

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

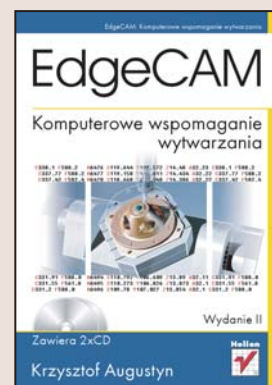
FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

EdgeCAM. Komputerowe wspomaganie wytwarzania. Wydanie II

Autor: Krzysztof Augustyn

ISBN: 83-246-0378-6

Format: B5, stron: 480



Tradycyjne narzędzie pracy technologów – kartka z programem NC – odchodzi do lamusa, zastępowana przez komputer i programy CAD/CAM wspomagające pracę inżynierów. Dzięki takim aplikacjom proces projektowania i wytwarzania elementów przebiega zdecydowanie szybciej i efektywniej. EdgeCAM to jeden z najpopularniejszych programów służących do komputerowego wspomaganie wytwarzania. Umożliwia nie tylko stworzenie projektu części, ale również generowanie ścieżek obróbki, ich optymalizację i edycję oraz symulację pracy obrabiarki CNC. Głównym zadaniem programu jest generowanie na podstawie rysunków części ścieżek NC sterujących pracą obrabiarek sterowanych numerycznie.

„EdgeCAM. Komputerowe wspomaganie wytwarzania. Wydanie II” to podręcznik przedstawiający przebieg typowego procesu tworzenia programu NC dla frezowania i toczenia. Książka ta opisuje najnowszą wersję aplikacji, oznaczoną numerem 10.75. Czytając ją, poznasz zasady przygotowywania rysunków części do obróbki oraz programowania ścieżek i symulacji samego procesu wytwarzania. Każde z zagadnień przedstawione jest w postaci praktycznego przykładu.

- Konfiguracja interfejsu użytkownika
- Rysowanie w module CAD
- Frezowanie korpusów i form
- Obróbka na stołach obrotowych
- Obróbka 4- i 5-osiowa
- Toczenie na centrach tokarsko-frezarskich
- Symulacja obróbki

Wykorzystaj nowoczesne narzędzia stworzone z myślą o programiście-technologu



Spis treści

Wstęp	13
Część I Podstawy obsługi aplikacji	17
Rozdział 1. Wiadomości ogólne	19
Struktura programu	19
Wymagania sprzętowe	19
Instalacja programu	20
Uruchomienie programu	21
Interfejs użytkownika	22
Przykład: Zarządzanie ekranem	23
Jak wywołać widoki prostokątne	25
Gdzie jest początek układu współrzędnych	26
Jak ustawić konfigurację kolorów	26
Gdzie zdefiniować ustawienia globalne programu	26
Konfiguracja interfejsu	27
Jak wczytać gotową konfigurację interfejsu	27
Jak utworzyć nową konfigurację interfejsu	28
Jak przenieść elementy interfejsu na inny komputer	29
Autoukrywanie i aktywacja okien	29
Jak wybrać wygląd pasków i menu	30
Jak dodać (usunąć) ikony z pasków	30
Jak utworzyć nowy pasek	31
Jak umieścić wywołanie zewnętrznej aplikacji lub makra w menu	32
Jak zmienić wygląd ikony	32
Ustawienia wersji językowej	32
Rozdział 2. Podstawy modułu CAD	35
Tworzenie i zapisywanie plików	35
Kolory, styl linii	36
Linie, łuki, krzywe	37
Edycja	38
Wprowadzanie i podgląd współrzędnych	39
Tryby pracy CAD i CAM	40
Przeglądarka	41
Warstwy	41
Bryły	41
Obróbka	42

Wstawianie elementów	44
Wstaw/Część	44
Wstaw/Bryłę	45
Wstaw/STL	45
Wstaw/Punkty — współrzędne krzywek	46
Tworzenie tekstu	47
Część II Frezowanie	49
Rozdział 3. Operacje — pliki płaskie	51
Zanim zaczniesz definiować ścieżki	52
Definiowanie sekwencji obróbki	52
Definiowanie położenia uchwytów	56
Definiowanie materiału półfabrykatu	56
Ustawienia programu	57
Generowanie kodu NC	58
Edytor kodu	59
Rozszerzenia plików	59
Poziomy obróbki dla Operacji — pliki krawędziowe (2D)	60
Przykład: Obróbka części	61
Operacja Planowanie	62
Edycja Operacji	63
Operacja Zgrubna — obróbka kieszeni	65
Operacja Zgrubna — obróbka resztek	66
Operacja Profilowanie — obróbka wykańczająca	67
Operacja Zgrubna — obróbka zewnętrzna	68
Operacja Fazowanie	69
Rozdział 4. Pliki płaskie	71
Pliki płaskie 2D	71
Funkcje pomocnicze	76
Ciągłość	77
Rozdział 5. Cykle zgrubne	79
Planowanie czoła detalu — cykl Planowanie	79
Karta Ogólnie	80
Karta Poziom	81
Obróbka pokrywy	82
Jeżeli narzędzie przeszkadza przy wskazywaniu	86
Jak zmienić parametry zdefiniowanych cykli	86
Ruchy wejścia i wyjścia	87
Ruchy Łączenia	89
Jak sprawdzić czas trwania obróbki	90
Obróbka kieszeni — cykl Zgrubny	90
Karta Ogólnie	91
Karta Poziom	92
Obróbka kieszeni pionowych	93
Karta Wejścia	94
Obróbka kieszeni z wyspami	97
Co zrobić z naddatkiem na czołach wysp	98
Obróbka resztek	99
Obróbka kieszeni z pochyłymi ścianami	100
Resztki pośrednie	102

Inne przypadki zastosowań cyklu Zgrubny	103
Obróbka stempla (elektrody) — ścianki pionowe	103
Obróbka stempla (elektrody) — po wskazanej ściance	104
Obróbka kieszeni z przyległymi elementami	106
Obróbka kieszeni otwartych	108
Obróbka trochoidalna	109
Rozdział 6. Cykle profilowe i obróbka otworów	111
Obróbka wykańczająca — cykl Profilowanie	111
Karta Ogólnie	112
Karta Kontrola	112
Karta Start	112
Karta Wejścia	113
Obróbka profili kieszeni	114
Optymalizacja wyjazdów	116
Stosowanie korekcji	116
Obróbka profili pochylonych	118
Jak zagaścić ścieżkę	119
Obróbka kieszeni z wyspami	120
Obróbka po krawędzi przekroju	122
Obróbka profili otwartych	123
Obróbka rowków	124
Karta Poziom	125
Obróbka logo firmy z CorelDRAW	125
Obróbka tekstów	126
Obróbka tekstu wklęsłego	126
Obróbka cyfr wypukłych	127
Obróbka tekstów wektorowych	128
Cykle obróbki otworów	128
Karta Ogólnie	129
Karta Poziom	130
Karta Krok	130
Karta Filtr	131
Cykl Otwory	132
Optymalizacja kolejności obróbki	133
Frezowanie gwintów (linii śrubowej)	134
Ręczne definiowanie ruchów narzędzia	135
Kopowanie ścieżek	136
Rozdział 7. Operacje — pliki bryłowe	137
Poziomy obróbki dla Operacji — pliki bryłowe	137
Przykład: Obróbka części	138
Operacja Zgrubna — obróbka kieszeni	139
Operacja Płaskie regiony — obróbka dna kieszeni	140
Operacja Zgrubna — kieszeni (otworu)	141
Operacja Zgrubna — obróbka profilu zewnętrznego	142
Operacja Profilowanie — obróbka podcięcia	143
Operacja a cykle	145
Poziomy obróbki	145
Aktualizacja modelu CAD i ścieżek obróbki	146
Rozdział 8. Korpusy — pliki bryłowe	149
Asocjatywna współpraca z programami CAD	150
Korpus i złożenie; pliki Parasolid	152
Określenie punktów startu obróbki	155

Wyszukiwanie cech	156
Ręczne określanie cech typu Kieszzeń	157
Automatyczne określanie cech typu Otwór	158
Ręczne określanie cech typu Profil	160
Obróbka elementu typu Korpus	160
Planowanie	161
Obróbka kieszeni z opcją trochoidalną	162
Obróbka kieszeni z wejściem w otworze	163
Cykl Profilowanie	164
Obróbka otworów ścieżką po spirali	164
O	166
Obróbka kieszeni z wyspami	167
Wiercenie	168
Obróbka płaskich regionów na korpusach	171
Zaślepienie otworów	171
Obróbka korpusu	172
Rozdział 9. Operacje — formy	175
Poziomy obróbki dla Operacji — pliki bryłowe	175
Przykład: Obróbka formy	176
Operacja Zgrubna	177
Operacja Zgrubna — obróbka resztek	178
Operacja Płaskie regiony — obróbka dna i półek	179
Operacja Profilowanie — obróbka ścian	180
Operacja Wierszowanie — obróbka powierzchni	181
Porównanie — wyfrezowana część i model	182
Aktualizacja modelu CAD i ścieżek obróbki	183
Rozdział 10. Formy (matryce)	185
Cykl Zgrubny	185
Karta Ogólnie	186
Karta Poziom	186
Matryca zamknięta — plik bryłowy	187
Zaślepienie otworów	189
Matryca zamknięta — obróbka	190
Obróbka zgrubna	190
Co zrobić z naddatkiem na ściankach	192
Co zrobić z nieobrobionymi obszarami	192
Cykl Profilowanie — obróbka wykańczająca	193
Jak kontrolować rodzaj obrabianych powierzchni	194
Jak lokalnie zagęścić ścieżkę	196
Jak obrobić cały detal w cyklu Profilowanie	196
Cykl Wierszowanie	197
Jak zmienić kierunek obróbki	199
Porównanie detalu idealnego z obrobionym	199
Cykl Obróbka ołówkowa	200
Opcja Frezowanie od góry	202
Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek	202
Matryca otwarta — plik powierzchniowy	203
Definiowanie ZERA	204
Zaślepienie elementów	207
Zakresy obróbki	209
Matryca otwarta — obróbka	210
Obróbka wykańczająca	212
Pliki obliczeń — katalog tmp	212

