

DeskProto

Підручник

Включно з установкою, швидким стартом і **дев'ятьма** уроками.

Програмне забезпечення для створення прототипів робочого столу,
для швидкого створення деталей за допомогою (настільного) фрезерного
верстата з ЧПК.

Версія 7.1

Авторське право © 1995-2021, Delft Spline Systems.

Delft Spline Systems
Утрехт, Нідерланди.
www.deskproto.com

Зміст

Відмова від відповідальності.....	5
Ліцензії та авторські права.....	6
Основи.....	7
Встановлення	9
Windows: файл налаштування	9
MacOS: DMG файл	10
Linux: AppImage файл	11
Запуск DeskProto.....	13
Файли і папки (Windows).....	15
Файли і папки (MacOS).....	17
Файли і папки (Linux).....	18
Швидкий старт	21
1. Піднос для пива (базовий вектор).....	25
The Beer tray, майстер інтерфейсу.....	28
The Beer tray, інтерфейс на основі діалогу.....	35
2. Фоторамка (базова геометрія).....	45
The Picture Frame, майстер інтерфейсу.....	47
The Picture Frame, інтерфейс на основі діалогу.....	51
3. XYZ логотип (базове растрове зображення).....	65
The XYZ logo, майстер інтерфейсу.....	67
The XYZ logo, інтерфейс на основі діалогу.....	71
4. Пляшка (геометрія: дві половинки).....	75
5. Венера (геометрія: поворотнавість).....	89
6. Мобільний телефон (геом.: двосторонній).....	103
7. DP пляшка (вектор: просунутий).....	113
8. Літофан (растрове зобр.: просунутий).....	121
9: Кубики (п'ятигосьова обробка).....	133
Індекс.....	147



Відмова від відповідальності

Усі фрезерні пристрої (незалежно від того, чи є вони з числовим керуванням) є небезпечними пристроями: під час роботи з фрезерним верстатом можна пошкодити заготовку чи верстат, або навіть поранитися. Тож будьте обережні та завжди перевіряйте свої траєкторії перед тим, як надсилати їх на машину - якщо ви новачок, попросіть досвідченого колегу перевірити їх.

Delft Spline Systems, розповсюджувач програмного забезпечення, дилер чи будь-яка інша проміжна сторона жодним чином не несуть відповідальності за будь-які збитки чи травми, прямі чи непрямі, пов'язані з використанням цього програмного забезпечення.

DeskProto ® є зареєстрованою торговою маркою Delft Spline Systems.
Windows ® є зареєстрованою торговою маркою Microsoft Corporation.
MacOS ® є зареєстрованою торговою маркою Apple Inc.
Linux ® є зареєстрованою торговою маркою Linus Torvalds.
Усі інші торгові марки належать їхнім відповідним власникам.

Ліцензії та авторські права

DeskProto захищено законом про авторські права. Несанкціоноване відтворення або розповсюдження цієї програми заборонено.
Авторське право © 1995-2021, Delft Spline Systems

DeskProto використовує такі зовнішні бібліотеки:

Boost C++ бібліотеки.

Copyright © 1998-2005, Beman Dawes, David Abrahams,

Copyright © 2004-2007, Rene Rivera.

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією V1.0.

www.boost.org

Бібліотека **Clipper** для відсікання та зміщення ліній і багатокутників

Copyright © 1995-2013, Angus Johnson

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією V1.0.

<http://www.angusj.com/delphi/clipper.php>

Бібліотека криптографічних алгоритмів **Crypto++**

Copyright © 2010-2013, Wei Dai

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією V1.0.

www.cryptopp.com

Бібліотека **HIDAPI** для зв'язку з пристроями HID. Copyright ©

2009, Alan Ott, Signal 11 Software,

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією HIDAPI.

github.com/signal11/hidapi

Бібліотека **Minizip** для читання та запису ZIP-архівів.

Copyright © 2017, Nathan Moinvaziri

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією Minizip.

github.com/nmoinvaz/minizip

Кросплатформна платформа додатків **QT**.

Copyright © 2016, The QT Company Ltd. and other contributors

Використовується та розповсюджується згідно з ліцензією GNU Lesser General Public (LGPLv3). www.qt.io

Повні тексти ліцензій для всіх цих бібліотек можна знайти у вікні “Про DeskProto».

Основи

Що пропонує DeskProto

DeskProto — це програма САМ (Computer Aided Manufacturing) для 3-осьових, 4-осьових і 5-осьових фрезерних верстатів з ЧПК, яка пропонує створення прототипів на робочому столі. DeskProto дозволить вам створювати 2D векторні малюнки, 3D геометрії та 3D рельєфи на основі фотографій. Її можна використовувати для проектування продуктів, ювелірних виробів, деревообробки, медичних програм, мистецтва, освіти, хобі тощо. DeskProto можна поєднувати з будь-якою програмою САПР і будь-яким фрезерним верстатом з ЧПК.

Доступні чотири різні версії DeskProto: **Free**, **Entry**, **Expert** і **Multi-Axis**, які пропонують різні (під)набори функціональних можливостей DeskProto. Порівняльну таблицю видань можна знайти на www.deskproto.com

Як це працює

Відправною точкою для DeskProto є файл CAD (неможливо проектувати в DeskProto: САМ обчислює траєкторії). Підтримуються три типи даних CAD, кожен з яких має дещо інший робочий процес:

Векторні дані: 2D-креслення, що містить лінії та дуги, збережене як файл DXF, AI, EPS або SVG.

Геометричні дані: 3D-геометрія, визначена як набір трикутників (граней), які описують його зовнішню поверхню (дані багатокутника), збережена у вигляді файлу STL або DXF.

Растрові дані: 2D-зображення, що містить кольорові пікселі, збережене як файл BMP, JPG, GIF, PNG або TIF.

Фактично DeskProto пропонує **три програми САМ** за ціною однієї!

DeskProto завантажить файл CAD і відобразить його вміст. Можна завантажити більше одного файлу. На цьому етапі ви можете масштабувати, переводити, обертати тощо. Після введення деяких параметрів фрезерування (ріжучий інструмент, необхідна точність тощо) DeskProto обчислить траєкторії інструменту та збереже їх у файлі NC. Надішліть цей файл ЧПК на фрезерний верстат з ЧПК, і ви отримаєте свою деталь протягом короткого часу.

Яке апаратне/програмне забезпечення необхідно

DeskProto V7.1 доступна для Microsoft Windows, Apple MacOS і Linux.

Для Windows потрібна Win7, Win8, Win10 або новіша. На 64-бітній Windows версії буде встановлено 64-бітну версію DeskProto, інакше 32-бітну версію.

Мінімальне необхідне обладнання — ПК Pentium з 1 ГБ оперативної пам'яті та 100 ГБ вільного місця на диску: чим швидше/більше, тим краще. Відеокарта має підтримувати OpenGL V2.1 або новішу. Особлива збірка для Win XP (SP3, 32 біти) доступна за запитом.

Для **MacOS** (Apple) потрібна Sierra (10.12), High Sierra (10.13), Mojave (10.14), Catalina (10.15), Big Sur (11) або новіша. DeskProto для MacOS завжди 64-бітна. Тут також мінімальна вимога до апаратного забезпечення — 1 ГБ оперативної пам'яті та 100 ГБ вільного місця на диску: чим швидше/більше, тим краще.

Для **Linux** його було розроблено та протестовано з використанням Ubuntu 18.04 (64 біти), однак він також працюватиме на більшості інших популярних дистрибутивів Linux. Підтримуються лише 64-розрядні версії. Тут також мінімальна вимога до апаратного забезпечення — 1 ГБ оперативної пам'яті та 100 ГБ вільного місця на диску: чим швидше/більше, тим краще.

Скріншоти в цьому підручнику зроблено за допомогою Windows, однак для користувачів MacOS і для користувачів Linux ці зображення будуть повністю зрозумілими, оскільки всі екрани дуже схожі для всіх трьох операційних систем.



Встановлення

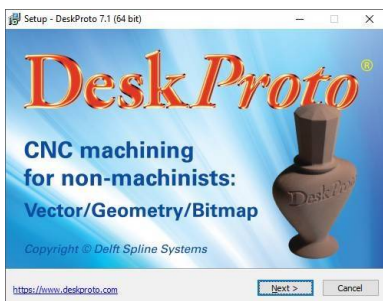
Windows: інсталяційний файл

DeskProto версії 7.1 працює в MS Windows 7, 8, 10 або новіших. Надішліть нам електронний лист, щоб отримати інсталяцію для Win XP (SP3, 32 біти). Мінімальне необхідне обладнання — ПК Pentium з 1 ГБ оперативної пам'яті: чим швидше/більше, тим краще. Необхідно використовувати 3D-відеокарту, сумісну з OpenGL (версія 2.1 або краща). Для встановлення вам потрібно близько 150 Мб вільного місця на диску, щоб використовувати DeskProto, вам потрібно набагато більше для програмних файлів NC, які ви створите.

Ви можете завантажити файл налаштування DeskProto з www.deskproto.com і запустити цей файл. Або, якщо у вас є компакт-диск, вставте компакт-диск, і автоматично відобразиться меню встановлення: виберіть «Встановити DeskProto», щоб розпочати налаштування.



Після натискання «Так» у попередженні безпеки (або після введення пароля адміністратора) програма налаштування спочатку запитає вас, яку мову ви хочете використовувати для налаштування. Цю ж мову буде встановлено для DeskProto (яку пізніше можна буде змінити в налаштуваннях). Після вибору мови почнеться налаштування:



Тепер просто дотримуйтесь наведених інструкцій:

- прийняти ліцензійну угоду
- прочитайте вітальну інформацію
- підтвердьте папку встановлення
- підтвердьте папку меню «Пуск»
- виберіть потрібні значки
- і встановити.

На робочому столі буде створено новий ярлик під назвою DeskProto (якщо, звичайно, ви не вимкнули цю опцію), а необхідні файли будуть автоматично скопійовані на ваш жорсткий диск. Також команди DeskProto, файл довідки DeskProto та видалення DeskProto будуть додані до списку програм, до яких можна отримати доступ через меню «Пуск» Windows.

Під час завантаження DeskProto з web-сайту DeskProto інсталяція деяких браузерів розпочнеться негайно, тоді як інші браузери спочатку збережуть файл встановлення на вашому жорсткому диску. Програма встановлення DeskProto називається «**DeskProto71.exe**». Його можна запустити так само, як і будь-яку іншу програму Windows.

Якщо ви замовили DeskProto на компакт-диску, ви можете просто вставити компакт-диск у свій ПК: автоматично запуститься програма під назвою DeskProto Install Menu. Якщо цього не станеться, ви можете знайти файл Setup.exe на компакт-диску та запустити його вручну. Зверніть увагу, що назва програми встановлення на компакт-диску не збігається з назвою завантаженої програми.

MacOS: DMG файл

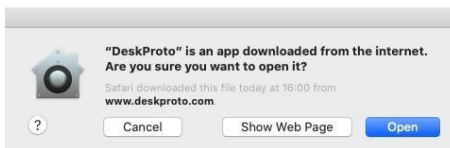
DeskProto версії 7 працює в MacOS Sierra, Mojave, Catalina, Big Sur або новіших (для користувачів Windows: MacOS — це програмне забезпечення, яке працює на комп'ютерах Apple). DeskProto для MacOS завжди 64-бітний. Мінімальна апаратна вимога — 1 ГБ оперативної пам'яті та 100 ГБ вільного місця на диску: чим швидше/більше, тим краще.

Файл для завантаження є файлом DMG. Це файл образу диска Apple: файл лише для читання, який можна підключити як диск. Ви можете бачити його як «віртуальний компакт-диск». Це стандартний спосіб розповсюдження програм MacOS. Файл, який ви завантажуєте, називається «DeskProto71.dmg».

Ви можете підключити DMG, двічі клацнувши його. У діалоговому вікні, яке з'явиться, буде показано ліцензійну угоду для DeskProto. Коли ви погоджуєтесь з умовами цієї ліцензії, ви можете натиснути кнопку «Погодитися» та продовжити. Тепер файл DMG буде перевірено та відкрито. Відкриється діалогове вікно DeskProto71Installer:



Встановити DeskProto можна, просто перетягнувши піктограму DeskProto (файл DeskProto.app, у деяких версіях MacOS просто називається DeskProto) у папку Applications. Ось і все: тепер ви можете запустити DeskProto з Launchpad, як і будь-який інший додаток.



Під час першого запуску DeskProto з'явиться діалогове вікно із запитом, чи впевнені ви, оскільки програму було завантажено з Інтернету. Це підтверджує, що файл завантажено з www.deskproto.com, і що було знайдено дійсний сертифікат Apple Developer ID (інакше було б показано попередження).



Наступне діалогове вікно також буде показано лише під час першого запуску DeskProto: тут ви можете вибрати мову, яку має використовувати DeskProto.

Linux: AppImage файл

DeskProto версії 7 було розроблено та протестовано з використанням Ubuntu 18.04 (64 біти), але він також працюватиме на більшості інших популярних дистрибутивів Linux. Підтримуються лише 64-розрядні версії. Тут також мінімальна вимога до апаратного забезпечення — 1 ГБ оперативної пам'яті та 100 ГБ вільного місця на диску: чим швидше/більше, тим краще.

Файл для завантаження є файлом AppImage. Цей формат широко використовується для розповсюдження програмного забезпечення Linux, оскільки він дуже простий у використанні: просто двічі клацніть цей файл, щоб запустити програму. Що відбувається (невидиме для користувача), так це те, що AppImage буде розпаковано до тимчасового розташування, звідки запускається програма. Подібно до монтування диска. Файл, який ви завантажуєте, називається **“DeskProto71.AppImage”**.



Важливо, що запуск програми можливий лише після зміни властивостей файлу (клацніть файл правою кнопкою миші та виберіть «Властивості», щоб відкрити діалогове вікно, як показано вище). На вкладці Дозволи цього діалогового вікна вам потрібно позначити пункт *Дозволити виконання файлу як програми*.



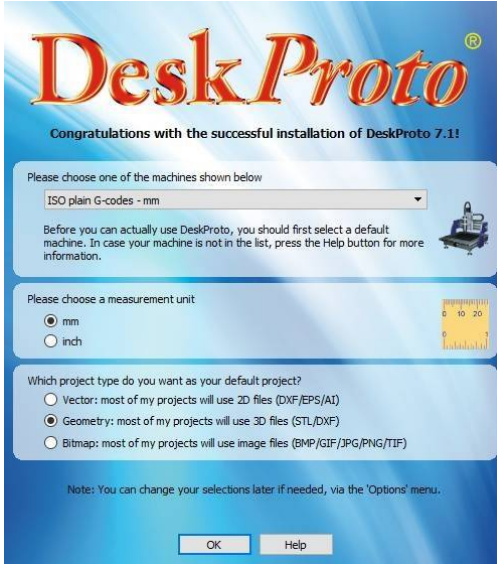
У Linux діалогове вікно вибору мови, де ви можете вибрати **мову** для використання, буде показано наступним, коли ви вперше запустите DeskProto, як і в MacOS.

Після вибору ліцензії DeskProto покаже **ліцензійну угоду**: вам потрібно поставити галочку на «Я приймаю угоду», перш ніж ви зможете натиснути «ОК», щоб продовжити.



Запуск DeskProto

Під час першого запуску DeskProto він завершить інсталяцію, запитавши вас, який фрезерний верстат з ЧПК ви будете використовувати, які одиниці та тип проектів.



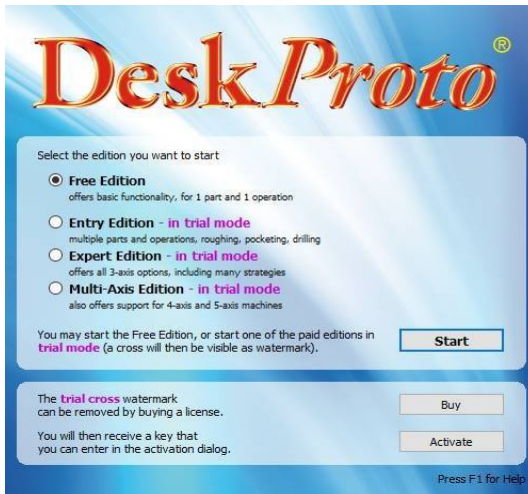
Виберіть правильний **верстат** (той, який ви маєте) у розкритому списку: це буде верстат за замовчуванням, яку DeskProto використовуватиме для всіх ваших проектів. За потреби це налаштування можна пізніше змінити в параметрах проекту за замовчуванням (меню «Параметри»).

Якщо ваш апарат відсутній у списку, у більшості випадків найкращим вибором буде апарат під назвою «ISO plain G-codes» (-дюйми або -мм). Пізніше ви можете визначити свій власний верстат в бібліотеці верстатів (меню «Параметри»). Натисніть кнопку «**Довідка**», щоб дізнатися більше про те, який апарат вибрати (або прочитайте Довідковий посібник).

Одиниці, які ви виберете тут, використовуватимуться для імпорту файлу даних CAD та для інтерфейсу користувача. Це одиниці, встановлені в налаштуваннях.

Одиниці також можна встановити в іншому місці: одиниці у файлах NC, які записує DeskProto, встановлюються в постпроцесорі для цього верстату (постпроцесор — це програмний модуль, який перетворює вихідні дані у формат, потрібний вашому верстату, завдяки сортуванню по слову Driver). Перегляньте файл довідки, щоб дізнатися більше про налаштування одиниць у DeskProto.

Для кожного типу САD-даних (векторних, геометричних і растрових) потрібні різні налаштування, тому DeskProto підтримує векторні операції, геометричні операції та растрові операції. Тип проекту за замовчуванням визначає, яка операція буде завантажена під час створення нового проекту. Оскільки ви можете додавати та видаляти операції будь-коли, це не критичне рішення. За потреби це налаштування можна пізніше змінити в параметрах деталі за замовчуванням (меню «Параметри»).



Після цього налаштування DeskProto буде працювати на вашому ПК. У діалоговому вікні вибору видання (показаному вище) ви можете вибрати редакцію, яке ви бажаєте запустити. Ви можете негайно почати використовувати **безкоштовну версію**, яка пропонує базові функції САМ, без необхідності купувати ліцензію.

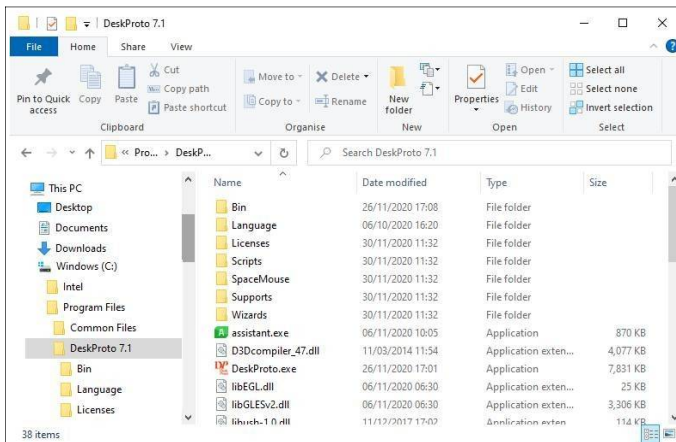
Додаткові функції доступні в інших трьох версіях, для яких потрібна платна ліцензія. На веб-сайті DeskProto ви можете знайти порівняльну таблицю, яка показує точні можливості кожного випуску. Для користувачів без ліцензії ці версії доступні в **пробному режимі**: це означає, що як на екрані, так і в траєкторіях інструментів NC пробний **водяний знак** буде видно.

Коли ви придбали **ліцензію** DeskProto, ви отримаєте код розблокування, за допомогою якого ви зможете видалити цей пробний крок. У діалоговому вікні «Активувати ліцензію» (Windows і Linux: меню «Довідка», MacOS: меню «DeskProto») вам потрібно ввести назву та ключ ліцензії. Точно так, як зазначено: введіть ім'я з великими літерами, пробілами та комами, як показано на ліцензії.



Файли та папки (Windows)

Давним-давно DeskProto зберігав усі файли в одній структурі каталогу, чітко відсортовані у підпапках. На жаль, у поточних версіях Windows це більше неможливо через суворі правила безпеки за допомогою контролю облікових записів користувачів (UAC). Драйвери та дані користувача більше не можуть зберігатися в тому самому місці, що й програмний файл.



За замовчуванням DeskProto V7.1 зберігає свої файли в таких каталогах (папках):

\Program Files

\Program Files\DeskProto 7.1

Ця папка містить файл DeskProto.exe та велику кількість файлів DLL (компонентів програми) та інших файлів, які використовує DeskProto: див. зображення вище.

\Program Files\DeskProto 7.1\Bin

Більше програмних компонентів, необхідних DeskProto

\Program Files\DeskProto 7.1\Language

Ця папка використовується для всіх елементів інтерфейсу користувача, які можна перекладати (ресурси, довідка, ліцензія, readme), і, таким чином, містить підпапку для кожної мови.

У цій папці для мови потрібен один основний файл ресурсів, після чого в параметрах DeskProto можна вибрати нову мову. Наприклад, для німецької мови потрібна папка de з файлом ресурсного файлу DeskProto_de.qm (файл qm є файлом ресурсу Qt). Усі інші файли в цій папці необов'язкові, оскільки для них DeskProto за замовчуванням буде використовувати англійську мову, якщо їх не знайдено.

\Program Files\DeskProto 7.1\Licenses

Ця папка містить ліцензії для всіх зовнішніх бібліотек, які використовує DeskProto.

\Program Files\DeskProto 7.1\Scripts

У цій папці містяться всі сценарії, для отримання додаткової інформації дивіться Довідковий посібник (на компакт-диску та на веб-сайті DeskProto).

\Program Files\DeskProto 7.1\SpaceMouse

Файли, необхідні для 3Dconnexion SpaceMouse.

\Program Files\DeskProto 7.1\Supports

Ця папка містить файли STL для вкладок підтримки геометрії, для отримання додаткової інформації дивіться Довідковий посібник (на вашому компакт-диску та на веб-сайті DeskProto).

\Program Files\DeskProto 7.1\Wizards

Ця папка містить усі файли для спеціальних майстрів, див. Довідковий посібник (на компакт-диску та на веб-сайті DeskProto), щоб отримати додаткові відомості. «Звичайні» майстри включені в основну програму.

\ProgramData

\ProgramData\DeskProto 7.1\Drivers

Для створення програми ЧПУ, яка підходить для вашого фрезерного верстата, DeskProto потрібна інформація про правильний верстат, постпроцесор і доступні фрези. Ця інформація міститься у файлах драйверів (*.MCH для верстатів, *.PPR для постпроцесорів і *.CTR для фрез), які зберігаються в цій папці драйверів.

\ProgramData\DeskProto 7.1\Samples

Для початківців кожен DeskProto постачається з кількома зразками файлів, які також використовуються для уроків у цьому посібнику. Це стосується файлів проекту DeskProto (*.DPJ), файлів 3D-геометрії (*.STL), 2D- і 3D-векторних файлів (*.DXF) і кількох прикладів растрових файлів.

Папка **\ProgramData** також розташована в корені (наприклад C:\ProgramData\). Як не дивно, ця папка за умовчанням невидима. Щоб зробити папку видимою, вам потрібно вибрати параметр у Провіднику файлів:

Win8, Win 10: на стрічці «Вигляд» у розділі «Показати/сховати» поставте прапорець *«Приховані елементи»* **Win7:** кнопка *«Упорядкувати»* >>

Параметри папок і пошуку >> вкладка *«Вигляд»* >> виберіть

«Показувати приховані файли, папки та диски».

WinXP: Інструменти >> Параметри папок >> вкладка *«Перегляд»* >> виберіть *«Показати приховані файли та каталоги».* У WinXP папка має іншу назву та місце розташування: C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\

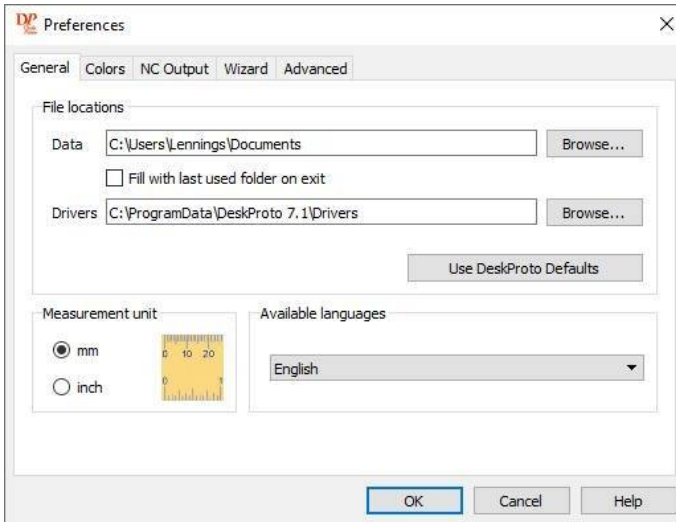
Документи

Ця папка DeskProto **Data** за замовчуванням: вона використовуватиметься для всіх команд завантаження та збереження даних САПР, а також для файлів проекту та програмних файлів NC, які ви створюєте (у WinXP ця папка називається *Мої документи*). Рекомендується створити тут структуру папок, наприклад, із новою папкою для кожного нового клієнта



або для кожного нового проєкту.

Деякі розташування файлів можна налаштувати користувачем:



Розташування файлів для даних і драйверів можна визначити в параметрах DeskProto (меню «Параметри»), дивіться малюнок вище. Кнопку «Використовувати параметри DeskProto за замовчуванням» можна використати, щоб скинути ці розташування.

Дотримуючись інструкцій Microsoft, DeskProto зберігає параметри в **Реєстр**.

Файли і папки (MacOS)

Файл DeskProto.app, який ви перетягнули до папки Applications, насправді є структурою папок, яка містить як програму, так і декілька папок (для драйверів, зразків і багато іншого). Оскільки файли програми доступні лише для читання, потрібно скопіювати кілька цих папок в інше місце: DeskProto зробить це автоматично за вас.

DeskProto V7.1 зберігає свої файли в таких папках:

~/Library/Application Support/Delft Spline Systems/DeskProto/7.1/

Тут ви можете знайти папки Drivers, Languages, Licenses, Samples, Scripts і Supports, призначення кожної папки було пояснено в розділі Windows вище. Папка «Майстри» відсутня, оскільки спеціальні майстри не підтримуються у версії MacOS.



Параметри DeskProto зберігаються у файлі
~/Library/Preferences/com.delft-spline-systems.DeskProto.plist

Стандартною папкою для всіх даних користувача є
~/Documents/

Папка **~/Library/** (використовується в перших двох щойно згаданих місцях) є прихованою папкою в MacOS. Отже, коли ви відкриваєте Finder і показуєте папку Home, папка Library не буде присутня. Щоб зробити його видимим, потрібно одночасно утримувати три клавіші клавіатури: **Cmd + Shift + .** (крапка): тоді всі приховані файли та папки стануть видимими.

Розташування файлів для даних і драйверів можна встановити в параметрах DeskProto (меню DeskProto), дивіться знімок екрана в параграфі про Windows. Кнопку «Використовувати параметри DeskProto за замовчуванням» можна використати, щоб скинути ці розташування.

У наведених вище специфікаціях папок «~/» означає вашу домашню папку. Насправді це папка **/Users/username/** - наприклад, **/Users/john/** для користувача john. У результаті зміни, які ви робите в цих папках (наприклад, додавання нової фрези), можуть бачити лише поточний користувач. Активація ліцензії також (зберігається в налаштуваннях) працюватиме лише для поточного користувача. Це не проблема, але корисно знати, що тут версія MacOS відрізняється від версії Windows.

Файли і папки (Linux)

Як файл AppImage, який ви використовували для запуску DeskProto, доступний лише для читання, потрібно скопіювати кілька файлів і папок в інше місце, щоб зберегти ваші параметри, параметри, визначення різка тощо. DeskProto зробить це автоматично за вас.

DeskProto V7.1 зберігає свої файли в таких папках:

~/local/share/Delft Spline Systems/DeskProto/7.1/

Тут ви можете знайти папки Drivers, Languages, Licenses, Samples, Scripts і Supports, призначення кожної папки було пояснено в розділі Windows вище. Папка «Майстри» відсутня, оскільки спеціальні майстри не підтримуються у версії Linux.

Параметри DeskProto зберігаються у файлі
~/config/Delft Spline Systems/DeskProto.conf

Стандартною папкою для всіх даних користувача є
~/Documents/

У Linux усі файли та папки починаються з `.` (наприклад, `.local` і `.config` вище) приховані, тому не будуть видимі під час перегляду домашньої папки в менеджері файлів. Їх можна зробити видимими, натиснувши `Ctrl + H` на клавіатурі або поставивши позначку *«Показувати приховані файли»* в меню «Диспетчер файлів».

Розташування файлів для даних і драйверів можна встановити в параметрах DeskProto (меню DeskProto), дивіться знімок екрана в параграфі про Windows. Кнопку «Використовувати параметри DeskProto за замовчуванням» можна використати, щоб скинути ці розташування.

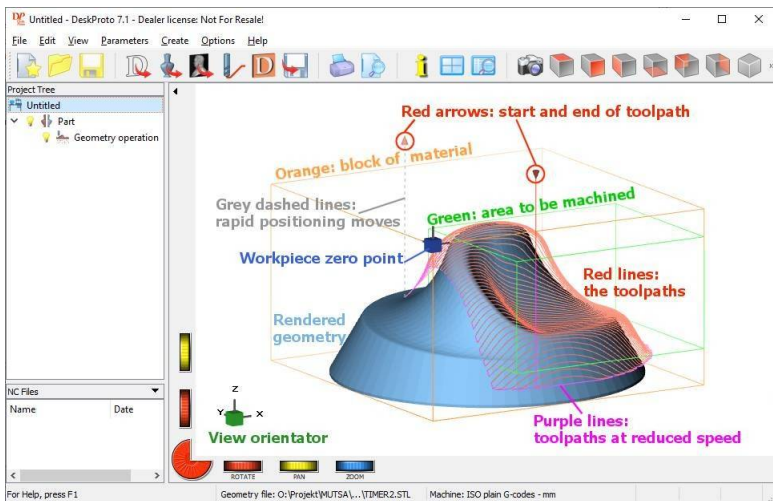
У наведених вище специфікаціях папок `«~/»` означає вашу домашню папку. Насправді це папка `/home/username/` - наприклад, `/home/john/` для користувача `john`. У результаті зміни, які ви робите в цих папках (наприклад, додавання нової фрези), можуть бачити лише поточний користувач. Активація ліцензії також (зберігається в налаштуваннях) працюватиме лише для поточного користувача. Це не проблема, але корисно знати, що тут версія Linux відрізняється від версії Windows.



Швидкий запуск

Метою цього підручника є крок за кроком ознайомити вас із функціями, які пропонує DeskProto. Рекомендується прочитати та виконати принаймні один з уроків 1-3, перш ніж почати створювати моделі з вашими власними даними САПР.

Однак, якщо ви не дуже вмієте читати посібники і хочете відразу почати вивчати DeskProto, принаймні спочатку прочитайте цей короткий початок. Він призначений для пояснення основних ідей DeskProto, і вам знадобиться ця інформація, щоб зрозуміти, що відбувається.

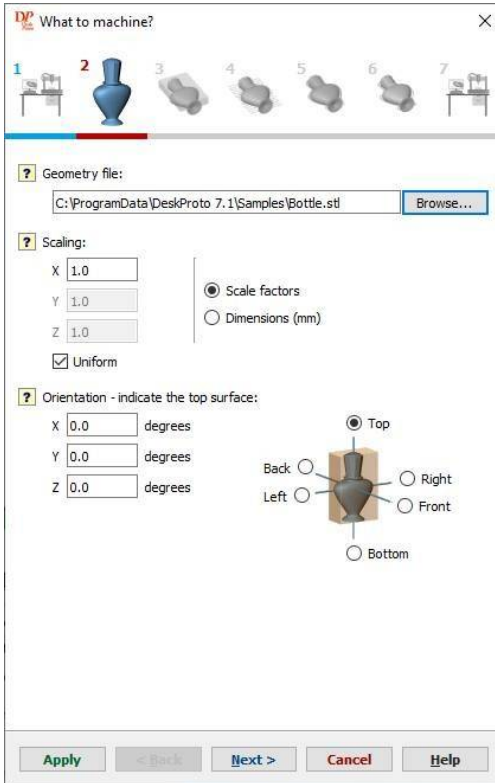


Екран DeskProto містить стандартні елементи, такі як рядок заголовка (верхній рядок), рядок меню, панель інструментів (рядок кнопок під меню) і рядок стану (нижній рядок). Центральна область поділена на три плитки: велике вікно «Вигляд» праворуч і вікна «Дерево проекту» та файли NC зліва. Усі ці елементи будуть пояснені пізніше в цьому посібнику. Ви завжди можете скористатися функцією довідки, щоб отримати додаткову інформацію в будь-якій частині екрана.

На наведеному вище знімку екрана показано версію DeskProto для **Windows**. Версія **MacOS** має додатковий вибір меню: меню DeskProto зліва від File. У MacOS меню видно у верхній частині екрана, а не у вікні DeskProto. Це відповідає стандарту MacOS і не введе в оману жодного користувача Apple.

Меню DeskProto в **Linux** ідентичне меню в Windows і в більшості випадків є частиною вікна DeskProto. Хоча деякі версії Linux дозволяють відображати меню у верхній частині екрана.

Наразі важливо знати, що в DeskProto існує два різних інтерфейси користувача: інтерфейс на **основі майстра** та інтерфейс на **основі діалогу**.



Новим користувачам рекомендується використовувати **майстри DeskProto Wizards**, оскільки вони допоможуть виконати всі кроки, необхідні для створення файлу траєкторії NC з використанням їхніх власних даних CAD. На ілюстрації вище показано типову сторінку майстра.

Майстер встановить ті самі параметри, які доступні в діалогових вікнах, тільки тепер вони представлені в послідовному ряді екранів, і показано лише найважливіші параметри. Ви можете знайти майстри на початковому екрані або через меню «Файл», для отримання додаткової інформації дивіться уроки 1А, 2А та 3А.

Під час використання інтерфейсу **на основі діалогового вікна** вам потрібно знати, де знайти параметри. У DeskProto ви можете визначити параметри на трьох рівнях:

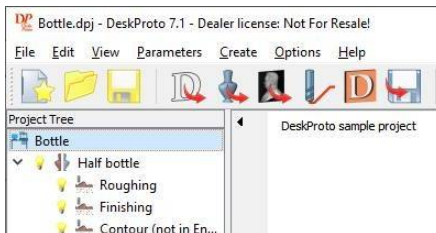
1. Параметри проекту визначити назву файлу(ів) даних САПР, верстат та кількість деталей, які ви бажаєте використати в цьому проекті.

2. Параметри деталей визначають, що буде **оброблено**. Вони встановлюють розмір, орієнтацію, положення тощо. У кожній деталі ви можете визначити одну або кілька операцій фрезерування.

3. Операційні параметри визначають **спосіб обробки**.

Насправді це єдині справжні «параметри фрезерування». Доступні три різні типи операцій: векторна операція, геометрична операція та растрова операція, оскільки для цих трьох типів даних потрібні різні налаштування.

Проект є центральною концепцією DeskProto. Уся інформація про проект зберігається у файлі проекту (*.dpr), який відкривається під час запуску та зберігається після завершення. Файл проекту містить усі параметри фрезерування та параметри перегляду, а також містить посилання на **файли CAD** (тому дані CAD не включені).



Ви можете уявити собі деревоподібну структуру проекту, яка відображається в **дереві проекту** в лівій частині екрана DeskProto: дивіться малюнок вище. Цей зразок проекту «Пляшка» складається з однієї деталі, яка називається «Половина пляшки», і трьох геометричних операцій, які називаються «Чорнова обробка», «Чистова обробка» та «Контур». Кожен рядок операції містить **значок лампочки**, яку можна вмикати та вимикати, щоб зробити операцію (не)видимою. Проект буде названо під час першого збереження, доки в дереві відобразатиметься ім'я «без назви».

Примітка 1: доступні чотири різні версії DeskProto: **Free, Entry, Expert і Multi-axis**. Видання Free, Entry та Expert містять підмножини доступних параметрів Part і Operation. Free та Entry не пропонують користувацьких майстрів і сценаріїв, а Free Edition обмежено використанням однієї деталі та однієї операції в проекті.

Примітка 2: щоб відкрити CAD-файл у DeskProto, вам потрібно скористатися «Завантажити векторний файл...», «Завантажити файл геометрії...» або «Завантажити файл растрового зображення...» у меню «Файл» (за потреби) спочатку розпочинь новий проект.

Ви не можете використовувати «Файл» > «Відкрити», оскільки у вас ще немає файлу проекту DeskProto для цього нового проекту. Дані CAD, які ви завантажуєте, будуть доступні для всіх деталей і для всіх операцій у проекті.

Усі функції DeskProto доступні за допомогою меню або кнопок на панелі інструментів. Найважливіші меню описані нижче:

* Меню «**Перегляд**» пропонує можливість змінити спосіб перегляду геометрії. Також спробуйте змінити вигляд, обертаючи шість кольорових коліщаток на екрані та використовуючи мишу у вікні перегляду. Більшість функцій у меню «Перегляд» також можна активувати за допомогою панелі інструментів.

* У меню «**Параметри**» можна редагувати всі векторні /геометричні /растрові параметри та параметри фрезерування. Для простої деталі достатньо відредагувати лише кілька сторінок вкладок для параметрів деталі та операції: інші вкладки можуть з'явитися пізніше (оскільки всі параметри мають прийнятні значення за замовчуванням).

* Меню «**Створити**» є найважливішим; тут ви можете розпочати обчислення фрезерування та записати програмний файл ЧПК.

Найважливіші кнопки для процесу DeskProto:



Першим кроком є **завантаження даних CAD**, вектор, геометрія або растрове зображення (або їх комбінація).



Після встановлення деяких параметрів ви можете **Обчислити траєкторію інструменту** і переглядати їх на екрані.



Симуляція пропонує попередній перегляд того, як буде виглядати частина.



Нарешті ви **пишете файл NC** і надсилаєте його на фрезерний верстат з ЧПК.

Ми сподіваємося, що вам сподобається використовувати це програмне забезпечення!



1. Піднос для пива (базовий вектор)

Урок перший



У цьому першому уроці будуть пояснені найпростіші функції DeskProto: ви дізнаєтесь про інтерфейс користувача DeskProto та його основні функції. Ви створите траєкторії на основі двовимірного креслення та створите файл NC, готовий для надсилання на фрезерний верстат. Урок буде представлено двічі: спочатку з використанням майстра «**Основна векторна обробка**», а потім з використанням діалогового інтерфейсу. Цей урок стосується всіх версій DeskProto (хоча у безкоштовній версії текст у треї буде пропущено).

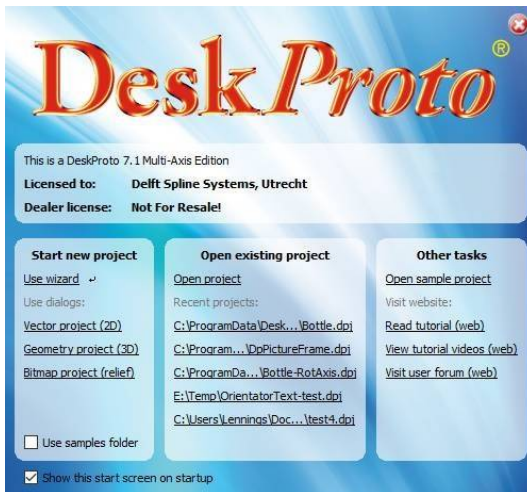
Дані CAD для цього проекту є двовимірним кресленням, тобто кресленням, яке не містить Z-значень. Малюнок містить лише лінії та дуги (**векторну інформацію**), збережені у файлі DXF. Він містить дизайн пивного підносу: один зовнішній контур із сімома круглими отворами та (необов'язково) текстом для гравіювання. Звичайно, піднос також можна використовувати для кави:-).

