

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

Autor: Krzysztof Augustyn

ISBN: 83-7361-396-X

Format: B5, stron: 352



EdgeCAM to oprogramowanie do komputerowego wspomagania procesów wytwarzania, które specjalizuje się w generowaniu ścieżek sterujących pracą obrabiarek CNC typu frezarki, tokarki i wycinarki drutowe. Podstawą do programowania obróbki jest rysunek detalu (2D, 3D) wykonany w samym EdgeCAM-ie lub zaimportowany z zewnętrznego programu CAD. Efektem końcowym programowania jest kod NC do określonego układu sterowania obrabiarki numerycznej.

Książka „EdgeCAM. Komputerowe wspomaganie wytwarzania” to podręcznik opisujący najnowszą wersję programu, oznaczoną numerem 8.5. Przedstawia przebieg typowego procesu tworzenia programu NC do frezowania i toczenia – od przygotowania detalu, poprzez programowanie ścieżek, aż do symulacji obróbki na obrabiarce. W kolejnych przykładach opisane są:

- Podstawy obsługi aplikacji i modułu CAD
- Frezowanie korpusów
- Frezowanie form
- Obróbka ze stołami obrotowymi
- Toczenie z osiami CY i przechwytyami
- Symulacja obróbki



Spis treści

Wstęp	11
Część I Podstawy obsługi aplikacji	15
Rozdział 1. Wiadomości ogólne	17
Struktura programu	17
Wymagania sprzętowe	17
Instalacja programu	18
Uruchomienie programu	19
Interfejs użytkownika	20
Zarządzanie ekranem	21
Jak wywołać widoki prostokątne	23
Gdzie jest początek układu współrzędnych	23
Gdzie zdefiniować ustawienia globalne programu	24
Jak ustawić konfigurację pulpitu	24
Jak wczytać gotową konfigurację pulpitu	25
Jak uaktywnić makra	26
Ustawienia wersji językowej	26
Rozdział 2. Podstawy modułu CAD	29
Tworzenie i zapis plików	29
Kolory, styl linii	30
Linie, łuki, krzywe	30
Edycja	32
Wprowadzanie i podgląd współrzędnych	32
Tryby pracy CAD i CAM	34
Przeglądarka	34
Warstwy	35
Cechy	35
Obróbka	35
Wstawianie elementów	37
Wstaw/Część	37
Wstaw/Bryłę	38
Wstaw/STL	38
Wstaw/Punkty — współrzędne krzywek	39
Tworzenie tekstu	39

Część II	Frezowanie	41
Rozdział 3.	Pliki płaskie	43
	Pliki płaskie 2D.....	43
	Funkcje pomocnicze	48
	Ciągłość	48
	Grupowanie.....	49
	Zanim zaczniesz definiować ścieżki	50
	Definicja sekwencji obróbki	50
	Ustawienia programu.....	53
	Generowanie kodu NC	54
	Edytor kodu.....	55
	Rozszerzenia plików	56
Rozdział 4.	Cykle zgrubne	57
	Planowanie czoła detalu — cykl Planowanie	57
	Karta Ogólnie.....	58
	Karta Poziom	59
	Obróbka pokrywy	60
	Jeżeli narzędzie przeszkadza przy wskazywaniu	63
	Jak zmienić parametry zdefiniowanych cykli.....	64
	Ruchy Wejścia i wyjścia.....	65
	Ruchy łączące	66
	Jak sprawdzić czas trwania obróbki	67
	Obróbka kieszeni — cykl Zgrubny	67
	Karta Ogólnie.....	68
	Karta Poziom	69
	Obróbka kieszeni pionowych	69
	Karta Wejścia.....	71
	Obróbka kieszeni z wyspami	73
	Co zrobić z naddatkiem na czołach wysp.....	74
	Obróbka resztek	75
	Obróbka kieszeni z pochylonymi ścianami	76
	Resztki pośrednie.....	77
	Inne przypadki zastosowań cyklu Zgrubny	79
	Obróbka stempla (elektrody) — ścianki pionowe	79
	Obróbka stempla (elektrody) — po wskazanej ściance.....	80
	Obróbka kieszeni z przyległymi elementami	82
	Obróbka kieszeni otwartych	84
	Obróbka trochoidalna	85
Rozdział 5.	Cykle profilowe i obróbka otworów	87
	Obróbka wykańczająca — cykl Profile 2D.....	87
	Karta Ogólnie.....	87
	Karta Wejścia.....	88
	Karta Ścianka.....	88
	Karta Zaawansowane.....	89
	Obróbka profili kieszeni	90
	Stosowanie korekcji.....	91
	Obróbka profili pochylonych.....	93
	Jak zagęścić ścieżkę.....	94
	Obróbka kieszeni z wyspami	95
	Obróbka po krawędzi przekroju	96
	Obróbka profili otwartych	98

Obróbka rowków	99
Karta Poziom	99
Obróbka logo firmy z Corel Draw	100
Obróbka tekstów	101
Obróbka tekstu wklęsłego	101
Obróbka cyfr wypukłych	102
Obróbka tekstów wektorowych	102
Grawerowanie	103
Cykle obróbki otworów	104
Karta Ogólnie	104
Karta Poziom	105
Karta Krok	105
Karta Filtr	106
Cykl Otwory	107
Optymalizacja kolejności obróbki	108
Frezowanie gwintów (linii śrubowej)	109
Ręczna definicja ruchów narzędzia	110
Kopiowanie ścieżek	111
Rozdział 6. Korpusy — pliki bryłowe	113
Asocjatywna współpraca z programami CAD	114
Korpus i złożenie; pliki Parasolid	116
Określenie punktów startu obróbki	119
Wyszukiwanie cech	119
Ręczne określanie cech typu Kieszeń	120
Automatyczne określanie cech typu Otwór	121
Ręczne określanie cech typu Profil	122
Obróbka elementu typu Korpus	123
Planowanie	123
Obróbka kieszeni z opcją trochoidalną	124
Obróbka kieszeni z wejściem w otworze	125
Cykl Profilowanie	126
Obróbka otworów ścieżką po spirali	126
Obróbka profilu zewnętrznego — wejścia narzędzia	128
Obróbka kieszeni w wyspami	130
Wiercenie	131
Pokrywa	133
Automatyczne wyszukiwanie cech	135
Obróbka pokrywy	135
Obróbka kształtu z kostki	136
Obróbka kieszeni z wyspami	136
Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek	138
Obróbka płaskich regionów na korpusach	139
Zaślepienie otworów	139
Obróbka korpusu	140
Rozdział 7. Formy (matryce)	143
Cykl Zgrubny	143
Karta Ogólnie	144
Karta Poziom	144
Matryca zamknięta — plik bryłowy	145
Zaślepienie otworów	147
Matryca zamknięta — obróbka	147
Obróbka zgrubna	147
Co zrobić z naddatkiem na ściankach	149
Co zrobić z nieobrobionymi obszarami	149

Cykl Profilowanie — obróbka wykańczająca.....	150
Jak kontrolować rodzaj obrabianych powierzchni	151
Jak lokalnie zagęścić ścieżkę.....	152
Jak obrobić cały detal w cyklu Profilowanie.....	153
Cykl Wierszowanie.....	154
Jak zmienić kierunek obróbki.....	155
Porównanie detalu idealnego z obrobionym.....	155
Cykl Obróbka ołówkowa	157
Opcja Frezowanie od góry.....	158
Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek	158
Matryca otwarta — plik powierzchniowy	159
Definicja ZERA.....	160
Zaślepianie elementów	162
Zakresy obróbki.....	165
Matryca otwarta — obróbka	166
Obróbka wykańczająca.....	167
Pliki obliczeń — katalog tmp.....	168
Rozdział 8. Stemple (elektrody).....	169
Elektroda — obróbka.....	169
Cykl Wierszowanie — opcja prostopadła	170
Cykl Wierszowanie — opcja Bez płaskich regionów	171
Cykl Płaskie regiony — opcja Wierszowanie	171
Cykl Obróbka ołówkowa.....	172
Obróbka stempla — plik bryłowy.....	173
Zaślepianie elementów	173
Rozpinanie powierzchni	173
Jak odczytać współrzędne punktu	174
Jak tworzyć zakresy obróbki	175
Obróbka detalu.....	176
Inne przypadki — elementy obrotowe.....	177
Definicja półfabrykatu 3D.....	177
Obróbka zgrubna i wykańczająca cyklem Zgrubny	178
Jak obrabiać elementy z żebrami lub łopatkami.....	178
Odkuwka — elementy kuźnicze	179
Odlewy — obróbka naddatków	181
Rozdział 9. Cykle specjalne	183
Cykl Rzutowanie po krzywych.....	183
Wirnik — przestrzeń między łopatkami.....	184
Definicja prowadnic — profile.....	184
Definicja prowadnic — geometria.....	185
Cykl Koncentryczny	188
Gniazdo formy — zamknięte.....	188
Gniazdo formy — otwarte.....	189
Odlew — prowadnice	190
Cykl Rzutowanie kołowe.....	190
Elementy soczewkowe.....	191
Cykl Rzutowanie koncentryczne	192
Forma kołpaka	192
Cykl Rzutowanie ścieżek płaskich.....	193
Grawerowanie napisu na powierzchni.....	193
Cykl Obróbka naroży	194
Stempel klocka.....	194
Opcja ołówkowa w cyklu Obróbka naroży	195

Cykl Wierszowanie	196
Cykl Wierszowanie jako zgrubny	196
Forma kuźnicza — cykl Wierszowanie jako półwykańczający	196
Jak kopiować obróbkę	197
Ruchy wejść i łączące	198
Ruchy Wejścia i Wyjścia	198
Ruchy łączące	198
Profilowanie — Wejścia	200
Wierszowanie — Wejścia	200
Koncentryczny — Wejścia	202
Posuw roboczy i wgłębny	202
Szablony obróbki	203
Przeniesienie technologii do pliku tekstowego	204
Powierzchnie chronione	205
Stempel — plik bryłowy	205
Rozdział 10. HSM	209
Frezowanie — H(igh) S(peed) M(achining)	209
Charakterystyka HSM	209
Obróbka zgrubna 2D i 3D	210
Obróbka półwykańczająca	212
Obróbka wykańczająca	213
PLIKI NURBS	215
Rozdział 11. Obróbka ze stołami obrotowymi	217
Obróbka korpusów na stole obrotowym	217
Przygotowanie korpusu	217
Definicja ZERA globalnego	218
Ustawienie położenia osi ZERA globalnego	219
Definicja półfabrykatu	219
Definicja elementów mocujących	220
Definicja ZER lokalnych i profili obróbki	221
Obróbka korpusu	223
Definicja kinematyki uchwytów i półfabrykatu	223
Definicja ruchów Indeksuj	224
Definicja ruchów Kątowy	226
Definicja osi obrotowych w postprocesorze	227
Obróbka elementów nawiniętych	228
Definicja walca	228
Definicja rozwinięcia	229
Definicja geometrii do nawinięcia	229
Definicja zwinięcia	230
Definicja ZERA	231
Definicja półfabrykatu	232
Definicja uchwytu	233
Definicja obróbki dla geometrii nawiniętej	233
Definicja kinematyki uchwytów i półfabrykatu	234
Definicja obróbki	234
Obróbka z dwiema osiami obrotowymi	236
Frezowanie pięcioosiowe powierzchni	236
Rozdział 12. Magazyn narzędzi	239
Uruchomienie Magazynu	239
Korzystanie z Magazynu narzędzi — Frezowanie	240
Filtry w Magazynie narzędzi	241
Edycja parametrów narzędzia	242
Definicja nowego narzędzia — frez	243

