

» Idź do

- Spis treści
- Przykładowy rozdział

» Katalog książek

- Katalog online
- Zamów drukowany katalog

» Twój koszyk

- Dodaj do koszyka

» Cennik i informacje

- Zamów informacje o nowościach
- Zamów cennik

» Czytelnia

- Fragmenty książek online

» Kontakt

Helion SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel. 032 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
© Helion 1991-2008

NX CAM. Programowanie ścieżek dla obrabiarek CNC

Autor: [Krzysztof Augustyn](#)
ISBN: 978-83-246-2446-1
Format: 168×237, stron: 384



Systemy komputerowego wspomaganie wytwarzania są coraz powszechniej stosowane w przemyśle. Zwiększający się stopień skomplikowania produktów i coraz bardziej wyrafinowane wzornictwo wymagają użycia zintegrowanych, nowoczesnych narzędzi CAD do projektowania, CAE do symulacji i CAM do wytwarzania – narzędzi, za pomocą których można szybko wdrażać i modyfikować idee projektantów.

NX (dawna nazwa: UNIGRAPHICS) to zintegrowany system wyższego rzędu, stanowiący kompleksowe rozwiązanie z zakresu CAD/CAM/CAE. Oferuje on dostęp do innowacyjnej techniki modelowania Synchronous Technology. Środowisko to umożliwia błyskawiczne wprowadzanie zmian i edycję wirtualnych modeli. Należący do niego moduł wytwarzania – NX CAM – według corocznego niezależnego raportu CIMdata jest szeroko stosowany w światowym przemyśle lotniczym, narzędziowym i samochodowym. Pozwala on na generowanie kodów dla obrabiarek CNC na podstawie modelu części, stworzonego za pomocą NX CAD lub wczytanego z innej aplikacji projektowej.

„NX CAM – programowanie obrabiarek CNC” to podręcznik dla technologa-programisty, przedstawiający podstawy modułu frezowania, począwszy od definicji środowiska modelu części, poprzez omówienie poszczególnych opcji operacji, symulację kinematyki obrabiarki, aż do generowania kodu NC. W książce opisana została polska wersja aplikacji NX 6.0. Każdy z rozdziałów zawiera praktyczne przykłady zastosowania poszczególnych operacji obróbki.

- Konfiguracja interfejsu użytkownika
- Definicja środowiska pracy
- Kontrola ścieżki
- Frezowanie form
- Obróbka na stołach obrotowych
- Równoczesna obróbka 4 i 5 osiowa
- Symulacja obróbki

Wejść na wyższy poziom programowania obrabiarek CNC!!!

Spis treści

Wstęp	11
Rozdział 1. Instalacja programu NX 6.0	17
Zamówienie licencji	17
Pobranie numeru CID	17
Instalacja serwera licencji	19
Instalacja NX 6.0	20
Instalacja aktualizacji NX 6.0.2	23
Przypisanie licencji	25
Uruchomienie NX 6.0	27
A co jeśli nie widać symbolu licencji... ..	27
Rozdział 2. Pierwsze kroki	31
Uruchomienie programu	31
Ekran startowy	32
Ustawienie konfiguracji pulpitu	33
Ustawienia widoku	34
Ustawienie tła	34
Cieniowanie widoku	34
True Shading	35
Typ wyświetlanych obiektów	35
Manipulacja widokiem	36
Klawisze myszy	36
Funkcje klawiszy myszy	36
Polecenie do obsługi widoku	37
Orientacja widoku	37
Edycja kolorów obiektów	38
Układ widoku	38
Warstwy	39
Wybór elementów	39
Pasek filtrów	39
QuickPick	40
Przejdźcie do modułu Wytwarzania	40
Nawigator	40
Uruchomienie symulacji	41
Generowanie kodu NC	42
Uwagi końcowe	43
Tryb pełnoekranowy	43
Ustawienia modułu Wytwarzania	43
Polskie litery a zmienne	44
Tolerancje generowania ścieżek	44

Rozdział 3. Definicja geometrii do obróbki	47
Przejsięcie do modułu Wytwarzanie	47
Definicja położenia MCS	49
Definicja Poziomu bezpiecznego	52
Definicja WORKPIECE	52
Definicja modelu części	53
Model części — bardzo ważna funkcjonalność	53
Definicja przygotówki	54
Definicja obiektów chronionych	54
Definicja gatunku materiału	55
Inne typy przygotówki	56
Złożenia — wczytywanie dodatkowych brył	57
Wczytywanie pliku NX lub Solid Edge	57
Rozdział 4. Operacja Face Milling Area — Planowanie	59
Definicja operacji Face Milling Area — Planowanie	59
Zasady przypisania operacji	60
Budowa okna dialogowego	62
Definicja ścieżki w operacji	65
Automatyczne ustawienie posuwów i obrotów	67
Weryfikacja ścieżki	68
Generowanie pliku z kodem NC	71
Kontrola interpolacji	72
Jak sprawdzić czas obróbki	73
Generowanie dokumentacji technologicznej	74
Przeniesienie drzewka operacji do HTML-a lub Excela	75
Rozdział 5. Planowanie — inne opcje...	77
Wzory ścieżek	77
Wzór Wzdłuż części	78
Wejścia narzędzia	78
Wzdłuż części — optymalizacja	79
Wzór Wzdłuż obrzeży	79
Wzór Profil	81
Wzór Trochoida	83
Wzór Zig-Zag	85
Obróbka podcięć	86
Frezy typu T-Cutter	87
Definicja obróbki podcięć typu rowek	87
Dodatkowe ścieżki boczne	89
Dodatkowe ścieżki głębokości	89
Obróbka podcięć — operacja Profile 3D	90
Kontrola oprawki	92
Definicja obróbki czoła wyspy	93
Obróbka ścianki pod wypustem	94
Uproszczenia ścieżek	94
Rozdział 6. Operacja Cavity Mill — zgrubna	97
Definicja operacji Cavity Mill — zgrubna	97
Wybór i przypisanie operacji	97
Generowanie ścieżki standardowej	98
Wzór ścieżki	99
HSM — zaokrąglenia ścieżki	99
Parametry technologiczne	100
Poziomy obróbki	100

Kontrola naddatków od części i od uchwytów	102
Kolejność przejść	103
Kierunek obróbki	103
Ścieżki wykańczające	104
Wejścia/Wyjścia narzędzia	104
Optymalizacja przejazdów	105
Kontrola oprawki frezu	107
Wykrycie kolizji oprawki	107
Usunięcie kolizyjnych ścieżek	108
Obliczenie wymaganej długości narzędzia	109
Ograniczenie pola ścieżki	110
Ograniczenie wzdłuż obrysu	110
Ograniczenie zakresem	111
Ograniczenie punktami	115
Rozdział 7. Operacja Cavity Mill — inne opcje...	117
Obróbka elektrody	117
Wzór Wzdłuż obrzeży	117
Obróbka trochoidalna	119
Kontrola trochoidy	120
Przygotówki — różne przypadki	121
Odkuwka — obróbka z dowolnego kształtu	121
Odlew — obróbka z wirtualnej przygotówki	122
Odlew — obróbka kątów ujemnych	124
Przygotówka — start w otworze	127
Start w punkcie wirtualnym	127
Definicja wejścia wgłębnego	128
Start w punkcie a wiercenie	128
Rozdział 8. Kontrola ścieżki	131
Kontrola statusu ścieżki	131
Edycja położenia MCS	132
Edycja posuwu	133
Edycja położenia uchwytu	134
Blokada edycji	135
Podział ścieżki — czas obróbki...	136
Podział ścieżki wg oprawki	137
Przekształcenia ścieżki	138
Opcje przekształcenia	139
Edytor Ścieżki Narzędzia	140
Kontrola posuwów	141
Ustawienia wartości posuwów	141
Podział posuwów	142
Wyświetlenie wartości posuwów	144
Kopiowanie operacji obróbki	145
Kopiowanie w ramach jednego pliku	145
Kopiowanie operacji do innego pliku	146
Rozdział 9. Obróbka zgrubna resztek i IPW	147
Co to jest IPW	147
Uwzględnienie poprzedniej operacji	148
Obróbka z IPW — Model 3D	148
Wyświetlanie IPW w operacji	148
Wyświetlanie i zapis IPW poza operacją	149

