

# АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

на тему: «Вдосконалення систем  
повітророзподілення з застосуванням  
енергоефективного обладнання в громадських  
спорудах великого об'єму»

Виконав: В.В. Гоц

Керівник: д.т.н., проф. В.П. Корбут

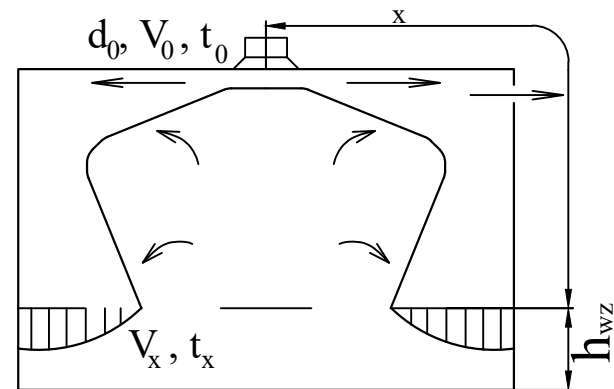
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

2023 р.

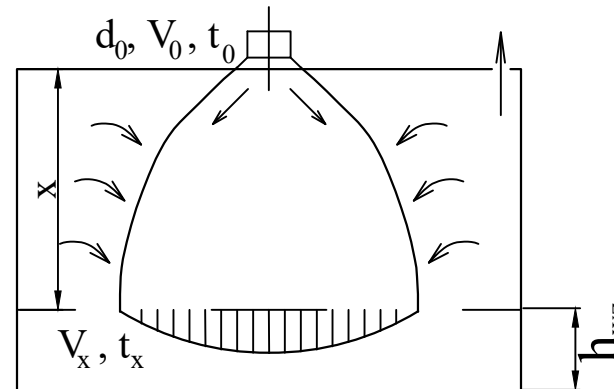
# Схема організація повітрообміну та конструкції повітророзподільників

## Основні способи організації повітрообміну в приміщеннях

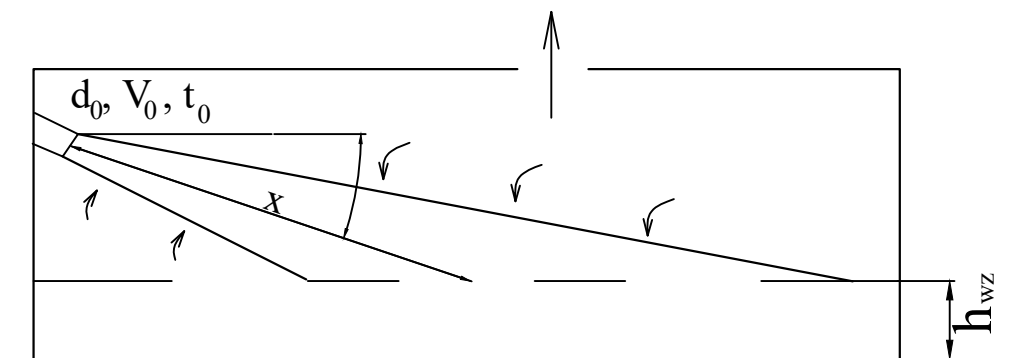
Подача повітря  
настиляючими струминами



Подача повітря  
вертикальними струминами

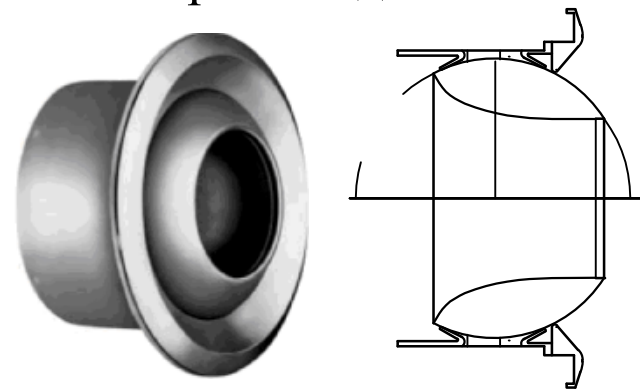


Подача повітря похилими струминами  
під кутом до робочої зони

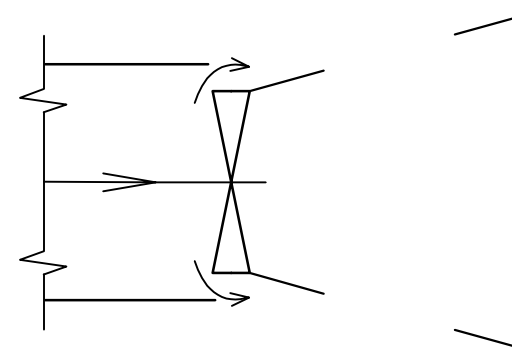


## Типи повітророзподільних пристроїв для забезпечення розрахункової схеми

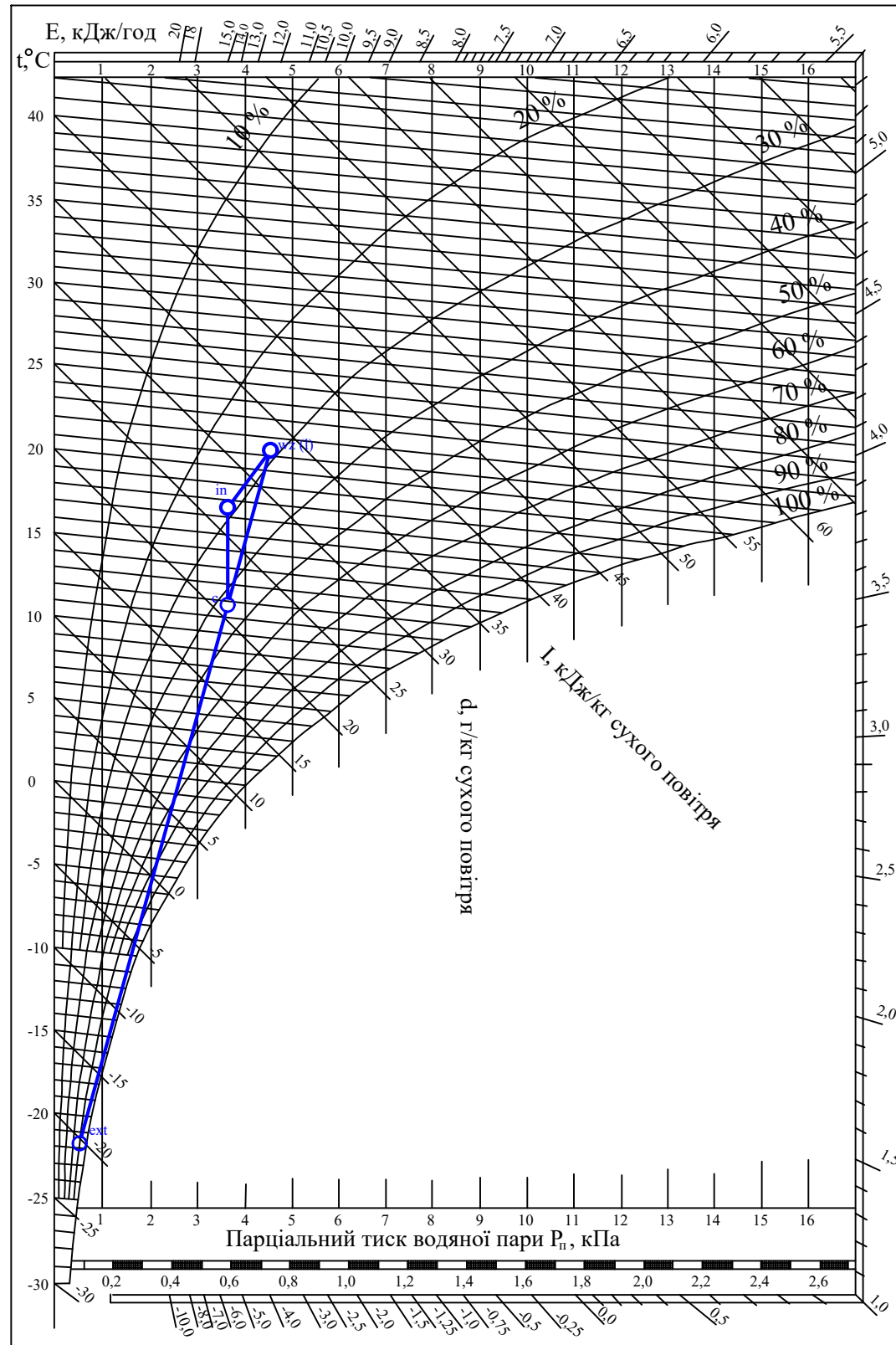
Соплові повітророзподільники , що створюють далекобійні струмини



