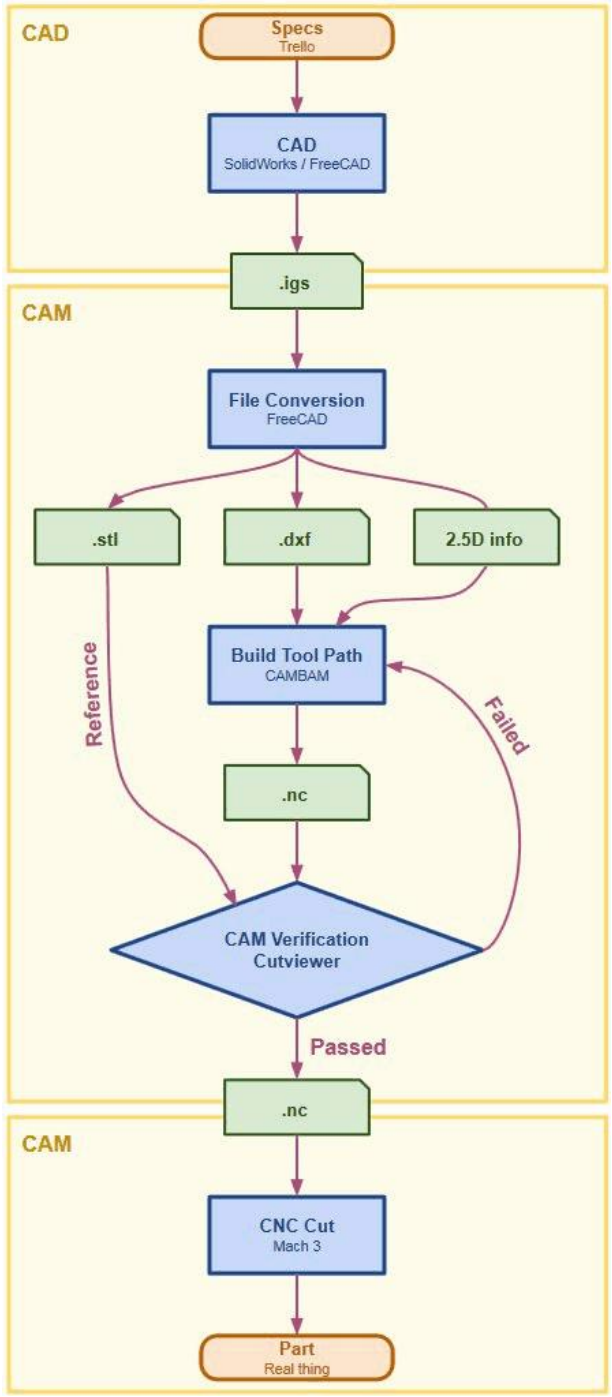
Основи програмування обробки в CAM-системах.



2.1 Структура CAM-системи

CAM-система є програмним комплексом, який забезпечує перетворення геометричної CAD-моделі деталі у керуючу програму для верстата з ЧПК. Типова структура CAM-системи включає декілька взаємопов’язаних модулів. Основою є геометричне ядро, що відповідає за роботу з 3D-моделями, поверхнями та твердими тілами. Воно забезпечує коректне зчитування геометрії, аналіз поверхонь і визначення зон обробки. Наступним елементом є технологічний модуль, у якому здійснюється вибір типів обробки, інструментів, режимів різання та параметрів траєкторій. Саме цей модуль реалізує логіку програмування обробки. Важливу роль відіграє модуль генерації траєкторій інструмента, який формує рух інструмента з урахуванням геометрії деталі, заготовки та обраної стратегії обробки. Завершальним етапом є постпроцесор, який перетворює внутрішню траєкторію CAM-системи у NC-код конкретного верстата з ЧПК з урахуванням його кінематики та синтаксису керуючої системи.

2.2. Імпорт і підготовка CAD-моделі до обробки

Початковим етапом програмування в CAM-системі є імпорт CAD-моделі деталі. Модель може бути створена у вбудованому CAD-середовищі або імпортована з зовнішніх систем у форматах STEP, IGES, Parasolid та інших. Після імпорту обов’язковим є **аналіз геометрії**, який включає:

- перевірку цілісності твердого тіла;
- виявлення розривів, самоперетинів поверхонь;
- контроль орієнтації нормалей поверхонь.

