pracy przenośnika:

- dowolnych charakterystyk napędów usytuowanych w różnych miejscach trasy przenośnika, charakterystyk hamulców,
- zastosowania dowolnych typów urządzeń napinających,
- własności reologicznych taśmy składającej się z różnych odcinków,
- zmiennego obciążenia przenośnika materiałem transportowanym.

Weryfikacja modelu wielomasowego



Pomiar

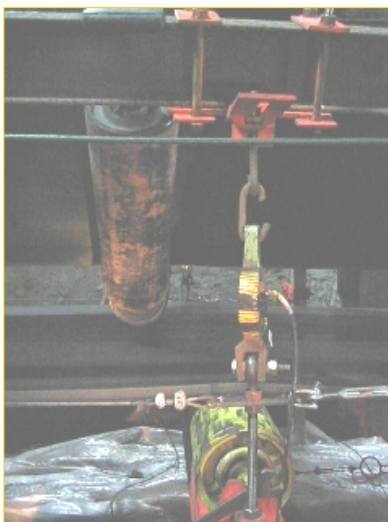
elektrycznych parameterów:

- prąd,
- napięcie,
- moc,
- $\cos \varphi$,

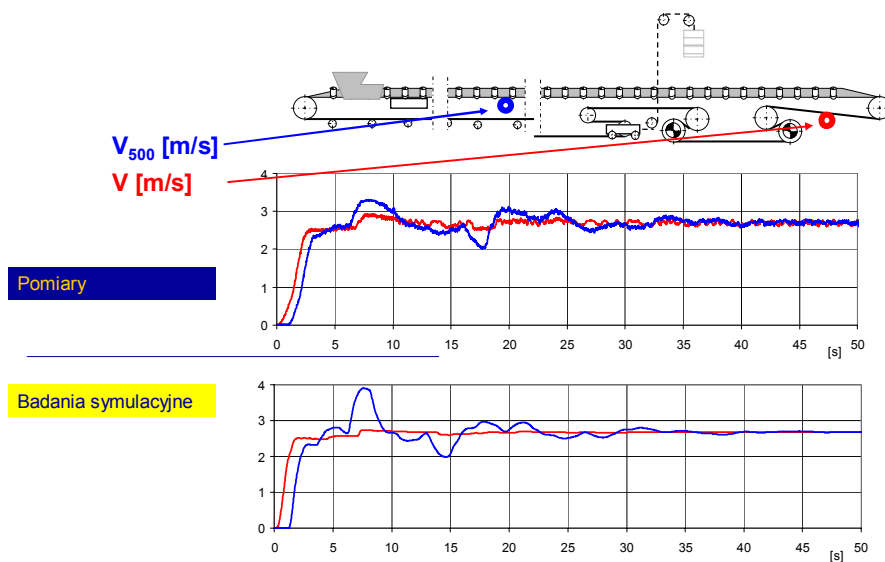
mechanicznych parameterów:

