

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОЄКТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Методичні вказівки
до виконання курсового проєкту
з дисципліни «Мережі водовідведення»
для студентів-бакалаврів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізації «Водопостачання та водовідведення»
денної та заочної форм навчання

Київ 2023

УДК 628.3 (075.8)

П78

Укладач В.П. Хоружий д-р техн. наук, професор

Рецензент Т.П. Хомутецька д-р техн. наук, старш. науковий співробітник

Відповідальний за випуск В.П. Хоружий д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри водопостачання та водовідведення, протокол № 2 від 23 вересня 2022 року.

В авторській редакції.

Проектування мереж водовідведення: методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Мережі водовідведення» / уклад.: В.П. Хоружий. – Київ: КНУБА, 2023. – 64 с.

Містять послідовність виконання курсового проєкту системи водовідведення міста і вихідні дані для проектування. Наведено посилання на нормативні документи і типові рішення основних споруд, або технічні розробки фірм, окремих авторів, які знайшли широке впровадження.

Призначено для студентів-бакалаврів спеціальності 192 «Будівництво і цивільна інженерія» спеціалізації «Водопостачання та водовідведення» денної та заочної форм навчання.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	5
2. ПРОЄКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПОБУТОВОЇ МЕРЕЖІ ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	6
2.1. Визначення розрахункової кількості населення і розрахункових витрат побутових стічних вод	6
2.2. Витрати побутових стічних вод від населення міста	8
2.3. Витрати стічних вод від промислових підприємств.....	9
3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД НА ДІЛЯНКАХ ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ	16
3.1. Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів	17
3.2. Гідравлічний розрахунок ділянок головного та прилеглих колекторів побутової мережі	18
3.3. Послідовність гідравлічного розрахунку окремих прилеглих побутових колекторів	20
3.4. Складання поздовжніх профілів окремих колекторів побутової мережі	25
4. ПРОЄКТУВАННЯ ДОЩОВОЇ МЕРЕЖІ	27
4.1. Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків.....	28
5. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	34
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	49
ДОДАТКИ.....	50
Додаток 1. Вихідні дані до виконання курсового проекту.....	50
Додаток 2. Генплани забудови міста	54

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мережі водовідведення призначені для видалення з території населених міст побутових, виробничих, дощових і талих стічних вод. Мережі водовідведення забезпечують високий показник благоустрою житлових будівель і санітарну безпеку населення. Водовідведення (каналізація) складається з комплексу інженерних споруд, призначених для організованого відведення стічної рідини, очищення її, дезінфекції й випуску у водойми за межами населеного пункту. Будівництво каналізаційних систем є одним із способів підвищення санітарного благоустрою міст і населених пунктів.

Матеріали для проєктування, які видаються студенту:

- матеріали для проєктування визначають з додатку
- генплан міста у масштабі 1 : 10000 з горизонталями через 1 м.

Структура проєкту

До структури проєкту входять: розрахунково-пояснювальна записка і креслення.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна бути короткою і вміщувати головні питання проєктування і розрахунку водовідвідної мережі міста, вказівки на використані нормативні матеріали і місцеві умови. Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити приблизно 25 - 35 с.

Графічна частина проєкту становить:

1. Генплан міста у масштабі 1:10000 з трасуванням побутової та дощової мережі.

2. Поздовжні профілі головного та прилеглого колекторів побутової та дощової мереж виконуються у масштабах: горизонтальний – 1:10000, вертикальний – 1:100.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Повна роздільна система передбачає відвід різних видів стічних вод по самостійним каналізаційним мережам.

Застосовується:

- 1) Для великих і упоряджених міст.
- 2) При можливості скидання дощових вод у великий водотік.
- 3) При інтенсивності дощу $q_{20} > 100$ л/с на га.
- 4) За потреби повного біологічного очищення побутових і виробничих СВ.

Трасування побутової мережі водовідведення

На плані населеного пункту визначити кордони басейну каналізування і виконати їх позначення. Схема водовідведення населеного пункту приймається в залежності від рельєфу місцевості. Схеми водовідвідних мереж підрозділяють на перпендикулярну, пересічну, зональну, паралельну і радіальну. Для населених міст приймається пересічена, зональна і перпендикулярна схеми.

Трасування мережі обраної схеми водовідведення починається з прокладки колекторів. Головний колектор трасують паралельно червоної лінії забудови, розташованої в самому пониженому місці населеного пункту, за напрямом до очисних споруд. Трасування вуличних мереж і колекторів виконується перпендикулярно горизонталям чи під деяким кутом до них. Для кварталів залежно від забудови трасування мереж виконується по пониженій стороні кварталу. Трасування мереж повинно виконуватися таким чином, щоб кількість районних насосних станцій було мінімальним. Головна насосна станція проектується на головному колекторі за червоною лінією забудови чи на території очисних споруд.

Приклад трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення наведено на рис. 1. На плані забудови наведено наскрізну нумерацію кварталів. Для кварталів трасування вуличних мереж виконується по пониженій грані кварталу.

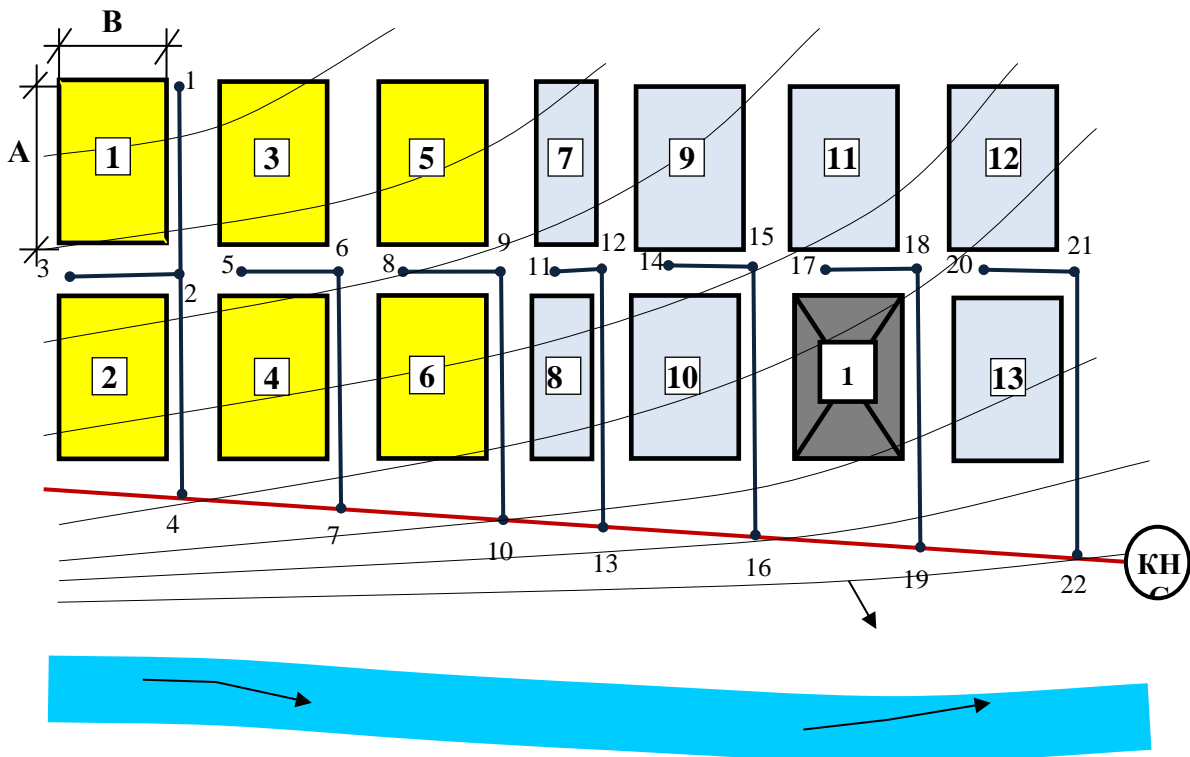


Рис. 1. Приклад трасування побутової мережі повної роздільної системи водовідведення

2. ПРОЄКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПОБУТОВОЇ МЕРЕЖІ ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

2.1. Визначення розрахункової кількості населення і розрахункових витрат побутових стічних вод

Витрати стічних вод, які надходять до водовідвідної мережі, визначають роздільно: ті, що надходять від населення (побутові стічні води), і від промислових підприємств.

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення необхідно попередньо визначити розрахункову кількість населення.

При цьому використовують щільність населення (n – число жителів на 1 га селищної території).

Розрахункову кількість населення визначають за формулою:

$$N = \sum F_i \cdot n_i \cdot \beta, \quad (1)$$

де F_i – сумарна площа житлових кварталів міста в га, з однаковою густотою населення; n_i – щільність населення житлових кварталів, відповідної площі, чол./га; β – коефіцієнт, що враховує наявність громадських будівель.

Для визначення сумарної площі житлових кварталів міста використаємо данні табл. 1, яка крім площ кварталів, включає також модулі стоку і середні секундні витрати від кожного кварталу.

Попередньо нумерують житлові квартали міста і визначають модуль стоку за формулою:

$$q_0 = \frac{n \times q}{86400} \times \beta, \text{ л/(с} \times \text{га)}, \quad (2)$$

де q – норма водовідведення, л/чол./доб.

Середні секундні витрати від жилого кварталу становитимуть:

$$q_{\text{mids}} = f \times q_0, \text{ л/с}, \quad (3)$$

де f – площа жилого кварталу, га.

Таблиця 1

Розрахунок площ і середніх секундних витрат побутових стічних вод кварталів

Номер району	Номер кварталу	Розміри кварталів, м	Площа кварталів f, га	Модуль стоку q_0 , л/(с×га)	Середня секундна витрата кварталу q_{mids} , л/с
1	2	3	4	5	6
I	1...				
			$\sum F_I =$		
II	15...				
			$\sum F_{II} =$		
			$\sum F =$		

2.2. Витрати побутових стічних вод від населення міста

Розрахункові витрати побутових стічних вод від населення міста визначають за нижченаведеними формулами.

Середня добова витрата:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (4)$$

де N – розрахункова кількість населення, чол.

Середня часова витрата:

$$q_{midh}^w = \frac{Q_d^w}{24}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5)$$

Середня секундна витрата:

$$q_{mids}^w = \frac{q_{midh}^w \cdot 1000}{3600} = \frac{q_{midh}^w}{3,6}, \text{ л/с}. \quad (6)$$

Залежно від витрати q_{mids}^w визначається загальний коефіцієнт нерівномірності притоку побутових стічних вод – $K_{gen\ max}$ за табл. 2 /5/ і визначаються максимальні секундні і часові витрати стічних вод від населення за формулами:

$$q_{\max\ s}^W = K_{gen\ max} \cdot q_{mids}^W, \text{ л/с}; \quad (7)$$

$$q_{\max\ h}^W = K_{gen\ max} \cdot q_{midh}^W, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (8)$$

Таблиця 2 – Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу стічних вод у населених пунктах

Загальний коефіцієнт нерівномірності припливу стічних вод	Середня витрата стічних вод, л/с								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000 і більше
Максимальний $K_{gen,\ max}$	2,50	2,10	1,90	1,70	1,60	1,55	1,50	1,47	1,44
Мінімальний $K_{gen,\ min}$	0,38	0,45	0,50	0,55	0,59	0,62	0,66	0,69	0,71

Рис. 2. Знаходження коефіцієнтів $K_{gen,\ max}$ та $K_{gen,\ min}$ згідно з ДБН [3]

Для контролю рекомендуємо порівнювати значення Q_{mids}^w , розраховане за формулою (6), зі значенням цієї витрати за табл. 1 (підсумковий рядок). Ці значення повинні бути рівними, розходження допускається в границях 1 - 1,5 л/с.

Розрахункові витрати стічних вод від населення міста заносимо до табл. 2.

Таблиця 2

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

Номер району	Санітарно-технічне обладнання будівель	Кількість населення, <small>чол.</small>	Норма водовідведення q , л/(доб × чол)	Добова витрата Q_d^w , м ³ /доб	Загальний коефіцієнт нерівномірності	Часові витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
						Середня Q_{midh}^w	Макс. Q_{maxh}^w	Середня Q_{mids}^w	Макс. Q_{maxs}^w
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I									
II									
Усього:									

2.3. Витрати стічних вод від промислових підприємств

Витрата стічних вод від промислового підприємства складається з суми виробничих (технологічних), побутових та душових стічних вод.

Добова витрата стічних вод промислових підприємств:

$$Q_d^{p.p} = Q_d^p + Q_d, \text{ м}^3/\text{доб.} \quad (7)$$

Середня годинна витрата:

$$q_{midh}^{p.p} = q_{midh}^p + q_{midh}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (8)$$

Середня секундна витрата:

$$q_{mids}^{p.p} = q_{mids}^p + q_{mids} \text{ л/с.} \quad (9)$$

Максимальна годинна витрата:

$$q_{max h}^{p.p} = q_{max h}^P + q_{max h}, \text{ м}^3/\text{ГОД.} \quad (10)$$

Максимальна секундна витрата:

$$q_{max s}^{p.p} = q_{max s}^P + q_{max s} \text{ л/с.} \quad (11)$$

Отримані данні заносимо до табл. 3.

Витрати технологічних стічних вод

Витрату технологічних стічних вод визначають з урахуванням кількості виробленої продукції в одиницю часу (продуктивності підприємства) та питому витрату води на одиницю продукції. Питомі витрати води на одиницю продукції приймають за нормами або згідно технологічних даних підприємств.

Добова витрата технологічних стічних вод від підприємства:

$$Q_d^P = M \cdot q_{num}, \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (12)$$

де M – кількість одиниць продукції, що випускається за добу;
 q_{num} – питома витрата стічної рідини на одиницю продукції, м^3 , за завданням.

Витрата технологічних стічних вод за зміну:

$$Q_{змін.}^P = \frac{Q_d^P}{n}, \text{ м}^3/\text{змін.}, \quad (13)$$

де Q_d^P – добова витрата технологічних стічних вод підприємства, $\text{м}^3/\text{доб.}$; n – кількість змін, за завданням.

Витрата технологічних стічних вод за годину:

$$q_{mid h}^P = \frac{Q_{змін.}^P}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (14)$$

де T – кількість годин роботи підприємства за добу (робоча зміна – 8 год).

Максимальна годинна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\max h}^P = K \cdot q_{\text{mid } h}^P, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (15)$$

де K – загальний коефіцієнт нерівномірності водовідведення виробничих стічних вод, дані технологів (за завданням).

Середня секундна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\text{mid } s}^P = \frac{q_{\text{mid } h}^P}{3,6} \text{ л/с}. \quad (16)$$

Максимальна секундна витрата технологічних стічних вод:

$$q_{\max s}^P = \frac{q_{\max h}^P}{3,6} \text{ л/с}. \quad (17)$$

Витрати побутових стічних вод промислових підприємств

Розрахункові витрати побутових стічних вод промислових підприємств визначають, виходячи з норм водовідведення побутових стічних вод.

Норми водовідведення побутових стічних вод приймають для холодних цехів – 25 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 3, а для цехів зі значним тепловиділенням – 45 л/зміну на одного чоловіка з коефіцієнтом нерівномірності водовідведення 2,5.

Добові витрати побутових стічних вод:

$$Q_d = \frac{25N_x^I + 45N_\Gamma^I}{1000} \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (18)$$

де N_Γ^I – загальна кількість робітників у цехах зі значним тепловиділенням в цілому по підприємству протягом доби, тобто в гарячих цехах $N_\Gamma^I = (N_{\text{доб.}} \nabla_\Gamma) / 100$; $N_{\text{доб.}}$ – кількість робітників, які працюють на підприємстві протягом доби; ∇_Γ – % людей, які працюють у гарячих цехах; N_x^I – спільна кількість робітників, що працюють в холодних цехах (тобто в холодних цехах $N_x^I = N_{\text{доб.}} - N_\Gamma^I$).

