

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра економічного будівництва і технологій
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота / проєкт

дипом (інженерний)
(рівень вищої освіти)

на тему: Аналіз роботи системи вентиляції
в складних умовах температурного

Виконав: студент 2 курсу, групи 2.1925-06-1
спеціальності 192 Будівництво на шкільних
закладах
(код і назва спеціальності)

освітньої програми Відомствена на
виробництво
(код і назва освітньої програми)

Соловй І. В.

(ініціали та прізвище)

Керівник директор кафедри будівництва І. В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент директор ІНУ проф. д. р. н. Пилип В. Я.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра механізмів автомобілів і тракторів
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 132 Будівництво та експлуатація транспортних засобів
(код та назва)
Освітня програма Виробничий магістр з будівництва та експлуатації транспортних засобів
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри [підпис]

« 22 » 09 20 20 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Савицький Дмитро Ротмислович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проєкту): Фізична робота системи вантажівки в режимі чинної самодинаміки

керівник роботи: Добрянська Оксана Григорівна, канд. техн. наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 25 » 05 20 20 року № 539-С

1. Строк подання студентом роботи: 01.12.2020

2. Вихідні дані до роботи: Два умовних математичих задання (N1 та N2) з різного математичного навантаження

3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Розділ 1. Аналіз вихідних умовних задань. Розділ 2. Фізична робота системи вантажівки в режимі чинної самодинаміки. Розділ 3. Визначення параметрів системи. Розділ 4. Економічне обґрунтування

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Технічний малюнок системи 2. Діаграма системи вантажівки 3. Таблиця умовних задань 4. Таблиця умовних задань 5. Таблиця умовних задань 6. Таблиця умовних задань 7. Таблиця умовних задань

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Конструктивні рішення з'єднання	Добровольська О.Т. доцент	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
2. Конструктивні рішення з'єднання конструкцій металевих	Добровольська О.Т. доцент	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
3. Створення плану на виконання окремих етапів	Добровольська О.Т. доцент	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
4. Створення окремих етапів виконання	Добровольська О.Т. доцент	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7 Дата видачі завдання 29.09.2020р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструктивні конструктивні рішення з'єднання з'єднання з'єднання	12.10 - 08.11	Викон.
2	Виконання конструктивних рішень з'єднання з'єднання з'єднання	01.11 - 08.11	Викон.
3	Розділ 2. Конструктивні рішення металевих з'єднань 3,4	09.11 - 16.11	Викон.
4	Робота над розділом 3, надбудова з'єднань металевих з'єднань 5,6	17.11 - 29.11	Викон.
5	Розділ 4. Створення окремих етапів виконання	29.11 - 08.12	Викон.
6	Створення окремих етапів виконання	01.12 - 07.12	Викон.

Студент *[Signature]* Д.В. Савін
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) *[Signature]* О.Т. Добровольська
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[Signature]* Ростауценко О.М.
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

випускної кваліфікаційної роботи магістра на тему:
«Аналіз роботи системи водопостачання в сучасних умовах
господарювання»

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та рекомендацій, переліку використаних джерел та додатків. Основний зміст роботи виконаний на 111 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі 20 рисунків і 39 таблиць. Робота містить 5 додатків. Перелік використаних джерел складається із 33 найменування.

Об'єкт дослідження – кільцева водопровідна мережа.

Предмет дослідження – гідравлічні характеристики водопровідної мережі населеного пункту при різних навантаженнях системи.

Актуальність теми обумовлена необхідністю вивчення та аналізу роботи водопровідної мережі та насосного обладнання в умовах зміни водорозбору.

Мета роботи – дослідження гідравлічних характеристик, аналіз розрахункових витрат та конструктивних параметрів ділянок водопровідної мережі за допомогою перевірочних розрахунків і розробка рекомендацій щодо експлуатації мереж та насосного обладнання.

Методи дослідження – робота являє собою теоретичне дослідження, яке виконується за допомогою розрахунків з використанням комп'ютерних технологій та графічного аналізу.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні методів гідравлічних розрахунків водопровідних мереж на стадії проектування та експлуатації.

Практичне значення роботи – перевірочні розрахунки відображають роботу мереж та мають важливе значення для розробки організаційно-

технічних заходів, спрямованих на розвиток та модернізацію систем водопостачання.

За результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XXV науково-технічній конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів у 2020.

Мережа, п`езометрична лінія, витрата, вільний напір, чисельність, максимальне водоспоживання, коефіцієнт, нерівномірність.

ABSTRACT

master's thesis on the topic:
"Analysis of the water supply system in modern management conditions"

Volume and structure of work. The work consists of an introduction, four sections, conclusions, list of sources and appendices used.

Basic content of the work is done on 111 pages of computer text, including 20 figures and 39 tables. The work contains 5 appendices. The list of used sources consists of 33 names. The object of research is the ring water supply network. The subject of research - hydraulic characteristics of the water supply network of the settlement at different loads of the system. Urgency of the topic is due to the need to study and analyze the operation of the water supply network and pumping equipment in terms of changes in water intake.

Purpose of the work is to study the hydraulic characteristics, analyze the estimated costs and design parameters of the water supply network with the help of verification calculations and develop recommendations for the operation of networks and pumping equipment. Research methods - work is a theoretical study that is performed using

calculations using computer technology and graphical analysis. The scientific novelty of the work is to improve the methods of hydraulic calculations of water supply networks at the stage of design and operation. Practical significance of the work - verification calculations reflect the operation of networks and are important for the development of organizational and technical measures aimed at the development and modernization of water supply systems.

According to the research results, abstracts of the report were published at the XXV scientific and technical conference of students, undergraduates, graduate students, young scientists and teachers in 2020.

Network, piezometric line, flow rate, free pressure, number, maximum water consumption, coefficient, unevenness.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ	11
1.1 Загальні положення про системи водопостачання	11
1.2 Особливості систем водопостачання	18
1.3 Сучасний стан систем водопостачання	24
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ	27
2.1 Характеристика об'єкта дослідження	27
2.2 Водопровідна мережа населеного пункту 1	28
2.2.1 Визначення витрат та режиму водоспоживання населеного пункту 1	28
2.2.2 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі 1	37
2.2.3 Гідравлічна увязка водопровідної мережі 1	38
2.2.4 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів	41
2.2.5 Розрахункова витрата та напір насосної станції II підйому	42
2.3 Водопровідна мережа населеного пункту 2	45
2.3.1 Визначення витрат та режиму водоспоживання населеного пункту 2	45
2.3.2 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі 2	50
2.3.3 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів	51
2.3.4 Розрахункова витрата та напір насосної станції II підйому	51
2.4 Розрахунок варіантів роботи водопровідної мережі	53
2.4.1 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі населеного пункту 1	54
2.4.1.1 Прогнозування витрат та п'єзометричних позначок для розрахункових варіантів	54

2.4.1.2 Витрати та напір насосної станції II підйому для розрахункових варіантів	70
2.4.2 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі населеного пункту 2	75
2.4.2.1 Прогнозування витрат та пезометричних позначок для розрахункових варіантів	75
2.4.2.2 Витрати та напір насосної станції II підйому для розрахункових варіантів	92
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	94
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	94
3.2 Основні заходи по виключенню дії шкідливих і небезпечних факторів	95
3.3 Освітлення	101
3.4 Електробезпека	102
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	103
Висновки та пропозиції	107
Список використаної літератури	108
Додатки	

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

1.1 Загальні положення про системи водопостачання

Проблема чистої води є одною із актуальних проблем сучасності. У майбутньому мешканці міст хочуть бачити своє місто сучасним, європейським, екологічно безпечним і комфортним для проживання. Важлива складова екологічної безпеки і комфорту належать водним об'єктам: вони повинні бути доступними та екологічно чистими.

На думку авторів [1] якість води водних джерел та подача води населенню є першочерговою задачею сучасності сучасності.

Забезпечення населених пунктів питною водою має загальнодержавне стратегічне значення і є найважливішим заходом на рівні держави щодо збереження здоров'я нації. На першому місці стоїть якість води і стала робота систем водопостачання. Нормативи доброякісної питної води та обґрунтування її безпечності для населення змінювалося з поширенням знань, особливо у сфері біологічних та медичних наук.

За вимогами гігієністів питна вода, яка використовується населенням в побуті, повинна бути якісною: мати відповідні органолептичні показники, бути безпечною за хімічним епідемічним та фізіологічним складом. [2]. Значення води, як продукту і гігієнічного засобу переоцінити неможливо Чиста прісна вода на сьогодні вважається найбільш цінним ресурсом, а забезпечення її якості одна з головних проблем сучасності.

Діяльність систем водопостачання складає одну з компонентів національної безпеки країни, а саме – фізичне здоров'я нації.

Питання забезпечення водними ресурсами активно досліджується як на національному, так і на глобальному рівнях. Щороку відповідні аналітичні доповіді щодо питань забезпечення водними ресурсами

публікують експерти ООН, Єврокомісії, Світового банку, МВФ, Євразійського банку розвитку, Міжнародного валютного фонду, Всесвітнього економічного форуму тощо. В Україні питаннями водних ресурсів займаються у ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», Спеціальній моніторинговій місії ОБСЄ в Україні [3].

В умовах інтенсивного забруднення поверхневих та підземних джерел водопостачання все складнішим та дорожчим стає отримувати питну воду необхідної якості. Більшість водних ресурсів забруднені токсичними сполуками, що потрапляють в організм людини внаслідок систематичного вживання погано очищеної води, накопичуються та призводять до розвитку хронічних захворювань. Вирішити ці проблеми можливо тільки якісною очисткою природної води з використанням доступних на сьогодні технологій.

З 2010 р. якість питної води нормується стандартами ДСанПіН 2.2.4 – 171 – 10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Нормативи цього документу мають жорсткі вимоги до якості питної води і наближені до європейських стандартів. З метою впровадження директиви 98/83/ЄС в 2015 році розроблена нова редакція нормативного документу, в якій вже були використані рекомендації ВООЗ. Мета цього документу захистити здоров'я населення від наслідків впливу вживання забрудненої води.

Система водопостачання – це складне технічний комплекс, який вимагає постійного огляду та вдосконалення. Фахівці в галузі водопостачання виділяють три основні ділянки [4]: споруди для підйому води з джерела водопостачання; очисні споруди та насосні станції з мережами.

Подача води до будинків – це основне завдання підприємства з водопостачання. Як саме вода розподіляється залежить від рельєфу і місцевого регулювання, а дієздатність системи розподілу води з джерела з

часом вимагає, щоб насосне обладнання було надійним, і могло забезпечувати економічно ефективну та безперебійну роботу.

Аварії на ділянках водопровідних систем пов'язані не тільки з припиненням подачі води, а із невдоволенням населення щодо рівня послуг і додатковими витратами на самому підприємстві [5]. Більшість вітчизняних водопровідних систем потребують оновлення, а відповідно – значних капіталовкладень. В першу чергу це стосується головного та найдорожчого елементу цієї системи – водопровідної мережі, яка на думку авторів [6] вже давно відпрацювала свій експлуатаційний термін. Неодноразово питання надійної роботи системи подачі та розподілу води у своїх працях піднімають провідні науковці: доктора технічних наук, професори В.Г. Новохатній, А.О. Ткачук, П.Д. Хоружий.

За даними статистики [7] централізоване водопостачання існує в 351 місті, що у порівнянні з 2018 роком залишилося на тому ж рівні. Згідно даних 2018 року показники водопостачання були наступними:

- піднято - 2156,09 млн. м³;
- очищено - 1625,04 млн. м³ або 75,4 % до обсягу піднятої води;
- подано усім споживачам – 1998,49 млн. м³ або 92,7 %
- втрати та технологічні витрати - 754,61 млн. м³ або 35 %.

Мережі: Загальна довжина водопровідних мереж – 102,759 тис. км, з них аварійних – 34,216 тис. км або 33,3 %; замінено 0,831 тис. км або 2,4 % від потреби.

Електроенергія. У системах водопостачання витрачено 2377,9 млн. кВт·год. Найвищі витрати по електроенергії: Донецька область – 681,4 млн. кВт·год або 28,7 % від загального обсягу; Харківська – 266,2; Дніпропетровська – 250,69, Одеська – 166,6, Львівська – 133,81 та м. Київ – 156,4 млн. кВт·год; найнижчі: – Волинська – 15,85, Тернопільська – 16,5, Івано-Франківська – 16,58, Чернігівська – 20 млн. кВт·год.

Аналіз наукових джерел показує, що отримані чисельні показники надійності водопровідних трубопроводів потребують додаткових

досліджень у кожному конкретному випадку, оскільки на надійність труб водопровідних мереж впливає ряд факторів, як на стадії проектування так і при експлуатації.

У країнах СНД функціонують переважно системи водопостачання, в яких виористовуються в основному сталеві і чавунні трубопроводи. Знос досягає 30–40% і більше, що викликає високий рівень аварійних ситуацій, зменшує надійність та якість подачі води. На сьогодні 30% (29,3 тис. км) водопровідних мережі знаходяться в аварійному стані [8], особливо в Миколаївській (до 5 аварій на 1 км водопровідної мережі), Львівській та Харківській областях.

В системах водопостачання потрібно негайно вирішувати завдання які пов'язані з неекономічною роботою споруд, фізичним та моральним спрацюванням більшості технологічного обладнання, частим виходом з ладу насосних агрегатів, і досить значними витратами на транспортування води і як наслідок, зростанням собівартості. Зміни норм і режимів водоспоживання в населених пунктах призвела до ситуації, коли фактичні витрати води мають значно нижчі показники, ніж передбачені проектом, і тому існуючі насосні агрегати часто працюють за межами рекомендованих меж, з низьким відсотком ККД та високими поточними витратами, надлишковими тисками в мережі. Сучасний стан мереж призводить до збільшення витоків та зростання числа аварійних ситуацій. Четверта частина водопровідних споруд і мереж (у вартісному визначенні) фактично вже відпрацювала термін амортизації, закінчився термін амортизації кожної 5 насосної станції. Незадовільний технічний стан водопровідних мереж призводить до значних втрат питної води, які складають до 30% і більше загального обсягу її подачі. Разом з втратами води на міських системах втрачається більше 1,1 млрд. кВт/год електроенергії [9].

В результаті питомі витрати електроенергії на подачу води мають значно вищі показники, аніж в інших європейських країнах, і тому

вітчизняні системи водопостачання потребують реконструкції та забезпечення енергоощадних режимів роботи.

Відповідна ж якість води повинна забезпечуватися застосуванням якісних матеріалів трубопроводів - з ліпшими гігієнічними показниками. В основному водопровідні трубопроводи виготовлені з чавуна та сталі. Чавунні труби - для квартальних мереж, а сталеві для магістральних ліній. З часом мережі заростають, гідравлічний опір при цьому зростає в 3-3,5 разів, що і призводить до підвищених витрат електроенергії на подачу.

Сучасні трубопроводи із склопластику та поліетилену застосовуються тільки на протязі останніх років. Використання поліетиленових трубопроводів дозволить поліпшити якість води за рахунок:

- відсутності корозії;
- зменшення кількості аварій;
- зменшення перерв в подачі води;
- зменшення гідравлічного опору;
- економії електроенергії.

Також, за останній час господарювання спостерігається чітка тенденція зменшення водокористування під впливом наступних факторів:

- скорочення чисельності населення;
- вдосконалення технології повторного використання води підприємствами;
- масової заміна користувачами водорозбірної арматури на більш сучасні прилади, встановлення домових та квартирних приладів обліку.

Встановлено, що при використанні квартирних лічильників обсяги водоспоживання значно зменшуються. Приклад – житлові будинки м. Владимир. В 1995 р. були встановлені 5400 лічильників води, що призвело до зменшення витрат по воді до 120-150 л/доб*чол., що вдвічі менше попередніх показників [10].

Поступово у населення почало формуватися свідоме ставлення до питної води як до товару, за який потрібно платити. Все більше воду в домівках використовують економно та раціонально, зменшилися витрати. допускаючи витоків води із сантехнічного обладнання квартир. Також, зменшилися витрати споживання гарячої води за рахунок переходу на місцевий підігрів води в електричних водонагрівачах. [11].

В межах країни показник обладнання засобами суттєво розрізняється по окремих регіонах: найбільше приладів обліку води встановлено у Дніпропетровській області – 90,6 % від загальної кількості; у Житомирській – 86,8 %, Одеській – 83,6 %, Кіровоградській областях – 81,6 % та у м. Київ – 85,3 %; найменше – у Полтавській – 5,8 %, Львівській – 12,4 %, Хмельницькій – 14,4 % та Черкаській областях – 14,8 %. Щодо квартирної обліку, то у всіх областях він перевищує 50 % [6].

Дані статистики доводять, що падіння показника середньодобового водоспоживання питної води на одну людину поступово знижується в усіх містах країни, наприклад у Вінницькій області спостерігається зниження з 184 до 110 л/ добу, а у м. Київ з 325 до 259 л/ добу [12].

Швидке зниження водоспоживання в Україні простежується з початку її незалежності. Дуже помітним сьогодні стає потреба зменшення виробничих потужностей очисних споруд, зростання питомих витрат електроенергії насосних станцій, що призводить до збільшення витрат на утримання системи подачі та розподілу води. Особливо гостро ця проблема постає для систем водопостачання населених пунктів з середньою та значною чисельністю населення. Серед характерних причин різкого зниження водоспоживання, можна відокремити наступні:

- скорочення обсягів виробництва промислових підприємств;
- впровадження маловодних оборотних систем промислового та сільськогосподарського водопостачання;
- використання енергозберігаючої водорозбірної арматури та лічильників води;

– скорочення чисельності населення.

Впливають на обсяги водоспоживання і зниження нетехнологічних витрат води, яке пов'язане з зростанням тарифів на воду [13].

На погляд деяких фахівців зниження обсягів водокористування також пов'язане з недостатнім рівнем якості води, яка потрапляє до кранів користувачів. Проблема стосується не тільки очисних станцій, але і водопровідних мереж. Існуючий технічний стан мережі: часті аварійні ситуації, корозія трубопроводів, низькі швидкості руху води погано впливають на якість води при її транспортуванні, і являються причиною вторинного забруднення. Застійні зони сприяють осіданню осаду в трубах, змінюють режим руху води, збільшують шорсткість та гідравлічний опір труб, тим самим створюючи умови для розвитку мікроорганізмів. Порушення дотримання технологічних режимів водопідготовки, транспортування призводить до погіршення якісних показників води: збільшення каламутності, виникнення неприємних запахів та присмаків. Як правило споживачі «погану» воду зливають до каналізації, або зовсім відмовляються від її використання. Як доводить практика, десь 60% населення в побуті споживає покупну воду.

Існуючі сьогодні мережі були прокладені багато років тому, і були розраховані на більшу пропускну здатність. А в умовах зменшення попиту це призводить до зменшення швидкості руху води та збільшення тривалості знаходження води у мережі. Як результат, отримано завищені діаметри труб розподільної мережі, які призводять до погіршення гідравлічних показників [14].

Збільшення тривалості знаходження води в трубопроводах призводить до зменшення вмісту розчиненого кисню, змінюється склад та концентрація домішок [13].

1.2 Особливості систем водопостачання

Аналіз сучасного споживання питної води говорить про те, що картина структури витрат води в домівках суттєво змінилася. І хоча витрата води кожним користувачем залежить від ступеню благоустрою в домівках серед параметрів, які найбільш впливають на зміну умов водоспоживання можливо виділити наступні фактори:

- район та умови проживання (ступінь благоустрою, кліматичний вплив, екологічні фактори, особливості місцевості проживання);
- впровадження сучасної побутової техніки: водонагрівачів, пральних та посудомийних машин;
- зміна кліматичних умов;
- заселеність квартир;
- технічний стан санітарно-технічних приладів;
- наявність вузлів поквартирного обліку витрати води (гарячої та холодної);
- тарифи на послуги водопостачання;
- температура гарячої води;
- якість води у користувача.

Ще один з важливих факторів, який має вплив на використання води в побуті це є рівень доходів населення. З його зростанням збільшуються і потреби у водопостачанні: водонагрівачі, басейни, садові розприскувальні пристрої. Скорочення витрати води на цьому етапі можливе при застосуванні більш сучасних побутових приладів, які розроблені на водозберігаючих технологіях.

При будь-якій системі господарювання населення міста завжди являється головним користувачем послуг водопостачання і облік витрат питної води завжди залишається актуальним питанням. З огляду на ці обставини одним із пріоритетних завдань комунального господарств є детальне вивчення та аналіз питань роботи водопровідної мережі в умовах зміни структури водорозбору. Тобто, витрату води яка залежить від багатьох різноманітних факторів слід вміти визначати, як вже для

існуючих систем, так і на стадії проектування. Моніторинг водоспоживання, аналіз роботи діючої водопровідної мережі в різних умовах роботи, тенденції цих змін мають важливе значення для розробки організаційно-технічних заходів, спрямованих на розвиток та модернізацію систем водопостачання. Системи водопостачання в майбутньому повинні бути готовими до необхідності підвищувати ефективність водозабезпечення населення. Втрати води в водопровідній мережі при транспортуванні користувачам являються однією з головних причини незадовільного водозабезпечення [15].

Загальні потреби міста знаходяться в прямій залежності від кількості населення. Для прогнозування обсягів водоспоживання необхідно визначити скільки води витрачає один мешканець – питому норму. В той час коли об'єми витрати води пропорційні чисельності населення, слід відзначити, що важливе значення має склад мешканців однієї квартири або будинку. Як доводять закордонні дослідження по Лондону при побутовому водокористуванні (мийка особистого автомобілю, полив садибної ділянки, прання, прибирання) витрата води на одну людину в маленьких родинах і самотніх людей вища, чим у великих родин.

Розрахунок має врахувати всі види водоспоживання, і є достатньо складним.

Незважаючи на велике значення води в життєдіяльності кожного з нас, безпосередньо фізіологічна потреба невелика. Значно більше води використовується в побуті на потреби гігієни. Господарсько-гігієнічна потреба у воді, яка визначена на основі аналізу і обробки статистичних даних складає 75,6 л/чол. за добу; соціальні фактори: відношення до води, режим життя, соціальний статут, заселеність і благоустрій квартир змінюють потребу до 111,35 л/чол. за добу [16]. З урахуванням всіх інших потреб та факторів (витоків, технічного стану, сучасного рівня благоустрою) фактична витрата води досягає 300-600 л за добу на людину,

що значно вище науково-обґрунтованих нормативів та показників в інших країнах.

Таблиця 1.1 – Господарсько-гігієнічна і соціальна потреба у воді

Гігієнічна процедура	Потреба, л/чол. за добу	
	господарсько-гігієнічна	соціальна
Питні потреби	1,5	2,0
Приготування їжі	3,4	4,65
Миття посуду	8,7	10,7
Умивання	7,0	11,0
Душ, ванна	15,7	26,6
Прання	13,6	19,2
Змивання унітазу	20,7	31,4
Прибирання	5,0	5,8
Разом	75,6	111,35

Проведені дослідження в цій галузі свідчать, що для вирішення проблем прогнозування витрати води і вивчення закономірностей їх зміни слід визначати багато різноманітних чинників. В основу розрахунку водоспоживання покладено багатофакторну модель. Прогнозування витрати води з урахуванням різних внутрішніх і зовнішніх впливів, виявлення резервів, підвищення надійності і сталої роботи водопровідних систем дуже актуальне сьогодні.

Вода населенням витрачається для різних цілей, а саме, для задоволення питних і побутових потреб будинках різного призначення. Фактичне питоме водоспоживання є загальним, оскільки враховує не тільки всі втрати, а також витрати води на власні потреби, промисловості та потреби пожежогасіння [17].

Загальне добове водоспоживання в населеному пункті залежить від добової витрати води на господарсько-питні потреби в житлових та

громадських будинках, витрати води на виробничі потреби промислових підприємств міста, витрат води на полив зелених насаджень та пожежогасіння.

При облаштуванні централізованої системи гарячого водопостачання до 40% від загальної витрати води транспортується іншою мережею. Водоспоживання залежить від ступеня благоустрою населеного пункту та його житлового фонду і збільшується при його підвищенні. Крім ступеня благоустрою враховуються кліматичні умови, кількість поверхів забудови та інших місцевих умов. При розрахунках враховується, що вода використовується нерівномірно як за добу, так і по сезонам року.

Розрахункове добове споживання питної води населенням із системи централізованого водопостачання залежить від багатьох факторів, насамперед видом водопостачання і визначається [18]:

$$Q = N \times q_i / 100 \text{с} \quad (1.1)$$

де q_i – питоме господарсько-питне водоспоживання на одного жителя, л/добу,

N - розрахункова чисельність жителів.

Коливання витрати в залежності від сезону року відображаються літніми і зимовими графіками. Враховують, що влітку середньодобове водоспоживання менше на 20-30 %, що пов'язане із зміною укладу життя населення: відпочинок на природі, за містом; припиненням подачі гарячої води та води для опалення.

В розрахунках ці коливання оцінюються коефіцієнтом добової нерівномірності: найбільшим $K_{\max} = 1,1 - 1,3$; найменшим $K_{\min} = 0,7 - 0,9$. Протягом доби погодинні витрати також мають значні коливання, які враховуються найбільшим та найменшим коефіцієнтами годинної нерівномірності [19].

Розрахункові витрата води за добу найбільшого та найменшого водоспоживання визначаються за формулами:

$$Q_{\text{добмак}} = K_{\text{добмак}} \times Q_{\text{доб}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{добмін}} = K_{\text{добмін}} \times Q_{\text{доб}} \quad (1.3)$$

де $K_{\text{добмак}}$ - максимальний коефіцієнт добової нерівномірності,

$K_{\text{добмін}}$ - мінімальний коефіцієнт добової нерівномірності.

Коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання залежать від режиму роботи підприємств та благоустрою населеного пункту.

Використання води в домівках залежить багатьох факторів: особистого графіку, темпу та укладу життя мешканців. Збільшення чисельності призводить до більш рівномірного водоспоживання. І навпаки, зменшення до більш нерівномірного водоспоживання [16].

Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень також прив'язана до кількості мешканців міста.

Для розрахунків та планування діють різні нормативи питомого водоспоживання населення:

1) проєктні норми ДБН 2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Для попередніх розрахунків приймається питома середньодобова (за рік) норма витрати питної води в залежності від ступеню благоустрою житлової забудови.

Таблиця 1.2 – Питоме середньодобове водоспоживання

Ступінь благоустрою районів житлової забудови	Питоме господарсько-питне водоспоживання в населених пунктах на одного мешканця (середньодобове за рік), л/добу	
Забудова будинками, які обладнані внутрішнім водопроводом і	ДБН (В 2.5-74:2013)	БНІП (2.04.02-84)

каналізацією:		
- без ванн	100 - 135	125 - 160
- з ваннами і місцевими водонагрівачами	150 - 230	160 - 230
- з централізованим гарячим водопостачанням	230 - 285	230 - 350

2) проєктні норми ДБН 2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація».

3) норми питомого водоспоживання, затверджені місцевими органами самоврядування. [20].

1.4 Сучасний стан систем водопостачання

Забезпечення населення питною водою гарантованої якості та раціональне використання водних ресурсів - пріоритетні завдання реформування житлово-комунального господарства країни.

Для успішного вирішення завдань забезпечення населення водою пиної якості необхідно розробити та реалізувати заходи, що забезпечать підвищення ефективності та надійності роботи системи в цілому; удосконалять систему подачі та розподілу води; створять нормативно-правову базу та нові господарчі механізми.

В окремих регіонах гостро стоїть питання забезпечення населення питною водою не тільки в якісному, але і в кількісному відношенні. Подача води за графіками та її тривала відсутність у водопровідних мережах сприяє бактеріальному забрудненню питної води. Ситуація значно погіршується при відключення об'єктів водопостачання від систем енергопостачання. Невідповідність якості питної води нормативним вимогам є однією з причин поширення в державі багатьох інфекційних (вірусний гепатит А, черевний тиф, ротавірусна інфекція тощо) та неінфекційних (хвороби системи травлення, серцево-судинної, ендокринної системи тощо) хвороб [7].

Сучасні проблеми водопостачання широко вивчаються закордонними фахівцями, які відзначають що основна проблема сучасності, це зростаючі процеси урбанізації, які призводять до великого навантаження на водні ресурси. Цікавим є досвід закордонних досліджень щодо об'ємів водоспоживання під час туристичного сезону в літні місяці. Згідно даних [21] витрата води на одну людину, яка мешкає в фешенебельному готелі Греції складає 450 л за добу, що значно вище рівня використання води місцевими мешканцями, які споживають 100-200 л на добу. Відзначені залежності неоднаково проявляють себе в різних Європейських країнах. Є і зовсім протилежні факти, як наприклад,

водокористування в Польщі, Болгарії, Чехії, яке скоротилося за період з 1990 по 2005 на 37%.

Як нажаль, в нашій країні такі дослідження проводяться дуже мало, хоча прогнозування споживання води є дуже важливим питанням як для існуючих систем водопостачання, так і для систем, які тільки проектуються. Аналіз стану галузі водопостачання, особливостей сучасного водоспоживання, резерви і напрямки подальшого розвитку системи - одне з пріоритетних завдань розвитку комунального господарства країни.

І якщо, сучасна урбанізація як, всесвітнє явище має риси, притаманні для більшості країн: швидкі темпи зростання міського населення та зосередження основної кількості населення у великих містах, то урбанізація в сучасній Україні проходить на фоні зменшення абсолютної кількості населення. За 10-річний період населення України скоротилося приблизно на 2,8 млн. чоловік [22].

Для оптимізації експлуатації водопровідної системи та розробки проектних рішень по модернізації або реконструкції систем водопостачання визначення обсягів водоспоживання має важливе значення. Зміни демографічної ситуації в країні, на ринку праці, заходи водозбереження останнім часом призвели до стійкого зниження в більшості міст країни або зростання водокористування, що призводить до зміни гідравлічних режимів в водопровідній мережі: надто низька швидкість руху води, особливо на віддалених від насосної станції ділянках, створює умови застоюних явищ і погіршення якості води; внаслідок завищених швидкостей, збільшуються втрати тиску в мережі та перевитрачається електроенергія при транспортуванні. Як свідчать спостереження, не тільки тривалі, але і короткочасні перерви в подачі води різко погіршують санітарно-побутові умови. Недостатня кількість води в години максимального водорозбору призводить до зниження тиску у водопровідній мережі, що при порушенні герметичності труб створює

реальну загрозу забруднення води під час переміщення її від водопровідної станції до споживачів. Всі ці питання потребують детального вивчення та аналізу.

В умовах зниження обсягу водоспоживання принципово постає питання зменшення діаметрів діючих трубопроводів, ліквідації, консервації або реновації окремих ділянок магістралей, водоводів і дублюючих ділянок розподільчих мереж з інших матеріалів та з іншими гідравлічними характеристиками. Прийняття оперативних та довгострокових рішень щодо підвищення ефективності роботи водопровідної мережі, можливе лише на базі аналізу діаметрів труб, гідравлічних характеристик. Проте, зменшення продуктивності системи подачі та розподілу води при незмінних геометричних розмірів самої системи, призводить до руху води в трубопроводах із швидкостями нижче нормативних призводить до вторинного забруднення [13].

Важливим чинником енергозбереження являється сучасна реконструкція об'єктів водопостачання на фоні зміни умов водокористування, а також прогнозування змін, які відбуваються з часом.

Висновки: діяльність водопровідних систем являється складною і залежить від багатьох чинників. Більшість українських систем водопостачання були побудовані досить давно, з часом запректовані технологічні параметри змінилися. Відбулися зміни в нормах водоспоживання, структурі використання води за рахунок широко впровадження нової побутової техніки. Фахівцям в галузі водопостачання необхідні вміння прогнозувати сучасні тенденції змін господарювання та використання води в побуті для можливостей виконання розрахунків та рекомендацій щодо вдосконалення роботи системи подачі та розподілу води.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ РОБОТИ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1 Характеристика об'єкта дослідження

Для вивчення, узагальнення і аналізу гідравлічних характеристик роботи водопровідної мережі при змінній кількості користувачів обрані два умовних населених пункти (№1 та №2) з різною чисельністю населення.

Система водопостачання об'єктів дослідження:

- централізована;
- господарсько-питного та протипожежного призначення;
- з поверхневого джерела;
- прямоточна;
- з баштою на початку мережі;
- міське населення.

Місто 1. (середній населений пункт за чисельністю населення)

Чисельність постійного населення складає 111521 мешканців, територія міста 316,00 га, щільність наявного населення 310-430 осіб/га

Територія населеного пункту складається з 3-х районів, висотна забудова міста представлена в основному 5-ти, 7-ми, та 9-ти поверховими будинками:

- перший район: площа 169,4 га; внутрішній водопровід і каналізація з ваннами та місцевими водонагрівачами.
- другий: 81,00 га; внутрішній водопровід і каналізація з централізованим гарячим водопостачанням.
- третій: 65,99 га внутрішній водопровід і каналізацією з централізованим гарячим водопостачанням.

Розподільчі водопровідні мережі закільцьовані в 12 кілець.

