

Міністерство освіти та науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури

Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

**Лозанюк Юлія Сергіївна**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

# **Моделювання та паспортизація водопровідних мереж містечка Гіща**

Ступінь вищої освіти – другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Водопостачання та водовідведення

Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Галузь знань – 19 «Архітектура та будівництво»

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело \_\_\_\_\_ Лозанюк Ю.С.

Керівник: Мартинов С.Ю., д.т.н., професор

Рівне – 2023

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	3
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ВОДОПОСТАЧАННЯ .....	7
1.1 Місце розташування об'єкту .....	7
1.2 Характеристика об'єкту .....	7
1.3 Рельєф .....	9
1.4 Інженерно-геологічна характеристика .....	10
1.5 Кліматичні умови .....	10
1.6 Існуюча система водопостачання .....	11
2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ .....	13
2.1 Розрахунок добових витрат води .....	13
2.2 Визначення розрахункових витрат води на пожежогасіння .....	17
2.3 Погодинні витрати води .....	18
2.4 Графіки водоспоживання і роботи насосів, що живлять водопровідну мережу .....	19
2.5 Розрахункові витрати води .....	22
3 СУЧАСНІ ДОДАТКИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ .....	23
4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПСПОРТИЗАЦІЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ .....	49
4.1 Трасування і складання розрахункової схеми мережі .....	49
4.2 Визначення вузлових відборів води .....	49
4.3 Попередній поточкорозподіл .....	54
4.4 Гідравлічні розрахунки .....	54
5 ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ НАПІРНО-РЕГОЛЮЮЧИХ СПОРУД .....	77
5.1 Розрахунок водонапірної башти .....	77
5.2 Резервуари чистої води .....	80
6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	82
6.1 Система охорони праці .....	82
6.2 Заходи з пожежної безпеки .....	90
6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	95

## РЕФЕРАТ

*Лозанюк Ю.С. «Моделювання та паспортизація водопровідних мереж містечка Гіща». – Кваліфікаційна робота.*

*Кваліфікаційна робота на отримання ступеня вищої освіти – магістр з будівництва та цивільної інженерії за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», освітньо-професійною програмою «Водопостачання та водовідведення». – Національний університет водного господарства та природокористування, 2023.*

### **Загальна характеристика роботи**

**Актуальність роботи.** Водопровідно-каналізаційне господарство України функціонує в умовах постійного браку оборотних коштів. Моральна та фізична зношеність основних фондів посилює негативні тенденції надійного забезпечення водоспоживачів водою гарантованої якості та під необхідним напором. Для поступного усунення цієї проблеми розроблені законодавчі акти Закон України «Про Загальнодержавну цільову соціальну програму «Питна вода України» на 2022 - 2026 роки», «Водна стратегія України на період до 2050 року» тощо.

Водопровідні мережі розташовуються на всій території населених пунктів та мають значні розміри, які вимірюються десятками, сотнями та навіть тисячами кілометрів. При цьому будівельна вартість водопровідних мереж може сягати понад 60% всієї системи водопостачання населеного пункту. Належна експлуатації мереж водопостачання дозволяє не тільки забезпечувати гарантовану надійність подавання води, але й безпосередньо впливає на економічні показники. Перехід на цифрові (геоінформаційні) системи дозволяє оперативно аналізувати існуючі аварійні ситуації, виконувати прогностичні розрахунки та обґрунтовано передбачати планові та попереджувальні заходи для забезпечення надійної роботи водопровідних мереж. Враховуючи те, що кожен населений пункт має свою унікальну структуру водопровідних мереж, актуальним є розробка геоінформаційних комплексів на базі сучасного програмного забезпечення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано у відповідності з науковою тематикою кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи «Розробка енергоефективних споруд, обладнання та схем очистки природних і стічних вод населених пунктів та промислових підприємств» (номер державної реєстрації 0121U112194).

**Мета роботи** – розробка геоінформаційної системи мереж водопостачання містечка Гіща.

**Завдання:**

- виконати аналіз додатків з моделювання та паспортизації мереж водопостачання;
- розробити геоінформаційну систему мереж водопостачання містечка Гіща;
- виконати гідравлічне моделювання магістральних мереж водопостачання містечка Гіща;
- побувати схеми розподілу швидкостей по водопровідних мережах та побудувати профілі за контуром магістральних мереж;
- виконати паспортизацію водопровідних мереж на окремій вулиці;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – водопровідні мережі містечка Гіща.

**Предмет дослідження** – структура та параметри водопровідних мереж містечка Гіща.

**Методи досліджень** – аналітичний огляд літературних джерел, гідравлічне моделювання в розрахунково-графічному комплексі РІКОМ W, методи візуалізації інформаційних даних.

**Наукова новизна роботи:**

- розроблено топологічну та гідравлічну модель водопровідних мереж містечка Гіща..

**Практичне значення одержаних результатів.**

Результати роботи можливо використовувати при вдосконаленні конструктивних та гідравлічних параметрів водопровідних мереж містечка Гіща в умовах їх модернізації та розширення. Подальше наповнення інформацією про стан мереж водопостачання з використанням результатів натурних обстежень забезпечить підвищення рівня експлуатації мереж водопостачання.

**Особистий внесок магістра.** Магістром вивчено розрахунково-графічний комплекс РІКОМ та отримано сертифікат про проходження курсів, проаналізовано діючі водопровідні мережі, розроблено геоінформаційну модель та виконано паспортизацію водопровідної мереж по Тихій вулиці.

**Структура й об'єм кваліфікаційної роботи.** Робота викладена на 95 сторінках, містить 23 таблиці і 13 рисунків і складається з реферату, шести розділів, списку літератури із 15 найменувань та додатків (графічної частини на 9 аркушах формату А1).

**Основний зміст роботи.**

**У першому розділі** наведено територіально-географічне розташування містечка Гіща, дані про споживачів, рельєф місцевості, кліматичні умови тощо. Описано існуючий стан централізованої системи водопостачання

**У другому розділі** проведено перевірочні розрахунки добового, річного, годинного водоспоживань окремими групами споживачів та містечком вцілому. Максимальне добове водоспоживання становить 1173 м<sup>3</sup>/доб, річне – 333 тис.м<sup>3</sup>/рік. Визначено розрахункові витрати води на пожежогасіння. Серед можливих місць пожежогасіння – Багатоповерхова зона, Малоповерхова зона, ТОВ «Фаломед», ТОВ «Перша м'ясна хата», Гоцанська центральна районна лікарня обрано останнє з максимальними витратами 17,5 л/с.

**У третьому розділі** виконано аналітичний огляд літератури по сучасним додаткам гідравлічного моделювання та паспортизації водопровідних мереж. В залежності від складності додатків вони можуть забезпечувати: гідравлічні розрахунки водопровідних мереж, гідравлічні розрахунки сумісної роботи СПРВ, моделювання зміни якості води у водопровідних мережах впродовж довготривалого часу, оперативне управління водопровідними мережами (паспортизація мереж), інтеграція в єдину систему управління інженерною інфраструктурою населених пунктів. Серед таких додатків виділено вітчизняну розробку, яка активно впроваджується на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства, - РІКОМ.

Програмне забезпечення РІКОМ представляє собою платформу для побудови розрахунково-інформаційного комплексу (РІК), який може містити необмежену кількість растрових (шари картографії) і векторних шарів різних категорій. Програмне забезпечення РІКОМ робить окремий акцент на створення та редагування інформаційно-розрахункових схем мереж водопостачання, водовідведення з подальшим гідравлічним розрахунком та зручними інструментами аналізу результатів моделювання систем. Крім того, програмне забезпечення має клієнт-серверну архітектуру, що дозволяє одночасно працювати всім ланкам підприємства в одному середовищі і бачити всі зміни в системі online. Також програмне забезпечення РІКОМ підтримує роботу через WEB-браузер, що забезпечить роботу в офісі та за його межами на будь-якій операційній системі і гаджеті. Тому саме цей додаток використаний у подальшій роботі.

**У четвертому розділі** проведено аналіз існуючих водопровідних мереж містечка Гіща. Існуюча водопровідна мережа має діаметри від 32 мм і до 200 мм та влаштована, в основному, з напірних поліетиленових труб. Розроблено топологічно-гідравлічну модель водопровідних мереж у додатку РІКОМ. Проведено гідравлічні розрахунки (моделювання) для найневигідніших режимів

роботи водопровідної мережі: робота мережі у годину максимального водоспоживання, без сумісної роботи насосів НС-2; робота мережі при пожежі в годину максимального водоспоживання з врахуванням висновків; аварійний режим при відключенні однієї ділянки мережі (11-32).

За результатами гідравлічного розрахунку (І-ий розрахунковий випадок) на ділянці 72 завищена швидкість руху води. Тому пропонується прокласти дублюючу лінію також діаметру.

Розрахункові вільні напори у водопровідній мережі становлять 16 м – 32 м, що більше за необхідні напори у вузлах та не перевищують максимально допустимий напір в об'єднаній водопровідній мережі – 60 м. Найбільший вільний напір знаходиться в вузлі 87 (центральна частина містечка). Диктуюча точка знаходиться у вузлі 109 з позначкою землі 200 м. Цей вузол розташований у центральній частині містечка з водоспоживачами, які мешкають в 5-ти поверхових будинках. Розрахунковий напір на виході з насосної станції другого підняття становить 36,9 м, витрата – 22,9 л/с.

При гасінні розрахункової пожежі швидкості руху води на ділянках мережі знаходяться в рекомендованих межах. Проте для забезпечення напору у вузлі 93 (диктуюча точка), потрібний напір на виході з насосної станції повинен бути збільшений на 2,3 м більшим ніж в попередньому розрахунковому випадку.

У випадку аварії на ділянці ІІ 48, споживачі, які підключені до вузлів з ІІ 109, 117 та 119 будуть отримувати воду з недостатніми напорами. Тому потрібно організувати підвезення питної води автотранспортом.

За результатами гідравлічного розрахунку побудовані профілі за трасою водопровідних мереж для трьох розрахункових випадків.

Також в цьому розділі підібрані енергоощадні насоси компанії Grundfos марки NB 50-160/164 – два робочих та один резервний.

**У п'ятому розділі** проведено перевірочні розрахунки напірно-регулювальних споруд – водонапірної башти та резервуарів чистої води.

**У шостому розділі** розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ВОДОПОСТАЧАННЯ

## 1.1 Місце розташування об'єкту

Гіща – районний центр Рівненської області. Містечко розташоване на річці Горинь, за 33 км від залізничного вузла Рівне. Через містечко проходять автомобільні траси Е–40, Т–1807. Містечко межує з с.Терентіїв, с.Горбаків, с.Шкарів, с.Симонів.



Рис. 1.1 Територіально-географічне положення містечка Гіща.

## 1.2 Характеристика об'єкту

Гіща займає площу 7,09 км<sup>2</sup>. Населення становить 5360 чоловік. Густота населення 756 чол./км<sup>2</sup>.

Споживачі централізованої системи водопостачання поділяються на групи в залежності від ступеню благоустрою будинків (табл. 1.1). Близько 470 жителів не підключені до централізованої системи водопостачання, що пов'язано, очевидно, з наявністю в цих жителів індивідуальних водозаборів (трубчастих або шахтних колодязів) та усередненою оцінкою кількості жителів за даними відкритих джерел інформації.

Таблиця 1.1

Більшість місцевих підприємств споживає малі витрати води і тому вони можуть бути враховані коефіцієнтом  $K_m=1,1-1,2$ . Проте серед цих підприємств потрібно виділити ті, які споживають найбільшу кількість води (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Характеристика найкрупніших споживачів смт Гіща

№ з/п	Найменування	Адреса	Місячне споживання води, м <sup>3</sup>
1	ПАТ «Рівнегаз» Гіщанське УЕГГ	вул. Шевченка, 77	48
2	ТОВ «СЗПП «Стодола»	вул. Шевченка, 77	29
3	ТОВ «Фапомед»	вул. Островського, 46	353
4	ТОВ «Перша м'ясна хата»	вул. Незалежності, 100	397
5	Гощанська центральна районна лікарня	вул. Павлова, 1	1549
6	Гощанська селищна рада	вул. Застав'я, 22	83
7	Гощанська районна державна гімназія	вул. Незалежності, 21	43
8	Відділ освіти Гощанської державної адміністрації	вул. Сагайдачного, 14	82
	Всього по споживачах:		2584

Поливний сезон триває протягом трьох місяців: травень, червень, липень. Поливна норма 6 л/(м<sup>2</sup>·добу).

### 1.3 Рельєф

В геоморфологічному відношенні територія знаходиться в межах слабо розчленованого Гіщанського лесового плато, що входить в склад Рівненської хвилясто-горбистої височини. Гіщанське плато – слабохвилясте плато на сході Волинської височини. Розташована на південному сході Рівненської області (у межах Гіщанського, Острозького і Корецького районів) та (частково) Хмельницької області (північно-західні окраїни Славутського району). Відділене від Рівненського плато (на заході) долиною річки Горині.



Переважає висоти 200...210 м. Складається здебільшого з піщаних відкладів, перекритих лесами. Найпоширеніші слабохвилясті рівнинні межиріччя з сірими та ясно-сірими лісовими ґрунтами, розділені широкими заболоченими долинами та балками басейну Горині. Подекуди – місцевості другої надзаплавної тераси з глибокими чорноземами. Переважають орні землі, ліси збереглись невеликими фрагментами. Значна частина Гощанського плато меліорована.

#### **1.4 Інженерно-геологічна характеристика**

В геологічній будові майданчика станції знезалізнення води виділено чотири інженерно-геологічні елементи (ІГЕ):

ІГЕ-1 – насипний ґрунт – супісок з домішками будівельного сміття;

ІГЕ-2 – ґрунтово-рослинний шар – супісок гумусований, темно-сірий;

ІГЕ-3 – супісок твердий, лесовидний, просадковий, низькопористий;

ІГЕ-4 – супісок твердий, лесовидний, низько пористий, сірувато-жовтий.

Ґрунтові води на період вишукувань на глибину 6,0 м не виявлені. Нормативна глибина промерзання ґрунтів 0,8 м.

#### **1.5 Кліматичні умови**

Клімат району відноситься до II-го кліматичного району. Клімат району – помірно-континентальний, достатньо вологий, з м'якою зимою і нежарким літом, характеризується такими параметрами:

Температури зовнішнього повітря:

- середньорічна багаторічна +6,9 °С;
- середня за найхолоднішу п'ятиденку 92% забезпечення -21 °С;
- середня за період опалення -0,5 °С;
- середня найбільш холодної доби -25 0 С;
- абсолютна мінімальна температура -36 °С;
- абсолютна максимальна температура +38 °С;
- середня за найгарячіший місяць (липень) +24.2 °С.

Середньорічна тривалість періоду:

- з температурою повітря, нижчою за 0°С – 112 днів;
- з температурою повітря, вищою за 0°С – 253 днів;

Середньомісячна відносна вологість повітря:

- найхолоднішого місяця (січня) – 84%;
- найгарячішого місяця – 56%.

Середній багаторічний річний шар опадів – 683 мм.

Середня висота шару снігового покриву – 210 мм.

Нормальна величина маси снігового покриву – 0,5 кПа.

Максимальна глибина промерзання ґрунту – 0.8 м.

Середньорічна швидкість вітру – 0...7,5 м/с.

Нормативне значення вітрового тиску – 0,30 кПа.

## 1.6 Існуюча система водопостачання

Система водопостачання Гіща складається з підземного водозабору (артезіанські свердловини), станції знезалізнення води з підвищувальними насосами другого підняття, напірно-регулювальних споруд та водопровідної мережі.

На даний час водопостачання здійснюється від двох свердловин:

1. свердловина №3, дебітом 60 м<sup>3</sup>/добу, яка знаходиться у районі Райсільгоспхімії. Обладнана насосом ЕЦВ 10-63-110. Водовід свердловини врізаний у водопровідну мережу, який перекритий засувкою. Додатково прокладений водовід на станцію знезалізнення води.
2. свердловина №6, дебітом 60 м<sup>3</sup>/добу, яка знаходиться на території станції знезалізнення води. Обладнана насосом ЕЦВ 10-63-65.

Як правило ці свердловини працюють по чергово, і лише в періоди пікових навантажень працюють паралельно. Із свердловин № 3 та № 6 надходить в різні періоди до 1500 м<sup>3</sup>/добу води. Показники якості води наведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.4

### Розрахункові значення показників води свердловин

Показники якості води	Одиниці вимірювання	Свердловина	
		№ 3	№ 6
1. Мікробіологічні показники			
Число мікроорганізмів в 1 см <sup>3</sup> води		<100	<100
Число бактерій групи кишкових паличок в 1 дм <sup>3</sup> води (БГКП)		<3	<3
2. Органолептичні показники			
Запах при 20 <sup>0</sup> С, при 60 <sup>0</sup> С	бал	с3;3	с2;2

Показники якості води	Одиниці вимірювання	Свердловина	
		№ 3	№ 6
Присмак при 20 <sup>0</sup> С	бал	2	0
Каламутність	мг/дм <sup>3</sup>	1,64	0,72
Кольоровість	град	6	20
<b>3. Хімічні показники</b>			
Водневий показник, рН	од. рН	7,3	7,3
Залізо загальне	мг/дм <sup>3</sup>	0,99	1,1
Жорсткість загальна	моль/м <sup>3</sup>	7,1	7,1
Кальцій	моль/м <sup>3</sup>	5,1	5,1
Магній	моль/м <sup>3</sup>	2,0	2,0
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	15,1	19,8
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	12,0	14
Аміак	мг/дм <sup>3</sup>	0,61	0,39
Нітрити	мг/дм <sup>3</sup>	-	-
Нітрати	мг/дм <sup>3</sup>	< 0,1	0,61
Окислюваність (KMnO <sub>4</sub> )	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1,52	0,94
Фтор	мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,15
Марганець	мг/дм <sup>3</sup>	0,15	0,2
Мідь	мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,02
Сухий залишок	мг/дм <sup>3</sup>	421,2	381,2
Лужність	моль/м <sup>3</sup>	7,6	6,7
Калій + натрій	мг/дм <sup>3</sup>	28,8	12,7
Мінералізація	мг/дм <sup>3</sup>	414,3	376,2

Вода зі свердловин за мікробіологічними, органолептичними та хімічними показниками відповідає, в основному, нормативним, за винятком концентрації заліза загального. Крім того, спостерігається підвищений запах, що пов'язано з наявністю у воді розчиненого сірководню, підвищена концентрація марганцю, та у воді свердловини № 3 – підвищений вміст аміаку. Залишкова концентрація заліза не повинна перевищувати 0,2 мг/л, що відповідає вимогам Державних санітарних правил і норм «Вода питна, гігієнічні вимоги до якості централізованого і господарсько-питного водопостачання».

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ВОДИ

### 2.1 Розрахунок добових витрат води

Добові витрати води населенням, м<sup>3</sup>/доб

$$Q_{\text{сердоб}} = \frac{N \cdot q}{1000} \cdot K_m \quad (2.1)$$

де  $q$  – середньодобове питоме водоспоживання людиною, л/(доб·чол) [1];  $N$  – розрахункова кількість жителів у районах житлової зони забудови;  $K_m$  – коефіцієнт, що враховує витрати на потреби місцевої промисловості, ( $K_m=1-1,2$ ).

Розрахункові витрати води за добу найбільшого та найменшого водоспоживання, м<sup>3</sup>/доб

$$Q_{\text{добmax}} = K_{\text{добmax}} \cdot Q_{\text{сердоб}} \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{добmin}} = K_{\text{добmin}} \cdot Q_{\text{сердоб}} \quad (2.3)$$

Коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання,  $K_{\text{доб}}$ , які враховують устрій життя населення, ступінь благоустрою будинків [1]

$$K_{\text{добmax}}=1.1-1.3, K_{\text{добmin}}=0.7-0.9$$

Розрахунок виконано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Добові витрати води населенням

Номер забудови	Кількість мешканців $N$ , чол	Питоме водоспоживання, л/люди доб	$K_m$	Коефіцієнт нерівномірності		Розрахункові добові витрати води, м <sup>3</sup> /доб		
				$K_{\text{добmax}}$	$K_{\text{добmin}}$	$Q_{\text{сер}}$	$Q_{\text{max}}$	$Q_{\text{min}}$
Вулична водозабірна колонка	581	50	1,2	1,3	0,7	35	46	24,5
Водопровід, каналізація без ванни	26	95	1,2	1,25	0,8	3	4	2,4
Водопровід без каналізації	718	100	1,2	1,25	0,7	86	108	60,2
Водопровід, каналізація без ванни, газопостачання	555	120	1,2	1,25	0,75	80	100	60
Водопровід, місцева	444	125	1,2	1,25	0,7	67	84	46,9

Таблиця 2.2

## Добові витрати води на полив

№ з/п	Вид поливу	Площа поливу, $F_{\text{пол}}$ , га	Питоме водоспоживання на полив $q_{\text{пол}}$ , л/(м <sup>2</sup> доб)	Витрата води за добу, м <sup>3</sup> /доб		
				$Q_{\text{сер}}$	$Q_{\text{max}}$	$Q_{\text{min}}$
1	Присадибні ділянки	3	4	120	120	0
2	Зелені насадження	1,8	3	54	54	0
	Разом	4,8	-	174	174	0

Оскільки немає даних про тип продукції та погодинну витрату води вибраних найкрупніших споживачів, то погодинні витрати визначаємо за формулою, м<sup>3</sup>/доб

$$Q_{\text{сер}}^{\text{доб}} = Q_{\text{міс}} / n, \quad (2.5)$$

де  $n$  – кількість робочих днів в місяці, приймаємо 24 дні.

Нерівномірність водоспоживання в теплий та холодний періоди року враховують коефіцієнти  $K_{\text{літ}}$  і  $K_{\text{зим}}$  [1]. При цьому витрати води визначаються за формулами, м<sup>3</sup>/доб

$$Q_{\text{доб}}^{\text{max}} = Q_{\text{стдоб}} \cdot K_{\text{літ}}, \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{доб}}^{\text{min}} = Q_{\text{стдоб}} \cdot K_{\text{зим}}, \quad (2.7)$$

Розрахунок проводимо в табличній формі (табл.2.3).

Таблиця 2.3

## Добові витрати води на потреби підприємств

Назва підприємства	Коефіцієнти зміни питомих витрат		Добові витрати, м <sup>3</sup> /доб		
	$K_{\text{літ}}$	$K_{\text{зим}}$	$Q_{\text{сер}}$	$Q_{\text{max}}$	$Q_{\text{min}}$
Гоцанська центральна районна лікарня	1	1	64,5	64,5	64,5
ТОВ «Перша м'ясна хата»	1	1	16,5	16,5	16,5
ТОВ «Фапомед»	1	1	14,7	14,7	14,7
Всього	-	-	95,7	95,7	95,7

2-га зона забудови. До неї віднесено будинки обладнані водопроводом, каналізацією без ванни, газопостачанням. Всього жителів в даній зоні забудови – 555.

3-тя зона забудови. До неї віднесено будинки обладнані:

- вуличними водозабірними колонка;
- водопроводом без каналізації;
- водопроводом, місцевою каналізацією, ванною, водонагрівачем на твердому паливі;
- дворовими водозабірними колонками;
- водопроводом, місцевою каналізацією, ванною, газовим водонагрівачем.

Всього жителів в даній зоні забудови – 4172.

## 2.2 Визначення розрахункових витрат води на пожежогасіння

Протипожежний водопровід прийнятий об'єднаним з господарсько-питним та виробничим.

Одночасна кількість пожеж в населеному пункті приймається в залежності від загальної кількості населення [1]

$$P_{\text{пож}} = P_{\text{н.жит.}} + P_{\text{н.пр.}} = 1 \quad (2.8)$$

Розрахункові витрати води на зовнішнє пожежогасіння для житлових зон приймається за [1] залежно від кількості поверхів та об'єму житлових будинків, а на підприємствах залежно від об'єму найбільшого корпусу, ступеню його вогнестійкості й категорії продукції за пожежною безпекою.

Тривалість гасіння пожежі приймається відповідно до вимог [1] і складає 3 год.

Повний пожежний запас води повинен зберігатися у резервуарах чистої води біля насосної станції, яка живить мережу та у водопровідній башті із розрахунку гасіння протягом 10 хв. однієї пожежі з найбільшими сумарними пожежними витратами. У випадку відсутності водонапірної башти вся розрахункова пожежна витрата води повинна зберігатися у РЧВ.