- przemieszczenie wózka
- prędkość taśmy w dwóch punktach trasy

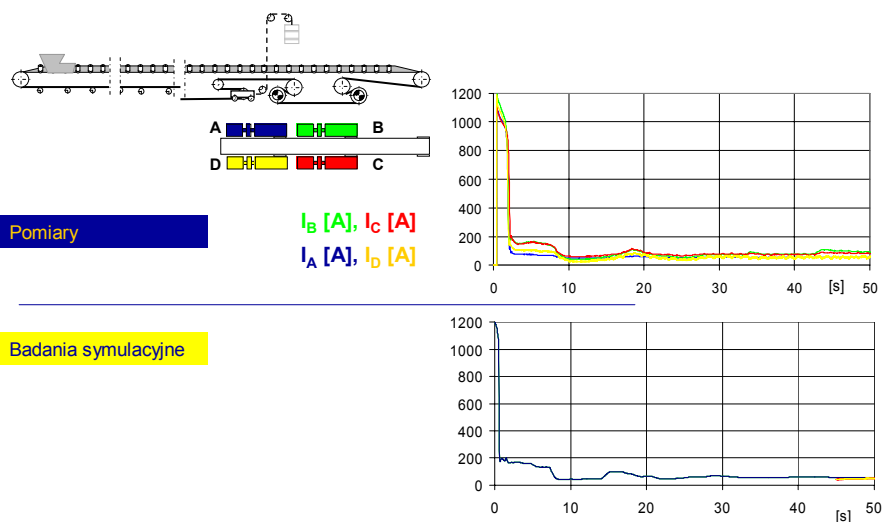
Rozruch przenośnika - zestaw dolny



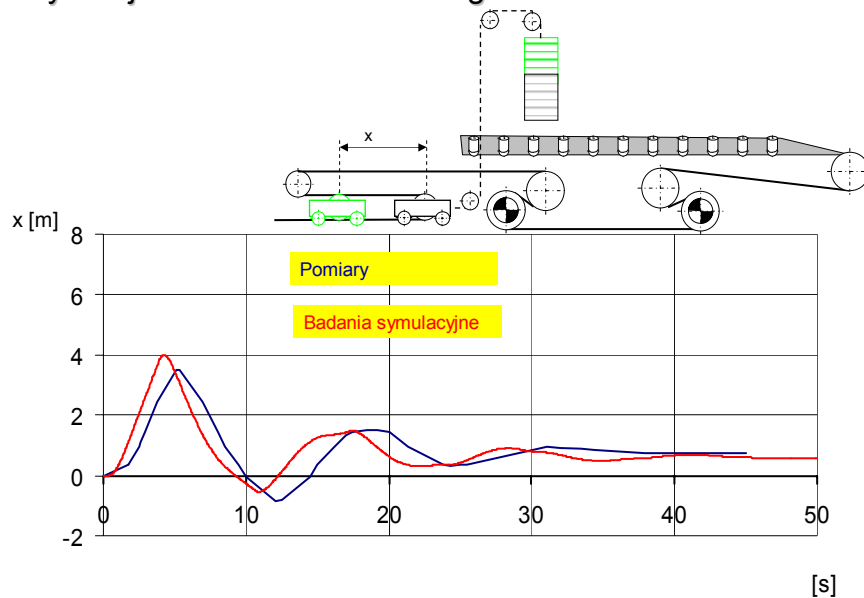
Weryfikacja modelu wielomasowego - PT-2 (TVVS)



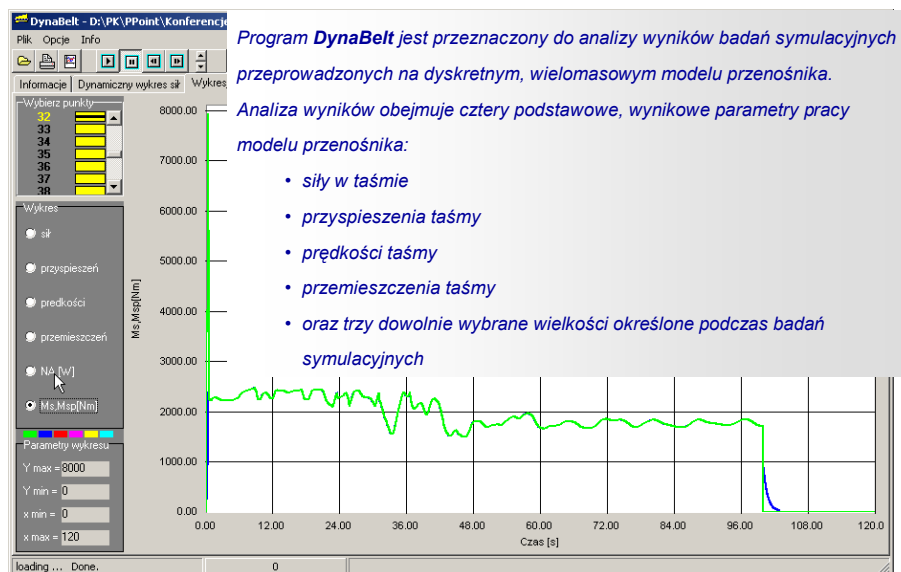
Weryfikacja modelu wielomasowego - PT-2 (TVVS)

