

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури

**ОПІР ВЕРТИКАЛЬНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ СТРІЧКОВИХ
ПАЛЬОВИХ ФУНДАМЕНТІВ ЗА МЕТОДОМ ГРАНИЧНИХ
ЕЛЕМЕНТІВ**

Магістрант:

Мойсеєнко Є.О

Науковий керівник:

Моргун А.С.

м.Вінниця 2019

Анотація

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена актуальному питанню геомеханіки та фундаментобудування – удосконаленню методів розв'язання граничної задачі нелінійної поведінки стрічкових пальових фундаментів під навантаженням висотних споруд для можливості прогнозування їх несучої спроможності. В роботі напрацьовано раціональну модель для дослідження роботи стрічкових пальових фундаментів за сучасним числовим МГЕ. Досліджено ефект перерозподілу навантаження між робочими поверхнями стрічкових пальових фундаментів.

Прикладання числового МГЕ до розв'язків практичних задач геомеханіки, процесу осідання основ та дослідженням допустимих навантажень на них обґрунтовано теоретичними викладками, підкріплено та проілюстровано даними числового розрахунку.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є створення розрахунково-теоретичного апарату проектування ефективних **стрічкових пальових фундаментів за МГЕ** з урахуванням розробки нових методів і методик їх розрахунку і моделювання в системі « основа – фундамент ».

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

взаємодія з ґрунтовою основою **стрічкових пальових фундаментів** багатоповерхових будівель.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

напружено-деформований стан (НДС) **стрічкових пальових фундаментів** та ґрунтової основи багатоповерхової будівлі.

До методів дослідження відносяться:

- аналіз нормативних і літературних джерел, науково-технічних досягнень
- аналітичні дослідження з використанням методів теорії пружності та пластичності
- методи розв'язування задач механіки ґрунтів з використанням теорії граничної рівноваги
- числовий МГЕ для моделювання НДС системи «основа-фундамент»
- порівняльний аналіз результатів математичного моделювання з аналогічними даними відомих рішень та експериментом

НАУКОВА НОВИЗНА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

- виявлена механічна суть задачі та показано її особливості на числовому прикладі .
- розроблено метод, що поєднує в рамках однієї математичної моделі можливість проводити розрахунок **стрічкових пальових фундаментів** за двома групами граничних станів: деформацій та несучої спроможності.
- отримано подальший розвиток методики визначення стисливої товщі (активної зони ґрунту).
- розроблено новий метод оцінки ефективності проектних рішень **стрічкових пальових фундаментів** з діапазоном оптимальних значень, який враховує ступінь використання деформаційних і міцнісних властивостей основи і фундаменту.
- отримано дані числових досліджень всієї системи «основа-фундамент», і окремих її частин, і виконано порівняння з теоретичними результатами.

Як відомо, числове інтегрування – більш стійкий процес, ніж числове диференціювання. Числовий МГЕ потребує використання ЕОМ і, що є загальним для наближених числових методів, зводить розрахункові рівняння до розв'язків СЛАР високих порядків.

Запис системи 15 диференціальних розрахункових рівнянь в узгодженнях про підсумовування Ейнштейна має наступний вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{ij,j} + b_j &= 0 \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i}) \\ \sigma_{ij} &= C_{ijkl} \varepsilon_{kl} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C_{ij}(\xi) u_j(\xi) + \int_{\Gamma} p_{ij}^*(\xi, x) u_j(x) d\Gamma(x) = \int_{\Gamma} u_{ij}^*(\xi, x) p_j(x) d\Gamma(x),$$

Де $\sigma_{ij,j} + b_j = 0$ - статичні рівняння рівноваги

$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(u_{i,j} + u_{j,i})$ - геометричні рівня

$\sigma_{ij} = C_{ijkl} \varepsilon_{kl}$ - фізичні рівняння середовища

При визначенні опору стрічкового пальового фундаменту вертикальному навантаженню використано програму складену на алгоритмічній мові «Delphi». Програма включає наступні процедури:

- INPUT;
- KSS;
- KBS;
- KSB;
- KBB;
- GAUSP.

В процедурі INPUT здійснюється ввід вхідних даних, які характеризують геометрію палі, механічні характеристики ґрунту, який примикає до бокової поверхні та нижнього кінця палі, відстань між палями, осідання палі стрічкового фундаменту.

