Приоритезация школьных зданий в Кыргызской Республике по критерию безопасности для сейсмического усиления с использованием оценки риска на основе «Перфоменс-проектирования»

Applied Technology Council

WORLD BANK GROUP
Social, Urban, Rural & Resilience

GFDRR
Global Facility for Disaster Reduction and Recovery

Japan World Bank Program for Mainstreaming Disaster Risk Management in Developing Countries

Приоритизация школьных зданий в Кыргызской Республике по критерию безопасности для сейсмического усиления с использованием оценки риска на основе «Перфоменс-проектирования»

Подготовлено

КОМИТЕТОМ ПРИКЛАДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL)
201 Redwood Shores Parkway, Suite 240
Redwood City, California 94065
www.ATCouncil.org

Подготовлено для

ГЛОБАЛЬНОГО ФОНДА ПО СНИЖЕНИЮ ОПАСНОСТИ
СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ
ПРИ ВСЕМИРНОМ БАНКЕ
Фернандо Рамирес Кортес, руководитель миссии
Карина Фонсека Феррейра, специалист по управлению рисками стихийных бедствий
Диана Катарина Майрхофер, консультант
Цзинчжэ Ву, консультант
Улугбек Бегалиев, местный старший консультант
Айдарбек Стамов, местный консультант

РУКОВОДСТВО И НАДЗОР АТС
Джон А. Хайнц, директор проекта
Вероника Седильос, руководитель проекта
Айсе Хортаксу, руководитель проекта

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПРОЕКТА
Дэвид Мар (технический директор проекта)
Кит Портер
Илья Шлейков

КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПРОЕКТА
Светлана Бржев
Стефани Кинг
Хосе Рестрепо

РАБОЧАЯ ГРУППА
Сандеш Ахер
Сергей Утищев

2019 год

Предисловие

В данном отчете обобщены результаты проекта, оказывающего поддержку в рамках финансируемого Всемирным банком проекта «Повышение устойчивости к рискам стихийных бедствий в Кыргызстане» (ERIK) для Компонента 2 «Улучшение безопасности и функциональности школьной инфраструктуры (12-13 миллионов долларов США)», направленного на улучшение безопасности и функциональных условий в школах, расположенных в районах с наибольшей сейсмической опасностью в Кыргызской Республике. Проект ERIK является кредитной операцией, направленной на оказание поддержки Правительству Кыргызской Республики в усилении потенциала реагирования на стихийные бедствия, обеспечении более безопасных и качественных условий обучения для детей и в управлении затратами, связанными со стихийными бедствиями и климатическими потрясениями. Данная работа призвана облегчить подготовку проектов и оказать аналитическую поддержку Правительству в подготовке долгосрочной национальной стратегии по снижению рисков для школьной инфраструктуры и в рамках гранта технической помощи от Глобального фонда по снижению опасности стихийных бедствий и восстановлению при Всемирном банке (GFDRR).

Цель данного проекта, озаглавленного как «Оценка школьной инфраструктуры на основе «Перфоменс-сейсмостойкого проектирования»» в Кыргызской Республике» (также называемого как проект ATC-142), заключается в предоставлении технической поддержки процессу создания концепции приоритезации для правомочных школ, которые были включены в короткий список в соответствии с критериями отбора, установленными Министерством по чрезвычайным ситуациям, Министерством образования и науки и Государственным агентством по архитектуре, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству при Правительстве Кыргызской Республики. В процессе реализации проекта ATC-142 были проведены полевые обследования отобранных школ, чтобы получить данные для проведения аналитической работы, которая обеспечила техническую основу для процесса приоритезации.

Данный проект был осуществлен при поддержке Глобальной программы по повышению безопасности школ (GPSS) Всемирного банка. Данная программа направлена на стимулирование и содействие крупномасштабным инвестициям для обеспечения безопасности и устойчивости новой и существующей школьной инфраструктуры, подверженной риску стихийных бедствий и способствует созданию качественной среды обучения. Для осуществления данного проекта и подготовки данного отчета, Программа работала в партнерстве с Комитетом прикладных технологий (Applied Technology Council или ATC). С 1973 года, ATC находится на переднем плане разработки и продвижения удобных для пользователей инженерных ресурсов и приложений, предназначенных для смягчения воздействия природных бедствий и других опасных явлений на антропогенную среду. За всю историю своей работы, ATC разработал более 150 основных отчетов и инженерных руководств, которые служат для определения практики в области сейсмостойкого проектирования в Соединенных Штатах, включая сейсмостойкое проектирование новых зданий, оценку сейсмостойкости и усиление конструкций существующих зданий, а также оценку и ремонт зданий, разрушенных и получивших повреждения в результате землетрясений; многие из них фактически стали международными стандартами.

Выражение признательности

Данный отчет является результатом работы Всемирного банка, начатой в 2018 году в рамках контракта с Комитетом прикладных технологий (АТС). В разработке данного отчета участвовало множество специалистов.

Координаторы проекта

Данный проект был разработан под руководством Фернандо Рамиреса Кортеса (руководитель миссии). В состав команды Всемирного банка входили: Карина Фонсека Феррейра, Диана Катарина Майрхофер и Цзинчжэ Ву.

Ведущие авторы и команда

Всемирный банк выражает признательность команде проекта АТС-142 в качестве ведущего автора данного отчета. Технический комитет проекта в составе Дэвида Мара (председатель), Кита Портера и Ильи Шлейкова, проводил исследования и собрал информацию, содержащуюся в данном документе, а также принимал участие в миссиях в стране. Услуги по инженерному проектированию и определению оценочной или сметной стоимости были осуществлены при поддержке Сандеша Ахера и Сергея Утищева. Сотрудники комитета прикладных технологий (АТС), в составе Джона Хайнца (директор проекта), Вероники Седильос (руководитель проекта), Айсе Хортаксу (руководитель проекта) и Кэрри Перна, предоставляли услуги по управлению проектом и подготовке отчета.

Рецензенты

Консультативная группа по проекту в составе Светланы Бржев, Стефани Кинг и Хосе Рестрепо, обеспечивала проведение технического обзора, предоставление рекомендаций и консультаций на ключевых этапах разработки в рамках проводимой работы. Кроме того, Улугбек Бегалиев и Айдарбек Стамов, являясь местными консультантами Всемирного банка, предоставляли информацию и обеспечивали независимый технический обзор рекомендаций, содержащихся в настоящем документе.

Финансирование

Всемирный банк выражает благодарность Глобальному фонду по снижению опасности стихийных бедствий и восстановлению (GFDRR) за финансирование в реализации данного проекта.

Содержание

Предисловие ..... **iii**

Выражение признательности ..... **v**

Список рисунков ..... **xi**

Список таблиц ..... **xv**

1. Введение **1-1**
1.1 Цель 1-1
1.2 Подход 1-1
1.3 Контекст и концепция 1-2
1.4 Предполагаемая аудитория 1-3
1.5 Обзор методологии 1-3
1.6 Структура отчета 1-6

2. Правомочные школы **2-1**
2.1 Разработка базовой линии для образовательной инфраструктуры 2-1
2.2 Отбор правомочных школ 2-1
2.3 Требуемые поля исходных данных 2-2
2.4 Таксономия ЮНИСЕФ 2-3

3. Обследованные школы **3-1**
3.1 Цели 3-1
3.2 Обучение и персонал 3-1
3.3 Сбор данных и обеспечение качества 3-2
3.4 Таксономия GLoSI 3-4
3.5 Собранные данные 3-5
3.5.1 Распределение по типологиям GLoSI 3-5
3.5.2 Распределение по годам строительства 3-6
3.5.3 Распределение атрибутов по распространенным типологиям 3-7
3.5.4 Наличие чертежей на местах обследования 3-7

4. Характеристики конструктивных типологий **4-1**
4.1 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями 4-1
4.2 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом 4-4
4.3 Сборный железобетонный каркас со сборными стеновыми панелями 4-8

5. Проектирование сейсмического усиления несущей конструкции с использованием оценки на основе «Перфоменс-проектирования» **5-1**
5.1 Подход 5-1
5.1.1 Уровни-объекты «Перфоменс-проектирования» 5-2
5.1.2 Расчет и анализ несущей конструкции 5-4
5.1.3 Смета затрат 5-5

5.2 Индексное здание «КВ»: Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями 5-5
5.2.1 Сейсмические недостатки 5-7
5.2.2 Расчет и анализ в плоскости механизма 5-7
5.2.3 Расчет и анализ из плоскости механизма 5-10
5.2.4 Существующая несущая способность 5-12
5.2.5 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции 5-13
5.2.6 Несущая способность конструкции после усиления 5-13
5.2.7 Сметная расчетная стоимость усиления конструкции 5-15
5.3 Индексное здание «КВЖБ»: Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом 5-20
5.3.1 Сейсмические недостатки 5-20
5.3.2 Расчет и анализ в плоскости механизма 5-20
5.3.3 Расчет и анализ из плоскости механизма 5-22
5.3.4 Существующая несущая способность 5-22
5.3.5 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции 5-23
5.3.6 Несущая способность конструкции после усиления 5-28
5.3.7 Сметная расчетная стоимость усиления несущей конструкции 5-30
5.4 Индексное здание «ЖБ6»: Сборный железобетонный каркас со стеновыми панелями 5-25
5.4.1 Сейсмические недостатки 5-32
5.4.2 Результаты расчета и анализа несущей конструкции 5-33
5.4.3 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции 5-36
5.4.4 Несущая способность конструкции после усиления 5-42
5.4.5 Сметная расчетная стоимость усиления несущей конструкции 5-42

6. Рамочная концепция приоритизации на основе оценки рисков 6-1
6.1 Обзор 6-1
6.2 Определение сейсмической опасности 6-2
6.3 Доступные данные о здании 6-4
6.4 Разработка функции уязвимости для зданий с данными высокого разрешения 6-5
6.5 Разработка функции уязвимости для зданий с данными низкого и среднего разрешения 6-9
6.5.1 Методология SYNER-G 6-9
6.5.2 Функция уязвимости для здания с данными низкого разрешения 6-18
6.5.3 Функция уязвимости для здания с данными среднего разрешения 6-19
6.6 Корректировка функций уязвимости 6-21
6.6.1 От низкого разрешения к среднему разрешению 6-21
6.6.2 От существующего состояния «как-есть» к состоянию усиленной конструкции 6-22
6.6.3 Когда репрезентативное индексное здание не является близким соответствием 6-23
6.7 Расчет индексов приоритизации 6-24
6.7.1 Индекс безопасности / выгоды A_1 6-24
6.7.2 Индекс затрат / эффективности A_2 6-25
6.8 Расчет соотношения выгод и затрат 6-26
6.9 Проверка предписываемых требований в отношении сейсмической уязвимости 6-26