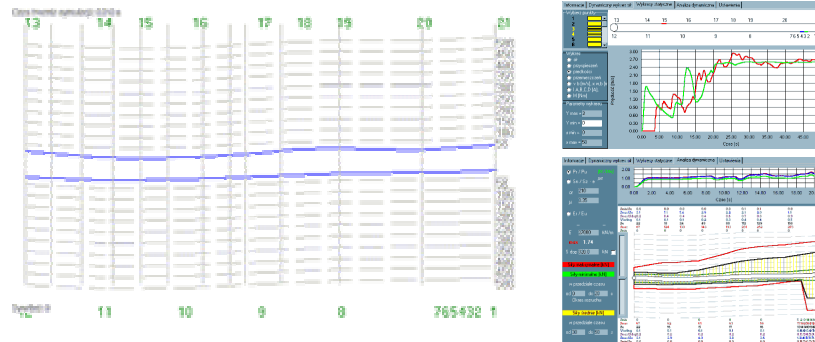
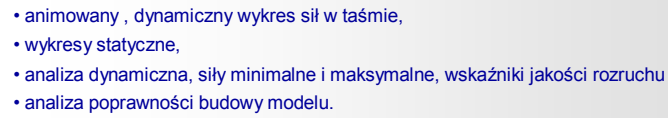


Weryfikacja modelu wielomasowego - PT-2



DynaBelt



[illegible]

Wskaźniki oceny pracy nieustalonej przenośnika (1)

$$w_1(i) = S_{\max, \min}(i)$$

Wartość maksymalnej i minimalnej siły w taśmie w czasie rozruchu lub hamowania

$$w_2(i) = \frac{\int_0^{t_r} S_i dt}{S_{\text{dop}} \cdot t_r}$$

Wskaźnik obiektywnej jakości rozruchu wg Vierlinga

$$w_3(i) = \frac{S_{\max}(i)}{S_{\text{dop}}}$$

Wskaźnik określający stosunek siły maksymalnej do siły dopuszczalnej

S	- siła rozciągająca taśmę [N],
P	- siła napędowa [N],
i	- identyfikator miejsca, punktu na trasie przenośnika,
d	- indeks oznaczający, że wartość parametru dotyczy dynamicznego, nieustalonego stanu pracy np. rozruchu, hamowania,
u	- indeks oznaczający okres pracy ustalonej przenośnika,
n	- indeks oznaczający wartość siły w taśmie nabeigającej na bęben napędowy,
z	- indeks oznaczający wartość siły w taśmie zbiegającej z bębna napędowego,
min, max	- wartość minimalna, maksymalna w analizowanym okresie pracy
dop	- wartość dopuszczalna
tr	- czas rozruchu [s]

Wskaźniki oceny pracy nieustalonej przenośnika (2)

$$w_4(t) = \frac{S_n(t)}{S_z(t) \cdot e^{\mu \alpha}}$$

Wskaźnik poślizgu - stosunek wartości sił w taśmie nabeigającej i zbiegającej z bębnow napędowych do założonej (jako bezpiecznej) wartości $e^{\mu \alpha}$.

$$w_5(t) = \frac{P_d(t)}{P_u}$$

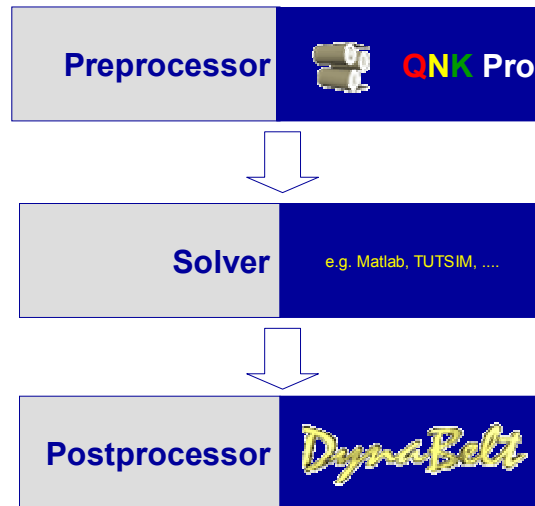
Wskaźnik nadwyżki dynamicznej - stosunek siły rozruchowej P_r do siły napędowej podczas ruchu ustalonego P_u

