

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування

Кафедра міського будівництва та господарства

**03-04-109М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних занять та для самостійного вивчення навчальної дисципліни **«Інженерне забезпечення міських територій»** для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності **192 «Будівництво та цивільна інженерія»** блоку **2.3 «Міське будівництво та господарство»** усіх форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою  
з якості ННІБА  
Протокол № 2 від 05.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних занять та для самостійного вивчення навчальної дисципліни «Інженерне забезпечення міських територій» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» блоку 2.3 «Міське будівництво і господарство» усіх форм навчання. [Електронне видання] / Ткачук О. А. – Рівне : НУВГП, 2024. – 36 с.

Укладач: Ткачук О. А., доктор технічних наук, професор кафедри міського будівництва і господарства.

Відповідальний за випуск: Кочкар'юв Д. В., доктор технічних наук, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Керівник ОПП

Караван В. В.

© О. А. Ткачук, 2024  
© НУВГП, 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. Підготовка плану забудови міста в САПР AutoCAD.....	5
2. Трасування та складання розрахункової схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD .....	7
3. Розрахунок вузлових відборів водопровідної мережі у середовищі Excel .....	8
4. Потокорозподіл і визначення діаметрів труб мережі у середовищі Excel .....	10
5. Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж за допомогою програмованого модуля ГР_КВМ у середовищі Excel .....	14
6. Складання конструктивної схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD .....	20
7. Складання монтажної схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD .....	22
8. Розроблення робочих креслень водопровідних колодязів і камер.....	23
9. Автоматизоване формування специфікацій трубопроводів, фасонних частин, трубопровідної арматури та елементів колодязів .....	26
10. Трасування мереж водовідведення та складання їхніх розрахункових схем у середовищі AutoCAD .....	28
11. Гідравлічні розрахунки вуличного колектора господарсько-побутової каналізації у середовищі Excel .....	29
12. Гідравлічні розрахунки вуличного колектора дощового водовідведення у середовищі Excel.....	30
13. Побудова поздовжніх профілів вуличних колекторів господарсько-побутової та дощової каналізації у середовищі AutoCAD .....	32
14. Побудова плану і профілю взаємного розміщення інженерних мереж на міській вулиці у середовищі AutoCAD .....	35
Література .....	36

## ВСТУП

Інженерне забезпечення міських територій у сучасних населених пунктах орієнтоване на створення належних санітарно-гігієнічних умов та комфорту у місцях проживання, роботи і відпочинку людей, на технологічні потреби виробництв та гасіння пожеж у разі їх виникнення. Воно передбачає комплексне вирішення соціально-економічних, санітарно-гігієнічних, екологічних, транспортних й архітектурно-будівельних завдань у сучасному містобудуванні.

Інженерне забезпечення міських територій базується на функціонуванні систем водопостачання, водовідведення, газопостачання, тепlopостачання, електропостачання, зв'язку тощо (зокрема, пневмотранспорту у промислових зонах). Студенти блоку підготовки «Міське будівництво і господарство» крім основ інженерного забезпечення населених пунктів, принципів і правил влаштування його систем, повинні знати і вміти визначати на ПК їхні розрахункові параметри (витрати води, діаметри труб, їхні уклони, заглиблення тощо), моделювати їхні елементи на комп'ютері. Важливим є проведення на ПК гідравлічних розрахунків водопровідних і каналізаційних мереж за допомогою прикладних програмних модулів, моделювання елементів систем інженерного забезпечення (СІЗ) на ПК із застосуванням сучасних програмних комплексів.

Для отримання цих знань і закріплення практичних навичок щодо їх застосування для розрахунків і проектування СІЗ навчальним планом передбачено комплексне вивчення навчальних дисциплін «Міські інженерні мережі» та «Інженерне забезпечення міських територій». При цьому на практичних заняттях з інженерного забезпечення студенти більш детально і поглиблено вивчають найбільш важливі питання розрахунків і моделювання на ПК елементів СІЗ, що є складовою курсового проекту з міських інженерних мереж. Вони набувають практичних навичок прикладних розрахунків у стандартному середовищі *Microsoft Excel*, створення планів, схем та робочих креслень за допомогою комплексу *AutoCad* та оформлення отриманих результатів у вигляді пояснювальних записок, листів будівельних креслень та презентаційних матеріалів.

## 1. Підготовка плану забудови міста в САПР AutoCAD

На основі індивідуального завдання щодо плану забудови населеного пункту (рис. 1) потрібно сформувати його електронний варіант у середовищі AutoCad.

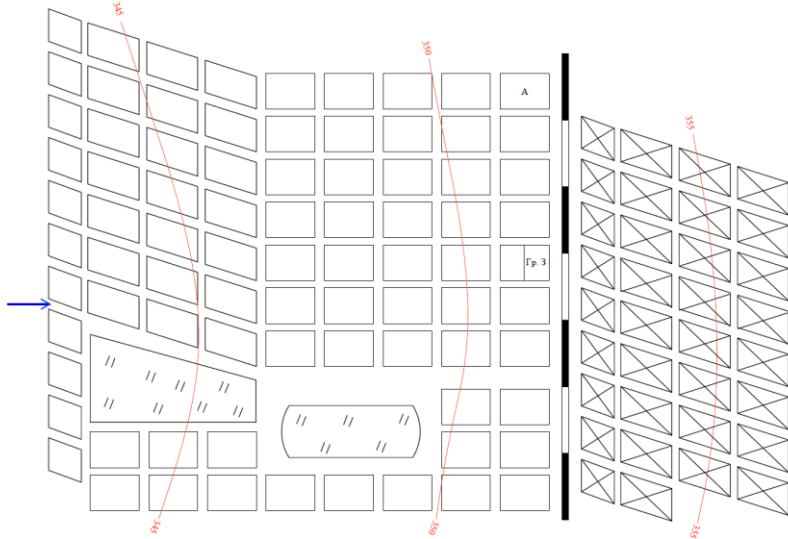


Рис. 1. Варіант індивідуального завдання плану забудови

Для цього необхідно за виданим номером плану забудови міста вибрати його електронний варіант, заповнити кольором житлові квартали багато і малоповерхової зон, підприємства, парку, річки і громадського закладу (рис. 2). Із відсканованого листка плану забудови завдання потрібно перенести горизонталі. Послідовність робіт у середовищі **AutoCAD** така:

1. Відкрити файл «Пл\_№.dwg», виданий разом із вихідними даними індивідуального завдання.
2. Додати підоснову із файла «Прізвище\_№.pdf», виданого разом із вихідними даними завдання, використовуючи опції:
  - **[Вставка]** – **[Приєднати]** (вибрати потрібний файл) – **[Відкрити]** (вказати потрібний масштаб) – **[Ок]**;
  - сумістити відкрите зображення із наявним на екрані, пересуваючи зображення та корегуючи за потреби масштаб.

3. Для кожного типу міської території (багато і малоповерхова житлові забудови; підприємство; парк; водойма тощо):
  - створити нові шари («БЖЗ»; «МЖЗ»; «Підприємство»; «Парк»; «Річка»; «Громадський заклад»), використовуючи опції:
    - [Головна] – [Властивості шару] – [Новий шар] (за правою кнопкою миші) – вказати назву шару, колір, товщину ліній; – встановити шар поточним (активним); – закрити підменю;
  - затушувати квартали забудови:
    - [Головна] – [Штриховка] – [Тіло] – заповнити визначеним кольором потрібні квартали (навести курсор на квартал і клацнути лівою кнопкою миші);
4. Створити шар «Горизонталі» (як у п. 3) та нанести їх у моделі:
  - [Головна] – [Полілінія] – обвести горизонталі підоснови, клацаючи лівою кнопкою миші;
  - нанести числові значення горизонталей: [Головна] – [Анотація] – [Текст] – [Багаторядковий].
5. Визначити площі всіх типів забудови:
  - [Головна] – [Утиліти] – [Виміряти] – [Площу]; звернути увагу на масштаб (якщо лінія у мм, то в 1 мм для масштабу  $M 1 : 10\ 000$  буде  $10\ 000$  мм або  $10$  м; в  $1\text{ мм}^2$  буде  $100\text{ м}^2$  або  $0,01$  га).

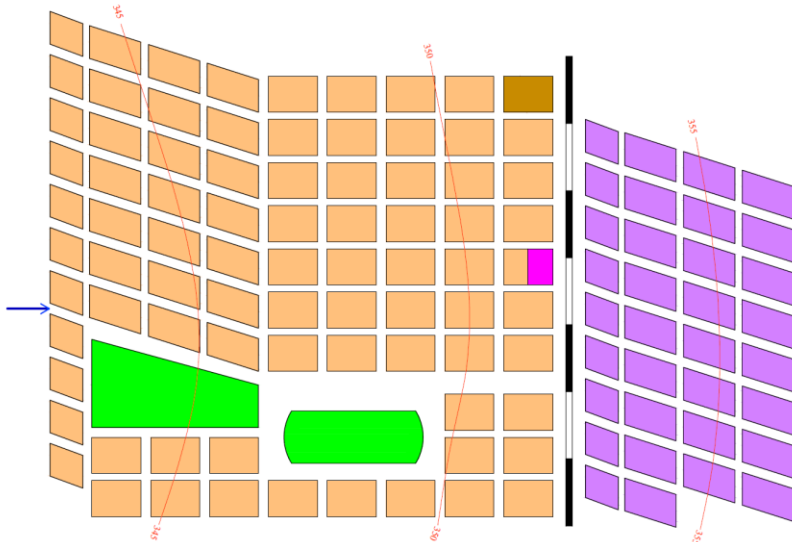


Рис. 2. Сформований електронний варіант плану забудови міста

## 2. Трасування та складання розрахункової схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD

На сформованому електронному плані забудови міста потрібно показати магістральні і розподільчі водопровідні лінії (рис. 3). Трасування розподільчих ліній здійснюють тільки для заданого житлового масиву. Їх план уточнюють після визначення радіусів дії пожежних гідрантів [9, п. 2.2.1]. Крім водопровідних ліній на цьому рисунку показують лінії водоводів, водонапірну башту, підключення підприємства, переходи через перешкоди (дюкери, акведуки, переходи під залізницею тощо).

