

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»  
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА  
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

**Пояснювальна записка**

до дипломного  
проєкту бакалавра

на тему : **Проектування систем вентиляції закладу  
харчування в Національному університеті "Полтавська  
політехніка імені Юрія Кондратюка"**

Виконав: студент  
4 курсу, групи  
групи 401-НТ  
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Дубчак Д.О.

(прізвище та ініціали)

Допустити до захисту:

завідувач кафедри "Теплогазопостачання,  
вентиляції та теплоенергетики" \_\_\_\_\_

к.т.н., проф. Голік Ю.С.

" \_\_\_\_\_ "

2025 р.

*Полтава - 2025 р.*

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Дубчак Дмитро Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"** керівник проекту (роботи) Гузик Д.В.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу 306/1-ф.а. від "03" 03 2025 року

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 20.01.2025 р

3. **Вихідні дані до проекту (роботи):** до розробки системи вентиляції їдальні було використано будівельний план об'єкта, існуючі витяжні канали та обладнання попередньої вентиляційної системи, ситуаційний план поверху їдальні з поділом на функціональні зони (зали, кухня, роздавальна, санвузли), а також метеорологічні дані для м. Полтава, нормативна документація (ДБН В.2.5-67:2013, ДСанПіН 2.2.4-171-10, ГОСТ 12.1.005-88), паспортні дані на вентиляційне обладнання, креслення існуючої вентиляції та відомості про технологічне навантаження з обладнання кухні.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки:** у межах роботи розглянуто загальні характеристики об'єкта, виконано зонування приміщень з урахуванням функціонального призначення, визначено нормативні значення повітрообміну згідно з категоріями приміщень, виконано тепловий баланс для оцінки тепловиділень у технологічній зоні, проведено повітряний розрахунок для систем В1–В7, П1, П2, ВГ1, ВГ2, здійснено аеродинамічний розрахунок з урахуванням втрат тиску в повітроводах, виконано підбір вентиляційного обладнання (вентилятори, зонти, решітки), проаналізовано ефективність гравітаційної вентиляції в різні пори року, обґрунтовано сезонну регульованість подачі, розглянуто методику реалізації зонального тиску в межах їдальні, визначено напрямки повітряних потоків, розроблено креслення аксонометричних схем, а також здійснено техніко-функціональне обґрунтування прийнятих рішень.

					<b>401-НТ. 9476024</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Дубчак Д.О.			«Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Гузик Д.В.					2	91
<i>Зав. кафедри</i>		Голік Ю.С.				Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», кафедра ТГВ та Т		

**5. Перелік графічного матеріалу:** до графічної частини входять аркуші з загальними даними, характеристикою вентиляційних систем, фрагментами поверхових планів, вузлами та розрізами, включаючи 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, аксонометричні схеми вентиляційних систем В1–В7, П1, П2, ВГ1, ВГ2, окрема схема загальної системи вентиляції, монтажні схеми зонта, переточних решіток та вузлів кріплення.

Дата видачі завдання 03.03. 2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<u>№ з/п</u>	<u>Назва етапів дипломної роботи</u>	<u>Строк виконання етапів роботи</u>	<u>Примітка</u>
<u>1</u>	Аналітична та підготовча частина проєкту	<u>04.03 – 03. 04</u> <u>2025 р.</u>	
<u>2</u>	Проектування та розрахунок вентиляційних систем	<u>03.04 – 16.05</u> <u>2025 р.</u>	
<u>3</u>	Підбір вентиляційного обладнання та повітророзподільних елементів	<u>17.05 – 21.05</u> <u>2025 р.</u>	
<u>4</u>	Графічне та технічне оформлення проєкту	<u>22.05 – 31.05</u> <u>2025 р.</u>	
<u>5</u>	<u>Оформлення дипломної роботи</u>	<u>01.06 – 19.06</u> <u>2025 р.</u>	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Дубчак. Д. О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гузик Д.В.  
(прізвище та ініціали)

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Мета та особливість проекту.....	7
1.2 Характеристика об'єкта та обсяг вентиляції.....	8
1.3 Функціональне зонування та вимоги до повітрообміну.....	9
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ОБ'ЄКТА ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ.....	12
2.1 Розрахунок витяжної системи В1 .....	12
2.2 Розрахунок витяжної системи В2 у приміщенні залу №1 .....	15
2.3 Розрахунок витяжної системи В3 у приміщенні залу №2 .....	18
2.4 Розрахунок витяжної системи В4 для роздавальної.....	21
2.5 Розрахунок витяжної системи В5 під плитами .....	24
Аеродинамічний розрахунок системи В5: .....	26
2.6 Розрахунок витяжної системи В6 — загальна повітряна система кухні .....	33
2.7 Розрахунок витяжної системи В7 — санвузол персоналу 2.....	36
2.8 Гравітаційна вентиляція у залі №2 .....	39
2.9 Розрахунок системи П1 .....	46
Аеродинамічний розрахунок системи П1: .....	48
2.10 Розрахунок системи П2 .....	57
2.11 Висновки до розділу .....	62
РОЗДІЛ 3. ПІДБІР ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	64
3.1 Загальна інформація про виробників і вихідні каталоги .....	64
3.2 Підбір вентиляторів для систем В1, В2, В3 та В7 .....	66
3.3. Підбір вентиляторів для систем В4 та В6 .....	70
3.4 Підбір вентилятора для системи В5 .....	74
3.5 Підбір вентиляторів для систем П1 та П2 .....	79
3.6 Решітки та витяжні елементи системи вентиляції .....	80
ВИСНОВОК .....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	87

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	401-НТ. 9476024				

## ВСТУП

Чисте та свіже повітря — основа життя. Людина може прожити без їжі до семи днів, без води близько трьох, але без повітря лише кілька хвилин. Саме тому вентиляція є однією з найважливіших інженерних систем, що забезпечує життєво необхідні умови для існування, праці та відпочинку людини.

Попри те, що повітря постійно присутнє в атмосфері, не кожне з них є придатним для тривалого перебування. Людині потрібне повітря з достатнім вмістом кисню, низькою концентрацією вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) та відсутністю шкідливих домішок. Саме це завдання покликані вирішувати сучасні системи вентиляції: вони забезпечують приплив збагаченого киснем повітря і водночас видаляють забруднене, насичене CO<sub>2</sub>, водяними парами, сторонніми запахами та продуктами згорання.

Накопичення CO<sub>2</sub> у приміщенні навіть у відносно низьких концентраціях чинить відчутний негативний вплив на самопочуття людини. Уже при перевищенні 1000 ppm з'являються втома, головний біль, зниження концентрації уваги. Вищі значення можуть спричиняти запаморочення, сонливість і навіть втрату свідомості [1]. Це ще раз підкреслює, що ефективна вентиляція — не розкіш, а необхідність.

Особливо важливою вона є в закладах громадського харчування, де, окрім видалення CO<sub>2</sub>, вентиляція виконує критичну роль у виведенні надлишкової вологи, тепла, запахів, диму та аерозолів жиру, що утворюються під час приготування їжі. Від цього залежить не лише комфорт персоналу та відвідувачів, а й довговічність обладнання, стан оздоблення приміщень і відповідність санітарно-гігієнічним нормам.

Перші враження від їдальні формуються ще до подачі страв — саме через інтер'єр і запахи в залі. І хоча естетичні аспекти дизайну — не у сфері

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

відповідальності інженера, **якість повітря** — безпосередньо залежить від ефективності вентиляції.

Ця тема має для мене особисте значення. Під час роботи на професійній кухні я зіткнувся із ситуацією, коли вийшла з ладу витяжка. При смаженні телятини без олії утворилася велика кількість диму. Вже за кілька хвилин повітря стало непридатним для дихання: з'явився кашель, різь в очах, а згодом спрацювала пожежна сигналізація. Цей випадок наочно показав, наскільки важливою є правильно спроектована система вентиляції.

Отже, вентиляція це не просто технічне рішення. Це внесок у **здоров'я людей, безпеку персоналу та якість сервісу** в закладах харчування. Саме тому обрана тема дипломної роботи є актуальною, практично значущою та соціально відповідальною.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Мета та особливість проекту

Метою цього дипломного проекту є розробка ефективної, технічно обґрунтованої системи вентиляції для їдальні навчального закладу — з урахуванням чинних нормативних вимог, особливостей об'єкта, гігієнічних та теплотехнічних умов експлуатації. Об'єкт розташований на території **Національного університету "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"** і призначений для обслуговування до **84 осіб** одночасно.

Вентиляційна система має забезпечити подачу необхідного об'єму свіжого повітря, видалення забрудненого повітря з технологічних зон, підтримання диференційованого тиску між приміщеннями, а також контроль температури, вологості й запобігання рециркуляції запахів. Проект орієнтований на **комплексну взаємодію припливних, витяжних та природних елементів вентиляції** на об'єкті.

Згідно з кліматичними даними для м. Полтава:

температура зовнішнього повітря в опалювальний період — **-22 °С**,

температура влітку — **+28 °С**,

середня відносна вологість — **55–60 %**,

домінуючий напрямок вітру — **південно-західний** [2].

У зв'язку з холодним кліматом взимку, припливні системи проектуються з **повітряними калориферами** для попереднього підігріву повітря до комфортної температури. Згідно з вимогами [3], перепад температури між вулицею та

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

внутрішнім повітрям у теплий період не повинен перевищувати 7 °С, щоб уникнути теплового стресу у відвідувачів. Проєкт враховує ці вимоги при формуванні повітрообміну.

Вологість у приміщеннях згідно з ДБН В.2.5-67:2013 та ДСанПіН 2.2.4-171-10 має бути в межах **40–60 %** для харчоблоків. Враховуючи наявність джерел вологи (плити, миття, тепловиділення), у системі вентиляції передбачена **збалансована подача та видалення повітря** з урахуванням кратності обміну та режимів роботи кухні й обіднього залу.

## 1.2 Характеристика об'єкта та обсяг вентиляції

Об'єкт має загальну площу **382,04 м<sup>2</sup>** та складається з декількох функціональних зон:

- **зали для прийому їжі** (дві окремі зони),
- **роздавальна лінія,**
- **кухонний блок** (доготувальна кухня),
- **санвузли персоналу,**
- **коридори та допоміжні приміщення.**

З огляду на різні типи приміщень, було прийнято рішення застосувати **зональну вентиляцію**, що базується на поділі систем за функцією:

- **2 припливні системи:**
  - **П1** — приплив до зали №1 та роздавальної,
  - **П2** — приплив до зали №2 та кухні.
- **7 витяжних систем:**
  - **В1** — санвузол персоналу №1,
  - **В2** — зала №1,
  - **В3** — зала №2 (частково коридор),
  - **В4** — роздавальна зона,

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- **В5** — місцева витяжка над плитами (зонти),
- **В6** — загальна витяжка кухні,
- **В7** — санвузол персоналу №2.
- **2 гравітаційні витяжні шахти:**
  - **ВГ1 та ВГ2** — для зали №2.

Кожна система розраховується окремо з урахуванням **об'єму приміщення, кратності повітрообміну, припливу або відсмоктування, температурного режиму, розташування решіток і зон формування тиску**. Загальний підхід до проєктування передбачає створення **підвищеного тиску в залах та пониженого** — у зоні кухні, санвузлів і роздавальної, що відповідає санітарним та експлуатаційним вимогам.

### 1.3 Функціональне зонування та вимоги до повітрообміну

Одним із ключових принципів при проєктуванні вентиляційних систем для об'єктів громадського харчування є **розподіл приміщень за функціональним призначенням**. У межах даного проєкту їдальні було виокремлено кілька функціональних зон, для яких встановлюються різні гігієнічні, температурні та вентиляційні вимоги. Такий підхід дозволяє забезпечити не лише комфортні умови для перебування відвідувачів і працівників, а й **запобігти перетоку запахів, тепла, вологи та забруднень** між зонами з різними мікрокліматичними характеристиками.

Умовно об'єкт поділено на такі основні групи зон:

Зони постійного перебування людей (обідні зали №1 та №2). Тут вентиляція виконує функцію забезпечення свіжого повітря, контролю температури та вологості, а також створення позитивного надлишкового тиску. Саме в цих приміщеннях перебувають відвідувачі, тому вимоги до комфорту найвищі. Відповідно до нормативів, рекомендовано

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовувати повітрообмін на рівні 30–40 м<sup>3</sup>/год на людину, або мінімум 2–4 кратності об'єму приміщення.

Кухонно-технологічна зона (доготувальна кухня).

Це зона з інтенсивним тепловиділенням, вологовиділенням та появою запахів. Тут обов'язковим є встановлення місцевих витяжних пристроїв (зонтів) безпосередньо над джерелами забруднення — плитами, жарочними шафами тощо. Мінімальний повітрообмін визначається за кількістю та типом обладнання й часто перевищує 300–1000 м<sup>3</sup>/год на одиницю. Крім того, для загального повітрообміну кухні передбачено допоміжну витяжну вентиляцію, а також регульовану подачу повітря з боку припливної системи.

Санітарно-побутові приміщення (туалети персоналу, душові, роздягальні).

Ці зони є потенційними джерелами неприємних запахів та підвищеної вологості. Згідно з [3], тут передбачається витяжка не менше 50 м<sup>3</sup>/год на кожен унітаз та раковину, а також на душові кабінки. Щоб уникнути проникнення запахів у зони з вищим класом чистоти, у санвузлах створюється знижений тиск, а повітря надходить туди через переточні решітки у дверях.

Роздавальна зона.

Цей простір виконує функцію проміжного буфера між кухнею та залом. У ньому одночасно присутні готові страви, тепло від технологічного обладнання, а також персонал, що видає їжу. Роздавальна працює в умовах високого запахонавантаження, тому в проєкті вона передбачена як зона з підвищеною витяжною здатністю. Одночасно частина припливного повітря подається сюди безпосередньо для зниження перепаду тиску.

Коридори та допоміжні простори.

У цих зонах повітря перетікає пасивно з приміщень з надлишковим тиском у бік зон з пониженим тиском. Самостійної системи вентиляції вони не

					401-НТ. 9476024	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потребують, однак їх роль важлива для збалансованого повітрообміну в межах об'єкта.

Такий підхід до зонування дозволяє побудувати **інженерну систему, в якій кожна ділянка працює з урахуванням її реального навантаження, призначення та повітряного тиску**, що відповідає сучасним принципам енергоефективності, гігієни та безпеки.

У подальших розділах для кожної із вказаних зон буде окремо розглянуто вентиляційну схему, визначено повітрообмін, тип вентиляції (механічна або природна), обладнання та маршрут повітря. Це дозволить побудувати **аеродинамічно збалансовану систему вентиляції**, що забезпечить стабільну роботу в різні пори року.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

## РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ОБ'ЄКТА ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

### 2.1 Розрахунок витяжної системи В1

Система В1 відповідає за витяжку повітря з туалету персоналу, розташованого у побутовій зоні. Попри її компактність, ця система займає важливе місце у загальному вентиляційному балансі всього закладу харчування. Її основна функція — не просто видаляти повітря з певної кількості санітарних приладів, а **створити та підтримувати розріджений повітряний режим у зоні санвузла**, щоб повітря з туалету не мало можливості проникати назад у зони для прийому їжі або персональні проходи.

За логікою аеродинамічного розподілу, туалет відноситься до «забруднених зон», і відповідно — в ньому має бути **понижений тиск**. Цей тиск формується за рахунок витяжки повітря та компенсується припливом з інших приміщень. Притік, в свою чергу, реалізується **через спеціальні переточні решітки**, які монтуються в нижній частині дверного полотна між санвузлом і коридором. У проєкті передбачені переточні решітки розміром 440×20 мм, чого цілком достатньо, аби забезпечити вільний перехід повітря з приміщення зали №1 та коридору до зони туалету.

Таким чином, повітря, яке надходить до зали №1 через припливну систему П1, частково переходить у туалет і далі — витягується системою В1. Така логіка дозволяє **підтримувати стабільний напрямок повітряного потоку: від «чистих зон» до «брудних»**, що повністю відповідає нормам санітарно-гігієнічного проєктування громадських закладів.

Варто зазначити, що потік повітря в таких зонах не повинен бути великим, але він має бути **постійнодіючим і гарантованим**. Якщо витяжна система працює нестабільно, або її інтенсивність змінюється в залежності від тиску в загальній

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

системі, це може призвести до того, що запахи з санвузла просочуються назад у приміщення їдальні, особливо при відкриванні дверей.

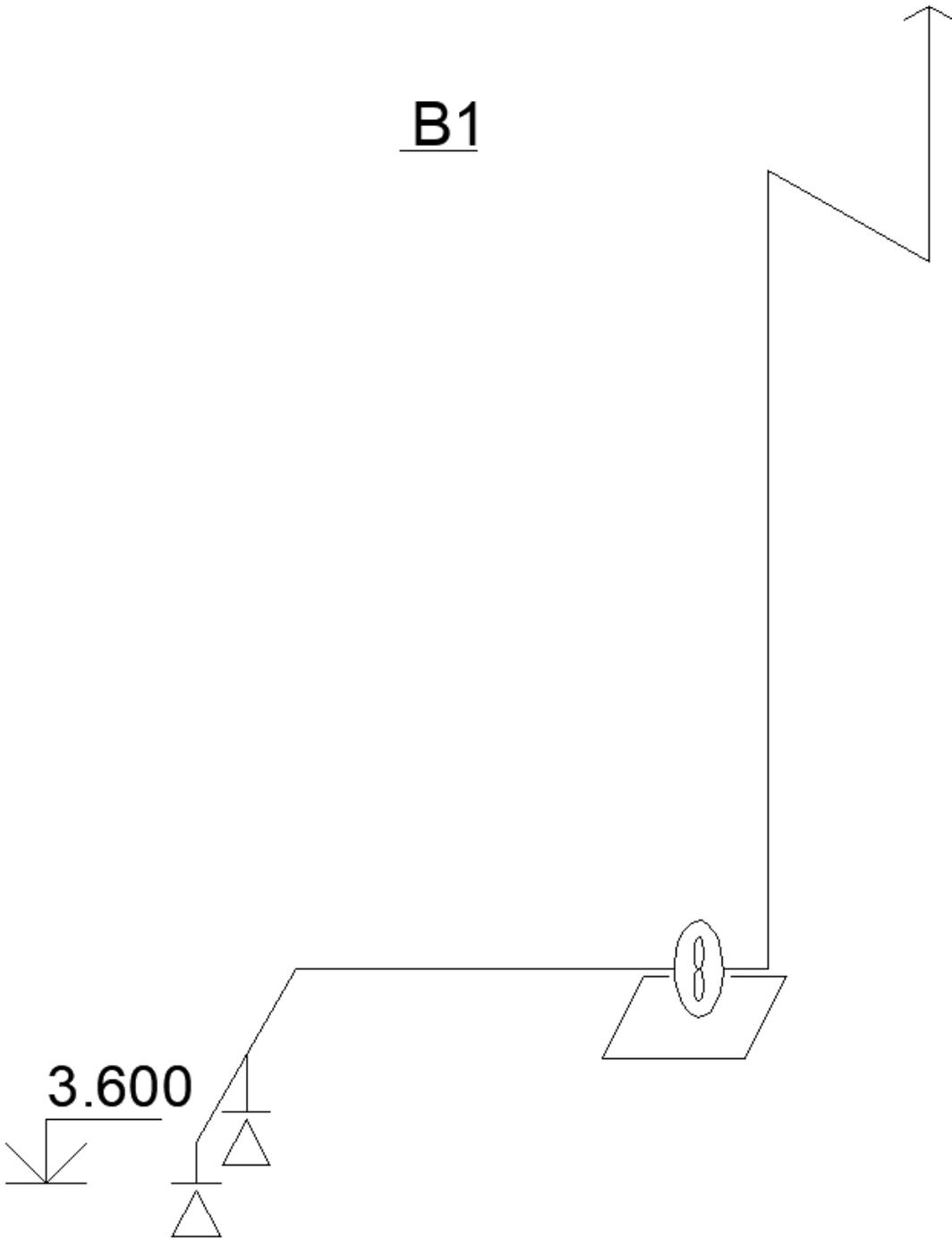
Згідно з **пунктом 6.7 таблиці ДБН В.2.5-67:2013**, мінімальна витрата повітря для туалету становить **50 м<sup>3</sup>/год на один унітаз**, і стільки ж на одну рукомийну раковину. У нашому випадку у туалеті передбачено один унітаз та одна мийка, отже мінімальна витрата має бути не менше **100 м<sup>3</sup>/год**. Саме це значення і було прийнято за основу під час розрахунку. Резерв у витраті повітря у цьому випадку не передбачений, оскільки простір малий, а завеликий потік міг би спричинити надмірне охолодження або дискомфорт у суміжних приміщеннях.

Витяжна решітка розташована у верхній частині стіни туалету, ближче до зони стелі, що дозволяє захоплювати тепле повітря та вологі потоки, які природно накопичуються у верхніх шарах повітря в невеликих приміщеннях. Це також дозволяє зменшити утворення конденсату, а отже і появу грибків, що особливо важливо для вологих технічних приміщень.

На **Малюнку 2.1.1** наведена схема цієї системи, з усіма функціональними елементами.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

B1



Малюнок 2.1.1 схема витяжної системи B1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

401-НТ. 9476024

Арк.

14

## 2.2 Розрахунок витяжної системи В2 у приміщенні залу №1

Проектування системи вентиляції залу №1 як основної зали споживання їжі є критично важливим етапом у формуванні загального мікроклімату закладу харчування. Згідно з чинними гігієнічними вимогами до приміщень з постійним перебуванням людей (зокрема ДБН В.2.5-67:2013), забезпечення якісного повітрообміну є не лише питанням комфорту, але й санітарно-епідеміологічної безпеки.

Приміщення залу має площу 78,76 м<sup>2</sup> і висоту стель 3,5 метра, що відповідає загальному геометричному об'єму повітря 275 м<sup>3</sup>. З метою підтримання сприятливих умов перебування, у приміщенні реалізовано **динамічну вентиляційну модель**, яка базується на принципі створення **надлишкового тиску**. Такий підхід передбачає організацію **припливного повітрообміну в обсязі, що вдвічі перевищує обсяг витяжного**, що дозволяє формувати позитивний перепад тиску в напрямку суміжних приміщень з меншим повітряним навантаженням.

У відповідності до цього принципу, в залі передбачається **4-кратний повітрообмін на припливі** (тобто 1100 м<sup>3</sup>/год) і **2-кратний на витяжці** (тобто 550 м<sup>3</sup>/год). Це означає, що за одну годину в приміщення надходить у 4 рази більше свіжого повітря, ніж становить його об'єм, і при цьому половина цієї кількості виводиться через витяжну систему В2. Надлишковий обсяг припливного повітря ще 550 м<sup>3</sup>/год поступово витісняється в суміжні зони: коридори, роздавальну, а також технічні приміщення. Таким чином, підтримується **постійнодіючий повітряний бар'єр**, що запобігає рециркуляції повітря з можливим вмістом запахів та мікроаерозолів з інших функціональних зон.

Такий повітряний режим допомагає краще розбавляти забруднене повітря, яке з'являється під час приготування та споживання їжі. Це дозволяє уникнути неприємних запахів без потреби встановлювати витяжки біля кожного столу.

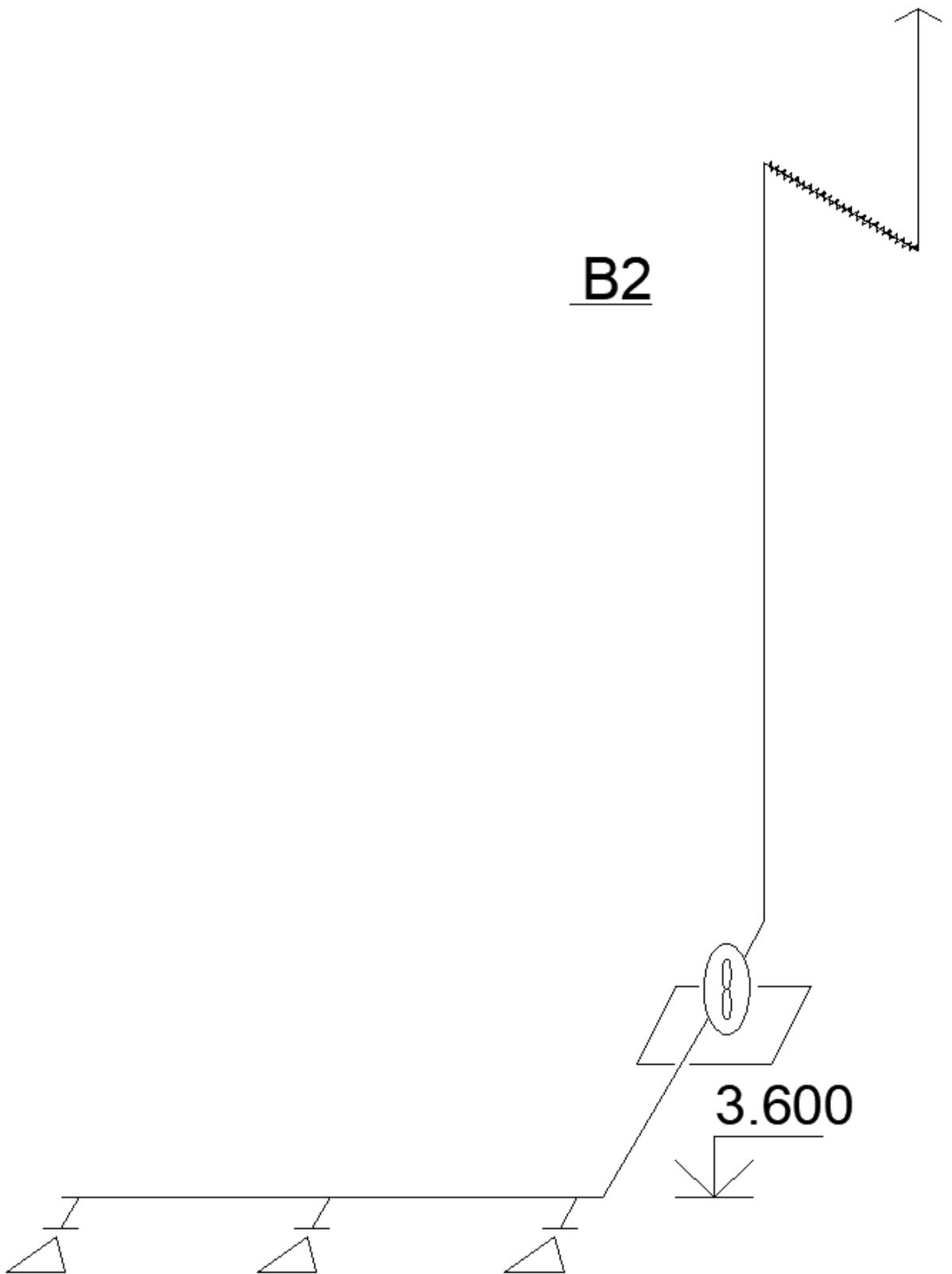
					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Також свіже повітря природно поширюється в менш провітрювані зони, що покращує загальну вентиляцію.

Розрахункова продуктивність витяжної системи В2 становить 550 м<sup>3</sup>/год, що повністю відповідає заданим параметрам проєкту та забезпечує гідродинамічну рівновагу всієї вентиляційної мережі поперху. Вона реалізується через каналну витяжну установку із розміщенням повітропроводів по стелі з подальшим виводом у загальний витяжний стояк. Для зниження шумового навантаження можливе встановлення шумоглушників перед вентиляційною установкою. Контроль режиму потоку здійснюється за допомогою регульованих решіток із можливістю налаштування витрати в межах  $\pm 10\%$  для гнучкої адаптації до експлуатаційних умов.

З метою забезпечення безперебійної роботи витяжних вентиляторів та продовження строку їхньої експлуатації, у проєктному рішенні передбачено встановлення **ревізійних люків для регулярного доступу до вузлів обслуговування, див 2.2.1.** Це дозволяє оперативно проводити профілактичні огляди, чистку і ремонт вентиляційного обладнання без демонтажу елементів повітропроводів, що є важливою умовою технічної надійності системи в умовах інтенсивної експлуатації.

