

ДНІПРОВСКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
Професор _____ В.Є. Волкова
« _____ » _____ 2025р.

Пояснювальна записка

До дипломної роботи

Освітній ступінь «Магістр»

на тему: «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ЛІЦЕЮ №2 У
М.ВЕРХІВЦЕВЕ КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ
ОБЛАСТІ»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи МгГТБ-1-24
спеціальності – 194 «Гідротехнічне
будівництво, водна інженерія та водні
технології»
освітньо-професійної програми –
«Гідромеліорація»

Клименко О.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник Макарова Т.К.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Консультанти:

З кошторисного розрахунку _____ ст.викл. Макаров А.В.

З охорони праці _____ доц. Дубов Т.М.

Дніпро – 2025

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність - 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»
Освітня програма «Гідромеліорація»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
(В.С.Волкова)

« _____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студентові
Клименку Олександрю Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ ЛІЦЕЮ №2 У
М.ВЕРХІВЦЕВЕ КАМ'ЯНСЬКОГО РАЙОНУ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

керівник роботи Макарова Тетяна Костянтинівна, к.с.-г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «10» 10 2025 р. № 3035

1. Термін здачі студентом закінченої роботи : « 10 » грудня 2025 р.
2. Вихідні дані до роботи: проєкт з «Реконструкції підвалу для влаштування споруди подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ будівлі Верхівцевського ліцею № 2 Верхівцевської міської ради Дніпропетровської області за адресою: вул. Зелена, 3, м. Верхівцеве, Кам'янський район, Дніпропетровська область.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)
Вступ. 1. Природні умови району реконструкції. 2. Характеристика об'єкту будівництва. 3. Гідравлічний розрахунок каналізаційного трубопроводу. 4. Організація і технологія будівництва ділянки трубопроводу. 5. Кошторисний розрахунок. 6. Охорона праці. Висновки.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Презентація в середовищі PowerPointz демонстрацією слайдів за результатами досліджень. 2. Повздовжній профіль каналізаційної мережі. 3. Схеми колодязів зовнішньої каналізаційної мережі.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
5	Макаров А.В.		
6	Дубов Т.М.		

6. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2025 р.

7.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з.п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Студент-дипломник _____ Клименко О.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи _____ Макарова Т.К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА М.ВЕРХІВЦЕВЕ ..	9
1.1 Особливості системи рельєфу.....	9
1.2 Принципові гідрогеологічні умови	12
1.3 Геологічна будова та ґрунтотворні породи	17
1.4 Кліматичні фактори	20
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ’ЄКТУ	24
2.1 Обґрунтування необхідності будівництва споруди подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ	25
2.2 Обґрунтування необхідності реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі.....	30
3 ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІ МЕРЕЖІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	40
3.1 Гідравлічний розрахунок мережі водовідведення	40
3.2 Обґрунтування діаметрів труб та ухилів реконструйованих ділянок	42
3.3 Інженерно-графічні рішення.....	45
3.4 Розробка альтернативної схеми використання зливових та талих вод з даху будівлі.....	50
3.4.1 Дощеприймальна система	55
3.4.2 Розрахунок системи зрошення стадіону	58
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІ КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ	62
4.1 Встановлення об’ємів робіт	62
4.2 Підбір будівельної техніки.....	68
4.3 Технологічна послідовність виконання робіт при реконструкції каналізаційних мереж	76
4.4 Склад ланки будівельників	86
4.5 Планування виробничих процесів.....	96

5 КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК.....	101
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	105
ВИСНОВКИ	115
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	118
ДОДАТКИ.....	122

ВСТУП

Реконструкція системи водовідведення закладів освіти становить критично важливу задачу в умовах модернізації інженерної інфраструктури України. Актуальність дослідження зумовлена декількома факторами: по-перше, значний знос існуючих каналізаційних мереж закладів освіти, які часто експлуатуються понад 50-80 років без капітального ремонту; по-друге, посилення вимог цивільного захисту до наявності захисних споруд подвійного призначення (ПРУ) в умовах воєнної загрози; по-третє, необхідність забезпечення санітарно-гігієнічних умов, які відповідають сучасним нормам та стандартам для місцезнаходження дітей та персоналу.

Верхівцевський ліцей №2 розташований у м. Верховцеве Кам'янського району Дніпропетровської області (вул. Зелена, 3) та обслуговує 420 учнів та 28 педагогічних працівників. Досліджувана система водовідведення ліцею виконана з застарілих матеріалів (керамічні та залізобетонні труби діаметрами 110-200 мм на глибині 1,2-2,5 м), які проявляють ознаки значного фізичного зносу: корозія матеріалу, тріщини по трубопроводу, розгерметизація, місцеві просадки ґрунту з порушенням проектних ухилів та недостатньою герметичністю з'єднань. Ці факти обґрунтовують необхідність комплексної реконструкції системи.

Наукова значущість роботи полягає у комплексному розв'язанні взаємопов'язаних інженерних задач через гідравлічний розрахунок та проектування мережі водовідведення з урахуванням розрахункових витрат; адаптації інженерних рішень до місцевих природно-кліматичних умов Придніпровської низовини; обґрунтуванні технологічних схем будівництва з врахуванням обмежень, пов'язаних з розташуванням об'єкту на території діючого закладу освіти та вимог цивільного захисту щодо будівництва ПРУ.

Об'єктом дослідження - система зовнішньої каналізації Верхівцевського ліцею №2 з допоміжною спорудою подвійного призначення (протирадіаційне укриття). Об'єкт розташований у м. Верхівцеве, Кам'янський район, Дніпропетровська область, координовано за адресою вул. Зелена, 3. Система включає внутрішні каналізаційні мережі з ПВХ-труб системи «Ostendorf», зовнішні каналізаційні трубопроводи, оглядові залізобетонні колодязі, водоприймачі та випускові конструкції у міську мережу водовідведення.

Предметом дослідження є технологічні, конструктивні та організаційно-господарські рішення реконструкції каналізаційної мережі та будівництва ПРУ, зокрема: гідравлічні розрахунки пропускної спроможності системи; обґрунтування діаметрів труб та нормативних ухилів; розрахунок витрат матеріалів та трудомісткості; економічна оцінка проєкту; забезпечення охорони праці при виконанні робіт.

Метою магістерської дипломної роботи є розробка технічного проєкту реконструкції системи зовнішньої каналізації Верхівцевського ліцею №2 з урахуванням вимог цивільного захисту, забезпечення надійності, довговічності та безпеки системи водовідведення при експлуатації як у мирний час, так і при функціонуванні ПРУ.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення такі завдання:

1. Аналіз природно-кліматичних та інженерно-геологічних умов району реконструкції.
2. Діагностування технічного стану існуючої каналізаційної мережі та встановлення причин її невідповідності нормам, зокрема фіксація фізичного зносу, тріщин по трубопроводу, розгерметизації та просадок на окремих ділянках.
3. Проведення гідравлічного розрахунку новопроектованої системи з визначенням розрахункової витрати, обґрунтуванням діаметрів труб, нормативних ухилів, максимальне наповнення та перевірка умов самоочищення при мінімальній швидкості потоку.

4. Розробка конструктивних рішень реконструкції, включаючи обґрунтування матеріалів труб, укладання нових оглядових колодязів, герметизацію вводів у стіни ПРУ та встановлення зворотного клапана для запобігання притоку з міської мережи.

5. Визначення об'ємів земляних та монтажних робіт, вибір комплекту будівельних машин та розробка календарного плану з розрахунком трудомісткості.

6. Кошторисний розрахунок проєкту з визначенням загальної вартості включаючи заробітну плату.

7. Розробка заходів з охорони праці при виконанні будівельно-монтажних робіт, включаючи аналіз небезпечних газів (метану, сірководню, вуглекислого газу), організаційні та профілактичні заходи при роботах у замкнених просторах та забезпечення санітарно-гігієнічних умов.

1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

М.ВЕРХІВЦЕВЕ

1.1 Особливості системи рельєфу

М.Верхівцеве розташоване в межах Придніпровської низовини, яка формує південну і західну частину Дніпропетровської області. Загальний нахил поверхні цієї геоморфологічної одиниці — з північного заходу на південний схід, від висот 220–250 м на північному заході (регіон Кривого Рогу, Софіївського району) до 150–180 м на південному сході, де низовина поступово переходить у Причорноморську низовину й прилягає до Каховського водосховища [1].

Рельєф більшої частини м.Верховцевого можна охарактеризувати як хвилясто-горбистий, з такими основними елементами: вирівняні платоподібні висотні рівні розорених земель, слегка нахилені в сторону річкових долин; гривисті піднесення (вужкі подовжені горби) між паралельними балками; глибокі балки та яри із асиметричними профілями, найчастіше видовжені в напрямку південно-східного стоку.

Крутизна схилів для плато можлива 0–2°, крайня нерівність в межах 0,5–1 м на км, для верхньої частини схилів балок - 5–10°, для середньої та нижньої частини - 15–25°, місцями до 35–40° на найкрутіших пагорбах гирл річкових долин [1, 2].

Експозиції північних та північно-східних схилів гирл з підвищеною вологістю, мають кращий рослинний покрив та менш піддані дефляції. Південні та південно-західні схили - більш сухі, з розрідженим рослинним покривом, часто розорені, вразливіші до вітрової ерозії [3, 4].

Для Придніпровської низовини характерна полого-горбкувата поверхня, густо розчленована річковими долинами, балками та ярами, особливо в басейнах

лівобережних приток Дніпра. Саме такі умови сформували рельєф на території, де розташоване Верховцеве.

За даними топографічних карт висотно-вертикальне членування території складається з середньої висоти міста Верховцеве - близько 157 м над рівнем моря; мінімальна висота в межах місцевості - 93 м (у долинах річок) та максимальна висота – приблизно 175 м (на плато вододілів).

Перепад висот у межах міської території становить приблизно 80–82 м, що свідчить про значну розчленованість рельєфу на локальному рівні, хоча загально рельєф залишається помірно хвилястим [4].

Для порівняння, середня висота Дніпропетровської області становить 110 м, максимальна — до 313 м (на Придніпровській височині), мінімальна — 4 м (у заплавах річок) [5].

Територія м. Верховцеве розташована на річкових терасах та плато степової частини Дніпропетровської області (південна частина Придніпровської низовини), характеризується хвилясто-рівнинним рельєфом із середньою висотою близько 157 м над рівнем моря, помірною розчленованістю балками й ярами малих річок (Базавлук, Базавлучок, Жовтенька) та досить крутими схилами долин, що сприяє яружній ерозії.

Основна частина території навколо Верховцевого розташована на міжрічкових плато та вододілах, які утворюють хвилясту поверхню пиловуватих суглинків лесового походження. Ці поверхні характеризуються: порівняно пологим рельєфом в межах одного плато (перепади 5–15 м на 1 км); добре дренованими умовами, оскільки поверхневий стік розмивається в балки й яри; відсутністю закритих депресій, завдяки чому ґрунтові води залягають достатньо глибоко (2–4 м і глибше), крім понижень; вітровою експозицією, що створює підвищений ризик дефляції гранульованих ґрунтів на розораних площах [5].

Територія густо розчленована глибокими балками та ярами, які розвинені як результат багатовіковості яружної ерозії в умовах степової зони. Балки мають глибина від 20 до 40–50 м (у центральних та нижніх частинах), профіль їх

асиметричний, з крутішим правобережжям (північна експозиція) та пологішим лівобережжям (південна експозиція). Схили часто сильно розсічені вторинними ярами, терасовані слідами жерл та водозбірних рівчаків. Дно нерідко вирізане стоком у вигляді вузької русла малої річки чи балкового потічка (як правило, сезонного) [2].

У степовій зоні півдня Дніпропетровщини, включаючи територію навколо м.Верховцевого, яружна ерозія є одним з найбільш важливих рельєфоформуючих процесів. Вона виникає при стоці талих вод навесні та ливневих опадів у теплий період. При цьому розвиваються як нові яри, так і розширюються й поглиблюються старі балки. Цей процес розповсюджує гідрографічну спрямованість видовжену в південно-східному напрямку до річкових долин. Яружна ерозія прискорюється на розораних схилах та збільшується у роки з великою кількістю опадів [3].

Потоки та річки в балках підтримують постійну ерозію дна та схолів, що призводить до продовження поглиблення балок, бічного розмивання схилів, утворення терас на дні старих балок та переносу значних обсягів гранульованого матеріалу донизу за течією.

На відкритих розораних плато при північно-східних та південно-східних вітрах, особливо в посушливі періоди (грудень-квітень), проходить інтенсивна дефляція. Вітри зі снігом завдають шкоди молодим посівам і позбавляють ґрунт найбільш родючого верхнього шару. Пилові бурі формуються над великими розораними площами без рослинного покриву, перносячи ґрунт на далекі відстані; цей процес посилюється в посушливі роки (що типово для даного регіону).

Основні річкові артерії, що формують балкову сіть на території Апостолівського району (до якого історично належало Верховцеве) та прилеглих осередків. Річка Базавлук, довжина більше 100 км, - одина з найбільших лівобережних приток Дніпра в нижній течії); річка Базавлучок (менша притока Базавлука); річка Жовтенька та малі балкові водотоки сезонного характеру.

Ці річки утворюють глибокі долини шириною 1–3 км (у деяких місцях до 5 км) з крутими схилами, що за часів великих посух можуть досягати 30–40 м у висоту.

У руслах істотних річок та їх старих терас розташовані: заплави (активні й неактивні) – низькі, рівні ділянки з глинисто-суглинковими та піщаними алювіальними відкладами. Давні, вищі тераси сформовані протягом попередніх епох і розмісті на висоті 5–15 м над сучасним руслом, нерідко вкриті маломощними лесовими суглинками. Такі ділянки характеризуються дещо підвищеною зволоженістю порівняно з плато, рослинним покривом лучного типу (якщо не оброблюються під посіви) з деревним чагарниковим розрідженням та часто підвищеним ризиком затоплення при паводках весни.

1.2 Принципові гідрогеологічні умови

Територія м. Верховцеве розташована на південному сході Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну (ДДАБ), що характеризується: багатоповерховістю де чітко розрізняються 3–4 самостійні водоносні горизонти з водотривкими прошарками між ними; напірністю вод з більшістю основних водоносних горизонтів, що характеризуються напором 5–100 м; регіональною витриманістю водовмісних і водотривких порід на значних площах понад сотні км²) (табл.1.1) [2].

Верхній безнапірний горизонт представлено четвертинними еолово-делювіальними і місцево-алювіальними суглинками. Тип живлення є інфільтраційне через дощові та талі води. Напрямок стоку відбувається в бік річкових долин р.Базавлук, р.Базавлучок та р.Жовтенька.

Таблиця 1.1 - Основні водоносні горизонти та їх гідрогеологічні характеристики [2]

Водоносний горизонт	Глибина залягання, м	Потужність, м	Коефіцієнт фільтрації, м/добу	Дебіти свердловин, м ³ /добу	Мінералізація вод, г/дм ³	Напір, м
Верхньо-середньочетвертинні	5–15	1–30	1–50	20–100	0,1–1,0	1,5–5
Нижньо-середньочетвертинні	20–50	10–25	1–30	50–250	0,2–0,8	5–15
Еоценові (бучацькі)	30–80	20–60	0,4–5,0	100–500	0,4–1,0	10–40
Олігоценові	50–100	20–40	0,4–5,0	50–200	0,5–1,5	15–60
Верхня крейда	200–300	40–100	0,1–30	100–300	0,3–0,7	30–100
Альбсеноман	250–350	50–100	0,5–15	100–400	0,5–1,5	50–150

Глибина залягання підґрунтових вод 2–15 м. Річна амплітуда коливання рівня підземних вод складає 0,5–2,0 м. Напірні горизонти є еоценові, олігоценові, крейдові та альбсеномані. Живлення відбувається на північний захід (у межах артезіанського басейну), на південному сході направлення стоку від підвищених ділянок південніше м.Верхівцеве до глибших частин басейну. Величина напору у даному випадку збільшується від 10–30 м біля виходу на північний край басейну до 100–200 м у центральній частині. Ступінь захисту від забруднення є високий, оскільки наявні водотривкі покривельні масиви завтовшки 20–60 м. Гідрохімічний склад підземних вод наведено у табл.1.2 [5].

Води чотирьохповерхової системи в районі Верховцевого переважно прісні, гідрокарбонатні з вмістом кальцію і магнію. На півдні басейну (у Причорноморській монокліналі) зостає дифузне збільшення мінералізації та появу сульфатів, натрію. Вміст заліза в четвертинних горизонтах часто

підвищений (0,5–3,0 мг/дм³), що потребує доочистки при централізованому водопостачанні. У глибоких еоценових і олігоценних горизонтах якість вод краща, з мінералізацією 0,4–1,0 г/ дм³.

Таблиця 1.2 - За районом технічних баланс вод України [5]

Горизонт	Головні аніони	Головні катіони	Вміст гумусу, мг/дм ³	Вміст заліза, мг/ дм ³	pH
Четвертинні	HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+	150–250	0,5–3,0	6,5–7,5
Еоценові	HCO_3^- , SO_4^{2-}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+	100–200	0,2–1,5	6,8–7,4
Олігоценні	HCO_3^- , SO_4^{2-}	Ca^{2+} , Na^+ , Mg^{2+}	80–150	0,1–1,0	6,9–7,3
Верхня крейда	HCO_3^-	Ca^{2+} , Mg^{2+}	60–120	0,0–0,5	7,0–7,5

Безнапірні четвертинні горизонти практично незахищені від поверхневого забруднення. На території, розораній під сільськогосподарські культури, спостерігаються підвищені концентрації нітратів, пестицидів, гербіцидів. Напірні горизонти надійно захищені, але ризики виникають у зонах інтенсивного водозабору (депресійні лійки), де можливе перетікання забруднених вод з верхніх горизонтів.

На сьогодні водозабір у регіоні дозволяє користування безнапірними і першими напірними горизонтами без істотного виснаження запасів. Глибокі напірні горизонти (альбсеноман, верхня крейда) використовуються обмежено і не загрожені виснаженням [6].

На південному сході території спостерігається поступове перетворення прісних вод на солонуваті і солоні через геологічні структури (піднесення соляних діапирів) та дефіцит живлення підземних вод.

Умови формування запасів підземних вод залежать від балансу їх живлення. Інфільтраційне живлення четвертинних горизонтів - 10–30 мм/рік з річною кількістю опадів 400–430 мм та витратою на інфільтрацію понад 10%. Живлення глибших напірних горизонтів відбувається з північного заходу через межиріччя за межами міста. Розвантаження проводиться у річкові долини р.Базавлук та його притоків. При природньому розвантаженні процес відбувається у джерела на схилах балок біля лісних масивів. Фільтраційний стік у річкові русла від 10 до 100 л/сек. У придніпровських низовинах відбувається підтягування води до р.Дніпро.

Узагальненою гідрогеологічною моделлю території м. Верхівцеве є: верхня (безнапірна) ділянка: еолово-делювіальні суглинки потужністю 5–15 м, уразливі до забруднення, з глибиною ГВ 2–10 м; перша напірна ділянка: четвертинні піски (10–30 м), опосередкований захист, дебіти 50–150 м³/добу; друга напірна ділянка: еоценові піски і супіски (30–80 м), добрий захист, дебіти 100–300 м³/добу; третя та глибші ділянки: олігоценіві, крейдові, альб-сеноманські горизонти, надійно захищені, великі запаси, дебіти 100–500 м³/добу.

Така багатоповерхова структура забезпечує можливість використання багатоваріантними джерелами водопостачання і гарантує водозабезпечення міста як при відмові на одному рівні, так і за умов завантаження на окремі горизонти[6].

За дослідженнями гідрохімії підземних вод у регіоні (і суміжних частинах западини) відзначається велика варіабельність мінералізації, а також вмісту макро- й мікроелементів. Структурно, залежно від глибини, підземні води можуть бути слабкомінералізованими (наприклад, в кварцевих пісках) або більш мінералізованими в глибших осадових горизонтах (табл.1.3).

Таблиця 1.3 - Основні показники підземних вод Верхівцеве [5]

Параметр	Значення
Мінералізація	0,3–0,5 г/л
Жорсткість	5–7 °Ж
pH	7,2–7,8
Хлориди	25–40 мг/л
Сульфати	15–30 мг/л

Гідрогеохімічні аномалії можуть бути пов'язані з літологією (тип порід), а також історичними гідродинамічними процесами (інфільтрація, конвекція, деградація соляних формацій тощо).

Головні водоносні горизонти м.Верхівцеве залягають на глибині 10-30м. Рівень води коливається залежно від сезону та обсягу опадів. Причини такого коливання - нерівномірне живлення водоносних горизонтів атмосферними опадами; використання підземних вод для господарських та промислових потреб; інженерні роботи (підкопи, дренажі, кар'єри). Як наслідок виникають просідань ґрунту, що загрожує будівлям і дорогам; складнощі з водопостачанням у періоди низького рівня води; можливе засолення верхніх горизонтів через зниження води. Для подолання цієї проблеми рекомендується проводити моніторинг рівня підземних вод, впровадження контрольованого забору води та використання штучного поповнення водоносних горизонтів (інфільтраційні басейни).

1.3 Геологічна будова та ґрунотворні породи

Рельєф м.Верхівцеве і прилеглої території сформувався на геологічному фундаменті, який визначає характер ґрунтової поверхні.

Основні літолітологічні шари на ввіділах та плато складаються: [7]

– верхні шари (0–30 м) – лесові суглинки та супіски четвертинного віку, плейстоценові, мають світлу забарвленість, пилюватість, крихкість; вторинні карбонатні конкреції (леси містять вкраплення $CaCO_3$);

– нижче – матеріал давніх лесів, подекуди переміш з мореною попередніх льодовиків (в нижніх горизонтах).

У днищах річкових долин і балок сучасні й давні алювіальні відклади (пісок, супісок, суглинок), часто з прошарками глини; торф'яні й озерно-болотні нашарування у старих озер та балках із застійним стоком.

Лесові суглинки – основна ґрунотворна база, яка має властивості, які сприяють інтенсивній яружній ерозії й розмиванню. При цьому розвивається висока пилюватість (60–80% пилу), що робить їх крихкими та такими, які легко можуть змиватися водою. Але при цьому розвивається слабка зв'язність частинок при насиченні вологою. Суглинки мають схильність до утворення кірки при висиханні та слабку водопроникність цієї поверхні, що спричиняє поверхневий стік і активну ерозію. Саме через ці властивості балки й яри займають значну площу в регіоні й продовжують поглиблюватися й розширюватися внаслідок як природних процесів, так і антропогенного впливу (оранка схилів, випас худоби).

У геоструктурному контексті м.Верхівцеве розташоване у Дніпропетровській області на стику двох великих геоструктур - Український кристалічний щит і Дніпровсько-Донецька западина. М. Верхівцеве, як частина Кам'янського району, належить до східної частини Дніпровсько-Донецької западини. Дніпровсько-Донецька западина - це седиментна западина з давнім рифтовим або притріфтным походженням.

На основі геологічних досліджень для Дніпровсько-Донецької западини можна скласти приблизний стратиграфічний профіль. Фундамент складається з нижнього шару - докембрійський неглибокий фундамент (кристалічні породи), який має значну міцність. Палеозойський і мезозойський покриви залягають над фундаментом товщею палеозойських (включаючи карбон, девон тощо) та мезозойських осадових порід, які залягають моноклінально. Кайнозой розташований у верхньому горизонті - кайнозойські відклади (наприклад, неоген), можливо глини, піски та інші осади.

В межах Дніпровсько-Донецької западини також існують сольові поклади у певних стратиграфічних рівнях, що характерно для рифтових систем. Западина має складну тектоніку, з нормальними і зворотними розломами, пов'язаними з рифтовими структурами, а також деформаціями, пов'язаними із сільною тектонікою (табл.1.3).

Таблиця 1.3 - Геологічний розріз району реконструкції [8]

Шар	Глибина, м	Тип порід	Водопроникність
Кайнозой	0–30	Піски, глини	Висока/середня
Мезозой	30–200	Піски, мергель	Середня
Палеозой	200–700	Пісковики, сланці	Низька
Фундамент	>700	Граніт, кристалічні породи	Дуже низька

Сучасна поверхня рельєфу м. Верхівцеве має потужність 1–20 м на плато, до 10 м у пониженнях. Склад ґрунтів - еолово-делювіальні суглинки палевожовті, лесовидні, пористі; місцями еоловий пісок, алювіальні піски у днищах балок. Літологічна характеристика - суглинки важкі та легкі, з вмістом мулистих часток 20–50%, коефіцієнт фільтрації 0,2–1,0 м/добу.

Верхньо-середньочетвертинні водоносні горизонти мають потужність 1–30 м, склад - еоловані суглинки, піски, супіски, місцями з прошарками

середньочетвертинного викопного ґрунту. Тип відкладів - еолово-делювіальні (на плато) та алювіальні (у днищах балок і заплавах). Гідрологічні умови - напірно-безнапірні, глибина залягання першого від поверхні горизонту 5–15 м на плато, 2–4 м у понижених місцях, до 0,4–0,7 м у болотних понижувних місцях та прибережних зонах річок [8].

Нижньо-середньочетвертинні водоносні горизонти з потужністю 10–25 м, складом з різнозернистих пісків (дрібно- і середньозернисті у верхній частині, крупнозернисті внизу), супісків, місцями наявний гравій. Гідрологічні умови - напірні або слабонапірні, коефіцієнт фільтрації 1–30 м/добу, дебїти свердловин 50–200 м³/добу.

Палеогенові та неогенові відклади (під четвертинними) представлені еоценовими (бучацькими) теригенними відкладеннями, які залягають на глибині 30–80 м від поверхні. Потужність 20–60 м, склад - піски, супіски, глини з прошарками каоліну, пісковиків. Утворюють надійно захищений напірний водоносний горизонт з дебїтом свердловин 200–500 м³/добу, мінералізація вод 0,4–1,0 г/дм³.

Олігоцені теригенні відклади (межигірська світа) залягають під еоценовими на глибині 50–100 м з потужністю 20–40 м. Склад - піски тонкозернисті, глини, пісковики з прошарками мергелю. Напірні властивості - напір 5–30 м, коефіцієнт фільтрації 0,4–5,0 м/добу [8].

Неогенові відклади залягають на глибині 100–150 м, з потужністю 30–60 м. Склад - піски, пісковики, вапняки (понтичні), мергелі (сарматські), глини. Водоносність варіює, деякі прошарки містять мінералізовані води (до 1–3 г/дм³).

Верхньокрейдіві та нижньокрейдіві відклади представлені верхньою крейдою (маастрихт–кампан) залягають на глибині 200–300 м, з потужністю 40–100 м. Склад - мергелі крейдіві, вапняки, глини з кременем. Водоносність у тріщинувато-карстові водоносні горизонти з коефіцієнтом фільтрації 0,1–30 м/добу, дебїти до 200 м³/добу, води гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією 0,3–0,7 г/дм³.

Сеноман–нижня крейда рялягає на глибині 250–350 м, потужністю 50–100 м. Склад - піски, пісковики, глини, часто з прошарками сланців. Водоносність - теригенні водоносні горизонти з коефіцієнтом фільтрації 0,5–15 м/добу.

Докембрійський фундамент має глибину залягання понад 500–800 м; склад - граніти, гнейси, метаморфичні породи архейсько-протерозойського щита. Тріцинувата зона залягає на глибині 500–1000 м з коефіцієнтом фільтрації 0,1–5,0 м/добу, води гідрокарбонатні кальцієво-магнієві з мінералізацією 0,3–0,5 г/дм³ [8].

1.4 Кліматичні фактори

Район розташування об'єкту реконструкції відносять до одного з найпосушливіших районів Дніпропетровської області. Річна кількість опадів становить 400–430 мм. Більше половини опадів випадає в теплий період (квітень–вересень). Влітку переважають південно-східні сухі вітри, які часто завдають значної шкоди сільському господарству [9].

На випаровування витрачається мало води, решта стікає поверхнево, формуючи яри й балки. Посушливість парадоксально посилює ерозійні процеси: при великих ливневих опадах на сухому, щільному ґрунті утворюється надмірний поверхневий стік, який швидко розмиває слабо закріплену поверхню.

Стійкий сніжний покрив буває тільки у 50% зим. Це означає, що весняні паводки не всіх років мають вираз, але коли сніг все-таки накопичується, то талі води різко насичують ґрунти вологою й формують бурхливі потічки, що розмивають яри й балки.

З огляду на кліматичні дані для м.Верхівцевого, а також загальні температурні характеристики Дніпропетровської області середньорічна температура повітря становить $7-8^{\circ}\text{C}$. Абсолютні температурні мінімуми та максимуми можуть бути дуже значущими: в середньому для області мінімальна температура взимку може опускатися до -30°C і нижче, а влітку підніматися понад $+35^{\circ}\text{C}$. Для м.Верхівцевого, за місячними даними найхолодніші місяці - січень, лютий, грудень, з умовними середньодобовими температурами -3°C , тоді як липень-серпень - найтепліші, з середньодобовими близько $+22 - 23^{\circ}\text{C}$. Амплітуда річних температур (різниця між середніми зимовими й літніми) достатньо велика, що характерно для континентального клімату (рис.1.1) [9].

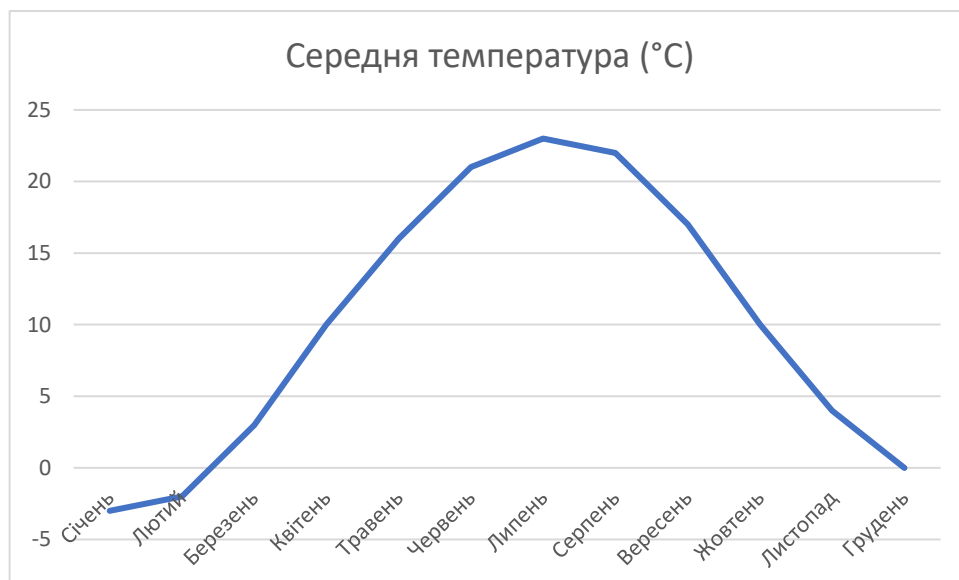


Рисунок 1.1 - Середньомісячні амплітуди температур повітря в м.Верхівцеве [9]

За даними кліматичних ресурсів, м.Верхівцеве має річну суму опадів близько 443 мм. Згідно з даними по області, середньорічна кількість опадів для Дніпропетровщини – 400-500 мм, залежно від району. Більша частина розподілу опадів упродовж року випадає в теплий період (влітку), близько 75–80 % річної суми опадів. У холодний період (зима) - значно менше опадів, приблизно 10–25 % річної суми. Кількість днів з опадами: за даними обласного метеорологічного опису, близько 80–125 днів на рік з опадами. Тип опадів:

влітку - переважно дощі, короткочасні, можуть бути бездошові періоди; восени - дрібні, зatoryжні дощі; взимку - сніг, іноді дощ.