7. Результаты и рекомендации 7-1
7.1 Сводная смета расходов 7-1
7.2 Приоритизация среди равных 7-2
7.3 Варианты приоритизации 7-4

7.4 Выводы 7-6

Приложение A: Обучение проведению полевых обследований A-1

Приложение B: Перечень обследованных школ B-1

Приложение C: Доля погибших в результате обрушения зданий C-1
C.1 Краткое изложение обзора литературных источников C-1
C.2 Отобранный подход C-3

Приложение D: Информация о доступных строительных нормах и правилах D-1
D.1 Строительные нормы и правила Кыргызской Республики D-1
D.2 Международные строительные нормы и правила и стандарты D-4

Приложение E: Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из КВ типологии E-1

Приложение F: Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из КВЖБ типологии F-1

Приложение G: Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из ЖБ6 типологии G-1

Приложение H: Функции уязвимости H-1
H.1 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями H-2
H.2 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом H-3
H.3 Сборный железобетонный каркас со сборными стеновыми панелями H-4

Литература I-1

Участники проекта J-1

Список рисунков

Рисунок 1-1 Иллюстрация, изображающая концепцию определения высокоэффективных стратегий снижения риска для эффективной максимизации выгод 1-2

Рисунок 1-2 Общий процесс определения окончательного списка «отобранных» школ, которые будут финансироваться в рамках Компонента 2 проекта ERIK 1-3

Рисунок 1-3 Блок-схема, отображающая шаги методологии для разработки инкрементов усиления..... 1-5

Рисунок 1-4 Блок-схема, отображающая разработку критериев приоритизации 1-5

Рисунок 2-1 Процесс по определению «правомочных» школ 2-1

Рисунок 2-2 Иллюстрация терминов «школа», «здание» и «блок» 2-3

Рисунок 3-1 Форма полевого обследования на русском языке 3-4

Рисунок 3-2 Распределение уровней учета сейсмических требований по блокам зданий 3-8

Рисунок 4-1 Двухэтажное школьное здание типологии КВ в Оше, которое было отобрано в качестве представительного индексного здания 4-3

Рисунок 4-2 Типовые одноэтажные (вверху) и двухэтажные (внизу) школьные здания типологии КВ в Кыргызской Республике 4-4

Рисунок 4-3 Внешний вид школьного здания типологии КВЖБ в Оше, которое было отобрано в качестве представительного индексного здания 4-7

Рисунок 4-4 Внутренний вид (разрез) школьного здания типологии КВЖБ в Оше, Кыргызская Республика. Конструктивные чертежи для данного школьного здания были использованы в качестве образца для анализа типологии КВЖБ 4-7

Рисунок 4-5 Типовой внешний вид (фасад) школьных зданий типологии КВЖБ в Кыргызской Республике..... 4-7

Рисунок 4-6 Типовой внутренний вид (разрез) школьных зданий типологии КВЖБ в Кыргызской Республике 4-8

Рисунок 4-7 Обычный блок классных комнат типологии ЖБ6 в Кыргызской Республике 4-9

Рисунок 5-1 Графическая иллюстрация, изображающая проектирование несущей конструкции на прочность против проектирования несущей конструкции на гибкость 5-3

Рисунок 5-2 Фотография школы №37 в Оше. Это – основа для индексного здания КВ 5-6

Рисунок 5-3 Частично обожженные элементы кирпичной кладки из Кыргызской Республики 5-6

Рисунок 5-4 Механизмы горизонтального и диагонального сдвига 5-8

Рисунок 5-5 Механизм диагонального сдвига с включениями и распорно-стяжной механизм со стяжками из включений 5-8

Рисунок 5-6 Изгиб с раздавливанием подошвы опоры и изгиб с раскачиванием 5-8

Рисунок 5-7 Карта участвующих опор (колонн) и стен, способствующих продольной деформации 5-9

Рисунок 5-8 Карта участвующих опор (колонн) и стен, способствующих поперечной деформации 5-9

Рисунок 5-9 Карта наружных опор (колонн) 5-10

Рисунок 5-10 Карта внутренних стен 5-10

Рисунок 5-11 Поперечные стены 5-10

Рисунок 5-12 Требования к анкеровке для оценки стен из плоскости механизма 5-11

Рисунок 5-13 Детали крепления плиты перекрытия к стене 5-12

Рисунок 5-14 Кривые КВ (кривые, полученные из Пушовер-анализа) в состоянии «как есть», при условии, что механизмы частичного обрушения были усилены в соответствии с Инкрементом 1 5-13

Рисунок 5-15 Детали (узлы соединения) Инкремента 1 КК, показывающие крепление ненесущих кирпичных стен 5-14

Рисунок 5-16 Железобетонная рубашка (методом торкретирования), добавленная к Инкременту 2 - КВ 5-15

Рисунок 5-17 Железобетонные опоры (двухъярусные «пальцевые» опоры), добавленные к Инкременту 2 - КВ 5-16

Рисунок 5-18 Узел соединения (детали) опор в Инкременте 2 - КВ 5-16

Рисунок 5-19 Поперечные фундаментные опорные балки, добавленные к Инкременту 3 - КВ 5-17

Рисунок 5-20 Узел соединения (деталь) поперечной фундаментной балки в Инкременте 3 - КВ 5-18

Рисунок 5-21 Внешняя рубашка из железобетонной конструкции в Инкременте 4 - КВ 5-18

Рисунок 5-22 Кривые, полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания КВ, в поперечном направлении 5-19

Рисунок 5-23 Карта несущих опор (колонн) и стен индексного здания КВЖБ, которые были оценены для определения общей устойчивости несущей конструкции к динамическому воздействию на основании Пушовер-анализа 5-21

Рисунок 5-24 Анкеровка несущих стен кирпичной кладки 5-22

Рисунок 5-25 Кривые КВЖБ, полученные по результатам расчета Пушовер-анализа в состоянии «как есть», при условии, что механизмы частичного обрушения были усилены в соответствии с Инкрементом 1 5-23

Рисунок 5-26 План, показывающий расположение соединений в поперечных стенах в Инкременте 1 - КВЖБ 5-24

Рисунок 5-27 Детализация (узел соединения) соединения поперечной стены с антисейсмическим поясом в Инкременте 1 - КВЖБ 5-24

Рисунок 5-28 Железобетонные рубашки, добавленные к Инкременту 2 - КВЖБ 5-25

Рисунок 5-29 «Пальцевые» опоры (колонны), добавленные к Инкременту 2 - КВЖБ 5-26

Рисунок 5-30 Деталь (узел соединения) поперечной фундаментной балки в Инкременте 3.5 - КВЖБ 5-27

Рисунок 5-31 План, показывающий поперечные фундаментные балки в Инкременте 3.5 - КВЖБ 5-27

Рисунок 5-32 Внешняя рубашка из железобетонной конструкции в Инкременте 4 - КВЖБ 5-28

Рисунок 5-33 Кривые, полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение и спектральное смещение) для Инкремента 4 КВЖБ в поперечном направлении 5-29

Рисунок 5-34 Кривые полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания КВЖБ в поперечном направлении 5-29

Рисунок 5-35 Средняя школа №1 им. Федченко, вид спереди 5-31

Рисунок 5-36 Доступные чертежи на территории школы 5-31

Рисунок 5-37 Соединение между колоннами и балками в типовой сборной ЖБ конструкции - системы сопротивления горизонтальной нагрузке 5-32

Рисунок 5-38 Недостаточно армированные колонны индексного здания ЖБ6 имеют шаг арматурных стержней который равен поперечному сечению конструктивного элемента. Колонна не достаточно армирована для противодействия сдвигу 5-33

Рисунок 5-39 Формы деформации сборного железобетонного каркаса 5-34

Рисунок 5-40 Модель справа демонстрирует предупрежденные разрушения при сдвиге, которые вызывают показанные требования к крутящему моменту.....5-35

Рисунок 5-41 Разрушения при сдвиге происходят в колоннах на первом этаже при 0,08*W*.....5-35

Рисунок 5-42 Деформированные формы сборного железобетонного каркаса усиленной несущей конструкции, оснащенного усиленными колонными с применением «обойм» 5-36

Рисунок 5-43 План, показывающий колонны и ненесущие стены усиленные обоймой и рубашками из железобетонных конструкций в Инкременте 2 - ЖБ6.....5-37

Рисунок 5-44 Развертка (чертеж разреза), показывающая колонны, усиленные обоймами в Инкременте 2 - ЖБ6 5-38

Рисунок 5-45 Обоймы колонн, доходящие до фундамента в Инкременте 2 - ЖБ6 5-38

Рисунок 5-46 Деформированные формы сборного железобетонного каркаса усиленной несущей конструкции на основании Инкремента 3 5-39

Рисунок 5-47 Добавлены поперечные стены и фундамент для Инкремента 3 - ЖБ6 5-40

Рисунок 5-48 Добавлены продольные стены «пальцы» в Инкремент 3 - ЖБ6 5-41

Рисунок 5-49 Соединение сборных стеновых панелей из диафрагмы в Инкремент 3 - ЖБ6 5-41

Рисунок 5-50 Железобетонные стены «пальцы», охватывающие каждую сборную стеновую панель в Инкременте 4 - ЖБ6 5-42

Рисунок 5-51 Результаты анализа расчетов для Инкремента 4 - ЖБ6 5-42

Рисунок 5-52 Кривые полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания ЖБ6, в продольном направлении 5-43

Рисунок 6-1 Карта вероятностной оценки сейсмической опасности Кыргызской Республики с точки зрения спектрального ускорения, выраженного в долях g (гравитационное ускорение) для вероятности превышения 10% в течение 50 лет для данного состояния подстилающих пород (на скалистом основании) (V_s^{30}= 760 м/с) (взято по ссылке http://geonode.mes.kg/; дата последнего посещения – 20 февраля 2019 г.) . 6-2

Рисунок 6-2 Карта вероятностной оценки сейсмической опасности Кыргызской Республики с точки зрения спектрального ускорения, выраженного в долях g (гравитационное ускорение) для вероятности превышения 5% в течение 50 лет для данного состояния подстилающих пород (на скалистом основании) (V_s^{30}= 760 м/с) (взято по ссылке http://geonode.mes.kg/; дата последнего посещения – 20 февраля 2019 г.) . 6-3