Місто 2. (малий населений пункт за чисельністю населення)

Чисельність постійного населення - 34834,8 мешканців, територія 184,99 га, щільність 280 - 500 осіб/га

Райони:

- перший район: площа 44,66 га; 9-ти поверхові будівлі, внутрішній водопровід і каналізація з централізованим гарячим водопостачанням;

- другий: 140,33 га; 5-ти поверхові будівлі; внутрішній водопровід і каналізація з місцевими водонагрівачами.

Розподільчі водопровідні мережі закільцьовані в 6 кілець.

Магістральні та квартальні водопровідні мережі забезпечують водою всі об'єкти в межах міста крім об'єктів, розташованих у промисловій зоні, водопостачання яких здійснюється із власних водозаборів.

2.2 Водопровідна мережі населеного пункту 1

2.2.1 Визначення витрат та режиму водоспоживання населеного пункту 1

Визначаються витрати води на господарсько-питні потреби населеного пункту: поливку вулиць та зелених насаджень, господарсько-питні потреби промислових підприємств, а також на пожежогашіння.

Середньодобова витрата води для кожного району визначається за формулою 1.1 табл. 2.1.

qi – приймається: 220 л/ доб для першого району; 340 л/доб - для другого та третього району [18, табл.1]

Розрахункова витрата води для окремих районів за добу найбільшого та найменшого водоспоживання визначаються по формулами 1.2 та 1.3.

Коефіцієнти добової нерівномірності водоспоживання, які залежать від режиму роботи підприємств, благоустрою населеного пункту, згідно [23, п.2.2] приймаються: для 1-го району 1,1 та 0,7; для 2 та 3-го районів 1,2 та 0,8.

Таблиця 2.1 – Добові витрати води на потреби населення міста

Райони населеного пункту	Розрахункова чисельність мешканців, чол	Питоме середньодобове водоспоживання, л/добу	Коефіцієнти добової нерівномірності		Добові витрати води, м ³ /доб		
			K _{max}	K _{min}	Q	Q _{доб max}	Q _{доб min}
1	52514	220	1,1	0,7	11553,08	12708,39	8087,16
2	30632	340	1,2	0,8	10414,81	12497,77	8331,85
3	28375	340	1,2	0,8	9647,74	11577,29	7718,19
	111521				31615,63	36783,45	24137,2

Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень визначається за витратою води на поливку вулиць в перерахунку на одного мешканця, згідно [23, прим.1 табл.3] питома витрата, яка залежить від кліматичних умов, потужності джерела водопостачання приймається для всіх районів $g_{\text{пит. пол.1}} = 80 \text{ л/ (доб*чол)}$. При розрахунках враховується, що із загальної витрати води на полив 40% використовується двірниками, а 60% - машинами. Результати розрахунків представлені в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень

Райони населеного	Розрахункова чисельність мешканців,	Питома витрата на поливку	Добові витрати води на поливання, м ³ /доб		
			Разом по району	Двірниками	Машинами
1	52514	80	4201,12	1680,45	2520,67
2	30632		2450,54	980,22	1470,33
3	28375		2270,06	908,02	1362,03
	111521		8921,72	3568,68	5353,03

В розрахунках загальної витрати води містом враховується витрата для 2-х промислових підприємств, які забирають воду на власні потреби з міської мережі.

Витрата води на промислових підприємствах складаються з витрат на господарсько-питні потреби робітників, прийом душу та виробничі потреби. Витрата води на господарсько-питні потреби робітників, які зайняті на виробництві, визначаються для кожної зміни, виходячи із кількості робітників та питомої витрати води на одного робітника.

Кількість робітників за видами цехів: холодних та гарячих розподіляються таким чином: для 1 підприємства в гарячих цехах – 25%, для 2-го – 20%. Питоме водоспоживання для гарячих цехів приймається - 45 л/зміну на 1 робітника; холодних - 25 л/зміну на 1 робітника [23].

Розрахунок витрат виконується в табл. 2.3

Витрата води на використання душу на промисловому підприємстві визначається по формулі:

$$Q=0,5 \times \sum N_i / n_i, \quad (2.1)$$

де 0,5 – годинна витрата води на одну душову сітку [23, п.3,8] м³

N_i – загальна кількість працюючих, які зайняті у виробничому процесі, чол

n_i – розрахункова чисельність чоловік на одну душову сітку для кожної санітарної групи виробничого процесу, чол. [23]

Санітарна характеристика виробничого процесу визначається на основі аналізу умов виробництва.

Розрахунки по визначенню витрат води на використання душу на промислових підприємствах зводяться в табл. 2.4

Для визначення режиму водоспоживання води на господарсько-питні потреби кожного району знаходиться максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності:

$$K_{\text{макс}} = \alpha_{i,\text{макс}} \times \beta_{i,\text{макс}} \quad (2.2)$$

де $\alpha_{i,\text{макс}}$ - коефіцієнт, який враховує ступінь благоустрою будівель, режим роботи підприємства та інші умови

$\beta_{i,\text{макс}}$ - коефіцієнт, який враховує чисельність населення в районі [23, табл.2]

Для 1 району:

$$K_{1\text{макс}} = 1,3 * 1,15 = 1,495 \approx 1,5$$

Для 2 району:

$$K_{2\text{макс}} = 1,4 * 1,175 = 1,645 \approx 1,65$$

Для 3 району:

$$K_{3\text{макс}} = 1,4 * 1,17 = 1,638 \approx 1,65$$

Розрахункові коефіцієнти порівнюються з найближчими коефіцієнтами годинної нерівномірності [24] та для розподілу

максимальної добової витрати по годинам доби за таблицями визначається розподіл, який відповідає заданому коефіцієнту.

За відсотковим співвідношенням добових витрат визначаються витрати для кожної години, м³:

$$Q_j = P_j \times Q_{\text{суттмакс}} / 100 \quad (2.3)$$

де P_j – значення j –го годинної витрати, %

$Q_{\text{і доб.макс.}}$ – максимальна витрата для кожного району населеного пункту, м³/доб

Режим витрати води на полив приймається рівномірним впродовж доби, при цьому полив силами двірників планується 6 годин (3 години вранці та 3 години ввечері). Полив машинами планується безперервно на протязі 12 годин.

Годинна витрата води на полив:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{суттол}} / T_{\text{пол}} \quad (2.4)$$

де $Q_{\text{доб. пол.}}$ – витрата води на полив (двірниками та машинами), м³/доб

$T_{\text{пол.}}$ – час поливу, год.

Режим витрати води на виробничі потреби приймається рівномірним за добу. Згідно [23, п.2.4] для господарсько-питних потреб на виробництві коефіцієнт годинної нерівномірності приймається: в гарячих цехах - 2,5, в холодних - 3,0. Вода для душу використовується по закінченню зміни. Розрахункові витрати на потреби населеного пункту виконується в табл.

2.5

Таблиця 2.3 –Витрата води на господарсько-питні потреби робітників промислових підприємств

Промислове підприємство	Зміни роботи	Кількість працюючих, N_i , чол	Гарячий цех			Холодний цех			Загальна витрата, Q_p , м ³
			N_g , чол	Питома витрата води на 1 прац., л/зм	Витрата води, Q_g , м ³	N_x , чол	Питома витрата води на 1 прац., л/зм	Витрата води, Q_x , м ³	
№1	1	4000	1000	45	45	3000	25	75	120
	2	3000	750		33,75	2250		56,25	90
	3	2000	500		22,5	1500		37,5	60
	<i>Разом:</i>	<i>9000</i>	<i>2250</i>		<i>101,25</i>	<i>6750</i>		<i>168,75</i>	<i>270</i>
№2	1	2000	400		18	1600		40	58
	2	1800	360		16,2	1440		36	52,2
	3	1000	200		9	800		20	29
	<i>Разом:</i>	<i>4800</i>	<i>960</i>		<i>43,2</i>	<i>3840</i>		<i>96</i>	<i>139,2</i>
Разом:		13800	3210		144,45	10590		264,75	409,2

Таблиця 2.4 – Витрати води на використання душу на промислових підприємствах

Промислове підприємство	Вид цеха	Кількість працюючих по змінам, чол			Група виробничого процесу та санітарна характеристика	Кількість людей на одну душеву сітку	Кількість працюючих душевих сіток в зміну			Витрати води по змінам		
		1	2	3			1	2	3	1	2	3
1	Холодні цеха	3000	2250	1500	не приводять до забруднення одягу та рук	15	200	150	100	100	75	50
	Гарячі цеха	1000	750	500	приводять к забрудненню одягу та рук	7	142,85	107,14	71,42	71,42	53,57	35,71
<i>Разом</i>		<i>4000</i>	<i>3000</i>	<i>2000</i>			<i>342,85</i>	<i>257,14</i>	<i>171,42</i>	<i>171,42</i>	<i>128,57</i>	<i>85,71</i>
2	Холодні цеха	1600	1440	800	не приводять до забруднення одягу та рук	15	106,66	96	53,33	53,33	48	26,66
	Гарячі цеха	400	360	200	приводять к забрудненню одягу та рук	7	57,14	51,43	28,57	28,57	25,71	14,28
<i>Разом</i>		<i>2000</i>	<i>1800</i>	<i>1000</i>			<i>163,8</i>	<i>147,43</i>	<i>81,9</i>	<i>81,9</i>	<i>73,71</i>	<i>40,95</i>
Разом для двох підприємств		6000	4800	3000			506,65	404,57	253,32	253,32	202,28	126,66

Таблиця 2.5 – Загальне водоспоживання населеного пункту за годинами доби

Часи доби	Водоспоживання води населенням											
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень					
	1 район		2 район		3 район		1 район, м ³		2 район, м ³		3 район, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірник	машина	двірник	машин	двірник	машина
0-1	1,5	190,63	1	124,98	1	115,77						
1-2	1,5	190,63	1	124,98	1	115,77						
2-3	1,5	190,63	1	124,98	1	115,77						
3-4	1,5	190,63	1	124,98	1	115,77						
4-5	2,5	317,71	2	249,96	2	231,55						
5-6	3,5	444,79	3	374,93	3	347,32	280,08		163,37	122,53		
6-7	4,5	571,88	5,2	649,88	5,2	602,02	280,08	210,06	163,37	122,53		
7-8	5,5	698,96	6,5	812,36	6,5	752,52	280,08	210,06	163,37	122,53	151,33	
8-9	6,25	794,27	6,5	812,36	6,5	752,52		210,06		122,53	151,33	
9-10	6,25	794,27	5,5	687,38	5,5	636,75		210,06		122,53	151,34	113,5
10-11	6,25	794,27	4,5	562,40	4,5	520,98		210,06		122,53		113,5
11-12	6,25	794,27	5,5	687,38	5,5	636,75		210,06		122,52		113,5
12-13	5,0	635,42	6,88	859,85	6,88	796,52		210,06		122,52		113,5
13-14	5,0	635,42	6,88	859,85	6,88	796,52		210,06		122,52		113,5
14-15	5,5	698,96	5,54	692,38	5,54	641,38		210,06		122,52		113,5
15-16	6,0	762,50	4,5	562,40	4,5	520,98		210,06		122,52		113,5
16-17	6,0	762,50	5	624,89	5	578,86	280,07	210,06	163,37	122,52		113,5
17-18	5,5	698,96	6,5	812,36	6,5	752,52	280,07	210,07	163,37		151,34	113,5
18-19	5,0	635,42	6,5	812,36	6,5	752,52	280,07		163,37		151,34	113,5
19-20	4,5	571,88	5	624,89	5	578,86					151,34	113,5
20-21	4,0	508,34	4,5	562,40	4,5	520,98						113,5
21-22	3,0	381,25	3	374,93	3	347,32						
22-23	2,0	254,17	2	249,96	2	231,55						
23-24	1,5	190,63	1	124,98	1	115,77						
	100	12708,39	100	12497,77	100	11577,29	1680,45	2520,67	980,22	1470,3	908,02	1362

Продовження табл. 2.5

Витрата води на промислових підприємствах												Загальна витрата	
Підприємство 1						Підприємство 2							
Гарячий цех		Холодний цех		Витрата на душ	Виробн потреби	Гарячий цех		Холодний цех		Витрата на душ	Вироб потреб	м ³	%
%	м ³	%	м ³			%	м ³	%	м ³				
15,65	3,52	18,75	7,03	128,75	250	15,65	1,41	18,75	3,75	73,71	175	1074,54	1,89
12,05	2,71	6,25	2,34		250	12,05	1,08	6,25	1,25		175	863,76	1,52
12,05	2,71	12,50	4,69		250	12,05	1,08	12,50	2,5		175	867,35	1,52
12,05	2,71	12,50	4,69		250	12,05	1,08	12,50	2,5		175	867,35	1,52
12,05	2,71	18,75	7,03		250	12,05	1,08	18,75	3,75		175	1238,78	2,18
12,05	2,71	6,25	2,34		250	12,05	1,08	6,25	1,25		175	2165,41	3,81
12,05	2,71	12,50	4,69		250	12,05	1,08	12,50	2,5		175	3035,74	5,34
12,05	2,71	12,50	4,69		250	12,05	1,08	12,50	2,5		175	3627,19	6,38
15,65	7,04	18,75	14,06	85,71	250	15,65	2,82	18,75	7,5	40,95	175	3426,15	6,02
12,05	5,42	6,25	4,69		250	12,05	2,17	6,25	2,5		175	3155,61	5,55
12,05	5,42	12,50	9,38		250	12,05	2,17	12,50	5		175	2770,70	4,87
12,05	5,42	12,50	9,38		250	12,05	2,17	12,50	5		175	3011,44	5,29
12,05	5,42	18,75	14,06		250	12,05	2,17	18,75	7,5		175	3192,01	5,61
12,05	5,42	6,25	4,69		250	12,05	2,17	6,25	2,5		175	3177,64	5,58
12,05	5,42	12,5	9,38		250	12,05	2,17	12,50	5		175	2925,76	5,14
12,05	5,42	12,5	9,38		250	12,05	2,17	12,50	5		175	2738,92	4,81
15,65	5,28	18,75	10,55	171,42	250	15,65	2,54	18,75	6,75	81,9	175	3559,21	6,26
12,05	4,07	6,25	3,52		250	12,05	1,95	6,25	2,25		175	3618,97	6,36
12,05	4,07	12,50	7,03		250	12,05	1,95	12,50	4,5		175	3351,12	5,89
12,05	4,07	12,50	7,03		250	12,05	1,95	12,50	4,5		175	2483,02	4,36
12,05	4,07	18,75	10,55		250	12,05	1,95	18,75	6,75		175	2153,52	3,78
12,05	4,07	6,25	3,52		250	12,05	1,95	6,25	2,25		175	1540,28	2,71
12,05	4,07	12,5	7,03		250	12,05	1,95	12,5	4,5		175	1178,21	2,07
12,05	4,07	12,5	7,03		250	12,05	1,95	12,5	4,5		175	873,926	1,54
	101,25		168,75	385,88	6000		43,2		96	196,56	4200	56896,75	100

2.2.2 Гідрравлічний розрахунок водопровідної мережі 1

Розрахунок мережі виконується для режиму максимального водоспоживання. Витрата води в годину максимального водоспоживання приймається згідно табл. 2,5, який приходить на ранкові часи з 7⁰⁰ до 8⁰⁰ і складає 3627,194 м³/ год = 1007,54 л/с.

Питома витрата для кожного району при максимальному водоспоживанні визначається:

$$q_{итит} = Q / \sum l_i, \quad (2.5)$$

де Q_i - витрата води кожним районом, яка використовується при максимальному водоспоживанні, л/с, визначається за табл. 2.5

$\sum l_i$ - загальна розрахункова довжина магістральної лінії кожного району, м.

$$Q_{\text{пит 1 району}} = ((698,96 + 280,08 + 210,06) / 3,6) / 6975 = 0,047355 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 2 району}} = ((812,36 + 163,37 + 122,53) / 3,6) / 4050 = 0,0753264 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{пит 3 району}} = ((752,52 + 151,33) / 3,6) / 3075 = 0,081648 \text{ л/с}$$

Шляхові витрати визначаються:

$$Q_{\text{шлях}} = q_{итит} \times l_{\text{діл}} \quad (2.6)$$

де $l_{\text{діл}}$ – розрахункова довжина ділянки, який розраховується, м

Розрахунок шляхових витрат на ділянках при максимальному водоспоживанні визначається в табл. 2.6

Вузлові витрати визначаються:

$$Q_{\text{вузл}} = 0,5 \left(\sum Q_{\text{шлях}} \right)_{\text{вузл}} \quad (2.7)$$

де $\left(\sum Q_{\text{шлях}} \right)_{\text{вузл}}$ - сума шляхових витрат ділянок, які примикають до вузла, який розраховується.

Розрахунок вузлових витрат виконується в табл. 2.7

Критерієм вірного визначення являється дотримання умови:

$$\sum Q_{\text{шлях}} = \sum Q_{\text{вузл}} \quad (2.8)$$

Згідно розрахункам по табл. 2.6 и 2.7 - умова виконується.

2.2.3 Гідравлічна ув'язка водопровідної мережі 1

Попередній поточкорозподіл виконується для режиму максимального водоспоживання. Розрахункові точки підключення підприємств: т. 19, 21.

Схема початкового поточкорозподілу для режиму максимального водоспоживання представлена на рис. 2.1. Попереднє визначення розрахункових витрат по кожній ділянці мережі починається з точки сходу потоків. Витрата води у вузлі сходу розподіляється по ділянкам водопровідної мережі, які підходять до вузла, із дотриманням умови:

$$\sum q_{i-k} - Q_{узл} = 0, \quad (2.9)$$

де $\sum q_{i-k}$ - сума витрат води по ділянкам, які входять у вузол,

$Q_{узл}$ - відбір води із вузла

Гідравлічна ув'язка мережі виконується для визначення дійсного поточкорозподілу при вже прийнятих діаметрах, яка буде відрізнитися від попереднього, тим що буде виконуватися умова першого та другого закону Кірхгофа. Ув'язка мережі для режиму максимального водоспоживання та випадку пожежі в годину максимального водоспоживання виконується на ПК з використанням GIDRAST 1 [24].

Метод ув'язки – Лобачова-Кроса. Вихідні дані: довжина, діаметр та кількість розрахункових ділянок, попередні витрати та код кожної ділянки, кількість кілець водопровідної мережі представлені Додатку А табл. А1. Попередній поточкорозподіл представлений в Додатку Б рис. Б1. Результати гідравлічної ув'язки представлені в Додатку В табл. В1.

Таблиця 2.6 – Шляхові витрати

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Розрахункова довжина, l діл., м	Питома витрата, q _{пит.} л/с	Шляхова витрата, л/с
1 район				

1-4	440	220	0,047355	10,42
4-5	480	240		11,37
4-7	430	430		20,36
5-6	440	220		10,42
8-7	430	430		20,36
7-6	480	480		22,73
7-15	720	720		34,10
6-16	720	360		17,05
14-15	420	420		19,89
15-16	480	480		22,73
15-18	1000	1000		47,36
16-17	920	460		21,78
19-18	410	205		9,71
18-17	480	240		11,37
1-8	430	215		10,18
8-14	720	360		17,05
14-19	990	495		23,44
2 район				
1-8	430	215		16,20
8-14	720	360	27,12	
14-19	990	495	37,29	
1-2	580	290	21,84	
8-9	680	680	51,22	
13-14	630	630	47,46	
19-20	690	345	25,99	
2-9	430	215	16,20	
9-13	720	360	27,12	
13-20	920	460	34,65	
3 район				
2-9	430	215	17,55	
9-13	720	360	29,39	
13-20	920	460	37,56	
2-3	250	125	10,21	
3-10	330	165	13,47	
10-9	310	155	12,66	
10-11	840	420	34,29	
11-12	320	160	13,06	
12-13	350	350	28,58	
12-21	910	455	37,15	
21-20	420	210	17,15	
886,44				

Таблиця 2.7 – Вузлові витрати

Номер вузла	Ділянки, які примикають до вузла	$(\sum Q_{дільня})_{вузл}$ л/с	Вузлова витрата $Q_{вузл}$
-------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

1	1-4 1-2 1-8	58,64	29,31953
2	1-2 2-3 2-9	65,80	32,89998
3	3-10 2-3	23,68	11,83896
4	1-4 4-5 4-7	42,15	21,07298
5	4-5 5-6	21,78	10,89165
6	6-7 6-16	50,20	25,09815
7	6-7 4-7 7-15 7-8	97,55	48,77565
8	7-8 1-8 9-8 8-14	142,13	71,06295
9	2-9 9-13 9-10 9-8	154,14	77,06859
10	3-10 10-9 10-11	60,42	30,20976
11	10-11 11-12	47,36	23,67792
12	11-12 12-13 12-21	78,79	39,39516
13	12-13 9-13 13-20 13-14	204,75	102,3754
14	14-15 14-8 14-13 14-19	172,24	86,11837
15	15-16 15-14 7-15 15-18	124,07	62,03505
16	16-17 16-15 16-6	61,56	30,78075
17	17-18 17-16	33,15	16,57425
18	18-17 18-19 18-15	68,43	34,21399
19	19-14 19-18 19-20	96,42	48,21117
20	13-20 20-19 20-21	115,34	57,6708
21	21-20 21-12	54,30	27,14796
Σ		1772,88	886,44

Дійсний поточкорозподіл для режиму максимального водоспоживання представлений в Додатку Б рис. Б 2.

2.2.4 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів

Визначення розрахункових позначок починається з знаходження невідгідної точки, яка в місці приєднання водоводів до мережі вимагає найбільшої п'єзометричної позначки. Для вибору невідгідної точки перевіряються найбільш високі та віддалені вузли в кожному районі.

Потрібні п'єзометричні позначки у обраних точках визначаються:

$$\Pi_{три} = H_{вільн. отр.і} + z_i \quad (2.9)$$

де $H_{вільн. отр.і}$ – потрібний вільний напір в в і-й точці який для режиму максимального водоспоживання визначається:

$$H_{вільн. отр} = 6 + 4n \quad (2.10)$$

где n - кількість поверхів району.

z_i – абсолютна позначка кожної точки, яка визначається за генпланом населеного пункту.

П'єзометрична позначка $\Pi_{i(1)}$ в точці підключення водоводів, необхідна для отримання п'єзометричних позначок в розглянутих точках визначається:

$$\Pi_{i(1)} = \Pi_{номр} + \sum h_{1-i} \quad (2.11)$$

де $\sum h$ - алгебраїчна сума втрат напору від точки підключення водоводів до і-ї точки.

Невідгідною точкою для режиму максимального водоспоживання - т. 10.

Після визначення невідгідної точки визначаються необхідні позначки та вільні напори у всіх вузлах мережі. Розрахунок виконується безпосередньо на схемах в графічній частині роботи.

2.2.5 Розрахункова витрата та напір насосної станції II підйому

Розрахункова подача насосів насосної станції II підйому визначається за графіком сумісного водоспоживання населеного пункту та подачі насосів насосної станції.

Годинна подача насосної станції для кожного ступеня визначається:

$$Q_{i,nc} = Q_{доб} \times P_i / 100, \quad (2.12)$$

де P_i и $Q_{i,nc}$ – подача кожного ступеня насосної станції у відсотках, % та м³/год відповідно

$$P_I = 1,85 \%, P_{II} = 5,12 \%$$

$Q_{доб}$ - добова витрата води населеним пунктом, м³/доб

$$Q_{доб} = 56896,75 \text{ м}^3/\text{доб за табл. 2.5}$$

$$Q_I = 56896,75 * 1,85 / 100 = 1052,59 \text{ м}^3/\text{год} = 292,39 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 56896,75 * 5,12 / 100 = 2913,114 \text{ м}^3/\text{год} = 809,2 \text{ л/с}$$

Регулююча ємність баку водонапірної башти розраховується в табл. 2.8.

$$W_{н.з.} = 0,6 * (40+5) = 27 \text{ м}^3$$

$$W_6 = ((4,61+1,93) * 56896,75 / 100 + 27,00 = 3748 \text{ м}^3 \text{ (6,58\% від добової витрати).}$$

Число напірних водоводів від насосної станції приймається два.
Розрахункова витрата кожного з напірних водоводів:

$$Q_{н.в.} = Q_{max.н.ст.} / n_{н.}, \quad (2.13)$$

де $n_{н.}$ - кількість напірних водоводів.

$$Q_{н.в.} = 809,2 / 2 = 404,6 \text{ л/с}$$

Характеристика водоводів визначається за формулою [24]:

$$H_i = (S_k + 1,15 \times l \times \delta \times S_o) \times Q^2 + H_z = 1,15 \times i \times l + H_z = h_{gp} + H_z, \quad (2.14)$$

де $H_{\text{геом}}$ - геометрична висота підйому для кожного розрахункового режиму, м

Таблиця 2.8– Визначення регулюючої ємності водонапірного баку

Години доби	Витрата населеним пунктом, %	Подача насосної станції	Подача в бак	Витрата з баку	Залишок в баку
0-1	1,89	1,85		-0,04	-0,04
1-2	1,52	1,85	0,33		0,29
2-3	1,52	1,85	0,33		0,62
3-4	1,52	1,85	0,33		0,95
4-5	2,18	1,85		-0,33	0,62
5-6	3,81	5,12	1,31		1,93
6-7	5,34	5,12		-0,22	1,71
7-8	6,38	5,12		-1,26	0,45
8-9	6,02	5,12		-0,9	-0,45
9-10	5,55	5,12		-0,43	-0,88
10-11	4,87	5,12	0,25		-0,63
11-12	5,29	5,12		-0,17	-0,8
12-13	5,61	5,12		-0,49	-1,29
13-14	5,58	5,12		-0,46	-1,75
14-15	5,14	5,12		-0,02	-1,77
15-16	4,81	5,12	0,31		-1,46
16-17	6,26	5,12		-1,14	-2,6
17-18	6,36	5,12		-1,24	-3,84
18-19	5,89	5,12		-0,77	-4,61
19-20	4,36	5,12			-3,85
20-21	3,78	5,12			-2,51
21-22	2,71	5,12			-0,1
22-23	2,07	1,85		-0,22	-0,31
23-24	1,54	1,85	0,31		0,00
	100	100			

Геометрична висота підйому:

$$H_2 = H_1 - z, \quad (2.15)$$

де P_1 – п’езометрична позначка в точці підключення водоводів до мережі, м

$P_1=152,1$ м - за графічною частиною проєкту

z – позначка пожежного рівня води в резервуарах чистої води, м,

$z = 56,50$ м

$$H_{\text{геом}} = 152,1 - 56,50 = 95,60 \text{ м}$$

Для години максимального водоспоживання $H_{\text{геом}}=95,60$ м

Розрахунки характеристики водоводів зводяться в табл. 2.9

Таблиця 2.9 – Розрахунок характеристики напірних водоводів

Вид показника	Значення показника при Q_i					
	Година максимального водоспоживання					
Q , л/с	0,00	100,00	200,00	300,00	400,00	600,00
V , м/с	0,00	0,26	0,52	0,78	1,103	1,55
i	0,00	0,00015	0,00053	0,0011	0,00188	0,0042
$h_{\text{вр}}$	0,00	0,69	2,45	5,08	8,68	19,4
H_r , м	95,60					
H_i , м	95,60	96,30	98,05	100,68	104,29	115,00

Графік сумісної роботи напірних водоводів та насосів показує, що режим максимального водоспоживання забезпечується паралельною роботою двох насосів марки Д1250-125 з діаметром робочого колеса 575 мм [26].

2.3 Водопровідна мережі населеного пункту 2

2.3.1 Визначення витрат та режиму водоспоживання населеного пункту 2

Середньодобова витрата води для кожного району визначається за формулою 1.1 табл. 2.1.

qi – приймається: 250 л/доб для першого району; 200 л/доб для другого району [23, табл.1].

Таблиця 2.10 – Добові витрати води на господарсько-питні потреби

Райони населеного пункту	Розрахункова чисельність мешканців, чол	Питоме середньодобове водоспоживання, л/добу	Коефіцієнти добової нерівномірності		Добові витрати води, м ³ / доб		
			Kmax	Kmin	Q	Q доб max	Q доб min
1	22330	250	1,25	0,8	5582,5	6978,12	4466
2	12504	200	1,2	0,85	2500,96	3001,15	2125,81
	34834				8083,46	9979,27	6591,81

Таблиця 2.11 – Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень

Райони населеного пункту	Розрахункова чисельність мешканців, чол	Питома витрата на поливку л/доб*чол	Добові витрати води на поливання, м ³ / доб		
			Разом по району	Двірниками	Машинами

1	22330	70	1563,1	625,24	937,86
2	12504	65	812,81	325,12	487,69
	34834		2375,9	950,36	1425,55

Для 1 района:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,2 * 1,2 = 1,44 = 1,45$$

Для 2 района:

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,23 * 1,29 = 1,58$$

Таблиця 2.12 – Витрата води на господарсько-питні потреби робітників на промисловому підприємстві

Промислове підприємство	Зміни роботи	Кількість працюючих, N_i , чол	Гарячий цех			Холодний цех			Загальна витрата, Q_p , м ³
			N_g , чол	Питома витрата води на 1 прац., л/зм	Витрата води, Q_g , м ³	N_x , чол	Питома витрата води на 1 прац., л/зм	Витрата води, Q_x , м ³	
1	1	1500	375	45	16,87	1125	25	28,125	45
	2	1000	250		11,25	750		18,75	30
	3	1000	250		11,25	750		18,75	30
Разом:		3500	875		39,37	2625		65,625	105

Таблиця 2.13 – Витрати води на використання душу на промисловому підприємстві

Промислове підприємство	Вид цеха	Кількість працюючих по змінам, чол			Група виробничого процесу та санітарна характеристика	Кількість людей на одну душову сітку	Кількість працюючих душових сіток в зміну			Витрати води по змінам		
		1	2	3			1	2	3	1	2	3
1	Холодні цеха	1125	750	750	16	7	161	107	107	81	54	54
	Гарячі цеха	375	250	250	2а	5	54	50	50	27	25	25
Разом		1500	1000	1000							108	79

Таблиця 2.14 – Загальне водоспоживання населеного пункту за годинами доби

Години доби	Водоспоживання води населенням							
	Господарсько-питні потреби				Витрати на полив вулиць та зелених насаджень			
	1 район		2 район		1 район		2 район	
	%	М ³	%	М ³	Двірник	машина	Двірник	машина
0-1	2,0	139,56	1,50	45,02				
1-2	2,1	146,54	1,50	45,02				
2-3	1,85	129,10	1,50	45,02				
3-4	1,9	132,58	1,50	45,02				
4-5	2,85	198,88	2,50	75,03				
5-6	3,70	258,19	3,50	105,04				
6-7	4,5	314,02	4,06	121,85	78,15	66,99	40,64	34,8
7-8	5,3	369,84	5,50	165,06	78,15	66,99	40,64	34,8
8-9	5,8	404,73	6,47	194,17	78,15	66,99	40,64	34,8
9-10	6,05	422,18	6,47	194,17	78,15	66,99	40,64	34,8
10-11	5,8	404,73	6,47	194,17		66,99		34,8
11-12	5,7	397,75	6,47	194,17		66,99		34,8
12-13	4,8	334,95	5,00	150,06		66,99		34,8
13-14	4,7	327,97	5,00	150,06		66,99		34,8
14-15	5,05	352,40	5,50	165,06		66,99		34,8
15-16	5,3	369,84	6,00	180,07	78,15	66,99	40,64	34,8
16-17	5,45	380,31	6,00	180,07	78,15	66,99	40,64	34,8
17-18	5,05	352,40	5,50	165,06	78,15	66,99	40,64	34,8
18-19	4,85	338,44	5,00	150,06	78,15	66,99	40,64	34,8
19-20	4,5	314,02	4,06	121,85		66,99		
20-21	4,2	293,08	4,00	120,05				
21-22	3,6	251,21	3,00	90,03				
22-23	2,85	198,88	2,00	60,02				
23-24	2,1	146,54	1,50	45,02				
Σ	100	6978,12	100	3001,15	625,24	937,86	325,12	487,69

Продовження табл. 2.14

Витрата води на промисловому підприємстві	Сумарне водоспоживання
---	------------------------

Горячий цех		Холодный цех		Витрата на душ, М ³	Вироб.	М ³	%
%	М ³	%	М ³				
15,65	1,76	18,75	3,52	79	625	893,86	3,22
12,05	1,36	6,25	1,17		625	819,09	2,95
12,05	1,36	12,5	2,34		625	802,81	2,90
12,05	1,36	12,5	2,34		625	806,30	2,91
12,05	1,36	18,75	3,52		625	903,78	3,26
12,05	1,36	6,25	1,17		625	990,76	3,57
12,05	1,36	12,5	2,34		625	1285,14	4,64
12,05	1,36	12,5	2,34		625	1384,18	4,99
15,65	1,76	18,75	3,52	79	625	1528,76	5,51
12,05	2,03	6,25	1,76		625	1465,72	5,29
12,05	2,03	12,5	3,52		625	1331,24	4,80
12,05	2,03	12,5	3,52		625	1324,27	4,78
12,05	2,03	18,75	5,27		625	1219,10	4,40
12,05	2,03	6,25	1,76		625	1208,61	4,36
12,05	2,03	12,5	3,52		625	1249,80	4,51
12,05	2,03	12,5	3,52		625	1401,04	5,05
15,65	2,64	18,75	5,27	108	625	1521,87	5,49
12,05	1,36	6,25	1,17		625	1365,57	4,93
12,05	1,36	12,5	2,34		625	1337,78	4,83
12,05	1,36	12,5	2,34		625	1166,35	4,21
12,05	1,36	18,75	3,52		625	1043,00	3,76
12,05	1,36	6,25	1,17		625	968,77	3,49
12,05	1,36	12,5	2,34		625	887,60	3,20
12,05	1,36	12,5	2,34		625	820,26	2,96
	39,37		65,63	266	15000	27725,65	100

2.3.2 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі 2

Режим максимального водоспоживання в годину з 8⁰⁰ до 9⁰⁰.

$$q_{\text{пит 1 району}} = 549,87/2330 = 0,235 = 0,065 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{пит 2 району}} = 269,61/6480 = 0,041 = 0,0115 \text{ л/с}$$

Таблиця 2.15 – Визначення шляхових витрат

Номер ділянки	Питома витрата, $q_{\text{пит}}$	Довжина ділянки, м	Шляхова витрата, л/с
1-2	0,065	290	18,85
1-3	0,065	325	21,13
3-4	0,065	275	17,88
1-5	0,065	550	35,75
2-6	0,065	275	17,88
4-5	0,065	325	21,13
	0,0115	325	3,74
5-6	0,065	290	18,85
	0,0115	290	4,35
4-9	0,0115	540	8,10
5-8	0,0115	540	8,10
6-7	0,0115	540	8,10
9-8	0,0115	650	9,75
8-7	0,0115	580	8,70
9-12	0,0115	800	12,00
8-11	0,0115	800	12,00
7-10	0,0115	800	12,00
12-11	0,0115	325	4,88
11-10	0,0115	290	4,35
Всього		8810	227,29

Таблиця 2.16–Визначення вузлових витрат

Номер вузла	Витрата по ділянці, $(\sum Q_{\text{ділянка}})_{\text{вузл}}$ л/с	Вузлова витрата для режиму максимального водоспоживання, $Q_{\text{вузл}}$
1	55,72	27,86
2	36,73	18,36
3	39,00	19,50
4	50,84	25,42
5	71,92	35,96
6	49,18	24,59
7	28,80	14,40
8	38,55	19,28
9	29,85	14,93
10	16,35	8,18
11	21,23	10,61
12	16,88	8,44
	454,58	227,29

2.3.5 Визначення п'єзометричних позначок та вільних напорів

Невигідна точка - т. 2. Вільні напори у вузлах мережі не менше потрібних при максимальному водоспоживанні, що відповідає вимогам [23, пп. 2.26].

