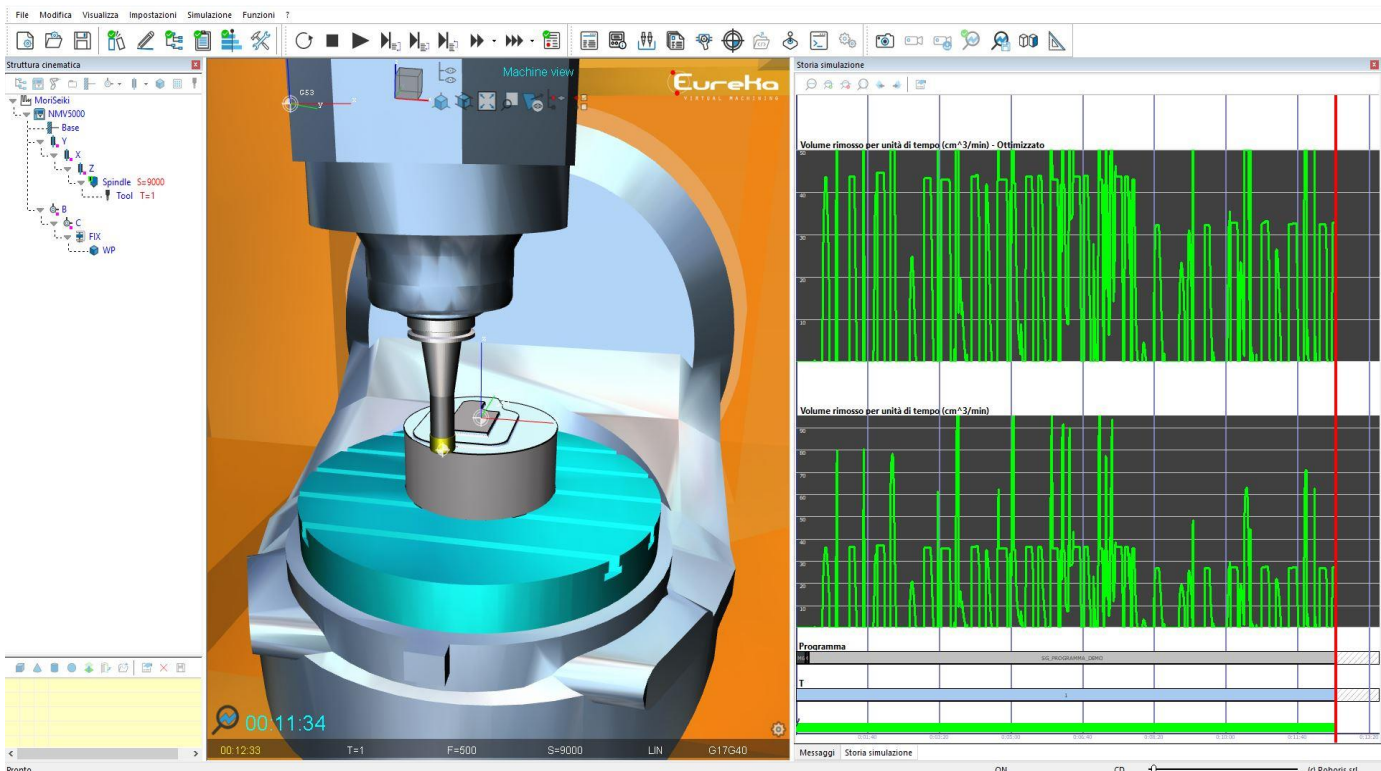




Warunki skrawania

Dzięki zaawansowanemu narzędziu analizy usuwania materiału, Eureka umożliwia monitorowanie warunków skrawania.



MODEL MATEMATYCZNY

Realizacja zaawansowanego modelu matematycznego do obliczeń rzeczywistych warunków skrawania.

- Dokładny matematyczny model przygotówki
- Dokładne odzwierciedlenie użytych narzędzi
- Niezawodna emulacja zachowania kontrolera CNC
- Dokładne obliczenia:
 - Usuwanej objętości materiału (cm^3/min)
 - Sił oddziałujących na narzędzie
 - Wykorzystywanej energii przez wrzeciono
 - Grubości wiórów

Optymalizacja powyższych parametrów według zadanych wartości granicznych:

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

☐ Przejazdy w powietrzu

Max posuw przejazdów w powietrzu (MMPM): 40000

☒ W czasie skrawania

Max posuw przy skrawaniu (MMPM): 20000

Fmax / Fzaprogramowane 1.2

☐ Optymalizuj współczynnik objętości (cm^3/min): 50

☒ Optymalizuj grubość wióra (mm): 0.12

☐ Optymalizuj moc (kW): 2

☐ Optymalizuj moment (Nm): 5

☐ Ograniczenie 70

☐ Ograniczenie 0.16

☐ Ograniczenie 20

☐ Ograniczenie 20

OK Anuluj

UŻYTE WZORY

Parametry technologiczne użyte w analizie skrawania.

