

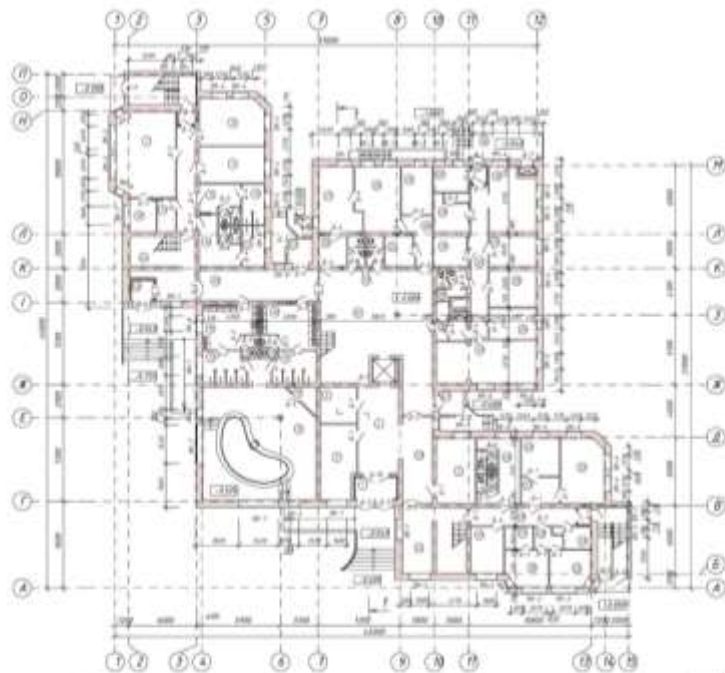
Фасад 1-15



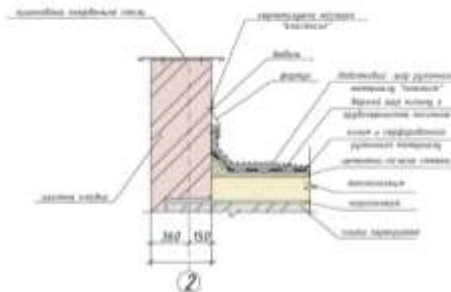
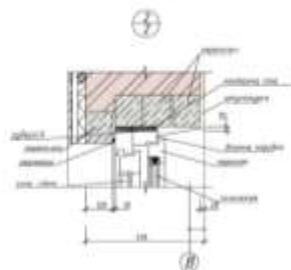
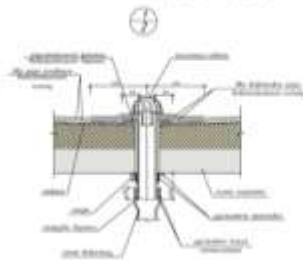
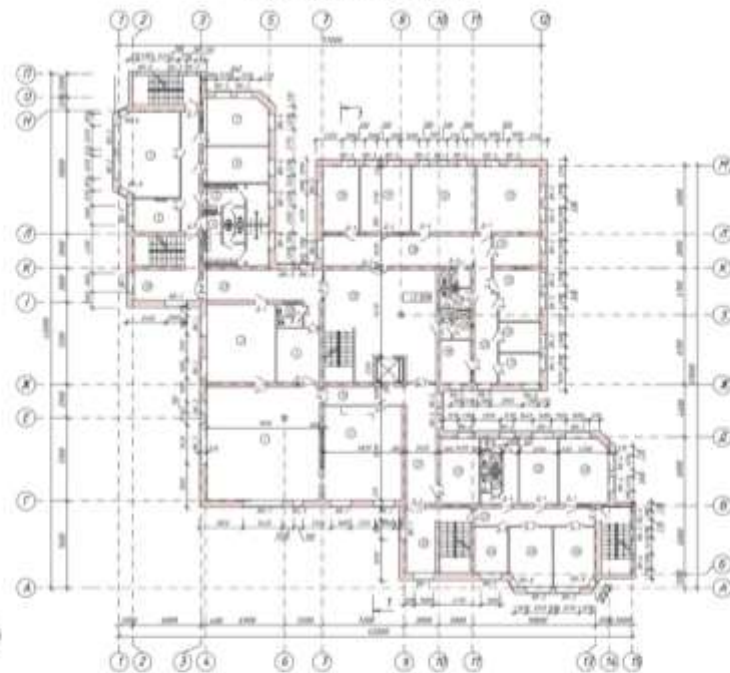
Фасад 15-1