Obróbka resztek zgrubnie	150
Operacja Rest Milling — IPW jako Poziomy	150
Optymalizacja kolejności obróbki	151
Kontrola naddatków	151
Optymalizacja wejść i przejazdów	152
Kontrola minimalnego materiału i wydłużenie ścieżki	153
Operacja Corner Rough	153
Kąt stromości	154
Mapa naddatków	155
Mapa naddatków w Weryfikacji	155
Przekroje Mapy naddatków	156
Mapa naddatków w operacji	157
Rozdział 10. Zlevel Profile — Profilowanie — obróbka wykańczająca	159
Definicja ścieżki	159
Generowanie ścieżki standardowej	160
Wybór ścianek do obróbki	160
Wybór wszystkich ścianek	161
Oznaczanie ścianek	161
Wybór określonych ścianek oknem	162
Wybór określonych ścianek kursorem	163
Kontrola ścieżki	164
Odległość łączenia	164
Minimalna długość kroku	164
Definicja punktu startu ścieżki	165
Wydłużenie ścieżki	166
Domyślne punkty startu	167
Optymalizacja przejazdów	167
Profilowanie otworu	168
Wejście po spirali	168
Ścieżka spiralna	169
Wejście w środku otworu	170
Kod NC a ruch spiralny	171
Korekcja promienia frezu	171
Dodatkowy dojazd	172
Obróbka elektrody	173
Edycja łączeń poziomów	173
Obróbka fazki	174
Ustawienia ścieżki	174
Obróbka jednym przejściem	175
Obniżenie poziomu ścieżki	175
Rozdział 11. CAD w CAM...	179
Import/Eksport modeli części	179
Import plików — formaty natywne	179
Import plików — formaty pośrednie	180
Export plików — formaty pośrednie	181
Koncepcja modelu głównego („master” model)	181
Aktywacja środowiska złożzeń	182
Tworzenie pliku nadrzędnego	182
Linkowanie geometrii	184
Synchronous Modeling — trochę teorii	186
Synchronous Modeling w akcji	187
Edycja bezpośrednia średnicy otworów	187
Dynamiczna zmiana położenia otworów	189

Zmiana promienia zaokrąglenia	190
Usunięcie ścianek otworów	191
Usunięcie ścianek elementów do drażenia	192
Przesunięcie ścianki	194
Zamykanie (zasłepianie) otwartych obszarów	195
NX CAM & NX CAD — asocjatywność ścieżki	197
NX CAM & Solid Edge	199
Solid Edge — uruchomienie NX CAM	199
NX CAM — wczytywanie geometrii z Solid Edge	200
NX CAM i Solid Edge — asocjatywność ścieżki	200
Analiza i sprawdzanie geometrii	201
Asystent NC	202
Pomiary	202
Analizy form	203

Rozdział 12. Obróbka formy **207**

Obróbka zgrubna	207
Przycinanie zakresu ścieżek w osi Z	207
Optymalizacja kolejności obróbki regionów	209
Optymalizacja wejść	209
Optymalizacja przejazdów	209
Obróbka zgrubna resztek	210
Kopiowanie operacji	210
Ignorowanie małych obszarów	212
Jednoczesna obróbka resztek i półwykańczająca	213
Obróbka płaskich półek	214
Obróbka półki bez promienia	214
Obróbka półki z promieniem	216
Operacja Zlevel Profile — obróbka wykańczająca	217
Ograniczenie ścieżek krawędziami z modelu	218
Ścieżka na przemian współ- i przeciwbieżna	219
Obróbka wybranych ścianek	220
Kontrola obrabianych ścianek — pochylenie	221
Kontrola obrabianych ścianek — zagęszczenie ścieżek	221
Styczna pozycja ścieżki	223
Operacja Contour Area — obróbka 3-osiowa	224
Contour Area — kontrola ścieżki	225
Wzór ścieżki — Zig-Zag	225
Kąt ścieżki	226
Szerokość skrawania	226
Zagęszczenie ścieżki	227
Kontrola obrabianych ścianek — pochylenie	227
Wzór ścieżki — Wzdłuż obrzeży	228
Styczna pozycja ścieżki	228
Rozszerzenie styczne ścieżki	229
Ścieżka wielokrotna w osi Z	230
Contour Area — inne wzory ścieżki	231
Wzór Profile	232
Wzór Koncentryczny	233
Wzór Promieniowy	234
Metoda Spirala	234
Grawerowanie	235
Grawerowanie 2.5-osiowe	236
Grawerowanie 3-osiowe	236

Rozdział 13. Obróbka naroży i Streamline	239
Operacje Flow Cut — obróbka 3-osiowa naroży	239
Operacja Flow Cut Single	239
Obróbka wybranych ścianek	240
Wycinanie ścieżek	242
Operacja Flow Cut Multiple	243
Operacja Flow Cut Reference Tool	244
Kontrola obrabianych ścianek — pochylenie	244
Operacja Streamline	245
Definicja operacji	245
Kontrola styczności ścieżki	246
Kontrola kierunku	247
Przycięcie ścieżki	248
Synchronizacja rozmieszczenia punktów	249
Wektor rzutowania w operacji Streamline	249
Obróbka ścianek pionowych	250
Obróbka ścianek pochylonych na plus	251
Obróbka ścianek pochylonych na minus	252
Obróbka powierzchni ujemnych na formie	253
Kontrola promieni ścieżki i wartości posuwu	254
Zaokrąglenie naroży ścieżek skrawających	255
Wyświetlenie wartości posuwu	255
Zwolnienie posuwu przy dojeździe do naroża	255
Zwolnienie posuwu na łuku	256
Zaokrąglenie naroży ścieżek szybkich	257
Optymalizacja przejazdów	258
Korekcja 3D	260
Rozdział 14. Obróbka otworów	261
Feature Based Machining	261
Obróbka otworów na podstawie pliku bryłowego	262
Kontrola kolizji	264
Kontrola kolejności obróbki	265
Definicja obróbki otworów	265
Wybór otworów	266
Poziom rozpoczęcia posuwu roboczego	268
Poziom wycofania — ang. Retract Level	268
Poziom bezpieczny — ang. Clearance Plane	269
Cykle obróbki	270
Głębokość skrawania	270
Generowanie kodu	271
Kod w formie cykli sterowania	271
Kod w formie współrzędnych	271
Frezowanie gwintów	272
Definicja frezowania gwintu na pliku z NX CAD	272
Ścieżka ciągła	275
Wejścia i wyjścia	275
Definicja frezowania gwintu na okręgu	275
Rozdział 15. Obróbka 4-, 5-osiowa — indeksowanie osi	279
Układy kinematyczne	280
Postprocesory	280
Definicja MCS	280
Poziom bezpieczny	281