Розрахункові витрати за зміну визначають по максимальній зміні з максимальним числом робітників:

$$Q_{змін} = \frac{45N_{Г} + 25N_{Х}}{1000} \text{ м}^3/\text{змін}, \quad (19)$$

Середня годинна витрата побутових стічних вод:

$$q_{mid h} = \frac{Q_{змін}}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (20)$$

де T – кількість годин роботи підприємства в зміні.

Максимальна годинна витрата побутових стічних вод:

$$q_{max h} = \frac{1}{T} \left(\frac{45 \cdot N_{Г} \cdot 2,5 + 25 \cdot N_{Х} \cdot 3}{1000} \right), \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (21)$$

де $N_{Г}$ і $N_{Х}$ – кількість робітників, які працюють в гарячих і холодних цехах в максимальну зміну.

Середня секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{mid s} = \frac{q_{mid h}}{3,6}, \text{ л/с}, \quad (22)$$

де $q_{mid h}$ – середня годинна витрата побутових стічних вод.

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод:

$$q_{max s} = \frac{q_{max h}}{3,6}, \text{ л/с} \quad (23)$$

де $q_{max h}$ – максимальна годинна витрата побутових стічних вод.

Витрати стічних вод від душових

Розрахункові витрати душових стічних вод визначають за нормами витрат води на одну душову сітку. Часову витрату на одну душову сітку слід

приймати рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хв після закінчення зміни. Кількість душових сіток належить приймати залежно від кількості тих, хто працює у максимальну зміну та кількості чоловік які обслуговуються однією душовою сіткою.

Кількість душових сіток:

$$n_c = \frac{N}{n_o}, \quad (24)$$

де N – кількість робітників, які працюють у максимальну зміну;
 n_o – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, належить приймати залежно від категорії підприємств (5 – 15 чол.).

Годинні витрати стічних вод від душових:

$$q_{max\ h}^{\partial} = \frac{0,5 \cdot n_c \cdot 45}{60}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (25)$$

Секундні витрати стічних вод від душових:

$$q_{max\ s}^{\partial} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700} = \frac{500 \cdot n_c}{3600}, \text{ л/с.} \quad (26)$$

Добові витрати стічних вод від душових:

$$Q_d^{\partial} = q_{mid\ h}^{\partial} \cdot n, \text{ м}^3/\text{доб}, \quad (27)$$

де n – кількість змін роботи підприємства за добу (за завданням).

Результати розрахунків витрат стічних вод від промислових підприємств заносять до табл. 3.

Розрахунок сумарних витрат стічних вод промислових підприємств

Номер підприємства	Назва підприємства	Витрати стічних вод																	
		Технологічні						Побутових і душевих						Сумарні					
		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л		Добові, м ³	У максимальну зміну, м ³	Годинні, м ³		Секундні, л	
Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1																			
2																			
3																			
Разом																			

Сумарні витрати стічних вод від населення міста та промислових підприємств визначають за допомогою табл. 4.

Таблиця 4

Розрахунок кількості стічних вод міста

№ пор.	Вид водовідведення	Добова витрата, м ³	Витрати			
			Годинні, м ³		Секундні, л	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	2	3	4	5	6	7
1	Від населення міста					
2	Від промислових підприємств					
	Разом					

3. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ПОБУТОВИХ СТИЧНИХ ВОД НА ДІЛЯНКАХ ПОВНОЇ РОЗДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

На генплані населеного пункту обирають найбільш віддалену та найвище розташовану точку головного колектора та нумерують розрахункові ділянки по вузловим чи поворотним колодязям за напрямком руху стічних вод до КНС. Головний колектор прокладається паралельно червоній лінії забудови, вздовж ріки по напрямку до КНС.

Вуличні мережі та колектори прокладають по пониженій стороні кварталу, або по об'ємній схемі. Напрямок трасування вуличних мереж повинен співпадати з ухилом землі та прокладатись найкоротшим шляхом до головного колектора (рис. 3). Також трасуються прилеглі колектори басейнів водовідведення на яких так само нумеруємо розрахункові ділянки. Кожній початковій і вузловій точці привласнюють номер. На генплані населеного пункту для розрахунку слід пронумерувати житлові квартали.



Рис. 3. Приклад трасування господарсько-побутової мережі

3.1. Визначення витрат побутових стічних вод для розрахункових ділянок прилеглих колекторів

Середня секундна витрата побутових стічних вод від населення міста для кожної розрахункової ділянки головного або окремого прилеглого колектора побутової мережі – $q_{mid s}$ визначають як суму 3^x витрат:

$$q_{mid s} = q_n + q_{mp} + q_b, \text{ л/с}, \quad (28)$$

де q_n – прилегла, яка надходить до розрахункової ділянки від кварталу житлової забудови, розташованого вздовж цієї ділянки; q_{mp} – транзитна, яка надходить від розташованих вище кварталів дорівнює середній секундній витраті побутових стічних вод попередньої ділянки; q_b – бокова, яка надходить від приєднаних бокових ліній.

Визначаючи розрахункові витрати для ділянок мережі розрахункового колектора, необхідно також враховувати величину зосередженої витрати $q_{зос}$, яка надходить до розрахункових ділянок від промислових підприємств, районних насосних станцій та інших великих споживачів.

$$q_{cit} = q_{max s} + \sum q_{зос}, \text{ л/с}, \quad (29)$$

де $\sum q_{зос}$ – сума зосереджених витрат промислових підприємств і насосних станцій, л/с.

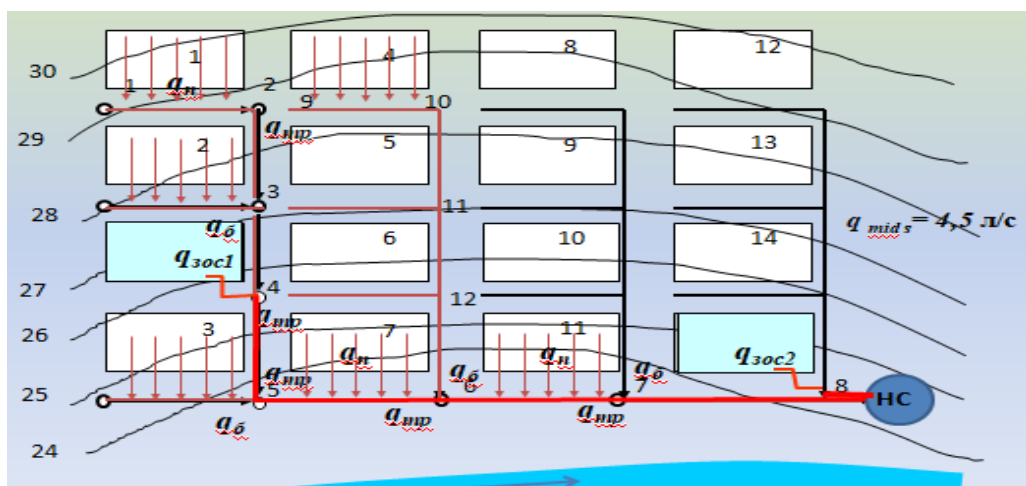


Рис. 4. Приклад визначення розрахункових витрат для ділянок мережі

Розрахунки щодо визначення витрат побутових стічних вод на ділянках мережі ведуть в табличній формі (табл. 5).

Таблиця 5

Визначення розрахункових витрат для ділянок головного колектора та окремих прилеглих колекторів побутової мережі

№ ділянки	Середні секундні витрати, л/с				Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen\ max}$	Максимальна витрата $q_{max\ s}$ л/с	Зосереджена витрата q_{zos} , л/с	Розрахункова витрата q_{cit} , л/с	Примітка
	Прилегла q_n	Бокова q_b	Транзитна q_{tr}	Сума $q_{mid\ s}$					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головний колектор побутової мережі									
Прилегли колектори побутової мережі									

3.2. Гідравлічний розрахунок ділянок головного та прилеглих колекторів побутової мережі

Гідравлічний розрахунок каналізаційних самопливних трубопроводів слід робити за розрахунковою максимальною секундною витратою стічних вод.

Самопливні колектори повинні забезпечувати пропуск розрахункової максимальної секундної витрати стічних вод при самоочисних швидкостях.

Гідравлічний розрахунок каналізаційних напірних трубопроводів слід виконувати згідно з ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. При гідравлічному розрахунку самопливних і напірних трубопроводів з пластмасових труб може бути використано ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009 та таблиці гідравлічних розрахунків трубопроводів із полімерних матеріалів, а також таблиці гідравлічних розрахунків каналізаційних мереж та дюкерів [4,5].

Мета гідравлічного розрахунку: визначення діаметрів та ухилів розрахункових ділянок з допустимими швидкостями та наповненнями при мінімальному заглибленні колекторів. Під час гідравлічного розрахунку також визначають: відмітки лотка труби, шелиги (верха) труби, поверхні води та глибину закладання для кожної ділянки колектору, на початку та в кінці.

Призначення діаметрів колектора круглого перетину виконується з урахуванням наступних вимог.

Наповнення та швидкості течії стічних вод на ділянках колектора при розрахункових витратах та призначеному ухлоні повинні бути не нижче мінімально допустимих, за яких забезпечується самоочищення, але і не більше максимально допустимих, за рекомендаціями табл. 6, 7 [1].

Застосування на самопливній каналізації труб діаметром менше ніж 250 мм може призводити до збільшення аварійної закупорки мереж та до необхідності їх промивання.

За потреби найменші діаметри труб самопливних мереж допускається приймати, мм:

- для вуличної мережі господарсько-побутової та виробничої каналізації – 200 мм, при цьому ухлон колектора має бути прийнятим 0,007. За дуже несприятливого рельєфу місцевості припускається приймати ухил колектора при $d = 200$ мм – 0,005.

- для дощової та загально сплавної вуличної мережі – 250 мм, внутрішньо квартальної – 200 мм.

На початкових ділянках водовідвідної мережі, при діаметрі труб 200 мм наповнення часто значно менше допустимого, внаслідок дуже малих витрат стічних вод. У цих випадках ділянки отримують назву неощадні ділянки і швидкості в них не нормуються.

Вибір діаметрів труб, ухлонів, швидкостей та наповнень слід визначати за таблицями для гідравлічних розрахунків каналізаційних мереж та дюкерів [2...4].

За гідравлічного розрахунку колекторів необхідно дотримуватися таких умов:

- для запобігання від замулювання колекторів слід дотримуватися поступового підвищення швидкості руху стічних вод вздовж колектора. У разі раптового переходу від великих ухлонів труб до менших припускається зниження швидкості, але не нижче припустимої при цьому діаметрі колектора;

- перехід до меншої швидкості здійснюється за допомогою влаштування перепадного колодязя;

- у бокових приєднаннях швидкості повинні приблизно рівнятися швидкості руху стічних вод в основному колекторі в перерізі приєднання до нього бокового колектора, або менше ніж в основному колекторі;

- приєднання труб при різних діаметрах повинно виконуватись за шельогою, або за відмітками поверхні води в цих колекторах. У разі значної різниці відміток загально сплавного колектора та прилеглих колекторів їх сполучення здійснюється за допомогою влаштування перепадного колодязя на прямолінійній ділянці приєданого колектора, якщо відмітка останнього вище відмітки загально сплавного.

Гідравлічний розрахунок головного та прилеглих колекторів побутової мережі виконують у табличній формі (табл. 6).

3.3. Послідовність гідравлічного розрахунку окремих прилеглих побутових колекторів

До розрахункової табл. 6 попередньо заносять відомі дані, до яких відносяться:

1-ша колонка – номери ділянок;

2-га колонка – довжина ділянок;

3-тя колонка – розрахункові витрати ділянки q_{cit} , л/с.

Далі визначають діаметр труби, уклон, наповнення та швидкість руху стічних вод для кожної розрахункової ділянки колектору за [2...4], визначені величини заносять до табл. 6.

4-та колонка – діаметр, мм;

5-та колонка – ухил поверхні землі.

Уклони поверхні землі на кожній ділянці колектора визначають за формулою:

$$i_3 = \frac{\nabla_1 - \nabla_2}{l}, \quad (30)$$

де ∇_1 – відмітка поверхні землі в початковій точці ділянки, м;
 ∇_2 – відмітка поверхні землі в кінцевій точці ділянки, м; l – довжина ділянки, м.

6-та колонка – уклон труби, визначають за [2...4];

7-ма колонка – наповнення труби, визначають за [2...4];

8-ма колонка – глибину стічних вод на ділянці колектора визначають за формулою:

$$h = \frac{h}{d} \cdot d \text{ м.} \quad (31)$$

9-та колона – швидкість руху стічних вод, визначають за [2...4];

10-та колонка – падіння визначають за формулою $i_{mp} \cdot L_{dil}$, м;

11-та, 12-та колонки – відмітки поверхні землі в розрахункових вузлах (точках) колектора, які визначаються за горизонталями плану населеного пункту;

19-та колонка – початкова глибина закладання колекторів побутової мережі визначають залежно від глибини закладання дворової або внутрішньо квартальної мережі за формулою:

$$H_n = h_1 + i_0 \cdot (L + l) - (z_1 - z_2) + \Delta, \text{ м,} \quad (32)$$

де h_1 – найменша глибина закладання внутрішньо квартальної мережі в найбільш віддаленому або не вигідно розташованому колодязі. i_0 – уклон внутрішньо квартальної мережі, який бажано приймати для труб діаметром 150 мм $\geq 0,008$, але для мало вираженого рельєфу місцевості приймають $i_0 = 0,007$; $(L + l)$ – довжина внутрішньо квартальної мережі від найбільш віддаленого внутрішньо квартального колодязя до початкового колодязя розрахункового колектора, м; z_1 – відмітка поверхні землі біля колодязя внутрішньо квартальної мережі, м; z_2 – відмітка поверхні землі біля початкового колодязя головного або прилеглого колекторів, м; Δ – перепад між лотками вуличної та внутрішньо квартальної мережі, м:

$$\Delta = d_2 - d_1,$$

де d_2 – діаметр головного або прилеглого колекторів у початкових їх точках, м; d_1 – діаметр внутрішньо квартальної мережі в точці приєднання до головного або прилеглого колекторів, м.

Найменша глибина закладання h_1 внутрішньо квартальної мережі в найбільш віддаленому або не вигідно розташованому колодязі:

$$h_1 = h_{пром.} - 0,3, \text{ м,}$$

де $h_{\text{пром.}}$ – глибина промерзання визначена за кліматичними умовами міста.

Визначену глибину закладання колектора перевіряємо за відношенням:

$$h_l \geq 0,7+d, \text{ м.}$$

Початкова глибина закладання головного або прилеглого колекторів залежно від рельєфу місцевості, розмірів кварталів, глибини промерзання може бути занадто малою. В цьому разі, для захищення колекторів від динамічних навантажень транспорту, глибину закладання від поверхні землі до верху колектора (до шелиги труби) слід приймати не менше ніж 1,5 м.

15-та колонка – відмітка лотка на початку ділянки визначається за формулою:

$$L_n = Z_n - H_n, \text{ м.}$$

16-та колонка – відмітка лотка в кінці ділянки визначається за формулою:

$$L_K = L_n - i_{\text{мп}} L_{\text{діл.}}, \text{ м.}$$

17-та колонка – відмітка шелиги на початку ділянки, визначається за формулою:

$$Ш_n = L_n + d_{\text{діл.}}, \text{ м.}$$

18-та колонка – відмітка шелиги в кінці ділянки, визначається за формулою:

$$Ш_K = L_K + d_{\text{діл.}}, \text{ м.}$$

13-та колонка – відмітки поверхні води на початку ділянки, визначається за формулою:

$$B_n = L_n + h, \text{ м.}$$

14-та колонка – відмітка поверхні води в кінці ділянки, визначається за формулою:

$$B_K = L_K + h, \text{ м.}$$

Перевірка:

$$B_n - B_K = i_{mp} L_{dil}, \text{ м.}$$

20-та колонка – заглиблення в кінці ділянки визначається за формулою:

$$H_K = Z_K - L_K, \text{ м.}$$

З'єднання трубопроводів на розрахункових ділянках проводять по рівню води.