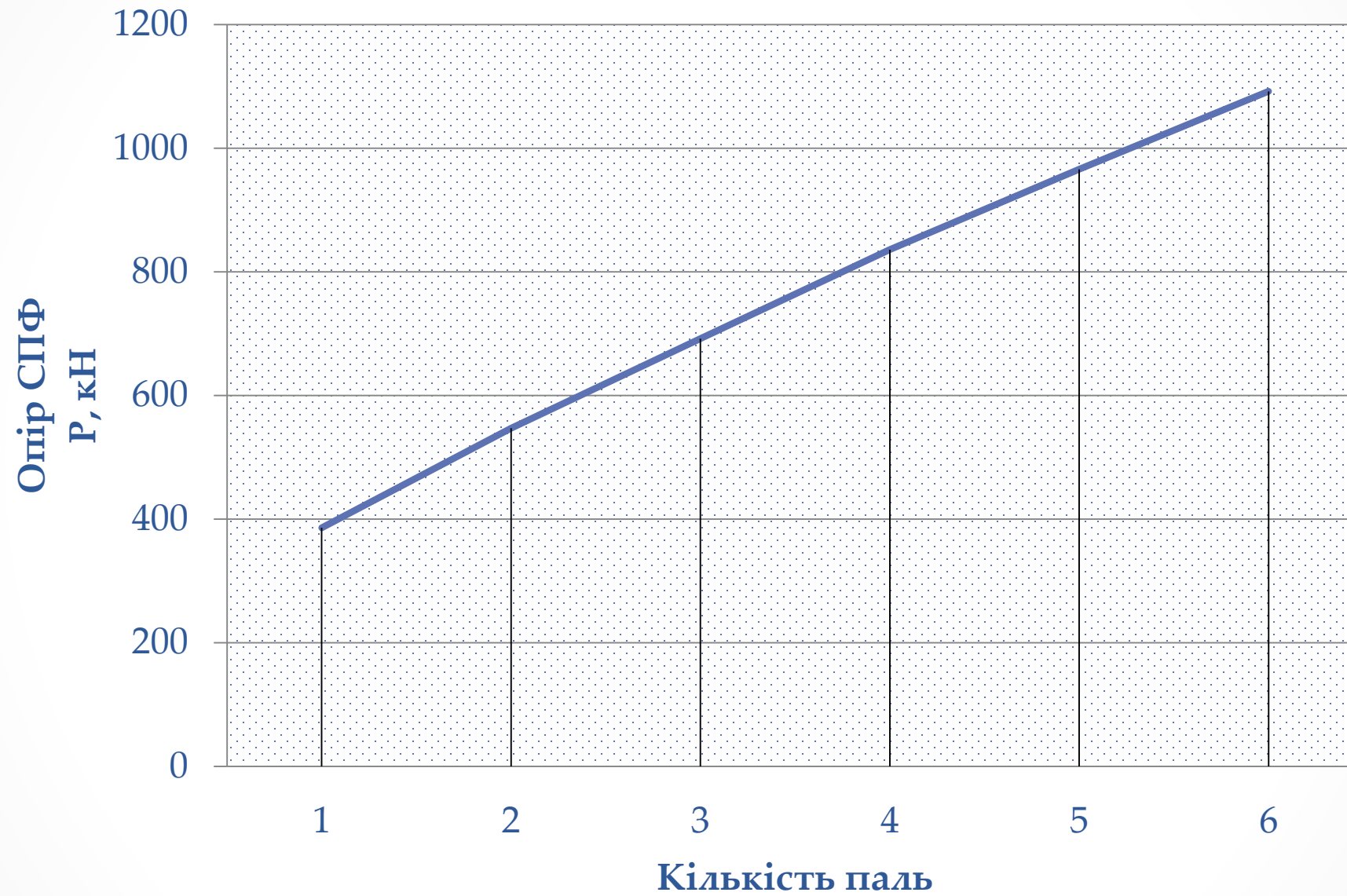
В процедурах KSS; KBS; KSB; KBB визначаються різного типу коефіцієнти впливів, з яких в подальшому формується загальна матриця впливів МГЕ, і має наступний вигляд:

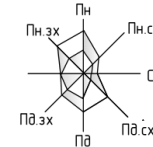
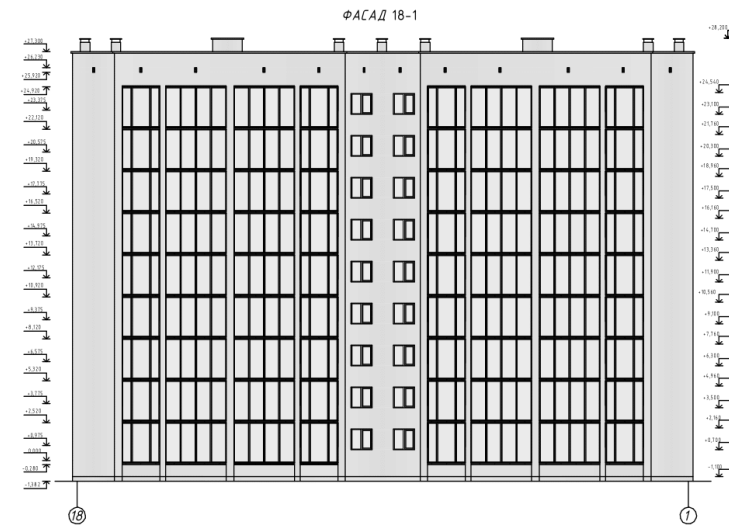
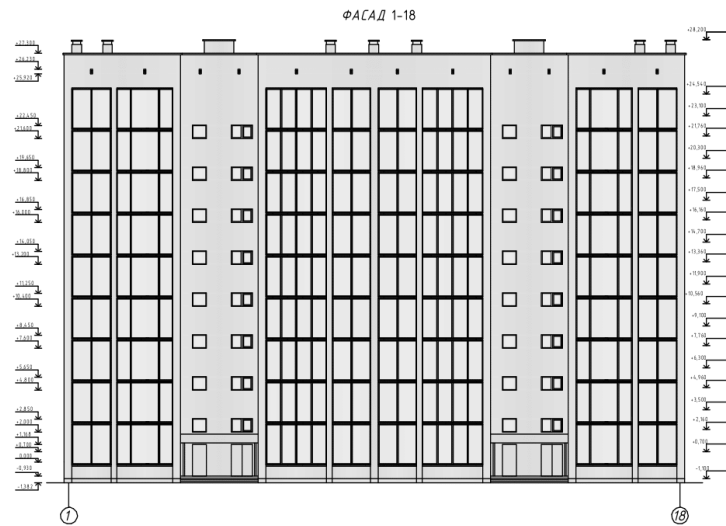
$$[K] = \begin{bmatrix} KSS & KBS \\ KSB & KBB \end{bmatrix}$$