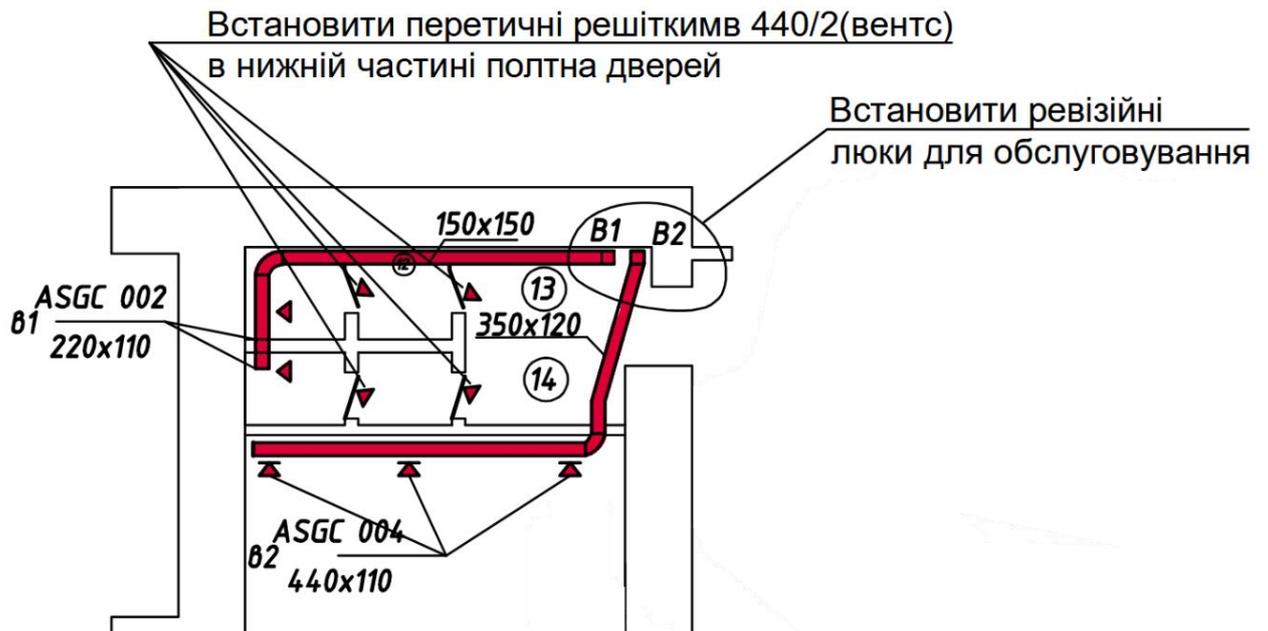
					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Малюнок 2.2.1 Аксонометрія системи вентиляції В2

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

На кресленнях мал. 2.2.2 представлено просторову конфігурацію витяжних систем В2 та В1, що дозволяє візуально оцінити логіку побудови повітрообміну і взаємодію між окремими вентиляційними зонами.



Малюнок 2.2.2 План вентиляції В1 та В2

### 2.3 Розрахунок витяжної системи В3 у приміщенні залу №2

Система В3 виконує функцію основної витяжної вентиляції у залі №2. Хоча на перший погляд вона виглядає менш потужною порівняно з іншими системами, насправді її роль у загальному вентиляційному балансі об'єкта — визначальна. Це єдина механічна витяжна система, яка безпосередньо видаляє повітря із залу №2, у якому відбувається споживання їжі, накопичення запахів та вуглекислого газу, що виділяється під час присутності людей.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Разом з тим, у залі №2 проєктно передбачено дві гравітаційні шахти — ВГ1 та ВГ2, які також виконують функцію витяжки, але працюють переважно у холодну пору року або в міжсезоння. Механічна система В3 гарантує надійний витяг незалежно від кліматичних умов, і тому є базовим каналом видалення повітря з цієї частини їдальні. Вона включає витяжну решітку, розміщену у суміжному ізольованому приміщенні, яке безпосередньо пов'язане з залом №2. Саме ця конфігурація і вирізняє систему В3 серед інших.

За логікою повітряного балансу, зал №2 проєктується з надлишковим тиском. Сюди подається припливне повітря через систему П2 у кількості 900 м<sup>3</sup>/год. Частина повітря переходить у кухню (яка має дефіцит повітря), ще частина — виводиться через гравітаційні шахти, і основна частина — саме через В3. На відміну від гравітаційної тяги, яка працює лише при наявності температурного перепаду або вітрового навантаження, система В3 діє стабільно і підконтрольно.

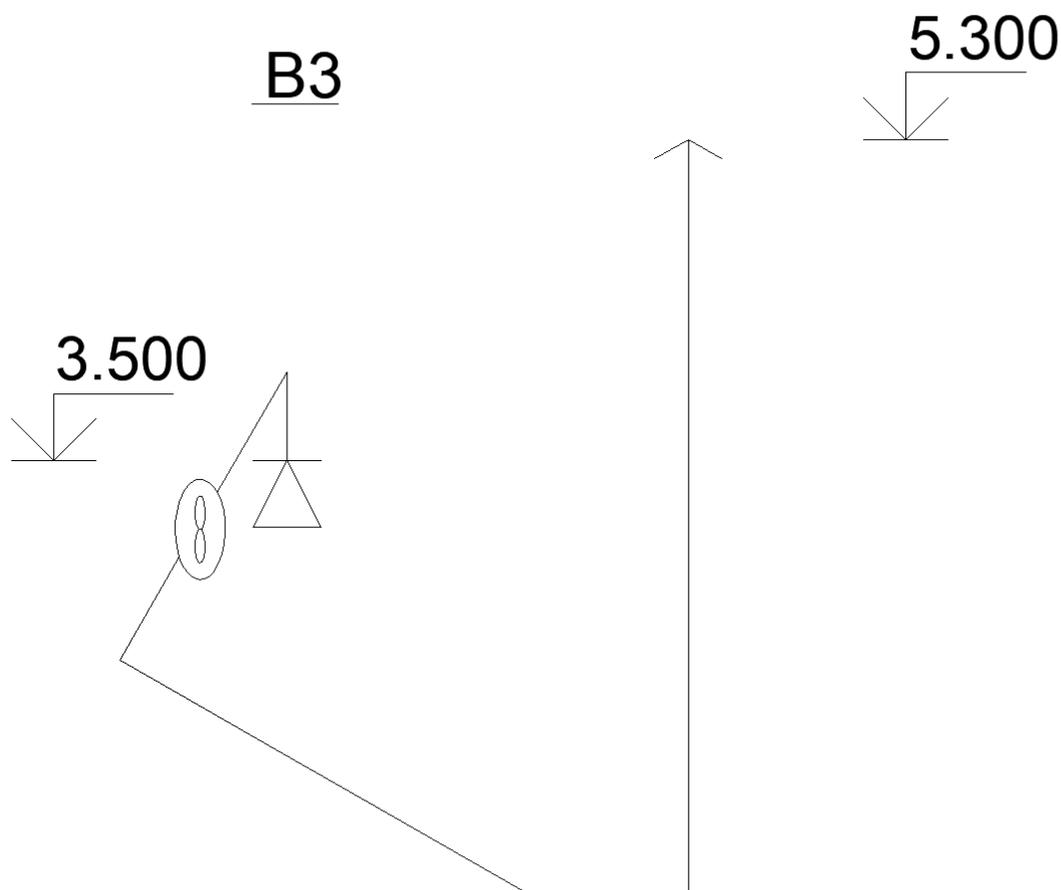
Витяжна решітка В3 розміщена на висоті під стелею, в зоні активного скупчення теплих повітряних мас, насичених запахами. Таке рішення дозволяє зменшити ризик застійних зон, а також підвищити ефективність вентиляції за рахунок того, що тепле повітря природно піднімається, і його простіше забрати через витяжний канал.

Проєктна витрата повітря через систему В3 становить 300 м<sup>3</sup>/год. Це значення розраховане з урахуванням того, що загальна подача у зал №2 — 900 м<sup>3</sup>/год, і частина об'єму передбачено на гравітаційну вентиляцію та перетік у кухню, де сформовано знижений тиск. Водночас система В3 забезпечує базовий витяг незалежно від температурного режиму, і тому вона працює постійно — на відміну від ВГ1 і ВГ2, які змінюють свою продуктивність відповідно до зовнішніх умов.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Система має просту конфігурацію див малюнок 2.3.1, з мінімальними втратами тиску, і проєктувалась так, щоб її було легко обслуговувати в процесі експлуатації.

малюнок 2.4.2 план системи В4



малюнок 2.3.1 схема системи В3

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

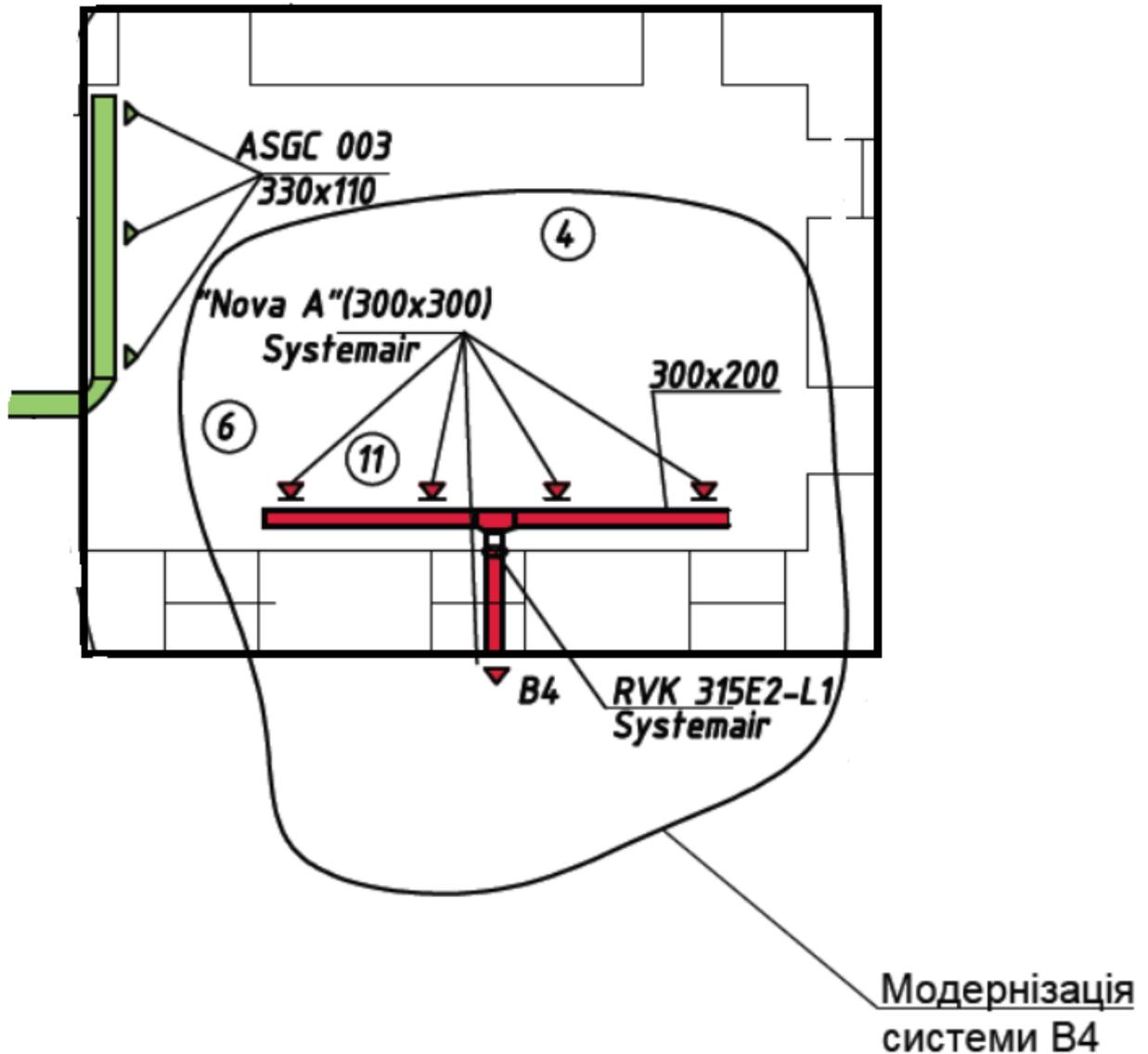
## 2.4 Розрахунок витяжної системи В4 для роздавальної

Система В4 призначена для забезпечення витяжки повітря з роздавальної — приміщення, яке виконує проміжну функцію між кухнею та залами їдальні. Саме тут відбувається передача приготованих страв, тому це місце з **найвищою концентрацією запахів**, особливо у пікові години видачі. Попри відносно невеликий геометричний об'єм (площа приміщення 43 м<sup>2</sup> при висоті 3,5 м, об'єм — близько 150 м<sup>3</sup>), повітряне навантаження на роздавальну перевищує її власний об'єм у кілька разів.

Це зумовлено тим, що **сюди надходить частина припливного повітря з зали №1 через систему П1**, а також значний об'єм переточного повітря з обох залів, які спроектовані з надлишковим тиском. Таким чином, роздавальна функціонує як **буферна зона з пониженим тиском**, куди стікається повітря з інших приміщень. Саме тут необхідно ефективно видалити все повітря, яке вже пройшло через зони споживання їжі, щоб не допустити його повторного поширення в приміщення їдальні або кухні.

На **Малюнку 2.4.1** зображено фрагмент плану роздавальної з прив'язкою до всієї будівлі. Видно, як проходить гілка припливної системи П1, яка подає у цю зону 400 м<sup>3</sup>/год повітря. Решта об'єму — близько 700 м<sup>3</sup>/год — надходить у вигляді природного перетоку із залу №1 та зали №2, тобто загальний об'єм повітря, який циркулює в роздавальній, складає орієнтовно **1100 м<sup>3</sup>/год**.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21



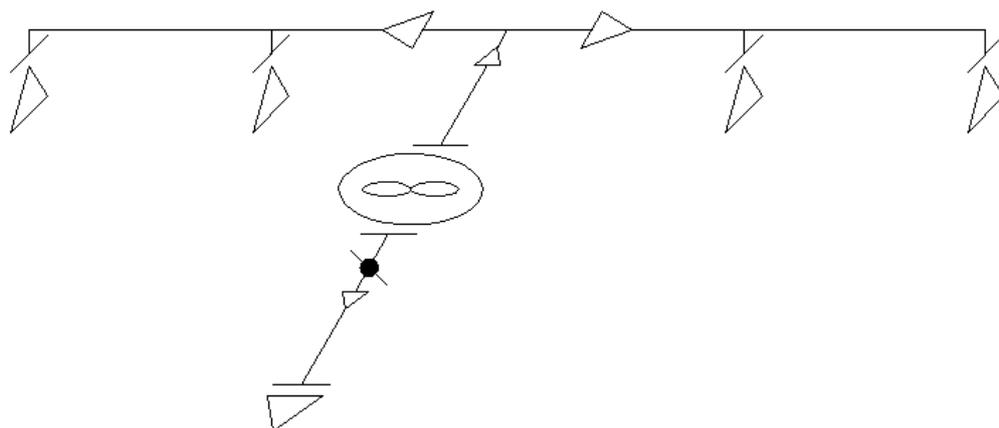
малюнок 2.4.1 план системи B4

Стара система витяжки в роздавальній існувала, але фактично не працювала: зношені повітропроводи, засмічені канали, недостатня потужність і повна відсутність регулювання призводили до того, що запахи накопичувались у приміщенні, а повітря не оновлювалося. Саме тому було прийнято рішення **повністю модернізувати систему B4**: оновити магістраль, замінити решітку та пристосувати її до нових режимів роботи з урахуванням надлишкових потоків із суміжних зон.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

На **Малюнку 2.4.2** представлено спрощену схему витяжної системи В4. Видно, що система В4 розміщена паралельно по відношенню до роздавальної зони, що дозволяє рівномірно охопити всі зони без застійних ділянок. Така компоновка сприяє формуванню стабільного потоку і ефективному виведенню запахів та забрудненого повітря.

## В4



малюнок 2.4.2 схема системи В4

Загальна витрата повітря, яке потрібно видалити з роздавальної, становить **не менше 1100 м<sup>3</sup>/год.** Це значення прийняте як розрахункове. Система працюватиме постійно в робочий час їдальні, а для більшої гнучкості в її

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

конструкцію закладена можливість підключення **п'ятиступеневого регулятора**, що дозволяє знижувати витрату у непікові періоди — наприклад, між обідами або вранці. Вечорами, коли кухня вже не працює, подача припиняється, і система автоматично переходить на понижений режим або відключається.

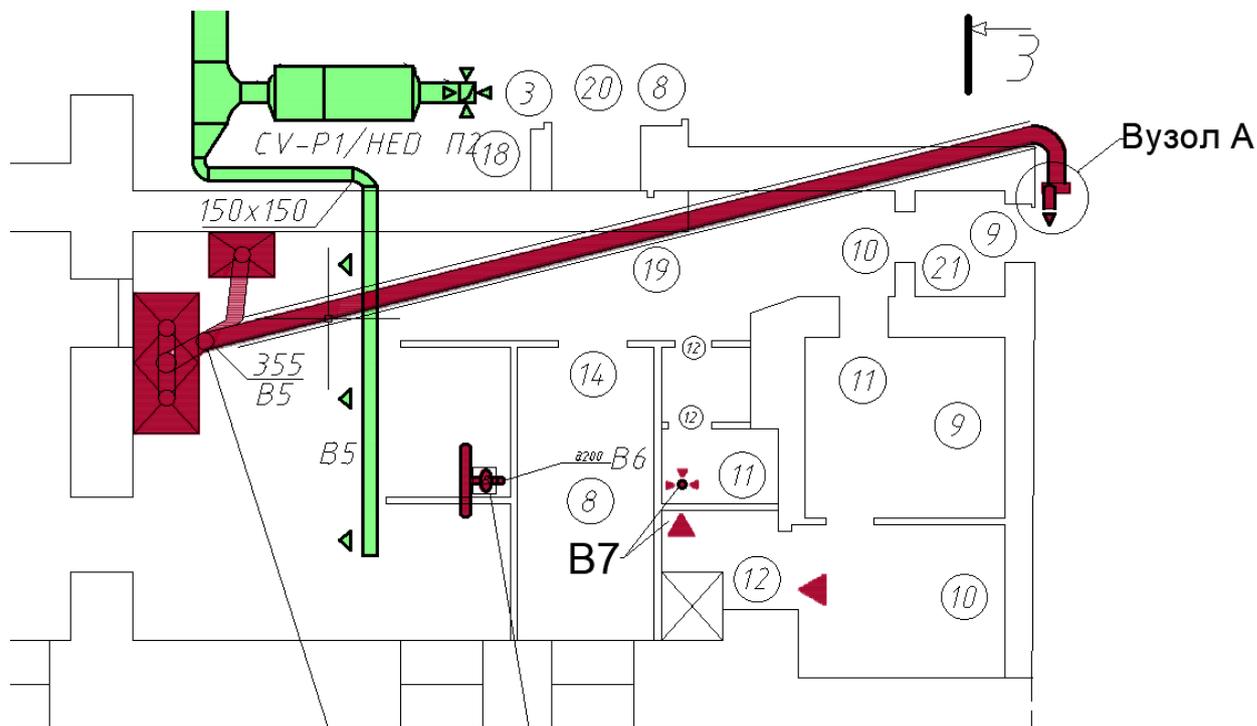
Важливо підкреслити, що система В4 не є ізольованим витяжним елементом — вона також частково компенсує витрату повітря з гравітаційних каналів (ВГ1, ВГ2), а також бере участь у витяжці повітря з кухні в разі зупинки зонту або зниження продуктивності В5. Тобто **система В4 виконує стабілізуючу роль для всього вентиляційного об'єкта**, забезпечуючи безперервне оновлення повітря в найкритичнішій точці — між кухнею та залами.

## 2.5 Розрахунок витяжної системи В5 під плитами

Кухонна зона, що є частиною технологічного блоку закладу харчування, має площу 26 м<sup>2</sup> та виконує функцію доготувальної кухні. Незважаючи на обмежені розміри, **навантаження в ній має нерівномірний, сінусоїдальний характер**, і найбільша інтенсивність припадає на період перед великою перервою, коли відбувається паралельне приготування кількох страв. У зв'язку з цим, **вентиляційна система цієї зони повинна бути спроектована таким чином, щоб максимально ефективно локалізувати джерела тепловиділення та запахів безпосередньо на рівні варильного обладнання.**

Витяжна вентиляція кухні реалізована через **дві системи**. Основну роль відіграє **місцева витяжка під плитами — система В5**, яка призначена для оперативного видалення теплого, насиченого жирами та паром повітря безпосередньо з-під джерел його утворення. Система В5 виконана у вигляді **двох витяжних зонтів**, підключених до окремого **зовнішнього вентилятора**, змонтованого поза межами кухонного простору. Цей вентилятор має достатній робочий тиск і продуктивність для подолання опору в усій трасі, включаючи повітропроводи, зонти, фільтри, коліна та шумоглушники. Візуальне компонування системи представлено на **малюнку 2.5.1.**

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Влаштувати "люк" для  
обслуговування вентилятора  
Розширити існуючий отвір до Ø355

Малюнок 2.5.1. Фрагмент плану В5

Допоміжну функцію виконує система **В6**, що відповідає за загальне повітрообновлення в приміщенні. Вона менш потужна, однак дозволяє підтримувати базовий рівень витяжки в періоди низької кулінарної активності або у режимі простою. Завдяки такому поділу зонування витяжки вдалося досягти енергоефективності при збереженні високої якості повітря.

Подача повітря до кухні забезпечується за допомогою **гілки припливної системи П2**, яка відгалужується від головного каналу та подає близько **300 м<sup>3</sup>/год свіжого повітря**. Ураховуючи, що загальна витрата повітря через зонти В5 перевищує цей показник, решта об'єму компенсується **перетіканням із суміжних приміщень** (зал №1, зал №2, роздавальна), у яких створено підвищений тиск. Це забезпечує спрямований потік повітря до кухні, що блокує

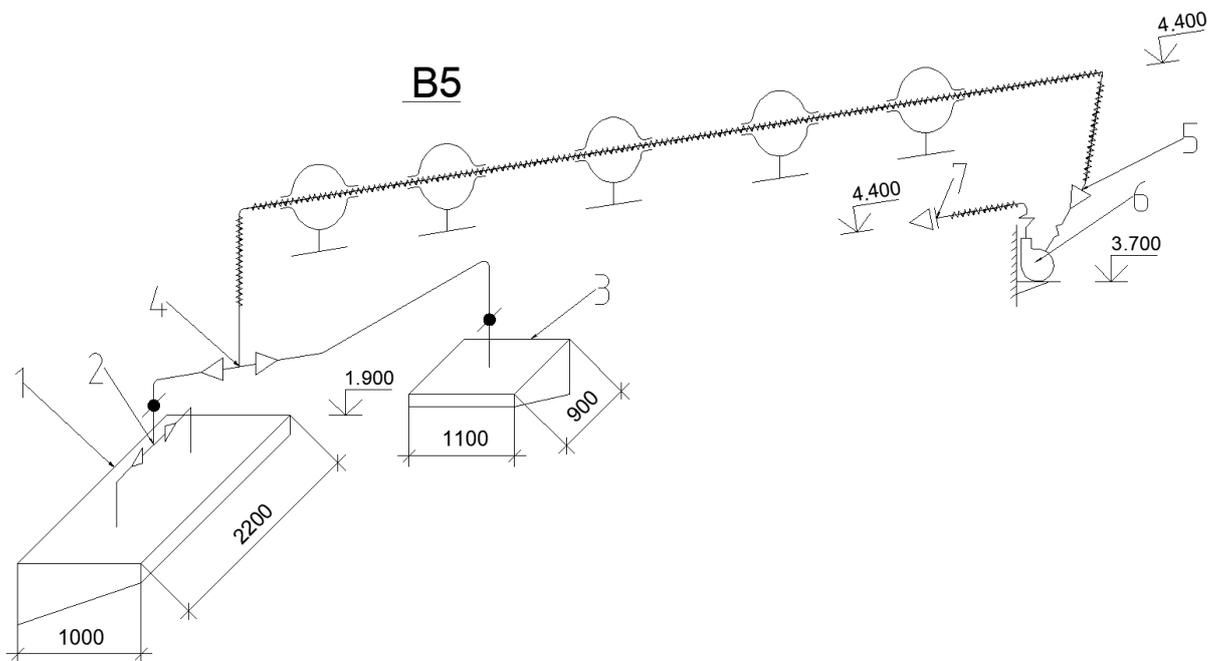
										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	401-НТ. 9476024					

поширення запахів у зворотному напрямку та дозволяє підтримувати **понижений тиск у межах кухні.**

Система В5 — одна з найскладніших серед усіх витяжних систем, реалізованих у цьому проєкті. Її ефективність залежить не лише від правильно підібраного вентилятора, а й від **аеродинамічного розрахунку всієї системи**, з урахуванням опору зонти, траси, фільтрів і геометрії каналів. Саме тому доцільним є виконання повного аеродинамічного аналізу для забезпечення гарантованої витрати та безперервної експлуатації в режимі максимального навантаження.

### Аеродинамічний розрахунок системи В5:

Для коректного виконання аеродинамічного розрахунку витяжної системи В5 необхідно спочатку визначити **структуру системи**, включаючи вузлові точки та послідовність ділянок повітропроводу. Умовно розрахунок ведеться від **вентиляційного зонти (позиція 1)** до **остаточної витяжної решітки (позиція 7)**. Візуальна нумерація елементів системи представлена на **малюнку 2.5.2**, де кожна точка відповідає конкретній ділянці повітряного тракту.



Малюнок 2.5.2 аксонометрична схема системи В5

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

У системі В5 використовується два витяжні зонти: один великий — розміром **2200×1000** мм, розрахований на видалення **3000 м³/год повітря**, другий — розміром **1100×900** мм, який обслуговує зону духової шафи і розрахований на **1000 м³/год**. Загальна витрата повітря через систему становить **4000 м³/год**.

Визначення розрахункової витрати через великий зонт ґрунтується на практичних даних та нормах, згідно з якими **одна електрична плита з чотирма конфорками** може виділяти до **1500 м³/год забрудненого повітря** (ДБН В.2.5-67:2013, додаток Ж). У нашому випадку використовується **дві таких плити**, тому відповідна витрата становить  $2 \times 1500 = 3000 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Для зонти над духовкою прийнята витрата **1000 м³/год**, що відповідає нормативному значенню **повітрообміну для жарових і пекарських шаф**

Аеродинамічний розрахунок витяжної системи В5 доцільно виконати поетапно, що дозволяє чітко структурувати інженерні дії та забезпечити точність у визначенні загального опору мережі. Розрахунок проводиться у три послідовні етапи:

1. **Визначення швидкості руху повітря в повітропроводі** — включає розрахунок витрати повітря в одиницю часу та площі поперечного перерізу повітропроводів для подальшого визначення швидкості руху повітря (м/с) на кожній ділянці.
2. **Розрахунок лінійних втрат тиску** — враховує втрати, що виникають у результаті тертя повітряного потоку об стінки повітропроводу. Ці втрати пропорційні довжині трубопроводу, швидкості потоку та коефіцієнту тертя, що береться з технічних таблиць.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

3. **Розрахунок місцевих втрат тиску** — охоплює втрати, пов'язані з переходами діаметра, колінами, трійниками, дифузорами тощо. Величини місцевих опорів обчислюються на основі коефіцієнтів місцевого опору ( $\zeta$ ), які залежать від типу та геометрії кожного елемента системи.