Для наступних другої та інших розрахункових ділянок відмітка рівня води на початку ділянки B_n приймається такою ж як відмітка в рівня води в кінці попередньої ділянки B_K .

Відмітка лотка труби на початку розрахункової ділянки визначається за формулою:

$$L_n = B_n - h, \text{ м,}$$

де h – глибина води на наступній розрахунковій ділянці, м; B_H – відмітка поверхні води на початку наступної ділянки, її приймають рівною відмітці води в кінці попередньої ділянки, м.

Таблиця 6

Гідравлічний розрахунок окремих прилеглих колекторів побутової водовідвідної мережі

Номер ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата $Q_{\text{сб}}$, л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння $i_{\text{гр}} \times L$, м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i_z	Труби $i_{\text{тр}}$					Поверхні землі		Поверхні води		Лотка труби		Шелиги труби		На початку	В кінці
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1 -...																			
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 10 -...																			

Розрахунок інших відміток на наступних ділянках виконується аналогічно як і для першої розрахункової ділянки.

Труби різних діаметрів з'єднують по шелигах труб. У разі підвищення глибини води на наступній ділянці (труби) з'єднують по розрахунковому рівню води. При зниженні глибини води на наступній ділянці труби з'єднують по лоткам труб.

Визначаючи відмітки лотка, шелиги, поверхні води, заглиблення на ділянках прилеглого та загальносплавного колекторів рекомендується використовувати схему (рис. 5).

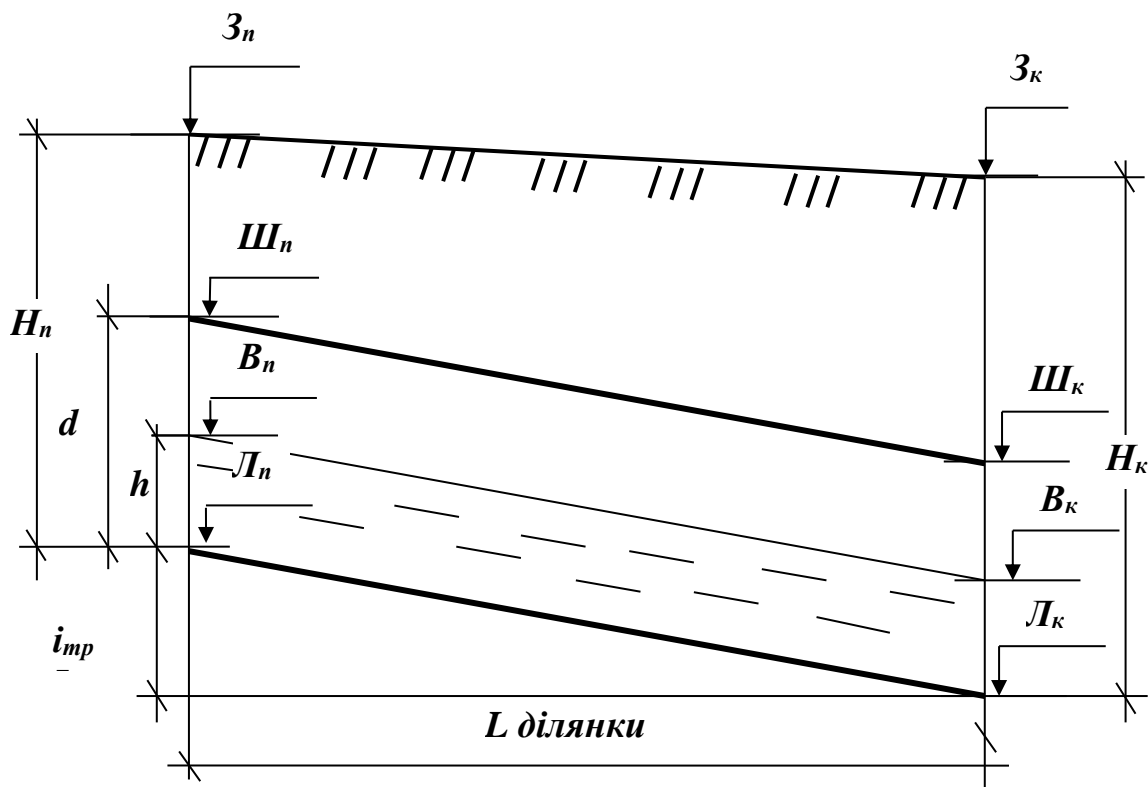


Рис. 5. Схема визначення відміток

Z_n - відмітка землі на початку ділянки, м; Z_k – відмітка землі в кінці ділянки, м;
 $Ш_n$ – відмітка шелиги труби на початку ділянки, м; $Ш_k$ – відмітка шелиги труби в кінці ділянки, м;
 B_n – відмітка поверхні води на початку ділянки, м; B_k – відмітка поверхні води в кінці ділянки, м;
 L_n – відмітка лотка труби на початку ділянки, м; L_k – відмітка лотка труби в кінці ділянки, м;
 H_n – глибина закладання лотка труби на початку ділянки, м; H_k – глибина закладання лотка труби в кінці ділянки, м

3.4. Складання поздовжніх профілів окремих колекторів побутової мережі

Поздовжні профілі головного та окремих прилеглих колекторів складають одночасно з виконанням гідравлічного розрахунку. Спочатку

викреслюють за відмітками поздовжній профіль поверхні землі, зазначаючи номери й довжини розрахункових ділянок. Потім на цей профіль наносять лінії проєктованих труб, колодязі, зазначаючи їх глибину, відмітку лотка труби та всі конструктивні й розрахункові дані. Розрахункові дані – витрату, швидкість і ступінь наповнення наносять на кожній розрахунковій ділянці. На профілі зазначають районні та головну насосні станції.

Під профілем наносять: відмітку лотка труби; проєктну відмітку землі; натурну відмітку землі; позначання труби та тип ізоляції; основу під трубами; ухил, довжину; віддалі; номери колодязів, точок, кути поворотів; геологічні розрізи (назва ґрунту, товщина шару, відмітки ґрунтових вод) (рис. 6).

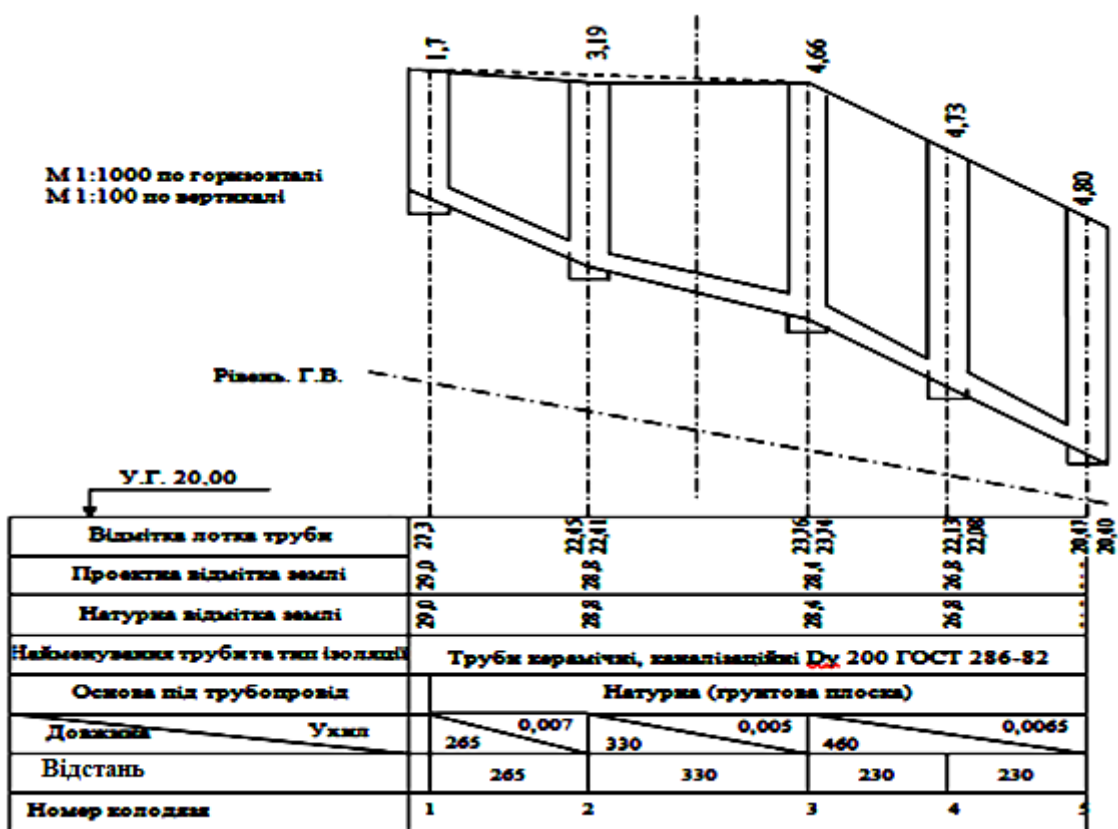


Рис. 6. Приклад побудови повздовжнього профілю

Профіль головного колектора

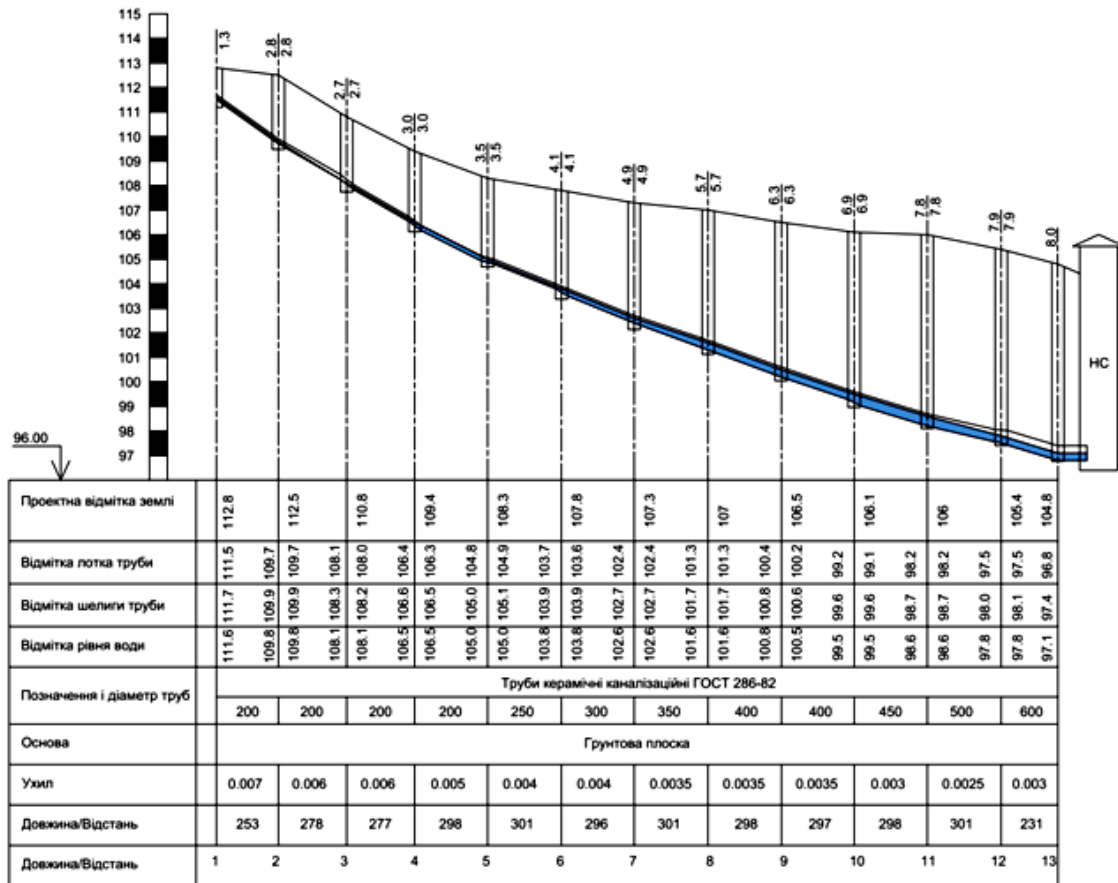


Рис. 7. Приклад побудови головного колектора

4. ПРОЄКТУВАННЯ ДОЩОВОЇ МЕРЕЖІ

Під час проєктування водостоків належить керуватися рекомендаціями:

1. Трасування водостоків виконується з урахуванням рельєфу місцевості. Водостоки бажано укласти приблизно паралельно до уклону поверхні землі, особливо коли є ґрунтові води й пливуні.

2. У процесі трасування необхідно намагатися, щоб водостоки проєктувалися за найкоротшими напрямками до найближчих водойм.

3. Бажано водостоки укласти паралельно вуличним колекторам побутової мережі, щоб запобігти перехрещень побутових колекторів з водостоками.

Розрахунок дощової мережі полягає в визначенні розрахункових витрат на ділянках та підбір діаметрів, ухилів труб та швидкості течії води

в водостоках при повному наповненні. Труби на ділянках з'єднують по шелягах труб (при повному наповненні труб).

4.1. Визначення розрахункових витрат на ділянках водостоків

Розрахункові витрати дощових вод слід визначати за методом граничних інтенсивностей за формулою:

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}} \cdot \eta m,$$

де z_{mid} – середня величина коефіцієнта, який характеризує поверхню басейна стоку, визначають відповідно з ДБН (табл. А.6). A , n – параметри, які визначають відповідно з ДБН:

$$A = q_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right),$$

де q_{20} – інтенсивність дощу л/с на 1 га, тривалістю 20 хв, знаходиться табл. А. 1 ДБН ст. 103; n – показник ступеню, за табл. А.1ДБН; m_r – середня кількість дощів за рік, табл. А. 1 ДБН; P – період однократного перевищення розрахункової інтенсивності дощу (табл. А.2 ДБН) (рис. 9); γ – показник ступеня, табл. А. 1 ДБН; F – розрахункова площа стоку, га; t_r – розрахункова тривалість руху дощових вод по поверхні та трубах до розрахункового перерізу водостоку (хвилин), визначається відповідно до ДБН за формулою:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p.$$

Таблиця А.6 – Коефіцієнт покриття z для водопроникних поверхонь

Поверхня	Коефіцієнт z для водопроникних поверхонь
Брущата бруківка та чорні щебеневі покриття доріг	0,224
Бруківки	0,145
Щебеневі покриття, не оброблені в'язкими речовинами	0,125
Гравійні садово-паркові доріжки	0,09
Ґрунтові поверхні (сплановані)	0,064
Газони	0,038

Рис. 8. Визначення коефіцієнта покриття згідно з ДБН [3]

Таблиця А.2 – Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу P для населених пунктів

Умови розташування колекторів		Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу P , років, для населених пунктів при значеннях q_{20}		
На проїздах місцевого значення	На магістральних вулицях	понад 60 до 80	понад 80 до 120	понад 120
Сприятливі й середні	Сприятливі	0,33-1	0,5-1	1-2
Несприятливі	Середні	1-1,5	1-2	2-3
Особливо несприятливі	Несприятливі	2-3	3-5	5-10
–	Особливо несприятливі	3-5	5-10	10-20
<p>Примітка 1. Сприятливі умови розташування колекторів: – басейн площею не більше ніж 150 га має плоский рельєф при середньому уклоні поверхні 0,005 і менше; – колектор проходить по вододілу або у верхній частині схилу на відстані від вододілу не більше ніж 400 м.</p> <p>Примітка 2. Середні умови розташування колекторів: – басейн площею понад 150 га має плоский рельєф з уклоном 0,005 і менше; – колектор проходить у нижній частині схилу по тальвегу з уклоном схилів 0,02 і менше, при цьому площа басейну не перевищує 150 га.</p> <p>Примітка 3. Несприятливі умови розташування колекторів: – колектор проходить у нижній частині схилу, площа басейну перевищує 150 га; – колектор проходить по тальвегу із крутими схилами при середньому уклоні схилів понад 0,02.</p> <p>Примітка 4. Особливо несприятливі умови розташування колекторів: колектор відводить воду із замкнутого зниженого місця (котловини).</p>				

Рис. 9. Період одноразового перевищення розрахункової інтенсивності дощу, згідно з ДБН [1]

Для розрахунків можна умовно прийняти, що $(t_{\text{con}} + t_{\text{can}}) = 11$ хв (час поверхневої концентрації $t_{\text{con}} = 10$ хв, а час пробігання по вуличному лотку $t_{\text{can}} = 1$ хв):

$$t_p = 0,017 \cdot l_p / v_n,$$

де l_p – довжина розрахункових ділянок колектора; v_n – швидкість руху води на цих ділянках.