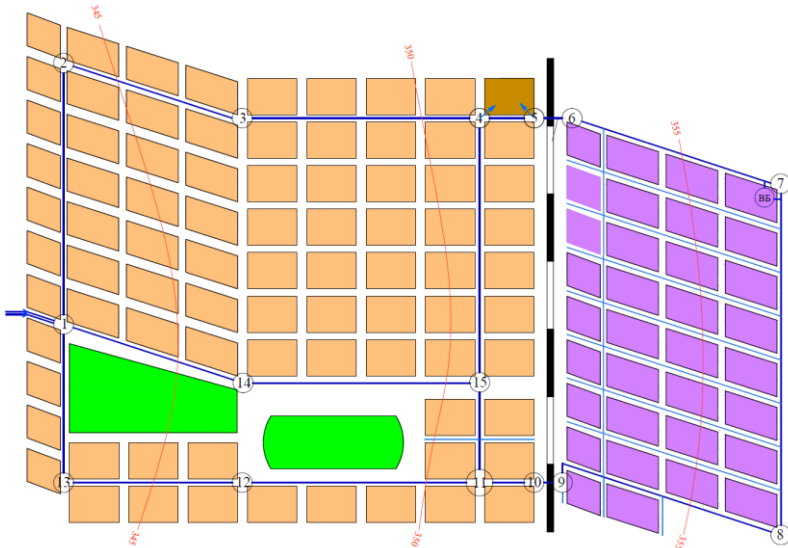


Рис. 3. Приклад плану трасування водопровідних ліній та розрахункової схеми магістральної мережі

На основі траси магістральної мережі визначають її розрахункову схему. Для цього на плані магістральної мережі показують вузли (рис. 3), які розміщують у відповідних місцях згідно вимог [9, п. 1.2.3]. Всі вузли нумерують, починаючи із точки живлення мережі – підключення водоводів. Нумерація вузлів повинна буди послідовною, як на рис. 3.

### 3. Розрахунок вузлових відборів водопровідної мережі у середовищі Excel

Вузлові витрати розраховують для двох розрахункових випадків: 1-й – *максимальне господарсько-питне водоспоживання*; 2-й – *пожежогасіння*. Спочатку розраховують вузлові витрати для 1-го розрахункового випадку: Для цього відповідно до розрахункової схеми (рис. 3) визначають зони впливу кожного вузла. Границі між цими зонами встановлюють посередині кожної ділянки [7, п. 6.3] і показують на плані забудови тонкими лініями (рис. 5, червоні лінії). Для кожного вузла у програмному комплексі AutoCad визначають площі («брутто») зон впливу і заносять у таблицю сформовану у середовищі *Microsoft Excel* (табл. 1).

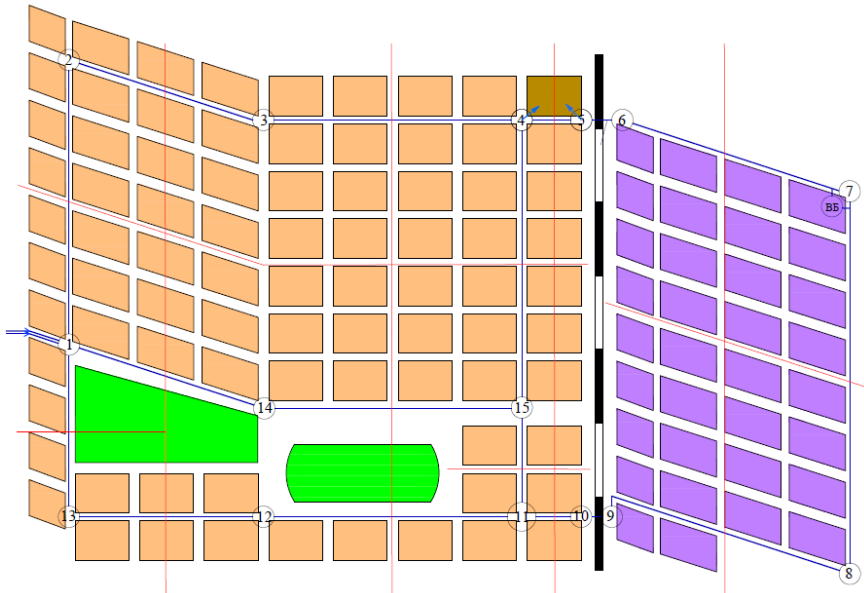


Рис. 5. Зони впливу вузлів водопровідної мережі

В останній рядок табл. 1 («**Всього**») записують суми площ зон забудови. Відбори води у кожній зоні забудови (БЖЗ і МЖЗ) для кожного вузла визначають пропорційно їх площам зон впливу. Сума витрат води для всієї мережі повинна відповідати



раніше визначеним значенням витрат води у багатоповерховій житловій зоні  $q_{БЖЗ}$ , малоповерховій житловій зоні  $q_{МЖЗ}$  і на підприємстві  $q_{Пр}$ , а їхня сума – величині розрахункових максимальних витрат води  $q_{р.макс}$  [9, п.1.2.4]. Сума всіх вузлових витрат  $q_{вуз.І}$  також повинна бути рівною величині  $q_{р.макс}$ .

Таблиця 1

Вузлові відбори води для І-го розрахункового випадку

№ вузлів	БЖЗ		МЖЗ		Зосереджені споживачі		$q_{вуз.І}$ , л/с
	$F_{БЖЗ.в}$ га	$q_{БЖЗ}$ , л/с	$F_{МЖЗ.в}$ га	$q_{МЖЗ}$ , л/с	назва	$q_{зс}$ , л/с	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	14,6	15,5					15,5
2	16,8	17,9					17,9
3	26,5	28,2					28,2
4	21,4	22,8			Підпр. А	12,1	34,9
5	5,6	6,0			Підпр. А	12,1	18,1
6			12,5	7,4			7,4
7			16,8	9,9			9,9
8			16,8	9,9			9,9
9			15,6	9,2			9,2
10	4,2	4,5					4,5
11	5,2	5,5					5,5
12	10,6	11,3					11,3
13	8,8	9,4					9,4
14	21,5	22,9					22,9
15	15,6	16,6					16,6
<b>Всього</b>	<b>150,8</b>	<b>160,6</b>	<b>61,7</b>	<b>36,4</b>		<b>24,2</b>	<b>221,2</b>

Витрати води на пожежогасіння визначають шляхом збільшення вузлових витрат для І-го розрахункового випадку  $q_{вуз.І}$  на величини пожежних витрат у тих вузлах, де намічені ймовірні місця гасіння пожеж [9, табл. 1.9].

#### 4. Потокорозподіл і визначення діаметрів труб мережі у середовищі Excel

Економічно вигідні діаметри труб визначають на основі попереднього потокорозподілу для І-го розрахункового випадку (максимального водоспоживання), який проводять згідно правил, наведених у [7, п. 7.1]. Його результати наносять на розрахункову схему мережі (рис. 6) та у таблицю для визначення діаметрів труб (табл. 2).

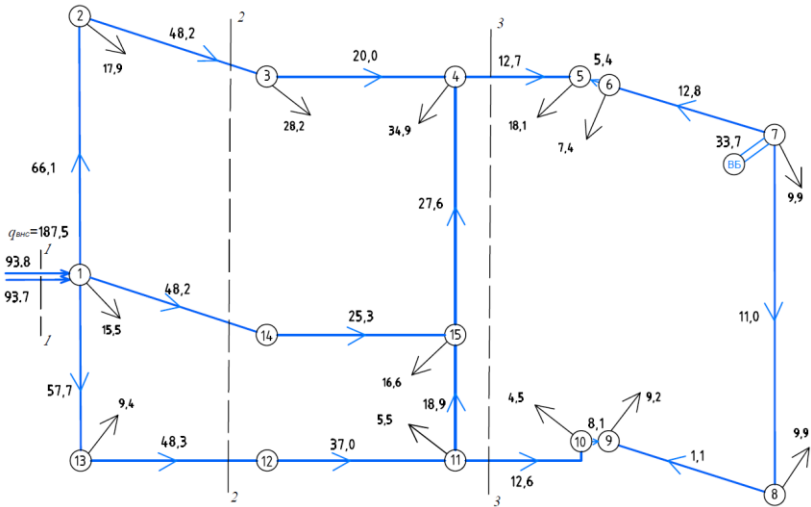


Рис. 6. Розрахункова схема водопровідної мережі із потокорозподілом для І-го розрахункового випадку

Для визначення економічно-вигідних діаметрів труб застосовують сервісний програмний модуль *ТЕР\_дек\_24.xls*. Він дозволяє автоматизувати розрахунки на комп'ютері, використовуючи наявні довідкові матеріали [7, табл. 7.1, дод. 2 і 3] та відомі розрахункові формули [7, форм. 7.6 – 7.10]. У процесі роботи з модулем слід тільки уточнити вихідні параметри:

- загальні для всієї водопровідної мережі (табл. 3):
  - розрахункову подачу води ВНС –  $q_{ВНС}$ , л/с;
  - коефіцієнти нерівномірності водоспоживання  $K_{доб.макс}$  і  $K_{год.макс}$ ;
  - коефіцієнти нерівномірності подачі води ВНС  $K_{ВНС}$ ;

- вартість електроенергії –  $\sigma_o$ , грн/кВт-год;
- коефіцієнт корисної дії насосів –  $\eta_p$ ;
- величина кредитної ставка –  $e_p$ ;
- строк реалізації проекту –  $T$ , роки;
- коефіцієнти щорічної зміни: водоспоживання –  $a_t$ ; вартості електроенергії –  $a_\sigma$ ; ККД насосів –  $a_\eta$ ;

Таблиця 2

Приклад робочого поля листа «Загальні параметри роботи водопровідної мережі» модуля **TEP\_dek\_24.xls**