Рисунок 6-3 Кривая сейсмической опасности, полученная из двух значений спектрального ускорения, взятых из Geonode для данного школьного участка. 6-4

Рисунок 6-4 Кривые «Пушовер-анализа» в поперечном направлении для индексных зданий из сборных железобетонных 6-6

Рисунок 6-5 Функции уязвимости для конструктивной типологии «КВ» с данными низкого, среднего и высокого разрешения. 6-21

Рисунок 7-1 Оценка затрат (стоимости) на сейсмическое усиление несущей конструкции и капитальный ремонт из расчета на один квадратный метр для трех конструктивных типологий на разных уровнях приращений (инкрементов) усиления несущей конструкции 7-1

Рисунок 7-2 Оценка затрат (стоимости) на ВСГ, ЭЭ, сейсмическое усиление несущей конструкции и капитальный ремонт из расчета на один квадратный метр для трех конструктивных типологий на разных уровнях приращений (инкрементов) усиления несущей конструкции 7-2

Рисунок 7-3 Сравнение соотношения выгод и затрат (стоимости) для инкрементов (приращений) усиления несущей конструкции идентичных зданий, построенных с различными конструктивными типологиями 7-3

Рисунок 7-4 Кривые, демонстрирующие взаимосвязь между соотношением безопасности / выгод и затратами (стоимостью) на сейсмическое усиление несущей конструкции 7-4

Рисунок А-1 Форма полевого обследования на русском языке А-2

Рисунок Н-1 Функции уязвимости для типологии КВ, данные здания с низким разрешением Н-2

Рисунок Н-2 Функции уязвимости для типологии КВ, данные здания с низким разрешением Н-2

Рисунок Н-3 Функции уязвимости для типологии КВ с данными здания с низким, средним и высоким разрешением. Кривые низкого и среднего разрешения отражают равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе Н-3

Рисунок Н-4 Функции уязвимости для типологии КВЖБ, данные здания со средним разрешением Н-3

Рисунок Н-5 Функции уязвимости для типологии КВЖБ с данными здания со средним и высоким разрешением. Кривая среднего разрешения отражает равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе (Зданий, сопоставленных к КВЖБ по данным низкого разрешения, не было) Н-4

Рисунок Н-6 Функции уязвимости для типологии ЖБ6, данные здания с низким разрешением Н-4

Рисунок Н-7 Функции уязвимости для типологии ЖБ6, данные здания со средним разрешением Н-5

Рисунок Н-8 Функции уязвимости для типологии ЖБ6 с данными здания с низким, средним и высоким разрешением. Кривые низкого и среднего разрешения отражают равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе Н-5

Список таблиц

Таблица 2-1 Определения таксономии ЮНИСЕФ и доля в базе данных правомочных школ ... 2-4

Таблица 3-1 Разбивка обследованных блоков зданий по типологиям GLoSI ... 3-7

Таблица 3-2 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из КВ: Кирпичная кладка с железобетонными включениями ... 3-9

Таблица 3-3 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из ЖБ2: Железобетонный каркас с кирпичным заполнением ... 3-10

Таблица 3-4 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из ЖБ6: Сборный железобетонный каркас со сборными железобетонными стеновыми панелями ... 3-11

Таблица 5-1 Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания КВ ... 5-19

Таблица 5-2 Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания КВЖБ ... 5-30

Таблица 5-3 Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания ЖБ6 ... 5-43

Таблица 6-1 Смертность при обрушении ... 6-9

Таблица 6-2 Конструктивные типы зданий SYNER-G ... 6-9

Таблица 6-3 Преобразование классификации ЮНИСЕФ в ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G ... 6-11

Таблица 6-4 Преобразование таксономии GLoSI в ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G ... 6-12

Таблица 6-5 Значения параметров GMICE ... 6-15

Таблица 6-6 Базовый показатель уязвимости $\boldsymbol{V_{i.m}^{*}}$, в соответствии с конструктивным типом здания по классификации SYNER-G ... 6-15

Таблица 6-7 Модификатор уязвимости конструкции, V_m ... 6-17

Таблица 6-8 Требования к конструктивным характеристикам ... 6-27

Таблица 7-1 Варианты приоритизации ... 7-6

Таблица 7-2 Влияние вариантов приоритизации 7-6

Таблица B-1 Код школы по цифровым обозначениям области и района B-1

Таблица B-2 Код школы по цифровым обозначениям уровня образования B-2

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания B-3

Таблица C-1 Удельная смертность в результате обрушения зданий C-4

Глава 1

Введение

1.1 Цель

Целью данной работы является оказание технической поддержки Компоненту 2 «Улучшение безопасности и функциональности школьной инфраструктуры (12-13 млн. долларов США)», финансируемого Всемирным банком проекта «Повышение устойчивости к рискам стихийных бедствий в Кыргызстане» (ERIK), направленного на улучшение безопасности и функциональных условий школ в районах с наибольшей сейсмической опасностью в Кыргызской Республике. Более конкретно, разработана рамочная концепция, основанная на оценке рисков для оказания помощи в определении приоритетного списка из правомочных школ, которые были включены в короткий список в соответствии с критериями отбора, установленными Министерством по чрезвычайным ситуациям, Министерством образования и науки и Государственным агентством по архитектуре, строительству и жилищно-коммунальному хозяйству при Правительстве Кыргызской Республики. В данном отчете описывается разработка рамочной концепции и ее результаты, полученные на основе доступной информации. Принципы рамочной концепции призваны быть прозрачными для заинтересованных сторон и государственных должностных лиц, чтобы способствовать принятию обоснованных политических решений.

1.2 Подход

Девиз проекта: «Сделать больше блага для большого количества детей». Он отражает главную цель: максимизировать пользу с точки зрения снижения сейсмического риска для учащихся, исходя из условий ограниченных финансовых средств. Существуют различные подходы к отбору школ для усовершенствования с учетом ограниченных средств: несколько школ можно сделать очень безопасными, больше школ можно сделать безопасными, или состояние многих школ можно сделать намного лучше, чем то состояние, в котором они находятся сейчас. Концепция, основанная на оценке рисков, разработанная в рамках данного проекта, решает сложную задачу: каким образом наиболее эффективно инвестировать в обеспечение сейсмической безопасности.

Определение эффективности усиления конструкции для конкретного здания в конкретном месте является сложной задачей. На эффективность влияют несколько факторов: конкретные аспекты уязвимости и несущая способность здания, стоимость строительства и сейсмическая опасность. Ожидается, что в Кыргызской Республике, как и во многих сейсмически активных зонах, землетрясения меньшего масштаба будут происходить гораздо чаще, чем землетрясения более крупного масштаба. Данная характеристика опасности в контексте, основанном на оценке рисков, предполагает, что усиление конструкции большего числа зданий может выдержать менее масштабные землетрясения и может спасти больше жизней, чем усиление конструкции меньшего числа зданий, чтобы выдержать более сильные землетрясения. Кроме того, многие организации,

органы управления и инженеры-практики в Соединенных Штатах часто обнаруживают, что уровни безопасности и устойчивости к повреждениям, ожидаемые для нового строительства, являются очень дорогостоящими для применения в случае усиления. На основе этих двух тенденций построена кривая «безопасности и затрат», показанная на Рисунке 1-1. Эта кривая демонстрирует, что проектирование с очень высокими уровнями безопасности может быть неэффективным с точки зрения стоимости. В рамках исследования, рамочная концепция, представленная в данном отчете, подтверждает данное предположение и предлагает пути для эффективного повышения безопасности школ-кандидатов.

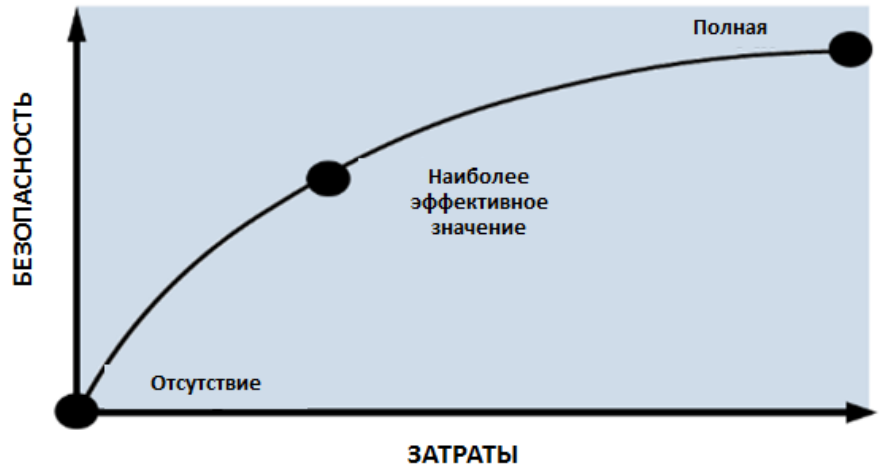


Рисунок 1-1 Иллюстрация, изображающая концепцию определения высокоэффективных стратегий снижения риска для эффективной максимизации выгод.

1.3 Контекст и концепция

Концепция «Перфоменс-сейсмостойкого проектирования» разрабатывалась инженерным сообществом в течение нескольких десятилетий. Кроме того, произошел постепенный переход от «черно-белой» концепции соблюдения строительных норм и правил к пониманию поведения, последствий и риска. Это изменение было как техническим, так и культурным, и обусловлено сложными потребностями, связанными со смягчением рисков существующих конструкций. Работа глобального инженерного сообщества над развитием лучшего понимания, разработкой инструментов и методов для смягчения последствий сейсмических воздействий все еще продолжается.

Похоже, что инженерное сообщество Кыргызстана находится на более ранних этапах подобного процесса, с точки зрения внедрения «Перфоменс-сейсмостойкого проектирования». Дополнительной целью данного проекта является укрепление доверия посредством технического обмена с инженерным сообществом Кыргызстана и оказание помощи в ускорении прохождения данного процесса.

Концепция, основанная на оценке рисков, представленная в данном отчете, может быть расширена за счет дополнительной информации для масштабной реализации.

1.4 Предполагаемая аудитория

Предполагаемая аудитория для данного отчета включает:

- Лица, принимающие решения, которые ищут информацию относительно определения приоритетности школ, которые были рассмотрены в проекте
- Руководителей программ, которые стремятся внедрить описанную методологию в масштабе Кыргызской Республики, или адаптировать ее к другим странам, имеющим аналогичные обстоятельства
- Инженеров, которые ищут информацию о вариантах интервенций и основополагающих объектов «Перфоменс-проектирования» для конструктивных типов зданий школ, распространенных в Кыргызской Республике.