План первого поверху

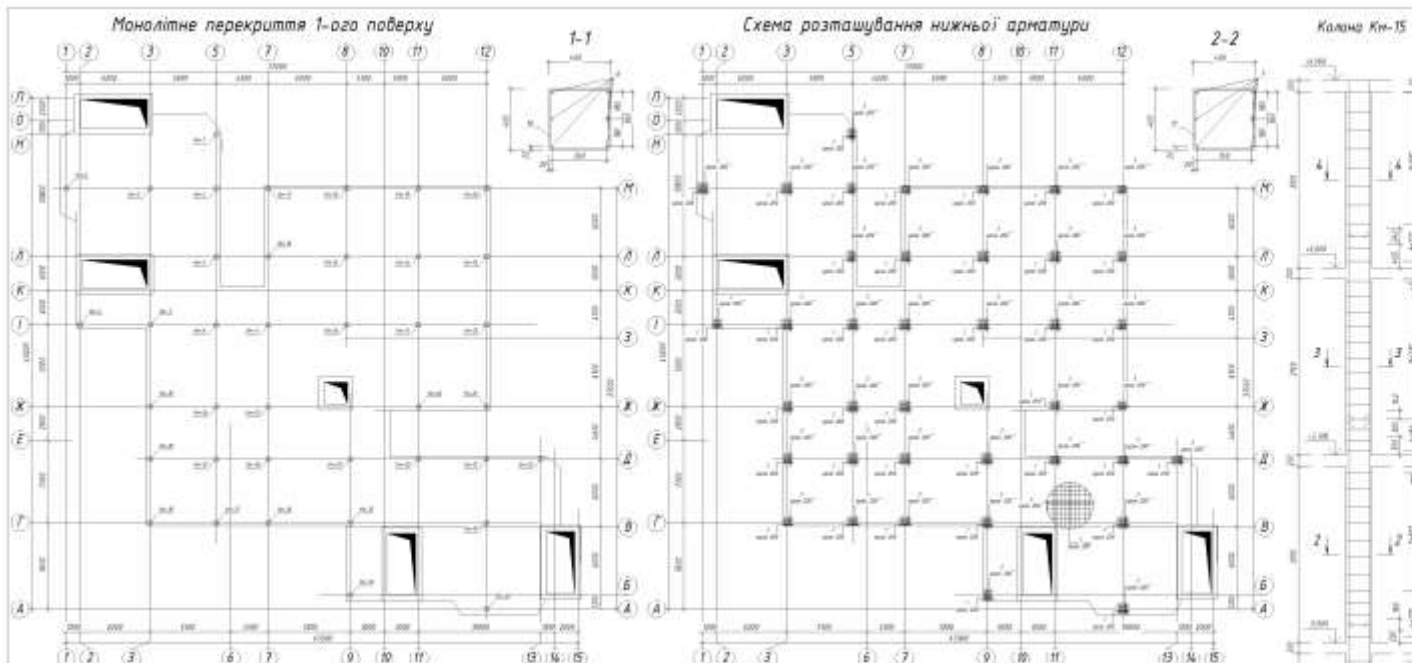


План второго поверху



ИВ-28.НП.00-А7				
№	Имя	Дата	Статус	Комментарий
1	Иванов И.И.	15.05.2024	Создан	Исходный вариант
2	Петров П.П.	20.05.2024	Изменен	Добавлены детали
3	Сидоров С.С.	25.05.2024	Утвержден	Готов к печати
4	Кузнецов К.К.	30.05.2024	Согласован	Согласовано с заказчиком
5	Лебедев Л.Л.	05.06.2024	Согласован	Согласовано с архитектором
6	Новиков Н.Н.	10.06.2024	Согласован	Согласовано с инженером
7	Осипов О.О.	15.06.2024	Согласован	Согласовано с юристом
8	Попов П.П.	20.06.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
9	Рябенко Р.Р.	25.06.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
10	Смирнов С.С.	30.06.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
11	Тихонов Т.Т.	05.07.2024	Согласован	Согласовано с юристом
12	Федотов Ф.Ф.	10.07.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
13	Харьков Х.Х.	15.07.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
14	Цыганов Ц.Ц.	20.07.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
15	Чайков Ч.Ч.	25.07.2024	Согласован	Согласовано с юристом
16	Шаров Ш.Ш.	30.07.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
17	Щербак Щ.Щ.	05.08.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
18	Юрьев Ю.Ю.	10.08.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
19	Яковлев Я.Я.	15.08.2024	Согласован	Согласовано с юристом
20	Зайцев З.З.	20.08.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
21	Козлов К.К.	25.08.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
22	Королев К.К.	30.08.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
23	Лавров Л.Л.	05.09.2024	Согласован	Согласовано с юристом
24	Леонов Л.Л.	10.09.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
25	Литвинов Л.Л.	15.09.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
26	Лихачев Л.Л.	20.09.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
27	Лобов Л.Л.	25.09.2024	Согласован	Согласовано с юристом
28	Лодкин Л.Л.	30.09.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
29	Лопатин Л.Л.	05.10.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
30	Лыткин Л.Л.	10.10.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
31	Лукин Л.Л.	15.10.2024	Согласован	Согласовано с юристом
32	Луцкий Л.Л.	20.10.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
33	Лыков Л.Л.	25.10.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
34	Лыткин Л.Л.	30.10.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
35	Лыткин Л.Л.	05.11.2024	Согласован	Согласовано с юристом
36	Лыткин Л.Л.	10.11.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
37	Лыткин Л.Л.	15.11.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
38	Лыткин Л.Л.	20.11.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
39	Лыткин Л.Л.	25.11.2024	Согласован	Согласовано с юристом
40	Лыткин Л.Л.	30.11.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
41	Лыткин Л.Л.	05.12.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
42	Лыткин Л.Л.	10.12.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
43	Лыткин Л.Л.	15.12.2024	Согласован	Согласовано с юристом
44	Лыткин Л.Л.	20.12.2024	Согласован	Согласовано с экономистом
45	Лыткин Л.Л.	25.12.2024	Согласован	Согласовано с бухгалтером
46	Лыткин Л.Л.	30.12.2024	Согласован	Согласовано с менеджером
47	Лыткин Л.Л.	05.01.2025	Согласован	Согласовано с юристом
48	Лыткин Л.Л.	10.01.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
49	Лыткин Л.Л.	15.01.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
50	Лыткин Л.Л.	20.01.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
51	Лыткин Л.Л.	25.01.2025	Согласован	Согласовано с юристом
52	Лыткин Л.Л.	30.01.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
53	Лыткин Л.Л.	05.02.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
54	Лыткин Л.Л.	10.02.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
55	Лыткин Л.Л.	15.02.2025	Согласован	Согласовано с юристом
56	Лыткин Л.Л.	20.02.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
57	Лыткин Л.Л.	25.02.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
58	Лыткин Л.Л.	30.02.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
59	Лыткин Л.Л.	05.03.2025	Согласован	Согласовано с юристом
60	Лыткин Л.Л.	10.03.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
61	Лыткин Л.Л.	15.03.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
62	Лыткин Л.Л.	20.03.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
63	Лыткин Л.Л.	25.03.2025	Согласован	Согласовано с юристом
64	Лыткин Л.Л.	30.03.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
65	Лыткин Л.Л.	05.04.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
66	Лыткин Л.Л.	10.04.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
67	Лыткин Л.Л.	15.04.2025	Согласован	Согласовано с юристом
68	Лыткин Л.Л.	20.04.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
69	Лыткин Л.Л.	25.04.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
70	Лыткин Л.Л.	30.04.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
71	Лыткин Л.Л.	05.05.2025	Согласован	Согласовано с юристом
72	Лыткин Л.Л.	10.05.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
73	Лыткин Л.Л.	15.05.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
74	Лыткин Л.Л.	20.05.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
75	Лыткин Л.Л.	25.05.2025	Согласован	Согласовано с юристом
76	Лыткин Л.Л.	30.05.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
77	Лыткин Л.Л.	05.06.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
78	Лыткин Л.Л.	10.06.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
79	Лыткин Л.Л.	15.06.2025	Согласован	Согласовано с юристом
80	Лыткин Л.Л.	20.06.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
81	Лыткин Л.Л.	25.06.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
82	Лыткин Л.Л.	30.06.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
83	Лыткин Л.Л.	05.07.2025	Согласован	Согласовано с юристом
84	Лыткин Л.Л.	10.07.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
85	Лыткин Л.Л.	15.07.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
86	Лыткин Л.Л.	20.07.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
87	Лыткин Л.Л.	25.07.2025	Согласован	Согласовано с юристом
88	Лыткин Л.Л.	30.07.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
89	Лыткин Л.Л.	05.08.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
90	Лыткин Л.Л.	10.08.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
91	Лыткин Л.Л.	15.08.2025	Согласован	Согласовано с юристом
92	Лыткин Л.Л.	20.08.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
93	Лыткин Л.Л.	25.08.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
94	Лыткин Л.Л.	30.08.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
95	Лыткин Л.Л.	05.09.2025	Согласован	Согласовано с юристом
96	Лыткин Л.Л.	10.09.2025	Согласован	Согласовано с экономистом
97	Лыткин Л.Л.	15.09.2025	Согласован	Согласовано с бухгалтером
98	Лыткин Л.Л.	20.09.2025	Согласован	Согласовано с менеджером
99	Лыткин Л.Л.	25.09.2025	Согласован	Согласовано с юристом
100	Лыткин Л.Л.	30.09.2025	Согласован	Согласовано с экономистом



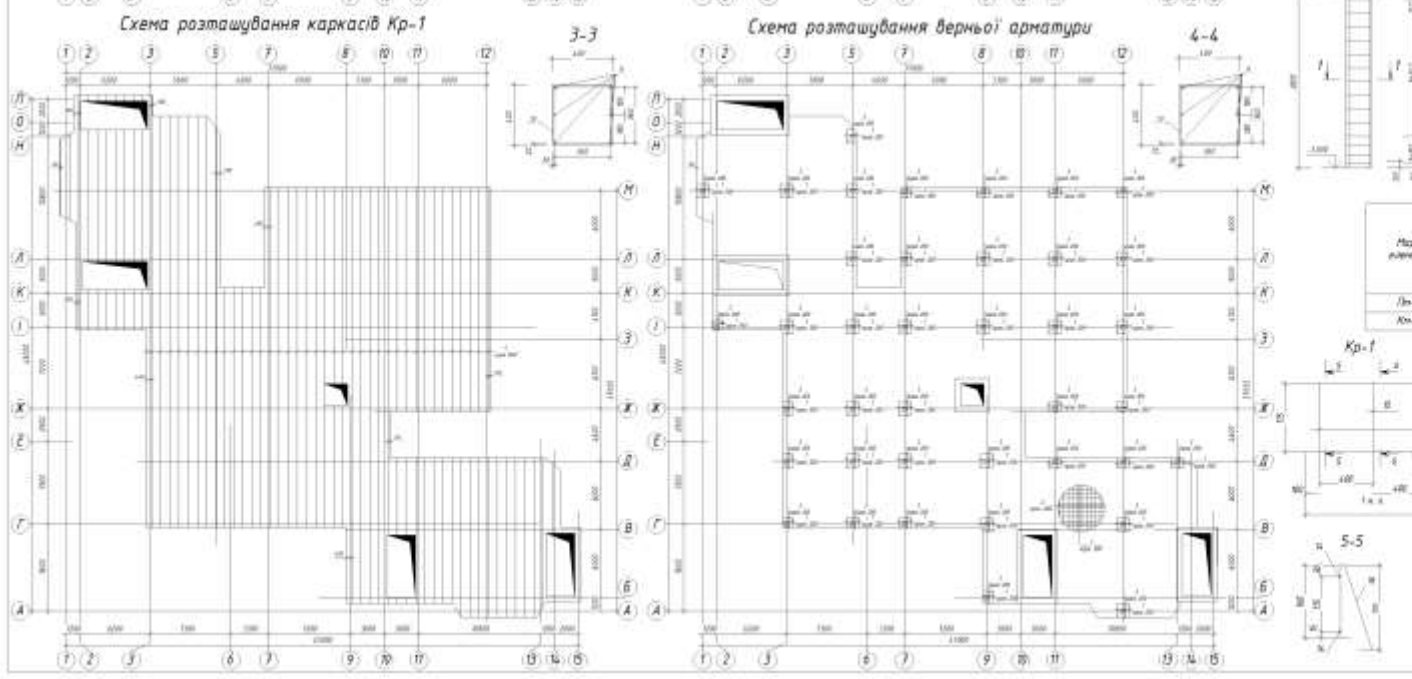


**Специфікація залізобетонних елементів**

Поз.	Позначення	Позначення	Кіл.	Маса од. кіл.	Ціна/кіл.
Лн-1	Далка арматури	Плита монолітна Лн-1	1		
Кн-1	Далка арматури	Моноліт перекриття Кн-15	1		

**Специфікація арматури на Лн-1 та Кн-15**

Поз.	Позначення	Позначення	Кіл.	Маса од. кіл.	Ціна/кіл.
Плита монолітна Лн-1					
Далка					
1	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2700х0		154,1	
2	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2700х0		4,08	
3	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2700х0		139	
4	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2700х0		34,9	
5	ДСТУ 3769:2006	Каблат АР 12, L=155мх4		345,7	
Моноліт перекриття Кн-15					
Далка класу С28/25					
Далка					
6	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=3200	4	8,07	
7	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2600	4	7,60	
8	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2600	4	5,73	
9	ДСТУ 3769:2006	Ø8 А40С, L=2700	4	4,23	
10	ДСТУ 3769:2006	Ø6 А20С, L=850	17	8,30	
11	ДСТУ 3769:2006	Ø6 А20С, L=850	17	0,25	
12	ДСТУ 3769:2006	Ø6 А20С, L=850	17	0,25	
13	ДСТУ 3769:2006	Ø6 А20С, L=850	17	0,25	
Моноліт перекриття Кн-15					
Далка класу С28/25					
2,0 м					



