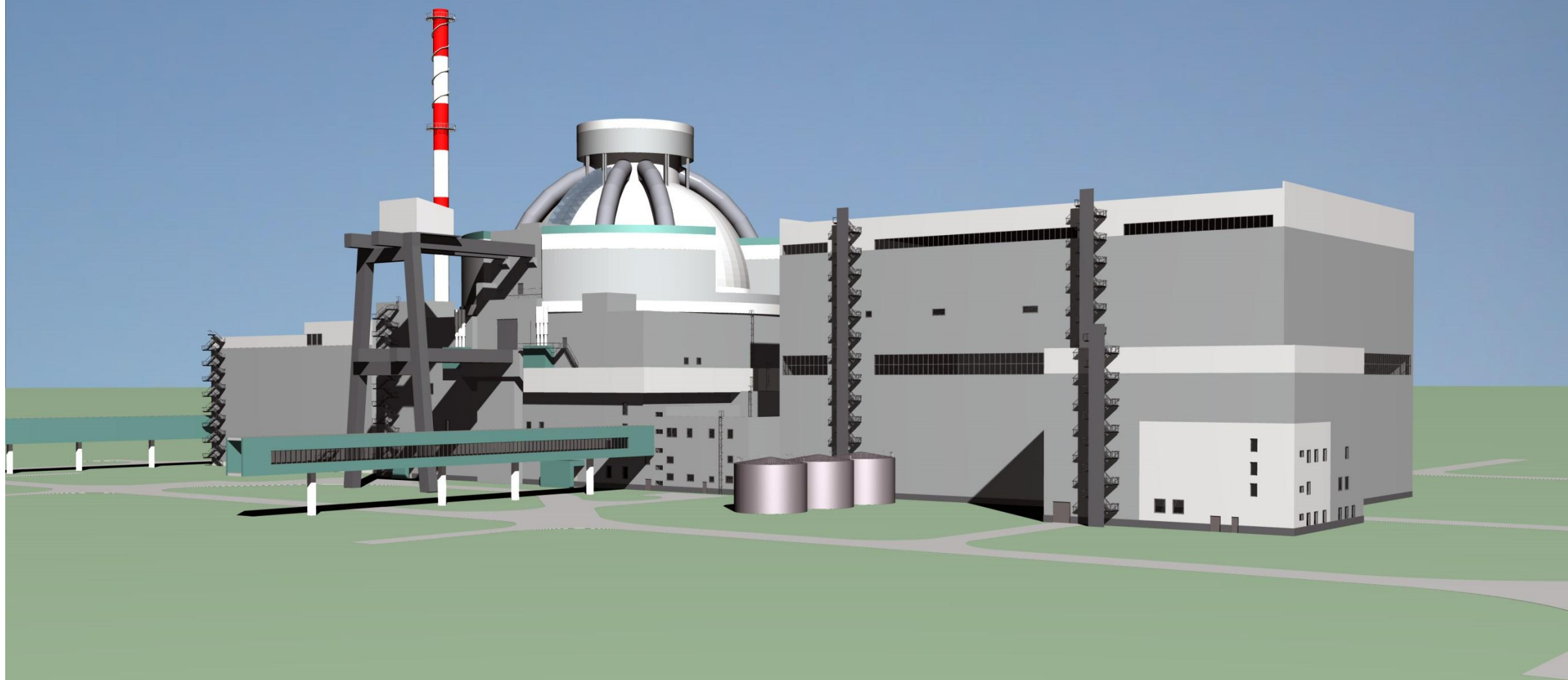


Новые промышленные строительные конструкции проекта АЭС ВВЭР-ТОИ и последующих АЭС на его основе



 АО «Атомэнергопроект», Москва, 2015 г.

Основные особенности строительной части проекта АЭС ВВЭР-ТОИ

Проектные решения должны обеспечивать:

- ✓ возможность строительства АЭС в сжатые сроки;
- ✓ выполнение требований в части экономичности проектных решений;
- ✓ безопасность АЭС при интенсивных внешних воздействиях с обеспечением возможности размещения АЭС в различных природно-географических регионах.

Уровень безопасности энергоблока ВВЭР-ТОИ



Ураганы, смерчи
Расчетная скорость ветра – 68,5 м/с

Падение самолета
Весом 400 тонн, со скоростью 150 м/с



Ударная волна
с давлением во
фронте 30 КПа



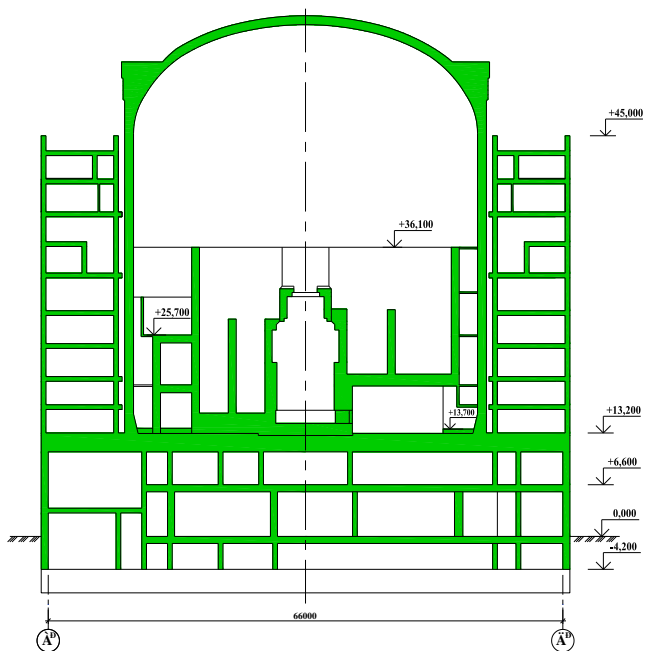
Сейсмические воздействия
MP3-8 баллов по шкале MSK-64
1,4 MP3 – запроектные воздействия

Наводнения
При уровне
с обеспеченностью >0.01%



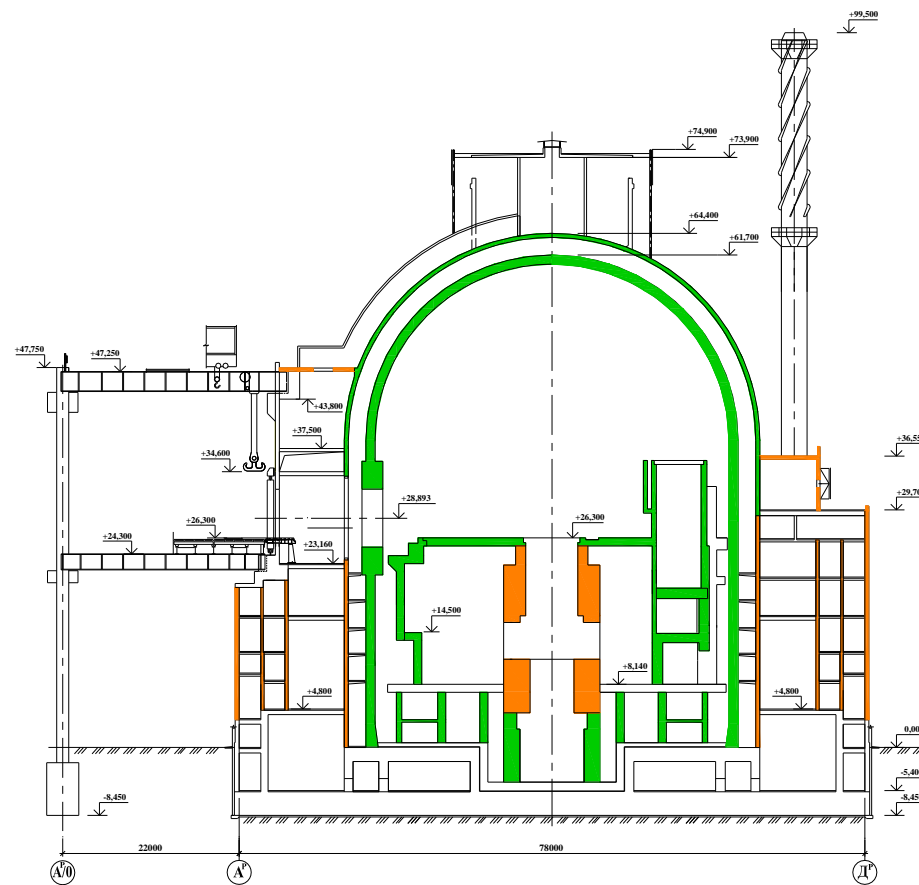
Эволюция подходов к возведению строительных конструкций здания реактора

АЭС с РУ В320



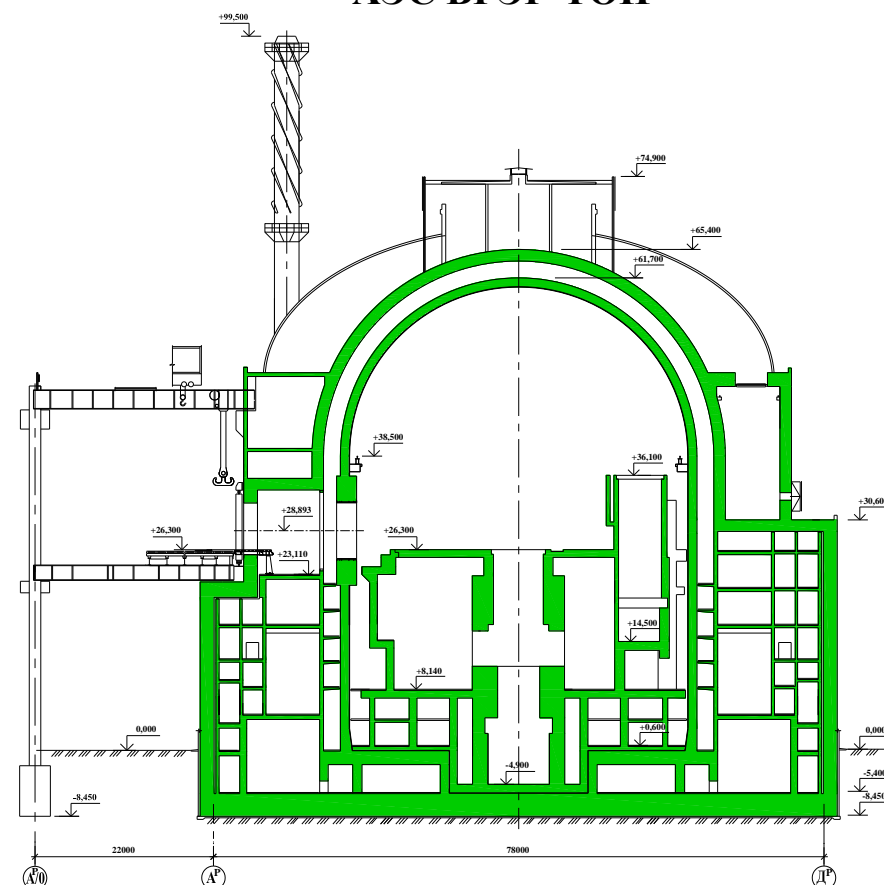
Сроки строительства – 46 месяцев, достигнуто на 3-м блоке Запорожской АЭС.

НВАЭС-2

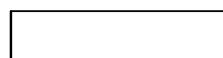


Директивные сроки строительства – 52,5 месяцев для двух первых блоков.

АЭС ВРЭР-ТОИ



Директивные сроки строительства: 48 месяцев – головной блок, 40 месяцев – последующие блоки.



- армирование отдельными стержнями



- армирование пространственными каркасами



- армирование пространственными армоопалубочными блоками с несъемной опалубкой

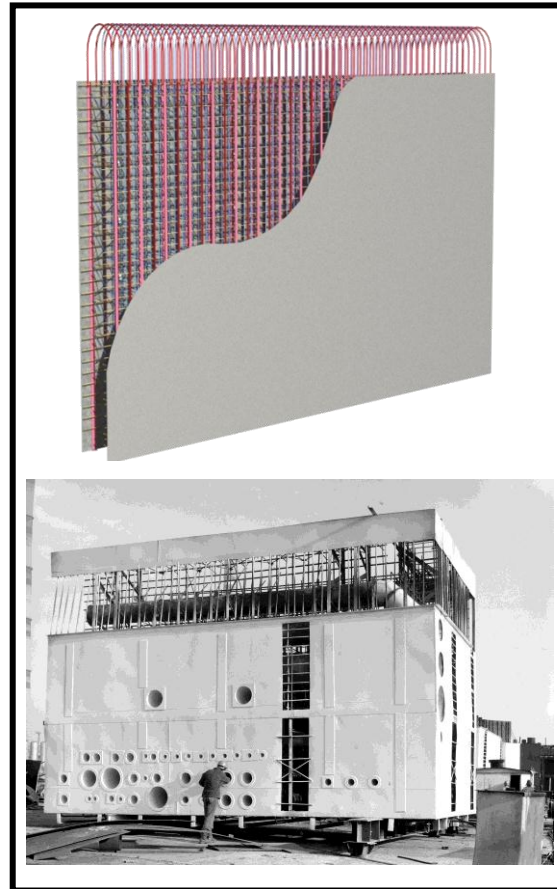
Индустриальные строительные конструкции АЭС ВВЭР-ТОИ, обеспечивающие возможность скоростного возведения зданий и сооружений АЭС:

Предусматривается широкое применение крупноразмерных армоопалубочных конструкций полной предмонтажной готовности, т.е. армокаркасов с несъемной опалубкой с установленными закладными деталями проходов.

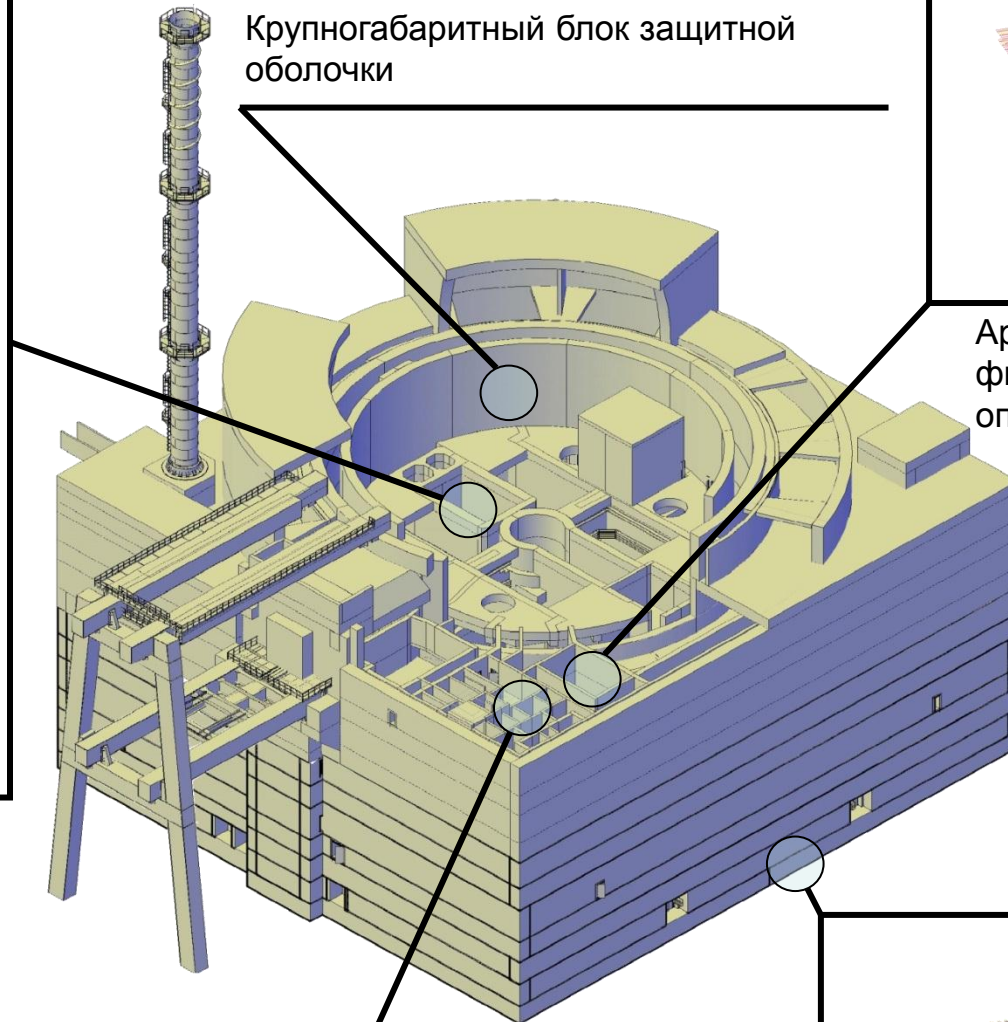
Технические решения,
на основании которых разработаны армоопалубочные индустриальные
строительные конструкции.

1. Несъемная опалубка: - из стального листа, учитываемая в работе конструкции как листовая арматура;
 - в виде сталефибробетонных панелей толщиной 30 мм.
2. Использование новой арматуры класса А 600С (производства Северсталь) для конструкций воспринимающих высокоинтенсивные внешние особые и внутренние аварийные воздействия;
3. Применение индустриальных видов соединений арматуры:
 - с помощью петлевых стыков;
 - с помощью винтовых муфтовых соединений;
 - с использованием стыка внахлест для стержней диаметром равным и меньшим 20 мм.
4. Применение бетонирования самоуплотняющимися бетонами (СУБ).