Не соромтеся дотримуватися цього уроку, використовуючи цей піднос для пива або використати свій власний малюнок і/або замінити текст у зразку файлу DXF на свій власний текст.

Запустіть DeskProto

Ви можете запустити DeskProto найлегше за допомогою піктограми програми на робочому столі. Під час запуску DeskProto ненадовго покаже свій екран-заставку. Під час першого запуску DeskProto з'явиться додаткове діалогове вікно з проханням вибрати машину та одиниці, які будуть використовуватися, див. розділ «Встановлення». Після цього DeskProto покаже або діалогове вікно вибору видання, або початковий екран.

Діалогове вікно **вибору видання** (показано раніше, у розділі [Інсталяція](#)) відображається лише тоді, коли ви використовуєте безкоштовну версію DeskProto. Він запитує, чи хочете ви запустити безкоштовну версію чи спробувати одну з інших версій. Крім того, присутні кнопки, щоб купити ліцензію або активувати її.



Початковий екран (показаний вище) полегшить вам життя, оскільки пропонує ярлики для найпоширеніших завдань: запуск нового проекту різними способами, відкриття існуючого проекту, використання одного із зразків, читання або перегляд одного з посібників. Однак це необов'язкове вікно: зніміть прапорець, щоб DeskProto пропустив цей екран.

DeskProto пропонує два різні інтерфейси користувача:

На основі майстра та на основі діалогу.

Для користувачів-початківців інтерфейс майстра є найважливішим, оскільки майстри крок за кроком допоможуть виконати всі дії, необхідні для створення файлу NC у DeskProto. Усі налаштування, запропоновані майстрами, також можливі у «звичайному» діалоговому інтерфейсі користувача.

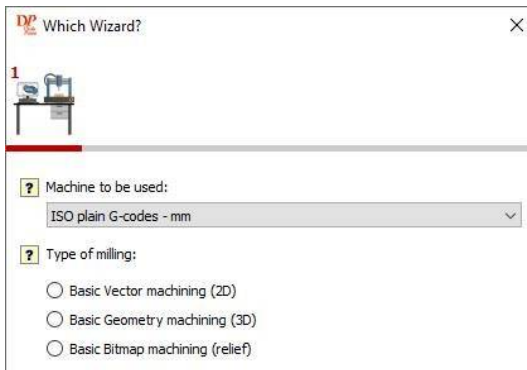


У цьому першому навчальному уроці ми пояснимо обидва інтерфейси: інтерфейс на основі майстра **Урок 1А** і на основі діалогу в **Уроці 1В**. Щоб розпочати урок 1А> у розділі «Почати новий проект» початкового екрана поставте прапорець **«Використовувати папку зразків»**, а потім виберіть параметр **«Використовувати майстер»**.

Урок 1А

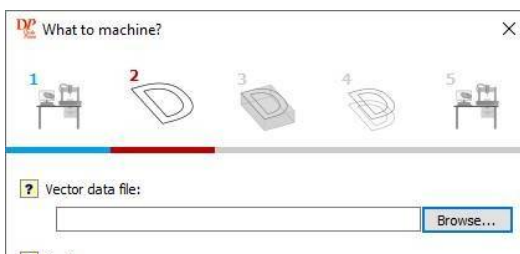
Пивний лоток, інтерфейс майстра

Ви щойно вибрали «Використати майстер» на початковому екрані DeskProto або в меню «Файл». Тепер ви можете використовувати **інтерфейс майстра** DeskProto, що робить програму дуже простою у використанні для будь-кого без попереднього досвіду. Ми зробимо підручник якомога коротшим, оскільки майстер насправді має бути зрозумілим...



Верстат, який буде використовуватися, вже має бути правильним станком, оскільки ви встановили верстат за умовчанням під час першого запуску DeskProto. Якщо неправильно, ви можете вибрати інший верстат тут (щоб змінити верстат за замовчуванням, вам потрібно відкрити параметри проекту за замовчуванням через меню «Параметри»).

Доступна серія різних майстрів, кожен з яких призначений для певного типу фрезерування. Для пивного лотка ми будемо використовувати перший майстер: **Basic Vector machining**, який доступний у всіх версіях DeskProto. Тому виберіть цей майстер і натисніть «Далі».

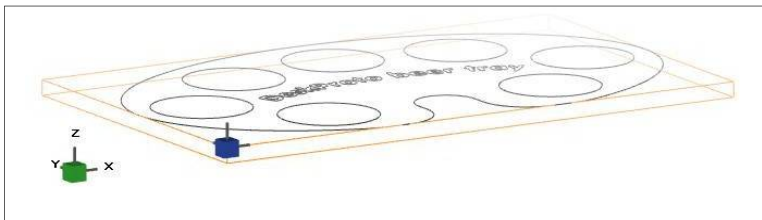




Як ви бачите вище: тепер другий значок у діалоговому вікні стає активним (збільшений і підкреслений червоним): ви перебуваєте на другій сторінці цього майстра. Ці піктограми можна використовувати як вкладки навігації: ви можете клацнути будь-яку кольорову піктограму (окрім сторінки 1), щоб перейти безпосередньо до цієї сторінки майстра. Хоча більшість переходів вперед неможливі (сірі значки), оскільки ви не можете пропустити жодну зі сторінок майстра. На цій другій сторінці вам спочатку потрібно переглянути **файл векторних даних**. Оскільки ви почали з позначеною опцією «Використовувати папку зразків», кнопка «Огляд» має відкривати папку зразків DeskProto: виберіть файл 2D_DpBeerTray.dxf і натисніть «Відкрити».

Примітка для користувачів INCH: Щойно згаданий файл наведено в мм для матеріалу плити 400x200 мм. Після завантаження у ваш двіймовий DeskProto це буде плита розміром 400x200 дюймів: занадто велика. Якщо ви працюєте в дюймах, вам потрібно вибрати двіймову версію цього файлу під назвою **2D_DpBeerTray_inch.dxf**.

Якщо ви не бачите папку Зразки: її можна знайти в папці \ProgramData\DeskProto 7.1\Samples\ (для отримання додаткової інформації та для MacOS і Linux див. попередній параграф про [файли та папки](#)).



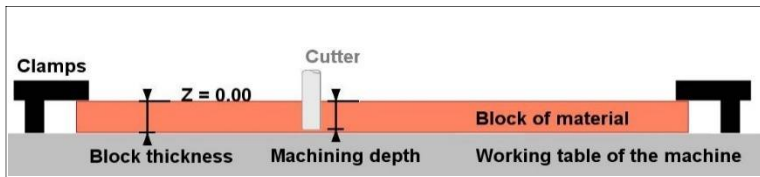
Після відкриття файлу 2D_DpBeerTray він буде намальований на вашому екрані, дивіться зображення вище. Уся векторна інформація сірого кольору, помаранчевим (додається на наступній сторінці майстра) блок матеріалу та два маленькі кубики з осями, які називаються **орієнтаторами**.

Цей стандартний блок матеріалу є точним обмежувальним прямокутником векторних даних товщиною 10 мм (або 0,5 дюйма). Зелений орієнтатор показує три осі: як ви можете бачити, найбільший розмір цього дизайну вздовж X. Синій орієнтатор показує положення нульової точки заготовки, докладніше про це пізніше.

У цьому уроці ми матимемо справу лише із зовнішнім контуром і отворами: цей майстер пропонує лише «базову векторну обробку». Гравірування тексту є більш складним кроком, який буде пояснено в Уроці 1В. Ця сторінка майстра пропонує параметри масштабування та обертання цього двовимірного малюнка. **Масштабування** до меншого розміру може знадобитися, якщо ваш станок занадто мал для цієї деталі. На жаль, результат, ймовірно, тоді також буде занадто малим, щоб носити пивні келихи чи чашки для кави, тому в такому випадку вам буде краще створити власний малюнок.

Обертання може бути корисним, якщо на вашому верстаті вісь Y є найдовшою: тоді поворот на 90 градусів може змусити лоток поміститися в зону обробки. Оскільки це двовимірний малюнок, ви можете обертати лише навколо осі Z.

Для отримання додаткової інформації щодо будь-яких налаштувань, які пропонує майстер: наведіть курсор на один із **жовтих знаків питання**, щоб отримати пояснення: з'явиться підказка майстра.



Останній параметр на цій сторінці є важливим: налаштування Z. Введення неправильних **налаштувань Z** може призвести до пошкодження робочого столу вашого станка. За замовчуванням $Z=0$ знаходиться у верхній частині блоку, тому глибина обробки не повинна перевищувати товщину вашого блоку матеріалу (як показано вище). У разі сумнівів ви можете додати додаткову плиту з матеріалу під блоком для захисту столу: така плита називається «wasteboard».

Встановлена **глибина обробки** залежить від товщини вашого блоку. Наприклад, ми будемо використовувати лист фанери товщиною 6 мм (1/4 дюйма) і запропонуємо глибину -5,9 мм (0,24 дюйма), залишаючи 0,1 мм (0,01 дюйма) вільного простору над робочим столом. У разі використання відходів глибина обробки може дорівнювати товщині блоку (або навіть трохи більше). Майте на увазі, що глибину потрібно вводити зі знаком мінус, оскільки це значення Z нижче нуля.

Висота вільного руху — це Z-рівень, який використовуватиметься для позиціонування рухів (переміщення від першої контурної лінії до другої тощо). Ви можете уявити цю операцію фрезерування як (давній) перо-плотер: висота вільного руху є рівнем пера вгору для рухів позиціонування, а глибина обробки є рівнем пера вниз, коли перо торкається паперу, щоб намалювати лінію.

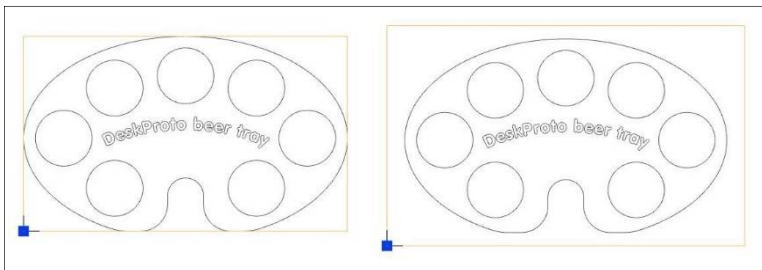
Після введення цих Z-значень ви можете натиснути кнопку «Далі», щоб перейти до третьої сторінки цього майстра під назвою «Матеріал».

Розмір блоку за замовчуванням, як було сказано, є обмежуючою рамкою вашого малюнка. Хоча такий блок зменшить відходи до абсолютного мінімуму, ми радимо використовувати трохи більший розмір блоку, оскільки це додасть місця для деяких затискачів з обох боків деталі. Обмежувальна рамка векторних даних має розмір 360 x 220 мм (14 x 9 дюймів), а фактичний блок, який ми хочемо використовувати, має розміри 400 x 250 мм, товщину 6 мм (16 x 10 дюймів, товщину 0,25 дюйма).

Встановіть **Розміри блоку матеріалу** на Спеціальний і введіть правильні розміри для X, Y і Z. Ми ввели 400, 250 і 6 мм (16, 10, 0,25") для нашого



листа фанери.



Коли ви зараз натиснете кнопку «Застосувати» на цій сторінці майстра, ви побачите, що малюнок оновлено, щоб показати новий розмір блоку. Піднос для пива зручно розташований у центрі блоку, залишаючи достатньо місця для затискачів з обох боків. До речі, використовувати кнопку «Застосувати» не потрібно: кнопка «Далі» також автоматично застосує ваші налаштування.

Для **нульової точки заготовки** ми використали вибір за замовчуванням: передній лівий кут блоку (тому всі криві матимуть лише позитивні координати X та Y). Якщо ви віддасте перевагу, ви можете використовувати один із інших варіантів (не доступний у безкоштовному випуску та випуску для вступу), наприклад центр блоку. Насправді не має значення, що ви тут виберете, якщо ви використовуєте те саме місце для встановлення нульової точки на верстаті (про це пізніше). Для Z немає опцій: у векторній обробці $Z=0,0$ завжди знаходиться у верхній частині блоку. Натиснувши «Далі», ви перейдете на четверту сторінку цього майстра під назвою «Фрезерування». Тут ви можете встановити фактичні параметри фрезерування та оцінити, скільки часу знадобиться для обробки деталі.

Виберіть відповідну **фрезу** зі списку (випадаюче меню). Для цього проекту підійде кінцева фреза, тобто фреза з плоским наконечником. Розмір має бути логічним для цієї роботи: діаметр, скажімо, від 1/3 товщини матеріалу до повної товщини буде добре. Однак це не є критичним і також залежатиме від того, які фрези у вас є. Якщо ви не можете знайти свій різак у списку, ви можете легко створити нове визначення фрези: натисніть кнопку **Бібліотека фрез**, ОК у попередженні, кнопку Додати, введіть усі необхідні дані. Використовуйте кнопку «Довідка» для отримання довідки. Ми використали фрезу за замовчуванням (з плоским наконечником, діаметром 6 мм або 1/4 дюйма для користувачів дюймів).

Можна встановити дві різні **швидкості**:

Швидкість подачі — це швидкість, з якою фреза рухається крізь матеріал. Для неметалів у більшості випадків швидкість за замовчуванням для вашого верстата буде нормальною, якщо ви не впевнені: установіть нижчу швидкість подачі для першого завдання та спробуйте вищі значення пізніше.

Швидкість шпинделя - це швидкість обертання фрези. Для багатьох невеликих верстатів це неможливо встановити з ПК, тому в DeskProto буде виділено сірим кольором. Якщо ваш верстат приймає команди швидкості шпинделя, то тут також буде хорошим значенням для початку. Загалом: чим менший діаметр фрези, тим вища швидкість шпинделя, необхідна для досягнення тієї самої фактичної швидкості різання (швидкості, з якою ріжуча кромка рухається крізь матеріал).



Для векторної обробки майстер пропонує два **типи траєкторії**:

Профілювання змусить фрезу слідувати кривим на кресленні, **Кишеньковий** режим змусить фрезу видалити весь матеріал всередині замкнутих контурів малюнка (цей тип буде використано пізніше для тексту). У безкоштовній версії DeskProto доступне лише профілювання.

Третій тип траєкторії, свердління, недоступний через майстер.

Для цього пивного лотка ми застосуємо профілювання: оскільки фреза буде різати на (майже) повну глибину, немає потреби покривати всю площу всередині кожного кола, оскільки залишки матеріалу всередині кіл все одно випадуть. Отже, для типу траєкторії виберіть Profiling (Профілювання), а потім у спадному меню виберіть стратегію **Outside/left**. У результаті фреза рухатиметься поза межами зовнішнього контуру, як показано на зображенні піктограми на сторінці майстра. Відстань між лінією на оригінальному кресленні (сірим) і лінією траєкторії (червоним) називається *компенсацією радіуса фрези*: назва, яка буде зрозумілою сама за себе. DeskProto достатньо розумна, щоб зрозуміти, що для всіх замкнутих контурів усередині цього контуру фреза повинна рухатися з іншого боку контурної лінії (всередині). Таким чином, 7 круглих отворів у лотку будуть оброблені точно за правильним розміром. Коли ви натискаєте кнопку «Обчислити» (нижня частина сторінки майстра), ви можете побачити отримані траєкторії інструментів, відображені у вигляді червоних ліній. Не соромтеся експериментувати з різними налаштуваннями, щоб побачити, що вийде.

Майстер застосує ці налаштування до **всіх кривих** на малюнку: зовнішнього контуру, семи отворів, а також до тексту. Тож DeskProto також намагатиметься обробити внутрішню частину кожного символу (на повну глибину), чого ми не хочемо. У більшості випадків це буде автоматично вирішено: ваша фреза буде просто занадто товстою, щоб поміститися всередині цих контурних ліній, і тому вони будуть пропущені. Це вірно для нашої фрези 6 мм, а також для фрези 5 мм. Лише для діаметра 4 мм або менше небажані траєкторії будуть додані.

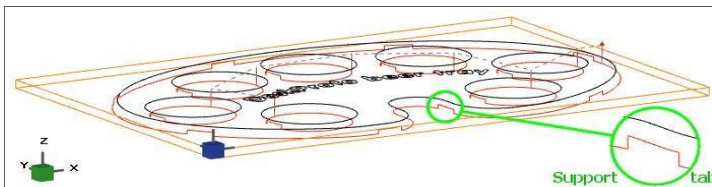
Якщо це станеться (якщо ні, проігноруйте цей параграф):

Після завершення роботи майстра відкрийте параметри Векторної



операції двічі клацнувши цей рядок у дереві, перейдіть на вкладку «Профільовання» та в розділі «Вибір кривих» виберіть «Власні» замість «Усі» (як встановлено майстром). Тепер скористайтеся кнопкою «Вибрати», щоб вибрати лише зовнішній контур і 7 кіл: спочатку клацніть за межами деталі, щоб скасувати виділення, потім, натиснувши кнопку Shift, клацніть кожну з цих 8 кривих. Світло-сірий означає невибраний, темно-сірий означає вибраний). Після натискання ОК (двічі) ви побачите оновлені траєкторії: знову збережіть їх у програмному файлі NC (меню «Створити»).

Підтримка вкладок перериваннями на траєкторії інструменту. У цих місцях не весь матеріал буде видалено, матеріал, що залишився, діє як міст, щоб утримувати деталь з'єднаною з рештою блоку матеріалу. Це запобіжить пошкодженню деталі при повному відрізанні. Після завершення всіх траєкторій ви можете зняти блок із верстата та вручну видалити всі виступи. Для цього проекту можна використовувати вкладки за замовчуванням. Розмір вкладки **за замовчуванням** у два рази перевищує діаметр фрези, а товщина за замовчуванням становить 50% висоти матеріалу. За замовчуванням відстань між виступами в 20 разів перевищує діаметр фрези. **Чорнова обробка** (недоступна у безкоштовній версії) може знадобитися, коли блок занадто товстий, щоб фреза могла видалити весь матеріал одночасно. Рішення полягає у використанні кількох чорнових шарів: обробіть однакові контури кілька разів, кожного разу трохи глибше, доки не буде досягнуто заданої глибини. Тож поставте прапорця **Використовувати шари**, а потім виберіть спеціальну **висоту шару**. Ми використовували 3 мм (0,125 дюйма), для нашого матеріалу товщиною 6 мм (0,25 дюйма) це призвело до 2 шарів.



Ви знову можете скористатися кнопкою «Обчислити», щоб побачити результат. Приблизний час обробки, який відображається, також буде автоматично оновлено. Червоні лінії позначають траєкторії інструментів, а пунктирні лінії – рухи позиціонування. На зображенні вище показані траєкторії без шарів чорнової обробки для кращої видимості опорних вкладок.

Якщо ви використовуєте безкоштовну версію й маєте траєкторію без шарів чорнової обробки, ви можете вирішити це, запустивши одношарову траєкторію кілька разів, починаючи з нульової точки на верстаті, встановленої занадто високо (над верхньою частиною блоку). Потім ви створюєте власні шари, змінюючи Z-положення нульової точки.

Повторне натискання кнопки «Далі» відкриє п'яту й останню сторінку цього майстра під назвою «Надіслати на верстат». Оскільки ви вже розрахували та намалювали траєкторії інструментів, не потрібно натискати кнопку **Показати траєкторії інструментів**. Натискання фактично зробить шляхи інструментів знову невидимими, оскільки це «кнопка перемикання».

Кнопка **«Показати симуляцію»** змусить DeskProto обчислити та показати симуляцію: малюнок отриманої деталі після обробки траєкторій інструменту. Блок матеріалу, канавки, зроблені фрезою, і опорні виступи чітко видно, що дозволяє легко перевірити, чи це справді потрібна деталь.

Для деяких верстатів відображається кнопка **Надіслати на верстат**, щоб напряму надіслати траєкторії інструменту на верстат. Він доступний лише на кількох верстатах, які підтримують цю функцію, після налаштування цього параметра (див. файл довідки).

Якщо все гаразд, на цій сторінці потрібно зробити ще одну річ: натиснувши кнопку **«Записати файл програми NC»**, відкриється стандартне діалогове вікно «Зберегти як», де ви можете ввести назву файлу. Розширення файлу, яке відображається (у «Зберегти як тип:»), залежить від того, який верстат ви вибрали. Кожен виробник станків надає перевагу якомусь іншому формату файлу: це формат, який підходить для верстата, який ви вибрали. Після цього натисніть кнопку **Готово**, щоб закрити майстер.

Звідси ви можете прочитати наступну половину цього уроку про те, як використовувати діалоговий інтерфейс, або перейти до абзацу під назвою «До фрезерного верстата» в кінці цього розділу. Друга половина цього уроку міститиме вказівки щодо обробки тексту на підносі з пивом.



Урок 1В

Пивний лоток, діалоговий інтерфейс

Запустіть DeskProto (або перезапустіть його), на екрані «Пуск» (див. сторінку 22) ще раз поставте прапорець **«Використовувати папку зразків»** і виберіть опцію **«Векторний проект»** (один із варіантів у «Почати новий проект»). Цей урок покаже вам, як налаштувати всі параметри в діалоговому інтерфейсі. Будь-яке налаштування, зроблене майстрами (як в уроці 1А), також можна виконати таким чином.

Завантажити векторний файл



Перше, що вам потрібно зробити для нового векторного проекту, це завантажити малюнок, який ви хочете використовувати. У більшості випадків це буде файл DXF. У DeskProto це можна зробити за допомогою команди **Завантажити векторний файл**

(знаходиться в меню «Файл») або за допомогою кнопки «Завантажити векторний файл» (4-та кнопка на панелі інструментів). У результаті з'явиться діалогове вікно «Відкрити файл», у якому ви зможете переглянути файл DXF (або AI, EPS, SVG), який хочете використати.

Коли ви вибрали «Векторний проект» на початковому екрані, DeskProto автоматично відкриє для вас це діалогове вікно відкриття файлу векторних даних. Відкрийте файл зразка *2D_DpBeerTray.dxf* - або, якщо ви працюєте в дюймах, файл *2D_DpBeerTray_inch.dxf*

Тепер вам потрібно встановити всі параметри для цього проекту без вказівок, запропонованих майстром в Уроці 1А. У цьому підручнику пояснюється, як це зробити.

У DeskProto ви можете вводити параметри на трьох рівнях:

1- **Параметри проекту** – це загальні параметри для всього проекту, наприклад верстат та файли даних CAD, які використовуються. Кожен проект містить одну або більше деталей, наприклад дві окремі половини моделі.

2- **Параметри деталі** визначають, що саме буде оброблено: масштабування, орієнтація, часткова обробка тощо. Кожна деталь містить одну або декілька операцій, наприклад, чорнову, фінішну обробку та деякі операції деталізації.

3- **Параметри операції** визначають, як деталь буде оброблена: яка фреза, стратегія, швидкість тощо. У DeskProto доступні три різні типи операцій: векторні операції, геометричні операції та растрові операції.

Дерево проектів ліворуч від екрана DeskProto показує структуру дерева: один проект, що містить одну або більше деталей, кожна з яких містить одну або більше операцій (у безкоштовній версії DeskProto можна використовувати лише одну деталь та одну операцію). Ви можете відкрити відповідне діалогове вікно з параметрами, двічі клацнувши його рядок у дереві (або через меню Параметри).

Коли ви вибрали «Векторний проект» на початковому екрані, DeskProto

автоматично створиться деталь за допомогою операції Вектор.

У дереві проекту перший рядок (рядок проекту) все ще називається «Без назви». Проект отримує ім'я, коли ви його збережете: ім'я файлу проекту DeskProto (файл .DPI) також є ім'ям проекту в дереві. Для цього уроку параметри на рівні проекту не потрібно змінювати – припускаючи, що правильний станок було вибрано як верстат за замовчуванням. Ви можете перевірити це, зробивши рядок проекту в дереві активним (клацнувши на ньому один раз): тоді ім'я верстату буде показано в рядку стану (нижня межа) вікна DeskProto.

Параметри деталі

Відкрийте діалогове вікно «Параметри деталі», двічі клацнувши її рядок у дереві проекту (або через меню «Параметри»). Показано лише ті вкладки, які стосуються векторного проекту (так звані параметри вектора), кількість вкладок різна для різних версій DeskProto. Зараз потрібні лише деякі зміни: у DeskProto кожен параметр має відповідне значення за замовчуванням, і тому його можна ігнорувати, якщо зміна не потрібна явно.

Масштабування або обертання малюнка можна виконати на вкладці «Трансформація» (за потреби див [урок 1А](#)). Дзеркалювання також можливе, панорамування зараз не корисне, оскільки відкрито лише один файл DXF.

На вкладці **Матеріал** необхідно визначити розмір блоку матеріалу. Як і в Уроці 1А, ми пропонуємо використовувати лист фанери товщиною 6 мм 400 x 250 мм (у дюймах 16 x 10, товщиною ¼ дюйма). Визначити цей блок у діалоговому вікні дещо складніше, ніж у Майстрі, оскільки майстер автоматично центрує малюнок у блоці, а діалогове вікно — ні. На вкладці «Матеріал» тепер показано «Використовувати всі дані САІРР» із такими межами:

mm		inch	
0.00	360.00	0.0000	14.0000
0.00	220.00	0.0000	9.0000
-10.00	0.00	-0.5000	0.0000

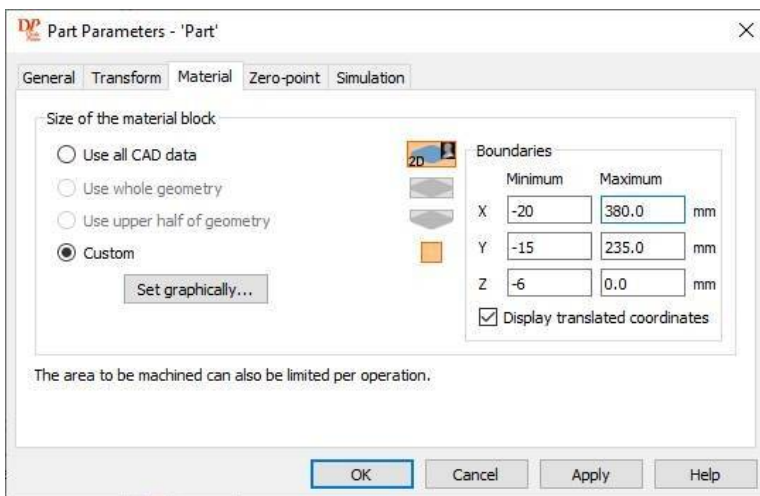
Щоб змінити це, зберігаючи креслення по центру (для X і Y), потрібно буде додати однакові додаткові елементи з **обох сторін**: для X додатково 20 мм (1 дюйм) для кожної сторони, а для Y 15 мм (0,5 дюйма) додатковий.

Виберіть «Custom» і введіть такі значення:



mm	
-20.00	380.00
-15.00	235.00
-6.00	0.00

inch	
-1.0000	15.0000
-0.5000	9.5000
-0.2500	0.0000



Мінус 6,00 для Z — це товщина матеріалу, який ми хочемо використовувати: введіть інше значення, якщо у вас товща або тонша плита матеріалу. Коли ви тепер натиснете «Застосувати», ви побачите, що ці значення зміняться: X тоді буде від 0,0 до 400,0, а Y — від 0,0 до 250,0 (не зверніть увагу на попередження, що криві не вибрано: ми зробимо це нижче).

Це відбувається через те, що **нульова точка** (четверта вкладка цього діалогового вікна, недоступна у безкоштовній версії та версії Entry) за замовчуванням встановлена в лівому передньому куті блоку матеріалу. Малюнок чітко показує, що сталося: блок матеріалу тепер має правильний розмір, деталь гарно відцентрована всередині блоку, а нульова точка знаходиться у верхньому передньому лівому куті блоку.

Параметри роботи вектора

У дереві проекту ви побачите одну векторну операцію, а її піктограма має червоний попереджувальний знак, який вказує на те, що наразі налаштування не дійсні. Щоб побачити причину цієї проблеми, можна відкрити параметри операції подвійним клацанням на його рядок у дереві,

а потім знову закрийте його, натиснувши ОК: з'явиться повідомлення про помилку, яке інформуватиме вас про те, що «Криві не вибрано». Майстер автоматично вибирає всі криві, у діалоговому інтерфейсі це має робити користувач, що робить його більш гнучким. Ця гнучкість потрібна відразу, оскільки в цьому уроці будуть використовуватися різні налаштування для контурів і для тексту. Для цієї першої операції будуть обрані лише контури (зовнішня форма та 7 отворів). Знову відкрийте параметри операції, вкладку Профілювання. Для пункту «Вибір кривих» оберіть «Настроювані» та натисніть кнопку «Вибрати»: з'явиться діалогове вікно «Редагувати вибір кривої», у якому буде показано вид зверху креслення. Натисніть на зовнішній контур, щоб виділити його (колір зміниться з сірого на синій). Далі, утримуючи клавішу Shift (на клавіатурі), клацніть по кожному з 7 великих кіл, щоб додати їх до вибору. Як стратегію профілювання виберіть Outside/Left. Коли ви тепер натискаєте кнопку «Обчислити траєкторії інструментів», ви можете перевірити, чи справді це ті траєкторії, які вам потрібні: за межами зовнішнього контуру, всередині всіх семи кіл, і немає траєкторій для тексту. Закрийте діалогове вікно вибору, натиснувши ОК, щоб підтвердити свій вибір, і натисніть «Застосувати», щоб оновити малюнок. Ви побачите, що 8 вибраних кривих тепер намальовані темніше сірим кольором.

Також потрібно встановити інші параметри роботи:

На вкладці Профілювання виберіть використання вкладок **Підтримка за замовчуванням**.

На вкладці «Загальні» ви можете вибрати **фрезу**, яку потрібно використовувати, і встановити **швидкості**. Ми використовували фрезу діаметром 6 мм (1/4 дюйма) і швидкість за замовчуванням.

На вкладці Z налаштування ви можете встановити **глибину обробки** та **висоту вільного переміщення**. Ми використовували глибину -5,9 мм (0,24 дюйма) для нашого матеріалу товщиною 6 мм і висоту вільного руху за умовчанням (5 мм).

Нарешті, на вкладці «Чорнова обробка» (недоступна у безкоштовній версії) можна встановити прапорець «**Використовувати шари**» з висотою спеціального шару (ми використовували 3 мм / 0,125 дюйма). Для кожного з цих параметрів можна знайти повне пояснення [Урок 1А](#). Залиште параметри операції за допомогою ОК.



Тепер ви можете розрахувати траєкторії за допомогою цієї кнопки (або через меню «Створити»). DeskProto повідомить вам приблизний час обробки (якщо ви не вимкнули його) і залежно від товщини блоку і висоти шару ви побачите один або кілька шарів траєкторій: у нашому випадку зниження до -5,9 із кроком 3 мм означає 2 шари. Поточний результат має бути таким же, як показано в кінці уроку 1А.

Додавання тексту для гравіювання

Текст на кресленні потрібно обробити зовсім іншим способом: меншою



фрезою, значно меншою глибиною обробки та всім матеріалом усередині

кожного символу, який потрібно видалити. Щоб досягти цього, використовується друга операція та траєкторії типу Pocketing. Оскільки у безкоштовній версії не підтримуються численні операції та кишень, *користувачі безкоштовної версії можуть пропустити цей параграф.*

Найпростіший спосіб додати операцію — клацнути правою кнопкою миші рядок Деталь в дереві, а потім у контекстному меню вибрати **Додати векторну операцію**. У новому рядку на піктограмі буде червоний попереджувальний знак, спричинений тією ж помилкою, що й під час першої операції: криві ще не вибрано.

Відкрийте параметри векторної операції для цієї нової операції. Параметри, які потрібно змінити, будуть перераховані нижче, лише з короткими коментарями.

Вкладка **Загальне**:

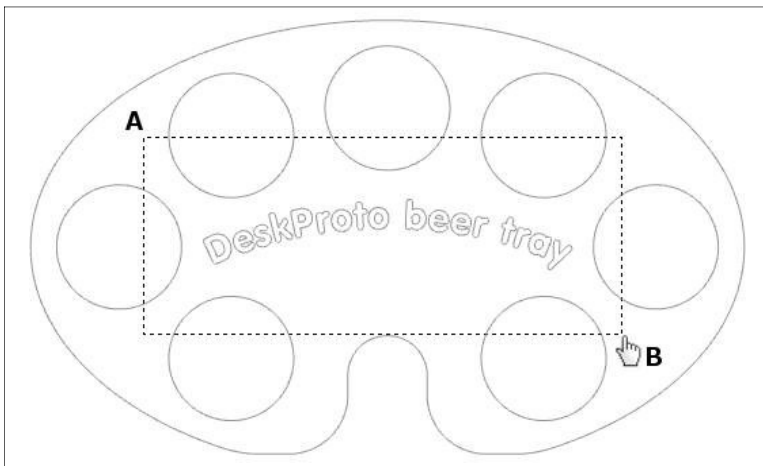
- Змініть назву з «векторна операція [#1]» на «Текст»: чітке іменування полегшить роботу пізніше.
- Виберіть тоншу фрезу: плоский наконечник діаметром 2 мм (1/16 дюйма) (якраз) поміститься всередині кожного символу.
- Для цієї тоншої фрези встановіть меншу швидкість подачі та, якщо можливо, вищу швидкість шпинделя.

Налаштування **вкладки Z**:

- Встановіть глибину обробки на -0,5 мм (-0,02 дюйма): достатньо, щоб вигравірувати читабельний текст.

Вкладка **Pocketing**:

- Видалення всього матеріалу в межах замкнутої контурної лінії називається кишеньням. Отже, на цій вкладці встановіть вибір кривої на Custom і натисніть кнопку Select.





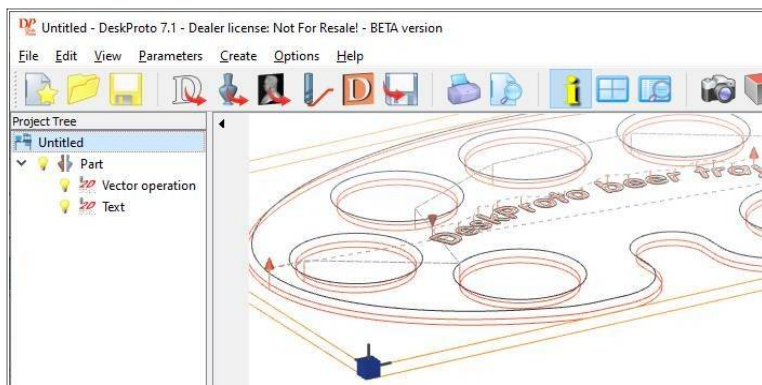
Тепер у діалоговому вікні «Редагувати виділення кривої» виберіть текстові криві (26 кривих). Під час виділення ви можете використовувати інструмент виділення «гумка»: розташуйте курсор близько до точки **A** (переконайтеся, що жодна з кривих не активована (фіолетовий), натисніть ліву кнопку миші, перейдіть до точки **B** і відпустіть кнопку миші. Тепер будуть виділені лише криві, які повністю знаходяться в межах пунктирного прямокутника (гумової смуги): 26 кривих.

Якщо для параметра «**Стратегія**» вибрано «Зсув», стандартний крок у 50% є нормальним.

Знову натисніть кнопку Обчислити траєкторії, щоб побачити результат: траєкторії, щоб видалити весь матеріал усередині кожної з текстових кривих. Як бачите, DeskProto автоматично розпізнає, що криві всередині інших кривих потрібно розглядати як острови без шляхів інструментів.



Пунктирні лінії сірого кольору вказують рухи на висоті вільного руху. Після закриття обох діалогових вікон і повторного натискання «Обчислити траєкторії» екран DeskProto тепер показує траєкторії для обох операцій:



Першу операцію ще не перейменували, радимо перейменувати її зараз, оскільки використання власних імен буде зручним при повторному використанні проекту пізніше. Крім того, назва проекту (верхній рядок у дереві) все ще «без назви» оскільки ви ще не зберегли проект.



Наступний крок необов'язковий: ви можете показати імітацію отриманої деталі. Коли ви натискаєте цю кнопку, блок матеріалу буде показано на екрані як суцільний коричневий блок і діалогове вікно під назвою Операції для з'явиться симуляція.

У цьому діалоговому вікні показано всі операції в цій деталі, кожна з яких має прапорець для вибору. Перевірте першу операцію (профіль траєкторії) і натисніть «Обчислити»: моделювання буде оновлено, щоб включити профілювання траєкторії. Ви можете включити текстову операцію, також позначивши її та знову натиснувши Обчислити.

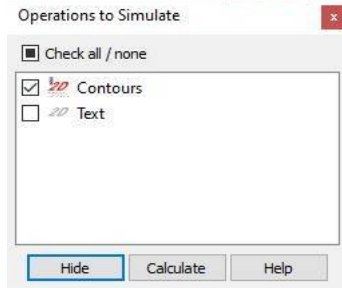
Рівень деталізації моделювання можна встановити в параметрах деталі (вкладка Симуляція). Знову натискаємо кнопку Симуляція (або натискання кнопки приховати у діалоговому вікні вище) приховає симуляцію та знову зробить траєкторії інструментів видимими.



Нарешті, ви можете записати файл NC або через меню «Створити», або за допомогою кнопки. Для більшості верстатів ви побачите, що записуються два різні файли NC: після першої Операції DeskProto виявляє, що потрібна фрезак, тому потрібно розпочати новий файл NC. Лише для верстатів із автоматичною зміною інструментів (АТС) обидві операції можна зберегти в одному файлі ЧПК.

Також можна зберігати ці файли по одному. У дереві ви можете побачити жовту лампочку перед кожною операцією. При натисканні на таку лампочку вона стане сірою, а операція стане невидимою. Це дуже зручна функція при роботі з кількома операціями. Якщо не всі операції видимі, коли ви наказуєте DeskProto записати файл NC, DeskProto запитає «Ви хочете використовувати лише видимі операції?» Це дає змогу зберігати файли NC один за одним, даючи чітке та інформативне ім'я кожному файлу.

Звідси ви можете перейти до параграфа «До фрезерного верстата», який пояснює наступний крок.





До фрезерного верстата

Програми ЧПК, які ви створили, готові до надсилання на фрезерний верстат, тож ви нарешті готові розпочати відрізання стружки. Оскільки спосіб зробити це залежить від того, який фрезерний верстат ви використовуєте, тут не можна надати всю необхідну інформацію: також зверніться до посібника до фрезерного верстата з ЧПК.

Спочатку необхідно підготувати блок матеріалу, для якого ви щойно ввели розміри (в одному з двох попередніх абзаців). Для нашого зразка пивного лотка ми використовували: 400 x 250 x 6 мм, або в дюймах 16 x 10 x 0,25 дюйма - звичайно, ви могли ввести іншу товщину чи розмір. Для X і Y невеликий розмір не є проблемою, хоча Z (товщина матеріалу) має бути точним.



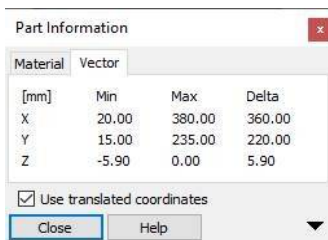
Оскільки цей блок більший за деталь, що підлягає обробці, ви можете закріпити блок на робочому столі верстата за допомогою затискачів на всіх чотирьох кутах: траєкторії інструменту не будуть наближатися до цих чотирьох затискачів. В якості альтернативи можна використовувати двосторонній скотч. На зображенні вгорі показано чотири затискачі, а також додаткову плиту матеріалу внизу, яка буде використовуватися як «макулатура»: це захистить робочий стіл верстата, якщо фреза зайде занадто глибоко. Цього не повинно статися, але для першого проекту добре бути особливо обережним.