1.5 Обзор методологии

Общий процесс определения окончательного списка «отобранных» школ, которые будут финансироваться в рамках Компонента 2 проекта ERIK, показан на Рисунке 1-2.

Рисунок 1-2 Общий процесс определения окончательного списка «отобранных» школ, которые будут финансироваться в рамках Компонента 2 проекта ERIK.

Методология, разработанная и реализованная в рамках данного проекта, включает «критерии приоритезации», показанные на Рисунке 1-2.

Критерии приоритезации обуславливаются определением стратегий сейсмического усиления школ, которые являются наиболее выгодными с точки зрения спасенных жизней на единицу вложенных финансовых средств при допущении, что финансовые средства ограничены. Результаты выражаются соотношением выгоды (результата) и затрат (стоимости) (СВЗ), которое является измерением эффективности.

Выгоды (результаты) представляют собой статистические жизни, спасенные в результате данного или заданного сейсмического усиления конструкции. Использование «Перфоменс-сейсмостойкого проектирования» позволяет проектировать различные уровни усиления конструкции для распространенных конструктивных типологий зданий школ в Кыргызской Республике. Для каждого отобранного репрезентативного индексного здания было разработано до четырех типов усиления конструкции с увеличением несущей способности. Каждый из данных уровней усиления анализируется для определения количественной выгоды от снижения сейсмического риска и

определяется стоимость каждого усиления. Кроме того, для каждой школы были рассчитаны необходимые затраты для обеспечения энергоэффективности (ЭЭ) и систем водоснабжения, санитарии и гигиены (ВСГ).

Полезность СВЗ зависит от *относительной* точности результатов. Это гораздо важнее, чем точность любого анализа или оценочной (сметной) стоимости. Следовательно, важно обеспечить последовательное применение всех допущений ко всем инкрементам усиления и конструктивным типам зданий. Это относится как к анализу, так и к оценочной (сметной) стоимости.

Следует отметить, что, хотя расчеты оценок, основанных на «Перфоменс-проектировании», и приоритезация, основанная на оценке рисков, применялись на «уровне блоков», итоговый приоритетный список составлен на «уровне школ». В данном отчете «блок» обозначает прямоугольное целое здание или прямоугольную часть здания с двумя или более сейсмически разделенными прямоугольными элементами. Термин «школа» относится к группе зданий, расположенных по общему адресу.

Следующие шаги изображены на Рисунках 1-3 и 1-4 и подробно описаны в соответствующих главах:

- Определение доступных данных из предоставленной базы данных и результатов обследования (Главы 2 и 3).
- На основе информации из базы данных и результатов обследования правомочных школ, определение характеристики трех наиболее распространенных конструктивных типологий для блоков (Глава 4).
- Определение уязвимости индексных зданий, выбранных в качестве представительных для конструктивных конфигураций, характеристик и параметров или атрибутов (Глава 5).
- Разработка и проектирование интервенций с точки зрения инкрементов усиления (Глава 5).
- Определение сметной стоимости для каждого инкремента усиления (Глава 5).
- Разработка функций уязвимости для каждого индексного здания по каждому инкременту усиления, также как для состояния без усиления на основе доступной информации в литературе (Глава 6).
- Расчёт значения индекса безопасности и затрат (экономической эффективности) для каждого инкремента; проверка соответствия нормам и правилам каждого инкремента усиления (Глава 6).
- Разработка приоритетного списка школ, используя комбинацию различных вариантов политики (Глава 7).

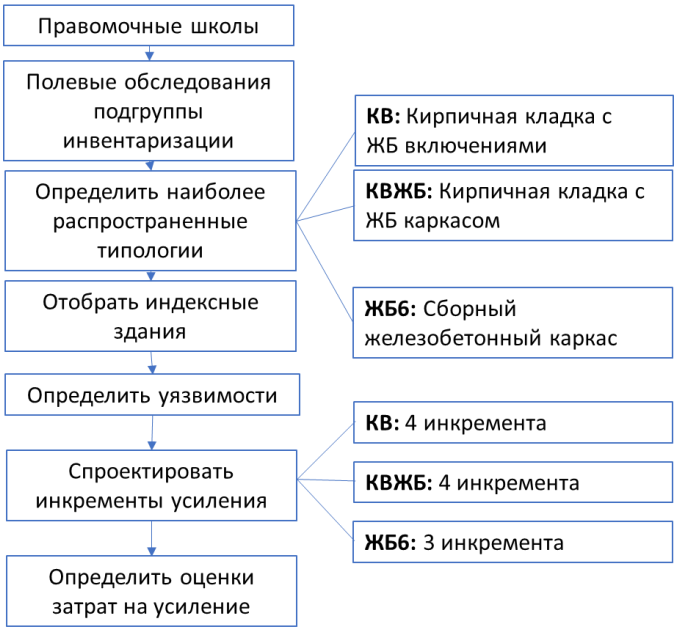


Рисунок 1-3 Блок-схема, отображающая шаги методологии для разработки инкрементов усиления.

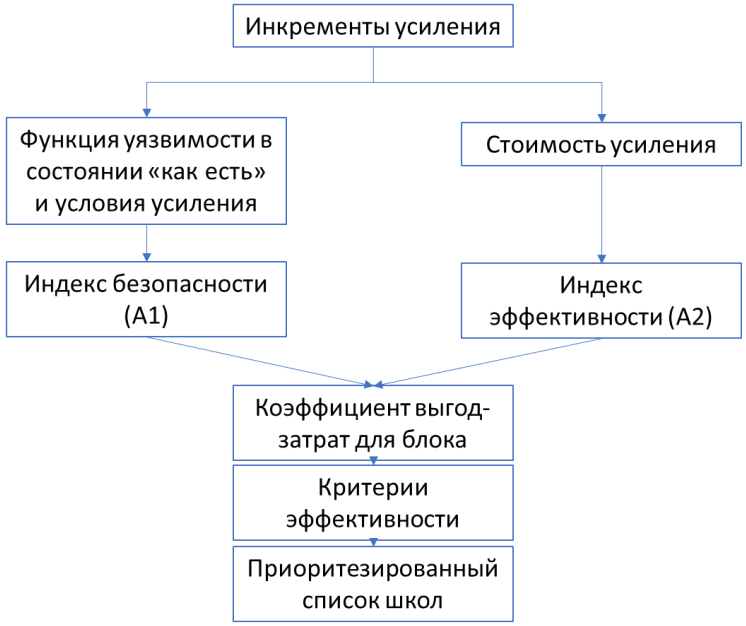


Рисунок 1-4 Блок-схема, отображающая разработку критериев приоритизации.

Рамочная концепция, основанная на оценке рисков, была применена ко всем правомочным школам для которых была доступна необходимая информация. Эта рамочная концепция позволяет приоритезировать список школ с применением нескольких вариантов. Первый – использовать только эффективность сейсмической безопасности, то есть приоритезация школ по соотношению выгоды (результата) и затрат (стоимости). В этом случае школы, приведенные в самом начале списка, - это школы, в которых будет спасено наибольшее число жизней на каждый

инвестированный доллар. Рамочная концепция может также включать ограничения для дополнительных вариантов политики. Например, в процессе мобилизации сейсмического усиления конструкций, может быть относительно эффективным инвестировать средства в усовершенствование энергоэффективности (ЭЭ) и систем водоснабжения, санитарии и гигиены (ВСГ). Данные выгоды (ЕЕ и ВСГ) нельзя напрямую сравнивать с выгодами с точки зрения безопасности. Однако, так как они финансируются за счет одного и того же пула средств, решения политики в отношении инвестиций в ЭЭ и ВСГ влияют на безопасность. В данном отчете не содержатся комментарии по вариантам политики. Вместо этого, он прозрачным образом описывает воздействие различных вариантов политики, чтобы обосновать процесс принятия решений, так как они влияют на результаты рамочной концепции.

1.6 Структура отчета

В данном отчете описываются процесс и результаты полевых обследований, сейсмических усилений конструкций и концепция приоритезации в следующих главах:

- В Главе 2 кратко описана база данных правомочных школ.
- В Главе 3 кратко описаны проведение и результаты полевых обследований.
- В Главе 4 обобщены характеристики наиболее распространенных конструктивных типологий зданий школ.
- В Главе 5 кратко описано сейсмическое усиление конструкций с использованием оценки, основанной на «Перфоменс-проектировании», проведенной для репрезентативных индексных зданий.
- В Главе 6 обобщена рамочная концепция приоритезации на основе оценки рисков.
- В Главе 7 представлена реализация рамочной концепции по отношению к базе данных правомочных школ.
- В Приложении A представлены материалы, использованные в процессе обучения для проведения полевых обследований.
- В Приложении B приведен перечень обследованных школ.
- В Приложении C представлены результаты обзора литературы в отношении доли лиц, находившихся в здании, погибших в результате обрушения или частичного обрушения.
- В Приложении D содержится обзор информации по строительным нормам и правилам, уместным для проекта.
- В Приложениях E, F и G представлены чертежи, разработанные для концептуальных инкрементов усиления, описанных в Главе 5 для комплексных зданий с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями), железобетонных каркасных зданий с кирпичными заполнениями, сборных железобетонных зданий с навесными стеновыми панелями, и стеновые конструктивные типологии, соответственно.

- В Приложении H представлены функции уязвимости, которые были разработаны с использованием методологии, описанной в Главе 6.

Списки литературы и участников проекта приведены в конце данного отчета.

Глава 2

Правомочные школы

В этой главе представлен обзор базы данных правомочных школ, предоставленной Всемирным банком.

2.1 Разработка базовой линии для образовательной инфраструктуры

С 2011 года было предпринято несколько попыток разработать набор данных по образовательным учреждениям в Кыргызской Республике. Наиболее полный набор данных был составлен Детским фондом Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) в 2013 году, который включал информацию о физических характеристиках (неструктурные данные и данные о конструктивной системе) и функциональности 3028 объектов.

В 2015 году в Постановлении Правительства №551 было отмечено, что национальный портфель состоит из 3455 учреждений, что указывает на недостающие объекты в наборе данных.