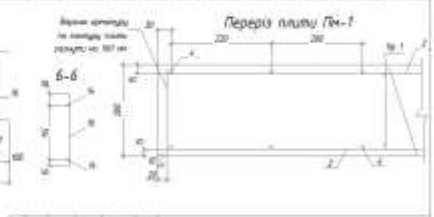
**Специфікація арматури на Кр-1**

Модель арматури	Позначення	Позначення	Кіл.	Маса 1 дов.	Маса арматури, кг
16	А 40С	ДСТУ 3769:2006 L=900	1	6,4	6,4
17	А 40С	ДСТУ 3769:2006 L=900	1	6,8	6,8
18	А 40С	ДСТУ 3769:2006 L=900	1	6,8	6,8



**Відомість вибрати сталі на Лн-1 та Кн-15, кг**

Марка елементів	Далка арматури		Арматура килату							Всього	
	А40С		А40С								
	А5	Розмір	А5	Р10	Р12	Р16	Р18	Р20	Р25		
Лн-1	345,7	Ø8х5,7	4,98	271	14,10	-	-	-	-	1392,7	1573,9
Кн-15	0,29	Ø8	-	-	-	8,74	22,94	38,63	32,3	104,21	207,9

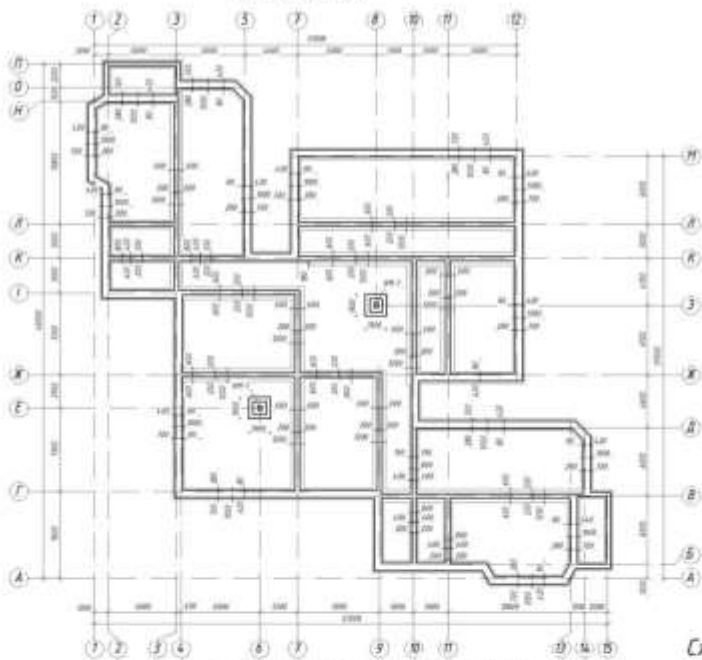


**09-06.99.00-К3**

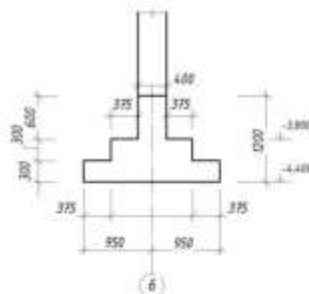
Таблиця розрахунків опорів з м'яких сталей

№ ступеня	Позначення	Позначення	Кіл.	Маса од. кіл.	Ціна/кіл.
1	Далка арматури	Плита монолітна Лн-1	1		
2	Далка арматури	Моноліт перекриття Кн-15	1		

План фундаментів



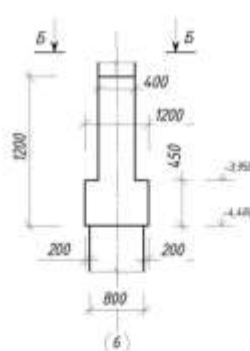
ФМ-1



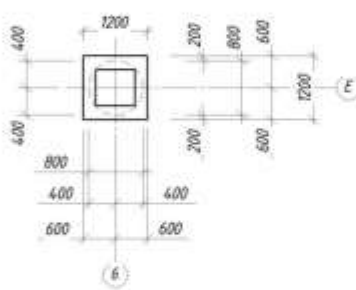
ФМ-1



ФБП-1



Б-Б



Специфікація на фундамент ФМ-1

Регон	Дит	Познач	Позначення	Найменування	к-ть	Площа
А.1	1			Фундамент ФМ-1		
				Стіна С-1	1	
Деталі						
А.1	2		ДСТУ 3760:2006	14 А400С, l=900	11	23,01
А.1	3		ДСТУ 3760:2006	14 А400С, l=1800	11	23,01
А.1	4		ДСТУ 3760:2006	16 А400С, l=2175	4	10,48
А.1	5		ДСТУ 3760:2006	8 А240С, l=380	7	1,85
А.1	6		ДСТУ 3760:2006	16 А400С, l=1700	4	10,71
					Бетон С30/35	166,2*

Відомість витрат сталі на ФМ-1

Тип ступеня	Деталі арматури				Площа
	ДСТУ 3760:2006	к-ть	ДСТУ 3760:2006	к-ть	
ФМ-1	100	100	4175	647	302,5

Техніко-економічне порівняння варіантів фундаментів

Гр. фундамента	Кількість арматури		Кількість цегли/бетону	
	арм.	бет.	арм.	бет.
ФМ-1	6100	300	0,171	300
ФБП-1	12000	6100	0,300	101,48
ФБП-2	21100	20100	0,264	156,38

Геологічний розріз та схема фундаментів

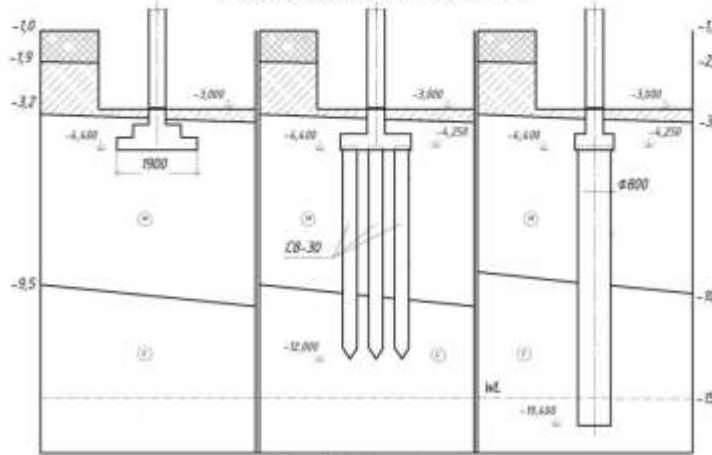
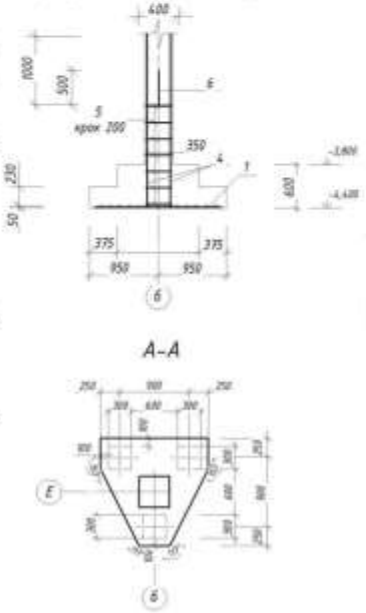
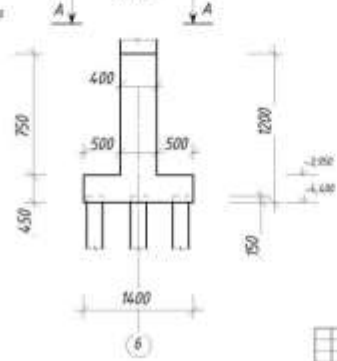


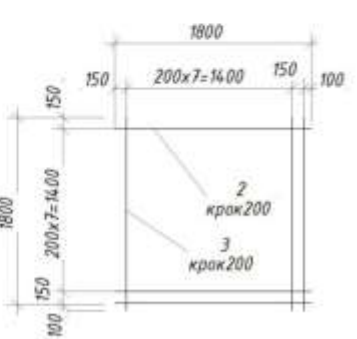
Схема армування фундаменту ФМ-1



ФП-1



С-1



Умовні позначення

- Натуральний ґрунт
- Бетон
- Цегла
- Арматура
- Підлога (рівень, середній) ґрунтові водами
- Арматура

№ 00-19/00-03									
№	Титул	Дата	Вид	Масштаб	Статус	Техніко-економічне порівняння			
1	Титул	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
2	Специфікація	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
3	Схема армування	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
4	Відомість витрат	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
5	Геологічний розріз	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
6	Схема фундаментів	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
7	Схема армування ФМ-1	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
8	Схема армування ФБП-1	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
9	Схема армування С-1	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			
10	Схема армування стіни	2010	С	1:100	С	Техніко-економічне порівняння			