№ з/п	Назва параметра	Позначення	Розмірність	Показник	Примітки
1	Розрахункова подача води ВНС	$q_{внс}$	л/с	187,50	
2	Коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання	$K_{доб.макс}$	-	1,21	$Q_{доб.макс}/Q_{доб.ср}$
3	Коефіцієнт годинної нерівномірності водоспоживання	$K_{год.макс}$	-	1,32	
4	Коефіцієнт нерівномірності подачі води ВНС	$K_{внс}$	-	1,16	
5	Вартість електроенергії	$\sigma_o$	грн/ кВт-год	8,00	
6	Коефіцієнт корисної дії насосів	$\eta_p$	-	0,75	
7	Величина кредитної ставки	$e_p$	-	0,12	
8	Термін реалізації проекту	$T$	роки	25	
9	Коефіцієнт щорічного зростання водоспоживання	$a_t$	-	0,02	Збільшення на 2% за рік
10	Коефіцієнт щорічного зростання електроенергії	$a_\sigma$	-	0,05	Збільшення на 5% за рік
11	Коефіцієнт щорічного зменшення к.к.д. насосів	$a_\eta$	-	0,01	Зменшення на 1% за рік

- для перетинів взаємозамінних ділянок водопровідної мережі (табл. 4):
  - номер перетинів згідно розрахункової схеми (рис. 6);
  - витрати води на ділянках перетинів для 1-го розрахункового випадку –  $q$ , л/с;
  - матеріал труб (вибрати у випадному вікні);
  - кількість взаємозамінних ділянок, прокладених в одному напрямку –  $n$  (згідно рис. 6);
  - коефіцієнт завантаження ділянки –  $k_d$ , який модуль розрахує автоматично шляхом ділення  $q$  на  $q_{внс}$ ;
  - економічно-вигідний діаметр труб (внутрішній), який модуль розрахує автоматично за формулою [7, форм. 7.6].

Значення інших параметрів, що залежать від матеріалу труб (коефіцієнти і показники степеню  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $m$ ,  $k$ ,  $b$  і  $P_a$ ) і входять у формулу для визначення економічного фактору  $E$  [10, форм. 3.22], вбудовані у програмний модуль і вносяться викладачем.

Таблиця 3

Приклад робочого поля листа «Економічно-вигідні діаметри труб водопровідної мережі» модуля *ТЕР\_дек\_24.xls*

Перетини і ділянки взаємозаміни		$q_i$ , л/с	$k_d$	Матеріал труб	$n$	$d_{ек}$ , мм
Перепини	Ділянки					
1 - 1	Водоводи	93,8	0,500	чавун	2	<b>274</b>
2 - 2	2-3, 1-14, 12-13	48,3	0,258	чавун	3	<b>213</b>
3 - 3	4-5, 10-11	12,7	0,068	чавун	2	<b>155</b>
-	1-2	66,1	0,353	чавун	3	<b>233</b>
-	1-13	57,7	0,308	чавун	3	<b>224</b>

За отриманими значеннями економічно-вигідних діаметрів труб  $d_{ек}$  для ділянок, що попадають у перетини взаємозаміни, приймають їхні стандартні значення з максимальним наближенням  $d_{ек}$  до внутрішніх діаметрів труб  $d_{вн}$ . Для цього можуть бути використанні чинні ДСТУ або інші нормативи на труби, довідкові матеріали [9, додатки 1.1 ÷ 1.7] чи дані листа «Параметри стандартних діаметрів труб» програмного модуля *ТЕР\_дек\_24.xls*. Так, для перетину 1 – 1 попадає 2 нитки водоводів, кожна із них при розрахунковому економічно вигідному діаметрі  $d_{ек} = 274$  мм повинна бути влаштована із чавунних труб  $d_y = 250$  мм, що мають внутрішній діаметр  $d_{вн} = 260,4$  мм, який знаходиться найближче до значення  $d_{ек}$  у таблиці сортamentів труб. Аналогічно для перетину 2 – 2 (ділянки 2 – 3, 1 – 14 і 12 – 13) приймаємо чавунні труби  $d_y = 200$  мм із  $d_{вн} = 209,4$  мм при  $d_{ек} = 200$  мм. У перетині 3 – 3 (ділянки 4 – 5 і 10 – 11) приймаємо  $d_y = 150$  мм із  $d_{вн} = 158,0$  мм при  $d_{ек} = 146$  мм (труби чавунні).

Для забезпечення надійності подачі води споживачам рівнозначно замінити одна одну повинні не тільки взаємозамінні ділянки визначених перетинів, але й інші, що розташовані за ними за рухом води у замкнутих контурах. Для цих ділянок діаметри труб повинні бути рівними значенням  $d_{ек}$  взаємозамінних ділянок. Тому, для ділянок 3 – 4, 14 – 15 і 11 – 12 приймаємо чавунні труби  $d_y = 200$  мм, для ділянок 5 – 6 і 9 – 10 –

сталеві труби  $d_y = 200$  мм (переходи під залізницею) і для ділянок 6 - 7 - 8 - 9 - чавунні труби  $d_y = 200$  мм. Ділянки 1 - 2 і 1 - 13 між перетинами 1 - 1 і 2 - 2 і повинні подавати більші витрати води, тому для них  $d_{ек}$  визначено додатково (табл. 3). Для обох ділянок прийнято чавунні труби з  $d_y = 200$  мм, для яких  $d_{вн} = 209,4$  мм максимально наближені до  $d_{ек}$  у табл. 3.

Отримані значення економічно-вигідних діаметрів труб підлягають уточненню після перевірки на пропуск пожежних витрат води, за умови не перевищення допустимих швидкостей води у них (для  $d_y \leq 250$  мм – 2,0 м/с; для більших діаметрів – 3,0 м/с [3, п. 11.8, табл. 36]), то приймають наступне більше значення стандартного діаметру труб. Такі уточнення наведені у табл. 4 (уточненні значення діаметрів виділені червоним кольором).

Таблиця 4

Визначення діаметрів труб водопровідної мережі

№ вузлів п - к	Розрахункові випадки					Прийняті діаметри, мм	
	I-й			II-й			
	$q$ , л/с	$d_{ек}$ , мм	$d_y$ , мм	$q$ , л/с	$V$ , м/с	$d_{вн}$	$d_y$
Водоводи	93,8	274	250	138,1	1,81	300	311,6
1 - 2	66,1	233	200	95,7	1,80	250	260,4
2 - 3	48,2	213	200	77,8	1,46	250	260,4
3 - 4	20,0	-	200	49,6	1,44	200	209,4
4 - 5	12,7	155	150	49,5	1,44	200	209,4
5 - 6	5,4	-	150	16,4	0,84	150	158,0
6 - 7	12,8	-	150	9,0	0,46	150	158,0
7 - 8	11,0	-	150	0,9	0,05	150	158,0
8 - 9	1,1	-	150	10,8	0,55	150	158,0
9 - 10	8,1	-	150	20,0	1,02	150	158,0
10 - 11	12,6	155	150	49,5	1,44	200	209,4
11 - 12	37,0	-	200	66,5	1,93	200	209,4
12 - 13	48,3	213	200	77,8	1,46	250	260,4
1 - 13	57,7	224	200	87,2	1,64	250	260,4
1 - 14	48,2	213	200	77,8	1,46	250	260,4
14 - 15	25,3	-	200	54,9	1,59	200	209,4
11 - 15	18,9	-	200	11,5	0,33	200	209,4
4 - 15	27,6	-	200	49,8	1,45	200	209,4

## 5. Гідравлічний розрахунок водопровідних мереж за допомогою програмованого модуля ГР\_КВМ у середовищі Excel

Гідравлічні розрахунки проводять за допомогою програмного модулю *ГР\_КВМ.xlsm* у середовищі *Microsoft Excel*. Для цього на розрахункову схему мережі наносять: вузлові витрати, довжини і розрахункові діаметри труб, витрати води на ділянках (за результатами попереднього поточкорозподілу) [9, рис. 1.17]. Для розрахунків на ПК, крім пронумерованих раніше вузлів, нумерують всі елементарні замкнені контури (кільця) і ділянки (рис. 7).

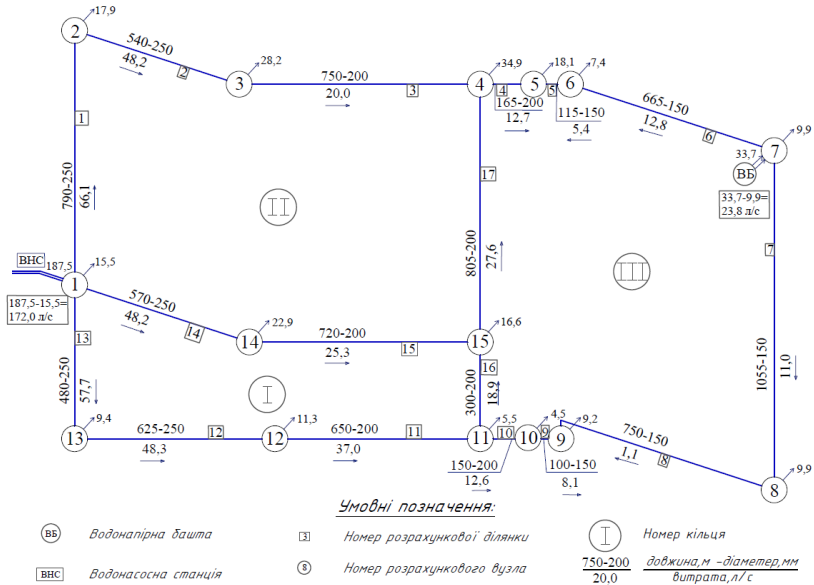


Рис. 7. Розрахункова схема водопровідної мережі, з вихідними даними для розрахунків на ПК (I-й розрахунковий випадок)

Роботу на ПК у програмному модулі *ГР\_КВМ.xlsm* проводять у такій послідовності:

1) На листі «*Поч.дані*» вводять (рис. 8):

- ПІБ студента;
- назву населеного пункту;

- назву розрахункового випадку;
- величину допустимої неув'язки, наприклад, 0,001 м;
- кількість ділянок, вузлів і кілець, які є на розрахунковій схемі водопровідної мережі;
- за потреби корегують таблицю «Параметри стандартних діаметрів труб».