Indeksowanie osi do wektora normalnego	282
Określenie wektora osi narzędzia	283
Obróbka kilku ścianek jednocześnie	283
Obróbka płaskiej ścianki nachylonej pod dowolnym kątem	285
Obróbka płaskiej ścianki — kontrola łączenia ścieżek	286
Indeksowanie osi stycznie do ścianki	288
Obniżenie ścieżki frezu	289
Inne sposoby ustawienia wektora	289
Kontrola kolizji — oprawka i część	291
Kontrola kierunku obrotu stołu	292
Włączenie symulacji kinematyki	292
Zmiana kierunku indeksu czwartej osi	293
Edycja zakresów kątowych obrabiarki	294
Kontrola kolizji — wrzeczono i stół obrabiarki	295
Włączenie badania kolizji	295
Definicja obróbki dla kilku MCS	298
Kod względem lokalnego i globalnego MCS	299
Aktualizacja IPW w obróbce indeksowanej	301
Rozdział 16. Obróbka 4-, 5-osiowa Simultaneous — część 1.	303
Operacja Contour Profile	303
Obróbka styczna ścianek bocznych	303
Obróbka kieszeni z dnem	303
Zmiana wejść/wyjść narzędzia	305
Ścieżka wielokrotna na głębokości i boczna	305
Podniesienie ścieżki od dna	306
Obróbka kieszeni bez dna	306
Obniżenie lub podniesienie ścieżki	308
Kontrola kolizji z uchwytami	308
Operacja Zlevel 5axis	309
Obróbka ścianek bocznych z kątem odchylenia	309
Odchylenie osi frezu	309
Sprawdzenie kolizji	310
Operacja Variable Contour	311
Obróbka po krzywej — grawerowanie	311
Obróbka po krzywej — rowek w czterech osiach	314
Ścieżka wielokrotna	318
Poziom bezpieczny dla obróbki 4-osiowej	318
Zmniejszenie wysokości dojazdów/odjazdów	319
Obróbka po krzywej — krzywka w 4-osiach	320
Obrót osi frezu z osi obrotu części dla obróbki 4-osiowej	321
Kontrola punktów ścieżki	322
Odległość liniowa	322
Odległość katowa	323
Podgląd odcinków ścieżki	323
Wyświetlanie wektorów normalnych	324
Rozdział 17. Obróbka 4-, 5-osiowa — część 2.	325
Operacja Variable Contour — wzdłuż linii U,V	325
Wierszowanie ścianki — Variable Contour	325
Kontrola kątów wyprzedzenia i odchylenia	327
Obróbka koła zębatego — Variable Contour	328
Obróbka gniazda formy do uszczeltek — Variable Contour	330

Operacja Streamline	333
Obróbka krzywki w czterech osiach	333
Obróbka ślimaka — ścianka zewnętrzna	337
Obróbka ślimaka — bieżnia	338
Bieżnia — zmiana szerokości obrabianej powierzchni	340
Inne wzory ścieżek	340
Optymalizacja posuwu dla obróbki 5-osiowej	343
Rozdział 18. Definicja narzędzi	345
Teamcenter i baza narzędzi	345
Definicja narzędzi do frezowania	346
Definicja narzędzia w operacji	346
Definicja geometrii części skrawającej	347
Eksport narzędzia do biblioteki	348
Biblioteka narzędzi	348
Położenie pliku biblioteki	348
Biblioteka na serwerze	348
Pobranie narzędzia z biblioteki	349
Definicja narzędzia poza operacją	350
Definicja narzędzia kształtowego	351
Definicja narzędzia wieloparametrowego	351
Definicja narzędzi do obróbki otworów	352
Wiertła wielostopniowe	353
Definicja gwintownika	354
Definicja oprawek	354
Położenie pliku biblioteki oprawek	355
Przypisanie parametrów obróbki do narzędzia	355
Wczytanie parametrów obróbki	356
Rozdział 19. Symulacja obróbki	359
Wczytywanie grafiki obrabiarki	359
Położenie baz obrabiarek	359
Jak wczytać obrabiarkę?	359
Uruchomienie symulacji	363
Zwróć uwagę na... ..	363
Kinematyka obrabiarki	364
Tworzenie kinematyki obrabiarki	365
Opcje wczytywania	366
Skorowidz	369

Rozdział 8.

Kontrola ścieżki

W tym rozdziale poznasz kolejne opcje przydatne do kontroli ścieżki narzędzia, jej edycji i przekształceń.

Kontrola statusu ścieżki

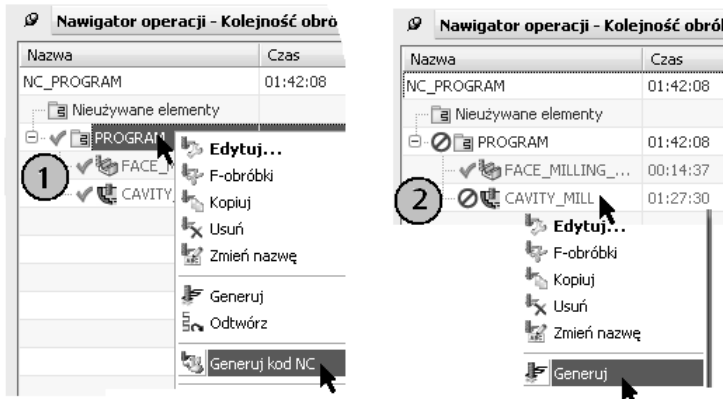
Kontrola statusu ścieżki w NX CAM to niezwykle pomocne narzędzie w codziennej pracy technologa-programisty.

1. Otwórz plik *Status_ścieżki.prt* z katalogu *...r08\NX_pliki\Status\...*

Aby omówić te zagadnienia, najpierw wygeneruj program z dotychczas zdefiniowanych dwóch operacji.

2. Z pozycji *Nawigatora operacji* — kliknij *PKM* na nazwie folderu — tutaj PROGRAM — i wybierz opcję *Generuj kod NC* — rysunek 8.1 (1).

Rysunek 8.1.
Generowanie kodu i przeliczenie ścieżki



3. Po wygenerowaniu kodu zwróć uwagę na *zielone* znaczniki znajdujące się obok ikon operacji — rysunek 8.1 (1).



Zielony znacznik — informuje, iż dana operacja jest poprawna i został z niej wygenerowany kod NC.

4. Edytuj np. operację CAVITY_MILL i zmień w niej np. parametr *Głębokości skrawania* na dowolną inną wartość, niż znajduje się obecnie na oknie dialogowym, i różną od zastanej i wyjdź z operacji klawiszami *OK*.

Uwaga: nie generuj ponownie ścieżki.

5. Obok operacji pojawi się **czerwony** znacznik (przekreślony okrąg) — rysunek 8.1 (2).



Czerwony znacznik — informuje, iż dana operacja jest nieaktualna lub niepoprawna — w tym przypadku nie jest ona zgodna z parametrami na okienku. Ścieżka nie została przeliczona po zmianach wprowadzonych na oknie dialogowym.

Jeśli od tej operacji zależą parametry kolejnych (jest tak np. przy korzystaniu z *IPW*, obróbce resztek...), wówczas przy kolejnych również pojawi się czerwony znacznik. Podobny efekt daje np. zmiana parametrów geometrycznych narzędzia, definicja operacji i wyjście z niej — bez przeliczenia ścieżki.

6. Kliknij *PKM* operację CAVITY_Mill i poleceniem *Generuj* przelicz ją ponownie.
7. Obok operacji pojawi się **żółty** znacznik (wykrzyknik) — rysunek 8.2 (3).



Żółty znacznik informuje, iż dana operacja jest poprawna, ale nie został z niej wygenerowany kod NC.

Rysunek 8.2.