2.3.6 Розрахункова витрата та напір насосної станції II підйому

$Q_{\text{доб}}$ - добова витрата води населеним пунктом, м³/доб

$Q_{\text{доб}} = 27725,65$ м³/доб за табл. 2.14 $P_I = 3,01$ %, $P_{II} = 4,86$ %

$Q_I = 27725,65 * 3,01 / 100 = 834,54 = 231,81$ л/с

$Q_{II} = 27725,65 * 4,86 / 100 = 1347,46 = 374,29$ л/с

Регулююча ємність баку водонапірної башти розраховується в табл. 2.17.

$W_{\text{н.з.}} = 0,6 * (40+5) = 27$ м³

Таблиця 2.17 – Визначення регулюючої ємності водонапірного баку

Години доби	Витрата населеним пунктом, %	Подача насосної станції	Подача в бак	Витрата з баку	Залишок в баку
0-1	3,22	3,01		-0,21	-0,21
1-2	2,95	3,01	0,06		-0,15
2-3	2,90	3,01	0,11		-0,04
3-4	2,91	3,01	0,1		0,06
4-5	3,26	3,01		-0,25	-0,19
5-6	3,57	3,01		-0,56	-0,75
6-7	4,64	4,86	0,22		-0,53
7-8	4,99	4,86		-0,13	-0,66
8-9	5,51	4,86		-0,65	-1,31
9-10	5,29	4,86		-0,43	-1,74
10-11	4,80	4,86	0,06		-1,68
11-12	4,78	4,86	0,08		-1,6
12-13	4,40	4,86	0,46		-1,14
13-14	4,36	4,86	0,5		-0,64
14-15	4,51	4,86	0,35		-0,29
15-16	5,05	4,86		-0,19	-0,48
16-17	5,49	4,86		-0,63	-1,11
17-18	4,93	4,86		-0,07	-1,18
18-19	4,83	4,86	0,03		-1,15
19-20	4,21	4,86	0,65		-0,5
20-21	3,76	4,86	1,1		0,6
21-22	3,49	3,01		-0,48	0,12
22-23	3,20	3,01		-0,17	-0,05
23-24	2,96	3,01	0,05		0,00
	100	100			

$$W_6 = ((0,6 + 1,68) * 27725,65 / 100 + 27,00 = 659,15 \text{ м}^3 \text{ (2,37 \% від добової витрати)}.$$

$$H_{\text{геом}} = 145,24 - 95,00 = 50,24 \text{ м}$$

Розрахунки характеристики водоводів зводяться в табл. 2.18

Таблиця 2.18 – Розрахунок характеристики напірних водоводів

Вид показника	Значення показника при Q_i					
	Година максимального водоспоживання					
Q , л/с	0	46,75	93,5	140,25	187	233,75
V , м/с	0	0,238	0,476	0,71	0,952	1,19
i	0	0,202	0,695	1,45	2,47	3,75
$h_{вр}$	0	0,5858	2,0155	4,205	7,163	10,875
H_r , м	50,24					
H_i , м	50,24	50,83	52,26	54,45	57,40	61,12

Графік сумісної роботи напірних водоводів та насосів показує, що режим максимального водоспоживання забезпечується паралельною роботою двох насосів марки Д800-57 з обточеним колесом діаметром 378 мм [26].

2.4 Розрахунок варіантів роботи водопровідної мережі

Для обробки, аналізу та узагальнення гідравлічних характеристик виконується моделювання роботи мережі населеного пункту 1 та 2 (параметр який змінюється – чисельність населення).

Розрахунки виконуються:

- для водопровідної мережі населеного пункту 1:

Варіант 1: збільшення кількості населення на 20 %

Варіант 2: збільшення кількості населення на 50%

Варіант 3: зменшення кількості населення на 20%

Варіант 4: зменшення кількості населення на 50%

- для водопровідної мережі населеного пункту 2 варіанти 5-8 з такими же вісотковими змінами.

2.4.1 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі населеного пункту 1

2.4.1.1 Прогнозування витрат та п'єзометричних позначок для розрахункових варіантів

Для моделювання гідравлічних режимів роботи мережі питома середньодобове водоспоживання приймається:

для 1-го району – 180 л/добу; для 2 та 3-го – 240 л/добу [18, табл.1]

Коефіцієнт добової нерівномірності: $K_{\max} = 1,2$ [18, п.6.1.2]

Розрахунок добової витрати води на господарсько-питні потреби населення виконується в табл. 2.19

Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень також залежить від кількості мешканців. Питома витрата на поливку приймається 80 л/доб*чол. Результати розрахунків представлені в табл. 2.20.

Витрати води промисловими підприємствами залишаються без змін.

Водоспоживання населеного пункту 1 за годинами доби на господарсько-питні потреби та полив за варіантами представлені в табл.2.20-2.24

Таблиця 2.19 – Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення міста

Район	Вихідна кількість чол	Прогнозована чисельність мешканців, чол				Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення міста, м ³ /доб							
		B1	B2	B3	B4	B1		B2		B3		B4	
						Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}
1	52514	63016	78771	42011	26257	11343	13611,6	14178,7	17014,5	7562,01	9074,4	4726,2	5671,5
2	30632	36758	45948	24505	15316	8822	10586,4	11027,5	13233,0	5881,34	7057,6	3675,8	4411,0
3	28375	34050	42562	22700	14187	8172	9806,4	10215	12258	5448	6537,6	3405	4086
	111521	133825	167281	89216	55760,5	28337	34004,4	35421,3	42505,5	18891,3	22669,6	11807	14168,5

Таблиця 2.20 – Добові витрати води на поливання

Район	Прогнозована чисельність мешканців, чол				Добові витрати води поливання міста, м ³ /доб							
	B1	B2	B3	B4	B1		B2		B3		B4	
					двірн	машина	двірн	машина	двірн	машина	двірн	машина
1	63016	78771	42011	26257	2016,538	3024,806	2520,672	3781,008	1344,358	2016,538	840,224	1260,336
2	36758	45948	24505	15316	1176,269	1764,403	1470,336	2205,504	784,1792	1176,269	490,112	735,168
3	34050	42562	22700	14187	1089,6	1634,4	1362	2043	726,4	1089,6	454	681
	133825	167281	89216	55760	4282,406	6423,61	5353,008	8029,512	2854,938	4282,406	1784,336	2676,504

Максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності:

для 1 району:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,3 * 1,15 \approx 1,5$$

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,3 * 1,13 \approx 1,5$$

$$K_{3 \text{ макс}} = 1,3 * 1,165 \approx 1,5$$

$$K_{4 \text{ макс}} = 1,3 * 1,165 \approx 1,55$$

Для 2 району:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,4 * 1,16 \approx 1,6$$

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,4 * 1,165 \approx 1,6$$

$$K_{3 \text{ макс}} = 1,4 * 1,19 \approx 1,65$$

$$K_{4 \text{ макс}} = 1,4 * 1,25 \approx 1,75$$

Для 3 району:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,4 * 1,16 \approx 1,6$$

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,4 * 1,165 \approx 1,6$$

$$K_{3 \text{ макс}} = 1,4 * 1,2 \approx 1,68$$

$$K_{4 \text{ макс}} = 1,4 * 1,24 \approx 1,75$$

Розрахункові коефіцієнти порівнюються з найближчими коефіцієнтами годинної нерівномірності [27]. Режим витрати води на полив приймається рівномірний: двірники 6; машини 12 годин.

Загальне водоспоживання населеного пункту 1 за годинами доби представлене в табл.2.25 При змінах чисельності населення змінюються вузлові витрати. Для визначення нових значень вузлових витрат визначаються коефіцієнти перерахунку [28]: Варіант 1 $k_1 = 850,92/886,44=0,96$; Варіант 2 $k_2 = 1152,29/886,44=1,3$; Варіант 3 $k_3 = 788,88/886,44=0,89$; Варіант 4 $k_4 = 363,42/886,44=0,41$

Вузлові витрати по варіантам визначаються за допомогою коефіцієнтів перерахунку в табл. 2.26.

Таблиця 2.21 – Водоспоживання населеного пункту 1 на господарсько-питні потреби та полив В1

Часи доби	Водоспоживання води населенням							
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень	
	1 район		2 район		3 район		три райони, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірники	машини
0-1	1,5	204,174	1	105,864	1	98,064		
1-2	1,5	204,174	1	105,864	1	98,064		
2-3	1,5	204,174	1	105,864	1	98,064		
3-4	1,5	204,174	1	105,864	1	98,064		
4-5	2,5	340,29	2	211,728	2	196,128		
5-6	3,5	476,406	3	317,592	3	294,192	713,74	
6-7	4,5	612,522	5,2	550,493	5,2	509,933	713,74	535,3
7-8	5,5	748,638	6,5	688,116	6,5	637,416	713,74	535,3
8-9	6,25	850,725	6,5	688,116	6,5	637,416		535,3
9-10	6,25	850,725	5,5	582,252	5,5	539,352		535,3
10-11	6,25	850,725	4,5	476,388	4,5	441,288		535,3
11-12	6,25	850,725	5,5	582,252	5,5	539,352		535,3
12-13	5	680,58	6,88	728,344	6,88	674,68		535,3
13-14	5	680,58	6,88	728,344	6,88	674,68		535,3
14-15	5,5	748,638	5,54	586,487	5,54	543,275		535,3
15-16	6	816,696	4,5	476,388	4,5	441,288		535,3
16-17	6	816,696	5	529,32	5	490,32	713,73	535,3
17-18	5,5	748,638	6,5	688,116	6,5	637,416	713,73	535,3
18-19	5	680,58	6,5	688,116	6,5	637,416	713,73	
19-20	4,5	612,522	5	529,32	5	490,32		
20-21	4	544,464	4,5	476,388	4,5	441,288		
21-22	3	408,348	3	317,592	3	294,192		
22-23	2	272,232	2	211,728	2	196,128		
23-24	1,5	204,174	1	105,864	1	98,064		
	100	13611,6	100	10586,4	100	9806,4	4282,407	6423,609

Таблиця 2.22 – Водоспоживання населеного пункту 1 на господарсько-питні потреби та полив В2

Часи доби	Водоспоживання води населенням							
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень	
	1 район		2 район		3 район		три райони, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірники	машини
0-1	1,5	255,218	1	132,33	1	122,58		
1-2	1,5	255,218	1	132,33	1	122,58		
2-3	1,5	255,218	1	132,33	1	122,58		
3-4	1,5	255,218	1	132,33	1	122,58		
4-5	2,5	425,363	2	264,66	2	245,16		
5-6	3,5	595,508	3	396,99	3	367,74	892,17	
6-7	4,5	765,653	5,2	688,116	5,2	637,416	892,17	669,12
7-8	5,5	935,798	6,5	860,145	6,5	796,77	892,17	669,12
8-9	6,25	1063,41	6,5	860,145	6,5	796,77		669,12
9-10	6,25	1063,41	5,5	727,815	5,5	674,19		669,12
10-11	6,25	1063,41	4,5	595,485	4,5	551,61		669,12
11-12	6,25	1063,41	5,5	727,815	5,5	674,19		669,12
12-13	5	850,725	6,88	910,43	6,88	843,35		669,12
13-14	5	850,725	6,88	910,43	6,88	843,35		669,12
14-15	5,5	935,798	5,54	733,108	5,54	679,093		669,12
15-16	6	1020,87	4,5	595,485	4,5	551,61		669,12
16-17	6	1020,87	5	661,65	5	612,9	892,17	669,12
17-18	5,5	935,798	6,5	860,145	6,5	796,77	892,17	669,12
18-19	5	850,725	6,5	860,145	6,5	796,77	892,17	
19-20	4,5	765,653	5	661,65	5	612,9		
20-21	4	680,58	4,5	595,485	4,5	551,61		
21-22	3	510,435	3	396,99	3	367,74		
22-23	2	340,29	2	264,66	2	245,16		
23-24	1,5	255,218	1	132,33	1	122,58		
	100	17014,5	100	13233	100	13233	5353,008	8029,512

Таблиця 2.23 – Водоспоживання населеного пункту 1 на господарсько-питні потреби та полив ВЗ

Часи доби	Водоспоживання води населенням							
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень	
	1 район		2 район		3 район		три райони, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірники	машини
0-1	1,5	136,116	2,5	176,44	2,4	156,902		
1-2	1,5	136,116	2	141,152	2,15	140,558		
2-3	1,5	136,116	2	141,152	2,15	140,558		
3-4	1,5	136,116	2	141,152	2,15	140,558		
4-5	2,5	226,86	2	141,152	2,15	140,558		
5-6	3,5	317,604	2,4	169,382	2,4	156,902	475,82	
6-7	4,5	408,348	3,4	239,958	3,4	222,278	475,82	356,87
7-8	5,5	499,092	3,93	277,364	3,8	248,429	475,82	356,87
8-9	6,25	567,15	4,9	345,822	4,8	313,805		356,87
9-10	6,25	567,15	4,9	345,822	4,9	320,342		356,87
10-11	6,25	567,15	4,9	345,822	4,8	313,805		356,87
11-12	6,25	567,15	3,9	275,246	3,8	248,429		356,87
12-13	5	453,72	4	282,304	3,9	254,966		356,87
13-14	5	453,72	5	352,88	4,9	320,342		356,87
14-15	5,5	499,092	4,5	317,592	4,4	287,654		356,87
15-16	6	544,464	5	352,88	4,9	320,342		356,87
16-17	6	544,464	5,8	409,341	5,8	379,181	475,82	356,87
17-18	5,5	499,092	6,79	479,211	7	457,632	475,82	356,87
18-19	5	453,72	6,79	479,211	7	457,632	475,82	
19-20	4,5	408,348	6,79	479,211	7	457,632		
20-21	4	362,976	5	352,88	5	326,88		
21-22	3	272,232	4	282,304	4	261,504		
22-23	2	181,488	4	282,304	3,9	254,966		
23-24	1,5	136,116	3,5	247,016	3,3	215,741		
	100	9074,4	100	7057,6	100	6537,6	2854,938	4282,41

Таблиця 2.24 – Водоспоживання населеного пункту 1 на господарсько-питні потреби та полив В4

Часи доби	Водоспоживання води населенням							
	Господарсько-питні потреби						Витрати на полив вулиць та зелених насаджень	
	1 район		2 район		3 район		три райони, м ³	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	двірники	машини
0-1	3	170,145	2,5	110,275	2,5	102,15		
1-2	2,1	119,102	2,3	101,453	2,3	93,978		
2-3	2,1	119,102	2,3	101,453	2,3	93,978		
3-4	2,1	119,102	2,3	101,453	2,3	93,978		
4-5	2,1	119,102	2,3	101,453	2,3	93,978		
5-6	2,7	153,131	2,3	101,453	2,3	93,978	297,39	
6-7	3,34	189,428	3,4	149,974	3,4	138,924	297,39	223,04
7-8	4	226,86	3,7	163,207	3,7	151,182	297,39	223,04
8-9	5,5	311,933	4,6	202,906	4,6	187,956		223,04
9-10	5	283,575	4,8	211,728	4,8	196,128		223,04
10-11	5	283,575	4,7	207,317	4,7	192,042		223,04
11-12	4	226,86	3,8	167,618	3,8	155,268		223,04
12-13	4	226,86	3,8	167,618	3,8	155,268		223,04
13-14	5	283,575	4,8	211,728	4,8	196,128		223,04
14-15	4	226,86	4,5	198,495	4,5	183,87		223,04
15-16	4,5	255,218	4,7	207,317	4,7	192,042		223,04
16-17	5,5	311,933	5,65	249,222	5,65	230,859	297,39	223,04
17-18	6,42	364,11	7,25	319,798	7,25	296,235	297,39	223,04
18-19	6,42	364,11	7,25	319,798	7,25	296,235	297,39	
19-20	6,42	364,11	7,25	319,798	7,25	296,235		
20-21	5	283,575	4,8	211,728	4,8	196,128		
21-22	4	226,86	4	176,44	4	163,44		
22-23	4	226,86	3,8	167,618	3,8	155,268		
23-24	3,8	215,517	3,2	141,152	3,2	130,752		
	100	5671,5	100	4411	100	4086	1784,336	2676,5

Таблиця 2.25 – Загальне водоспоживання населеного пункту 1 за годинами доби

Часи доби	Загальне водоспоживання населеного пункту (з урахуванням витрати води промисловими підприємствами)							
	B1		B2		B3		B4	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
0-1	1,88	1051,27	1,72	1153,298	2,71	1112,628	3,44	1025,74
1-2	1,50	840,482	1,41	942,5075	2,07	850,2064	2,50	746,9125
2-3	1,51	844,082	1,41	946,1075	2,08	853,8064	2,52	750,5125
3-4	1,51	844,082	1,41	946,1075	2,08	853,8064	2,52	750,5125
4-5	2,12	1187,72	2,05	1374,753	2,31	948,1404	2,53	754,1025
5-6	4,00	2234,31	4,00	2684,788	3,79	1552,089	3,62	1078,332
6-7	6,01	3357,97	6,09	4088,455	5,22	2139,255	4,81	1434,736
7-8	6,72	3759,19	6,84	4589,983	5,59	2293,554	5,02	1497,659
8-9	5,89	3294,64	5,92	3972,521	5,28	2166,727	5,06	1508,915
9-10	5,27	2947,41	5,33	3574,311	4,95	2029,965	4,54	1354,251
10-11	4,92	2750,67	4,96	3326,591	4,95	2030,617	4,54	1352,944
11-12	5,29	2954,6	5,34	3581,501	4,62	1894,665	4,09	1219,756
12-13	5,50	3073,05	5,56	3727,776	4,40	1802,01	4,11	1226,936
13-14	5,47	3058,68	5,54	3713,406	4,69	1923,592	4,54	1354,251
14-15	5,12	2860,67	5,16	3464,089	4,65	1908,178	4,29	1279,235
15-16	4,86	2716,64	4,90	3284,055	4,93	2021,526	4,44	1324,587
16-17	6,78	3788,81	6,80	4560,15	7,00	2869,116	6,76	2015,883
17-18	6,73	3759,99	6,84	4590,793	6,60	2705,415	6,50	1937,363
18-19	5,66	3162,39	5,73	3842,36	5,63	2308,933	5,77	1720,083
19-20	3,71	2074,71	3,70	2482,753	4,36	1787,741	4,77	1422,693
20-21	3,42	1910,46	3,39	2275,995	3,64	1491,056	3,82	1139,751
21-22	2,61	1456,92	2,55	1711,955	3,06	1252,83	3,37	1003,53
22-23	2,01	1122,64	1,93	1292,66	2,83	1161,308	3,33	992,296
23-24	1,52	850,652	1,42	952,6775	2,54	1041,423	3,12	929,971
	100	55902	100	67079,59	100	40998,59	100,00	29820,95

Таблиця 2.26 – Вузлові витрати по варіантам

Номер вузла	Вузлові витрати				
	$Q_{\text{вузл}}$	$Q_{\text{вузл 1}}$	$Q_{\text{вузл 2}}$	$Q_{\text{вузл 3}}$	$Q_{\text{вузл 4}}$
1	29,32	28,15	38,12	26,09	12,02
2	32,89	31,57	42,76	29,27	13,48
3	11,84	11,37	15,39	10,54	4,85
4	21,07	20,23	27,39	18,75	8,64
5	10,89	10,45	14,16	9,69	4,46
6	25,09	24,09	32,62	22,33	10,29
7	48,77	46,82	63,40	43,41	20,00
8	71,06	68,22	92,38	63,24	29,13
9	77,06	73,98	100,18	68,58	31,59
10	30,21	29,00	39,27	26,89	12,39
11	23,67	22,72	30,77	21,07	9,70
12	39,39	37,81	51,21	35,06	16,15
13	102,37	98,28	133,08	91,11	41,97
14	86,12	82,68	111,96	76,65	35,31
15	62,04	59,56	80,65	55,22	25,44
16	30,78	29,55	40,01	27,39	12,62
17	16,57	15,91	21,54	14,75	6,79
18	34,21	32,84	44,47	30,45	14,03
19	48,21	46,28	62,67	42,91	19,77
20	57,67	55,36	74,97	51,33	23,64
21	27,15	26,06	35,30	24,16	11,13
	886,44	850,92	1152,29	788,88	363,42

Попередній потікорозподіл для варіантів виконується на схемах рис. 2.1-2.4.

Результати ув'язки мережі представлені в Додатку Д табл. Д1-Д4
 П'єзометричні позначки розраховані на схемах рис.2.5-2.8.