Wskaźnik usuwania materiału

$$Q = \frac{a_e \times a_p \times v_f}{1000} \text{ [cm}^3\text{/min]}$$

Prędkość skrawania

$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000} \text{ [m/min]}$$

Grubość wióra

$$h_m = \frac{\{114,7 \times f_z \times \sin \kappa \times (a_e / D_c)\}}{\varphi_s} \text{ [mm]}$$

$$f_z = \frac{h_m \times \varphi_s}{114,7 \times \sin \kappa \times (a_e / D_c)} \text{ [mm]}$$

or

$$h_m \equiv f_z \times \sqrt{\frac{a_e}{D_c}} \text{ [mm]}$$

$$f_z = \frac{h_m}{\sqrt{\frac{a_e}{D_c}}} \text{ [mm]}$$

Wzór przybliżony dla $a_p, D_c < 30\%$

n	Speed	rpm
D_c	Cutter diameter	mm
a_p	Depth of cut	mm
a_e	Width of cut	mm
z	Number of teeth	
v_c	Cutting speed	m/min
v_f	Feed rate	mm/min
f_z	Feed per tooth	mm
Q	Metal removal rate	cm ³ /min
P_{mot}	Drive power	kW
h_m	Medium chip thickness	mm
k_c	Specific cutting force	N/mm ²
η	Efficiency of machine (0.7–0.95)	
κ	Approach angle	°
φ_s	Engagement angle	°
φ_1	Up-cut milling area	°
φ_2	Synchronous milling area	°
k_c	Specific cutting force	N/mm ²
$k_{c1.1}^*$	Specific cutting force for 1 mm ² chip cross section	N/mm ²
m_c^*	Increase in the k_c curve	
y	Reverse engagement	mm

* m_c and $k_{c1.1}$ see table on page H 7

Wymagana moc

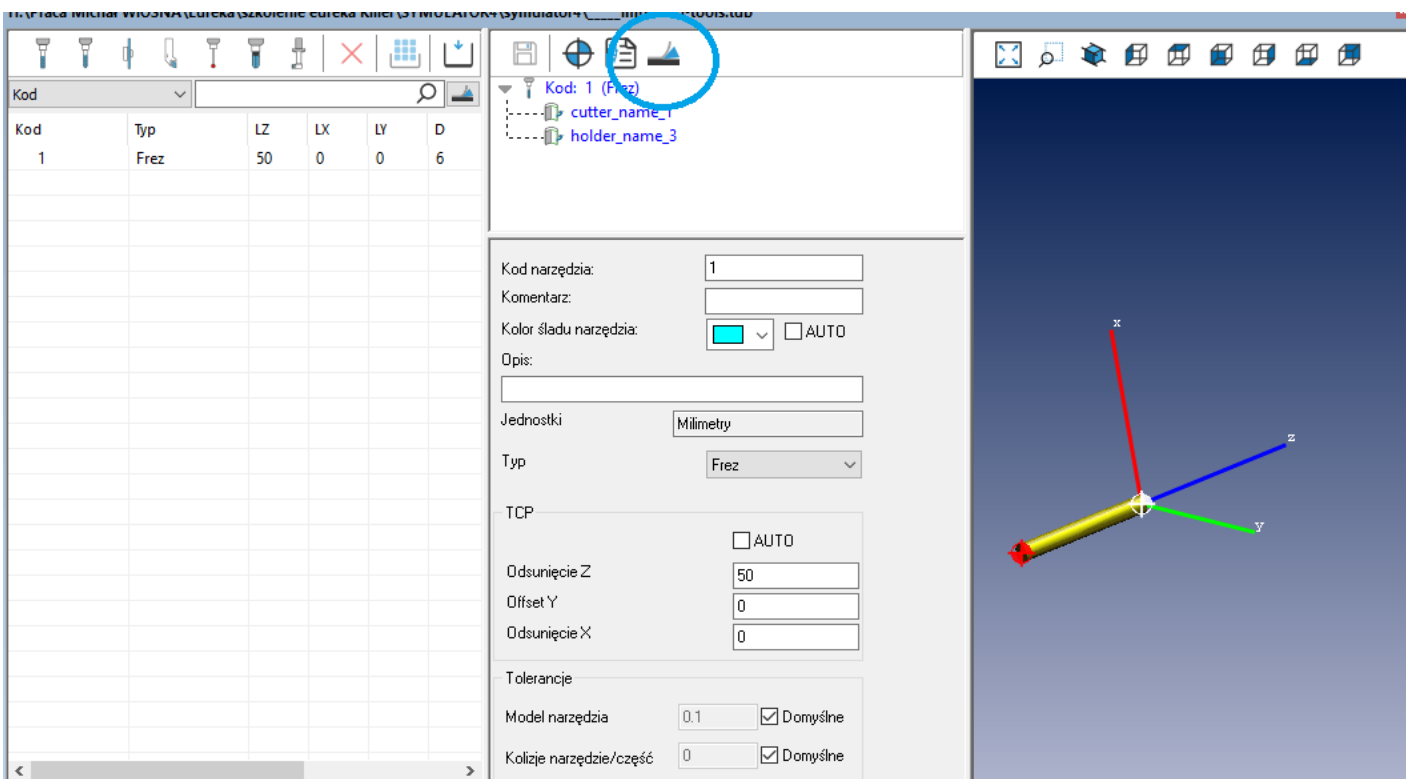
$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times V_f \times k_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