За інформацією Дніпропетровської облдержадміністрації, випаровуваність повітря в регіоні становить приблизно 700–800 мм на рік. Це значно перевищує річні суми опадів у деяких районах, що свідчить про дефіцит зволоження. Мінімальний середньорічний дефіцит вологості (різниця між опадами та випаровуванням) - близько 3,5–4,0 мм, а максимум (в липні) - до 10,1–10,6 мм.

Відносна вологість повітря: мінімальна в літній період (травень-серпень) – 58-59 %, максимальна взимку – 83-89 %. Сніговий покрив лежить приблизно 70 днів (з грудня по березень), середня висота покриву - 15 см. Вітровий режим має переважні вітри північно-західного і південного напрямку; середня швидкість вітру - 3,1 м/с. Повторюваність вітрів: північно-західні - 18%, південні - 15%. У весняно-літній період ці вітри домінують, восени та взимку частішають південно-східні [9].

Отже, для м.Верхівцеве характерний помірно-континентальний клімат із нерівномірним розподілом опадів. Основна частина опадів випадає у період травень-серпень, але річна сума опадів (443 мм) нижча за середньорічне випаровування (700–800 мм). Високе випаровування влітку пояснюється через високими температурами. Континентальність клімату - слабка циркуляція повітряних мас, нестача атмосферного зволоження. У наслідок цього наявний дефіцит ґрунтової вологи в сільському господарстві, є деяке зниження рівня води у поверхневих водоймах і водоносних горизонтах, підвищений ризик пожеж на території міста та прилеглих лісів і лук (табл. 1.4).

Таблиця 4. Кліматичні та гідрогеологічні ризики [9]

Ризик	Вплив на проєкт	Рекомендації
Дефіцит опадів	Сільське господарство, дренаж	Використання резервуарів води, зрошення
Коливання рівня підземних вод	Основи будівель	Моніторинг, дренаж, водоотведення
Вітрова ерозія	Ґрунти, рослинність	Озеленення, захисні смуги
Мінералізація води	Питне водопостачання	Фільтрація, контроль складу

Для подолання цієї проблеми рекомендується створити резервуари або штучні водойми для накопичення води, використовувати зрошувальну систему у сільському господарстві та впроваджувати агротехнічні методи збереження вологи (мульчування, зменшення обробки ґрунту). Комплексне управління ризиками потребує моніторингу, інженерних та агротехнічних заходів, а також планування водопостачання й охорони ґрунтів [9].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ

Об'єкт реконструкції каналізаційної мережі розташовано на території Верхівцевського ліцею №2 Верхівцевської міської ради за адресою вул. Зелена, 3, м. Верхівцеве, Кам'янський (Верхньодніпровський) район, Дніпропетровської області (рис.2.1). Ліцей є комунальним закладом, який належить до Верхівцевської міської територіальної громада (відділ освіти Верхівцевської міської ради). За статутними документами проєктна кількість учнів становить 440 місць. Фактична кількість учнів за останніми звітними документами становить 420–421 учнів. Кількість навчальних класів – 20 шт, загальна кількість разом з обслуговуючими приміщеннями становить 45 шт. Кількість педагогічних працівників становить 28 осіб, загальна кількість персоналу (включно з и) - 58 осіб.

Місце розташування об'єкту (вул. Зелена, буд. 3)

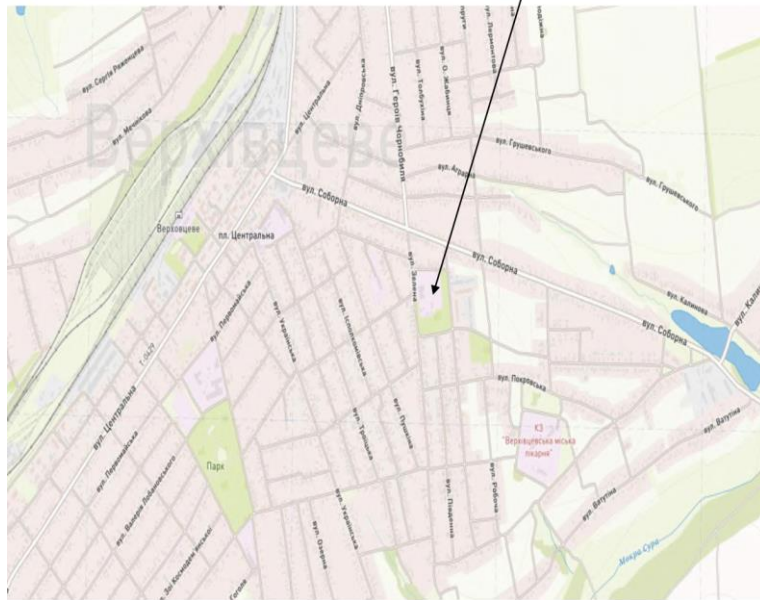


Рисунок 2.1 – Місце розташування Верхівцевського ліцею №2

Експертні зауваження щодо сучасних вимог безпеки на підставі типових потреб закладів освіти і простих індикаторів (вік будівлі, чисельність, інфраструктура) вимагають проведення технічних обстежень, які включають

безпеку та укриття, інженерні мережі та інклюзивні умови. Для заходів безпеки у зв'язку з поточними вимогами з цивільного захисту рекомендовано мати готове укриття (споруду подвійного призначення, ПРУ) або визначені маршрути евакуації та перевірені укриття на території громади. Для гарантії роботи ПРУ і нормального функціонування школи бажана перевірка та модернізація інженерних мереж: зовнішніх мереж (водопостачання та каналізації), електропостачання, вентиляції. Наявність інклюзивних класів потребує адаптації входів, санвузлів та маршрутів для людей з ООП.

2.1 Обґрунтування необхідності будівництва споруди подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ

Ліцей №2 м. Верховцеве є закладом загальної середньої освіти, що одночасно виконує функцію місця масового перебування дітей та персоналу. В умовах воєнного стану та підвищених ризиків техногенного характеру виникає потреба забезпечення безпечних умов перебування, згідно з вимогами Кодексу цивільного захисту України, ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», наказів МОН України щодо наявності захисних укриттів у закладах освіти та враховуючи Санітарні норми і правила щодо забезпечення учасників освітнього процесу умовам життєзабезпечення.

Зараз на території ліцею відсутня захисна споруда, яка здатна забезпечити укриття учнів та персоналу у разі: артилерійського обстрілу, руйнування будівельних конструкцій, ударної хвилі, уламкової та проникаючої дії небезпечних факторів та радіаційних або хімічних викидів.

Протирадіаційне укриття (ПРУ) - це захисна інженерна споруда подвійного призначення, призначена для захисту населення, персоналу закладу освіти та учасників освітнього процесу від впливу іонізуючого випромінювання

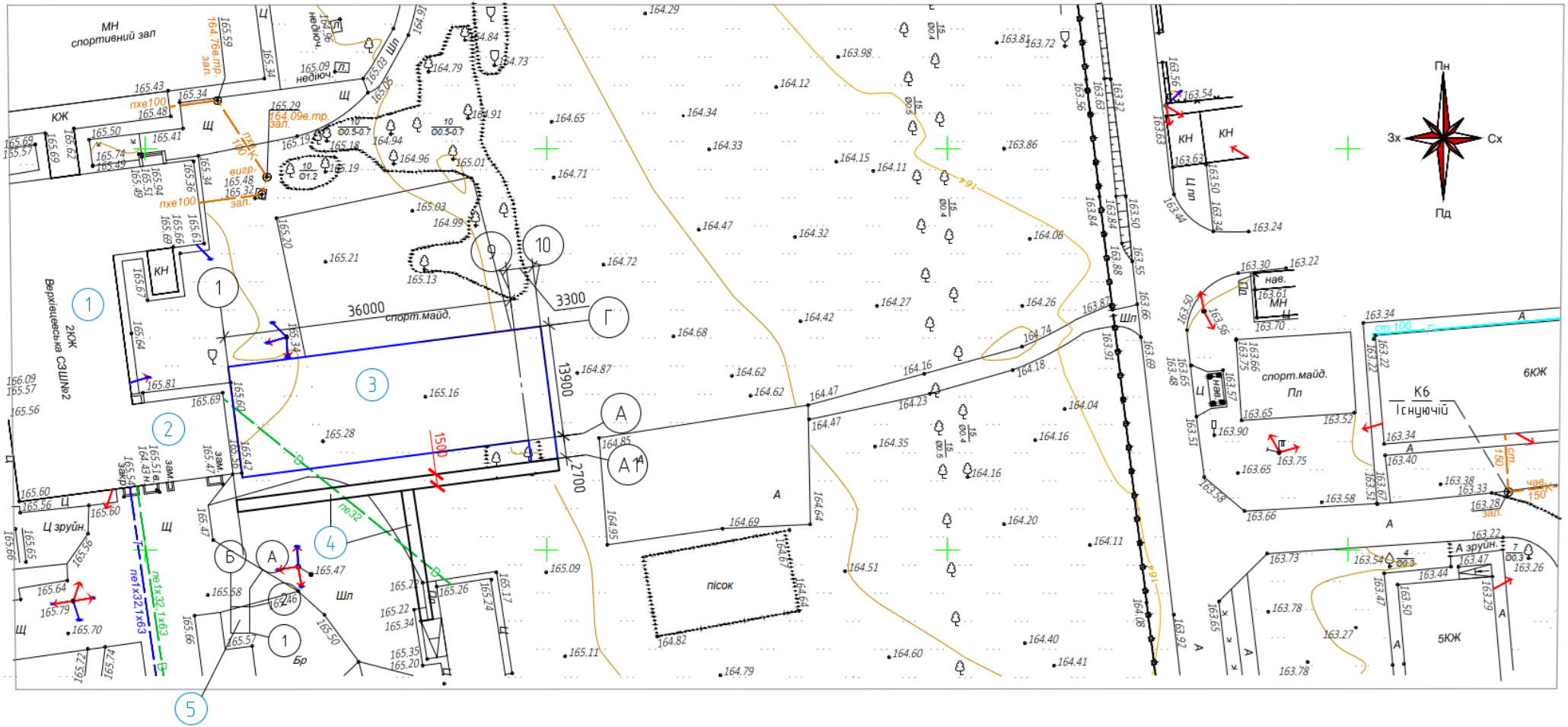
(радіації), радіоактивного пилу, вторинних вражаючих факторів надзвичайних ситуацій, небезпечних хімічних речовин і продуктів горіння (за умов обмеженого впливу) [10].

ПРУ забезпечує тривале перебування людей у безпечних умовах і може використовуватися як приміщення господарського призначення у мирний час.

ПРУ планується розташовувати в прибудованій структурі ліцею №2 м. Верхівцеве що дозволяє швидко забезпечити укриття великої кількості людей.

Конструктивні елементи ПРУ передбачають несучі стіни з монолітного або збірного залізобетону товщиною 250-400 мм; перекриття - залізобетонне, здатне витримувати нормативні навантаження; підлога з бетонною основою, частково гідроізолювана; герметизовані вводи інженерних комунікацій; окремий вентиляційний контур.

ПРУ (протирадіаційне укриття) здатне забезпечити коефіцієнт ослаблення іонізуючого випромінювання не менше 100–200 та захист від небезпечних факторів вибуху. ПРУ дозволяє ліквідувати основні ризики та підвищити рівень безпеки учнів і персоналу, пов'язані з радіаційними аваріями, вибухами, уламками, хімічними викидами (рис.2.2).



- 1- Будівля ліцею.
- 2- Існуючий підвал.
- 3- Будова що прибудовується до підвалу.
- 4- Доріжки, та майданчик з тротуарної плитки.
- 5- Навіс генератора.

Рисунок 2.2 – Ситуаційний план (архітектурно-будівельні рішення)

ПРУ проєктується для укриття учнівського та педагогічного складу, а також частини персоналу ліцею. Кількість місць визначається за фактичною площею приміщення і нормативом 0,5-0,6 м² м² на одну особу.

ПРУ забезпечує умови перебування людей з показниками мікроклімату температурного режиму 15–25 °С; мінімальний обмін повітря через аварійну вентсистему або фільтрувально-вентиляційний агрегат; можливість перебування без виходу назовні до 48 годин, згідно з нормами.

Приміщення повинно бути обладнане місцями для сидіння, освітленням (основним та аварійним), засобами зберігання води та санітарного оснащення, контейнерами для збирання відходів.

До інженерних систем ПРУ входять системи вентиляції, каналізації, водопостачання, електроживлення. Вентиляційна мережа є природна та аварійна з можливістю герметизувати повітрозабір, з фільтрувально-вентиляційними блоками або схеми з двоступеневою фільтрацією. Вимоги до каналізаційної мережі - підземна каналізаційна мережа, реконструйована з урахуванням герметизації вводів. Каналізаційна мережа повинна забезпечити запобігання затопленню шляхом встановлення зворотного клапана та аварійного насосного обладнання; стійкі до корозії трубопроводи ПВХ SN8. Водопостачання повинно забезпечити подачу від внутрішньої мережі з можливістю аварійного відключення та місце для запасів питної води та технічної. Електроживлення передбачає основне від мережі закладу та аварійне при встановленні автономних джерел (акумулятори, переносні генератори).

Основна вимога до ПРУ - доступність та безпека. ПРУ повинен мати окремий або дубльований евакуаційний вихід; достатню ширину проходів для безпеки переміщення груп людей; підсилені або герметизовані дверні блоки; протиковзкову підлогу та освітлення аварійних маршрутів; місця для зберігання медикаментів та протигазів. Усі перераховані елементи повинні відповідати вимогам ЦЗ та охорони праці [10].

Протипожежна безпека ПРУ вимагає наявності у приміщенні обладнання: вогнегасники, пожежні щити (за потреби), автономні системами оповіщення, вогнестійкі кабельні лінії. Усі конструктивні елементи повинні мають необхідний клас вогнестійкості.

Конструкція ПРУ повинна забезпечити експлуатаційну надійність при довговічності не менше 50 років, захищеності від корозії та вологи, можливості цілорічної експлуатації.

Своєчасне технічне обслуговування передбачає: перевірку вентиляції, огляд гідроізоляції, контроль стану трубопроводів, тестування аварійного освітлення[11].

Відповідно вимог державних стандартів для забезпечення безпеки дітей за Наказами МОН прямо забороняють проведення очного навчання без наявності укриття. Ліцей для повноцінного функціонування має забезпечити укриття не менше ніж на 100% кількості учнів та працівників при цьому необхідно наявність санвузлів, вентиляції, автономного освітлення, місць для сидіння, водопостачання для даної будівлі.

Споруда подвійного призначення повинні мати оптимальні техніко-економічні рішення для виконання подвійних функцій у мирний та воєнний час. У мирний час приміщення може виконувати господарські або навчально-побутові функції, а саме: спортивна секція, клас, склад інвентарю, технічне приміщення, зал для гуртків. У воєнний час – ПРУ для укриття 200–400 осіб (залежно від місткості) та автономне життєзабезпечення [10,11].

Забезпечення стійкості роботи об'єкта освіти в умовах воєнного часу можливо лише при будівництві захисної споруди, яка дозволить не переривати навчальний процес, забезпечити безпечні умови перебування дітей, працювати в умовах обстрілів або техногенних аварій. Це підвищує стійкість об'єкта освіти до НС, підсилює інженерну безпеку всієї будівлі та має подвійне призначення - господарське та захисне.

2.2 Обґрунтування необхідності реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі

Реконструкція виконується з метою гарантування надійності водовідведення, забезпечення санітарно-гігієнічної безпеки та інженерної сумісності ПРУ з міськими мережами відповідно до ДБН В. 2.2 – 5, ДБН В. 1.2 – 4, ДБН В. 1.1 – 7 та ДБН В. 2.5 – 75.

У межах даного об'єкта каналізаційна мережа реалізована з двома випусками, які пролягають від стояків у напрямку вигрібної ями. У приміщенні передбачено один наявний санітарний вузол. З метою відведення надлишкової вологи від основи споруди проєктною документацією заплановано влаштування оглядових колодязів, розташованих на відстані 6 м від фундаменту, а також монтаж між ними залізобетонних лотків, заповнених фільтрувальним сипким матеріалом. Над лотками передбачено укладання труб каналізаційної мережі. Поздовжні ухили горизонтальних трубопроводів системи становлять: для труб діаметром 40 мм - $i = 0,03$; для труб діаметром 110 мм - $i = 0,02$.

Внутрішні каналізаційні мережі проєктуються із застосуванням ПВХ-труб системи «*Ostendorf*». Улаштування інженерних систем слід виконувати відповідно до вимог ДБН В. 2.5 – 64: 2012, робочої документації та технічних вказівок, наведених у цьому проєкті. Пропуск труб через зовнішні фундаментні конструкції необхідно здійснювати із використанням гільз, виготовлених із жорстких матеріалів, згідно серії 7373-3. Каналізаційні випуски передбачено виконувати з ПВХ-труб діаметром 110 мм та товщиною стінки 3,2 мм (рис.2.3,2.4,2.5).

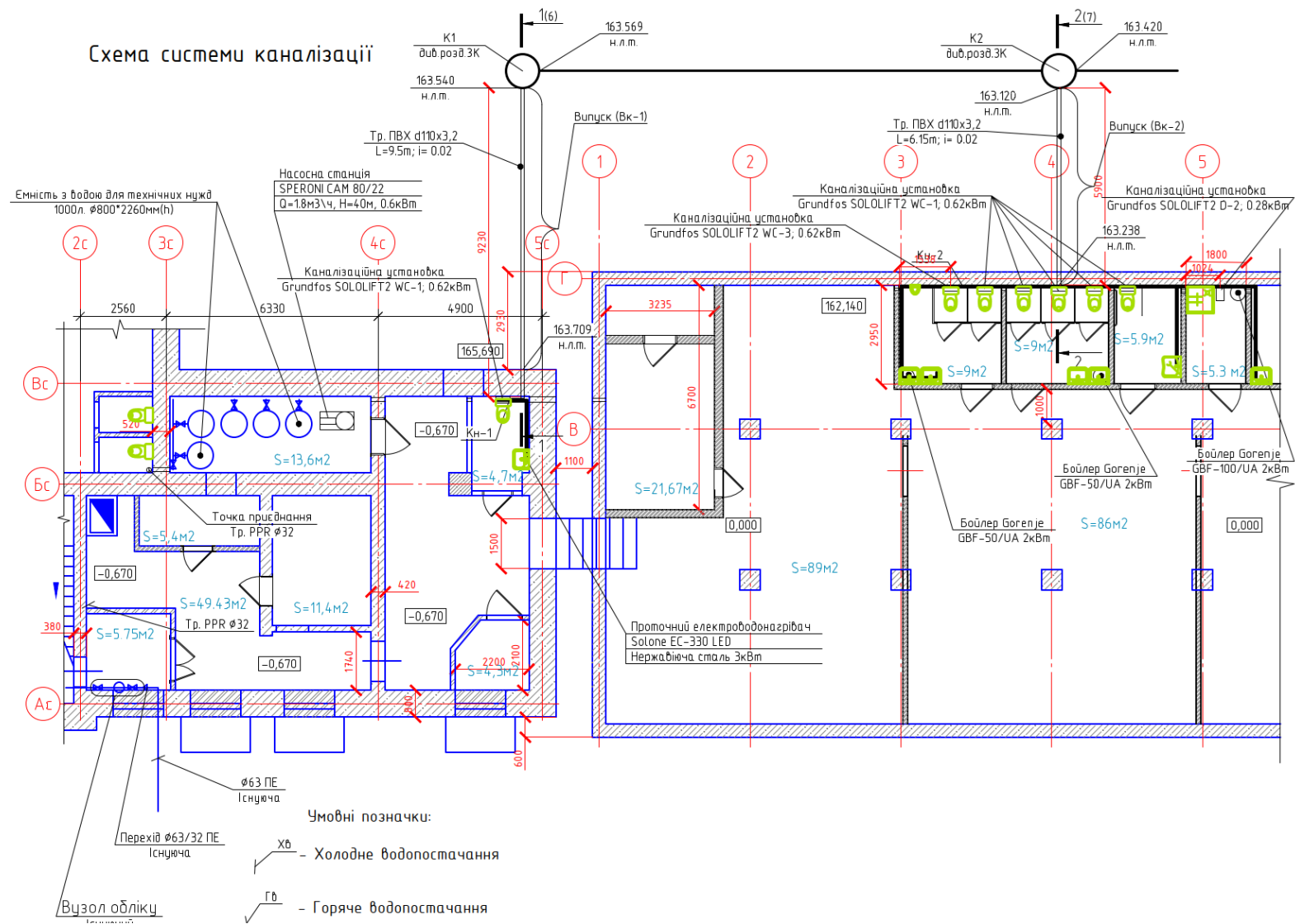
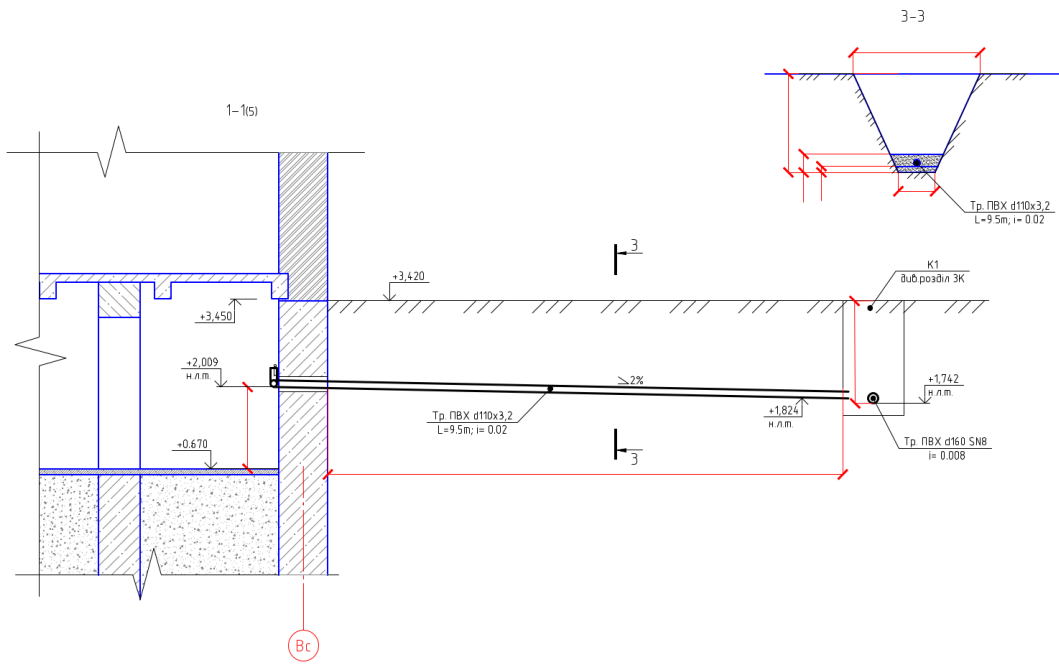
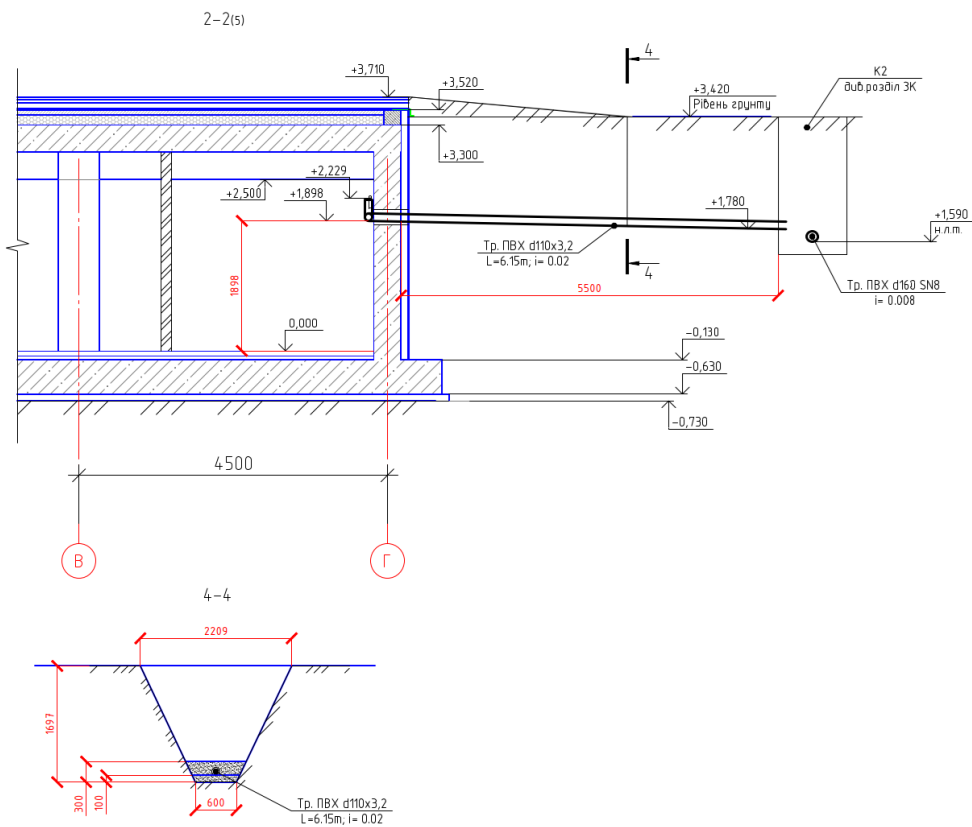


Рисунок 2.3 – Схема системи каналізації споруди подвійного призначення ПРУ Верхівцевського ліцею №2



а)

Випуск каналізаційний Вк-2



б)

Рисунок 2.4 - Випуск каналізаційний

а) Вк-1, розріз 1-1, 3-3; б) Вк-2, розріз 2-2, 4-4

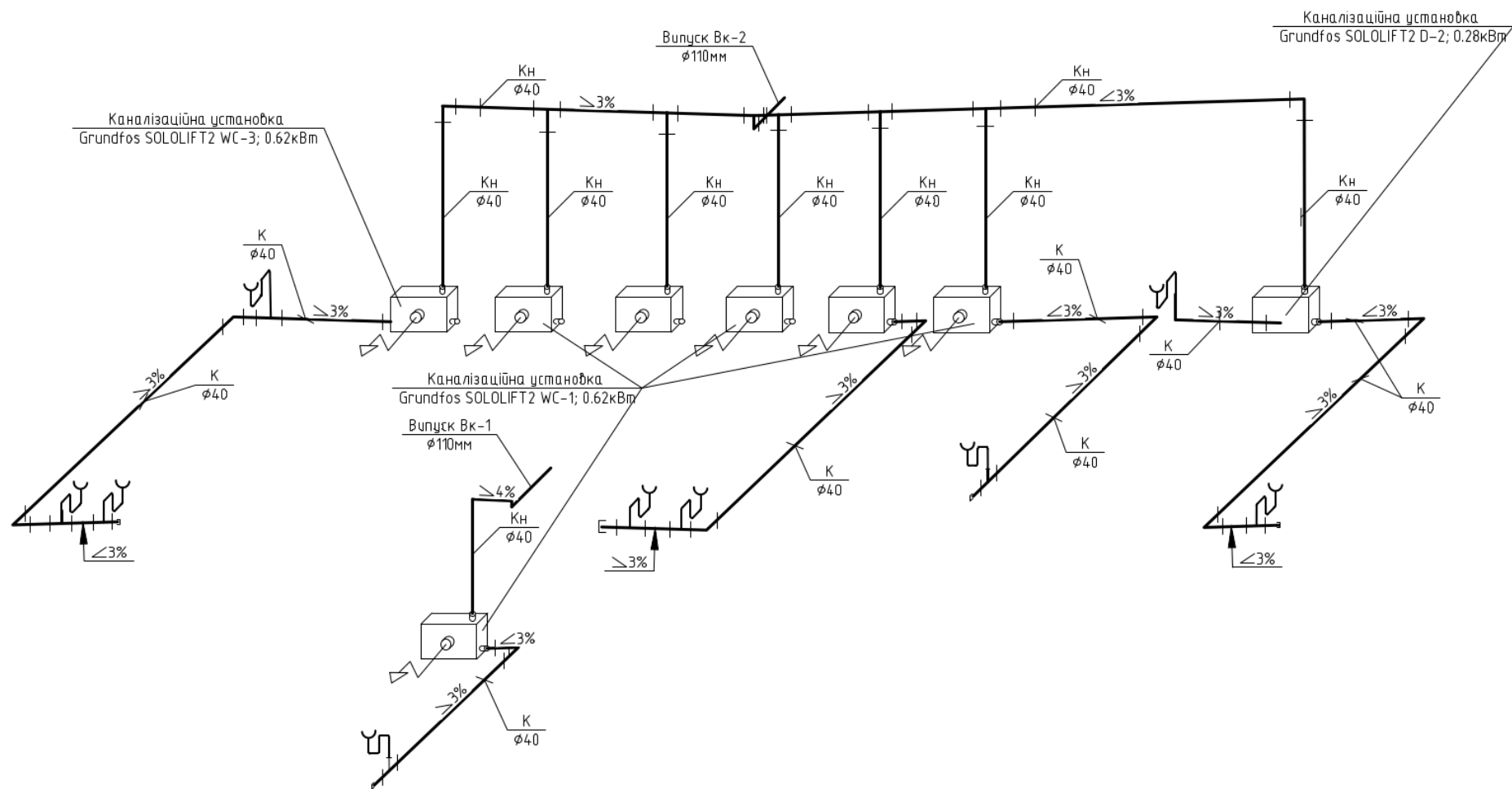


Рисунок 2.5 – Схема системи каналізації споруди подвійного призначення ПРУ Верхівцевського ліцею №2

Після завершення монтажу, але до остаточного засипання трубопроводів, потрібно провести гідравлічні випробування змонтованої каналізаційної мережі. Перевірка здійснюється методом заповнення водою шляхом одночасного відкриття 75 % сантехнічних приладів, під'єднаних до контрольованої ділянки. У разі застосування матеріалів, відмінних від передбачених проектом, слід використовувати вироби з аналогічними технічними показниками.

Перелік робіт, на які оформлюються акти огляду прихованих процесів, включає:

- дотримання нормативних ухилів;
- забезпечення щільності та непроникності труб;
- улаштування основи трубопроводів, зокрема очищення дна траншеї;
- виконання зворотного засипання піщаним ґрунтом.