Схема влаштування фундаментів

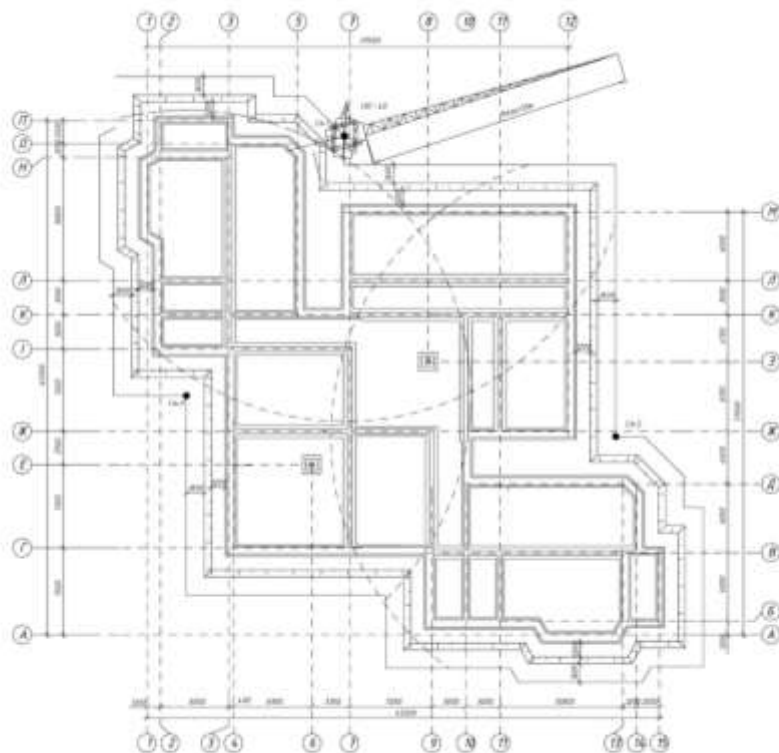
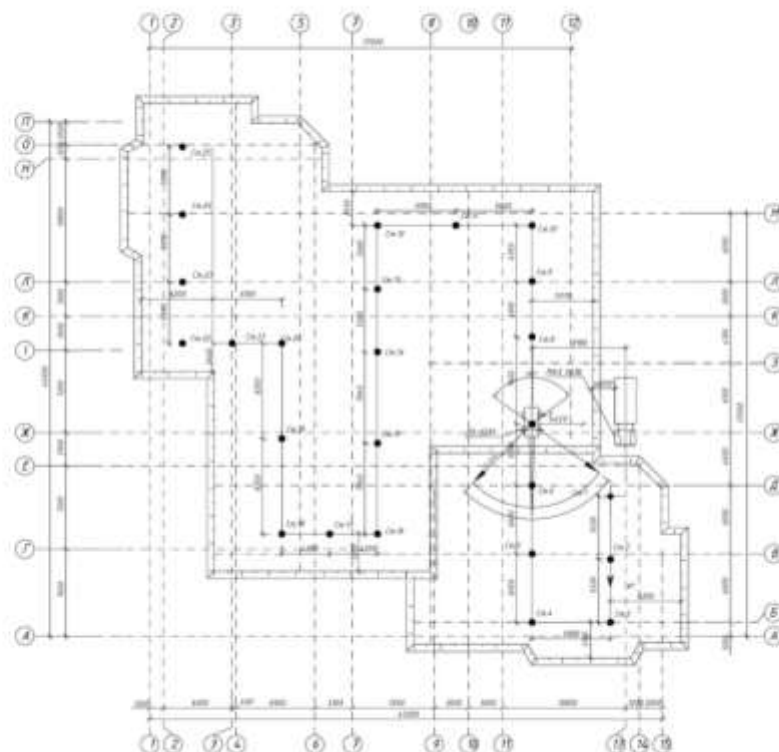


Схема розробки котловану



Календарний графік виконання робіт

№ п/п	Назва робіт	Відомі роботи	Забезпечення		Вартість	Знач.	Початок в	Кінець в	2019			
			м.кв.	м.кв.					кв.	кв.	кв.	кв.
1	Розробка ґрунту під час виконання робіт	0000	3,200	76,11	76,11	0,1	1	2	30	30	30	30
2	Влаштування устіл	0000	2,000	6,61	6,61	0,0	1	2	30	30	30	30
3	Доведення ґрунту до рівня	0000	1,700	41,31	41,31	0,2	1	2	30	30	30	30
4	Влаштування дренажних каналів	0000	2,400	8,01	8,01	0,0	1	2	30	30	30	30
5	Влаштування цементних фундаментів	0000	0,800	19,11	19,11	0,2	1	2	30	30	30	30
6	Влаштування цементних фундаментів	0000	0,100	2,01	2,01	0,0	1	2	30	30	30	30
7	Влаштування цементних фундаментів	0000	0,000	0,01	0,01	0,0	1	2	30	30	30	30
8	Влаштування цементних фундаментів	0000	2,500	70,21	70,21	0,0	1	2	30	30	30	30
9	Влаштування цементних фундаментів	0000	2,000	44,81	44,81	0,0	1	2	30	30	30	30
10	Влаштування цементних фундаментів	0000	1,000	2,01	2,01	0,0	1	2	30	30	30	30
11	Влаштування цементних фундаментів	0000	2,500	6,8	6,8	0,0	1	2	30	30	30	30

Графік руху робітників



Техніко-економічні показники

№ п/п	Показники	Об'єкт	Значення
1	Тривалість виконання робіт	дні	93
2	Продуктивність на 1 м <sup>3</sup> ґрунту	м <sup>3</sup> /зм	0,0213
3	Собівартість розробки 1 м <sup>3</sup> ґрунту	грн./м <sup>3</sup>	11,25
4	Виробіток на 1 робітника за зміну	м <sup>3</sup> /зм	46,78

Схема забори екскаватора вигляд зверху

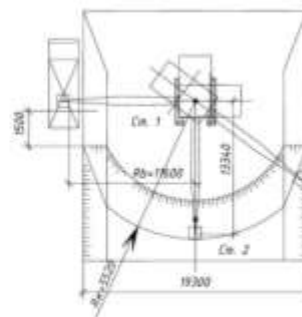
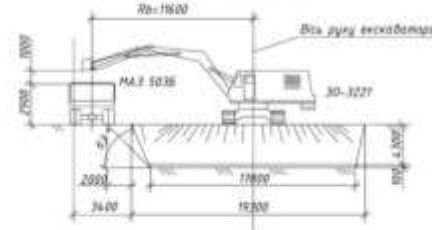
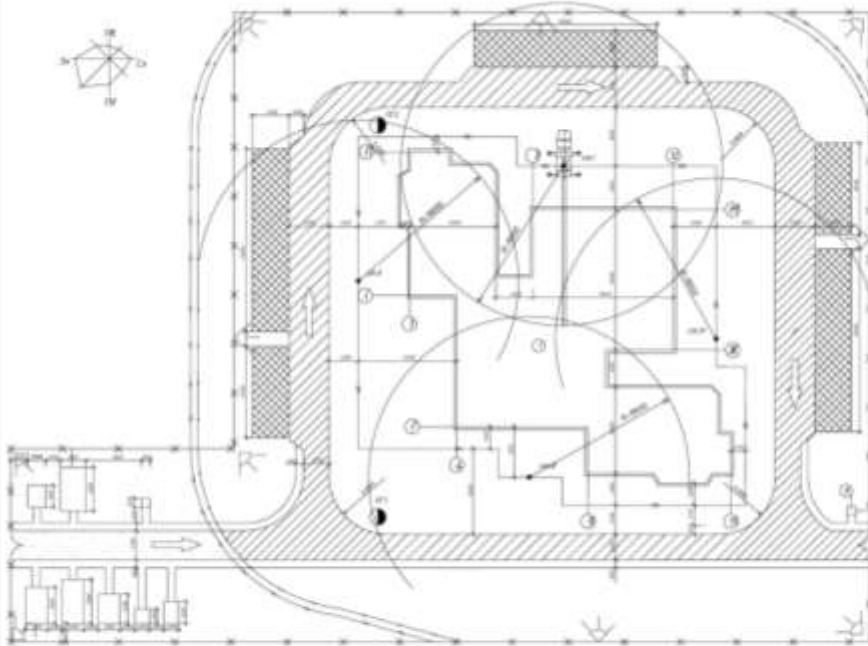


Схема забори екскаватора вигляд збоку



10-28 МР 000-100			
1	10-28 МР 000-100	1000	1000
2	10-28 МР 000-100	1000	1000
3	10-28 МР 000-100	1000	1000
4	10-28 МР 000-100	1000	1000
5	10-28 МР 000-100	1000	1000
6	10-28 МР 000-100	1000	1000
7	10-28 МР 000-100	1000	1000
8	10-28 МР 000-100	1000	1000
9	10-28 МР 000-100	1000	1000
10	10-28 МР 000-100	1000	1000

### Будгенплан



#### Умовні позначення



#### Техніка-економічні показники

Називування	Вказівки
Глибина фундаменту на довж 1 м, м <sup>3</sup>	2,135
Линейна довжина стіни на 1 м <sup>2</sup> кладки, м	0,884
Вартість на 1 м <sup>2</sup> роботи в тис. грн	1,8
Глибина виконання робіт, дн	90

#### Календарний графік виконання робіт

№	Називування робіт	Об'єм робіт в м <sup>3</sup> або м <sup>2</sup> або м	Число робітних днів	Висота, м	Вис. підп.	Вис. поверх. робіт.	Линейна в м	Термін виконання робіт													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Зведення фундаменту	20,0	30,0	1,2	0,8	1,2	40,0														
2	Зведення цегляного муру	4000	100,0	1,8	1,0	1,8	60,0														
3	Монтаж перекриття	1000	10,0	1,0	1,0	1,0	30,0														
4	Зведення цегляного муру	3000	75,0	1,8	1,0	1,8	45,0														
5	Монтаж сталевої конструкції на стіні	1000	10,0	1,0	1,0	1,0	30,0														
6	Зведення цегляного муру	4000	100,0	1,8	1,0	1,8	60,0														
7	Зведення фундаменту на бетонній стіні	1000	10,0	1,2	0,8	1,2	30,0														