Далі ви повинні вказати станку, де знайти блок матеріалу. Іншими словами: ви повинні визначити **нульову точку заготовки** для цієї програми ЧПК. Фрезерний верстат з ЧПК зазвичай має дві нульові точки: нульову точку верстата в кутку його зони обробки та нульову точку заготовки (нуль WP, також називається Program Zero) можна визначити вільно. Буде зрозуміло, що також присутні дві різні системи координат: координати верстата (використовуються для визначення нульової точки заготовки) і координати заготовки (використовуються для операцій фрезерування).

У DeskProto ви визначили лівий передній кут блоку як нуль (0,0), а для векторної обробки $Z=0$ завжди знаходиться у верхній частині блоку. Це означає, що всі позиції X і Y у файлі NC додатні ($X=0$ — ліва сторона

блоку, а $Y=0$ — передня сторона), усі Z -позиції (за винятком ходів позиціонування) — від'ємні ($Z=0$ — верхня частина блоку матеріалу). На екрані DeskProto нульова точка деталі відображається як темно-синій куб (орієнтатор). Отже, тепер на станку вам потрібно встановити нульову точку WP у **лівому передньому верхньому куті** блоку матеріалу, який ви щойно закріпили на верстаті.

На багатьох верстатах ви можете ввести нульову точку WP , вручну розташувавши фрезу (фрезерний інструмент) точно на потрібну нульову точку деталі, а потім повідомивши контролеру верстата, що це положення $(0,0,0)$. Майте на увазі: для X і Y повинен бути розташований центр інструмента, для Z — кінчик інструмента. Звичайно, спочатку необхідно встановити правильний інструмент у шпиндель верстата, оскільки різні фрези матимуть різну довжину. Якщо ви також обробляєте текст: переконайтеся, що надсилаєте правильний файл NC для встановленого різця.



Нарешті ще раз перевірте екстремальні значення траєкторії інструменту: чи може верстат досягти мінімальних значень для X і Y і чи може він рухатися до найнижчого значення Z , не завдаючи жодних пошкоджень. Ви можете знайти ці значення в діалоговому вікні DeskProto Part Information, вкладка Vector: див. зображення вище. Обов'язково позначте «Використовувати перекладені значення», щоб побачити ті самі координати, що й у файлі NC .

Тепер ви готові запустити верстат, надіславши файл програми NC , який ви щойно створили, на верстат. Більшість фрезерних верстатів з ЧПК мають власне **керуюче програмне забезпечення** для цього (наприклад, Mach3, PCNC, LinuxCNC, ...). Якщо так, запустіть цю програму керування машиною та відкрийте файл програми NC . Якщо потрібно, спочатку перенесіть цей файл із ПК DeskProto на ПК керування верстатом. Команда на початок обробки може бути дана в керуючому програмному забезпеченні.

Деякі верстати (наприклад, багато станків Roland) можна просто запустити як принтер. На цих верстатах можна надіслати файл безпосередньо з DeskProto, вибравши один із параметрів «Надіслати на верстат...» у меню «Створити». Цей параметр доступний лише тоді, коли налаштовано правильний порт зв'язку або драйвер принтера (це можна зробити через «Параметри» > «Параметри», вкладка «Вивід NC »). Параметр «Надіслати на верстат» відсутній у версіях для MacOS і Linux.



Коротко:

- Затисніть матеріал на робочому столі верстату
- Встановіть нульову точку WorkPiece на цьому блоці, як це було встановлено в DeskProto
- Завантажте файл NC з DeskProto
- перевірте, чи збігаються крайні значення траєкторій
- Почніть процес обробки.

Для другого файлу NC із текстом цей процес можна повторити.

Залиште матеріал затиснутим, як він був, і встановіть меншу фрезу. Позиції $X=0$ і $Y=0$ залишаються такими ж, як і для першого файлу NC. Лише $Z=0$ потрібно буде знову встановити, тепер кінчик цієї нової фрези торкається верхньої частини блоку. Після того як ви це зробите:

- Завантажте другий файл NC з DeskProto
- перевірте, чи збігаються крайні значення траєкторій
- почніть процес обробки.

Наприкінці процесу фрезерування модель все ще буде прикріплена до решти матеріалу за допомогою опорних виступів. Ви можете вручну вийняти півний лоток із блоку та очистити сім отворів. Нарешті за допомогою шліфувального паперу видаліть залишки опорних виступів і згладьте всі контури.



2. Фоторамка (базова геометрія)

Урок 2



У цьому другому уроці ви дізнаєтеся, як обробляти 3D-геометрію. Знову буде пояснено деякі основи DeskProto, частково повторюючи перший урок. Цього разу буде оброблено файл геометрії та створено файл 3D NC, готовий для відправлення на фрезерний верстат. Урок знову буде представлено **двічі**:

спочатку за допомогою **майстра «Обробка базової геометрії»**, а потім за допомогою **діалогового інтерфейсу**. Цей урок для всіх версій DeskProto.

Геометрія показана на малюнку вище: красива **рамка** для картини з квітковим декором. Обробіть його з дерева та додайте власне улюблене зображення: чудовий подарунок! Цю деталь можна обробити з одного боку, що робить її чудовою зразковою моделлю для цього першого уроку. Рельєф був створений Тоддом Бейлі з 4m3D Creative Design (www.4m3d.com) як спеціальна модель для DeskProto. Ви можете знайти файл *DpPictureFrame.stl* у папці Samples, яку було заповнено під час встановлення.

Запустіть DeskProto

Запустіть DeskProto, як описано в першому уроці, і продовжуйте, доки не відобразиться початковий екран. Якщо цей екран не з'являється автоматично, ви можете відкрити його в меню «Файл».

У цьому другому уроці знову буде пояснено обидва інтерфейси користувача, які пропонує DeskProto: інтерфейс на основі майстра в **Уроці 2А** та інтерфейс на основі діалогу в **Уроці 2В**. Обидва варіанти цього уроку приведуть до однакового результату.

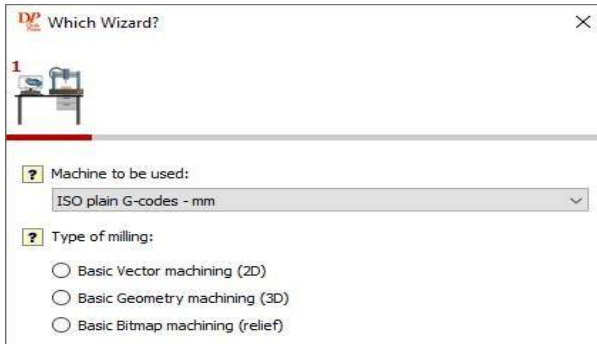
Щоб розпочати урок 2А: на початковому екрані позначте пункт **«Використовувати папку зразків»**, а потім виберіть параметр **«Використовувати майстер»**.



Урок 2А

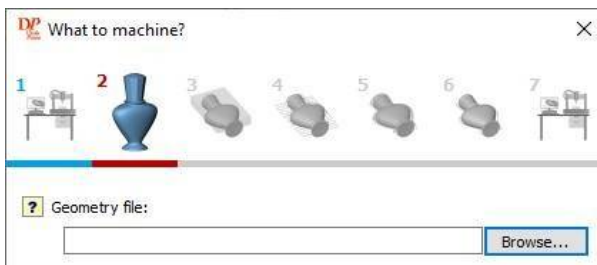
Фоторамка, інтерфейс майстра

Інтерфейс майстра DeskProto робить програму дуже простою у використанні для будь-кого без попереднього досвіду. Ми зробимо підручник якомога коротшим, оскільки майстер насправді має бути зрозумілим...



Верстат, який буде використовуватися, вже має бути правильним верстатом, оскільки ви встановили станок за замовчуванням під час першого запуску DeskProto. Якщо неправильно, ви можете вибрати інший верстат тут (змінити верстат за замовчуванням можна в параметрах частини за замовчуванням (меню «Параметри»)).

Насправді доступна серія різних майстрів, кожен з яких призначений для певного типу фрезерування. Для Picture frame ми будемо використовувати другий майстер: **Basic Geometry machining (3D)**, який доступний у всіх версіях DeskProto. Тому виберіть цей майстер і натисніть «Далі».



Як і в першому уроці, другий значок стає активним (збільшений і підкреслений червоним): ви перебуваєте на другій сторінці цього майстра.

Ви бачите, що цей майстер має більше сторінок, ніж майстер у Першому уроці, і що значки навігації відрізняються. Під час використання DeskProto **Expert Edition** або **Multi-Axis Edition** ви побачите сім сторінок, як показано на ілюстрації. У початковій версії ви побачите шість сторінок, оскільки в цій версії *контурна операція* неможлива, тоді як у безкоштовній версії присутні лише п'ять сторінок (чорнової обробки немає). Незважаючи на це, цей урок можна завершити також у випусках **Entry** та **Free**, оскільки ці додаткові операції не потрібні.

На цій другій сторінці вам потрібно переглянути **файл геометрії**. Оскільки ви почали з позначеною опцією «Використовувати папку зразків», кнопка «Огляд» має на пряму відкривати папку зразків DeskProto: виберіть файл DpPictureFrame.stl і натисніть «Відкрити».

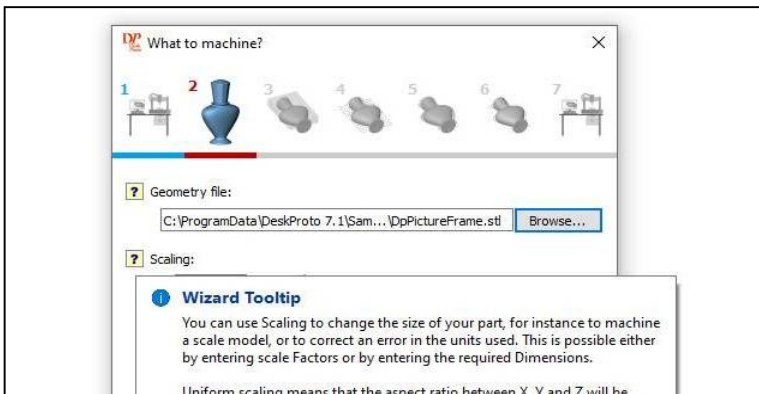
Примітка для користувачів INCH:

*Для користувачів, які працюють у дюймах, більшість зразків геометрії також доступні у дюймовій версії. Для геометрії рамки зображення дюймова версія називається **DpPictureFrame_inch.stl**. Тому, будь ласка, виберіть цей файл, оскільки метрична версія призведе до кадру висотою 183 дюйми.*

Якщо ви не бачите папку Samples: ви можете знайти її в папці \ProgramData\DeskProto 7.1\Samples\ (для отримання додаткової інформації, також у Linux і Mac, див. попередній абзац про файли та папки)

Масштабуйте, коли вам потрібна фоторамка іншого розміру. Ви можете створити рамку для фотографії будь-якого розміру, оскільки DeskProto дозволяє «нерівномірне» масштабування: різне для X, Y і Z. Не змінюйте орієнтацію, оскільки для цієї рамки верхня поверхня повинна залишатися зверху.

Для отримання додаткової інформації про будь-який із цих параметрів: наведіть курсор на один із **жовтих знаків питання**, щоб отримати пояснення у «Підказці майстра».





На третій сторінці під назвою «Матеріал і опора» для цього проекту не потрібно змінювати: використовуйте обмежувальну рамку геометрії як блок матеріалу, не додавайте опори та збережіть положення нульової точки за замовчуванням. Останні два параметри (підтримки та нульова точка) недоступні для користувачів DeskProto Free або Entry Edition.

Наступні три сторінки майстра призначені для трьох операцій, оскільки цей майстер автоматично згенерує три операції: **Чорнова обробка** (необов'язкова, не у безкоштовній версії), **Фінішна обробка** та **Контурна обробка** (необов'язкова, не у безкоштовній версії та версії Entry). Чорнова операція призначена для швидкого видалення матеріалу, фінішна операція для створення точної моделі з гладкою поверхнею, а остаточне контурування згладить більшість ступенів сходів, які могли залишитися вздовж зовнішнього контуру, використовуючи стратегію «Лише контур». На цих трьох сторінках вам потрібно ввести фактичні параметри фрезерування, такі як фреза, швидкість і точність.

Безкоштовна версія створить проект лише з однією операцією (фінішна обробка), початкова версія пропустить контурування та створить проект із двома операціями.

Фрезу можна вибрати зі списку в полі зі списком (розкритий список): список показує всі фрези в бібліотеці. Можливо, вам знадобиться додати або змінити фрезу: тоді ви зможете увійти в цю бібліотеку за допомогою кнопки «Бібліотека фрези...». Для обробки поверхні довільної форми, як ця рама, найкращим вибором є фреза з кульковим носом, оскільки вона створить гладку поверхню. Чим більший радіус, тим гладкіша; недоліком, очевидно, є те, що великий різець не може створити дрібні деталі.

Ви можете вибрати різні фрези для кожної з трьох операцій, у цьому випадку, звичайно, знадобиться змінити інструмент.

Для чорнової обробки виберіть велику **відстань між траєкторіями інструменту**, для чистої обробки – малу. У більшості випадків значення за замовчуванням підходять для цієї першої моделі з матеріалу, який легко обробляти.

Для **швидкості** ви також можете використовувати значення за замовчуванням, якщо ви не обробляєте міцний матеріал, наприклад метал. Майстер уже вибрав оптимальну стратегію для кожної з цих операцій (також див. примітку нижче). У версії Free/Entry стратегію неможливо встановити, оскільки доступна лише одна стратегія: паралельна. Для операції Roughing доступні два додаткові параметри: **Skin** і **Layer height**. Залишення шкіри навколо моделі покращить якість поверхні: будь-які пошкодження, утворені під час чорнової обробки (наприклад, вібрацією різця), не будуть помітні в результаті. Після цього фінішна обробка відбуватиметься плавно, оскільки навантаження на стружку є постійним (лише видалення тонкої шкірки). Висота шару (наскільки глибоко різець може зануритися в матеріал за один прохід) звичайно ніколи не може перевищувати довжину різання різця, який використовується.

Кожна з цих трьох операційних сторінок також показує поле для **очікуваного часу обробки**. Щоб побачити час обробки, необхідно натиснути кнопку Розрахувати. Тоді траєкторії для цієї операції також будуть намальовані.

Остання сторінка майстра, «Надіслати на верстат», показує результуюче дерево проекту (ви можете перейменувати будь-який рядок у дереві після повільного подвійного клацання). Показано три або чотири великі кнопки:

Кнопка «Показати шляхи інструментів» робить траєкторії інструментів видимими/невидимими, а за потреби обчислює траєкторії інструментів.

Кнопка «Показати симуляцію» робить те саме для симуляції та для чіткого перегляду вимикає траєкторії інструментів, коли їх видно.

Кнопка «Надіслати на верстат» доступна, лише якщо ваш станок підтримує цю опцію (дуже небагато верстатів підтримує) і якщо пристрій виведення NC налаштовано в параметрах DeskProto.

Кнопка **Записати програмний файл NC** у більшості випадків є останнім кроком, який потрібно виконати в DeskProto. Потім цей файл ЧПК можна надіслати на фрезерний верстат з ЧПК, див. кінець цього розділу. Розширення файлу залежить від верстатів, який ви вибрали: кожен виробник верстатів використовує інший тип файлу NC.

Ви можете завершити роботу майстра, натиснувши Готово. Після цього ви можете зберегти цей новий проект за допомогою «Файл >> Зберегти»: це збереження створить файл проекту DeskProto з розширенням DPJ.

Перш ніж почати обробку, прочитайте наведені нижче **примітки** щодо цього результату:

1. Геометрія фоторамки має великий отвір у центрі. Це, звичайно, має сенс для фрейму, однак це не ідеально для стандартних параметрів, щойно встановлених майстром.

Стратегією чорнової обробки за замовчуванням є блокування, і фреза рухається ззовні. Ідеально підходить для більшості моделей, але не є оптимальним для рами, оскільки в якийсь момент матеріал, що залишився в центрі, буде розрізаний. Цей нещільний шматок матеріалу може пошкодити вашу модель, тому туг буде безпечніше використовувати стратегію «Паралель» для чорнової обробки.

Стратегією завершення за замовчуванням є «Паралель», яка також завершить порожню центральну область, тому це займе більше часу, ніж потрібно.

2. DeskProto пропонує багато варіантів, щоб зробити ці шляхи інструментів більш ефективними, більшість із них доступні лише через інтерфейс на основі діалогового вікна. Для отримання додаткової інформації дивіться урок 2В у наступному параграфі.

Можна спочатку скористатися майстром, а потім (після завершення роботи майстра) налаштувати проект за допомогою діалогового інтерфейсу. Тоді вам, звичайно, потрібно буде зберегти новий файл NC для цих змінених налаштувань.

3. У папці DeskProto Samples ви можете знайти зразок файлу проекту для цієї геометрії з набагато кращими налаштуваннями. Тому найпростіше просто відкрити цей файл DpPictureFrame.dpj (або DpPictureFrame_inch.dpj).

Звідси ви можете прочитати наступну половину цього уроку про те, як використовувати діалоговий інтерфейс, або перейти до абзацу під назвою «До фрезерного верстата» в кінці цього розділу.



Урок 2В

Фоторамка, діалоговий інтерфейс

Запустіть DeskProto на початковому екрані (див. [Урок перший](#)) ще раз поставте прапорець **Використовувати папку зразків** і виберіть опцію **Геометричний проект (3D)** (у групі «Почати новий проект»). Зараз ми покажемо вам, як налаштувати всі параметри в інтерфейсі на основі діалогового вікна. Будь-які налаштування, зроблені майстрами, також можна виконати таким чином.

Завантажити геометричний файл



Перше, що вам потрібно зробити для нового проекту, це завантажити геометрію, яку ви хочете використовувати. У більшості випадків це буде файл STL. У DeskProto ви можете, зробити це за допомогою команди Завантажити файл геометрії, у меню «Файл» або за допомогою кнопки «Завантажити геометрію». Результатом буде діалогове вікно «Відкрити файл», у якому ви зможете переглянути файл STL, який бажаєте використати. Коли ви вибрали «Проект геометричної форми» на початковому екрані, DeskProto автоматично відкриє для вас це діалогове вікно відкриття файлу.

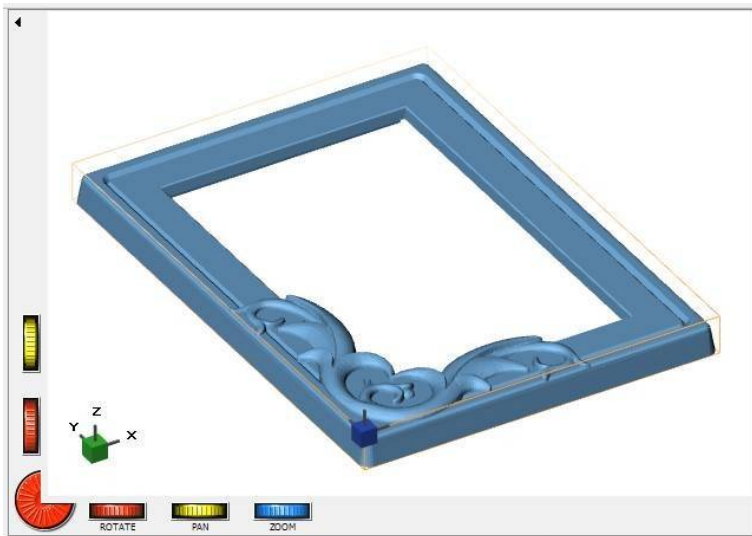
Файл, який ми хочемо використовувати для цього уроку, називається **DpPictureFrame.stl** і знаходиться в папці DeskProto Samples. На жаль, розташування цієї папки – Windows \ProgramData\ – відрізняється для кожної версії Windows, тому файл може бути важко знайти. Немає проблем: ви можете встановити прапорець на початковому екрані, згаданий вище. Тож перейдіть до папки Зразки та відкрийте файл DpPictureFrame.stl

Для користувачів INCH:

*Для користувачів, які працюють у дюймах, більшість зразків геометрії також доступні у дюймовій версії. Для геометрії рамки зображення дюймова версія називається **DpPictureFrame_inch.stl**. Тому, будь ласка, виберіть цей файл, оскільки метрична версія призведе до кадру висотою 183 дюйми.*

Під час читання файлу геометрії на екрані буде показано індикатор прогресу, який підраховує відсоток, який було оброблено.

Вікно перегляду



Коли файл геометрії буде прочитано, у вікні «Перегляд» буде показано геометрію: гарно оформлену фоторамку. Результатом цього уроку буде чудовий виріб, або на вашому власному столі, або для використання як саморобний подарунок!

Світло-коричневі лінії навколо геометрії показують обмежувальну рамку: розміри блоку матеріалу, необхідного для створення цієї деталі. Ви можете зробити його більш чітким, подвійним клацанням миші на зображенні та в діалоговому вікні «**Видимі елементи**» (пояснення нижче) позначте опцію «Напівпрозорий» для блоку «Матеріал». Ви можете відновити попереднє зображення, знову знявши позначку з цього параметра: використовуйте параметр, який вам більше подобається.

Зелений куб з X, Y і Z показує напрямки цих трьох осей і називається орієнтатором. Маленький **блакитний кубик** показує положення нульової точки WorkPiece (0,0,0) для цієї частини, докладніше про це пізніше.

Обертання, панорамування та масштабування

DeskProto пропонує кілька способів обертання та переміщення об'єкта на екрані, щоб переглядати геометрію з будь-якого боку. Елементи керування, які привертають найбільшу увагу, — це кольорові коліщатка на межі вікна перегляду.

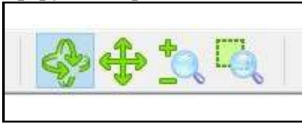
Вертикальні та горизонтальні червоні коліщатка пропонують обертання навколо горизонтальної та вертикальної осі (горизонтальної та вертикальної на екрані дисплея).



Колесо на три чверті в кутку дозволяє обертати навколо осі, перпендикулярної екрану. Розташуйте курсор на одному з цих червоних коліщаток, натисніть ліву кнопку миші та утримуйте її натиснутою під час руху миші. Ви побачите, що геометрія обертається, як зазначено.

Два жовтих коліщатка призначені для панорамування (переміщення геометрії по екрану, горизонтально та вертикально). А синє коліщатко призначене для масштабування (зміни відстані перегляду).

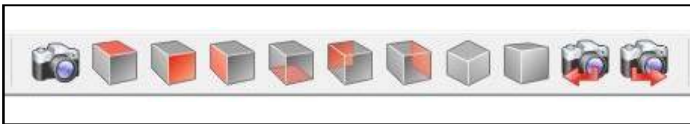
Хоча ці коліщатка привертають найбільшу увагу, вони не потрібні, оскільки ви також можете використовувати пряме керування мишею для обертання, панорамування та масштабування. Найбільш інтуїтивно зрозумілим є поворот миші: розмістіть курсор усередині області малювання, натисніть ліву кнопку миші та перемістіть мишу. Тепер геометрія обертається. Уявіть собі велику порожнисту скляну сферу навколо геометрії: курсор захоплює сферу та обертає її навколо центральної точки, включаючи її вміст.



Результат шойно описаного руху миші залежить від стану **функціональних кнопок миші**: дивіться малюнок ліворуч. З цих чотирьох кнопок одна завжди

активна (натиснута), увімкнення обертання миші, панорамування миші, масштабування миші або масштабування вікна. Подальші пояснення не потрібні: просто натисніть одну з чотирьох кнопок і подивіться, що відбувається, коли ви використовуєте мишу у вікні перегляду.

Можна навіть обертати, панорамувати та масштабувати без використання цих функціональних кнопок миші. Виберіть кнопку Обертання миші та натисніть ліву кнопку миші для обертання, натисніть середню кнопку миші (коліщатко миші) для панорамування та обертайте це колесо для масштабування. Під час масштабування положення курсору визначає центр масштабування, тому ви можете збільшити будь-яку деталь на екрані. DeskProto підтримує SpaceMouse® від 3Dconnexion для обертання, панорамування та масштабування.

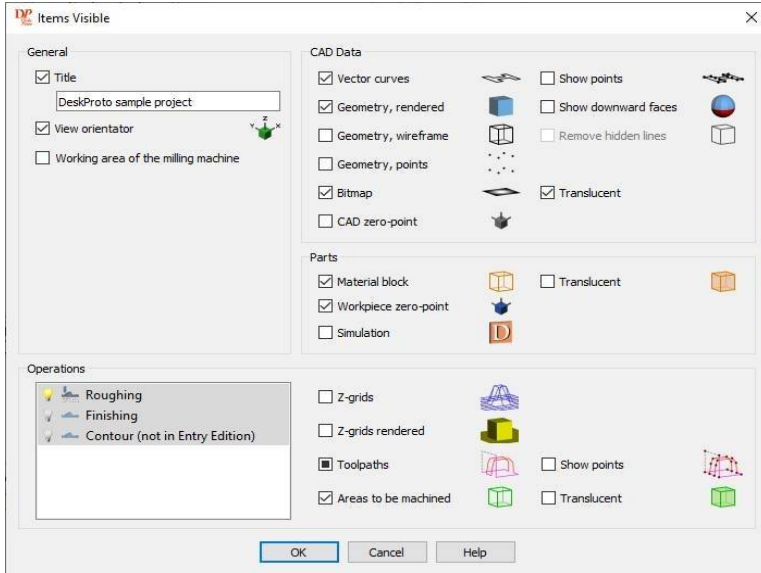


За допомогою восьми кнопок на панелі інструментів, які показують маленькі кубики, можна дуже швидко налаштувати ряд стандартних переглядів. Кожна кольорова кнопка задає **головний вигляд** (вид уздовж однієї з головних осей). Наступні чотири кнопки праворуч від цих кубиків можна використовувати для швидкого встановлення ізометричного вигляду, перегляду за замовчуванням, попереднього перегляду та наступного перегляду (останній доступний лише тоді, коли використовувалась кнопка попереднього перегляду).

Примітка: усі ці елементи керування впливають лише на ваш погляд на модель (положення камери), а не на фактичну орієнтацію вашої геометрії на фрезерному верстаті.

Видимі елементи

Цей параметр, який виявиться дуже зручним, дає змогу вибрати, які елементи мають відобразитися у вікні перегляду. Ви можете відкрити діалогове вікно видимих елементів, клацнувши цю команду, двічі клацнувши всередині вікна перегляду або через меню «Перегляд».



Відображається кожен елемент, який можна відобразити, із прапорцем, щоб позначити для кожного елемента, чи потрібно його відображати. Якщо позначено («V»), відповідний пункт буде відображено після натискання кнопки ОК.

Коли прапорець повністю заповнений (показує квадрат замість V), як на ілюстрації вище для траєкторій, це означає, що вибрано кілька операцій (світло-сірий або синій фон), які мають інший статус для цього елемента.

Наразі дивіться лише на елементи CAD Data і пограйте з доступними параметрами, щоб побачити, що станеться. Наприклад, «Показати нижні грані» — це чудовий інструмент для пошуку будь-яких виточок у вашій геометрії (областей, до яких фреза не може дістати), а параметр «Напівпрозорий» для блоку «Матеріал» дозволить чітко зрозуміти, чи підходить деталь усередину чи ні. блокувати.



Перевірте орієнтацію та розміри моделі

Вивчаючи геометрію, дивлячись з різних сторін, ви помітите, що фоторамка правильно розташована для фрезерування. У DeskProto фрезерний інструмент завжди походить із позитивного Z-напрямку: X – зліва направо на фрезерному верстаті, Y – спереду назад, а Z – вгору та вниз. Оскільки фоторамка лежить рівно на спині, передня сторона довільної форми знаходиться зверху і може бути повністю оброблена.

Дві функції для перевірки орієнтації вже згадувалися:

- Орієнтатор (зелений куб з трьома осями) показує напрямки осей
- параметр «Показувати нижні грані» можна використовувати для перевірки виточок.

Цю геометрію не потрібно повертати.

Наведена вище інформація не зовсім вірна: на задній стороні геометрії Picture Frame було змодельовано виїмку для фотографії та скла, і цю виїмку неможливо створити при обробці лише лицьової сторони. Тим не менш, раму також можна використовувати без виїмки, тому в цьому уроці ми просто проігноруємо її. Механічна обробка з двох сторін буде розглянута в наступному уроці.

Чого ви ще не бачили, так це розмірів геометрії, які покажуть вам, чи підійде ваша деталь до вашого верстата. DeskProto, звісно, попередить вас, якщо він завеликий, однак вам усе одно знадобиться знати цю «Інформацію про деталь», щоб підготувати блок матеріалу, який ви використовуватимете.



Material	Geometry		
[mm]	Min	Max	Delta
X	0.00	132.94	132.94
Y	0.00	182.93	182.93
Z	-13.97	0.00	13.97

Use translated coordinates

Close Help

Натисніть жовту кнопку на панелі інструментів або виберіть «Інформація про деталь». Меню «Перегляд», щоб відобразити діалогове вікно «Інформація про частину»: див. зображення вище. Це діалогове вікно надає вам розміри як блоку матеріалу, який ви визначили, так і геометрії, яка використовується для цієї деталі (після масштабування, обертання та дзеркального відображення). Якщо позначено «Використовувати перекладені координати», відображені координати будуть такими самими, як і у файлі NC. Для ваших поточних налаштувань обидві сторінки вкладок відобразять однаковий результат.

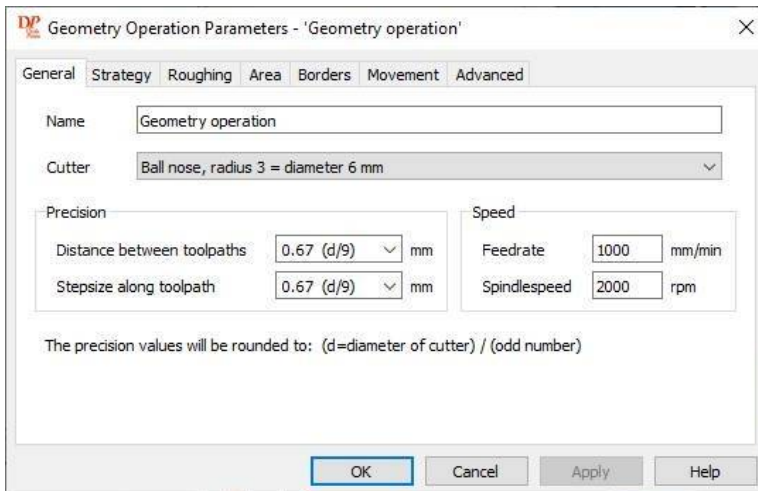
Як бачите, розміри деталі в порядку (ілюстрація в мм), тож можна приступати до встановлення параметрів фрезерування.

Встановіть параметри фрезерування

Щоб обчислити правильну траєкторію інструменту NC (шлях, яким ріжучий інструмент слідуватиме під час процесу різання), DeskProto потрібна інформація про параметри фрезерування, які ви хочете використовувати. Наприклад, діаметр різця, який буде використовуватися, і наскільки точною ви хочете мати свою модель. У цьому уроці ми спочатку покажемо ці основні параметри, а потім навчимо вас, як уточнювати процес фрезерування за допомогою операцій чорнкової та чистової обробки.

Очевидно, також важливо вибрати правильно верстат для вашого проекту. Ми припустимо, що ви вже правильно вибрали верстат під час першого запуску DeskProto: тоді ваш верстат є станком за замовчуванням, тому нам не потрібно вибирати її для кожного нового проекту.

Для кожної операції фрезерування необхідно встановити фрезу та точність. Фреза, яку ви використовуєте на верстаті, звичайно, повинен відповідати фрезі, яку ви вибрали в DeskProto: обробка будь-якою іншою фрезою призведе до неправильної моделі. Ви можете знайти як Cutter, так і Precision у параметрах роботи:



Ви можете відкрити діалогове вікно «Параметри операції» за допомогою меню «Параметри», хоча простіше просто **двічі клацнути** рядок операції в дереві проекту. Це дерево проекту видно в лівій частині екрана DeskProto та показує всі деталі та операції в цьому проекті (як щойно пояснено в розділі «Швидкий старт» цього посібника).

Діалогове вікно «Параметри операції» складається з декількох екранів із вкладками (у безкоштовній версії та версії для входу представлено менше вкладок, ніж показано вище).



Як усі параметри фрезерування мають відповідні значення за замовчуванням, і ми хочемо почати з простого: поки дивіться лише на головну сторінку вкладки («Загальні») і просто ігноруйте приховані сторінки вкладок. Не ігноруйте найважливішу кнопку в діалоговому вікні: кнопку «Довідка». Це призведе до сторінки, яка повністю пояснює це діалогове вікно. Будь ласка, спробуйте довідку та запам'ятайте це, коли у вас виникнуть запитання пізніше.

Параметри операції, які ви бачите зараз, відрізняються від діалогового вікна, яке ви бачили в першому уроці: тоді ви бачили параметри операції вектора, тепер параметри операції геометрії. Крім того, DeskProto включає третій тип операції: операцію Bitmap, про яку ми розглянемо в наступному уроці. Як бачите, було вибрано **фрезу** діаметром 6 мм із кульковим наконечником, яка є інструментом за замовчуванням у DeskProto (для доймових користувачів фреза 1/4 дюйма). Для поверхонь довільної форми найкращим вибором є кульковий фреза, оскільки вона створить гладку поверхню. Чим більший радіус, тим гладкіша; недоліком, очевидно, є те, що велика фреза не може обробляти дрібні деталі. Через дрібні деталі в цій геометрії ви можете вибрати меншу фрезу, залежно від того, які фрези у вас є. Тим не менш, цей 6-міліметровий кульковий нос також дасть хороший результат: DeskProto не пошкодить геометрію, якщо фреза занадто товста, вона просто залишить залишковий матеріал там, де він не може дістатися.

Можна встановити два значення точності: значення **Відстань між траєкторіями** буде зрозумілим, **Розмір кроку вздовж траєкторії** потребує пояснення. Кожна траєкторія інструменту складається з великої серії маленьких лінійних рухів (у термінології ЧПК: руху G1). Цей другий параметр визначає розмір цих лінійних рухів (кроків). У більшості випадків найкраще використовувати однакові значення для обох параметрів точності. Менші значення точності призведуть до більш гладкого та точного результату, але також до більш тривалого часу обробки. DeskProto автоматично покаже вам приблизний час обробки після розрахунку траєкторії інструменту.

Для механічної обробки пінопласту, інструментальної дошки та деревини значення за замовчуванням для **швидкості подачі** та швидкості шпинделя будуть нормальними; загалом їх потрібно міняти лише для твердіших матеріалів. Тепер натисніть ОК, щоб закрити Параметри операції.

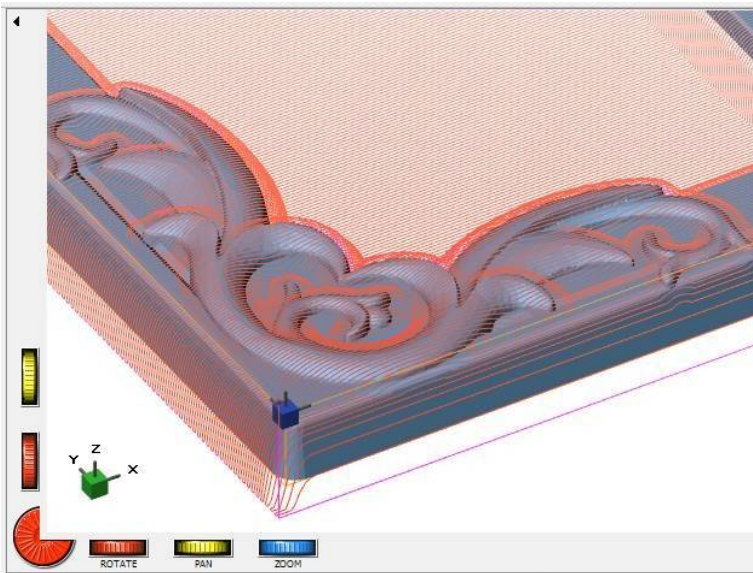
Обчислити шляхи інструментів



Після встановлення параметрів фрезерування ви можете розрахувати траєкторії: у меню «Створити» виберіть «Обчислити траєкторії» або (що простіше) натисніть кнопку «Обчислити траєкторії» (сьома кнопка). Коли обчислення DeskProto показує індикатор прогресу, щоб інформувати вас про його прогрес.

Після завершення обчислень DeskProto відобразить шляхи інструментів:

червона лінія – шлях, по якому буде проходити кінчик ріжучого інструменту. Перша й остання точки траєкторії вказуються маленькою червоною стрілкою. Деякі траєкторії інструменту можна намалювати за допомогою пунктирних сірих ліній: це позиціонує рухи фрези (на висоті вільного руху, тобто над блоком), які виконуватимуться швидше (так звані швидкими), ніж рухи різання (здійснюються за допомогою швидкості подачі). Також рух вгору до цього «рівня Zfree» після останнього руху різання виконується в швидкому режимі.



Наведене вище зображення було зроблено після невеликого збільшення, щоб фактично побачити траєкторії інструментів на ілюстрації. Ви можете чітко бачити, що існує відстань між траєкторіями інструменту та фактичною геометрією: це 3D-компенсація для радіуса фрези, яку розрахував DeskProto.

Показати симуляцію



Наступний крок необов'язковий: ви можете показати імітацію отриманої деталі. Коли ви натискаєте цю кнопку, блок матеріалу буде показано на екрані як суцільний коричневий блок (у більшості випадків приховуючи САД дані та шляхи інструментів), і з'явиться діалогове вікно «Операції для моделювання», як пояснювалося в попередньому уроці. Позначте операції, які ви бажаєте змоделювати, і натисніть Обчислити, щоб показати симуляцію, кнопка Сховати зробить симуляцію невидимою.



Створення програми для ЧПК

Щоб надіслати щойно розраховані траєкторії на ваш фрезерний верстат, вам потрібно буде спочатку зберегти їх у файлі, який називається програмним файлом NC. Це можна зробити в меню «Створити» за допомогою команди «**Записати програмний файл NC**» або (простіше) натиснувши кнопку «Записати NC-файл»:



Завантажити геометрію



Обчислити траєкторію інструменту



Записати NC-файл

Тепер ви бачите, що ці кнопки (№ 4/5/6 для завантаження даних CAD, 7 для обчислення та 8 для запису NC) є центральними кнопками в робочому процесі DeskProto для обробки 3D-геометрії.

Після введення команди Write NC з'явиться діалогове вікно «Save-as», у якому ви можете ввести назву файлу програми NC, який потрібно записати. Розширення файлу залежить від машини, яку ви вибрали як машину за замовчуванням: кожен виробник машини використовує інший тип файлу NC. Запам'ятайте місце розташування файлу, який використовується! Після натискання кнопки «Зберегти» DeskProto запише файл програми NC на диск. Оскільки всі розрахунки вже зроблені, процес створення файлу NC не займе багато часу.

Примітка 1:

Для деяких верстатів не потрібно писати файл NC, оскільки DeskProto може безпосередньо надсилати траєкторії до верстату. Це можна зробити за допомогою команди меню «Створити» >> «Надіслати траєкторії до верстату». Цю опцію потрібно спочатку налаштувати за допомогою «Параметрів» >> «Параметри» >> вкладки «Вивід NC» >> виберіть і налаштуйте пристрій виведення NC. Небагато верстатів підтримують це: ми знаємо, що всі станки, виготовлені Roland, підтримують це, а також деякі промислові верстати високого класу. Параметр «Надіслати на верстат» відсутній у версіях для MacOS і Linux.