$$w_6(t) = \frac{E_d(t)}{E_u}$$

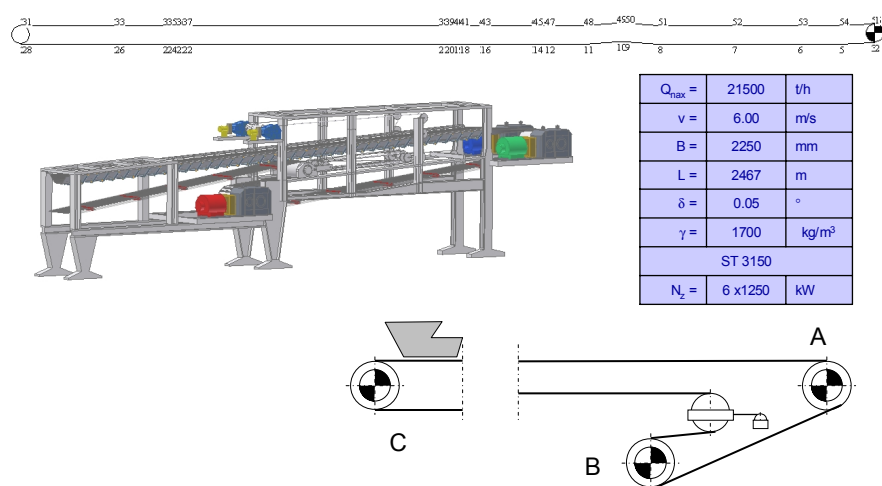
Wskaźnik w_6 - stosunek sprężystej energii potencjalnej gromadzonej w taśmie podczas analizowanego, nieustalonego czasu pracy do sprężystej energii potencjalnej zmagazynowanej w taśmie podczas pracy ustalonej

S	- siła rozciągająca taśmę [N],
P	- siła napędowa [N],
i	- identyfikator miejsca, punktu na trasie przenośnika,
d	- indeks oznaczający, że wartość parametru dotyczy dynamicznego, nieustalonego stanu pracy np. rozruchu, hamowania,
u	- indeks oznaczający okres pracy ustalonej przenośnika,
n	- indeks oznaczający wartość siły w taśmie nabeigającej na bęben napędowy,
z	- indeks oznaczający wartość siły w taśmie zbiegającej z bębna napędowego,
min, max	- wartość minimalna, maksymalna w analizowanym okresie pracy
dop	- wartość dopuszczalna
tr	- czas rozruchu [s]

Aplikacje

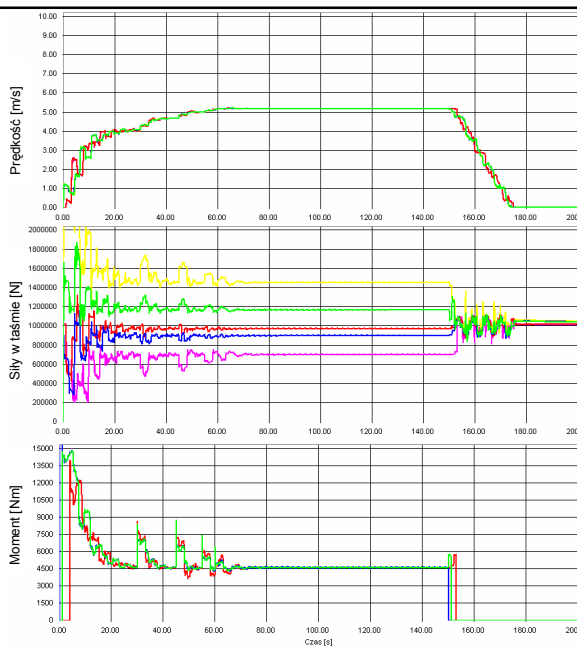
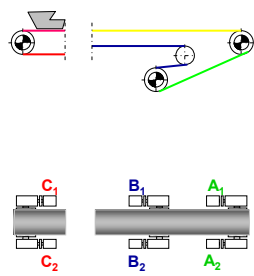


