

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# МЕТОДИ 3D-ІНЖЕНЕРІЇ: КУРС ЛЕКЦІЙ

**Навчальний посібник**

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології  
проектування обладнання хімічної інженерії»  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Укладачі: М.А. Бишко, В.В. Косенко, О.О. Семінський

Електронне мережне навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2023

Рецензент *Холявік О.В.*, кандидат технічних наук, доцент,  
кафедра технології виробництва літальних апаратів  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Степанюк А.Р.*, кандидат технічних наук, доцент

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 9 від 22.06.2023 р.)  
за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету  
(протокол № 6 від 29.05.2023 р.)*

У посібнику описано інструментарій, необхідний для ефективного конструювання обладнання з використанням системи проектування SolidWorks 2023, приділено увагу відомостям щодо налаштування і початку роботи з системою, пояснені підходи до розробки деталей і складальних одиниць, створення обладнання, розробки конструкторської документації.

Посібник призначений для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» може бути також корисним іншим здобувачам інженерних напрямів підготовки, а також широкому колу стейкхолдерів, зацікавлених у впровадженні сучасних комп'ютерних систем проектування.

Реєстр. № НП 22/23-738. Обсяг 9,4 авт. арк.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>5</b>
<b>1 ІНТЕРФЕЙС ТА БАЗОВІ НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМИ SOLIDWORKS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Основні можливості програми .....</b>	<b>6</b>
Запуск програми .....	6
Створення нового документа .....	7
Збереження файлів .....	9
Відкриття існуючих файлів .....	11
Зміна розмірів вікон .....	12
Панелі інструментів.....	13
Диспетчер команд.....	14
Функції клавіш миші .....	15
<b>1.2 Базові налаштування .....</b>	<b>17</b>
Основи .....	17
Зміна фону .....	18
Реверс зміни масштабу за допомогою колеса миші .....	19
<b>Контрольні запитання. ....</b>	<b>20</b>
<b>2 СТОРЕННЯ ЕСКІЗУ .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Створення першого ескізу.....</b>	<b>21</b>
Графічні елементи створення ескізу.....	23
Масиви .....	38
Відсікання, подовження лінії .....	46
Розташування ескізу .....	56
Прив'язки в межах ескізу .....	60
Додавання та зміна розмірів .....	65
<b>Контрольні запитання .....</b>	<b>67</b>
<b>3 СТВОРЕННЯ БАЗОВОГО ТВЕРДОГО ТІЛА НА ОСНОВІ ЕСКІЗУ .....</b>	<b>68</b>
<b>3.1 Основні операції .....</b>	<b>68</b>
Витягування .....	68
Виріз .....	79
<b>3.2 Відображення виду.....</b>	<b>82</b>
Збільшити/зменшити вигляд .....	82
Переміщення моделі.....	84
Розріз .....	86
Управління орієнтацією вигляду моделі.....	87
Зміна стилю відображення моделі .....	88
Додаткові налаштування відображення елементів та анотацій.....	91
<b>3.3 Створення тіла обертання.....</b>	<b>92</b>
Повернута бобишка .....	92
Повернутий виріз.....	95

<b>3.4</b>	<b>Допоміжна геометрія .....</b>	<b>97</b>
	Площини .....	97
<b>3.5</b>	<b>Операції по траекторії.....</b>	<b>102</b>
	Бобишка по траекторії.....	102
	Бобишка за перерізом.....	106
	Виріз по траекторії .....	111
	Виріз по заданому перерізу .....	112
<b>3.6</b>	<b>Додаткові операції зі створення деталі.....</b>	<b>113</b>
	Скруглення .....	113
	Фаска .....	115
	Отвір/різьба .....	117
<b>3.7</b>	<b>Створення масиву операцій.....</b>	<b>121</b>
	Лінійний масив.....	121
	Дзеркальне відображення .....	125
	Масив по колу .....	126
	Масив по точках .....	127
	Масив по кривій.....	128
<b>3.8</b>	<b>Інші операції.....</b>	<b>130</b>
	Ребро .....	130
	Звужена призма.....	132
	Оболонка.....	135
	<b>Контрольні питання.....</b>	<b>136</b>
<b>4</b>	<b>СТВОРЕННЯ СКЛАДАННЯ .....</b>	<b>137</b>
<b>4.1</b>	<b>Вставка деталей.....</b>	<b>137</b>
<b>4.2</b>	<b>Вставка стандартних виробів.....</b>	<b>139</b>
<b>4.3</b>	<b>Сполучення.....</b>	<b>145</b>
<b>4.4</b>	<b>Рознесення деталей .....</b>	<b>148</b>
	<b>Контрольні питання.....</b>	<b>150</b>
<b>5</b>	<b>СТВОРЕННЯ КРЕСЛЕНЬ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ.....</b>	<b>151</b>
<b>5.1</b>	<b>Створення основних видів .....</b>	<b>151</b>
	Загальні види моделі .....	151
	Допоміжні види моделі .....	156
<b>5.2</b>	<b>Простановка анотацій та розмірів.....</b>	<b>160</b>
<b>5.3</b>	<b>Таблиці та специфікація.....</b>	<b>166</b>
	<b>Контрольні питання .....</b>	<b>168</b>
<b>6</b>	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>169</b>

## ВСТУП

Наразі програмне забезпечення конструкторських розробок, що дозволяє використовувати інструментарій тривимірної побудови геометричних об'єктів посідає провідне місце в інженерії обладнання. SolidWorks – один зі світових лідерів серед такого програмного забезпечення.

У навчальному посібнику містяться відомості щодо основ роботи з новою версією SolidWorks 2022. Розглянуто питання налаштування і надано рекомендації щодо початку роботи з нею. Описано інструментарій, який застосовується при конструюванні обладнання, його деталей і складальних одиниць, а також оформлення конструкторської документації. Надано рекомендації щодо його практичного застосування. Для перевірки якості засвоєння викладеного матеріалу наприкінці кожного розділу наведені питання для самоконтролю.

Розглянутий у навчальному посібнику матеріал відповідає лекційному курсу дисципліни «Методи 3D-інженерії», який відіграє важливу роль при підготовці бакалаврів за спеціальністю «Галузеве машинобудування». Втім представлений посібник може бути корисним усім здобувачам інженерних спеціальностей, а також широкому колу зацікавлених осіб, які хочуть оволодіти навчками роботи у SolidWorks.

Посібник підготовлено з використанням офіційної документації розробника SolidWorks [1].

# 1 ІНТЕРФЕЙС ТА БАЗОВІ НАЛАШТУВАННЯ ПРОГРАМИ SOLIDWORKS

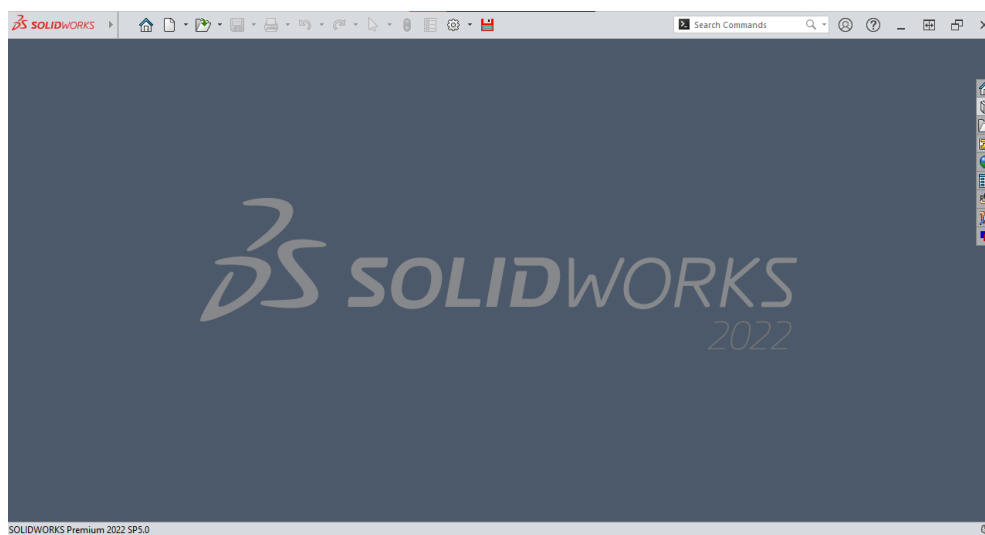
## 1.1 Основні можливості програми

### Запуск програми

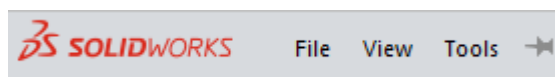
Після встановлення програми SolidWorks, натисніть на іконку програми на робочому столі:



Щойно програма завантажиться, з'явиться стартовий екран:



Після наведення курсора на логотип програми SolidWorks з'явиться спливаюче меню:

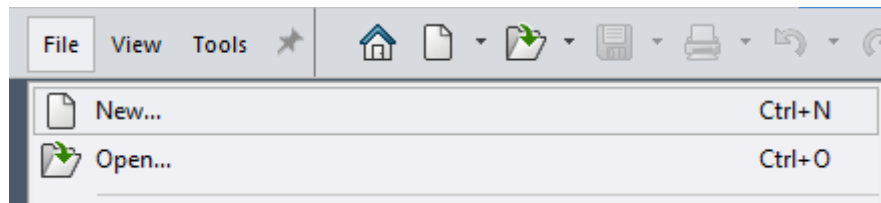


Для його закріплення у розгорнутому стані необхідно натиснути ліву клавішу миші на спеціальному значку у формі офісної кнопки:

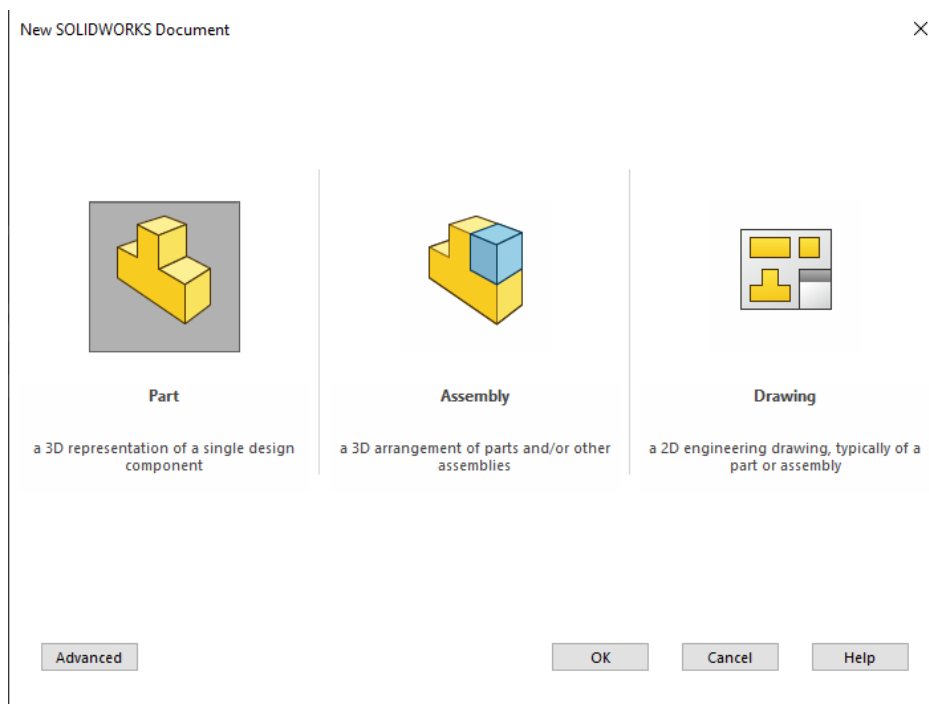


## Створення нового документа

Створення нового документа (деталі, складання або креслення) відбувається після виконання однієї з наступних дій: натискання відповідної іконки в меню, натискання кнопки "Створити" у меню "Файл" або одночасного натискання комбінації клавіш "Ctrl+N":

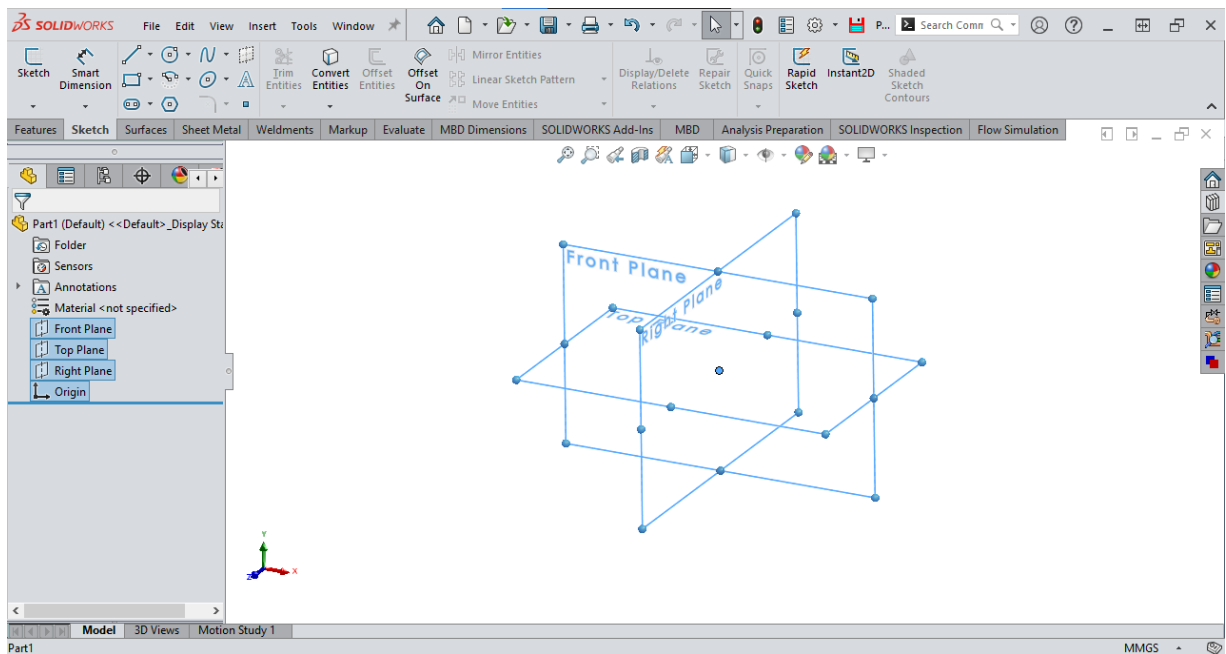


Після виконання зазначених дій, відкривається діалогове вікно, в якому можна вибрати бажаний тип документа:



У цьому меню за замовчуванням активна кнопка "Деталь", тож вивчення SolidWorks розпочнемо з побудови деталей. Натисніть кнопку "OK", щоб продовжити.

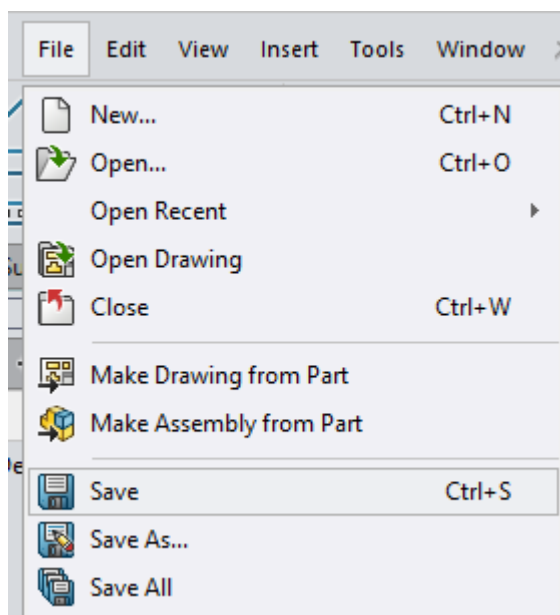
Натискання кнопки "ОК" відкривається середовище моделювання деталей, у якому можливо створювати тіла, поверхні та моделі для подальшої роботи.



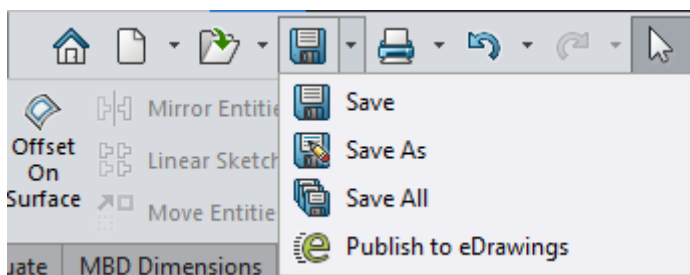
У верхній частині екрану розгорнута контекстна панель інструментів, на якій вони згруповані по вкладкам.

## Збереження файлів

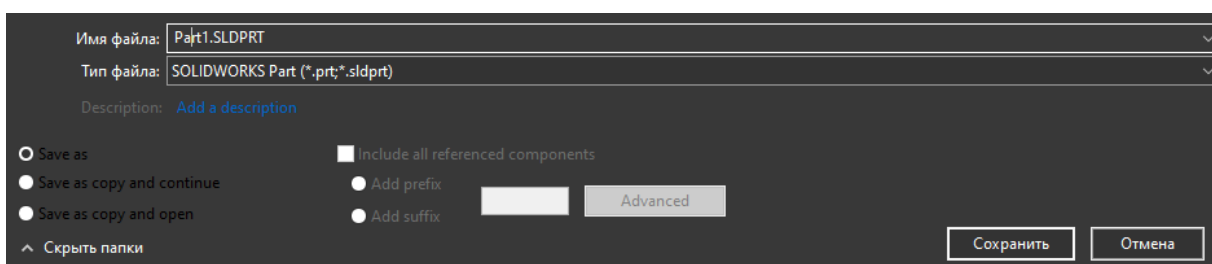
Для того, щоб зберегти файл, скористайтесь меню "Файл" і натисніть на пункт "Зберегти" ("Save").

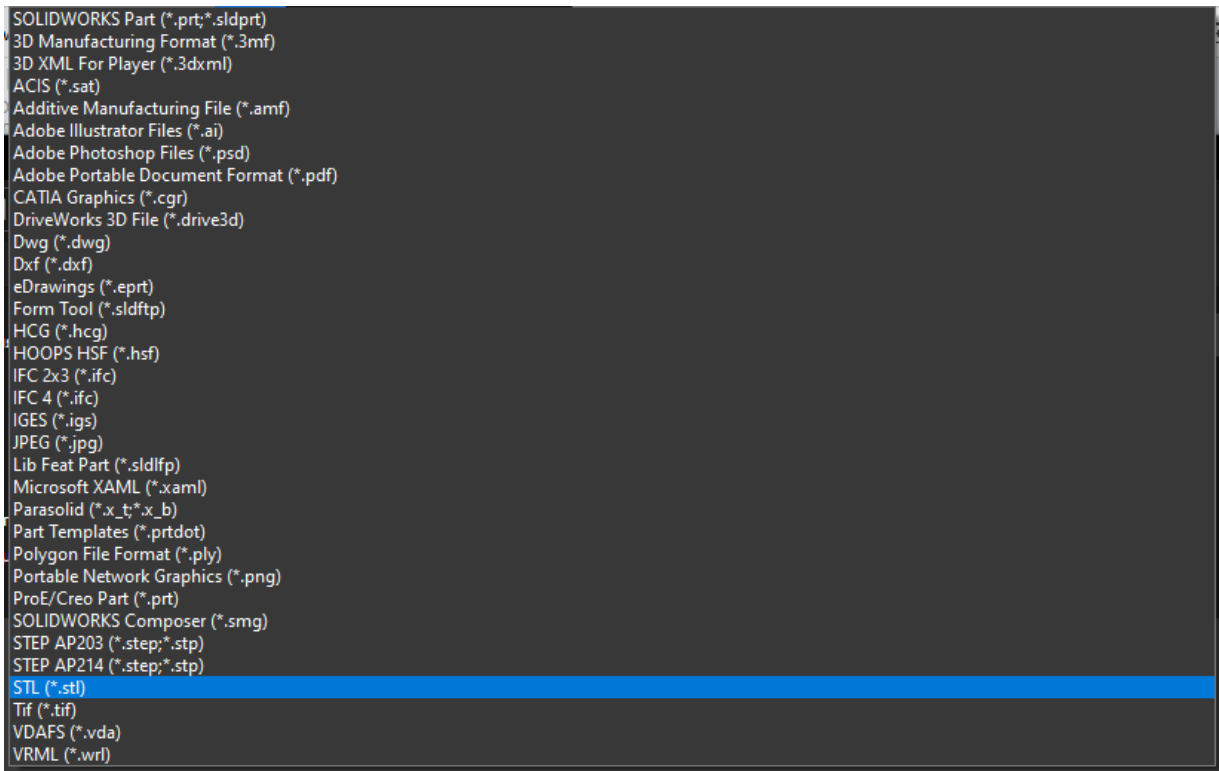


Ви також можете натиснути на значок дискети в хотбарі (панелі інструментів), який представляє опцію збереження файлу.



При збереженні файлу в програмі SolidWorks ви маєте можливість встановити параметри збереження. Програма надає широкий спектр форматів для збереження, але для зручної роботи з моделями та складаннями бажано використовувати розширення, рекомендовані самою програмою.



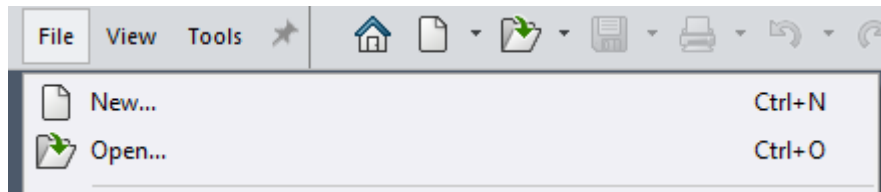


Имя файла:	Part1.SLDPRT
Тип файла:	SOLIDWORKS Part (*.prt;*.sldprt)

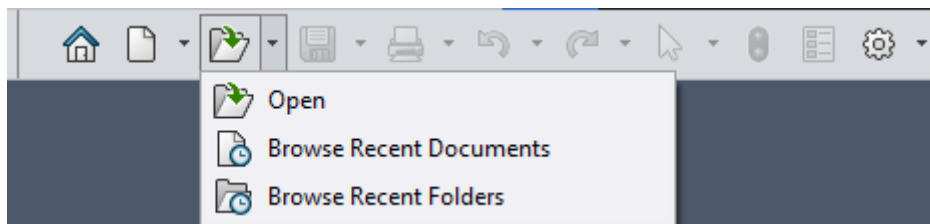
Після встановлення параметрів збереження, оберіть директорію (папку), до якої бажаєте зберегти файл. Після цього натисніть кнопку "Зберегти" для остаточного збереження файлу у вибраній директорії.

## Відкриття існуючих файлів

Щоб відкрити файл, скористайтесь меню "Файл" і натисніть на опцію "Відкрити" ("Open").



Також ви можете натиснути на значок папки в хотбарі (панелі інструментів), що представляє опцію відкриття файлу.

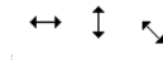


Для того, щоб відкрити раніше збережений файл, оберіть його розташування відкриття файлу. Ви можете переглянути папки та навігуватися до необхідного місця збереження файлу. Після знаходження файлу, виберіть його і натисніть кнопку "Відкрити" для завантаження файлу у програму SolidWorks.

## Зміна розмірів вікон

Програма SolidWorks, подібно до інших програм, використовує вікна для відображення різних частин інтерфейсу та процесу роботи. У вікнах можна змінювати розмір для оптимального використання доступного простору та забезпечення комфортної робочої області. Це дозволяє налаштувати розмір вікон згідно з власними потребами та вподобаннями.

- Перемістіть курсор миші до краю вікна, щоб він набув вигляду двосторонньої стрілки.



- Якщо курсор миші має вигляд двосторонньої стрілки, це означає, що ви можете змінити розмір вікна. Щоб це зробити, тримаючи ліву кнопку миші натиснутою, перетягніть курсор у необхідному напрямку. Це дозволить змінити розмір вікна вздовж відповідного краю.

- Коли вікно прийме потрібний розмір, відпустіть клавішу миші. Вікна можуть містити декілька панелей. Можна змінювати розмір панелей по відношенню один до одного.

- Перемістіть курсор миші на межу між двома панелями, щоб курсор набув вигляду двох паралельних ліній, перетнутих двосторонньою стрілкою.



- Поки курсор миші має вигляд двох паралельних ліній, перетнутих двосторонньою стрілкою, затисніть ліву клавішу миші та перемістіть край, щоб змінити розмір панелі.

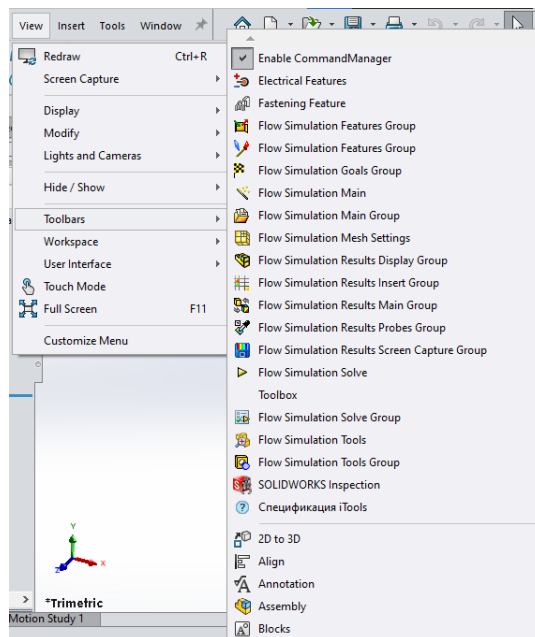
- Коли панель прийме необхідний розмір, відпустіть клавішу миші.

## Панелі інструментів

Ви правильно зазначили, що кнопки панелей інструментів в програмі SolidWorks представляють собою гарячі клавіші команд, які найчастіше використовуються. Ви можете налаштувати розташування панелей інструментів та відображення їх в залежності від типу документа (деталь, складання або креслення).

SolidWorks запам'ятовує налаштування для кожного типу документа, тому програма буде відображати відповідні панелі інструментів та їх розташування при відкритті відповідного типу документа. Це дозволяє вам зручно працювати з програмою, використовуючи відповідні інструменти для кожного типу роботи..

Оберіть пункт "View" у головному меню SolidWorks, а потім виберіть "Toolbars" (Панелі інструментів). В результаті ви побачите список всіх доступних панелей інструментів.



Панелі інструментів, з натиснутими відповідними значками або позначеними галочками, стають видимими, тоді як панелі інструментів, в яких значки не натиснуті або не позначені галочками, залишаються прихованими. Повторіть ці кроки для увімкнення бажаних панелей інструментів та ознайомлення з їхніми функціями.

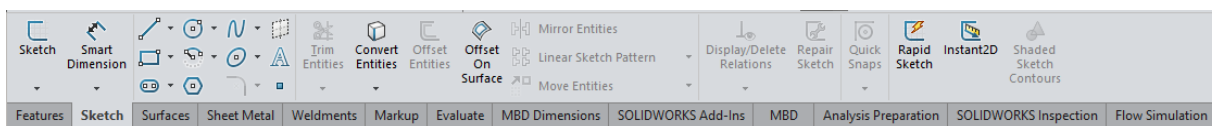
## Диспетчер команд

CommandManager - це контекстна панель інструментів, яка автоматично оновлюється залежно від панелі інструментів, до якої ви потребуєте доступу. Ця панель містить набір інструментів, які змінюються в залежності від типу документа, з яким ви працюєте.

По замовчуванню, CommandManager містить вбудовані панелі інструментів, відповідні для даного типу документа. Наприклад, при роботі з деталями ви побачите панелі інструментів, що стосуються редагування геометрії, функцій моделювання та інші, а при роботі зі складаннями будуть доступні панелі інструментів, пов'язані з управлінням компонентами та зборкою.

Коли ви натискаєте кнопку в області керування CommandManager, вона оновлюється та відображає відповідну панель інструментів. Наприклад, якщо ви натискаєте кнопку "Sketch" (Ескіз), в CommandManager з'являються інструменти, пов'язані з роботою з ескізами.

Це дозволяє вам швидко отримати доступ до необхідних інструментів, специфічних для поточної операції. Завдяки оновленню CommandManager ви можете зосередитися на поточній задачі, маючи доступ до відповідних інструментів без необхідності шукати їх у меню або на інших панелях інструментів.



Використання CommandManager є зручним і ефективним способом організації робочого простору в SolidWorks, дозволяючи максимально використовувати графічну область для роботи з моделями.

## Функції клавiш миші

Клавiші миші працюють за наступним алгоритмом:

Ліва — Дає можливість обирати елементи меню, об'єкти у графічній області, а також об'єкти у дереві конструювання FeatureManager.

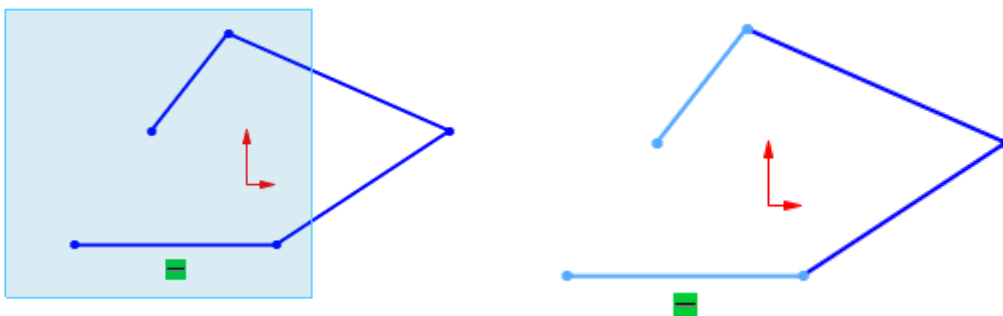
Права — Дає можливість відображати контекстні меню.

Середня — Дозволяє обертати, переміщувати, змінювати масштаб деталі або складання, а також переміщатися в кресленні.

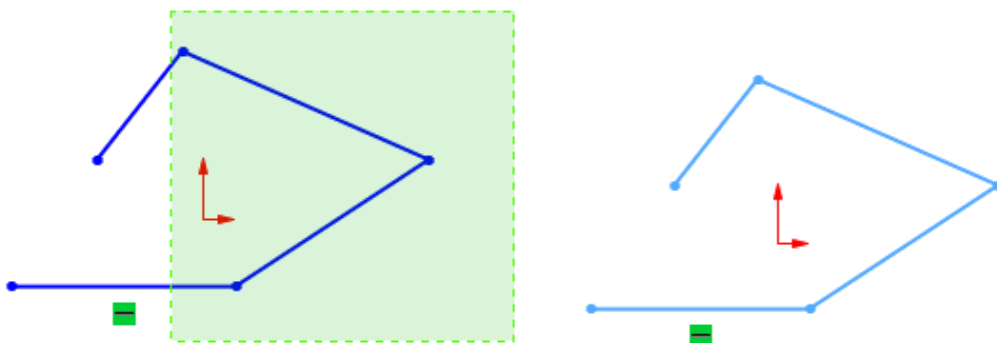
### Виділення елементів

У SolidWorks доступні два способи виділення елементів у робочому полі:

Зліва на право – виділяються тільки ті елементи, що потрапили в поле виділення.



Зправа наліво – виділяються тільки всі елементи, що потрапили в поле виділення.



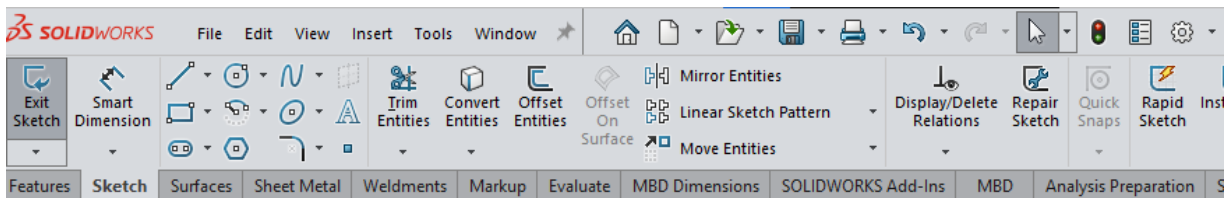
У SolidWorks кожен з цих методів виділення елементів має свій колір

підсвічування зони виділення. Зокрема, при використанні першого методу виділення, колір підсвічування зони виділення є блакитним. У другому методі виділення, колір підсвічування зони виділення є зеленим. Ці кольори підсвічування зони виділення допомагають вам розрізнити та ідентифікувати виділені елементи залежно від використаного методу виділення.

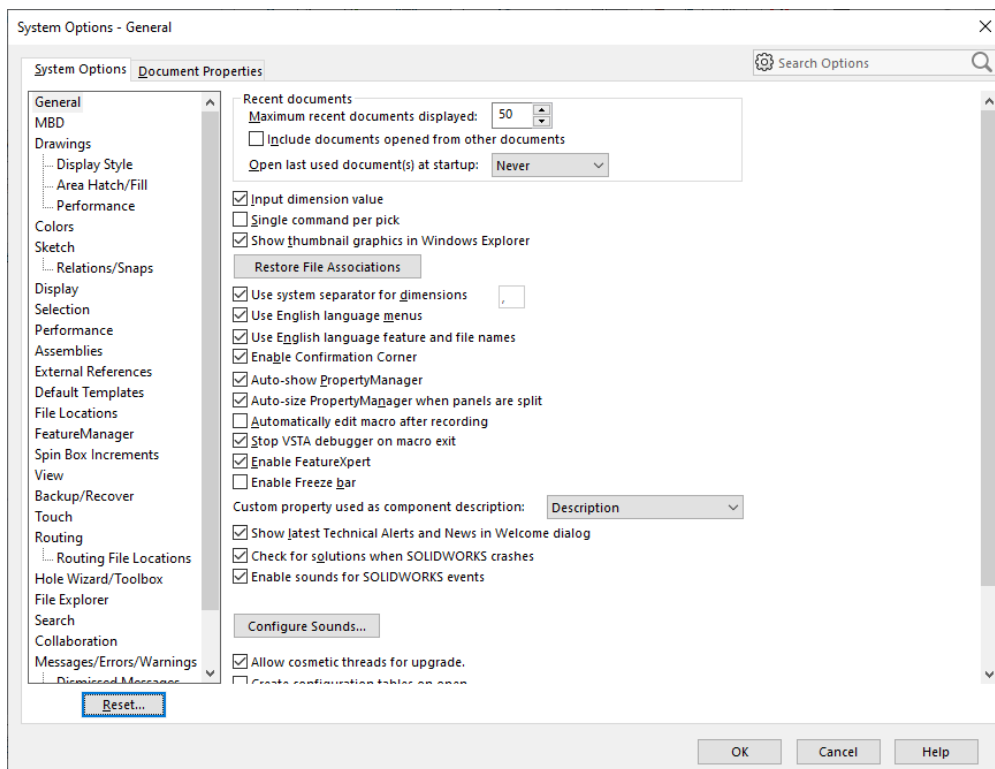
## 1.2 Базові налаштування

### Основи

Після початкового запуску програми, зазвичай користувачі переходять до налаштування SolidWorks під свої потреби. Більшість параметрів за замовчуванням підходять для багатьох користувачів, але деякі з них часто потребують індивідуального налаштування. Щоб перейти до налаштувань SolidWorks, вам потрібно натиснути на значок "шестерні" в меню. Зазвичай цей значок розміщений у верхній частині програми і відкриває меню налаштувань, де ви можете настроїти різні параметри програми під свої вимоги:

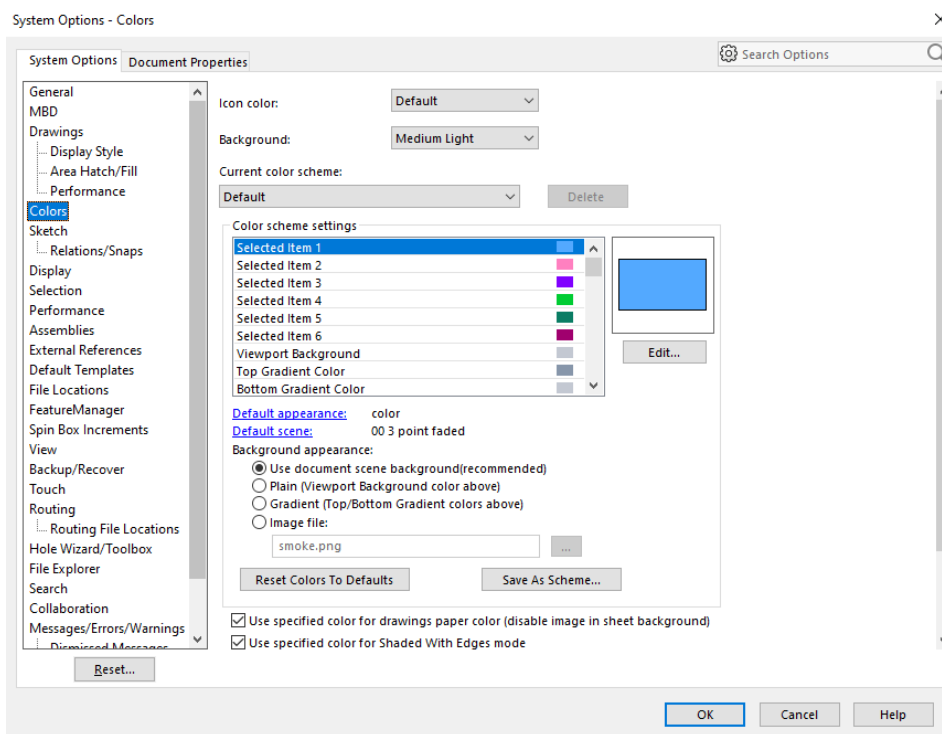


Після натискання на значок "шестерні", перед вами з'явиться діалогове вікно з багатьма налаштуваннями.



## Зміна фону

Так, в SolidWorks ви можете змінити фон робочого простору за допомогою налаштувань кольорів. Щоб це зробити, слід обрати вкладку «Кольори» (Colors):



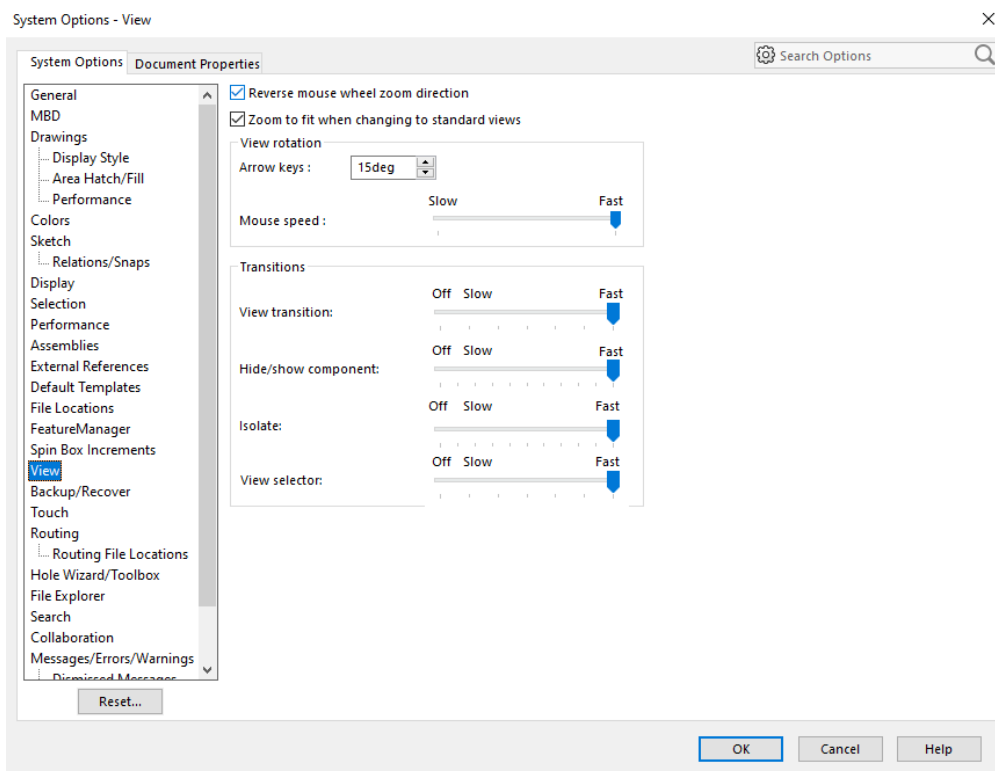
У SolidWorks ви можете використовувати зображення як фон робочого простору.

В SolidWorks ви можете використовувати як стандартні кольори, запропоновані розробниками програми, так і встановити свій власний колір фону робочого простору.

## Реверс зміни масштабу за допомогою колеса миші

Так, в початковому налаштуванні SolidWorks реверс зміни масштабу за допомогою колеса миші налаштований протилежним до звичайного. Проте, ви можете легко змінити це налаштування, щоб воно відповідало вашим потребам. Щоб змінити напрямок зміни масштабу за допомогою колеса миші, слід виконати такі кроки:

1. Відкрийте налаштування SolidWorks, натиснувши на значок "шестерні" в меню.
2. У діалоговому вікні налаштувань виберіть вкладку "Колесо миші/Touchpad".
3. Знайдіть опцію "Зворотний напрямок збільшення/зменшення масштабу".
4. Знійте прапорець або встановіть його в залежності від поточного налаштування. Якщо прапорець встановлений, він зміниться на незавершену палочку або навпаки.
5. Натисніть кнопку "ОК" або "Застосувати", щоб зберегти зміни.



Після цих кроків зміна масштабу за допомогою колеса миші буде працювати в звичайному напрямку. Тепер ви зможете налаштувати його відповідно до своїх звичок та вподобань.

Також, важливо налаштувати резервне копіювання та відновлення файлів в SolidWorks з метою забезпечення безпеки і захисту ваших даних. Для цього У діалоговому вікні налаштувань перейдіть до вкладки "Резервні копії/Відновлення".

після внесення необхідних змін до глобальних налаштувань ви можете приступати до подальшого вивчення SolidWorks. Внесення налаштувань до програми допоможе вам налаштувати її під свої потреби і полегшить роботу з нею.

Однак, налаштування - це лише початок. Далі ви можете досліджувати різні функції та можливості SolidWorks для вирішення своїх завдань. Розглянемо їх в наступних розділах.

### **Контрольні запитання.**

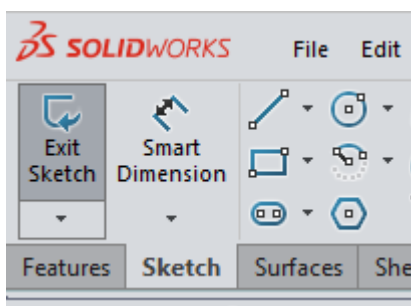
1. Які види і призначення документів SolidWorks?
2. Які функції виконє панель інструментів?
3. Що можна робити за допомогою диспетчера команд?
4. Які основні функції миші при роботі в програмі?
5. Які налаштування варто зробити перед початком роботи?

## 2 СТОРЕННЯ ЕСКІЗУ

### 2.1 Створення першого ескізу

Для початку створення деталей у SolidWorks потрібно побудувати ескіз. У програмі існують спеціальні інструменти, які допоможуть вам в цьому. Розглянемо деякі з них.

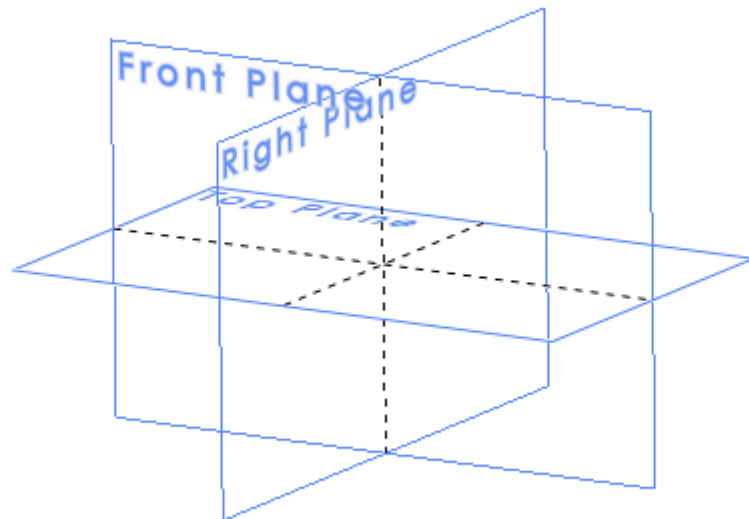
Для доступу до середовища створення ескізів у SolidWorks ви можете натиснути на відповідну вкладку на стрічці інструментів:



Коли ви натиснете на відповідну вкладку на стрічці інструментів у SolidWorks, ви побачите три площини, кожна з яких відповідає одній з площин системи координат:

- **Спереді**- Площина XY;
- **Праворуч**- Площина YZ;
- **Зверху** - Площина XZ.

Коли наводите курсор миші на кожну з площин, вони підсвічуються, що сигналізує про готовність до початку створення ескізу у вибраній площині:

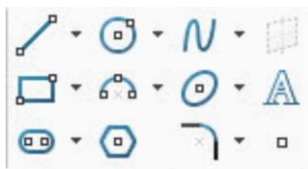


Оберемо площину "спереду" для створення ескізу..

Зверніть увагу, що у верхньому рядку програми з'явилось слово "Ескіз 1", а на стрічці інструментів кнопка "Ескіз" стала активною. Це свідчить про те, що ви знаходитесь у середовищі створення ескізів.

## Графічні елементи створення ескізу

На стрічці інструментів у середовищі створення ескізів інструменти згруповані разом для зручності. Ви можете знайти їх у відповідній секції або вкладці, яка присвячена створенню ескізів:



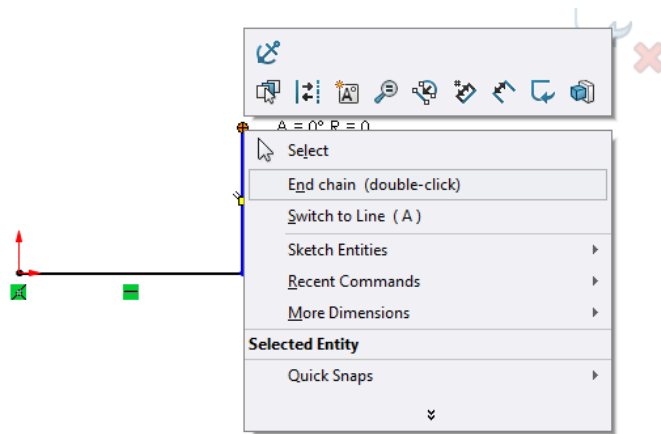
Зверніть увагу, що більшість інструментів мають "прапорець" поруч, якщо на нього натиснути, можна побачити додаткові, менш часто використовувані інструменти. Важливою особливістю побудови об'єктів у SolidWorks є можливість вводити наближені розміри, а точні розміри можна визначити пізніше.

Отже розглянемо ці інструменти.

### *a.* Лінія

Щоб активувати інструмент "Лінія", просто один раз натисніть лівою кнопкою миші, наприклад, в початковій точці координат. Потім, рухаючи курсором миші, будується відрізок. Щоб вказати кінцеву точку відрізка, натисніть ще раз. Після цього буде створюватися новий сегмент. Вам потрібно повторити дії, описані вище.

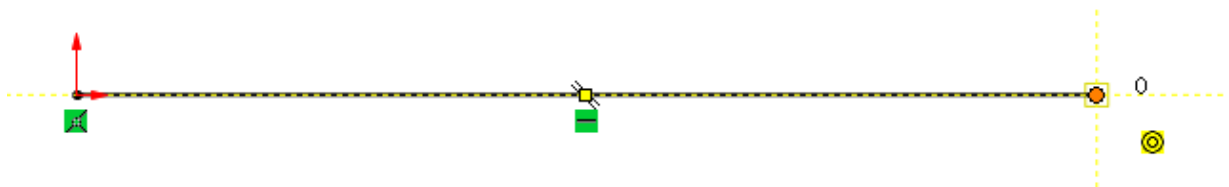
Щоб завершити побудову, ви можете подвійно натиснути мишу або натиснути правою кнопкою миші, щоб викликати контекстне меню, з якого виберіть "Завершити ланцюжок".



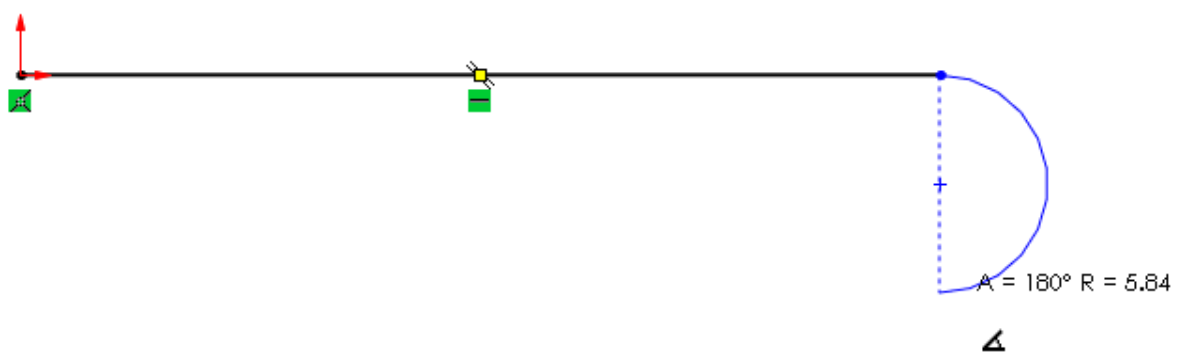
### b. Дуга за допомогою лінії

У програмі SolidWorks присутній окремий інструмент для створення дуги. Однак, крім цього інструменту, є також можливість створювати дугу за допомогою інструмента "Лінія".

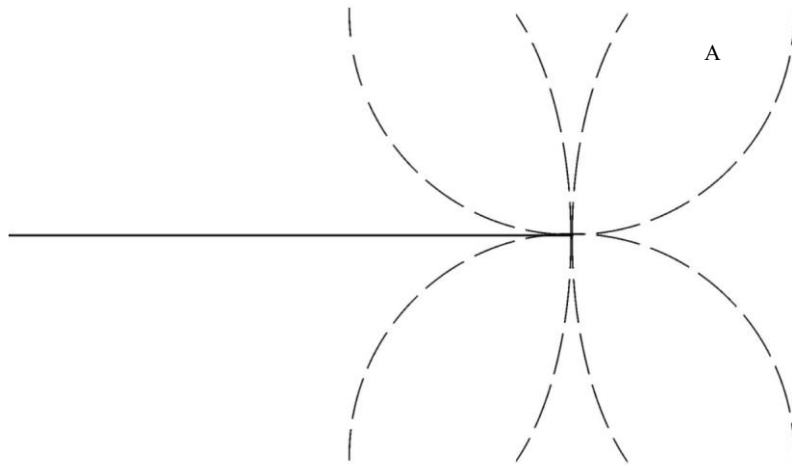
Активуємо інструмент «Лінія» і накреслимо перший відрізок. Коли ви відводите курсор миші убік після встановлення другої точки, програма SolidWorks автоматично продовжує побудову нового відрізка або геометричної фігури. Коло помаранчевого кольору вказує на те, що ви можете продовжити малювати нові об'єкти, такі як лінії або дуги.



Цією дією ми активуємо в програмі SolidWorks режим побудови дуги. Потім, перемістивши курсор у потрібному напрямку (у даному випадку вниз), ми можемо продовжити побудову дуги.



Зверніть увагу на дуже важливий момент: напрямок, в якому ви переміщате курсор після побудови першого відрізка, визначатиме напрямок побудови кола.

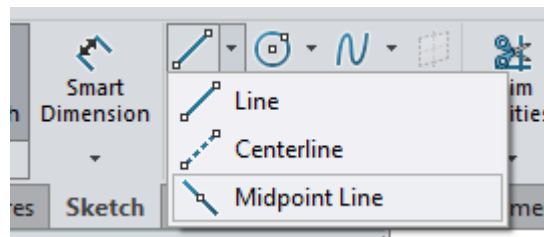


Натисніть лівою кнопкою миші, щоб визначити другу точку кола, і завершіть побудову ланцюжка.

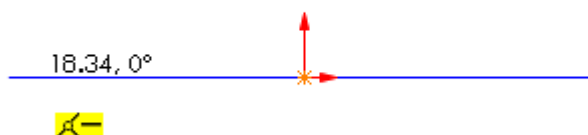
### с. Лінія середньої точки

У SolidWorks наряду зі стандартним інструментом для побудови ліній також існує інструмент, що називається "Лінія середньої точки".

Так, у SolidWorks інструмент "Лінія середньої точки" знаходиться у списку інструментів для побудови ліній.

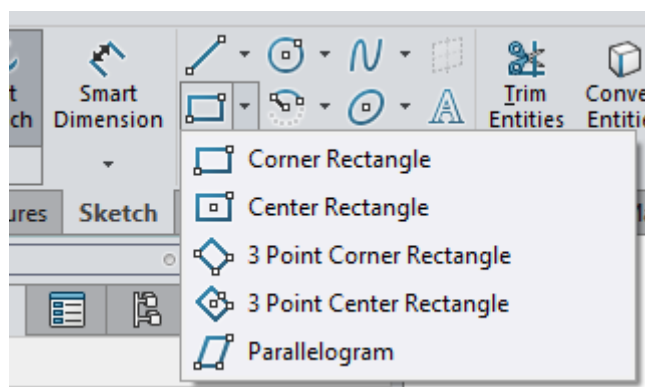


Завдяки інструменту "Лінія середньої точки" в SolidWorks можна одночасно будувати відрізки у двох напрямках від початкової точки. Ця можливість часто допомагає економити час при проектуванні.



#### d. Побудова прямокутника

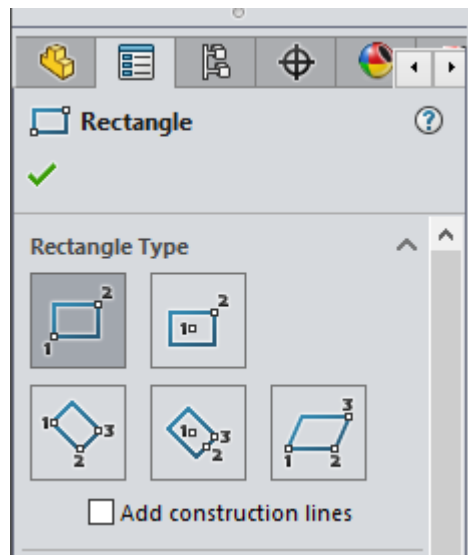
SolidWorks надає різні методи побудови прямокутників в залежності від ситуації. Щоб побудувати прямокутник, натисніть на значок "Прямокутника" на стрічці інструментів. Випадаючий список містить всі доступні способи побудови прямокутників. Давайте розглянемо ці методи.