Moduł Technologii.....	246
Analiza modelu — dobór frezu do obróbki	247
Analiza modelu.....	247
Karta Ogólnie.....	248
Karta Zakres Z.....	248
Podgląd analizy.....	249
Sprawdzenie długości frezu	252
Korzystanie z Magazynu narzędzi — Toczenie	253
Definicja nowego narzędzia — Nóż.....	254
Link do Sandvik Coroguide	256
Definicja linku	257
Uruchomienie linku	258

Rozdział 13. Symulacja obróbki 261

Zapis półfabrykatu do kolejnej obróbki	264
Symulacja: tryb Wynik obróbki.....	265
Stoły obrotowe	266
Zmiana uchwytów podczas obróbki	268
Zmiana mocowania.....	268
Brak półfabrykatu	269
Ustawienia symulacji	269

Część III Toczenie..... 271

Rozdział 14. Toczenie 2-osiowe 273

Wiadomości wstępne	273
Interfejs	273
Symulacja obróbki	274
Pliki płaskie 2D — przygotowanie do obróbki.....	274
Definicja profilu.....	274
Definicja ZERA	277
Definicja półfabrykatu	277
Zakres obróbki	278
Punkty startu	279
Model 3D — obrotowy.....	279
Definicja uchwytu.....	279
Definicja obróbki plików 2D	280
Definicja sekwencji obróbki	280
Moduł obróbki	281
Definicja kinematyki uchwytów	282
Cykl Planowanie	283
Karta Ogólnie.....	283
Definicja cyklu Planowanie.....	284
Cykl Zgrubny	285
Definicja cyklu Zgrubny.....	286
Wydłużenie ścieżki.....	287
Obróbka bez rowków.....	288
Korekcja styczna.....	289
Cykl Profile	289
Ruchy wejścia.....	289
Definicja cyklu Profile.....	290
Stosowanie korekcji.....	291
Jak sprawdzić czas trwania obróbki	293

Cykl Rowki zgrubnie	293
Definicja cyklu Rowki zgrubnie	294
Obróbka stopniowa rowków	295
Cykl Rowki profile	295
Wytaczanie i cykl otwory	296
Cykl obróbki otworów	296
Cykl Wytaczanie	297
Przecinanie	298
Obróbka zgrubna cyklem Profile	298
Rozdział 15. Obróbka z osiami CY	301
Korpus i złożenie	301
Zmiana środowiska pracy	302
Ustawienie osi wrzeciona	303
Definicja półfabrykatu	303
Definicja elementów mocujących	304
Definicja profili obróbki	305
Obróbka korpusu	308
Definicja kinematyki uchwytów	308
Definicja cyklu Rowki wzdłużnie	309
Definicja frezowania w osi C	310
Definicja obróbki otworów w osi C	312
Definicja obróbki kieszeni w osi Y	312
Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek	314
Rozdział 16. Podwrzeciono, oś B + 2. głowica	317
Ustawienia przechwyty	317
Definiowanie sekwencji	318
Obróbka detalu	320
Definiowanie kinematyki uchwytów	320
Definiowanie cyklu Planowanie na wrzecionie	321
Definiowanie cyklu Planowanie na podwrzecionie	321
Definiowanie cyklu Wahadłowy na wrzecionie	322
Definiowanie cyklu Profile	325
Frezowanie kieszeni z indeksowaniem w osi B	325
Kopiowanie ścieżek	327
Toczenie rowka na podwrzecionie	328
Obróbka otworów w osi C na podwrzecionie	330
Definiowanie przechwyty	331
Synchronizacja obróbki	331
Przyjazd przechwyty	331
Odcięcie detalu	332
Odjazd podwrzeciona z odciętym detalem	333
Wysunięcie detalu do zderzaka	333
Symulacja ciągła	334
Dodatki	335
Skorowidz	337

Rozdział 6.

Korpusy — pliki bryłowe

W poprzednich dwóch rozdziałach zostały omówione cykle 2.5-osiowe na przykładzie obróbki plików krawędziowych. W tym rozdziale poznasz kolejne opcje tych cykli na przykładzie obróbki plików bryłowych, Programy oparte na modelowaniu bryłowym (i bryłowo-powierzchniowym) są już standardem w biurach projektowych, dlatego technolog spotyka się na co dzień z programowaniem obróbki tego typu plików.

Firma Pathtrace, producent EdgeCAM, uczestniczy w wielu programach (rysunek 6.1) partnerskich producentów oprogramowania CAD, kerneli modelowania i narzędzi, co owocuje istnieniem (ciągle aktualizowanych do najnowszych wersji) modułów do asocjatywnej współpracy z poszczególnymi programami CAD.

Rysunek 6.1.

Programy partnerskie, w których uczestniczy firma Pathtrace



EdgeCAM Student Edition współpracuje asocjatywnie z następującymi (i wcześniejszymi) wersjami:

- ◆ I-DEAS v10 — pliki **.x_t*, **.x_b*, **.xmt_txt*, **.xmt_bin*.
- ◆ Inventor R7 i R8 — pliki **.ipt*.
- ◆ Part Modeler v2.5 — pliki **.a3mod*.
- ◆ Pro/DESKTOP Express v8 — pliki **.des*, **.pdt*.
- ◆ Pro/ENGINEER 2003 Wildfire — pliki **.prt*, **.asm*.
- ◆ Solid Edge v14 i v15 — pliki **.par*.
- ◆ SolidWorks 2004 — pliki **.prt*, **.sldprt*.

- ♦ UNIGRAPHIC NX2 — **.x_t, *.x_b, *.xmt_txt, *.xmt_bin*.
- ♦ CATIA v5¹.



Program co cztery miesiące jest aktualizowany i ze strony www.edgcam.pl można pobrać najnowszą wersję EdgeCAM, która będzie współpracować z aktualnymi wersjami programów CAD.

Poza tym program umożliwia asocjatywną współpracę z innymi programami opartymi na kernelu:

- ♦ PARASOLID — z np. MicroStation... — pliki **.x_t, *.x_b, *.xmt_txt, *.xmt_bin*.
- ♦ GRANITE — z np. Ashlar Vellum — pliki **.g*.
- ♦ ACIS² — z np. Mechanical Desktop — pliki **.sat*.



Przez format PARASOLID można przenosić do programu pojedyncze detale i złożenia z np. Solid Edge, SolidWorks, I-DEAS, UNIGRAPHICS.

Asocjatywna współpraca z programami CAD

Co to jest ta asocjatywność? Mówiąc najprościej, to powiązanie (połączenie) dwóch elementów, powodujące, że po zmianie elementu podstawowego element współpracujący dostosowuje się do wprowadzonych zmian. Przykłady asocjatywności w ramach jednego programu:

- ♦ CAD — po zmianach detalu następuje aktualizacja kształtu formy.
- ♦ CAD/CAE — zmiana detalu powoduje aktualizację siatki elementów skończonych.
- ♦ CAD/CAM — zmiana detalu powoduje zmianę ścieżek wygenerowanych na jego podstawie.

Przykłady asocjatywności w ramach dwóch programów:

- ♦ CAD — aktualizacja wczytanego detalu po zmianach tego detalu w programie, w którym powstał; takie rozwiązanie stosowane jest np. przy współpracy UNIGRAPHICS i Solid Edge.
- ♦ CAD i CAE — zmiana detalu w programie CAD powoduje aktualizację siatki elementów skończonych w programie CAE.
- ♦ CAD i CAM — zmiana detalu w programie CAD powoduje aktualizację detalu w programie CAM i aktualizację ścieżek obróbki.

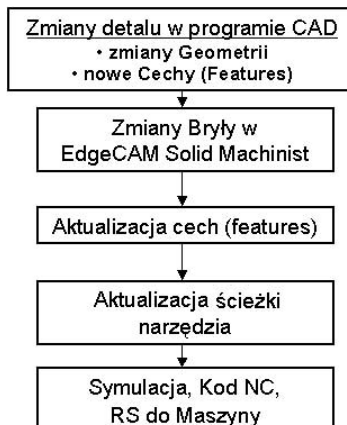
¹ Moduł niedostępny w tej wersji Student Edition.

² Moduł niedostępny w tej wersji Student Edition.

EdgeCAM utrzymuje „link” do pliku, na podstawie którego zostały wygenerowane ścieżki. Po wprowadzeniu zmian do detalu w dowolnym (rysunek 6.2) programie CAD, z którym współpracuje, następuje aktualizacja detalu w samym EdgeCAM i regeneracja całego procesu tworzenia ścieżek.

Rysunek 6.2.

Zasada asocjatywnej współpracy z programem CAD

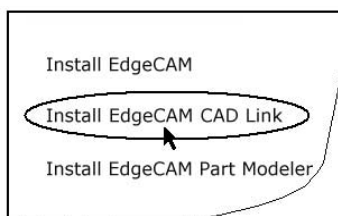


Aktualizacja ścieżek odbywa się za wiedzą i zgodą użytkownika.

Jeśli używasz programu: Inventor, Part Modeler, Solid Edge, SolidWorks na tym samym komputerze co EdgeCAM, to możesz doinstalować (rysunek 6.3) do nich link. Praktycznie wygląda to tak, że w programie CAD pojawia się ikona EdgeCAM, która umożliwia uruchomienie EdgeCAM z poziomu programu CAD z przejściem geometrii do obróbki.

Rysunek 6.3.