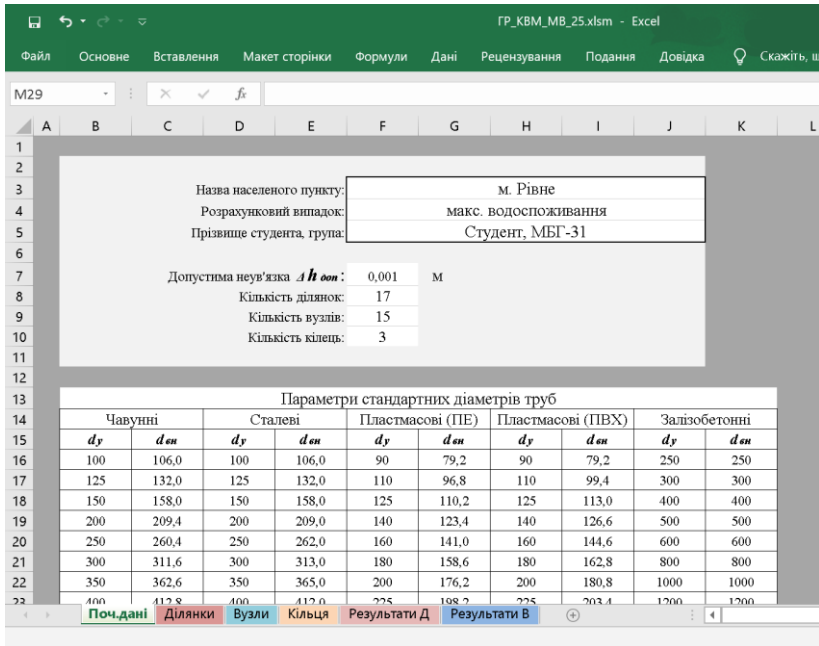


Рис. 8. Фрагмент листа «Поч.дані» модуля *ГР\_КВМ.xlsx*

- На листах «Ділянки», «Вузли» і «Кілець» у відповідні таблиці (рис. 9, 10 і 11)вносять параметри ділянок, вузлів і кілець з їх перевіркою і видачею повідомлень у разі їх виявлення. Для недопущення найпоширеніших помилок потрібно враховувати такі основні вимоги:
  - у таблиці «Ділянки» (рис. 9) початковий номер граничних вузлів кожної ділянки повинен бути **меншим** за кінцевий, а значення діаметрів  $d_y$  повинні відповідати їхнім величинам у таблиці «Параметри стандартних діаметрів труб»;

Вихідні параметри ділянок

№ ділянок	Граничні вузли		Довжини, м	Діаметри $\phi$ , мм	Матеріали труб	Коефіцієнти збільшення опорю
	поч.	кін.				
1	1	2	790	250	чавун	1,150
2	2	3	540	250	чавун	1,150
3	3	4	750	200	чавун	1,150
4	4	5	165	200	чавун	1,150
5	5	6	115	150	сталь	1,200
6	6	7	665	150	чавун	1,150
7	7	8	1055	150	чавун	1,150
8	8	9	750	150	чавун	1,150
9	9	10	100	150	сталь	1,200
10	10	11	150	200	чавун	1,150
11	11	12	650	200	чавун	1,150
12	12	13	625	250	чавун	1,150
13	13	1	480	250	чавун	1,150
14	1	14	570	250	чавун	1,150
15	14	15	720	200	чавун	1,150
16	11	15	300	200	чавун	1,150
17	4	15	805	200	чавун	1,150

Кількість ділянок: заявлено: 17, введено: 17

Обновити

Перевірити параметри ділянок

**Увага!!!**  
"Перевірку параметрів ділянок" слід виконувати після внесення їх значень для всіх ділянок

Рис. 9. Фрагмент листа «Ділянки» модуля *ГР\_КВМ.xlsm*

- у таблиці «Вузли» (рис. 10):
  - відбори води із вузлів заносять із знаком «-», а подача води у вузли – із знаком «+»;
  - для вузлів, у яких є і подача і відбір (вузли 1 і 7 – рис. 7), заносять значення алгебраїчної суми із відповідним знаком;
  - алгебраїчна сума вузлових витрат для всієї мережі повинна дорівнювати нулю;
- у таблиці «Ділянки» (рис. 11):
  - спочатку вводять кількість ділянок для всіх кілець мережі, далі необхідно натиснути "Обновити таблицю" і продовжити вводити номери ділянок згідно із їхньою нумерацією на розрахунковій схемі (рис. 7);
  - величини витрат води на ділянках кожного кільця приймають із знаком «+», якщо відносно його центру витрати направлені за годинниковою стрілкою і «-», якщо навпаки.



Вихідні параметри вузлів					Кількість	заявлено:	15
м. Рівне	макс. водоспоживання		Студент, МБГ-31		вузлів:	внесено:	15
№ вузлів	Позначки поверхні землі, м	Необхідні напори, м	Задані вузлові витрати, л/с (+, -)		Обновити таблицю		Перевірити параметри вузлів
1	342,0	26	172,0				
2	343,5	26	-17,9				
3	347,2	26	-28,2				
4	351,4	26	-34,9				
5	352,2	26	-18,1				
6	352,6	14	-7,4				
7	357,0	14	23,8				
8	357,0	14	-9,9				
9	352,4	14	-9,2				
10	352,2	26	-4,5				
11	351,2	26	-5,5				
12	346,8	26	-11,3				
13	342,8	26	-9,4				
14	346,5	26	-22,9				
15	350,8	26	-16,6				

Рис. 10. Фрагмент листа «Вузли» модуля *ГР\_КВМ.xlsm*

Вихідні параметри кільць					Сумарна кількість ділянок у кільцях мережі:	
м. Рівне	макс. водоспоживання		Студент, МБГ-31		заявлено:	21
№ з/п	Номери кільць	Кількість ділянок у кільцях	Номери ділянок	Витрати води на ділянках, л/с (+, -)	внесено:	21
1	1	6	11	-37,0	Кількість кільць:	3
2			12	-48,3	Увага!!!	
3			13	-57,7	Після введення кількості ділянок для всіх кільць мережі або корегування хоча б одного їх значення натисніть "Обновити таблицю"	
4			14	48,2		
5			15	25,3		
6			16	-18,9		
7	2	6	1	66,1		
8			2	48,2		
9			3	20,0		
10			17	-27,6		
11			15	-25,3		
12			14	-48,2		
13	3	9	4	12,7		
14			5	-5,4		
15			6	-12,8		
16			7	11,0		
17			8	1,1		
18			9	-8,1		

Рис. 11. Фрагмент листа «Кільця» модуля *ГР\_КВМ.xlsm*

- 3) Проводять розрахунки мережі спочатку на листі «**Результати Д**», а потім на листі «**Результати В**» із автоматичним формуванням таблиць «**Результати розрахунку параметрів ділянок**» і «**Результати розрахунку параметрів вузлів**» на листах, які за потреби звичайним копіюванням переносять із середовища *Microsoft Excel* у *Word* (табл. 5 і 6);

Таблиця 5

Результати розрахунку параметрів ділянок

м. Рівне		макс. водоспоживання						Студент, МБГ-31				
№ кі-ле-ць	К-ть діля-нок	№ діля-нок	Вузли		Довжи-ни, м	Діаме-три <i>dy</i> , мм	Мате-ріал труб	Коеф. збільш. опору	Швид-кості, м/с	Витрати води, л/с	Втрати напору, м	
			поч.	кін.								
1	6	11	11	12	650,0	200	чв	1,150	0,85	-29,21	-4,32	
		12	12	13	625,0	250	чв	1,150	0,76	-40,51	-2,58	
		13	1	13	480,0	250	чв	1,150	0,94	-49,91	-2,89	
		14	1	14	570,0	250	чв	1,150	1,04	55,47	4,16	
		15	14	15	720,0	200	чв	1,150	0,95	32,57	5,83	
		16	11	15	300,0	200	чв	1,150	0,24	-8,13	-0,20	
Неув'язка у кільці: ,0001 м												
2	6	1	1	2	790,0	250	чв	1,150	1,25	66,62	8,03	
		2	2	3	540,0	250	чв	1,150	0,91	48,72	3,11	
		3	3	4	750,0	200	чв	1,150	0,60	20,52	2,63	
		17	4	15	805,0	200	чв	1,150	0,70	-24,11	-3,78	
		15	14	15	720,0	200	чв	1,150	0,95	-32,57	-5,83	
		14	1	14	570,0	250	чв	1,150	1,04	-55,47	-4,16	
Неув'язка у кільці: -,0002м												
3	9	4	4	5	165,0	200	чв	1,150	0,28	9,72	0,15	
		5	5	6	115,0	150	ст	1,200	0,43	-8,38	-0,24	
		6	6	7	665,0	150	чв	1,150	0,80	-15,78	-5,77	
		7	7	8	1055,0	150	чв	1,150	0,41	8,02	2,69	
		8	8	9	750,0	150	чв	1,150	0,10	-1,88	-0,14	
		9	9	10	100,0	150	ст	1,200	0,56	-11,08	-0,35	
		10	10	11	150,0	200	чв	1,150	0,45	-15,58	-0,32	
		16	11	15	300,0	200	чв	1,150	0,24	8,13	0,20	
17	4	15	805,0	200	чв	1,150	0,70	24,11	3,78			
Неув'язка у кільці: ,0001 м												

Таблиця 6

## Результати розрахунку параметрів вузлів

м. Рівне

макс. водоспоживання

Студент, МБГ-31

№ вузлів	Позначки поверхні землі, м	Напори, м		П'єзо-метричні позначки, м	Витрати води, л/с	
		необхідні	фактичні		необхідні	фактичні
1	342,00	26	50,12	392,12	172,00	172,00
2	343,50	26	40,59	384,09	-17,90	-17,90
3	347,20	26	33,78	380,98	-28,20	-28,20
4	351,40	26	26,95	378,35	-34,90	-34,90
5	352,20	26	26,00	378,20	-18,10	-18,10
6	352,60	14	25,84	378,44	-7,40	-7,40
7	357,00	14	27,20	384,20	23,80	23,80
8	357,00	14	24,52	381,52	-9,90	-9,90
9	352,40	14	29,26	381,66	-9,20	-9,20
10	352,20	26	29,81	382,01	-4,50	-4,50
11	351,20	26	31,13	382,33	-5,50	-5,50
12	346,80	26	39,85	386,65	-11,30	-11,30
13	342,80	26	46,43	389,23	-9,40	-9,40
14	346,50	26	41,46	387,96	-22,90	-22,90
15	350,80	26	31,33	382,13	-16,60	-16,60

- 4) Виконують попередній аналіз результатів розрахунку та їх запис у файл з назвою: *Name\_N.xlsm* (де *Name* – ім'я файлу (прізвище студента, назва міста тощо), *N* – номер розрахункового випадку), наприклад: *Студент\_1.xlsm*.