Rozdział 11. Stemple (elektrody)	215
Elektroda — obróbka	215
Cykl Wierszowanie — opcja prostopađa	216
Cykl Wierszowanie — opcja Bez płaskich regionów	217
Cykl Płaskie regiony — opcja Wierszowanie	217
Cykl Obróbka ołówkowa	218
Obróbka stempla — plik bryłowy	219
Zaślepianie elementów	219
Rozpinanie powierzchni	219
Jak odczytać współrzędne punktu	220
Jak tworzyć zakresy obróbki	221
Asocjatywne zakresy	222
Obróbka części	223
Inne przypadki — elementy obrotowe	224
Definiowanie półfabrykatu 3D	225
Obróbka zgrubna i wykańczająca cyklem Zgrubny	225
Jak obrabiać elementy z żebrami lub łopatkami	226
Odkuwka — elementy kuźnicze	227
Odlewy — obróbka nadadatków	228
Rozdział 12. Cykle specjalne	229
Cykl Rzutowanie po krzywych	229
Wirnik — przestrzeń między łopatkami	230
Definiowanie przewodnic — profile	230
Definiowanie przewodnic — geometria	231
Cykl Koncentryczny	234
Gniazdo formy — zamknięte	235
Gniazdo formy — otwarte	236
Odlew — przewodnice	236
Cykl Rzutowanie kołowe	237
Elementy soczewkowe	237
Cykl Rzutowanie koncentryczne	239
Forma kołpaka	239
Cykl Rzutowanie ścieżek płaskich	240
Grawerowanie napisu na powierzchni	240
Cykl Obróbka naroży	241
Stempel klocka	241
Opcja ołówkowa w cyklu Obróbka naroży	243
Cykl Wierszowanie	243
Cykl Wierszowanie jako zgrubny	243
Forma kuźnicza — cykl Wierszowanie jako półwykańczający	243
Jak kopiować obróbkę	244
Ruchy wejść i łączenia	245
Ruchy Wejścia i Wyjścia	245
Ruchy łączenia	246
Krótkie ścieżki	246
Długie ścieżki	246
Profilowanie — Wejścia	247
Wierszowanie — Wejścia	248
Koncentryczny — Wejścia	250
Posuw roboczy i wglębny	250
Szablony obróbki	251
Przeniesienie technologii do pliku tekstowego	252
Powierzchnie chronione	253
Stempel — plik bryłowy	254

Rozdział 13. HSM	257
Frezowanie — H(igh) S(peed) M(achining)	257
Charakterystyka HSM	257
Obróbka zgrubna 2D i 3D	258
Obróbka półwykańczająca	261
Obróbka wykańczająca	261
PLIKI NURBS	264
Rozdział 14. Magazyn narzędzi	267
Uruchomienie Magazynu	267
Korzystanie z Magazynu narzędzi — Frezowanie	268
Filtry w Magazynie narzędzi	269
Edycja parametrów narzędzia	271
Definiowanie nowego narzędzia — frez	272
Moduł Technologii	275
Analiza modelu — dobór frezu do obróbki	276
Analiza modelu	276
Karta Ogólnie	277
Karta Zakres Z	277
Podgląd analizy	278
Sprawdzanie długości frezu	281
Korzystanie z Magazynu narzędzi — Toczenie	283
Definiowanie nowego narzędzia — Nóż	284
Link do Sandvik Coroguide	286
Definiowanie linku	287
Uruchomienie linku	287
Rozdział 15. Symulacja obróbki	291
Zapis półfabrykatu do kolejnej obróbki	295
Symulacja: tryb Wynik obróbki	296
Stoły obrotowe	298
Zmiana uchwytów podczas obróbki	300
Zmiana mocowania	300
Brak półfabrykatu	301
Ustawienia symulacji	302
Część III Toczenie	303
Rozdział 16. Toczenie 2-osiowe	305
Wiadomości wstępne	305
Interfejs	305
Symulacja obróbki	306
Pliki płaskie 2D — przygotowanie do obróbki	306
Definiowanie profilu	306
Definiowanie ZERA	309
Definiowanie półfabrykatu	310
Zakres obróbki	311
Punkty startu	311
Model 3D — obrotowy	312
Definiowanie uchwytu	312
Definiowanie obróbki plików 2D	313
Definiowanie sekwencji obróbki	313
Moduł obróbki	314
Definiowanie kinematyki uchwytów	316

Cykl Planowanie	316
Karta Ogólnie	317
Definiowanie cyklu Planowanie	318
Cykl Zgrubny	319
Definiowanie cyklu Zgrubny	320
Wydłużenie ścieżki	321
Obróbka bez rowków	322
Korekcja styczna	323
Cykl Profile	323
Ruchy wejścia	324
Definiowanie cyklu Profile	324
Stosowanie korekcji	325
Jak sprawdzić czas trwania obróbki	327
Cykl Rowki zgrubnie	328
Definiowanie cyklu Rowki zgrubnie	329
Obróbka stopniowa rowków	329
Cykl Rowki profile	330
Wytaczanie i cykl otwory	330
Cykl obróbki otworów	331
Cykl Wytaczanie	332
Przecinanie	333
Obróbka zgrubna za pomocą cyklu Profile	333
Rozdział 17. Obróbka z osiami CY	335
Korpus i złożenie	335
Zmiana środowiska pracy	336
Ustawienie osi wrzeczona	337
Definiowanie półfabrykatu	337
Definiowanie elementów mocujących	338
Definiowanie profili obróbki	339
Obróbka korpusu	343
Definiowanie kinematyki uchwytów	343
Definiowanie cyklu Rowki wzdłużnie	343
Definiowanie frezowania w osi C	345
Definiowanie obróbki otworów w osi C	347
Definiowanie obróbki kieszeni w osi Y	348
Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek	350
Rozdział 18. Podwrzeczono, oś B + druga głowica	353
Ustawienia przechwyty	353
Definiowanie sekwencji	354
Obróbka detalu	356
Definiowanie kinematyki uchwytów	356
Definiowanie cyklu Planowanie na wrzeczonie	357
Definiowanie cyklu Planowanie na podwrzeczonie	358
Definiowanie cyklu Wahadłowy na wrzeczonie	359
Definiowanie cyklu Profile	362
Frezowanie kieszeni z indeksowaniem w osi B	362
Kopiowanie ścieżek	364
Toczenie rowka na podwrzeczonie	366
Obróbka otworów w osi C na podwrzeczonie	368
Definiowanie przechwyty	369
Synchronizacja obróbki	369
Przyjazd przechwyty	369

Odcięcie detalu	370
Odjazd podwrzeczona z odciętym detalem	371
Wysunięcie detalu do zderzaka	371
Symulacja ciągła	372

Część IV OBRÓBKA 4- 5-osiowa375

Rozdział 19. Obróbka 4- i 5-osiowa — Indeksowanie 377

Obróbka korpusów na stole obrotowym	377
Przykład: Przygotowanie korpusu	377
Definiowanie półfabrykatu	378
Definiowanie elementów mocujących	378
Definiowanie ZER lokalnych	379
Edycja ZER lokalnych	382
Określenie cech do obróbki dla kilku ZER	382
Przykład: Obróbka korpusu	384
Definiowanie Sekwencji obróbki	384
Edycja Sekwencji obróbki	385
Definiowanie kinematyki uchwytów i półfabrykatu	386
Obróbka części	387
Definiowanie ruchów Indeksowania	388

Rozdział 20. Obróbka 4-osiowa — Simultaneous 395

Operacje	395
Operacja 4- osiowa Obrotowo	395
Przykład: Krzywka — przygotowanie	398
Definiowanie półfabrykatu	398
Definiowanie uchwytu	399
Określanie cech do obróbki krzywki	400
Przykład: Krzywka — obróbka	402
Definiowanie Sekwencji obróbki	402
Edycja Sekwencji obróbki	403
Definiowanie kinematyki uchwytów i półfabrykatu	404
Obróbka części	405
Operacja 4-osiowa Obrotowa	405
Operacja 4-osiowa — powierzchnie chronione	406
Obrót punktów startu	408
Przykład: Łopatka — przygotowanie	408
Definiowanie półfabrykatu	409
Definiowanie uchwytu	410
Określenie cech do obróbki łopatki	410
Przykład: Obróbka łopatki	411
Definiowanie Sekwencji obróbki	411
Definiowanie kinematyki uchwytów i półfabrykatu	411
Obróbka pióra łopatki	411
Zmiana kierunku rozpoczęcia obróbki	412
Definiowanie ścieżki ciągłej	413
Obróbka zaokrąglenia	414
Przykład: Grawerowanie — przygotowanie	415
Definiowanie prowadnic	415
Definiowanie powierzchni	416
Grawerowanie — obróbka	416
Obróbka litery	416
Kontrola gęstości punktów ścieżki	418

Obniżenie ścieżki	418
Przesunięcie ścieżki	419
Przykład: Rowek śrubowy — przygotowanie	419
Definiowanie prowadnic	420
Definiowanie powierzchni	420
Rowek śrubowy — obróbka	421
Obróbka rowka śrubowego o zmiennym skoku	421
Rozdział 21. Obróbka 5-osiowa — Simultaneous	425
Operacje	426
Operacja 5-osiowa Profilowanie — obróbka ścian bocznych	426
Przykład: Kieszenie — przygotowanie	427
Analiza pochyłości ścian części	427
Określenie cech do obróbki kieszeni	428
Przykład: Kieszeń — obróbka	429
Definiowanie Sekwencji obróbki	429
Obróbka części	430
Operacja 5-osiowa Wierszowanie — obróbka wykańczająca	431
Przykład: Wkładka — obróbka	432
Kąty opóźnienia (wyprzedzenia) i natarcia	433
Łączenie ścieżek na przerwach	434
Przykład: Obróbka promienia formy	435
Ochrona powierzchni — zmiana kąta pochylenia	437
Przykład: Obróbka kanałów dolotowych	437
Szablony cyklu	437
Przykład: Obróbka łopatki	440
Ochrona powierzchni — zmiana kąta natarcia	440
Limity kątowe	441
Limity obrabiarki	441
Limity cyklu	442
Definiowanie posuwów	443
Krzywizna ścieżki	443
Posuw czasowy — G93	443
Postprocesory	444
Rozdział 22. Nowości 8.5 – 10.5	445
CAD	445
Punkty charakterystyczne	445
Wybór punktów	445
Półfabrykat	446
Pliki IGES	446
Pliki DWG/DXF	446
Widoczność ścieżek	447
Wykrywanie usuniętej geometrii	447
FREZOWANIE	448
Cykl Obróbka głębna (Plunge Milling)	448
Cykl Zgrubny	450
Cykl Profilowanie	451
Cykl Wierszowanie	455
Cykl Planowanie	455
Kąty styku	455
Ucinanie ścieżek	456
Magazyn narzędzi	456
Import opravek z systemów CAD	456

Symulacja	457
Nagrywanie filmów — pliki AVI	457
Dodatkowe materiały	458
www.edgcam.cad.pl	458
Dodatki	459
Skorowidz	461

Rozdział 6.