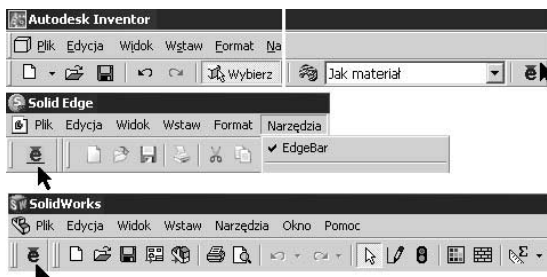
Instalacja linku z ekranu instalacyjnego EdgeCAM



W przypadku uruchomienia EdgeCAM przez link (rysunek 6.4) z programu CAD dodatkowo wczytywane są płaszczyzny przejęte z:

Rysunek 6.4.

Uruchomienie EdgeCAM z poziomu programów CAD



- ♦ płaszczyzn układów współrzędnych
- ♦ płaszczyzn szkiców.



Jeśli w Inventor nie pojawia się ikona, wówczas należy ją wywołać poleceniem z menu *Narzędzia/Dodatki*. Ikona powinna się znajdować na końcu paska *Standard*.



W przypadku wczytywania pliku z Inventor wymagana jest na tym samym komputerze obecność Inventor lub przeglądarki Design Tracking².

W dobie szerokiej współpracy między biurami konstrukcyjnymi i technologicznymi różnych firm możliwość wymiany plików z wieloma programami CAD jest niewątpliwą zaletą EdgeCAM.

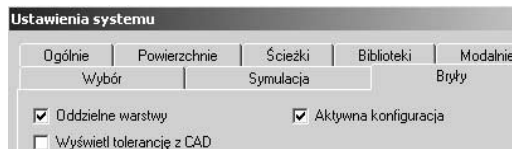
Korpus i złożenie; pliki Parasolid

W tym ćwiczeniu poznasz zasady przygotowania do obróbki plików bryłowych ze złożeniami.

1. Wczytaj konfigurację pulpitu *Frez bryły -v85*.
2. Ustaw odpowiednie opcje wczytywania detali na karcie *Bryły* (menu *Opcje/System*), które będziesz poznawać w kolejnych przykładach (rysunek 6.5).

Rysunek 6.5.

Opcje wczytywania brył



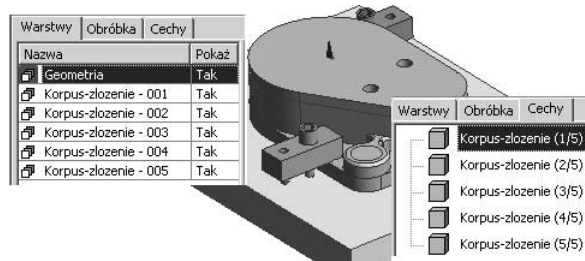
- ♦ *Oddzielne warstwy* — opcja umożliwia automatyczne tworzenie i wczytywanie elementów złożów na oddzielne warstwy.
 - ♦ *Aktywna konfiguracja* — opcja umożliwia wczytywanie plików z SolidWorks z aktywną konfiguracją.
 - ♦ *Wyświetl tolerancję z CAD* — opcja umożliwia wyświetlenie tolerancji, z jaką został zamodelowany detal bryłowy.
3. Otwórz plik (rysunek 6.6) Parasolid *Korpus złożenie.x_t*, menu *Plik/Otwórz*.

Na karcie *Cechy* widać, że plik został rozbity na 5 brył z kolorami przejętymi z programu CAD:

² Można ją zainstalować z CD dołączonego do książki.

Rysunek 6.6.

Widok wczytanego
złożenia i kart
Warstwy i Cechy
przełglądarki



- ♦ niebieski — półfabrykat
 - ♦ szary — detal do obróbki
 - ♦ zielony — dwa dociski
 - ♦ brązowy — stół.
4. Ukrywając poszczególne warstwy, możesz zobaczyć, na których warstwach znajdują się poszczególne pliki. Najprostszym sposobem umieszczenia ich na łatwo rozpoznawalnych warstwach jest zmiana nazw istniejących warstw.
 5. Zmień nazewnictwo warstw np. wg schematu na rysunku 6.7, umieszczając poszczególne elementy na odpowiednich warstwach.

Rysunek 6.7.

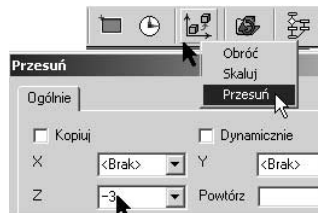
Umieszczenie
poszczególnych
elementów na
warstwach



6. ZERO znajduje się na czole detalu, a półfabrykat jest 3 mm wyższy. Widać to dokładnie na wyłączonym cieniowaniu w widoku bocznym. Nie będziemy tworzyć nowego *ZERA*, tylko przesuniemy całe złożenie o 3 mm w dół w osi Z. Kliknij na ikonie *Edycja* i użyj opcji *Przesuń* (pasek *Bryły*) i ustaw opcje widoczne na rysunku 6.8 i *OK*.

Rysunek 6.8.

Opcje edycji
(przesuwania) brył



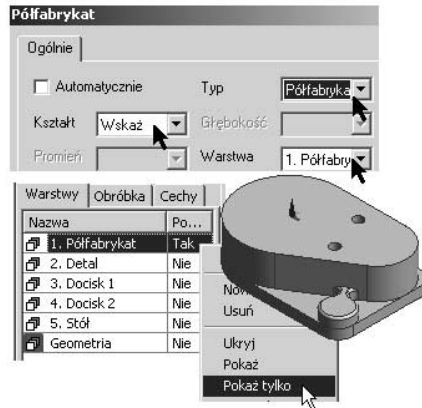
7. Kliknij na dowolnej bryle i *Enter*. Całe złożenie zostanie przesunięte o 3 mm w dół. *ZERO* będzie widoczne na czole półfabrykatu.



Po wczytaniu złożenia należy określić, które elementy są półfabrykatami, uchwytami detalami do obróbki.

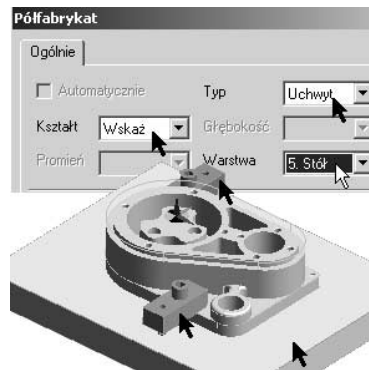
8. Definicja półfabrykatu — aby przy definicji nie przeszkadzały nam inne bryły, włącz tylko warstwę z niebieskim półfabrykatem (rysunek 6.9). Element ten ma być interpretowany w module *Symulacji* jako element, z którego są zbierane warstwy materiału. Wejdź do menu *Geometria/Półfabrykat* i ustaw opcje widoczne na oknie na rysunku 6.9 i *OK*. Następnie wskaż niebieski detal. Jego kolor zmieni się na *Przezroczysty*. Możesz go pocieniować ikoną *Półfabrykat* na pasku *Widok*.

Rysunek 6.9.
*Definicja bryły
jako półfabrykat*



9. Definicja uchwytów — aby przy definicji nie przeszkadzały nam inne bryły, włącz tylko warstwę z brązowym stołem. Element ten ma być interpretowany w module *Symulacji* jako element mocujący detal. Wejdź do menu *Geometria/Półfabrykat* i ustaw opcje widoczne w oknie na rysunku 6.10 i *OK*. Następnie wskaż brązowy stół.

Rysunek 6.10.
*Definicja bryły
jako uchwyt*



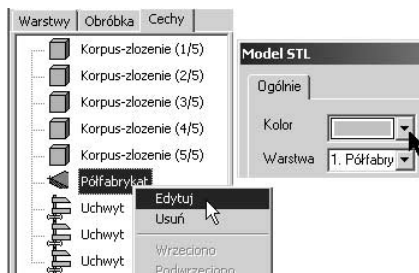
10. Podobnie zdefiniuj jako uchwyt zielone dociski.



Kolor i warstwy brył, tworzonych półfabrykatów i uchwytów możesz zmienić na karcie *Cechy* poleceniem *Edytuj* dostępnym w menu kontekstowym (rysunek 6.11) po kliknięciu prawym klawiszem na dany detal.

Rysunek 6.11

Edycja warstw
i kolorów brył



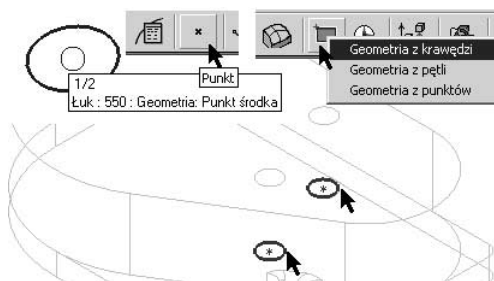
Określenie punktów startu obróbki

Określmy teraz punkty startu obróbki zgrubnej w otworach.

1. Włącz tylko warstwę z półfabrykatem i wyłącz cieniowanie tej bryły.
2. Załóż warstwę *Punkty wejścia* i ustaw ją jako aktywną.
3. Wybierz polecenie *Geometria z krawędzi* i wskaż okrąg na dnie (rysunek 6.12) jednego z otworów. To samo zrób z drugim otworem. W ten sposób powstały dwa okręgi.

Rysunek 6.12.

Zdejmowanie
elementów geometrii
z bryły



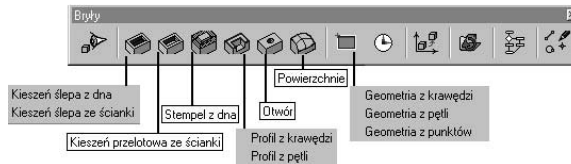
Jeżeli podczas wskazywania przy kursorze pojawia się znak tabulacji, to znaczy, że w jego pobliżu znajduje się więcej potencjalnych elementów do wskazania. Klawiszem *Tabulacji* z klawiatury możesz przełączać się między poszczególnymi elementami, aby wybrać ten właściwy.

4. Ich środki można później wskazać w cyklu *Zgrubnych* jako punkty startu. Można też stworzyć fizycznie w tym miejscu punkty.
5. Wybierz polecenie *Punkt*, najedź w pobliże środków okręgów — kiedy okrąg się podświetli.

Wyszukiwanie cech

Wyszukiwanie cech (ang. *feature*) — jako cecha w EdgeCAM rozumiana jest właściwość detalu przejęta z detalu bryłowego (np. *Kieszkań, Trzpień, Otwór, Profil*), na podstawie której generuje się ścieżkę narzędzia. Cechy w programie można wyszukiwać automatycznie lub półautomatycznie. Pierwsza ikona (rysunek 6.13) na pasku służy do automatycznego wyszukiwania cech; kolejne do samodzielnej definicji.