Для наступних розрахункових випадків корегують вихідні дані на листах (з їх перевіркою):

- «*Поч.дані*» – назву розрахункового випадку);
- «*Вузли*» – необхідні напори і вузлові витрати;
- «*Кільця*» – витрати води.

Поширеною є помилка неправильного потокорозподілу, коли комп'ютер видає повідомлення: «*Перевірте витрати води у вузлі n. Задано:  $q_w$ . Фактично  $q_p$* » (де *n* - номер вузла;  $q_w$  і  $q_p$  – вузлові витрати). Потрібно на схемі потокорозподілу (рис. 6) виявити помилку, внести зміни у відповідні таблиці вихідних даних і ще раз виконати їх перевірку.

## **6. Складання конструктивної схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD**

Конструктивну схему водопровідної мережі складають для окремого сельбищного масиву після визначення діаметрів труб магістральної мережі, проведення її гідравлічних розрахунків, трасування та визначення діаметрів труб розподільчих мереж [9, п. 2.2.2]. Конструктивну схему формують на плані забудови як план-схему магістральних і розподільчих ліній із зазначенням місць розташування всіх колодязів та камер, пожежних гідрантів, трубопроводної арматури та випусків.

Всі **колодязі та камери** нумерують. Колодязі та камери без гідрантів мають тільки порядковий номер, наприклад, **1, 2**, а із пожежними гідрантами – аббревіатуру «**ПГ-№**» (№ – номер колодязя із ПГ), наприклад, **ПГ-14** (рис. 12).

У середовищі **AutoCAD** на плані забудови для визначеного (викладачем) сельбищного масиву показують всі магістральні та розподільчі лінії. Першочергово трасують розподільчі лінії вздовж більших сторін кварталів. Якщо відстані між суміжними лініями перевищують розрахункові відстані між гідрантами, то додатково трасують лінії за перехресною схемою [9, п. 2.2.1].

**Пожежні гідранти** (позначають колом із затушованою правою половиною – рис. 12), зазвичай, встановлюють на розподільчих лініях. Як виняток вони можуть бути влаштовані і на магістральних лініях, але за певних умов [9, п. 2.2.2, рис. 2.41]. Першочергово гідранти встановлюють на перехрестях вулиць. Якщо відстані між двома ПГ на перехрестях перевищує розрахункові відстані між гідрантами, то на лінії, що їх з'єднує, встановлюють додаткові ПГ.

**Запірну трубопровідну арматуру** (поворотні дискові затвори або засувки) встановлюють для формування ремонтних ділянок водопровідної мережі. Їхня кількість повинна бути мінімальною, але достатньою для відключення ремонтних ділянок мережі у випадку аварій [9, с. 205÷207].

**Випуски** встановлюють у найнижчих точках ремонтних ділянок водопровідних ліній. Їх позначають стрілками (у сторону скиду води) із запірною арматурою і кружечком справа від з'єднання стрілки випуску з водопровідною лінією (рис. 12).

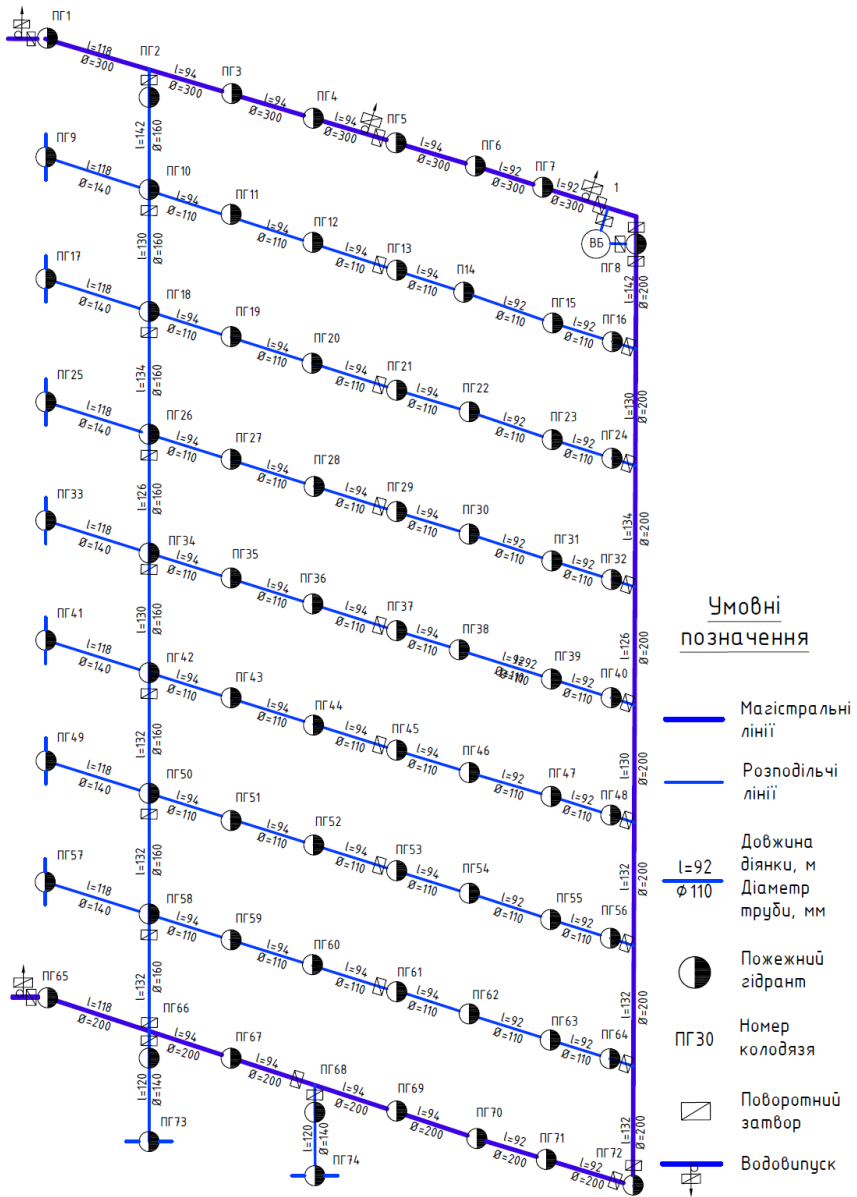


Рис. 12. Конструктивна схема водопровідної мережі

## 7. Складання монтажної схеми водопровідної мережі у середовищі AutoCAD

Монтажні схеми (деталювання) розробляють для всієї конструктивної схеми водопровідної мережі або окремих її вузлів, згрупованих за характерними ознаками. На них за допомогою умовних позначень показують труби та їхні діаметри, фасонні частини, трубопровідну арматуру, випуски й форми колодязів чи камер у плані із «прив'язкою» їх до осей труб (рис. 13).

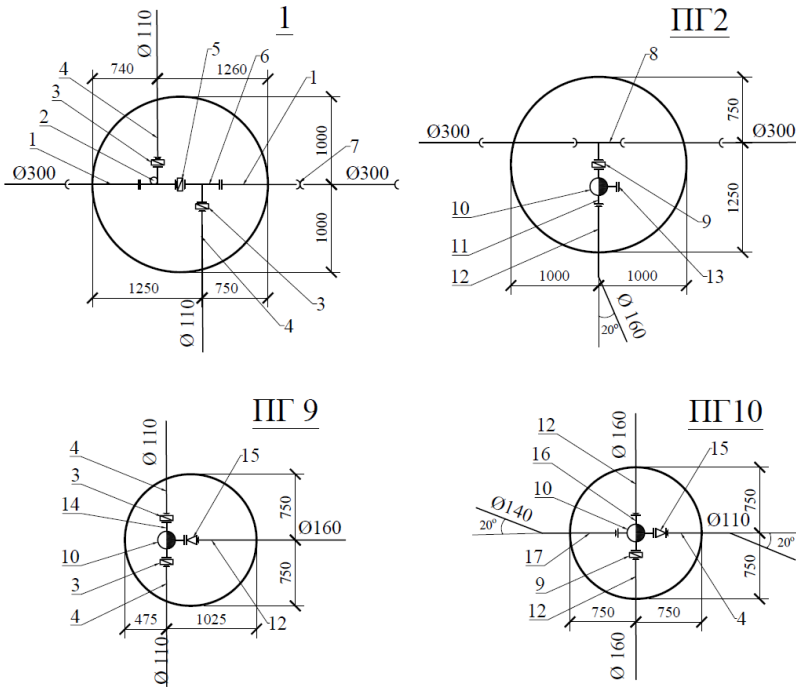


Рис. 13. Приклади монтажних схем характерних вузлів водопровідної мережі

Колодязі, зазвичай, приймають стандартних розмірів: 1000, 1250, 1500, 2000 або 2500 мм [9, додаток 7]. Для «прив'язки» труб визначають розміри фасонних частин та арматури. Відстані до осей труб від внутрішніх стін колодязів повинні бути не меншими за суму всіх розмірів наявних фасонних частин та арматури плюс мінімальні відстані від з'єднань труб [9, п. 2.2.4].

## 8. Розроблення робочих креслень водопровідних колодязів і камер

Робочі креслення водопровідних колодязів чи камер виконують за результатами їхнього деталювання (складання монтажних схем). Для цього у масштабі формують план і розріз колодязя (камери). Залежно від їхніх розмірів, умов будівництва та вимог замовника визначаються із матеріалом споруд.

Колодязі для інженерних мереж влаштовують, зазвичай, із збірних залізобетонних елементів: стінові кільця, плити днища і перекриття, горловини, опорні кільця тощо [9, додаток 7]. Як виняток колодязі та камери можуть бути із монолітного залізобетону чи цегли. Для камер можна використовувати стандартні залізобетонні плити та панелі.