Для визначення нормативних значень втрат тиску на тертя, місцевих опорів, а також швидкісних параметрів застосовується **посібник «Внутрішні санітарно-технічні пристрої. Частина 3» [8]**, який є галузевим стандартом для проектування та розрахунку повітропроводів у системах вентиляції. 1. Визначення швидкості руху повітря в повітропроводі

Розрахуємо середню швидкість повітря на першій ділянці (від зонта):

- Об'ємна витрата  $L=3000\text{м}^3/\text{год}$
- Переведення у секунди:  $3000/3600=0,8(3)\text{ м}^3/\text{с}$

Площа поперечного перерізу повітропроводу діаметром 250 мм:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 0.25^2}{4} = 0.049 \text{ м}^2$$

Швидкість:

$$v = \frac{L}{F} = \frac{0.83/2}{0.049} = 8.5 \text{ м}^2$$

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 2. Розрахунок втрат тиску

Для визначення **лінійних втрат тиску** використовується табличне значення  $R$  — втрати на тертя в повітропроводах (Па/м). При швидкості **8,5 м/с** (після розгалуження) і діаметрі **250 мм** з таблиці [8] маємо:

$R=3.04$  Па/м

м/с	кгс/м <sup>2</sup>	Па	80	100	110	125	140	160	180	200	225	250
3	0,55	5,4	55	85	105	135	165	215	215	340	430	530
			0,194	0,146	0,13	0,114	0,0962	0,0814	0,0702	0,0616	0,058	0,0466
3.5	0,75	7,3	1,9	1,44	1,28	1,09	0,943	0,798	0,689	0,604	0,521	0,457
			0,254	0,192	0,17	0,145	0,126	0,107	0,092	0,0806	0,0696	0,061
4	0,98	9,6	65	100	120	155	195	255	320	395	500	620
			2,4	1,38	1,67	1,42	1,24	1,05	0,902	0,79	0,683	0,59
4.5	1,24	12,1	72	110	135	175	220	290	365	450	570	710
			0,32	0,242	0,215	0,183	0,159	0,139	0,116	0,102	0,088	0,0778
5	1,53	15	3,14	2,38	2,11	6,8	1,56	1,32	1,14	0,999	0,863	0,763
			0,394	0,296	0,264	0,225	0,196	0,165	0,143	0,185	0,109	0,0966
5.5	1,85	18,2	80	125	155	200	250	325	410	510	645	795
			3,86	2,92	2,59	2,21	1,92	1,62	1,4	1,23	0,07	0,94
6	2,2	21,6	90	140	170	220	275	360	460	565	715	885
			0,473	0,368	0,318	0,271	0,235	0,199	0,172	0,152	0,138	0,117
6.5	2,58	26,4	4,64	3,51	3,12	2,66	2,31	1,95	1,69	1,49	1,3	1,16
			0,559	0,423	0,376	0,38	0,278	0,235	0,205	0,1810	0,158	0,14
7	3	29,4	100	155	190	245	305	400	505	620	785	970
			5,49	4,15	3,68	3,14	2,73	2,31	2,01	1,76	1,55	1,37
7.5	3,44	33,7	110	170	205	265	330	435	550	680	860	1060
			0,651	0,493	0,437	0,373	0,323	0,275	0,24	0,212	0,185	0,164
8	3,9	38,4	6,39	4,83	4,29	3,66	3,17	2,7	2,36	2,08	1,82	1,61
			0,749	0,567	0,503	0,425	0,373	0,319	0,278	0,246	0,214	0,19
8.5	4,42	43,3	120	185	220	285	360	470	595	735	930	1150
			7,35	5,56	4,93	4,21	3,66	3,13	2,73	2,41	2,1	1,86
			125	200	240	310	390	510	640	790	1000	1235
			0,853	0,645	0,573	0,493	0,427	0,365	0,319	0,282	0,246	0,217
			8,37	6,33	5,62	4,79	4,19	3,58	3,12	2,76	2,41	2,13
			0,962	0,726	0,646	0,553	0,485	0,415	0,361	0,32	0,279	0,246
			135	210	255	330	415	540	685	850	1075	1325
			9,44	7,14	6,34	5,43	4,75	4,07	3,55	3,14	2,78	2,42
			145	225	275	355	445	580	735	905	1145	1415
			1,08	0,815	0,723	0,623	0,545	0,467	0,407	0,36	0,14	0,277
			10,6	7,99	7,1	6,11	5,35	4,58	3,99	3,53	3,08	2,72
			0,906	0,808	0,696	0,6	0,522	0,455	0,408	0,35	0,31	
			155	240	290	375	470	615	775	960	1215	1500
			11,7	8,89	7,92	6,83	5,98	5,12	4,46	3,94	3,44	<u>3,04</u>

Малюнок 2.5.3 Таблица втрат тиску

Довжина ділянки між точками 1–2:  $L=2$  м  
 Коефіцієнт нерівномірності потоку ( $n$ ) = 1

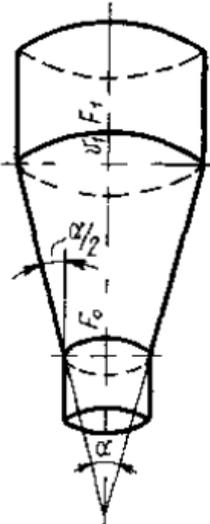
$$\Delta P_{\text{лін}} = R \cdot L \cdot n = 3.04 \cdot 2 \cdot 1 = 6.08 \text{ Па}$$

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

**Місцеві втрати тиску на цій ділянці:**

- 2 дифузори з переходом 250 → 315 мм (кут 24°)
- 3 таблиці (див мал 2.5.4):  $\zeta=0.1 \cdot 2=0,2$
- 2 коліна по 90° →  $\zeta=0.4 \cdot 2=0,8$

	10	12	14	16	18	20	24
	0,12	0,14	0,17	0,19	—	0,25	0,32
	0,1	0,12	0,15	0,17	—	0,22	0,28
	0,09	0,11	0,13	0,15	—	0,2	0,25
	0,08	0,09	0,1	0,12	—	0,15	0,19
	0,06	0,07	0,08	0,09	—	0,11	0,14
	0,05	0,05	0,06	0,07	—	0,08	<u>0,1</u>



Малюнок 2.5.4 Таблиця  $\zeta$  дифузорів

Сума коефіцієнтів місцевого опору:

$$\sum \zeta = 0.8 + 0.2 = 1.0$$

Динамічний тиск:

$$P_{\text{дим}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1.2 \cdot 8.5^2}{2} = 43.27 \text{ Па}$$

Втрати на місцевих ділянках:

$$P_{\text{місц}} = \sum \zeta \cdot P_{\text{дим}} = 1 \cdot 43.27 = 43.27 \text{ Па}$$

**Загальні втрати тиску на ділянці 1–2:**

$$\Delta P_{\text{загал}} = 6,08 + 43.27 = 49.35 \text{ Па}$$

### 3. Загальна втрата тиску системи

Аналогічно було розраховано всі ділянки системи згідно з таблицею 2.5.1. **Сумарні втрати тиску по всій системі становлять 431,39 Па.** З урахуванням інженерного запасу **10%**, остаточна проектна величина **опору системи В5 — 475 Па**, а розрахункова витрата — **4000 м<sup>3</sup>/год.**

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

N д/л	L м³/год	l м	d экв	v м/с	R	n	R·L·n, Па	вид К.М.Щ	Рд, Па	Σζ	Z	ΔP=R·L·n +Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	3000	0	0	0,5	0	0	0	Витяжний зонг	0,15	1	0,15	0,15
1-2	3000	2	250	8,5	3,04	1	6,08	2*Кліна 90, 2 Дифузор	43,27	1	43,27	49,35
3	1000	0	0	0,5	0	0	0	Витяжний зонг	0,15	1	0,15	0,15
2-4	3000	1,5	315	10,7	3,53	1	5,295	трійник, дросель калапан, Коліно 90 та дифузор	68,68	1,01	69,36	74,66
3-4	1000	3	250	5,7	1,658	1	4,974	дросель калапан, Коліно 90, коліно 130 та Дифузор	19,23	2	38,47	43,44
4-5	4000	14	355	11,2	3,35	1	46,9	трійник, 2*коліна 90 та коліно 135	75,69	2,4	181,65	228,55
5-6	4000	1	580	4,2	0,39	1	0,39	Дифузор	10,62	0,14	1,49	1,88
6	4000	0	0	4,2	0	0	0	Вентилятор	10,58	1	10,58	10,58
6-7	4000	1	580	4,2	0,39	1	0,39	коліна 90	10,62	0,3	3,19	3,58
7	4000	0	0	4,2	0	0	0	Решітка наружня	10,58	1,8	19,05	19,05
<b>всього:</b>											<b>431,39</b>	
												<b>475</b>

Таблиця 2.5.1 Аеродинамічний розрахунок системи В5

					<b>401-НТ. 9476024</b>						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							32

## 2.6 Розрахунок витяжної системи В6 — загальна повітряна система кухні

Система В6 виконує роль **допоміжної витяжної вентиляції** для приміщення кухні, забезпечуючи базовий повітрообмін у зонах, що не охоплюються локальними зонтами. На відміну від системи В5, яка спрямована на локалізацію парів і тепла безпосередньо над плитами, система В6 працює **на загальне оновлення повітря в усьому об'ємі кухонного приміщення**, включаючи верхні шари повітря під стелею. Це особливо актуально, оскільки, згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013, витяжні зонти мають бути встановлені на певній висоті відносно робочої поверхні варильного обладнання, що залишає над ними шар повітря, який може не потрапляти у витяжку В5.

Саме тому система В6 **вмонтована безпосередньо в стельову частину приміщення**, де забезпечує витягання повітря, насиченого залишковими запахами, вологою та теплом, яке накопичується у верхній зоні. Як і система В4 у роздавальній, ця витяжка існувала раніше, однак через фізичне зношення та низьку ефективність потребувала повної реконструкції. У рамках модернізації було замінено повітроводи, встановлено нову решітку, вентилятор і регулятор обертів, що дозволяє адаптувати роботу системи під реальні експлуатаційні умови.

Окремо варто підкреслити, що система В6 виконує також **важливу гігієнічну функцію**: її постійна робота запобігає утворенню шарів повітря з підвищеною концентрацією жиру, вологи та аерозолів у верхній частині приміщення. Це дозволяє уникнути накопичення відкладень на стелях, полегшує санітарну обробку та знижує ризики мікробіологічного забруднення у зоні приготування їжі.

Крім того, **монтаж системи В6 був ускладнений обмеженим простором у стельовій зоні кухні**. У зв'язку з цим повітроводи були виконані у **низькопрофільному форматі**, а монтажні рішення адаптовані до конфігурації

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

існуючого технологічного обладнання. Доступ до обслуговування системи реалізовано через **окремий ревізійний люк**, що дозволяє проводити профілактичні огляди та чистку без демонтажу основних вузлів.

Особливої уваги заслуговує **режим роботи системи В6 під час простою основної витяжки В5**. У моменти, коли на плитах нічого не готується (тобто витяжні зонти вимкнені), припливна система П2, що подає у кухню 300 м<sup>3</sup>/год свіжого повітря, продовжує працювати. Відсутність адекватної витяжки в цей момент може призвести до утворення **надлишкового тиску в приміщенні**, що в свою чергу викличе **витіснення запахів у суміжні приміщення** або навіть до зали для відвідувачів, порушуючи мікроклімат і санітарні умови.

Один із варіантів вирішення цієї проблеми — установка **електроzasлінки**, що автоматично закривалася б у разі вимкнення В5. Однак така схема має кілька критичних недоліків: вона блокує приплив свіжого повітря, порушує нормативну вимогу щодо постійної вентиляції кухні та шкодить загальній аеродинаміці вентиляційного комплексу. З огляду на це, **найбільш раціональним рішенням є впровадження автономної витяжної системи В6**, яка працює незалежно від стану зонтової витяжки та дозволяє підтримувати стабільний повітрообмін у кухні в будь-якому режимі.

Площа кухні становить **26 м<sup>2</sup>**, а висота приміщення — **3 м**, що дає загальний об'єм 78 м<sup>3</sup>. З урахуванням високих вимог до доготувальних приміщень (відповідно до додатку Ж ДБН В.2.5-67:2013), передбачається **повітрообмін на рівні п'ятикратного об'єму приміщення**, тобто:

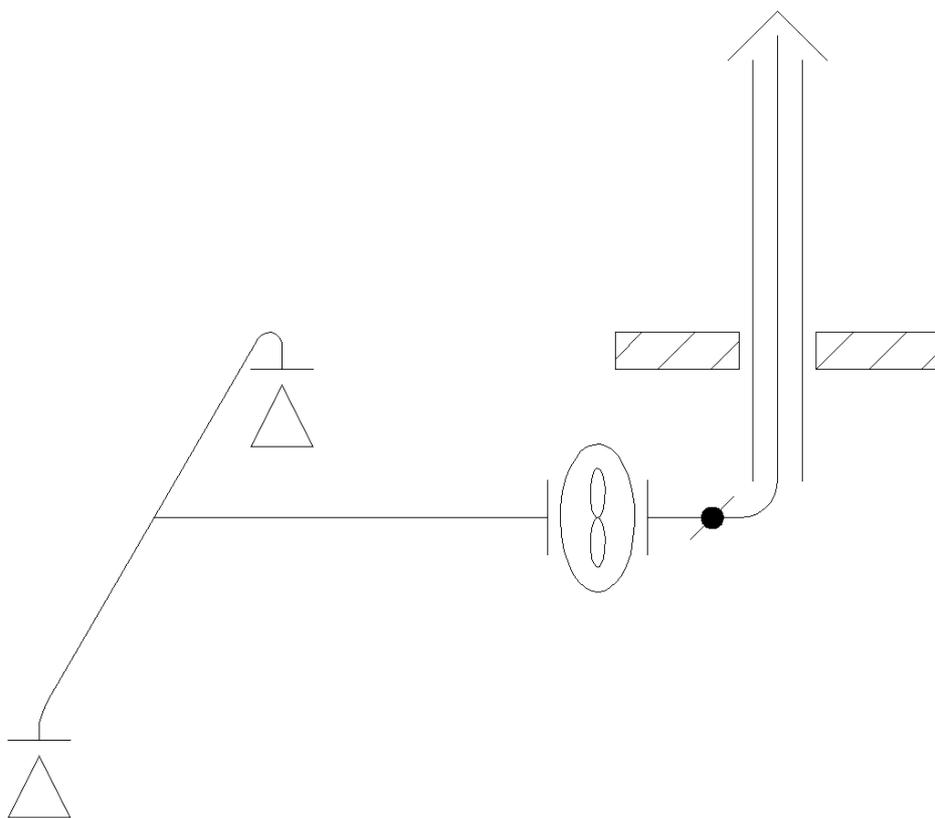
$$78 \cdot 5 = 390 \text{ м}^3/\text{год}$$

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таким чином, система В6 розрахована на **витяжну продуктивність 390–400 м³/год**, що узгоджується з подачею системи П2. У разі запуску В5, витяжку В6 можна **перевести в режим мінімальної продуктивності або тимчасово вимкнути** за допомогою ступеневого регулятора, не порушуючи загальний баланс. Такий підхід забезпечує **гнучке управління мікрокліматом** та дозволяє зберігати чисте повітря на кухні незалежно від поточного режиму приготування.

АксонOMETричне зображення розміщення та монтажної схеми системи В6 представлено на Мал. 2.6.1.

## В6



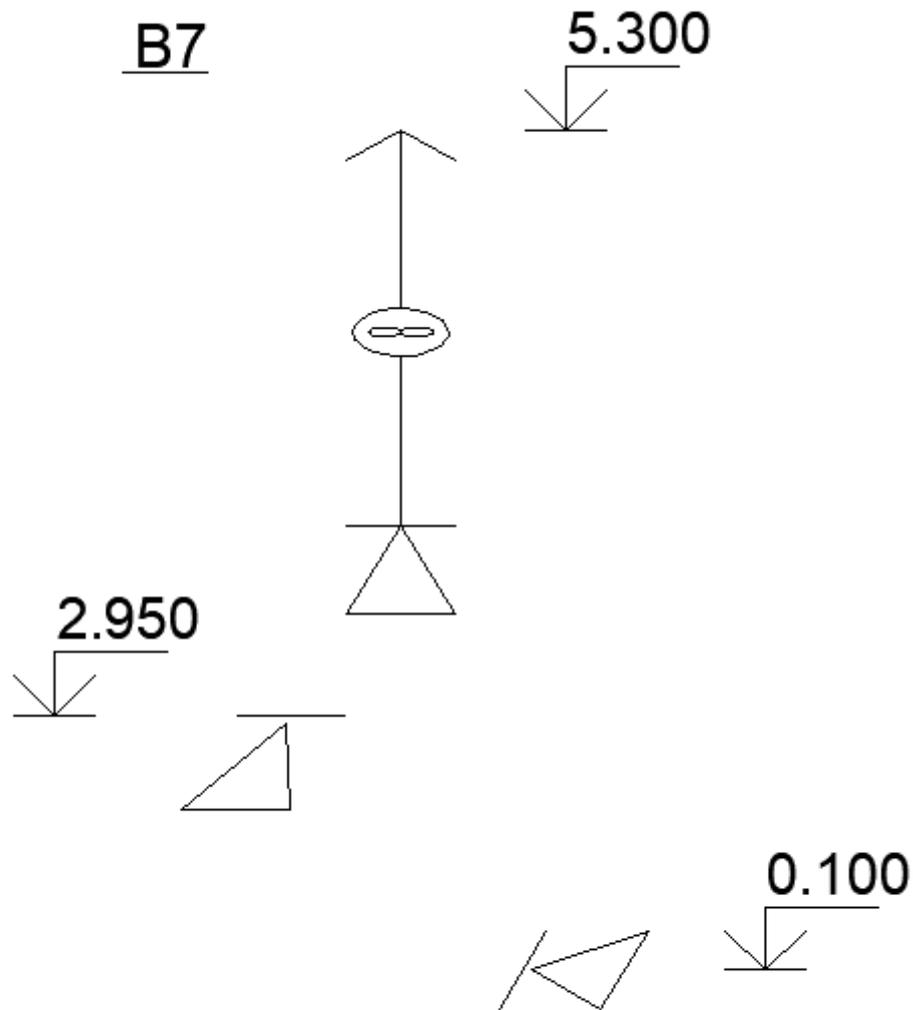
Малюнок 2.7.1 схема системи В6

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## 2.7 Розрахунок витяжної системи В7 — санвузол персоналу 2

Система В7 — це найменша за розмірами витяжна система у складі вентиляційного комплексу закладу, однак її значення не варто недооцінювати. Як і система В1, вона виконує критично важливу функцію запобігання поширенню запахів та підтримання гігієнічного мікроклімату в зоні санітарно-побутового обслуговування персоналу. **Загальний вигляд конфігурації та компонування цієї системи представлено на Мал. 2.7.1,** де схематично зображено розміщення повітропроводів, витяжного вентилятора та переточних решіток у межах туалету та душової кімнати.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36



Малюнок 2.7.1 схема системи В7

Система В7 обслуговує **санвузол №2 для персоналу**, який включає не лише туалетну кабінку, але й **душову кімнату та роздягальню**. Це створює додаткові вимоги до вентиляції, оскільки, окрім запахів, система має справлятися із **видаленням надлишкової вологи**, яка утворюється при роботі душу, особливо в перехідні сезони.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Згідно з ДБН В.2.5-67:2013 (табл. Г.6), витяжна вентиляція санвузлів повинна забезпечувати мінімум **50 м<sup>3</sup>/год** на одну туалетну кабінку. Для душових кабін приймається аналогічна витрата — **50 м<sup>3</sup>/год**, як для приміщень з підвищеною вологістю.

Оскільки використання туалету та душу відбувається **не одночасно** — душем, як правило, користуються лише **до або після зміни**, а туалетом — **протягом всієї зміни**, прийнято рішення **не підсумовувати витрати по обом елементам**, а враховувати **максимальне з них у кожен момент часу**, тобто **100 м<sup>3</sup>/год** на всю систему В7. Це дозволяє зберігати **енергоефективність**, не перевантажуючи систему зайвим повітрообміном, при цьому **повністю дотримуючись нормативних вимог**, навіть у випадку короткочасного одночасного використання туалету й душу.

Щоб забезпечити **аеродинамічну стабільність** системи, у нижній частині дверей санвузла встановлюються **переточні решітки**, які дозволяють компенсувати витяжку за рахунок припливу повітря з суміжних приміщень, де створено **підвищений тиск** (коридор, роздавальна, зал №2). Такий підхід дає змогу сформувати **зону пониженого тиску в санвузлі**, що унеможлиблює проникнення запахів або вологи в загальні приміщення.

Особливістю системи В7 є також її зв'язок з іншими допоміжними системами — зокрема, гравітаційними каналами **ВГ1** та **ВГ2**, які виконують роль аварійного повітрообміну. У випадку виходу з ладу основного вентилятора система В7 здатна забезпечити **базовий рівень витяжки** через ці резервні канали, зберігаючи гігієнічні умови в приміщенні.

Таким чином, розрахункова продуктивність системи В7 приймається на рівні **100 м<sup>3</sup>/год**, що забезпечує нормативний повітрообмін для одного унітазу та однієї душової кабінки згідно з чинними вимогами ДБН. Система

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

є важливою частиною загального повітряного балансу об'єкта і повинна функціонувати стабільно як у пікові моменти, так і в періоди мінімального навантаження.

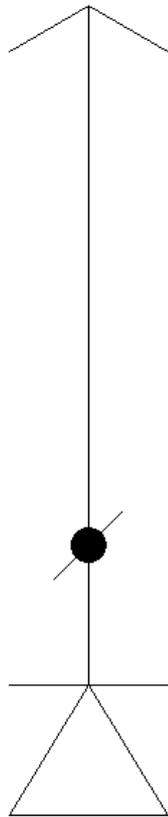
## 2.8 Гравітаційна вентиляція у залі №2

Окрім механічної витяжної системи ВЗ, у залі №2 реалізовано дві системи природного (гравітаційного) повітрообміну — ВГ1 і ВГ2, які є одними з ключових елементів повітряного балансу цієї зони. Обидві шахти побудовані за класичною схемою гравітаційної витяжки у вигляді вертикальних каналів прямокутного перерізу 400×400 мм. Вхід до каналів розташовано на висоті 3,5 м від рівня підлоги, а вихід виведений на покрівлю на рівні 5,3 м. Система включає витяжні решітки, а також ручні шибери для регулювання тяги в залежності від пори року чи експлуатаційного режиму. Конструктивна схема та план системи ВГ1–ВГ2 показана на **Малюнку 2.8.1**.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ВГ1, ВГ2

5.300



3.500

Малюнок 2.8.1 схема системи ВГ1 та ВГ2

Гравітаційна вентиляція функціонує на основі термічного підйому повітря внаслідок різниці температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем, а також надлишкового тиску, який утворюється в залі №2 за рахунок подачі 900 м<sup>3</sup>/год свіжого повітря. Із цього обсягу 300 м<sup>3</sup>/год виводиться механічною системою ВЗ, а решта — 600 м<sup>3</sup>/год — надходить до гравітаційної витяжки або перетікає у суміжні приміщення (роздавальна або кухня), де створено понижений тиск.

### Зимовий період

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У холодну пору року, коли різниця температур між приміщенням та зовнішнім повітрям найбільша, природна тяга працює з максимальною ефективністю. Нормативна температура зовнішнього повітря в м. Полтава взимку становить – 22 °С, що відповідає 251 К (згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, додаток А — кліматичні умови України).

Розрахунок тиску природної тяги виконується за формулою:

$$\Delta P = 9,81 \cdot H \cdot \frac{T_{\text{вн}} - T_{\text{зов}}}{T_{\text{ср}}}$$

Де

$H=1,8$  мН = 1,8 (різниця висот між входом і виходом каналу),

$T_{\text{вн}}=293$  КТ (внутрішня температура  $\approx 20$  °С),

$T_{\text{зов}}=251$  КТ (зовнішня температура  $\approx -22$ °С),

$T_{\text{ср}}=(T_{\text{вн}} + T_{\text{зов}})/2=293+251=272$  КТ.

$$\Delta P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot \frac{42}{272}$$

Витрата повітря через один канал визначається за формулою:

$$L = C \cdot A \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$$

де:

$C \approx 0,7C$ ,

$A=0,16$  м<sup>2</sup>,

$\rho=1,2$  кг/м<sup>3</sup>.

$$L = 0,7 \cdot 0,16 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 2,73}{1,2}} \approx 0,23856 * 3600 \approx 860 \text{ м}^3/\text{год}$$

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

У зимовий період, за умов значного перепаду температур між внутрішнім середовищем приміщення та зовнішнім повітрям, гравітаційна вентиляція демонструє свою максимальну ефективність. Розрахунковий тиск тяги, який у нашому випадку досягає приблизно 2,73 Па, є повністю достатнім для створення активного вертикального повітряного потоку навіть без застосування додаткових енергетичних засобів. Це означає, що шахти ВГ1 і ВГ2 за нормальних умов експлуатації здатні видаляти повітряний об'єм, що майже у **три рази перевищує необхідну проєктну витрату в 600 м<sup>3</sup>/год**, забезпечуючи запас по тязі.

Однак, попри переваги щодо продуктивності, така висока ефективність у зимових умовах може супроводжуватись і негативними наслідками. Надмірне охолодження повітря в районі витяжних решіток, спричинене інтенсивною природною тягою, часто викликає **небажане локальне зниження температури у зоні перебування**, особливо в нижній частині зали, де можуть перебувати люди. Крім того, відкритий вертикальний канал без активної регуляції може **служити зворотним провідником холоду** — так званим ефектом "зворотного стовпа", коли повітря через відсутність руху або погано налаштовану тягу починає опускатися назад у приміщення.

З цієї причини навіть у зимовий період шахти не повинні бути повністю відкритими. Їх роботу доцільно регулювати шляхом **часткового перекриття шибером**, створюючи оптимальний компроміс між забезпеченням необхідного повітрообміну та мінімізацією теплових втрат. Такий підхід дозволяє системі функціонувати стабільно, без ризику виникнення зворотної тяги або переохолодження локальних зон у приміщенні.

### **Міжсезоння**

Для міжсезонного періоду нормативна зовнішня температура для Полтави становить приблизно **+5 °С** (тобто 278 К). Проведемо аналогічний розрахунок:

$$T_{\text{вн}}=293\text{К},$$

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$T_{\text{зов}}=278\text{K},$$

$$T_{\text{cp}}=(293+278)/2=285,5\text{K}$$

$$\Delta P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot \frac{15}{285,5} \approx 0,93\text{Па}$$

$$L = 0,7 \cdot 0,16 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,93}{1,2}} \approx 0,139 * 3600 \approx 500 \text{ м}^3/\text{год}$$

У перехідні сезони — навесні та восени — гравітаційна система також працює на доволі високому рівні ефективності. Розрахунковий перепад тиску в цей період становить близько 0,93 Па, що забезпечує витрату повітря на рівні понад 1000 м<sup>3</sup>/год для обох каналів сумарно. Цього значення цілком достатньо для стабільного видалення припливного надлишку повітря у 600 м<sup>3</sup>/год без потреби у допоміжних системах витяжки або змін конфігурації повітряного балансу.

Втім, як і в зимовий період, надмірно відкрита шахта навіть у міжсезоння може створювати **відчуття протягу** або викликати поступове зниження температури у зоні витяжки, особливо в умовах похмурої, вологої або вітряної погоди. У таких умовах перепад температур хоча і менший, ніж взимку, все ж спричиняє **суттєву швидкість повітряного потоку**, що знижує комфорт у зоні перебування персоналу чи відвідувачів.

Тому навіть у міжсезоння **рекомендовано не залишати шахти повністю відкритими**, а налаштувати їх на частковий робочий режим за допомогою шибера. Таким чином, можна уникнути коливань мікроклімату, стабілізувати витрату повітря і водночас уникнути втрат тепла у приміщенні. Особливо актуально це для зали №2, де примусова вентиляція (система В3) має фіксовану продуктивність, а весь баланс витяжки формується саме через динамічну поведінку гравітаційних каналів.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таким чином, у міжсезонний період, попри достатню тягу, **важливим є не лише сама наявність гравітаційної вентиляції, а й її правильна експлуатація**, що включає обов'язкове регулювання притоку і тяги в залежності від реальних температурних умов та завантаження приміщення.

Літній період

У теплий період температура зовнішнього повітря дорівнює або навіть перевищує внутрішню, тому температурний перепад практично нульовий.

Наприклад:

$$T_{вн}=T_{зов}=298\text{К},$$

$$\Delta T=0.$$

$$\Delta P = 9,81 \cdot 1,8 \cdot \frac{0}{298} \approx 0 \text{ Па}$$

$$L = 0 \text{ м}^3/\text{год}$$

У літній період ефективність роботи гравітаційної вентиляції у залі №2 знижується до мінімального рівня або повністю нівелюється. Це пов'язано з тим, що природна тяга у вертикальному каналі залежить від різниці температур між внутрішнім та зовнішнім повітрям. У теплу пору року температура зовнішнього середовища дорівнює або перевищує внутрішню, що призводить до **відсутності перепаду густини повітря**, необхідного для виникнення підйомної сили в каналі.

У цьому режимі **рух повітря у гравітаційних шахтах або повністю припиняється, або виникає нестабільна, реверсивна циркуляція**, залежна від вітрових навантажень та мікроперепадів температур. У гіршому випадку можуть виникати навіть зворотні потоки, коли тепле повітря зовні опускається вниз у приміщення, спричиняючи локальний перегрів або поширення запахів.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Однак цей період не становить серйозної загрози для вентиляційного режиму приміщення, оскільки **заклади освіти у літній період працюють у скороченому або неробочому режимі**, а кількість людей, присутніх у залі, є мінімальною або нульовою. Навіть у випадку технічного або тимчасового використання приміщення (наприклад, при літніх заходах або обслуговуванні обладнання), повітря, що надходить у залу через припливну систему, зможе частково перетікати в суміжні приміщення — кухню або роздавальну, де працюють механічні витяжки В4 та В5. Саме **понижений тиск у цих приміщеннях створює вектор руху повітря**, навіть без участі гравітаційних каналів, забезпечуючи елементарний повітрообмін у критичних зонах.

Крім того, варто зазначити, що **навіть у випадку несправності або тимчасового відключення гравітаційних шахт улітку**, система загальної вентиляції об'єкта не втрачає аеродинамічну стійкість, оскільки в таких умовах основне навантаження переноситься на механічні канали або природну інфільтрацію через щілини, двері та прорізи, за умови правильно побудованого диференціального тиску.