Повітророзподільники, які створюють закручені струмини

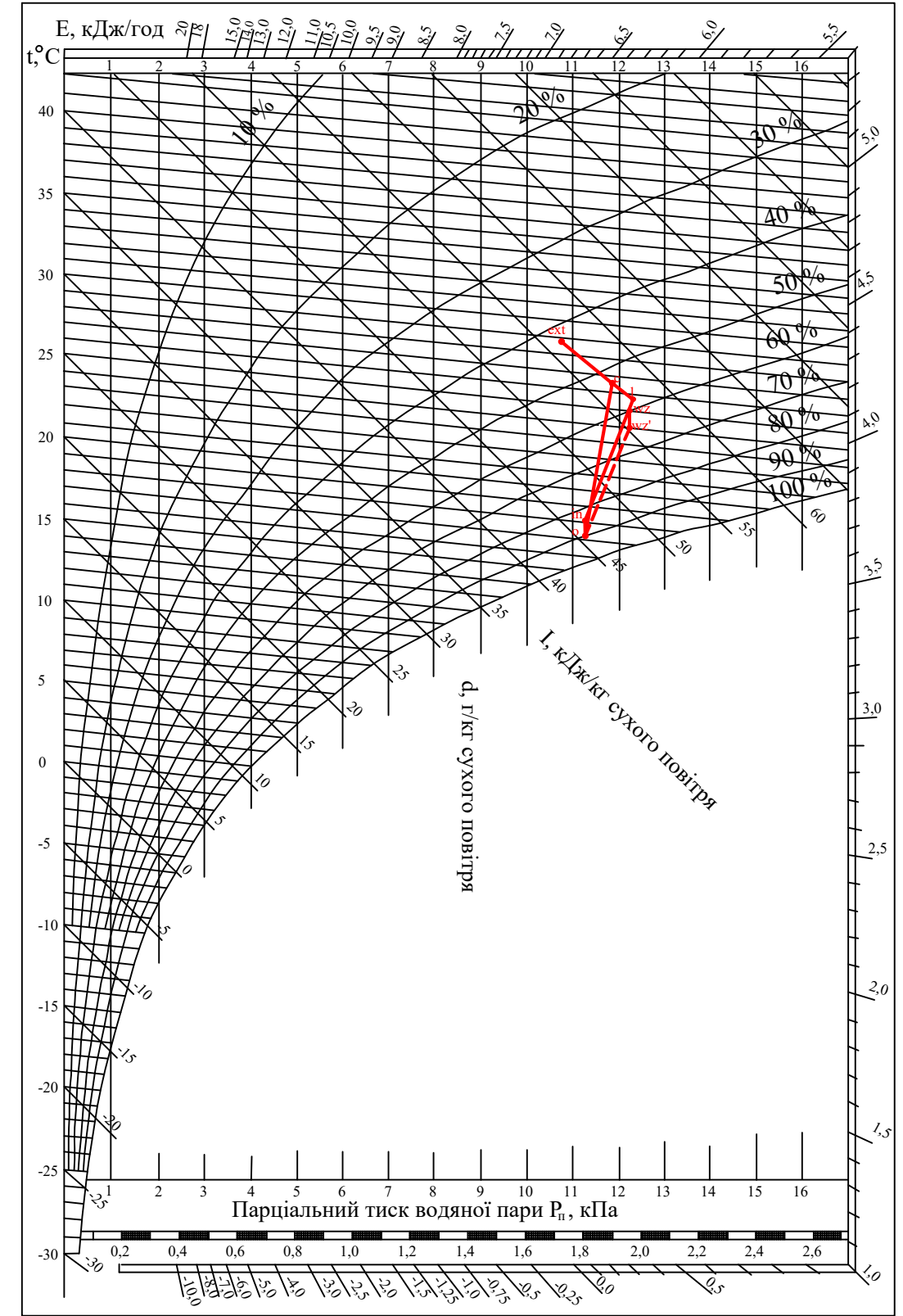


# Розрахунок повітрообміну за допомогою I-D діаграми



При максимальних  
розрахункових теплових  
навантаженнях

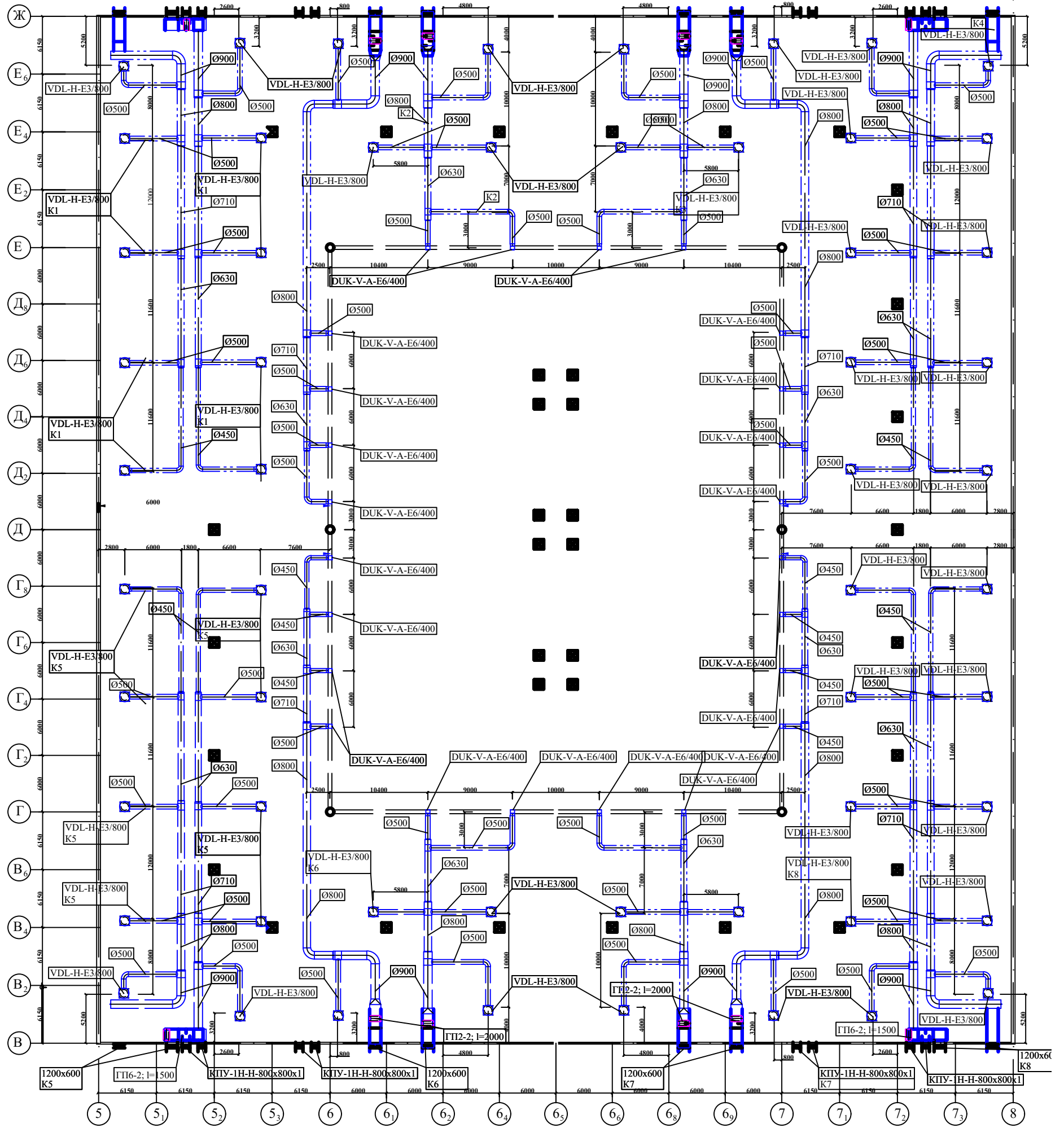
$G^{\text{ТП}}$	360000	кг/ГОД
$L^{\text{ТП}}$	300000	м <sup>3</sup> /ГОД
$Q_{\text{ХОЛОДУ}}$	1150	кВт



При наявності 50 % людей  
у приміщення

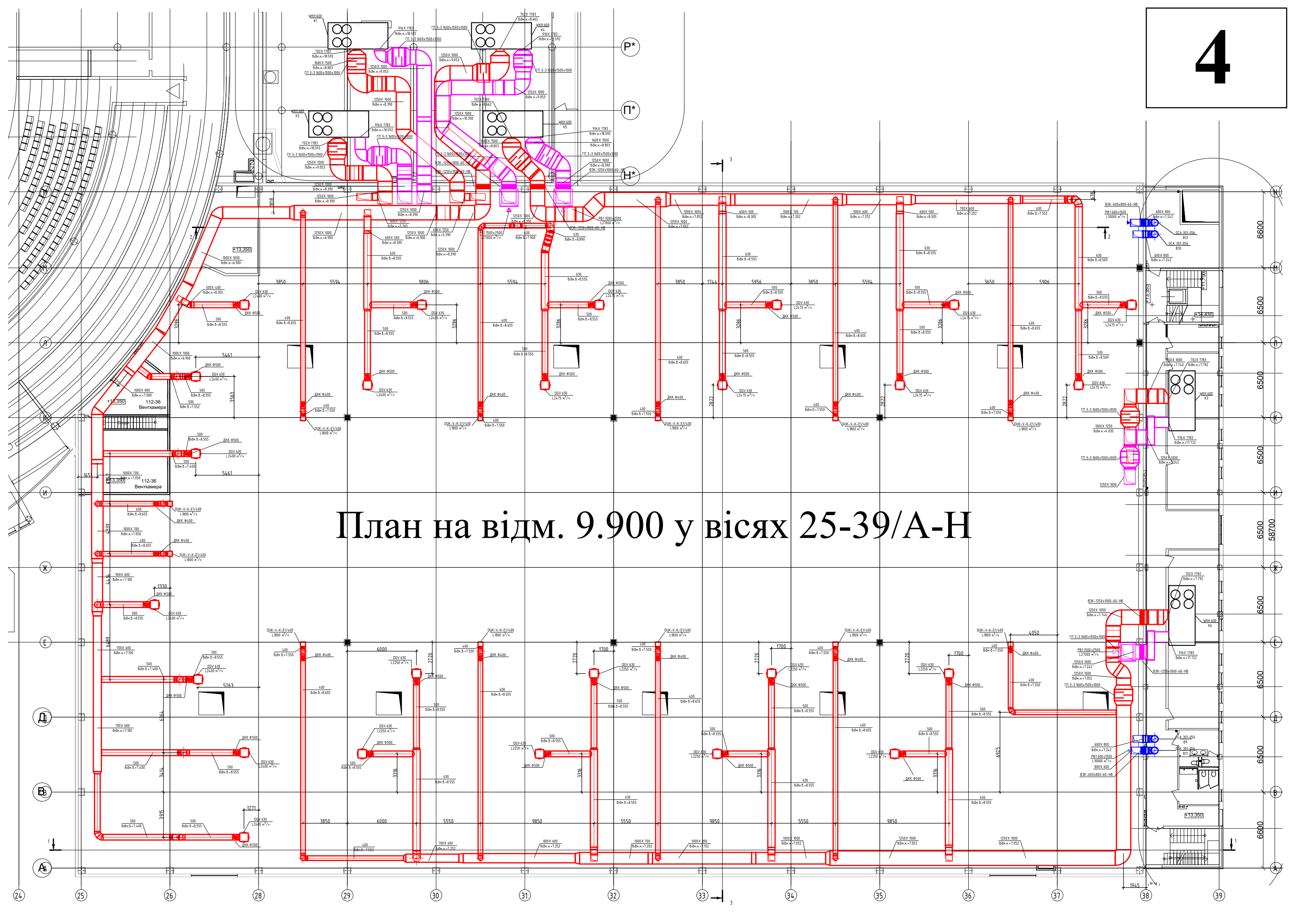
$G^{\text{ТП}}$	313000	кг/ГОД
$L^{\text{ТП}}$	264000	м <sup>3</sup> /ГОД
$Q_{\text{ХОЛОДУ}}$	1029	кВт