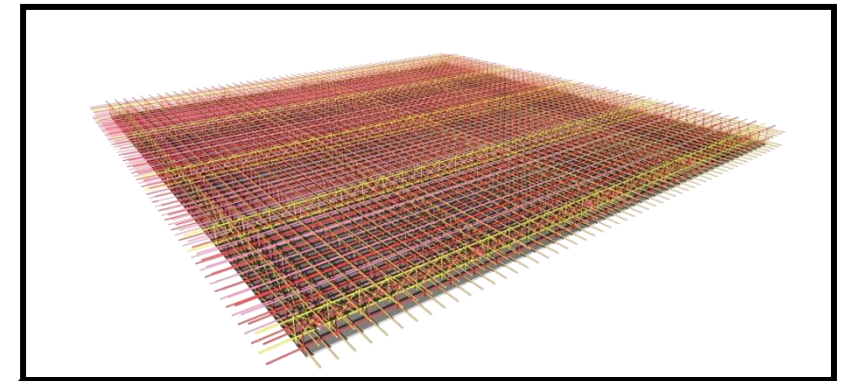
Основные типы строительных конструкций здания реактора АЭС ВВЭР-ТОИ



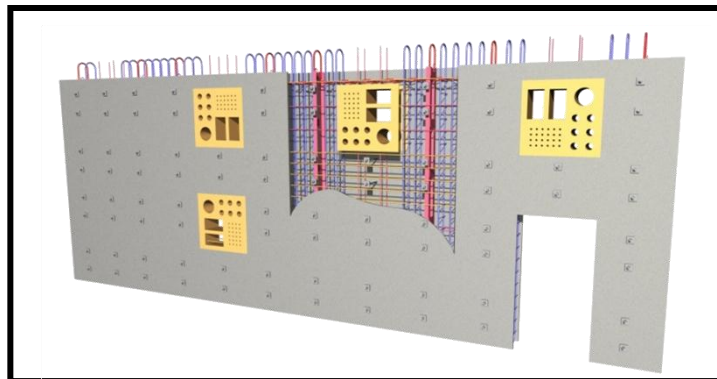
Конструкция армблока с использованием стального листа в качестве несъемной опалубки



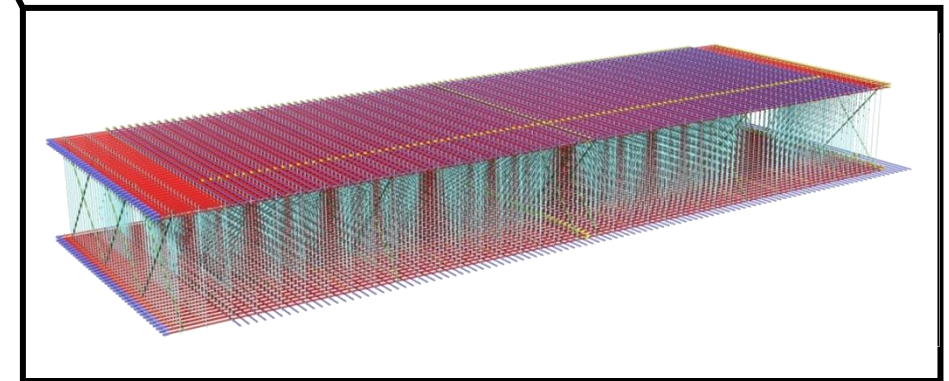
Крупногабаритный блок защитной оболочки



Армблок перекрытия с использованием фибробетонных плит в качестве несъемной опалубки

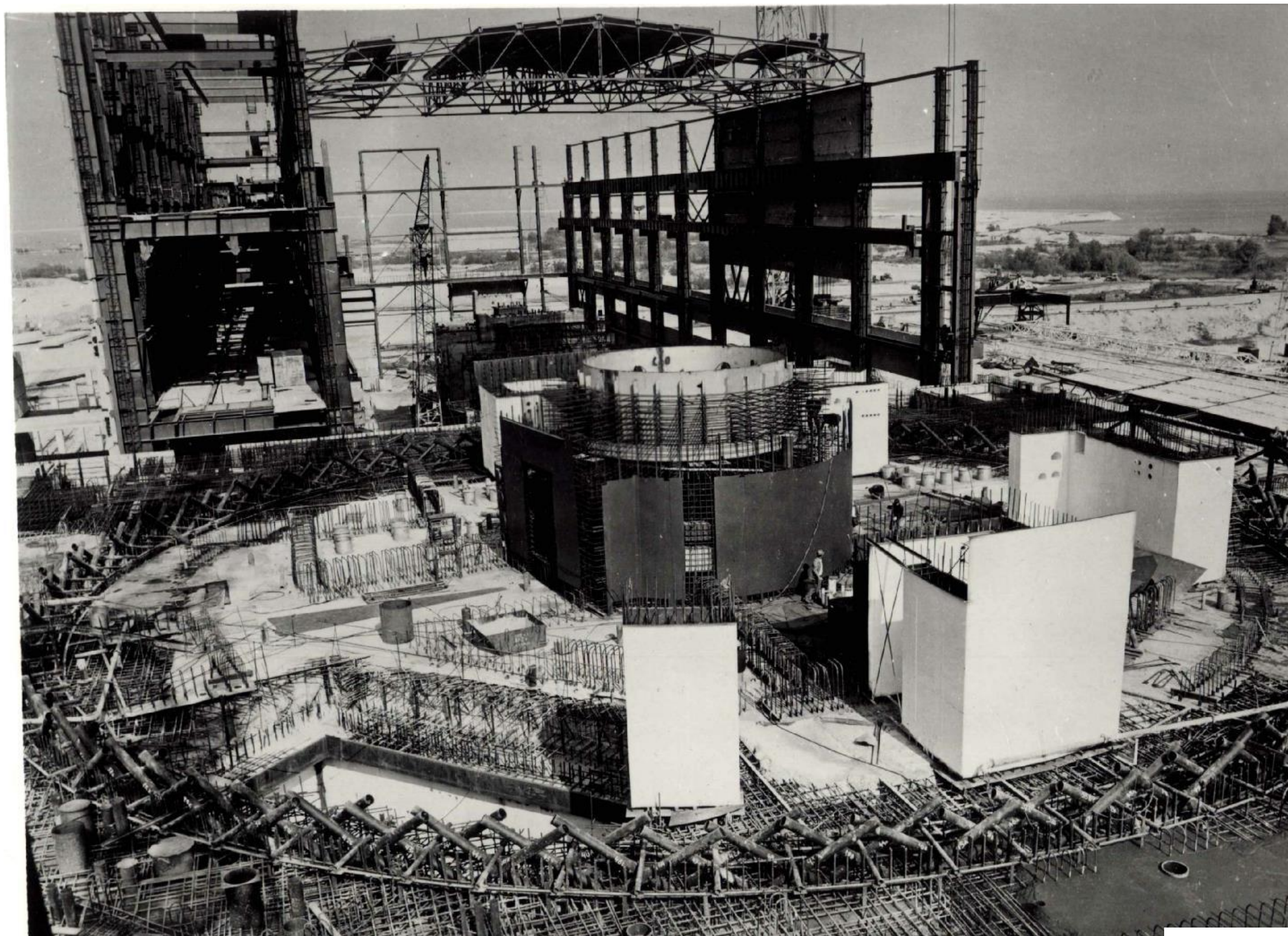


Стеновой армблок с использованием фибробетонных плит

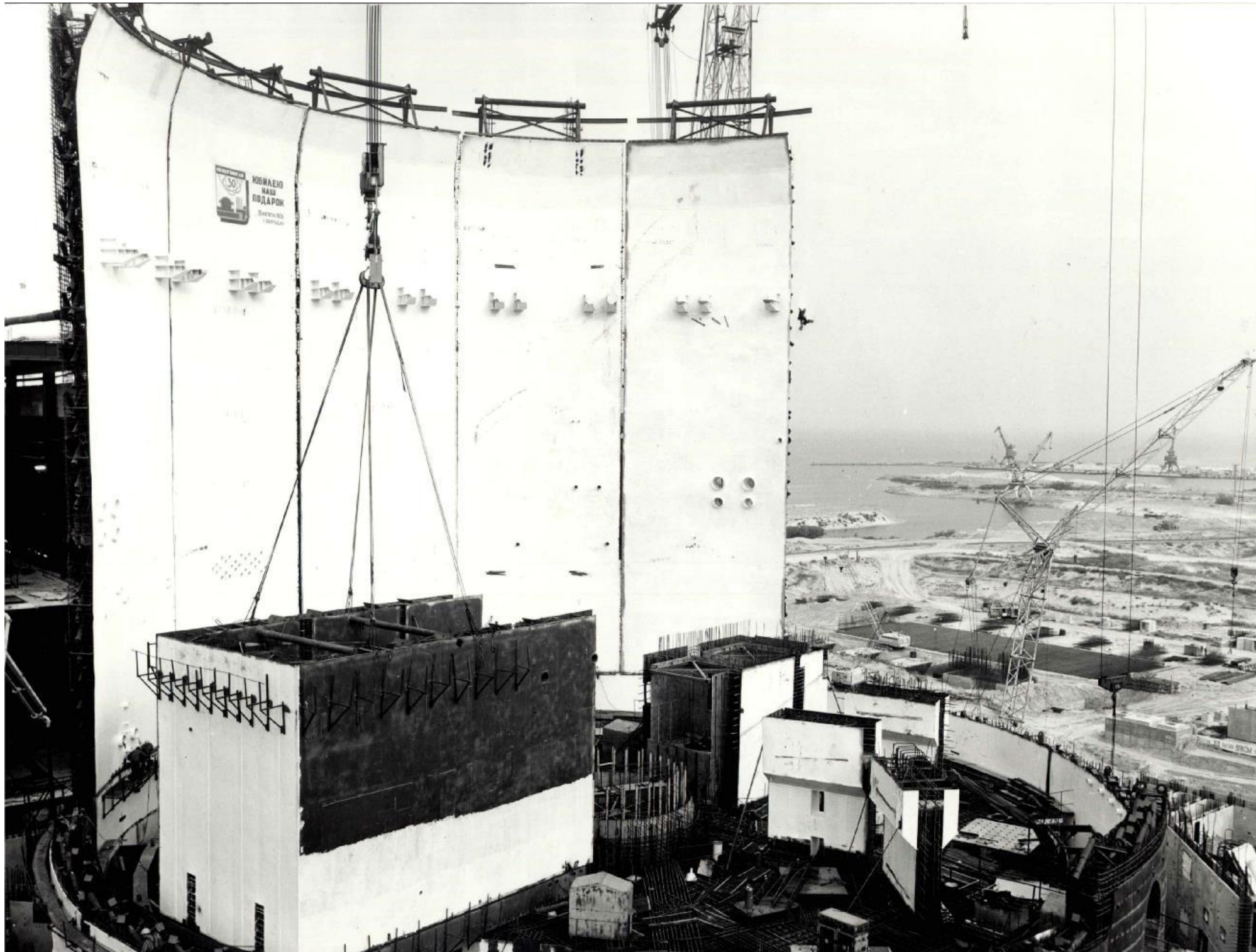


Пространственные армокаркасы фундаментной плиты

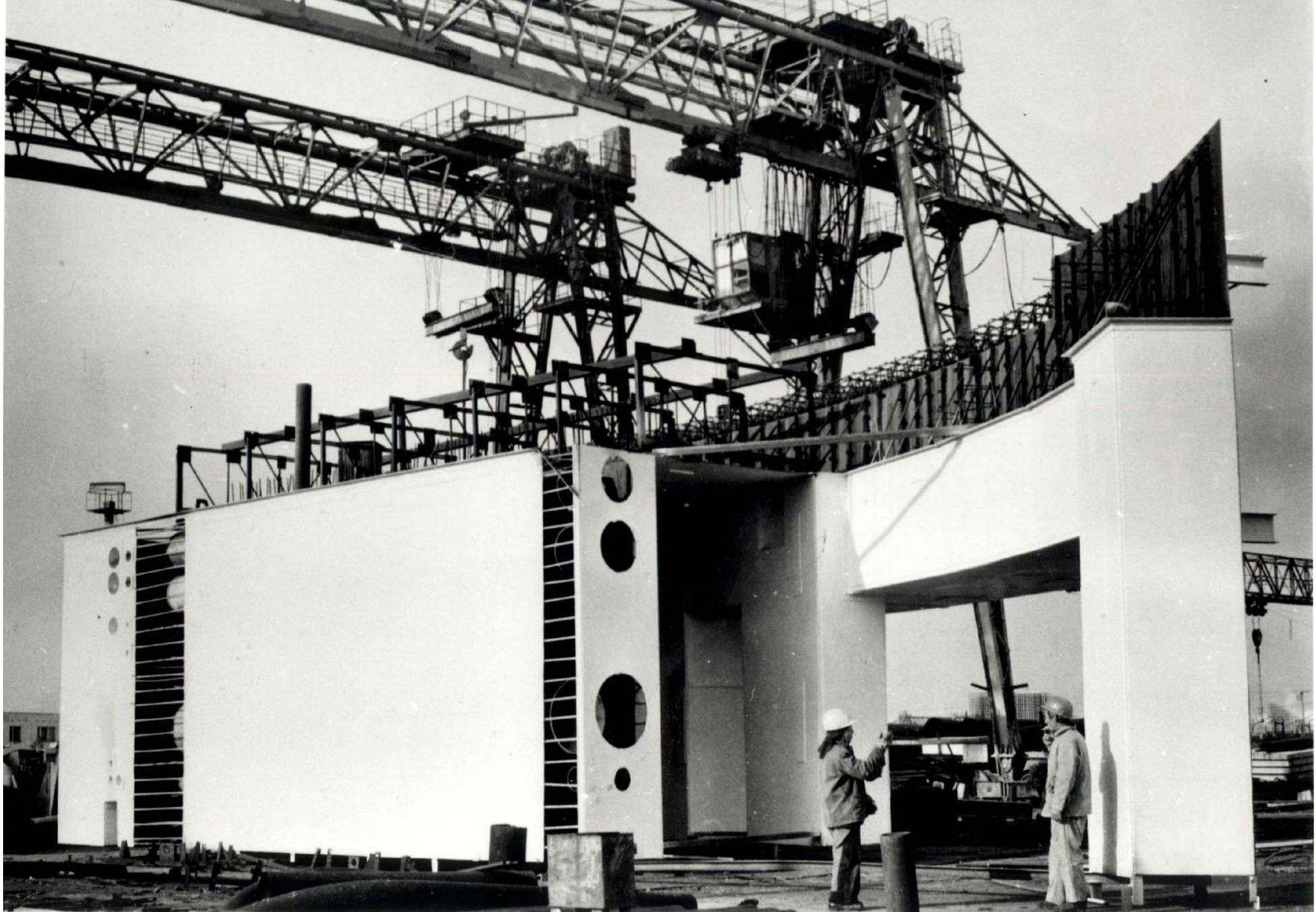
Вид на реакторное здание Запорожской АЭС.
Армопалубочные конструкции на отм. + 13,200



Вид на реакторное здание Запорожской АЭС. Монтаж армоопалубочного блока бассейна выдержки



Запорожская АЭС. Армопалубочные блоки

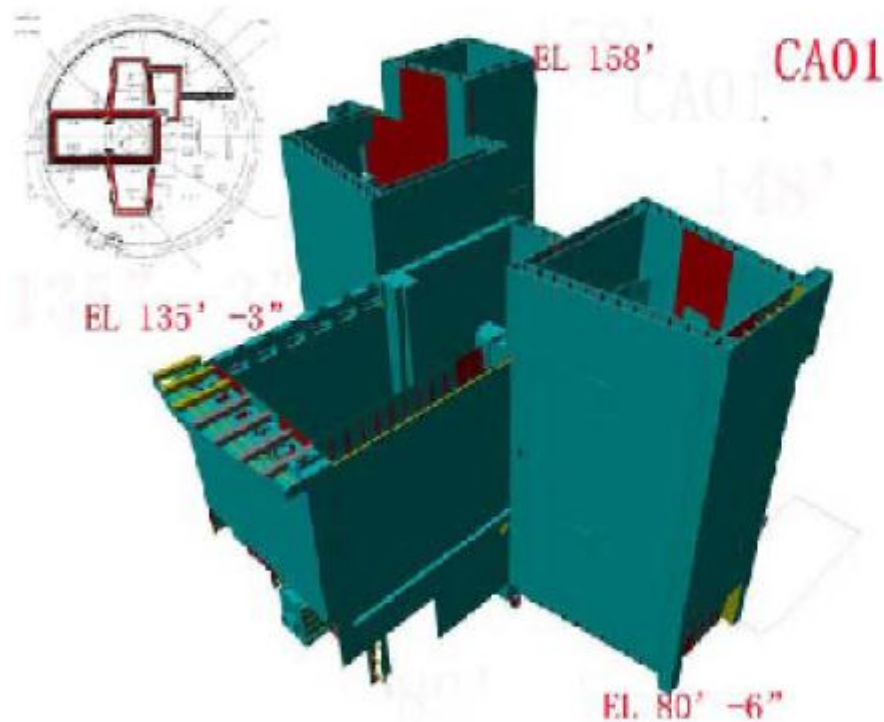


Запорожская АЭС. Армоопалубочный блок





CA01 Briefing



CA01, a structural module, is located in the Containment Building of NI. It's 26.74m long, 28.96m wide and 23.47 high with a total theoretic weight of nearly 874.25t. The actual assembly weight is 809; CA01 has 8 sub-assemblies and consists of 47 sub-modules, of which there are 38 wall modules and 9 miscellaneous modules.