Rysunek 6.13.
Opcje dostępne
przy ręcznym
określaniu cech



Pasek narzędzi, który służy do pracy z *Bryłami*, znajduje się na górze po prawej stronie ekranu. Zauważ, że pasek ten jest aktywny tylko w przypadku wczytania pliku bryłowego.

Kolejne ikony oznaczają:

- ♦ *Znajdź cechy* — czyli automatyczne wyszukiwanie cech.
- ♦ *Kieszeń ślepa*, *Kieszeń przelotowa*, *Trzpień*, *Profil*, *Otwór*, *Powierzchnie* — czyli półautomatyczne określanie cech poprzez wskazanie:
 - ♦ *Kieszeń ślepa* — dna lub jednej z pionowych ścianek kieszeni.
 - ♦ *Kieszeń przelotowa* — pionowej ścianki bocznej.
 - ♦ *Stempel* — dna.
 - ♦ *Profil* — pojedynczej krawędzi lub pętli krawędzi.
 - ♦ *Otwór* — cylindrycznej ścianki bocznej.
 - ♦ *Powierzchnie* — to polecenie umożliwia zamianę elementów bryły na grupy powierzchni. Ułatwia to tylko ich wybór w module obróbki, ma więc ono charakter pomocniczy. W cyklach obróbki powierzchniowej można wskazywać do obróbki bezpośrednio bryłę.
 - ♦ *Geometria* — to polecenie umożliwia pobranie z bryły elementów typu krawędzie i punkty: Elementy te nie są asocjatywnie połączone z detalem. Przy wciśniętym trybie 2D (rysunek 6.14) automatycznie z elementów 3D tworzone są elementy płaskie na określonej wysokości w *Poziomie Z*.

Rysunek 6.14.
Poszczególne opcje
pracy z geometrią



- ♦ *Przekształcenie (Obróć, Skaluj, Przesuń)*.
- ♦ *Odśwież bryłę, Edycja*.
- ♦ *Menadżer strategii* — moduł automatyzujący proces obróbki brył.

Ręczne określanie cech typu Kieszeń

W tym ćwiczeniu poznasz zasady ręcznego określania cech typu *Kieszeń*.

1. Pokaż na widoku tylko detal — ukryj warstwy z pozostałymi elementami.
2. Utwórz warstwę *Kieszenie* i ustaw ją jako aktywną.
3. Kliknij ikonę *Kieszeń ślepa z dna* (rysunek 6.15).

Rysunek 6.15.
Poszczególne kroki
definicji cech z dna
kieszeni

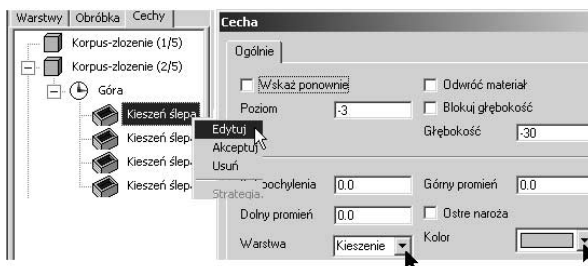


4. Wskaż dno kieszeni.
5. Program zdefiniuje cechę.
6. Pocienij cechę ikoną widoczną na rysunku 6.15.
7. Powtórz te kroki dla pozostałych trzech kieszeni.



Kolor ręcznie tworzonych cech zależy od aktywnego koloru ustawionego na głównym pasku narzędziowym. Kolor i warstwy tworzonych elementów możesz zmienić (rysunek 6.16) na karcie *Cechy* poleceniem *Edytuj* dostępnym w menu kontekstowym po kliknięciu prawym klawiszem na dany detal.

Rysunek 6.16.
Poszczególne kroki
definicji cech z dna
kieszeni

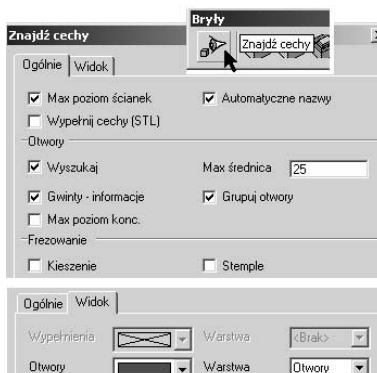


Automatyczne określanie cech typu Otwór

W tym ćwiczeniu poznasz zasady ręcznego określania cech typu Otwór.

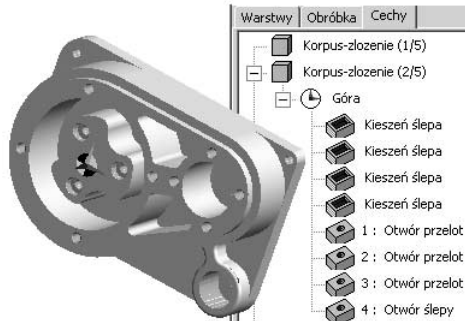
1. Utwórz warstwę *Otwory* i ustaw ją jako aktywną.
2. Kliknij ikonę *Znajdź cechy* (rysunek 6.17).

Rysunek 6.17.
Poszczególne kroki
definicji cech typu
Otwór



3. Wypełnij parametry jak na rysunku 6.17. Pozostałe opcje pozostaw nie zaznaczone i *OK*.
4. Wskaż detal jako bryłę, na której będziesz szukał otworów i *Enter*.
5. Pocienij cechę ikoną widoczną na rysunku 6.15.
6. Program wyszuka otwory — rysunek 6.18.

Rysunek 6.18.
Widok karty *Cechy*
z otworami



Zauważ w przeglądarce, że program pogrupował identyczne otwory.



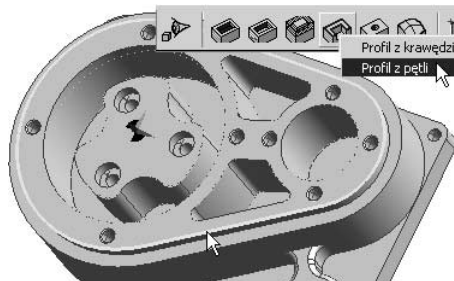
Zasady edycji parametrów są takie same jak w przypadku kieszeni.

Ręczne określanie cech typu **Profil**

W tym ćwiczeniu poznasz zasady ręcznego określania cech typu **Profil**.

1. Utwórz warstwę *Profil* i ustaw ją jako aktywną.
2. Kliknij ikonę *Profil z pętli* (rysunek 6.19).

Rysunek 6.19.
Poszczególne kroki
definicji cech typu
Profil



3. Wskaż górny, najwyższy zewnętrzny profil elementu i *Enter*.
4. Program zdefiniuje cechę.
5. Zmień kolor profilu na czerwony.

Obróbka elementu typu Korpus

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki elementów typu Korpus na podstawie cech.

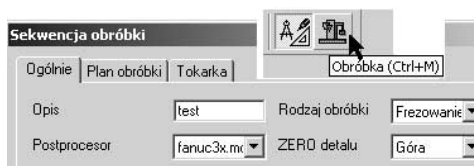


Jest to kontynuacja obróbki pliku *Korpus_zlozenie.ppf*.

1. Otwórz plik *Korpus_obrobka.ppf* lub kontynuuj dotychczasowe ćwiczenie.
2. Przejdź do modułu *Obróbki* i zdefiniuj (rysunek 6.20) *Sekwencję obróbki*.

Rysunek 6.20.

Definicja sekwencji obróbki



3. Wywołaj polecenie *Uchwyty* (menu *M-Funkcje*). Służy ono do zdefiniowania, w którym momencie w module *Symulacji* mają być pokazane określone uchwyty. Jako elementy do dodania kliknij na stół i dociski i *Enter*. Jako elementy do usunięcia na razie nie ma co pokazać, więc *Enter*. Na karcie *Obróbka* pojawi się ikona *Uchwyty*.

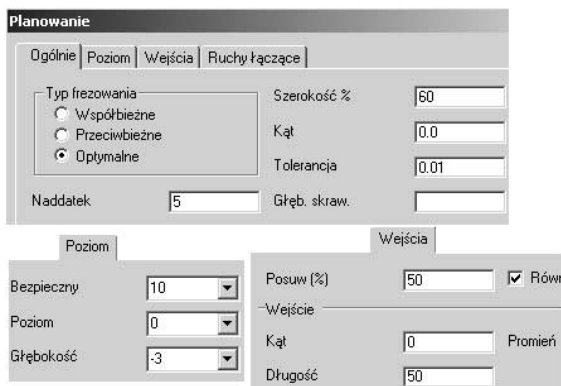
Planowanie

W tym ćwiczeniu użyjesz już znanego cyklu *Planowanie*.

1. Wybierz frez o nazwie — „*Głowica 70*”.
2. Wybierz cykl *Planowania* (menu *Cykle*) i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.21. Wprowadź *Naddatek*, gdyż profil, jaki będziemy wskazywać, jest węższy od profilu półfabrykatu.

Rysunek 6.21.

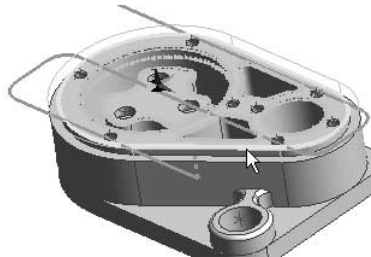
Definicja parametrów cyklu



- b. Karta *Poziom* — parametry takie jak na rysunku 6.21. Czoło detalu leży na wysokości $Z=-3$.
 - c. Karta *Wejścia* — jak na rysunku 6.21. *Długość* definiuje ruchy w osi Z poza półfabrykatem.
3. Program zapyta o zakres obróbki. Wskaż (kliknij raz) czerwony profil (rysunek 6.22) i *Enter*.

Rysunek 6.22.

Profil, jaki należy wskazać do obróbki, i wygenerowana ścieżka obróbki



- 4. Cykl obliczy ścieżkę.
- 5. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

Obróbka kieszeni z opcją trochoidalną

W tym ćwiczeniu poznasz zasadę obróbki kieszeni na podstawie cech.

- 1. Wybierz frez z *Magazynu* — „Frez walcowy 7”.
- 2. Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.23 i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.23 i *Naddatek* 0.5, *Naddatek w Z* 0.

Rysunek 6.23.

Opcje do obróbki kieszeni zamkniętej z wyspą



Ręcznie określone cechy obrabia się przy pomocy opcji *Elementy 2D*.

- b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* -3, *Głębokość* -30, *Głębokość skrawania* np. 4 oraz zaznacz opcję *Obrabiaj płaskie regiony*, co pozwoli na planowanie czoła wyspy.
- c. Karta *Wejścia* — wybierz *Typ wejść* — *Spirala*.