#### Графік руку робітників

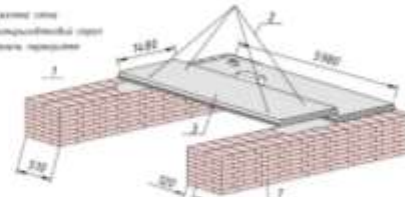


### Схема подачі цегляної кладки

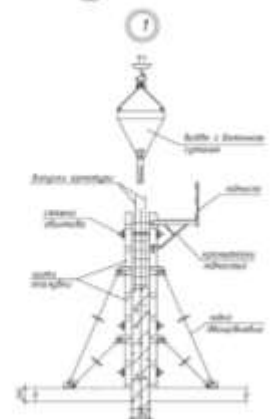


#### Схема монтажу плит перекриття

- 1 - скелет сітки
- 2 - шар цементного сипку
- 3 - плита перекриття

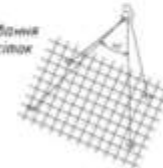


#### Схема стропування дащі для бетонування перекриття та мурів

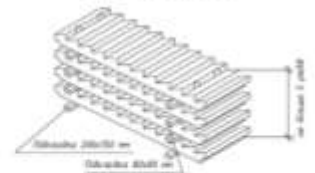


- 1 - канат
- 2 - шпиль
- 3 - крюк
- 4 - блок
- 5 - шпиль
- 6 - канат
- 7 - шарнірний зв'язок

#### Схема стропування арматурних сіток



#### складкобач марш



90-20/100-000-100/1				
№	Значення	Висота	Довжина	Об'єм
1	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000

## Вибір раціональної конструкції купольного покриття

**Мета і задачі досліджень.** Метою роботи є скінчено-елементне моделювання металевого сігчастого і ребристо-кільцевого купольного покриття та дослідження ефективності його практичного використання.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі задачі:

- виконати аналіз сучасного стану проектування і будівництва купольних конструкцій;
- здійснити скінчено-елементне моделювання металевого сігчастого та ребристо-кільцевого купольного покриття;
- виконати статичний розрахунок, визначити параметри напружено-деформованого стану і порівняти дві конструктивні схеми куполів за витратами сталі.

**Об'єкт досліджень** – металеві сігчасті та ребристо-кільцеві купола як конструктивні форми покриття об'єкта будівництва.

**Предмет досліджень** – напружено-деформований стан конструкції металевого сігчастого та ребристо-кільцевого купольного покриття.

**Методи досліджень** ґрунтуються на принципах математичного моделювання та існуючих сучасних програмних комплексах.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в наступному:

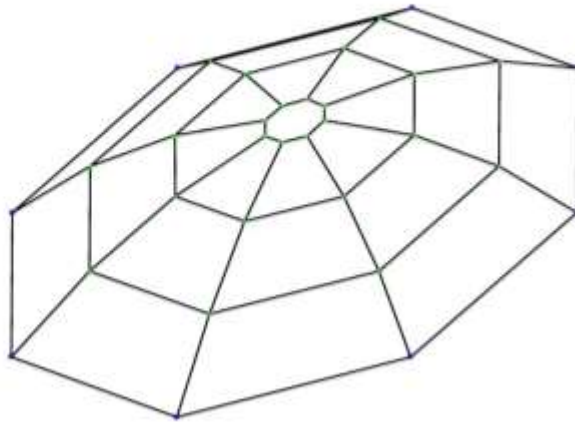
- виявлено особливості напружено-деформованого стану в характерних ділянках металевих сігчастих та ребристо-кільцевих конструкцій купольних покриттів;
- запропоновано методику дослідження металевих куполів з різними діаметрами та фіксованою стрілою підйому;
- розроблено ефективну конструктивну форму вузлових з'єднань для підвищення експлуатаційних якостей металевих куполів;
- обґрунтовано розрахункові моделі та здійснено аналіз ефективності практичного використання металевих конструкцій купольних покриттів.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що:

- запропоновані конструкції металевих купольних покриттів з мінімальними витратами сталі;
- розроблені для практичного застосування принципи отримання оптимальної моделі металевих сігчастих та ребристо-кільцевих куполів;
- результати досліджень дозволяють обґрунтовано і з найменшими витратами матеріалу виконувати роботи з проектування реальних металевих купольних конструкцій.

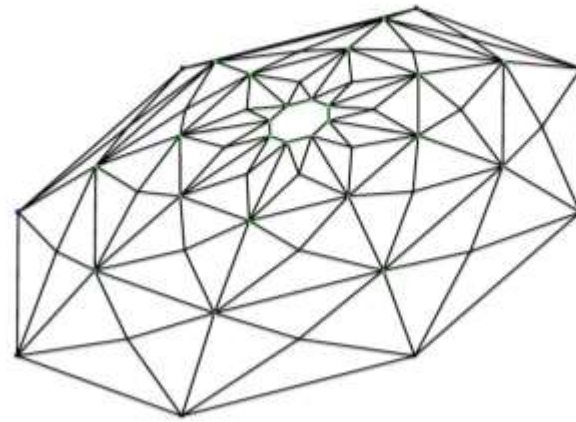
# Скінчено-елементні моделі купола

Загруження 1



ребристо-кільцевого

Загруження 1



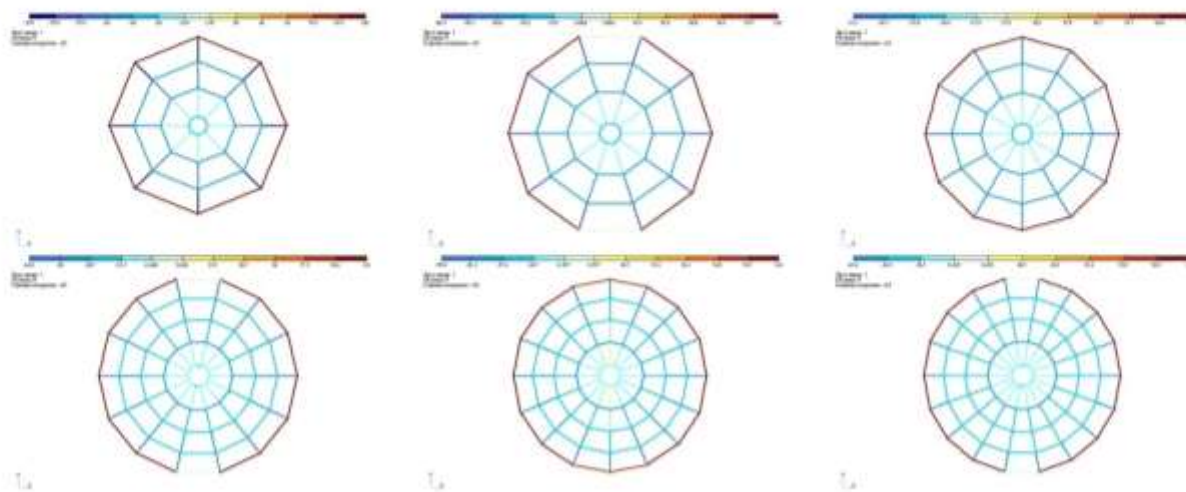
сітчастого

Геометричні параметри куполів діаметром 19 м

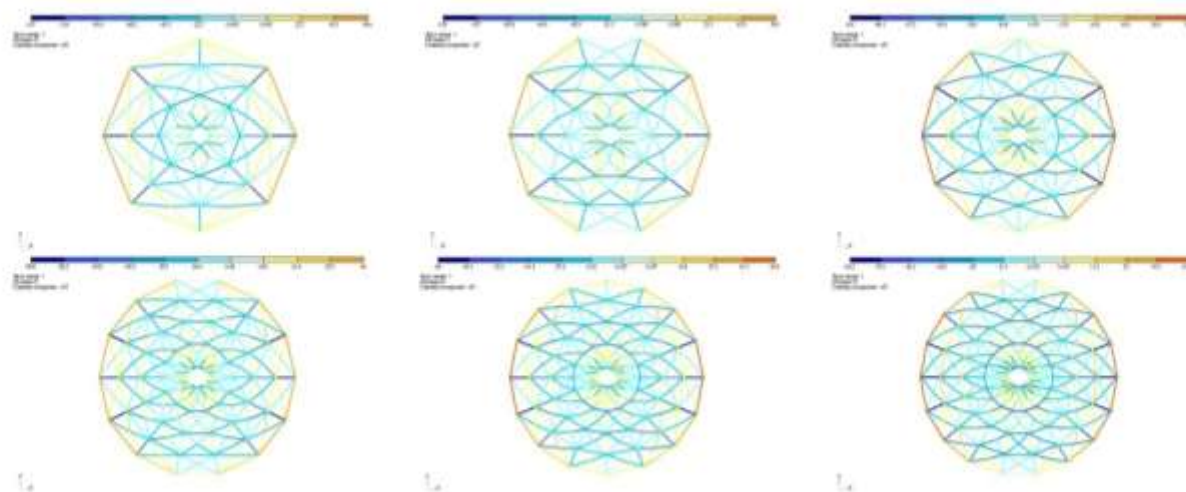
Номера варіантів	Висота, м	Кількість		Форма і розміри прокатного профілю для елементів, мм	Матеріал
		секторів	рівнів розташування кілець		
1	3,07	8	4	Ø 70×5,0	ВстЗпе
2	3,15	10	4	Ø 50×4,5	ВстЗпе
3	3,26	12	4	Ø 70×5,0	ВстЗпе
4	3,37	14	5	Ø 50×4,5	ВстЗп
5	3,43	16	5	Ø 68×4,5	ВстЗеп
6	3,5	18	5	Ø 50×4,5	ВстЗеп