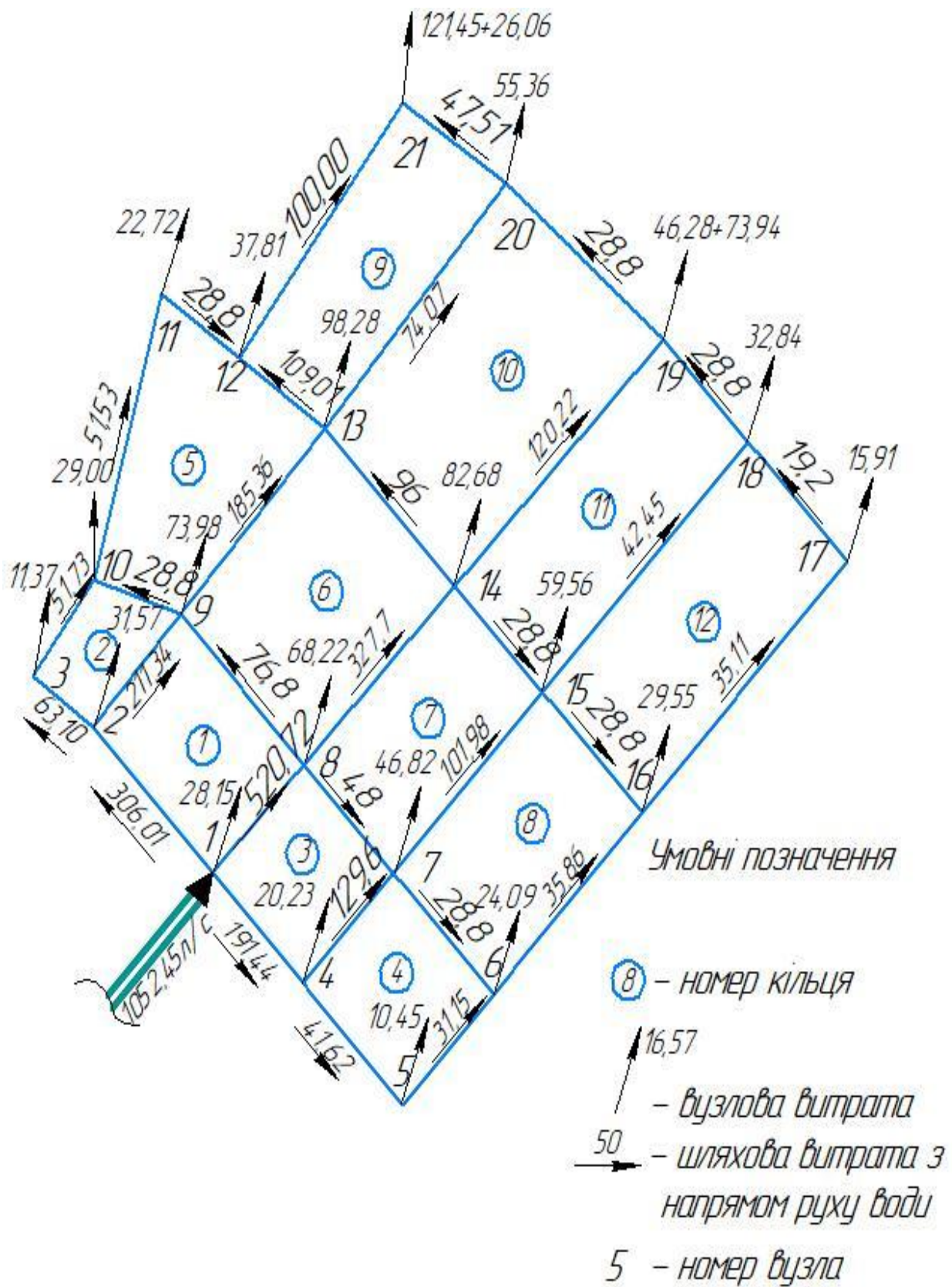


Рисунок 2.1 Попередній потокорозподіл В1

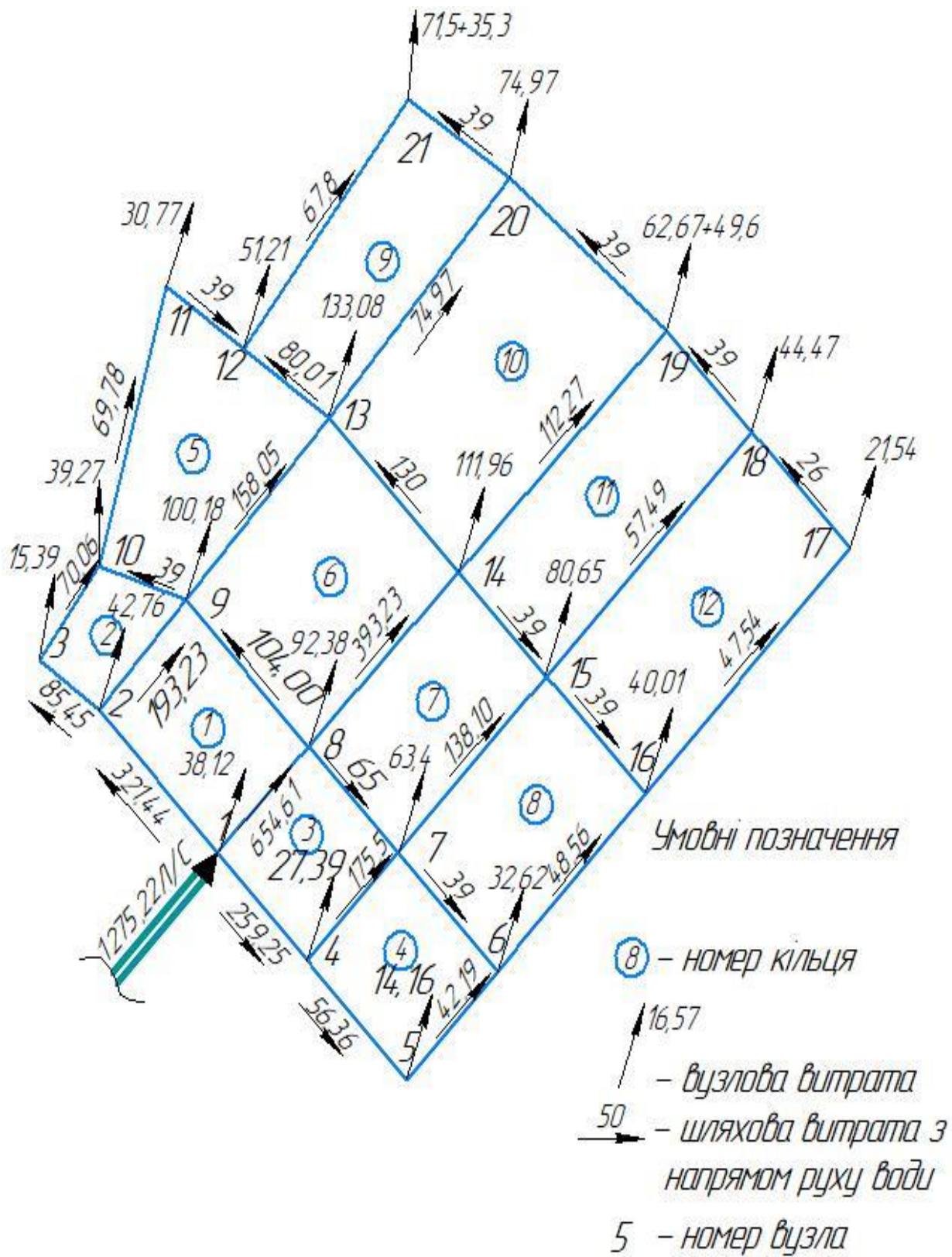


Рисунок 2.2 Попередній потікорозподіл В2

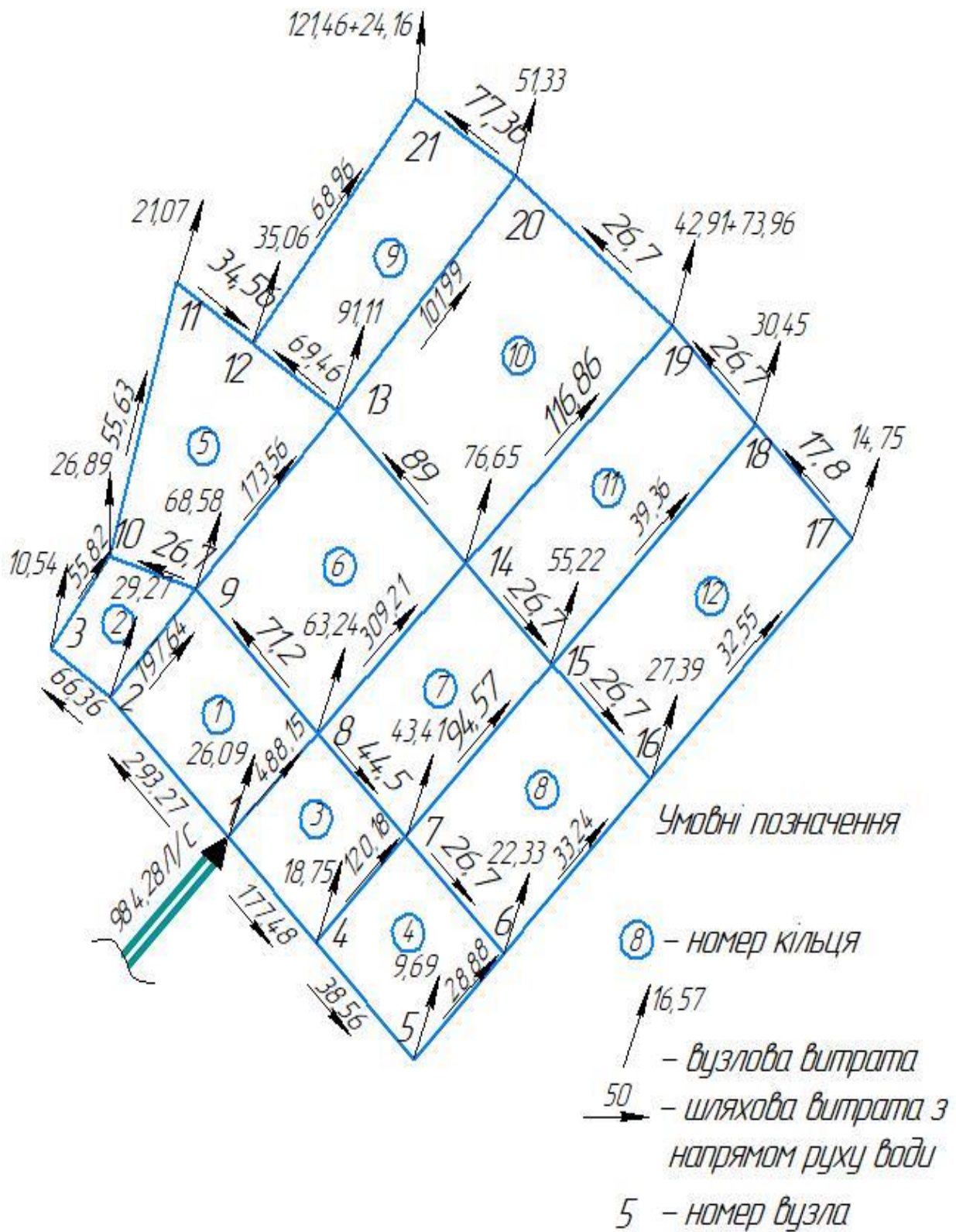


Рисунок 2.3 Попередній потікорозподіл ВЗ

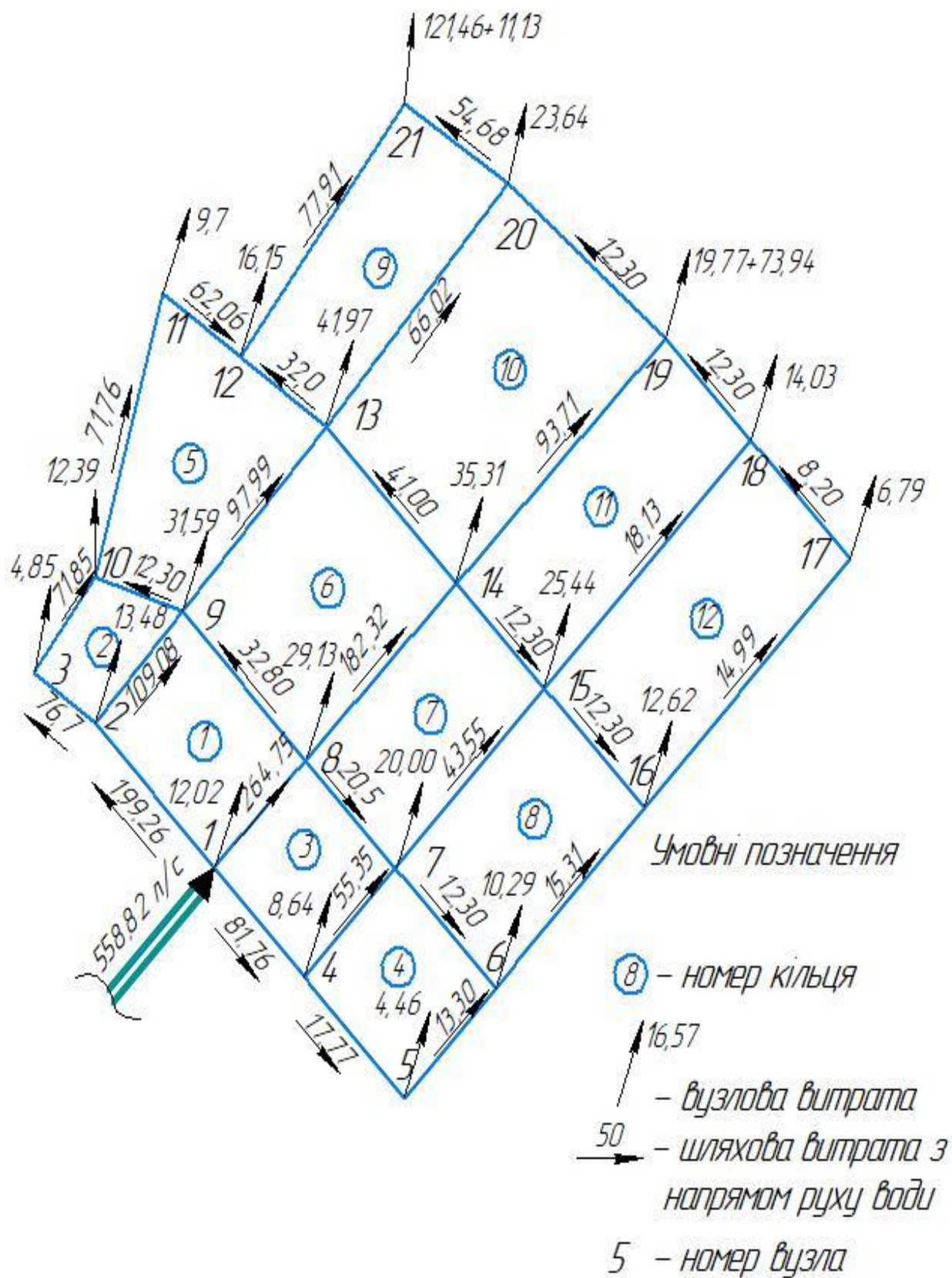


Рисунок 2.4 Попередній потікорозподіл В4

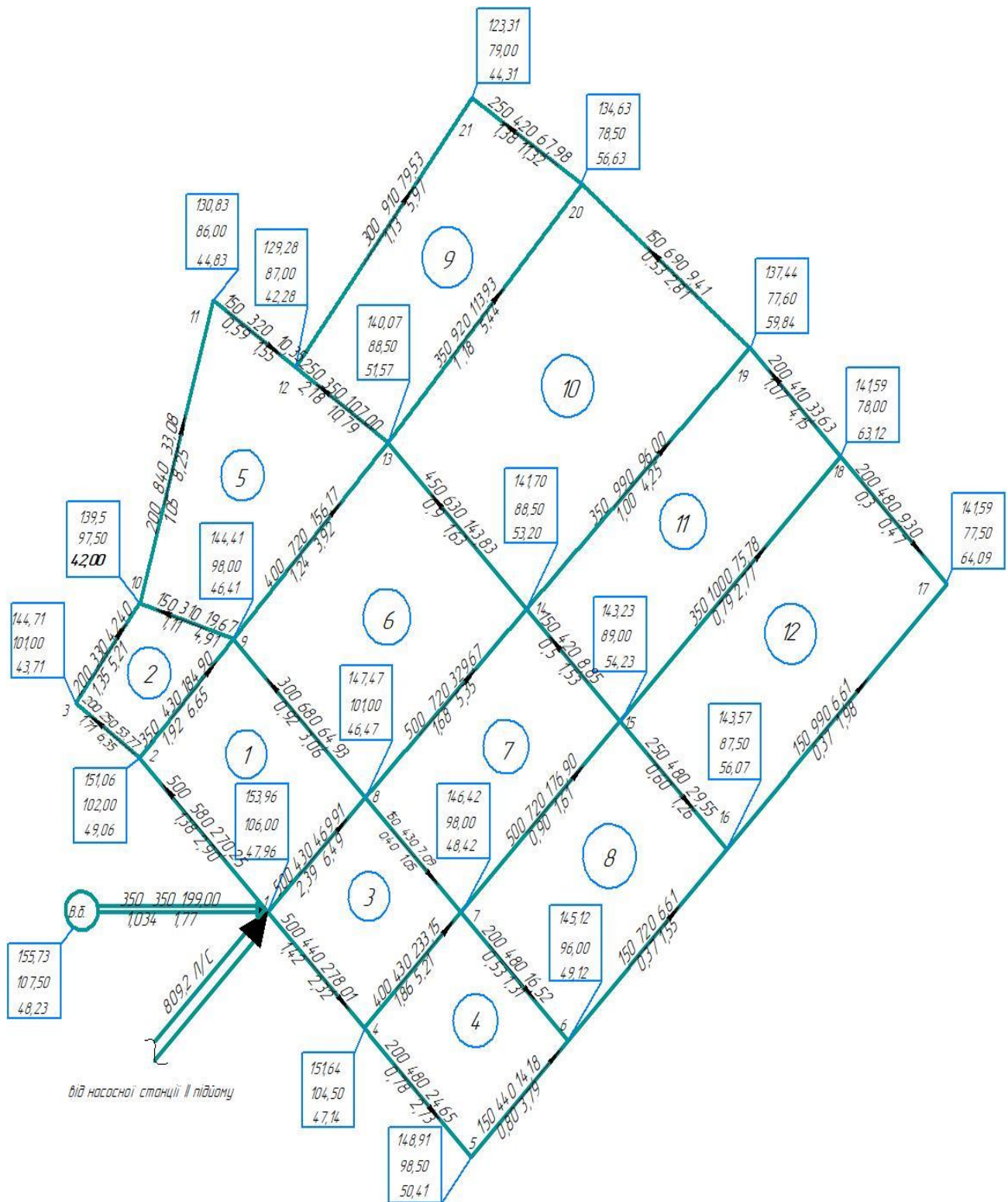


Рисунок 2.9 Дійсний потікорозподіл для максимального водоспоживання V1

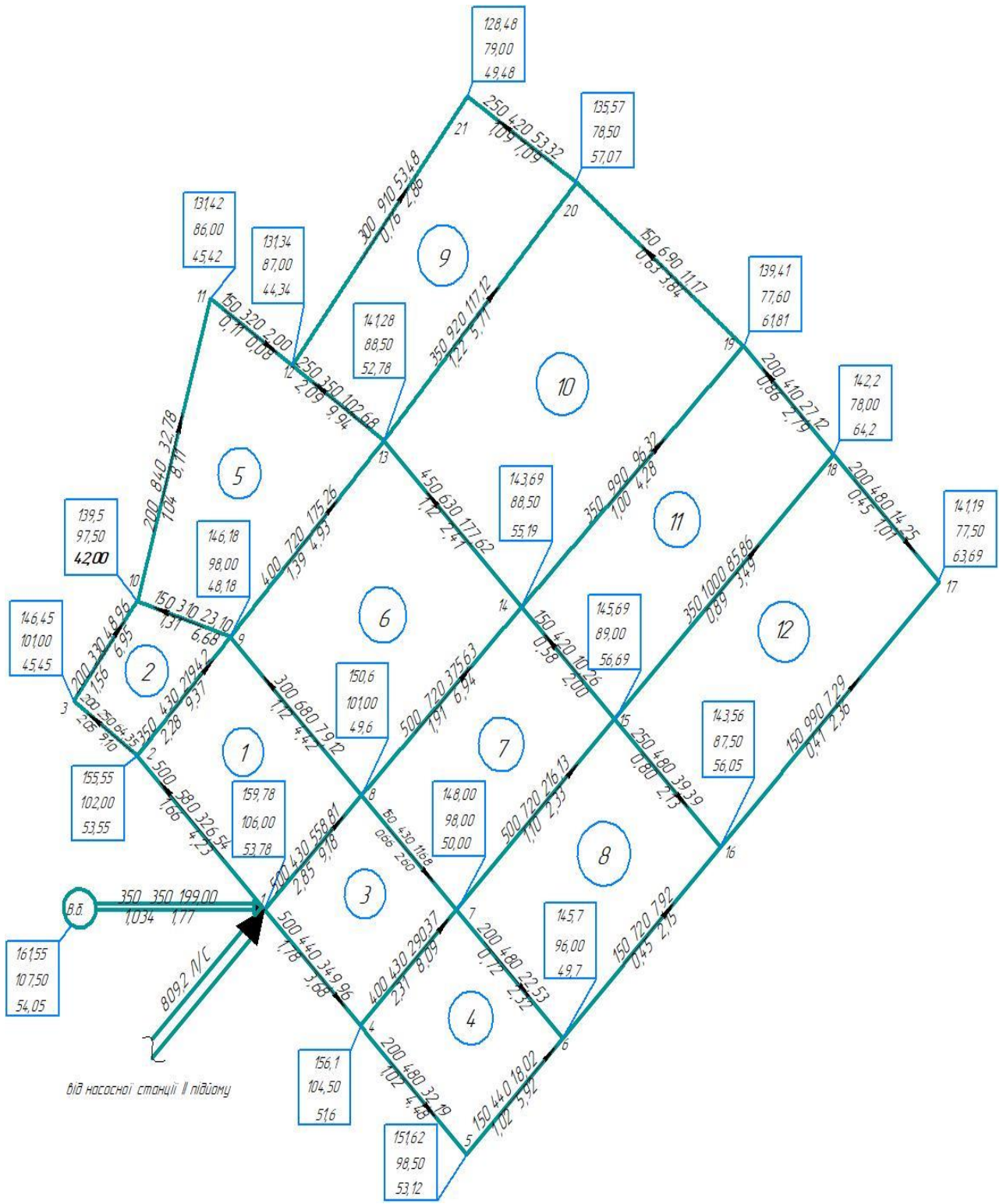


Рисунок 2.10 Дійсний потікорозподіл для максимального водоспоживання V2

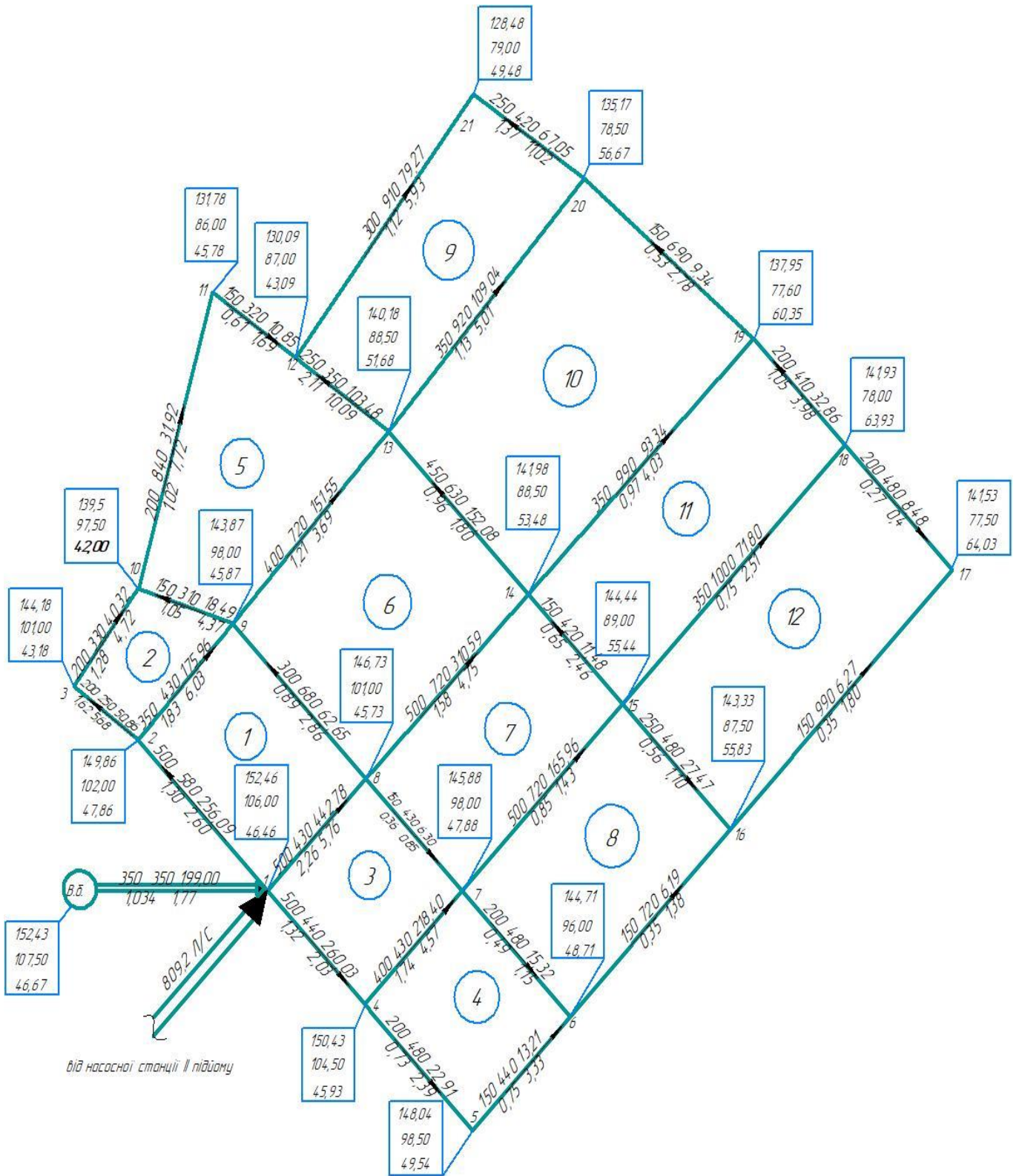


Рисунок 2.11 Дійсний потікорозподіл для максимального водоспоживання V_3

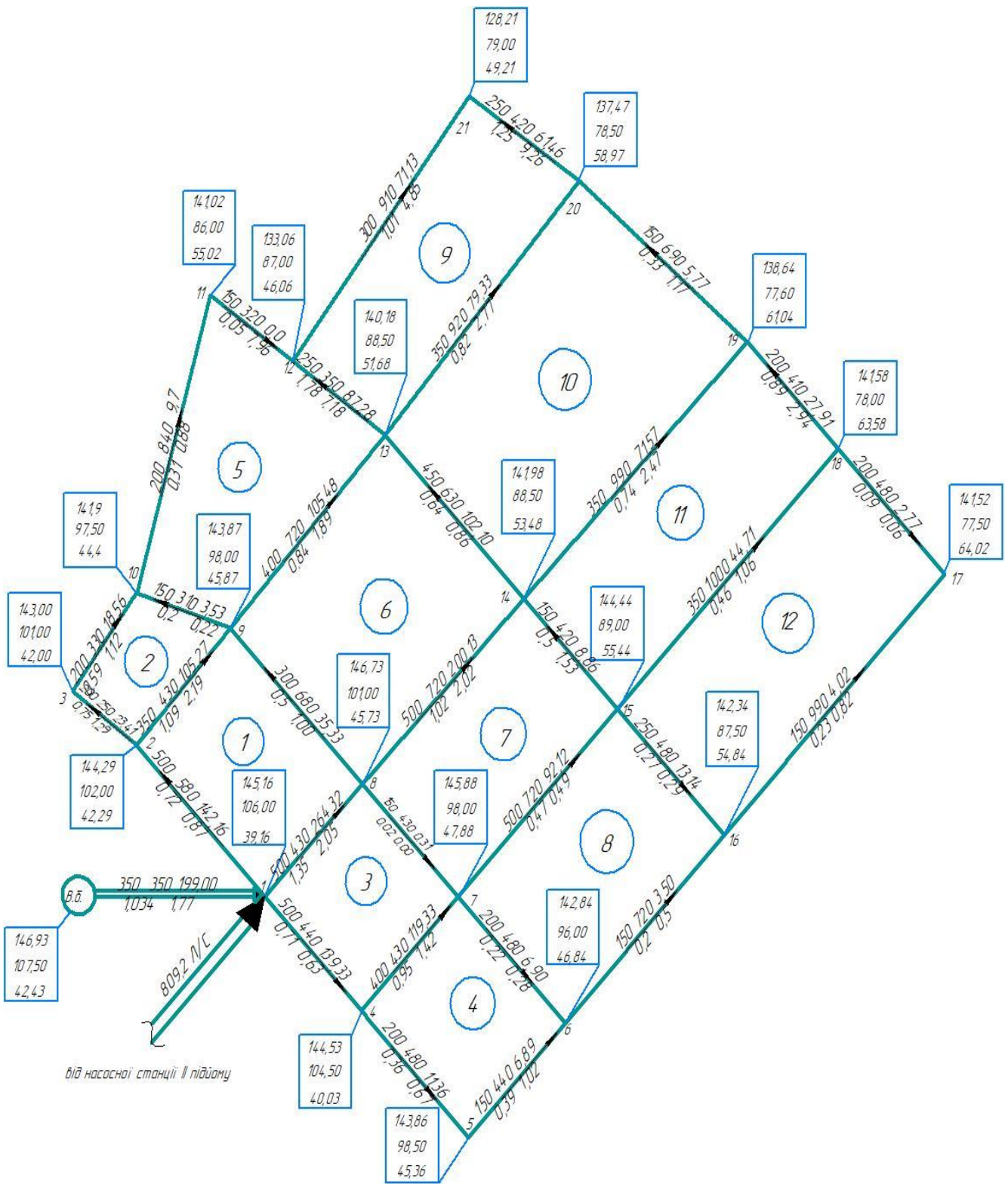


Рисунок 2.12 Дійсний потікорозподіл для максимального водоспоживання V4

2.4.1.2 Витрати та напір насосної станції II підйому для розрахункових варіантів

Геометрична висота підйому [29]:

Варіант 1: $H_{\text{геом}} = 153,96 - 56,50 = 97,46$ м

Варіант 2: $H_{\text{геом}} = 159,78 - 56,50 = 103,28$ м

Варіант 3: $H_{\text{геом}} = 152,46 - 56,50 = 95,96$ м

Варіант 4: $H_{\text{геом}} = 145,16 - 56,50 = 88,66$ м

Розрахунки характеристики водоводів по варіантам зводяться в табл. 2.27.

Таблиця 2.27 – Розрахунок характеристики напірних водоводів по варіантам

Вид показника	Значення показника при Q_i					
	Година максимального водоспоживання					
$h_{\text{вр}}$	0,00	0,69	2,45	5,08	8,68	19,4
Варіант 1						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	97,46					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	97,46	98,15	99,91	102,54	106,14	116,86
Варіант 2						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	103,28					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	103,28	103,97	105,73	108,36	111,96	122,68
Варіант 3						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	95,96					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	95,96	96,65	98,41	101,04	104,64	115,36
Варіант 4						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	88,66					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	88,66	89,35	91,11	93,74	97,34	108,06

Годинна подача насосної станції для кожного ступеня для різних варіантів визначається за формулою 2.12.

Тоді, при визначених відсотках вихідного варіанту $P_I = 1,85\%$, $P_{II} = 5,12\%$ при різних добових витратах подача складає:

варіант 1: $Q_{\text{доб}} = 55902 \text{ м}^3/\text{доб}$ за табл. 2.23

$Q_I = 55902 * 1,85 / 100 = 1034,18 \text{ м}^3/\text{год} = 287,27 \text{ л/с}$

$$Q_{II} = 55902 * 5,12 / 100 = 2862 \text{ м}^3/\text{Год} = 795,05 \text{ л/с}$$

Об'єм баку водонапірної башти (3748 м³) складає 6,7% від добової витрати.

варіант 2: $Q_{\text{доб}} = 67079,59 \text{ м}^3/\text{доб}$ за табл. 2.23

$$Q_I = 67079,59 * 1,85 / 100 = 1240,96 \text{ м}^3/\text{Год} = 344,71 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 67079,59 * 5,12 / 100 = 3434,45 \text{ м}^3/\text{Год} = 954,02 \text{ л/с}$$

Об'єм баку водонапірної башти - 5,58 %.

варіант 3: $Q_{\text{доб}} = 40998,59 \text{ м}^3/\text{доб}$ за табл. 2.23

$$Q_I = 40998,59 * 1,85 / 100 = 758,47 \text{ м}^3/\text{Год} = 210,68 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 40998,59 * 5,12 / 100 = 2099,13 \text{ м}^3/\text{Год} = 583,09 \text{ л/с}$$

Об'єм баку водонапірної башти - 9,1 %

варіант 4: $Q_{\text{доб}} = 29820,95 \text{ м}^3/\text{доб}$ за табл. 2.23

$$Q_I = 29820,95 * 1,85 / 100 = 551,68 \text{ м}^3/\text{Год} = 153,24 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 29820,95 * 5,12 / 100 = 1526,84 \text{ м}^3/\text{Год} = 424,12 \text{ л/с}$$

Об'єм баку водонапірної башти - 12,56 % .

Сумісна робота напірних водоводів та насосів для мережі 1 (графічна частина) показує, що режим максимального водоспоживання забезпечується паралельною роботою насосів [29]:

варіант 1 – двох насосів марки Д1250-125 з діаметром робочого колеса 575 мм (як для вихідного варіанту);

варіант 2 – трьох насосів марки Д1250-125 з діаметром робочого колеса 575 мм;

варіант 3 – двох насосів марки Д1600-90 з діаметром робочого колеса 540 мм

варіант 4 – одного насосу марки Д1250-125 з діаметром робочого колеса 535 мм.

При роботі одного насосу (варіант 4) не забезпечується подача робота першого ступеню. Мінімальна кількість робочих насосів повинна бути не менша 2 [18].

варіант 4 забезпечується паралельною роботою двох насосів марки Д630-90 з діаметром робочого колеса 525 мм.

Для зменшення об'єму баку водонапірної башти для варіантів 3 та 4 призначаються інші відсотки подачі насосної станції другого підйому.

Тоді, для варіанту 3 $P_I = 2,5\%$, $P_{II} = 4,85\%$, подача насосної станції складає:

$$Q_I = 40998,59 * 2,5/100 = 1024,96 \text{ м}^3/\text{год} = 284,7 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 40998,59 * 4,85/100 = 1988,43 \text{ м}^3/\text{год} = 552,34 \text{ л/с}$$

Для варіанту 4:

$$Q_I = 29820,95 * 3,0/100 = 894,63 \text{ м}^3/\text{год} = 248,5 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 29820,95 * 4,65/100 = 1386,65 \text{ м}^3/\text{год} = 379,9 \text{ л/с}$$

Графік 2 (графічна частина) сумісної роботи напірних водоводів та насосів показує при іншому розподілі подачі насосної станції режим максимального водоспоживання забезпечується паралельною роботою насосів:

варіант 3 – двох, марки Д1600-90 з діаметром робочого колеса 540 мм;

варіант 4 – одного, марки Д1250-125 з діаметром робочого колеса 535 мм.

Таблиця 2.28– Визначення регулюючої ємності водонапірного баку В3

Години доби	Витрата населеним пунктом, %	Подача насосної станції	Подача в бак	Витрата з баку	Залишок в баку
0-1	2,71	1,9		-0,81	-0,81
1-2	2,07	1,9		-0,17	-0,98
2-3	2,08	1,9		-0,18	-1,16
3-4	2,08	1,9		-0,18	-1,34
4-5	2,31	1,9		-0,41	-1,75
5-6	3,79	5,1	1,33		-0,44
6-7	5,22	5,1		-0,12	-0,56
7-8	5,59	5,1		-0,49	-1,05
8-9	5,28	5,1		-0,18	-1,23
9-10	4,95	5,1	0,17		-1,08
10-11	4,95	5,1	0,17		-0,93
11-12	4,62	5,1	0,5		-0,45
12-13	4,40	5,1	0,72		0,25
13-14	4,69	5,1	0,43		0,66
14-15	4,65	5,1	0,47		1,11
15-16	4,93	5,1	0,19		1,28
16-17	7,00	5,1		-1,9	-0,62
17-18	6,60	5,1		-1,5	-2,12
18-19	5,63	5,1		-0,53	-2,65
19-20	4,36	5,1	0,76		-1,91
20-21	3,64	5,1	1,48		-0,45
21-22	3,06	5,1	2,06		1,59
22-23	2,83	1,9		-0,93	0,66
23-24	2,54	1,9		-0,66	0,00
	100	100			

$$W_6 = ((3,58 + 1,62) * 40998,59 / 100 + 27,00 = 1789 \text{ м}^3 \text{ (4,36\% від добової витрати)}).$$

Таблиця 2.29 – Визначення регулюючої ємності водонапірного баку В4

Години доби	Витрата населеним пунктом, %	Подача насосної станції	Подача в бак	Витрата з баку	Залишок в баку
0-1	2,71	1,9		-0,44	-0,44
1-2	2,07	1,9	0,5		0,06
2-3	2,08	1,9	0,48		0,54
3-4	2,08	1,9	0,48		1,02
4-5	2,31	1,9	0,47		1,49
5-6	3,79	5,1	1,03		2,52
6-7	5,22	5,1		-0,16	2,36
7-8	5,59	5,1		-0,37	1,99
8-9	5,28	5,1		-0,41	1,58
9-10	4,95	5,1	0,11		1,69
10-11	4,95	5,1	0,11		1,8
11-12	4,62	5,1	0,56		2,36
12-13	4,40	5,1	0,54		2,9
13-14	4,69	5,1	0,11		3,01
14-15	4,65	5,1	0,36		3,37
15-16	4,93	5,1	0,21		3,58
16-17	7,00	5,1		-2,11	1,47
17-18	6,60	5,1		-1,85	-0,38
18-19	5,63	5,1		-1,12	-1,5
19-20	4,36	5,1		-0,12	-1,62
20-21	3,64	5,1	0,83		-0,79
21-22	3,06	5,1	1,23		0,44
22-23	2,83	1,9		-0,33	0,11
23-24	2,54	1,9		-0,11	-0,00
	100	100			

$$W_6 = ((2,65+1,65)*29820,95/100 + 27,00 = 1282 \text{ м}^3 \text{ (4,3\% від добової витрати)}.$$

2.4.2 Гідравлічний розрахунок водопровідної мережі населеного пункту 2

2.4.2.1 Прогнозування витрат та п'єзометричних позначок для розрахункових варіантів

Для моделювання значення питомого середньодобового водоспоживання залишається як і для вихідного варіанту, так як норми співпадають з вимогами нормативних документів (мережі населеного пункту 2).

для 1-го району – 250 л/добу;

для 2 -го – 200 л/добу [18, табл.1]

Коефіцієнт добової нерівномірності:

$K_{\max} = 1,2$ [18, п.6.1.2]

Розрахунок добової витрати води на господарсько-питні потреби населення виконується в табл. 2.30

Добова витрата води на поливання вулиць та зелених насаджень залежить від кількості мешканців. Питома витрата на поливку приймається 70 та 65 л/доб*чол в кожному районі відповідно. Результати розрахунків представлені в табл. 2.31

Витрата води промисловим підприємством для всіх розрахункових варіантів зменшується на 30%.

Водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби на господарсько-питні потреби та полив за варіантами представлені в табл.2.32-2.35.

Таблиця 2.30 – Добові витрати води на господарсько-питні потреби населення міста

Район населеного пункту	Вихідна чисельність мешканців, чол	Прогнозована чисельність мешканців, чол				Добові витрати води на господарсько-питні на потреби населення міста, м ³ /доб							
		B1	B2	B3	B4	B1		B2		B3		B4	
						Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}	Q	Q _{max}
1	22330	26796	33495	17864	11165	6699	8038,8	8373,75	10048,5	4466	5359,2	2791,25	3349,5
2	12504	15004	18756	10003	6252	3000,96	3601,152	3751,2	4501,44	2000,64	2400,768	1250,4	1500,48
	34834	41800	52251	27867	17417	9699,96	11639,95	12124,95	14549,94	6466,64	7759,968	4041,65	4849,98

Таблиця 2.31 – Добові витрати води на поливання

Район населеного пункту	Прогнозована чисельність мешканців, чол				Добові витрати води на поливання міста, м ³ /доб							
	B1	B2	B3	B4	B1		B2		B3		B4	
					двірн	машина	двірн	машина	двірн	машина	двірн	машина
1	26796	33495	17864	11165	750,29	1125,43	937,86	1406,79	500,192	750,288	312,62	468,93
2	15004	18756	10003	6252	390,10	585,16	487,656	731,484	260,078	390,117	162,552	243,828
	41800	52251	27867	17417	1140,39	1710,59	1425,516	2138,274	760,27	1140,405	475,172	712,758

Максимальний коефіцієнт годинної нерівномірності:

для 1 району:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,2 * 1,175 \approx 1,41$$

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,2 * 1,165 \approx 1,39$$

$$K_{3 \text{ макс}} = 1,2 * 1,22 \approx 1,46$$

$$K_{4 \text{ макс}} = 1,2 * 1,29 \approx 1,55$$

Для 2 району:

$$K_{1 \text{ макс}} = 1,23 * 1,25 \approx 1,54$$

$$K_{2 \text{ макс}} = 1,23 * 1,22 \approx 1,5$$

$$K_{3 \text{ макс}} = 1,23 * 1,3 \approx 1,6$$

$$K_{4 \text{ макс}} = 1,23 * 1,4 \approx 1,72$$

Режим витрати води на полив приймається рівномірним впродовж доби, полив силами двірників: 4 години вранці та ввечері. Полив машинами передбачається безперервно на протязі 14 годин.

Загальне водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби представлене в табл. 2.36.

При змінах чисельності населення змінюються вузлові витрати.

Для визначення нових значень вузлових витрат визначаються коефіцієнти перерахунку: Варіант 5 $k_5 = 257,11/227,53=1,13$ Варіант 6 $k_6 = 325,36/227,53=1,49$ Варіант 7 $k_7 = 168,37/227,53=0,74$ Варіант 8 $k_8 = 104,66/227,53=0,46$

Вузлові витрати по варіантам визначаються за допомогою коефіцієнтів перерахунку в табл. 2.37

Попередній поточкорозподіл виконується на розрахункових схемах рис. 2.13-2.16.

