

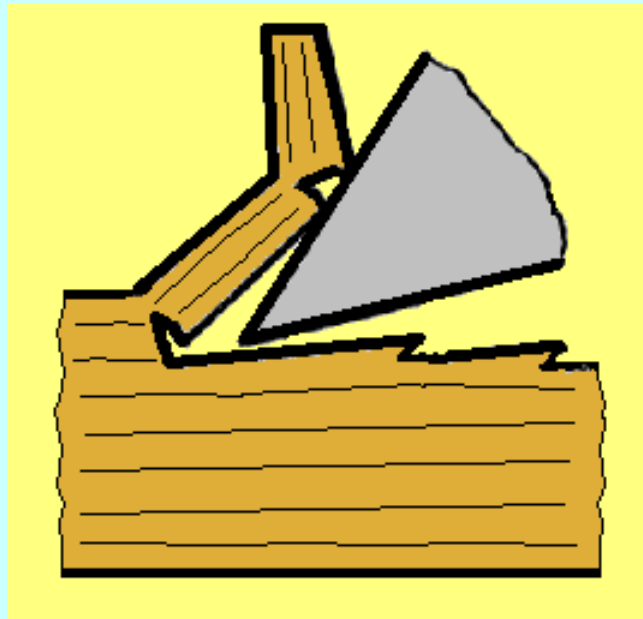
MODELOWANIE SIŁ SKRAWANIA DREWNA

Dr hab. Bolesław Porankiewicz

LAB TECH, Radomsko, Poland

Dr hab. Grzegorz Wieloch

University of Life Science - SGGW, Warsaw, Poland



Konferencja Użytkowników KDM
PCSS, Poznań 2017

PLAN PREZENTACJI

1. Wprowadzenie do problemu

2. Modele zależności głównej (F_C) i normalnej (F_N) siły skrawania od wybranych parametrów

3. Metodyka badań

4. Metoda poszukiwania najlepszych estymatorów teoretycznych zależności

$$F_C \text{ i } F_N = f(a_P, \gamma_F, R_B, R_{C\parallel}, R_{T\perp}, R_{S\parallel})$$

5. Wyniki poszukiwań najlepszych estymatorów zależności F_C i $F_N = f(a_P, \gamma_F, R_B, R_{C\parallel}, R_{T\perp}, R_{S\parallel})$

6. Wnioski

1. Wprowadzenie

Celem obecnej pracy było opracowanie zależności sił skrawania: - głównej F_C oraz odporu F_N , od parametrów obróbkowych oraz własności wytrzymałościowych, wykorzystując wyniki badań zawarte w PhD N. Franza z 1952.

N. Franz w PhD po raz pierwszy w literaturze określił istotne własności wytrzymałościowe badanego drewna dla 3 gatunków drewna i 3 różnych wilgotności.

N. Franz w PhD wykonał najbardziej obszerne w literaturze doświadczenie w zakresie pomiaru sił skrawania drewna (z liczbą wariantów 369).

Jednak pomiary wykonał jedynie dla wzdłużnego kierunku skrawania, dla 2 parametrów obróbkowych, przy bardzo małej prędkości skrawania, a własności wytrzymałościowe wykorzystał jedynie do analizy postaci wióra.

2. Modele matematyczne

zależności siły głównej F_C i siły odporu F_N od parametrów skrawania oraz własności wytrzymałościowych:

$$F_C = b_1 + b_2 \cdot a_P^{b3} \cdot \gamma_F^{b4} \cdot R_B^{b5} \cdot R_{C//}^{c6} \cdot R_{T\perp}^{b7} \cdot R_{S//}^{b8} + A + B \quad (\text{N})$$

$$A = b_9 \cdot a_P^{b10} \cdot \gamma_F^{b11} + b_{12} \cdot a_P^{b13} \cdot R_B^{b14} + b_{15} \cdot a_P^{b16} \cdot R_{C//}^{b17} + b_{18} \cdot a_P^{b19} \cdot R_{T\perp}^{b20}$$

$$B = b_{21} \cdot a_P^{b22} \cdot R_{S//}^{b23} + b_{24} \cdot \gamma_F^{b25} \cdot R_B^{b26} + b_{27} \cdot \gamma_F^{b28} \cdot R_{C//}^{b29}$$