# План на відм. 8.000 у вісях 5-8/В-Ж

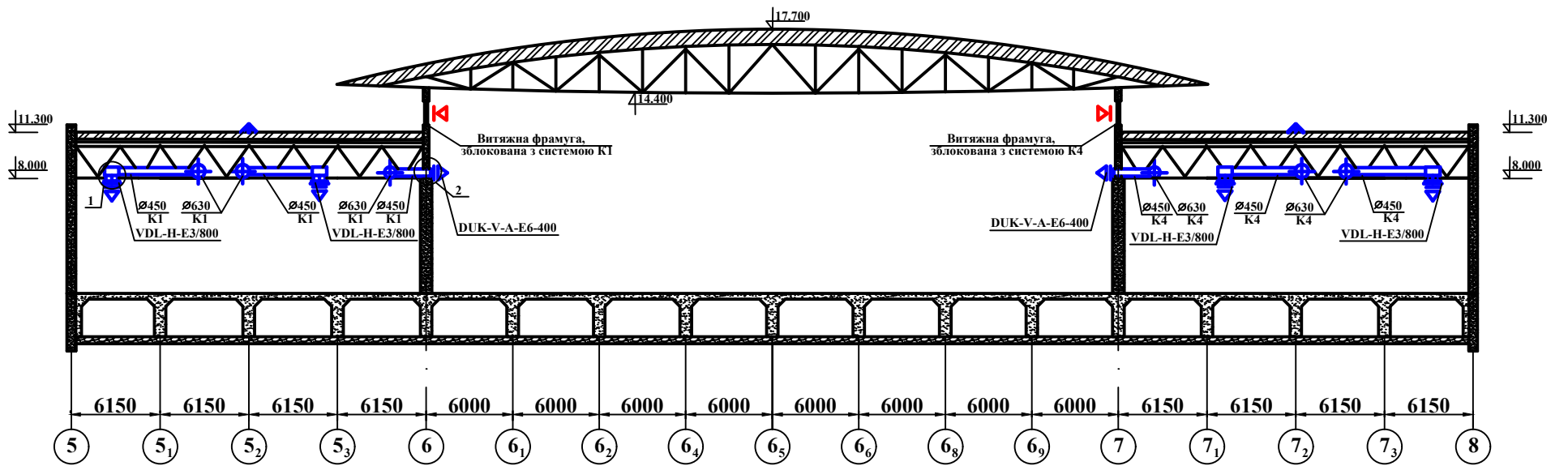


Умовні позначення	
	- повітророзподільвач типу VDL-H-E3/800
	- повітророзподільвач типу DUK-V-A-E6/400
	- вогнезатримуючий клапан
	- шумоглушник ГП6-2 (l=1,5 м)

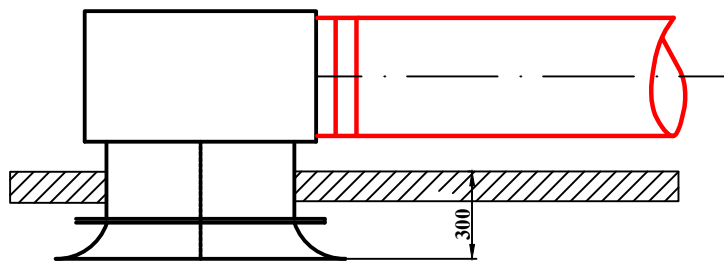
# План на відм. 9.900 у вісях 25-39/А-Н



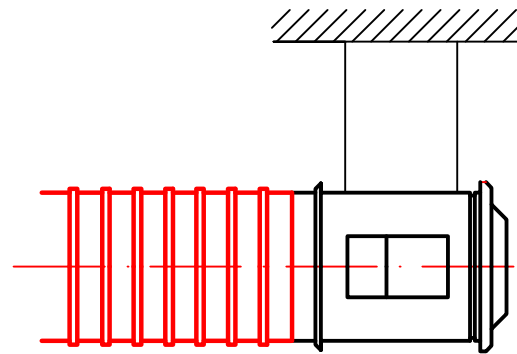
## Розріз у вісях 5-8



**Вузол 1**



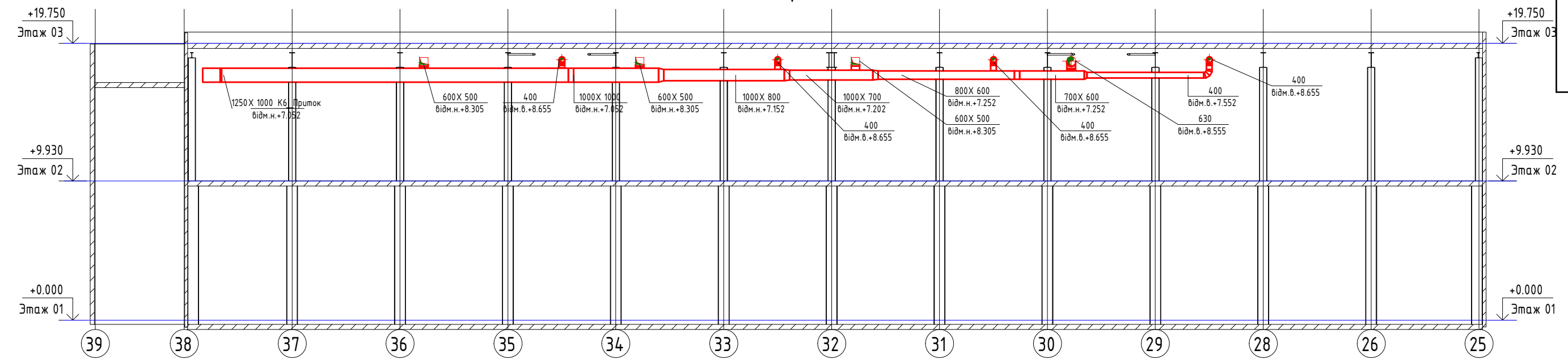
**Вузол 2**



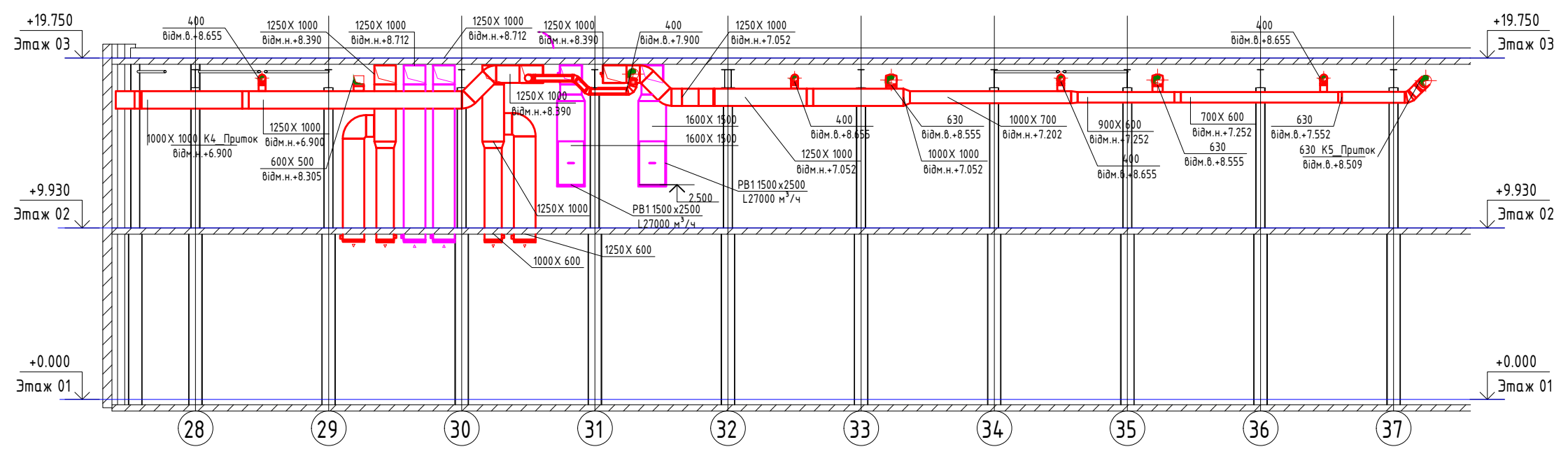
## Встановлення повітророзподільників у приміщенні виставкового центру