Розрахунок ведемо в табличній формі.

Визначення розрахункових витрат води на пожежогасіння

№ з/п	Місце пожежогасіння	Кількість одночасний пожеж	q <sub>пож</sub> , л/с		Сумарні пожежні витрати, л/с	Примітки
			Зовн.	Внутр.		
1	Багатоповерхова зона	1	10	0	10	N=161жит., n <sub>п</sub> =5
2	Малоповерхова зона	1	5	0	5	N=4727жит., n <sub>п</sub> =1-2
3	ТОВ «Фапомед»	1	10	2,5	12,5	W=1900м <sup>3</sup> , III, B
4	ТОВ «Перша м'ясна хата»	1	10	2,5	12,5	W=5400м <sup>3</sup> , V, Г
5	Гощанська центральна районна лікарня	1	15	2,5	17,5	W=23120м <sup>3</sup> ., n <sub>п</sub> =2

Примітка. N – кількість жителів зони; n<sub>п</sub> – кількість поверхів, III, V – ступені вогнестійкості будівель; B, Г – категорія продукції за пожежною безпекою; W – об'єм найбільшої будівлі, м<sup>3</sup>.

Приймаємо одну пожежу з найбільшими сумарними витратами, які припадають на лікарню: q<sub>пож</sub> = 17,5 л/с.

### 2.3 Погодинні витрати води

Погодинні витрати води, м<sup>3</sup>/год, які відбираються з водопровідної мережі селища, визначаються для кожної групи водоспоживачів окремо залежно від максимальних добових витрат населеного пункту.

Погодинний розподіл приймаємо залежно від максимальних коефіцієнтів нерівномірності водоспоживання та визначають для кожної зони забудови

$$K^{\max}_{\text{доб}} = \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max}, \quad (2.9)$$

де  $\alpha_{\max}$  – коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою помешкань, режим роботи підприємств,  $\alpha_{\max} = 1.2 - 1.4$ , [1];  $\beta_{\max}$  – коефіцієнт, який враховує кількість жителів у даній зоні забудови, визначаємо за [1].

Розрахунки зводимо в табл. 2.6.

башту (при розгляданні варіанта відновлення її роботи) та погодинні витрати, що їм відповідають. Графік роботи насосів, що живлять водопровідну мережу Гіща приймаємо одноступеневим з встановленим ПЧД.

Таблиця 2.7

Погодинні витрати води, %, що подаються насосною станцією

Години доби	Водопостачання		Подача насосною станцією		Надлишок і нестача
	Ступінчастий графік	Інтегральний графік	Ступінчастий графік	Інтегральний графік	
1	2	3	4	5	6
0-1	0,56	0,56	0	0	-0,56
1-2	0,56	1,12	0	0	-1,12
2-3	0,79	1,91	0	0	-1,91
3-4	0,89	2,8	0	0	<b>-2,8</b>
4-5	2,37	5,17	5,56	5,56	0,39
5-6	5,48	10,65	5,56	11,12	0,47
6-7	5,6	16,25	5,56	16,68	0,43
7-8	6,29	22,54	5,56	22,24	-0,3
8-9	5,84	28,38	5,56	27,8	-0,58
9-10	4,08	32,46	5,56	33,36	0,9
10-11	5,41	37,87	5,56	38,92	1,05
11-12	7,04	44,91	5,56	44,48	-0,43
12-13	6,96	51,87	5,56	50,04	-1,83
13-14	5,33	57,2	5,56	55,6	-1,6
14-15	4,83	62,03	5,56	61,16	-0,87
15-16	5,01	67,04	5,56	66,72	-0,32
16-17	5,01	72,05	5,56	72,28	0,23
17-18	4,89	76,94	5,56	77,84	0,9
18-19	6,26	83,2	5,56	83,4	0,2
19-20	5,57	88,77	5,56	88,96	0,19
20-21	5,57	94,34	5,56	94,52	0,18
21-22	3,55	97,89	5,56	100,08	<b>2,19</b>
22-23	1,37	99,26	0	100,08	0,82
23-24	0,74	100	0	100,08	0,08
Всього	100		100		



Подача насосною станцією становить  $P_1 = 100/18=5,56\%$ , час роботи НС-II = 18год., а також величина надлишку води в баку та недостачі, які характеризуються величинами:  $a_1=2,19$ ,  $a_2=2,8$ .

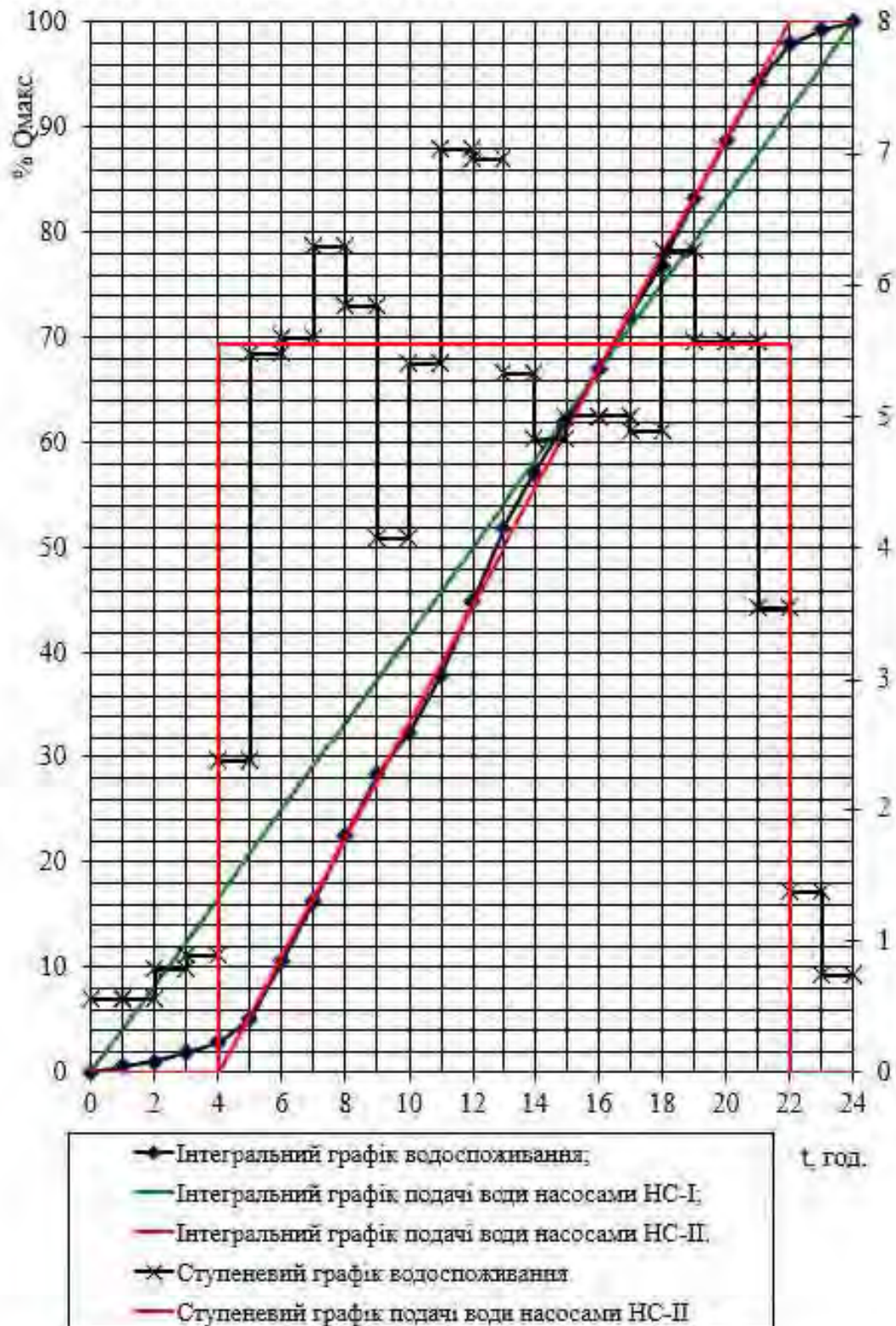


Рис.2.1. Ступінчастий та інтегральний графіки водоспоживання та подавання води насосами першого та другого підняття

### **3 СУЧАСНІ ДОДАТКИ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПАСПОРТИЗАЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ**

Програмне забезпечення РІКОМ представляє собою платформу для побудови розрахунково – інформаційного комплексу (РІК), який може містити необмежену кількість растрових (шари картографії) і векторних шарів різних категорій. Програмне забезпечення РІКОМ робить окремий акцент на створення та редагування інформаційно-розрахункових схем мереж водопостачання, водовідведення з подальшим гідравлічним розрахунком та зручними інструментами аналізу результатів моделювання систем.

Крім того, програмне забезпечення має клієнт-серверну архітектуру, що дозволяє одночасно працювати всім ланкам підприємства в одному середовищі і бачити всі зміни в системі online. Також програмне забезпечення РІКОМ підтримує роботу через WEB – браузер, що забезпечить роботу в офісі та за його межами на будь-якій операційній системі і приладі.

#### **ВСТАНОВЛЕННЯ**

Більшу частину даних проектів програмне забезпечення РІКОМ зберігає в базі даних PostgreSQL, тому для її функціонування необхідно встановити середовище бази даних. Базу даних PostgreSQL можна завантажити з офіційного сайту виробника бази даних.

#### **ВІДКРИТТЯ ПРОГРАМИ**

Відкрийте Rikom.exe. Після завантаження програми відкриється наступне вікно входу в РІКОМ. В даному вікні необхідно ввести реєстраційні дані, які були передані разом з інсталяційним пакетом. Після успішної реєстрації, відкриється вікно інтерфейсу програми.

#### **ОНСОВНІ НАЛАШТУВАННЯ**

Перед роботою з РІКОМ необхідно перевірити налаштування підключення до бази даних. У відкритому вікні треба перейти на вкладку «База даних» і заповнити необхідні поля (дані мають співпадати з даними, які ви вказали при встановленні бази даних PostgreSQL).

Також в цьому меню можна змінити наступні налаштування:

- вкладка «Середовище»
- мова інтерфейсу,
- вкладка «Текст»
- розмір тексту оповіщень при виводі в консоль, колір різних категорій оповіщень,

- вкладка «Сцена»
- налаштування згладжування відображення об'єктів на графічній сцені і колір тимчасових ліній,
- вкладка «Довідники»
- редагування довідників різних категорій.

## ПРОЕКТИ В ПРОГРАМНОМУ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ RIKOM

Проекти в програмному забезпеченні RIKOM складаються з шарів. Кожен шар відповідає за збереження і відображення специфічної для себе растрової і векторної інформації. Також для кожного проекту є властивим його адміністрування і географічне розташування, яке визначається системою координат проекту.

### СТВОРЕННЯ ПРОЕКТУ

Потрібно відкрити додаткове вікно, де необхідно буде ввести логін і пароль адміністратора, вписати нову назву проекту та вибрати шлях його розташування (меню створення даних адміністратора і первинних даних проекту). Після введення всіх даних натиснути кнопку - «На наступну сторінку» (Відкриється наступне меню: створення даних шарів проекту). У відкритому вікні вибрати типи шарів, їх кількість та ввести назви, після натиснути кнопку - «Створити проект». За результатами створення в дереві проектів з'явиться новий проект, що містить вибрані при створенні шари.

### ЗАВАНТАЖЕННЯ ПРОЕКТУ

Так як RIKOM має клієнт/серверну архітектуру, то існує дві опції завантаження проекту: локальне завантаження і вхід по мережі. Для локального завантаження проекту необхідно в головному вікні натиснути кнопку - «Завантажити проект». Після відкриється додаткове вікно для введення даних і відкриття проекту. У відкритому вікні необхідно ввести логін і пароль користувача та вибрати шлях до існуючого файлу проекту з розширенням .prg та натиснути кнопку - «Завантажити проект». (меню входу в проект (локальний вхід)). Для завантаження проекту по мережі у (глобальна версія) необхідно на панелі інструментів функціональних кнопок RIKOM вибрати іконку - «Завантажити проект». Після відкриється додаткове вікно для введення даних і відкриття проекту, у відкритому вікні необхідно натиснути кнопку - «На наступну сторінку». (меню входу в проект (вхід по мережі)). У відкритому вікні необхідно ввести IP адресу і порт серверу, логін і пароль користувача та натиснути кнопку - Оновити. У вікні доступних проектів з'являться всі доступні проекти для користувача. Далі необхідно вибрати проект та натиснути - «Завантажити проект». Після успішного відкриття проекту локально або по мережі головне

вікно РІКОМ відобразить проект і всі його шари в дереві проектів, а також на графічній сцені відобразиться останнє місце перебування користувача в проекті.

### ЗБЕРІГАННЯ ПРОЕКТУ

Для того щоб зберегти проект необхідно натиснути кнопку - «Зберегти проект». Після чого з'явиться наступне меню: зберігання проектів. Спочатку необхідно вибрати проект, який необхідно зберегти. Вибирається він з випадкового списку, в якому представлено всі проекти, що на разі відкриті в програмі (локальні проекти). Наступною опцією є додавання постфіксу, який буде додано наприкінці назви кожного збереженого файлу. Постфікс може бути корисним при версіонуванні збережених версій проектів. Також необхідно вказати місце куди необхідно зберегти проект. Для цього треба створити окрему пусту папку і вказати шлях до неї. Активація галочка «Копіювати медіафайли» вкаже програмі на необхідність копіювання папки «Media Files» вказаного проекту (якщо папка має значний розмір, то операція архівації може зайняти значний час). Після зазначення всіх необхідних параметрів необхідно натиснути - «Зберегти». В результаті архівації у вказаній папці будуть створені всі копії файлів проекту і відповідних шарів, також будуть створені архіви баз даних кожного шару і бази даних користувачів даного проекту.

### НАЛАШТУВАННЯ І АДМІНІСТРУВАННЯ ПРОЕКТУ

Кожен проект створений в програмному забезпеченні РІКОМ за замовченням має головного адміністратора (особа яка створила проект) і систему координат. При створенні проекту він має локальну систему координат (Local). Локальна система координат в програмному забезпеченні РІКОМ відповідає системі координат WGS 84, яка є найрозповсюдженішою і використовується, наприклад, в GPS навігації. Після створення проекту систему координат можна змінити. Також для того щоб працівників Вашого підприємства мали можливість працювати в одному середовищі над одним проектом можна створити в панелі адміністратора облікові записи користувачів. Взаємодія з проектом в РІКОМ відбувається за допомогою контекстного меню, яке викликається натисненням ПКМ на назву проекту в дереві проектів.

Усі доступні операції над проектом: виклик панелі Адміністратора (у випадку звичайного користувача напис «Адміністратор» заміниться на «Користувач», в меню якого будуть доступні опції зміни логіну та паролю і перелік прав роботи з проектом), виклик меню роботи з системою координат, виклик меню зміни назви проекту, виклик меню додавання шарів, виклик меню зміни черги відображення шарів, опція закриття проекту.

## ЗАДАННЯ ТА ЗМІНА СИСТЕМИ КООРДИНАТ ПРОЕКТУ

При створенні проекту він має локальну систему координат (Local). Для зміни назви проєкції або перепроеціювання шарів проєкту необхідно викликати меню «Система координат», відкриється вікно(меню зміни системи координат і перепроеціювання шарів проєкту). У відкритому меню буде вказано поточну систему координат. Також буде зазначено список доступних систем координат, з якого можна вибрати необхідну. Опція змінити поточну систему координат, кнопка , змінить поточну систему координат, але не виконає жодних змін координат об'єктів шарів. Опція перепроеціювати, кнопка, змінить поточну систему координат і перепроецює об'єкти шарів відповідно до ключів переходу від попередньої системи координат до вибраної системи.

### АДМІНІСТРУВАННЯ ПРОЕКТУ

Для відкриття панелі адміністратора необхідно натиснути контекстне меню «Адміністратор». В панелі адміністратора доступно три вкладки:

- Персональні дані, де можна змінити логін і пароль адміністратора,
- Додати користувача, де можна створити нового користувача,
- Визначення прав користувача, де можна змінити права доступу до шарів проєкту, або видалити обліковий запис користувача.

Всі права користувача можна поділити на три категорії:

- Приватні права (зміна логіну і паролю користувача),
- Права проєкту (додавання шарів, зміна назв шарів, видалення шарів),
- Права користування шаром.

Права користування шаром відрізняються в залежності від типу шару. Так, наприклад, шар водопостачання або водовідведення має більше опцій за рахунок наявності інженерних розрахунків і інструментів аналізу. До загальних прав користування шаром можна віднести наступні права:

- Доступ до шару, редагування шару (графічне редагування), експорт/імпорт шару,
- Перегляд бази даних, редагування бази даних, додавання/усунення стовпця, зміна назви стовпця, зміна схеми відображення паспортів об'єктів,
- Створення/видалення/редагування підшару тематичних розфарбувань,
- Створення/видалення/редагування підшару написів.

Окремою категорією користувацьких прав є права інженерних розрахунків і інструментів аналізу їх результатів. Список таких прав наведено нижче:

- Гідравлічний розрахунок,
- Побудова графіків,
- Тематичні розфарбування мережі,

- Аналіз аварійних ситуацій.

## ДОДАВАННЯ ШАРІВ ДО ПРОЕКТУ

Для того щоб додати шар до проекту необхідно викликати контекстне меню, і вибрати підменю «Додати шар». Відкриється наступне меню: додавання шарів до проекту. В даному меню необхідно вибрати кількість шарів відповідного типу і вказати їх назву. При натисканні кнопки програма створить вказані шари, які відобразяться в дереві проекту.

## ЧЕРГА ВІДОБРАЖЕННЯ ШАРІВ

Так як в проекті може бути необмежена кількість шарів, які програма візуалізує в одному графічному середовищі, тому можуть виникати конфлікти перекриття графічних об'єктів одним шаром об'єктів інших шарів. Так, наприклад, під шаром картографії можуть опинитися інженерні мережі (наприклад мережа водопостачання), внаслідок чого їх не буде видно. Подібні конфлікти вирішуються за допомогою задавання черги відображення шарів (Z рівень шарів). Для того щоб відкрити меню задавання Z рівня шарів проекту необхідно відкрити контекстне меню і вибрати підменю «Z рівень». Відкриється наступне меню: налаштування черги відображення шарів проекту. Для зміни черги відображення шару необхідно його перетягнути правою кнопкою мишки на необхідне місце в черзі. При чому шар, що знаходиться на першому місці списку, буде розташований над всіма іншими.

## ЗАКРИТТЯ ПРОЕКТУ

Для закриття проекту необхідно натиснути контекстне меню «Закрити проект». При закритті проекту програма запам'ятає останні координати центру графічної сцени і при наступному вході в проект перенесе поточний вид графічної сцени згідно з записаних координат.

## ШАРИ ПРОЕКТІВ РІКОМ

Кожен проект в РІКОМ може містити необмежену кількість шарів наступних типів: - шар картографії

- технічний шар
- шар водопостачання
- шар водовідведення
- шар рельєфу

Шар картографії призначений для візуалізації растрових даних на графічній сцені. Інші представлені шари призначені для візуалізації векторних даних. Крім того, такі шари як шар водопостачання і водовідведення розроблені як математичні моделі і дозволяють проводити гідравлічні розрахунки цих мереж. Також шари водопостачання і водовідведення містять зручні інструменти аналізу

гідрравлічних розрахунків. Технічний шар було розроблено для візуалізації будь-яких векторних об'єктів різних типів, які не передбачають інженерних розрахунків (наприклад векторний шар зелених насаджень, будинків, тощо). Взаємодія з шарами в РІКОМ, як і в прикладі з проектом відбувається за допомогою контекстного меню, яке викликається натисненням ПКМ по назві шару. В залежності від типу шару його контекстне меню може відрізнятись, але в цілому меню дуже подібні. До однакового функціоналу різних типів шарів відносяться наступні функції: активація/деактивація шару, сховати/показати шар, зміна назви шару, видалення.

#### АКТИВАЦІЯ/ДЕАКТИВАЦІЯ ШАРУ

Для роботи з шаром необхідно його активувати. Для цього викликайте контекстне меню натиснувши ПКМ на необхідному шарі в дереві проектів і натисніть підменю «Активувати шар». В Результаті повинно з'явитись специфічне меню шару в верхній частині інтерфейсу програми, а активований шар проекту буде підсвічено жирним шрифтом в дереві проектів. Видно, що активний шар в дереві проектів відрізняється своїм шрифтом від інших шарів. Якщо роботу з шаром завершено або необхідно активувати інший шар, то можна скористатись з функції деактивації шару. Для цього необхідно натиснути ПКМ на назві активного шару в дереві проектів. З'явиться контекстне меню. Замість підменю «Активувати шар» буде підменю «Деактивувати шар». При натисненні на підменю «Деактивувати шар» специфічне меню шару зникне з графічного інтерфейсу програми, а назва активного шару в дереві проектів перестане виділятися шрифтом серед інших шарів. В ситуації коли вже активовано шар і необхідно почати працювати над іншим шаром можна не деактивувати поточний активний шар, а одразу активувати необхідний шар. В такому випадку програма автоматично деактивує поточний шар і активує вибраний шар.

#### СХОВАТИ/ПОКАЗАТИ ШАР

Для приховання зайвих шарів необхідно викликати контекстне меню натиснувши на назві шару ПКМ. У меню вибрати підменю «Сховати шар». Після цього всі графічні елементи даного шару зникнуть з графічної сцени і при її оновленні не будуть відображатись. Якщо викликати контекстне меню на шарі, який вже приховано, то замість підменю «Сховати шар» з'явиться підменю «Показати шар». При виконанні опції «Показати шар» всі елементи даного шару повернуться на графічну сцену і при наступних оновленнях графічної сцени надалі будуть відображатись.

#### ЗМІНА НАЗВИ ШАРУ

Для зміни назви шару необхідно викликати контекстне меню і вибрати підменю «Змінити назву шару», відкриється відповідне меню. Введіть нову назву шару і натисніть кнопку для підтвердження змін.

### ВИДАЛЕННЯ ШАРУ

Для видалення шару необхідно викликати контекстне меню і вибрати підменю «Видалити шар». При цьому програма запитас підтвердження дій. При підтвердженні видалення шару шар зникне з дерева проєктів в графічному інтерфейсі і з самого проєкту, також зникнуть усі графічні об'єкти і база даних пов'язані з даним шаром. Видалення шару неможливо відмінити, а дані будуть втрачені назавжди.

### ШАР КАРТОГРАФІЇ

Шар картографії призначений для візуалізації на графічній сцені програми РІКОМ картографічних даних растрового формату. РІКОМ підтримує більшість найрозповсюдженіших растрових форматів. Шар картографії не призначений для обробки і візуалізації векторних карт. Для початку роботи з шаром картографії необхідно активувати наявний в проєкті картографічний шар.

### СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТАЙЛПВ

Локалізація растрів в РІКОМ здійснюється за допомогою чотирикутної сітки, вершини якої містять вказані користувачем координати. Фрагмент сітки можна створити натиснувши кнопку «Створити елемент сітки» в меню картографічного шару. По натисненню на вказану кнопку з'являється меню, яке необхідно заповнити для створення елемента сітки (значення координат кутів позначені на вихідних планшетах). Для прив'язки растра до сітки необхідно задати шлях до текстури і вибрати растровий файл натиснувши кнопку . Для створення фрагменту сітки з вказаними параметрами необхідно натиснути

### РЕДАГУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТАЙЛПВ

Для редагування елементів картографічного шару в РІКОМ передбачено наступні режими:

- Режим трансформації об'єкта (переміщення фрагментів сітки мишкою)
- Інфо режим Для активації режиму редагування необхідно натиснути на іконку відповідного режиму

При активації «Інфо режиму» і натисненні ЛКМ по існуючому фрагменту сітки відкриється меню властивостей фрагменту сітки. В меню властивостей сітки можна відредагувати координати кожної вершини фрагменту сітки, тег і текстуру. При активації «Режиму трансформації об'єкта» доступні наступні опції редагування шару: переміщення фрагмента сітки і копіювання фрагмента через контекстне меню. Для переміщення фрагмента сітки натисніть ЛКМ на



необхідний фрагмент сітки, затисніть ЛКМ і перетягніть фрагмент сітки на необхідне місце. Для копіювання фрагмента через контекстне меню натисніть ЛКМ на фрагмент сітки, потім натисніть на фрагменті сітки ПКМ, з'явиться контекстне меню. Доступно чотири опції копіювання: вгору, праворуч, донизу і ліворуч. Після вибору необхідної опції з'явиться меню копіювання. В даному меню вказується кількість фрагментів, що необхідно створити і зсув тегу. Зсув тегу буде додаватися до значення тегу елемента, який ви копіюєте. Наприклад, існуючий елемент має тег 100, при заданому зсуві тегу рівному 2 наступний елемент сітки матиме тег 102 – 104 – 106 і т. д. Вибравши кількість елементів для розмноження та зсув тегу натискаємо кнопку «Копіювати». Також шарі картографії передбачено функції відміни дії (кнопка ) і повороту дії (кнопка ).

### ВИДАЛЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТАЙЛІВ

Видалити фрагменти картографічної сітки можна по одному (за допомогою «Режиму трансформації об'єкта») або масово (за допомогою «Режиму вибору площі»). Для одиночного видалення активуйте режим «Режиму трансформації об'єкта», натисніть ЛКМ на необхідний фрагмент сітки і натисніть ПКМ. З'явиться контекстне меню. Виберіть підменю «Видалити об'єкт». Після підтвердження необхідності видалення програма видалить елемент з шару і графічної сцени (дію можна відмінити натиснувши кнопку відміни дії ). Для видалення групи фрагментів сітки активуйте «Режиму вибору площі». Натискаючи ЛКМ задайте вершини необхідної площі, для завершення вибору площі зробіть подвійне натиснення ЛКМ на карті. Програма автоматично з'єднає початкову і кінцеву точки вибраної площі і підсвітить вибрані елементи на графічній сцені. Далі необхідно викликати контекстне меню на вибраній площі, для цього необхідно натиснути ПКМ. З'явиться контекстне меню. Наступним кроком натисніть підменю «Видалити вибрані об'єкти». Після підтвердження необхідності видалення програма видалить вибрані фрагменти сітки з шару і графічної сцени (дію можна відмінити натиснувши кнопку відміни дії ).

### ГЛОБАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ НАД СІТКОЮ

Для відкриття меню глобальних операцій необхідно натиснути кнопку меню шару картографії У відкритому меню доступні три вкладки: сітка, тег, текстурування. Меню сітки призначено для автоматичного створення сітки за вихідними даними користувача. До вихідних даних відносяться:

- Кількість стовпців і рядків сітки,
- Початковий X і Y (лівий верхній кут першого фрагменту сітки. Сітка створюється згори вниз і зліва на право),
- Ширина і висота фрагменту сітки (в метрах),

- Початкове значення тегу,
- Горизонтальний і вертикальний зсув тегу.

Для виконання опції необхідно задати наступні вихідні дані:

- ID початкового елемента (ID верхнього лівого фрагменту сітки, який можна переглянути в паспорті фрагмента сітки активувавши «Інфо режим» і натиснувши ЛКМ на необхідний фрагмент сітки),

- Початкове значення тегу,
- Вертикальний і горизонтальний зсув тегу.

Якщо необхідно перезаписати вже існуючі теги сітки, необхідно активувати функцію «Перезаписати вже існуючі теги». Меню текстурування сітки призначено для автоматичного задання растру фрагменту сітки Глобальне текстурування сітки Для виконання опції необхідно задати шлях до папки з растровими зображеннями. Програма автоматично порівнює назви растрових файлів з тегом сітки, у випадку повного співпадіння даному фрагменту сітки буде призначено відповідний растровий файл (необхідно слідкувати щоб не було дублювання тегів, в такому випадку програма призначить растр тільки одному фрагменту сітки). Якщо необхідно перезаписати раніше встановлені тексттури, необхідно активувати опцію «Перезаписати вже встановлені тексттури»

#### ЛОКАЛІЗАЦІЯ РАСТРІВ

Функція локалізації растрів призначена для накладення нової картографічної інформації на вже існуючу карту. Одним з найчастіших прикладів необхідності застосування даної функції є випадок коли, наприклад, збудовано новий об'єкт і на старій карті він відсутній. Функція активується кнопкою в меню картографії. Після активації відкриється меню: локалізації растрів. Разом з меню локалізації растрів на графічній сцені з'явиться фрагмент сітки. В меню локалізації растра задається наступні параметри:

- Тег,
- Обертання (в градусах),
- Ширина і висота фрагмента сітки,
- Шлях до текстури (має зберігатися в папці Media Files проекту).

Файл текстури має бути в png форматі, тому що підчас локалізації растра РІКОМ використовує альфа канал растрового зображення для забезпечення накладання двох растрових зображень, роблячи растри напівпрозорими. Для того щоб перемістити растр, необхідно активувати «Режим трансформації об'єкта», ЛКМ натиснути на локалізований растр і затиснувши ЛКМ перемістити фрагмент сітки на необхідне місце. Також доступні опції перевероту растрового зображення по натисканню кнопки . Галочкою «Вертикально» можна задавати напрямок

перевороту, по горизонталі (якщо галочка не активна) або вертикалі. Для збереження результатів необхідно натиснути кнопку . Після збереження на графічній сцені з'явиться фрагмент сітки з вказаною текстурою і геометрією, а дані будуть записані в активний шар.

### НАЛАШТУВАННЯ ШАРУ КАРТОГРАФІЇ

Для переходу в меню налаштувань шару картографії необхідно викликати контекстне меню натиснувши ПКМ на відповідному шарі в дереві проєктів. Вибрати підменю «Налаштування шару». У відкритому меню будуть доступні дві вкладки:

- Властивості відображення, які відповідають за налаштування зовнішнього вигляду сітки

- Якість відображення, яка відповідає за якість растрового зображення текстури сітки в залежності від поточного масштабу графічної сцени. В меню налаштування властивостей сітки опція вибору кольору доступна по натисненню кнопки. В меню налаштування якості відображення текстур сітки кнопка додає новий проміжок масштаб-якість, кнопка видаляє вказаний проміжок масштаб-якість, кнопки / підіймають/опускають відповідно вибраний рядок в таблиці масштаб-якість.

### ШАР ВОДОПОСТАЧАННЯ

Шар водопостачання призначений для візуалізації на графічній сцені програми РІКОМ векторних даних пов'язаних з об'єктами мережі водопостачання. Для початку роботи з шаром водопостачання необхідно активувати наявний в проєкті шар. Після активації з'являється специфічне меню роботи з активним шаром. В меню доступні наступні опції:

- Режим створення об'єктів:
- Режим трансформації об'єкта
- Режим переміщення об'єкта
- Режим вибору площі
- Інфо режим
- Режим вибору шляху
- Відмінити дію
- Відновити дію
- Знайти елемент за ID / адресою
- Імпорт мережі
- Експорт мережі
- З'єднання елементів
- Гідравлічний розрахунок мережі водопостачання

- Тематичне розфарбування
- П'єзографік
- Аварійні ситуації
- Гідроудар

#### ЕЛЕМЕНТИ ШАРУ ВОДОПОСТАЧАННЯ І АТРИБУТИВНІ ДАНІ

Кожен шар (елемент) мережі водопостачання має перелік атрибутивних даних (полів) для заповнення:

Типи полів:

- Службові – заповнюються автоматично, необхідні для логічної побудови мережі;
- Обов'язкові – повинні бути заповнені, для виконання гідравлічного моделювання;
- Розрахункові – заповнюються автоматично, після виконання гідравлічного моделювання;
- Інформаційні – несуть інформаційний характер про стан об'єкта.

В шарі водопостачання присутні наступні елементи і атрибутивні дані:

Джерело - призначений для візуалізації та ведення статистики по джерелам (або насосним станціям N підйому). В гідравлічних розрахунках використовується для задання початкового напору у відповідній зоні впливу джерела.

Контррезервуар - призначений для візуалізації та ведення статистики по контррезервуарам. В гідравлічних розрахунках використовується для задання початкового напору у відповідній зоні впливу джерела або моделюється як споживач, коли резервуар наповнюється.

Насос - призначений для візуалізації та ведення статистики по насосним станціям. В гідравлічних розрахунках використовується для підвищення тиску на відповідній ділянці водопровідної мережі.

В РІКОМ є дві опції задавання тиску, що розвиває насос:

- Вибрати марку насоса і графік Q-N характеристик з довідника,
- Вказати модифікатор тиску (тиск який буде стабільно спостерігатись після насоса).

Регулятор тиску – призначений для візуалізації та ведення статистики по запірним пристроям-регуляторам. В гідравлічних розрахунках використовується для зменшення тиску до відповідної позначки на вказаній ділянці трубопроводу.

Регулятор витрати – призначений для візуалізації та ведення статистики по пристроям-регуляторам витрати. В гідравлічних розрахунках використовується для обмеження витрати по визначеному трубопроводу, яке є частиною кільця.

Зворотний клапан – призначений для візуалізації та ведення статистики по зворотним клапанам. В гідравлічних розрахунках використовується для блокування витрати по трубопроводу у вказаному напрямку.

Засувка – призначений для візуалізації та ведення статистики по засувкам. В гідравлічних розрахунках використовується для відключення трубопроводів або дроселювання (зменшення тиску на ділянці за рахунок часткового закриття засувки).

Споживач – призначений для візуалізації та ведення статистики по споживачам (юридичні та фізичні особи). В гідравлічних розрахунках використовується для навантаження мережі водопостачання міста витратами.

Вузол - призначений для візуалізації та ведення статистики по вузлам. В схемах водопостачання використовується для з'єднання ділянок трубопроводів або як глуха врізка.

Прямокутна/радіальна камера - призначені для візуалізації та ведення статистики по колодязям. В схемах водопостачання використовується для з'єднання ділянок трубопроводів або як глуха врізка.

Витратомір – призначений для візуалізації та ведення статистики по витратомірам. В гідравлічних розрахунках інтерпретується як вузол.

Манометр – призначений для візуалізації та ведення статистики по манометрам. В гідравлічних розрахунках інтерпретується як вузол.

Вантуз – призначений для візуалізації та ведення статистики по вантузам. В гідравлічних розрахунках інтерпретується як вузол.

Пожежний гідрант – призначений для візуалізації та ведення статистики по пожежним гідрантам. В гідравлічних розрахунках використовується для додаткового навантаження мережі витратою від пожежогасіння.

Водопровідна колонка – призначений для візуалізації та ведення статистики по водопровідним колонкам. В гідравлічних розрахунках інтерпретується як вузол.

Фільтр - призначені для візуалізації та ведення статистики по фільтрам. В гідравлічному розрахунку інтерпретується як вузол.

Пневмобак – призначені для візуалізації та ведення статистики по пневмобакам. В гідравлічному розрахунку інтерпретується як вузол. При розрахунку гідроудару виступає елементом гасіння надлишкового тиску.

Мембрана – призначені для візуалізації та ведення статистики по мембранам. В гідравлічному розрахунку інтерпретується як вузол. При розрахунку гідроудару виступає елементом гасіння надлишкового тиску через скид рідини в результаті руйнування мембрани.

Ділянка водопровідної мережі – призначені для візуалізації та ведення статистики по трубопроводам. Служить елементом з'єднання вузлів мережі водопостачання.

Всі інші поля, які наявні в полях баз даних елементів Інформаційні (не впливають на результати гідравлічного розрахунку та носять описовий характер).

#### СТВОРЕННЯ МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Для створення мережі необхідно активувати шар і вибрати режим створення об'єкта (режим створення трубопроводу, камери, засувки або інший). Вибраний режим створення елементів буде підсвічено фіолетовою галочкою. Для того щоб створити елемент на графічній сцені необхідно ЛКМ натиснути на графічній сцені. Якщо елемент вузловий, наприклад засувка або колодязь, він одразу з'явиться на графічній сцені. Якщо обрано режим створення трубопроводу, то при його створенні доступні наступні опції:

1. З'єднання двох існуючих вузлів,
2. Створення трубопроводу зі створенням початкового елемента і приєднання його до вже існуючого елемента, як кінцевого елемента,
3. Створення трубопроводу з приєднанням до вже існуючого початкового елемента зі створенням кінцевого елемента,
4. Створення трубопроводу зі створенням початкового і кінцевого елемента.

Для початку трасування трубопроводу натискається ЛКМ на центр існуючого об'єкта. Наступне трасування трубопроводу виконується натисканням ЛКМ на графічній сцені (для задавання поворотів трубопроводу. Зайві точки трасування прибираються натисненням клавіші ESC). Для закінчення створення елемента необхідно натиснути ЛКМ на центр кінцевого

#### РЕДАГУВАННЯ МЕРЕЖІ ВОДОПОСТАЧАННЯ

До функцій редагування графічних об'єктів відноситься:

- Переміщення об'єктів,
- Зміна кута повороту об'єктів,
- Включення/виключення об'єктів,
- Додавання/видалення точок перелому лінійних об'єктів,
- Вставка вузлових об'єктів в лінійні об'єкти,
- Заміна одного типу об'єкта на інший,
- Приєднання вузлових об'єктів до лінійних об'єктів,
- Від'єднання вузлових об'єктів від лінійних об'єктів,
- Видалення об'єктів.

При виконанні всіх описаних опцій редагування шару доступний функціонал відміни дії (кнопка ) і віднови дії (кнопка ).

## ПЕРЕМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Для переміщення об'єктів активуйте режим переміщення . ЛКМ натисніть на об'єкт, який необхідно перемістити, він змінить свій колір, а в його центра з'явиться чотирикутник. Затисніть ЛКМ на об'єкті і перемістіть його мишкою на необхідну позицію. Відпустіть ЛКМ. Якщо до вузлового об'єкта були приєднані лінійні (трубопроводи), то при переміщенні вузлового об'єкта він перемістить відповідні ділянки лінійного об'єкта на свою нову позицію. Квадратами буде виділено всі його вершини і точку, на яку ви натиснули при фокусуванні об'єкта. Для переміщення вершини лінійного об'єкта в нову точку необхідно затиснути ЛКМ на існуючій точці перелому лінійного об'єкту і перемістити на нову позицію. В РІКОМ також є функція масового переміщення об'єктів. Для цього необхідно активувати «Режим вибору площі» . Виділити площею зону, де знаходяться об'єкти, які необхідно перемістити.

## ЗМІНА КУТА ПОВОРОТУ ОБ'ЄКТІВ

Функція доступна для вузлових об'єктів. Для зміни кута повороту об'єкта активуйте режим «Трансформації об'єктів» . Натисніть ЛКМ на об'єкті, кут якого необхідно змінити. Для зміни кута повороту об'єкта затисніть ЛКМ в квадраті і поверніть об'єкт на необхідний кут.

## ВКЛЮЧЕННЯ/ВИКЛЮЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ

Функція доступна для вузлових і лінійних об'єктів. Для включення/виключення об'єктів активуйте режим «Трансформації об'єктів» . Зробіть подвійний клік ЛКМ по об'єкту, який необхідно включити або виключити. В залежності від його поточного стану об'єкт вимкнеться або включиться. Зміну стану буде видно по зміні зовнішнього кольору елементу. Дана функція доступна не для всіх об'єктів (наприклад колодязі не мають такого атрибуту).

## ДОДАВАННЯ/ВИДАЛЕННЯ ТОЧОК ПЕРЕЛОМУ ІВ ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТ

Активуйте режим «Переміщення об'єктів» . Для додавання точки перелому натисніть ЛКМ на лінійному об'єкті, в місце де точка перелому ще не існує. Натисніть ПКМ, з'явиться контекстне меню. Виберіть підменю «Додати точку перелому». Для видалення точки перелому натисніть ЛКМ на існуючу точку перелому. Натисніть ПКМ в квадраті даної точки перелому, з'явиться контекстне меню. Виберіть підменю «Видалити точку перелому».

## ВСТАВКА ВУЗЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ В ЛІНІЙНІ ОБ'ЄКТИ

Активуйте режим «Переміщення об'єктів» . Для вставки об'єкта в лінійний об'єкт натисніть ЛКМ на точку на лінійному об'єкті, куди необхідно вставити елемент. В квадраті даної точки натисніть ПКМ, з'явиться контекстне меню.

Виберіть підменю «Вставити об'єкт», з'явиться список елементів, які можливо вставити. Виберіть необхідний тип елементу.

#### ЗАМІНА ОДНОГО ТИПУ ОБ'ЄКТА НА ІНШИЙ

Для заміни об'єкта активуйте режим «Трансформації об'єктів» . ЛКМ натисніть на об'єкт, який необхідно замінити. Натисніть ПКМ на елементі, з'явиться контекстне меню. Виберіть підменю «Замінити на», з'явиться список опцій заміни. Виберіть необхідний варіант.

#### ПРИЄДНАННЯ ВУЗЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ДО ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

Для приєднання лінійного об'єкта до вузлового або вузлового до лінійного активуйте режим «Переміщення об'єктів» . Затисніть ЛКМ на об'єкті (або вершину лінійного об'єкта), почніть переміщення об'єкта мишкою. Затисніть лівий CTRL. Наведіть центр вузлового об'єкта на вершину лінійного об'єкта (або вершину лінійного об'єкта на центр вузлового об'єкта). Відпустіть ЛКМ, відпустіть лівий CTRL. Об'єкти з'єднаються.

#### ВІД'ЄДНАННЯ ВУЗЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЛІНІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ

Для від'єднання об'єкта активуйте режим «Трансформації об'єктів» . Затисніть ЛКМ на об'єкті, який необхідно від'єднати від інших елементів. Почніть переміщувати елемент мишкою і натисніть лівий SHIFT. Об'єкт від'єднається від інших елементів. ВИДАЛЕННЯ ОБ'ЄКТІВ Для заміни об'єкта активуйте режим «Трансформації об'єктів» . Натисніть ЛКМ на об'єкт, який необхідно видалити. Натисніть ПКМ на об'єкті, з'явиться контекстне меню. Виберіть пункт «Видалити». В РІКОМ також є функція масового видалення об'єктів. Для цього необхідно активувати «Режим вибору площі» . Виділити площею зону, де знаходяться об'єкти, які необхідно видалити. Натисніть ПКМ на графічній сцені, з'явиться контекстне меню. Виберіть пункт «Видалити вибрані об'єкти». Після підтвердження дії видалення, програма видалить всі вибрані об'єкти.

#### ВЗАЄМОДІЯ З АТРИБУТИВНИМИ ДАНИМИ

Кожен графічний елемент має специфічні атрибутивні дані, які зберігаються у відповідній таблиці бази даних. Для редагування атрибутивних даних активуйте «Інфо режим» . Натисніть ЛКМ на елементі. Відкриється паспорт елемент. У відкритому паспорті будуть доступні чотири вкладки:

- Об'єкт,
- Глобальна таблиця,
- Запитання,
- Результати запитання.



Паспорт графічного об'єкта мережі водопостачання ВКЛАДКА «ОБ'ЄКТ» У вкладці «Об'єкт» буде доступний список полів, що характеризують об'єкт і описують його властивості. В даному паспорті їх можна задавати або редагувати. Крім того, у вкладці «Об'єкт» можна зустріти наступні елементи графічного інтерфейсу:

- кнопка «Відкрити довідник»
- кнопка очистки поля,
- кнопка вибрати файли,
- кнопка переглянути файли,
- кнопка перегляд статистики редагування об'єкту,
- кнопка експорту даних об'єкта,
- кнопка зберегти зміни.

Редагування атрибутів має наступні форми: введення тексту або числових даних з клавіатури, вибір зі списку, вибір з довідника, вибір зі списку файлів. Зберігання введених даних здійснюється натисканням кнопки «Зберегти зміни». Вся історія змін атрибутивних даних або трансформацій об'єкта зберігається в «Журналі історії редагування», який можна відкрити натиснувши кнопку.

#### ВКЛАДКА «ГЛОБАЛЬНА ТАБЛИЦЯ»

У вкладці «Глобальна таблиця» доступна таблиця, яка містить всю інформацію по всім об'єктам подібно типу. Через глобальну таблицю також доступно редагування атрибутивних даних. Для цього необхідно зробити подвійний клік ПКМ по полю і змінити дані. При переключенні кліком мишки на інший рядок програма зробить запит на попередні зміни. Також в глобальній таблиці доступне сортування (за алфавітом і в зворотному порядку, від більшого до меншого і навпаки). Для виконання сортування за необхідним стовпцем необхідно натиснути на назву стовпця в шапці таблиці. Наступні натиснення на одному стовпці змінюватиме режим сортування. Дані Глобальної таблиці можна експортувати натиснувши кнопку.

#### НАЛАШТУВАННЯ ШАРУ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Для переходу в меню налаштувань шару водопостачання необхідно викликати контекстне меню натиснувши ПКМ на відповідному шарі в дереві проектів. Вибрати підменю «Налаштування шару». В меню налаштування властивостей шару можна змінити розмір графічних об'єктів шару, масштаб їх відображення (якщо поточний масштаб графічної сцени більший за масштаб відображення, то елемент не відобразиться на графічній сцені) і зовнішній колір кожного елемента. Опція вибору кольору доступна по натисненню кнопки. Галочка «Відображати напрямки потоку рідини» відповідає за відображення

напрямку руху рідини в трубопроводах у вигляді стрілочки посередині кожного відрізка ділянки трубопроводу. Для збереження змін налаштування необхідно натиснути кнопку «Зберегти».

### СТВОРЕННЯ НАПИСІВ

Написи в РІКОМ служать для виводу інформації об'єкта з бази даних на графічну сцену (наприклад необхідно висвітлити діаметр і матеріал трубопроводів). Для створення напису натисніть ПКМ на назві шару, в якому необхідно створити написи, в дереві проектів. В контекстному меню виберіть підменю «Додати написи». З'явиться меню створення написів. Для створення напису необхідно вказати наступні дані:

- Вказати назву шару (записується латинськими літерами),
- Вибрати колір тексту написів,
- Вибрати тип шрифту,
- Визначити розмір шрифту,
- Задати кут обертання тексту,
- Задати масштаб відображення (написи не будуть відображатись якщо поточний масштаб графічної сцени більший за заданий масштаб відображення),
- Задати префікс – опціонально (префікс відображається перед інформацією взятої з бази даних),
- Задати постфікс – опціонально (постфікс відображається після інформації взятої з бази даних),
- Визначити позиціонування напису.

Наступним кроком є створення запиту до бази даних. Для запиту необхідно обрати таблицю з якої необхідно взяти інформацію, наприклад трубопровід (pipe). Для вибору таблиці натисніть ЛКМ на назву таблиці в дереві «Структура бази даних», з'явиться відповідний запис в меню «Запит» в графі «Таблиця». Наступним кроком є вибір параметрів, що необхідно вивести на графічну сцену. Для цього необхідно в дереві «Структура бази даних» натиснути ЛКМ на назву стовпця. Для створення напису необхідно натиснути кнопку . В результаті створення напису в дереві проектів головного меню з'явиться підшар написів, а на графічній сцені з'являться написи відповідно заданих критеріїв. Як було сказано раніше, написи представляються собою підшар, який є дочірнім для основного і можуть управляються за допомогою контекстного меню (так само як і інші елементи, що розташовані в дереві проектів головного вікна РІКОМ). Для виклику контекстного меню підшару написів натисніть ПКМ на назві підшару написів. З'явиться контекстне меню, яке містить наступні опції:

- Сховати/показати (сховує або висвітлює написи на графічній сцені),

Редагувати шар (відкриє меню редагування поточного шару),

- Оновити шар (створює написи об'єктів, які нещодавно були додані до графічної сцени і не мали створеного напису, або видаляє напис об'єкта який було видалено з графічної сцени),

- Видалити шар (видаляє всі написи даного шару з графічної сцени і видаляє підшар написів з дерева проектів).

