

Моделювання обладнання системи вентиляції

Мета уроку:

 Навчитися моделювати різні типи обладнання системи вентиляції.

План:

 [Вступ.](#)

 [Розміщення кінцевих вентиляційних пристроїв.](#)

 [Підключення пристроїв до систем повітропроводів.](#)

 [Розміщення обладнання.](#)

 [Параметри систем вентиляції.](#)

 [Висновок.](#)

Вступ

Сьогодні Ви навчитесь:

- розміщувати та підключати до системи повітропроводів різне вентиляційне обладнання,
- моделювати системи повітропроводів із прив'язкою до розміщеного обладнання.

Для цього відкрийте модель, яку Ви налаштовували на попередньому занятті. Використовуйте послідовність, описану в уроці «[Моделювання повітропроводів системи вентиляції](#)».

Як Ви розумієте, усі повітропровідні системи, які були побудовані раніше, не мають жодного практичного застосування. Ми вивчали механіку побудови лінійних повітропровідних систем.

Тому спочатку видалимо всі повітропроводи в моделі та перейдемо до сьогоднішнього завдання.

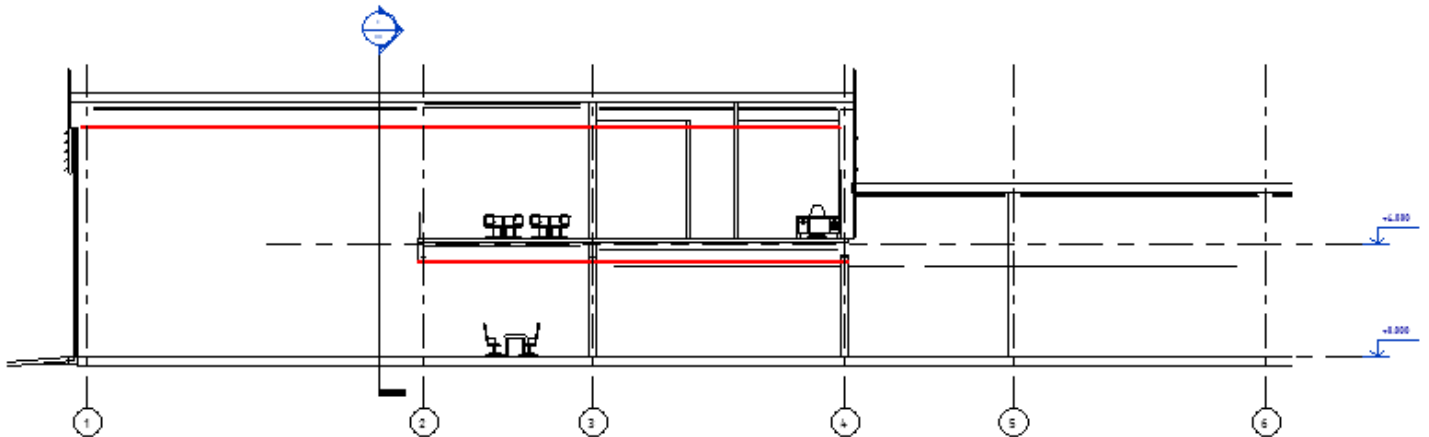
Розміщення кінцевих вентиляційних пристроїв

Будинок, що розглядається в цьому курсі, має кілька зон:

1. Виробнича зона.
2. Офісна зона.

Як видно на фрагменті розрізу, в будівлі передбачено різні типи стель.

В офісній частині – підвісні стелі (виділені червоним кольором), у виробничій частині – без підвісних стель. Це потрібно враховувати під час розміщення повітророзподільного обладнання.

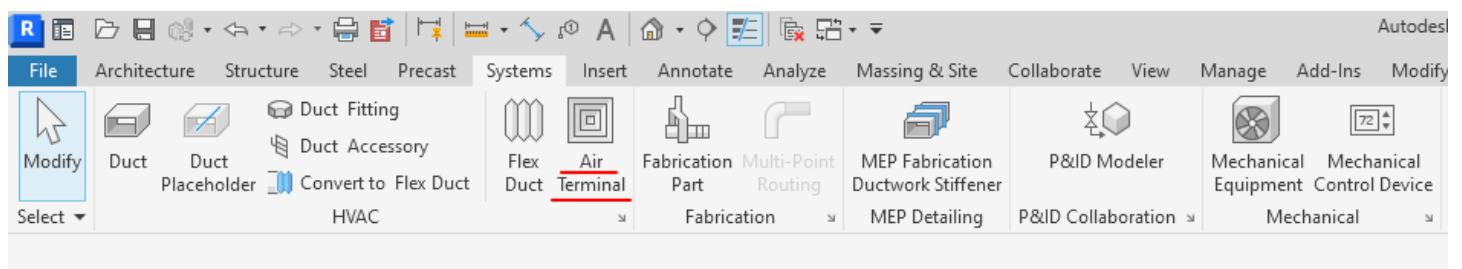


Переходимо на план поверху “Level 1”.

Згідно з технологічним завданням, у приміщенні цеху необхідно передбачити припливну та витяжну системи вентиляції.

Використовуване обладнання – припливні та витяжні дифузори, витяжні шафи. Для початку розставимо витяжні шафи на робочих місцях, зазначених технологом.

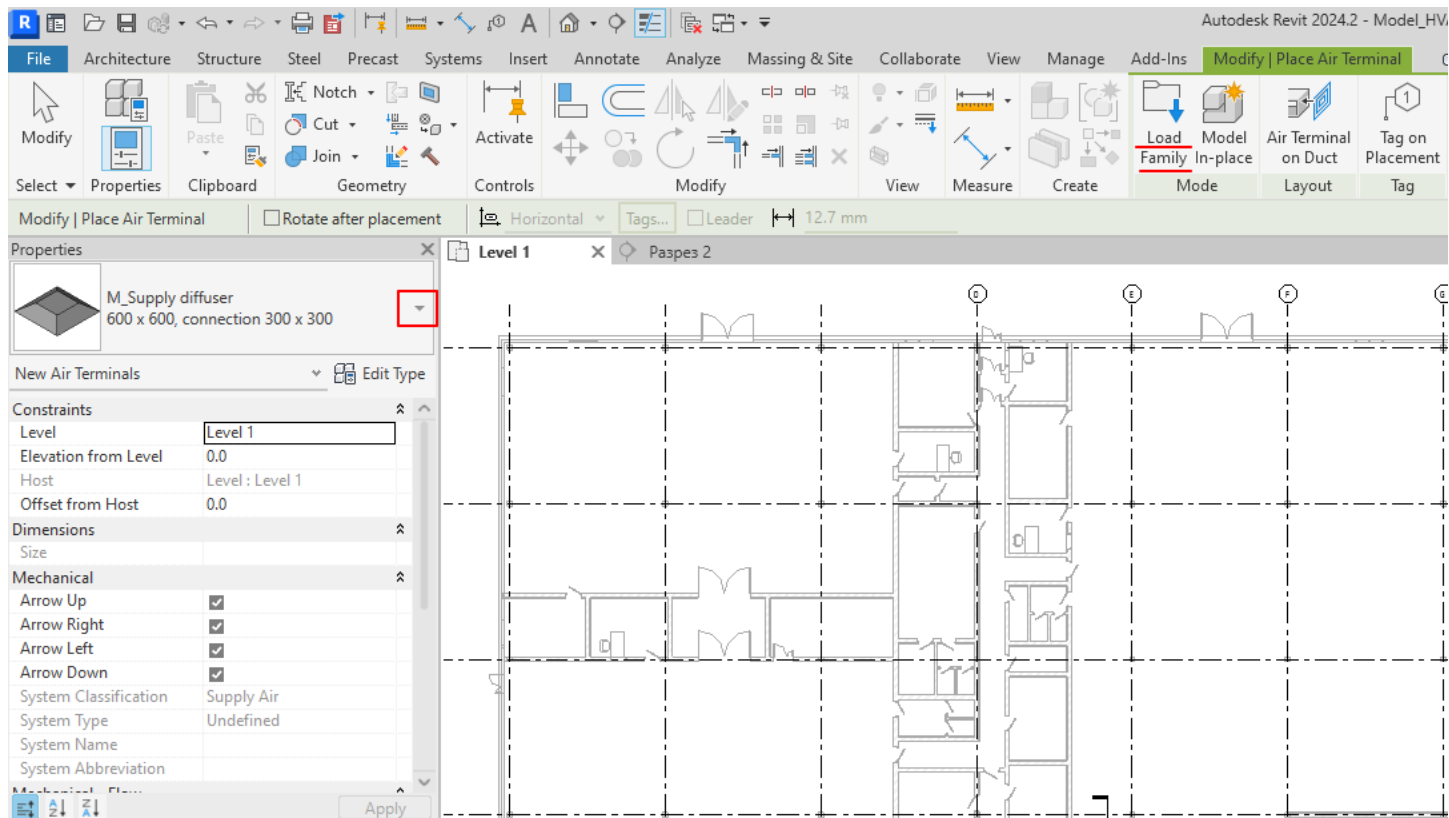
На вкладці “Systems” у розділі “HVAC” обираємо “Air Terminal”.



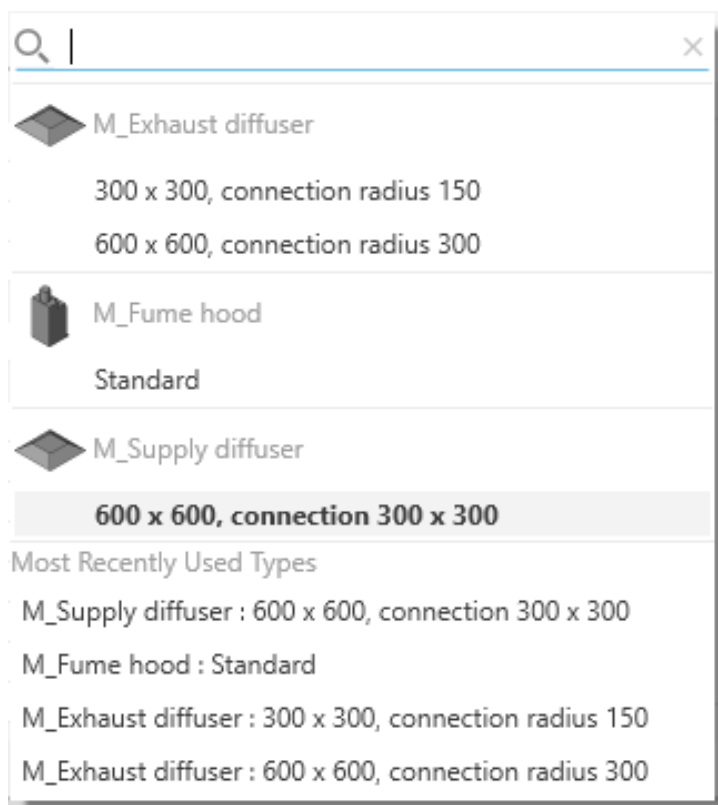
Відкривається меню “Modify | Place Air Terminal”. У вікні “Properties”, натиснувши стрілку вниз біля типу обладнання, відкривається випадаюче меню для вибору розподільчого пристрою, сімейство якого було попередньо завантажено в модель.

За замовчуванням показується пристрій, який використовувався раніше.

Якщо потрібного елемента немає у списку і потрібно завантажити в модель раніше завантажене або створене сімейство, слід натиснути команду “Load Family”, яка відкриє Провідник для вибору потрібного файлу сімейства на комп’ютері.