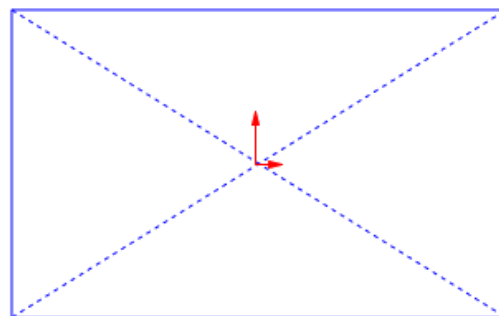
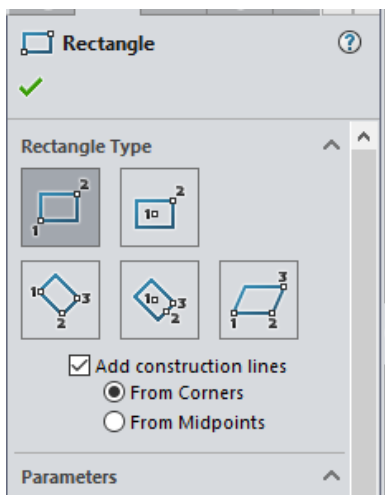
Варто відзначити, що після активації будь-якого з режимів у SolidWorks у вас також з'явиться можливість вибору типу прямокутника.

Незважаючи на те, який тип побудови прямокутника вже вибраний, ви можете призначати різні методи побудови прямокутника за допомогою кнопок вибору типу прямокутника.

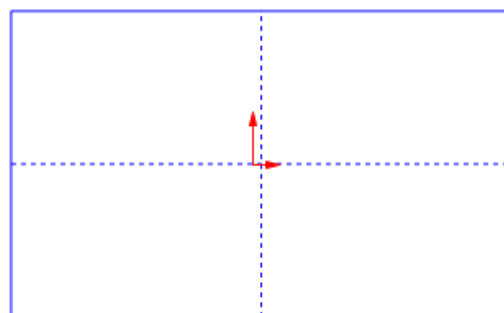
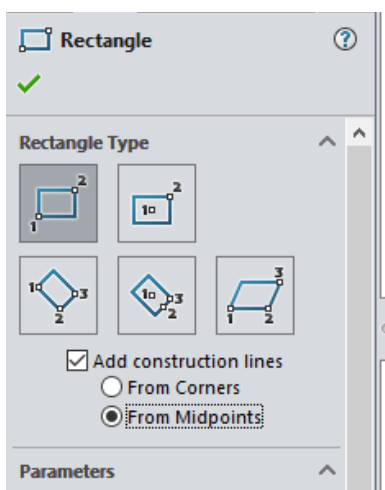
За замовчуванням, коли ви вибираєте конкретний інструмент на стрічці, кнопка, пов'язана з цим інструментом, автоматично активується на панелі інструментів.



Додатково, ви можете встановити спосіб побудови допоміжних ліній прямокутника - від кутів або від центральних точок. Щоб це зробити, встановіть прапорець навпроти опції "Додати допоміжні лінії".



$x = 10.03, y = 6.24$



$x = 10.24, y = 6.24$

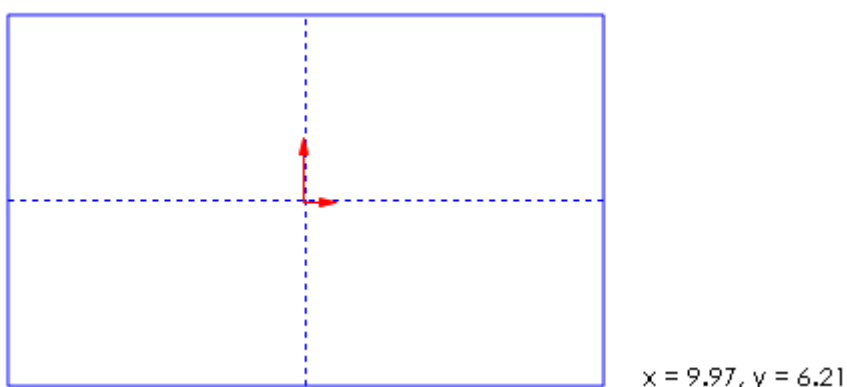
Крім того, при побудові прямокутника ви також можете бачити розділ

"Параметри" у дереві конструювання. Цей розділ стає активним після початку побудови прямокутника.

Давайте розглянемо будову кожного виду прямокутника більш детально.

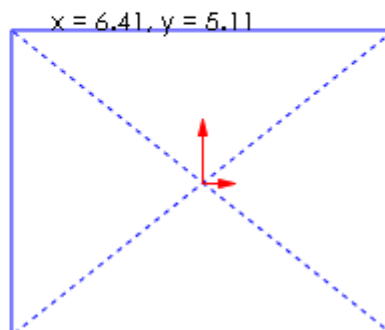
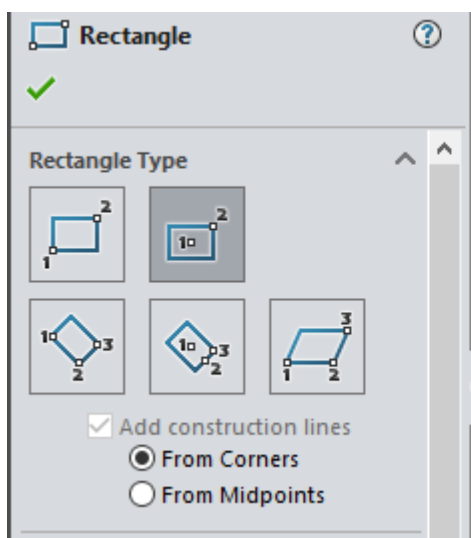
### ***Прямокутник по кутах***

Цей інструмент дозволяє створити прямокутник, використовуючи два протилежно розташованих по діагоналі кути. Перший кут - нижній лівий, а другий - верхній правий.



### ***Прямокутник із центру***

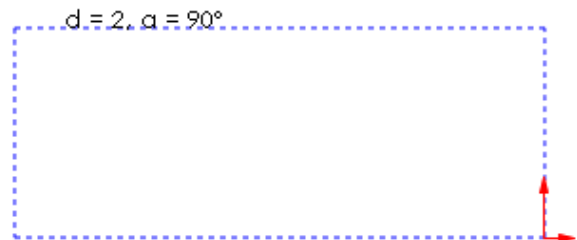
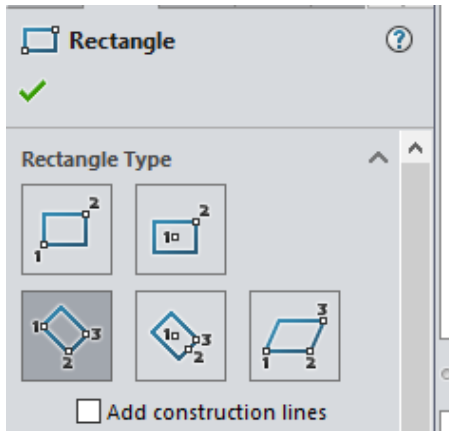
Цей інструмент дозволяє створювати прямокутник, визначаючи його центральну точку та кут.



### ***Прямокутник через 3 точки.***

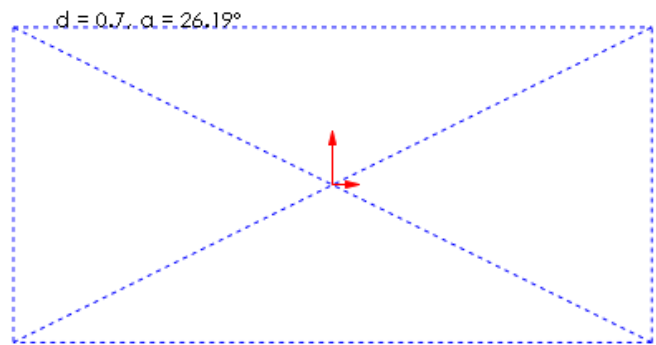
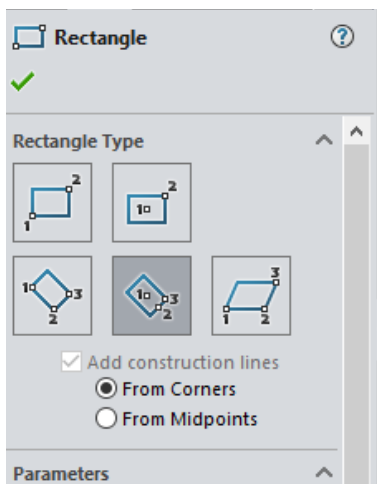
Цей тип прямокутника визначається за допомогою трьох точок.

Відстань між першими двома точками визначає ширину та орієнтацію прямокутника, а відстань між другою та третьою точками визначає його довжину.



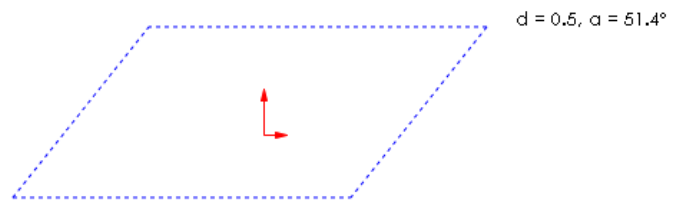
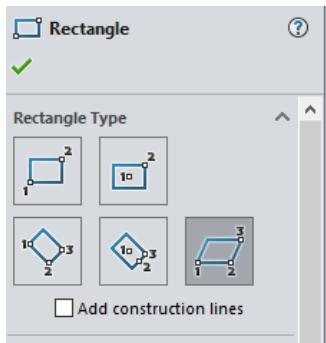
### ***Прямокутник через 3 точки з початковою із центру***

Цей тип прямокутника будується за допомогою трьох точок. Перша точка визначає центр прямокутника, друга точка визначає ширину та орієнтацію прямокутника, а третя точка визначає його довжину.



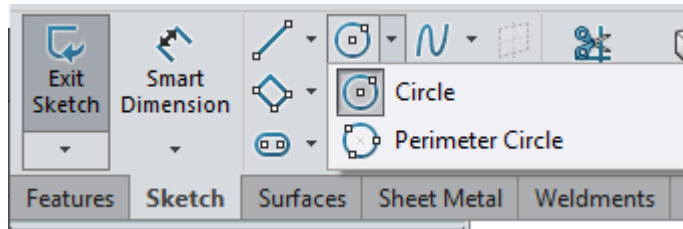
### ***Паралелограм***

У програмі передбачена можливість швидкої побудови паралелограма. Перші дві точки визначають довжину та орієнтацію паралелограма, а третя точка визначає ширину та кут між його сторонами.

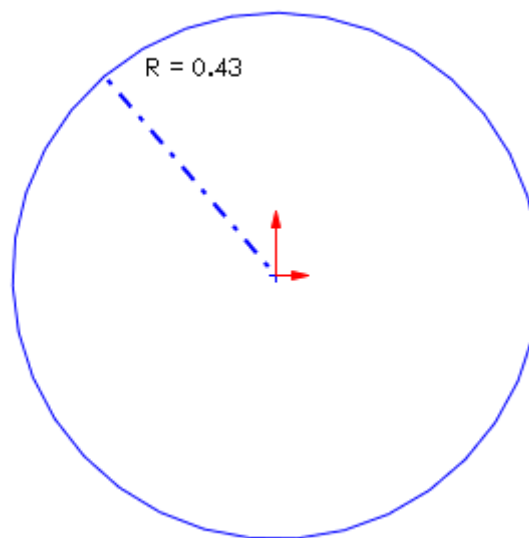


### e. Побудова кола

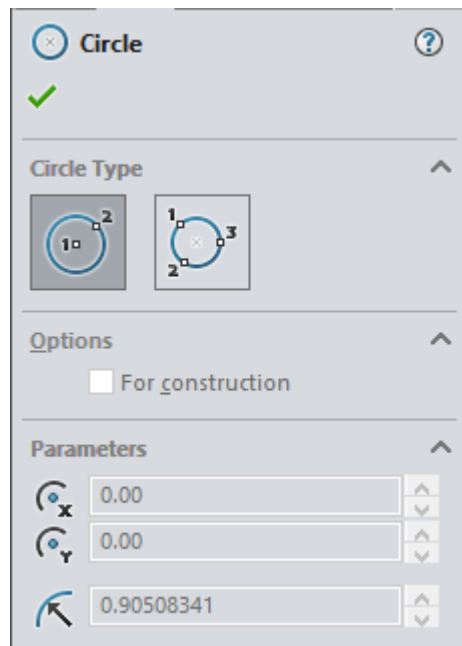
Щоб вибрати спосіб побудови кола у SolidWorks, натисніть на куточок праворуч від інструмента «Коло». Це дозволить вам обрати з різних доступних методів побудови кола.



Інструмент "Коло" у SolidWorks використовується для побудови кола шляхом визначення його центра та однієї точки на колі.

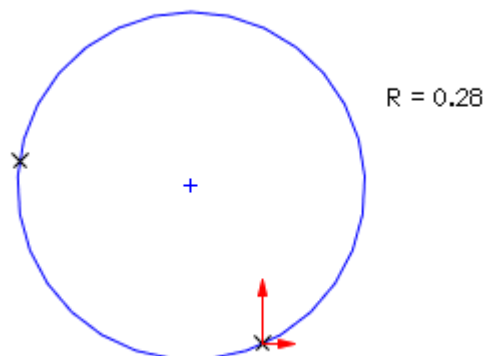


Під час побудови кола у дереві конструювання ви можете перемикатися між різними типами побудови кола. За замовчуванням, залежно від інструмента, обраним на панелі інструментів, відповідна кнопка активується в дереві конструювання.



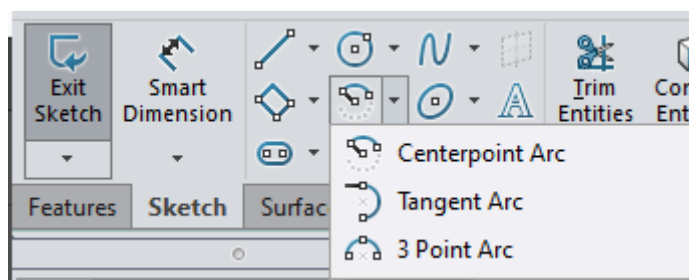
### ***Коло по периметру***

Інструмент "Коло по периметру" використовується для побудови кола за допомогою трьох точок.



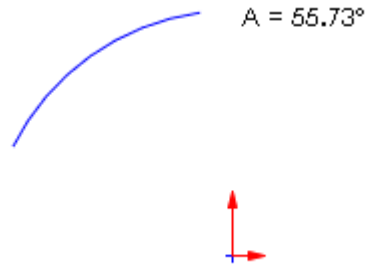
### ***f. Побудова дуги***

У SolidWorks ви можете будувати дуги декількома способами. Щоб відкрити меню вибору способу побудови дуги, натисніть на «прапорець» поруч з інструментом "Дуга" на стрічці інструментів.



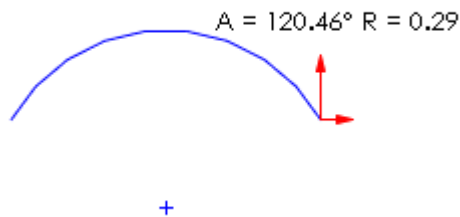
### *Центр дуги*

Інструмент "Центр дуги" у SolidWorks використовується для побудови дуги шляхом визначення її центру, початкової та кінцевої точок.



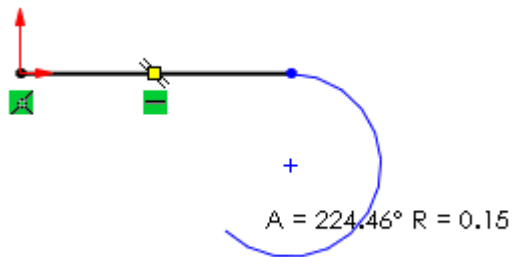
### *Дуга через 3 точки*

Інструмент "Дуга через 3 точки" у SolidWorks використовується для побудови дуги шляхом визначення трьох точок на дузі.



### *Дотична дуга*

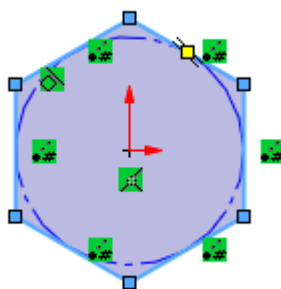
Інструмент "Дотична дуга" у SolidWorks використовується для побудови дуг, які спираються на існуючу геометрію.



### **g.** Побудова багатокутника

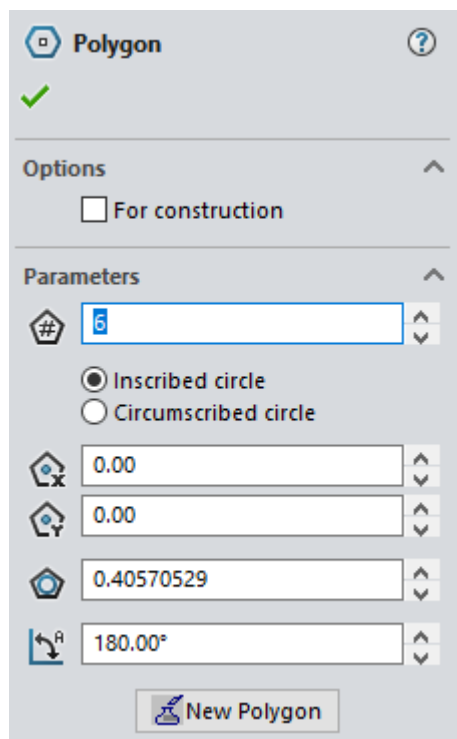
Багатокутник - це геометрична фігура, яка складається з відрізків, що мають рівну довжину і рівні кути між ними. У SolidWorks є можливість

будувати багатокутники з кількістю відрізків у діапазоні між 3 та 40.



Щоб побудувати багатокутник на стрічці у SolidWorks, виберіть інструмент "Багатокутник" або "Полігон".

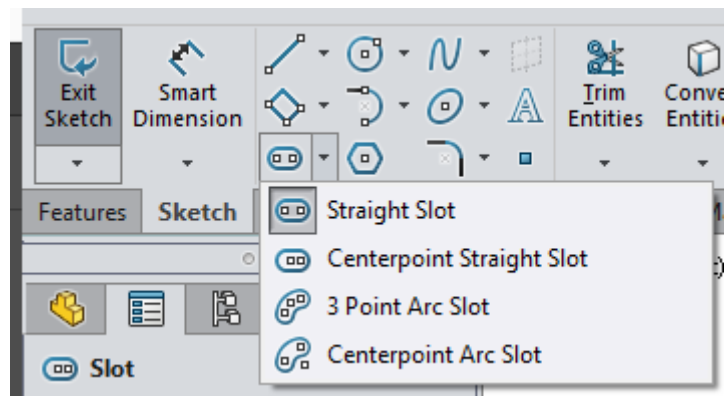
Будь ласка, зверніть увагу на те, що в дереві конструювання багатокутника згруповані властивості, параметри яких можна змінювати для зміни цього багатокутника. Такими властивостями є кількість сторін, радіус вписаного/описаного кола та інші.



#### ***h.*** Побудова прорізу/пазу

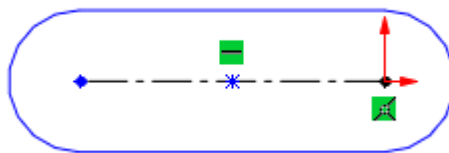
У SolidWorks є функціонал для побудови прорізей за допомогою спеціального інструменту. Щоб знайти відповідну іконку на стрічці, ви

можете переглянути панель інструментів або використовувати функцію пошуку. Після знаходження іконки прорізі, ви можете вибрати її і ознайомитися з доступними способами побудови прорізей.



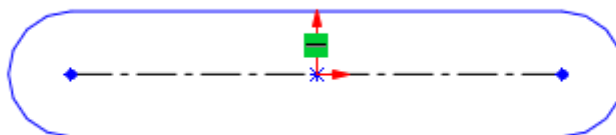
### ***Прямий проріз***

За допомогою даного інструменту в SolidWorks, проріз може бути побудований за допомогою двох центральних точок прорізу та третьої точки, що визначає ширину прорізу.



### ***Прямий проріз через центральну точку***

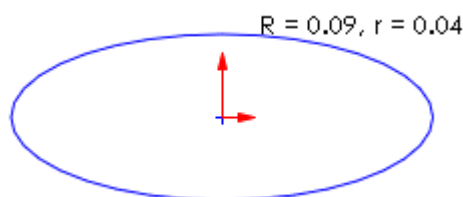
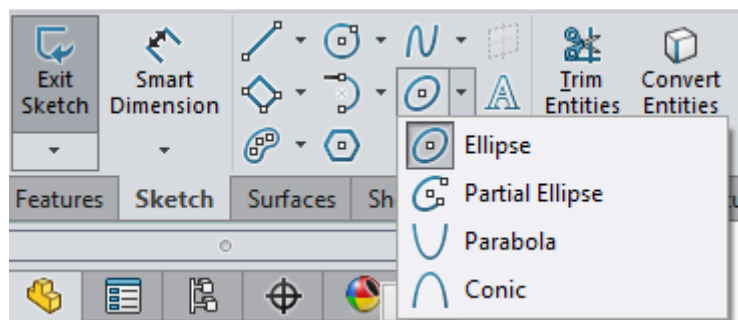
Цей конкретний тип прорізу будується наступним чином: спочатку визначається центр прорізу. Далі, вказується друга точка, що одночасно створює симетричний відрізок у протилежний бік. Потім, вказується точка, яка визначає ширину прорізу.



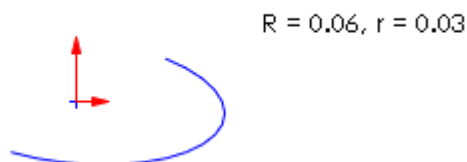
#### ***i. Побудова еліпса***

Щоб побудувати еліпс у SolidWorks, виберіть відповідний інструмент

на стрічці. Еліпс будується шляхом визначення його основної та другорядної осей.

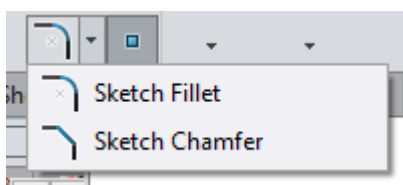


Також у SolidWorks є можливість побудувати неповний еліпс. Щоб це зробити, оберіть відповідний інструмент на стрічці, який дозволяє створювати еліпси. Після цього вкажіть центральну точку еліпса, першу точку, а також другу точку, яка визначає форму та розміри еліпса.

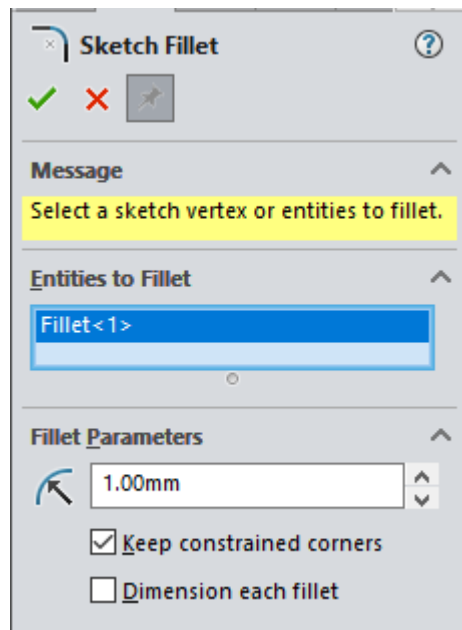


#### *j.* Фаска або скруглення

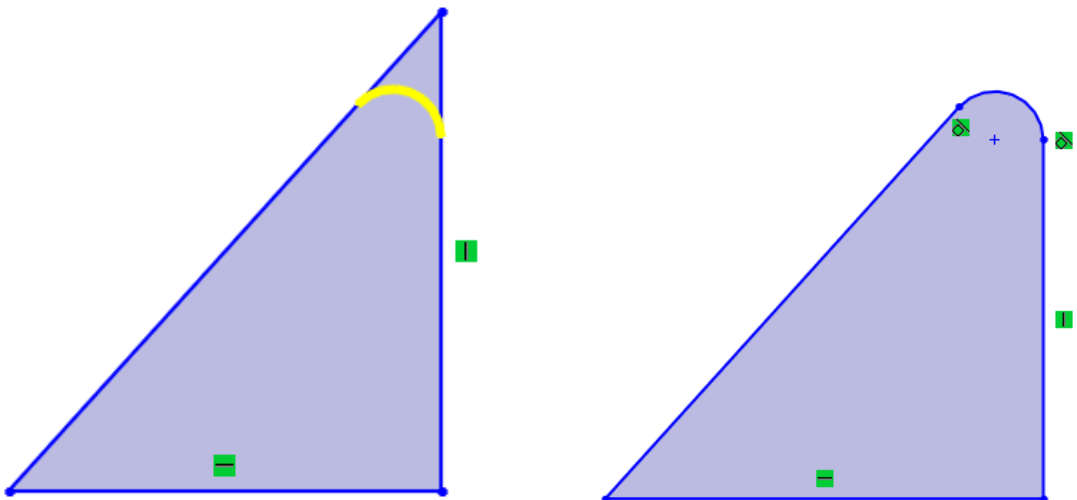
Існує окрема функція, призначена для створення скруглення або фаски.



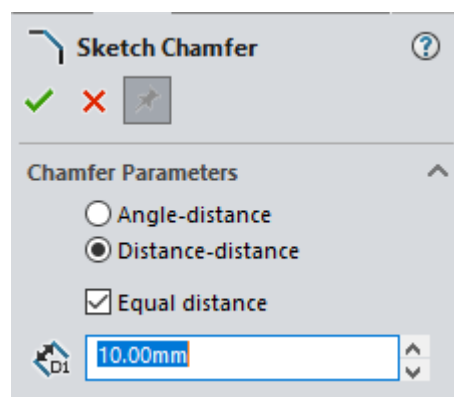
Для використання цієї функції необхідно вибрати два відрізки, між якими потрібно створити фаску або скруглення, і встановити відповідні розміри цих елементів:

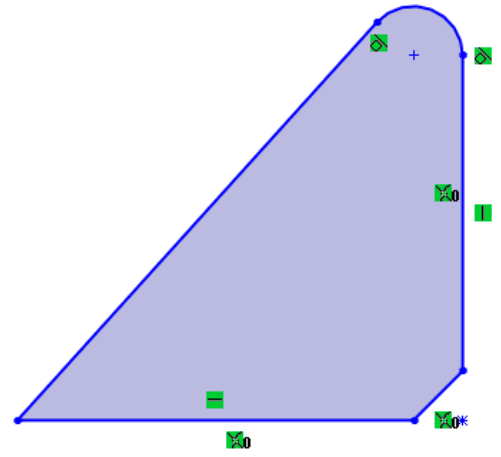
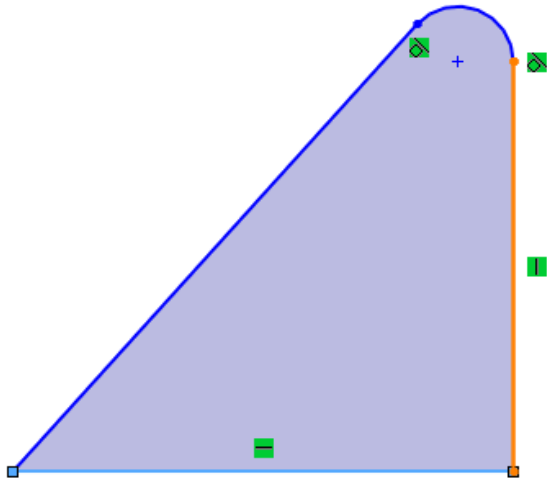


Вкажіть радіус скруглення для операції "Скруглення"



І довжину фаски для «Фаски»



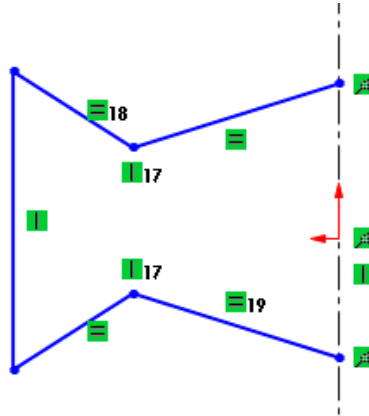


## Масиви

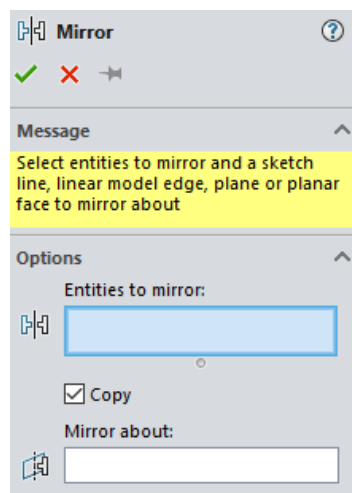
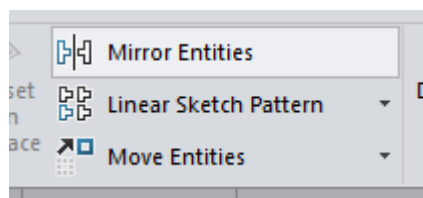
### а. Дзеркальне відображення об'єктів

У програмі SolidWorks існує можливість використовувати інструмент дзеркального відображення для об'єктів ескізу відносно осьової лінії. Давайте розглянемо принцип роботи цієї функції.

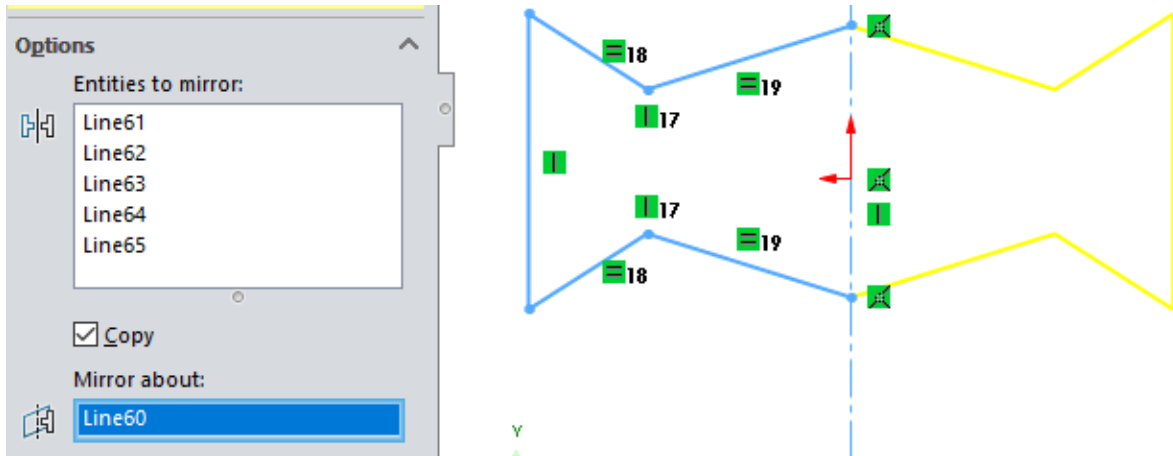
Створіть ескіз елемента, який необхідно відзеркалити. Побудуйте осьову лінію:



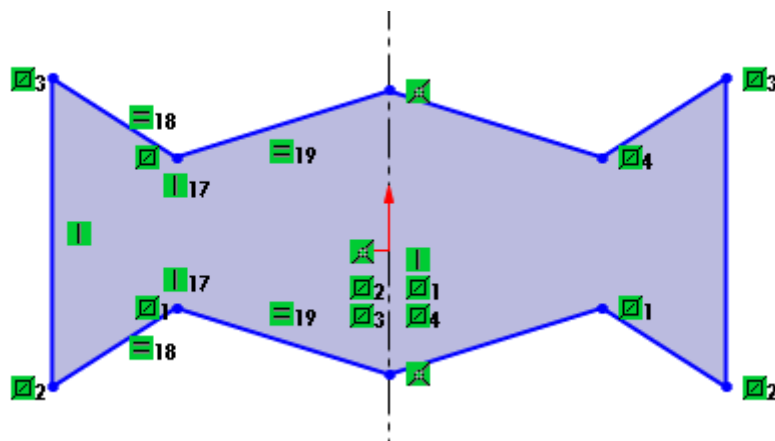
Активуйте функцію "Дзеркальне відображення об'єктів" (якщо вона неактивна, відкрийте ескіз для редагування). Цей інструмент має два основні параметри: об'єкти, які будуть дзеркально відображені, та об'єкт, відносно якого буде відображатися дзеркальне відображення..



Включіть у вибір всі об'єкти, які розташовані ліворуч від осьової лінії. Усі ці об'єкти будуть відображатися у полі "Об'єкти для дзеркального відображення". Потім виберіть осьову лінію - це лінія, відносно якої відбудеться дзеркальне відображення обраних раніше об'єктів.



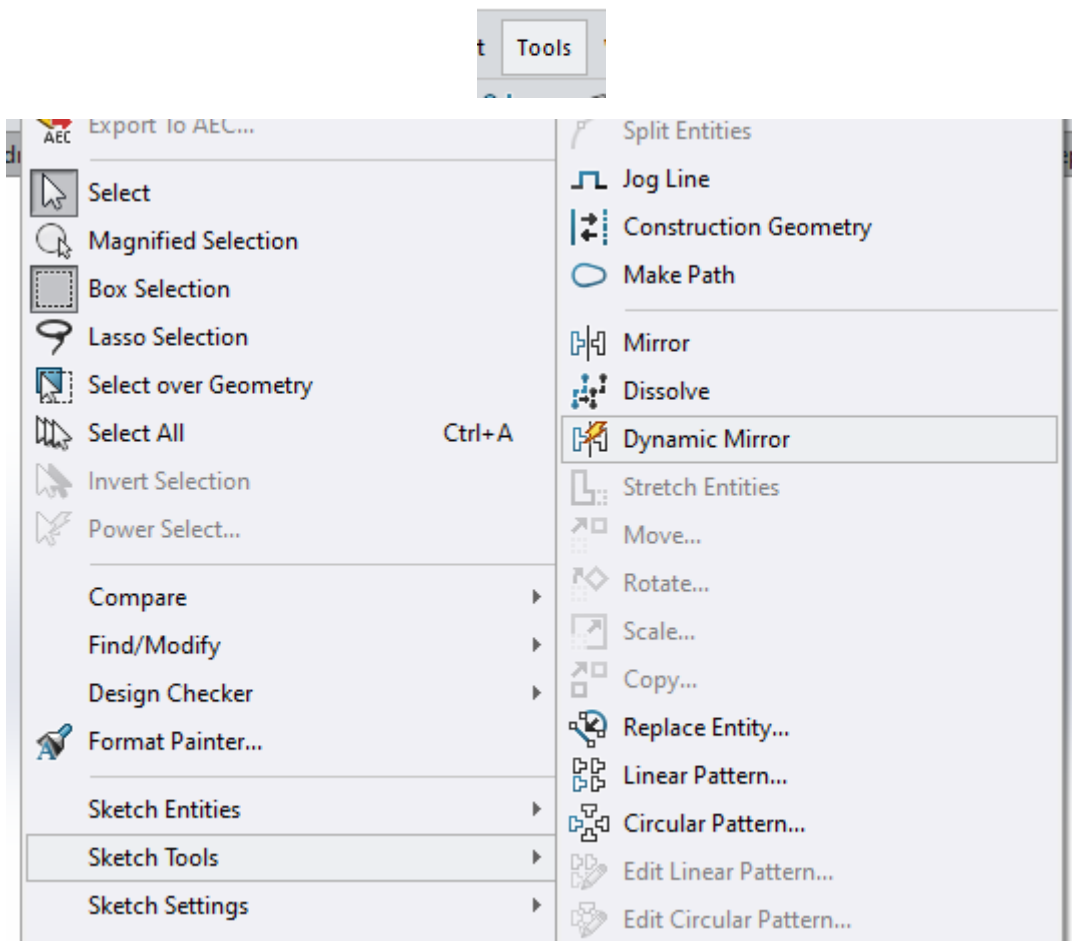
Підтвердіть вибір



#### б. Динамічне дзеркальне відображення

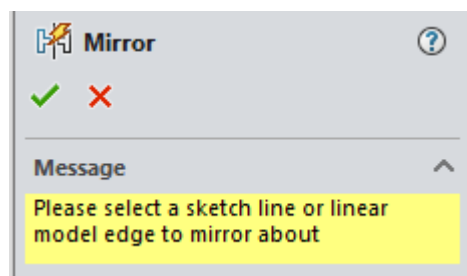
Інструмент "Динамічне дзеркальне відображення" виконує ті самі функції, що й інструмент "Дзеркально відобразити об'єкти", з єдиним відмінністю - це відбувається динамічно, що означає, що ви можете одразу бачити зміни під час процесу побудови об'єктів.

Для активації цього інструменту вам потрібно перейти до розділу "Інструменти" - "Інструменти ескізу" - "Динамічне дзеркальне відображення". Там ви зможете знайти та активувати цю функцію.



Давайте розглянемо роботу цієї команди на невеликому прикладі.

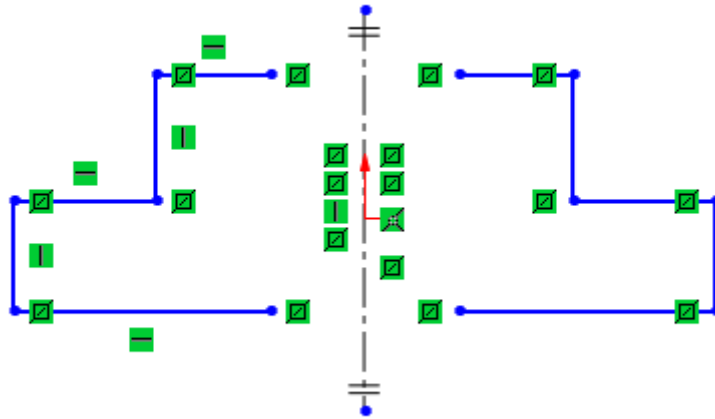
- Створіть лінію, яка буде служити осью лінією для дзеркальної побудови.
- Активуйте інструмент "Динамічне дзеркальне відображення"..
- У Property Manager з'явиться наступне повідомлення:



Оберіть лінію ескізу або кромку моделі, яку потрібно відобразити дзеркально.

- Оберіть раніше побудовану осьову лінію.

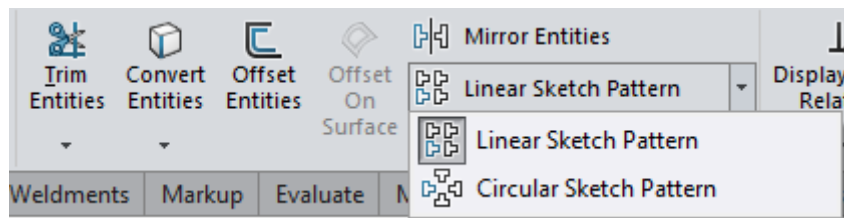
- Далі почнуть бути активними інструменти для побудови ескізів.
- Побудуйте кілька довільних ліній зліва від осьової.
- Можна бачити, що по правій стороні відбувається дзеркальна динамічна побудова тих самих ліній.



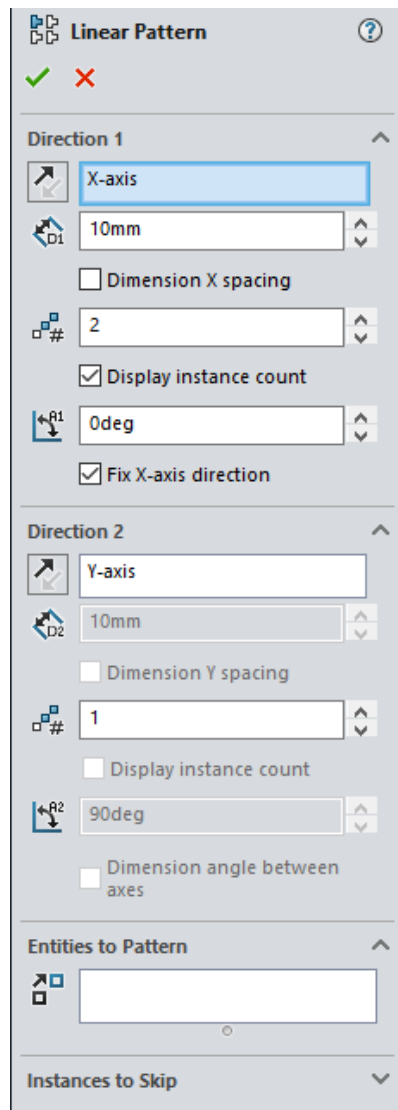
У SolidWorks доступні інструменти для створення лінійних та кругових масивів елементів ескізу. Це можна зробити за допомогою функцій "Лінійний масив ескізу" і "Круговий масив ескізу" відповідно.

### с. Лінійний масив ескізу

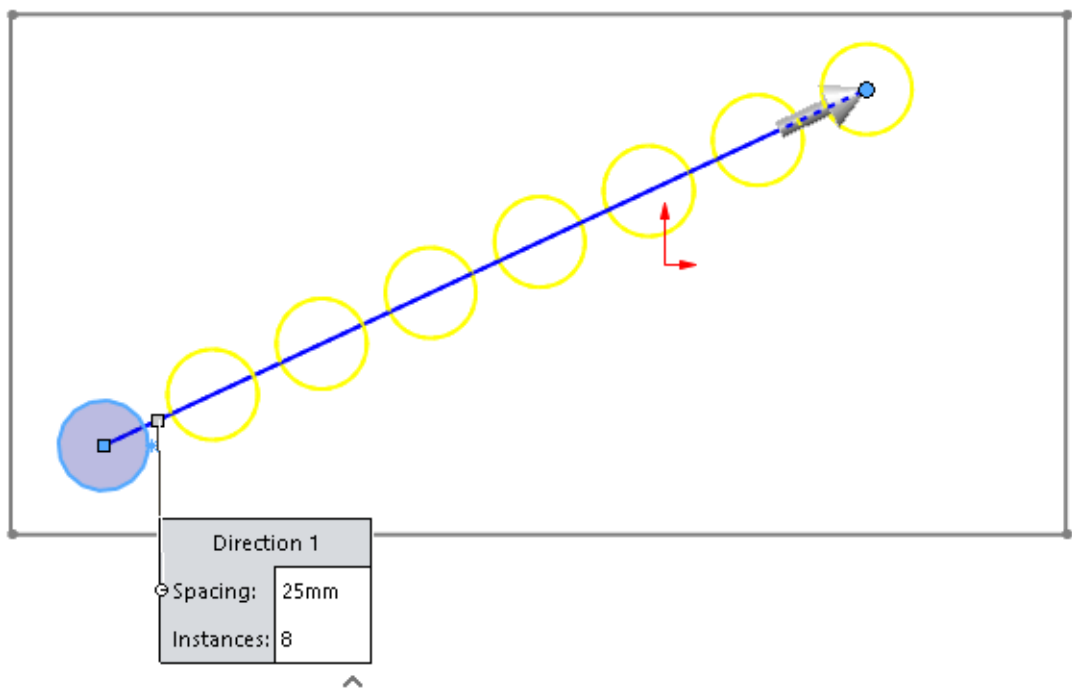
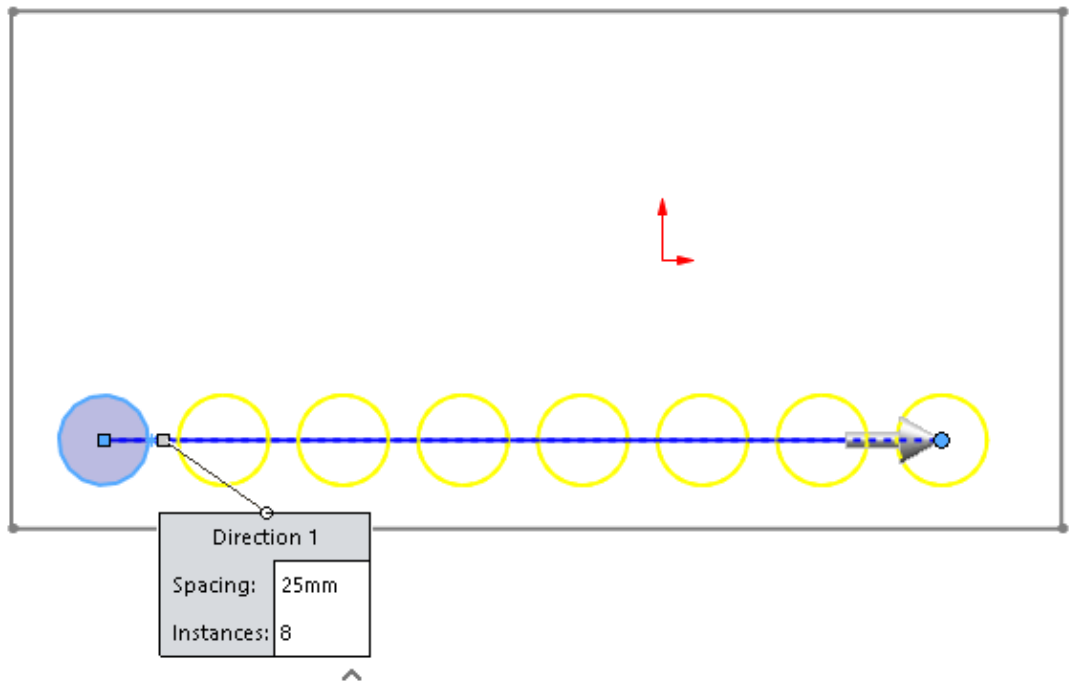
Для створення масиву елементів ескізу щодо осей X та Y використовуйте команду "Лінійний масив ескізу". Перед тим, як використати цю команду, необхідно побудувати сам ескіз. У меню стрічки знайдіть відповідну опцію для створення лінійного масиву:



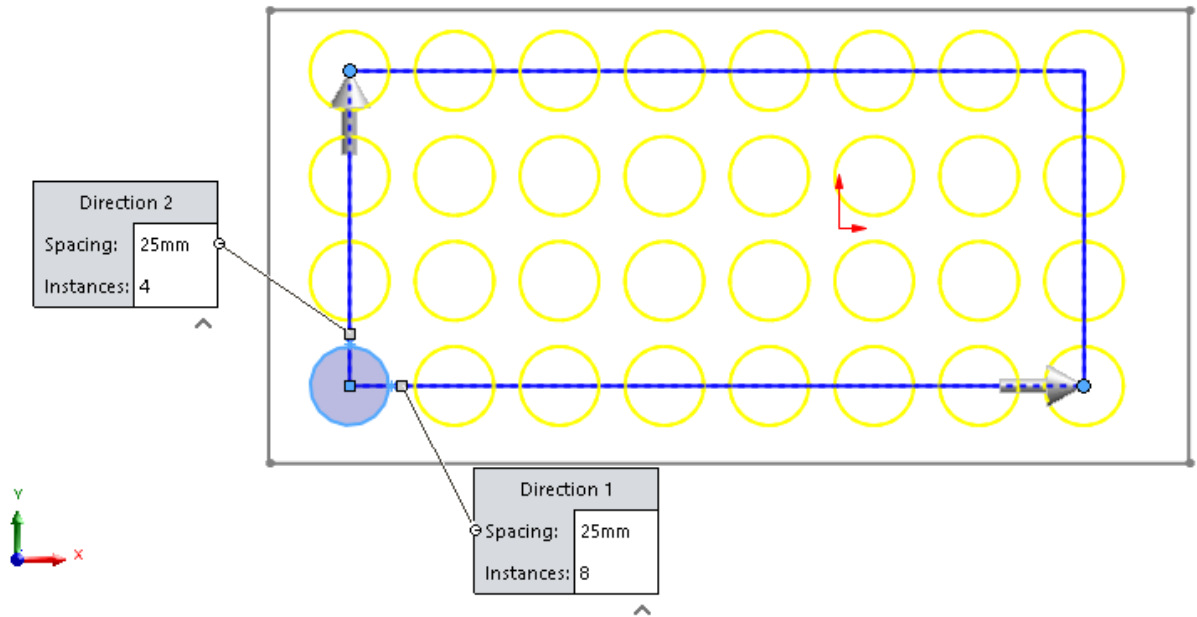
Після цього в Property Manager ви знайдете налаштування параметрів масиву.



Після цього виберіть елемент ескізу, на якому потрібно зробити масив, шляхом натискання лівою кнопкою миші. Це можна зробити або до вибору команди "Лінійний масив ескізу", або після цього кроку. У Property Manager задайте необхідні налаштування масиву.

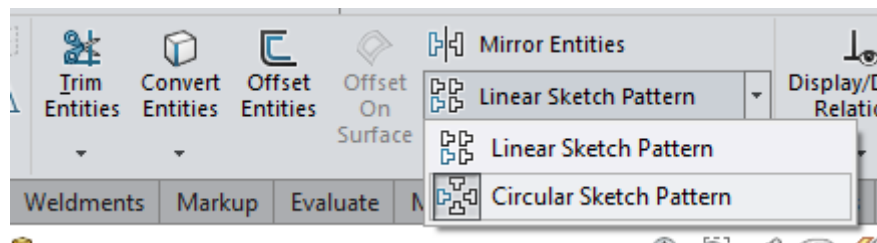


Потім перейдіть до розділу "Напряг 2" і введіть потрібні параметри. Ці параметри будуть ідентичні до параметрів "Напряг 1", за винятком того, що вони будуть застосовані для осі Y, а не для осі X.

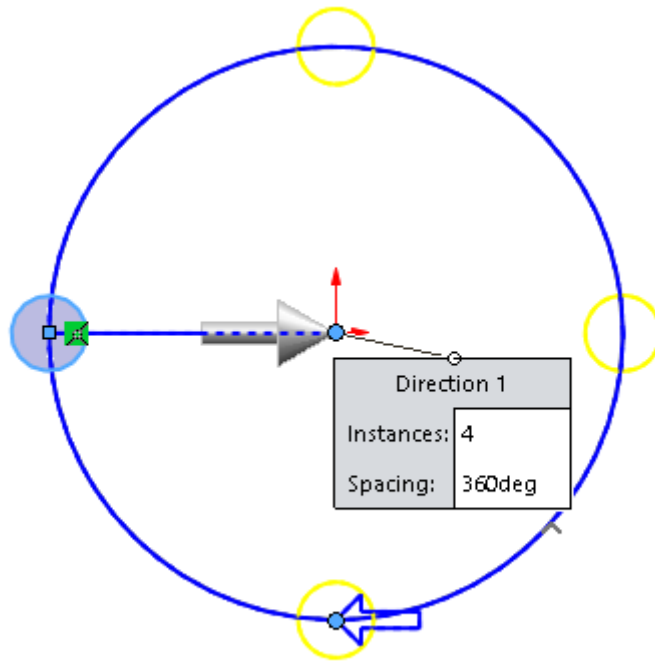


#### d. Круговий масив ескізу

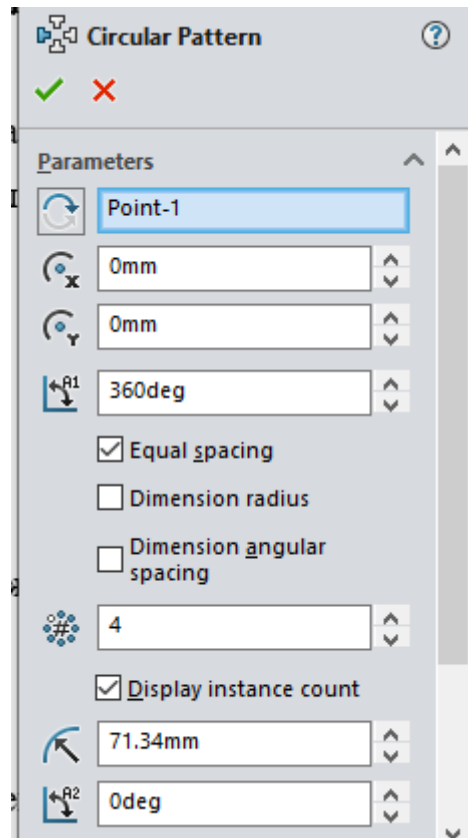
Для створення масиву елементів ескізу щодо заданого центру по колу використовуйте команду "Круговий масив ескізу". Перед тим, як використати цю команду, необхідно побудувати сам ескіз. На стрічці знайдіть відповідну опцію для створення кругового масиву:



Після цього ви знайдете рядок налаштувань масиву у Property Manager, які будуть подібні за логікою до параметрів лінійного масиву ескізу.



Виберіть об'єкт ескізу, який буде копіюватися, вкажіть потрібну кількість екземплярів та точку центру. Щоб підтвердити вибір, натисніть на відповідну кнопку підтвердження.



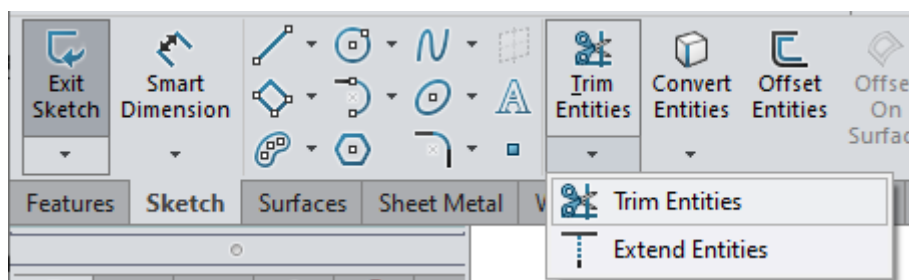
## Відсікання, подовження лінії

У цьому розділі ми розглянемо можливості, що надає SolidWorks для редагування існуючих ескізів, які допоможуть отримати потрібну форму. Часто для цього потрібно використовувати такі функції, як відсікання, подовження, масштабування, копіювання, переміщення та обертання об'єктів ескізу.

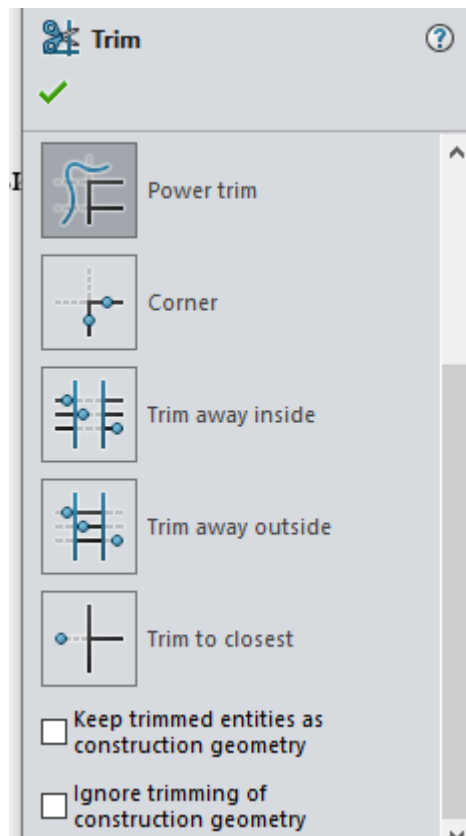
Саме ці можливості розглянемо у цьому розділі.

### а. Відсікти об'єкти ескізу

Ви можете використовувати інструмент "Відсікти об'єкти", який знаходиться на стрічці, щоб відсікти непотрібні елементи ескізу. Крім того, натиснувши на стрілку поруч з цією командою, ви побачите опцію "Подовжити об'єкти", яку ми розглянемо пізніше.