Widok znacznika
po przeliczeniu ścieżki

Nazwa	Czas	
NC_PROGRAM	01:43:47	
Nieużywane elementy		
PROGRAM	01:43:47	
FACE_MILLING_...	00:14:37	
CAVITY_MILL	01:29:09	3

Edycja położenia MCS

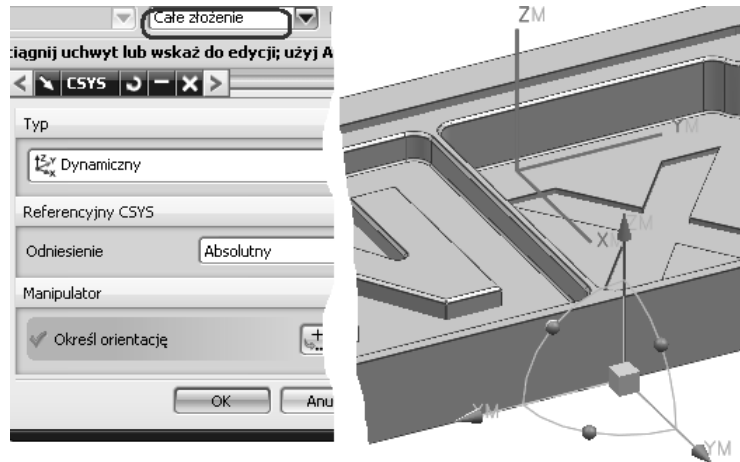
Załóżmy, że teraz istnieje potrzeba zmiany położenia MCS w stosunku do zdefiniowanego na początku. Jak to wpłynie na status ścieżki?

8. Przejdź w *Nawigatorze* operacji na *Widok geometrii* — rysunek 8.3 (a).
9. Kliknij dwukrotnie ikonę MCS_MILL — rysunek 8.3 (b).
10. Pojawi się okno *Mill Orient*, kliknij na nim ikonę *CSYS Dialog* — rysunek 8.3 (c).
11. Przenieś dynamicznie MCS w dowolne inne miejsce — np. z góry na dół części i dodatkowo zmień kierunki osi X lub Y — rysunek 8.4.

Rysunek 8.3.
Kroki do zmiany MCS



Rysunek 8.4.
Edycja położenia MCS



Ze względu na charakter obróbki 3-osiowej nie zmieniaj kierunku osi Z.

- 12.** Ponieważ pracujemy w złożeniu, pamiętaj, aby ustawić filtr wyboru na *Całe złożenie*.

Po zatwierdzeniu nowego położenia znacznik przy operacjach zmieni się na żółty wykrzyknik.



Żółty znacznik informuje, iż dana operacja jest poprawna, gotowa do generowania kodu NC. Nie musisz ponownie przeliczać ścieżki, tylko od razu wygenerować kod ze współzrzednymi względem nowego położenia MCS.

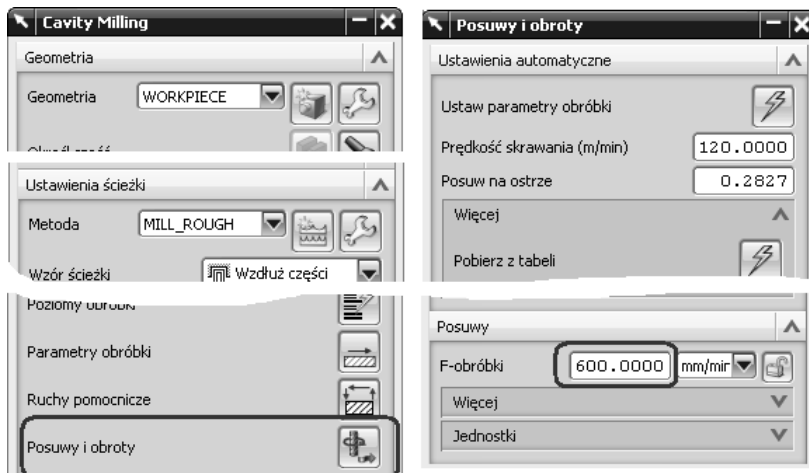
Edycja posuwu

Załóżmy teraz, iż istnieje potrzeba zmiany wartości posuwów. Jak to wpłynie na status ścieżki?

- 13.** Zauważ, jakie wartości czasu obróbki są w tej chwili w kolumnie *Czas* w *Nawigatorze operacji* — czas sumaryczny na górze kolumny i przy konkretnych operacjach.
- 14.** Edytuj wartości posuwu np. w operacji *CAVITY_Mill*.

15. Na oknie dialogowym operacji kliknij ikonę *Posuwy i obroty* — rysunek 8.5 po lewej.

Rysunek 8.5.
Edycja wartości
posuwu



16. Zmień wartość posuwu *F-obróbki* (główny posuw roboczy) — rysunek 8.5 po prawej — na dowolną wartość inną od zastanej i wyjdź z operacji klawiszami *OK*.

Uwaga: nie generuj ponownie ścieżki.

17. Na kolumnie *Czas* nastąpi aktualizacja czasu obróbki edytowanej operacji oraz czasu całkowitego.



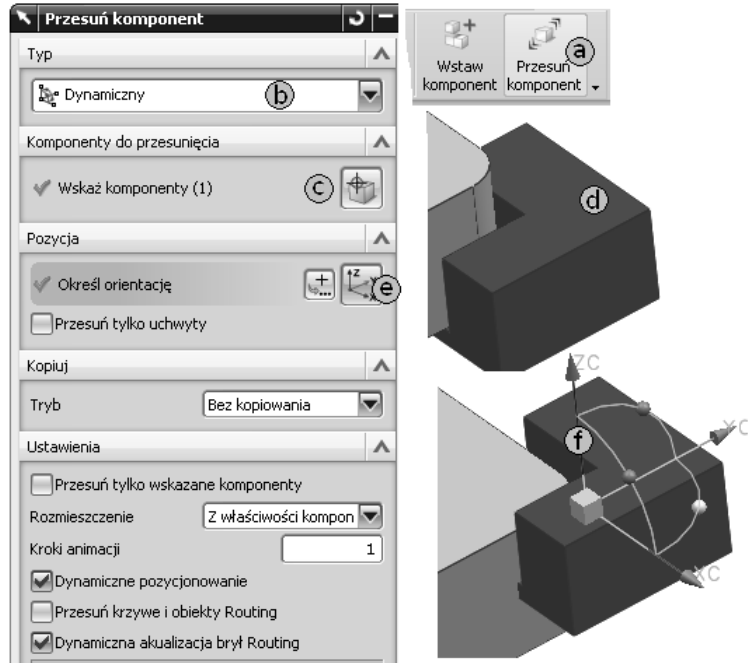
Przy operacji pozostanie żółty znacznik — nie musisz ponownie przeliczać ścieżki, tylko od razu wygenerować kod ze zmienionymi wartościami posuwu.

Edycja położenia uchwytu

Załóżmy teraz, iż zachodzi potrzeba zmiany położenia uchwytu w stosunku do zakładanego na początku. Jak to wpłynie na status ścieżki?

18. Kliknij ikonę *Przesuń komponent* (lub menu *Złożenia/Komponenty...*) — rysunek 8.6 (a).
19. Pojawi się okno dialogowe, na którym wybierz opcję *Dynamiczny* — rysunek 8.6 (b).
20. Kliknij ikonę *Komponenty do przesunięcia* — rysunek 8.6 (c).
21. Kliknij jeden z uchwytów — rysunek 8.6 (d).
22. Kliknij ikonę *Pozycja* — rysunek 8.6 (e).
23. Przy uchwycie pojawi się dynamiczny układ współrzędnych — rysunek 8.6 (f).
24. Zamień położenie uchwytu — przeciągnij np. oś *ZC* tak, aby uchwyt wystawał poza powierzchnie części i zakończ operację.