Таким чином, у літній період гравітаційні системи ВГ1 і ВГ2 не можуть забезпечити самостійний витяг повітря з приміщення, проте це не впливає критично на загальну якість повітря, з огляду на змінений режим експлуатації будівлі. Повітря, що не видаляється природним шляхом, направляється у суміжні зони та евакуюється через інші витяжні елементи вентиляційної мережі будівлі.

Гравітаційна вентиляція, реалізована через системи ВГ1 і ВГ2 у залі №2, є повноцінним функціональним елементом загальної вентиляційної схеми об'єкта. Вона не лише виконує роль резервного або допоміжного витяжного каналу, а забезпечує стабільний і самодостатній механізм видалення надлишкового повітря, що подається в приміщення у значному обсязі — 600 м<sup>3</sup>/год. На відміну від класичних механічних витяжних систем, гравітаційна витяжка базується на

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

принципі термогравітаційної тяги, яка не потребує додаткових енергетичних ресурсів і працює на основі фізичних перепадів густини повітря.

У зимовий період система демонструє надзвичайно високу ефективність, проте потребує часткового прикриття шахт шиберами з метою запобігання надмірному охолодженню приміщення. У міжсезоння її робота залишається стабільною, хоча також рекомендується регулювання тяги задля уникнення дискомфорту для людей. У літній період тяга практично зникає, однак це не має негативного впливу на загальний повітряний баланс будівлі, оскільки в цей час експлуатаційне навантаження на заклад суттєво знижується, а частина припливного повітря природно перетікає у суміжні зони з пониженим тиском (роздавальна, кухня).

З конструктивної точки зору, шахти ВГ1 і ВГ2 дозволяють гнучко реагувати на зміну кліматичних умов за допомогою ручних шиберів, а за об'ємом витяжки мають значний експлуатаційний резерв. У зв'язку з цим, вони можуть розглядатись не лише як сезонний елемент, а як **багатофункціональна система стабілізації тиску, розвантаження механічних витяжок та забезпечення інерційного вентиляційного ефекту** в межах усього поверху.

## 2.9 Розрахунок системи П1

У вентиляційній системі ідальні передбачено лише дві незалежні припливні системи: П1 — для першої зали, та П2 — для другої зали з кухнею. Кожна з них була розрахована окремо, з урахуванням аеродинамічного та функціонального поділу приміщень, що обслуговуються. Для системи П1 основним об'єктом подачі повітря є **зал №1**, а суміжним приміщенням, яке також частково обслуговується цією системою, є **роздавальна зона**. Весь повітряний баланс інших вентиляційних систем (включно з витяжними — В1, В2, В4) було спроектовано з урахуванням **надлишкового тиску**, який створює саме система П1.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Площа першої зали становить 78 м<sup>2</sup> при висоті стелі 3,5 м, що відповідає об'єму 275 м<sup>3</sup>. Для забезпечення нормативного рівня комфорту та гігієнічної якості повітря, у приміщенні реалізовано **чотирикратний повітрообмін на припливі**, що становить **1100 м<sup>3</sup>/год**, при тому, що витяжна система В2 працює у двократному режимі (550 м<sup>3</sup>/год). Таким чином, кожну годину у залі створюється **надлишок повітря у 550 м<sup>3</sup>/год**, який повинен виштовхуватись у суміжні зони з пониженим тиском — зокрема, у роздавальну, в туалети персоналу (система В1), а також частково в коридор.

Особливої уваги заслуговує **роздавальна зона**, яка, попри невеликий геометричний об'єм (близько 150 м<sup>3</sup>), проектується з витяжною системою В4, розрахованою на видалення понад 1500 м<sup>3</sup>/год. Такий значний обсяг витяжки створює **стійкий понижений тиск** у цій частині будівлі, подібний до зони циклону, який притягує повітря з навколишніх просторів, зокрема з першої зали. Саме тому частина припливного повітря з П1 природно перетікає у роздавальну — відповідно до аеродинамічного перепаду.

Однак, з метою **запобігання надмірному перепаду тисків між залом і роздавальною**, у конструкції системи П1 було передбачено **додаткову відгалужену гілку припливу безпосередньо в роздавальну**, продуктивністю **400 м<sup>3</sup>/год**. Це дозволяє зменшити локальне зниження тиску та забезпечити комфортну температуру і свіжість повітря в зоні видачі їжі.

Ще одним напрямком дії системи П1 є **компенсація витрат повітря у санітарних вузлах для персоналу**, зокрема для туалету, де працює витяжна система В1. Завдяки позитивному тиску в залі №1 та в коридорі, повітря з припливної системи П1, проходячи через переточні решітки у дверях, підтримує витяжну функцію санвузлів без потреби у прямій подачі повітря саме в туалетну кімнату.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Особливість проектного рішення полягає також у тому, що **припливне повітря проходить через теплогенеруючий елемент (калорифер)**, що дозволяє попередньо нагрівати його у зимовий період і не створювати температурного дискомфорту для відвідувачів. Це особливо важливо для зони з високою інтенсивністю перебування людей, де різке охолодження поданого повітря здатне негативно впливати на самопочуття та споживання їжі.

Підбір вентилятора для системи П1 має бути здійснений із врахуванням сумарної витрати повітря 1100 м<sup>3</sup>/год, враховуючи одночасну подачу в основну залу та у відгалужену гілку роздавальної (400 м<sup>3</sup>/год). Управління потоком може реалізовуватись за допомогою ручного або автоматичного 5-ступеневого регулятора.

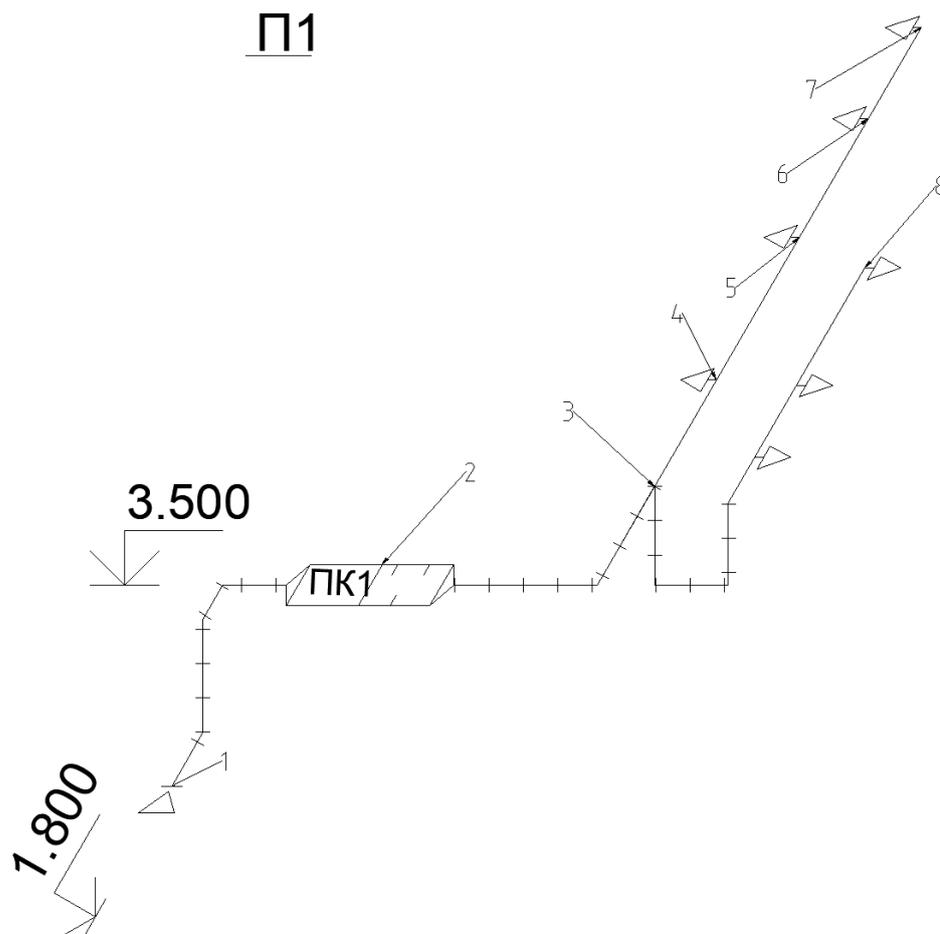
Система П1 має розгалужену конфігурацію, включає кілька повітропроводів, відгалуження в роздавальну та розподіл потоку в основній залі, тому доцільно перейти до виконання повного аеродинамічного розрахунку. Це дозволить краще зрозуміти, як поводитиметься система при реальних навантаженнях, визначити швидкості руху повітря, втрати тиску на тертя та місцевих опорах, а також розрахувати загальний опір для подальшого підбору вентилятора та перевірки його відповідності проектним умовам.

#### Аеродинамічний розрахунок системи П1:

Аеродинамічний розрахунок системи П1 виконується з метою визначення фактичних втрат тиску на всіх ділянках повітропроводів, перевірки правильності вибраного перерізу повітряних каналів, а також розрахунку загального аеродинамічного опору для коректного підбору вентилятора. Система має складну розгалужену будову та забезпечує подачу повітря в основну залу №1, а також у роздавальну через окрему відгалужену гілку. Загальна продуктивність системи становить 1500 м<sup>3</sup>/год.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

На основі робочих креслень (Мал. 2.9.1) система поділена на основні ділянки з умовною нумерацією вузлів від точки виходу з вентилятора до останньої подаючої решітки. Повітря після вентилятора надходить у головний повітропровід, який розгалужується на дві гілки: одна веде у залу №1, інша — у роздавальну. Обидві гілки закінчуються дифузорами або решітками з регулюванням, що дозволяє контролювати обсяг повітря у кожному напрямку.



Малюнок 2.9.1 схема системи П1

Умовна схема маршруту повітря для розрахунку виглядає наступним чином:

- ділянка 1–2: вихід вентилятора — головний магістральний повітропровід (прямокутного або круглого перерізу);

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- ділянка 2–3: відгалуження в роздавальну з плавним відведенням;
- ділянка 3–4: магістраль до подаючих решіток залу;
- ділянки 4–5, 5–6, 6–7 тощо — гілки до окремих решіток (якщо передбачено подачу в кількох точках залу);
- ділянка 3–7: гілка у роздавальну, що має власну довжину, повороти та кінцеву решітку.

Для кожної з ділянок буде розраховано:

- **швидкість руху повітря** через відповідний переріз каналу;
- **втрати тиску на тертя** по довжині повітропроводу, з використанням довідникових значень питомого опору (табл. з [8]);
- **втрати тиску на місцевих опорах:** повороти на 90°, трійники, перехідники, решітки, дифузори;
- **динамічний тиск**, необхідний для подолання всіх перешкод на шляху повітря.

Крім того, буде враховано коефіцієнт нерівномірності витрат між гілками, якщо вони мають різну довжину або кількість місцевих опорів. Для кожного елемента буде визначено його гідравлічний опір, який підсумується для отримання повного значення втрат по системі. Це значення стане базою для подальшого підбору вентилятора із заданою подачею 1500 м<sup>3</sup>/год та розрахунковим статичним тиском.

Перехід до еквівалентного діаметра

Перш ніж розпочати розрахунок втрат тиску, виконується приведення прямокутних повітропроводів до еквівалентного діаметра  $d_{\text{екв}}$  за формулою:

$$d_{\text{екв}} = \frac{2(AB)}{A + B}$$

де А- шириана повітропровооду

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

В- висота повітропроводу

Для ділянки 1–2 та 2–3 з розмірами 450×300 мм:

$$d_{\text{екв}} = \frac{2(450 \cdot 300)}{450 + 300} = 360 \text{ мм}$$

Для ділянки 3–4 (300×300 мм):

$$d_{\text{екв}} = \frac{2(300 \cdot 300)}{300 + 300} = 300 \text{ мм}$$

Розрахунок швидкості повітря

Швидкість повітря у повітропроводі визначається за формулою:

$$v = \frac{L}{F} = \frac{L}{F \cdot 3600}$$

де:

- L — об'ємна витрата повітря (м<sup>3</sup>/год),
- А— площа перерізу повітропроводу (м<sup>2</sup>),
- 3600 — кількість секунд у годині.

Для ділянки 1–2 (площа 0,1 м<sup>2</sup>, витрата 1500 м<sup>3</sup>/год):

$$v = \frac{1500}{0.1 \cdot 3600} = 4,1 \text{ м/с}$$

Для ділянки 3–4 (площа 0,07 м<sup>2</sup>, витрата 1100 м<sup>3</sup>/год):

$$v = \frac{1100}{0.07 \cdot 3600} = 4,3 \text{ м/с}$$

Визначення питомих втрат тиску на тертя

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

На основі таблиць довідника «Внутрішні санітарно-технічні пристрої, частина 3» [8], визначаються питомі втрати тиску на 1 м довжини  $R$ , відповідно до швидкості та діаметра повітропроводу (див. малюнку 2.5.3):

- 1-2 буде 0,507
- 2-3 буде 0,507
- 3-4 буде 0,61
- 4-5 буде 0,697
- 5-6 буде 0,457
- 6-7 буде 0,263
- 3-8 буде 0,79

Втрати тиску на довжині каналу визначаються за формулою:

$$\Delta P_{\text{лін}} = R \cdot L \cdot n$$

Де:  $L$  — довжина ділянки (м),

$n=1$  — коефіцієнт нерівномірності потоку.

Для ділянки 1–2  $L=6$  м:

$$\Delta P_{\text{лін}} = 0,507 \cdot 6 \cdot 1 = 3,04 \text{ Па}$$

Довжина ділянки між точками 2–3:  $L=3$  м

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$\Delta P_{\text{лін}} = 0,507 \cdot 3 \cdot 1 = 1,52 \text{ Па}$$

- 3-4 буде 1,22
- 4-5 буде 1,39
- 5-6 буде 0,91
- 6-7 буде 0,53
- 3-8 буде 5,53

#### Розрахунок місцевих втрат тиску

Згідно з довідковими таблицями [8], визначено коефіцієнти місцевих опорів  $\zeta$ , які залежать від конфігурації поворотів, решіток і перехідників. Загальні значення(див малюнок 2.9.3):

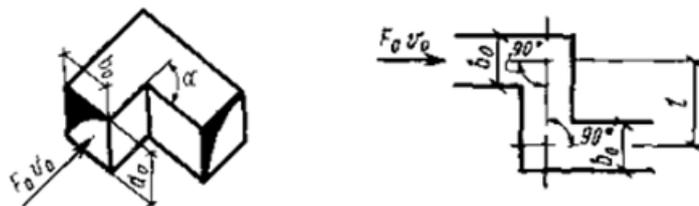
- 1 коліно  $\zeta = 1,2$
- 1 коліно з образне  $\zeta = 2,8$
- Решітка  $\zeta = 1$

$$\sum \zeta = 1,2 + 2,8 + 1 = 5$$

- 2-3  $\sum \zeta$  буде 1,7
- 3-4  $\sum \zeta$  буде 2
- 4-5  $\sum \zeta$  буде 1
- 5-6  $\sum \zeta$  буде 1
- 6-7  $\sum \zeta$  буде 2

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

- 3-8  $\sum \zeta$  буде 7,8



$\alpha$	$\zeta_0$	$l/b_0$	$\zeta_0$	$l/b_0$	$\zeta_0$
0	0	0	0	2,4	3,65
20	0,13	0,4	0,62	2,8	3,3
30	0,16	0,6	0,9	3,2	3,2
45	0,32	0,8	1,61	4	3,8
60	0,56	1	2,63	5	2,92
75	0,81	1,2	3,61	6	2,8
90	1,2	1,4	4,01	7	2,7
110	1,9	1,6	4,18	9	2,6
130	2,6	1,8	4,22	10	2,45
150	3,2	2	4,18	15 и	2,3

Малюнок 2.9.3 значення  $\zeta$  для колін

Динамічний тиск визначається як:

$$P_{\text{дим}} = \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

де  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$  — густина повітря.

Динамічний тиск 1-2:

$$P_{\text{дим}} = \frac{1,2 \cdot 4,1^2}{2} = 10,06 \text{ Па}$$

- 2-3  $P_{\text{дим}}$  буде 10.06
- 3-4  $P_{\text{дим}}$  буде 11.22
- 4-5  $P_{\text{дим}}$  буде 9.24
- 5-6  $P_{\text{дим}}$  буде 5.82
- 6-7  $P_{\text{дим}}$  буде 2.33
- 3-8  $P_{\text{дим}}$  буде 7.51

Місцеві втрати визначаються за формулою:

$$P_{\text{місц}} = \sum \zeta \cdot P_{\text{дим}}$$

Втрати на місцевих ділянках на ділянці 1–2:

$$P_{\text{місц}} = 5 \cdot 10.06 = 50.32 \text{ Па}$$

- 2-3  $P_{\text{місц}}$  буде 17.11
- 3-4  $P_{\text{місц}}$  буде 22.45
- 4-5  $P_{\text{місц}}$  буде 9.24
- 5-  $P_{\text{місц}}$  буде 5.82
- 6-7  $P_{\text{місц}}$  буде 4.66
- 3-8  $P_{\text{місц}}$  буде 58.6

Загальні втрати тиску

Підсумовуємо лінійні та місцеві втрати на кожній ділянці:

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Загальні втрати тиску на ділянці 1–2:

$$P_{\text{загал}} = 3,04 + 50,32 = 53,36 \text{ Па}$$

- 2-3  $P_{\text{загал}}$  буде 18.63
- 3-4  $P_{\text{загал}}$  буде 23.67
- 4-5  $P_{\text{загал}}$  буде 10.64
- 5-6  $P_{\text{загал}}$  буде 6.73
- 6-7  $P_{\text{загал}}$  буде 5.19
- 3-8  $P_{\text{загал}}$  буде 64.13

Сумарні втрати тиску по всій системі П1 становлять:

$$\sum P_{\text{сум}} = 182,34 \text{ Па}$$

З урахуванням технологічного запасу у 10 % (на забруднення фільтрів, старіння каналів тощо), проєктний тиск для підбору вентилятора приймається:

$$P_{\text{проєк}} = 182,34 + 10\% = 201 \text{ Па}$$

У результаті аеродинамічного розрахунку системи П1 було визначено втрати тиску на всіх ділянках повітропроводів як по довжині (лінійні), так і на місцевих опорах (решітки, повороти, трійники, дифузори). Загальні втрати становлять 182,34 Па, з урахуванням 10 % технологічного запасу — орієнтовний робочий

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

тиск системи прийнято на рівні **200 Па**. Усі отримані значення швидкостей, втрат тиску та коефіцієнтів опору наведено у **Таблиці 2.9.1**, яка слугує основою для подальшого підбору вентилятора та уточнення конфігурації системи на стадії монтажу.

N діл	L м³/год	l м	d екв	v м/с	R	n	R·L·n, Па	вид К.М.Щ	Рд, Па	Σζ	Z	ΔP=R·L·n +Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	1500	6	360	4,1	0,507	1	3,04	3*Кліна 90, решітка	10,06	5	50,32	53,36
2-3	1500	3	360	4,1	0,507	1	1,52	вентилятор з колорифером, коліно	10,06	1,7	17,11	18,63
3-4	1100	2	300	4,3	0,61	1	1,22	трійник	11,22	2	22,45	23,67
4-5	825	2	272,73	3,9	0,697	1	1,39	відгалудження	9,24	1	9,24	10,64
5-6	550	2	250	3,1	0,457	1	0,91	відгалудження	5,82	1	5,82	6,73
6-7	275	2	222,22	2,0	0,263	1	0,53	2* відгалудження	2,33	2	4,66	5,19
3-8	400	7	200	3,5	0,79	1	5,53	3*Кліна 90,3 * відгалудження	7,51	7,8	58,60	64,13
											всього:	182,34
												201

Таблиця 2.9.1 Аеродинамічний розрахунок системи П1

## 2.10 Розрахунок системи П2

Система П2 є останньою з двох головних припливних систем, які реалізовані в межах даного проєкту. Її функціональне навантаження охоплює **зал №2** як основну зону обслуговування, а також **кухню**, яка працює у зв'язці з цим залом. Система була спроектована так, щоб **працювати одночасно на два різних типи приміщень** — на зал для відвідувачів та на технологічну зону приготування їжі, що потребує іншого режиму вентиляції. У результаті П2 стала **найпотужнішою припливною системою** серед усіх реалізованих в об'єкті.

Приміщення зали №2 має площу **75 м²**, при висоті **3 метри**, з урахуванням опущених стель. Об'єм повітря в приміщенні — **225 м³**. Для підтримання повітряного балансу і створення надлишкового тиску, який забезпечує витіснення повітря в інші приміщення (кухню, роздавальну, гравітаційні шахти),

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

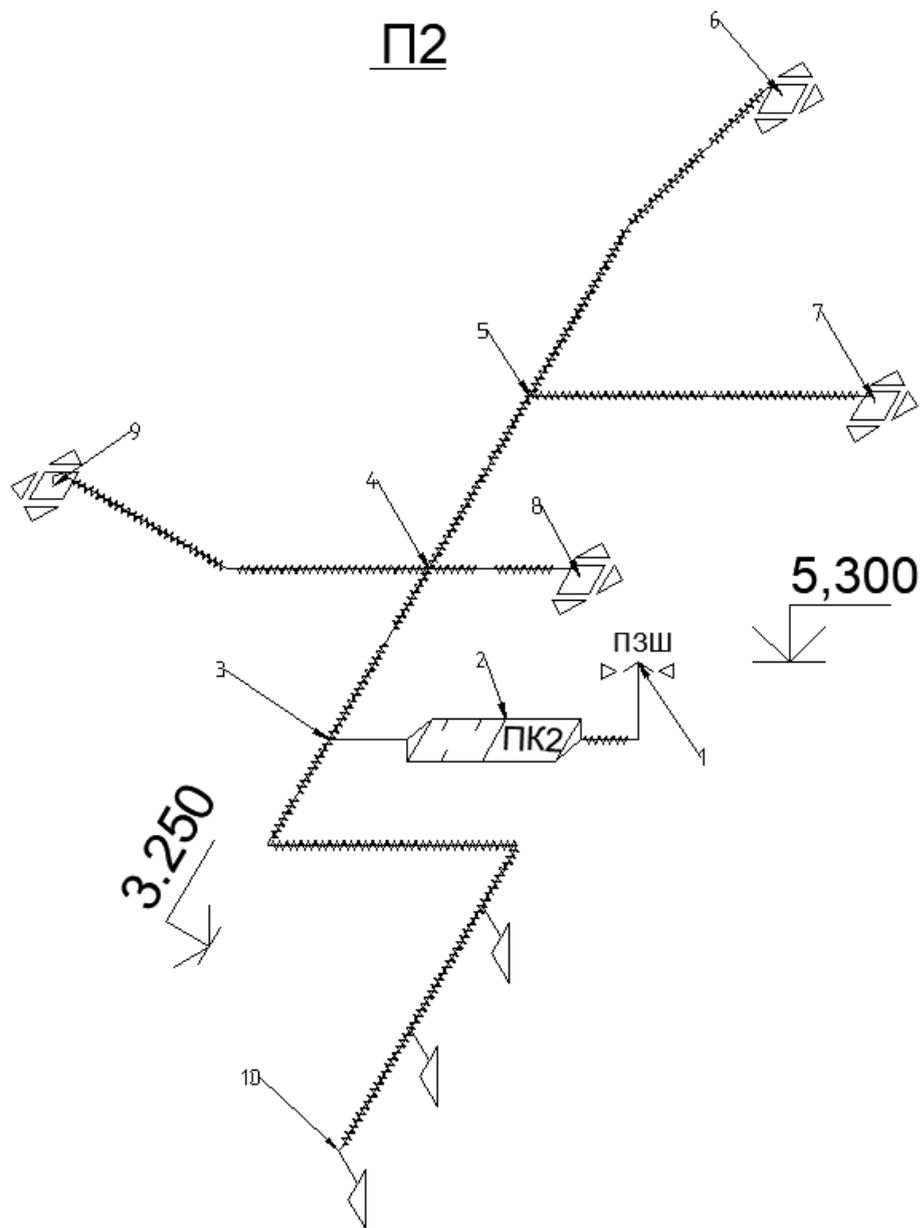
було прийнято рішення застосувати **5-кратний повітрообмін**. Таким чином, лише на залу передбачено **1200 м<sup>3</sup>/год** припливного повітря.

Окремо варто зазначити, що система П2 має **відгалуження на кухню**, куди подається ще **300 м<sup>3</sup>/год** припливного повітря. Кухня в цьому проєкті — це технологічна зона, де діють потужні витяжні системи В5 та В6, які формують стабільний дефіцит повітря. Щоб компенсувати ці втрати й зберегти загальний тиск у системі, необхідно забезпечити приплив, і саме П2 виконує цю задачу. При цьому у кухні **відсутня окрема припливна система**, тому гілка П2 на кухню є єдиним джерелом "**свіжого**" повітря у цій зоні.

У сукупності, **загальна подача системи П2 становить 1500 м<sup>3</sup>/год**. Такий об'єм розподіляється наступним чином: 1200 м<sup>3</sup>/год подається в залу №2, ще 300 м<sup>3</sup>/год — у кухню. З тих 1200 м<sup>3</sup>/год, які подаються в залу, **300 м<sup>3</sup>/год автоматично витягуються витяжною системою В3**, яка працює постійно, ще частина йде у гравітаційні витяжні канали ВГ1 та ВГ2, решта — витісняється в бік роздавальної, де створено понижений тиск системою В4.

На **Малюнку 2.11.1** показано схему системи П2: основна гілка йде в залу №2, а від неї через Т-подібне відгалуження відходить траса у бік кухні. Обидві гілки з'єднані зі стельовими дифузорами, які рівномірно подають повітря в зону перебування людей і в робочу частину кухні. Подача повітря організована так, щоб потік був **розтягнутий, рівномірний і непомітний для присутніх** — це особливо важливо в залі, де відбувається споживання їжі.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



Важливо, що система П2 формує головний "потік тиску" у другому крилі їдальні. Саме вона визначає, куди буде рухатись повітря: від залу — до витяжок, гравітаційних каналів і кухні. Якщо в системі П2 припинити подачу повітря або знизити її продуктивність, порушиться весь баланс у суміжних зонах. З цієї причини П2 має працювати постійно у змінний період роботи закладу — незалежно від того, чи активні в цей момент В5 або ВГ1–ВГ2.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

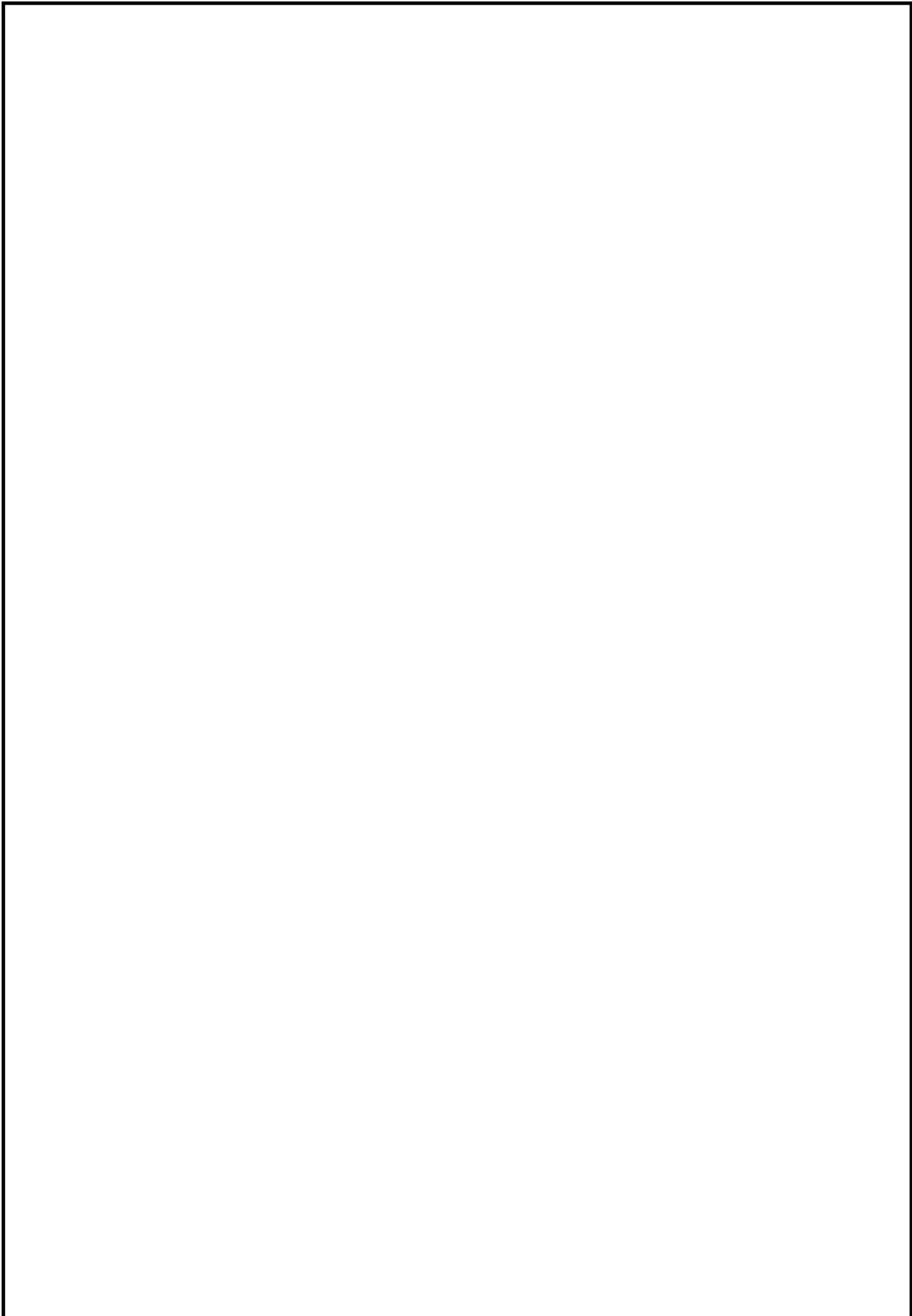
Аксометрична схема системи П2 була виконана за аналогією до П1, що дозволило уніфікувати принцип побудови повітропроводів, використати аналогічні типорозміри каналів, спрощені вузли відгалужень і монтажні рішення. Це дає змогу легко обслуговувати та налаштовувати систему в процесі експлуатації.