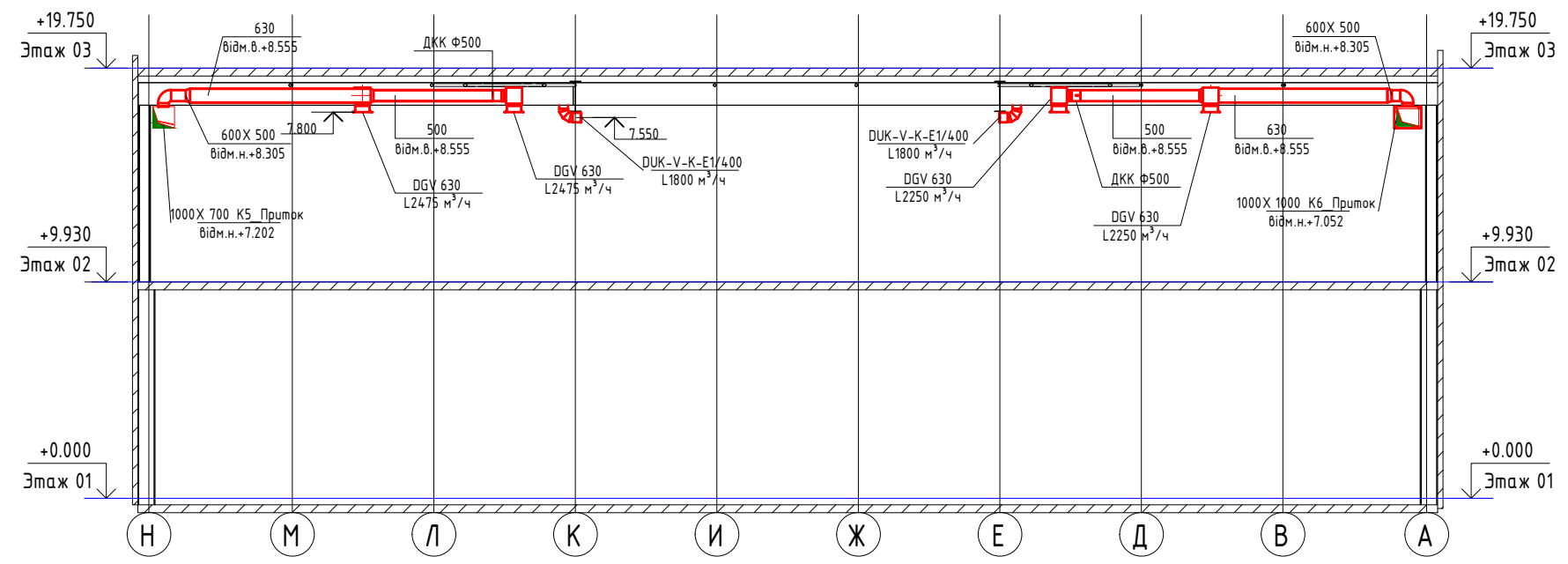
Розріз 1-1



Розріз 2-2

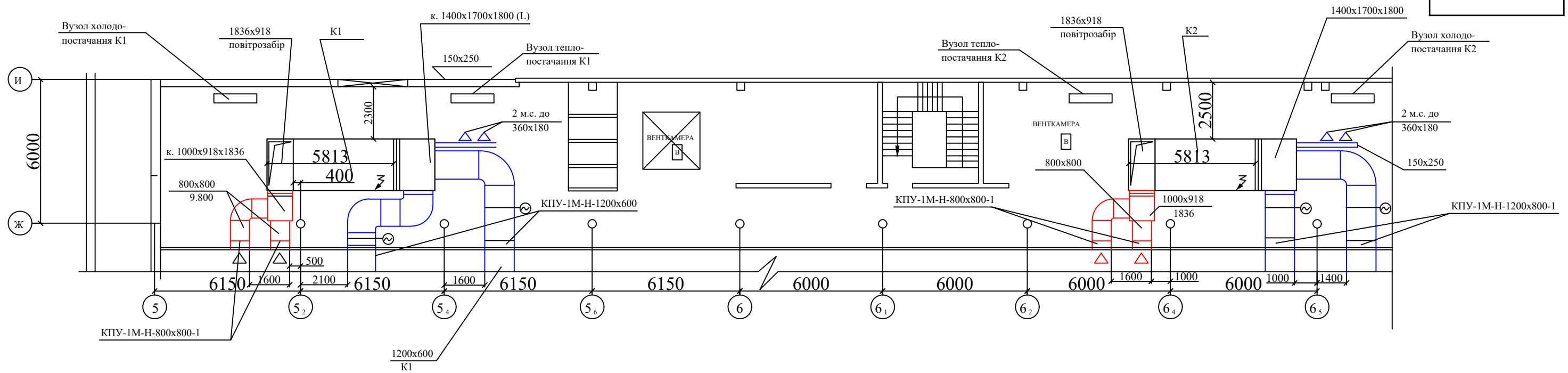


Розріз 3-3

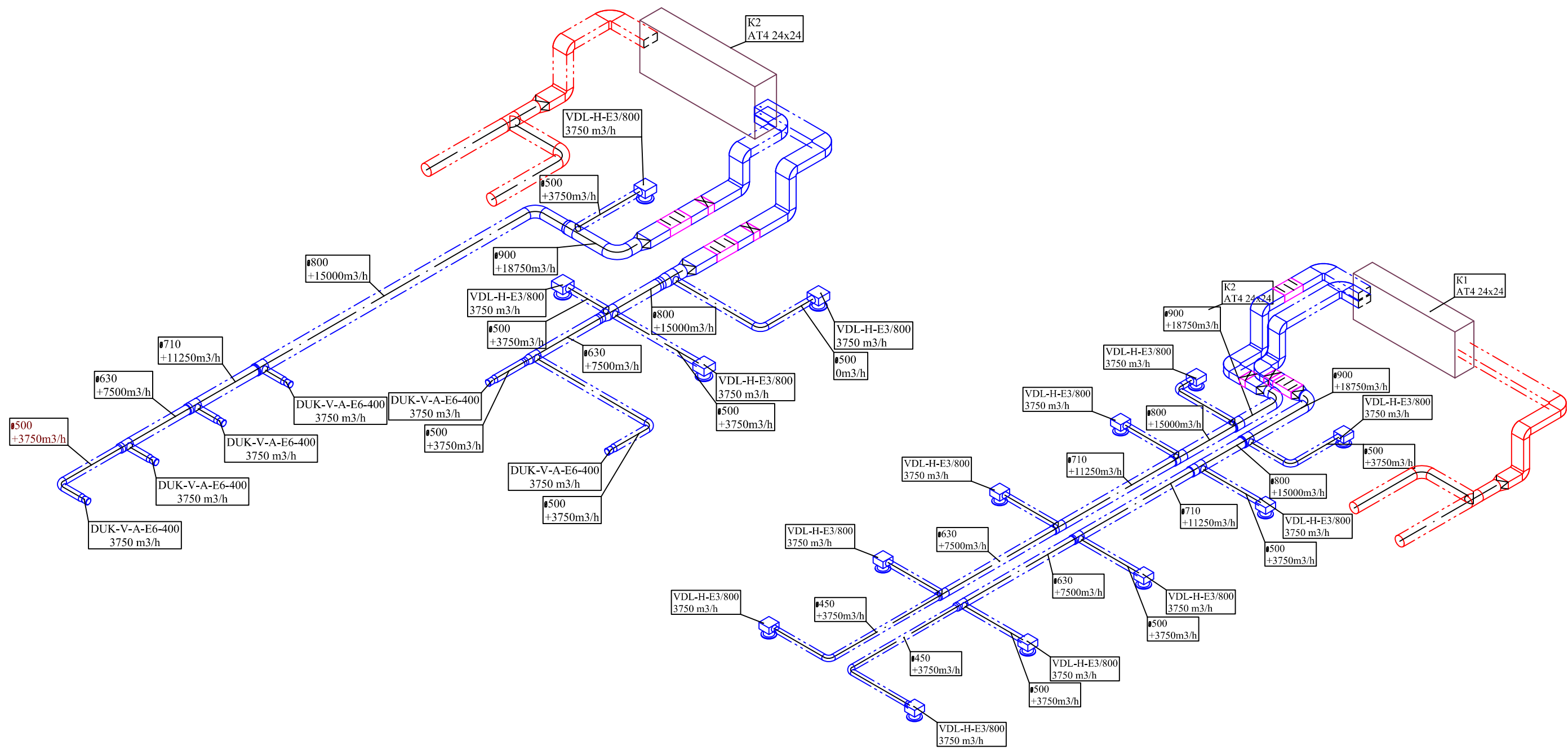


# ПЛАНИ НА ВІДМ. 11.300 В ОСЯХ 5-8/Б-В;Ж-И

7

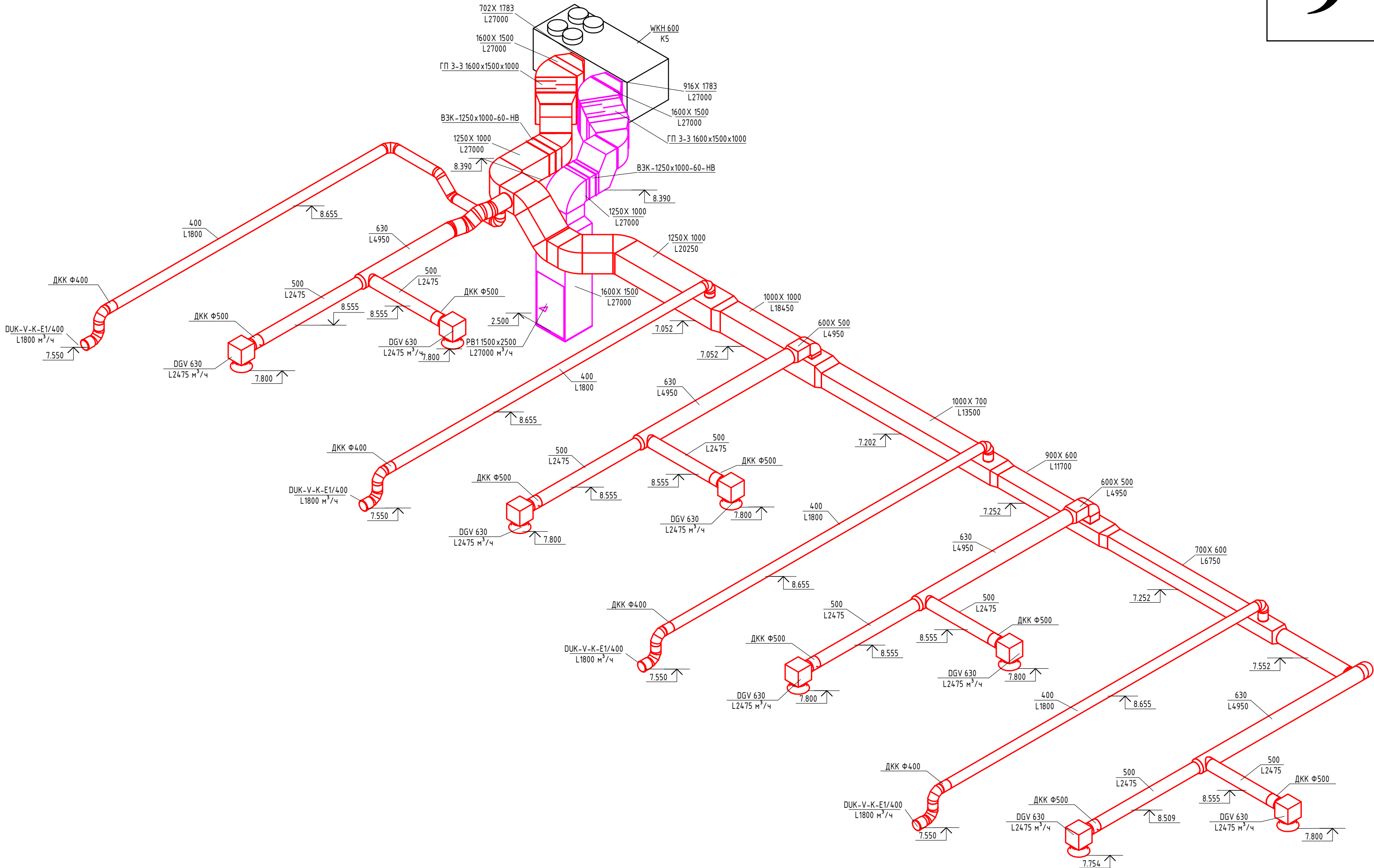


# АксонOMETPичні схеми систем К1 та К2



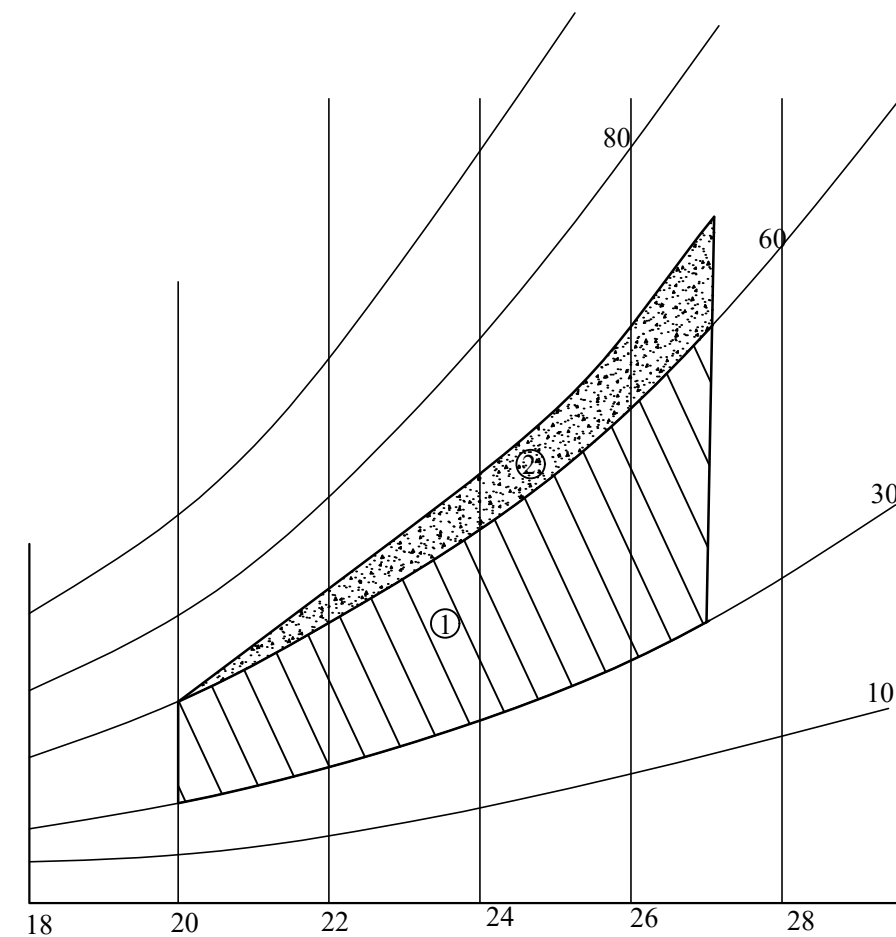
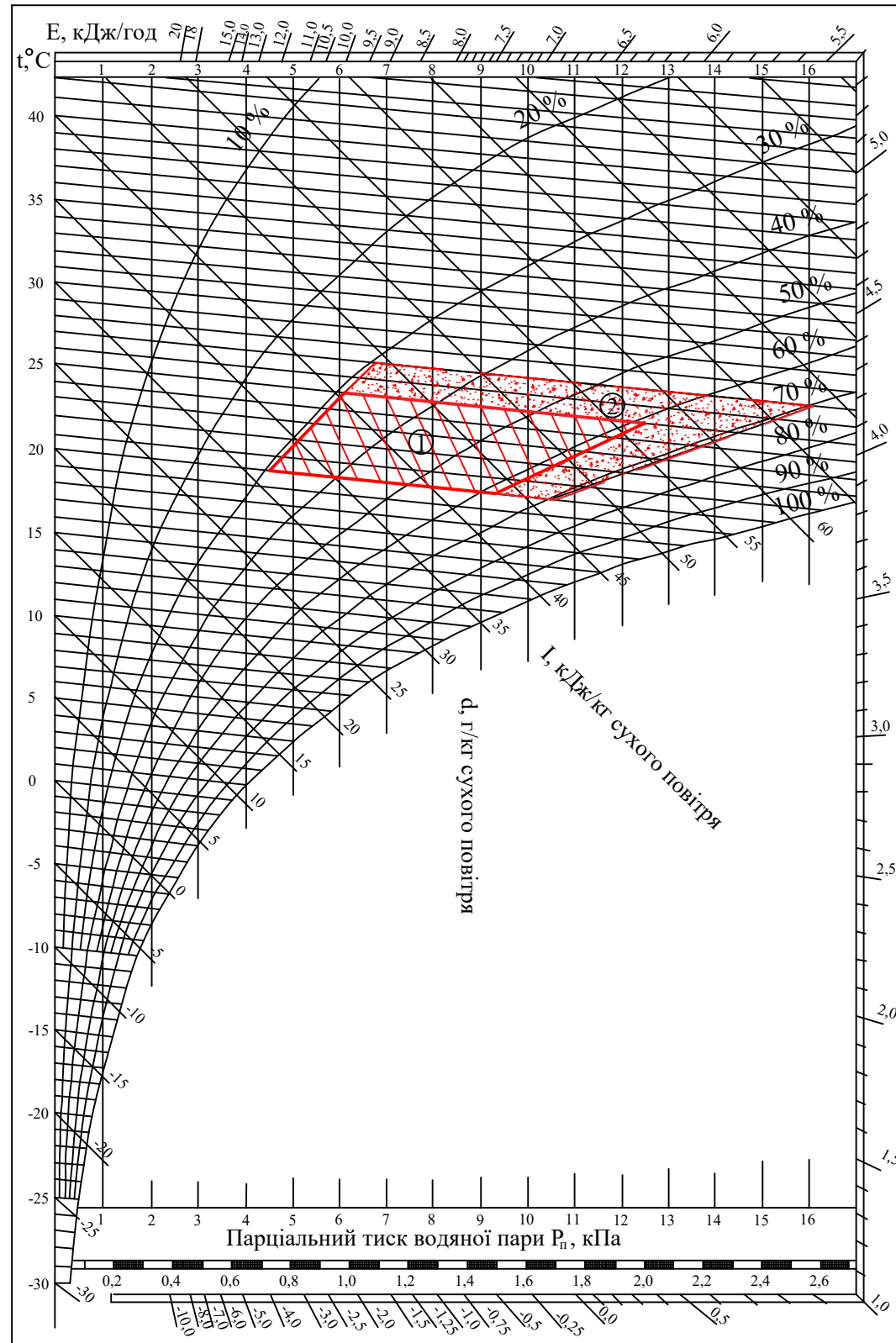
Умовні позначення	
	- повітророзподільвач типу VDL-H-E3/800