Щоб обрізати об'єкти, виберіть відповідну команду. Після цього з'явиться наступне вікно:

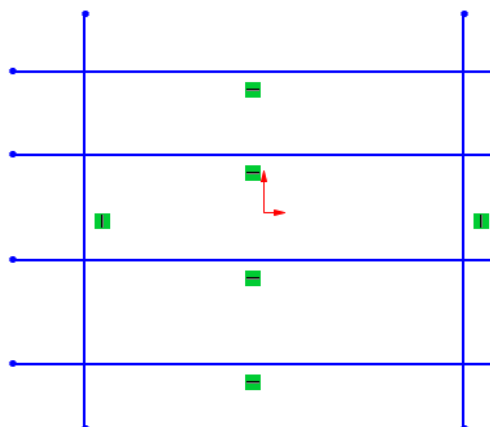


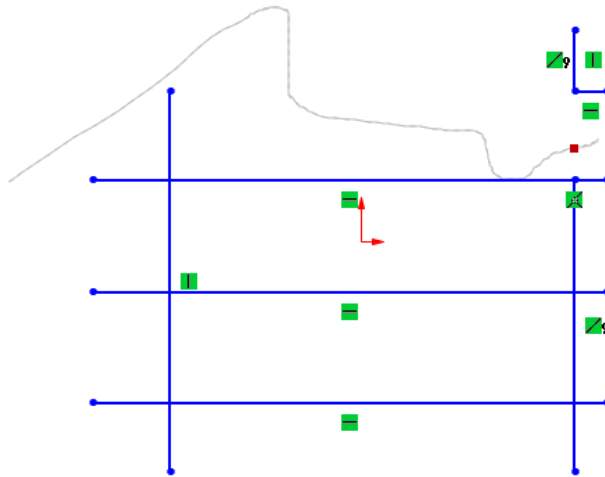
Розглянемо докладніше можливість вказати параметри відсікання.

#### **в. Автообрізання**

Автообрізання дозволяє зручно обрізати кілька суміжних об'єктів ескізу шляхом переміщення курсору миші над потрібними об'єктами.

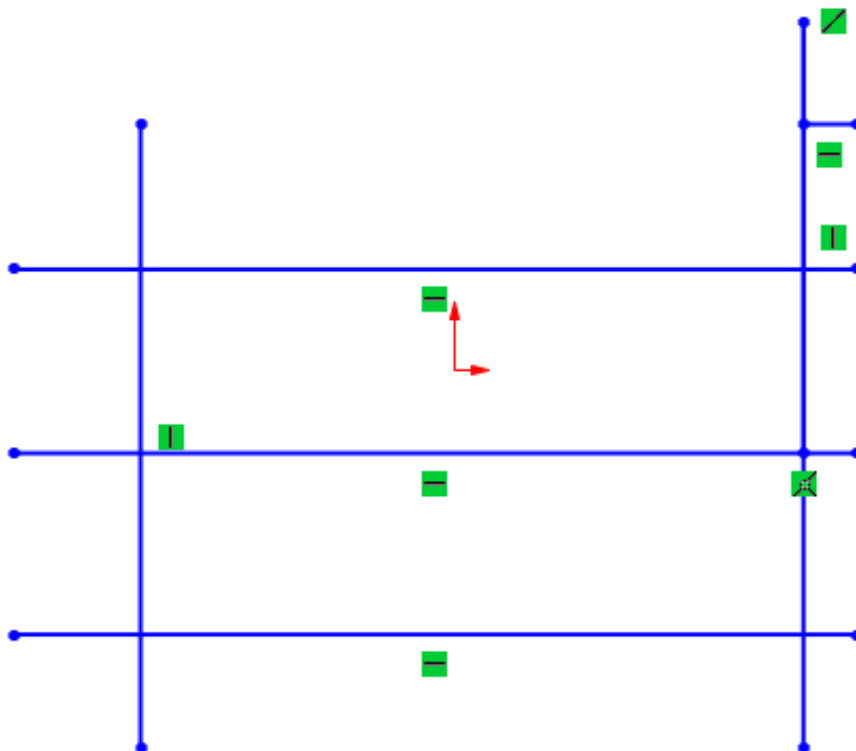
Утримуйте ліву клавішу миші натиснутою і рухайте курсор в напрямку об'єктів, які ви хочете обрізати:





Завдяки цьому параметру (автообрізці) також можна подовжувати об'єкти.

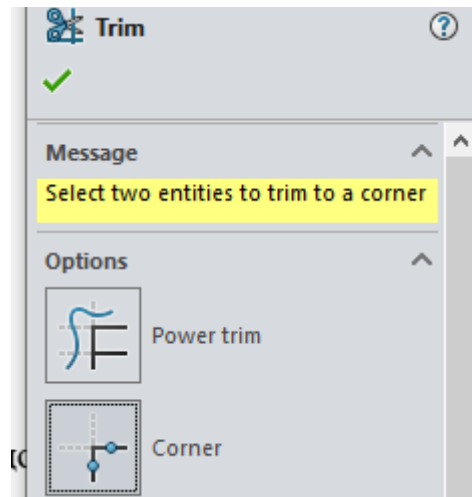
Для того, щоб подовжувати об'єкти, активуйте інструмент "Відсікти об'єкти". Утримуючи ліву клавiшу миші, переміщуйте курсор миші в напрямку об'єкта, який ви хочете подовжити, і одночасно утримуйте клавiшу Shift.



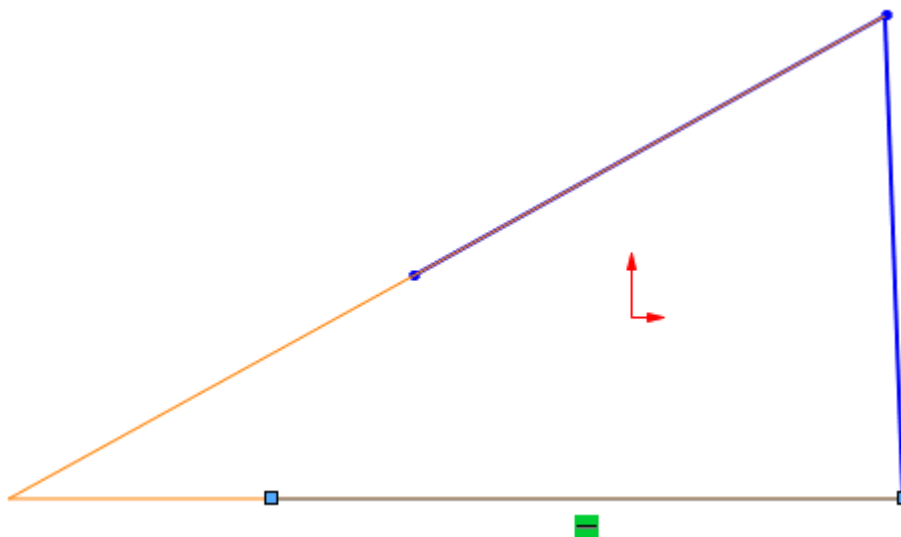
### с. Кут

На маленькому прикладі розглянемо використання параметра "Кут" для створення кута між двома вибраними об'єктами шляхом їх відсікання або подовження.

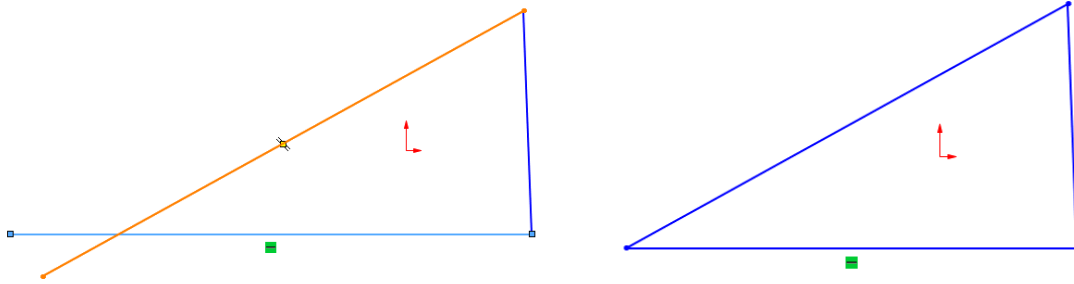
Для початку активуйте інструмент "Відсікти об'єкти" у програмі та оберіть параметр "Кут".



Після активації інструмента "Відсікти об'єкти" та вибору параметру "Кут" першого відрізка, виберіть другий відрізок, натиснувши ліву кнопку миші. Під час наведення на другий відрізок, SolidWorks відобразить, як вибрані відрізки будуть з'єднані в кут.

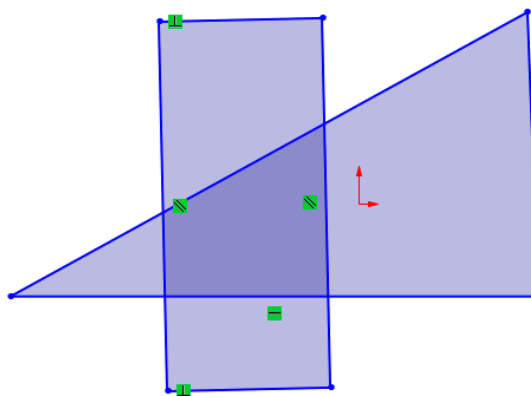
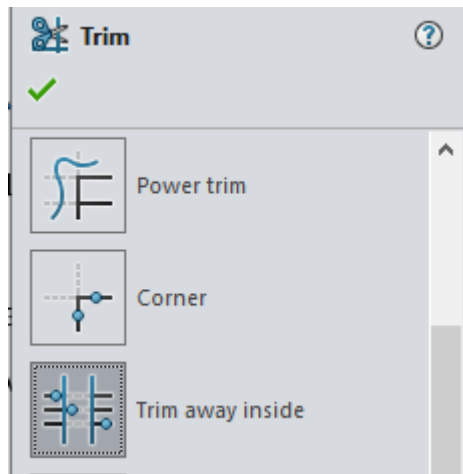


Цей інструмент дозволяє створювати кут шляхом відсікання "зайвих" частин відрізків:

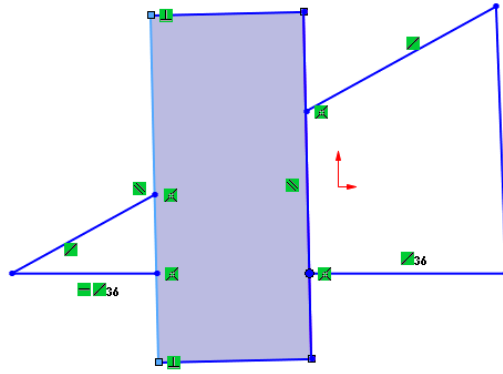


#### d. Відсікти всередині

Параметр "Відсікти всередині" використовується для відсікання об'єктів, що знаходяться в певних межах. На наступному прикладі показано, як сторони прямокутника виступають в якості граничних елементів, а відрізки, які перетинаються з прямокутником, відсікаються.

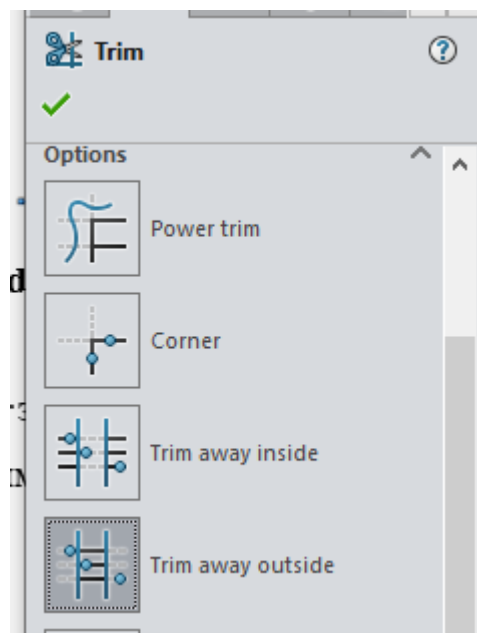


Для відсікання елементів, розташованих між граничними елементами, активуйте інструмент "Відсікти об'єкти - Відсікти всередині". Після цього виберіть спочатку граничні елементи, а потім відсікаючи, натискаючи на них лівою клавішею миші.

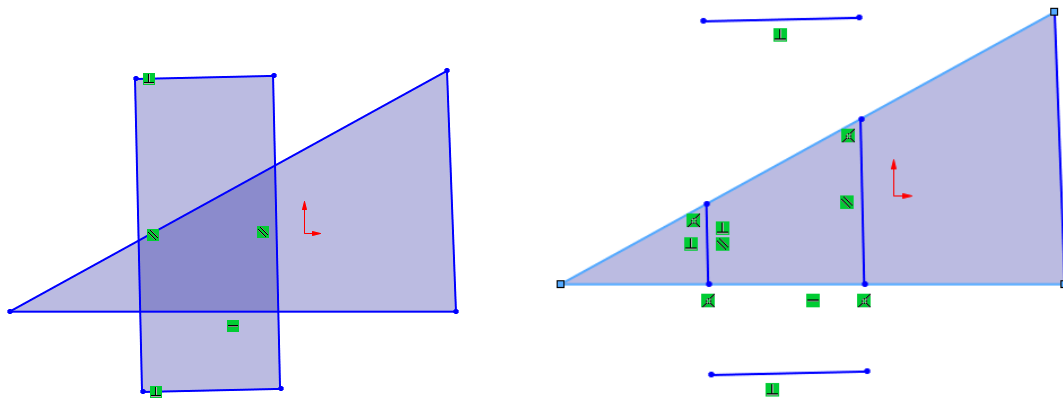


#### е. Відсікти зовні

Параметр "Відсікти зовні" схожий на попередній параметр і використовується для відсікання об'єктів, які перебувають за певними межами.



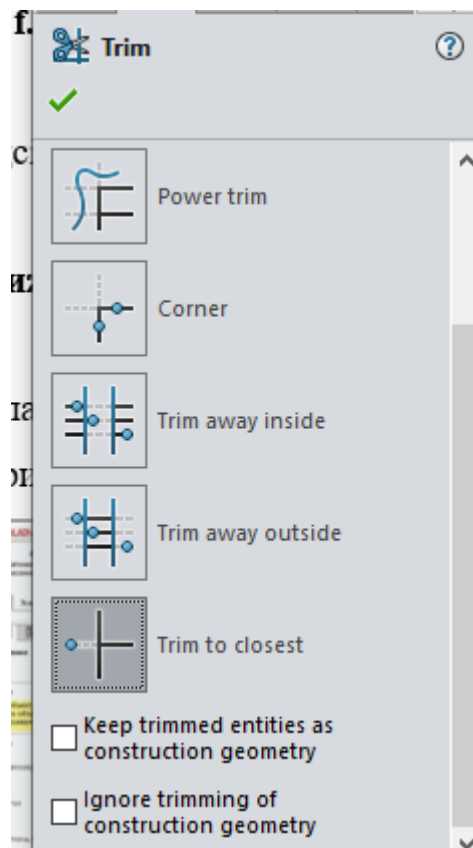
Активуйте інструмент "Відсікти об'єкти - Параметр Відсікти зовні". Далі оберіть граничні об'єкти, а потім визначте об'єкти, які будуть відсікатися. Після виконання відсікання ви отримаєте наступне зображення.



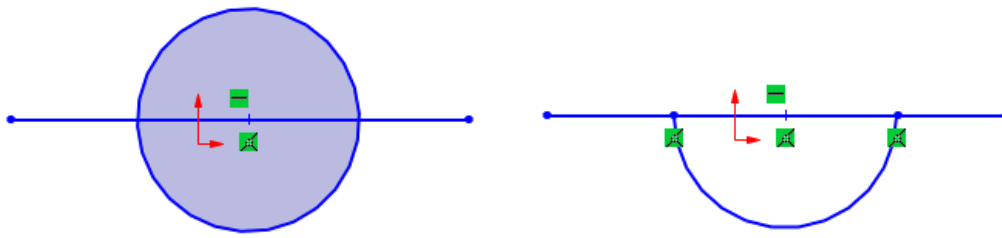
**f. Відсікти до найближчого**

Для відсікання об'єктів від їх найближчого перетину з іншим об'єктом використовується параметр "Відсікти до найближчого".

Активуйте інструмент "Відсікти об'єкти - Параметр Відсікти до найближчого".



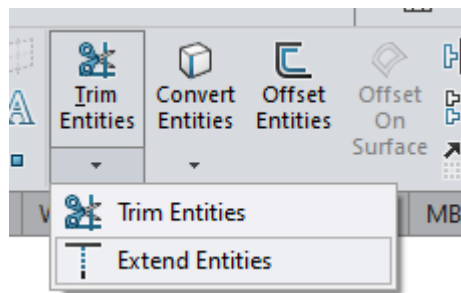
Після активації інструменту "Відсікти об'єкти" - Параметр "Відсікти найближчого", виберіть об'єкт, який має бути відсічений. У цьому випадку це частина кола. Відсічіть цю частину до перетину з відрізком. Після виконання відсікання ви отримаєте наступне зображення:



### g. Подовження об'єктів

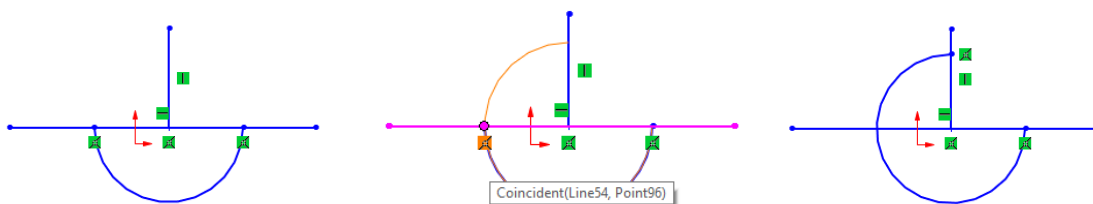
Як вже зазначалося, під час редагування ескізів у SolidWorks, крім відсікання об'єктів, ви також можете подовжувати об'єкти.

Для виклику цієї команди на стрічці інструментів, натисніть на стрілочку, яка розташована поруч з командою "Відсікти об'єкти":



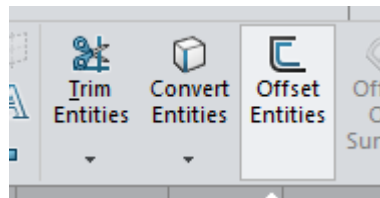
Для подовження відрізків, середньої лінії, еліпсів, сплайнів, дуг та інших об'єктів, вам потрібно активувати інструмент "Подовжити об'єкти". Потім виберіть об'єкт, який потрібно подовжити (у вашому випадку це відрізок). При наведенні на нього SolidWorks покаже, як відбудеться подовження.

Підтвердіть подовження, натиснувши ліву кнопку миші..

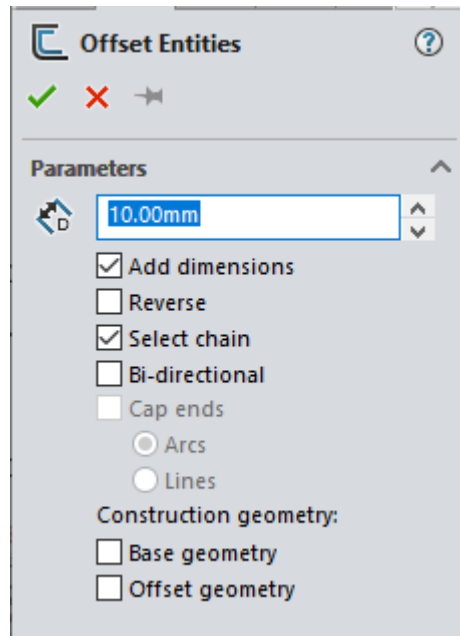


### h. Зміщення об'єктів

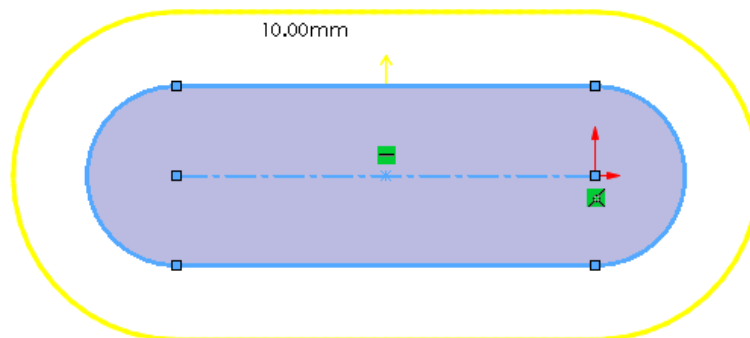
Інструмент "Зміщення об'єктів" використовується для переміщення меж існуючого ескізу на вказану відстань. Щоб активувати цю команду на стрічці інструментів, виберіть інструмент "Зміщення об'єктів".



Давайте розглянемо параметри, які можна налаштувати для цього інструменту.



Ви маєте можливість вказати бажану відстань у полі "Відстань".



Якщо ви встановите прапорець "Додати розміри", після підтвердження в ескізі з'явиться розмір зміщення.

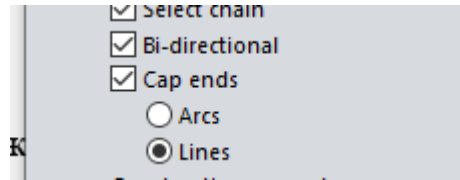
Активувавши параметр "Реверс", зміщення буде проводитись у протилежному напрямку, тобто всередину ескізу.

Параметр "Обрати ланцюг" дозволяє зміщувати весь ескіз або лише вибраний елемент.

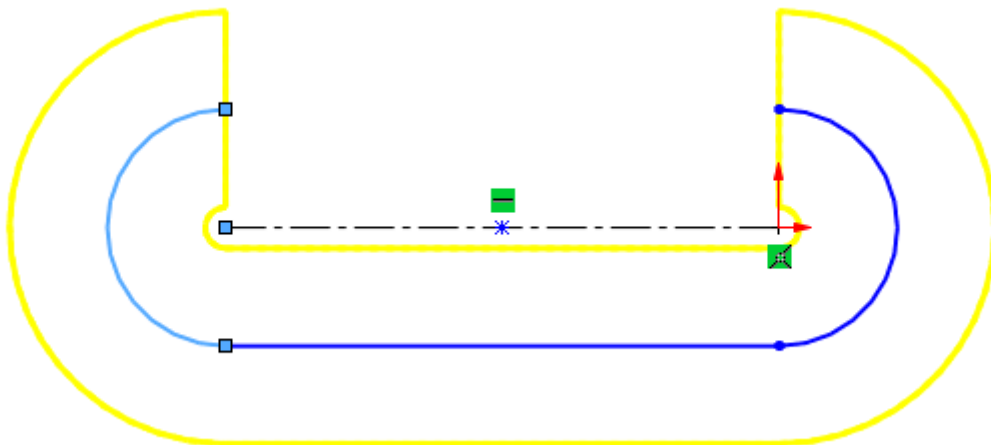
За допомогою параметра "Два напрями" можна виконувати зміщення

одночасно в двох напрямках - назовні та всередину.

Параметр "Торцева пробка" дозволяє замикати зміщенні елементи за допомогою дуги або лінії, в залежності від вибору прапорця. Ця можливість доступна лише при активному параметрі "Два напрями".



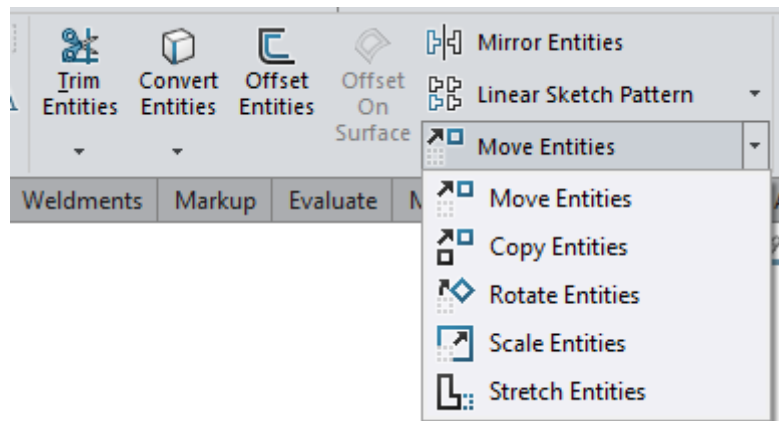
Для продемонстрування роботи даного параметра, будь ласка, побудуйте кілька відрізків довільної довжини. Після цього активуйте інструмент "Зсув об'єктів" і включіть параметр "Два напрями". Також, будь ласка, ввімкніть параметр "Торцева пробка". Після виконання цих дій, ви помітите, що відбулася замикання зсунутих в обох напрямках копій відрізків.



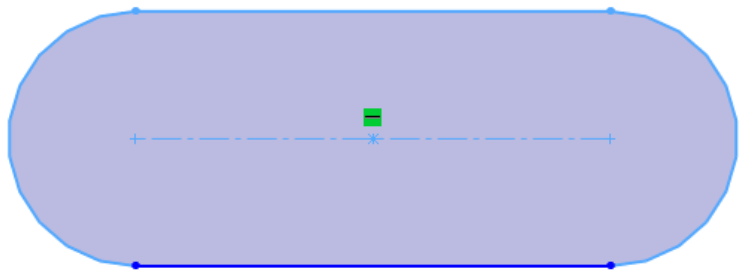
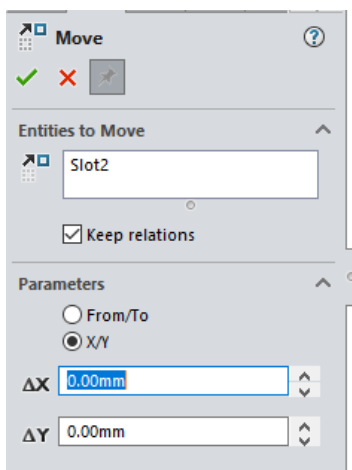
## Розташування ескізу

Команди Перемістити, Копіювати, Повернути, Масштабувати, Розтягнути об'єкти.

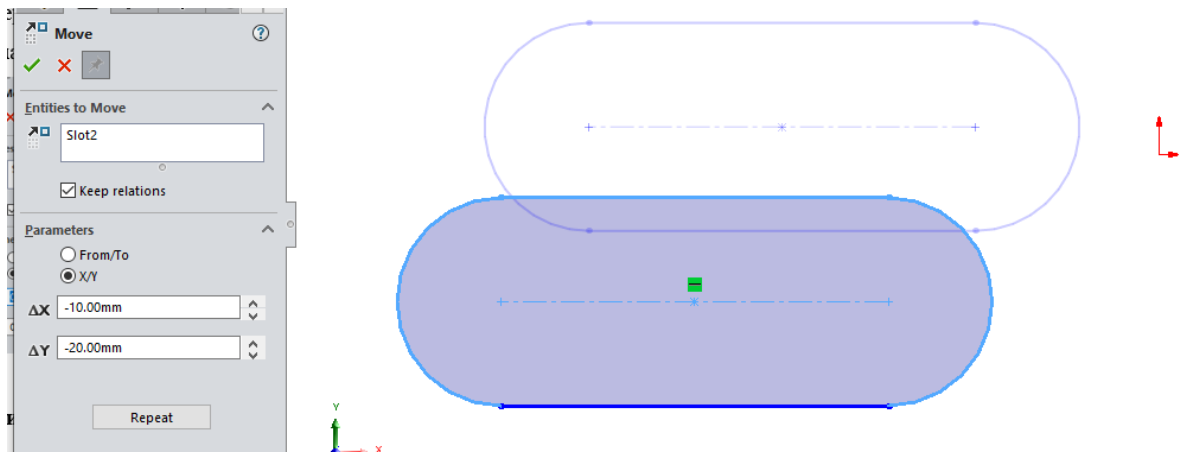
Давайте розглянемо команди на стрічці, які дозволяють переміщувати, копіювати, повертати, масштабувати та розтягувати об'єкти на ескізі.



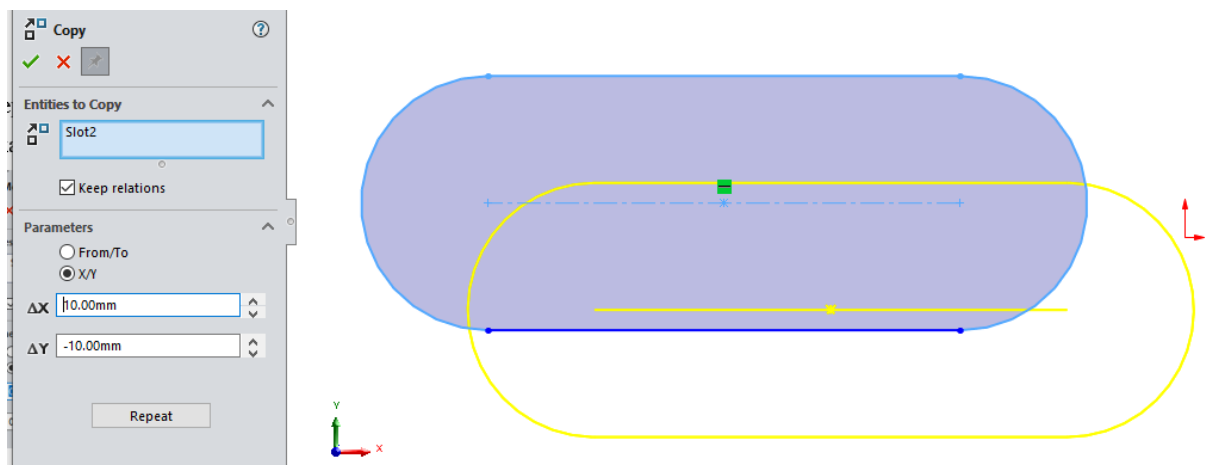
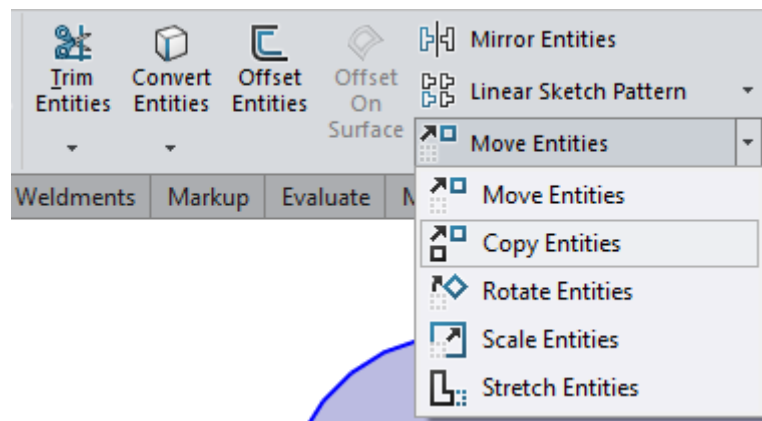
Давайте візьмемо раніше побудований проріз як приклад. Зараз виберемо команду "Перемістити об'єкти". Після цього в Property Manager з'являться параметри, доступні для цієї команди.



Будь ласка, оберіть проріз під номером 5 і залиште прапорець "Зберегти взаємозв'язки" активним.



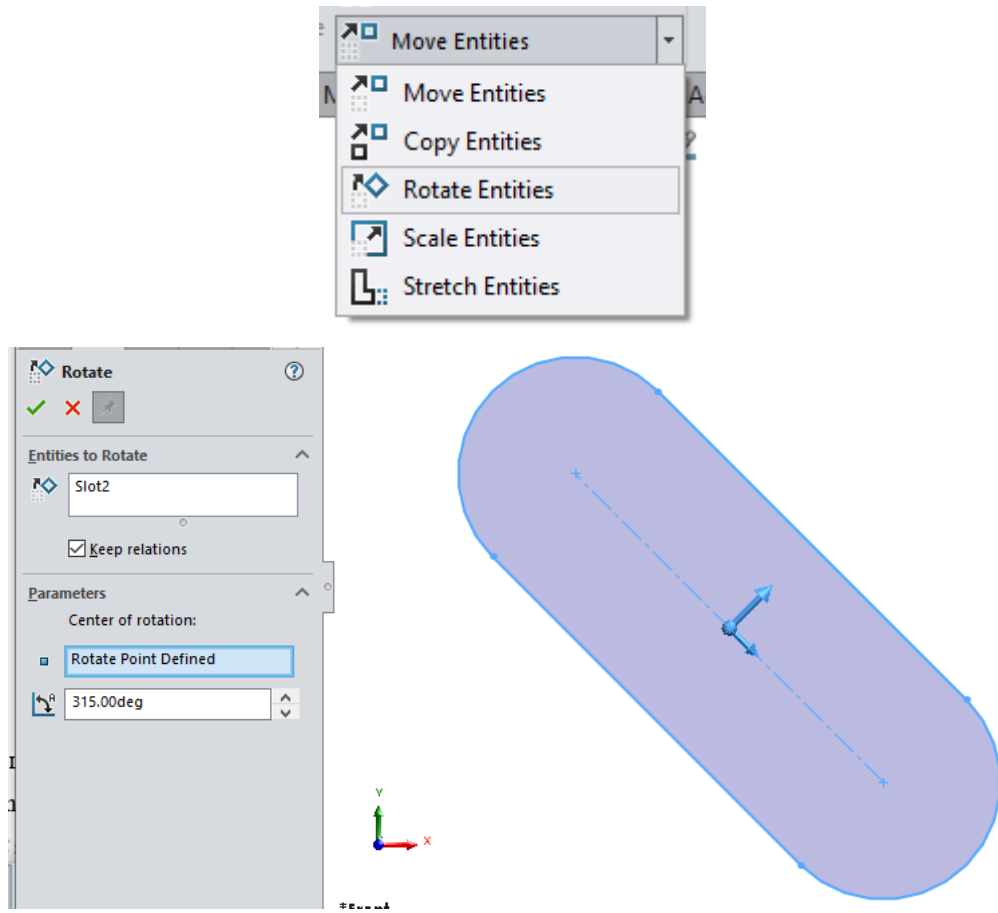
Проведення копіювання відбувається за тим самим принципом. Виберіть команду "Копіювати об'єкти". Потім виберіть об'єкт, який потрібно скопіювати, і перемістіть його у потрібне місце.



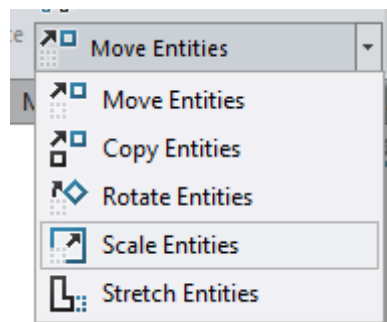
Для повороту об'єкта, виберіть команду "Повернути об'єкти". У налаштуваннях вкажіть точку, щодо якої буде проводитися обертання, а також встановіть потрібний кут повороту.

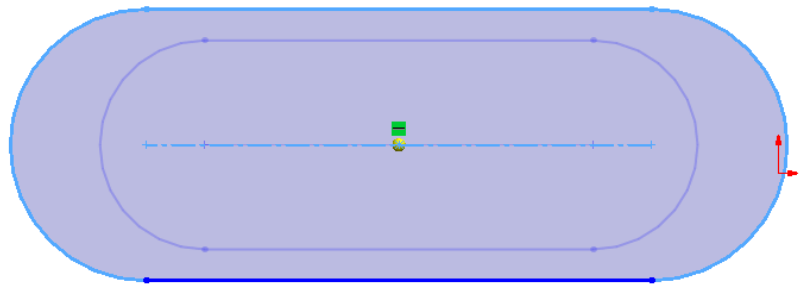
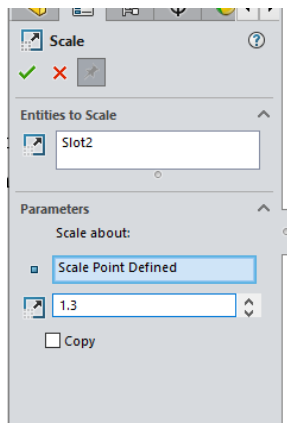
Також, ви можете вручну повернути об'єкт. Натисніть та утримуйте ліву клавішу миші на об'єкті, а потім, не відпускаючи її, повертіть об'єкт на

потрібний кут.

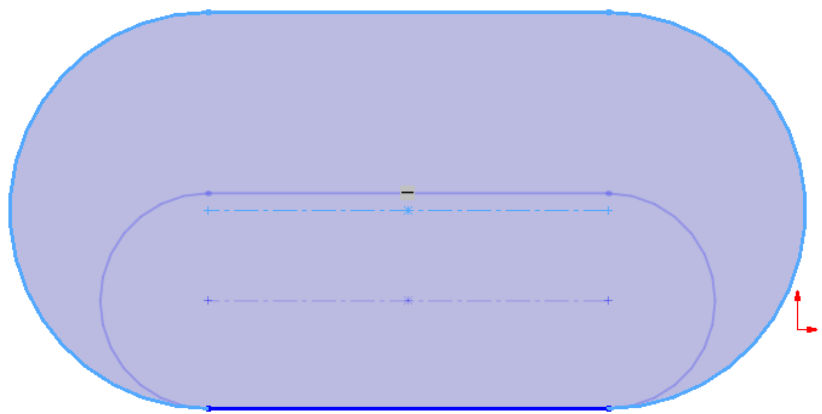
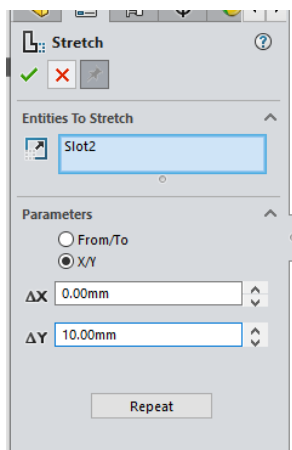
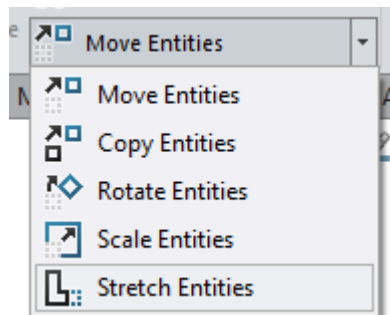


За допомогою команди "Масштабувати об'єкти" можна змінювати масштаб об'єктів на необхідний коефіцієнт. Для цього в Property Manager вкажіть потрібний коефіцієнт масштабування.





Також, ви можете розтягувати об'єкти ескізу у потрібному напрямку. Для цього використовуйте команду "Розтягнути об'єкти". Налаштування цієї команди подібні до вищезазначених, ви можете вказати необхідні параметри для розтягування об'єктів.



## Прив'язки в межах ескізу

Після завершення створення ескізу за допомогою відповідних інструментів важливо застосувати правильні геометричні взаємозв'язки та розміри для забезпечення точності. Коректно побудований ескіз - це ескіз, в якому всі елементи зв'язані між собою, і будь-яка зміна або втручання може вплинути на загальний зміст ескізу.

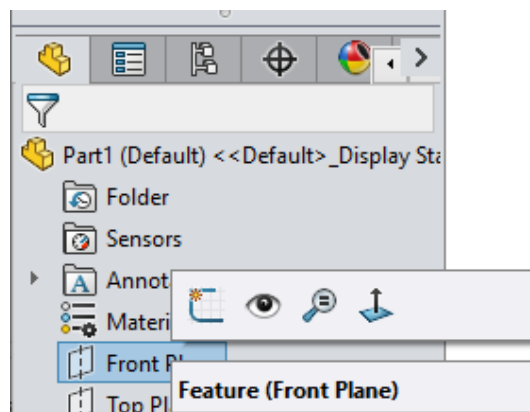
У цьому розділі ми розглянемо, що таке геометричні взаємозв'язки та розміри і як вони функціонують.

Геометричні взаємозв'язки застосовуються для спрощення з'єднання об'єктів на кресленні. Взаємозв'язки використовуються для всіх типів об'єктів, що присутні на ескізі.:

- об'єкти ескізу;
- проекції об'єктів;
- вісі;
- вершини.

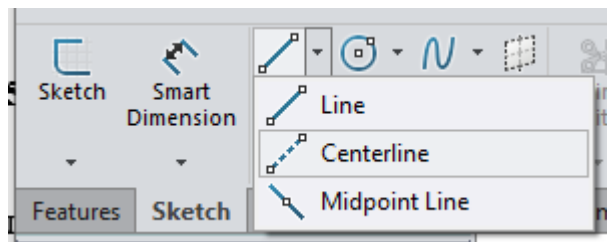
Деякі зі сполучень у геометрії можуть бути застосовані автоматично.

Створіть новий файл та виберіть опцію створення. У вікні для побудови деталі оберіть площину "Спереду", натисніть правою кнопкою миші на цій площині і оберіть опцію "Створити ескіз". Це дозволить вам увійти в режим побудови ескізу.



Почніть створення ескізу, використовуючи інструмент "Відрізок". Потім встановіть довільні зв'язки між елементами. Для створення

симетричного ескізу, скористайтесь командою "Лінія середньої точки".



На початковій точці координат, яка знаходиться у центрі, встановлюємо середню точку. Напрямок цієї лінії буде горизонтальним, рухаючись вліво та вправо. Зеленим кольором будуть показані зв'язки, що додаються, включаючи горизонтальність та збіг з центральною точкою.



Натисніть ліву клавiшу миші, а потім клавiшу Esc, щоб завершити побудову.

Ви отримали горизонтальний відрізок на осі X, з центром в початку координат. При побудові інших елементів автоматичні взаємозв'язки, які додаються, будуть підсвічуватися зеленим кольором.

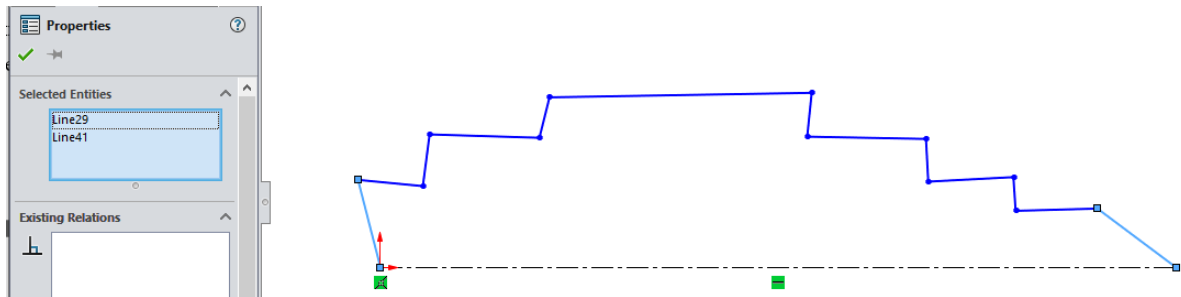
За допомогою лінії, зажимаючи Ctrl, побудуйте довільний ланцюг з тринадцяти відрізків. Останній відрізок пов'язаний зі вільним кінцем осьової лінії.



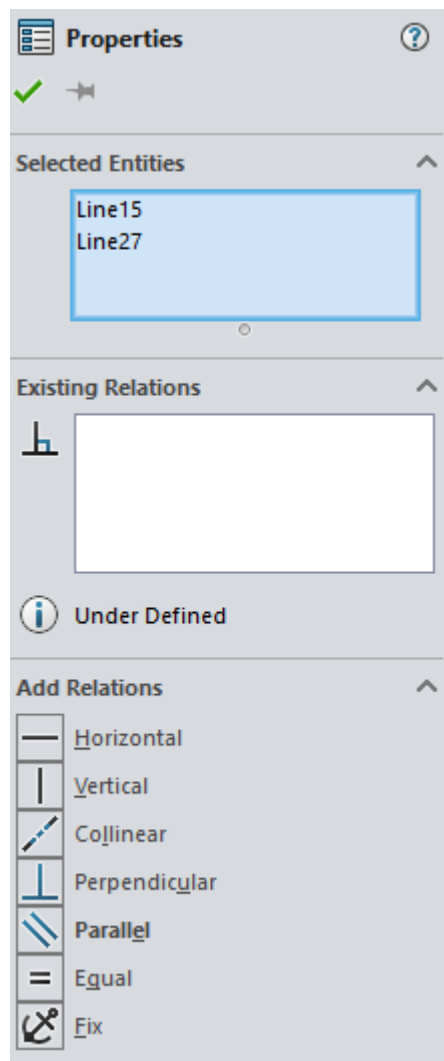
Останній взаємозв'язок з цією точкою виконано. Підтвердіть ескіз.

На даний момент усі лінії на ескізі можна видаляти та переміщати за бажанням. Почніть встановлювати взаємозв'язки.

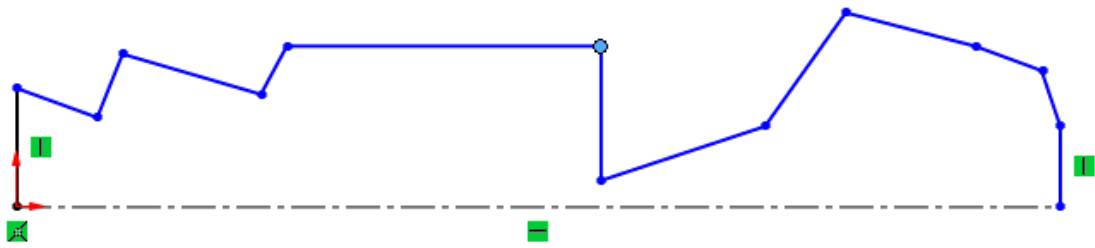
Почніть з крайніх ліній. Утримуючи клавішу Ctrl, клацніть лівою кнопкою миші на лініях, щоб виділити крайні відрізки ескізу. Виділені лінії з'являться у лівій частині екрана в вікні "Вибрані об'єкти".



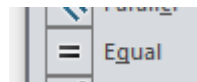
Наразі на ескізі відсутні взаємозв'язки. Додамо їх.



Для обраних раніше двох ліній додамо взаємозв'язок "Вертикальність", щоб зробити їх вертикальними. Виберіть опцію "Вертикальність" з меню встановлення взаємозв'язків. Зауважте, що після додавання взаємозв'язку лінії повинні вирівнятися вертикально.

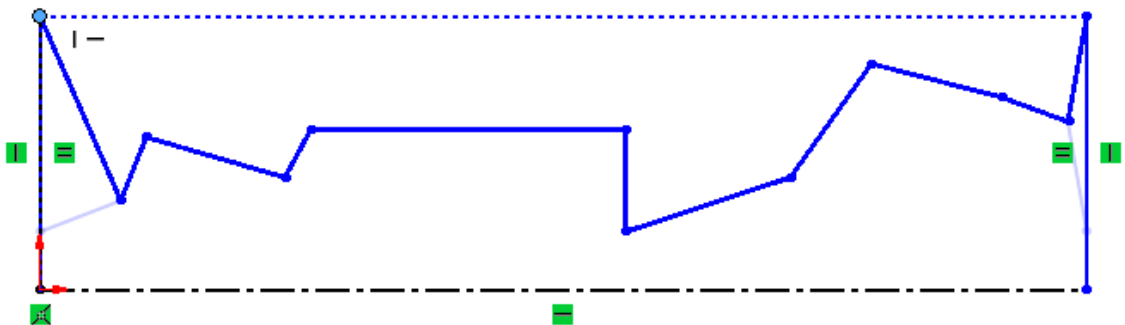


Тепер необхідно зробити дані дві лінії однакової довжини. Для цього використайте взаємозв'язок **Рівність**.

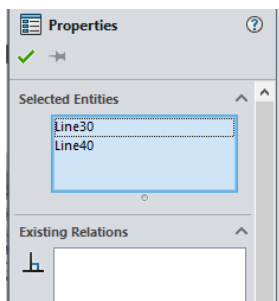


Лінії тепер мають однакову довжину. Можна підтвердити ескіз.

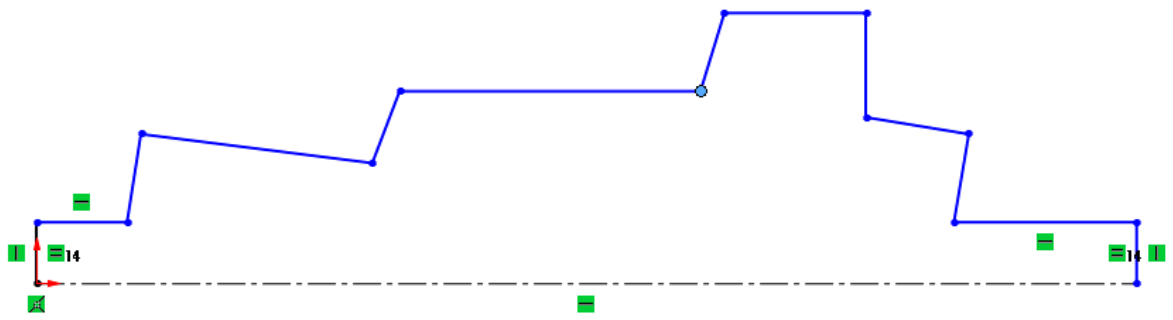
Тепер, коли редагується одна з цих ліній, друга лінія також змінюється.



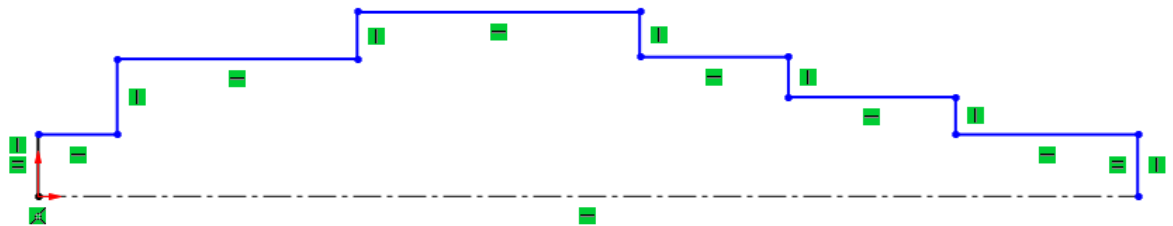
Далі, необхідно вирівняти верхні лінії. Зробіть це так само, як і з бічніми лініями - виділіть їх, утримуючи клавішу Ctrl, і натисніть ліву клавішу миші. Після цього додайте взаємозв'язок "Горизонтальний".



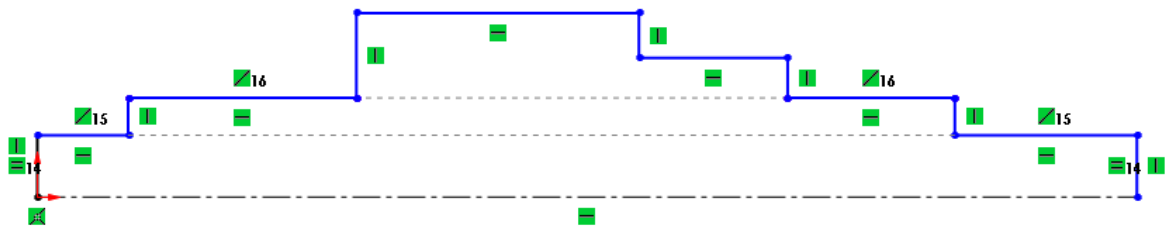
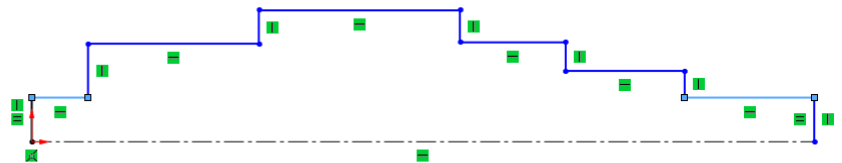
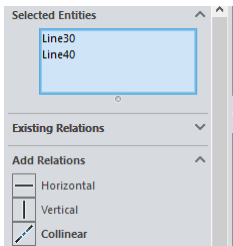
Лінії тепер мають взаємозв'язок та розташовані горизонтально, але вони не рівні за довжиною.



Застосуємо ті самі взаємозв'язки "Рівність", "Горизонтальний" та "Вертикальний" із іншими лініями.



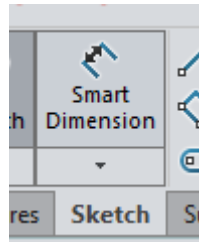
Додамо додатковий взаємозв'язок "Колінеарний". Цей взаємозв'язок дозволяє лініям знаходитися на одній вісі.



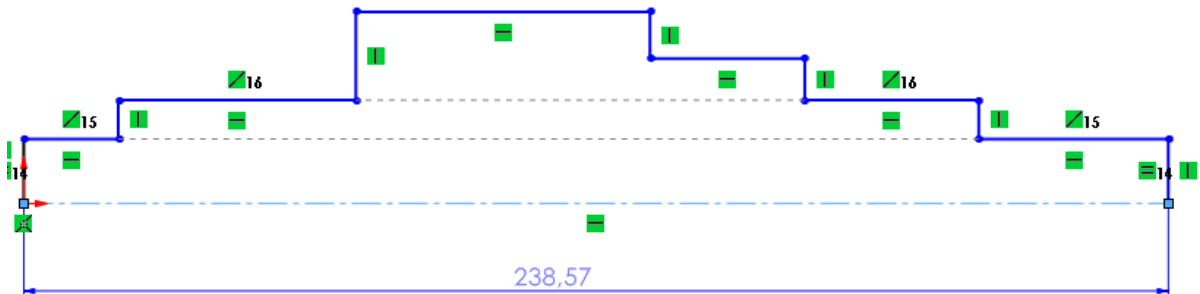
Застосуємо ті самі операції до інших ліній. Після цього додамо розміри для повного визначення.

## Додавання та зміна розмірів

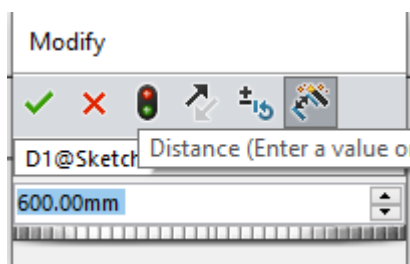
Використайте **Автоматичне нанесення розмірів**.



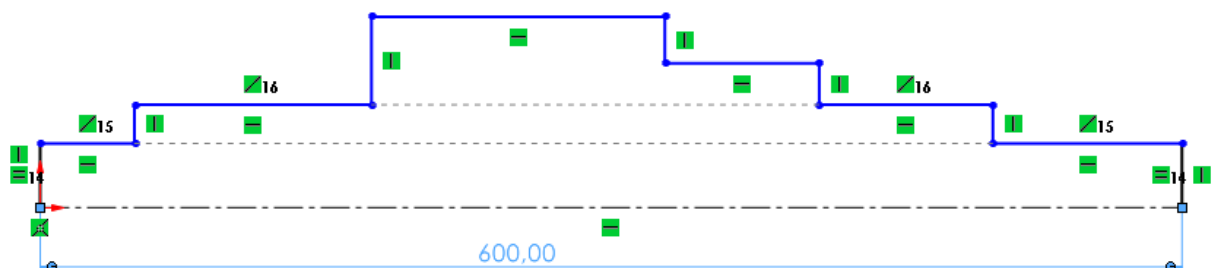
Після вибору автоматичного нанесення розмірів, будь ласка, виділіть лінію, для якої потрібно визначити розмір.



Щоб змінити розмір на 600, натисніть на цифру та відкрийте редактор. В ньому ви зможете вручну змінити розмір на бажане значення.

