

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Водопостачання та водовідведення

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ бакалавр**

на тему:

Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів , щодо економії

води для власних потреб очисних споруд

Марценюк Артем Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних Систем та Екології

(факультет)

Водопостачання та Водовідведення

(назва випускової кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Хоружий Віктор Петрович

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ Бакалавр**

Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів , щодо економії

води для власних потреб очисних споруд

(назва)

Виконав Марценюк Артем Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(спеціальність)

Водопостачання та водовідведення

(освітня програма)

Групи ВВ-41

Керівник Кушка О.М

(прізвище та ініціали)

Кандидат технічних наук , Доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2023

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології  
Випускова кафедра: Водопостачання Та Водовідведення  
Освітній ступінь: Бакалавр  
Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Освітня програма: Водопостачання та водовідведення»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету  
Приймак О.В  
„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ Бакалавр**

(бакалавра, магістра)

Марценюк Артем Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води для власних потреб очисних споруд  
затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 року

2. Керівник роботи

Кушка Олександр Миколайович

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту \_\_\_\_\_ Р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Водопостачання населеного пункту \_\_\_\_\_ Р.

2. Внутрішнє санітарно-технічне обслуговування булівлі Р.

3. Технологія будівництва \_\_\_\_\_ Р.

4. Охорона навколишнього середовища \_\_\_\_\_ Р.

5. \_\_\_\_\_ Р.

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. \_\_\_\_\_

Р. 2. \_\_\_\_\_

Р. 3. \_\_\_\_\_

Р. 4. \_\_\_\_\_

Р. 5. \_\_\_\_\_

|   |  |   |                                       |
|---|--|---|---------------------------------------|
| <b>РЕЗЮМЕ (SUMMARY)</b><br><i>до атестаційної випускної роботи</i><br><i>здобувача:</i> |  | Марценюк Артем Володимирович<br>(Artem Martseniuk)<br><i>(ПІБ здобувача українською та</i><br><i>англійською)</i> |                                       |
| <i>ЗВО</i>  | Київський національний університет будівництва і архітектури   |   |                                       |
| <i>Тема</i><br><br><i>(українською та</i><br><i>англійською)</i>                        | Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води для власних потреб очисних споруд<br><br>(Water supply of the settlement with the development of measures to save water for the own needs of treatment facilities) |   |                                       |
| <i>Освітній ступінь</i>   | Бакалавр   |   |                                       |
| <i>Факультет</i>  | Інженерних систем та екології  |   |                                       |
| <i>Випускова кафедра</i>  | Кафедра Водопостачання та Водовідведення   |   |                                       |
| <i>Спеціальність</i>  | 192 «Будівництво та Цивільна Інженерія»  |   |                                       |
| <i>Освітня програма</i>   | Водопостачання та Водовідведення   |   |                                       |
| <i>Керівник</i>   | Кушка Олександр Миколайович  |   |                                       |
| <i>Обсяг роботи:</i>  | <i>пояснювальна записка, стор.</i>   | <i>розділів</i>   | <i>креслень формату А<sub>1</sub></i> |
|   | 101  | 4   | 5                                     |
| <i>Розділ 1</i>   | Водопостачання населеного пункту   |   |                                       |
| <i>Розділ 2</i>   | Внутрішнє Санітарно-технічне обслуговування будівлі  |   |                                       |
| <i>Розділ 3</i>   | Технологія будівництва   |   |                                       |
| <i>Розділ 4</i>   | Охорона навколишнього середовища   |   |                                       |
| <i>Розділ 5.</i>  |  |   |                                       |
| <i>Висновки по роботі:</i>  |  |   |                                       |
| <i>Ключові слова:</i>   |  |   |                                       |
| <i>Keywords:</i>  |  |   |                                       |

Здобувач: Марценюк А.В /

Керівник: Кушка О.М /

“ ” \_\_\_\_\_ 2023

## Вступ

Водопостачання – це певний комплекс інженерних споруд, які виконують функцію забору води з водойми для подальшої обробки, зберігання та транзиту до споживача.

Забезпечення населення чистою водою має велике значення для планети не тільки ,як критична необхідність , а і тому що оберігає населення від різних епідемічних спалахів, які передаються водою.

Постійну подачу води до споживачів забезпечують централізовані водопровідні системи, частиною яких є водогінні мережі. Надання достатньої кількості води в населений пункт дозволяє підняти загальний рівень його благоустрою.

Безперервне збільшення споживання ресурсу води, внаслідок розвитку промисловості, поліпшення благоустрою населених пунктів вимагає вирішення все гостріших проблем проектування спеціальних споруд, поліпшення якості, подавання і розподілу води, охорони навколишнього середовища та раціонального використання водних ресурсів. Це можливо у разі системного підходу до розв'язання питань комплексного використання води з урахуванням інтересів усіх її споживачів, а також за умови підвищення інтенсивності роботи діючих та будівництва нових систем водопостачання.

Система водопостачання населеного пункту є частиною інфраструктури і повинна в процесі роботи відповідати вимогам надійності та економічності.

Одним із рішень по зниженню витрат на власні потреби очисних споруд є аналіз цієї проблеми з подальшою реконструкцією системи даної споруди



## 1. Водопостачання населеного пункту

В даному проєкті ми маємо населений пункт загальною площею 220,43 Га, розташований в південно-степовій зоні, по щільності населення і характеру забудови поділений на два райони:

Перший район : має шести поверхову забудову загальною площею 130,69 Га; обладнаний централізованим гарячим водопостачанням, каналізацією; населення становить -57000; щільність населення 436 чол/га;

Другий район : має п'яти поверхову забудову загальною площею 89,8 га; та обладнаний внутрішнім водопроводом та каналізацією, ваннами з місцевими водонагрівачами; населення становить 29000; щільність населення 323 чол/га;

На територіях даних районів розташовані три промислових підприємства, які живляться водою з міського магістрального водопроводу.

### 1.1.Визначення добового водоспоживання населеного пункту

Таблиця 1.1.1 Характеристика підприємства

| № | Назва           | К-сть змін роботи | Одиниця виміру продукції | Кількість продукції, що випускається |                | Норма витрати води на одиницю продукції, м <sup>3</sup> | Кількість працівників |                | % працівників у гарячих цехах | % працівників, що приймають душ |
|---|-----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|----------------|---|-----------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------------|
|   |                 |                   |                          | за добу                              | за макс. зміну |   | за добу               | за макс. зміну |                               |                                 |
| 1 | М'ясокомбінат   | 1                 | т                        | 60                                   | 60             | 21  | 110                   | 110            | 30                            | 50                              |
| 2 | Фруктових соків | 2                 | 1000 банок               | 30                                   | 16             | 50  | 65                    | 35             | 50                            | 60                              |
| 3 | Сироварний      | 3                 | т                        | 80                                   | 30             | 25  | 140                   | 50             | 30                            | 40                              |

Визначення добової витрати води населеного пункту починаємо з розрахунку водоспоживання його населення (табл. 1.1.2).

Добову витрату води на господарсько-питні потреби споживача кожного житлового району розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{доб.ср}} = N \cdot q_{\text{ж}} / 1000, \quad \text{м}^3/\text{добу}, \quad (1)$$

де  $N$  – кількість населення, проживаючих у даному районі, осіб;

$q_{\text{ж}}$  – господарсько-питне водоспоживання, л/ос·добу, яке приймаємо для кожного з районів населеного пункту у відповідності з [1]

Розрахункові витрати води на господарсько-питні потреби населення в добу найбільшого і найменшого водоспоживання визначаємо за вимогами [1]:

$$Q_{\text{доб.мах}} = K_{\text{доб.мах}} \cdot Q_{\text{доб.ср}} ; \quad (2)$$

$$Q_{\text{доб. min}} = K_{\text{доб. min}} \cdot Q_{\text{доб. ср}}, \quad (3)$$

де  $K_{\text{доб. max}} = 1,1-1,3$  і

$K_{\text{доб. min}} = 0,7-0,9$  – коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання [1].

Таблиця 1.1.2 Водоспоживання населення населеного пункту

| Райони населеного пункту | N, осіб      | $q_{\text{ж}}$ , л/ос.добу | $Q_{\text{доб. ср}}$ , м <sup>3</sup> /добу | $K_{\text{доб. max}}$ | $Q_{\text{доб. max}}$ , м <sup>3</sup> /добу | $K_{\text{доб. min}}$ | $Q_{\text{доб. min}}$ , м <sup>3</sup> /добу |
|--------------------------|--------------|----------------------------|---|-----------------------|--|-----------------------|--|
| I                        | 57000        | 280                        | 15960                                       | 1,25                  | 19950  | 0,81                  | 12927,6                                      |
| II                       | 29000        | 225                        | 6525  | 1,27                  | 8286,8                                       | 0,87                  | 7209,5                                       |
| <b>Разом</b>             | <b>86000</b> | -                          | <b>22485</b>                                | -                     | <b>28236,8</b>                               | -                     | <b>20137,1</b>                               |

Вираховуємо водоспоживання на виробничі (табл. 1.1.3) та господарсько-питні (табл. 1.1.4) потреби промислових підприємств.

Таблиця 1.1.3 Водоспоживання на виробничі потреби підприємств

| Назва підприємства | № зміни | Одиниця продукції | $q_{\text{в}}$ , м <sup>3</sup> /од | $N_{\text{прод}}$ , од./зміну | $Q_{\text{в}}$ , м <sup>3</sup> /зміну |
|--------------------|---------|-------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| М'ясокомбінат      | 1       | т                 | 21                                  | 110                           | 2310                                   |
|                    | Всього  | -                 | -                                   | 110                           | 2310                                   |
| Фруктових соків    | 1       | 1000 банок        | 50                                  | 35                            | 1750                                   |
|                    | 2       | 1000 банок        | 50                                  | 30                            | 1500                                   |
|                    | Всього  |                   |                                     | 65                            | 3250                                   |
| Сироварний         | 1       | т                 | 25                                  | 50                            | 1250                                   |
|                    | 2       | т                 | 25                                  | 50                            | 1250                                   |
|                    | 3       | т                 | 25                                  | 40                            | 1000                                   |
|                    | Всього  |                   |                                     | 140                           | 3500                                   |
| Разом              |         |                   |                                     |                               | 9060                                   |

Витрати води на виробничі потреби підприємств визначаємо за кількістю створеної продукції, що випускається за змінами (8 годин) . Максимальною вважаємо першу зміну роботи підприємства (з 8 до 16 годин).

Витрати води на господарсько-питні потреби робочого персоналу на підприємствах у зміну передбачаємо [1]:

для гарячих цехів  $q_{\text{г}}$  – 45 л/особу;

для холодних  $q_{\text{х}}$  – 25 л/особу.

Кількість робочого персоналу , що приймають душ, визначаємо за даними показниками , а витрату води на 1 особу, що приймає душ,  $q_{\text{душ}}$ , на кожному підприємстві признаємо залежно від типу робочого процесу.

Таблиця 1.1.4 Водоспоживання на господарсько-питні потреби підприємств та прийняття душу

| № підприємства | № зміни | К-СТЬ працюючих, | Гарячі цехи           |                        |                                      | Холодні цехи          |                        |                                      | Q <sub>г.п.</sub> , м <sup>3</sup> /зм. | Прийняття душу          |                              |                                       |
|----------------|---------|------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
|                |         |                  | N <sub>г</sub> , осіб | q <sub>г</sub> , л/ос. | Q <sub>г</sub> , м <sup>3</sup> /зм. | N <sub>х</sub> , осіб | q <sub>х</sub> , л/ос. | Q <sub>х</sub> , м <sup>3</sup> /зм. |   | N <sub>душ</sub> , осіб | q <sub>душ</sub> , л/ос.з м. | Q <sub>душ</sub> , м <sup>3</sup> /зм |
| 1              | 1       | 110              | 33                    | 45                     | 1,49                                 | 77                    | 25                     | 1,93                                 | 3,41                                    | 55                      | 53,50                        | 2,94                                  |
|                | Σ       | 110              | 33                    |                        | 1,49                                 | 77                    |                        | 1,93                                 | 3,41                                    | 55                      |                              | 2,94                                  |
| 2              | 1       | 35               | 18                    | 45                     | 0,81                                 | 17                    | 25                     | 0,43                                 | 1,24                                    | 21                      | 53,50                        | 1,12                                  |
|                | 2       | 30               | 15                    |                        | 0,68                                 | 15                    |                        | 0,38                                 | 1,05                                    | 18                      |                              | 0,96                                  |
|                | Σ       | 65               | 33                    |                        | 1,49                                 | 32                    |                        | 0,8                                  | 2,29                                    | 39                      |                              | 2,09                                  |
| 3              | 1       | 50               | 15                    | 45                     | 0,68                                 | 35                    | 25                     | 0,88                                 | 1,55                                    | 20                      | 53,50                        | 1,07                                  |
|                | 2       | 50               | 15                    |                        | 0,68                                 | 35                    |                        | 0,88                                 | 1,55                                    | 20                      |                              | 1,07                                  |
|                | 3       | 40               | 12                    |                        | 0,54                                 | 28                    |                        | 0,70                                 | 1,24                                    | 16                      |                              | 0,86                                  |
|                | Σ       | 140              | 42                    |                        | 1,89                                 | 98                    |                        | 2,45                                 | 4,34                                    | 56                      |                              | 3,00                                  |
| Разом          | -       | 315              | 108                   | -                      | 4,86                                 | 207                   | -                      | 5,18                                 | 10,04                                   | 150                     | -                            | 8,03                                  |

Об'єм максимального добового водоспоживання на полив парків та зелених насаджень (табл. 1.1.5) знаходимо в залежності від кліматичного району та кількості осіб, що мешкає в населеному пункті, ґрунтуючись ДБН В.2.5-74:2013

Таблиця 1.1.5 Витрати води на полив вулиць та зелених насаджень

| Райони населеного пункту | Кількість населення, осіб | Питомі витрати води, л/ос.добу | Витрата води, м <sup>3</sup> /добу |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| I                        | 57000                     | 65                             | 3705                               |
| II                       | 29000                     | 65                             | 1885                               |
| <b>Разом</b>             | <b>86000</b>              | <b>-</b>                       | <b>5590</b>                        |

За даними минулих таблиць складаємо таблицю 1.1.6 балансу всіх видів водоспоживання населеного пункту.

Таблиця 1.1.6 Баланс добового споживання населеного пункту

| №                      | Споживачі           | Витрата води, м <sup>3</sup> /добу |                                   |                                  |
|------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                        |                     | середньодобове водоспоживання      | доба максимального водоспоживання | доба мінімального водоспоживання |
| 1                      | Населення I району  | 15960,0                            | 19950,0                           | 12927,6                          |
|                        | Невраховані витрати | 798,0                              | 997,5                             | 646,4                            |
|                        | <b>Разом</b>        | <b>16758,0</b>                     | <b>20947,5</b>                    | <b>13574,0</b>                   |
| 2                      | Населення II району | 6525,0                             | 8286,6                            | 7209,5                           |
|                        | Невраховані витрати | 326,3                              | 414,3                             | 360,5                            |
|                        | <b>Разом</b>        | <b>4598</b>                        | <b>5931,42</b>                    | <b>4046,24</b>                   |
| 3                      | Підприємство 1      |                                    |                                   |                                  |
|                        | Виробничі потреби   | 2310                               | 2310                              | 2310                             |
|                        | Господарсько-питні  | 3,41                               | 3,41                              | 3,41                             |
|                        | Душові              | 2,94                               | 2,94                              | 2,94                             |
|                        | <b>Разом</b>        | <b>2316,35</b>                     | <b>2316,35</b>                    | <b>2316,35</b>                   |
| 4                      | Підприємство 2      |                                    |                                   |                                  |
|                        | 1950                | 3250                               | 3250                              | 3250                             |
|                        | 14,26               | 2,29                               | 2,29                              | 2,29                             |
|                        | 14,766              | 2,09                               | 2,09                              | 2,09                             |
|                        | <b>1979,026</b>     | <b>3254,37</b>                     | <b>3254,37</b>                    | <b>3254,37</b>                   |
| 5                      | Підприємство 3      |                                    |                                   |                                  |
|                        | Виробничі потреби   | 3500                               | 3500                              | 3500                             |
|                        | Господарсько-питні  | 4,34                               | 4,34                              | 4,34                             |
|                        | Душові              | 3,00                               | 3,00                              | 3,00                             |
|                        | <b>Разом</b>        | <b>3507,34</b>                     | <b>3507,34</b>                    | <b>3507,34</b>                   |
| 6                      | Полив               |                                    |                                   |                                  |
|                        | I район             | 1852,5                             | 3705                              | 0                                |
|                        | II район            | 942,5                              | 1885                              | 0                                |
|                        | <b>Разом</b>        | <b>2795</b>                        | <b>5590</b>                       |                                  |
| <b>Всього по місту</b> |                     | <b>21765,4305</b>                  | <b>35482,31</b>                   | <b>44316,49</b>                  |

У відповідності з [1] витрати води для потреб промислових підприємств та невраховані витрати приймаємо у розмірі 10% від витрат води на господарсько-питні потреби населеного пункту.

Середньодобову витрату води на полив вулиць та зелених насаджень приймаємо у розмірі 50% від витрат води на ці потреби у добу максимального водоспоживання. У добу мінімального водоспоживання полив не виконують.

### 1.1.2 Визначення погодинних витрат

Для даних районів населеного пункту знаходимо максимальний коефіцієнт погодинної нерівномірності водоспоживання населенням [1]:

$$K_{г.маx} = \alpha_{маx} \cdot \beta_{маx} ; \quad (4)$$

де  $\alpha_{маx}$  – коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будинків [1];

$\beta$  – коефіцієнт, який враховує чисельність мешканців у населеному пункті [1].

I район:

$$K_{г.маx.I} = 1,2 * 1,14 = 1,367 \quad (5)$$

II район:

$$K_{г.маx.II} = 1,3 * 1,1875 = 1,5. \quad (6)$$

Сумарні витрати води ми розподіляємо за годинами максимального водоспоживання (табл. 1.7).

Погодинні витрати ресурсу споживачами кожного даних районі обчислюємо, ґрунтуючись графіками водоспоживання, приймаючи для першого району населеного пункту  $K_{г.маx} = 1,4$ , а для другого –  $K_{г.маx} = 1,5$ .

Витрати води на виробництво та господарсько-питні потреби підприємств мають бути рівномірними протягом зміни. Для усіх підприємств приймаємо 8-годинну зміну з початком першої зміни о 8 годині. Витрата води в душі виконується перші 45 хвилин після завершення зміни.

Витрати води на полив зелених насаджень та вулиць виконуємо із врахуванням вимог [1], відповідно з якими полив необхідно проводити в години мінімального і середнього водоспоживання.

Завдяки врахованому споживанню населеного пункту, приймаємо графік споживання за годинами доби (графік 1.1.1) по сумарним погодинним витратам (графа 22 табл. 1.1.6).

Таблиця 1.1.6 Погодинні витрати населеного пункту

| Години доби | населення I району         |                 | населення II району        |                 | Разом    | Підприємство 1 |            |         |         | Підприємство 2 |            |         |         | Підприємство 3 |            |         |         | ΣQ, м³/год | Полив   |          | Q <sub>населеного пункту</sub> , м³/год |
|-------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|----------|----------------|------------|---------|---------|----------------|------------|---------|---------|----------------|------------|---------|---------|------------|---------|----------|---|
|             | % від Q <sub>доб.мах</sub> | витрата, м³/год | % від Q <sub>доб.мах</sub> | витрата, м³/год |          | ви-роб-ничі    | госп-питні | ду-шові | разом   | ви-роб-ничі    | госп-питні | ду-шові | разом   | ви-роб-ничі    | госп-питні | ду-шові | разом   |            | I район | II район |   |
| 1           | 2                          | 3               | 4                          | 5               | 6        | 7              | 8          | 9       | 10      | 11             | 12         | 13      | 14      | 15             | 16         | 17      | 18      | 19         | 20      | 21       | 22                                      |
| 0-1         | 2,5                        | 523,69          | 2                          | 174,02          | 697,71   |                |            |         |         |                |            | 0,96    | 0,963   | 125,00         | 0,16       | 1,07    | 126,23  | 824,89     | 370,50  |          | 1195,39                                 |
| 1-2         | 2,65                       | 555,11          | 2,1                        | 182,72          | 737,83   |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 862,98     | 370,50  |          | 1233,48                                 |
| 2-3         | 2,2                        | 460,85          | 1,85                       | 160,97          | 621,81   |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 746,97     | 370,50  |          | 1117,47                                 |
| 3-4         | 2,25                       | 471,32          | 1,9                        | 165,32          | 636,64   |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 761,79     | 370,50  |          | 1132,29                                 |
| 4-5         | 3,2                        | 670,32          | 2,85                       | 247,98          | 918,30   |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 1043,45    | 370,50  | 235,625  | 1649,58                                 |
| 5-6         | 3,9                        | 816,95          | 3,7                        | 321,93          | 1138,89  |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 1264,04    | 370,50  |          | 1634,54                                 |
| 6-7         | 4,5                        | 942,64          | 4,5                        | 391,54          | 1334,18  |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 1459,33    |         | 235,625  | 1694,96                                 |
| 7-8         | 5,1                        | 1068,32         | 5,3                        | 461,15          | 1529,47  |                |            |         |         |                |            |         |         | 125,00         | 0,16       |         | 125,16  | 1654,63    |         |          | 1654,63                                 |
| 8-9         | 5,35                       | 1120,69         | 5,8                        | 504,65          | 1625,35  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       | 0,86    | 157,30  | 2290,73    |         |          | 2290,73                                 |
| 9-10        | 5,85                       | 1225,43         | 6,05                       | 526,41          | 1751,84  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2416,36    |         |          | 2416,36                                 |
| 10-11       | 5,35                       | 1120,69         | 5,8                        | 504,65          | 1625,35  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2289,87    |         |          | 2289,87                                 |
| 11-12       | 5,25                       | 1099,74         | 5,7                        | 495,95          | 1595,70  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2260,22    |         |          | 2260,22                                 |
| 12-13       | 4,6                        | 963,59          | 4,8                        | 417,64          | 1381,23  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2045,75    |         |          | 2045,75                                 |
| 13-14       | 4,4                        | 921,69          | 4,7                        | 408,94          | 1330,63  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1995,16    |         |          | 1995,16                                 |
| 14-15       | 4,6                        | 963,59          | 5,05                       | 439,40          | 1402,98  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2067,51    |         |          | 2067,51                                 |
| 15-16       | 4,6                        | 963,59          | 5,3                        | 461,15          | 1424,73  | 288,75         | 0,43       |         | 289,18  | 218,75         | 0,15       |         | 218,90  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 2089,26    |         |          | 2089,26                                 |
| 16-17       | 4,9                        | 1026,43         | 5,45                       | 474,20          | 1500,63  |                |            | 2,94    | 2,94    | 187,5          | 0,13       | 1,12    | 188,75  | 156,25         | 0,19       | 1,07    | 157,51  | 1849,84    |         | 235,625  | 2085,46                                 |
| 17-18       | 4,6                        | 963,59          | 5,05                       | 439,40          | 1402,98  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1747,06    | 370,50  | 235,625  | 2353,18                                 |
| 18-19       | 4,7                        | 984,53          | 4,85                       | 422,00          | 1406,53  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1750,60    | 370,50  | 235,625  | 2356,73                                 |
| 19-20       | 4,5                        | 942,64          | 4,5                        | 391,54          | 1334,18  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1678,25    | 370,50  | 235,625  | 2284,38                                 |
| 20-21       | 4,4                        | 921,69          | 4,2                        | 365,44          | 1287,13  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1631,20    | 370,50  | 235,625  | 2237,33                                 |
| 21-22       | 4,2                        | 879,80          | 3,6                        | 313,23          | 1193,03  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1537,10    |         |          | 1537,10                                 |
| 22-23       | 3,7                        | 775,06          | 2,85                       | 247,98          | 1023,03  |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1367,11    |         | 235,625  | 1602,73                                 |
| 23-24       | 2,7                        | 565,58          | 2,1                        | 182,72          | 748,30   |                |            |         |         | 187,5          | 0,13       |         | 187,63  | 156,25         | 0,19       |         | 156,44  | 1092,38    |         |          | 1092,38                                 |
| Всього      | 100,00                     | 20947,50        | 100,00                     | 8700,93         | 29648,43 | 2310,00        | 3,41       | 2,94    | 2316,35 | 3250,00        | 2,29       | 2,09    | 3254,37 | 3500,00        | 4,34       | 3,00    | 3507,34 | 38726,49   | 3705,00 | 1885,00  | 44316,49                                |

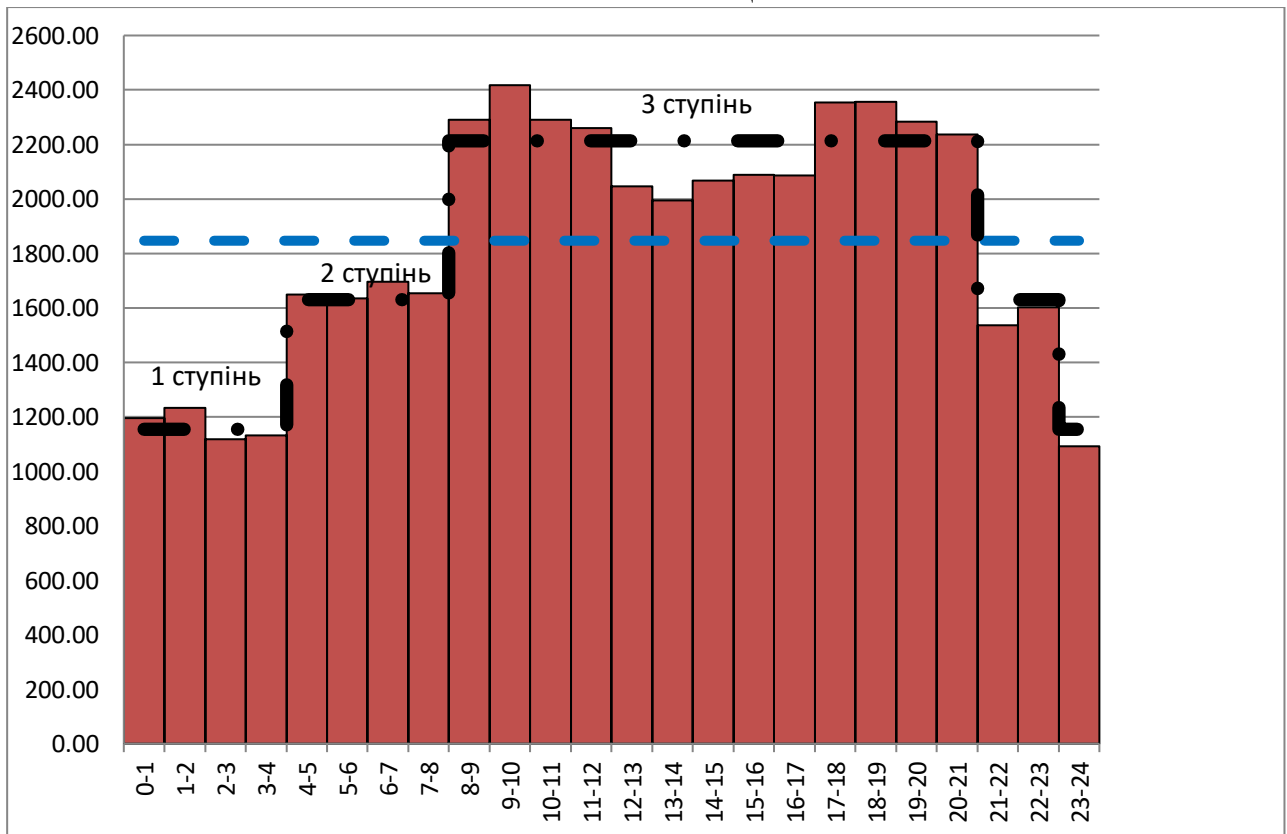
Для зменшення об'єму контррезервуару, робочий графік роботи насосної станції, які живлять водопровідну мережу, приймаємо в три ступені (графік 1.1.1). Подачу води насосами першого підйому (НС-I) і тривалість роботи кожної ступені на насосній станції другого підйому (НС-II) призначаються так:

Таблиця 1.1.7 Визначення подачі насосів на насосних станціях

|           | Тривалість роботи насосів, год. | Витрата, м <sup>3</sup> /год | Подача, м <sup>3</sup> /добу |
|-----------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 ступінь | 5                               | 1154,20                      | 5771,01                      |
| 2 ступінь | 6                               | 1628,92                      | 9773,54                      |
| 3 ступінь | 13                              | 2213,23                      | 28771,93                     |
| НС - II   | 24                              | 1846,52                      | 44316,49                     |

Створюємо графік водоспоживання за годинами доби (рис. 1.1) за сумарними погодинними витратами (графа 22 табл. 1.1.6).

Графік 1.1.1 Добові графіки водоспоживання населеного пункту і подачі води насосними станціями

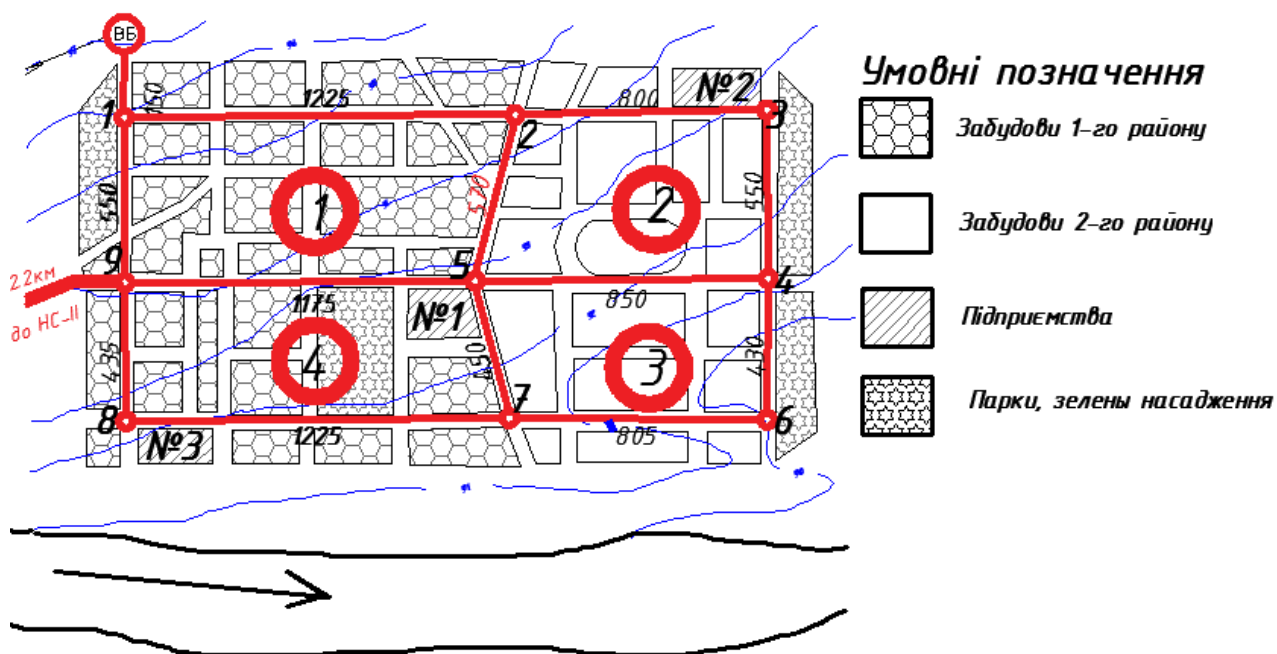


Згідно з графіком 1.1.1, пікові навантаження на мережу припадають з 8-12 годин ранку та з 17-21 годин вечора, з найбільшою витратою  $Q=2416$  м<sup>3</sup>/год(з 9 до 10 годин ранку)

### 1.2.3 Водопровідна мережа

В населеному пункті знаходиться 2 житлових району , в яких ми приймаємо кільцеву схему трасування водоводів, для забезпечення більшої надійності постачання води. Схема розбита на 4 кільця , які живлять житлові будинки , 3 підприємства, парки та інші об'єкти з зеленими насадженнями. Схема підключена до водонапірних споруд , а саме : НС-ІІ(Насосна станція другого підйому), яка знаходиться на поверхневій відмітці землі – 94,0 за 2200 м від населеного пункту , і підключається до вузла 4; Контррезервуар , а саме водонапірна башта, яка знаходиться на самій вищій поверхні місцевості (97,1) і підключена до вузла 1 з довжиною водовода – 200м.

Дана кільцева схема має 4 кільця та 9 вузлів. До вузлів 5,3 та 8 під'єднані 3 промислові підприємства.



За прийнятою схемою , ми розраховуємо місткість водонапірної башти та резервуару чистої води.

Регулюючий об'єм водонапірної башти визначаємо за шляхом суміщення графіку водоспоживання і подачі води насосами (табл. 1.2.1).

Таблиця 1.2.1 Визначення регулюючого об'єму бака водонапірної башти

| Години доби  | Q <sub>населеного пункту</sub> , м <sup>3</sup> /год | Q <sub>н.с.п.</sub> , м <sup>3</sup> /год | q у бак, м <sup>3</sup> /год | q із бака, м <sup>3</sup> /год | W у баку, м <sup>3</sup> |
|--------------|--|---|------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1            | 2  | 3   | 4                            | 5                              | 6                        |
| 0-1          | 1195,39  | 1154,20                                   |                              | 41,19                          | -41,19                   |
| 1-2          | 1233,48  | 1154,20                                   |                              | 79,28                          | -120,47                  |
| 2-3          | 1117,47  | 1154,20                                   | 36,74                        |                                | -83,74                   |
| 3-4          | 1132,29  | 1154,20                                   | 21,91                        |                                | -61,82                   |
| 4-5          | 1649,58  | 1628,92                                   |                              | 20,65                          | -82,48                   |
| 5-6          | 1634,54  | 1628,92                                   |                              | 5,62                           | -88,10                   |
| 6-7          | 1694,96  | 1628,92                                   |                              | 66,04                          | -154,13                  |
| 7-8          | 1654,63  | 1628,92                                   |                              | 25,70                          | -179,83                  |
| 8-9          | 2290,73  | 2213,23                                   |                              | 77,50                          | -257,33                  |
| <b>9-10</b>  | <b>2416,36</b>                                       | 2213,23                                   |                              | 203,13                         | -460,47                  |
| 10-11        | 2289,87  | 2213,23                                   |                              | 76,64                          | -537,11                  |
| 11-12        | 2260,22  | 2213,23                                   |                              | 47,00                          | -584,11                  |
| 12-13        | 2045,75  | 2213,23                                   | 167,47                       |                                | -416,63                  |
| 13-14        | 1995,16  | 2213,23                                   | 218,07                       |                                | -198,57                  |
| 14-15        | 2067,51  | 2213,23                                   | 145,72                       |                                | -52,85                   |
| 15-16        | 2089,26  | 2213,23                                   | 123,97                       |                                | 71,12                    |
| 16-17        | 2085,46  | 2213,23                                   | 127,76                       |                                | 198,88                   |
| 17-18        | 2353,18  | 2213,23                                   |                              | 139,96                         | 58,92                    |
| 18-19        | 2356,73  | 2213,23                                   |                              | 143,50                         | -84,58                   |
| 19-20        | 2284,38  | 2213,23                                   |                              | 71,15                          | -155,73                  |
| 20-21        | 2237,33  | 2213,23                                   |                              | 24,10                          | -179,83                  |
| 21-22        | 1537,10  | 1628,92                                   | 91,82                        |                                | -88,01                   |
| <b>22-23</b> | <b>1602,73</b>                                       | 1628,92                                   | 26,19                        |                                | -61,82                   |
| 23-24        | 1092,38  | 1154,20                                   | 61,83                        |                                | 0,00                     |
| Всього       | 44316,49   | 44316,49                                  | 1021,47                      | 1021,47                        |                          |

Регулюючий об'єм бака контррезервуара є рівним арифметичній сумі найбільшого (198,88) і найменшого (-584,11) значень залишку води в об'ємах баку. Отже  $W_{\text{рег.б}} = 782,88 \text{ м}^3$ .

Одержаний регулюючий об'єм башти примусово зменшуємо на 40% (тобто на  $313,15 \text{ м}^3$ ), отримуємо регулюючий об'єм  $W_{\text{рег.б}} = 469,73 \text{ м}^3$ .

Протипожежний запас води в башті, визначаємо з розрахунку на 10-хвилинну тривалість гасіння однієї зовнішньої і однієї внутрішньої пожежі при одночасних найбільших витратах на інші цілі:

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(q_{\text{п.з}} + q_{\text{п.в}} + q_{\text{б.мах}}) \cdot t, \text{ м}^3$$

$q_{\text{п.з}}$  і  $q_{\text{п.в}}$  – розрахункові витрати на гасіння однієї пожежі

$q_{\text{б.мах}}$  – витрата води з бака башти в годину максимального водоспоживання, л/с.

$$W_{\text{пож.б}} = 0,6(35 + 5 + 203,13/3,6) \cdot 6 = 60,345 \text{ м}^3$$

Реальний об'єм споруди башти знаходимо за формулою

$$W_6 = W_{\text{рег.б}} + W_{\text{пож.б}} = 530,07 \text{ м}^3.$$

За розрахунками призначаємо водонапірну башту з об'ємом бака  $W_6 = 600 \text{ м}^3$ . Отже, діаметр бака становитиме  $D_6 = \sqrt[3]{\frac{600}{0,785}} = 9,14 \text{ м}$ ; висота

регулюючого об'єму  $h_{\text{рег.б}} = \frac{1,27 \cdot 469,73}{9,14^2} = 7,14 \text{ м}$

, а протипожежного  $h_{\text{пож.б}} = \frac{1,27 \cdot 60,34}{9,14^2} = 0,91 \text{ м}$ .

Регулюючий об'єм резервуару чистої води (надалі РЧВ) знаходимо за суміщенням графіків подачі насосами 1-го і 2-го підйомів (табл. 1.2.2).

Таблиця 1.2.2 Визначення регулюючого об'єму РЧВ

| Години доби   | Q <sub>НС-I</sub> , м <sup>3</sup> /год | Q <sub>НС-II</sub> , м <sup>3</sup> /год | q до РЧВ, м <sup>3</sup> /год | q із РЧВ, м <sup>3</sup> /год | W у РЧВ, м <sup>3</sup> |
|---------------|---|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1             | 2                                       | 3  | 4                             | 5                             | 6                       |
| 0-1           | 1846,52                                 | 1154,20                                  | 692,32                        |                               | 692,32                  |
| 1-2           | 1846,52                                 | 1154,20                                  | 692,32                        |                               | 1384,64                 |
| 2-3           | 1846,52                                 | 1154,20                                  | 692,32                        |                               | 2076,95                 |
| 3-4           | 1846,52                                 | 1154,20                                  | 692,32                        |                               | 2769,27                 |
| 4-5           | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | 2986,87                 |
| 5-6           | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | 3204,46                 |
| 6-7           | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | 3422,06                 |
| 7-8           | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | 3639,66                 |
| 8-9           | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 3272,95                 |
| 9-10          | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 2906,25                 |
| 10-11         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 2539,54                 |
| 11-12         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 2172,84                 |
| 12-13         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 1806,13                 |
| 13-14         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 1439,42                 |
| 14-15         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 1072,72                 |
| 15-16         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 706,01                  |
| 16-17         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | 339,31                  |
| 17-18         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | -27,40                  |
| 18-19         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | -394,10                 |
| 19-20         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | -760,81                 |
| 20-21         | 1846,52                                 | 2213,23                                  |                               | 366,71                        | -1127,51                |
| 21-22         | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | -909,92                 |
| 22-23         | 1846,52                                 | 1628,92                                  | 217,60                        |                               | -692,32                 |
| 23-24         | 1846,52                                 | 1154,20                                  | 692,32                        |                               | 0,00                    |
| <b>Всього</b> | 44316,49                                | 44316,49                                 | 4767,17                       | 4767,17                       |                         |

$$W_{\text{рег.р}} = 3639,66 + 1127,51 = 4767 \text{ м}^3.$$

Далі для розрахунку, регулюючий об'єм води в РЧВ збільшуємо на величину регулюючого об'єму башти ( $313,15 \text{ м}^3$ ), тобто

$$W_{\text{рег.р}} = 4767,17 + 313,15 = 5080,32 \text{ м}^3.$$

Повний об'єм РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{рег.р}} + W_{\text{пож.р}} + W_{\text{в.п}}, \quad (6)$$

де  $W_{\text{в.п}}$  – запас води на власні потреби станцій підготовки води (приймаємо  $W_{\text{в.п}} = 0,06 \cdot Q_{\text{доб.мах}} = 0,06 \cdot 44316,49 = 2658,9 \text{ м}^3$ );  $W_{\text{пож.р}}$  – пожежний запас води:

$$W_{\text{пож.р}} = T_{\text{п}} (3,6q_{\text{п}} - Q_1) + W_{\text{госп}}, \quad (7)$$

де  $T_{\text{п}} = 3$  – час гасіння пожежі в системах водопостачання I категорії;  $q_{\text{п}}$  – витрати води на гасіння розрахункової кількості пожеж у населеному пункті, ( $q_{\text{п}} = 2 \cdot 35 = 70 \text{ л/с}$ );

$3,6$  – коефіцієнт переведення л/с у  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$W_{\text{госп}} = 2290,73 + 2416,36 + 2289,87 = 6996,95 \text{ м}^3$  – об'єм води, що споживається за три суміжні години найбільшого водоспоживання (графа 19 табл.1.1.6).

$$W_{\text{пож.р}} = 3 \cdot ((3,6 \cdot 70) - 1834,44) + 6996,95 = 2249,64 \text{ м}^3.$$

$$W_{\text{рчв}} = 4767,17 + 2249,64 + 2658,98 = 9988,94 \text{ м}^3.$$

В даному проекті ми закладаємо 2 РЧВ прямокутної форми місткістю  $5000 \text{ м}^3$  кожний і з такими габаритними розмірами: довжина – 30 м, ширина – 36 м, глибина води – 4,63 м

Глибини об'ємів води:

$$\text{– регулюючого } h_{\text{рег.р}} = W_{\text{р.р}} / nF_{\text{рчв}} = 5080,32 / 2 \cdot 30 \cdot 36 = 2,35 \text{ м};$$

$$\text{– пожежного } h_{\text{пож.р}} = 2249,63 / 2 \cdot 30 \cdot 36 = 1,04 \text{ м};$$

$$\text{– на власні потреби } h_{\text{в.п}} = 2658,98 / 2 \cdot 30 \cdot 36 = 1,23 \text{ м}.$$

Відмітка максимального рівня води в резервуарі:

$$Z_{\text{мах.р}} = Z_{\text{з.р}} + \Delta h_{\text{р}} = 94,0 + 1,0 = 95,0 \text{ м}$$

де  $Z_{\text{з.р}}$  – відмітка поверхні землі в місці знаходження майданчика РЧВ і НС-II, м;

$\Delta h_{\text{р}}$  – перевищення максимального рівня води над поверхнею землі, м.