Rysunek 8.6.
Przesunięcie obiektu
uchwyty



25. Wyjdź z operacji klawiszami *OK*.

Uwaga: nie generuj ponownie ścieżki.



Przy operacjach pojawi się czerwony znacznik — musisz ponownie przeliczać ścieżki, aby uwzględniły one zmianę mocowania części.

Blokada edycji

Po zmianie zakończeniu definicji ścieżki można nadać jej status blokady do dalszej edycji. Nie oznacza to, że ścieżki już w ogóle nie da się zmienić, ale będziemy o takim zamiarze informowani odpowiednim komunikatem.

26. Kliknij *PKM* np. na operacji `FACE_MILLING_AREA`.

27. Przejdź do opcji *Ścieżka narzędzia* — rysunek 8.7 (1).

28. Zaznacz opcję *Blokuj* — rysunek 8.7 (b).

29. W kolumnie *Ścieżka* w *Nawigatorze operacji* pojawi się ikona kłódki — rysunek 8.7 (2).

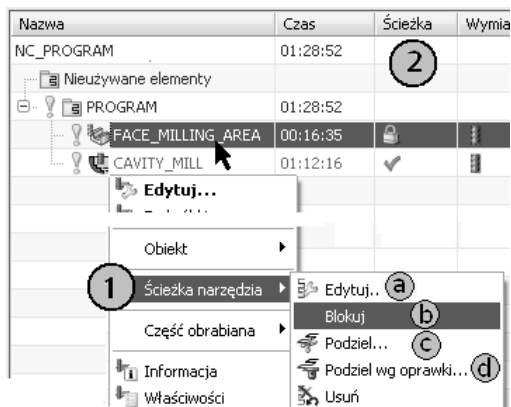
30. Edytuj teraz tę operację — zmień dowolny parametr i spróbuj przeliczyć ścieżkę.

31. Pojawi się okno dialogowe jak na rysunku 8.8.

Jeśli klikniesz *Nadpisz ścieżkę*, wówczas zostanie ona przeliczona z nowymi parametrami, jeśli *Anuluj* — zmiany zostaną zignorowane.

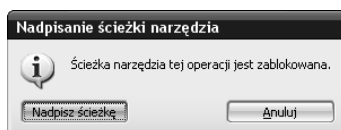
Rysunek 8.7.

Opcje edycji ścieżki

**Rysunek 8.8.**

Komunikat

o nadpisaniu ścieżki



Polecenie *Edytuj...* — rysunek 8.7 (a) — umożliwia uruchomienie edytora ścieżki, za którego pomocą można dokonać głębokiej ręcznej ingerencji w segmenty ścieżki — opis *Edytora ścieżki* znajduje się w dalszej części tego rozdziału.

Podział ścieżki — czas obróbki...

W przypadku obróbki elementów wielkogabarytowych, np. modeli części, czas obróbki zgrubnej sięga często ponad 20 godzin. Istnieje wówczas potrzeba podziału obróbki ze względu na zużycie narzędzia lub jego pomiar kontrolny. W NX CAM istnieje możliwość takiego podziału ścieżki opcją widoczną na rysunku 8.7 (c).

32. Kliknij *PKM* na operacji *PODZIAŁ*.

33. Przejdź do opcji *Ścieżka narzędzia* — rysunek 8.7 (1).

34. Zaznacz opcję *Podziel* — rysunek 8.7 (c).

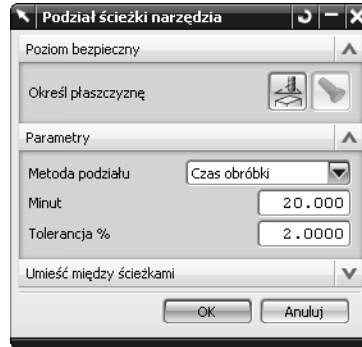
35. Pokaże się okno dialogowe do definicji podziału — rysunek 8.9.

Ścieżkę narzędzia można dzielić wg dostępnych *Metod podziału*:

- ◆ *Czas obróbki* — mierzony w minutach;
- ◆ *Droga narzędzia* — mierzona w milimetrach;
- ◆ *Wskazana ścieżka* — na wskazanych ścieżkach.

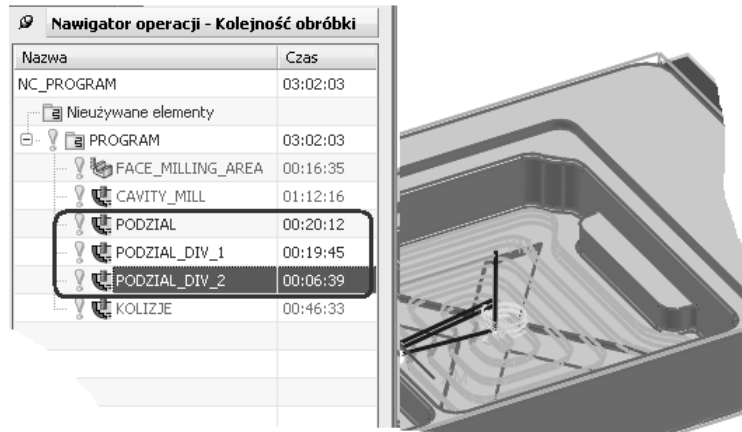
36. Wybierz np. metodę *Czas obróbki* i wpisz wartość czasu w polu *Minut*, po której ma nastąpić podział ścieżki.

Rysunek 8.9.
Opcje podziału ścieżki



37. Ikoną *Określ płaszczyznę* można zdefiniować *Poziom bezpieczny*, na jaki będzie wyjeżdżać narzędzie po podziale ścieżki.
38. Ścieżka zostanie podzielona wg określonych kryteriów, a kolejne podzielone ścieżki otrzymują indeks `_DIV_` i kolejny numer — rysunek 8.10.

Rysunek 8.10.
Podzielona ścieżka
wg czasu



Aby zlikwidować podział (lub inny typ edycji), wystarczy przeliczyć ponownie operację.

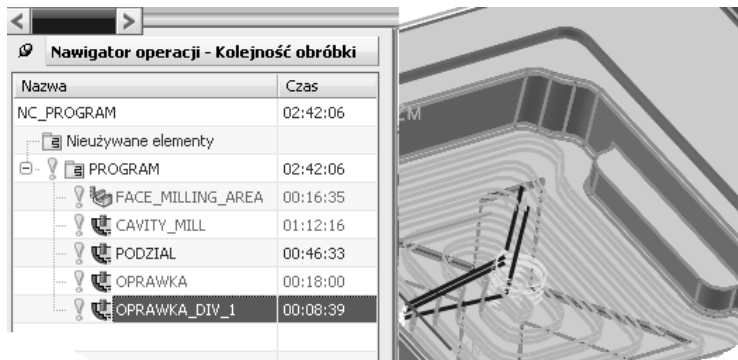
Podział ścieżki wg poprawki

Możliwość podziału ścieżki wg występowania kolizji poprawki jest przydatne, gdy chcemy obrobić maksymalną wysokość części z optymalnym wysięgiem (sztywnością) narzędzia. Pozostałą część można obrobić na dłuższym wysięgu z mniejszymi parametrami skrawania.

39. Kliknij *PKM* na operacji *OPRAWKA* — jest w niej użyte narzędzie z krótkim wysięgiem.
40. Przejdź do opcji *Ścieżka narzędzia* — rysunek 8.7 (1).

41. Zaznacz opcję *Podziel wg oprawki* — rysunek 8.7 (d).
42. Pokaże się okno dialogowe z definicją podziału — kliknij *OK* — ścieżka zostanie podzielona.
43. Pod operacją *OPRAWKA* pojawi się kolejna, z indeksem *_DIV* — jak na rysunku 8.11.