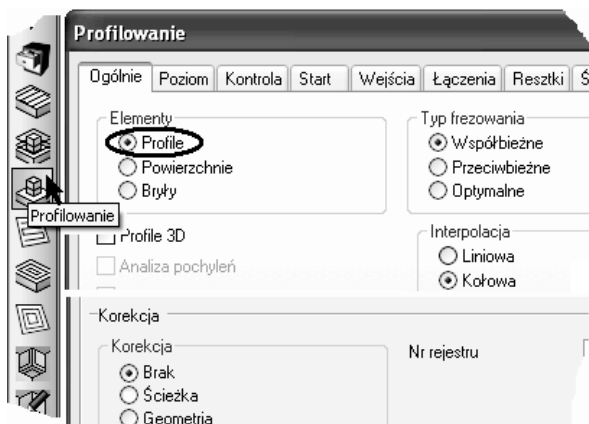
Cykle profilowe i obróbka otworów

Za pomocą cyklu obróbki kieszeni można wyfrezować element bez pozostawienia nadatków na obróbkę wykańczającą, definiując ostatnie przejście z mniejszą szerokością skrawania — nie zawsze jednak jest to możliwe do zrealizowania. Do obróbki wykańczającej profili zamkniętych i otwartych służy cykl *Profilowanie*, który podobnie jak cykl *Zgrubny* ma (oprócz obróbki elementów typu *Bryły* i *Powierzchnie*) możliwość generowania ścieżek na podstawie geometrii 2D (*Profile*). Oprócz wspomnianych zagadnień w rozdziale tym zostaną poruszone kwestie obróbki otworów, frezowania gwintów, rowków, tekstów i grawerowania.

Obróbka wykańczająca — cykl Profilowanie

Cykl *Profilowanie* (menu *Frezowanie*) służy do obróbki wykańczającej części po obróbce zgrubnej kieszeni albo może stanowić samodzielny cykl (rysunek 6.1) obróbki profili zamkniętych lub otwartych z możliwością stosowania *Korekcji* na promień narzędzia. W tym cyklu (jak w *Zgrubnym*) można obrabiać elementy z pochyłymi ściankami.

Rysunek 6.1.
Karta Ogólnie cyklu
Profilowanie i ikona
wywołująca cykl



Karta Ogólnie

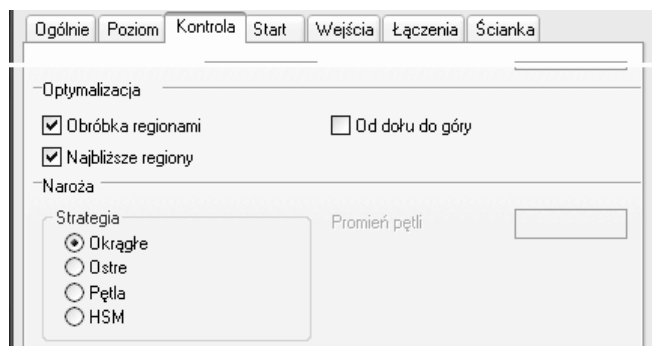
Na karcie *Ogólnie* pojawia się jeden nowy parametr *Korekcja*:

- ♦ *Ścieżka* — kod NC generowany jest jako współrzędne ścieżki, czyli na środek narzędzia.
- ♦ *Geometria* — kod NC generowany jest jako współrzędne geometrii.

Karta Kontrola

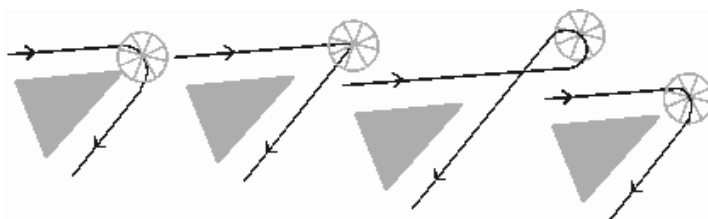
Na karcie *Kontrola* (rysunek 6.2) istotne dla profili 2D są następujące parametry i opcje:

Rysunek 6.2.
Karta *Kontrola*
cyklu *Profilowanie*



- ♦ *Obróbka regionami* — jeżeli opcja ta jest zaznaczona, wówczas obróbka jednego elementu przebiega do końca, zanim narzędzie przejdzie do następnego.
- ♦ *Naroża* — opcja ta określa sposób generowania ścieżki na narożach detalu (rysunek 6.3). Cykle posiadają ustawienia dla obróbki zewnętrznych ostrych naroży. Aby zapobiec tępieniu tych krawędzi i jednocześnie utrzymać łagodne przejście narzędzia, najlepiej korzystać z opcji HSM.

Rysunek 6.3.
Naroże *Okrągłe*,
Ostre, *Pętla* i *HSM*



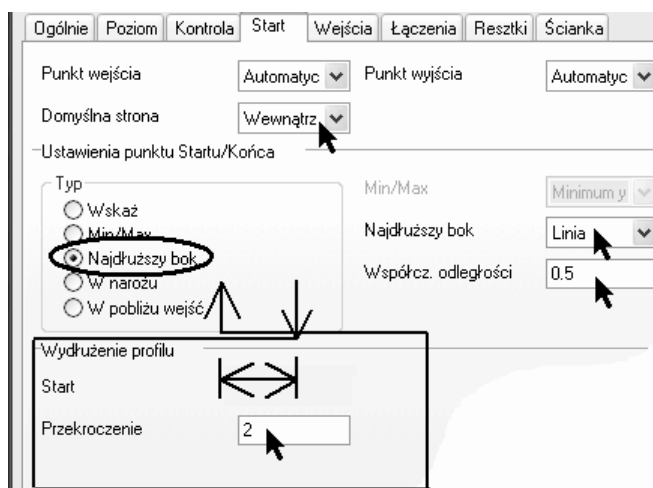
Karta Start

Cykl *Profilowanie* ma dużo możliwości ustawiania opcji startu i zakończenia obróbki widocznych na rysunku 6.4. W tym rozdziale zostaną omówione podstawowe, pozostałe natomiast poznasz w rozdziale 8.

Najczęściej stosowana jest opcja *Najdłuższy bok* (wybór *Linia* lub *Łuk*). *Współczynnik odległości* zawarty jest w granicach 0 – 1. W tym przypadku 0.5 oznacza, że wejście narzędzia będzie się odbywać w połowie najdłuższego odcinka na profilu.

Rysunek 6.4.

Karta Start i zasada działania parametru Przekroczenie



Pozostałe parametry istotne w tym przypadku to:

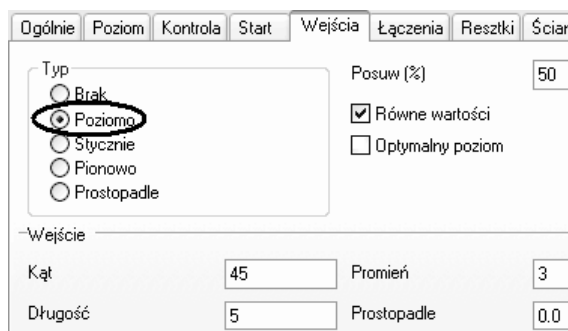
- ♦ *Domyślna strona* — opcja ta określa, z której strony jest obrabiany profil; nie musisz jej wybierać obowiązkowo, ponieważ po wskazaniu profilu do obróbki program zapyta, z której strony ma on być obrabiany.
- ♦ *Wydłużenie profilu* — określa odsunięcie (+) lub przybliżenie (–) punktu *Startu* i *Końca* obróbki stycznie do wybranego profilu.
- ♦ *Przekroczenie* — określa wartość wyjścia narzędzia poza punkt końcowy obróbki dla zamkniętego profilu (rysunek 6.4).

Karta Wejścia

Ruchy wejścia i wyjścia (rysunek 6.5) narzędzia w tym przypadku są ruchami w płaszczyźnie XY (*Poziomo*), które występują na początku i końcu cyklu. To polecenie gwarantuje brak kontaktu frezu z materiałem przy rozpoczęciu i zakończeniu cyklu. Każdorazowo narzędzie jest oddalone od części obrabianej, a co za tym idzie, na materiale nie ma widocznych śladów ścieżek. Szczegółowo karta ta jest omówiona w rozdziale 12.

Rysunek 6.5.

Karta Wejścia cyklu Profilowanie

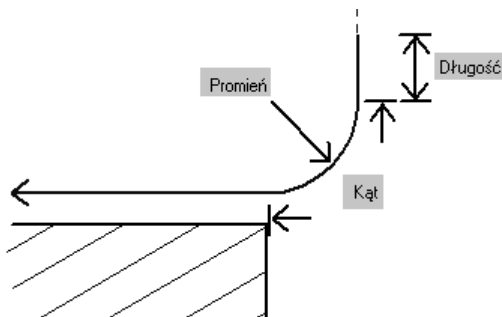


Wejście i wyjście narzędzia (rysunek 6.6) mogą być definiowane przez kilka parametrów:

- ♦ *Długość* dla ruchu po prostej.
- ♦ *Promień* dla ruchu po łuku.
- ♦ *Kąt* określający nachylenie ruchu po prostej względem ścieżki wejścia.
- ♦ *Prostopadłe* dla dodatkowego ruchu dojazdu.

Rysunek 6.6.

*Parametry Wejścia
(wyjścia) narzędzia*



Obróbka profili kieszeni

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki profili zamkniętych.

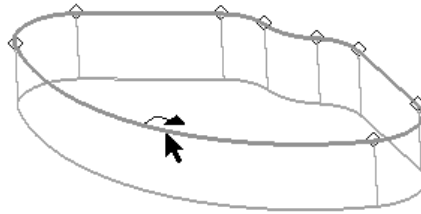
1. Otwórz plik *Kieszen_pionowa.ppf*. Warstwy z obróbką zgrubną są ukryte.



Jest to kontynuacja obróbki pliku *Kieszenie_pionowe.ppf* z poprzedniego rozdziału.