国核工程有限公司
STATE NUCLEAR POWER ENGINEERING COMPANY



Рисунок 6. Строительство АЭС в Китае по проекту AP-1000



CA01 Transportation Overview



The CA01 module is a T-shape structure with a dimension of $26.75\text{m} \times 28.96\text{m} \times 23.47\text{m}$;
The total transportation weight is 1090.9 t

国核工程有限公司
STATE NUCLEAR POWER ENGINEERING COMPANY



Рисунок 7. Строительство АЭС в Китае по проекту AP-1000



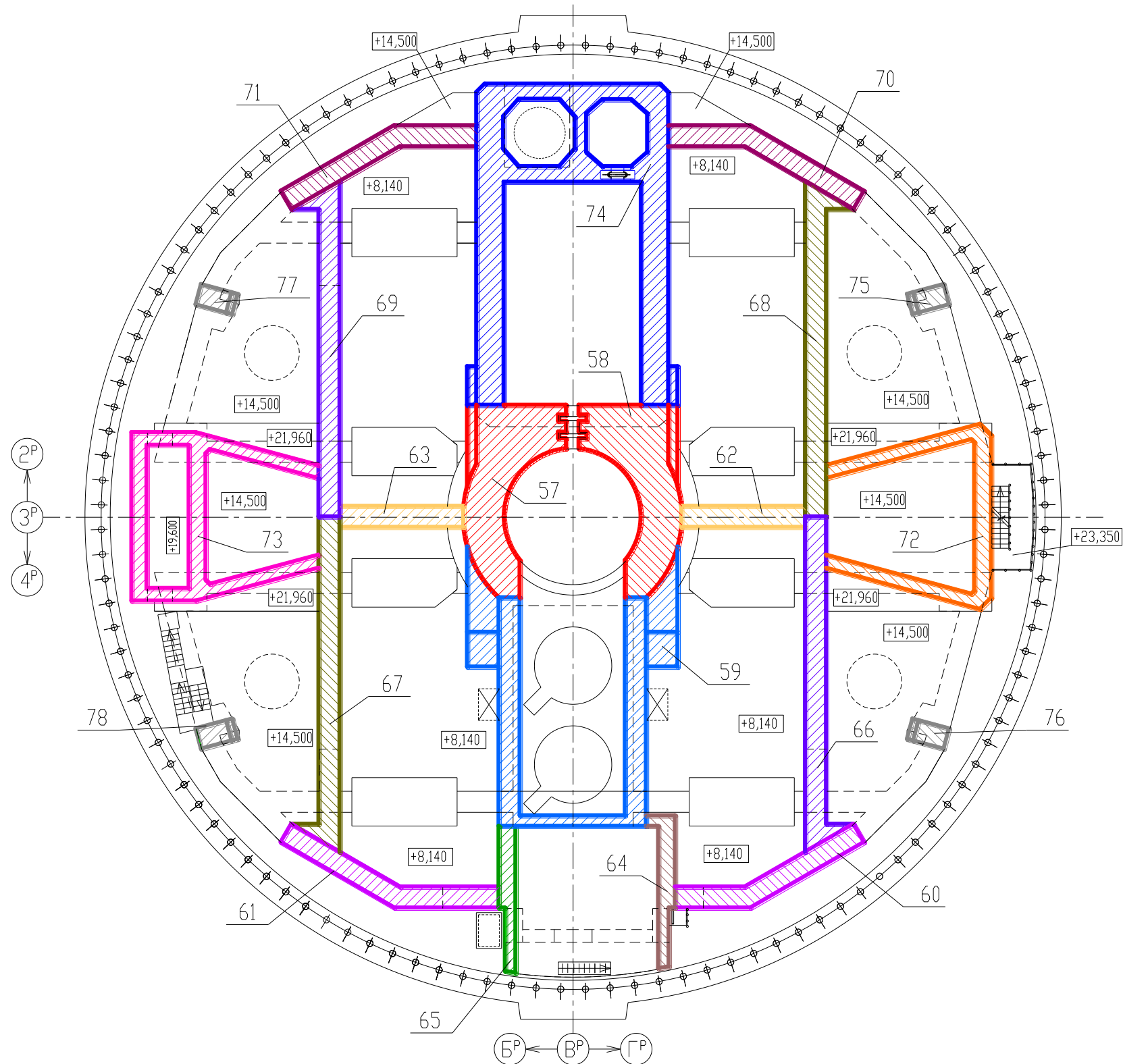
CA01 Rigging



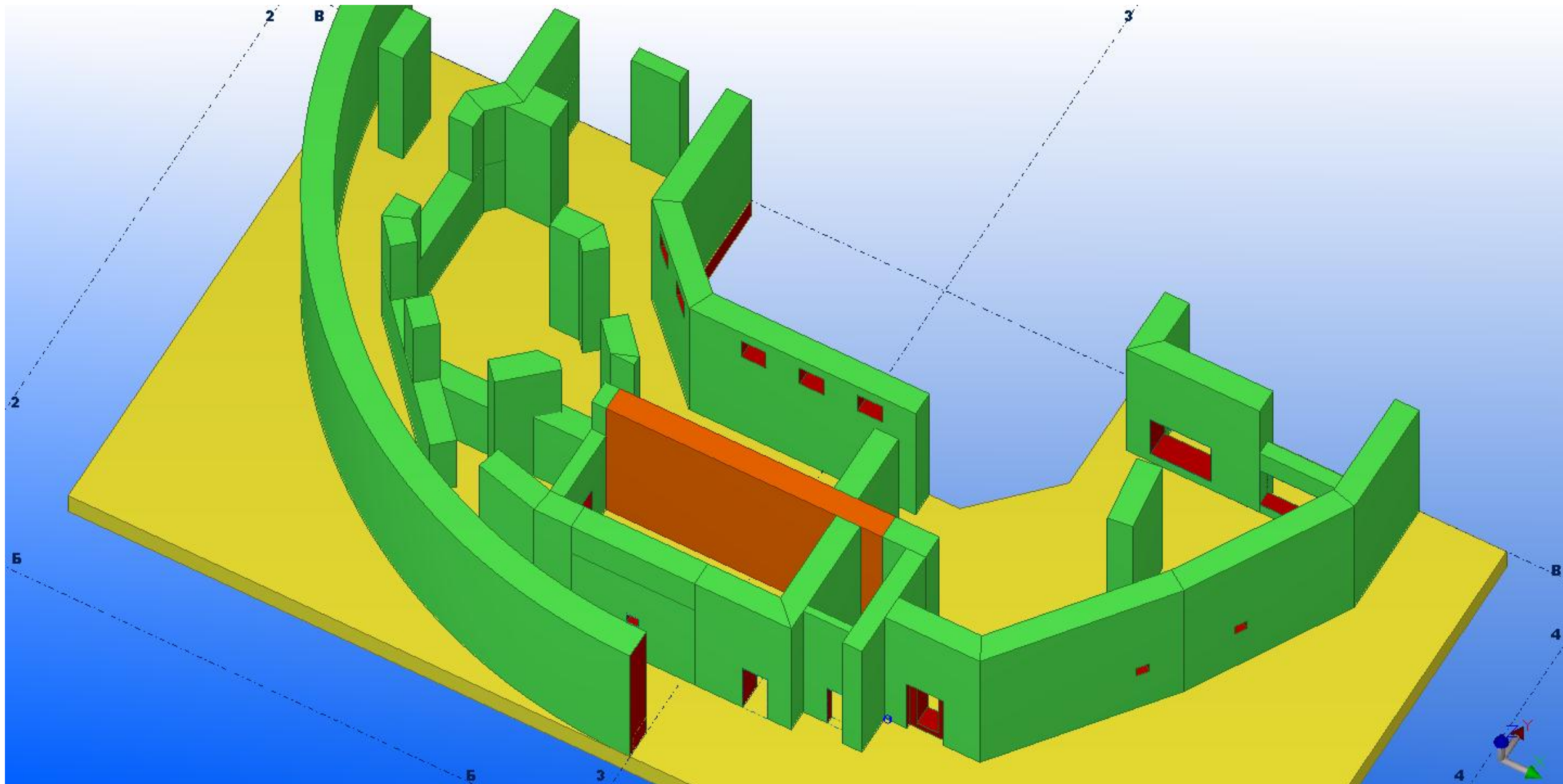
国核工程有限公司
STATE NUCLEAR POWER ENGINEERING COMPANY



Схема расположения стеновых армоблоков на отм. +14,500

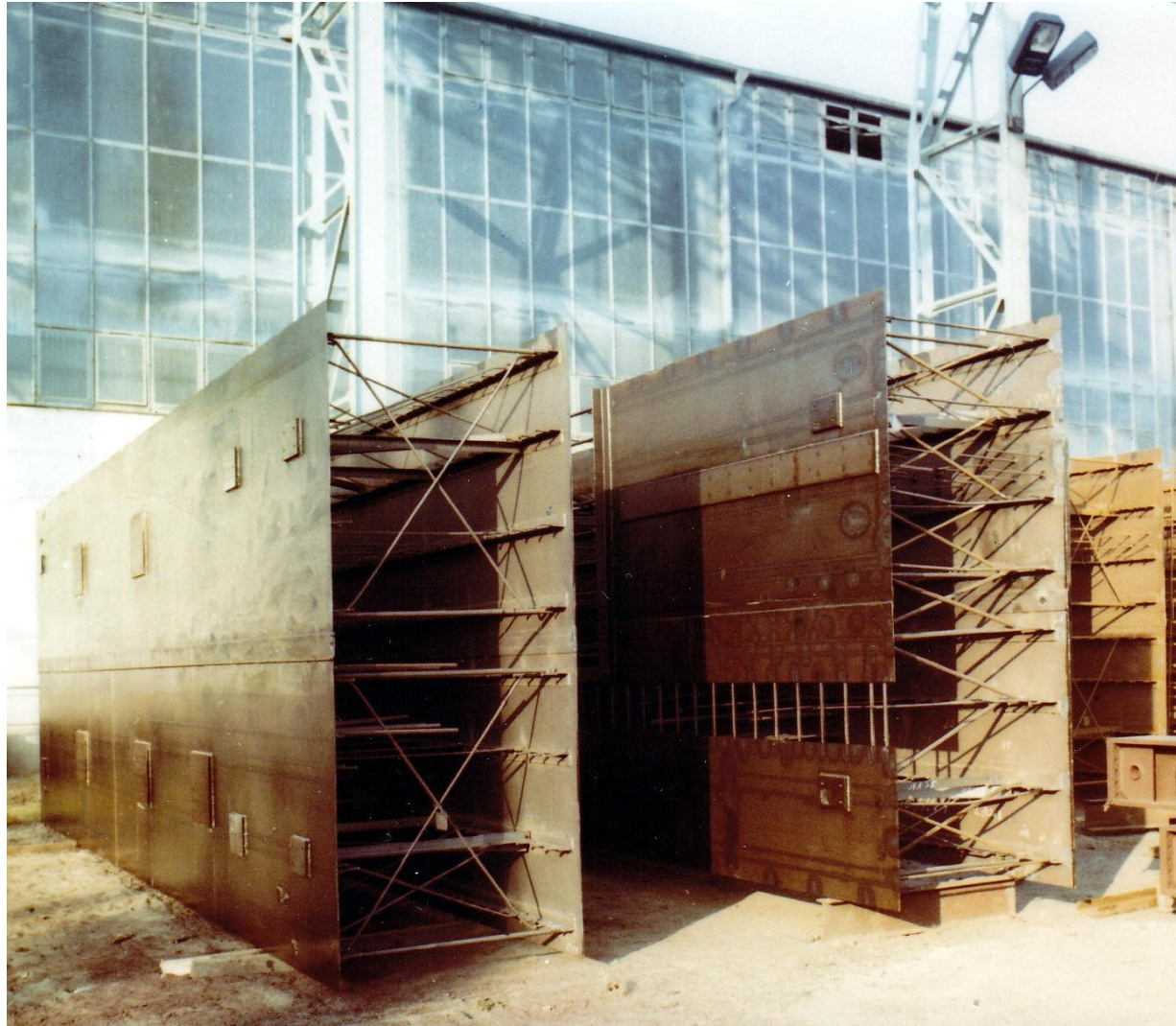


Реакторное здание. Фрагмент герметичного объема на отм. +0,550
в осях 2р-4р, Бр-Вр.