	- повітророзподільвач типу DUK-V-A-E6-400
	- вогнезатримуючий клапан
	- шумоглушник ГП6-2 (l=1,5 м)

# АксонOMETPична схема системи K5



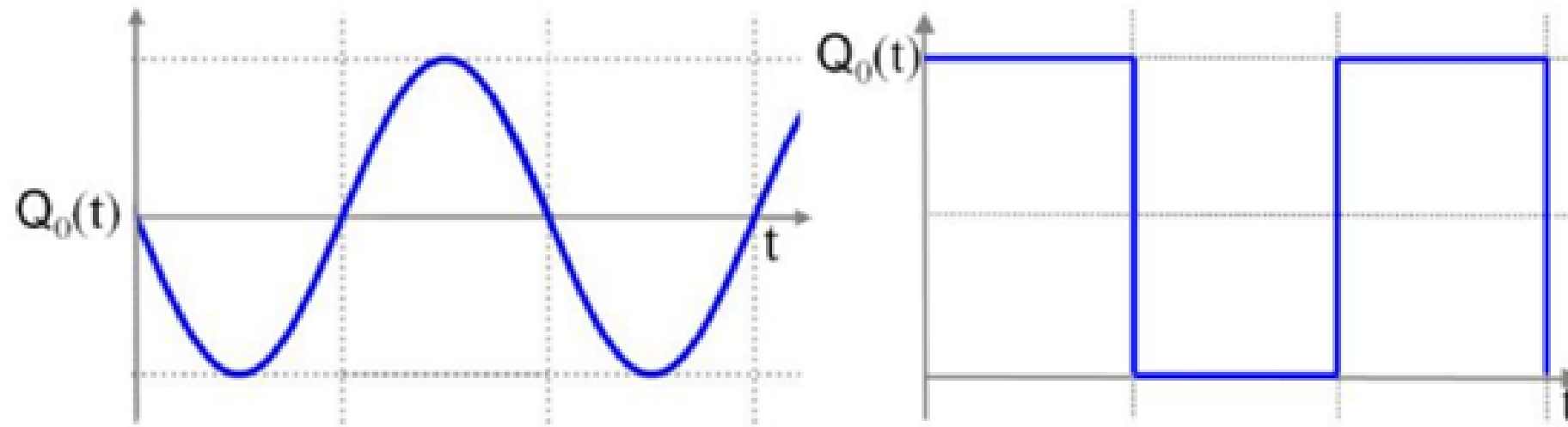
# Зони оптимальних та допустимих значень параметрів повітряного середовища

10

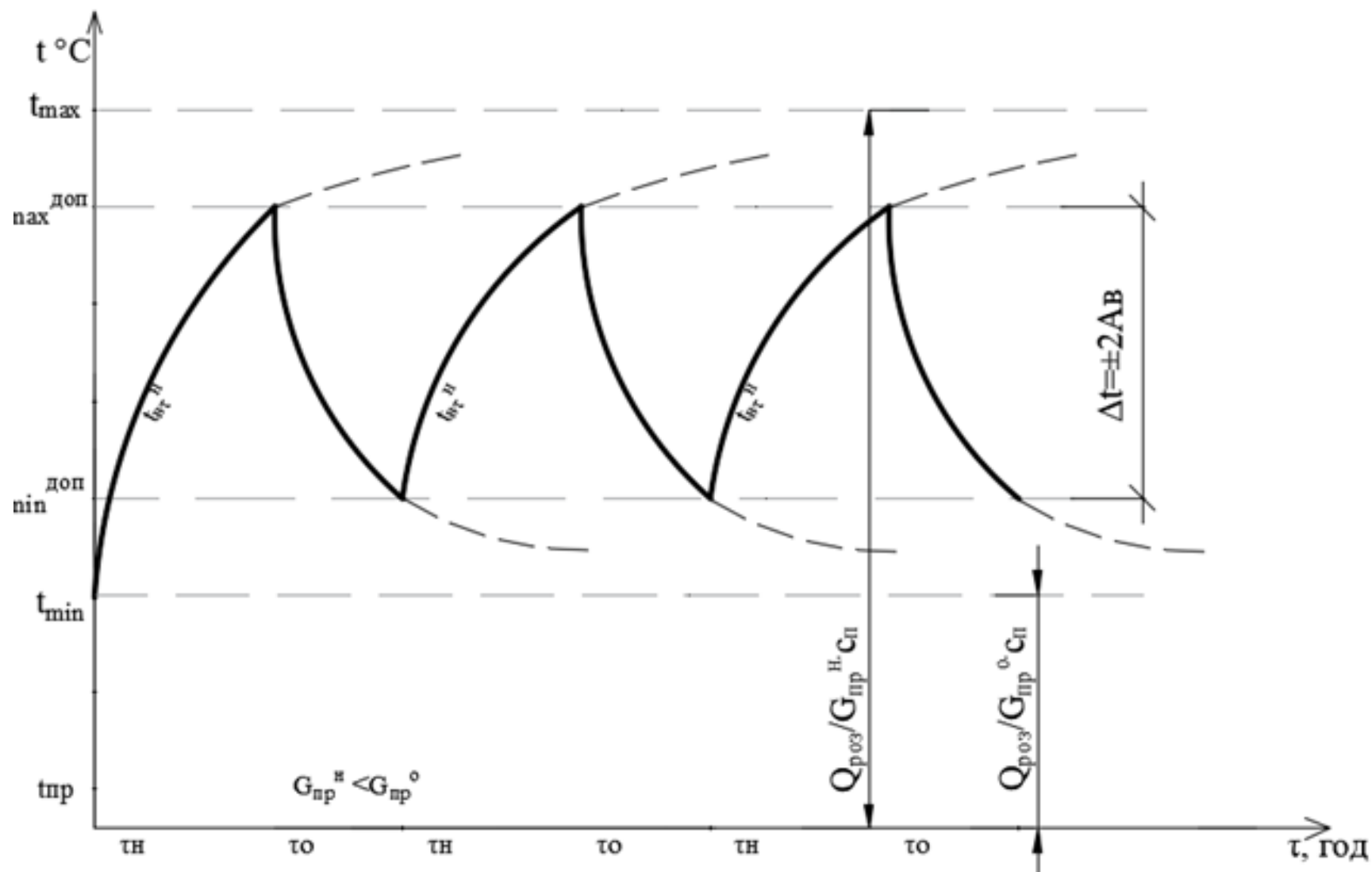


Умова	$t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$
1- Оптимальні умови	20-25	30-60
2- Допустимі умови	27	70