Проектні рішення розраховані на виконання будівельно-монтажних робіт за додатних температур. При проведенні робіт за температурних умов нижче -5°C необхідно керуватися вимогами ДБН А.3.1-5:2016. Проектом передбачено використання матеріалів, що відповідають чинним державним стандартам, нормативам і правилам та мають підтвержені сертифікати якості. На всі приховані процеси й відповідальні елементи конструкцій слід оформляти відповідні акти огляду та документи приймання згідно з вимогами ДБН А. 3.1 – 5: 2016.

Під час обстеження існуючої зовнішньої трубопровідної каналізаційної мережі фіксується фізичний знос через корозія металу, тріщини по трубопроводу, розгерметизацію. На деяких ділянках фіксується просідання трубопроводів, порушення уклонів, затримка та застій каналізаційних вод та незначне підтоплення. Наявна мережа виконана з застарілих матеріалів, які не відповідають технічним умовам експлуатації та майбутнім навантаженням.

Проектування ПРУ вимагає дещо підвищеної пропускної здатності каналізаційної мережі через деяке збільшенні навантаження на систему через санітарні вузли, дренажну каналізацію, системи збір-відведення стоків від

вентиляційного та водопостачального обладнання. Наявні мережі не здатні забезпечити відповідний гідравлічний режим.

Для ПРУ необхідна наявність особливих санітарно-гігієнічні вимоги щодо справної системи каналізації, можливості відведення аварійних стоків та герметичності труб з підвищеною стійкістю до тиску та навантажень.

Відновлення та модернізація мереж - вимога ДБН В.2.5 – 75:2013, каналізаційні мережі на території закладів освіти мають відповідати розрахованій пропускній здатності, вимогам екологічної безпеки та антикорозійній стійкості. Під час будівництва ПРУ навантаження на мережу зростає - старі труби не забезпечують надійності.

Нова каналізаційна мережа забезпечує підвищення надійності та довговічності інженерної інфраструктури через стабільну роботу санвузлів, відсутність підтоплень та необхідну відповідність нормам ДСанПіН для закладів освіти.

Після реконструкції системи буде забезпечено підвищену експлуатаційну готовності об'єкта до автономної роботи не створюється аварійна ситуація та забезпечується робота укриття у будь-яких умовах.

Будівництво споруди подвійного призначення з властивостями ПРУ та реконструкція зовнішньої каналізаційної мережі є необхідними заходами через реальні загрози по безпеці населення; вимоги державних норм і законодавства; незадовільний технічний стан існуючих інженерних мереж; потребу забезпечити безпечні умови для дітей; необхідність автономної роботи інженерних систем у режимі укриття. Ці заходи забезпечують комплексну безпеку, надійність та стійкість функціонування ліцею.

Існуюча зовнішня каналізаційна мережа є самопливною з керамічних і залізобетонних труб, укладеними на глибині 1,2–2,5 м. Діаметри труб становить від 110–160 мм (господарсько-побутові) до 200 мм (головний випуск). На трубопроводі наявні ознаки корозії та зношення старих матеріалів, місцями

фіксуються просадки ґрунту, порушення уклонів, недостатня герметичність стиків у з'єднаннях старих колодязів.

Оглядові колодязі виконані типовими залізобетонними з діаметром 1 м; окремі є зруйновані, з негерметичними вводами труб; горловини мають сліди механічних пошкоджень, потребують відновлення або заміни. Відведення стоків здійснюється у міську каналізацію через головний випуск у південній частині ділянки ліцею.

Особливості території та інженерно-геологічні умови полягають у наявності супісків та суглинків, місцями з підвищеною вологістю, схильні до сезонних деформацій. Нормативна глибина промерзання - до 0,8–1,0 м. Рівень ґрунтових вод за середніми багаторічними показниками - 2,5-3,2 м. Територія діючого закладу освіти має обмежений простір для будівельно-монтажних робіт і вимагає підвищених вимог до безпеки.

Запроектована споруда подвійного призначення (ПРУ) потребує гарантованого безперебійного водовідведення у період укриття людей, наявності аварійного та резервного відведення стічних вод, герметизації введів труб у захисні конструкції. У випадку підвищення рівня ґрунтових вод, захарачення міської мережі або аварії на внутрішніх трубопроводах необхідно забезпечити відсутність затоплення приміщень ПРУ.

У зв'язку з цим реконструкція передбачає заміну зношених труб, коригування уклонів, герметизацію колодязів та перенесення окремих ділянок для забезпечення протирадіаційних і санітарних вимог.

При проведенні реконструкції каналізаційної мережі необхідно користуватися наступними нормативними вимогами: ДБН В. 2.5 – 75 «Каналізація», ДБН В. 1.2 – 5 «Системи захисту будівель», ДБН В. 2.2 – 5 «Споруди цивільного захисту», ДБН А. 3.1 – 5 «Організація будівельного виробництва», ДСТУ – Н Б В. 2.5 – 56 щодо оцінки технічного стану мереж. [11-15]

Метою реконструкції є відновлення працездатності каналізаційної мережі ліцею; забезпечення надійної роботи системи в режимі нормального функціонування та в режимі ПРУ; підвищення герметичності трубопроводів і колодязів; забезпечення нормативних уклонів, пропускної здатності та довговічності; усунення можливості підтоплення захисної споруди.

Основними проєктними рішення є: [12]

1. Повна або часткова заміна трубопроводів на ПВХ SN8 Ø160–200 мм.
2. Улаштування нових оглядових колодязів із ЗБ кілець або поліетиленових модульних.
3. Герметизація введів у стіни укриття через сальникові проходи.
4. Коригування траси трубопроводів для обходу захисних конструкцій.
5. Розділення потоку: побутові стічні води – окремо, дренаж – окремо.
6. Встановлення зворотного клапана на виході з ПРУ.
7. Влаштування аварійного дренажного насоса (за потреби) (рис.2.6).

Після виконання робіт очікуваний результат реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі забезпечить стабільну роботу системи водовідведення ліцею, забезпечить відсутність витоків та інфільтрацій, дасть можливість відповідати санітарним та екологічним нормам, забезпечить повну інженерну сумісність із приміщенням ПРУ, захистить споруди від підтоплення та проникнення стоків та забезпечить можливість безпечної експлуатації укриття в особливий період.

Технічні рішення щодо модернізації каналізаційної системи через протікання та негерметичність введів у ПРУ, недостатню пропускну здатність та ризики підтоплення укриття. Для заміни трубопроводу використовуємо ПВХ труби SN8 (гарантія жорсткості й герметичності). Нормальне гідравлічне функціонування системи забезпечується відновленням проєктних ухилів, жорсткому контролю наявності самопливу. Усі колодязі в районі реконструкції каналізаційної системи ПРУ повинні бути герметичні, з цегляною горловиною, сальниковими проходами для введів. Люки повинні бути протиударні, з

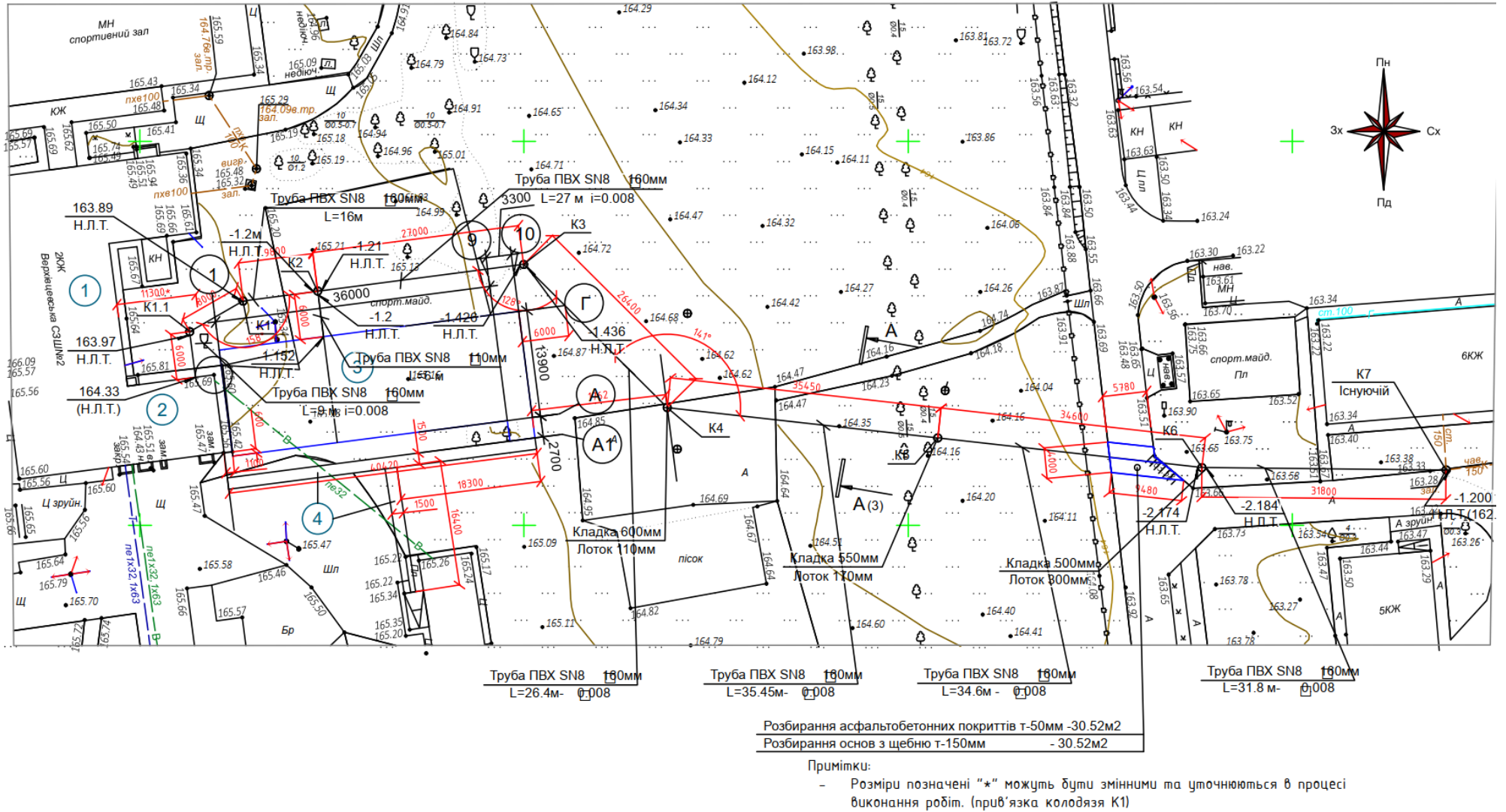


Рисунок 2.6 - Схема зовнішньої каналізації споруди подвійного призначення ПРУ Верхівцевського ліцею №2

запірними пристроями. На виході з ділянок ПРУ встановлюють зворотний клапан для запобігання притоку з міської мережі. Споруджують локальний накопичувальний бак-ємність та підключають до насосної установки на випадок відсутності відведення. Для герметизація введів у ПРУ застосовують гумові манжети або прохідні гумові патрубки з ущільненням, можливо використання додаткової зовнішньої обмазкової гідроізоляція. По завершенню робіт проводять перевірку герметичності на тиск та потік, контроль уклонів та складають акт прихованих робіт.

3 ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ МЕРЕЖІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Гідравлічний розрахунок мережі водовідведення

Метою гідравлічного розрахунку реконструйованої каналізаційної мережі є перевірка пропускної здатності існуючих колекторів та визначення параметрів (діаметру, ухилу, наповнення) для нових або замінних ділянок трубопроводів. Основне завдання полягає у забезпеченні безперебійного відведення розрахункових витрат стічних вод у самопливному режимі з дотриманням незамулюючих швидкостей.

Розрахунок виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5 – 75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди».

Визначення розрахункових витрат стічних вод ліцею проводиться для побутових та дощових (поверхневих) стоків.

Середньодобова $Q_{\text{ср}}$ витрата побутових стоків розраховується за формулою [16]

$$Q_{\text{ср}} = N \cdot q_1 \quad (3.1)$$

де N - кількість осіб, люд;

q - нормативна витрата на 1 особу.

Кількість учнів, вчителів та персоналу для ліцею №2 м.Верховцеве становить 420 осіб. Відповідно вимог ДБН питома витрата для громадських закладів на 1 особу $q = 15 \text{ л/добу} = 1,7361 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{с}$.

$$Q_{\text{ср}} = 420 \cdot 1,7361 \cdot 10^{-7} = 7,29 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0,0729 \text{ л/с}.$$

Пікова (максимальна секундна) витрата Q_{max} розраховується з піковим коефіцієнтом за Хантеро згідно з ДБН. Використовуємо формулу [16]

$$Q_{max} = K_p \cdot Q_{ср} \quad (3.2)$$

K_p – коефіцієнт піку.

$$K_p = 1 + \frac{14}{\sqrt{420}} = 1,683$$

За формулою (3.2)

$$Q_{max} = 1,683 \cdot 7,29 \cdot 10^{-5} = 1,23 \cdot 10^{-4} \frac{м^3}{с} = 0,123 \text{ л/с}$$

Максимальна пікова витрата становить 0,12 л/с.

До витрати каналізаційних стоків додаємо розрахункові витрати сливових та талих вод з даху ліцею. Визначаємо максимальну повільну (пікову) дощову витрату, яка надходить зі схилів даху під час розрахункової зливи, для подальшого розмірного підбору водостічних жолобів, стояків (водопровідних стояків) та відведення поверхневих стоків, з урахуванням прийнятої регіональної інтенсивності опадів і коефіцієнтів стоку.

Для розрахунку необхідно мати наступні вихідні дані: площа даху (A), коефіцієнт стоку (C), розрахункова інтенсивність дощу (i).

Площа даху, яка приймає дощ для ліцею становить $132 м^2$. Якщо дах розбивається на декілька водоприймачів - використовується ефективна площа кожного з них. Коефіцієнт стоку для плоских покрівель з гідроізоляцією - 0,80–0,95, що відображає частку опадів, яка перетікає як поверхневий стік. У нашому випадку приймаємо 0,9. Розрахункова інтенсивність дощу для обраного терміну повторюваності (проектна злива), у одиницях л/с · м² або мм/год; значення беремо з гідрометеорологічних довідників або місцевих норм – $0,01 \text{ л/(с · м}^2\text{)} = 0,00001 \text{ м}^3\text{/(с · м}^2\text{)}$ [16].

Період повернення для житлових об'єктів часто приймають зливу 5–10 років. Конфігурація даху - плоский, напрямок стоку, наявність місцевих перехоплень - для визначення ефективної площі та поділу стоку між водоприймачами.

Основна формула для визначення максимальної миттєвої дощової витрати [16]

$$Q_{\text{дощ}} = C \cdot i \cdot A \quad (3.3)$$

де $Q_{\text{дощ}}$ - дощова витрата, л/с;

C - коефіцієнт стоку поверхні;

i - інтенсивність дощу, л/(с · м²);

A - площа водоприймача, м².

$$Q_{\text{дощ}} = 0,9 \cdot 0,00001 \cdot 132 = 0,001188 \text{ м}^3/\text{с} = 1,188 \text{ л/с}$$

Дощова витрата при нашому найінтенсивнішому припущенні становлять 11,9 л/с, що значно перевищує побутову витрату.

Сумарна пікова витрата складається з побутової та дощової

$$Q_{\text{пік, заг}} = Q_{\text{пік, поб}} + Q_{\text{дощ}}$$

$$Q_{\text{пік, заг}} = 0,000123 + 0,001188 = 0,0013 \text{ м}^3/\text{с} = 1,3 \text{ л/с.}$$

Загальна розрахункова витрата на яку розраховуємо параметри зовнішньої каналізаційної мережі становить 1,3 л/с.

3.2 Обґрунтування діаметрів труб та ухилів реконструйованих ділянок

Для спрощення розрахунків та підвищення точності, визначення гідравлічних параметрів використовуємо таблиці Ф.А. Шевелєва та А.Ф. Лукіних при гідравлічному розрахунку каналізаційних мереж.

При проєктуванні реконструкції мережі враховувалися нормативні обмеження у вигляді матеріалів труб, розрахункового наповнення, швидкості руху та мінімального ухилу.

Для нових ділянок мережі прийнято використання двошарових гофрованих труб з поліпропілену (ПП) або полівінілхлориду (ПВХ). Коефіцієнт шорсткості для пластикових труб прийнято рівним $n = 0,01$. Це дозволяє збільшити пропускну здатність порівняно зі старими бетонними колекторами.

Розрахункове наповнення h/d необхідне для забезпечення вентиляції мережі та запасу пропускну здатності, максимальне розрахункове наповнення труб прийнято згідно з ДБН В. 2.5 – 75: 2013 [12]

- для $d = 150-200$ мм — $h/d \leq 0,6$;
- для $d = 300-400$ мм — $h/d \leq 0,7$.

Мінімальна швидкість руху потоку (незамулююча) для труб діаметром 150-250 мм прийнята $v_{min} = 0,7$ м/с. Максимальна швидкість для неметалевих труб обмежується $v_{max} = 8$ м/с для запобігання абразивного зносу.

Для забезпечення самоочисних швидкостей при мінімальних витратах прийняті ухили [12]

- для $d = 160$ мм - $i_{min} = 0,008$;
- для $d = 200$ мм - $i_{min} = 0,007$.

На ділянках, де рельєф місцевості не дозволяє забезпечити мінімальний ухил, або витрата стічних вод недостатня для забезпечення v_{min} , передбачено заходи з періодичної промивки мережі.

Гідравлічний розрахунок самопливних мереж водовідведення базується на законах рівномірного руху рідини в трубах. Оскільки стічні води містять завислі речовини, режим руху рідини приймається турбулентним. Основними залежностями для розрахунку є рівняння нерозривності потоку та формула Шезі. Витрата стічних вод визначається [12]

$$Q = \omega \cdot v \quad (3.4)$$

де ω - площа живого перетину потоку, м²

v - середня швидкість руху рідини, м/с.

Середня швидкість руху потоку визначається за формулою

$$v = C\sqrt{R \cdot i}$$

де C - коефіцієнт Шезі, що залежить від гідравлічного радіуса та шорсткості стінок труб $\text{м}^{0,5}/\text{с}$;

R - гідравлічний радіус, м;

i — гідравлічний ухил лотка труби (для рівномірного руху дорівнює геометричному ухилу).

Проводимо вибір діаметрів для круглої труби у наповненому стані (повне заповнення) за формулою Маннінга. Для визначення середньої швидкості потоку v формула виглядає так [12]

$$v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (3.5)$$

де n - коефіцієнт шорсткості за Маннінгом (безрозмірний або $\text{с} \cdot \text{м}^{-1/3}$).

Коефіцієнт шорсткості за Маннінгом - це показник опору, який матеріал труби чинить потоку води. Чим менше n , тим гладша труба і менший діаметр потрібен для пропуску тієї ж кількості води. Пластикові труби (ПВХ, ПЕ, ПП) мають n 0,009 - 0,010 (дуже гладкі).

Оскільки підбираємо діаметр, нас цікавить пропускна здатність Q . Знаючи формулу (3.4) та те, що труби мають круглу форму при повному заповненні дана формула трансформується наступним чином [12]

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

Звідки

$$D = \left(\frac{3,21 \cdot Q \cdot n}{\sqrt{i}}\right)^{0,375} = \left(\frac{3,21 \cdot 0,013 \cdot 0,01}{\sqrt{0,008}}\right)^{0,375} = 0,156 \text{ м}$$

Тобто остаточно приймаємо діаметр каналізаційної мережі 160 мм при цьому ухил трубопроводу становить 0,008, мінімальна самоочищувальна швидкість 0,7 м/с, коефіцієнт шорсткості за Маннінгом – 0,01 для матеріалу каналізаційних ненапірних труб ПВХ маркою SN8 означає кільцеву жорсткість 8 кН/м².

3.3 Інженерно-графічні рішення

Інженерно-графічна частина проєкту містить комплект креслень, що відображають конструктивне рішення зовнішньої каналізаційної мережі, просторове розташування трубопроводів, їх прив'язку до рельєфу місцевості та геометричні характеристики системи водовідведення. Головними графічними документами в цьому розділі є поздовжній профіль каналізаційної лінії та робочі креслення оглядових колодязів.

Поздовжній профіль трубопроводу виконано на основі даних інженерно-геодезичних вишукувань, проєктних відміток і прийнятих гідравлічних ухилів. У ньому наведено:

- положення існуючої поверхні землі та проєктної лінії дна траншеї;
- діаметри, тип і матеріал труб;
- величини ухилів ділянок мережі;
- позначки лотків та кришок оглядових колодязів;
- глибину залягання труб від поверхні землі;
- місця перетину з підземними комунікаціями та природними перешкодами.

Профіль і ухили трубопроводів визначені з урахуванням вимог самоплинного режиму відведення стічних вод, забезпечення необхідної швидкості руху потоку для уникнення утворення відкладень, а також гарантування промивної здатності мережі. Глибина прокладання приймалася відповідно до умов промерзання ґрунту та нормативного захисту труб від механічних впливів.

Конструкція каналізаційних колодязів розроблена відповідно до їх функціонального призначення: оглядові - на прямолінійних ділянках, поворотні - в місцях зміни напрямку, перепадні - при необхідності пониження рівня трубопроводів. У кресленнях наведено:

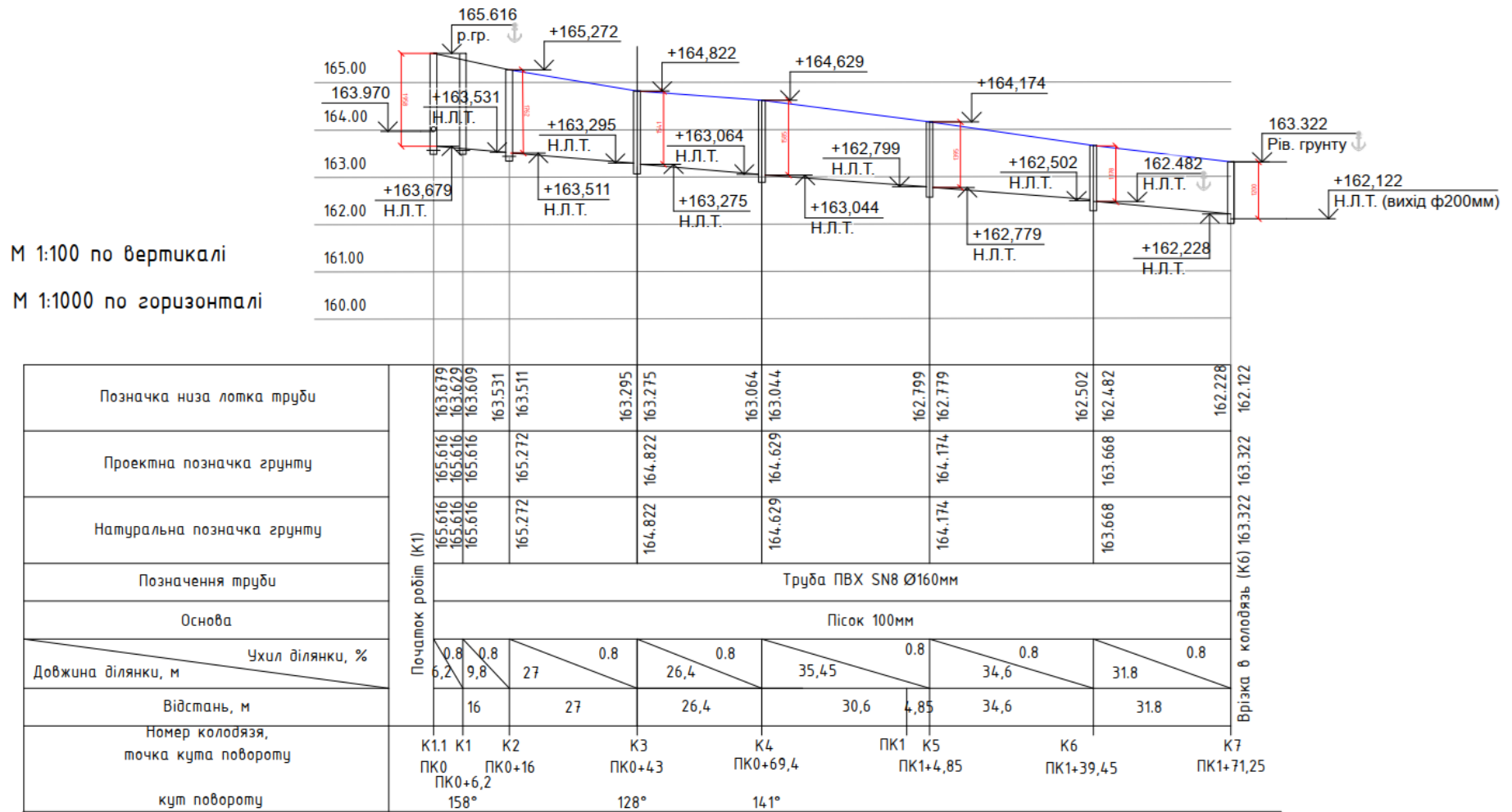


Рисунок 3.1 – Повздовжній профіль каналізаційної мережі

- діаметр колодязів та глибину їхнього розташування;
- конструкцію робочої камери, лоткової частини та горловини;
- матеріали і товщину кладки стін (для цегляних колодязів) або тип заводських кілець;
- способи ущільнення стиків та гідроізоляційні рішення;
- конструкцію перекриття з встановленням чавунного люка відповідного класу навантаження.

Лоткова частина передбачає плавні переходи та обводи для мінімізації втрат напору та запобігання застійним зонам. Горловини колодязів виконано з урахуванням регулювання висоти кришки щодо поверхні благоустрою. Лоткову частину всередині колодязя, де відбувається переміщення стічних вод, виконують з монолітного бетону класу C8/10 (B10). Матеріал повинен відповідати показникам морозостійкості F-100 та водонепроникності W6. Поверхню після укладання вирівнюють, застосовуючи цементно-піщаний розчин M200, а також проводять залізнення для підвищення міцності шару.

Форма поперечного перерізу лотка передбачає напівциркульну нижню частину, тоді як верх виконують прямокутним із вертикальними стінками. Глибина каналу має бути не меншою за найбільший діаметр прокладених труб.

З обох боків лотка передбачаються берми з ухилом 0,02 у напрямку до водоприймаючої частини, що забезпечує самостійний стік і запобігає накопиченню осаду.

Графічні рішення забезпечують наочне подання взаємозв'язку елементів мережі, дозволяють контролювати їхню відповідність проектним вимогам, а також є основою для виконання будівельно-монтажних робіт - розбивки трас, розроблення траншей, монтажу трубопроводів і встановлення колодязів.

Розроблений комплекс креслень гарантує надійність експлуатації системи водовідведення, відповідність санітарно-технічним, ергономічним та екологічним нормативам, а також забезпечує можливість ефективного

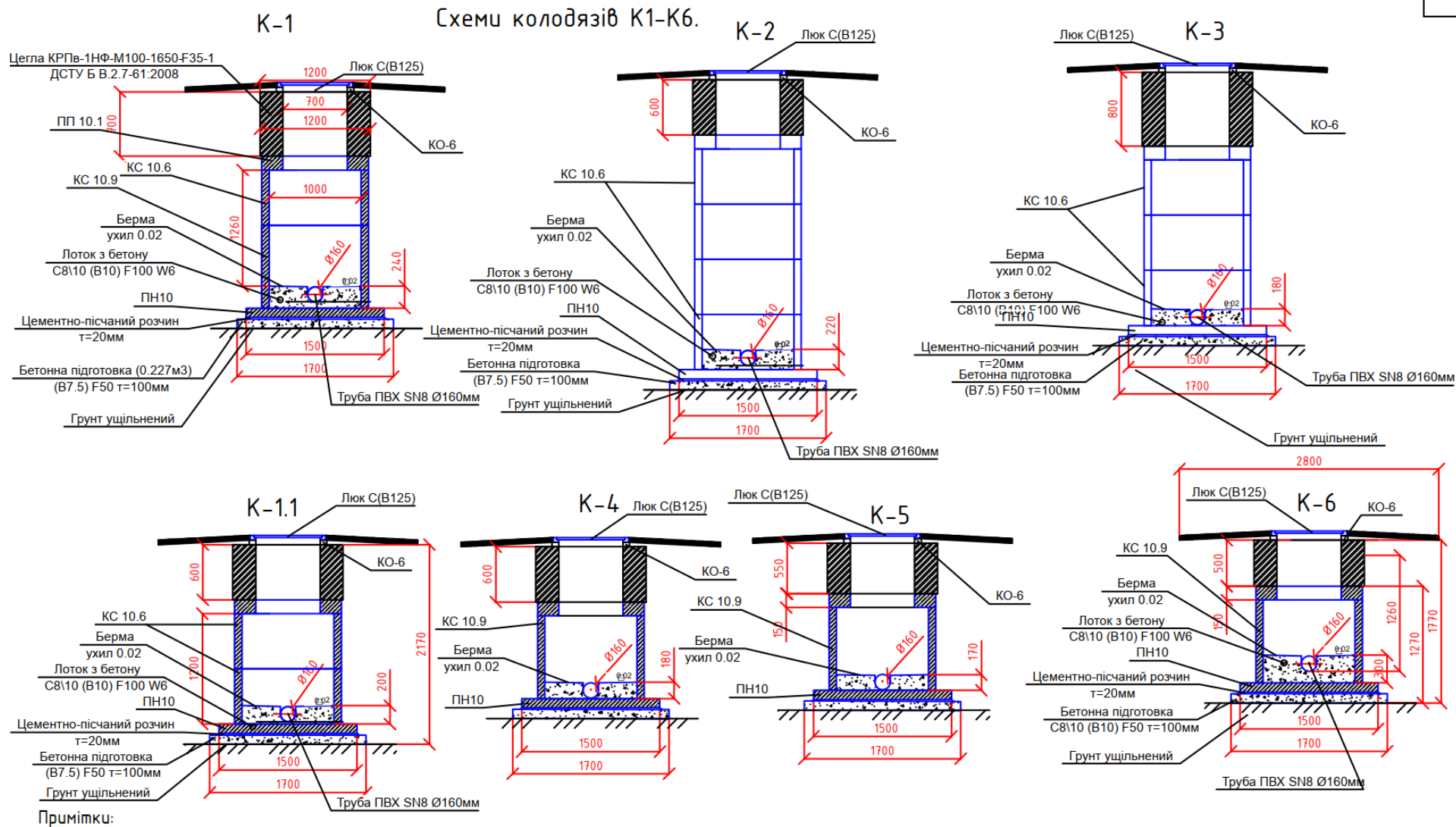


Рисунок 3.2 – Схеми колодязів зовнішньої каналізаційної мережі

технічного обслуговування та прочистки мережі протягом усього періоду її функціонування.

3.4 Розробка альтернативної схеми використання зливових та талих вод з даху будівлі

Як альтернативне рішення пропонується не відводити дощові та талі води у загальну систему каналізації, а використати для поливу території ліцею. Це є економічно вигідним, екологічно доцільним та відповідає сучасним принципам сталого управління водними ресурсами. Такий підхід робить навчальний заклад прикладом впровадження «зеленої» інфраструктури та раціонального природокористування.