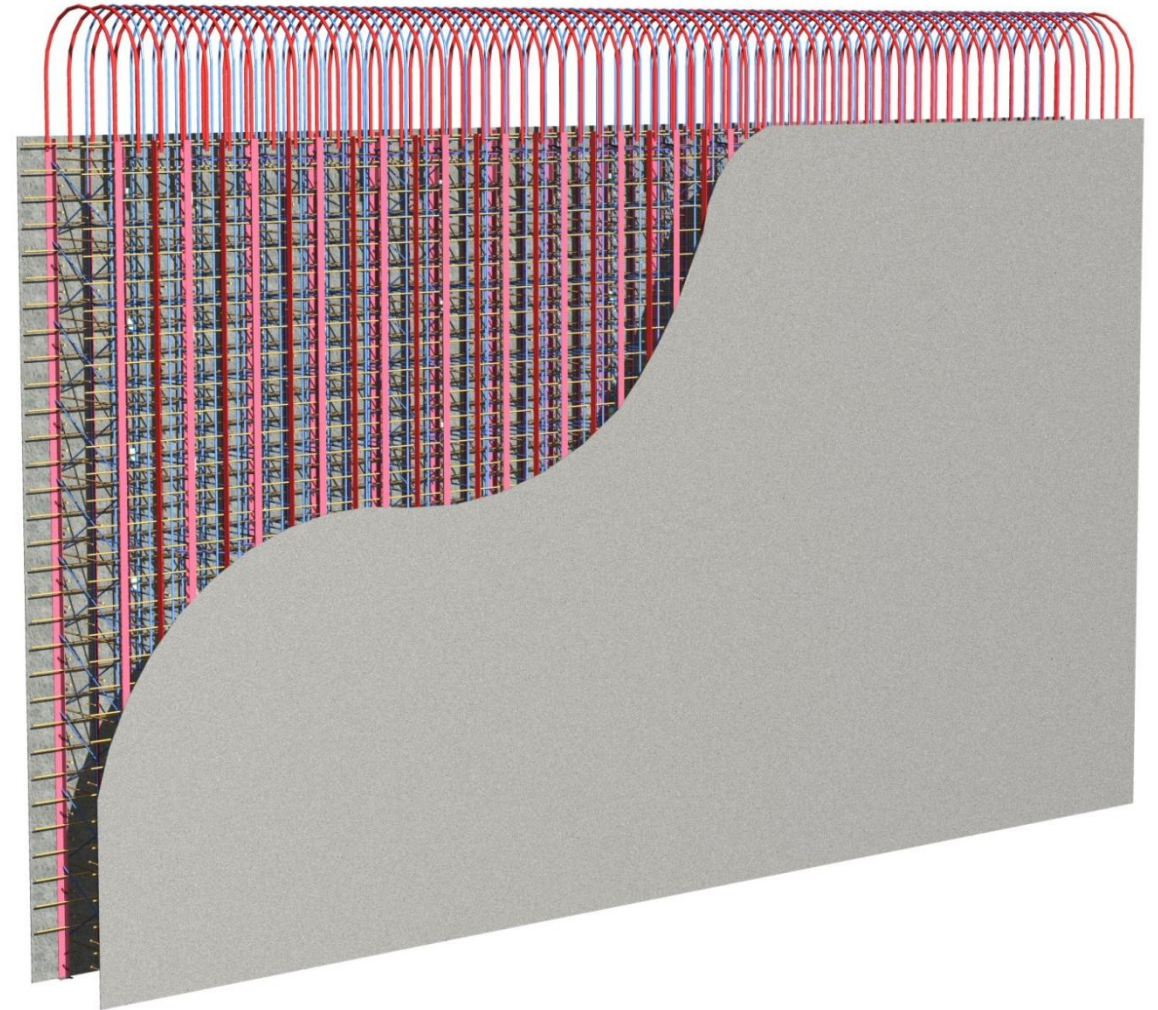


Конструкции герметичного объема

АЭС с РУ В320

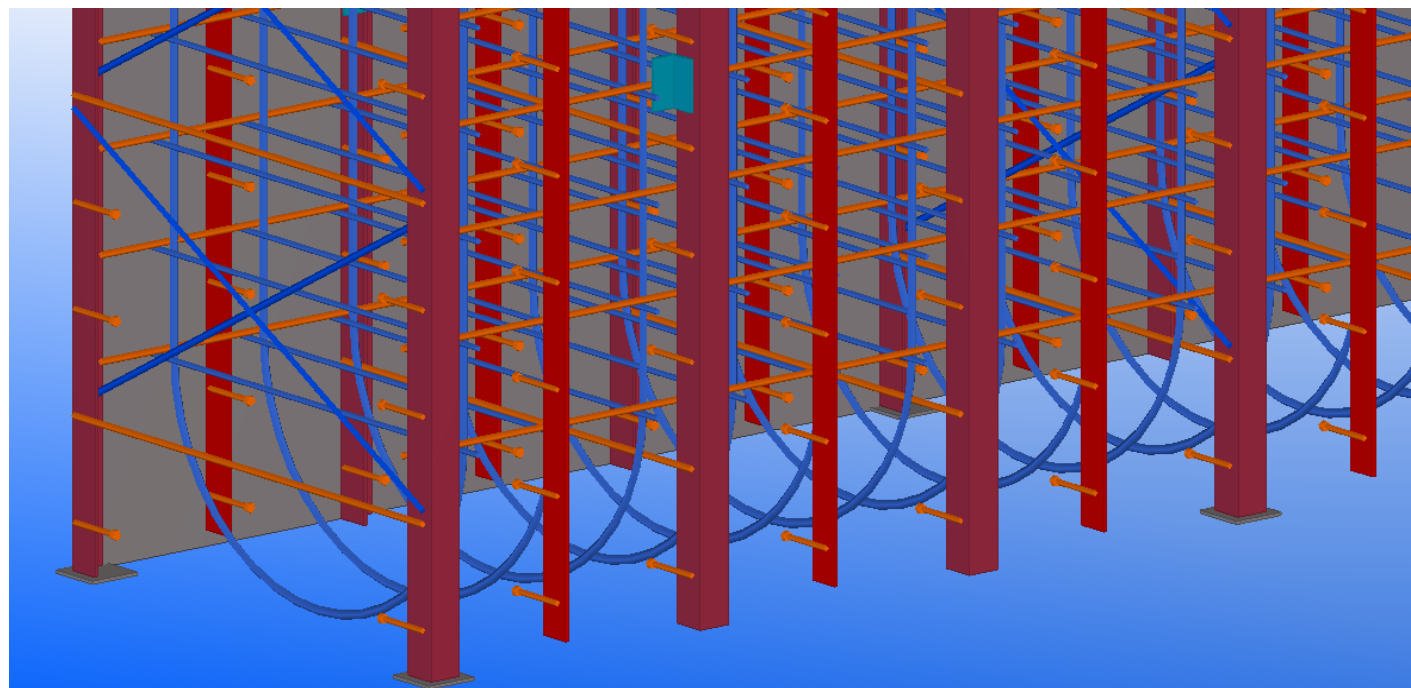
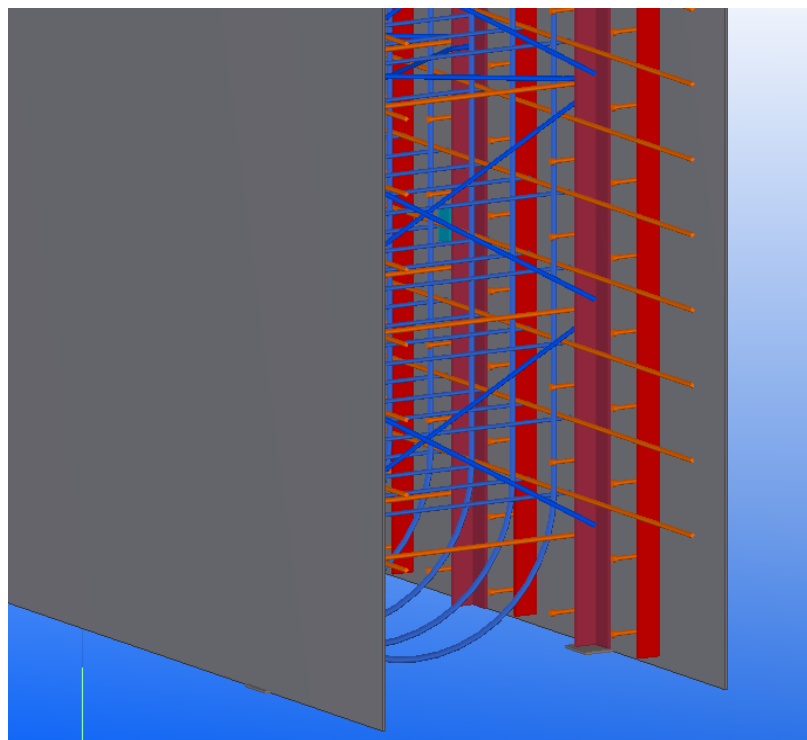
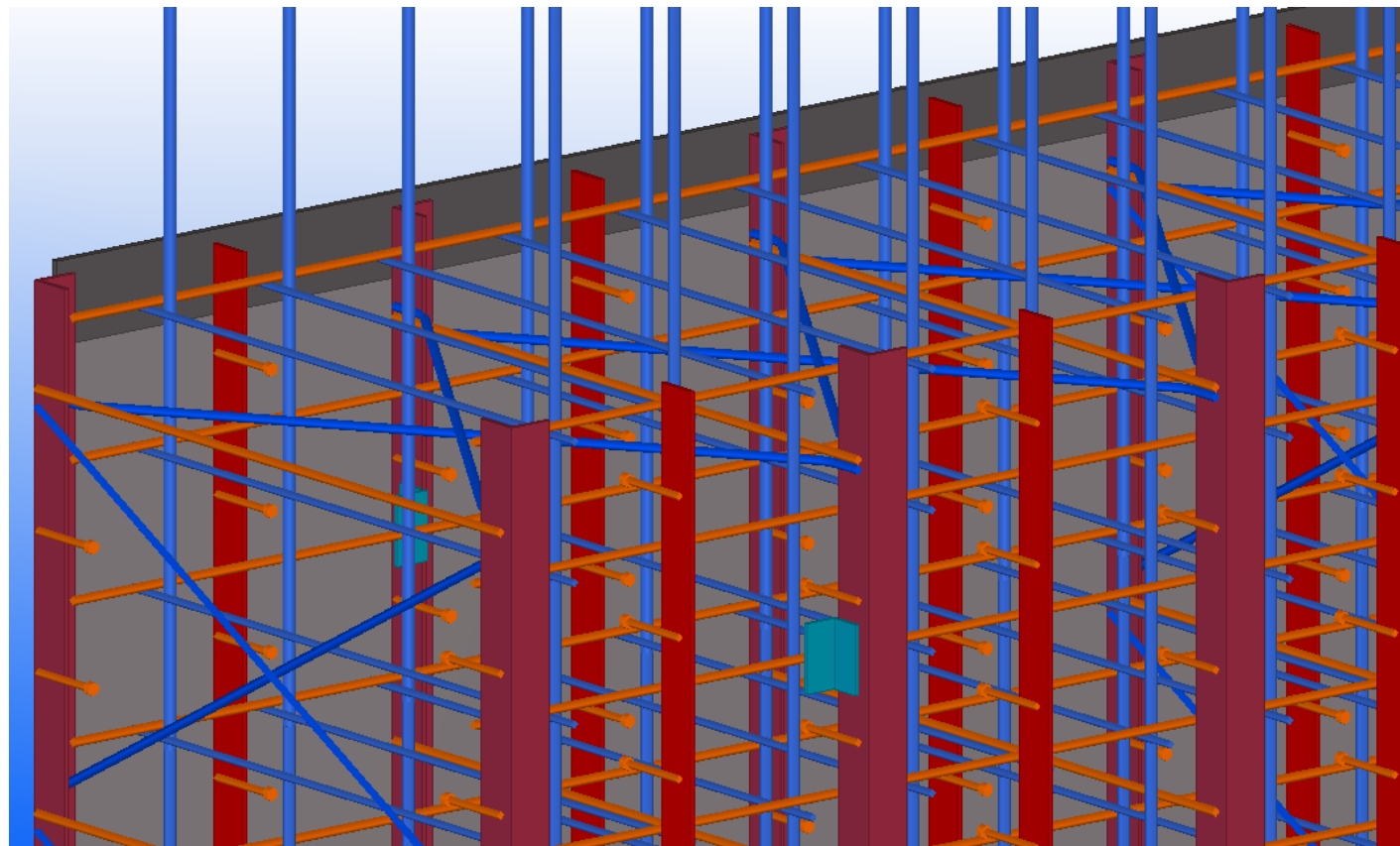
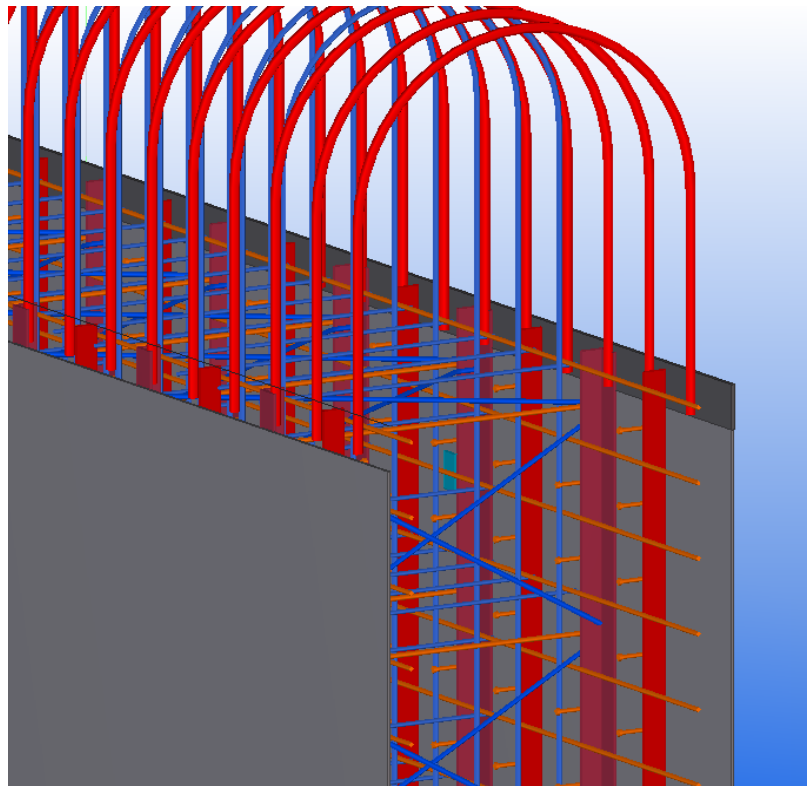


АЭС ВРЭР-ТОИ

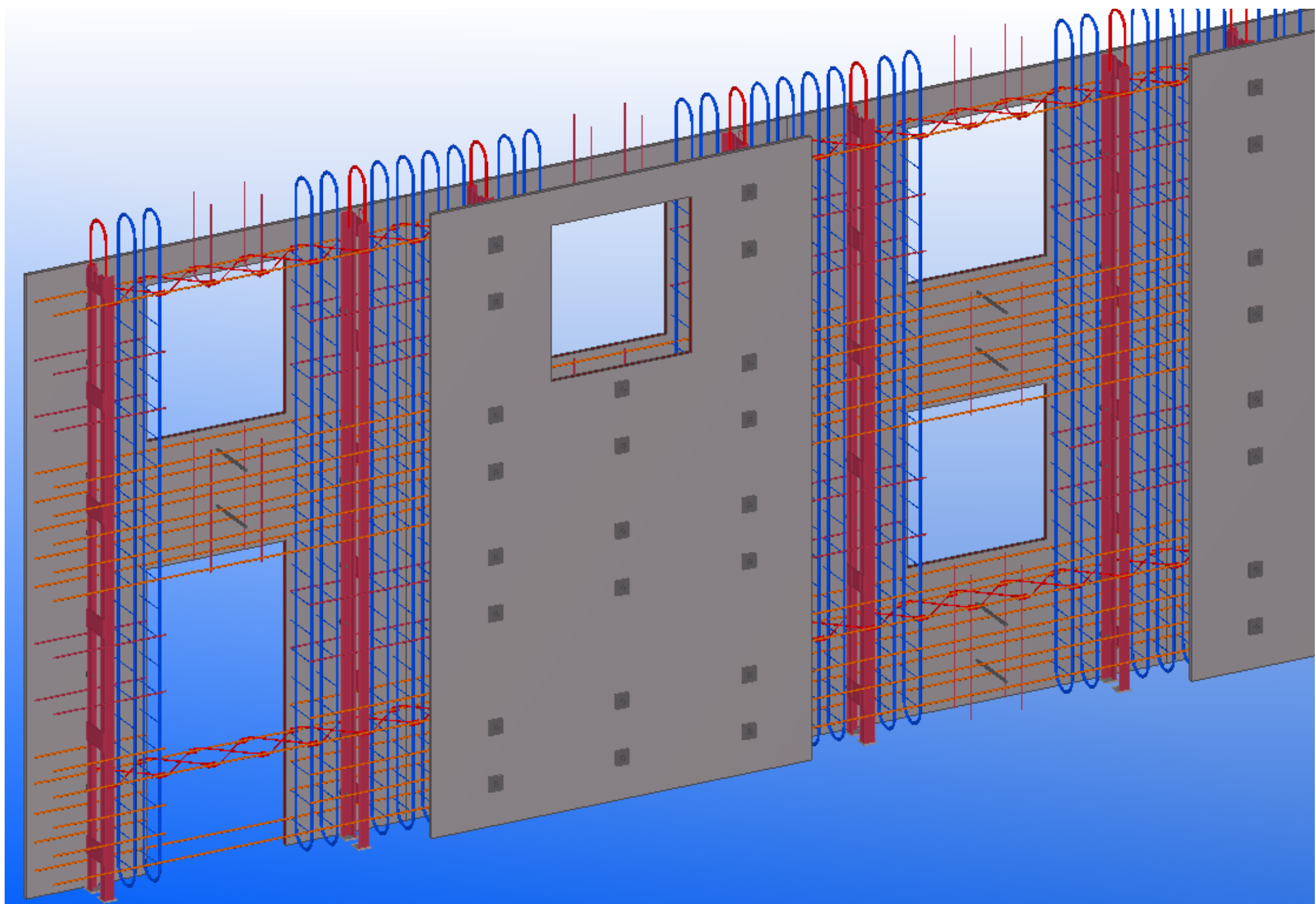


Современные конструкции с комплексным армированием, состоящие из стержневой и листовой арматуры, обеспечивают требуемую нормами огнестойкость

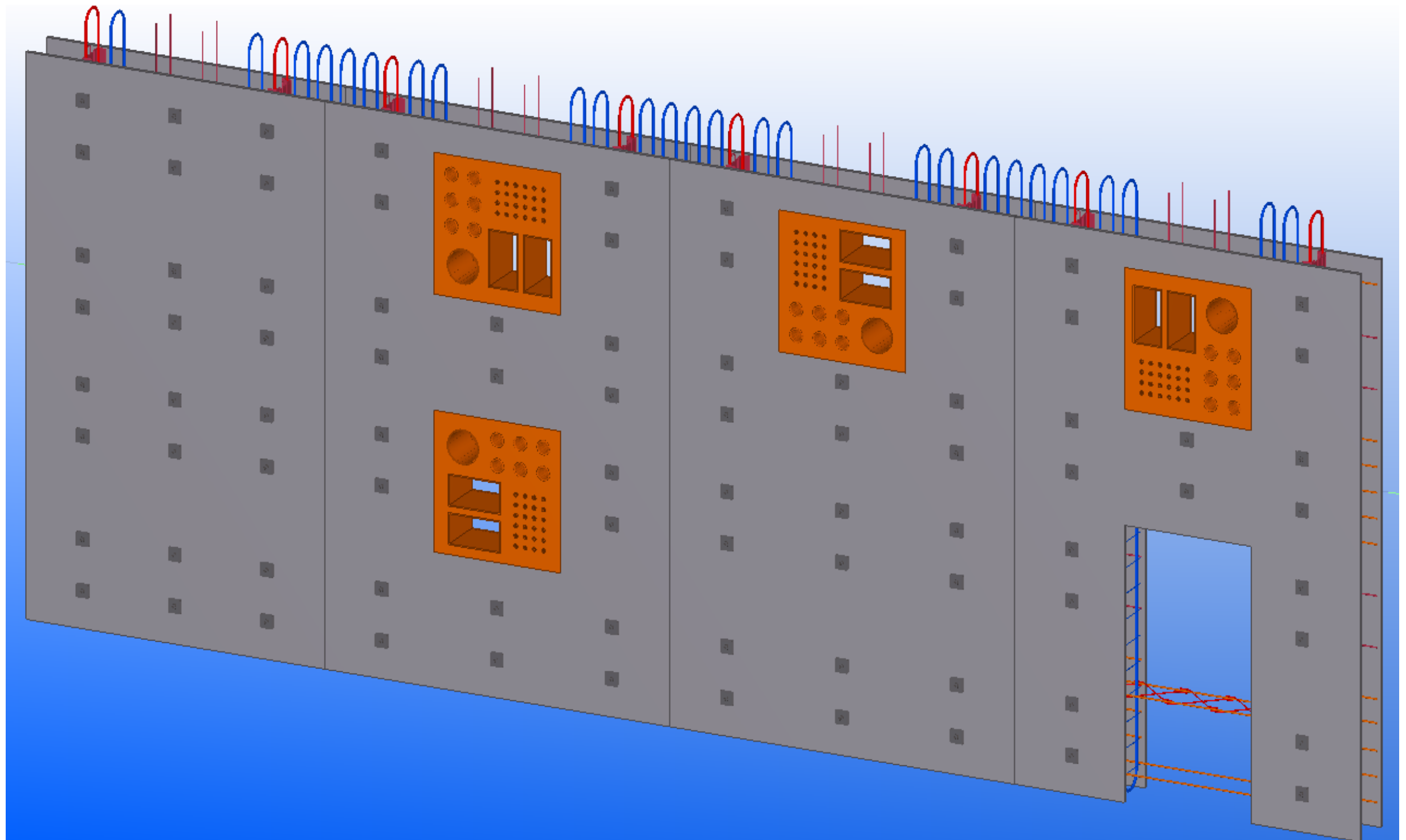
Конструкция армоблока с использованием стального листа в качестве несъемной опалубки