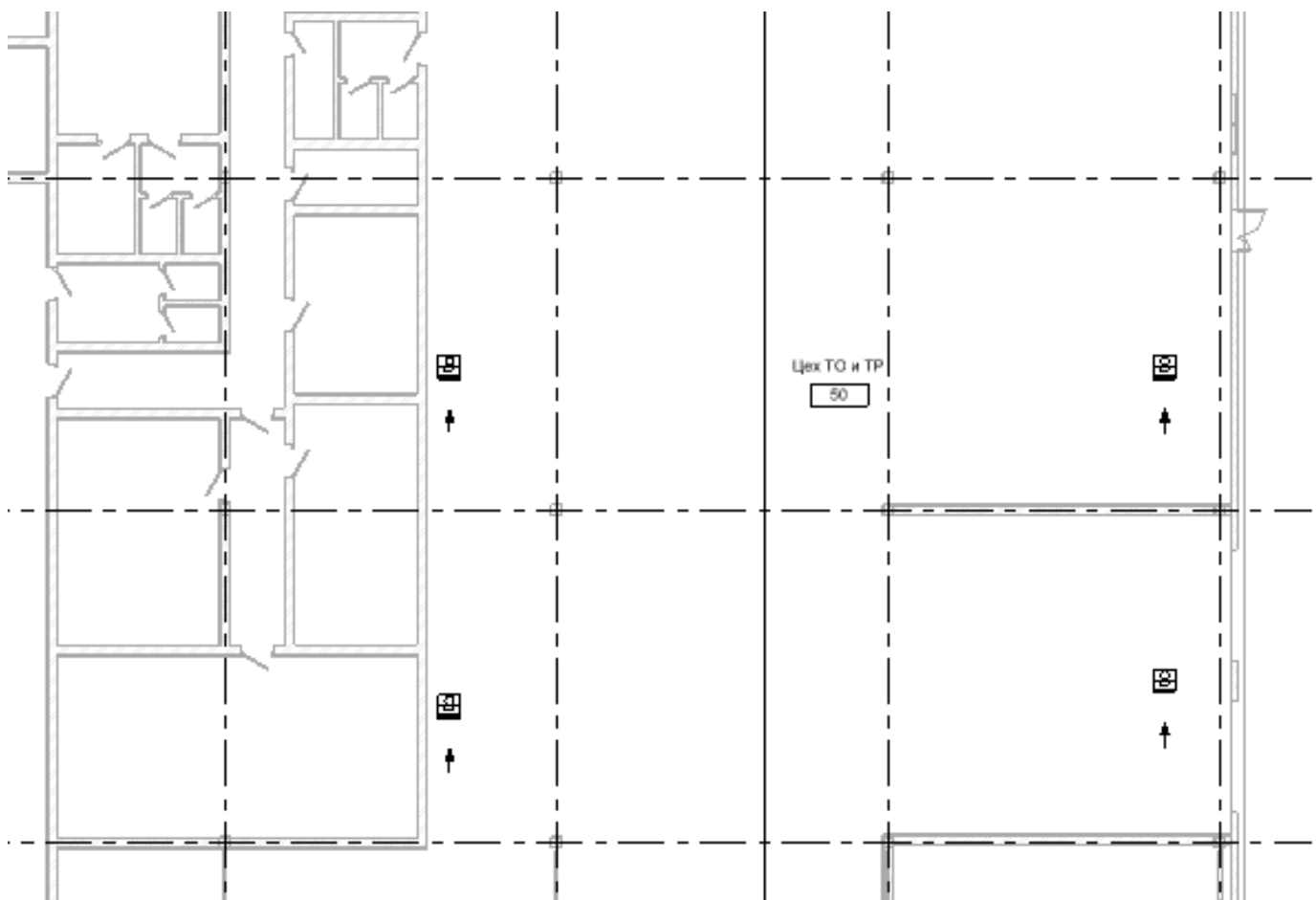
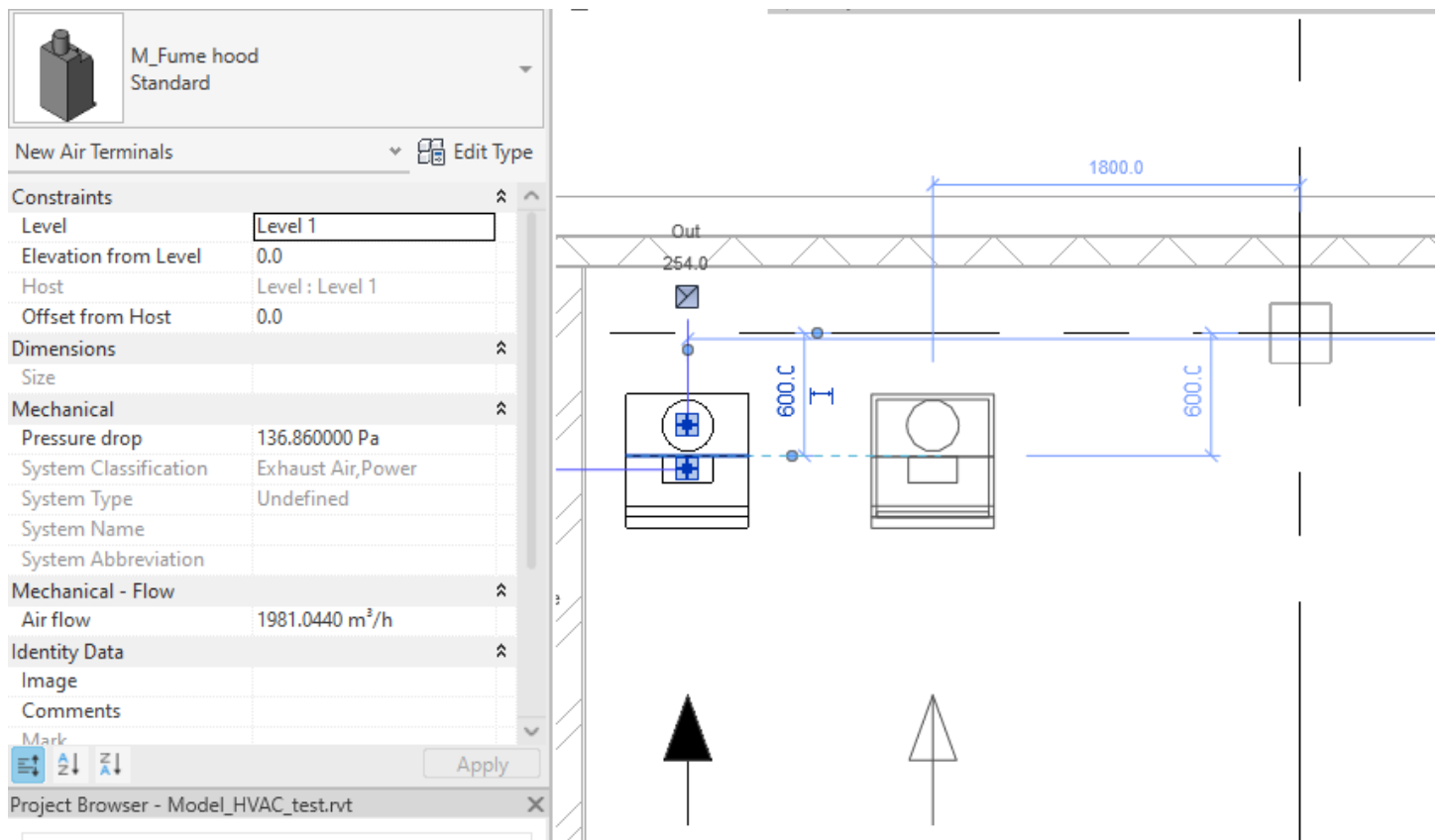


Переходимо до практики. Встановлюємо пристрій “Витяжна шафа”. Сімейство було завантажено раніше, тому воно вже є у списку. Як бачимо на прикладі витяжної решітки, сімейства можуть мати кілька типорозмірів. Для розміщення в моделі необхідно натиснути на потрібний типорозмір. У пристрої, який ми зараз розміщуємо, є лише один типорозмір.

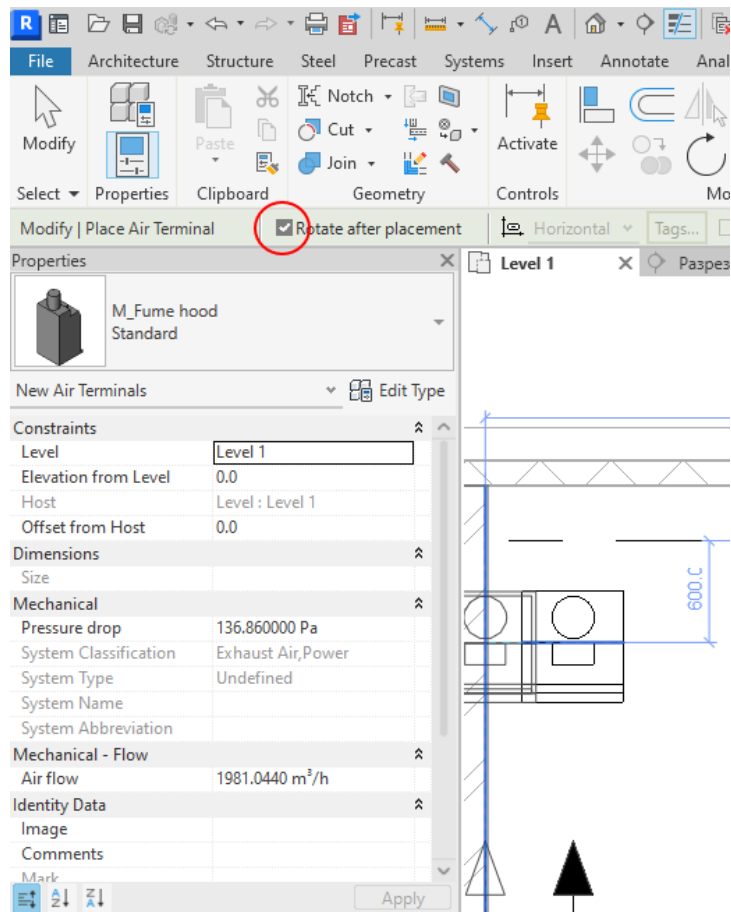


Після вибору типорозміру у вікні “Properties” можна налаштувати параметри встановлення – наприклад, “Level”, “Elevation from Level”. Після переходу у вікно плану разом із курсором з’являється ескіз вставляваного сімейства. Повторним кліком у місці, де необхідно розмістити пристрій, підтверджуємо дію. Як ви бачите, після встановлення одного елемента команда вставки

залишається активною, що дозволяє швидко встановити будь-яку кількість однотипного обладнання. Також на встановленому пристрої ви можете бачити виділені з'єднувачі, до яких ми повернемося пізніше. Таким чином розставляємо пристрої згідно з технічним завданням.