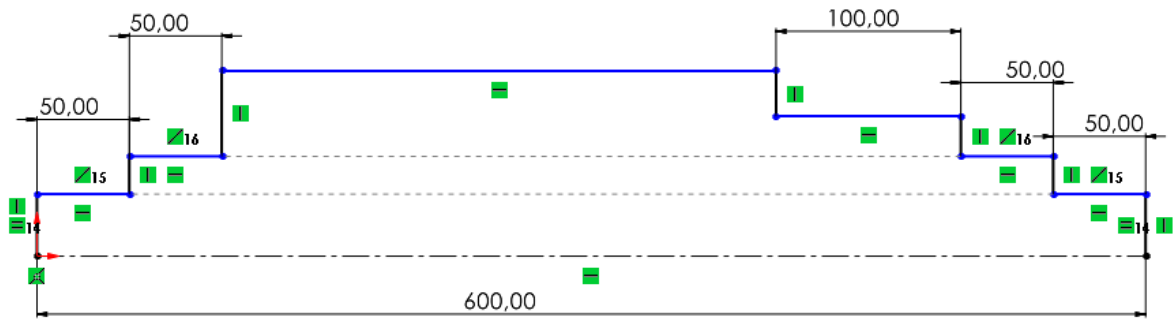


Після зміни розміру, весь ескіз автоматично змінюється пропорційно до лінії. Це зроблено, щоб уникнути спотворення будь-яких частин ескізу.

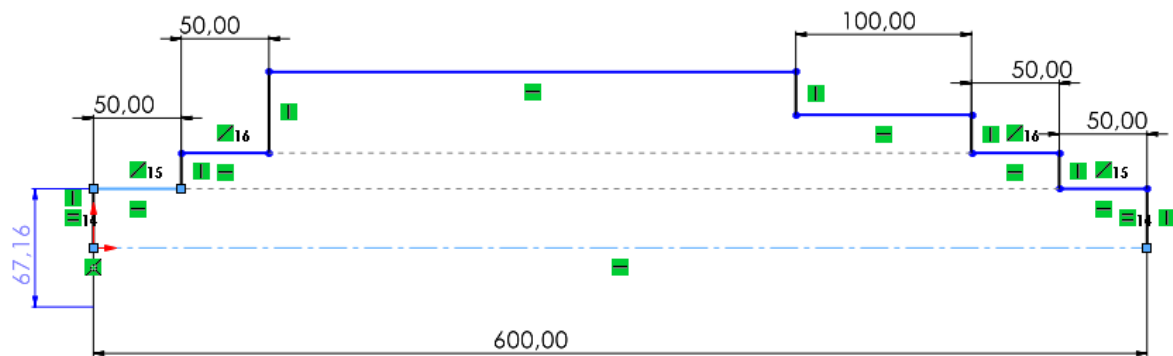


Застосуємо такий самий підхід до всіх інших розмірів за допомогою

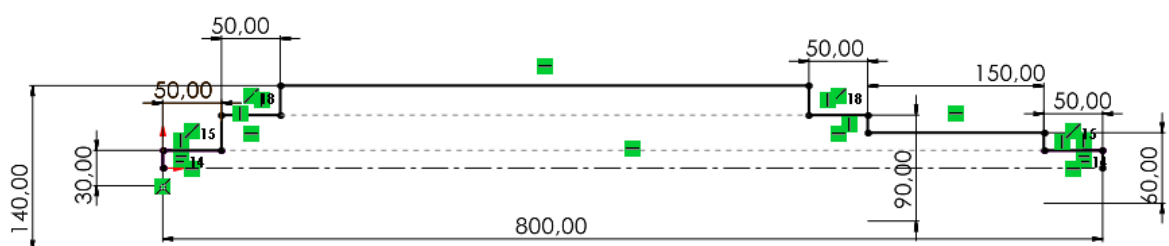
інструментів та автоматичного нанесення розмірів.



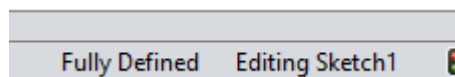
Тепер необхідно встановити всі інші розміри для ескізу, включаючи діаметри вала. Щоб вказати діаметр, виберіть відрізок і позначте його осью лінією, а потім проведіть розмірну лінію нижче осьової лінії. Таким чином, ви отримаєте діаметр.



Та проставте всі інші розміри.



Тепер ескіз має повне визначення.



Для завершення побудови ескізу натисніть кнопку "Завершити ескіз".



Після натискання кнопки "Завершити ескіз" ви отримаєте ескіз на площині "Спереду". Зараз ви можете перейти до побудови 3D-моделей на основі цього ескізу.



Для збереження файлу під назвою "Вал" виберіть опцію "Зберегти" і введіть відповідне ім'я файлу - "Вал".

### **Контрольні запитання**

1. Які існують елементи побудови ескізів?
2. Опишіть основні типи масивів.
3. Як відсікти чи подовжити лінію/елемент?
4. Що таке прив'язки в межах ескізу? Які прив'язки існують?
5. Яким чином можна додавати розміри, так які?

## 3 СТВОРЕННЯ БАЗОВОГО ТВЕРДОГО ТІЛА НА ОСНОВІ ЕСКІЗУ

### 3.1 Основні операції

Після створення і повного визначення ескізу ви можете перетворити його на 3D-тіло в SolidWorks. Усі інструменти моделювання доступні на вкладці "Елементи". Зверніть увагу, що деякі інструменти можуть бути неактивними спочатку. Ці інструменти стають активними після створення базового елемента, також відомого як батьківський елемент.

У SolidWorks ви можете створити базовий елемент моделі, використовуючи різні інструменти моделювання, доступні в програмі:

- Витягнута бобишка/основа;
- Повернена бобишка/основа;
- Бобишка/основа по траєкторії;
- Бобишка/основа по перерізах;
- Бобишка/основа по границі.

Проте, початково неактивними є всі базові інструменти Бобишка/основа, які включають інструмент по траєкторії, інструмент по перерізу та інструмент по границі. Ці інструменти можуть бути активовані тільки після створення відповідних профілів або ескізів, які є необхідними для роботи цих інструментів. Детальніше про ці інструменти буде розглянуто в наступних розділах.

#### **Витягування**

Функція **Extruded Boss** у Solidworks використовується для створення об'ємних форм шляхом видавлювання 2D профілю вздовж визначеної напрямної осі.

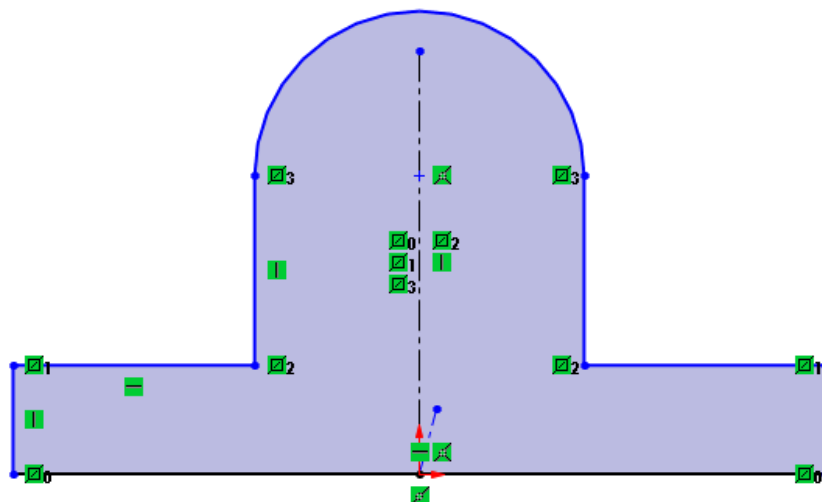
Процес створення об'ємної форми з використанням функції **Extruded Boss** досить простий. Спочатку необхідно створити 2D-профіль, який буде видавлений в об'ємну форму. Потім вказується напрямна ось, вздовж якої буде видавлюватися профіль. Також можна вказати висоту видавлювання

або довільну точку, де він має закінчитися.

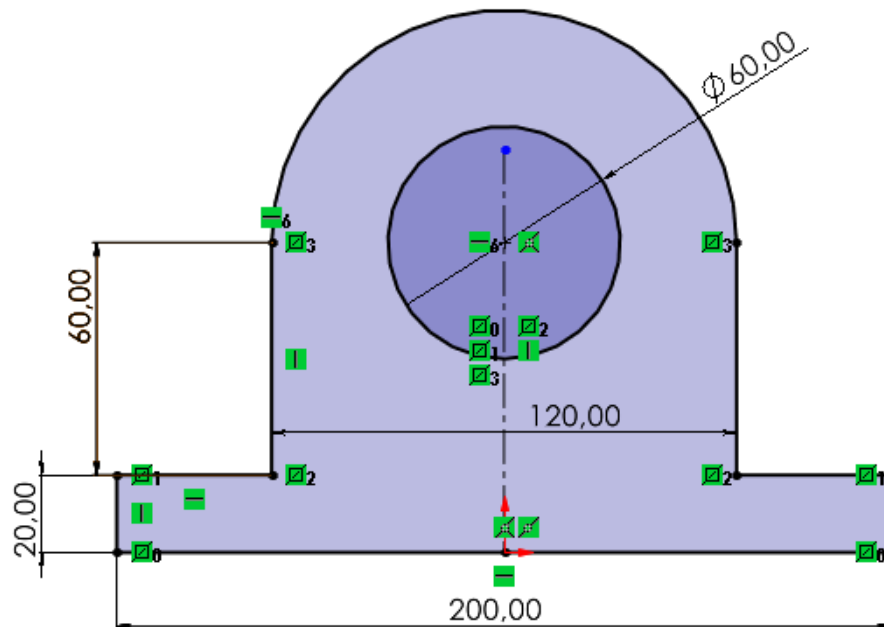
Функція **Extruded Boss** може бути корисна для створення об'ємних форм з простими та складними геометричними фігурами, таких як кришки, корпуси, блоки, або інші деталі з плоскими профілями. Вона дозволяє створювати об'ємні фігури з високою точністю та ефективно використовувати час при проектуванні.

Функція **Extruded Boss** також має декілька додаткових параметрів, які можуть бути настроєні для досягнення більш точного та контрольованого результату. Наприклад, можна використовувати опції, такі як "Thin Feature", "Merge Result" або "Offset from surface", щоб створити об'ємні фігури з більш складною геометрією та взаємодіями з іншими об'єктами в моделі.

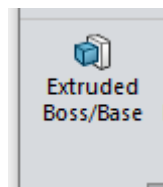
Щоб скористатися командою "Витягнута бобишка", вам потрібно спочатку вибрати цю команду, а потім вибрати площину. Ви маєте два варіанти: спочатку побудувати ескіз, а потім вибрати "Витягнута бобишка", або спочатку вибрати площину "Спереду" для побудови 2D-ескізу, а потім перейти до команди ескізу. Використовуючи раніше розглянуту функцію динамічного відзеркалення, будуйте наступний ескіз:



Проставте взаємозв'язки та розміри.

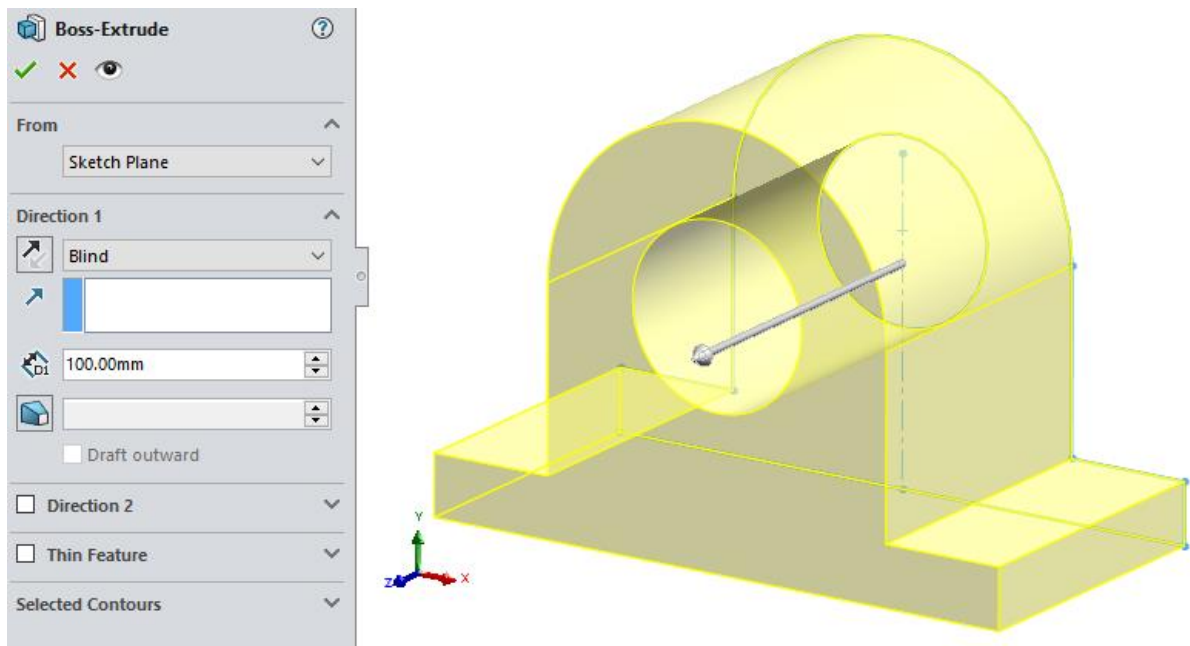


Повний набір вимог для ескізу готовий. Заверште побудову ескізу. Якщо не було обрано жодного ескізу, Витягнута бобишка запросить площину для створення нового ескізу або використання наявного. Іншими словами, ви можете обрати площину, на якій потрібно побудувати ескіз, і потім здійснити витягування або вибір самого ескізу.



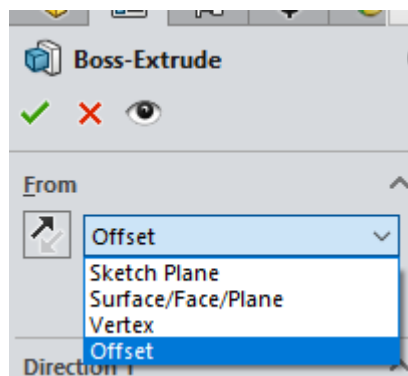
Оберіть наявний ескіз. Оскільки у цьому ескізі є тільки один замкнений контур, програма автоматично визначає, що буде використовуватись саме цей ескіз.

Спосіб витягування буде виконуватись на площині, яка вибрана за замовчуванням. Це найбільш оптимальний варіант, який дозволяє витягувати на тій же площині, на якій проводилась побудова ескізу.

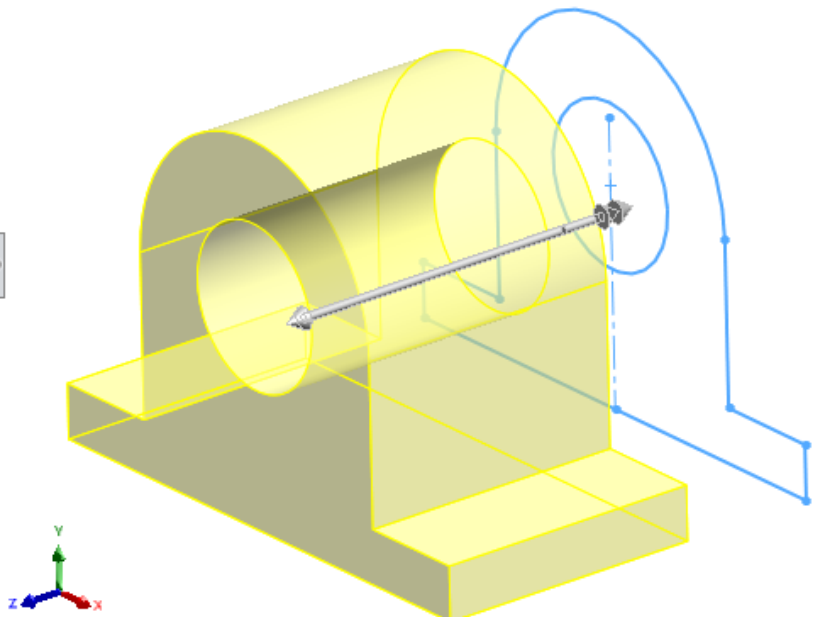
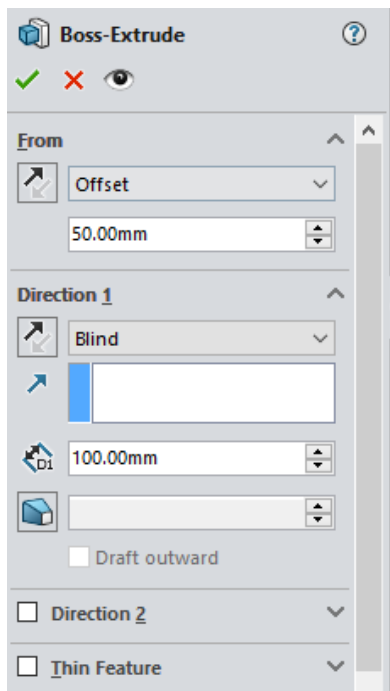


Варіанти витягування також включають: поверхня/грань/площина, вершина та зміщення.

Зміщення використовується в ситуації, коли необхідно змістити об'єм (3D-тіло) відносно площини, на якій знаходимося, на певну відстань.

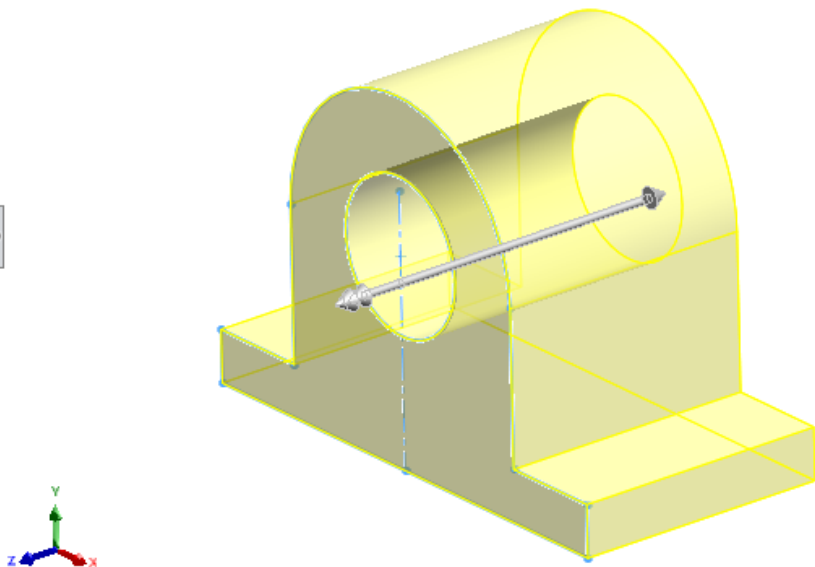
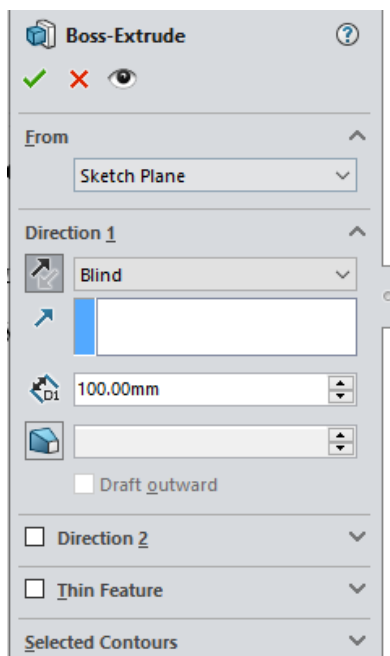


В якості прикладу оберемо спосіб витягування "Зміщення" з відстанню 50 мм. Це означає, що створиться бобишка, яка буде віддалена від ескізу на відстань 50 мм.



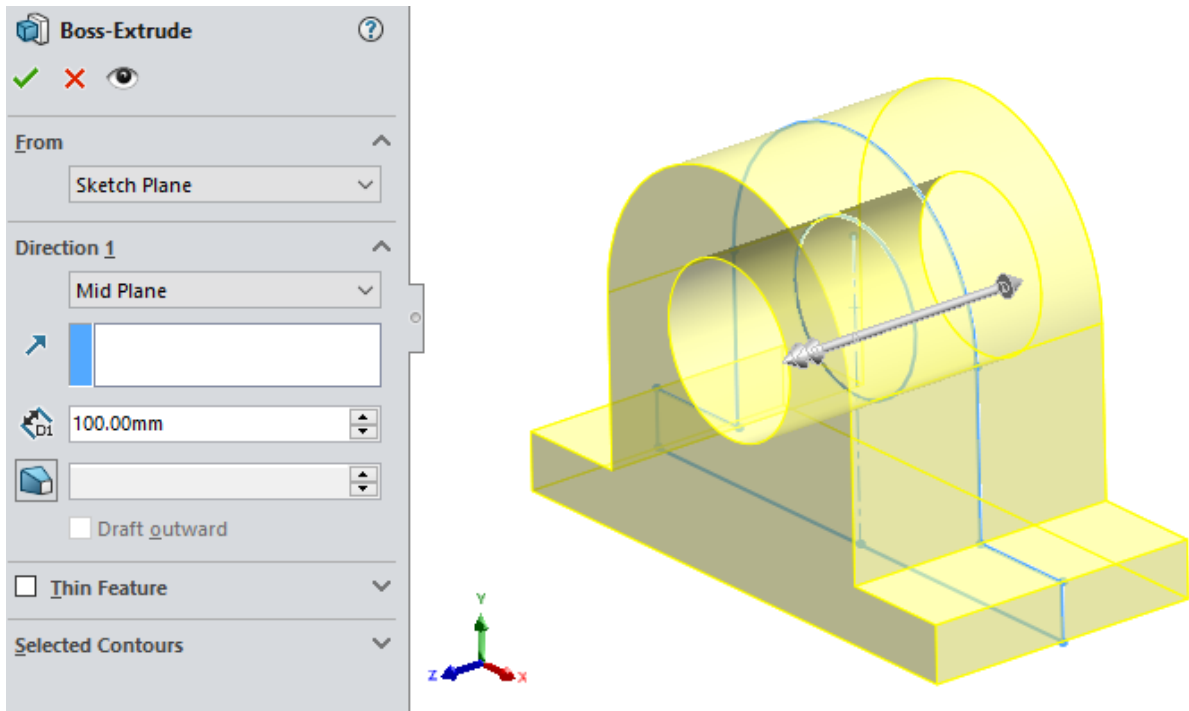
Оберімо спосіб витягування "Площина для ескізу" з напрямом 1, вказуючи "На заданий". Задамо товщину (глибину) 100 мм.

В результаті буде відбуватись витягування у напрямку, спрямованому на вас. Якщо ви вкажете "Реверс напрямку", витягування буде відбуватись в протилежному напрямку, від вас.

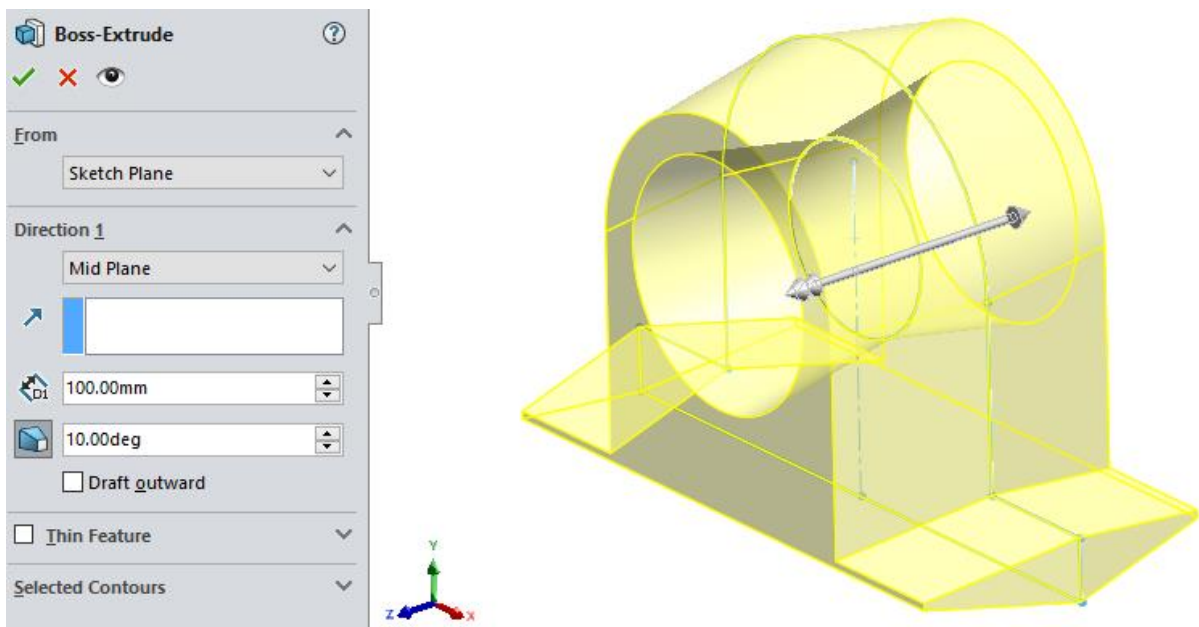


Додатково до перерахованих способів витягування, є можливість вказати напрямок видавлювання: "До вершини", "До поверхні", "На відстані від поверхні", "До тіла" і "Середня площина".

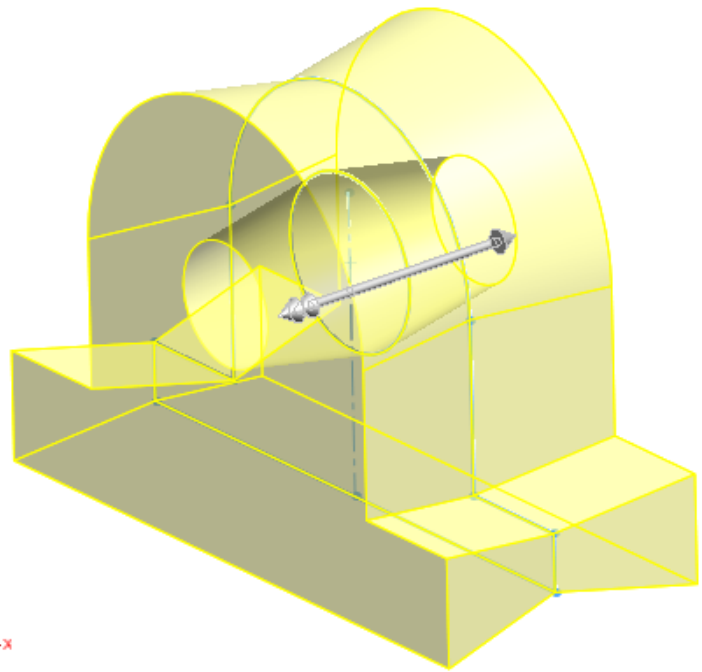
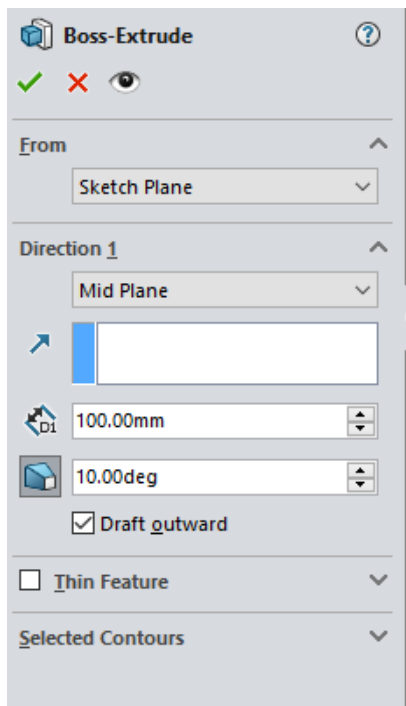
Розглянемо спосіб "Середня площина". Витягнемо ті самі 100 мм, але по 50 мм у обидва напрямки. Сумарна товщина залишиться 100 мм, але вона буде побудована симетрично відносно поверхні, на якій виконувався ескіз.



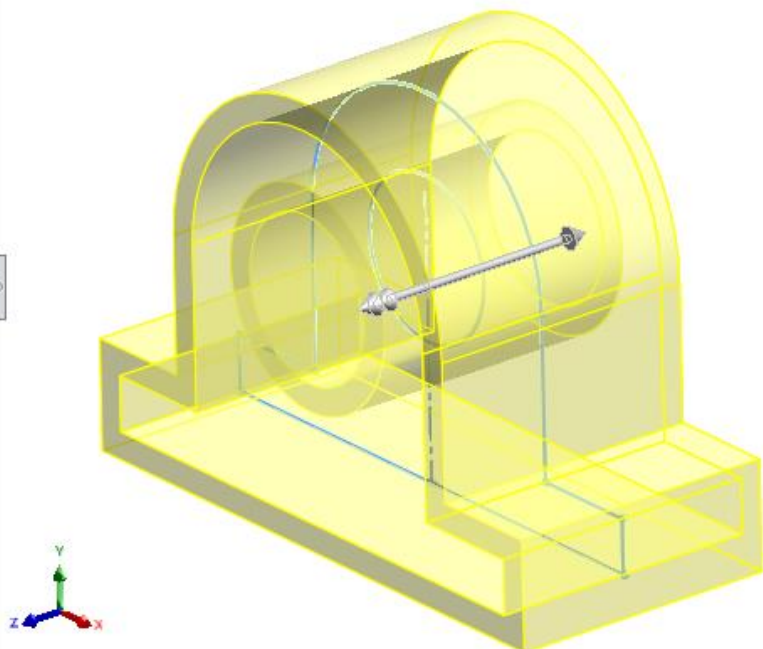
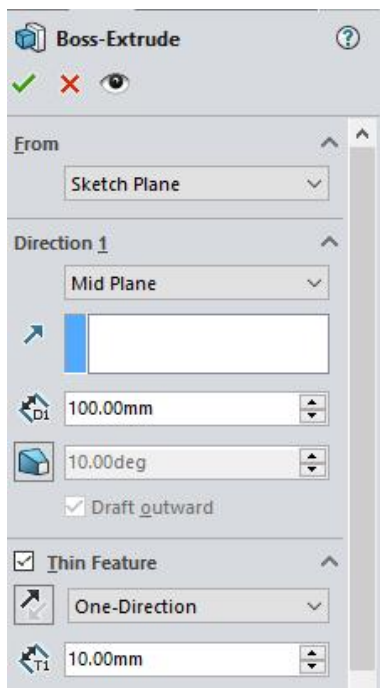
Увімкніть "Нахил" та вкажіть кількість градусів - 10 °



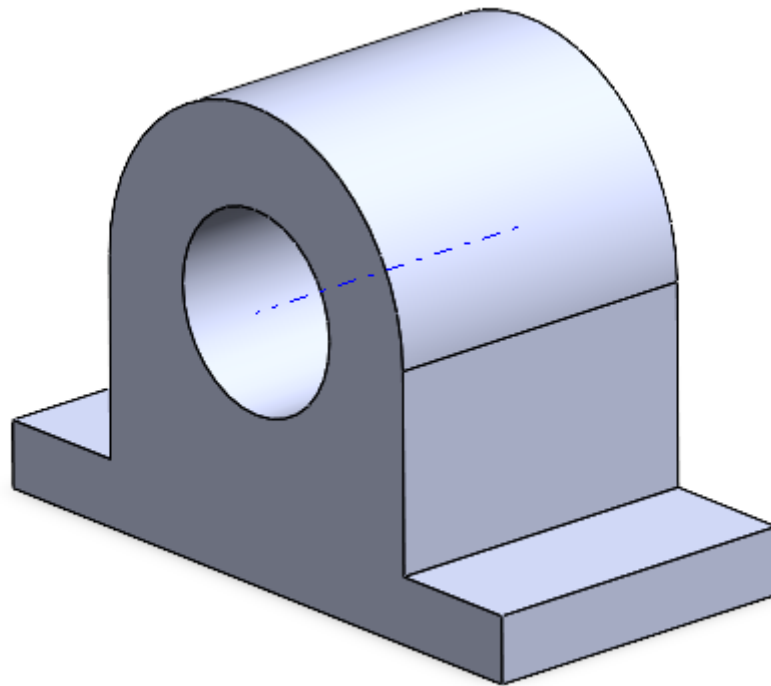
Виконуючи "Нахил назовні", отримаємо таку форму тіла, де нахил відбувається у напрямку відсунення від початкового ескізу.



Розглянемо функцію "Тонкостінний елемент". При виборі цього режиму, вкажемо товщину 5 мм. Якщо увімкнути "Реверс напрямку", отримаємо видавлювання всередину, створюючи тонкостінний елемент.



Побудову 3D-бобишки завершено.



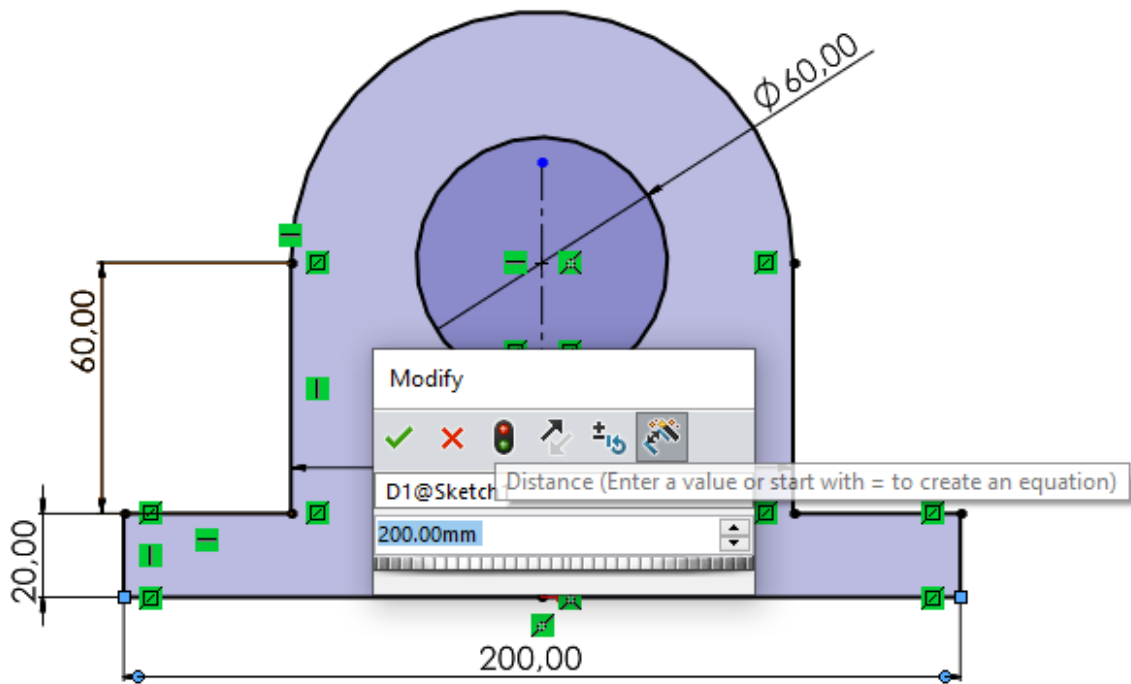
Для редагування збудованого 3D-тіла, натисніть лівою клавiшею миші на самому тілі.

У доступних опціях з'явиться "Редагувати визначення", "Редагувати ескіз" та інші.

Для зміни глибини або товщини тіла, вам потрібно вибрати "Редагування елемента". Ця опція дозволить вам відредагувати глибину, товщину та інші параметри тіла.



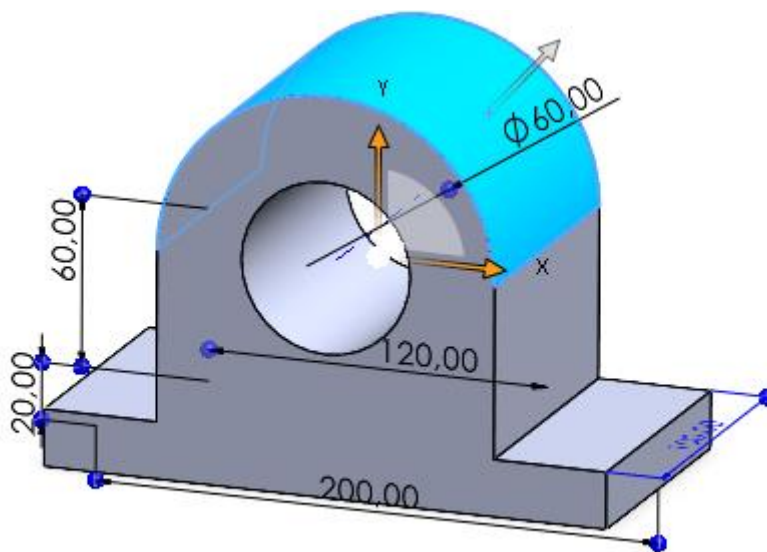
Щоб відредагувати ескіз, оберіть опцію "Редагувати ескіз". У якості прикладу, встановіть ширину ескізу рівною 150 мм. Зміни в ескізі будуть відображені відповідно до нових параметрів ширини, які ви вказали.



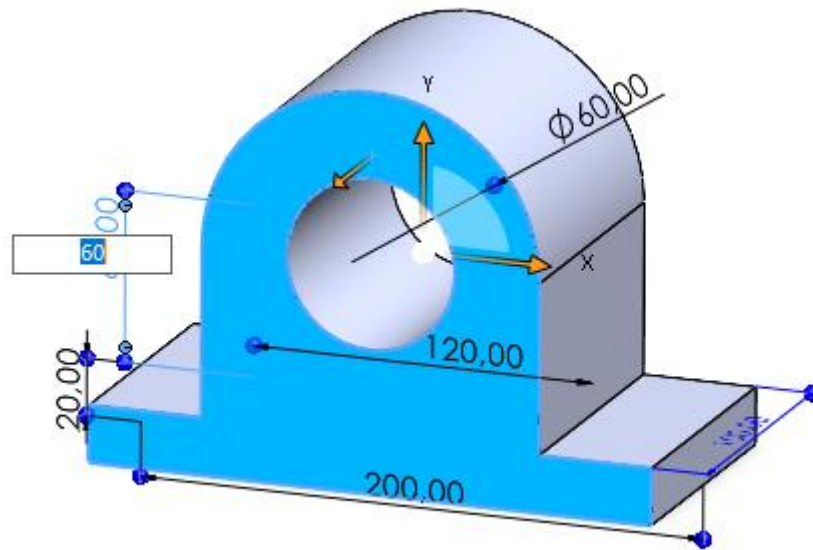
Існує така опція як "Instant 3D", яка за замовчуванням є активною. Проте, при вимкненні цієї опції, розміри бобишки не будуть відображатися під час виділення на екрані або в дереві побудови.



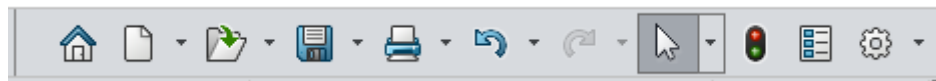
Якщо увімкнено функцію Instant 3D, то при виділенні кожної окремої деталі ви отримаєте всі розміри, які були використані для її створення.



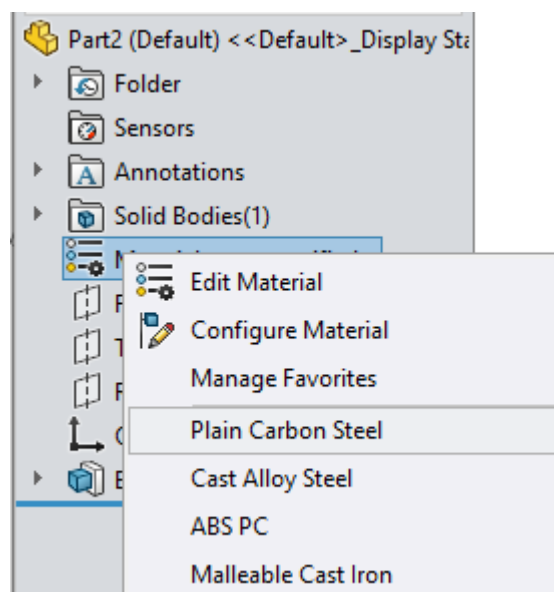
За допомогою подвійного натискання лівою кнопкою миші по розмірі, ви зможете внести зміни у його значення.



Інколи необхідно натиснути кнопку "Перебудувати" у вигляді світлофорі, щоб оновити або перебудувати всі розміри.



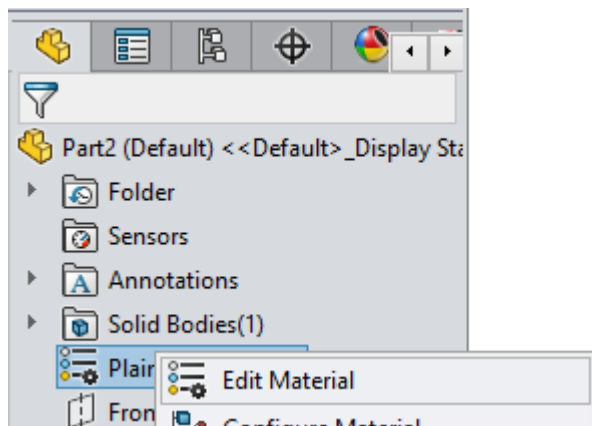
Після завершення побудови бобишки, ви можете вказати матеріал для даної деталі. За замовчуванням матеріал не встановлено, але ви також можете вказати його в шаблоні, щоб надалі матеріал автоматично присвоювався кожній деталі.



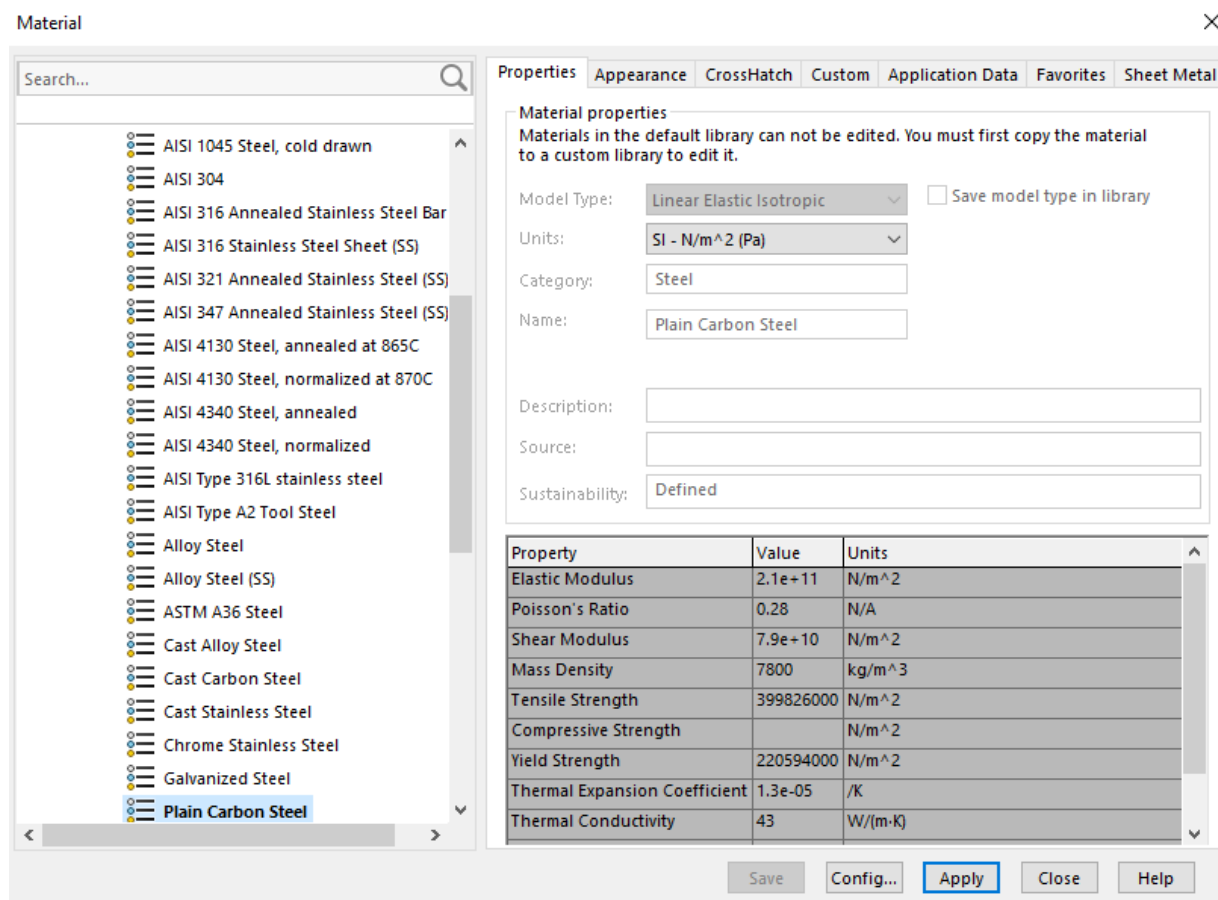
За допомогою правої кнопки миші виберіть меню матеріалу, а потім

оберіть "Проста вуглецева сталь". Ви помітите зміну текстури. Крім того, будуть враховані щільність та інші механічні властивості деталі.

Щоб отримати доступ до розширеної бази даних матеріалів, натисніть "Редагувати матеріал".



Після натискання на "Редагувати матеріал" відобразиться повна база даних матеріалів, яка була встановлена разом з програмою SolidWorks.



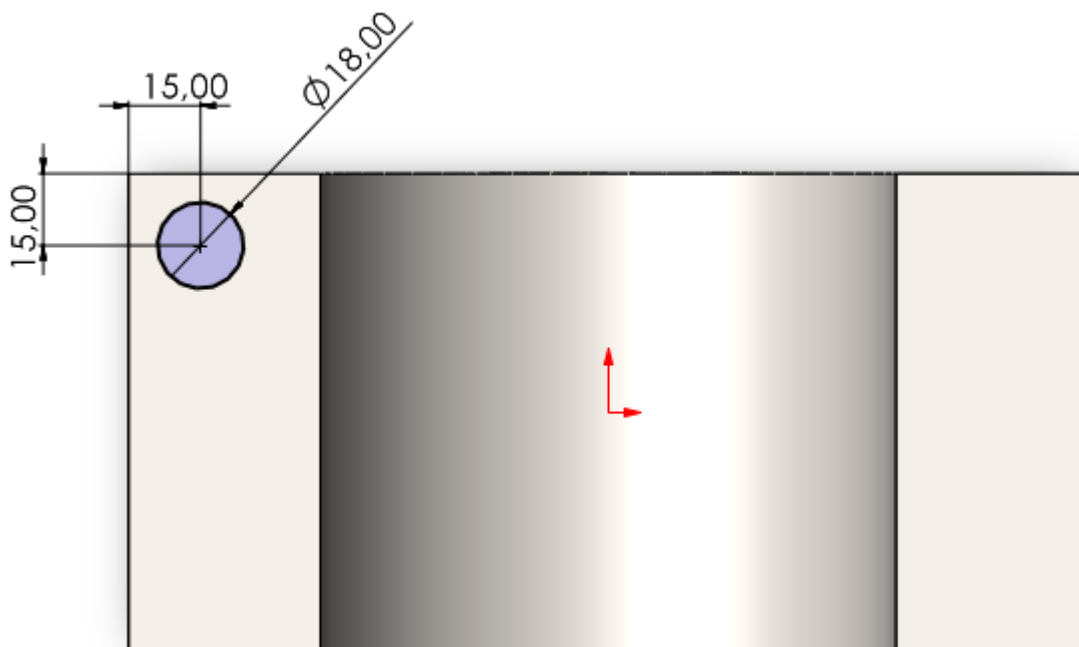
## Виріз

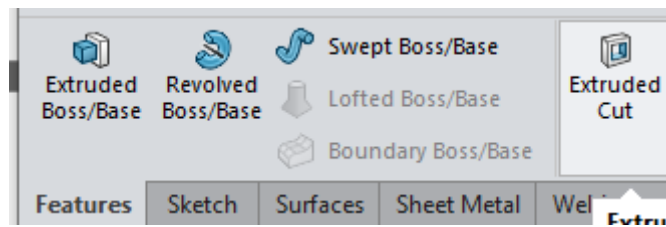
Функція **Extruded Cut** в програмі SolidWorks дозволяє вирізати форму з вже існуючого тіла, просто вказавши параметри форми, що має бути вирізана. Ця функція використовується для створення отворів, вирізів та фасок на деталях.

Для створення **Extruded Cut** необхідно вибрати тіло, з якого потрібно вирізати форму, та створити новий скетч в площині, яка перетинає тіло в потрібному місці. Далі в скетчі необхідно створити форму, яку потрібно вирізати, використовуючи лінії та криві. Потім, встановивши глибину вирізу та інші параметри, можна створити Extruded Cut.

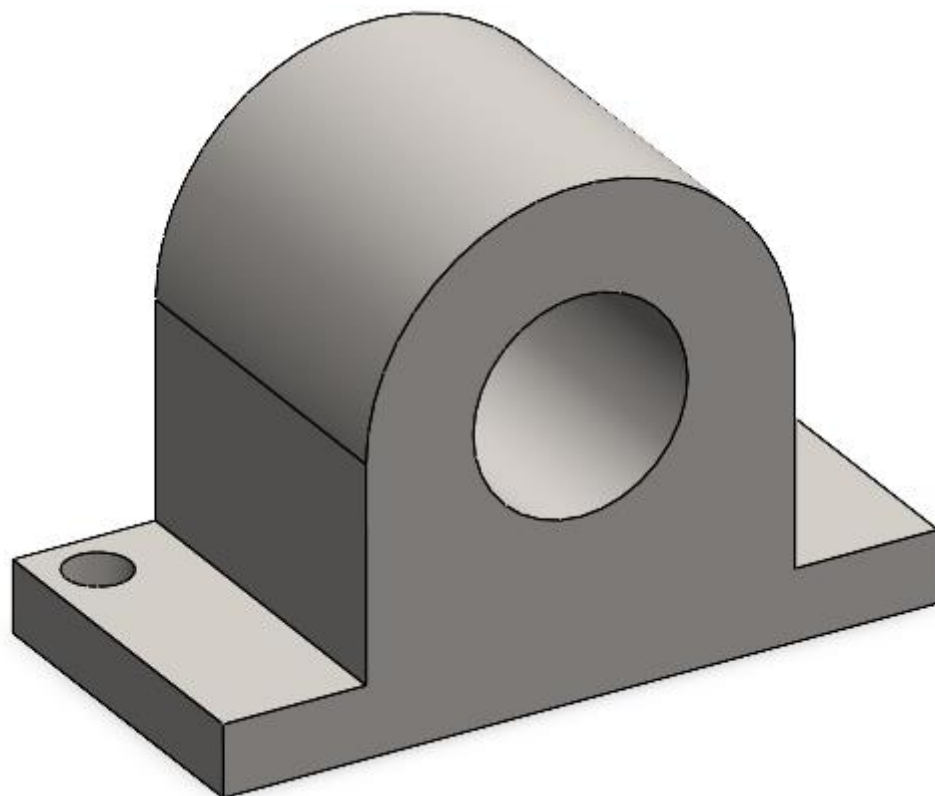
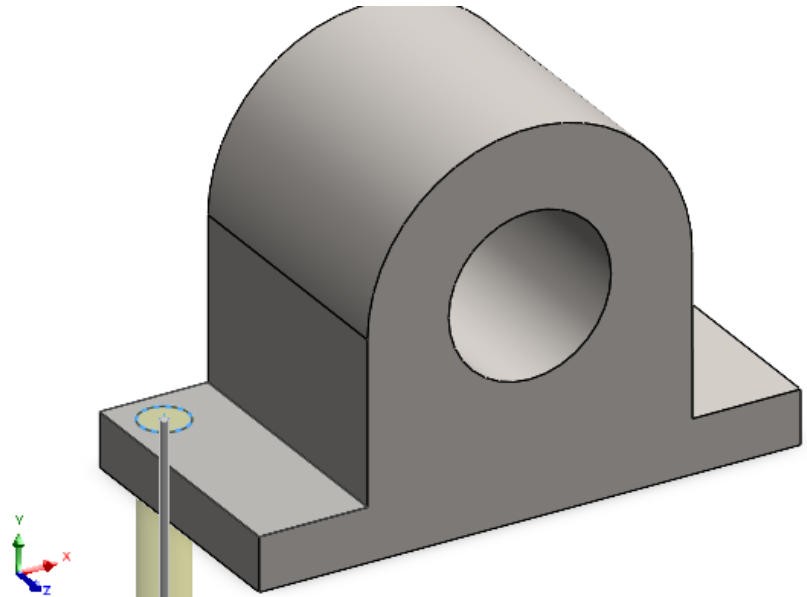
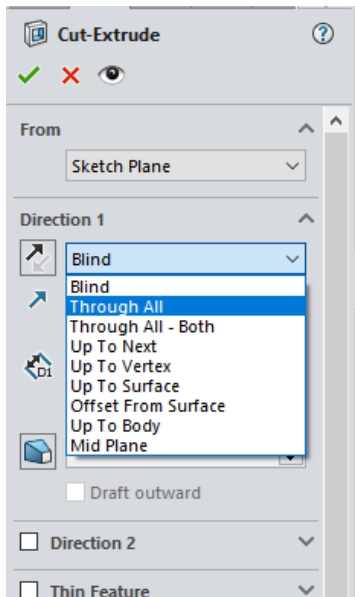
**Extruded Cut** має кілька параметрів, які можуть бути налаштовані користувачем, такі як глибина вирізу, тип глибини (сліпа, через тіло), напрям вирізу (відмічення наскрізь, відмічення до тіла). Також можна використовувати додаткові параметри, такі як радіус вирізу та нахил.

Створіть новий ескіз на деталі та виберіть **Витягнутий виріз**.





Після виділення Ескізу 2, у попередньому перегляді ви зможете побачити, куди буде проводитися витягування. В даному випадку цього достатньо, але зазвичай потрібно ставити не На задану відстань, а Наскрізь.