Aplikacje



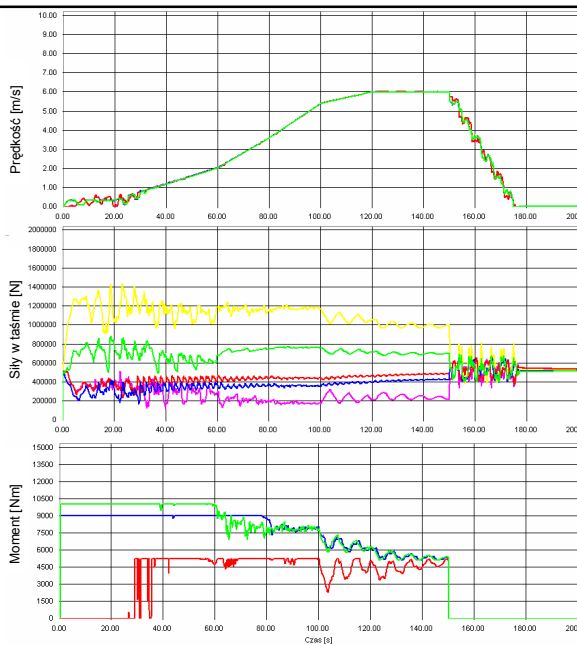
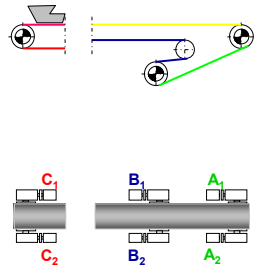
Aplikacje

- $L = 2500$ m, poziomy
- $ST = 3150$ kN/m,
- $Q = 21500$ t/h,
- 4×1250 kW + 2×1250 kW
- Układ rozruchowy oporowo-
stycznikowy



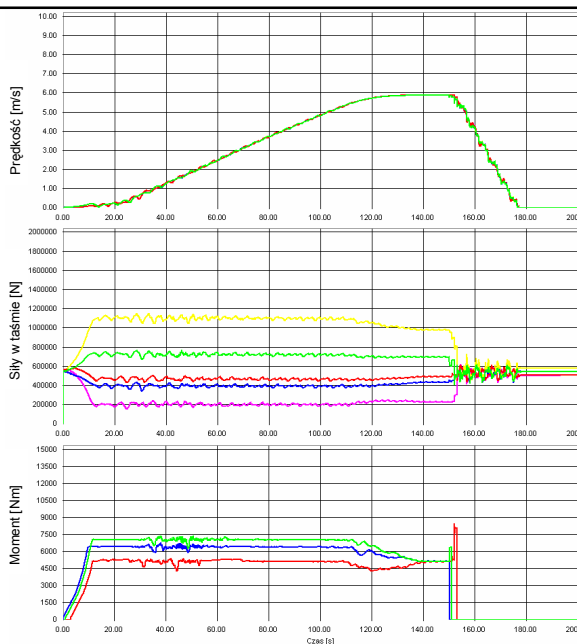
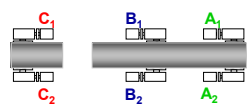
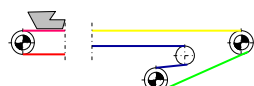
Aplikacje

- $L = 2500$ m, poziomy
- $ST = 3150$ kN/m,
- $Q = 21500$ t/h,
- 4×1250 kW + 2×1250 kW
- **Przemiennik częstotliwości –
brak układu regulacji momentu
napędowego**
- $M_{A \max} = 10000$ Nm,
- $M_{B \max} = 9000$ Nm,
- $M_{C \max} = 5200$ Nm