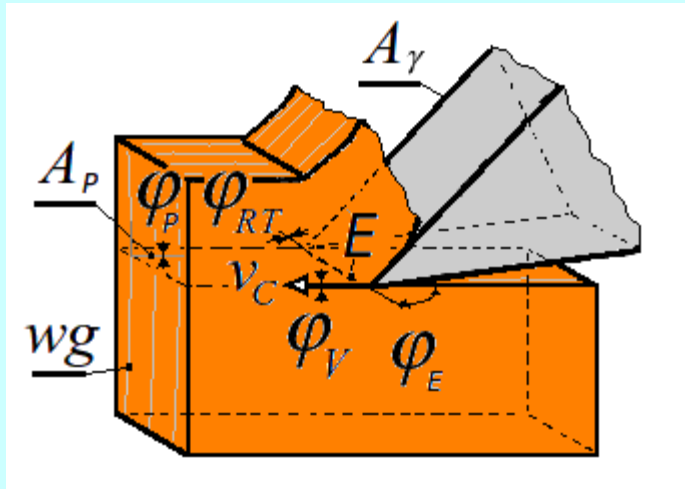
$$F_N = c_1 + c_2 \cdot a_P^{c3} \cdot \gamma_F^{c4} \cdot R_B^{c5} \cdot R_{C//}^{c6} \cdot R_{T\perp}^{c7} \cdot R_{S//}^{c8} + C + D \quad (\text{N})$$

$$C = c_9 \cdot a_P^{c10} \cdot \gamma_F^{c11} + c_{12} \cdot a_P^{c13} \cdot R_B^{c14} + c_{15} \cdot a_P^{c16} \cdot R_{C//}^{c17} + c_{18} \cdot a_P^{c19} \cdot R_{T\perp}^{c20}$$

$$D = c_{21} \cdot a_P^{c22} \cdot R_{S//}^{c23} + c_{24} \cdot \gamma_F^{c25} \cdot R_{C//}^{c26} + c_{27} \cdot \gamma_F^{b28} \cdot R_{T\perp}^{c29} + c_{30} \cdot \gamma_F^{b31} \cdot R_{S//}^{c32}$$

Zostały wybrane spośród modeli linowych, wielomianowych i wykładniczych.

3. Metodyka badań



Skrawanie płaskie

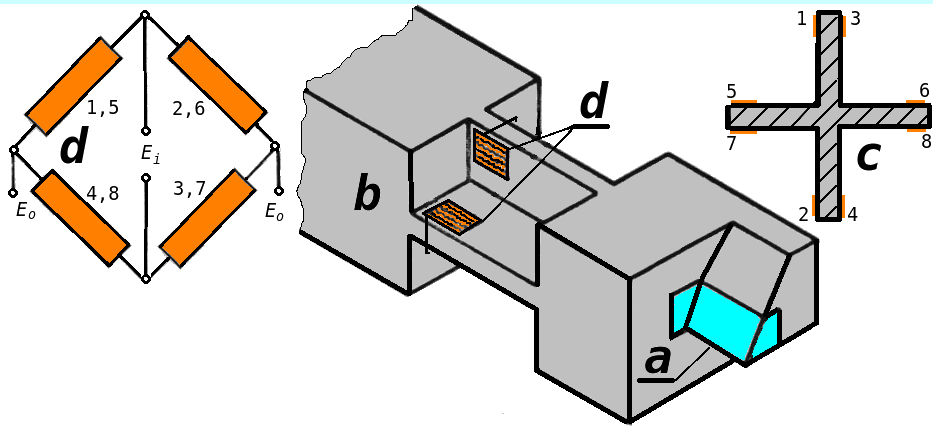
Wzdłużny, promieniowy kierunek skrawania

3 wilgotności drewna: 1.5; 8; 30%

6 grubości wióra

6 kątów natarcia

Prędkość skrawania 0.001 m/s



N. Franz zrealizował tensometryczny pomiar sił skrawania, F_C i F_N dla 3 gatunków drewna

Gatunki drewna będące obiektem badań



Sugar Pine

(Pinus lambertiana)



Yellow Birch

(Betula alleghanensis)



White Ash

(Fraxinus americana)

Własności wytrzymałościowe, przy wilgotności 8 %:

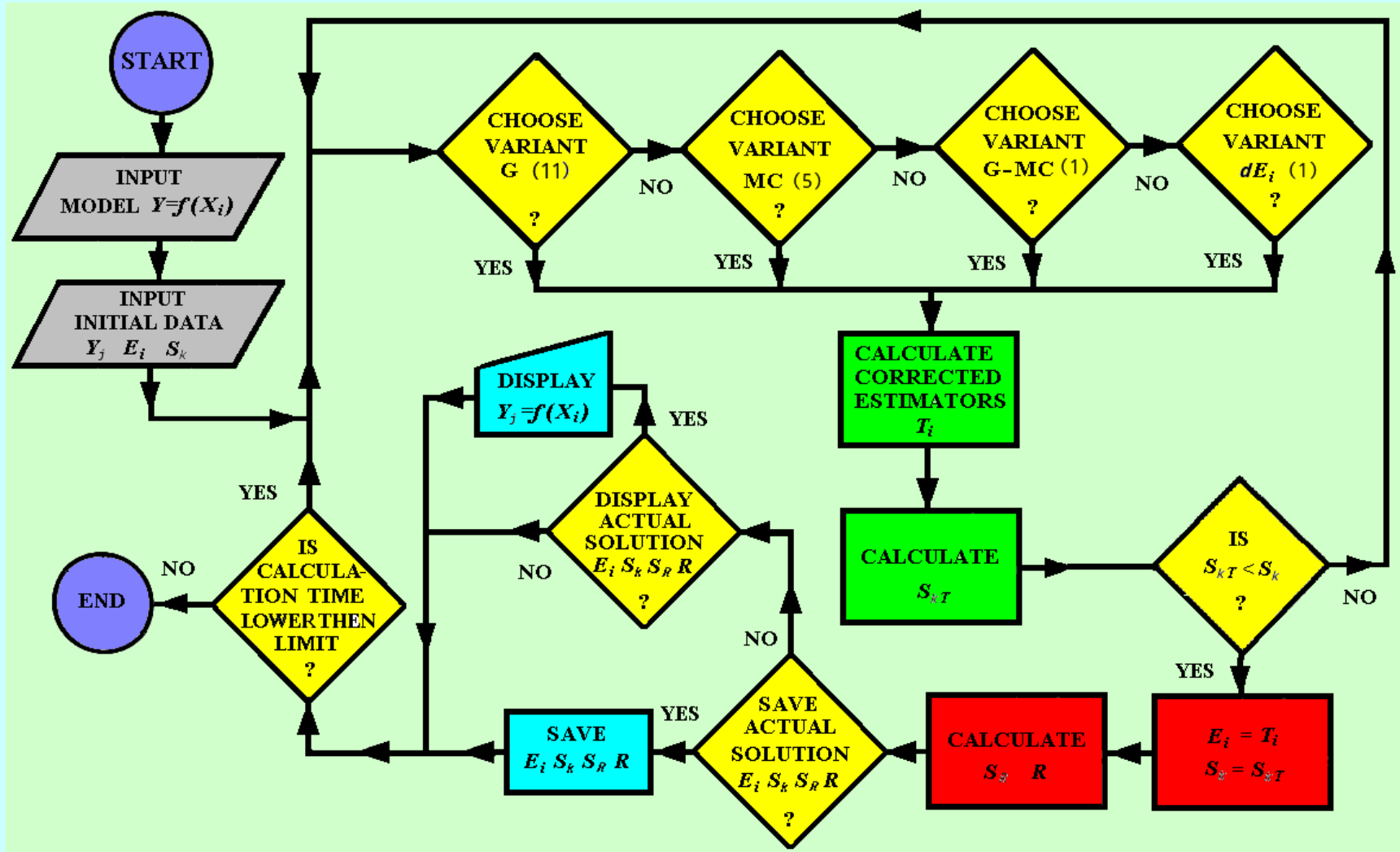
- wytrzymałość na zginanie prostopadle, $R_B < 75.8^P; 135.8^B; 97.2^A$ MPa>
- wytrzymałość na ściskanie równoległe, $R_{C//} < 58.7^P; 44^B; 44.8^A$ MPa>
- wytrzymałość na rozciąganie prostopadle $R_{T\perp} < 5.1^P; 1.7^B; 6.9^A$ MPa>
- wytrzymałość na ścinanie równoległe $R_{S//} < 6.3^P; 11.3^B; 13.1^A$ MPa>

Warunki skrawania

- grubości wióra $a_P = 0.051, 0.127, 0.254, 0.381, 0.508, 0.762$ mm,
 - szerokość skrawania $w_S = 6.35$ mm (0.25 inch),
 - kąty kierunkowe: $\varphi_K = 90^\circ, \varphi_V = 0^\circ, \varphi_S = 0^\circ,$
- kąt kierunkowy krawędzi skrawającej w odniesieniu do przyrostów sezonowych $\varphi_{RT} = 0^\circ$.
 - kąty natarcia $\gamma_F = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ,$
 - kąt przyłożenia $\alpha_F = 15^\circ,$
 - kąt pochylenia krawędzi skrawającej $\lambda_P = 0^\circ,$
 - ostra krawędź skrawająca
(zaokrąglenia ostrza nie zmierzono).