η – коефіцієнт, що враховує нерівномірність випадання дощу на площі стоку, визначається згідно з А.4;

m – коефіцієнт, що враховує тривалість дощу, приймається при тривалості дощу більше 10 хв таким, що дорівнює одиниці, при тривалості від 2 хв до 10 хв визначається за формулою

$$m = 0.457t_r^{0.34}.$$

Таблиця А.5 – Коефіцієнт η для врахування нерівномірності випадання дощу по площі

Площа стоку F , га	< 500	500	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Значення коефіцієнта η	1,00	0,95	0,90	0,85	0,8	0,7	0,6	0,55

Рис. 10. Встановлення коефіцієнтів η і m згідно з ДБН [1]

Крім того, знаходячи розрахункові витрати дощових вод, слід враховувати заповнення вільної місткості дощової мережі в момент виникнення напірного режиму. Ця обставина потребує введення коефіцієнта β , що знаходиться згідно з ДБН (рис. 11).

А.9 Значення коефіцієнта β слід визначати згідно з таблицею А.8.

Таблиця А.8 – Коефіцієнт β

Показник ступеня n	$\leq 0,4$	0,5	0,6	$\geq 0,7$
Значення коефіцієнта β	0,80	0,75	0,70	0,65
<p>Примітка 1. При укланах місцевості 0,01-0,03 подані у таблиці значення коефіцієнта β можна збільшувати на 10-15 %, а при укланах місцевості понад 0,03 приймати за одиницю.</p> <p>Примітка 2. Якщо загальне число ділянок на дощовому колекторі або на припливах менше ніж 10, то значення β при всіх укланах можна зменшувати на 10 % при числі ділянок від 4 до 10 і на 15 % при числі ділянок менше ніж 4.</p>				

Рис. 11. Знаходження коефіцієнта β

Отже, формула для знаходження розрахункових витрат буде мати вигляд:

$$q_{cal} = \beta \cdot q_r.$$

Розрахунок виконують у такій послідовності:

1. Задають попередню швидкість течії на розрахунковій ділянці V_n і визначають t_p цієї ділянки.
2. Визначають t_r .
3. Визначають Z_{mid} , A , β .
4. Визначають q_r і q_{cal} .
5. За таблицями гідравлічного розрахунку розрахункових мереж визначають діаметр, ухил, швидкість V_{mp} при повному заповненні ($h/d=1$).

6. Визначення діаметра водостоку на розрахунковій ділянці завершено, якщо попередня швидкість V_n і $V_{\text{таб}}$ швидкість таблична співпадають, або відрізняються більше ніж на 5-10 %. Якщо ця вимога не виконується – розрахунок повторюють при нових значеннях попередньої швидкості V_n .

7. Спряження труб на ділянках виконують по шелигах і подальше визначення відміток виконують аналогічно визначенню їх при розрахунку побутові мережі. При зменшенні діаметру труб на наступній ділянці спряження труб виконують по лотках.

8. Початкове заглиблення водостоку визначають за формулою:

$$H = 1,0 + d, \text{ м.}$$

9. Побудова поздовжніх профілів головного і прилеглого колекторів дощової мережі виконують за результатами гідравлічного розрахунку аналогічно побутовим колекторам.

Інші величини розраховуються аналогічно, як і для господарсько-побутової мережі.

Швидкість на ділянках мережі може зменшуватись і збільшуватись, головне щоб вода була самоочищувальною для даного діаметра труб.

Початкове заглиблення трубопровода приймається: $d(\text{м}) + 1 \text{ м.}$

Усі розрахунки виконують в табл. 7.

Гідравлічний розрахунок колекторів дощової мережі

Номер ділянок	Довжина l, м	Площа стоку F, Га	Vп, м/с	t(p)	t(r)	m	Z mid	β	η	q (cal)	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння і _{гр} 'l, м	Відмітки, м						Глибина закладання лотка труби в м			
											Землі і _з	Труби і _{тр}					Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби					
																	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		На початку	В кінці	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1-2														1												
2-3																										
3-4																										
4-5																										
5-6																										
6-7																										
7-8																										
8-9																										
9-10																										
Прилеглий колектор																										
11-12																										
12-13																										
13-14																										
14-15																										
15-16																										
16-8																										

Приклад гідравлічного розрахунку водостоків

№ ділянки	Довжина l, м	Площа стоку F, га	Vn, м/с	t _p	t _r	z _{mid}	β	η	Q _{cal}	Ухил		Діаметр d, мм	h/d	Висота h, м	Швидкість V _{табл} , м/с	Падіння і _р * l, м	Відмітки, м									
										Землі і _з	Труби і _р						Поверхні землі		Лотка труби		Шелиги труби		Глибина закладання лотка труби в м			
																	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	27		
Головний колектор дощової мережі																										
1-2	244	9,66	1,6	2,6	13,6	0,1425	0,65	1	407,81	0,005	0,005	600	1	0,6	1,640	1,3	113,7	112,4	112,1	110,8	112,7	111,4	1,6	1,6		
2-3	278	17,18	2	2,4	16,0	0,1425	0,65	1	674,90	0,006	0,006	800	1	0,8	2,067	1,7	112,4	110,7	110,6	108,9	111,4	109,7	1,8	1,8		
3-4	277	26,78	2	2,4	18,3	0,1425	0,65	1	989,03	0,005	0,005	900	1	0,9	2,113	1,4	110,7	109,3	108,8	107,4	109,7	108,3	1,9	1,9		
4-5	386	38,85	2	3,3	21,6	0,1425	0,65	1	1332,39	0,004	0,004	1100	1	1,1	2,103	1,5	109,3	107,8	107,2	105,7	108,3	106,8	2,1	2,1		
5-6	304	38,85	2	2,6	24,2	0,1425	0,65	1	1266,60	0,003	0,003	1100	1	1,1	1,855	1	107,8	106,8	105,7	104,7	106,8	105,8	2,1	2,1		
6-7	302	86,43	2	2,6	26,7	0,1425	0,65	1	2693,39	0,002	0,002	2000	1	2,0	1,938	0,7	106,8	106,1	103,8	103,1	105,8	105,1	3,0	3,0		
7-8	129	129,31	3,5	0,6	27,4	0,1425	0,65	1	3988,05	0,008	0,008	2000	1	2,0	3,582	1	106,1	105,1	103,1	102,1	105,1	104,1	3,0	3,0		
Окремий прилеглий колектор дощової мережі																										
1'-2'	244	9,60	1,6	2,6	13,6	0,1425	0,65	1	404,92	0,005	0,005	600	1	0,6	1,64	1,3	112,6	111,3	111,0	109,7	111,6	110,3	1,6	1,6		
2'-3'	278	19,29	2	2,4	16,0	0,1425	0,65	1	757,52	0,005	0,005	800	1	0,8	1,96	1,3	111,3	110	109,5	108,2	110,3	109,0	1,8	1,8		
3'-4'	277	28,96	1,9	2,5	18,4	0,1425	0,65	1	1066,30	0,004	0,004	900	1	0,9	1,927	1,1	110	108,9	108,1	107,0	109,0	107,9	1,9	1,9		
4'-7'	504	38,19	2,4	3,6	22,0	0,1425	0,65	1	1298,73	0,006	0,006	1000	1	1,0	2,423	2,8	108,9	106,1	106,9	104,1	107,9	105,1	2,0	2,0		

Побудова поздовжніх профілів головного і прилеглого колекторів дощової мережі виконують за результатами гідравлічного розрахунку аналогічно побутовим колекторам.

5. ПРИКЛАД ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Проектування і розрахунок побутової мережі повної роздільної системи водовідведення

Початкові дані для проектування:

1. Кліматичні та ґрунтові показники місто Одеса;
2. Щільність населення $n = 350$ чол./га;
3. Норма водовідведення $q = 300$ л/доб 1 чол;
4. Глибина залягання ґрунтових вод – 6 м;
5. Коефіцієнт, який враховує забудову кварталів житловими та громадськими будівлями $\beta = 0,9$.

Визначення розрахункових витрат

Визначення розрахункової кількості населення

Для визначення розрахункових витрат стічних вод від населення, попередньо визначимо розрахункову кількість населення розрахункового району міста Одеса за генпланом. Площа житлових кварталів за генпланом № 8 становить 386,04 га.

Розрахункова кількість населення

$$N = \sum F_i \cdot n \cdot \beta = 190 \cdot 320 \cdot 0,82 = 51072, \text{ чол.},$$

де $n = 320$ чол./га щільність населення житлових кварталів;
 $\beta = 0,82$ – коефіцієнт, враховуючий наявність громадських будівель.

Витрати побутових стічних вод від населення міста

Середня добова витрата побутових стічних вод, м³/доб.:

$$Q_d^w = \frac{q \cdot N}{1000} = (260 \cdot 51072) / 1000 = 13278,72, \text{ м}^3/\text{доб},$$

де $q = 360$ л/чол./доб, норма водовідведення.

Середня година витрата побутових стічних (м³/ч) визначається за формулою:

$$q_{mid h}^w = \frac{Q_d^w}{24} = 13278,72 / 24 = 553,28, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Середня секундна витрата побутових стічних, л/с, визначається за формулою:

$$q_{mid\ s}^w = \frac{q_{mid\ h}^w \cdot 1000}{3600} = \frac{q_{mid\ h}^w}{3,6} = 553,28/3,6 = 153,69, \text{ л/с.}$$

Максимальна година витрата побутових стічних вод, м³/ч, від населення міста:

$$q_{max\ h}^w = K_{gen\ max} \cdot q_{mid\ h}^w = 1,59 \cdot 553,28 = 879,72, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна секундна витрата побутових стічних вод л/с.

$$q_{max\ s}^w = K_{gen\ max} \cdot q_{mid\ s}^w = 1,59 \cdot 153,69 = 244,37, \text{ л/с.}$$

Залежно від середньо секундних витрати $q_{mid\ s}^w$ визначаємо значення загального коефіцієнта нерівномірності притоку побутових стічних вод – $K_{gen\ max}$, за дод.

$$K_{gen\ max} = 1,59;$$

$$K_{gen\ min} = 0,6.$$

Отримані дані розрахункових витрат побутових стічних вод від населення міста заносимо до табл. 9.

Таблиця 9

Розрахунок витрат стічних вод від населення міста

№ району	Кількість населення, чол.	Норма водовідведення q , л/доб на 1 чол.	Добова витрата Q_d^w , м ³ /доб	Загальний коефіцієнт нерівномірності $K_{gen\ max}$	Годинні витрати, м ³ /год		Секундні витрати, л/с	
					Серед. $q_{mid\ h}^w$	Макс. $q_{max\ h}^w$	Серед. $q_{mid\ s}^w$	Макс. $q_{max\ s}^w$
1	2	3	5	6	7	8	9	10
1	51072	260,0	13278,72	1,59	553,28	879,72	153,69	244,37
Усього	51072	260,0	13278,72	1,59	553,28	879,72	153,69	244,37

Витрати стічних вод від промислових підприємств

Дані про промислові підприємства

	№ 1 Маслозавод	№ 2 Завод штучного волокна
Кількість змін	2	3
Кількість продукції:		
За добу	90 т.	5000 м ²
За зміну	50 т.	2000 м ²
Водовідведення на одиницю продукції q_{num} .	6,0	0,3
К	1,4	1,4
Кількість робітників:		
За добу	170 чол.	300 чол.
За максимальну зміну	100 чол.	120 чол.
Відсоток тих, що працюють в гарячих цехах	20 %	25 %

Виробничі витрати води на добу

№ 1	№ 2
$Q_d^p = M \cdot q_{num}$	
$Q_d^p = 90 \cdot 6 = 270 \text{ м}^3/\text{доб.}$	$Q_d^p = 5000 \cdot 0,3 = 1500 \text{ м}^3/\text{доб.}$

Виробничі витрати води за максимальну зміну

№ 1	№ 2
$Q_{зм}^p = \frac{Q_d^p}{n}$	
$Q_{зм}^p = \frac{270}{2} = 135 \text{ м}^3/\text{зміну}$	$Q_{зм}^p = \frac{1500}{3} = 500 \text{ м}^3/\text{змін}$
$q_{mid h}^p = \frac{Q_{зм}^p}{T}$	
$q_{mid h}^p = \frac{270}{16} = 16,88 \text{ м}^3/\text{ГОД}$	$q_{mid h}^p = \frac{1500}{24} = 62,5 \text{ м}^3/\text{ГОД}$

**Виробничі витрати води за годину з урахуванням коефіцієнта
нерівномірності водовідведення**

№ 1	№ 2
$q_{\max h}^P = K \cdot q_{\text{mid } h}^P$	
$q_{\max h}^P = 1,4 \cdot 16,88 = 23,63, \text{ м}^3/\text{ГОД}$	$q_{\max h}^P = 1,4 \cdot 62,5 = 84,5, \text{ м}^3/\text{ГОД}$

Середні виробничі витрати води літрів на секунду

№ 1	№ 2
$q_{\text{mid } s}^P = \frac{q_{\text{mid } h}^P}{3,6}$	
$q_{\text{mid } s}^P = \frac{16,88}{3,6} = 4,69, \text{ л/с}$	$q_{\text{mid } s}^P = \frac{62,5}{3,6} = 17,36, \text{ л/с}$

Максимальні виробничі витрати води літрів на секунду.

№ 1	№ 2
$q_{\max s}^P = \frac{q_{\max h}^P}{3,6}$	
$q_{\max s}^P = \frac{26,63}{3,6} = 6,56 \text{ л/с.}$	$q_{\max s}^P = \frac{87,5}{3,6} = 24,31 \text{ л/с.}$

Розрахункові витрати побутових стічних вод промислових підприємств визначають, з огляду на норми водовідведення побутових стічних вод.