Wymagany moment obrotowy

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

KONFIGURACJA PARAMETRÓW

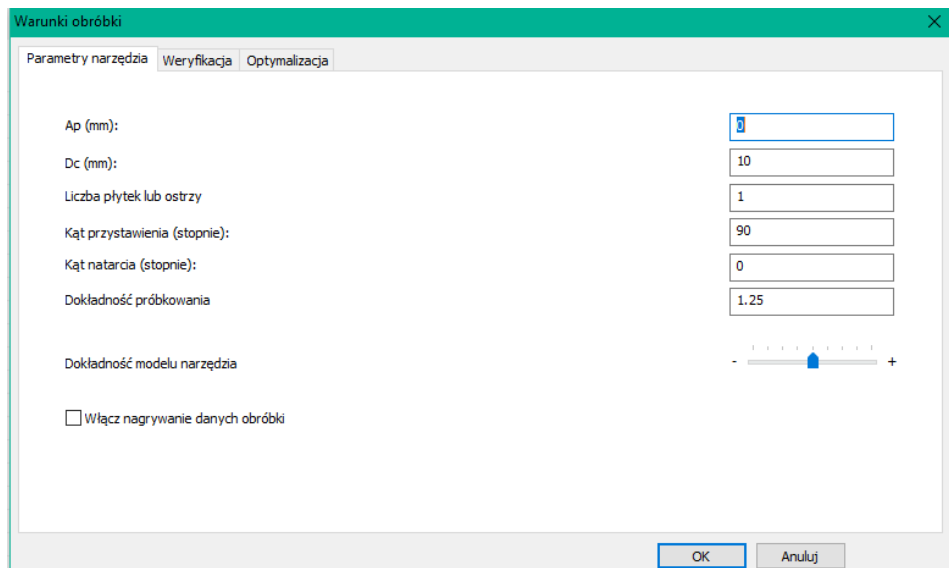
Parametry skrawania zlokalizowane są w formularzu definicji narzędzia.



Ikona dla formularza parametrów narzędzia jest zlokalizowana pod niebieskim kółkiem powyżej.

Główne zakładki:

- Parametry narzędzia
- Weryfikacja
- Optymalizacja



PARAMETRY NARZĘDZIA

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

Ap (mm): 5

Dc (mm): 10

Liczba płytek lub ostrzy: 1

Kąt przystawienia (stopnie): 90

Kąt natarcia (stopnie): 0

Dokładność próbkowania: 1.25

Dokładność modelu narzędzia: [Slider]

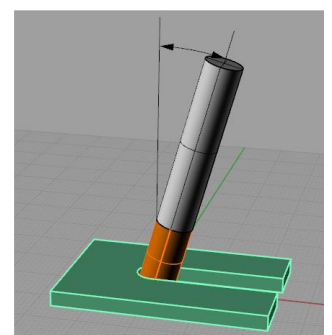
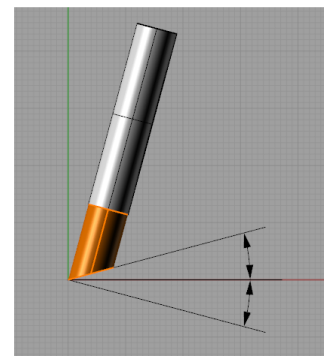
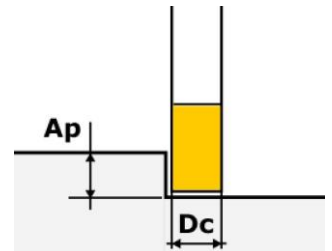
☐ Włącz nagrywanie danych obróbki