2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez walcowy 10.
4. Wybierz cykl *Profilowanie* (za pomocą menu *Frezowanie* lub ikony pokazanej na rysunku 6.1) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.1.
 - ♦ Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0, *Głębokość* -20, *Głęb. skraw.* 5, opcja *Zakończ na:* poziomie *Bezpiecznym*.
 - ♦ Karta *Start* — parametry takie jak na rysunku 6.4.
 - ♦ Karta *Wejścia* — parametry takie jak na rysunku 6.5.
5. Kliknij dwukrotnie zielony (rysunek 6.7) profil kieszeni w pobliżu oczekiwanego punktu startu obróbki i naciśnij *Enter*.
6. Na ekranie pojawi się strzałka (w pobliżu miejsca wskazania), która określa, jaka strona profilu będzie obrabiana. Przy prawidłowym położeniu powinna ona znajdować się po wewnętrznej stronie profilu.

Rysunek 6.7.
Górny profil kieszeni



Jeśli strzałka znajduje się po zewnętrznej stronie profilu, wówczas kliknij kursorem wewnątrz kieszeni, a zmieni ona swoje położenie na przeciwne.

Strzałka mogła się nie pojawić wewnątrz, ponieważ nie zaznaczyłeś opcji widocznych na rysunku 6.4 (*Domyślna strona*) — aby to zrobić, nie wychodząc z polecenia, naciśnij klawisz *Escape*, który spowoduje powrót do okna dialogowego, i zaznacz tę opcję.

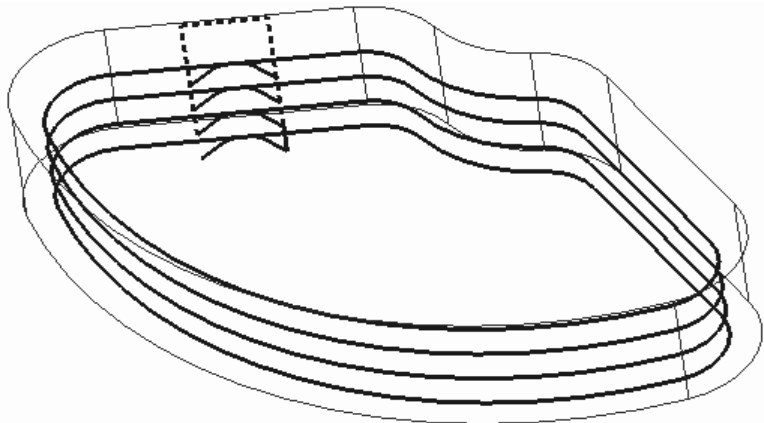
7. Strzałkę możesz przemieścić, klikając lewym klawiszem myszy w innym punkcie profilu i naciskając *Enter*.



Aby strzałka była umieszczona na środku elementu (linii lub łuku), muszą być zaznaczone odpowiednie opcje *Uchwytów* na karcie *Wybór* (menu *Opcje/System*) — zobacz w rozdziale 3.

8. Program zapyta o zakres obróbki — nie jest on jednak w tym przypadku stosowany, więc naciśnij *Enter*.
9. Program wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.8.

Rysunek 6.8.
Wygenerowana ścieżka Profilowania



10. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

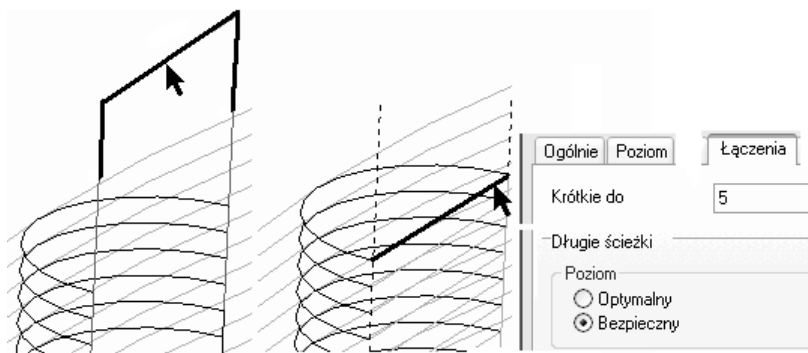
Optymalizacja wyjazdów

W tym ćwiczeniu poznasz zasady stosowania optymalizacji wyjazdów.

Zauważ, że po obróbce każdego z poziomów narzędzie wyjeżdża ruchem szybkim lub łączenia na poziom *Bezpieczny* albo *Optymalny* — w zależności od ustawień tych opcji na karcie *Łączenia/ Długie ścieżki* — zobacz rysunek 6.9.

Rysunek 6.9.

*Poziomy łączenia
Długich ścieżek*



W przypadku ustawienia *Poziomu* wyjazdu na *Bezpieczny* przed przejściem do kolejnego poziomu obróbki narzędzie wyjeżdża (rysunek 6.9 po lewej) na poziom *Bezpieczny*, którego wartość określona jest na karcie *Poziom*.

W przypadku ustawienia *Poziomu* wyjazdu na *Optymalny* narzędzie bezpośrednio przejeżdża do wejścia kolejnej ścieżki. Sposób przejazdu określa opcja *Krótkie ścieżki/Typ*.



Aby przejazdy mogły się odbywać na poziomie *Optymalnym*, poza zaznaczeniem tej opcji należy ustawić odpowiednią wartość *Krótkich ścieżek*. Powinna być ona większa od *Głębokości skrawania* na karcie *Poziom*.

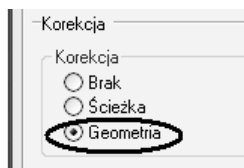
Stosowanie korekcji

W tym ćwiczeniu poznasz zasady stosowania korekcji.

Opcje *Korekcji* w przypadku cyklu *Profilowanie* znajdują się w dolnej części okna na karcie *Ogólnie*. Edytuj cykl *Profilowanie* i zaznacz polecenie *Geometria* przy *Korekcji* — rysunek 6.10.

Rysunek 6.10.

Opcje Korekcji





Jeśli opcje *Korekcji* są niektywne, sprawdź, czy *Typ frezowania* (karta *Ogólnie*) jest ustawiony na *Współbieżny* lub *Przeciwbieżny* (*Optymalny* nie jest obsługiwany) oraz czy na karcie *Wejścia* nie jest zaznaczona opcja *Optymalny poziom* (powoduje ona podniesienie ścieżek przy dnie w 3D) — rysunek 6.11. Ponadto na karcie *Wejścia* ich *Typ* powinien być ustawiony na *Poziomo*, a na karcie *Łączenia* typ *Krótkich ścieżek* na *Krok*.

Rysunek 6.11.

Parametry mające wpływ na Korekcję



Kod NC generowany jest w tym przypadku jako współrzędne geometrii. Na ekranie zostaje dotychczas wygenerowana ścieżka, która używana jest w module *Symulacja*. Innym kolorem zostaje wygenerowana ścieżka odpowiadająca współrzędnym profilu (z korekcją) — ma ona jedynie charakter poglądowy.



Przykłady kodów NC z korekcją możesz zobaczyć na rysunkach 6.12 i 6.13.

Rysunek 6.12.

Fragment kodu bez korekcji i z korekcją — sterowanie Fanuc

```

bez korekcji_f.nc
N70 Z2
N80 G1 Z-5 F1974
N90 X26.943 Y-43.302 F3947
N100 G17 G2 X0 Y51 I-26.943 J43.302 F4473
N110 G1 X70 F3947
N120 G2 X86.377 Y-6.321 I0 J-31 F4894
N130 G1 X45.41 Y-31.811 F3947
N140 X44.561 Y-32.34
N150 G0 Z15
N160 Z100

Korekcja_f.nc
N90 G41
N100 X42.241 Y-26.717 D34 F3947
N110 X23.774 Y-38.208
N120 G17 G2 X0 Y45 I-23.774 J38.208 F4473
N130 G1 X70 F3947
N140 G2 X83.208 Y-1.226 I0 J-25 F4894
N150 G1 X42.241 Y-26.717 F3947
N160 X41.392 Y-27.245
N170 G40 X47.731 Y-37.434
N180 G0 Z15
  
```



Zauważ, że podczas generowania kodu program może przeliczać posuwy na łukach profilu.

Rysunek 6.13.

Fragment kodu bez
korekcji i z korekcją
— sterowanie
Heidenhain

```

bez korekcji_h.nc
8 L Z-5 F1974
9 CC X+51.222 Y-41.151
10 C X+51.222 Y-30.151 DR+ F2960
11 CC X+51.222 Y-41.151
12 C X+45.41 Y-31.811 DR+
13 L X+26.943 Y-43.302 F3947
14 CC X+0.0 Y+0.0
15 C X+0.0 Y-51 DR- F4473
16 CC X+0.0 Y+0.0

Korekcja_h.nc
8 L Z-5 F1974
9 L X+42.241 Y-26.717 RL F3947
10 L X+23.774 Y-38.208
11 CC X+0.0 Y+0.0
12 C X+0.0 Y-45 DR- F4473
13 CC X+0.0 Y+0.0
14 C X-45 Y+0.0 DR-
15 CC X+0.0 Y+0.0
16 C X+0.0 Y+45 DR-

```

Obróbka profili pochylonych

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki profili kieszeni zamkniętych o pochylonych ściankach.

1. Otwórz plik *Scianki_pochylone.ppf* i przejdź do modułu *Obróbka*. Warstwy z obróbką zgrubną są ukryte.



Jest to kontynuacja obróbki pliku *Scianki_pochylone.ppf* z poprzedniego rozdziału.

2. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez wałcowy 10 R2.
3. Wybierz cykl *Profilowanie* (menu *Frezowanie* lub ikona widoczna na rysunku 6.1) i podaj parametry obróbki, tak jak w poprzednim przykładzie:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.1.
 - ♦ Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0, *Głębokość*: -20, *Głębokość skrawania* 2.
 - ♦ Karta *Wejścia* — parametry takie jak na rysunku 6.5.
 - ♦ Karta *Ścianka* — zaznacz opcję jak na rysunku 6.14.

Rysunek 6.14.

Karta *Ścianka*
cyklu *Profilowanie*
dla tego przykładu



4. Zasady wskazywania profilu są takie jak w poprzednim przykładzie.

5. Kliknij dwukrotnie czerwony profil kieszeni w pobliżu oczekiwanego punktu startu obróbki i naciśnij *Enter*.
6. Na ekranie pojawi się strzałka (w pobliżu miejsca wskazania), która określa, w jakim miejscu rozpocznie się obróbka i jaka strona profilu będzie obrabiana. Prawidłowo powinna ona znajdować się w położeniu po wewnętrznej stronie profilu.
7. Strzałkę możesz przemieścić, klikając lewym klawiszem myszy w innym punkcie profilu i naciskając *Enter*.
8. Program wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.15.