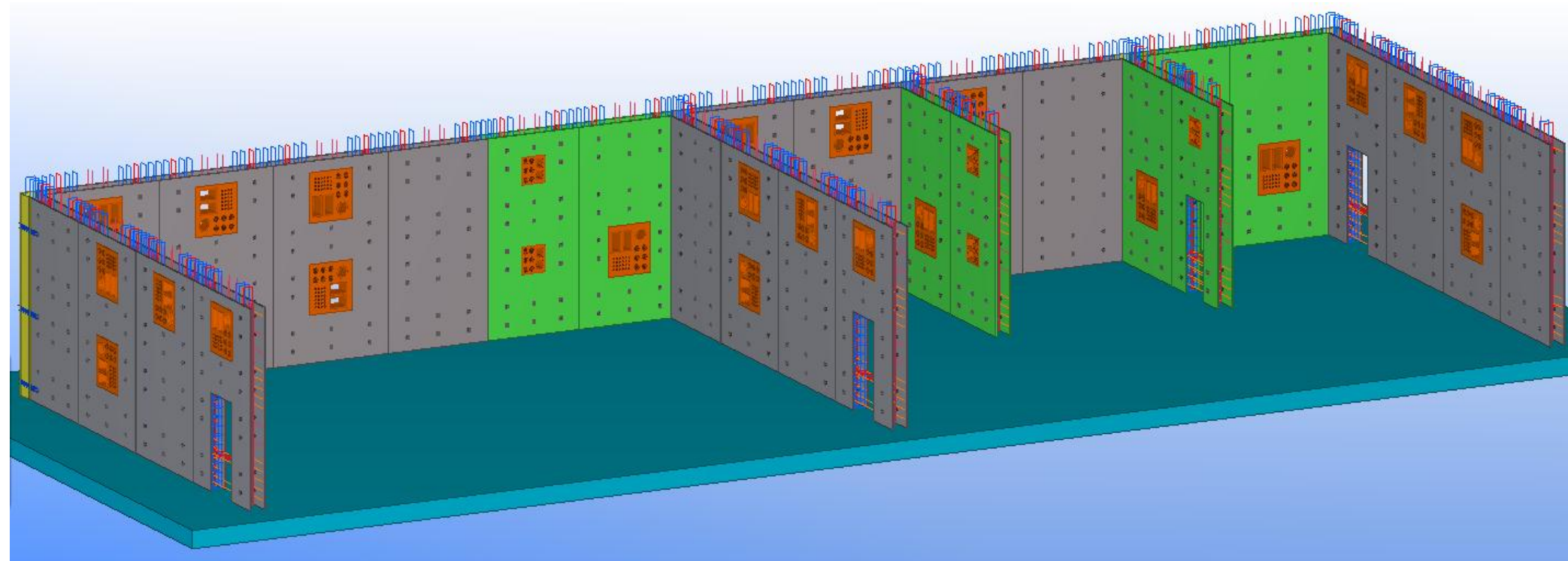
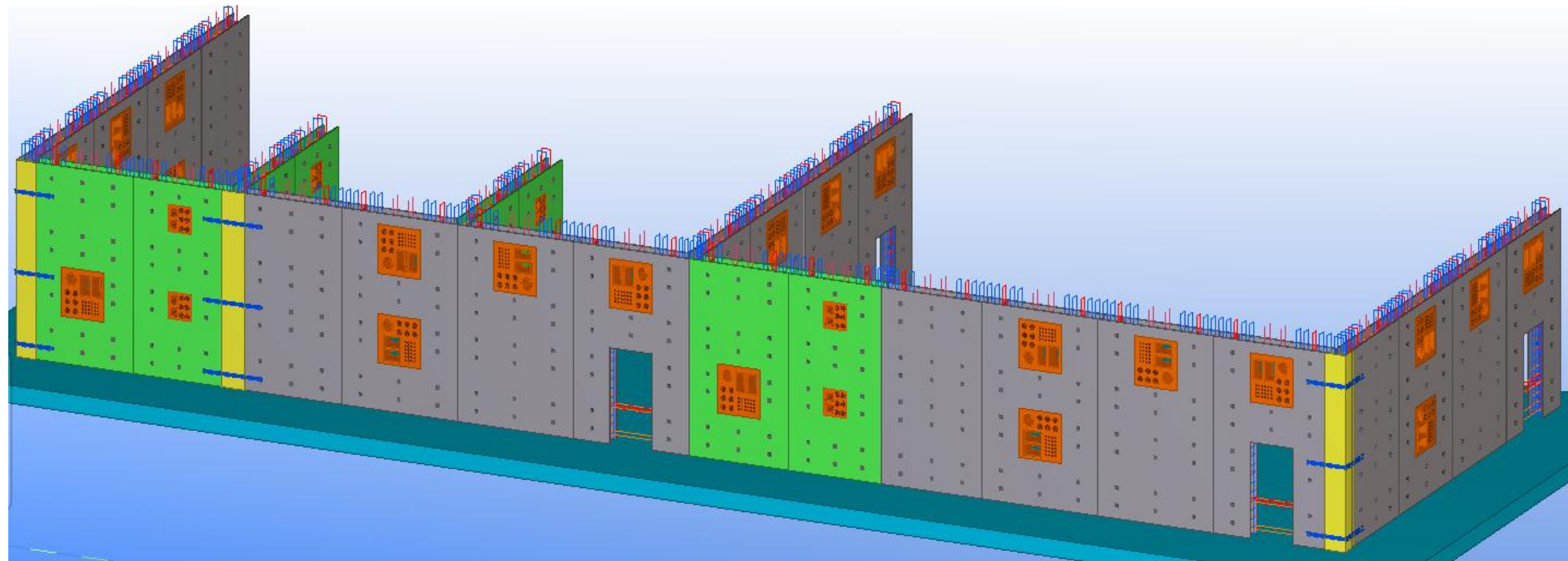
Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит (Размер 11800x4400x400)

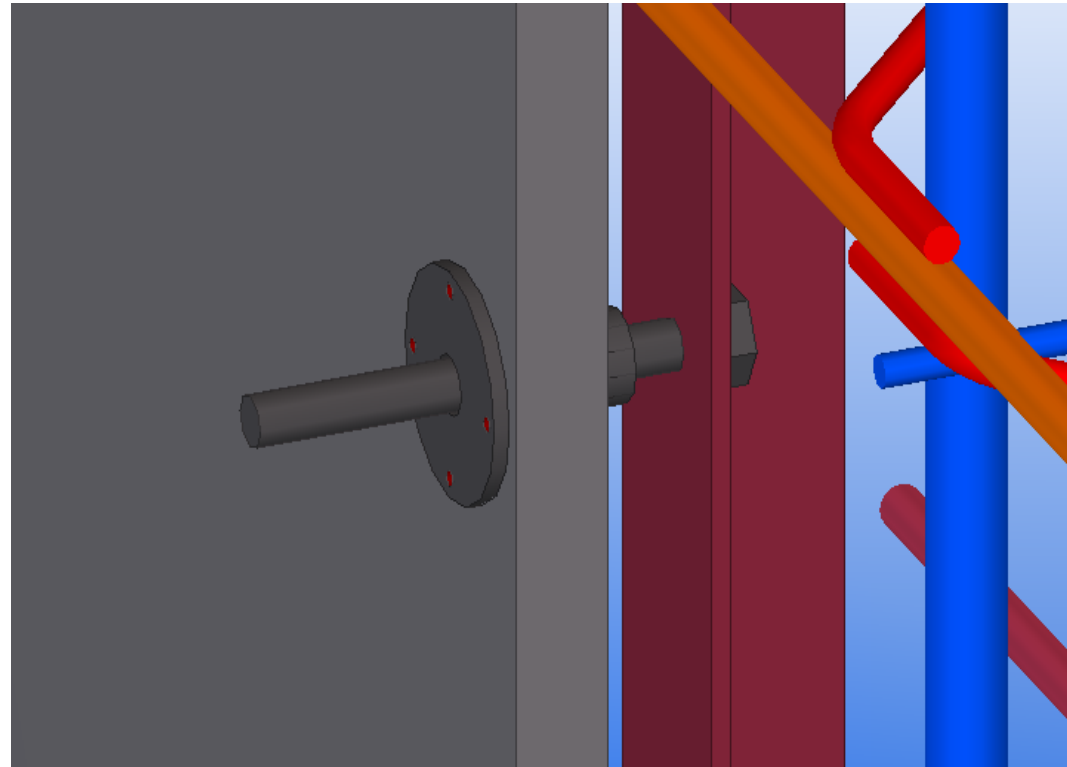
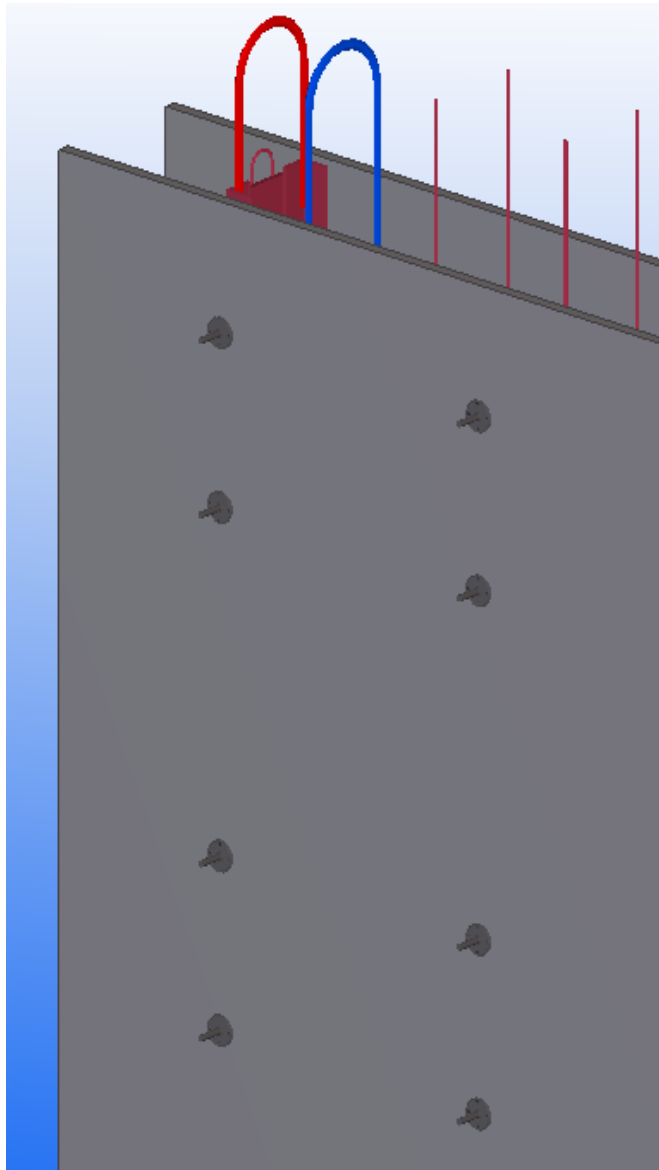


Стеновой армоблок с использованием фибробетонных плит (Размер 11800x4400x400)

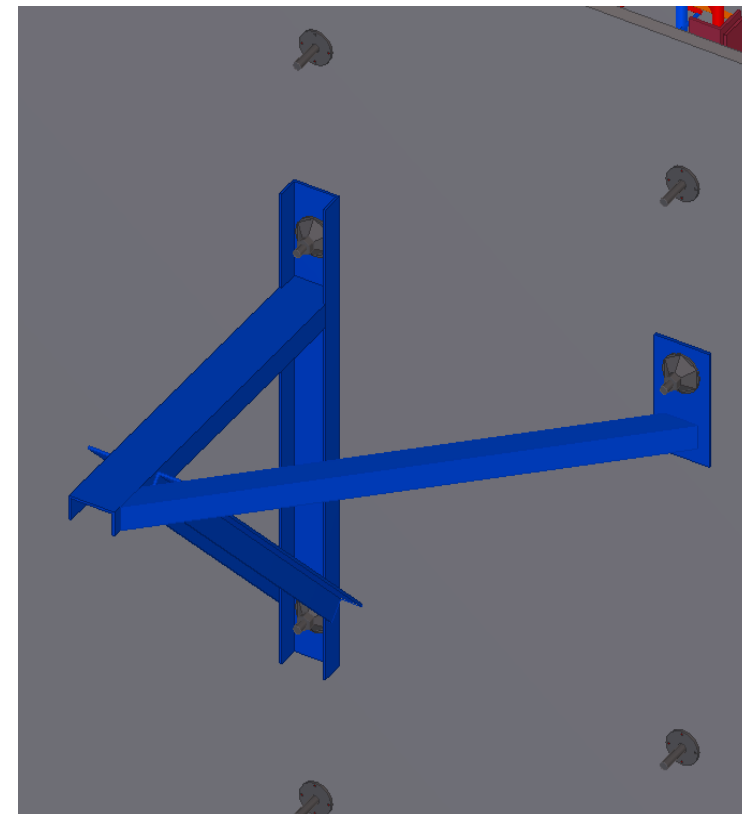


Фрагмент помещения из стеновых армоблоков с использованием фибробетонных плит и блокпроходов