Відмітка дна РЧВ:

$$Z_{\text{д.р}} = Z_{\text{мах.р}} - h_{\text{р}} = 95,0 - 4,84 = 90,16 \text{ м},,$$

Відмітка мінімального рівня води в РЧВ:

$$Z_{\text{мін.р}} = Z_{\text{мах.р}} - h_{\text{рег.р}} - h_{\text{в.п}} = 95 - 2,26 - 1,22 = 91,52 \text{ м}.$$

## 1.2.4 Визначення розрахункових режимів водопровідної мережі

Так як у проекті прийнято схему водопостачання населеного пункту з водонапірною баштою у вузлі №1, то ми розраховуємо режими максимального водоспоживання: години максимального водовідбору з мережі (година 9-10 табл.1.1.6), години максимального транзиту води в бак водонапірної башти (година 16-17 табл.1.1.6) та гасіння пожежі при максимальному водовідборі.

Для виконання гідравлічного розрахунку водоводів, витрати води на різні потреби в годину максимального водоспоживання та максимального транзиту води в башту, виписані з табл.1.1.6, перетворюємо у секундні (поділивши на 3,6). Результати переносим в таблицю 1.2.3.

Таблиця 1.2.3 Визначення розрахункових секундних витрат води

| Розмірність                                | Q <sub>нас.І</sub> | Q <sub>нас.ІІ</sub> | Q <sub>підпр..1</sub> | Q <sub>підпр..2</sub> | Q <sub>підпр..3</sub> | Q <sub>пол..1</sub> | Q <sub>пол..2</sub> | Всього  |
|--|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------|
| година максимального водоспоживання        |                    |                     |                       |                       |                       |                     |                     |         |
| м <sup>3</sup> /год                        | 1225,43            | <b>526,41</b>       | 289,18                | 218,90                | 156,44                | 0                   | 0                   | 2416,36 |
| л/с  | 340,40             | 146,22              | 80,33                 | 60,81                 | 43,46                 | 0                   | 0                   | 671,21  |
| година максимального транзиту води в башту |                    |                     |                       |                       |                       |                     |                     |         |
| м <sup>3</sup> /год                        | 921,69             | 408,94              | 289,18                | 218,90                | 156,44                | 0,00                | 0,00                | 1995,16 |
| л/с  | 256,03             | 113,60              | 80,33                 | 60,81                 | 43,46                 | 0,00                | 0,00                | 554,21  |

Згідно з таблицею 1.2.3 , приймаємо потрібні нам значення для розрахування посекудних витрат споживання мережі для трьох розрахункових режимів. Результати заносимо в таблицю 1.2.4 . Під час пожежі башта вважається не працюючою

Таблиця 1.2.4 Визначення секундних витрат живлення мережі

| Одиниця             | Режим   | Водоспоживання | Подача насосів | Надходження води із башти | Подача води в башту |
|---------------------|---------|----------------|----------------|---------------------------|---------------------|
| м <sup>3</sup> /год | max     | 2416,36        | 2213,23        | 203,13                    |                     |
| л/с                 |         | 671,21         | 614,78         | 56,43                     |                     |
| м <sup>3</sup> /год | Транзит | 1995,16        | 2213,23        |                           | 218,07              |
| л/с                 |         | 554,21         | 614,78         |                           | 60,57               |
| м <sup>3</sup> /год | max+пож | 2668,36        | 2668,36        |                           |                     |
| л/с                 |         | 741,21         | 741,21         |                           |                     |

Для кожного режиму постачання води створюємо окрему схему мережі (рис. 1.2.1-1.2.3) з даними про: номери вузлів і вузлових водовідборів, витрат магістралі від НС-ІІ до мережі, та трасуємо напрямки потоків води магістральною мережею і знаходимо витрати на окремих ділянках.

### Максимальне водоспоживання

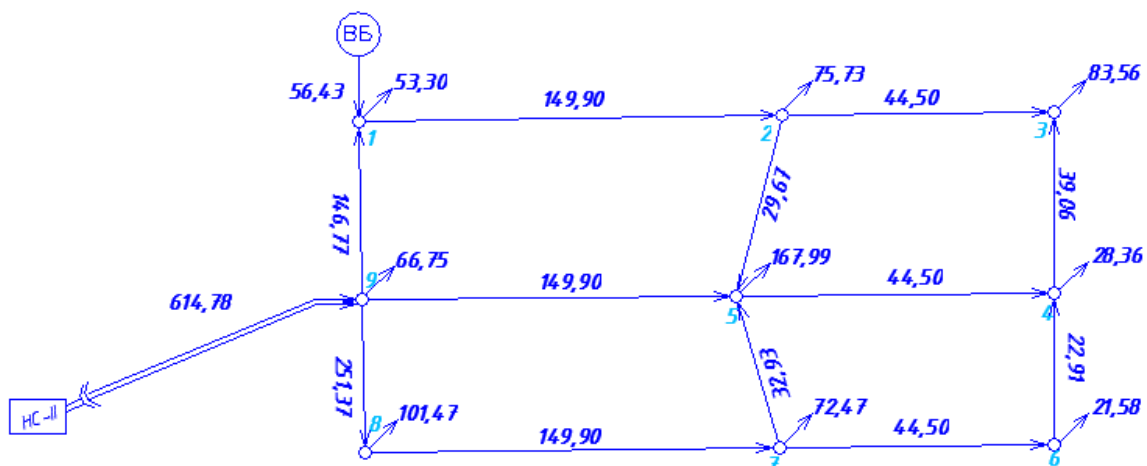


Рис.1.2.1. Розподілення витрат води для режиму максимального водоспоживання

### Максимальне водоспоживання + пожежа

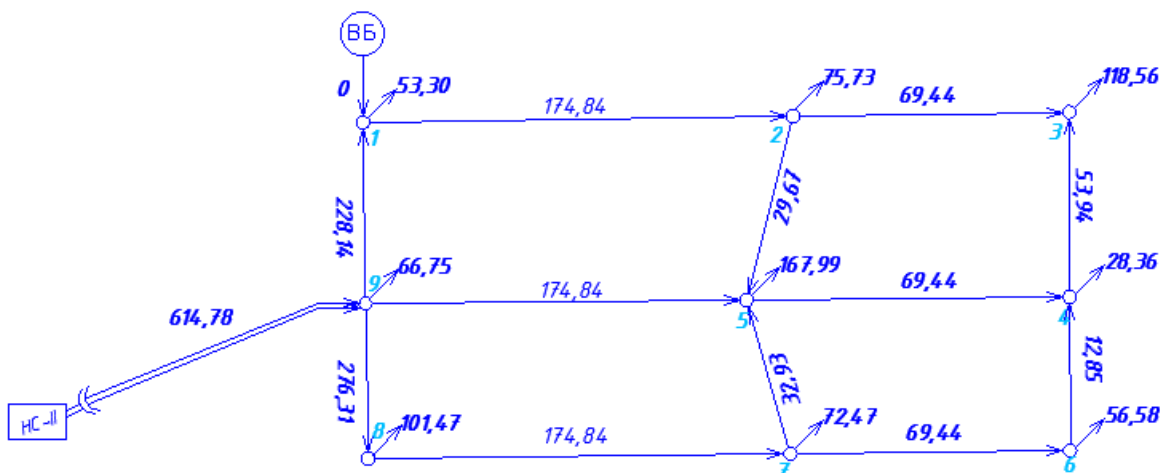


Рис. 1.2.2. Розподіл води для режиму пожежогасіння у часи максимального водоспоживання

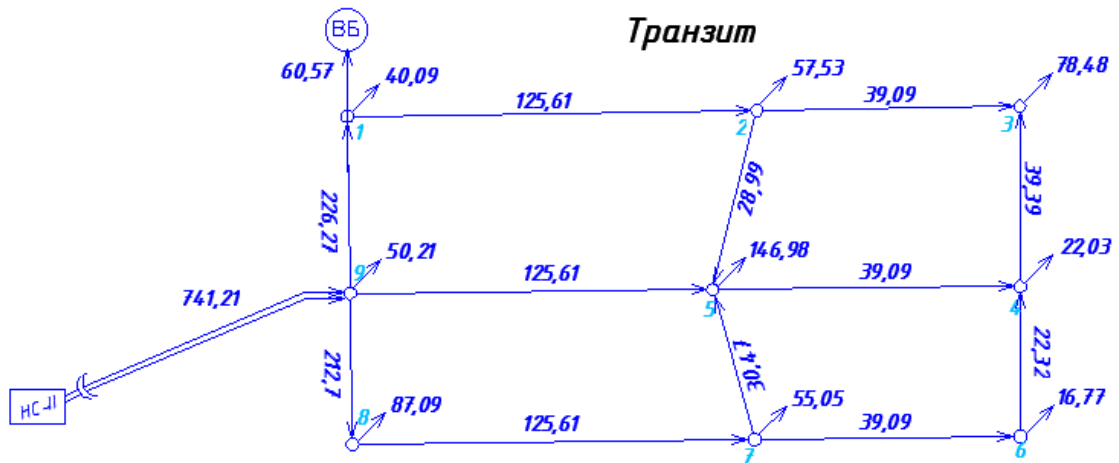


Рис. 1.2.3. Розподіл витрат води для режиму транзиту води в контррезервуар

Для мережі водопостачання населеного пункту закладаємо чавунні труби.

За подальшими розрахунками ми визначаємо економічно та практично доцільні діаметри водоводів. Результати переносимо до табл. 1.2.5- 1.2.7.

Гідравлічний розрахунок виконуємо для всіх розрахункових режимів. Втрати напору на ділянках водопровідної мережі визначаємо за формулою

$$h = S \cdot q^2 = A \cdot K_1 \cdot l \cdot q^2, \quad \text{м}, \quad (9)$$

де  $q$  – витрата води на ділянці, л/с;  $S$  – опір ділянки, що дорівнює

$$S_i = A \cdot K_1 \cdot l, \quad (\text{с/л})^2 \text{м}, \quad (10)$$

де  $A$  – питомий гідравлічний опір трубопроводу,  $(\text{с/л})^2$  (додаток 9 методичних вказівок);

$K_1$  – коефіцієнт поправки до  $A$  залежно від швидкості руху води  $V$ ;

$l$  – довжина ділянки трубопроводу, м.

Так, як питомий гідравлічний опір трубопроводу  $A$  і опір ділянки  $S$  в табл. 1.2.5- 1.2.7 наведено для  $q$  в  $\text{м}^3/\text{с}$ , а значення ділянок мережі  $q$  дано в л/с, то при обчисленнях опір ділянки  $S$  потрібно ділити на 1000000.

Поправочну витрату кільця  $\Delta q_k$  визначаємо за формулою

$$\Delta q_k = \frac{|\Delta h|}{2 \cdot \Sigma(Sq)} = \frac{|\Delta h|}{2 \Sigma \left( \frac{h}{q} \right)} \quad \text{л/с}, \quad (11)$$

де  $\Delta h$  – нев'язка кільця, м.

Розрахунок ведемо до значення допустимих нев'язок в усіх кільцях:

- у випадку господарських режимів роботи мережі  $\Delta h \leq 0,5$  м;
- у випадку режиму пожежогасіння  $\Delta h \leq 1,0$  м.

По контуру мережі допустима нев'язка становить:

- у випадку господарських-питних режимів роботи мережі  $\Delta h \leq 1,0$  м;
- у випадку режиму пожежогасіння  $\Delta h \leq 1,5$  м

Таблиця 1.2.5. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання

| № кільця | № ділянки | L, м | D, мм | попередній поточкорозподіл |        |         |                |                |              |             |                      |      |
|----------|-----------|------|-------|----------------------------|--------|---------|----------------|----------------|--------------|-------------|----------------------|------|
|          |           |      |       | q, л/с                     | V, м/с | A       | K <sub>1</sub> | A <sub>п</sub> | S            | знак        | h = S*q <sup>2</sup> | h/q  |
| 1        | 1-9       | 550  | 400   | 146,77                     | 1,17   | 0,2189  | 1,006          | 0,220          | 121,12       | 1           | 2,61                 | 0,02 |
|          | 1-2       | 1225 | 400   | 149,9                      | 1,19   | 0,2189  | 1,0015         | 0,219          | 268,55       | 1           | 6,03                 | 0,04 |
|          | 2-5       | 570  | 250   | 29,67                      | 0,60   | 2,528   | 1,115          | 2,819          | 1606,67      | 1           | 1,41                 | 0,05 |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 149,89                     | 1,19   | 0,2189  | 1,0015         | 0,219          | 257,59       | -1          | -5,79                | 0,04 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | 4,27                 | 0,14 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                | □              | Δq кільця =  | 14,80       |                      |      |
| 2        | 2-3       | 800  | 250   | 44,5                       | 0,91   | 2,528   | 1,04           | 2,629          | 2103,30      | 1           | 4,17                 | 0,09 |
|          | 3-4       | 550  | 250   | 39,06                      | 0,80   | 2,528   | 1,062          | 2,685          | 1476,60      | -1          | -2,25                | 0,06 |
|          | 4-5       | 850  | 250   | 44,5                       | 0,91   | 2,528   | 1,04           | 2,629          | 2234,75      | -1          | -4,43                | 0,10 |
|          | 2-5       | 570  | 250   | 29,67                      | 0,60   | 2,528   | 1,115          | 2,819          | 1606,67      | -1          | -1,41                | 0,05 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | -3,93                | 0,30 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                | □              | Δq кільця =  | 6,58        |                      |      |
| 3        | 4-5       | 850  | 250   | 44,50                      | 0,91   | 2,528   | 1,04           | 2,629          | 2234,75      | 1           | 4,43                 | 0,10 |
|          | 4-6       | 430  | 200   | 22,91                      | 0,73   | 8,092   | 1,079          | 8,731          | 3754,45      | -1          | -1,97                | 0,09 |
|          | 6-7       | 805  | 250   | 44,50                      | 0,91   | 2,528   | 1,04           | 2,629          | 2116,44      | -1          | -4,19                | 0,09 |
|          | 5-7       | 450  | 200   | 32,93                      | 1,05   | 8,092   | 1,024          | 8,286          | 3728,79      | 1           | 4,04                 | 0,12 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | 2,31                 | 0,40 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                | □              | Δq кільця =  | 2,87        |                      |      |
| 4        | 5-7       | 450  | 200   | 32,93                      | 1,05   | 8,092   | 1,024          | 8,286          | 3728,79      | -1          | -4,04                | 0,12 |
|          | 7-8       | 1225 | 400   | 149,90                     | 1,19   | 0,2189  | 1,0015         | 0,219          | 268,55       | -1          | -6,03                | 0,04 |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 149,89                     | 1,19   | 0,2189  | 1,0015         | 0,219          | 257,59       | 1           | 5,79                 | 0,04 |
|          | 8-9       | 435  | 500   | 251,37                     | 1,28   | 0,06778 | 1              | 0,068          | 29,48        | -1          | -1,86                | 0,01 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | -6,15                | 0,21 |
|          |           |      |       |                            |        |         |                | □              | Δq кільця =  | 14,72       |                      |      |
|          |           |      |       |                            |        |         |                | □              | Δh контура = | 3,50        |                      |      |

Таблиця 1.2.5

| Шосте наближення           |                                |            |                  |                  |       |         |                               |                   |             |
|----------------------------|--------------------------------|------------|------------------|------------------|-------|---------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| $\Delta q_{\text{кільця}}$ | $\Delta q_{\text{сум.кільця}}$ | $\Delta q$ | $q, \text{ л/с}$ | $V, \text{ м/с}$ | $K_1$ | $S$     | знак                          | $h = S \cdot q^2$ | $h/q$       |
| 0,05                       |                                | 0,05       | 137,10           | 1,09             | 1,017 | 122,38  | 1                             | 2,30              | 0,02        |
| 0,05                       |                                | 0,05       | 140,23           | 1,12             | 1,014 | 271,77  | 1                             | 5,34              | 0,04        |
| 0,05                       | -0,11                          | -0,06      | 12,80            | 0,26             | 1,320 | 1902,07 | 1                             | 0,31              | 0,02        |
| -0,05                      | 0,23                           | 0,17       | 176,16           | 1,40             | 1,000 | 257,21  | -1                            | -7,98             | 0,05        |
|                            |                                |            |                  |                  |       |         | $\Delta h_{\text{кільця}} =$  | <b>0,03</b>       | <b>0,12</b> |
|                            |                                |            | □                | □                | □     | □       | $\Delta q_{\text{кільця}} =$  | <b>0,10</b>       |             |
| 0,11                       |                                | 0,11       | 51,70            | 1,05             | 1,023 | 2067,90 | 1                             | 5,53              | 0,11        |
| -0,11                      |                                | -0,11      | 31,86            | 0,65             | 1,103 | 1533,61 | -1                            | -1,56             | 0,05        |
| -0,11                      | 0,05                           | -0,05      | 40,24            | 0,82             | 1,056 | 2269,13 | -1                            | -3,67             | 0,09        |
| -0,11                      | 0,05                           | -0,06      | 12,80            | 0,26             | 1,320 | 1902,07 | -1                            | -0,31             | 0,02        |
|                            |                                |            |                  |                  |       |         | $\Delta h_{\text{кільця}} =$  | <b>0,02</b>       | <b>0,27</b> |
|                            |                                |            | □                | □                | □     | □       | $\Delta q_{\text{кільця}} =$  | <b>0,03</b>       |             |
| 0,05                       | -0,11                          | -0,05      | 40,24            | 0,82             | 1,056 | 2269,13 | 1                             | 3,67              | 0,09        |
| -0,05                      |                                | -0,05      | 19,97            | 0,64             | 1,106 | 3848,39 | -1                            | -1,54             | 0,08        |
| -0,05                      |                                | -0,05      | 41,56            | 0,85             | 1,052 | 2140,86 | -1                            | -3,70             | 0,09        |
| 0,05                       | -0,23                          | -0,17      | 19,27            | 0,61             | 1,112 | 4049,24 | 1                             | 1,50              | 0,08        |
|                            |                                |            |                  |                  |       |         | $\Delta h_{\text{кільця}} =$  | <b>0,06</b>       | <b>0,34</b> |
|                            |                                |            | □                | □                | □     | □       | $\Delta q_{\text{кільця}} =$  | <b>0,08</b>       |             |
| -0,23                      | 0,05                           | -0,17      | 19,27            | 0,61             | 1,112 | 4049,24 | -1                            | -1,50             | 0,08        |
| -0,23                      |                                | -0,23      | 133,30           | 1,06             | 1,021 | 273,78  | -1                            | -4,86             | 0,04        |
| 0,23                       | -0,05                          | 0,17       | 176,16           | 1,40             | 1,000 | 257,21  | 1                             | 7,98              | 0,05        |
| -0,23                      |                                | -0,23      | 234,77           | 1,20             | 1,002 | 29,53   | -1                            | -1,63             | 0,01        |
|                            |                                |            |                  |                  |       |         | $\Delta h_{\text{кільця}} =$  | <b>0,01</b>       | <b>0,17</b> |
|                            |                                |            | □                | □                | □     | □       | $\Delta q_{\text{кільця}} =$  | <b>0,04</b>       |             |
|                            |                                |            |                  |                  |       |         | $\Delta h_{\text{контура}} =$ | <b>0,11</b>       |             |

Таблиця 1.2.6. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального водоспоживання при пожежі

| № кільця | № ділянки | L, м | D, мм | попередній потокорозподіл |        |         |                |                |         |                     |                      |              |
|----------|-----------|------|-------|---------------------------|--------|---------|----------------|----------------|---------|---------------------|----------------------|--------------|
|          |           |      |       | q, л/с                    | V, м/с | A       | K <sub>1</sub> | A <sub>п</sub> | S       | знак                | h = S*q <sup>2</sup> | h/q          |
| 1        | 1-9       | 550  | 350   | 228,14                    | 2,37   | 0,4365  | 1              | 0,437          | 240,08  | 1                   | 12,50                | 0,05         |
|          | 1-2       | 1225 | 350   | 174,84                    | 1,82   | 0,4365  | 1              | 0,437          | 534,71  | 1                   | 16,35                | 0,09         |
|          | 2-5       | 570  | 200   | 29,67                     | 0,94   | 8,092   | 1,036          | 8,383          | 4778,49 | 1                   | 4,21                 | 0,14         |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 174,84                    | 1,39   | 0,2189  | 1              | 0,219          | 257,21  | -1                  | -7,86                | 0,04         |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         |                     | <b>Δh кільця =</b>   | <b>25,18</b> |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         | <b>Δq кільця =</b>  | <b>37,59</b>         |              |
| 2        | 2-3       | 800  | 250   | 69,44                     | 1,42   | 2,528   | 1              | 2,528          | 2022,40 | 1                   | 9,75                 | 0,14         |
|          | 3-4       | 550  | 250   | 53,94                     | 1,10   | 2,528   | 1,0165         | 2,570          | 1413,34 | -1                  | -4,11                | 0,08         |
|          | 4-5       | 850  | 250   | 69,44                     | 1,42   | 2,528   | 1              | 2,528          | 2148,80 | -1                  | -10,36               | 0,15         |
|          | 2-5       | 570  | 200   | 29,67                     | 0,94   | 8,092   | 1,036          | 8,383          | 4778,49 | -1                  | -4,21                | 0,14         |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         |                     | <b>Δh кільця =</b>   | <b>-8,93</b> |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         | <b>Δq кільця =</b>  | <b>8,79</b>          |              |
| 3        | 4-5       | 850  | 250   | 69,44                     | 1,42   | 2,528   | 1              | 2,528          | 2148,80 | 1                   | 10,36                | 0,15         |
|          | 4-6       | 430  | 200   | 12,85                     | 0,41   | 8,092   | 1,2            | 9,710          | 4175,47 | 1                   | 0,69                 | 0,05         |
|          | 6-7       | 805  | 250   | 69,44                     | 1,42   | 2,528   | 1              | 2,528          | 2035,04 | -1                  | -9,81                | 0,14         |
|          | 5-7       | 450  | 200   | 32,93                     | 1,05   | 8,092   | 1,024          | 8,286          | 3728,79 | -1                  | -4,04                | 0,12         |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         |                     | <b>Δh кільця =</b>   | <b>-2,81</b> |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         | <b>Δq кільця =</b>  | <b>3,00</b>          |              |
| 4        | 5-7       | 450  | 200   | 32,93                     | 1,05   | 8,092   | 1,024          | 8,286          | 3728,79 | 1                   | 4,04                 | 0,12         |
|          | 7-8       | 1225 | 400   | 174,84                    | 1,39   | 0,2189  | 1              | 0,219          | 268,15  | -1                  | -8,20                | 0,05         |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 174,84                    | 1,39   | 0,2189  | 1              | 0,219          | 257,21  | 1                   | 7,86                 | 0,04         |
|          | 8-9       | 435  | 500   | 276,31                    | 1,41   | 0,06778 | 1              | 0,068          | 29,48   | -1                  | -2,25                | 0,01         |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         |                     | <b>Δh кільця =</b>   | <b>1,46</b>  |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         | <b>Δq кільця =</b>  | <b>3,27</b>          |              |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                |         | <b>Δh контура =</b> | <b>14,91</b>         |              |

Таблиця 1.2.6(продовження)

десяте наближення

| $\Delta q$ кільця | $\Delta q$ сум.кільця | $\Delta q$ | $q$ , л/с | $V$ , м/с | $K_1$ | $S$     | знак                                   | $h = S \cdot q^2$ | $h/q$       |
|-------------------|-----------------------|------------|-----------|-----------|-------|---------|--|-------------------|-------------|
| -0,06             |                       | -0,06      | 173,75    | 1,81      | 1,000 | 240,08  | 1                                      | 7,25              | 0,04        |
| -0,06             |                       | -0,06      | 120,45    | 1,25      | 1,000 | 534,71  | 1                                      | 7,76              | 0,06        |
| 0,06              | -0,05                 | 0,01       | 26,71     | 0,85      | 1,050 | 4843,06 | -1                                     | -3,46             | 0,13        |
| 0,06              | -0,07                 | 0,00       | 211,72    | 1,69      | 1,000 | 257,21  | -1                                     | -11,53            | 0,05        |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta h</math> кільця =</b>  | <b>0,02</b>       | <b>0,29</b> |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta q</math> кільця =</b>  | <b>0,03</b>       |             |
| -0,05             |                       | -0,05      | 71,44     | 1,46      | 1,000 | 2022,40 | 1                                      | 10,32             | 0,14        |
| 0,05              |                       | 0,05       | 51,94     | 1,06      | 1,023 | 1421,68 | -1                                     | -3,84             | 0,07        |
| 0,05              | -0,04                 | 0,01       | 67,92     | 1,38      | 1,000 | 2148,80 | -1                                     | -9,91             | 0,15        |
| -0,05             | 0,06                  | 0,01       | 26,71     | 0,85      | 1,050 | 4843,06 | 1                                      | 3,46              | 0,13        |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta h</math> кільця =</b>  | <b>0,03</b>       | <b>0,49</b> |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta q</math> кільця =</b>  | <b>0,03</b>       |             |
| -0,04             | 0,05                  | 0,01       | 67,92     | 1,38      | 1,000 | 2148,80 | 1                                      | 9,91              | 0,15        |
| -0,04             |                       | -0,04      | 13,33     | 0,42      | 1,190 | 4140,68 | 1                                      | 0,74              | 0,06        |
| 0,04              |                       | 0,04       | 68,96     | 1,41      | 1,000 | 2035,04 | -1                                     | -9,68             | 0,14        |
| 0,04              | -0,07                 | -0,02      | 14,95     | 0,48      | 1,165 | 4242,23 | -1                                     | -0,95             | 0,06        |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta h</math> кільця =</b>  | <b>0,02</b>       | <b>0,40</b> |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta q</math> кільця =</b>  | <b>0,03</b>       |             |
| -0,07             | 0,04                  | -0,02      | 14,95     | 0,48      | 1,165 | 4242,23 | 1                                      | 0,95              | 0,06        |
| 0,07              |                       | 0,07       | 192,34    | 1,53      | 1,000 | 268,15  | -1                                     | -9,92             | 0,05        |
| -0,07             | 0,06                  | 0,00       | 211,72    | 1,69      | 1,000 | 257,21  | 1                                      | 11,53             | 0,05        |
| 0,07              |                       | 0,07       | 293,81    | 1,50      | 1,000 | 29,48   | -1                                     | -2,55             | 0,01        |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta h</math> кільця =</b>  | <b>0,01</b>       | <b>0,18</b> |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta q</math> кільця =</b>  | <b>0,03</b>       |             |
|                   |                       |            |           |           |       |         | <b><math>\Delta h</math> контура =</b> | <b>0,08</b>       |             |

Таблиця 1.2.7. Гідравлічний розрахунок мережі для режиму максимального транзиту води в башту

| № кільця | № ділянки | L, м | D, мм | попередній потік розподіл |        |         |                |                |              |             |                      |      |
|----------|-----------|------|-------|---------------------------|--------|---------|----------------|----------------|--------------|-------------|----------------------|------|
|          |           |      |       | q, л/с                    | V, м/с | A       | K <sub>1</sub> | A <sub>п</sub> | S            | знак        | h = S*q <sup>2</sup> | h/q  |
| 1        | 1-9       | 550  | 400   | 226,27                    | 1,80   | 0,2189  | 1              | 0,219          | 120,40       | 1           | 6,16                 | 0,03 |
|          | 1-2       | 1225 | 400   | 125,61                    | 1,00   | 0,2189  | 1,03           | 0,225          | 276,20       | 1           | 4,36                 | 0,03 |
|          | 2-5       | 570  | 250   | 28,99                     | 0,59   | 2,528   | 1,118          | 2,826          | 1610,99      | 1           | 1,35                 | 0,05 |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 125,61                    | 1,00   | 0,2189  | 1,03           | 0,225          | 264,92       | -1          | -4,18                | 0,03 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | 7,70                 | 0,14 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δq кільця = | 27,11                |      |
| 2        | 2-3       | 800  | 250   | 39,09                     | 0,80   | 2,528   | 1,062          | 2,685          | 2147,79      | 1           | 3,28                 | 0,08 |
|          | 3-4       | 550  | 250   | 39,39                     | 0,80   | 2,528   | 1,06           | 2,680          | 1473,82      | -1          | -2,29                | 0,06 |
|          | 4-5       | 850  | 250   | 39,09                     | 0,80   | 2,528   | 1,062          | 2,685          | 2282,03      | -1          | -3,49                | 0,09 |
|          | 2-5       | 570  | 250   | 28,99                     | 0,59   | 2,528   | 1,118          | 2,826          | 1610,99      | -1          | -1,35                | 0,05 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | -3,85                | 0,28 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δq кільця = | 6,92                 |      |
| 3        | 4-5       | 850  | 250   | 39,09                     | 0,80   | 2,528   | 1,062          | 2,685          | 2282,03      | 1           | 3,49                 | 0,09 |
|          | 4-6       | 430  | 200   | 22,32                     | 0,71   | 8,092   | 1,082          | 8,756          | 3764,88      | 1           | 1,88                 | 0,08 |
|          | 6-7       | 805  | 250   | 39,09                     | 0,80   | 2,528   | 1,062          | 2,685          | 2161,21      | -1          | -3,30                | 0,08 |
|          | 5-7       | 450  | 200   | 31,47                     | 1,00   | 8,092   | 1,03           | 8,335          | 3750,64      | -1          | -3,71                | 0,12 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | -1,65                | 0,38 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δq кільця = | 2,20                 |      |
| 4        | 5-7       | 450  | 200   | 31,47                     | 1,00   | 8,092   | 1,03           | 8,335          | 3750,64      | 1           | 3,71                 | 0,12 |
|          | 7-8       | 1225 | 400   | 125,61                    | 1,00   | 0,2189  | 1,03           | 0,225          | 276,20       | -1          | -4,36                | 0,03 |
|          | 5-9       | 1175 | 400   | 125,61                    | 1,00   | 0,2189  | 1,03           | 0,225          | 264,92       | 1           | 4,18                 | 0,03 |
|          | 8-9       | 435  | 500   | 212,70                    | 1,08   | 0,06778 | 1,018          | 0,069          | 30,02        | -1          | -1,36                | 0,01 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δh кільця = | 2,18                 | 0,19 |
|          |           |      |       |                           |        |         |                |                | □            | Δq кільця = | 5,66                 |      |
|          |           |      |       |                           |        |         |                | □              | Δh контура = | 4,37        |                      |      |

Таблиця 1.2.7(продовження)

| десяте<br>наближення |                                |            |           |           |       |         |                      |                   |             |
|----------------------|--------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|---------|----------------------|-------------------|-------------|
| $\Delta q$ кільця    | $\Delta q_{\text{сум.кільця}}$ | $\Delta q$ | $q$ , л/с | $V$ , м/с | $K_1$ | $S$     | знак                 | $h = S \cdot q^2$ | $h/q$       |
| -0,12                |                                | -0,12      | 169,96    | 1,77      | 1,000 | 240,08  | 1                    | 6,94              | 0,04        |
| -0,12                |                                | -0,12      | 69,30     | 0,72      | 1,079 | 576,95  | 1                    | 2,77              | 0,04        |
| 0,12                 | -0,13                          | -0,01      | 24,84     | 0,79      | 1,062 | 4898,41 | -1                   | -3,02             | 0,12        |
| 0,12                 | -0,12                          | 0,00       | 160,70    | 1,28      | 1,000 | 257,21  | -1                   | -6,64             | 0,04        |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta h$ кільця =  | <b>0,04</b>       | <b>0,24</b> |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta q$ кільця =  | <b>0,09</b>       |             |
| -0,13                |                                | -0,13      | 36,61     | 0,75      | 1,073 | 2170,04 | 1                    | 2,91              | 0,08        |
| 0,13                 |                                | 0,13       | 41,87     | 0,85      | 1,050 | 1459,92 | -1                   | -2,56             | 0,06        |
| 0,13                 | -0,09                          | 0,04       | 38,11     | 0,78      | 1,066 | 2290,62 | -1                   | -3,33             | 0,09        |
| -0,13                | 0,12                           | -0,01      | 24,84     | 0,79      | 1,062 | 4898,41 | 1                    | 3,02              | 0,12        |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta h$ кільця =  | <b>0,05</b>       | <b>0,35</b> |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta q$ кільця =  | <b>0,06</b>       |             |
| -0,09                | 0,13                           | 0,04       | 38,11     | 0,78      | 1,066 | 2290,62 | 1                    | 3,33              | 0,09        |
| -0,09                |                                | -0,09      | 18,87     | 0,60      | 1,115 | 3879,71 | 1                    | 1,38              | 0,07        |
| 0,09                 |                                | 0,09       | 42,54     | 0,87      | 1,048 | 2132,72 | -1                   | -3,86             | 0,09        |
| 0,09                 | -0,12                          | -0,03      | 13,70     | 0,44      | 1,185 | 4315,06 | -1                   | -0,81             | 0,06        |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta h$ кільця =  | <b>0,04</b>       | <b>0,31</b> |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta q$ кільця =  | <b>0,06</b>       |             |
| -0,12                | 0,09                           | -0,03      | 13,70     | 0,44      | 1,185 | 4315,06 | 1                    | 0,81              | 0,06        |
| 0,12                 |                                | 0,12       | 146,83    | 1,17      | 1,006 | 269,76  | -1                   | -5,82             | 0,04        |
| -0,12                | 0,12                           | 0,00       | 160,70    | 1,28      | 1,000 | 257,21  | 1                    | 6,64              | 0,04        |
| 0,12                 |                                | 0,12       | 233,92    | 1,19      | 1,002 | 29,53   | -1                   | -1,62             | 0,01        |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta h$ кільця =  | <b>0,02</b>       | <b>0,15</b> |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta q$ кільця =  | <b>0,07</b>       |             |
|                      |                                |            |           |           |       |         | $\Delta h$ контура = | <b>0,15</b>       |             |

Розрахунки водоводів на розгалудженнях задля підключення промисловості та башти (для двох режимів), а також водоводів для всіх розрахованих режимів водоспоживання, виконуємо в таблиці 1.2.8, користуючись [1]. Закладаємо двухнитковий трубопровід задля забезпечення надійності постачання.

Таблиця 1.2.8 Гідравлічний розрахунок підключаючих трубопроводів і водоводів

| Ділянка             | Довжина $l$ , км | Діаметр $D$ , мм | Витрата $q$ , л/с | Швидкість, $V$ , м/с | $1000i$ , м/км | $h = 1000i \cdot l$ , м |
|---------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|----------------|-------------------------|
| 3 - № 1             | 0,25             | 250              | 40,16             | 0,82                 | 3,403          | 0,85                    |
| 5 - № 2             | 0,2              | 200              | 30,40             | 0,97                 | 6,156          | 1,23                    |
| 7 - № 3             | 0,2              | 200              | 21,73             | 0,69                 | 3,138          | 0,63                    |
| 3 – ВБ (транзит)    | 0,15             | 200              | 28,21             | 0,90                 | 5,339          | 0,80                    |
| 3 – ВБ (max)        | 0,15             | 200              | 30,29             | 0,96                 | 6,114          | 0,92                    |
| НС-II – 9 (max)     | 2,2              | 500              | 307,39            | 1,57                 | 6,484          | 14,26                   |
| НС-II – 9 (max+пож) | 2,2              | 500              | 307,39            | 1,57                 | 6,484          | 14,26                   |
| НС-II – 9 (транзит) | 2,2              | 500              | 370,61            | 1,89                 | 9,389          | 20,66                   |

Вільний напір визначаємо в усіх точках(вузлах) магістрального водоводу на всі його режими роботи. Для цього розраховуємо схеми мережі (рис.1.2.4-1.2.6), на яких вказуємо значення витрати води, отримані при гідравлічному розрахунку.

Потрібний вільний напір  $H_{TP}$  визначаємо залежно від кількості поверхів  $n$ :  

$$H_{TP} = 4(n - 1) + 10, \quad \text{м.} \quad (12)$$

Значення фактичних вільних напорів у вузлах визначаємо за формулою  

$$H_{віль.i} = \Pi_i - Z_{з.i}, \quad \text{м,} \quad (13)$$

де  $\Pi_i$  – п'єзOMETрична відмітка у вузлі мережі;  $Z_{з.i}$  – відмітка поверхні землі

Значення  $\Pi_i$  в інших вузлах мережі визначаємо при послідовному обході всіх вузлових точок за формулою

$$\Pi_{i+1} = \Pi_i \pm h_i, \quad \text{м,} \quad (14)$$

в якій величину втрати напору  $h_i$  між двома точками мережі беремо із знаком «мінус», якщо напрям обходу точок збігається з напрямом руху води на ділянці, а в іншому разі приймаємо знак «плюс».

Диктуючою точкою для режиму максимального водоспоживання буде вузол 1, а для режимів пожежогасіння і максимального транзиту води в башту – вузол 5. Для режиму пожежогасіння вільні напори у всіх вузлах повинні буди не менше десяти.

Грунтуючись попередніми розрахунками та даними про вільні напори складаємо розрахункові схеми для всіх режимів та складаємо профіль зовнішнього контуру.

Визначення п'єзометричних відміток для режиму максимального транзиту води в башту слід посинати з обчислення відмітки максимального рівня води в башті:

$$Z_{\max.б} = Z_{\min.б} + h_{\text{пер.б}} = 139,46 + 7,14 = 190,5 \text{ м,}$$

де  $Z_{\max.б}$  і  $Z_{\min.б}$  – відмітки максимального і мінімального рівня води в контрезервуарі

$h_{\text{пер.б}}$  – висота регулюючого об'єму води в башті.

Висота дна бака над поверхнею землі дорівнює

$$H_б = Z_{\min.б} - h_{\text{пож.б}} - Z_{з.б} = 35,22 - 1,04 = 34,18 \text{ м,}$$

де  $h_{\text{пож.б}}$  – висота протипожежного об'єму води в башті, м;

$Z_{з.б}$  – відмітка поверхні землі біля башти.