Дані про опір СПФ вертикальному навантаженню

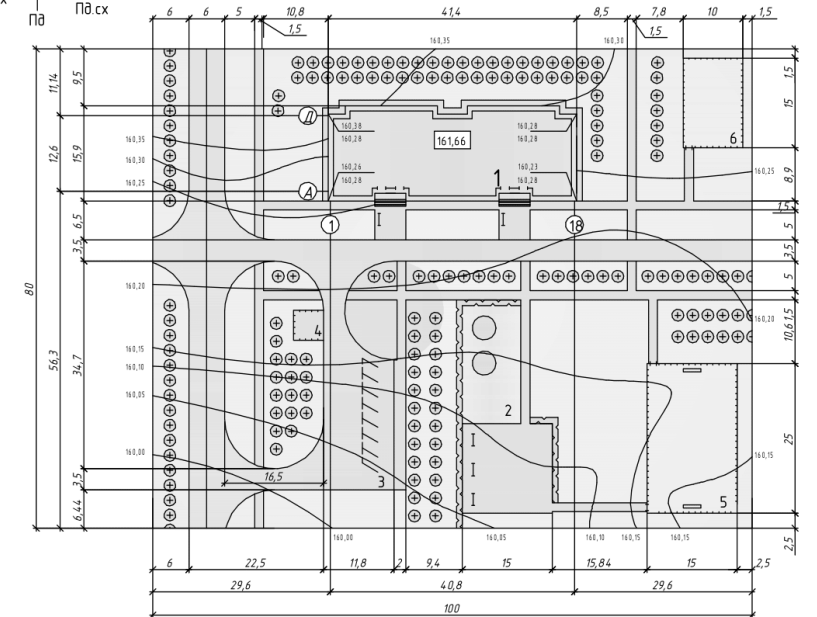
К-сть паль	Загальний опір паль при $S=0.01$, кН	Приріст опору, кН	Сер. знач. опору 1-ї палі	Приріст	
				у відношенні	В значенні
1	386	-	386	1	-
2	547	161	273,5	0,708	112,5
3	692	145	230	0,596	43,5
4	836	144	209	0,541	21
5	966	130	193	0,5	16
6	1092	126	181,9	0,471	11

Графік залежності опору СПФ від кількості паль у стрічці

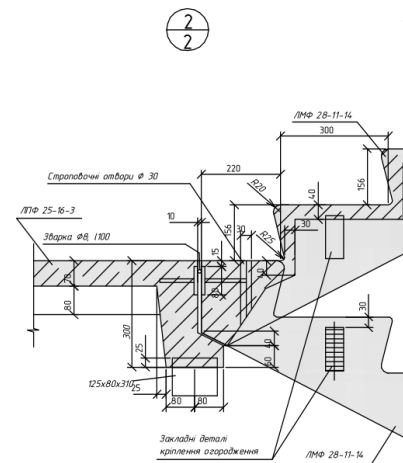
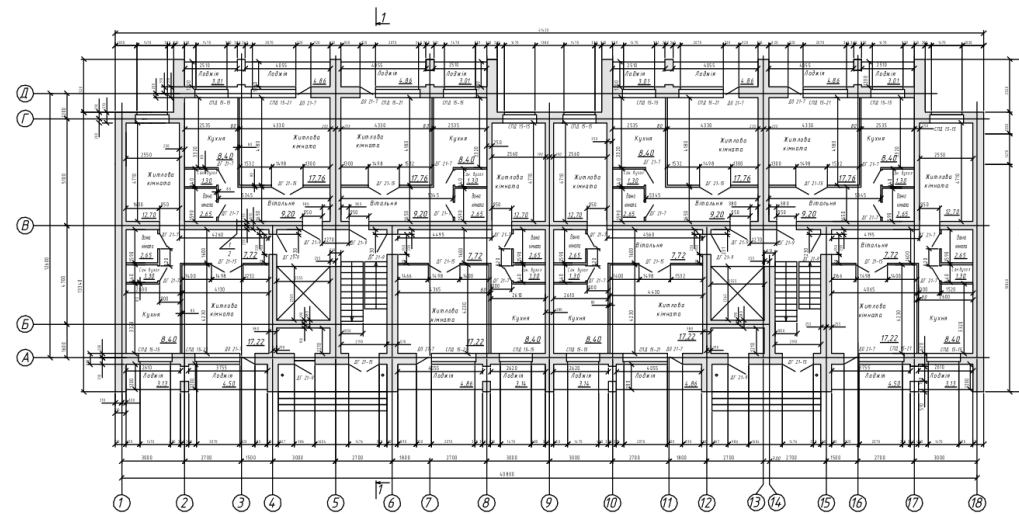




Генеральний план



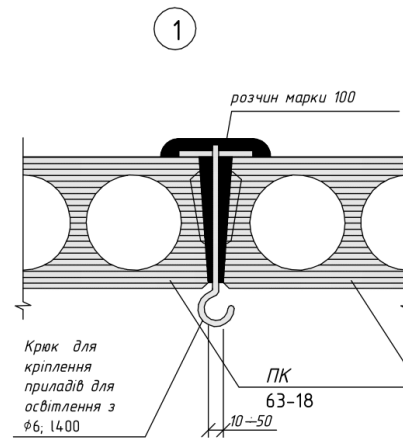
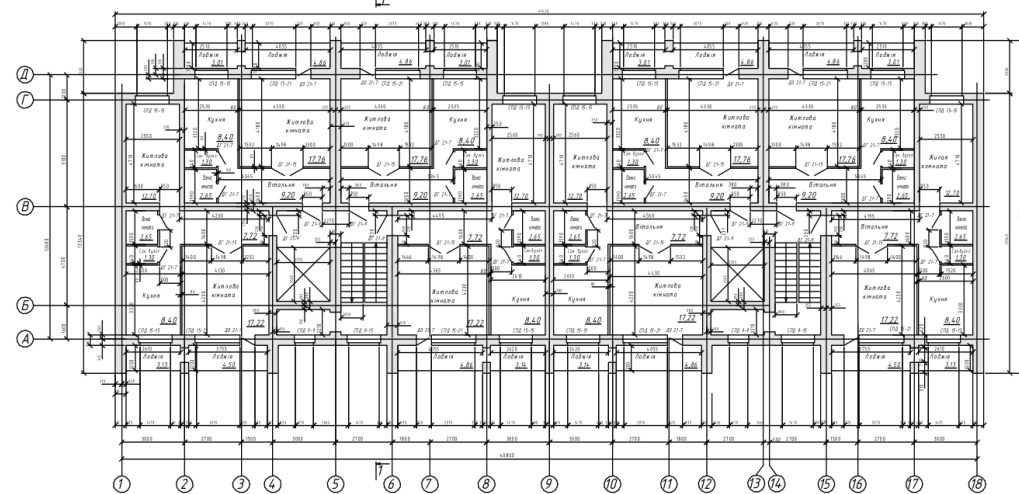
План 1-го поверху