Перевага застосування дощової води для поливу території ліцею полягає у раціональному використанні водних ресурсів. Дощова вода є безкоштовним і відновлюваним джерелом, що дозволяє зменшити споживання питної або технічної води з централізованої мережі. Скорочення забору прісної води позитивно впливає на екологічний баланс регіону. У технічному плані відбувається зменшення навантаження на каналізаційні мережі, бо замість відведення у дощову каналізацію значна частина опадів акумулюється та використовується повторно. Це допомагає уникнути перевантаження колекторів під час сильних опадів та зменшує аварійні ризики, у тому числі підтоплення прилеглих територій. Менший обсяг скидів у мережу означає зменшення комунальних платежів та експлуатаційних витрат. При правильній організації системи можливе зниження витрат на полив прилеглої території, що дає можливість знизити плату за використання централізованої води та покращити фітосанітарний стан озелених територій.

Дощові води не містять хлору та інших реагентів, присутніх у централізованій воді, що позитивно впливає на рослини, також мають нижчу жорсткість, що сприяє здоровішому розвитку зелених насаджень.

Також відбувається підвищення стійкості території до змін клімату при використанні систем локального збору опадів, оскільки це сприяє утриманню вологи в ґрунті, поліпшує мікроклімат і зменшує ефект «міського теплового острова».

Даний захід має значний екологічний ефект. Реалізація такої системи демонструє практичний приклад використання природних ресурсів учням і працівникам ліцею. Відбувається підтримка екологічної культури та сталого розвитку на рівні освітнього закладу.

Отже, використання зливових та талих вод з даху навчального закладу являє собою перспективне рішення у контексті сталого водокористування та управління водними ресурсами. Цей потенціал можливо реалізувати завдяки наявності на території ліцею спортивного стадіону та озеленення, оскільки це є додаткові можливості для повторного використання зібраної води. Наукові дослідження свідчать, що системи збору дощової води можуть забезпечити скорочення залежності від централізованого водопостачання на 20% та більше [17,18].

Базова система для збирання та накопичення зливових вод включає такі компоненти: систему збору (жолоба та водостічні труби з матеріалів, що не піддаються корозії), систему транспортування з фільтрацією та першим скидачем, резервуари накопичення та розподільчу систему. Найефективнішим матеріалом для покрівель є оцинкована сталь або цементна плитка, які забезпечують високу якість зібраної води, але у нашому випадку – м'яка покрівля.

На початковому етапі критично важливим елементом є перший очисник, який перенаправляє перший потік дощової води, забруднений атмосферними забруднювачами, листям та органічним матеріалом, в окремий канал перед

потраплянням у основний резервуар. Розмір першого скидача розраховується як обсяг води від 0,5-1,0 мм опадів з площі даху. Для нашого варіанту з площею даху 132 м² вимагатиме першого скидача об'ємом 66-132 літрів для ефективного видалення забруднень першої хвили.

Резервуари у яких буде накопичуватися зливова вода повинні відповідати стандартам *ANSI/NSF Standard 53* або *AS/NZS 4348* для матеріалів, що контактують з водою. Підземні цистерни забезпечують кращу якість води завдяки зниженню впливу світла та коливань температури. Розмір резервуарів для дощової води може бути 100-150 м², який розраховується на основі середніх річних опадів регіону та періоду економії [19, 20].

Найбільш перспективний варіант використання дощової води – зрошення прилеглого стадіону біля ліцею. Оскільки дощова вода є ідеальним варіантом для цих цілей, бо не потребує додаткової обробки. Дослідження показують, що використання дощової води для зрошення спортивних полів дозволяє: [20]

- скоротити витрату питної води на 40% і більше;
- забезпечити значні економічні вигоди в операційних витратах;
- усунути плату за водовідведення через центральну каналізацію.

Щодо якості дощової води для зрошування необхідно лише базова фільтрація без видалення солей та мінеральних компонентів, на відміну від центрального водопостачання.

Для зрошувальної системи достатньо наступних видів фільтрів: сіткові фільтри для видалення великих частинок (листя, гілочок); вихровий фільтр для видалення завислих частинок; гравійні або піскові фільтри для тонкої очистки. При цьому коефіцієнт затримання завислих речовин повинен становити 70% від початкової кількості забруднень.

Для стадіону та озеленення рекомендується впровадження системи крапельного зрошування, яка забезпечує: витрату води на 90% ефективніше за традиційні системи поливу, зменшення втрат через випарювання та поверхневий стік, точне дозування води для кожної рослини.

Крім зрошування, дощова вода може використовуватися для господарсько-побутових потреб. До цього відноситься змив туалетів, де використовується система екологічних змивів та інтелектуальних кранів. У господарських потребах можливо проводити мийку спортивного обладнання та чищення прилеглої території.

Надлишкова дощова вода може спрямовуватися в систему інфільтрації для поповнення ґрунтових вод [21]: легкі ґрунти дозволяють водопроникненню з одночасним утримання поживних речовин, також відбувається видалення забруднювачів через природну фільтрацію ґрунту та мікробну активність. При правильному проєктуванні можливо досягти «нульового стоку» на території.

Для нашого прикладу можливо використати наступну типову систему збору дощової води (рис.3.3). Вона включає у себе покрівлю (1), вхідний фільтр (2), відвідник першого змиву (3), резервуар для зберігання води (4), перелив (5), систему управління (6), систему очищення (7), насосний агрегат (8), зворотній клапан (9), витратомір (10), датчики енергозабезпечення (11), індикатор рівня води (12).

Система збору у даному випадку включає поверхні даху та водостічні жолоби для збору дощової води та відведення до системи зберігання. Вхідний фільтр представляє собою сітчастий фільтр для уловлювання великого сміття. Відвідник першого змиву видаляє сміття, не захоплене вхідним фільтром, з початкового потоку дощової води. Резервуари для зберігання, виготовлені з харчового поліефірного смоляного матеріалу, зеленого кольору, який допомагає зменшити ріст бактерій. Перелив - дренажний отвір, який дозволяє переливати воду, якщо резервуар перенаповниться. Управління представлено системою керування, яка контролює рівень води та систему фільтрації. Система очищення представлена системою фільтрації та дезінфекції, яка очищує воду до стандартів питної або непитної води.

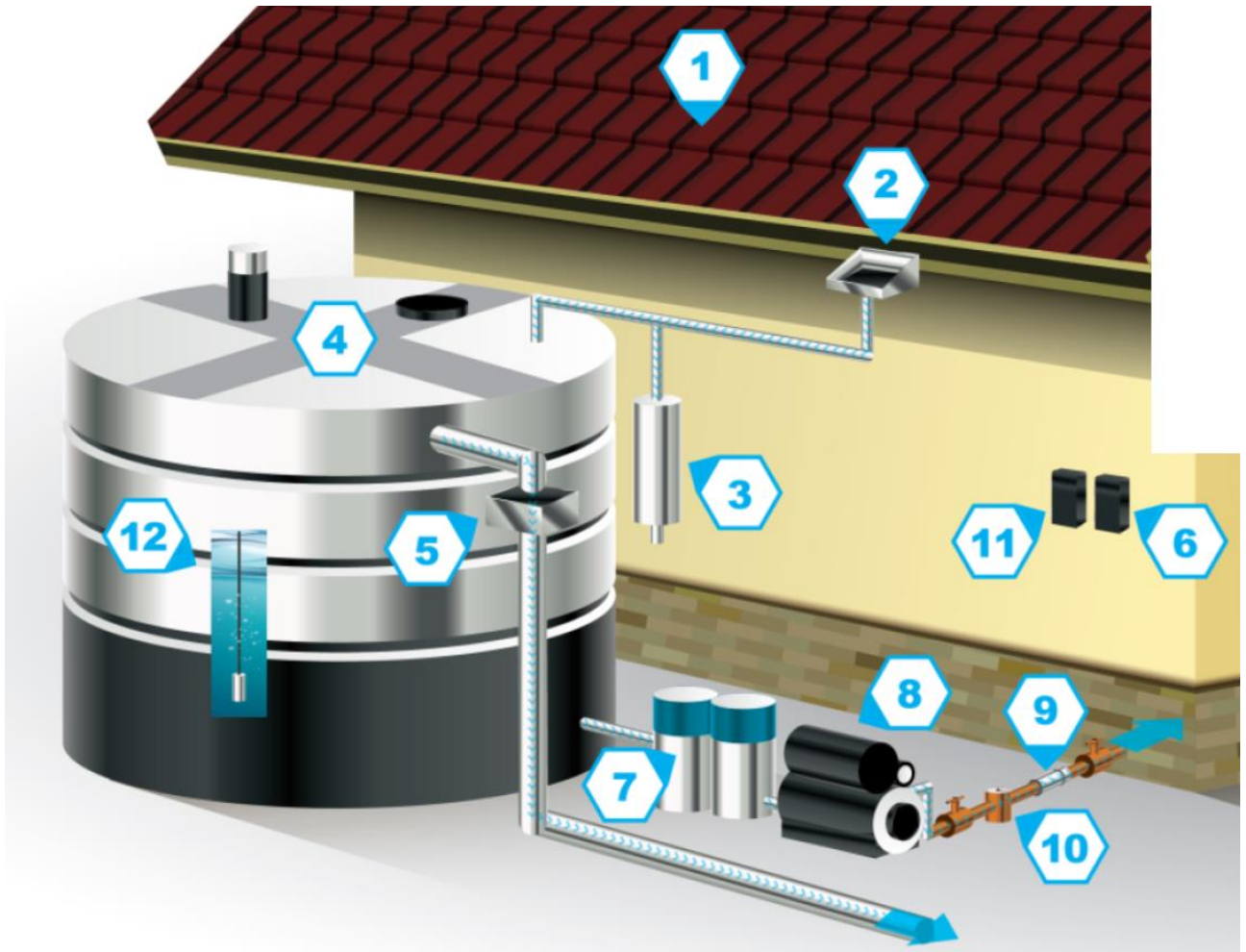


Рисунок 3.3- Компоненти типової системи збору дощової води [20]

1-покрівля, 2 - вхідний фільтр, 3 - відвідник першого змиву, 4 - резервуар для зберігання води, 5 – перелив, 6 – система управління, 7 - система очищення, 8 – насосний агрегат, 9 - зворотній клапан, 10 – витратомір, 11 – датчики енергозабезпечення, 12 - індикатор рівня води.

Насосно силове обладнання використовують для переміщення води через систему до місця її використання. Для запобігання зворотному потоку встановлюється зворотній клапан, що запобігає зворотному току води під негативним тиском через систему в систему підживлення. Витратомір (з реєстратором даних) необхідний для вимірювання витрат води. Також системи можуть використовувати або традиційні джерела живлення, або, для покращення автономних можливостей, альтернативні джерела, такі як автономні або

підключені до мережі сонячні системи. Для контролю рівня води в резервуарі встановлено індикатор рівня води.

3.4.1 Дощеприймальна система

Для розрахунку дощеприймальної системи проводимо для таких параметрів: площа даху $A = 132 \text{ м}^2$, інтенсивність зливи $i = 0,01 \frac{\text{л}}{\text{с}} \text{ м}^2$, коефіцієнт стоку даху $C = 0,9$, розрахункова пікова витрата (обчислено раніше) $Q = 1,188 \text{ л/с} = 0,001188 \text{ м}^3/\text{с}$.

Об'єм дощової води залежить від тривалості однієї зливи (залежно від тривалості події). Для прикладу наведемо розрахунки об'ємів води для звичних тривалостей:

$$1 \text{ хвилини } V = 0,001188 \cdot 60 = 0,07128 \text{ м}^3 = 71,28 \text{ л};$$

$$10 \text{ хвилин } V = 0,001188 \cdot 10 \cdot 60 = 0,7128 \text{ м}^3 = 712,8 \text{ л};$$

$$20 \text{ хвилин } V = 0,001188 \cdot 20 \cdot 60 = 1,4256 \text{ м}^3 = 1425,6 \text{ л}.$$

При цьому треба враховувати встановлення «першого промивання» де частина початкової забрудненої води зазвичай відводиться.

Для поливу зелених насаджень, які розташовані на території ліцею можлива схема мережі: система жолобів, ґратка, профільний фільтр грубої очистки, 1–2 м^3 пластикова ємність (цистерна), насос (малогабаритний), краплинний шланг або поливальні краплі. Мінімальний об'єм становить 3–5 м^3 (3 000–5 000 л). При поливі квітників з нормою поливу 15–25 л/м^2 кількістю 20–30 разів за сезон, середній обсяг поливу становить 300–750 л/м^2 . Для дорослих дерев з нормою поливу 50–100 л/м^2 приствольного кола кількістю 3–5 разів за сезон, середній обсяг поливу становить 150–500 л/м^2 . Влаштування такої

системи має значну перевагу у низькій вартості, простоті монтажу та можливості ручного контролю.

При іншому варіанті можливе використання дощової води для поливу стадіону біля школи. У даному випадку схема має вигляд: каскадне збирання (дах та підземна або частково заглиблена ємність 50–100 м³), повний фільтр чи очищення для накопичення, автоматичне управління, насосна станція. Щоденна потреба у 3000 л при баку 50 000 л дає можливість автономної роботи до 16 днів.

Прийняті орієнтовні норми зрошення у 5 мм/день для газону та клумб у площі 100 м² становлять 500 л/день. Для поливу шкільного стадіону при нормі 6 мм/день та площі 16200 м² 97200 л/день. Приблизна кількість днів можливого використання накопичуваного об'єму води підчас різної інтенсивності зливи наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Кількість днів забезпечення поливу однієї зливи

Тривалість	Об'єм, л	Кількість днів	
		Для площі зелених насаджень 100 м ²	Для площі газону стадіону 16200 м ²
10 хв	712,8	1,4 дн	0,01 дн
20 хв	1425,6	2,85 дн	0,02 дн
60 хв	4276,8	8,55 дн	0,04 дн

Отже, одного помірно сильного дощу 60 хв може бути достатньо, щоб забезпечити 8,5 днів поливу для 100 м² зелених насаджень або одну годину поливу стадіону площею 16200 м²

При поливі зелених насаджень та газону рекомендується регулярний контроль якості води за показниками: мутність, рівень рН (6,0-8,5), вміст кальцію та магнію, бактеріальне забруднення та наявність пестицидів чи важких металів.

Система обслуговування повинна включати необхідні регулярні роботи з очистки жолобів та водостічних труб щоквартально та після великих бурь;

прочистка фільтрів та сіток щомісячно; інспекція цистерн на предмет витоків та забруднення щокварталу; перевірка якості води два рази на рік.

На основі наведених розрахунків з об'ємів утворення дощової води найоптимальнішим варіантом для ліцею при використанні зливових вод – використання води для зрошення зелених насаджень. Полив стадіону можливий при комбінованій системі накопичення води у резервуарі від дощу та з запиткою від централізованої мережі. Даний підхід забезпечить деяке скорочення залежності від централізованого водопостачання (до 20% для періоду вегетації), поліпшить якість навколишнього середовища, знизить операційні витрати та забезпечить реалізацію принципів сталого розвитку на території навчального закладу.

Для відведення дощової води пропонується система жолобів та водостоків, яка неведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Компоненти жолобів та водостоків

Компонент	Розміри	Кількість	Параметри
Жолоб прямолінійний	125 мм	до 40 п.м	Пропускна здатність 45 л/с
Жолоб кутовий	125 мм	4 шт.	Для кутів даху
Дощева лійка	100 мм	2 шт.	З вбудованим фільтром
Внутрішня водостічна труба	100–110 мм	до 60 п.м	На фасадах будівлі
Забійна труба	75 мм	1,5 м	Перфорована, ПВХ
Крива поворотна	100–110 мм	до 10 шт.	Для поворотів під 45–90°

Для осадження забруднення після відвідника першого змиву пропонується відстійна камера об'ємом 1,0-1,5 м³. Накопичувальний пластиковий резервуар для зберігання дощової води об'ємом 2,5 м³ влаштовуємо або на поверхні ґрунту або заглиблюємо. виготовлені з харчового полієфірного смоляного матеріалу,

зеленого кольору, який допомагає зменшити ріст бактерій. При можливому переливі надлишку води встановлюється переливна система діаметром 50-75 мм.

3.4.2 Розрахунок системи зрошення стадіону

При влаштуванні системи поливу для зрошення стадіону ліцею 162 м^2 ($0,0162 \text{ га}$) з розмірами $18 \times 9 \text{ м}$ добової норми поливу в $1,62 \text{ м}^3/\text{день}$ согідно з міжнародними стандартами для спортивних газонів, які визначають норму $10 \text{ мм}/\text{м}^2/\text{день}$ або $100 \text{ м}^3/\text{га}/\text{день}$.

Поливи планується прводити один раз на добу з тривалістю 4 години. Середня подача у такому випадку дорівнює

$$Q = \frac{16200}{4} = 4050 \text{ л/год} = 1,13 \text{ л/с}$$

Для встановленої витрати ($0,00011 \text{ м}^3/\text{с}$) та необхідного напору – $49,4 \text{ м}$ (робочий тиск дощувачів 4 бар, втрати 0,84 бар) проводимо підбір насосу. Обираємо відцентровий насос HFm 50A Pedrollo (Італія) (рис3.4).

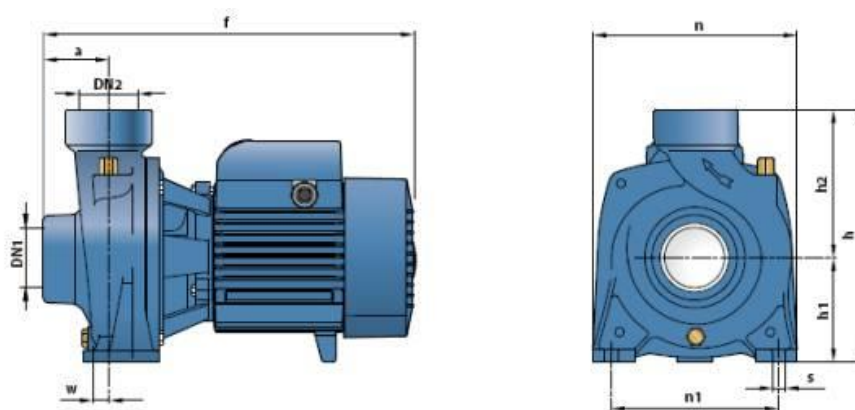
Для обраної марки насосу підбираємо електродвигун за потужністю

$$P = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,0011 \cdot 49,4 = 533 \text{ Вт}$$

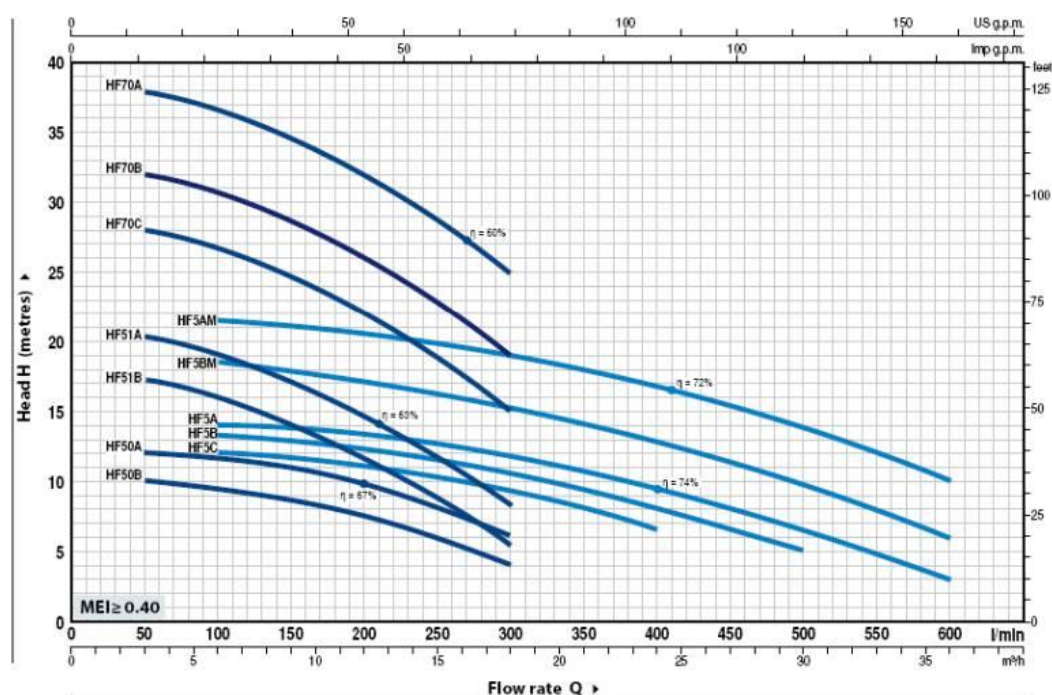
Такий насос дозволить одночасно подати воду на кілька секцій краплинної стрічки й має запас на втрати.

Для розподільного трубопроводу при забезпеченні пропуску витрати $0,00011 \text{ м}^3/\text{с}$ зі швидкість $1,2 \text{ м/с}$ у магістралі повинен бути діаметр

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00011}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,0148 \text{ м} = 15 \text{ мм.}$$



а)



б)

Рисунок 3.4 – Насос HFm 50A Pedrollo

а) загальне креслення, б) напірна характеристика

Для магістрального поліетиленового трубопроводу обираємо трубу низького тиску LDPE Ø25 мм (25×2,3 або 25×3,0); розподільні гілки - становлять Ø15 мм. Далі на системі встановлюємо дощувачі зі швидкістю 4-5 л/год на отвір.

Система зрошення передбачає встановлення фільтраційного обладнання. Перед насосом влаштовують механічний фільтр сітчастий 150–300 мм (фільтрація для краплинної стрічки), а при потребі - пісочний чи дисковий фільтри. Після фільтру - редуктор тиску, манометр, електромагнітні клапани для зонування, таймер (контролер поливу).

Загальна система поливу стадіону вміщає відцентровий насос HFm 50A Redollo, розподілу систему, яка складається з магістралі Ø25 мм, розподільного трубопроводу Ø15 мм й дощувачі у кількості 55шт (рис.3.5).

Система зрошення дощовою водою

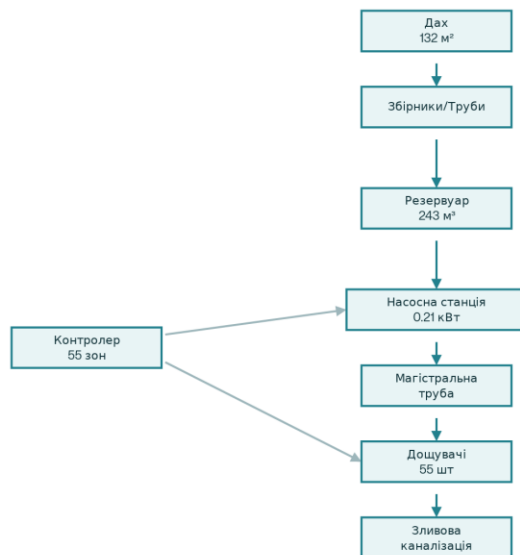


Рисунок 3.5 - Схема системи збору та розподілу зливових вод для поливу стадіону

Система організована у вигляді регулярної сітки з відстанню між дощувачами 20 м, що результує в 55-60 дощувачів роторного типу Hunter I – 25 з характеристиками: витрата 4-5 м³/год на дощувач, радіус поливу 12-18 м, робочий тиск 3,5-5 бар, площа покриття: 400 м² на одиницю

Рекомендована конфігурація - розділення на 5 послідовних зон з 11 дощувачами на кожну зону, що дозволяє включати одночасно 2-3 дощувача. Час роботи однієї зони - 54 хвилини, загальний цикл повного поливу – 4,5 години.

Рекомендований об'єм резервуара для зберігання зливових вод – 2,43 м³ (добова потреба 1,62 м³ коефіцієнт запасу 1,5).

Контрольно-регуляторне обладнання включає програмований контролер з таймером (5-8 зон), 5 електромагнітних клапанів 1,5" для управління зонами, редуційний клапан для стабілізації тиску на рівні 4,5 бар, зворотний клапан на виході насоса, датчик дощу для автоматичного вимикання при опадах, манометри та датчики рівня води в резервуарі.

Система збору та розподілу зливових вод для поливу стадіону є технічно та економічно обґрунтованою з наступними ключовими перевагами:

1. Енергоефективність: за рахунок зонованої схеми потужність насоса скорочується до 1.5-2.2 кВт замість теоретичних 8-9 кВт при суцільному поливі.
2. Надійність: резервуар об'ємом 2,43 м³ забезпечує запас для непередбачених ситуацій та посушливих періодів.
3. Гнучкість управління: автоматична система дозволяє адаптувати режим поливу залежно від сезону та метеорологічних умов.
4. Екологічна користь: система дозволяє знизити навантаження на місцеву водопровідну мережу та знизити витрати на водопостачання на 20-40%.

Рекомендується реалізація проєкту з використанням зонованої системи поливу з 5 послідовними зонами та програмованим контролером для досягнення оптимального балансу між якістю поливу, енергоспоживанням та вартістю експлуатації.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ КАНАЛІЗАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Встановлення об'ємів робіт

При реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі Верхівцевського ліцею № 2 м. Верхівцеве, Кам'янський район, Дніпропетровська область для задоволення потреб відведення каналізаційних вод з запроєктованої споруди подвійного призначення із захисними властивостями ПРУ необхідно замінити 171,25 м каналізаційних труб діаметром 160 мм, матеріал труб ПВХ SN8.

Планується проведення наступних видів робіт: розбирання асфальтних покриттів та основ з щебню; розроблення ґрунту у відвал та з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами; розробка ґрунту вручну з кріпленням; засипка траншей і котлованів; улаштування піщаної основи під трубопроводи.

На каналізаційній мережі передбачається встановлення колодязів, що є обов'язковим елементом інженерної інфраструктури, без яких система не може працювати безпечно, надійно та ефективно. Вони передбачені ДБН В.2.5 – 75:2013, ДСТУ та міжнародними нормами [12]. У даній системі для уникнення процесів застою та засмічення влаштовуємо поворотні, переломні та профільні колодязі. Колодязі необхідні для ревізії та безпечного обслуговування труб, оскільки забезпечують доступ працівників для огляду з можливістю контролю технічного стану та виконання технічних операцій. Колодязі дозволяють виявляти місце аварії, оперативно перекрити ділянки мережі та виконувати ремонт без повного розкриття трубопроводу. Механічне та гідродинамічне очищення каналізації від сміття технологічно також ведеться через колодязі. У спеціальних колодязях виконують вимірювання витрати води, швидкості потоку, рівня води, що необхідно для міських служб і екологічного моніторингу.

Колодязі забезпечують вентиляцію каналізаційних мереж через вихід каналізаційних газів. Це запобігає накопиченню газів у трубах, знижує тиск, попереджає вибухонебезпечні ситуації та зменшує корозію. На системі встановлюємо колодязі у вузлах підключення розгалуження при об'єднанні кількох потоків стічних вод та при переході з проєктної мережі на магістральну. У цьому контексті на системі зовнішньої каналізаційної мережі Верхівцевського ліцею № 2 було запроєктовано 6 колодязів.

Глибина закладання каналізаційної труби розрахована для загального похилу місцевості $i = 0,008$, мінімальна швидкість потоку $0,7$ м/с з максимальним ступенем наповнення $0,6$. Глибина закладання каналізаційного трубопроводу наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Глибина закладання каналізаційного трубопроводу по пікетам

Пікетаж	Відстань, м	Номери колодязя	Глибина закладання, м
ПК 0		К1.1	
ПК 0 + 6,2	6,2	К1	1,958
ПК 0 + 16	16	К2	1,762
ПК 0 + 43	27	К3	1,541
ПК 0 + 69,4	26,4	К4	1,585
ПК 1 + 4,85	35,45	К5	1,395
ПК 1 + 39,45	34,6	К6	1,178
ПК 1 + 71,25	31,8	К7	1,200

Перелік і обсяги робіт визначаються згідно з технологією будівництва каналізаційного трубопроводу. На початковому етапі по всій трасі траншеї знімають родючий ґрунтовий шар до повної глибини, а його об'єм обчислюють за формулою [2]

$$V_{p.g.} = L_T \cdot B_{зр} \cdot h_{p.g.} \quad (4.1)$$

де L_T - довжина траншеї визначається як загальна протяжність усіх ділянок каналізації, м; $B_{зр}$ - шар ґрунту, який зрізається, мм; $h_{p.g.}$ - ширина зняття родючого шару ґрунту, беруть на рівні 0,3 м.

Конфігурація траншеї наведена на рис.4.1.

Об'єм зрізки рослинного шару ґрунту у нашому випадку складає

$$V_{p.g.} = 171,25 \cdot 2,4 \cdot 0,3 = 123,3 \text{ м}^3.$$

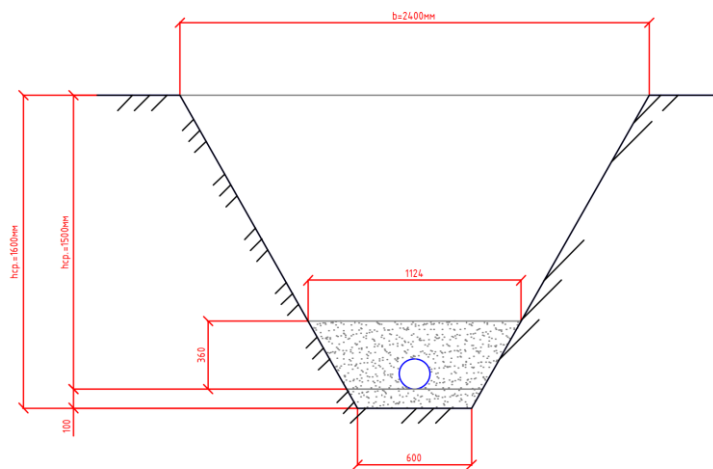


Рисунок 4.1 - Поперечний переріз траншеї під каналізаційну мережу

У місці прокладання каналізаційної мережі є дорожнє полотно, яке необхідно розібрати та щебеневу підготовку у траншеї для заміни трубопроводу. Об'єм робіт визначається за формулою [22]

$$V_{ac.п.} = L_{ac} \cdot B_{дор} \cdot h_{ac.} \quad (4.2)$$

де L_{ac} - довжина асфальтного покриття, м; $B_{дор}$ - ширина асфальту, який зрізається, мм; $h_{ac.}$ - шар зняття асфальту, 0,1 м.

$$V_{ac.п.} = 30,52 \cdot 0,5 \cdot 0,1 = 1,526 \text{ м}^3$$

Розбирання основ з щебню каналізаційної мережі проводять для 150 мм в об'ємі відповідно до (4.2)

$$V_{\text{щеб.}} = 30,52 \cdot 1,5 \cdot 0,1 = 4,578 \text{ м}^3$$

Обсяг ґрунту в траншеї визначають у вигляді таблиці (табл. 4.2), дотримуючись встановленої послідовності виконання розрахунків. З рис.4.1 визначаємо геометричні розміри траншеї. До них входять мінімальна горизонтальна відстань між вертикальними проєкціями бічних стінок у нижній частині (вона залежить від зовнішнього діаметра трубопроводу та необхідного монтажного зазору); вертикальна відстань від поверхні землі до проєктної відмітки дна, що визначається за умовами прокладання труб (глибина залягання, ухил, тип ґрунту, захисні вимоги); співвідношення горизонтальної проєкції укосу до його вертикальної частини (m:1), яке встановлюється відповідно до групи ґрунтів і вимог безпеки та використовується для визначення ширини траншеї у верхній частині.