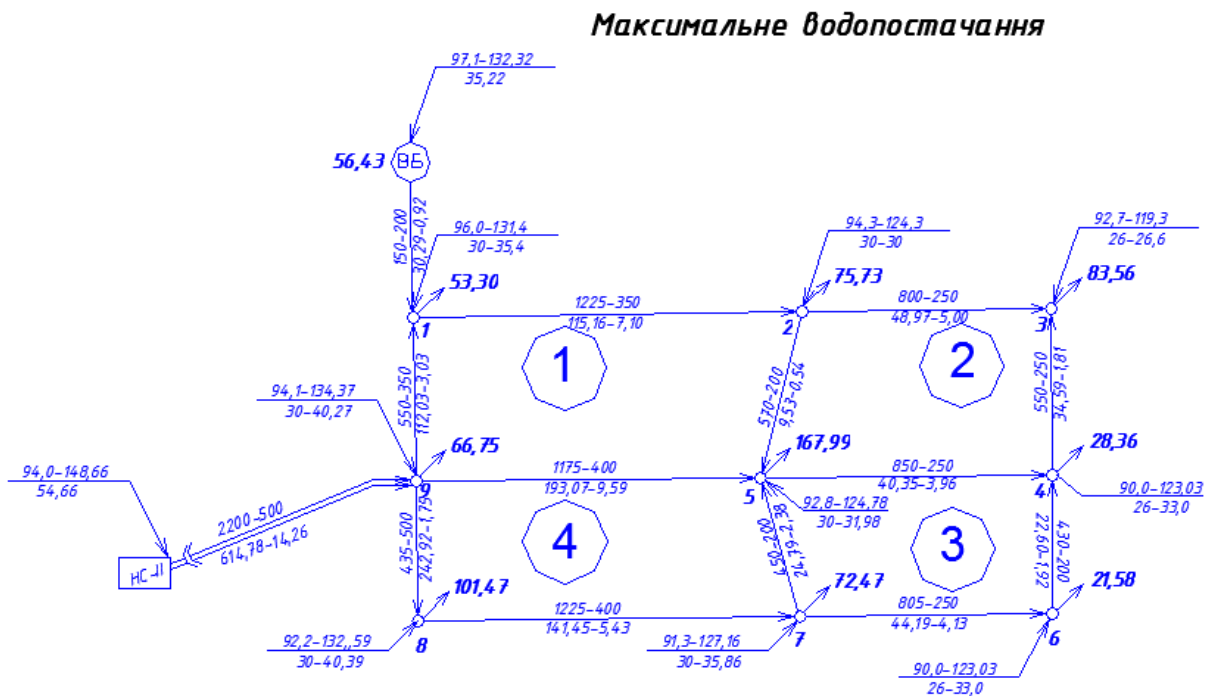


Рис. 1.2.4 Розрахункова схема мережі для режиму максимального водоспоживання

### Максимальне водопостачання+ пожежа

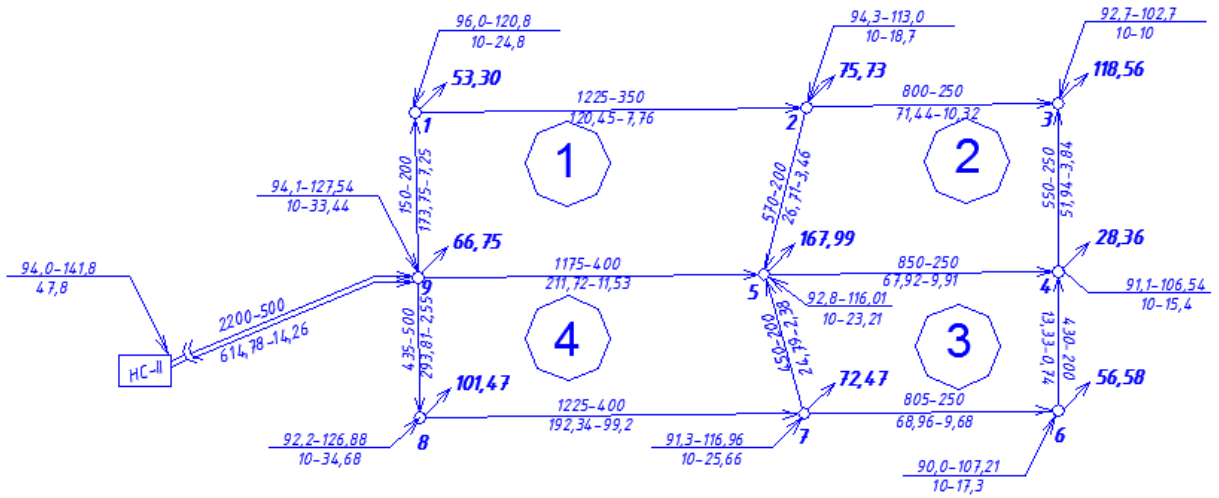


Рис. 1.2.5. Розрахункова схема мережі для режиму пожежогасіння під час максимального водоспоживання

### Транзит

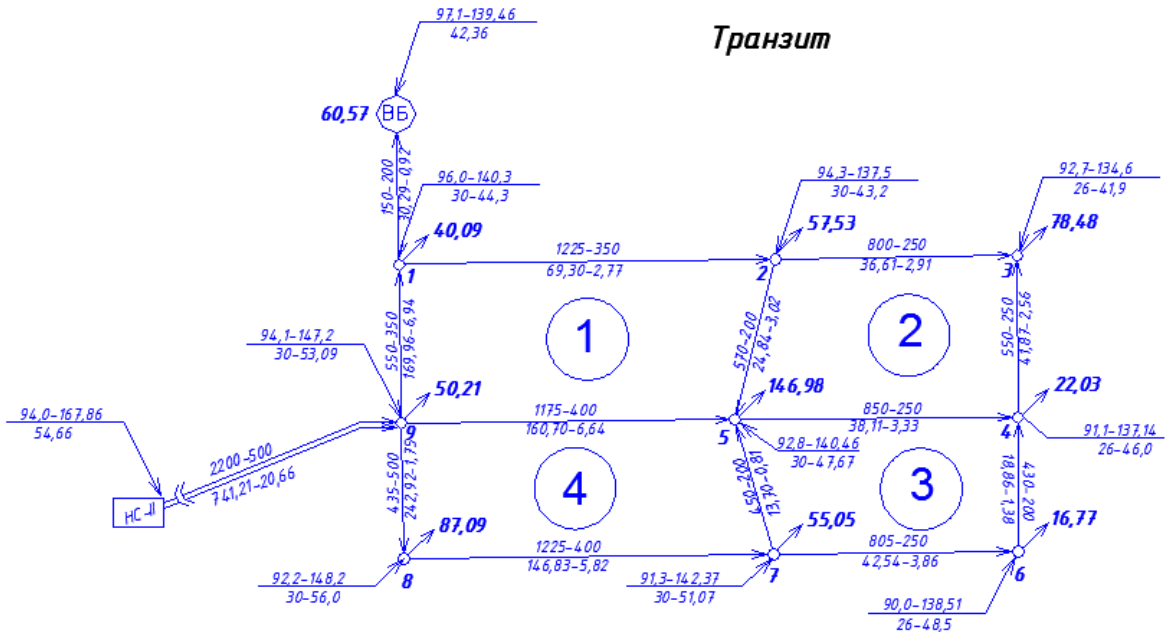
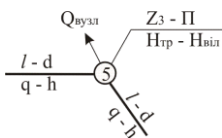


Рис. 1.2.6. Розрахункова схема мережі для режиму максимального транзиту води в башту



Ключ позначок для рис.1.2.4-1.2.5:  $l$  – довжина ділянки, м;  $d$  – діаметр, мм;  $q$  – витрата води, л/с;  $h$  – втрати напору, м;  $Z_з - П$  – відмітка поверхні землі, м;  $П$  – п'езометрична відмітка, м;  $H_{тр}$  – потрібний вільний напір, м;  $H_{ввл}$  – фактич. вільний напір, м;  $Q_{вузл}$  – вузловий відбір, л/с.

Напір, господарсько-питних насосів, дорівнює

$$H_p = H_r + h_k, \quad (15)$$

де  $H_r$  – геометрична висота підйому води на НС-II, м;  $h_k$  – втрати напору в водоводах насосної станції (приймаємо  $h_k = 2$  м).

$$H_r = \frac{P_{НС-II.маа} + P_{НС-II.мр}}{2} - \frac{Z_{мін.р} + Z_{мак.р}}{2} = \frac{203,59 + 219,17}{2} - \frac{146,32 + 149}{2} = 63,72 \text{ м},$$

де  $P_{НС-II.маа}$  і  $P_{НС-II.мр}$  – п'єзометричні відмітки на НС-II, м,

;  $Z_{мін.р}$  і  $Z_{мак.р}$  – мінімальна та максимальна відмітка рівнів води у РЧВ.

$$\text{Отже } H_p = 63,72 + 2 = 65,72 \text{ м.}$$

Напір пожежних насосів визначаємо за формулою (15), прийнявши  $h_k = 3$  м, а геометричну висоту підйому обчисливши за формулою

$$H_{г.пож} = P_{НС-II.пож} - Z_{д.р} = 220,01 - 144,16 = 75,85 \text{ м},$$

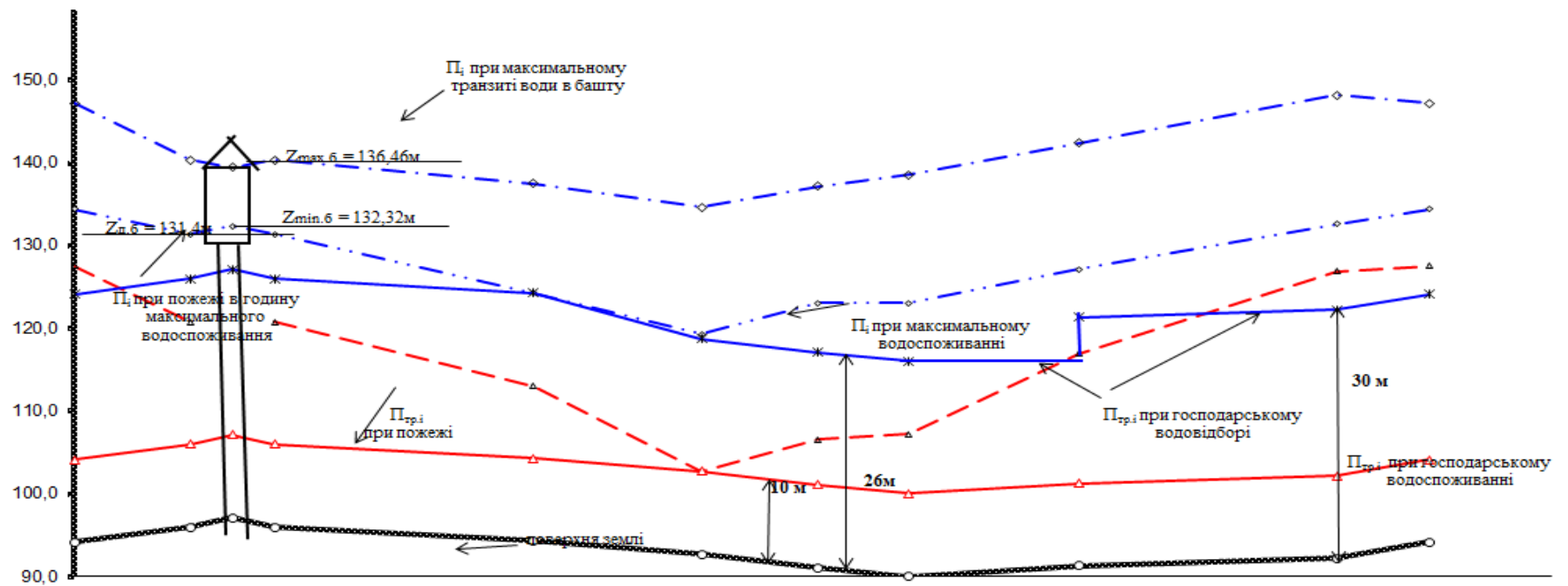
де  $P_{НС-II.пож}$  – п'єзометрична відмітка на НС-II при режимі пожежогасіння, м;  $Z_{д.р}$  – відмітка дна РЧВ біля насосної станції, м.

$$\text{Отже } H_{р.пож} = 75,85 + 3 = 78,85 \text{ м.}$$

Знайшовши розрахунковий напір  $H_p$  та подачу кожного ступеня роботи насосів при максимальному водоспоживанні, приймаємо насоси марки Д500-65. Таким чином, на першому ступені використано буде два насоси ( $Q = 933,9/2 = 466,95 \text{ м}^3/\text{год}$ ), на другому – три насоси ( $Q = 1370/3 = 456,67 \text{ м}^3/\text{год}$ ), при пожежогасінні в годину максимального водоспоживання – один насос Д1600-90 ( $Q = 1833 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

При трьох робочих насосах для системи водопостачання I-шої категорії приймаємо два резервних насоси марки Д500-65, а загальна кількість такого насосного устаткування на НС-II буде рівне п'яти. Приймаємо один резервний пожежний насос Д1600-90, загальна кількість становить – 2 од.

На графіку 1.2.1 показана схема п'єзометричних напорів, які показують схему потоку води в залежності від рельєфу



| № вузла                             | 9     | 1     | ВБ    | 1     | 2     | 3     | 4     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $L, \text{ м}$                      | 550   | 200   | 200   | 1225  | 800   | 550   | 430   | 805   | 1225  | 435   |       |
| $Z_{\text{землі}}, \text{ м}$       | 94,1  | 96,0  | 97,1  | 96,0  | 94,3  | 92,7  | 91,1  | 90,0  | 91,3  | 92,2  | 94,1  |
| $\Pi_{i \text{ max}}, \text{ м}$    | 134,4 | 131,4 | 132,3 | 131,4 | 124,3 | 119,3 | 123,0 | 123,0 | 127,2 | 132,6 | 134,4 |
| $\Pi_{i \text{ пож.}}, \text{ м}$   | 127,5 | 120,8 |       | 120,8 | 113,0 | 102,7 | 106,5 | 107,2 | 117,0 | 126,9 | 127,5 |
| $\Pi_{i \text{ транз.}}, \text{ м}$ | 147,2 | 140,3 | 139,5 | 140,3 | 137,5 | 134,6 | 137,1 | 138,5 | 142,4 | 148,2 | 147,2 |
| $\Pi_{\text{тр.госп.}}, \text{ м}$  | 124,1 | 126,0 | 127,1 | 126,0 | 124,3 | 118,7 | 117,1 | 116,0 | 121,3 | 122,2 | 124,1 |
| $\Pi_{\text{тр.пож.}}, \text{ м}$   | 104,1 | 106,0 | 107,1 | 106,0 | 104,3 | 102,7 | 101,1 | 100,0 | 101,3 | 102,2 | 104,1 |

Графік 1.2.1. Схема п'езометричних напорів напорів

## 1.3 Водозабірні споруди

### 1.3.1 Визначення продуктивності водозабору

Робочу продуктивність водозабірної устаткування слід приймати з урахування збільшення водоспоживання населенням за рахунок інших споживачів, що не увійшли до розрахованих з врахованими коефіцієнтами.

Таким чином необхідна продуктивність водозабору на розрахунковий період становить:

$$Q_{\text{роз}} = Q_{\text{сер}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3;$$

$$Q_{\text{мах}} = Q_{\text{сер}} \times k_3$$

$$Q_{\text{роз}} = Q_{\text{мах}} \cdot k_1 \cdot k_2.$$

Збільшення водопостачання об'єкта на перспективу враховується з коефіцієнтом  $k_{\text{персп}}$ .

$$Q_{\text{персп}} = Q_{\text{роз}} \cdot k_{\text{персп}}.$$

Приймаємо коефіцієнти  $k$ :

$k_1 = 1.1$  – коефіцієнт втрат на власні потреби станції;

$k_2 = 1.1$  – коефіцієнт втрат на промивку;

$$\begin{aligned} Q_{\text{роз}} &= Q_{\text{мах}} \times k_1 \times k_2 = 44316,49 \times 1.1 \times 1.1 = 53622,95 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} \\ &= 0,62 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; \end{aligned}$$

$$Q_{\text{персп}} = Q_{\text{роз}} \times k_{\text{персп}} = 53622,95 \times 1.2 = 64347,52 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}} = 0,74 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Заносимо отримані результати в табл. 1.3.1

Таблиця 1.3.1 Потреби населеного пункту

| № пор | Водоспоживання       | Розрахунковий період      |                   | Перспектива               |                   |
|-------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
|       |                      | тис. м <sup>3</sup> /добу | м <sup>3</sup> /с | тис. м <sup>3</sup> /добу | м <sup>3</sup> /с |
| 1     | 2                    | 3                         | 4                 | 5                         | 6                 |
| 1     | Загальна потреба $Q$ | 53622,95                  | 0,62              | 64347,52                  | 0,74              |

Забезпеченість витрат і рівнів води закладають згідно категорії систем водопостачання та вимогами ДБН В.2.5-74:2013 і заносять до табл.1.3.2, з урахуванням розрахункових режимів у заданому створі водозабору при найменших витратах води у річці.

Табл.1.3.2 Забезпеченість подачі води

| Категорія систем водопостачання по ступеням забезпечення подачі води | Забезпеченість розрахункових параметрів поверхневого джерела, % |                         |            |
|--|---|-------------------------|------------|
|  | Мінімальні середньомісячні витрати води                         | Розрахункові рівні води |            |
|  |   | Максимальні             | Мінімальні |
| 1  | 2   | 3                       | 4          |
| 1  | 95  | 1                       | 97         |

Табл. 1.3.3 Витратні режими в створі водозабору

| Номер ділянки | Процент забезпеченості середньомісячної витрати річки |       |       |     |     |
|---------------|---|-------|-------|-----|-----|
|               | 97  | 95    | 50    | 1   | 10  |
| 2             | 20/12   | 25/14 | 55/45 | 680 | 400 |

Табл. 1.3.4 Витратні значення об'єкта

| № п/п | Розрахункові витрати    | Значення витрат, м <sup>3</sup> /с |
|-------|-------------------------|------------------------------------|
| 1     | $Q_{роз}$ водозабору    | 0,62                               |
| 2     | $Q_{персп}$ водозабору  | 0,74                               |
| 3     | $Q_{97\%}$              | 12                                 |
| 4     | $Q_{роз}^{сан}$ річки   | 11,38                              |
| 5     | $Q_{персп}^{сан}$ річки | 11,26                              |

За отриманими результатами робимо висновок про достатність витрат обраного джерела для забезпечення роботи водозабору на розрахунковий період і на перспективу без улаштування греблі.

Водозабір ми розташували найближче до водоспоживача; Кількісно-якісний склад води у джерелі повинен відповідати вимогам водо споживача-абонента або відповідати цим вимогам після процедур очистки; топографічні, гідрологічні, геологічні і гідрогеологічні умови мають бути сприятливими для будівництва й експлуатації водозабірних споруд; техніко-економічне рішення для проектування водозабірної вузла і мережі водопостачання повинно бути найбільш економічним, споруди простими і доступними для експлуатації; зони санітарної охорони надійними і недорогими.

При заборі води для технічних та господарсько-питних потреб, водозабір слід розташовувати вище випусків стічних вод і вище населеного пункту за течією, вище причалів, товарно-транспортних баз і складів, поза зоною руху судів і плотів.

### 1.3.2 Підбір сміттєзатримувальної конструкції

1. Втрати однієї секції :

$$q_{\text{решітки}} = \frac{Q^{\text{роз}}}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Площа водоприймальних вікон :

$$w_{\text{бр}}^{\text{реш}} = \frac{q_{\text{реш}} \times k_{\text{ст}}}{V_{\text{втік}}} \times 1,25 = \frac{0,31 \times 1,2}{0,2} \times 1,25 \approx 2,03 \text{ м}^2;$$

$k_{\text{ст}}$ - коеф. стиснення,

$$k_{\text{ст}} = \left(\frac{c+a}{a}\right)^2 = \left(\frac{10+50}{50}\right)^2 = 1,2;$$

$V_{\text{втік}}$  – швидкість втікання води через решітку , беремо відповідно до ДБН В.2.5 -74: 2013 п.9.2.14 , приймаємо рівним  $\leq 0,25$  м/с.

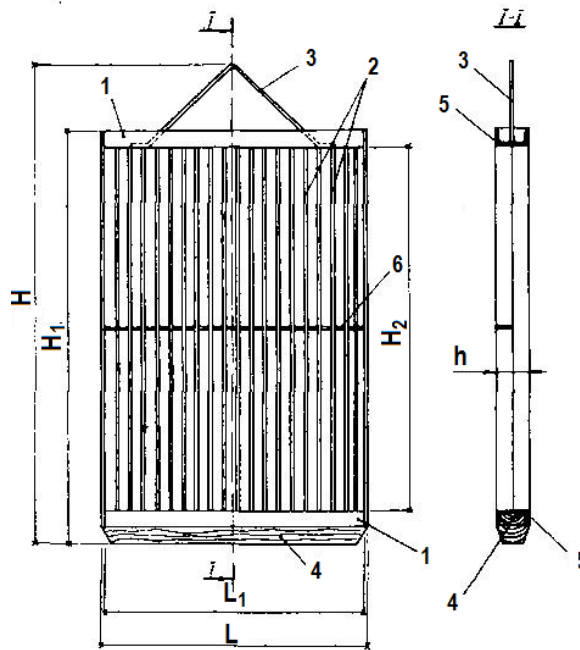


Рис 1.3.1. Сміттєзатримувальна конструкція:  
 1 – металева рама; 2 – стержні; 3 – скоба для монтажу;  
 4 – дерев’яний брус; 5 – швелер; 6 – стальна поперечина

| Розміри водоприймального вікна, мм | Площа вікна, м <sup>2</sup> | Основні розміри, мм |      |      |    |    |      |      | Маса, кг |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------|------|----|----|------|------|----------|
|                                    |                             | H                   | H1   | H2   | h  | h1 | L    | L1   |          |
| 1250x1000                          | 1.08                        | 1680                | 1380 | 1250 | 80 | 50 | 1120 | 1000 | 94       |

Приймаємо 2 одиниці , з розмірами -1250x1000 мм , загальною площею S= 2,16 м<sup>2</sup>  
 А висоту отвору дорівнює 1.380 м.

Оскільки продуктивність водозабору менша 1 м<sup>3</sup>/с – приймаємо **плоскі сітки**  
 ДБН В.2.5 -74: 2013 п. 9.2.27.

Так як секцій дві

Втрати однієї секції :

$$q_{\text{сіт}} = q_{\text{реш}} = \frac{Q_{\text{перс}}}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

Площа однієї секції сітки :

$$w_{\text{бр}}^{\text{сіт}} = \frac{q_{\text{сіт}} \times k_{\text{ст}}^{\text{сіт}}}{V_{\text{втік}}} \times 1,25 \approx \frac{0,31 \times 1,65}{0,4} \times 1,25 \approx 1,66 \text{ м}^2;$$

$$k_{\text{ст}} = \left(\frac{3,5+1}{3,5}\right)^2 = 1,65;$$

$k_{\text{ст}}$ - коеф. стиснення сітки;  $V_{\text{втік}}$  – швидкість втікання води через плоску сітку ,  
 приймаємо рівним  $\leq 1$  м/с.

d = 1 мм;  
 вічко 3,5x3,5 мм

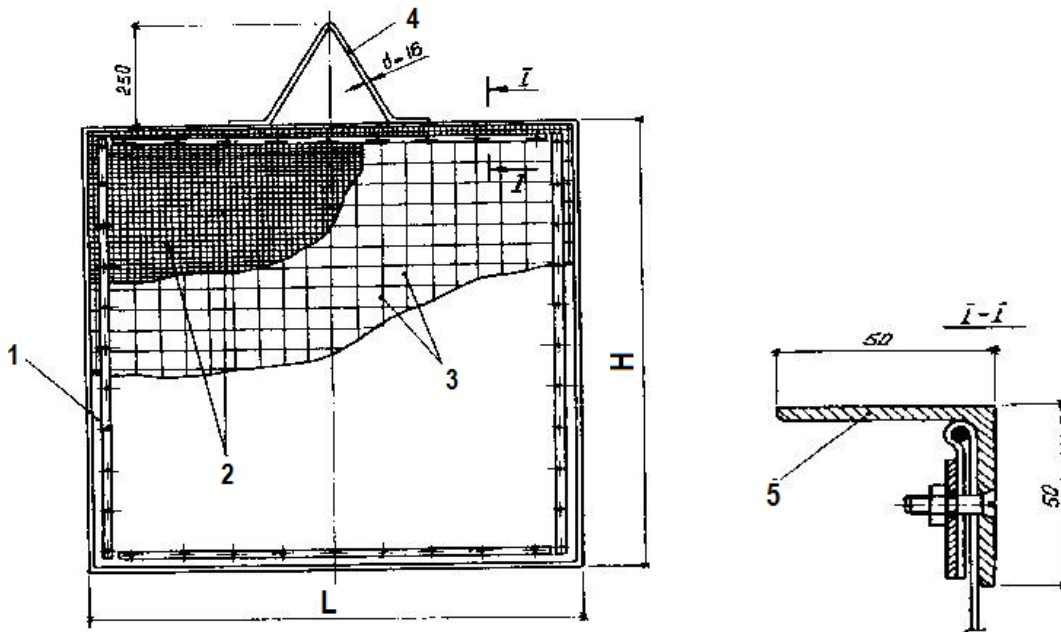


Рис. 11. Плоскі сітки:

1 – металева рама; 2 – робоче полотно сітки; 3 – підтримуюча сітка;  
 4 – скоба для монтажу; 5 – стальний куток

### 1.3.3 Розміри і маса змінних плоских сіток

Таблиця 1.3.1 Габаритні показники сітки

| Розміри отвору, мм |              | Загальна маса сіток із дроту, кг |                               |                               |
|--------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Ширина,<br>L       | Висота,<br>H | d = 1,2 мм;<br>вічко 2x2 мм      | d = 1 мм;<br>вічко 3,5x3,5 мм | d = 1 мм;<br>вічко 4,5x4,5 мм |
| 1250               | 2000         | 119,0                            | 92,0                          | 89,0                          |

Кількість насосів приймаємо не менше двох. Категорія надійності - I.

Визначаємо секундну витрату на один насос –

$$q = \frac{Q_{\text{роз}}}{2} = \frac{0,62}{2} = 0,31 \text{ м}^3/\text{с}$$

Підбираємо насос D1000-40-а – 2 шт.

Висота всмоктування насоса при  $q = 340$  л/с

$h_{\text{всм}}=4,5$  м.

Діаметр всмоктувального патрубка

$q_{\text{НС}}=340$  л/с

За табл Шевельова , приймаємо –  $D = 600 \text{ } \emptyset$

$$1000i = 2,88$$

$$\vartheta = 1,19 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$

Конструювання всмоктувального відділення.

Так , як прийнято 2 насоси , в кожному всмоктувальному відділенні буде знаходити 2 всмоктувальні патрубки , діаметром  $\emptyset 600$ .

Розрахунок розмірів розтрубу :

$D_{\text{роз}} = (1,3-2)D_y = 1,5*600=900 \text{ } \emptyset$  - діаметр розтрубу;

$L_{\text{роз}} = 2,5*(D_{\text{роз}} - D_y ) = 2,5*(900-600)=2,5*300=750$  мм – висота розтрубу.

Від стін всмоктувальні труби слід розташовувати на відстані :

$a \geq 0,75D_y = 0,75*600=450$  мм.

Задля заподіи взаємодіи між трубами, при розміщенні їх в одній камері відстань між ними дорівнює:

$b \geq 1,5D_y = 1,5*600=900$  мм.

$h_{\text{д}} = 1,6 * D_y = 1,6*600=960$  мм

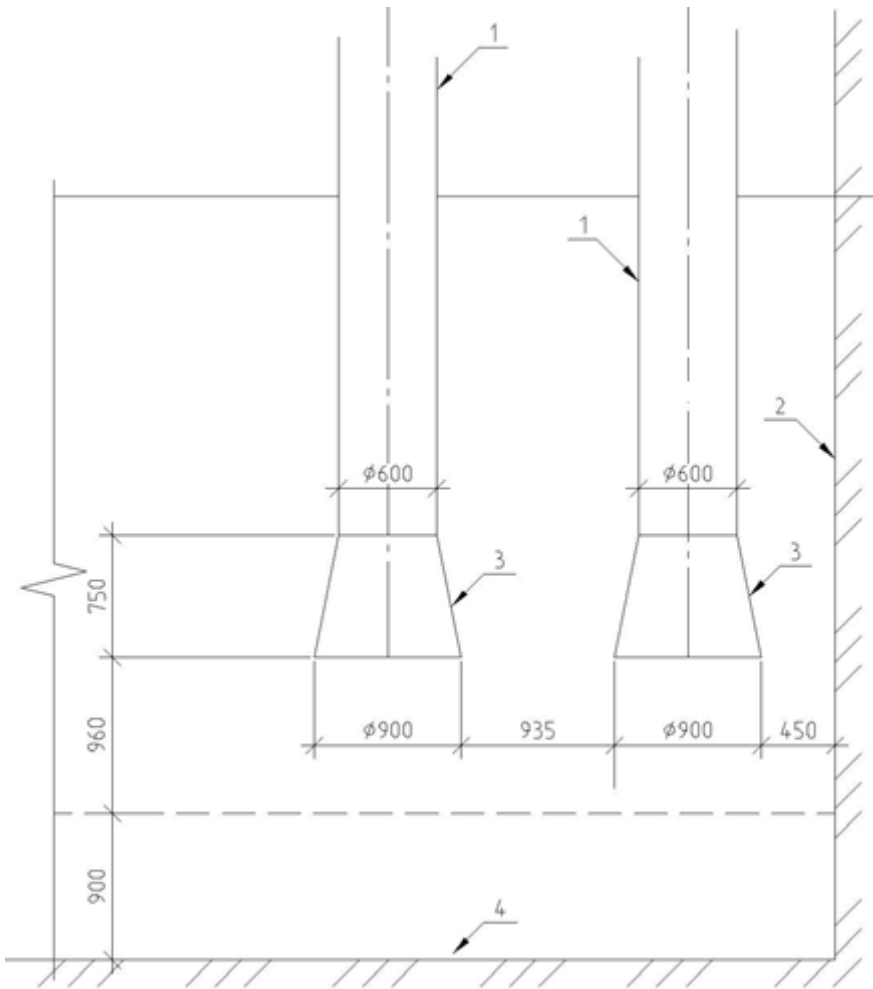


Рис. 1.3.1. Схема розташування всмоктувальних труб у береговому колодязі:

- 1 – всмоктувальні труби;
- 2 – стінка колодязя;
- 3 – розтруби;
- 4 – дно колодязя

За розрахунками ми приймаємо такі розміри колодязя:

- діаметр колодця – 7,5 м;
- товщина стін – 0,6 м;
- товщина внутрішніх стін – 0,25 м.

Висота колдця  $H_k = H_{ст} + S + h_n$ .

$H_{ст}$  – глибина стакана ;

$S$  - товщина опорної плити;

$h_n$  – висота ножа.

$H_k = H_{ст} + S + h_n = 13,200 + 1 + 1 = 15,200$  м

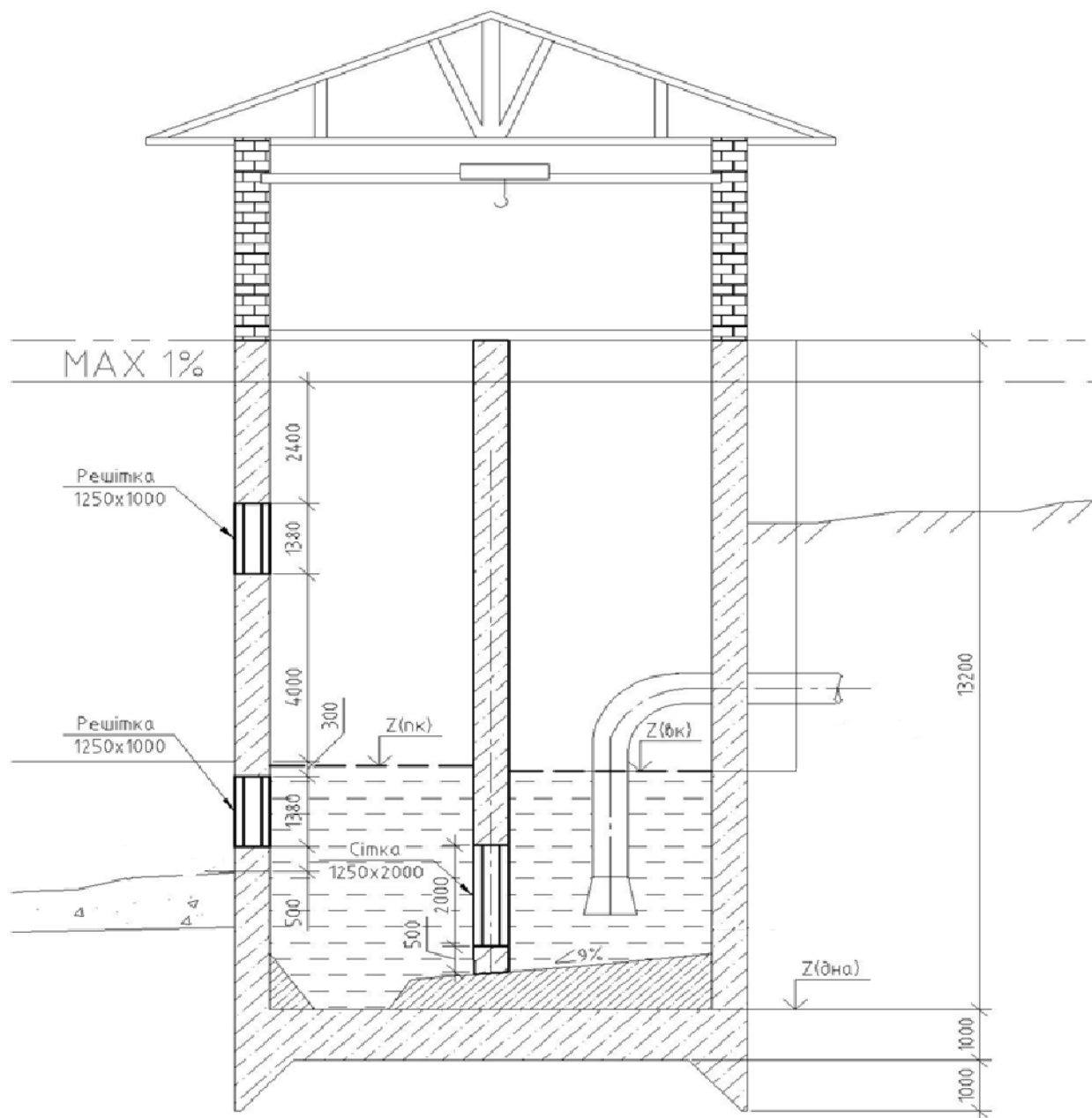


Рис 1.3.2 Схема- розріз колодязя

### 1.3.4 Рибозахист

При закладанні гідровузлів та водозаборів в акваторіях водойми, що мають рибо-господарське значення, необхідно передбачати будівництво рибозахисних споруд.

Рибозахисні споруди необхідно встановлювати з метою запобігання влученню, травмуванню та загибелі водної живини на водозаборах та відведення їх у рибогосподарський водоймище.

Проектування рибозахисних споруд необхідно проводити на основі рибоводнобіологічних обґрунтувань з виконанням відповідних іхтіологічних вишукувань, у яких повинні бути визначені: видовий та розмірний склад із зазначенням мінімального розміру риби; період їх міграції; вертикальний

та горизонтальний розподіл; місця розташування нересту та зимувальних впадин.

Водозабори з рибозахисними спорудами розміщуються з урахуванням екологічного районування акваторії, у зонах зниженої щільності риб. Ефективність цих споруд має бути не менше 69,9 % , для риб промислових видів розміром понад 14 мм. Параметри рибозахисної споруди необхідно призначати за умови забезпечення подачі абоненту споживання розрахункового витрати води.

Рибозахисні споруди дозволяється влаштувати у вигляді блоку , які являють собою окремі блоки, за умов виключення їх взаємного негативного впливу на процес захисту та відведення водяної живини.

Залежно від витрати водозабору , потрібно прийняти типи рибозахисних споруд

$$Q_{\text{перс}} = 0,74 \frac{\text{м}^3}{\text{с}};$$

Для нашого варіанта , за завданням та розрахунками в даній записці обираємо - вертикальні сітчасті, перфоровані або фільтруючі екрани V- та W- подібні в плані із секціями довжиною до 20 м

## 1.4 Водопровідні очисні споруди

### 1.4.1 Витрати водоочисної станції

Керуючись ДБН В.2.5 – 74:2013 , водоочисні станції , які мають витрату більше ніж 5000 м<sup>3</sup>/доб розраховують на рівномірну роботу протягом 24 годин .

$$Q_{\text{ос повн}} = Q_{\text{ос}} + Q_{\text{тах.доб}} + Q_{\text{доп}} , \text{ м}^3/\text{доб}$$

$Q_{\text{ос}}$  - сума витрати води очисної станції

$Q_{\text{тах.доб}}$  - витрата води за добу

$Q_{\text{доп}}$  - додаткові витрати на заповнення протипожежного запасу

$$Q_{\text{ос повн}} = 44317 + 45,2 + 1080 = 45442,2 \text{ м}^3/\text{доб} = 1893,42 \text{ м}^3/\text{год} = 525,95 \text{ л/с}$$

$\alpha$  – коефіцієнт для врахування витрати води на власні потреби, рівний  $\alpha = 1,04$

$$Q_{\text{тах.доб}} = 1,04 \cdot 43317 / 1000 = 45,2 \text{ м}^3/\text{доб}$$

Кількість жителів в населеному пункті складає 86 000 осіб.

Витрати води на пожежогасіння складають:

$$Q_{\text{доп}} = 3,6 \cdot t_{\text{пож}} \cdot (m \cdot q_{\text{пож}} + m' \cdot q'_{\text{пож}}) , \text{ м}^3/\text{доб}$$

$$Q_{\text{доп}} = 3,6 \cdot t_{\text{пож}} \cdot (m \cdot q_{\text{пож}} + m' \cdot q'_{\text{пож}}) , \text{ м}^3 = 3,6 \cdot 3 \cdot (2 \cdot 35 + 1 \cdot 30) = 1080 \text{ м}^3/\text{доб}$$

$m$  ,  $m'$  - кількість одночасних пожеж у місті і на промисловому підприємстві

$q_{\text{пож}}$  ,  $q'_{\text{пож}}$  - витрата води на 1 пожежу, л/сек,

$t_{\text{пож}}$  - розрахункова тривалість пожежі, годин

### 1.4.2 Розрахунок доз певних реагентів

За відомими даними колірність річки становить 40 град. , а каламутність становить- 70 мг/л. Їх зниження найчастіше проводиться за допомогою обробки їх солями-коагулянтами, які додаються у вихідну воду у вигляді розчинів певної концентрації. Приймаємо речовину, як коагулянт - **сульфат алюмінію**  $Al_2(SO_4)_3$

Дози реагентів розраховуються для різних пір року в залежності від якості води з водойми і коректуються під час пуску та експлуатації споруд.

Доза коагулянту ( $D_k$ ) у розрахунку на  $Al_2(SO_4)_3$  приймають за формулою [1, п 6.16],

Приймаємо речовину-коагулянт сульфат алюмінію

$$D_k = 4 \sqrt{\text{Колірн}} , \text{ мг/л}$$

де *Колірність*. – це показник колірності даної води з водойми, град.

$$D_k = 4 \sqrt{40} = 25,29 \text{ мг/л}$$

Приймаємо, як розрахункову дозу коагулянту  $D_k = 25,29$  мг/л.

Під час холодної пори року ,за високої колірності і малої каламутності води ,виникає необхідність інтенсифікувати процеси утворення пластівцевоподібних об'єктів, зробити їх більшими. Тому, разом з коагулюванням води – проводиться її флокулювання. Як флокулянт використовуємо поліакриламід (ПАА). Флокулянти вводяться перед

швидкими фільтрами . Дози флокулянтів призначається за [1, п. 6.17].  
Приймаємо дозу ПАА = 0,45 мг/л.

Флокулянт вводиться в оброблювану воду після коагулянту з різницею у часі 3-4 хвилини.

Хлорування води здійснюється в два етапи :

- попереднє хлорування 8 г/м<sup>3</sup>
- остаточне хлорування 2 г/м<sup>3</sup>

При обробці води коагулянтами треба зробити перевірку лужного резерву речовини для нормального проходження процесу. При його недостатності у воду додається лужний реагент, приймаємо вапно. Дозу реагента для штучного підлужнення ( $D_l$ ) визначають за формулою:

$$D_l = K_l \left( \frac{D_k}{e_k} - L_{вих} + 1 \right), \text{мг/л,}$$

де  $D_k$  – доза коагулянту, мг/дм<sup>3</sup>;

$e_k$  – молярна маса еквівалента коагулянта мг/мг-екв, яка є рівна для суміші  $Al_2(SO_4)_3 - 57$ .

$L_{вих}$  – мінімальна лужність даної води, мг-екв/дм<sup>3</sup>;

$K_l$  – коефіцієнт, який дорівнює для вапна (за  $CaO$ ) – 28.

$$D_l = (25,29/57 - 0,8 + 1) \cdot 28 = 18,02 \text{ мг/л,}$$

Лужний реагент додається перед введенням коагулянту або разом з ним

При вмісті у воді фтору менш ніж 1,5 мг/дм<sup>3</sup> ,необхідно зробити фторування води. Так, як  $0,2 < 1,5$ , приймаємо фторування  $NaF$ . Дозу фторовмісного реагенту (товарного) визначають за формулою:

$$D_f = [m_f a_f - (F^-)] \frac{100}{K_f} \cdot \frac{100}{C_f},$$

де  $m_f$  - коефіцієнт, який враховує витрати фтору в залежності від місця вводу реагента;

$a_f$  – необхідна концентрація фтору в питній воді мг/дм<sup>3</sup>

$(F^-)$  – вміст фтору у вихідній воді, мг/дм<sup>3</sup>;

$K_f$  – вміст фтору в чистому реагенті, %;(табл. 2)

$C_f$  – вміст чистого реагенту в товарному продукті,%; табл.2 [2].

$$D_f = [1,1 - 1,2 - 0,25] \cdot 100/45 \cdot 100/94 = 2,55 \text{ мг/л}$$

Розглянувши результати показників якості води джерела водопостачання , згідно з нормативом, встановленим ДержСанПіН потрібно з'ясувати необхідність коректування цього показника і запропонувати відповідний технологічний . Сума цих процесів визначає технологічну схему очистки води. Тому приймаємо технологічну схему з **контактним освітлювачем і швидкими фільтрами**.

