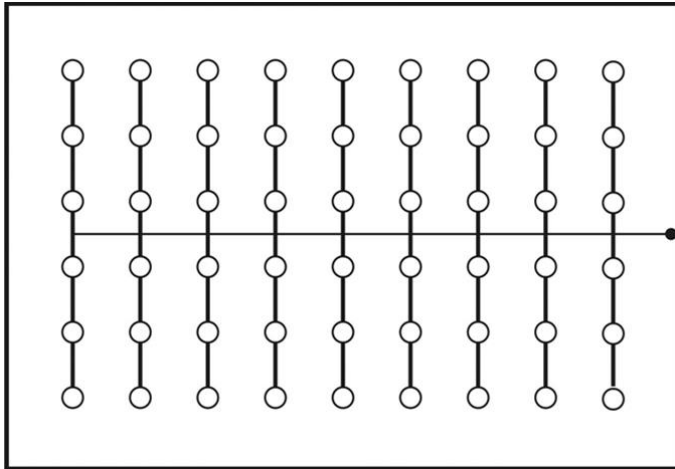
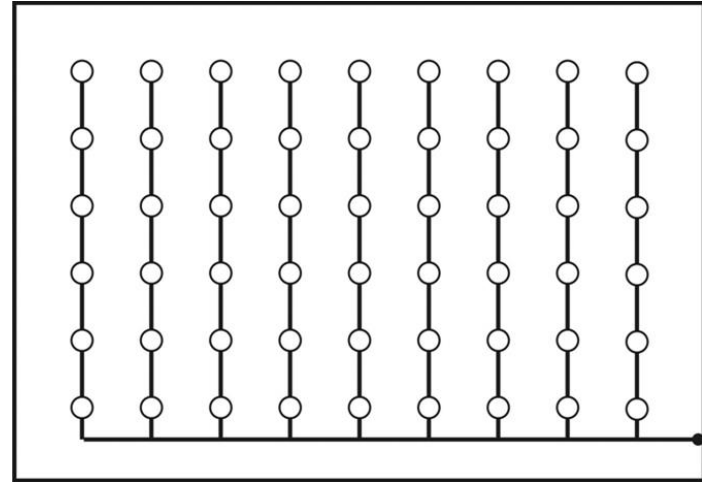


Розв'язання задач оптимального
розміщення зрошувачів на
кільцевих та тупикових
розподільчих мережах систем
водяного та пінного
пожежогасіння.