W trakcie definicji obróbki możesz wyłączyć cieniowanie cech i wskazywać podświetlone profile, a przy włączonym cieniowaniu podczas wskazywania podświetla się cała przestrzeń kieszeni.

3. Program zapyta o wskazanie profilu do obróbki — wskaż (kliknij raz) jeden (tutaj granatowe) z profili wchodzących w skład kieszeni z wyspą i *Enter*.
4. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
5. Cykl wygeneruje ścieżkę.
6. Wyjeżdż narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.



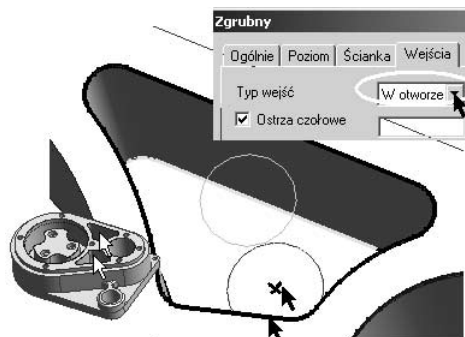
Jeśli chcesz utrzymywać zadaną *Szerokości skrawania* (karta *Ogólnie*) w wąskich przestrzeniach kieszeni, gdzie frez skrawa całą swoją średnicą, edytuj cykl i zaznacz opcje na karcie *Wejścia*: *Obróbka trochoidalna* oraz *Długie ścieżki/Typ łączenia* ustaw *Na głębokości*.

Obróbka kieszeni z wejściem w otworze

W tym ćwiczeniu poznasz zasadę obróbki kieszeni z wejściem w otworze.

1. Wybierz frez z *Magazynu* — „Frez walcowy 6” — jeżeli kontynuujesz obróbkę, użyj poprzedniego frezu.
2. Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.23 i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.23 i *Naddatek* 0.5, *Naddatek w Z* 0.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* -3, *Głębokość* -30, *Głębokość skrawania* np. 5.
 - c. Karta *Wejścia* — wybierz *Typ wejść/W otworze* — zobacz rysunek 6.24).

Rysunek 6.24.
Opcje do obróbki
kieszeni z wejściem
w otworze



3. Program zapyta o wskazanie profilu do obróbki — wskaż (kliknij raz) jeden (tutaj granatowe) z profili symetrycznych kieszeni i *Enter*.

4. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
5. Cykl wygeneruje ścieżkę.
6. Program zapyta o wskazanie punktów startu obróbki — wskaż punkt na dnie kieszeni i *Enter*.



Jeżeli wskażesz obie symetryczne kieszenie do obróbki, wówczas pokaż również punkt startu obróbki w każdej z kieszeni.

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

Cykl Profilowanie

W tym dziale poznasz cykl *Profilowanie* (menu *Cykle*), który podobnie jak cykl *Zgrubny* ma opcje obróbki elementów *2D* i *3D*. Opcję *2D* wykorzystuje się do obróbki bardziej skomplikowanych detali typu korpusy. Część opcji jest znana z cyklu *Profile 2D*, kilka poznasz w tym rozdziale, a pozostałe w rozdziale 9. Niektóre z nich służą tylko do obróbki plików *3D* i po zaznaczeniu opcji *2D* są wygaszone.

Obróbka otworów ścieżką po spirali

Standardowy cykl *Profile 2D* generuje ścieżki na kolejnych poziomach z ruchami wejść i wyjść narzędzia na każdym poziomie, które mogą pozostawiać ślady na materiale. W przypadku obróbki otworów często występuje zagadnienie frezowania wykańczającego tego typu elementów, aby uzyskać wysoką dokładność wymiarową.

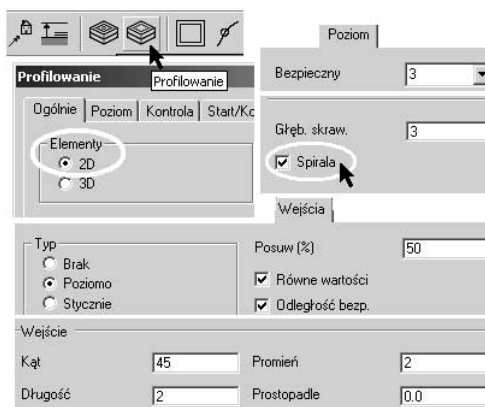
1. Otwórz plik *Korpus_profilowanie.ppf*. Obróbka zgrubna tej kieszeni (otworu) jest już zrobiona za pomocą tych samych opcji co poprzednie kieszenie.



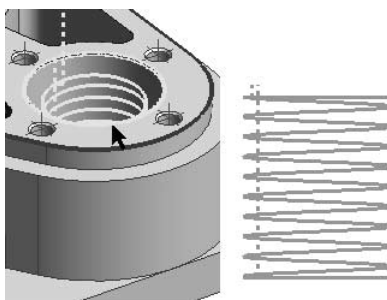
Jest to kontynuacja obróbki pliku *Korpus_obrobka.ppf* z tego rozdziału.

2. Wybierz frez z *Magazynu* — „*Frez walcowy 8*”.
3. Wybierz cykl *Profilowania* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.25 i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Karta *Ogólnie* — parametry jak na rysunku 6.24 i *Naddatek 0*, *Naddatek w Z 0*.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny 10*, *Poziom -3*, *Głębokość -30*, *Głębokość skrawania* np. 3, oraz zaznacz opcję *Spirala*.
 - c. Karta *Wejścia* — parametry jak na rysunku 6.25.
4. Program zapyta o wskazanie profilu do obróbki — wskaż profil (rysunek 6.26) kieszeni (granatowy okrąg) i *Enter*.

Rysunek 6.25.
Opcje cyklu
profilowania
do obróbki otworu



Rysunek 6.26.
Profil do obróbki
i ścieżka spiralna



Tego typu obróbkę można stosować do dowolnego kształtu profilu, np. wielokątów.

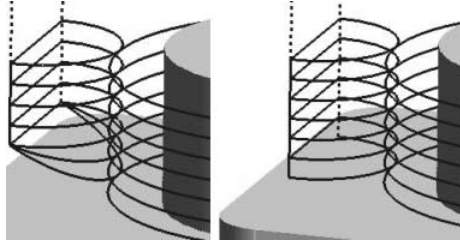
5. Na ekranie pojawi się strzałka wewnątrz profilu (w pobliżu miejsca wskazania), która określa, w jakim miejscu rozpocznie się obróbka.
6. Strzałkę możesz przemieścić klikając lewym klawiszem myszy w innym punkcie profilu i *Enter*.
7. Teraz możesz zmienić położenie punktu *Startu* obróbki (strzałka) i *Końca* obróbki (gwiazdka), ale jest to stosowane raczej w przypadku profili otwartych, więc *Enter*.
8. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
9. Program wygeneruje ścieżkę — przeprowadź *Symulację obróbki*.



Zauważ, że program podczas wyjazdu z ostatniego poziomu podniósł ścieżkę od dna. Dzieje się tak przy zaznaczeniu opcji *Odległość bezpieczna* na karcie *Wejścia* (rysunek 6.27) — jej wartość jest ustalana i związana z kartą *Ruchy łączące*. Zapobiega to rysowaniu dna podczas obróbek wykańczających lub wejść i wyjść narzędzia w pełnym materiale w przypadku, gdy na dnie jest jeszcze pozostawiony naddatek.

Rysunek 6.27.

Przykład wejść i wyjść narzędzia z opcją *Odległość bezpieczna i bez tej opcji*



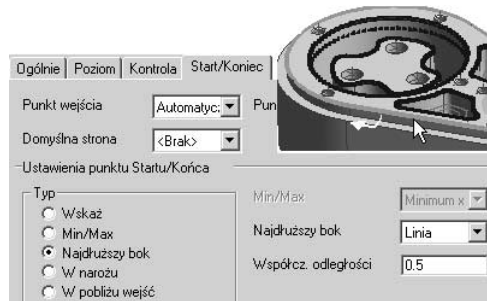
Obróbka profilu zewnętrznego — wejścia narzędzia

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki profili zamkniętych z różnymi opcjami wejść narzędzia.

1. Użyj tego samego frezu co w poprzednim ćwiczeniu — „Frez walcowy 8”.
2. Wybierz cykl *Profilowania* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.24 i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry jak na rysunku 6.25 i *Naddatek* 0, *Naddatek w Z* 0.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* -3, *Głębokość* -5, *Głębokość skrawania* np. 1.
 - c. Karta *Wejścia* — parametry jak na rysunku 6.25.
 - d. Karta *Start/Koniec* — parametry jak na rysunku 6.28.

Rysunek 6.28.

Profil do obróbki i parametry startu i końca obróbki



3. Program zapyta o wskazanie profilu do obróbki — wskaż zewnętrzny czerwony profil i *Enter*.
4. Na ekranie pojawi się strzałka na zewnątrz profilu (w pobliżu miejsca wskazania).
5. Strzałkę możesz przemieścić klikając lewym klawiszem myszy w innym punkcie profilu i *Enter*.
6. Teraz możesz zmienić położenie punktu *Startu* obróbki (strzałka) i *Końca* obróbki (gwiazdka), ale jest to stosowane raczej w przypadku profili otwartych, więc *Enter*.
7. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
8. Program wygeneruje ścieżkę — przeprowadź *Symulację obróbki*.



Strzałka w przypadku profili na bryłach zawsze pokazuje się „po właściwej stronie”. Jeżeli z jakichś powodów zachodzi potrzeba zmiany strony obróbki (np. rowek wokół profilu gniazda formy), wówczas musisz w module modelowania edytować dany profil i na okienku zaznaczyć opcję *Odwróć materiał*.

Karta Start/Koniec — Ustawienia punktu Startu/Końca

Cykl *Profilowania* ma dużo więcej możliwości ustawiania opcji startu i końca obróbki widocznych na rysunku 6.28. Najczęściej jest stosowana 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.

Poszczególne opcje:

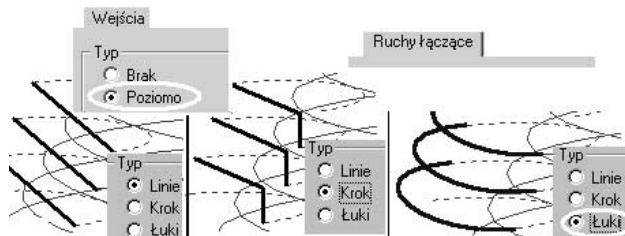
- ♦ *Wskaż* — standardowe wskazanie punktu na profilu.
- ♦ *Min/Max* — definicja punktu względem minimalnych i maksymalnych współrzędnych profilu.
- ♦ *Najdłuższy bok* — punkt ustawia się względem długości elementu.
- ♦ *W narożu* — punkt ustawia się na zewnętrznym narożu profilu.
- ♦ *W pobliżu wejść* — punkt ustawia się w pobliżu zadeklarowanych wcześniej *Punktów wejść*.