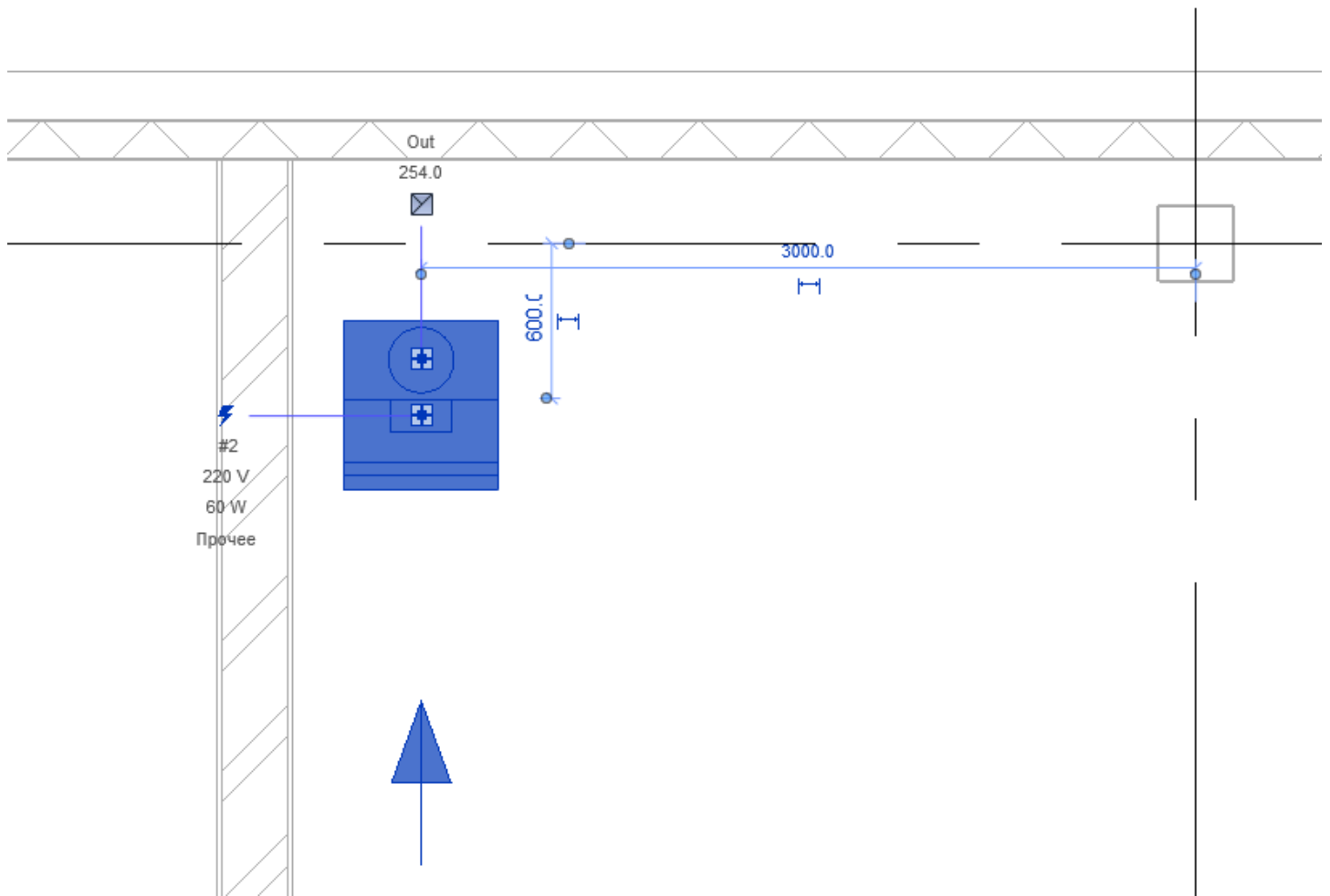


Як видно на рисунку, пристрої встановлюються у положенні, заданому за замовчуванням у файлі сімейства. Якщо ви хочете одразу повернути пристрій у потрібне положення, необхідно встановити позначку біля пункту “Rotate after placement” у меню.



Також усі дії з повороту та переміщення елементів можна виконувати після їх розміщення за допомогою команд у меню “Modify”.

Змінимо положення встановлених пристроїв: виділимо, повернемо та перемістимо кожен пристрій за допомогою команд, які з’являються після виділення елемента, як показано на рисунку нижче.

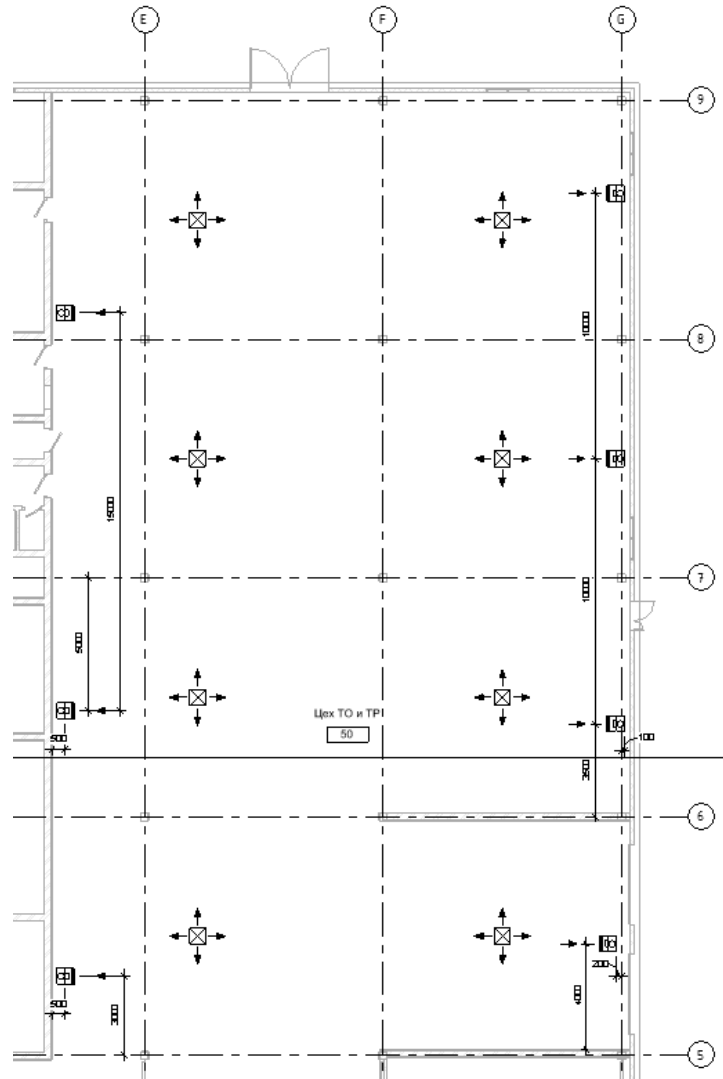
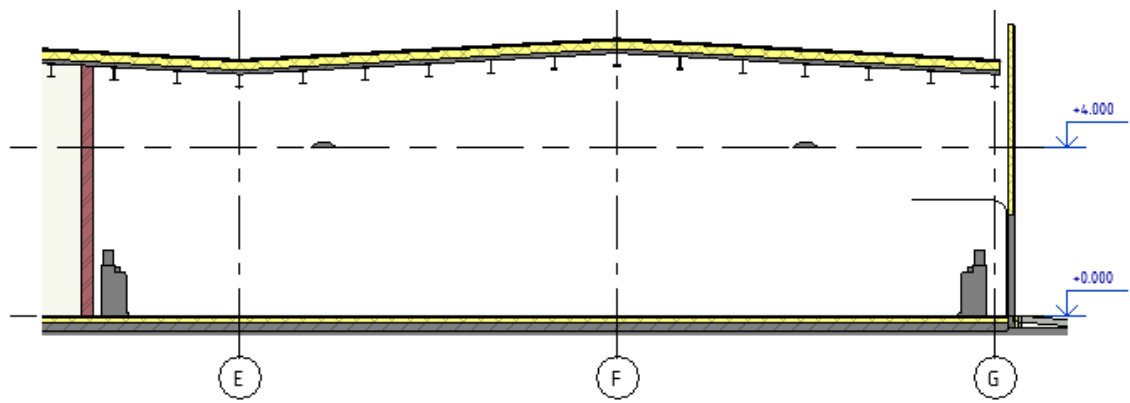


Для точного переміщення також можна використовувати розміри прив'язки, які з'являються при виділенні, як видно на рисунку вище. Натискаючи лівою кнопкою миші (ЛКМ) на значення розміру, ви активуєте його зміну. Введіть потрібне значення та натисніть клавішу **Enter** (або клікніть ЛКМ у будь-якому місці поза межами значення розміру), щоб підтвердити переміщення з заданою вами прив'язкою. Переміщаючи "ручки" на розмірах, ви можете пересунути точку прив'язки до будь-якого елемента – наприклад, до іншої осі або до поверхні стіни.

Для закріплення на практиці точного переміщення, розмістіть пристрої з прив'язками, як показано на рисунку нижче. Також за допомогою команди "Копіювати" додамо ще кілька елементів.

Аналогічним чином розміщуються припливні дифузори, з тією різницею, що в них немає фіксованої прив'язки. Тому в графі "Elevation from Level" вікна "Properties" потрібно ввести значення. Прийємо висоту встановлення – 4000 мм.

Результат – на зображеннях нижче.



Далі побудуємо системи припливних та витяжних повітроводів і підключимо розміщені пристрої до відповідних систем, встановимо в приміщенні венткамери вентиляційне обладнання – у нашому випадку це центробіжні вентилятори – та завершимо формування систем вентиляції.

Підключення пристроїв до систем повітропроводів

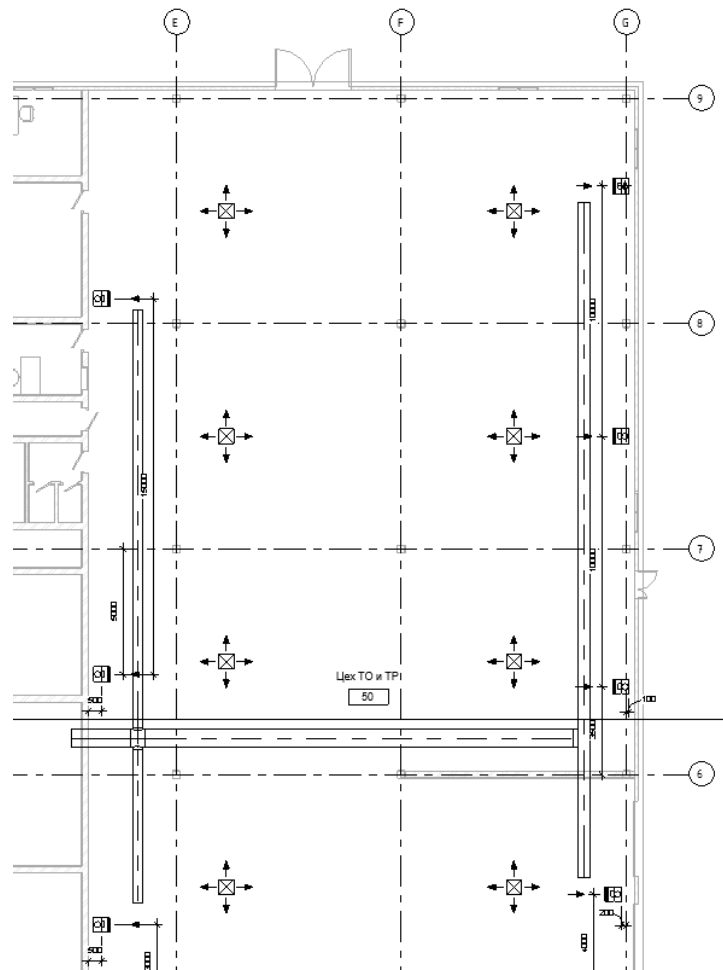
На наступному етапі змодельуємо системи припливних та витяжних повітроводів і підключимо відповідні пристрої.

Для моделювання систем повітроводів використаємо навички, отримані на попередньому занятті. Для системи витяжної вентиляції використовуватимемо повітроводи круглого перерізу типу

“Round Duct/Insert”, для припливної – повітроводи прямокутного перерізу типу “Main Air Duct” для магістралі та “Linear Duct” для відгалужень.