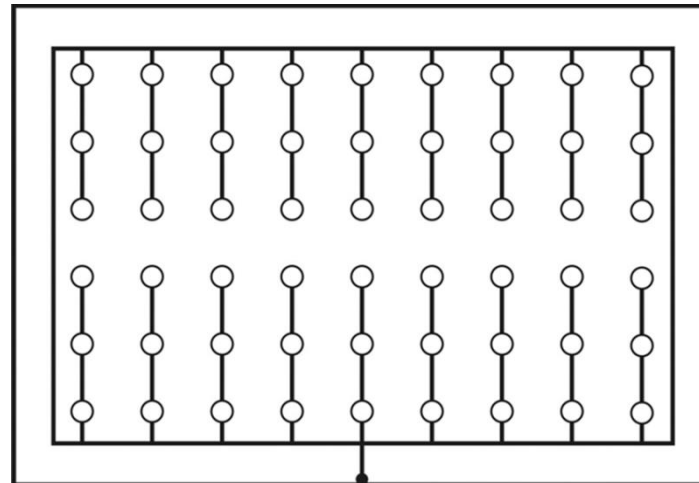
1. Вибір схеми розміщення зрошувачів



тупикова симетрична



тупикова несиметрична

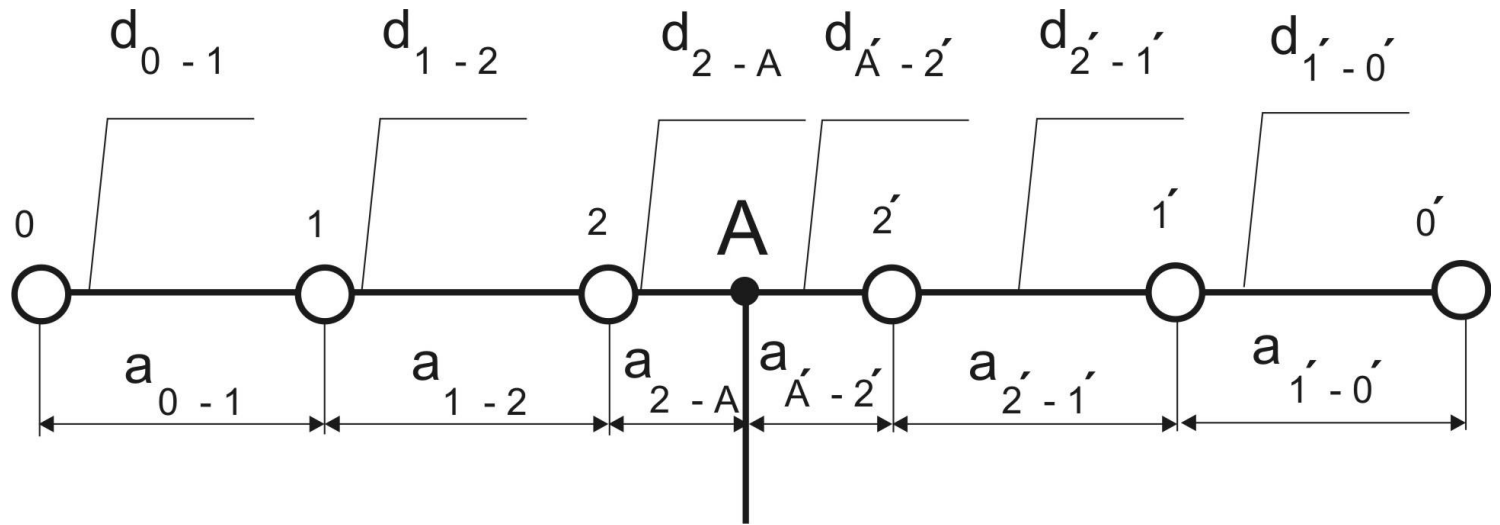


кільцева симетрична

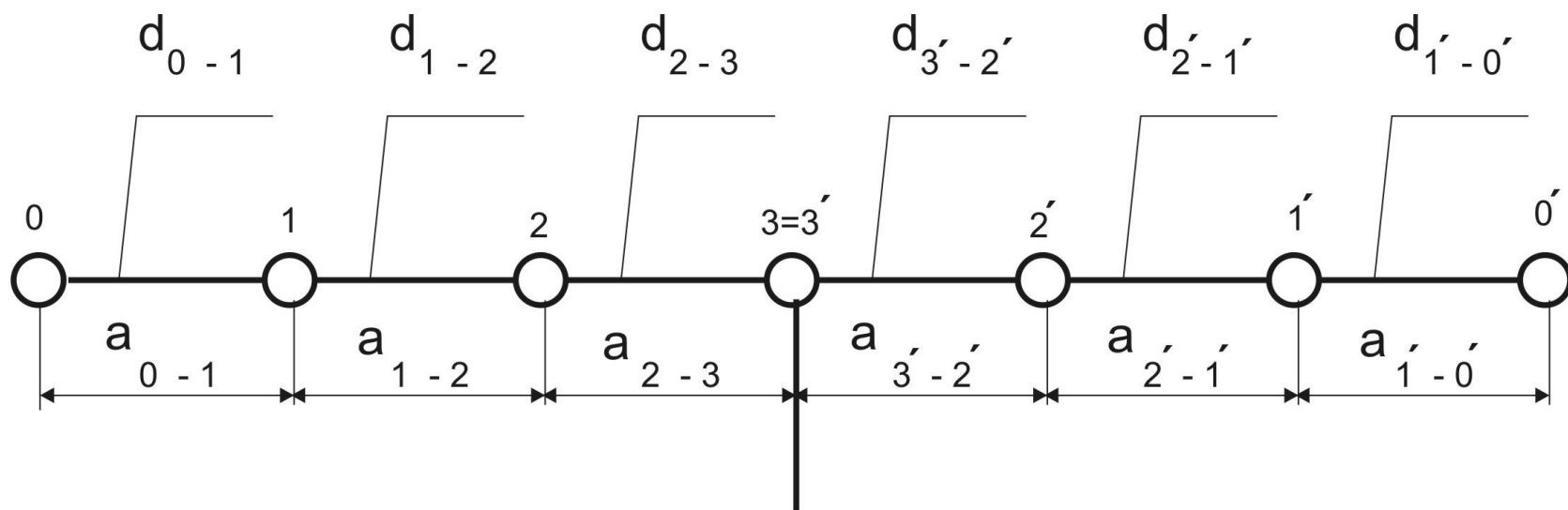
2. Схеми тупикових симетричних систем

В залежності від кількості зрошувачів в гілці (парне або непарне) вони виглядають наступним чином

Парна кількість зрошувачів



Непарна кількість зрошувачів



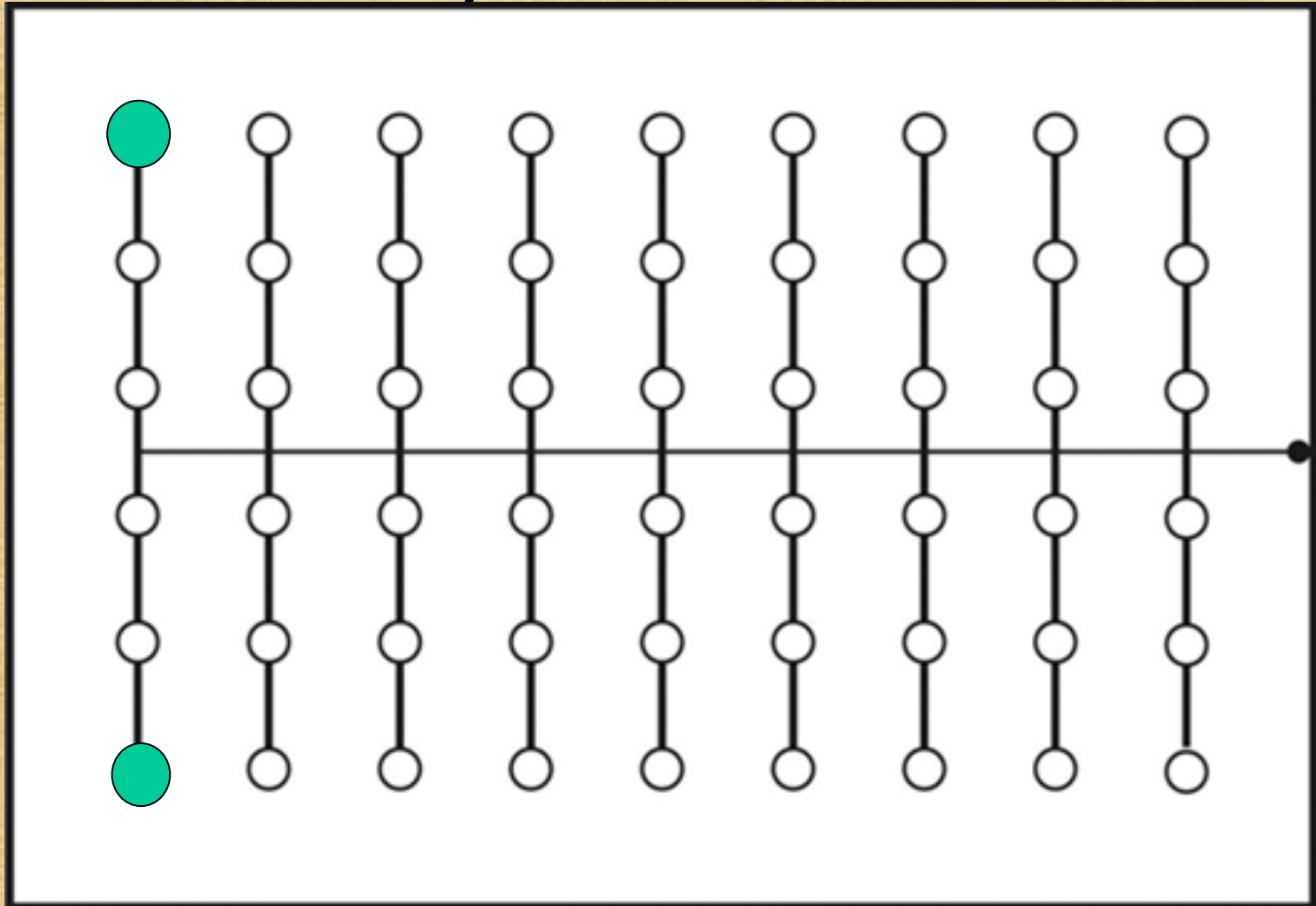
Вибір «диктуючого» зрошувача

- це зрошувач, який знаходиться в «найгірших умовах» з точки зору забезпечення допустимих значень напору і інтенсивності подачі вогнегасної речовини.