Rysunek 8.11.
Ścieżka podzielona
wg kolizji oprawki



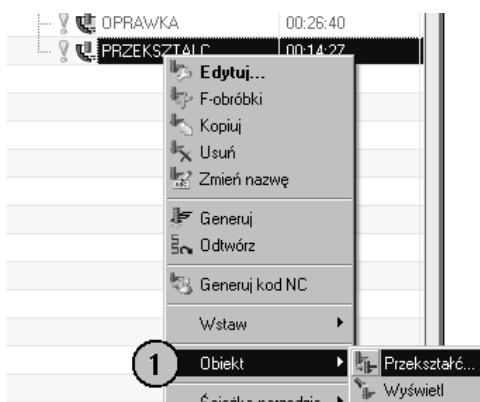
44. Do podzielonej (odrzuconej) ścieżki można teraz przypisać inne narzędzie z większym wysięgiem.

Przekształcenia ścieżki

Ścieżki operacji można poddawać przekształceniom podobnym do przekształceń geometrycznych, typu odbicia, powielenia szykami itp.

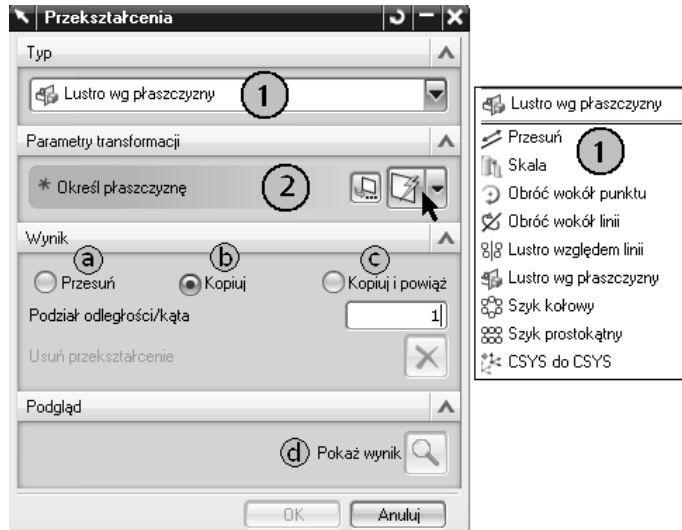
45. Kliknij *PKM* na operacji *PRZEKSZTALC*.
46. Przejdź do opcji *Obiekt* — rysunek 8.12 (1) i wybierz polecenie *Przekształć...*

Rysunek 8.12.
Wywołanie polecenia
Przekształć...



47. Pokaże się okno dialogowe do definicji przekształcenia ścieżki — rysunek 8.13.

Rysunek 8.13.
Okno polecenia
Przekształceń



Opcje przekształcenia

48. W górnej części okna — rysunek 8.13 (1) — wybieramy *Typ* przekształcenia. Po prawej stronie rysunku widać dostępne polecenia. W tym przypadku wybierzmy *Lustro wg płaszczyzny*.
49. W zależności od wybranego polecenia będą dostępne *Parametry transformacji* — rysunek 8.13 (2). Tutaj kliknij ikonę *Szybkiego wyboru* i wskaż dowolną pionową ściankę z modelu.

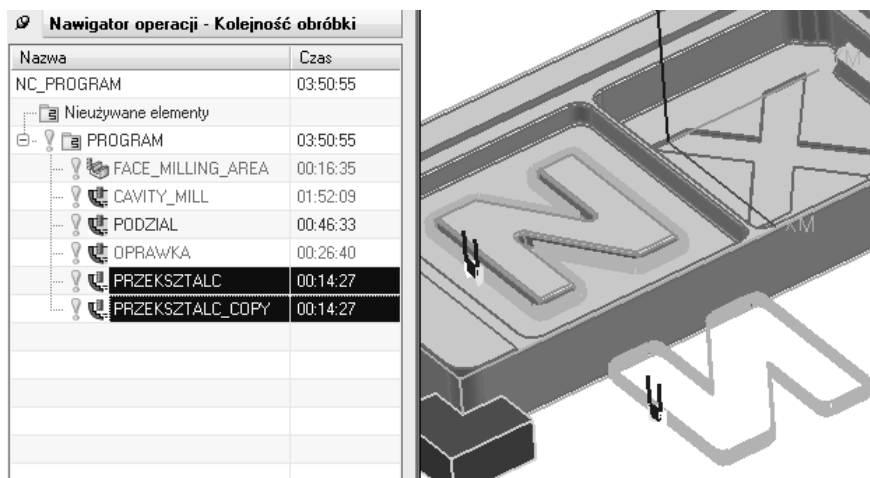


Jeśli polecenie nie widzi ścianek modelu części, sprawdź, czy na *Pasku filtrów* jest wybrana opcja *Całe złożenie*.

50. W grupie *Wynik* ustalamy rodzaj zależności ścieżki przekształconej od ścieżki pierwotnej:
- ♦ *Przesuń* — opcja ta przekształca ścieżkę, nie pozostawiając ścieżki pierwotnej — rysunek 8.13 (a).
 - ♦ *Kopiuj* — opcja ta przekształca ścieżkę, pozostawiając jednocześnie ścieżkę pierwotną, ale jest od niej później niezależna — rysunek 8.13 (b). Zmiany wprowadzone w ścieżce pierwotnej nie mają swojego odzwierciedlenia w ścieżce przekształconej.
 - ♦ *Kopiuj i powiąż* — opcja ta przekształca ścieżkę, pozostawiając jednocześnie ścieżkę pierwotną, ale jest od niej później zależna — rysunek 8.13 (c). Zmiany wprowadzone w ścieżce pierwotnej mają swoje odzwierciedlenie w ścieżce przekształconej.
51. W naszym przypadku ustawmy opcję *Kopiuj*.
52. Włącz podgląd ścieżki ikoną *Pokaż wynik* — rysunek 8.13 (d).

53. Jeśli podgląd jest zgodny z oczekiwaniami, kliknij *OK*.

54. W oknie *Nawigatora operacji* pojawi się kolejna ścieżka z odnośnikiem *_COPY* — np. taka jak na rysunku 8.14.



Rysunek 8.14. Widok ścieżki po odbiciu

55. Naciśnij klawisz *Ctrl* i zaznacz kursorem obie ścieżki, aby zobaczyć ich równoczesny podgląd na ekranie.



Ścieżka *PRZEKSZTAŁC_COPY* jest niezależna i możesz ją edytować. Na oknie dialogowym operacji możesz zmienić poszczególne opcje obróbki np. kierunek obróbki (współbieżny, przeciwbieżny), głębokość skrawania...