2.2 Отбор правомочных школ

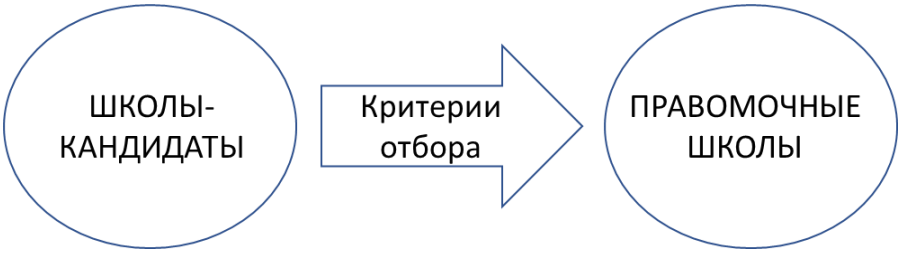


Рисунок 2-1 Процесс по определению «правомочных» школ.

Для Компонента 2 проекта ERIK, Правительство Кыргызской Республики установило следующие критерии отбора, чтобы составить на основе национального портфеля школ («школ-кандидатов»), короткий список «правомочных школ»:

- **Государственные школы.** Только государственные школы считались правомочными для финансирования в рамках проекта ERIK.
- **Год строительства.** Чтобы отобрать школы, срок службы которых не приближался к завершению, школы, построенные до 1970 года, не были включены в перечень правомочных школ.
- **Количество учащихся.** Чтобы максимизировать социальные выгоды, для списка правомочных школ были отобраны школы с большим количеством учащихся. Предельный уровень был определен как более 500 учащихся для школьных зданий в крупных городах (в частности, в Бишкеке и Оше) и более 100 учащихся для школьных зданий в сельских районах.

- **Процент заполняемости.** Чтобы максимизировать социальные выгоды, для списка правомочных школ были отобраны школы, уровень заполняемости которых был полный или почти полный. Предельный уровень был определен как 70% заполняемости или больше от вместимости школ.
- **Районы, имеющие высокий уровень сейсмического риска.** Для списка правомочных школ были отобраны школы в областях и городах, имеющих высокий уровень сейсмического риска. Области и города с высоким уровнем риска были определены как районы, где ожидается наибольшее число смертей в случае землетрясений в соответствии с последней вероятностной сейсмической оценкой, проведенной в рамках проекта «Измерение сейсмического риска в Кыргызской Республике», профинансированного Всемирным банком. К ним относятся следующие районы: Аламединский, Араванский, Базар-Коргонский, город Бишкек (который включает: Ленинский, Октябрьский, Первомайский и Свердловский районы), Кадамжайский, Кара-Суйский, Кочкорский, Ноокенский районы, город Ош, Сокулукский, Сузакский и Узгенский районы.
- **Здания школ, основанные на инженерных требованиях.** При выборе правомочных школ предполагалось, что здания, построенные без инженерных проектов и не отвечающие требованиям СНиП, скорее всего, не будут экономически эффективными для усиления, и поэтому было принято решение, что, по крайней мере, 70% школьных зданий в списке правомочных школ должны быть построены согласно требованиям СНиП.
- **Правомочность для финансирования.** Школы в городе Бишкек, которые уже были утверждены в рамках другого финансирования для усиления конструкций зданий школ, не были включены в список правомочных школ для финансирования в рамках проекта ERIK.

Применение этих критериев отбора к набору данных ЮНИСЕФ в сочетании с необходимыми полями данных, описанными в следующем разделе, такими как необходимость подтверждения местоположении (широта/долгота), уровень заполняемости и обозначение типа конструкции, привело к созданию базы данных правомочных школ, насчитывающей примерно 300 школ.

2.3 Требуемые поля исходных данных

Исходные данные, собранные для каждого школьного учреждения были представлены в виде блоков. Термин «блок» относится к прямоугольному целому зданию или прямоугольной части здания с двумя или более сейсмически разделенными прямоугольными элементами. То есть, школьные здания, которые не являются прямоугольными, но имеют форму в плане в виде «L», «C», «E», «H», «Ч» или «I», обычно имеют антисейсмические швы, которые позволяют прямоугольным блокам перемещаться независимо, по крайней мере, до точки, в которой они соударяются друг с другом. Термин «школа» относится к группе зданий, расположенных по общему адресу. Смотрите Рисунок 2-2 для иллюстрации этих терминов. Приблизительно 300 школ в соответствующей базе данных правомочных школ включают примерно 1100 блоков.

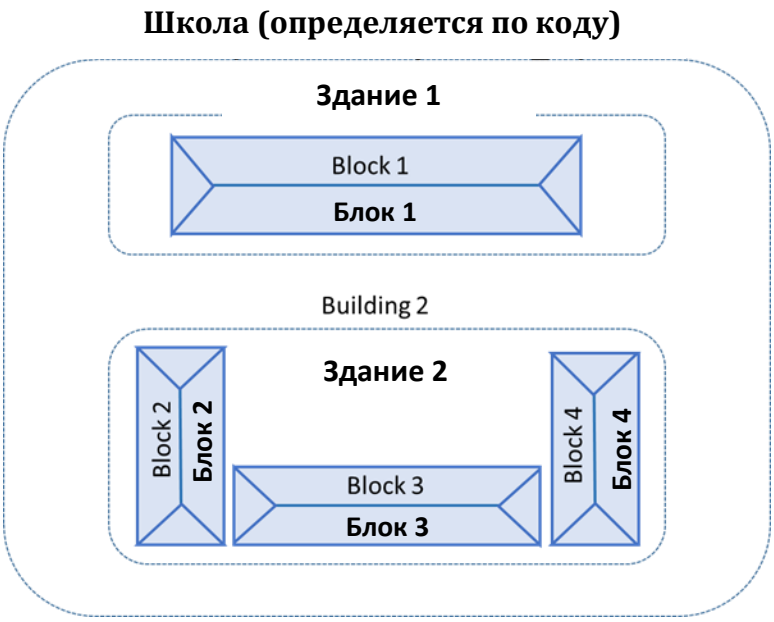


Рисунок 2-2 Иллюстрация терминов «школа», «здание» и «блок».

В концепции приоритезации используются следующие поля исходных данных для базы данных:

- Идентификационная информация школы и блока, например, код школы, область, район, название школы, номер блока
- Местоположение школы по широте и долготе
- Общее количество людей, находящихся в школе
- Размеры блока
- Конструктивная типология блока в соответствии с таксономией ЮНИСЕФ, описанная в следующем разделе
- Год постройки по блокам
- Число этажей по блокам.

Школы, для которых отсутствовала информация в требуемых полях исходных данных, были исключены из списка правомочных школ, если для них не было доступных дополнительных источников информации, таких как отчеты по обследованию.

2.4 Таксономия ЮНИСЕФ

Детский фонд Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) и Международная стратегия по уменьшению опасности бедствий (МСУОБ) разработали качественную методологию для оценки безопасности школ (Детский фонд Организации Объединенных Наций, 2013 год). В случаях, когда это возможно, база данных правомочных школ определяет типологию блоков с использованием таксономии ЮНИСЕФ, которая группирует здания по 13 категориям. Категории и их распространенность в базе данных правомочных школ представлены в Таблице 2-1.

Таблица 2-1 Определения таксономии ЮНИСЕФ и доля в базе данных правомочных школ

№	*Описание*	*% правомочных школ*
1	Крупнопанельное здание, здание с плоскими стенами из монолитного железобетона.	2%
2	Каркасно-панельное здание с навесными панелями; каркасное здание с кирпичным заполнением; металлический (стальной) каркас.	32%
3	Конструктивная система с неполным каркасом, где наружные стены кирпичные, а внутренние конструкции каркасные.	7%
4	Кирпичное здание из комбинированных конструкций (также называемое «композитные конструкции»)	20%
5	Кирпичное (каменное) здание до 5 этажей.	21%
6	Здание традиционной конструкции с деревянным двойным каркасом для землетрясений интенсивностью в 9 баллов и одиночным каркасом для сейсмичности площадки 7-8-балльной и с заполнением из земляных (почвенных) материалов и с облегченной кровлей. Их сейсмостойкость можно считать существующей при следующих условиях: фундамент и цокольный этаж выполнены из прочных водонепроницаемых материалов (бетон, кирпич, камень и т.д.); расстояние между стенами (в свету) не превышает 5 м; деревянные узлы соединений не гниют в нижних и в верхних частях опор и стоек каркаса; в узлах соединения вертикальных и горизонтальных элементов каркаса, собранных при помощи нагеля или врубки имеются металлические зажимы и накладные пластины.	~0%
7	Те же здания с деревянным каркасом, которые не соответствуют требованиям пункта 6.	0%

Таблица 2-1 Определения таксономии ЮНИСЭФ и доля в базе данных правомочных школ (продолжение)

№	*Описание*	*% правомочных школ*
8	Здания из глинобитной смеси (пахса) и необожженного кирпича, саманных блоков в районах с интенсивностью землетрясения 7-8 баллов можно считать сейсмически безопасными (сейсмостойкими), если совокупное поперечное сечение простенков конструкций в каждом направлении (продольном, поперечном) на уровне середины этажа составляет не менее 4% от площади здания, рассчитанной на основе наружных поверхностей стен. Также должны быть установлены следующие элементы: фундамент и цокольный этаж из прочных водонепроницаемых материалов (бетон, кирпич, камень и т.д.); каркасно-щитовые стены; диагональный настил из досок на балках; и мансардная крыша с асбестоцементной или металлической кровлей на деревянных балках.	1%
9	Те же здания из глинобитной смеси и необожженного кирпича, не соответствующие требованиям пункта 8.	7%
10	Те же здания, что и в пункте 8, в районах с интенсивностью землетрясения 9 баллов без армирования стен могут быть использованы для различных целей, кроме как для постоянного нахождения людей.	2%
11	Бескаркасные здания со стенами из высушенной глины (гуваляк) не являются сейсмически устойчивыми для всех сейсмических регионов, и людям не рекомендуется оставаться в них.	0%
12	Здания со стенами из обожженного кирпича, построенные без проектов и без учета сейсмических воздействий высотой 1–2 этажа, без повреждений выше 2 уровня в соответствии со шкалами интенсивности MSK-64 или IMS-98 [sic].	2%
13	Деревянные щитовые здания в районах с интенсивностью землетрясения 7-8 баллов.	2%
	Неизвестные конструктивные системы	4%

Глава 3

Обследованные школы

В этой главе содержится обзор проведения полевых обследований и краткое описание результатов обследований. В общей сложности было обследовано 78 школ, состоящих из 421 блока.