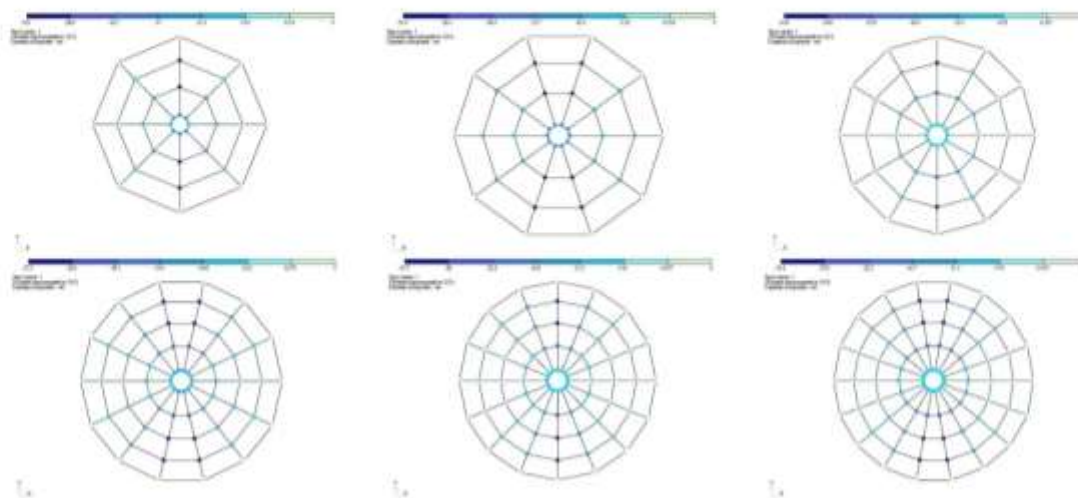
## Мозаїки поздовжніх сил в елементах ребристо-кільцевих куполів



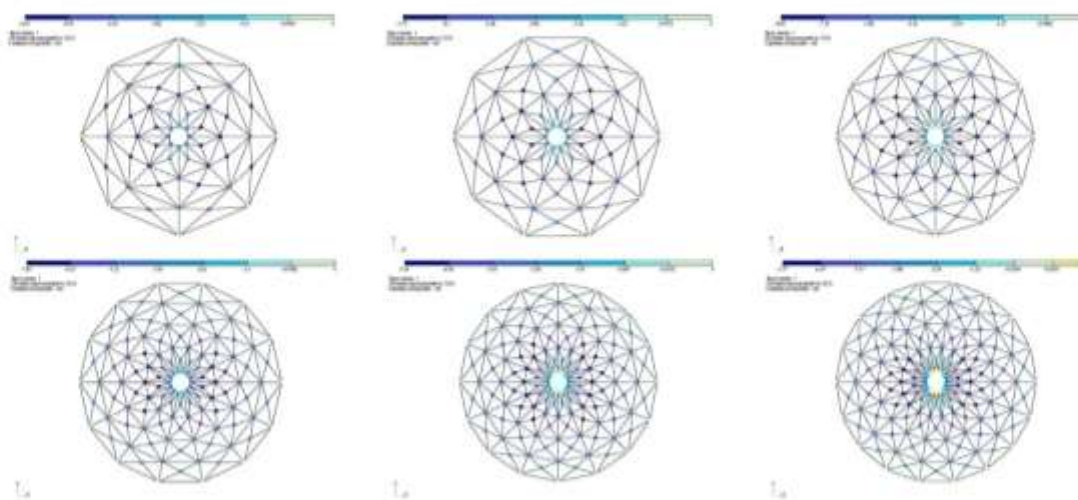
## сітчастих куполів



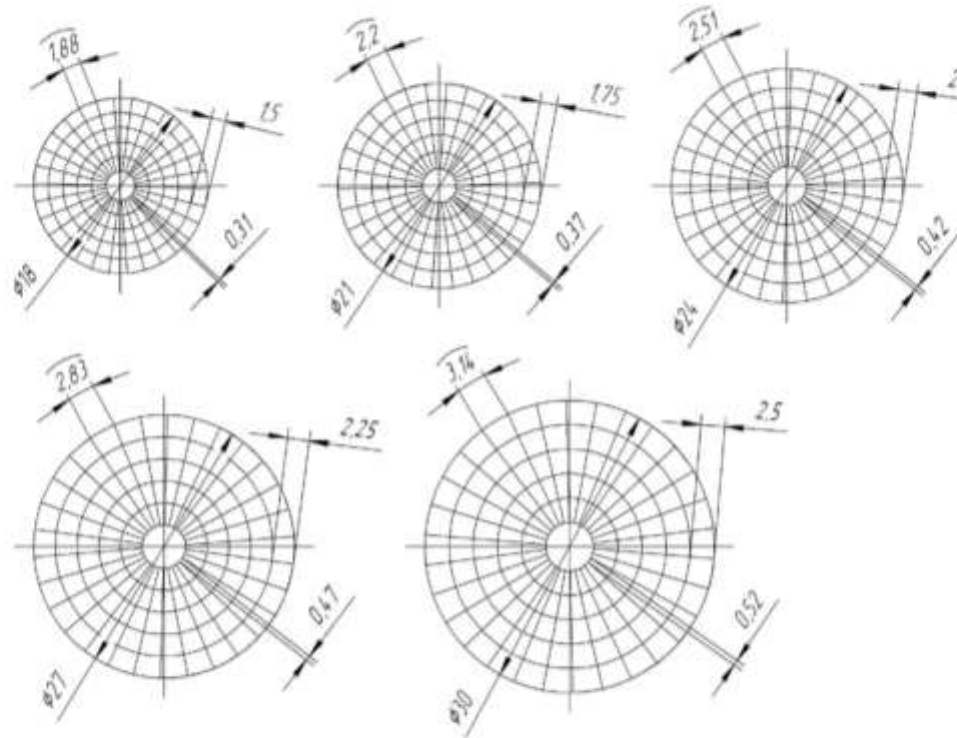
## Мозаїки вертикальних переміщень вузлів ребристо-кільцевих куполів



## сітчастих куполів



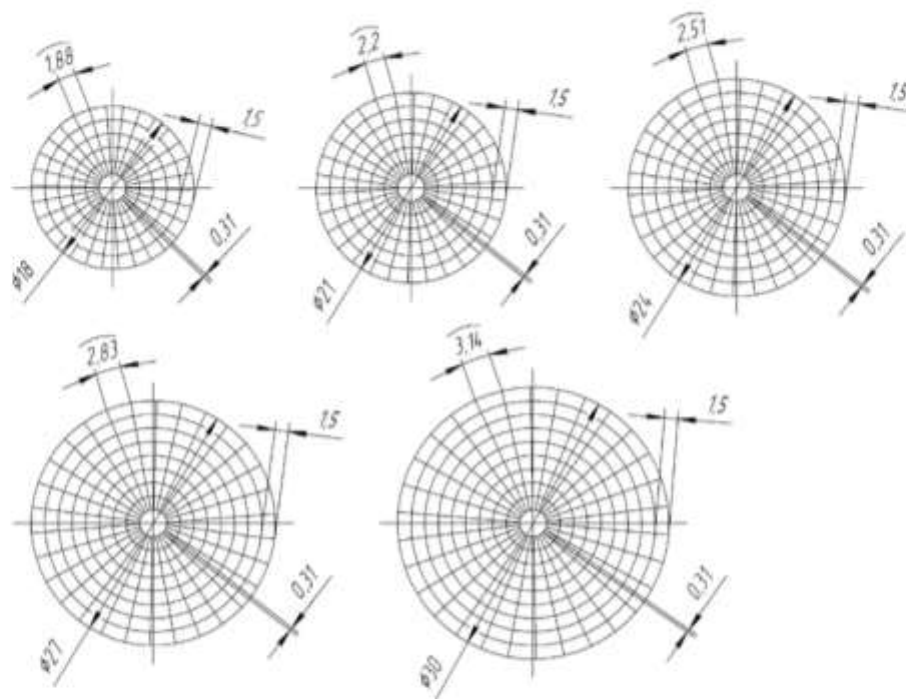
## Схеми скінчено-елементних моделей куполів з постійною кількістю чарунок



Геометричні параметри куполів висотою 10 м з постійною кількістю чарунок

Номера куполів	Діаметр кільця, м		Довжина кільцевого елемента, м		Кут нахилу ребер, °
	верхнього, d	нижнього, D	мінімальна	максимальна	
1	3,0	18	0,31	1,88	53,55
2	3,5	21	0,37	2,20	49,16
3	4,0	24	0,42	2,51	45,17
4	4,5	27	0,47	2,83	41,53
5	5,0	30	0,52	3,14	38,45