Примітка 2:

Ви щойно написали шляхи інструментів. Не плутайте це зі збереженням проекту, яке є стандартною дією Windows File >> Save і запише **файл проекту DeskProto**. У файлі проекту зберігаються всі налаштування параметрів і посилання на файл геометрії, який використовується. Файли проекту DeskProto мають розширення DPJ.

Звідси ви можете або перейти до параграфа «До фрезерного верстата», або спочатку дізнатися про чорнову та чистову обробку в наступному параграфі.

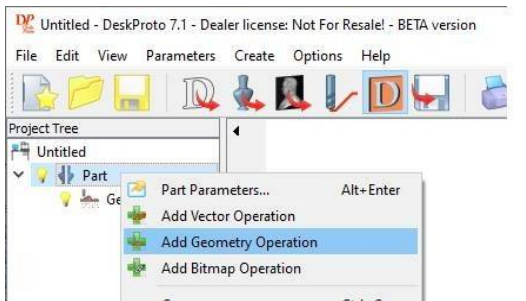
Чорнова та чистова обробка

Траєкторії, які ви щойно зробили, справді створять рамку зображення: оскільки висота деталі невелика, її можна обробити безпосередньо на всю глибину (лише для легких матеріалів). Тож ви можете пропустити тонке налаштування, описане в цьому параграфі. Тим не менш, застосування чорнової та чистої обробки має кілька явних переваг, тому варто потерпіти з нами ще деякий час. Цей параграф не стосується безкоштовної версії, оскільки вона не підтримує чорнову обробку.

Ви хочете, щоб час обробки вашої деталі був якомога меншим, а також вам потрібна точна модель із гладкою поверхнею. При використанні лише однієї операції вам потрібно вибрати між швидким або точним. Оскільки в більшості випадків різак не може видалити весь матеріал за один раз (за винятком дуже низьких моделей), він рухатиметься вниз шарами. Наприклад, спочатку він зануриться на 5 мм у матеріал, видалить увесь надлишок матеріалу вище цього рівня, потім опуститься до мінус 10 і так далі. DeskProto автоматично застосує це шарування (що є функцією чорнової обробки), оскільки воно не дозволяє фрезі занурюватися в матеріал глибше, ніж його довжина різання (принаймні: не під час першої операції). Якщо це зробити з невеликою відстанню Path (необхідною для гладкої поверхні), це займе багато часу.

При використанні чорнової та чистої обробки:

чорнова операція швидко видалить матеріал (використовуючи велику відстань траєкторії), після чого **Фінішна операція** дозволить отримати точну модель і гладку поверхню (з використанням невеликої відстані).



Щоб досягти цього, нам потрібні **дві операції** в DeskProto, тому вам потрібно додати другу операцію до поточної частини. Це можна зробити кількома способами: як показано вище, клацніть правою кнопкою миші в дереві на лінії частини, а потім у контекстному меню виберіть «Додати операцію геометрії». Результатом буде дерево з двома операціями, які називаються «Геометрична операція» та «Геометрична операція [#1]».

Двічі клацніть перший рядок операції в дереві та змініть його назву на



“Чорнова обробка”. Тепер ви можете встановити параметри операції, щоб зробити це справжньою **чорною операцією**. Перейдіть на вкладку «Чорнова обробка» та виберіть висоту шару (за замовчуванням значенням є довжина фрези, яка в більшості випадків буде занадто великою) і товщину шкіри. Для 6-мм кулькового різця та м'якої деревини ви можете використовувати, скажімо, 6-мм шар і 0,5 мм оболонку (у дюймах: для 1/4” фрези це 0,25” шар і 0,02” оболонка). Ви також можете перевірити параметр Рампінг. Скористайтеся довідкою, щоб отримати додаткові відомості про ці налаштування.

Як стратегію (2-а вкладка) для чорнової обробки ми часто використовуємо блок, оскільки в більшості випадків це найефективніше. Але не для цієї рами, оскільки це призведе до нещільного блоку матеріалу в центрі на півдорозі процесу, що може спричинити проблеми. Тому залиште стратегію на Parallel.

На вкладці «Загальні» тепер можна вибрати більші значення точності (відстань і розмір кроку). У більшості випадків підійде друге значення у спадному списку: d/3. Це означає 1/3 діаметра фрези, тож ви очікуєте 2 мм (0,0833”). Замість d/3 тепер буде 2,33 мм (0,0967”). Причиною цієї різниці є щойно застосована шкіра. Шкіра обробляється шляхом розрахунку за допомогою «віртуального різачка», який товщий за справжній: $R\ 3 + \text{шкіра}\ 0,5 = R\ 3,5$. Це означає діаметр 7, а 7,0/3,0 призводить до 2,33. Закрийте діалогове вікно за допомогою ОК.

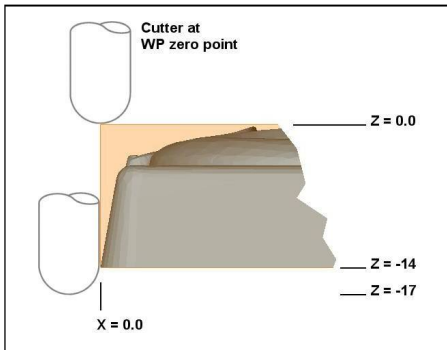
Другою операцією буде **фінішна операція**: відкрийте параметри та змініть назву на «фінішна обробка». Вам не потрібні активні функції чорнової обробки, і вам потрібні менші значення точності (відстань і розмір кроку). Для завершення ми часто перевіряємо опцію «Пропустити гориз. Ambient», щоб завершити лише поверхню геометрії (вкладка Advanced). Для цього кадру також зніміть прапорець «ігнорувати закрите середовище»), що змусить DeskProto пропустити великий центральний отвір. Переконайтеся, що на вкладці «Переміщення» встановлено прапорець «Сортувати», інакше виникне багато непотрібних рухів позиціонування. Ви можете залишити всі інші налаштування як були (значення за замовчуванням).

Ви можете використовувати два різні фрези для чорнової та чистової обробки: товстий плоский фрез для швидкої та ефективної чорнової обробки та маленький кульковий фрез для детальної обробки. Оскільки ця геометрія містить багато дрібних деталей, це дасть дуже хороший результат. З іншого боку: альтернатива використання однієї фрези для обох операцій (неефективна чорнова обробка) має перевагу, оскільки не потрібно змінювати інструмент.

До фрезерного верстата

Створена програма ЧПК готова до відправлення на фрезерний верстат, тож ви нарешті готові розпочати відрізання стружки. Оскільки спосіб зробити це залежить від того, який фрезерний верстат ви використовуєте, тут можна надати не всю необхідну інформацію: будь ласка, також зверніться до посібників до вашого фрезерного верстата з ЧПК.

Спочатку необхідно підготувати блок матеріалу. Ви вже знаєте розміри рами, оскільки щойно перевірили їх у діалоговому вікні «Інформація про деталь»: 133 x 183 x 14 мм, або в дюймах 5,23 дюйма x 7,2 дюйма x 0,55. Значення в діалоговому вікні насправді трохи менші, які ви можете ігнорувати для цього проекту.



Для першої **тестової моделі** ви можете використати більший блок матеріалу, залишивши зайвий матеріал з усіх боків, щоб затиснути блок без ризику пошкодити затискачі. Зробіть блок принаймні на 3 мм більшим у Z-напрямку, оскільки кульова фреза буде на R мм нижче нижньої частини рами (R — це радіус фрези). Це потрібно для того, щоб повністю обробити будь-які вертикальні і круглі поверхні; дивіться малюнок вище для кульового різця з R=3 мм).

Закріпити блок на верстаті можна за допомогою струбцин, машинних лещат або будь-яким іншим способом. Для легких матеріалів, таких як пінополіуретану (PUR) або пінополістиролу (PS), можна використовувати двосторонню клейку стрічку.

Далі вам доведеться вказати верстату, де знайти блок матеріалу. Іншими словами: ви повинні ввести **нульову точку WorkPiece** для цієї програми ЧПК, враховуючи щойно зафіксований блок. Фрезерний верстат з ЧПК зазвичай має дві нульові точки: нульову точку верстата в кутку зони обробки та нульову точку деталі (WP zero, також звану Program Zero), яку можна визначити вільно. У результаті також присутні дві різні системи координат: координати верстата (використовуються для визначення нульової точки заготовки) і координати заготовки (використовуються для всіх операцій фрезерування).



За замовчуванням DeskProto встановлює для **лівого переднього верхнього кута** блоку матеріалу значення (0,0,0). Це налаштування перекладу за умовчанням. Тоді всі позиції X і Y деталі є додатними (X=0 — ліва сторона блоку, а Y=0 — передня сторона), усі позиції Z — негативні (Z=0 — верхня частина блоку матеріалу). Таким чином, лівий передній верхній кут блоку повинен бути встановлений як нульова точка заготовки на верстаті. У більшості випадків також буде початковою точкою траєкторії інструменту.

Якщо ваш блок більший, ніж потрібно, нуль XY також може бути розташований біля цього кута, з внутрішньої сторони блоку, залишаючи достатньо місця з усіх боків для завершення всієї частини. Або насправді навіть трохи більше, оскільки з усіх чотирьох сторін фреза має рухатися за межі деталі, щоб обробити зовнішні поверхні.

Обов'язково ще раз перевірте X і Y: якщо ви встановите блок найдовшою стороною в неправильному напрямку, деталь не поміститься всередині блоку.

На багатьох верстатах ви можете ввести нульову точку WP, вручну розташувавши фрезу (фрезерний інструмент) точно на потрібну нульову точку деталі, а потім повідомивши контролеру верстата, що це положення (0,0,0). Майте на увазі: для X і Y повинен бути розташований центр інструмента, для Z — кінчик інструмента. Звичайно, спочатку необхідно встановити правильний інструмент у шпindel верстата, оскільки різні фрези матимуть різну довжину.

Тепер ви готові запустити верстат, надіславши файл програми NC, який ви щойно створили, на верстат. Більшість фрезерних верстатів з ЧПК мають власне **керуюче програмне забезпечення** для цього (наприклад, Mach3, PCNC, LinuxCNC, ...). Якщо так, вийдіть із DeskProto, запустіть цю програму керування станком та відкрийте файл програми NC. Якщо потрібно, спочатку перенесіть цей файл із ПК DeskProto на ПК керування верстатом.

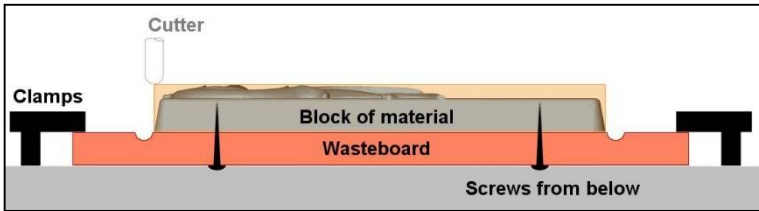
Деякі верстати (наприклад, багато станків Roland) можна просто запустити як принтер. На ці верстати можна надіслати файл безпосередньо з DeskProto, вибравши опцію «Надіслати програму ЧПК на верстат...» у меню «Створити». В останньому випадку: переконайтеся, що налаштовано правильний порт зв'язку або драйвер принтера (виберіть «Параметри» в меню «Параметри»). Параметр «Надіслати на верстат» відсутній у версіях для MacOS і Linux.

Наприкінці процесу фрезерування модель все одно буде прикріплена до блоку матеріалу, що залишився, оскільки для цього першого тесту ваш блок був більшим за модель, і оскільки фрезерний верстат із трьома осями не може обробити нижню частину прототипу. Ви можете або залишити це так (якщо ви вже бачите всі потрібні деталі), або видалити решту блоку за допомогою, наприклад, невеликої стрічкової пилки.

Для **остаточної моделі**, тобто рами без зайвого матеріалу, блок має бути точнішим, а кріплення точнішим. Зробіть блок на трохи міліметрів більше як для X, так і для Y, щоб компенсувати можливі помилки

позиціонування (не надто великим, оскільки тоді стружка не може легко впасти під час обробки). Зробіть Z (товщину блоку) якомога точнішим. Встановлення нульової точки WP тепер має бути виконано точно, точно у верхньому передньому лівому куті блоку. Це буде легко, оскільки процес такий самий, як і для щойно виконаного тесту.

Тільки кріплення тепер буде іншим, оскільки тепер ви не можете затискати надлишок матеріалу навколо моделі (оскільки немає зайвого матеріалу), і оскільки вам потрібна «сміттник» під деталлю, щоб запобігти пошкодженню робочого столу верстата.



Каркас тепер потрібно закріпити знизу. Це можна зробити або двостороннім скотчем, або (краще) за допомогою кількох шурупів знизу. Метод гвинтів працює чудово: див. ілюстрацію вище. Ви можете сміливо використовувати затискачі, щоб надійно закріпити сміттєву дошку, оскільки різак не наблизиться до цих затискачів. Потрібно тільки подбати про те, щоб правильно розташувати гвинти: вони можуть не з'єднатися з частиною блоку, яка буде відфрезерована !! Сміттєва дошка буде «витрачена даремно», оскільки фреза з кульковим носом проробить канавку навколо моделі. Перегляньте **навчальні відео** на веб-сайті DeskProto для демонстрації.

Очевидно, що для цієї роботи доступні інші методи кріплення.

Ви можете, наприклад, також використовувати опорні виступи (перемички), щоб рама зображення була з'єднана з рештою (більшого) блоку під час фрезерування. А можна обробити раму з двох сторін, щоб також обробити порожнину з тильного боку рами. Більше про такі розширені параметри буде наведено в наступних уроках.

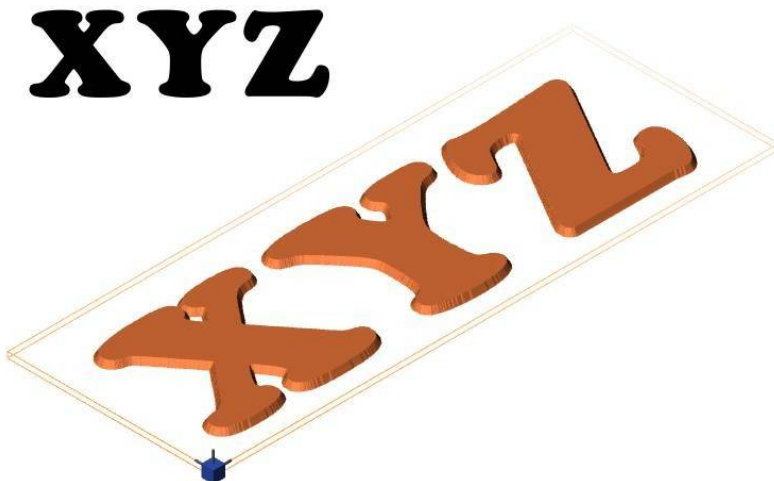
Якщо рамка не поміщається у вашому верстаті, оскільки вона завелика: у DeskProto можна легко масштабувати модель, щоб зробити її меншою. Це можна зробити в параметрах деталі. Звісно, масштабування також можна використовувати, щоб зробити рамку нормальною для меншого або більшого зображення.

У деяких випадках обертання навколо осі Z на 90 градусів може допомогти змусити деталь підійти до вашого станка: у випадку, якщо найдовший розмір рами підходить до вашої робочої зони вздовж осі X, але не вздовж Y.



3. XYZ логотип (базове растрове зображення)

Урок 3



У цьому третьому уроці ви навчите вас основам обробки растрових зображень DeskProto. Знову будуть пояснені деякі основи DeskProto, частково повторені попередні уроки, оскільки це дозволить вам почати читати тут. Простий растровий файл буде перетворено на 3D-рельєф і створено 3D-файл NC, готовий для відправки на фрезерний верстат. Урок знову буде представлено **двічі**:

спочатку за допомогою майстра **«Основна обробка растрового зображення»**, а потім за допомогою **діалогового інтерфейсу**. Цей урок для всіх версій DeskProto.

Растрове зображення та рельєф показано на малюнку вище: це **ЛОГОТИП компанії** (уявної) компанії під назвою **«XYZ»**. Растрова обробка може бути не оптимальним способом створення цього рельєфу, але вона пропонує дуже простий спосіб зробити це. Якщо у вас є лише графіка як растрове зображення, і ви не знаєте, як перетворити її на векторні дані, цей урок покаже вам, що робити, щоб завершити проект. Зауважте, що це дуже простий проект, оскільки це растрове зображення містить лише чорний і білий. Растрові зображення, які також містять значення сірого, створюють більш складний 3D-рельєф.

Запустіть DeskProto

Запустіть DeskProto, як описано в першому уроці, і продовжуйте, доки не відобразиться початковий екран. Якщо цей екран не з'являється автоматично, ви можете відкрити його в меню «Файл».

У цьому третьому уроці знову будуть пояснені обидва інтерфейси користувача, які пропонує DeskProto: інтерфейс на основі майстра в **Уроці 3А** та інтерфейс на основі діалогу в **Уроці 3В**. Обидва варіанти цього уроку приведуть до однакового результату.

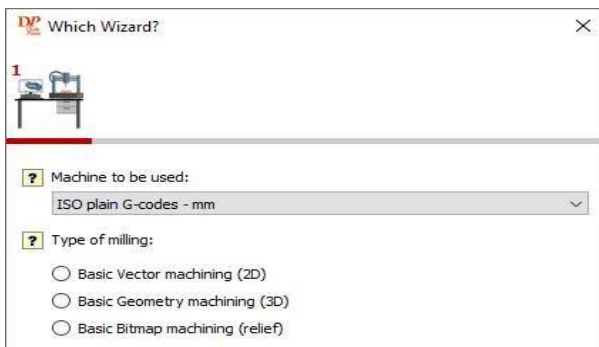
Щоб розпочати урок 3А: на початковому екрані позначте пункт **«Використовувати папку зразків»**, а потім виберіть параметр **«Використовувати майстер»**.



Урок 3А

XYZ логотип, майстер інтерфейсу

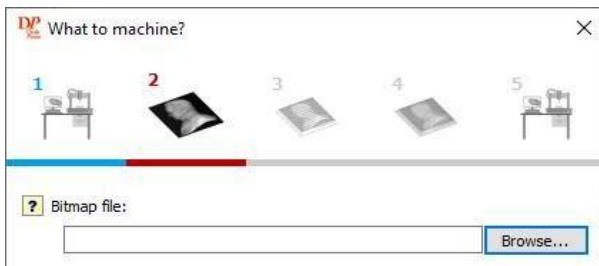
Інтерфейс DeskProto Wizard робить програму дуже простою у використанні для будь-кого без попереднього досвіду. Ми зробимо підручник якомога коротшим, оскільки майстер насправді має бути зрозумілим...



Верстат, який буде використовуватися, вже має бути правильно обраним станком, оскільки ви встановили верстат за замовчуванням під час першого запуску DeskProto. Якщо це не так, то ви можете вибрати інший верстат тут (змінити верстат за замовчуванням можна в параметрах деталі за замовчуванням (меню «Параметри»)).

Насправді доступна серія різних майстрів, кожен з яких призначений для певного типу фрезерування. Для логотипу компанії XYZ ми будемо використовувати третій майстер:

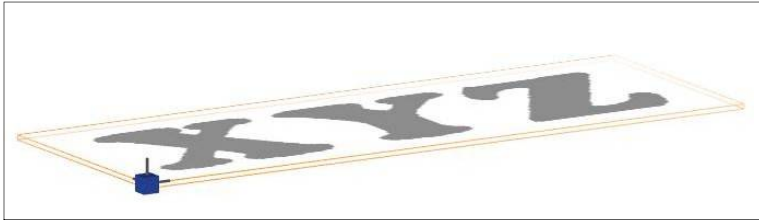
Базова обробка растрових зображень, який доступний у всіх версіях DeskProto. Тому виберіть цей майстер і натисніть «Далі».



Стає активним другий значок (збільшений і підкреслений червоним): ви на

другій сторинці цього майстра. Ви бачите, що цей майстер пропонує п'ять сторінок (у безкоштовному виданні чотири). Ця друга сторінка пропонує всі параметри для визначення того, що обробляти.

Очевидно, що першим кроком є **завантаження растрового файлу**, який буде використано: натисніть кнопку «Огляд», щоб відкрити файл. Оскільки під час запуску майстра ви позначили «Використовувати папку зразків», це папка, яка буде показана; він включатиме зразок файлу **XYZlogo.png**, який ми використовували для цього уроку. Тож відкрийте цей файл (звичайно, ви також можете використати свій власний растровий файл).



Файл негайно буде показано на екрані. Не турбуйтеся про те, що зображення буде досить розпливчастим і має розмиті контури: DeskProto показує спрощену версію зображення, щоб пришвидшити (3D) графіку. Для обчислення траєкторії буде використано реальне зображення. DeskProto автоматично перетворить кольорове зображення на значення сірого. **Синій куб** показує положення нульової точки: лівий передній кут растрового зображення у верхній частині блоку. Пізніше вам потрібно буде встановити ту саму нульову точку на вашому верстаті.

Розмір зображення для нашого файлу XYZlogo.png становить 279,4 x 101,6 мм, або для користувачів у дюймах 11 x 4 дюйми.

Для читачів, яким потрібна точна інформація: файл растрового зображення має розмір 3300 x 1200 пікселів, 300 DPI (точок на дюйм).

Ви можете перевірити це в діалоговому вікні параметрів проекту DeskProto: вкладка Bitmap, кнопка Інформація про файл...

Параметр «**Масштабування**» у цьому майстрі дозволяє встановити розмір рельєфу, який потрібно обробити. Найпростіше вибрати «Розміри», а потім ввести потрібний розмір. Ми хочемо зробити невелику табличку з ім'ям, тому ми вводимо 100 мм як розмір X (це дорівнює приблизно 4 дюймам). Ви побачите, що Y-розмір автоматично слідує та змінюється на 36,36 (приблизно 1,45"): це відбувається через те, що встановлено прапорець «Уніформа», тому той самий коефіцієнт масштабування застосовується до обох осей.

Після натискання кнопки «**Застосувати**» (нижній лівий кут майстра) зображення та діалогове вікно «Інформація про деталь» оновлюються відповідно до цього нового розміру

Товщина рельєфу встановлюється **параметрами Z**: ви можете ввести Z-рівень для (чистого) чорного та один для (чистого) білого. Усі проміжні значення сірого будуть розраховуються автоматично.



Для нашої невеликої іменної таблички достатньо глибини рельєфу 1 мм. Ми хочемо, щоб наш логотип був на верхній частині поверхні (тиснені символи), тому чорний має мати найвище значення: $Z=0$, а білий має мати найменше: $Z=-1$. Це змусить DeskProto видалити весь матеріал навколо чорного логотипу. Позитивні Z -значення тут не допускаються, оскільки верхня частина блоку матеріалу знаходиться на $Z=0$. Тому введіть $-1,0$ мм ($0,04''$) для білого та $0,0$ для чорного.

Тепер ви визначили, *що обробляти* (Деталь). Натисніть Далі, щоб продовжити та визначити, *як його обробляти* (Операції).

Сторінку майстра 3 (немає у безкоштовній версії) можна пропустити: для такої невеликої глибини рельєфу (1 мм) операція **чорнової обробки** не потрібна. Тож просто зніміть прапорець «Використовувати чорнову операцію» та знову натисніть «Далі». Сторінка майстра 4 визначає операцію **фінішної** обробки, яку не можна пропустити.

Для рельєфного логотипу ідеальною **фрезою** конічної форми з плоским кінчиком. Така фреза також називається «V-подібна фреза», оскільки його форма V. Для нашого проекту ми вибрали фрезу під назвою «Конічний гравірувальний інструмент 30 градусів» зі спадного списку. Ця фреза має бічний кут 30 градусів, що призведе до 30-градусної поверхні на зовнішньому контурі логотипу. Також присутній плоский наконечник діаметром 0,2 мм ($0,008$ дюйма), який дає змогу обробити ідеально рівну поверхню навколо логотипу.

Зверніть увагу на різницю між «кутом шліфування» (як показано на зображенні) і «включеним кутом», який використовують деякі постачальники фрез. Для цієї фрези включений кут (верхній кут) становить 60 градусів.

Якщо фреза, яка у вас є, відсутня у спадному списку вибору, ви можете легко додати її до списку після входу в **бібліотеку фрез**. Після натискання ОК для попередження натисніть «Додати» в бібліотеку та введіть усі відомості про фрезу. Використовуйте кнопку «Довідка» для отримання довідки. У бібліотеці фрез ви також можете натиснути «Редагувати», щоб перевірити (та/або редагувати) точне визначення фрези для одного з існуючих фрез.

Наступним параметром є **відстань між траєкторіями**. Оскільки ми щойно вибрали конічну фрезу, це налаштування потребує додаткової уваги: вибрана відстань має бути меншою за діаметр кінчика фрези. Якщо ні, то між кожними двома траєкторіями інструменту залишиться невеликий виступ матеріалу («загострення»). Діаметр наконечника нашої фрези становив 0,2 мм ($0,008$ дюйма), тому ми вибрали відстань траєкторії інструменту 0,18 мм ($0,0072$ дюйма). Чим менша ця відстань, тим гладкіший результат. Однак, звичайно, час обробки також збільшиться.



Під час обробки легкого матеріалу (неметал) у більшості випадків потрібно змінити стандартні **швидкості**. Однак цей випадок є винятком через дуже малий діаметр кінчика фрези. Діаметр фрези визначає фактичну швидкість різання (швидкість ріжучої кромки, що прорізає матеріал): чим менший цей діаметр, тим менша фактична швидкість різання для тієї самої швидкості обертання в об/хв (обертів за хвилину). Тому для цієї конічної фрези найкраще вибрати вищу швидкість шпинделя.

Оскільки ця порада дуже мала, ви також можете встановити швидкість подачі трохи нижчу за замовчування.

Стратегією за замовчуванням (неможливо встановити у версіях Free та Entry) є Parallel: перша траєкторія інструменту знаходиться на передній стороні деталі, зліва направо (при постійному Y), наступний крок уздовж Y, а потім справа наліво. назад до X=0. Знову крок уздовж Y тощо. Це найпростіша та найзрозуміліша стратегія, яка добре працюватиме для цього значка з іменем.

Як альтернативу ви можете вибрати стратегію «Вотерлінії»: траєкторії набагато складніші (і розрахунок займе більше часу), однак результат може бути кращим, оскільки траєкторія різця повторюватиме зовнішній контур кожного символу.

Нарешті натисніть кнопку **«Обчислити»**, щоб DeskProto обчислив і відобразив шляхи інструментів (ви можете робити це знову і знову, щоб побачити результати для кожної стратегії). Після розрахунку DeskProto покаже вам очікуваний **час обробки** для цієї операції (після завершення роботи майстра ви можете показати цей час через меню «Створити»). Це оцінка: точний час обробки залежить від багатьох факторів, про які DeskProto не знає.

Натискання **«Далі»** приведе вас до останньої сторінки цього майстра. Тут ви можете спочатку перевірити результат, який ви можете очікувати, натиснувши кнопку **Show Simulation**. Найважливішою кнопкою на цій сторінці є **«Написати файл програми NC...»**, яка відкріє діалогове вікно «Зберегти як» для експорту шляхів інструменту до файлу NC. Розширення файлу NC-файлу залежить від верстата: DeskProto автоматично використовуватиме правильний тип файлу для верстата, який ви вибрали під час запуску цього майстра. Після цього натисніть кнопку **Готово**, щоб закрити майстер.

Звідси ви можете прочитати наступну половину цього уроку про те, як використовувати діалоговий інтерфейс, або перейти до абзацу під назвою «До фрезерного верстата» в кінці цього розділу.



Урок 3В

XYZ логотип, діалоговий інтерфейс

Запустіть DeskProto (або перезапустіть його), на початковому екрані (див. попередні уроки) ще раз поставте прапорець **Використовувати папку зразків** і виберіть опцію **Растровий проект** (один із параметрів у групі «Почати новий проект»). Цей урок покаже вам, як налаштувати всі параметри в діалоговому інтерфейсі. Будь-яке налаштування, зроблене майстрами (як в уроці 3А), також можна виконати таким чином.

Завантажити растровий файл



Перше, що вам потрібно зробити для нового растрового проекту, це завантажити зображення, яке ви хочете використовувати.

Підтримуються різні типи файлів зображень: BMP, JPG, GIF, PNG і TIFF. У DeskProto ви можете зробити це за допомогою команди

Завантажити растровий файл (розташований у меню «Файл») або за допомогою кнопки Завантажити растровий файл (на панелі інструментів кнопок). Результатом буде діалогове вікно «Відкрити файл», у якому ви зможете переглянути файл, який бажаєте використати.

Коли ви вибрали «Проект растрового зображення» на початковому екрані, DeskProto автоматично відкрив для вас це діалогове вікно відкриття файлу растрових даних. Відкрийте файл зразка *XYZlogo.png*

Це дуже простий растровий дизайн, оскільки присутні лише два кольори: чорний і білий (майже) без будь-яких проміжних значень сірого. Таким чином, отриманий рельєф також буде простим і показуватиме лише два Z-рівні. Це добре для цього уроку про *базову* обробку растрових зображень. Як уже згадувалося раніше: для швидкої 3D-графіки відображається версія растрового зображення з низькою роздільною здатністю. Чорний колір растрового зображення буде сірим, оскільки він відображається як напівпрозорий: інакше траєкторії інструментів пізніше будуть затемнені растровим зображенням. Ви можете вимкнути цю прозорість у діалоговому вікні «Видимі елементи» (двічі клацніть зображення, щоб відкрити це діалогове вікно).

Тепер вам потрібно встановити всі параметри для цього проекту без вказівок майстра в Уроці 3А. У цьому підручнику пояснюється, як це зробити.

Спочатку буде зроблено параметри деталі: визначте деталь, яку ми хочемо обробити. Ви можете відкрити **діалогове вікно параметрів деталі**, двічі клацнувши в дереві, на рядку під назвою «Деталь». Параметри деталі, які ви зараз бачите, — це параметри Bitmap: майже (але не повністю) рівні параметрам Vector і Geometry, використаним у попередніх двох уроках. Як завжди в DeskProto: оскільки всі параметри мають відповідне значення за замовчуванням, лише деякі потрібно змінити для цього проекту.

На вкладці **XY Transform** вам потрібно встановити **розміри цієї деталі**. Як і в уроці 1A, розмір за замовчуванням відповідає розміру, указаному у файлі (з роздільною здатністю 300 DPI): 279,4 x 101,6 мм (11”x 4”). Тут доступно набагато більше параметрів розміру, ніж у майстрі. У цьому уроці ми просто виберемо «Власний» і введемо розмір 100 мм (4 дюйми) для X. Розмір Y буде відповідним, оскільки збережено співвідношення сторін: 36,36 мм (приблизно 1,45 дюйма).

На вкладці **Z-Settings** також необхідні деякі зміни, щоб визначити глибину рельєфу. Як і в уроці 1A, ми встановимо -1,0 мм (0,04 дюйма) для білого та 0,0 для чорного: плоска поверхня при Z = -1 для фонові області та три рельєфні символи на 1 мм вище.

Визначення блоку матеріалу за замовчуванням («Використовувати всі дані CAD») є нормальним, як і положення нульової точки (правий передній верхній кут блоку). Тепер ви можете натиснути ОК, щоб закрити параметри деталі.

Наступним кроком є визначення способу обробки цієї деталі. Це можна зробити в Параметрах операції: у дереві двічі клацніть рядок «Растрова операція», щоб відкрити діалогове вікно **Параметри операції Растрові**.

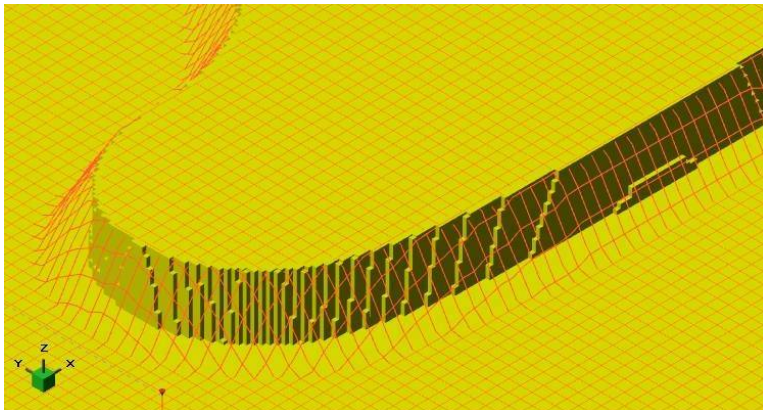
Більшість параметрів для цього простого проекту присутні на першій сторінці вкладки (Загальні): В якості **фрези** ми пропонуємо використовувати конічну фрезу: виберіть у випадіаючому списку фрезу під назвою «*Інструмент для гравірування конічної форми 30 градусів*». Також перегляньте зображення та пояснення в попередньому параграфі.

Відстань між траєкторіями має бути меншою, ніж діаметр наконечника 0,2 мм цієї фрези, тому ми знову вибрали 0,18 мм (0,007 дюйма). Для Stepsize ми використали те саме значення, яке в більшості випадків є хорошим вибором. Встановіть **швидкість подачі** трохи нижчу за замовчування, а **швидкість шпинделя** трохи вищу через дуже тонкий кінчик фрези, який виконуватиме фактичну роботу. У цьому посібнику не можна наводити цифри, оскільки вони відрізняються для кожного верстату. Значення за замовчуванням, які DeskProto показує для вашого верстату, запропонують гарний орієнтир. Якщо ви віддасте перевагу іншій **стратегії**, ви можете вибрати її на вкладці «Стратегія»: маленькі зображення значків показують, що пропонує кожна стратегія. Для цього бейджа з іменем підійде «Паралель» (за замовчуванням) або «Вотерлінії». На інших сторінках вкладок не потрібно змінювати, тому ви можете закрити це діалогове вікно та ввести свої зміни, натиснувши ОК. Не всі вкладки наявні у випуску Entry, а у безкоштовному випуску доступно лише вкладка Загальні.



Оскільки ви встановили всі параметри, ви можете продовжити та обчислити траєкторії, натиснувши цю кнопку. DeskProto відобразить їх у вигляді червоних ліній. Після обчислення з'явиться діалогове вікно, яке надасть оцінку часу обробки -

- якщо ні, то ви можете знайти це діалогове вікно в меню «Створити» з опцією «Завжди показувати це діалогове вікно після розрахунку траєкторії».



Деякі довідкові відомості:

На зображенні вище показано, як DeskProto обчислює рельєф. Показано відрендерену Z-сітку та траєкторії інструментів (стратегія Crosswise). Чітко видно два Z-рівні ($Z=0$ для чорного та $Z=-1$ для білого). На зовнішньому контурі цього символу також можна побачити комірки сітки з проміжним Z-рівнем. Вони присутні, як і в оригінальному растровому зображенні, із проміжним рівнем сірого, доданим для згладжування (що робить зовнішній контур візуально гладким). Траєкторії інструментів не відображають ці проміжні клітини сітки, оскільки кінчик фрези не може їх досягти через 30-градусну V-подібну форму фрези. В результаті зовнішній контур буде мати гарний нахил під кутом 30 градусів.



На цьому етапі ви можете за бажанням відобразити симуляцію отриманої деталі за допомогою «Створити»>«Обчислити симуляцію» або за допомогою кнопки, показаної ліворуч.



Коли ви задоволені результатом, ви можете натиснути кнопку Записати NC-файл, щоб зберегти цю повну траєкторію у файлі. Виберіть належне ім'я та розташування, щоб ви могли легко знайти файл знову ви починаєте процес обробки.

До фрезерного верстата

Файл програми NC, який ви щойно створили, готовий до надсилання на фрезерний верстат, тож ви готові розпочати обробку свого бейджа. Оскільки спосіб зробити це залежить від того, який фрезерний верстат ви використовуєте, тут можна надати не всю необхідну інформацію: будь ласка, також зверніться до посібників до вашого фрезерного верстата з ЧПК.

Ми створили траєкторії для блоку розміром 100 x 36,36 мм (4 x 1,45 дюйма). Блок, який ми фактично будемо використовувати, повинен точно відповідати цьому розміру або бути трохи меншим: якщо він занадто великий, гребінь матеріалу залишиться з однієї або кількох сторін, за межами білої фонові області растрового зображення.

Оскільки ми не турбувалися про товщину блоку (Z), DeskProto використовував мінімальне та максимальне Z-значення (-1 і 0) і повідомляє про товщину блоку 1 мм.

На практиці ми будемо використовувати більш товстий блок: інакше вийде лише три окремі символи.



Для цієї роботи сили різання будуть дуже невеликими, тому ми можемо легко «затиснути» блок матеріалу на верстаті за допомогою двосторонньої клейкої стрічки. Під час використання затискача, машинних лещат або подібного переконайтеся, що фреза не зіткнеться з губками лещат.

Завантажте правильну фрезу у шпindelь верстата (V-подібна фреза) і встановіть нульову точку заготовки так, щоб кінчик фрези торкався верхньої частини матеріалу. Для $X=0$ і $Y=0$ використовуйте точку точно на куті блоку, якщо його розмір точний, якщо не встановіть цю точку безпосередньо за межами блоку. Ми використовували білий матеріал із синім верхнім шаром. Щоб уникнути подряпин на цьому синьому, ми встановили $Z=0$ приблизно на **0,2 мм над верхньою частиною** блоку матеріалу.

Тепер ви можете відкрити файл NC у керуючому програмному забезпеченні вашого верстата та розпочати обробку.



4. Пляшка (геометрія: дві половинки)

Урок 4



У цьому четвертому уроці ви детальніше познайомитеся з обробкою геометрії в DeskProto. Цю геометрію неможливо обробити з одного боку, тому пляшку буде відфрезеровано на дві окремі половини, які будуть об'єднані, щоб створити повну модель (альтернативними методами є ротаційна обробка та двостороння обробка, див. наступні уроки). Цей урок призначений для всіх версій DeskProto і використовуватиме інтерфейс на основі діалогового вікна.

Геометрію було змодельовано в пакеті CAD під назвою SIPSURF (більше недоступний). Була змодельована лише зовнішня геометрія: це масивна (суцільна) пляшка, і пляшка, і кришка присутні в одному файлі STL.

Почати новий проект

У DeskProto доступні три типи проектів: векторний проект, проект геометрії та проект растрового зображення. Єдина різниця між цими типами полягає в тому, яка операція присутня (як перша операція): у векторному проекті присутня векторна операція тощо. Для цього уроку вам потрібен проект Geometry: створіть його за допомогою команди File > New Project > **New Geometry Project**. Один із цих трьох типів є проектом за замовчуванням (показаний у меню «Файл» жирним шрифтом); просте натискання кнопки «Новий» на панелі інструментів створить проект цього типу за замовчуванням.

Тепер скористайтеся «**Завантажити файл геометрії...**» (меню «Файл») або скористайтеся кнопкою «Завантажити геометрію», щоб завантажити файл геометрії для пляшки. Він розташований у папці DeskProto Samples: як і в попередніх уроках, ви можете скористатися прапорцем на початковому екрані, щоб легко знайти це розташування.

Виберіть файл зразка *Bottle.stl* (користувачі inch обирають *Bottle_inch.stl*). Зауважте, що Windows може приховати розширення «.STL» і/або назвати файл «Списком надійних сертифікатів». Ви можете проігнорувати цю неправдиву інформацію та просто відкрити файл.

У файл проекту (який можна зберегти пізніше) буде включено посилання на цей файл геометрії *Bottle.stl*, за допомогою якого цей файл буде знайдено та автоматично завантажено під час наступного відкриття проекту.

Перевірте геометрію

Перше, що потрібно зробити після завантаження файлу геометрії, це перевірити геометрію: переконайтеся, що ви дійсно бачите флакон парфумів, і перевірте, чи правильні його орієнтація та розмір.