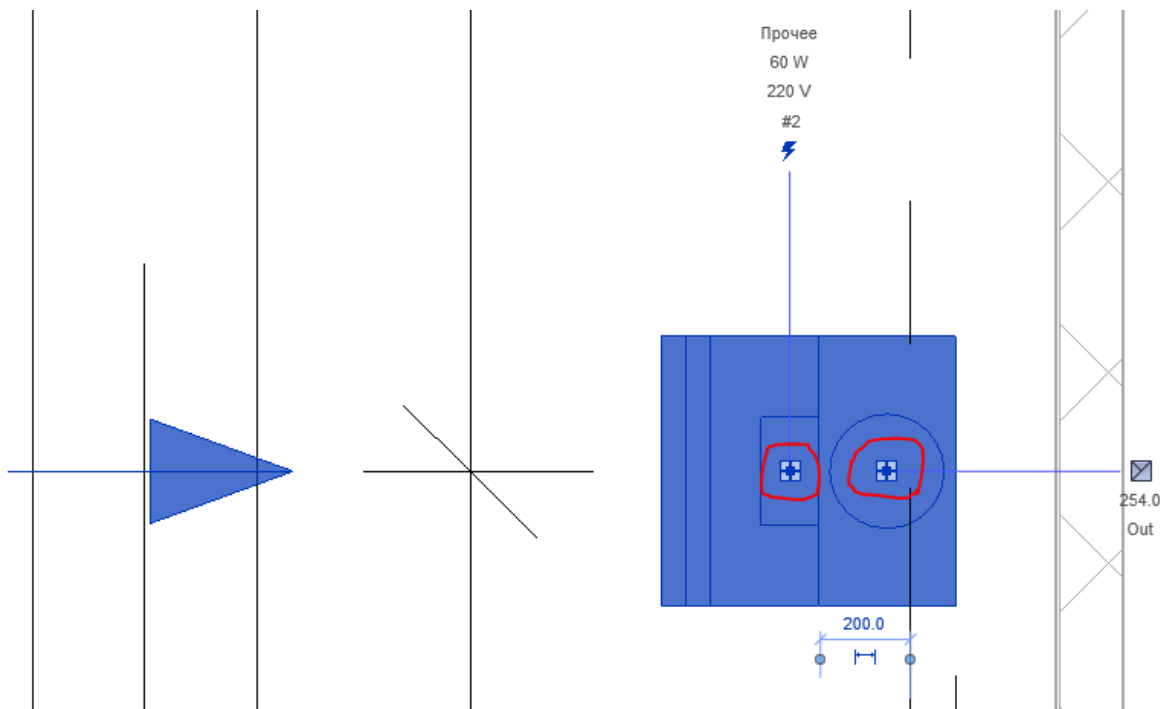
Будуємо витяжну систему:

- У вікні “Properties” обираємо прийнятий тип повітроводів і будуємо дві лінії повітроводів уздовж раніше розміщених витяжних пристроїв. Відмітка повітроводу прийнята на рівні 4500 мм від рівня “Level 1”. Припустимо, що розрахунковий діаметр лівої лінії – 390 мм, правої – 500 мм. Діаметр магістрального повітроводу, що з’єднує обидві гілки та підключений до вентилятора у венткамері – 600 мм. Отримуємо приблизно такий вигляд.



- Для з’єднання кінцевих пристроїв із магістраллю існує кілька способів – побудова вручну або автоматичне підключення. Для автоматичного підключення необхідно виділити пристрій, який потрібно приєднати – відкриється меню “Modify | Air Terminals”. Обираємо команду “Connect Into” і клікаємо лівою кнопкою миші (ЛКМ) на повітропровод, до якого потрібно підключити вибраний пристрій.

Revit автоматично обирає спосіб з’єднання.

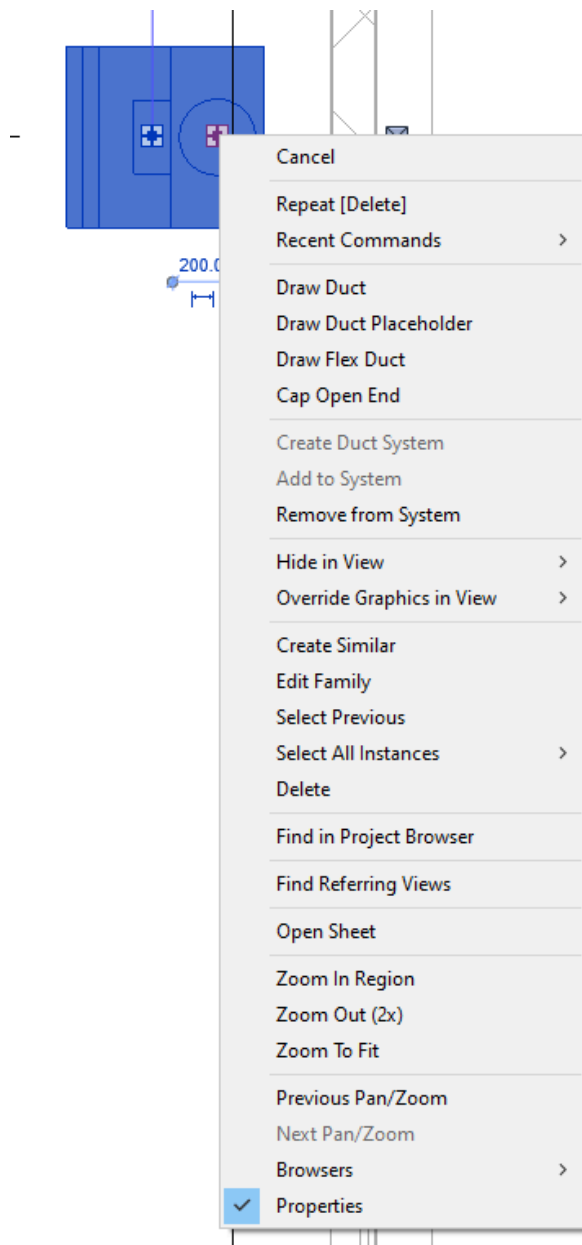


У нашому випадку ми бачимо два типи з'єднувачів:

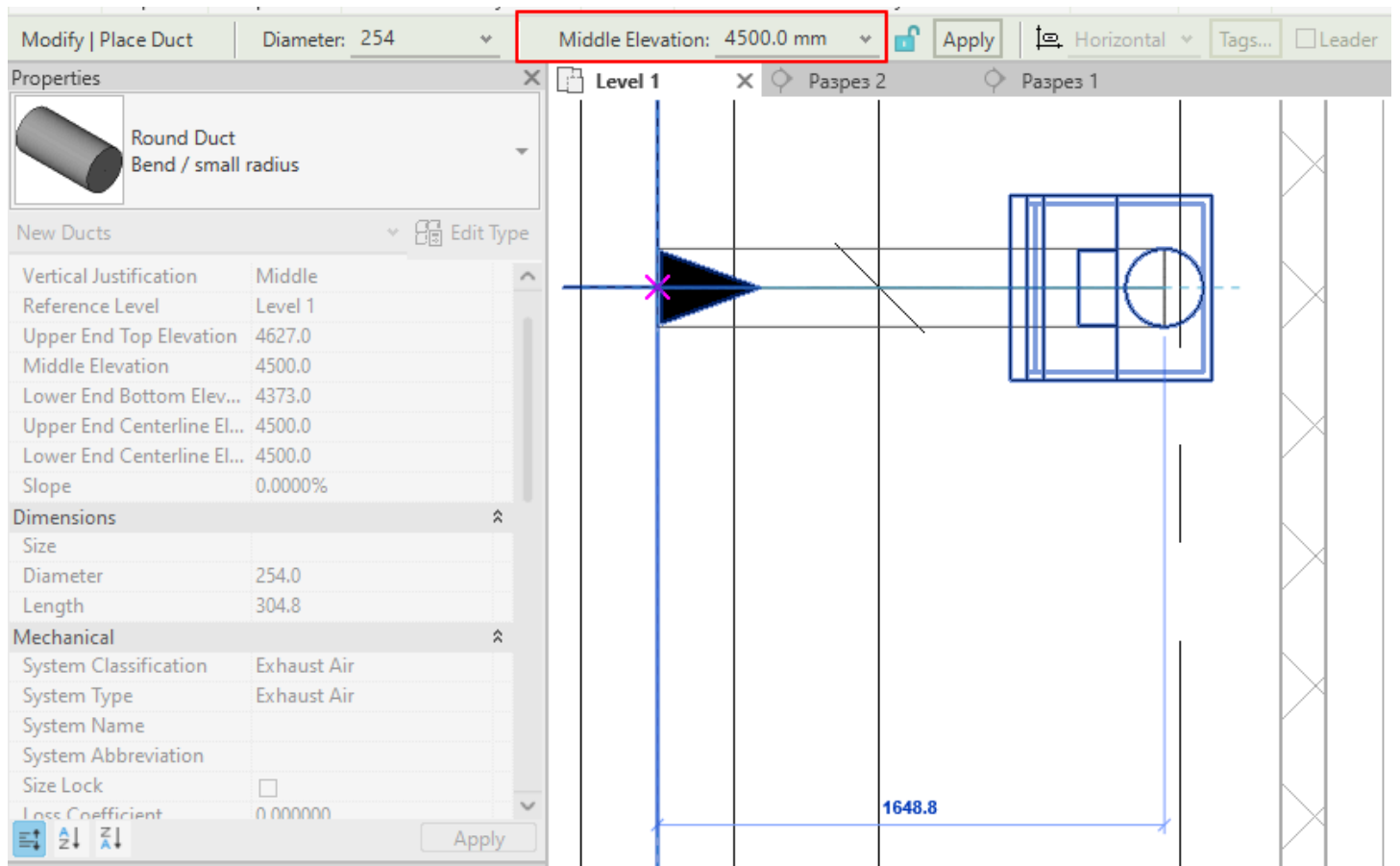
1. Один – для підключення до електричної мережі, з зазначенням електричних характеристик.
2. Інший – для підключення до системи вентиляції з вказаним розміром з'єднання та напрямком потоку.

Такі сімейства використовуються одночасно у кількох дисциплінах. Наперед зазначимо, що такий принцип реалізовано у більшості сімейств вентиляційного обладнання. А деякі можуть мати підключення більш ніж до двох систем різних дисциплін. Наприклад, для відведення конденсату може використовуватись з'єднувач дисципліни **Plumbing**.

Щоб розпочати побудову від пристрою, необхідно навести курсор на потрібний з'єднувач і правою кнопкою миші викликати меню, у якому обрати пункт "Draw Duct".



Почнеться побудова з'єднувального повітропроводу.



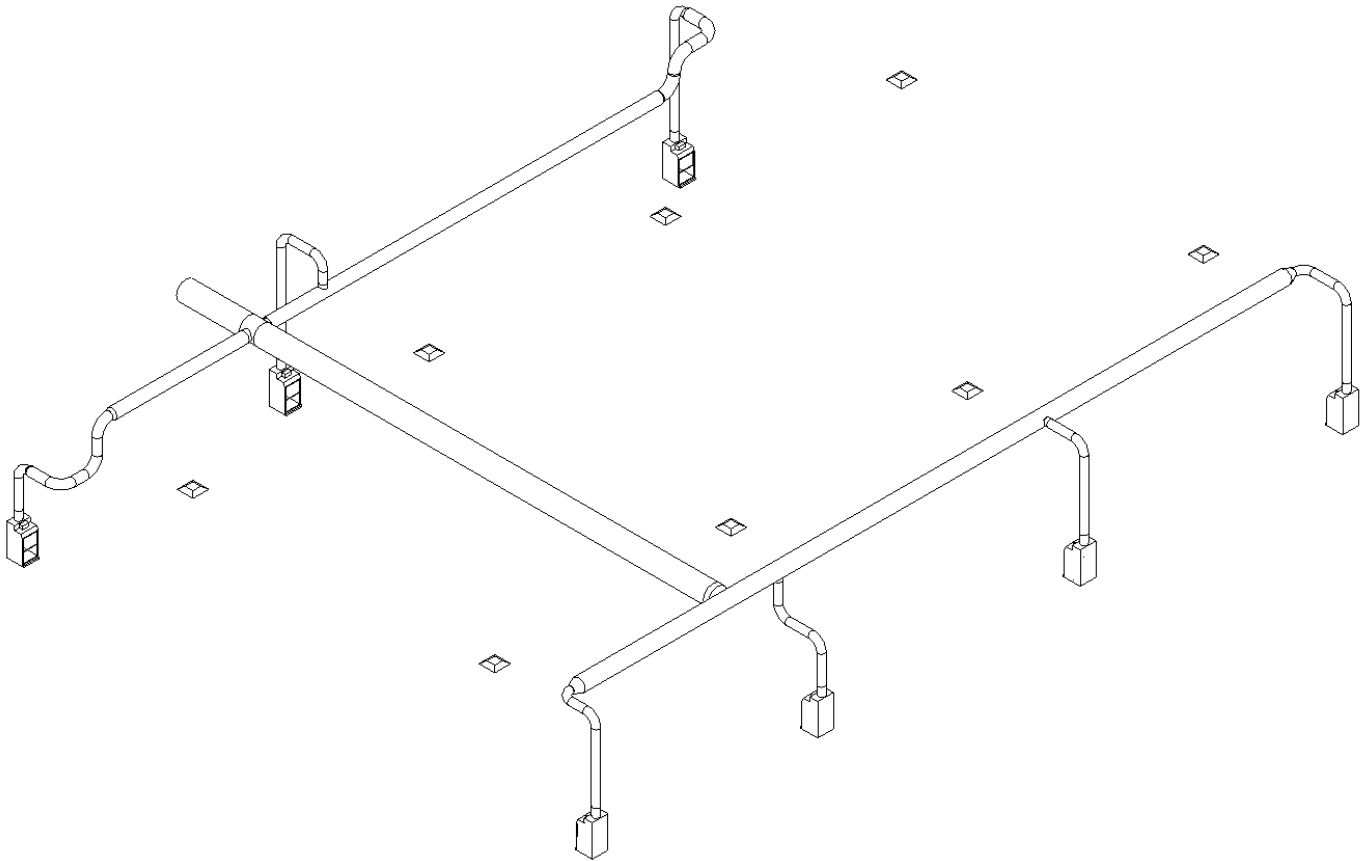
У рядку “Middle Elevation” потрібно вказати відмітку, на якій буде прокладено повітропровід. Якщо ця відмітка співпадатиме з відміткою магістрального повітропроводу – з’єднання буде горизонтальним посередині магістралі. Якщо вказати нижчу або вищу відмітку – підключення буде відповідно знизу або зверху. Але при цьому має бути достатньо місця для розміщення з’єднувальних елементів. Усі вертикальні ділянки від пристрою до лінійного повітропроводу та від лінійного до магістрального (за наявності різних відміток) Revit побудує автоматично. Така потреба може виникнути при перетині з іншими інженерними системами.