## СТВОРЕННЯ РОЗФАРБУВАНЬ

Розфарбування в РІКОМ служать для виводу інформації об'єкта з бази даних на графічну сцену шляхом зміни його зовнішнього кольору, який відрізняється від зовнішнього кольору всіх інших об'єктів подібного типу, що не відповідають критеріям запиту (наприклад необхідно розфарбувати трубопроводи діаметром від 500 мм і більше). Для створення розфарбування натисніть ПКМ на назві шару, в якому необхідно створити розфарбування, в дереві проектів. В контекстному меню виберіть підменю «Додати розфарбування». З'явиться меню створення тематичного розфарбування. Для створення розфарбування необхідно вказати наступні дані:

- Вказати назву шару (записується латинськими літерами),

- Вибрати колір

Наступним кроком є створення запиту до бази даних. Для запиту необхідно обрати таблицю з якої необхідно взяти інформацію, наприклад трубопровід (pipe). Для вибору таблиці натисніть ЛКМ на назву таблиці в дереві «Структура бази даних», з'явиться відповідний запис в меню «Запит» в графі «Таблиця». Наступним кроком є вибір параметрів, що необхідно вивести на графічну сцену. Для цього необхідно в дереві «Структура бази даних» натиснути ЛКМ на назву стовпця. Для створення розфарбування необхідно натиснути кнопку . В результаті створення розфарбування в дереві проектів головного меню з'явиться підшар розфарбування, а на графічній сцені об'єкти перефарбуються відповідно заданих критеріїв Як було сказано раніше, розфарбування представляються собою підшар, який є дочірнім для основного шару і можуть управляються за допомогою контекстного меню (так само як і інші елементи, що розташовані в дереві проектів головного вікна РІКОМ). Для виклику контекстного меню підшару написів натисніть ПКМ на назві підшару написів. З'явиться контекстне меню, яке містить наступні опції:

- Сховати/показати (сховує або висвітлює розфарбування на графічній сцені),

- Редагувати шар (відкриє меню редагування поточного шару),

- Оновити шар (розфарбовує об'єкти, які нещодавно були додані до графічної сцени і відповідають критерія запити),

- Видалити шар (перезфарбовує в стандартний колір всі об'єкти, що відповідали критерія запити даного шару розфарбування і видаляє підшар розфарбування з дерева проектів).

Окремо слід зупинитись на пункті «Редагування шару». При активації меню «Редагування шару» відкриється меню. Воно є ідентичним з меню створення розфарбування. Єдиною різницею є те, що в усі поля будуть вписані налаштування розфарбування, що були задані при створенні шару розфарбування. Ці дані можна відредагувати і зберегти. Після збереження зміниться назва шару розфарбування в дереві проектів, а саме розфарбування на графічній сцені буде перероблено відповідно до нових налаштувань.

### ШАР ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Шар водовідведення призначений для візуалізації на графічній сцені програми РІКОМ векторних даних пов'язаних з об'єктами мережі водовідведення. Для початку роботи з шаром водовідведення необхідно активувати наявний в проекті шар. Після активації з'являється специфічне меню роботи з активним шаром. В меню доступні наступні опції:

- Режим створення об'єктів:
- Режим трансформації об'єкта
- Режим переміщення об'єкта
- Режим вибору площі
- Інфо режим
- Режим вибору шляху
- Відмінити дію 90
- Відновити дію
- Знайти елемент за ID / адресою
- Імпорт мережі с shp файлу
- Експорт мережі
- З'єднання елементів
- Гідравлічний розрахунок мережі водовідведення
- Тематичне розфарбування
- Поздовжній профіль

### ЕЛЕМЕНТИ ШАРУ ВОДОВІДВЕДЕННЯ І АТРИБУТИВНІ ДАНІ

Кожен шар (елемент) мережі водовідведення має перелік атрибутивних даних (полів) для заповнення: Типи полів:

- Службові – заповнюються автоматично, необхідні для логічної побудови мережі;

- Обов'язкові – повинні бути заповненні, для виконання гідравлічного моделювання;

- Розрахункові – заповнюються автоматично, після виконання гідравлічного моделювання;

- Інформаційні – несуть інформаційний характер про стан об'єкта.

В шарі водопостачання присутні наступні елементи і атрибутивні дані:

Площа стоку – призначено для візуалізації та ведення статистики по площам стоку. В гідравлічних розрахунках використовується для аналізу кількості дощової води, яка потрапляє до мережі водовідведення, в залежності від типу поверхні стоку і інтенсивності дощу.

Профіль дощу – призначено для візуалізації та ведення статистики по профілям дощу. В гідравлічних розрахунках використовується для аналізу площі поверхонь покритих дощем з визначеною інтенсивністю опаду.

Випуск – призначено для візуалізації та ведення статистики по випускам (кінцева точка скиду стоків – КНС, очисні споруди). В гідравлічних розрахунках використовується для задання граничних умов в точці скиду стоків.

Вузол, прямокутна/радіальна камера – призначений для візуалізації та ведення статистики по вузлам і камерам. В схемах водовідведення використовується для з'єднання ділянок трубопроводів.

Дощоприймач – призначений для візуалізації та ведення статистики по дощоприймачам. В схемах водовідведення використовується для навантаження мережі дощовими стоками, які потрапляють в систему водовідведення через площі стоку.

Споживач – призначений для візуалізації та ведення статистики по споживачам (юридичні та фізичні особи). В гідравлічних розрахунках використовується для навантаження мережі водовідведення витратою стоків.

Резервуар – призначений для візуалізації та ведення статистики по резервуарам. В

Насос – призначений для візуалізації та ведення статистики по насосним станціям. В гідравлічних розрахунках використовується для підвищення тиску на відповідній ділянці мережі водовідведення. В РІКОМ є дві опції задавання тиску, що розвиває насос:

- Вибрати марку насоса і графік Q-H характеристик з довідника,

- Вказати модифікатор тиску (тиск який буде стабільно спостерігатись після насоса).

Засувка – призначений для візуалізації та ведення статистики по засувкам. В гідравлічних розрахунках використовується для відключення трубопроводів.

Канал – призначені для візуалізації та ведення статистики по каналам водовідведення. Служить елементом з'єднання вузлів мережі водовідведення, може мати різну форму поперечного перерізу.

### НАЛАШТУВАННЯ І РОБОТА З ШАРОМ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Структура і правила роботи з шаром водовідведення не відрізняється від структури і правил роботи з шаром водопостачання. Таким чином, правила створення і редагування мережі водовідведення аналогічні тим, що описані в пунктах даного керівництва:

- Створення мережі водовідведення,
- Редагування мережі водовідведення,
- Взаємодія з атрибутивними даними,
- Експорт шару водовідведення,
- Імпорт шару водовідведення,
- Налаштування шару водовідведення,
- Розширення і налаштування бази даних шару ,
- Створення написів,
- Створення розфарбувань..

Серед усіх меню і налаштувань є тільки одна невелика різниця між шаром водопостачання і водовідведення – меню «Налаштування шару», де для шару водовідведення додано додаткові налаштування для елементів площі. В меню з'явилося два додаткових параметра: прозорість площі стоку і прозорість шаблону дощу. Прозорість задається від 0 (повністю прозорий) до (не прозорий).

### ТЕХНІЧНИЙ ШАР

Технічний шар призначений для візуалізації на графічній сцені програми РІКОМ векторних даних довільного формату (будь-які інженерні мережі або об'єкти). Для початку роботи з технічним шаром необхідно активувати наявний в проекті шар. Після активації з'являється специфічне меню роботи з активним шаром. В меню доступні наступні опції:

- Режим створення об'єктів (випадаючий список)
- Режим трансформації об'єкта
- Режим переміщення об'єкта
- Режим вибору площі
- Інфо режим
- Відмінити дію
- Відновити дію

- Знайти елемент за ID / адресою
- Імпорт мережі
- Експорт мережі
- Додати елемент
- Груповий імпорт
- Усунути елемент

При створенні проекту з технічним шаром або при додаванні технічного шару в існуючий проект технічний шар не містить жодних типів елементів. Тому роботу з технічним шаром доречно розглянути з пунктів створення типів елементів або імпорту існуючих елементів з зовнішніх джерел.

#### СТВОРЕННЯ ТИПІВ ГРАФІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Для створення типу елемента натисніть кнопку меню шару. Відкриється меню створення типу елемента. Для створення типу елемента необхідно задати:

- Назву елемента (латинськими літерами),
- Тип елемента (вибрати зі списку: вузол, лінія, площа),
- Вказати шлях до текстури – тільки для елемента площі (опціонально),
- Задати колір (натисніть кнопку (пункт 14.2)),
- Вказати розмір (для вузлів), ширину (для лінії), прозорість (для площі) і масштаб відображення.

Наступним кроком є створення таблиці бази даних. Структуру бази даних можна створити вручну або імпортувати з shp файлу. Для створення структури вручну:

- Додавання рядків до таблиці здійснюється натисканням кнопки ,
- Видалення рядків з таблиці здійснюється натисканням ЛКМ на рядок і натискання кнопки .

В доданих рядках таблиці необхідно вказати:

- Назва стовпця (латинськими літерами),
- Переклад стовпця,
- Тип стовпця (ціле число, число подвійної точності, текст).

Для імпорту структури бази даних з shp необхідно натиснути кнопку і вибрати shp файл. Програма автоматично заповнить таблицю в нижній частині меню. Якщо необхідно, то після автоматичного імпорту структури таблиці, всі рядки таблиці можна відредагувати . Для створення типу елемента необхідно натиснути кнопку . Після збереження в головному меню шару (у випадяючому меню) буде доступний новий режим створення.

## ВИДАЛЕННЯ ОКРЕМОГО ТИПУ ЕЛЕМЕНТІВ

Для видалення окремого типу елементів з шару необхідно вибрати у випадіаючому меню назву типу елементів, що необхідно видалити і натиснути кнопку головного меню шару. Програма запитає підтвердження ваших дій. Після підтвердження програма видалить всі елементи даного типу з графічної сцени і бази даних, режим створення даного типу елементів також зникне з випадіаючого списку режимів створення елементів.

## НАЛАШТУВАННЯ І РОБОТА З ТЕХНІЧНИМ ШАРОМ

Структура і правила роботи з технічним шаром не відрізняється від структури і правил роботи з шаром водопостачання. Таким чином, правила створення і редагування об'єктів технічного шару аналогічні тим, що описані в пунктах даного керівництва:

- Створення об'єктів (режим створення вибирається за допомогою списку доступних режимів ),

- Редагування мережі водовідведення,
- Взаємодія з атрибутивними даними,
- Експорт технічного шару,
- Імпорт технічного шару,
- Налаштування технічного шару,
- Розширення і налаштування бази даних шару,
- Створення написів,
- Створення розфарбувань.

Серед усіх меню і налаштувань є тільки одна велика різниця між технічним шаром і іншими шарами (водопостачання, водовідведення) – меню «Налаштування шару», яке доступне через контекстне меню, яке викликається натисненням ПКМ по назві технічного шару в дереві проектів головного вікна програми. При відкритті «Налаштувань шару» відкриється вікно з назвою «Характеристики технічного шару», в якому будуть доступні три вкладки:

- «Головні характеристики», де можна змінити назву елемента, розмір, прозорість, масштаб відображення, колір і текстуру елемента,
- «Відображення», де можна сховати (елементи даного типу не будуть відображатись на графічній сцені) або показати (елементи даного типу будуть відображатись на графічній сцені) елементи,
- «Z рівень», де можна задати чергу відображення різних типів графічних елементів.

Налаштування черги відображення графічних елементів технічного шару

З деталей, які необхідно підкреслити, можна виділити:



- Зміна графічного елемента у вкладці «Головні характеристики» відбувається за допомогою випадального списку «Елемент»,

- У вкладці «Відображення» можна зняти маркер відображення, або навпаки встановити його, на окремих типах графічних елементів.

У випадку загального приховання шару або його показі (через контекстне меню шару в дереві проектів) маркер буде знято або встановлено на всіх об'єктах,

- У вкладці «Z рівень» об'єкти можна переміщати затисненням ЛКМ або виділенням елемента (через натиснення ПКМ по його назві) і натисненням кнопок «перемістити донизу» або «перемістити догори». Кнопка автоматично застосує сортування типів елементів таким чином, що першими парами будуть відображені елементи типу «площа», наступним – типу «лінія» і останнім – типу «вузол». Збереження налаштувань у кожній вкладці здійснюється натисненням кнопки .

### ЗАПИТИ ДО БАЗИ ДАНИХ, СТАТИСТИЧНІ ВИБІРКИ

Досить поширеним завданням організацій, експлуатуючих інженерні мережі або організацій інших профілів, є вибірка статистичних даних за критеріями вибірки з загального об'єму даних. Для вибору статистики в РІКОМ є дві опції: запит до окремої категорії об'єктів або запит по площі вибраної з карти. В першому варіанті запит буде виконано до всіх елементів окремої таблиці бази даних активного шару. В другому варіанті запит можна сформулювати до будь-якої таблиці активного шару, але у відповідь на запит потраплять лише записи в таблицях активного шару, які потрапили до вибраної зони на карті. Всі запити до баз даних зводяться в окрему таблицю, яку можна експортувати в OpenOffice або Excel

### ЗАПИТ ПО ПЛОЩІ, ВИБРАНОЇ З КАРТИ

Для вибору об'єктів за площею на панелі інструментів активного шару необхідно активувати режим «Режим вибору площі». Вибравши даний режим необхідно обвести площу, в якій необхідно вибрати статистику. Після вибору площі об'єкти підсвітяться червоним кольором. Далі необхідно натиснути ПКМ один раз для виклику контекстного меню. Виберіть пункт «Запит до бази даних», відкриється додаткове меню запиту. Запитання по площі, вибраної з карти, виконуються за допомогою мови SQL. Вибір назви таблиці або стовпця в даному меню виконується натисненням ЛКМ на назву таблиці або стовпця в дереві «Структура бази даних». Вибраний об'єкт (його назва) автоматично додаються в кінець тексту запиту в полі «Текст запитання». Для виконання запитання необхідно натиснути кнопку «Виконати запитання». Результати запитання будуть зведені в таблицю і показані у вікні поточного меню. Додаткова інформація, що

стосується запитів до бази даних і мінімальні приклади доступні в меню «Інструкції запитів» - кнопка . Меню «Інструкції запиту»

## ІНШІ МЕНЮ І МОЖЛИВОСТІ ПРОГРАМИ

В даному пункті керівництва зібрано окремі можливості програми, які допомагають в роботі з тематичними шара РІКОМ або доповнюють функціонал програми.

### ДОВІДНИКИ

Довідники в РІКОМ використовуються для групування атрибутивних даних об'єктів, які підпадають під одну категорію властивостей (наприклад Стан колодязя: залитий, засмічений і інше). Групування таких властивостей і задання властивостей об'єктам, користуючись довідниками, значно прискорює час заповнення атрибутивних даних і виключає допущення помилок. Всі довідники, які наявні в РІКОМ, можна переглянути в меню «Налаштувань» (кнопка головного вікна програми) у вкладці «Довідники» .Довідники можна доповнювати і редагувати. Хоча для кожного типу довідника може бути передбачено свій інтерфейс. Є одна важлива особливість роботи з довідниками, яка стосується роботи по мережі. При роботі по мережі, редагувати довідники необхідно на сервері, а не на клієнті. При редагуванні довідників на сервері усі підключені до проекту клієнти одразу отримують дані для оновлення інформації в довідниках.

### МЕНЮ ВИБОРУ КОЛЬОРУ

Вибір кольору (або його зміна) графічних об'єктів або тексту в РІКОМ є досить частою операцією. Меню вибору кольору підтримує дві найрозповсюдженіші схеми задавання кольору: HSV (відтінок-насичення-значення) і RGB (червоний-зелений-синій). Також колір можна задати HEX кодом. В меню колір можна задати мишкою. Для цього необхідно натиснути ЛКМ на колі кольорів на необхідний колір і за допомогою ЛКМ вибрати необхідний відтінок кольору в трикутнику відтінків. При зміні кольору мишкою або запропонованими схемами всі зміни будуть візуалізуватись за допомогою трикутника відтінків і кола кольорів.

### ЛІНІЙКА В РІКОМ

Доступний інструмент «Лінійка» за допомогою якого можна заміряти довжину, площу і кут вибрані з карти. Для активації лінійки необхідно натиснути галочку «Лінійка» в правому нижньому куті головного вікна програми. Після активації відкриється меню. В меню «Лінійка» у секції «Режим» доступно три режими: довжина, площа, кут. Для зміни режиму необхідно натиснути галочку з відповідним режимом. Заміри виконуються вибором точок з карти (для заміру

довжини і площі – необмежена кількість точок, для кута – три точки). При виборі точок інформація про них буде з'являтися в таблиці меню «Лінійки». Для завершення вибору координат і отримання остаточних результатів замірів необхідно зробити подвійний клік ЛКМ в кінцевій точці замірів. Меню «Лінійки» містить інформацію про координати вибраних точок і дистанції між ними. При завершенні вимірювання, в залежності від активного режиму вимірювання, в лівому нижньому куті вікна «Лінійка» з'явиться додаткова інформація. Для режиму «Довжина» - буде розраховано загальну довжину вибраної кривої в метрах. Для режиму «Площа» - буде розраховано площу в м<sup>2</sup> і периметр в метрах. Для режиму «Кут» - кут в градусах. Ще одним елементом інтерфейса меню «Лінійка» є галочка «Фокус». При активній функції «Фокус» на графічній сцені можна буде вибирати точки виміру, а при переміщенні курсора мишки в нижньому лівому куті меню «Лінійка» буде відображено поточну дистанцію (сума довжин всіх відрізків). При зміні режиму, наприклад на режим створення засувки, режим «Фокус» деактивується, але збережуться всі заміри на графічній сцені і в меню «Лінійки». Таким чином по зробленим замірам можна відмалювати графічні об'єкти. Для повернення до замірів необхідно заново активувати режим «Фокус» натиснувши відповідну галочку.

#### ПІДКЛЮЧЕННЯ WMS КАРТОГРАФІЇ В РІКОМ

Э можливість користуватись сервісами WEB картографії. На сьогоднішній день є можливість підключати карти OpenStreetMap. Для підключення OpenStreetMap необхідно натиснути галочку «OpenStreetMap» в правому нижньому куті головного вікна програми. Після активації на графічній сцені з'являться тайли картографічного сервісу. Деталізація карти залежить від поточного масштабу графічної сцени карти. Деталізація онлайн карти буде збільшуватись при зменшенні масштабу графічної сцени колесом мишки і навпаки. Крім того, тайли онлайн карт будуть автоматично перепроецьовані в поточну систему координат проекту. Більшість сервісів онлайн картографії за замовченням використовують систему координат WGS. Тайли онлайн картографії за замовченням розташовуються під усіма іншими шарами відкритих проектів. Повторне натиснення галочки «OpenStreetMap» деактивує відображення тайлів онлайн картографії.

## **4 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПСПОРТИЗАЦІЯ ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ**

Водопровідна мережа розташовується по всій території об'єкта водопостачання і служить для розподілу води між всіма його споживачами. Вона повинна мати достатню пропускну здатність, бути економічною і відповідати вимогам надійності. Ці вимоги досягаються в результаті правильного вибору конфігурації мережі в плані, схеми її живлення, матеріалу та діаметрів труб ділянок мережі, а також параметрів взаємодіючих з ними водоводів, насосних станцій, та напірно-регулювальних споруд.

### **4.1 Трасування і складання розрахункової схеми мережі**

Водопровідна мережа складається із магістральних і розподільчих ліній. Магістральні лінії призначені для транспортування основної маси води до найвіддаленіших її споживачів, а розподільчі – для розподілу води між ними (підведення до будинків, колонок, пожежних гідрантів тощо). Конфігурація мережі, тобто певне геометричне накреслення її в плані, залежить від таких основних факторів: архітектурно-ландшафтного планування території об'єкта та розташування джерел водопостачання; рельєфу місцевості; наявності природних та штучних перешкод (річки, канали, залізниці тощо); типу системи водопостачання.

У населеному пункті, який розглядається в даному дипломному проекті, уже існує водопровідна мережа. Тому, виконаємо її розрахунок з метою перевірки правильності та надійності роботи, а також варіанти реконструкції діючої системи водопостачання.

### **4.2 Визначення вузлових відборів води**

Основні розрахункові вузли призначаються в наступних точках мережі:

- в точках приєднання водоводів до магістральної мережі;
- в точках приєднання зосереджених водоспоживачів;
- в місцях перетину двох або більше магістральних ліній;
- в місцях, де змінюється характер забудови або ступінь благоустрою помешкань;

- якщо житлові квартали в житловій зоні, яку розглядають, знаходяться по обидва боки ділянки, то  $l_p = l_r$ ;

де  $l_r$  - геометрична довжина (повна на плані забудови), м;

- якщо житлові квартали розміщені тільки з одного боку ділянки, то  $l_p = 0,5 \cdot l_r$
- якщо ділянка проходить по незабудованій частині селища (парки, яри, річки тощо), тоді  $l_p = 0$ ;
- якщо ділянка розміщена на межі двох зон забудови, то приймають  $l_p = 0,5 \cdot l_r$  для кожної зони забудови окремо.

Розрахунок ведемо за спрощеною схемою, припускаємо, що вода з мережі витрачається пропорційно довжині ділянки трубопроводу. Вузлові витрати визначаємо за формулою

$$q_{\text{вуз}} = 0,5 (q_{\text{п.1}} \cdot \sum_{i=1}^{n1} l_{\text{р.і}} + q_{\text{п.2}} \cdot \sum_{i=1}^{n2} l_{\text{р.і}}) + q_{\text{в.с}}, \quad (4.1)$$

де  $l_{\text{р.і}}$  – розрахункова довжина і-ої ділянки, м;  $n_1, n_2$  – загальна кількість ділянок, що прилягають до даного вузла, відповідно в 1- та 2-й зонах забудови;  $q_{\text{в.с}}$  – сума витрат води великими споживачами, які живляться з даного вузла, л/с;  $q_{\text{п.1}}, q_{\text{п.2}}$  – питомі витрати води, л/с·м, відповідно в першій та другій зонах забудови:

$$q_{\text{п}} = q_{\text{ш}}/L_{\text{р}}, \quad (4.2)$$

де  $q_{\text{ш}}$  – пошляхові витрати води, які рівномірно відбираються з ділянок мережі даної зони, л/с;  $L_{\text{р}}$  – сума розрахункових довжин ліній, з яких відбираються витрати води  $q_{\text{ш}}$  кожної зони, м.

Пошляхові витрати води

$$q_{\text{ш}} = q_{\text{нас}} + q_{\text{пол}}, \quad (4.3)$$

де  $q_{\text{нас}}$  – витрати води населенням даної житлової зони, л/с;  $q_{\text{пол}}$  – витрати води на полив, л/с.

В годину максимального водоспоживання (11-12 год) секундні витрати окремими групами споживачів становлять:

- 1-ша зона забудови:  $2/3,6=0,5$  л/с;
- 2-га зона забудови:  $4/3,6=1,1$  л/с;
- 3-тя зона забудови:  $64,8/3,6=18,0$  л/с;
- крупні споживачі:  $12/3,6=3,3$  л/с;
- полив: 0;
- в цілому по селищу:  $82,6/3,6=22,9$  л/с.