Умовні позначення

Умовні позначення	Найменування	Умовні позначення	Найменування
	Проектуєча будівля		Лавка
	Газон		Дерево
	Автомобільна дорога		Футбольні ворота
	Тротуарна плитка		Майданчик з піском
	Кущ		Металеве огородження
	Пісок		Асфальт

План 2-9-го поверху



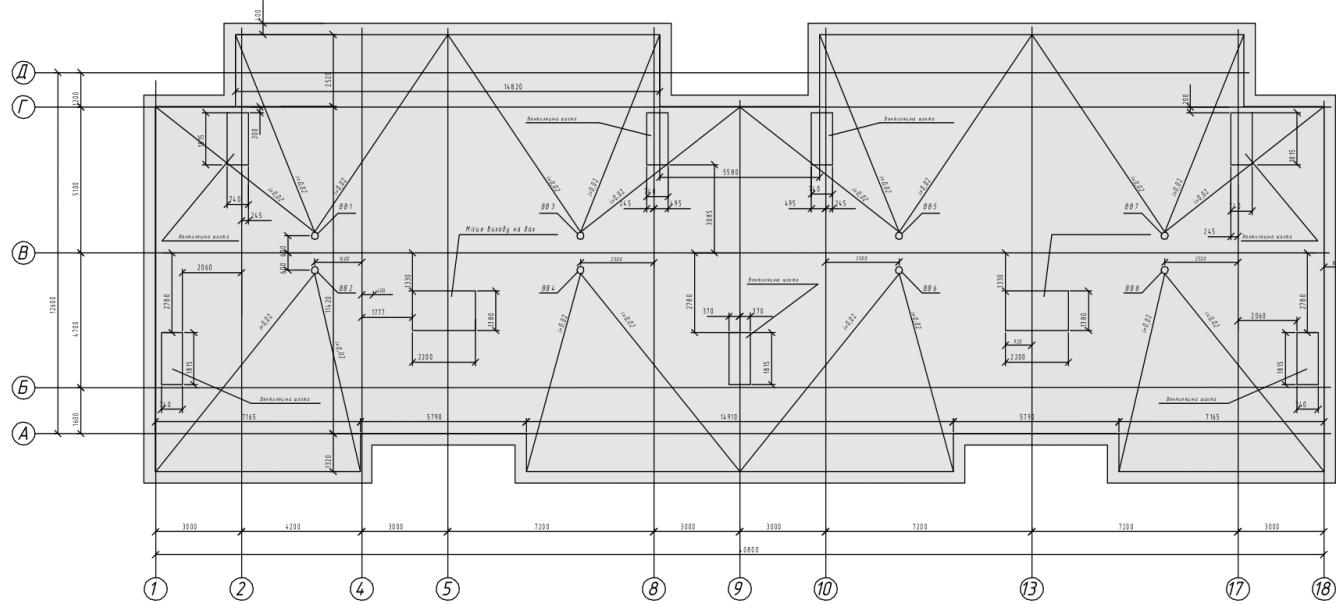
Експлікація будівель та споруд

Номер по генплану	Найменування	Примітки
1	Проектуєча будівля	
2	Ігрова ділянка	
3	Автомобільна	
4	Смітник	
5	Футбольна ділянка	
6	Ділянка для домашніх тварин	

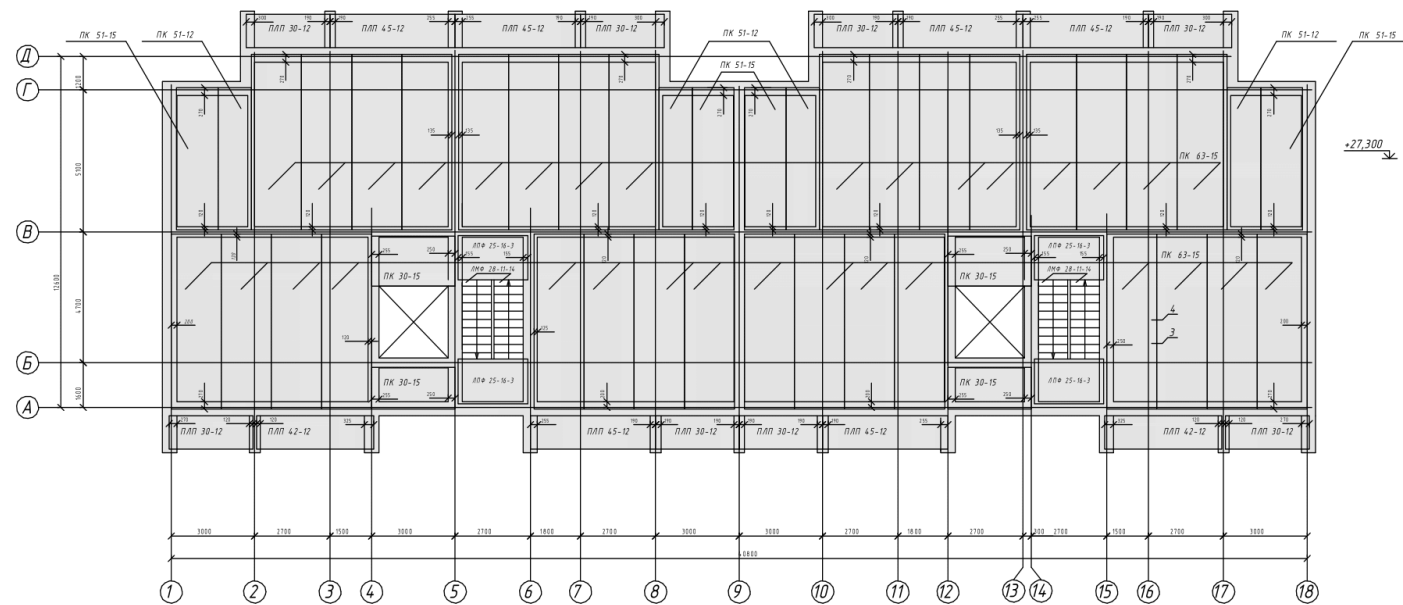
Техніко-економічні показники проекту

Найменування	Дз. вин.	Кількість
Площа ділянки	м ²	8000,00
Площа забудови	м ²	1497,80
Площа зелених насаджень	м ²	5656,88
Площа дорожнього покриття	м ²	845,32
Процент забудови	%	18
Процент озеленення	%	70