3.1 Цели

Чтобы разработать предварительные варианты интервенций для полномасштабного уменьшения риска, необходимо охарактеризовать и проанализировать портфель школ таким образом, чтобы составить общее представление и распределить школьные здания по категориям, так как изучить сейсмическую уязвимость каждого отдельного школьного здания в стране не представляется возможным. Соответственно, была рассмотрена база данных правомочных школ, описанная в Главе 2, на наличие различных категорий, по которым сгруппированы здания со схожими конструктивными системами (такими как кирпичная кладка или железобетон различных конфигураций, называемые системами сопротивления горизонтальным нагрузкам), диапазоном высоты, учетом сейсмических требований и другими параметрами. Во время полевых обследований была собрана информация о более подробных атрибутах, которые влияют на сейсмические параметры, с целью описания характеристик представительных зданий для каждой конструктивной типологии. Кроме того, были задокументированы имеющиеся конструктивные чертежи, чтобы оказать помощь при разработке проектов для оценки на основе «Перфоменс-проектирования» и инкрементов усиления.

3.2 Обучение и персонал

Команда проекта провела двухдневное обучение в стране для 12 местных инспекторов, проводивших обследования. Учебные материалы представлены в Приложении А. Обучение охватывало предоставление руководства и инструкций для идентификации каждой из различных записей в форме обследования. Обучение включало как обучение в классе и обсуждения, так и полевые занятия по применению формы обследования для школьного здания.

В общей сложности в течение июня-августа 2018 года, местные инспекторы, которые участвовали в обучении, провели обследования 78 школ из списка правомочных школ. В состав инспекционных групп входили сотрудники из Международного университета инновационных технологий (МУИТ) и Государственного института сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования (ГИССиИП/КНИИПСС). Обследования проводились под руководством местного руководителя по сбору данных, который предоставлял руководства и указания и был готов ответить на вопросы полевых инспекторов. Обследования фокусировались на зданиях, где располагались классные кабинеты и спортивные залы, а не на вспомогательных или хозяйственных постройках.

При выборе школ для обследования из пула правомочных школ учитывались различные критерии, такие как:

- Разнообразие конструктивных типологий
- Распределение школ для обследования, взвешенных по количеству учащихся на район

В Приложении В приводится полный перечень школ, охваченных обследованием.

3.3 Сбор данных и обеспечение качества

В ходе полевых обследований, внимание фокусировалось на сборе данных по параметрам, влияющим на сейсмическую реакцию здания, таких как: конструктивная система, диапазон высоты здания, конструктивные нерегулярности, гибкость дисков покрытия/перекрытия, наличие слабых колонн, чувствительных неконструктивных элементов, гибкость фундамента, учет сейсмических требований (уровень сейсмостойкого проектирования), сейсмический риск соударения, ранее проводимое сейсмическое усиление и состояние здания.

Данные были собраны в форме, которая была согласована с инструментами для сбора данных Глобальной библиотеки школьной инфраструктуры (GLoSI), чтобы обеспечить соответствие с глобальной работой в области таксономии школ, проводимой Глобальной программой по повышению безопасности школ (GPSS) Всемирного банка. Во время полевых обследований была задокументирована другая дополнительная информация, включающая название и адрес школы, время проведения обследования, параметры по блокам, уровень образования, количество учащихся и год строительства. На Рисунке 3-1 проиллюстрирована форма обследования на русском языке.

Запись «учет сейсмических требований» в форме основана на определениях согласно соответствующим историческим изменениям строительных норм и правил в Кыргызской Республике следующим образом:

- Учет сейсмических требований до издания СНиП: строительство до 1970 г.
- Низкий уровень учета сейсмических требований: строительство в период с 1970 по 1986 гг.
- Средний уровень учета сейсмических требований: с 1987 по 2009 гг.
- Высокий уровень учета сейсмических требований: строительство после 2010 г.

Выбор соответствующих предельных сроков соответствует основным изменениям местных строительных норм и правил и технических положений в области сейсмостойкого проектирования (СНиП II.А-12-69, СНиП II-7-81 и СНиП II-7-81*, СНиП КР 20-02:2004, СНиП КР 20-02:2009), а также основан на консультациях, проведенных с местным инженерным сообществом. Было учтено дополнительное время для строительства зданий, спроектированных после каждого основного изменения и пересмотра строительных норм и правил. Отмечено, что обозначение «высокого» уровня учета сейсмических требований предназначено для того, чтобы указать на использование последних местных строительных норм и правил.

Запись «качество/состояние» заполнялась инспекторами, документировавшими доказательства наличия ржавчины в результате появления трещин, растрескавшегося бетонного покрытия, очень низкого показателя коэффициента армирования (площадь стали/площадь бетона), дефектного бетона или других проблем, которые снижают прочность по сравнению с новым строительством. Следовательно, низкое, среднее и высокое качество и состояние были определены как много, несколько либо отсутствием каких-либо данных проблем, соответственно.

Была разработана электронная «мастер» таблица со всеми скомпилированными и полученными данными, а качество, полнота и точность данных подтверждались местным руководителем по сбору данных и проверялись на месте проектной группой.

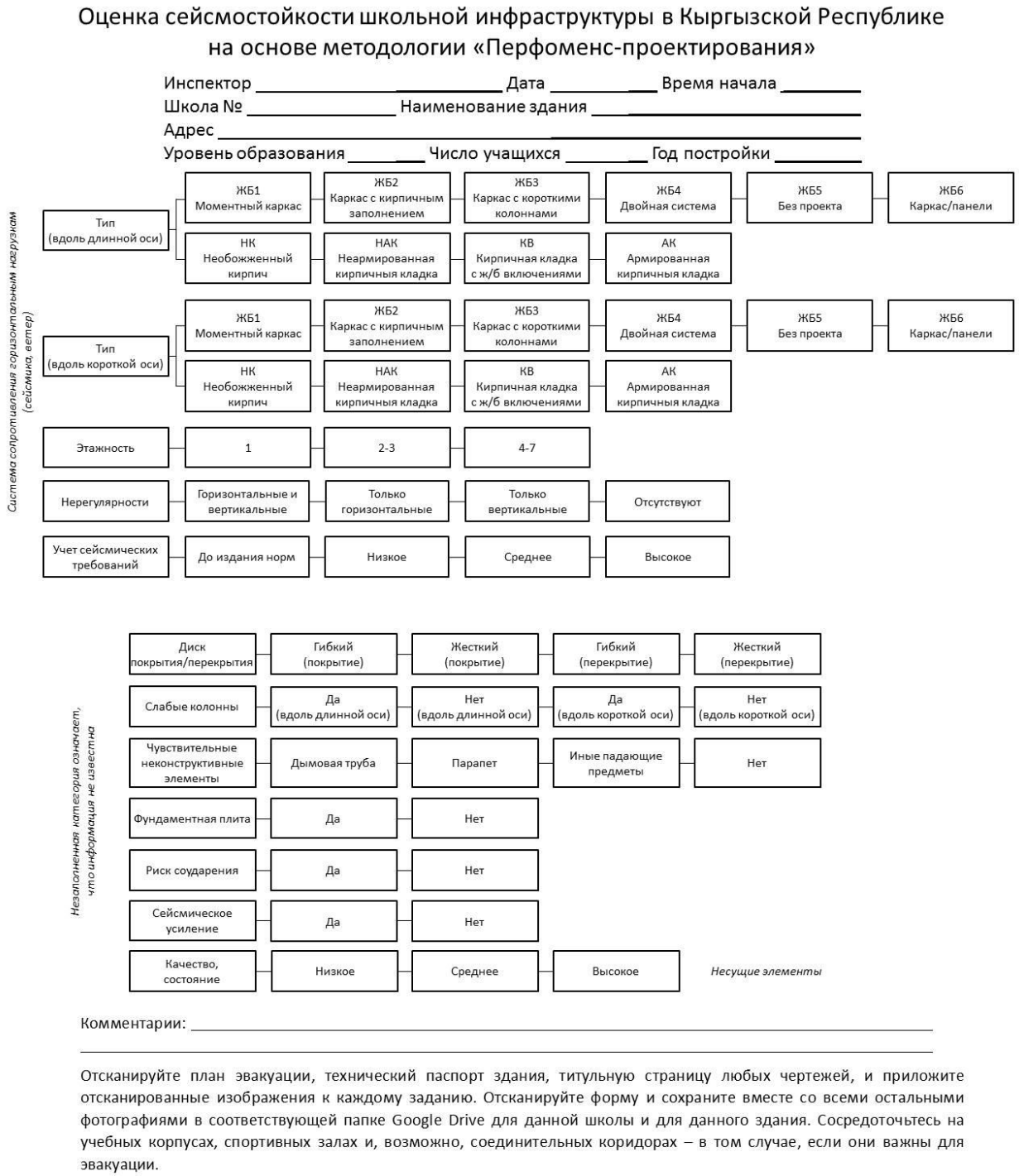


Рисунок 3-1 Форма полевого обследования на русском языке.

3.4 Таксономия GLoSI

Для использования в формах для сбора данных были выбраны следующие конструктивные типы GLoSI:

- Железобетонные системы (по материалам Ямин и др. (2017 г.)):

- ЖБ1, Моментный каркас
- ЖБ2, Каркас с кирпичным заполнением (СНиП, Подтип 2.3). Конструктивная система с железобетонным каркасом с кирпичным заполнением в Кыргызстане обычно состоит из внутренних железобетонных каркасов с внешними (кирпичными) несущими стенами и с железобетонными включениями.
- ЖБ3, Каркас с короткими колоннами
- ЖБ4, Каркас с двойной системой
- ЖБ5, Каркас без проекта
- ЖБ6, Сборный железобетонный каркас с внешними навесными сборными железобетонными стеновыми панелями (СНиП, Подтип 2.6)

- Несущие системы комплексной конструкции (по материалам Адхикари и Д'Аяла (2017 г.):
  - НК, Глиняные (необожжённый кирпич, саман и другие землебитные материалы)
  - НАК, Неармированная кирпичная кладка (СНиП, Подтип 1.4, 1.5, 1.6)
  - КВ, Кирпичная кладка с железобетонными включениями (СНиП, Подтип 1.1, 1.2)
  - АК, Армированная кирпичная кладка

3.5 Собранные данные

Данные, собранные в ходе полевых обследований, были рассмотрены различными способами для обоснования рамочной концепции, основанной на оценке рисков.