Простий спосіб перевірити **орієнтацію** — скористатися попередньо визначеним макетом переглядів: меню «Перегляд»>> «Макет...» У цьому діалоговому вікні виберіть один із параметрів праворуч: T/F/R/Def, щоб побачити чотири перегляди: зверху, спереду, справа та за замовчуванням (3D). Ви бачите, що пляшка стоїть «вертикально»: її найбільший розмір знаходиться по осі Z. Оскільки ріжучий інструмент буде надходити з позитивного напрямку Z, модель не можна обробити так, як вона є зараз. Вам потрібно змінити орієнтацію (обернути), і ми покажемо, як це зробити. **Розміри** можна перевірити за допомогою кнопки Інформація про деталь: кнопка на панелі інструментів DeskProto з жовтим **[i]**, вкладка Геометрія. Для цього файлу розміри повинні показувати модель приблизно 54 x 29 x 86 мм: гарний флакон для парфумів, який (після обертання) підійде для робочої зони вашого фрезерного верстата. Для користувачів дюймові розміри також мають бути нормальними (2,12 x 1,14 x 3,4 дюйма

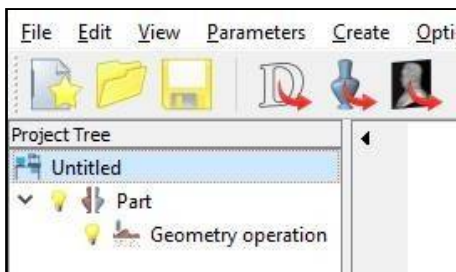
Тепер скиньте макет Views до одного перегляду. Під час роботи з DeskProto діалогове вікно інформації про частину може залишатися відкритим.



Редагувати параметри проекту

Тепер потрібно ввести параметри. Під час відкриття нового проекту DeskProto вже надав значення за замовчуванням усім параметрам, однак деякі з них доведеться змінити для цієї конкретної моделі.

У меню параметрів ви побачите, що присутні три групи параметрів: «Параметри проекту», «Параметри деталі» та «Параметри роботи». Присутній лише один проект, у якому можна визначити кілька деталей. Кожна деталь, у свою чергу, може містити одну або декілька операцій. Це показано у вигляді дерева, що чітко видно в лівій частині екрана. Стандартна назва Windows для цієї фігури – це **дерево проекту**.



У меню Параметри виберіть Параметри проекту. Набагато простіше просто двічі клацнути рядок проекту (перший рядок) у дереві. Діалогове вікно «Редагувати параметри проекту», яке з'явиться, не містить багато параметрів. На вкладці «Загальні» показано «Шлях до файлу», назву машини та назви всіх деталей.

Поле **Filepath** для цього проекту буде порожнім, оскільки файл проекту (*.dprj) ще не збережено. У Дереві можна побачити, що новий проект ще не має назви: він називається «Без назви». Коли ви вперше зберігаєте проект, ви можете ввести ім'я, яке використовуватиметься як для файлу, так і для дерева проекту.

Вибраний **верстат** має бути правильним, оскільки під час першого запуску DeskProto ви вибрали верстат за умовчанням. Якщо ні, ви можете вибрати інший верстат для цього проекту тут. Верстат за замовчуванням можна змінити в параметрах проекту за замовчуванням (меню «Параметри»).

Деталь обробляється за одну фіксацію блоку матеріалу. Якщо вам потрібна більше однієї деталі, ви можете додати нові деталі тут. Для багатьох проектів (як у першому уроці) достатньо однієї деталі. Для більш складних моделей потрібно відфрезерувати більше ніж одну деталь: як і для електричної дрилі, ви окремо відфрезеруєте праву та ліву сторони, щоб пізніше їх склеїти. Проте для цієї пляшки обидві частини рівні, тому в програмному забезпеченні достатньо однієї деталі.

Інші сторінки вкладок дозволяють завантажувати та вивантажувати більше файлів САПР і встановлювати параметри з'єднання. Наразі просто ігноруйте ці інші вкладки: ви можете залишити діалогове вікно, натиснувши кнопку «Скасувати».

Редагувати параметри деталі.

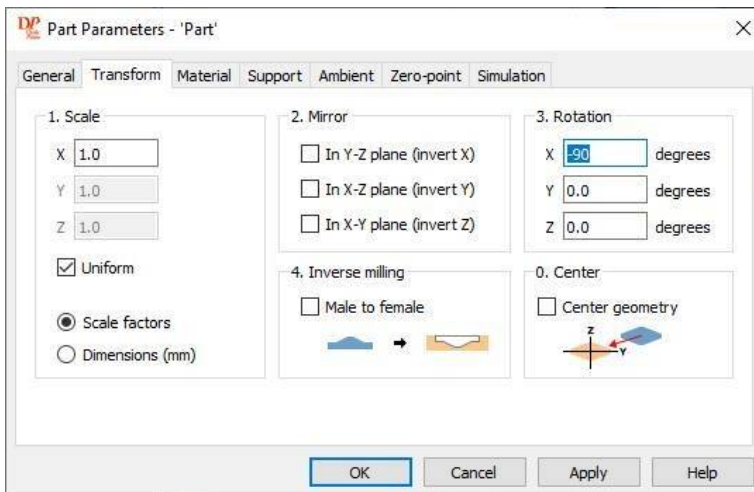
Кожна деталь має власний набір параметрів, які потрібно встановити в діалоговому вікні «Параметри деталі». Як і у випадку з параметрами проекту, найлегше відкрити це діалогове вікно, двічі клацнувши його рядок у дереві.

Параметри деталі визначають геометрію для фрезерування.

Параметри деталі представлені за допомогою кількох вкладок. У безкоштовній версії та початковій версії присутні не всі сторінки вкладок і не всі параметри на кожній сторінці.

Раніше в цьому уроці, переглядаючи геометрію, ми вже дійшли висновку, що геометрія пляшки була неправильно орієнтована. Ви це зробите зараз: обертання геометрії є одним із параметрів деталі.

Перша сторінка вкладки (Загальні) не потребує змін для цього проекту. Якщо хочете, ви можете змінити назву деталі, але це не впливає на траєкторії інструментів. Кількість операцій змінювати не потрібно: тут достатньо однієї операції.



Для цієї моделі пляшки нам потрібно встановити параметри як на другій вкладці (Transform), так і на третій (Material). Показана вище вкладка «Трансформування» дозволяє змінювати розмір і орієнтацію геометрії. Для цього пляшка (як сказано) неправильної орієнтації: введіть поворот



на -90 градусів навколо осі X і подивіться, що станеться після натискання кнопки «Застосувати». Тепер орієнтація геометрії має бути правильною. Якщо деталь занадто велика для вашого верстата, також може бути корисним поворот на 90 градусів навколо осі Z (для більшості фрезерних верстатів вісь X є найдовшою).

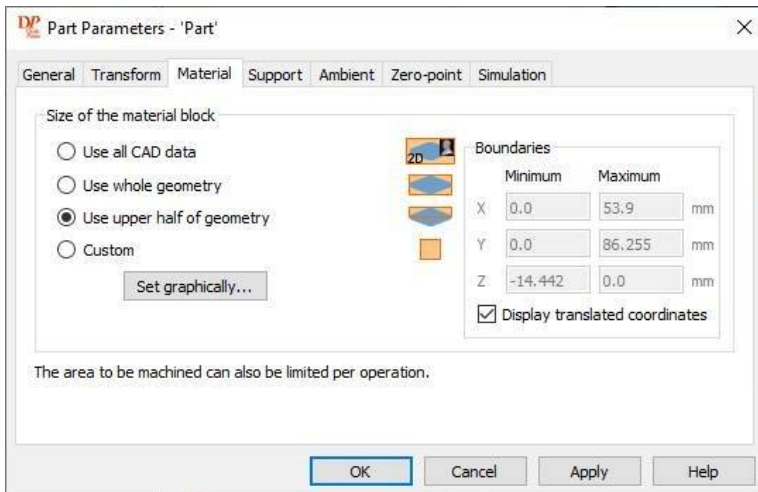
Використовувати кнопку «Застосувати» не потрібно: натискання «OK» також викликає неявне застосування. Усе ж це може бути зручно, щоб побачити, що відбувається: якщо це не те, що вам потрібно, ви можете ввести інше число без необхідності знову відкривати діалогове вікно. Після застосування буде оновлено як креслення, так і розмір, показаний у діалоговому вікні «Інформація про деталь».

Інші параметри на вкладці «Трансформація» в порядку, і вони не розглядатимуться в цьому зменшенні. Для отримання додаткової інформації щодо цих параметрів перегляньте сторінки довідки та/або довідковий посібник.

Ви повинні чітко розуміти різницю між обертанням геометрії та обертанням виду:

Обертання геометрії змінить створену модель. Ви бачите на екрані, що геометрія обертається, а зелені осі-куб XYZ (орієнтатор) залишаються незмінними. Фрезерний інструмент походить із позитивного напрямку осі Z , тому через обертання фрезеруватиметься інша сторона геометрії.

Обертання перегляду не впливає на модель, змінює лише зображення на екрані (положення камери). Ви бачите на екрані, що і геометрія, і орієнтатор обертаються однаково, тому положення геометрії відносно фрезерного верстата залишається незмінним.



Третя вкладка «Деталі» — це «Матеріал», і для цієї деталі потрібно змінити параметр за замовчуванням («Використовувати всі дані САПР»). Геометрію всієї пляшки завантажено. Однак, використовуючи триосовий фрезерний верстат, цю повну геометрію неможливо відфрезерувати в одній деталі: фреза не досягає нижньої половини. Як було сказано раніше, модель буде фрезерована на дві окремі половини, тому тепер ми хочемо обчислити траєкторію інструменту для половини пляшки.

DeskProto використовує прямокутний блок матеріалу, який можна визначити мінімальними та максимальними значеннями для X, Y та Z. За замовчуванням блок матеріалу включає всі дані CAD: це точна обмежувальна рамка навколо даних (вектор, геометрія та растровий малюнок).), які ви завантажили. Зменшення блоку матеріалу означає виключення деяких даних CAD. Ми хочемо обробити половину пляшки, що легко, оскільки це попередньо визначена опція: виберіть опцію 3: «Використовувати верхню половину геометрії». Ви бачите, що після натискання «Застосувати» мінімальний Z зміниться на -14,44 (для користувачів дюймів -0,57 дюйма), а також зміниться помаранчевий блок на малюнку.

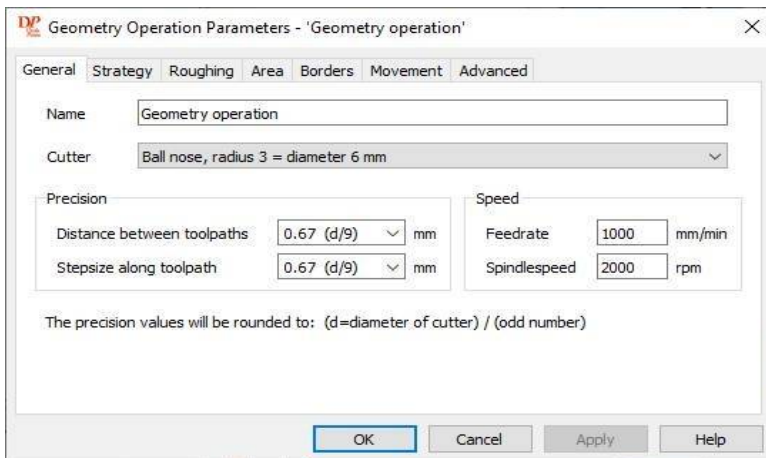
Потім натисніть ОК, щоб вийти з цього діалогового вікна.

Три зауваження до блоку Матеріал:

1. Усі значення для блоку матеріалу відображаються в трансформованих координатах (тобто після змін, визначених на вкладці «Трансформація»), а не в початкових геометричних координатах. Після цих перетворень буде застосовано ще одну зміну: Перенос, який буде вказано на вкладці Нульова точка (у версії Free та версії Entry ця сторінка вкладки відсутня, але цей перенос все ж застосовано). За замовчуванням DeskProto покаже тут координати переносу: координати, які використовуються на фрезерному верстаті. Натомість ви можете використовувати перетворені координати, знявши прапорець «Відображати перекладені координати».
2. Коли ви вибираєте опцію «Власний» для блоку матеріалу, ви можете визначити будь-який прямокутний блок, ввівши граничні значення X, Y і Z. Ще простіше визначити блок за допомогою миші, що можливо за допомогою кнопки «Установити графічно...».
3. Звісно, ви також можете зробити блок матеріалу більшим за обмежувальну рамку за замовчуванням, якщо фактичний блок, який ви використовував, більший.

Редагувати параметри операції.

Діалогове вікно «Параметри операції» можна найлегше відкрити, якщо двічі клацнути його рядок у дереві. Альтернативами є меню «Параметри» та контекстне меню (видне після клацання правою кнопкою миші в дереві). **Параметри роботи** — це фактичні параметри фрезерування, тобто налаштування для процесу фрезерування. Найважливішими налаштуваннями є Cutter і Precision, які можна знайти на першій сторінці вкладки: General.



Також для цього діалогового вікна: у безкоштовних і початкових версіях присутні не всі сторінки вкладок і не всі параметри на кожній сторінці.

Яка **фреза** найкраща, залежить від геометрії моделі. Флакони для парфумів має зовнішню поверхню довільної форми, для якої найкращу якість поверхні забезпечує кулькова фреза (кінець фрези є половиною сфери). Пляшка також містить деякі дрібні деталі, тому потрібна тонка фреза. Ми пропонуємо використовувати кулькову фрезу діаметром 4 мм (радіус кулькового носа 2 мм). Рекомендована фреза для двіймових користувачів — 1/8" кулькова фреза, отже, з радіусом 1/16". Ви можете вибрати фрезу за її назвою, використовуючи чорну кнопку зі стрілкою (комбінований список) праворуч від поточної назви фрези.

Щоб побачити всі розміри фрези, потрібно відкрити її в бібліотеці фрез, у меню «Параметри». У цій бібліотеці ви можете визначити нову фрезу або змінити наявну фрезу, щоб вона відповідала вашому справжньому інструменту.

Не менш важливими є параметри **точності**. Вони визначають точність моделі, а також час, необхідний як для розрахунку, так і для обробки. Для першого грубого прототипу пляшки стандартним значенням буде D/9, де D — діаметр фрези. Для красивої гладкої остаточної моделі потрібне менше значення.

Значення параметрів «Відстань між траєкторіями інструменту» (також називається Stepover) і розмір кроку вздовж траєкторії інструменту було пояснено в попередньому уроці геометрії. Рекомендується вводити однакові значення для обох налаштувань, хоча в особливих випадках можна експериментувати з різними значеннями для цих двох параметрів. DeskProto пропонує попередньо визначені значення для параметрів Precision. Вони залежать від розмірів фрези та гарантують, що алгоритм DeskProto забезпечує максимально можливу точність. Ви можете ввести інші значення також, однак DeskProto завжди округлятиме ваше значення

до найближчого значення, яке дорівнює «Діаметр фрези/ непарне число».

Швидкість подачі за замовчуванням (швидкість руху фрези) і швидкість шпинделя (швидкість обертання інструменту в об/хв) у більшості випадків також будуть правильними. Оптимальні значення залежать від типу матеріалу, який ви хочете розрізати, однак при різанні легких матеріалів ці значення не є критичними.

У цьому уроці ми просто пропустимо всі інші вкладки операцій, оскільки наявні відповідні значення за замовчуванням, і продовжимо. Більше про інші параметри пояснюється в наступних уроках, у Довідковому посібнику та у файлі довідки.

Розрахувати траєкторії

Почніть обчислення фрезерування, натиснувши кнопку **Розрахувати траєкторії**. Альтернативами є: Create>> Calculate Toolpaths, Create>> Write NC Program (яка визначає, що траєкторія інструменту має бути обчислена спочатку) і View>> Items Visible (у цьому діалоговому вікні ви можете зробити Toolpath активним, щоб почати розрахунки). Розрахунок буде швидким, а отримані траєкторії інструментів будуть намальовані червоними лініями.

Після розрахунку з'явиться діалогове вікно, яке надасть (приблизно) оцінку часу обробки для ваших поточних налаштувань. Якщо ні, ви можете викликати його через «Оцінити час обробки» в меню «Створити» (у цьому випадку прапорець «Завжди показувати» не було поставлено). Зауважте, що оцінка дійсно приблизна: перегляньте файл довідки, щоб дізнатися більше про те, чому вона є грубою та як її можна відкалібрувати.

Ви побачите (якщо ви використовували фрезу, яку щойно було запропоновано), що було розраховано два різні горизонтальні шари рухів фрези: перший на рівні Z = -13 мм (0,4"), другий на кінцевій глибині. Це чорнові шари: максимальна висота шару для цього 4-міліметрового кулерізу становить 13 мм: довжина різання 15 мінус R 2. (для 1/8" кулькової фрези це 0,34 дюйма), тоді як половина пляшки вища. DeskProto виявляє, що фреза не може скоротити таку глибину за один раз, і вставляє проміжний шар, який спочатку оброблюється.

Важливо: у **безкоштовній версії** цього додаткового шару немає, оскільки ця версія не підтримує чорнову обробку. Тому будьте обережні: коли ваша модель занадто висока для фрези, користувачам безкоштовної версії потрібно запускати той самий файл NC більше одного разу: починайте з нульової точки, визначеної (далеко) над блоком, а потім кожного наступного разу з нульову точку трохи нижче, доки ви не обробите всю деталь.

Ви також побачите кілька пунктирних ліній сірого кольору, які проходять по геометрії на фіксованому Z-рівні. Це рухи позиціонування в швидкому режимі, наприклад, від кінця шару 1 (максимум Y) до початку шару 2 (мінімум Y). Коли параметр оптимізації **«Сортувати»** (на вкладці «Рух»),



відсутній у початковій редакції) не позначено, багато додаткових рухів позиціонування будуть присутні на другому шарі.

Примітка: уважні читачі помітять, що траєкторії інструменту йдуть нижче мінімального Z-значення блоку матеріалу. Щоб чітко побачити це: намалюйте вид збоку та порівняйте помаранчеву лінію блоку з червоними лініями траєкторії. Пояснення полягає в тому, що під час використання фрези з кульковим наконечником радіус інструмента повинен рухатися нижче нижньої частини деталі (тому в цьому випадку на 2 мм глибше). Це необхідно у випадку (майже) вертикальних стін, які інакше неможливо було б повністю обробити. Звичайно, це дуже важливо пам'ятати під час запуску фрезерного верстата, ми повернемося до цього пізніше. Насправді використання шарів, як щойно згадано, є типом функціональності Roughing, який ви не вибрали. Однак ця база чорнова обробка завжди присутня (за винятком випадків, зазначених у безкоштовному випуску): для першої операції DeskProto не дозволяє фрези йти глибше, ніж його довжина різання.

Тепер ви можете зберегти програмний файл ЧПК та продовжити з параграфа «До фрезерного верстата» або спочатку додати додаткову операцію чорнкової обробки.

За бажанням додайте чорнову операцію

Чорнова обробка — це швидке видалення більшої частини зайвого матеріалу за допомогою «чорнових» налаштувань (велика відстань між траєкторіями). Якщо потрібно кілька шарів, це набагато швидше, ніж робити всі шари з точною відстанню траєкторії, необхідною для фінішної обробки. Друга перевага полягає в тому, що під час фінішної обробки після чорнкової операції фрези не потрібно видаляти багато матеріалу, тому вона не буде вібрувати, а результатом буде дуже гладка поверхня отриманої деталі. Як було сказано раніше: чорнова обробка неможлива у безкоштовній версії DeskProto.

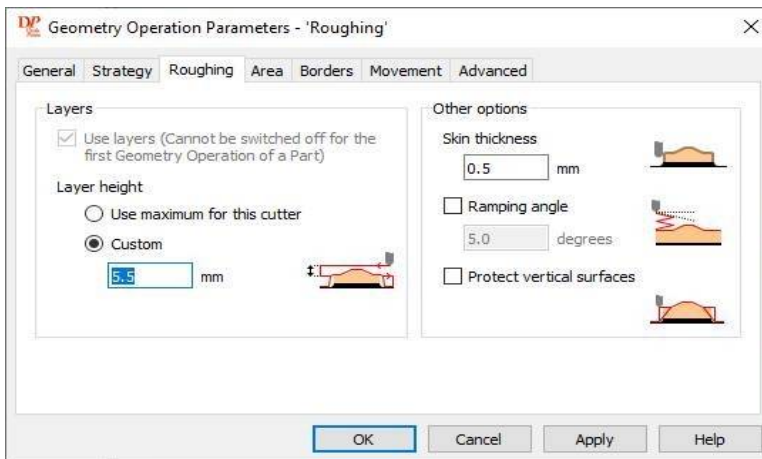
Щоб додати чорнову обробку до траєкторій інструменту в DeskProto, вам потрібно буде додати додаткову операцію до вашої деталі. Тоді першу операцію можна використовувати для чорнкової обробки, а другу — для чистової обробки. Звичайно, найефективніше використовувати товсту фрезу для чорнкової обробки, оскільки вона може видалити матеріал швидше, ніж тонка фреза. Однак у цьому випадку потрібно видалити небагато матеріалу, тому ви можете просто використовувати одну і ту ж фрезу для обох операцій. Перевага, очевидно, полягає в тому, що тоді вам не потрібно міняти фрези на півдорозі проекту. Звичайно, якщо у вас немає верстату з пристроєм автоматичної зміни інструменту (АТС), ця перевага не зараховується.

Отже, спочатку вам потрібно додати операцію. Це можна зробити, клацнувши правою кнопкою миші рядок «Частина» в дереві проекту та вибравши «Додати операцію геометрії» в контекстному меню. Або як альтернативу ви можете додати або копіювати операції в діалоговому вікні параметрів деталі.

Рядок нової операції в дереві автоматично встановлюється в режимі редагування, тому ви можете змінити її назву з «Геометрична операція [#1]» на «Чорнова обробка». Якщо це не спрацювало, клацніть правою кнопкою миші рядок операції та виберіть *Перейменувати*. Далі ви можете скористатися тією самою дією, щоб перейменувати «Геометричну операцію» на «Оздоблення». Ці назви операцій не використовуються у файлі NC, все одно рекомендується використовувати власні назви, щоб запам'ятати свої наміри.

Тепер послідовність операцій неправильна: чорнову обробку, звичайно, потрібно робити перед чистовою. Ви можете виправити це в параметрах частини: за допомогою чорних кнопок зі стрілками під назвою «Перемістити» на вкладці «Загальні» ви можете змінити послідовність операцій. Для цього вам потрібно спочатку вибрати операцію (зробити її лінію синьою). Альтернативою є використання контекстного меню в дереві проекту для одного з рядків операцій, яке запропонує параметри *Перемістити вгору* та *Перемістити вниз*.

Зауважте, що після цієї зміни шляхи інструментів для операції *Finishing* все ще відображатимуть шари. Вони були ввімкнені автоматично, оскільки це була перша операція, але тепер це друга, тому шари більше не потрібні. Відкрийте параметри операції для цієї операції (двічі клацніть її рядок у дереві), на вкладці *Чорнова робота* зніміть прапорець «Використовувати шари», закрийте діалогове вікно, натиснувши *ОК*. Потім траєкторії інструментів будуть перераховані, тепер без шарів.



Далі ви можете встановити параметри для операції *Roughing*. Відкрийте діалогове вікно параметрів операції для цієї операції. На вкладці «Загальні» вам потрібно вибрати правильну фрезу: як було сказано раніше, ви можете використовувати ту саму кулькову фрезу діаметром 4 мм (або 1/8 дюйма), яка використовувалась для обробки. Потім ви можете додати фактичні параметри чорнової обробки на вкладці *Чорнова обробка*:



- **Товщину висоти шару** можна точно налаштувати: виберіть Custom і введіть значення. Для легких матеріалів, як-от пінопласт або інструментальна дошка, ви можете ввести 5,5 мм (0,22 дюйма), щоб мати приблизно однакові три шари (16,44 / 3,0). Для більш міцних матеріалів, таких як плексиглас або метал, вам потрібно буде використовувати менше значення.

- Ви можете встановити **обшивку** (яка буде видалена під час обробки) на 0,5 мм (0,02 дюйма). Шкіра — це додатковий матеріал, який залишається навколо моделі. Будь-які пошкодження, які можуть виникнути в результаті траєкторії чорнової обробки, будуть у цій оболонці та будуть видалені під час обробки.

- **Рампінг** стосується того, як фреза рухається до першої точки, яку потрібно обробити. Стандартно фреза спочатку рухається до правильного ХУ, а потім просто вертикально занурюється в матеріал, рухаючись уздовж Z. Під час зміни цього вертикального руху цей вертикальний рух замінюється спадним рухом (див. ілюстрацію в діалоговому вікні), для якого можна встановити градієнт кут. Це зробить різання набагато легшим, ніж чисте свердління, особливо під час обробки металу.

Не забудьте також вибрати нові значення точності (вкладка «Загальні»): як відстань траєкторії, так і розмір кроку можна встановити на D/3 (1,67 мм або 0,055 дюйма), щоб швидко видалити матеріал.

І тут уважному читачеві може знадобитися детальна інформація: у діалоговому вікні вказано D/3 для значення 1,67 мм, тоді як фреза має діаметр 4 мм. Що відбувається, так це те, що після встановлення шкіри DeskProto обчислить за допомогою віртуальної фрези, тобто товщина шкіри більша в усіх напрямках. Ви можете знову забути цю деталь, оскільки це буде зроблено повністю автоматично.

Тепер ви знову можете скористатися командою Calculate Toolpaths, щоб також обчислити траєкторії Roughing. Отриманий вигляд буде скоріше безладом червоних і сірих ліній. Це легко зробити менш заплутаним: у дереві проекту ви бачите **жовту лампочку** на кожному рядку. Якщо клацнути лампочку для операції, вона стане сірою (світло «вимкнено»): це зробить цю операцію невидимою. Тож легко переглядати лише траєкторії чорнової обробки (зробити чистову обробку невидимою) або лише траєкторії чистової обробки.

Нарешті, для точного налаштування результатів можна використовувати ще три параметри.

1. Для чорнової обробки ефективніше вибрати іншу стратегію (друга сторінка вкладки параметрів операції): коли ви вибираєте стратегію «Блок» замість «Паралель», траєкторії інструменту будуть проходити від зовнішньої сторони блоку до його центру.

2. Під час фінішної обробки не потрібно знову обробляти плоску область навколо моделі пляшки: матеріал там уже видалено, і цю обробку навколишнього середовища не потрібно обробляти. На вкладці «Додатково» параметрів операції ви можете вибрати «Пропустити годинник». Ембієнт». Ви побачите різницю відразу після натискання ОК.

3. На вкладці Movement параметрів Operation ви можете зменшити **швидкість подачі** для великих завантажень стружки. Це чудовий варіант: він змусить фрезу рухатися повільніше, коли їй доведеться обробляти на всю ширину. Зазвичай фреза видаляє лише тонкий шматок матеріалу (його товщина становить одну відстань траєкторії інструменту), однак для першої траєкторії інструменту або під час входу в отвір у деталі він видаляє набагато більше матеріалу: велике навантаження стружки. DeskProto може автоматично виявляти ці ситуації, а потім зменшувати швидкість подачі до вказаного тут відсотка. Для чорнової обробки інструментальної дошки можна встановити значення від 30 до 50%, для таких матеріалів, як плексиглас або алюміній, навіть нижче.

На цьому етапі ви можете намалювати симуляцію, щоб перевірити, чи (змодельована) результуюча частина дійсно відповідає вашим очікуванням. Коли ви спочатку обчислюєте для чорнової обробки, а потім для чистої обробки, ви можете побачити результат після обох кроків процесу.

Нарешті ви можете зберегти файл програми NC. Зауважте, що коли в обох операціях використовується той самий різак (і обидва видимі), DeskProto записує один комбінований програмний файл NC. Якщо ви виберете різні фрези, DeskProto запише два окремі файли (якщо ваш верстат не має автоматичної зміни інструментів). Ви також можете примусово розділити файли NC, зробивши одну з обох операцій невидимим перед збереженням.

До фрезерного верстата

Після запису програмного файлу NC ви можете надіслати його на верстат для створення половини пляшки. У попередніх уроках ви навчилися фіксувати блок матеріалу та де розташувати нульову точку WorkPiece (положення 0,0,0). Для цієї моделі пляшки процес майже такий самий, хоча буде введено новий трюк, щоб отримати дві половинки, які точно складають повну пляшку.

План полягає в тому, щоб (двічі) обробити рівно половину пляшки, причому плоска нижня поверхня блоку є площиною симетрії, щоб використовувати її для з'єднання обох половинок. Фіксація стикається з тими самими проблемами, що описані в Уроці 2: фреза буде різати з усіх боків моделі, а наконечник (кулькоподібного) інструмента опускатиметься нижче нижньої частини блоку та може пошкодити робочий стіл станка. Рішення таке ж, як і в Уроці 2: використовуйте плиту картону під блоком і з'єднайте обидва за допомогою кількох гвинтів знизу. Дивіться ілюстрацію нижче.

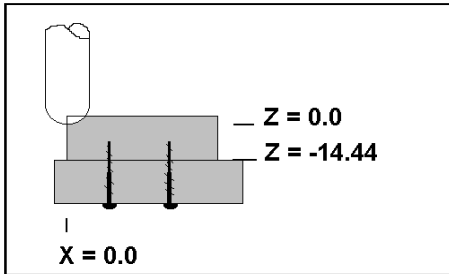
Примітка: у випадку з легким матеріалом, таким як пінополіуретан, шурупи не потрібні: використовуйте двосторонню клейку стрічку, щоб прикріпити ваш блок до смітцевої дошки та закріпити їх на столі верстата.

Переконайтеся, що:

- верхня і нижня площини нижнього блоку (смітцевої дошки) точно паралельні.



- верхній блок має дійсно плоску нижню поверхню (потрібну для подальшого склеювання двох частин).
- наконечники гвинтів у верхньому блоці знаходяться в межах частини деталі, яка залишиться після завершення фрезерування. Інакше або прототип відпаде під час фрезерування (якщо гвинти повністю назовні), або зовнішня поверхня прототипу буде пошкоджена (якщо гвинти занадто довгі та їхні кінчики обточені).



Тепер ви можете закріпити блоки на станку та ввести позицію (0,0,0). Для X і Y це робиться так само, як в Уроці 2, для Z це інакше. Якщо на попередніх уроках ви вводили Z=0 у верхній частині блоку, то тепер ви починаєте з нижньої частини блоку (яка є площиною симетрії пляшки). Розташуйте кінчик інструмента на тій самій висоті, що й нижня частина блоку. Звідти підніміться на 14,44 мм (для користувачів дюймів: 0,57") і встановіть там рівень Z=0. Ви можете прочитати це значення 14,44 у діалоговому вікні DeskProto Part Information: на вкладці «Матеріал» показано, що мінімальний Z прототипу становить -14,44 (площина симетрії), а максимальний Z дорівнює 0.

Z-рівень фактичної верхньої частини блоку зараз не важливий: це нормально, якщо він не нижче Z=0. Очевидно, що він також не повинен бути занадто високим, оскільки фреза повинна мати можливість видалити зайвий матеріал над верхньою частиною моделі.

Якщо ваш блок справді зависокий, ви можете впоратися з цим у DeskProto, встановивши максимальний розмір Z блоку Material для цієї деталі на більш високе значення.

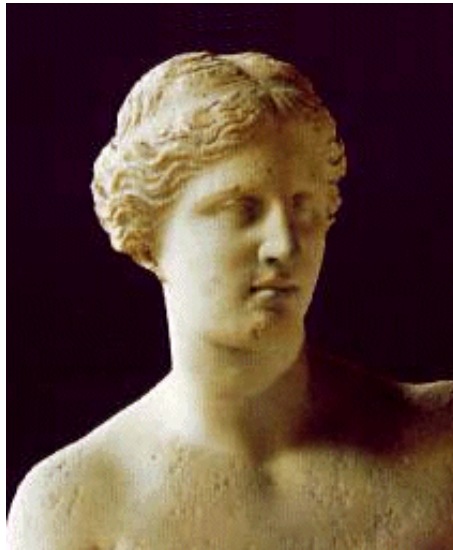
Пам'ятайте, що під час використання безкоштовної версії може знадобитися розпочати з нульової точки над верхньою частиною блоку, оскільки шарів чорнової обробки немає.

Тепер почніть вирізати та створіть половину пляшки. Повторіть повну операцію фрезерування, використовуючи ту саму програму ЧПК, щоб отримати другу половину. Склейте половинки і ваша модель буде готова!



5. Венера (геометрія: вісь обертання)

Урок 5



У п'ятому уроці ви дізнаєтесь, як створювати траєкторії для осі обертання: додатковий пристрій на вашому фрезерному верстаті з ЧПК, який дозволяє блоку матеріалу обертатися під час обробки. Її також називають четвертою віссю або віссю А, і вона виглядає як вертел на вашому барбекю. Цей урок, звичайно, корисний лише у випадку, якщо у вас є верстат з такою 4-ю віссю. Обробка осі обертання доступна лише у версії DeskProto Multi-Axis.

Буде створено модель знаменитої статуї Венери Мілоської (Лувр, Париж) або, власне, лише її голову. Геометрію було відскановано 3D-сканером Minolta та експортовано як дані полігону. Ми можемо використовувати ці геометричні дані з люб'язного дозволу корпорації Minolta у США. Через свій розмір (7 Мб) файл `venus.stl` не входить у стандартну установку DeskProto. Спочатку потрібно завантажити файл із веб-сайту DeskProto.

Почати новий проєкт

Цей п'ятий урок знову розпочнеться зі створення нового геометричного проєкту, після чого виконайте всі кроки, необхідні для переходу від файлу геометрії до файлу NC. Будуть пояснені лише кроки, які відрізняються від попередніх уроків. На додаток до виконання цього уроку ви можете скористатися майстром фрезерування осі обертання, щоб показати вам усі кроки, які потрібно виконати. Ви також можете переглянути **навчальні відео** Rotary на веб-сайті DeskProto.

Файл геометрії, який потрібно завантажити, називається Venus.stl. Цього файлу немає в папці "Зразки", вам потрібно спочатку завантажити його звідки www.deskproto.com Файл доступний лише в міліметрах, тому користувачам дюймів доведеться зменшувати масштаб із коефіцієнтом 0,03937 (параметри деталі, вкладка «Трансформація»), хоча, ймовірно, для створення масштабованої моделі знадобиться менший коефіцієнт.

Завантажте файл через **Load Geometry file** (кнопка або команда меню File). Вісь обертання на більшості верстатів паралельна напрямку X і офіційно називається віссю A. Ви можете повідомити DeskProto, що ваш верстат має вісь обертання, відредагувавши визначення верстат в бібліотеці верстатів (меню «Параметри»): у «Додаткових налаштуваннях» позначте **«Має вісь обертання»**. З одного боку осі лежача або патрон поворотного столу утримують заготовку, часто з іншого боку доступна хвостова бабка для підтримки дальнього кінця.

DeskProto також підтримує станки з віссю обертання, паралельною Y. Для такого верстату ви можете перевірити опцію «Верстат з 4-ю віссю, паралельною Y» у Розширених налаштуваннях верстату, згаданих у попередньому параграфі. Це змусить DeskProto «поміняти місцями» X і Y на вашому верстаті. Ви побачите другий орієнтатор на екрані DeskProto, який показує орієнтацію координат на вашому «переміщеному» верстаті. Весь ввід користувача потрібно виконувати в орієнтації DeskProto, вихід NC буде в орієнтації вашого верстату. Це звучить складно, але ви скоро звикнете до цього. Як завжди: скористайтеся кнопкою «Довідка», щоб отримати допомогу. Коли ви переглядаєте геометрію Венери після завантаження, перше, що ви помітите, це те, що геометрія орієнтована неправильно. Найбільш логічною віссю обертання голови є лінія від шиї до верхівки (тобто вертикальна лінія, коли стояти вертикально). Тепер ця лінія розташована вздовж осі Y, а не вздовж осі X, тому вам доведеться повернути геометрію мінус 90 градусів навколо Z.

Коли ви перевіряєте розміри деталі (діалогове вікно «Інформація про деталь»), ви побачите, що деталь дуже велика: немасштабована геометрія становить 284 x 421 x 315 мм. Тож він, ймовірно, не поміститься в робочу область вашого верстата (DeskProto виведе повідомлення про помилку). Вам доведеться зменшити масштаб, коефіцієнт масштабування залежить від розміру деталі, якому ви віддасте перевагу – і, звичайно, від розмірів вашого верстата.

Тож відкрийте діалогове вікно «Параметри деталі» та на сторінці «Перетворення» встановіть правильний параметр обертання та правильний масштаб.



Замість коефіцієнтів масштабування тут також можна ввести бажані розміри. Зауважте, що розміри відображаються такими, якими вони були до повороту: параметри трансформації застосовуються в послідовності, яка вказана цифрами (0, 1, 2, 3, 4) у цьому діалоговому вікні. Таким чином, найвищий розмір цієї геометрії Венери буде для Y, так само, як у файлі STL: поворот на 90 градусів застосовується пізніше.

У цьому уроці ви будете використовувати **обробку безперервної осі обертання**, де деталь обертається під час обробки. Потім DeskProto створить траєкторії XZA: використовуються лише осі X, A та Z. Вісь Y не рухається: фреза повинна бути розташована точно над віссю обертання, коли починається обробка ($Y=0,0$), і залишається там весь час.

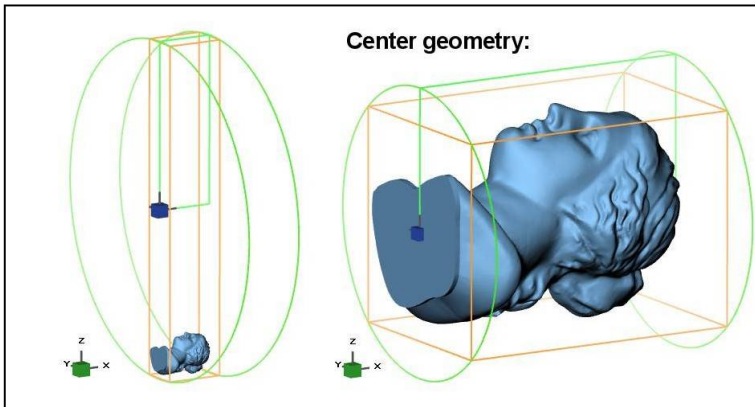
Альтернативним використанням осі обертання є **індексована обробка**. Тут застосовано звичайні траєкторії інструменту XYZ з різних боків з обертанням A між ними. DeskProto підтримує індексовану обробку в майстрі під назвою *One or more sides, automatic rotation* («N-sided wizard»). Цей майстер автоматично згенерує кілька деталей: по одній деталі для кожної сторони, яку потрібно обробити.

Використовуйте вісь обертання

Наступне, що потрібно зробити, це встановити прапорець **Використовувати вісь обертання (шляхи XZA)**. Цей параметр можна знайти на першій вкладці діалогового вікна «Параметри деталі». Звичайно, ця опція активна лише у випадку, якщо ви вибрали верстат з такою додатковою 4-ю віссю. Це означає, що у визначенні верстату DeskProto вона повинна бути налаштована (очевидно, ваш фактичний станок також повинен мати її). Отже, якщо цей параметр неактивний, перейдіть до бібліотеки верстатів (меню «Параметри»), щоб виправити це у визначенні верстату. Якщо ця опція взагалі відсутня, можливо, ви не використовуєте багатоосьову версію DeskProto.

Не плутайте поворотну вісь із токарним верстатом: на верстаті з ЧПК із віссю обертання обертання фрези забезпечує рух різання, деталь обертається лише для позиціонування. На токарному верстаті різець не рухається: рух різання забезпечує деталь, яка обертається з великою швидкістю.