У таблиці 2.11.1 представлено розрахунок повітряних витрат по гілках, включно з розподілом по приміщеннях, відсотковою участю кожної ділянки в загальній подачі, а також балансом між припливом і витяжкою у відповідних зонах. Це дозволяє візуально оцінити, як саме система П2 забезпечує необхідні умови у кожній зоні, до яких вона підведена.

Таблиця 2.9.1 Аеродинамічний розрахунок системи П1

N діл	L м³/год	l м	d екв	v м/с	R	n	R·L·n, Па	вид К.М.Щ	Rд, Па	Σζ	Z	ΔP=R·L·n +Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1-2	1500	3	360	4,1	0,507	1	1,52	Кліна 90, решітка	10,06	4,2	42,27	43,79
2-3	1500	0,5	360	4,1	0,507	1	0,25	вентилятор з колорифером, коліно	10,06	1,7	17,11	17,36
3-4	1200	1,5	285,714	5,2	0,61	1	0,92	трійник	16,23	2	32,47	33,38
4-5	600	1,5	254,545	3,3	0,697	1	1,05	перехрестя	6,44	3	19,33	20,37
5-6	300	4	187,5	3,0	0,457	1	1,83	трійник, решітка	5,47	3	16,41	18,24
5-7	300	3	187,5	3,0	0,263	1	0,79	решітка	5,47	1	5,47	6,26
4-8	300	1	252,632	1,7	0,263	1	0,26	решітка	1,66	1	1,66	1,92
4-9	300	3	252,632	1,7	0,263	1	0,79	решітка	1,66	1	1,66	2,45
3-10	300	7	150	4,7	0,79	1	5,53	2*Кліна 90, 3*відгалуження	13,36	8,6	114,86	120,39
											всього:	264,18
												291

Таблиця 2.9.1 Аеродинамічний розрахунок системи П2



					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

## 2.11 Висновки до розділу

У другому розділі було проведено поетапне технічне проектування систем механічної та природної вентиляції для об'єкта громадського харчування, розташованого на території Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Особливістю проекрованої вентиляційної системи є поділ приміщень за функціональним призначенням та організація повітрообміну на основі **зонування за тиском**, що дозволяє забезпечити одночасно комфорт, санітарну безпеку та енергоефективність.

Було спроектовано сім витяжних систем (В1–В7), дві припливні системи (П1, П2), а також дві гравітаційні шахти (ВГ1, ВГ2), які працюють у різні сезони з різною ефективністю. Кожна система проаналізована окремо з урахуванням її розташування, призначення, площі обслуговуваного приміщення, кількості відвідувачів та технологічного обладнання.

Для зали №1 організовано **чотирикратний повітрообмін на припливі (система П1) та двократний на витяжці (В2)**, що створює позитивний тиск, необхідний для витіснення повітря в суміжні зони: коридори, роздавальну та туалет персоналу (В1). Аналогічно, у залі №2 реалізовано приплив через П2 та витяжку через В3 та гравітаційні системи ВГ1 і ВГ2. Гравітаційна вентиляція показала високу ефективність у зимовий (до 1720 м<sup>3</sup>/год) і міжсезонний періоди, проте неактивна влітку — що допустимо, оскільки у теплу пору року приміщення не експлуатується інтенсивно.

Окрему увагу приділено зоні **роздавальної (В4)**, яка приймає значну кількість повітря за рахунок пониженого тиску, та зоні **доготувальної кухні**, де встановлено **дві витяжні системи — В5 (зонти) і В6 (загальна)**. Вентиляція над плитами має найбільші аеродинамічні втрати, тому для неї було проведено поглиблений гідравлічний розрахунок із урахуванням еквівалентних діаметрів, місцевих опорів та динамічного тиску. Результатом стало визначення сумарного

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

тиску 400 Па при продуктивності 4000 м<sup>3</sup>/год, що дозволяє забезпечити надійне захоплення тепла й запахів.

Кожна система була узгоджена між собою за витратою повітря, а її робота інтегрована у єдину логіку диференціального тиску, де приплив домінує у "чистих зонах" (зали), а витяжка — у "брудних" (кухня, туалети, роздавальна). Завдяки цьому **усувається ризик рециркуляції запахів**, утворення застійних зон та погіршення мікроклімату.

Для основних систем (В5 і П1/П2) було також виконано **детальний аеродинамічний розрахунок**, у якому визначено фактичні швидкості повітря, питомі втрати тиску, динамічний тиск і втрати на місцевих опорах. Це дозволило встановити необхідний тиск для кожної системи з урахуванням 10 % запасу — відповідно, **400 Па для В5 та 200 Па для П1**, що стане основою для точного підбору вентиляційного обладнання.

Загалом, проєктована вентиляційна система їдальні відповідає нормативним вимогам (ДБН В.2.5-67:2013), адаптована до реальних умов експлуатації та забезпечує **ефективний, гігієнічний і керований повітрообмін** у всіх функціональних приміщеннях закладу.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

## РОЗДІЛ 3. ПІДБІР ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

### 3.1 Загальна інформація про виробників і вихідні каталоги

У процесі розробки вентиляційної системи ідальні одним із ключових етапів є **підбір обладнання**, яке забезпечить задані витрати повітря, необхідний тиск, прийнятні рівні шуму та надійну експлуатацію. Зважаючи на це, на даному етапі було здійснено аналіз пропозицій провідних виробників вентиляційного обладнання, які мають представництва в Україні та надають **докладні технічні каталоги**, сертифікати відповідності та сервісну підтримку.

Для цілей даного проєкту були використані каталоги трьох компаній, що спеціалізуються на виробництві **каналних вентиляторів, повітророзподільчих пристроїв, шумоглушників** та супутнього обладнання:

- **VORTICE** (Італія) — міжнародна компанія, заснована в 1954 році, зосереджена на проєктуванні та виробництві вентиляційних і кліматичних систем. Її продукція сертифікована за європейськими стандартами EN та широко використовується в громадських, житлових і промислових будівлях. Серед ключових переваг — **низький рівень шуму, енергоефективність, доступність моделей для побутового та напівпромислового використання.**
- **SYSTEMAIR** (Швеція) — один із глобальних лідерів на ринку вентиляції з представництвами у понад 50 країнах. Компанія пропонує **широкий асортимент каналних і дахових вентиляторів**, а також повноцінні вентиляційні установки з рекуперацією. Особливістю є **високий ККД обладнання, наявність ЕС-технологій**, модульність і простота сервісного обслуговування. У проєкті використано каталог **Systemair KVK, KVK Slim, MUB.**

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

- **VTS Clima** (Польща) — відомий європейський виробник вентиляційно-опалювального обладнання, зокрема **агрегатів серії VOLCANO, WING, VENTUS**. Компанія відома тим, що поєднує якість і цінову доступність. Її системи вирізняються **компактністю, простим монтажем і низьким енергоспоживанням**, що особливо цінно для невеликих об'єктів, таких як їдальні, кафе, офіси.

Завдяки співпраці з дилерами, були отримані **актуальні версії технічних каталогів** та параметричних таблиць для підбору вентиляторів відповідно до заданих характеристик систем, розрахованих у другому розділі. У подальших підрозділах буде виконано підбір вентиляторів для кожної системи (П1, П2, В2, В4, В5 тощо) на основі **витрати повітря, втрат тиску та шумових вимог**, із посиланням на технічні моделі та документацію.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

### 3.2 Підбір вентиляторів для систем В1, В2, В3 та В7

Після завершення розрахунків витяжного повітрообміну для локальних приміщень — таких як санвузли, допоміжні простори та відокремлені зони залів — постало завдання підібрати вентиляційне обладнання, яке зможе забезпечити стабільну роботу за відносно невеликих повітряних навантажень. Ідеться про системи В1 (санвузол персоналу), В2 (витяжка із зали №1), В3 (ізольована частина залу №2) та В7 (санвузол і душова персоналу №2).

Зважаючи на характер цих зон, вибір припав на **каналні вентилятори серії СА виробництва компанії VORTICE (Італія)**. Їх головною перевагою є здатність забезпечувати **стабільну подачу повітря на малих і середніх витратах** при дуже **компактних розмірах, низькому рівні шуму**, простоті монтажу та наявності **типорозмірної гнучкості (СА 100, 150, 200)**. Це дозволяє використовувати єдину серію вентиляторів у кількох системах об'єкта, зберігаючи **уніфікацію та сервісну сумісність**.

Повний опис:

Модель	Діаметр	Рівень шуму (дБa)	Частота обертів (об/хв)	Споживана потужність (Вт)	Витрата повітря (м <sup>3</sup> /год)	Маса, кг
CA 100 VO D	100	56	2540	85	235	2.4
CA 125 VO D	125	56	2470	85	360	2.3
CA 150 VO D	150	56	2390	86	500	2.6
CA 200 VO Q	200	59	2290	100	700	3.1
CA 200 VO	200	50.3	2615	90	840	4
CA 250 VO	250	49.9	2650	90	920	4.3
CA 315 VO	315	54	2660	120	1100	6.5

Таблиця 3.2.1 характеристик вентиляторів **VORTICE**

Система В1 обслуговує туалет персоналу №1 і потребує забезпечення витяжки в обсязі 100 м<sup>3</sup>/год відповідно до нормативних вимог — 50 м<sup>3</sup>/год на унітаз і ще 50 — на умивальник. Ці параметри знаходяться в нижній межі діапазону, де багато стандартних осьових вентиляторів працюють нестабільно або недостатньо ефективно. Тому вибрано **каналний вентилятор VORTICE СА 150**, що демонструє оптимальну продуктивність для заданого навантаження та може працювати з повітропроводами малого діаметра. Його робоча характеристика

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

підтверджує наявність стабільного потоку при напорі до 110 Па, що відповідає загальним втратам по системі В1. На Малюнку 3.2.1 зображено конструктивне виконання вентилятора серії VORTICE CA, яке є типовим для всіх моделей цієї лінійки. Зовнішній вигляд корпусу, тип монтажу та загальна геометрія залишаються однаковими незалежно від конкретної моделі (CA 100, CA 150, CA 200)



Малюнок 3.2.1 Вентилятор CA 150

У системі В2, яка обслуговує залу №1, витяжна витрата є значно вищою і становить **550 м<sup>3</sup>/год**, що зумовлено двократним повітрообміном у приміщенні об'ємом 275 м<sup>3</sup>. Тут використання вентилятора CA 150 було б недостатнім, тому обрана **модель VORTICE CA 200**, яка забезпечує стабільний повітряний потік до 700 м<sup>3</sup>/год при тиску понад 150 Па. Це дозволяє не лише виконати проектну витрату, а й створити **невеликий запас продуктивності** у випадку зниження аеродинамічних характеристик у процесі експлуатації. Завдяки достатньо компактним розмірам, CA 200 також легко монтується в підстельовий простір

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

або за межами об'їднього залу, не створюючи акустичного навантаження.

Габарити зображені В2 подано на **Малюнку 3.2.2**

Size A (mm)	347	
Size B (mm)	275	
Size C (mm)	424	
Size D (mm)	197	
Size E (mm)	20	
Size F (mm)	17	

Малюнок 3.2.2 Вентилятор СА 200

Ізольоване приміщення залу №2 (система В3) має повітрообмін на рівні **300 м³/год**, що обумовлено як розмірами приміщення, так і характером розміщення приточної гілки П2, яка створює локальний надлишковий тиск. Знову ж таки, для цього навантаження ідеально підходить **VORTICE СА 150**, який вже успішно використовується у В1. При нижчому аеродинамічному опорі у системі В3 цей вентилятор може працювати ще економніше, не втрачаючи стабільності потоку. Таким чином, забезпечується **уніфіковане технічне рішення**, яке спрощує техобслуговування та ремонт.

Окремо варто зупинитися на системі В7 — витяжці з другого туалету персоналу, який, на відміну від В1, додатково обладнаний душовою. Загальна нормативна витрата повітря тут становить **100 м³/год** — по 50 м³/год на кожен функціональний вузол. Це найменша витрата серед усіх витяжних систем об'єкта. Тому тут доцільно використовувати **VORTICE СА 100** — найкомпактнішу модель у лінійці, яка при невеликих розмірах забезпечує достатній повітрообмін і тиск до 80 Па. Слід зазначити, що використання

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

слабшого вентилятора, наприклад осьового типу, призвело б до значного зниження ефективності внаслідок слабкої тяги через коліно або решітку. Розріз вентилятора на **Малюнку 3.2.4**,



Малюнок 3.2.2 Вентилятор СА 100

Таким чином, усі локальні витяжні системи проєкту реалізовані на базі вентиляторів серії **СА виробництва VORTICE**, що забезпечує стабільну роботу при малих і середніх витратах повітря, при цьому дозволяє зберегти **компактність, уніфікованість, низький рівень шуму та простоту сервісу**. Саме така стратегія вибору є оптимальною для зон з невисоким навантаженням, особливо в межах навчального закладу, де комфорт і безшумна робота — ключові критерії вибору техніки.

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

### 3.3. Підбір вентиляторів для систем В4 та В6

На відміну від малопотужних витяжок (В1, В3, В7), системи В4 і В6 обслуговують **технологічно навантажені приміщення** — роздавальну та кухню відповідно. У цих зонах виникає значне **теплове й запахове навантаження**, що вимагає більш потужного і стабільного вентиляційного обладнання. Крім того, в обох випадках необхідна **тривала робота вентилятора в режимі середніх і високих оборотів**, а також **стійкість до запиленого або вологого повітря**, що характерне для зони подачі страв і приготування їжі.

З урахуванням вищенаведених особливостей, для обох систем було обрано **вентилятори шведського виробника SYSTEMAIR серії RVK**, які зарекомендували себе як **надійні, довговічні і придатні до безперервної експлуатації** в комерційних об'єктах. Вони оснащені **зовнішнім ротором, пластиковим антикорозійним корпусом** із посиленого поліаміду, мають **високу герметичність**, легко монтуються в круглі канали і демонструють **оптимальне поєднання тиску, витрати повітря та шуму**.

Система В4 — RVK 315 E2-L1

У роздавальній передбачено інтенсивну витяжку, адже саме тут відбувається передача страв від кухні до залу, що супроводжується **накопиченням теплого та насиченого запахами повітря**. Розрахункова витрата вентиляції В4 становить близько **1100 м<sup>3</sup>/год**, і така кількість повітря повинна бути виведена **плавно та стабільно** без виникнення шумових перевантажень. З огляду на це, обрано **SYSTEMAIR RVK 315 E2-L1** — вентилятор із круглим під'єднанням на 315 мм,

Його використання дозволяє не лише перекрити розрахункову витрату, а й створити **гідродинамічний запас** на випадок підвищення аеродинамічного опору внаслідок забруднення фільтрів чи зміни експлуатаційного режиму. Завдяки **регульованій швидкості обертання (п'ятиступінчастий регулятор)**,

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

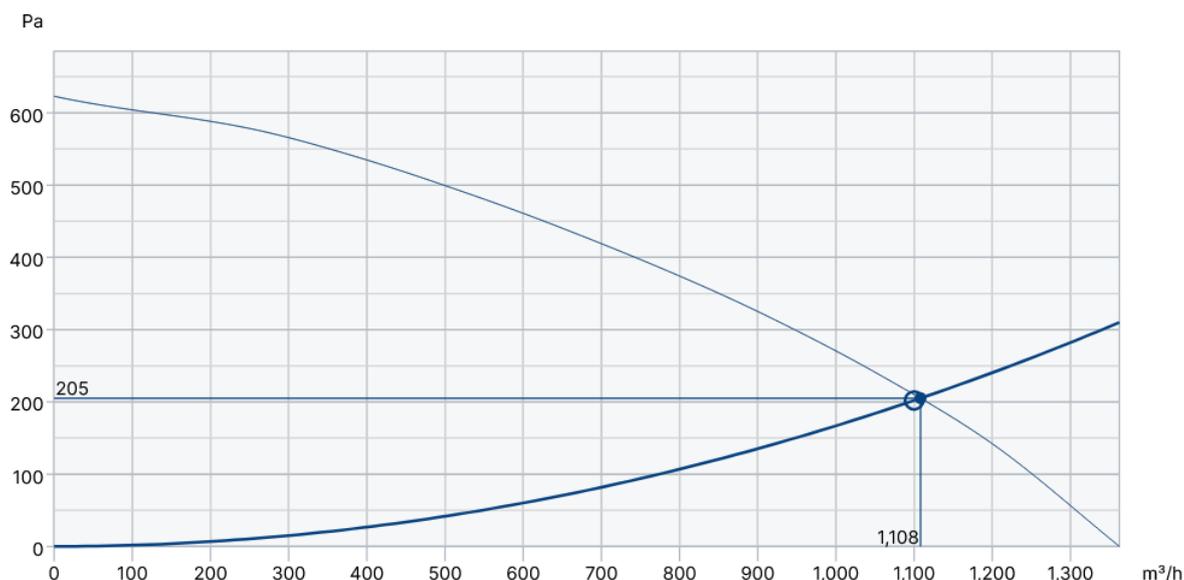
вентилятор може працювати в адаптивному режимі — інтенсивно під час пікових навантажень (обідня перерва) і з мінімальним споживанням енергії в інший час. Фотографія вентилятора на **Малюнку 3.3.1**, а його робоча характеристика — на **Діаграмі 3.3.1**.



Малюнок 3.2.1 Вентилятор RVK 315 E2-L1

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## Performance curve



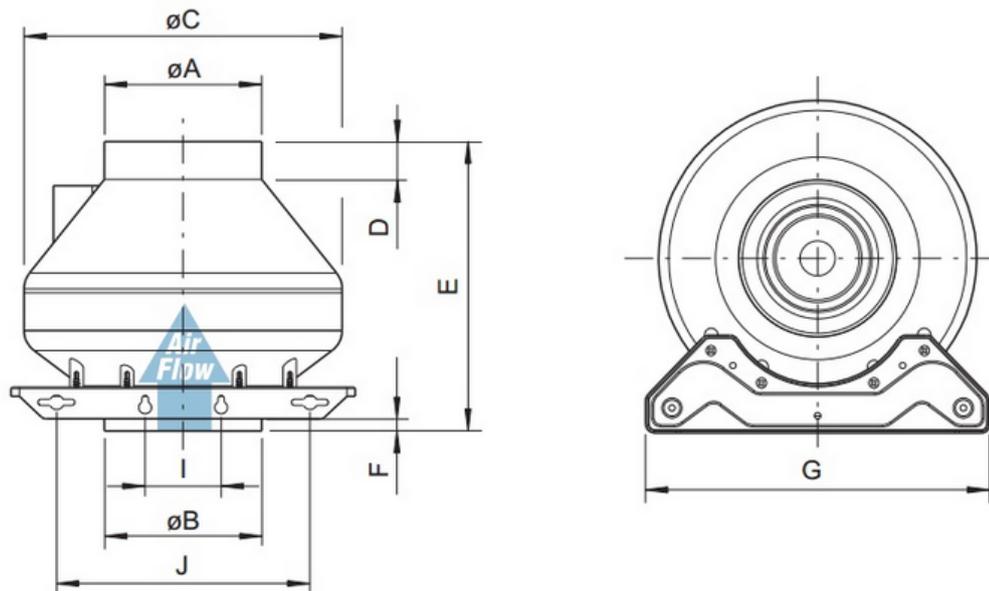
Діаграмі 3.3.1 Крива продуктивності

### Система B6 — RVK 200 E2-L1

Допоміжна витяжка з кухні (B6) виконує функцію **оновлення повітря в загальному об'ємі кухонного блоку**, коли зонти (система B5) тимчасово не працюють, наприклад у період між змінами або в неробочий час. Її витрата складає **близько 400 м³/год**, що відповідає п'ятикратному повітрообміну для площі 26 м². Для такої системи обрано **SYSTEMAIR RVK 200 E2-L1** — вентилятор середньої продуктивності з під'єднанням на 200 мм, який здатен стабільно працювати в діапазоні **300–700 м³/год** при хороших характеристиках по тиску та шуму.

RVK 200 є **ідеальним вибором для фонові вентиляції**: він тихий, легкий у встановленні, сумісний із гнучкими та жорсткими повітропроводами, і водночас достатньо потужний, щоб сформувати понижений тиск у кухонній зоні. Важливо, що корпус виготовлений з антикорозійного полімеру, а сам вентилятор має **клас захисту IP44**, що дозволяє експлуатувати його в умовах підвищеної вологості, характерної для харчоблоку. Розміри вентилятора на **Малюнку 3.3.2**.

									Арк.
									72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	401-НТ. 9476024				



RVK	øA	øB	øC	D	E	F	G	I	J
100E2-A1	99	00	251	30	230	30	271.5	60	200
125E2-A1	124	124	251	30	230	30	271.5	60	200
125E2-L1	124	124	251	30	230	30	271.5	60	200
150E2-A1	149	149	340.5	30	230	30	271.5	60	200
150E2-L1	149	149	340.5	30	230	30	271.5	60	200
160E2-A1	159	159	340.5	30	230	30	271.5	60	200
160E2-L1	159	159	340.5	30	230	30	271.5	60	200
200E2-A1	199	199	340.5	30	230	30	271.5	60	200
200E2-L1	199	199	340.5	30	250	30	271.5	60	200
250E2-A1	249	249	340.5	30	230	30	271.5	60	200
250E2-L1	249	249	340.5	30	230	30	271.5	60	200
250E2-XL	249	249	340.5	30	230	30	271.5	60	200
315E2-A1	315	315	405	30	275	30	271.5	60	200
315E-L1	315	315	405	30	275	30	271.5	60	200

Малюнок 3.3.2: Типорозміри вентиляторів Systemair серії RVK

Узагальнення

Вибір вентиляторів **RVK** серії **SYSTEMAIR** для В4 та В6 обумовлений сукупністю факторів: **технічна потужність, адаптивність до режиму, стійкість до жирових аерозолів, волога**, а також **можливість регулювання обертів без зниження ресурсу**. Ці моделі повністю відповідають умовам кухонних та роздавальних приміщень навчального закладу і мають тривалий строк служби при мінімальному обслуговуванні.

### 3.4 Підбір вентилятора для системи В5

Для реалізації місцевої витяжки над плитами та жаровими поверхнями (система В5), у зоні доготування страв, було підбрано високопродуктивний каналний вентилятор **VRAN9-056-T80-N-00110/6-Y1-1-R0-0**, виробництва "ССК ТМ". Вентилятор було обрано самостійно поза межами запропонованого каталогу через відсутність моделей з відповідними характеристиками. Основними критеріями вибору були: **необхідна продуктивність 4000 м<sup>3</sup>/год, робочий тиск не менш як 475 Па та підвищена стійкість до забруднень**, які неминуче виникають у кухонному середовищі.

Основні переваги:

1. **ККД понад 80%**, що забезпечує економію електроенергії;
2. **Робоче колесо із загнутими назад лопатками**, що знижує шум і турбулентність;
3. **Низький опір потоку та менший ризик перегріву двигуна**;
4. **Антивібраційні опори та захист від перегріву**, що гарантує стабільну роботу в умовах високих навантажень.

Вентилятор підбрано відповідно до гідравлічних розрахунків системи В5 (див. розділ 2.5), де обчислено аеродинамічний опір повітропроводів та зонта — приблизно **475 Па**, що повністю відповідає характеристикам обраного пристрою.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

## VRAN9-063-T80-N-00550/4F-Y2-1-R90-0-IE2

- ▶ вентилятор радіальний (•VRAN6 •VRAN9)
- ▶ типорозмір вентилятора (•025 •028 •031 •035 •040 •045 •050 •056 •063 •071 •080 •090 •100 •112 •125)
- ▶ режим роботи
  - T80 - температура перемішуваного середовища до 80° C (час роботи - постійно)
  - T200 - температура перемішуваного середовища до 200° C (час роботи - постійно)
- ▶ виконання (•N •CR1 •V •VCR1)
- ▶ параметри двигуна<sup>1</sup> (•I/P •I/PF - для комплектації двигуна ЧРП)
  - I<sup>2</sup> - індекс потужності - див. таблицю 1
  - P - число полюсів: 2 (3000 обертів) 4 (1500 обертів) 6 (1000 обертів) 8 (750 обертів)
  - F - використання ЧРП (ЧРП до комплекту не входить)
  - При замовленні вентилятора, призначеного для роботи з ЧРП, після маркування в дужках потрібно вказати необхідні обороти робочого колеса
- ▶ кліматичне виконання (•Y1<sup>3</sup> •Y2 •YHL1<sup>3</sup> •YHL2 •T1<sup>3</sup> •T2)
- ▶ конструктивне виконання (•1 •5)
- ▶ положення корпусу (•R0 •R45 •R90 •R270 •R315 •L0 •L45 •L90 •L270 •L315)
- ▶ термо-шумоізолюваний кожух: (•TSK •0 - відсутній)
- ▶ клас енергоефективності електродвигуна<sup>4</sup>: •IE2

Малюнок 3.4.1 Приклад розшифрування моделі вентилятора

### Розшифровка маркування вентилятора:

- **VRAN9** — сучасна модифікація серії, з кращими шумовими та енергетичними характеристиками (аналог VRAN6 за розміром).
- **056** — типорозмір, діаметр робочого колеса 560 мм.
- **T80** — температуростійкість до 80 °C (жаростійке виконання).
- **N** — вентилятор загальнопромислового призначення; корпус із вуглецевої сталі.
- **00110/6** — потужність електродвигуна 1,1 кВт при 1000 об/хв. (див. Малюнок 3.4.2).
- **Y1** — кліматичне виконання для помірного клімату (відповідає експлуатації в регіоні м. Полтава) [4].
- **1** — пряме з'єднання двигуна з колесом; відсутність ремінної передачі зменшує втрати потужності (порівняння — див. Малюнки 1.3 та 1.4).
- **R0** — положення вихідного фланця: правосторонній вихід потоку вгору (див. Малюнок 3.4.5).

На **Малюнку 3.4.6** представлено **робочу характеристику обраного вентилятора**, де видно, що робоча точка системи (4000 м<sup>3</sup>/год при 475 Па) знаходиться в оптимальному діапазоні експлуатації пристрою. Це підтверджує правильність його підбору за критеріями продуктивності, тиску та надійності.

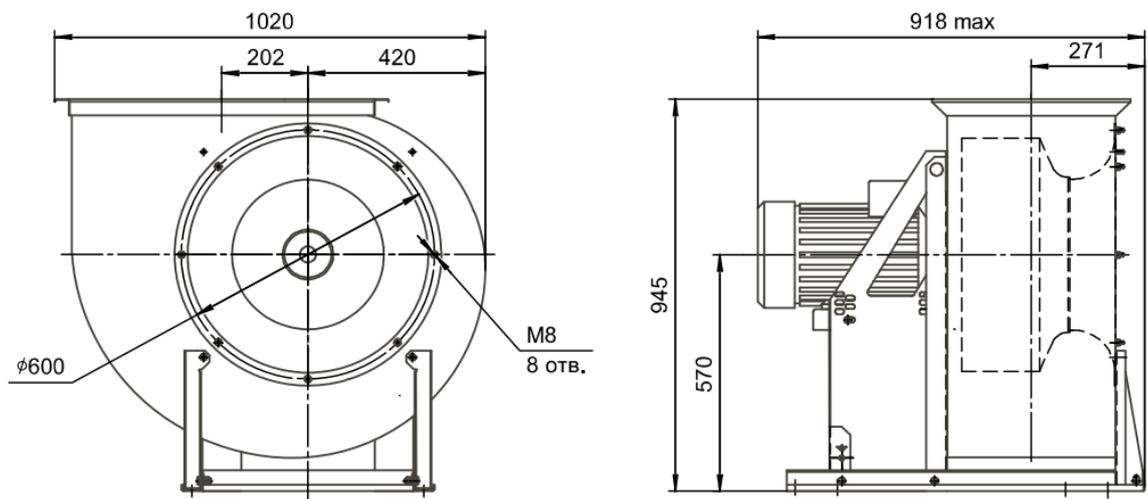
					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Таким чином, вентилятор **VRAN9-056-T80-N-00110/6-Y1-1-R0-0** повністю відповідає як технічним, так і функціональним вимогам до витяжної системи В5, забезпечуючи ефективне видалення тепла, пари й запахів над технологічним обладнанням.