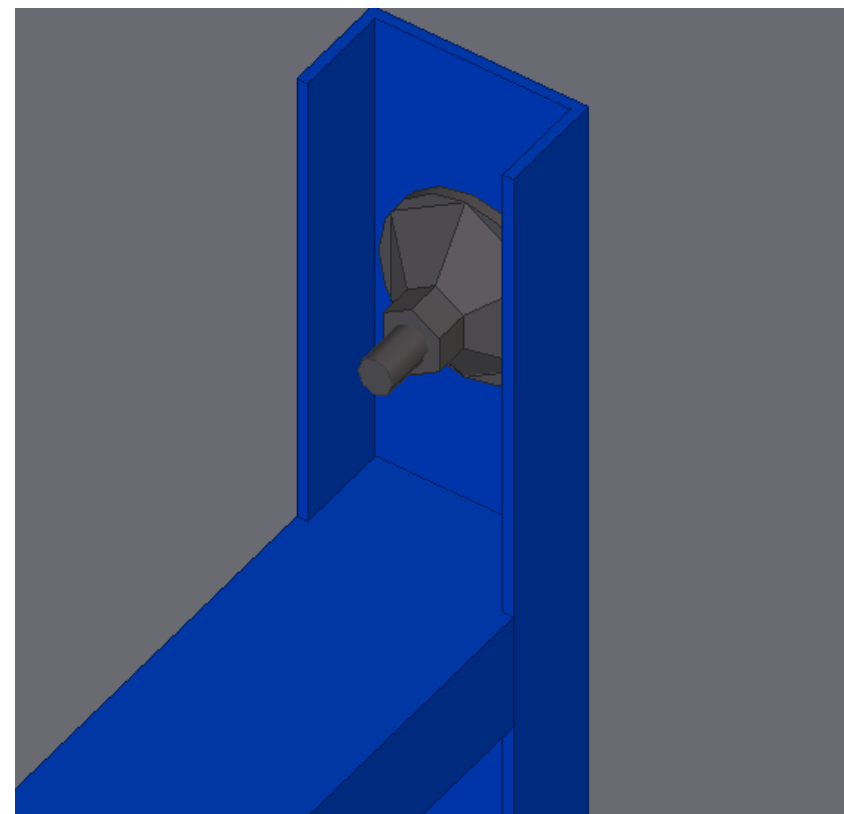




Узел крепления
фибробетонной плиты

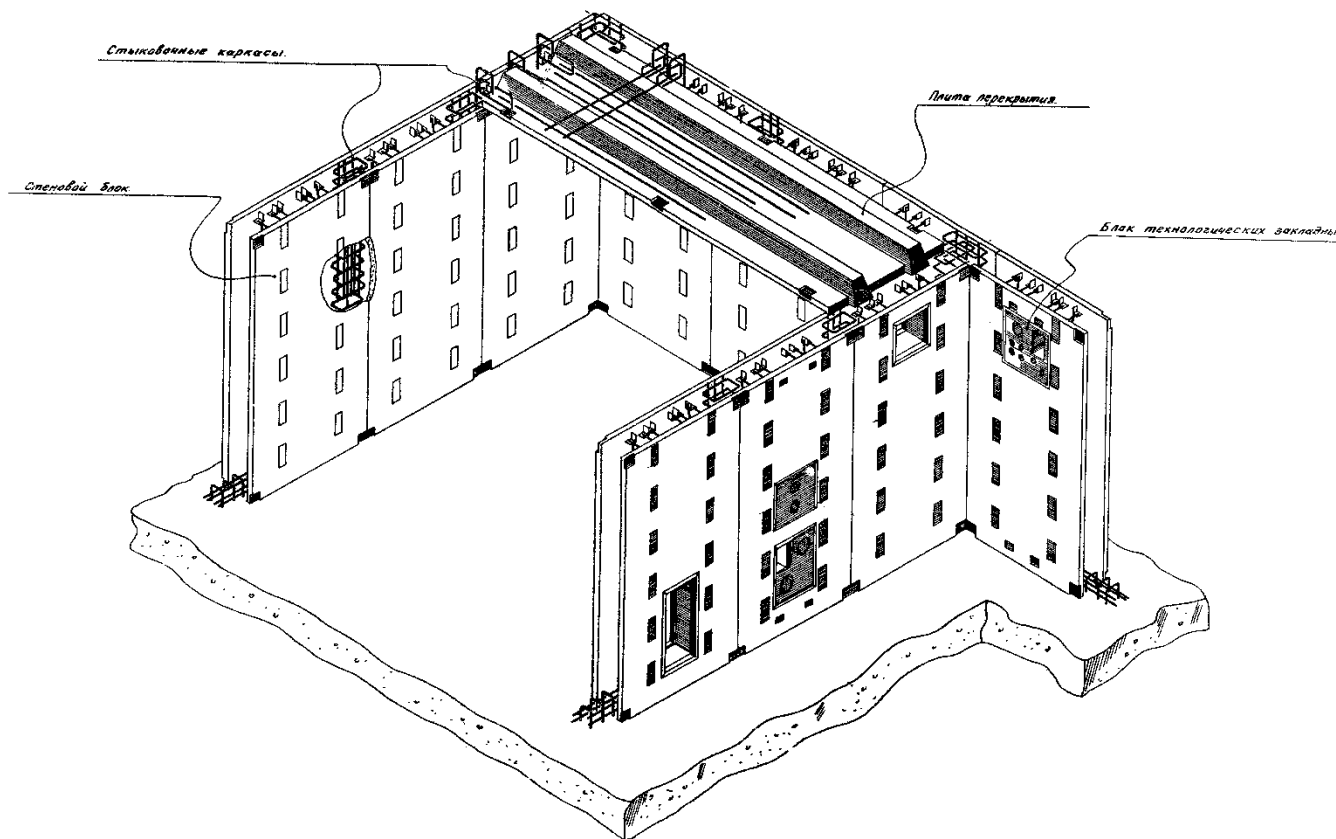


Узел крепления
консольной опоры

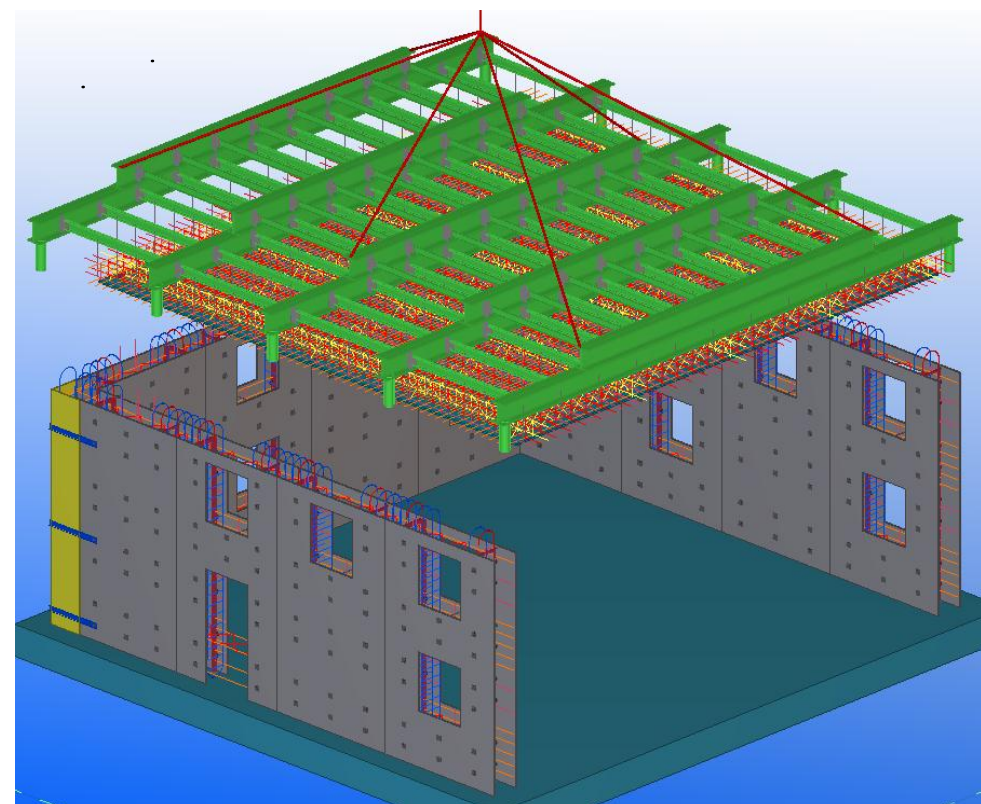
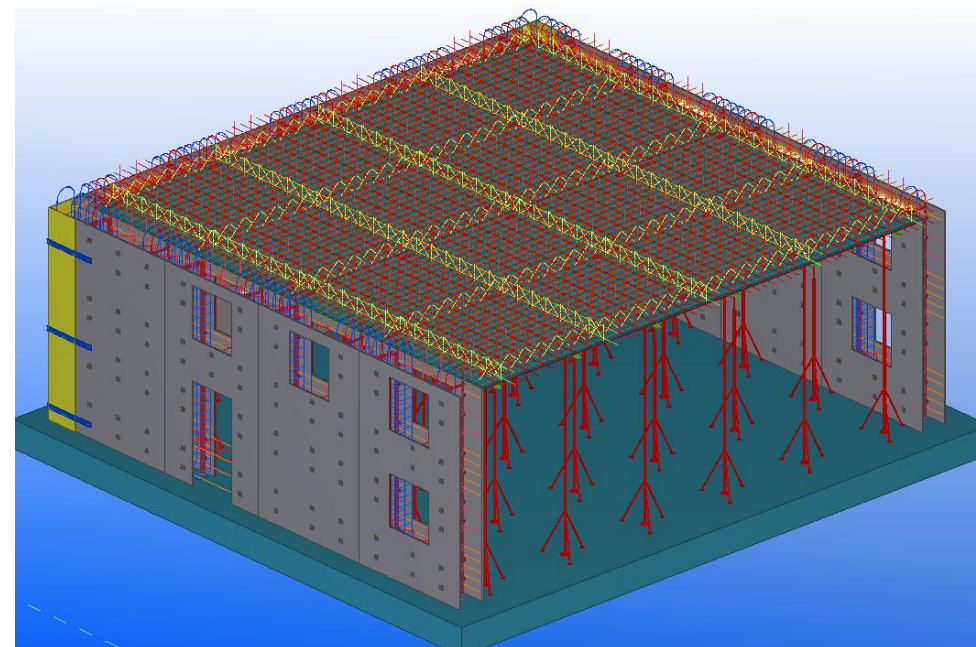


Конструкции обстройки и фундаментной части

АЭС с РУ В320

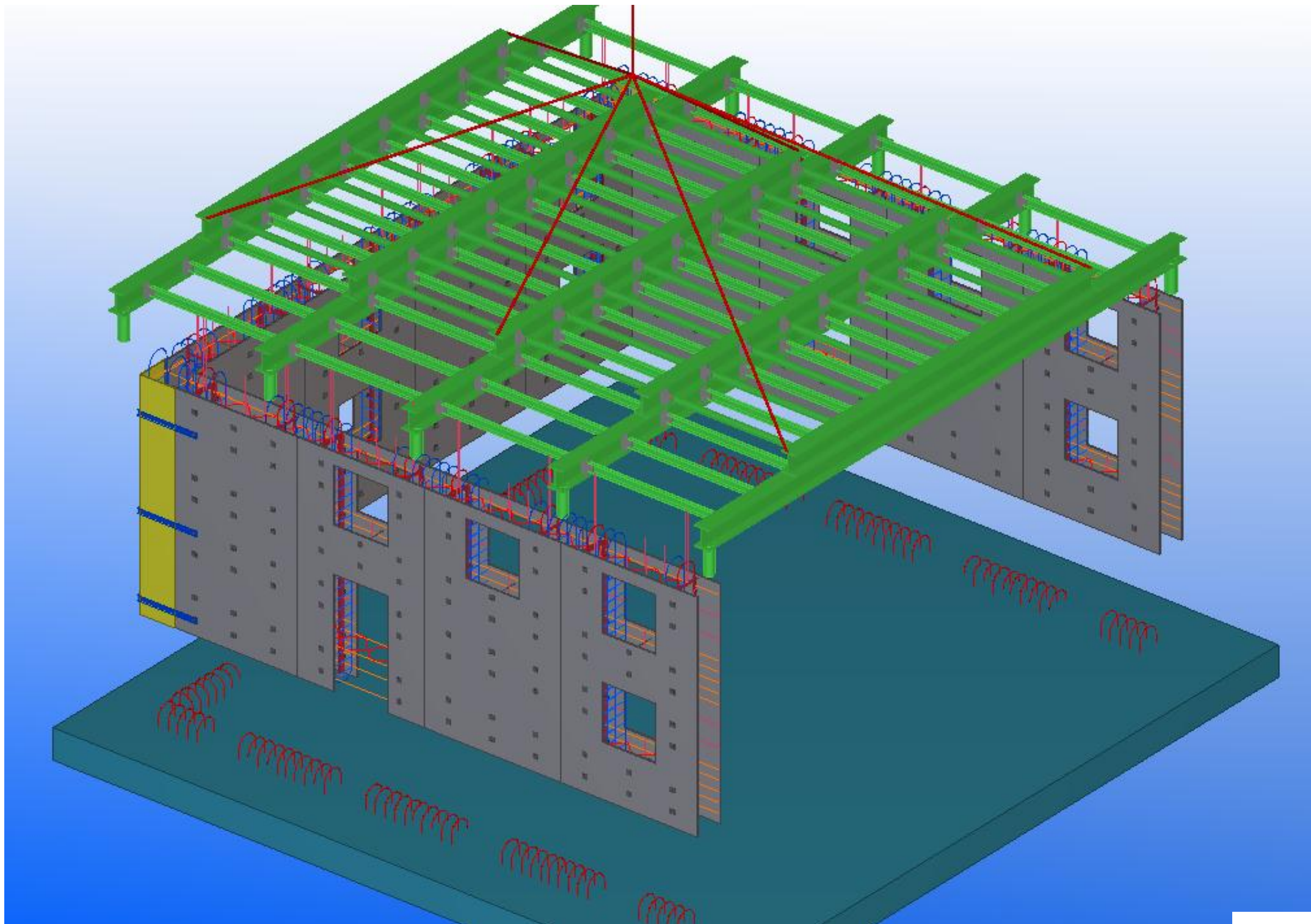


АЭС ВРЭР-ТОИ

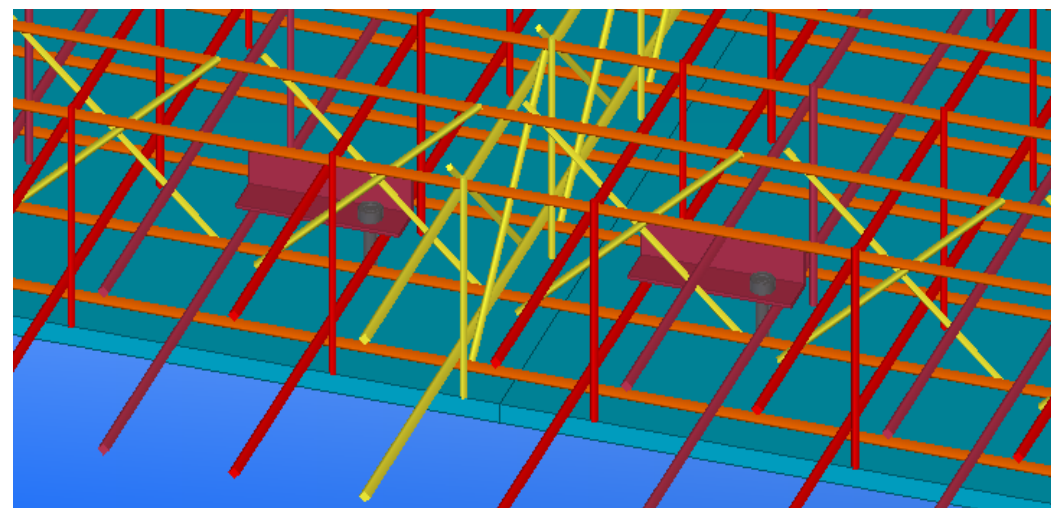
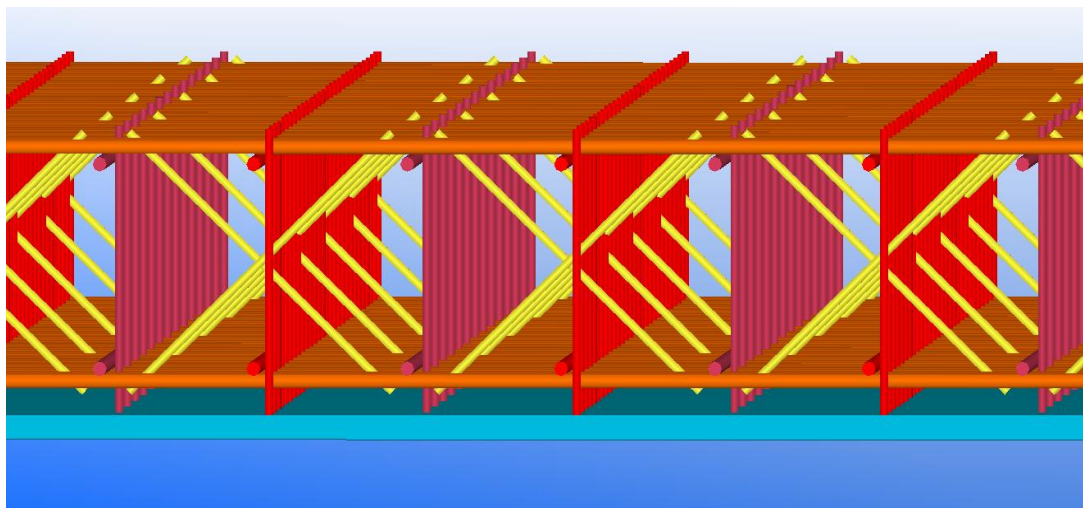
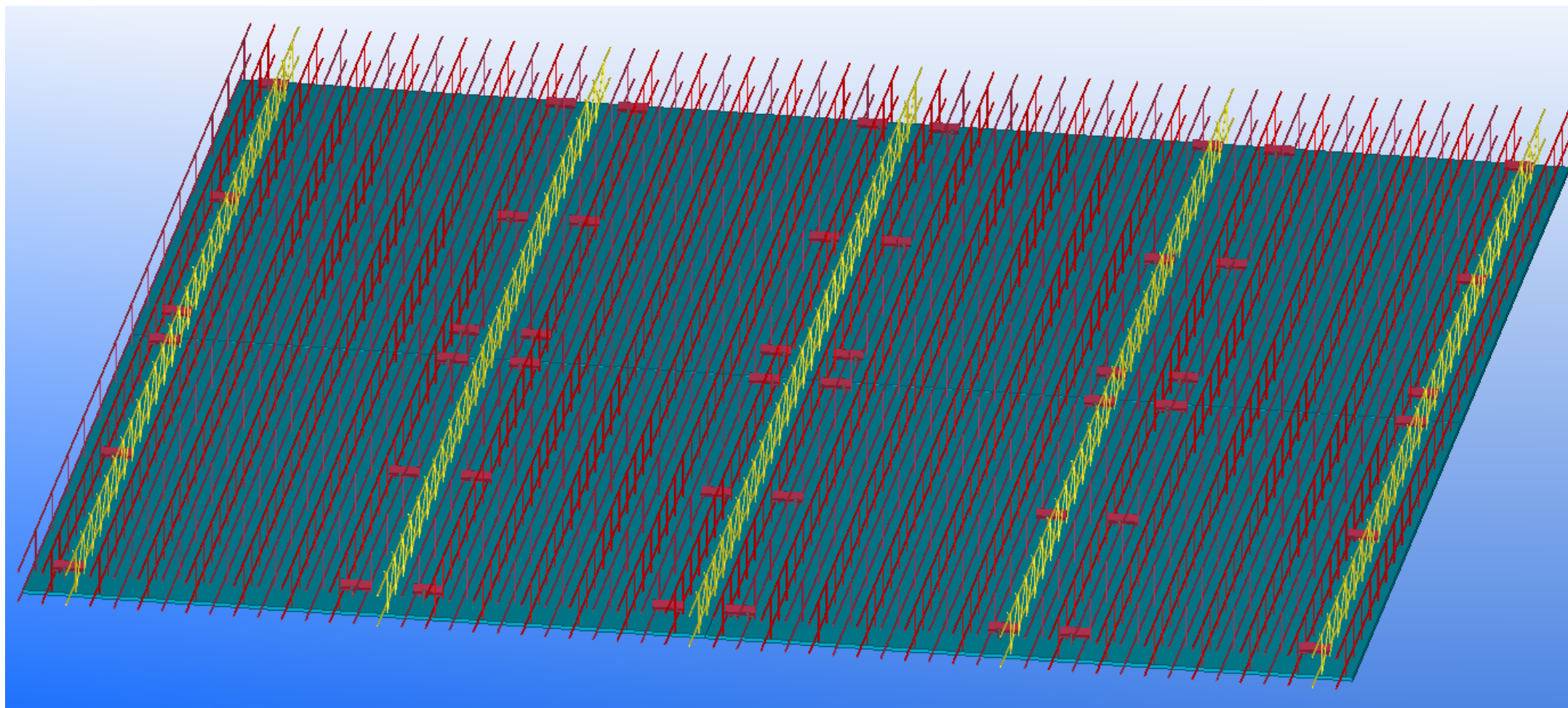