Коли ви позначите опцію Використовувати вісь обертання, з'явиться повідомлення. Він повідомляє вам, що кілька параметрів буде автоматично змінено, щоб відповідати обробці осі обертання. Більшість цих параметрів буде розглянуто нижче.



Увімкнувши **Rotation-Axis** і натиснувши **ОК** (і підтвердивши помилку розміру, див. нижче), ви побачите, що область, яку потрібно обробити (намальована зеленими лініями), стала циліндром. Блок матеріалу (намальований помаранчевими лініями) все ще є прямокутним, але області, які потрібно обробити, змінилися. Це необхідно для обробки осі обертання, оскільки область, яку потрібно обробити зараз, можна визначити за допомогою мінімального та максимального кута повороту та використання мінімального та максимального радіусів.

DeskProto також підтримує **блок циліндричної форми** для ротаційної обробки: щоб використовувати такий блок, вам потрібно поставити позначку біля опції «Використовувати циліндричний блок матеріалу» на вкладці «Матеріал» у параметрах «Деталі». Незважаючи на зменшення масштабу, яке ви щойно застосували, все одно буде надано помилку розміру. Фактична частина досить мала (через ваше масштабування), однак матеріальний блок, який обчислив DeskProto, занадто великий. Див. ілюстрацію вище. Геометрія обертається навколо «справжньої» осі X (тобто вісь у положенні $Y=0, Z=0$). Для файлу Venus STL ця вісь обертання розташована за межами геометрії, тому в результаті утвориться дуже великий блок, який спричинить цю другу помилку розміру. У DeskProto існує додаткова опція для вирішення цієї проблеми: на вкладці «Трансформація» параметрів деталі позначте опцію **«Геометрія центру»**. Це призведе до того, що вісь обертання буде розташована через центральну точку деталі. Тепер DeskProto безпомилково прийме налаштування деталей, і блок матеріалу, намальований на екрані, буде саме таким, який вам потрібен.

Тут може бути вказана ще інша помилка розміру обертання, зазначаючи, що деталь неможливо повернути, оскільки вона зіткнеться з робочим столом верстата. На вашому верстаті вісь обертання буде розташована над робочим столом, а діагональ блоку матеріалу не може бути більшою за відстань між столом і віссю обертання. Інакше, звичайно, блок не може обертатися. Цю відстань можна встановити у визначенні верстату (Бібліотека верстатів), у Розширених налаштуваннях.



Важливим питанням є положення **нульової точки заготовки**. Під час обробки осі обертання ви можете встановити X-положення нульової точки як зазвичай (вкладка Нульова точка), однак Y не можна змінити (Y не використовується), а для Z доступно менше параметрів. Для Z використовуються дві різні умовності: нульова точка деталі може бути або точно на осі обертання (тобто всередині блоку), або на верхній поверхні блоку. Отже, для Z ви можете вибрати між «Make top of block zero», встановивши $Z=0$ на зовнішній поверхні блоку, або «None», що встановить $Z=0$ точно на осі обертання.

Як зазначено у щойно згаданому вікні повідомлень, DeskProto вже встановив Z Translation на None: $Z=0$ означає, що кінчик фрези знаходиться на осі обертання (конвенція, яка використовується найчастіше). Результат можна побачити в діалоговому вікні «Інформація про деталі» (з прапорцем «Використовувати переведені координати»), а також (простіше) у положенні синього куба («Орієнтатор на нульовій точці заготовки») на екрані. Обов'язково встановіть цю нульову точку WP на вашому станку відповідним чином: неправильне налаштування може пошкодити деталь, фрезу та/або верстат!! Встановлюючи нульову точку на верхній частині блоку циліндрів, переконайтеся, що це робиться на $Y=0$, а якщо це робиться на верхній частині прямокутного блоку, переконайтеся, що блок знаходиться на $A=0$ з горизонтальною верхньою поверхнею. Ще три параметри були змінені автоматично.

У параметрах деталі змінено стандартні вкладки підтримки. Для ротаційної обробки можна використовувати два опорних виступи циліндра: додатковий матеріал ліворуч і праворуч, для гарного з'єднання з блоком осі обертання ліворуч і до хвостової бабки праворуч. Оскільки геометрія Venus має одну плоску сторону (тепер ліворуч) і є достатньо стабільною для обробки без задньої бабки, такі виступи не потрібні для цього проекту.

Область, що підлягає обробці (параметри операції), встановлено на «Використовувати блок матеріалу над віссю обертання». Під час обертання геометрії фактичний вміст цієї «верхньої половини» постійно змінюватиметься, тому це налаштування охоплюватиме всю деталь (принаймні для більшості геометрій).

Межі (параметри операції) встановлено на «Без додаткових» для всіх операцій. Цей параметр можна знайти на вкладці «Межі» параметрів операції. Його нормальним значенням є «Додатково для фрези», оскільки зазвичай всі зовнішні поверхні моделі потребують механічної обробки. Для обробки осі обертання деталь повинна залишатися з'єднаною з блоком осі обертання та хвостовою бабкою. Тому зовнішні поверхні ліворуч і справа можуть не оброблятися, що досягається цим налаштуванням. Коли використовується вісь обертання, у отриманому файлі NC координати Y (у мм або дюймах) замінюються на координати A (у градусах). Зауважте, що DeskProto замінює Y на A, тому те, що ви робите, фактично залишається триосьовою обробкою. Ви можете використовувати XYZ (звичайний) або XAZ (обертаний); DeskProto не використовуватиме всі 4 осі одночасно. Незважаючи на це, DeskProto пропонує вам повне 3D-використання A-вісь: не просто обертання деякої

плоскої 2D траєкторії (розміром 360 мм) навколо циліндра шляхом простої заміни Y на A, а реальні 3D обчислення траєкторії навколо 3D геометрії CAD.

Використання осі A впливає на параметри Min і Max блоку Material. Для обробки XYZ ці значення просто визначають зовнішні межі блоку.

Для обробки осі обертання це інше.

- Мінімальні та максимальні значення X працюють так само, як і для обробки XYZ).
 - Мінімальне та максимальне значення Y для прямокутного блоку мають протилежні значення
 - значення, тільки Ymax можна встановити. Для блоку циліндрів Y не можна встановити.
 - Мінімальне та максимальне значення Z для прямокутного блоку мають протилежні значення, можна встановити лише Zmax. Для блоку циліндрів Z не можна встановити.
 - R-значення можна встановити тільки для блоку циліндрів (для прямокутного блоку вони показують діагональ блоку). Min R вище 0,0 буде
 - призведе до блоку у формі бублика, значення R нижче 0,0 не допускаються.
- Мінімальні та максимальні налаштування для площі, що **обробляються**, також відрізняються.

- Мінімальні та максимальні значення X працюють так само, як і для обробки XYZ).
- Мінімальні та максимальні значення Y і значення Z встановити неможливо.
- R-значення за замовчуванням буде встановлено на «Використовувати блок матеріалу над віссю обертання», як щойно пояснювалося. Для спеціальної області Min. R
- вище 0,0 призведе до області у формі бублика, Min R нижче 0,0 призведе до траєкторії інструменту нижче осі обертання.
- Значення A мають бути встановлені в градусах від 0 до 360,
- що дозволяє обробити клиноподібну область (шматок пирога)
- замість того, щоб обробляти весь блок.

У огляді, щоб підготувати геометрію Venus до обробки, було зроблено наступні налаштування:

- Геометрія навантаження *Venera.stl*
- Позначте «Використовувати вісь обертання»
- Поверніть на -90 градусів навколо осі Z
- Позначте «Центр навколо осі обертання»
- Зменшуйте геометрію, поки вона не поміститься у вашій машині.

Точне налаштування параметрів

В основному параметри DeskProto можна використовувати для обробки осі обертання так само, як і для стандартної обробки XYZ. Проте є кілька винятків, які будуть пояснені в цьому параграфі.

Як було сказано раніше, усі параметри, що стосуються осі A, вказані в градусах, а не в мм. Однак це не стосується налаштувань точності: для траєкторій у напрямку X відстань між траєкторіями має бути в градусах, для траєкторій у напрямку Y (A) розмір кроку має бути в градусах.



Однак, оскільки значення градусів важко уявити, DeskProto приховує їх і натомість запитує значення в мм або дюймах. Вони будуть перетворені в градуси на максимальному радіусі області, що підлягає обробці, тобто на зовнішній стороні циліндра, після чого DeskProto внутрішньо використовуватиме значення градусів. Це означає, що фактичні значення в мм, які використовуються, у більшості випадків будуть меншими за значення, які ви ввели, оскільки більшість рухів відбувається ближче до осі обертання. Дуже близько до осі обертання кроки в мм стануть дуже маленькими: тоді DeskProto автоматично пропустить деякі кроки.

При 3-осьовій обробці XYZ інструмент не може фрезерувати нижню сторону деталі, оскільки під час обробки деталь залишатиметься дном на робочому столі. Для обробки осі обертання **фіксація деталі** складніша: можна повністю відрізати вашу модель від верстата, в результаті чого вона впаде під час обробки. Тоді отримана модель буде пошкоджена та незакінчена. DeskProto подбає про те, щоб цього не сталося, запевнивши, що певний зв'язок залишиться між поворотним столом і моделлю, або, точніше, відкривши діалогове вікно помилки, якщо такого зв'язку немає.

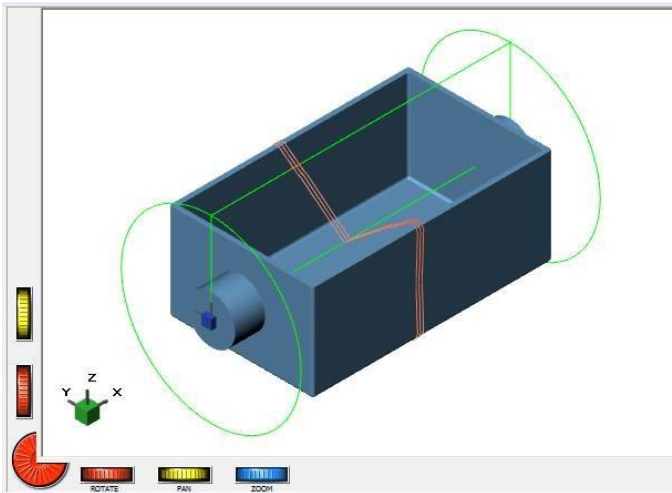
Дійсне підключення може бути здійснено кількома способами. Для моделей з плоскою стороною, як-от головка Venus у цьому випадку, ви можете переконатися, що ця повна бічна поверхня залишається необробленою (і, отже, з'єднаною з лежачими сторонами осі обертання). Це можна зробити, як пояснювалося вище, вимкнувши межі (Параметри роботи, вкладка Межі).

Далі ви можете вирішити, що робити з правою стороною (верхньою частиною голови Венери): обробляти її чи ні, залежно від того, чи хочете ви використовувати задню бабку чи ні. Ви можете зробити це, змінивши максимальне значення X вашого матеріального блоку. Насправді це трюк, щоб вручну додати «прикордонну область» лише з одного боку.

Без такої плоскої поверхні ви можете визначити дві опорні виступи (якщо вибрано обробку осі обертання, опорами за замовчуванням будуть два циліндри). Зауважте, що тоді межі все одно потрібно вимкнути, щоб запобігти механічній обробці плоских зовнішніх поверхонь опорних виступів.

Для цього уроку Венери:

- вимкніть рамку, щоб ліва сторона залишалася приєднаною до поворотного патрона.
- не використовуйте опорні вкладки
- не використовуйте задню бабку: тільки ліва сторона достатньо стійка для цієї маленької деталі.
- зробіть Мах X блоку матеріалу трохи більшим, щоб дозволити фрезі повністю обробити головку навіть із вимкненими межами (насправді ви вручну додасте рамку з цього боку).



При обробці осі обертання мінімальна межа **Z області**, що підлягає обробці, вимагає додаткової уваги. Як щойно було сказано: **Z-min** встановлено на 0,0 (вибір «Використовувати блок матеріалу над віссю обертання»), оскільки для більшості геометрій фреза не повинна рухатися нижче осі обертання.

Однак це не вірно для всіх геометрій: наприклад, під час обробки порожньої коробки див. ілюстрацію вище. Буде зрозуміло, що для такої геометрії фреза повинна рухатися нижче осі обертання, щоб обробити внутрішню частину коробки, тому до Z-рівня нижче 0. Таким чином, ви повинні встановити мінімальне значення Z нижче $Z=0$. У таких випадках будьте особливо уважні, коли встановлюєте нульову точку заготовки на вашому верстаті: це потрібно робити ДУЖЕ точно, інакше ви побачите позначки (гребінь), де траєкторії інструменту перетинають рівень $Z=0$.

Скріншот також ілюструє наявність **підрізів для обробки осі обертання**. Підрізи – це ділянки, куди фреза не може дістатися. Для обробки XYZ фреза не може досягати нижньої сторони предмета. Для обробки осі обертання це інше: дивіться три лінії траєкторії інструменту (червоними), намальовані на малюнку вище. Рухатимуться лише осі X, Z і A: положення Y є постійним, а різець розташований точно над віссю обертання. Це означає, що фреза не може повністю спорожнити коробку: вона просто не може досягти двох вертикальних стінок усередині коробки. Намальовані V-подібні траєкторії ілюструють це. Для цієї геометрії буде краще обробляти з двох або з чотирьох сторін, також використовуючи вісь обертання: індексована обробка.

Нарешті: можливо, ви захочете використовувати траєкторії в напрямку A в поєднанні зі звичайною обробкою або обробкою підйому. Таким чином вісь обертання може залишитися обертання в одному напрямку (наприклад, від 0 градусів до 360, наступних 360 до 720 тощо).



Це можливо лише тоді, коли у визначенні машини (меню «Параметри») позначено параметр «**Значення А можуть перевищувати 360**». Тоді вісь буде продовжувати обертатися в тому ж напрямку. Звичайно, якщо для напрямку фрезерування не встановлено значення Meandering (Параметри роботи, вкладка Movement), у цьому випадку машина продовжуватиме різати в обох напрямках обертання.

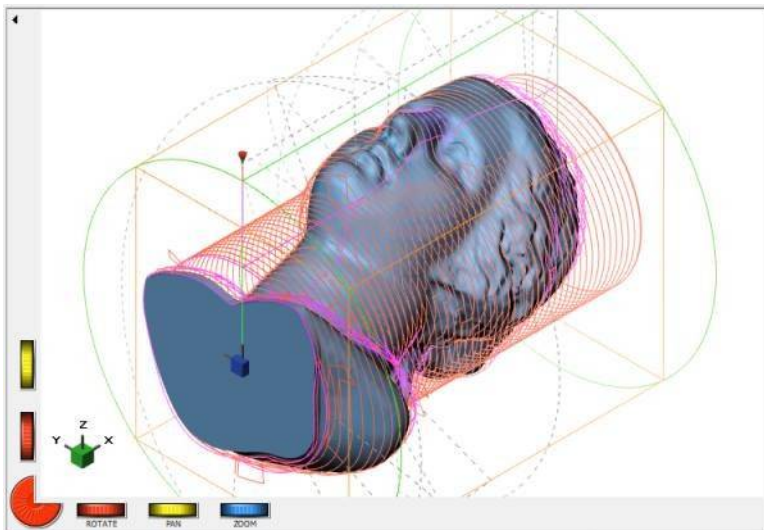
Якщо цей параметр не позначено (оскільки не всі верстати це підтримують), то для обробки на підйомі або звичайної обробки після кожної траєкторії інструменту різець буде рухатися до безпечної висоти Zfree і повертатися назад до 0 градусів, щоб почати наступну траєкторію інструменту. Фактично те саме, що відбувається з обробкою XYZ.

Чудовою додатковою функцією є опція **Helix**: прапорець для стратегії Parallel (Параметри операції, вкладка Strategy). Цей прапорець активний лише для траєкторій навколо осі А та коли налаштовано безперервне обертання в одному напрямку (як описано вище). Якщо цей параметр не позначено, траєкторія завершить повний оберт на 360 градусів із постійним Х (лише А та Z змінюються), перемістить Х до наступної траєкторії, завершить наступну траєкторію з постійним Х тощо. Якщо позначено опцію Helix, Х і координата А постійно прогресує, тому вся деталь буде оброблена одним безперервним рухом (Х, А і Z змінюються). Це буде швидше, створить більш плавний рух і вирішить будь-які проблеми з люфтом для Х і/або А.

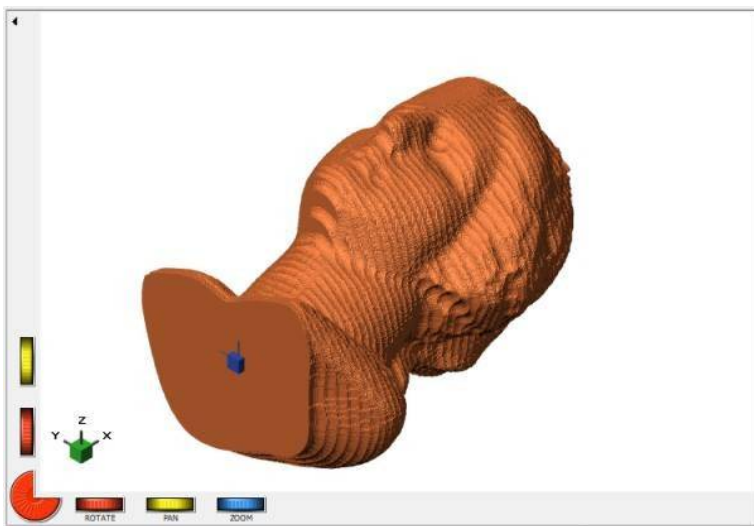
У разі поєднання безперервного обертання з шарами чорнової обробки недоліком є те, що сортування стає досить неефективним, оскільки більшість оптимізацій сортування вимагає меандрового напрямку траєкторії. Тому наша порада полягає в тому, щоб не використовувати спіраль під час чорнової обробки в кілька шарів.

Це було багато довідкової інформації про обробку осі обертання (дякую за вашу увагу!), більшість з яких насправді не потрібна для завершення цієї моделі Venus, але може виявитися корисною пізніше.

Коли ви заново обчислюєте траєкторії інструменту, результат виглядатиме як траєкторії на малюнку вище, залежно від ваших виборів щодо масштабування, фрези, точності тощо.



На малюнку показана операція чорнвої обробки. Ви можете чітко розпізнати ряд кругових траєкторій, які утворюють циліндр: перший шар. Для цього прямокутного блоку глибина шару береться з кута блоку. Сірі пунктирні лінії позначають рух позиціонування в нижніх шарах, пропускаючи будь-яку вже оброблену ділянку. Нижня поверхня (ліва сторона) статуї залишається необробленою: це забезпечує з'єднання з віссю обертання.





Необов'язковим наступним кроком є показ симуляції: на зображенні вище показано моделювання траєкторій чорнової обробки на попередньому зображенні. Оскільки для цієї чорнової операції відстань траєкторії інструменту велика, траєкторії інструменту в напрямку А чітко видно під час моделювання.

Як і для звичайної обробки XYZ, рекомендується спочатку виконати чорнову операцію, а потім чистову операцію. Майстер осі обертання зробить це автоматично за вас. Для отримання додаткової інформації ви можете переглянути навчальні відео Venus на веб-сайті DeskProto.

До фрезерного верстата

Знову ж таки буде зрозуміло, що наведені тут інструкції не можуть бути дуже точними, оскільки детальний набір інструкцій відрізнятиметься для кожного верстату. І все ж можна зробити ряд відповідних загальних зауважень.

Спочатку потрібно встановити **нульову точку WorkPiece**. З налаштуваннями перекладу за замовчуванням це буде з лівого боку блоку циліндрів ($X=0$), з кінчиком фрези точно на осі обертання ($Y=0$, $Z=0$). $A=0$ також важливо, коли ви використовуєте прямокутний блок. Встановити $X=0$ і $A=0$ легко: перемістіть або поверніть у правильне положення та скажіть верстату використовувати це як нуль. Налаштувати Y і Z складніше, оскільки нелегко побачити, чи кінчик знаходиться в правильному місці. Деякі верстати пропонують допомогу з калібрування, наприклад горизонтальну поверхню з правильним значенням Z . Якщо ні, ви можете спробувати візуально знайти нульові позиції якомога точніше. Це буде нормально для цієї статуї Венери, однак недостатньо точно, коли з вашого боку різець має рухатися нижче $Z=0$.

Гарною допомогою для точного встановлення $Y=0$ і $Z=0$ є обробка невеликого калібрувального циліндра: закріпіть деякий матеріал, встановіть фрезу з плоским наконечником і ввімкніть двигун шпинделя. Потім перемістіть фрезу на $Y=0$ і $Z=+10$ (приблизно встановивши нульову точку), а потім виконайте повний оберт (від 0 до 360 градусів). Результатом буде те, що ви обробили циліндр. Тепер виміряйте діаметр циліндра: він повинен бути 20 мм. Якщо це не так, ви можете відповідно виправити своє положення $Z=0$. Скажімо, це 21,4 мм: на 1,4 забагато, тобто поточний $Z=0$ на 0,7 мм завищений.

Потім ви можете використати той самий циліндр для калібрування $Y=0$: дозвольте різачу торкнутися циліндра як спереду, так і з тилового боку, і запишіть обидва значення Y , що «дотикаються». Вони повинні бути протилежними: однаковими, але зі знаком мінус. Якщо ні, виправте $Y=0$ відповідно.

Це дуже багато роботи: яскравою стороною є те, що вам потрібно зробити це лише один раз: той самий нульовий бал буде дійсним і для наступної роботи.

Зауважте, що з цієї нульовою позицією ви повинні стежити, щоб фреза не рухалася до нульової точки заготовки - це стандартна команда на багатьох верстатах:

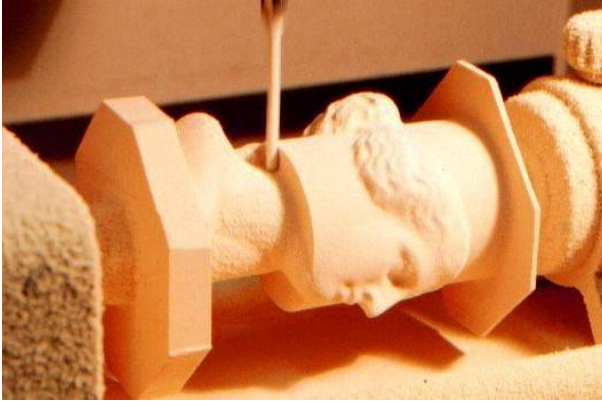
це пошкодить вашу фрезу та/або ваш матеріал, оскільки ця точка знаходиться всередині блоку!

Коли ви використовуєте метод перекладу «Make top of part zero», $Z=0$ має бути так, щоб кінчик фрези торкався верхньої частини блоку матеріалу. Тепер дуже важливо, щоб блок мав правильні розміри: інакше отримана деталь буде занадто товстою або занадто тонкою. При торканні верхньої частини блоку циліндрів фреза повинна знаходитися на $Y=0$, а при ударі прямокутного блоку верхня поверхня повинна бути повністю горизонтальною.

Далі вам доведеться закріпити свій блок матеріалу, використовуючи доступні параметри вашої осі обертання, наприклад, 3-кулачковий патрон, штифти на круглій пластині або свердлильну головку. Використовуйте задню бабку з центруючим штифтом на протилежному боці, якщо такий є, оскільки це покращує стабільність моделі. Але не для цієї моделі Венери: ми встановили траєкторії, щоб повністю обробити маківку її голови. Для механічної обробки кілець (у воску, для лиття по моделлю) потрібно використовувати спеціальний кріпильний інструмент або використовувати порожнистий восковий брусок, який можна закріпити в 3-кулачковому патроні.

Деталь, яку вам потрібно перевірити лише один раз, це **напрямок обертання** вашої осі A: чи буде вона обертатися за годинниковою стрілкою чи проти годинникової стрілки для позитивного значення A. Ми виявили, що чіткого стандартного напрямку не існує: кожен виробник робить власний вибір. Таким чином, параметри DeskProto за замовчуванням будуть правильними приблизно для половини верстатів. Якщо не отримана деталь, то це буде дзеркальне зображення файлу CAD. Ви можете виправити це в постпроцесорі DeskProto: «Параметри» > «Бібліотека постпроцесорів» > «ОК» у разі попередження > виберіть свою публікацію та натисніть «Редагувати» > «Переміщення вкладкою» > додайте знак «мінус» до значення у полі редагування «Коефіцієнт» у стовпці A.

Багато контролерів мають проблеми з установкою правильної швидкості подачі під час обробки осі обертання, оскільки швидкість обертання, необхідна для досягнення певної лінійної швидкості, залежить від відстані між фрезою і віссю обертання. DeskProto пропонує дві спеціальні опції для обертової швидкості подачі: у постпроцесорі ви можете налаштувати DeskProto на використання «Зворотної швидкості подачі» або «Кутової швидкості подачі» для обертальних рухів. Для отримання додаткової інформації про це перегляньте файл довідки та FAQ на веб-сайті DeskProto.



Нарешті: перед запуском програмного файлу NC з DeskProto переконайтеся, що ваша фреза розташована на $Y=0$. Як уже було сказано, насправді DeskProto залишається 3-осьовим програмним забезпеченням САМ, тому файл траєкторії XZA від DeskProto не містить жодної команди переміщення Y . Y має бути правильно задан перед початком роботи.

Процес обробки буде виглядати так, як на фото вище. Зверніть увагу на форму циліндра, створену першим шаром. Після обробки ви можете видалити блок, що залишився, з обох сторін за допомогою простої пилки або стрічкової пилки

Зображення
результату :





6. Мобільний телефон (геом: двосторонній)

Урок 6



Шостий урок присвячений обробці моделі з двох сторін. У DeskProto це легко, оскільки **майстер двостороннього фрезерування** проведе вас через цей повний процес. Завдяки цьому майстру в цьому уроці не потрібно показувати всі деталі: він лише проілюструє та пояснить те, що вас запитає майстер.

Майстер двостороннього фрезерування недоступний у DeskProto Free Edition і Entry Edition.

Для прикладу використано передню панель старого мобільного телефону. Він не з існуючого телефону, а був спеціально змодельований для цього уроку Джоном Броком з Robert McNeel & Associates за допомогою програмного забезпечення Rhino 3D CAD, яке виробляє McNeel. Крім того, наведене вище зображення люб'язно надано Robert McNeel & Associates.

STL мобільного телефону є великим файлом (8 Мб), тому він не включений до стандартних зразків DeskProto. Ви можете завантажити файл з www.deskproto.com

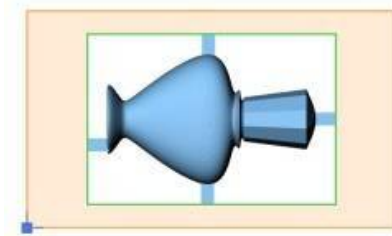
Двостороння обробка

У цьому шостому уроці ви будете використовувати майстер двостороннього фрезерування DeskProto, щоб правильно встановити всі параметри, необхідні для обробки деталі з двох сторін. Майстер призначений для того, щоб бути дуже простим у використанні, навіть пояснюючим себе, тому теоретично цей урок абсолютно зайвий. Проте на практиці цей процес досить складний: тому ми відчули, що ілюстрації та пояснення того, що вам потрібно буде зробити, значно полегшать роботу. Запустіть майстер DeskProto, який можна знайти на початковому екрані або в меню «Файл». Не забудьте запустити «звичайний» майстер: «спеціальний майстер» призначений для деяких спеціальних програм. На першому екрані (під назвою «Який майстер») виберіть майстер під назвою **Advanced Geometry: Two sides, manual flip**.

Альтернативою для двосторонньої обробки є використання осі обертання для автоматичного повороту. Переваги ручного повороту полягають у тому, що не потрібна вісь обертання, а блок є більш стабільним, оскільки він лежить на столі обробки.

Цей майстер являє собою послідовність із 6 сторінок, як зазначено піктограмами вгорі. Окрім цієї першої сторінки (який майстер), це:

1. Що обробляти
2. Матеріал і опора
3. Чорнова обробка
4. Оздоблення
5. Контурна пластика
6. Надіслати на верстат.



Взагалі кажучи, під час фрезерування моделі з двох сторін проблема полягає в другій стороні: як закріпити модель і як зробити це в правильній для цієї сторони орієнтації в положенні, яке відповідає нульовій точці заготовки. Майстер DeskProto Wizard вирішує цю проблему, використовуючи занадто великий блок матеріалу, настільки великий, що навколо деталі залишається повна рамка. Чотири невеликі перемички додаються, щоб утримувати деталь, з'єднану з цією рамою, яка називається **опорними вкладками**. Пізніше їх можна видалити вручну. Див. ілюстрацію вище. Ця рамка дозволяє легко повторно закріпити модель для другої сторони, і майстер також використовує рамку для встановлення повторюваної нульової точки заготовки.



Двосторонній майстер

На сторінці **What to machine** (Сторінка 2) спочатку завантажить файл геометрії *Cellphone.stl*. Зауважте, що цей файл не інсталується під час налаштування. Спочатку потрібно завантажити файл із www.deskproto.com. Файл доступний лише в міліметрах, тому користувачам дюймів доведеться зменшити масштаб у 0,04 (точніше 0,03937). Завантажте файл за допомогою кнопки «Огляд» на цій сторінці майстра.

На цій сторінці майстра пропонуються ще два параметри: **масштабування та обертання**. Для користувачів метрик Масштабування також не потрібне (якщо, звичайно, ви не хочете створити масштабну модель). Як зазначено в дюймах, користувачі повинні застосовувати коефіцієнт масштабування 0,03937 (рівномірне масштабування). Для мобільного телефону орієнтація може залишатися типовою, з верхньою поверхнею зверху: обертання геометрії не потрібне. Зверніть увагу на світло-жовтий значок зі знаком питання ліворуч від кожного запитання: наведіть курсор на цей значок, щоб отримати довідку щодо запитання. Ця спливаюча підказка майстра також повідомляє вам, де можна знайти те саме налаштування в діалоговому інтерфейсі (тож без майстра).

Сторінка «**Матеріал і підтримка**» (Сторінка 3) додасть опорні вкладки (як пояснено вище) і встановить блок «Матеріал» і «Площа для обробки». Майстер вибере «Опорні вкладки за замовчуванням», щоб додати чотири вкладки з мінімальними та максимальними значеннями X і Y деталі. Товщина цих містків залежить від розміру вашої моделі, їх довжина залежить від фрези за замовчуванням (міст має бути достатньо довгим, щоб фреза могла рухатися навколо моделі). Коли ви пізніше виберете товщу фрезу, майстер попередить вас про це. Для більшого контролю ви також можете вибрати «Настроювані» та скористатися кнопкою «Докладні налаштування», щоб визначити власні вкладки підтримки.

Розміри блоку матеріалу встановлюються **майстром**: праворуч і ліворуч до розміру геометрії + опори додається 25 мм (1"), з передньої та задньої сторони 10 мм (1/2") (можна змінити розмір цих доповнень у налаштуваннях). З правого та лівого боку рама зроблена ширшою, оскільки там потрібно додаткове місце для затискачів для фіксації блоку на верстаті. Майстер дозволяє лише змінити Z-розмір тут: товщину блоку. Значення, яке ви вводите, має точно відповідати фактичній товщині блоку, інакше обидві сторони не збігатимуться правильно. На практиці це легко, оскільки більшість матеріалів буде доставлено в плитах точної товщини. Розміри X і Y фізичного блоку можуть мати певний розмір.

Глибина фрезерування фактично є налаштуванням «Мінімальний Z» для площі, що підлягає обробці (параметрів роботи). Для всіх операцій використовуватиметься однакова глибина. Глибина за замовчуванням становить половину блоку: для геометрії мобільного телефону потрібне більше значення глибини, щоб повністю обробити геометрію. Не забудьте змінити глибину після зміни товщини блоку, оскільки глибина вказується відносно верхньої частини блоку. Розміри та глибина будуть намальовані на екрані у вигляді лінійних малюнків: помаранчеві лінії для блоку, зелені лінії для області обробки (оновлюється після натискання кнопки «Застосувати»).

Ми використовували плиту інструментальної дошки товщиною 25 мм і встановили глибину фрезерування 17, щоб повністю обробити деталь з обох сторін. Ви можете змінити креслення на вигляд збоку, а потім у майстрі натиснути «Застосувати», щоб перевірити, чи правильно встановлено глибину фрезерування.

Сторінка **Чорнова обробка** (Сторінка 4) пропонує параметри операції Чорнової обробки. Перший — прапорець Використовувати: чорнова обробка необов'язкова, і ви можете пропустити цю операцію, знявши цей прапорець.

Яку **фрезу** вибрати – це оптимізація багатьох факторів:

- швидкість різання (більша фрезк може швидше видалити матеріал)
- геометричні характеристики (для поверхонь вільної форми використовуйте фрезу з кульковим наконечником, для горизонтальних і вертикальних поверхонь використовуйте фрезу з плоским наконечником).
- якість поверхні (більший кулькова фреза створить більш гладку поверхню)
- дрібні деталі (для малих внутрішніх радіусів потрібна маленька фреза)
- висота моделі (малі фрези короткі)
- використовуйте ту саму фрезу для всіх операцій або погодьтеся на зміну інструменту.

Щоб уникнути заміни інструменту, для цієї деталі мобільного телефону ми використовували 3-міліметрову кулькову фрезу (радіус 1,5 мм). Діаметра 3 мм достатньо для більшості деталей, а фреза достатньо довга, щоб обробити всю модель. Для дюймових користувачів хорошим вибором буде кулька діаметром 1/8 дюйма.

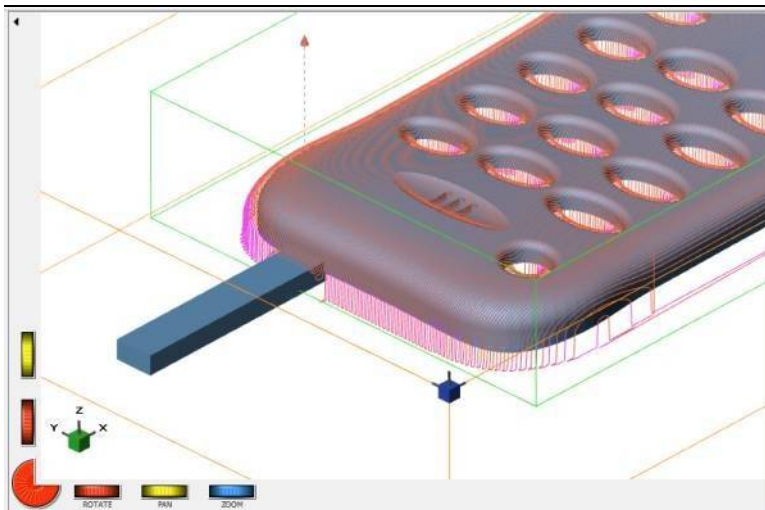
Точність (горизонтальна відстань між траєкторіями) разом із **висотою шару** (наскільки глибоко фреза може занурюватися в матеріал) визначають, скільки матеріалу буде видалено за траєкторію. Значення за замовчуванням $D/5$ для точності та D для висоти шару (D — діаметр фрези) підходять для деревини та інструментальної дошки. **Швидкості** за замовчуванням також підійдуть. Для легких матеріалів (пінопласт, світла деревина) буде достатньо точності $D/3$, для таких матеріалів, як плексиглас та алюміній, знадобляться менші значення. Вам доведеться знайти власні оптимальні значення.

Стратегія **блокування** за замовчуванням є оптимальною стратегією чорнової обробки для більшості геометрій, оскільки вона мінімізує кількість рухів позиціонування під час нижніх шарів.

За замовчуванням **товщина шкіри** становить 10% діаметра різця, а **висота шару** за замовчуванням становить 100% діаметра різця. У більшості випадків ці значення також підходять.

Поле **«Очікуваний час обробки»** порожнє: оцінка буде показана після того, як ви обчислите траєкторію інструменту за допомогою кнопки **«Обчислити»**.

Сторінки майстра **Finishing** (Стор. 5) і **Contouring** (Стор. 6) дуже схожі на сторінку **Roughing**, про яку ми щойно говорили. Звичайно, без параметрів Чорнової обробки та Висота шару. Також була обрана інша стратегія. Ви використовуватимете набагато нижче значення точності, ніж для чорнової обробки.



На малюнку вище показано траєкторії обробки інструментів для сторони 1. На цьому малюнку ви чітко бачите, що опорний виступ не відрізано, тому деталь залишається з'єднаною з рамою. Майстер досяг цього, встановивши спеціальну область для обробки. Крім того, для параметра **Borders** було встановлено значення «Cutter stays within area», що зробить оброблену порожнину однаковою для будь-якого діаметру фрези.

Якщо ви бачите більше ходів позиціонування, ніж на ілюстрації, різниця була спричинена опцією «Завжди залишатися низько» (вкладка «Рух»).

Останньою сторінкою майстра є «Надіслати на верстат» (стор. 7). Він покаже вам створене дерево проекту: дві частини (Side#1 і Side#2) з трьома операціями кожна. Різниця між двома частинами полягає в обертанні на 180 градусів навколо осі X, так само, як ви пізніше обертатимете (перевертайте) блок на верстаті. Якщо ви хочете, ви можете перейменувати будь-яке з імен після повільного подвійного клацання на його рядку в дереві.

У цьому майстрі доступні дві кнопки для збереження файлу програми NC: по одній для кожної сторони деталі. Виберіть імена файлів, які вказують, для якої сторони деталі він призначений.

Кнопки для прямого надсилання траєкторії інструменту на верстат видимі, лише якщо цю опцію налаштовано (у налаштуваннях). Звичайно, їх можна використовувати, лише якщо ваш верстат підтримує цю опцію. Параметр «Надіслати на верстат» відсутній у версіях для MacOS і Linux.

Файл звіту, який ви можете написати, є спеціальним для цього майстра. У звіті буде перераховано всю інформацію, необхідну на фрезерному верстаті для правильної обробки цих двох програмних файлів ЧПК. Це буде детально пояснено в останньому параграфі. Наразі просто **відкрийте цей файл і роздрукуйте/збережіть його**, оскільки він вам знадобиться пізніше.

Точне налаштування параметрів

Тепер ви завершили роботу з майстром і створили два файли програми NC, тож ви готові запустити фрезерний верстат і створити модель. Проте вам важливо знати, що на цьому етапі, після завершення роботи майстра, ви все ще можете редагувати будь-які налаштування параметрів, зроблені майстром, і навіть додати будь-які спеціальні налаштування параметрів, які не можна було зробити у майстрі. Звичайно, після будь-яких змін вам доведеться знову записати програмний файл(и) NC. Якщо вам не потрібні зміни, ви можете пропустити цей абзац і продовжити з наступного: «до фрезерного верстата».

Майстер створив три операції для кожної сторони. Ви можете додати одну або кілька додаткових геометричних операцій. Наприклад, операція деталізації з дуже маленьким інструментом (діаметром 0,8 мм або 0,03 дюйма) для мікрофона та щілин для динаміків. У цих додаткових операціях ви можете змінити площу, яку потрібно обробити, на Freeform і вибрати дві невеликі області для обробки. наступне доповнення може бути корисним для другої сторони: додавання операції з плоским інструментом (2 мм діаметром), оскільки внутрішня геометрія містить багато гострих внутрішніх кутів.

Додаючи операції, ви повинні бути обережними: деякі зміни зіпсують налаштування двостороннього фрезерування. Що ви НЕ повинні змінювати, так це деякі параметри для області, яку потрібно обробити (вона не може бути збільшена) і для кордонів. Найкращий спосіб додати операцію – це **скопійовати** існуючу операцію, оскільки тоді також буде скопійовано параметри «Площа» та «Межі». Всі інші параметри роботи можна змінювати за потреби.