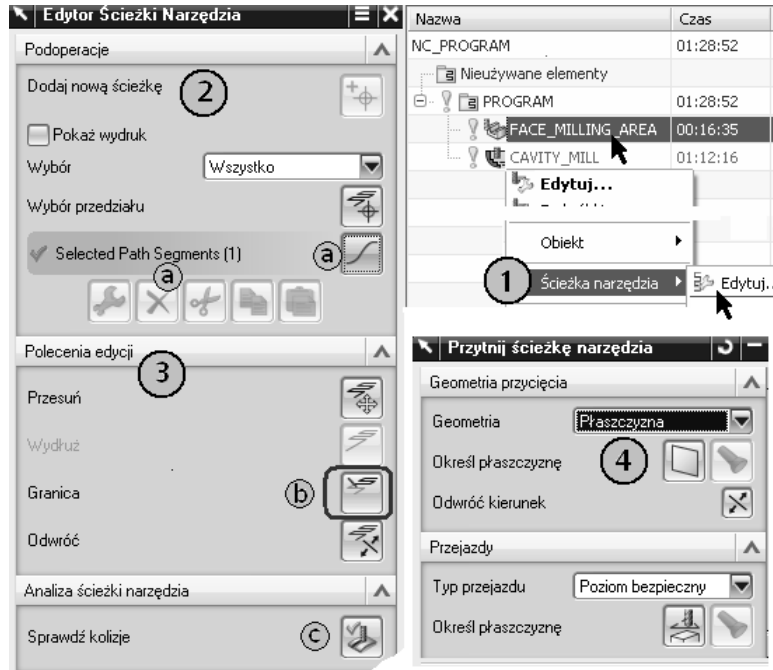
Edytor Ścieżki Narzędzia

Polecenie *Edytuj* — rysunek 8.15 (1) — służy do „głębokiej” ingerencji w ścieżkę. Za pomocą dostępnych poleceń można np.:

- ◆ *Dodać* segment ścieżki — rysunek 8.15 (2);
- ◆ *Przesunąć*, *Wydłużyć* określony segment ścieżki lub *Odwrócić* kierunek całej ścieżki — rysunek 8.15 (3);
- ◆ Do usuwania poszczególnych segmentów ścieżek służy polecenie *Usuń* — rysunek 8.15 (a);
- ◆ Często wykorzystywaną opcją jest możliwość przycięcia ścieżki do określonej płaszczyzny za pomocą opcji *Granica* — jak na rysunku 8.15 (b, 4).

Wprowadzone zmiany można poddać badaniu pod względem kolizji z modelem części — opcja widoczna na rysunku 8.15 (c).

Rysunek 8.15.
Widok okna Edytora
Ścieżki Narzędzia



Kontrola posuwów

W zależności od potrzeb programista może stosować jeden główny posuw roboczy *F-obróbki* i ruchy szybkie *G0 (FMAX)* lub rozdzielić wszystkie posuwów dojazdowe, wejść itp., na inne wartości.

Ustawienia wartości posuwów

Wartości posuwów można ustawić automatycznie (patrz rozdział 4) lub samodzielnie je określać.

56. Edytuj operację POSUWY.
57. Kliknij ikonę *Posuw i obroty* — rysunek 8.16 (1).
58. Pojawi się okno dialogowe, na którym zobaczysz jedynie wypełnioną domyślną wartość posuwu roboczego *F-obróbki* w grupie *Posuw* — rysunek 8.17.
59. Jeśli nie widzisz pozostałych wartości posuwów, kliknij kursorem strzałkę *Więcej* — rysunek 8.17 (a).

Poszczególne nazwy posuwów i ich kolejność w tabeli odnosi się do sekwencji ruchów, jaka zwykle następuje począwszy od startu do końca operacji czy przejścia jednego poziomu obróbki przez narzędzie.

Rysunek 8.16.

Opcje okna dialogowego operacji

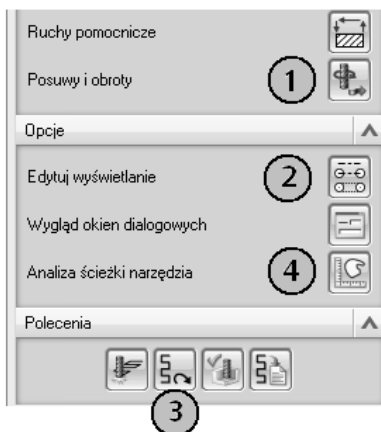
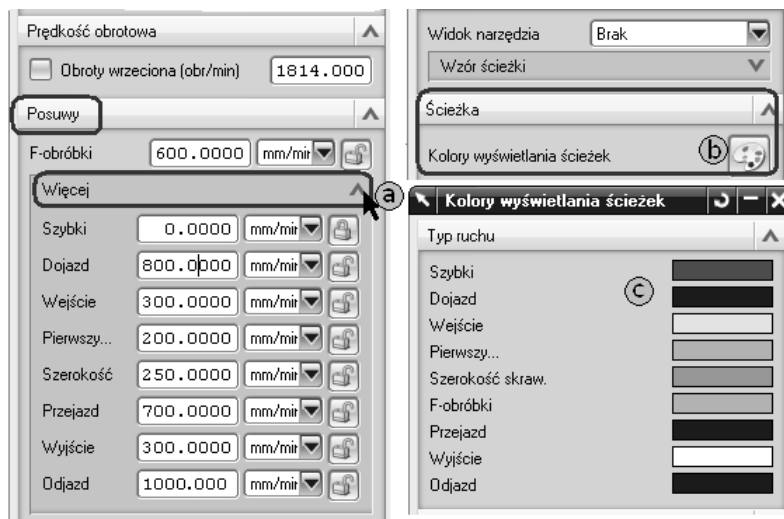
**Rysunek 8.17.**

Tabela posuwów i kolorów



Podział posuwów

Ze względu na charakter kontaktu z materiałem ruchy (i do nich przypisane posuwy) można podzielić na:

- ◆ skrawające — mające kontakt z materiałem obrabianym — na ekranie linią ciągłą;
- ◆ jałowe — niemające z założenia kontaktu z materiałem — na ekranie linią przerywaną jeśli są realizowane posuwem szybkim G0 lub FMAX.

Aby sprawdzić, jaki kolor ścieżki jest standardowo przypisany do danego rodzaju posuwu:

- ◆ Kliknij ikonę *Edytuj wyświetlanie* — rysunek 8.16 (2).
- ◆ Pojawi się okno dialogowe, na którym w grupie *Ścieżka* kliknij ikonę *Kolory wyświetlania ścieżek* — rysunek 8.17 (b).
- ◆ Pojawi się okno, na którym widać poszczególne kolory przypisane do danego ruchu.

Sekwencja ruchów w operacji

Jeśli spojrzeć na nazewnictwo posuwów w tabeli 8.17, to w praktyce ich sekwencja wygląda tak:

- ♦ *Szybki* — jest to posuw ruchu szybkiego realizowany przez funkcję G0 lub FMAX — ruch jałowy.

Można zamiast wartości 0 wpisać wartość maksymalną posuwu, np. 8 000 — wówczas ten ruch będzie realizowany jako G1 F8000.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze czerwonym.

- ♦ *Dojazd* — jest to posuw ruchu realizowanego od punktu startu do *Wejścia* — ruch jałowy.

W operacjach na stałych poziomach Z (np. *Cavity Milling*, *Zlevel Profile*) za jego pomocą realizowany jest ruch z jednego poziomu na drugi. Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas realizowany jest jako ruch szybki G0.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze granatowym.

- ♦ *Wejście* — jest to posuw ruchu zagłębienia się w materiał — ruch skrawający.

Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas przyjmuje wartość posuwu roboczego *F-obróbki*.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze żółtym.

- ♦ *Pierwszy* — jest to posuw pierwszych odcinków ścieżki w materiale — ruch skrawający.

Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas przyjmuje wartość posuwu roboczego *F-obróbki*.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze cyjan.

- ♦ *Szerokość* — jest to posuw łączący dwie sąsiadujące równoległe ścieżki — ruch skrawający.

Występuje, jeśli *Wzór ścieżki* jest ustawiony na *Zig-Zag*.

Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas przyjmuje wartość posuwu roboczego *F-obróbki*.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze zielonym.

- ♦ *F-obróbki* — jest to posuw głównego ruchu obróbki — ruch skrawający.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze cyjan.

- ♦ *Przejazd* — jest to posuw szybkiego poziomego ruchu — ruch jałowy.

Ma zastosowanie, jeśli w *Ruchach pomocniczych* na karcie *Przejazdy* jest wybrana opcja *Typu przejazdu* na *Bezpośrednio*. Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas realizowany jest jako ruch G0.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze granatowym.