Далі виконується **підготовка моделі до обробки**, яка може включати спрощення геометрії, видалення дрібних елементів, що не впливають на функціональність деталі, а також виділення окремих зон для різних операцій обробки. Якісно підготовлена CAD-модель є запорукою коректного та стабільного CAM-програмування

2.3. Загальні принципи створення керуючих програм

Керуюча програма в CAM-системі формується не шляхом ручного написання G-коду, а через послідовне задання технологічних параметрів. Основними принципами створення керуючих програм є:

- логічна послідовність операцій обробки;
- мінімізація холостих переміщень інструмента;
- забезпечення безпечних підходів і відходів;
- стабільність навантаження на інструмент.

CAM-система автоматично розраховує траєкторії руху інструмента та формує програму, проте відповідальність за правильність технологічних рішень залишається за технологом або програмістом ЧПК. Саме тому важливо розуміти фізику процесу різання та принципи обробки.

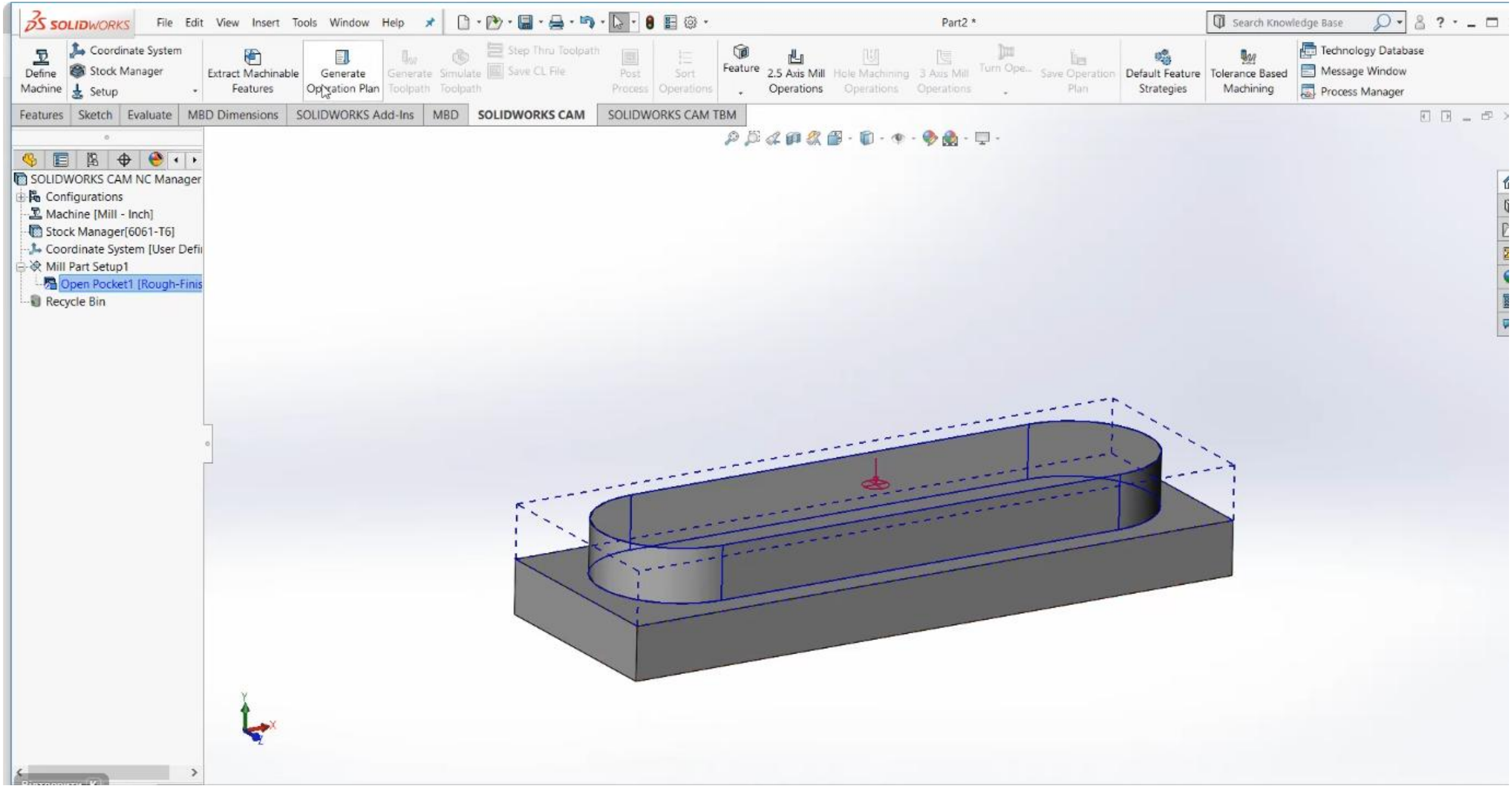
2.4. Базування, заготовка, система координат