OK Anuluj

1 Charakterystyka narzędzia

Poniższe dane znajdują się w katalogu narzędzi. Reprezentują geometryczne i technologiczne cechy narzędzi. W szczególności:

- A_p (mm): Max głębokość skrawania
- D_c (mm): Średnica narzędzia
- Liczba ostrzy skrawających
- Kąt podejścia($^\circ$): jest to kąt pomiędzy narzędziem a kierunkiem posuwu narzędzia
- Kąt zachodzenia($^\circ$)



PARAMETRY NARZĘDZIA

Przykład z katalogu SECO and WALTER:



Fresa	R220.94-0050-12-6A
Inserto	LOEX120708TR-MD13. MK2050

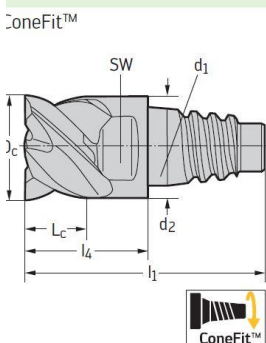
Vc =	282 m/min
n =	1795 giri/min
fz =	0,23 mm/dente
Vf =	2477 mm/min
ap =	2,5 mm
ae =	37,5 mm
Q =	232 cm ³ /min
Refrigerante	Sì
Tempo	164 minuti
Pezzi	90 pezzi



D Protostar® Flash ISO-P, M, K, N, S, O

[illegible]

P standard

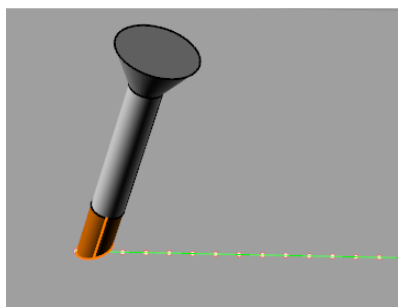
[illegible]

PARAMETRY NARZĘDZIA

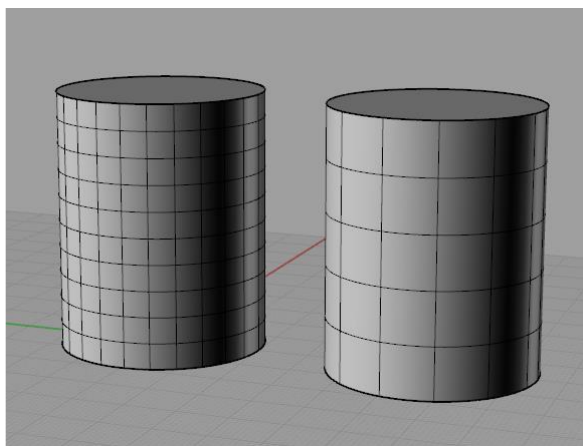
2 PARAMETRY UWZGLĘDNIANE W SYMULACJI:

- Dokładność próbkowania:

Parametr który ustawia maksymalną długość przejazdu (podział długich przejazdów)

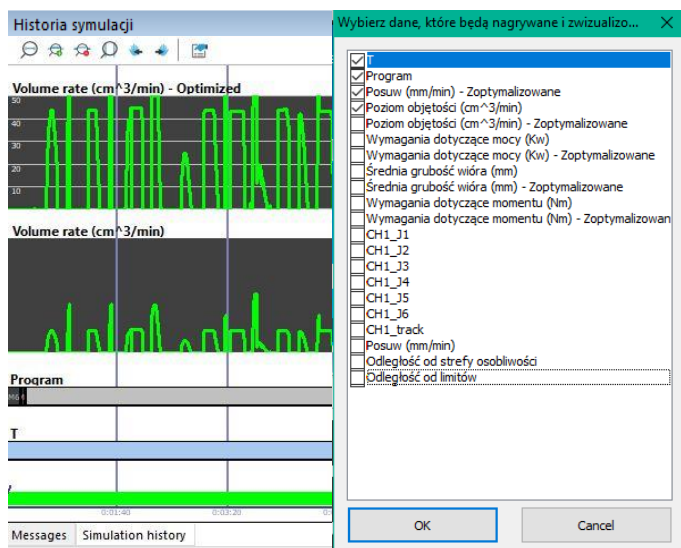


- Dokładność odzwierciedlenia narzędzia
Zwiększenie dokładności skrawania. Większa kontrola podczas symulacji.