Aplikacje

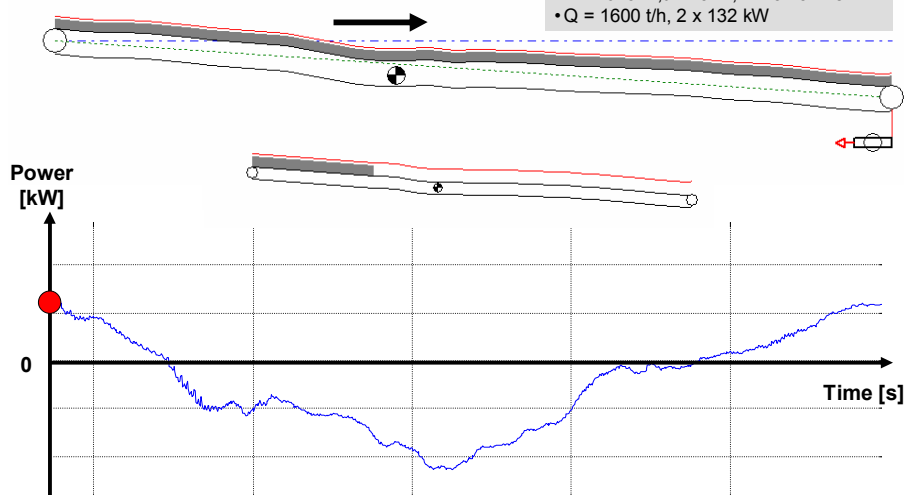
- $L = 2500$ m, poziomy
- $ST = 3150$ kN/m,
- $Q = 21500$ t/h,
- 4×1250 kW + 2×1250 kW
- **DTPKL sprzęgła hydrodynamiczne**
- $M_{A \max} = 7150$ Nm,
- $M_{B \max} = 6500$ Nm,
- $M_{C \max} = 5200$ Nm
- Sekwencyjny start silników

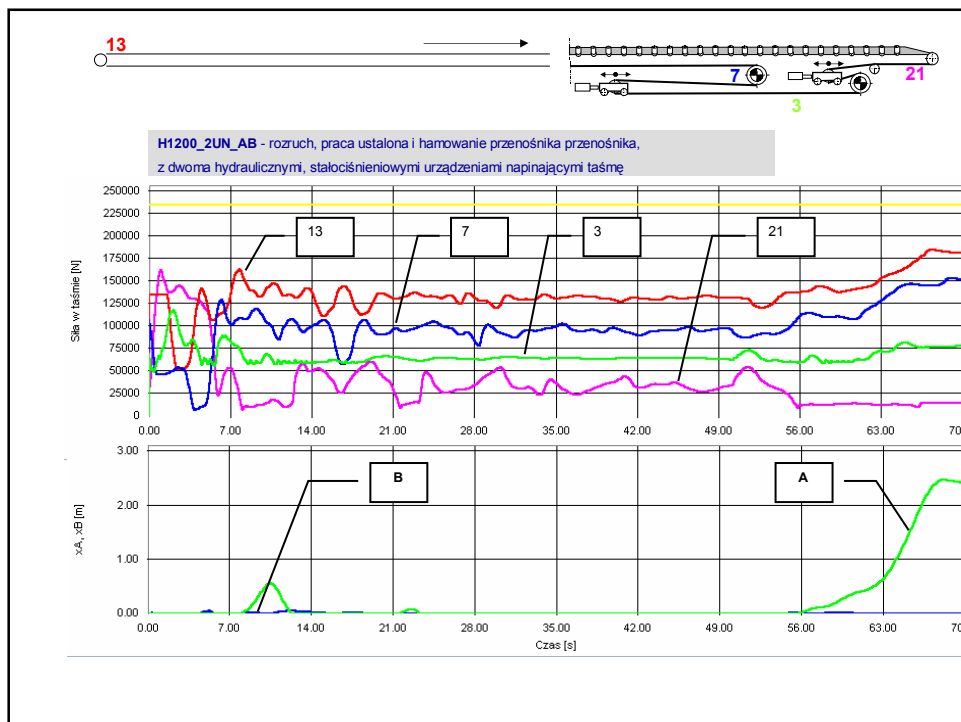


Aplikacje

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 116 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 338

- $L = 1625$ m, $\delta = -3.7^\circ$, $v = 3.15$ m/s
- $Q = 1600$ t/h, 2×132 kW





Przenośnik taśmowy z pętlicowym nadążnym urządzeniem napinającym taśmę

- usunięcie drugiego wózka napinającego
- wyeliminowanie układu zlinowania (lin i krążków)
- możliwość zrezygnowania z dodatkowego zasobnika taśmy
- dwukrotne obniżenie prędkość jazdy wózka napinającego