Одним із ключових етапів CAM-програмування є правильне задання **базування деталі**. Базування визначає положення деталі у просторі відносно верстата та безпосередньо впливає на точність обробки.

У CAM-системі задається **модель заготовки**, яка може бути:

- геометричною (паралелепіпед, циліндр);
- отриманою з попередньої операції;
- імпортованою як окрема CAD-модель.

Далі визначається **система координат обробки (WCS)**, яка повинна відповідати нульовій точці верстата. Коректне задання системи координат забезпечує відповідність між CAM-програмою та реальним положенням деталі на верстаті.

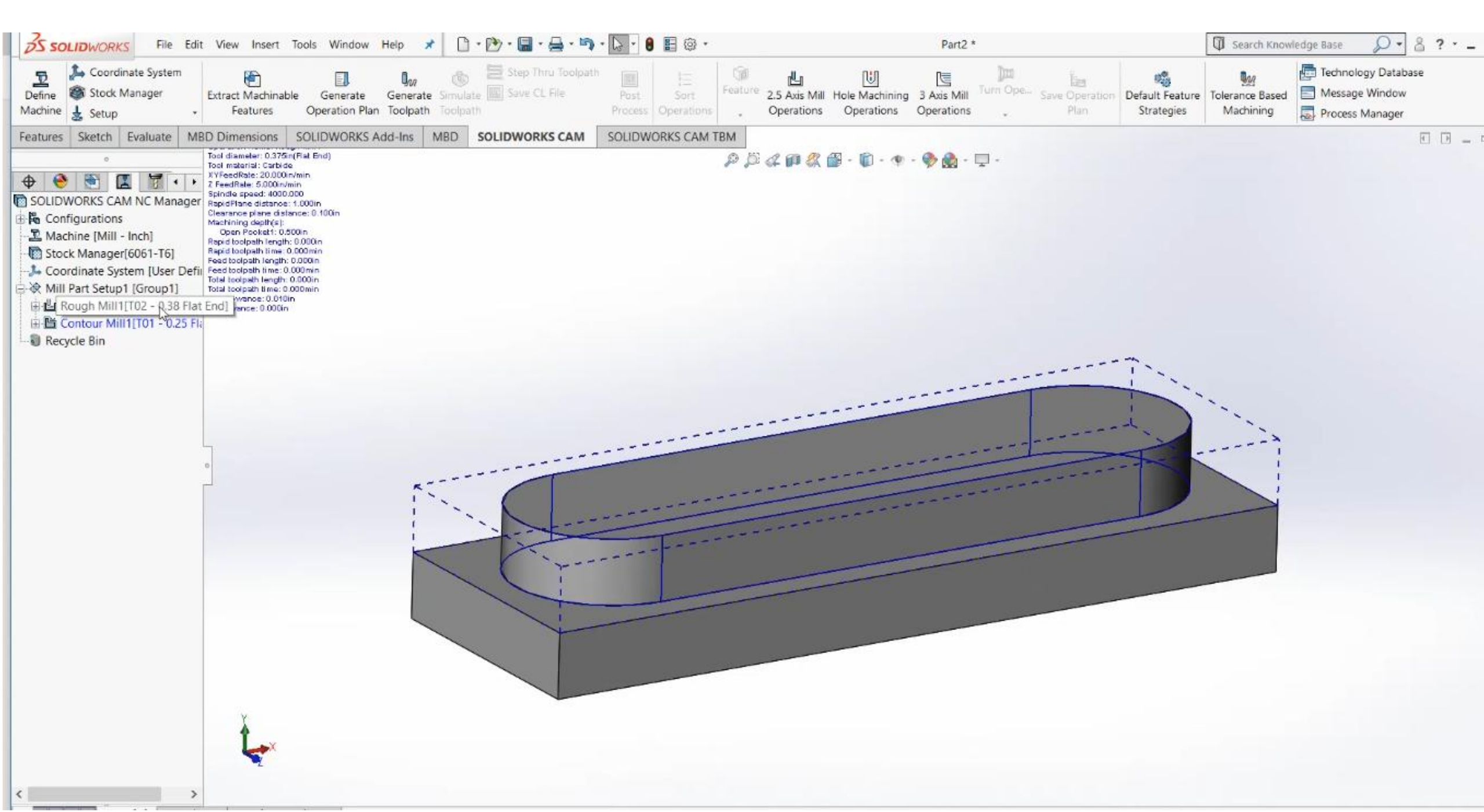

SOLIDWORKS
File Edit View Insert Tools Window Help
Part2 *
Search Knowledge Base
Define Machine
Coordinate System
Stock Manager
Setup
Extract Machinable Features
Generate Operation Plan
Generate Toolpath
Simulate Toolpath
Step Thru Toolpath
Save CL File
Post Process
Sort Operations
Feature
2.5 Axis Mill Operations
Hole Machining Operations
3 Axis Mill Operations
Turn Ope...
Save Operation Plan
Default Feature Strategies
Tolerance Based Machining
Technology Database
Message Window
Process Manager
Features Sketch Evaluate MBD Dimensions SOLIDWORKS Add-Ins MBD SOLIDWORKS CAM SOLIDWORKS CAM TBM
SOLIDWORKS CAM NC Manager
Configurations
Machine [Mill - Inch]
Stock Manager[6061-T6]
Coordinate System [User Defi
Mill Part Setup1
Open Pocket1 [Rough-Finis
Recycle Bin

2.5. Вибір типу операції та послідовність обробки

Після задання базування та заготовки здійснюється вибір **типів технологічних операцій**, таких як:

- чорнова обробка;