3 ZAPISYWANIE PROCESU SKRAWANIA

Umożliwia gromadzenie danych dla pracującego narzędzia. Dzięki temu pozwala na wyświetlenie wykresów warunków skrawania.



WERYFIKACJA

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

☐ Sprawdź prędkość obr. (RPM): min 1 S max: 1000000

☐ Sprawdź posuw (MMPM): min 0 F max: 1000000

☐ Sprawdź A_p (głębokość skrawania)

☒ Max usuwana objętość (cm^3/min): 10

☒ Grubość wióra (mm): 0.15

☐ Włącz/wyłącz sprawdzenie mocy i momentu wrzeciona (kW): 20

☐ Sprawdzić wymagania momentu obrotowego na wrzecionie (Nm): 20

☐ Verify max ramping angle ($^\circ$): 10

OK Anuluj

1

1

3

Powyższe pola umożliwiają sprawdzenie, czy odpowiadające im parametry technologiczne respektują określone granice podczas symulacji.

2

Z poziomu zakładki Ustawienia można ustalić zachowanie symulacji Eureka podczas przekroczenia limitów ustawionych parametrów.

Ustawienia ostrzeżeń

	Kontynuuj	Pauza	Ignoruj
Brakujący podprogram	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kolizje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usuwanie mat. ruchem szybkim	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przekroczenie limitów	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wykrycie osłabłości	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie obszaru obróbki	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obroty maksymalne	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Posuw maksymalny	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie max objętości	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie max mocy i momentu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie grubości wióra	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Max kąt rampy	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

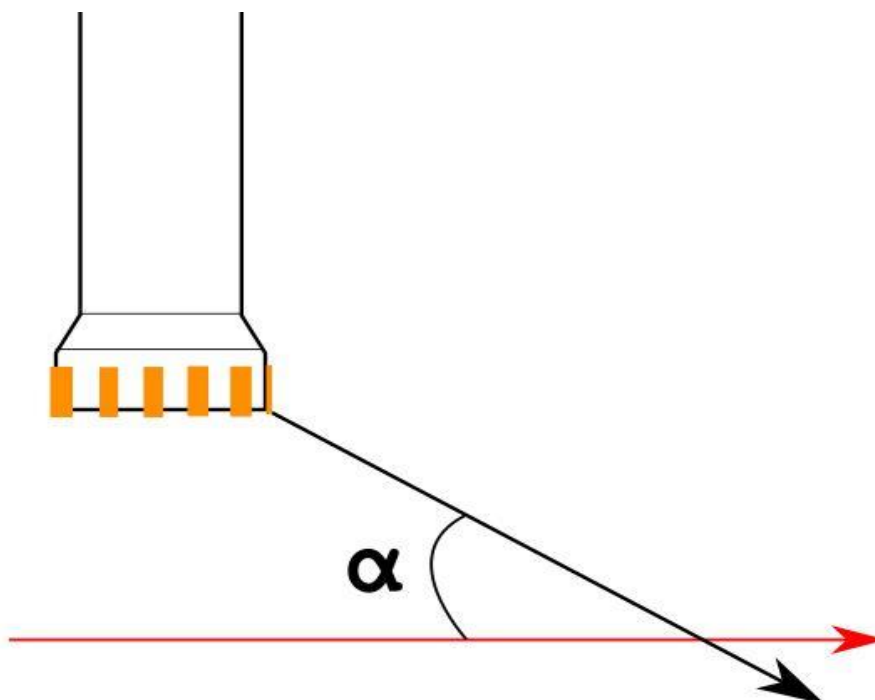
OK Anuluj

2

3

«Max głębokość pokonania rampy przez narzędzie»

Eureka sprawdza czy kąt pomiędzy kierunkiem pracy narzędzia a płaszczyzną skrawaną podczas usuwania materiału przekracza wartość „alfa”.