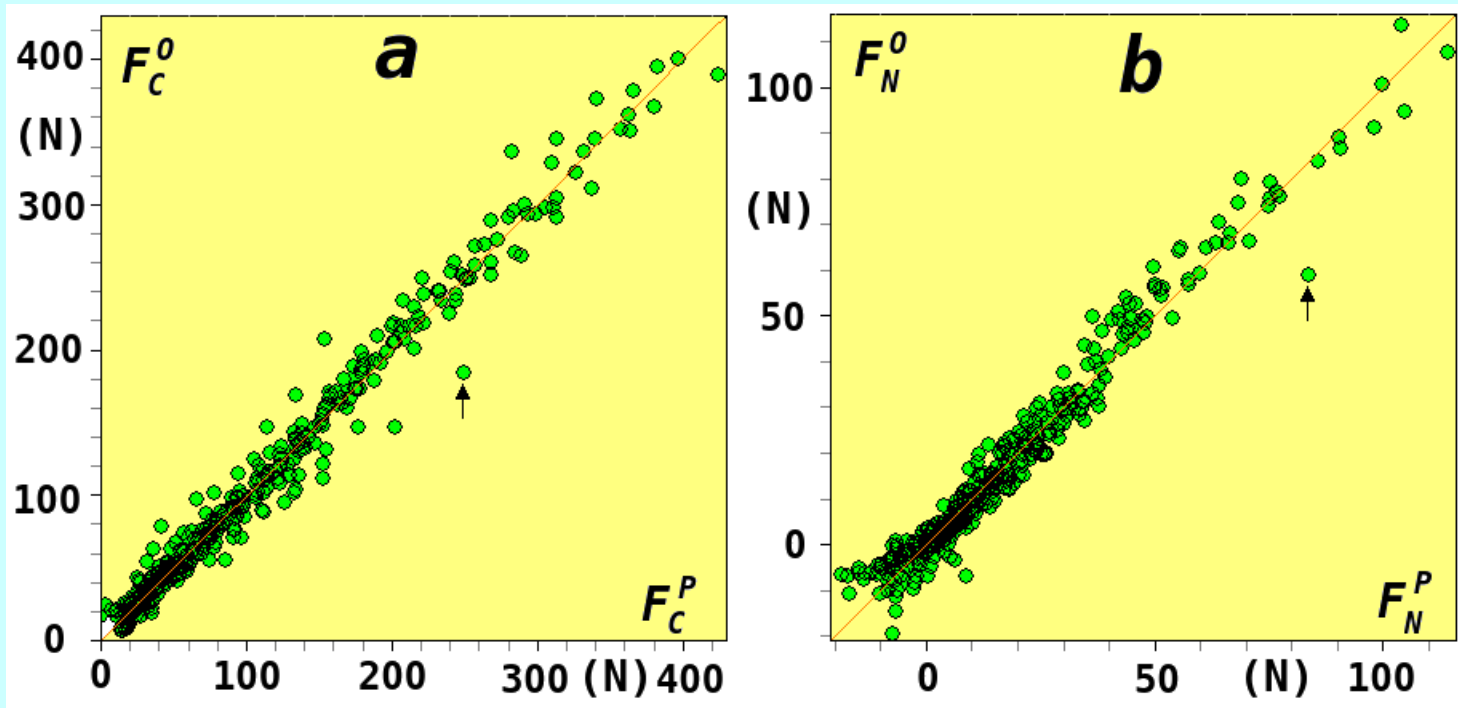
4. Metoda poszukiwania najlepszych estymatorów (E_i)

teoretycznych zależności F_C i $F_N = f(a_p, \gamma_F, R_B, R_{C\parallel}, R_{T\perp}, R_{S\parallel})$
 liczba iteracji ok. $5.7 \cdot 10^9$