Для тупикових розрахункових схем ДО

- це зрошувач найбільш
віддалений від точки вводу у
захищаєме приміщення.

«Диктуючий» зрошувач для симетричних схем



3. Для заданного класу (групи) приміщення обираємо вхідні дані для гідравлічного розрахунку.

3.1 Інтенсивність подачі - I_0

3.2 Розрахункова площа - F_p

- Для спринклерних установок - таблиця 3

ДСТУ Б EN 12845:2011

Клас пожежної небезпеки	Розрахункова інтенсивність зрошування, мм/хв	Площа для розрахунку, м ²	
		Водозаповнена система або система попередньої дії	Повітряна або водоповітряна система
ЛН	2,25	84	Не допускається. Застосовувати як для приміщень класу ОН1
ОН1	5,0	72	90
ОН2	5,0	144	180
ОН3	5,0	216	270
ОН4	5,0	360	Не допускається. Застосовувати як для приміщень класу ННР1
ННР1	7,5	260	325
ННР2	10,0	260	325
ННР3	12,5	260	325
ННР4	Дренчерна система (див. примітку)		

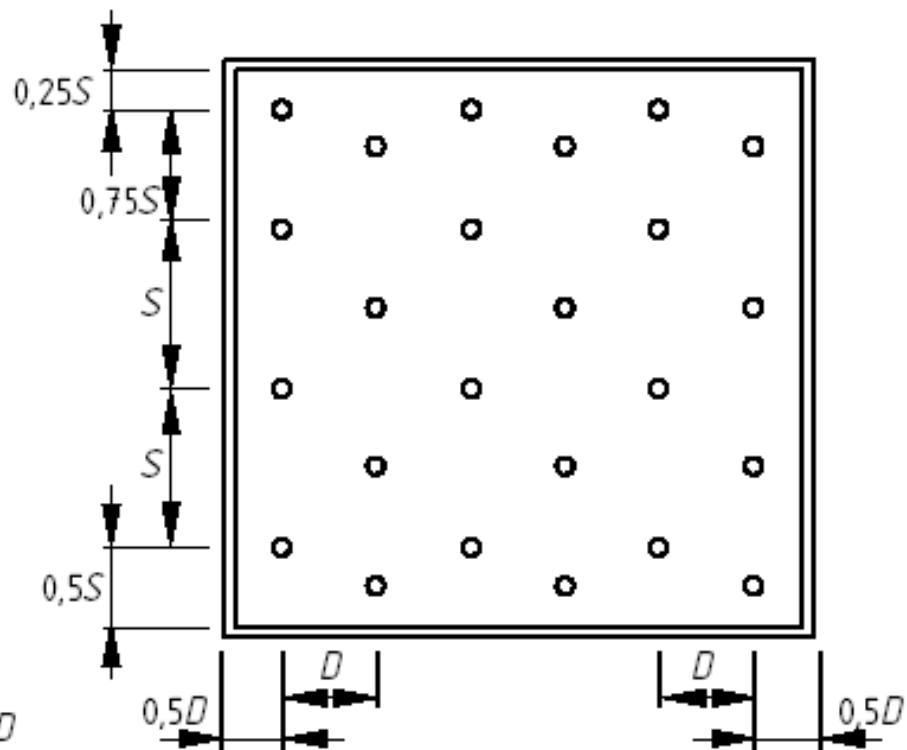
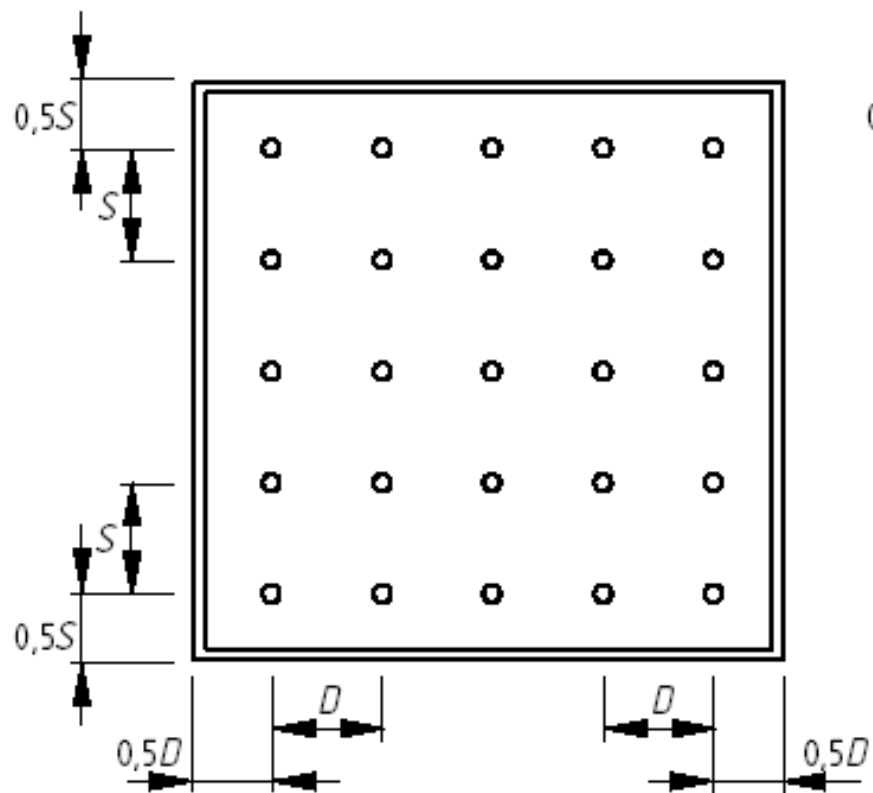
Примітка. Потрібне спеціальне обґрунтування. Цей стандарт не поширюється на дренчерні системи.