Результати визначення вузлових витрат води наводимо у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

## Вузлові відбори для випадку максимального водопостачання

№ вуз.	№ діл.	1 зона забудови			2 зона забудови			3 зона забудови			Великі водоспоживачі		Заг. вузл. витр., л/с	
		I <sub>p</sub> , м		відб., л/с	I <sub>p</sub> , м		відб., л/с	I <sub>p</sub> , м		відб., л/с	назва	відб., л/с		
		діл.	Σ		діл.	Σ		діл.	Σ					
1	1-2	610	685	0,15	75	75	0,01						0,16	
	1-32	75						75						
2	1-2	610	610	0,14				1340	1340	0,74			0,88	
	2-3													
3	2-3							1340	2715	1,49			1,49	
	3-4						1210							
	3-17						165							
4	3-4							1210	2420	1,33	Го-щанська ЦРЛ	1,5	2,83	
	4-5						1210							
5	4-5							1210	2455	1,35			1,35	
	5-6						255							
	5-32						990							
6	5-6							255	1635	0,9			0,9	
	6-7						1380							
7	6-7							1380	2235	1,23			1,23	
	7-8						225							
	7-31						630							
8	7-8							225	675	0,37			0,37	
	8-9						240							
	8-32						210							
9	8-9							240	920	0,5			0,5	
	9-10						220							
	9-24						460							
10	9-10							220	2410	1,32			1,32	
	10-11						1250							
	10-23						940							
11	10-11		425	0,1	550	2025	0,35	1250	1250	0,69	Перша м'ясна хата	1	2,14	
	11-12													
	11-22							1050						
	11-32	425						425						
12	11-12				550	550	0,09		245	0,13	Фапомед	0,8	1,02	
	12-13													
13	12-13							245	245	0,13			0,13	
	13-14													
14	13-14								880	0,48			0,48	
	14-15						375							
	14-18						505							
15	14-15							375	930	0,51			0,51	

№ вуз.	№ діл.	1 зона забудови			2 зона забудови			3 зона забудови			Великі водоспоживачі		Заг. вузл. витр., л/с
		l <sub>p</sub> , м		відб., л/с	l <sub>p</sub> , м		відб., л/с	l <sub>p</sub> , м		відб., л/с	назва	відб., л/с	
		діл.	Σ		діл.	Σ		діл.	Σ				
	15-16							555					
16	15-16							555	555	0,3			0,3
	16-17												
17	16-17								165	0,09			0,09
	3-17							165					
18	14-18							505	505	0,28			0,28
	18-19												
19	18-19												0
	19-20												
20	19-20												0
	20-21												
21	20-21												0,08
	21-22				480	480	0,08						
22	21-22				480								0,37
	11-22				1050	2160	0,37						
	22-23				630								
23	22-23				630	630	0,11		940	0,52			0,63
	10-23							940					
24	9-24							460	460	0,25			0,25
	24-25												
25	24-25								960	0,53			0,53
	25-26							960					
26	25-26							960	1800	0,99			0,99
	26-27							840					
27	26-27							840	2260	1,24			1,24
	27-28							1420					
28	27-28							1420	1420	0,78			0,78
	28-29												
29	28-29								275	0,15			0,15
	29-30							275					
30	29-30							275	275	0,15			0,15
	30-31												
31	30-31								630	0,35			0,35
	7-31							630					
32	1-32	75			75								1,4
	5-32		500	0,11		500	0,09	990	2200	1,2			
	11-32	425			425								
	8-32							1210					
Сума		2220	2220	0,5	6420	6420	1,1	32800	32800	18		3,3	22,9

### 4.3 Попередній поточкорозподіл

Попередній поточкорозподіл є першим етапом гідравлічного розрахунку, при якому визначаються параметри ділянок труб, втрати напору в мережі, висоту водонапірної бапти (при її наявності) та необхідний напір насосів, які живлять водопровідну мережу.

При виконанні попереднього поточкорозподілу потрібно виконувати такі рекомендації:

- алгебраїчна сума витрат води в кожному вузлі мережі повинна дорівнювати нулю, тобто повинен виконуватися перший закон Кіргофа для водопровідних мереж;
- по головних магістралях з метою їх взаємозаміни повинні бути спрямовані приблизно однакові витрати води;
- головним споживачам воду потрібно подавати найкоротшим шляхом, але не менше ніж по двох магістралях.

Попередній поточкорозподіл виконується для всіх розрахункових випадків роботи мережі. При застосуванні розрахунково комплексу РІКОМ, для діючих мереж водопостачання, виконувати попередній поточкорозподіл непотрібно.

### 4.4 Гідравлічні розрахунки

При розрахунку водопровідних мереж найскладнішим етапом є їх гідравлічна ув'язка. Тому для спрощення виконання даної операції використовують спеціальні комп'ютерні програми. Однією з таких програм є розрахунково комплексу РІКОМ. В даному населеному пункті існуюча водопровідна мережа має діаметри від 32 мм і до 200 мм і влаштована, в основному, з напірних поліетиленових труб.

Таблиця 4.2

Вихідні дані по вузлах

№ вузла	Позначка землі, м	Вузловий відбір	Необхідний напір, м
1	202	0,16	22
2	199	0,88	22
3	206	1,49	14
4	202	2,83	14
5	205	1,35	14
6	204	0,9	14



№ вузла	Позначка землі, м	Вузловий відбір	Необхідний напір, м
7	198	1,23	14
8	197	0,37	14
9	196	0,5	14
10	197	1,32	14
11	200	2,14	22
12	195	1,02	14
13	201	0,13	14
14	202	0,48	14
15	205	0,51	14
16	207	0,3	14
17	206	0,09	14
18	201	0,28	14
19	199	0	10
20	202	0	10
21	196	0,08	14
22	198	0,37	14
23	194	0,63	14
24	191	0,25	14
25	191	0,53	14
26	194	0,99	14
27	197	1,24	14
28	195	0,78	14
29	193	0,15	14
30	191	0,15	14
31	191	0,35	14
32	204	1,4	22

Таблиця 4.3

Вихідні дані по ділянках

Ділянка	Діаметр, мм	Довжина, м	Матеріал труб
1-2	100	610	Поліетилен
2-3	100	1340	Поліетилен
3-4	100	1210	Поліетилен
4-5	100	1210	Поліетилен
5-32	100	990	Поліетилен

Ділянка	Діаметр, мм	Довжина, м	Матеріал труб
1-32	100	150	Поліетилен
5-6	100	510	Поліетилен
6-7	100	1380	Поліетилен
7-8	100	225	Поліетилен
8-32	100	1210	Поліетилен
8-9	100	480	Поліетилен
9-10	100	440	Поліетилен
10-11	100	1250	Поліетилен
11-32	100	850	Поліетилен
11-12	100	1100	Поліетилен
12-13	100	490	Поліетилен
13-14	100	60	Сталь
14-15	100	750	Поліетилен
15-16	100	1110	Поліетилен
16-17	100	60	Сталь
3-17	100	330	Поліетилен
14-18	100	1010	Поліетилен
18-19	100	60	Сталь
19-20	100	1480	Поліетилен
20-21	100	890	Поліетилен
21-22	100	960	Поліетилен
11-22	100	1050	Поліетилен
22-23	100	630	Поліетилен
10-23	100	940	Поліетилен
9-24	100	460	Поліетилен
24-25	2x100	220	Сталь
25-26	100	960	Поліетилен
26-27	100	840	Поліетилен
27-28	100	1420	Поліетилен
28-29	100	780	Поліетилен
29-30	100	550	Поліетилен
30-31	2x200	50	Сталь
7-31	100	630	Поліетилен

Для гідравлічного розрахунку (моделювання) вибрано найневигідніші режими роботи водопровідної мережі.

1. Робота мережі у годину максимального водоспоживання, без сумісної роботи насосів НС-2. Перевіряються розрахункові напори та пропускна спроможність окремих ділянок мережі.
2. Робота мережі при пожежі в годину максимального водоспоживання з врахуванням висновків за п.1. Перевірка спроможності мережі забезпечувати пропускання розрахункових пожежних витрат води та можливості забезпечення напорів та витрат пожежними насосами.
3. Аварійний режим при відключенні ділянки 11-32 (рис. 4.1).



Рис. 4.2. Схема водопровідної мережі при моделюванні в додатку РІКОМ

У 1-у варіанті розглядаємо роботу мережі у годину максимального водоспоживання, без сумісної роботи насосів НС-2 і відключеною водонапірною баштою. Результати моделювання наведено у табл. 4.4 і 4.5.

Результати розрахунку параметрів ділянок  
(1-ий розрахунковий випадок – максимальне водоспоживання)

ID	Діа-метр, м	Дов-жина, м	Шорст-кість, мм	Мате-ріал	Вит-рата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
4	0,1	1340	0,001	пе	5,09	6,12	4,570	0,65
8	0,1	1210	0,001	пе	1,57	0,70	0,578	0,20
10	0,1	1210	0,001	пе	1,26	0,47	0,391	0,16
12	0,1	510	0,001	пе	2,19	0,53	1,038	0,28
14	0,1	1380	0,001	пе	1,29	0,57	0,410	0,16
16	0,1	225	0,001	пе	2,05	0,21	0,935	0,26
18	0,1	480	0,001	пе	2,36	0,57	1,186	0,30
20	0,1	440	0,001	пе	0,46	0,03	0,070	0,06
22	0,1	1250	0,001	пе	1,42	0,61	0,485	0,18
24	0,1	1100	0,001	пе	0,99	0,28	0,257	0,13
26	0,1	490	0,001	пе	0,03	0,00	0,001	0,00
28	0,1	60	2,16	ст	0,16	0,00	0,016	0,02
30	0,1	750	0,001	пе	1,12	0,24	0,322	0,14
32	0,1	1110	0,001	пе	1,63	0,69	0,617	0,21
34	0,1	60	2,16	ст	1,93	0,10	1,660	0,25
36	0,1	330	0,001	пе	2,02	0,30	0,905	0,26
39	0,1	60	2,16	ст	0,20	0,00	0,022	0,03
41	0,1	1480	0,001	пе	0,20	0,03	0,017	0,03
45	0,1	960	0,001	пе	0,12	0,01	0,007	0,02
48	0,1	850	0,001	пе	5,79	4,90	5,766	0,74
49	0,1	1050	0,001	пе	1,24	0,40	0,382	0,16
51	0,1	460	0,001	пе	2,32	0,53	1,152	0,30
53	0,1	220	2,16	ст	1,04	0,11	0,482	0,13
57	0,1	960	0,001	пе	1,54	0,54	0,560	0,20
59	0,1	840	0,001	пе	0,55	0,08	0,095	0,07
60	0,1	1420	0,001	пе	0,69	0,20	0,137	0,09
62	0,1	780	0,001	пе	1,47	0,40	0,512	0,19
64	0,1	550	0,001	пе	1,62	0,33	0,608	0,21
66	0,1	50	2,16	ст	1,77	0,07	1,400	0,23

ID	Діа-метр, м	Дов-жина, м	Шорст-кість, мм	Мате-ріал	Вит-рата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
68	0,1	630	0,001	пе	2,12	0,61	0,974	0,27
69	0,1	1210	0,001	пе	4,79	4,97	4,107	0,61
70	0,1	990	0,001	пе	4,80	4,09	4,126	0,61
72	0,1	150	0,001	пе	16,78	5,98	39,895	2,14
73	0,1	610	0,001	пе	5,97	3,72	6,096	0,76
75	0,15	200	0,001	пе	22,90	2,00	10,001	1,30
77	0,15	135	0,001	пе	22,90	1,38	10,207	1,30
78	0,1	1010	0,001	пе	0,48	0,08	0,074	0,06
79	0,1	890	0,001	пе	0,20	0,02	0,017	0,03
80	0,1	630	0,001	пе	0,99	0,16	0,258	0,13
82	0,1	940	0,001	пе	0,36	0,04	0,045	0,05
83	0,1	220	2,16	ст	1,04	0,11	0,482	0,13
84	0,05	20	0,001	пе	0,99	0,15	7,550	0,50
86	0,05	20	0,001	пе	0,16	0,01	0,315	0,08
88	0,05	20	0,001	пе	0,88	0,12	6,128	0,45
90	0,05	20	0,001	пе	1,49	0,31	15,632	0,76
92	0,05	20	0,001	пе	2,83	0,99	49,438	1,44
94	0,05	20	0,001	пе	1,35	0,26	13,108	0,69
96	0,05	20	0,001	пе	1,40	0,28	13,986	0,71
98	0,05	20	0,001	пе	0,90	0,13	6,377	0,46
100	0,05	20	0,001	пе	1,23	0,22	11,105	0,63
102	0,05	20	0,001	пе	0,37	0,03	1,338	0,19
104	0,05	20	0,001	пе	0,50	0,05	2,264	0,26
106	0,05	20	0,001	пе	1,32	0,25	12,593	0,67
108	0,05	20	0,001	пе	2,14	0,60	29,896	1,09
110	0,05	20	0,001	пе	1,02	0,16	7,961	0,52
112	0,05	20	0,001	пе	0,13	0,00	0,221	0,07
114	0,05	20	0,001	пе	0,48	0,04	2,108	0,24
116	0,05	20	0,001	пе	0,51	0,05	2,344	0,26
118	0,05	20	0,001	пе	0,30	0,02	0,930	0,15
120	0,05	20	0,001	пе	0,09	0,00	0,118	0,05
122	0,05	20	0,001	пе	0,28	0,02	0,825	0,14

ІД	Діа-метр, м	Дов-жина, м	Шорст-кість, мм	Мате-ріал	Вит-рата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
124	0,05	20	0,001	пе	0,08	0,00	0,097	0,04
126	0,05	20	0,001	пе	0,37	0,03	1,338	0,19
128	0,05	20	0,001	пе	0,63	0,07	3,397	0,32
130	0,05	20	0,001	пе	0,25	0,01	0,678	0,13
132	0,05	20	0,001	пе	0,53	0,05	2,508	0,27
134	0,05	20	0,001	пе	1,24	0,23	11,266	0,63
136	0,05	20	0,001	пе	0,78	0,10	4,951	0,40
138	0,05	20	0,001	пе	0,15	0,01	0,282	0,08
140	0,05	20	0,001	пе	0,15	0,01	0,282	0,08
142	0,05	20	0,001	пе	0,35	0,02	1,215	0,18

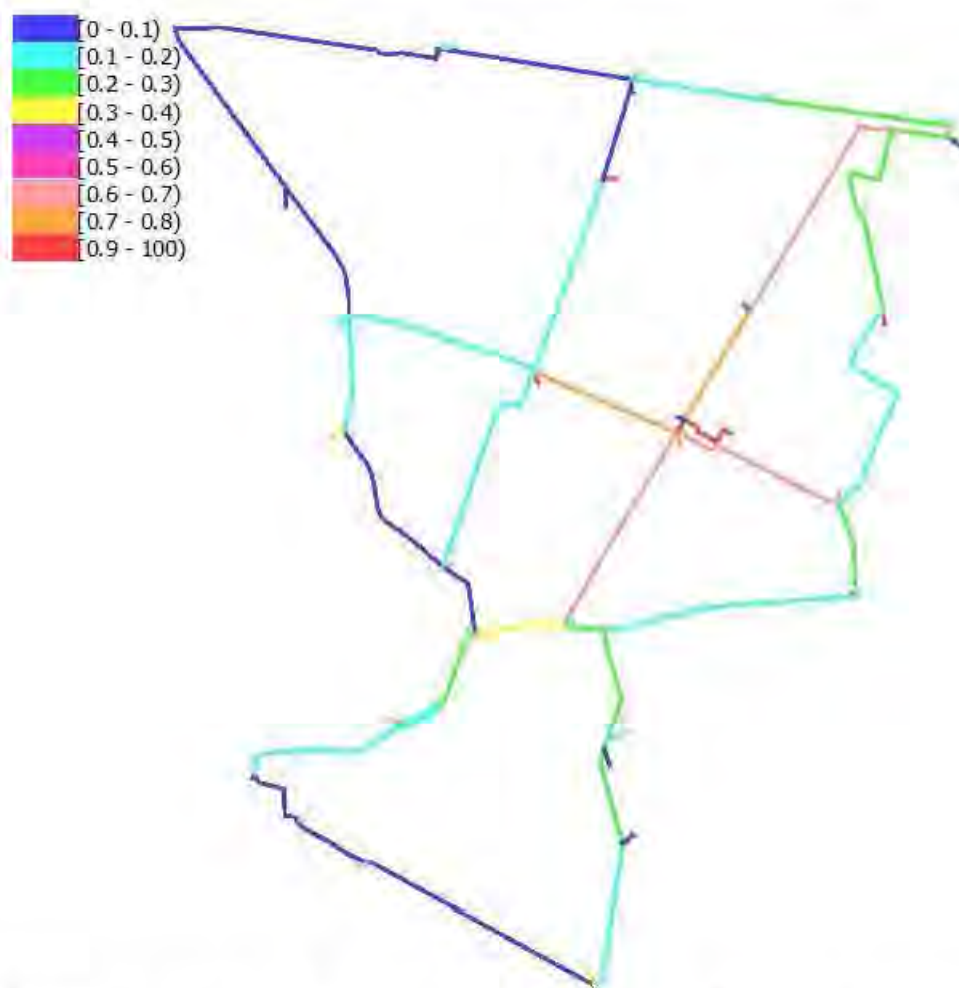


Рис. 4.4 Схема розподілу швидкостей на ділянках водопровідної мережі (1-ий розрахунковий випадок – максимальне водоспоживання)

За результатами гідравлічного розрахунку швидкості руху води на більшості ділянок достатньо мала, що може призводити до відкладення забруднень на стінки трубопроводу. Накопичений осада може суттєво погіршувати якість води при різких змінах витрати води (гідроударах). На ділянці 72 завищена швидкість руху води. Тому пропонується прокласти дублюючу лінію також діаметру.

Таблиця 4.5

Результати розрахунку параметрів вузлів  
(1-ий розрахунковий випадок – максимальне водоспоживання)

ID	Геодезична позначка, м	Мін, напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
85	194	14	0,99	220,67	26,67
87	202	22	0,16	233,51	31,51
89	199	22	0,88	229,68	30,68
91	206	14	1,49	223,37	17,37
93	202	14	2,83	221,99	19,99
95	205	14	1,35	223,19	18,19
97	204	22	1,4	227,26	23,26
99	204	14	0,9	222,79	18,79
101	198	14	1,23	222,13	24,13
103	197	14	0,37	222,54	25,54
105	196	14	0,5	221,95	25,95
107	197	14	1,32	221,78	24,78
109	200	22	2,14	222,04	22,04
111	195	14	1,02	222,19	27,19
113	201	14	0,13	222,35	21,35
115	202	14	0,48	222,31	20,31
117	205	14	0,51	222,55	17,55
119	207	14	0,3	223,26	16,26
121	206	14	0,09	223,38	17,38
123	201	14	0,28	222,26	21,26
125	196	14	0,08	222,24	26,24
127	198	14	0,37	222,21	24,21
129	194	14	0,63	222,00	28,00
131	191	14	0,25	221,45	30,45
133	191	14	0,53	221,31	30,31
135	197	14	1,24	220,52	23,52

ID	Геодезична позначка, м	Мін, напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
137	195	14	0,78	220,84	25,84
139	193	14	0,15	221,33	28,33
141	191	14	0,15	221,67	30,67
143	191	14	0,35	221,72	30,72

Розрахункові вільні напори у водопровідній мережі становлять 16,26 м – 31,65 м, що більше за необхідні напори у вузлах та не перевищують максимальнодопустимий напір в об'єднаній водопровідній мережі – 60 м. Найбільший вільний напір знаходиться в вузлі 87 (центральна частина містечка). Диктуючи точка знаходиться у вузлі 109 з позначкою землі 200м. Цей вузол розташований у центральній частині містечка з водоспоживачами, які мешкають в 5-ти поверхових будинках. Розрахунковий напір на виході з насосної станції другого підняття становить 36,9 м, витрата – 22,9 л/с=82,4 м<sup>3</sup>/год.

За результатами гідравлічного розрахунку побудований профіль за водопровідною мережею. Траса для побудови профілю наведена на рис. 4.3, а сам профіль – на рис. 4.4 та на аркуші графічного матеріалу (див. додатки).

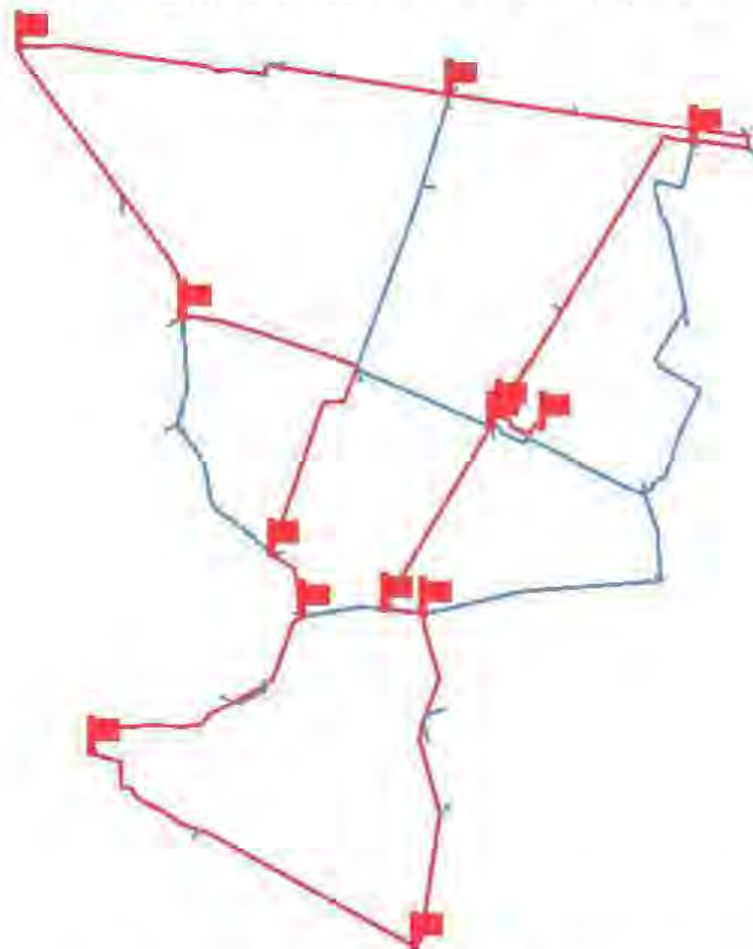


Рис. 4.4 Траса для побудови профілю (перший розрахунковий випадок)





Прокладання додаткової ділянки мережі з ID 109 забезпечить зниження потрібного напору насосної станції на  $25,61 - 22,04 = 3,57$  м. Це дозволить зменшити річні витрати електроенергії на  $0,024/102/0,7 * 3,57 * 1010,7/24/3,6 * 365 = 5,12$  тис.кВт·год. Тариф на передачу електроенергії для непобутових споживачів станом з 1.07.2023 становить 485,10 грн. за 1 МВт·год., без ПДВ, тарифи на розподіл електроенергії для непобутових споживачів 2 клас напруги (Рівненська обл.) – 1131,66 грн. за 1 МВт·год., вартість електроенергії станом на 08.11.2023 – 5132,46 грн. за 1 МВт·год. Тобто загальна вартість електричної енергії з ПДВ становить  $1,2 * (485,10 + 1131,66 + 5132,46) = 8099,06$  грн. за 1 МВт·год. Отже, річна економія коштів на подавання води в мережу становитиме  $5,12 * 8099,06 = 41,47$  тис. грн.

Тепер проведемо гідравлічні розрахунки водопровідної мережі при гасінні пожеж в годину максимального водоспоживання (другий розрахунковий випадок). Результати моделювання наведено у табл. 4.6 і 4.7.