Глибину закладання траншеї можна також обчислити, використовуючи таку формулу [22]

$$h_{\text{тр}} = h_{\text{мін}} + d - h_{\text{р.г.}} \quad (4.3)$$

де $h_{\text{мін}}$ - глибина закладання зовнішньої каналізації приймаємо за табл.4.1;
 $h_{\text{р.г.}}$ - шар рослинного ґрунту, м.

Ширина траншеї складається з відповідного діаметру трубопроводу та обраного способу укладання каналізаційних труб.

Гідравлічний розрахунок встановив оптимальний діаметр для зовнішньої каналізації 160 мм з поліетиленових труб, тому ширина траншеї по дну визначається

$$b_{\text{тр}} = 1,5 \cdot d \quad (4.4)$$

Значення коефіцієнта укладання відкосів визначається типом ґрунту та проєктною глибиною виїмки. Без кріплення допускається розробляти траншеї з

вертикальними стінками в суглинках до глибини 1,5 м відповідно до ДБН. Розрахунок площі поперечного перерізу здійснюють за формулою [22]

$$F = h_{\text{тр}} \cdot (b_{\text{тр}} + h_{\text{тр}} \cdot m) \quad (4.5)$$

де $h_{\text{тр}}$ – глибина закладання траншеї, м; $b_{\text{тр}}$ – ширина по дну проєктної траншеї, м; m – коефіцієнт закладання відкосів (в нашому випадку приймаємо $m = 0,5$ м [23]).

Об'єм розробки загальний - в траншеї встановлюємо відповідно другої групи ґрунтів за формулою

$$V = F \cdot L. \quad (4.6)$$

Частина ґрунту на дні виїмки вибирають вручну, а його обсяг визначають за відповідною формулою

$$V_p = b_{\text{тр}} \cdot h_{\text{руч}}, \quad (4.7)$$

де $h_{\text{руч}}$ – товщина шару ґрунту, що дороблюється вручну, 0,1 м.

Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «зворотна лопата» відбувається об'ємом:

$$V_E = V - V_p. \quad (4.8)$$

Після монтажу труб у траншеї виконують часткове зворотне засипання, обсяг якого визначають за наведеною формулою:

$$V_{\text{час}} = L_{\text{тр}} \cdot (b \cdot d - \pi \cdot d^2 / 4) \quad (4.9)$$

де d – зовнішній діаметр каналізаційної мережі, м; b – прийнята ширина обраної траншеї по дну, м.

Таким чином, загальний обсяг зворотного засипання визначають як різницю між сумарною кількістю вибраного ґрунту в траншеї та об'ємом її часткового заповнення.

Для улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками в сухих ґрунтах загальною кількістю 6 шт. Верхня частина колодязя формується за допомогою цегляної кладки горловини, виконаної з керамічної повнотілої цегли на цементно-піщаному розчині М75.

Кладка забезпечує вирівнювання висоти оголовка до проєктної відмітки поверхні та слугує опорою для люка, згідно з вимогами ДБН В. 2.5 – 75: 2013.

Результати розрахунку об'ємів по всім видам робіт наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Відомість обсягів робіт

	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість
1.	Зрізання верхнього родючого шару ґрунту	м ³	123,3
2.	Розбирання асфальтних покриттів	м ³	1,526
3.	Розбирання основ з щебню	м ³	4,578
4.	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «зворотна лопата»	м ³	454
5.	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході	м ³	69
6.	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях	м ³	11,4
7.	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	м ³	11,4
8.	Улаштування піщаної основи під трубопроводи	м ³	114
9.	Улаштування бетонної підготовки	м ³	1,59
10.	Улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками	м ³	6
11.	Цегляна кладка горловин каналізаційних колодязів	м ³	3,244
12.	Установлення люка	шт	6
13.	Зворотна засипка трубопроводів піском	м ³	57,6
14.	Зворотна засипка траншей ґрунтом	м ³	454
15.	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	м ³	454
16.	Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів	м ²	30,52
17.	Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини асфальтобетонних жорстких покриттів	м ²	30,52
18.	Укладання каналізаційних зовнішніх труб	м	171,25
19.	Відновлення рослинного шару ґрунту	м ³	123,3

За проведеними розрахунками встановили, що об'єм усіх земляних робіт з реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі становить 657,7 м³.

4.2 Підбір будівельної техніки

Підбір будівельної техніки здійснюють відповідно до переліку операцій, що виконуються під час улаштування зовнішньої каналізаційної мережі, прокладання трубопроводів.

Для зняття родючого шару, планування поверхні земляного полотна та виконання зворотного засипання траншей застосовують бульдозери на гусеничній або пневмоколісній ходовій частині різних типів. Основними параметрами, які впливають на вибір конкретної моделі, є відстань транспортування ґрунту, глибина його розробки та необхідна потужність машини.

Дальність переміщення рослинного та мінерального ґрунту визначають, виходячи з взаємного розташування зон виїмки та насипу. Оскільки ґрунт слід відкидати лише з одного боку від осі траншеї, забезпечуючи вільний простір для монтажних робіт з другого боку, схема розрахунку переміщення набуває відповідної конфігурації (рис. 4.2) [22].

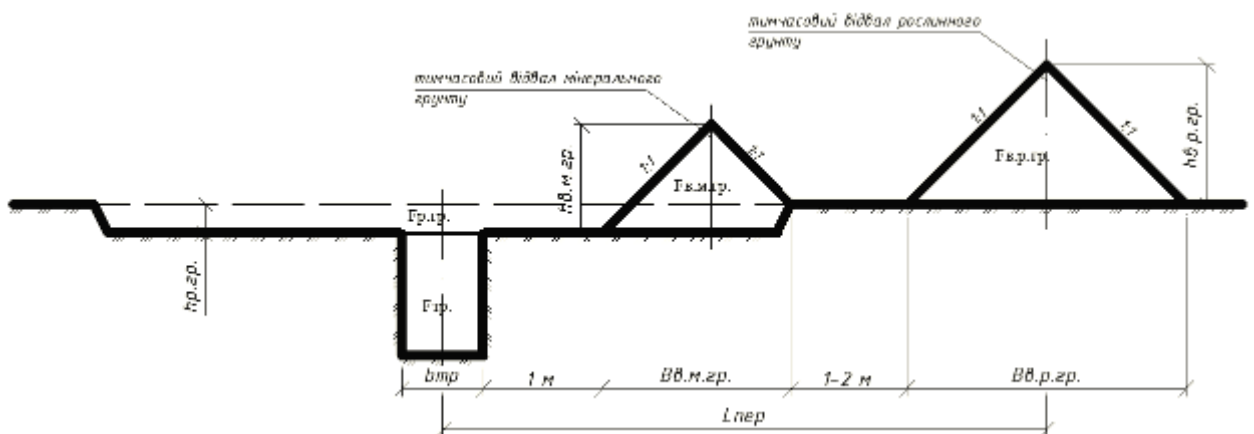


Рисунок 4.2 – Типова схема для переміщення ґрунту у відвал

Виходячи з наведеної схеми (рис. 4.2), просторові характеристики основних елементів можна обчислити за такою формулою:

$$L = \frac{b_{mp}}{2} + 1 + B_{в.м.гр.} + 2 + \frac{b_{в.р.гр.}}{2}, \quad (4.10)$$

де $b_{тр.}$ - захват траншеї по дну, м; $b_{в.м.гр.}$ - ширина нижньої частини тимчасового відвалу ґрунту, що утворюється в траншеї, м; $b_{в.рос.гр.}$ - ширина нижньої частини тимчасового відвалу родючого шару, знятого з траси траншеї, м.

Визначають ширину нижньої частини тимчасового відвалу за формулами:

$$b_{в.м.гр.} = 2 \cdot h_{в.м.гр.} \quad (4.11)$$

$$b_{в.рос.гр.} = 2 \cdot h_{в.рос.гр.} \quad (4.12)$$

де $h_{в.м.гр.}$ ($h_{в.рос.гр.}$) - висота відвалу, м

$$h_{в.м.гр.} \text{ (в.рос.гр.)} = \sqrt{F_{в.м.гр.} \text{ (в.рос.гр.)}} \quad (4.13)$$

Площа відвалу при куті відкосу 45° становить:

$$F_{в.м.гр.} = F_{тр.} \cdot K_{п.} \quad (4.14)$$

$$F_{в.рос.гр.} = F_{рос.гр.} \cdot K_{п.} \quad (4.15)$$

де $F_{тр.}$ - площа траншеї, м²; $F_{рос.гр.}$ - площа шару зрізання родючого ґрунту, м²; $K_{п.}$ - коефіцієнт збільшення об'єму при розрихленні (для суглинків і глин - 1,25 - 1,32, для супісків і пісків - 1,08 - 1,17, для рослинного ґрунту - 1,2 - 1,3).

При наших параметрах, одержуємо: $F_{в.м.гр.} = 1,8 \cdot 1,08 = 1,94 \text{ м}^2$

$$F_{в.рос.гр.} = 0,72 \cdot 1,2 = 0,86 \text{ м}^2.$$

$$h_{в.рос.гр.} = \sqrt{0,86} = 0,92.$$

$$h_{в.м.гр.} = \sqrt{1,94} = 1,39 \text{ м.}$$

$$b_{в.рос.гр.} = 2 \cdot 0,92 = 1,84 \text{ м.}$$

$$b_{в.м.гр.} = 2 \cdot 1,39 = 2,78 \text{ м.}$$

Відстань на яку необхідно перемістити родючий шар ґрунту становить

$$L_{\text{рос.гр.}} = \frac{0,6}{2} + 1 + 2,78 + 2 + \frac{1,84}{2} = 7 \text{ м.}$$

У нашому випадку, для зрізання ґрунту використовуємо бульдозери потужність 59 кВт (80 к.с.) та 79 кВт (108 к.с.). Для цього обираємо марку Dressta серії TD – 10 (рис. 4.3) з технічною характеристикою табл. 4.3[23].



Рисунок 4.3 – Бульдозер Dressta серії TD – 10 https://dressta-ukraine.com.ua/ua/%D0%B1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%80-dressta-td-10?utm_source=chatgpt.com

Таблиця 4.3 – Характеристика технічних параметрів бульдозера Dressta серії TD – 10

№ з/п	Показник	Характеристика
4	Потужність двигуна, кВт	76
5	Марка двигуна	Cummins/QSB 4.5/T3
7	Швидкість руху, вперед км/год	10
	назад км/год	12
8	Площа опорної поверхні гусениці, см ²	22200
9	Маса , кг	9525 кг

Щоб обрати відповідну модель екскаватора, спочатку встановлюємо необхідні характеристики машини для виконання земляних робіт: розроблення траншеї під каналізаційний трубопровід і влаштування котлованів для оглядових колодязів.

Величину максимальної глибини виїмки ґрунту обчислюють за формулою:

$$h_{\text{роз}} = h_{\text{т}} + h_{\text{пл}} \quad (4.16)$$

де $h_{\text{т}}$ – найбільша глибина траншеї, м; $h_{\text{пл}}$ – висота підйому екскаватора (0,5 м).

Для даного випадку отримуємо:

$$h_{\text{роз}} = 1,762 + 0,5 = 2,262 \text{ м}$$

Найбільший радіус вивантаження встановлюємо відповідно схеми (рис. 4.2)

$$R_{\text{роз}} = \frac{b_{\text{тр}}}{2} + 1 + \frac{b_{\text{в.м.г.}}}{2} \quad (4.17)$$

В нашому випадку отримаємо

$$R_{\text{роз}} = \frac{1,84}{2} + 1 + \frac{2,78}{2} = 3,31 \text{ м}$$

Найбільша висота вивантаження становить

$$h_{\text{роз}} = h_{\text{в.м.г.}} + 0,2 \quad (4.18)$$

Для даного розрахунку маємо

$$h_{\text{роз}} = 1,39 + 0,2 = 1,59 \text{ м}$$

Враховуючи розраховані показники та сучасний ринок спецтехніки України, обираємо імпортні гусеничні екскаватори для середніх і великих обсягів. З наведених технічних характеристик обираємо екскаватор марки CLG913E (CUMMINS) (рис. 4.4, табл. 4.4) [22].



Рисунок 4.4 - Екскаватора марки CLG913E (CUMMINS)

Таблиця 4.4 – Технічна характеристика обраного екскаватора

№ з/п	Опис	Параметри
1	Спосіб передавання	Гідравлічна трансмсія
2	Експлуатаційна вага, кг	13500
3	Ємкість ковша, м ³	0,36-1
	Номінальна потужність, кВт(об/хв)	74 /2200
4	Глибина копання, мм	5470
5	Глибина копання вертикальної стіни, мм	4770
6	Висота розвантаження, мм	5170
7	Мін. радіус повороту передньої частини, мм	3090

Щоб підібрати марку автокрана, спочатку встановлюємо необхідні технічні показники для монтажу трубопроводів та елементів колодязів. До основних характеристик, які потрібно визначити, належать: вантажопідйомність, висота піднімання гака та його виліт.

Розрахунок вантажопідйомності виконують за такою формулою

$$Q_{кр} = Q_{ел} + Q_{ос} \quad (4.19)$$

де $Q_{ел}$ – маса вантажу, кг;

$Q_{ос}$ – маса оснастки.

Для даного розрахунку приймаємо

$$Q_{кр} = 400 + 35 = 435 \text{ кг.}$$

Визначення висоти піднімання гака не проводиться, оскільки монтаж здійснюють на рівні стоянки автокрана.

Виліт гака обчислюють за формулою

$$L_{кр} = \frac{c}{2} + a + b \quad (4.20)$$

де c – ширина бази крану, м; a – розмір від шасі до краю бровки траншеї, м; b – дистанція від краю траншеї чи котловану до осі встановлюваного елемента, м.

Для даного розрахунку приймаємо

$$L_{кр} = \frac{3}{2} + 2 + 1 = 4,5 \text{ м}$$

З отриманих розрахунків обираємо крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т КС – 3575А (ЗІЛ – 133 ГЯ), характеристика представлена на рис. 4.5 в табл. 4.5[23].



Рисунок 4.4 -Автомобільний кран КС – 3575А (ЗІЛ – 133 ГЯ)

Таблиця 4.4 – Характеристика КС – 3575А (ЗІЛ – 133 ГЯ)

Основні технічні характеристики	Значення
Вантажопідйомність, т	до 10
Висота підйому, м	до 10,5 м
Виліт стріли, м	від 2.8 до 7.6
Довжина стріли, м	9,5
Глибина на якій можна опускати вантаж, м	до 4,6
Маса атокрана, т	17

Для транспортування розробленого ґрунту застосовуємо бортові автомобілі вантажопідйомністю близько 5 т. Такий автотранспорт забезпечує оперативне вивезення ґрунту з будівельного майданчика та дозволяє ефективно організувати логістику земляних робіт. Для даної роботи обираємо автомобіль МАЗ 5340С5 – 8520 – 000 (рис.4.5, табл.4.5).

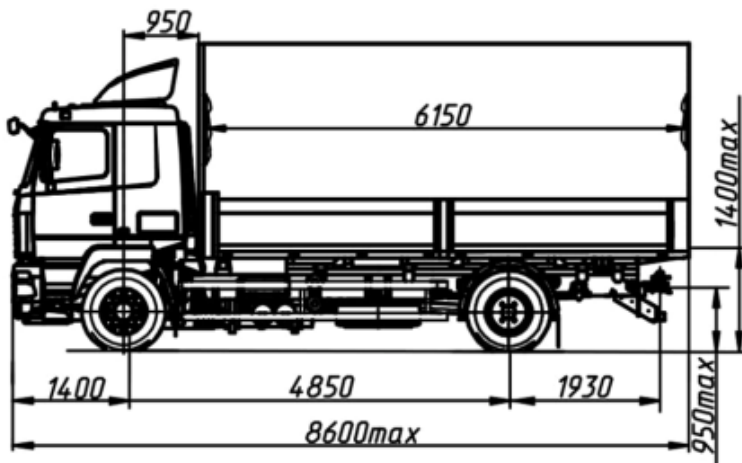


Рисунок 4.5 -Автомобіль МАЗ 5340С5 – 8520 – 000

Таблиця 4.5 – Характеристика МАЗ 5340С5 – 8520 – 000

Основні технічні характеристики	Значення
Вантажопідйомність, кг	9 960
Місткість, м ³	38,74
Повна маса, кг	19000
Основний причіп, що застосовується	837810-014/870100- /870110-

Для ущільнення ґрунтів у верхніх шарах земляного полотна при будівництві траншей, котлованів, доріг та майданчиків використовуємо котки 5-тонного класу. Дану техніку також застосовуємо при плануванні та остаточном вирівнюванні поверхні після роботи бульдозерів; ущільненні основи під дорожнім покриттям; ущільнення піщаних, супіщаних та суглинистих ґрунтів та легке ущільнення щебених сумішей перед укладанням асфальту. Підготовчі роботи перед прокладанням трубопроводів також проводять з застосуванням котків, коли необхідно ущільнити основу під трубою або засипку. Котки масою 5 т забезпечують оптимальний тиск на ґрунт для середніх обсягів земляних робіт. Вони більш маневрові, компактні, зручні на будмайданчиках обмеженого простору (траншеї, двори, внутрішньоквартальні дороги) та економічні в експлуатації, не потребують надпотужної техніки чи складної логістики (рис.4.6, табл.4.6).



Рисунок 4.6 -Коток дорожній самоходний Hamn DV 6.22

Таблиця 4.6 – Характеристика котка Hamm DV 6.22

Основні технічні характеристики	Значення
Модель	DV 6.22
Ширина вальця, мм	1 400
Повна вага, кг	7200
Габаритні розміри, м	4 м × 2 м × 2,8 м

Отже, при реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі застосовуємо такий комплект машин: кран автомобільний КС – 3575А (ЗІЛ – 133 ГЯ); екскаватор CLG913E (CUMMINS); бульдозер Dressta серії TD – 10; автомобіль МАЗ 5340С5 – 8520 – 000 ; коток дорожній самоходний Hamm DV 6.22 .

4.3 Технологічна послідовність виконання робіт при реконструкції каналізаційних мереж

Технологічна послідовність виконання робіт при реконструкції каналізаційних мереж, розроблену відповідно до вимог Введіть тут рівняння. ДБН А. 3.1 – 5: 2016, ДБН В. 2.5 – 75: 2013, ДСТУ – Н Б В. 2.5 – 40: 2016, ДСТУ Б Д. 2.2 – 1: 2013, ДБН В. 2.5 – 64: 2012 та ДБН А. 3.2 – 2 – 2009 (організація будівельного виробництва, земляні роботи та прокладання інженерних мереж).

Узагальнена повна послідовність робіт:

1. Підготовчі роботи, огорожа, схема руху.
2. Розбирання асфальтобетонного покриття (50 мм).
3. Розбирання щебеневої основи (150 мм).
4. Розробка ґрунту у відвал екскаватором 0,4 м³.
5. Розробка ґрунту з навантаженням на самоскиди екскаватором 1–1,2 м³.

6. Розробка вручну з кріпленням стінок.
7. Підготовка піщаної основи.
8. Монтаж труб.
9. Засипка траншеї бульдозером.
10. Відновлення дорожнього покриття.

Кожен етап враховує правил безпеки, вимоги до технології та нормативних обмежень.

При реконструкції зовнішньої каналізації необхідно виконати наступну послідовність робіт. У створі прокладання каналізаційної мережі знаходиться дорожнє полотно, що вимагає розбирання асфальтобетонного покриття товщиною 50 мм. Відповідно до вимог нормативів ДБН В.2.3 – 4:2015, ДСТУ Б.Д.2.2 – 1:2013 у технологію входить:

1. Встановлення огорож, попереджувальних знаків, схем організації руху.
2. Нарізка покриття відбійними механізмами або нарізчиками швів для чіткої межі розбору.
3. Демонтаж асфальту фрезою або відбійними молотками.
4. Завантаження демонтованого матеріалу в автосамоскиди.
5. Вивезення на полігон або переробку.

За цими нормативами (ДБН В.2.3 – 4:2015, ДСТУ Б.Д.2.2 – 1:2013, ДБН А.3.2 – 2 – 2009) забороняється залишати гострі краї та необхідно зберігати ширину проїзду.

Після розбирання дорожнього полотна проводять розбирання щелевеної основи, у нашому випадку товщиною 150 мм (ДБН В.2.3 – 4:2015) з наступною технологічною послідовністю: підйом щебеню екскаваторами або фронтальними навантажувачами; сортування та завантаження; вивезення або складування для повторного використання після промивки.

За технологічною схемою передбачається розроблення ґрунту у відвал, з навантаженням на автосамоскиди та розробка ґрунту вручну з кріпленням стінок траншеї.

Розроблення ґрунту у відвал проводимо екскаватором «зворотна лопата» ємкістю ковша $0,4 \text{ м}^3$ (ДБН А. 3.2 – 2 – 2009, ДСТУ – Н Б В. 2.5 – 40: 2016) (рис.4.6).

Технологічна схема у цьому випадку має наступну послідовність робіт:

1. Розробка ґрунту в межах проєктного контуру траншеї.
2. Розміщення ґрунту у відвал на відстані $\geq 0,5 \text{ м}$ від бровки траншеї (вимога безпеки).
3. Поступове поглиблення траншеї з дотриманням проєктних уклонів.

У даному випадку розробку ґрунту виконується на групі 2, що відповідно до технік безпеки можливо при обмежені куту укосу до 45° без кріплення.

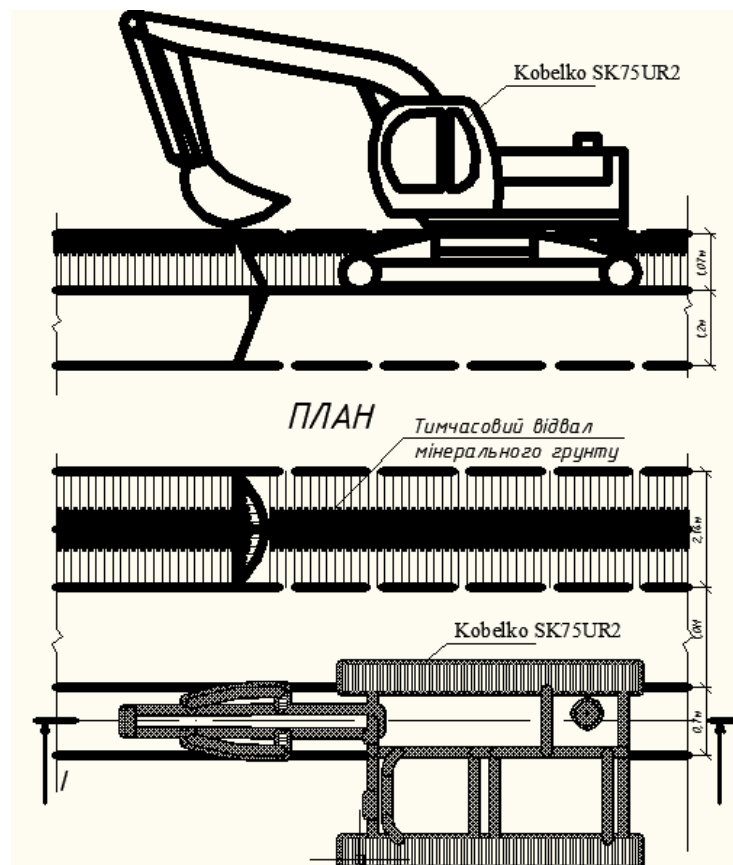


Рисунок 4.6 - Розроблення ґрунту екскаватором

Розроблення ґрунту з навантаженням на автосамоскиди екскаватором на гусеничному ході ведеться при об'ємі ковша $1,2 \text{ м}^3$ (ДБН А. 3.1 – 5: 2016). Для даної роботи встановлюємо наступну послідовність операцій:

1. Виймання ґрунту екскаватором «пряма/зворотна лопата».
2. Завантаження у автосамоскид з урахуванням безпечної зони (не ближче 1,5 м до краю траншеї).
3. Вивезення ґрунту згідно з проектом (утилізація/використання на засипку непроєктних ділянок).

Згідно *ДБН А.3.2-2-2009, НПАОП 45.2-7.02-12* розробку ґрунту вручну з кріпленням стінок траншеї глибиною до 2 м та шириною до 2 м проводимо з доробленням місць примикань, стиків, колодязів та ділянки в «мертвих зонах» екскаватора; підчас установаження щитових або рамних кріплень траншеї, що характерно саме для другої групи ґрунтів; контролем вертикальності стінок і дотримання габаритів.

Виконання роботи відбувається лише у тому випадку, коли працівники спускаються лише в укріплену траншею та працюють страхувальними заходами на глибині більше 1,3 м.

Після розробки ґрунту проводиться робота з улаштування піщаної основи під трубопровід ДСТУ – Н Б В. 2.5 – 40: 2016, ДБН В. 2.5 – 75: 2013. На першому етапі цієї роботи встилають дно траншеї піском товщиною 10–15 см з подальшим рівномірним розрівнюванням вручну або механізовано. Для досягнення коефіцієнту ущільнення $K \geq 0.95$ проводять зволоження та пошарове ущільнення трамбовками. На заключному етапі проводять формування ложа під трубу з жолобом.

Монтаж трубопроводу пороводиться на заздалегідь прокладеній геодезичній розмітці траси, де встановлено вісі трубопроводу, позначено місця монтажу та стикування труб та визначено місця стоянки автокрана (з урахуванням вильоту стріли). Орієнтовна послідовність технологічного процесу складається з наступних технологічних операцій:

- підготовка основи та розкладка труб;
- установаження автокрана в робочу позицію;
- стропування першої труби;

- підйом і подача до траншеї;
- укладання на основу;
- з'єднання труб (розтруб / зварювання);
- контроль якості монтажу;
- засипання й ущільнення;
- геодезична перевірка траси.

Перед монтажом необхідно провести підготовку труб та комплектуючих: візуальний огляд труб $\varnothing 160$ мм , очищення стикових поверхонь, розкладка труб уздовж траншеї на відстані 1–2 м від бровки. При роботі з автокраном вантажопідйомністю 10 т проводять встановлення його на майданчику згідно з паспортними умовами, вивішують на опорах та перевіряють технічний стан й справності стропів.

Стропування та подача труб до місця монтажу виконують з наступними вимогами:

1. Використовуються м'які стропи або поліестерові ленти, щоб не пошкодити поверхню труб.
2. Стропування виконується за центром тяжіння - на відстані $\frac{1}{4}$ довжини від кінців.
3. Кран плавно піднімає трубу на висоту 0,5–1 м та подає у напрямку траншеї.
4. На сигнальника покладається управління переміщенням та командами кранівнику.

Монтаж труб у траншею проводять при подачі труби з мінімальним розгойдуванням. Монтажник у траншеї приймає трубу, вирівнює її на підготовленій основі, після точного встановлення трубу опускають на підстилку. Після опускання перевіряється дотримання відміток і ухилів; правильність положення розтруба (при гумових ущільнювачах); відсутність зміщення.

Труби *ПВХ SN8* при розтрубному з'єднанні очищаємо кінця, змащуємо ущільнювальне кільце, плавно подаємо автокраном у напрямку стику та

проводимо посадку кінця труби в розтруб до монтажної риски. По завершенню цього етапу проводять герметизацію стиків, встановленням гумових манжетів.

Засипання та ущільнення виконується після завершення відповідної монтажної ділянки ручним засипання бокової обкочки дрібним піском або ґрунтом без каміння. Далі проводять ущільнення та верхнє засипання шарами 20–30 см з механічним ущільненням. На завершальному етапі виконують контроль проєктних відміток.

При виконання даних типів робіт дотримуються наступних вимог безпеки: автокран має працювати на опорах, на вирівняному та ущільненому майданчику; заборонено перебування людей під стрілою та вантажем; монтажники в траншеї повинні бути в касках та мати безпечні виходи; вивітрювання траншеї в разі роботи на глибині $>1,5$ м, укоси або кріплення; робота крана допускається тільки за наявності сигнальника.

Засипка траншей проводиться бульдозерами 79 кВт (108 к.с.) відповідно за ДБН А.3.2 – 2 – 2009: засипка пазух навколо труби піском або відсівом до рівня 30 см над верхом труби; подальша засипка ґрунтом із переміщенням бульдозером до 5 м; ущільнення ґрунту шарами 20–30 см (рис.4.7). При виконання цієї операції заборонено скидати ґрунт безпосередньо на трубу та необхідно проводити контроль просідання.

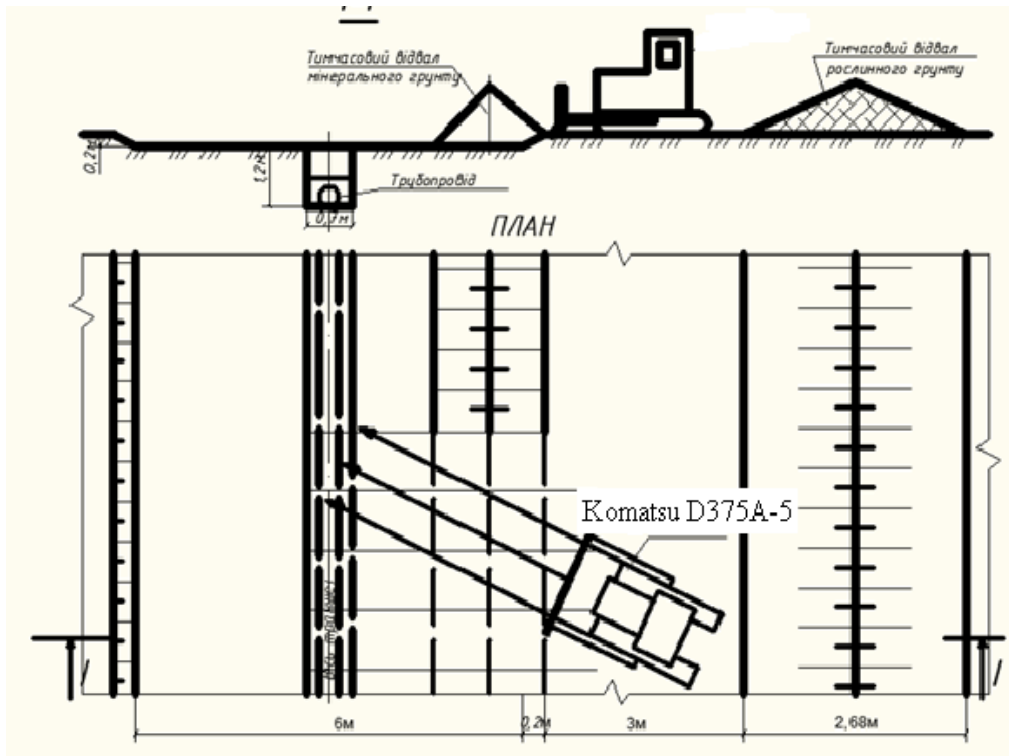


Рисунок 4.7 - Зворотна засипка траншеї

Перевірка уклону лазерним нівеліром проводиться щоб переконатися, що трубопровід укладено відповідно до проєктного ухилу, забезпечено самоплив каналізаційних мереж та відсутні місцеві провали або підйоми, які можуть спричинити застій води. Це забезпечує подальшу надійну експлуатацію трубопроводу.