У плані, як і на схемі деталювання, але із більшою конкретизацією показують всі елементи колодязя (стінові кільця, фасонні частини, трубопровідну арматуру тощо). При формуванні перерізу спочатку визначають заглиблення труб: глибина промерзання плюс 0,5 м [3, п.12.41].

Потім формують робочу камеру, висота якої повинна бути не менше 1,5 м. При автоматизованому проектуванні (у середовищі AutoCad) доцільно створити згрупований елемент робочої камери: плита днища, стінові кільця (панелі) і плита перекриття. Його можна буде вільно переміщати і по горизонталі і по вертикалі. Попередньо робочу камеру розміщують так, щоб відстань від поверхні труби найбільшого діаметру до плити днища була рівною величині  $h$  (250, 300 чи 350 мм) [9, рис. 2.44, табл. 2.1]. При вертикальному переміщенні робочої камери ця величина не може бути зменшена, а тільки збільшена.

Для колодязів із збірних залізобетонних елементів плиту перекриття підбирають із таким розташуванням отвору під люк, щоб були безпечні умови для спуску працівників у колодязь. Для цього слід передбачити щоб переносна драбина встановлювалась на плиту днища, а не на труби, було достатньо місця для підйому-спуску працівника. За наявності пожежного гідранта його слід розташовувати на відстані приблизно 150 мм від краю отвору плити (рис. 14). Це забезпечить можливість його відкриття та вставлення переносної пожежної колонки (стендера).

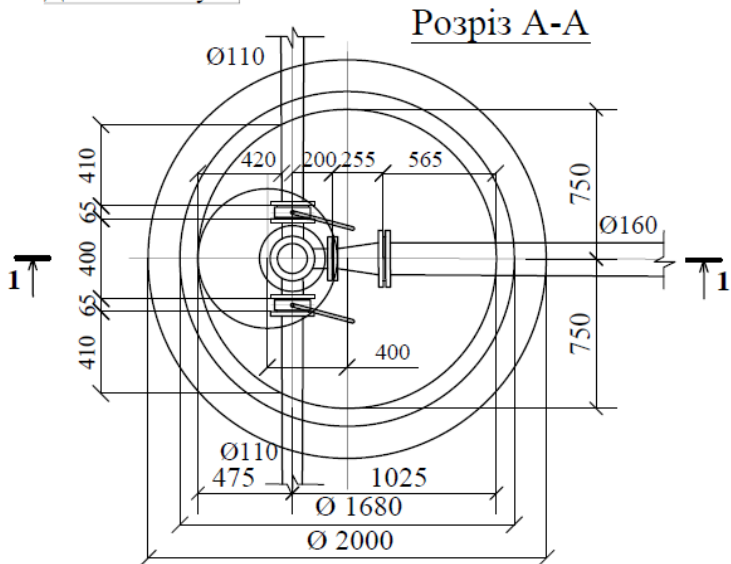
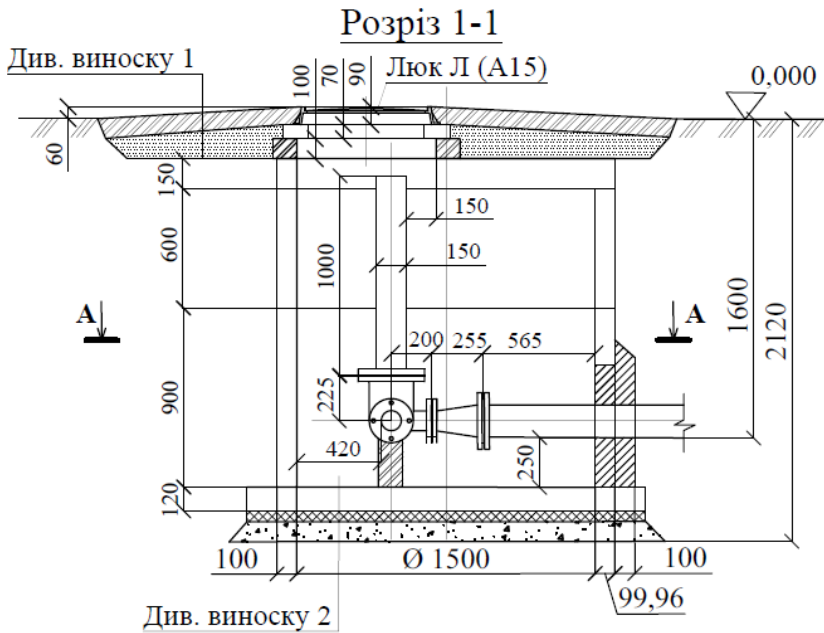


Рис. 14. Приклад робочого креслення водопровідного колодзя (ПГ9)



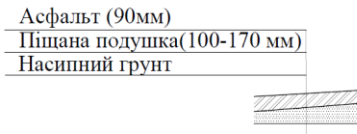
Зверху над отвором плити перекриття встановлюють горловину, опорне кільце та люк. При цьому верх люка повинен бути на одному рівні із поверхнею твердого покриття, вище на 50-70 мм – на газонах і на 200 мм – на пустирях [3, п.12.68]. Якщо ці умови не виконуються, то корегують:

- вертикальне розташування робочої камери (тільки у сторону заглиблення);
- висоту робочої камери – у сторону збільшення;
- висоту горловини:
  - нарощування або вилучення кілець горловини;
  - влаштування компенсаційних поясів із цегли чи бетону.

Висоту пожежного гідранта приймають кратною 250 мм у межах 500÷3500 мм. При цьому відстань від верху гідранта до низу люка повинна забезпечувати можливість встановлення пожежної колонки та вільного приєднання до неї пожежних рукавів з рівня відмітки землі і становити 150÷400 мм.

Залежно від місця розташування колодязя застосовують люки різних типів [9, додаток 6]. Якщо колодязь знаходиться поза межами територій із твердим покриттям, то навколо люка влаштовують відмостку з ухилом від люка (рис. 14 і 15).

### **Виноска 1:**



### **Виноска 2:**

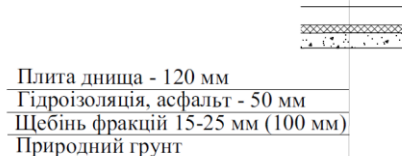


Рис. 15. Приклади виносок до рис. 14

Колодязі і камери влаштовують на природних або штучних основах [9, п. 2.6.1]. Зазвичай, дно траншеї вирівнюють піском чи щебнем (рис. 14 і 15). Якщо ґрунтові води знаходяться вище дна колодязя, то влаштовують гідроізоляцію дна, стін та горловини колодязя на 0,5 м вище прогнозованого рівня ґрунтових вод [3, п. 12.70]. У межах затоплення ґрунтовими водами влаштовують гідроізоляцію із шару асфальту товщиною не менше 50 мм, або підсилену із 4-х шарів бітуму. Над рівнем ґрунтових вод на висоту не менше 0,5 м може бути гідроізоляція у 2-а шари бітуму.

## 9. Автоматизоване формування специфікацій трубопроводів, фасонних частин, трубопровідної арматури та елементів колодязів

Специфікації на кожен вид елементів мають притаманні їм особливості (специфіки). Вони містять узагальнену інформацію про типи елементів, їхні марки, матеріал, назви нормативних документів, вимогам яких вони повинні відповідати, основні розміри (наприклад, діаметр умовного проходу, довжина), масу тощо. Специфікації повинні відповідати встановленим формам, які наведені у чинних нормативах та літературі [9, додаток 5].

Для автоматизованого проектування інженерних мереж у середовищі AutoCad сформовано таблиці специфікацій. Їх повинні заповнити студенти за індивідуальними даними курсового проекту, використовуючи стандартні позначення елементів. Приклади таких специфікацій наведено нижче.

Таблиця 7

Приклад специфікації трубопроводів

Назва ліній	Матеріал	ДСТУ, ГОСТ, ТУ	Діаметр умовного проходу, мм	Довжина, м	Маса, кг	
					1 м	загальна
Магістральні	Чавун	ISO 2531-2012	300	3250	85,2	276 900
Розподільчі	ПЕ	Б В.2.7-151:2008	...	...	...	...





Таблиця 8

Приклад специфікації залізобетонних елементів

Назва виробу	ДСТУ, ГОСТ, ТУ	Марка виробу	Діаметр $d_{зов}$ ( $d_{вн}$ ), мм	Висота, мм	Кількість, шт	Маса, т	
						одиниці	загальна
Плита днища	Б В.2.6-106:2010	ПН15	2000	120	1	0,75	0,75
Кільце стінове	Б В.2.6-106:2010	КС15.9	1680 (1500)	890	2	0,80	1,60
...	...	...	...	...	...	...	...

Таблиця 9

## Приклад специфікації фасонних частин та трубовідної арматури

КіпіЕОП	Назва фасонних частин	Умовні позначення		ДСТУ, ГОСТ, ТУ	Розміри, мм		Маса, кг		Загальна кількість	Усього в колодязях			
		На схемі	В докум.		D/d	L/L	Одн. в. загальна	1		ІІГ2	ІІГ9	ІІГ10	
1	Пагрюбок фланець-гладкий кінць		ПФГ	5525-88	300	1200	143	286	2	2			
2	Впуск фланцевий		ВФ	5525-88	300 100	300 275	101	101	1	1			
3	Поворотний загвор		ПЗ	ISO 7005-1	100	52.1	5,5	22,0	4	2		2	
4	Пагрюбок фланець-гладкий кінць (з насунним фланцем)		ПФГн	EN 12201-2: 2018	110	155	0,7	3,5	5	2		2	1
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

## 10.Трасування мереж водовідведення та складання їхніх розрахункових схем у середовищі AutoCAD

До початку трасуванням мереж водовідведення відповідно до рельєфу території населеного пункту визначають басейни каналізування, місця розташування очисних споруд, випуску очищених стічних вод у водойми. За необхідності визначають і місця розташування каналізаційних насосних станцій. Місця розташування очисних споруд для систем господарсько-побутового і дощового водовідведення вибирають поза населеним пунктом із забезпеченням санітарно-захисних зон до житлової забудови. Зазвичай це території із найменшими позначками землі.