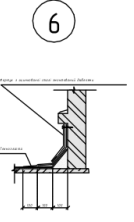
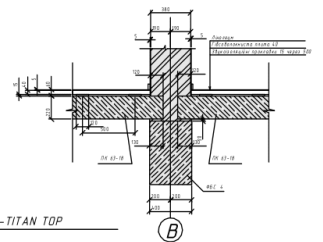
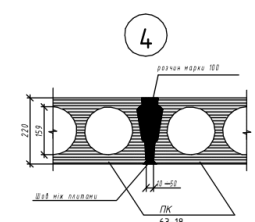
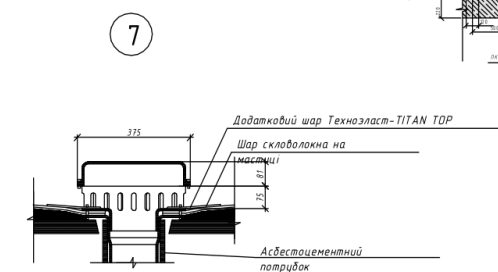
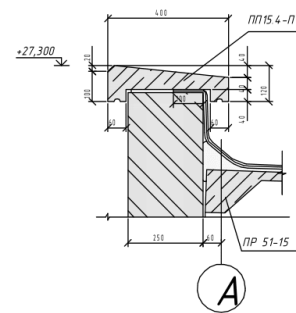
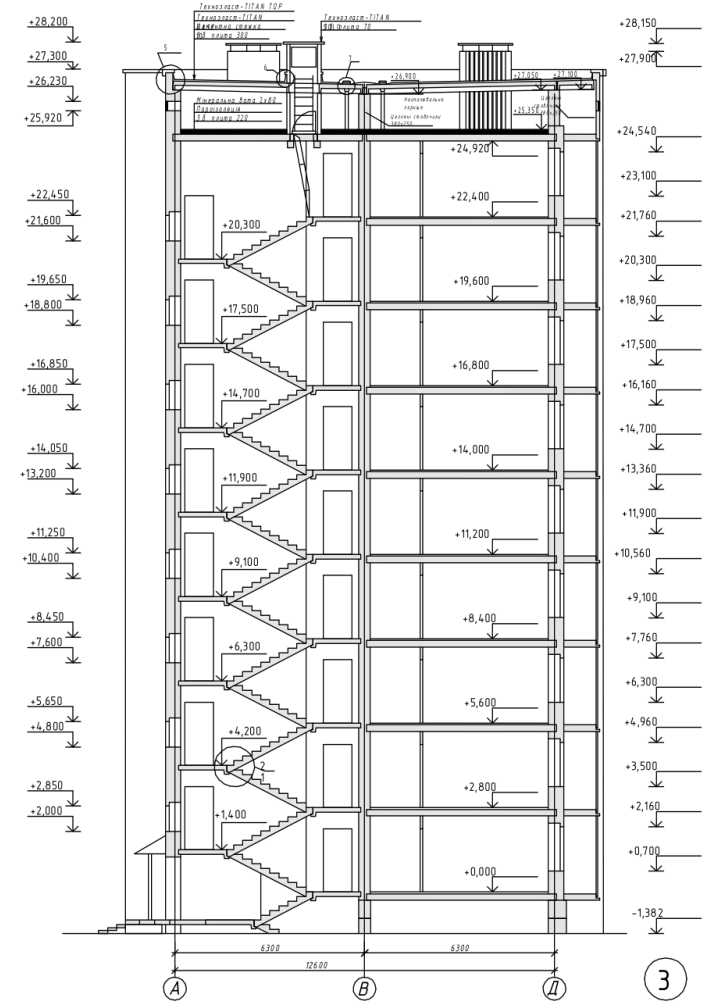
План даху