### 1.4.3 Розрахунок контактної освітлювача

Розрахунок контактних освітлювачів з шаром завислого осаду приймається з урахуванням річних коливань показника якості води в джерелі

Для зон освітлення і відокремлення осаду приймають найбільші значення площ, отримані для 2-х періодів.

Освітлювач складається з двох бокових робочих коридорів та відсіку відокремлення і ущільнення осаду

Знаходимо загальну площу освітлювача :

$$F = F_{\text{осв}} + F_{\text{від}} = 246,0 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{осв}} = Q_{\text{год}} \cdot K_{\text{р.в.}} / 3,6 \cdot v_{\text{осв}} = 525,95 \cdot 0,75 / 3,6 \cdot 0,65 = 184,6 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{від}} = \frac{Q_{\text{год}}(1 - K_{\text{р.в.}})}{3,6 v_{\text{осв}}} = \frac{525,95(1 - 0,75)}{3,6 \cdot 0,65} = 61,41 \text{ м}^2;$$

Площа одного освітлювача не повинна перевищувати 100...150 м<sup>2</sup>.

Площа одного освітлювача :

$$F^1 = \frac{F}{N_p} = 246,018 / 4 = 61,50 \text{ м}^2.$$

Довжина одного освітлювача :

$$L = \frac{F^1}{4} = 61,50 / 4 = 15,37 \text{ м}.$$

Приймаємо 4 ячійки,  $F^1 = 61,50 \text{ м}^2$ ,  $V = 4 \text{ м}$ ,  $L = 15,37 \text{ м}$

Розраховуємо об'єм накопичення і ущільнення осаду  $W$ :

$$W = \frac{Q_{\text{год}}(C_B - M_{\text{осв}})T_p}{N_p \cdot \delta}$$

де  $T_p$  - час між двома чистками, приймаємо 6 год;

$Q_{\text{доб}}$  - добова потужність водоочисної станції, м<sup>3</sup>/доб;

$C_B$  - концентрація завислих речовин на вході до відстійника, мг/л;

$M_{\text{осв}}$  - концентрація завислих речовин на виході з освітлювача, мг/л;

$N_p$  - кількість робочих освітлювачів, шт;

$\delta$  - середня по висоті осадової частини відстійника концентрація твердих речовин, згідно ДБН В 2.5 – 74:2013, мг/л.

$$\delta = 12000 = 12000 \text{ мг/л}.$$

Концентрація завислих речовин на вході до відстійника, мг/л:

$$C_B = M + K_K \cdot D_K + 0,25 \cdot K_L + V_B,$$

$$C_B = M + K_K D_K + 0,25 K_L + V_B = 70 + 0,5 \cdot 25,29 + 0,25 \cdot 40 + 11,59 \\ = 104,23 \frac{\text{г}}{\text{м}^3};$$

$$V_B = \frac{D_L}{K_L} \cdot D_L = \frac{18,02}{28} \cdot 18,02 = 11,59 \text{ г/м}^3;$$

$$W = \frac{Q_{\text{год}}(C_{\text{в}} - M_{\text{осв}})T_{\text{р}}}{N_{\text{р}} \cdot \delta} = \frac{530,6 \cdot (104,23 - 8) \cdot 6}{4 \cdot 12000} = 5,34 \text{ м}^3;$$

Основні конструктивні розміри освітлювача :

Висота освітлювача :

$$H_{\text{осв}} = \frac{B_{\text{кор}} - 2B_{\text{ж}}}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} = \frac{2 - 2 \cdot 0,15}{2 \cdot \tan \frac{30^{\circ}}{2}} = 3,17 = 3,2 \text{ м};$$

Де  $B_{\text{кор}}$  – ширина коридора освітлювальної зони (2м);

$B_{\text{ж}}$  – ширина водозабірною жолоба

$$B_{\text{ж}} = 0,9q_{\text{ж}}^{0,4} = 0,9 \cdot 0,01154^{0,4} = 0,15 \text{ м};$$

де  $q_{\text{ж}}$  – витрата води у водозабірному жолобі

$$q_{\text{ж}} = \frac{K_{\text{р.в.}} Q_{\text{год}}}{N \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = \frac{0,75 \cdot 525,95}{4 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 3,6 \cdot 10^3} = 0,215$$

Висота пірамідальної частини робочого коридору :

$$h_{\text{пір}} = \frac{B_{\text{кор}} - a}{2 \tan \frac{\alpha_1}{2}} = \frac{2 - 0,4}{2 \cdot \tan \frac{80^{\circ}}{2}} = 0,95 \text{ м};$$

Перевірка :  $h_{\text{пір}} + h_1 + h_{\text{зах}} \geq H_{\text{осв}}$ ,  $0,95 + 1 + 1,25 = 3,2 \geq 3,2$

Водорозподільний дірчастий колектор, розташований у нижній частині коридорів, розраховують на найбільшу витрату води :

$$q_{\text{кол}} = \frac{Q_{\text{год}}}{N_{\text{р}} \cdot 2} = \frac{525,95}{5 \cdot 2} = 53,66 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

Швидкість входження води у дірчастий колектор  $v_{\text{кол}} = 0,8 \text{ м/с}$ ;

Діаметр дірчастого колектора:

$$d_{\text{кол}} = \sqrt{\frac{4q_{\text{кол}}}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot v_{\text{кол}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 53,66}{3,6 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 0,8}} = 0,179,23 \text{ м} = 180 \text{ мм}.$$

Площа отворів розподільчого колектора складає:

$$f_0 = \frac{q_{\text{КОЛ}}}{3.6 \cdot 10^3 \cdot v_0} = \frac{53,66}{3.6 \cdot 10^3 \cdot 1,5} = 0,009968 \text{ м}^2$$

$v_0$  – швидкість виходу води з отворів колектора 1,5-2 м/с

Кількість отворів у колекторі :

$$n_{\text{к}} = \frac{4f_0}{\pi \cdot d_0^2} = \frac{4 \cdot 9968}{3,14 \cdot 20^2} = 32 \text{ шт};$$

$$f_0 = 0,009968 \text{ м}^2 = 9968 \text{ мм}^2;$$

$d_0$  - діаметр отворів = 20 мм

Відстані між осями отворів / у кожному ряду:

$$l = \frac{2L}{n_{\text{к}}} = \frac{2 \cdot 11,59}{32} = 0,72 \text{ м}$$

Перевірка . Відношення суми площ всіх отворів в розподільчому колекторі до площі його поперечного перерізу повинно знаходитись у межах 0,3..0,4;

$$\frac{n_{\text{к}} \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}}{\frac{\pi \cdot d_{\text{КОЛ}}^2}{4}} = n_{\text{к}} \frac{d_0^2}{d_{\text{КОЛ}}^2} = 32 \frac{20^2}{180^2} = 0,39 ;$$

Водозабірні жолоби – це жолоби, які розміщені у верхній частині зони освітлення вздовж бокових стінок коридорів.

#### 1.4.4 Розрахунок швидких фільтрів

Робота фільтрів розраховуються для нормального та форсованого режимів роботи. На станціях з кількістю фільтрів до 20 передбачається виключення на ремонт одного – двох одиниць фільтрів.

**Попередньо закладаємо двохшарові фільтри з матеріалом завантаження – антрацит .**

Рис. 1.4.1 Характеристика фільтруючого шару

| Фільтри    | Характеристика фільтруючого шару  |                   |            |  |                | Швидкість фільтрування, м/год  |                               |
|------------|-----------------------------------|-------------------|------------|--|----------------|--------------------------------|-------------------------------|
|            | Матеріал завантаження             | Діаметр зерен, мм |            | Коефіцієнт неоднорідності завантаження | Висота шару, м | при нормаль-ному режимі, $V_n$ | при форсованому режимі, $V_f$ |
|            |                                   | найменших         | найбільших |  |                |                                |                               |
| Одношарові | Кварцовий пісок                   | 0,5               | 1,2        | 1,8-2,0                                | 0,7-0,8        | 5-6                            | 6-7,5                         |
|            |                                   | 0,7               | 1,6        | 1,6-1,8                                | 1,3-1,5        | 6-8                            | 7-9,5                         |
|            |                                   | 0,8               | 2          | 1,5-1,7                                | 1,8-2,0        | 8-10                           | 10-12                         |
|            | Подрібнений керамзит              | 0,5               | 1,2        | 1,8-2,0                                | 0,7-0,8        | 6-7                            | 7-9                           |
|            |                                   | 0,7               | 1,6        | 1,6-1,8                                | 1,3-1,5        | 7-9,5                          | 8,5-11,5                      |
|            |                                   | 0,8               | 2          | 1,5-1,7                                | 1,8-2,0        | 9,5-12                         | 12-14                         |
| Двошарові  | Кварцовий пісок                   | 0,5               | 1,2        | 1,8-2,0                                | 0,7-0,8        | 7-10                           | 8,5-12                        |
|            | Подрібнений керамзит або антрацит | 0,8               | 1,8        | 1,6 - 1,8                              | 0,4-0,5        | 7-10                           | 8,5-12                        |

Загальну площу фільтрування води  $F_\Phi$  визначають за формулою:

$$F_\Phi = \frac{Q_{oc}}{T_{ст} \cdot v_n - n_{пр} \cdot q_{пр} - (\tau_{пр} \cdot v_n \cdot n_{пр})}, \text{ м}^2$$

де,  $T_{ст}$  – тривалість роботи станції на протязі доби, (24 години);  
 $v_n$  – розрахункова швидкість фільтрування за нормального режиму роботи, м<sup>3</sup>/годину,.

$n_{пр}$  – кількість промивок за добу;

$q_{пр}$  – питома витрата води за одну промивку м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>,

$$q_{пр} = q_{пр}^1 \cdot t \cdot 10^{-3}$$

де,  $q_{пр}^1$  – показник інтенсивності промивки ,л/с-м<sup>2</sup>,

$$q_{пр} = 15 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 0,105 \text{ л/с-м}^2$$

$t$  – час промивки, с,

$\tau_{пр}$  – час простою фільтра через промивку.

$$F_\Phi = \frac{45849}{24 \cdot 10 - 2 \cdot 0,105 - (0,33 \cdot 10 \cdot 2)} = 126,3 \text{ м}^2$$

Мінімальна кількість фільтрів повинна бути не менше чотирьох. При витраті станції більш ніж 8-10 тис. м<sup>3</sup>/добу кількість фільтрів вираховується за формулою:

$$N_\Phi = \frac{\sqrt{F_\Phi}}{2} \text{ шт,}$$

$$N_\Phi = \frac{\sqrt{126,3}}{2} = 5,61 \text{ шт, } \approx 6 \text{ шт,}$$

При цьому необхідно забезпечити співвідношення швидкості до кількості фільтрів:

$$v_{\phi} = \frac{v_n \cdot N_{\phi}}{N_{\phi} - N_1}, \frac{\text{м}}{\text{год}},$$
$$v_{\phi} = \frac{8 \cdot 6}{6 - 1} = 9,6 \frac{\text{м}}{\text{год}},$$

де,  $v_{\phi}$  – швидкість фільтрування за форсованого режиму, яка не повинна перевищувати  $\leq 12$  ;

$N_1$  – кількість фільтрів, що знаходяться у ремонті

Виходячи з величини  $F_{\phi}$  та  $N_{\phi}$  приймається розмір одного фільтра (В, L) використовуючи типові розміри фільтрів. Площа одного фільтра не повинна перевищувати 100-120 м<sup>2</sup>.

Площа одного фільтра  $F_{\phi}^1$  дорівнює:

$$F_{\phi}^1 = F_{\phi} / N_{\phi}$$

$$F_{\phi}^1 = \frac{126,3}{6} = 21,5 \text{ м}^2 \text{ приймаємо площу } 24 \text{ м}^2; \text{ розміром (4x6)}$$

Розраховуємо витрату води  $Q_{\text{пр}}$  необхідної для промивки одного фільтра

$$Q_{\text{пр}} = F_{\phi}^1 \cdot q_{\text{пр}}^1 \cdot 10^{-3}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$Q_{\text{пр}} = 24 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 0,31 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Визначаємо діаметр колектора  $d_k$ .

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{пр}}}{\pi \cdot v_k}}, \text{ м}$$

$$d_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,31}{3,14 \cdot 0,9}} = 0,62 \text{ м}$$

де  $v_k$  – швидкість руху води на початку колектора.

За сортаментом трубопроводів підбираємо найвигідніший діаметр труби, при якому швидкість становить:

$$v_k = \frac{4 \cdot Q_{\text{пр}}}{\pi \cdot d_k^2}, \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$v_k = \frac{4 \cdot 0,31}{3,14 \cdot 0,65^2} = 1,02 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$d_k = 62 \text{ мм}$$

Загальна кількість відгалужень на кожній одиниці фільтра становить  $n_{\text{заг}}^{\text{відг}}$ :

$$n_{\text{заг}}^{\text{відг}} = 2 \cdot \frac{B}{m}, \text{ шт,}$$

де,  $m$  – відстань між відгалуженнями

$$n_{\text{заг}}^{\text{відг}} = 2 \cdot \frac{5}{0.3} = 40 \text{ шт,}$$

Приймаємо витрату промивної води  $q_{\text{відг}}$ , через одне відгалуження, через формулу:

$$q_{\text{відг}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{заг}}^{\text{відг}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}},$$

$$q_{\text{відг}} = \frac{0,35}{40} = 0,007 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

та визначаємо його діаметр  $d_{\text{відг}}$ :

$$d_{\text{відг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot q_{\text{відг}}}{\pi \cdot v_{\text{відг}}}}, \text{ м,}$$

$$d_{\text{відг}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,009}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,082 \text{ м}$$

де  $v_{\text{відг}}$  – швидкість руху води на початку відгалудження (1,6-2 м/с).

За сортаментом трубопроводів підбирається найближчий до визначеної величини діаметр і робиться перевірка величини  $v_{\text{відг}}$

$$v_{\text{відг}} = \frac{4 \cdot q_{\text{відг}}}{\pi \cdot d_{\text{відг}}^2}$$

$$v_{\text{відг}} = \frac{4 \cdot 0,009}{3,14 \cdot 0,08^2} = 1,69 \text{ м/с,}$$

$$d_{\text{відг}} = 80 \text{ мм}$$

Визначаємо загальну площу ( $\Sigma f_0$ ) отворів у відгалуженнях, яка повинна складати 0,25...0,5) % від робочої площі фільтра  $F_{\text{ф}}^1$  [1, п. 6.105].

$$\Sigma f_0 = (0,25 \dots 0,5) F_{\text{ф}}^1 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^2$$

$$\Sigma f_0 = 0,27 \cdot 24 \cdot 10^{-2} = 0,0657 \text{ м}^2$$

Отвори розташовують у два ряди в шаховому порядку від кутом  $45^\circ$  до низу від вертикалі.

Діаметр отворів  $d_0$  приймається 10...12 мм,  $d_0 = (10 \dots 12) \cdot 10^{-3}$ , м.

Площа одного отвору  $f_0$ ,  $\text{м}^2$  складає:

$$f_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}, \text{ м}^2,$$

$$f_0 = \frac{3,14 \cdot 0,01^2}{4} = 0,0000779 \text{ м}^2$$

Розраховуємо загальну кількість отворів  $n_0$  для фільтра:

$$n_0 = \frac{\Sigma f_0}{f_0}, \text{ шт.}$$

$$n_0 = \frac{0,0657}{0,0000779} = 831 \text{ шт.}$$

Кількість отворів  $n_o^{\text{відг}}$  на одному відгалуженні:

$$n_o^{\text{відг}} = \frac{n_0}{n_{\text{заг}}}, \text{ шт.}$$

$$n_o^{\text{відг}} = \frac{831}{40} = 20,65 = 21 \text{ шт.}$$

Довжина кожного відгалуження  $l_{\text{відг}}$ , м:

$$l_{\text{відг}} = \frac{L \cdot d_{\text{к}}^{\text{ЗОВН}}}{2}, \text{ м}$$

$$l_{\text{відг}} = \frac{4 \cdot 0,065}{2} = 0,12 \text{ м.}$$

Шаг осі отворів  $l_o$ , мм буде складати :

$$l_o = \frac{l_{\text{відг}}}{n_o^{\text{відг}}} \cdot 10^3, \text{ мм}$$

$$l_o = \frac{0,12}{21} \cdot 10^3 = 5,71 \text{ мм}$$

Для забору і відведення промивної води з фільтрів проектується жолоби.

Відстань між осями сусідніх жолобів  $l$  не повинна перевищувати 2,3м.

Схема розташування жолобів залежить від площі фільтра.

Розраховуємо витрату води  $q_{\text{ж}}$ , що припадає на один жолоб

$$q_{\text{ж}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_{\text{ж}}}, \frac{\text{м}^3}{\text{с}},$$

де  $Q_{\text{пр}}$  – витрата води на промивку одного фільтра,  $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$ ,

$n_{\text{ж}}$  – кількість жолобів.

$$q_{\text{ж}} = \frac{0,33}{3} = 0,11 \frac{\text{м}^3}{\text{с}},$$

Знаходимо ширину жолоба  $B_{\text{ж}}$ , м ,

$$B_{\text{ж}} = K_{\text{ж}} \sqrt[5]{\frac{q_{\text{ж}}^2}{(1,57 + a_{\text{ж}})^3}}, \text{ м},$$

де  $a_{\text{ж}}$  – відношення прямокутної частини жолоба  $h_{\text{п}}$  до половини ширини

$K_{\text{ж}}$  – коефіцієнт, який приймається в залежності від форм жолоба.

$$B_{\text{ж}} = 2,0 \sqrt[5]{\frac{0,12^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,49 \text{ м},$$

Таким чином, прямокутна частина жолоба дорівнює

$$h_{\text{п}} = 0,5 \cdot 0,52 = 0,258 \text{ м}$$

$$h_{\text{ж}} = h_{\text{п}} + (0,5)B_{\text{ж}} = 0,258 + 0,249 = 0,53 \text{ м},$$

Конструктивна висота  $h_{\text{ж}}^k$ , м:

$$h_{\text{ж}}^k = h_{\text{ж}} + 0,08, \text{ м}$$

$$h_{\text{ж}}^k = 0,51 + 0,08 = 0,61 \text{ м}$$

Визначаємо відстань  $H_{\text{ж}}$  від поверхні фільтруючого завантаження до кромки жолоба.

$$H_{\text{ж}} = \frac{H_3 \cdot a_3}{100} + 0,3, \text{ м},$$

де  $H_3$  – висота фільтруючого шару, м;

$a_3$  – розширення фільтруючого навантаження у відсотках.

$$H_{\text{ж}} = \frac{0,4 \cdot 50}{100} + 0,3 = 0,5 \text{ м},$$

Рівень води в водоймі, через який відводять промивну воду, має бути на 0,2 м нижчим від дна жолоба. Це розраховується за формулою

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{q_{\text{кан}}^2}{g \cdot B_{\text{кан}}^2}} + 0,2, \text{ м},$$

де  $q_{\text{кан}}$  – витрата води в каналі,

$$q_{\text{кан}} = Q_{\text{пр}} = q_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}} \text{ м}^3/\text{с},$$

$$q_{\text{кан}} = 0,37 \text{ м}^3/\text{с}.$$

$B_{\text{кан}}$  – ширина каналу, м ( $B_{\text{кан}} = 0,51$  м);

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

$$H_{\text{кан}} = 1,73 \sqrt[3]{\frac{0,37^2}{9,81 \cdot 0,53^2}} + 0,2 = 1,21 \text{ м},$$

Швидкість руху води в кінці каналу  $v_{\text{кан}}$  визначається з урахування того, що рівень води в каналі повинен бути на 0,2 м нижче дна жолоба:

$$v_{\text{кан}} = \frac{q_{\text{кан}}}{B_{\text{кан}} \cdot (H_{\text{кан}} - 0,2)}, \text{ м/с},$$

$$v_{\text{кан}} = \frac{0,37}{0,53 \cdot (1,212 - 0,2)} = 0,81 \text{ м/с}.$$

Отже, за результатами розрахунків, нам знадобиться: чотири контактних освітлювача з габаритними розмірами  $B=4$  м,  $L=15,37$  м, та шість швидких фільтрів площею  $24 \text{ м}^2$ . Економічно-доцільно розробити заходи, щодо економії ресурсів на власне споживання очисної споруди.

Для вирішення питання щодо економії води на власні потреби існує чимало заходів, тому розділімо їх на: мінімальні та максимальні.

#### Мінімальні

До мінімальних в першу чергу потрібно віднести зменшення витоків, як зі споруд так і трубопроводів очисної станції.

Найбільші витoki, звісно, будуть зі споруд, які мають велику поверхню, що контактує з водою, а саме: горизонтальні відстійники, камери утворення пластівців, швидкі фільтри (зазвичай їх достатньо багато), РЧВ (резервуари чистої води).

З витокami зі трубопроводів приблизно так саме. Чим більше діаметр трубопроводу і швидкість руху води, тим більше імовірна величина витоків. Тому за можливості, з точки зору зменшення величини витоків, потрібно збільшувати кількість трубопроводів.

Наприклад, водоводи до станції. Замість двох зробити три. Змішувачі, які як відомо з ДБН [1, п.10.5.5], не резервують, але приймають не менше двох.

Налагодити моніторинг витрат, тиску в трубопроводах для швидкого реагування при зміні технологічних параметрів експлуатації, що може свідчити про аварійні ситуації, можливо пов'язані з витокami.

Виконати огляд внутрішніх поверхонь ємнісних споруд для визначення першочергових завдань для усунення виявлених недоліків. За необхідності відновити гідроізоляційний шар.

Зробити перевірку арматурного обладнання на трубопроводах та технологічних спорудах очисної станції. При необхідності замінити на нове або виконати ремонтні роботи.

Всі роботи виконувати почергово, в залежності від стану обладнання та величини пов'язаних з ними втрат.

### Максимальні

Основи сучасних технологій, технологічних процесів очищення води, закладенні понад 100 років тому і, відповідно, сьогодні є застаріли станції та сучасні станції очищення води.

Дніпровська водопровідна станція експлуатується з 1939 року [1]. На станції застосована, класична на той час, схема очищення води: відстоювання на горизонтальних відстійниках та фільтрування на швидких фільтрах.

Незважаючи на те, що друга водоочисна станція населеного пункту Києва була запущена в експлуатацію у 1961 році [2] на ній також запроектована та побудована ідентична схема очищення води на горизонтальних відстійниках та швидких фільтрах.

Якість води з 30-х років минулого століття в створі забору води суттєво змінилась, технології на станції та головне технологічне обладнання ні.

Потрібно міняти станції на більш сучасні.

У відповідності до ДБН [3, п.10.1.6] власні потреби води для технологічних процесів на водоочисній станції становлять: при наявності повторного використання промивної води – 3-4%, без повторного використання води – 10-14%.

Візьмемо середні цифри 3,5% та 12%.

Переважає більшість станцій в Україні виконана на горизонтальних відстійниках та швидких фільтрах, тобто працюють в дві стадії очищення, а для цього випадку ДБН рекомендує [3, дод. Д] для прийому промивних вод з швидких фільтрів передбачати резервуари промивних вод (РПВ). Вода повинна надходити до них і рівномірно перекачуватись «БЕЗ ВІДСТОЮВАННЯ!!!» в трубопроводі перед змішувачами.

Як бачимо, виділення осаду в РПВ не передбачається, а отже з осадом не можна втратити воду. В цьому додатку вказано, що потрібно передбачати можливість скидання в РПВ надосадочної води з горизонтальних відстійників при їх спорожненні.

Тоді,  $12 - 3,5 = 8,5\%$  води від добової потужності станції використовується для промивки швидких фільтрів, а 3,5% - це вода, яка втрачається з горизонтальних відстійників при випуску осаду. Зневоднюється цей осад або не зневоднюється, у відповідності до положень ДБН, значення не має.

Так само, як і кількість завислих речовин на вході до очисних споруд не впливає на об'єм води та кількість спусків осаду з горизонтального відстійника.

Яка кількість води іде на власні потреби станції при скиданні осаду з відстійників?

Якщо 12% це вся вода, яка іде на власні потреби і вона дорівнює 100%, то 3,5% будуть становити  $(100/12) \times 3,5 = 29\%$ . Тобто і при повторному

використанні промивної води після промивки в середньому 29% води власних потреб зливається в каналізацію, це з горизонтальних відстійників.

Розглянемо швидкий фільтр стандартних розмірів, 6×6 м, площа 36 м<sup>2</sup>.

У відповідності до [3, п.10.12.3] мінімальний фільтроцикл дорівнює 8 годин.

В залежності від того одношаровий фільтр або двошаровий, швидкість фільтрування змінюється від 5 до 7 м/год.

Кількість води, яка проходить за 8 годин через фільтр буде змінюватись від  $36 \times 8 \times 5 = 1440 \text{ м}^3$  до  $36 \times 8 \times 7 = 2016 \text{ м}^3$ .

Промивка здійснюється з інтенсивністю від 12 до 16 л/(с×м<sup>2</sup>) для одношарових фільтрів та 14 до 16 л/(с×м<sup>2</sup>) для двошарових фільтрів. Час на промивку 6-5 хвилин для першого випадку та 7-6 хвилин для другого.

Розглянемо випадок промивки з інтенсивністю 12 л/(с×м<sup>2</sup>) та часом 6 хвилин (один шар).

$Q = 12 \times 6 \times 60 \times 36 / 1000 = 155,52 \text{ м}^3$ . Це становить 10,8% від добової продуктивності фільтра.

Розглянемо випадок промивки з інтенсивністю 16 л/(с×м<sup>2</sup>) та часом 5 хвилин (один шар).

$Q = 16 \times 5 \times 60 \times 36 / 1000 = 172,8 \text{ м}^3$ . Це становить 8,6% від добової продуктивності фільтра.

Розглянемо випадок промивки з інтенсивністю 14 л/(с×м<sup>2</sup>) та часом 7 хвилин (два шари).

$Q = 14 \times 7 \times 60 \times 36 / 1000 = 211,68 \text{ м}^3$ . Це становить 10,5% від добової продуктивності фільтра.

Розглянемо випадок промивки з інтенсивністю 16 л/(с×м<sup>2</sup>) та часом 6 хвилин (два шари).

$Q = 16 \times 6 \times 60 \times 36 / 1000 = 207,36 \text{ м}^3$ . Це становить 10,3% від добової продуктивності фільтра.

Як бачимо в жодному з чотирьох випадків ми не потрапили на значення 8,5% (кількість води від добової продуктивності фільтрів). Середнє отримане значення  $(10,8 + 8,6 + 10,5 + 10,3) / 4 = 10,05\%$  відрізняється на  $10,05 - 8,5 = 1,55\%$  в бік збільшення втрат води на промивку швидких фільтрів.

В [3, п.10.12.3] зазначено, що фільтроцикл «при форсованому режимі або повній автоматизації промивання фільтрів - від 6 год. до 8 год.».

Тобто відсоток води, що втрачається на промивці при зменшенні фільтроцикла до 6 годин буде більший за 10,05%. В середньому він буде дорівнювати 13,4%.

Висновок очевидний. Потрібно збільшувати, а не зменшувати фільтроцикл швидких фільтрів.

Для цього є декілька шляхів, які можна поділити на два напрямки:

- **збільшувати брудомісткість фільтру** (інше завантаження, інші коагулянти-флокулянти, інші конструкції фільтрів, використовувати водоповітряну промивку, тощо);

- *зменшити кількість завислих речовин на вході до швидких фільтрів* (обладнати горизонтальні відстійники тонкошаровими модулями, замінити горизонтальні відстійники на інші споруди).

Більш кардинальне рішення, на нашу думку, заміна горизонтальних відстійників на більш сучасні.

У ДБН [3, п.10.10.13 та п.10.10.14] згадується «прояснювач-пульсатор» і рекомендується «для підвищення ефективності прояснення води ... обладнувати його тонкошаровими модулями, які можуть бути розташовані як в захисній зоні споруди, так і в зоні завислого осаду».

Але Pulsator, який розроблено більше 60 років тому, давно комбінують з тонкошаровим відстоюванням ще більше збільшуючи продуктивність, але це вже інші споруди, які в залежності від місця встановлення тонкошарового модуля називаються:

- Pulsatube (встановлено в зоні проясненої води) [https://www.suez-asia.com/-/media/suez-cn/files/publications/brochure\\_pulsatube.pdf?open=true](https://www.suez-asia.com/-/media/suez-cn/files/publications/brochure_pulsatube.pdf?open=true),
- Superpulsator (встановлено в зоні осаду) <https://www.pphypertext.com/17288322/clarifier>,
- Ultrapulsator (встановлено і там, і там) <https://www.watertechnologies.com/products/clarifiers/superpulsator-clarifier>.

Конструкції і технології запатентовано.

За даними виробника апарата Pulsator та його модифікацій на сьогодні змонтовано на водоочисних станціях, які забезпечують водою понад півмільярда споживачів.

## 1.5 Насосна станція II підйому

Так як у нас запроектована водонапірна башта, то максимальна подача насосної станції становить,  $q_{\text{погод.мак}} = 2416,36$ , яку ми приймаємо з таблиці 1.2.4 у добу максимального постачання :

$$Q_{\text{н.с.}} = q_{\text{погод.мак}}$$

$$Q_{\text{н.с.}} = 2416,36 \text{ м}^3/\text{год} = 671,21 \text{ л/с}$$

Ми закладаємо два водовода ,витрату яких  $Q_{\text{н.в.}}$ , визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{н.в.}} = \frac{Q_{\text{н.с.}}}{n}$$

де  $n$  – кількість напірних водоводів,  $n=2$ .

$$Q_{\text{н.в.}} = \frac{671,21}{2} = 335,60 \text{ л/с}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від  $Q_{\text{н.в.}}$ , приймаємо труби чавунні, діаметром  $d=500$  мм визначаємо  $1000i$  та  $v$ :

$$1000i = 7,632 \text{ м};$$

$$v = 1,71 \text{ м/с.}$$

Необхідний напір насосної станції для без баштової системи розраховується формулою:

$$H_{\text{н.с.}} = H_{\text{гео}} + \Sigma h;$$

де  $H_{\text{гео}}$  – статичний напір;

$\Sigma h$  сума втрат, визначається за формулою:

$$\Sigma h = h_{\text{у.в.}} + h_{\text{н.с.}} + h_{\text{вдв}} + h_{\text{н.в.}} + h_{\text{м}}$$

де  $h_{\text{у.в.}}$  – втрати у всмоктуючих водоводах, приймаємо 0,58м;

$h_{\text{н.с.}}$  – втрати насосної станції, приймаємо 1,5м;

$h_{\text{вдв}}$  – втрати на водомірі, приймаємо 1,6м;

$h_{\text{н.в.}}$  – втрати напору в напірному водоводі 2,6м;

$h_{\text{м}}$  – втрати в мережі при подачі максимальної витрати,  $h_{\text{м}}=10$ м.

$$\Sigma h = 0,58 + 1,5 + 1,6 + 2,6 + 10 = 16,3 \text{ м};$$

Значення статичного напору визначається за формулою

$$H_{\text{гео}} = \downarrow \text{ДТ} + H_{\text{віл}}^{\Gamma} - \downarrow \text{ПЗ};$$

де  $\downarrow ДТ$  – відмітка землі в диктуючій точці,  $\downarrow ДТ=94,0\text{м}$ ;

$H_{\text{Віл}}^Г$  – гарантований напір,  $H_{\text{Віл}}^Г = 26\text{м}$ ;

$\downarrow ПЗ$  – відмітка землі у насосної станції,  $\downarrow ПЗ=65\text{м}$ .

$$H_{\text{гео}}=94,0+26-65=55 \text{ м};$$

Визначення втрати напору в напірному водоводі за формулою:

$$h_{\text{н.в.}}=1,07*1000i*L_{\text{н.в.}}$$

де  $1000i$  – втрати напору на 1 км трубопроводу в метрах водяного стовпа;

$L_{\text{н.в.}}$  – довжина напірного водоводу, км.

$$h_{\text{н.в.}}=1,07*6,484*2,2=15,26 \text{ м}$$

Необхідний напір:

$$H_{\text{н.с.}}=55+16,3=71,3 \text{ м};$$

Вибір насосів виконується за сводними графіками, в залежності від необхідних розрахункових напорів і подач насосів.

- при 2 насосах  $Q=1105 \text{ м}^3/\text{доб}$

- при 3 насосах  $Q=736,8 \text{ м}^3/\text{доб}$

Підбір насоса на пожежні витрати.

Вибираємо два насоса **1Д1250-63а**

$$Q_{\text{нс}}^{\text{п}} = Q_{\text{год.мах}} + q^{\text{п}} = 671,21 + 70 = 741,21\text{л/с.}$$

Де,  $Q_{\text{год.мах}}$  – максимальне годинне споживання

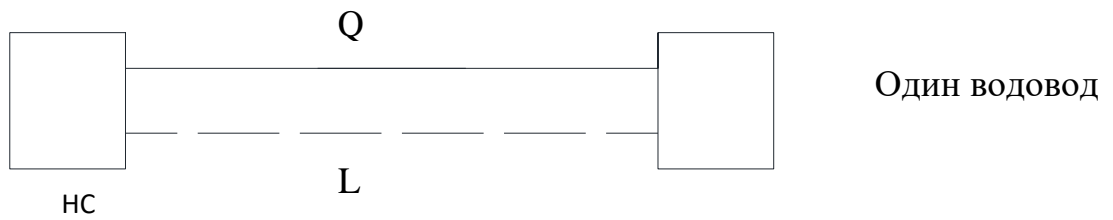
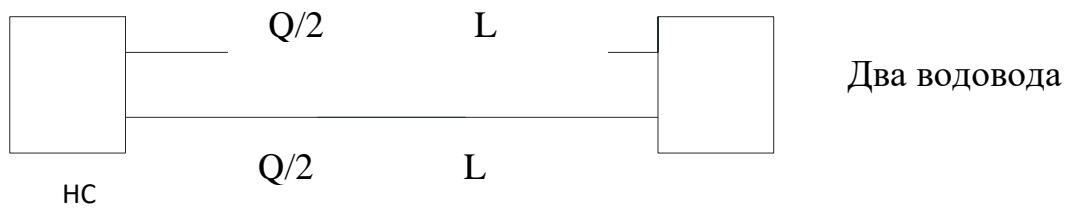
$q^{\text{п}}$  – пожежні витрати, згідно з ДБН

$$Q_{\text{нс}}^{\text{п}} = \frac{741,21}{2} = 370,605\text{л/с.}$$

По таблицях Шевелевих в залежності від  $Q_{\text{н.в.}}$ , приймаємо труби чугунні, діаметром  $d=500$  мм визначаємо  $1000i$  та  $v$ :

$$1000i = 8,921 \text{ м/км};$$

$$v = 1,81 \text{ м/с.}$$



Два водовода, одна перемичка, аварія

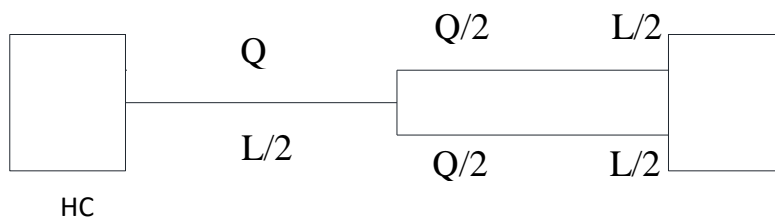


Рис 1,5 Схема водоводів

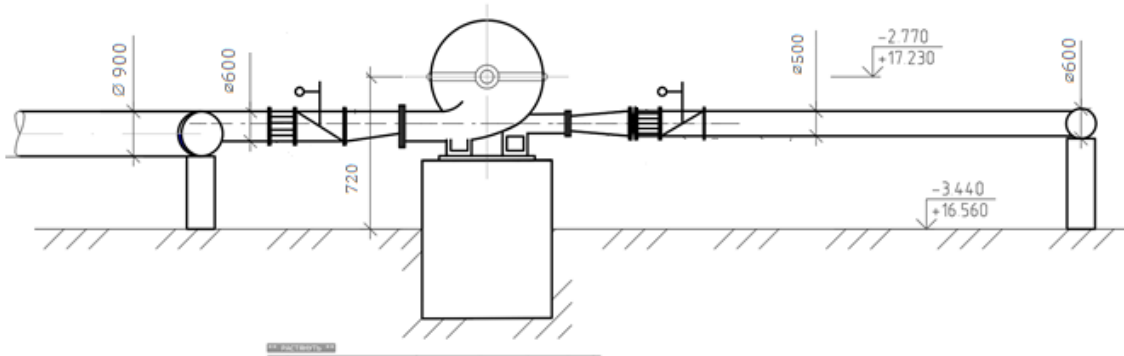
Відстань від осі насоса до підлоги машинної зали визначається за формулами:

$$A_1 = P + 0.5d_H + h;$$

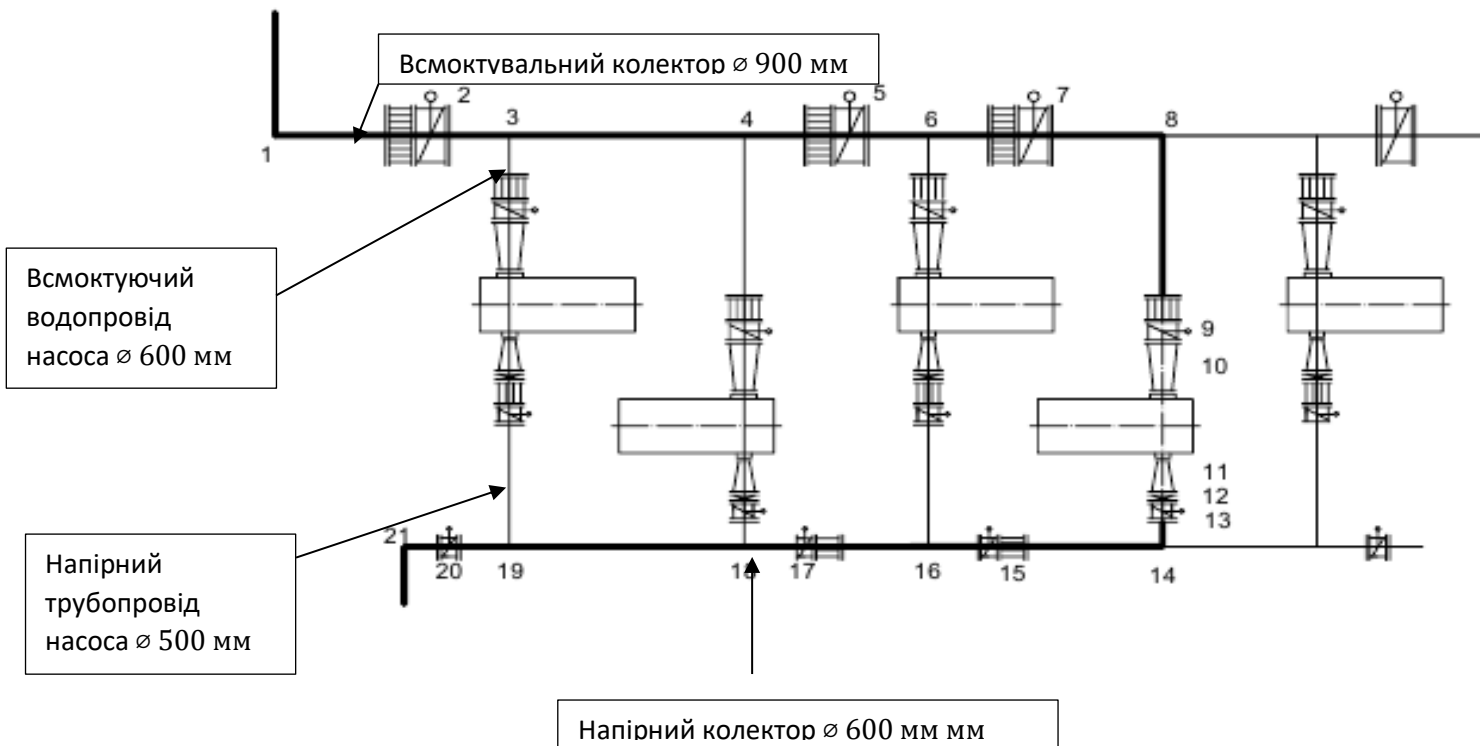
$$A_2 = R - 0.5D_B + d_B + h;$$

$$A_3 = S + 100;$$

Рис 1.5.1 СХЕМА ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ



Де  $P, R, S$ , – конструктивні розміри насоса;  
 $d_H, d_B, D_B$  – діаметри всмоктуючого і напірного трубопроводів і всмоктуючого патрубку насоса;  
 $h$  – мінімальна відстань до підлоги. 250 мм  
 $P=220\text{мм}, R=220\text{мм}, S=400\text{мм}$   
 $A_1=220+0,5 \cdot 500+250=720\text{мм}$ ;  
 $A_2=220-0,5 \cdot 900+600+250=620\text{мм}$ ;  
 $A_3=600+100=700\text{мм}$ ;  
 За потрібну приймаємо більшу з визначених відстаней –  $A_1 = 720\text{ мм}$



# Висотна схема

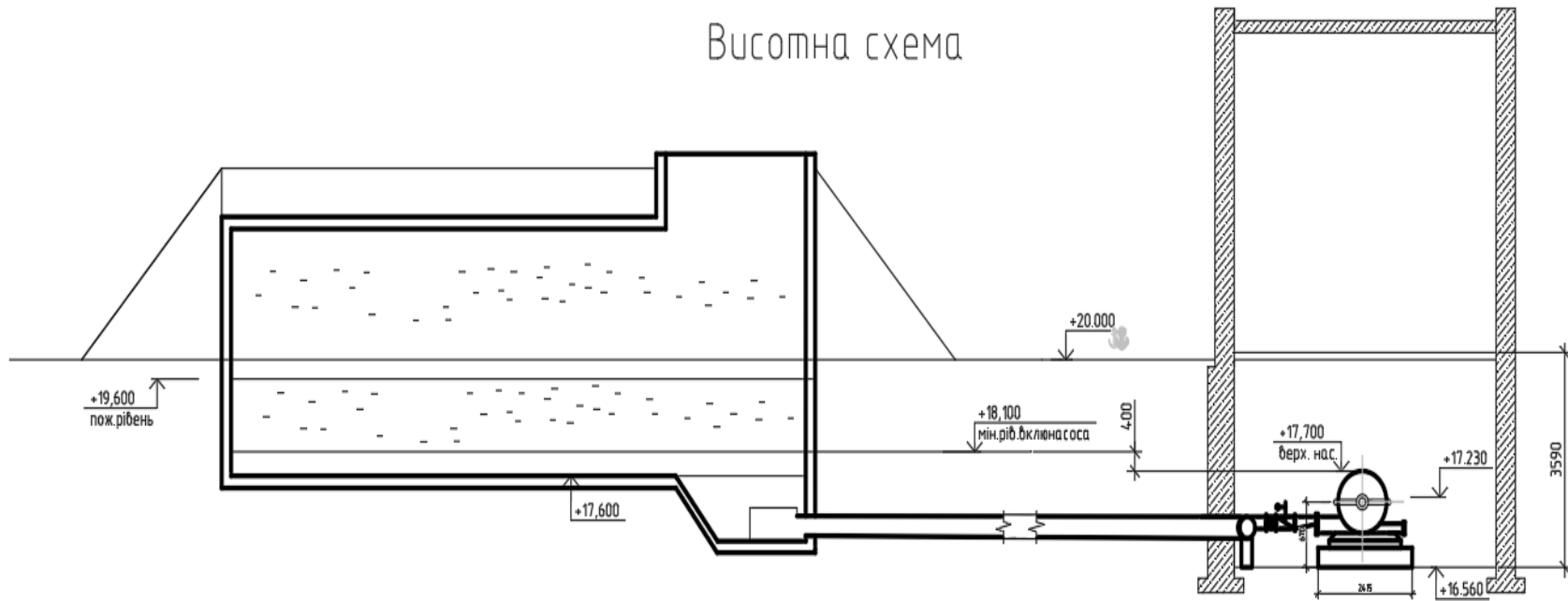


Рис.1.5.3 Висотна схема насосної станції



## 2. Внутрішнє санітарно-технічне обладнання будівлі

Будинок має 9 поверхів. У даному будинку передбачений підвал висотою 3,2 м.