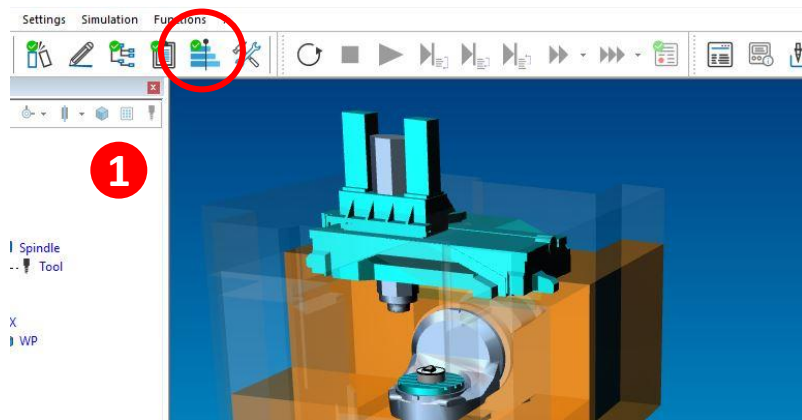


Ustawienia ostrzeżeń

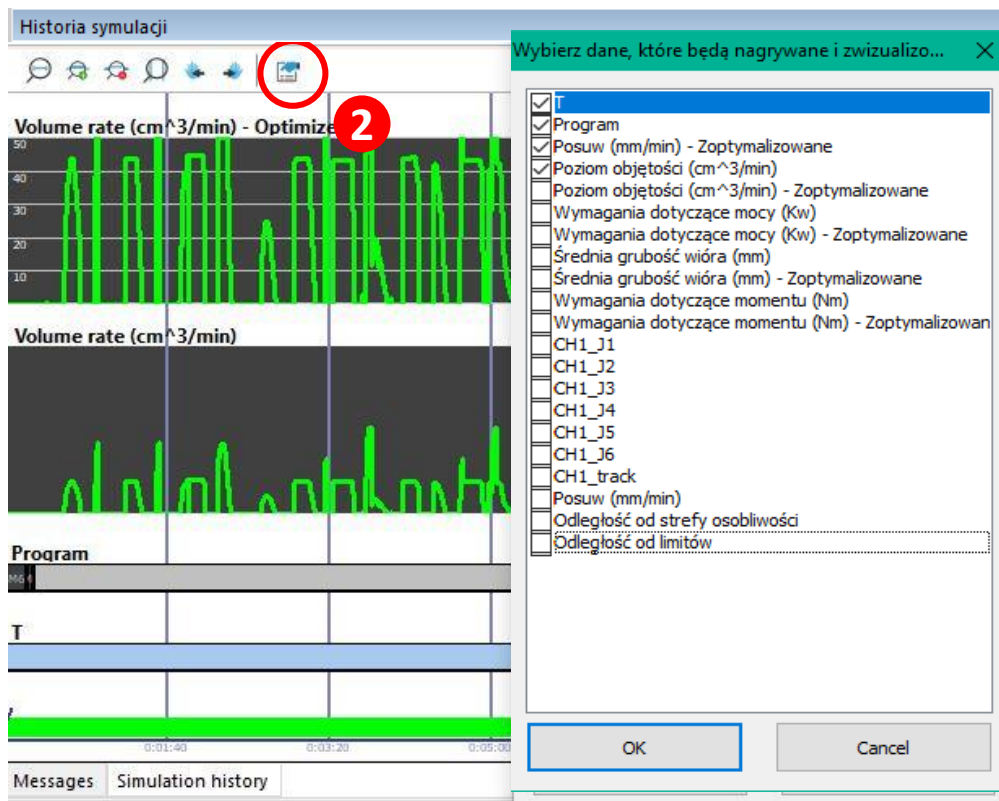
	Kontynuuj	Pauza	Ignoruj
Brakujący podprogram	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kolizje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Materiał usuwany szybko	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Poza granicami	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wykryto osłabłość	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cutting region violation	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spindle Max	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Feed Max	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Narusze współczynnika usuwanej	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie max mocy i momentu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie grubości wióra	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Max ramping angle	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

OK Anuluj

WYKRES WARUNKÓW SKRAWANIA



W oknie wizualizacji możliwe jest wybranie opcji symulacji która pozwoli przedstawić parametry skrawania. 2



3

Ten panel umożliwia wyświetlanie parametrów technologicznych (zoptymalizowanych jak i oryginalnych) przeliczonych przez program Eureka. (Parametry bazowe, jak i docelowe – optymalizacji określa się w „Warunki obróbki” dla danego narzędzia). Należy pamiętać o włączeniu okna powiadomień „włącz nagrywanie danych obróbki” w panelu „Parametry narzędzia”.

KONFIGURACJA WYKRESU

- Włączenie nagrywania (rejestracji) danych obróbki

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

Ap (mm):

Dc (mm):

Liczba płytek lub ostrzy

Kąt przystawienia (stopnie):

Kąt natarcia (stopnie):

Dokładność próbkowania

Dokładność modelu narzędzia

☒ Włącz nagrywanie danych obróbki

OK Anuluj

(Baza narzędzi > Parametry narzędzia)

Kliknij na ikonę w celu wyświetlenia oryginalnych/zoptymalizowanych wartości.