Rysunek 6.15.

Cykl Profilowanie
w widoku bocznym
bez zagęszczenia
i z zagęszczeniem
ścieżki



9. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

Jak zagęścić ścieżkę

W kieszeniach (stemplach) często występuje promień między dnem a ścianką, co wymaga zastosowania frezu z promieniem równym temu na detalu. W EdgeCAM można użyć narzędzia o mniejszej wartości promienia zaokrąglenia (promień na detalu określić parametrem *Promień dolny* na karcie *Ścianka*) i aby uzyskać wymagane zaokrąglenie przy dnie (oraz jakość powierzchni pochylonych ścianek), należy lokalnie zagęścić ścieżkę.

Ścieżkę można lokalnie zagęścić, używając parametru *Chropowość* (na karcie *Poziom* — rysunek 6.16), który określa maksymalną wartość materiału, jaka może pozostać między dwoma kolejnymi przejściami narzędzia. Chropowość jest mierzona długością wektora normalnego w danym punkcie.

Rysunek 6.16.

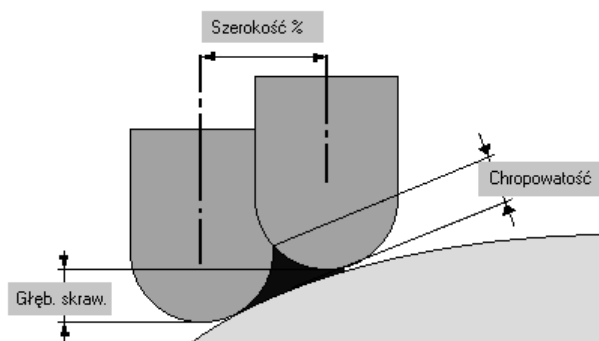
Karta *Poziom*
cyklu *Profilowanie*
dla tego przykładu



Głównym parametrem sterującym ścieżką w cyklu *Profilowanie* jest *Głębokość skrawania*. Jeżeli parametr głębokości wystarcza do uzyskania żądanej chropowości powierzchni, wówczas obróbka odbywa się kolejnymi zejściami narzędzia z założoną głębokością skrawania. Jeżeli wartość chropowości jest większa, wtedy ścieżka jest zagęszczana lokalnie na kolejnych poziomach w osi Z — rysunek 6.17.

Rysunek 6.17.

Zasada zagęszczania
ścieżki



Wartość parametru *Chropowość* nie może być mniejsza od parametru *Tolerancja*.

1. Edytuj cykl i wprowadź parametr *Chropowość*.
2. Porównaj gęstość ścieżek w osi Z.
3. Przeprowadź *Symulację obróbki*.

Bez potrzeby tworzenia rysunku przestrzennego czy używania cykli powierzchniowych można wyfrezować kieszeń lub stempel, których ściany boczne mają już bardziej skomplikowane kształty.

Obróbka kieszeni z wyspami

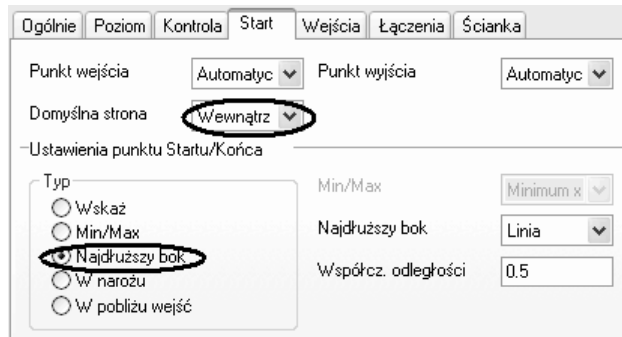
W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki profili zewnętrznych.

Jest to kontynuacja obróbki pliku *Kieszenie_z_wyspami.ppf* z poprzedniego rozdziału.

1. Otwórz plik *Kieszenie_z_wyspami.ppf*. Warstwy z obróbką zgrubną są ukryte.
2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez walcowy 6.
4. Wybierz cykl *Profilowanie* (używając menu *Frezowanie* lub ikony pokazanej na rysunku 6.1) — podaj parametry jak poprzednio:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.1.
 - ♦ Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0, *Głębokość*: -20, *Głębokość skrawania* 2.
 - ♦ Karta *Start* — parametry takie jak na rysunku 6.18.

Rysunek 6.18.

Karta Start
cyklu Profilowanie
dla tego przykładu

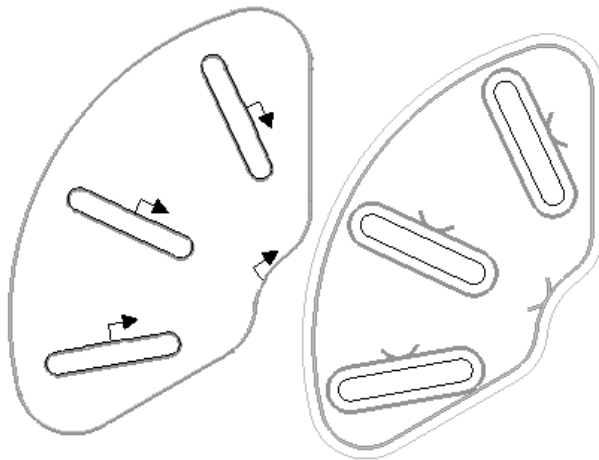


♦ Karta *Wejścia* — parametry takie jak na rysunku 6.5.

5. Zasady wskazywania profilu są takie jak w poprzednim przykładzie.
6. Kliknij dwukrotnie niebieski profil kieszeni oraz kolejno trzy białe profile wysp i naciśnij *Enter*.
7. Na ekranie pojawiają się strzałki, które określają, w jakim miejscu rozpocznie się obróbka. Ustaw je, klikając lewym klawiszem myszy jak na rysunku 6.19, i naciśnij *Enter*.

Rysunek 6.19.

Cykl Profilowanie
z punktami
rozpoczęcia obróbki
i wygenerowana
ścieżka



8. Program wygeneruje ścieżkę.
9. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.



Zauważ, że cykl generuje ścieżkę od wysokości, od której występują wskazane profile.

Obróbka po krawędzi przekroju

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki elementów ze ściankami o złożonych przekrojach.

1. Otwórz plik *Elektroda_po_sciance.ppf*. Warstwy z obróbką zgrubną są ukryte.

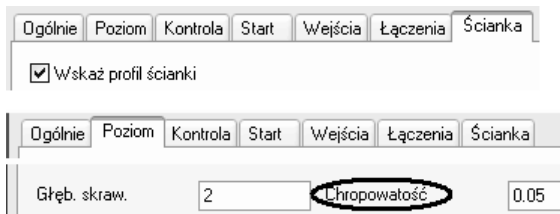


Jest to kontynuacja obróbki pliku *Elektroda_po_sciance.ppf* z poprzedniego rozdziału.

2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez kulisty 20.
4. Wybierz cykl *Profilowanie* (za pomocą menu *Frezowanie* lub ikony pokazanej na rysunku 6.1) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Poziom* — *Poziom bezpieczny*: 10, *Poziom* 0, *Głębokość*: -30, *Głębokość skrawania* 2, *Chropowatość* 0.05.
 - ♦ Karta *Ścianka* — jak na rysunku 6.20. Zaznacz opcję *Wskaż profil ścianki* i naciśnij *OK*.

Rysunek 6.20.

Karty Ścianka i Poziom z opcjami cyklu



5. Kliknij dwukrotnie jeden z elementów górnego żółtego profilu i naciśnij *Enter*.

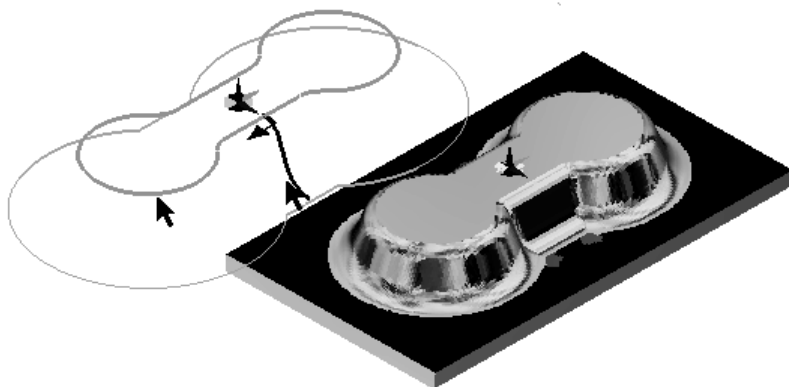


Pojawi się strzałka, która powinna znajdować się na zewnątrz profilu. Jeśli znajduje się ona po jego wewnętrznej stronie, kliknij lewym klawiszem po stronie zewnętrznej, wtedy strzałka przełączy się na zewnątrz.

6. Nie zmieniaj położenia punktów *Startu/Końca*, tylko naciśnij *Enter*.
7. Program zapyta o krawędź zagłębienia — wskaż niebieski profil (rysunek 6.21) przekroju stempla.
8. Program wygeneruje ścieżkę.
9. Wyjdziesz narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

Rysunek 6.21.

Wskazywane profile
i część po obróbce



Obróbka profili otwartych

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki profili otwartych.

1. Otwórz plik *Kieszenie_otwarte.ppf*. Warstwy z obróbką zgrubną są ukryte.

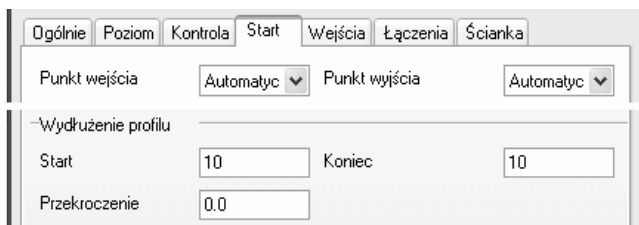


Jest to kontynuacja obróbki pliku *Kieszenie_otwarte.ppf* z poprzedniego rozdziału.

2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez walcowy 10.
4. Wybierz cykl *Profilowanie* (użyj menu *Frezowanie* lub ikony pokazanej na rysunku 6.1) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0, *Głębokość*: -15, *Głębokość skrawania* 3.
 - ♦ Karta *Start* — *Wydłużenie profilu* jak na rysunku 6.22.

Rysunek 6.22.