Висота житлового поверху – 3,1 м. Будинок обладнаний системами господарчо-питного водопроводу (В1), протипожежного водопроводу (В2), централізованим гарячим водопостачанням (Т3-Т4), побутовою (К1) каналізацією, яка в свою чергу поділяється на два випуски (К1-1, К1-2 та К1-3, та дощовою каналізацією К2.

В квартирах на кухнях встановлені мийки зі змішувачами, в санвузлах – унітази зі зливними бачками, біде, умивальники і ванни довжиною 1700 мм.

Запроектований житловий будинок постачається холодною водою від міської водопровідної мережі. Гаряче водозабезпечення здійснюється за рахунок подачі холодної води до індивідуального теплового пункту в підвалі будинку, її подальшого нагріву та циркуляції замкненої системи Т3-Т4. Побутові та дощові стічні води відводяться в каналізаційну мережу.

### 2.1 Базові розрахунки

Розміри будинку в плані. Секція №1 становить - 32,2м x 11,5м, секція №2 становить – 34,9м x 11,5м.

Периметр будинку – 115,8 м.

Кількість приладів холодної води – 36 , гарячої - 24. Розрахункова кількість приладів (N) холодної води в 9-ти поверховому будинку –  $36 \times 9 = 324$  шт., гарячої –  $24 \times 9 = 216$  шт.

Кожна особа, у відповідності до споживає за добу холодної води – 150 л, гарячої – 100 л.

$$Q_T^{tot} = 250 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^c = 150 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_T^h = 100 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

При цьому середня за годину витрата загальної, холодної і гарячої води одним споживачем становить

$$q_T^{tot} = \frac{Q_T^{tot}}{T}$$

Де  $T$  становить -24 часовий розрахунок

$$q_T^c = \frac{Q_T^c}{T}$$

$$q_T^h = \frac{Q_T^h}{T}$$

$$q_T^{tot} = \frac{250}{24} = 10.41 \text{ л/год};$$

$$q_T^c = \frac{150}{24} = 6.25 \text{ л/год};$$

$$q_T^h = \frac{100}{24} = 4.16 \text{ л/год};$$

Розраховуємо максимальну добову витрату загальної (холодної і гарячої), холодної і гарячої води, одним споживачем, л/добу, за формулою:

$$Q_{max}^{tot} = q_T^{tot} * k_d$$

$$Q_{max}^c = q_T^c * k_d;$$

$$Q_{max}^h = q_T^h * k_d;$$

де  $k_d$  – коефіцієнт максимальної добової нерівномірності, який приймається згідно з таблицею в залежності від

середньої за годину витрати води  $Q_{max}^{tot}$ ,  $Q_{max}^c$ ,  $Q_{max}^h$  л/ГОД та кількості приладів (N) або споживачів (U).

$$Q_{max}^{tot} = 250 * 1.36 = 340 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max}^c = 150 * 1.51 = 226.5 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{max}^h = 100 * 1.53 = 153 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

Максимальна добова витрата загальної, холодної і гарячої води на господарсько-питні потреби споживачів для будинку, що проектується, визначиться зі співвідношення, м<sup>3</sup>/добу

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{tot}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{tot}}}{1000} * U, \frac{\text{л}}{\text{добу}},$$

$$Q_{\text{max}}^{\text{c}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{c}}}{1000} * U \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

$$Q_{\text{max}}^{\text{h}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{h}}}{1000} * U, \frac{\text{л}}{\text{добу}}$$

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{tot}} = 340/1000 * 324 = 110,16 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{c}} = 226.5/1000 * 324 = 73,38 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{h}} = 153/1000 * 216 = 33,08 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

Максимальна добова витрата холодної води в будівлі розраховується, як сума витрат води на господарсько-питні потреби всіма споживачами і витрат на поливку прилеглої території, м<sup>3</sup>/добу:

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{c}} = \frac{Q_{\text{max доб}}^{\text{c}}}{1000} * N + Q_{\text{пол}}, \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

$$Q_{\text{max доб}}^{\text{c}} = \frac{226,5}{1000} * 324 + 2,5 = 75,886 \frac{\text{л}}{\text{добу}};$$

## **2.2 Гідравлічний розрахунок внутрішнього холодного водопроводу на режим максимального господарсько-питного водоспоживання**

Розрахунок мережі трубопроводів внутрішнього холодного водопроводу довільного об'єкту (у тому числі житлового будинку) умовно можна розділити на два етапи. На першому, залежно від прийнятих норм водопостачання, кількості споживачів ( $U$ ) чи санітарно-технічних приладів ( $N$ ), що знаходяться в будинку, знаходимо витрати води на кожній із розрахункових ділянок. На другому – за відомими витратами, виконуємо безпосередньо гідравлічний розрахунок мережі. У зв'язку з тим, що в проекті застосована об'єднана господарсько-питна і протипожежна система внутрішнього водопроводу, то її гідравлічний розрахунок потрібно здійснити на два розрахункових режими роботи, а саме – на режим максимального господарсько-питного водопостачання і на режим максимального водопостачання плюс пожежогасіння.

Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу виконується на основі розробленої і накресленої аксонометричної схеми.

Розрахувати мережу – це означає визначити витрати води на всіх ділянках, підібрати діаметри труб, знайти втрати напору на кожній ділянці і в усій системі в цілому. Для режиму максимального водоспоживання перший етап розрахунку починають з визначення диктуючого приладу в системі.

Під останнім розуміють прилад, який максимально віддалений від вводу в будинок (або від підвищувальних насосів) по горизонталі і вертикалі, розташований на найбільш навантаженому напрямку і має максимальну секундну витрату.

Для розглядуваного житлового будинку диктуючим приладом буде змішувач ванни, яка розташована на верхньому поверсі і підключена до стояка, що максимально віддалений від підвищувальних насосів (при їх відсутності – від вводу в будинок). Також визначаємо магістраль – напрямок від диктуючого приладу до насосних установок.

Далі розбиваємо магістраль на розрахункові ділянки, під останніми розуміють ділянки трубопроводу постійного діаметра по яких проходить постійна витрата води. Значення розрахункових максимальних секундних та за годину витрат холодної і гарячої води, які проходять по розрахунковим ділянкам водопровідної мережі, в залежності від кількості приладів (N) при розрахунковій середній витраті води за годину на одну людину знаходимо

Витрата води на кінцевих ділянках тупикової мережі має бути не менше максимальної секундної витрати одним із встановлених на ній санітарно–технічних приладів.

Розрахунок починають від диктуючого приладу. Оскільки при розрахунку кожної ділянки треба виконувати у певній послідовності ряд однакових операцій, то результати розрахунку зручно представляти у табличній формі

Діаметри трубопроводів (d), швидкість руху води в трубі (V), втрати напору на гідравлічне тертя ( $1000i$ ) визначаємо за таблицями для розрахунку водопровідних труб .

В розрахунках ми використали комп'ютерні програми «Cold WaterPipe» та «Таблиця Щевелева»

| Номер ділянки | Довжина ділянки L, м | Кількість приладів<br>ояких подається вода<br>поданій розахунковій<br>ділянки | Розрахункова витрата<br>на ділянці<br>q c, л/с | Діаметр<br>d, мм | Швидкість<br>V, м/с | Втрати напору за<br>довжиною, мм |                                  |  |
|---------------|----------------------|---|--|------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
|               |                      |   |  |                  |                     | 1000 i, мм                       | на ділянці<br>H (l) = 1000i*L, м |  |
| 1             | 2                    | 3   | 4  | 5                | 6                   | 7                                | 8                                |  |
| 1-2           | 1                    | 1   | 0,17   | 20               | 0,54                | 57,53                            | 0,06                             |  |
| 2-3           | 1,7                  | 2   | 0,18   | 20               | 0,56                | 63,88                            | 0,13                             |  |
| 3-4           | 1,7                  | 3   | 0,19   | 20               | 0,58                | 65,32                            | 0,14                             |  |
| 4-5           | 3,1                  | 3   | 0,19   | 20               | 0,58                | 136                              | 0,32                             |  |
| 5-6           | 3,1                  | 6   | 0,22   | 20               | 0,91                | 146                              | 0,34                             |  |
| 6-7           | 3,1                  | 12  | 0,28   | 20               | 1                   | 176                              | 0,46                             |  |
| 7-8           | 3,1                  | 15  | 0,31   | 20               | 1,12                | 218                              | 0,57                             |  |
| 8-9           | 3,1                  | 18  | 0,32   | 20               | 1,22                | 255                              | 0,66                             |  |
| 9-10          | 3,1                  | 21  | 0,34   | 25               | 0,86                | 92,1                             | 0,24                             |  |
| 10-11         | 3,1                  | 24  | 0,36   | 25               | 0,91                | 102,6                            | 0,27                             |  |
| 11-12         | 3,1                  | 27  | 0,39   | 25               | 0,93                | 110,9                            | 0,29                             |  |
| 12-13         | 8,1                  | 210   | 1,38   | 50               | 0,47                | 12,9                             | 0,20                             |  |
| 13-14         | 4,6                  | 256   | 1,55   | 50               | 0,55                | 15,3                             | 0,05                             |  |
| 14-15         | 6,1                  | 294   | 1,86   | 50               | 0,66                | 23,8                             | 0,06                             |  |
| 15-16         | 2,9                  | 324   | 1,95   | 50               | 0,73                | 25,17                            | 0,07                             |  |
| 16-17         | 8,1                  | 210   | 1,38   | 50               | 0,47                | 12,9                             | 0,20                             |  |
| 17-18         | 4,6                  | 256   | 1,55   | 50               | 0,55                | 15,3                             | 0,05                             |  |
|               |                      |   |  |                  |                     |                                  | 4.11                             |  |

Таблиця 2.2.1 Гідралічний розрахунок холодного водопроводу для режиму  
максимального водоспоживання

Сума втрат напору на всіх ділянках магістралі дає втрати напору на гідравлічне тертя за довжиною (втрати напору на ділянках від диктуючого приладу до підвищувальних насосів). Втрати напору в місцевих опорах в системі враховуються осереднено, як певний відсоток від втрат за довжиною за формулою:

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.2) * 7,63 = 8,72 \text{ м}$$

Таблиця 2.2.1 Розрахунок внутрішньої мережі холодного водопроводу на пропуск максимальної господарсько-питної і протипожежної витрат

| Номер ділянки | Довжина ділянки<br>l, м | Витрата води q,<br>л/с |                    |                  | Діаметр<br>d, мм | Швидкість<br>V, м/с | Втрати напору за<br>довжиною, мм |                                       |
|---------------|-------------------------|------------------------|--------------------|------------------|------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
|               |                         | господарськ<br>о-питні | Пожежні<br>потреби | Розрахунков<br>а |                  |                     | 1000 i, мм                       | на ділянці<br>H (l) =<br>1000i * l, м |
| 1             | 2                       | 3                      | 4                  | 5                | 6                | 7                   | 8                                | 9                                     |
| 1'-2'         | 3,1                     | -                      | 2                  | 2                | 40               | 1,59                | 178.56                           | 0,56                                  |
| 2'-11'        | 34,1                    | -                      | 2                  | 2                | 40               | 1,59                | 178.56                           | 6.07                                  |
| 11'-12'       | 2,1                     | -                      | 2                  | 2                | 40               | 1,99                | 178.56                           | 0.37                                  |
| 12'-18'       | 16,6                    | -                      | 2                  | 2                | 50               | 1.1                 | 55.93                            | 0.9                                   |
| 18'-26'       | 16,6                    | -                      | 2                  | 2                | 50               | 1.1                 | 55.93                            | 0.9                                   |
| 26' -17       | 3,1                     | 0,86                   | 2                  | 2.86             | 50               | 1,4                 | 111.54                           | 0,55                                  |
| 17-18         | 3,5                     | 1,1                    | 2                  | 3,9              | 50               | 1,98                | 207,45                           | 0.76                                  |
|               |                         |                        |                    |                  |                  |                     | $\Sigma H (l) =$                 | 8.49                                  |

Приймаємо лічильник діаметрою 50 , S = 0.143 м/(л/с)<sup>2</sup>

$$\Sigma H_{l,tot} = (1 + k_1) * \Sigma H_l = (1 + 0.1) * 8.49 = 9.33 \text{ м}$$

Таблиця 2.2.2 Розрахунок  
внутрішнього гарячого водопроводу на режим максимального господарсько-питного  
водоспоживання

| Номер ділянки | Довжина ділянки l, м | В яких подається вода<br>поданій розрахунковій<br>ділянці | Розрахункова витрата<br>на ділянці<br>q, л/с | Діаметр<br>d, мм | Швидкість<br>V, м/с | Втрати напору за<br>довжиною, мм |                                    |
|---------------|----------------------|---|--|------------------|---------------------|----------------------------------|------------------------------------|
|               |                      |   |  |                  |                     | 1000 i, мм                       | на ділянці<br>H (l) = 1000i * l, м |
| 1             | 2                    | 3   | 4  | 5                | 6                   | 7                                | 8                                  |
| 1-2           | 1                    | 1   | 0,17   | 15               | 1,12                | 327,6                            | 0,26                               |
| 2-3           | 1,5                  | 2   | 0,18   | 15               | 1,12                | 327,6                            | 0,49                               |
| 3-4           | 1,5                  | 4   | 0,19   | 15               | 1,12                | 327,6                            | 0,29                               |
| 4-5           | 3,1                  | 6   | 0,19   | 15               | 1,12                | 327,6                            | 0,85                               |
| 5-6           | 3,1                  | 8   | 0,22   | 15               | 1,18                | 360,5                            | 0,94                               |
| 6-7           | 3,1                  | 10  | 0,28   | 15               | 1,3                 | 420,6                            | 1,09                               |
| 7-8           | 3,1                  | 12  | 0,31   | 20               | 0,75                | 106                              | 0,28                               |
| 8-9           | 3,1                  | 14  | 0,32   | 20               | 0,78                | 122                              | 0,32                               |
| 9-10          | 3,1                  | 16  | 0,34   | 20               | 0,91                | 139                              | 0,36                               |
| 10-11         | 3,1                  | 18  | 0,36   | 20               | 0,94                | 151                              | 0,39                               |
| 11-12         | 3,1                  | 20  | 0,39   | 20               | 0,97                | 165                              | 0,43                               |
| 12-13         | 3,1                  | 22  | 0,42   | 20               | 1,02                | 181                              | 0,47                               |
| 13-14         | 3,1                  | 24  | 0,44   | 20               | 1,06                | 194                              | 0,50                               |
| 14-15         | 4,2                  | 148   | 0,95   | 20               | 1,28                | 281                              | 3,09                               |
| 15-16         | 3,6                  | 162   | 1,16   | 20               | 1,25                | 132                              | 0,54                               |
| 16-17         | 7,3                  | 172   | 1,25   | 50               | 1,27                | 113,7                            | 0,39                               |
| 17-18         | 4,5                  | 216   | 1,38   | 50               | 1,01                | 69,6                             | 0,29                               |
|               |                      |   |  |                  |                     | ΣH (l)=                          | 10.98                              |

Для розрахунку системи в режимі циркуляції використаємо аксонометричну схему розподільчих трубопроводів гарячої води, в якій додатково враховано розміщення

циркуляційних трубопроводів. Розіб'ємо також циркуляційну частину загальної схеми гарячого водопостачання на розрахункові ділянки і пронумеруємо їх.

Розрахунок системи гарячого водопостачання в режимі циркуляції починають з визначення циркуляційної витрати в системі (л/с) за формулою:

$$q^{cir} = \frac{\sum Q^{ht}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t_w} = \frac{1.370}{1 \cdot 4.2 \cdot 3} = 0,11 \frac{\text{л}}{\text{с}}$$

де  $c$  – питома теплоємність води, кДж/(кг·0К); (4,2)

$\Delta t_w$  – розрахункове зниження температури гарячої води від вузла підігрівання до точки водорозбору, (В проекті прийняти 3 – 5 С);

$\rho$  – густина води, кг/л; (1)

$\sum Q^{ht}$  – сума теплових втрат подавальних трубопроводів гарячої води, кВт, які визначаються за формулою

$$\sum Q^{ht} = \sum q_{w.k} \cdot l_{w.k} + q_{w.s} \cdot l_{w.s} = 11 \cdot 46 + 8 \cdot 108 = 1.370 \text{ кВт};$$

де  $q_{w.k}$  – питомі теплові втрати трубопроводів, які прокладаються в підвалах, техпідвалах, на горищі, Вт/м;

$q_{w.s}$  – питомі теплові втрати трубопроводів, які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, Вт/м;

$l_{w.k}$  – довжина всіх трубопроводів гарячого водопостачання, які прокладаються в підвалах, техпідпіллях, на горищі, м;

$l_{w.s}$  – довжина всіх трубопроводів гарячого водопостачання, які прокладаються в шахтах, каналах, штрабах, м.

| Номер ділянки | Теплові втрати, кВт   |                       |          | Циркуляційна витрата, л/с | Діаметр d, мм | Швидкість V, м/с | Втрати напору за довжиною, мм |   |
|---------------|-----------------------|-----------------------|----------|---------------------------|---------------|------------------|-------------------------------|---|
|               | $q(w.k) \cdot l(w.k)$ | $q(w.s) \cdot l(w.s)$ | Сумарна  |                           |               |                  | 1000 і, мм                    | на ділянці<br>$H(l) = 1000i \cdot l, м$ |
| 1             | 2                     | 3                     | 4        | 5                         | 6             | 7                | 8                             | 9                                       |
| 1-2           | 45,925                | 0                     | 0,045925 | 0,004                     | 10            | 0,2              | 15,3                          | 0,06                                    |
| 2-3           | 124,03                | 268,8                 | 0,392825 | 0,031                     | 10            | 0,28             | 36,7                          | 1,95                                    |
| 3-4           | 246,35                | 537,6                 | 0,783945 | 0,062                     | 15            | 0,35             | 39,9                          | 2,10                                    |
| 4-5           | 445,23                | 806,4                 | 1,251625 | 0,099                     | 20            | 0,31             | 21,1                          | 1,06                                    |
| 5-6           | 485,93                | 1075,2                | 1,561125 | 0,124                     | 25            | 0,22             | 8,44                          | 0,41                                    |
| 6-7           | 607,26                | 1075,2                | 1,682455 | 0,134                     | 25            | 0,24             | 9,72                          | 0,52                                    |
| 7-8           | 633,66                | 1075,2                | 1,708855 | 0,136                     | 25            | 0,26             | 11,1                          | 0,58                                    |
| 8-9           | 712,48                | 1344                  | 2,056481 | 0,163                     | 25            | 0,3              | 14                            | 0,71                                    |
| 9-10          | 806,45                | 1344                  | 2,150454 | 0,171                     | 25            | 0,32             | 15,6                          | 0,76                                    |
|               |                       |                       |          |                           |               |                  | $\Sigma H(l) =$               | 8,15                                    |

Таблиця 2.2.3. Розрахунок циркуляційні трубопроводи

Мережі внутрішнього гарячого водопостачання (як і холодного) прокладають із сталевих водогазопровідних оцинкованих і напірних поліетиленових труб. Для зменшення втрат тепла трубопроводами гарячого водопостачання і циркуляційними магістральними трубопроводами, які прокладені в підвалі, а також стояками гарячого водопостачання останні ізолюють. Трубопроводи на поверхах не ізолюють, а тільки фарбують. Ізолюють сталеві труби типовими конструкціями ізоляційних матеріалів, наприклад: мінераловатними матами завтовшки 30 мм для труб діаметром до 125 мм включно і товщиною 40 мм за більших діаметрів. Захисним покриттям слугує азбестова штукатурка завтовшки 10 мм або обгортка склотканиною і руберойдом. Поліетиленові труби звичайно ізолюють обгортками з гофрованого поліетилену, пористої гуми або поліуретанової плівки.

При виконання курсового проекту питомі втрати тепла орієнтовно можна приймати: ізольованими трубами – 5 Вт/м; неізольованими – 10Вт/м.

При гідравлічному розрахунку ділянок циркуляційних трубопроводів систем гарячої води діаметри труб підбираються за витратою циркуляційної води, л/с, яка визначається за формулами:

$$q_a^{\text{cir}} = q^{\text{cir}} \frac{Q_a^{\text{ht}}}{Q_a^{\text{ht}} + Q_d^{\text{ht}}} = 0.11 * \frac{0.703}{0.703 + 1.2} = 0.36 \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ для відгалудження}$$

$$q_d^{\text{cir}} = q^{\text{cir}} \frac{Q_d^{\text{ht}}}{Q_a^{\text{ht}} + Q_d^{\text{ht}}} = 0.11 * \frac{1.2}{0.703 + 1.2} = 0.63 \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ для прямого потоку}$$

$$Q_a^{\text{ht}} = 140.6 * \frac{5}{1000} = 0.703 \text{ кВт};$$

$$Q_d^{\text{ht}} = (108 * 10 + 32.6 * 5) / 1000 = 1.2 \text{ кВт};$$

При виборі діаметрів трубопроводів циркуляції рекомендується забезпечувати швидкість потоків в них від 0,2 м/с до 0,5 м/с. Допускається швидкість води від 0,5 м/с до 1,0 м/с для ділянок системи, які розташована близько до насоса.

За наявності кільцюючої перемички між водорозбірними стояками при розрахунку теплових втрат водорозбірного вузла враховуються теплові втрати трубопроводів кільцюючої перемички.

Розбіжності втрат тиску в циркуляційних кільцях системи гарячого водопостачання (без врахування втрат тиску на загальних ділянках) не повинні перевищувати 15%.

Необхідний тиск циркуляційного насоса визначають за формулою:

$$\Delta P_p = (1,2 \dots 1,4) \sum i_l + \Delta \Sigma P_{RV} + \Delta P_{TH} + \Delta P_{Ap}, \text{ Па}, (14)$$

де  $\Delta P_p$  – необхідний тиск, Па;

$i$  – питомі втрати тиску на тертя, Па/м;

$(1,2 \dots 1,4) \sum i_l$  – втрати тиску на місцеві опори в залежності від кількості з'єднань і відгалужень;

$\Delta \Sigma P_{RV}$  – паспортні дані – втрати тиску на зворотних клапанах, Па;

$\Delta P_{TH}$  – паспортні дані – втрати тиску на термостатичному циркуляційному клапані/регуляторі тиску, Па;

$\Delta P_{Ap}$  – втрати тиску на обладнанні (водонагрівачі тощо), Па.

$$\Delta P_p = 1.2 * 8150 + 0 + 0 + 4000 = 13\,780 \text{ Па}$$

## 2.3 Розрахунок водонагрівальної установки

Гаряча вода для потреб споживачів готується в теплопункті, який розташований у підвалі будинку. Для приготування гарячої води застосовуємо пластинчатий водонагрівач. Для його розрахунку спочатку знаходимо необхідний тепловий потік за годину максимального водоспоживання на потреби гарячого водоспоживання (з урахуванням теплових втрат), кВт, за формулою:

$$Q_{hr}^h = 1,16 * q(55 - t) + Q^{ht}$$

де  $t_c = 7^\circ\text{C}$  – температура холодної води у мережі холодного водопроводу.

$$Q_{hr}^h = 1.16 * 3.1 * (55 - 7) + 1.37 = 173.97 \text{ кВт};$$

Загальна площа поверхні теплообміну в апараті, м<sup>2</sup>, розраховується за залежністю:

$$F = \frac{Q_{hr}^h}{k * \Delta t_{max}}$$
$$F = \frac{173.97}{1.5 * 22.36} = 4.18 \text{ м}^2$$

де  $k$  – коефіцієнт теплопередачі прийнятого типу пластин, Вт/(м<sup>2</sup>·°C). (В проєкті можна осереднено приймати  $k = 1500$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C));

$\Delta t_{max}$  - середньологарифмічний температурний напір, який визначається за формулою:

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^1 - t_2^{11}) - (t_1^{11} - t_2^1)}{\ln \frac{(t_1^1 - t_2^{11})}{(t_1^{11} - t_2^1)}}$$

$$\overline{\Delta t_{max}} = \frac{(t_1^1 - t_2^{11}) - (t_1^{11} - t_2^1)}{\ln \frac{(t_1^1 - t_2^{11})}{(t_1^{11} - t_2^1)}} = \frac{(90 - 75) - (40 - 7)}{\ln \frac{(90 - 75)}{(40 - 7)}} = \frac{-18}{\ln 0.463} = 22.36^\circ\text{C}$$

де -  $t_1^1$  і  $t_1^{11}$  температура теплоносія відповідно на вході і на виході з теплообмінника, °C;

$t_2^1$  і  $t_2^{11}$  - температура води, що нагрівається, на вході і на виході з теплообмінника, °С.

Кількість пластин у теплообміннику знаходимо із співвідношення:

$$n = \frac{F}{f} + 2 = \frac{4.18}{0.6} + 2 = 8.96 \approx 9 \text{ шт.}$$

де  $n$  – кількість робочих пластин у теплообміннику

;  $f$  – площа нагрівання однієї пластини,

*Технологія будівельного  
виробництва*

**Консультант**

/ \_\_\_\_\_ /

| Зам.               | Кільк. | Лист | № док. | Підпис | Дата | Лист |
|--------------------|--------|------|--------|--------|------|------|
|                    |        |      |        |        |      |      |
| АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА |        |      |        |        |      |      |

### 3. Технологія будівельного виробництва

#### 3.1. Характеристика споруди. Побудова споруди.

Загальні габаритні розміри : 36м\*30м; глибина: 4,8 м. Ґрунт супісок.  
 В даному курсовому проекті використовуються колони з 6\*6 м стінові панелі плоскі ПС2-48-Б без обв'язочної балки і ПС1-48-Б з обв'язочною балкою, які встановлюються в пази монолітного днища. Висота плоских стінових панелей – 4,6 м.

Схема плану і розрізу (1-1 і 2-2) РЧВ з маркуванням збірних конструкцій каркаса наведені на рис.3.1.1 та 3.1.2.

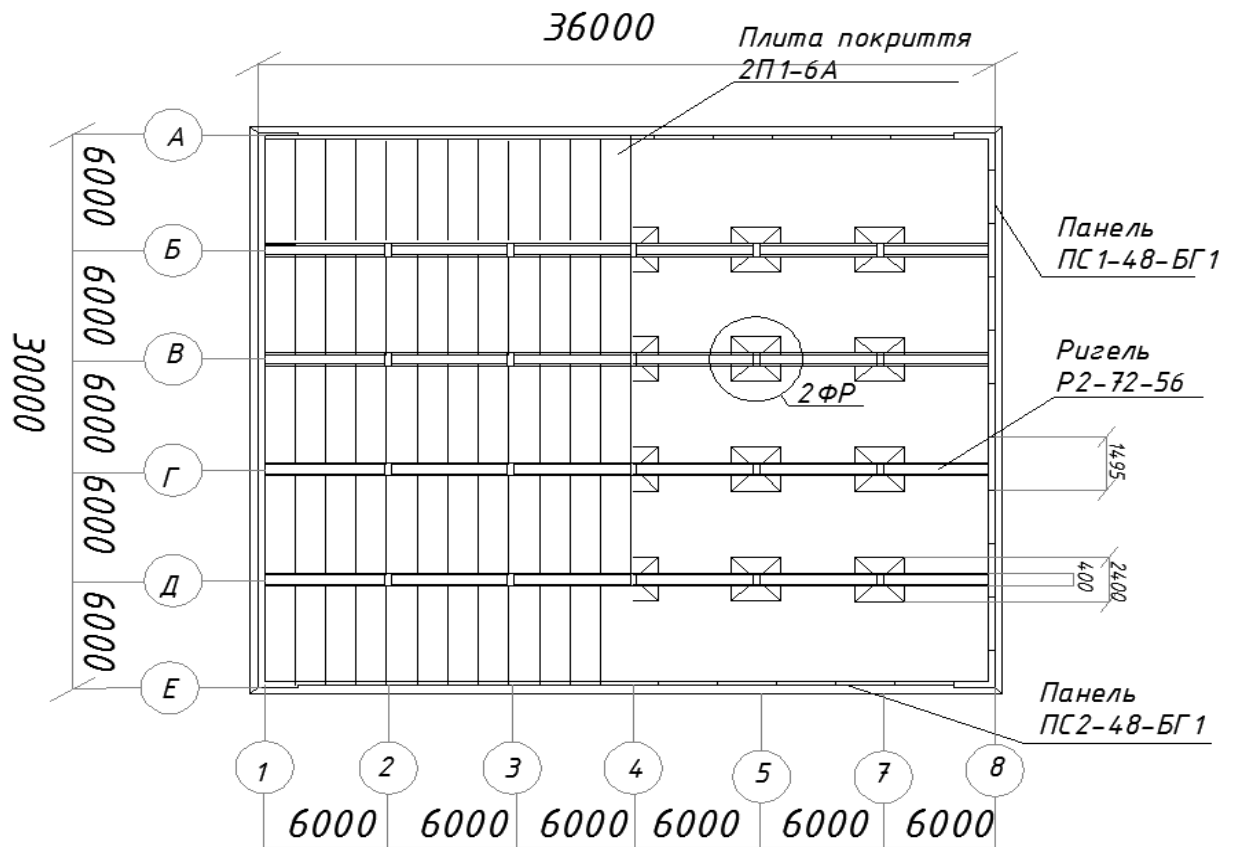


Рис.3.1.1 Схема резервуару чистої води місткістю 5000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса

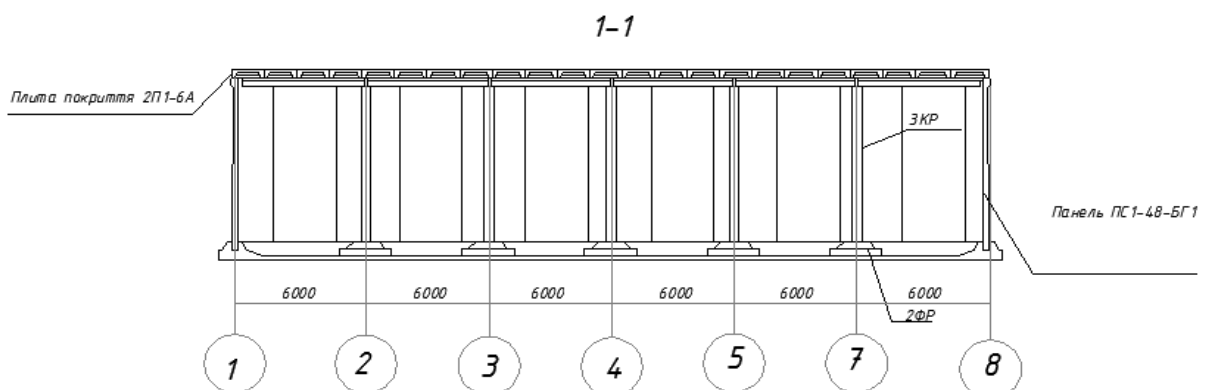


Рис.3.1.2 Схема-розріз(1-1) резервуару чистої води місткістю 5000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса

2-2

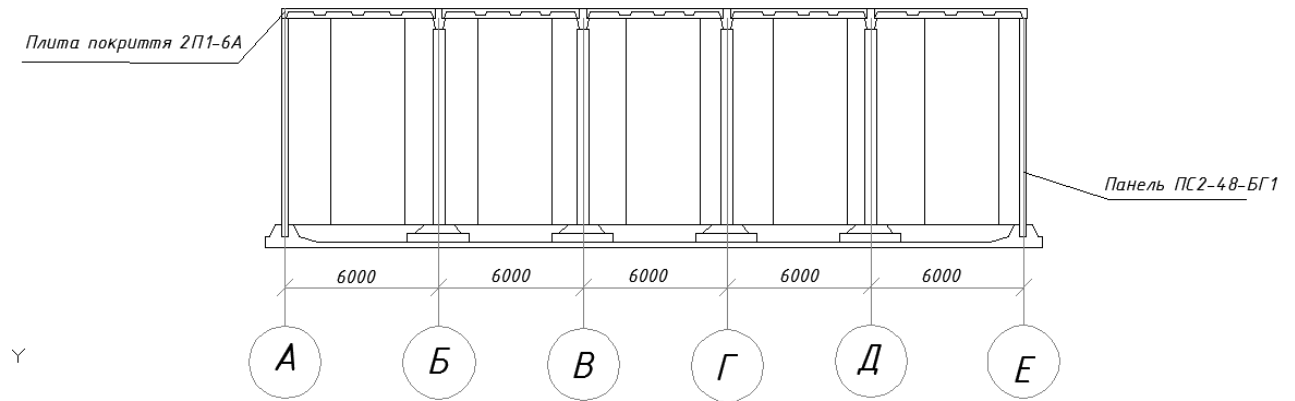
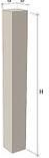
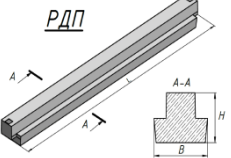
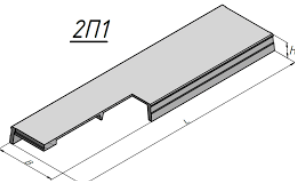


Рис.3.1.3 Схема-розріз(2-2) резервуару чистої води місткістю 5000 м<sup>3</sup> з маркуванням конструкцій каркаса

Таблиця 3.1 Характеристика монтажних елементів

| №<br>n/n | Монтажні елементи    | Марка      | Ескіз | Маса елемента, т | Об'єм елемента, м <sup>3</sup> |
|----------|----------------------|------------|-------|------------------|--------------------------------|
| 1        | 2                    | 3          | 4     | 5                | 6                              |
| 1        | Стінова панель       | ПС2-48-БГ1 |       | 6,7              | 2,69                           |
| 2        | Стінова панель       | ПС1-48-БГ1 |       | 7,3              | 2,92                           |
| 3        | Фундамент під колону | 2ФР2       |       | 4,18             | 1,67                           |

|   |                   |          |  |      |      |
|---|-------------------|----------|--|------|------|
| 4 |                   |          |   |      |      |
| 4 | Колона            | ЗКР48    |  | 1,7  | 0,68 |
| 5 |                   |          |  |      |      |
| 5 | Ригель консольний | РДП 4-56 |  | 1,95 | 0,77 |
| 6 |                   |          |  |      |      |
| 6 | Плита покриття    | 2П1-6А   |  | 2,38 | 2,2  |

Будівельні процеси потрібно виконувати з суміщенням в часі на одній ділянці з відповідними провідними монтажними процесами за межами небезпечних зон монтажних кранів, а тому їх варто розділити на елементарні потоки за ознаками суміжності з провідними елементарними потоками:

- монтаж стінових панелей;
- зварювання арматури і закладних деталей вертикальних швів стінових панелей;
- замонолічування стиків стінових панелей з днищем;
- замонолічування вертикальних стиків між панелями;
- установка інвентарної опалубки монолітних кутових ділянок; армування; укладання та ущільнення бетонної суміші; демонтаж опалубки;
- монтаж фундаментів під колони;
- монтаж колон у стакани фундаментів;
- бетонування стиків колон з фундаментами;
- монтаж ригелів;
- електрозварювання стиків ригелів з колонами; ригелів зі стіновими панелями;
- монтаж плит покриття;
- електрозварювання стиків плит покриття з ригелями, плит покриття зі стіновими панелями;
- бетонування стиків між плитами покриття

Таблиця 3.2. Визначення об'ємів монтажних

| № пор. | Найменування елементів            | Марка елемента | Кількість елементів, шт. |     |        | Об'єм елементів, м <sup>3</sup> | Об'єм елементів, м <sup>3</sup> |
|--------|-----------------------------------|----------------|--------------------------|-----|--------|---------------------------------|---------------------------------|
|        |                                   |                | на ділянках              |     | всього |                                 |                                 |
|        |                                   |                | 1                        | 2   |        |                                 |                                 |
| 1      | Стінова панель масою 6,7т         | ПС2-48-БГ1     | 22                       | 22  | 44     | 2,69                            | 118,36                          |
|        | Стінова панель масою 7,3т         | ПС1-48-БГ1     | 18                       | 18  | 36     | 2,92                            | 105,12                          |
| 2      | Фундамент під колону масою 4,18 т | 2ФР2           | 20                       | 20  | 40     | 1,67                            | 66,8                            |
| 3      | Колона масою 1,7 т                | ЗКР48          | 20                       | 20  | 40     | 0,68                            | 27,2                            |
| 4      | Ригель масою 1,95 т               | РДП 4-56       | 24                       | 24  | 48     | 0,77                            | 36,96                           |
| 5      | Плита перекриття Масою 2,38 т     | 2П1-6А         | 120                      | 120 | 240    | 2,2                             | 528                             |
| 6      | Всього:                           |                |                          |     |        |                                 | 882,44                          |

### 3.2. Визначення об'ємів бетонних робіт.

При монтажу РЧВ приймається жорстке кутове з'єднання стін у вигляді бетонних монолітних блоків, марки яких вибирають в залежності від марок стінових панелей.

Об'єми опалубних робіт дорівнюють площі опалубки, що покриває бічні поверхні монолітних ділянок. Виконані розрахунки переносимо в у таблиці (табл. 3.2.1.-3.2.3).