# Вдосконалення системи повітророзподілення



Періодична функція зміни витрати повітря



Характер зміни температури в приміщенні при переривчастій подачі припливного повітря

# Аналіз зміни температури в приміщенні при непрацюючій системі кондиціонування

Рівняння балансу тепловиділень в будь-який момент часу  $\tau$

$$Q_{\text{вид}} d\tau - V_{\text{пр}} dt$$

де  $V_{\text{пр}}$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

Проінтегруємо рівняння від 0 до  $\tau$  (довільного моменту часу) :

$$\frac{Q_{\text{вид}}}{V_{\text{пр}}} \int_0^{\tau} d\tau = \int_{t_0}^t dt$$

Вирішивши рівняння поточної температури  $t$ , отримаємо рівняння:

$$t = t_0 + \frac{Q_{\text{вид}}}{V_{\text{пр}} c_p \rho} \tau$$

Вираз являє температуру в будь-який момент часу як лінійну функцію від  $\tau$ . Темп збільшення температури визначається величиною відношення інтенсивності тепловиділень до об'єму приміщення:

де  $t_0$  – температура в будь-якій точці приміщення, °С;

$Q_{\text{вид}}$  – тепловиділення, Вт;

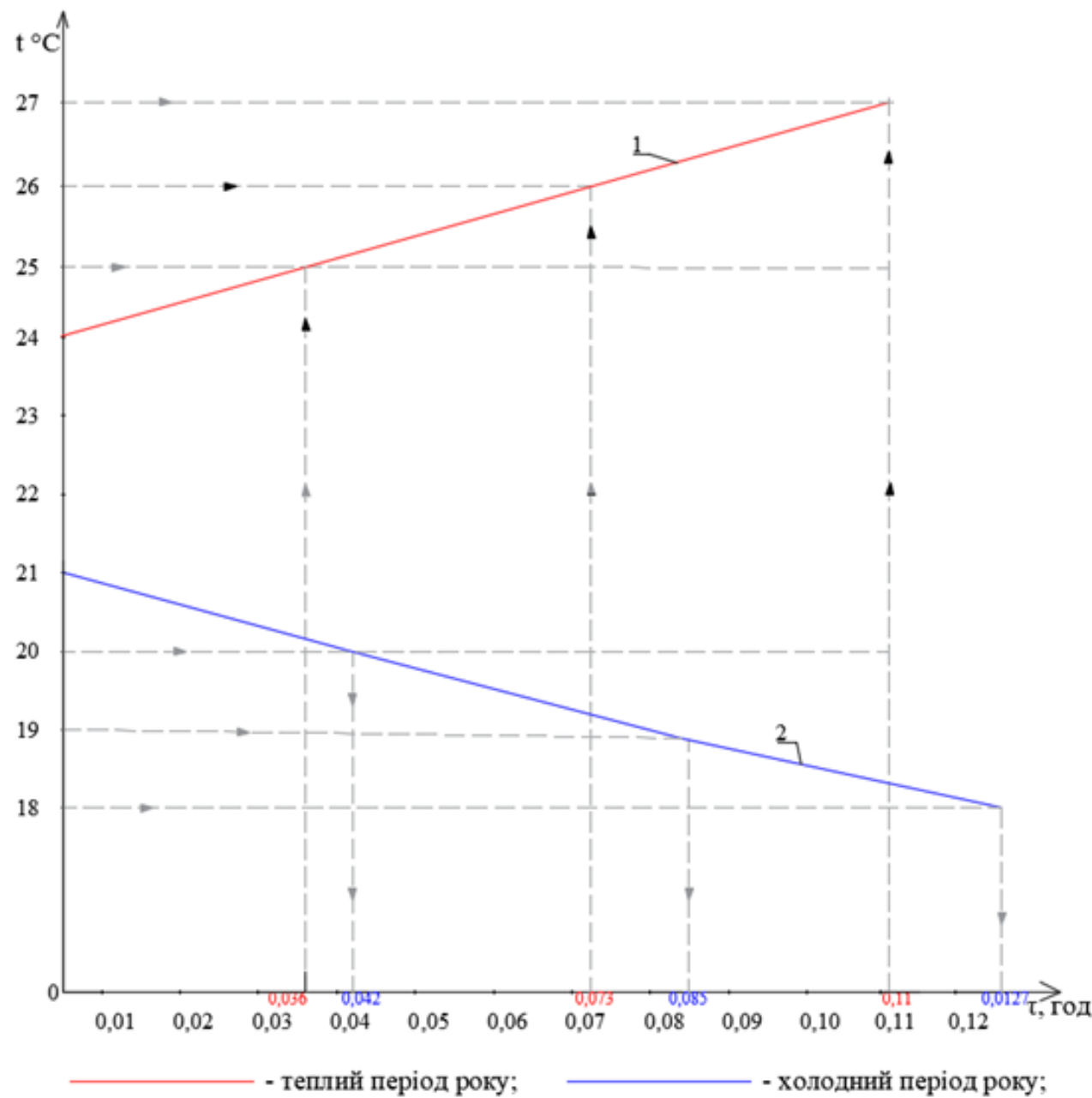
$V_{\text{пр}}$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$c_p$  – теплоємність повітря, дорівнює 1,005 кДж/(кг · К);

$\rho$  – густина повітря, дорівнює 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

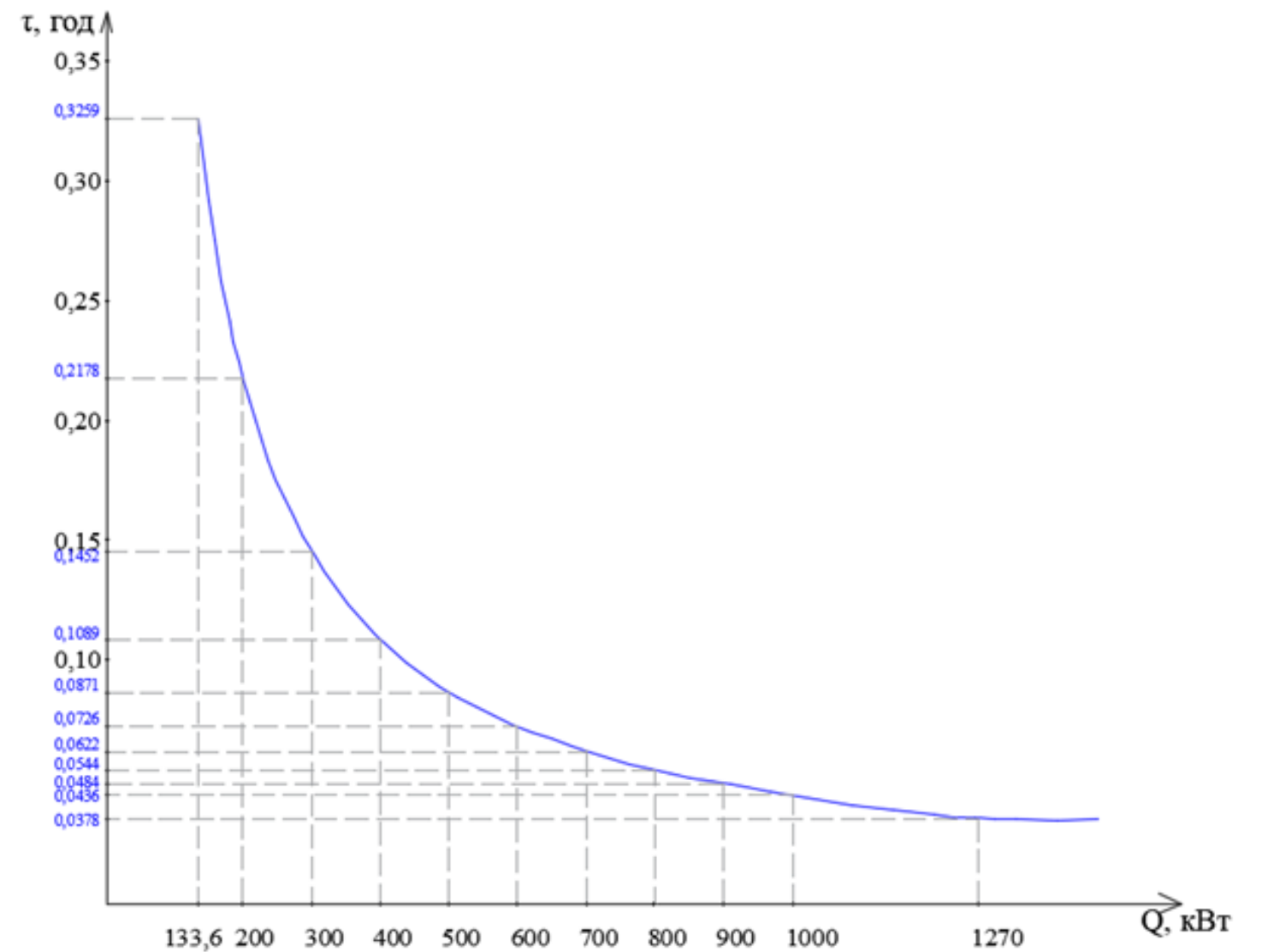
# Зміна температури в приміщенні при непрацюючій системі кондиціонування

13



*Зміна температури в приміщенні при максимальному розрахунковому значенню теплового навантаження*

У розрахункових зонах, без використання системи вентиляції при максимальному розрахунковому значенню теплового навантаження, коли  $Q=1270$  кВт в теплий період року, температура приміщення збільшиться на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  за  $0,036$  год, тобто за 2хв. 21 сек.



*Графік зміни часу при зростанні кількості тепловиділень*

У розрахункових зонах, без використання системи вентиляції в теплий період року у випадку, коли при зменшенні теплового навантаження від людей в два рази від максимального розрахункового  $Q=976$  кВт. температура приміщення збільшиться на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  за  $0,048$  год, тобто за 2,58 хв.