Wyżej w oknie możemy zadeklarować *Punkty wejścia* (zagłębienia) frezu poza profilem, np. w wywierconym otworze lub dowolnym innym miejscu. W tym celu należy wybrać opcję *Wskaż* i wtedy cykl w trakcie definicji zapyta o ten punkt — ze wskazanego miejsca frez będzie się poruszał do punktu startu na profilu. Analogicznie jest z *Punktem wyjścia*.

Jak wygenerować przejścia spiralne między ścieżkami

Standardowo cykl generuje przejazdy między ścieżkami wg opcji *Krok*, czyli najazdy w płaszczyźnie XY i zjazdu do następnego poziomu w osi Z. W przypadku obróbki detalu z wysokimi wartościami posuwu (patrz rozdział o HSM) jest to niekorzystne. Zaleca się wtedy stosować przejścia spiralne, które można uzyskać po zaznaczeniu odpowiednich opcji widocznych na rysunku 6.29.

Rysunek 6.29.
Równe warianty
Ruchów łączących
poziomy ścieżek



Obróbka kieszeni w wyspami

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki kieszeni zamkniętych z wyspami.

1. Otwórz plik *Korpus_wyspy.ppf*. Obróbka zgrubna tej kieszeni jest już zrobiona i warstwa z nią jest ukryta.



Jest to kontynuacja obróbki pliku *Korpus_obrobka.ppf* z tego rozdziału.

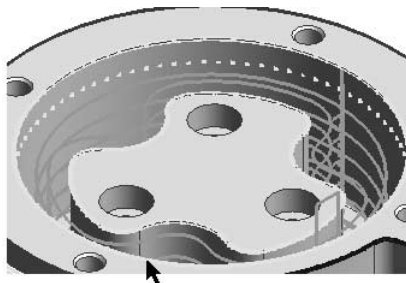
2. Użyj tego samego frezu co w poprzednim ćwiczeniu — „Frez walcowy 8”.
3. Wybierz cykl *Profilowania* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.23 i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry jak na rysunku 6.23 i *Naddatek* 0, *Naddatek w Z* 0.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* -3, *Głębokość* -30, *Głębokość skrawania* np. 4.
 - c. Karta *Wejścia* — parametry jak na rysunku 6.25.



Jeżeli wpiszesz zbyt duże parametry np. *Długości* lub *Promienia* w stosunku do przestrzeni kieszeni, program automatycznie skróci te ruchy, aby nie powstało uszkodzenie detalu.

- d. Karta *Start/Koniec* — parametry jak na rysunku 6.28.
4. Program zapyta o wskazanie profilu do obróbki — wskaż (kliknij raz — rysunek 6.30) jeden z profili wchodzących w skład kieszeni z wyspą i *Enter*.

Rysunek 6.30.
Profil do obróbki
i wygenerowana
ścieżka



5. Na ekranie pojawiają się strzałki wewnątrz kieszeni.
6. Strzałki możesz przemieścić klikając lewym klawiszem myszy w innym punkcie profilu i *Enter*.
7. Teraz możesz zmienić położenie punktu *Startu* obróbki (strzałka) i *Końca* obróbki (gwiazdka), ale jest to stosowane raczej w przypadku profili otwartych, więc *Enter*.
8. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
9. Program wygeneruje ścieżkę — przeprowadź *Symulację obróbki*.

Wiercenie

Operacja to zbiór pojedynczych cykli obróbki i instrukcji zawartych w jednym poleceniu. Obejmuje ruchy do wymiany narzędzia, wyboru narzędzia, ruchy wjazdu i wyjazdu z/do materiału i cykle obróbki. Przez zawarcie szeregu instrukcji w jednej operacji redukuje się znacznie liczbę koniecznych kliknięć myszą oraz konieczność wprowadzania wielu parametrów — nie masz jednak dostępu do bardziej zaawansowanych opcji.

W oknach dialogowych wprowadza się dokładnie te same parametry i opcje, jakie występują w pojedynczych cyklach EdgeCAM. Jak jednak za chwilę zauważysz, tych parametrów jest dużo mniej, gdyż reszta przyjmowana jest jako domyślne, a ich definicja powinna się odbyć wcześniej poleceniem *Ustawienia* z menu *Operacje*. Wszystkie operacje dostępne są z menu *Operacje* lub paska *Operacje*.

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki otworów przy pomocy Operacji.

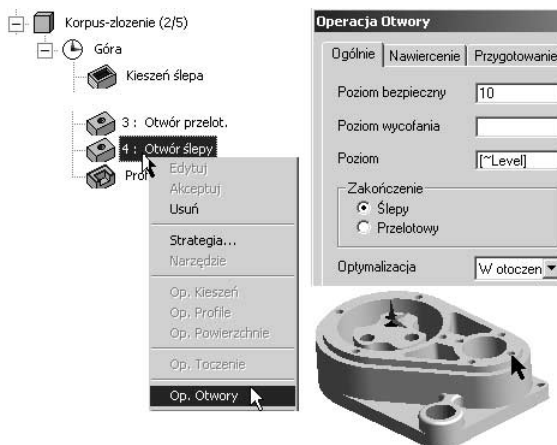
1. Otwórz plik *Korpus_otwory.ppf*. Obróbka zgrubna tego elementu jest już zrobiona.



Jest to kontynuacja obróbki pliku *Korpus_wyspy.ppf* z tego rozdziału.

2. Na karcie *Cechy* znajdują się już zdefiniowane elementy do obróbki.
3. Kliknij prawym klawiszem na *Otworze ślepy* widocznym na rysunku 6.31. Rozwinie się menu z aktywnymi operacjami, którymi można obrabiać dany element. Na ekranie wskazana cecha, w tym przypadku grupa otworów na czole detalu, podświetli się. Wybierz operację *Otwory*.

Rysunek 6.31.
Wybór otworów do obróbki i okno operacji Otwory

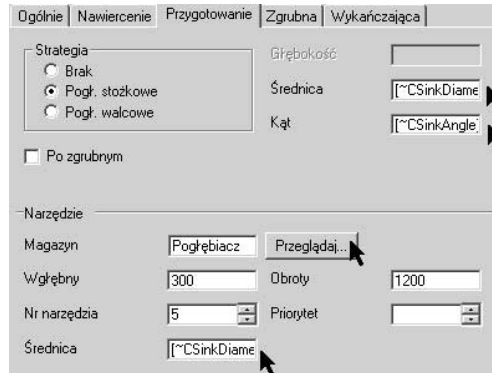


Aby podejrzeć wartość zmiennych (np. *Poziom*, *Średnica*, *Głębokość*) przejętych bezpośrednio z detalu bryłowego, należy kliknąć kursorem w okienku np. *Poziom* i nacisnąć klawisz *Ctrl* oraz znak „=”.

4. Pojawi się okno dialogowe do definicji poszczególnych cykli obróbki otworów. Przy obróbce otworów z pogłębieniem stożkowym program dobiera również średnice pogłębiaczy — rysunek 6.32.

Rysunek 6.32.

Edycja parametrów operacji



Przy wyborze narzędzia klawiszem *Przeglądaj* możesz wejść do *Magazynu* i wybrać narzędzie z oprawką. Po wejściu do *Magazynu* na karcie *Otwory* widoczne są w nim typy narzędzi i średnice wynikające z tych przyjętych przez operację *Otwory*.

5. Podobnie zdefiniuj parametry karty *Zgrubna* i *OK*, program wygeneruje ścieżkę.

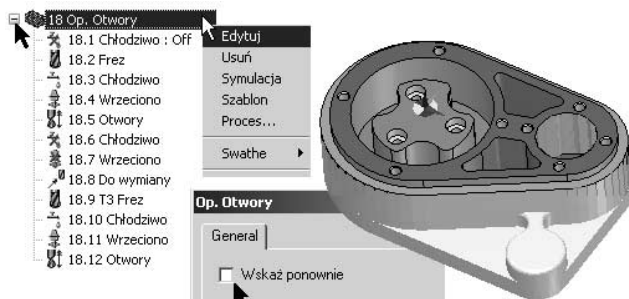
6. Przeprowadź *Symulację obróbki*.



Parametry operacji edytuje się podobnie jak parametry cykli. Kliknij prawym klawiszem na ikonie operacji, rozwinie się menu, z którego wybierz polecenie *Edytuj*. Na ekranie (rysunek 6.33) pojawi się okno z opcją *Wskaż ponownie*. Jeżeli zaznaczysz tę opcję, to możesz wówczas wskazać inne elementy do obróbki. Bez zaznaczenia tej opcji program przejdzie bezpośrednio do okna dialogowego.

Rysunek 6.33.

Edycja parametrów Operacji i obrotny detal



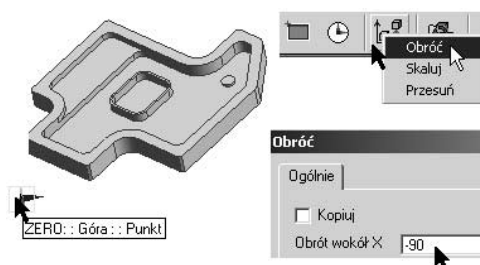
Operacja składa się z ciągu instrukcji oraz cykli, które poznałeś już wcześniej. Jeżeli edytujesz nie *Operację*, ale *Cykl*, wówczas operacja ulega rozbiciu „na czynniki pierwsze” i nie ma już powrotu do możliwości jej edycji z poziomu okna *Operacji*.

Pokrywa

W tym ćwiczeniu poznasz zasady przygotowania do obróbki plików bryłowych przesuniętych względem ZERA i bardziej złożonych kieszeni.

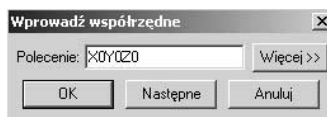
1. Otwórz plik Parasolid *Pokrywa.x_t*, menu *Plik/Otwórz*.
2. Detal jest umieszczony zupełnie dowolnie względem ZERA w EdgeCAM — w takim układzie współrzędnych został zamodelowany w systemie CAD, zapewne był częścią większego złożenia. Wywołaj polecenie *Obróć* wokół osi X o -90 stopni — rysunek 6.34 i *OK*.