3.3 Максимальна площа, яка захищається одним зрошувачем, - F_0 м²

- Для спринклерних установок - таблиця 19

ДСТУ Б EN 12845:2011

Клас пожежної небезпеки	Максимальна площа, яка захищається одним спринклером, м ²	Максимальна відстань, вказана на рисунку 8, м		
		<i>S</i> і <i>D</i> у разі стандартної схеми розміщення	Шахова схема розміщення	
			<i>S</i>	<i>D</i>
ЛН	21,0	4,6	4,6	4,6
ОН	12,0	4,0	4,6	4,0
ННР і ННС	9,0	3,7	3,7	3,7



3.4 Вибір параметрів зрошувача (К-фактор)

Для спринклерних установок -
таблиця 37
ДСТУ Б EN 12845:2011

Клас пожежної небезпеки	Розрахункова інтенсивність зрошування, мм/хв	Тип спринклерів	Номінальний К-фактор
LN	2,25	Стандартні, розпилювальні, стельові, заглиблені, плоскоструменеві, приховані, сховані та з бічним розбризкуванням	57
ON	5,0	Стандартні, розпилювальні, стельові, заглиблені, плоскоструменеві, приховані, сховані та з бічним розбризкуванням	80
NHP і NNS, дахові або стельові спринклери	Не більше ніж 10	Стандартні, розпилювальні	80 або 115
	Не менше ніж 10	Стандартні, розпилювальні	115
NNS, проміжні спринклери		Стандартні, розпилювальні та плоскоструменеві	80 або 115

4. Гідравлічний розрахунок

4.1. Визначення параметрів «диктуючого» зрошувача

$$H_0 = \left(\frac{I_0 \cdot F_0}{k} \right)^2$$

Де H_0 (м) - напір на «диктуючому» зрошувачі

$I_0 \left(\frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}} \right)$ - мінімальна інтенсивність

F_0 (м²) - площа, що захищається одним зрошувачем

$k \left(\frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \sqrt{\text{м}}} \right)$ - коефіцієнт витрати зрошувача

Напір на «диктуючому» зрошувачі повинен відповідати умові

$$H_{\min} \leq H_0 \leq H_{\max}$$

H_{\min} визначається згідно п.13.4.4 ДСТУ Б 12845:2011 і залежить від класу приміщення:

- приміщення класу LN – 0.70 бар;
- приміщення класу ON – 0.35 бар;
- приміщення класу NHP і NHS – 0.50 бар;

Визначення витрати на «диктуючому» зрошувачі

$$Q_0 = k \cdot \sqrt{H_0}$$

Де $Q_0 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$ - значення витрати

Визначення витрати на довільному зрошувачі

$$Q_n = k \cdot \sqrt{H_n}$$

Визначення витрати на ділянці гілки

$$q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i$$

Визначення діаметру трубопроводу на довільній ділянці

$$d_{(n-1)\div n} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{(n-1)\div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v_{(n-1)\div n}}} \quad (м)$$

Де $d_{(n-1)\div n}$ (м) - діаметр трубопроводу на ділянці;

$q_{(n-1)\div n} \left(\frac{л}{с} \right)$ - витрата ВР на ділянці;

$v_{(n-1)\div n} \left(\frac{м}{с} \right)$ - швидкість руху ВР на ділянці

УВАГА!!!

Отриманий діаметр трубопроводу округляється у більшу сторону до найближчого стандартного значення

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення к1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

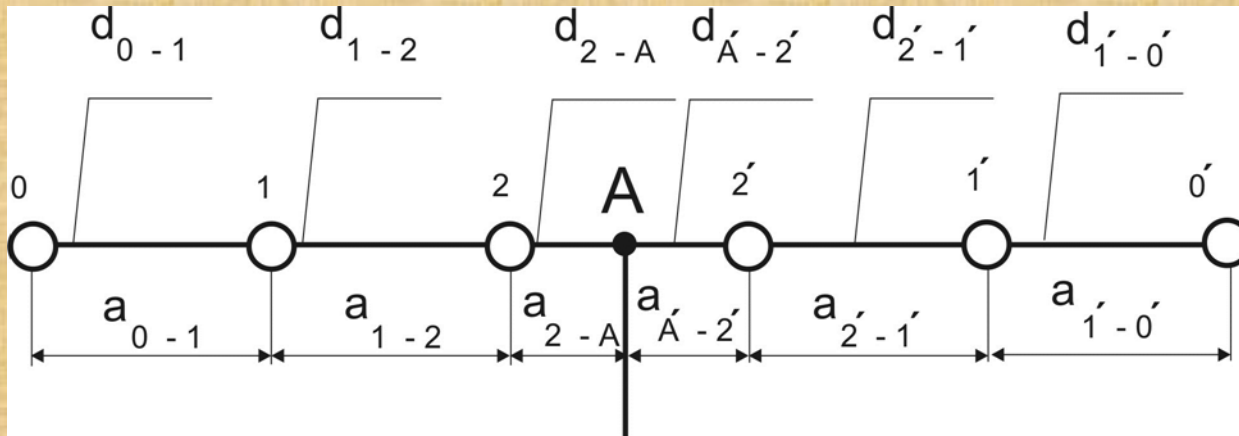
Визначення питомого коефіцієнту втрати напору на ділянці

$k_{1(n-1) \div n}$ - визначається за даними
таблиці, наведеної на
попередньому слайді

Визначення напору на довільному зрошувачі

$$H_n = H_{n-1} + \frac{a_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_{1(n-1) \div n}}$$