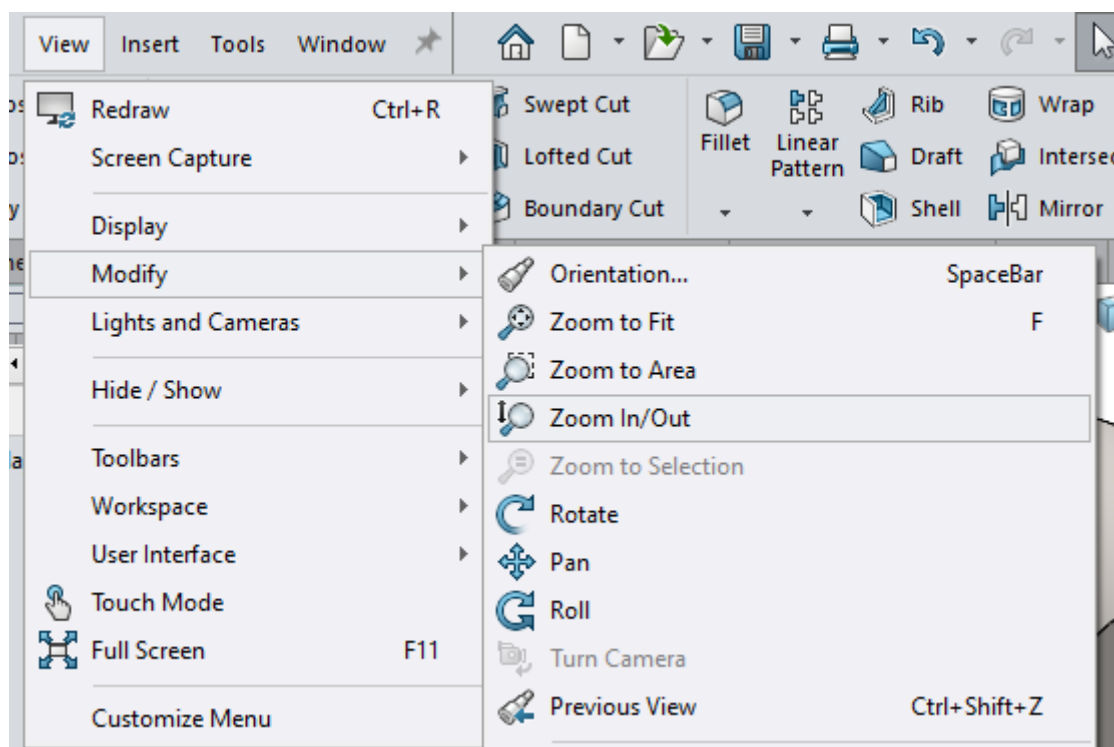


У подальшому, при зміні товщини, виріз необхідно залишати «наскрізь» у будь-якому варіанті розміру. Таким чином відбуваються витягування бобишки та отриманий виріз.

Збережіть модель під назвою "Опорна станина підшипника".



випадаюче меню, де ви зможете обрати інструмент "Збільшити/Зменшити вид". Після цього курсор зміниться відповідно до обраного інструменту..



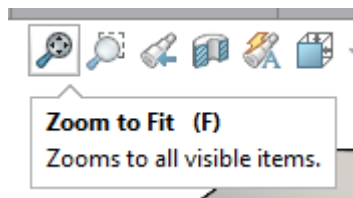
Після цього, утримуючи ліву клавiшу миші, перемістіть курсор вгору або вниз по графічній області. Під час переміщення курсору вгору масштаб буде збільшуватися, а при переміщенні курсору вниз - зменшуватися.

Також, щоб збільшити або зменшити масштаб у графічній області, ви можете скористатися прокручуванням середньою клавiшею миші. Як альтернатива, натисніть і утримуйте клавiшу Shift, а потім, тримаючи середню клавiшу миші, перетягніть курсор вгору або вниз по графічній області.

### ***Масштабувати в розмір екрану***

Інструмент "Масштабувати в розмір екрану" використовується для повного пристосування моделі до розмірів графічної області.

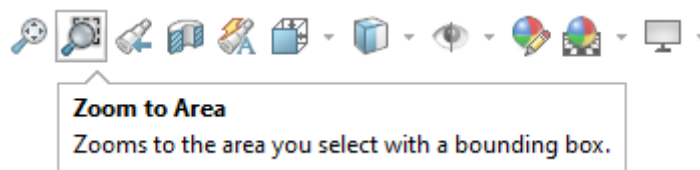
Цей інструмент доступний з інструментів навігації в робочій області, а також можна викликати його через контекстне меню або меню "Вид" - "Змінити".



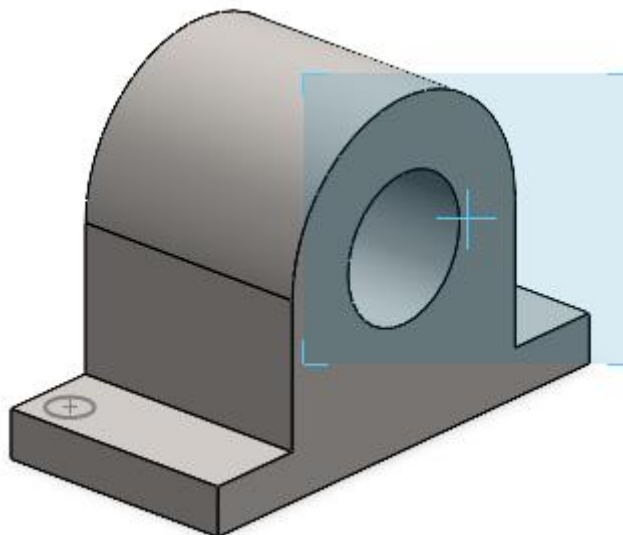
### ***Збільшити вид***

Інструмент "Збільшити зону виду" використовується для збільшення конкретної ділянки або області моделі.

Щоб змасштабувати певну область моделі, ви можете викликати інструмент "Збільшити зону виду" з панелі "Вид" - "Змінити" або з панелі інструментів, або з контекстного меню.



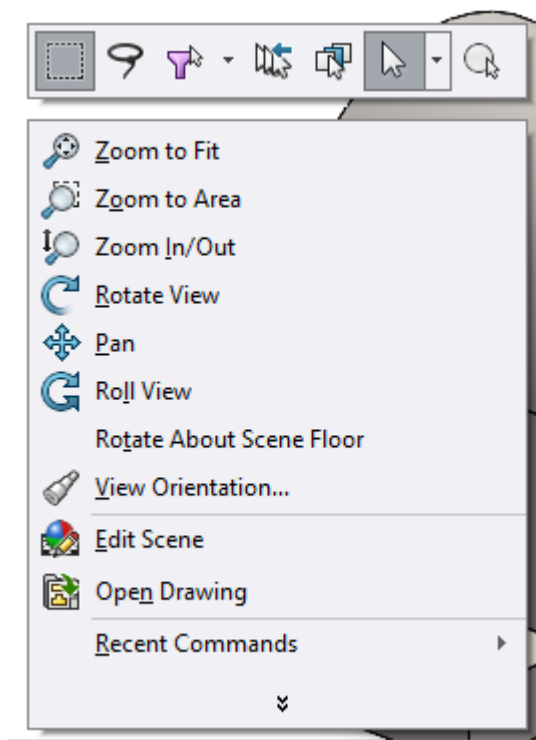
Після виклику інструменту "Збільшити зону виду", вам потрібно визначити межі для масштабування, переміщуючи курсор миші з натиснутою лівою кнопкою. Вибрана область всередині прямокутника буде збільшена.



### **Переміщення моделі**

Інструмент "Перемістити" використовується для панорамування або переміщення моделі у графічній області.

Щоб викликати цю команду, ви можете скористатися методами, описаними для попередніх інструментів. Наприклад, ви можете викликати його з панелі "Вид" - "Змінити" або з панелі інструментів, або через контекстне меню, залежно від можливостей програми, яку ви використовуєте.



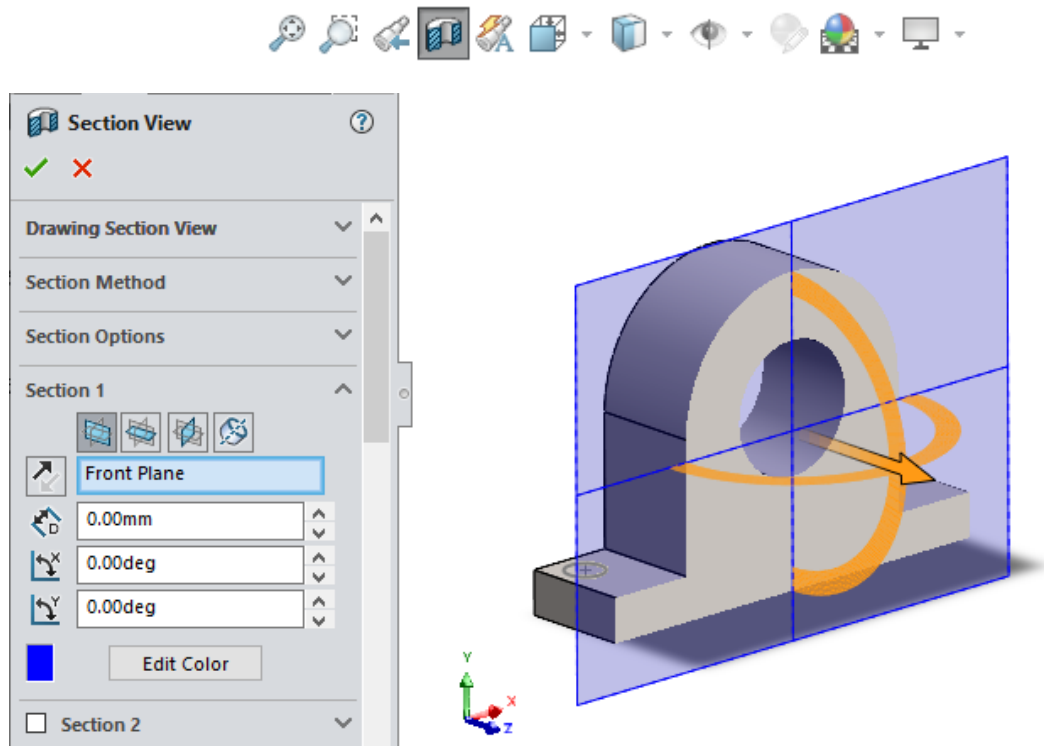
Після активації інструменту "Перемістити" ви можете панорамувати модель у графічній області, натискаючи та утримуючи ліву клавішу миші, а потім перетягнувши курсор.

Крім того, є альтернативний спосіб переміщення моделі. Ви можете утримувати клавішу Ctrl і натиснути середню клавішу миші в графічній області, щоб перемістити модель..

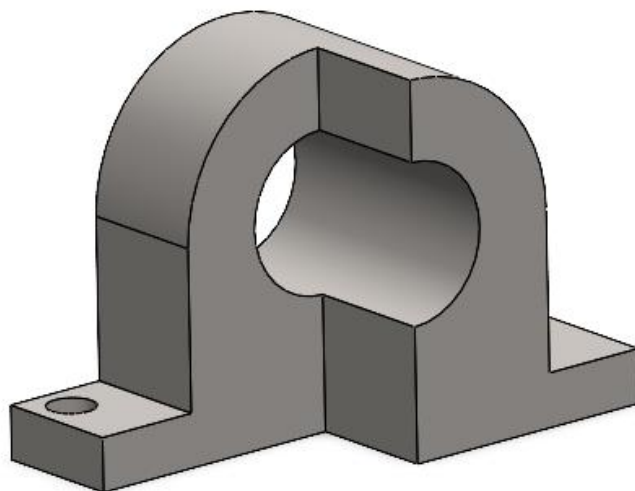
## Розріз

Інструмент "Розріз" використовується для відображення моделі у зручному перерізі.

За допомогою цього інструменту можна створити переріз моделі, який дозволяє показати внутрішню структуру, деталі або розташування об'єктів у моделі..



У відкритому меню інструмента "Розріз" ви можете змінювати різні параметри, що впливають на відображення перерізу.

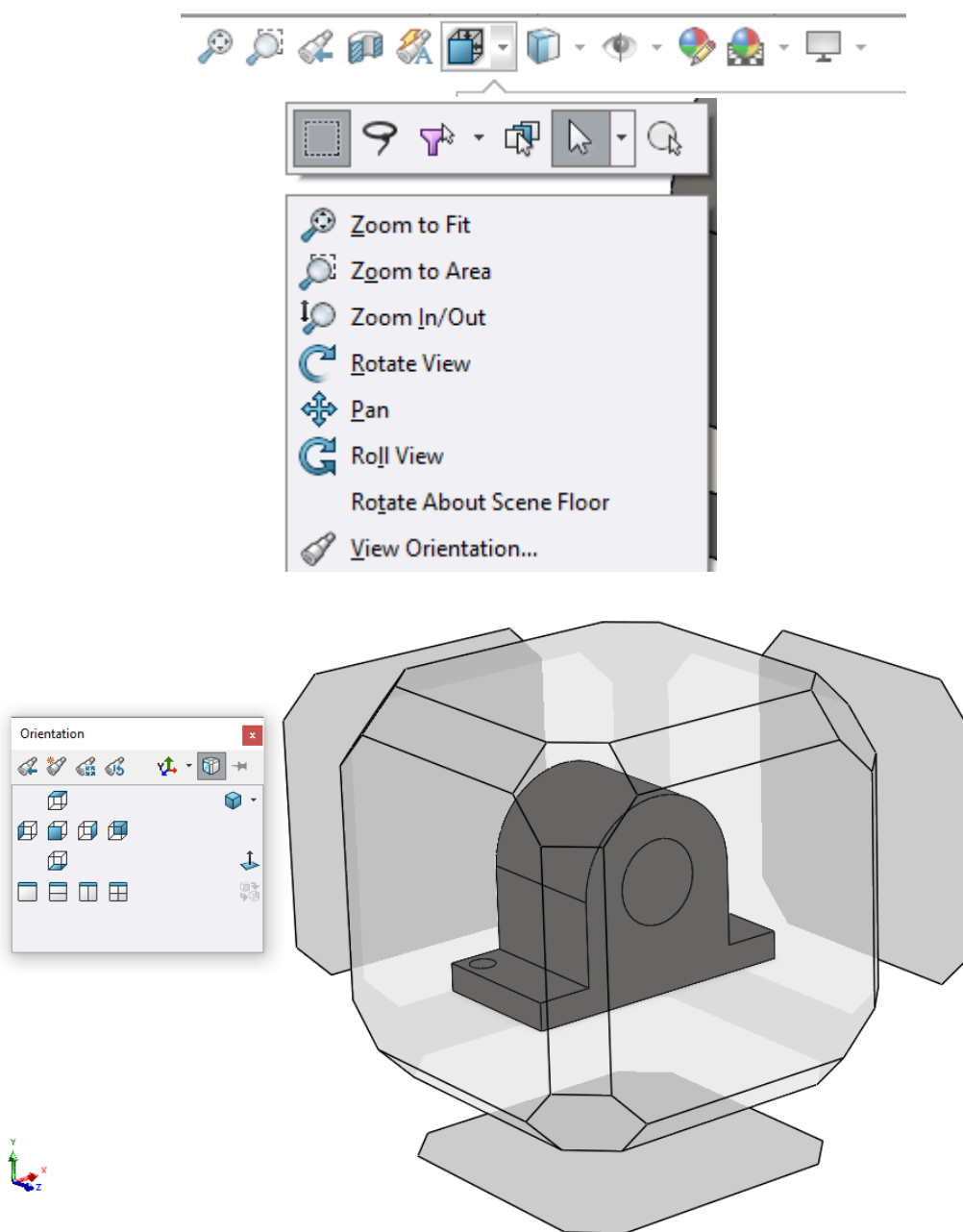


## Управління орієнтацією вигляду моделі

Орієнтація видів використовується для того, щоб дозволити користувачеві розглянути модель з різних сторін та під різними кутами.

Ви можете змінити положення 3D-моделі на певне стандартне уявлення, наприклад, вид спереду, зверху, праворуч, збоку, знизу або ізометричний вид. Це можна зробити за допомогою меню "Орієнтація виглядів" з контекстного меню.

Вибір потрібного уявлення дозволить вам швидко переключатись між різними перспективами та оглядати модель з бажаного кута.



## **Зміна стилю відображення моделі**

Ви можете змінити стиль відображення 3D-моделі на різні способи.

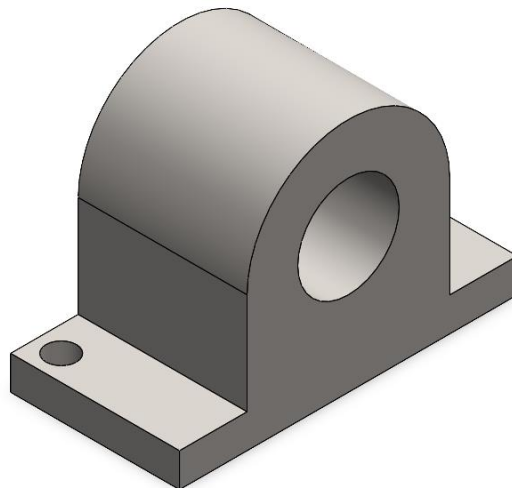
Деякі з популярних стилів відображення включають:

- Зафарбувати із кромками;
- Зафарбувати;
- Видалити невидимі лінії;
- Невидимі лінії відображаються;
- Каркасний вигляд.

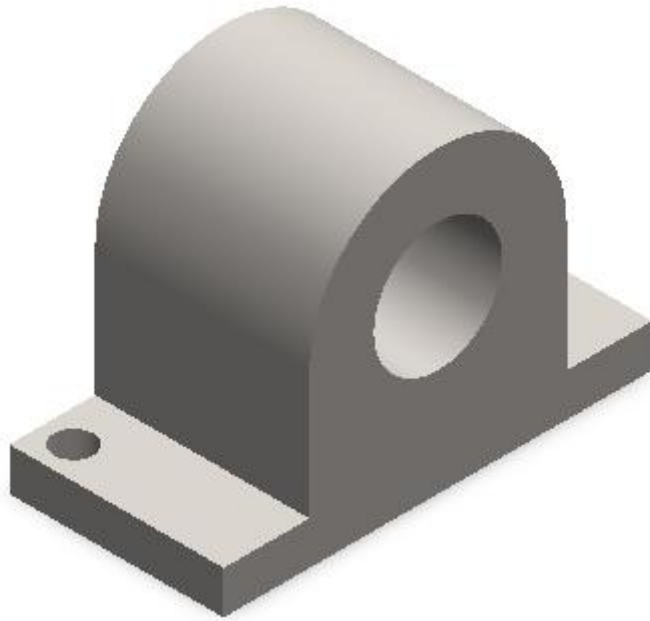
Інструменти для зміни стилю відображення моделі доступні у випадаючому меню "Стиль відображення". Це меню містить різні опції для налаштування вигляду моделі.



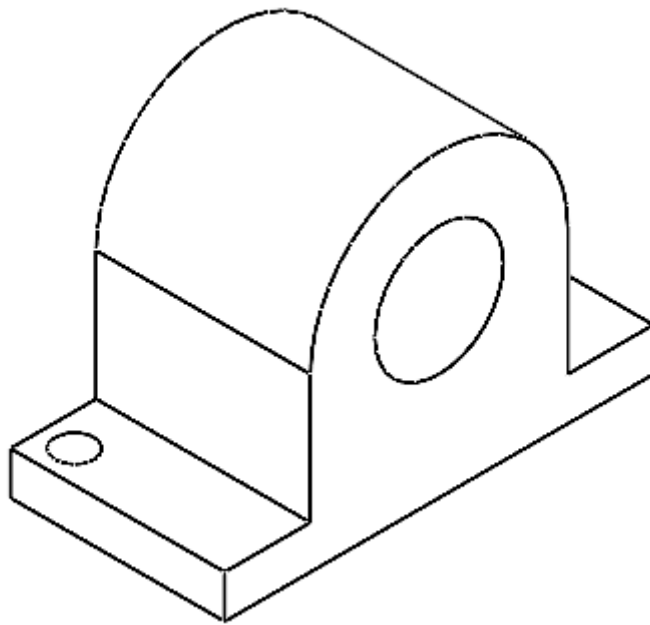
### ***Зафарбувати з кромками***



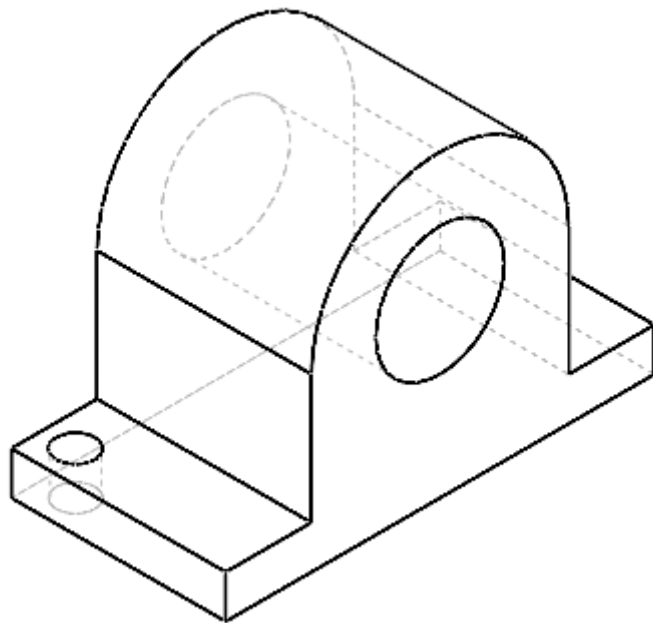
### ***Зафарбувати***



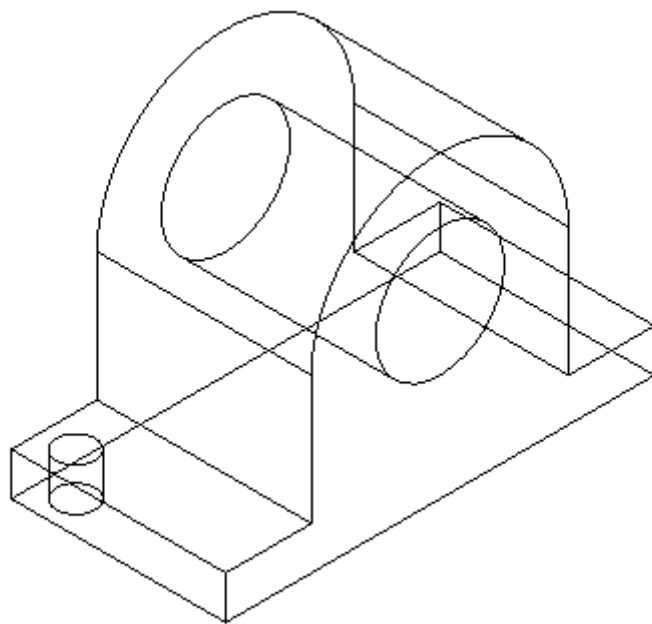
*Видалити невидимі лінії*



*Невидимі лінії відображаються*



*Каркасне відображення*



## Додаткові налаштування відображення елементів та анотацій

Це меню дозволяє управляти видимістю різних елементів побудови, таких як площини, ескізи, розміри та інші. Ви можете ввімкнути або вимкнути їх відображення за допомогою цього меню.



### 3.3 Створення тіла обертання

#### Повернута бобишка

Функція **Revolved Boss** у Solidworks дозволяє створити нову форму, обертаючи профіль вздовж визначеної осі обертання.

Ця функція дозволяє створити об'ємну форму шляхом обертання 2D-профілю навколо визначеної осі обертання. Ось обертання можна визначити будь-яким способом, включаючи використання точки, лінії або ребра як вісі обертання.

Процес створення фігури з використанням функції **Revolved Boss** досить простий. Спочатку потрібно створити 2D-профіль, який буде обернутий. Далі вибрати ось обертання, що визначається в точному положенні, де потрібно створити об'ємну форму. Функція "Revolved Boss" створить об'ємну форму, яка складається з профілю, який обертається навколо визначеної осі.

Функція **Revolved Boss** може бути корисною для створення деталей зі складною геометрією, таких як ручки, кришки, корпуси, труби тощо. Вона дозволяє створювати об'ємні фігури з високою точністю та ефективно використовувати час при проектуванні.

Повернена бобишка використовується для побудови 3D-тіл обертання, які мають вісь обертання.

Відкрийте збережений файл «Вал».

Для переходу на вкладку "Елементи" на панелі інструментів, виберіть цю вкладку, розташовану на панелі інструментів.

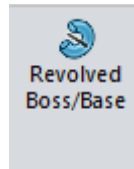
Після переходу на вкладку "Елементи", знайдіть інструмент під назвою "Повернута бобишка/основа" і виберіть його.

Після вибору цього інструменту може з'явитися повідомлення з запитанням: "Ви бажаєте, щоб ескіз був автоматично закритий?" Зверніть увагу, що це повідомлення з'являється тоді, коли осьова лінія не утворює

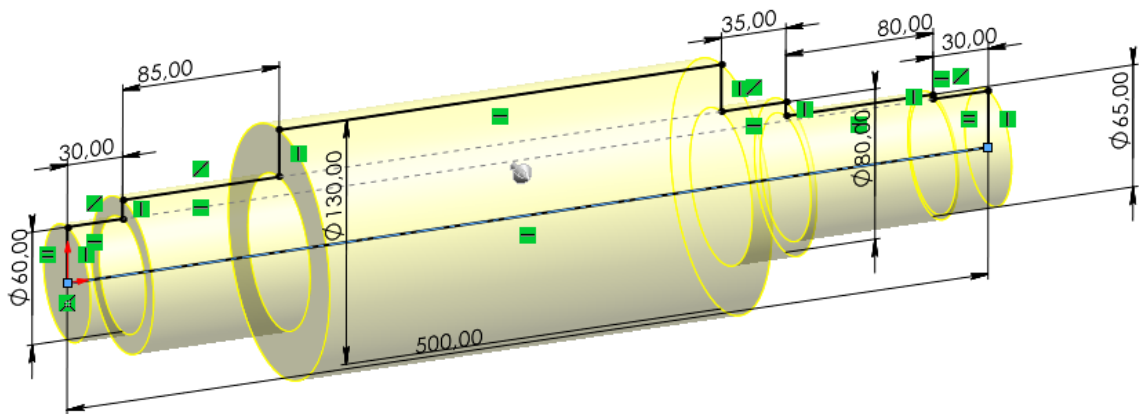
замкнений ескіз. Якщо ви хочете, щоб програма автоматично провела лінію, натисніть кнопку "Так".

Це прохання з'являється з метою допомогти вам у створенні замкнутого ескізу, якщо осьова лінія не замкнена.

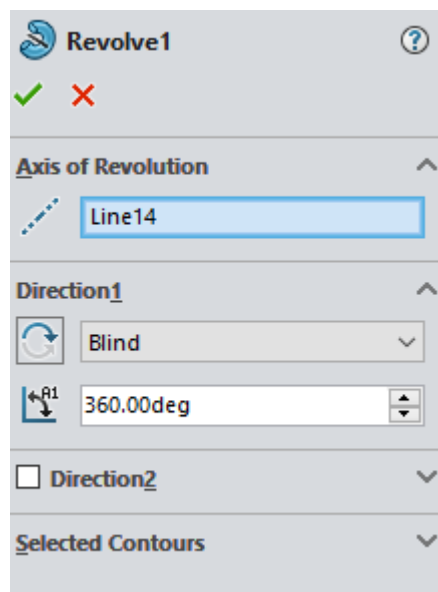
Важливо відзначити, що деталі можуть варіюватися залежно від конкретної програми або середовища, яке ви використовуєте..



Зараз модель виглядає наступним чином:

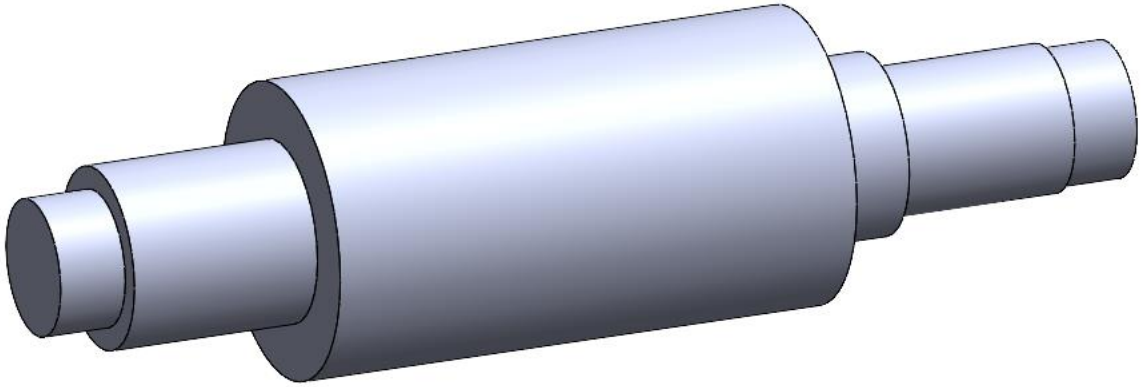


У лівому меню ми бачимо різні інструменти та опції, які можна застосувати до моделі. Для завершення побудови використайте налаштування, що стоять за замовчуванням.



Щоб вибрати контури, натисніть на порожню комірку в розділі "Обрані контури" у лівій частині екрану. Після цього, на ескізі, виберіть верхній контур, який розташований над лінією. Після вибору контуру завершіть побудову.

Тепер тіло обертання готове.



## Повернутий виріз

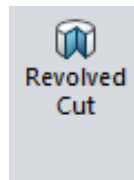
Функція **Revolved Cut** у програмі SolidWorks дозволяє створювати вирізи на деталях, які формуються шляхом обертання профілю навколо осі обертання. Ця функція є дуже корисною, коли необхідно створити виріз на деталі з допомогою вирізання профілю, який повторюється навколо осі обертання.

Для створення вирізу з використанням **Revolved Cut** необхідно вибрати профіль, який буде використовуватися для вирізання, і задати ось обертання. Профіль може бути будь-якої форми, такої як коло, квадрат, прямокутник, або складний профіль, створений з допомогою кривих.

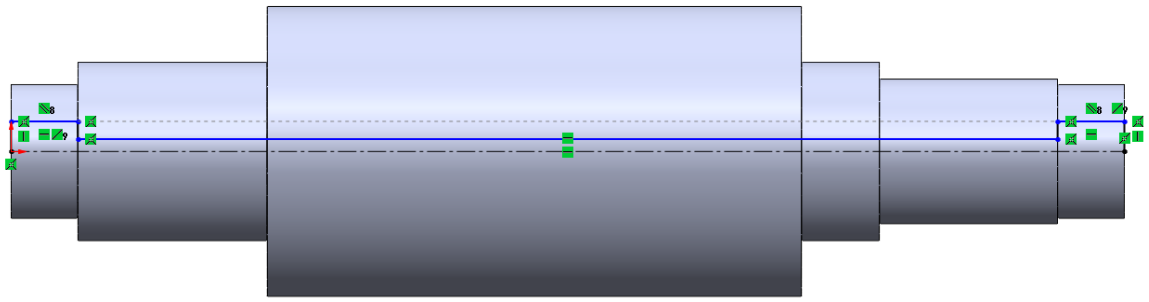
Після вибору профілю і задання осі обертання, можна вибрати тип різання, наприклад, складний, звичайний або конічний. Після цього можна встановити розміри вирізу та додаткові параметри, такі як глибина різання, нахил і т.д.

Однією з важливих переваг функції **Revolved Cut** є те, що вона дозволяє створювати складні форми вирізів, що можуть бути складні для створення за допомогою інших інструментів. Крім того, ця функція є досить простою у використанні і дозволяє швидко створювати складні форми вирізів без необхідності вручну налаштовувати кожний елемент.

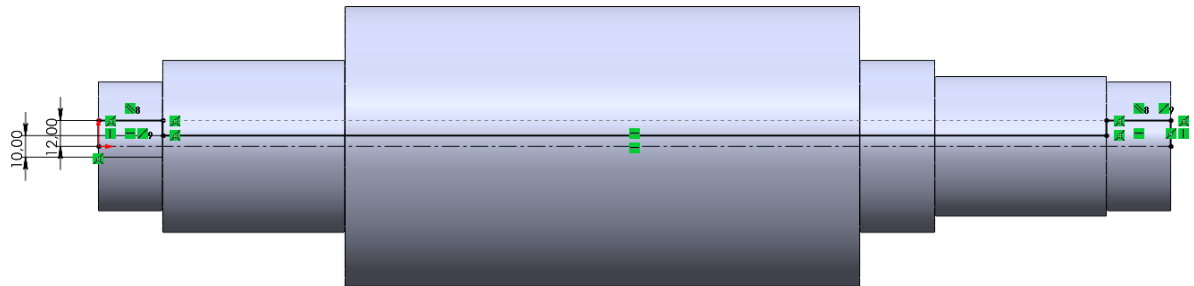
Оберіть насупний інструмент.



Після вибору інструменту "Повернутий виріз", визначте площину, яка потрібна вам. У цьому випадку, вам необхідна площина спереду. Щоб встановити цю площину, проведіть довільні лінії на ескізі. Ці лінії будуть використовуватися як проточка:

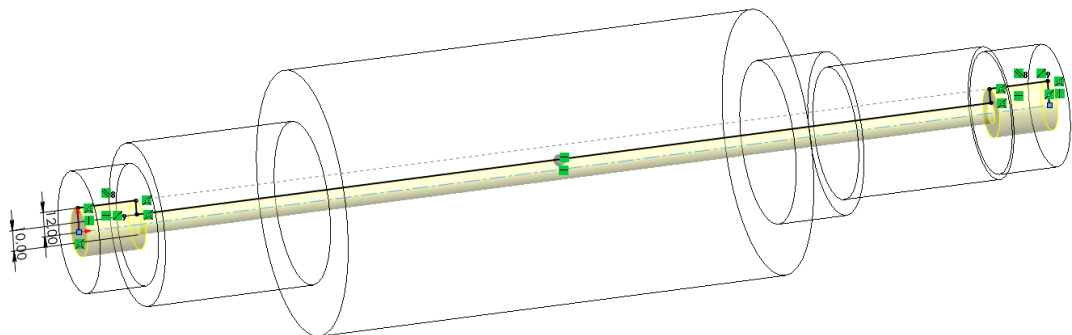


Проставте розміри:

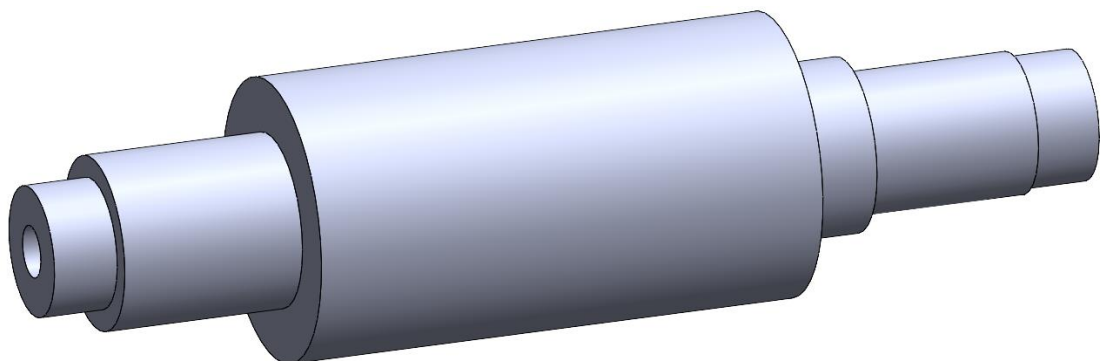


Ця осьова лінія використовуватиметься для вирізу.

У попередньому перегляді можна бачити, як буде проведено виріз. Зверніть увагу на візуалізацію, яка показує, як виріз буде виглядати на об'єкті.



Перемкніть ескіз на 3D-модель. Підтвердіть модель. Проточка готова.



### 3.4 Допоміжна геометрія

#### Площини

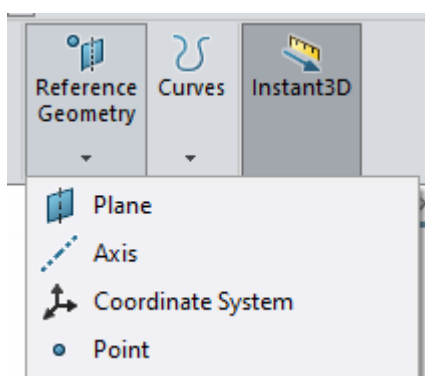
Створіть новий файл для розгляду функції **Допоміжна геометрія**.

Функція **Reference Geometry** у Solidworks використовується для створення спеціальних геометричних об'єктів, які можуть бути використані як посилання для створення інших функцій в моделі.

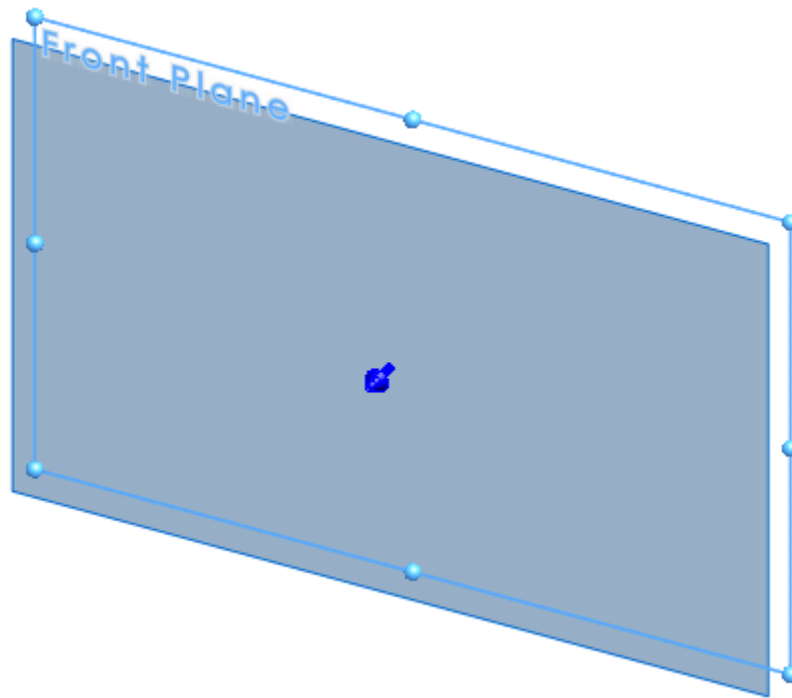
Ці геометричні об'єкти можуть включати площини, осі, точки, криві, координатні системи та інші геометричні елементи.

Наприклад, якщо потрібно створити виступ на поверхні деталі, можна створити площину, що проходить через центр виступу і використовувати її як вхідний параметр для функції **Extrude**. Або, якщо потрібно створити різцеву площину на поверхні деталі, можна створити нову площину, яка проходить через точку на поверхні, яка вказує на початок різця, і використовувати цю площину як вхідний параметр для функції **Cut Extrude**.

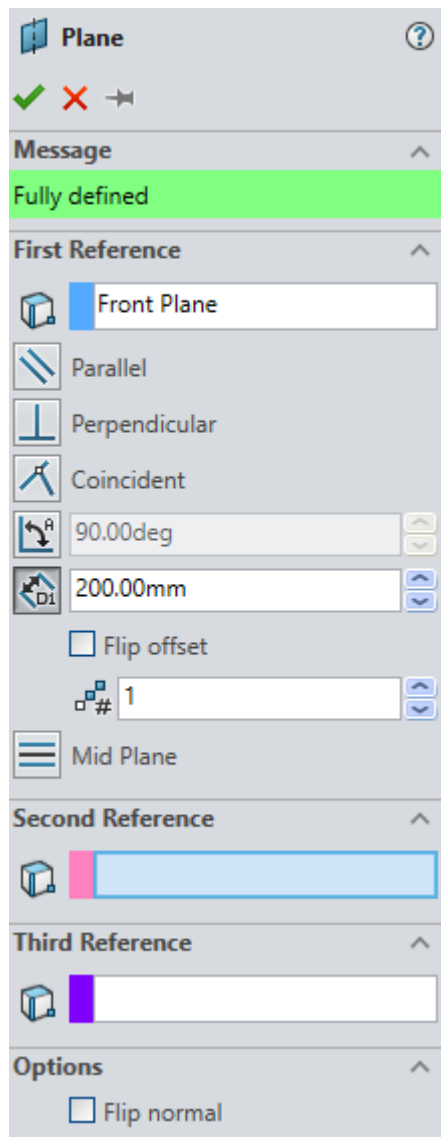
Функція **Reference Geometry** дозволяє користувачам створювати складні геометричні об'єкти та посилання, що можуть бути використані для створення більш складних функцій в Solidworks. Вона дозволяє раціонально використовувати час та збільшувати продуктивність під час проектування та моделювання.



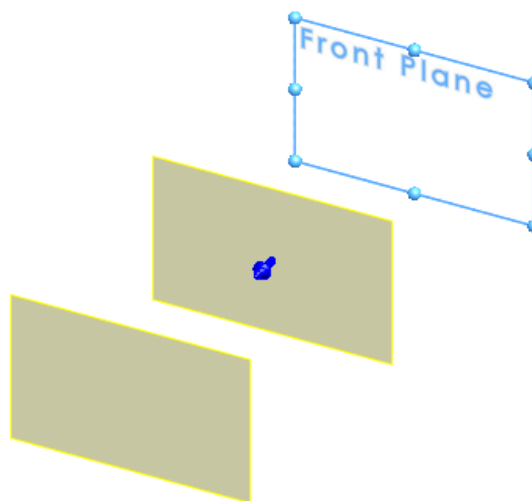
Будь ласка, створіть площину, вказавши її параметри за допомогою наданого посилання.



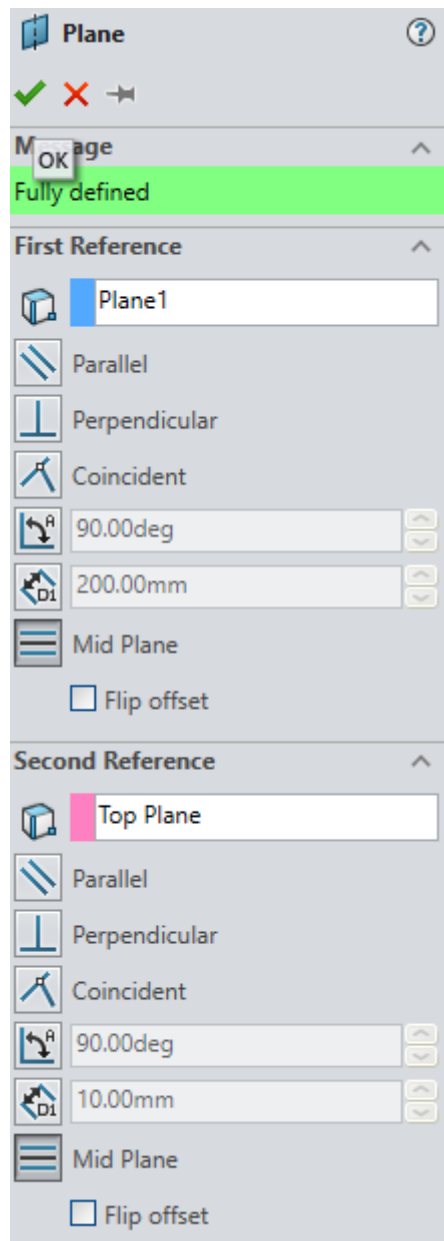
Будь ласка, побудуйте площину спереду відносно нашої площини, використовуючи додаткові параметри побудови. Відстань між площинами буде 200 мм. Крім того, будь ласка, вкажіть, скільки площин потрібно створити - одну, дві чи більше.

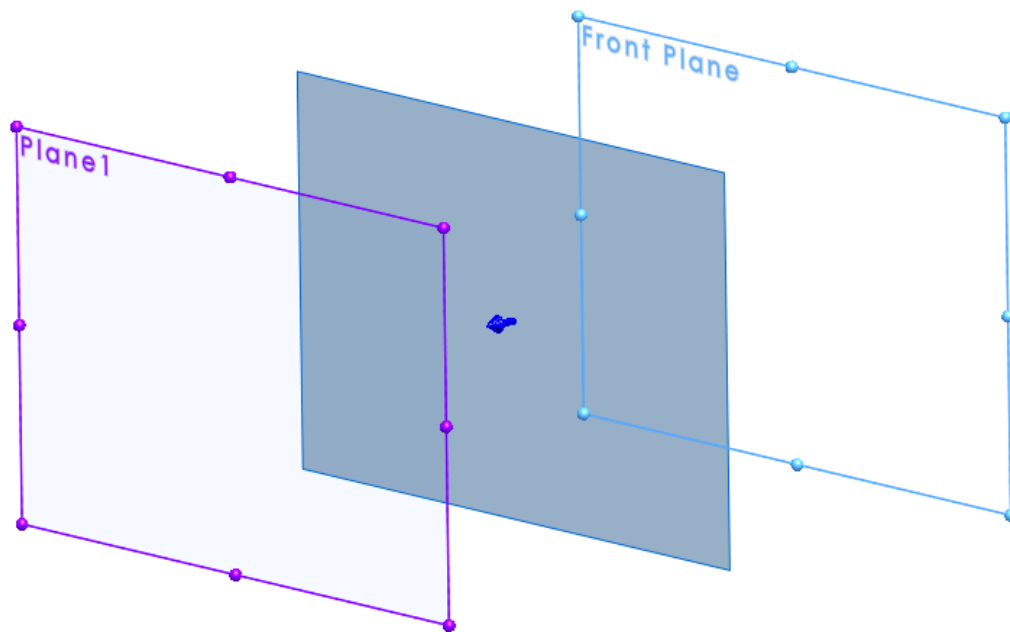


Виберіть дві площини. Таким чином, буде додана площина для третього ескізу.



Було створено Площину 1 та Площину 2, що розташовані на відстані 200 мм від базової площини. Будь ласка, створіть площину, яка знаходиться в середині між основною площиною та площиною, яку ми створили.





Можливо створювати площини під різними кутами, паралельні, перпендикулярні або дотичні, залежно від базових об'єктів, на які ми посилаємося.

### 3.5 Операції по траєкторії

#### Бобишка по траєкторії

Продовжимо вивчення команд побудови об'ємних тіл. Розглянемо команду **Бобишка/основа по траєкторії**.

Функція **Swept Boss** у програмі SolidWorks є однією з основних функцій, яка дозволяє створювати складні форми за допомогою витягування профілю через шлях, який може бути складним та криволінійним.

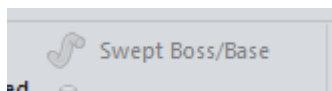
Для створення Swept Boss спочатку необхідно вибрати профіль, який буде витягуватися, та шлях, який буде слугувати напрямком витягування. Шлях може складатися з будь-якої комбінації ліній, дуг та інших елементів, що дозволяє створювати дуже складні форми.

Після вибору профілю та шляху, програма автоматично створює тіло за допомогою операції витягування профілю вздовж шляху. В результаті отримується об'єкт з тривимірною формою, що дозволяє втілювати будь-які ідеї в реальність.

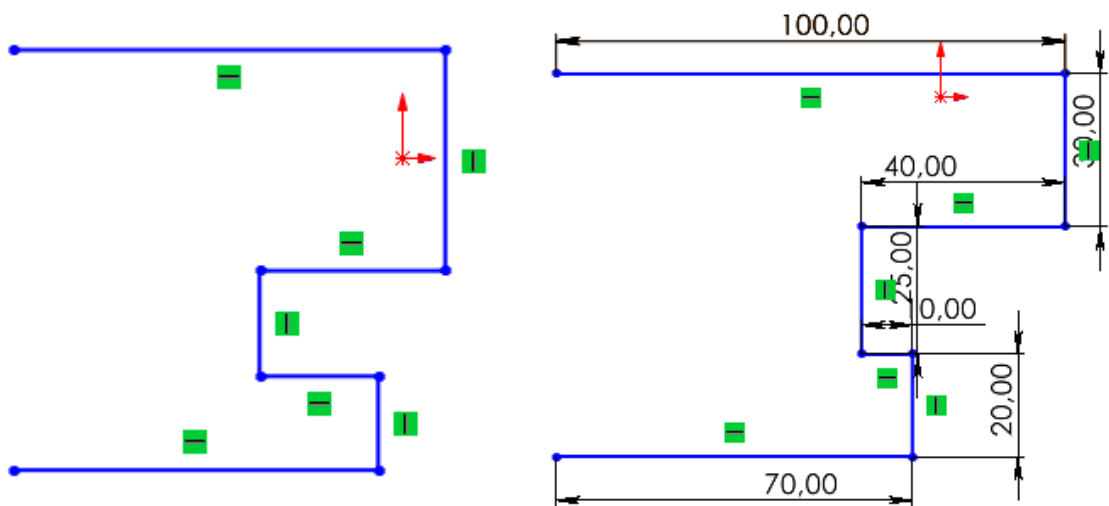
**Swept Boss** також має можливість керувати параметрами витягування, такими як товщина тіла, повороти та нахил профілю, радіуси дуг та багато іншого. Це дозволяє точно налаштувати вигляд тіла та дати йому потрібну форму для вирішення конкретних задач.

Створіть нову деталь.

Наразі команда не може бути використана, оскільки для її використання потрібно мати принаймні два ескізи.



Будь ласка, оберіть площину для побудови одного з ескізів. Спочатку створіть ескіз на площині, яка знаходиться зверху. Ескіз буде створений за допомогою звичайних ліній. Побудуйте довільний ескіз і вкажіть його розміри.

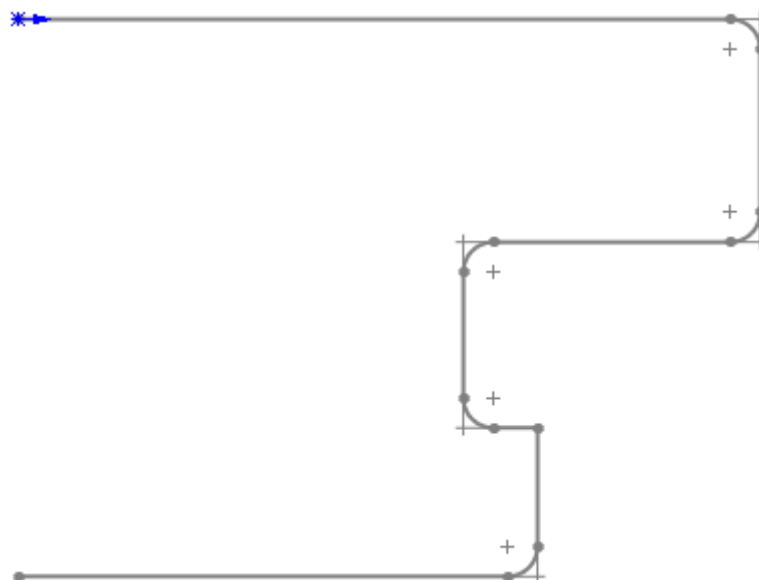


Тепер скругліть кути на ескізі, використовуючи інструмент "Заокруглення".

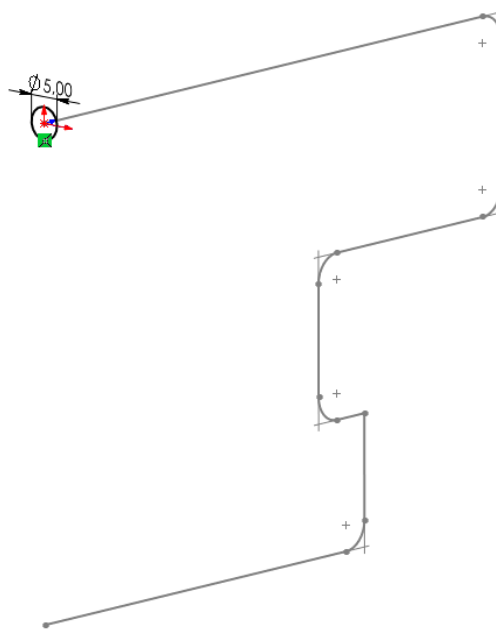
Встановіть радіус скруглення 4 мм і виділіть відрізки, які потребують скруглення.

Усі необхідні скруглення виконані. Можна підтвердити ескіз.

Ескіз підтверджено. Завершіть ескіз..



Зараз вам потрібно побудувати ескіз профілю деталі на площині, розташованій праворуч. Площина "Праворуч" буде перпендикулярна до площини головного ескізу. Крім того, побудуйте коло і вкажіть його розмір - 5 мм. Після цього підтвердіть завершення ескізу.



Загальний ескіз, який складається з двох елементів, готовий.

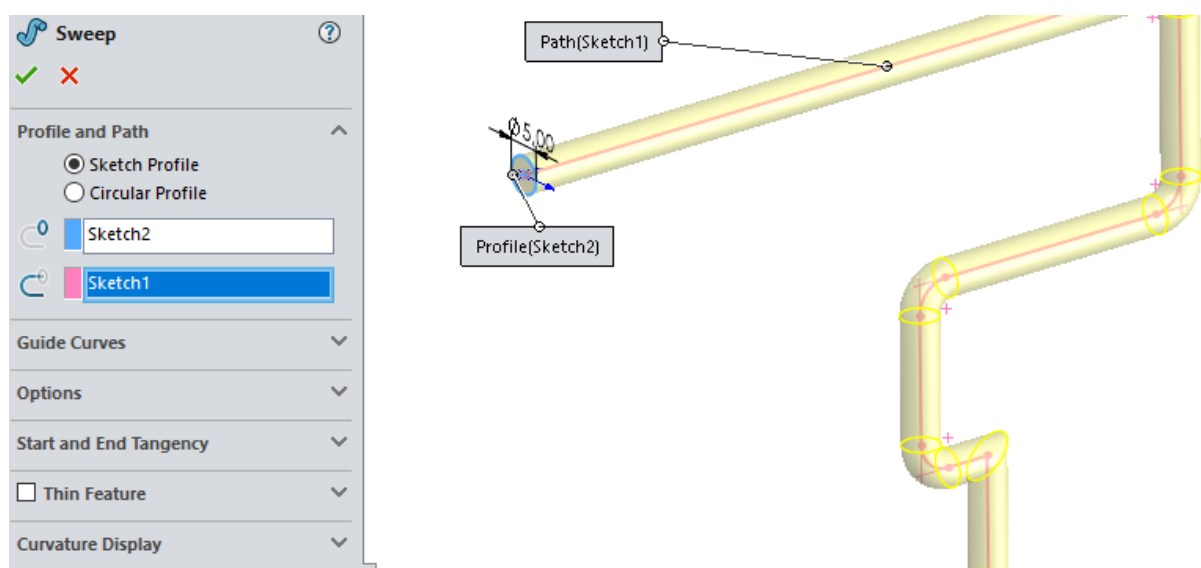
Тепер команда "Бобишка/основа по траєкторії" стала активною, оскільки у проекті присутні два ескізи.

Активуйте команду "Бобишка/основа по траєкторії".

У діалоговому вікні виберіть ескіз для профілю та напрямку.

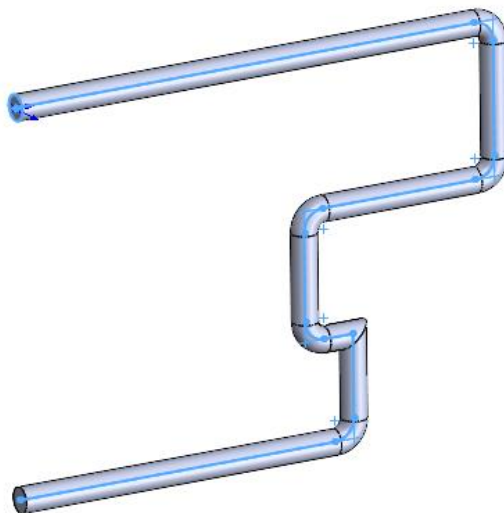
Ескіз 2 буде використаний як профіль, а Ескіз 1 - як напрямок.

Натисніть на порожнє поле і виберіть відповідні ескізи для профілю та напрямку.