Таблиця 4.6

Результати розрахунку параметрів ділянок  
(2-ий розрахунковий випадок – пожежа)

ID	Діаметр, м	Довжина, м	Шорсткість, мм	Матеріал	Витрата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
4	0,1	1340	0,001	пе	5,61	7,29	5,44	0,71
8	0,1	1210	0,001	пе	3,92	3,48	2,88	0,50
10	0,1	1210	0,001	пе	4,48	4,42	3,65	0,57
12	0,1	510	0,001	пе	1,11	0,16	0,32	0,14
14	0,1	1380	0,001	пе	0,21	0,03	0,02	0,03
16	0,1	225	0,001	пе	3,10	0,44	1,94	0,40
18	0,1	480	0,001	пе	2,63	0,69	1,43	0,34
20	0,1	440	0,001	пе	0,22	0,01	0,02	0,03
22	0,1	1250	0,001	пе	1,58	0,73	0,59	0,20
24	0,1	1100	0,001	пе	2,01	0,98	0,89	0,26
26	0,1	490	0,001	пе	0,99	0,13	0,26	0,13
28	0,1	60	2,16	ст	0,86	0,02	0,34	0,11
30	0,1	750	0,001	пе	0,71	0,11	0,14	0,09
32	0,1	1110	0,001	пе	0,19	0,02	0,02	0,03
34	0,1	60	2,16	ст	0,11	0,00	0,01	0,01
36	0,1	330	0,001	пе	0,20	0,01	0,02	0,03
39	0,1	60	2,16	ст	0,62	0,01	0,18	0,08

ID	Діа-метр, м	Дов-жина, м	Шорст-кість, мм	Матеріал	Вит-рата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
41	0,1	1480	0,001	пе	0,62	0,17	0,11	0,08
45	0,1	960	0,001	пе	0,70	0,14	0,14	0,09
48	0,1	850	0,001	пе	7,41	7,61	8,95	0,94
49	0,1	1050	0,001	пе	1,66	0,67	0,63	0,21
51	0,1	460	0,001	пе	2,36	0,54	1,18	0,30
53	0,1	220	2,16	ст	1,05	0,11	0,50	0,13
57	0,1	960	0,001	пе	1,58	0,56	0,58	0,20
59	0,1	840	0,001	пе	0,59	0,09	0,11	0,08
60	0,1	1420	0,001	пе	0,65	0,18	0,13	0,08
62	0,1	780	0,001	пе	1,43	0,38	0,49	0,18
64	0,1	550	0,001	пе	1,58	0,32	0,59	0,20
66	0,1	50	2,16	ст	1,73	0,07	1,35	0,22
68	0,1	630	0,001	пе	2,08	0,60	0,95	0,27
69	0,1	1210	0,001	пе	6,11	7,66	6,33	0,78
70	0,1	990	0,001	пе	6,95	7,91	7,99	0,89
72	0,1	150	0,001	пе	10,93	2,76	18,41	1,39
73	0,1	610	0,001	пе	6,49	4,32	7,08	0,83
75	0,15	200	0,001	пе	28,52	2,98	14,88	1,61
77	0,15	135	0,001	пе	28,52	2,05	15,20	1,61
78	0,1	1010	0,001	пе	0,33	0,04	0,04	0,04
79	0,1	890	0,001	пе	0,62	0,10	0,11	0,08
80	0,1	630	0,001	пе	0,59	0,07	0,11	0,08
82	0,1	940	0,001	пе	0,04	0,00	0,00	0,01
83	0,1	220	2,16	ст	1,05	0,11	0,50	0,13
84	0,05	20	0,001	пе	0,99	0,15	7,55	0,50
86	0,05	20	0,001	пе	0,16	0,01	0,32	0,08
88	0,05	20	0,001	пе	0,88	0,12	6,13	0,45
90	0,05	20	0,001	пе	1,50	0,32	15,74	0,76
92	0,05	20	0,001	пе	8,40	7,11	355,49	4,28
94	0,05	20	0,001	пе	1,36	0,27	13,23	0,69
96	0,05	20	0,001	пе	1,40	0,28	13,99	0,71
98	0,05	20	0,001	пе	0,91	0,13	6,46	0,46
100	0,05	20	0,001	пе	1,23	0,22	11,11	0,63
102	0,05	20	0,001	пе	0,37	0,03	1,34	0,19
104	0,05	20	0,001	пе	0,50	0,05	2,26	0,26
106	0,05	20	0,001	пе	1,32	0,25	12,59	0,67
108	0,05	20	0,001	пе	2,16	0,61	30,40	1,10

ID	Діа-метр, м	Дов-жина, м	Шорст-кість, мм	Матеріал	Вит-рата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
110	0,05	20	0,001	пе	1,02	0,16	7,96	0,52
112	0,05	20	0,001	пе	0,13	0,00	0,22	0,07
114	0,05	20	0,001	пе	0,48	0,04	2,13	0,25
116	0,05	20	0,001	пе	0,51	0,05	2,36	0,26
118	0,05	20	0,001	пе	0,30	0,02	0,94	0,15
120	0,05	20	0,001	пе	0,09	0,00	0,12	0,05
122	0,05	20	0,001	пе	0,28	0,02	0,84	0,14
124	0,05	20	0,001	пе	0,08	0,00	0,10	0,04
126	0,05	20	0,001	пе	0,37	0,03	1,34	0,19
128	0,05	20	0,001	пе	0,63	0,07	3,40	0,32
130	0,05	20	0,001	пе	0,25	0,01	0,68	0,13
132	0,05	20	0,001	пе	0,53	0,05	2,51	0,27
134	0,05	20	0,001	пе	1,24	0,23	11,27	0,63
136	0,05	20	0,001	пе	0,78	0,10	4,95	0,40
138	0,05	20	0,001	пе	0,15	0,01	0,28	0,08
140	0,05	20	0,001	пе	0,15	0,01	0,28	0,08
142	0,05	20	0,001	пе	0,35	0,02	1,22	0,18
145	0,1	150	0,001	пе	10,93	2,76	18,41	1,39

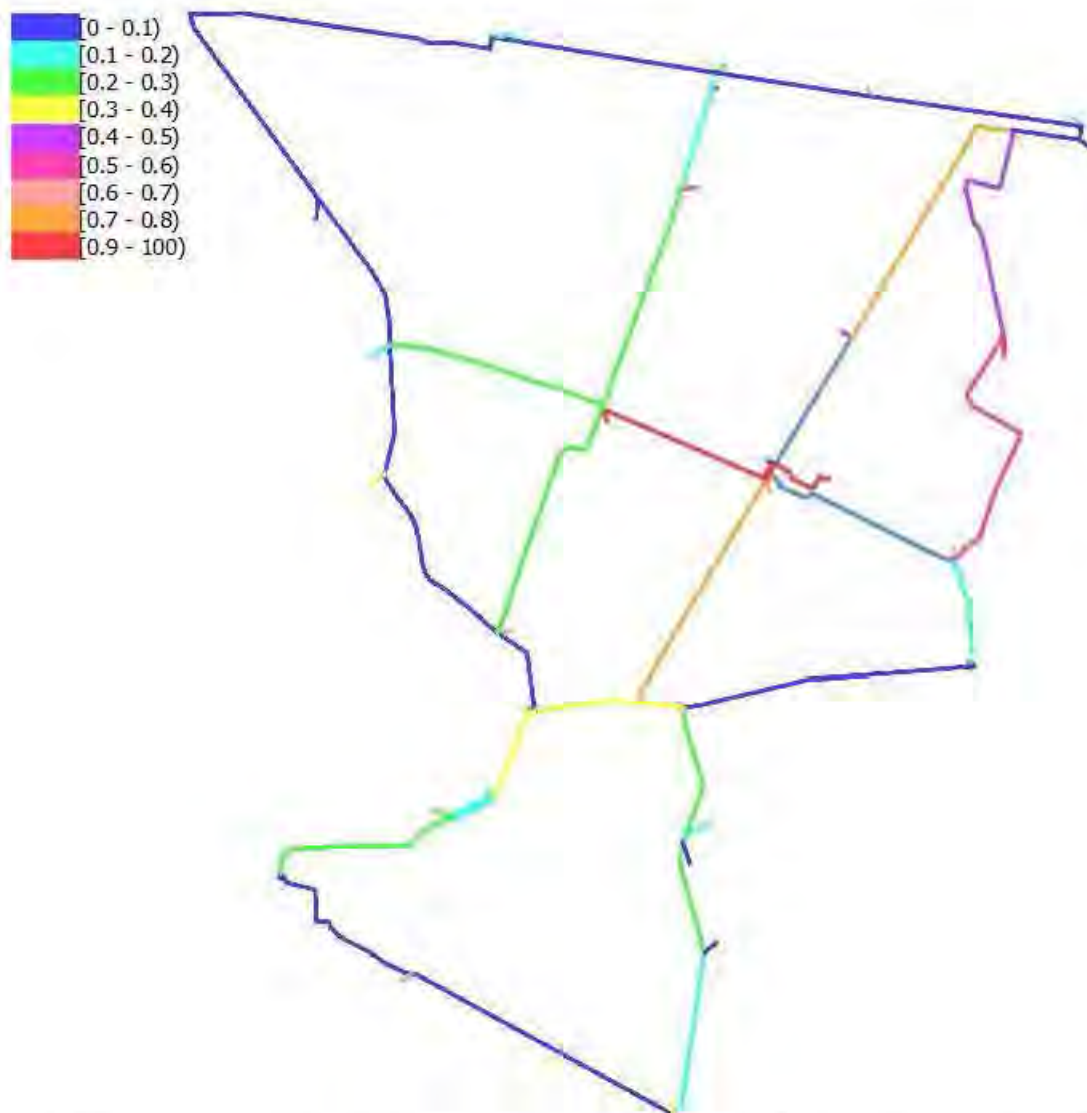


Рис. 4.6 Схема розподілу швидкостей на ділянках водопровідної мережі (2-ий розрахунковий випадок – пожежа)

Таблиця 4.7

Результати розрахунку параметрів вузлів (2-ий розрахунковий випадок – пожежа)

ID	Геодезична позначка, м	Мін, напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
85	194	10	0,99	219,40	25,40
87	202	10	0,16	231,87	29,87
89	199	10	0,88	227,43	28,43
91	206	10	1,49	219,95	13,95
93	202	10	19,83	209,68	7,68
95	205	10	1,35	220,94	15,94
97	204	10	1,40	228,83	24,83
99	204	10	0,90	220,91	16,91

ІД	Геодезична позначка, м	Мін, напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
101	198	10	1,23	220,80	22,80
103	197	10	0,37	221,43	24,43
105	196	10	0,50	220,72	24,72
107	197	10	1,32	220,52	23,52
109	200	10	2,14	220,90	20,90
111	195	10	1,02	220,37	25,37
113	201	10	0,13	220,40	19,40
115	202	10	0,48	220,34	18,34
117	205	10	0,51	220,23	15,23
119	207	10	0,30	220,24	13,24
121	206	14	0,09	220,26	14,26
123	201	10	0,28	220,41	19,41
125	196	10	0,08	220,70	24,70
127	198	10	0,37	220,81	22,81
129	194	10	0,63	220,71	26,71
131	191	10	0,25	220,21	29,21
133	191	10	0,53	220,06	29,06
135	197	10	1,24	219,24	22,24
137	195	10	0,78	219,55	24,55
139	193	10	0,15	220,02	27,02
141	191	10	0,15	220,35	29,35
143	191	10	0,35	220,40	29,40

Вцілому, при гасінні розрахункової пожежі швидкості руху води на ділянках мережі знаходяться в рекомендованих межах. Проте для забезпечення наору у вузлі 93 (диктуюча точка), потрібний напір на виході з насосної станції повинен бути збільшений на 2,32 м.



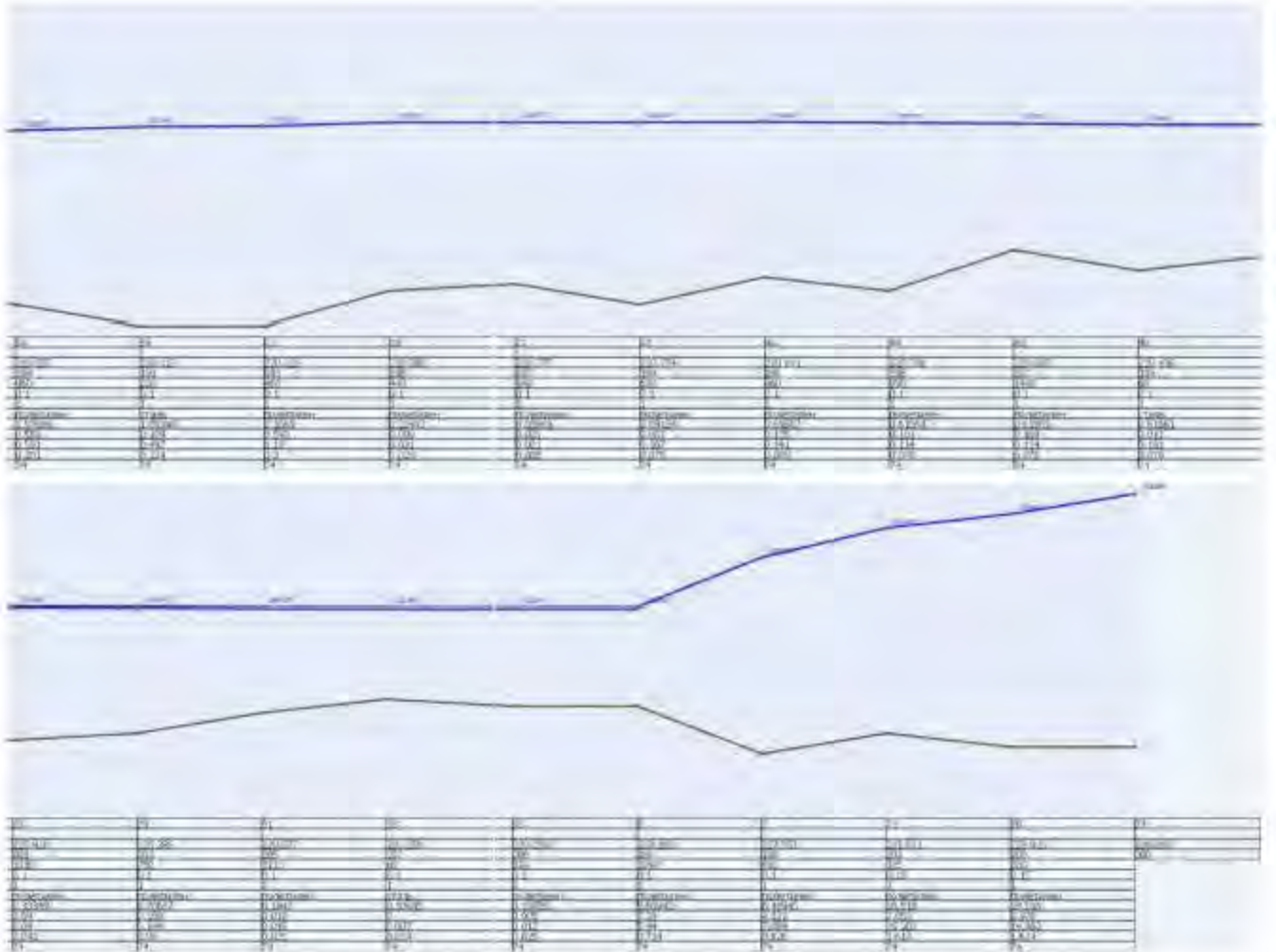


Рис. 4.7 Профіль за трасою водопровідної мережі  
(другий розрахунковий випадок)

Для прикладу у 3-у розрахунковому варіанті розглядається аварійний режим роботи водопровідної мережі при максимальному водоспоживанні – відключенні ділянки з ID 48 (ділянка 11-32 на рис. 4.1). Результати моделювання наведено у табл. 4.8 і 4.9.

Таблиця 4.8

Результати розрахунку параметрів ділянок  
(3-ий розрахунковий випадок – аварія на ділянці з ID 48)

ID	Стан	Діаметр, м	Довжина, м	Витрата, л/с	Втрати напору, м	Питома втрата, мм/м	Швид. води, м/с
4	1	0,1	1340	5,54	7,14	5,33	0,71
8	1	0,1	1210	0,37	0,06	0,05	0,05
10	1	0,1	1210	2,46	1,54	1,27	0,31
12	1	0,1	510	3,34	1,11	2,18	0,43
14	1	0,1	1380	2,44	1,72	1,25	0,31
16	1	0,1	225	1,54	0,13	0,56	0,2
18	1	0,1	480	5,58	2,6	5,42	0,71

ІД	Стан	Діа-метр, м	Довжи-на, м	Витрата, л/с	Втрати напору, м	Питома витрата, мм/м	Швид. води, м/с
20	1	0,1	440	3,38	0,98	2,23	0,43
22	1	0,1	1250	1,03	0,35	0,28	0,13
24	1	0,1	1100	0,45	0,08	0,07	0,06
26	1	0,1	490	1,47	0,25	0,52	0,19
28	1	0,1	60	1,6	0,07	1,15	0,2
30	1	0,1	750	2,8	1,19	1,59	0,36
32	1	0,1	1110	3,3	2,36	2,13	0,42
34	1	0,1	60	3,6	0,34	5,67	0,46
36	1	0,1	330	3,69	0,86	2,61	0,47
39	1	0,1	60	0,43	0,01	0,09	0,06
41	1	0,1	1480	0,43	0,09	0,06	0,06
45	1	0,1	960	0,35	0,04	0,04	0,05
48	0	0,1	850	0	0	0	0
49	1	0,1	1050	0,38	0,05	0,05	0,05
51	1	0,1	460	1,69	0,3	0,66	0,22
53	1	0,1	220	0,72	0,05	0,24	0,09
57	1	0,1	960	0,91	0,22	0,23	0,12
59	1	0,1	840	0,08	0	0	0,01
60	1	0,1	1420	1,32	0,6	0,42	0,17
62	1	0,1	780	2,1	0,75	0,96	0,27
64	1	0,1	550	2,25	0,6	1,08	0,29
66	1	0,1	50	2,4	0,13	2,55	0,31
68	1	0,1	630	2,75	0,97	1,54	0,35
69	1	0,1	1210	7,49	11,02	9,11	0,95
70	1	0,1	990	7,15	8,32	8,4	0,91
72	1	0,1	150	8,02	1,59	10,61	1,02
73	1	0,1	610	6,42	4,25	6,96	0,82
75	1	0,15	200	22,62	1,96	9,78	1,28
77	1	0,15	135	22,62	1,35	9,98	1,28
78	1	0,1	1010	0,71	0,15	0,15	0,09
79	1	0,1	890	0,43	0,06	0,06	0,06
80	1	0,1	630	0,4	0,03	0,06	0,05
82	1	0,1	940	1,03	0,26	0,28	0,13
83	1	0,1	220	0,72	0,05	0,24	0,09
84	1	0,05	20	0,99	0,15	7,55	0,5
86	1	0,05	20	0,16	0,01	0,32	0,08



ІД	Стан	Діа-метр, м	Довжи-на, м	Витрата, л/с	Втрати напору, м	Питома витрата, мм/м	Швид. води, м/с
88	1	0,05	20	0,88	0,12	6,13	0,45
90	1	0,05	20	1,49	0,31	15,63	0,76
92	1	0,05	20	2,83	0,99	49,44	1,44
94	1	0,05	20	1,35	0,26	13,11	0,69
96	1	0,05	20	1,4	0,28	13,99	0,71
98	1	0,05	20	0,9	0,13	6,38	0,46
100	1	0,05	20	1,23	0,22	11,11	0,63
102	1	0,05	20	0,37	0,03	1,34	0,19
104	1	0,05	20	0,5	0,05	2,26	0,26
106	1	0,05	20	1,32	0,25	12,59	0,67
108	1	0,05	20	1,87	0,47	23,51	0,95
110	1	0,05	20	1,02	0,16	7,96	0,52
112	1	0,05	20	0,13	0	0,22	0,07
114	1	0,05	20	0,48	0,04	2,11	0,24
116	1	0,05	20	0,5	0,05	2,28	0,26
118	1	0,05	20	0,3	0,02	0,93	0,15
120	1	0,05	20	0,09	0	0,12	0,05
122	1	0,05	20	0,28	0,02	0,83	0,14
124	1	0,05	20	0,08	0	0,1	0,04
126	1	0,05	20	0,37	0,03	1,34	0,19
128	1	0,05	20	0,63	0,07	3,4	0,32
130	1	0,05	20	0,25	0,01	0,68	0,13
132	1	0,05	20	0,53	0,05	2,51	0,27
134	1	0,05	20	1,24	0,23	11,27	0,63
136	1	0,05	20	0,78	0,1	4,95	0,4
138	1	0,05	20	0,15	0,01	0,28	0,08
140	1	0,05	20	0,15	0,01	0,28	0,08
142	1	0,05	20	0,35	0,02	1,22	0,18
145	1	0,1	150	8,02	1,59	10,61	1,02

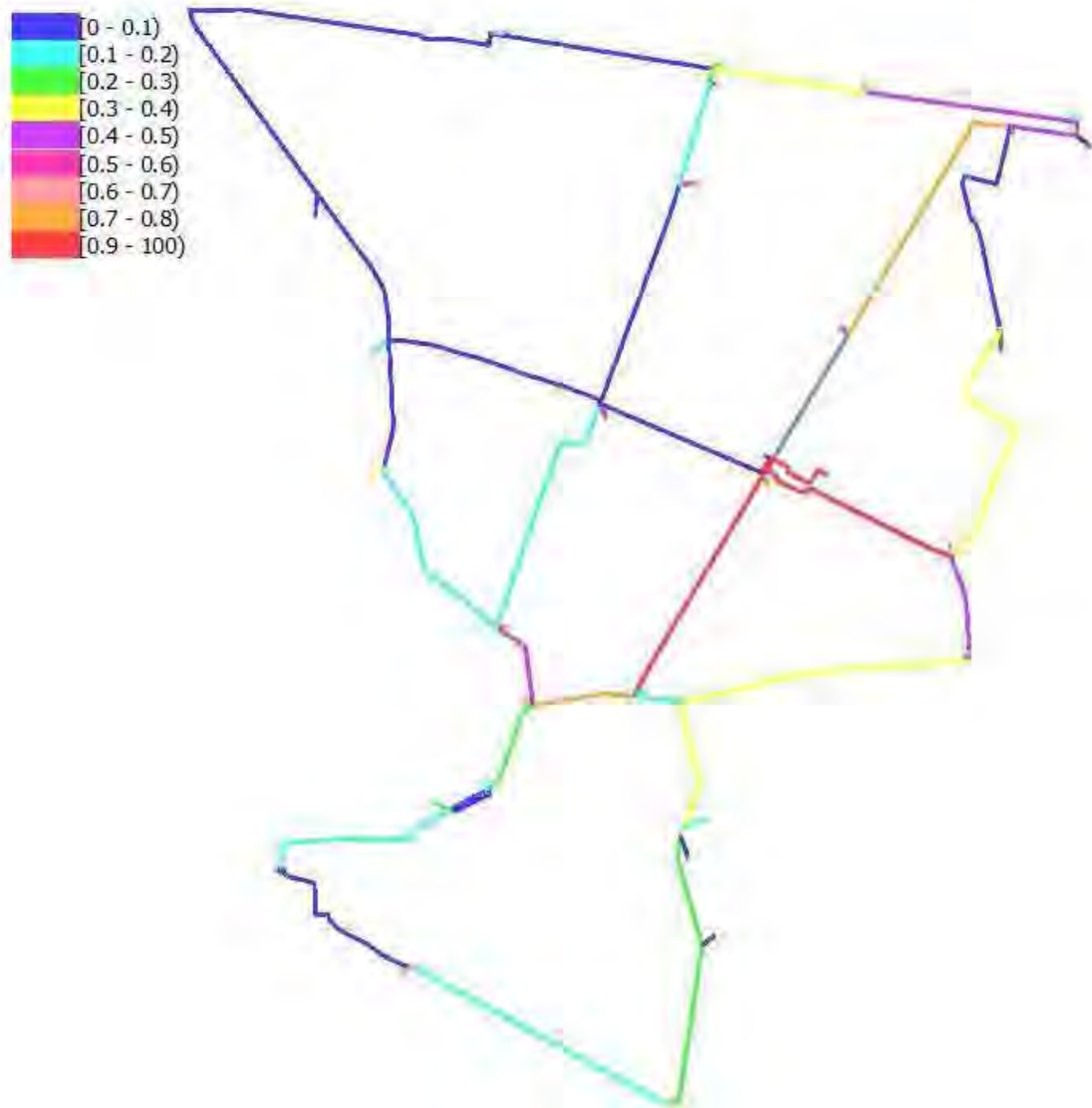


Рис. 4.8 Схема розподілу швидкостей на ділянках водопровідної мережі  
(3-ий розрахунковий випадок – аварія на ділянці з ID 48)

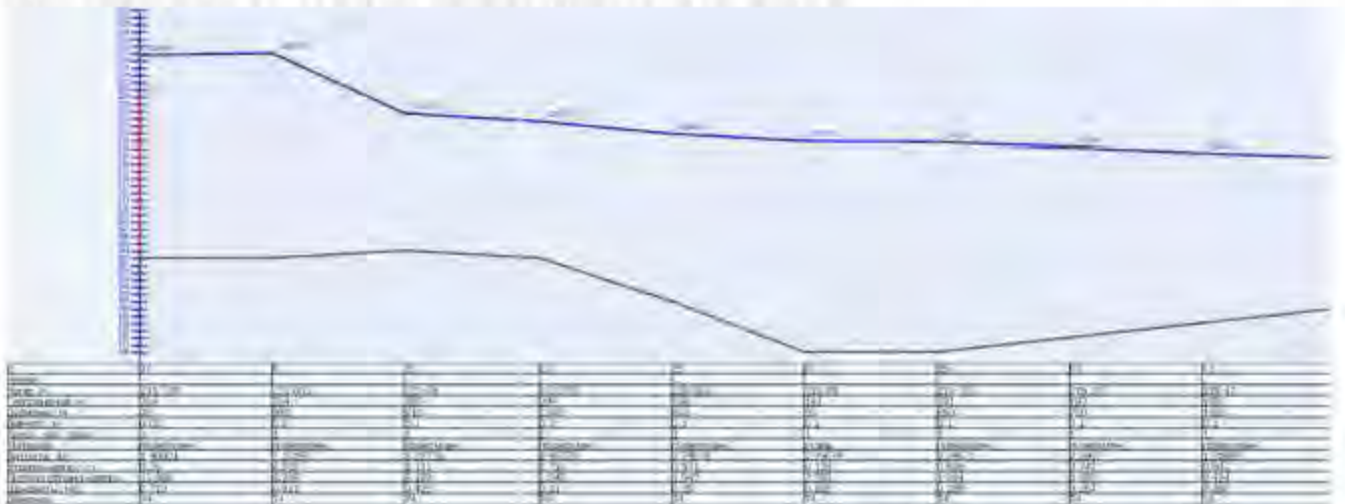
Таблиця 4.9

Результати розрахунку параметрів вузлів  
(3-ий розрахунковий випадок – аварія на ділянці з ID 48)