# Аналіз зміни температури приміщення при відомому повітрообміні

Рівняння балансу тепловиділень в приміщенні в диференціальній формі:

$$Q_{\text{вид}} dt + L_{in} t_{in} dt - L_l t dt - V_{\text{пр}} dt = 0$$

Розділивши змінні і представивши диференціал  $dt$  у вигляді:

$$dt = -d(-t) = -d\left(\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t\right)$$

Проінтегруємо рівняння:

$$\frac{L_l}{V_{\text{пр}}} \tau = -\ln \frac{\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t}{\frac{Q_{\text{вид}}}{L_l} + t_{in} - t_o}$$

Останній вираз можна перетворити в залежності від призначення розрахунку. Розрахунку періоду зміни температури в заданих межах:

$$\tau = \frac{V_{\text{пр}}}{L_l} \ln \frac{t_{in} - t_o + \frac{Q_{\text{вид}}}{L_l}}{t_{in} - t + \frac{Q_{\text{вид}}}{L_l}}$$

При розрахунку зміни температури :

$$t = \frac{3,6Q_{\text{вид}}}{L_l c \rho_l} + t_{in} - \left(\frac{3,6Q_{\text{вид}}}{L_l c \rho_l} + t_{in} - t_o\right) e^{-\tau \frac{L_l}{V_{\text{пр}}}}$$

де  $t_o$  – температура в будь-якій точці приміщення, °С;

$t_{in}$  – температура припливного повітря, °С;

$Q_{\text{вид}}$  – тепловиділення, Вт;

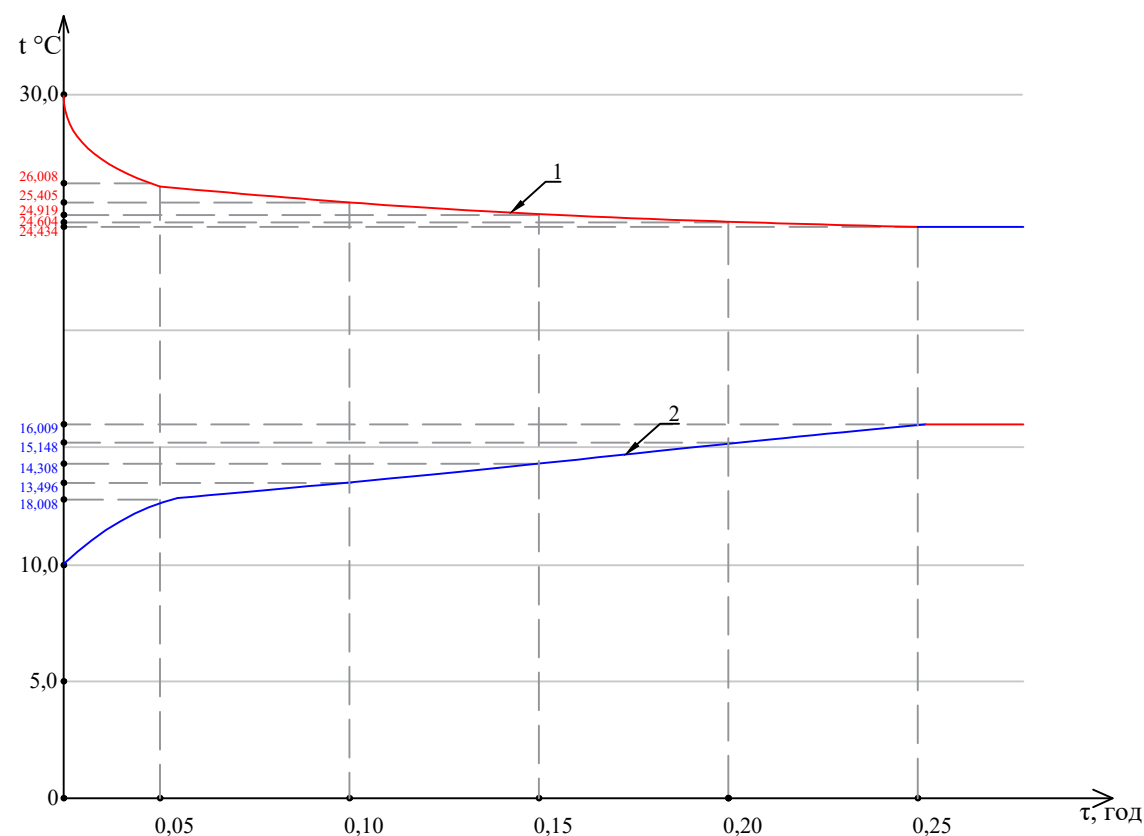
$V_{\text{пр}}$  – об'єм приміщення, м<sup>3</sup>;

$c_p$  – теплоємність повітря, дорівнює 1,005 кДж/(кг·К);

$\rho$  – густина повітря, дорівнює 1,2 кг/м<sup>3</sup>;

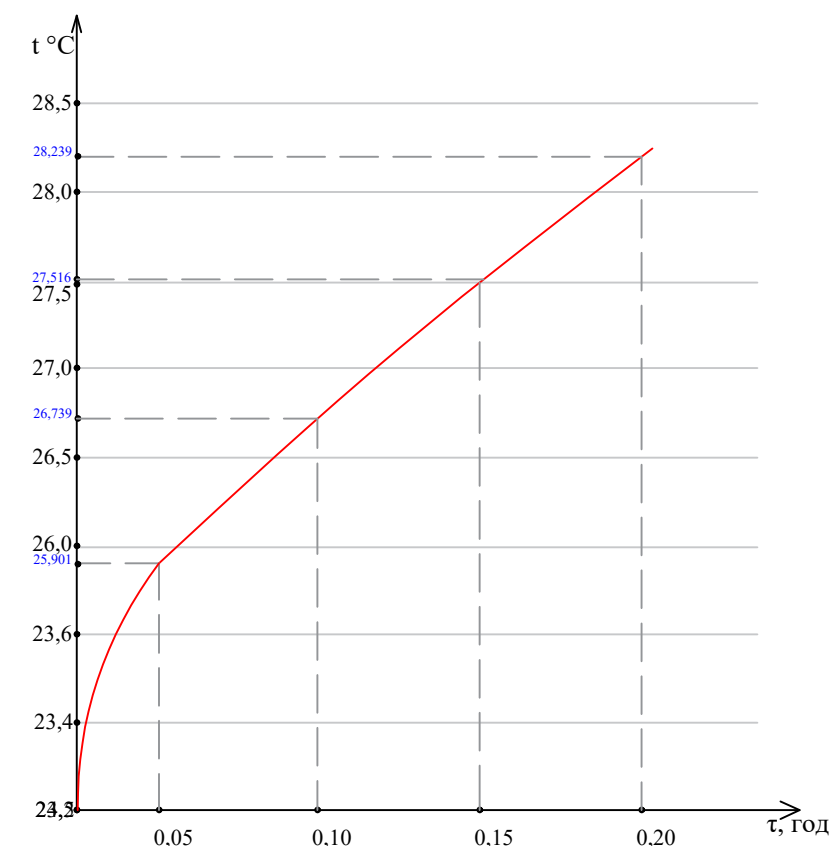
$L_l$  – продуктивність системи, м<sup>3</sup>/год.

## Зміни за часом температури приміщення при працюючій системі кондиціонування



при заданому повітрообміні, довільному значенні початкової температури і заданій кількості тепловиділень;

лінія 1 -  $t_0 > t_{in}$ ; у теплий період року, коли температура повітря перевищує максимально допустиме значення.

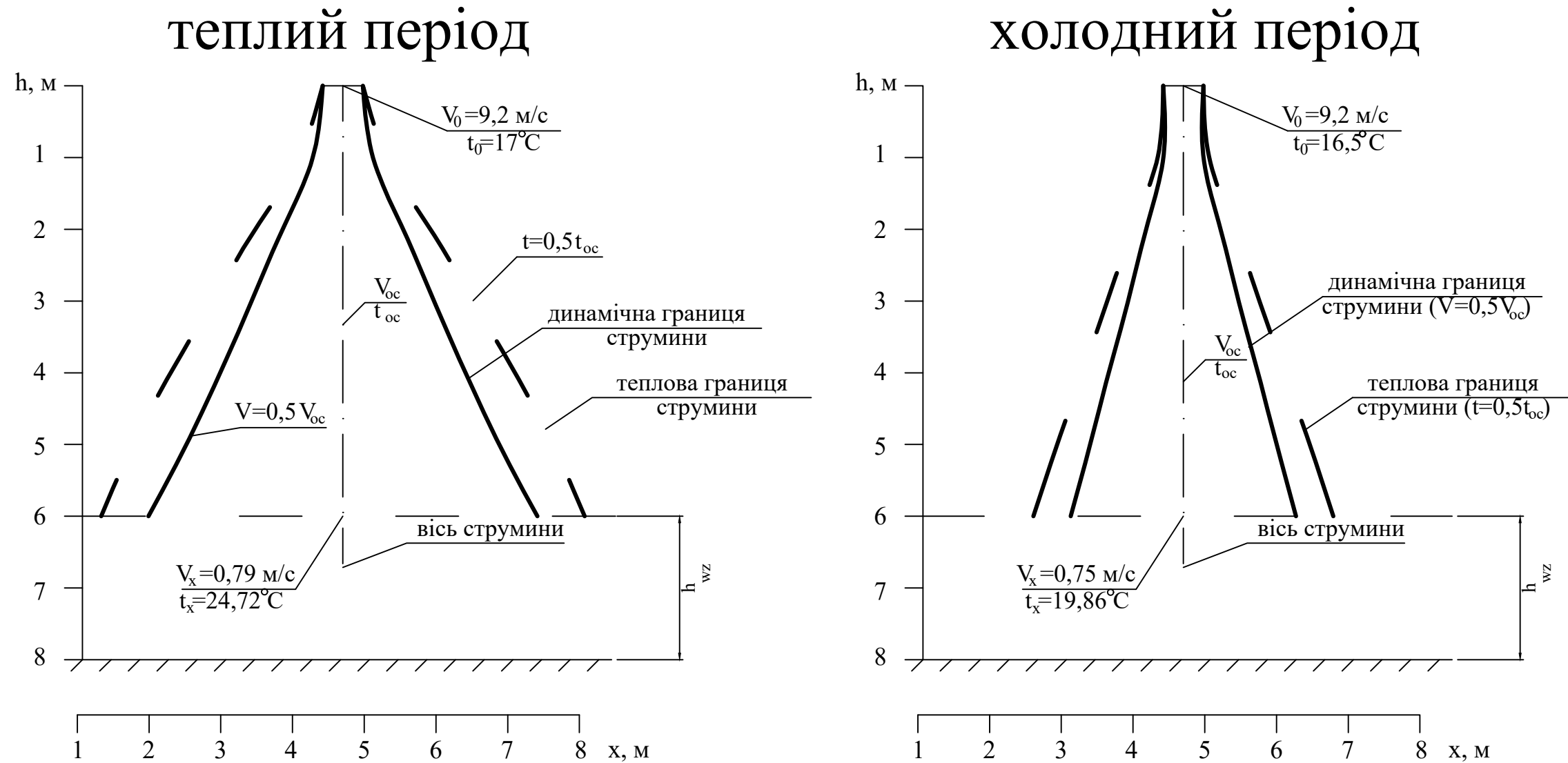


при повітрообміні в приміщенні менше розрахункового при заданій  $t_0$ ,  $Q_{роз}$ ,  $L = 0,5 L_{роз}$ ;