Також, якщо з якихось причин не підходить діаметр з’єднувача, який заданий у сімействі за замовчуванням, і є потреба побудувати з’єднувальний повітропровід більшого/меншого перерізу – у цьому ж рядку, в полі “Diameter” (для круглого) або “Width” / “Height” (для прямокутного) вводяться необхідні розміри. У місцях зміни перерізу Revit автоматично встановить перехідники.

Далі курсор із “прив’язаним” до нього повітропроводом підводиться до магістрального. Якщо з’єднання можливе, то на повітропроводі, до якого здійснюється підключення, підсвітиться осьова лінія або грань, до якої підвели курсор. Натиском лівої кнопки миші (ЛКМ) підтверджується дія.

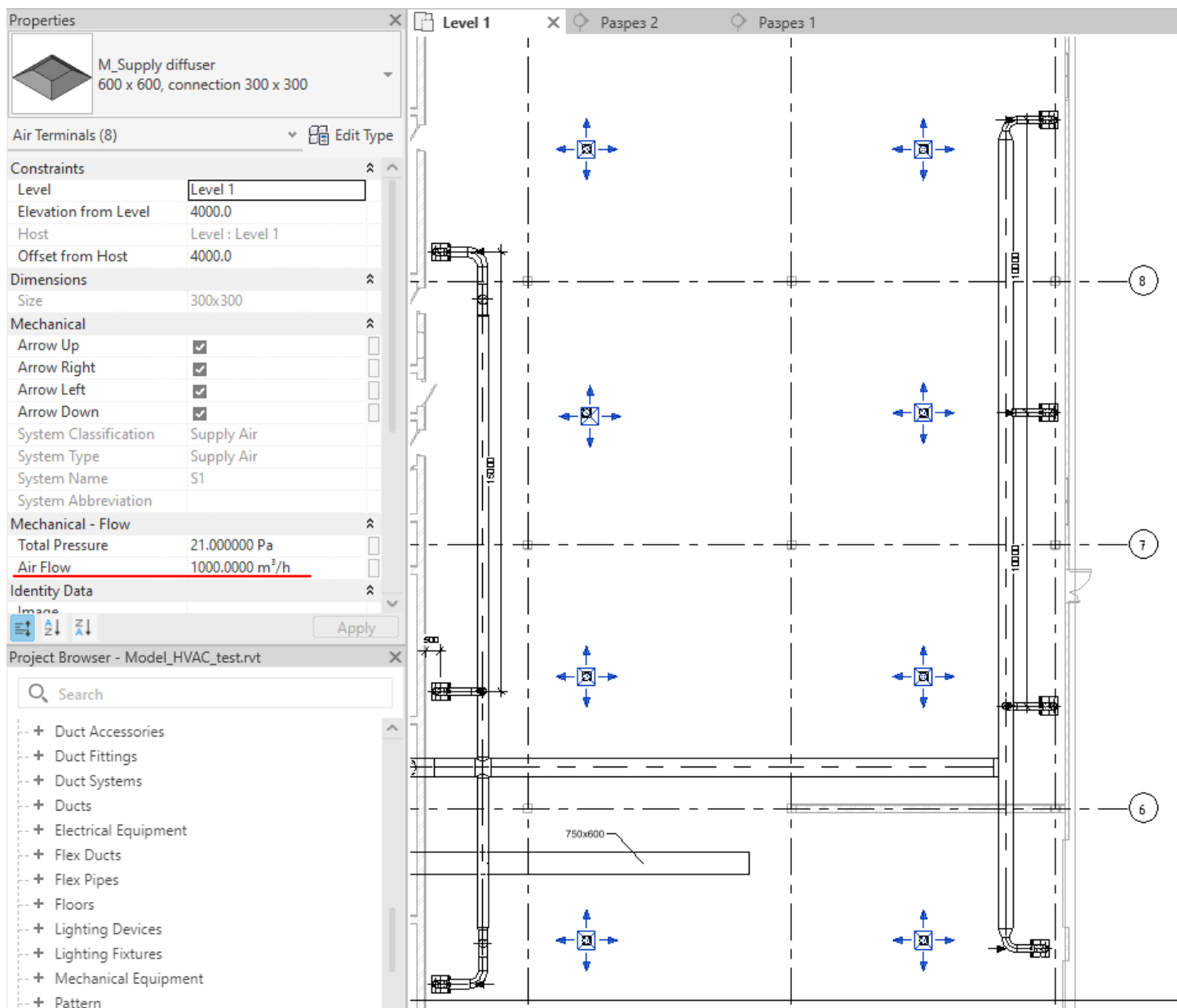
Щоб закріпити матеріал і краще зрозуміти механіку процесу, з’єднайте решту витяжних пристроїв із магістральним повітропроводом у трьох варіантах: на різних відмітках і зі зміною перерізу лінійного повітропроводу.

У результаті повинна вийти приблизно така система:

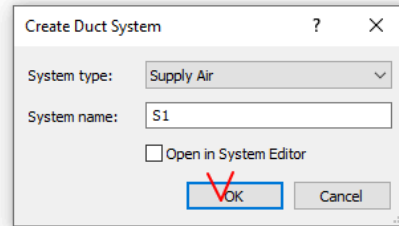
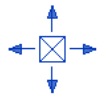
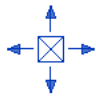
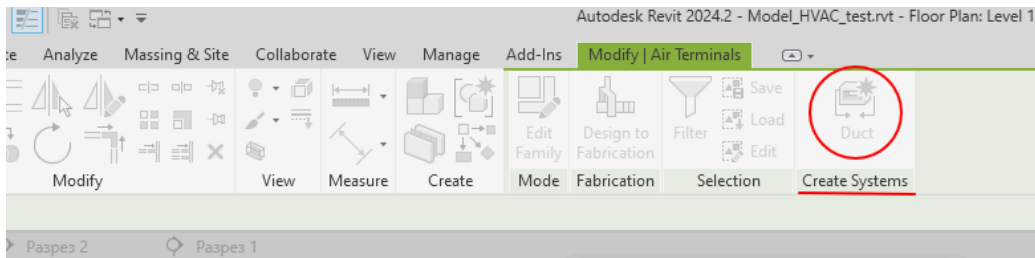


Для побудови припливної системи використовуємо автоматизоване моделювання вентиляційної системи за допомогою інструментів Revit.

На першому етапі встановлюємо параметри наших кінцевих пристроїв – припливних дифузорів. У вікні “Properties” є можливість змінювати та створювати нові типорозміри сімейства, а також задавати аеродинамічні характеристики – “Total Pressure” (Повний тиск), “Air Flow” (Повітряний потік). Припустимо, що для нашого приміщення за розрахунками необхідно $8000 \text{ м}^3/\text{год}$ припливного повітря. Ми встановили 8 припливних дифузорів. І хоча для кожного пристрою можна задати свій повітряний потік (параметр сімейства), приймемо рівномірний розподіл повітря між пристроями – по $1000 \text{ м}^3/\text{год}$ на кожен. Щоб змінити цей параметр, виділяємо всі припливні дифузори та у рядку “Air Flow” вікна “Properties” вводимо необхідне значення.

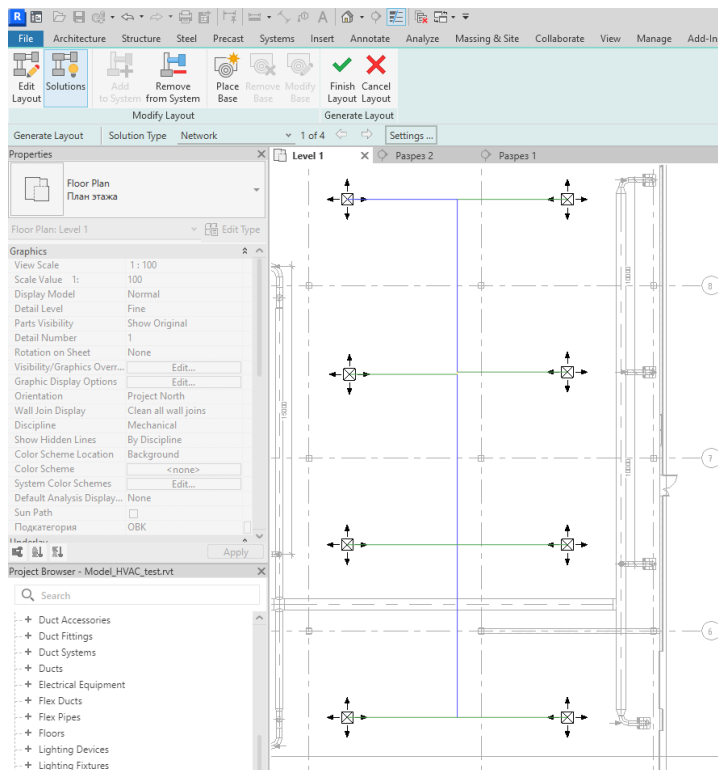


Потім знову виділяємо дифузори та об'єднуємо їх в одну систему. Для цього в меню обираємо **“Create Systems”** ⇒ **“Duct”**. У випадаючому вікні вводимо ім'я системи, наприклад скорочено **“S1”**. Поле **“System Type”** недоступне, оскільки в параметрах сімейства вже задана приналежність до припливних пристроїв. Підтверджуємо натисканням **ОК**.