Результати ув'язки мережі представлені в Додатку Ж табл. Ж1-Ж4. П'єзометричні позначки розраховані на схемах рис.2.17-2.20.

Таблиця 2.32 – Водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби В5

Часи доби	Водоспоживання води населенням						
	Господарсько-питні потреби				Витрати на полив вулиць та зелених насаджень		Загальне водоспоживання м ³
	1 район		2 район		два райони		
	%	м ³	%	м ³	двірник	машини	
0-1	2,0	160,78	3	108,03			268,81
1-2	2,1	168,81	2,1	75,62			244,44
2-3	1,85	148,72	2,1	75,62			224,34
3-4	1,9	152,74	2,1	75,62			228,36
4-5	2,85	229,11	2,1	75,62			304,73
5-6	3,7	297,44	2,7	97,23			394,67
6-7	4,5	361,75	3,34	120,28	142,55	122,18	746,75
7-8	5,3	426,06	4	144,05	142,55	122,18	834,83
8-9	5,8	466,25	5,5	198,06	142,55	122,18	929,04
9-10	6,05	486,35	5	180,06	142,55	122,18	931,14
10-11	5,8	466,25	5	180,06		122,18	768,49
11-12	5,7	458,21	4	144,05		122,18	724,44
12-13	4,8	385,86	4	144,05		122,18	652,09
13-14	4,7	377,82	5	180,06		122,18	680,06
14-15	5,05	405,96	4	144,05		122,18	672,19
15-16	5,3	426,06	4,5	162,05	142,55	122,18	852,84
16-17	5,45	438,11	5,5	198,06	142,55	122,18	900,91
17-18	5,05	405,96	6,42	231,19	142,55	122,18	901,88
18-19	4,85	389,88	6,42	231,19	142,55	122,18	885,81
19-20	4,5	361,75	6,42	231,19		122,18	715,12
20-21	4,2	337,63	5	180,06			517,69
21-22	3,6	289,40	4	144,05			433,44
22-23	2,85	229,11	4	144,05			373,15
23-24	2,1	168,81	3,8	136,84			305,66
	100	8038,8	100	3601,15	1140,4	1710,52	14490,87

Таблиця 2.33 – Водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби В6

Часи доби	Водоспоживання води населенням						
	Господарсько-питні потреби				Витрати на полив вулиць та зелених насаджень		Загальне водоспоживання м ³
	1 район		2 район		два райони		
	%	м ³	%	м ³	двірник	машини	
0-1	2,0	200,97	1,5	67,52			268,49
1-2	2,1	211,02	1,5	67,52			278,54
2-3	1,85	185,90	1,5	67,52			253,42
3-4	1,9	190,92	1,5	67,52			258,44
4-5	2,85	286,38	2,5	112,54			398,92
5-6	3,7	371,79	3,5	157,55			529,34
6-7	4,5	452,18	4,5	202,56	178,18	152,73	985,66
7-8	5,3	532,57	5,5	247,58	178,18	152,73	1111,06
8-9	5,8	582,81	6,25	281,34	178,18	152,73	1195,06
9-10	6,05	607,93	6,25	281,34	178,18	152,73	1220,18
10-11	5,8	582,81	6,25	281,34		152,73	1016,88
11-12	5,7	572,76	6,25	281,34		152,73	1006,83
12-13	4,8	482,33	5	225,07		152,73	860,13
13-14	4,7	472,28	5	225,07		152,73	850,08
14-15	5,05	507,45	5,5	247,58		152,73	907,76
15-16	5,3	532,57	6	270,09	178,18	152,73	1133,57
16-17	5,45	547,64	6	270,09	178,18	152,73	1148,64
17-18	5,05	507,45	5,5	247,58	178,18	152,73	1085,94
18-19	4,85	487,35	5	225,07	178,18	152,73	1043,33
19-20	4,5	452,18	4,5	202,56		152,73	807,48
20-21	4,2	422,04	4	180,06			602,09
21-22	3,6	361,75	3	135,04			496,79
22-23	2,85	286,38	2	90,03			376,41
23-24	2,1	211,02	1,5	67,52			278,54
	100	100485	100	4501,44	1425,52	2138,27	18113,6

Таблиця 2.34 – Водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби В7

Часи доби	Водоспоживання води населенням						Загальне водоспоживання м ³
	Господарсько-питні потреби				Витрати на полив вулиць та зелених насаджень		
	1 район		2 район		два райони		
	%	м ³	%	м ³	двірник	машини	
0-1	2,0	107,18	2,5	60,01925			167,20
1-2	2,1	112,54	2	48,0154			160,56
2-3	1,85	99,15	2	48,0154			147,16
3-4	1,9	101,82	2	48,0154			149,84
4-5	2,85	152,74	2	48,0154			200,75
5-6	3,7	198,29	2,4	57,61848			255,91
6-7	4,5	241,16	3,4	81,62618	95,03	81,45	499,27
7-8	5,3	284,04	3,93	94,35026	95,03	81,45	554,87
8-9	5,8	310,83	4,9	117,6377	95,03	81,45	604,95
9-10	6,05	324,23	4,9	117,6377	95,03	81,46	618,36
10-11	5,8	310,83	4,9	117,6377		81,46	509,93
11-12	5,7	305,47	3,9	93,63003		81,46	480,56
12-13	4,8	257,24	4	96,0308		81,46	434,73
13-14	4,7	251,88	5	120,0385		81,46	453,38
14-15	5,05	270,64	4,5	108,0347		81,46	460,13
15-16	5,3	284,04	5	120,0385	95,03	81,46	580,57
16-17	5,45	292,08	5,8	139,2447	95,03	81,46	607,81
17-18	5,05	270,64	6,79	163,0123	95,03	81,46	610,14
18-19	4,85	259,92	6,79	163,0123	95,03	81,46	599,42
19-20	4,5	241,16	6,79	163,0123		81,46	485,64
20-21	4,2	225,09	5	120,0385			345,12
21-22	3,6	192,93	4	96,0308			288,96
22-23	2,85	152,74	4	96,0308			248,77
23-24	2,1	112,54	3,5	84,02695			196,57
	100	5359,2	100	2400,77	760,27	1140,4	9660,62

Таблиця 2.35 – Водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби В8

Часи доби	Водоспоживання води населенням						Загальне водоспоживання м ³
	Господарсько-питні потреби				Витрати на полив вулиць та зелених насаджень		
	1 район		2 район, м ³		два райони, м ³		
	%	м ³	%	м ³	двірник	машини	
0-1	3	170,145	2,5	37,512			137,99
1-2	2,1	119,102	2,3	34,51104			104,85
2-3	2,1	119,102	2,3	34,51104			104,85
3-4	2,1	119,102	2,3	34,51104			104,85
4-5	2,1	119,102	2,3	34,51104			104,85
5-6	2,7	153,131	2,3	34,51104			124,94
6-7	3,34	189,428	3,4	51,01632	59,39	50,91	273,18
7-8	4	226,86	3,7	55,51776	59,39	50,91	299,79
8-9	5,5	311,933	4,7	70,52256	59,39	50,91	365,04
9-10	5	283,575	4,8	72,02304	59,39	50,91	349,7
10-11	5	283,575	4,7	70,52256		50,91	288,90
11-12	4	226,86	3,8	57,01824		50,91	241,90
12-13	4	226,86	3,8	57,01824		50,91	241,90
13-14	5	283,575	4,8	72,02304		50,91	290,40
14-15	4	226,86	4,5	67,5216		50,91	252,41
15-16	4,5	255,218	4,82	72,32314	59,39	50,91	333,35
16-17	5,5	311,933	5,7	85,52736	59,39	50,91	380,04
17-18	6,42	364,11	7,16	107,4344	59,39	50,91	432,77
18-19	6,42	364,11	7,16	107,4344	59,39	50,91	432,77
19-20	6,42	364,11	7,16	107,4344		50,91	373,38
20-21	5	283,575	4,8	72,02304			239,49
21-22	4	226,86	4	60,0192			193,99
22-23	4	226,86	3,8	57,01824			190,99
23-24	3,8	215,517	3,2	48,01536			175,29
	100	3349,5	100	1500,48	475,17	712,75	6037,84

Таблиця 2.36 – Загальне водоспоживання населеного пункту 2 за годинами доби

Часи доби	Загальне водоспоживання населеного пункту (з урахуванням витрати води промисловим підприємством)							
	B5		B6		B7		B8	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³	%	м ³
0-1	3,03	765,31	2,49	1153,298	3,25	663,70	3,78	634,49
1-2	2,71	683,71	2,53	707,76	2,94	599,83	3,24	544,12
2-3	2,63	664,43	2,44	718,63	2,88	587,25	3,24	544,94
3-4	2,65	668,45	2,46	693,51	2,89	589,93	3,24	544,94
4-5	2,95	745,65	2,95	699,36	3,14	641,67	3,25	545,77
5-6	3,30	833,94	3,42	838,19	3,40	695,18	3,36	564,22
6-7	4,70	1186,84	5,02	969,43	4,60	939,36	4,25	713,28
7-8	5,05	1274,92	5,67	1425,75	4,87	994,96	4,40	739,89
8-9	5,65	1425,54	5,76	1607,56	5,39	1101,45	5,13	861,54
9-10	5,43	1371,29	5,86	1635,22	5,18	1058,51	4,70	789,95
10-11	4,79	1209,87	5,14	1661,57	4,66	951,32	4,35	730,29
11-12	4,62	1165,82	5,11	1458,27	4,51	921,95	4,07	683,29
12-13	4,34	1094,70	4,58	1449,44	4,30	877,34	4,08	684,52
13-14	4,44	1120,21	4,55	1300,28	4,38	893,53	4,35	730,56
14-15	4,41	1113,57	4,75	1291,47	4,41	901,52	4,13	693,80
15-16	5,13	1294,22	5,82	1349,14	5,00	1021,95	4,61	774,74
16-17	5,62	1419,54	5,60	1652,20	5,52	1126,45	5,35	898,69
17-18	5,31	1341,15	5,38	1587,91	5,14	1049,41	5,19	872,04
18-19	5,25	1325,90	5,23	1526,03	5,09	1039,51	5,20	872,86
19-20	4,57	1155,21	4,40	1483,42	4,53	925,73	4,84	813,47
20-21	3,80	958,60	3,67	1248,39	3,85	786,04	4,05	680,41
21-22	3,46	872,71	3,30	1041,37	3,57	728,23	3,77	633,27
22-23	3,22	813,24	2,88	936,88	3,37	688,86	3,76	631,09
23-24	2,95	745,75	0,98	816,50	3,12	636,66	3,66	615,39
	100	25250,59	100	28376,83	100	20420,34	100,00	16797,56

Таблиця 2.37 – Вузлові витрати по варіантам

Номер вузла	Вузлові витрати				
	Q _{вузл}	Q _{вузл 5}	Q _{вузл 6}	Q _{вузл 7}	Q _{вузл 8}
1	27,86	31,48	39,84	20,62	12,82
2	18,36	20,75	26,25	13,59	8,45
3	19,5	22,04	27,89	14,43	8,97
4	25,42	28,72	36,35	18,81	11,69
5	35,96	40,63	51,42	26,61	16,54
6	24,59	27,79	35,16	18,20	11,31
7	14,4	16,27	20,59	10,66	6,62
8	19,28	21,79	27,57	14,27	8,87
9	14,93	16,87	21,35	11,05	6,87
10	8,18	9,24	11,70	6,05	3,76
11	10,61	11,99	15,17	7,85	4,88
12	8,44	9,54	12,07	6,25	3,88
	227,29	257,11	325,36	168,37	104,66