Таблиця 3.2.1 Об'єм опалубних робіт

| Марка монолітної ділянки                                 | Тип поверхні, яка покривається опалубним щитом | Розміри поверхні, мхм | Кількість поверхонь кожного типу, шт. | Площа одної поверхні, м <sup>2</sup> | Площа опалубки за типом поверхні та загальна площа опалубки, м <sup>2</sup> |
|--|--|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| УМ48-БГ1   | 1  | 1,51x4,83             | 2                                     | 7,29                                 | 14,58   |
|  | 2  | 1,19x4,83             | 2                                     | 5,75                                 | 11,5  |
|  | 3  | 0,32x4,83             | 1                                     | 1,55                                 | 1,55  |
| Площа опалубки на одну монолітну ділянку, м <sup>2</sup> |  |                       |                                       |                                      | 27,63   |
| Площа опалубки на монтажну ділянку, м <sup>2</sup>       |  |                       |                                       |                                      | 110,52  |
| Площа опалубки на споруду, м <sup>2</sup>                |  |                       |                                       |                                      | 221,04  |

Таблиця 3.2.2 Об'єм бетонних робіт

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Монолітна ділянка УМ48-БГ1                                      | Об'єм бетону, м <sup>3</sup> |
| Об'єм бетонної суміші на одну монолітну ділянку, м <sup>3</sup> | 3,4                          |

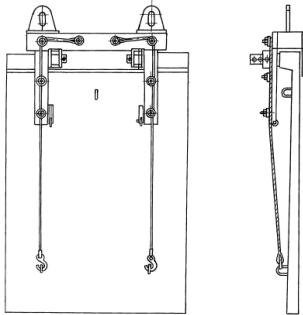
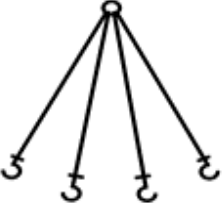
|  |      |
|--|------|
| Об'єм бетонної на монтажну ділянку, м3 | 13,6 |
| Об'єм бетонної суміші на споруду, м3   | 27,2 |

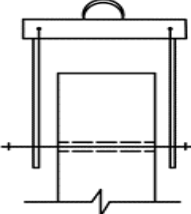


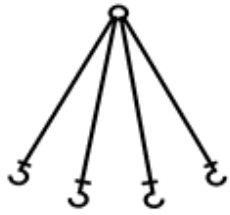
Таблиця 3.2.3 Об'єм арматурних робіт

| Марка монолітної ділянки                    | Маса арматури класу в кг |                |                 |                 | Маса арматури, кг |
|---|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
|   | A240C                    | A400C          |                 |                 |                   |
|   | діаметром 6 мм           | діаметром 8 мм | діаметром 14 мм | діаметром 16 мм |                   |
| УМ48-БГ1                                    | 3,0                      | 46,3           | 26,1            | 289,1           | 364,5             |
| Маса арматури на одну монолітну ділянку, кг |                          |                |                 |                 | 364,5             |
| Маса арматури на монтажну ділянку, кг       |                          |                |                 |                 | 1458,0            |
| Маса арматури на споруду, кг                |                          |                |                 |                 | 2916,0            |

Захоплювачі та стропи використовують для монтажу ригелів, стінних плит та плит перекриття та для фундаментних елементів. Їх з'єднують та переміщують в місце улаштування. Устаткування для захоплення ми приймаємо з довідкової літератури [4], в залежності від характеристики маніпулятивного об'єкту

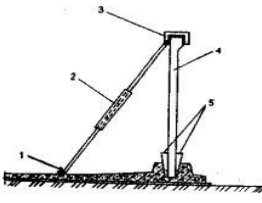
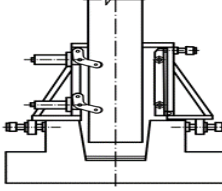
Таблиця 3.2.4 Засоби для захоплення конструкцій

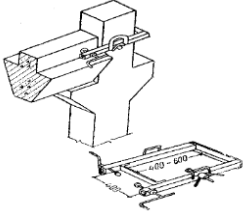
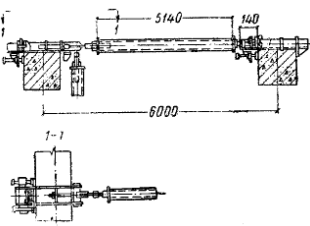
| № | Найменування, коротка характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки | Ескіз   | Характеристика        |         |                        |
|---|---|---|-----------------------|---------|------------------------|
|   |   |   | вантажопідйомність, т | маса, т | розрахункова висота, м |
| 1 | 2   | 3   | 4                     | 5       | 6                      |
| 1 | Балансуюча траверса для захоплення стінових панелей                                 |  | 8                     | 0,15    | 0,5                    |
| 2 | Строп чотирьохгілковий для захоплення збірних фундаментів                           |  | 5                     | 0,044   | 4                      |

|   |  |   |   |       |     |
|---|--|---|---|-------|-----|
| 3 | Стержневий захоплювач колон                          |  | 8 | 0,135 | 0,5 |
| 4 | Строп двогілковий для захоплення ригелів             |  | 5 | 0,05  | 4,3 |
| 5 | Строп двогілковий для захоплення траверси            |  | 8 | 0,05  | 2,5 |
| 6 | Строп чотирьох гілковий для захоплення плит покриття |  | 5 | 0,048 | 5   |

Характеристика монтажних конструкцій – це монтажні маса , вага та виліт

Таблиця 3.2.5 Засоби для тимчасового закріплення і вивірювання конструкцій

| № п/п | Найменування, характеристика, посилання на довідник із зазначенням сторінки         | Принципова схема засобу   | Висота над нижньою конструкцією, м | Маса, т |
|-------|---|---|------------------------------------|---------|
| 1     | 2   | 3   | 4                                  | 5       |
| 1     | Підкос із струбциною та металеві клини для тимчасового закріплення стінових панелей |  | -                                  | 0,05    |
| 2     | Кондуктор для тимчасового закріплення колон та їх вивірювання                       |  | 0,72                               | 0,282   |

|   |   |   |   |       |
|---|---|---|---|-------|
| 3 | Кондуктор для тимчасового закріплення ригелів та їх вивіряння |  | - | 0,026 |
| 4 | Розчалка для тимчасового закріплення ригелів                  |  | - | 0,078 |

Так як ширина споруди перевищує 30м то ми приймаємо схему III – монтажний кран і спеціальні транспортні засоби мають рухатися по днищу споруди , тобто у внутрішній частині споруди

Монтажну масу  $Q_m$  визначають як масу конструктивного елемента і засобів для захоплення, які піднімаються разом з ним, т;

$$Q_m = Q + \sum q,$$

де  $Q$  - маса елемента, т;  $\sum q$  - маса устаткування для захоплення, т.

$H_m$  – монтажна висота:

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

де  $h_1$  – висота від рівня стоянки крану до опори, на яку встановлюють елемент, м;  $h_2$  – висота підйому елемента над опорою,

;  $h_3$  – висота встановлюваного елемента, м;

$h_4$  – висота засобу для захоплення над елементом, м;

Гученичну техніку для монтажу елементів доцільно вибирати так, щоб довжина стріли була не менше розрахованого мінімуму  $l_{cm} \geq l_{min}$

Графічним методом визначаємо необхідний монтажний виліт стінової панелі для вибраного крана.. Для цього на графічній побудові відрізок прямої, що дорівнює стандартній довжині стріли у прийнятому масштабі розміщують так, щоб її нижній кінець знаходився на горизонталі, що проходить через опорний шарнір стріли на висоті 1,5 м над землею,

Вибір монтажних кранів проводять так: перевіряють можливість монтажу стінової панелі після цього визначають технічні характеристики крана на монтажному вильоті, які повинні бути рівні або більші (на 10 % у навчальному проекті) від монтажних характеристик стінової панелі  $Q_{кр} \geq Q_m$  і  $H_{кр} \geq H_m$ . У випадку , якщо характеристики не задовольняють вказані умови, то підбирають інше устаткування.

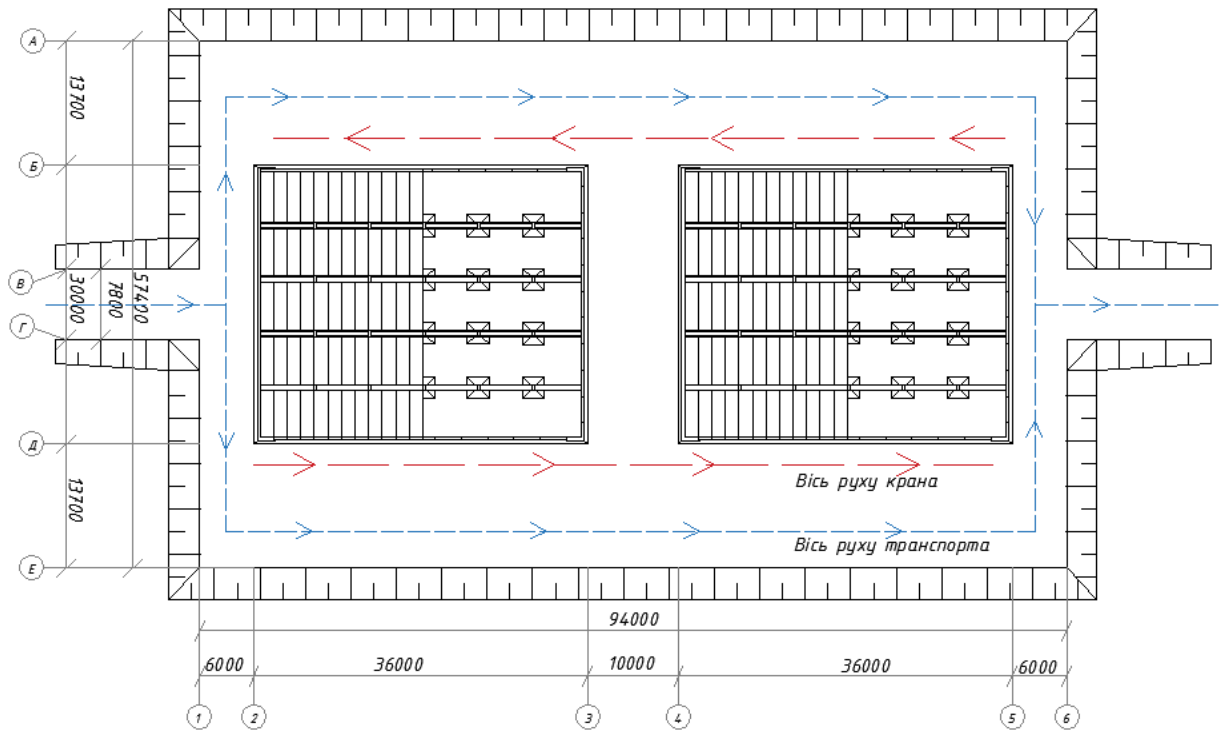


Рис. 3.1.5. Схема руху монтажних кранів.

### 3.2 Визначення монтажних характеристик елементів.

Фундаментні блоки монтується при розташуванні монтажної техніки на дні котловану.

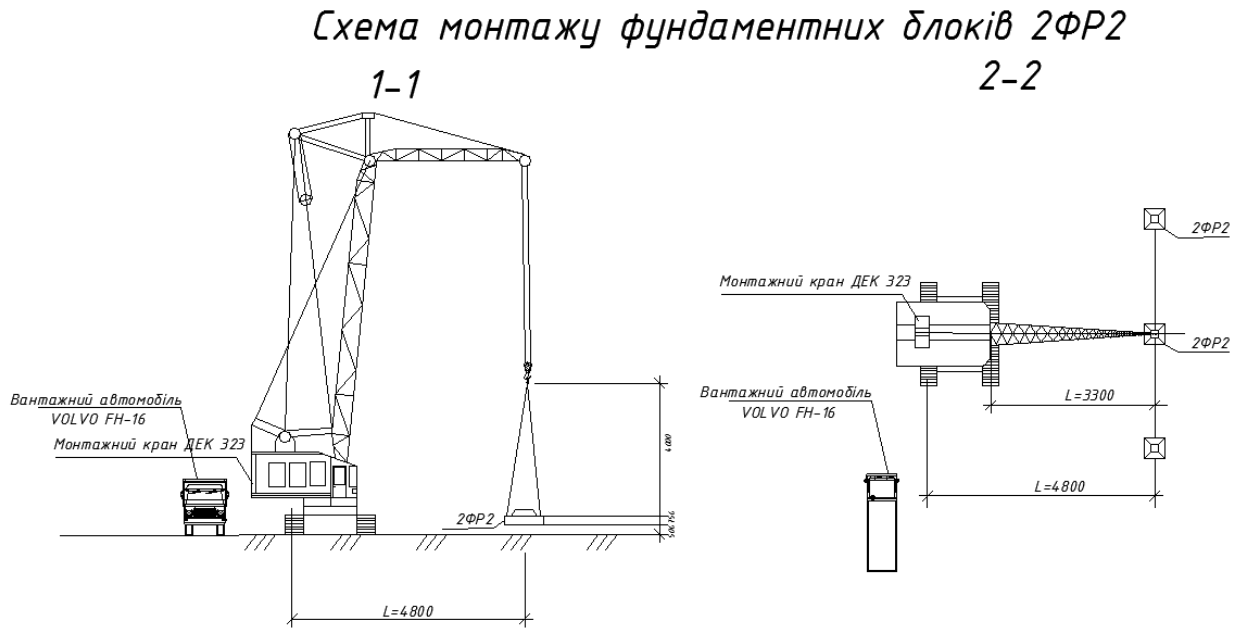


Рис.3.2.1

$$Q_m = 4.18 + 0.044 = 4.32 \text{ т};$$

$$H_m = 0.5 + 0.75 + 4.0 = 5.25 \text{ м};$$

$$L_m = 4.8 \text{ м} = \min.$$

Колони монтується по довжині прольоту з мінімальним вильотом стріли крана

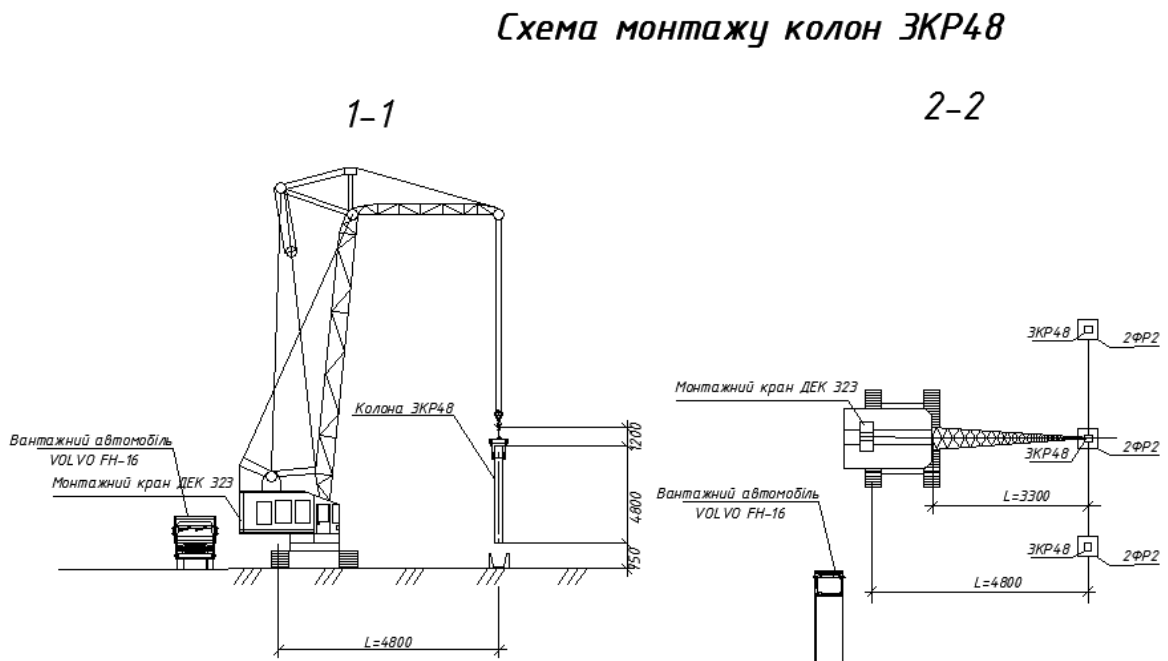


Рис.3.2.2

$Q_m = 2,16 + 0,135 = 2,295 \text{ т};$   
 $H_m = 0,75 + 4,8 + 1,2 = 6,75 \text{ м};$   
 $L_m = 4,8 \text{ м} = \text{min.}$

Монтаж стінових панелей здійснюється вздовж зовнішніх осей будівлі на мінімальному вильоті стріли крана.

### Схема монтажу стінових панелей

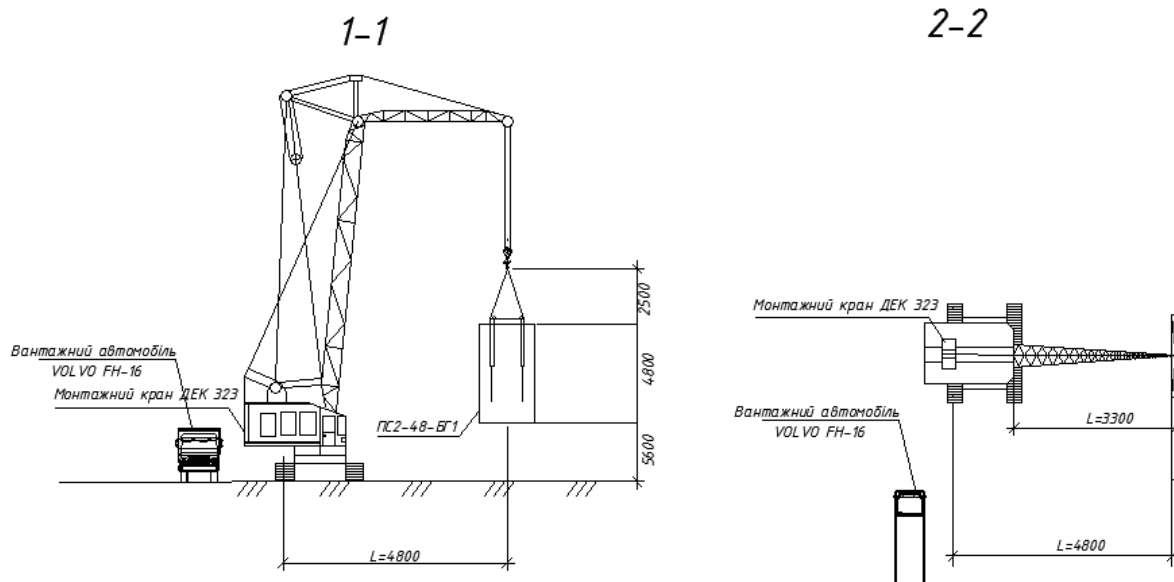


Рис.3.2.3

$Q_m = 8,8 + 0,15 + 0,05 = 9 \text{ т};$   
 $H_m = 5,6 + 4,8 + 2,5 = 8,9 \text{ м};$   
 $L_m = 4,8 \text{ м} = \text{min.}$

Монтаж ригелів здійснюється паралельно панелей PC2-48 з мінімальним вильотом стіни крана

### Схема монтажу ригелей РДП 4-56

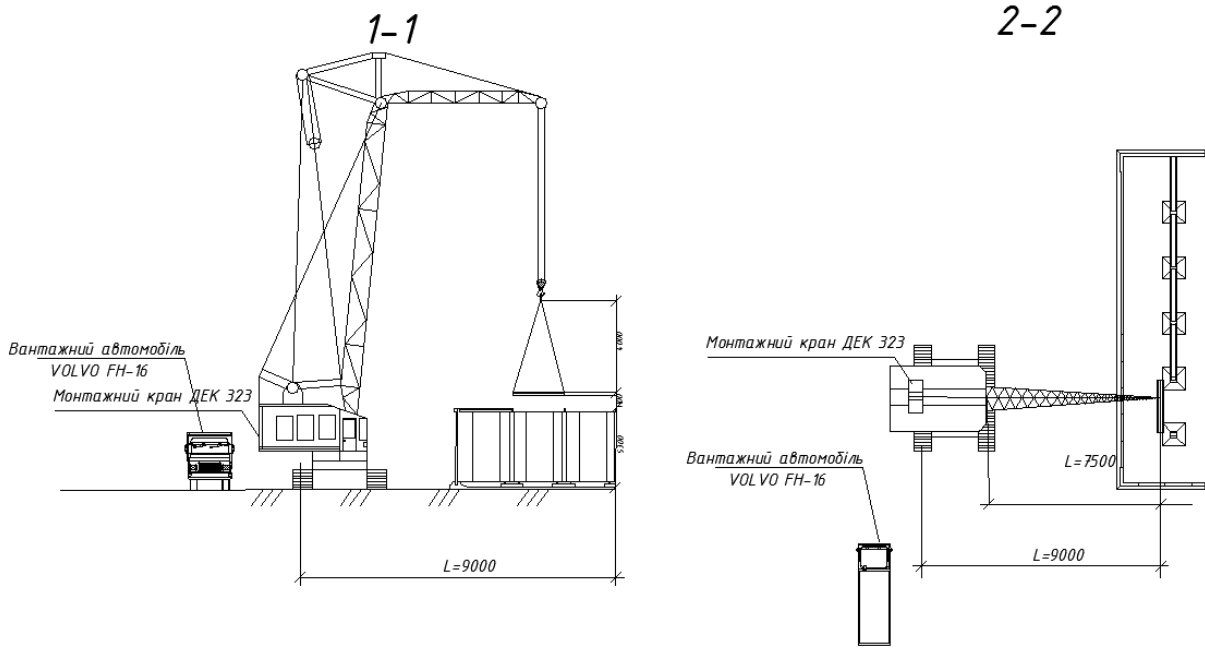


Рис.3.2.4

$$Q_m = 1,95 + 0,05 = 2,0 \text{ т;}$$

$$H_m = 5,6 + 1,1 + 4,0 = 10,7 \text{ м;}$$

$$L_m = 9 \text{ м} = \text{min.}$$

### Схема монтажу плит перекрытия 2П1-6А

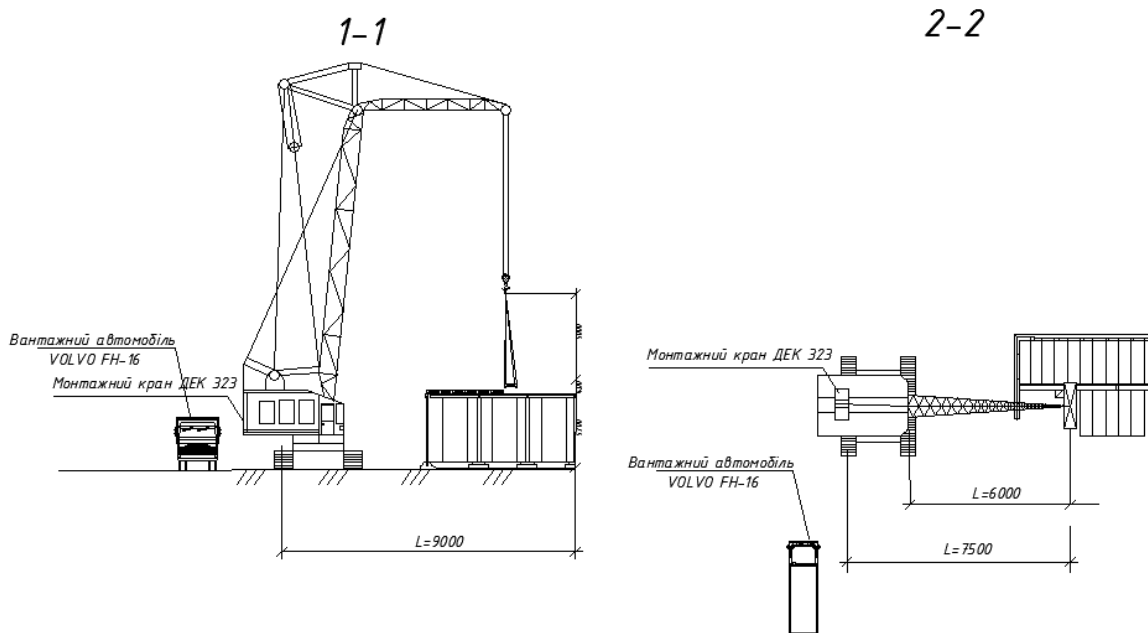


Рис.3.2.5

$$Q_m = 2,38 + 0,05 = 2,43 \text{ т};$$

$$H_m = 5,6 + 0,4 + 5 = 11 \text{ м};$$

$$L_m = 9 \text{ м} = \text{min.}$$

| № поз. | Назва конструкції в елементарних монтажних потоках | Монтажні характеристики конструкцій |                  |                  | Гусеничні крани, придатні за технічними характеристиками |
|--------|--|-------------------------------------|------------------|------------------|--|
|        |  | $Q_m, \text{ т}$                    | $H_m, \text{ м}$ | $L_m, \text{ м}$ |  |
| 1      | 2  | 3                                   | 4                | 5                | 6  |
| 1      | Стінові панелі                                     | 9                                   | 8,9              | 4,8              | Гусеничний кран ДЕК-323, стріла 24 м механічний привід   |
| 2      | Фундаментні блоки                                  | 4,32                                | 5,25             | 4,8              | Гусеничний кран ДЕК-323, стріла 24 м механічний привід   |
| 3      | Колони   | 2,3                                 | 6,75             | 4,8              |  |
| 4      | Ригелі   | 2                                   | 10,7             | 9                | Гусеничний кран ДЕК-323, стріла 24 м механічний привід   |
| 5      | Плити покриття                                     | 2,43                                | 11               | 9                |  |

Виконаємо перевірку на здатність гусеничного крана ДЕК-353 зі стрілою 14м, при мінімальному виліті  $L(\text{min}) = 4,5\text{м}$ , для монтажу фундаментів, колон, стінових панелей, лотків, стінових перегородок.

Технічні характеристики якого становлять:

Фундаменти -  $Q_{\text{кр}} = 32 \text{ т} > Q_{\text{ф}} = 4,32 \text{ т}$ ;  $H_{\text{кр}} = 14 \text{ м} > H_{\text{м}} = 5,25 \text{ м}$

Колони -  $Q_{\text{кр}} = 32 \text{ т} > Q_{\text{к}} = 2,3 \text{ т}$ ;  $H_{\text{кр}} = 14 \text{ м} > H_{\text{к}} = 6,75 \text{ м}$

Стінові панелі -  $Q_{\text{кр}} = 32 \text{ т} > Q_{\text{п}} = 9 \text{ т}$ ;  $H_{\text{кр}} = 14 \text{ м} > H_{\text{п}} = 8,9 \text{ м}$

Ригелі -  $Q_{\text{кр}} = 32 \text{ т} > Q_{\text{л}} = 2 \text{ т}$ ;  $H_{\text{кр}} = 14 \text{ м} > H_{\text{л}} = 10,7 \text{ м}$

Плити покриття -  $Q_{\text{кр}} = 32 \text{ т} > Q_{\text{п}} = 2,43 \text{ т}$ ;  $H_{\text{кр}} = 14 \text{ м} > H_{\text{п}} = 11 \text{ м}$

Таб. 3.3.1 Калькуляція трудових витрат (на ділянку)

| № пор. | Найменування процесів   | Об'єм робіт      |                                | Обґрунтування за ГН, ЕНПР    | Норма часу<br><u>люд.-год.</u><br>маш.-год. | Трудо-міст-кість<br><u>люд.-год.</u><br>маш.-год.    | Склад ланки  |                       |
|--------|---|------------------|--------------------------------|------------------------------|---|--|--|-----------------------|
|        |   | Одиниця виміру   | Кількість одиниць              |                              |   |  | Професія /розряд/  | К-ть                  |
| 1      | 2   | 3                | 4                              | 5                            | 6   | 7  | 8  | 9                     |
| 1      | Установка панелей стін резервуара площею $4,8 \times 2,98 = 14,3 \text{ м}^2$   | 1 шт             | 40                             | Е §4-1-8, табл. 2, п. 10а, б | <u>1,50</u><br>0,37                         | <u>1,5x40</u><br>0,37x40<br>=<br><u>74,8</u><br>14,8 | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст<br>6 р. | 1<br>1<br>1<br>1<br>1 |
| 2      | Зварювання випусків арматури панелей стін $40 \times 4,32 = 172,8 \text{ м}$  | 10 м             | 17,28                          | Е §22-1-4, п. 4а             | <u>7,10</u><br>-                            | <u>122,68</u><br>-                                   | Зварювальник 5 р.  | 1                     |
| 3      | Закладання швів дна паза днища бетонною сумішшю з ущільненням $(0,08+0,095)/2 \times 0,33 \times 2,98 \times 32 = 2,75 \text{ м}^3$ | 1 м <sup>3</sup> | 2,75                           | Е §4-1-51, п. 1              | <u>5,80</u><br>-                            | <u>15,95</u><br>-                                    | Монтажник 4р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |
| 4      | Заливання швів панелей стін бетонною сумішшю механізованим способом   | 100 м            | 4,8 х<br>32 /<br>100 =<br>1,54 | Е §4-1-26, п. 2а             | <u>28,00</u><br>-                           | <u>43,12</u><br>-                                    | Монтажник 4р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |
| 5      | Установка і в'язання арматури окремими стержнями монолітних ділянок стін резервуарів  | 1 т              | 1,458                          | Е §4-1-46, табл. 2, п. 12г   | <u>24,00</u><br>-                           | <u>34,99</u><br>-                                    | Арматурник 6р.,<br>2 р.                                      | 1<br>1                |
| 6      | Влаштування опалубки монолітних ділянок стін резервуарів  | 1 м <sup>2</sup> | 103,7<br>6                     | Е §4-1-36, табл. 2, п. 8а    | <u>1,10</u><br>-                            | <u>114,13</u><br>-                                   | Тесляр<br>5р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |
| 7      | Укладання бетонної суміші в монолітні ділянки стін резервуарів до 5 м <sup>3</sup>  | 1 м <sup>3</sup> | 13,6                           | Е §4-1-49, табл. 3, п. 4д    | <u>1,20</u><br>-                            | <u>16,32</u><br>-                                    | Бетонник<br>4р.,<br>2 р.                                     | 1<br>1                |
| 8      | Розбирання опалубки монолітних ділянок стін резервуарів   | 1 м <sup>2</sup> | 103,7<br>6                     | Е §4-1-36, табл. 2, п. 8б    | <u>0,35</u><br>-                            | <u>36,31</u><br>-                                    | Тесляр<br>5р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |

|    |   |        |       |                             |                     |                      |  |                       |
|----|---|--------|-------|-----------------------------|---------------------|----------------------|--|-----------------------|
| 9  | Установка фундаментів масою до 5т   | 1 шт   | 20    | Е §4-1-1, табл. 2, п. 8а, б | <u>2,00</u><br>0,67 | <u>40</u><br>13,04   | Монтажник 4р.,<br>3 р.,<br>2 р.,<br>Машиніст<br>6 р.         | 1<br>1<br>1<br>1      |
| 10 | Установка колон масою до 2т у стакани фундаментів за допомогою кондукторів                    | 1 шт   | 20    | Е §4-1-4, табл. 2, п. 2а, б | <u>2,40</u><br>0,24 | <u>48,00</u><br>4,8  | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст<br>6 р. | 1<br>1<br>2<br>1<br>1 |
| 11 | Замонолічування колон у стаканах фундаментів  | 1 стик | 20    | Е §4-1-25, табл. 1, п. 1    | <u>0,81</u><br>-    | <u>16,2</u><br>-     | Монтажник 4р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |
| 12 | Установка ригелів масою до 5т   | 1 шт   | 24    | Е §4-1-6, табл. 2, п. 4а, б | <u>2,40</u><br>0,48 | <u>57,6</u><br>11,52 | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст<br>6 р. | 1<br>1<br>2<br>1<br>1 |
| 13 | Електрозварювання ригеля з колоною 0,62х24=14,88 м  | 10 м   | 1,488 | Е §22-1-3, п. 1г            | <u>6,80</u><br>-    | <u>10,12</u><br>-    | Зварювальник 5 р.  | 1                     |
| 14 | Електрозварювання ригеля із стіною панеллю 0,25х8=2 м   | 10 м   | 0,2   | Е §22-1-3, п. 1г            | <u>6,80</u><br>-    | <u>1,36</u><br>-     | Зварювальник 5 р.  | 1                     |
| 15 | Установка плит покриття площею до 10 м <sup>2</sup><br>1,35х6 = 8,1 м <sup>2</sup>            | 1 шт   | 120   | Е §4-1-7, п. 9а, б          | <u>0,84</u><br>0,21 | <u>100,8</u><br>25,2 | Монтажник 4р.,<br>3 р.,<br>2 р.,<br>Машиніст<br>6 р.         | 1<br>2<br>1<br>1      |
| 16 | Електрозварювання плити з ригелем 0,24х120=28,8 м   | 10 м   | 2,88  | Е §22-1-3, п. 1г            | <u>6,80</u><br>-    | <u>19,58</u><br>-    | Зварювальник 5 р.  | 1                     |
| 17 | Електрозварювання плити покриття із стіною панеллю при обпиранні довшою стороною 0,08х10=0,8м | 10 м   | 0,08  | Е §22-1-3, п. 1г            | <u>6,80</u><br>-    | <u>0,54</u><br>-     | Зварювальник 5 р.  | 1                     |
| 18 | Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом                                    | 100 м  | 7,06  | Е §4-1-26, п. 3а            | <u>4,00</u><br>-    | <u>28,24</u><br>-    | Монтажник 4р.,<br>3 р.                                       | 1<br>1                |

Згідно даних калькуляції трудових витрат , складаємо таблицю технологічних розрахунків

У графі “Найменування процесів” об’єднують, в один процес прості процеси, які можуть виконати робітники основної спеціальності зі спеціалізацією суміжних процесів. У графу 5 вписують нормативну трудомісткість з калькуляції в людино-змінах. Графи 7 і 8 склад ланки формують згідно розрахунків. Визначення тривалості процесу. Визначення прийнятої трудомісткості. Щоб розрахувати тривалість робіт (графа 9), нормативну трудомісткість у людино-змінах (графа 5, чисельник) ділять на кількість працюючого персоналу (графа 8). Одержану частку прирівнюють до цілого числа, яке множать на число робітників і одержують прийняту трудомісткість (графа 6, чисельник), значення якої має бути менше за нормативну трудомісткість.

Технологічні розрахунки монтажу РЧВ (на ділянку) таблиця 3.3.2

| № процесу | Найменування процесів і посилання на пункти калькуляції                    | Об'єм робіт   |                                   | Трудомісткість люд.-зм. / маш.-зм.          |                   | Прийнятий склад ланок та бригади                                |                       | Тривалість робіт, змін                                  | Виконання норм, %   |
|-----------|--|---|-----------------------------------|---|-------------------|---|-----------------------|---|---|
|           |  | Одиниця вимірювання   | Кількість одиниць                 | за нормою                                   | прийнята          | Професія /розряд/   | К-ть                  |   |   |
| 1         | 2  | 3   | 4                                 | 5   | 6                 | 7   | 8                     | 9   | 10  |
| 1         | Установка панелей стін резервуара площею                                   | 1 шт  | 40                                | $\frac{74,8:8}{14,8:8} = \frac{9,35}{1,85}$ | $\frac{9}{2}$     | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст 6 р.       | 1<br>1<br>1<br>2<br>1 | 9,35:5=<br>1,87<br>або<br>1,85:1=<br>1,85<br>прийнято 2 | для монт.<br>9/9,35x10<br>0= 96,25<br>для маш.<br>1,85/2*<br>100=92,5 |
| 2         | Зварювання випусків арматури панелей стін                                  | 10 м  | 17,28                             | $\frac{15,33}{-}$                           | $\frac{15,5}{-}$  | Зварювальник 5 р.   | 8                     | 2   | 99,75   |
| 3         | Закладання швів дна паза днища і панелей стін бетонною сумішшю (п. 3-4)    | 1 м <sup>3</sup><br>100 м                                       | 2,75<br>1,54                      | $\frac{1,99+5,3}{9} = \frac{7,38}{-}$       | $\frac{7,00}{-}$  | Монтажник 4р.,<br>3 р.  | 2<br>2                | 2   | 105   |
| 4         | Бетонування монолітних ділянок стін резервуару                             | 1 т<br>1 м <sup>2</sup><br>1 м <sup>3</sup><br>1 м <sup>2</sup> | 1,458<br>103,76<br>13,6<br>103,76 | $\frac{25,22}{-}$                           | $\frac{24,00}{-}$ | Арматурник бр., 2 р.,<br>Тесляр 5р., 3 р.. Бетонник<br>4р.,2 р. | 2<br>2<br>2           | 4,5   | 105   |
| 5         | Установка фундаментів, колон, замоноличування колон у стаканах фундаментів | 1 шт<br>1 шт<br>1 стик  | 20<br>20<br>20                    | $\frac{5}{2,5}$                             | $\frac{5}{2,5}$   | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст 6 р.       | 1<br>1<br>2<br>1<br>1 | 3,5   | для монт.<br>100<br>для маш.<br>100                                   |

|   |  |                              |                              |                             |                           |   |                       |   |                                     |
|---|--|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|-----------------------|---|-------------------------------------|
| 6 | Установка ригелів, плит покриття ;   | 1 шт<br>1 шт                 | 24<br>120                    | <u>15</u><br>3              | <u>15</u><br>3            | Монтажник 5р.,<br>4 р.,<br>3 р.,<br>2 р.<br>Машиніст 6 р. | 1<br>1<br>2<br>1<br>1 | 5 | для монт.<br>100<br>для маш.<br>100 |
| 7 | Електрозварювання ригелів з колонами і стіновими панелями, плит покриття з ригелями і стіновими панелями | 10 м<br>10 м<br>10 м<br>10 м | 1,488<br>0,2<br>2,88<br>0,08 | <u>4,648</u><br>-<br>-<br>- | <u>4,5</u><br>-<br>-<br>- | Зварювальник 5 р.   | 1                     | 5 | 96,8                                |
| 8 | Заливка швів плит покриття розчином механізованим способом   | 100 м                        | 7,06                         | <u>3,53</u><br>-            | <u>3,50</u><br>-          | Монтажник 4р.,<br>3 р.                                    | 1<br>1                | 2 | 100                                 |
|   | Всього:  |                              |                              | <u>84,45</u><br>7,35        | <u>84,5</u><br>7,5        |   |                       |   |                                     |





### 3.4 Рекомендації до виконання робіт

Рекомендації, щодо виконання робіт повинні відображати особливості того чи іншого будівельного процесу і пояснити те, що не можна відобразити у графіку.

1. Так як у нас монтується два РЧВ, задля суміщення монтажного процесу, ми ділимо споруду на дві монтажні ділянки.
2. Виконуємо монтаж згідно прийнятої схеми, а саме схеми три, в якій транспорт рухається днищем котлована.
3. Спеціалізований потік робіт ми розбиваємо на два елементарних потоки:
  - монтаж стінових панелей (гусеничний кран ДЕК-323, стріла 25 м);
  - монтаж фундаментів під колони, колон ((гусеничний кран ДЕК-323, стріла 25 м);
  - монтаж ригелів, плит покриття (гусеничний кран ДЕК-323, стріла 25 м);
4. Монтаж стінових панелей виконується після набрання днищем 75% проектної міцності..
5. Для закладання швів дна паза днища, панелей стін і замонолічування колон у стаканах фундаментів слід застосовувати бетонну суміш С10/15. Для електрозварювання стиків (закладних деталей) слід використовувати ручну електрозварку і електроди Є-42.

*Охорона навколишнього  
середовища*

**Консультант**

/ \_\_\_\_\_ /

|      |        |      |        |        |      |                    |      |
|------|--------|------|--------|--------|------|--------------------|------|
|      |        |      |        |        |      | АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА | Лист |
|      |        |      |        |        |      |                    |      |
| Зам. | Кільк. | Лист | № док. | Підпис | Дата |                    |      |

#### **4. Охорона навколишнього середовища**

Розділ проекту “Охорона навколишнього середовища” складений відповідно до закону України “Про охорону навколишнього середовища” ст. 15 “Екологічні вимоги до розміщення, проектування, будівництва, реконструкції, введенню в лад і експлуатацію підприємств і інших об'єктів”, у якій утримується правова норма: “Проекти господарської й іншої діяльності повинні містити оцінки її впливу на навколишнє середовище”, “Підприємства, установи, організації, діяльність яких зв'язана зі шкідливим впливом на навколишнє середовище, незалежно від часу введення їх у лад, повинні бути оснащені спорудженнями, устаткуванням і пристроями для очищення викидів і скидів”.

Розділ складений відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10

з урахуванням негативного впливу на навколишнє середовище на період будівництва проектного об'єкта.

Система водопостачання, що робить вплив на водні ресурси в результаті добору води з ріки П<sub>сел</sub> для нестатків господарсько-побутового і промислового водопостачання, супроводжується наступними негативними впливами на навколишнє середовище:

- а) при роботі водозабору відбувається загибель мальків, потрібно рибозахист;
- б) утворюються опади на станції обробки води, для складування яких потрібні площадки;
- в) відбувається підтоплення промайданчиків і населених пунктів у результаті витоків води з водогінних мереж;
- г) вилучаються земельні ресурси під спорудження водопроводу і магістральні водоводи поза межами населених пунктів.

#### 4.1 Заходи щодо охорони водоймищ

а) Як основний захід по охороні вод від забруднень і виснаження є економія води за рахунок повторного використання води на очисній станції від промивання фільтрів. Після очищення вода знову подається на очисні спорудження, що зменшує забір свіжої води з ріки.

б) Для захисту рибних запасів від негативного впливу добору води з ріки на водозабірних спорудженнях передбачається рибозахист (електричне поле).

в) Складування опадів станції обробки води передбачається шляхом вивозу їх на смітник або використання як підсипання при будівництві.