Добові та розрахункові витрати побутових стічних вод

№ 1	№ 2
$Q_d = \frac{45N_{\Gamma}^I + 25N_X^I}{1000}$	
$Q_d = \frac{45 \cdot 34 + 25 \cdot 136}{1000} = 4,93 \text{ м}^3/\text{добу},$	$Q_d = \frac{45 \cdot 75 + 25 \cdot 125}{1000} = 9,0 \text{ м}^3/\text{добу},$
$N_{\Gamma}^I = N_{\text{доб.}} \cdot \frac{\nabla_{\Gamma}}{100\%}$	
$N_{\Gamma}^I = 170 \cdot \frac{20}{100} = 34 \text{ чол.},$	$N_{\Gamma}^I = 300 \cdot \frac{25}{100} = 75 \text{ чол.}$
$N_X^I = N_{\text{доб.}} - N_{\Gamma}^I$	
$N_X^I = 170 - 34 = 136 \text{ чол.},$	$N_X^I = 300 - 75 = 225 \text{ чол.}$

**Розрахункові витрати визначають по максимальній зміні з
максимальним числом робітників**

№ 1	№ 2
$Q_{змін} = \frac{45N_{Г} + 25N_{X}}{1000}$	
$Q_{змін} = \frac{45 \cdot 20 + 25 \cdot 80}{1000} = 2,9, \text{ М}^3/\text{зміну},$	$Q_{змін} = \frac{45 \cdot 30 + 25 \cdot 90}{1000} = 3,6, \text{ М}^3/\text{зміну},$
$N_{Г}^I = N_{дооб.} \frac{\nabla_{Г}}{100\%}$	
$N_{Г}^I = 100 \frac{20}{100} = 20, \text{ ЧОЛ.}$	$N_{Г}^I = 120 \frac{25}{100} = 30, \text{ ЧОЛ.}$
$N_{X}^I = N_{дооб} - N_{Г}^I$	
$N_{X}^I = 100 - 20 = 80, \text{ ЧОЛ.},$	$N_{X}^I = 120 - 30 = 90, \text{ ЧОЛ.},$
$q_{mid h} = \frac{Q_{змін}}{T} = \frac{2,9}{8} = 0,36, \text{ М}^3/\text{ГОД},$	$q_{mid h} = \frac{Q_{змін}}{T} = \frac{3,6}{8} = 0,45, \text{ М}^3/\text{ГОД},$
$q_{max h} = \frac{1}{T} \frac{45 N_{Г} 2,5 + 25 N_{X} 3}{1000}$	
$q_{max h} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 20 \cdot 2,5 + 25 \cdot 80 \cdot 3}{1000} \right) = 1,03, \text{ М}^3/\text{ГОД},$	$q_{max h} = \frac{1}{8} \left(\frac{45 \cdot 30 \cdot 2,5 + 25 \cdot 90 \cdot 3}{1000} \right) = 1,27, \text{ М}^3/\text{ГОД},$
$q_{mid s} = \frac{q_{mid h}}{3,6} = \frac{0,36}{3,6} = 0,1, \text{ л/с},$	$q_{mid s} = \frac{q_{mid h}}{3,6} = \frac{0,45}{3,6} = 0,13, \text{ л/с},$
$q_{max s} = \frac{q_{max h}}{3,6} = \frac{1,03}{3,6} = 0,29, \text{ л/с}$	$q_{max s} = \frac{q_{max h}}{3,6} = \frac{1,27}{3,6} = 0,35, \text{ л/с}$

Розрахункові витрати душових стічних вод визначають за нормами витрат води на одну душову сітку. Часову витрату на одну душову сітку приймаємо рівною 500 л, тривалість користування душем 45 хв після закінчення зміни.

Кількість душових сіток приймаємо залежно від кількості тих, хто працює у максимальну зміну та кількості чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою.

№ 1	№ 2
$n_c = \frac{N}{n_0} = \frac{100}{10} = 10 \text{ шт.},$	$n_c = \frac{N}{n_0} = \frac{120}{10} = 12 \text{ шт.}$

Звідки n_0 – кількість чоловік, які обслуговуються однією душовою сіткою, приймаємо 10 чоловік.

№ 1	№ 2
$q_{mid h} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60}$	
$q_{mid h} = \frac{500 \cdot 10 \cdot 45}{60} = 3,75 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$	$q_{mid h} = \frac{500 \cdot 12 \cdot 45}{60} = 4,5 \text{ м}^3/\text{ГОД.}$
$q_{mid s} = \frac{500 \cdot n_c \cdot 45}{60 \cdot 2700} = \frac{500 \cdot n_c}{3600}$	
$q_{mid s} = \frac{500 \cdot 10}{3600} = 1,39, \text{ л/с.}$	$q_{mid s} = \frac{500 \cdot 12}{3600} = 1,67, \text{ л/с.}$

Результати розрахунків витрат стічних вод від промислових підприємств заносимо до табл. 10. Сумарні витрати стічних вод від населення міста та промислових підприємств заносимо до табл. 11.

Розрахунок сумарних витрат стічних вод промислових підприємств

Найменування підприємства	Витрати стічних вод																	
	Технологічних						Побутових і душових						Сумарні					
	Добові в м ³	У максимальну зміну в м ³	Годинні м ³		Секундні в літрах		Добові в м ³	У максимальну зміну в м ³	Годинні, м ³		Секундні в літрах		Добові в м ³	У максимальну зміну в м ³	Годинні, м ³		Секундні, л	
			Середні	максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
Маслозавод	270	135	16,88	23,63	4,69	6,56	14,93	7,9	5,36	6,03	1,49	1,68	284,93	142,9	22,24	29,66	6,18	8,24
Завод штучного волокна	1500	500	62,5	87,5	17,36	24,31	27	9,6	6,45	7,27	1,8	2,02	1527	509,6	68,95	94,77	19,16	26,33
Разом:	1770	635	79,38	111,13	22,05	30,87	41,93	17,5	11,81	13,3	3,29	3,7	1811,93	652,5	91,19	124,43	25,34	34,57

Розрахунок кількості стічних вод міста

№ пор.	Найменування видів водовідведення	Добова витрата, м ³	Витрати			
			Годинні, м ³		Секундний, л	
			Середні	Максимальні	Середні	Максимальні
1	Від населення міста	13278,72	553,28	879,72	153,69	244,37
2	Маслозавод	284,93	142,9	22,24	29,66	6,18
	Завод штучного волокна	1527	509,6	68,95	94,77	19,16
	Разом	15090,65	644,47	1004,15	179,03	278,94

Визначення розрахункових витрат побутових стічних вод на ділянках роздільної мережі водовідведення

Для кожного району населеного пункту визначаємо модуль стоку:

$$q_0 = \frac{n \cdot q}{86400} \cdot \beta = \frac{350 \cdot 300}{86400} \cdot 0.9 = 1,094, \text{ л/(с га)}.$$

Середні секундні витрати від жилого кварталу визначаємо в табл. 1 .

Сума колонки 3 табл. 4 дасть ΣF – сумарну площу жилих кварталів міста, а сума колонки 5 – середню секундну витрату міста.

Таблиця 12

Розрахунок площ кварталів міста та середніх секундних витрат побутових стічних вод

№ району	№ кварталу	Площа кварталів f= А x Б, га	Модуль стоку q ₀ , л/(сга)	Середня секундна витрата від кварталу q _{mits} = f × q ₀ , л/с	Примітка
1	2	3	4	5	6
1	1	(200x250)=5,00	0,809	4,05	
	2	5,00	0,809	4,05	
	3	5,00	0,809	4,05	
	4	5,00	0,809	4,05	
	5	5,00	0,809	4,05	
	6	5,00	0,809	4,05	
	7	5,00	0,809	4,05	
	8	5,00	0,809	4,05	
	9	5,00	0,809	4,05	
	10	5,00	0,809	4,05	
	11	5,00	0,809	4,05	
	12	5,00	0,809	4,05	
	13	5,00	0,809	4,05	
	14	5,00	0,809	4,05	
	15	5,00	0,809	4,05	
	16	5,00	0,809	4,05	
	17	5,00	0,809	4,05	

1	2	3	4	5	6
1	18	5,00	0,809	4,05	
	19	5,00	0,809	4,05	
	20	5,00	0,809	4,05	
	21	5,00	0,809	4,05	
	22	5,00	0,809	4,05	
	23	5,00	0,809	4,05	
	24	5,00	0,809	4,05	
	25	5,00	0,809	4,05	
	26	5,00	0,809	4,05	
	27	5,00	0,809	4,05	
	28	5,00	0,809	4,05	
	29	5,00	0,809	4,05	
	30	5,00	0,809	4,05	
	31	5,00	0,809	4,05	
	32	5,00	0,809	4,05	
	33	5,00	0,809	4,05	
	34	5,00	0,809	4,05	
	35	5,00	0,809	4,05	
	36	5,00	0,809	4,05	
	37	5,00	0,809	4,05	
38	5,00	0,809	4,05		
		$\Sigma f = 190$ га	$\Sigma q_{mids} = 153,9$ л/с		

Площа кварталів – $\Sigma F = 190$ га;

Середня секундна витрата з кварталів міста – $\Sigma q_{mids} = 153,9$ л/с

Для контролю порівняємо значення q_{mids}^w , розраховане за формулою з значенням цієї витрати за табл. 1 (підсумковий рядок 6).

$$q_{mid s}^w = 153,69 > q_{mid s} = 153,9 \text{ л/с.}$$

Розрахункові витрати стічних вод від населення міста заносимо до табл. 10.

Визначення витрат стічних вод для розрахункових ділянок побутової мережі

За генпланом міста відповідно до нумерації житлових кварталів та трасування побутової водовідвідної мережі міста, визначаємо прилеглі колектори та загально сплавний колектор підлеглі розрахунку. Колектори побутової мережі поділяємо на розрахункові ділянки, та визначаємо довжину ділянок від одного бокового приєднання до другого по осях вулиць, які заносимо до табл. 14.

Розрахунки з визначення витрат розрахункових ділянок водовідвідної мережі зводимо до табл. 13.

Таблиця 13

Визначення розрахункових витрат для ділянок окремих прилеглих колекторів побутової мережі

№ ділянки	Середньо-секундні витрати, л/с				$K_{gen,max}$	Максимальна витрата, $q_{max s}$, л/с	Зосереджена, $q_{max s}$, л/с	Розрахункова, q_{cit} , л/с
	Прилегла, $q_{пг}$	Бокова, $q_{б}$	Транзитна, $q_{тр}$	Сумарна, $q_{mid s}$, л/с				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Головний колектор побутової мережі 1-14нс								
1-2	4.05	---	---	4.05	2.6	10.53	---	10.53
2-3	---	---	4.05	4.05	2.6	10.53	---	10.53
3-4	---	4.05	4.05	8.1	2.2	17.82	---	17.82
4-5	---	4.05	8.1	12.15	2.05	24.91	---	24.91
5-6	---	4.05	12.15	16.2	1.95	31.59	---	31.59
6-7	---	4.05	16.2	20.25	1.9	38.48	---	38.48
7-8	---	---	20.25	20.25	1.9	38.48	---	38.48
8-9	---	24.3	20.25	44.55	1.75	77.96	---	77.96
9-10	---	24.3	44.55	68.85	1.68	115.67	---	115.67
10-11	---	24.3	68.85	93.15	1.62	150.9	---	150.9
11-12	---	24.3	93.15	117.45	1.598	187.69	---	187.69
12-13	---	16.2	117.45	133.65	1.594	213.04	34.57	247.61
13-14нс	---	20.25	133.65	153.9	1.589	244.55	34.57	279.12
Прилеглий колектор побутової мережі 15-8								
15-16	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
16-17	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
17-18	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
18-19	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91
19-20	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
20-21	-	4,05	16,2	20,25	1,9	38,48		38,48
21-8	-	4,05	20,25	24,30	1,87	45,44		45,44
Прилеглі колектори побутової мережі 22-9								
22-23	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
23-24	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
24-25	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
25-26	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26-27	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
27-28	-	4,05	16,2	20,25	1,9	38,48		38,48
28-9	-	4,05	20,25	24,30	1,87	45,44		45,44
Прилеглі колектори побутової мережі 29-10								
29-30	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
30-31	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
31-32	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
32-33	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91
33-34	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
34-35	-	4,05	16,2	20,25	1,9	38,48		38,48
35-10	-	4,05	20,25	24,30	1,87	45,44		45,44
Прилеглі колектори побутової мережі 36-11								
36-37	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
37-38	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
38-39	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
39-40	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91
40-41	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
41-42	-	4,05	16,2	20,25	1,9	38,48		38,48
42-11	-	4,05	20,25	24,30	1,87	45,44		45,44
Прилеглі колектори побутової мережі 43-12								
43-44	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
44-45	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
45-46	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
46-47	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91
47-48	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
48-49	-	-	16,2	16,2	1,95	31,59	8,24	39,83
49-12	-	-	16,2	16,2	1,95	31,59	34,57	66,16
Прилеглі колектори побутової мережі 50-13								
50-51	4,05	-	-	4,05	2,6	10,53		10,53
51-52	-	-	4,05	4,05	2,6	10,53		10,53
52-53	-	4,05	4,05	8,1	2,2	17,82		17,82
53-54	-	4,05	8,1	12,15	2,05	24,91		24,91
54-55	-	4,05	12,15	16,2	1,95	31,59		31,59
55-13	-	4,05	16,2	20,25	1,9	38,48		38,48

Гідравлічний розрахунок ділянок окремих колекторів побутової мережі

За визначеними витратами на розрахункових ділянках визначаємо діаметр, уклон, швидкість, наповнення. Гідравлічний розрахунок зводимо до табл. 14.

Початкову глибину закладання колекторів побутової мережі визначаємо залежно від глибини закладання дворової або внутрішньо кварталної мережі:

$$H_H = 0,9 + 0,008 \cdot 200 - (39,5 - 38,0) + 0,05 = 2,6 \text{ м,}$$

де $h_1 = 0,2 + 0,7 = 0,9$ м., глибина закладання внутрішньо квартальної мережі; $(L + l) = 150 + 50 = 200$ м, – довжина внутрішньо квартальної мережі до початкового колодязя розрахункового колектора, м; $z_1 = 39,0$ – відмітка поверхні землі біля колодязя внутрішньо квартальної мережі, м; $z_2 = 38,0$ – відмітка поверхні землі біля початкового колодязя, м; Δ – перепад між лотками вуличної та внутрішньо квартальної мережі, м:

$$\Delta = d_2 - d_1 = 0,25 - 0,20 = 0,05 \text{ м,}$$

де $d_2 \approx 0,25$ – діаметр прилеглого колектора, м; $d_1 \approx 0,20$ м – діаметр внутрішньо квартальної мережі в точці приєднання.

Початкова глибина закладання колектора 1,63 м, більше за 1,5 м, що достатньо для захищення колекторів від динамічних навантажень транспорту.

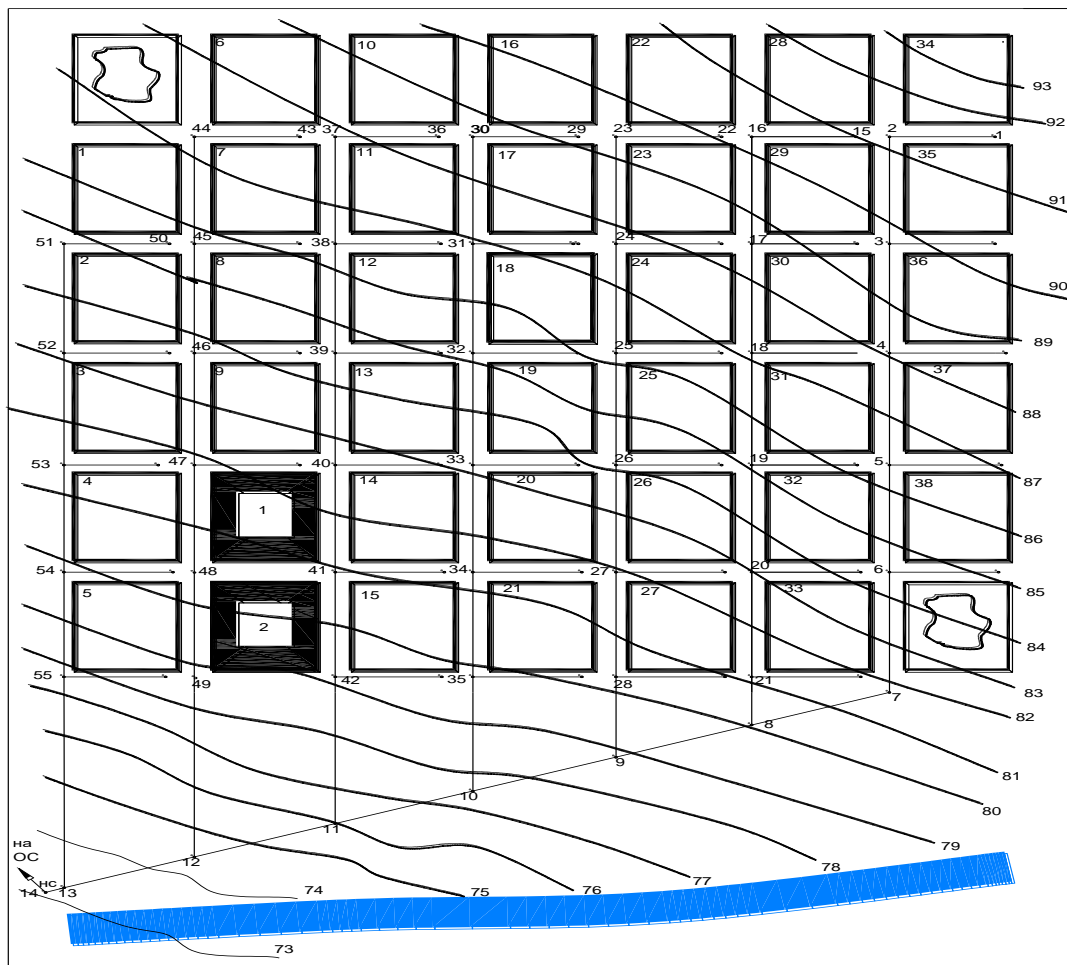


Рис. 12. Приклад трасування побутової мережі

Таблиця 14

Гідралічний розрахунок окремих прилеглих колекторів побутової водовідвідної мережі