У параметрах Part ви не повинні змінювати розмір блоку матеріалу, оскільки цей розмір потрібен для точного збігу обох сторін і встановлення нульової точки WorkPiece. Ця нульова точка WP буде однаковою для всіх операцій у деталі. Вкладки підтримки можуть бути змінені. Очевидно, вкладки підтримки для обох сторін повинні точно збігатися, і щоб уникнути будь-яких відмінностей, DeskProto вибрав опцію «Використовувати вкладки 1-ї деталі» у другій деталі.

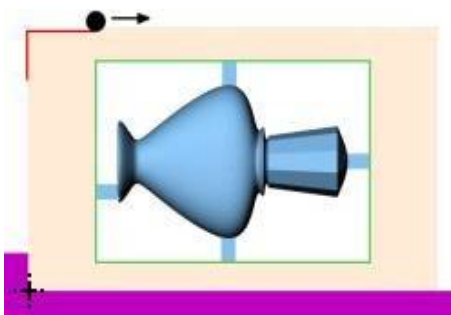
Симуляція, яку DeskProto пропонує для двостороннього проекту, є окремою симуляцією для кожної сторони. Комбіноване моделювання, що показує результат, коли обидві сторони були оброблені, (поки що) неможливе.



До фрезерного верстата

Зазвичай не має значення, де на робочому столі верстата знаходиться ваш блок матеріалу, оскільки ви можете вільно вибирати нульову точку заготовки. Також не має значення, чи блок точно вирівняно з осями верстата (оскільки блок матиме певний розмір). Для двостороннього фрезерування це інше, оскільки для другої сторони положення та орієнтація блоку повинні точно відповідати положенню та орієнтації першої сторони.

Для цього DeskProto використовує лінійку, встановлену на робочому столі машини точно паралельно осі X верстата. Дивіться малюнок нижче: довга сіра «горизонтальна» смуга паралельна X із кінцевою точкою в лівій частині лінійки. Простий спосіб створити лінійку та кінцевий упор – це просто обробити їх за допомогою ручного керування: таким чином вони точно будуть паралельні, а їх положення точно відомі.



Нульова точка WorkPiese для програмних файлів NC повинна бути встановлена в точці, де зустрічаються лінійка та кінцевий упор (перехрестя на малюнку вище), $Z=0$, встановлене так, щоб кінчик інструмента торкався верхньої частини блокувати. Як сказано, це стосується обох сторін: нульова точка WP залишається незмінною після перевертання блоку догори дном для другої сторони.

Після обробки першої сторони ви повинні обробити дві **опорні площини**, на задній і лівій стороні блоку: дивіться червону лінію на ілюстрації вище. Базова площина ліворуч знаходиться в положенні $X = 0$, тобто в точному положенні кінцевого упору, і не повинна бути уздовж повної сторони (що було б неможливо через затискач). Базова площина на звороті знаходиться в положенні Y, як зазначено у файлі звіту, який ви щойно зберегли, і її потрібно обробити вздовж усього заднього краю деталі. Вона повинна бути трохи глибше ніж товщина лінійки.

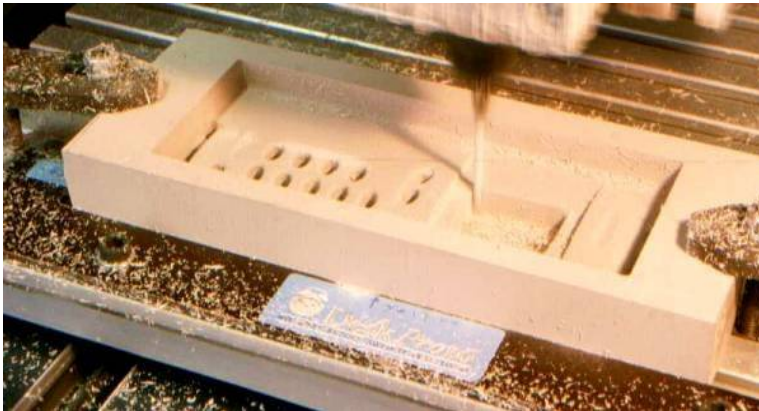
Ви можете обробити обидві опорні площини за допомогою ручного керування (при цьому зважайте на радіус різця!). DeskProto не обробляє ці опорні площини автоматично, оскільки не знає, де ви розмістили затискачі.

Наприклад, для фрези діаметром 6 мм: перемістіть фрезу на $X=-3$ і відповідний Z , а потім перемістіть Y , щоб обробити плоску площину з лівого боку блоку. Потім перемістіть різець у задане положення $Y + 3$ мм (радіус фрези) і перемістіть X , щоб обробити базову площину вздовж задньої сторони блоку.

Після обробки цих базових площин ви можете послабити затискачі та зняти блок, перевернути його догори дном («перевернути» блок), притиснути ці дві базові площини до лінійки та кінцевого упору та знову закріпити затискачі. Це гарантує, що блок точно вирівняний з машиною та знаходиться в правильному положенні.

В якості альтернативи щойно описаному методу «Лінійка/Опорна площина» доступні кілька інших методів для правильного розташування блоку після перевертання догори ногами. Наприклад, використовуючи **опорні штифти** на столі для обробки та свердління отворів, щоб точно підібрати ці позиціонуєчі штифти, з нульовою точкою точно посередині цих двох штифтів. Або вісь обертання з обертанням на 180 градусів навколо X . Майстер двостороннього фрезерування можна використовувати з будь-яким із цих методів позиціонування, за умови, що вони призводять до однакового положення блоку до та після повороту догори дном.

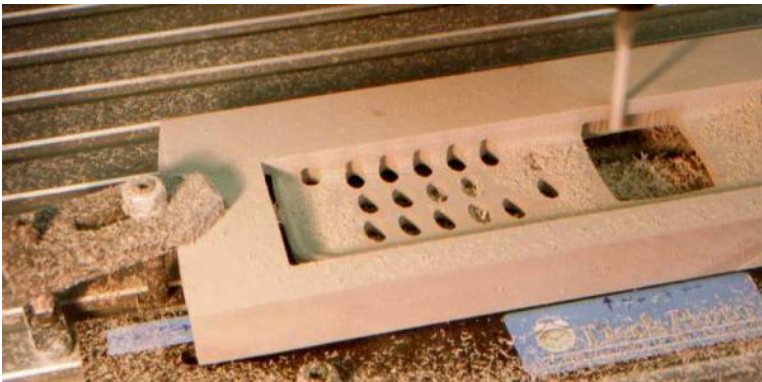
Нижче ви можете побачити кілька ілюстрацій, які демонструють цей процес для моделі мобільного телефону.



На цій ілюстрації обробляється перша сторона мобільного телефону. Зверніть увагу на темно-коричневу лінійку спереду та зліва та два затискачі справа та зліва, які використовуються для фіксації блоку. Наразі фреза обробляє другий шар.



Перш ніж послабити затискачі, спочатку потрібно обробити дві опорні площини ліворуч і ззаду, як показано тут. Ось чому на задній стороні блоку необхідне деяке збільшення. Крім того, ліва сторона блоку повинна бути трохи нахилена, щоб мати надлишок матеріалу (корпуса), який потрібно обробити.



Другу сторону тепер можна обробити з використанням тієї самої нульової точки деталі: траєкторії інструменту точно збігатимуться.



Отримана передня панель мобільного телефону: щойно з верстату, без будь-якої додаткової роботи. Зверніть увагу на дві оброблені опорні площини та опорні виступи (перемички): обидві добре видно. Каркас і виступи потрібно зняти вручну: знадобиться трохи відшліфувати там, де опорні виступи були прикріплені до моделі. Інша частина моделі вже буде досить гладкою.



7. Пляшка DP (вектор: просунутий)

Урок 7



Усі уроки стосувалися векторних даних, геометричних даних або растрових даних. Дуже приємною особливістю DeskProto є те, що ви можете поєднувати два або три типи даних в одному проєкті. Наприклад, використовуйте векторні траєкторії для обробки деяких деталей у геометричному проєкті.

DeskProto навіть дозволяє дозволити двом типам даних взаємодіяти: як векторні траєкторії, так і растрові рельєфи можна проєктувати на 3D-геометрію. У цьому уроці 2D логотип DeskProto буде спроектовано на 3D геометрію пляшки, яка використовувалася в уроці 4.

Урок починається з довідкової інформації про векторні дані та типи траєкторії для векторних даних.

Векторні файли даних

Для файлів векторних даних DeskProto підтримує формат DXF, формат EPS (або AI) і формат SVG. Інженерне програмне забезпечення зазвичай створює файли DXF, тоді як графічне програмне забезпечення в більшості випадків може експортувати лише EPS (постскриптур). З обох типів файлів підтримується лише підмножина:

Підмножина **DXF** включає точку, лінію, полілінію, LW полілінію, дугу, коло, еліпс і сплайн.

Підмножина **EPS** включає точку, лінію, криву та переміщення.

Підмножина **SVG** включає лінію, прямокутник, коло, еліпс, полілінію, багатокутник, elliptical_arc, cubic_bezier і quadratic_bezier

DeskProto перетворить дуги та сплайни на полілінії, переміщення дуг у код NC (G2 та G3) (поки що) не підтримуються.

Векторні файли в більшості випадків є двовимірними, тому не містять жодних Z-координат. DeskProto буде малювати такі 2D криві у верхній частині блоку, навіть якщо для цієї частини ви встановили Z=0 на іншій висоті (це відрізняється від попередніх версій DeskProto). Глибина обробки, яку ви вводите для траєкторії інструменту, обчислюється від верхньої частини блоку.

Також можна відкрити файл DXF, що містить тривимірні векторні криві. У цьому випадку DeskProto запитає вас, чи хочете ви використовувати ці векторні Z-значення. Якщо так, Z=0 у векторному файлі буде вирівняно з Z=0 ваших геометричних даних, а глибина обробки, яку ви вводите для траєкторій інструменту, буде обчислена відносно Z-значень у векторній кривій. Результатом буде тривимірна траєкторія. Рішення про використання Z-значень векторних даних також можна прийняти пізніше: у параметрах проекту, вкладка «Вектор».

DeskProto пропонує три типи траєкторії інструменту: профілювання, кишені та свердління. Перші два були розглянуті в Уроці 1, свердління ще не згадувалося. У параметрах операції Vector ви можете вибрати криві для кожного типу траєкторії:

Профілювання прийматиме всі криві у векторних даних, крім точок.

Кишеньковий прийматиме лише замкнуті криві (контури).

Буріння прийматиме: точки (центральна точка отвору, який потрібно свердлити), знаки «+» (дві лінії, кожна з яких має діаметр фрези як довжину, що перетинаються в центральній точці) та кола, які мають (майже) той самий діаметр, що й вибрана фреза.



Об'єднання 2D-векторних даних із 3D-геометричними даними

У попередніх уроках ви бачили, що параметри Деталі використовуються для визначення того, що буде оброблено: масштаб, орієнтація тощо. Доступні параметри для досягнення цього дещо відрізняються для кожного з трьох типів даних. Наприклад, обертання навколо X і Y не підтримується для векторних даних, тому вкладка «Трансформація» пропонує різні параметри для вектора en для геометрії. Що робити, якщо присутні обидва типи даних?

DeskProto вирішив цю проблему, показавши два набори параметрів: параметри вектора та параметри геометрії, які будуть показані в цьому уроці (якщо наявні растрові дані, параметри растрового зображення є третім наявним набором).

Для цього проекту нам потрібні два типи даних САПР: векторні дані для логотипу DeskProto та геометрія для флакону духів.

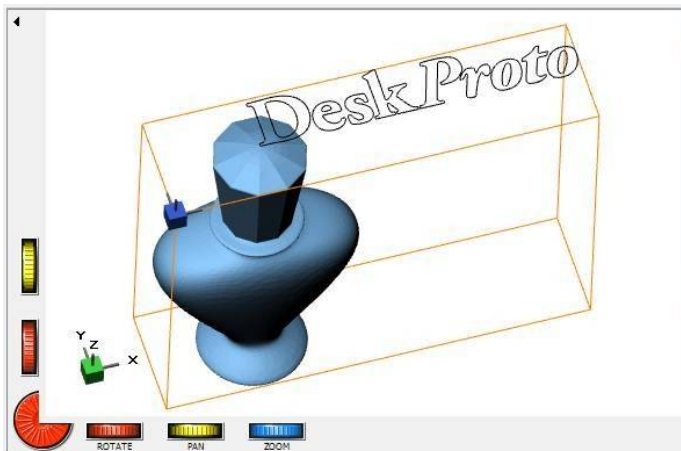


Спочатку завантажте векторний файл: зразок файлу *2D_DeskProtoLogo.dxf*



Далі завантажте файл Geometry: той самий файл *Bottle.stl*, який ми також використовували в Уроці 4.

Ви побачите, що блок матеріалу (помаранчеві лінії) буде достатньо великим, щоб включати всі дані CAD, і що векторні криві відображаються на верхній поверхні блоку.



Положення X і Y обох наборів даних збігаються з їх положеннями в оригінальному файлі CAD. Для пляшки нульова точка в CAD (а також в STL) розташована на її центральній лінії, а для логотипу вона розташована на базовій лінії ліворуч від літери D.

$Z=0$ у CAD розташовано під пляшкою, у DeskProto ви можете відобразити цю нульову точку, встановивши позначку «Нульова точка CAD» у видимому діалоговому вікні Items (хоча у наведеному вище поданні вона буде прихована під геометрією пляшки).

Нульова точка WorkPiece у DeskProto (синій куб «орієнтатора») — це не те саме, що нульова точка CAD, оскільки в параметрах деталі (вкладка «Нульова точка») виконується автоматичний переклад для переміщення даних CAD у «Позитивні X&Y для матеріалу». блок» і «Верх нульового блоку».



Коли ви тепер відкриєте діалогове вікно «Параметри деталі», ви побачите, що над рядом вкладок додано нову опцію «Радіокнопка»: тепер ви можете вибрати відображення сторінок вкладок для налаштувань вектора або налаштувань геометрії. Деякі вкладки однакові для обох налаштувань, як-от вкладка «Загальні» та вкладка «Нульова точка», інші вкладки відрізняються (наприклад, «Трансформація»). Налаштування геометрії також містять більше вкладок, ніж налаштування вектора.

Параметри на вкладці «Трансформація» можна використовувати для розташування обох наборів даних відносно один одного, як буде показано в наступному параграфі.

Приємна деталь полягає в тому, що векторну обробку також можна використовувати з обробкою осі обертання: тоді 2D-векторний малюнок буде обертатися навколо 3D-циліндричного блоку матеріалу, як етикетка навколо баночки з мармеладом. Таким чином можна легко вигравіювати, наприклад, ім'я на круглій підставці бюста, який ви обробили.

Проектування 2D кривих на 3D геометрію

Як ви бачили в Уроці 1, векторні траєкторії DeskProto можна використовувати для гравірування 2D-тексту на плоскій поверхні, цей урок покаже вам, як гравірувати на вигнутій поверхні. Це буде зроблено за допомогою приємної функції операції DeskProto Vector: опції «Проектувати векторні криві на геометрії 3D-деталей». Якщо ви позначите цей параметр, кінцевий рівень обробки (Z -значення) не буде відносно верхньої частини блоку (тому на постійному Z -рівні), а натомість він буде застосований відносно Z геометрії деталі на це місце. Результатом буде те, що векторні криві дійсно проектуються на 3D-геометрію.

Ви щойно завантажили векторний файл *2D_DeskProtoLogo.dxf* (логотип DeskProto) і файл геометрії *Bottle.stl* (флакони духів). У цьому параграфі ви дізнаєтесь, як вигравіювати цей логотип на лицьовій поверхні пляшки.



Відкрийте параметри деталі та виберіть параметри геометрії. На вкладці Transform введіть Rotation навколо X на -90 градусів, а на вкладці Material виберіть «Use upper half of geometry». Після кожної зміни ви можете використовувати кнопку Застосувати, щоб побачити, що відбувається. Ігноруйте повідомлення про те, що криві не вибрано, ми перейдемо до цього за мить. Далі виберіть **параметри вектора**. Логотип DeskProto завеликий для пляшки, тому його потрібно зменшити. На вкладці «Трансформація» введіть коефіцієнт масштабування 0,5 (позначено «Уніфікований», тобто як для X, так і для Y). Наступний крок - правильно розташувати логотип над пляшкою. Це називається «панорамуванням» векторних даних поверх геометричних даних, і для полегшення цього є гарний параметр «Вирівняти». Виберіть вид зверху (перша з 8 кнопок-кубів на панелі інструментів), щоб правильно побачити положення логотипу. Тепер на тій же вкладці «Трансформація» в розділі «Панорамування» скористайтеся кнопкою «Вирівняти за...». У діалоговому вікні «Вирівняти векторні дані» виберіть «Центр» як для X, так і для Y, виберіть «Геометричні дані», з якими потрібно вирівняти, і натисніть «ОК». У параметрах деталі натисніть «Застосувати» або «ОК», щоб побачити нове положення логотипу. Логотип DeskProto гарно центрується над геометрією. Якщо потрібно, тепер ви можете точно налаштувати. Можливо, краще трохи менше: ви можете змінити масштаб (після цього вам доведеться знову вирівняти). І, мабуть, найкраще розташувати його трохи праворуч (щоб візуально компенсувати велике D) і трохи нижче на плящі (для гравіювання лише на передній поверхні, а не на плечі). Легко пограти, змінивши два значення панорамування та натиснувши «Застосувати». Коли масштаб і позиція в порядку, натисніть ОК, щоб закрити параметри частини. Для обробки цієї деталі вам знадобляться одна або кілька геометричних операцій і одна векторна операція. Про те, як налаштувати геометричні операції (чорнову та фінішну обробку, або лише фінішну обробку, якщо ви віддасте перевагу), було описано в попередніх уроках, перейдіть туди, якщо вам у цьому потрібна допомога. Додавання операцій можна здійснити, клацнувши правою кнопкою миші рядок «Деталь» в дереві, а потім вибравши «Додати векторну/геометричну/растрову операцію». Додайте операції, щоб створити деталь з однією (чи двома) геометричними операціями та однією векторною операцією, а потім введіть потрібні параметри геометричної операції. Тепер відкрийте діалогове вікно параметрів векторної операції. Необхідно видалити всю геометрію всередині контурних ліній логотипу, що називається Pocketing (Кишеньковий) тому на вкладці «Pocketing» виберіть All для вибраних кривих і Offset як стратегію. Буде зрозуміло, що вам потрібен невелику фрезу, щоб поміститися всередину кривих, тому виберіть фрезу діаметром 1 мм (з кульковим або плоским наконечником). Натисніть ОК, щоб закрити діалогове вікно параметрів векторної операції, зробіть геометричну операцію (операції) невидимою, натиснувши кнопки з жовтими лампочками в дереві, і натисніть кнопку «Обчислити траєкторії» (якщо буде запропоновано: Так, лише видимі операції).

Тепер ви побачите, що логотип не буде повністю оброблений: у менших частинах логотипу немає (червоних) ліній траєкторії, оскільки навіть ця маленька фреза досить товста, щоб там поміститися в кишеню.

Ви, звичайно, можете вибрати меншу фрезу, однак незабаром ви побачите, що для цього проекту потрібна фреза діаметром 0,5 мм (або менше): дуже, дуже тонкий!

Найкращим рішенням є використання конічної гравірувальної фрези. Також називається V-фрезою, оскільки наконечник має вигляд літери V. Цей V повинен мати плоский наконечник, оскільки в іншому випадку карманування неможливе (для карманування діаметри наконечника використовуються для обчислення відстані між траєкторіями). Тому виберіть, наприклад, фрезу «**Інструмент для гравірування конічної форми 30 градусів**» і повторіть спробу. Тепер логотип буде повністю заповнений траєкторіями, розташованими дуже близько одна до одної. Ви можете встановити більший Steperover у параметрах векторної операції на вкладці Pocketing у розділі Strategy detail settings. За замовчуванням Steperover становить 50% (від діаметра наконечника), зміна цього значення на 80% зменшить кількість траєкторій.

У виді згори траєкторії інструментів, які ви зараз маєте, можуть виглядати нормально, але якщо подивитися з іншої точки зору, стає зрозуміло, що це не так: усі траєкторії інструментів все ще мають постійний Z-рівень. Знову відкрийте параметри векторної операції, тепер відкрийте вкладку Z-settings. Тут як глибину обробки встановіть -0,3 мм (-0,01 дюйма), позначте «**Векторні криві проекту на геометрії 3D-деталі**», а як точність розрахунку встановіть 0,09 мм (приблизно 0,004 дюйма).

Тепер шляхи інструментів мають бути в порядку, щоб вигравірувати логотип.

Однак на вашому екрані вони будуть невидимі, оскільки знаходяться під поверхнею геометрії пляшки. Якщо вимкнути «Geometry, rendered» у діалоговому вікні Items visible, траєкторії інструментів стануть видимими. Тепер ви можете зберегти файл(и) NC і розпочати вирізання.



Зображення вище було обманом: ми встановили рівень обробки на +0,1 мм, щоб зробити зображення з траєкторіями інструментів і геометрією



видимими (ці траєкторії, звичайно, непридатні для обробки).

Використовується вертикальна проекція, що спотворить двовимірний логотип: коло, спроектоване на нахилену поверхню, стане овалом.

На цих нахилених поверхнях логотип також може бути спотворений товщиною фрези. DeskProto проектуватиме 3D-форму фрези на 3D-геометрію, а під час проектування на нахилені поверхні зовнішня частина фрези торкатиметься геометрії раніше, ніж центр фрези. Глибина різання встановлюється від цього першого контакту, а не для центру фрези.



8. Літофан (растрове зображення: розширений)

Урок 8



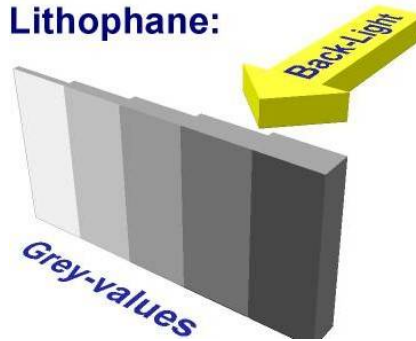
Створення літофанів є чудовим застосуванням функції растрової обробки DeskProto. У цьому уроці ми пояснимо, що таке літофан і як його легко створити за допомогою DeskProto. Ми використали відомий портрет голландського художника Йоганнеса Вермеєра: «**Дівчина з перловою сережкою**» (витвір мистецтва, що є суспільним надбанням, завантажено з commons.wikimedia.org).

DeskProto перетворює інформацію двовимірного растрового зображення на цій фотографії в тривимірний рельєф, а потім обчислює траєкторію над цією геометрією.

Друга тема цього розширеного уроку растрового зображення стосується поєднання растрового рельєфу з 3D-геометрією. Знову буде використаний зразок флакона парфумів, і в цьому уроці до передньої поверхні флакона буде додано рельєф раковини.

Літофани

Літофан — витвір мистецтва, створений у тонкому листі напівпрозорого матеріалу (свого роду «молочне скло»). Лицьова сторона літофану має рельєфну форму, а при підсвічуванні з тильного боку стає видно чітке чорно-біле зображення.



На зображенні вище пояснюється, як це працює: чим тонший матеріал, тим більше світла може пройти. Матеріалом може бути лист (наприклад) білого пластику товщиною 3 мм (PE, PVC, Corian, ...). У DeskProto дуже легко перетворити будь-яку фотографію на рельєф, який необхідний для цього візуального ефекту. Ви побачите, що результати справді приголомшливі, і це дозволить вам створювати унікальні подарунки на замовлення. На веб-сайті DeskProto ви можете переглянути навчальні відео з обробки літофанів, щоб побачити гарні результати.

Створення проекту растрового зображення

В уроці 3 ви вже бачили, як можна створити растровий проект. Проте використане там зображення було дуже простим, що призвело до рельєфу лише з двома Z-рівнями (чорним і білим). Тепер ми використаємо цифрову фотографію, в результаті чого рельєф буде набагато детальнішим.



У меню файлів виберіть «Новий проект»>> «Новий растровий проект». Потім натисніть кнопку «Завантажити растровий файл» (або виберіть її в меню «Файл»), щоб завантажити фотографію, яку ви хочете використати. Ми завантажили зображення *Meisje_met_de_parel.jpg* (назва картини голландською мовою), і перед завантаженням у DeskProto ми зменшили роздільну здатність із оригінальних 4095x4794 пікселів до 1024x1199 пікселів, пізніше ми пояснимо, чому. Ви, звичайно, можете використовувати будь-яке фото, яке вам подобається!



Приблизний попередній перегляд фотографії буде показано на графічному екрані. Обертаючи подання, ви можете переконатися, що це чисте двовимірне зображення: одна плоска площина на постійному Z-рівні. Змінюється лише колір (сірий колір) пікселів у растровому зображенні. Для растрових файлів DeskProto підтримує файли BMP, GIF, JPG, PNG і TIF. Кольорові зображення автоматично перетворюються на значення сірого (чорно-білі зображення), оскільки для перетворення на Z-рівні потрібні значення сірого.

Параметри операції Bitmap

Далі вам потрібно встановити параметри DeskProto, як завжди, на двох рівнях: у параметрах Part ви визначаєте деталь, тобто те, що ви хочете обробити, а в параметрах Operation ви визначаєте, як ви хочете її обробити. Спочатку потрібно встановити параметри операції, оскільки для растрового зображення вони можуть впливати на розмір частини (пояснено нижче). Не хвилюйтеся, якщо ви отримаєте попередження, що частина зavelika, ми виправимо це пізніше.

Отже, будь ласка, тепер відкрийте параметри Bitmap Operation. Найважливіші параметри знаходяться на першій вкладці: Загальні. Для літофану вам потрібна невелика **фреза** або принаймні з невеликим наконечником, щоб можна було обробити дрібні деталі на зображенні. Для цього застосування ми використовували спеціальну фрезу: конічну (V-подібну) фрезу з невеликим кульковим наконечником. Маленький наконечник потрібен для деталей, наконечник у формі кулі для гарної якості поверхні, а конічна форма дозволяє негайно виконувати обробку на всю глибину (тобто без чорнових шарів). Ми знайшли ідеальну фрезу для цього застосування від Bits & Bits Co. (США): їхня модель TEB15-020 — це конічна кулькова фреза з радіусом наконечника 0,51 мм (0,02 дюйма).

Якщо ви не можете знайти таку конічну фрезу, ви також можете використовувати невелику кулькову фрезу, наприклад, кулькову фрезу діаметром 2 мм. Залежно від довжини різання цієї фрези може знадобитися спочатку виконати чорнову операцію.

Ми вибрали нашу конічну кулькову фрезу та встановили **відстань** між траєкторіями інструменту та **розмір кроку** уздовж траєкторії інструменту на 0,10 мм (D/33, приблизно 0,004 дюйма). Для нашого верстата ми залишили значення швидкості подачі за замовчуванням і встановили швидкість шпинделя трохи вище через дуже маленький кінчик фрези.

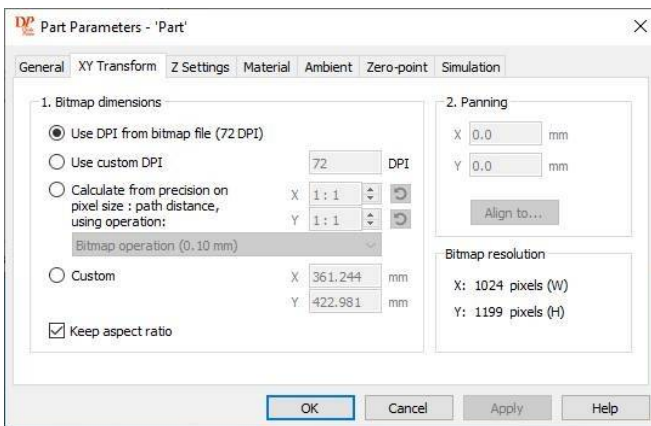
Потрібні ще два додаткові параметри в операції растрового зображення:

- на вкладці **«Область»** ми вибрали «Використовувати область растрового зображення», оскільки блок матеріалу, який ми хочемо визначити (див. нижче), більший за растрове зображення, і потрібно обробити лише область растрового зображення.

- на вкладці **«Рух»** ми встановлюємо **швидкість подачі** для високих навантажень стружки на 25%, щоб захистити фрезу під час першої траєкторії (обробка на всю ширину фрези).

Параметри деталі (параметри растрового зображення)

Далі відкрийте параметри деталі та перейдіть на вкладку «XY Transform». Показані параметри відрізняються від параметрів у геометричному проекті: це параметри Bitmap. Як ви можете бачити на зображенні нижче, наше растрове зображення має розмір 1024 x 1199 пікселів, що при 72 DPI (точок на дюйм) призводить до 14,22 x 16,66 дюймів, або 361 x 423 мм). Занадто великий для нашого маленького станка, тому DeskProto вже показав помилку Part Size, а в дереві видно дві піктограми помилок.



Для розміру (**Bitmap dimensions**) можна вибрати один із чотирьох варіантів. Параметри DPI з растрового файлу, Custom DPI та Custom будуть зрозумілі, як і прапорець «Зберігати співвідношення сторін». Якщо ні, скористайтеся кнопкою «Довідка», щоб отримати додаткові відомості. Два поля редагування після Custom відображатимуть отримані розміри для будь-яких параметрів розмірів.

Варіант «**Обчислити з точності**» потребує пояснення: він забезпечує найкращі результати, однак його нелегко зрозуміти.

У DeskProto шляхи інструментів обчислюються за допомогою Z-сітки: прямокутної сітки позицій XY, зі значенням Z для кожної комірки сітки. Точність (відстань між контурами та розмір кроку вздовж контуру, який ми щойно встановили на 0,10 мм) встановлює розмір кожної комірки сітки. Ця Z-сітка нагадує растрову сітку пікселів: растрова сітка також є прямокутною матрицею позицій XY, тепер із значенням кольору для кожної позиції.

Параметр «Обчислити з точності» в масштабі 1:1 робить обидві сітки рівними: растрове зображення буде масштабовано, щоб один піксель точно збігався з однією клітинкою в Z-сітці. Можна вибрати інше співвідношення, щоб вирівняти обидві сітки з різним інтервалом.



Вирівнювання сіток важливе для запобігання «**муаровим візерункам**»: коли сітки не вирівняні, тоді (наприклад) після серії з 10 комірок Z-сітки з 4 пікселями на комірку слідуватиме одна комірка з 5 пікселями, повторюючись кожні 10 комірок. Це спричинить видимі «брижі» на отриманому рельєфі. Вибір параметра Обчислити з точністю (з відповідним співвідношенням для досягнення бажаного розміру) запобіжить цьому.

Використовуючи цю опцію Обчислити за точністю, ви повинні розуміти, що коли ви пізніше зміните точність, розмір отриманого рельєфу також автоматично зміниться! Ось чому в цьому уроці параметри Operation потрібно було встановити перед параметрами Part (Деталь).

Для нашого портретного літофана ми використали «Обчислити з точністю» та зберегли співвідношення 1:1 (один піксель в одній комірці Z-сітки, тому кожен піксель має розмір 0,10 мм), завдяки чому розміри рельєфу становлять 98,52 x 115,36 мм (3,88" x 4,54").

Уважні читачі помітять, що це не те, чого вони очікували: 1024 пікселя при точному розмірі комірки 0,10 дадуть 102,4 мм, а не 98,52. Ця різниця спричинена округленням значення точності, яке відображається. Фактичне значення для цієї фрези 1/8" становить $D / 33 = 3,175 / 33 = 0,09621$ мм для однієї комірки в Z-сітці. Отже, 0,09621 мм на піксель, помножити на 1024 дорівнює 98,52 мм.

Панорамування дає вам можливість розмістити растрове зображення в 3D-просторі. Це знадобиться лише тоді, коли ви поєднуєте растрове зображення з 3D-геометрією, поки що ви можете просто залишити його на 0, 0.

На третій вкладці налаштувань Bitmap, що називається «**Параметри Z**», ви можете встановити Z-значення, які будуть використовуватися для рельєфу. Значення полів Z-value для білих і Z-value для чорних стане зрозумілим після пояснення в першому параграфі цього уроку. Звісно, які Z-значення потрібно використовувати, залежить від матеріалу, який ви хочете використати: знадобляться деякі експерименти, щоб з'ясувати, яка товщина матеріалу призведе до «чорного» та «білого» підсвічування зі зворотного боку.

Для нашого літофану ми використовували лист матеріалу «Corian»® товщиною 3 мм (0,12 дюйма). Ми виявили, що товщина матеріалу для отриманого рельєфу повинна бути 0,5 мм для білого і 2,75 мм для чорного. Отже, як **глибину рельєфу** ми ввели -2,5 мм (- 0,1") для білого та -0,25 мм (-0,01") для чорного.

Нарешті потрібно встановити **розмір блоку Material**. На вкладці «Матеріал» ви побачите, що вибрано параметр за замовчуванням «Використовувати всі дані CAD». Змініть це на Custom і введіть розмір вашого матеріалу. Ми використовували блок 120 x 140 мм, товщиною як сказано 3 мм. Цей більший розмір було введено шляхом додавання стільки ж додаткових з обох сторін (мін. і макс.) для X і для Y: X від -10 до +110, Y від -15 до +125. Для Z ми просто змінили мінімальне значення з -2,5 на -3,0 мм.

Перетворення 2D растрових даних у 3D рельєф

Насправді перетворення дуже просте: кожен піксель має значення сірого, яке може бути чорним, білим або деяким проміжним відтінком сірого. Це сіре значення буде перетворено на Z-значення. Ви щойно визначили Z-рівні для чорного та білого, усі проміжні Z-рівні будуть розраховані автоматично. Це називається **Перетворення значень сірого у висоту Z**. На цьому етапі ми можемо пояснити, чому ми зменшили роздільну здатність оригінального зображення для цього літофанового проекту. Як було сказано, тепер ми використали ширину 1024 пікселів і зробили розмір пікселя рівним Precision (розмір однієї комірки Z-сітки). Перший тест, який ми обробили, було виконано з використанням вихідного зображення (4095 пікселів завширшки), встановивши розмір у «Обчислити з точності» на 1:4, що призвело до тих самих розмірів деталі.



Оригінальне зображення, з тріщинами фарби



Перший літофан 1:4, товсті чорні лінії



Другий літофан 1:1, набагато краще.

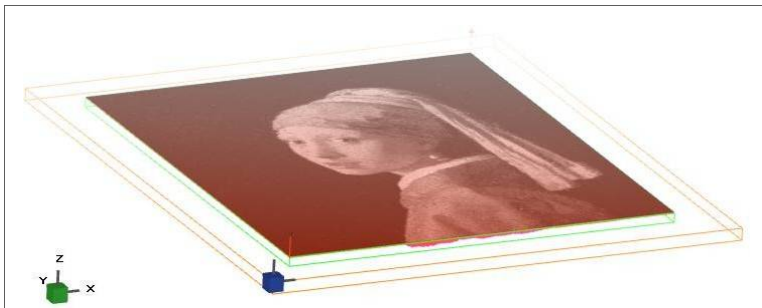
Картина Вермера досить стара (зроблена в 17 столітті), тому фарба потріскана («кракелюр»), що призводить до візерунка з дуже тонких чорних ліній на картині. У цьому першому тесті для кожної комірки Z-сітки було використано 16 пікселів (4x4). Оскільки кожна комірка Z-сітки заповнена найвищим значенням Z, який знаходиться всередині, лише один із цих 16 пікселів був темним (дуже тонка тріщина), що призвело до того, що вся комірка Z-сітки мала високий Z і, таким чином, була темною в літофані. Дивіться зображення вище: лінії тріщин, які були дуже тонкими на оригінальному зображенні, стали набагато товщі в літофані, що робить результат неприйнятним. Наступна версія використовувала «Обчислити з точності 1:1» і була набагато кращою.

Фотографія, яку ви використовуєте, не буде живописом, тому на ній не відобразиться кракелюр, однак для будь-якої фотографії розмір у масштабі 1:1 дасть найкращий результат у дрібних деталях. Коли ви зменшуєте роздільну здатність зображення в графічній програмі, новий піксель отримає деяке інтелектуальне середнє об'єднаних пікселів як нове значення кольору: краще, ніж найвищий Z-рівень, який застосовує DeskProto. Щось, над чим нам потрібно попрацювати для наступної версії DeskProto...



Однією з перших ідей, яка може прийти в голову, є використання гарної фотографії вашого друга та перетворення її на 3D-рельєф, який нагадує 3D-оригінал. Змушені вас розчарувати, пояснивши, що результат не буде чудовим. Уявіть собі, наприклад, фронтальне зображення обличчя, з одного боку якого світить сонце. Одна сторона носа буде світлою, інша – темною (тінь). Отриманий рельєф не буде нагадувати оригінальний ніс. Або уявіть різницю між білою людиною з чорним волоссям і чорною людиною з білим волоссям. Отриманий рельєф може підійти для вашої програми, однак не очікуйте, що він буде копією справжнього обличчя. Хоча літофановий рельєф підійде.

До фрезерного верстата



Тепер ви можете обчислити траєкторію інструменту, написати файл NC і надіслати його на фрезерний верстат для фрезерування літофану. Нульова точка WorkPiece знаходиться в лівому передньому куті блоку матеріалу, у верхній частині блоку, як зазвичай у DeskProto.

На зображенні вище показано, як це виглядає на екрані DeskProto (для нашої картини Вермеєра). Блок матеріалу помаранчевого кольору з нульовою точкою заготовки синього кольору. Зелені лінії вказують на площу, яку потрібно обробити, що точно відповідає розміру растрового зображення. Майже всі траєкторії інструментів приховані під растровим зображенням, лише спереду (внизу портрета) видно кілька червоних ліній траєкторії інструментів.



Отриманий літофан білого коріану товщиною 3 мм. Гарно!



Рельєф і результат



Сам рельєф, виточений під літофан, виглядає дуже дивно. Вищевказаний літофан був оброблений з використанням тих самих налаштувань, що й у попередніх параграфах. Рельєф показує глибокі каньйони (канави) зліва, які стають білими смугами на двох пуловерах, і високі гори на обличчях для темних очей і темних ділянок у роті. Нижче показано той самий лист пластику, тепер підсвічений ззаду. На фотографії виходить більш різкий літофан, ніж на малюнку в попередньому параграфі.



Фотографія, яка була використана для цього літофану, є оригінальною: портрет брата-близнюка та сестри (джерело: Nationale Beeldbank / Gertjan Nooijer, 2009).

Посадження растрового зображення з 3D-геометрією

Ця тема буде розглянута лише коротко, оскільки більшість необхідних дій уже пояснено в цьому підручнику. Метою цього останнього прикладу растрового зображення є створення флакону для духів (також використовується в уроках 4 і 7) з рельєфною оболонкою збоку флакона. Будь ласка, зробіть наступне:

Розпочніть новий геометричний проект

Завантажте зразок геометрії Bottle.stl (або

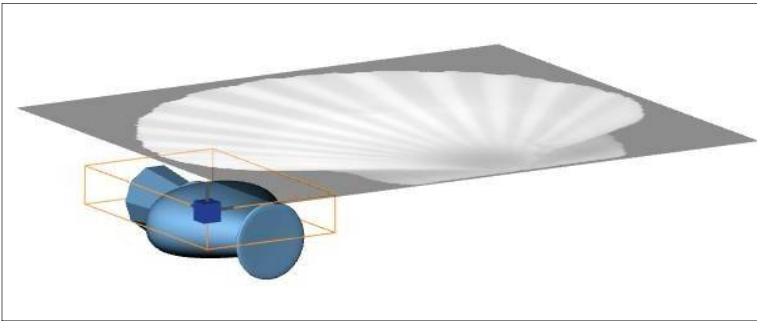
Bottle_inch.stl) (зразки можна легко знайти на

початковому екрані) Завантажте зразок растрового файлу Shell1.jpg

Параметри деталей, налаштування геометрії:

Поверніть пляшку на -90 градусів навколо X

Встановіть для блоку Material значення Use upper half of geometry.