На зовнішній каналізаційній мережі встановлюємо оглядові колодязі. У підготовчих роботах проводимо геодезичні вимірювання, підготовку будівельного майданчику, матеріалів і конструкцій. Геодезичні роботи включають виноску в натуру місце розташування колодязя згідно з проєктом та забезпечення осьової прив'язки й проєктні відмітки дна. При підготовці будівельного майданчика проводять очищення територію від рослинності та сміття, облаштовують під'їзди для техніки та забезпечують водовідведення, щоб уникнути підтоплення котловану. Для матеріалів і конструкцій підготовлюємо лоткові та стінові монолітні елементи, цеглу для горловини (повнотіла, марка не

нижче М100), розчин М75–М100 та перехідні кільця, опорні плити, чавунний або полімерпіщаний люк типу "Т" або "Л".

Розробка котловану виконується екскаватором або вручну на 30–40 см. Котлован розробляється з укосами або кріпленням, згідно з ДБН/ДСТУ щодо безпеки. На дні котловану залишають запас під улаштування основи (10–20 см). Влаштування основи проводиться при піщаній підготовці товщиною 10–15 см, що розрівнюється, зволожується та ущільнюється. Бетонна підготовка (як вимагає проєкт) влаштовується товщиною 8–10 см з бетону класу не нижче В7,5. По завершенню влаштування основи проводять контроль горизонтальності та відміток.

Монтаж лоткової частини колодязя виконують у наступній послідовності:

1. Лотковий блок встановлюють автокраном або вручну (невеликі елементи).
2. Орієнтують лоток по осі трубопроводу.
3. Встановлюють труби в отвори та герметизують вводи (манжети, цементний розчин, гідроізоляційні суміші).
4. Формують лоток і полички: лоток - з ухилом у напрямку течії; полички - з нахилом у сторону лотка.

Монтаж стінових кілець при влаштуванні ЗБ елементів починають з встановлення кілець по центру лоткової частини на цементно-піщаний розчин. Після чого герметизують стики цементним розчином із внутрішнього та зовнішнього боку. По закінченню виконують гідроізоляцію бітумною мастикою або проникаючою гідроізоляцією.

Улаштування цегляної горловини проводять відповідно висоти горловини, яка визначається проєктом залежно від глибини колодязя і відміток проїжджої частини чи ґрунту. Кладка виконується повнотілою цеглою, у півцеглини або чверть цеглини. Кладку ведуть: на цементно-піщаному розчині М75–М100; з перев'язкою швів; з внутрішнім діаметром ~700–800 мм. Перевіряють вертикальність та геометрію цегляного кільця. Виконують внутрішню та зовнішню обмазку цементним розчином для герметизації.

При монтажі опорного кільця або плити на верхню частину цегляної горловини встановлюють опорне кільце (перехідна плита) або бетонну плиту перекриття з отвором під люк. Стики промащують розчином. По завершенню перевіряють горизонтальність поверхні.

Встановлюють чавунний або полімерпіщаний люк на розчин. Люк орієнтують так, щоб кришка вільно відкривалась. Вирівнюють люк у рівень з проектною відміткою поверхні: проїжджа частина - в рівень асфальту; газон, ґрунт - +3–5 см над поверхнею для компенсації осідання.

Зворотне засипання котловану починають з простору навколо колодязя, який засипають пошарово (20–30 см) піском або пухким ґрунтом без каміння. Ущільнення проводять трамбувальною машиною з контрольним коефіцієнтом ущільнення не менше 0,95. У місцях дорожнього покриття виконують ущільнення до стандартів дорожнього полотна.

Відповідальною та необхідною роботою є гідроізоляція та антикорозійний захист. Для цього зовнішні поверхні колодязя покривають бітумною мастикою або рулонною гідроізоляцією (якщо передбачено); внутрішні стики обробляють цементним розчином; за потреби застосовують проникаючі гідроізоляційні матеріали.

Завершальні роботи включають позначення колодязів згідно з планом мереж, фінальне геодезичне нівелювання та оформлення виконавчої схеми та актів прихованих робіт.

Заключним етапом є проведення контролю якості через перевірку вертикальності стінок; геометрії горловини; правильності встановлення люка; герметичності стиків; наявності гідроізоляції; відповідності висотних відміток проекту.

В місцях улаштування колодязів передбачається розробка ґрунту одноківшовим екскаватором зворотною лопатою, який виконує розробку котловану з улаштуванням укосу стінок котловану 1:0,5. По дну котловану влаштовується піщано-гравійна підготовка товщиною 15 см. Монтаж колодязів передбачається

із окремих залізобетонних кілець діаметром 1000 мм. Монтаж проводиться при допомозі автокрану (рис. 4.10).

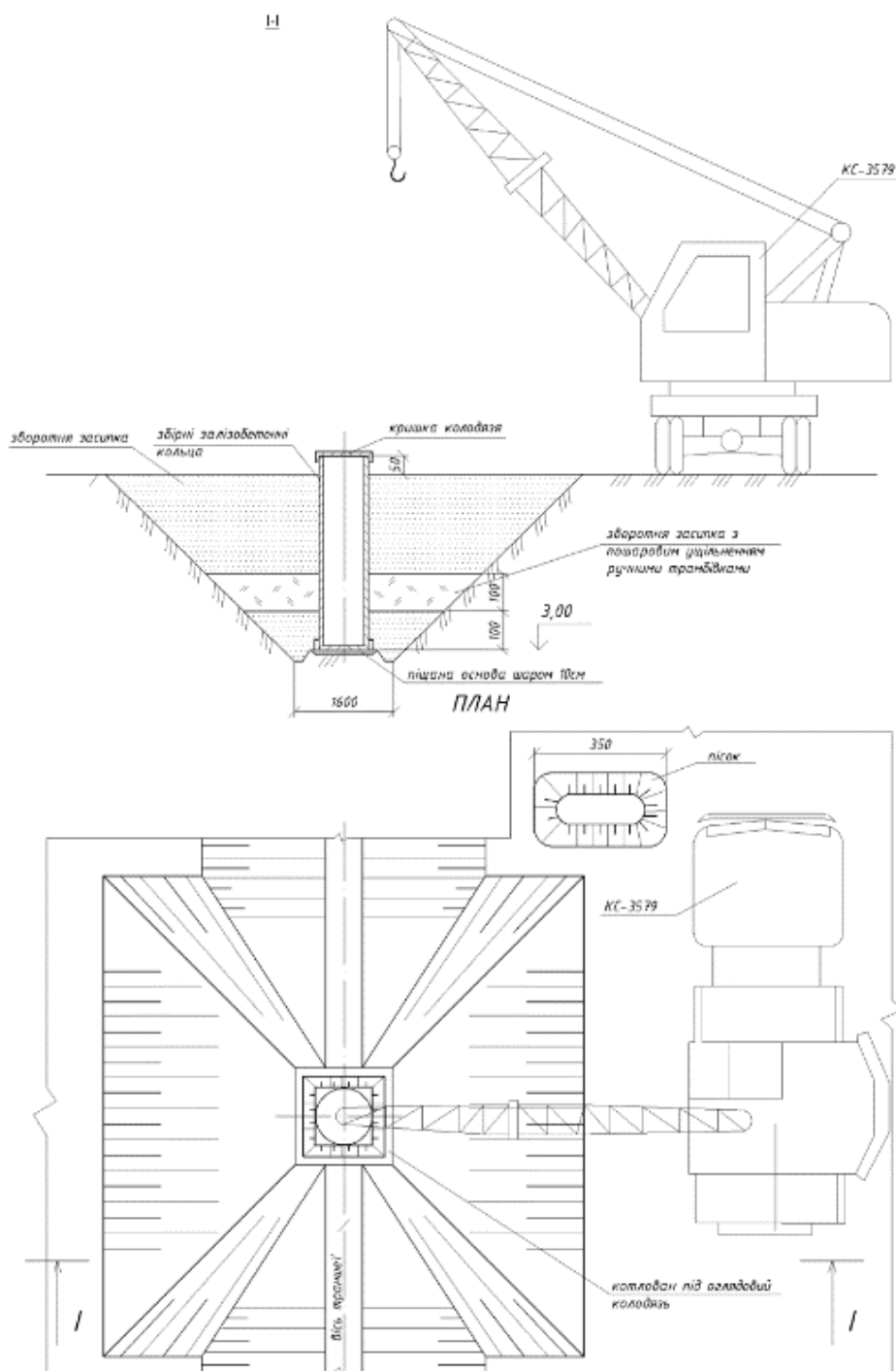


Рисунок 4.10 - Схема монтажу оглядового колодязя

Арматура до початку монтажу повинна бути огляне та випробувана на гідравлічний тиск на стенді в механічній майстерні. Заглушки, опрацьовані клапани та фасонні частки (переходи, коліна, трійники, хрестовини) монтують одночасно з трубами. На залізобетонних та азбестоцементних трубопроводах

використовуються чавунні та сталеві фасонні частини з розтрубами та фланцями.

4.4 Склад ланки будівельників

Рекомендований склад комплексної бригади (штат і техніка) для виконання зазначених робіт у попередньому підпункті при реконструкції каналізаційного трубопроводу пропонується з урахуванням вимог ДБН і типової практики організації будівельного виробництва: на ділянці мають бути майстер (прораб), інженер з техніки безпеки, інженер (інспектор) з приймання робіт, виконроб, машиністи, землекопи/ручні робітники, водії самоскидів, лаборанти/геодезист. Кількість працівників указана на 1 зміну для робочого фронту середньої протяжності (наприклад траншея 50–200 м). При зміні обсягів/географії фронту чисельність коригується. Для робіт у ґрунтах групи 2 (супіски, суглинки) - передбачені укоси або кріплення; для ручних робіт обов'язкові щитові або рамні кріплення.

Для розбирання асфальтобетонного покриття шаром 50 мм рекомендований склад бригади (1 зміна): прораб (бригадир) - 1, машиніст фрези/асфальтофрези або оператор відбійної техніки - 1, оператор фронтального навантажувача / міні-екскаватора (для підйому фрагментів) – 1; робітники-вантажники (завантаження фрагментів в автосамоскиди) – 3-4; водії самоскидів (підрядні/або в складі бригади) – 2-3 (залежно від обсягу і маршруту); руховий (прапорносець/регулювальник руху) – 1; інженер з охорони праці / представник з ТБ (чергування) – 1. Для виконання даної роботи необхідна техніка / інструменти: асфальтофреза або відбійні молотки; фронтальний навантажувач або міні-екскаватор; автосамоскиди; рукавички, захист, пиловидалення; дорожні загородження й знаки.

Для розбирання основи з щебню 150 мм у складі бригади (1 зміна) необхідно: прораб – 1; оператор екскаватора фронтального навантажувача – 1, робітники-вантажники щебеню – 2-3; водій самоскида – 1-2; інженер ТБ - 1 (чергування). Для виконання цієї роботи необхідно наступна техніка та інструменти: фронтальний навантажувач або екскаватор, самоскиди, сито/сортувальні пристрої (за потреби).

Розроблення ґрунту у відвал екскаватором «зворотна лопата» об'ємом ковша $0,4 \text{ м}^3$ виконують у складі бригади (1 зміна): прораб – 1, машиніст екскаватора – 1, землекопи, підручні (для підготовки зон) – 1-2, відповідальний за безпеку, сигналізатор (якщо поблизу рух транспорту) – 1. Для виконання цієї роботи необхідна наступна техніка та інструменти: екскаватор-зворотна лопата (ковш $0,4 \text{ м}^3$), причіпні відвали/контейнери для тимчасового складування, знаки, огорожа. Екскаватор підходить для робіт у вузьких міських умовах; машина малопомітна, маневрена - 1 оператор цілком достатній.

У складі бригади при розробленні ґрунту з навантаженням на автосамоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході (ковш $1-1,2 \text{ м}^3$) для ґрунтів групи 2 повинні бути: прораб – 1; машиніст екскаватора гусеничного ($1-1,2 \text{ м}^3$) – 1; машиніст додаткового екскаватора (резерв / мультифункціонал) – 0-1 (залежно від обсягу); водії автосамоскидів – 2-3 (залежить від циклу вивезення); робітники для допомоги при завантаженні, укладанні тимчасового освітлення – 2; інспектор-контролер якості, геодезист (виїзди для перевірки контурів) - 1 (частково); інженер ТБ - 1. Для виконання цієї роботи необхідна наступна техніка та інструменти: гусеничний екскаватор $1-1,2 \text{ м}^3$, автосамоскиди (6–10 т), стропи/підручні пристосування, мобільне освітлення.

Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях (ширина до 2 м, глибина до 2 м) для ґрунтів групи 2 проводиться у складі бригади (1 зміна): прораб, виконроб – 1; робітники-землекопи (ручна розробка, доведення контурів) – 4-6 (включаючи робітників, що встановлюють кріплення); бригада монтажу

кріплення (щити, рама) – 2-3 (може бути ті самі робітники); сторож, регулювальник – 1; інженер-геодезист (вимірювання і контроль) - 1 (частково); інспектор з охорони праці – 1. Для виконання цієї роботи необхідна наступна техніка та інструменти: дерев'яні/металеві щити, рамне кріплення, домкрати/підпірки, лопати, ломи, мотузки, страхувальні пояси, драбини. При ручній розробці необхідно дотримуватись норм безпечного входу/виходу, забезпечити вентиляцію, відведення води, та використовувати засоби індивідуального захисту.

При засипці траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м для ґрунтів групи 2 обираємо склад бригади (1 зміна): прораб – 1, машиніст бульдозера (79 кВт) – 1, машиніст катка для ущільнення - 1, робітники-підручні для контролю шарів і направлення – 2, технічний контролер – 1, інженер з техніки безпеки – 1. Для виконання цієї роботи необхідна наступна техніка та інструменти: бульдозер 79 кВт, коток для ущільнення, рівняння ґрунту, лопати, транспорт. У технічній процедурі виконується засипка по шарах 20–30 см із ущільненням кожного шару, контроль не скидання ґрунту із висоти на трубу без підготовчого шару та контроль вологості.

Улаштування піщаної основи під трубопроводи проводиться складом бригади (1 зміна): прораб – 1, оператор малогабаритного екскаватора для доставлення піску – 1, робітники-трамбувальники – 2-3, ручний трамбівник – 1, геодезист, перевірка горизонту, уклону) -1, інспектор якості для контролю товщини й ущільнення – 1. Для виконання цієї роботи необхідна наступна техніка та інструменти: екскаватор, самоскиди із піском, віброущільнювачі ручні, трамбівки, нивеліри. При цьому шар піску становить 10–15 см та проводиться контроль щільності (СРТ або прості гуманометричні тести), зволоження й ущільнення до $K \geq 0.95$.

Перерахований склад є детальним для виконання окремого виду робіт. На одному будівництві необхідно встановити уніфікований склад комплексної

бригади для виконання всього комплексу робіт послідовно. У нашому випадку склад ланки для керівних посад - виконроб – 1, геодезист - 1 (частково). Для машинних робіт: машиніст – 1, оператор котка – 1, водій самоскиду – 1. Ручна праця виконується робітники-землекопи – 6.

Загальна чисельність уніфікованої бригади 12 осіб (включаючи самоскиди).

Комплексну бригаду формують із кількох спеціалізованих ланок, до складу яких входять робітники різних професій, що виконують взаємопов'язані операції. У таких підрозділах застосовують суміщення кваліфікацій, тобто один працівник може виконувати два чи навіть три різновиди робіт. Це дає змогу зменшити простой протягом робочого дня та прискорити спорудження зрошувальної системи.

Щоб визначити оптимальний склад комплексної бригади, спочатку проводять розрахунок трудових витрат (табл. 4.7) для всіх процесів, які виконуються під час будівництва зрошувальної мережі. Калькуляцію складають, ґрунтуючись на встановлених обсягах робіт і відповідних нормативах затрат праці, наведених у шифрах.

Трудомісткість певного процесу обчислюють за формулою

$$Q_{\text{люд.-год.}} = \frac{V \cdot H_q}{V_{\text{рекен}} \cdot A \cdot 8} \quad (4.21)$$

де V – обсяг роботи, м^3 , м^2 , м , т ; H_q – норматив на одиницю обсягу роботи, люд.-год; $V_{\text{рекен}}$ – одиниця обсягу роботи за відповідну кількість змін; 8 – нормативна зміна тривалість, год.

Тривалість робіт встановлюємо відповідно

$$T = \frac{Q_{\text{пр}}}{n_p \cdot A} \quad (4.22)$$

де $Q_{\text{пр}}$ - витрата праці, люд. - днів; n_p - загальна кількість спеціалістів, люд.; A - зміни в добу.

Таблиця 4.7 – Трудомісткість виробничого процесу при реконструкції зовнішньої каналізації

№	Найменування будівельного процесу	Одиниця виміру	Кількість	Шифр норми	Склад ланки		кількість	Норма часу, люд.-год.	Трудо-місткість, люд.-дн.	Тривалість, люд.-дн.
					спец.	розр.				
1	Зрізання верхнього родючого шару ґрунту	м ³	123,3	КБ1-24-2	маш.	бр.	1	0,02521	0,3885	0,388549
2	Розбирання асфальтних покриттів	м ³	1,526	КБ27-67-4	роб.	2,7р.	3	0,2	0,0381	0,012717
3	Розбирання основ з щебню	м ³	4,578	КБ27-67-2	роб.	2р.	3	0,018	0,0103	0,003434
4	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «зворотна лопата»	м ³	454	КБ1-13-2	маш.	бр.	1	0,0147	0,8342	0,834225
5	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході	м ³	69	КБ1-17-2	маш.	б р	1	0,0117	0,100	0,100913
6	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях	м ³	11,4	КБ1-162-2	роб.	2,8 роз	3	3,21	4,574	1,52475
7	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	м ³	11,4	КБ1-27-5	маш.	броз.	1	0,014	0,019	0,01995
8	Улаштування піщаної основи під трубопроводи	м ³	114	КБ23-1-1	роб.	2,5роз	3	1,63	23,22	7,7425
9	Улаштування бетонної підготовки	м ³	1,59	КБ6-1-1	роб.	2,5р.	3	0,15	0,029	0,009938
10	Улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками	м ³	6	КБ31-9-3	роб.	3,9р.	3	13,96	10,47	3,49
11.	Цегляна кладка горловин каналізаційних колодязів	м ³	3,244	КБ46-22-1	роб.	3р.	3	24,14	9,78	3,262923

Розрахунок оплати праці робітників здійснюють у два основні кроки. Спочатку визначають умовно-постійні показники заробітку, що залежать від середнього рівня оплати праці та нормативного фонду робочого часу, встановленого Міністерством України [24].

Подальші обчислення виконують, використовуючи усереднену вартість людино-години C_y , яка визначається за відповідною формулою

$$C_y = \frac{Z_m}{N_{p.ч.}} \quad (4.23)$$

де Z_m – середній місячний зарібок працівника будівельної галузі при повній зайнятості, 19699 грн.; $N_{p.ч.}$ – середня норма робочого часу за місяць, що для будівництва становить 173,17 год. на 2025рік[24].

$$\text{Тобто } C_y = \frac{19699}{173,17} = 113,76 \text{ грн/год.}$$

Фактичну середню ціну людино-години $C_{\phi y}$, для конкретного виду робіт визначають за наступною формулою

$$C_{\phi y} = \frac{C_y \cdot K_m^{\phi}}{K_m^{\text{буд}}} \quad (4.24)$$

де K_m^{ϕ} – міжрозрядний коефіцієнт визначають для середнього рівня складності виконуваних операцій; $K_m^{\text{буд}}$ – показник застосовують у будівництві під час оцінювання робіт ($K_m^{\text{буд}} = 1,308$).

Значення середнього розряду $P_{\text{сер}}$ обчислюють за формулою

$$P_{\text{сер}} = (\sum P_i \cdot N_i) / \sum N \quad (4.25)$$

де P_i – розряд відповідного робітника; N_i – загальна кількість робітників відповідного розрядом; $\sum N$ – всього робітників у ланці.

У наступному етапі здійснюють визначення остаточного розміру оплати праці $Z_{\text{п}}$:

$$Z_{\text{п}} = C_{\phi y} \cdot Q \cdot t_{\text{зм}} \quad (4.26)$$

де Q – трудомісткість робіт, люд.-дн.; $t_{зм}$ – годинна тривалість зміни (8 год).

Значення заробітної плати наводимо у табл. 4.8.

За даними розрахунків встановили, що на реконструкцію зовнішньої каналізації необхідно заробітної плати у розмірі 161877,5 грн.

Таблиця 4.8 – Розрахунок заробітної плати робітників при будівництві напірного трубопроводу

№ з/п	Найменування будівельної роботи	Трудомісткість, люд. – дн.	Склад ланки		Середній розряд	Між. коеф.	Заробітна плата, грн.
			спеціальність, розряд	кількість			
1.	Зрізання верхнього родючого шару ґрунту	0,3885	бр.	1	бр.	1,797	485,75
2.	Розбирання асфальтних покриттів	0,0381	2,7р.	3	2,7р.	1,154	91,77
3.	Розбирання основ з щебню	0,0103	2р.	3	2р.	1,080	23,22
4.	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «зворотна лопата»	0,8342	бр.	1	бр.	1,797	1043,01
5.	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході	0,100	б р	1	б р	1,797	125,03
6.	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях	4,574	2,8 роз	3	2,8 роз	1,165	11122,83
7.	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	0,019	броз.	1	броз.	1,797	23,76
8.	Улаштування піщаної основи під трубопроводи	23,22	2,5роз	3	2,5роз	1,133	54914,27
9.	Улаштування бетонної підготовки	0,029	2,5р.	3	2,5р.	1,133	68,58

10.	Улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками	10,47	3,9р.	3	3,9р.	1,324	28935,28
11.	Цегляна кладка горловин каналізаційних колодязів	9,78	3р.	3	3р.	1,186	24211,22
12.	Установлення люка	1,575	3,1 р.	3	3,1 р.	1,201	3948,36
13.	Зворотна засипка трубопроводів піском	0,098	броз.	1	броз.	1,797	122,53
14.	Зворотна засипка траншей ґрунтом	0,776	броз.	1	броз.	1,797	970,25
15.	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	10,41	3 роз.	3	3 роз.	1,186	25770,84
16.	Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів	1,25	3,4 роз.	3	3,4 роз.	1,247	3253,64
17.	Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини асфальтобетонних жорстких покриттів	0,082	3,4 роз.	3	3,4 роз.	1,247	213,44
18.	Укладання каналізаційних зовнішніх труб	2,48	3,1 роз.	3	3,1 роз.	1,201	6217,10
19.	Відновлення рослинного шару ґрунту	0,388	бр.	1	бр.	1,247	336,64
	Всього	66,55					161877,5

4.5 Планування виробничих процесів

Головним оперативним документом, що встановлює технологічний порядок виконання операцій, їх узгодження у часі та дотримання визначених строків будівництва, є календарний лінійний графік. Його складають за затвердженою формою, спираючись на проектні обсяги, трудові витрати, тривалість роботи будівельної техніки і прийняту організацію виконання завдань.

Під час формування календарного плану уточнюють такі аспекти [25]

- оптимальну технологічну черговість виконання операцій;
- необхідну кількість техніки та персоналу для кожного виду робіт;
- строки виконання завдань у робочих і календарних днях для окремих споруд і всього комплексу;
- рівномірність розподілу робіт у часі в графічній частині документа;
- графіки залучення робітників та використання основних механізмів.

Календарний графік будівельних робіт оформлюють у стандартизованому вигляді, табл.4.9.

Документ містить дві складові: розрахункову частину (ліворуч) і графічну (праворуч). Показників календарного плану:

1. Тривалість виконання робіт по плану 36 днів
2. Сумарні трудові витрати 66,55 15 люд. – днів
3. збільшення продуктивності праці визначаємо за формулою
4. Витрати праці, при встановленому об'ємі робіт по реконструкції каналізаційної мережі $V_1=1949,978\text{м}^3$

$$q = Q_{\text{пл}}/V \quad (4.28)$$

$$q = \frac{66,55\ 15}{1949,978} = 0,0341\text{люд.} - \text{днів} / \text{м}^3$$

Таким чином отримали, що будівництво зрошувальної мережі триватиме при 1 варіанті 158 днів , при 2 варіанті 135 дня, при цьому загальні трудові витрати складуть за нормою для 1 варіанту 1502 люд. –днів та при 2 варіанті 1172 люд. –днів, за планом відповідно $Q_{пл} = 992$ люд. –днів та 923 люд. –днів, питомі трудовитрати q відповідно 0,018 та 0,017 люд. –днів/м³.

Таблиця 4.9 - Календарний план робіт з реконструкції зовнішньої каналізаційної мережі

Найменування об'єкта	Найменування роботи, умови її виконання	Обсяг роботи		Параграф РЕГЕН	Норматив		Будівельні машини			Число змін в добу				Тривалість робіт, днів		
		одиниця виміру	кількість		люд. – год.	маш. – год.	тип, марка	кількість маш.-	кількість маш.-	кількість машин,	Спеціальність, розряд	кількість робітників в змін	заграти праці за планом, люд.-змін	Кількість змін	робочі	календарні
Каналізаційна мережа	Зрізання верхнього родючого шару ґрунту	м ³	123,3	КБ1-24-2	0,02521	0,02521	Dressta серії TD – 10	0,38 85	0,38 85	1	маш.	1	0,388 5	1	0,38 8549	1
	Розбирання асфальтних покриттів	м ³	1,526	КБ27-67-4	0,2	-	-				роб.	3	0,038 1	1	0,01 2717	1
	Розбирання основ з щебню	м ³	4,578	КБ27-67-2	0,018	-	-				роб.	3	0,010 3	1	0,00 3434	1
	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами «зворотна лопата»	м ³	454	КБ1-13-2	0,0147	0,0147	CLG913E (CUMMINS)	0,83 42	0,83 42	1	маш.	1	0,834 2	1	0,83 4225	1
	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході	м ³	69	КБ1-17-2	0,0117	0,0117	CLG913E (CUMMINS)	0,83 42	0,83 42	1	маш.	1	0,100	1	0,10 0913	1
	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях	м ³	11,4	КБ1-162-2	3,21	-	-				роб.	3	4,574	1	1,52 475	2
	Засипка траншей і котлованів бульдозерами	м ³	11,4	КБ1-27-5	0,014	0,014	Dressta серії TD – 10	5.3	4.7	1	маш.	1	0,019	1	0,01 995	1
	Улаштування піщаної основи під трубопроводи	м ³	114	КБ23-1-1	1,63	-	-				роб.	3	23,22	1	7,74 25	8
Улаштування бетонної підготовки	м ³	1,59	КБ6-1-1	0,15	-	-				роб.	3	0,029	1	0,00 9938	1	

Улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками	м ³	6	КБ31-9-3	13,96	-	-				роб.	3	10,47	1	3,49	4
Цегляна кладка горловин каналізаційних колодязів	м ³	3,244	КБ46-22-1	24,14	-	-				роб.	3	9,78	1	3,26 2923	4
Установлення люка	шт	6	КБ23-24-1	2,1	-	-				роб.	3	1,575	1	0,52 5	1
Зворотна засипка трубопроводів піском	м ³	57,6	КБ1-27-5	0,01368	0,01368	Dressta серії TD – 10	0,09 8	0,09 8	1	маш.	1	0,098	1	0,09 8496	1
Зворотна засипка траншей ґрунтом	м ³	454	КБ1-27-5	0,01368	0,01368	Dressta серії TD – 10	0,09 8	0,09 8	1	маш.	1	0,776	1	0,77 634	1
Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	м ³	454	КБ1-134-1	0,1836	-					роб.	3	10,41	1	3,47 31	4
Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів	м ²	30,52	КБ11-19-3	0,3286	-					роб.	3	1,25	1	0,41 787	1
Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини асфальтобетонних жорстких покриттів	м ²	30,52	КБ11-19-4	0,0216	-					роб.	3	0,082	1	0,02 7468	1
Укладання каналізаційних зовнішніх труб	м	171,25	КГ23-1-3	0,1159	-					роб.	3	2,48	1	0,82 6995	1
Відновлення рослинного шару ґрунту	м ³	123,3	КБ1-24-2	0,02521	0,02521	Dressta серії TD – 10	0,38 8	0,38 8	1	маш.	1	0,388	1	0,38 8549	1
Всього:												66,55		23,9 2372	36

5 КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК

Кошторисний розрахунок вміщує детальний склад робіт та матеріальні ресурси. Технологічний процес розділений на кілька етапів, кожен з яких включає специфічні операції та використання відповідних матеріалів [26-31].

1) Підготовчі та земляні роботи.

Це найбільш трудомісткий етап, який включає механізовану та ручну розробку ґрунту:

- Розчищення території: зрізання рослинного шару ґрунту в обсязі 123,3 м³ за допомогою бульдозерів.
- Демонтажні роботи: для доступу до підземних комунікацій передбачено розбирання 30,52 м² асфальтобетонного покриття (товщиною 50 мм) та щелевеної основи (товщиною 150 мм).
- Розробка траншей: основний обсяг (454 м³) розробляється екскаватором «зворотна лопата» з ковшем 0,4 м³ у відвал.

Додатково 69 м³ розробляється екскаватором з навантаженням на автомобілі-самоскиди для вивезення. Ручна розробка - 11,4 м³ ґрунту розробляється вручну в траншеях з кріпленням стінок (шириною та глибиною до 2 м) для забезпечення точності та безпеки.

2) Влаштування основи та монтаж трубопроводів.

Піщана підготовка: під трубопроводи влаштовується піщана основа обсягом 11,4 м³. Монтаж труб - основна частина проекту - укладання зовнішніх каналізаційних труб діаметром 160 мм загальною довжиною 171,25 метра. Бетонна підготовка - під колодязі та споруди виконується бетонна підготовка обсягом 1,59 м³.

3) Монтаж каналізаційних колодязів.

Проектом передбачено встановлення 6 комплектів оглядових колодязів.

Конструктив передбачається з збірних залізобетонних круглих колодязів в сухих ґрунтах обсягом 6,0 м³ збірних конструкцій. Горловини виконується цегляна

кладка горловин (3,244 м³) для виведення люків на проектну відмітку. Встановлення 6 важких або легких люків.