#### ІНДЕКС ПОТУЖНОСТІ VRAN

Номінальна потужність (Nном), кВт	0,25...0,75	1,1...7,5	11...90
Індекс потужності (I)	00025...00075	00110...00750	01100...09000

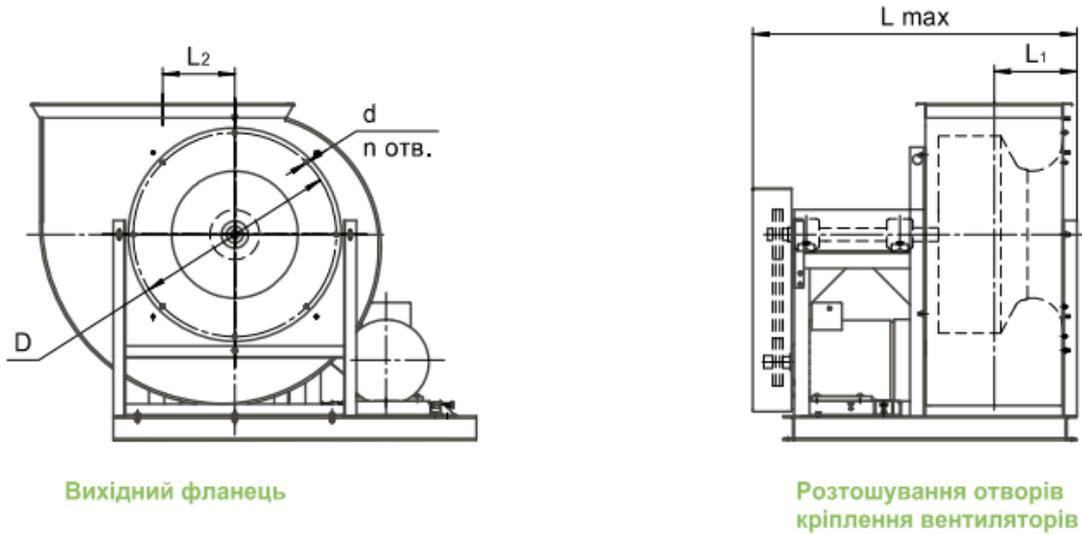
Малюнок 3.4.2: таблиця потужності



Малюнок 3.4.3: Зовнішній вигляд вентилятора першого виконання

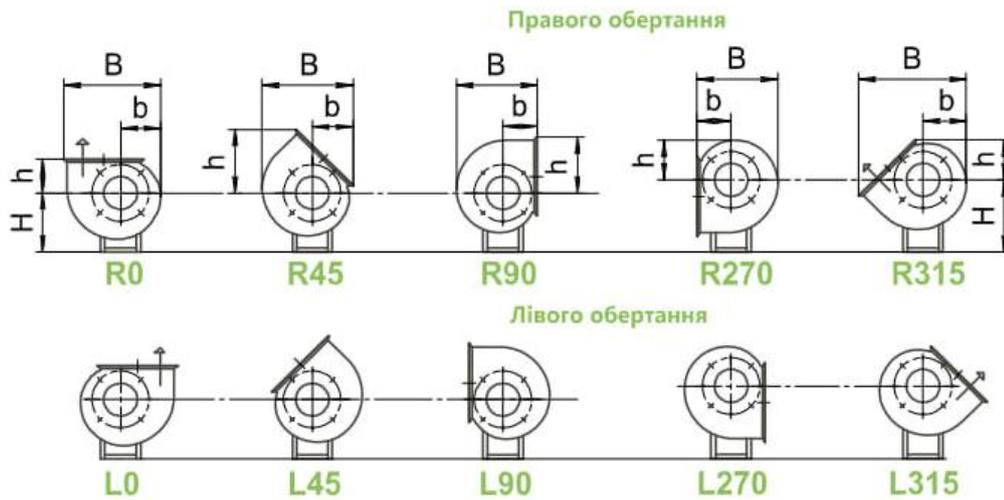
					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

## ВИКОНАННЯ 5



Малюнок 3.4.4 Зовнішній вигляд вентилятора п'ятого виконання

## ПОЛОЖЕННЯ КОРПУСУ



Малюнок 3.4.5 Положення корпусу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

401-НТ. 9476024

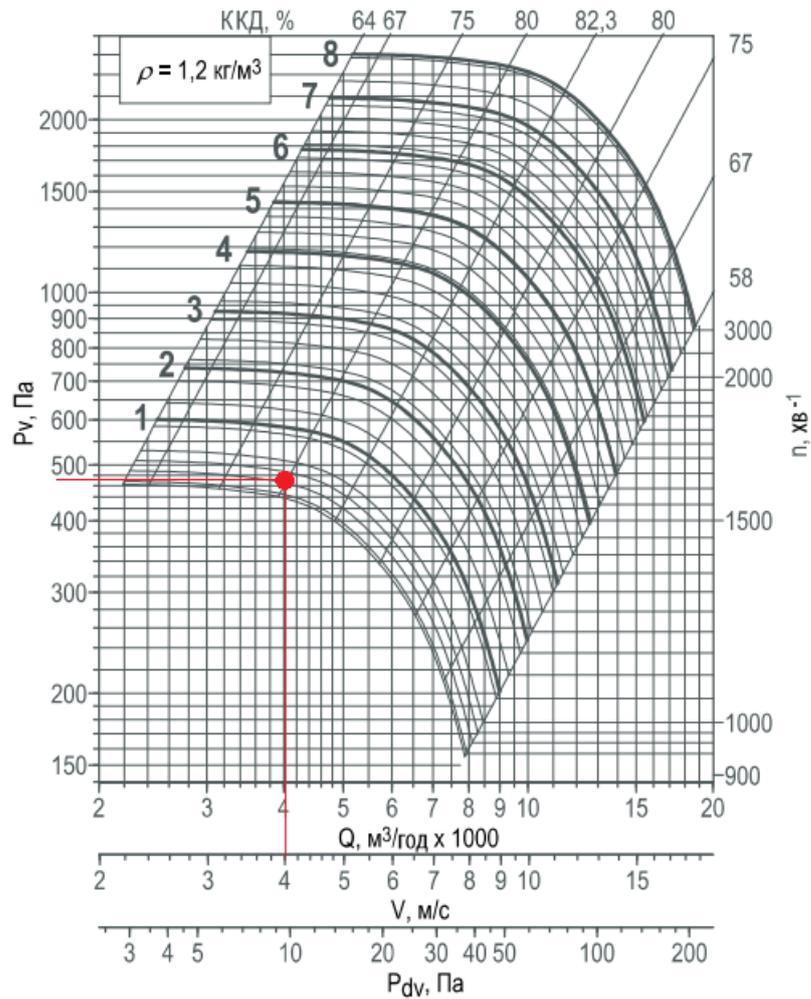
Арк.

77

Номер кривої	Тип вентилятора	Число полюсів	Нном, кВт	Маса,* кг
--------------	-----------------	---------------	-----------	-----------

3 ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ЧАСТОТИ

1	VRAN9-F	6	1,1	82
2			1,5	84
3		4	2,2	99,6
4			3	87,1
5			4	103
6			5,5	111
7		7,5	119	
8		11	127	



Малюнок 3.4.6 робочу характеристику обраного вентилятора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

401-НТ. 9476024

Арк.

78

### 3.5 Підбір вентиляторів для систем П1 та П2

Для реалізації припливного повітрообміну в зоні залів №1 та №2, а також у суміжних приміщеннях (роздавальна, кухня), проєктом передбачено дві незалежні припливні системи — П1 та П2, кожна з яких має окрему гілку повітропроводів і обслуговує чітко визначену частину об'єкта. Згідно з розрахунками повітрообміну (див. підрозділи 2.9 і 2.10), **кожна з систем повинна забезпечувати подачу 1500 м<sup>3</sup>/год свіжого повітря.**

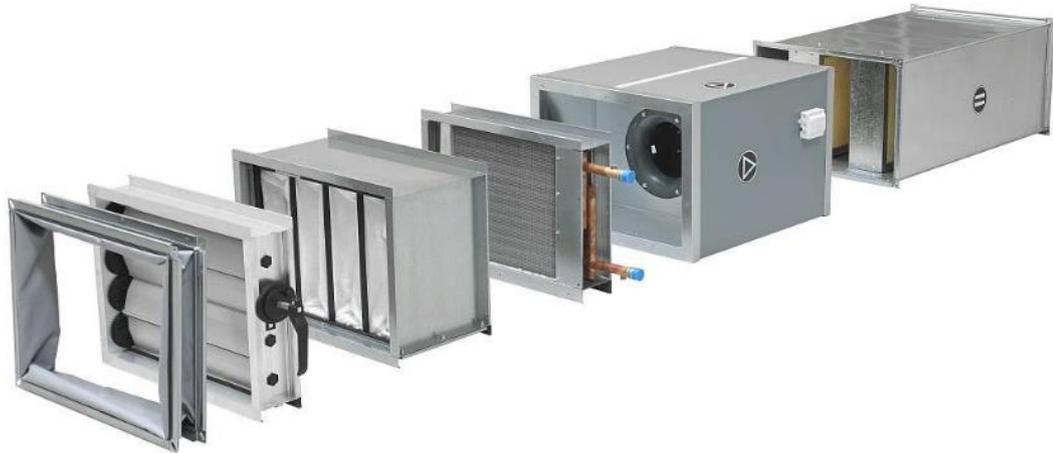
У зв'язку з цим для кожної системи (П1 і П2) використовується **власний вентилятор, але однакової моделі — CV-P-1/HED, виробництва "VTS Clima" (Польща).** Такий підхід дозволяє забезпечити симетричну продуктивність, точне регулювання режимів та легкість сервісного обслуговування.

Технічні характеристики вентилятора CV-P-1/HED:

- **Продуктивність:** до 1600–1800 м<sup>3</sup>/год,
- **Тип двигуна:** ЕС-мотор з частотним регулюванням,
- **Тип робочого колеса:** з назад загнутими лопатками (низький рівень шуму, стійкість до пилу),
- **Потужність:** 0,75–1,1 кВт,
- **Монтажне виконання:** горизонтальне або вертикальне,
- **Кліматичне виконання:** Y1 — для помірного клімату.

На Малюнку 3.5.1 представлено загальний вигляд вентилятора у повній комплектації — від шибера до шумоглушника, включаючи всі основні елементи припливної установки.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79



Малюнок 3.5.1 Припливна установка **CV-P-1/HED**

### 3.6 Решітки та витяжні елементи системи вентиляції

Кінцевими елементами усіх систем повітрообміну проєктованої вентиляції є **решітки, дифузори та переточні елементи**, які забезпечують рівномірну подачу або ефективне видалення повітря з приміщень. Їх підбір здійснювався індивідуально до кожної системи (П1, П2, В1–В7, ВГ1–ВГ2), з урахуванням параметрів повітряної витрати, шумового комфорту, а також естетичних вимог до інтер'єру.

Витяжні решітки:

- **В1** – використано дві решітки **ASGC 002 (220×110 мм)** виробництва «*Twitoplast ltd.*» як основні витяжні повітрозабірники, а також **переточна дверна решітка MB 440/2 («ВЕНТС»)** для забезпечення перетоку повітря з зали у санвузол.
- **В2** – одна решітка **ASGC 004 (440×110 мм)** від «*Twitoplast ltd.*», встановлена у залі №1.
- **В3** – витяжка з ізолюваної кімнати залу №2 здійснюється через **решітку ASGC 002 (400×400 мм)**.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

- **В4** – у роздавальній зоні змонтовано п'ять витяжних решіток **NOVA A 300×300 мм** виробництва *SYSTEMAIR*, з регульованими жалюзі для адаптації повітрязабору в робочий час.
- **В7** – витяжна решітка **ASGC 002 (220×110 мм)** + переточна стінова **MB 121 С** і дверна **MB 430/2**, обидві — «*BEHTC*».
- **ВГ1 і ВГ2** – природна гравітаційна витяжка виконується через **решітки 11804040 (400×400 мм)** («*Twitoplast ltd.*») — по одній у кожному каналі.

Припливні решітки:

- **П1** – подача до зали №1 і роздавальні виконується через:
  - одну **ASGI 084 (450×300 мм)** — основна решітка подачі в систему,
  - чотири **ASGI 016 (600×150 мм)** — настінні подаючі решітки до зали №1,
  - три **ASGC 003 (330×110 мм)** — спрямовані в роздавальну, забезпечують рівномірний повітряний потік.
- **П2** – подача до зали №2 та кухні:
  - **чотири ASGO 021 (608×608 мм)** — стельові повітророзподільники для залу №2,
  - **три ASGC 002 (220×110 мм)** — подача до кухні в районі теплових зон.

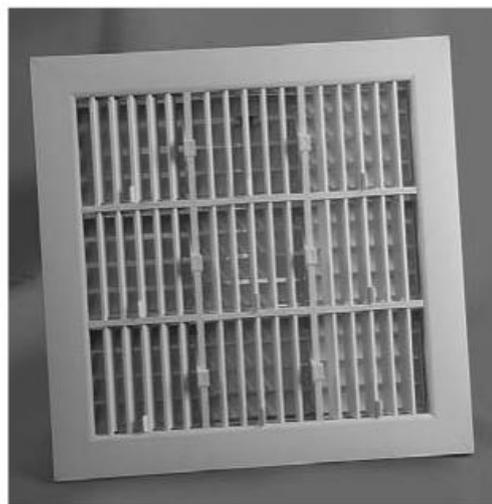
Всі решітки мають **регульовані жалюзі** для точного налаштування напрямку потоку, виготовлені з антикорозійних матеріалів (пластик або фарбований алюміній), мають **невелику товщину корпусу**, що дозволяє інтегрувати їх у інтер'єр без суттєвого виступання над площину стін або стелі.

Компоновка та розміщення

Витяжні решітки розміщуються в **найвищих точках приміщень** (під стелею або над обладнанням), що дозволяє ефективно видаляти тепле повітря, пари та запахи. Припливні решітки, навпаки, **розташовані нижче** або спрямовані у робочу зону, де перебувають люди. Для балансування тиску та створення **аеродинамічного перепаду** в санвузлах та технічних кімнатах застосовано **переточні решітки в дверях та стінах**, що забезпечує повітряні потоки з зон позитивного тиску в зони негативного.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На Малюнках 3.6.1–3.6.3 зображено типові приклади решіток, використаних у проєкті.

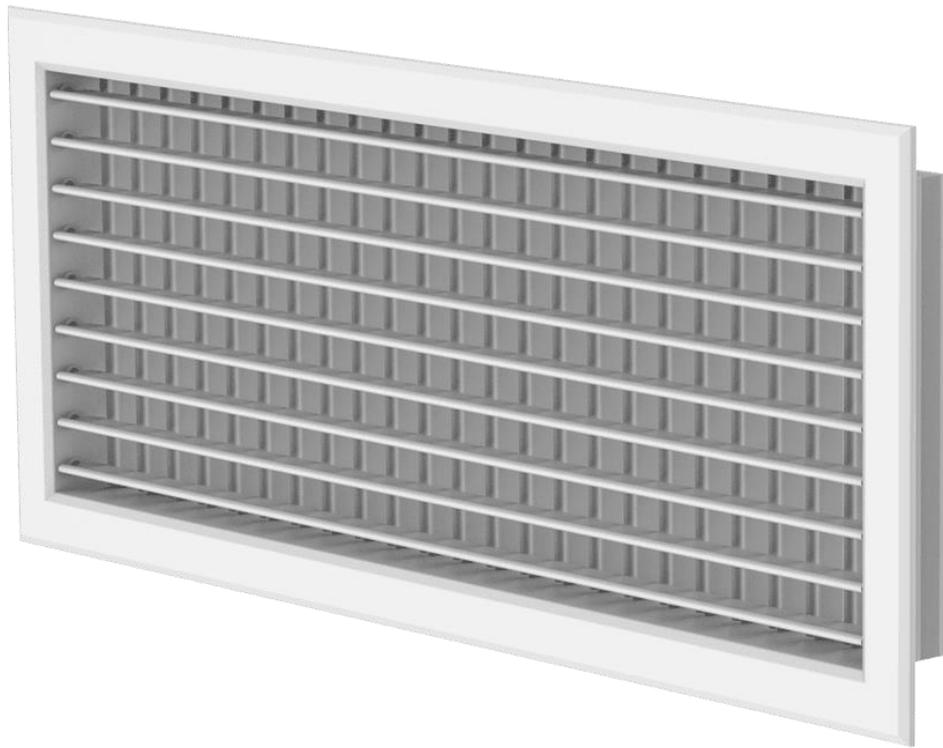


Малюнок 3.6.1 Вентиляційна решітка ASGC



Малюнок 3.6.2 переточна дверна решітка модель MB

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82



Малюнок 3.6.3 Вентиляційна решітка **NOVA A**

Витяжні зонти для В5 зонти КИЙ-ВЗВ-Н-П-Ф

Для реалізації витяжки над тепловим обладнанням у зоні доготування (кухня) проєктом передбачено встановлення **двох витяжних зонтів з нержавіючої сталі серії КИЙ-ВЗВ-Н-П-Ф**, виготовлених під індивідуальне замовлення для умов низьких стель:

- **Зонт №1** — розміри **2200×1000** мм, призначений для розміщення над чотирма плитами;
- **Зонт №2** — розміри **1100×900** мм, встановлюється над жаровою шафою.

Обидва зонти мають **нижній периметральний забір повітря** та обладнані **внутрішніми жирулавлювачами**, що забезпечує максимальне захоплення гарячого забрудненого повітря. Конструкція зонтів розрахована на **підключення до витяжної системи В5** через повітропроводи діаметром 250 мм, з подальшим зведенням у загальний канал за допомогою трійника.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Корпус виконано з **нержавіючої сталі марки AISI 304**, що забезпечує довговічність, легке очищення та відповідність санітарним нормам для харчових виробництв. Завдяки виконанню "**для низьких стель**", зонти не обмежують видимість персоналу і не перешкоджають циркуляції повітря на рівні голови.

**На Малюнку 3.6.4** представлено загальний вигляд обох зонтів у зоні кухні, із зазначенням їх точного розміщення відносно плит і напрямків повітряних потоків.



Малюнок 3.6.4 Вентиляційна зонт **КИЇВ-В**

					401-НТ. 9476024	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

## ВИСНОВОК

У межах виконаного дипломного проєкту було розроблено повноцінну систему вентиляції для їдальні Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». Основна увага була приділена досягненню належного мікроклімату, підтриманню нормативного повітрообміну, розділенню повітряних потоків між "чистими" та "забрудненими" зонами, а також забезпеченню комфортних та безпечних умов перебування відвідувачів і персоналу в межах об'єкта.

У результаті техніко-інженерного аналізу було встановлено, що ефективна вентиляція об'єкта громадського харчування повинна поєднувати **механічну (примусову)** та **природну (гравітаційну)** вентиляцію з правильним розподілом зон тиску. У зонах з високим тепловиділенням та запаховантаженням (кухня, роздавальна, санвузли) передбачено **від'ємний тиск**, що запобігає поверненню забрудненого повітря назад у зали. Водночас, в обідніх залах, де постійно перебувають люди, забезпечується **позитивний надлишковий тиск**, що гарантує подачу свіжого повітря та перешкоджає проникненню сторонніх запахів.

Особливістю даного проєкту стало **розділення системи вентиляції на 7 витяжних гілок (В1–В7), 2 припливні гілки (П1 і П2) та 2 природні гравітаційні шахти (ВГ1 і ВГ2)**. Для кожної системи були виконані аеродинамічні розрахунки, враховано довжину повітропроводів, місцеві опори, динамічні та лінійні втрати тиску. Це дозволило отримати точні значення аеродинамічного опору і правильно підібрати вентиляційне обладнання з урахуванням необхідної продуктивності.

До кожної зони було підібрано оптимальні **повітророзподільні елементи**: решітки, дифузори, зонти, переточні елементи, які забезпечують необхідну кратність повітрообміну та рівномірний розподіл потоків. У зоні кухні реалізовано **місцеву витяжку** за допомогою двох зонтів індивідуального

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

виготовлення типу **КІЙ-ВЗВ-Н-П-Ф**, які здатні забирати до 4000 м<sup>3</sup>/год повітря і стійкі до високих температур, вологості та жирових відкладень. У припливних системах передбачено можливість **підігріву повітря в зимовий період**, що враховує кліматичні особливості м. Полтава, де розташовано об'єкт.

Підбір обладнання здійснювався за фактичними розрахунками. Зокрема, для витяжної системи В5 обрано вентилятор **VRAN9-056-T80** з ККД понад 80% і тиском 475 Па, а для припливних гілок П1 і П2 — два незалежні вентилятори **CV-P-1/HED** фірми *VTS Clima*, що дозволяють реалізувати керовану, енергоефективну подачу свіжого повітря.

Окрему увагу було приділено **роботі гравітаційної вентиляції у залі №2**, особливо в умовах зимового, міжсезонного та літнього періодів. Розрахунок тяги з урахуванням температурних перепадів показав, що система здатна повноцінно працювати без додаткової механіки у холодний та перехідний сезони, а в теплий період — виконує роль допоміжної.

Загалом, система вентиляції спроектована відповідно до чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.2.5-67:2013, ДСанПіН 2.2.4-171-10, а також з урахуванням досвіду експлуатації аналогічних об'єктів. Вона забезпечує:

- санітарно-гігієнічну безпеку;
- енергоефективну роботу в різні пори року;
- гнучкість налаштування та зональність;
- легкість обслуговування та ревізії вузлів;
- повноцінний повітрообмін відповідно до нормативів.

Таким чином, розроблена вентиляційна система є цілісною, збалансованою, технічно обґрунтованою та придатною до реалізації в реальних умовах навчального закладу. Вона враховує як нормативні вимоги, так і практичні аспекти, що робить її ефективним рішенням для сучасного закладу громадського харчування.

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Carbon dioxide and health effects // Wikipedia [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon\\_dioxide\\_and\\_health\\_effects](https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_dioxide_and_health_effects) (дата звернення: 01.12.2024).
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Настанова. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 97 с.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013.
4. ГОСТ 15150-69. Машины, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів.
5. Каталог вентиляційного обладнання [Електронний ресурс]. Режим доступу:  
<https://www.ccktm.com/image/catalog/katalogi/ukr/obcheobminne/ventilyatori-z-agalnogo-i-sp-e-cialnogo-pr-i-zn-achennya-s-ompressed.pdf>
6. Каталог Twitoplast 2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[https://splitsg.com.ua/images/uploads/Catalog%20TWITOPLAST%202008\(3\).pdf](https://splitsg.com.ua/images/uploads/Catalog%20TWITOPLAST%202008(3).pdf)
7. Вентилятори Systemair RVK [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://www.systemair.com/uk-ua/produktsia/ventilyatori/kanalni-ventilyatori/ventilyatori-dlya-kruglih-kanaliv/rvk?sku=247025#tech-specs-data-technical-parameter>
8. Вентилятор MV-440-2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://vents.ua/product/mv-440-2/>
9. Решітка NOVA A [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://www.systemair.com/uk-ua/produktsia/povitrorozdayuchi-pristroyi/reshitki/nova/nova-a-with-oden-f>
10. Витяжний зонт KIJ-V [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://www.kiy-v.com.ua/zont-vytjazhnoj-pristennyj-dlja-nizkih-potolkov-kij-v-zpp>

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

11. Вентилятор Systemair RVK, SKU 36092 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.systemair.com/uk-ua/produktsia/ventilyatori/...sku=36092#tech-specs-performance>
12. Вентилятор Systemair RVK 315E2 L1 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ventilator.ua/product/systemair-rvk-315e2-11-1ph230v/>
13. Вентилятор Systemair Sileo 200E2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ovk.ua/shop/product/kanalnyi-ventiliator-systemair-rvk-sileo-200e2-11>
14. Вентилятори Vortice [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vortice.com/en/commercial-ventilation/centrifugal-fans/in-line/16008>
15. Боженко М.Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
16. Генеральний директорат з питань енергетики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ec.europa.eu/dgs/energy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy/index_en.htm)
17. ДБН В.2.2-25:2009. Житлові будинки. Основні положення.
18. ДБН В.2.2-3:2018. Будинки і споруди. Загальні положення про проектування.
19. ДСанПіН 2.2.4-171-10.
20. Романюк А.І. Атестаційна робота: Вентиляція у школі [PDF]. – Київ: КНУБА, 2024. – Режим доступу: <https://repository.knuba.edu.ua/bitstreams/27f11f6b-2d03-4acc-9910-7bb017c6c304/download>
21. Грузевський О.А. та ін. Госпітальна гігієна. – Одеса: ОНМедУ, 2022. – Режим доступу: [https://resource.odmu.edu.ua/chair/download/163458/gjhxudwkT\\_XQYXk2TmvB8w](https://resource.odmu.edu.ua/chair/download/163458/gjhxudwkT_XQYXk2TmvB8w)
22. Прісс О.П. Гігієна та санітарія закладів ресторанного господарства. – Харків: ХНАУ, 2019. – Режим доступу:

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

- [https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/8597/1/Нуhyуена\\_sanitariya\\_2019\\_NP.pdf](https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/8597/1/Нуhyуена_sanitariya_2019_NP.pdf)
23. Коваленко І.Д. Проектування мікроклімату Хорольської гімназії. – Полтава: НУПП, 2021. – Режим доступу: [https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/13660/1/9\\_Коваленко\\_І.Д\\_601%20МЕ\\_2021.pdf](https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/13660/1/9_Коваленко_І.Д_601%20МЕ_2021.pdf)
24. Білоус І.Ю., Яценко О.І. Енергозбереження будівель і споруд. – КПІ, 2022. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/38ebac2a-d7dc-45e3-b31b-6bd81331df90/download>
25. Севальнєв А.І., Кірсанова О.В. Гігієна у фармації. – МФУ, 2020. – Режим доступу: <https://dspace.mphu.edu.ua/bitstream/123456789/14022/1/НП%20Фармація%20Субмодуль%201.pdf>
26. Лебедюк Д.С. Системи вентиляції в житловому інтер'єрі. – КНУТД, 2024. – Режим доступу: <https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/29842/1/КРМ%20Лебедюк%20final.pdf>
27. Гігієна харчових підприємств: навч. посіб. / ред. С.Д. Гончаренко. – Львів: ЛНАУ, 2020.
28. Князь С.П. Теплотехніка та вентиляція. – Харків: УПА, 2016. – 260 с.
29. Погорілий М.І. Основи гігієни харчування. – К.: Укрмедкнига, 2007. – 220 с.
30. Драчук І.Е. Вентиляція в громадських закладах. – Львів: ЛНТУ, 2018.
31. Гавриш В.С. Основи проектування повітрообміну в закладах освіти. – Тернопіль: ТНТУ, 2019.
32. Харчук О.І. Системи вентиляції в навчальних їдальнях. – Житомир: ЖДТУ, 2022.
33. Література кафедри ТЕВ, кафедра вентиляції та теплопостачання, ОДАБА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://odaba.edu.ua>

					<b>401-НТ. 9476024</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

## ВІДОМОСТЬ ДОКУМЕНТІВ НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ І ЯКІ ДОДАЮТЬ

Позначення	Найменування	Примітки
<b>Документи, на які посилаються</b>		
ДБН В.2.5-67:2013	"Опалення, вентиляція та кондиціонування"	
ДБН В.2.2-25:2009	"Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)."	
ДБН В.2.2-3:2018	"Будинки і споруди. Заклади освіти."	
<b>Документи, які використовуються</b>		
с. 5.904-1	Деталі кріплення повітропроводів.	
с. 5.904-51	Зонти та дефлектори.	
с. 5.904-45	Вузли проходу.	
с. 1.494-21	Кріплення ґраток припливних к повітропроводам та будівельних конструкцій	
<b>Документи, які додаються</b>		
2023/07 - 0В	Специфікація обладнання та матеріалів вентиляційних систем	

## ВІДОМОСТІ РОБОЧИХ КРЕСЛЕНЬ ОСНОВНОГО КОМПЛЕКТУ (розділ 0В 2 "Вентиляція")

Лист	Найменування	Примітки
1	Загальні дані	
2	Характеристика опалювано-вентиляційних систем	
3	Фрагмент плану першого поверху будівлі	
4	Фрагмент планів та розріз 4-4	
5	Розріз 5-5, 6-6 та 7-7	
6	Розрізи 1-1 та 3-3	
7	Розрізи 2-2 в цол 1	
8	Схеми систем вентиляції	
9	Схеми систем вентиляції	
10	Схема системи В5	

## ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

Розділ "Вентиляція" робочого проекту "Реконструкція систем вентиляції дуфету-роздавальної центрального корпусу «Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» виконано на підставі архітектурно-будівельної та технологічної частини даного проекту у відповідно до вимог діючих нормативних документів.