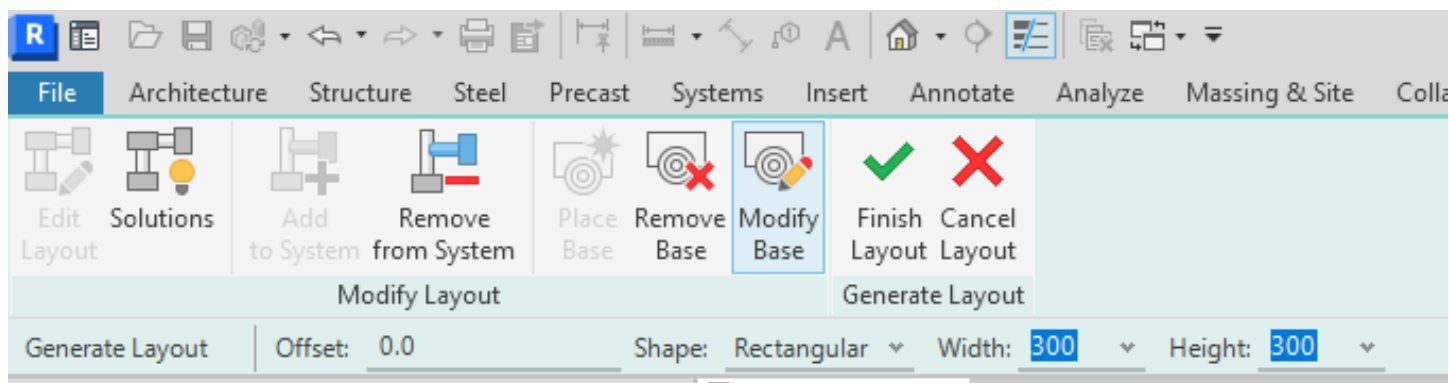


Тепер у вікні “Properties” у полі “System Name” для всіх дифузорів відображається S1.

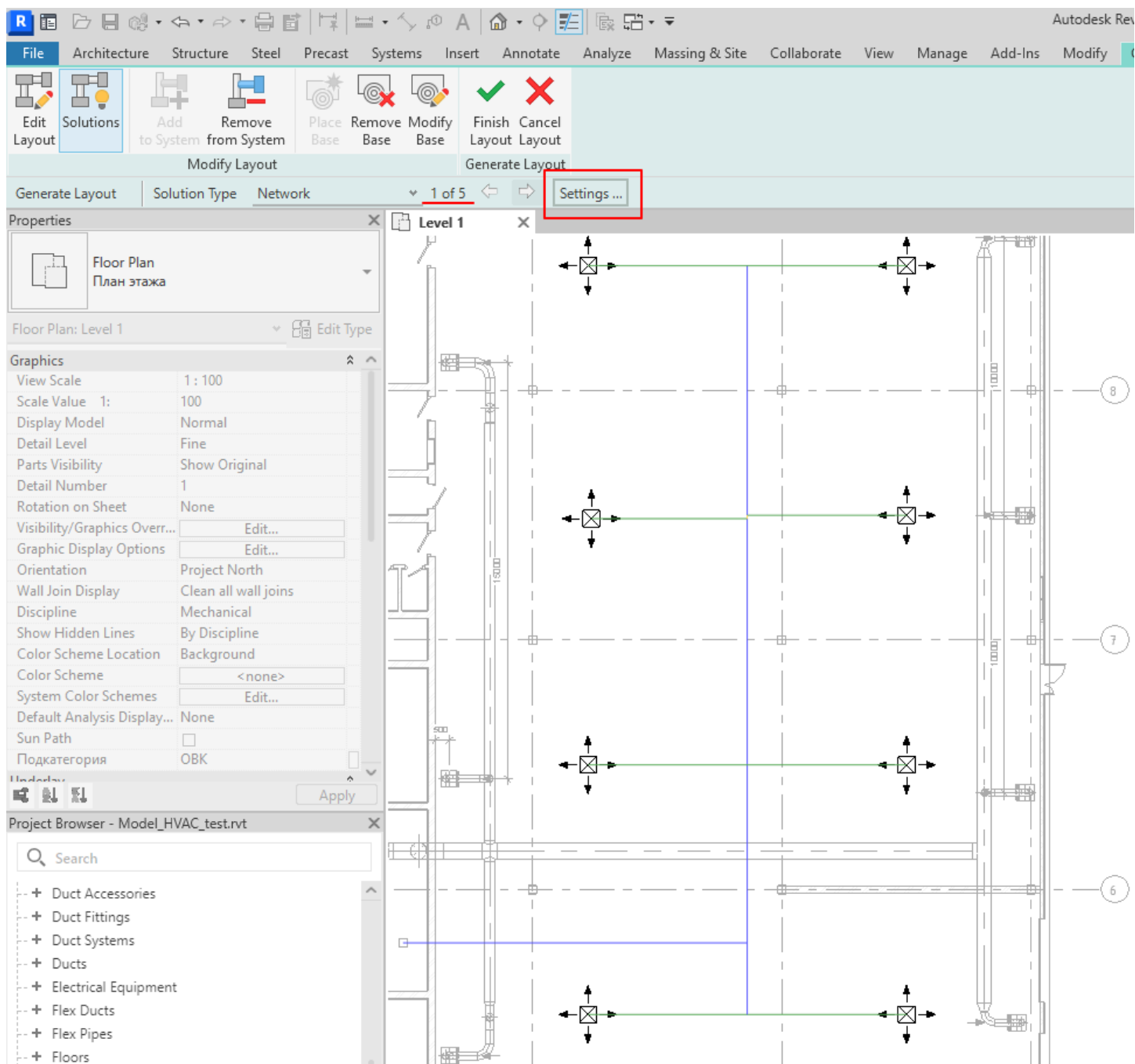
Затискаючи клавішу Tab, виділяємо всі пристрої, що входять до однієї системи. Потім командою “Generate Layout” починаємо створення системи.



Система відображається як ескіз у вигляді однієї лінії. Спочатку за допомогою команди “Place Base” розміщуємо початкову точку системи. Це буде вентилятор у венткамері. Після розміщення базової точки стають активними команди Remove та Modify, за допомогою яких можна задати переріз, форму та відмітку базового повітроводу.



Після налаштування базової точки активуємо команду “Solutions”, і Revit створює кілька варіантів трасування повітроводів для створення системи.



Вкладка “Solution Type” відкриває доступ до випадаючого меню з вибором конфігурації системи.

Network
Perimeter
Intersections

Праворуч видно, що програма пропонує 5 варіантів трасування для конфігурації Network, між якими можна перемикатися стрілками $\leftarrow\rightarrow$. Розглянувши різні варіанти, обираємо конфігурацію Network і варіант трасування 1. Далі, натиснувши кнопку “Settings”, переходимо до меню налаштування системи повітроводів. Меню інтуїтивно зрозуміле, у ньому налаштовуються:

- типи повітроводів,
- відмітки магістральних повітроводів та відгалужень,
- максимальна довжина гнучких повітроводів.