№ ділянок	Довжина L, м	Розрахункова витрата Q _{сб} , л/с	Діаметр d, мм	Ухил		Наповнення h/d	Висота h, м	Швидкість V, м/с	Падіння i _{тр} , м	Відмітки, м								Глибина закладання лотка труби в м	
				Землі i _з	Труби i _{тр}					Поверхні землі		Лотка труби		Поверхні води		Шелиги труби			
										На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці	На початку	В кінці
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Головний колектор побутової мережі 1-14																			
1-2	200	10,53	200	0,0025	0,0051	0,45	0,09	0,7	1,02	91,75	91,25	90,05	89,03	90,14	89,12	90,25	89,23	1,7	2,22
2-3	310	10,53	200	0,0033	0,0051	0,45	0,09	0,7	1,58	91,25	89,75	89,03	87,45	89,12	87,54	89,23	87,65	2,22	2,3
3-4	320	17,82	250	0,0052	0,0052	0,47	0,12	0,83	1,66	89,75	88,10	87,42	85,76	87,54	85,88	87,67	86,01	2,33	2,34
4-5	310	24,91	250	0,0055	0,0055	0,55	0,14	0,9	1,71	88,10	86,41	85,71	84,00	85,88	84,14	85,96	84,25	2,39	2,41
5-6	320	31,59	300	0,0062	0,0062	0,6	0,18	1,04	1,98	86,41	84,43	83,96	81,98	84,14	82,16	84,26	82,28	2,45	2,45
6-7	340	38,48	300	0,0077	0,0077	0,5	0,15	1,15	2,62	84,43	81,83	81,98	79,36	82,13	79,51	82,28	79,66	2,45	2,47
7-8	300	38,48	300	0,0058	0,0078	0,55	0,17	1,15	2,34	81,83	80,10	79,34	77,00	79,51	77,17	79,64	77,30	2,49	3,1
8-9	280	77,96	350	0,0045	0,0048	0,68	0,24	1,15	1,34	80,10	78,85	76,93	75,59	77,17	74,83	77,28	75,94	3,17	3,26
9-10	280	115,67	500	0,0043	0,0043	0,6	0,3	1,22	1,2	78,85	77,64	75,53	74,33	75,83	74,63	76,03	74,83	3,32	3,32
10-11	280	150,9	500	0,0055	0,0055	0,52	0,26	1,4	1,54	77,64	76,10	74,33	72,79	74,59	73,05	74,83	73,29	3,32	3,32
11-12	280	187,69	500	0,0055	0,0055	0,6	0,3	1,46	1,54	76,1	74,57	72,75	71,21	73,05	71,51	73,25	71,71	3,35	3,36
12-13	300	247,61	600	0,0069	0,0069	0,67	0,4	1,46	2,07	74,57	73,21	71,11	69,04	71,51	69,44	71,71	69,64	3,46	4,17
13-14нс	40	279,12	600	0,0043	0,0043	0,68	0,41	1,46	0,17	73,21	73,11	69,03	68,86	69,44	69,27	69,63	69,46	4,18	4,25
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 15-8																			
15-16	200	10,53	200	0,0035	0,0050	0,45	0,09	0,7	1,0	91,00	90,3	89,3	88,3	89,39	88,39	89,5	88,5	1,70	2,00
16-17	310	10,53	200	0,0055	0,0056	0,44	0,09	0,73	1,74	90,3	88,6	88,3	86,56	88,39	86,65	88,5	86,76	2,00	2,04
17-18	320	17,82	250	0,0044	0,0045	0,52	0,13	0,8	1,44	88,6	87,2	86,52	85,08	86,65	85,21	86,77	85,33	2,08	2,12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 15-8																			
15-16	200	10,53	200	0,0035	0.0050	0.45	0.09	0.7	1,0	91,00	90,3	89,3	88,3	89,39	88,39	89,5	88,5	1,70	2,00
16-17	310	10,53	200	0,0055	0.0056	0.44	0.09	0.73	1,74	90,3	88,6	88,3	86,56	88,39	86,65	88,5	86,76	2,00	2,04
17-18	320	17,82	250	0,0044	0.0045	0.52	0.13	0.8	1,44	88,6	87,2	86,52	85,08	86,65	85,21	86,77	85,33	2,08	2,12
18-19	310	24,91	250	0,0068	0.0069	0.52	0.13	1,0	2,14	87,2	85,1	85,08	82,94	85,21	83,07	85,33	83,19	2,12	2,16
19-20	320	31,59	250	0,0066	0.0066	0.57	0.14	1.02	2,11	85,1	83,0	82,93	80,82	83,07	80,96	83,18	81,07	2,17	2,18
20-21	300	38,48	300	0,0060	0.0070	0.52	0.16	1.02	2,10	83,0	81,2	80,8	78,70	80,96	78,86	81,1	79,0	2,20	2,50
21-8	150	45,44	300	0,0073	0.0073	0.57	0,17	1,17	1,1	81,2	80,1	78,69	77,59	78,86	77,76	78,99	77,89	2,51	2,51
<p>Окремий прилеглий колектор побутової мережі 22-9 Окремий прилеглий колектор побутової мережі 29-10 Окремий прилеглий колектор побутової мережі 36-11 Окремий прилеглий колектор побутової мережі 43-12</p>																			
Окремий прилеглий колектор побутової мережі 50-13																			
50-51	200	10.53	200	0,0035	0.0050	0.45	0.09	0.7	1,0	85,5	84,8	83,8	82,8	83,89	82,89	84,0	83,0	1,70	2,00
51-52	310	10.53	200	0,0052	0.0056	0.44	0.09	0.73	1,74	84,8	83,2	82,8	81,06	82,89	81,15	83,0	81,26	2,00	2,14
52-53	320	17.82	250	0,0056	0.0054	0.46	0.12	0.83	1,73	83,2	81,4	81,03	79,3	81,15	79,42	81,28	79,55	2,17	2,10
53-54	310	24.91	250	0,0052	0.0050	0.57	0.14	0.88	1,55	81,4	79,8	79,28	77,73	79,42	77,87	79,53	77,98	2,12	2,07
54-55	300	31.59	250	0,0077	0.0079	0.57	0.14	1.1	2,37	79,8	77,5	77,73	75,36	77,87	75,5	77,98	75,61	2,07	2,14
55-13	600	38.48	300	0,0072	0.0078	0.54	0.16	1.15	4,68	77,5	73,21	75,34	70,66	75,5	70,82	75,64	70,96	2,16	2,55

Розрахунок наступних прилеглих колекторів (22-9; 29-10; 36-10; 43-12) виконують аналогічно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Василенко О.А. Водовідведення та очистка стічних вод міста: навчальний посібник / О.А. Василенко, С.М. Епоян та ін. – Київ-Харків, 2012. – 538 с.
2. Гіроль М. Системи водовідведення: навчальний посібник / М. Гіроль, Б. Охримюк, Г. Собчук, Г. Лагуд. – Рівне: НУВГП, 2011. – 444 с.
3. Каналізація зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5-75:2013. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 96 с. (Чинний від 1 січня 2014 року).
4. Лукиных А.А. Таблицы гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле академика Н.Н. Павловского: учебное пособие / А.А. Лукиных, Н.А. Лукиных. – М.: Стройиздат, 1974.
5. Константинов Ю.М. Гидравлический расчет сетей водоотведения. Расчетные таблицы т/ Ю.М. Константинов, А.А. Василенко, А.А. Сапухин, Б.Ф. Батченко. – Київ: Будівельник, 1987.
6. Фёдоров Н.Ф. Гидравлический расчет канализационных сетей: расчетные таблицы / Н.Ф. Фёдоров, Л.Е. Волков. – Москва: Стройиздат, 1968.
7. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Проектування та монтаж мереж водопостачання та каналізації з пластикових труб: ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009. – Київ: «ИМЦ» Мінрегіонбуд України, 2010. – (Чинний від 01.08.2010).
8. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. Справочник ВНИИ ВОДГЕО. – Москва: Стройиздат, 1982.
9. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. – М., Стройиздат, 1981.
10. Хоружий В.П. Мережі водовідведення: конспект лекцій. – К.: КНУБА 2022. – 92 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Вихідні дані до виконання курсового проєкту

Варіант генплану населеного пункту визначають з табл. 1 залежно від передостанньої та останньої цифри залікової книжки студента.

Таблиця 1

		Остання цифра залікової книжки									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передостання цифра залікової книжки	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	10
	2	8	7	6	5	4	3	2	1	10	9
	3	7	6	5	4	3	2	1	10	9	8
	4	6	5	4	3	2	1	10	9	8	7
	5	5	4	3	2	1	10	9	8	7	6
	6	4	3	2	1	10	9	8	7	6	5
	7	3	2	1	10	9	8	7	6	5	4
	8	2	1	10	9	8	7	6	5	4	3
	9	1	10	9	8	7	6	5	4	3	2

Варіанти генпланів населеного пункту, виконані в масштабі 1:20000, необхідно перенести на ватман, збільшити у два рази, у т.ч. викреслити в масштабі 1:10000.

На генпланах цифрами № 1 і № 2 відмічені промпідприємства (дані з табл. 3). Направлення руху води в річці указано стрілкою.

Основні дані до виконання курсового проєкту приймаються з табл. 2 залежно від останньої цифри залікової книжки студента.

Таблиця 2

Дані для проєктування мереж водовідведення населеного пункту

Показники	Остання цифра залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Щільність населення n , чол./га	270	300	310	320	280	290	340	350	360	345
Норма водовідведення q , л/доб 1 чол.	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
Кліматичні та ґрунтові показники порівняні до міста	Донецьк	Київ	Харків	Луцьк	Львів	Ужгород	Суми	Одеса	Миколаїв	Житомир
Глибина залягання ґрунтових вод, м	3,5	3,5	4,5	4	4	3,5	4,5	6	3,5	4
Коефіцієнт β	0,8	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,9	0,88	0,8
Дані з підприємств узяти за табл. 3	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підприємство № 1	3	6	7	8	9	10	1	3	2	5
Підприємство № 2	7	4	9	1	2	7	3	10	5	6
Підприємство № 3										

Продовження дод. 1

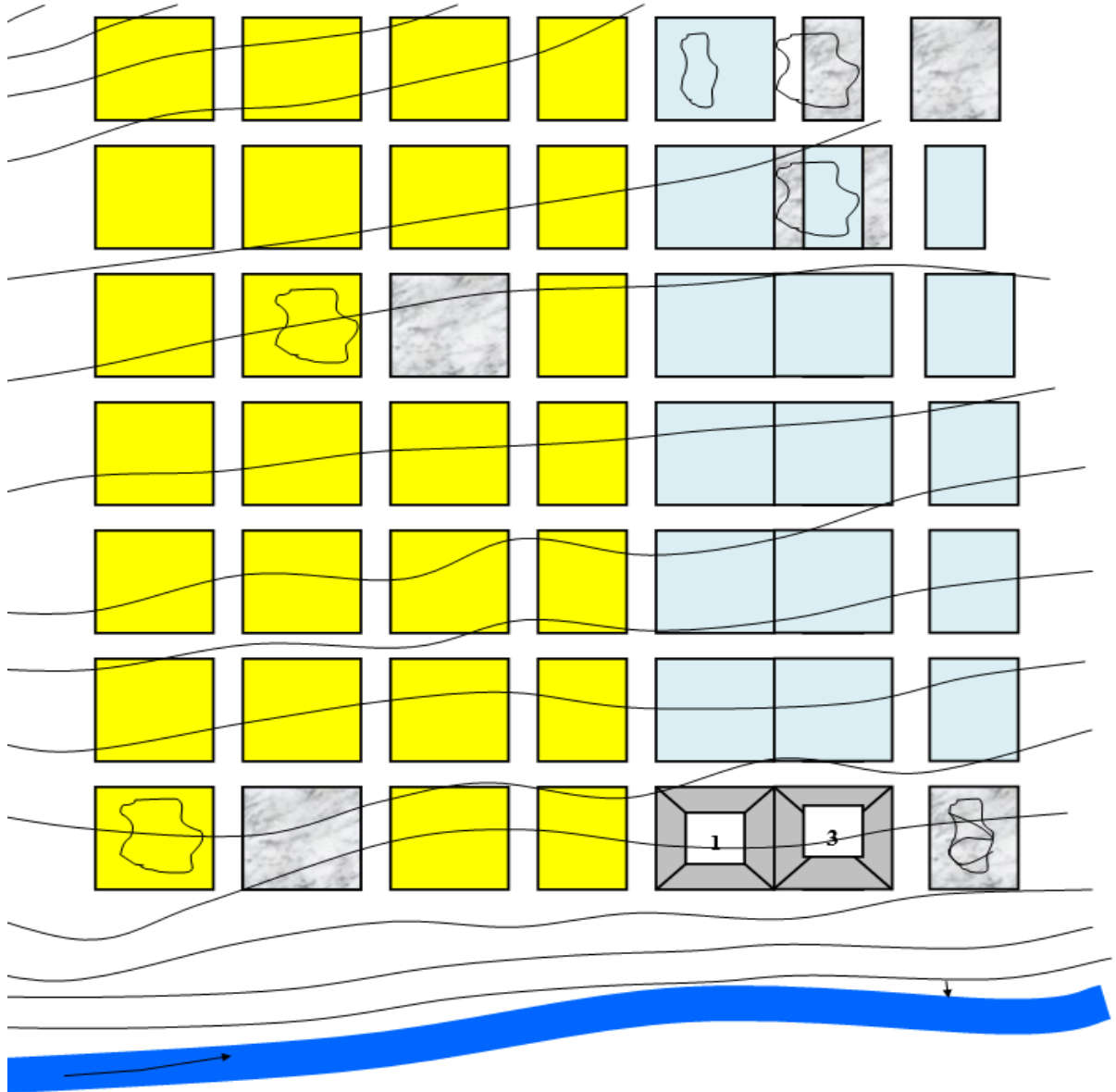
Закінчення табл. 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
Кровля, асфальт	33	30	32	35	33	31	30	32	34	30
Брущатка	0	8	6	0	5	4	5	3	4	5
Булижна мостова	10	6	8	10	3	6	5	13	6	5
Щебенеve покриття	5	7	4	5	5	6	5	9	13	7
Гравійні доріжки	8	10	11	9	8	7	7	5	6	8
Ґрунтові поверхні	24	19	17	13	25	26	30	22	17	20
Газони	20	20	22	18	21	20	18	16	20	25

Таблиця 3

№ пор.	Підприємство	Кількість змін	Кількість продукції			Питоме водовідведення на одиницю продукції	К	Кількість робітників		% робітників у гарячих цехах
			Одиниця	За добу	За макс. зміну			За добу	За макс. зміну	
1	Хлібозавод	3	т	160	60	4,0	1,4	300	120	50
2	Молокозавод	3	т	100	40	2,0	1,35	400	150	30
3	Олійний завод	2	т	90	50	6,0	1,4	170	100	20
4	М'ясокомбінат	3	т	170	70	12,0	1,35	400	200	30
5	Рибокомбінат	3	т	50	20	14,0	1,4	200	80	40
6	Завод чавунного лиття	3	т	400	150	2,6	1,5	600	220	30
7	Машинобуд. завод	3	шт.	300	110	3	1,4	800	300	20
8	Завод штучного волокна	3	м ²	5000	2000	0,3	1,4	300	120	25
9	Хіммаш	3	шт.	150	60	2,5	1,4	700	300	20
10	Цементний завод	3	Т	1400	600	0,8	1,5	1000	400	30