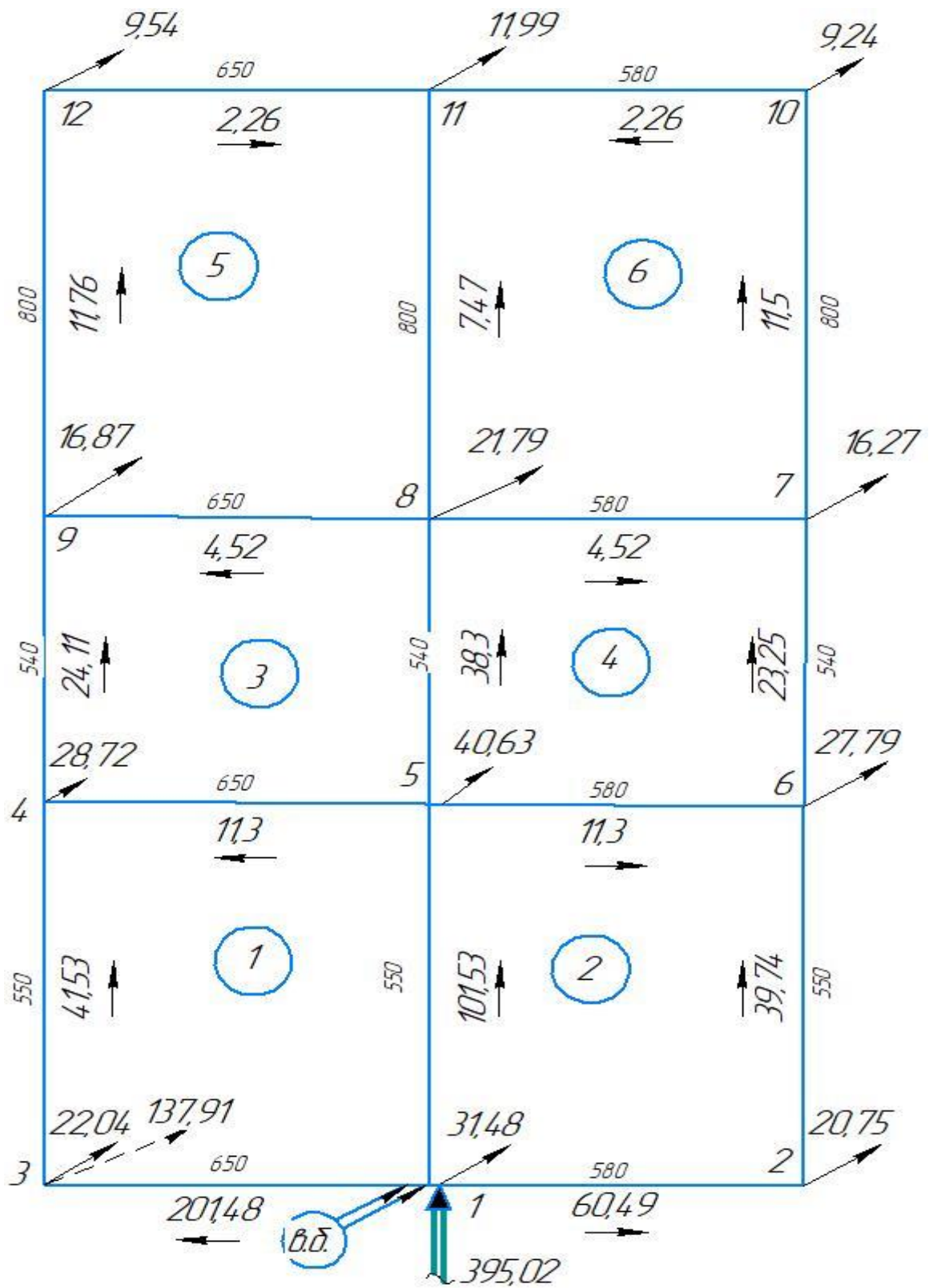


Рисунок 2.13 Попередній потікорозподіл В5

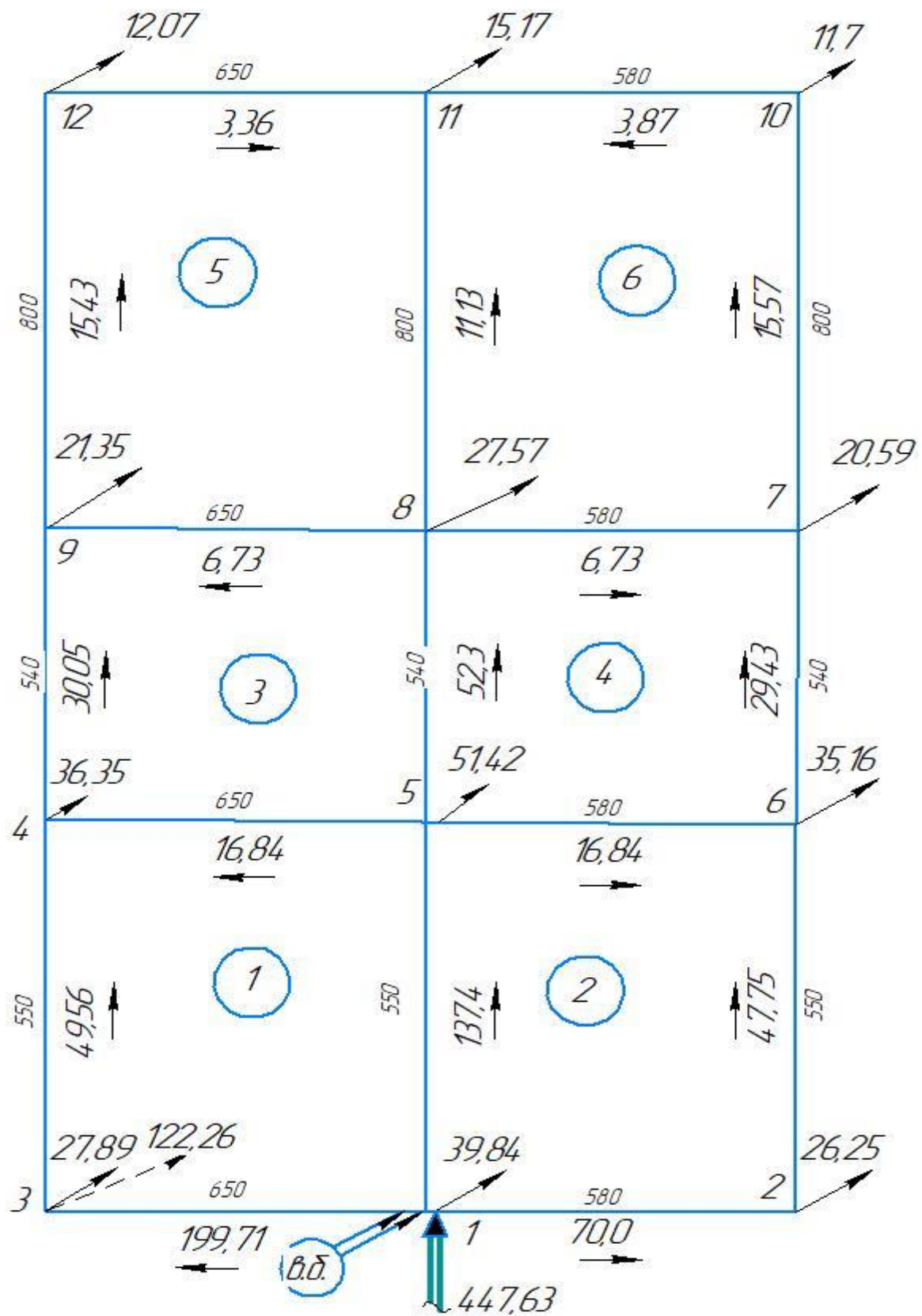


Рисунок 2.14 Попередній потікорозподіл В6

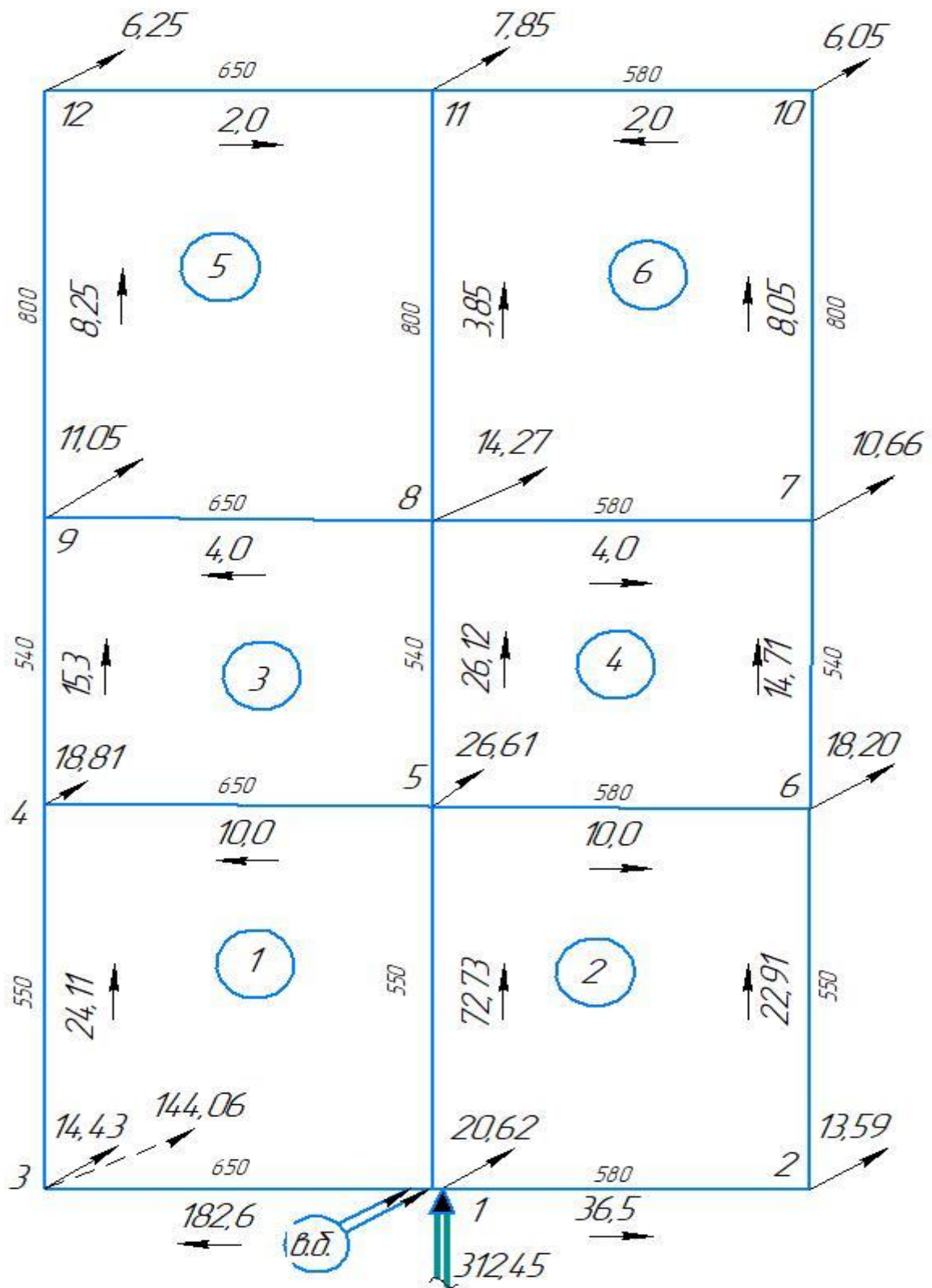


Рисунок 2.15 Попередній потікорозподіл В7

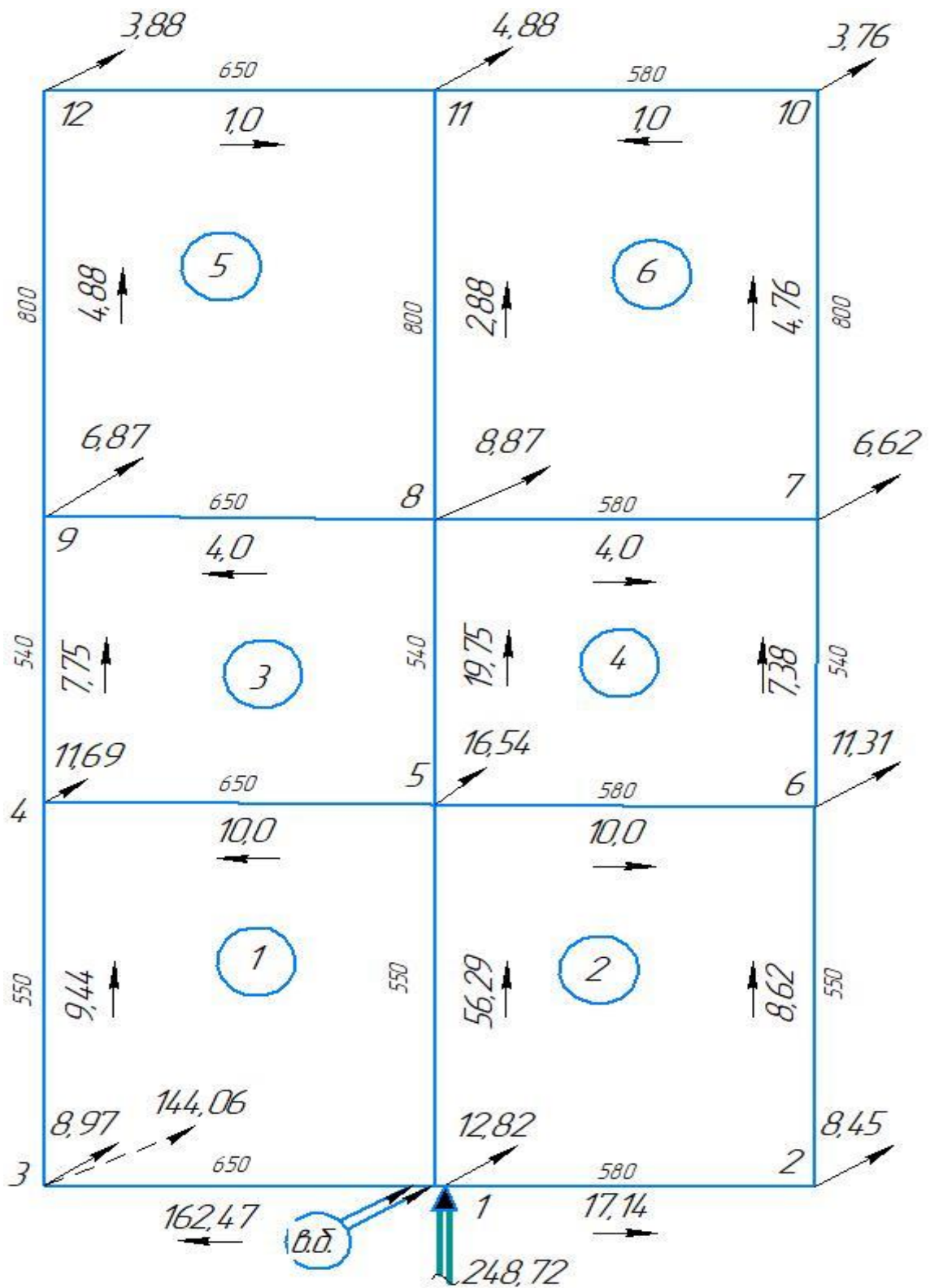


Рисунок 2.16 Попередній потікорозподіл В8

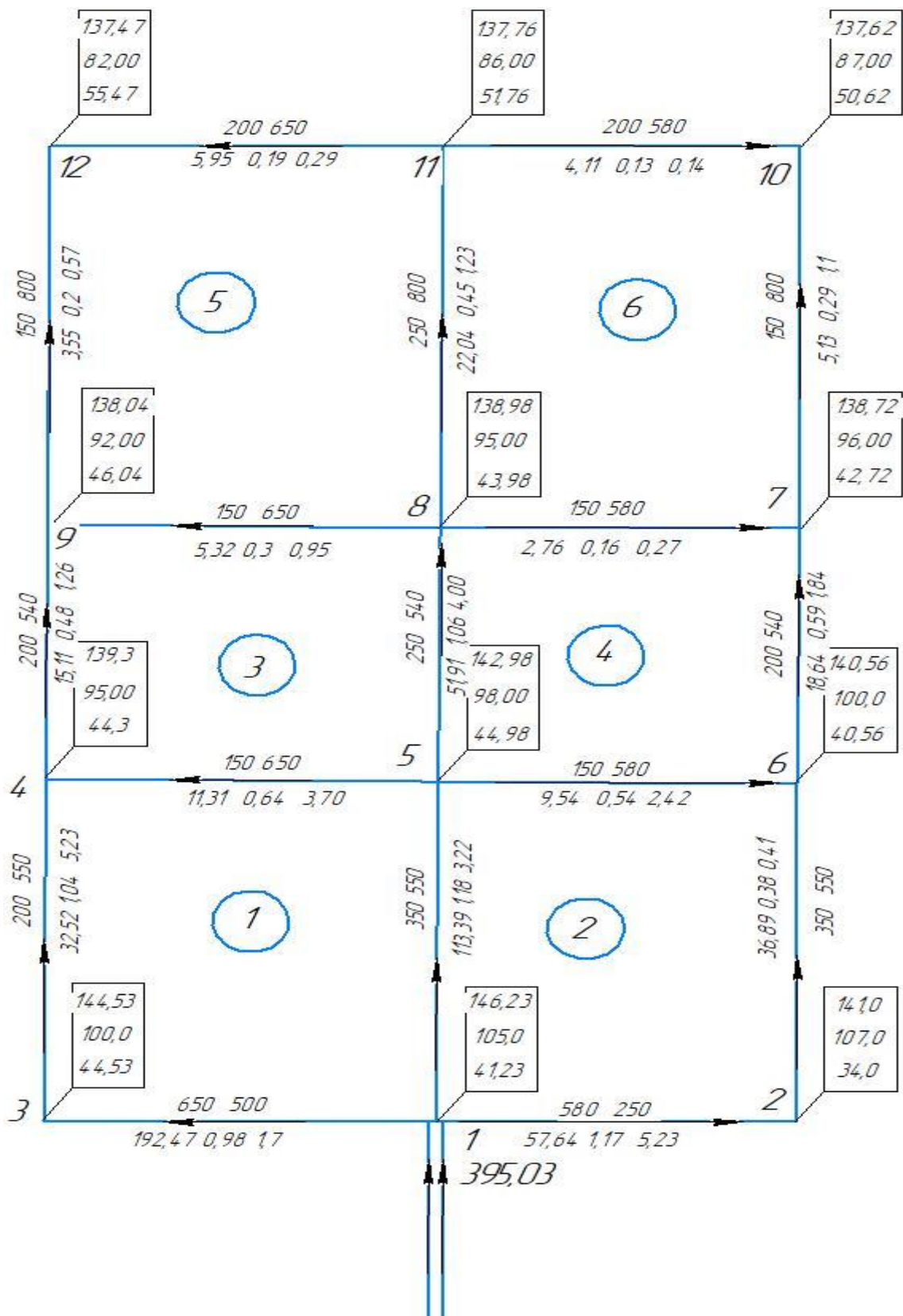


Рисунок 2.17 Фактичний потікорозподіл для максимального водоспоживання В5

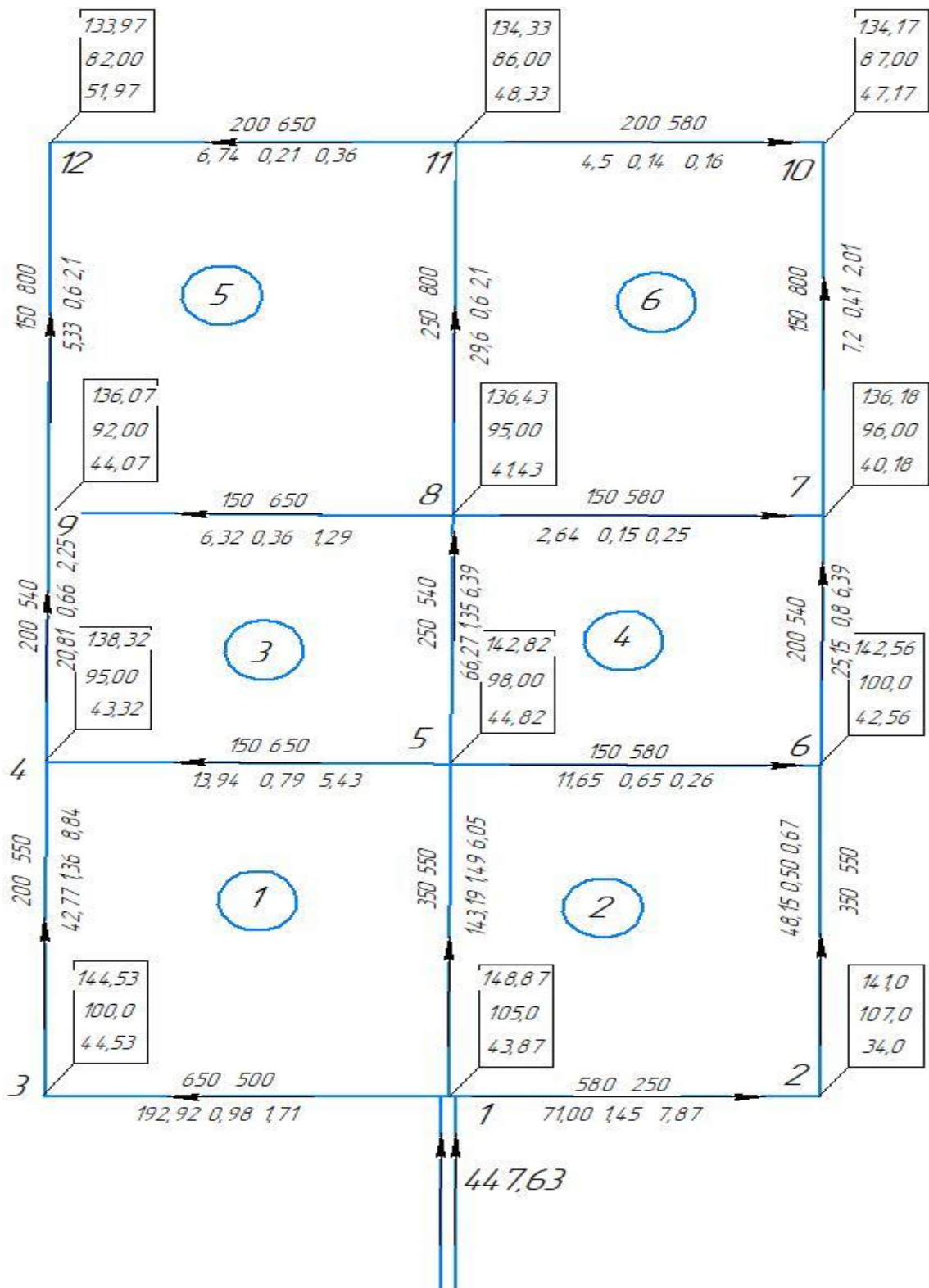


Рисунок 2.18 Фактичний потікорозподіл для максимального водоспоживання В6

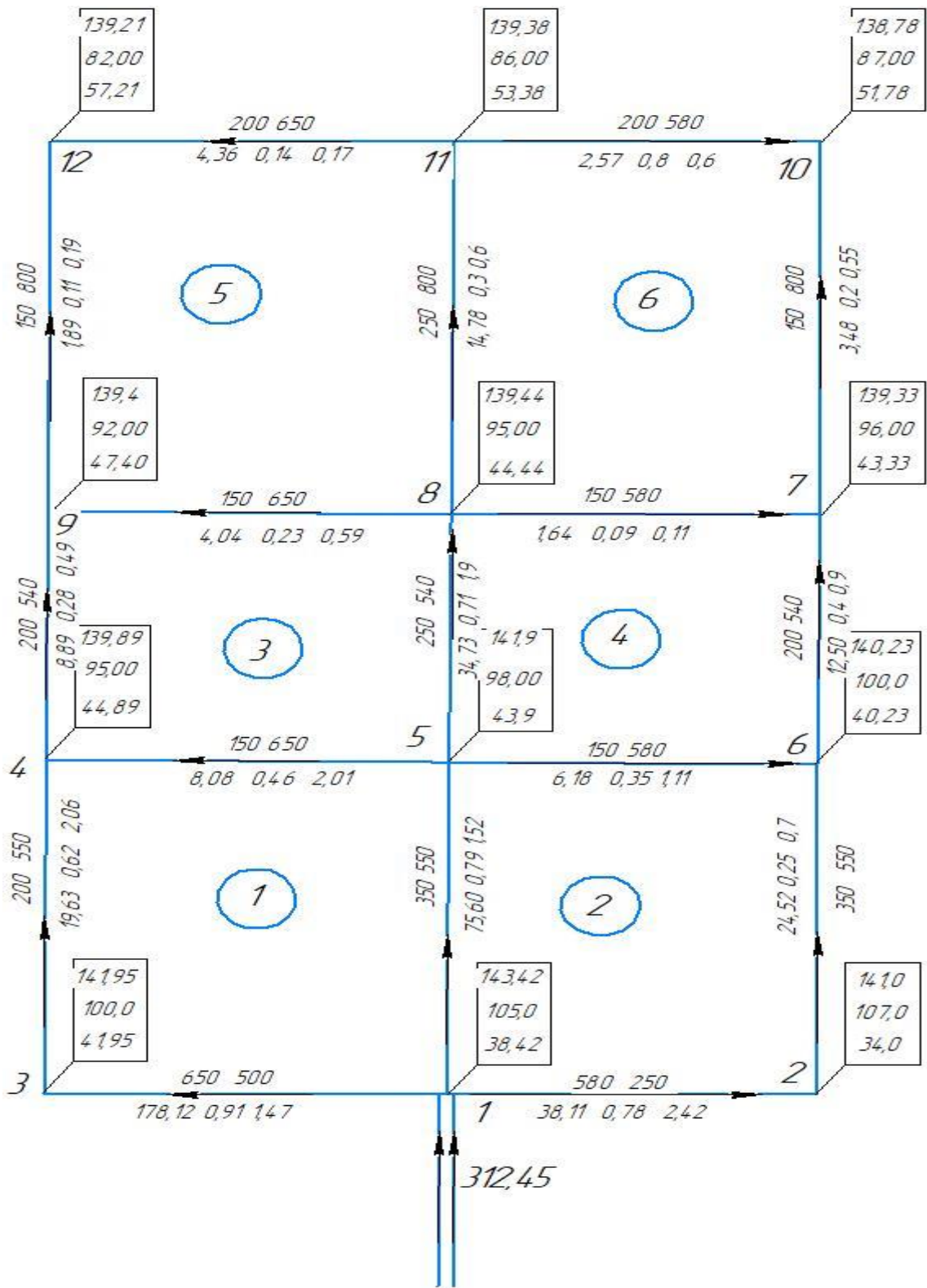


Рисунок 2.19 Фактичний потікорозподіл для максимального водоспоживання В7

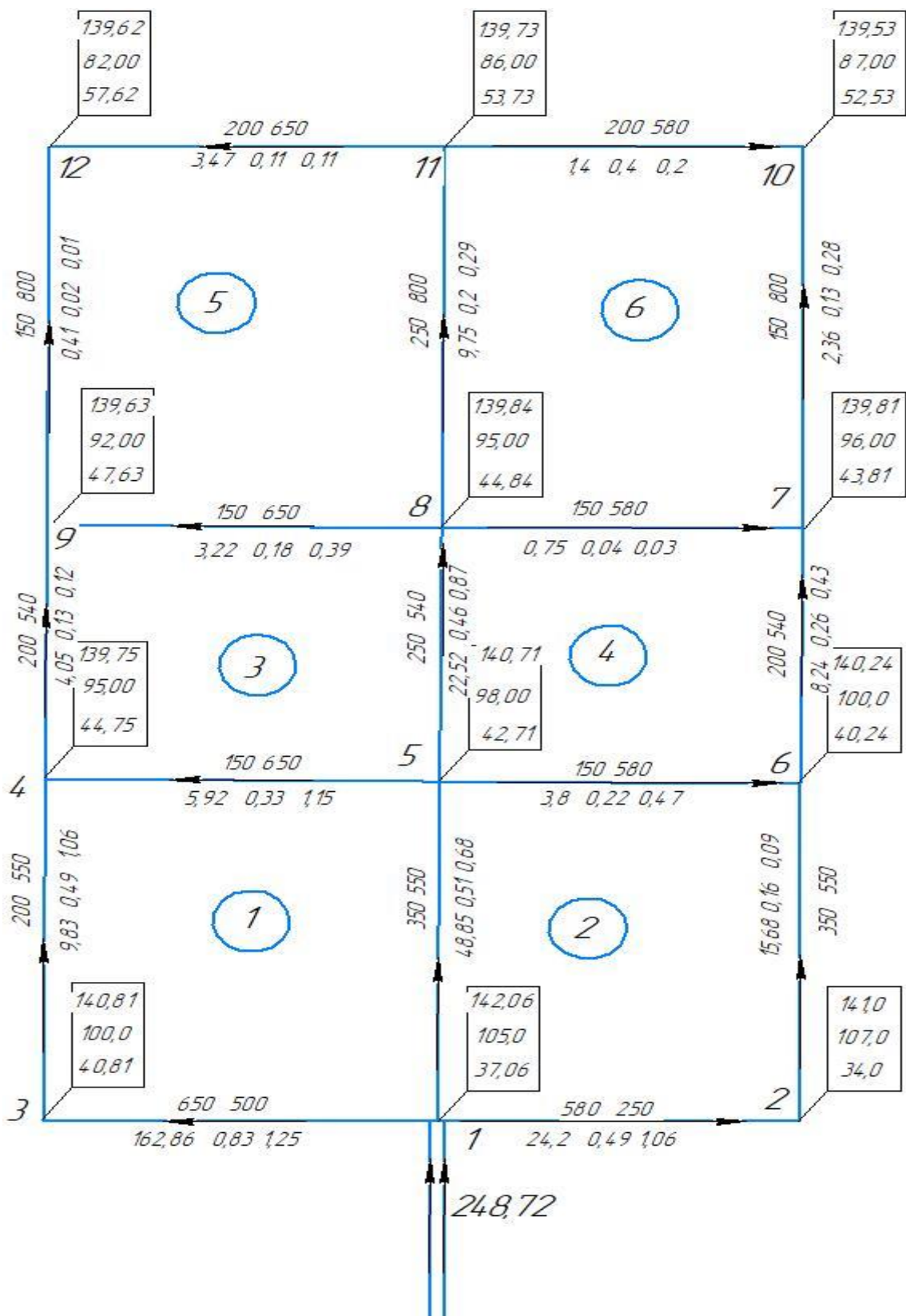


Рисунок 2.20 Фактичний потікорозподіл для максимального водоспоживання В8

2.4.2.2 Витрати та напір насосної станції II підйому для розрахункових варіантів

Геометрична висота підйому:

Варіант 1: $H_{\text{геом}} = 146,23 - 95,00 = 51,23$ м

Варіант 2: $H_{\text{геом}} = 148,87 - 95,00 = 53,87$ м

Варіант 3: $H_{\text{геом}} = 145,16 - 95,00 = 50,16$ м

Варіант 4: $H_{\text{геом}} = 142,06 - 95,00 = 47,06$ м

Розрахунки характеристики водоводів по варіантам зводяться в табл. 2.38.

Таблиця 2.38 – Характеристики напірних водоводів по варіантам

Вид показника	Значення показника при Q_i					
	Година максимального водоспоживання					
$h_{\text{вр}}$	0	0,5858	2,0155	4,205	7,163	10,875
Варіант 5						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	51,23					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	51,23	51,82	53,25	55,44	58,39	62,11
Варіант 6						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	53,87					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	53,87	54,46	55,89	58,08	61,03	64,75
Варіант 7						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	50,16					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	50,16	50,75	52,18	54,37	57,32	61,04
Варіант 8						
$H_{\text{г}}, \text{м}$	47,06					
$H_{\text{і}}, \text{м}$	47,06	47,65	49,08	51,27	54,22	57,94

Годинна подача насосної станції для кожного ступеня для різних варіантів визначається за формулою 2.12.

Тоді, при визначених відсотках вихідного варіанту $P_I = 3,01\%$, $P_{II} = 4,86\%$ при різних добових витратах подача складає:

варіант 5: $Q_{\text{доб}} = 25250,59 \text{ м}^3/\text{доб}$

$Q_I = 25250,59 * 3,01/100 = 760,04 \text{ м}^3/\text{год} = 211,12 \text{ л/с}$

$Q_{II} = 25250,59 * 4,86/100 = 1227, \text{ м}^3/\text{год} = 340,88 \text{ л/с}$

Об'єм баку водонапірної башти складає 2,28 від добової витрати.

варіант 6: $Q_{\text{доб}} = 28376,83 \text{ м}^3/\text{доб}$

$Q_{\text{I}} = 28376,83 * 3,01/100 = 854,20 \text{ м}^3/\text{год} = 237,27 \text{ л/с}$

$Q_{\text{II}} = 28376,83 * 4,86/100 = 1379,21 \text{ м}^3/\text{год} = 383,11 \text{ л/с}$

Об'єм баку водонапірної башти – 2,56 %.

варіант 7: $Q_{\text{доб}} = 20420,34 \text{ м}^3/\text{доб}$

$Q_{\text{I}} = 20420,34 * 3,01/100 = 614,65 \text{ м}^3/\text{год} = 170,74 \text{ л/с}$

$Q_{\text{II}} = 20420,34 * 4,86/100 = 992,48 \text{ м}^3/\text{год} = 275,67 \text{ л/с}$

Об'єм баку водонапірної башти – 2,18 %.

варіант 8: $Q_{\text{доб}} = 16797,56 \text{ м}^3/\text{доб}$

$Q_{\text{I}} = 16797,56 * 3,01/100 = 505,60 \text{ м}^3/\text{год} = 140,45 \text{ л/с}$

$Q_{\text{II}} = 16797,56 * 4,86/100 = 816,36 \text{ м}^3/\text{год} = 226,76 \text{ л/с}$

Об'єм баку водонапірної башти – 3,42 %

Сумісна робота напірних водоводів та насосів для мережі 2 (графічна частина) показує, що режим максимального водоспоживання забезпечується паралельною роботою насосів [29]:

варіант 5 – двох насосів Д800-57 з діаметром робочого колеса 378 мм (як для вихідного варіанту);

варіант 6 – двох насосів Д800-57 з діаметром робочого колеса 432 мм;

варіант 7 – двох насосів Д500-65 з діаметром робочого колеса 432 мм

варіант 8 – двох насосів Д500-65 з діаметром робочого колеса 379 мм

Висновки: Гідравлічні розрахунки для водопровідної мережі міста 1 та міста 2 свідчать, що:

- при збільшенні/зменшенні кількості населення на 20% показники роботи мережі суттєво не змінюються, насосне обладнання заміни не потребує;
- при збільшенні/зменшенні кількості населення на 50% показники роботи відрізняються, для забезпечення необхідної подачі води потрібна установка додаткового насосного обладнання.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Водопровідне господарство є однією з найважливіших систем життєзабезпечення населених пунктів.

Однією з основних складових частин централізованих систем водопостачання є водопровідні колодязі і камери, які являють собою підземні заглиблені споруди, що використовуються експлуатаційним персоналом підприємства для повноцінного функціонування трубопроводів водопостачання. Роботи в водопровідних колодязях і камерах та інших замкнутих просторах, що є складовими централізованих систем водопостачання належать до робіт підвищеної небезпеки.

При виконанні робіт на мережах водопостачання повинні враховуватися можливі специфічні небезпечні та шкідливі фактори, до числа яких відносяться [30]:

- загазованість колодязів, камер, колекторів і небезпека вибуху, опіків і отруєння персоналу;
- небезпека падіння при відкриванні або закриванні кришки люків колодязів і при спуску в колодязі;
- можливість падіння різних предметів у відкриті люки на працюючих у колодязях;
- небезпека впливу потоку води на працюючих у колодязях і камерах;
- небезпека обвалення ґрунту;
- небезпека наїзду автотранспорту при роботах на вулиці;
- вогкість у колодязях і котлованах, ін.;

- травмування обслуговуючого персоналу при зіткненні із рухомими частинами обладнання механізмів, які обертаються;
- можливість падіння робітників з висоти, а також обладнання та інструментів при виконанні ремонтних робіт та транспортуванні;
- під час роботи підйомно-транспортного обладнання, а саме: випадкового наїзду вантажу на обладнання або робітника;
- недостатня освітленість робочої зони;
- виконання ремонтних робіт запірно-регулюючої арматури;
- зниження температури повітря;
- підвищення температури повітря.

Основними причинами нещасних випадків при роботі на мережах також є і організаційні фактори, а саме:

- виконання робіт без оформлення нарядів-допусків;
- незабезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту та/або невикористання їх працівниками під час виконання ними робіт підвищеної небезпеки;
- незабезпечення працівників засобами контролю повітряного середовища;
- низький рівень виробничої дисципліни, культури виробництва, безвідповідальність посадових осіб та безпечність виконавців робіт підвищеної небезпеки.

3.2 Основні заходи по виключенню дії шкідливих і небезпечних факторів

Головна мета в галузі охорони праці є забезпечення стабільної роботи організації з урахуванням допустимих ризиків і визнання пріоритету життя та здоров'я працівників організації. Експлуатація

водопровідних мереж за загальними правилами технічної експлуатації, з урахуванням специфічних умов, які присутні на даному об'єкті.

Розуміючи важливість питань охорони праці, їх багатогранність та специфічну спрямованість, на водопровідному підприємстві створена та функціонує служба охорони праці, в складі якої працюють спеціалісти з охорони праці. Виходячи із завдань управління охороною праці на виробництві, основними функціональними обов'язками служби є організація та координація роботи зі створення здорових і безпечних умов праці, контроль за дотриманням працівниками підприємства нормативно-правових актів з охорони праці, розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на запобігання випадків виробничого травматизму та професійних захворювань.

Характер виконуваних видів робіт передбачає високу ступінь травмо небезпеки, з метою попередження травматизму на підприємстві здійснюється треступеневий контроль за станом охорони праці в структурних підрозділах підприємства з проведенням аналізу результатів перевірки з представниками профкому на нарадах різних рівнів.

Організація контролю носить системний, своєчасний та плановий характер, що дозволяє оперативно отримувати об'єктивну та змістовну інформацію про ступінь відповідності об'єкта контролю вимогам нормативно-правових актів з охорони праці [31].

Для безпечного виконання робіт робітники повинні знати та виконувати всі правила безпеки, які затверджені на даному об'єкті - «Правил техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць», що дає можливість зменшити випадки виробничого травматизму.

До робіт у замкненому (обмеженому) просторі (колодязях, люках, тощо), допускаються працівники, які:

- пройшли навчання та перевірку знань з безпечного ведення робіт;

- пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до виконання даного виду робіт;
- забезпечені засобами індивідуального захисту (ізолюючими протигазами, рятувальними поясами з лямками, спецодягом тощо) та колективного захисту (газоаналізаторами та/або газосигналізаторами, ліхтарями тощо), які знаходяться в справному стані і перевірені.

Спуск людей до колодязів дозволяється тільки у шланговому (ізолюючому) протигазі та відповідному захисному костюмі, виконувати роботи у замкнених (обмежених) просторах повинна бригада не менше ніж з трьох працівників, відкриті колодязі повинні бути огорожені з метою запобігання потрапляння до них людей, тварин або наїзду транспортних засобів.

Під час спуску в колодязь (робочий канал), виконуючий роботу повинен надіти запобіжний пояс зі страхувальною мотузкою, яку повинен весь час тримати інший працівник, що знаходиться на поверхні. Всі засоби, які використовуються в роботі, повинні бути в справному стані.

Під час робіт всередині споруд на мережах категорично забороняється застосовувати відкритий вогонь, палити, запалювати сірники, перевіряти наявність газу підпаленим папером. Роботи, пов'язані з можливим виділенням вибухонебезпечних газів, повинні виконуватись з застосуванням інструментів і пристроїв, які не дають іскру, для освітлення використовувати світильники напругою не вище 12 В у вибухозахищеному виконанні.

Під час проведення робіт, особливо під дією високих температур у літні дні, можливе виділення в робочу зону вибухонебезпечних або шкідливих парів, газів та інших речовин, здатних викликати вибух, загоряння, отруйну дію на організм людини, недостатній вміст кисню. За необхідності перебування в замкненому просторі понад одну особу, слід вживати відповідних заходів безпеки. При цьому збільшується кількість

осіб-страхувальників (на одного працюючого – по одному страхувальнику) [32].

Роботи на мережах водопостачання і каналізації повинні виконувати експлуатаційні і ремонтно-аварійні бригади, що складаються не менш ніж із трьох чоловік.

Призначати бригаду на роботу в колодязях і камерах, люки яких розташовані між залізничними або трамвайними шляхами, дозволяється лише за умови попереднього узгодження робіт з організаціями, що відають експлуатацією шляхів; у виняткових (аварійних) випадках ремонтні роботи можуть проводитися з відома диспетчера відповідних організацій.

Місця провадження робіт в умовах вуличного руху варто огороджувати відповідно до вимог Інструкції з огороження місць провадження робіт в умовах вуличного руху.

У темний час доби по краях огорожень у верхній їх частині повинні бути вивішені габаритні червоні ліхтарі (потужність джерела світла габаритного ліхтаря не менш 3 Вт).

Для огороження місць провадження робіт необхідно застосовувати:

- штахетний бар'єр висотою 1,1 м, пофарбований у білий і червоний кольори рівнобіжними горизонтальними смугами шириною по 0,13 м;

- суцільні щити висотою 1,2-1,3 м, з червоної облямівкою шириною 10-12 см по контурі щита, зі знаком, що позначає виробництво ремонтних робіт, найменуванням організації, що веде роботи, і вказівкою номера її телефону;

- дорожні спеціальні переносні знаки, установлені відповідно до Правил дорожнього руху.

Усі роботи на вуличних мережах робітники повинні виконувати в сигнальних жилетах.

При технічному (глибокому) огляді і роботах, пов'язаних зі спуском робітника в колодязь, бригада повинна складатися не менш, чим із трьох чоловік: один працює в колодязі, другий на поверхні, третій спеціально

спостерігає за роботою в колодязі і у разі потреби допомагає працюючому у колодязі.

При роботах у камерах бригада повинна складатися не менш, чим з чотирьох чоловік.

Перед спуском у колодязь або камеру необхідно переконатися у відсутності їхньої загазованості, для чого використовують лампу ЛБВК відповідно до інструкцій заводу-виготовлювача, газоаналізатори.

Робота усередині колодязів, колекторів, у тунелях і траншеях і ін. аналогічних пристроях і спорудженнях без використання ізолюючих протигазів забороняється.

При виявленні газу в колодязі або камері потрібно видалити його. Після видалення газу працювати в колодязі дозволяється з постійним нагнітанням повітря вентилятором. При цьому для контролю лампа ЛБВК повинна знаходитися в колодязі. Для видалення газу варто застосовувати:

- природне провітрювання шляхом відкривання кришки робочого колодязя на мережах водопостачання;
- нагнітання повітря ручним вентилятором або повітродувками, установленими на спецмашинах;
- заповнення водою з пожежного гідранта, що знаходиться у водопровідному колодязі, з наступною відкачкою.

Для безпечного проведення робіт виробничий персонал у повному обов'язі забезпечується засобами індивідуального і колективного захисту (спецодяг, спецвзуття, запобіжні пояси, захисні каски тощо). Працівники повинні виконувати роботу у спеціальному одязі та у спеціальному взутті, маючи при собі справний інструмент, необхідний інвентар, захисні засоби та пристосуваннями, медичну аптечку. Всі роботи на вуличних мережах виконуються у сигнальних помаранчевого кольору жилетах.

Робітники повинні бути забезпечені протигазами типу ПШ-1 або ПШ-2 та рятувальним поясом з наплічними, пасками і мотузкою. Довжина мотузки повинна бути на два метри більшою за глибину колодязя. Двічі на

рік рятувальний пояс та мотузка повинні перевірятися на міцність і надійність. На рятувальному поясі, мотузці має бути нанесено маркування із зазначенням дат проведеного і наступного випробовувань

Для попередження травматизму на виробництві проводяться навчання персоналу з питань охорони праці, оперативний контроль виконання робіт, дні охорони праці та комплексні перевірки. Ефективним інструментом і мотивуючим фактором у навчанні персоналу в частині виробничої безпеки є проведення змагань професійної майстерності бригад з обслуговування ЛЕП та обладнання підстанцій.

Для профілактики та попередження впливу шкідливих факторів на виробництві проводяться атестації робочих місць та комплекс медоглядів персоналу.

Проведення зовнішнього обходу та огляду мереж повинне проводитись не рідше одного разу на 2 місяці.

Під час обходів і оглядів трас ліній водопровідних мереж і перевіряють:

- стан координатних табличок;
- зовнішній стан колодязів, наявність і щільність прилягання кришок, цілісність люків, кришок, горловин, скоб, драбин, наявність у колодязі води чи її витоків шляхом відкривання кришок колодязів з очищенням їх від сміття (снігу, льоду);
- присутність газів в колодязях (за показанням приладу або за запахом);
- наявність просідання ґрунту по мережах лінії або поблизу колодязів;
- наявність завалів на мережі в місцях розташування колодязів, розриття по мережі, а також не узгоджених робіт з приєднання до мережі; під час зовнішнього огляду мереж спуск людей в колодязі не дозволяється [30].

Не менш важливе значення має проведення інструктажів, навчань і перевірки знань з питань охорони праці. Всі інструкції розроблені відповідно до вимог Правил техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць (НПАОП 41.0-1.01-79) та Типової інструкції по організації безпечного ведення газонебезпечних робіт (НПАОП 0.00-5.11-85). Всі інструкції повинні відповідати чинному законодавству, вимогам державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці: правил, норм, стандартів, інших нормативних і організаційно-методичних документів про охорону праці. Згідно з положеннями інструкції повинні мати: загальні положення; вимоги безпеки перед початком роботи; вимоги безпеки під час виконання роботи; вимоги безпеки після закінчення роботи; вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

При тривалих ремонтних роботах все обладнання вимикається та на запірній арматурі вивішуються попереджаючі плакати:

«Не відчиняти - працюють люди», «Не зачиняти – працюють люди», «Не вмикати- працюють люди», «Прохід зачинено».

При необхідності виконання земельних робіт на мережах необхідно керуватися інструкцією по охороні праці при виробництві земельних робіт:

- при роботах на території населеного пункту, де відбувається рух людей та транспорту аварійна ділянка повинна бути огорожена;
- при роботах під землею повинні бути передбачені заходи. Які дозволяють здійснювати евакуацію робітників;
- в місцях переходів через траншеї, ями або канали необхідно встановлювати перехідні мостики з огорожею.

3.3 Освітлення

При необхідності виконання роботи в вечірні та нічні години, а також поганій видимості вдень котловани, траншеї та колодязі повинні

бути добре освітленію. Освітлення від електромережі напругою 220 В допускається в разі подачі живлення спеціальним кабелем до закритих прожекторів, або якщо висота підвісу світильника становить понад 2 м і він укріплений на стійких і міцних опорах. В котлованах, траншеях, колодязях, трубах і в вологих приміщеннях дозволяється користуватися освітленням від мережі напругою не вище 12 В або освітленням від переносних акумуляторних установок. Для зниження напруги електричного струму застосовуються спеціальні переносні трансформатори.

3.4 Електробезпека

Робота по реконструкції та обслуговуванню мереж та споруд на них супроводжується небезпекою ураження електричним струмом від розташованих поблизу або безпосередньо на ній електричних мереж. Щоб уникнути ураження електричним струмом необхідно заздалегідь обстежити територію та виявити місця проходження електричних кабелів. При наявності кабелю в місці розкопки слід надійно його підвісити, уникаючи провисання і розриву.

Всі роботи по зварюванню повинні проводитись в присутності і під безпосереднім керівництвом керівника робіт. Зварювання всередині трубопроводу можна виконувати виключно з робочою вентиляцією. При цьому забороняється одночасно працювати газо- та електрозварнику. При необхідності внутрішнього зварювання або зовнішнього після атмосферних опадів, працівник має користуватися діелектричними рукавицями, калошами, килимком та діелектричним шоломом.

У випадку аварійної ситуації робота зупиняється, вимикається електрообладнання і приймаються заходи по евакуації.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Значна частина поточних витрат в системах водопостачання пов'язана із транспортуванням води - витрат електроенергії.

Витрати електроенергії прямо пропорційні кількості поданої води і визначаються за питомими витратами [33].

Для визначення питомих витрат електроенергії для насосних станцій з однією групою насосів обчислюється середня питома витрата електроенергії:

$$\rho_{\text{ср}} = 0,01 \sum (P_i * \rho_i), \quad (4.1)$$

де P_i - погодинна подача насосів, % загальних витрат на добу,

для населеного пункту 1: $P_I = 1,85$, $P_{II} = 5,12$

для населеного пункту 2: $P_I = 3,01$, $P_{II} = 4,86$

ρ_i - питома витрата електроенергії в дану годину.

$$\rho_i = \sum P / \sum Q, \quad (4.2)$$

$\sum N$ – сумарна потужність одночасно працюючих двигунів, кВт

$\sum Q$ - сумарна подача води насосами, м³/год

Корисна потужність насосів визначається за формулою [26]:

$$P_n = \rho g QH / (1000 \eta_n) \quad (4.3)$$

де ρ - щільність рідини, кг/м³;

Q – максимально можлива подача насосу, м³/с;

H – напор насосу, який відповідає необхідній подачі, м;

Населений пункт 1:

Вихідний варіант (насос Д 1250-125).

$$Q_I = 56896,75 * 1,85 / 100 = 1052,59 \text{ м}^3/\text{год} = 292,39 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 56896,75 * 5,12 / 100 = 2913,114 \text{ м}^3/\text{год} = 809,2 \text{ л/с}$$

$$P_n = 1000 * 9,81 * 0,4 * 102 / 1000 * 0,8 = 500,31 \text{ кВт}$$

Варіант 1 (насос Д 1250-125).

$$Q_I = 55902 * 1,85 / 100 = 1034,18 \text{ м}^3/\text{Год} = 287,27 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 55902 * 5,12 / 100 = 2862 \text{ м}^3/\text{Год} = 795,05 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,39 * 105 / 1000 * 0,60 = 695 \text{ кВт}$$

Варіант 2 (насос Д 1250-125)

$$Q_I = 67079,59 * 1,85 / 100 = 1240,96 \text{ м}^3/\text{Год} = 344,71 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 67079,59 * 5,12 / 100 = 3434,45 \text{ м}^3/\text{Год} = 954,02 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,3 * 114 / 1000 * 0,8 = 419,37 \text{ кВт}$$

Варіант 3 (насос Д 1600-90)

$$Q_I = 40998,59 * 1,85 / 100 = 758,47 \text{ м}^3/\text{Год} = 210,68 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 40998,59 * 5,12 / 100 = 2099,13 \text{ м}^3/\text{Год} = 583,09 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,35 * 97 / 1000 * 0,81 = 416,32 \text{ кВт}$$

Варіант 4 (насос Д 630-90)

$$Q_I = 29820,95 * 1,85 / 100 = 551,68 \text{ м}^3/\text{Год} = 153,24 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 29820,95 * 5,12 / 100 = 1526,84 \text{ м}^3/\text{Год} = 424,12 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,225 * 91 / 1000 * 0,72 = 272,77 \text{ кВт}$$

$$\rho_{\text{ср вих}} = 0,01 * (1,85 * 1,05 * 8 + 5,12 * 2,913 * 16) = 2,53$$

$$\rho_{\text{ср1}} = 0,01 * (1,85 * 1,03 * 8 + 5,12 * 2,86 * 16) = 2,49$$

$$\rho_{\text{ср2}} = 0,01 * (1,85 * 1,24 * 8 + 5,12 * 3,43 * 16) = 2,99$$

$$\rho_{\text{ср3}} = 0,01 * (1,85 * 0,758 * 8 + 5,12 * 2,09 * 16) = 1,82$$

$$\rho_{\text{ср4}} = 0,01 * (1,85 * 0,552 * 8 + 5,12 * 1,52 * 16) = 1,32$$

Населений пункт 2:

Вихідний варіант (насос Д 800-57).

$$Q_I = 27725,65 * 3,01 / 100 = 834,54 = 231,81 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 27725,65 * 4,86 / 100 = 1347,46 = 374,29 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,18 * 57 / 1000 * 0,7 = 135,79 \text{ кВт}$$

Варіант 1 (насос Д 800-57).

$$Q_I = 25250,59 * 3,01 / 100 = 760,04 \text{ м}^3/\text{Год} = 211,12 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 25250,59 * 4,86 / 100 = 1227,16 \text{ м}^3/\text{Год} = 340,88 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,18 * 57 / 1000 * 0,7 = 135,79 \text{ кВт}$$

Варіант 2 (насос Д 800-57)

$$Q_I = 28376,83 * 3,01 / 100 = 854,20 \text{ м}^3/\text{Год} = 237,27 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 28376,83 * 4,86 / 100 = 1379,21 \text{ м}^3/\text{Год} = 383,11 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,23 * 63 / 1000 * 0,8 = 177,68 \text{ кВт}$$

Варіант 3 (насос Д 500-65)

$$Q_I = 20420,34 * 3,01 / 100 = 614,65 \text{ м}^3/\text{Год} = 170,74 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 20420,34 * 4,86 / 100 = 992,48 \text{ м}^3/\text{Год} = 275,67 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,15 * 56 / 1000 * 0,78 = 105,64 \text{ кВт}$$

Варіант 4 (насос Д 500-65)

$$Q_I = 16797,56 * 3,01 / 100 = 505,60 \text{ м}^3/\text{Год} = 140,45 \text{ л/с}$$

$$Q_{II} = 16797,56 * 4,86 / 100 = 816,36 \text{ м}^3/\text{Год} = 226,76 \text{ л/с}$$

$$P_H = 1000 * 9,81 * 0,115 * 52 / 1000 * 0,81 = 72,42 \text{ кВт}$$

$$\rho_{\text{сер вих}} = 0,01 * (3,01 * 0,83 * 8 + 4,86 * 1,347 * 16) = 1,247$$

$$\rho_{\text{сер1}} = 0,01 * (3,01 * 0,76 * 8 + 4,86 * 1,227 * 16) = 1,13$$

$$\rho_{\text{сер2}} = 0,01 * (3,01 * 0,854 * 8 + 4,86 * 1,379 * 16) = 1,28$$

$$\rho_{\text{сер3}} = 0,01 * (3,01 * 0,614 * 8 + 4,86 * 0,992 * 16) = 0,92$$

$$\rho_{\text{сер4}} = 0,01 * (3,01 * 0,505 * 8 + 4,86 * 0,816 * 16) = 0,756$$

Річні витрати електроенергії:

$$E_p = Q_{\text{сер.доб.}} * n * \rho_{\text{сер}}, \quad (4.4)$$

де $Q_{\text{сер.доб.}}$ - добове водоспоживання населеним пунктом, $\text{м}^3/\text{добу}$

n - число діб роботи насосів за рік.