- ♦ *Wyjście* — jest to posuw ruchu wyjścia z materiału — ruch skrawający.

Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas przyjmuje wartość posuwu roboczego *F-obróbki*.

Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze białym.

- ◆ *Odjazd* — jest to posuw ruchu końcowego realizowanego od ostatniego *Wyjścia* — ruch jałowy. Jeśli jego wartość w tabeli wynosi 0, wówczas realizowany jest jako ruch szybki G0.

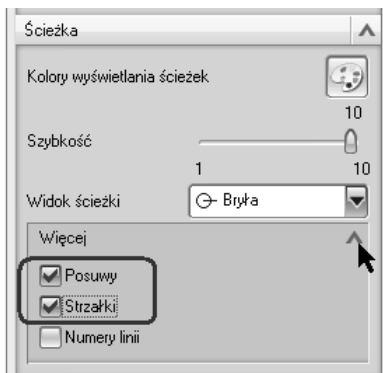
Ścieżki na ekranie są widoczne w kolorze granatowym.

Wyświetlenie wartości posuwów

Aby wyświetlić poszczególne wartości posuwów na ścieżkach na ekranie:

- ◆ Kliknij ikonę *Edytuj wyświetlanie* — rysunek 8.16 (2).
- ◆ Pojawi się okno dialogowe, na którym w grupie *Ścieżka* kliknij ikonę strzałki przy *Więcej* — rysunek 8.18.

Rysunek 8.18.
Włączenie
wyświetlania posuwu



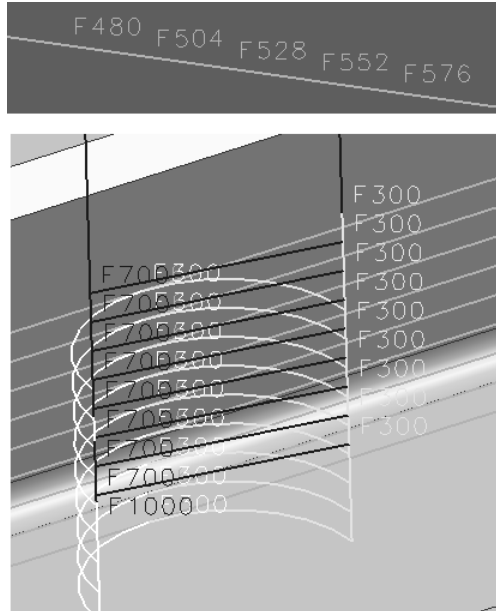
- ◆ Zaznacz opcję *Posuw* — wyświetlanie na ścieżce wartości posuwów przy ich zmianie.
- ◆ Zaznacz opcję *Strzałki* — wyświetlanie strzałek na zmianie kierunku ścieżki.
- ◆ Kliknij *OK*.
- ◆ Na głównym oknie operacji kliknij ikonę *Odtwórz*, aby odświeżyć widok ścieżek — rysunek 8.16 (3).

Na ekranie na ścieżkach danej operacji pojawią się wartości posuwów — rysunek 8.19 na dole — oraz strzałki kierunku obróbki. Wyświetlane są również wartości posuwów w przypadku stosowania zwolnień w narożach — rysunek 8.19 na górze.

Analiza ścieżki narzędzia

Za pomocą polecenia *Analiza ścieżki narzędzia* — rysunek 8.16 (4) — można analizować ścieżkę poziom po poziomie z wyświetlaniem posuwu, regionu obróbki itp.

Rysunek 8.19.
*Widok zmiany
 posuwu na ścieżce*



Kopiowanie operacji obróbki

Zastosowanie w NX 6.0 *Synchronous Technology* (więcej o tym w rozdziale 11.) zaowocowało nie tylko swobodą edycji i przenoszenia operacji modelowania między plikami, ale także kopiowania do innego pliku operacji obróbki. Umożliwia to szybkie przeniesienie jednej, kilku operacji lub całego procesu do pliku z inną geometrią. Razem z ustawieniami operacji przenoszone są również narzędzia.

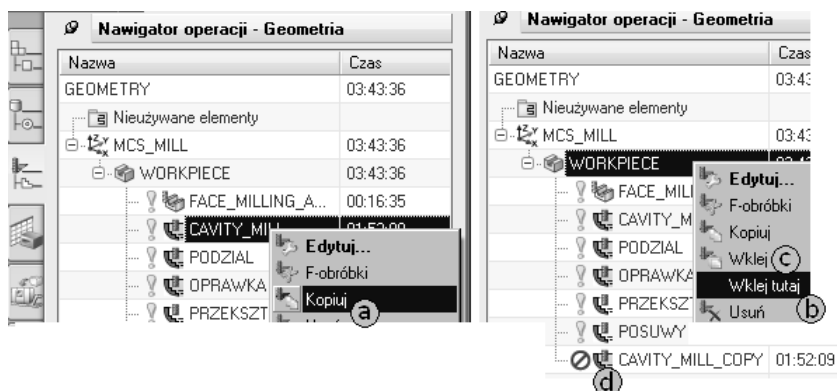
Kopiowanie w ramach jednego pliku

To już znana we wcześniejszych wersjach NX metoda kopiowania operacji.

Zasady i przebieg procesu:

- ♦ Aby w pełni kontrolować proces kopiowania, należy go dokonywać na *Widoku geometrii*.
- ♦ Zaznacz kursorem jedną lub więcej operacji (jeśli więcej, wówczas wciśnij klawisz *Ctrl*).
- ♦ Kliknij *PKM* na operacji (operacjach) i wybierz opcję *Kopiuuj* — rysunek 8.20 (a).
- ♦ Kliknij *PKM* na danym *WORKPIECE*, do którego chcesz skopiować operacje, i wybierz opcję *Wklej tutaj* — rysunek 8.20 (b).
- ♦ Możesz również kliknąć na inną operację, po której chcesz umieścić kopiowaną operację — po jej zaznaczeniu wybierz opcję *Wklej* — rysunek 8.20 (c).

Rysunek 8.20.
Kopiowanie operacji
w ramach tego
samego pliku



- ◆ Skopiowana operacja będzie miała status nieaktualnej (czerwony znacznik) i otrzymała indeks `_COPY` — jak na rysunku 8.20 (d).
- ◆ W przypadku użycia opcji *Wklej tutaj* operacja jest zawsze umieszczana na końcu drzewka. Kursorem możesz przeciągnąć operację do góry. Po najechaniu kursorem na inną operację zostanie ona umieszczona za wskazaną.

Kopiowanie operacji do innego pliku

Kopiowanie operacji do innego pliku nie różni się zbyt wiele od przedstawionego wcześniej procesu.

Zasady i przebieg procesu:

- ◆ Otwórz jednocześnie dwa pliki: jeden, z którego chcesz skopiować operację, i drugi, do którego operacje zostaną przekopiowane.
- ◆ Zaznacz kursorem jedną lub więcej operacji w pliku, z którego będziesz kopiował operacje.
- ◆ Kliknij *PKM* na operacji (operacjach) i wybierz opcję *Kopiuj* — rysunek 8.20 (a).
- ◆ Przejdź do drugiego pliku — menu *Okno...*
- ◆ Kliknij *PKM* na danym *WORKPIECE*, do którego chcesz skopiować operacje, i wybierz opcję *Wklej tutaj* — rysunek 8.20 (b).



Kopiowanie między plikami działa tylko na *Widoku geometrii*, gdzie widać ikonę *WORKPIECE*.

Na tym kończymy krótkie omówienie najczęstszych przypadków kontroli ścieżki, w następnym rozdziale zajmiemy się obróbką zgrubną resztek.