4) Зворотна засипка та відновлення благоустрою.

Захист труб - першочергова засипка трубопроводів виконується піском (57,6 м³) для запобігання пошкодженням. Загальна засипка зворотна засипка траншей ґрунтом виконується бульдозерами (454 м³) з подальшим ущільненням пневматичними трамбівками. Відновлення доріг влаштування асфальтобетонного покриття площею 30,52 м² (основний шар 25 мм з коригуванням товщини).

5) Ключові матеріальні ресурси.

Для виконання вищезазначених робіт залучаються такі основні матеріали: пісок природний, загальна потреба складає 69 м³ (11,4 м³ для основи та 57,6 м³ для засипки). Залізобетонні вироби: збірні елементи колодязів та кришки. Труби каналізаційні труби діаметром 160 мм. Інше - люки чавунні (6 шт.), асфальтобетонна суміш, цегла для кладки горловин.

Розрахунок загальноновиробничих витрат виконано для об'єкта «Зовнішня каналізація» станом на 1 грудня 2025 року. Документацію підготовлено за допомогою програмного комплексу «Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн».

Визначення вартості ЗВВ базується на нормативно-розрахунковій трудомісткості прямих витрат, яка сумарно складає 630,21 люд.год. Розрахунок проводиться за трьома блоками:

Блок I (Заробітна плата): визначається через коефіцієнт К1, що враховує трудомісткість працівників, чия заробітна плата належить до ЗВВ. Середня вартість людино-години таких працівників прийнята на рівні 167,97 грн.

Блок II (Єдиний внесок): нараховується у розмірі 22,00% від суми основної заробітної плати у прямих витратах та заробітної плати у складі ЗВВ.

Блок III (Решта статей): визначається за показником К2 (грн/люд.год.), що покриває адміністративно-господарські та інші витрати. Деталізація за видами робіт наведена у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Деталізація за видами робіт

Вид робіт	Трудомісткість пряма (люд.год.)	Коефіцієнт К1	Коефіцієнт К2	Всього ЗВВ (грн)
Зовнішня каналізація (06-001)	302,31	0,12	7,48	16 500
Загальнобудівельні роботи	220,69	0,094	6,99	10 302
Наземні інженерні споруди	107,21	0,132	9,18	6 449

Окрім основних блоків, до складу ЗВВ включено витрати, пов'язані з тимчасовою непрацездатністю персоналу: кошти на оплату перших 5 днів лікарняних: 585 грн.; ЄСВ на суму оплати лікарняних (5 днів): 129 грн.; ЄСВ на суму допомоги понад 5 днів (розраховано за коефіцієнтом 0,003739): 281 грн.

Загальна вартість загальнобудівельних витрат по об'єкту становить 34 246 грн.

Даний розрахунок зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва «Зовнішня каналізація» виконано для визначення повної вартості будівництва зовнішніх мереж каналізації. Проектна документація враховує сучасні вимоги до інженерних мереж та розрахована в поточних цінах станом на 1 грудня 2025 року. Розрахунок здійснено згідно з нормами Настанови з визначення вартості будівництва (пункти 3.30, 4.20, 4.38).

Загальна кошторисна вартість будівництва становить 685,174 тис. грн. Розподіл коштів за основними елементами витрат: будівельні роботи: 558,610 тис. грн (що складає приблизно 81,5% від загальної вартості); інші витрати: 126,564 тис. грн (приблизно 18,5%), включаючи ПДВ, проектні роботи та адміністративні витрати.

Зворотні суми: 2,574 тис. грн (не входять до загального підсумку, але враховуються для довідки).

Основні капіталовкладення спрямовані на безпосереднє виконання будівельно-монтажних робіт: Глава 6 (Зовнішні мережі): 529,721 тис. грн - основна стаття витрат на прокладання каналізації.

Тимчасові будівлі та зимові витрати: сумарно 22,626 тис. грн (14,302 тис. грн на тимчасові споруди та 8,324 тис. грн на роботу в зимовий період).

Супутні послуги: утримання служби замовника - 5,523 тис. грн, проєктні роботи та експертиза - 3,560 тис. грн.

Нарахування підрядника: кошторисний прибуток - 6,263 тис. грн. та адміністративні витрати - 3,285 тис. грн.

Податки: ПДВ (20%) - 114,196 тис. грн.

Загальні витрати праці для виконання всього комплексу робіт складають 630,21 люд.год.

Основні роботи (Зовнішня каналізація): 302,31 люд.год.

Загальнобудівельні роботи: 220,69 люд.год.

Інженерні споруди: 107,21 люд.год (Додаток А).

Проєкт є економічно обґрунтованим. Основна частка коштів (понад 80%) спрямована безпосередньо на будівельно-монтажні роботи, що свідчить про низьку питому вагу адміністративних та непрямих витрат.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні нормативні документи якими керуються будівельники-монтажники при виконанні проєкту реконструкції каналізаційної мережі [32, 33]

НПАОП 41.0 – 1.01 – 79 «Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць», ДБН А. 3.2 – 2 2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві.

Основні положення», ДБН В. 2.5 – 75: 2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди», НПАОП 0.00 – 1.15 – 07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті», ДНАОП 0.00 – 5.12 01 «Інструкція з організації безпечного ведення вогневих робіт на вибухопожежонебезпечних об'єктах», ДНАОП 0.00 – 1.07.94 «Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

При будівництві зовнішньої каналізаційної мережі виникають численні небезпеки та шкідливі фактори, які потребують спеціальних заходів захисту [32].

Найбільш критичною небезпекою є накопичення токсичних газів у підземних комунікаціях: Метан (CH_4) - газ без кольору і запаху, що утворюється при анаеробному розкладанні органічної речовини. Метан викликає задушення та є вибухонебезпечним при концентрації від 5 до 15% у повітрі. Накопичується у замкнених просторах за відсутності вентиляції. У спекотну погоду процес газоутворення прискорюється, особливо в глибоких колодязях та камерах.

Сірководень (H_2S) - надзвичайно отруйний газ, важче повітря, тому накопичується на дні колодязів. При низьких концентраціях має запах тухлих яєць, при високих концентраціях людина його не відчуває через пошкодження нервових закінчень. Викликає миттєву втрату свідомості, порушення дихання та серцево-судинної діяльності.

Вуглекислий газ (CO_2) - безбарвний газ з кислуватим смаком. Токсична дія проявляється при вмісті 3-4% у повітрі у вигляді подразнення дихальних шляхів, запаморочення, головного болю, психічного збудження та непритомного стану.

Недостатність кисню - у глибоких замкнених просторах людина поглинає кисень і виділяє вуглекислоту (до 40 л/год), що призводить до створення застійної зони з концентрацією кисню менше 18% та вуглекислоти більше 10%. Працівник помалу втрачає свідомість без явних попередніх ознак [32].

При виконанні будівельно-монтажних робіт можливі механічні небезпеки у вигляді обвалу ґрунту в траншеях та колодязях; ушкодження при роботі екскаваторів та землечерпалок; придавлення під час монтажу та демонтажу конструкцій; травми від гострих крайок труб та деталей.

Гідродинамічні та гідростатичні небезпеки можливі при раптовому приливу води в траншеї при пошкодженні дренажної системи, затоплені глибоких колодязів та підтоплення при роботі на берегах річок та в умовах підвищеної вологості.

Фізичні та хімічні небезпеки - переохолодження та перегрівання організму (особливо небезпечно в спекотну погоду), вплив вібрації від механізованого обладнання, шум від будівельної техніки, опіки від гарячого бітуму та матеріалів при теплоізоляції труб [32].

Організаційні заходи з охорони праці у випадку планування та координації робіт. Перед початком будівництва повинна бути розроблена детальна програма з охорони праці, яка включає:

- визначення небезпечних зон на будівельному майданчику з позначенням відповідними знаками;
- розробку нарядів-допусків для виконання роботи в замкнених просторах;
- встановлення відповідальних осіб за дотримання правил безпеки;
- план евакуації при надзвичайних ситуаціях;
- розпорядження щодо координації роботи с суміжними об'єктами та комунікаціями.

Відстані безпеки при земляних роботах становити: від неукріплених стін траншей до транспорту та машин - не менше 3 м, від огорожі котловану до рейкової колії широкої колії - не менше 2,6 м, від екскаватора до краю виїмки - не менше 2 м.

Наряд-допуск повинен мати робітник на виконання небезпечних робіт. Всі роботи на каналізаційних мережах, у колодязях, камерах та колекторах повинні виконуватись за письмовим нарядом-допуском. Наряд повинен містити: завдання та характеристику робіт; перелік небезпечних факторів; розрахункові вимоги щодо безпеки; посадові особи, відповідальні за проведення робіт; дату та час виконання; перелік необхідних засобів індивідуального та колективного захисту; схему організації робіт [32].

Організація бригади та розподіл функцій при виконанні робіт у глибоких колодязях, камерах та колекторах мінімальна кількість бригади становить: для колодязів та камер - 3 особи (1 робітник, що знаходиться в колодязі, 1 робітник, що контролює та подає допоміжні пристрої, 1 робітник, призначений для спостереження і надання невідкладної допомоги); для колекторів - мінімум 5 осіб, враховуючи можливість появи критичних ситуацій у більшому просторі.

Керівник робіт (бригадир) несе повну відповідальність за [32]:

- проведення цільового інструктажу для всіх членів бригади перед початком роботи;
- забезпечення всіх робітників необхідними засобами захисту;
- виконання перевірок стану атмосфери в замкнених просторах;
- недопущення роботи лише однієї людини в небезпечній зоні;
- контроль дотримання всіх вимог безпеки та припинення роботи при виявленні порушень.

Вимоги безпеки при роботах у колодязях, камерах та колекторах починаються при підготовці та перевірці перед спуском. Перед спуском персоналу в колодязь (глибину понад 1,5 м) обов'язково проводять повітряний аналіз за допомогою портативного газоаналізатора або лампи ЛБВК (лампа бензинова водопровідно-каналізаційна), проводять дослідження атмосфери на вміст кисню, метану, сірководню та вуглекислого газу. Показники повинні відповідати нормам: кисень 20,8-21% (мінімально допустима 18%), метан не допускається вміст вибухонебезпечних концентрацій (понад 5%), сірководень (відсутність), вуглекислий газ (не більше 0,5%).

Перевірку проводять у присутності керівника робіт та не менше ніж за 15 хвилин перед спуском. Якщо газоаналізатор свідчить про наявність шкідливих газів, негайно вживають заходи примусової вентиляції. Якщо виявлено загазованість необхідно забезпечити примусову вентиляцію через відкриття сусідніх колодязів для створення циркуляції повітря, розташування переносного вентилятора для нагнітання чистого повітря. У деяких випадках - заповнення колодязя водою з наступною відкачкою, повторне дослідження повітря після вентиляції. Категорично забороняється випалювання газів через відкритий вогонь, це може призвести до вибуху [32].

Кожен робітник, що спускається в колодязь або камеру, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту при роботах у замкнених просторах. Запобіжний пояс та мотузка - рятувальний пояс конструкції, що забезпечує розподіл навантаження, мотузка довжиною більшою від глибини колодязя мінімум на 2 м, але не більше 12 м. Мотузка повинна бути випробувана на розривне навантаження мінімум 200 кг. Закріплення мотузки здійснюється до нерухомої конструкції з краю колодязя.

Шланговий ізолюючий протигаз при виконанні робіт у потенційно загазованих колодязях. При цьому довжина шланга має становити більше від глибини колодязя на 2 м, але не більше 12 м. При концентрації вуглекислого газу понад 3% застосовується шланговий протигаз з вентилятором.

У якості освітлення використовують переносний акумуляторний ліхтар напругою не вище 12 В (категорично забороняється відкритий вогонь). Ліхтар повинен мати міцне кріплення до спецодягу.

До спецодягу та спецвзуття входять: спецодяг з негорючого матеріалу, без цвяхів та сталених підківок (або колоші поверх взуття), рукавиці для захисту від хімічних впливів та гострих крайок, захисна каска при роботі в камерах зі сповільненою геометрією.

Допоміжне обладнання може включати ручний вентилятор для місцевої циркуляції повітря, переносні огорожувальні знаки, світлові сигнали та сигнальну систему для комунікації з робітниками на поверхні.

Працюючи у шланговому ізолюючому протигазі, робітник не повинен перебувати в замкненому просторі безперервно більше ніж 10 хвилин без виходу на поверхню. Це пов'язано з фізіологічним навантаженням та збільшенням концентрації вуглекислого газу навколо тіла. Розрахункова норма для глибоких колодязів: робота 10 хвилин - перерва 5-10 хвилин на поверхні.

Особливі вимоги для оглядових люків колодязів та входів в системи. Люки розташовуються на місцях, що забезпечують безпечний доступ (мінімум 2 м від проїжджої частини). Люки мають захисні ґрати, що запобігають падінню предметів та людей. Люки обов'язково огорожуються при проведенні робіт, особливо на проїжджій частині. При відсутності люка забезпечується альтернативний вхід через розібрану верхню частину колодязя

При виконанні земляних робіт для прокладання каналізаційних труб необхідно дотримуватися наступної послідовності дій [32]:

1. Отримати відомості про всі підземні комунікації (водопроводи, газопроводи, електричні кабелі, телекомунікаційні лінії) від компаній-власників.
2. Погодити розташування розкопок та отримати письмовий дозвіл від відповідних служб.
3. Визначити та позначити на плані охоронні зони комунікацій.
4. Розробити план аварійного реагування при повідомленні про пошкодження комунікацій.

Огородження котлованів та траншей повинна бути суцільною огорожею висотою мінімум 1,5 м навколо всього периметру розкопки. На огорожі розташовується попереджувальні знаки на відстані не більше 10 м один від одного. Уночі огорожа обладнується червоними світловими сигналами (ліхтарями). На проїжджій частині встановлюються дорожні знаки «Небезпечна ділянка» та «Роботи на проїжджій частині».

Укоси траншей без кріплення дозволяються при дотриманні мінімальних кутів укосів залежно від типу ґрунту: скельні ґрунти до 90° (вертикально), глинисті ґрунти 45-60°, суглинки 30-45°, піски та супіски 25-35°.

Укоси з кріпленням обов'язкові при наявності перезволожених пісків та супісків, глибині траншеї більше 1,5 м при несприятливих гідрогеологічних умовах, наявності у складі ґрунту лесів та інших прилипаючих ґрунтів, розташуванні траншеї біля існуючих будівель або споруд.

Щоденний огляд укосів проводиться перед початком роботи. При виявленні тріщин, просіданнях або ознак нестійкості укосу робітники виводяться з небезпечної зони та вживаються заходи щодо укріплення або оновлення укосів.

У вузькі траншеї (до 0,6 м) спуск та підйом здійснюються по приставних драбинах з перилами. Допускається ходити по розпірках. У широкі траншеї (більше 0,6 м) повинні бути встановлені сходи з перилами висотою мінімум 1 м, драбини зі сходами через кожні 10 м при довжині траншеї більше цієї величини, плаценти для тимчасового перебування у разі падіння.

При експлуатації екскаваторів, бульдозерів та інших землерийних машин у траншеях забороняється перебування людей під ковшем екскаватора, екскаватор не повинен працювати на краю розкопки крутішому, ніж дозволяє конструкція машини. Відстань від краю ковша до рухомих частин екскаватора, що перебувають на краї розкопки, повинна бути мінімум 2 м. При роботі з екскаватором спостерігач вишколений та перебуває в межах видимості машиніста. Навантаження ковша не повинна перевищувати норми, встановлені виробником.

При укладанні та з'єднанні каналізаційних труб в траншеях запобіжні пояси застосовуються при роботах на висоті більше 1,5 м, укладанні труб на крові земляних розкопок, що перевищують 1,5 м, монтажі конструкцій над водою або небезпечних висадів [32].

Огородження та маршрути для пересування мають мінімальну ширину 0,6 м в межах будівельного майданчика. Висота в провітрі - не менше 1,8 м. Маршрути обов'язково освітлюються уночі. На місцях потенційного падіння встановлюються настили або маячки чи знаки.

При проведенні газозварювального чи електрозварювального з'єднання секцій трубопроводів робота проводиться на позначених зварювальних постах або за спеціальним допуском (наряд-дозвіл) для вогневих робіт. Вся розповсюджуюча

техніка, палива та гази повинні знаходитися поза межами небезпечної зони. Зварювальник та його помічник забезпечуються спецодягом, спецвзуттям, рукавицями, захисним щитком. Після завершення зварювальних робіт на трубопроводі місце охолоджується перед подальшими роботами. Газ та електроліти зберігаються в спеціальних ємностях, віддалені від зварювального посту.

На будівельному майданчику робітники повинні бути забезпечені питною водою та санітарно-побутовими об'єктами. Місця для вживання питної води розташовані на відстані не більше 75 м по горизонталі та 10 м по вертикалі від робочих місць. Туалетні приміщення (кількість залежить від чисельності робітників, мінімум 1 туалет на 15-20 осіб). Умивальні з гарячою водою. Місця для перевдягання зберігання спецодягу та засобів захисту. Приміщення для обідньої перерви захищене від атмосферних опадів [33].

При кількості робітників більше 300 осіб обов'язково організовується постійно діючий медичний пункт з медичним персоналом. При меншій кількості осіб передбачається перша допомога через тренованого у її наданні представника. На видних місцях розміщуються аптечки першої допомоги з необхідними матеріалами. Опіки, отруєння газами, утоплення — вимагають негайних специфічних заходів відновлення.

Всі робітники забезпечуються безкоштовно спецодягом та засобами захисту: спецодягом, придатним до типу виконуваних робіт; спецвзуттям (чоботи, ботинки з захистом від порізів та проколів); захисними касками; сигнальними жилетами (білі для керівників, помаранчеві для робітників); дихальними засобами (респіратори, протигази) при необхідності; рукавицями та окулярами при роботі з хімічними матеріалами.

У період високих температур повітря (вище 30°C) під час роботи в глибоких замкнених просторах створюються особливо небезпечні умови. При цьому прискорюється процес анаеробного розкладання органіки та утворення газів (особливо метану), відбувається швидше шкідливих газів, у повітрі замкненого

простору досить швидко зменшується концентрація кисню, посилена пiтливiсть та переохолодження ще бiльше ослаблюють органiзм.

При спекотнiй погодi обов'язково перевiряти якiсть атмосферного повітря перед кожним спуском, а не один раз на змiну. Скоротити час перебування в замкненому просторi до 5-7 хвилин замість 10 хвилин. Збiльшити частоту та тривалiсть перерв на поверхнi. Забезпечити достатнiм кiлькiстю питної води та засобiв для зволоження. Встановити часовi графіки робiт з прiоритетом на роботи в ранковi та вечiрнi години [32, 33].

У разi вибуху газу в колодязi чи камерi негайно припинити всi роботи, евакуувати персонал з небезпечної зони, викликати служби порятунку та медичну допомогу, не входити в колодязь без дозволу служб порятунку до часу його провiтрювання та перевiрки якостi повітря.

Ознаки отруєння сiрководнем: запаморочення та втрата свiдомостi; припинення дихання; блiдiсть шкіри; низька пульсація. Перша допомога [33]:

1. Вивести потерпiлого на свiже повітря.
2. Розслабити одяг.
3. Забезпечити вiльний прохiд повітря в дихальнi шляхи.
4. При зупинцi дихання розпочати штучне дихання.
5. Викликати швидко медичну допомогу.

При падiннi в колодязь негайно кинути на поверхню рятувальне обладнання. Використовуючи запобiжнi пояси та мотузки, витягти потерпiлого на поверхню. Надати першу домедичну допомогу. Евакуувати до лiкувального закладу.

Пiдчас виконання робiт необхідний постійний монiторинг та контроль виконання вимог охорони праці через щоденнi iнструктажі та навчання. Перед початком робiт кожен день проводиться п'ятихвилинний цiльовий iнструктаж, який мiстить: напрями основних робiт на день, потенційнi небезпеки при їх виконаннi, конкретнi заходи безпеки, якi будуть застосовуватися, практичне демонстрування застосування засобiв захисту, ускладненi або першочергово небезпечнi роботи вимагають розширеного iнструктажу з оформленням журналу та видачою наряду-допуску.

На будівельному майданчику обов'язково ведуться [33]:

- Журнал наказів з охорони праці - реєстрація всіх розпоряджень щодо безпеки.
- Журнал інструктажів - фіксація проведення інструктажів та прізвищ робітників, що пройшли навчання.
- Журнал нарядів-допусків - реєстрація всіх виданих дозволів на небезпечні роботи.
- Журнал перевірок дослідження повітря - записи результатів газоаналізу при роботах у замкнених просторах.
- Розслідування інцидентів та нещасних випадків - документація всіх травм та порушень.

Контроль за дотриманням вимог охорони праці здійснюють: представник роботодавця (головний інженер, керівник охорони праці), представники профспілкових організацій, інспектори Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки, інші інспекційні органи згідно з чинним законодавством.

Тобто, для організаційних та безпекових вимог необхідно проводити інструктаж з охорони праці перед початком зміни персонал у СІЗ; маркування зони робіт, огороження, світлові знаки, регулювання руху; забезпечення доступу до медичної допомоги й аварійного евакуаційного плану; у випадку ґрунтів групи 2 обов'язкове застосування кріплення при ручних розробках на глибину більше 1,3 м, контроль вологості ґрунту перед ущільненням, заборона ущільнення при надмірній вологості, перевірка технічного стану машин і навісного обладнання щоденно перед зміною.

Дотримання всіх норм та вимог не тільки передбачено законодавством, але й забезпечує найефективнішу реалізацію проєкту без втрат часу та коштів, пов'язаних з нещасними випадками та виробничими травмами.

При виконанні проєкту реконструкції каналізаційної мережі ключовими рекомендаціями з охорони праці повинні бути:

1. Розробити детальну програму з охорони праці, адаптовану до специфіки конкретного об'єкту та місцевих умов.

2. Отримати всі необхідні дозволи від органів нагляду та компаній-власників комунікацій перед початком робіт.
3. Забезпечити достатнє фінансування на придбання сучасних засобів захисту та дихальних апаратів.
4. Організувати регулярне навчання та перенавчання персоналу з питань безпеки.
5. Встановити систему матеріального стимулювання за дотримання норм безпеки.
6. Провести інструктажі та навчання для всіх членів робітничої бригади та контролюючих осіб.
7. Здійснювати щоденний контроль за виконанням вимог охорони праці та своєчасне усунення виявлених недоліків.

Організаційні та безпекові вимоги (обов'язкові)

ВИСНОВКИ

Проведена магістерська дипломна робота комплексно вирішує актуальну задачу реконструкції системи водовідведення Верхівцевського ліцею №2 при будівництві споруди подвійного призначення з захисними властивостями.

Розроблений проєкт ґрунтується на ретельному аналізі природних умов території, яка розташована в межах Придніпровської низовини з хвилясто-гірковою поверхнею (перепад висот 80-82 м) та річною кількістю опадів 400-430 мм. Дослідження гідрогеологічних умов показали, що глибина залягання ґрунтових вод у регіоні становить 2,5-3,2 м при мінералізації 0,3-0,5 г/л та жорсткості води 5-7 °Ж, що враховано при виборі матеріалів та конструктивних рішень.

Гідравлічні розрахунки підтвердили необхідність реконструкції системи. Розрахункова витрата стічних вод визначена на рівні 1,3 л/с (з урахуванням побутових стоків - 0,123 л/с та дощових стоків - 1,188 л/с). Для обраних матеріалів (ПВХ SN8 труби діаметром 160-200 мм) встановлені оптимальні нормативні ухили: для труб діаметром 160 мм - $i_{min} = 0,008$, для 200 мм — $i_{min} = 0,007$, що забезпечує незамулюючі швидкості не менше 0,7 м/с при максимальному наповненні $h/d \leq 0,6$.

Розроблена технологія будівництва враховує особливість розташування об'єкту на території діючого закладу освіти. Загальна трудомісткість всіх робіт складає 630,21 люд.-год, з яких основні роботи з каналізації становлять 302,31 люд.-год, що становить приблизно 48% від загального обсягу. Календарне планування передбачає поетапне виконання робіт з мінімізацією впливу на навчальний процес.

Загальна кошторисна вартість будівництва становить 685,174 тис. грн. Розподіл коштів за основними напрямками: будівельно-монтажні роботи - 558,610 тис. грн (81,5% від загальної вартості), тимчасові споруди та зимові витрати - 22,626 тис. грн, проєктні та експертні роботи - 3,560 тис. грн, ПДВ -

114,196 тис. грн. Основна частка витрат (529,721 тис. грн) спрямована безпосередньо на прокладання каналізаційних мереж (Глава 6). Заробітна плата робітників, розраховані за середньою вартістю людино-години 113,76 грн/год, становить 161,877 тис. грн.

Низька питома вага адміністративних видатків (3,285 тис. грн) та непрямих витрат свідчить про економічну раціональність проєкту та ефективне використання фінансових ресурсів.

Розроблено комплекс заходів з охорони праці при виконанні робіт у замкнених просторах (колодязях, камерах). Проведено детальний аналіз небезпечних газоподібних речовин: метану (токсичність при концентрації 5-15%), сірководню (миттєва втрата свідомості при високій концентрації) та вуглекислого газу (токсична дія при 3-4% у повітрі). Рекомендовано обов'язкову перевірку повітря перед спуском до колодязів, застосування шлангоізолюючих протигазів, запобіжних поясів та акумуляторних ліхтарів при роботі у потенційно загазованих колодязях.

Розроблена система каналізації повністю задовольняє вимоги експлуатації ПРУ, яка призначена для укриття до 200-400 осіб при температурному режимі 15-25°C та можливості перебування без виходу назовні до 48 годин.

Проєкт розроблений з повним дотриманням чинних нормативно-правових актів: ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережи та споруди», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці у будівництві», ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту», НПАОП 41.0-1.01-79 та інших галузевих регламентів. Усі проєктні рішення передбачають експлуатаційну надійність мінімум на 50 років із забезпеченням антикорозійної стійкості матеріалів та герметичності конструкцій.

Реалізація проєкту забезпечить: відновлення справної роботи системи водовідведення ліцею; підвищення санітарно-гігієнічних умов для 420 учнів та персоналу закладу; забезпечення автономної роботи інженерних систем при функціонуванні ПРУ у період воєнної загрози; відсутність аварійних ситуацій, пов'язаних з затопленням; підвищення інженерної безпеки будівлі у цілому. Комплексне вирішення задачі модернізації каналізаційної системи та будівництва

захисної споруди відповідає як державним нормам та законодавству, так і сучасним вимогам цивільного захисту.

Рекомендації щодо реалізації проєкту:

1. Перед початком робіт необхідно погодити всі аспекти проєкту з міськими службами водопостачання та каналізації, органами цивільного захисту та районними органами влади.

2. Забезпечити достатнє фінансування на прокладання каналізаційної мережі (основна стаття витрат 529,721 тис. грн) та придбання якісних матеріалів (ПВХ SN8 труби).

3. Організувати обов'язковий контроль якості на всіх етапах виконання робіт, особливо при проведенні гідравлічних випробувань, перевірці герметичності та контролі уклонів трубопроводів.

4. Розробити детальну програму охорони праці з дотриманням всіх вимог щодо роботи у замкнених просторах, включаючи перевірку атмосфери газоаналізатором перед кожним спуском до колодязів.

5. Забезпечити належний нагляд органів будівельного інспекції та своєчасне оформлення актів прихованих робіт при виконанні земляних та монтажних операцій.

Розроблений проєкт реконструкції системи водовідведення Верхівцевського ліцею №2 є технічно обґрунтованим, економічно ефективним та повністю відповідає вимогам сучасного законодавства у сфері будівництва, охорони праці та цивільного захисту.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Характеристика природніх умов та ресурсів Дніпропетровської області <http://surl.li/aygkk>.
2. Геологія Дніпропетровської області [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Геологія_Дніпропетровської_області
3. Характеристика природних умов та ресурсів Дніпропетровської області [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.geograf.com.ua/library/geoinfocentre/21-physical-geography-ukraineworld/282-natural-resources-dniepropetrovsk>
4. Антропогенний ландшафт // Географічна енциклопедія України. Т.3. С. 44.
5. Екологічний атлас Дніпропетровської області – К. – Дн-вськ, 1995. – 25с.
6. Taricska I.R., Wang L.K., Hung Y.T., Li KH Fluoridation and defluoridation // Advanced Physicochemical Treatment Processes / Wang L.K., Hung Y.T., Shamas N.K. (eds.) – Humana Press. 2006. – p. 293-315.
7. Актуальні проблеми геології, географіки та екології: Том 3: Збірник наукових праць; Видання, яке продовжуватись. - Дніпропетровськ: Видавництво "Навчальна книга", 1999 - 160 с.
8. Геологічна будова заплавної території р. Дніпро Андрій РАЩЕНКО, Тетяна ДИПТАН, Олег МАЛИШЕВ. Київський національний університет будівництва і архітектури DOI: 10.32347/0475-1132.50.2025.210-226
9. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2021 рік. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Dnipropetrovska-obl-2021.pdf>

- 10.ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 року № 702
- 11.ДБН В.1.2-4:2019 "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту" Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.03.2019 р. № 82
- 12.ДБН В.2.5-75 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Накази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 08.04.2013 р. №134 та від 28.08.2013 р. № 410
- 13.ДБН В.1.2-5 «Системи захисту будівель»,
- 14.ДБН А.3.1-5 :2007 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Наказ від 05.04.2007 № 119 Про затвердження державних будівельних норм
- 15.ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту". Наказ Мінрегіону України від 13.11.2014 р. № 312
- 16.ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво». Наказ Міністерства регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України від 31.10.2012 р. № 553
- 17.Rainwater harvesting in sustainable stadiums.
<https://www.supatank.com.au/rainwater-harvesting-sustainable-stadiums/>
- 18.Rainwater Harvesting in the Caribbean. Caribbean Environmental Health Institute.
www.cehi.org.lc
- 19.Rainwater Harvesting Systems Technology Review. Federal Energy Management Program/ USA Department of Energy

20. Guidance for Treatment of Rainwater Harvested for Potable Use Version 1.1 / First Published August 2020 Ministry of Health/
21. Water Efficiency Measures on School Campuses: A Case Study/ 09.21.2010/ Studio 39 <https://www.studio39.com/blog/water-efficiency-measures-on-school-campuses-a-case-study/>
22. СОУ Д.2.2-00131305-001:2014 Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Улаштування трубопроводів із труб Ізопрофлекс, Ізопрофлекс-А та Ізопрофлекс-115А
23. Технічні характеристики. <http://surl.li/aygli>
24. Офіційний вебпортал парламенту України. Про розрахунок норми тривалості робочого часу на 2025 рік. <http://surl.li/ayglp>
25. Планування і контроль на підприємстві: навч. посібник / А. Є. Ачкасов, В. М. Охріменко, І. В. Мількін; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 277 с.
26. РСН 335-91 Технологія та організація виробництва опоряджувальних робіт у житлово-цивільному будівництві.
27. СОУ Д.2.7-00131305-002:2014. Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів.
28. СОУ Д.2.2-00131305-001:2014. УЛАШТУВАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ ІЗ ТРУБ «ІЗОПРОФЛЕКС», «ІЗОПРОФЛЕКС -А» ТА «ІЗОПРОФЛЕКС - 115А». Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи.
29. ВІДОМЧІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ. МАГІСТРАЛЬНІ ТРУБОПРОВОДИ. БУДІВНИЦТВО. ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЯ. наказ Мінпаливенерго України від "16" червня 2007р. №_295.
30. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Збірник 1 «ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ». Наказ Міністерства розвитку громад та територій України 15.06.2021 № 156.