Вартість електроенергії за рік :

$$\mathcal{E}_p = E_p * \mathcal{C}, \quad (4.5)$$

де E_p - річна витрата електроенергії, кВт год за рік.

\mathcal{C} - ціна 1 кВт год, грн. $\mathcal{C} = 2,4$ грн

Розрахунки виконані в табл. 4.1

Таблиця 4.1 Розрахунок витрати електроенергії на насосній станції другого підйому

Насосна станція	Варіант	Марка насосу	Кількість робочих насосів	Потужність електродвигуна, Квт		Сумарна подача води насосами, м ³ /год ΣQ	Питома витрата електроенергії, кВт. год / м ³		Річна витрата електроенергії кВт	Річна вартість електроенергії, тис. грн
				P	сумарна ΣP		ρ_i	$\rho_{сер}$		
Населений пункт 1	1	Д 1250-125	2	695	1390	2862	0,48	2,49	50806533	121935,7
	2	Д 1250-125	3	419,37	1258,11	3434,45	0,37	2,99	73207311	175697,5
	3	Д 1600-90	2	416,32	832,64	2099,13	0,39	1,82	27235363	65364,87
	4	Д 630-90	2	272,77	545,54	1526,84	0,36	1,32	14367560	34482,14
Населений пункт 2	1	Д 800-57	2	135,79	271,58	1227,16	0,22	1,13	10414605,85	24995,05
	2	Д 800-57	2	177,68	355,36	1379,21	0,26	1,28	13257654,98	31818,37
	3	Д 500-65	2	105,64	211,28	992,48	0,21	0,92	6857150,172	16457,16
	4	Д 500-65	2	72,42	144,84	816,36	0,18	0,756	5634788,62	13523,49

Висновки та рекомендації:

В ході виконання роботи були виконані гідравлічні розрахунки водопровідної мережі для двох населених пунктів з різною вихідною чисельністю мешканців. Для візуалізації отриманих результатів розрахунків – побудовані п'єзометричні лінії, згідно яких можливо зробити такі висновки:

- необхідна геометрична висота подачі насосів для варіантів 1 та 3 (зміна чисельності на 20%) суттєво не відрізняється від вихідного варіанту розрахунків; суттєва різниця між необхідними напорами спостерігаються для варіантів 2 та 4 (зміна чисельності 50%), різниця складає +8 м в разі збільшення чисельності, - 7 м при зменшенні чисельності населення – для 1-го населеного пункту; для 2-го населеного пункту ця різниця менш виражена;

- збільшення чисельності в обох розрахункових випадках призводить до підвищення надлишкових тисків в мережі, що з часом збільшує кількість аварійних ситуацій в місті, виходу з ладу санітарно-технічних приладів, перевитрати електроенергії при транспортуванні води;

- при зміні чисельності населення для обох населених пунктів змінюється нерівномірність споживання води населенням: чим більша кількість населення, тим більш рівномірно використовується вода в місті. Особливо вразливо реагує на зміни чисельності у випадкові зменшення кількості населення мережа населеного пункту 2 (з меншою кількістю споживачів);

- Існуючі насосні агрегати запроєктовані для вихідного варіанту (за проєктом) при збільшенні/зменшенні кількості населення працюють за межами рекомендованих інтервалів і задовільнити потреби населення в необхідній кількості води – не зможуть: варіанти 2 та 4 для забезпечення населення водою в потрібній кількості та необхідним тиском потребують заміни насосного обладнання.

Література

1. Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами / Під ред. І.М. Астреліна, Х. Ратнавіри. Київ: Водна гармонія, 2015. 577 с.
2. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною". [Чинний від 12.05.2010]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 35с: (Інформація та документація).
3. Євразійська економічна комісія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eurasiancommission.org>
4. Гіроль М.М. Ефективність систем водопостачання України як фактор національної безпеки держави /М.М. Гіроль, Г.М. Семчук. Надзвичайна ситуація, №5, 2001.
5. Новохатній В.Г. Надійність функціонування подавально–розподільного комплексу систем водопостачання: дис. докт. техн. наук: спец.05.23.04 – водопостачання, каналізація / В.Г. Новохатній. Полтава: ПолтНТУ, 2012. 351 с.
6. Гіроль М.М. Стан водопровідних мереж України та шляхи запобігання погіршенню якості питної води.// Полімерні труби.: Інформаційно-аналітичний журнал. 2008. №21 (січень-лютий). С.7-12.
7. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2018 році / Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, Київ. 2019. 351с
8. Програма розвитку ООН в Україні: офіційний сайт [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <http://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home.html>
9. Державна служба статистики України: офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

10. Филиппов И.И. Опыт учета у абонентов МПП ВКХ г. Владимира [текст]./ И.И. Филиппов, Ф.В. Гуськов, В.Л. Григорьев//Водоснабжение и санитарная техника. 1998. №6 С.22-23.
11. Київводоканал: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vodokanal.kiev.ua/zv> (дата звернення: 10.11.2019).
12. Гіроль М.М., Ковальський Д., Хомко В.Є., Гіроль А.М. Проблеми якості води в водопровідних мережах. Водопостачання та водовідведення. виробн.-практ. журнал. Київ: 2008. №2. С.1-21.
13. Тугай А.М., Пікуль Ю.М. Водопостачання населених пунктів в умовах значного зниження водоспоживання. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. наук.-техн. збірник. Випуск 25. Київ: КНУБА, 2013. С. 324.
14. Мацієвська, О. О. Якість питної води, що надходить у мережу централізованого водопостачання м. Львів // Харчова наука і технологія. 2013. № 1 (22). С. 87–89.
15. Петросов В.А. Стійкість водопостачання. Харків: Фактор, 2007. 360 с.
16. Исаев В.Н. Экономия воды в структуре водопотребления [Текст] / Исаев В.Н., Мхитарян М.Г. // Сантехника. 2005. № 3. С. 8-11.
17. Красовський Г.Я., Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем та прогнозу водоспоживання міст. Київ: Наукова думка. 2003. 224 с.
18. ДБН В.2.5 – 74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [Чинний від 01.01.2014]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 115 с.
19. Душкин С. С. Водопроводные системы и сооружения: консп. лекц. / Харьков: ХНУХГ им. А. Н. Бекетова, 2017. 115 с.
20. Звіт про науково-технічну розробку. Розрахунок нормативів питного водопостачання для населення м. Чернігів. Київ: Міністерство

регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 57 с.

21. Журнал «Вода Magazine», №3 (31), 2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://watermagazine.ru/novosti/za-rubezhom/24397-sostoyanie-vodnykh-resursov-evropy-chast-tretya.html> (дата звернення: 15.11.2019).

22. Лановенко О.Г. Динаміка чисельності населення півдня України як один із параметрів зміни генетико-демографічної структури популяцій //Природний альманах: ХДУ, 2010 С.156-164

23. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. [Действительный от 01.01.1984]. Москва: Стройиздат, 1985. 133 с.

24. Українець М.О., Сокольник В.І. Водопровідні мережі: навч.-метод. посіб./ Запоріжжя: ЗДІА, 2009.298 с.

25. Ткачук О.А., Шадур В.О. Водопровідні мережі: навч. посіб. / Рівне: НУВГП, 2010. 146 с.

26. Насосы: каталог-справочник./ за ред. В. В. Балыгина. Новосибирск: НГАСУ, 1999. 97 с.

27. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. Київ: Знання, 2009. 735 с.

28. Тугай А.М., Терновцев В.Е. Водоснабжение. Курсовое проектирование. Київ: Вища шк., 1980. 270 с.

29. Б.В. Карасев. Насосы и насосные станции. Минск: Выш. школа, 1979. 288 с.

30. Охорона праці і пожежна безпека. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://oppb.com.ua/news/vymogy-bezpeky-shchodo-dotrymannya-zovnishnih-merezh-system-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya> (дата звернення: 29.11.2019).

31. Кам'янський міськводоканал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mvk.dp.ua/node/145> (дата звернення: 29.11.2019).

32. Управління держпраці в Іваново-Франківській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspif.gov.ua/news/3271-na>

[pdpriyemstvah-vodoprovodno-kanalzacynogo-gospodarstva-ukrayini-zrs-virobnichiy-travmatizm.html](#) (дата звернення: 29.11.2019).

33. Водоснабжение. Техничко-економические расчеты / ред. Г.М. Басса.
Київ: Вища школа, 1977, 152 с.

Додаток А

Таблиця А1 – Вихідні дані для гідравлічної ув'язки мережі в програмі

Номер ділянки	Ділянка	Довжина ділянок, м	Максимальне водоспоживання		Діаметр, мм
			Код ділянки	Витрата	
1	1-4	440	3-0	199,42	500
2	4-5	480	4-0	43,35	300
3	4-7	430	3-4	135	400
4	5-6	440	4-0	32,45	300
5	8-7	430	7-3	50	250
6	7-6	480	8-4	30	200
7	7-15	720	7-8	106,23	400
8	6-16	720	8-0	37,35	300
9	14-15	420	11-7	30	200
10	15-16	480	12-8	30	200
11	15-18	1000	11-12	44,22	300
12	16-17	920	12-0	36,57	250
13	19-18	410	11-0	30	250
14	18-17	480	12-0	20	200
15	1-8	430	1-3	514,99	600
16	8-14	720	6-7	313,93	500
17	14-19	990	10-11	97,81	350
18	1-2	580	0-1	263,81	500
19	8-9	680	1-6	80	300
20	13-14	630	6-10	100	350
21	19-20	690	10-0	30	200
22	2-9	430	2-1	165,19	450
23	9-13	720	5-6	138,09	400
24	13-20	920	9-10	57,67	300
25	2-3	250	0-2	65,73	250
26	3-10	330	0-2	53,89	250
27	10-9	310	2-5	30	250
28	10-11	840	0-5	53,68	250
29	11-12	320	0-5	30	250
30	12-13	350	5-9	78,05	300
31	12-21	910	0-9	68,65	300
32	21-20	420	9-0	30	250

Додаток Б

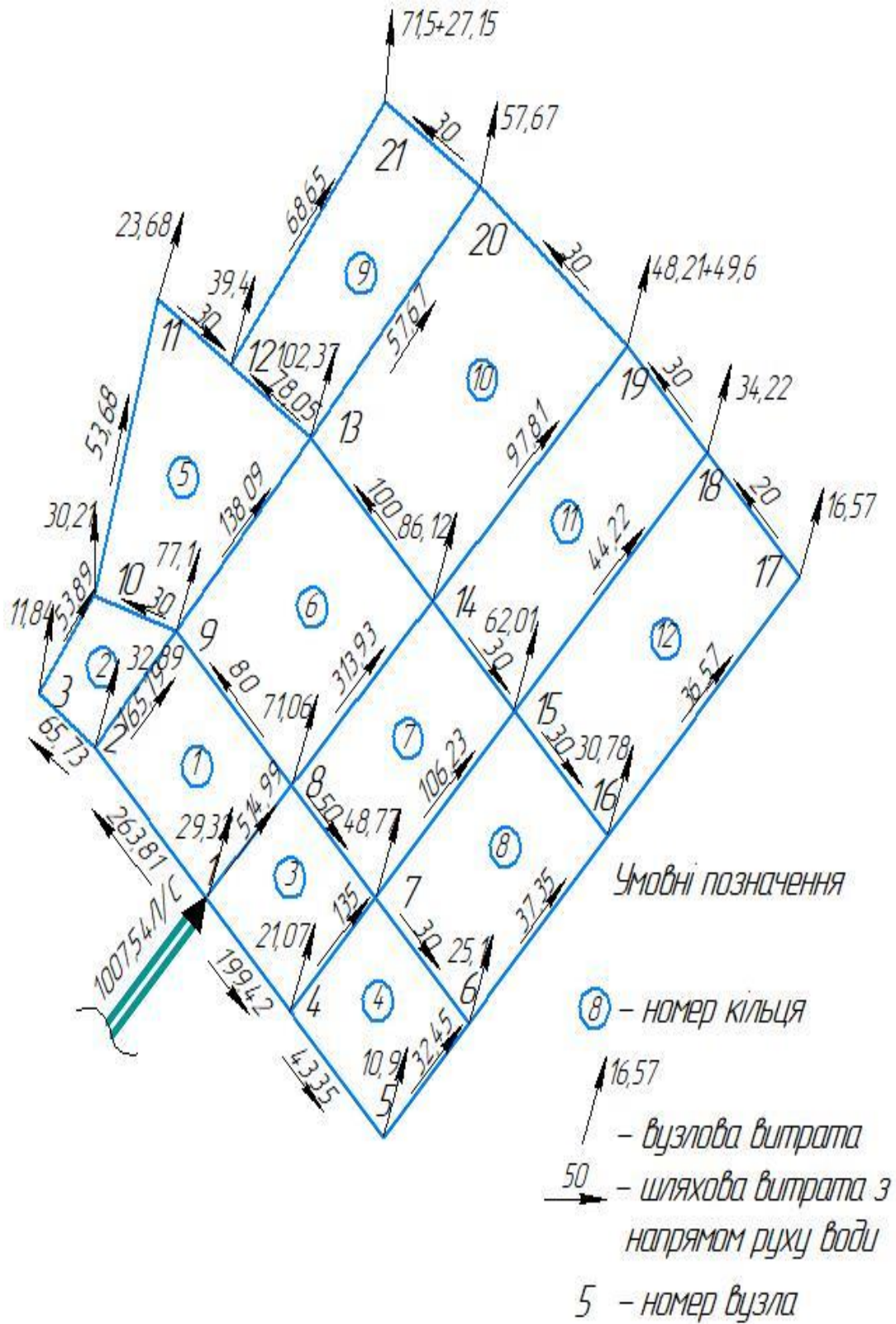


Рисунок Б1 Попередній потікорозподіл для максимального водоспоживання

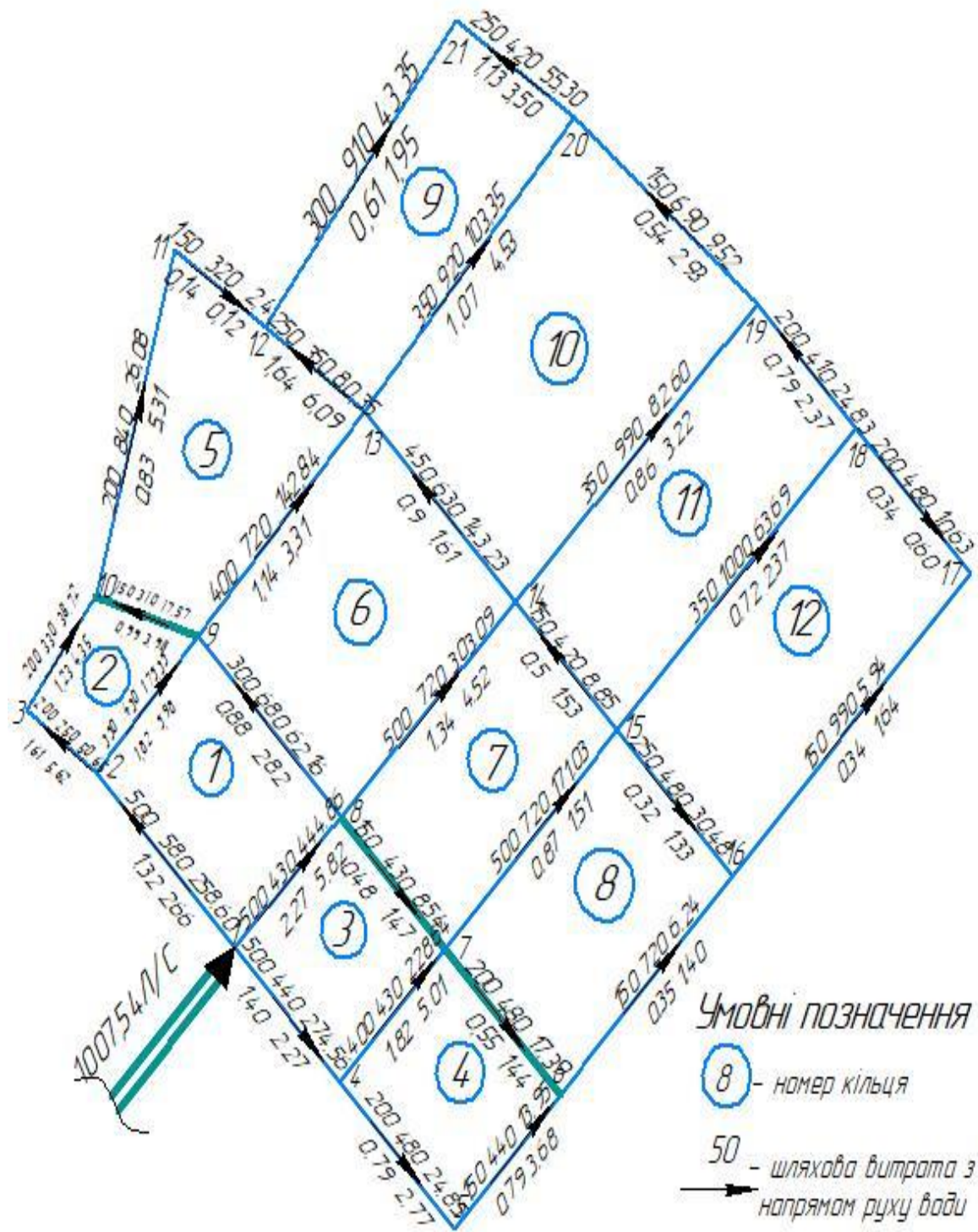


Рисунок Б2 Дійсний потікорозподіл для максимального водоспоживання

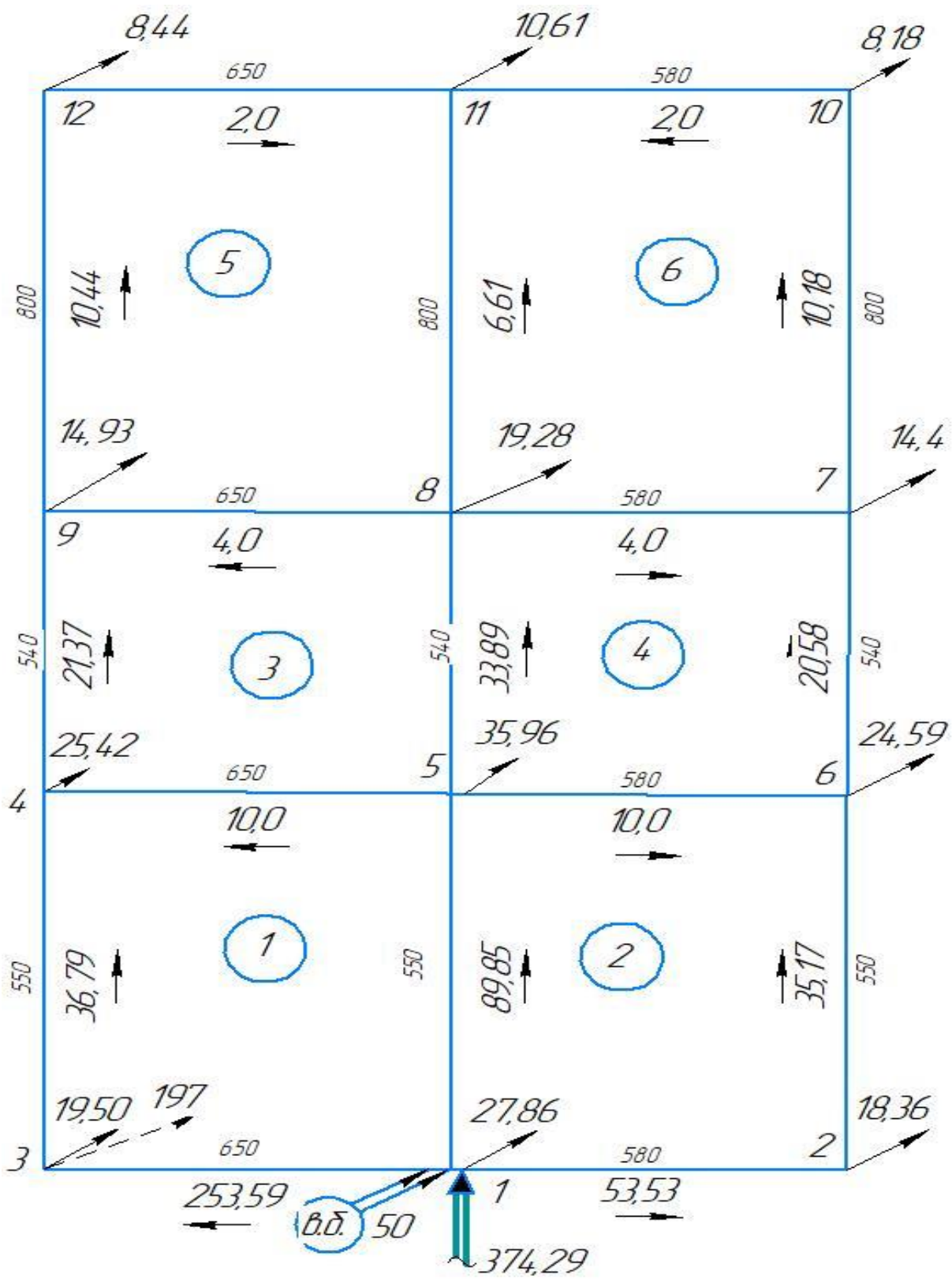


Рисунок Б3 Попередній потікорозподіл для максимального водоспоживання

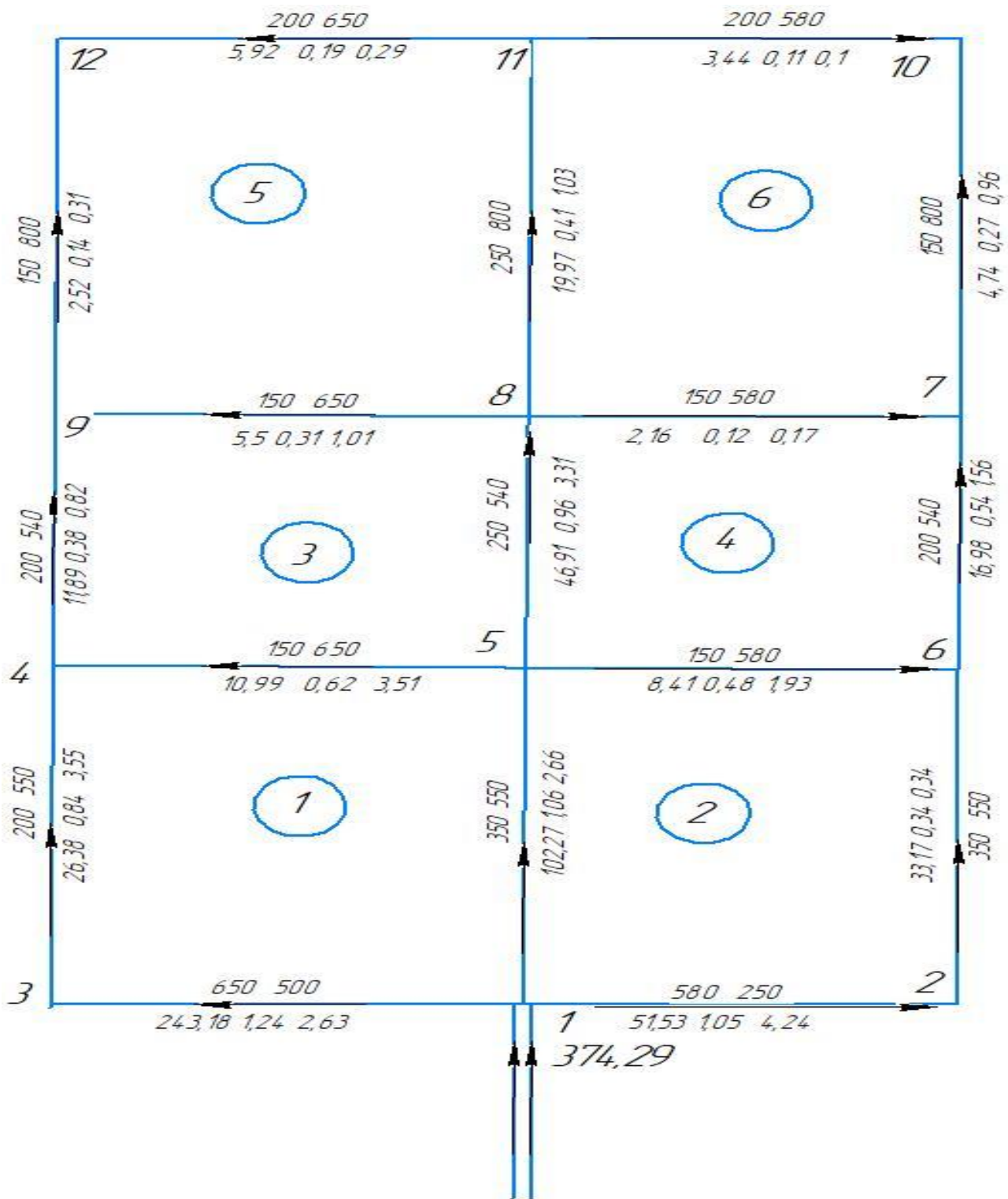


Рисунок Б4 Фактичний потікорозподіл для максимального водоспоживання

Додаток В

Таблиця В1 – Результати гідравлічної ув'язки мережі

номер :ділянки:	код :ділянки:	діаметр труби, мм	довжина ділянки, м	витрата води, л/с	швидкість води, м/с	втрати напору, м
: 1	: 3- 0	: 500.00	: 440.00	: 274.56	: 1.40	: 2.27
: 2	: 4- 0	: 200.00	: 480.00	: 24.85	: .79	: 2.77
: 3	: 3- 4	: 400.00	: 430.00	: 228.64	: 1.82	: 5.01
: 4	: 4- 0	: 150.00	: 440.00	: 13.95	: .79	: 3.68
: 5	: 7- 3	: 150.00	: 430.00	: 8.54	: .48	: 1.47
: 6	: 8- 4	: 200.00	: 480.00	: 17.39	: .55	: 1.44
: 7	: 7- 8	: 500.00	: 720.00	: 171.03	: .87	: 1.51
: 8	: 8- 0	: 150.00	: 720.00	: 6.24	: .35	: 1.40
: 9	: 11- 7	: 150.00	: 420.00	: -8.85	: .50	: 1.53
: 10	: 12- 8	: 250.00	: 480.00	: 30.48	: .62	: 1.33
: 11	: 11-12	: 350.00	: 1000.00	: 69.69	: .72	: 2.37
: 12	: 12- 0	: 150.00	: 990.00	: 5.94	: .34	: 1.64
: 13	: 11- 0	: 200.00	: 410.00	: 24.83	: .79	: 2.37
: 14	: 12- 0	: 200.00	: 480.00	: -10.63	: .34	: .60
: 15	: 1- 3	: 500.00	: 430.00	: 444.86	: 2.27	: 5.82
: 16	: 6- 7	: 500.00	: 720.00	: 303.09	: 1.54	: 4.52
: 17	: 10-11	: 350.00	: 990.00	: 82.60	: .86	: 3.22
: 18	: 0- 1	: 500.00	: 580.00	: 258.80	: 1.32	: 2.66
: 19	: 1- 6	: 300.00	: 680.00	: 62.16	: .88	: 2.82
: 20	: 6-10	: 450.00	: 630.00	: 143.23	: .90	: 1.61
: 21	: 10- 0	: 150.00	: 690.00	: 9.62	: .54	: 2.93
: 22	: 2- 1	: 350.00	: 430.00	: 175.35	: 1.82	: 5.98
: 23	: 5- 6	: 400.00	: 720.00	: 142.84	: 1.14	: 3.31
: 24	: 9-10	: 350.00	: 920.00	: 103.35	: 1.07	: 4.53
: 25	: 0- 2	: 200.00	: 250.00	: 50.56	: 1.61	: 5.62
: 26	: 0- 2	: 200.00	: 330.00	: 38.72	: 1.23	: 4.35
: 27	: 2- 5	: 150.00	: 310.00	: 17.57	: .99	: 3.98
: 28	: 0- 5	: 200.00	: 840.00	: 26.08	: .83	: 5.31
: 29	: 0- 5	: 150.00	: 320.00	: 2.40	: .14	: .12
: 30	: 5- 9	: 250.00	: 350.00	: 80.35	: 1.64	: 6.09
: 31	: 0- 9	: 300.00	: 910.00	: 43.35	: .61	: 1.95
: 32	: 9- 0	: 250.00	: 420.00	: 55.30	: 1.13	: 3.50

Таблиця В2 – Результати гідравлічної ув'язки мережі

номер :ділянки:	код :ділянки:	діаметр труби, мм	довжина ділянки, м	витрата води, л/с	швидкість води, м/с	втрати напору, м
: 1	: 0- 1	: 500.00	: 650.00	: 243.18	: 1.24	: 2.63
: 2	: 2- 0	: 250.00	: 580.00	: 51.53	: 1.05	: 4.24
: 3	: 0- 1	: 200.00	: 550.00	: 26.38	: .84	: 3.55
: 4	: 1- 2	: 350.00	: 550.00	: 102.27	: 1.06	: 2.66
: 5	: 2- 0	: 350.00	: 550.00	: 33.17	: .34	: .34
: 6	: 1- 3	: 150.00	: 650.00	: 10.99	: .62	: 3.51
: 7	: 4- 2	: 150.00	: 580.00	: 8.41	: .48	: 1.93
: 8	: 0- 3	: 200.00	: 540.00	: 11.89	: .38	: .82
: 9	: 3- 4	: 250.00	: 540.00	: 46.91	: .96	: 3.31
: 10	: 4- 0	: 200.00	: 540.00	: 16.98	: .54	: 1.56
: 11	: 3- 5	: 150.00	: 650.00	: 5.50	: .31	: 1.01
: 12	: 6- 4	: 150.00	: 580.00	: 2.16	: .12	: .17
: 13	: 0- 5	: 150.00	: 800.00	: 2.52	: .14	: .31
: 14	: 5- 6	: 250.00	: 800.00	: 19.97	: .41	: 1.03
: 15	: 6- 0	: 150.00	: 800.00	: 4.74	: .27	: .96
: 16	: 0- 5	: 200.00	: 650.00	: -5.92	: .19	: .29
: 17	: 6- 0	: 200.00	: 580.00	: -3.44	: .11	: .10

Додаток Д

Таблиця Д1 – Результати гідравлічної ув'язки В1

e= .01000 nk= 12 ny= 32														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	440.00	191.44	500.00	c	2	480.00	41.62	200.00	c	3	430.00	129.60	400.00	c
4	440.00	31.15	150.00	c	5	430.00	48.00	150.00	c	6	480.00	28.80	200.00	c
7	720.00	101.98	500.00	c	8	720.00	35.86	150.00	c	9	420.00	28.80	150.00	c
10	480.00	28.80	250.00	c	11	1000.00	42.45	350.00	c	12	920.00	35.11	150.00	c
13	410.00	28.80	200.00	c	14	480.00	19.20	200.00	c	15	430.00	520.72	500.00	c
16	720.00	327.70	500.00	c	17	990.00	120.22	350.00	c	18	580.00	306.01	500.00	c
19	680.00	76.80	300.00	c	20	630.00	76.80	450.00	c	21	690.00	28.80	150.00	c
22	430.00	211.34	350.00	c	23	720.00	185.36	400.00	c	24	920.00	74.07	350.00	c
25	250.00	63.10	200.00	c	26	330.00	51.73	200.00	c	27	310.00	28.80	150.00	c
28	840.00	51.53	200.00	c	29	320.00	28.80	150.00	c	30	350.00	109.01	250.00	c
31	910.00	100.00	300.00	c	32	910.00	47.51	250.00	c	33	.00	.00	.00	

: номер : код : діаметр : довжина : витрата : швидкість : втрати
: ділянки : ділянки : ділянки : ділянки : води л/с : води м/с : тиску