## Схеми скінчено-елементних моделей куполів зі змінною кількістю чарунок



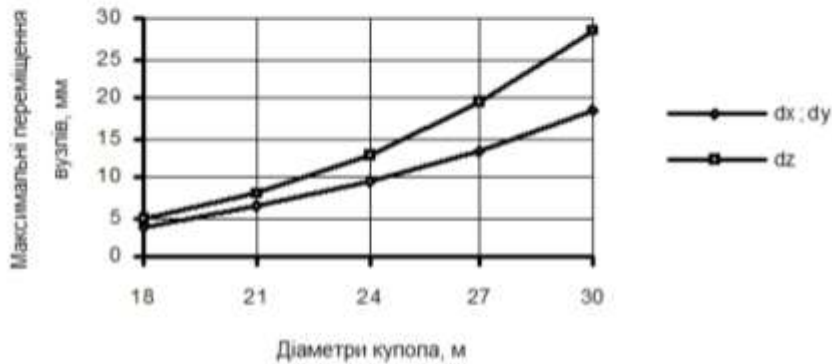
Геометричні параметри куполів висотою 10 м зі змінною кількістю чарунок

Номера куполів	Діаметр, м	Кількість		Максимальна довжина кільцевого елемента, м	Довжина меридіонального елемента, м	Відстань між кільцями, м	Кут нахилу ребер, °
		рівнів розташування кільця	чарунок				
1	18	6	150	1,88	2,50	2,00	53,55
2	21	7	180	2,20	2,25	1,67	48,18
3	24	8	210	2,51	2,08	1,43	43,53
4	27	9	240	2,83	1,96	1,25	40,30
5	30	10	270	3,14	1,87	1,11	36,37

# Залежність максимальних переміщень вузлів від діаметра скінчено-елементних моделей купола

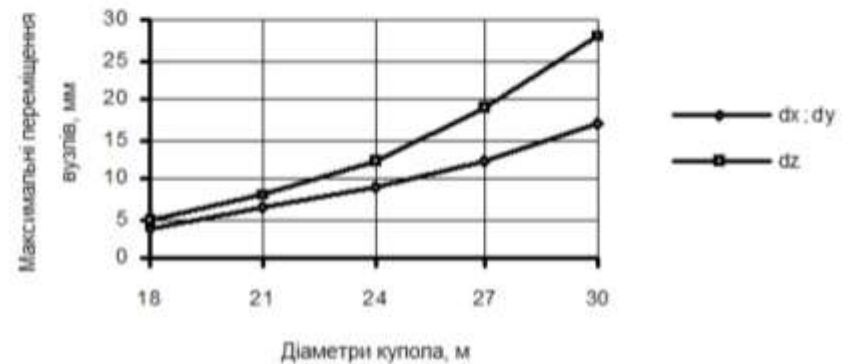
з кількістю  $n$  чарунок

постійною



$n = \text{const}$

змінною



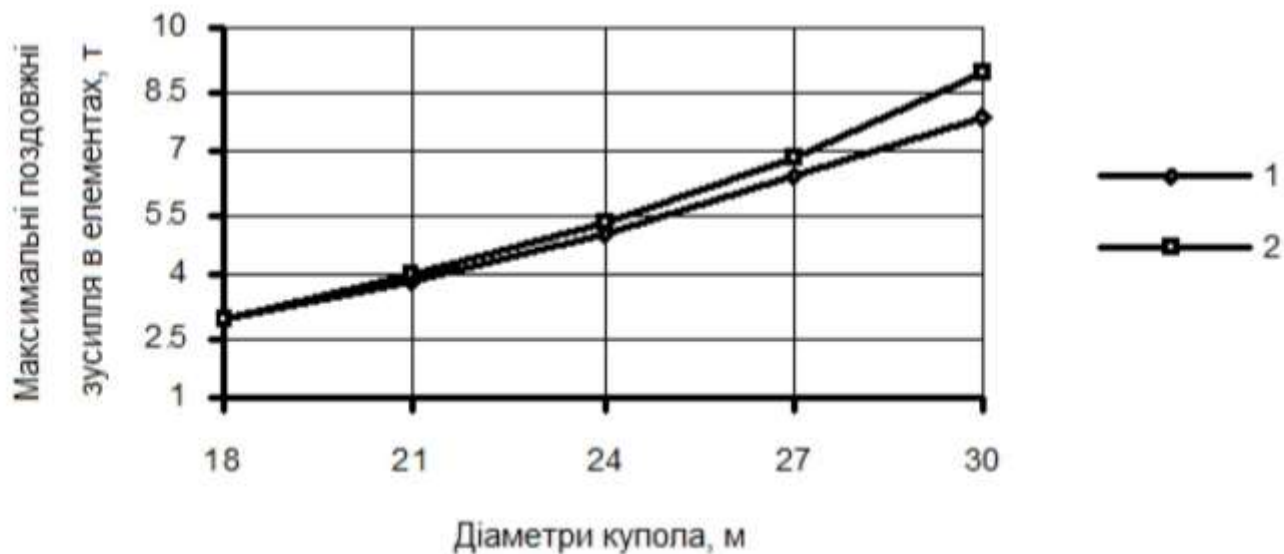
$n \neq \text{const}$

Вузлові навантаження куполів висотою 10 м з постійною і змінною кількістю чарунок

Номера куполів	Діаметр, м	Вузлові навантаження при кількості чарунок, т																
		постійній								змінній								
1	18	0,48	0,79	0,63	0,47	0,32	0,08	0,48	0,79	0,63	0,47	0,32	0,08					
2	21	0,55	0,92	0,74	0,55	0,37	0,10	0,50	0,85	0,71	0,57	0,43	0,29	0,08				
3	24	0,63	1,05	0,84	0,63	0,42	0,11	0,53	0,92	0,79	0,66	0,53	0,40	0,27	0,07			
4	27	0,71	1,18	0,95	0,71	0,47	0,12	0,56	0,99	0,87	0,74	0,62	0,50	0,37	0,25	0,07		
5	30	0,79	1,31	1,05	0,79	0,53	0,14	0,59	1,06	0,94	0,83	0,71	0,59	0,48	0,36	0,24	0,06	

## Залежність максимальних поздовжніх сил в елементах від діаметра скінчено-елементних моделей купола

з різною кількістю  $n$  чарунок:  
1 – постійною; 2 – змінною



1 –  $n = \text{const}$

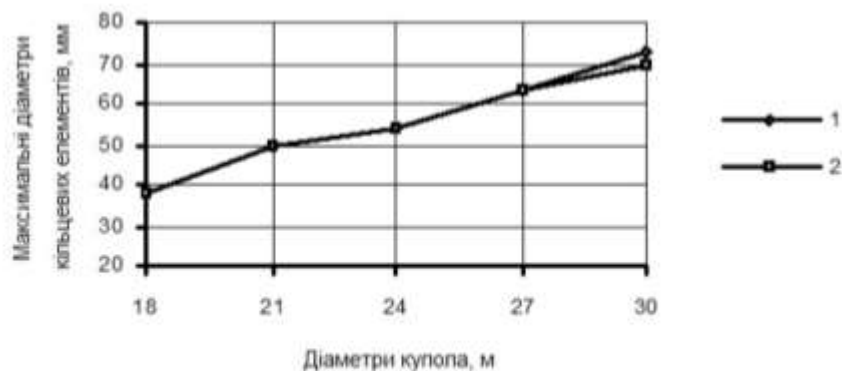
2 –  $n \neq \text{const}$

Схожа тенденція збільшення максимальних поздовжніх сил в елементах від діаметра скінчено-елементних моделей купола з постійною і змінною кількістю чарунок підтвердила правильність геометричного моделювання

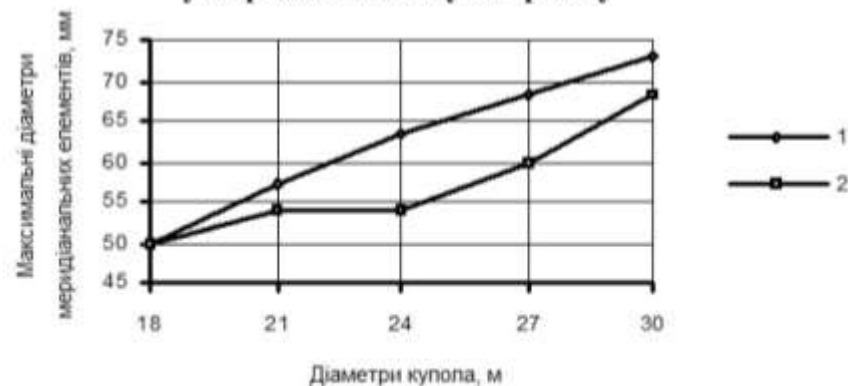
# Залежність максимальних діаметрів кільцевих і меридіональних елементів від діаметра скінчено-елементних моделей купола