Rysunek 6.34.
Edycja parametrów Operacji i obróby detal



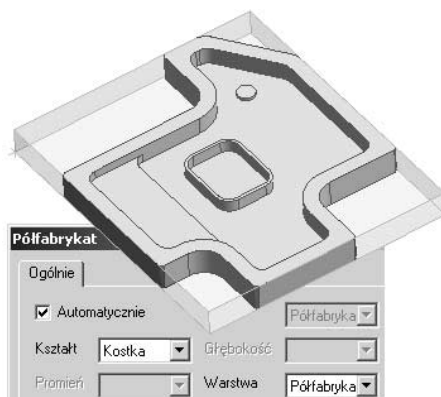
3. Wskaż środek obrotu w ZERZE lub wywołaj okno *Wprowadź współrzędne* (wciskając klawisz *X*, *Y* lub *Z*) i wpisz wartość $X0Y0Z0$ jak na rysunku 6.35 i *OK*. Bryła zostanie obrócona.

Rysunek 6.35.
Okno wprowadzania współrzędnych



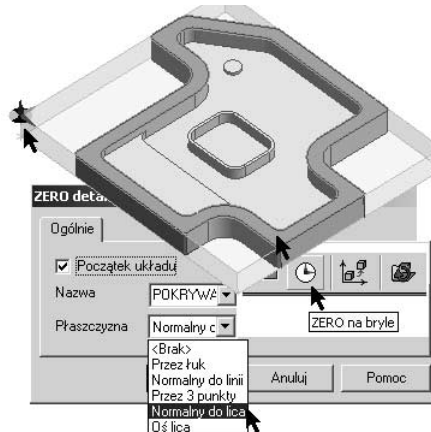
4. Teraz utwórz półfabrykat, w tym celu załóż warstwę *Półfabrykat*, wywołaj polecenie z menu *Geometria/Półfabrykat* i ustaw na nim opcje jak na rysunku 6.36 — naddatki wszędzie o wartości 0 i *OK*. Polecenie utworzy półfabrykat styczny do detalu.

Rysunek 6.36.
Definicja półfabrykatu typu kostka



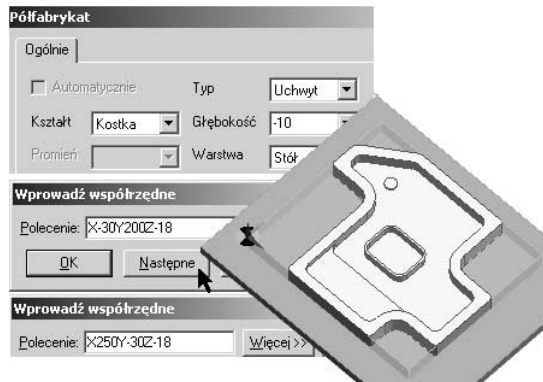
5. Teraz można przesunąć bryłę wraz z półfabrykatem do istniejącego *ZERA*, ale żeby poznać inne możliwości, utworzymy nowe *ZERO*.
6. Utwórz nowe *ZERO* na detalu. Kliknij ikonę widoczną na rysunku 6.37 (lub menu *Bryły/Zero na bryle*). W przypadku brył jako *Plaszczyznę XY* (w osi Z jest oś obrotu frezu) można wskazać lico detalu. Po zaakceptowaniu parametrów kliknij np. na górne lico detalu, a następnie wskaż lewe dolne naroże półfabrykatu.

Rysunek 6.37.
Definicja nowego
ZERA



7. Definicja uchwytów — stworzymy stół, na którym leży półfabrykat. Załóż warstwę *Stół*, wejdź do menu *Geometria/Półfabrykat* i ustaw opcje widoczne w oknie na rysunku 6.38 i *OK*. Następnie wywołaj okno *Wprowadź współrzędne* (wciskając np. klawisz *X*) i wpisz współrzędne pierwszego naroża, kliknij klawisz *Następne* i wprowadź współrzędne drugiego naroża jak na rysunku 6.38 i *OK*. Program utworzy stół.

Rysunek 6.38.
Definicja stołu



Kolor i warstwy brył, tworzonych półfabrykatów i uchwytów możesz zmienić na karcie *Cechy* poleceniem *Edytuj* dostępnym w menu kontekstowym po kliknięciu prawym klawiszem na dany detal.

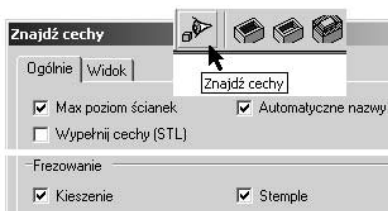
Automatyczne wyszukiwanie cech

Ta kieszeń zawiera wiele elementów, więc spróbujemy przeszukać detal automatycznie.

1. Kliknij na ikonę *Znajdź cechy* i zaznacz opcje widoczne na rysunku 6.39. Na karcie *Widok* możesz przypisać poszczególne cechy do określonych nazw warstw i *OK*.

Rysunek 6.39.

Opcje wyszukiwania cech



Na karcie *Cechy* powinieneś zobaczyć cztery cechy, tj. trzy *Kieszenie ślepe* i *Stempel* stanowiący zewnętrzny profil detalu.



Jeżeli detal zawiera kilka zagnieżdżonych kieszeni, ich obróbka za pomocą opcji *2D* w cyklu *Zgrubnym* i *Profilowania* może być kłopotliwa. W tym przykładzie obróbkę kieszeni przeprowadzisz z opcją *3D*.

Obróbka pokrywy

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki elementów typu pokrywa.

1. Otwórz plik *Pokrywa_obrobka.ppf* lub kontynuuj dotychczasowe ćwiczenie.
2. Przejdź do modułu *Obróbki* i zdefiniuj *Sekwencję obróbki* (rysunek 6.40). Jako *ZERO* detalu wybierz z listy to utworzone i zaznacz opcję *ZERO maszyny* i *OK*. Program zapyta o lokalizację *ZERA maszyny*, wtedy pokaż punkt, który jest nowo utworzonym *ZEREM*.

Rysunek 6.40.

Definicja sekwencji obróbki



3. Wywołaj polecenie *Uchwyty* (menu *M-Funkcje*). Jako elementy do dodania kliknij na stół. Jako elementy do usunięcia nic — kliknij *Enter*. Na karcie *Obróbka* pojawi się ikona *Uchwyty*.

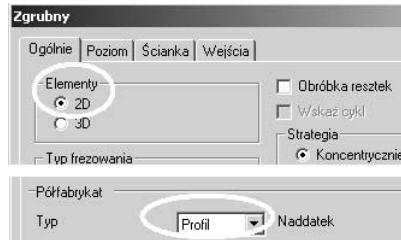
Obróbka kształtu z kostki

W tym ćwiczeniu poznasz zasadę obróbki kształtu obudowy z kostki materiału.

1. Wybierz frez z *Magazynu* — „Frez walcowy 20”.
2. Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Cykle*) i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak na rysunku 6.41 i *Naddatek 0*, *Naddatek w Z 0*, oraz zaznacz opcję *Obrabiaj regionami*.

Rysunek 6.41.

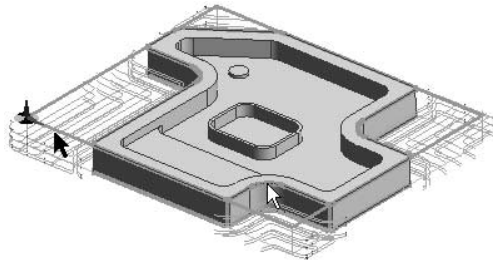
Opcje do obróbki obudowy z profilu kostki



- b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny 10*, *Poziom 0*, *Głębokość -18*, *Głębokość skrawania* np. 5.
 - c. Karta *Wejścia* — wybierz *Typ wejść* — *Automatycznie*.
3. Program zapyta o wskazanie cechy do obróbki — wskaż (kliknij raz) zewnętrzny profil detalu (tutaj granatowy; na rysunku 6.42 biała strzałka) i *Enter*.

Rysunek 6.42.

Gotowa ścieżka obróbki



4. Program zapyta o profil półfabrykatu — kliknij dwukrotnie na jednej z linii na czole kostki (na rysunku 6.42 czarna strzałka) półfabrykatu (program połączy profil) i *Enter*.
5. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
6. Cykl wygeneruje ścieżkę.
7. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

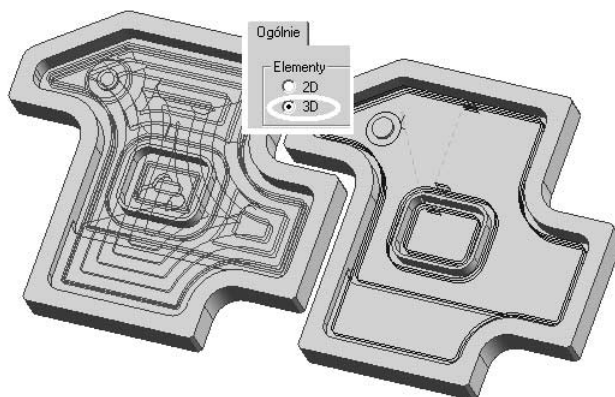
Obróbka kieszeni z wyspami

W tym ćwiczeniu poznasz zasadę obróbki kieszeni z wyspami.

Obróbka zgrubna

1. Wybierz frez z *Magazynu* — „Frez walcowy 12”.
2. Wybierz cykl *Zgrubny* (menu *Cykle*) lub ikoną i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak w poprzednim ćwiczeniu: *Półfabrykat* — *Typ* wybierz *Profil* i *Naddatek* 0.5, *Naddatek w Z* 0.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0 (lub Brak), *Głębokość* -12 (lub Brak), *Głębokość skrawania* np. 4, oraz zaznacz opcję *Obrabiaj płaskie regiony*.
3. Program zapyta o powierzchnie do obróbki — wskaż (kliknij raz) całą bryłę do obróbki i *Enter*.
4. Program zapyta o profil półfabrykatu — wskaż zewnętrzny granatowy profil lub wewnętrzny zielony (profil górnej kieszeni) i *Enter*.
5. Program zapyta o zakres obróbki — *Enter*.
6. Cykl wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.43.

Rysunek 6.43.
Ścieżki obróbki
zgrubnej
i wykańczającej



7. Wyjędź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

Obróbka wykańczająca

1. Wybierz frez z *Magazynu* — „Frez walcowy 8”.
2. Wybierz cykl *Profilowanie* (menu *Cykle*) lub ikoną i wypełnij parametry obróbki:
 - a. Kartę *Ogólnie* — parametry takie jak w poprzednim ćwiczeniu, *Naddatek* 0, *Naddatek w Z* 0.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny* 10, *Poziom* 0, *Głębokość* -12, *Głębokość skrawania* 2.
3. Program zapyta o powierzchnie do obróbki — wskaż (kliknij raz) całą bryłę do obróbki i *Enter*.