де $a_{(n-1) \div n}$ (м) - довжина ділянки



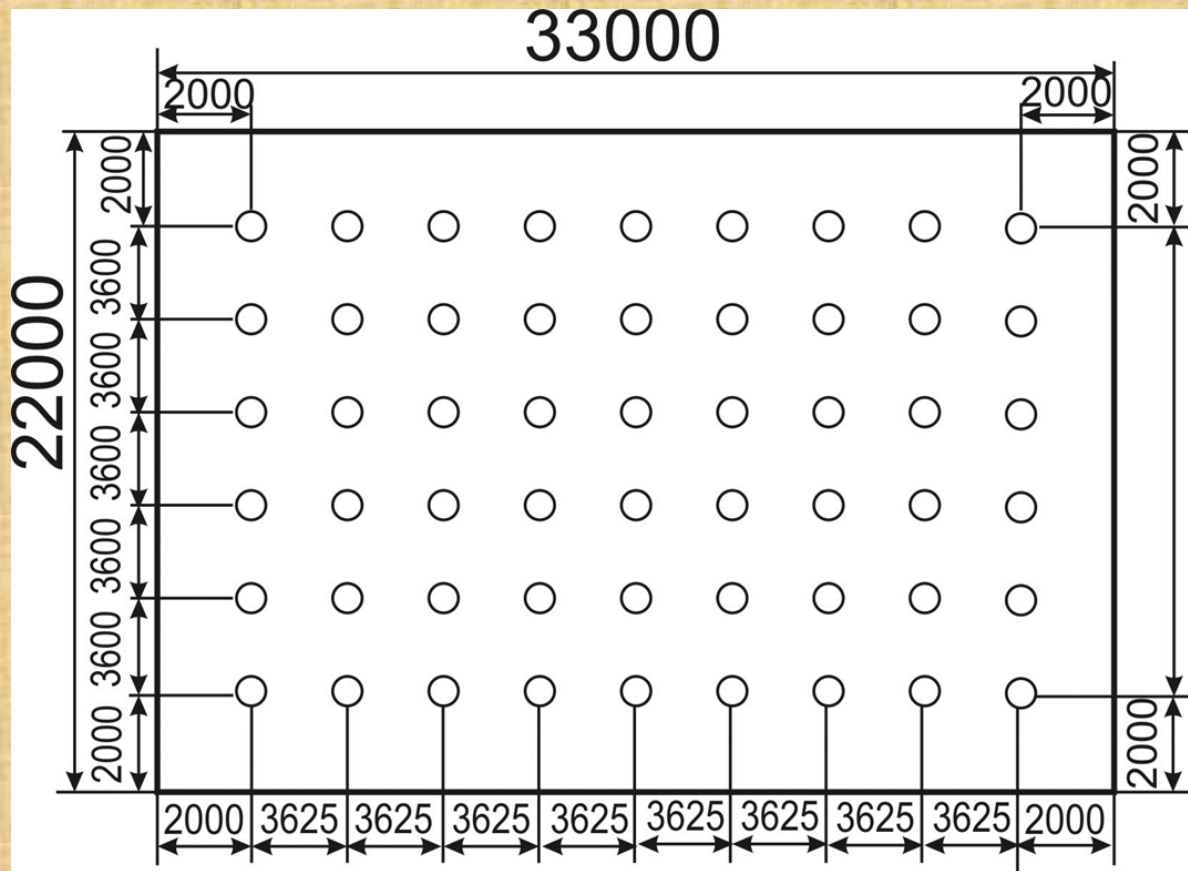
Приклад

Приміщення деревообробного цеху має розміри $A \times B \times H = 22 \times 33$ метрів.

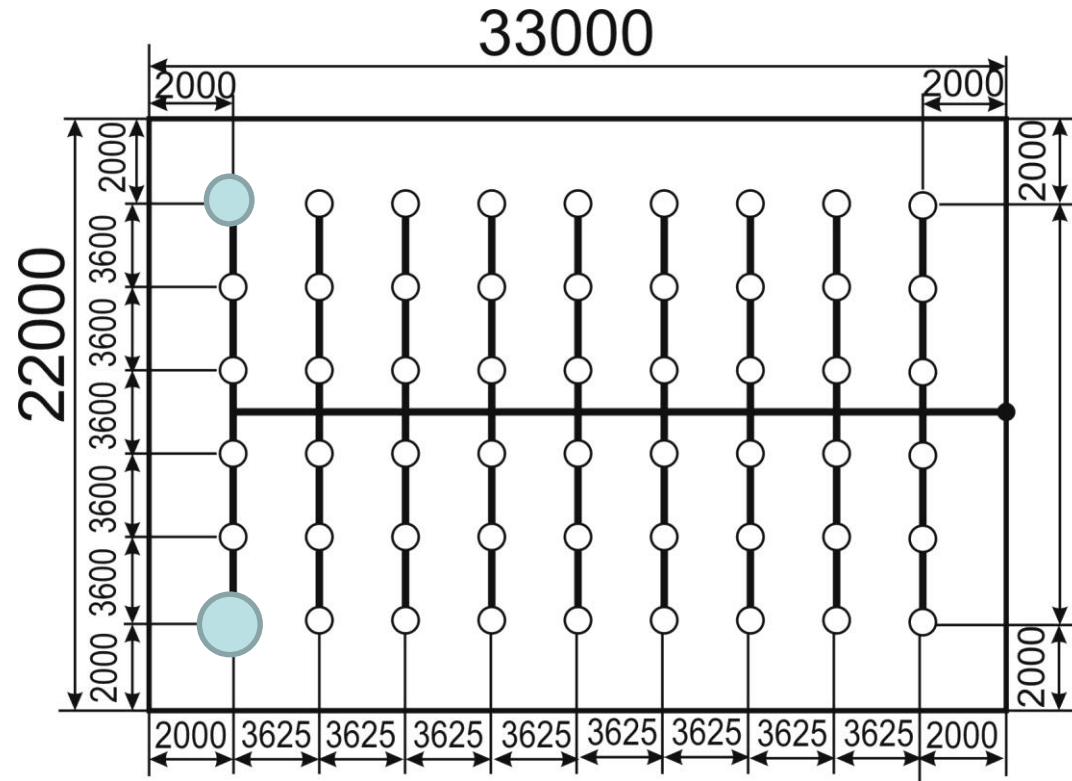
*Необхідно оптимізувати параметри гілки
спринклерної системи за умови підтримання
постійної швидкості у трубопроводах*

Згідно додатку А ДСТУ Б EN 12845:2011 дане приміщення відноситься до класу ОН-3 за пожежною небезпекою

Розміщуємо зрошувачі за розрахунком

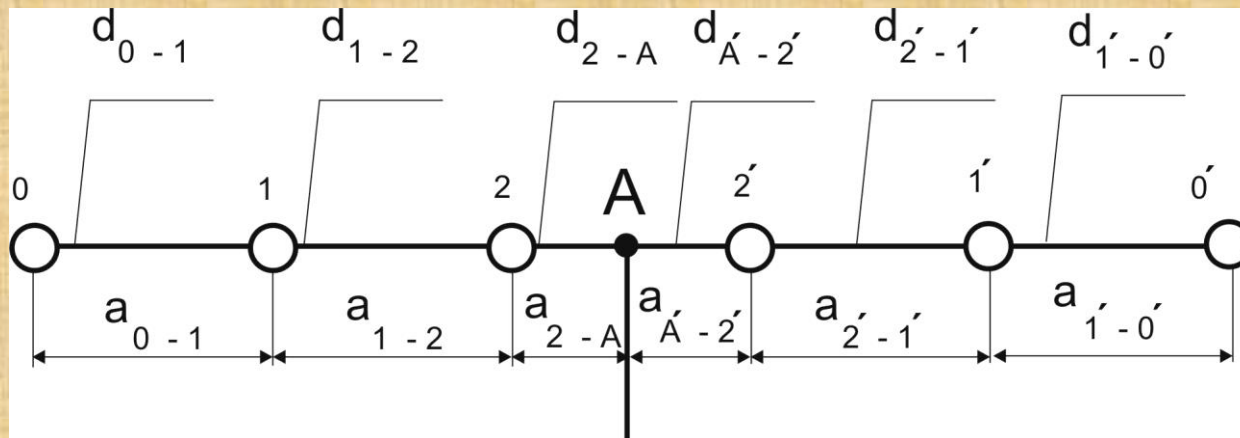


Трасування трубопроводів та визначення «диктуючого» зрошувача



«Диктуюча» гілка для розглядаємого прикладу має вигляд

- «диктуючий» зрошувач позначено індексом 0



Визначення вхідних параметрів приміщення, яке відноситься до класу ОН-3 за пожежною небезпекою

$$I_0 = 5\left(\frac{\text{мм}}{\text{хвил}}\right) = \frac{5}{60} = 0,083\left(\frac{\text{л}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}\right)$$

Мінімальна інтенсивність зрошування, виражена у міліметрах води на хвилину, за яку розрахована спринклерна секція і яку розраховують шляхом ділення величини витрати води, що забезпечується певною групою спринклерів, вираженої у літрах за хвилину, на площу, яка захищається, виражену у квадратних метрах.