	АЭС с РУ В320	АЭС «ВРЭР-ТОИ»
Несъемная опалубка	Железобетонные панели толщиной 80 мм	Фибробетонные панели толщиной 30 мм
Вес 1 м³ монтажного блока толщиной 600 мм	800 кг	375 кг
Класс монолитного бетона	В15 (М200)	В30 - В50
Экономия бетона	20%	
Рабочая арматура	А400 (АIII)	А600С
Экономия арматуры	25%	

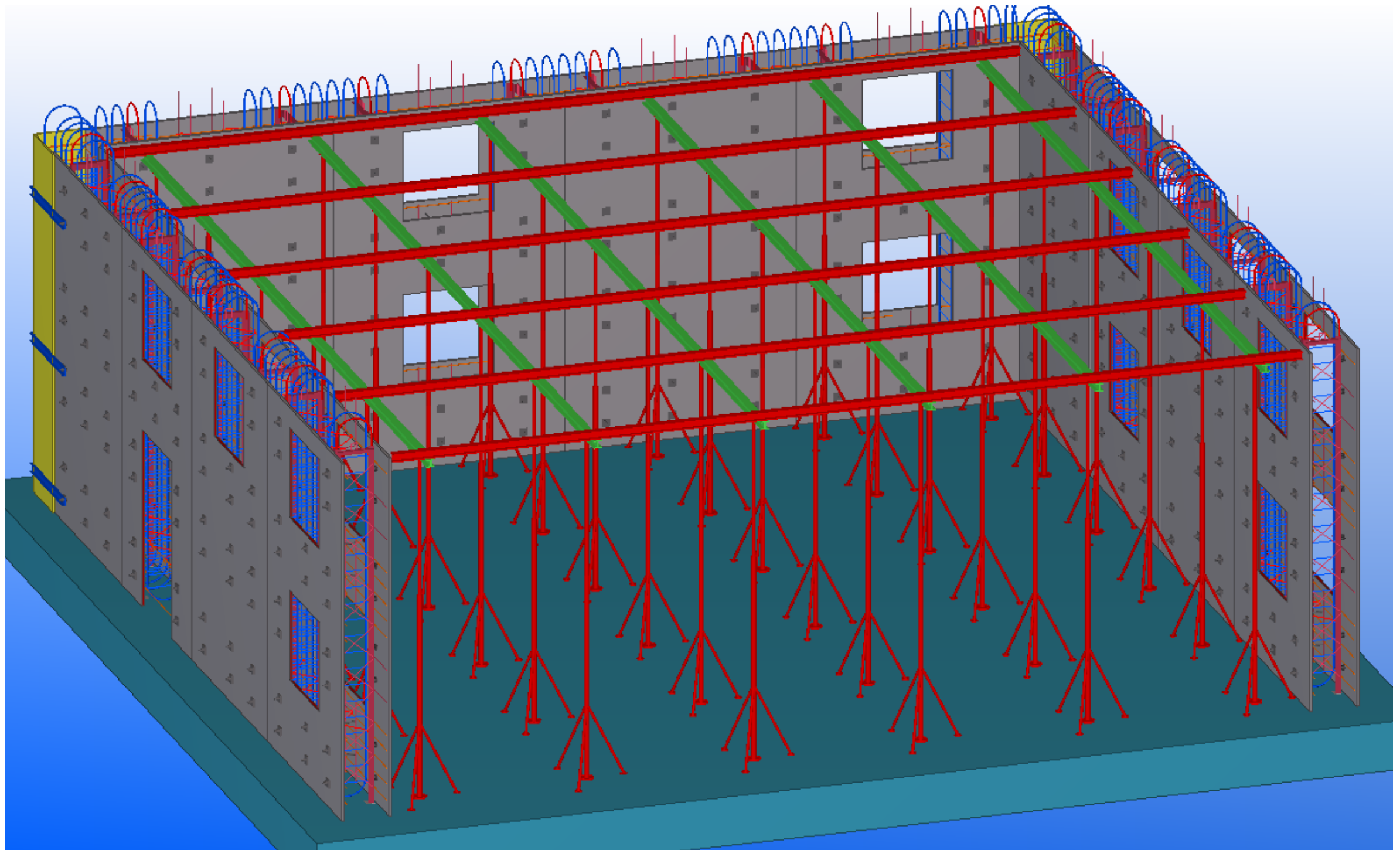
Установка пространственного армоблока стен в проектное положение



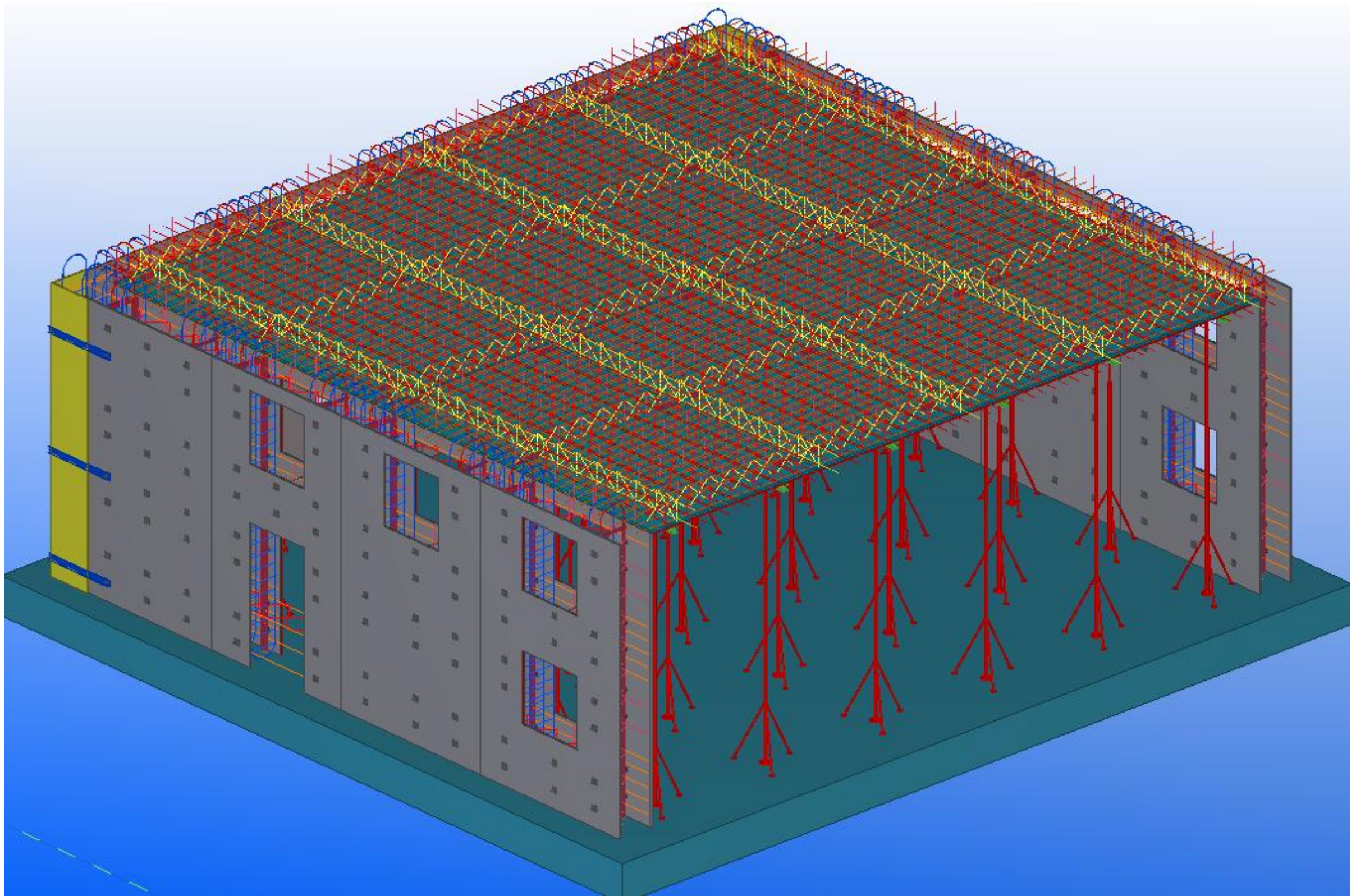
Армоблок перекрытия с использованием фибробетонных плит в качестве несъемной опалубки (Размер 11100x10800x400)



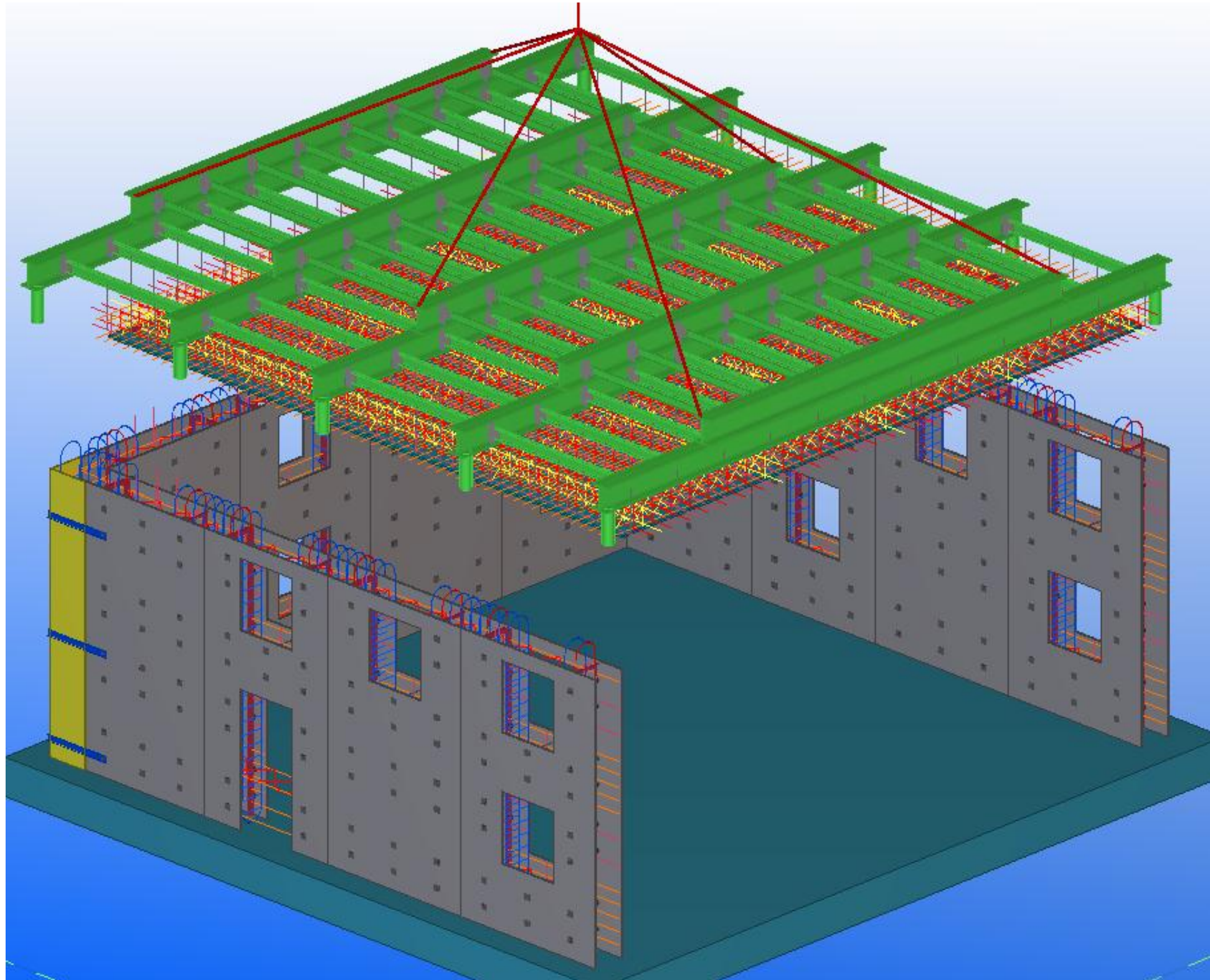
Установка системы поддерживающих балок и стоек



Установка армоблока перекрытия на поддерживающие конструкции



Установка армоблока перекрытия в проектное положение





Монтаж опытного фрагмента конструкций с фибробетонными панелями





Новый тип индустриальных конструкций

В 2015 г АО «Атомэнергопроект» и ЗАО «Институт ОРГЭНЕРГОСТРОЙ» завершают НИОКР, в рамках которого выполняется:

Разработка и обоснование конструктивных решений индустриальных железобетонных конструкций зданий и сооружений АЭС с несъемной фибробетонной опалубкой, учитываемой как несущий элемент конструкции.

Разработка рекомендаций по проектированию и расчету железобетонных конструкций АЭС с несъемной фибробетонной опалубкой, работающих при особых динамических воздействиях – малоцикловых и импульсных нагрузках.

Разработка стандартов отрасли по проектированию железобетонных сборно-монолитных конструкций АЭС с несущими фибробетонными элементами.

Актуальность работы:

В проекте АЭС ВВЭР-ТОИ предусмотрено возведение основных зданий и сооружений с использованием индустриальных крупногабаритных армоопалубочных конструкций с несъемной опалубкой в виде фибробетонных панелей. Учет опалубочных фибробетонных панелей в работе конструкций позволит существенно сократить расход арматуры. В рамках данной НИОКР должна быть обоснована устойчивость таких конструкций к особым динамическим воздействиям и разработка норм проектирования таких конструкций.