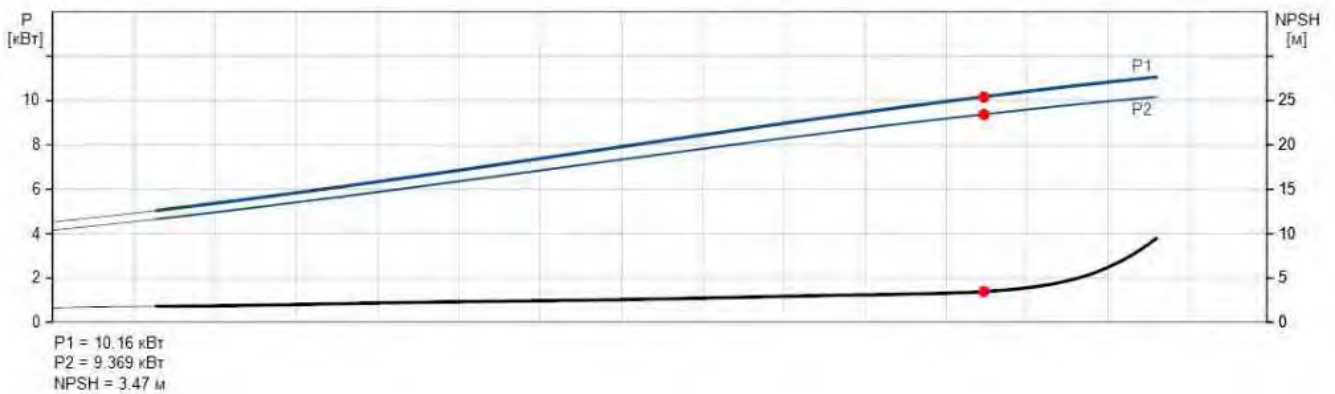
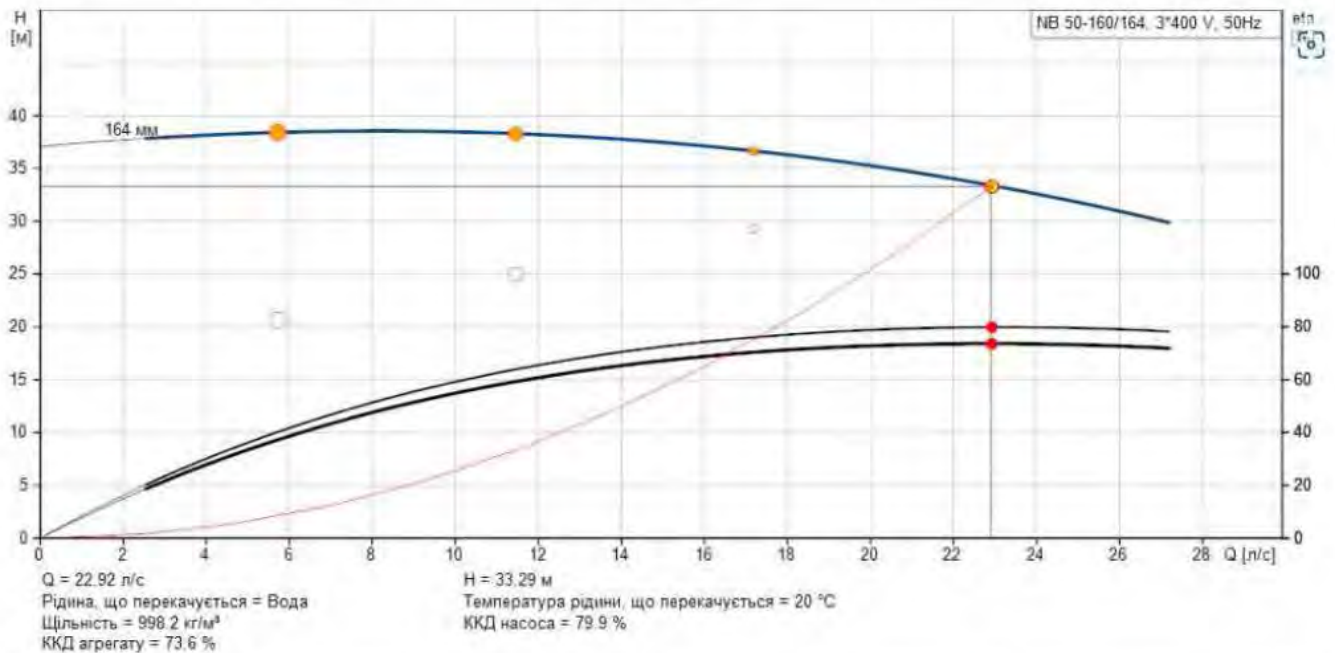
ID	Геодезична позначка, м	Мін. напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
85	194	14	0,99	217,67	23,67
87	202	22	0,16	233,59	31,59
89	199	22	0,88	229,23	30,23
91	206	14	1,49	221,90	15,90
93	202	14	2,83	221,16	19,16
95	205	14	1,35	223,43	18,43
97	204	22	1,40	231,72	27,72
99	204	14	0,90	222,45	18,45
101	198	14	1,23	220,64	22,64

ID	Геодезична позначка, м	Мін, напір, м	Споживання, л/с	Повний напір, м	Напір, м
103	197	14	0,37	220,96	23,96
105	196	14	0,50	218,34	22,34
107	197	14	1,32	217,15	20,15
109	200	22	2,14	216,59	16,59
111	195	14	1,02	216,97	21,97
113	201	14	0,13	217,38	16,38
115	202	14	0,48	217,41	15,41
117	205	14	0,51	218,60	13,60
119	207	14	0,30	220,99	13,99
121	206	14	0,09	221,35	15,35
123	201	14	0,28	217,29	16,29
125	196	14	0,08	217,15	21,15
127	198	14	0,37	217,09	19,09
129	194	14	0,63	217,08	23,08
131	191	14	0,25	218,07	27,07
133	191	14	0,53	217,98	26,98
135	197	14	1,24	217,59	20,59
137	195	14	0,78	218,32	23,32
139	193	14	0,15	219,16	26,16
141	191	14	0,15	219,76	28,76
143	191	14	0,35	219,87	28,87

За результатами моделювання з'ясовано, що при роботі водопровідної мережі в аварійному режимі, споживачі, які підключені до вузлів з ID 109, 117 та 119 будуть отримувати воду з недостатніми напорами. Тому потрібно організувати підвезення питної води автотранспортом.





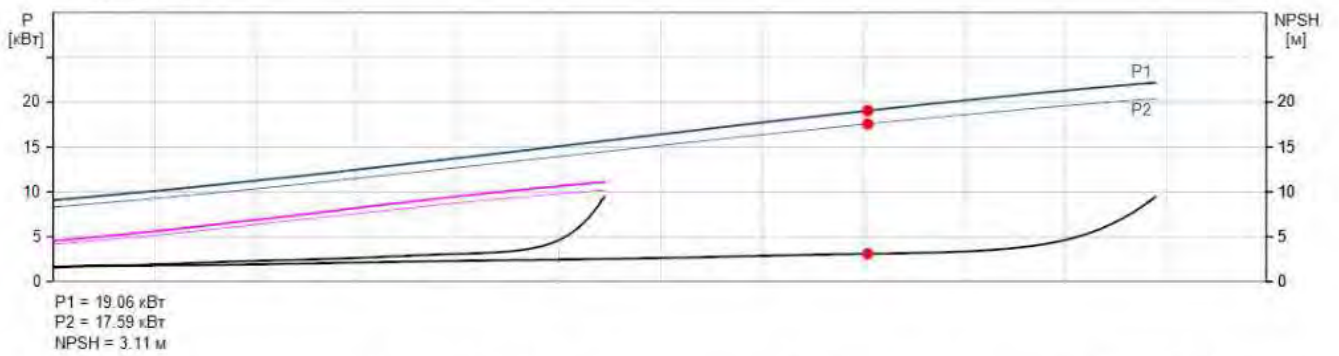
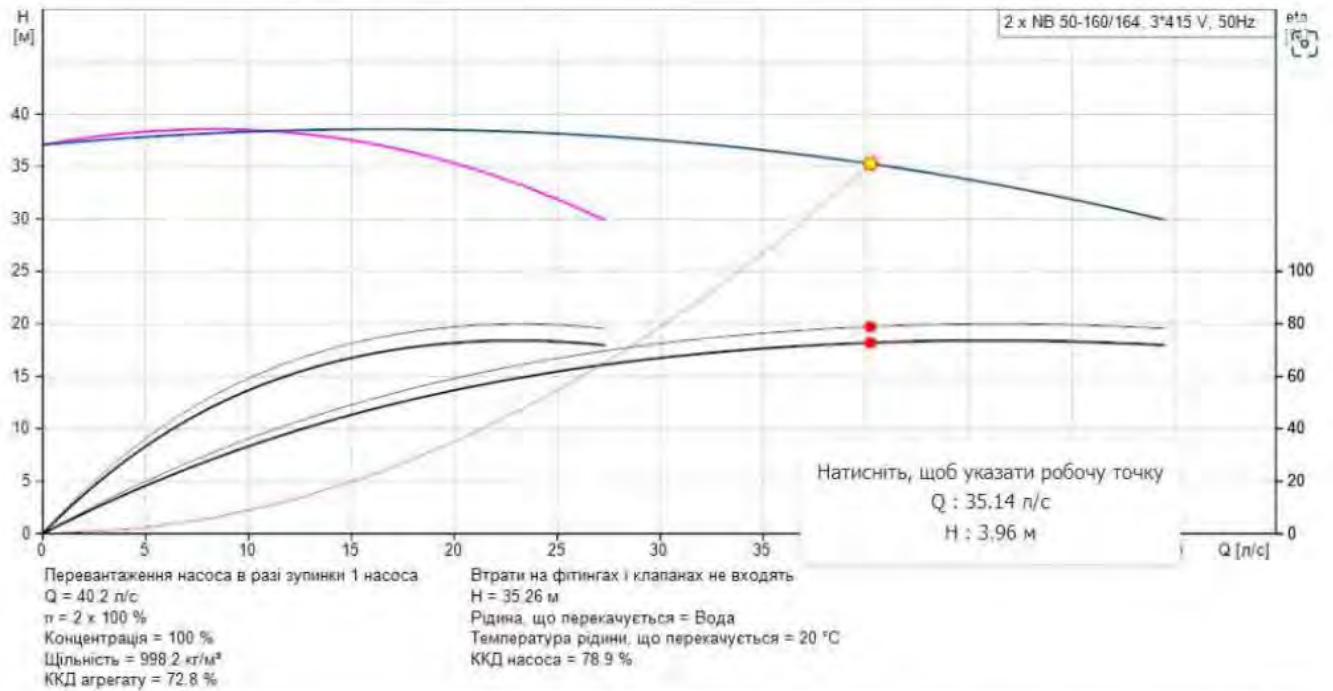


Тип	NB 50-160/164
Кількість	1
Двигун	1 кВт
Витрата	22,92 л/с
Напруга	33,35 м
Потужність P1	10,16 кВт
Потужність P2	9,369 кВт
ККД насоса	79,9 %
ККД агрегату	73,6 % «ККД насоса * ККД електродвигуна»
Споживання електроенергії	47827 кВт-год./Рк
Віклад CO2	27300 кг/Рк
Вартість життєвого циклу	244705 € /15Років

#### Профіль навантаження <sup>①</sup>

	1	2	3	4
Витрата (%)	25	50	75	100
Витрата (л/с)	5,725	11,45	17,18	22,9
Напруга (%)	115	115	110	100
Напруга (м)	38,39	38,27	36,63	33,36
P1 (кВт)	5,771	7,233	8,749	10,16
Загальний ККД (%)	37,3	59,3	70,4	73,6
Час (ч/г)	3010	2394	1026	410
Споживання електроенергії (кВт-год./Рк)	17370	17316	8077	4164
Кількість	1	1	1	1

При гасінні пожежі в годину максимального водоспоживання (витрата 40,4 л/с, напір 35,61 м) будуть працювати паралельно два насоси з наступними характеристиками



Таким чином приймає два робочих та один резервний насоси марки NB 50-160/164 AAF2AESBQQENW1 з робочим колесом 164 мм.

## 5 ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ НАПІРНО-РЕГУЛЮЮЧИХ СПОРУД

### 5.1 Розрахунок водонапірної башти

Визначаємо об'єм бака башти

$$W_{\text{б}} = W_{\text{р.б}} + W_{\text{п.б}} \quad (5.1)$$

де  $W_{\text{р.б}}$  – регулюючий об'єм, м<sup>3</sup>;  $W_{\text{п.б}}$  – протипожежний об'єм, м<sup>3</sup>.

$$W_{\text{рег. повн}} = (P_{\text{д}} + P_{\text{в}}) \cdot Q_{\text{р.доб}} / 100 \quad (5.2)$$

$$W_{\text{роз. рег}} = (1 - \alpha) \cdot W_{\text{рег повн}} \quad (5.3)$$

$$W_{\text{н.п.з}} = 0,6 \cdot (q_{\text{р. макс}} + q_{\text{пож макс}}) \quad (5.4)$$

де  $q_{\text{р. макс}}$  – максимальні розрахункові витрати на господарсько-питні цілі;  $q_{\text{пож макс}}$  – максимальні витрати на зовнішнє і внутрішнє пожежогасіння;  $\alpha$  – коефіцієнт зменшення регулювального об'єму за рахунок саморегулювальної здатності відцентрових насосів.

Таблиця 5.1

Визначення регулюючого об'єму бака башти

Години доби	Витрати води із мережі, %	Подача води від НС, %	% від $Q_{\text{р. доб}}$		Залишки води у башті
			у бак	із бака	
0-1	0,56	0,00	0	0,56	-0,56
1-2	0,56	0,00	0	1,12	-1,68
2-3	0,79	0,00	0	1,91	-3,59
3-4	0,89	0,00	0	2,8	-6,39
4-5	2,37	5,56	0,39	0	-6
5-6	5,48	5,56	0,47	0	-5,53
6-7	5,6	5,56	0,43	0	-5,1
7-8	6,29	5,56	0	0,3	-5,4
8-9	5,84	5,56	0	0,58	-5,98
9-10	4,08	5,56	0,9	0	-5,08
10-11	5,41	5,56	1,05	0	-4,03
11-12	7,04	5,56	0	0,43	-4,46
12-13	6,96	5,56	0	1,83	-6,29
13-14	5,33	5,56	0	1,6	-7,89
14-15	4,83	5,56	0	0,87	-8,76
15-16	5,01	5,56	0	0,32	-9,08
16-17	5,01	5,56	0	0	-9,08

Години доби	Витрати води із мережі, %	Подача води від НС, %	% від $Q_p$ доб		Залишки води у башті
			у бак	із бака	
17-18	4,89	5,56	0,9	0	-8,18
18-19	6,26	5,56	0,2	0	-7,98
19-20	5,57	5,56	0,19	0	-7,79
20-21	5,57	5,56	0,18	0	-7,61
21-22	3,55	5,56	2,19	0	-5,42
22-23	1,37	0,00	0,82	0	-4,6
23-24	0,74	0,00	0,08	0	-4,52
Всього:	100,0	100,00	7,8	12,32	-4,52

$$W_{\text{рег повн}} = (5,56 + 9,08) \cdot 1173,7 / 100 = 171,8 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{роз рег}} = (1 - 0,15) \cdot 171,8 = 146 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{н.п.з}} = 0,6 \cdot (187,2 + 15 + 2,5) = 123 \text{ м}^3$$

$$W_6 = 146 + 123 = 269 \text{ м}^3$$

Приймаємо водонапірну башту цегляну з металевим баком об'єм 300 м<sup>3</sup> та розмірами: діаметр  $D_B = 8,0$  м і висотою  $H_B = 7,2$  м.

Висота, яку займає протипожежний об'єм, м, визначається за формулою

$$H_{\text{п.б.}} = \frac{W_{\text{п.б.}}}{(0,785 \cdot D_B^2)} = \frac{123}{0,785 \cdot 8^2} = 2,4 \text{ м}, \quad (5.5)$$

Висота регулюючого об'єму, м, визначається за формулою

$$H_{\text{р.б.}} = \frac{W_{\text{р.б.}}}{(0,785 \cdot D_B^2)} = \frac{146}{0,785 \cdot 8^2} = 2,9 \text{ м}. \quad (5.6)$$

Висота водонапірної башти, м, визначається за формулою

$$H_{\text{в.б.}} = P_B + h_{\text{в.б.}} - Z_{\text{в.б.}} - H_{\text{п.б.}} = 231,3 + 0,5 - 203,9 - 2,4 = 25,5 \text{ м}, \quad (5.7)$$

де  $P_B$  – п'єзометрична позначка у вузлі, до якого приєднана башта, м;

$Z_{\text{в.б.}}$  - відмітка поверхні землі біля водонапірної башти, м;

$h_{\text{в.б.}}$  – втрати напору в трубопроводах, що з'єднують башту з мережею, м.

Відмітка верхнього рівня протипожежного запасу води в баці, м, визначається за формулою

$$Z_{\text{п.б.}} = Z_{\text{в.б.}} + H_{\text{в.б.}} + H_{\text{п.б.}} = 203,9 + 25,5 + 2,4 = 231,8 \text{ м}. \quad (5.8)$$

Відмітка дна бака, м, визначається за формулою

$$Z_{\text{дна}} = Z_{\text{п.б.}} - H_{\text{п.б.}} = 231,8 - 2,4 = 229,4 \text{ м}. \quad (5.9)$$

Відмітка максимального рівня води в баці, м, визначається за формулою

$$Z_{\text{м.б.}} = Z_{\text{п.б.}} + H_{\text{р.б.}} = 231,8 + 2,9 = 234,7 \text{ м}. \quad (5.10)$$



## 5.2 Резервуари чистої води

Резервуари чистої води застосовують для зберігання господарських, протипожежних, технологічних і аварійних запасів води. У будівлі станції знезалізнення розташований резервуар об'ємом 40 м<sup>3</sup>, а біля будівлі розташований резервуар об'ємом 140 м<sup>3</sup>. Тобто, загальний корисний об'єм двох РЧВ становить 180 м<sup>3</sup>.

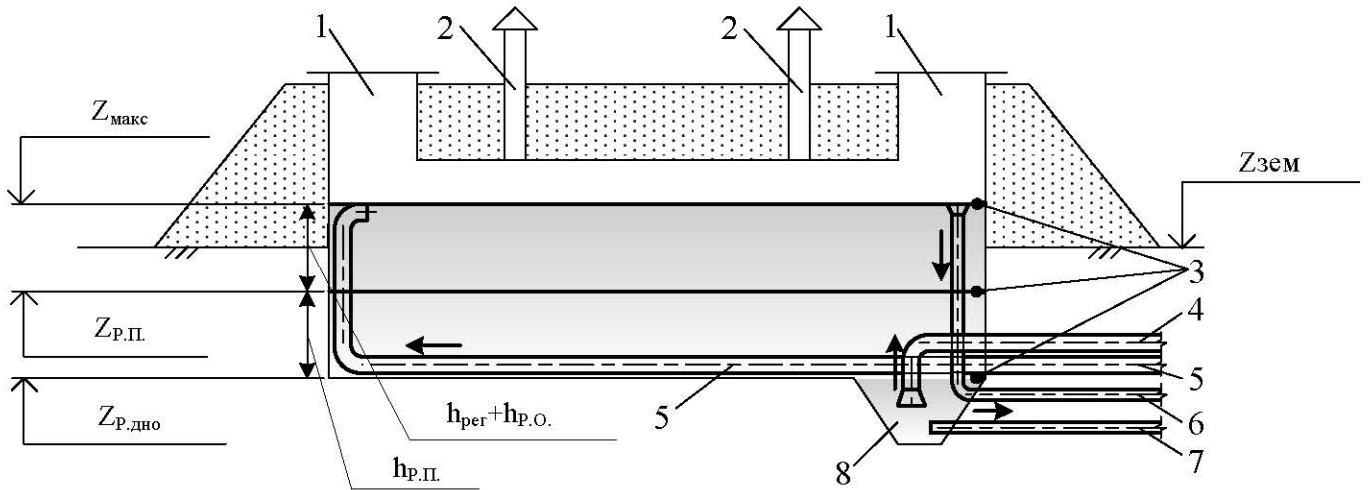


Рис. 5.2 Схема резервуару чистої води:

1 – люк-лаз; 2 – вентиляційний люк; 3 – датчики максимального та мінімального рівнів регулюючого об'єму та мінімального рівня води в РЧВ; 4 – всмоктувальний трубопровід господарсько-питних і протипожежних насосів; 5 – трубопровід для подачі води в резервуар; 6 – переливний трубопровід; 7 – грязьовий трубопровід; 8 – прийом.

Загальну місткість резервуарів чистої води, розраховують за формулою, м<sup>3</sup>

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{р.рег}} + W_{\text{р.пож}} + W_{\text{р.вп}}, \quad (5.11)$$

де  $W_{\text{р.рег}}$  – регулюючий об'єм, м<sup>3</sup>;  $W_{\text{р.пож}}$ ,  $W_{\text{р.вп}}$  – об'єм води відповідно для пожежогасіння і промивки фільтрів на станції підготовки води.

Спочатку розглянемо одноступеневу роботу насосів другого підняття при наявності напірно-регулювальної споруди та рівномірної роботи свердловинного насосу впродовж усіх годин доби.

Регулювальний об'єм становитиме

$$W_{\text{р.р}} = \left( \frac{100}{T_{\text{НС-II}}} - \frac{100}{24} \right) \cdot \frac{T_{\text{НС-II}}}{100} \cdot Q_{\text{ДОБ.МАКС.}}^{\text{Н.П.}} = \left( \frac{100}{18} - \frac{100}{24} \right) \cdot \frac{18}{100} \cdot 1174 = 294 \text{ м}^3, \quad (5.9)$$

де  $T_{\text{НС-II}}$  - тривалість роботи НС-II впродовж доби, год.;

$$W_{\text{р.вп}} = \gamma \cdot Q_{\text{р.добр}} = 0,015 \cdot 1173,7 = 18 \text{ м}^3; \quad (5.10)$$

$$W_{\text{р.пож}} = (3,6 \cdot q_{\text{пож}} - Q_{\text{ос}}) \cdot T_{\text{пож}} + \sum Q_{\text{макс}} - Q_{\text{в}} \quad (5.11)$$

$$W_{p.пож} = (3,6 \cdot 17,5 - 49) \cdot 3 + 82,6 + 81,8 + 63,5 - 0 = 270 \text{ м}^3;$$

$$W_{pчв} = 294 + 18 + 270 = 582 \text{ м}^3.$$

де  $\gamma = 0,01 \dots 0,015$ ;  $Q_{oc}$  – подача води в резервуари від станції підготовки води,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$Q_{oc} = Q_{p.доб} / 24 = 1173 / 24 = 49 \text{ м}^3/\text{год};$$

$T_{пож}$  – розрахункова тривалість пожежогасіння [1], год.;  $\Sigma Q_{макс}$  – сума максимальних погодинних витрат води в населеному пункті за період пожежогасіння;  $Q_b$  – сумарні витрати води на полив,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Отже, для вищенаведених умов роботи загальна місткість існуючих РЧВ недостатня.