Клас пожежної небезпеки	Розрахункова інтенсивність зрошування, мм/хв
ЛН	2,25
ОН1	5,0
ОН2	5,0
ОН3	5,0
ОН4	5,0
ННР1	7,5
ННР2	10,0
ННР3	12,5
ННР4	

Примітка. Потрібне спеціальне обтру

Максимальна площа, яка захищається одним зрошувачем

Для спринклерних систем - таблиця 19
ДСТУ Б EN 12845:2011

$$F_0 = 12(m^2)$$

Клас пожежної небезпеки	Максимальна площа, яка захищається одним спринклером, м ²
LH	21,0
OH	12,0
ННР і ННС	9,0

Вибір параметрів зрошувача к-коефіцієнт витрати (К-фактор)

Для спринклерних установок -
таблиця 37
ДСТУ Б EN 12845:2011

$$k = \frac{1}{60 \cdot \sqrt{10}} \cdot K = \frac{1}{60 \cdot \sqrt{10}} \cdot 80 = 0,43 \left(\frac{л}{с \sqrt{м}} \right)$$

Клас пожежної небезпеки	Номінальний К-фактор
ЛН	57
ОН	80
ННР і ННС, дахові або стельові спринклери	80 або 115
	115
ННС, проміжні спринклери	80 або 115

Визначення напору на «диктуючому» зрошувачі

$$H_0 = \left(\frac{I_0 \cdot F_0}{k} \right)^2 = \left(\frac{0,083 \cdot 12}{0,43} \right)^2 = 5,37(\text{м})$$

$$H_{\min} \leq H_0 \leq H_{\max}$$

$$3,5 \leq 5,37 \leq 120$$

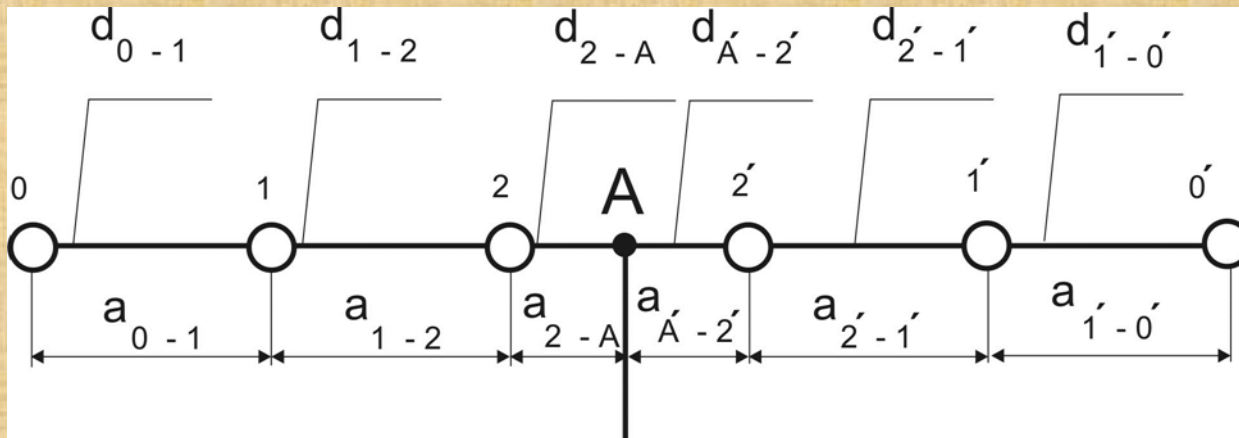
Визначення витрати через «диктуючий» зрошувач

$$Q_0 = k \cdot \sqrt{H_0} = 0,43 \cdot \sqrt{5,37} = 1 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$

Визначення витрати на ділянці 0-1

$$q_{(n-1):n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i$$

$$q_{0-1} = \sum_{i=0}^0 Q_i = Q_0 = 1 \left(\frac{\pi}{c} \right)$$



Визначення діаметру трубопроводу на ділянці 0-1

$$d_{(n-1)\div n} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{(n-1)\div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v_{(n-1)\div n}}} \quad (м)$$

$$d_{0-1} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{0-1} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,016(м) = 16(мм)$$

Отриманий діаметр трубопроводу
округляється у більшу сторону до
найближчого стандартного значення

d_{0-1} приймаємо ривним 20мм

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення к1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначемо питомий коефіцієнт втрати напорів на ділянці 0-1

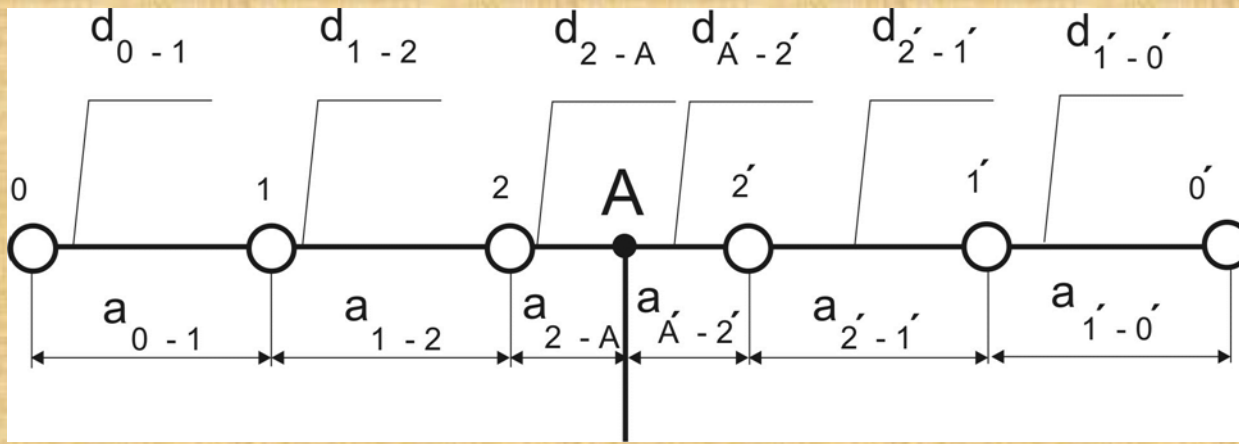
$$k_{1_{0-1}} = 0,75$$

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення k_1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначення напору на 1-му зрошувачі

$$H_n = H_{n-1} + \frac{a_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_{1(n-1) \div n}}$$