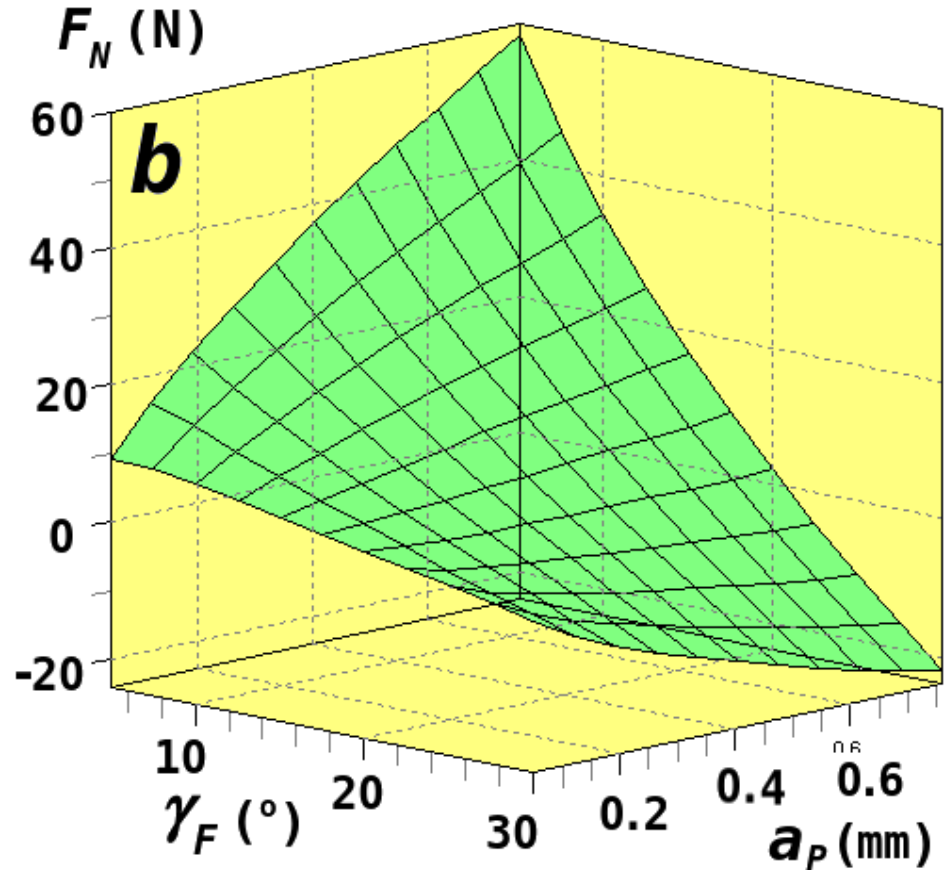
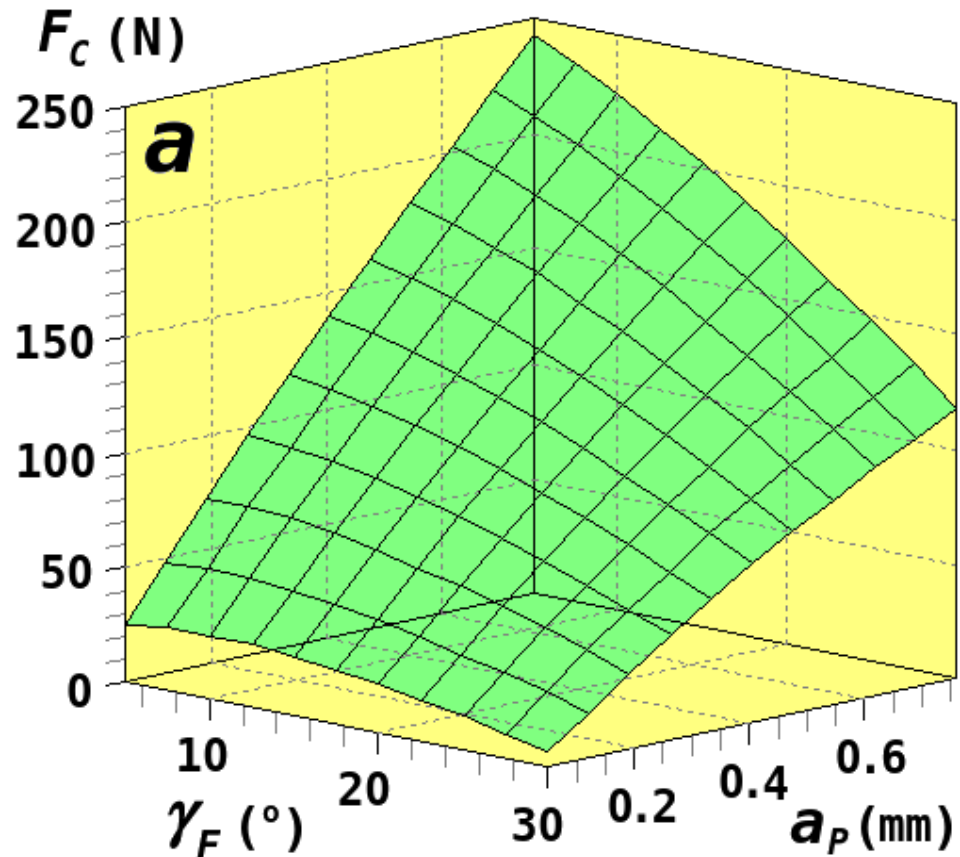
5. Wyniki poszukiwań najlepszych estymatorów zależności