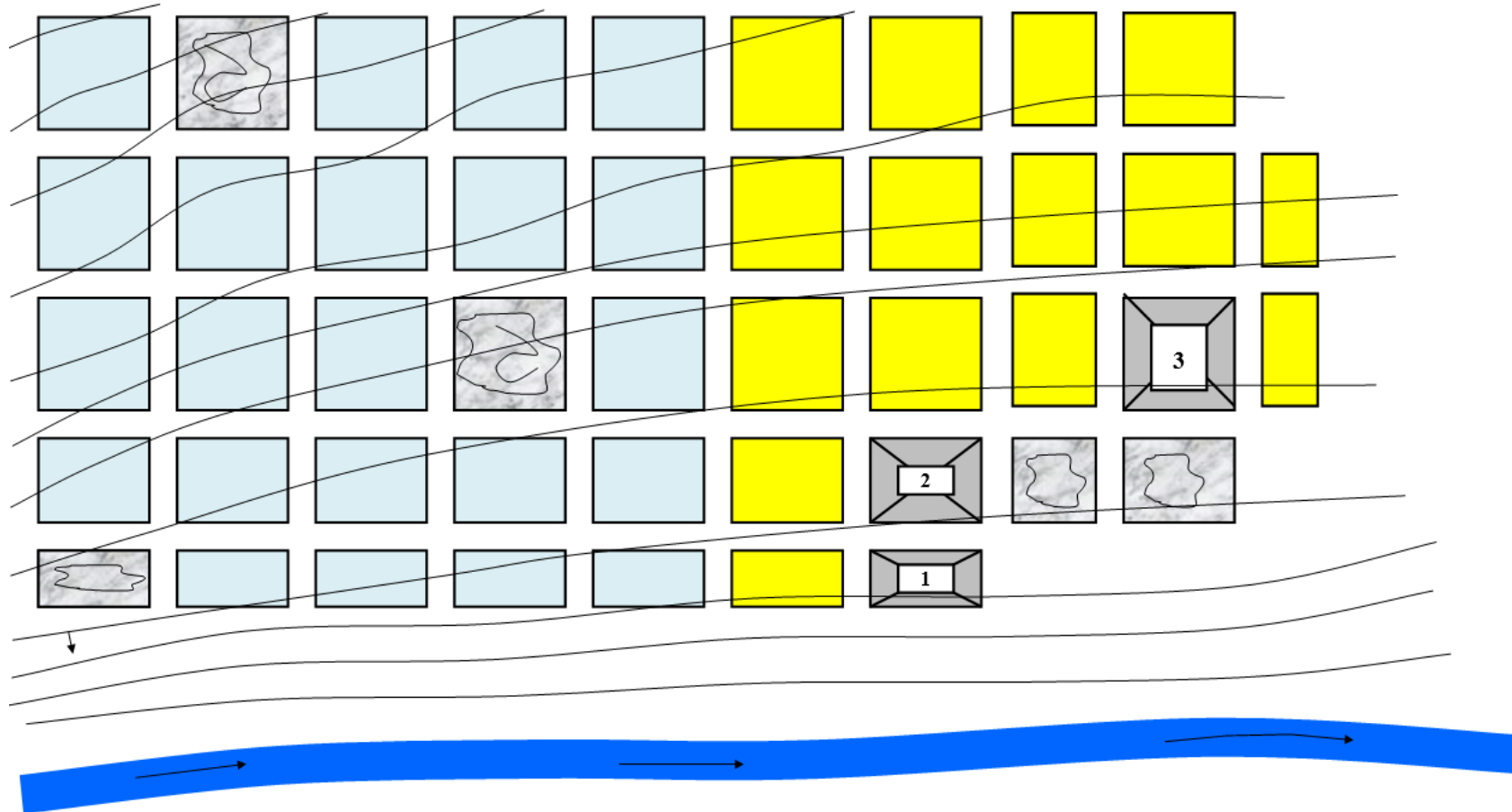
Генплани забудови міста



№ 1

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м

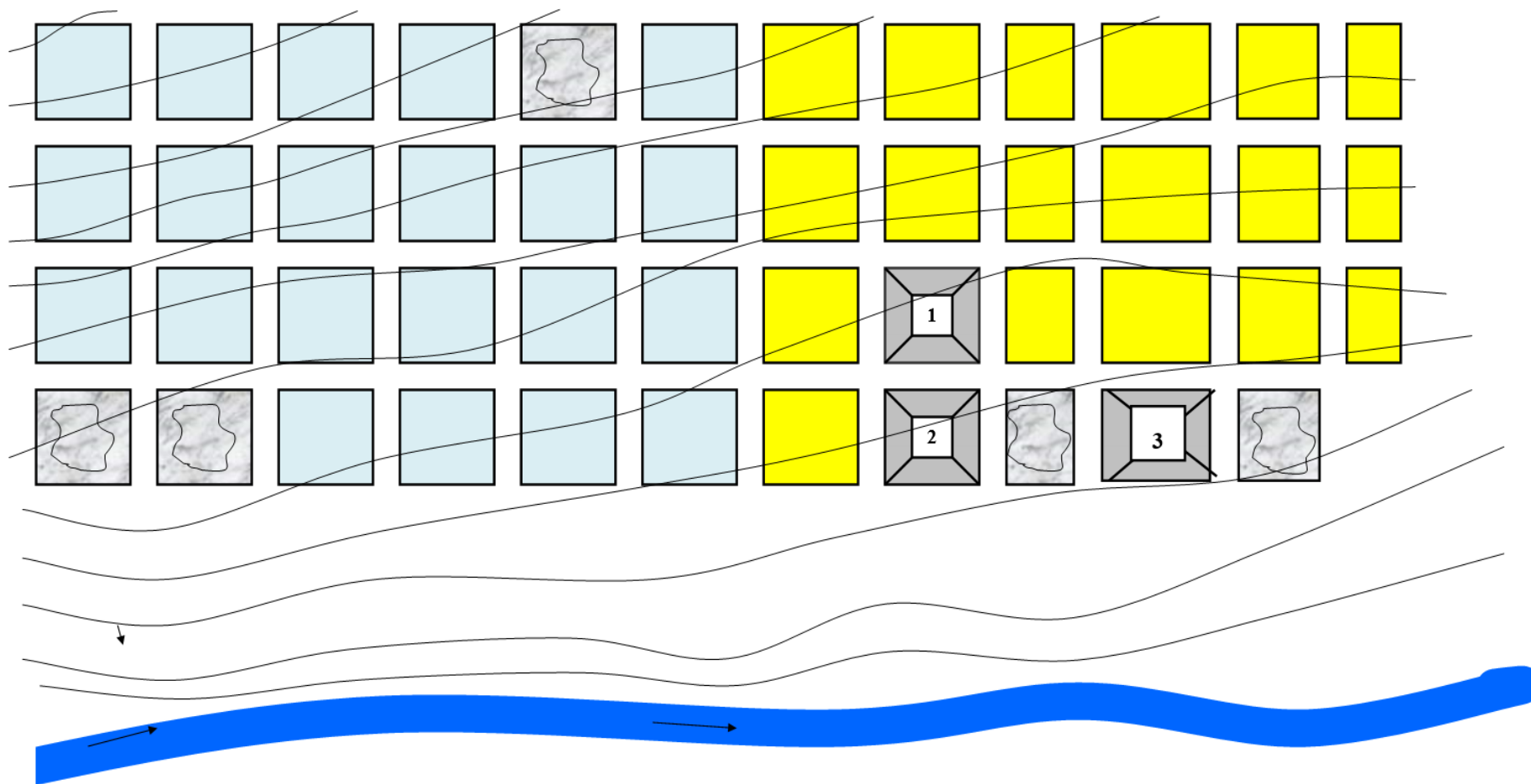


№ 2

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м

Продовження дод. 2

57



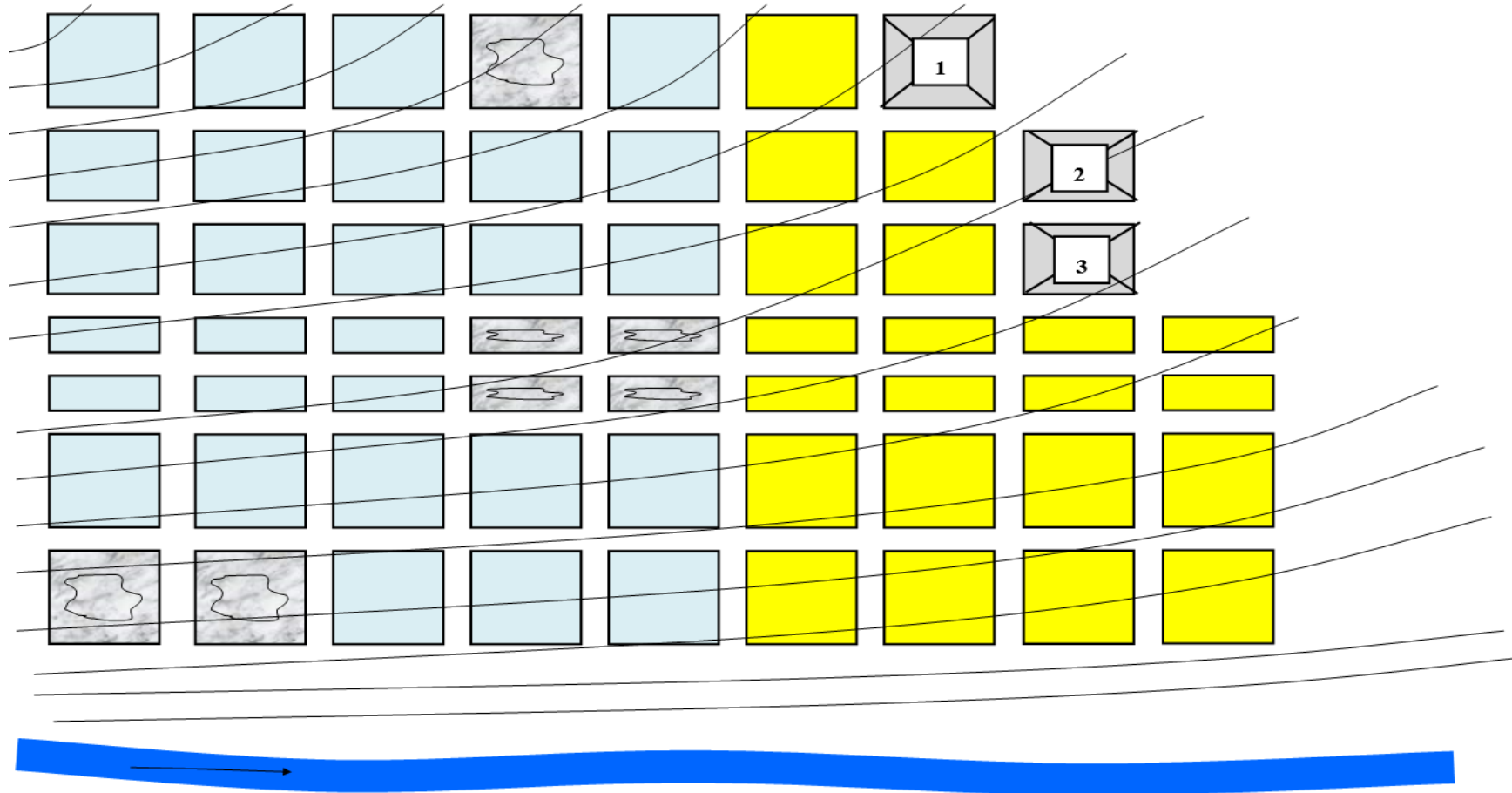
№ 3

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



№ 4

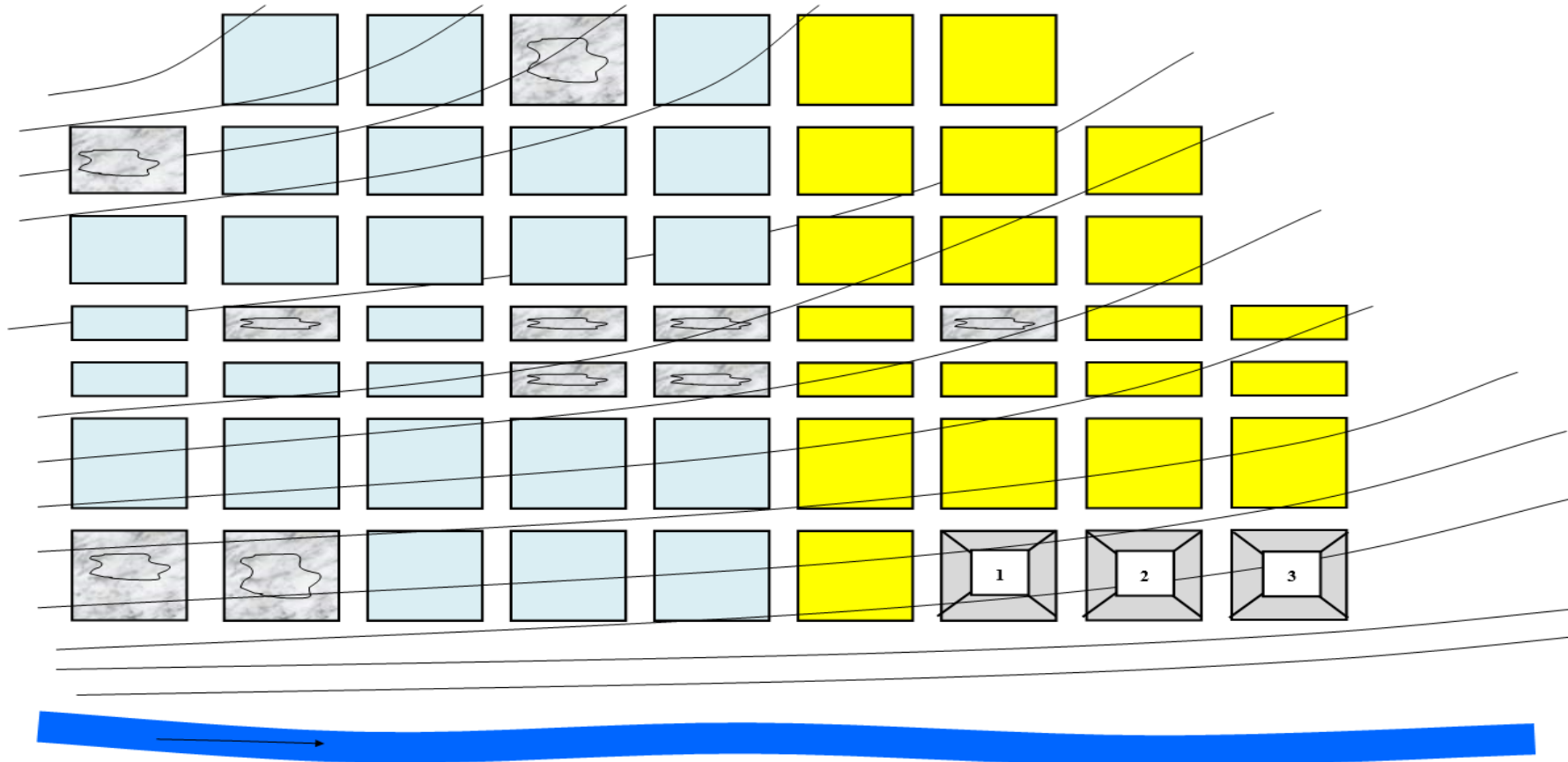
М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