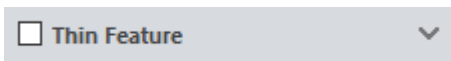


Натисніть кнопку "Завершити ескіз". Деталь, створена за допомогою

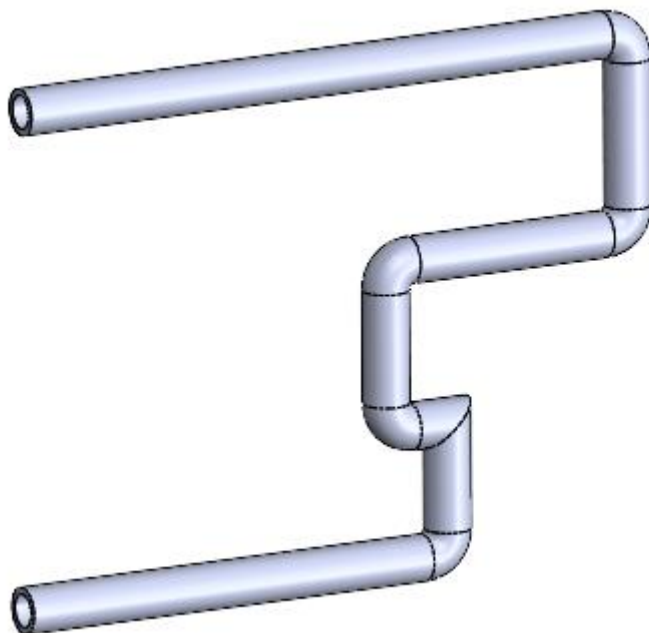
команди "Бобишка/основа по траекторії", тепер має такий вигляд:



Таким чином можна створити і тонкостінний елемент.



Та отримати трубу:



Ця команда також здатна працювати з тривимірним ескізом.

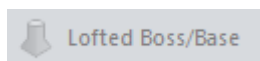
## Бобишка за перерізом

Функція **Lofted Boss** в програмі SolidWorks дозволяє створювати тіла, що складаються з кількох профілів, розташованих у різних положеннях та напрямках. Ця функція може використовуватися для створення складних поверхонь та тіл з гладким переходом між профілями.

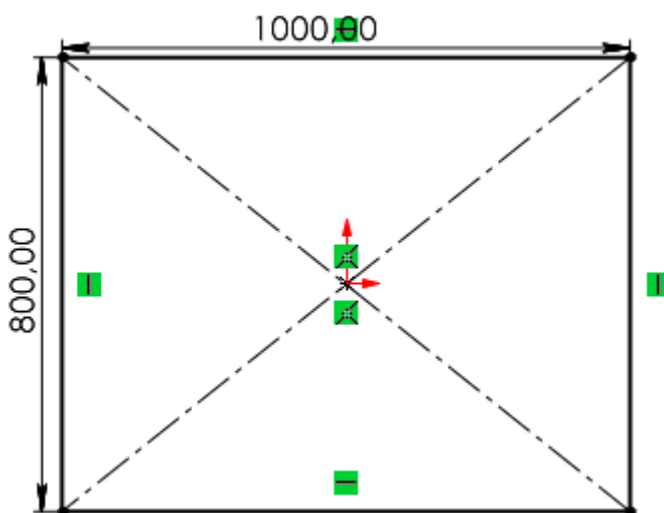
Для створення **Lofted Boss** необхідно вибрати декілька профілів, які будуть використовуватися в операції. Кожен профіль може мати різний розмір, форму та напрямок. Програма SolidWorks автоматично з'єднає профілі у гладку поверхню, згладжуючи будь-які переходи та забезпечуючи гладкий результат.

Для кращого керування формою тіла, **Lofted Boss** має ряд параметрів, які можуть бути налаштовані користувачем. Наприклад, ви можете встановити кількість проміжних точок для профілів, щоб забезпечити більш гладку поверхню. Також можна встановити тип перехрестя між профілями, щоб змінити характер переходу між профілями.

За допомогою команди "Бобишка/основа по перерізам" ви зможете створити нову деталь. Ця команда дозволяє будувати складніші тіла.



На площині "Спереду" ви можете побудувати прямокутник, що використовується як перехідник із прямокутника на коло.



Завершіть процес побудови, щоб продовжити далі.

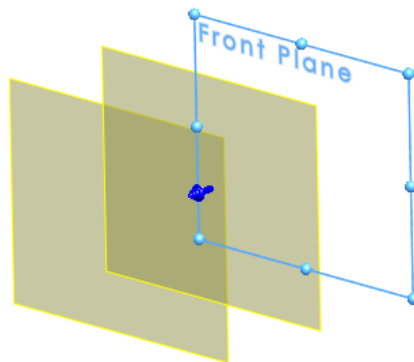
Тепер ми повинні створити наступний ескіз, на який буде здійснено перехід.

Використайте Допоміжну геометрію для побудови площини, на якій маємо виконати ескіз. У цьому випадку ми вирішимо побудувати коло.

Створіть нову площину, вказавши необхідний параметр - посилання.

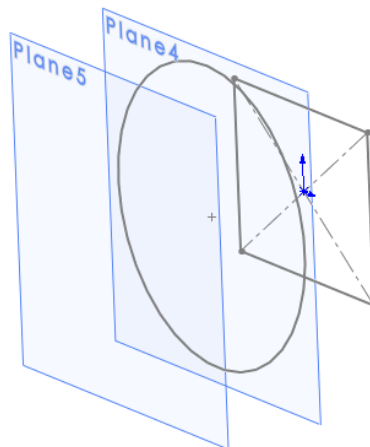
За допомогою вказаної відстані 500 мм побудуйте площину спереду від нашої початкової площини. Також можна вказати, скільки площин потрібно створити - одну, дві і так далі.

Виберіть дві площини, щоб додати площину для третього ескізу.



Було створено дві площини, Площина 1 і Площина 2, розташовані на відстані 500 мм від базової площини.

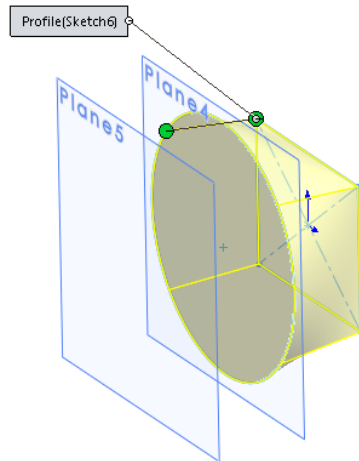
Оберемо Площину 1 і створимо ескіз кола з діаметром 1400 мм.



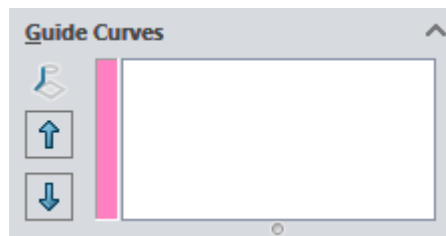
Будь ласка, підтвердіть ескіз.

Виберіть команду Бобишка для виконання перерізу та два профілі.

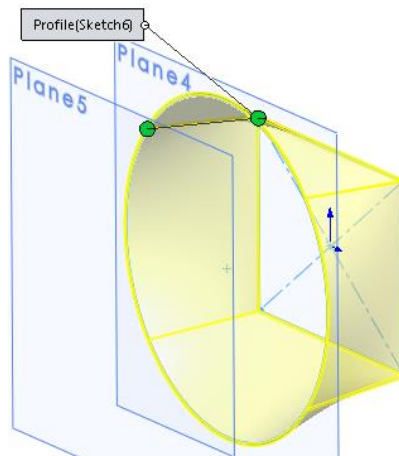
Було створено бобишку, яка складається з прямокутника та кола.



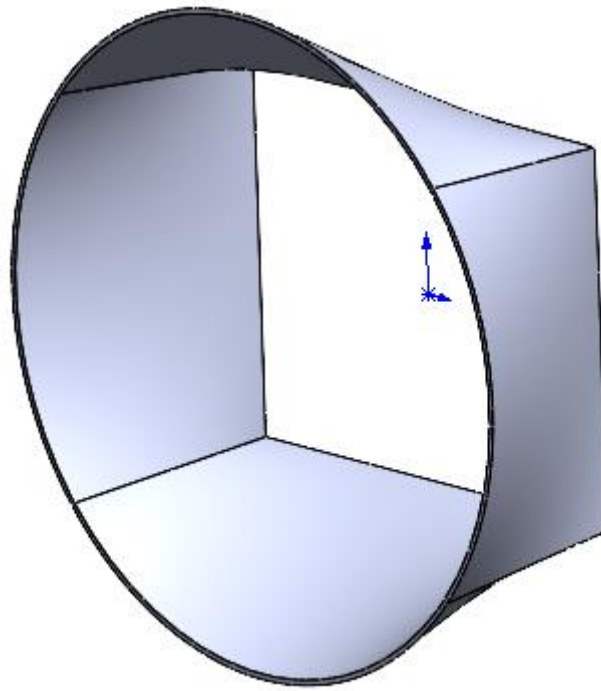
Додатково ви також можете вибрати напрямні криві, які будуть відображати перехід траєкторією.



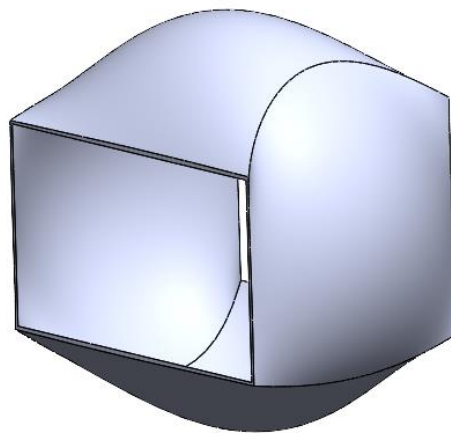
Крім того, ви також можете вказати тонкостінний елемент. В параметрах вкажіть товщину 10 мм.



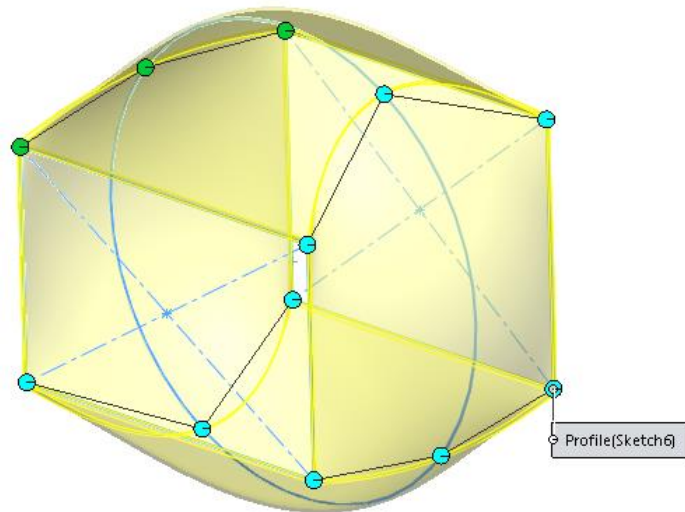
Ми отримали перехідник, який забезпечує з'єднання між прямокутним та круглим перерізом.



У дереві структури виберіть "Площина 2" і створіть ескіз. Побудуйте прямокутник розмірами 700 на 1100 мм. Потім повторно скористайтеся функцією "Бобишка" для виконання перерізу.



Для редагування елемента, зверніть увагу на точки, які визначають його положення та форму.



Всі точки побудови є симетричними і мають визначену послідовність. Ви можете переміщувати ці точки, щоб досягти бажаного зображення.

Для забезпечення повного контролю над згинанням та деформацією, рекомендується створювати окремі ескізи для будівництва кривих. Ці криві повинні перетинати ескізи, через які проходить переріз.

## Виріз по траєкторії

Функція **Swept Cut** в програмі SolidWorks дозволяє створювати вирізи на деталях, що формуються шляхом руху профілю вздовж шляху. Це дозволяє створювати складні форми вирізів на деталях, що не можуть бути створені за допомогою інших інструментів.

Для створення вирізу з використанням **Swept Cut** необхідно вибрати профіль, який буде використовуватися для вирізання, та шлях руху профілю, який може бути будь-якої форми, такої як лінія, дуга, сплайн тощо. Можна використовувати також комбінації різних форм.

Після вибору профілю та шляху руху можна задати параметри вирізу, такі як глибина, кут нахилу, радіуси тощо. Функція **Swept Cut** також дозволяє використовувати профілі з різною формою на початку та кінці шляху руху, що дозволяє створювати складні вирізи з різними формами на початку та кінці вирізу.

Однією з важливих переваг функції **Swept Cut** є те, що вона дозволяє створювати складні форми вирізів, що можуть бути складні для створення за допомогою інших інструментів. Крім того, ця функція є досить простою у використанні і дозволяє швидко створювати складні форми вирізів без необхідності вручну налаштовувати кожний елемент.

## Виріз по заданому перерізу

Функція **Lofted Cut** в програмі SolidWorks дозволяє створювати вирізи на деталях, що формуються за допомогою переходу між двома або більше профілями. Це дозволяє створювати складні форми вирізів на деталях, що не можуть бути створені за допомогою інших інструментів.

Для створення вирізу з використанням **Lofted Cut** необхідно вибрати два або більше профілі, які будуть використовуватися для вирізання, та задати шлях переходу між ними. Шлях переходу може бути будь-якої форми, такої як лінія, дуга, сплайн тощо. Можна використовувати також комбінації різних форм.

Після вибору профілів та шляху переходу можна задати параметри вирізу, такі як глибина, кут нахилу, радіуси тощо. Функція **Lofted Cut** також дозволяє використовувати профілі з різною формою на початку та кінці шляху переходу, що дозволяє створювати складні вирізи з різними формами на початку та кінці вирізу.

Однією з важливих переваг функції **Lofted Cut** є те, що вона дозволяє створювати складні форми вирізів, що можуть бути складні для створення за допомогою інших інструментів. Крім того, ця функція є досить простою у використанні і дозволяє швидко створювати складні форми вирізів без необхідності вручну налаштовувати кожний елемент.

### 3.6 Додаткові операції зі створення деталі

#### Скруглення

Функція **Fillet** в програмі SolidWorks дозволяє створювати скруглення на гранях 3D моделі. Вона може бути використана для зменшення різких кутів та забезпечення більш гладкої форми деталі.

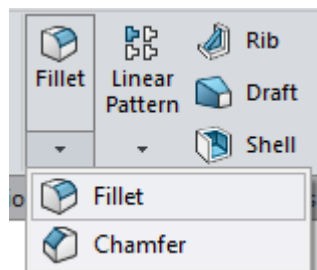
Щоб створити скруглення за допомогою функції **Fillet**, необхідно вибрати грані, на яких буде застосовано скруглення, а також задати радіус скруглення. Радіус може бути заданий як фіксований або як функція залежності, яка дозволяє змінювати його значення в залежності від інших параметрів деталі.

Окрім цього, функція **Fillet** має додаткові параметри налаштування, які дозволяють виконувати більш точні налаштування скруглення. Наприклад, можна встановити додаткові параметри, такі як тип скруглення (константний, квадратний, кубічний), напрямок скруглення (внутрішній або зовнішній), чутливість до сусідніх граней та інші.

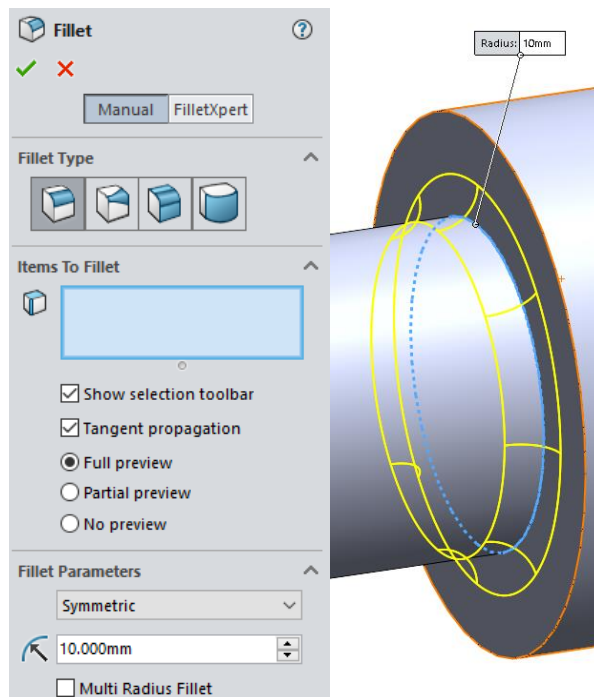
Функція **Fillet** може бути використана для створення скруглень на будь-яких гранях, включаючи кутові грані та грані, що перетинаються під різними кутами. Крім того, функція **Fillet** дозволяє створювати скруглення з різним радіусом на різних гранях, що дозволяє створювати більш складні форми деталей.

Відкрийте файл під назвою "Вал".

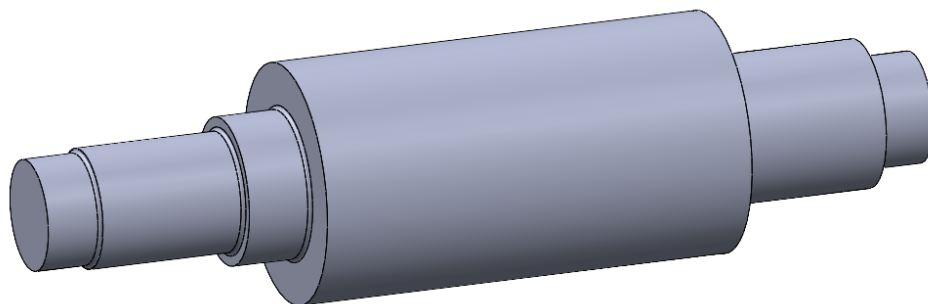
Виберіть опцію "Скруглення" в меню команд.



Виберіть опцію "Скруглення з постійним розміром" для виконання скруглення елементів. Виберіть потрібну кромку та виділіть її для застосування скруглення.



Будь ласка, зверніть увагу, що SolidWorks за умовчанням встановлює радіус заокруглення 10 мм. Однак, для цієї деталі таке значення є надто великим. Щоб встановити радіус заокруглення 2 мм на всіх кромках, будь ласка, змініть це значення відповідно до потреб вашого проекту.



У дереві побудови з'явилася нова команда "Скруглення 1", яку можна відредагувати. Щоб редагувати цю команду, скористайтесь звичайним способом: натисніть ліву кнопку миші на команді "Скруглення 1" і виберіть опцію "Редагування елемента".

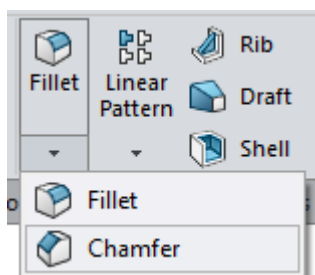
## Фаска

Функція **Chamfer** в програмі SolidWorks дозволяє створювати фаски на ребрах або вершинах моделей, змінюючи їх геометрію. Фаски можуть бути різних форм та розмірів, і вони допомагають поліпшити зовнішній вигляд деталі та сприяють зменшенню напружень на ребрах.

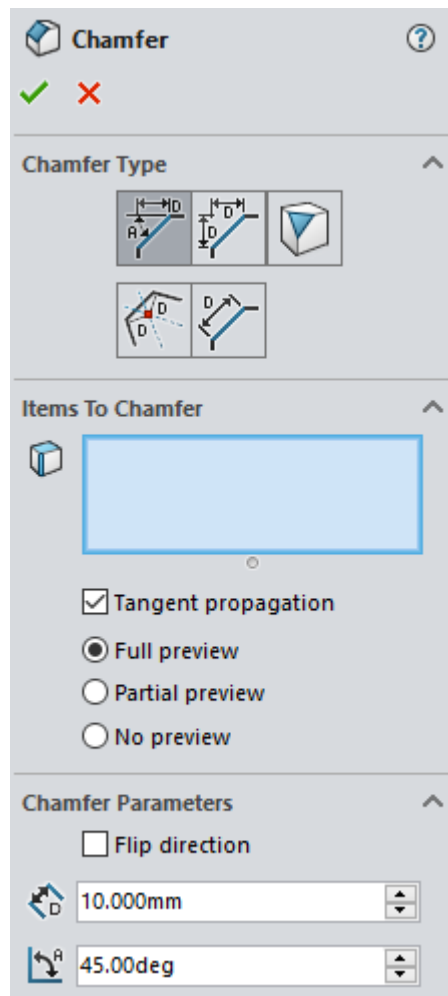
Функція **Chamfer** дозволяє створювати різноманітні форми фасок, включаючи конічні, сферичні та косоугольні фаски. Крім того, ви можете вказати розмір фаски, визначивши відстань між двома зустрічними гранями. Це дозволяє вам настроїти форму та розмір фаски для оптимальної функціональності та зовнішнього вигляду деталі.

Функція **Chamfer** також дозволяє створювати фаски на декількох ребрах одночасно, застосовувати фаску з різних боків ребра, а також автоматично створювати фаски відповідно до заданого розміру.

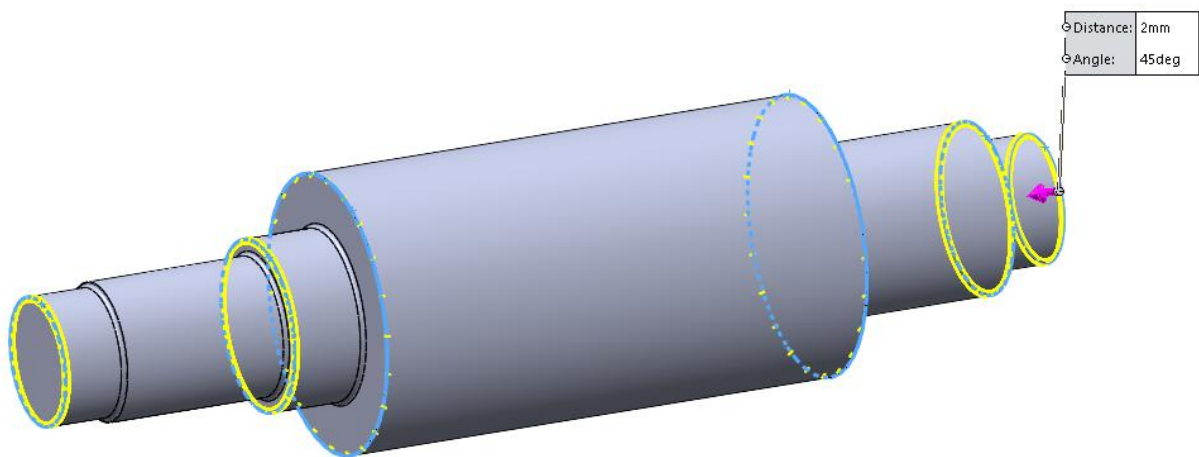
Додайте фаски.



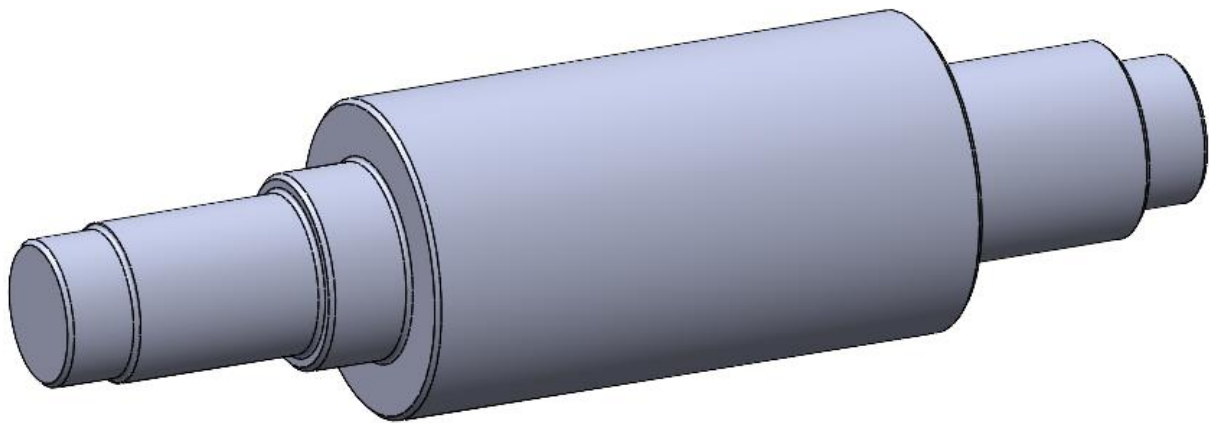
У діалоговому вікні оберіть опцію "Грані та кромки".



Оберіть фаску 2 мм.



Підтвердіть. Фаска побудована.



## Отвір/різьба

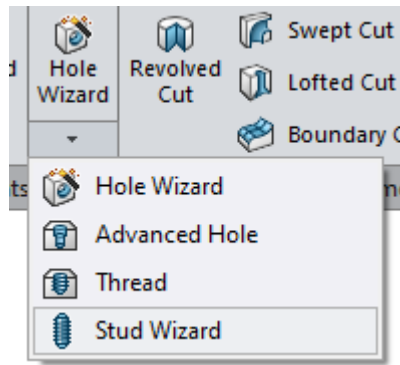
Функція **Hole Wizard** в програмі SolidWorks дозволяє швидко та просто створювати отвори на поверхні деталі. Вона містить більше 100 стандартних конструкцій отворів, які можуть бути використані для різноманітних завдань.

Щоб створити отвір за допомогою **Hole Wizard**, спочатку необхідно вибрати тип отвору зі списку стандартних конструкцій. Потім вибрати тип різця, наприклад, звичайний, похилий або конічний, і вказати розміри отвору. Після цього можна налаштувати додаткові параметри, такі як кількість отворів, розмір розсічення, глибина, нахил та інші.

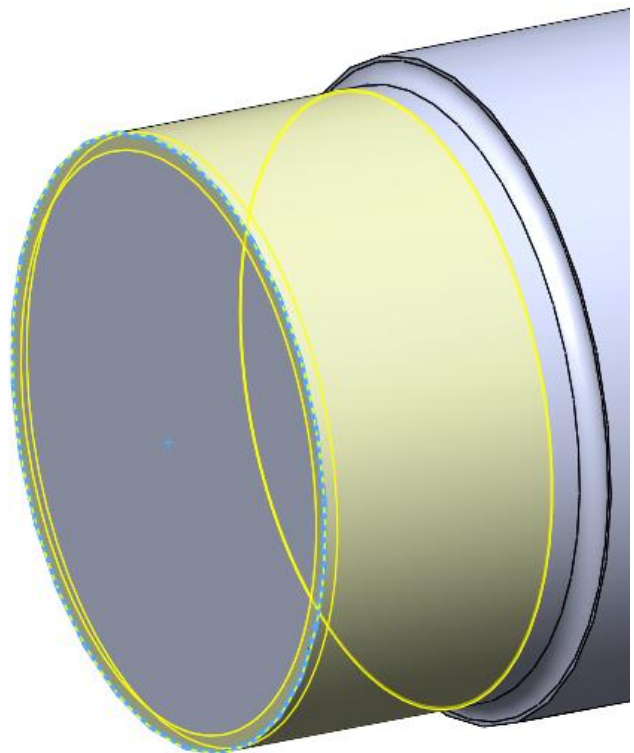
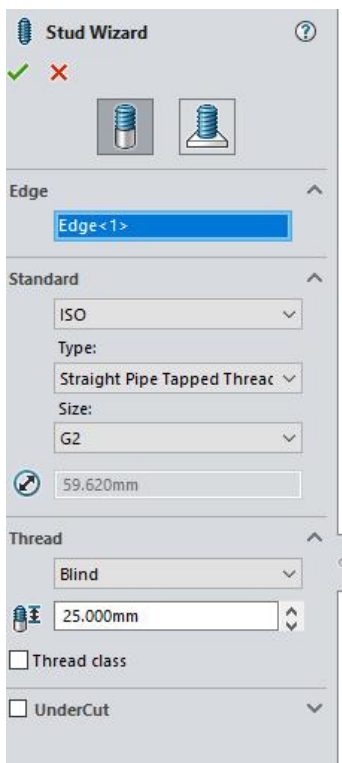
**Hole Wizard** також має функцію автоматичної додаткової геометрії. Це дозволяє користувачу автоматично створювати додаткові елементи, такі як скиби та виступи, які необхідні для кріплення та фіксації елементів.

Іншою корисною функцією **Hole Wizard** є можливість створювати власні шаблони отворів та зберігати їх для майбутнього використання. Крім того, ця функція дозволяє користувачеві зберігати конфігурації отворів в межах одного документу, що дозволяє ефективніше керувати проектами.

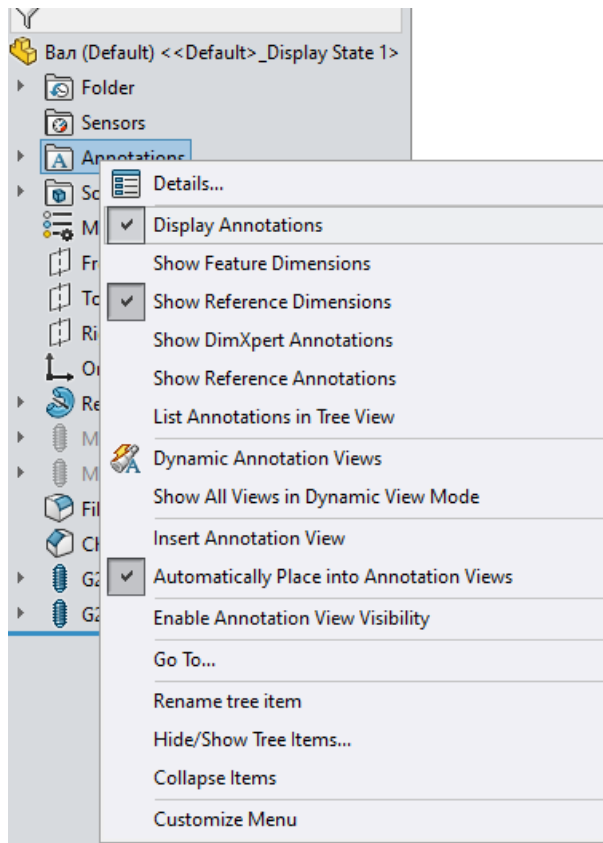
Застосуйте зовнішнє різьблення на обох кінцях вала.



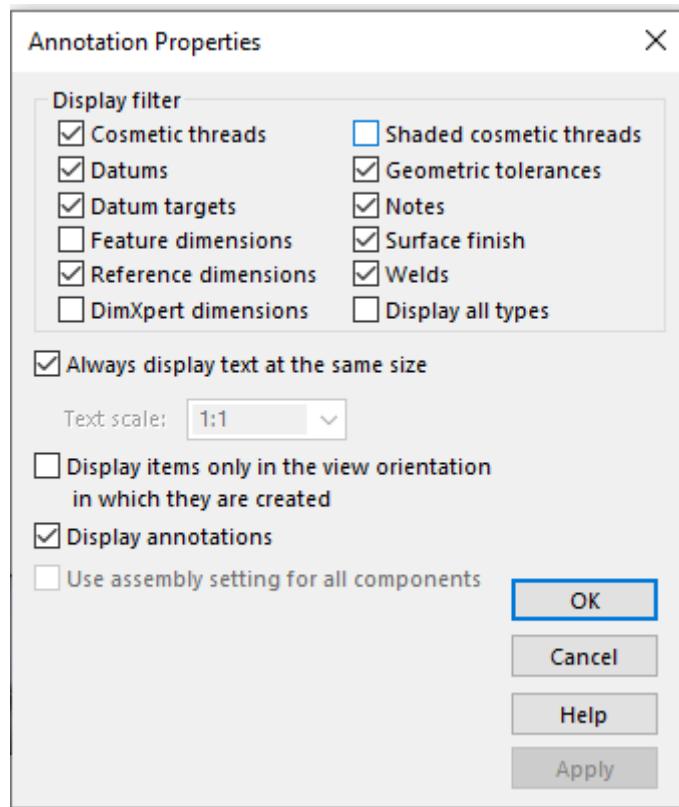
Оберіть опцію "Різьба" і встановіть стандарт ISO для розміру G2".  
Встановіть граничну умову на задану довжину та вкажіть Умовний вигляд різьби.

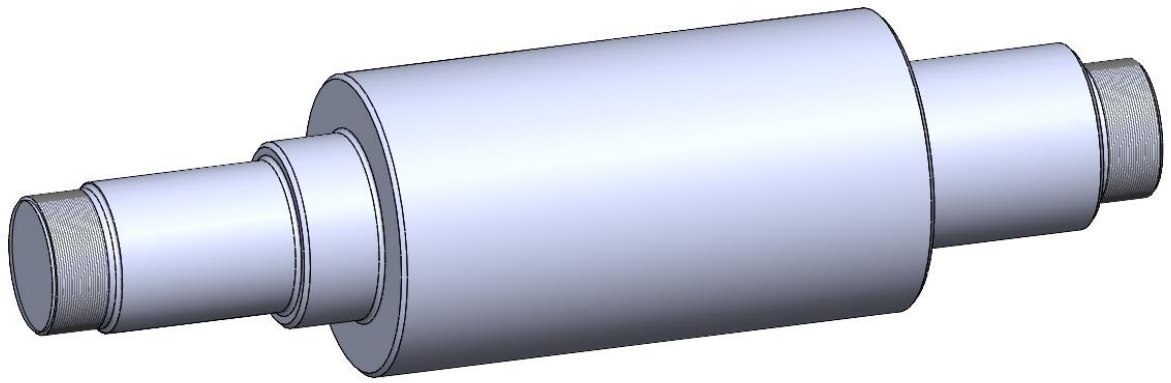


Для керування відображенням виберіть опцію "Анотації" і переконайтеся, що прапорець "Відобразити анотації" встановлений.



Перейдіть до вкладки "Деталізація" і активуйте опцію "Умовне відображення різьби", поставивши прапорець.





Різьбові отвори у деталі створюються за таким самим принципом.

### 3.7 Створення масиву операцій

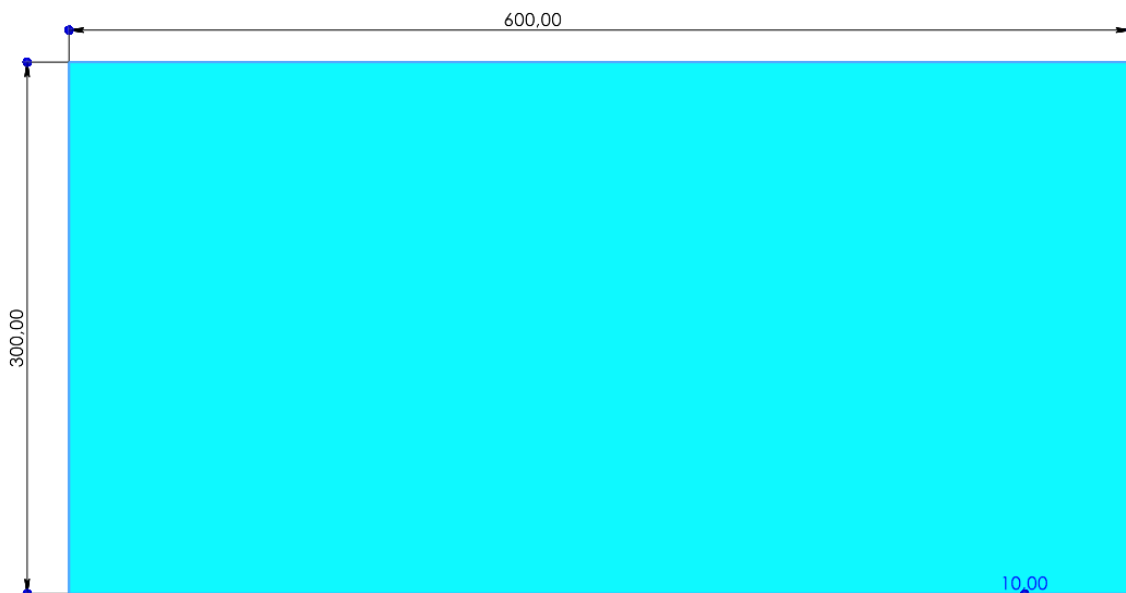
#### Лінійний масив

Функція **Linear Pattern** в програмі SolidWorks дозволяє створювати лінійний масив копій об'єкту або функції. Це дозволяє швидко створювати деталі з повторюваними візуальними елементами, такими як отвори, скруглення, ребра тощо.

Для того, щоб створити лінійний масив, необхідно вибрати об'єкт або функцію, яку необхідно скопіювати, вибрати напрямок та відстань між копіями та вказати кількість копій. Функція **Linear Pattern** може бути використана для створення масивів з будь-яким об'єктом або функцією, включаючи витяги, отвори, скруглення та інші.

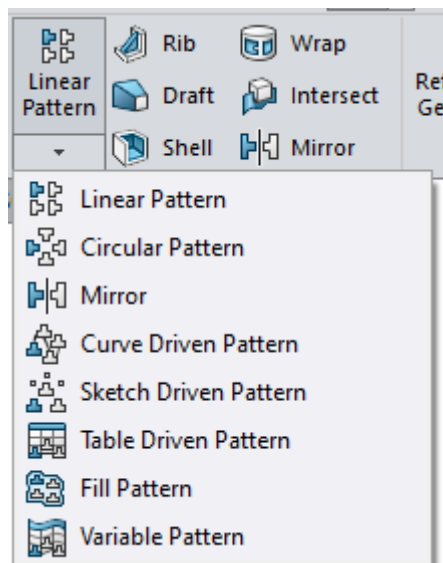
Крім того, функція **Linear Pattern** має додаткові параметри налаштування, такі як можливість зміни розміру та орієнтації копій, налаштування взаємного розміщення та відстані між копіями, зміну типу масиву та інші.

Будь ласка, створіть деталь з назвою "Плита", яка має товщину 10 мм.



Можна використовувати масиви як у 2D-ескізі, так і після побудови 3D-деталі.

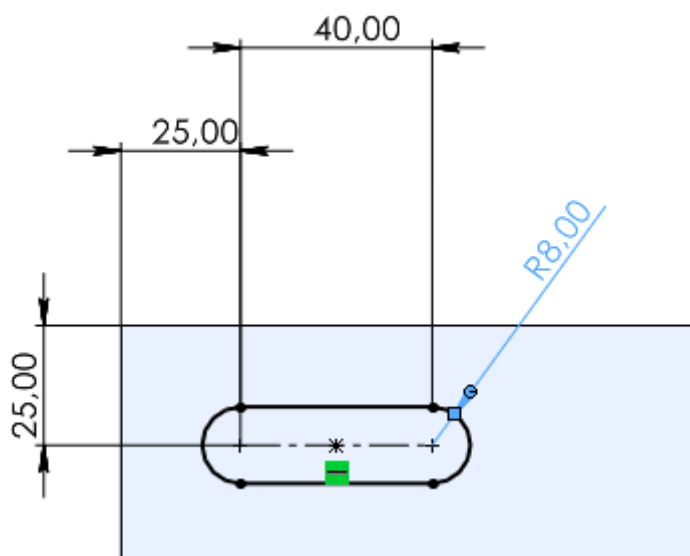
Давайте розглянемо інструмент "Лінійний масив".



Використовуючи деталь "Плита" як приклад, створіть два ряди отворів у формі паза по краях.

Потім зробіть "Пряму прорізь" на поверхні деталі.

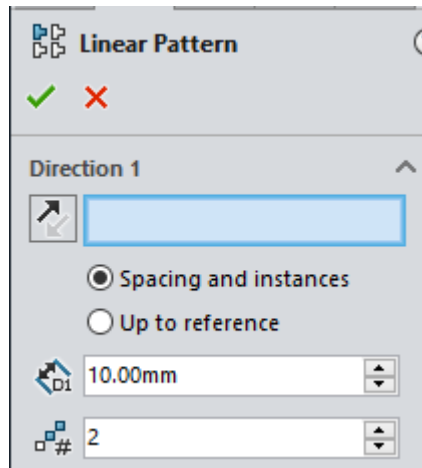
Намалюйте паз на ескізі і встановіть необхідні розміри.



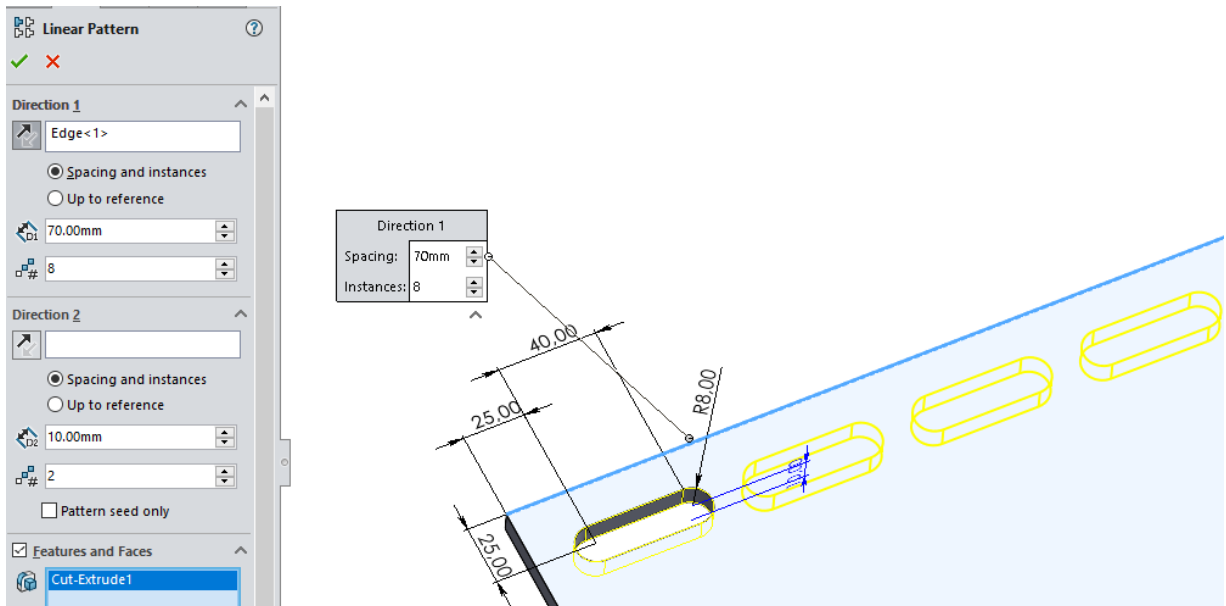
Ескіз повністю визначено. Виділіть паз і задайте для нього функцію "Наскрізь" в "Напрямі 1".

Елемент у деталі виконаний.

Тепер потрібно виконати масив цього елемента. Викличте команду "Лінійний масив".



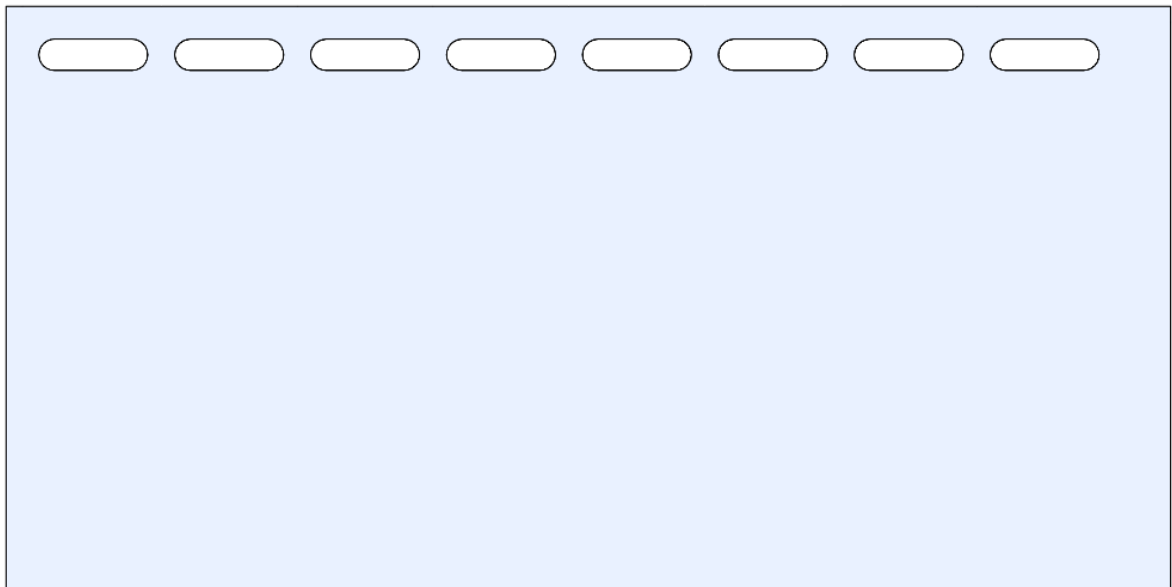
У діалоговому вікні лінійного масиву, у полі "Напрям 1", вкажіть, що масив буде направлений вздовж кромки деталі.



Тепер проставте решту розмірів: відстань між пазами - 70 мм, кількість пазів - 8.

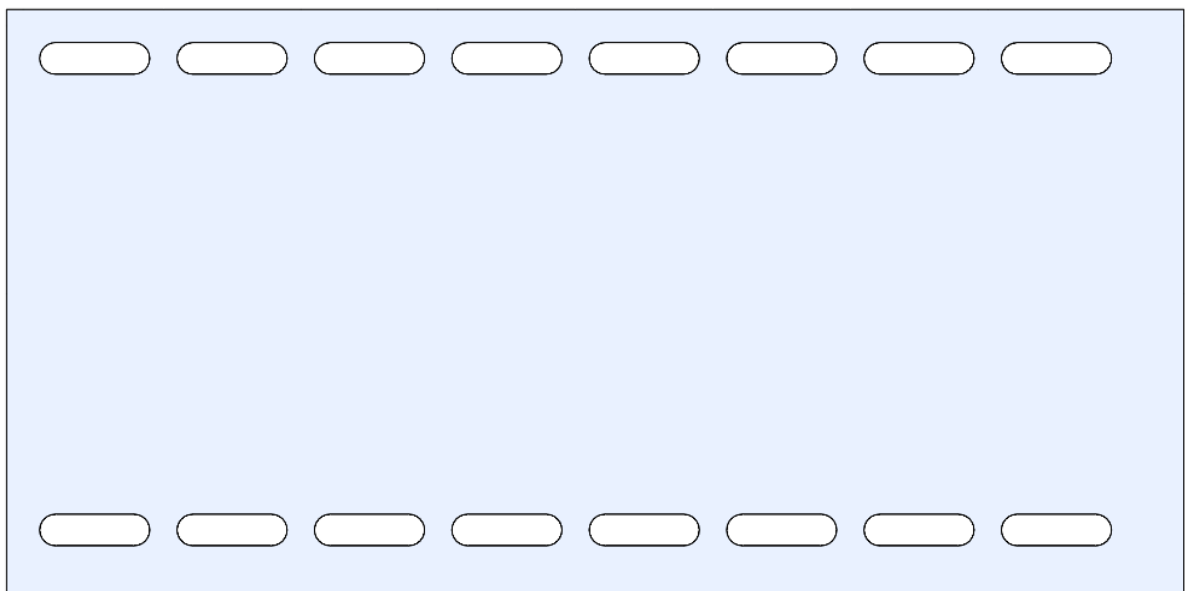
Підтвердіть ескіз.

Ви можете побачити, що прорізи вибудувалися вздовж кромки по всій довжині деталі.

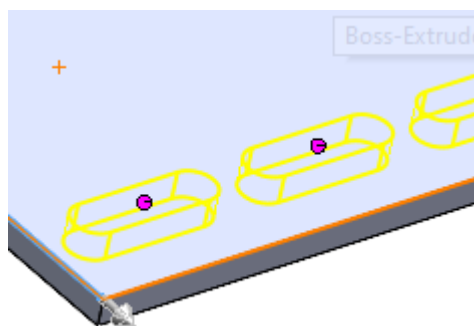


Відредагуйте визначення масиву.

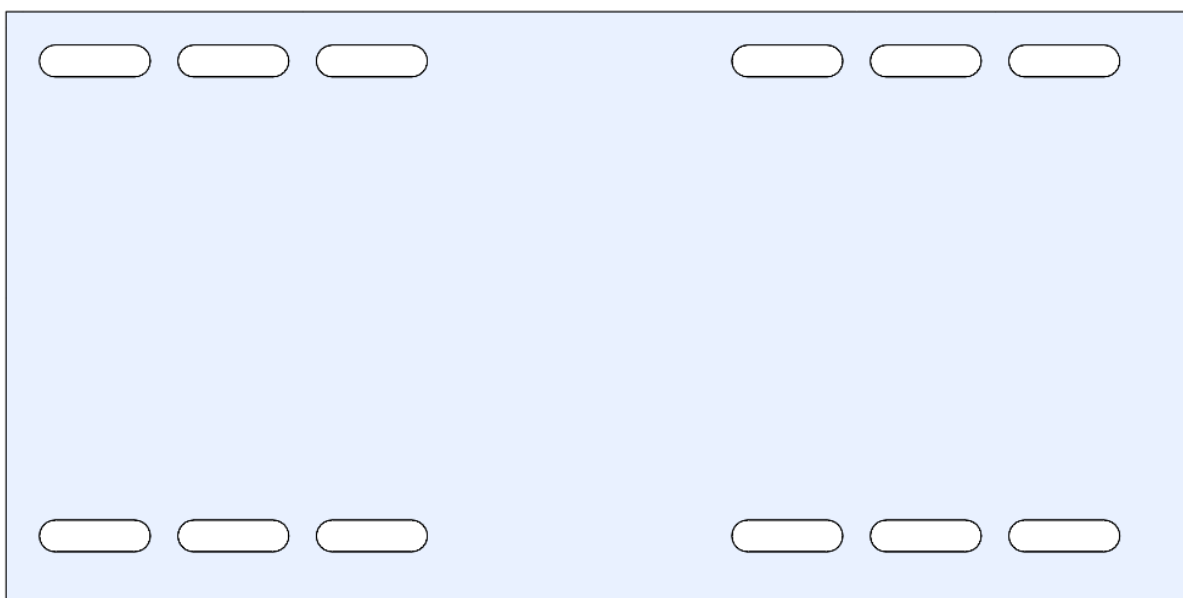
У полі "Напрям 2" вкажіть горизонтальну кромку. Задайте кількість екземплярів - 2 і відстань між ними - 240 мм. Також змініть напрямок. В результаті, з іншого боку деталі, буде дублюватися ряд, який був створений раніше.



Далі видаліть кілька вирізів, які не потрібні. Для цього знову відкрийте вкладку "Пропустити екземпляри" в діалоговому вікні редагування масиву. Ви можете побачити, що кожен з вирізів позначений рожевою міткою.



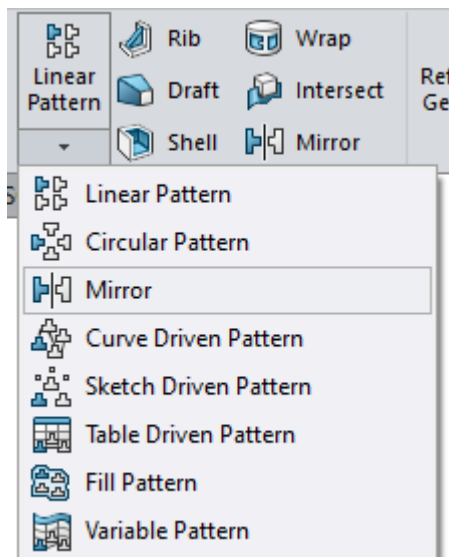
При натисканні лівою клавiшею миші на рожеву мiтку, елемент буде виключений з ескiзу. Видалiть чотири центральнi вирiзи, натискаючи на їх рожевi мiтки лiвою клавiшею миші.



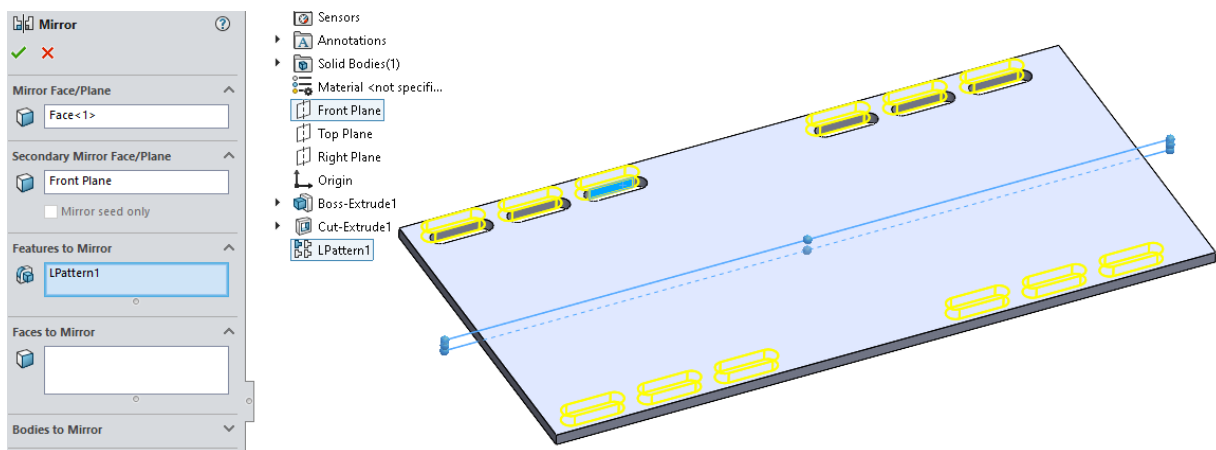
Розглянемо iнший варiант вiдображення масиву на деталi. Видалiть "Напрям 2" з ескiзу та пiдтвердiть його видалення.

### **Дзеркальне вiдображення**

Тепер виберiть функцiю "Дзеркальне вiдображення" в "Лiнiйному масивi".



Відкрийте "Дерево побудови" і виберіть площину, щодо якої ви хочете зробити дзеркальне відображення. Виберіть площину "Зправа".



## Масив по колу

Даний вид масиву працює по аналогії з масивом для ескізів, що розглянуто в розділі «**2.1 Масиви**».

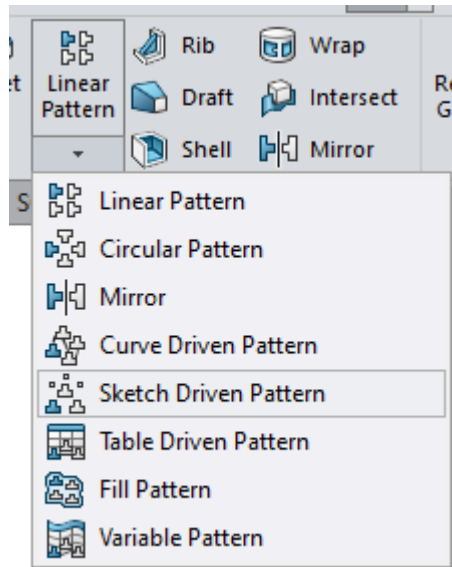
Він дозволяє створювати масив об'єктів вздовж кругової траєкторії. Ця функція дозволяє повторювати візуальні і функціональні особливості вздовж кругової траєкторії, такої як отвори, виступи, отвори для болтів та інші елементи.