- 31.Рішення 23.11.2006 N 81 «Про проект відомчих будівельних норм «Магістральні трубопроводи. Будівництво. Земляні роботи та рекультивация».
- 32.Охорона праці при геологорозвідувальних роботах: навч. 87 посіб. / В.І. Голінько, О.В. Безщасний; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 218 с. 42.
33. Закон України “Про охорону праці” (назва з екрану). – URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0075323> (дата звернення 07.06.2020 р.)

ДОДАТКИ

Зовнішня каналізація

(найменування об'єкта будівництва)

ВІДОМІСТЬ РЕСУРСІВ

до Зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва № _____

№ Ч.ч.	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:			
						відпускна ціна, грн.	трансп. складова, грн.	загот. складські витрати, грн.	
						всього, грн.	всього, грн.	всього, грн.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I. Витрати труда									
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год.	525,11	96,16	-	-	-	-
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	3,00	-	-	-	-	-
3	3	Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год.	105,10	119,686	-	-	-	-
4		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	4,70	-	-	-	-	-
5		Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в загальноновиробничих витратах	люд.год.	71,20	167,8933	-	-	-	-
6		Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в витратах на тимчасові будівлі та споруди	люд.год.	18,94	-	-	-	-	-
7		Витрати труда робітників, заробітна плата яких передбачена в додаткових витратах при виконанні робіт в зимовий період	люд.год.	31,51	-	-	-	-	-
8		Разом загальна кошторисна трудомісткість	люд.год.	751,86	106,9645	-	-	-	-
9		Середній розряд робіт	розряд	3,00	-	-	-	-	-
II. Будівельні машини та механізми									
1	КБМ212-202	Автогрейдері середнього типу, потужність 99 кВт (135 к.с.)	маш.год	0,154889	1 015,86	-	-	-	-
					157				
2	КБМ201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш.год	10,09808	382,47	-	-	-	-
					3 862				
3	КБМ207-148	Бульдозери, потужність 59 кВт (80 к.с.)	маш.год	2,410515	588,39	-	-	-	-
					1 418				
4	КБМ207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)	маш.год	6,01001	769,18	-	-	-	-
					4 623				

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	КБМ206-246	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 0,4 м3	маш.год	29,17404	498,30 14 537	-	-	-
6	КБМ206-249	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 1 м3	маш.год	1,7595	1 135,25 1 997	-	-	-
7	КБМ205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 2,2 м3/хв	маш.год	20,910301	339,58 7 101	-	-	-
8	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 5 м3/хв	маш.год	0,42728	388,69 166	-	-	-
9	КБМ215-3101	Котки дорожні самохідні гладкі, маса 5 т	маш.год	0,592088	432,38 256	-	-	-
10	КБМ202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш.год	0,110823	400,35 44	-	-	-
11	КБМ202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш.год	4,26	652,23 2 778	-	-	-
12	КБМ202-1140	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 6,3 т	маш.год	0,976125	652,05 636	-	-	-
13	КБМ233-803	Молотки відбійні пневматичні, при роботі від пересувних компресорних станцій	маш.год	1,414602	6,14 9	-	-	-
14	КБМ211-901	Розчинозмішувачі пересувні, місткість 65 л	маш.год	0,6	109,98 66	-	-	-
15	КБМ201-311	Трактори на гусеничному ході, потужність 59 кВт (80 к.с.)	маш.год	0,0906444	553,65 50	-	-	-
16	КБМ233-1681	Щітки дорожні навісні на базі трактора	маш.год	0,0430332	474,89 20	-	-	-
		Разом:	грн.	-	37 723	-	-	-
III. Механізований інструмент								
1	КБМ211-101	Бадді, місткість 2 м3	маш.год	0,1749				
2	КБМ270-116	Вібратори поверхневі	маш.год	0,45315				
3	КБМ209-1400	Розпушувачі причіпні (без трактора)	маш.год	0,047611				
4	КБМ233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш.год	81,46628				
		Разом вартість ресурсів, спожитих механізованим інструментом і врахованих в вартості матеріалів	грн.	-	2	-	-	-
IV. Будівельні матеріали, виробі та конструкції								
1	С111-1554	Бітуми нафтові дорожні БНД-40/60, перший сорт [1 234,38 грн/т * 1,03 т]	т	0,06	21 033,29 1 262	19 349,46 1 161	1 271,41 76	412,42 25
2	С111-1562	Бітуми нафтові дорожні МГО, рідкі [1 234,38 грн/т * 1,03 т]	т	0,0210588	19 414,37 409	17 762,29 374	1 271,41 27	380,67 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	C112-29	Бруси обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 100, 125 мм, III сорт [795,33 грн/т * 0,61 т]	м3	0,06	8 782,52	8 125,16	485,15	172,21
					527	488	29	10
4	C112-173	Бруски обрізні з берези, липи, довжина 2-3,75 м, усі ширини, товщина 32-70 мм, III сорт [795,33 грн/т * 0,61 т]	м3	0,003052	11 164,88	10 460,81	485,15	218,92
					34	32	1	1
5	C142-10-2	Вода	м3	0,027825	32,12	32,12000	-	-
					1	1	-	-
6	C1632-102-1	Герметик силіконовий водостійкий [1 002,33 грн/т * 0,001 т]	кг	0,2192	327,80	320,37	1,00	6,43
					72	70	-	1
7	C112-58	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, IV сорт [795,33 грн/т * 0,61 т]	м3	0,06	7 545,36	6 912,26	485,15	147,95
					453	415	29	9
8	C112-62	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, IV сорт [795,33 грн/т * 0,61 т]	м3	0,06	6 911,27	6 290,60	485,15	135,52
					415	377	29	8
9	C111-1608	Дрантя [1 464,54 грн/т * 0,00113 т]	кг	0,17125	28,89	26,67	1,65	0,57
					5	5	-	-
10	C111-797	Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм [531,20 грн/т * 1,0 т]	т	0,018	22 072,95	21 108,95	531,20	432,80
					397	380	10	8
11	K58-5521-ЛЮ09	Кільця КС15.18 залізобетонні серія 3.900.1-14 випуск 1 [455,34 грн/т * 2,01 т]	шт	6,0	3 650,04	2 663,24	915,23	71,57
					21 900	15 979	5 491	429
12	C113-743	Кільця гумові ущільнювальні (манжети) для чавунних напірних труб діаметром 50-300 мм [693,22 грн/т * 0,00126 т]	кг	2,74	377,29	369,02	0,87	7,40
					1 034	1 011	2	20
13	C111-1708	Ключчя просочене [1 002,33 грн/т * 0,00113 т]	кг	4,44	115,11	111,72	1,13	2,26
					511	496	5	10
14	C113-753	Люк чавунний для колодязів легкий [693,22 грн/т * 0,065 т]	шт	6,0	3 830,88	3 710,70	45,06	75,12
					22 985	22 264	270	451
15	C1545-119-3	Муфти із поліетилену діаметром 160 мм для труб із поліетилену без розтруба [693,22 грн/т * 0,00025 т]	шт	27,4	116,73	114,27	0,17	2,29
					3 198	3 131	5	63
16	C1421-9550	Пісок природний [625,72 грн/т * 1,5 т]	м3	69,0	1 452,21	485,16	938,58	28,47
					100 202	33 476	64 762	1 964
17	C1421-10634	Пісок природний, рядовий [625,72 грн/т * 1,6 т]	м3	125,4	1 344,87	317,35	1 001,15	26,37
					168 647	39 796	125 544	3 307
18	C1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100 [475,81 грн/т * 2,2 т]	м3	0,048	3 359,87	2 247,21	1 046,78	65,88
					161	108	50	3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
19	C1425-11680	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М25 [475,81 грн/т * 2,2 т]	м3	0,24	2 661,18	1 562,22	1 046,78	52,18
					639	375	251	13
20	C1425-11688	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50 [475,81 грн/т * 2,2 т]	м3	0,77856	3 435,23	2 321,09	1 046,78	67,36
					2 675	1 807	815	52
21	C111-1757	Рядно [1 002,33 грн/т * 0,0003 т]	м2	3,975	48,51	47,26	0,30	0,95
					193	188	1	4
22	C111-1788	Скоби ходові [620,39 грн/т * 0,00168 т]	шт	24,0	438,37	428,73	1,04	8,60
					10 521	10 290	25	206
23	C1421-9838	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон шільний) (дорожні)(аеродромні), що застосовуються у верхніх шарах покриттів, дрібнозернисті, тип Б, марка 2 [626,53 грн/т * 1,0 т]	т	3,732596	5 430,53	4 697,52	626,53	106,48
					20 270	17 534	2 339	397
24	C1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 (М200), крупність заповнювача більше 20 до 40 мм [475,81 грн/т * 2,4 т]	м3	0,54	3 346,52	2 138,96	1 141,94	65,62
					1 807	1 155	617	35
25	C1424-11608	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В3,5 (М50), крупність заповнювача більше 20 до 40 мм [475,81 грн/т * 2,4 т]	м3	1,6218	2 980,16	1 779,79	1 141,94	58,43
					4 833	2 886	1 852	95
26	C113-1439-3	Труби з поліетилену без розтруба з гладким внутрішнім шаром з первинного поліетилену та гофрованим зовнішнім шаром типу В "КОРСИС" для будівництва безнапірних каналізаційних мереж, діаметр 160 мм [1 667,81 грн/т * 0,00127 т]	м	171,25	172,19	166,69	2,12	3,38
					29 488	28 546	363	579
27	C1422-10936	Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250x120x65 мм, марка М100 [568,82 грн/т * 3,75 т]	1000шт	1,2976	8 343,52	6 046,84	2 133,08	163,60
					10 827	7 846	2 768	212
28	C1421-9471	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 20-40 мм, марка М400 [802,41 грн/т * 1,5 т]	м3	1,92	1 973,97	731,64	1 203,62	38,71
					3 790	1 405	2 311	74
29	C1421-9472	Щебінь із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400 [802,41 грн/т * 1,5 т]	м3	0,00276	1 798,21	559,33	1 203,62	35,26
					5	2	3	-
		Разом:	грн.	-	407 260	191 597	207 677	7 986
Підсумкові показники								
		Кошторисна трудомісткість (І)	люд.год.	751,86	80 422	-	-	-

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

- 5 -

11_вр

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Будівельні машини та механізми (II)	грн.	-	37 723	-	-	-
		Будівельні матеріали, вироби та конструкції (III+IV)	грн.	-	407 262	-	-	-
Ресурси, спожиті будівельними машинами, автотранспортом і механізованим інструментом								
		Бензин	кг	36,6333	55,69		2 040,1270	
		Дизельне паливо	кг	310,0383	49,27		15 275,6999	
		Електроенергія	квт.г.	1,8687	5,754		10,7504	
		Мастильні матеріали	кг	17,7595	163,15		2 897,2673	
		Гідравлічна рідина	кг	1,6472	115,36		190,0363	

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 14 листопада 2024 р.

* Відмічені ресурси, ціну на які змінено.

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

(назва організації, що затверджує)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зведений кошторисний розрахунок в сумі
В тому числі зворотних сум

685,174 тис. грн.

2,574 тис. грн.

(посилання на документ про затвердження)

"___" _____ 20__ р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК
ВАРТОСТІ ОБ'ЄКТА БУДІВНИЦТВА № _____

Зовнішня каналізація

(найменування об'єкта будівництва)

Складений в поточних цінах станом на 14 листопада 2024 р.

№ Ч.ч.	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, будівель, споруд, лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			
			будівельних робіт	устаткування, меблів та інвентарю	інших витрат	загальна вартість
1	2	3	4	5	6	7
Глава 6. Зовнішні мережі і споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання						
1	06-001	Зовнішня каналізація	529,721			529,721
		Разом за главою № 6	529,721			529,721
		Разом за главами № 1 - 7	529,721			529,721
Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди						
2	Розрахунок №2 (Додаток 8, Настанова п.25)	Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	14,302			14,302
		Разом за главою № 8	14,302			14,302
		в т.ч. зворотні суми				2,145
		Разом за главами № 1 - 8	544,023			544,023
		в т.ч. зворотні суми				2,145

1

1	2	3	4	5	6	7
Глава 9. Інші роботи та витрати						
3	Розрахунок №3 (Додаток 8, Настанова п.26)	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період	8,324			8,324
		Разом за главою № 9	8,324			8,324
		Разом за главами № 1 - 9	552,347			552,347
Глава 10. Утримання служб замовника та інжинірингові послуги						
4	Додаток 8, Настанова п.45	Кошти на утримання служби замовника - 1 %			5,523	5,523
		Разом за главою № 10			5,523	5,523
		Разом за главами № 1 - 10	552,347		5,523	557,870
Глава 12. Проектні, вишукувальні роботи, експертиза та авторський нагляд						
5	Додаток 8, Настанова п.53	Кошторисна вартість проектно-вишукувальних робіт				
6	Додаток 8, Настанова п.55	Витрати на експертизу кошторисної частини проектної документації на будівництво (клас наслідків СС1, незначні наслідки)			3,560	3,560
		Разом за главою № 12			3,560	3,560
		Разом за главами № 1 - 12	552,347		9,083	561,430
		в т.ч. зворотні суми				2,145
	Розрахунок №5 (Додаток 8, Настанова)	Кошторисний прибуток (П) (8,33 грн./люд.-т.)	6,263			6,263
	Розрахунок №6 (Додаток 8, Настанова)	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій (АВ) (4,37 грн./люд.-т.)			3,285	3,285
		Разом	558,610		12,368	570,978
		Податок на додану вартість			114,196	114,196
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	558,610		126,564	685,174
		Податок на додану вартість			114,196	114,196
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	558,610		126,564	685,174

2

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_зкр

1	2	3	4	5	6	7
		Зворотні суш	2,574			2,574

Керівник проектної організації

[підпис (ініціали, прізвище)]

Головний інженер проекту
(Головний архітектор проекту)

[підпис (ініціали, прізвище)]

Керівник

відділу

(найменування)

[підпис (ініціали, прізвище)]

3

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001
Додаток 1
до Настанови (пункт 3.11)

Зовнішня каналізація

(найменування об'єкта будівництва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

_____ ()

Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 06-001

на

Зовнішня каналізація

(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)

ОСНОВА:

креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	529,721 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	0,70141 тис. люд.-год
Кошторисна заробітна плата	75,026 тис. грн.
Середній розряд робіт	3,0 розряд

Склав

Студент МГБЦ-1-24

Кльменко О.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

1

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

Складений в поточних цінах станом на 14 листопада 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, лод.год. не зайнятих обслуговуванням машин		
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини		
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	на одиницю
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	КБ1-24-2 КБМ207-148	Зрізка рослинного шару ґрунту Обсяг = (0,3 * 2,4 * 171,25) / 1 000,0 Бульдозери, потужність 59 кВт (80 к.с.)	1000 м3 ґрунту маш.год	0,1233	11 503,02	11 503,02	1 418	-	1 418	-	-	
					-	3 023,60			373	25,219500000	3,11	
					19,55	588,39		1 418,32		1 418,32		
					2,410515					372,81	1,290000000	3,109564350
2	КБ27-67-4	Розбирання асфальтних покриттів 50мм Обсяг = (30,52 * 0,05) / 100,0	100 м3 покриття чл основи люд.год	0,01526	37 530,99	18 482,65	573	291	282	203,900000000	3,11	
					19 048,34	6 325,41			97	59,015300000	0,90	
	ТСО-2-7	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2,7	люд.год	203,9	93,42		290,68	290,68				
				3,111514								
	КБМ205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 2,2 м3/хв	маш.год	46,35	339,58	339,58	240,19		240,19			
				0,707301		121,77			86,13	1,150000000	0,813396150	
	КБМ212-202	Автогрейдер середнього типу, потужність 99 кВт (135 к.с.)	маш.год	2,14	1 015,86	1 015,86	33,17		33,17			
				0,032656		193,64			6,32	1,370000000	0,044739288	
	КБМ233-803	Молотки відбійні пневматичні, при роботі від пересувних компресорних станцій	маш.год	92,7	6,14	6,14	8,69		8,69			
				1,414602		2,88			4,07	0,030000000	0,042438060	
3	КБ27-67-2	Розбирання основ з щебню 150мм Обсяг = (30,52 * 0,15) / 100,0	100 м3 покриття чл основи люд.год	0,04578	5 861,06	4 254,97	268	74	194	18,370000000	0,84	
					1 606,09	963,40			44	7,382100000	0,34	
	ТСО-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2	люд.год	18,37	87,43		73,53	73,53				
				0,840979								
	КБМ201-311	Трактори на гусеничному ході, потужність 59 кВт (80 к.с.)	маш.год	1,98	553,65	553,65	50,19		50,19			
				0,090644		150,68			13,66	1,240000000	0,112399056	
	КБМ212-202	Автогрейдер середнього типу, потужність 99 кВт (135 к.с.)	маш.год	2,67	1 015,86	1 015,86	124,17		124,17			
				0,122233		193,64			23,67	1,370000000	0,167458662	

2

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ233-1681	Щітки дорожні навісні на базі трактора	маш.год	0,94	474,89	474,89	20,44		20,44		
				0,043033		157,48			6,78	1,350000000	0,058094820
	КБМ209-1400	Розпушувачі причіпні (без трактора)	маш.год	1,04	-		-				
				0,047611							
4	КБ1-13-2	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами 'зворотна лопата' з ковшом місткістю 0,4 (0,3-0,45) м3, група ґрунтів 2 [при розробці траншей]	1000 м3 ґрунту	0,454	33 312,28	32 020,76	15 124	586	14 538	14,772000000	6,71
					1 291,52	11 242,93			5 104	91,249200000	41,43
	ТСО-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2	люд.год	14,772	87,43		586,35	586,35			
				6,708488					14 537,42		
КБМ206-246	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 0,4 м3	маш.год	64,26	498,30	498,30	14 537,42		14 537,42			
			29,17404		174,96			5 104,29	1,420000000	41,427136800	
5	КБ1-17-2	Розроблення ґрунту з навантаженням на автомобілі-самоскиди екскаваторами одноковшовими дизельними на гусеничному ході з ковшом місткістю 1 (1-1,2) м3, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0,069	36 584,39	35 486,91	2 524	71	2 449	11,730000000	0,81
					1 025,55	10 445,82			721	83,130000000	5,74
	ТСО-2	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2	люд.год	11,73	87,43		70,76	70,76			
				0,80937							
	КБМ206-249	Екскаватори одноковшеві дизельні на гусеничному ході, місткість ковша 1 м3	маш.год	25,5	1 135,25	1 135,25	1 997,47		1 997,47		
				1,7595		347,45			611,34	2,820000000	4,961790000
	КБМ207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)	маш.год	8,5	769,18	769,18	451,12		451,12		
				0,5865		186,57			109,42	1,320000000	0,774180000
	С1421-9472	Щебень із природного каменю для будівельних робіт, фракція 40-70 мм, марка М400	м3	0,04	1 798,21		4,96				
				0,00276							
6	КБ1-162-2	Розробка ґрунту вручну з кріпленням у траншеях шириною до 2 м, глибиною до 2 м, група ґрунтів 2 Обсяг = (114,0 * 0,1) / 100,0	100м3 ґрунту	0,114	30 301,80	-	3 454	3 454	-	321,300000000	36,63
					30 301,80	-			-	0	-
	ТСО-2-8	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2,8	люд.год	321,3	94,31		3 454,41	3 454,41			
				36,6282							

3

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	КБ1-27-5	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт (108 к.с.) з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	1000 м3 ґрунту	0,0114	7 976,40	7 976,40	91	-	91	-	-
	КБМ207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)	маш.год	10,37	769,18	769,18	90,93		90,93		
				0,118218		186,57			22,06	1,320000000	0,156047760
											0,16
8	КБ23-1-1	Улаштування піщаної основи під трубопроводи	10 м3 основи	11,4	16 290,44	-	185 711	17 064	-	16,320000000	186,05
	ТСО-2-5	Обсяг = (11,4 / 0,1) / 10,0	люд.год	16,32	91,72		17 064,32	17 064,32			
	С1421-10634	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2,5	м3	186,048							
		Пісок природний, рядовий		11,0	1 344,87		168 646,70				
				125,4							
9	С1421-9550	Пісок природний	м3	11,4	1 452,21		16 555				
10	КБ6-1-1	Улаштування бетонної підготовки	100м3 бетону,	0,0159	332 912,64	2 790,44	5 293	220	44	150,700000000	2,40
			бутобетону і залізобетону в ділі		13 822,20	1 295,79			21	0	0,17
	ТСО-2-5	Витрати труда робітників-будівельників розряду 2,5	люд.год	150,7	91,72		219,77	219,77			
	КБМ202-129	Крани баштові, вантажопідйомність 8 т	маш.год	2,39613	6,97	400,35	400,35	44,37	44,37		
	КБМ211-101	Бадні, місткість 2 м3	маш.год	0,110823	11,0	-	185,91	-	20,60	1,530000000	0,169559190
	КБМ270-116	Вібратори поверхневі	маш.год	0,1749	28,5			2,22			
	С111-1757	Рядно	м2	0,45315	250,0	48,51	192,83				
	С142-10-2	Вода	м3	3,975	1,75	32,12000	0,89				
	С1424-11608	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В3,5 (М50), крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	0,027825	102,0	2 980,16	4 833,22				
				1,6218							

4

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	КБ31-9-3	Улаштування оглядових збірних залізобетонних круглих колодязів зі збірними залізобетонними кришками в сухих ґрунтах	1 м3 збірних конструкцій	6,0	9 560,75	1 027,57	57 365	8 977	6 165	13,960000000	83,76
					1 496,23	361,87			2 171	3,043300000	18,26
	ТСО-3-9	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,9	люд.год	13,96	107,18		8 977,40	8 977,40			
	КБМ201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш.год	83,76	1,51	382,47	382,47	3 465,18	3 465,18		
	КБМ202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш.год	9,06	0,69	652,23	652,23	2 700,23	1 306,09	1,330000000	12,049800000
	К58-5521-ЛЮ09	Кільця КС15.18 залізобетонні серія 3.900.1-14 випуск 1	шт	4,14	1,0	3 650,04	21 900,24		865,14	1,500000000	6,210000000
	С111-797	Катанка гарячекатана у мотках, діаметр 6,3-6,5 мм	т	6,0	0,003	22 072,95	397,31				
	С111-1554	Бітуми нафтові дорожні БНД-40/60, перший сорт	т	0,018	0,01	21 033,29	1 262,00				
	С111-1708	Ключця просочене	кг	0,06	0,74	115,11	511,09				
	С111-1788	Скоби ходові	шт	4,44	4,0	438,37	10 520,88				
	С112-29	Бруси обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 100, 125 мм, III сорт	м3	24,0	0,01	8 782,52	526,95				
	С112-58	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 32,40 мм, IV сорт	м3	0,06	0,01	7 545,36	452,72				
	С112-62	Дошки обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 44 мм і більше, IV сорт	м3	0,06	0,01	6 911,27	414,68				
	С1421-9471	Щебень із природного каменю для будівельних робіт, фракція 20-40 мм, марка М400	м3	0,32	1,92	1 973,97	3 790,02				
	С1424-11612	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В15 (М200), крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	0,09	0,54	3 346,52	1 807,12				

5

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C1425-11680	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М25	м3	0,04 0,24	2 661,18		638,68				
12	КБ46-22-1	Цегляна кладка горловин каналізаційних колодязів	м3	3,244	6 601,93	122,39	21 417	7 519	397	24,14000000	78,31
	ТСО-3	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3	люд-год	24,14 78,31016	2 317,68	46,13		7 518,56	150	0,425600000	1,38
	КБМ201-12	Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т	маш.год	0,32	382,47	382,47	397,03		397,03		
	C1422-10936	Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250x120x65 мм, марка М100	1000штг	1,03808 0,4		144,16			149,65	1,330000000	1,380646400
	C1425-11688	Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50	м3	1,2976 0,24 0,77856	3 435,23		2 674,53				
13	КБ23-24-1	Установлення люка	1 штг	6,0	4 085,96	24,04	24 516	1 225	144	2,100000000	12,60
	ТСО-3-1	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,1	люд-год	2,1 12,6	204,16 97,22	14,16		1 224,97	85	0,134000000	0,80
	КБМ202-1141	Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	маш.год	0,02	652,23	652,23	78,27		78,27		
	КБМ211-901	Розчинозмішувачі пересувні, місткість 65 л	маш.год	0,12 0,1	208,97 109,98		65,99		25,08 65,99	1,500000000	0,180000000
	C113-753	Люк чавунний для колодязів легкий	штг	0,6 1,0	99,85 3 830,88		22 985,28		59,91	1,040000000	0,624000000
	C1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м3	6,0 0,008 0,048	3 359,87		161,27				
14	КБ1-27-5	Зворотня засипка трубопроводів піском	1000 м3 грунту	0,0576	7 976,40	7 976,40	459	-	459	-	-
	КБМ207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)	маш.год	10,37 0,597312	769,18	769,18	459,44		111 459,44 111,44	13,688400000	0,79
15	C1421-9550	Пісок природний	м3	57,6	1 452,21		83 647				
16	КБ1-27-5	Зворотня засипка траншей ґрунтом	1000 м3 грунту	0,454	7 976,40	7 976,40	3 621	-	3 621	-	-
	КБМ207-149	Бульдозери, потужність 79 кВт (108 к.с.)	маш.год	10,37 4,70798	769,18	769,18	3 621,28		878 3 621,28 878,37	13,688400000	6,21

6

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	КБ1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів 1, 2	100 м3 ущільненого ґрунту	4,54	3 273,87	1 511,13	14 863	8 003	6 860	18,360000000	83,35
	ТСО-3	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3	люд-год	18,36	1 762,74	541,88		8 002,86	2 460	5,117500000	23,23
	КБМ205-101	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згорання, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 2,2 м3/хв	маш.год	4,45	339,58	339,58	6 860,53		6 860,53		
	КБМ233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш.год	20,203 17,85 81,039		121,77			2 460,12	1,150000000	23,233450000
18	КБ11-19-3	Улаштування асфальтобетонних жорстких покриттів товщиною 25 мм	100 м2 покриття	0,3052	40 797,34	1 110,90	12 451	1 012	339	32,860000000	10,03
	ТСО-3-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,4	люд-год	32,86	3 316,89	402,18		1 012,31	123	3,081800000	0,94
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згорання, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 5 м3/хв	маш.год	0,7	388,69	388,69	83,04		83,04		
	КБМ215-3101	Котки дорожні самохідні гладкі, маса 5 т	маш.год	0,21364		122,83			26,24	1,160000000	0,247822400
	КБМ233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш.год	1,94 0,592088 0,7	432,38	432,38	256,01		256,01	1,170000000	0,692742960
	C111-1562	Бітуми нафтові дорожні МГО, рідкі	т	0,21364 0,069	19 414,37		408,84				
	C112-173	Бруски обрізні з берези, липи, довжина 2-3,75 м, усі ширини, товщина 32-70 мм, III сорт	м3	0,021059 0,01	11 164,88		34,08				
	C1421-9838	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон щільний) (дорожні)(аеродромні), що застосовуються у верхніх шарах покриттів, дрібнозернисті, тип Б, марка 2	т	0,003052 6,43	5 430,53		10 657,07				
19	КБ11-19-4	Додавати або виключати на кожні 5 мм зміни товщини асфальтобетонних жорстких покриттів	100 м2 покриття	0,3052	31 987,18	272,08	9 762	67	83	2,160000000	0,66
	ТСО-3-4	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,4	люд-год	2,16 0,659232	218,03	85,98	66,54	66,54	26	0,812000000	0,25

7

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	КБМ205-102	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згорання, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 5 м ³ /хв	маш.год	0,7	388,69	388,69	83,04		83,04		
				0,21364		122,83			26,24	1,160000000	0,247822400
	КБМ233-1100	Трамбівки пневматичні при роботі від компресора	маш.год	0,7	-	-	-				
				0,21364							
	C1421-9838	Суміші асфальтобетонні гарячі і теплі (асфальтобетон шільний) (дорожні)(аеродромні), що застосовуються у верхніх шарах покриттів, дрібнозернисті, тип Б, марка 2	т	5,8	5 430,53		9 612,91				
				1,77016							
20	КГ23-1-3	Укладання каналізаційних зовнішніх труб 150мм	100 м	1,7125	21 233,64	371,67	36 363	1 930	636	11,590000000	19,85
					1 126,78	112,76			193	0,809400000	1,39
	ТСО-3-1	Витрати труда робітників-будівельників розряду 3,1	люд-год	11,59	97,22		1 929,61	1 929,61			
				19,847875							
	КБМ202-1140	Крани на автомобільному ходу, вантажопідйомність 6,3 т	маш.год	0,57	652,05	652,05	636,48		636,48		
				0,976125		197,82			193,10	1,420000000	1,386097500
	C111-1608	Дрантя	кг	0,1	28,89		4,95				
				0,17125							
	C113-743	Кільця гумові ущільнювальні (манжети) для чавунних напірних труб діаметром 50-300 мм	кг	1,6	377,29		1 033,77				
				2,74							
	C113-1439-3	Труби з поліетилену без розтруба з гладким внутрішнім шаром з первинного поліетилену та гофрованим зовнішнім шаром типу В "КОРСИС" для будівництва безнапірних каналізаційних мереж, діаметр 160 мм	м	100,0	172,19		29 487,54				
				171,25							
	C1545-119-3	Муфти із поліетилену діаметром 160 мм для труб із поліетилену без розтруба	штг	16,0	116,73		3 198,40				
				27,4							
	C1632-102-1	Герметик силіконовий водостійкий	кг	0,128	327,80		71,85				
				0,2192							
		Разом прямих витрат по кошторису					495 475	50 493	37 720		525,11
		Разом прямі витрати в тому числі:				грн.	495 475		12 579		105,10
		вартість матеріалів, виробів і комплектів				грн.	407 262				

8

Будівельні Технології: Кошторис 8.5 Онлайн

11_лк 06-001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		вартість ЕММ				грн.	37 720				
		в т.ч. заробітна плата в ЕММ				грн.		12 579			
		заробітна плата робітників				грн.		50 493			
		всього заробітна плата				грн.		63 072			
		Загальновиробничі витрати				грн.	34 246				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					71,20
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		11 954			
		Всього по кошторису				грн.	529 721				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					701,41
		Кошторисна заробітна плата				грн.		75 026			

Склав

Студент МГБЦІ-1-24

Сльменко О.

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

9