Звичайно при нерівномірній роботі свердловинних насосів та у випадку необхідності – їх паралельної роботи, регульовальний та протипожежний об'єми РЧВ можуть бути зменшені. Приймавши паралельну роботу двох свердловин з номінальною продуктивністю  $63 \text{ м}^3/\text{год}$ . (див. розділ 1), які подають воду в РЧВ, протипожежний об'єм становитиме

$$W_{p.пож} = (3,6 \cdot 17,5 - 2 \cdot 63) \cdot 3 + 82,6 + 81,8 + 63,5 - 0 = 39 \text{ м}^3.$$

У випадку співпадіння графіків надходження води в РЧВ з графіком роботи насосів НС-II, що може бути досягнути при обладнанні насосів ПЧД, регульовальний об'єм РЧВ становитиме

$$W_{p.пож} = (0,5 \dots 1) \cdot Q_{макс} = 1 \cdot 82,6 = 83 \text{ м}^3 \quad (5.12)$$

Отже, загальна місткість резервуарів чистої води становитиме

$$W_{pчв} = 83 + 39 + 18 = 140 \text{ м}^3.$$

Тому, наявних двох РЧВ достатньо для зберігання всіх об'ємів води, при умові постійної готовності свердловинних насосів та встановлення на насоси, в тому числі другого підняття, частотних перетворювачів.

## 6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6.1. Система охорони праці

#### Права і обов'язки керівника та працівника щодо охорони праці:

*Роботодавець зобов'язаний* створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;
- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;
- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;
- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;
- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі - акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних

майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;
- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

*Працівник зобов'язаний згідно:*

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

### **Види інструктажів**

За характером і часом проведення інструктажів з питань охорони праці поділяються на:

1. Вступний інструктаж
2. Первинний інструктаж

3. Повторний інструктаж

4. Позаплановий інструктаж

5. Цільовий інструктаж

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктаж проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Після інструктажу має бути проведене усне опитування, а також перевірка практичних навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє той, хто проводив інструктаж. Про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування та допуск до роботи особи, яка, проводила інструктаж, робить запис у журналі. При цьому обов'язковими є підписи того, кого інструктували, і того, хто інструктував. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошиті та засвідчені печаткою.

Керівник підприємства зобов'язаний видати працівнику примірник інструкції з охорони праці за його професією або розмістити її на його робочому місці.

**Відповідальність роботодавця та працівника щодо порушення вимог з охорони праці.**

За порушення законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду і представників професійних спілок винні працівники притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної і кримінальної відповідальності згідно із законодавством.

- Дисциплінарна відповідальність - регулюється Кодексом законів про працю і накладається у вигляді догани, звільнення з роботи. Дисциплінарне стягнення не може бути накладене пізніше шести місяців з дня вчинення проступку.
- Адміністративна відповідальність. До адміністративних порушень можна віднести протиправні дії чи бездіяльність, спрямовані на створення перешкод для діяльності посадових осіб, органів державного нагляду і представників професійних спілок. Адміністративна відповідальність регулюється Кодексом про адміністративні правопорушення і реалізується у вигляді накладання штрафів на працівників у розмірі від 2 до 14 неоподаткованих мінімумів доходів громадян і, зокрема, службових осіб підприємств, установ, організацій, а також громадян - роботодавців чи уповноважених ними осіб.
- Матеріальна відповідальність. Підставою для такої відповідальності на працівника є наявність прямої дійсної шкоди, вина працівника (умисел або

необережність), протиправні дії (бездіяльності) працівника, а також наявність причинного зв'язку між виною, протиправними діями працівника та завданою шкодою. Існують різні види матеріальної відповідальності залежно від того, чиє в діях працівника ознаки кримінального злочину. На працівника може бути накладено повну матеріальну відповідальність або обмежену відповідальність в межах середнього місячного заробітку. Працівник звільняється як від кримінальної, так і матеріальної відповідальності, якщо ним заподіяно шкоду в стані крайньої необхідності або ж в стані необхідної оборони.

- Кримінальна відповідальність стягується за порушення правил охорони праці, недотримання загальнодержавних, галузевих та локальних правил, інструкцій та інших підзаконних актів, настає за порушення вимог законодавства та інших нормативних актів про охорону праці, якщо це порушення створило небезпеку для життя або здоров'я громадян. Порушення спеціальних правил, що забезпечують безпеку робіт, становлять окремі склади злочину і для кожного з них передбачено відповідальність в Кримінальному кодексі України.

#### **Соціальне страхування працівників.**

Усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню роботодавцем від нещасних випадків і професійних захворювань, проводить його управління Фонду соціального страхування України.

За рахунок коштів бюджету Фонду соціального страхування у разі настання страхового випадку здійснюються такі види виплат застрахованим особам:

- пенсії по інвалідності внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання;
- пенсії у зв'язку з втратою годувальника внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання;
- допомога у зв'язку з тимчасовою непрацездатністю, яка настала внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання, до відновлення працездатності або встановлення інвалідності;
- одноразова допомога у разі стійкої втрати професійної працездатності потерпілого;
- щомісячна грошова виплата у разі часткової чи повної втрати працездатності, що компенсує відповідну частину втраченого заробітку потерпілого;
- грошова виплата за моральну шкоду за наявності факту заподіяння такої шкоди потерпілому;

- виплата потерпілому в розмірі його середньомісячного заробітку за тимчасового переведення його на легшу роботу;
- виплата потерпілому під час його професійної реабілітації;
- одноразова допомога у разі смерті потерпілого;
- щомісячна страхова виплата особам, які мають на неї право, у разі смерті потерпілого;
- надання допомоги на поховання осіб, які померли внаслідок нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання.

### **Роботи з підвищеною небезпекою та їх виконання.**

До робіт з підвищеною небезпекою на водопровідній мережі м. Гіща Рівненської області відносяться такі роботи:

- водопониження на час вкладання трубопроводу у траншею в мокрих ґрунтах;
- вантажно-розвантажувальні роботи за допомогою машині механізмів під час монтажу трубопроводу;
- роботи, що виконують всередині колодязів водопровідної мережі під час їх ремонту та експлуатації, роботи в траншеях, а саме ручна підчистка на траншеї перед монтажем трубопроводу, влаштування стиків чавунних труб в прямках траншеї в мокрих ґрунтах.
- роботи в замкнених просторах, а саме колодязях, під час їх очистки від бруду, поточного ремонту арматури, засувок та планового огляду.

Відповідно до переліку робіт з підвищеною небезпекою працівники, які виконують перелічені в ньому роботи, повинні проходити спеціальне навчання і щорічну перевірку знань з питань охорони праці, до них висуваються підвищені вимоги як до стану здоров'я та психологічних особливостей, старші 18 років.

Роботи, які виконуються періодично, потребують при їх виконанні особливих заходів безпеки, і тому виконуються за спеціальним нарядом-допуском.

Виконання перелічених робіт підвищеної небезпеки без оформлення наряду не дозволяється.

Видавати наряд мають право керівник підприємства, головний інженер, заступники керівника підприємства. Начальники цехів, відділів, лабораторій, будівельних майданчиків та їх заступники можуть виписувати наряди тільки для своїх виробничих підрозділів, працівникам, яким доручено виконувати роботи підвищеної небезпеки.

### **Виробнича санітарія.**

Під час роботи в колодязях та замкнених просторах можливий вплив на сантехніків шкідливих і небезпечних виробничих факторів:

- підвищене фізичне навантаження;
- незадовільний температурний режим;
- підвищена вологість повітря робочої зони під час роботи в колодязях;
- небезпека падіння в колодязь під час спуску в нього, ударів під час відкривання і закриття люків колодязів;
- падіння предметів у відкриті люки на працюючих в колодязях;
- небезпека впливу потоків води на працюючих в колодязях;
- затоплення закритих просторів водою (механічні пошкодження чи аварії на діючих підземних комунікаціях; дія води під час ряєних атмосферних опадів).

### **Засоби захисту**

Адміністрація повинна забезпечити сантехніків безкоштовним спецодягом і взуттям, засобами індивідуального захисту і інвентарем:

- костюм бавовняний з водовідштовхуючим просоченням;
- рукавиці комбіновані;
- куртка бавовняна на утеплювальній прокладці;
- чоботи кирзові;
- плащ прогумований з капшоном;
- захисна каска і жилет помаранчевого кольору;

На зовнішніх роботах взимку додатково:

- куртка бавовняна на утеплювальній прокладці;
- брюки бавовняні на утеплювальній прокладці;

Бригада, що виконує роботи в колодязях, повинна мати наступне запобіжне і захисне пристосування:

- індивідуальні запобіжні пояси на кожного члена бригади з лямками і вірьовками, що пройшли попередні випробування;

- довжина вірьовки повинна бути не менше, ніж на 2 м більше глибини колодязя;

- газоаналізатор або індикатор газу;
- вірьовка з карабіном;
- сигнальний жилет;
- захисна каска;

- ізолюючий протигаз з шлангом довжиною на 2 м більше глибини колодязя, але загальною довжиною не більше за 12 м. Забороняється замінювати ізолюючий протигаз фільтруючим протигазом;

- дві лампи ЛБВК;

- акумуляторний ліхтар напруженням не вище 6 В; забороняється замінювати акумуляторний ліхтар джерелом світла з відкритим вогнем;



- штанги для відкривання засувки колодязів.

### **Безпека праці при виконанні основних робіт у закритих просторах.**

На території містечка Гіща, Рівненської області, на станції знезалізнення води розташовано резервуари чистої води, колодязі з насосним обладнанням для подачі води у систему водопостачання.

Згідно «Інструкції з охорони праці під час робіт в закритих просторах» інструктуються робітники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, роботи в колодязях, перед початком робіт відповідальному необхідно видати наряд-допуск на виконання робіт з підвищеною небезпекою.

До виконання робіт в закритих просторах допускаються особи не молодше 18 років, які мають професійні навички, пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам виконання цих робіт і одержали відповідне посвідчення.

Для виконання робіт в закритих просторах призначаються ланки робітників в кількості не менше трьох чоловік кожна. При цьому два робітники, які знаходяться не в зоні закритого простору, повинні страхувати безпосередніх виконувачів робіт за допомогою рятувальної мотузки, яка прикріплюється до рятувального пояса.

Рятувальний пояс повинен одягатись поверх одягу, мати хрестоподібні лямки і прикріплену до нього сигнально-рятувальну мотузку довжиною на 2 м більше глибини закритого простору, але не більше 10 м.

Рятувальну мотузку прив'язують до кільця пояса і пропускають через кільце, прикріплене до перехресних лямок на спині з таким розрахунком, щоб під час евакуації потерпілого з закритого простору за допомогою рятувальної мотузки тіло його висіло вертикально головою вгору.

Для виконання робіт в закритих просторах робітники повинні забезпечуватись засобами індивідуального захисту згідно «Інструкції з охорони праці під час робіт в закритих просторах». Основними вимогами під час виконання робіт у колодязях є:

Відкривати кришки люків камер, колодязів на підземних спорудах та спускатися в них без дозволу відповідних експлуатаційних установ забороняється.

Для піднімання люка колодязя слід користуватися ломиками з спеціальними наконечниками і гачком. Наконечник і гачок повинні бути виготовлені з кольорового металу для запобігання іскроутворення.

Забороняється відкривати кришки руками.

Зняту кришку слід укласти з боку закритого простору, протилежному напрямку руху транспортних засобів.

Поки не буде встановленого в закритому просторі відсутність вибухонебезпечних газів, до люка забороняється наближатися та допускати до нього перехожих з відкритим вогнем (запалений сірник, цигарка та інше).

Після відкриття люка повітря до спуску робітників в закритий простір повинно бути досліджено на присутність небезпечних газів. За їх наявності спуск робітників забороняється.

Впевнитись за допомогою газоаналізатора у відсутності вибухонебезпечного газу - метану та пари бензину.

Необхідно перевірити наявність в закритому просторі вуглекислого газу. Для виявлення наявності вуглекислого газу необхідно користуватися бензиною лампою ЛБВК. Запалену лампу опускають в колодязь. За наявності вуглекислого газу полум'я згасає; за наявності сірководню і метану - зменшується; за наявності пари бензину та ефіру - збільшується.

Виявлені гази видаляють, а потім перевіряють чи повністю видалений газ. Забороняється визначати наявність газу по запаху чи опускаючи в закритий простір запалені предмети.

Забороняється видалення газу шляхом випалення.

Якщо газ з закритого простору повністю видалити неможливо, опускати в закритий простір дозволяється тільки в ізолюючому протигазі марки ПШ-1. В цьому випадку спостерігати за робітником і шлангом повинен бригадир чи майстер.

Опускання в закритий простір і робота в ньому без запаленої бензинової лампи забороняється.

Якщо бензинова лампа згасне, робітник повинен негайно піднятися на землю. Запалювати лампу в закритому просторі забороняється.

Працювати в закритому просторі в ізолюючому протигазі дозволяється не більше 10 хвилин. Кожен з трьох робітників, попрацювавши 10 хвилин в закритому просторі, наступні 20 хвилин повинен знаходитись на свіжому повітрі.

Незалежно від результату первинної перевірки наявності газу в закритому просторі, наступна перевірка повинна виконуватись через кожну годину.

Наглядачі в колодязях повинні бути забезпечені ізолюючими протигазами зі шлангами, робітник в колекторі - шланговим протигазом, акумуляторним ліхтарем, напруга якого 12 В, і бензиною лампою.

Робітник, який спускається в закритий простір або підіймається з нього, не повинен тримати в руці будь-які предмети.

Всі необхідні інструменти і матеріали треба спускати йому і приймати від нього в спеціальній сумці або інструментальному ящику.

## **Розрахунок освітлення будівельного майданчика при будівництві поліетиленового трубопроводу діаметром 100 мм.**

Вихідні дані:

Розмір будівельного майданчика ділянки, де відбувається безпосередньо монтаж поліетиленового трубопроводу:  $S=25 \times 31=775 \text{ м}^2$ , норма освітлення 2лк, виконання монтажних робіт СН 81-80.

Розраховуємо кількість прожекторів, висоту мачти оптимальний, кут нахилу прожектора до горизонту, кут між оптичними осями прожекторів, необхідну потужність прожекторної установки, одиничну потужність лампи.

Орієнтовно число прожекторів визначається по формулі:

$$N=m \cdot E_n \cdot K \cdot S / p_{\text{л}}, \text{ шт} \quad (6.1)$$

де  $m$  – коефіцієнт, який враховує світлову віддачу джерела світла;  $E_n$  – нормативне освітлення горизонтальної поверхні, лк;  $K$  – коефіцієнт запасу;  $S$  – освітлена площа,  $\text{м}^2$ ;  $p_{\text{л}}$  – потужність лампи, Вт.

При  $E_n=2 \text{ лк}$  і  $K=1,5$  підбираємо необхідний тип прожектора ПЗС-45 з лампою ЛНГ 220-50.

$$N=0,2 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 775 / 500=1,03 \text{ шт} \quad (6.2)$$

Приймаємо 2 прожектори.

Мінімальна висота встановлення прожектора над поверхнею, що освітлюється:

$$H = \sqrt{\frac{I_{\text{max}}}{300}} \sqrt{\frac{70000}{300}} = 15,3 \text{ м} \quad (6.3)$$

де  $I_{\text{max}}$  – максимальна сила світла. ЛНГ 220-50 має  $I_{\text{max}}=70000 \text{ кд}$ .

Визначаємо кут нахилу оптичної осі  $\theta$  прожектора до горизонту та кут між оптичними осями прожекторів  $\beta$ :

$$\theta = 15^\circ, \beta = 15^\circ.$$

Визначаємо питому потужність:

$$W = E \cdot m \cdot K = 2 \cdot 0,2 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ Вт/м}^2 \quad (6.4)$$

Загальна потужність прожекторів визначається за формулою:

$$P = W \cdot S = 0,6 \cdot 775 = 465 \text{ Вт} \quad (6.5)$$

Одинична потужність лампи буде рівна:

$$p_{\text{л}} = P / N = 465 / 2 = 232,5 \text{ Вт} \quad (6.6)$$

Вибираємо найближчу стандартну лампу потужністю 275Вт.

### **6.2 Заходи з пожежної безпеки**

**Організація пожежної безпеки під час роботи на будівельному майданчику по влаштуванню поліетиленового трубопроводу.**

Керівник будівельної організації, що веде влаштування поліетиленового трубопроводу діаметром 100 мм, та загальною довжиною 500м (по окремим ділянках мережі), повинен визначити обов'язки посадових осіб щодо забезпечення пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну безпеку під час будівництва, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту.

Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових документах (функціональних обов'язках, інструкціях), які розроблені у двох примірниках, один з яких знаходиться у відповідального за пожежну безпеку, а другий у керівника (власника) об'єкта.

На кожному об'єкті з урахуванням його пожежної небезпеки наказом повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі визначені:

Можливість паління(місце для куріння), застосування відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів.

Порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт.

Порядок відключення від мережі електрообладнання.

Порядок огляду й зачинення тимчасових приміщень після закінчення роботи.

Порядок проходження посадовими особами (власниками) навчання й перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять з пожежно-технічного мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення.

Порядок організації експлуатації і обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, систем пожежної сигналізації, автоматичних систем пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо).

Порядок збирання членів добровільної пожежної дружини(у разі наявності) та відповідальних посадових осіб у разі виникнення пожежі, виклику вночі, у вихідні й святкові дні.

Працівники об'єкта мають бути ознайомлені з вимогами протипожежного режиму на протипожежних інструктажах із записом у журналі з зазначенням особистого підпису, а також під час проходження пожежно-технічного мінімуму (для працівників зайнятих на пожежо-небезпечних роботах). Журнал по проведенню протипожежних інструктажів зберігається у відповідального про пожежну безпеку.

Територія об'єкта будівництва, в тому числі тимчасові приміщення поблизу об'єкта будівництва, мають бути забезпечені відповідними знаками безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007 "Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір" (ISO 6309:1987, IDT) та ГОСТ 12.4.026-76 "ССБТ."

### **Працівники об'єкта зобов'язані:**

Дотримуватися встановленого протипожежного режиму, виконувати вимоги Правил та інших нормативних актів з питань пожежної безпеки, чинних на підприємстві.

У разі виникнення (виявлення) пожежі діяти відповідно до вимог додатка Правил.

### **6.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Аналізуючи джерела небезпек, які за певних умов можуть стати причинами виникнення надзвичайних ситуацій техногенного з кодом класифікатора надзвичайних ситуацій «10000» чи природного з кодом класифікатора надзвичайних ситуацій «20000» по характеру їх виникнення на території міста з водопровідною мережею, на спорудах транспортування та зберігання чистої питної води можна говорити про такі:

1. водозабірні споруди (кольматація водоносного горизонту, виснаження свердловини, поломка НС 1-го і 2-го підйому, як наслідок не забезпечення водою споживачів);
2. споруди зберігання очищеної води РЧВ, їх пошкодження, забруднення осадам, потрапляння в них шкідливих речовин в наслідок просочування з ґрунту, або через люки.
3. вихід із ладу насосних станцій, що подають воду у мережу, водоводи, що доставляють воду до міської водопровідної мережі, водонапірна башта, та водорозподільна мережа, що розподіляє питну воду по споживачах, їх пошкодження в наслідок природних зсувів ґрунту, неправильна експлуатація, потрапляння в них отруйних речовин.
4. руйнування мережі в наслідок потрапляння в неї снаряду під час бомбардування росією території України.

Окрім проаналізованих джерел небезпек, які за певних умов можуть стати причинами виникнення надзвичайних ситуацій, згідно класифікації надзвичайних ситуацій на території містечка Гіща, у житлових кварталах, де ведеться прокладання трубопроводу, можливі також такі надзвичайні ситуації

техногенного та природного характерів, які вказані у табл. 6.1. з їхніми кодами у відповідності до «Класифікації надзвичайних ситуацій».

У таблиці використано такі скорочення:

ГДК - гранично-допустима концентрація НХР - небезпечна хімічна речовина

Таблиця 6.1

Надзвичайні ситуації, які можливі на території міста, водопровідної мережі, водопровідних колодязів, РЧВ

Код	Назва
30400	Встановлення вибухового пристрою у багатолодному місці, установі (організації, підприємстві), житловому секторі, транспорті
20150	Осідання (провалля) земної поверхні
10170	НС внаслідок аварій на трубопроводах
10432	НС в наслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад ГДК
10830	НС внаслідок аварії в системах забезпечення населення питною водою
20722	НС, пов'язана з отруєнням людей у результаті споживання неякісної питної води

Найбільш вірогідною надзвичайною ситуацією є потрапляння шкідливих речовин у питну воду і отруєння людей.

Вид небезпеки бактеріологічний, рівень небезпеки місцевий. НС вийшла за межі території ПНО.

Загиблих – немає, постраждалих 20 чол, порушено умови життєдіяльності 100 чол, збитки більше 500 мінімальних розмірів зарплати.

#### **НС унаслідок потрапляння у воду шкідливих речовин.**

Унаслідок потрапляння у воду шкідливих речовин у водопровідну мережу на водопровідних магістральних трубопроводах відбувається припинення постачання питної води споживачеві. Згідно оцінювання НС на ліквідацію аварії необхідно більше 18 год.

Згідно закону України « Про питну воду та питне водопостачання» Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 16 стаття 24 передбачаються такі заходи:

- керівники підприємств питного водопостачання зобов'язані негайно повідомити про аварію органи, які здійснюють державний контроль у сфері питної води і питного водопостачання;
- терміново провести аналіз питної води в основних ключових точках водопровідної мережі,

- створити аварійну бригаду по огляду та дослідженню водопровідної мережі і визначити, методом аналізу питної води, місця потрапляння у воду шкідливих речовин;
- використання резервних джерел і систем питного водопостачання;
- здійснити застосування індивідуальних і групових засобів очищення і знезараження питної води;
- вжити заходів щодо охорони джерел та систем централізованого водопостачання та ліквідації причин і наслідків цих надзвичайних ситуацій та організації роботи пунктів розливу питної води;
- здійснити поставку фасованої питної води та води в ємностях для індивідуального і групового користування.

Фінансування витрат на забезпечення населення питною водою здійснюється за рахунок коштів державного, місцевих бюджетів, інших, не заборонених законодавством, джерел.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди Основні положення проектування». К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013.
2. Орлов В. О. Водопостачання та водовідведення. Підручник / В. О. Орлов, Я. А. Тугай, А. М. Орлова. К. : Знання, 2011. 359 с.
3. Орлов В. О. Водоочисні фільтри із зернистою засипкою. / В. О. Орлов. Рівне : НУВГП, 2005. 163 с.
4. Орлов В. О. Знезалізнення підземних вод спрощеною аерацією та фільтруванням. Монографія / В. О. Орлов. – Рівне : НУВГП, 2008. 158 с.
5. Орлов В. О. Пінополістирольні фільтри в технологічних схемах водопідготовки. / В. О. Орлов, А. М. Зошук, С. Ю. Мартинов. Рівне : РДТУ, 1999. 144 с.
6. Орлов В.О., Зошук А.М. Проектування систем сільськогосподарського водопостачання. Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2005. 252 с.
7. Орлов. В.О., Мартинов С.Ю., Зошук А.М. Проектування станцій прояснення та знебарвлення води. Рівне: НУВГП, 2007. 252с.
8. Очищення природної води на пінополістирольних фільтрах / В. О. Орлов, С. Ю. Мартинов ін.; під ред. В. О. Орлова. Монографія. Рівне : НУВГП, 2012. 172 с.
9. Правила технічної експлуатації систем водопостачання та каналізації сільських населених пунктів України. ВНД 33-3.4-01-2001. К. : Державний комітет України по водному господарству, 2000. 141 с.
10. Сільськогосподарське водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Норми проектування. ВБН 46 /33-2.5-5-96. К., 1996. 152 с.
11. Тугай А. М. Водопостачання / А. М. Тугай, В. О. Орлов. К. : Знання, 2009. 735 с.
12. Насосні та повітродувні станції : навч. посібник / Т. О. Шевченко, Ю. В. Ярошенко, М. М. Яковенко, В. М. Беляєва ; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Х. : ХНУМГ, 2014. 191 с.
13. Ткачук О.А., Шадура В.О. Водопровідні мережі. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2004. 117 с.
14. Безпечна експлуатація інженерних систем і мереж / В. О. Орлов, В. О. Шадура, В. Л. Филипчук, В. О. Зошук. Рівне : НУВГП, 2013. 211 с.
15. Мартинов С. Ю. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньою програмою «Водопостачання та водовідведення» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» всіх форм навчання. Шифр 03-06-137М. Рівне : НУВГП, 2023. 34 с.