3.5.1 Распределение по типологиям GLoSI

В Таблице 3-1 приведена разбивка данных по конструктивным типологиям. Процентное соотношение одной и той же конструктивной типологии в обоих направлениях обозначено более низким процентным соотношением двух осей.

Соответственно, в процессе проведения полевых обследований следующие три типологии были определены как наиболее распространенные:

- ЖБ6, Сборный железобетонный каркас со сборными железобетонными стеновыми панелями
- КВ, Кирпичная кладка с железобетонными включениями
- ЖБ2, Железобетонный каркас с кирпичным заполнением

Характеристики каждой конструктивной типологии, которые обычно наблюдались при проведении полевых обследований, описаны в Главе 4.

Таблица 3-1 Разбивка обследованных блоков зданий по типологиям GLoSI

Типология	*Символ*	*Всего (длин. ось)*	*Процент (длин. ось)*	*Всего (корот. ось)*	*Процент (корот. ось)*
Моментный каркас	ЖБ1	0	0%	1	0%
Железобетонный каркас с кирпичным заполнением	ЖБ2	73	17%	94	22%
Короткие колонны	ЖБ3	0	0%	0	0%
Двойная система	ЖБ4	2	0%	1	0%
Без проекта	ЖБ5	19	5%	19	5%
Сборный железобетонный каркас с навесными сборными стеновыми панелями	ЖБ6	146	35%	124	30%
Глиняные	НК	1	0%	1	0%
Неармированная кирпичная кладка	НАК	39	9%	38	9%
Кирпичная кладка с железобетонными включениями	КВ	130	31%	131	31%
Армированная кирпичная кладка	АК	3	1%	3	1%
Другое	Н/п	8	2%	8	2%

3.5.2 Распределение по годам строительства

На Рисунке 3-2 показано распределение обследованных блоков школьных зданий в соответствии с учетом сейсмических требований, установленных отчетом по году строительства. Данные представлены для типологий длинных осей GLoSI для распространенных конструктивных типов зданий. Как видно из Рисунка 3-2, большинство школ (примерно 78%) были построены до 1990-х годов. Ниже приводится разбивка учета сейсмических требований в соответствии с изменениями строительных норм и правил в стране:

- 2% блоков зданий были построены до 1970 года, что считается периодом до издания и принятия строительных норм и правил (хотя предполагалось обследовать только здания, построенные в 1970 году и в последующие годы);
- 76% блоков зданий были построены в период с 1970 по 1986 годы, который считается периодом с низким уровнем учета сейсмических требований;
- 18% блоков зданий были построены в период между 1987-2009 гг., который считается периодом со средним уровнем учета сейсмических требований; и
- 4% блоков зданий были построены после 2010 года, в период, который считается периодом с высоким уровнем учета сейсмических требований.

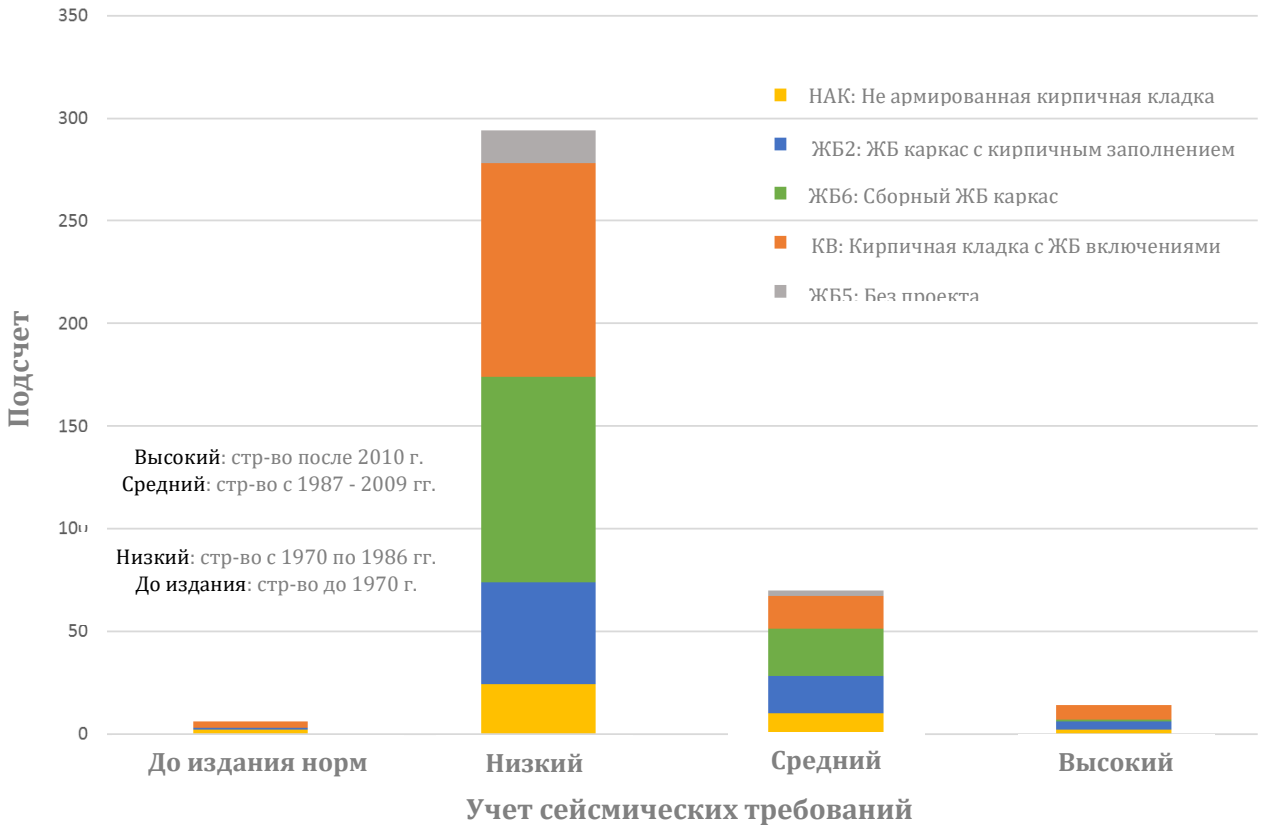


Рисунок 3-2 Распределение уровней учета сейсмических требований по блокам зданий.

3.5.3 Распределение атрибутов по распространенным типологиям

Разбивка атрибутов для каждой из трех наиболее распространенных конструктивных типологий кратко описана в Таблице 3-2, Таблице 3-3 и Таблице 3-4.

3.5.4 Наличие чертежей на местах обследования

Из 78 школьных зданий, которые были обследованы, 20 были обозначены как имеющие чертежи, однако 8 из них имели недостаточные чертежи, чертежи плохого качества, отсутствующую информацию или не имели конструктивных чертежей. Из 12 школ (комплексов), которые имели чертежи хорошего качества, 8 школ (комплексов) относились к трем распространенным конструктивным типологиям со следующей разбивкой: один школьный комплекс имел систему КВ - Кирпичная кладка с железобетонными включениями, шесть школьных комплексов – систему ЖБ2 - Железобетонный каркас с кирпичным заполнением и один школьный комплекс – систему ЖБ6 - Сборный железобетонный каркас. Помимо этого, во время полевого обследования, команда проекта также задокументировала конструктивные чертежи для одного дополнительного школьного комплекса с конструктивной системой - Кирпичная кладка с железобетонными включениями.

Таблица 3-2 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из КВ: Кирпичная кладка с железобетонными включениями

Категория	*Атрибут*	*Процентное соотношение*
Этажи	1	31%
	2-3	69%
	4-7	0%
Учет сейсмических требований	До издания норм	0%
	Низкое	58%
	Среднее	32%
	Высокое	5%
Нерегулярности	Горизонтальные и вертикальные	2%
	Только горизонтальные	19%
	Только вертикальные	5%
	Отсутствуют	74%
Диск покрытия	Гибкий	2%
	Жесткий	98%
Диск перекрытия	Гибкий	1%
	Жесткий	92%
Слабая колонна	Да (вдоль длинной оси)	1%
	Нет (вдоль длинной оси)	99%
	Да (вдоль короткой оси)	1%
	Нет (вдоль короткой оси)	99%
Дымовые трубы	Да	3%
	Нет	97%
Парапеты	Да	2%
	Нет	98%
Иные падающие предметы	Да	32%
	Нет	68%
Риск соударения	Да	32%
	Нет	67%
Сейсмическое усиление	Да	2%
	Нет	98%
Качество, состояние	Низкое	7%
	Среднее	63%
	Высокое	30%

Таблица 3-3 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из ЖБ2: Железобетонный каркас с кирпичным заполнением

Категория	*Атрибут*	*Процентное соотношение*
Этажи	1	36%
	2-3	64%
	4-7	0%
Учет сейсмических требований	До издания норм	0%
	Низкое	53%
	Среднее	36%
	Высокое	4%
Нерегулярности	Горизонтальные и вертикальные	14%
	Только горизонтальные	0%
	Только вертикальные	22%
	Отсутствуют	60%
Диск покрытия	Гибкий	0%
	Жесткий	100%
Диск перекрытия	Гибкий	0%
	Жесткий	100%
Слабая колонна	Да (вдоль длинной оси)	19%
	Нет (вдоль длинной оси)	81%
	Да (вдоль короткой оси)	14%
	Нет (вдоль короткой оси)	85%
Дымовые трубы	Да	1%
	Нет	99%
Парапеты	Да	8%
	Нет	92%
Иные падающие предметы	Да	32%
	Нет	68%
Риск соударения	Да	25%
	Нет	74%
Сейсмическое усиление	Да	1%
	Нет	99%
Качество, состояние	Низкое	5%
	Среднее	55%
	Высокое	40%

Таблица 3-4 Разбивка атрибутов в обследованных зданиях из ЖБ6: Сборный железобетонный каркас со сборными железобетонными стеновыми панелями

Категория	*Атрибут*	*Процентное соотношение*
Этажи	1	27%
	2-3	73%
	4-7	0%
Учет сейсмических требований	До издания норм	0%
	Низкое	52%
	Среднее	48%
	Высокое	0%
Нерегулярности	Горизонтальные и вертикальные	19%
	Только горизонтальные	24%
	Только вертикальные	0%
	Отсутствуют	56%
Диск покрытия	Гибкий	1%
	Жесткий	99%
Диск перекрытия	Гибкий	1%
	Жесткий	91%
Слабая колонна	Да (вдоль длинной оси)	10%
	Нет (вдоль длинной оси)	90%
	Да (вдоль короткой оси)	10%
	Нет (вдоль короткой оси)	90%
Дымовые трубы	Да	0%
	Нет	100%
Парапеты	Да	9%
	Нет	91%
Иные падающие предметы	Да	30%
	Нет	70%
Риск соударения	Да	46%
	Нет	54%
Сейсмическое усиление	Да	3%
	Нет	97%
Качество, состояние	Низкое	6%
	Среднее	84%
	Высокое	10%

Глава 4
Характеристики конструктивных типологий

В этой главе описываются типовые характеристики конструктивных типологий, которые чаще всего наблюдались в процессе проведения полевых обследований и используются при оценке на основе «Перфоменс - сейсмостойкого проектирования» и проектов усиления. Здесь описываются характеристики, относящиеся к репрезентативным индексным зданиям, рассматриваемым в Главе 5.