Джерелом теплопостачання електрокалориферів припливних установок П1 та П2 системи вентиляції є університетська електромережа.

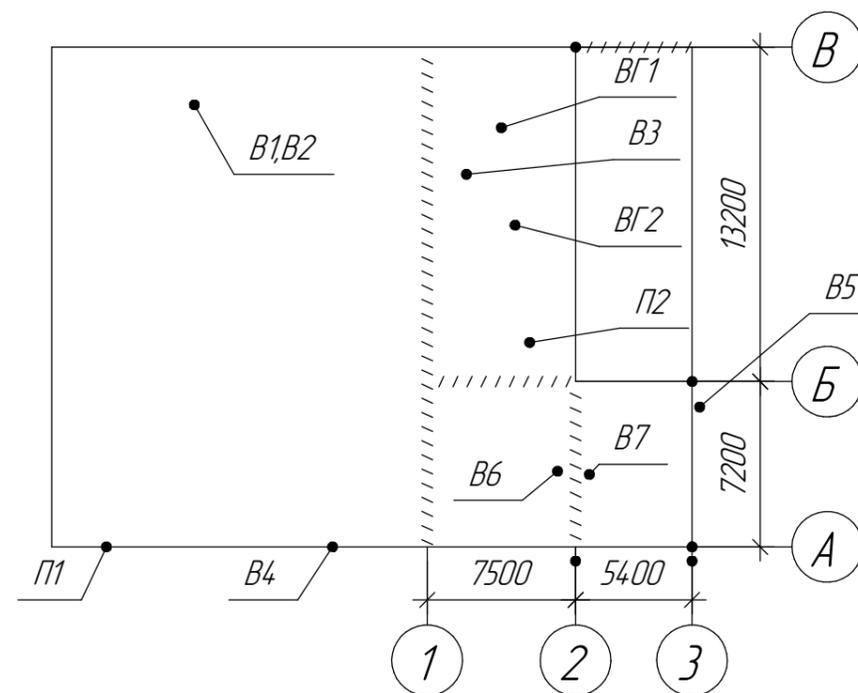
В якості припливних установок системи вентиляції П1 та П2 проектом передбачається застосування каналних опалювано-вентиляційних установок фірми "VTS-Clima" з електрокалориферами (типу CV-PI/HED). В комплект поставки передбачаються також еластичні вставки, "утеплені клапани", автоматика регулювання та регулятор швидкості обертання робочого колеса вентилятора. Для обох систем передбачається встановлення однієї уніфікованої секції шумогасника цієї ж фірми.

Видалення повітря здійснюється комбіновано як з застосуванням природної вентиляції (обідня зала №2), так і примусово. Видалення повітря з приміщень здійснюється як з використанням систем загальнообмінної вентиляції, так і з використанням технологічної витяжки (див. витяжні зонти доготувальної).

В якості витяжних вентиляторів вентиляційних систем з примусовою циркуляцією застосовуються вентилятори фірм "VORTICE" та "SYSTEMAIR".

Магістральні та розподільчі повітропроводи частин систем виконані з застосуванням зовнішнього утеплюючого прошарку для запобігання конденсації водяних парів.

### План - схема М 1:400



					2025	<b>2025/06-0В</b>			
						Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадія	Лист	Листов
Розроб.		Дудчак Д.О.			2025		РП	1	9
Перевірив		Гузик Д.В.			2025	<b>Загальні дані</b>	НУПП Кафедра ТГВ		
Затв		Голік Ю.С.			2025				

# Характеристика опалювано-вентиляційних систем

Пози.	Кіл. сист.	Найменування приміщення, яке обслуговується (технологічне обладнання)	Вентилятор						Електродвигун			Повітрянагрівач						Фільтр				Прим.			
			Марка	№	Схема виконання	Полож.	L, м <sup>3</sup> /час	P, Па	n, об/хв	Тип використання по виходу небезпеці	N, кВт	n, об/м	Тип	№	Кількість	Температура нагріву от до	Використано тепла, кВт	P, Па	Тип	№	Кількість		P, Па		
П1	1	Обідня зала №1 для студентів	CV-P-1/HED фірми "VTS CLIMA"												Електро.	1	-11	+16	15,8		Рукавн.		1	60	
П2	1	Обідня зала №2 для викладачів	CV-P-1/HED фірми "VTS CLIMA"												Електро.	1	-11	+16	15,8		Рукавн.		1	60	
B1	1	Санузол для відвідувачів	CA 150	1	~	200	150	~	IP 44	0,035	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B2	1	Обідня зала для студентів	CA 200	1	~	550	200	~	IP 44	0,130	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B3	1	Кімната відпочинку	CA 150	1	~	300	110	~	IP 44	0,035	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B4	1	Витяжка з роздавальної	RVK 315E2-L1	1	~	1000	275	2433	IP 44	0,318	2433	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B5	1	Технологічна витяжка від зонтів доготувальної	KBT 280D4 IE3	1	~	4000	470	1420	IP 44	2.2	1420	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B6	1	Ділянка для миття кухонного посуду	RVK 200E2-L1	1	~	720	230	2581	IP 44	0,160	2581	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			
B7	1	Витяжка з санузла для персоналу	CA 125Q	1	~	125	50	~	IP 44	0,035	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~			

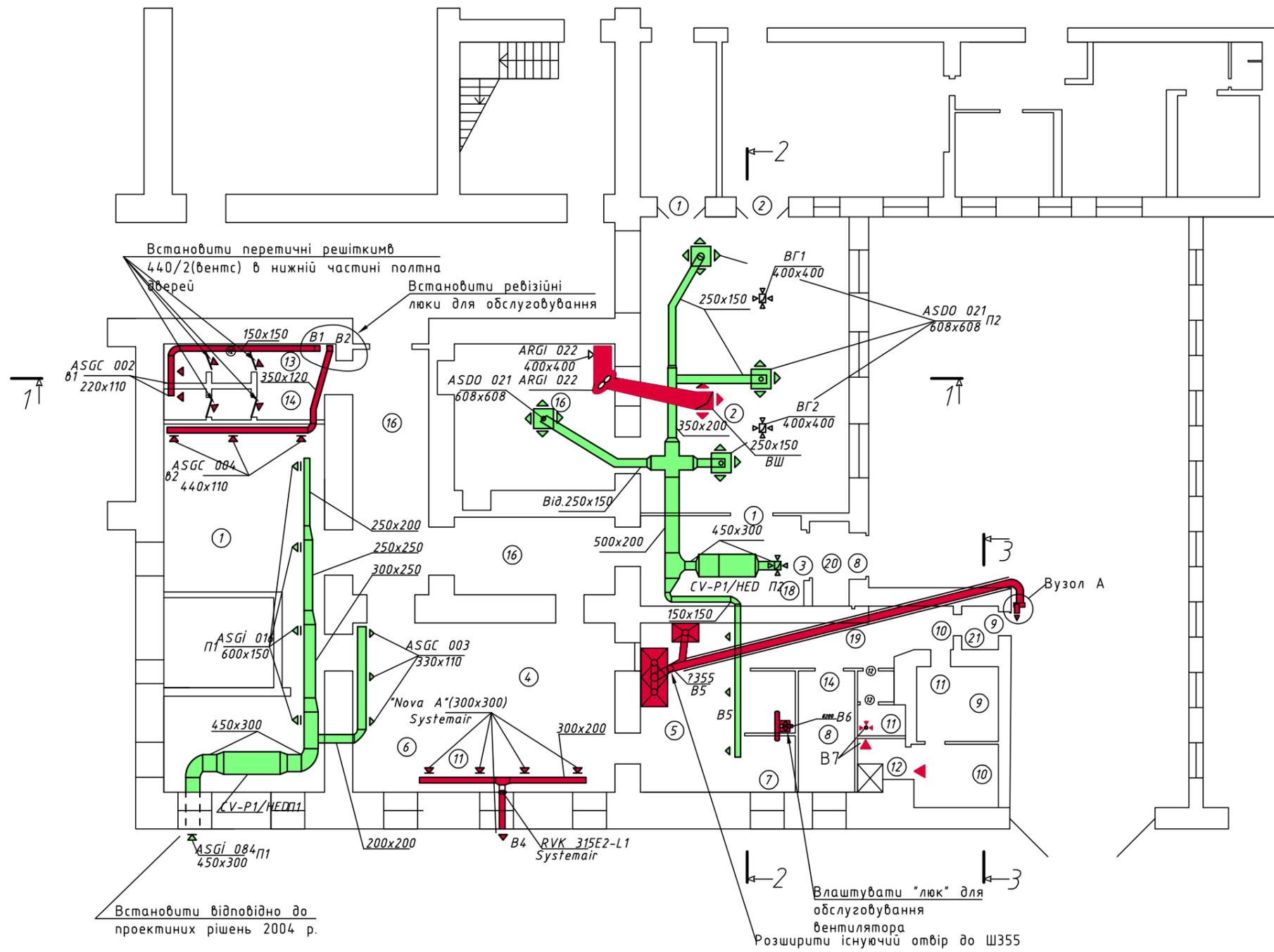
## Місцеві відсмоктувачі від технологічного обладнання

Технологічне обладнання			Характеристика шкідливостей, які виділяються	Об'єм витяжки		Характеристика місцевого відсмоктувача		Позн. системи	Прим.
Поз.	Найменування	Кількість		на од.	усього	Позначення	Документація що застосовується		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Плита електрична 4-х комфорна	1	Теплонадходження, вологонадходження	1500	3000	Зонт 2200x1000x350	Технологічна частина проекту	B5	
2	Плита електрична 4-х комфорна	1	Теплонадходження, вологонадходження	1500			Технологічна частина проекту	B5	
3	Духова шафа	1	Теплонадходження, вологонадходження	1000	1000	Зонт 1100x900x350	Технологічна частина проекту	B5	

					2025	<b>2025/06-0B</b>			
						Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадия	Лист	Листов
Разроб.	Дудчак	Д.О.			2025		РП	2	9
Перевірів	Гузик	Д.В.			2025	Характеристика опалювано- вентиляційних систем	НУПП Кафедра ТГВ		
Затв	Голік	Ю.С.			2025				

# Фрагмент плану першого поверху будівлі

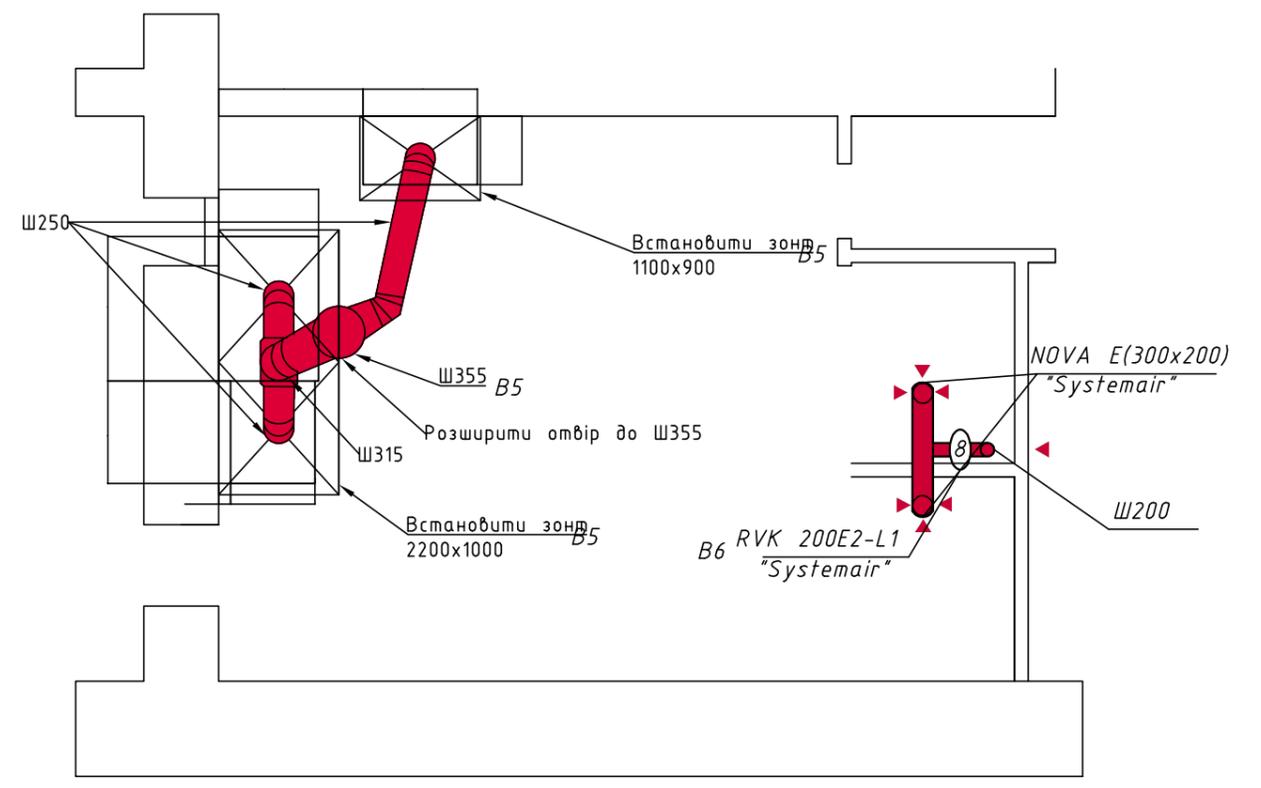
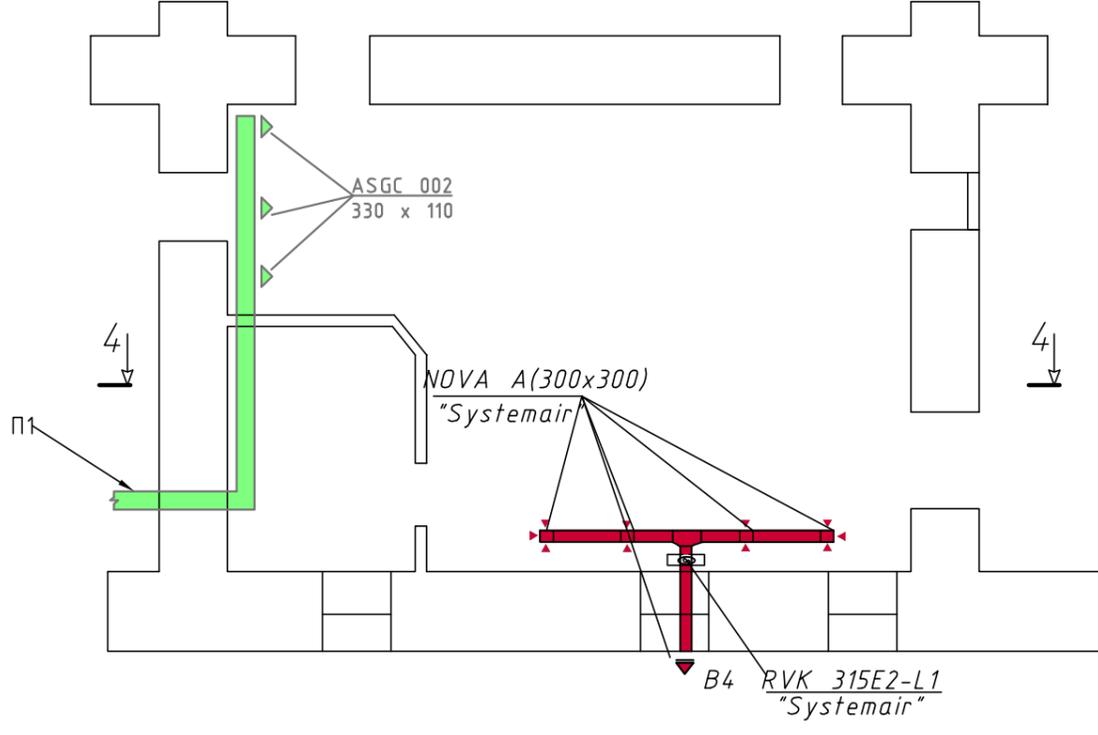
# Експлікація приміщень



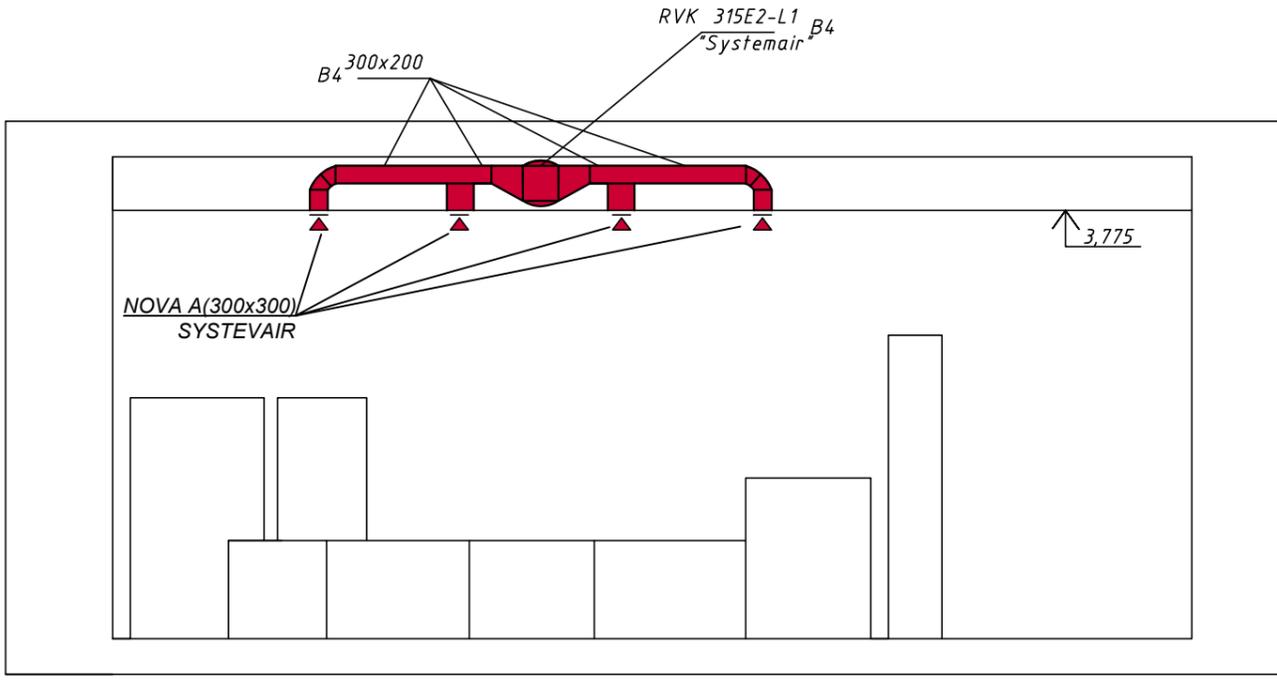
№	Найменування	Площ м2	Кат прим
1	Обідній зал для студентів на 44 місця	78,76	
2	Обідній зал для студентів на 40 місця	75,42	
3	Кімната відпочинку	32,59	
4	Роздавальна	43,16	
5	Приміщення доготування	26,04	
а	Ділянка для обробки напівфабрикатів		
б	Ділянка холодної обробки продуктів		
в	Ділянка теплової обробки продуктів		
6	Миўна столового посуду	8,3	
7	Ділянка миття кухонного посуду	3,73	
8	Комора	8,52	В
9	Кімната персоналу	7,57	
10	Гардероб персоналу	6,70	
11	Санвузол персоналу	2,32	
12	Душова персоналу	2,70	
13	Умивальна	4,53	
14	Санвузол для відвідувачів (жіночий)	2,96	
15	Санвузол для відвідувачів (чоловічий)	2,96	
16	Коридор	23,89	
17	Коридор	14,25	
18	Коридор	15,74	
19	Коридор	11,67	
20	Тамбур	3,32	
21	Тамбур	1,90	

Зм.	Кільк.	№ док.	Підпис	Дата	2025/06-0В		
Розроб.		Дубчак Д.О.		2025	Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Перевір.		Гузик Д.В.		2025	Вентиляція	Стадія РП	Аркуш 3
Затвер.		Голік Ю.С.		2025	Фрагмент плану 1-го поверху	НУПП Кафедра ТГВ	
						Аркуш 10	

Фрагмент плану роздавальної

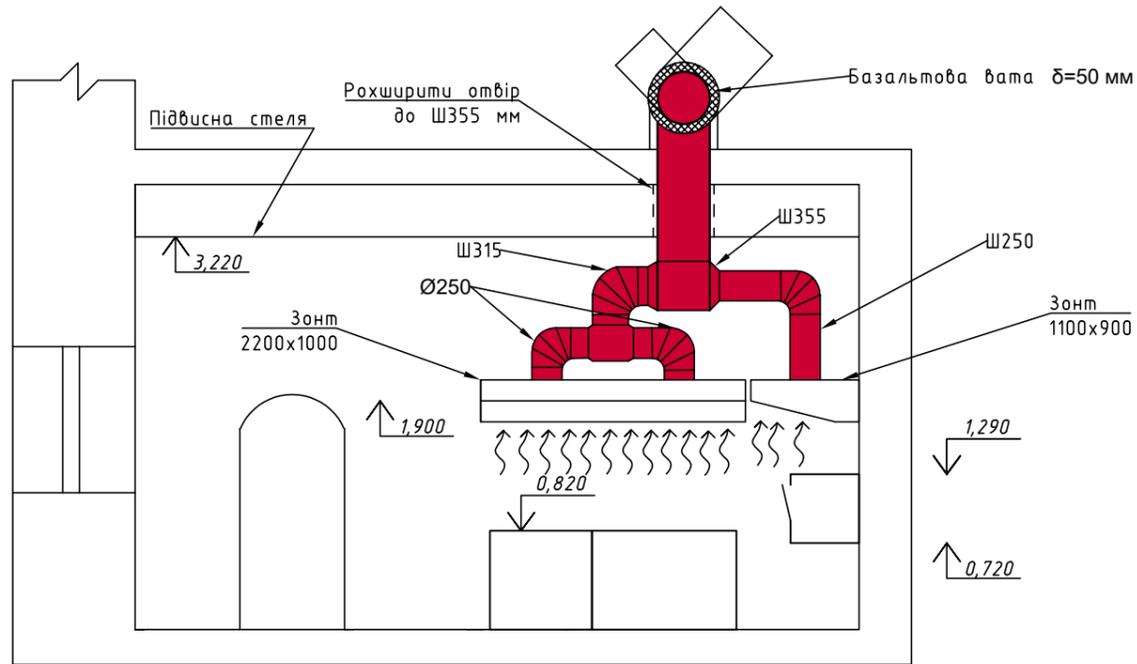


Розріз 4-4

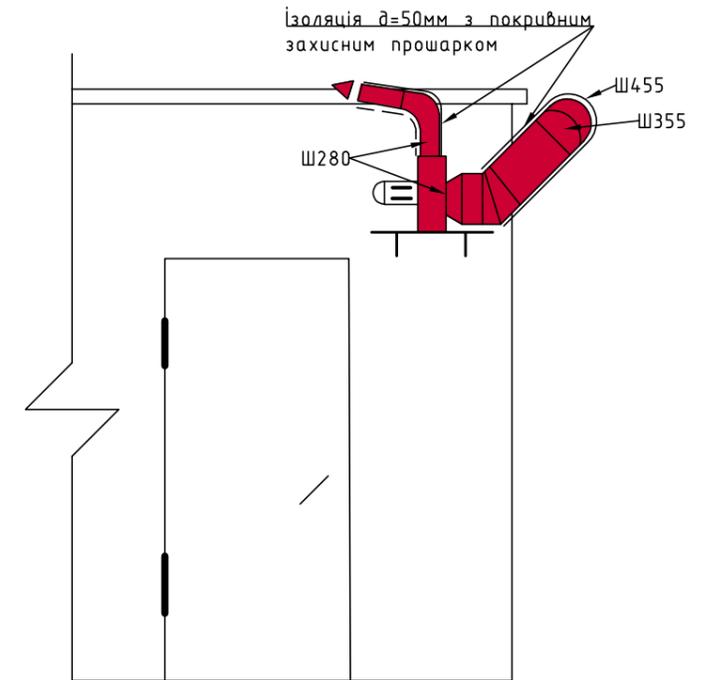


				2025	2025/06-0B			
					Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			
Зм.	Кільк.	№ док.	Підпис	Дата	Вентиляція	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Дубчак Д.О.		2025		РП	4	10
Перевір.		Гузик Д.В.		2025	Фрагмент план та розріз 4-4	НУПП Кафедра ТГВ		
Затвер.		Голік Ю.С.		2025				

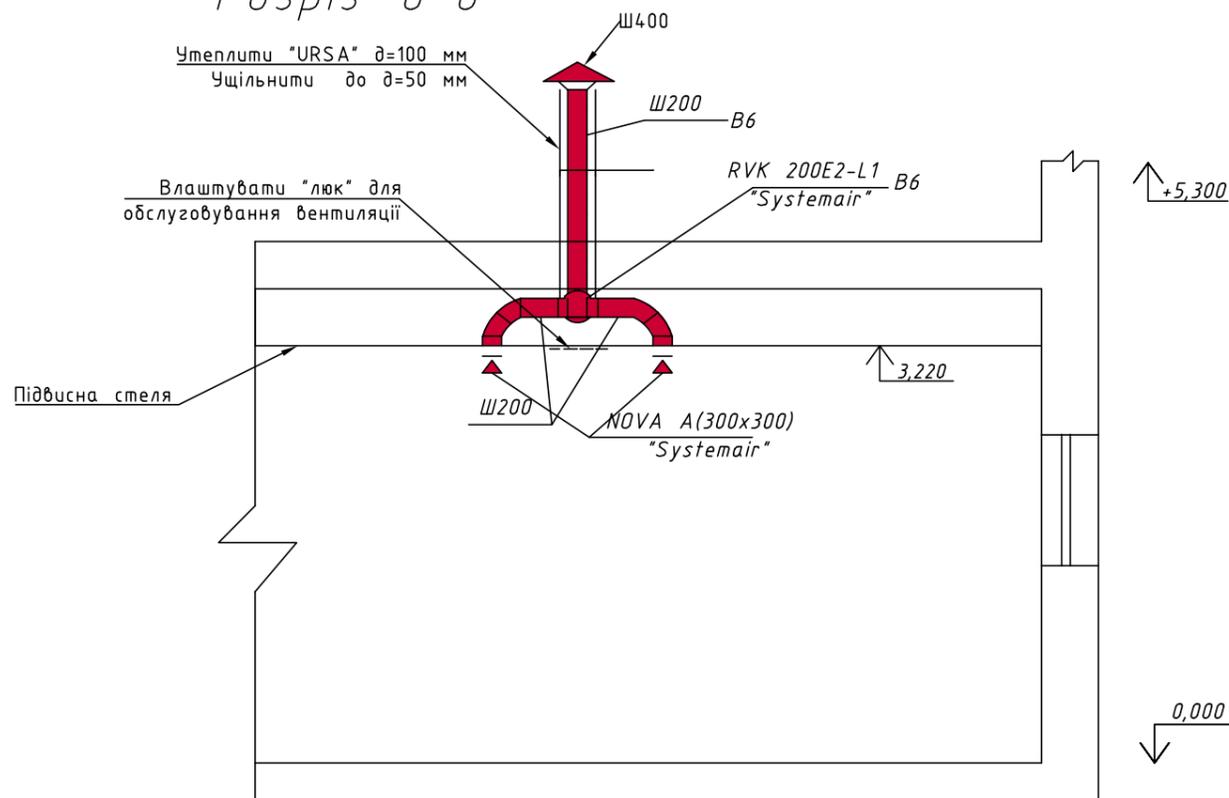
Розріз 5-5



Вузол "А"