Historia symulacji

Wybierz dane, które będą nagrywane i zwiualizo...

☐ T

☒ Program

☐ Posuw (mm/min)

☐ Posuw (mm/min) - Zoptymalizowane

☐ Poziom objętości (cm³/min)

☐ Poziom objętości (cm³/min) - Zoptymalizowane

☐ Wymagania dotyczące mocy (Kw)

☐ Wymagania dotyczące mocy (Kw) - Zoptymalizowane

☒ Średnia grubość wióra (mm)

☒ Średnia grubość wióra (mm) - Zoptymalizowane

☐ Wymagania dotyczące momentu (Nm)

☐ Wymagania dotyczące momentu (Nm) - Zoptymalizowane

OK Cancel

OPTYMALIZACJA SKRAWANIA

- Przykład optymalizacji obróbki

Zadanie granicznego parametru *Max usuwania objętości* i *Grubości wióra*.

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

☐ Sprawdź prędkość obr. (RPM): min 1 S max: 1000000

☐ Sprawdź posuw (MMPM): min 0 F max: 1000000

☐ Sprawdź Ap (głębokość skrawania)

☒ Max usuwana objętość (cm³/min): 10

☒ Grubość wióra (mm): 0.1

☐ Włącz/wyłącz sprawdzenie mocy i momentu wrzeciona (kW): 20

☐ Sprawdzić wymagania momentu obrotowego na wrzecionie (Nm): 20

☐ Verify max ramping angle (°): 10

OK Anuluj

Zadanie parametru dla grubości wióra do którego ma zostać zoptymalizowany program skrawania.

Warunki obróbki

Parametry narzędzia Weryfikacja Optymalizacja

☐ Przejazdy w powietrzu
Max posuw przejazdów w powietrzu (MMPM): 40000

☒ W czasie skrawania
Max posuw przy skrawaniu (MMPM): 20000
Fmax / Fzaprogramowane: 1.2

☐ Optymalizuj współczynnik objętości (cm³/min): 50 ☐ Ograniczenie: 70

☒ Optymalizuj grubość wióra (mm): 0.12 ☐ Ograniczenie: 0.16

☐ Optymalizuj moc (kW): 2 ☐ Ograniczenie: 20

☐ Optymalizuj moment (Nm): 5 ☐ Ograniczenie: 20

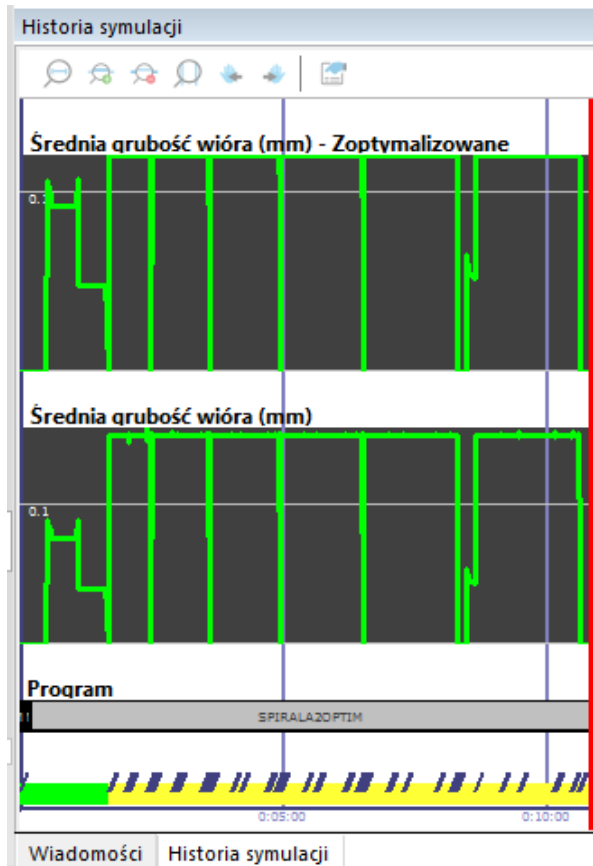
OK Anuluj

Symulacja obróbki po zapisaniu powyższych parametrów dla narzędzia. Odczytanie komunikatów w pasku wiadomości.