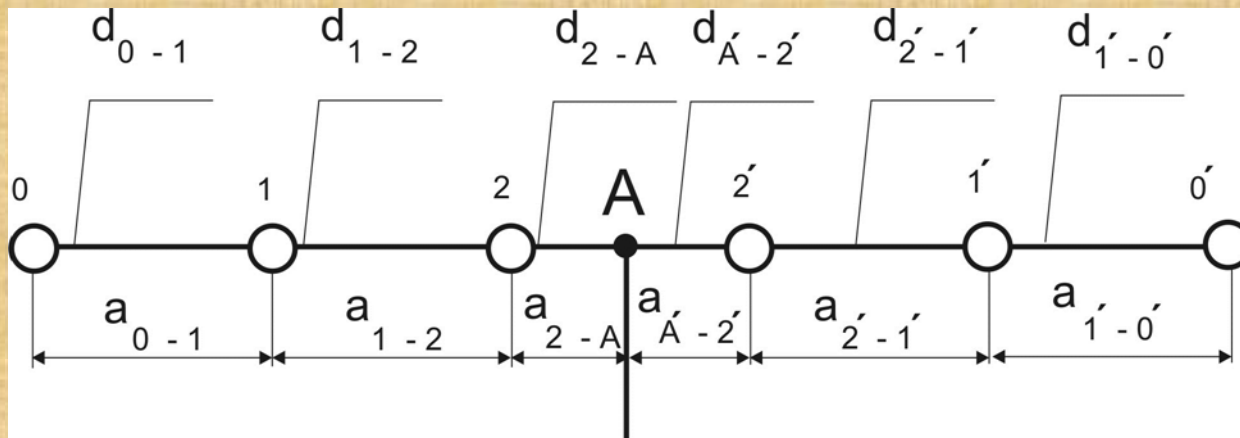
$$H_1 = H_0 + \frac{a_{0-1} \cdot q_{0-1}^2}{k_{10-1}} = 5,37 + \frac{3,6 \cdot 1^2}{0,75} = 10,17 (м)$$



Визначення витрати на 1 зрошувачі

$$Q_n = k \cdot \sqrt{H_n}$$

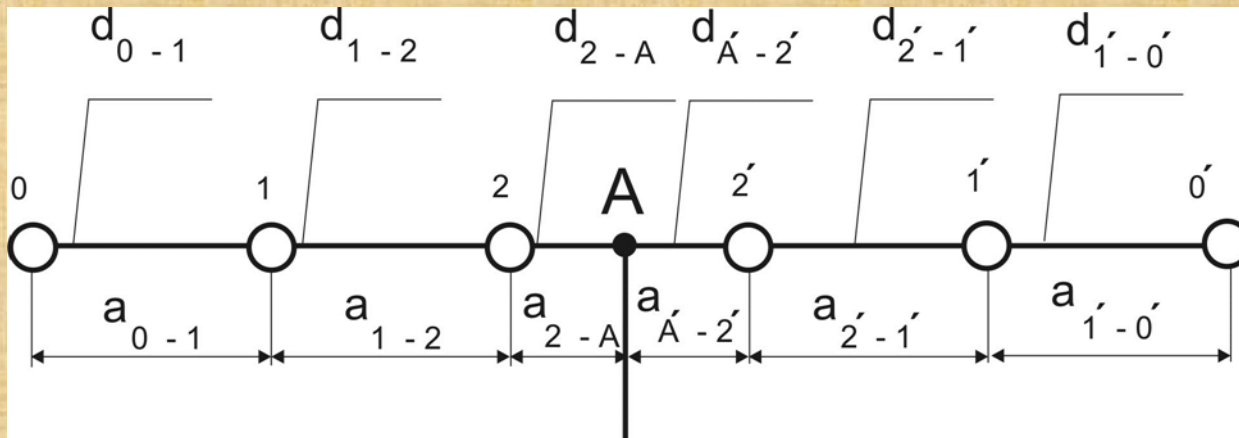
$$Q_1 = k \cdot \sqrt{H_1} = 0,43 \cdot \sqrt{10,17} = 1,37 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$



Визначення витрати на ділянці 1-2

$$Q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i$$

$$q_{1-2} = \sum_{i=0}^1 Q_i = Q_0 + Q_1 = 1 + 1,37 = 2,37 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$



Визначення діаметру трубопроводу на ділянці 1-2

$$d_{(n-1)\div n} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{(n-1)\div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v_{(n-1)\div n}}} \quad (м)$$

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{1-2} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,37 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,0245(м) = 24,5(мм)$$

Отриманий діаметр трубопроводу округляється у більшу сторону до найближчого стандартного значення

d_{1-2} приймаємо ривним 25 мм

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення к1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначемо питомий коефіцієнт втрати напорів на ділянці 1-2

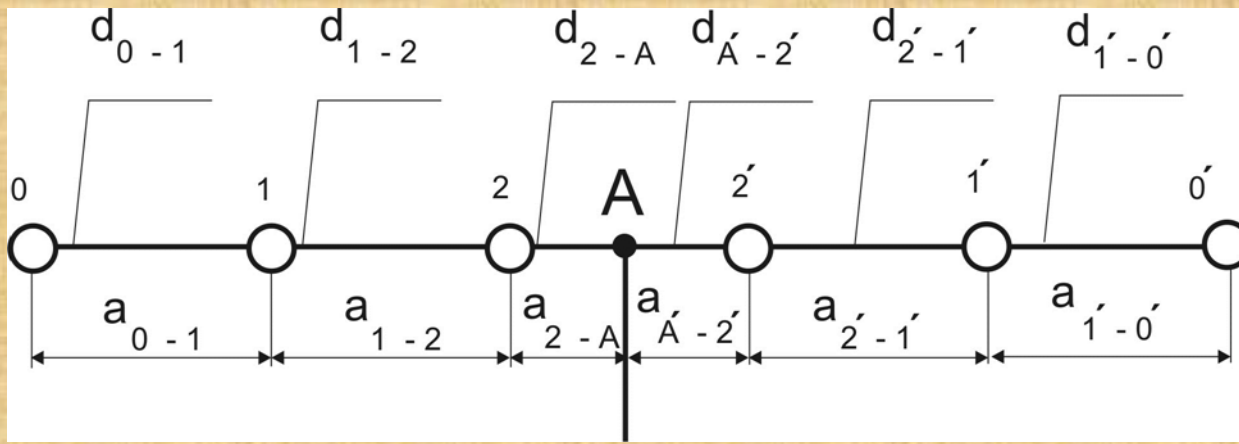
$$k_{1-2} = 3,44$$

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення k_1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначення напору на 2-му зрошувачі

$$H_n = H_{n-1} + \frac{a_{(n-1)\div n} \cdot q_{(n-1)\div n}^2}{k_{1(n-1)\div n}}$$