№ 5

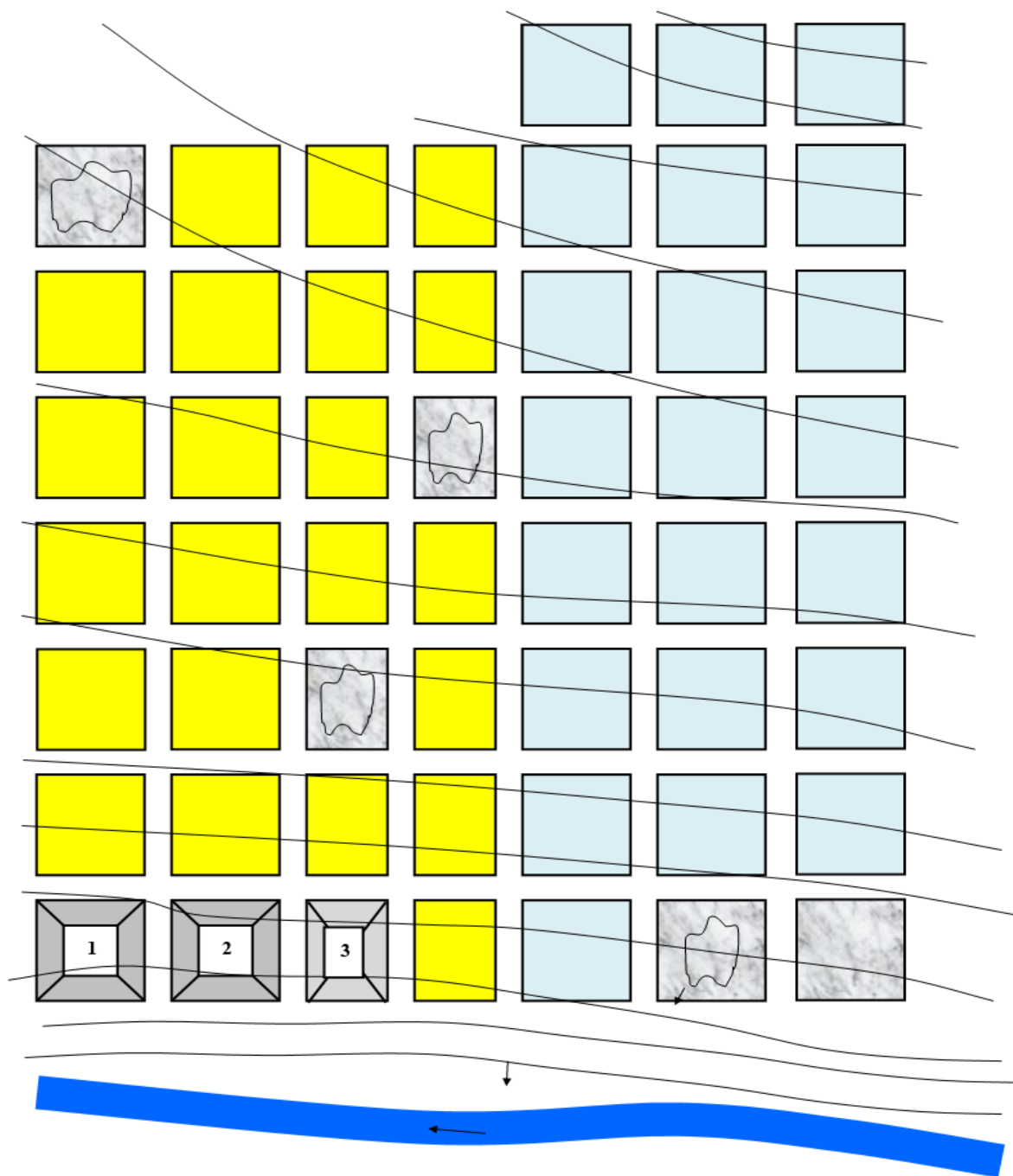
М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м

09



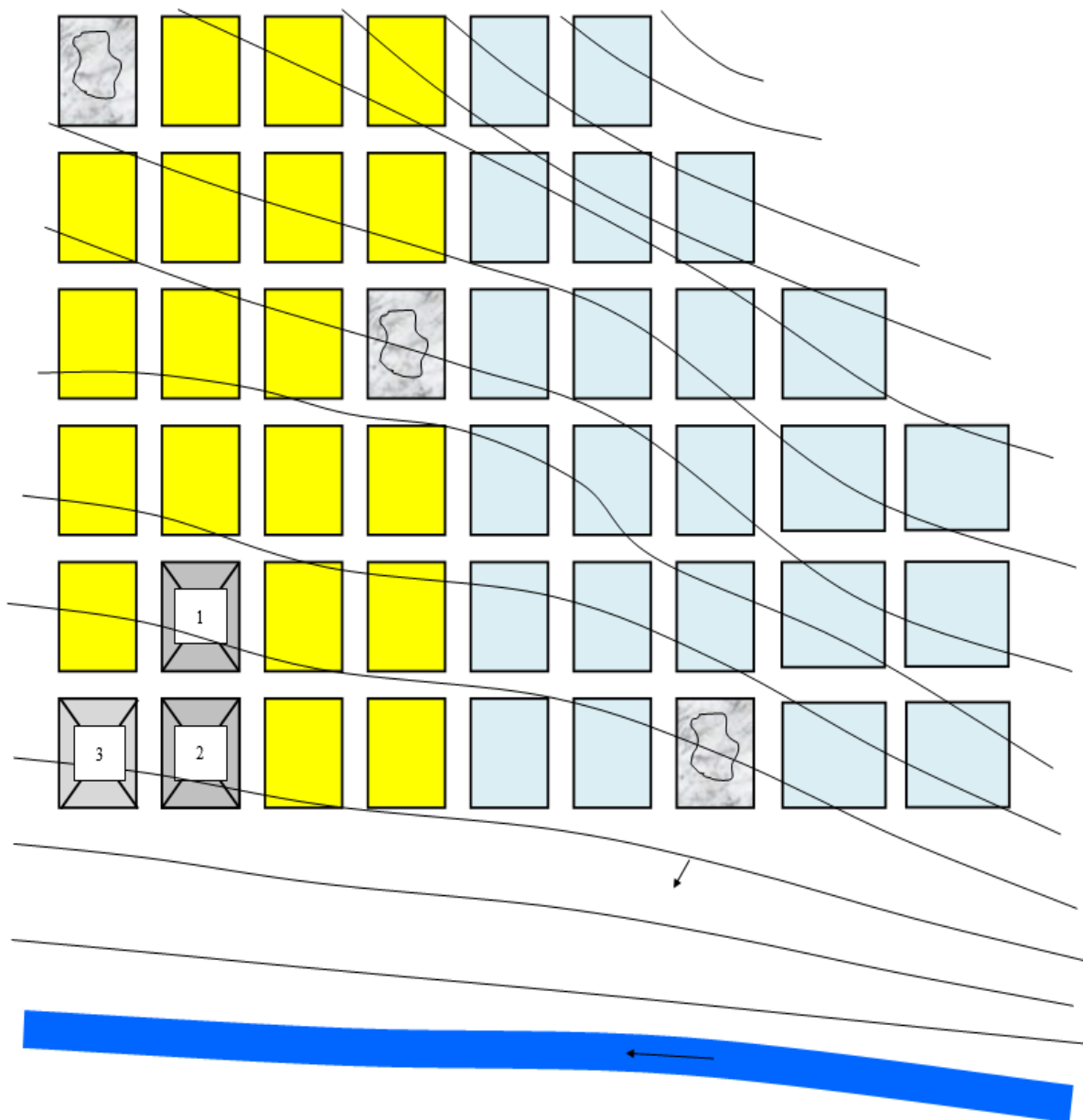
№ 6

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



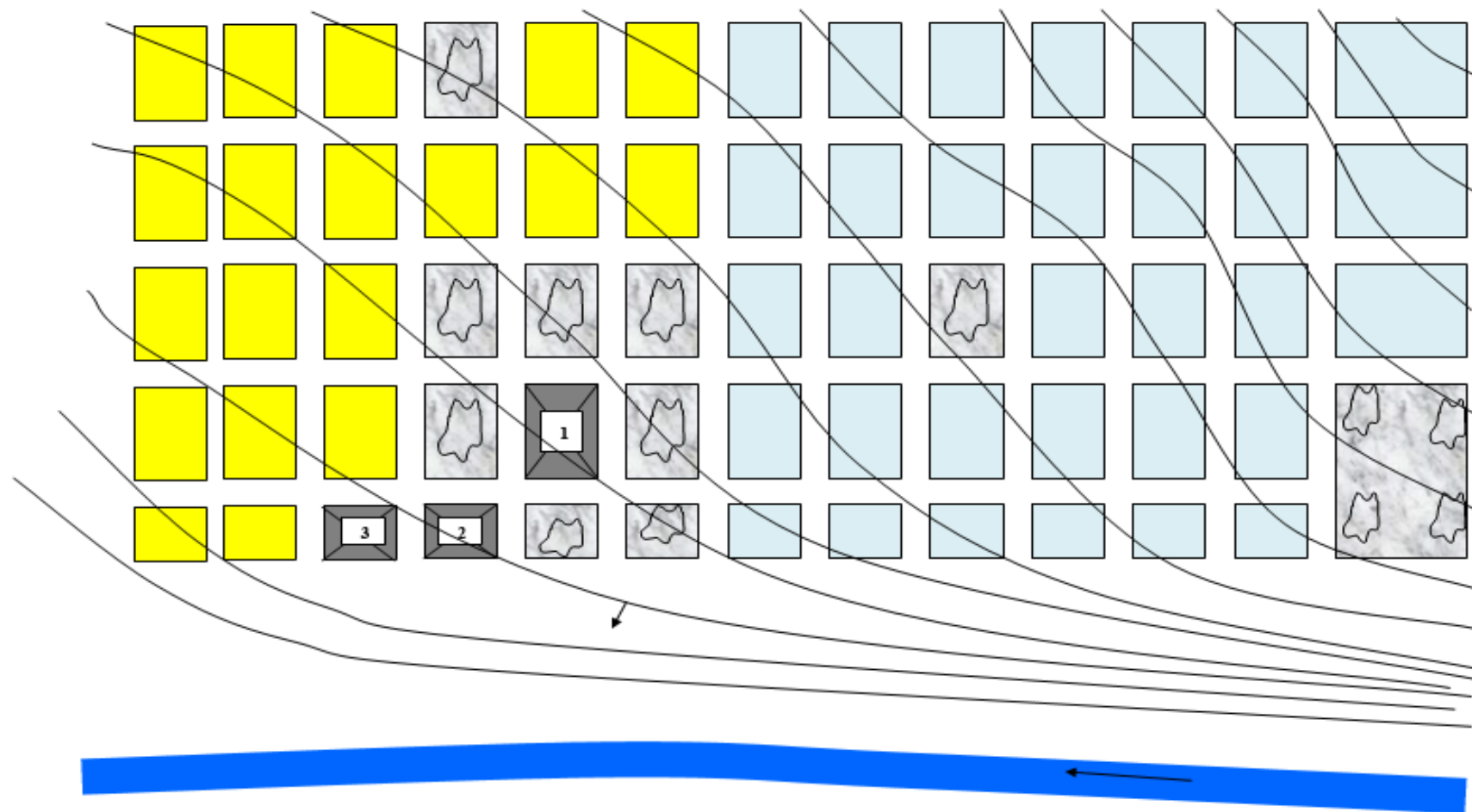
№ 7

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



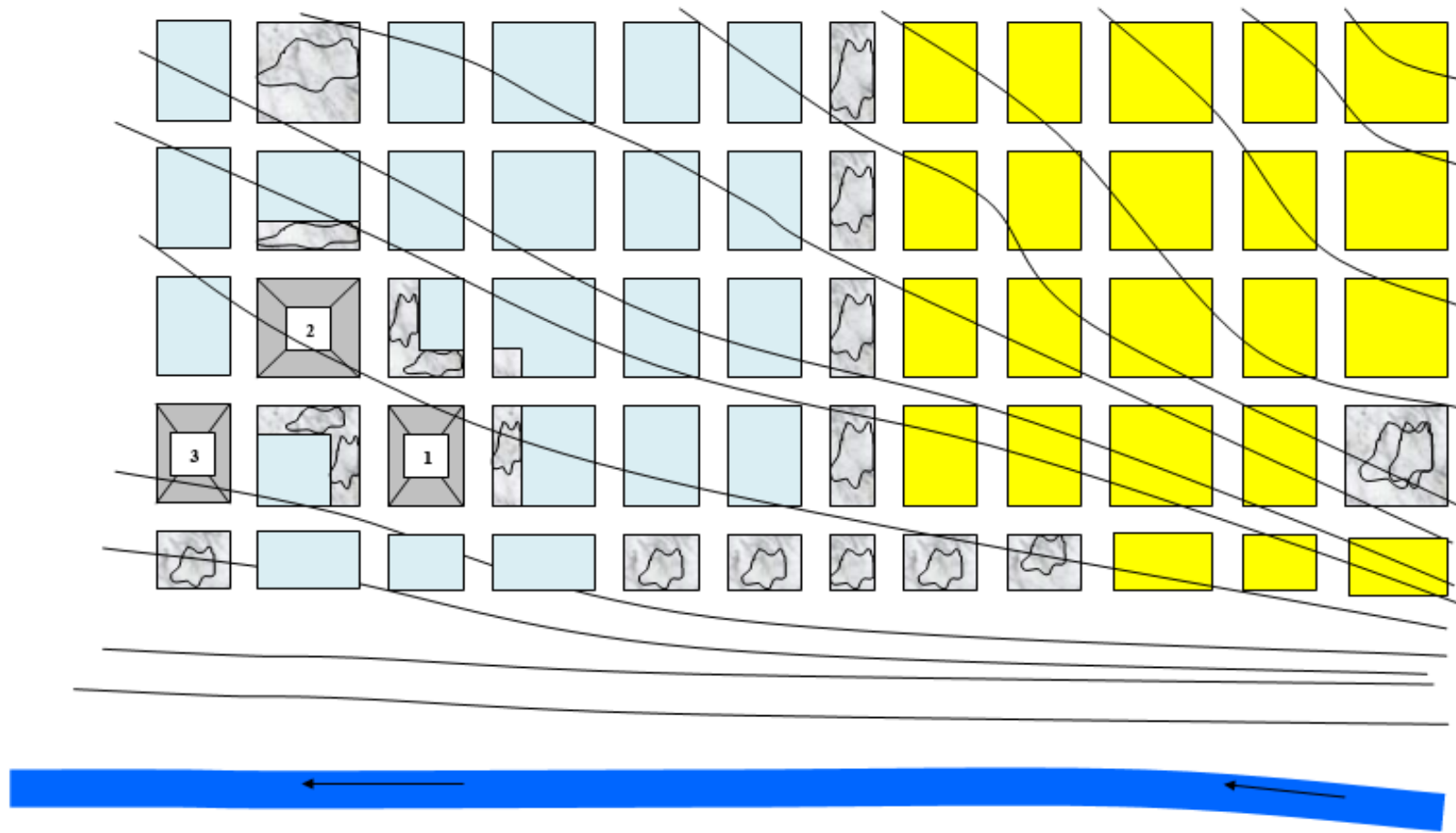
№ 8

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



№ 9

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м



№ 10

М 1 : 10000
Горизонталі через 1 м

Навчально-методичне видання

ПРОЄКТУВАННЯ МЕРЕЖ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Методичні вказівки
до виконання курсового проєкту
з дисципліни «Мережі водовідведення»
для студентів-бакалаврів спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізації «Водопостачання та водовідведення»
денної та заочної форм навчання

Укладач **ХОРУЖИЙ** Віктор Петрович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Д.М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 17.05.2023. Формат 60x84_{1/16}
Ум. друк. арк. 3,72. Обл.-вид. арк. 4,0.
Електронний документ. Вид. № 48/III-23

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.