г) Для боротьби з підтопленням передбачається контроль за витоками води на трасах водопроводу і своєчасне проведення ремонтних робіт.

д) Санітарна охорона джерел питного водопостачання здійснюється шляхом організації зон санітарної охорони, що містить у собі два пояси:

1 - строго режиму;

11 - обмеженого режиму.

Перший пояс охоплює частина використовуваного джерела водопостачання в місці забору води з нього і територію розташування водозабору, насосної станції першого підйому, очисних споруджень і резервуара чистої води.

Границі зони: - 200 м нагору за течією;

- 100 м униз за течією.

Другий пояс встановлюється в залежності від місцевих умов. Включає джерело водопостачання і басейн його харчування.

Задля підтримки сприятливого водного режиму ріки, поліпшення санітарного стану, попередження zalивання і забруднення, передбачається проведення протиерозійних заходів, що сприяють зменшенню поверхневого стоку із с/г угідь і будівельних майданчиків, створення водоохоронних зон, прибережних смуг і т.д.

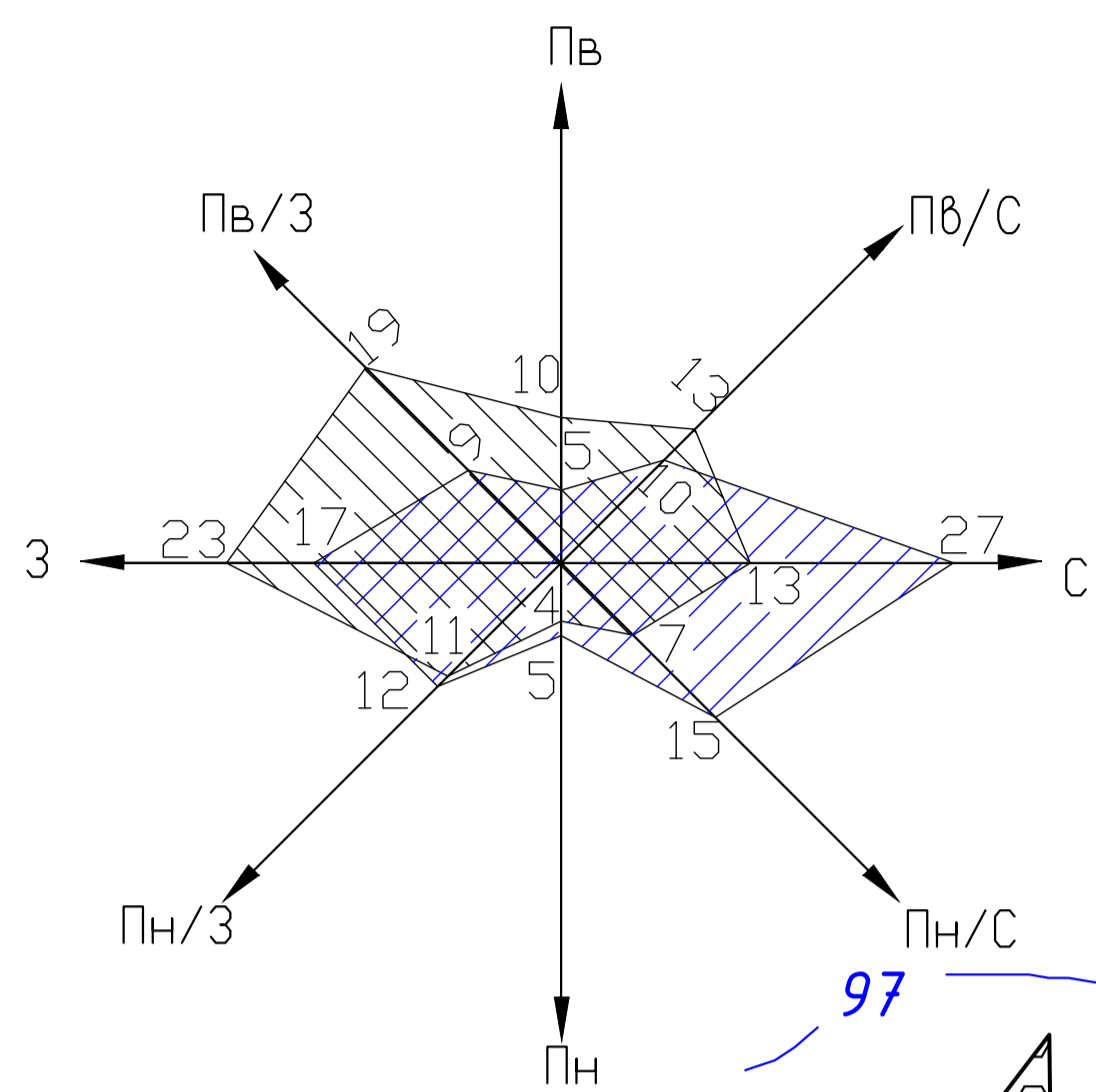
## Висновки та література

Виходячи з всього надрукованого вище, ми маємо розуміння щодо кончих потреб реконструкцій систем водопостачання, а саме: більшої автоматизації водних систем водопровідної очисної споруди та заміни старого обладнання на більш нове та сучасне, збільшення кількості водоводів.

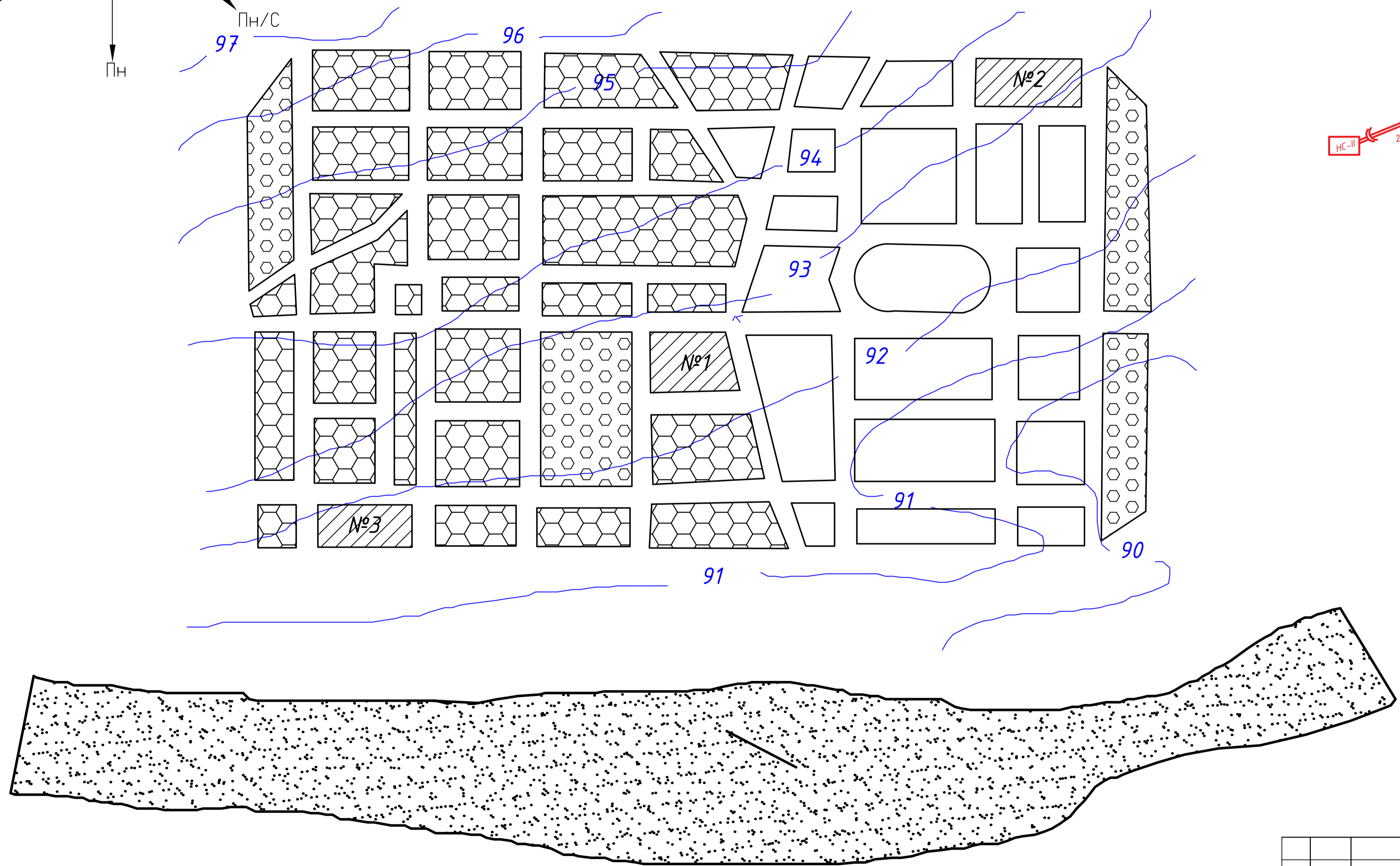
| Вид джерела                         | Назва  |
|-------------------------------------|--|
| Законодавчі та нормативні документи | 1. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 180 с.   |
| Три автори                          | 2. А.М.Тугай, В.О.Орлов, В.О.Шадура, С.Ю.Мартинів. Міські інженерні мережі та споруди. Підручник. – Київ: Укреліотех, 2010. – 256 с.   |
| Три автори                          | 3. Хоружий П.Д., Хомуцька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К: Аграрна наука, 2008. – 534 с.   |
| Три автори                          | 1. Технологія будівельного виробництва: підручник / [В. К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; за ред. В. К. Черненка, М.Г. Ярмоленка]. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.: іл.   |
| Два автори                          | Шевелєв Ф.А., Шевелєв А.Ф. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб. – М.: Стройиздат, 1984. – 116 с.  |
| Один автор                          | Оборудование водопроводно - канализационных сооружений: Справочник монтажника / Под ред. А.С.Москвитина. -М.: Стойиздат, 1979  |
| Законодавчі та нормативні документи | 1. ДБН В.2.5-64:2012. Внутрішній водопровід та каналізація. Частина 1. Проектування. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 113 с.   |
| Електронні ресурси                  | 1. Управління експлуатації Дніпровської водопровідної станції. <a href="https://vodokanal.kiev.ua/uprav1%D1%96nnya-ekspluatacz%D1%96%D1%97-dn%D1%96provsko%D1%97-">https://vodokanal.kiev.ua/uprav1%D1%96nnya-ekspluatacz%D1%96%D1%97-dn%D1%96provsko%D1%97-</a> |

|  |  |
|--|--|
|  | <p><u>vodoprov%D1%96dno%D1%97-</u><br/><u>stancz%D1%96%D1%97-(ue-dnvs)</u></p> |
|--|--|

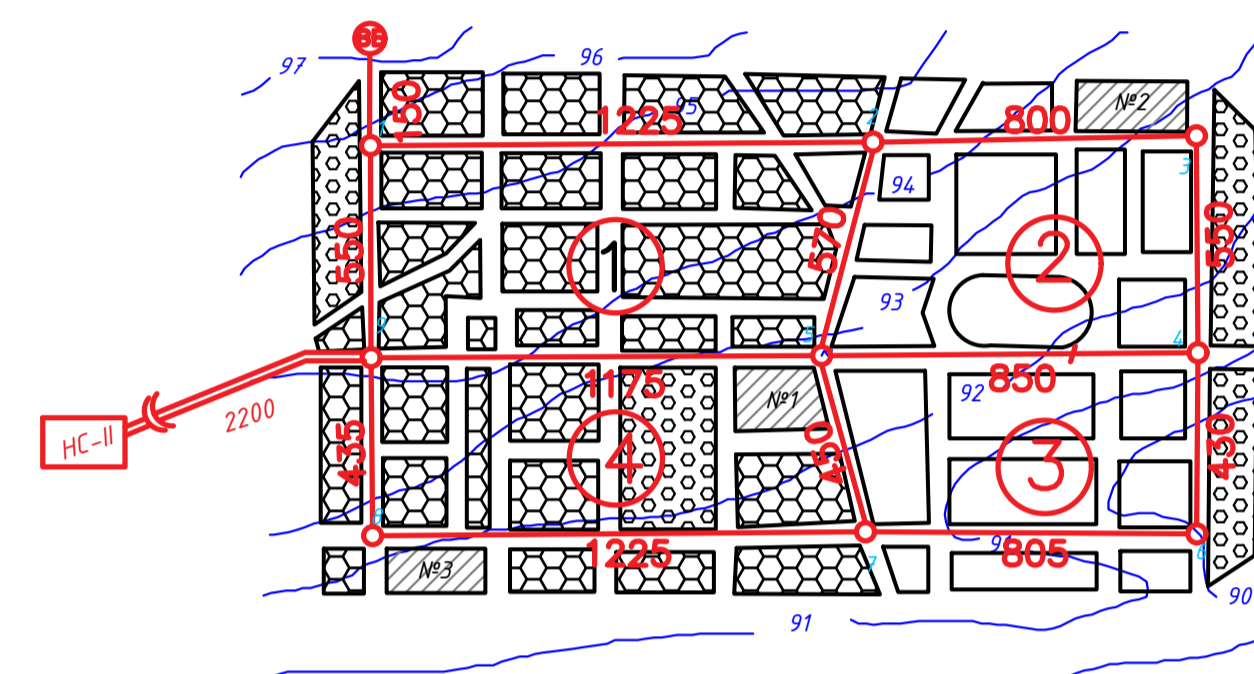
|            |   |
|------------|---|
| Три автори | Шульга М.О., Деркач І.Л., Алексахін О.О. Інженерне обладнання населених місць: Підручник. — Харків: ХНАМГ, 2007. — 259 с. |
|            |   |



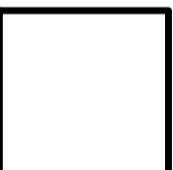
Генплан міста 1:15000



Ситуаційний план 1:20000

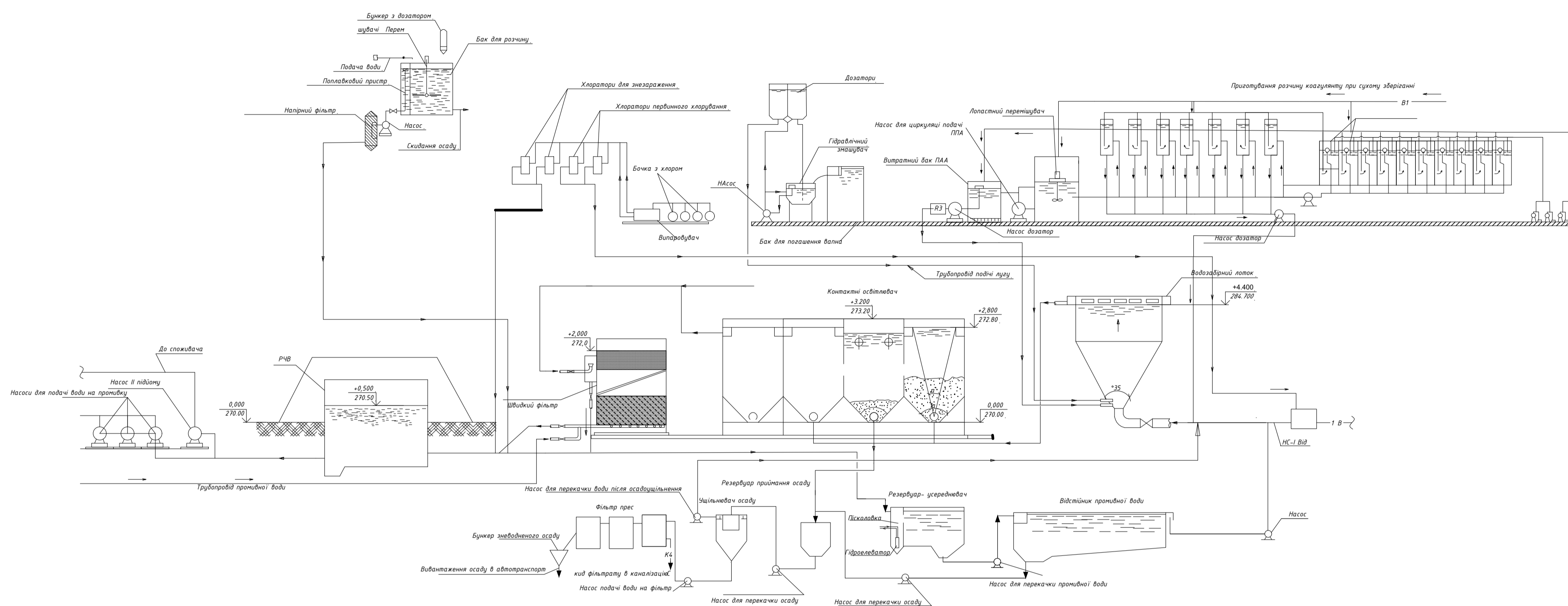


Умовні позначення

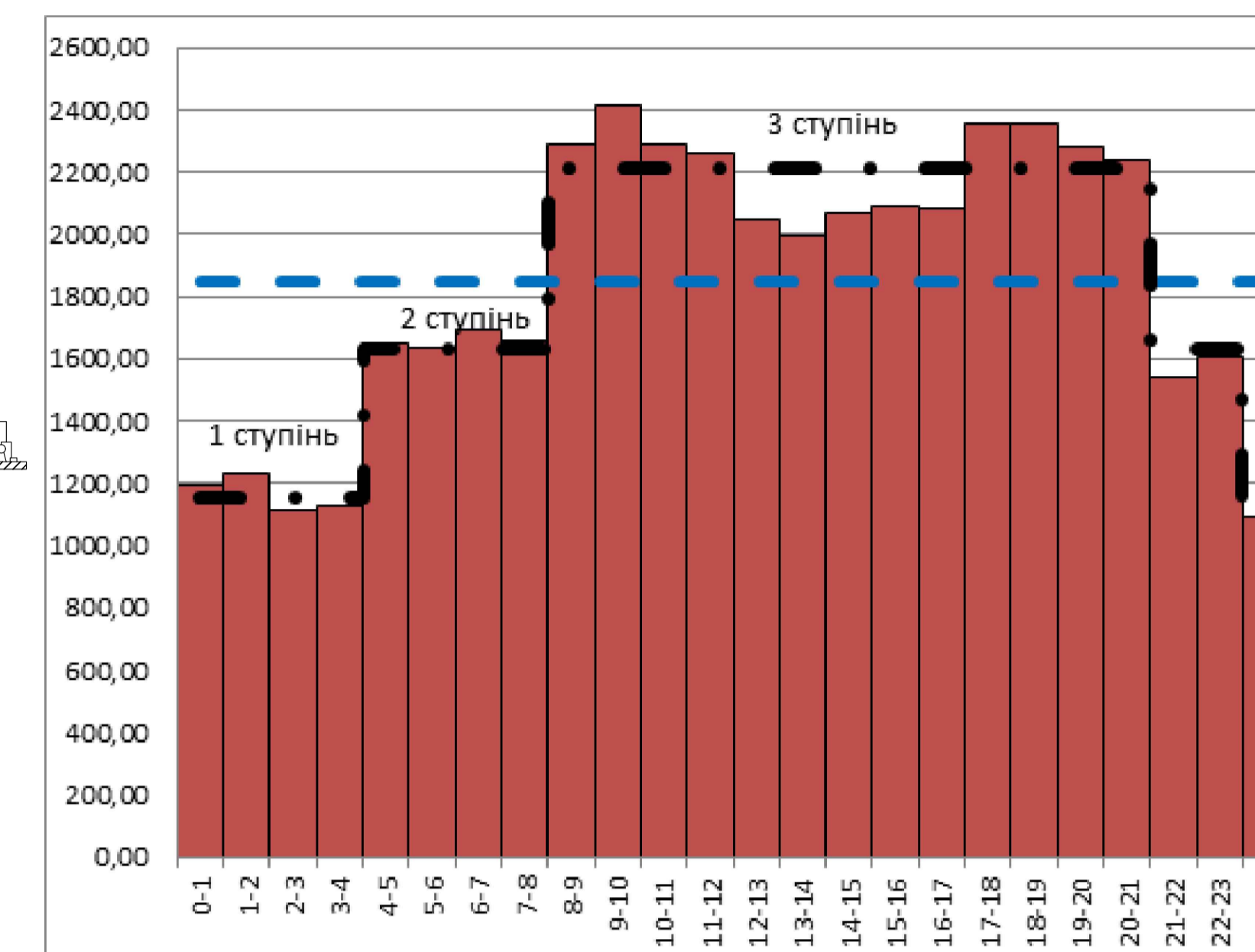
-  Зелені насадження
-  Район №1
-  Промислові підприємства
-  Район №2

|             |     |              |        |      |   |                   |       |       |
|-------------|-----|--------------|--------|------|---|-------------------|-------|-------|
|             |     |              |        |      | Бакалаврська атестаційна робота   |                   |       |       |
|             |     |              |        |      | Кафедра водопостачання та водовідведення  |                   |       |       |
| Зм          | Арк | № документа  | Підпис | Дата | Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води на власні потреби очисної станції | Стадія            | АРКУШ | Архів |
| Зав каф     |     | Хоружий В.П  |        |      |   | ДП                | 1     | 5     |
| Керівник    |     | Кущка О.М    |        |      |   |                   |       |       |
| Консультант |     | Чманець І.Д  |        |      |   |                   |       |       |
| Виконав     |     | Марценяк А.В |        |      | Генплан міста, ситуаційна схема, роза вітрів  | Кну́да ФІСЕ ВВ-41 |       |       |

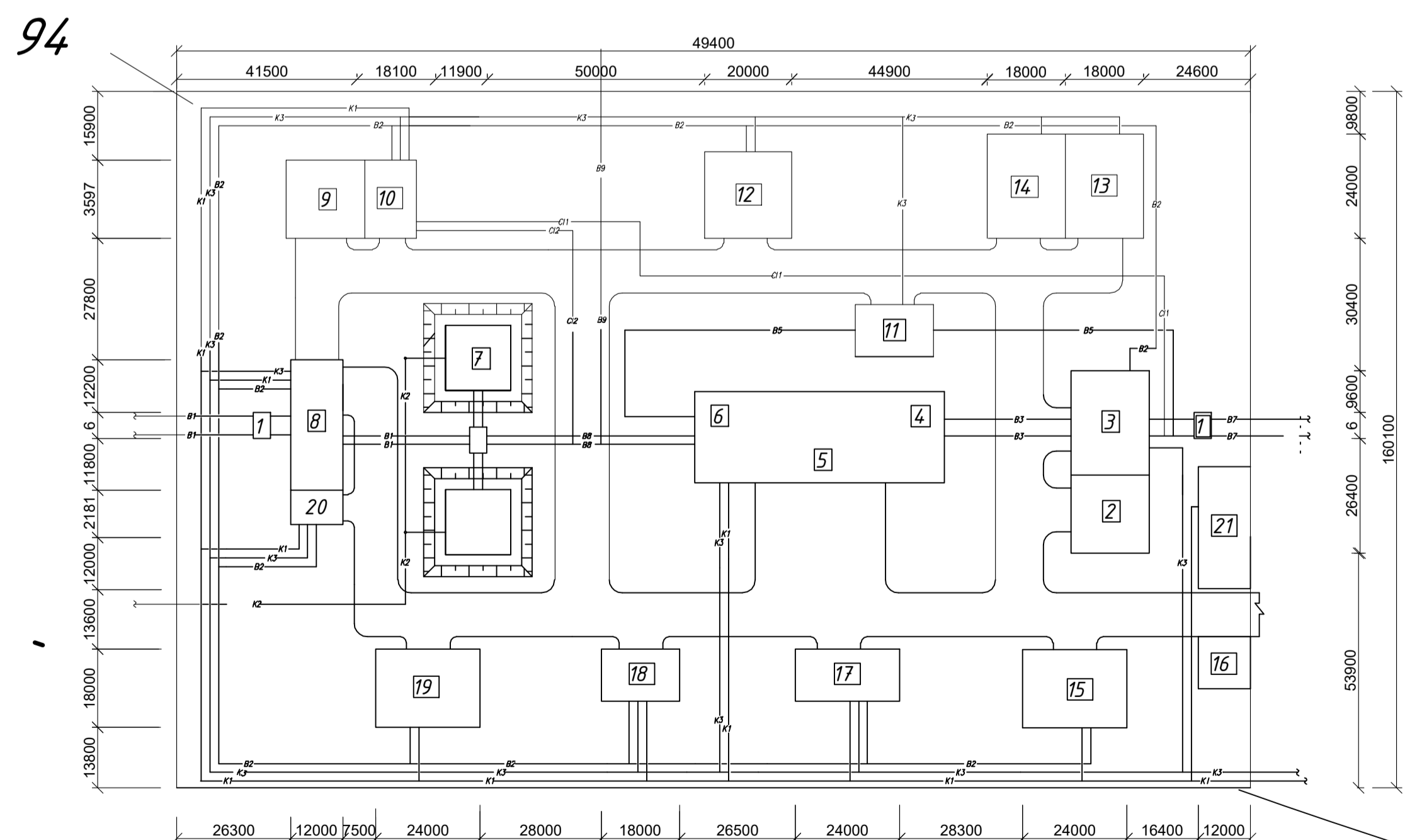
### Висотна схема очисних споруд



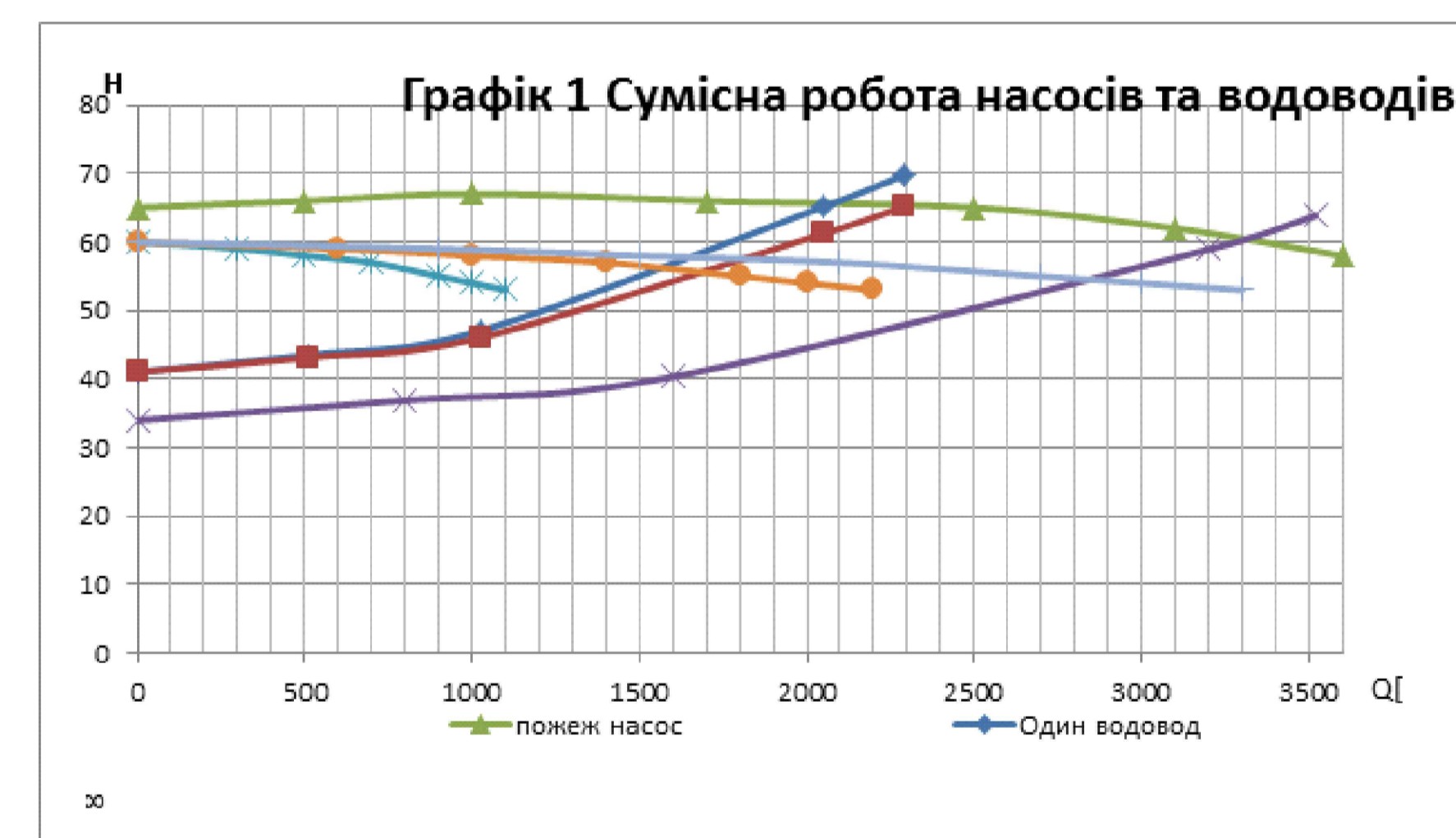
### Графік подачі НС-II



### Генеральний план водоочисної станції М 1:1000



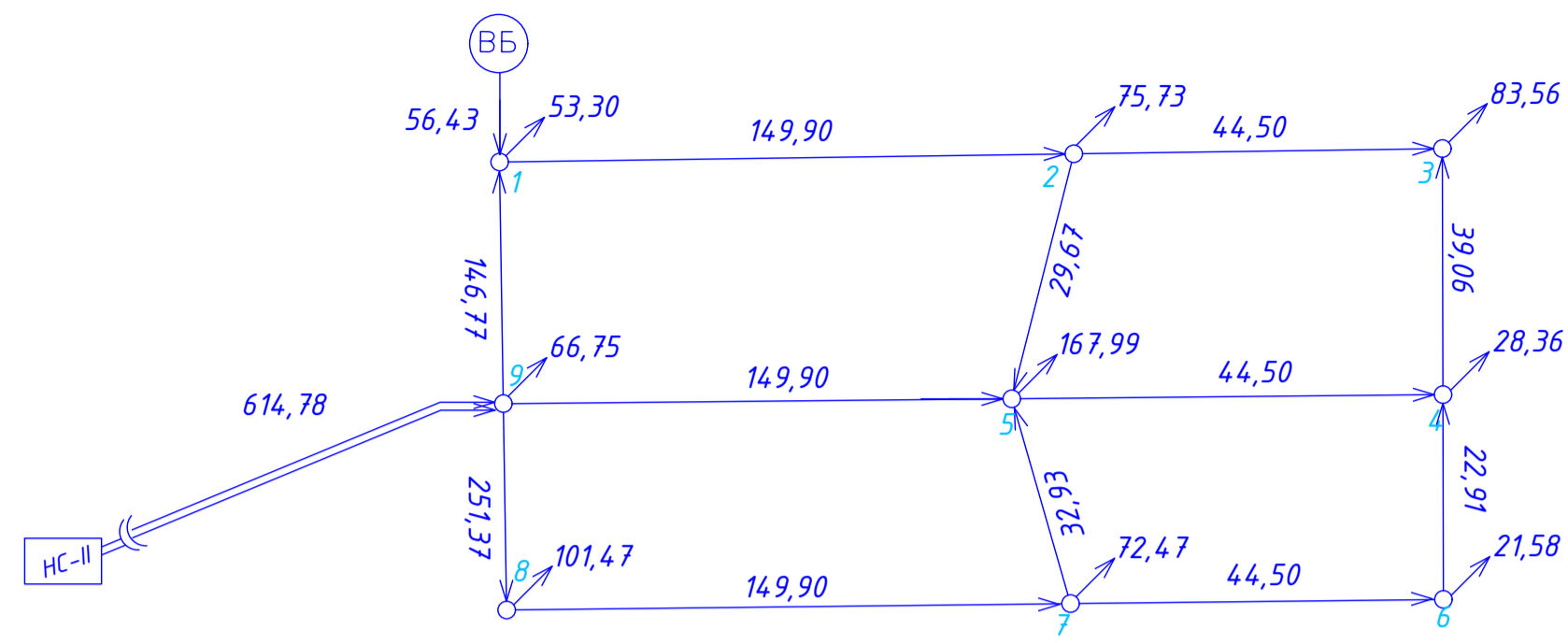
### Графік п'єзометричних напорів



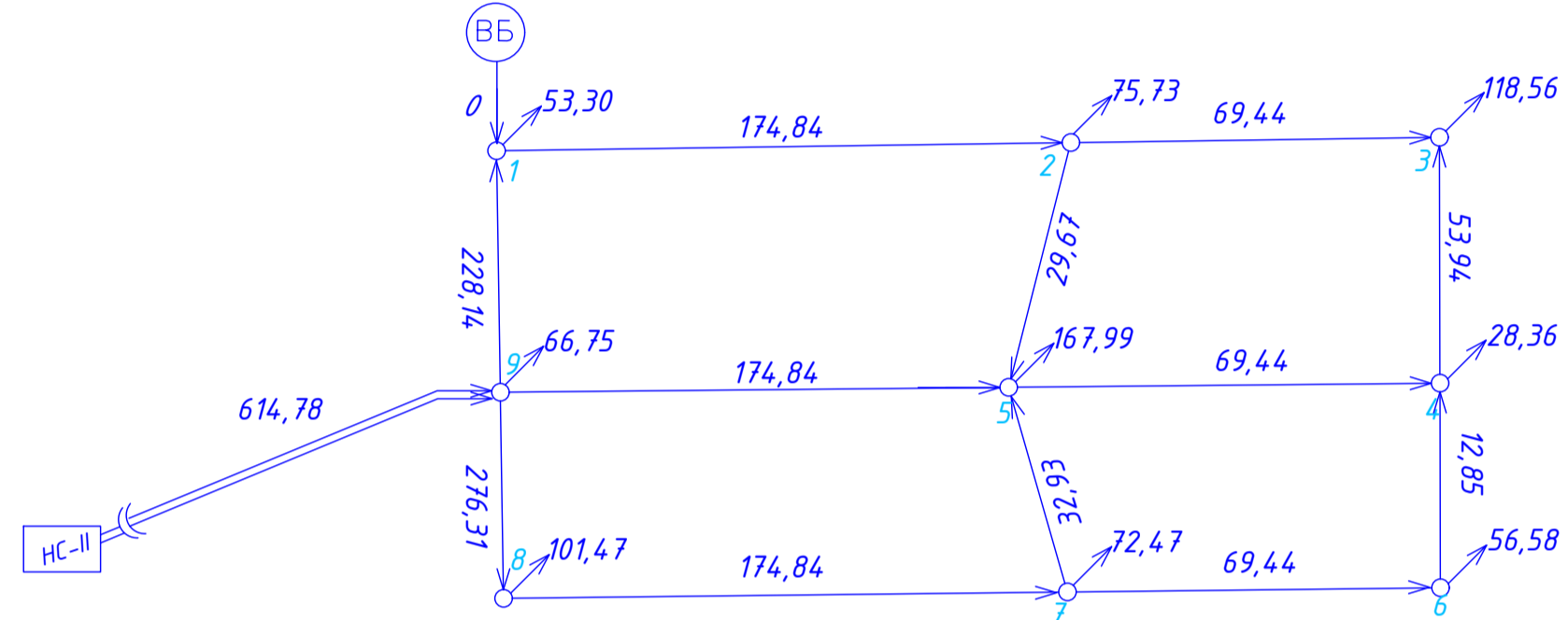
94

|  |              |             |        |                     |
|--|--------------|-------------|--------|---------------------|
| <b>Бакалаврська атестаційна робота</b>   |              |             |        |                     |
| <b>Кафедра водопостачання та водовідведення</b>  |              |             |        |                     |
| Зм   | Арк          | № документа | Підпис | Дата                |
| Зав каф  | Хоружий В.П  |             |        |                     |
| Керівник   | Кущка О.М    |             |        |                     |
| Консультант  | Чманець І.Д  |             |        |                     |
| Виконав  | Марценяк А.В |             |        |                     |
| Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води на власні потреби очисної станції                    |              |             |        | Стадія<br><b>ДП</b> |
| Графік п'єзометричних напорів<br>Генеральний план водоочисної станції<br>Висотна схема очисних споруд<br>Графік подачі НС-II |              |             |        | АРКУШ<br><b>1</b>   |
|  |              |             |        | Аркушів<br><b>5</b> |
| <b>Кну́да ФІСЕ ВВ-41</b>   |              |             |        |                     |