лінія 2 -  $t_0 < t_{in}$  - при черговому опаленні, коли температура  $t = 10\text{ }^\circ\text{C}$

# Подача повітря за допомогою повітророзподільників, які створюють закручені струмини

## Розрахункова схема припливної струмини



### Положення робочої частини при різних умовах подачі повітря



Горизонтальна подача

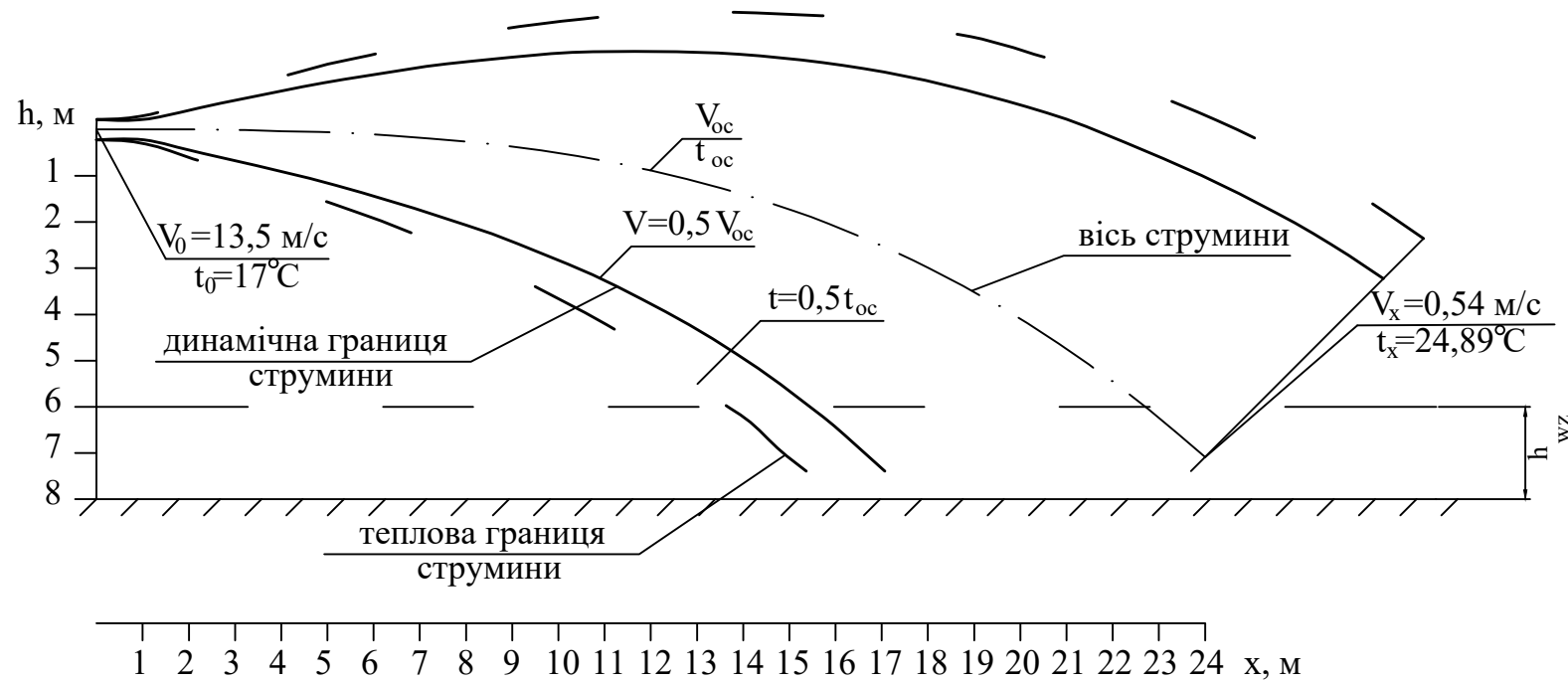


Вертикальна подача

# Подача повітря за допомогою далекобійних сопел

## Розрахункова схема припливної струмینی

### Теплий період

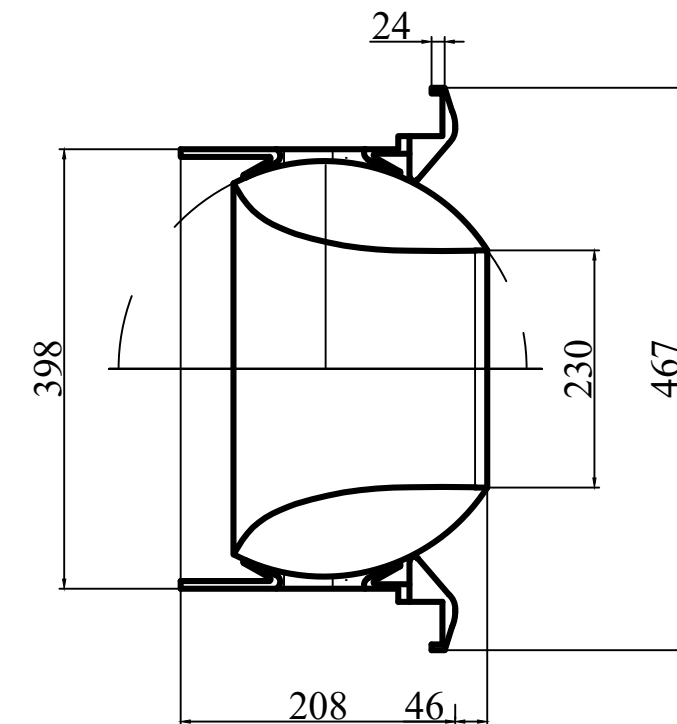
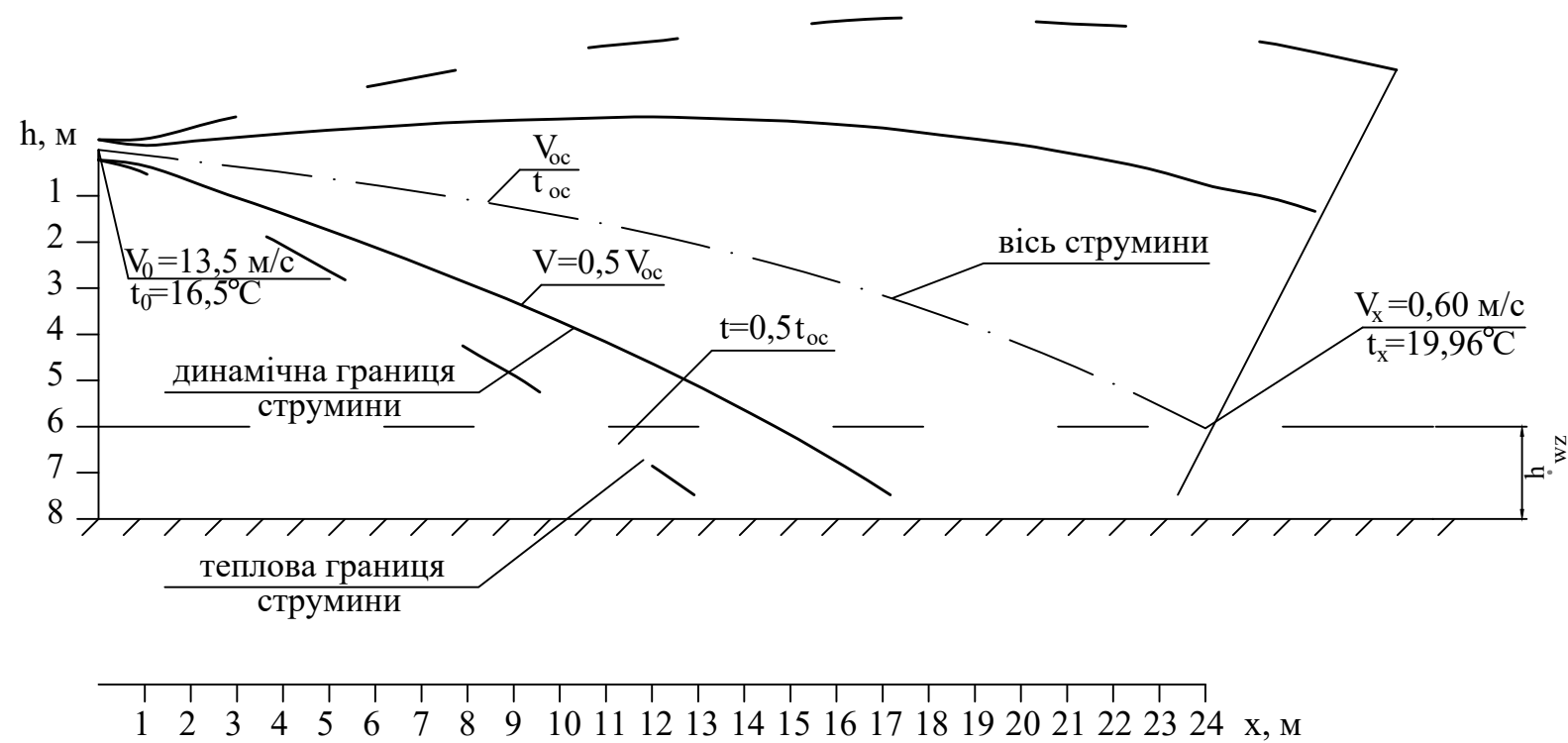


### Зовнішній вигляд



### Схема сопла

### Холодний період



# Висновки

1. З метою зменшення споживання енергії системами формування мікроклімату, які є найбільш енергоємними, питання раціонального та ефективного використання припливного та витяжного повітря у вентилятованих приміщеннях стають все більш актуальними.
2. В результаті проведеного аналізу існуючих рішень організації повітрообміну в спорудах великого об'єму обґрунтовано підхід до проектування систем забезпечення мікроклімату для таких приміщень, заснований на регулюванні режимів роботи систем кондиціонування у відповідності із заповнюваністю приміщення людьми.
3. Аналіз зміни режиму заповненості приміщення показав, що з врахуванням зміни кількості людей в приміщенні можна досягти зниження локальної витрати повітря до 50% від максимальної розрахункової за допомогою перенаправлення потоків повітря.
4. Параметри повітряного потоку на вході в робочу зону струмини припливного повітря для різних типів повітророзподільників не перевищили нормованого значення. Далекобійність припливної струмини достатня для забезпечення параметрів повітряного середовища в різних режимах роботи системи.

**Дякую за увагу!**