- напівчистова обробка;
- чистова та фінішна обробка.

Послідовність обробки формується за принципом **від загального до детального**, тобто спочатку знімається основний об’єм матеріалу, а потім виконується точне формування поверхонь. Такий підхід дозволяє зменшити навантаження на інструмент, підвищити стабільність процесу та забезпечити необхідну якість поверхні.


File Edit View Insert Tools Window Help
Part2 *
Search Knowledge Base
Define Machine
Coordinate System
Stock Manager
Setup
Extract Machinable Features
Generate Operation Plan
Generate Toolpath
Simulate Toolpath
Step Thru Toolpath
Save CL File
Post Process
Sort Operations
Feature
2.5 Axis Mill Operations
Hole Machining Operations
3 Axis Mill Operations
Turn Ope...
Save Operation Plan
Default Feature Strategies
Tolerance Based Machining
Technology Database
Message Window
Process Manager
Features
Sketch
Evaluate
MBD Dimensions
SOLIDWORKS Add-Ins
MBD
SOLIDWORKS CAM
SOLIDWORKS CAM TBM
Tool diameter: 0.375in(Flat End)
Tool material: Carbide
XYFeedRate: 20.000in/min
Z FeedRate: 5.000in/min
Spindle speed: 4000.000
RapidPlane distance: 1.000in
Clearance plane distance: 0.100in
Machining depth(s):
Open Pocket1: 0.500in
Rapid toolpath length: 0.000in
Rapid toolpath time: 0.000min
Feed toolpath length: 0.000in
Feed toolpath time: 0.000min
Total toolpath length: 0.000in
Total toolpath time: 0.000min
SOLIDWORKS CAM NC Manager
Configurations
Machine [Mill - Inch]
Stock Manager[6061-T6]
Coordinate System [User Defi
Mill Part Setup1 [Group1]
Rough Mill1[T02 - 0.38 Flat End]
Contour Mill1[T01 - 0.25 Fl
Recycle Bin