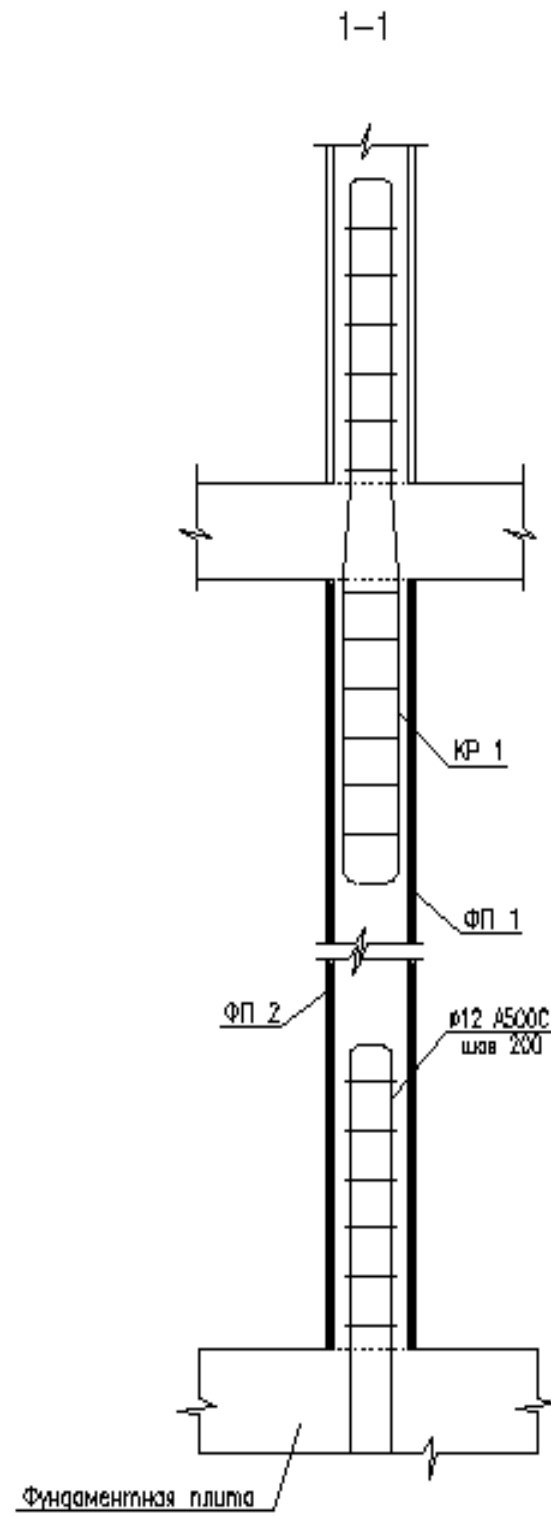
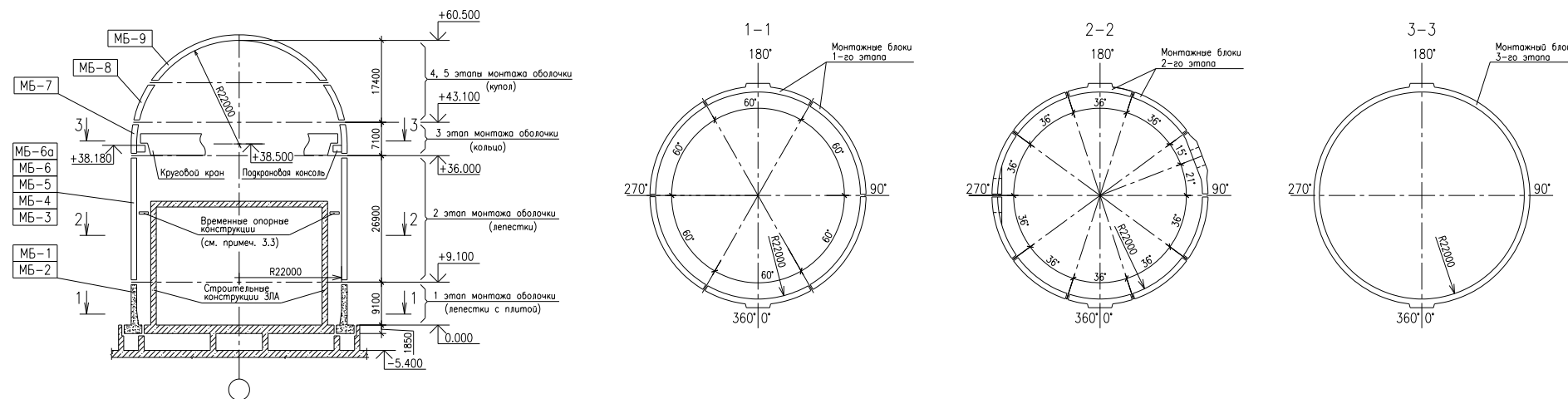
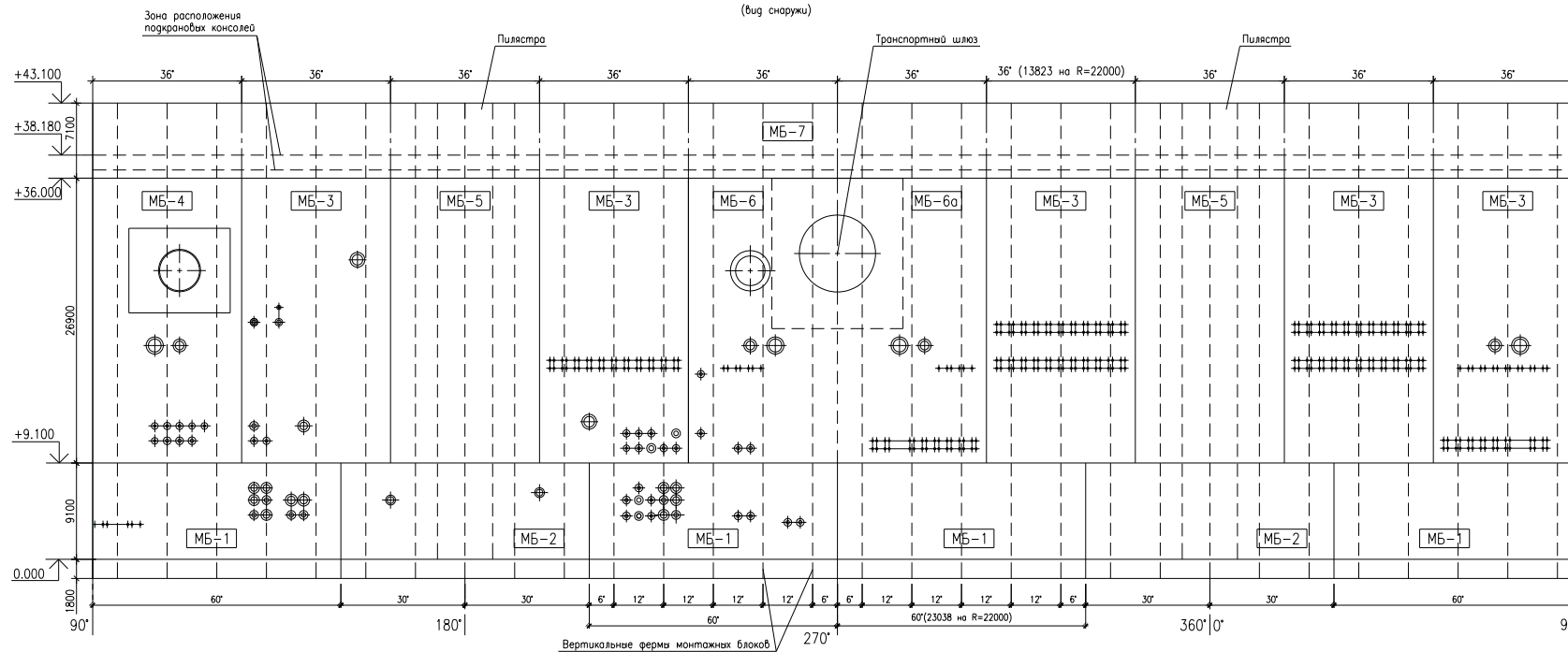


СХЕМА РАЗБИВКИ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ
НА МОНТАЖНЫЕ БЛОКИ



РАЗВЕРТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ
(вид снаружи)



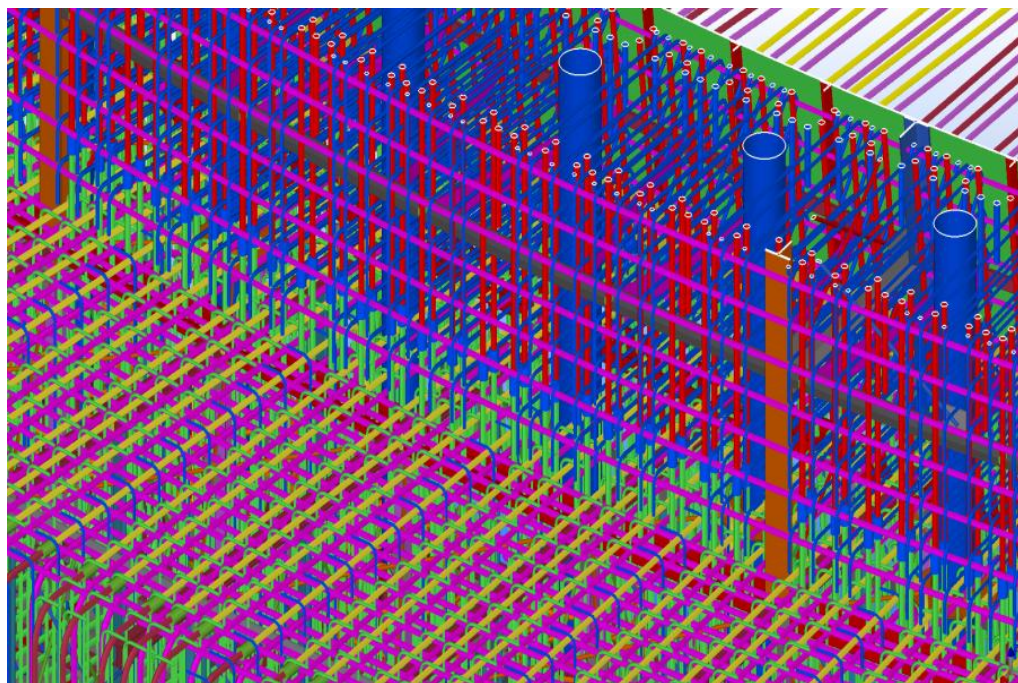
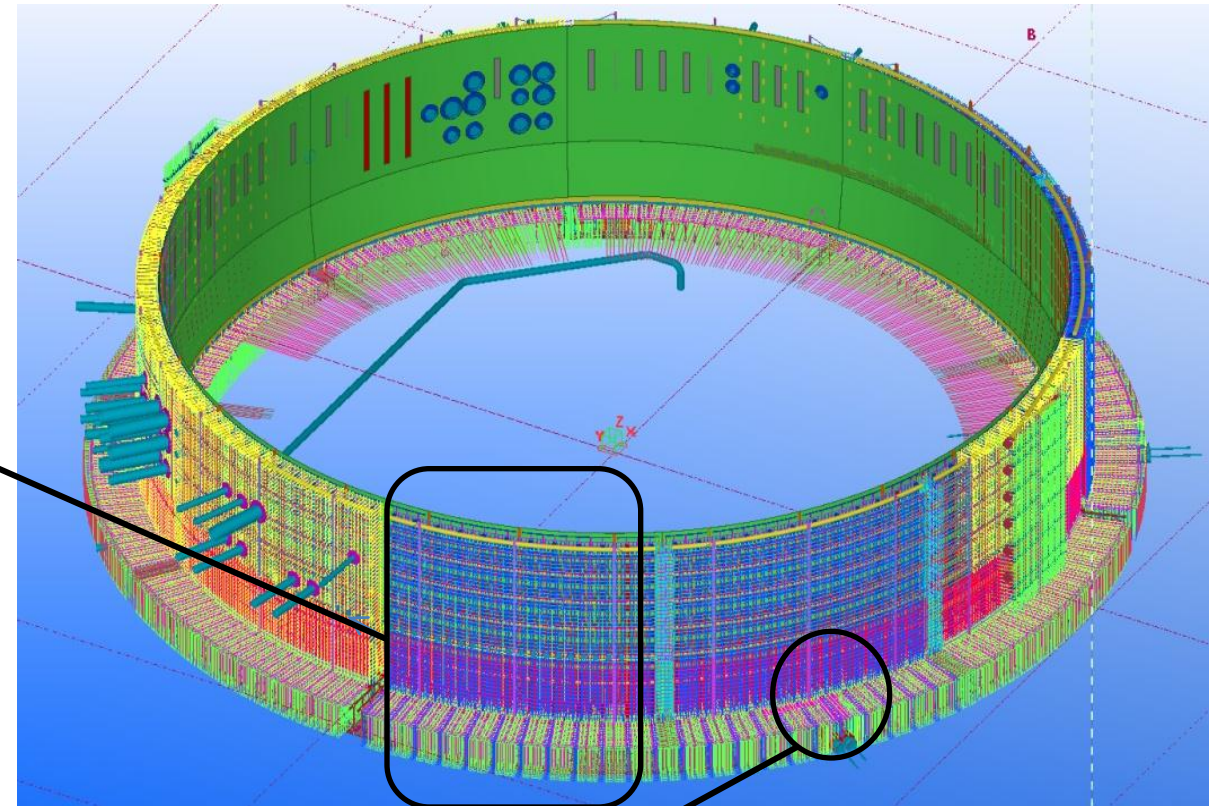
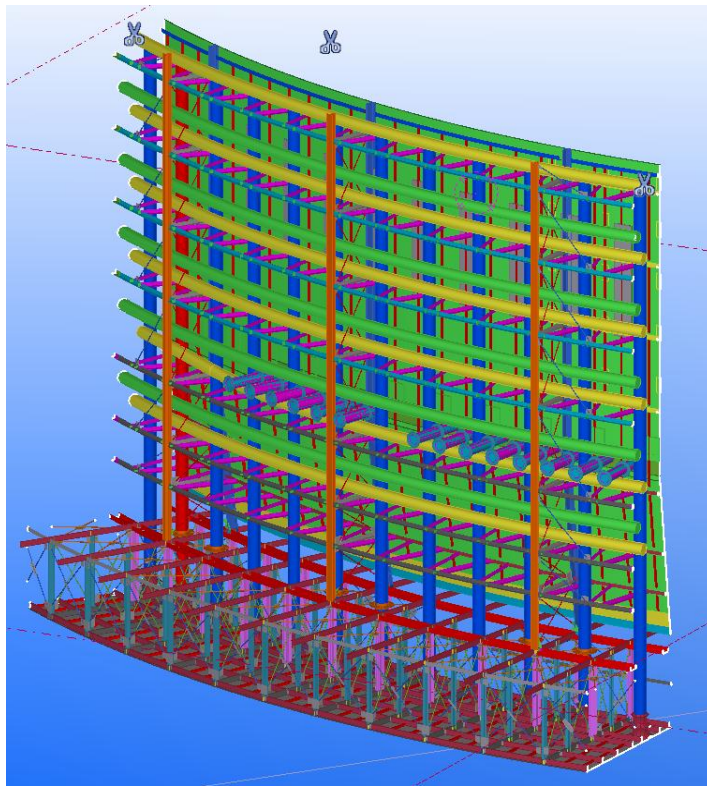
МАССА МОНТАЖНЫХ БЛОКОВ

Марка	Количество, шт.	Масса, кг		Примечание
		Марки	Всех	
1	2	3	4	6
МБ-1	4	105000	420000	Масса блоков указана с учетом массы подкрановых консолей, канализационных и инженерных колодезей СПЗО
МБ-2	2	125000	250000	
МБ-3	5	110000	550000	
МБ-4	1	145000	145000	
МБ-5	2	155000	310000	
МБ-6, МБ-6а	2	150000	300000	см. п. 5
МБ-7	1	500000	500000	
МБ-8	1	не более 500000	не более 500000	
МБ-9	1	не более 500000	не более 500000	

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

МБ - Блок монтажный

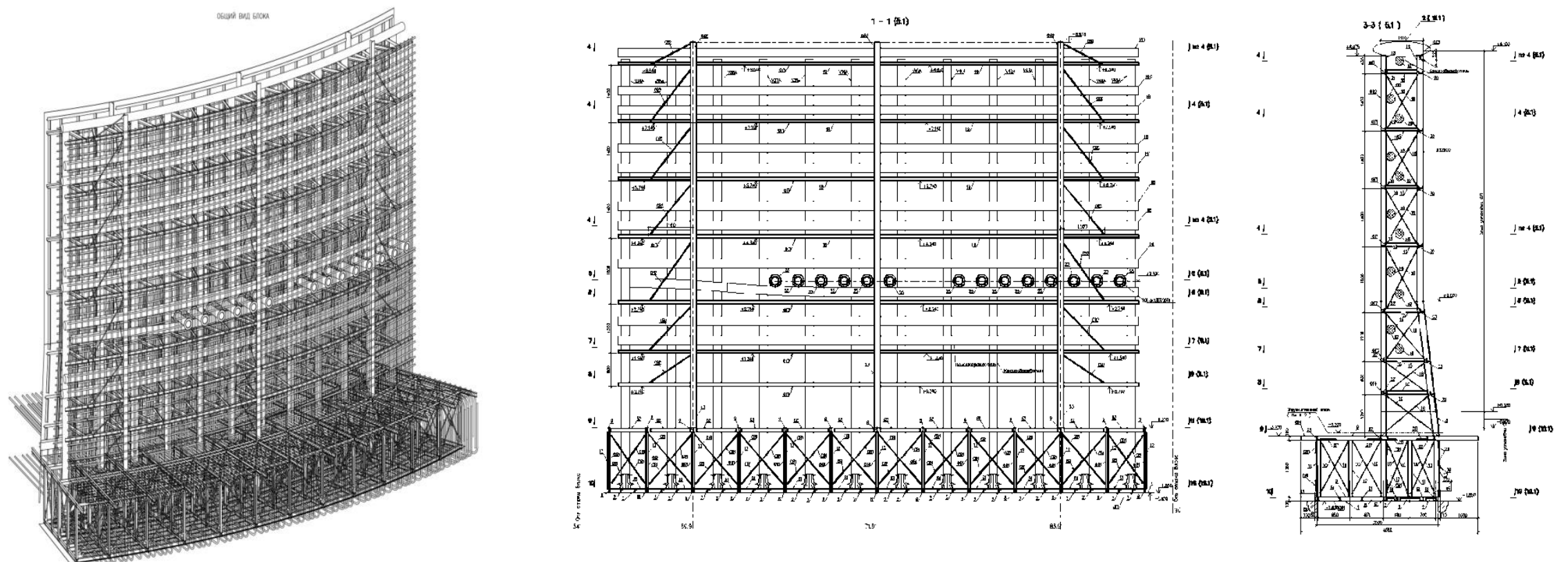
Проектирование сложных конструкций



Проектирование сложных конструкций

Для создания чертежей, Tekla Structures имеет специальный интерфейс, который непосредственно связан с моделью. Чертежи создаются в отдельной папке, но остаются связанными с моделью. Так что при внесении изменений в модель, чертежи обновляются, места изменений обозначаются автоматически.

В данном случае ускорение процессов проектирования происходит за счет уменьшения ошибок при проектировании.



Оформление 2D рабочего чертежа

Предложения по разработке стандартов в части индустриальных строительных конструкций

Стандарт в области индустриальных конструкций	Предлагаемая дата разработки
Проект стандарта организации. «Руководство по расчету и проектированию индустриальных железобетонных конструкций АЭС с несъемной фибробетонной опалубкой»	2016 г.
Проект стандарта организации. «Метод проектирования в производственных условиях составов сталефибробетона для несъемной фибробетонной опалубки»	2016 г.
Проект стандарта организации. «Руководство по проектированию железобетонных сборно-монолитных конструкций АЭС с несущими и ограждающими фибробетонными элементами»	2017 г.
Проект стандарта организации. «Контроль качества материалов и работ при изготовлении армоблоков с несъемной фибробетонной опалубкой»	2016 г.
Проект стандарта организации. «Руководство по проектированию железобетонных конструкций АЭС с листовой арматурой».	2016 г.
Стандарт СРО. «Нормы проектирования железобетонных конструкций с петлевыми стыками арматуры». Новая уточненная по результатам НИОКР в 2015 г редакция.	2016 г.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!