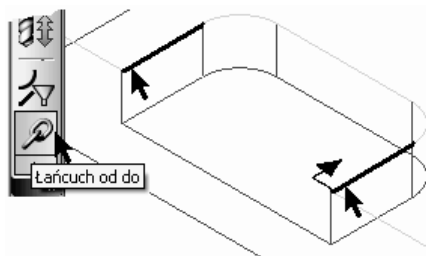
Karta *Wejścia*
z parametrami cyklu



5. Kliknij ikonę *Łańcuch od/do* — to ostatnia ikona na pionowym pasku (rysunek 6.23) między przeglądarką a oknem widoku.
6. Wskaż jeden ze skrajnych elementów kieszeni w pobliżu końca.
7. Wskaż drugi skrajny element w pobliżu końca.

Rysunek 6.23.

Wskazywanie
łańcuchem profilu
otwartego



8. Gdy program podświetli wszystkie elementy kieszeni leżące między wskazanymi skrajnymi, naciśnij *Enter*.
9. Na ekranie pojawi się strzałka. Jeśli nie leży wewnątrz kieszeni, kliknij kursorem w pobliżu drugiego końca kieszeni — strzałka powinna się przemieścić.

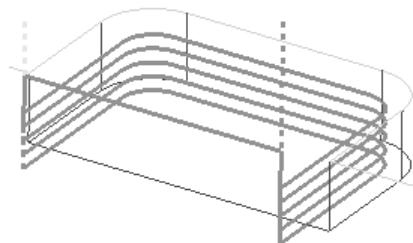


Strzałki nie da się przetrzucić na przeciwną stronę linii, przy której się pokazała, ponieważ nie zostałyby wówczas utrzymany kierunek frezowania z karty *Ogólnie (Współbieżny lub Przeciwbieżny)*.

10. Kliknij *Enter*. Program wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.24.

Rysunek 6.24.

Widok wygenerowanej
ścieżki



Obróbka rowków

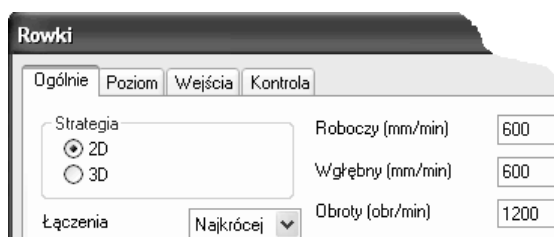
W cyklu *Rowki* (menu *Frezowanie*) narzędzie prowadzone jest środkiem po wskazanym profilu, np. logo firmy wczytane z Corela przez format AutoCAD DXF. Profile mogą być zamknięte lub otwarte. W tym cyklu można zastosować dwie *Strategie* obróbki:

- ♦ *2D* — w tej strategii narzędzie porusza się na płaszczyźnie XY po elementach geometrii, np. linii, łuków, ciągłości.
- ♦ *3D* — w tej strategii narzędzie porusza się po krzywych i ciągłości 3D.

Po wyborze strategii zostaną wyświetlone odpowiednie dla niej parametry cyklu — rysunek 6.25.

Rysunek 6.25.

Karta Ogólnie
cyklu Rowki



Jeżeli w jednym cyklu obrabianych jest kilka rowków, można określić sposób poruszania się narzędzia między nimi. Określa to parametr *Łączenia*:

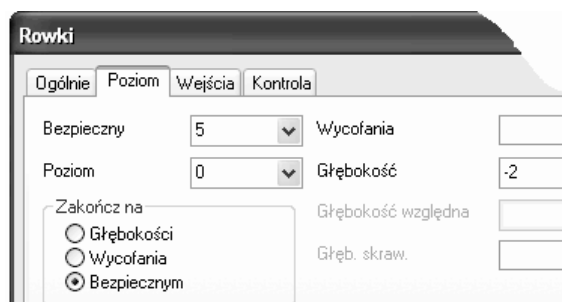
- ♦ *Najkrócej* — tworzy ruch szybki 3D do punktu startu następnego rowka.
- ♦ *Na Bezpiecznym* — narzędzie wykonuje szybki pionowy wyjazd na *Poziom bezpieczny*, następnie przejazd tym poziomem nad punkt startu następnego rowka i ruchem roboczym zjeżdża do niego.

Karta Poziom

W przypadku stosowania *Strategii 2D* na karcie *Poziom* (rysunek 6.26) dostępne są standardowe parametry, bez możliwości zdefiniowania głębokości skrawania. W przypadku opcji *3D* — *Głębokość względna* określa głębokość rowka, która jest osiągniata kolejnymi zejściami o wartości parametru *Głębokość skrawania*.

Rysunek 6.26.

Karta Poziom
cyklu Rowki



Karta *Wejścia* jest dostępna w przypadku używania strategii 2D i zawiera parametry podobne jak w przypadku cyklu *Profilowanie*.

Obróbka logo firmy z CorelDRAW

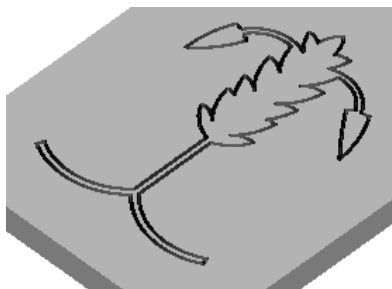
W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki za pomocą cyklu *Rowki*.

1. Otwórz plik *Rowki.ppf*.
2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez stożkowy z *Magazynu* — Frez do rowków.

4. Wybierz cykl *Rowki* (za pomocą menu *Frezowanie*) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — wpisz parametry takie jak na rysunku 6.25.
 - ♦ Karta *Poziom* — wpisz parametry takie jak na rysunku 6.26 i naciśnij *OK*.
5. Wskaż zielony profil do obróbki (jest zamieniony w *Ciągłość*) i naciśnij *Enter*.
6. Możesz teraz wskazać nowy punkt startu i naciśnąć *Enter*.
7. Program wygeneruje ścieżkę.
8. Wyjedź narzędziem *Do wymiany*.
9. Przeprowadź *Symulację obróbki* — zobacz rysunek 6.27.

Rysunek 6.27.

Element
po symulacji obróbki



W przypadku obróbki zamkniętych profili celowe wydaje się stosowanie parametru *Przekroczenie* z karty *Wejścia*. Zapobiega to powstawaniu śladu po obróbce i pozostawieniu nieobrobionego fragmentu profilu.

Obróbka tekstów

W obróbce różnego rodzaju części mamy do czynienia z koniecznością wyfrezowania napisu lub cyfr. Tekst do obróbki może być stworzony w EdgeCAM (menu *Geometria/Tekst*)¹ lub zaimportowany z innego programu CAD czy pliku tekstowego.

Obróbka tekstu wklęsłego

Czcionki Windows (TrueType) posiadające już grubość oraz parametry typu pogrubienie, pochYLENIE czy kerning są stworzone w programie jako cecha. W zależności od zastosowanej metody obróbki można z nich uzyskać napis wklęsły lub wypukły.

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki tekstu wklęsłego.

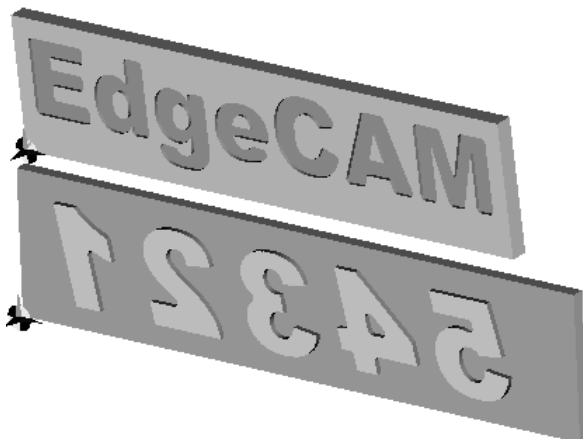
1. Otwórz plik *Tekst_wklesly.ppf*.
2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz frez z *Magazynu* — Frez walcowy 5.

¹ Szczegóły w rozdziale 2.

- Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Frezowanie*) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — *Profile, Półfabrykat* — *Typ: Brak*.
 - ♦ Karta *Poziom* — ustaw: *Bezpieczny: 10, Poziom: 0, Głębokość: -2* i kliknij *OK*.
- Wskaż żółty profil tekstu do obróbki i naciśnij *Enter*.
- Program zapyta o zakres obróbki — tutaj nie jest on istotny, więc naciśnij *Enter*.
- Program wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.28.

Rysunek 6.28.

*Wklęsły napis
EdgeCAM
i wypukłe cyfry*



- Wyjdziesz narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki* — zobacz rysunek 6.28.



Jak widać, czcionki Windows (TrueType) można obrabiać przy użyciu dotychczas poznanych standardowych cykli obróbki krawędziowej.

Obróbka cyfr wypukłych

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki tekstu wypukłego.

- Otwórz plik *Tekst_wypukly.ppf*.
- Przejdź do modułu *Obróbka*.
- Wybierz frez z *Magazynu* — Frez walcowy 5.
- Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Frezowanie*) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — *Profile, Półfabrykat* — *Typ: Profil*.
 - ♦ Karta *Poziom* — ustaw: *Bezpieczny: 10, Poziom: 0, Głębokość: -2* i kliknij *OK*.
- Wskaż żółty profil tekstu do obróbki i naciśnij *Enter*.
- Przy wskazywaniu profilu *Półfabrykatu* kliknij dwukrotnie jedną z zewnętrznych niebieskich linii i naciśnij *Enter*.

7. Program zapyta o zakres obróbki — tutaj nie jest on istotny, więc naciśnij *Enter*.
8. Program wygeneruje ścieżkę.

Obróbka tekstów wektorowych

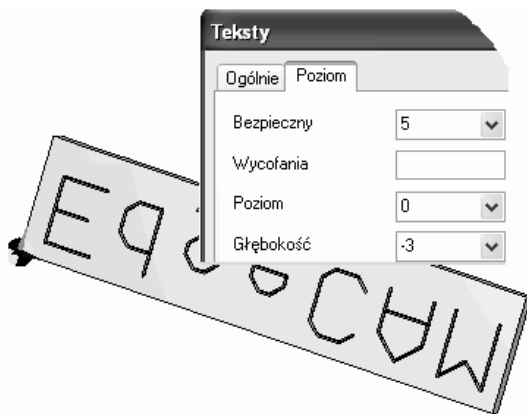
W EdgeCAM można wykorzystać czcionki wektorowe (bez grubości) z możliwością nadania pochyleń, odbicia, odstępu między literami itd. i obrabiać je za pomocą cyklu *Teksty* (menu *Frezowanie* — ikona tego cyklu nie jest wyciągnięta na pulpit) — wówczas frez (zwykle stożkowy) porusza się dokładnie po napisie.