:	1	:	3- 0	:	500.00	:	440.00	:	278.01	:	1.42	:	2.32	:
:	2	:	4- 0	:	200.00	:	480.00	:	24.65	:	.78	:	2.73	:
:	3	:	3- 4	:	400.00	:	430.00	:	233.15	:	1.86	:	5.21	:
:	4	:	4- 0	:	150.00	:	440.00	:	14.18	:	.80	:	3.79	:
:	5	:	7- 3	:	150.00	:	430.00	:	7.09	:	.40	:	1.05	:
:	6	:	8- 4	:	200.00	:	480.00	:	16.52	:	.53	:	1.31	:
:	7	:	7- 8	:	500.00	:	720.00	:	176.90	:	.90	:	1.61	:
:	8	:	8- 0	:	150.00	:	720.00	:	6.61	:	.37	:	1.55	:
:	9	:	11- 7	:	150.00	:	420.00	:	-12.04	:	.68	:	2.68	:
:	10	:	12- 8	:	250.00	:	480.00	:	29.55	:	.60	:	1.26	:
:	11	:	11-12	:	350.00	:	1000.00	:	75.78	:	.79	:	2.77	:
:	12	:	12- 0	:	150.00	:	920.00	:	6.61	:	.37	:	1.98	:
:	13	:	11- 0	:	200.00	:	410.00	:	33.63	:	1.07	:	4.15	:
:	14	:	12- 0	:	200.00	:	480.00	:	-9.30	:	.30	:	.47	:
:	15	:	1- 3	:	500.00	:	430.00	:	469.91	:	2.39	:	6.49	:
:	16	:	6- 7	:	500.00	:	720.00	:	329.67	:	1.68	:	5.35	:
:	17	:	10-11	:	350.00	:	990.00	:	96.00	:	1.00	:	4.25	:
:	18	:	0- 1	:	500.00	:	580.00	:	270.25	:	1.38	:	2.90	:
:	19	:	1- 6	:	300.00	:	680.00	:	64.93	:	.92	:	3.06	:
:	20	:	6-10	:	450.00	:	630.00	:	143.83	:	.90	:	1.63	:
:	21	:	10- 0	:	150.00	:	690.00	:	9.41	:	.53	:	2.81	:
:	22	:	2- 1	:	350.00	:	430.00	:	184.90	:	1.92	:	6.65	:
:	23	:	5- 6	:	400.00	:	720.00	:	156.17	:	1.24	:	3.92	:
:	24	:	9-10	:	350.00	:	920.00	:	113.93	:	1.18	:	5.44	:
:	25	:	0- 2	:	200.00	:	250.00	:	53.77	:	1.71	:	6.35	:
:	26	:	0- 2	:	200.00	:	330.00	:	42.40	:	1.35	:	5.21	:
:	27	:	2- 5	:	150.00	:	310.00	:	19.67	:	1.11	:	4.91	:
:	28	:	0- 5	:	200.00	:	840.00	:	33.08	:	1.05	:	8.25	:
:	29	:	0- 5	:	150.00	:	320.00	:	10.35	:	.59	:	1.55	:
:	30	:	5- 9	:	250.00	:	350.00	:	107.00	:	2.18	:	10.79	:
:	31	:	0- 9	:	300.00	:	910.00	:	79.53	:	1.13	:	5.97	:
:	32	:	9- 0	:	250.00	:	910.00	:	67.98	:	1.38	:	11.32	:

Таблиця Д2 – Результати гідравлічної ув'язки В2

e= .01000 nk= 12 ny= 32														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	440.00	259.25	500.00	с	2	480.00	56.36	200.00	с	3	430.00	175.50	400.00	с
4	440.00	42.19	150.00	с	5	430.00	65.00	150.00	с	6	480.00	39.00	200.00	с
7	720.00	138.10	500.00	с	8	720.00	48.56	150.00	с	9	420.00	39.00	150.00	с
10	480.00	39.00	250.00	с	11	1000.00	57.49	350.00	с	12	920.00	47.54	150.00	с
13	410.00	39.00	200.00	с	14	480.00	26.00	200.00	с	15	430.00	654.61	500.00	с
16	720.00	393.23	500.00	с	17	990.00	112.27	350.00	с	18	580.00	321.44	500.00	с
19	680.00	104.00	300.00	с	20	630.00	130.00	450.00	с	21	690.00	39.00	150.00	с
22	430.00	193.23	350.00	с	23	720.00	158.05	400.00	с	24	920.00	74.97	350.00	с
25	250.00	85.45	200.00	с	26	330.00	70.06	200.00	с	27	310.00	39.00	150.00	с
28	840.00	69.78	200.00	с	29	320.00	39.00	150.00	с	30	350.00	80.00	250.00	с
31	910.00	67.80	300.00	с	32	910.00	39.00	250.00	с	33	.00	.00	.00	

: номер : код : діаметр : довжина : витрата : швидкість : втрати
: ділянки : ділянки : ділянки : ділянки : води л/с : води м/с : тиску

:	1	:	3- 0	:	500.00	:	440.00	:	349.96	:	1.78	:	3.68	:
:	2	:	4- 0	:	200.00	:	480.00	:	32.19	:	1.02	:	4.48	:
:	3	:	3- 4	:	400.00	:	430.00	:	290.37	:	2.31	:	8.09	:
:	4	:	4- 0	:	150.00	:	440.00	:	18.02	:	1.02	:	5.92	:
:	5	:	7- 3	:	150.00	:	430.00	:	11.68	:	.66	:	2.60	:
:	6	:	8- 4	:	200.00	:	480.00	:	22.53	:	.72	:	2.32	:
:	7	:	7- 8	:	500.00	:	720.00	:	216.13	:	1.10	:	2.33	:
:	8	:	8- 0	:	150.00	:	720.00	:	7.92	:	.45	:	2.15	:
:	9	:	11- 7	:	150.00	:	420.00	:	-10.26	:	.58	:	2.00	:
:	10	:	12- 8	:	250.00	:	480.00	:	39.39	:	.80	:	2.13	:
:	11	:	11-12	:	350.00	:	1000.00	:	85.86	:	.89	:	3.49	:
:	12	:	12- 0	:	150.00	:	920.00	:	7.29	:	.41	:	2.36	:
:	13	:	11- 0	:	200.00	:	410.00	:	27.12	:	.86	:	2.79	:
:	14	:	12- 0	:	200.00	:	480.00	:	-14.25	:	.45	:	1.01	:
:	15	:	1- 3	:	500.00	:	430.00	:	558.81	:	2.85	:	9.18	:
:	16	:	6- 7	:	500.00	:	720.00	:	375.63	:	1.91	:	6.94	:
:	17	:	10-11	:	350.00	:	990.00	:	96.32	:	1.00	:	4.28	:
:	18	:	0- 1	:	500.00	:	580.00	:	326.54	:	1.66	:	4.23	:
:	19	:	1- 6	:	300.00	:	680.00	:	79.12	:	1.12	:	4.42	:
:	20	:	6-10	:	450.00	:	630.00	:	177.62	:	1.12	:	2.41	:
:	21	:	10- 0	:	150.00	:	690.00	:	11.17	:	.63	:	3.84	:
:	22	:	2- 1	:	350.00	:	430.00	:	219.42	:	2.28	:	9.37	:
:	23	:	5- 6	:	400.00	:	720.00	:	175.26	:	1.39	:	4.93	:
:	24	:	9-10	:	350.00	:	920.00	:	117.12	:	1.22	:	5.71	:
:	25	:	0- 2	:	200.00	:	250.00	:	64.35	:	2.05	:	9.10	:
:	26	:	0- 2	:	200.00	:	330.00	:	48.96	:	1.56	:	6.95	:
:	27	:	2- 5	:	150.00	:	310.00	:	23.10	:	1.31	:	6.68	:
:	28	:	0- 5	:	200.00	:	840.00	:	32.78	:	1.04	:	8.11	:
:	29	:	0- 5	:	150.00	:	320.00	:	2.00	:	.11	:	.08	:
:	30	:	5- 9	:	250.00	:	350.00	:	102.68	:	2.09	:	9.94	:
:	31	:	0- 9	:	300.00	:	910.00	:	53.48	:	.76	:	2.86	:
:	32	:	9- 0	:	250.00	:	910.00	:	53.32	:	1.09	:	7.09	:

Таблиця ДЗ – Результати гідравлічної ув'язки ВЗ

e= .01000 nk= 12 ny= 32														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	440.00	177.48	500.00	с	2	480.00	38.58	200.00	с	3	430.00	120.18	400.00	с
4	440.00	28.88	150.00	с	5	430.00	44.50	150.00	с	6	480.00	26.70	200.00	с
7	720.00	94.57	500.00	с	8	720.00	33.24	150.00	с	9	420.00	26.70	150.00	с
10	480.00	26.70	250.00	с	11	1000.00	39.36	350.00	с	12	920.00	32.55	150.00	с
13	410.00	26.70	200.00	с	14	480.00	17.80	200.00	с	15	430.00	488.15	500.00	с
16	720.00	309.21	500.00	с	17	990.00	116.86	350.00	с	18	580.00	293.27	500.00	с
19	680.00	71.20	300.00	с	20	630.00	89.00	450.00	с	21	690.00	26.70	150.00	с
22	430.00	197.64	350.00	с	23	720.00	173.56	400.00	с	24	920.00	101.99	350.00	с
25	250.00	66.36	200.00	с	26	330.00	55.82	200.00	с	27	310.00	26.70	150.00	с
28	840.00	55.63	200.00	с	29	320.00	34.56	150.00	с	30	350.00	69.46	250.00	с
31	910.00	68.96	300.00	с	32	910.00	77.36	250.00	с	33	.00	.00	.00	

: номер :	код :	діаметр :	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :
: ділянки:	: ділянки :	: ділянки :	: ділянки:	: води л/с:	: води м/с :	: тиску :

: 1 :	: 3- 0 :	: 500.00 :	: 440.00 :	: 260.03 :	: 1.32 :	: 2.03 :
: 2 :	: 4- 0 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: 22.91 :	: .73 :	: 2.39 :
: 3 :	: 3- 4 :	: 400.00 :	: 430.00 :	: 218.40 :	: 1.74 :	: 4.57 :
: 4 :	: 4- 0 :	: 150.00 :	: 440.00 :	: 13.21 :	: .75 :	: 3.33 :
: 5 :	: 7- 3 :	: 150.00 :	: 430.00 :	: 6.30 :	: .36 :	: .85 :
: 6 :	: 8- 4 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: 15.32 :	: .49 :	: 1.15 :
: 7 :	: 7- 8 :	: 500.00 :	: 720.00 :	: 165.96 :	: .85 :	: 1.43 :
: 8 :	: 8- 0 :	: 150.00 :	: 720.00 :	: 6.19 :	: .35 :	: 1.38 :
: 9 :	: 11- 7 :	: 150.00 :	: 420.00 :	: -11.48 :	: .65 :	: 2.46 :
: 10 :	: 12- 8 :	: 250.00 :	: 480.00 :	: 27.47 :	: .56 :	: 1.10 :
: 11 :	: 11-12 :	: 350.00 :	: 1000.00 :	: 71.80 :	: .75 :	: 2.51 :
: 12 :	: 12- 0 :	: 150.00 :	: 920.00 :	: 6.27 :	: .35 :	: 1.80 :
: 13 :	: 11- 0 :	: 200.00 :	: 410.00 :	: 32.86 :	: 1.05 :	: 3.98 :
: 14 :	: 12- 0 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: -8.48 :	: .27 :	: .40 :
: 15 :	: 1- 3 :	: 500.00 :	: 430.00 :	: 442.78 :	: 2.26 :	: 5.76 :
: 16 :	: 6- 7 :	: 500.00 :	: 720.00 :	: 310.59 :	: 1.58 :	: 4.75 :
: 17 :	: 10-11 :	: 350.00 :	: 990.00 :	: 93.34 :	: .97 :	: 4.03 :
: 18 :	: 0- 1 :	: 500.00 :	: 580.00 :	: 256.09 :	: 1.30 :	: 2.60 :
: 19 :	: 1- 6 :	: 300.00 :	: 680.00 :	: 62.65 :	: .89 :	: 2.86 :
: 20 :	: 6-10 :	: 450.00 :	: 630.00 :	: 152.08 :	: .96 :	: 1.80 :
: 21 :	: 10- 0 :	: 150.00 :	: 690.00 :	: 9.34 :	: .53 :	: 2.78 :
: 22 :	: 2- 1 :	: 350.00 :	: 430.00 :	: 175.96 :	: 1.83 :	: 6.03 :
: 23 :	: 5- 6 :	: 400.00 :	: 720.00 :	: 151.55 :	: 1.21 :	: 3.69 :
: 24 :	: 9-10 :	: 350.00 :	: 920.00 :	: 109.04 :	: 1.13 :	: 5.01 :
: 25 :	: 0- 2 :	: 200.00 :	: 250.00 :	: 50.86 :	: 1.62 :	: 5.68 :
: 26 :	: 0- 2 :	: 200.00 :	: 330.00 :	: 40.32 :	: 1.28 :	: 4.72 :
: 27 :	: 2- 5 :	: 150.00 :	: 310.00 :	: 18.49 :	: 1.05 :	: 4.37 :
: 28 :	: 0- 5 :	: 200.00 :	: 840.00 :	: 31.92 :	: 1.02 :	: 7.72 :
: 29 :	: 0- 5 :	: 150.00 :	: 320.00 :	: 10.85 :	: .61 :	: 1.69 :
: 30 :	: 5- 9 :	: 250.00 :	: 350.00 :	: 103.48 :	: 2.11 :	: 10.09 :
: 31 :	: 0- 9 :	: 300.00 :	: 910.00 :	: 79.27 :	: 1.12 :	: 5.93 :
: 32 :	: 9- 0 :	: 250.00 :	: 910.00 :	: 67.05 :	: 1.37 :	: 11.02 :

Таблиця Д4 – Результати гідравлічної ув'язки В4

e= .01000 nk= 12 ny= 32														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	440.00	81.76	500.00	с	2	480.00	17.77	200.00	с	3	430.00	55.35	400.00	с
4	440.00	13.30	150.00	с	5	430.00	20.50	150.00	с	6	480.00	12.30	200.00	с
7	720.00	43.55	500.00	с	8	720.00	15.31	150.00	с	9	420.00	12.30	150.00	с
10	480.00	12.30	250.00	с	11	1000.00	18.13	350.00	с	12	920.00	14.99	150.00	с
13	410.00	12.30	200.00	с	14	480.00	8.20	200.00	с	15	430.00	264.79	500.00	с
16	720.00	182.32	500.00	с	17	990.00	93.71	350.00	с	18	580.00	199.26	500.00	с
19	680.00	32.80	300.00	с	20	630.00	41.00	450.00	с	21	690.00	12.30	150.00	с
22	430.00	109.08	350.00	с	23	720.00	97.99	400.00	с	24	920.00	66.02	350.00	с
25	250.00	76.70	200.00	с	26	330.00	71.85	200.00	с	27	310.00	12.30	150.00	с
28	840.00	71.76	200.00	с	29	320.00	62.06	1.50	с	30	350.00	32.00	250.00	с
31	910.00	77.91	300.00	с	32	910.00	54.68	250.00	с	33	.00	.00	.00	

: номер :	код :	діаметр :	довжина :	витрата :	швидкість :	втрати :
: ділянки:	: ділянки :	: ділянки :	: ділянки :	: води л/с:	: води м/с :	: тиску :

: 1 :	: 3- 0 :	: 500.00 :	: 440.00 :	: 139.33 :	: .71 :	: .63 :
: 2 :	: 4- 0 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: 11.36 :	: .36 :	: .67 :
: 3 :	: 3- 4 :	: 400.00 :	: 430.00 :	: 119.33 :	: .95 :	: 1.42 :
: 4 :	: 4- 0 :	: 150.00 :	: 440.00 :	: 6.89 :	: .39 :	: 1.02 :
: 5 :	: 7- 3 :	: 150.00 :	: 430.00 :	: -.31 :	: .02 :	: .00 :
: 6 :	: 8- 4 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: 6.90 :	: .22 :	: .28 :
: 7 :	: 7- 8 :	: 500.00 :	: 720.00 :	: 92.12 :	: .47 :	: .49 :
: 8 :	: 8- 0 :	: 150.00 :	: 720.00 :	: 3.50 :	: .20 :	: .50 :
: 9 :	: 11- 7 :	: 150.00 :	: 420.00 :	: -8.86 :	: .50 :	: 1.53 :
: 10 :	: 12- 8 :	: 250.00 :	: 480.00 :	: 13.14 :	: .27 :	: .29 :
: 11 :	: 11-12 :	: 350.00 :	: 1000.00 :	: 44.71 :	: .46 :	: 1.06 :
: 12 :	: 12- 0 :	: 150.00 :	: 920.00 :	: 4.02 :	: .23 :	: .82 :
: 13 :	: 11- 0 :	: 200.00 :	: 410.00 :	: 27.91 :	: .89 :	: 2.94 :
: 14 :	: 12- 0 :	: 200.00 :	: 480.00 :	: -2.77 :	: .09 :	: .06 :
: 15 :	: 1- 3 :	: 500.00 :	: 430.00 :	: 264.32 :	: 1.35 :	: 2.05 :
: 16 :	: 6- 7 :	: 500.00 :	: 720.00 :	: 200.13 :	: 1.02 :	: 2.02 :
: 17 :	: 10-11 :	: 350.00 :	: 990.00 :	: 71.57 :	: .74 :	: 2.47 :
: 18 :	: 0- 1 :	: 500.00 :	: 580.00 :	: 142.16 :	: .72 :	: .87 :
: 19 :	: 1- 6 :	: 300.00 :	: 680.00 :	: 35.33 :	: .50 :	: 1.00 :
: 20 :	: 6-10 :	: 450.00 :	: 630.00 :	: 102.10 :	: .64 :	: .86 :
: 21 :	: 10- 0 :	: 150.00 :	: 690.00 :	: 5.77 :	: .33 :	: 1.17 :
: 22 :	: 2- 1 :	: 350.00 :	: 430.00 :	: 105.27 :	: 1.09 :	: 2.19 :
: 23 :	: 5- 6 :	: 400.00 :	: 720.00 :	: 105.48 :	: .84 :	: 1.89 :
: 24 :	: 9-10 :	: 350.00 :	: 920.00 :	: 79.33 :	: .82 :	: 2.77 :
: 25 :	: 0- 2 :	: 200.00 :	: 250.00 :	: 23.41 :	: .75 :	: 1.29 :
: 26 :	: 0- 2 :	: 200.00 :	: 330.00 :	: 18.56 :	: .59 :	: 1.12 :
: 27 :	: 2- 5 :	: 150.00 :	: 310.00 :	: 3.53 :	: .20 :	: .22 :
: 28 :	: 0- 5 :	: 200.00 :	: 840.00 :	: 9.70 :	: .31 :	: .88 :
: 29 :	: 0- 5 :	: 1.50 :	: 320.00 :	: .00 :	: .05 :	: 7.96 :
: 30 :	: 5- 9 :	: 250.00 :	: 350.00 :	: 87.28 :	: 1.78 :	: 7.18 :
: 31 :	: 0- 9 :	: 300.00 :	: 910.00 :	: 71.13 :	: 1.01 :	: 4.85 :
: 32 :	: 9- 0 :	: 250.00 :	: 910.00 :	: 61.46 :	: 1.25 :	: 9.26 :

Додаток Ж

Таблиця Ж1 – Результати гідравлічної ув'язки В5

e= .01000 nk= 6 ny= 17														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	650.00	201.48	500.00	с	2	580.00	60.49	250.00	с	3	550.00	41.53	200.00	с
4	550.00	101.53	350.00	с	5	550.00	39.74	350.00	с	6	650.00	11.30	150.00	с
7	580.00	11.30	150.00	с	8	540.00	24.11	200.00	с	9	540.00	38.30	250.00	с
10	540.00	23.25	200.00	с	11	650.00	4.52	150.00	с	12	580.00	4.52	150.00	с
13	800.00	11.76	150.00	с	14	800.00	7.47	250.00	с	15	800.00	11.50	150.00	с
16	650.00	2.26	200.00	с	17	580.00	2.26	200.00	с	18	.00	.00	.00	

:	номер	:	код	:	діаметр	:	довжина	:	витрата	:	швидкість	:	втрати
:	ділянки:	:	ділянки	:	ділянки	:	ділянки	:	води л/с:	:	води м/с	:	тиску
:	1	:	0- 1	:	500.00	:	650.00	:	192.47	:	.98	:	1.70
:	2	:	2- 0	:	250.00	:	580.00	:	57.64	:	1.17	:	5.23
:	3	:	0- 1	:	200.00	:	550.00	:	32.52	:	1.04	:	5.23
:	4	:	1- 2	:	350.00	:	550.00	:	113.39	:	1.18	:	3.22
:	5	:	2- 0	:	350.00	:	550.00	:	36.89	:	.38	:	.41
:	6	:	1- 3	:	150.00	:	650.00	:	11.31	:	.64	:	3.70
:	7	:	4- 2	:	150.00	:	580.00	:	9.54	:	.54	:	2.42
:	8	:	0- 3	:	200.00	:	540.00	:	15.11	:	.48	:	1.26
:	9	:	3- 4	:	250.00	:	540.00	:	51.92	:	1.06	:	4.00
:	10	:	4- 0	:	200.00	:	540.00	:	18.64	:	.59	:	1.84
:	11	:	3- 5	:	150.00	:	650.00	:	5.32	:	.30	:	.95
:	12	:	6- 4	:	150.00	:	580.00	:	2.76	:	.16	:	.27
:	13	:	0- 5	:	150.00	:	800.00	:	3.55	:	.20	:	.57
:	14	:	5- 6	:	250.00	:	800.00	:	22.04	:	.45	:	1.23
:	15	:	6- 0	:	150.00	:	800.00	:	5.13	:	.29	:	1.10
:	16	:	0- 5	:	200.00	:	650.00	:	-5.95	:	.19	:	.29
:	17	:	6- 0	:	200.00	:	580.00	:	-4.11	:	.13	:	.14

Таблиця Ж2 – Результати гідравлічної ув'язки В6

e= .01000 nk= 6 ny= 17														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	650.00	199.71	500.00	с	2	580.00	70.00	250.00	с	3	550.00	49.56	200.00	с
4	550.00	137.40	350.00	с	5	550.00	47.15	350.00	с	6	650.00	16.84	150.00	с
7	580.00	16.84	150.00	с	8	540.00	30.50	200.00	с	9	540.00	52.30	250.00	с
10	540.00	29.43	200.00	с	11	650.00	6.73	150.00	с	12	580.00	6.73	150.00	с
13	800.00	15.43	150.00	с	14	800.00	11.13	250.00	с	15	800.00	15.57	150.00	с
16	650.00	3.36	200.00	с	17	580.00	3.87	200.00	с	18	.00	.00	.00	

: номер : код : діаметр : довжина : витрата : швидкість : втрати
: ділянки : ділянки : ділянки : ділянки : води л/с : води м/с : тиску

:	1	:	0- 1	:	500.00	:	650.00	:	192.92	:	.98	:	1.71	:
:	2	:	2- 0	:	250.00	:	580.00	:	71.00	:	1.45	:	7.87	:
:	3	:	0- 1	:	200.00	:	550.00	:	42.77	:	1.36	:	8.84	:
:	4	:	1- 2	:	350.00	:	550.00	:	143.19	:	1.49	:	6.05	:
:	5	:	2- 0	:	350.00	:	550.00	:	48.15	:	.50	:	.67	:
:	6	:	1- 3	:	150.00	:	650.00	:	13.94	:	.79	:	5.43	:
:	7	:	4- 2	:	150.00	:	580.00	:	11.56	:	.65	:	0.26	:
:	8	:	0- 3	:	200.00	:	540.00	:	20.81	:	.66	:	2.25	:
:	9	:	3- 4	:	250.00	:	540.00	:	66.27	:	1.35	:	6.39	:
:	10	:	4- 0	:	200.00	:	540.00	:	25.15	:	.80	:	3.19	:
:	11	:	3- 5	:	150.00	:	650.00	:	6.32	:	.36	:	1.29	:
:	12	:	6- 4	:	150.00	:	580.00	:	2.64	:	.15	:	.25	:
:	13	:	0- 5	:	150.00	:	800.00	:	5.33	:	.30	:	1.17	:
:	14	:	5- 6	:	250.00	:	800.00	:	29.60	:	.60	:	2.10	:
:	15	:	6- 0	:	150.00	:	800.00	:	7.20	:	.41	:	2.01	:
:	16	:	0- 5	:	200.00	:	650.00	:	-6.74	:	.21	:	.36	:
:	17	:	6- 0	:	200.00	:	580.00	:	-4.50	:	.14	:	.16	:

Таблиця ЖЗ – Результати гідравлічної ув'язки В7

e= .01000 nk= 6 ny= 17														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	650.00	182.60	500.00	с	2	580.00	36.50	250.00	с	3	550.00	24.11	200.00	с
4	550.00	72.73	350.00	с	5	550.00	22.91	350.00	с	6	650.00	10.00	150.00	с
7	580.00	10.00	150.00	с	8	540.00	15.30	200.00	с	9	540.00	26.12	250.00	с
10	540.00	14.71	200.00	с	11	650.00	4.00	150.00	с	12	580.00	4.00	150.00	с
13	800.00	8.25	150.00	с	14	800.00	3.85	250.00	с	15	800.00	8.05	150.00	с
16	650.00	2.00	200.00	с	17	580.00	2.00	200.00	с	18	.00	.00	.00	

: номер : код : діаметр : довжина : витрата : швидкість : втрати
: ділянки: ділянки : ділянки : ділянки: води л/с: води м/с : тиску

1	:	0- 1	:	500.00	:	650.00	:	178.12	:	.91	:	1.47	:
:	2	:	2- 0	:	250.00	:	580.00	:	38.11	:	.78	:	2.42
:	3	:	0- 1	:	200.00	:	550.00	:	19.63	:	.62	:	2.06
:	4	:	1- 2	:	350.00	:	550.00	:	75.60	:	.79	:	1.52
:	5	:	2- 0	:	350.00	:	550.00	:	24.52	:	.25	:	.70
:	6	:	1- 3	:	150.00	:	650.00	:	8.08	:	.46	:	2.01
:	7	:	4- 2	:	150.00	:	580.00	:	6.18	:	.35	:	1.11
:	8	:	0- 3	:	200.00	:	540.00	:	8.89	:	.28	:	.49
:	9	:	3- 4	:	250.00	:	540.00	:	34.73	:	.71	:	1.90
:	10	:	4- 0	:	200.00	:	540.00	:	12.50	:	.40	:	.90
:	11	:	3- 5	:	150.00	:	650.00	:	4.04	:	.23	:	.59
:	12	:	6- 4	:	150.00	:	580.00	:	1.64	:	.09	:	.11
:	13	:	0- 5	:	150.00	:	800.00	:	1.89	:	.11	:	.19
:	14	:	5- 6	:	250.00	:	800.00	:	14.78	:	.30	:	.60
:	15	:	6- 0	:	150.00	:	800.00	:	3.48	:	.20	:	.55
:	16	:	0- 5	:	200.00	:	650.00	:	-4.36	:	.14	:	.17
:	17	:	6- 0	:	200.00	:	580.00	:	-2.57	:	.08	:	.06

Таблиця Ж4 – Результати гідравлічної ув'язки В8

e= .01000 nk= 6 ny= 17														
ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m	ny	ly	q	dt	m
1	650.00	162.47	500.00	с	2	580.00	17.14	250.00	с	3	550.00	9.44	200.00	с
4	550.00	56.29	350.00	с	5	550.00	8.62	350.00	с	6	650.00	10.00	150.00	с
7	580.00	10.00	150.00	с	8	540.00	7.75	200.00	с	9	540.00	19.75	250.00	с
10	540.00	7.38	200.00	с	11	650.00	4.00	150.00	с	12	580.00	4.00	150.00	с
13	800.00	4.88	150.00	с	14	800.00	2.88	250.00	с	15	800.00	4.76	150.00	с
16	650.00	1.00	200.00	с	17	580.00	1.00	200.00	с	18	.00	.00	.00	

: номер : код : діаметр : довжина : витрата : швидкість : втрати
: ділянки: ділянки : ділянки : ділянки: води л/с: води м/с : тиску

:	1	:	0- 1	:	500.00	:	650.00	:	162.86	:	.83	:	1.25	:
:	2	:	2- 0	:	250.00	:	580.00	:	24.20	:	.49	:	1.06	:
:	3	:	0- 1	:	200.00	:	550.00	:	9.83	:	.31	:	.59	:
:	4	:	1- 2	:	350.00	:	550.00	:	48.85	:	.51	:	.68	:
:	5	:	2- 0	:	350.00	:	550.00	:	15.68	:	.16	:	.09	:
:	6	:	1- 3	:	150.00	:	650.00	:	5.92	:	.33	:	1.15	:
:	7	:	4- 2	:	150.00	:	580.00	:	3.80	:	.22	:	.47	:
:	8	:	0- 3	:	200.00	:	540.00	:	4.05	:	.13	:	.12	:
:	9	:	3- 4	:	250.00	:	540.00	:	22.59	:	.46	:	.87	:
:	10	:	4- 0	:	200.00	:	540.00	:	8.24	:	.26	:	.43	:
:	11	:	3- 5	:	150.00	:	650.00	:	3.22	:	.18	:	.39	:
:	12	:	6- 4	:	150.00	:	580.00	:	.75	:	.04	:	.03	:
:	13	:	0- 5	:	150.00	:	800.00	:	.41	:	.02	:	.01	:
:	14	:	5- 6	:	250.00	:	800.00	:	9.75	:	.20	:	.29	:
:	15	:	6- 0	:	150.00	:	800.00	:	2.36	:	.13	:	.28	:
:	16	:	0- 5	:	200.00	:	650.00	:	-3.47	:	.11	:	.11	:
:	17	:	6- 0	:	200.00	:	580.00	:	-1.40	:	.04	:	.02	:

ВІДГУК

керівника на магістерську роботу

здобувача ступеня вищої освіти «магістр» Савіла Диметра
Вітальовича (П.І.Б.)

Магістерська робота на тему Аналіз роботи систем
водопостачання в умовах цілового господарювання

виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 8 листів
(не) згідно (не) відповідає

графічного матеріалу і пояснювальну записку з 134 сторінок, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією)

Актуальністю теми обумовлено необхідністю
вивчення та аналізу роботи водопровідної мережі
масової станції в умовах цілового господарювання.

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багато-варіантності)

В роботі розглянуті варіанти зміни
водопостачання, схемні водопровідних мереж
які відповідають різним за умовами цілового
господарювання.

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр»

високий рівень загальної підготовки
та ерудиції здобувача проявлено при
виконанні самостійної роботи.

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач

під час виконання роботи студентом проявлено
творчий підхід, ерудиційність

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень

робота представляє собою
теоретичне дослідження з елементарним
гідрравлічним розрахунком та графічним аналізом.

6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу ЕОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі в роботі використані сучасні системні

та інформаційні технології при виконанні
гідромеханічних розрахунків, представлених їх
результатів.

7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів роботу оформле-
но відповідно до вимог діючих стандартів

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи графік дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість наукова новизна
полягає в удосконаленні методів гідромех-
анічних розрахунків при проектуванні водопровід-
них мереж. Розроблені роботи мають важливе знач-
ення для розробки організаційно-технічних заходів

10. У магістерській роботі можна відмітити такі недоліки:

на графіках сучасної роботи наявні та
воргові дрібні помилки бажано показати менш
сптимальною ретельною роботою наявні

Магістерська робота у цілому виконана на високому рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку відмінно

Керівник доцент, канд. техн. н. [підпис] Добровольське О.З.
(посада, науковий ступінь) (підпис) (ПІБ)

Рецензія

на магістерську роботу здобувача ступеня вищої освіти «магістр» Савіна Яшестра
Віталіївни

на тему Аналіз роботи системи водопостачання
в сільських умовах господарювання

Магістерська робота виконана згідно до завдання відповідає темі,
(не) згідно не (відповідає)

містить 8 листів графічного матеріалу і пояснювальну записку з 104 сторінок.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Актуальність обумовлена
необхідністю дослідження роботи мережі
та належною об'єктивністю в умовах
зміни водозбору.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

в роботі удосконалені методи ігрових
розрахунків на стадії проектування та
експлуатації водопровідних мереж.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Робота структурована логічно, технічно грамотно,
всі розділи логічно взаємоув'язані між
собою; робота представляє собою закін-
чене теоретичне дослідження з елементна-
ми графічного аналізу.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко-економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи) _____

перевірені розрахунки мереже мають
практичну значимість для розробки тех-
нічних заходів, спрямованих на збереження
цієї кодуванням підприємств. За результата
пона роботи зроблено публікацію в матері-
алах ХV науково-технічної конференції
студентів, аспірантів, магістрів, викладачів

5. Недоліки магістерської роботи _____

в роботі доцільним було б більше детально
проаналізувати оптимальні режими роботи
масового обладнання для розглянутих
варіантів.

6. Магістерська робота у цілому виконана (ний) на _____ високому рівні

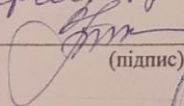
і заслуговує оцінки:

кількість балів _____ 93

за національною шкалою _____ відмінно

за шкалою ЄКТС _____ А

Рецензент _____ проректор з науково-педагогічної роботи та
технічної освіти _____ (посада, місце роботи)
національного університету _____


(підпис)

Г.Т.К. прор. В.А. Балах

(П.І.Б.)