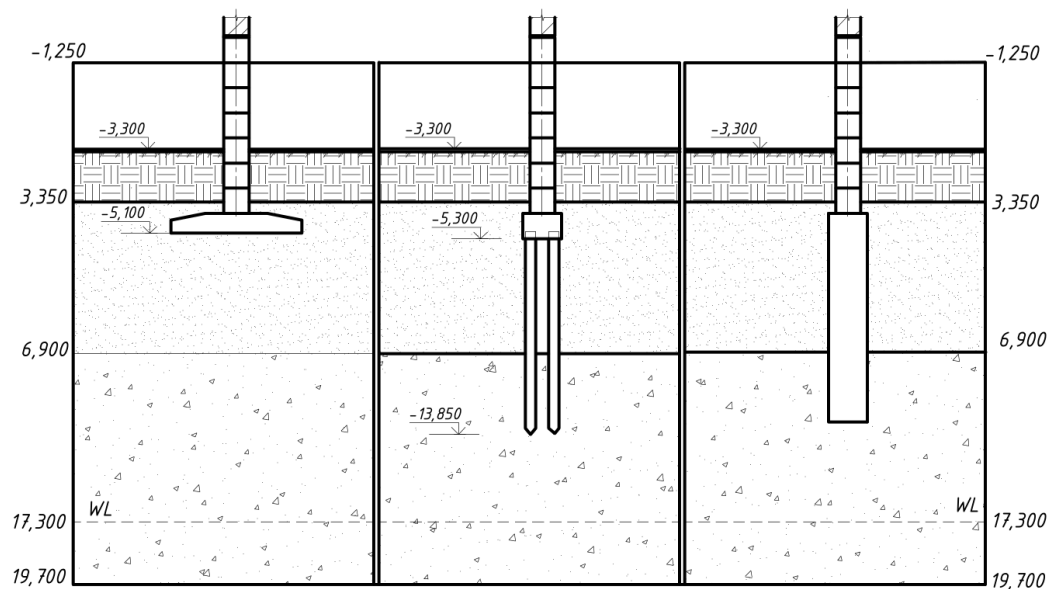
План перекриття



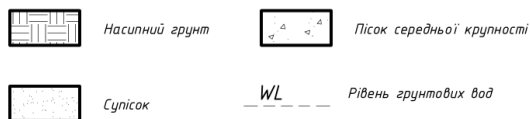
Розріз 1-1



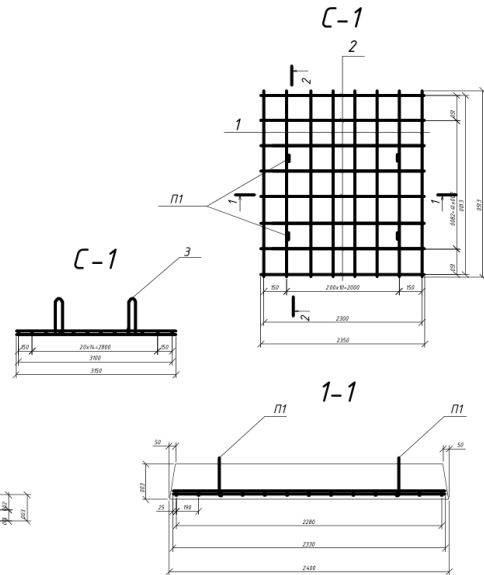
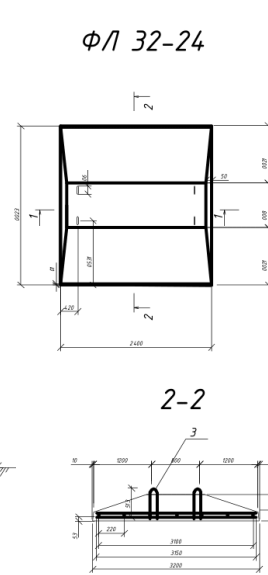
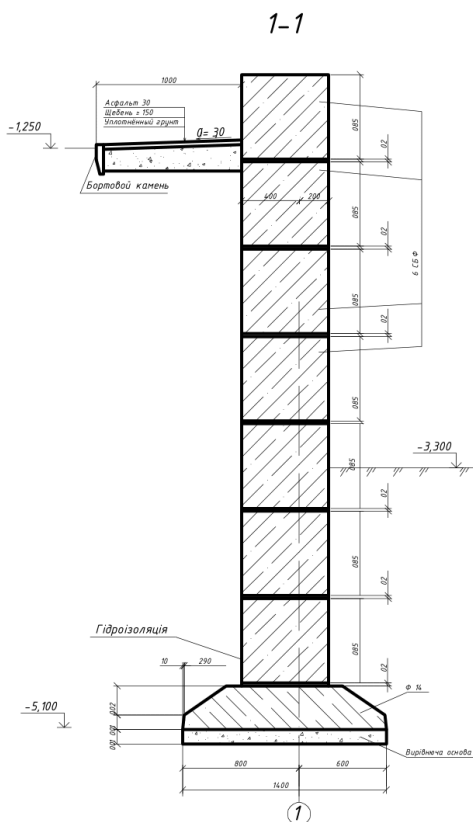
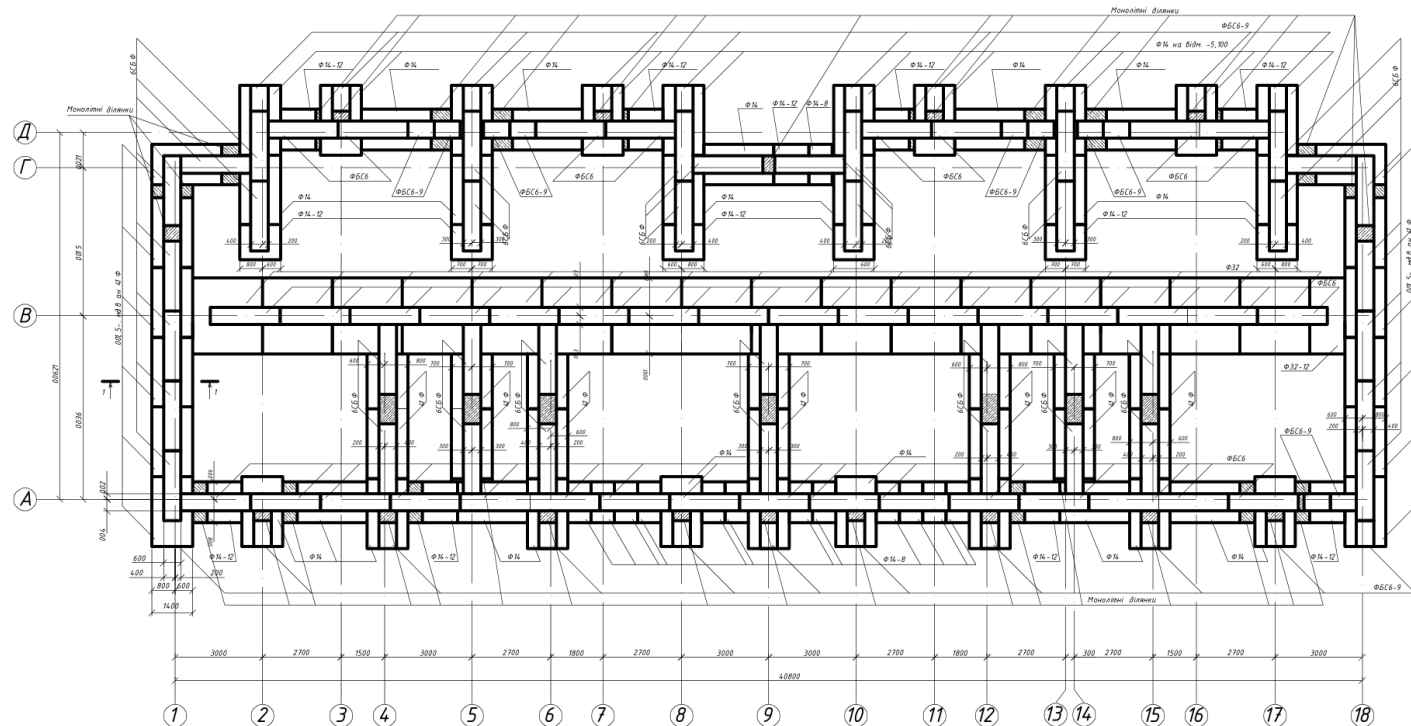
Геологічний розріз та схема фундаментів