4. Program zapyta o zakres obróbki — wskaż zewnętrzny granatowy profil lub wewnętrzny zielony (profil górnej kieszeni) i *Enter*.
5. Program zapyta o punkt startu obróbki — *Enter*.
6. Cykl wygeneruje ścieżkę.
7. Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*.

Zmiana detalu i aktualizacja ścieżek

Detal, zdefiniowane na nim cechy, bryłowe uchwyty i półfabrykaty są połączone „linkiem” z odpowiednimi plikami, z których zostały wczytane.

Jeśli konstruktor wprowadzi zmiany do detalu w programie CAD, wówczas należy taki plik skopiować na dysk. Jeśli plik zostanie zapisany w tym samym folderze, z którego był przejęty do EdgeCAM, to przy otwarciu pliku, który był już wcześniej w EdgeCAM obrabiany czy przygotowany do obróbki, program powiadomi nas, że na dysku znajduje się nowsza wersja pliku.

Jeżeli detal nie został skopiowany do tego samego folderu lub wersja ze zmianami została zapisana pod inną nazwą, wtedy trzeba pokazać folder, w którym się znajduje.

W tym ćwiczeniu poznasz zasady aktualizacji plików bryłowych. Przykład odnosi się do pliku *Parasolid*. Taka sama zasada odnosi się do plików z np. *Inventor*, *Solid Edge*, *SolidWorks*, *Pro/ENGINEER*, *Pro/DESKTOP*.

1. Otwórz plik *Asocjatywnosc.ppf* lub kontynuuj dotychczasowe ćwiczenie.

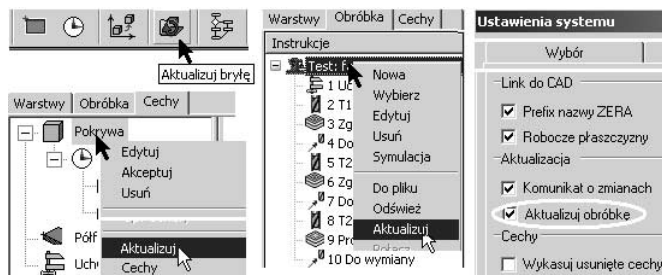


Jest to kontynuacja obróbki pliku *Pokrywa_obrobka.ppf*.

2. W module rysowania przejdź na kartę *Cechy* i zaznacz bryłę *Pokrywa*. Pod prawym klawiszem myszy w menu kontekstowym znajduje się polecenie *Aktualizuj* (lub ikoną) — rysunek 6.44.

Rysunek 6.44.

Polecenia do aktualizacji detalu i ścieżek



3. Na ekranie pojawi się okno dialogowe, wybierz z niego plik *Pokrywa-zmiany.x_t* i *OK*.

- Po aktualizacji cech program wyświetli komunikat o zmianach. Zajrzyj na kartę *Cechy* przeglądarki — opisy zmienionych elementów są widoczne pogrubioną czcionką. Pod prawym klawiszem jest dostępne polecenie *Akceptuj* zmiany, wówczas pogrubienie zniknie.
- Przejdź do modułu *Obróbki* i zaktualizuj ścieżki — dostosują się one do zmian na detalu.



W ślad za zmianami geometrii ścieżki mogą być aktualizowane automatycznie — należy zaznaczyć opcję *Aktualizuj obróbkę* na karcie *Bryły* (menu *Opcje/System*).



W przypadku aktualizacji złożenia (np. Parasolid, Pro/ENGINEER) do aktualizacji pokazuje się plik z całym złożeniem.

Obróbka płaskich regionów na korpusach

W codziennej praktyce często stoimy przed zadaniem obróbki wykańczającej płaszczyzn na odlewach czy odkuwkach korpusów. Wyznaczanie granic obróbki zwłaszcza przy występujących promieniach zaokrąglenia między płaszczyzną a ścianką bywa w takich przypadkach kłopotliwe. Z pomocą przychodzi cykl *Plaskie regiony*. Wyszukuje on ze wskazanego detalu jedynie płaskie regiony i obrabia je jedną z trzech dostępnych strategii. W przypadku gdy na płaszczyznach występują otwory o średnicy większej od frezu, lepiej je zaślepić w przypadku gdy operacje wiercenia będą wykonywane po frezowaniu.

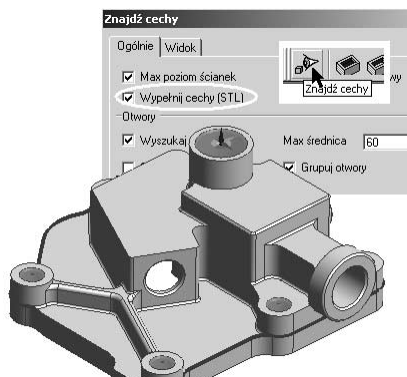
Zaślepianie otworów

W tym ćwiczeniu poznasz zasady wyszukiwania zaślepienia otworów.

- Otwórz plik *Plaskie_regiony.ppf*. Plik jest już przygotowany do obróbki.
- Użyj polecenia *Znajdź cechy* i zaznacz na nim opcje związane z wyszukiwaniem *Otworów* oraz zaznacz (rysunek 6.45) opcję *Wypełnij cechy* i *OK*. Powoduje to rozpięcie na górnej płaszczyźnie otworów dodatkowych powierzchni.

Rysunek 6.45.

Polecenia do wyszukiwania i zaślepienia otworów



3. Wskaż bryłę korpusu i *OK* — zobacz, na karcie *Cechy* będą widoczne otwory i wypełnienia.



Wypełnienia są lepiej widoczne po ukryciu warstwy z otworami.

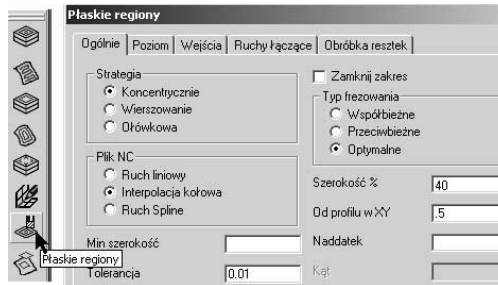
Obróbka korpusu

W tym ćwiczeniu poznasz zasady obróbki płaskich regionów na elementach typu *Korpus*.

1. Przejdź do modułu obróbki i wybierz „*Frez walcowy 20 R1*”.
2. Wybierz cykl *Płaskie regiony* (menu *Cykle*) lub ikoną z rysunku 6.46 i wypełnij parametry obróbki:

Rysunek 6.46.

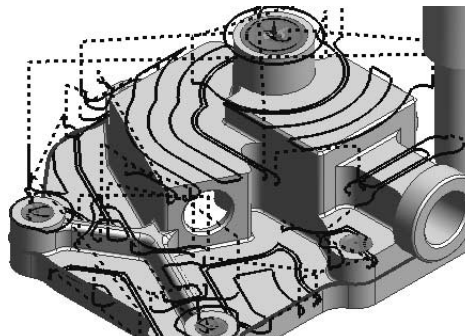
Polecenia do wyszukiwania i zaślepienia otworów



- a. Kartę *Ogólnie* — parametry jak na rysunku 6.46.
 - ♦ *Od profilu w XY* — określa odległość mierzoną w płaszczyźnie *XY*, o jaką odsuwa się ścieżki od ścianki.
 - ♦ *Min szerokość* — wartość ta określa minimalną szerokość obszarów płaskich, jakie brane są pod uwagę podczas obróbki.
 - b. Karta *Poziom* — *Bezpieczny 10*, *Poziom Brak*, *Głębokość Brak* i *OK*.
3. Program zapyta o wskazanie powierzchni do obróbki — wskaż bryłę i wypełnienia do obróbki — najlepiej oknem lub *Ctrl + A* i *OK*.
 4. Program zapyta o wskazanie zakresu obróbki — wskaż czerwony profil i *Enter*.
 5. Cykl wygeneruje ścieżkę — rysunek 6.47.

Rysunek 6.47.

Ścieżka obróbki ze strategią Koncentryczną





Zauważ, że frez, jeżeli to możliwe, zagłębia się w osi Z poza materiałem.

- Wyjedź narzędziem *Do wymiany* i przeprowadź *Symulację obróbki*. Warstwa z półfabrykatem jest wyłączona.



Na żebrach nie występuje naddatek do obróbki. Aby ich nie obrabiać, edytuj ścieżkę i wpisz w pole *Min* szerokość wartość 5.

Frez o tej średnicy nie może obrócić wszystkich naroży, ponieważ jest za duży, dlatego wybierz teraz mniejszy frez i użyj opcji obróbki resztek.

- Wybierz „*Frez walcowy 10 R1*”.
- Wyłącz warstwę *Półfabrykat*.
- Ustaw na karcie *Obróbka resztek* opcje widoczne na rysunku 6.48.

Rysunek 6.48.

Parametry na karcie
Obróbka resztek

Obróbka resztek	
Poprz. R narzędzia	10
Poprz. r narzędzia	1
Poprz. Od profilu w XY	.5

- Pozostałe parametry takie same jak w poprzednim cyklu.
- Program zapyta o wskazanie powierzchni do obróbki — wskaż bryłę i wypełnienia do obróbki — najlepiej oknem lub *Ctrl + A* i *OK*.
- Program zapyta o wskazanie zakresu obróbki — wskaż czerwony profil i *Enter*.
- Cykl wygeneruje ścieżkę.
- Przeprowadź *Symulację obróbki*.



Aby teraz obrócić promień zaokrąglenia pomiędzy płaszczyznami a pionowymi ściankami, ponownie użyj cyklu *Płaskie regiony*, z tym że jako strategię wybierz *Ołówkową* (rysunek 6.49) i odsunięcie *Od profilu w XY* ustaw na 0. Kartę *Obróbka resztek* pozostaw pustą.

Rysunek 6.49.

Parametry obróbki
ze strategią
Ołówkową

Płaskie regiony				
Ogólnie	Poziom	Wejścia	Ruchy łączące	
Strategia				
<input type="radio"/> Koncentrycznie <input type="radio"/> Wzajemnie <input checked="" type="radio"/> Ołówkowa				
Ogólnie	Poziom	Wejścia	Ruchy łączące	Obróbka resztek
Wydrukowanie profilu				
Start	3	Koniec	3	