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki tekstu wektorowego.

1. Otwórz plik *Tekst_wektorowy.ppf*.
2. Przejdź do modułu *Obróbka* (menu *Opcje*).
3. Wybierz frez stożkowy z *Magazynu* — Frez do tekstów (menu *Narzędzia*).
4. Wybierz cykl *Teksty* (menu *Frezowanie*) i podaj parametry obróbki jak na rysunku 6.29, a następnie kliknij *OK*.

Rysunek 6.29.

Obróbka tekstu wektorowego

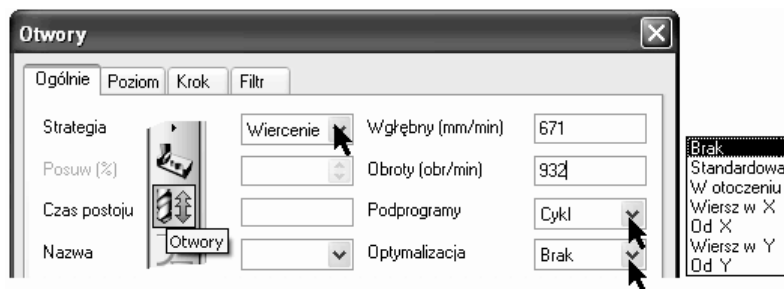


5. Wskaż żółty profil liter i naciśnij *Enter*.
6. System wygeneruje ścieżkę.
7. Wyjedź narzędziem *Do wymiany*.
8. Przeprowadź *Symulację obróbki* — zobacz rysunek 6.29.

Cykle obróbki otworów

Do definiowania obróbki otworów w EdgeCAM służy cykl *Otworki* (menu *Frezowanie*) — rysunek 6.30, zawierający różne opcje wiercenia. W dalszym opisie pojęcie „wiercenia” będzie używane jako ogólne określenie na metody wykonywania otworów. Na rysunkach 2D otworki mogą być reprezentowane przez punkty, okręgi lub osie symetrii.

Rysunek 6.30.
Karta Ogólnie
cyklu Otwory i ikona
wywołująca cykl



Ikona *Otwory* jest aktywna po wybraniu narzędzia do obróbki otworów (np. wiertło, rozwiertak itd.).

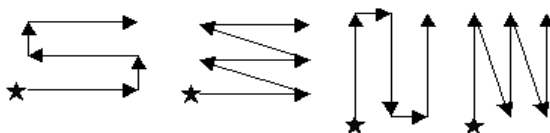
Karta Ogólnie

- ♦ *Strategia obróbki:*
 - ♦ *Wiercenie* — wiertło po każdym zagłębieniu wycofuje się ruchem szybkim.
 - ♦ *Pogłębianie* — to samo co w cyklu *Wiercenie*, z tym że po każdym zagłębieniu następuje wycofanie.
 - ♦ *Rozwiercanie* — rozwiertak schodzi do *Głębokości* i wycofuje się na poziom *Bezpieczny*.
 - ♦ *Wytaczanie* — po osiągnięciu parametru *Głębokość* wrzeciono jest zatrzymywane, następuje odjazd narzędzia od materiału celem uniknięcia uszkodzenia obrobionej powierzchni i wyjazd do góry.
 - ♦ *Gwintowanie* — gwintownik po osiągnięciu parametru *Głębokość* jest zatrzymywany (programowana przerwa), następuje zmiana obrotów wrzeciona i wyjazd do góry.

W przypadku obróbki większej ilości otworów rozmieszczonych w dużych odległościach od siebie program umożliwia optymalizację ścieżki celem minimalizacji ruchów przejazdowych między nimi.

- ♦ *Optymalizacja:*
 - ♦ Przy obróbce otworów skupionych (np. wzorów prostokątnych) można optymalizować ścieżki za pomocą czterech kryteriów, tj. *Wiersz w X*, *Od X*, *Wiersz w Y* i *Od Y* — rysunek 6.31.

Rysunek 6.31.
Strategie
optymalizacji ścieżki
otworów skupionych



- ♦ *Standardowa* — służy do optymalizacji przejazdów otworów rozłożonych nieregularnie.
- ♦ *W otoczeniu* — służy do optymalizacji przejazdów otworów rozłożonych, ale skupionych na niewielkim obszarze.
- ♦ *Podprogramy* — plik NC może być generowany:
 - ♦ *Cykl* — w formie cykli wiercenia występujących na danym sterowaniu maszyny.
 - ♦ *Geometria* — jako zwykły zapis współrzędnych.

Karta Poziom

Parametry poziomów obróbki (rysunek 6.32) są podobne jak przy frezowaniu:

Rysunek 6.32.
Karta Poziom
cyklu Otwory

- ♦ *Bezpieczny* — określa, na jaką wysokość ma wyjechać narzędzie po obróbce do następnego otworu lub na końcu cyklu.
- ♦ *Wycofania* — określa wysokość wyjazdu narzędzia pomiędzy poszczególnymi zagłębieniami.
- ♦ *Poziom* — określa wartość absolutną poziomu rozpoczęcia obróbki.
- ♦ *Głębokość* — określa głębokość wierconego otworu.
- ♦ *Wielopoziomowe* — tego parametru używa się w przypadku obróbki w jednym cyklu otworów znajdujących się na różnych wysokościach względem siebie.

Parametry *Głębokości* i *Poziom* wycofania są wartościami względnymi do wskazanego elementu.

Karta Krok

Jeśli otworu nie będziesz wiercić od razu do pełnej głębokości, a chcesz tylko zastosować stopniowe wejścia, wtedy definiujesz parametry znajdujące się (rysunek 6.33) na tej karcie:

- ♦ *Głębokość skrawania* — wielkość zagłębienia narzędzia.
- ♦ *Degresja* — każde kolejne wejście może być mniejsze o tę wartość.
- ♦ *Optymalny poziom* — odległość ruchu roboczego przed kolejnym zagłębieniem.

Rysunek 6.33.

Karta *Krok*
cyklu *Otwory*

Ogólnie	Poziom	Krok	Filtr
Głęb. skraw.		<input type="text" value="5"/>	
Degresja		<input type="text"/>	
Optymalny poziom		<input type="text"/>	

Ruchy Narzędzia bez parametru Głębokość skrawania

Przy normalnym wierceniu narzędzie wykonuje następujące ruchy:

1. Ruch szybki na poziomie *Bezpiecznym* nad pierwszy otwór.
2. Ruch szybki na poziom *Wycofania*.
3. Ruch roboczy na poziom *Głębokości*.
4. Ruch szybki na poziomie *Bezpiecznym*.
5. Ruch szybki na poziomie *Bezpiecznym* do następnego otworu itd.
6. Po zakończeniu cyklu narzędzie jest wycyfywane na poziomie *Bezpiecznym*.

Ruchy Narzędzia z parametrem Głębokość skrawania

Przy normalnym wierceniu z przybieraniem narzędzie wykonuje następujące ruchy:

1. Ruch szybki na poziomie *Bezpiecznym* — aż znajdzie się nad pierwszym otworem.
2. Ruch szybki na poziom *Wycofania*.
3. Ruch roboczy na pierwszą *Głębokość skrawania*.
4. Ruch szybki na poziom *Wycofania*.
5. Ruch szybki na *Optymalny poziom* (parametr określony w danym cyklu) do materiału.
6. Ruch roboczy na drugą *Głębokość skrawania* itd. — aż do osiągnięcia parametru *Głębokość*.
7. Ruch szybki na poziomie *Bezpiecznym* i ruch do następnego otworu itd.
8. Po zakończeniu cyklu narzędzie jest wycyfywane na poziomie *Bezpiecznym*.

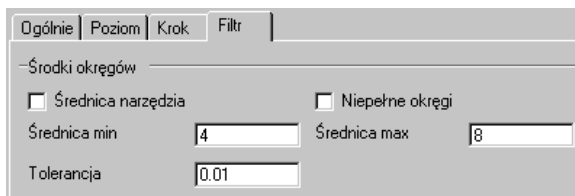
Karta Filtr

Na karcie *Filtr* możemy określić kryteria doboru okręgów (rysunek 6.34) do obróbki z możliwością obróbki okręgów niepełnych i określenia tolerancji wyszukiwania:

- ♦ *Średnica narzędzia* — obrabiane są tylko okręgi o wielkości wiertła.
- ♦ *Średnica min* i *Średnica max* — obrabiane są okręgi w określonych granicach.
- ♦ *Pionowe linie* — ich końce reprezentują środki obrabianych otworów.

Rysunek 6.34.

Karta *Filtr*
cyklu *Otwory*



Cykl Otwory

W tym ćwiczeniu poznasz ogólne zasady obróbki otworów.

1. Otwórz plik *Wiercenie_filtr.ppf*.
2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Wybierz wiertło z *Magazynu* — Wiertło 4.

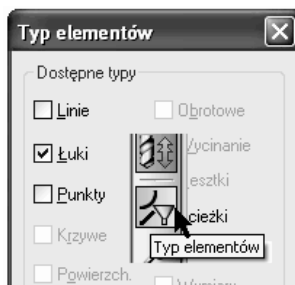


W uproszczonym okienku wywołania narzędzia karta *Więcej* zawiera opcję *Typ głębokości*, która określa, w jaki sposób rozumiana jest długość wiertła — *Do punktu wierzchołka* lub do *Pełnej średnicy*.

4. Wybierz cykl *Otwory* za pomocą ikony (lub menu *Frezowanie*) i podaj parametry obróbki:
 - ♦ Karta *Ogólnie* — jak na rysunku 6.30.
 - ♦ Karta *Poziom* — jak na rysunku 6.32.
 - ♦ Karta *Krok* — pusta.
 - ♦ Karta *Filtr* jak na rysunku 6.34.
5. Jeżeli na rysunku znajdują się elementy różnych typów, a chcesz, aby pod uwagę były brane tylko łuki i okręgi, kliknij ikonę *Typ elementów* i ustaw opcję widoczną na rysunku 6.35.

Rysunek 6.35.

Wybór elementów
typu *Łuki* do obróbki



6. Wskaż elementy za pomocą okna lub używając klawiszy *Ctrl+A* i naciśnij *Enter*.
7. System wygeneruje ścieżkę.
8. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.
9. Przetestuj różne opcje z kart *Filtr* i *Optymalizacja* ścieżki.