Умовні позначення



ПЛАН ФУНДАМЕНТУ



Специфікація на фундамент ФЛ 32-24

Лист	Позначення	Найменування	Примітки
А-1	Лист 1	Фундамент ФЛ 32-24	
А-1	Лист 1	Сітка С-1	1
А-1	Лист 1	Сітка С-2	1
А-1	Лист 1	Деталі Ф12 А400С, ДСТУ 3760-98, І=2350	22 45,76 кг
А-1	2	Лист 1	Ф6 Вр-І, ГОСТ 7348-81, І=3750 16 11,12 кг
А-1	3	Лист 1	Ф6 Вр-І, ГОСТ 7348-81, І=2350 22 11,44 кг
А-1	4	Лист 1	Ф5 Вр-І, ГОСТ 7348-81, І=3750 16 7,75 кг
А-1	5	Лист 1	Ф10 А400С, ДСТУ 3760-98, І=810 4 1,99 кг
		Бетон В15	1,982м ³

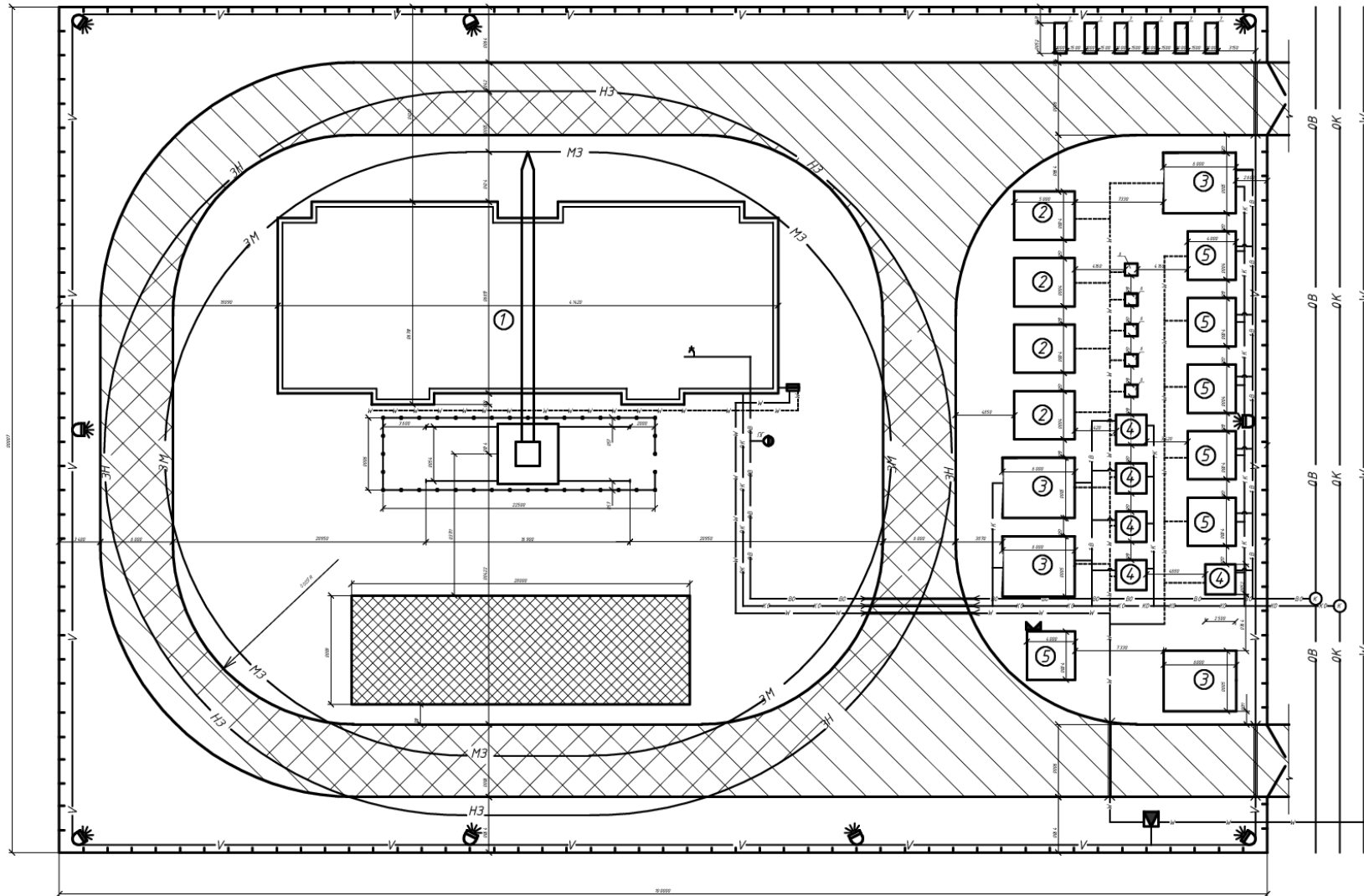
Відомість витрат сталі на елемент

Усього використано	Деталі арматури				загальн	мозаїк
	ДСТУ 3760-98		ГОСТ 7348-81			
	Ф10	Ф10	Ф5	Ф6		
1,99	45,76	4,795	7,75	22,56	30,31	78,06

Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Тип фундаменту	Коефіцієнт вартості		Витрати праці	
	тис. грн	%	тис. люд-год	%
Мілке закладання	6,662	100	0,114	100
Забитий палі	7,103	107	0,117	103
Бурові палі	10,564	158	0,131	115