Для використання цієї функції спочатку необхідно вибрати об'єкти, які необхідно повторити вздовж кругової траєкторії. Після вибору об'єктів необхідно вибрати вісь обертання та визначити кількість елементів, які

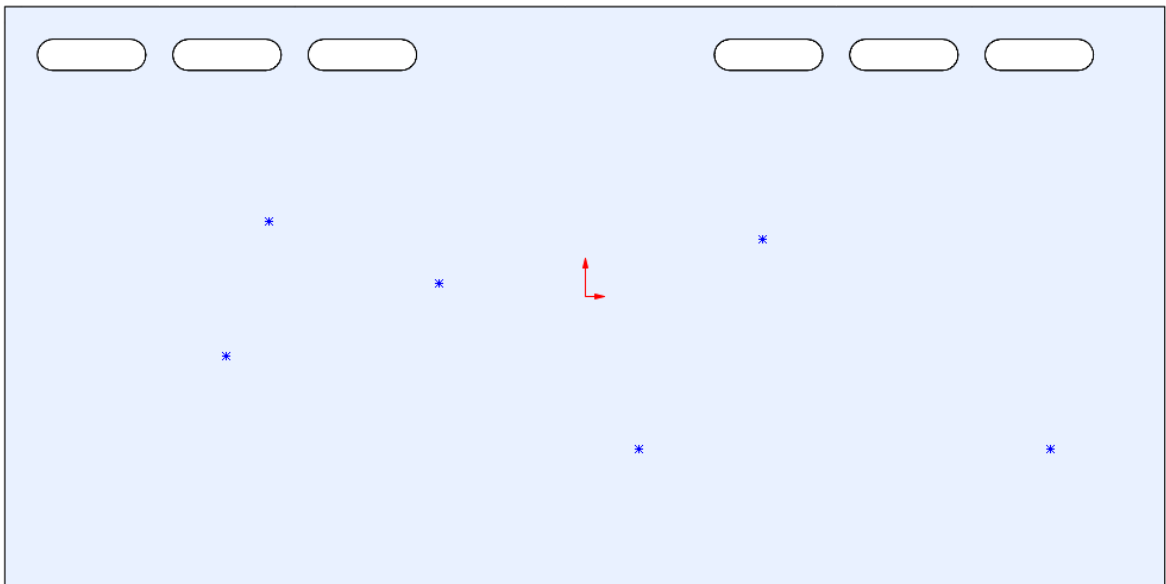
необхідно створити.

### Масив по точках

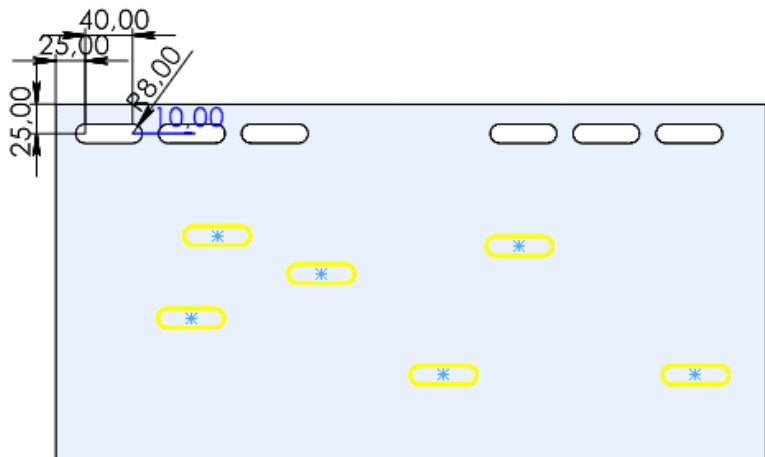
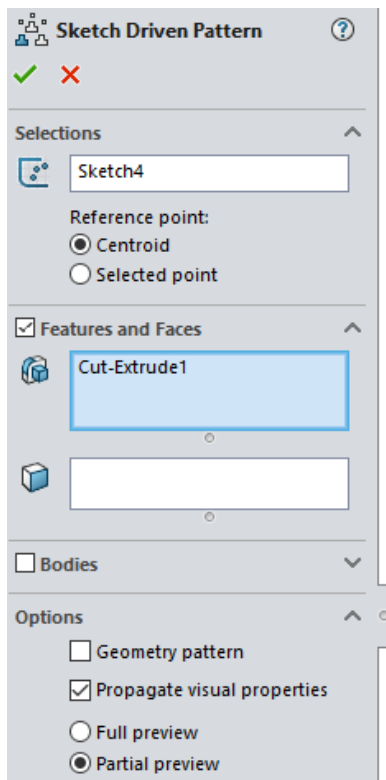
Ця функція дозволяє створювати масив елементів вздовж ескізу, який містить задалегіть розміщені точки, за допомогою яких будуть створені елементи масиву.



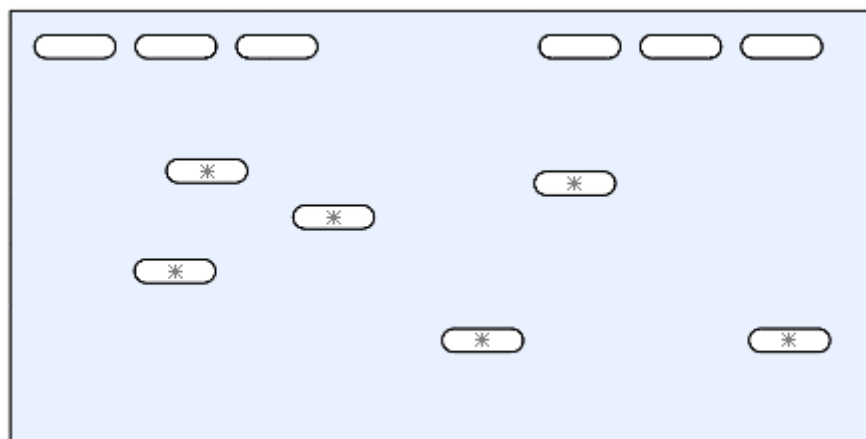
Створіть довільні точки на плиті.



Застосуйте функцію масиву по ескізу, оберіть елемент, для якого бажаєте створити масив, а також ескіз з розміщеними точками.

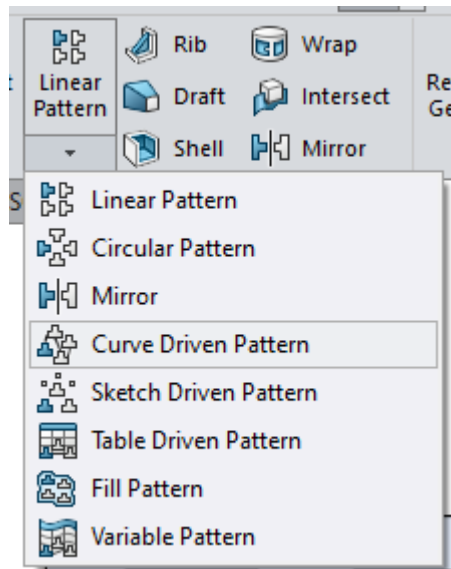


Після чого отримаємо наступний результат.

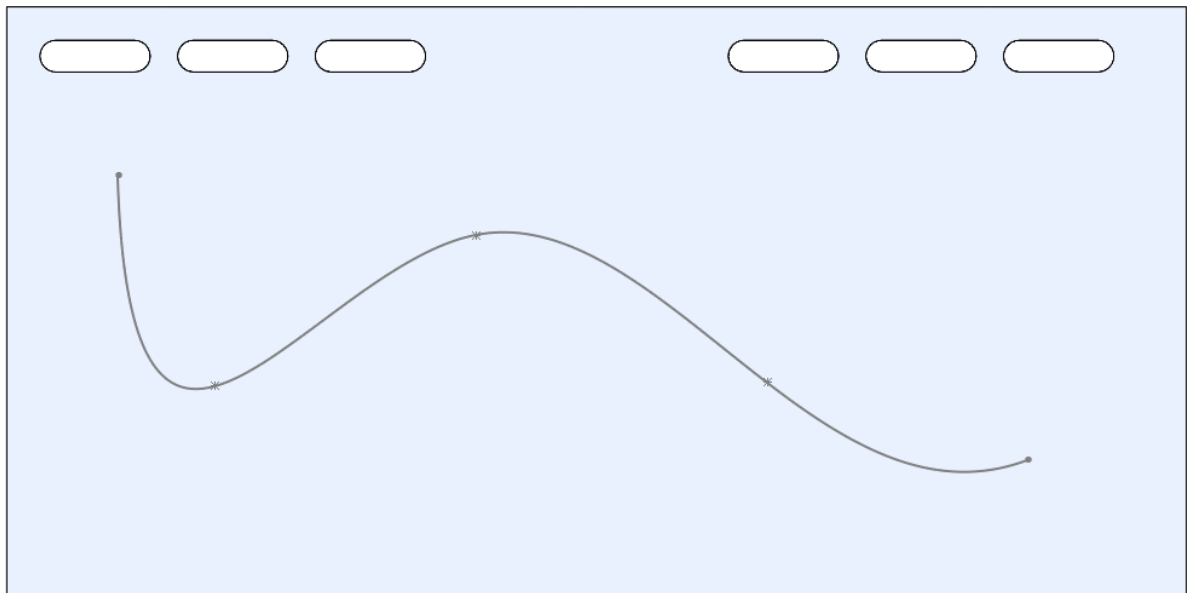


### Масив по кривій

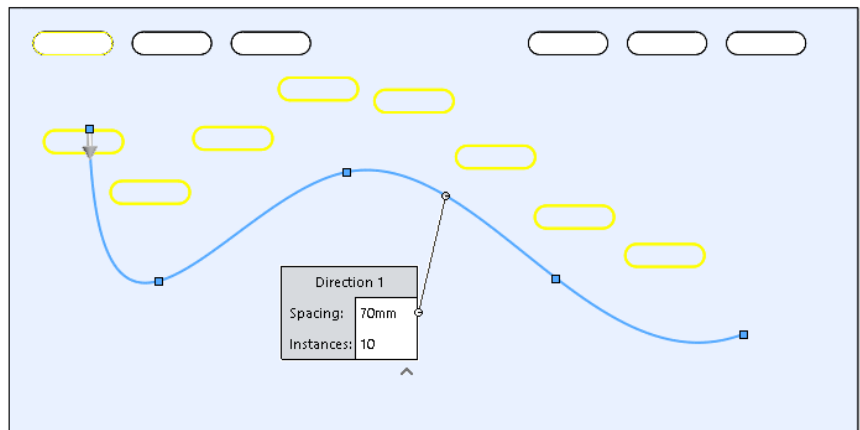
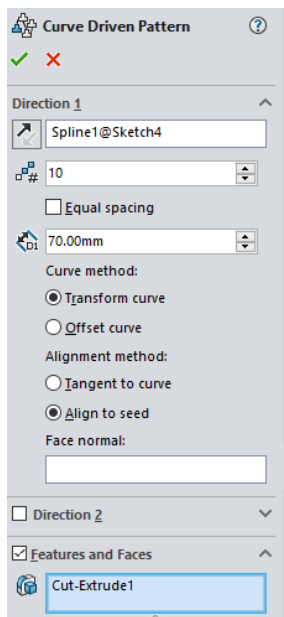
Ця функція дозволяє створювати масив елементів вздовж криволінійної траєкторії, яка визначається ескізом.



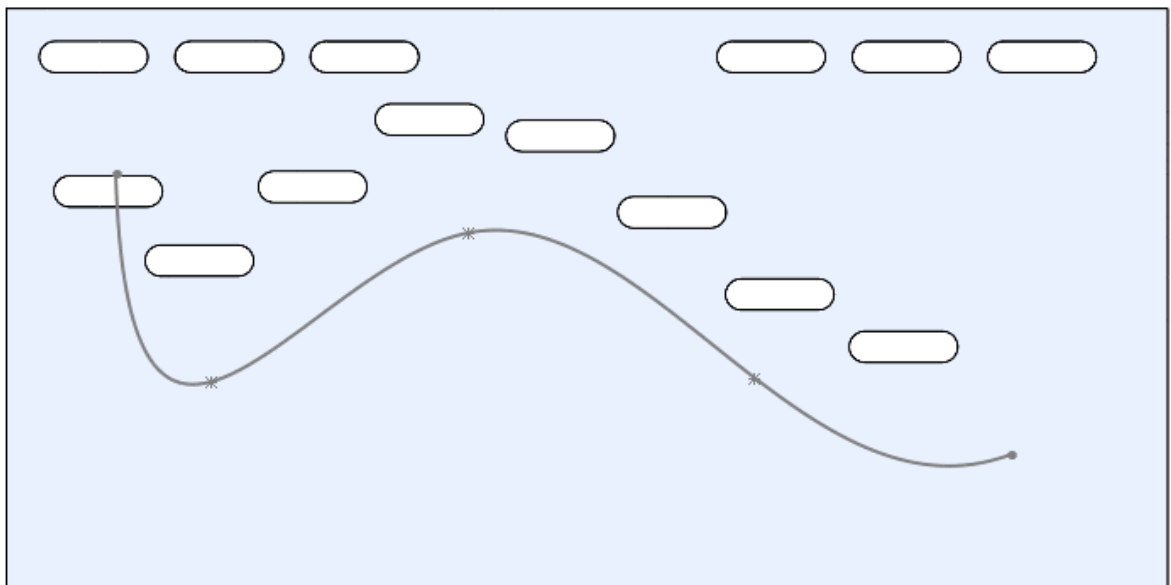
Створіть ескіз із довільною кривою.



Створіть масив, оберіть криву як криволінійну траєкторію та елемент, який ви хочете представити у масиві.



Та отримайте результат.



### 3.8 Інші операції

#### Ребро

Функція **Rib** (ребро) в програмі SolidWorks дозволяє додавати тверді стержні або пластини до поверхні моделі, збільшуючи міцність та стійкість до деформації.



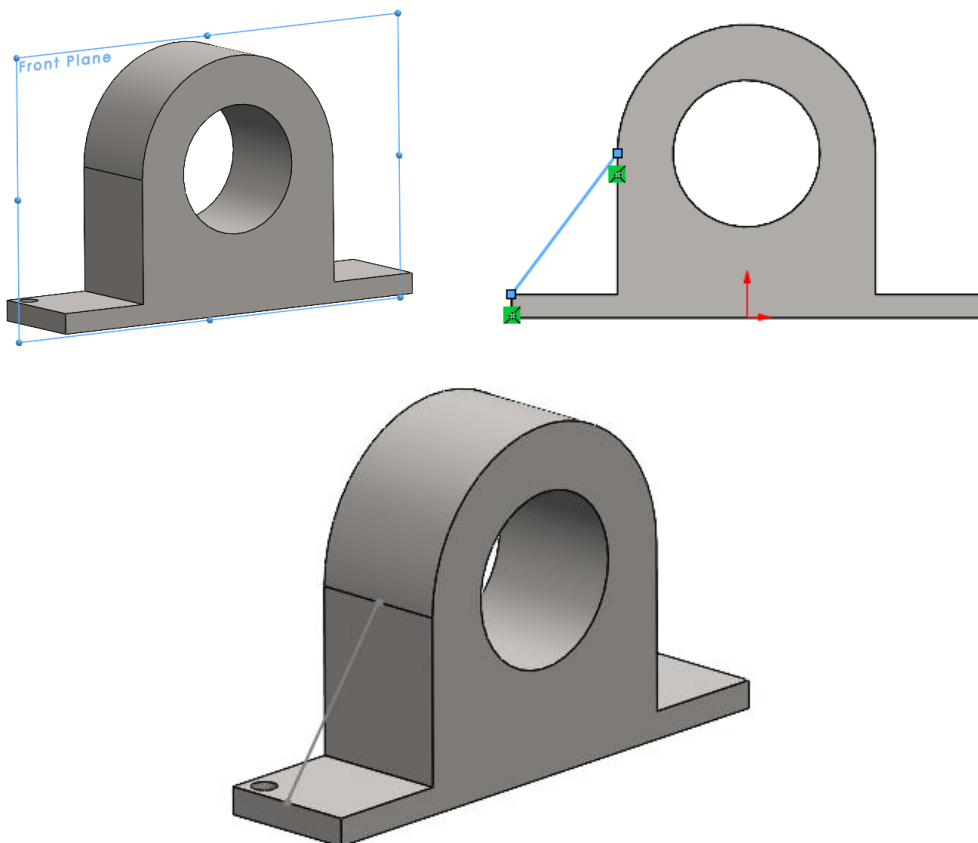
Для додавання ребра до поверхні моделі спочатку потрібно вибрати бічну поверхню, до якої ви хочете додати ребро. Потім виберіть опцію **Rib** з

панелі інструментів **Features** і встановить необхідні параметри, такі як глибина, ширина, напрямок і радіус згину.

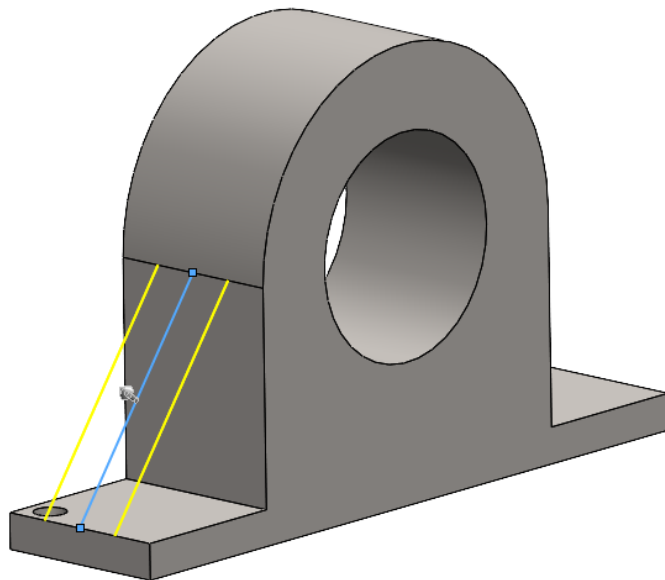
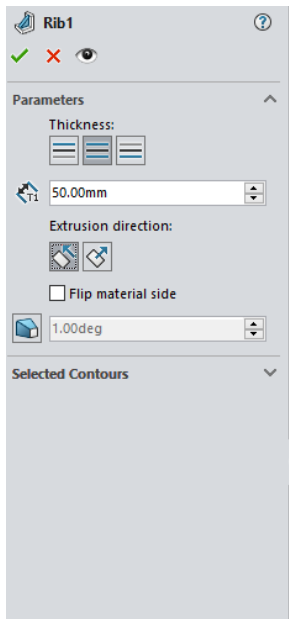
Функція **Rib** дозволяє додавати ребра з різними конфігураціями, включаючи виступаючі, вкладені, симетричні та асиметричні форми. Крім того, функція **Rib** може бути комбінована з іншими операціями, такими як **Cut-Extrude** або **Boss-Extrude**, для створення більш складних форм та вирізів.

Застосування ребер у моделюванні дозволяє покращити міцність та стійкість до деформації деталі, що особливо важливо для виробів, які піддаються великим навантаженням, наприклад, в авіабудуванні, автомобільній промисловості або машинобудуванні.

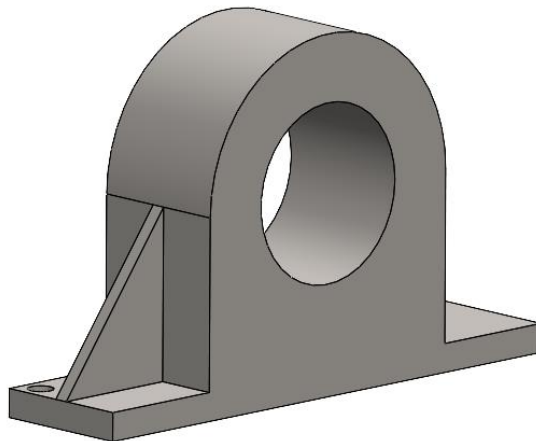
Відкрийте файл "Станина" і створіть ескіз на середній площині.



Викличіть функцію "Rib" і оберіть створений ескіз.



Задайте напрям та товщину ребра. Та отримайте наступний вигляд.



### Звужена призма

Функція **Draft** в програмі SolidWorks дозволяє надавати конусну або шейпову форму зовнішнім поверхням частини або моделі.



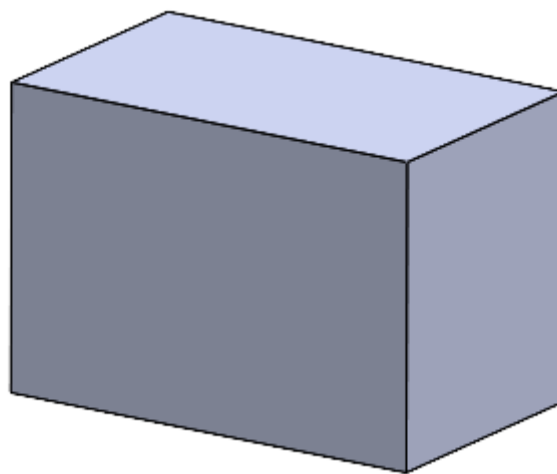
Для застосування функції **Draft** виберіть бічну поверхню або ребро, які потрібно нахилити, і використайте опцію **Draft** з панелі інструментів "Features". Після вибору опції **Draft** відкриється вікно параметрів, де ви можете задати кут нахилу та напрямок нахилу.

Функція **Draft** дозволяє нахилити поверхні в межах встановленого

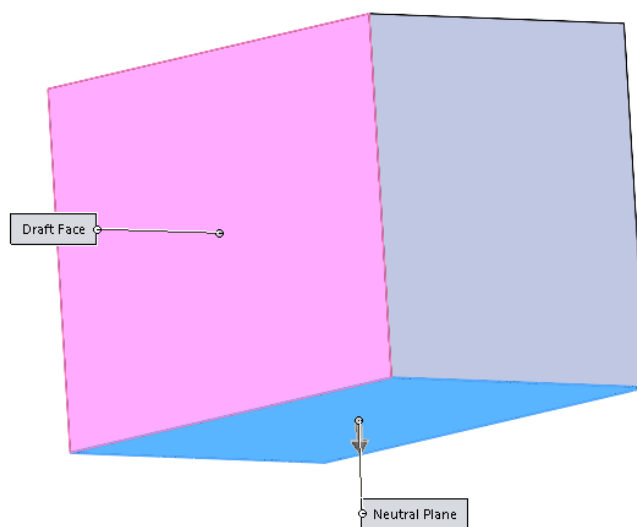
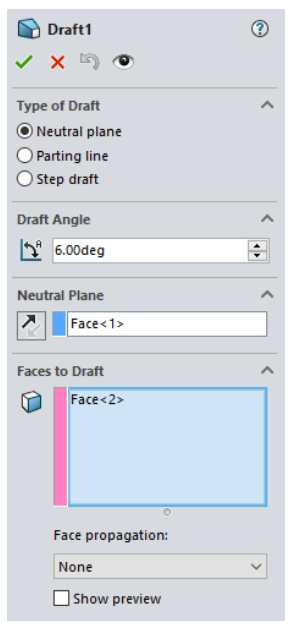
кута та в заданому напрямку. Це корисно для вирівнювання стінок деталі, зменшення тертя та зносу при монтажі або зниження витрат на виготовлення лиття, збільшення швидкості виходу виробу з форми, а також для поліпшення естетичного вигляду деталі.

Функція **Draft** також може бути застосована для створення конусних отворів, нахилення вкладок, поліпшення якості виготовлення форм та виготовлення складних форм, що вимагають нахилених поверхонь.

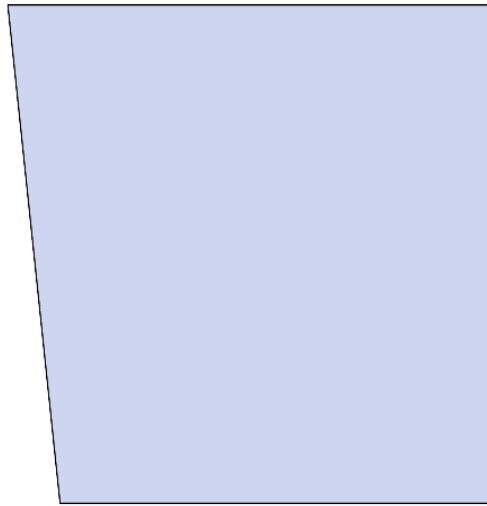
Створіть деталь у формі довільного прямокутника.



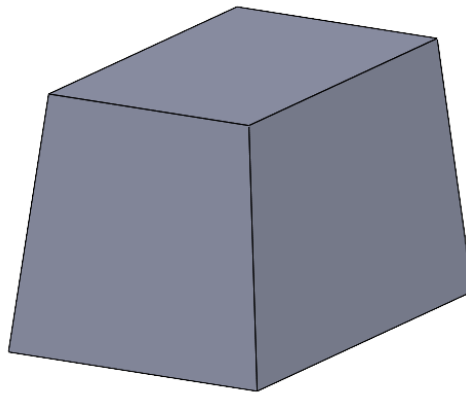
Викличіть функцію "Draft" та оберіть напрямок, торець та кут нахилу.



Та отримайте деталь наступного вигляду.



Якщо ви виберете всі торці, то в результаті отримаєте призму, яка симетрично звужена.

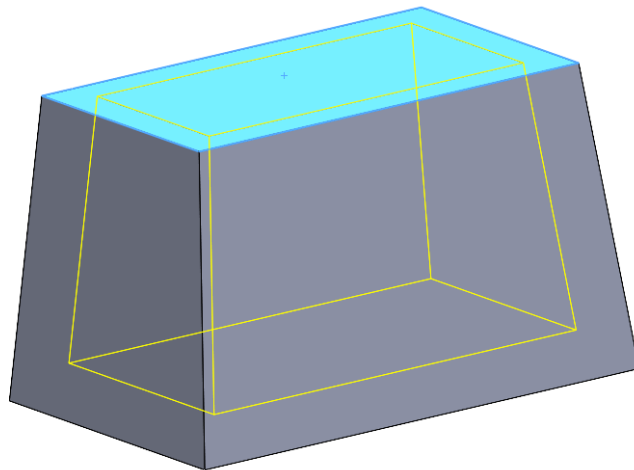
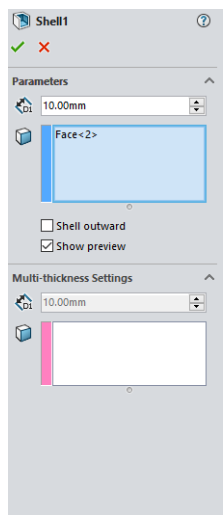


## Оболонка

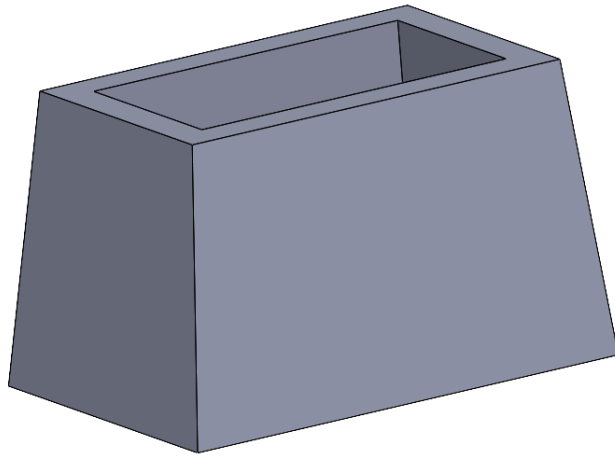
Функція **Shell** в програмі SolidWorks дозволяє видалити матеріал з внутрішньої поверхні твердого тіла, залишивши товщину стінки. Ця функція дозволяє створювати тонкостінні оболонки, корпуси та відсіки у деталях без необхідності виготовлення їх повністю з матеріалу.



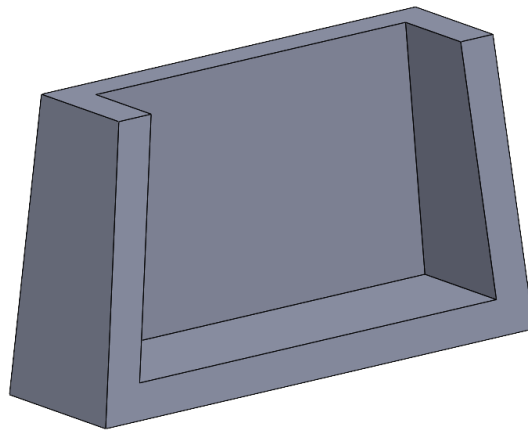
Щоб застосувати функцію **Shell**, спочатку виберіть тверду модель, яку потрібно оболонити. Після цього відкрийте команду **Shell** на панелі інструментів "Features". У вікні параметрів **Shell** ви можете задати товщину стінки, вибрати грані, які повинні бути видалені, та визначити зону оболонки. Після того, як параметри задано, просто натисніть кнопку "ОК", щоб застосувати функцію **Shell**.



Та отримаєте деталь наступного вигляду.



Вигляд у перерізі:



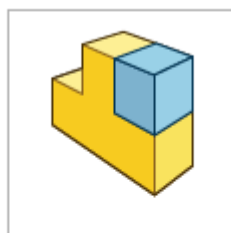
### **Контрольні питання.**

1. Опишіть основні типи операцій, які можна використовувати при побудові моделей.
2. Які існують типи витягування?
3. Перелічіть типи існуючих вирізів.
4. Які налаштування доступні для зміни відображення виду?
5. Для чого необхідна допоміжна геометрія?
6. Які операції можна виконати задавши траєкторію?
7. Вкажіть основні типи масивів операцій, та опишіть їх відмінність.
8. Які є додаткові операції, коли створена основна модель?

## 4 СТВОРЕННЯ СКЛАДАННЯ

### 4.1 Вставка деталей

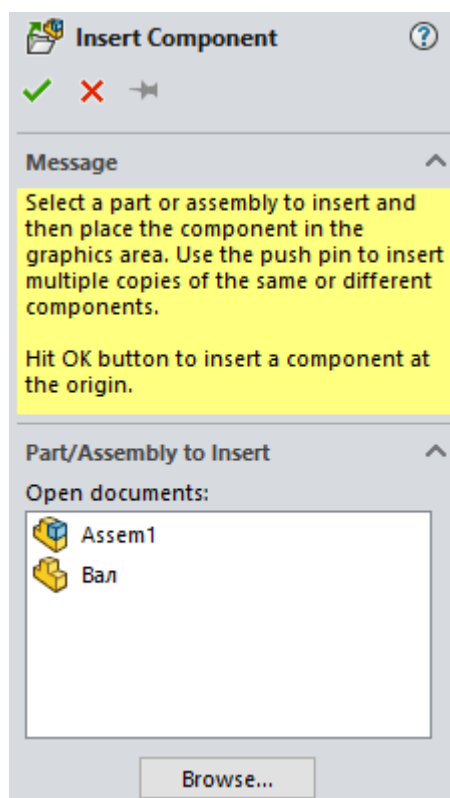
Розпочнемо процес складання з використанням готових деталей.  
Створіть новий документ під назвою "Складання".



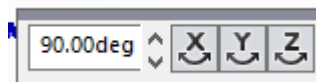
Assembly

a 3D arrangement of parts and/or other assemblies

Додайте об'єкти, які будуть використовуватись при складанні.  
Натисніть кнопку "Огляд" і виберіть деталі, які ви плануєте використати під час створення складання.

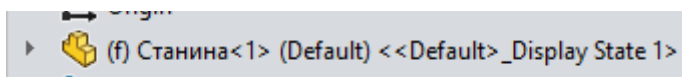


Відкрийте папку з деталями і оберіть деталь "Станина". Після цього з'явиться меню, де ви зможете вибрати орієнтацію вставки даної деталі.

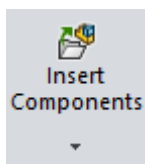


Станина успішно вставлена до вихідної точки поточного складання. Деталь позначена літерою "(ф)", що означає, що вона зафіксована.

Станина є основною конструкцією, на якій будуть збиратися інші компоненти.

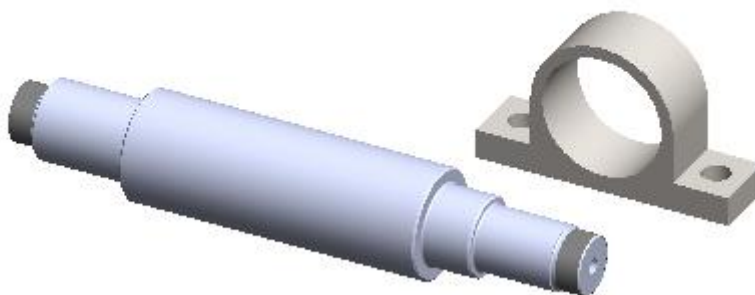


Продовжуйте складання деталей. У панелі інструментів натисніть функцію "Вставити компоненти" і виберіть інші компоненти для подальшої побудови, виконуючи аналогічні кроки до тих, які ви виконували при вставленні деталі "Станина".



Для початку, вставте компонент "Вал" до деталі.

Вал буде вставлений у ваш проект і з'явиться на робочій області.



Для редагування або видалення деталей використовуйте просту процедуру. Просто клацніть правою кнопкою миші на компоненті, який ви бажаєте змінити або видалити, і оберіть опцію "Видалити".

## 4.2 Вставка стандартних виробів

Функція **Toolbox** в програмі SolidWorks є бібліотекою стандартних компонентів та кріплень, що дозволяє швидко та просто вставляти типові деталі в ваші проекти. Вона містить широкий спектр стандартних елементів, таких як болти, гайки, шайби, гвинти, пружини, опори, підшипники та інші деталі, що використовуються в машинобудуванні та інших галузях.

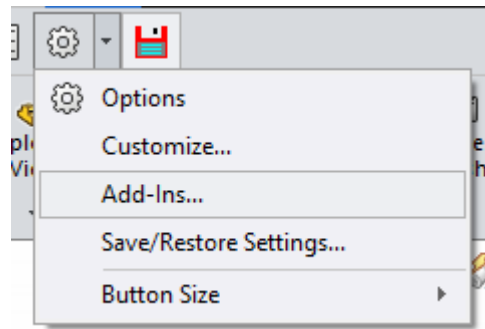
За допомогою функції **Toolbox** ви можете додавати стандартні елементи до своїх проектів без необхідності створення їх з нуля. Крім того, ви можете налаштувати параметри стандартних елементів, такі як розміри, матеріал та інші властивості, відповідно до ваших потреб. Це дозволяє вам швидко створювати складні моделі, скорочуючи час розробки та покращуючи точність виробництва.

Функція **Toolbox** містить велику кількість стандартних елементів різних стандартів та норм, включаючи ANSI, ISO, DIN, JIS, BSI та інші. Крім того, ви можете створювати власні стандартні елементи та додавати їх до бібліотеки Toolbox для подальшого використання.

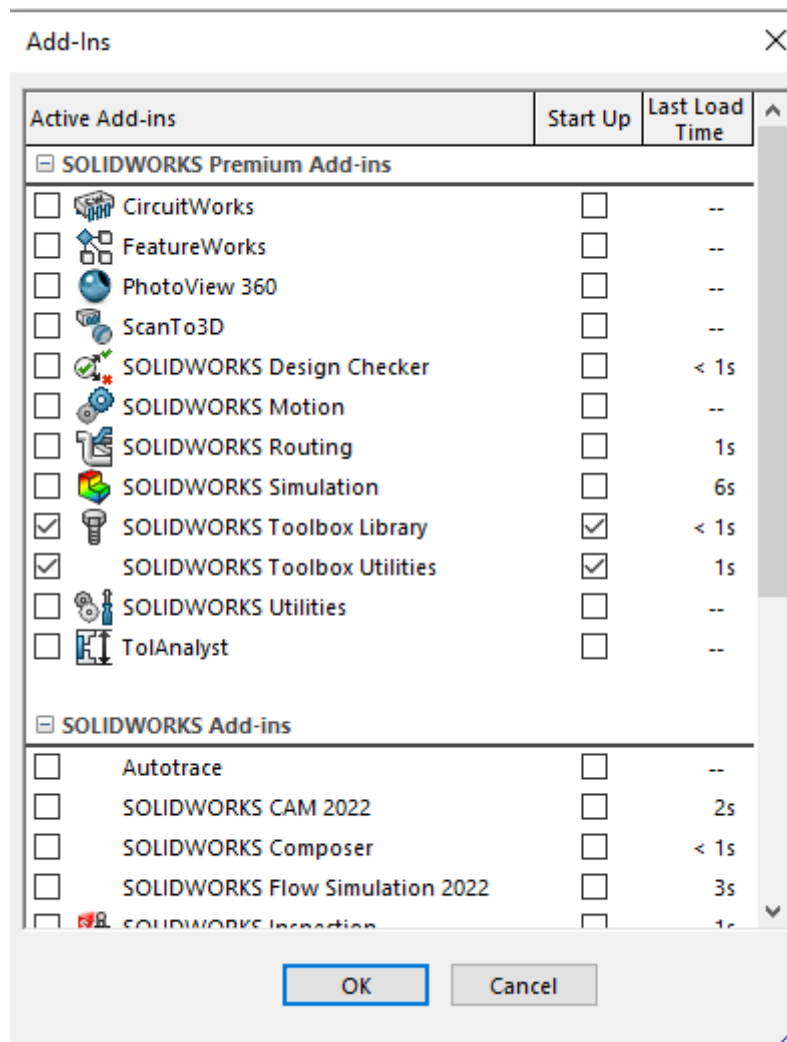
Усі елементи, що вибрані з бібліотеки Toolbox, можна легко модифікувати та налаштувати. За допомогою функції **Configure** ви можете змінювати розміри, матеріал та інші параметри елементів, щоб вони відповідали вашим потребам та вимогам. Після того як ви налаштували елементи з бібліотеки Toolbox, ви можете легко вставляти їх у свої проекти, перетягуючи їх у робочу область SolidWorks.

Вставимо кріплення. Кріплення можна взяти з бібліотеки проектування Toolbox.

Щоб мати можливість використовувати цей модуль, його необхідно підключити.

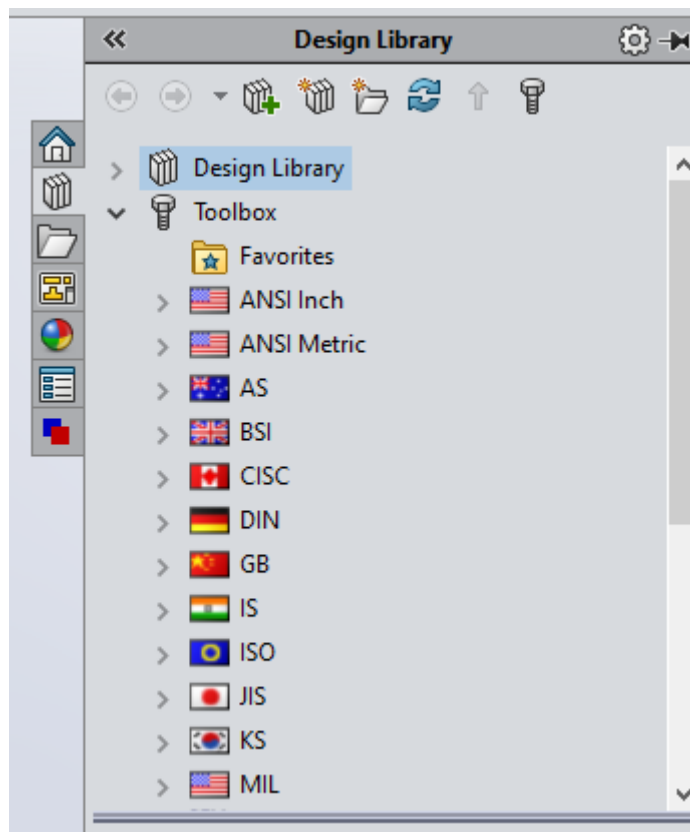


Встановіть прапорці біля "SolidWorks Toolbox Library" та "SolidWorks Toolbox Utilities".

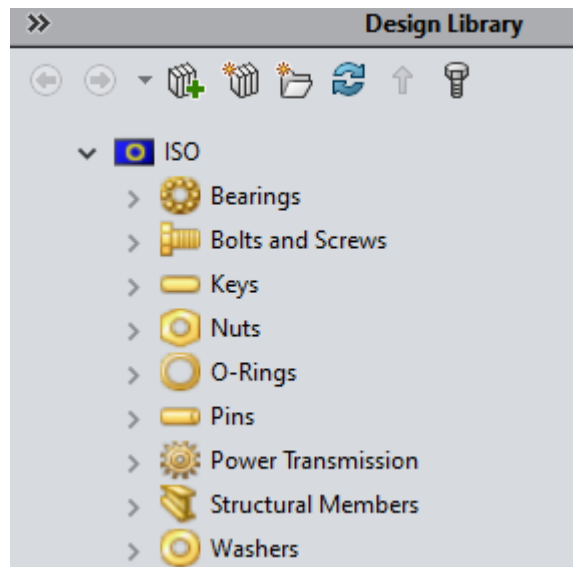


Будь ласка, підтвердіть дію. Після цього відбуватиметься завантаження бібліотек.

Після завантаження, Toolbox матиме підпапки, в яких ви зможете вибрати необхідні компоненти відповідно до стандарту.

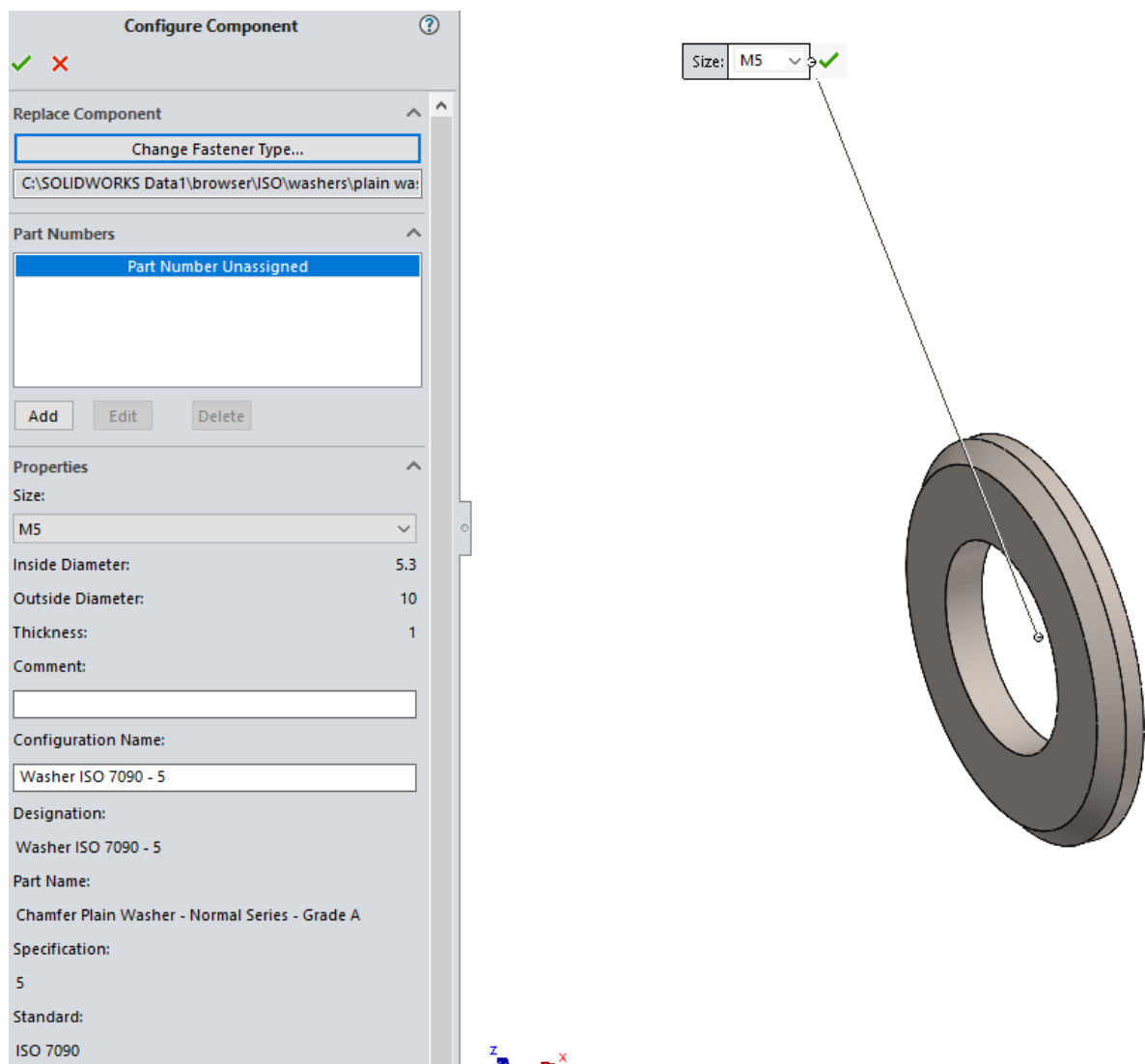


Скористайтесь стандартом ISO і додайте болти і шайби до складання.

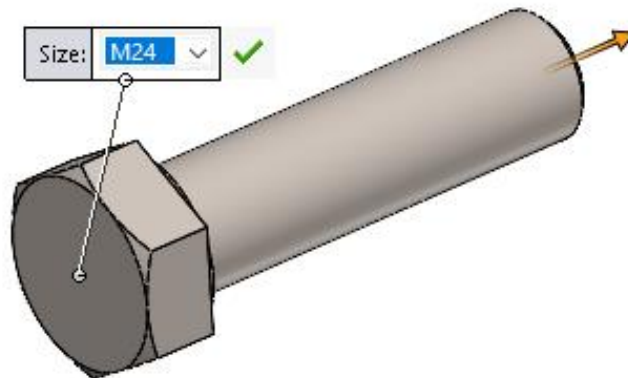




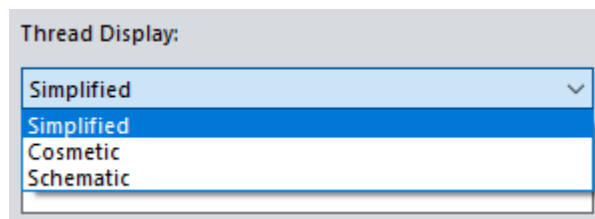
Щоб додати «Шайбу», просто перетягніть її у вікно проектування. Після цього оберіть потрібний розмір шайби.



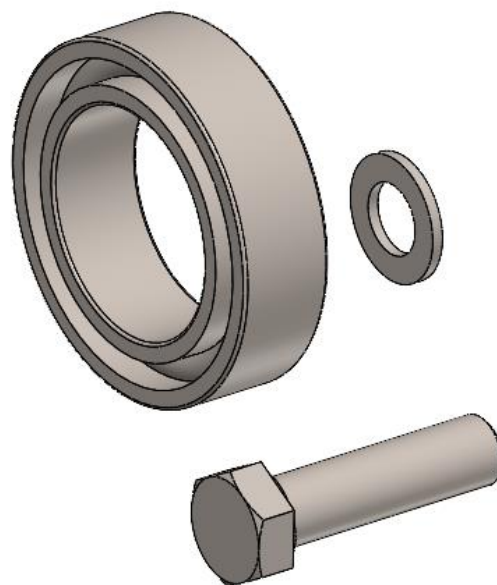
Вставте болт потрібного розміру. Перейдіть до бібліотеки проектування і знайдіть категорію "Болти з шестигранною головкою".



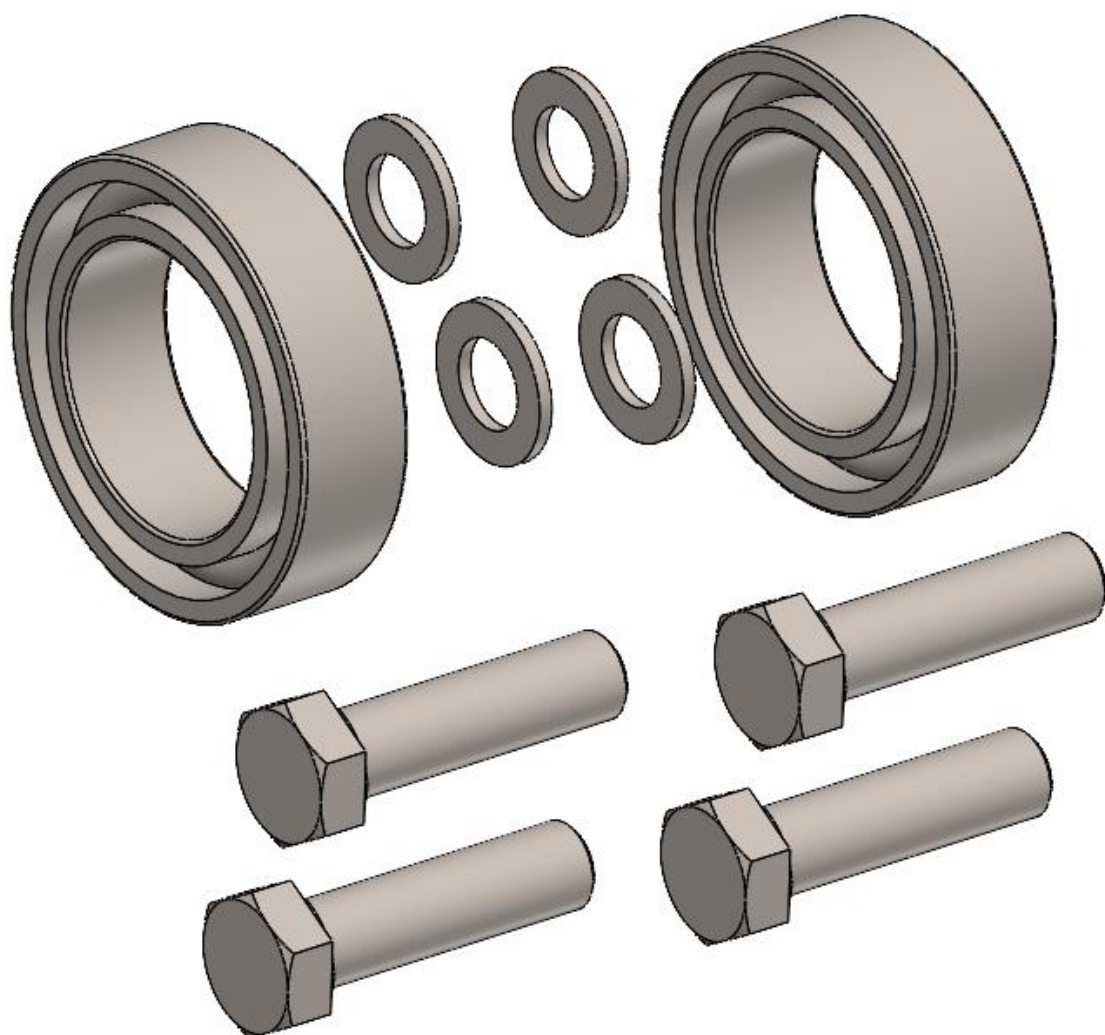
Виберіть спрощене відображення різьблення. Після цього підтвердіть свій вибір.



Вставте підшипник кочення потрібного розміру аналогічним чином, як ви робили з іншими компонентами. Знайдіть його в бібліотеці проектування і додайте до вашого проекту.



За допомогою комбінації клавіш Ctrl та перетягування, можна зробити копію будь-якого елемента складання. Просто виберіть деталь, яку потрібно скопіювати, натисніть кнопку Ctrl і, утримуючи її, перетягніть.



### 4.3 Сполучення

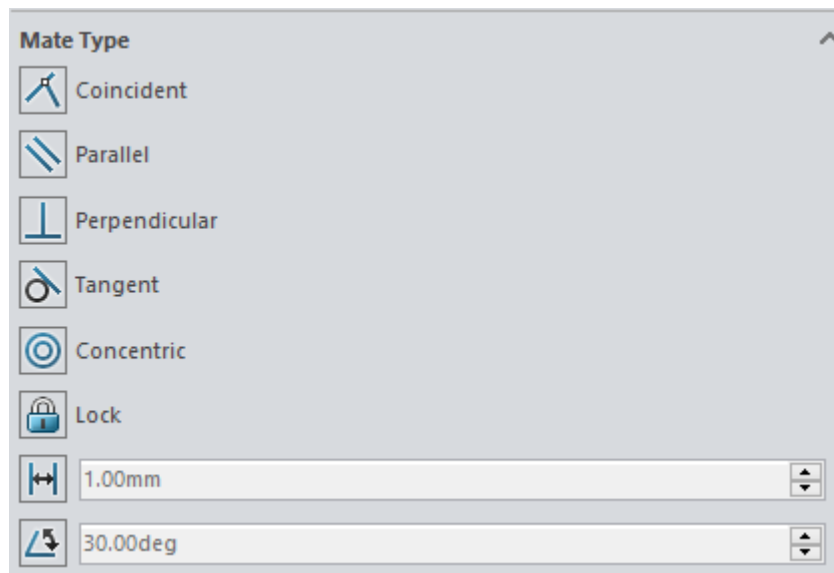
Тепер необхідно сполучити всі деталі між собою.

Функція **Mates** в програмі SolidWorks дозволяє встановлювати взаємозв'язки між різними деталями у вашому проекті. Взаємозв'язки забезпечують точне позиціонування та взаємодію між деталями в 3D-моделі, що дозволяє вам досить точно відображати реальне функціонування деталей в вашому проекті.



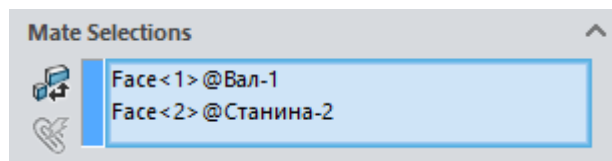
Функція **Mates** містить різні типи взаємозв'язків, такі як:

- **Coincident Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома точками, які повинні знаходитися в одній точці.
- **Concentric Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше круговими елементами деталі, що повинні мати спільну ось.
- **Parallel Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше елементами деталі, що повинні бути паралельними одна одній.
- **Perpendicular Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше елементами деталі, що повинні бути перпендикулярними одна одній.
- **Tangent Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше елементами деталі, що повинні мати спільну дотичну точку.
- **Distance Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше елементами деталі, що повинні мати певну відстань одна від одної.
- **Angle Mate:** дозволяє встановлювати зв'язок між двома чи більше елементами деталі, що повинні мати певний кут між собою.