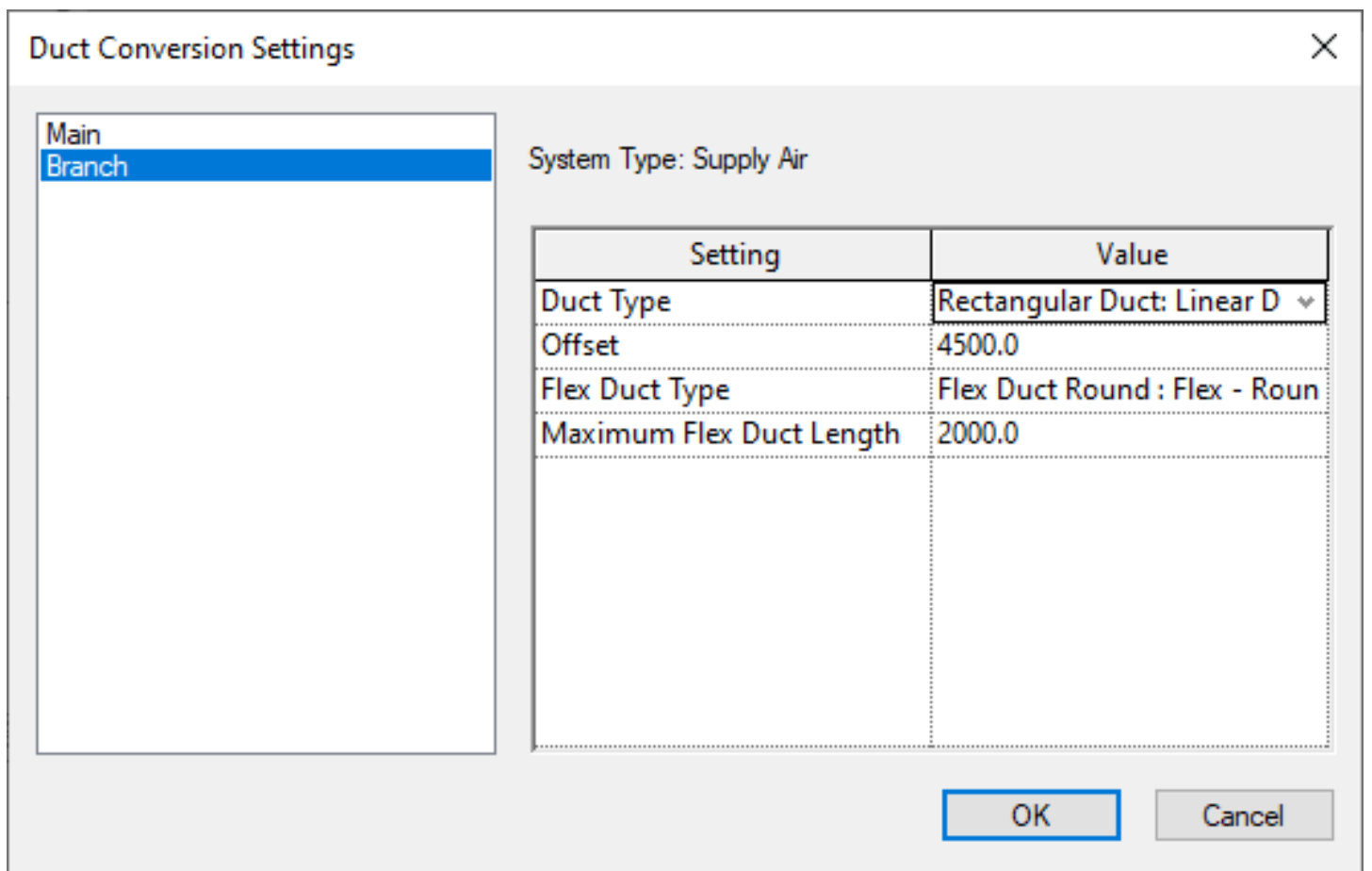
Duct Conversion Settings

Main
Branch

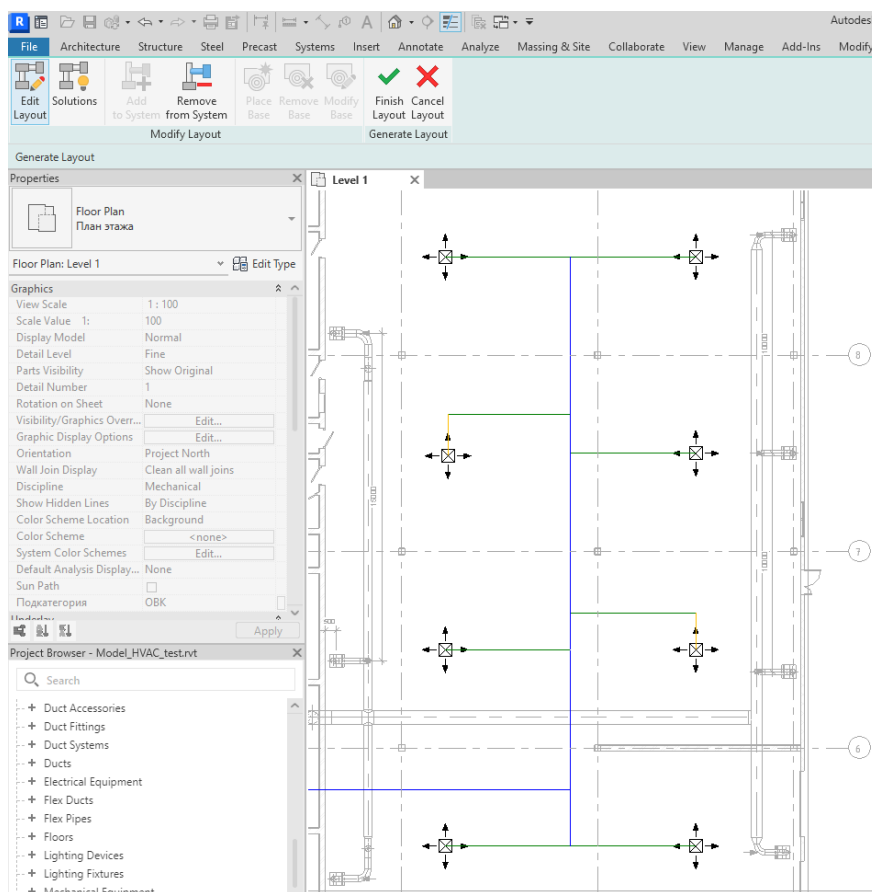
System Type: Supply Air

Setting	Value
Duct Type	Rectangular Duct: Main Air
Offset	4500.0

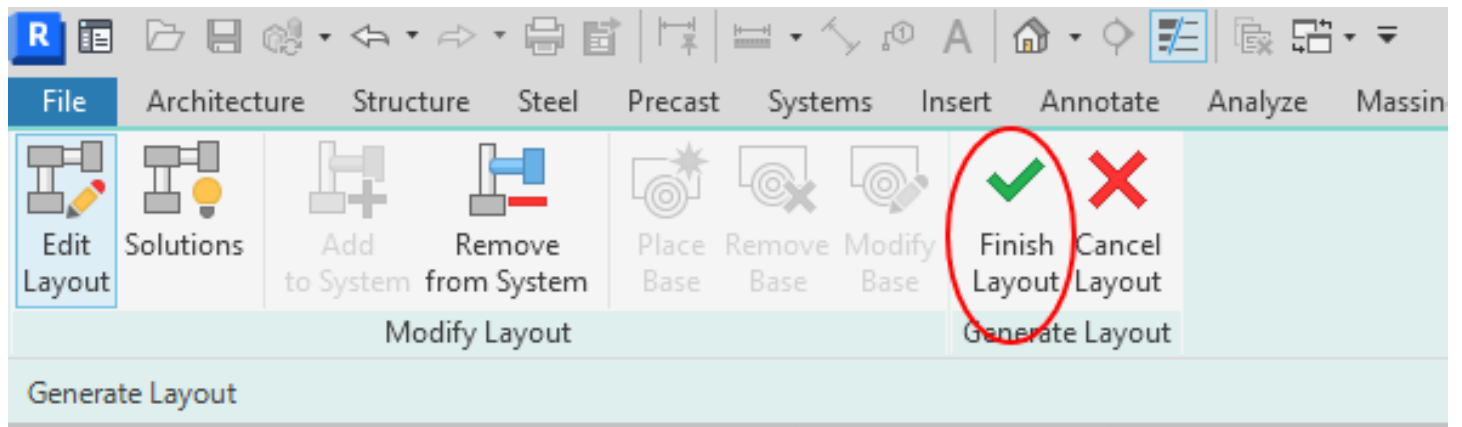
OK Cancel



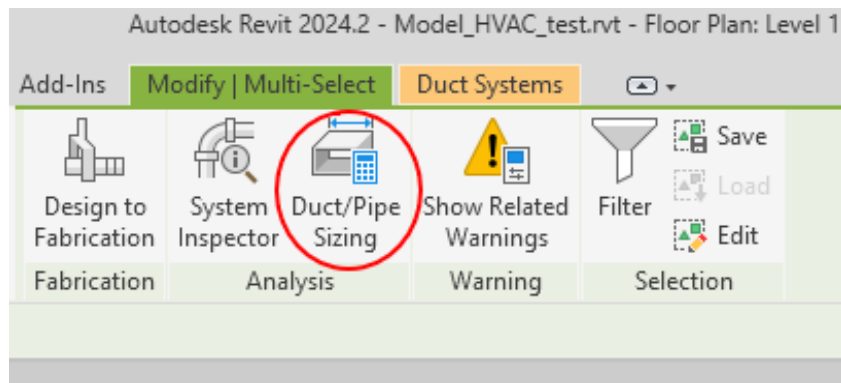
У нашому випадку приймаємо відмітку прокладки всіх трубопроводів – 4500 мм, як і для витяжних, щоб спеціально створити колізії, які ми виправимо пізніше. Далі можна коригувати трасування за допомогою команди “Edit Layout”. Виділяючи ділянки повітроводів, можна змінювати їхню відмітку прокладки, а також за допомогою маркерів (ручок) пересувати всю ділянку або окремі кінці відрізка. У нашому прикладі усуваємо хрестовини, зміщуючи відгалуження.



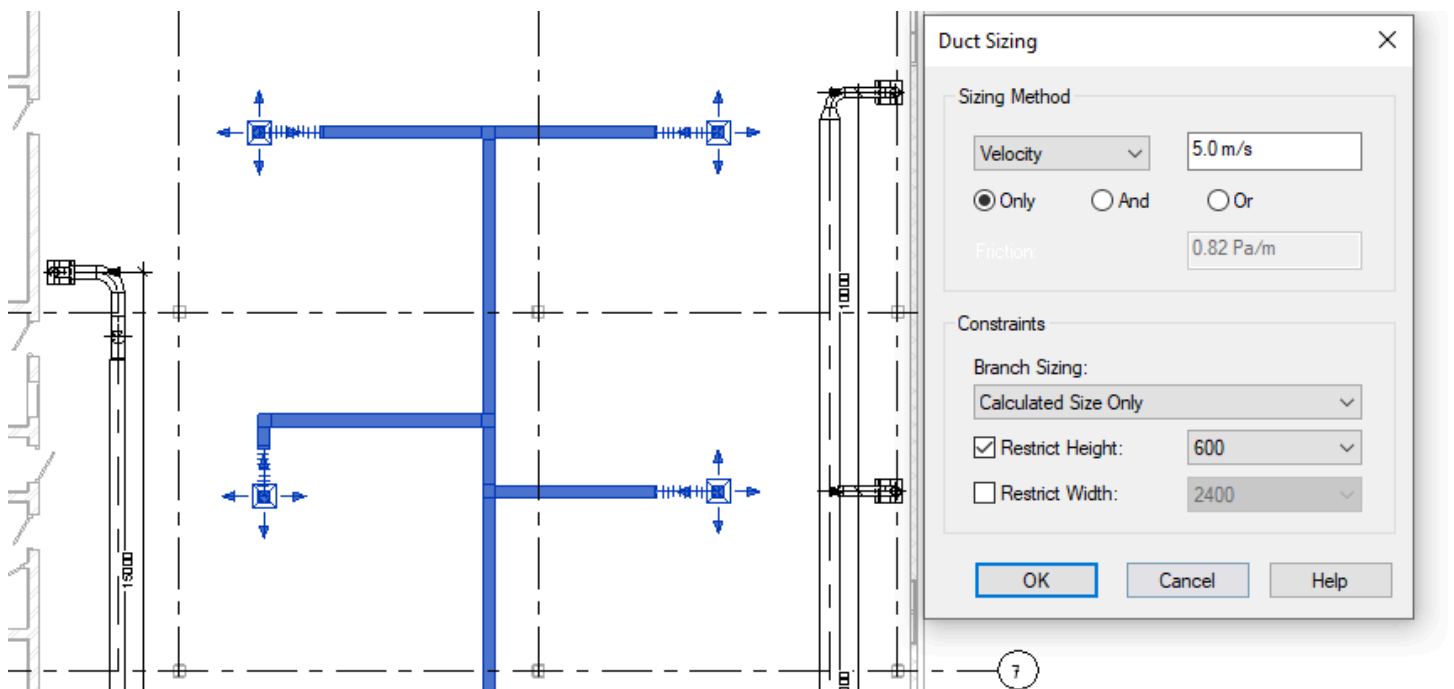
Для закінчення формування системи натискаємо команду **Finish Layout**.



Автоматично Revit формує нашу систему з повітроводами мінімального перерізу. Тепер виділяємо систему припливної вентиляції та за допомогою команди **“Duct/Pipe Sizing”** розраховуємо переріз повітроводів.



У випадяючому меню обираємо правила, за якими буде виконуватись розрахунок. Приймаємо розрахунок за максимальною швидкістю повітря, наприклад 5 м/с, а висоту відгалужень обмежуємо 600 мм.



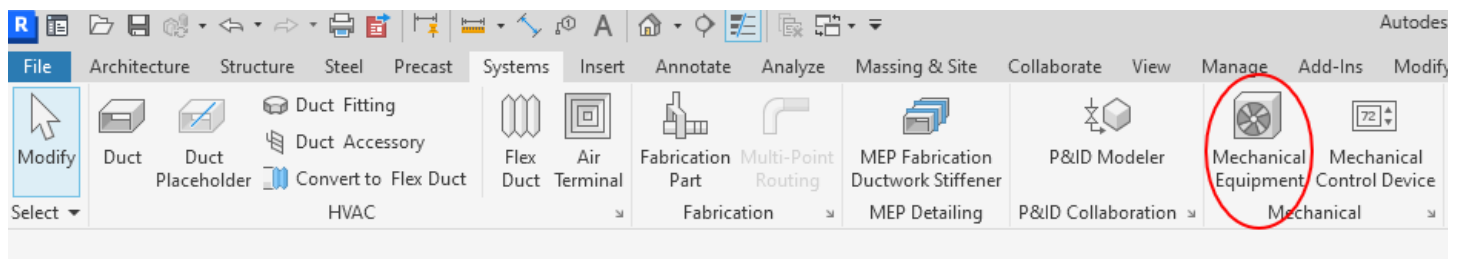
Підтверджуємо вибір натиснувши **Ok**.

Таким чином ми отримали систему припливної вентиляції, сконфігуровану та розраховану за допомогою інструментів Revit. У цій схемі після розрахунку можна помітити незначні недоліки у з'єднаннях, які легко усуваються шляхом простої правки.

🔧 Розміщення обладнання

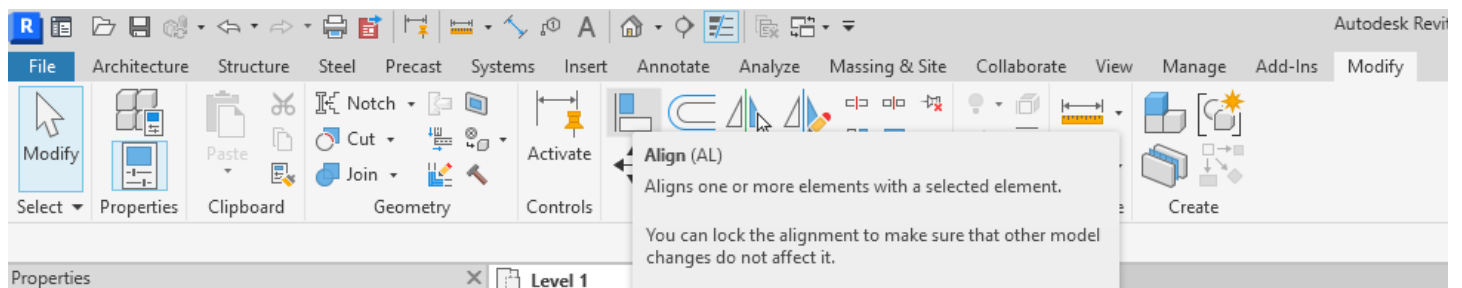
Розміщення вентиляційного обладнання, такого як осеві та відцентрові вентилятори, припливно-втяжні установки тощо, вимагає попереднього завантаження файлів необхідних сімейств. Готові сімейства можна знайти на сайтах виробників обладнання. У таких сімействах уже враховані габарити обладнання та місця підключення. У нашій моделі попередньо завантажені моделі без прив'язки до конкретного виробника та реальних розмірів.