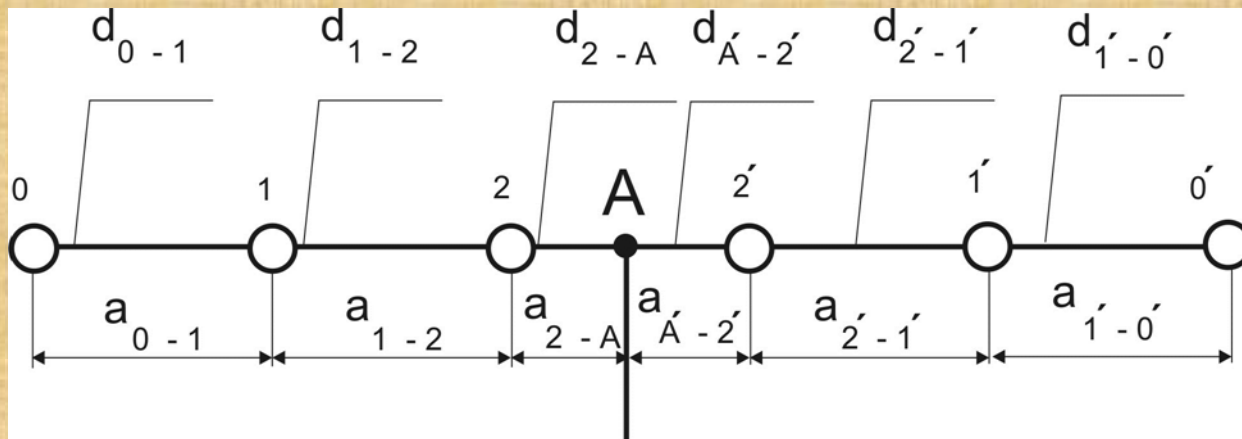
$$H_2 = H_1 + \frac{a_{1-2} \cdot q_{1-2}^2}{k_{1-2}} = 10,17 + \frac{3,6 \cdot 2,37^2}{3,44} = 16,05 (м)$$



Визначення витрати на 2 зрошувачі

$$Q_n = k \cdot \sqrt{H_n}$$

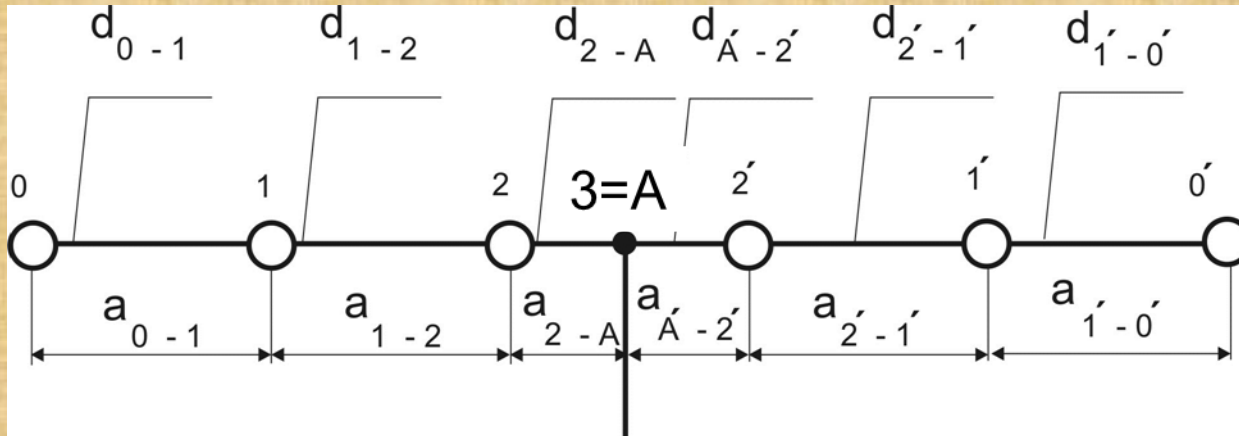
$$Q_2 = k \cdot \sqrt{H_2} = 0,43 \cdot \sqrt{16,05} = 1,72 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$



Визначення витрати на ділянці 2-А

$$q_{(n-1) \div n} = \sum_{i=0}^{n-1} Q_i$$

$$q_{2-3(A)} = \sum_{i=0}^2 Q_i = Q_0 + Q_1 + Q_2 = 1 + 1,37 + 1,72 = 4,09 \left(\frac{\text{л}}{\text{с}} \right)$$



Визначення діаметру трубопроводу на ділянці 2-А

$$d_{(n-1)\div n} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{(n-1)\div n} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v_{(n-1)\div n}}} \quad (м)$$

$$d_{2-A} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{2-A} \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,09 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,032(м) = 32(мм)$$

Отриманий діаметр трубопроводу округляється у більшу сторону до найближчого стандартного значення

d_{2-A} приймаємо ривним 32мм

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення к1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначемо питомий коефіцієнт втрати напору на ділянці 1-2

$$k_{1_{2-A}} = 13,97$$

Труби	Діаметр умовного проходу, мм	Діаметр зовнішній, мм	Товщина стінки, мм	Значення k_1
Сталеві електрозварні	15	18	2,0	0,0755
(ГОСТ 10704-91)				
	20	25	2,0	0,75
	25	32	2,2	3,44
	32	40	2,2	13,97
	40	45	2,2	28,70
	50	57	2,5	110,00

Визначення напору в точці 3(A)

$$H_n = H_{n-1} + \frac{a_{(n-1) \div n} \cdot q_{(n-1) \div n}^2}{k_{1(n-1) \div n}}$$

$$H_{3(A)} = H_2 + \frac{a_{2-3(A)} \cdot q_{2-3(A)}^2}{k_{1_{2-3(A)}}} = 16,05 + \frac{1,8 \cdot 4,09^2}{13,97} = 18,21(\text{м})$$