Wiadomości				
Kiedy	Skąd	Gdzie	Kod	Wiadomość
Friday, July 28, ...	Fanuc	[SPIRALA2OPT...	62	Naruszenie grubości wióra: 0.155 , MAX: 0.1
Friday, July 28, ...	Fanuc	[SPIRALA2OPT...	60	Narusze współczynnika usuwanej objętości: 13.273 , MAX: 10
Friday, July 28, ...	Fanuc	[SPIRALA2OPT...	62	Naruszenie grubości wióra: 0.15 , MAX: 0.1
Friday, July 28, ...	Fanuc	[SPIRALA2OPT...	62	Naruszenie grubości wióra: 0.15 , MAX: 0.1
Friday, July 28, ...	Fanuc	[SPIRALA2OPT...	62	Naruszenie grubości wióra: 0.15 , MAX: 0.1

W wyniku powyższych informacji możemy zauważyć, iż zostaliśmy poinformowani o tym, że warunki graniczne zostały przekroczone.

Symulacja obróbki – historia symulacji i optymalizacji w postaci wykresu.

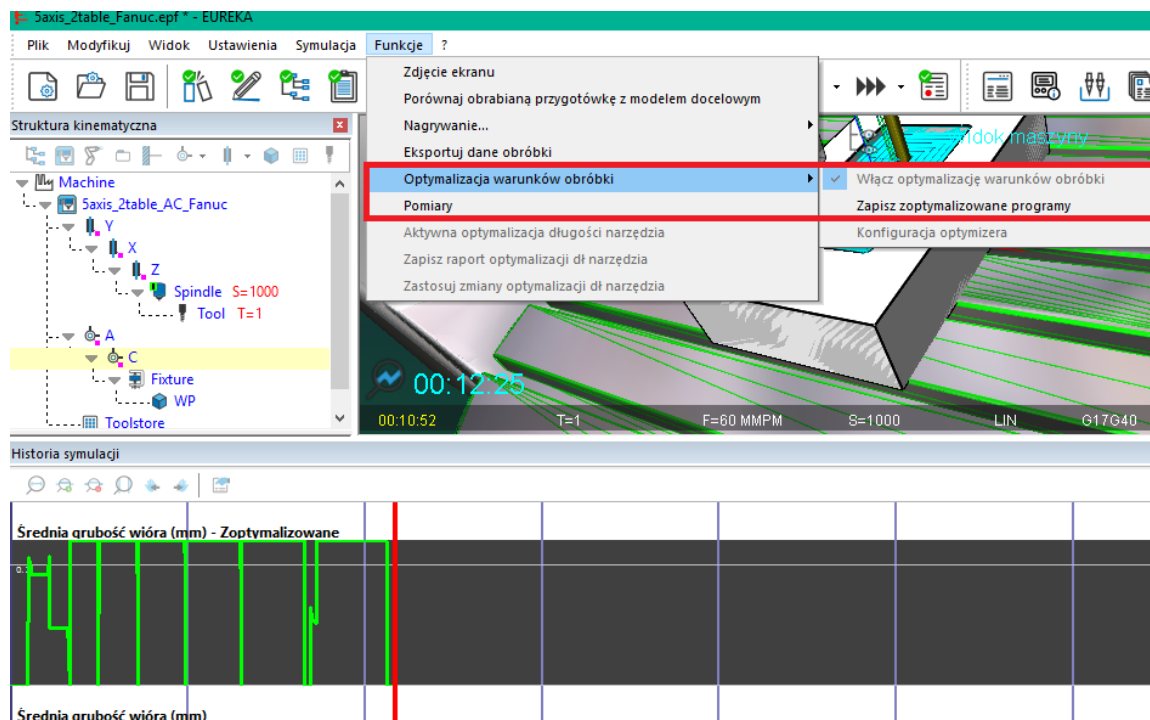


Nadana przez nas granica to 0,1

Zakładamy, że możemy tę granicę nieco przekroczyć i chcieliśmy aby program zoptymalizował grubość wióra do zadanego parametru: 0,12 względem max wartości (poniżej)

Wiemy z komunikatu, że max grubość wióra jaka wystąpiła to 0,15 (powyżej optymalizacja do 0,12)

W wyniku powyższej optymalizacji, możemy wyniki zapisać w postaci zmienionego kodu NC:



KONFIGURACJA WYKRESU

Ustawienia / Ustawienia wiadomości ostrzeżeń
Włączyć kontrolę parametrów skrawania.

Ustawienia ostrzeżeń

	Kontynuuj	Pauza	Ignoruj
Brakujący podprogram	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Kolizje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Usuwanie mat. ruchem szybkim	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przekroczenie limitów	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
Wykrycie osobliwości	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Naruszenie obszaru obróbki	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obroty maksymalne	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Posuw maksymalny	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie max objętości	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie max mocy i momentu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Naruszenie grubości wióra	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Max kąt rampy	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

OK

Anuluj