з різною кількістю  $n$  чарунок:  
1 – постійною; 2 – змінною

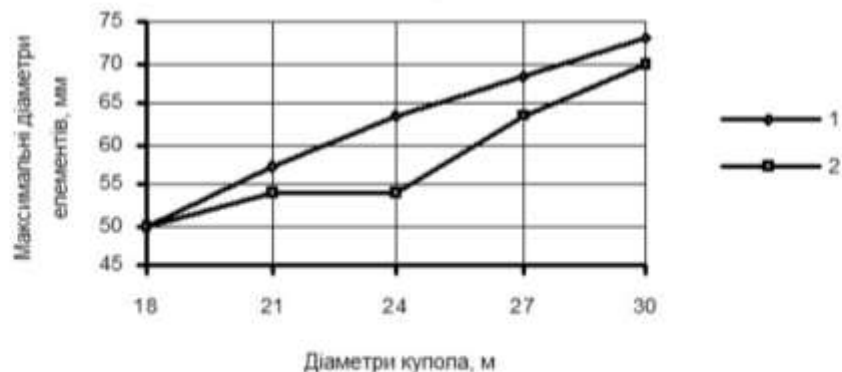
за напрямком кільця



у меридіональному напрямку

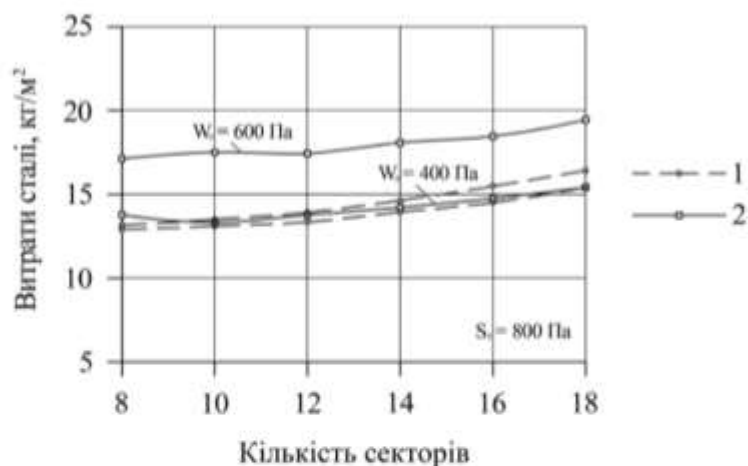


за обома напрямками



# Залежність відносних витрат сталі скінчено-елементних моделей куполів від кількості секторів

на 1 м<sup>2</sup> поверхні просторової конструкції

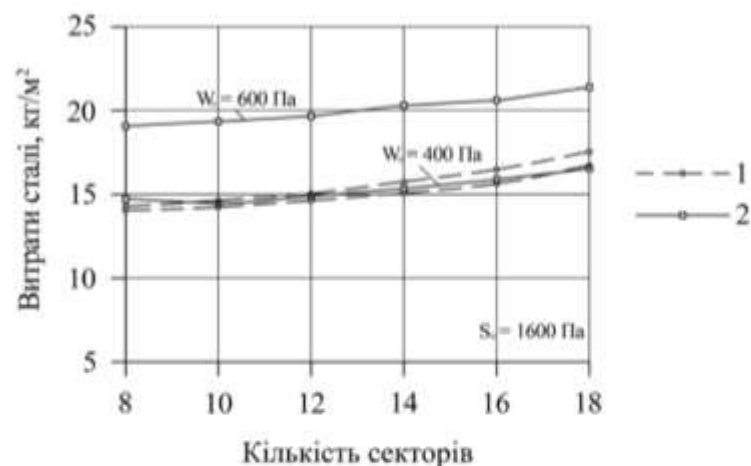


S<sub>0</sub> = 800 Па

1 – ребристо-кільцева схема

S<sub>0</sub> = 1600 Па

2 – сігчаста схема



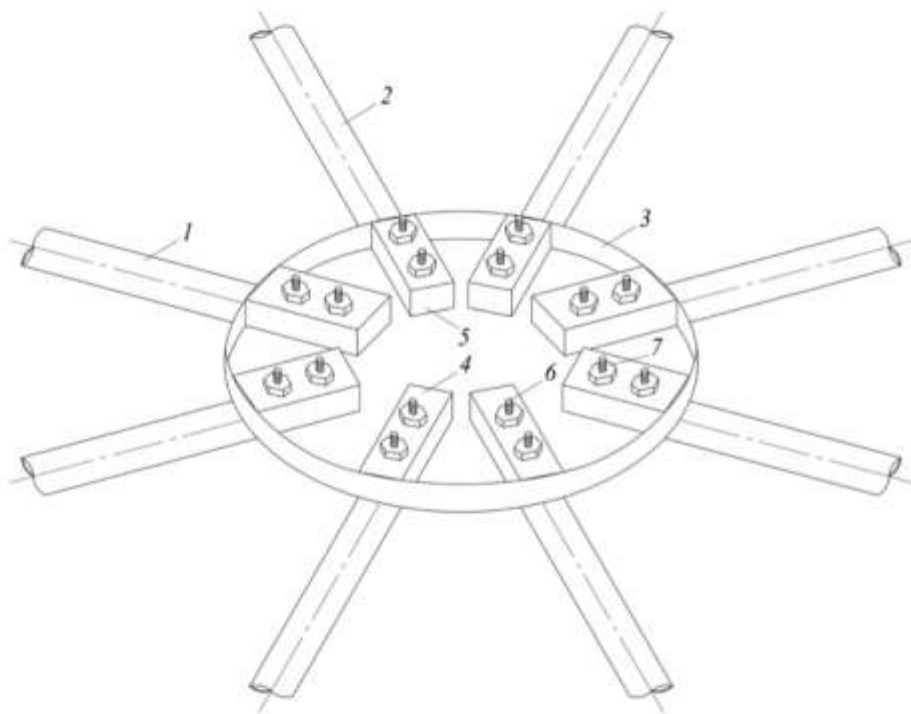
Фрагмент параметрів для розрахунку маси купола засобами MS Excel\*

№ елемента	Профіль, мм	Питома вага, кг/м	Довжина елемента, м	Маса, кг
1	68 x 8	11.84	3.05	36.11
2	68 x 8	11.84	3.05	36.11
3	68 x 7.5	11.19	3.05	34.13
...	...	...	...	...
56	25 x 2.5	1.39	0.77	1.0703

\*параметри для розрахунку маси ребристо-кільцевого купола висотою 3,07 м



## Вузлове з'єднання серединної поверхні просторових купольних конструкцій



- 1, 2 – трубчасті стержні з розплющеним кінцем;
- 3 – фасонна лита вузлова деталь у вигляді штампованої тарілки;
- 4 – ребра жорсткості П-подібного гнучого профілю, які спрямовані поличками за напрямком нормалі до поверхні купола;
- 5 – торцеві заглушки на кінцях ребер жорсткості;
- 6 – болти з нарізною різьбою;
- 7 – гайки

Ребра жорсткості 4 запропоновано прикріпити до фасонної литої вузлової деталі 3 та орієнтувати радіально уздовж трубчастих стержнів 1 і 2 поверхні купольної конструкції

## Висновки за результатами досліджень

Методом комп'ютерного моделювання і розрахунку отримано оптимальне рішення купольних покриттів.

Розроблено методику дослідження металевих куполів з різними діаметрами та фіксованою стрілою підйому.

Проведений розрахунок дозволив виявити найбільш небезпечні ділянки куполів з точки зору концентрації зусиль та переміщень по поверхні. У підсумку проаналізовано усі варіанти конструкції.

Виконано аналіз силового чинника, що визначає завантаженість кожної системи. Оцінено характер розподілу поздовжніх зусиль в елементах сігчастих і ребристо-кільцевих куполів від спільної дії власної ваги і прикладеного навантаження.

За результатами розрахунків відмічено, що елементи опорних кілець з одним або двома приопорними кільцями виявились розтягнутими, інші елементи отримали стиск.

Оцінено параметри деформування, які визначили уразливість вузлів кожної конструкції. Встановлено характер зміни форми сігчастих і ребристо-кільцевих куполів від спільної дії власної ваги і прикладеного навантаження.

Виявлено, що максимальні вертикальні переміщення вузлів для усіх варіантів купола в основному змінюються за однією і тією ж закономірністю.

Із результатів проведених чисельних досліджень куполів різного діаметра, але з незмінною кількістю секторів і фіксованою стрілою підйому отримано низку закономірностей, що мають важливий прикладний і практичний характер.

Виконані розрахунки дозволили визначити основні параметри, які характеризують поведінку і тенденції роботи конструкцій для постійної і змінної кількості чарунок при збільшенні діаметра покриттів від спільної дії власної ваги і прикладеного навантаження.

Додавання рівнів розташування кілець призвело до істотного зменшення максимальних вертикальних переміщень вузлів і деякого збільшення найбільших поздовжніх зусиль в елементах.

Підібрано перерізи стержнів сігчастого і ребристо-кільцевого купола і визначено масу кожної конструкції.

Отримано і графічно показано відносні витрати сталі на  $1 \text{ м}^2$  поверхні купола в залежності від його висоти для певної величини характеристичного снігового навантаження.

Ребристо-кільцеві купола виявились дешевше сігчастих на 15...40 %.

Шляхом введення додаткових елементів удосконалено вузлове з'єднання серединної поверхні та запропоновано якісно нове поєднання стержнів сігчастого купола.

Вироблені перспективи подальших досліджень з позицій теорії та практики.