Зображення вище має бути схожим на те, що ви зараз бачите на екрані. Наступним кроком є правильний масштаб і розташування зображення оболонки. Це буде найпростіше, коли ви виберете вид зверху (натисніть перший із ряду значків куба на панелі інструментів). Тепер знову відкрийте параметри деталі та виберіть **параметри Bitmap**. Відкрийте сторінку вкладки **XU Transform**, щоб масштабувати та розмістити растрове зображення. Щоб установити **розміри растрового зображення**, параметр «Обчислити за точністю», який ми використовували для літофану, не ввімкнено: операція з растровим зображенням не існує, тому точність ще не доступна. Таким чином, ви можете використовувати спеціальну роздільну здатність або спеціальний розмір. Ми застосували нестандартний розмір 34 мм для X, у результаті чого для Y вийшло 30,75 мм (у дюймах 1,3” або 1,1759”). Натисніть Застосувати, щоб побачити результат.

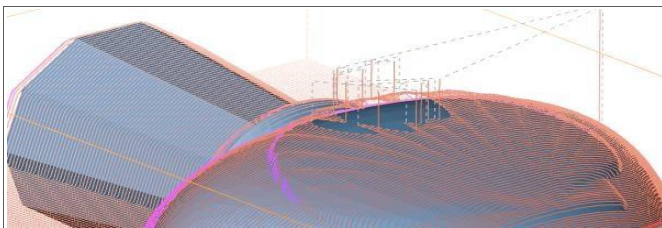
Для позиції растрового зображення необхідно встановити значення **панорамування**. Ми почали з кнопки «Вирівняти за...»: двічі виберіть Центр і вирівняйте за даними геометрії. Натисніть ОК, а потім знову натисніть Apply, щоб побачити результат. Для X положення є правильним, для Y – ні: значення панорамування для Y 31,70 (1,2654”) занадто велике. Змініть його на свій розсуд, натиснувши «Застосувати», щоб побачити результат. Щоб продовжити, ми використали 22,0 мм (0,95 дюйма).



Перейдіть до вкладки **Z-параметри**, щоб визначити висоту рельєфу. Ми хочемо створити позитивний рельєф: доданий поверх лицьової поверхні пляшки. Отже, як значення **Z** для чорного ми встановлюємо 0,0 (нічого не потрібно додавати для чисто чорного фону зображення), а як значення **Z** для білого ми встановлюємо 1,5 мм (0,06 дюйма). Нарешті, на цій вкладці потрібно позначити опцію «Проектувати растровий рельєф на 3D-геометрії деталей». Коли ви зараз закриєте Параметри частини, з'явиться повідомлення, яке попереджатиме вас про те, що для растрового рельєфу використовуються позитивні значення **Z**. Ми повернемося до цього пізніше.

Коли ви зараз розрахуєте траєкторію інструменту, ви побачите, що оброблена лише пляшка: рельєфу оболонки немає. Причина в тому, що в цьому проєкті присутня лише операція **Geometry**, де нам потрібна операція **Bitmap**. Тому **додайте операцію Bitmap** і знову обчисліть траєкторії. Тепер рельєф черепашки дійсно буде видно. Тож насправді було б простіше почати цей урок із створення «нового растрового проєкту» замість нового геометричного проєкту. Проте для цього підручника важливо дізнатися про різницю. Операцію **Geometry** не можна використовувати, оскільки вона видалить увесь матеріал, необхідний для рельєфу оболонки (для негативного рельєфу це не буде проблемою).

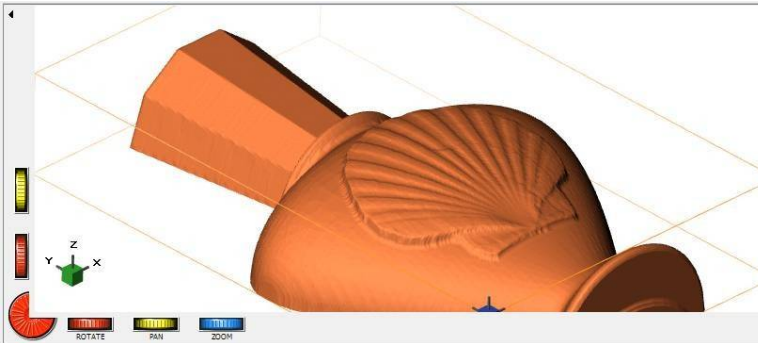
Тепер ви бачите шляхи інструментів для обох операцій. У більшості випадків параметри за замовчуванням для операції **Geometry** та для операції **Bitmap** однакові, і тому більшість траєкторій інструментів перекриватимуться. Однією відмінністю є рельєф оболонки, а другою відмінністю є те, що операція растрового зображення оброблятиме меншу площу: плечі, верх і дно пляшки не обробляються. Виправте це, змінивши параметри **Borders** у параметрах роботи **Bitmap**: замість «No extra» (що нормально під час обробки лише растрового зображення) тепер вам потрібно вибрати «Extra for cutter», щоб обробити всю пляшку. Тепер єдина відмінність - це рельєф раковини. Тепер ви можете видалити операцію **Geometry** (клацніть правою кнопкою миші на її рядку в дереві та виберіть Видалити).



Потрібно виправити ще одну важливу проблему: відсутня верхня частина рельєфу, див. знімок екрана вище. Саме про це стосувалося попередження, яке щойно надав вам DeskProto. Як блок матеріалу ми встановили «Верхню половину геометрії», однак поверх геометрії ми додали рельєф (позитивні **Z**-значення). Як в результаті деталь тепер

знаходиться вище за блок матеріалу, і всі траєкторії інструментів за межами матеріалу будуть пропущені. Щоб вирішити цю проблему, відкрийте параметри деталі, вкладку «Матеріал» і змініть вибраний розмір із «Використовувати верхню половину геометрії» на «Власний». Тепер зробіть значення для максимального Z на 1 або 1,5 мм вищим (1 мм або 0,04 дюйма достатньо, оскільки рельєф не проєктується на найвищу частину геометрії).

Деталь, яку потрібно обробити, уже визначено, і ви можете продовжити та вибрати необхідні параметри операції: фрезу, точність, стратегію тощо. Ви також можете вирішити використовувати одну операцію або використовувати чорнову та чистову обробку. Пам'ятайте, що в усіх випадках потрібно використовувати операції Bitmap.

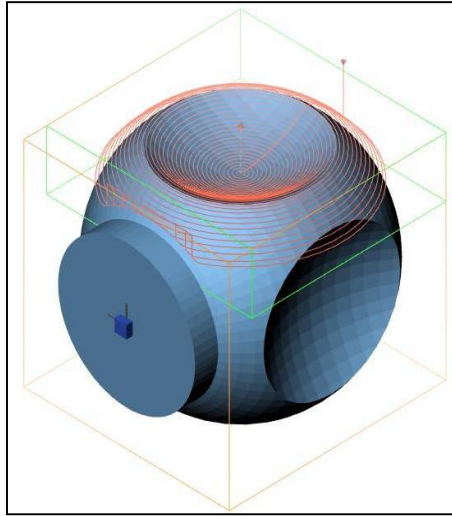


На цьому останньому зображенні показано імітацію обробленої пляшки. Призначений для створення парфумів, які оточать вас ароматом свіжого морського бризу...



9: Кубики (п'ятиосьова обробка)

Урок 9



Багатоосьова версія DeskProto може генерувати траєкторії для п'ятиосьової обробки. Однак це досить складна справа, і вона вимагає набагато більше роботи, ніж використання четвертої осі (яка була розглянута в Уроці 5).

Для п'ятиосьових робіт DeskProto пропонує індексовану обробку: обробіть з одного боку за допомогою трьохосьової обробки (X, Y і Z), потім поверніть A і B до наступної орієнтації, знову виконайте триосьову операцію тощо. Кількість орієнтацій і їх обертання можна вибирати вільно.

Геометрія, яка використовується для цього уроку, є свого роду «зубчастою сферою», як показано вище, ви можете знайти файл *DentedSphere.stl* у папці DeskProto Samples.

Буде зрозуміло, що цей урок не можуть застосовувати користувачі безкоштовної версії, версії Entry та версії Expert.

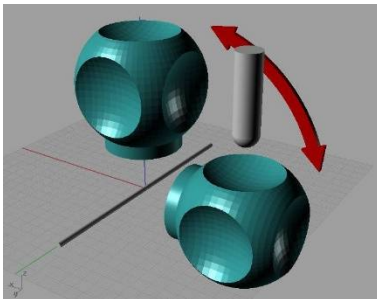
П'ятиосьові фрезерні верстати з ЧПУ

Що ускладнює п'ятиосьову обробку, так це те, що можливе дуже багато різних конфігурацій цих 5 осей. Машини також доступні для багатьох із цих конфігурацій.

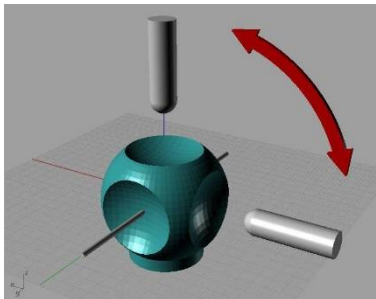
Теорія проста: п'ятиосьовий верстат має три лінійні осі, які називаються X, Y і Z, а також дві з трьох осей обертання, якими є A (обертання навколо X), B (обертання навколо Y) і C (обертання раунд Z). Тому можливі лише три комбінації: XYZAB, XYZAC і XYZBC.

Однак обертання можна застосувати двома способами: ріжучий інструмент може обертатися або деталь може обертатися. Для лінійного руху не має значення, рухається деталь чи фреза, для обертання це має велике значення.

Крім того, має значення послідовність: вісь X, побудована поверх осі Y, дасть ті самі результати, що й Y поверх X, однак результати для осі A, побудованої поверх осі B, будуть зовсім іншими. з моменту, коли B будеться на A.



Поворот деталі на 90 градусів.



90 градусів обертання різця.

Опція DeskProto Five-Axis призначена для **верстатів, де блок матеріалу обертається, а орієнтація фрези залишається вертикальною**. Підтримуються лише осі обертання A (обертання навколо X) і B (обертання навколо Y). Такі верстати називаються 5-осьовими верстатами типу цапфа.

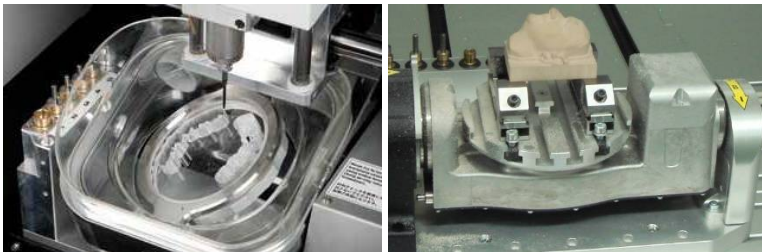
Також необхідно, щоб осі обертання A і B перетиналися, щоб мати спільну точку: центр обертання обох осей.

Команди обертання використовуються, щоб повернути іншу сторону геометрії догори, і для цієї сторони використовується проста обробка XYZ. Для кожної сторони в DeskProto створюється нова деталь з обертанням, встановленим у параметрах деталі (обертання навколо X і Y). Команди обертання A і B, записані у файлі NC, повинні досягти однакового обертання на верстаті.



Відстань між віссю обертання та геометрією

Наступна деталь, яку слід розглянути, це розташування двох фактичних осей обертання (тобто центру обертання). Це важливо, оскільки визначає положення геометрії після повороту.



5-осьовий верстат 1 (Roland DWX-50, 5-осьовий верстат 2 (Isel Eurotod 45 для стоматології). з DSH-S вісю обертання).

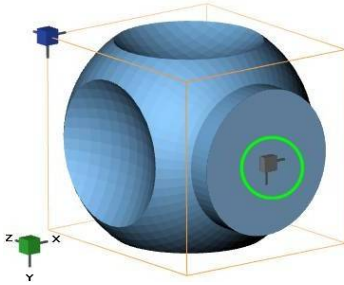
Ви можете уявити різну поведінку двох показаних вище верстатів. Верстат зліва має центр обертання в центральній точці блоку матеріалу (круглого диска матеріалу, для обробки зубних коронок). Таким чином, поворот не змінить розташування центральної точки цього блоку. Верстат праворуч має центр обертання (далеко) нижче блоку матеріалу. Він знаходиться навіть нижче робочого столу осі обертання (тому фреза туди може ніколи не зайти). Поворот горизонтальної осі на 90 градусів змінить положення блоку в робочій зоні верстата.

Звичайно, дуже важливо, щоб у DeskProto той самий **центр обертання** використовувався для обертання деталей.

Цю центральну точку обертання не можна встановити в DeskProto: DeskProto завжди обертатиметься навколо трьох головних осей (XYZ), як зазначено у файлі STL (так як встановлено в системі САПР). Параметр переносу не можна використовувати як обхідний шлях, оскільки в DeskProto перенос застосовується **після** обертання.

Хитрість полягає у використанні STL-файлу з правильною нульовою точкою. Ви можете показати цю нульову точку CAD на екрані DeskProto, позначивши «Нульова точка CAD» у видимому діалоговому вікні Items.

На верстаті, показаному на зображенні вище праворуч, відстань між точкою обертання та площиною затиску машинних лещат (у показаній орієнтації це вертикальна відстань) становить 76 мм.



У файлі *DentedSphere.stl* нульова точка знаходиться в центрі круглої нижньої поверхні: на зображенні зліва це сірий куб орієнтатора «CAD zero-point». Коли ця поверхня розташована на площині затиску, для отримання STL-файлу з правильною нульовою точкою для цього проекту потрібен перехід на 76 мм уздовж Z. Це лише приклад: якщо такий переклад потрібен, він, звичайно, має бути іншим значенням для будь-якого іншого верстата.

Найпростіше визначити цю нульову точку (щоб застосувати цей додатковий перенос) у вашій програмі САПР, а потім зберегти новий файл STL. Якщо це неможливо, ви також можете зробити це за допомогою DeskProto: завантажте файл STL, відкрийте параметри DeskProto Part, вкладку Zero-point і виберіть None для X, Y і Custom для Z з потрібним переносом. Далі збережіть перенесену геометрію в новий файл STL за допомогою «Файл»> «Зберегти дані геометрії як», позначивши опцію для включення переносу.

Для фактичного 5-осового проекту обов'язково потрібно встановити **Переміщення в Немає** для всіх трьох осей (параметри верстата). Інакше DeskProto зробить недійсними позиції переносу, які щойно були ретельно організовані.

Тепер, як результат, обертання, виконане в DeskProto і виконане на верстаті, матиме абсолютно однаковий ефект, а траєкторії інструментів виконуватимуться в правильному місці.

Конфігурація двох осей обертання

Нарешті, вам потрібно перевірити конфігурацію осей на вашому верстаті, а також орієнтацію, яка присутня для кута повороту 0,0 градусів.

Звичайно, результат має відповідати тому, що ви бачите в DeskProto. DeskProto відповідає стандарту ISO, згідно з яким вісь A паралельна (обертається навколо) X, а вісь B обертається навколо Y. На деяких верстатах це навпаки.

Обертання в параметрах DeskProto Part виконується в порядку XYZ: спочатку застосовується обертання навколо X, потім обертання навколо Y.

Якщо ваш верстат має вісь B, побудовану поверх осі A, тоді обертання параметра деталі навколо X можна використовувати для обертання осі A, а обертання деталі навколо Y можна використовувати для обертання B. B-обертання також буде застосовано «поверх» A-обертання.



Для верстата Roland, показаного на попередній сторінці (зображення зліва), значення обертання в DeskProto та на верстаті однакові: обертання нуль градусів для X та Y відповідає нулю градусів для A та B.

Для інших верстатів вам може знадобитися поекспериментувати, щоб знайти правильні значення обертання A і B, які відповідають обертам навколо X і Y, як встановлено в параметрах деталей. Це, наприклад, вірно для машини Isel, показаної на попередній сторінці, де обертання на 0,0 градусів для головної осі обертання надає другій осі вертикальну орієнтацію. Отже, цьому верстату потрібна команда 90 градусів на головній осі, щоб відповідати положенню 0,0 градуса в параметрах деталі DeskProto.

Для цього верстата також інші назви осей: тут вісь B паралельна X (звичай це називається віссю A). Звичайно, це залежить від того, як блок осі обертання встановлено на робочому столі верстата.

Напрямок обертання двох осей

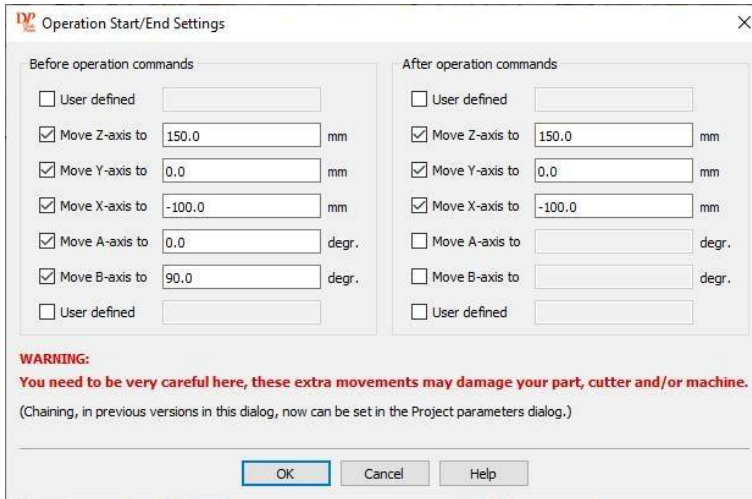
Як і при 4-осьовій обробці, вам потрібно буде перевірити **напрямок обертання** ваших осей обертання: вони обертатимуться за годинниковою стрілкою чи проти годинникової стрілки для позитивних значень A та B. Ми виявили, що чіткого стандартного напрямку не існує: кожен виробник робить власний вибір. Якщо ваш комп'ютер і DeskProto обертаються в протилежних напрямках, ви можете виправити це в постпроцесорі DeskProto: Параметри >Бібліотека постпроцесорів>ОК у попередженні> виберіть свою публікацію та натисніть Редагувати > Переміщення вкладки > додайте знак мінус до значення у вікні редагування «Коефіцієнт». ” у колонці A та/або колонці B.

Визначення команди обертання A і B

Як було сказано раніше, у DeskProto повороти геометрії встановлюються в параметрах частини: вкладка трансформації, повороти навколо X і навколо Y.

Крім того, необхідно визначити команди обертання для програмного файлу NC, щоб змусити 5-осьовий верстат виконувати ті самі оберти. Це можна зробити в **налаштуваннях «Початок/кінець»** для кожної операції: «Параметри операції», вкладка «Додатково», кнопка «Налаштування для початку/завершення».

Дивіться ілюстрацію нижче.



Тут можна визначити серію команд для додавання до файлу NC на початку цієї операції (команди до), а також серію для додавання в кінці (команди після). На малюнку вище на початку операції вісь А переміщується на 0,0 градусів, а вісь В — на 90,00 градусів. Наприкінці операції обертання не встановлюється: це буде зроблено в наступній операції.

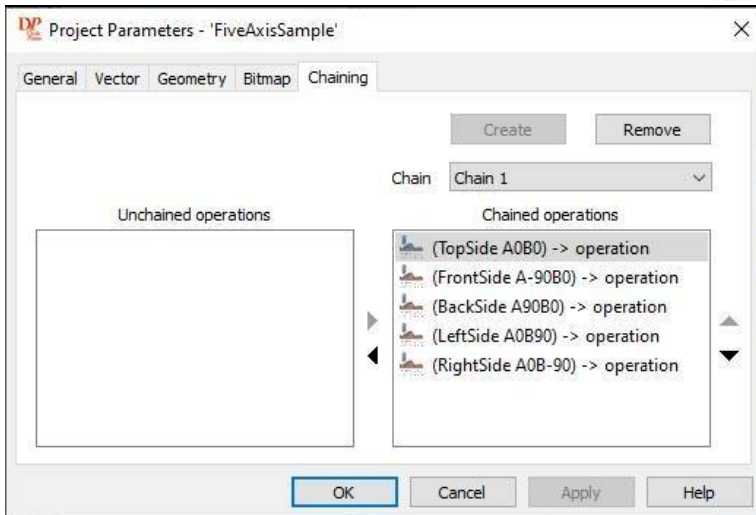
Дуже важливо полягає в тому, що значення вводяться для X, Y і Z, щоб відправити різець у **безпечне положення втягування** перед початком обертання. Для багатьох верстатів це абсолютно необхідно, щоб запобігти зіткненню між кріпленням осі обертання та фрезою. Таке зіткнення призведе до пошкодження вашої деталі, а також, можливо, фрези та/або верстата. Так що бережіть себе!

Команди в цьому діалоговому вікні виконуються в такому порядку, як показано у діалоговому вікні: спочатку вісь Z переміститься (вгору), потім перемістяться Y і X, і, нарешті, буде виконано обертання.

Команди переміщення для A і B можна вводити лише у випадку, якщо у визначенні верстата, що використовується для цієї деталі, дійсно визначено ці дві осі (вкладка «Додаткові параметри»). Якщо ні, ці поля будуть виділені сірим кольором.

Ланцюжок операцій

Нарешті, усі операції (з кількох частин) можна об'єднати в один **ланцюжок**, дозволяючи експортувати один комбінований програмний файл NC. Зв'язування можна виконати на вкладці «Зв'язування» параметрів проекту, дивіться малюнок нижче.



На ілюстрації показано це діалогове вікно зразка проекту FiveAxisSample.dpj

Ви бачите, що використовується один ланцюжок, який містить усі (п'ять) операцій. Їх було додано до ланцюжка за допомогою кнопок зі стрілками в центрі діалогового вікна (ці кнопки активуються після створення ланцюжка). Щоб дізнатися більше про використання цього діалогового вікна, скористайтеся кнопкою «Довідка».

У цьому прикладі проекту ви також можете перевірити всі інші налаштування:

- п'ять частин, по одній для кожної сторони, з відповідними значеннями обертання.
- команди Start/End, які використовувалися для кожної операції.
- блок матеріалу та область, яка підлягає обробці для всіх деталей і всіх операцій
- для циклічної стратегії користувачський центр потрібно встановити для кожної операції. Будьте обережні, використовуючи дані NC, згенеровані цим проектом на вашому комп'ютері: як зазначено, для вашого комп'ютера налаштування можуть бути зовсім іншими.

У будь-якому випадку: результатом вашого власного проекту має бути один або кілька файлів ЧПК, які можна надіслати на ваш 5-осьовий верстат. Файл(и) змусять верстат виконати всю роботу: орієнтувати деталь, обробити одну сторону, повернути до наступної орієнтації, верстат тощо. Ви, звичайно, також можете використовувати операції чорнкової та чистової обробки.

Якщо використовується більше однієї фрези, то для верстата з автоматичною зміною інструменту (АТС) результатом буде один файл NC, для інших верстатів буде записано кілька файлів (новий файл після кожної зміни інструменту).

П'ятиосьовий зразок проекту DeskProto

Теорія, наведена в попередніх абзацах, тепер буде проілюстрована деякими картинками з реального світу. Ці фотографії були зроблені користувачем DeskProto Робертом Зейнекером з Німеччини на його станку Isel Euromod 45 з віссю обертання Isel DSH-S: дякую!

Роберт адаптував зразок проекту FiveAxisSample.dpr для свого верстата, а потім обробив цю «вм'яту сферу» з пінополістиролу. Насправді він створив власну версію цієї геометрії, «додавши» кілька (1, 2, 3, 4 або 5) отворів на кожній стороні, зробивши цей великий кубик.

Нижче ми проілюструємо кроки цього процесу.

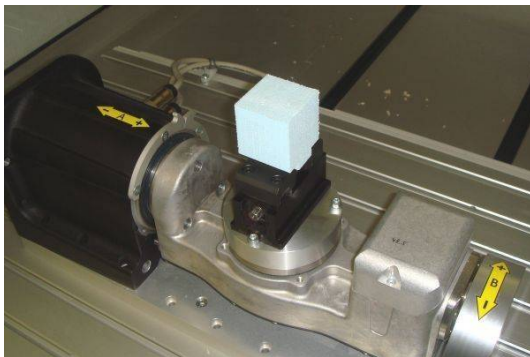


Першим кроком було дуже точно встановити нульову точку WorkPiece (Заготовки): кінчик фрези точно в місці перетину осі А та осі В. Цей урок не показує, як це робиться. Ви можете виконати вимірювання за допомогою манометра, як показано на фото, або обробити циліндр зразка з приблизно встановленою нульовою точкою, виміряти результат і за потреби виправити нульову точку.

На поворотному столі використовувалися лещата, висота яких також була точно виміряна: це відстань між нульовою точкою та базовою площиною геометрії. Це становило 79,75 мм, тому геометрію було перетворено так, щоб її базова площина була на $Z=79,75$, а потім збережена. Зауважте, що невелика відстань (між нульовою точкою та базовою площиною) є найкращою: чим більша відстань, тим більше будь-які відхилення в нульовій точці будуть помітні в результаті.

Конфігурація двох осей обертання на цьому верстаті не є стандартною. Довга вісь – це вісь В, яка на цьому верстаті паралельна Х. Кругла платформа, яка може обертатися, є віссю А: у показаній орієнтації ($B=0$) вона паралельна Z (так і має бути насправді називатися віссю С).

Поворот В на 90 градусів зробить цю вісь паралельною Y. Тоді станок справді має вісь А та вісь В, тільки ці дві були переключені (порівняно з DeskProto та стандартними угодами).



На фотографії вище показано першу деталь («Верх»), єдину деталь з віссю В під кутом 0 градусів. Синій куб — це пінопластовий блок, затиснутий у чорні машинні лещата.

Потрібні були деякі експерименти, щоб з'ясувати, які обертання в DeskProto відповідають обертанням на верстаті. Для цього верстату необхідно було змінити напрямок обертання для А і В, як ви можете бачити в таблиці нижче. Оскільки дві осі на верстаті перемикаються, обертання деталі X у DeskProto пов'язані з обертанням В для верстата. У результаті було використано наступні п'ять комбінацій значень обертання:

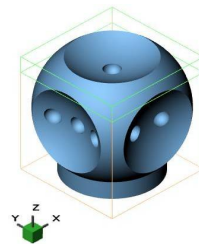
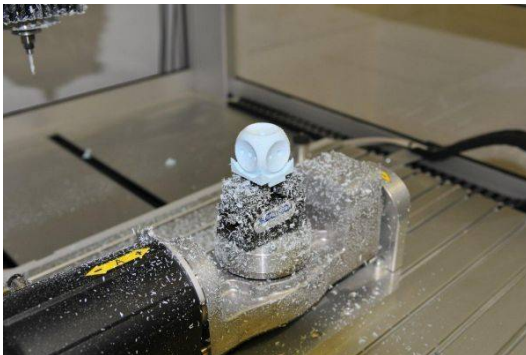
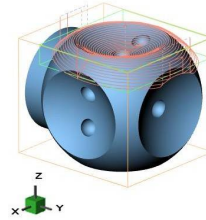
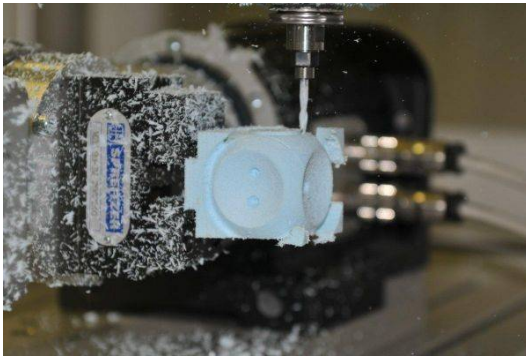
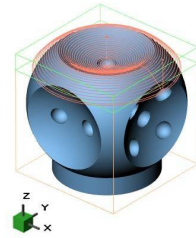
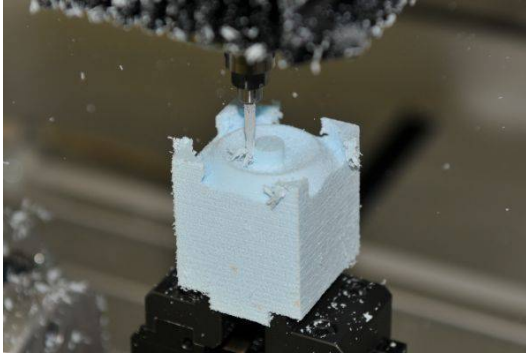
	у DeskProto	на верстаті:
Деталь Верх	X 0,0, Y 0,0	A 0,0, B 0,0
Деталь Спереду	X -90,0, Y 0,0	A 0,0, B 90,0
Деталь Зліва	X -90,0, Y 90,0	A -90,0, B 90,0
Деталь Назад	X -90,0, Y 180,0	A -180,0, B 90,0
Деталь Справа	X -90,0, Y 270,0	A -270,0, B 90,0

Значення обертання для DeskProto було встановлено як обертання в параметрах деталі для п'яти деталей, значення для верстата як команди «**Перемістити до**» запуску в параметрах операції. Тут також використовувалися команди переміщення для Z і Y для **переміщення фрези** до безпечної точки відведення перед обертанням.

Як було сказано, для параметра **Translation** встановлено значення None для всіх осей у всіх деталях.

І, нарешті, **Chaining** використовувався для з'єднання всіх операцій в один об'єднаний програмний файл NC.

Важливо повторити: наведені значення обертання стосуються верстата, який використовується в цьому проєкті: для вашого верстата будуть потрібні інші значення!



На малюнках вище показано: фрезерування першої сторони (верхня), третьої сторони (ліворуч) і результат, коли всі п'ять сторін завершені. Подивіться на три зелені куби-орієнтатори для трьох напрямків осей на цих малюнках.



Примітка 1: Змінити напрямок обертання можна також у постпроцесорі (переміщення вкладки, зробіть поле «Коефіцієнт» від'ємним для цієї осі).

Примітка 2: Створення п'ятиосьового проекту є досить складним і також схильним до помилок (легко забути одне з налаштувань або зробити помилку при наборі). Може бути зручно створити шаблонний проект (проект без геометрії) для п'ятиосьової обробки на вашому верстаті. Цей проект має містити всі параметри обертання, початкові команди, кінцеві команди та ланцюжок, але без геометрії та параметрів для блоку матеріалу та областей, які підлягають обробці. Потім для п'ятиосьової обробки ви можете відкрити шаблон проекту, завантажити геометрію та зберегти проект під новим ім'ям.

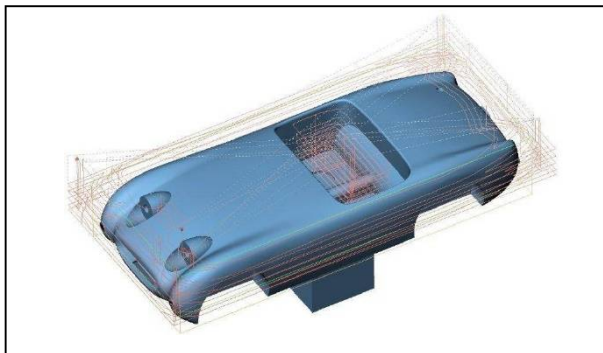
П'ятиосьова модель автомобіля

Проект куба, як описано в попередньому абзаці, був призначений лише для навчання. Після того, як ви опанували цей проект і налаштували DeskProto для роботи з вашим п'ятиосьовим верстатом, ви, звичайно, можете почати з реального проекту.

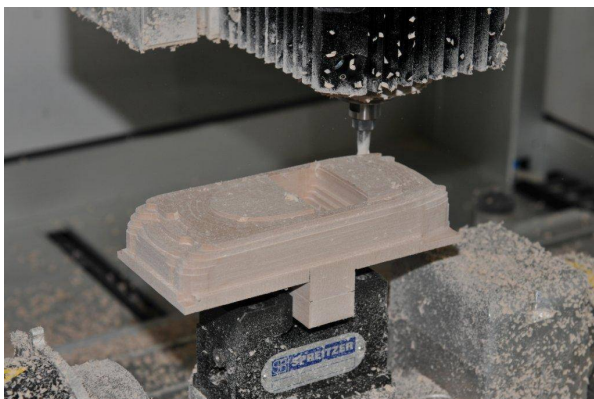
Так само зробив і Роберт Зейнекер, і він створив чудову модель автомобіля: Austin Healey. Нижче ви можете побачити кілька фотографій: більше можна знайти в галереї DeskProto за адресою www.deskproto.com (розділ масштабних моделей). Включно з відео, яке демонструє фактичний процес обробки.



Геометрія кузова автомобіля в CAD.



Чорнова траєкторія для верхньої сторони в DeskProto.

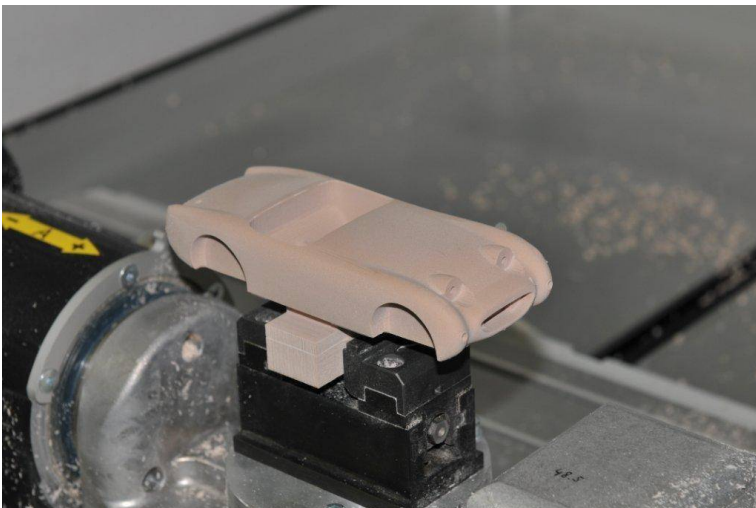


І ті самі траєкторії на верстаті.





Також можна використовувати кути, відмінні від 90 градусів, як показано вище для деталізації приладової панелі моделі автомобіля.



Отримана модель після обробки всіх сторін. Для створення цієї чудової моделі автомобіля потрібна була п'ятиосьова обробка.

Індекс

З	
3D relief (3D рельєф)	126
А	
Activate License (Активувати ліцензію)	14
Angular Feedrate (Кутова швидкість подачі)	100
AppImage	12
Apple	10
В	
Beer Tray (Піднос для пива)	25
С	
Center geometry (Центр геометрії)	92
Center of rotation (Центр обертання)	135
Chain (Ланцюг)	138
Clamps (Затискачі)	42, 62
Continuous Rotation (Безперервне обертання)	91
Control software (Програмне забезпечення для керування)	43, 63
Cutter (Фреза, різець)	31, 57, 81, 106
Cutter radius compensation (Компенсація радіуса фрези)	32
Д	
Dialog-based interface (Діалоговий інтерфейс)	23, 35, 51, 71
Dimensions (Розміри)	76
Distance between toolpaths (Відстань між траєкторіями)	81
DMG file	10
Drivers (Драйвери)	16
Е	
Edition select (Вибір редакції)	14
Editions (Редакції)	23
Ф	
Feedrate (Швидкість подачі)	31
Feedrate for high chiploads (Швидкість подачі для високих навантажень на стружку)	86
File-location (Розташування файлу)	15
Finishing (Оздоблення, фінішна обробка)	60
Five-axis machining (П'ятиосьова обробка)	134
FiveAxisSample.dpj	140
Fixturing (Кріплення)	63, 95
Free Edition (Безкоштовна редакція)	14
Free movement height (Висота вільного руху)	30
Г	
Gray-value to Z-height conversion (Перетворення значень gray в висоту Z)	126

H

Helix (Спіраль)	97
Home folder (Linux) (Домашня папка).....	19
Home folder (MacOS).....	18f.

I

Indexed machining (Індексна обробка).....	91, 133
Inverse time Feedrate (Швидкість подачі, зворотна часу)	100
Items visible (Видимі елементи).....	54

L

Language (Мова).....	9, 11f., 15
Layer height (Висота шару).....	33, 61, 85
Linux.....	8, 11, 18, 22
Load bitmap file (Завантажити растровий файл).....	71
Load vector file (Завантажити векторний файл).....	35

M

Machine (Верстат, станок).....	13
Machining depth (Глибина обробки)	30
Machining Time (Час обробки)	82
MacOS	8, 10, 17, 21
Material	80
Material block (Блок матеріалу).....	30, 36
Menu bar (Рядок меню).....	21
Moire patterns (Муарові візерунки).....	125
Mouse Rotation (Обертання миші).....	53

N

NC program file (Програмний файл NC).....	59
---	----

O

OpenGL.....	9
Operation Parameters (Операційні параметри)	80
Orientation (Орієнтація).....	76
Orientator (Орієнтувальник)	29, 52

P

Part Information (Інформація про деталь, частину).....	55, 76
Part Parameters (Параметри деталі, частини).....	78
Pocketing (Кишеньковий)	32
Postprocessor (Постпроцесор).....	13, 16
Precision (Точність)	57, 81
Profiling (Профільювання)	32
Project (Проект)	23
Project tree (Дерево проекту)	35
Project Tree.....	23, 77
Projecting 2D curves on a 3D geometry (Проектування 2D кривих на 3D геометрію).....	116

R

Ramping (Ухилення).....	85
Rotation (Обертання).....	79
Rotation axis (Вісь обертання).....	90
Rotation direction (Напрямок обертання).....	100, 137
Roughing (Чорнова обробка).....	33, 60, 83

S

Samples (Зразки).....	16
Setup (Налаштування).....	9
Simulation (Симуляція).....	34, 41, 58
Skin (Оболонка, шар).....	61, 85
Sort (Сортувати).....	83
SpaceMouse.....	53
Spindlespeed.....	32
Start Screen (Стартовий екран).....	26
Start/End settings (Налаштування початку/завершення).....	137
Status bar (Рядок стану).....	21
Stepover (Переступити).....	81
Stepsize along toolpath (Розмір кроку вздовж траєкторії).....	81
Support tabs (Вкладки підтримки).....	93, 104
Support tabs (vector) Вкладки підтримки (вектор).....	33

T

Template project (Шаблон проекту).....	143
Thumb-wheels (Великі колащатки).....	52
Title bar (Рядок заголовка).....	21
Toolbar (Панель інструментів).....	21
Toolpaths (Траєкторії інструменту).....	57
Trial cross (Пробний хрест).....	14
Trunnion-style (В стилі цапфи).....	134
Two-sided machining (Двостороння обробка).....	104

U

Undercut (Підріз).....	54, 96
Units (Одиниці).....	13

V

Vector Settings (Векторні налаштування).....	36
Views Layout (Види макету).....	76

W

Wasteboard (Плита відходів).....	30, 64
Windows.....	7, 15, 21
Windows.....	9
Wizard (Майстер).....	22, 28, 47, 67, 105
Wizard 'Basic Bitmap machining' (Базова обробка растрових зображень).....	65
Wizard 'Basic Geometry machining' (Обробка базової геометрії).....	45
Wizard 'Basic Vector machining' (Базове векторне оброблення).....	25
Wizard interface (Інтерфейс майстра).....	28, 47, 67

Wizard tooltip (Підказка майстра).....	105
Wizard Tooltip	48
Workpiece zero point (Нульова точка заготовки)	31
WorkPiece Zero point.....	42, 62, 93
Write NC-Program file (Напишіть файл NC-Program).....	34