Будгенплан



Умовні позначення

Умовні позначення	Найменування
	Відкритий склад
	Небезпечна зона
	Тимчасова дорога
	Постійний водопровід загального використання
	Тимчасовий господарсько-питний водопровід
	Пожежний гідрант
	Діюча каналізація загального використання
	Тимчасова побутова каналізація
	Діюча електрична лінія
	Тимчасова електрична лінія
	Тимчасова лінія освітлення
	Монтажна зона
	Небезпечна зона
	Колодезь
	Силова шафа
	Трансформаторна підстанція
	Прожектор
	Пожарний шит
	Огородження підкранового шляху
	Ограження території
	В'їзний стовп з транспортною схемою
	Ворота

Експлікація будівель та споруд

№ п/п	Найменування	Площа за будовою, м ²	Примітки
1	Житловий будинок у м.Вінниця	668,69	Запроєктований

Експлікація тимчасових будівель та споруд

№ п/п	Найменування	К-сть	Корисна площа, м ²	Розміри, м	Тип будівлі
2	Виконробська	4	80,0	4,0x5,0	Контейнерний
3	Гардеробні	3	90,0	5,0x6,0	Контейнерний
4	Душові	5	31,25	2,5x2,5	Контейнерний
5	Приміщ. для їжі	7	112,0	4,0x4,0	Контейнерний
6	Сушильна	5	10,0	1,0x1,0	Контейнерний
7	Туалет	6	15,0	2,5x1,0	Збірна

Вказівки по виробництву робіт та з техніки безпеки

- Навантажувально-розвантажувальні роботи повинні виконуватися, як правило, механізованим способом. При цьому потрібно дотримуватися наступних правил:
 - площадки для навантажувально-розвантажувальних робіт повинні бути заплановані та мати ухил не більше 0,005;
 - у відповідних місцях необхідно встановлювати написи: «В'їзд» та «Виїзд»;
 - вантажні ємні машини та всі пристрої, що використовуються при навантажувально-розвантажувальних роботах повинні відповідати вимогам державних стандартів;
 - перед розвантаженням збірних залізобетонних конструкцій монтажні петлі повинні бути оглянуті, очищені від бетону чи розчину, при необхідності виправлені;
 - щоб уникнути падіння піднятих вільних від цегли, які переміщуватимуться краном, перед їх стропуванням необхідно пов'язати їх у пакети;
 - при завантаженні автомобіль вантажівкою та іншими особам забороняється знаходитися в кабіні автомобіля, не захищеного козирком;
 - при кладці цегляних стін та монтажі збірних залізобетонних конструкцій необхідно дотримуватися наступних правил техніки безпеки:
 - при переміщенні та падінні на робоче місце краном цегли та блоків необхідно застосовувати контейнери, підвіди, вантажозахvatні пристрої, які виключають падіння вантажу при підйомі;
 - на ділянці, де ведуться монтажні роботи не допускається виконання інших робіт та знаходження сторонніх осіб;
 - забороняється піднімання збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель чи моток, що забезпечують їх вірну страхівку та монтаж;
 - не допускається перебування людей на елементах конструкції та обладнанні під час їх переміщення чи піднімання;
 - розчалки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, повинні бути закріплені на надійних опорах;
 - для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу слід застосовувати інвентарні драбини, перехідні мостики та трапи, що мають огороження;
 - встановлені в проєкті положення елементи конструкцій чи обладнання повинні надійно закріплені, так щоб забезпечувалися їх стійкість та геометрична незмінність;
 - не допускається проведення монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с та більше, при ожеледці, грозі чи тумані, що виключає видимість в межах фронту робіт;
 - не допускається знаходження людей під елементами, що монтуються;
 - монтаж конструкцій кожного наступного ярусу будівлі можна проводити тільки після надійного закріплення всіх елементів попереднього ярусу відповідного проєкту;
 - при монтажі переміщати усі задані робітничі або в'язки повинні мати страхувальні паси та кріплення;
 - при переміщенні конструкцій або обладнання відстань між ними і виступаючими частинами інших конструкцій повинна бути по горизонталі не менше 1 м, по вертикалі – 0,5 м;
 - опалубка та елементи, що її підтримують, повинні бути міцними, стійкими та виконуватися у відповідності з проєктом;
 - застосування та підтягування арматури повинно виконуватися у спеціально для цього призначених та відповідно обладнаних місцях;
 - особи, які працюють з електровідом, повинні знати правила захисту від ураження електричним струмом та вжити набагато першу допомогу потерпілим.

Увага! Підземні комунікації!

Виробництво земляних робіт в зоні розміщення підземних комунікацій (електрокабелі, газопроводи) допускається тільки з письмового дозволу організації, що відповідає за експлуатацію цих комунікацій. До дозволу повинен прикладатися план (схема) з вказівками розміщення і глибини закладання.

До початку робіт потрібно встановити знаки, які вказують місце розміщення підземних комунікацій.

При наближенні до ліній підземних комунікацій, земляні роботи повинні виконуватися під наглядом майстра чи виконроба, а в безпосередній близькості від комунікацій, крім цього, під наглядом працівників організації, що відповідає за експлуатацію цих комунікацій.

Розробка ґрунту механізованим способом в цих умовах дозволяється на відстані 2 м від докопів стінки і не менше 1 м над верхом труби, кабелю, споруди. Залишений ґрунт доробляється вручну.

Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Одиниці виміру	Значення показника
1	Показник рівномірності будівельного потоку в часі	-	1,55
2	Показник компактності будівельного потоку	-	0,433
3	Показник відношення площі тимчасових будівель до площі забудови	-	0,102
4	Показник використання території під складом	-	1,31
5	Показник розвитку мережі тимчасових доріг	-	0,387
6	Директивний термін будівництва	днів	4,98
7	Фактичний термін будівництва	днів	483

Числові результати за МГЕ взаємодії палей СПФ (дотичні напруження по бокові поверхні та нормальні напруження на вістрі палей) для кількості палей в стрічці 1,3,6