$$F_C \text{ i } F_N = f(\gamma_F, \alpha_P, R_B, R_{C//}, R_{T\perp}, R_{S//})$$



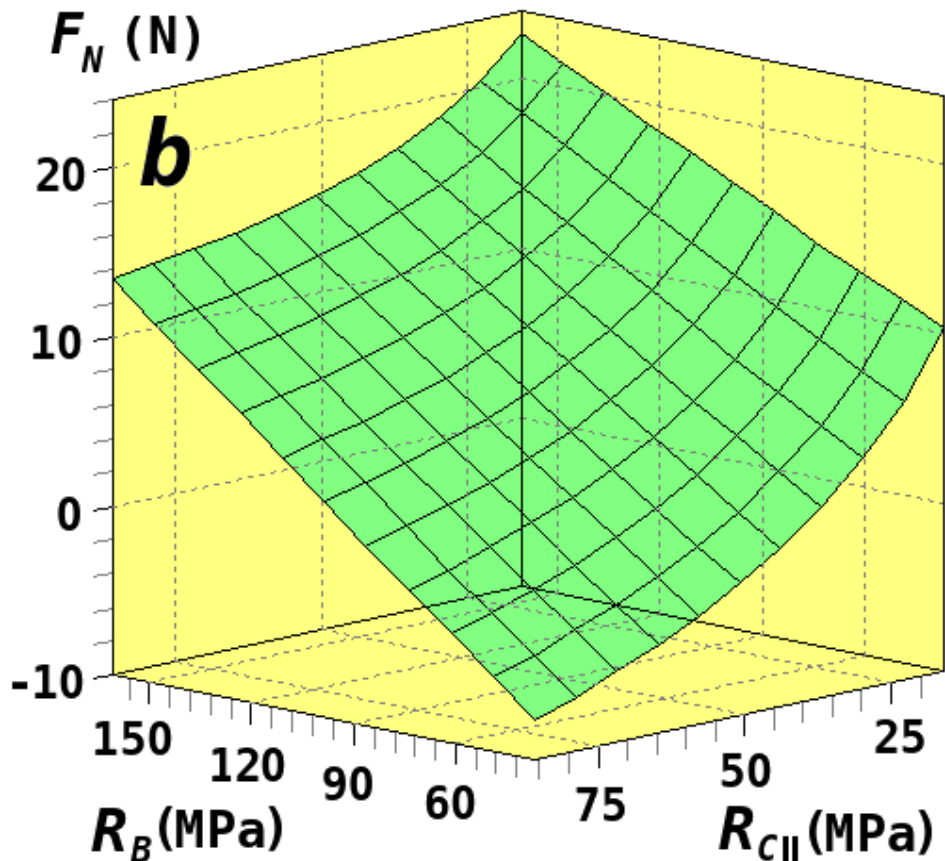
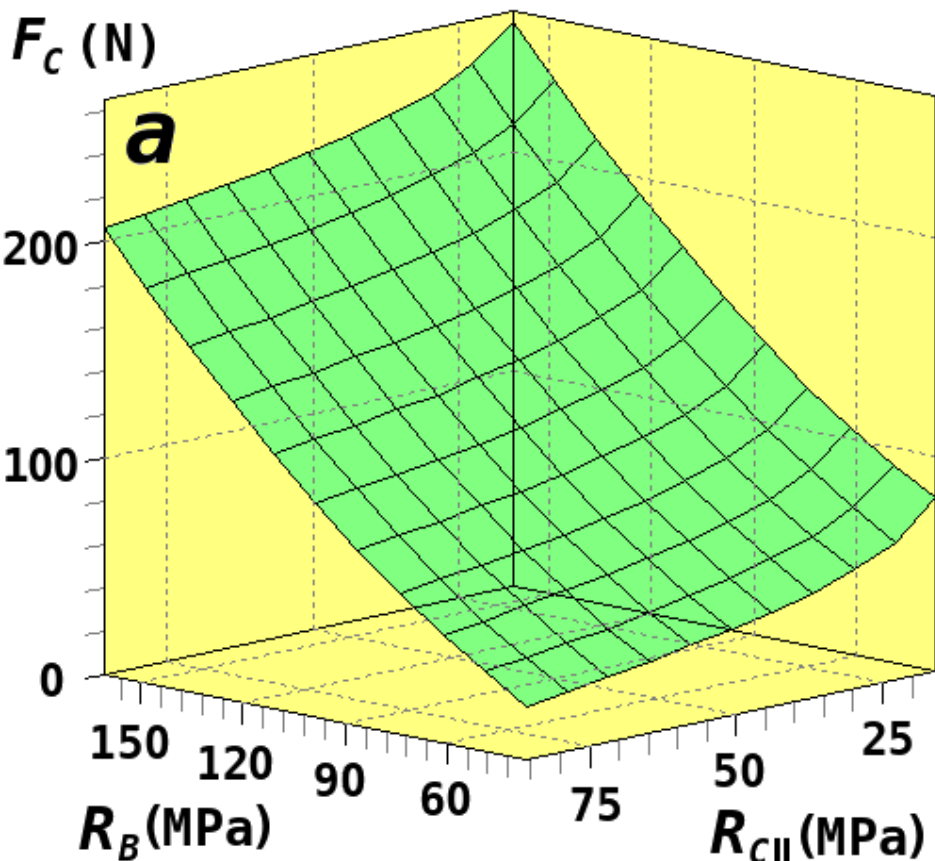
Wykres przewidywanych (P) względem zaobserwowanych (O) sił skrawania: a - $S_K=58989$, $R^2=0.98$, $S_D=12.7N$;
 b - $S_K=6834$, $R^2=0.97$, $S_D=4.3N$