Для завершення побудованих систем встановимо вентилятори. На вкладці **Systems** натискаємо команду **“Mechanical Equipment”**...

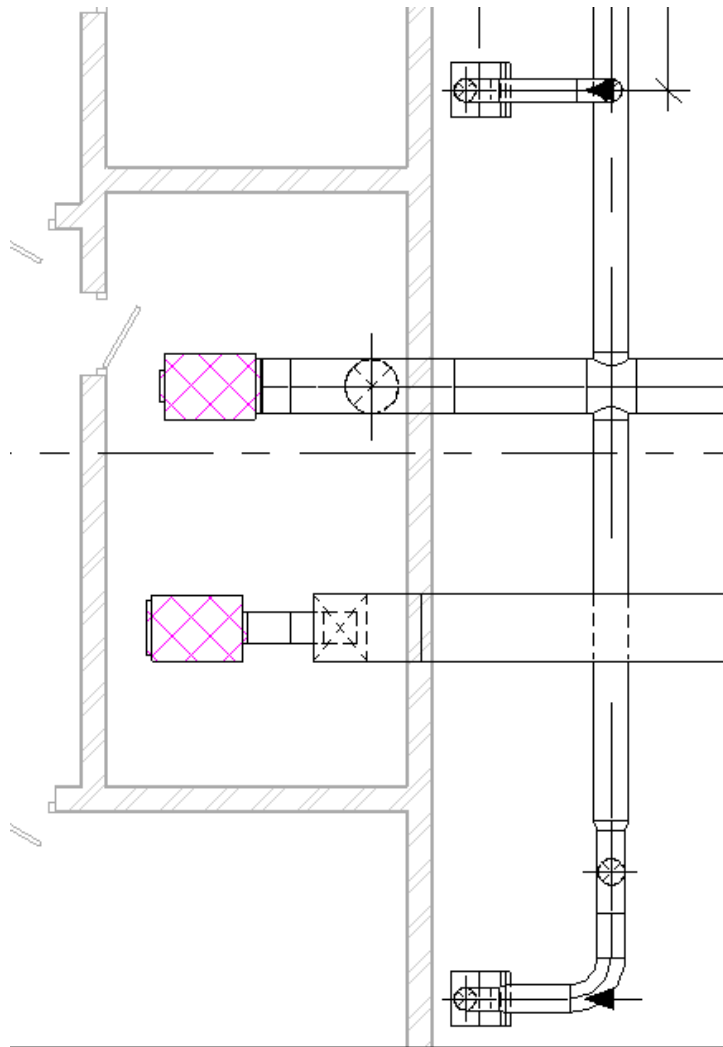


Після чого вікно **Properties** відкриває можливість вибору обладнання. У нашому проєкті використовуються відцентрові вентилятори підлогового виконання **BHV-R**. Встановлюємо два вентилятори у вентиляційній камері.

Для коректного підключення, за допомогою команди **Align**, вирівнюємо вентилятори та повітроводи по одній осі.



Під час виділення підсвічуються точки підключення. Виділяємо повітровід, курсором беремо за точку підключення й тягнемо її до точки підключення на обладнанні. Revit автоматично буде з'єднання. Аналогічно підключаємо другий вентилятор.



Таким чином ми завершили побудову припливної та витяжної систем.

Інші типи вентиляційного обладнання моделюються аналогічним чином.

Параметри систем вентиляції

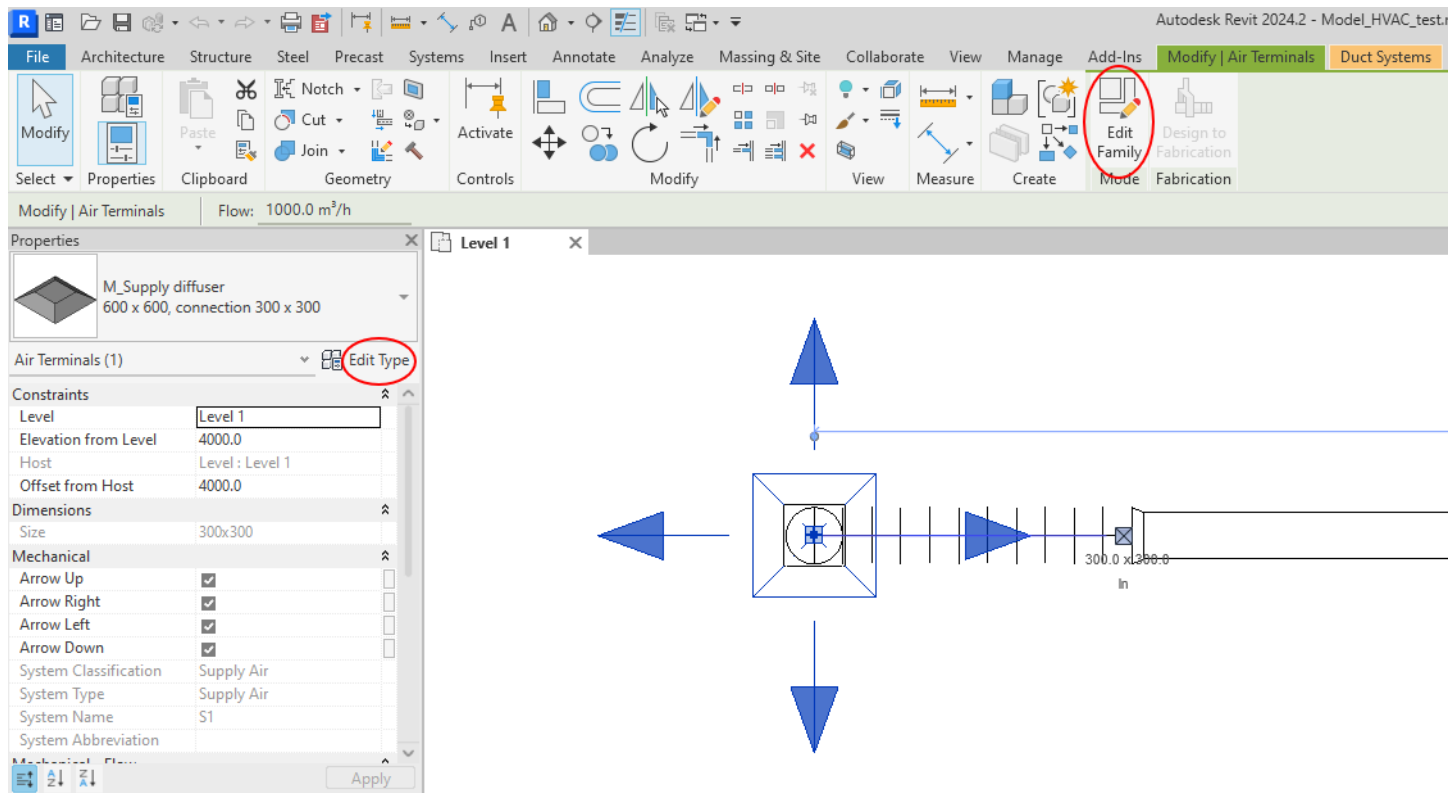
У Revit параметри систем вентиляції відіграють ключову роль у проектуванні та керуванні вентиляційною системою.

Ось основні параметри, з якими ви можете стикатися:

1. Параметри повітророзподільчих пристроїв:

- **Тип пристрою:** решітка, дифузор, повітропровід тощо.
- **Розміри:** діаметр або розміри перерізу.

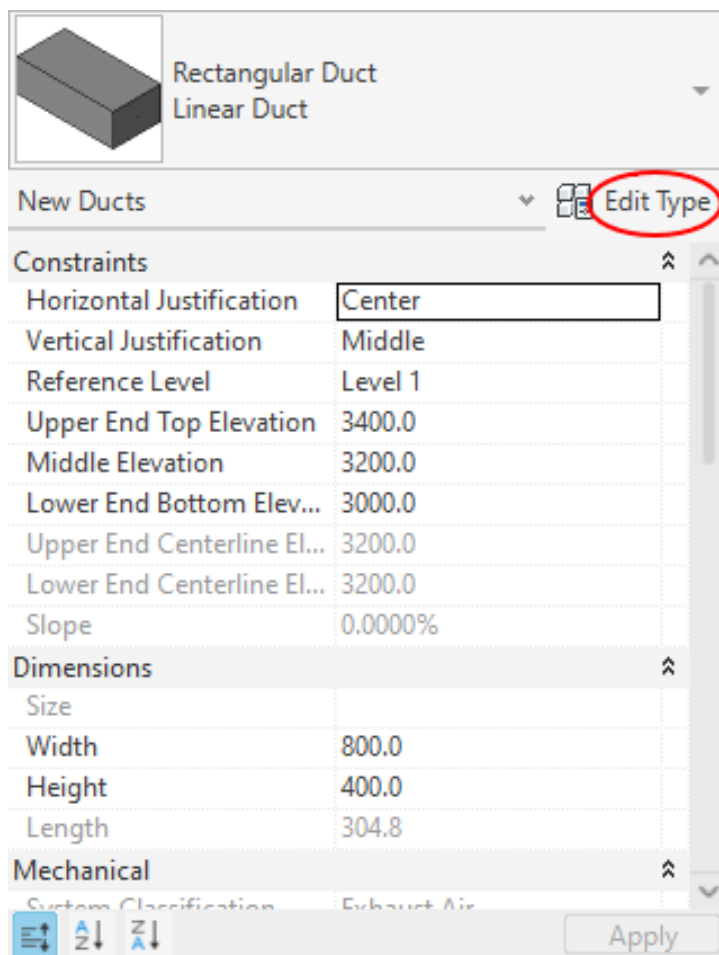
Як ми розглядали в попередніх завданнях, при виділенні відповідного елемента ці параметри можна редагувати у вікні “Properties”, вкладка “Edit Type”, або за допомогою команди “Edit Family” – перейти у файл сімейства.



2. Параметри повітропроводів:

- **Діаметр/переріз:** важливий для визначення повітряного потоку.
- **Матеріал:** метал, пластик тощо.
- **Тип:** круглий, прямокутний, гнучкий тощо.

Для зміни цих параметрів у вкладці “Systems” слід обрати команду “Duct”, а у вікні “Properties” та на вкладці “Edit Type” – налаштувати всі необхідні параметри перед розміщенням повітропроводу в моделі.



3. Параметри вентиляторів та іншого вентиляційного обладнання:

Як було розглянуто вище, сімейства вентиляційного обладнання за своєю структурою та способом розміщення в моделі мало відрізняються від сімейств розподільчих пристроїв. На практиці найчастіше використовуються сімейства, створені інженерами компанії-виробника обладнання. У цих сімействах вже закладено габарити обладнання, розміри з'єднувачів та інші характеристики, що відповідають реальному обладнанню.

Необхідність зміни параметрів може виникнути, наприклад, у разі невідповідності одиниць виміру. Щоб вирішити цю проблему, потрібно привести одиниці вимірювання сімейства у відповідність до одиниць виміру проєкту.

У Revit ви можете використовувати різні типи сімейств для створення та налаштування цих елементів, а також редагувати їх параметри відповідно до вимог вашого проєкту. Це дозволяє створювати точні моделі систем вентиляції та проводити розрахунки, забезпечуючи ефективне проєктування та експлуатацію систем.

Висновок

На цьому занятті Ви навчилися:

- розміщувати кінцеві вентиляційні пристрої з різними параметрами прив'язки,
- розміщувати їх з точною прив'язкою до елементів моделі, таких як стіни, осі тощо.

Ви з'єднали розміщені пристрої з повітропроводами та створили вентиляційні системи різними способами.

Ми розглянули розміщення та з'єднання вентиляційного обладнання, налаштування параметрів різних елементів моделі систем вентиляції, створення необхідних типорозмірів пристроїв та обладнання.

Ознайомилися з основними параметрами систем вентиляції та їх використанням.