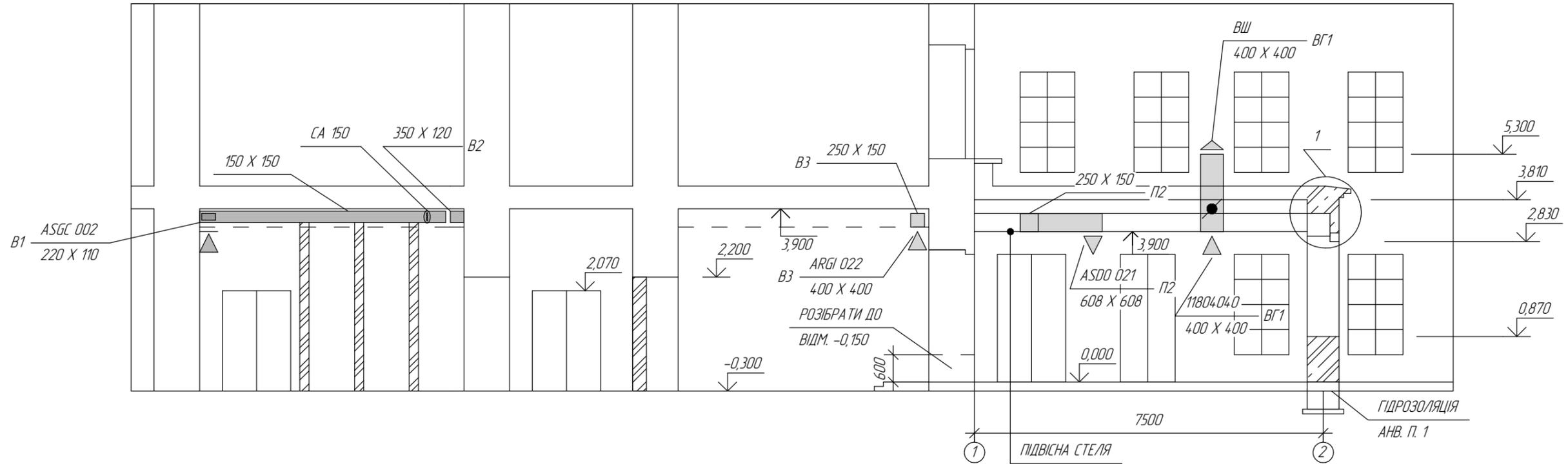
Розріз 6-6



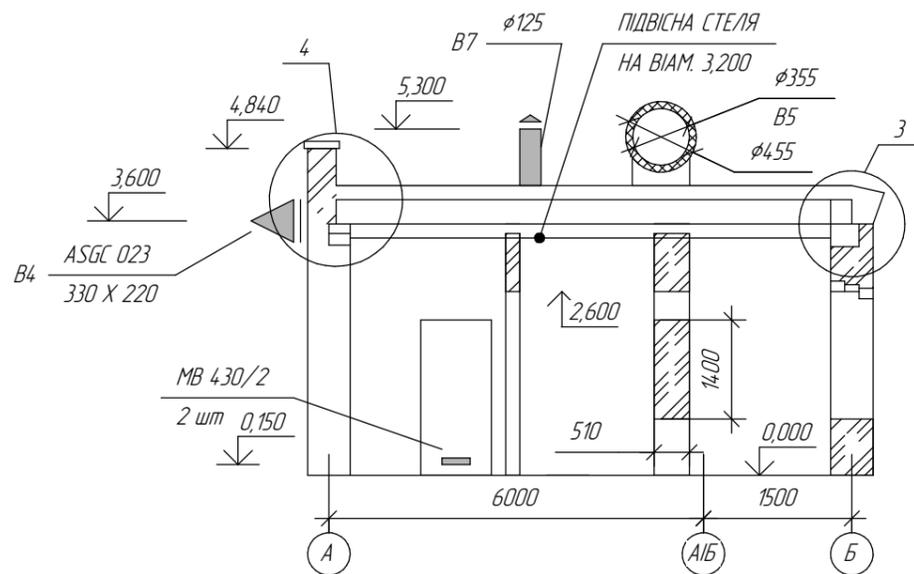
металеві хомути з пластин шириною 50мм, товщиною 2 мм  
 покривний захисний прошарок 0.4 мм  
 стінка оцинк. повітроводу товщ 0.5 мм  
 Утеплювач базальтова вата товщина 50мм  
 Пофарбувати за 2-а рази металеву пластину 500x250мм товщиною 5мм  
 металевий стержень Ш16мм

				2025	2025/06-0B		
					Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"		
Зм.	Кільк.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Дубчак Д.О.		2025	РП	5	10
Перевір.		Гузик Д.В.		2025	Вентиляція Розріз 5-5, 6-6 та вузол "А"		
Затвер.		Голік Ю.С.		2025			
					НУПП Кафедра ТГВ		

# Розріз 1-1

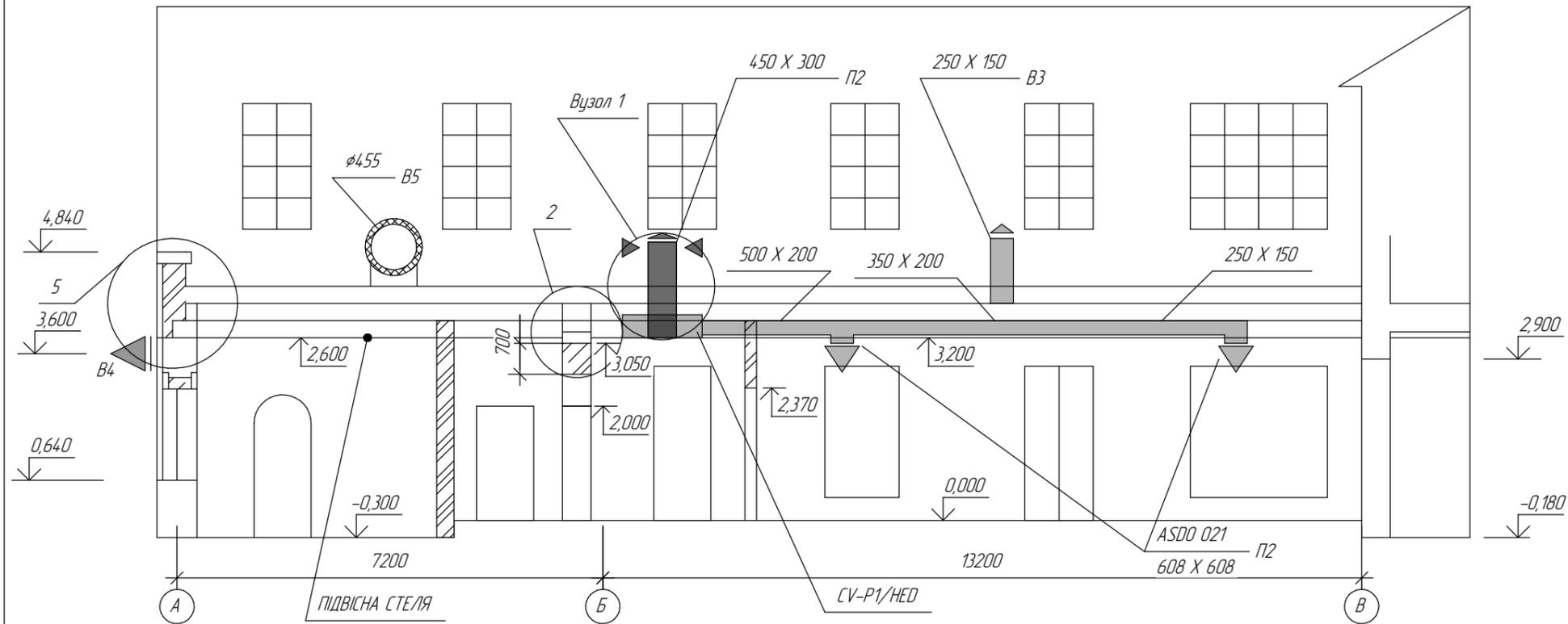


# Розріз 3-3

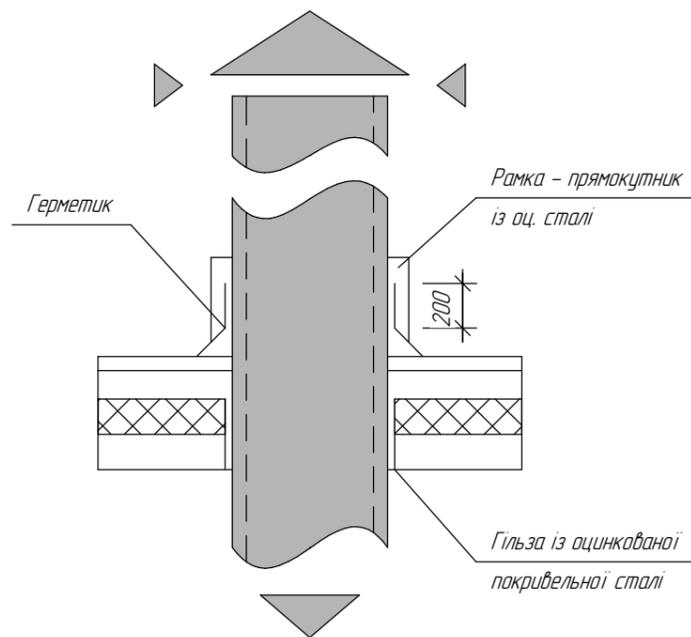


					2025	<b>2025/06-0B</b>			
						Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадія	Лист	Листов
Розроб.			Дудчак Д.О.		2025		РП	6	10
Перевірив			Гузик Д.В.		2025	<b>Розрізи 1-1 та 3-3</b>	<b>НУПП Кафедра ТГВ</b>		
Затв			Голік Ю.С.		2025				

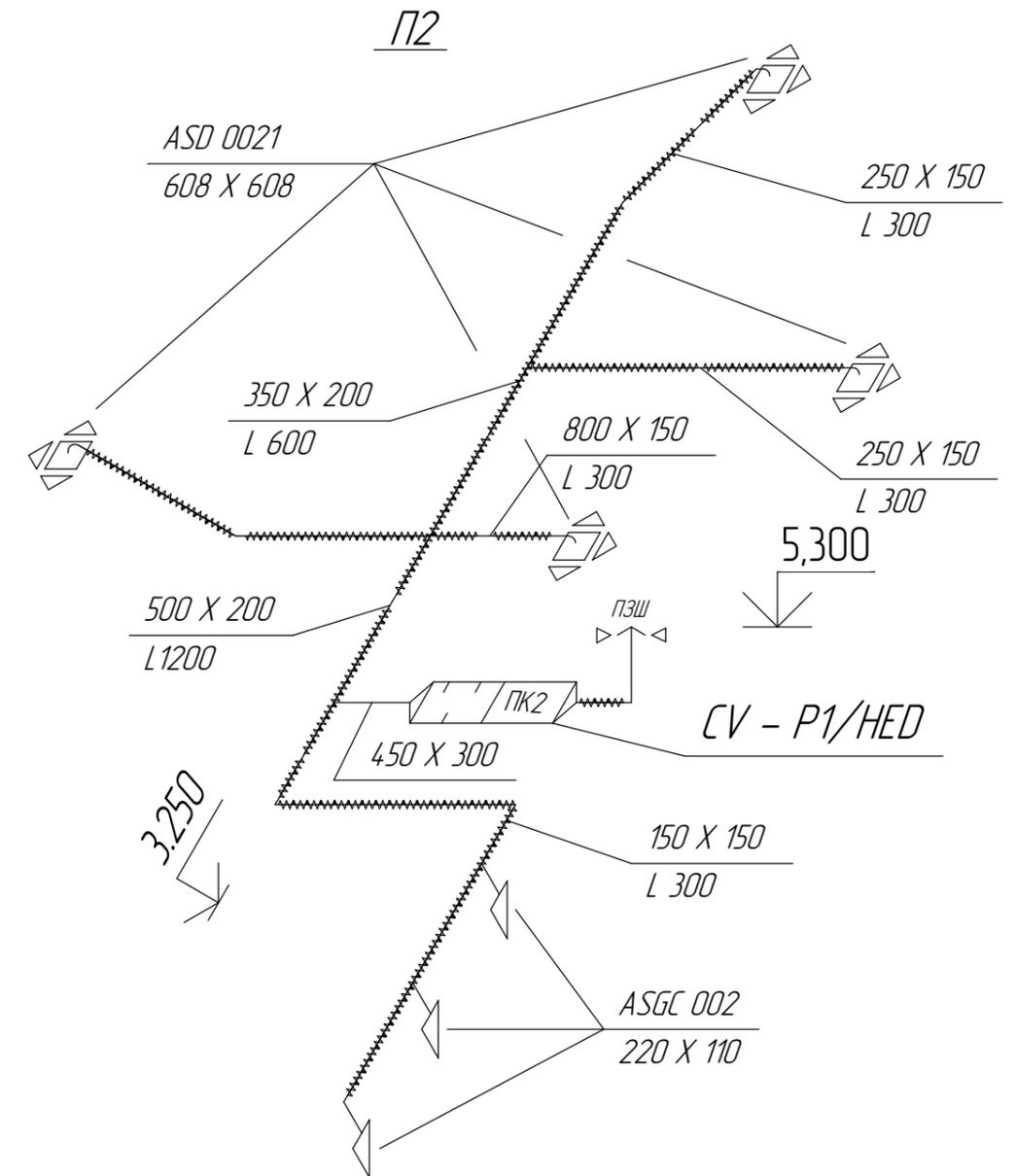
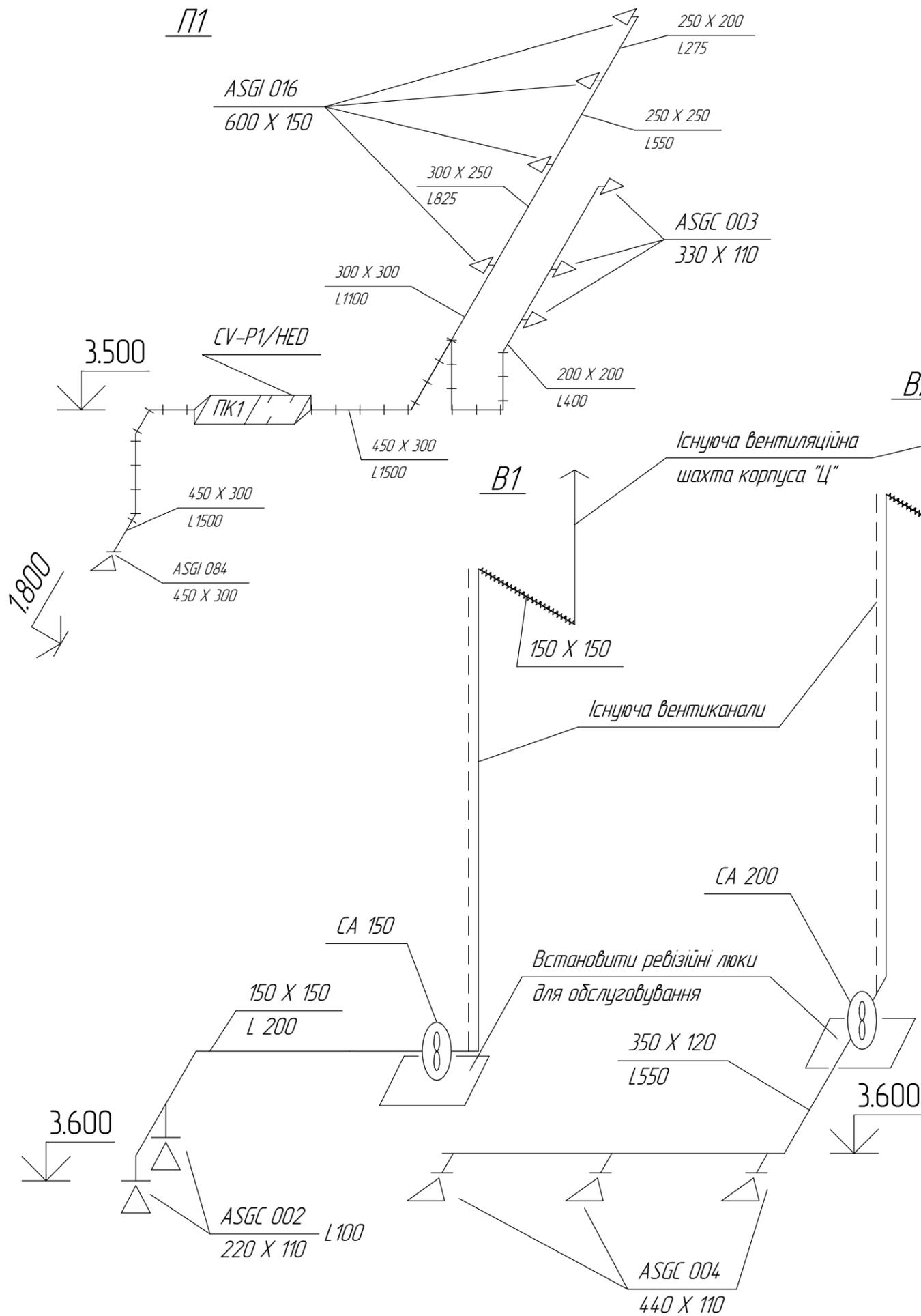
# Розріз 2-2



## Вузол 1

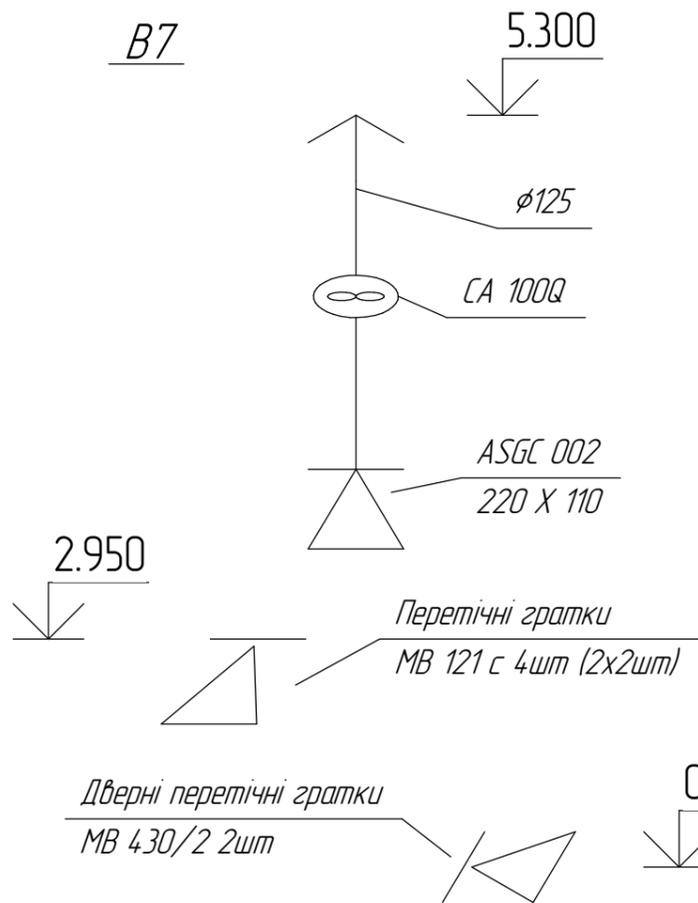


					2025	<b>2025/06-0B</b>			
Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"									
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадия	Лист	Листов
Розроб.	Дудчак	Д.О.			2025		РП	7	10
Перевірив	Гузик	Д.В.			2025	<b>Розрізи 2-2 вузол 1</b>	<b>НУПП Кафедра ТГВ</b>		
Затв	Голік	Ю.С.			2025				

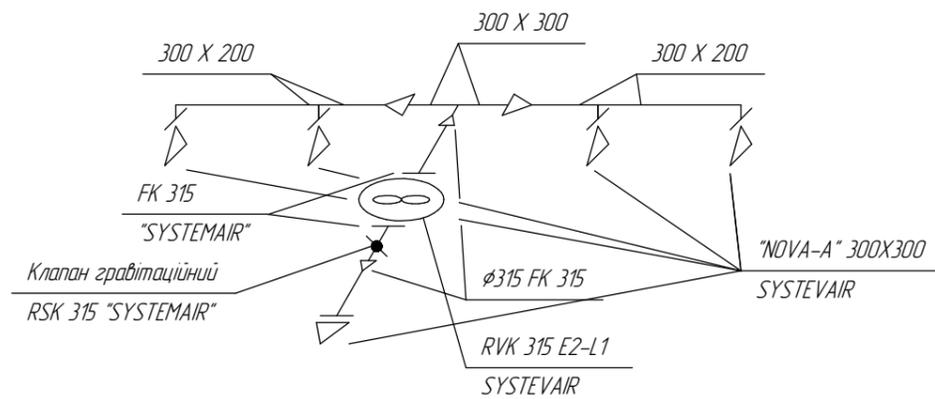


					2025	<b>2025/06-0B</b>			
Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"						Стадія	Лист	Листов	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	РП	8	10
Разроб.	Дубчак Д.О.				2025				
Перевірів	Гузик Д.В.				2025	<b>Схеми систем вентиляції</b>			
Затв	Голік Ю.С.				2025				НУПП Кафедра ТГВ

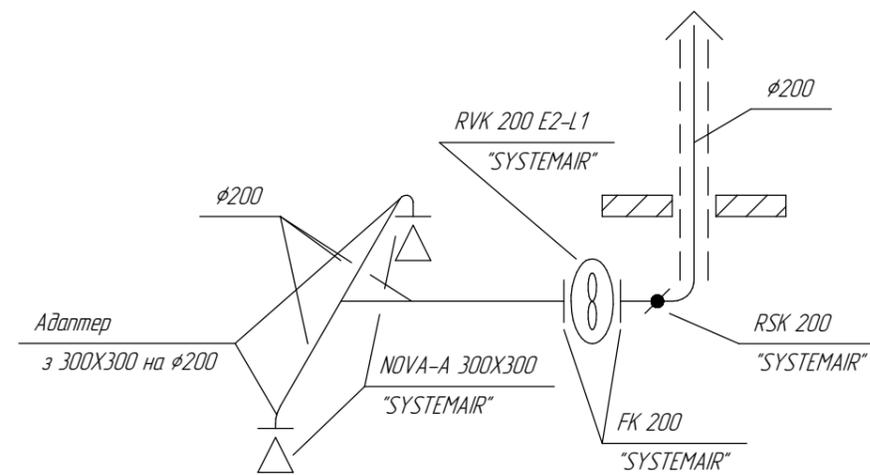
B7



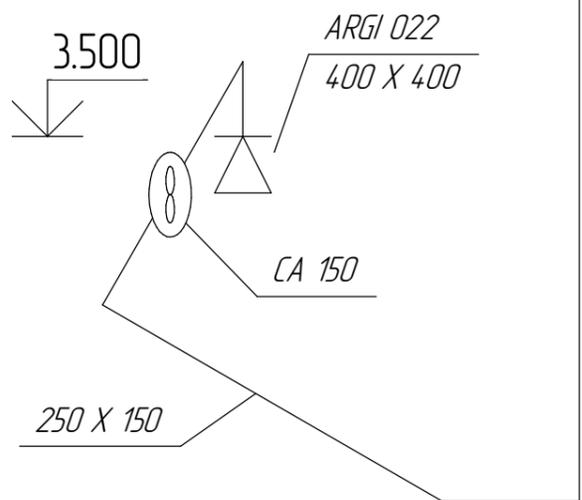
B4



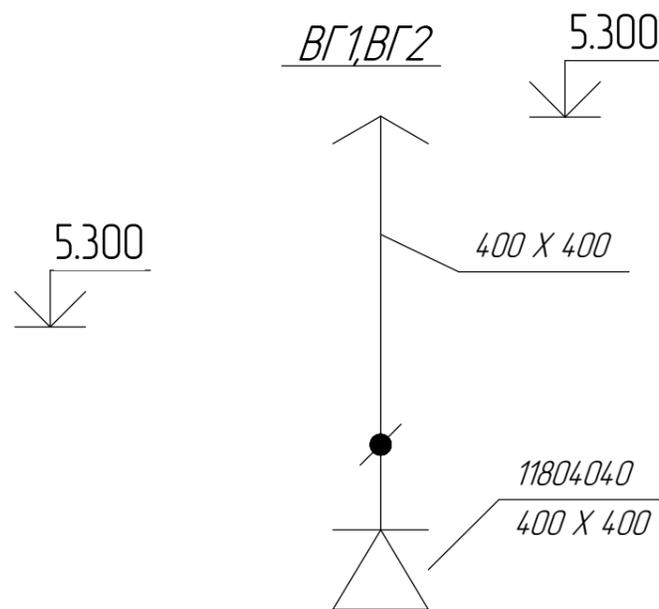
B6



B3



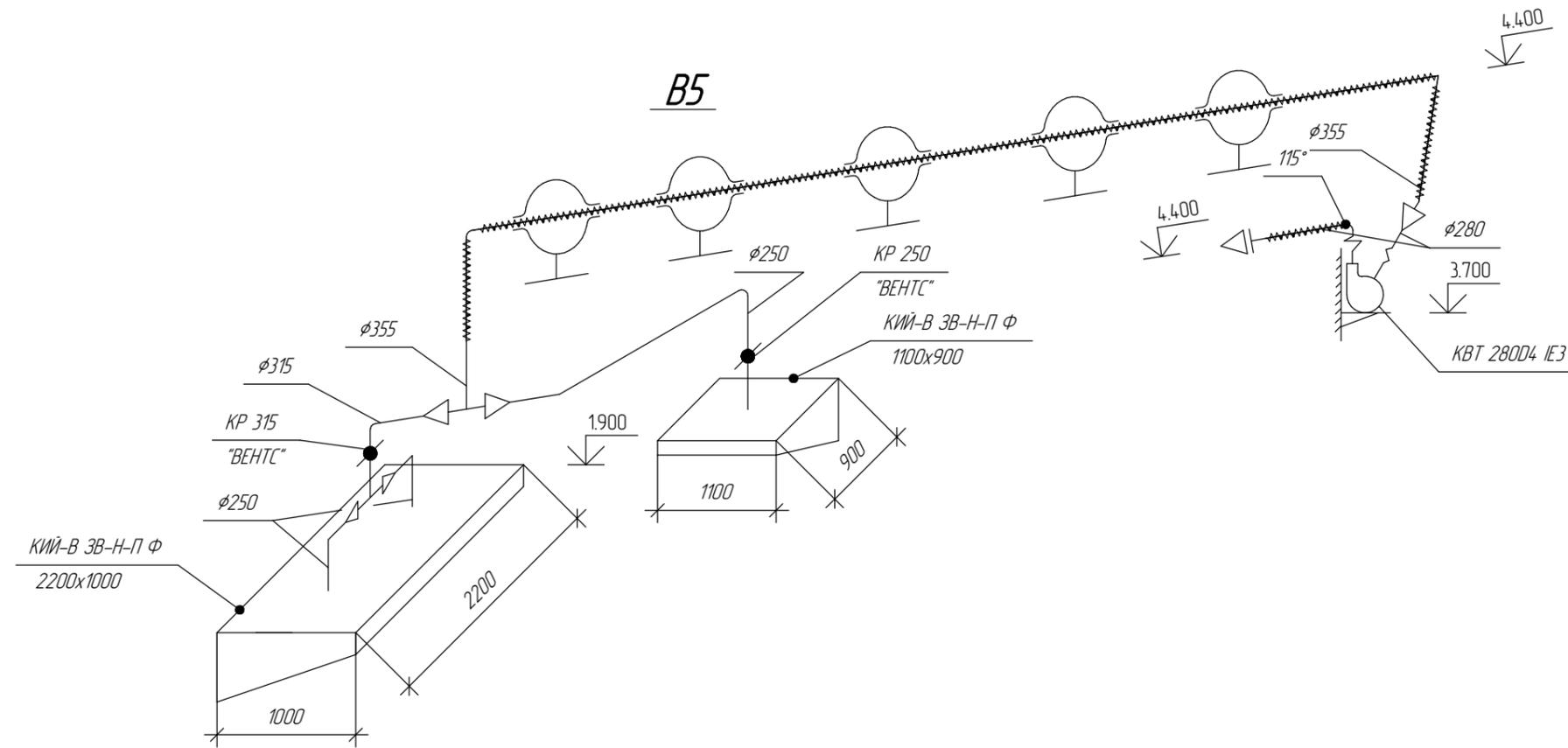
BГ1, BГ2



Умовні позначення:

- сталевий повітророзподільника
- теплоізований повітропровід
- припливна ґратка
- припливна камера
- витяжна ґратка
- повітрязадірна шахта
- витяжна шахта
- каналний вентилятор
- шумогасник
- засувка

					2025	<b>2025/06-0B</b>			
Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"									
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадія	Лист	Листов
Разроб.	Дудчак	Д.О.			2025		РП	9	10
Перевірив	Гузик	Д.В.			2025	<b>Схеми систем вентиляції</b>	<b>НУПП Кафедра ТГВ</b>		
Затв	Голік	Ю.С.			2025				



					2025	<b>2025/06-0B</b>			
						Проектування систем вентиляції закладу харчування в Національному університеті "Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка"			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Вентиляція</b>	Стадия	Лист	Листов
Разроб.		Дудчак Д.О.			2025		РП	10	10
Перевірів		Гузик Д.В.			2025	<b>Схема системи B5</b>	НУПП Кафедра ТГВ		
Затв		Голік Ю.С.			2025				