zależności $F_C=f(\gamma_F, a_P)$ i $F_N=f(\gamma_F, a_P)$
od kąta natarcia γ_F i grubości wióra a_P



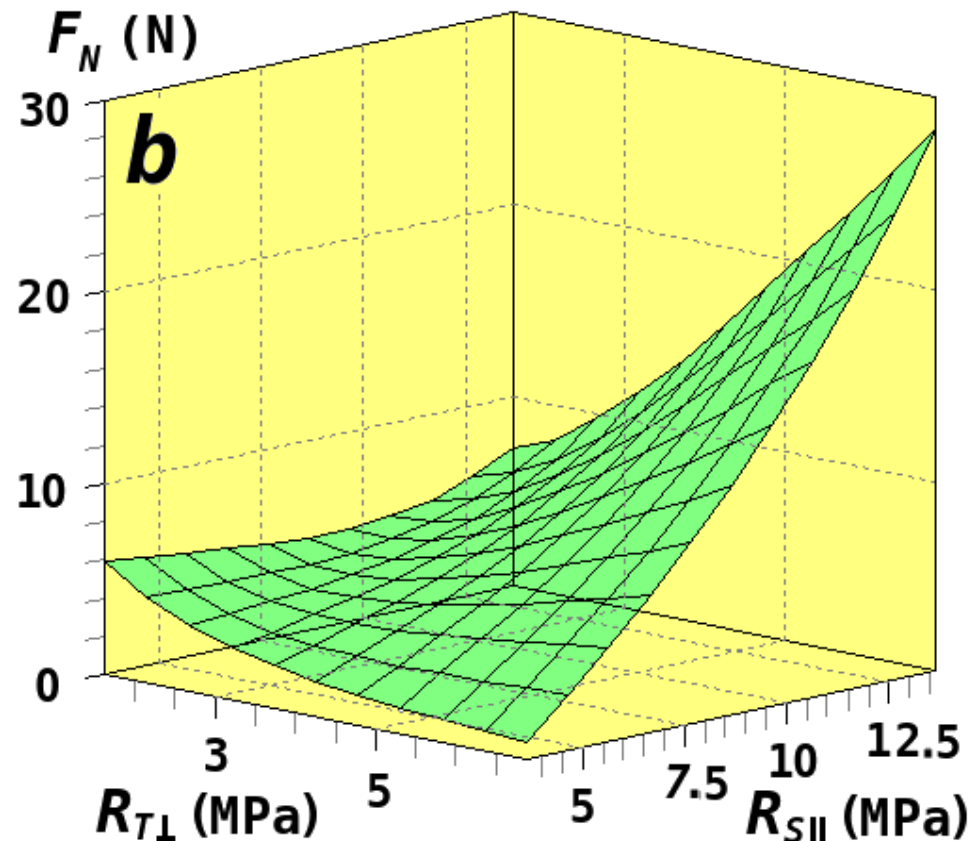
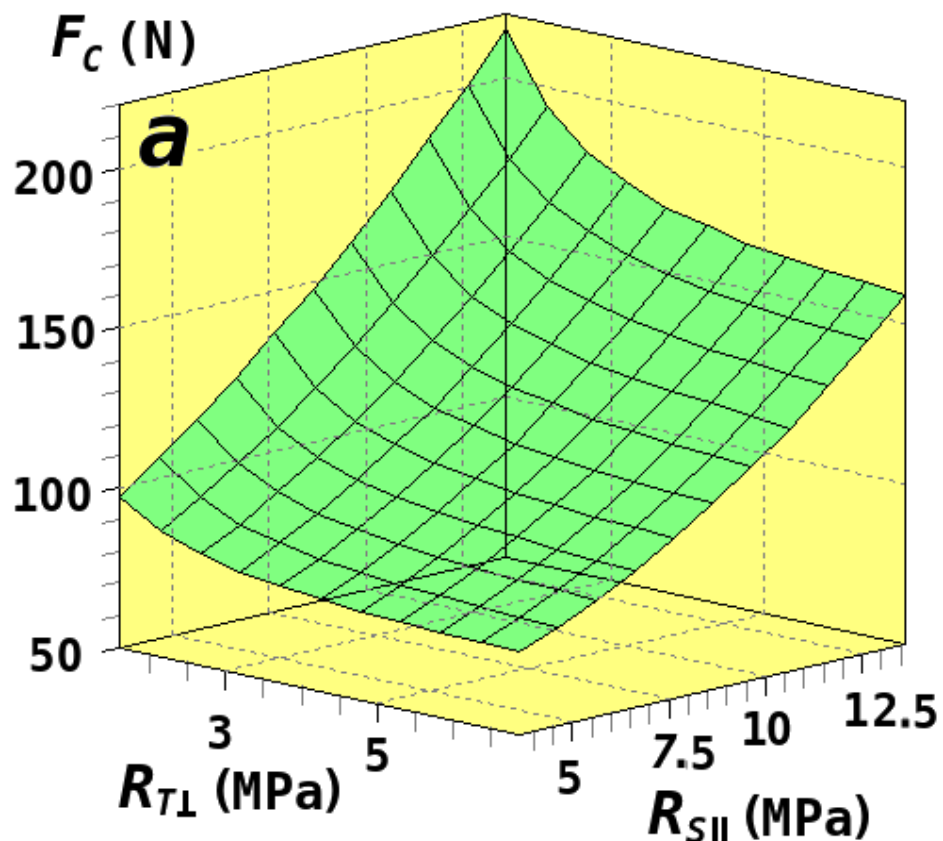
dla średnich wartości pozostałych zmiennych

**zależności $F_C=f(R_B, R_{C\parallel})$ oraz $F_N=f(R_B, R_{C\parallel})$
wytrzymałości na zginanie R_B i wytrzymałości na ściskanie $R_{C\parallel}$**



dla średnich wartości pozostałych zmiennych

**zależności $F_C=f(R_{T\perp}, R_{S\parallel})$ oraz $F_N=f(R_{T\perp}, R_{S\parallel})$
wytrzymałości na rozciąganie $R_{T\perp}$ i wytrzymałości na ścinanie $R_{S\parallel}$**



dla średnich wartości pozostałych zmiennych

6. Wnioski

Przeprowadzone obliczenia oraz analiza wyników pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Po raz pierwszy w literaturze, wykorzystanie wytrzymałości na: - rozciąganie prostopadłe $R_{T\perp}$, - ścinanie równoległe $R_{S\parallel}$, - ściskanie prostopadłe $R_{C\parallel}$ oraz - zginanie prostopadłe R_B , pozwoliło uzyskać bardzo dobrą zgodność zależności F_C i $F_N = f(a_P, \gamma_F, R_{S\parallel}, R_{C\parallel}, R_{T\perp}, R_B)$ z wynikami pomiarów dla F_C $R^2=0.98$ i dla F_N $R^2=0.97$.
2. Brak **gęstości drewna** w opracowanych wzorach doświadczalnych nie przeszkodził w uzyskaniu bardzo dobrego przybliżenia wartości przewidywanych do wartości zmierzonych.

Dziękuję za uwagę