Студенти виконують трасування мереж господарсько-побутового і дощового водовідведення тільки для одного (погодженого із викладачем) житлового району (рис. 16). Попередньо колектори наносять на вулицях з понижених сторін кварталів, що мають найбільші ухили поверхні землі [9, п.1.3.2]. До них приєднують бокові підключення. Мережі різного призначення повинні мати різні кольори і позначення: господарсько-побутового –  $K_1$ ; дощового –  $K_2$ .

За погодженням із викладачем вказують ділянку вуличного колектора і бічних підключень (виділено овалом) для подальших гідравлічних розрахунків.

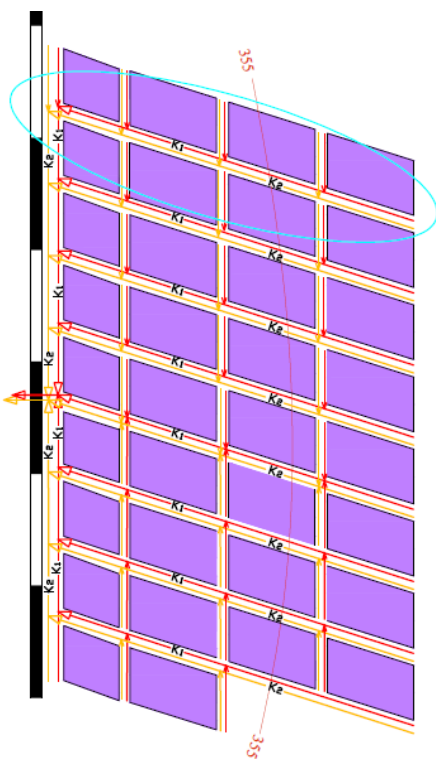


Рис. 16. Приклад плану трасування мереж водовідведення

## 11. Гідравлічні розрахунки вуличного колектора господарсько-побутової каналізації у середовищі Excel

Гідравлічні розрахунки мереж водовідведення орієнтовані на те, щоб при відомих максимальних витратах води на ділянках підібрати діаметри  $d$ , уклони труб  $i$ , їх наповнення  $h/d$  так, аби швидкості руху потоку стічних рідин  $V$  були достатніми для самоочищення труб [4, п. 8.2], а заглиблення труб  $H$  – мінімальними, але не менше допустимих величин  $H_{дон}$ .

Гідравлічні розрахунки мережі водовідведення виконують після побудови її розрахункової схеми (рис. 17). Для господарсько-побутових мереж спочатку визначають розрахункові витрати води на їх ділянках [9, п. 1.3.3] (табл. 10).

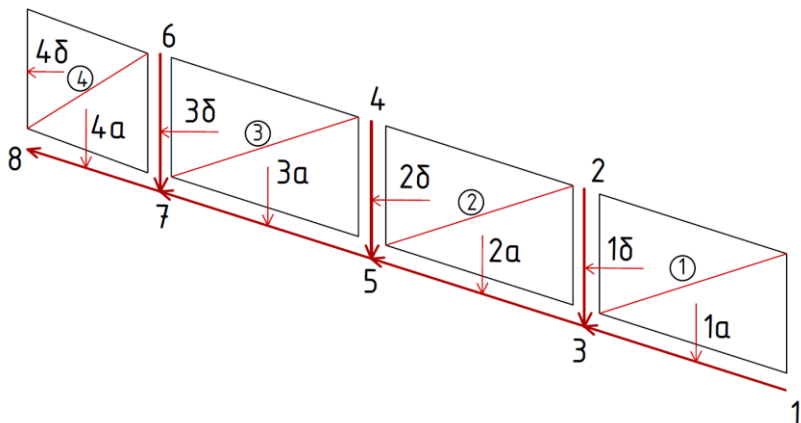


Рис. 17. Приклад розрахункової схеми колектора каналізаційної мережі: **1..8** – номери розрахункових вузлів; **1..4** – номери кварталів; *a..б* – площі збору води до ділянок з кварталів

Гідравлічні розрахунки самопливних колекторів проводять за формулами [4, п. 8.2.1; 9], в тому числі і на ПК за допомогою програмного модуля *Гідр\_Розр\_ТрКан.xlsx*. За його допомогою при відомих витратах визначають діаметри і уклони труб за умови виконання зазначених нормативних вимог [4, п. 8.2]. При цьому заглиблення труб  $H_{з.л}$  не повинні бути меншими за мінімальну глибину закладання труб і не перевищувати

максимально допустимі величин  $H_{дон}$  [4, п. 8.3-8.6; 9, п. 1.3.5.1]. За умови приєднання внутрішньоквартальних мереж до колектора величини  $H_{з,л}$  не повинні бути меншими за значення  $H_{з,вул}$  [9, п. 1.3.4], яке у даному прикладі становить 2,0 м. Розрахунки проводять за допомогою програмного модуля *Г\_Р\_з\_п\_м.xlsx* у табличній формі (табл. 10). За цими даними будують повздовжні профілі колекторів мережі.

Таблиця 10

Приклад гідравлічного розрахунку вуличного колектора господарсько-побутової мережі

Ділянки	$q_{р-макс}$ , л/с	$L$ , м	$1000 \times i$	$d$ , мм	$h/d$	$V$ , м/с	Відмітки, м								Глибина $H_{з,л}$ , м
							Землі		Шелиги		Рівнів води		Лотка		
							поч	кін	поч	кін	поч	кін	поч	кін	
1_3	1,38	180	0,008	200	0,16	0,43	357,20	355,80	355,400	353,960	355,232	353,792	355,200	353,760	2,04
3_5	2,79	190	0,008	200	0,23	0,52	355,80	354,30	353,946	352,426	353,792	352,272	353,746	352,226	2,07
5_7	3,94	190	0,0075	200	0,28	0,56	354,30	352,80	352,416	350,991	352,272	350,847	352,216	350,791	2,01
7_8	4,82	120	0,007	200	0,31	0,58	352,80	352,00	350,985	350,145	350,847	350,007	350,785	349,945	2,06

## 12. Гідравлічні розрахунки вуличного колектора дощового водовідведення у середовищі Excel

При гідравлічних розрахунках мереж дощової каналізації також повинні бути забезпечені особливі нормативні вимоги [4, п. 8.3-8.6; 9, п. 1.3.5.2]. Однак для них не нормується наповнення колекторів і вони можуть працювати як у самопливному, так і напірному режимах [4, п. 8.2.1 і 8.4.7]. За умови нерозчавлювання труб мінімальне заглиблення до їх шелиг прийнято 1,5 м.

Гідравлічні розрахунки як самопливних, так і напірних колекторів дощової мережі проводять за розрахунковою схемою (рис. 16) за формулами [4, п. 8.2.1; 9] за допомогою програмного модуля *Гідр\_Розр\_ТрКан.xlsx* на ПК. Розрахунки проводять за допомогою програмного модуля *Г\_Р\_ДК.xlsx* у табличній формі (табл. 11). Особливістю розрахунків є те, що при визначенні розрахункових витрат води на кожній розрахунковій ділянці враховують швидкості, а за ними і час, проходження стічних вод по всіх вище розташованих ділянках.

Таблиця 11

Приклад результатів гідравлічних розрахунків дошової мережі

Ділянки	Довжина $L$ , м		Час добування води $t$ , хв	Площа збору води $F$ , га			Розрахункова витрата $q_2$ л/с	Ухил $1000 \times i$	Перепад висот на ділянці $hL$ , м	Діаметр $d$ , мм	Наповнення $h/d$	Швидкість $V$ , м/с	Позначки, м						Глибина закладання $H_{з.п.}$ , м	
	$t_{вир}$	$t_1$		пригетла	транзитна	сумарна							Поверхні землі	Шелиги		Лотка				
													поч	кін	поч	кін	поч	кін		
1-2	180	0	15,0	0,78	0	0,78	92,7	0,008	1,44	400	0,55	1,30	357,20	355,80	355,700	354,260	355,300	353,860	1,94	
2-3	190	2,3	17,3	0,78	1,56	2,34	248,7	0,008	1,52	500	0,75	1,58	355,80	354,30	354,260	352,740	353,760	352,240	2,06	
3-5	190	2,0	19,3	0,78	3,12	3,90	380,8	0,008	1,52	600	0,71	1,79	354,30	352,80	352,740	351,220	352,140	350,620	2,18	
5-8	120	1,8	21,1	0,50	4,68	5,18	472,5	0,006	0,72	700	0,68	1,70	352,80	352,00	351,220	350,500	350,520	349,800	2,20	

### 13. Побудова поздовжніх профілів вуличних колекторів господарсько-побутової та дощової каналізацій у середовищі AutoCAD

Повздовжні профілі вуличних колекторів господарсько-побутової та дощової мереж будують за даними проведених гідравлічних розрахунків [9, рис. 1.26 і 1.27] у середовищі **AutoCad**, використовуючи масштаби: *горизонтальні* – рівні масштабу проекту планування (М 1:5000 або М 1:10000); *вертикальні* – М 1:50; М 1:100 або М 1:200.

На повздовжні профілі наносять проектні лінії поверхні землі і запроєктовані колектори з колодязями у розрахункових точках (рис. 18 і 19). Нижче трубопроводу на кожній розрахунковій ділянці вказують: розрахункову витрату  $q$ , швидкість  $V$ , відносне наповнення  $h/d$ , а також основу під труби (грунтові умови, рівні ґрунтових вод, підсилення дна траншеї тощо), матеріал труб та номери їх стандартів (ДСТУ, ГОСТ тощо). Номери вузлових точок, довжини, діаметри, ухили ділянок, позначки поверхні землі і лотків вказують знизу під профілем, а глибини закладання лотків труб  $H_{з.л}$  – над поверхнею землі біля колодязів. Позначки лотка труби підписують з точністю – 0,001 м, поверхні землі і глибин закладання – 0,01 м [9, п. 1.3.5.3].

Бічні підключення показують у формі еліпсів в колодязях, що їх з'єднують із колектором, точно фіксуючи позначки шелиг і лотків підключень. Крім того, на профілі вказують перетини з усіма природними і штучними перешкодами (ріки, залізниці, трамвайні колії тощо), а також іншими підземними комунікаціями.