W przypadku obróbki otworów leżących na różnych poziomach system rozpoznaje ich poziom początkowy i wówczas wiertło obrabia otwór do zadanej głębokości w stosunku do bieżącego położenia, a poziom wycofania może być ustawiony jako globalny bądź zależny od poziomu otworu. Przykład kodu NC z cyklem otworów dla sterowania Heidenhain i Fanuc pokazano na rysunku 6.36.

Rysunek 6.36.

Przykład kodu NC
z cyklem otworów
dla sterowania
Heidenhain i Fanuc

Wiercenie - filtry_h.nc	Wiercenie - filtry_f.nc
3 TOOL CALL 1 Z S8000; Wiertło	N20 T1M98P1000(4)
4 L X+210 Y+90 R0 F MAX M03	N30 M98P100
5 L Z+25 R0 F MAX M08	N40 G54 G94 G0 X210 Y90
6 L Z+10 R0 F MAX	N50 S2000 M3
7 CYCL DEF 203 DRILLING ~	N60 G43 H1 Z10 M8
Q200=-10.0 ; SET-UP CLEARAN	N70 F250
Q201=-19.0 ; DEPTH ~	N80 G83 Z-19 R10 Q2
Q202=+2.0 ; PECKING DEPTH ~	N90 X190
Q203=+0.0 ; SURFACE COORDIN	N100 X170
Q204=10.0 ; 2ND SET-UP CLEA	N110 X150
Q206=+250 ; FEED RATE FOR P	N120 X130
8 L X+210 Y+90 R0 F MAX M89	N130 X110
9 L X+190 Y+90 R0 F MAX	N140 X90
10 L X+170 Y+90 R0 F MAX	N150 X70
11 L X+150 Y+90 R0 F MAX	N160 X190 Y110

Przykład takiej obróbki znajdziesz w pliku *Wiercenie_wielopoziomowe.ppf*.

Optymalizacja kolejności obróbki

W przypadku obróbki dużej ilości otworów często używa się tych samych wiertel czy rozwiertaków do obróbki różnych grup otworów. Aby zoptymalizować proces kolejności wywołań narzędzi do obróbki, można skorzystać z polecenia *Optymalizuj* (menu *Instrukcje*). Tworzona jest wówczas nowa sekwencja obróbki z optymalizacją kolejności wywołań narzędzi.

1. Otwórz plik *Optymalizacja_otworow.ppf*.
2. Przejdź do modułu *Obróbka*.
3. Przeprowadź *Symulację obróbki*.



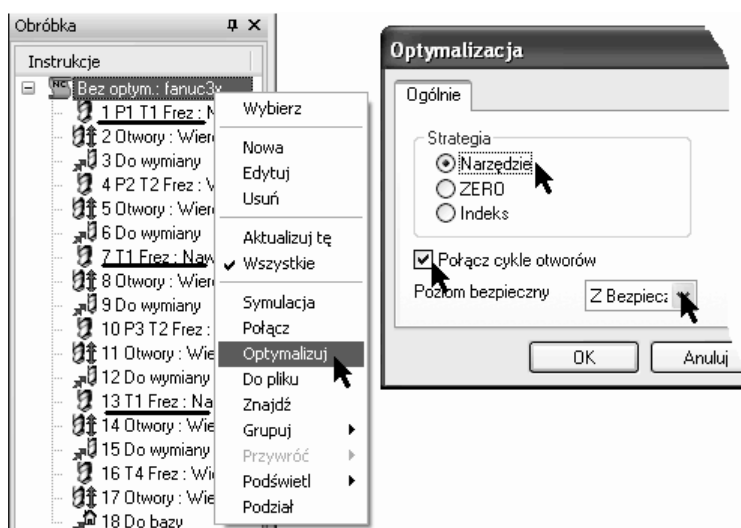
Zauważ, że każda grupa otworów jest nawiercana tym samym narzędziem, ale każda osobno przed każdym z cykli — nawiertak jest wywoływany trzykrotnie.

4. Wróć do modułu obróbki i wybierz polecenie *Optymalizuj* (menu *Instrukcje* lub pod prawym klawiszem myszy po kliknięciu ikony *Sekwencji*). Ustaw opcje widoczne na rysunku 6.37. Program przeliczy ścieżkę i utworzy nową sekwencję z optymalizacją wywołań narzędzia.



Łączone są tylko te cykle otworów, które mają takie same parametry obróbki oraz używają tych samych narzędzi.

Rysunek 6.37.
Widok poleceń
Optymalizacji

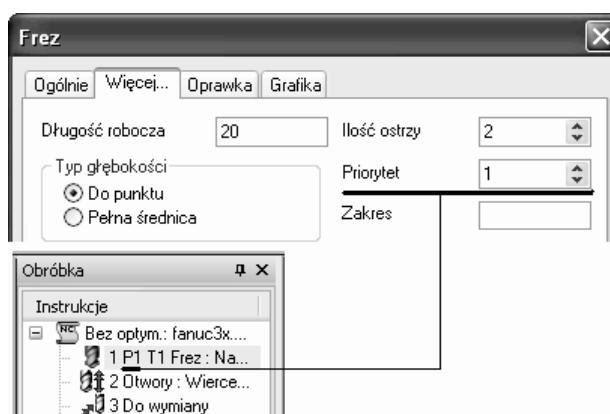


5. Przeprowadź Symulację obróbki.



Kolejność wywołań narzędzi określa parametr *Priorytet* na karcie *Więcej...* uproszczonego okna wywołania narzędzia — zobacz rysunek 6.38.

Rysunek 6.38.
Ustawianie
parametru *Priorytet*



Frezowanie gwintów (linii śrubowej)

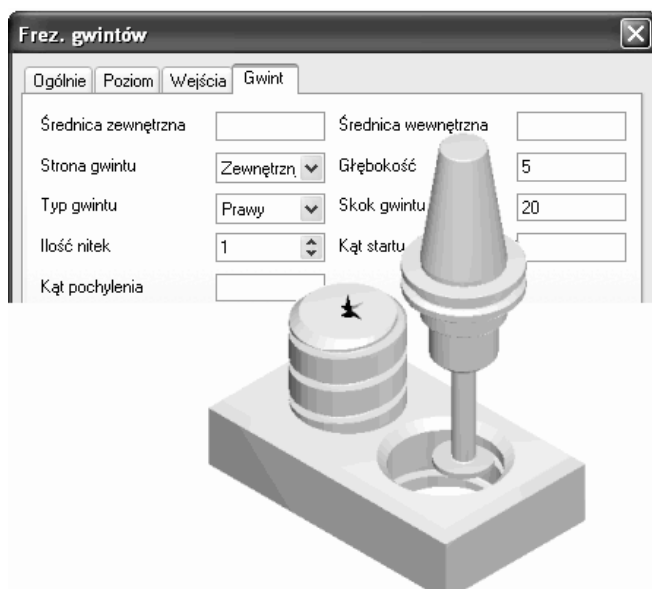
Obrabiarki numeryczne posiadają możliwość frezowania gwintów zazwyczaj w formie cykli. Nie zawsze jednak umożliwiają nacinanie gwintu np. stożkowego. Do zdefiniowania frezowania gwintów (całowe i metryczne) w EdgeCAM służy cykl *Gwinty* (menu *Frezowanie*). Po zdefiniowaniu jego parametrów wystarczy wskazać okrąg, który reprezentuje czoło gwintu, lub punkt środka okręgu, a jego średnicę wpisać w oknie cyklu na karcie *Gwint*. Obróbka może przebiegać jednym ciągiem lub każdy pełny zwój może być

nacinany z osobnego ruchu wejścia. Programista określa m.in. *Kąt* pochylenia gwintu, *Ilość* nitok i parametry wejścia. Plik NC może być generowany w formie ciągu współrzędnych XYZ, z wykorzystaniem interpolacji helikalnej (IJK lub Heidenhain) lub cyklu sterowania obrabiarki.

Przykład obróbki (rysunek 6.39) gwintu (linii śrubowej) zawiera plik *Frezowanie_gwintow.ppf*.

Rysunek 6.39.

Parametry
frezowanego gwintu



Ręczne definiowanie ruchów narzędzia

Jeśli chcesz przemieścić narzędzie do jakiegoś konkretnego punktu, możesz skorzystać m.in. z ruchów (rysunek 6.40):

Rysunek 6.40.

Ikony ruchów narzędzia



- ♦ Ruch *Szybki* — pozwala na szybki ruch narzędzia do określonego punktu z maksymalnym posuwem.
- ♦ Ruch *Roboczy* — pozwala na ruch narzędzia z programowaną prędkością posuwu.



Po kliknięciu ikony i ewentualnym zdefiniowaniu posuwu oraz obrotów narzędzia możesz wskazać konkretny punkt (linię łuk...) albo wcisnąć klawisz X, Y lub Z i wprowadzić współrzędne punktu, do którego ma przejechać narzędzie.

- ♦ *Do wymiany* — pozwala na przesunięcie narzędzia do punktu wymiany narzędzia.
- ♦ *Do bazy* — pozwala na ruch narzędzia do pozycji spoczynkowej.
- ♦ *Poziom początkowy* — pozwala na wyjazd narzędzia na *Poziom początkowy* zadeklarowany w postprocesorze.



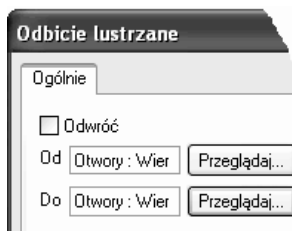
Omawiane ruchy (oraz bardziej złożone) znajdują się w menu *Ruchy narzędzia*.

Kopiowanie ścieżek

Jeżeli część ma wiele elementów powtarzalnych, wtedy można wykorzystać możliwości powtarzania instrukcji dostępne w menu *Edycja/Przekształć* w trybie *Obróbka*. W zależności od możliwości postprocesora obróbkę można np. przesuwać, odbijać lustrzanie (rysunek 6.41) czy obracać na płasko i w przestrzeni (np. przy stole obrotowym). Zakres instrukcji, jaki ma być np. odbity lustrzanie, określa się za pomocą przycisku *Przeglądaj*. Poza tym można zastosować *Tryb macierzowy* (menu *Edycja*), który umożliwia rozkład obróbki w granicach prostokąta (w kolumnach i wierszach). Plik NC można generować jako kolejny ciąg współrzędnych lub jako wywołanie podprogramu.

Rysunek 6.41.

Okno odbicia lustrzanego ścieżki



W następnym rozdziale zajmiemy się obróbką plików bryłowych.