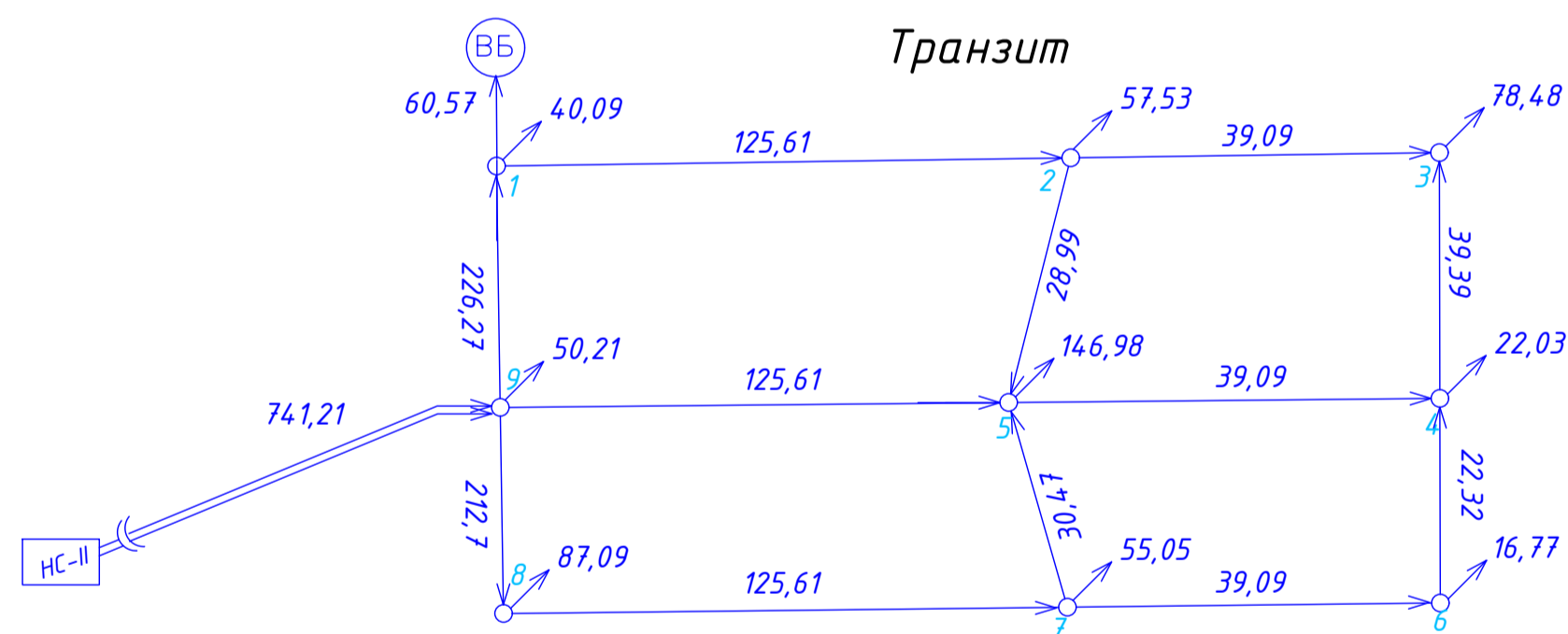
Максимальне водоспоживання



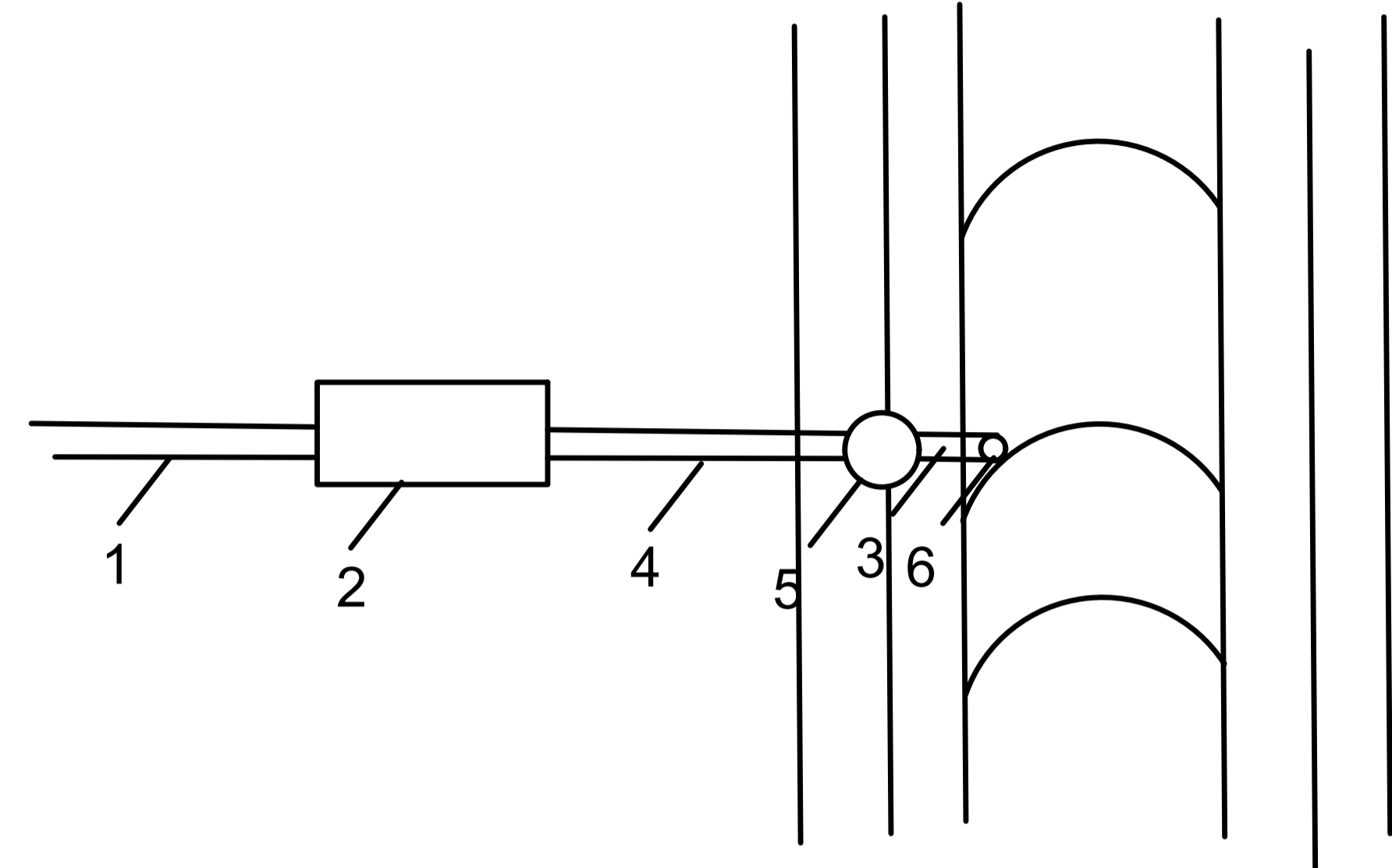
Максимальне водоспоживання + пожежа



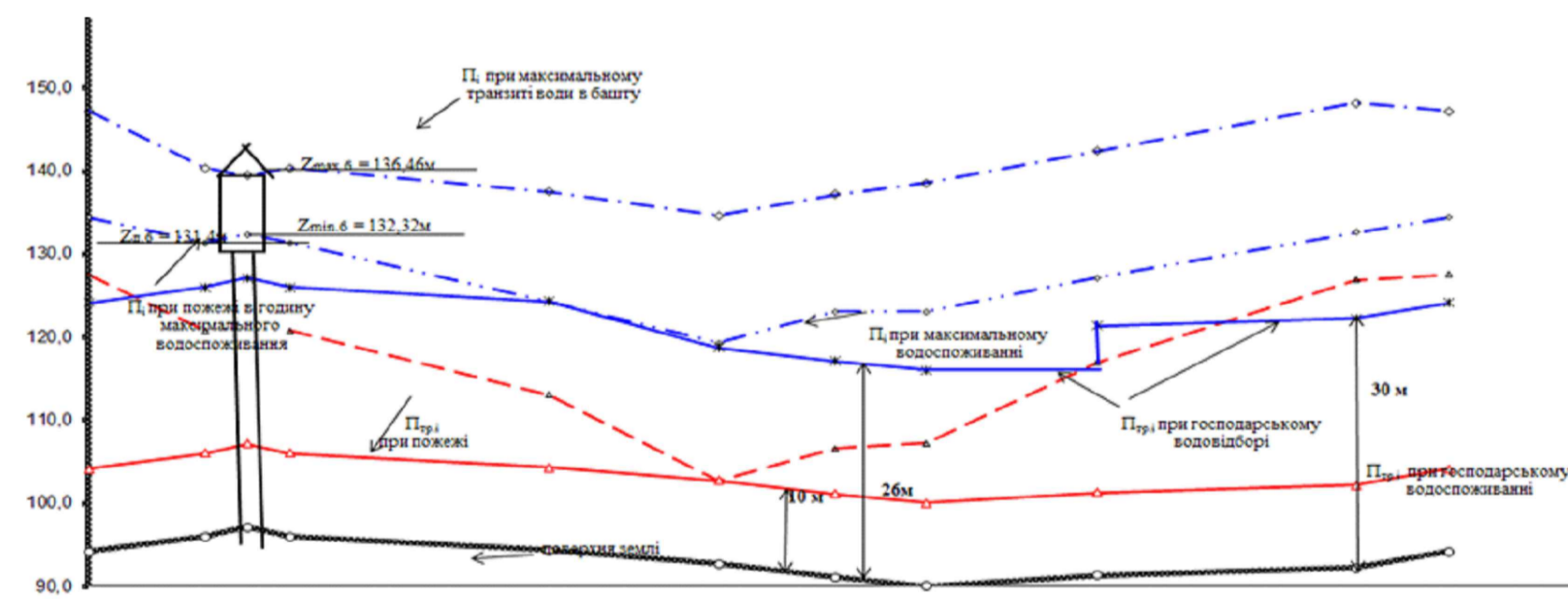
Транзит



Ситуаційний план 1:2000

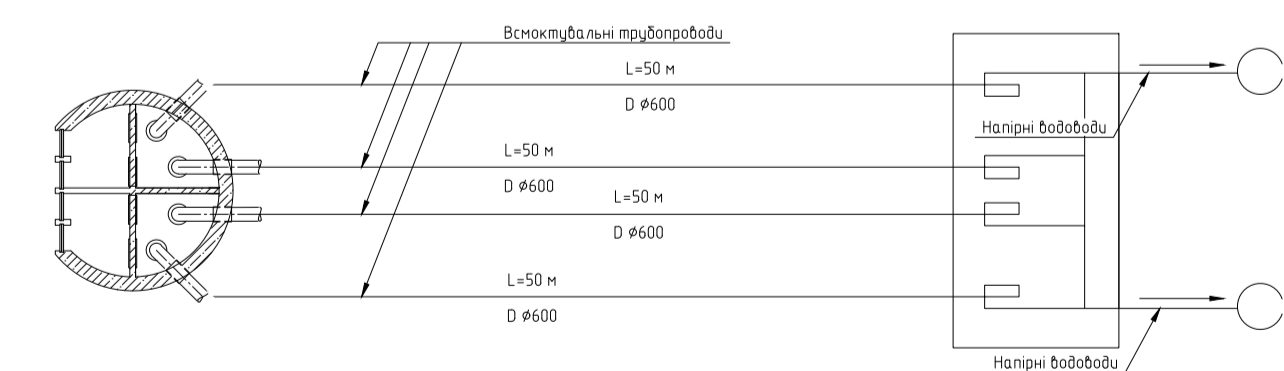


- 1-Напорний водовід
- 2-НС-II
- 3-Самопливний водовід
- 4-Трубопровід до НС-II
- 5-Водоприймальний колодязь
- 6-Водоприймальний оголовок



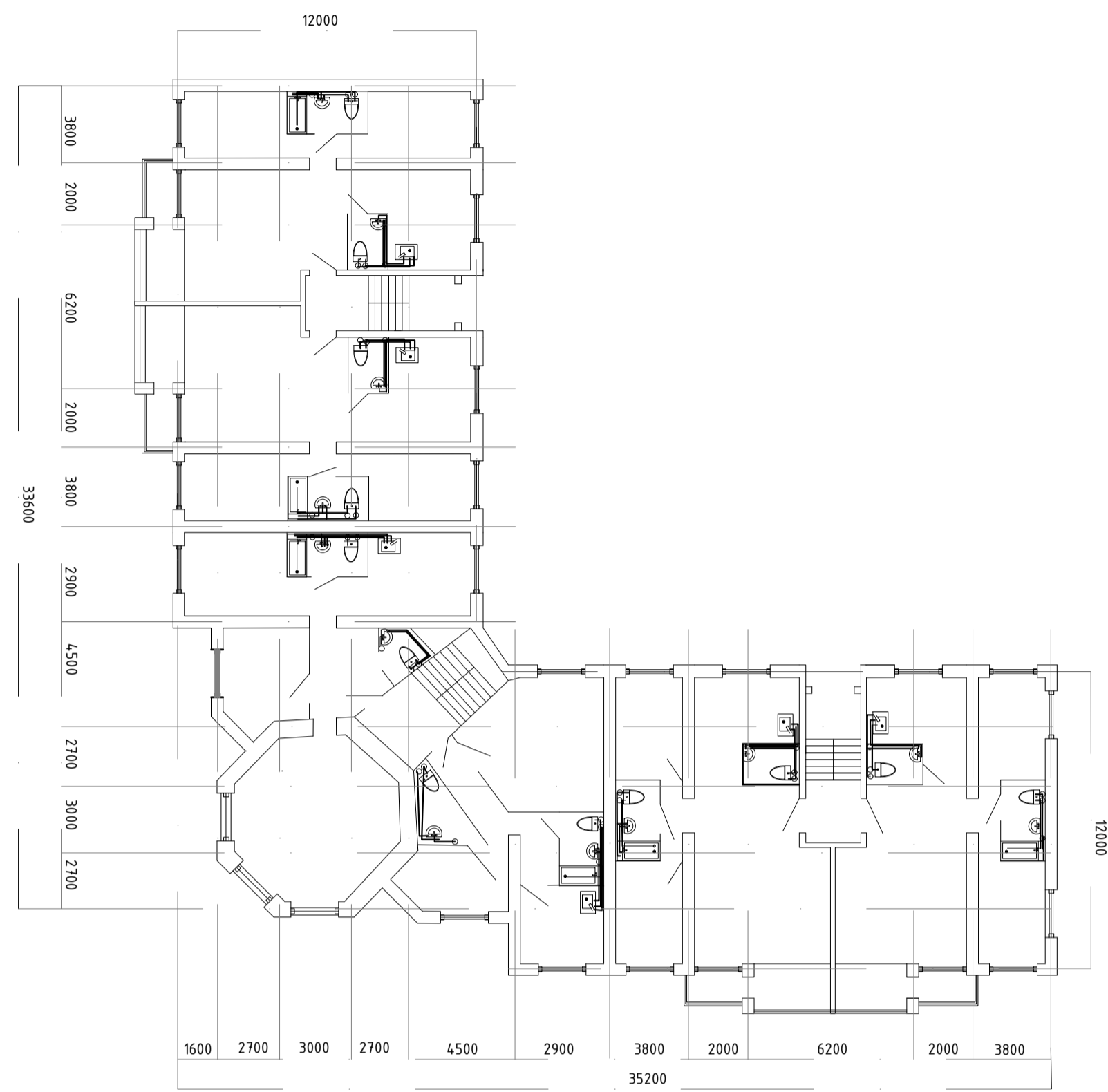
| № вузла                  | 9     | 1     | ВЕ 1  | 2     | 3     | 4     | 6     | 7     | 8     | 9 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| l, м                     | 550   | 200   | 1225  | 800   | 550   | 430   | 805   | 1225  | 435   |   |
| Z <sub>входн.</sub> , М  | 94,1  | 96,9  | 122,5 | 94,3  | 92,7  | 91,1  | 90,0  | 91,3  | 94,1  |   |
| Z <sub>випадк.</sub> , М | 124,4 | 124,4 | 132,3 | 124,3 | 124,3 | 124,3 | 124,3 | 124,3 | 124,4 |   |
| Z <sub>випадк. + М</sub> | 127,5 | 128,3 | 136,2 | 127,2 | 127,2 | 127,2 | 127,2 | 127,2 | 127,5 |   |
| Z <sub>транзит</sub> , М | 126,1 | 126,1 | 132,3 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 |   |
| Z <sub>транзит</sub> , М | 126,1 | 126,1 | 132,3 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 | 126,1 |   |

План водозабору

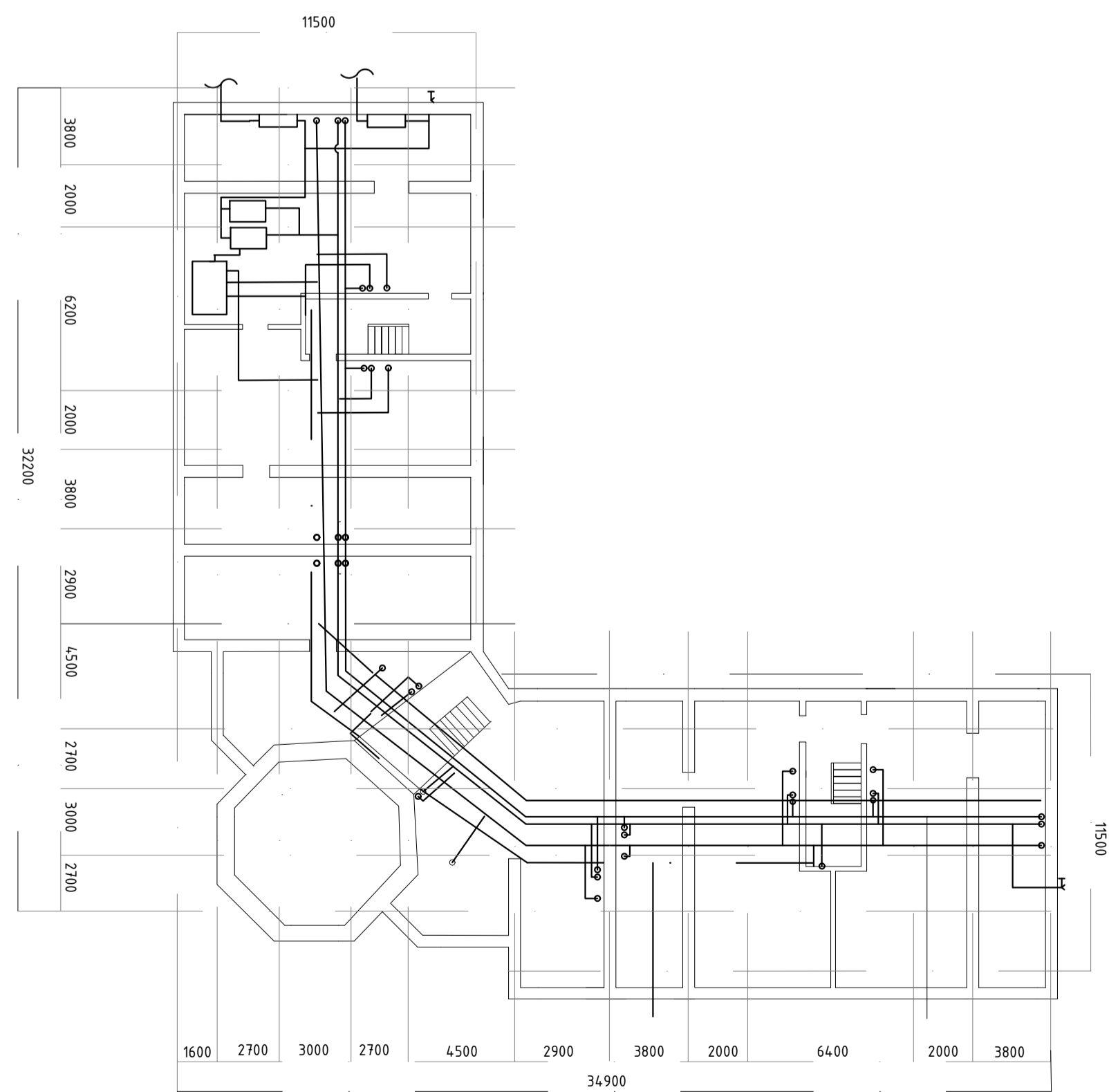


| Бакалаврська атестаційна робота  |               |             |        |                   |       |         |
|--|---------------|-------------|--------|-------------------|-------|---------|
| Кафедра водопостачання та водовідведення   |               |             |        |                   |       |         |
| Зм   | Арк           | № документа | Підпис | Дата              |       |         |
| Зав. каф.  | Хоружий В.П.  |             |        |                   |       |         |
| Керівник   | Куща О.М.     |             |        |                   |       |         |
| Консультант  | Чманець І.Д.  |             |        |                   |       |         |
| Виконав  | Марценяк А.В. |             |        |                   |       |         |
| Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води на власні потреби очисної станції      |               |             |        | Стадія            | АРКУШ | Архувів |
|  |               |             |        | ДП                | 1     | 5       |
| План водозабору<br>ситуаційний план<br>Схеми транзиту, максимального та максимального при пожежі водоспоживань |               |             |        | Кну́да ФІСЕ ВВ-41 |       |         |

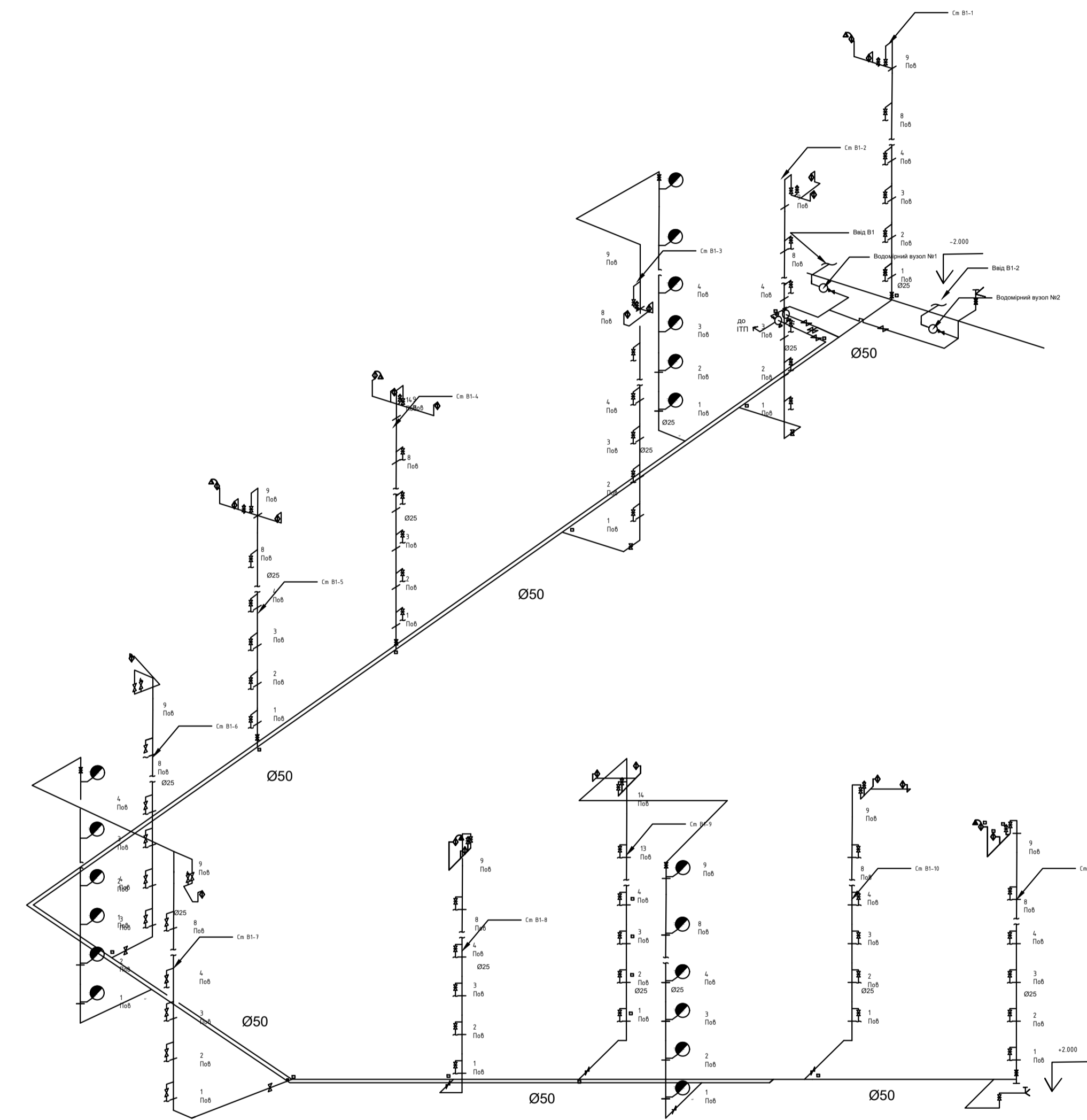
План типового поверху М1:100



План підвалу М1:100



Аксанометрична схема води холодного водопроводу М1:100



|                    |                     |                    |               |             |  |               |              |                |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|-------------|--|---------------|--------------|----------------|
|                    |                     |                    |               |             | <i>Бакалаврська атестаційна робота</i>   |               |              |                |
|                    |                     |                    |               |             | <i>Кафедра водопостачання та водовідведення</i>  |               |              |                |
| <i>Зм</i>          | <i>Арк</i>          | <i>№ документа</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води на власні потреби очисної станції</i> | <i>Стадія</i> | <i>АРКУШ</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Зав каф</i>     | <i>Хоружий В.П</i>  |                    |               |             |  | <i>ДП</i>     | <i>1</i>     | <i>5</i>       |
| <i>Керівник</i>    | <i>Куща О.М</i>     |                    |               |             |  |               |              |                |
| <i>Консультант</i> | <i>Чманець І.Д</i>  |                    |               |             |  |               |              |                |
| <i>Виконав</i>     | <i>Марценяк А.В</i> |                    |               |             | <i>Аксанометрична схема холодного водопроводу<br/>План типового поверху<br/>План підвалу</i>                     |               |              |                |
|                    |                     |                    |               |             | <i>Кну́да ФІСЕ ВВ-41</i>   |               |              |                |

Схема будівлі та руху транспорта

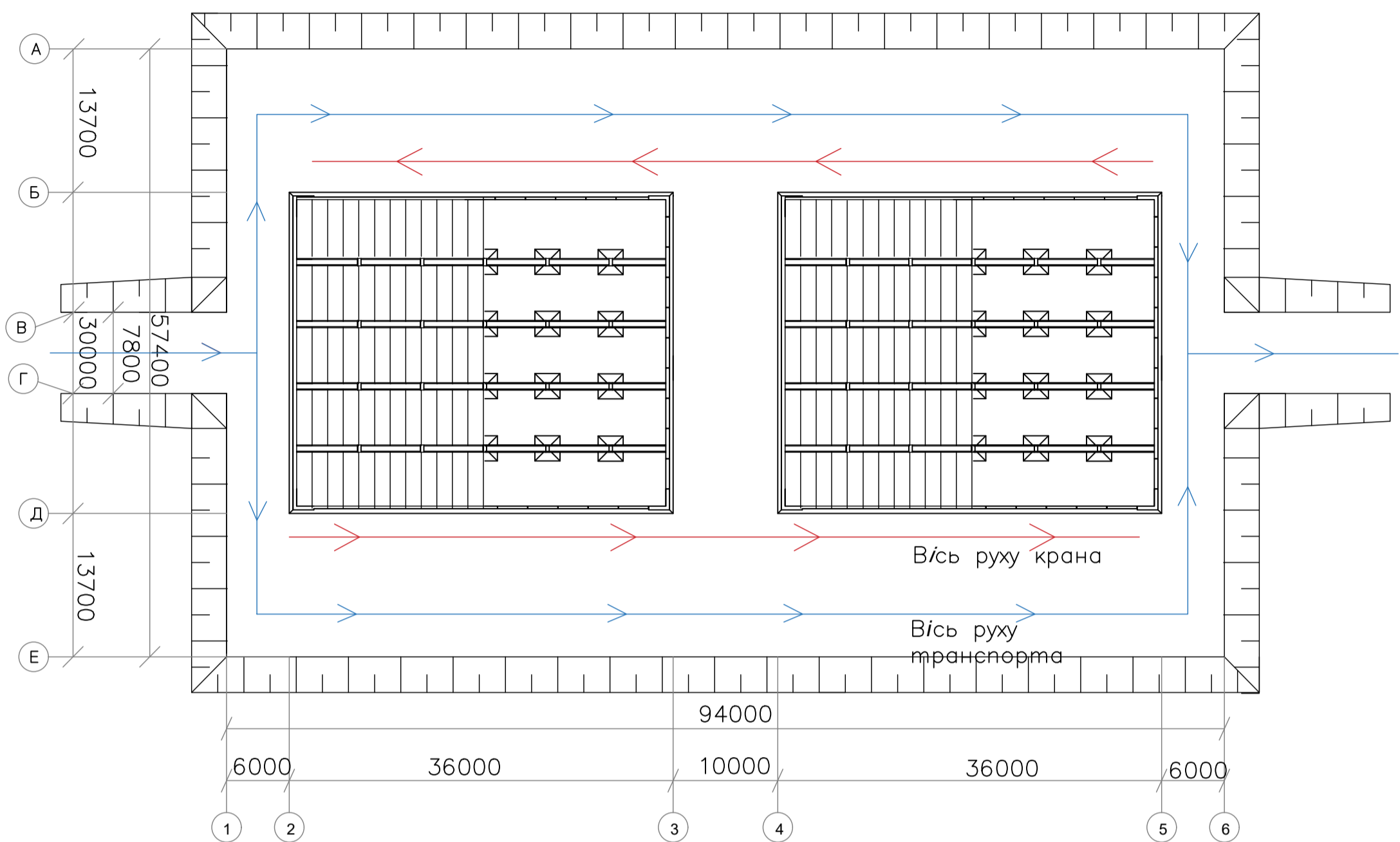


Схема РЧВ

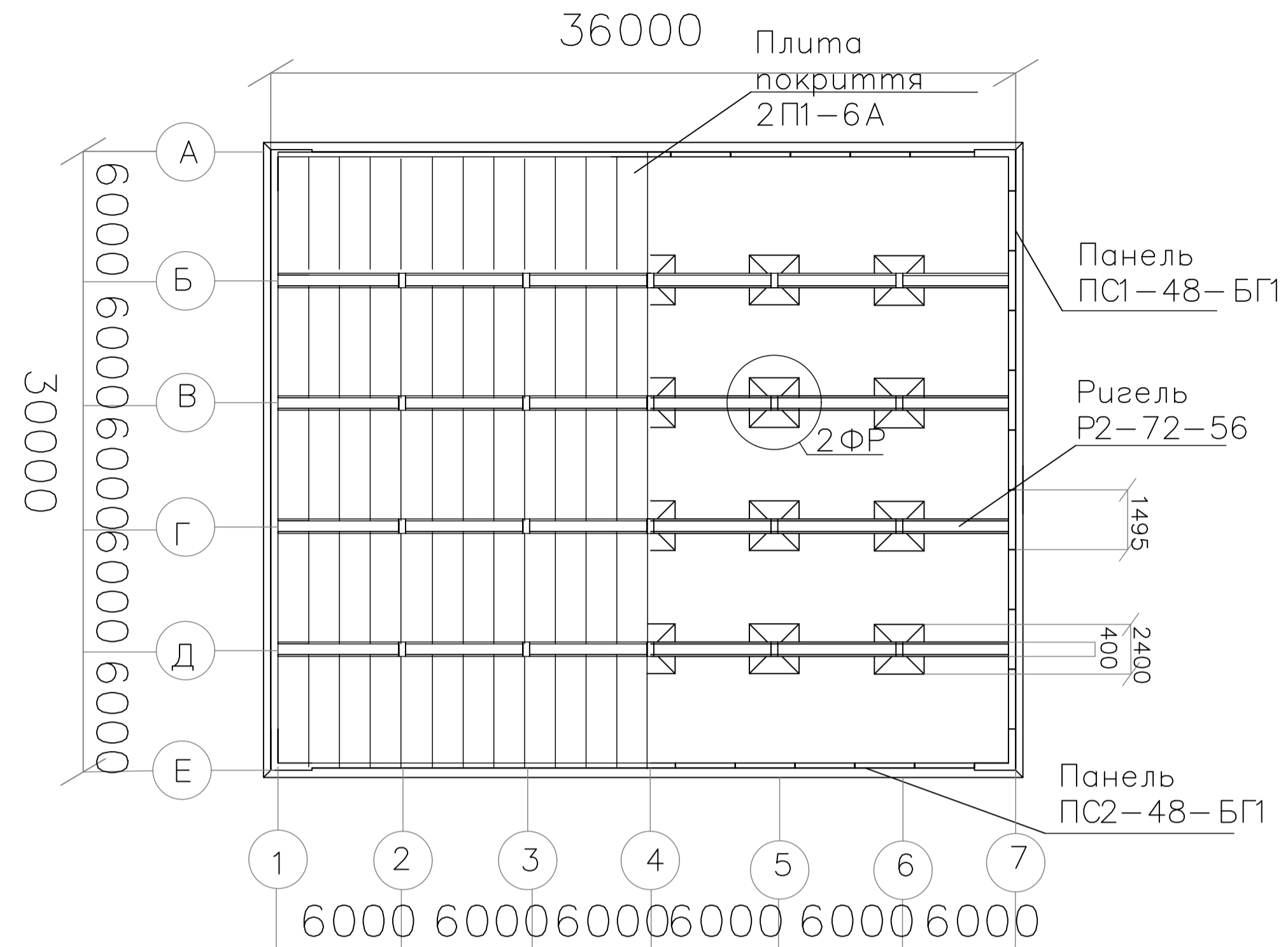


Схема монтажу колон ЗКР48

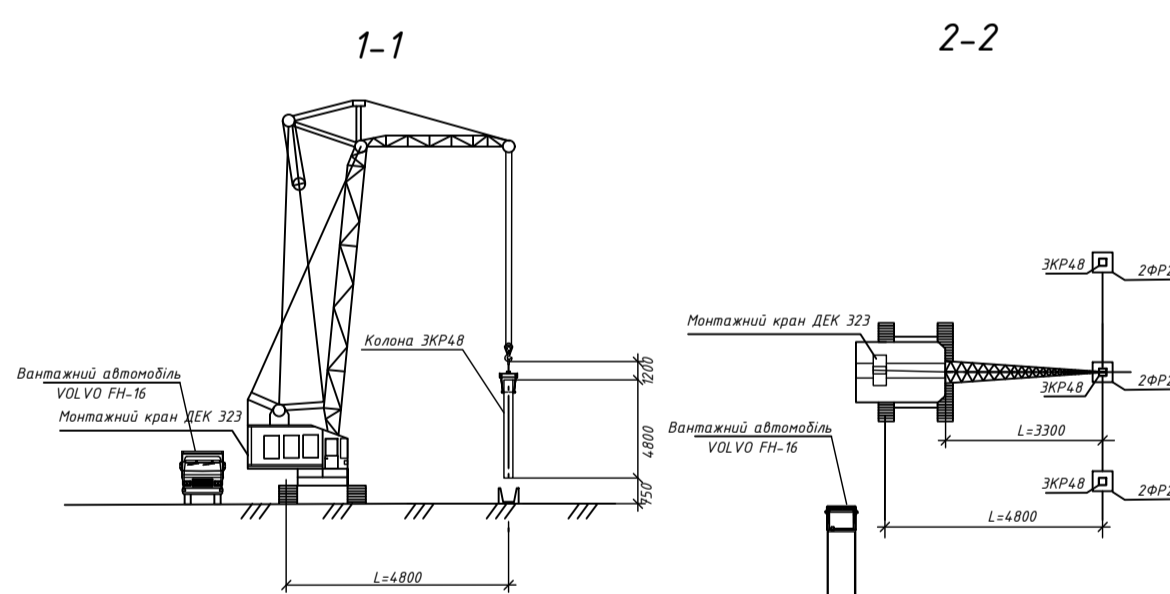


Схема монтажу плит перекриття 2П1-6А

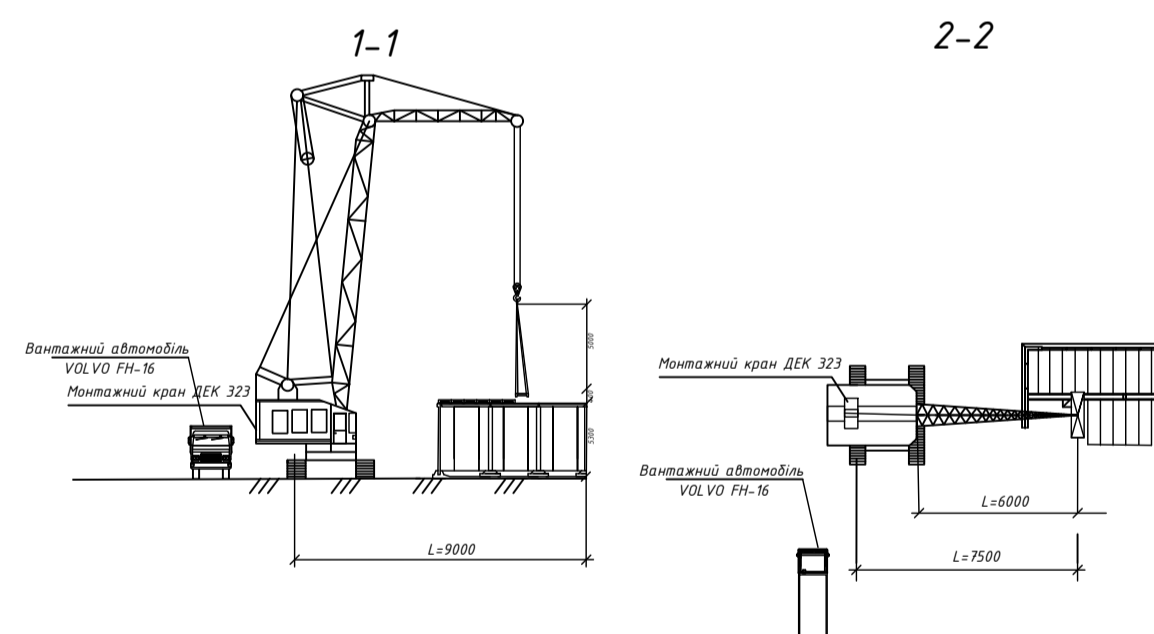


Схема монтажу фундаментних блоків 2ФР2

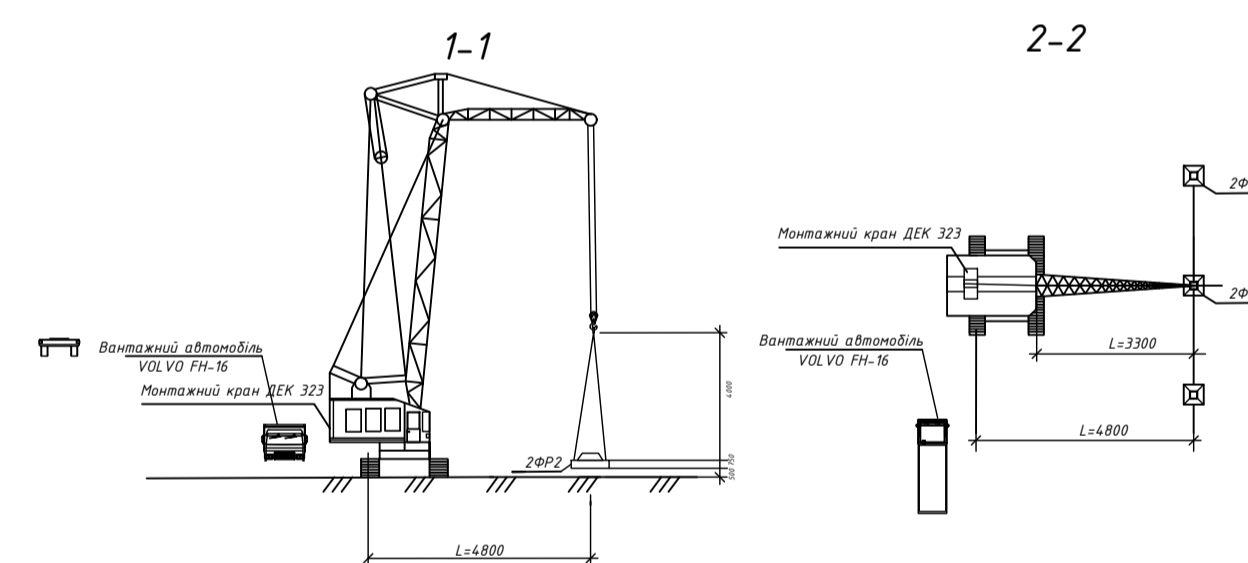


Схема монтажу стінових панелей

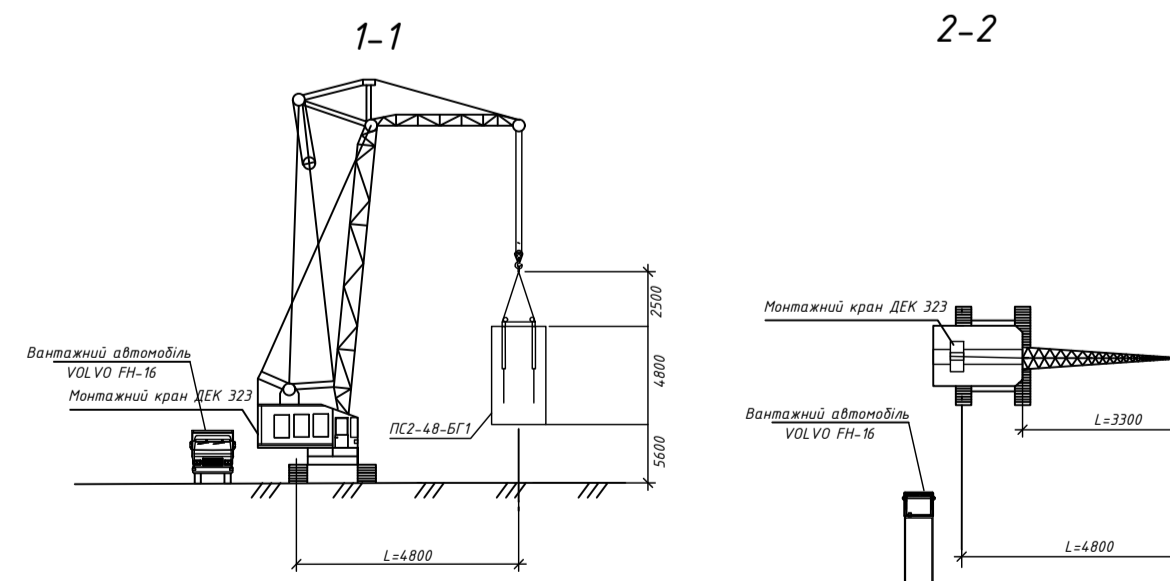
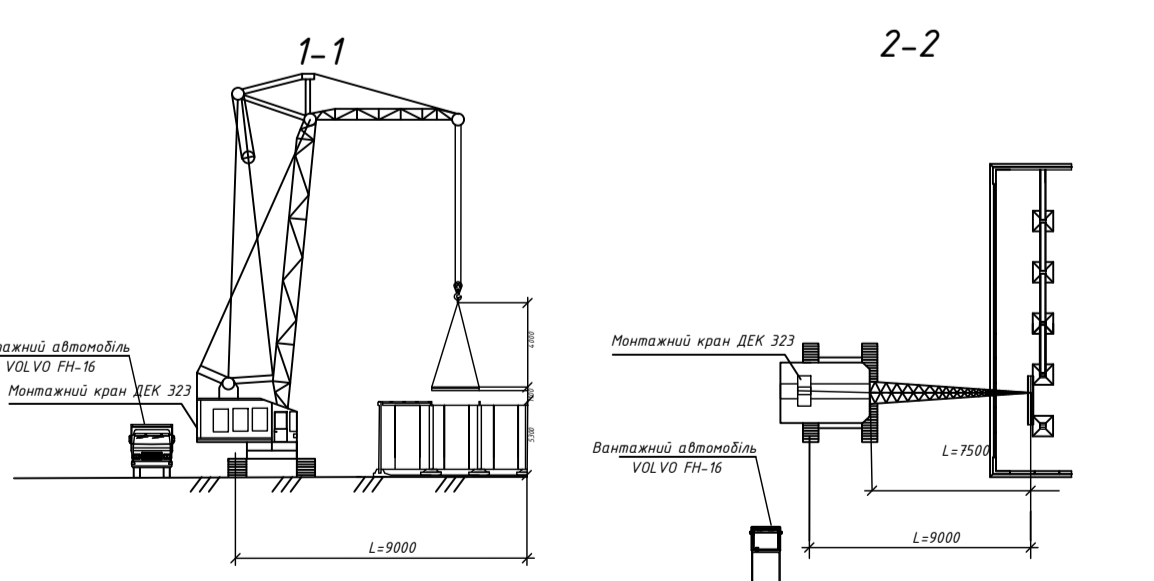


Схема монтажу ригелів РДП 4-56



|    |     |             |        |      |   |        |       |         |
|----|-----|-------------|--------|------|---|--------|-------|---------|
|    |     |             |        |      | Бакалаврська атестаційна робота   |        |       |         |
|    |     |             |        |      | Кафедра водопостачання та водовідведення  |        |       |         |
| Зм | Арк | № документа | Підпис | Дата | Водопостачання населеного пункту з розробкою заходів щодо економії води на власні потреби очисної станції | Стадія | АРКУШ | Аркушів |
|    |     |             |        |      |   | ДП     | 1     | 5       |
|    |     |             |        |      | Схема будівлі та руху транспорта, Схема РЧВ, Монтажі схеми  |        |       |         |
|    |     |             |        |      | Кну́да ФІСЕ ВВ-41   |        |       |         |