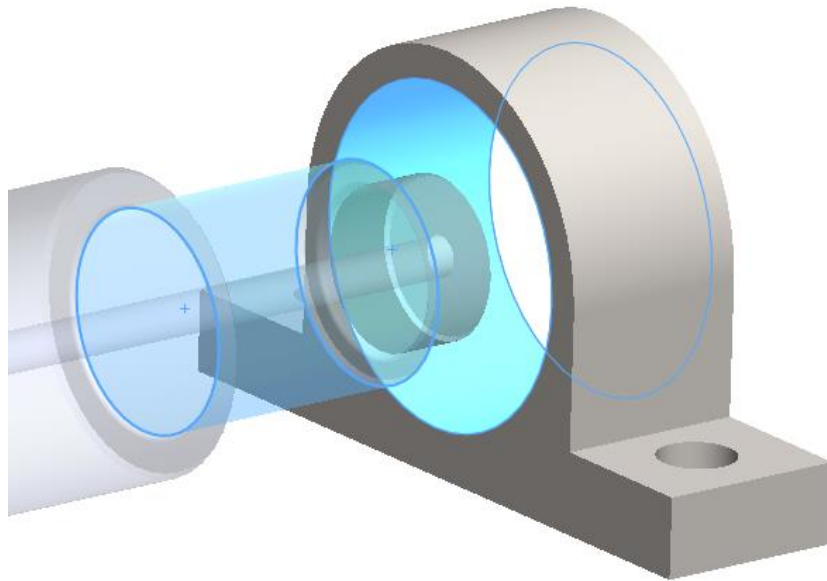


Функція **Mates** дозволяє встановлювати будь-яку кількість взаємозв'язків між деталями, що допомагає створювати складні 3D-моделі з багатьма деталями та забезпечує точність позиціонування та взаємодії між ними.

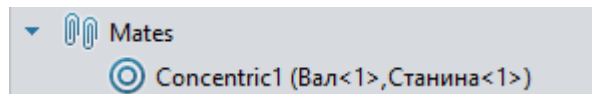
Почніть з валу, визначаючи його положення відносно станини. У полі "Вибір спряження" виберіть з'єднання між валом і отвором, який знаходиться на станині.



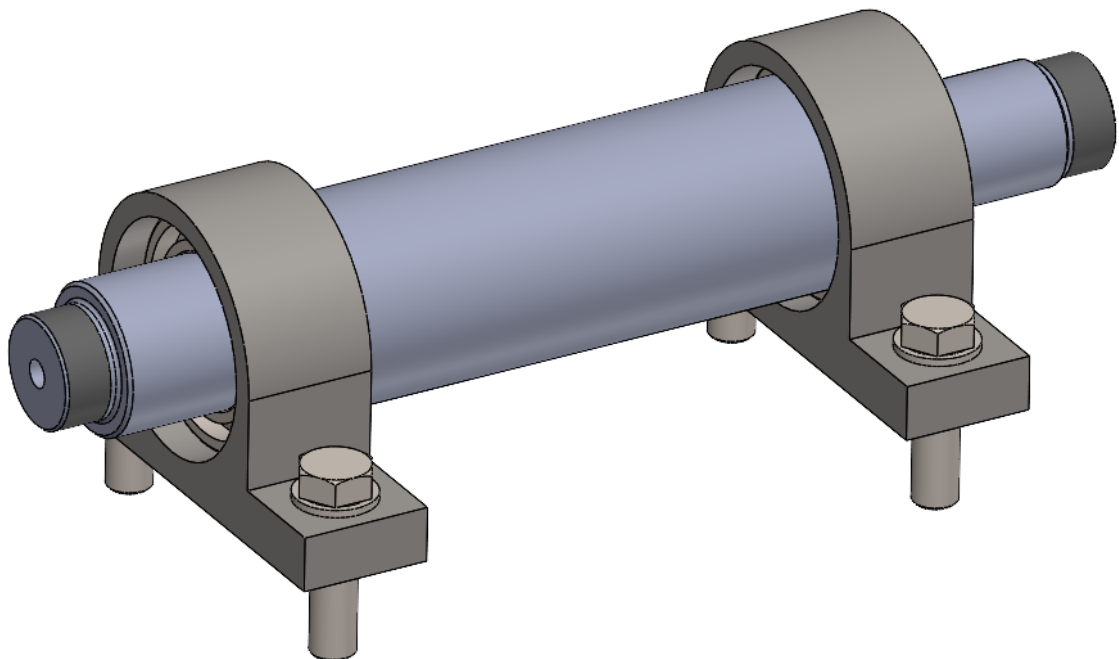
Підтвердьте ескіз, вибравши деталі, які позначені в вікні "Вибір спряження". Цим способом ви забезпечите зв'язок між цими деталями.



На лівому боці екрана з'явився новий рядок під назвою "Група спряжень 1". У цьому рядку перераховані деталі, які мають концентричний зв'язок між собою.

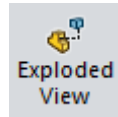


Зараз вісь може рухатися лише у напрямку отвору станини. Необхідно створити спряження між всіма іншими деталями.



## 4.4 Рознесення деталей

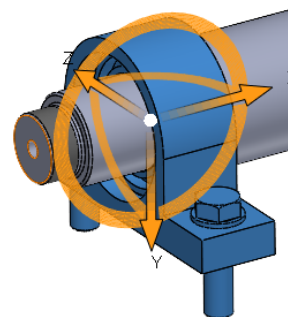
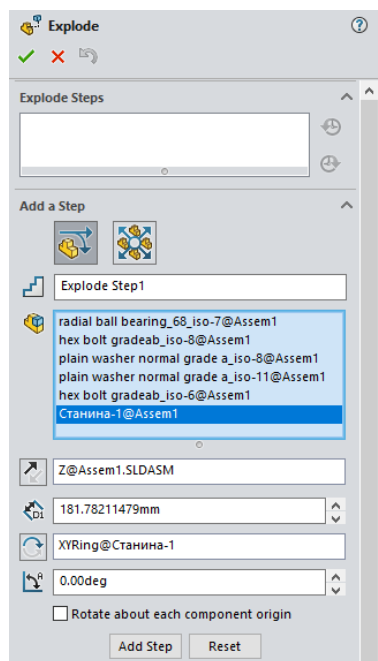
Функція **Exploded view** в програмі SolidWorks дозволяє створювати інтерактивні та анімовані відображення розбірки деталей в 3D-моделі. Ця функція дозволяє інженерам та проектувальникам показувати складні механізми та конструкції в розібраному стані з метою кращого розуміння їх принципу дії та способу збирання.



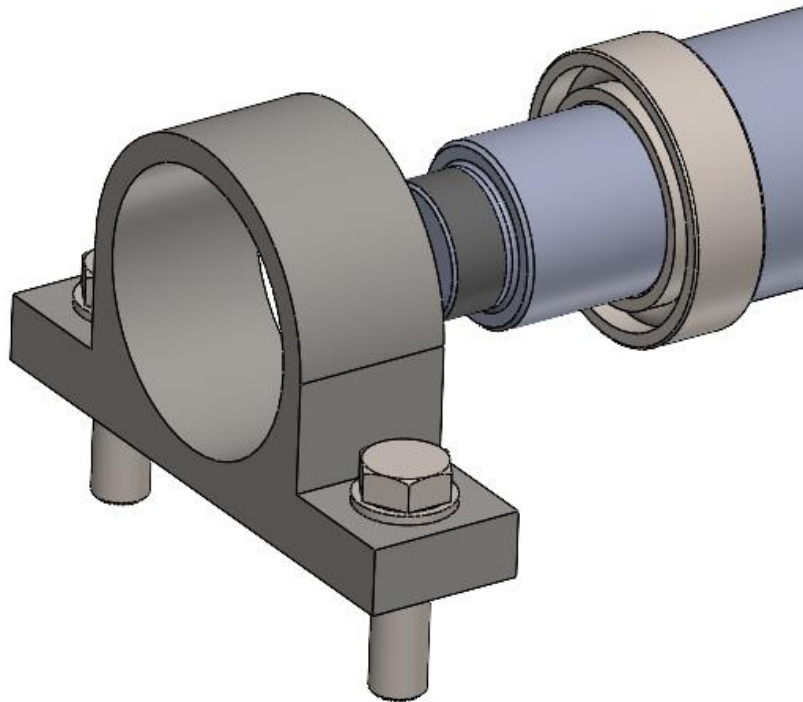
Для створення **Exploded view** користувач вибирає деталі, які він хоче розібрати, та задає їхнє взаємне розташування відносно центру координат або іншої точки. Потім він може встановити розташування деталей в окремих станах, що дозволяє побачити їхні взаємодії та взаємне розташування. Крім того, за допомогою функції **Exploded view** можна задати відстані та кути між деталями, які розташовані у розібраному стані.

Давайте розглянемо на прикладі нашого складання.

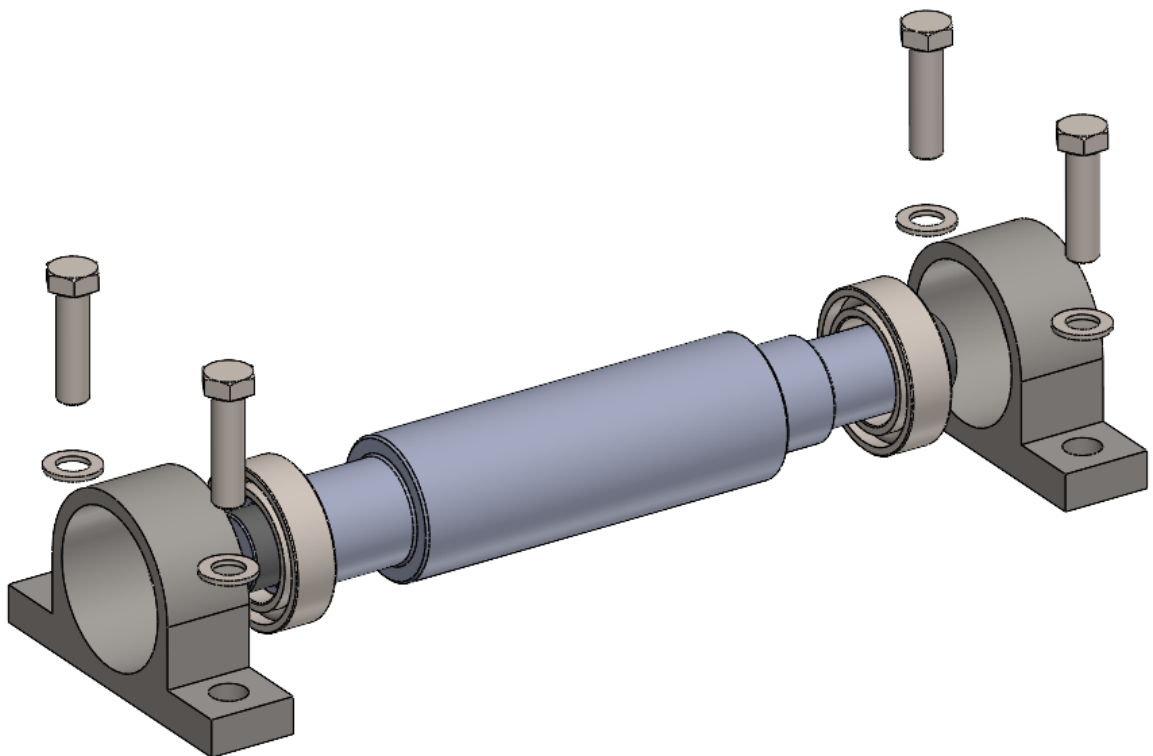
Для першого кроку рознесення оберіть необхідні елементи, які потрібно рознести..



Оберіть напрям, дистанцію та, при необхідності, кут. Після цього підтвердіть цей крок.



За аналогією створіть кроки для всіх інших деталей.



### **Контрольні питання.**

1. Як створюється складання?
2. Яким чином можна використовувати стандарти вироби?
3. Для чого потрібні сполучення?
4. Опишіть основні види сполучення.
5. Як виконується рознесення деталей в збірці?

## 5 СТВОРЕННЯ КРЕСЛЕНЬ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ

### 5.1 Створення основних видів

#### Загальні види моделі

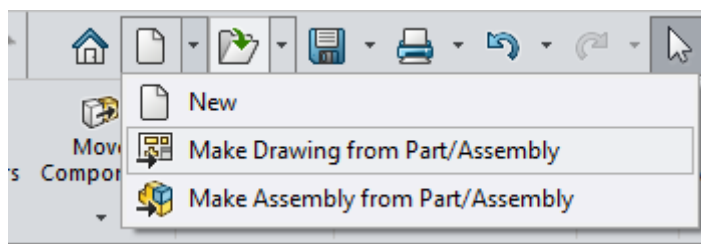
Функція **Make Drawing From Assembly** в програмі SolidWorks дозволяє створити креслення зі складових деталей в 3D-моделі складання. Ця функція дозволяє інженерам та проектувальникам створювати документацію та креслення для виробництва, документування та інших цілей.

При використанні функції **Make Drawing From Assembly** користувач спочатку вибирає деталі, які він хоче включити до креслення, а потім встановлює параметри креслення, такі як масштаб, розмір листа та інші. Після цього програма автоматично створює креслення зі складових деталей складання з відповідними переліками деталей та іншою необхідною інформацією.

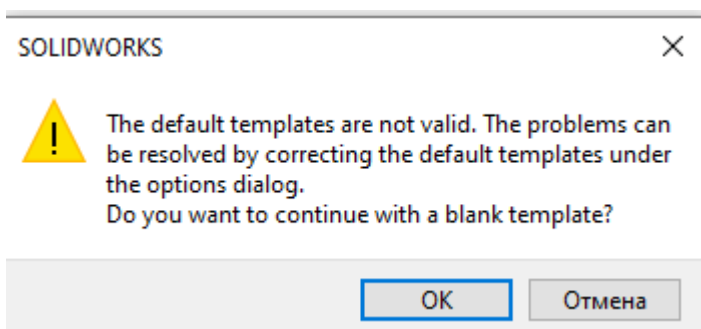
Крім того, функція **Make Drawing From Assembly** дозволяє користувачеві налаштувати креслення згідно з його потребами, включаючи додавання технічних вимог, додаткової інформації та інших деталей. Креслення можуть бути експортовані в різних форматах, таких як PDF, DXF, DWG та інші, що дозволяє легко обмінюватися даними з колегами та партнерами.

Функція **Make Drawing From Assembly** є корисною для інженерів та проектувальників, які потребують створити креслення та документацію для виробництва, ремонту та документування. Вона дозволяє створювати точні та детальні креслення зі складових деталей складання, що полегшує процес виготовлення та збирання складних конструкцій.

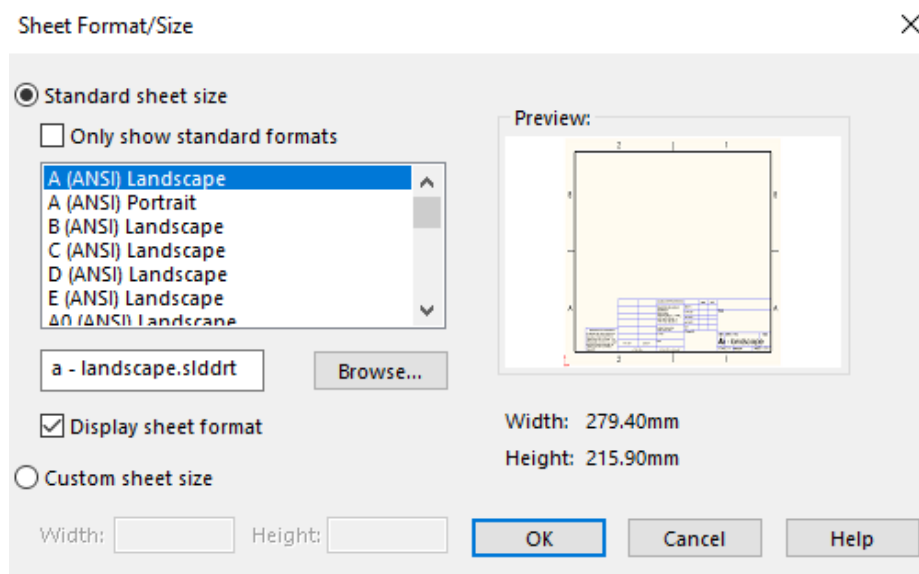
Для створення креслення з готового складання відкрийте його і виберіть опцію "Створити креслення зі складання".



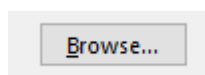
Оскільки шаблон не був налаштований заздалегідь, виникає помилка. Використайте пустий шаблон, натисніть кнопку "Ок".



Оберіть формат листа, на якому ви бажаєте побудувати креслення.



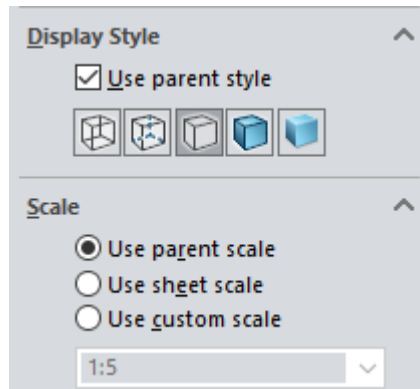
Якщо програма запропонує аркуші у стандарті ANSI та інших, а вам потрібен аркуш формату A1 згідно стандарту ГОСТ, натисніть кнопку "Огляд".



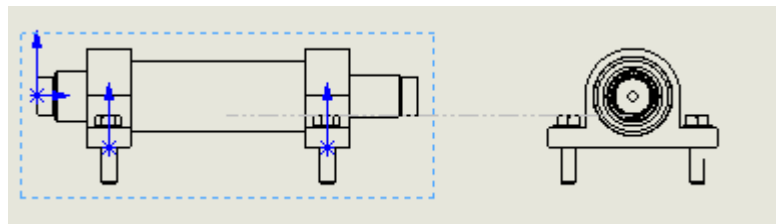
Знайдіть лист A1 з назвою "gost\_sh1" та натисніть "Відкрити". Після цього, коли вибраний формат A1, поставте прапорець напроти опції "Відобразити основний напис" і натисніть кнопку "ОК".



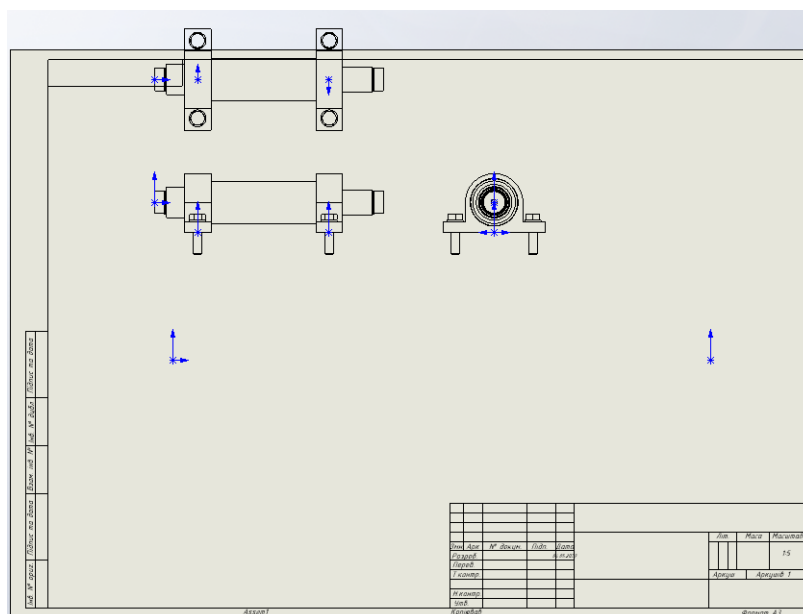
У меню "Вставка виду" ви можете вручну налаштувати масштаб, стиль відображення та інші косметичні елементи. Це дозволить вам впливати на зовнішній вигляд та представлення деталі на аркуші.



Натисніть праву кнопку миші на моделі, а потім, рухаючи мишкою в різні боки, з'являться інші сторони моделі. Наприклад, якщо потягнути вправо, з'явиться права сторона моделі, якщо вгору - верхня частина моделі, і так далі. Це дозволяє вам переглядати модель з різних кутів та визначати її розташування.



Розташуйте вигляд спереду, зліва та зверху. Завершіть побудову видів.





## Допоміжні види моделі

У SolidWorks, при створенні креслення, доступні різноманітні види, які дозволяють відображати модель з різних ракурсів та різними способами.

Основні типи видів включають:

1. Model View - це вид, який відображає повну модель в масштабі, встановленому на листі креслення.

2. Projected View - це вид, який показує проекцію моделі на площину креслення з іншого ракурсу. Використовується, коли потрібно показати модель з різних ракурсів.

3. Auxiliary View - це вид, який показує додаткову проекцію деталі на площину креслення, щоб відобразити геометричні елементи, що не можуть бути видимі на стандартних проекціях.

4. Section View - це вид, який дозволяє відобразити переріз деталі, щоб показати внутрішню структуру та деталі.

5. Removed Section - це вид, який дозволяє відобразити деталь, від якої вирізаний кусок, щоб показати внутрішню структуру деталі, якщо це не можливо зробити за допомогою Section View.

6. Detail View - це вид, який показує деталь у більшому масштабі, ніж це можливо на стандартному виді, щоб відобразити менші деталі та геометрію.

7. Relative View - це вид, який показує деталь у відносному положенні до іншої деталі на кресленні.

8. Standard 3 View - це вид, який показує деталь з трьох стандартних ракурсів: з фронту, зверху та з боку.

9. Broken-out Section - це вид, який показує зрушену, вирізану зону деталі, щоб відобразити внутрішню структуру.

10. Break view - це вид, який використовується для зображення внутрішніх деталей без необхідності розрізати саму деталь. Він створюється

за допомогою лінійного перериву, який показує, що між двома частинами деталі є проміжок.

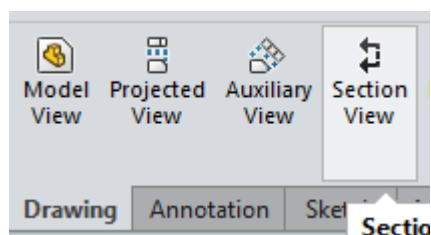
11. Crop view - це вид, який зображує тільки частину деталі або збільшену деталь. Для створення цього виду використовується кадрування області, яка містить необхідну частину деталі.

12. Alternative position view - це вид, який показує деталь в іншому положенні або стані, ніж він зазвичай знаходиться. Це може бути корисно для показу динаміки руху частини або її функціональної міжзалежності з іншими елементами.

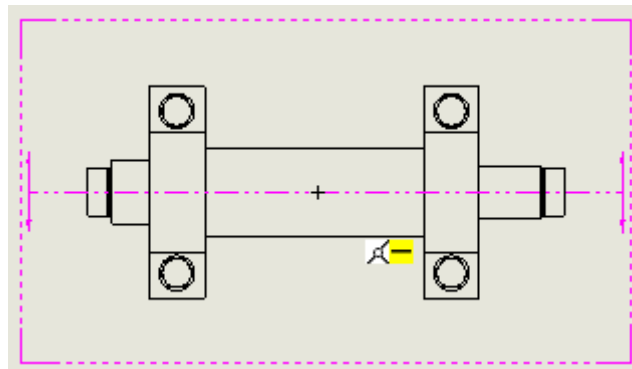
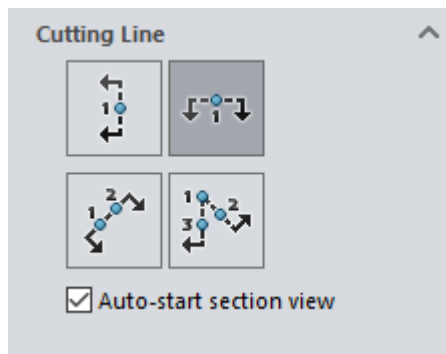
13. Empty view - це вид, який зображується без деталі, або з відображенням деталі з частинами, які ще не були розроблені. Він може використовуватися для того, щоб показати загальну форму деталі без деталей, які займають місце в майбутньому.

14. Predefined view - це вид, який можна зберегти та використовувати знову та знову для створення креслень зі схожими деталями. Це дозволяє зекономити час та забезпечити послідовність між різними проектами.

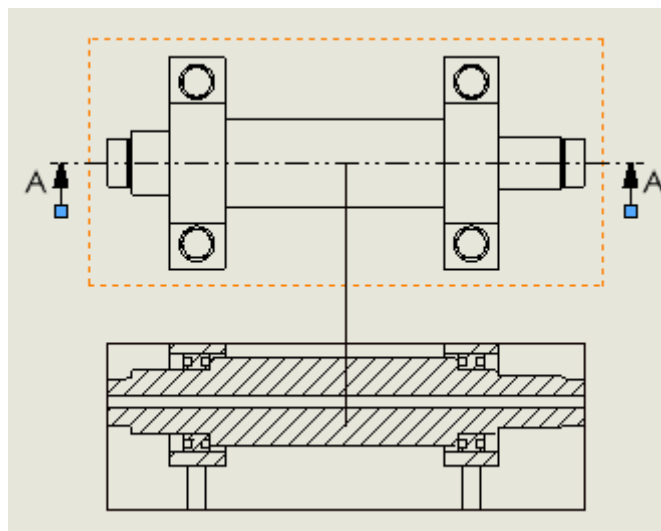
Щоб зробити розріз креслення у вигляді зверху, відкрийте вкладку "Розположення виду" і на панелі інструментів знайдіть функцію "Розріз". Виберіть цю функцію, щоб створити розріз креслення у вигляді зверху.



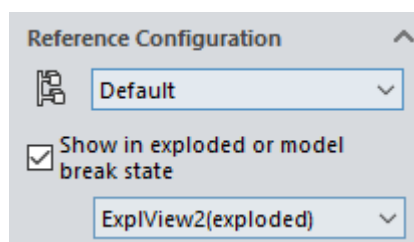
Відкрийте діалогове вікно і оберіть опцію "Горизонтальний розріз". Наведіть вказівник миші на центр деталі і натисніть ліву кнопку миші.



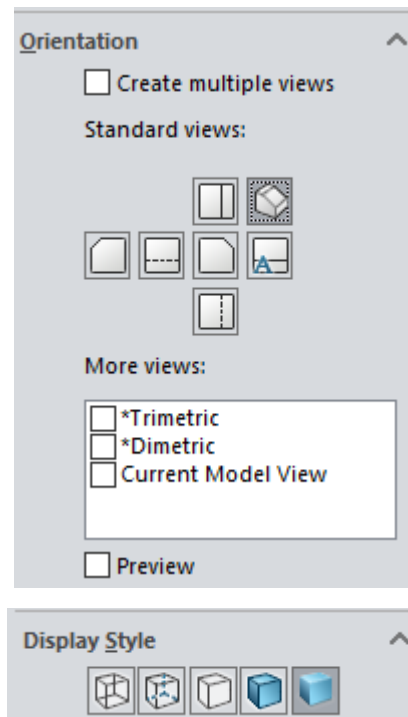
На робочій області з'явиться деталь, яка буде відображати розріз, що включає всі компоненти деталі на листі.



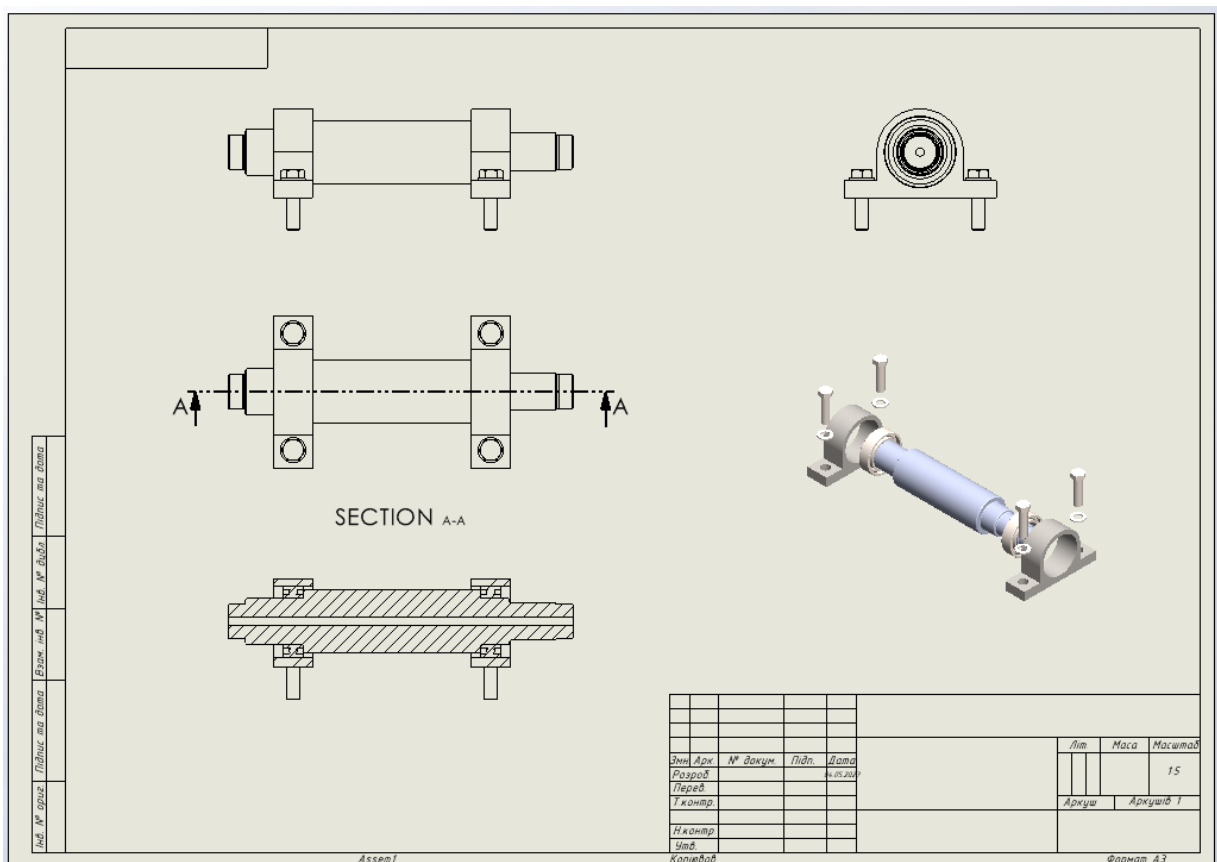
Тепер додайте рознесений вид до креслення. Щоб це зробити, перейдіть до опції "Вид моделі" і оберіть рознесений вид, який ми створили.



Також налаштуйте вигляд рознесеного виду, обравши аксонометричний вигляд і стиль відображення "Зафарбований з гранями".



Отримано креслення наступного вигляду:



## 5.2 Простановка анотацій та розмірів

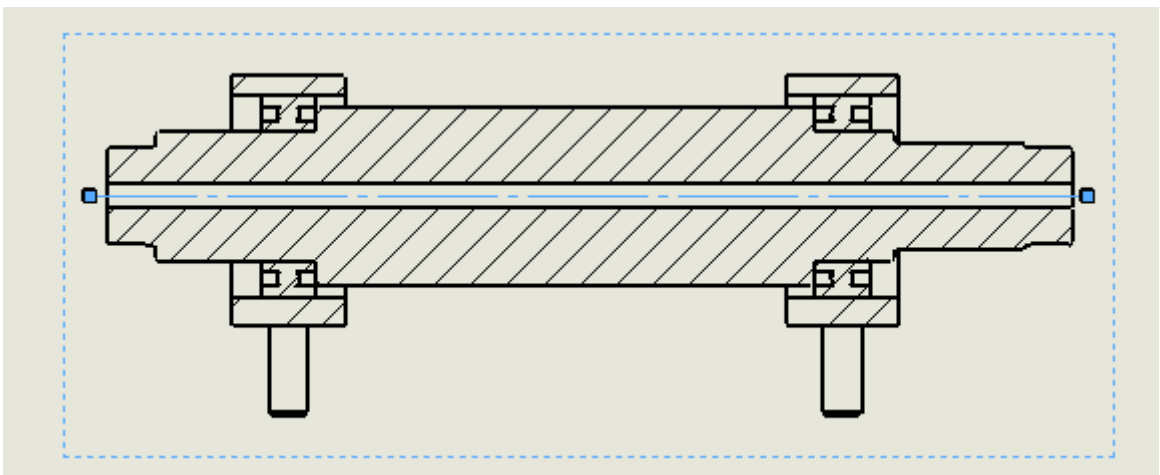
Меню **Annotations** в SolidWorks містить інструменти для додавання різноманітних анотацій, таких як текстові блоки, таблиці, розміри та інші об'єкти, до креслень.

- "Note" - дозволяє додавати текстові блоки, що містять інформацію про деталі або інші документаційні нотатки.
- "Balloon" - дозволяє додавати позначки, які вказують на деталі, що підлягають нумерації.
- "Magnetic line" – дозволяє побудувати лінію, вздовж якої будуть проставлятися позначення позицій.
- "Surface finish symbol" - дозволяє додавати символи, що вказують на поверхневі характеристики деталей.
- "Weld symbol" - дозволяє додавати символи, що вказують на тип зварювання, який необхідний для виробництва.
- "Hole callout" - дозволяє додавати виміри для отворів і свердловин на кресленнях.
- "Geometric tolerance symbol" - дозволяє додавати символи, що вказують на геометричні характеристики деталей.
- "Datum feature symbol" - дозволяє додавати символи, що вказують на особливості розмірів і форми деталей.
- "Datum target" - дозволяє додавати символи, що вказують на базу для попередньої функції.
- "Center mark" - дозволяє додавати маркери центрування для деталей з круглими або циліндричними формами.
- "Centerline" - дозволяє додавати маркери центральної лінії для деталей з симетричними формами.
- "Surface texture" - дозволяє додавати символи, що вказують на текстуру поверхні деталей.

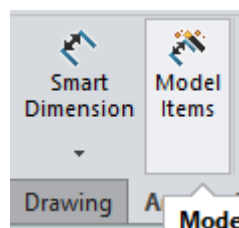
- "Custom symbol" - дозволяє додавати власні символи до креслень, що дозволяє забезпечити більш точне відображення документації.
- "Revision table" - дозволяє додавати таблиці зі списком змін до креслення, що допомагає відслідковувати історію змін документації.

Ці інструменти дозволяють інженерам і дизайнерам додавати необхідну інформацію до креслень, що сприяє забезпеченню правильного виробництва та монтажу деталей.

Будь ласка, використайте деякі з наявних функцій для завершення креслення, додавши осьові лінії до деталі у розрізі. Для цього, як і раніше, натисніть праву кнопку миші на деталі, виберіть опцію "Примітки" і оберіть "Осьова лінія". Після цього встановіть прапорець біля "Обрати вид" і виберіть деталь у розрізі. Натисніть "ОК", щоб підтвердити зміни в кресленні.

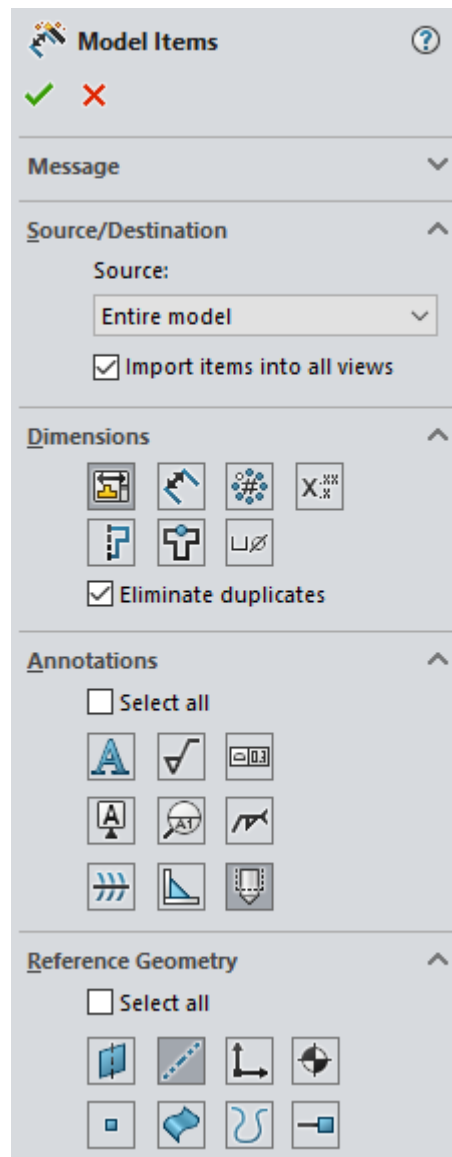


Після цього вам потрібно поставити розміри на кресленні. На панелі інструментів оберіть опцію "Елементи моделі".

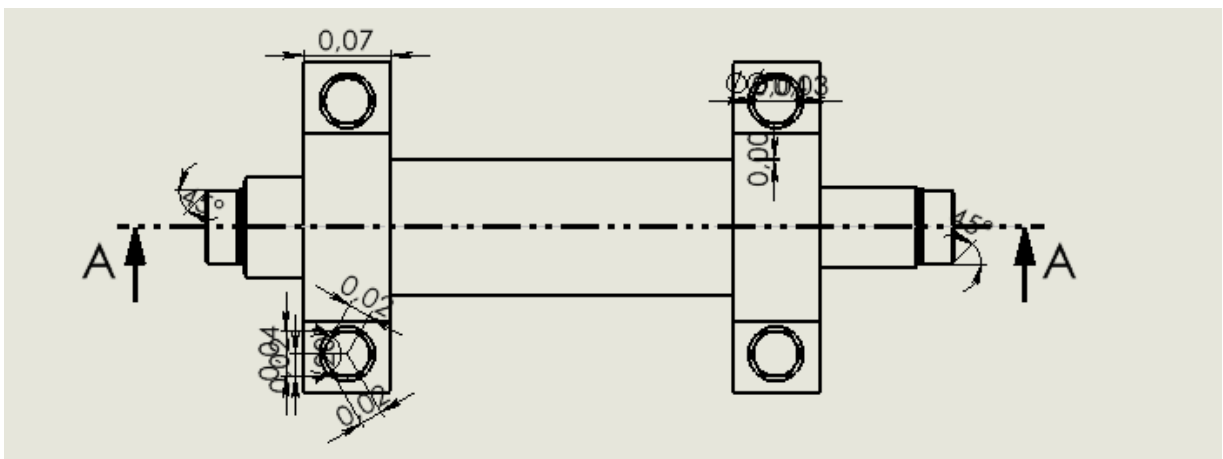


В діалоговому вікні, яке з'явиться зліва, відмітьте деталі, на яких потрібно встановити розміри. Якщо розміри мають бути розташовані по всій

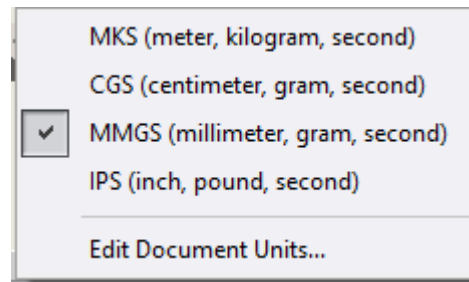
деталі, позначте це. Далі встановіть розмір для різьблення та розмір для швів.  
Після цього підтвердіть зміни в кресленні.



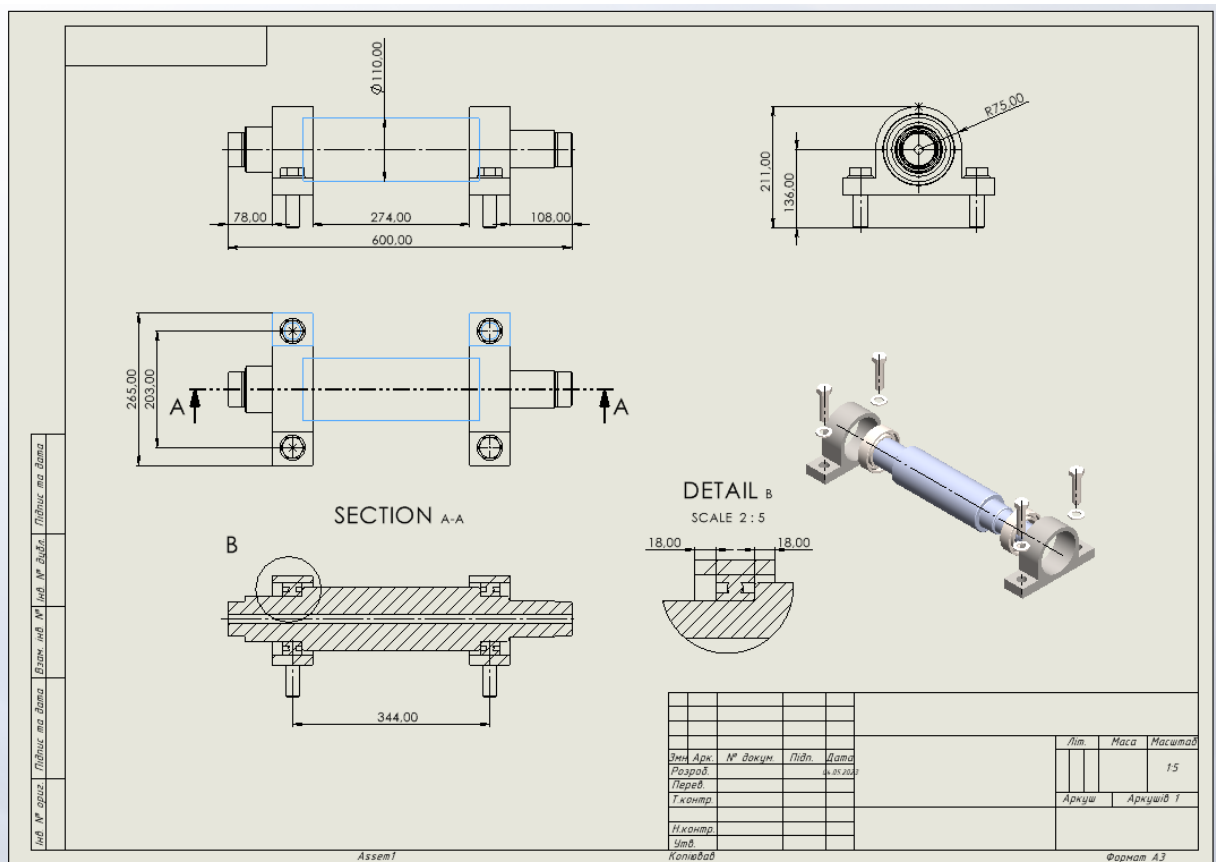
Усі розміри деталей були проставлені.



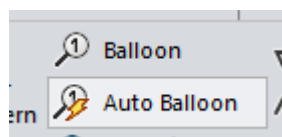
Для того, щоб зробити розміри у міліметрах, внизу лівої частини програми переключіться на режим MMGS (Millimeter, Gram, Second).



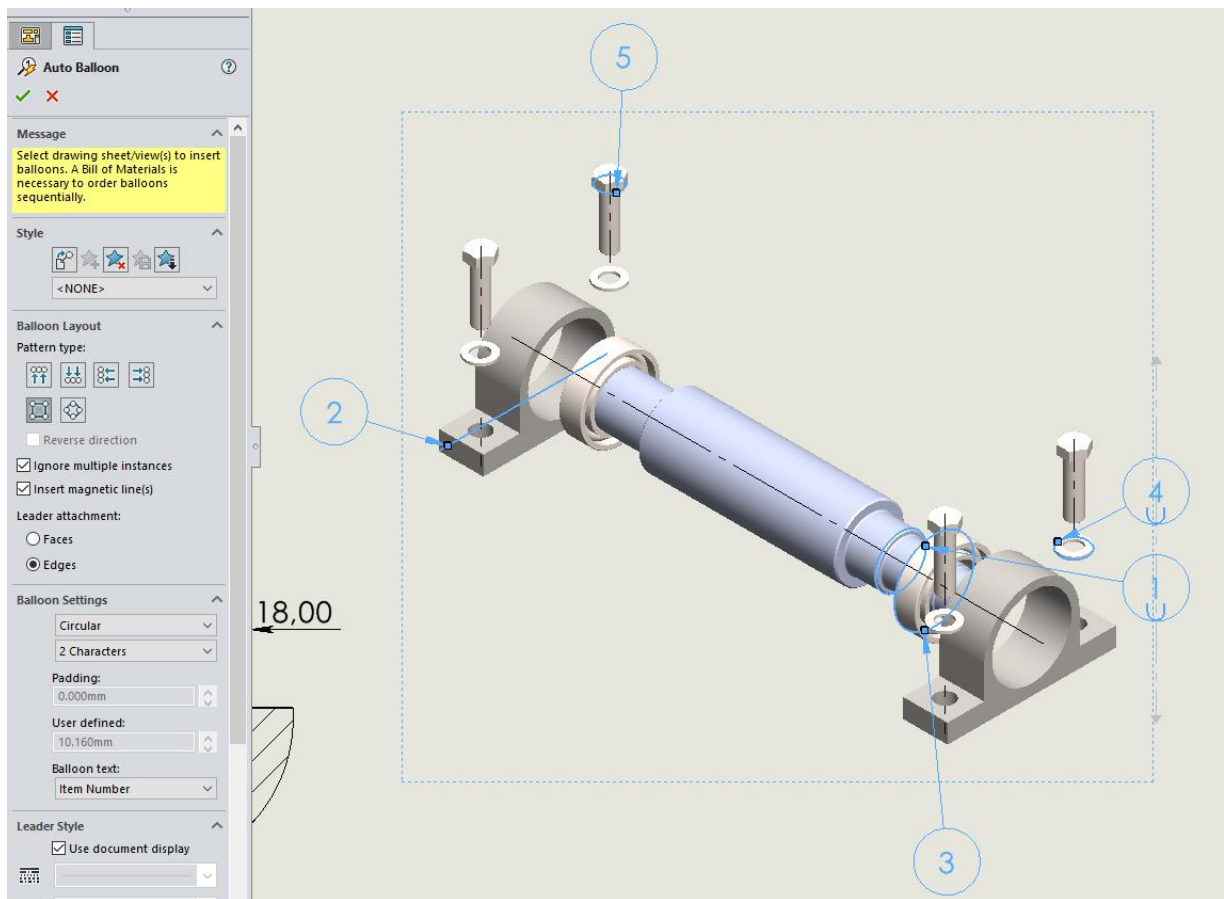
Зараз вам потрібно відредагувати всі розміри відповідно до стандартів.



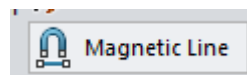
Після цього вам потрібно проставити позиції елементів складання. На панелі інструментів оберіть функцію "Автопозиція".

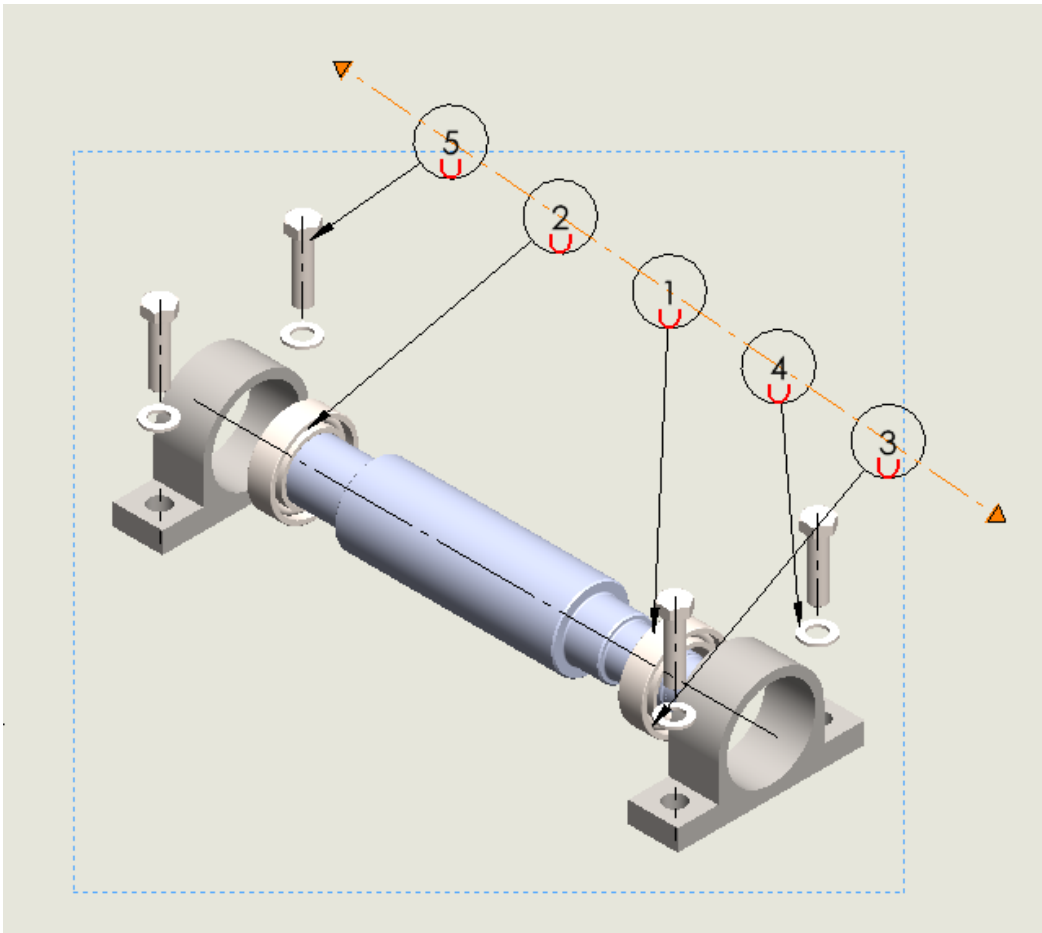


Оберіть деталь з видом "Прямо". У діалоговому вікні зліва оберіть тип масиву "Зправа". Після цього на кресленні з'являться позиції праворуч. Підтвердіть зміни в кресленні.



Ви можете переміщувати позиції в будь-яке місце на аркуші. Просто натисніть ліву кнопку миші на позиції та перетягніть її в потрібне місце. Крім того, ви можете створювати напрямні лінії для розташування позначок позицій у бажаному форматі розташування.





### 5.3 Таблиці та специфікація

Меню **Tables** в Solidworks містить інструменти для створення та редагування таблиць в кресленнях. Розглянемо кожну з функцій детальніше:

- "Bill of Materials" - дозволяє створювати таблицю зі списком всіх деталей, які складають виріб або складання. В цій таблиці можна вказати номери деталей, їхні назви, кількість, масу та інші параметри. Аналог специфікації.

- "General Table" - дозволяє створювати загальні таблиці для відображення будь-яких даних на кресленні. В цій таблиці можна відображати текстову та числову інформацію, зображення та графіки.

- "Revision Table" - дозволяє створювати таблиці, що містять інформацію про всі зміни, внесені до деталі або складання під час розробки. У цій таблиці можна вказати номер версії, дату внесення змін, опис та автора змін.

- "Weldment Cut List" - дозволяє створювати таблицю зі списком всіх деталей, які складають сварну конструкцію. У цій таблиці можна вказати номери деталей, їхні назви, кількість, масу та інші параметри.

- "Hole Table" - дозволяє створювати таблицю з вимірами отворів та свердловин на деталі. У цій таблиці можна вказати номер отвору, його розмір, глибину та інші параметри.

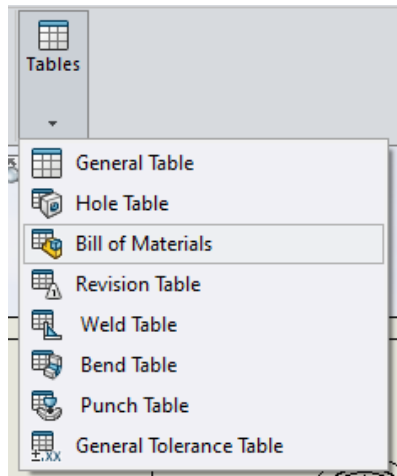
- "Revision Cloud Table" - дозволяє створювати таблицю, що містить хмару ревізій, яка зображує місця на кресленні, де здійснювалися зміни. У цій таблиці можна вказати номер версії, дату внесення змін, опис та автора змін.

- "Punch Table" - дозволяє створювати таблицю з вимірами вирізів на деталі. У цій таблиці можна вказати номер вирізу, його розмір та інші параметри

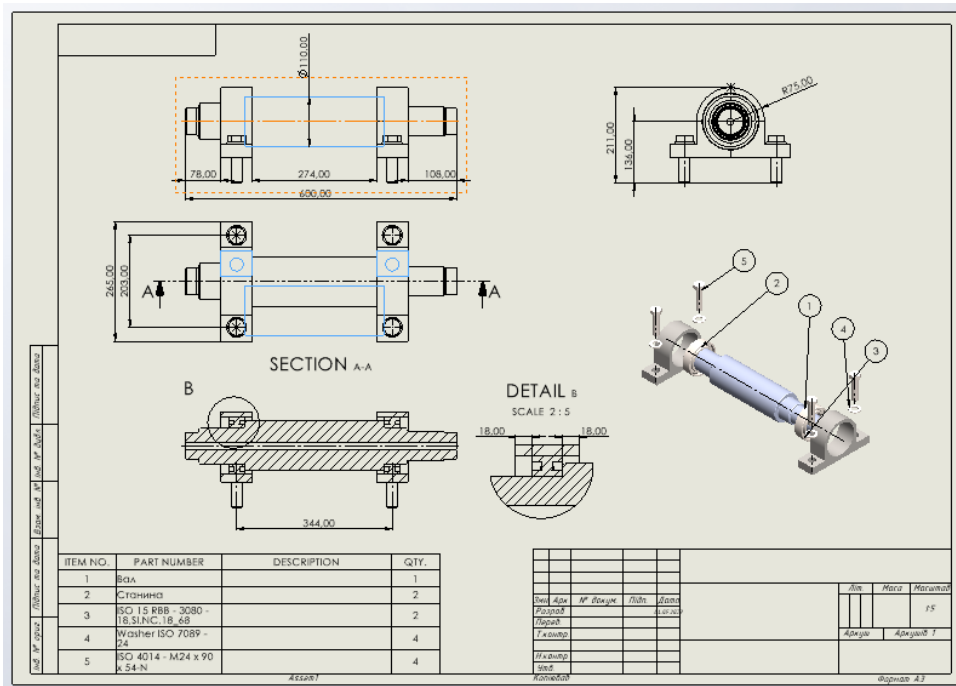
- "Tolerance Table" в Solidworks - це функція, яка дозволяє

створювати таблицю зі значеннями допустимих відхилень для різних розмірів та параметрів деталі. У цій таблиці можна вказати номінальні розміри та їхні допустимі відхилення, встановити тип та розмір посилання на таблицю термінів та додаткову інформацію про критерії прийняття деталі. Ця таблиця є корисною для забезпечення точності та якості виготовлення деталей.

Для створення специфікації складання перейдіть в розділ "Таблиці" і оберіть "Bill of materials" (Специфікація збірки).



Вставте отриману таблицю в лівий нижній кут креслення.



Креслення готове.

### **Контрольні питання**

1. Як створити креслення по моделі чи збірці?
2. Яким чином додаються основні види моделі?
3. Які види анотацій можна проставляти?
4. Що таке авторозмір та як його використовувати.
5. Як створюється специфікація на листі?

## **6 СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ І РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Introducing SolidWorks. URL:  
[https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS\\_Introduction\\_EN.pdf](https://my.solidworks.com/solidworks/guide/SOLIDWORKS_Introduction_EN.pdf) (дата звернення: 16.03.2023).
2. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка. SolidWorks: навчальний посібник. / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. – 251 с.
3. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: навч. посібн. для студ. вищ. навч. закладів. / В.М. Марчевський. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 352 с.
4. Shih R.H., Schilling P.J. Parametric Modeling with SOLIDWORKS 2022. / R.H. Shih, P.J. Schilling. – SDC Publications, 2022. – 600 p.
5. Planchard D.C. SOLIDWORKS 2020 Quick Start. / D.C. Planchard. – SDC Publications, 2020. – 280 p.