На основі повздовжніх профілів каналізаційних мереж розробляють більш детальні профілі робочих креслень (за результатами уточненого нівелювання по трасі колектора) із зазначенням всіх колодязів (оглядових, перепадних, промивних, дощоприймачів тощо), а не тільки розрахункових. Для цих колодязів та інших споруд на трасах колекторів розробляють їх робочі креслення, специфікації труб, залізобетонних елементів та необхідного обладнання.



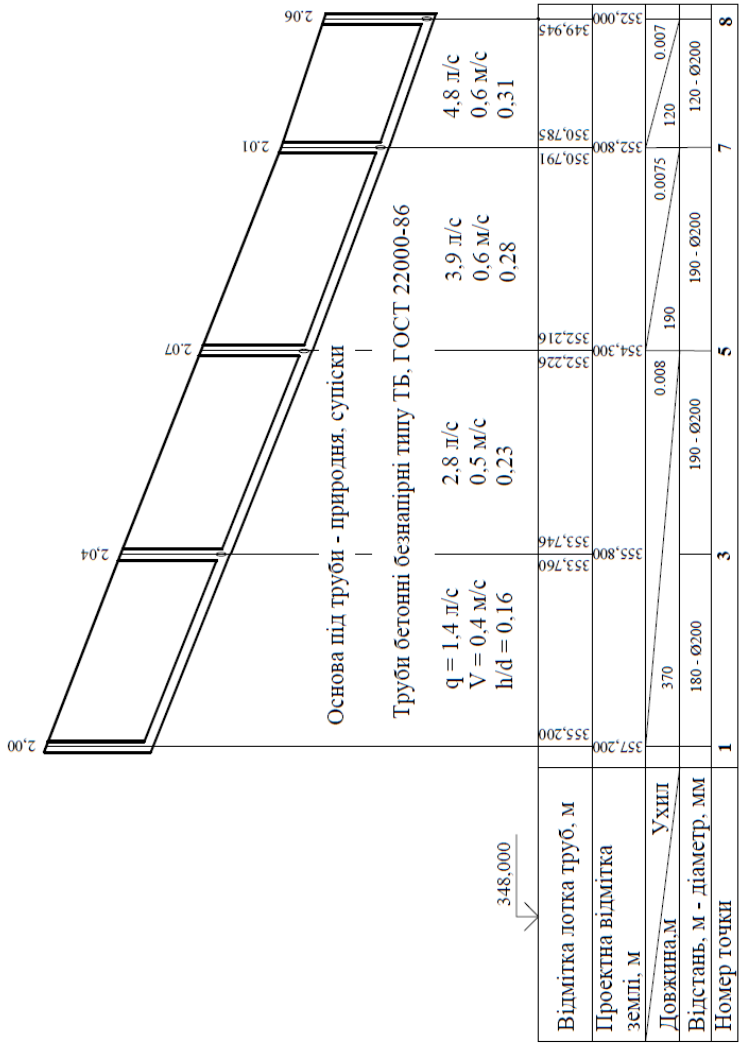


Рис. 18. Повздовжній профіль вуличного колектора господарсько-побутової каналізації

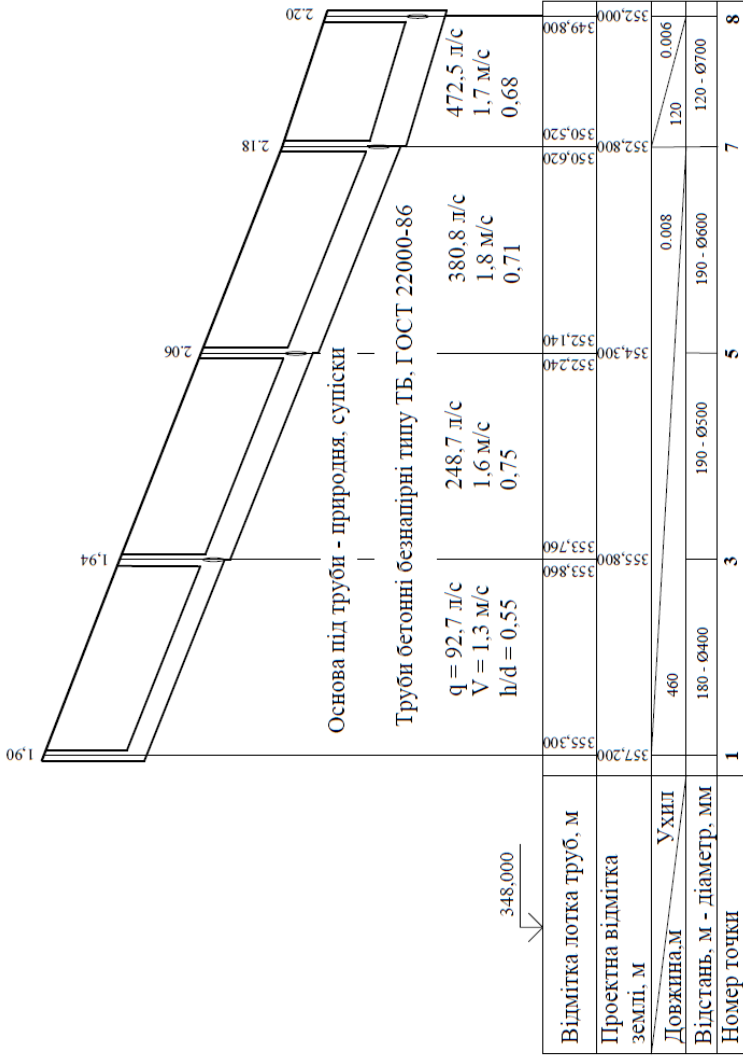


Рис. 19. Повздовжній профіль вуличного колектора дошової каналізації

## 14. Побудова плану і профілю взаємного розміщення інженерних мереж на міській вулиці у середовищі AutoCAD

Розміщення інженерних мереж показують на плані та у перетині вулиці (рис. 20 і 21). Тип вулиці (загальноміського, районного чи місцевого значення, житлові тощо) згідно нормативу [2] задає викладач. Комунікації у перетині вулиці розміщують в технічних зонах за правилами із забезпеченням технічних умов [9, п. 2.62 і 2.6.3]. Проект взаємного розміщення інженерних мереж виконують у середовищі **AutoCad** у масштабах: для плану вулиці – М 1:500 або М 1:1000; для перетину вулиці: *горизонтальний* – М 1:100 або М 1:200, *вертикальний* – М 1:50 або М 1:100.

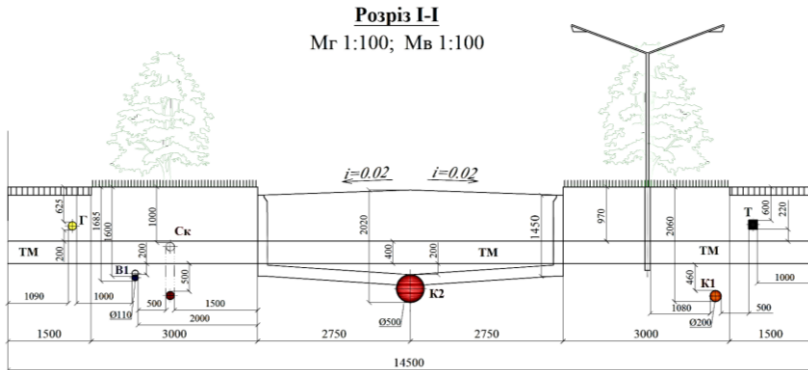


Рис. 20. Розміщення інженерних мереж в перетині вулиці

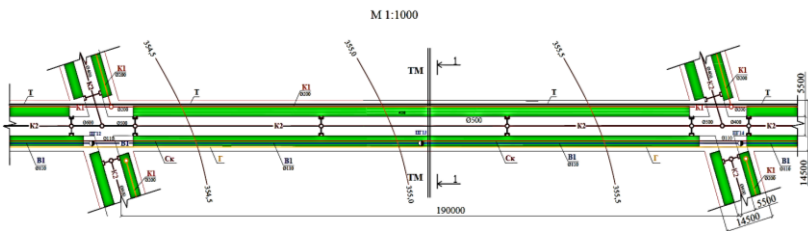


Рис. 21. План-схема взаємного розміщення інженерних мереж

## Література

1. ДБН Б.2.2-12:2019. Державні будівельні норми України. Планування і забудова територій. К. : Мінрегіон України, 2019. 177 с. URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/07/DBN-B22-12-2019.pdf> (дата звернення: 09.09.2024).
2. ДБН В.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-199> (дата звернення: 09/09.2024).
3. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 172 с. URL: <https://document.vobu.ua/wp-content/uploads/DBN/101.1.-DBN-V.2.5-742013.-Vodopostachannya.-Zovnishni-merezhi.pdf> (дата звернення: 09/09.2024)
4. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 207 с. URL: <https://buduemo.com/ua/documents/building-norms/dbn-vl215752013l-kanalizacijal-zovnishni-merezhi-ta-sporudil-osnovni-polozhennja-proektuvannja.html> (дата звернення: 09/09.2024)
5. Козяр М. М., Фещук Ю. В. Комп'ютерна графіка: AutoCAD : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2015. 304 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/29183/> (дата звернення: 09.09.2024)
6. Ткачук О. А. Гідравлічні розрахунки трубопровідних систем водопостачання та водовідведення : монографія. Рівне : НУВГП, 2022. 183 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/23889/> (дата звернення: 03.09.2024)
7. Ткачук О. А., Косінов В. П., Новицька О. С. Системи подачі та розподілення води населених пунктів : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2011. 273 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2010/> (дата звернення: 09.09.2024).
8. Ткачук О. А. Методичні вказівки до практичних занять та виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Міські інженерні мережі». [Електронне видання] / Рівне : НУВГП, 2024. 37 с. (Шифр 03-04-093М) URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/30023/> (дата звернення: 03.09.2024)
9. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2015. 412 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/3674/> (дата звернення: 03.09.2024).
10. Ткачук О. А. Удосконалення систем подачі та розподілення води населених пунктів. Рівне : НУВГП, 2008. 301 с.