4.1 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями

Одной из обычно выявляемых типологий GLoSI в процессе полевых обследований является кирпичная кладка с железобетонными включениями, где определение включает несущие кирпичные стены комплексной конструкции с горизонтальными антисейсмическими поясами (обвязками), расположенные с регулярным интервалом вертикальные железобетонные или стальные включения, которые помогают стабилизировать (т.е. удерживать) кирпичные стены в процессе сопротивления сейсмическим силам в плоскости и вне плоскости механизмов, а также сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытия. Данные из полевых обследований и имеющихся чертежей указывают на то, что в школьных зданиях комплексной (кирпичной) кладки с железобетонными включениями, распространенными в Кыргызской Республике, иногда имеются вертикальные железобетонные включения. Там, где они встречаются, удерживающие элементы помогают стабилизировать кирпичную стену при сопротивлении силам в плоскости и вне плоскости механизмов. Соответственно, данная типология может быть более точно описана как комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями (КВ). Типология имеет атрибуты неармированной кирпичной кладки, кирпичной кладки с железобетонными включениями и конструкции из железобетонного каркаса, и поэтому ее нельзя точно классифицировать в рамках таксономий, использованных в работе по сбору данных, описанных в Главах 2 и 3.

Как следует из результатов обследования, изложенных в краткой форме в Таблице 3-2, школьные здания из КВ типологии, распространенные в Кыргызской Республике, как правило, имеют прямоугольную геометрическую форму в плане, высоту от одного до трех этажей, имеют жесткие диски (диафрагмы), конструктивно отделены от прилегающих блоков и, как правило, не имеют конструктивных нерегулярностей или слабых колонн. Большинство зданий данного типа не имеют неконструктивных компонентов, таких как дымовые трубы, парапеты или другие элементы, представляющих опасность падения предметов, и здания обычно находятся в среднем или

хорошем состоянии. Примеры зданий показаны на Рисунках 4-1 и 4-2. Ниже приведены типовые характеристики для представительных зданий из КВ типологии:

- Здания высотой от одного до двух этажей и прямоугольные в плане.
- Здания имеют меньшие размеры и новее, чем здания, представленные типологией КВЖБ.
- Нагрузки от собственного веса конструкции приходятся на несущие кирпичные стены и на перемычки, расположенные в проемах. Никаких отдельно стоящих колонн или балок длинного пролета не наблюдалось.
- Плотность стен выше, чем в типологии КВЖБ. Стены также более регулярные по конфигурации.
- Стены обычно имеют вертикальные железобетонные включения на границах, но это не всегда наблюдалось. Данные включения на границах представляют собой легко связанные элементы, а не отдельно стоящие колонны. Они имеют прямоугольную геометрическую форму в плане с двумя длинными стальными стержнями арматуры. Стены иногда имеют включения, которые выполнены в виде отдельных квадратных колонн.
- Жесткие диски перекрытий и покрытий выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий, обвязанных антисейсмическими поясами (обвязками) по периметру, встроенными в несущие кирпичные стены. Доступные чертежи для зданий типологий КВ и КВЖБ относятся к общему Серийному каталогу монтажных деталей и узлов соединений для данного условия. Данные диски не покрыты сверху и работают за счет фиксирующего действия со стороны антисейсмических поясов.
- Встречаются неконструктивные перегородки. Они устроены из неармированных кирпичных элементов и плохо соединены с конструкцией.
- Форма крыши формируется из легкой деревянной каркасной конструкции.
- Присутствуют легкие конструкции на входах.
- Нерегулярности, слабые колонны, дымовые трубы, парапеты, иные падающие предметы, сейсмическое усиление не наблюдались.

Информация основана на конструктивных чертежах, собранных в процессе полевых обследований. Доступность чертежей была ограничена. Соответственно, описанные характеристики являются в основном качественными, а полученные данные основаны на анализе чертежей.

Рисунок 4-1 Двухэтажное школьное здание типологии КВ в Оше, которое было отобрано в качестве представительного индексного здания.

Рисунок 4-2 Типовые одноэтажные (вверху) и двухэтажные (внизу) школьные здания типологии КВ в Кыргызской Республике.

4.2 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом

Второй общепризнанной типологией GLoSI при проведении полевых обследований был железобетонный каркас с кирпичным заполнением (ЖБ2). Данные полевых обследований и имеющиеся чертежи указывают на то, что школьные здания таких типов, распространенных в Кыргызской Республике, включают некоторые элементы колонн и балок, но не имеют постоянного расстояния между горизонтальными и вертикальными элементами, составляющими единый монолитный каркас. Соответственно, данная типология может быть более точно описана как комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом (КВЖБ). Типология КВЖБ, как правило, состоит из сочетания внутренних железобетонных каркасов и несущих кирпичных стен, последние из которых встречаются как во внутренних, так и во внешних условиях, а иногда из внутреннего железобетонного каркаса, состоящего из балок и колонн. Железобетонные включения

встроены в кирпичные несущие стены, как в форме отдельных квадратных колонн, так и прямоугольных элементов. Данная типология имеет сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытия, соединенные с горизонтальным железобетонным антисейсмическим поясом, встроенным в кирпичные стены. Несмотря на то, что типология КВЖБ подобна описанной выше типологии КВ, она иногда включает железобетонные балки и колонны и по определению считается более крупной и более сложной, чем ее аналог типология КВ. Было замечено, что школьные здания типологии КВЖБ, распространенные в Кыргызской Республике, имеют сходство с общепринятыми определениями, как для зданий из кирпичной кладки с железобетонными включениями, так и для зданий из железобетонного каркаса с кирпичным заполнением.

Как показано в Таблице 3-3, школьные здания типологии КВЖБ, распространенные в Кыргызской Республике, как правило, имеют прямоугольную геометрическую форму в плане, высоту от одного до трех этажей, имеют жесткие диски (диафрагмы), конструктивно отделены от прилегающих блоков и обычно не включают конструктивные нерегулярности или слабые колонны (хотя горизонтальные и вертикальные нерегулярности и слабые колонны в некоторых случаях все же присутствуют). Большинство зданий данного типа не имеют таких неконструктивных компонентов, как дымовые трубы, парапеты или иные элементы, представляющие опасность падения предметов, и здания обычно находятся в среднем или хорошем состоянии. Примеры зданий показаны на Рисунках с 4-3 по 4-6. Ниже приведены типовые характеристики для представительных зданий типологии КВЖБ:

- Здания обычно трехэтажные и состоят из прямоугольных блоков. Блоки расположены для формирования сложных зданий. Блоки разделены антисейсмическими швами, которые могут соударяться во время землетрясения.
- Здания имеют большие размеры и старее, чем здания, представленные типологией КВ. Блоки и планы также более нерегулярны.
- Здания могут иметь частичные подвальные помещения (полуподвалы).
- По периметру вдоль продольных фасадов, нагрузки от собственного веса конструкции приходятся на несущие стены и на перемычки, устроенные в проемах. Трехэтажные несущие стены для типологии КВЖБ толще, чем те, которые можно наблюдать в двухэтажных несущих стенах, описанных в типологии КВ.
- На внутренних линиях опор, нагрузки от собственного веса конструкции приходятся на несущие стены, балки и колонны. Встречаются отдельно стоящие колонны и балки длинных пролетов.
- Плотность стен меньше, чем те, которые можно наблюдать в типологии КВ.
- Стены обычно имеют вертикальные железобетонные включения на границах, но это не всегда наблюдалось. Данные включения на границах представляют собой легко связанные элементы, а не отдельно стоящие колонны. Они имеют прямоугольную геометрическую форму в плане с двумя длинными стальными стержнями арматур. Стены иногда имеют включения, которые выполнены в виде отдельных квадратных колонн.

- Жесткие диски перекрытий и покрытий выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий, обвязанных антисейсмическими поясами (обвязками) по периметру, встроенными в несущие кирпичные стены. Доступные чертежи, как для зданий КВ, так и зданий КВЖБ относятся к общему Серийному каталогу монтажных деталей и узлов соединений для данного условия. Конкретные специальные детали крупнее для условий типологии КВЖБ. Данные диски не покрыты сверху и работают за счет фиксирующего действия со стороны антисейсмических поясов.
- Присутствуют неконструктивные перегородки. Они устроены из неармированных кирпичных элементов и плохо соединены с конструкцией.
- Форма крыши формируется из легкой деревянной каркасной конструкции.
- В данных школах имеются спортивные залы. Риски соударения на неправильно выровненных уровнях представляет собой уязвимость.
- Иные нерегулярности, слабые колонны, дымовые трубы, парапеты, иные падающие предметы или сейсмическое усиление не наблюдались.

Информация основана на конструктивных чертежах, собранных в процессе полевых обследований. Доступность чертежей была ограничена. Соответственно, описанные характеристики являются в основном качественными, а полученные данные основаны на анализе чертежей.

Рисунок 4-3 Внешний вид школьного здания типологии КВЖБ в Оше, которое было отобрано в качестве представительного индексного здания.

Рисунок 4-4 Внутренний вид (разрез) школьного здания типологии КВЖБ в Оше, Кыргызская Республика. Конструктивные чертежи для данного школьного здания были использованы в качестве образца для анализа типологии КВЖБ.

Рисунок 4-5 Типовой внешний вид (фасад) школьных зданий типологии КВЖБ в Кыргызской Республике.

Рисунок 4-6 Типовой внутренний вид (разрез) школьных зданий типологии КВЖБ в Кыргызской Республике.

4.3 Сборный железобетонный каркас со сборными стеновыми панелями

Общепринятое определение для здания из сборного железобетонного каркаса и сборных стеновых панелей (ЖБ6) включает полную сборную железобетонную каркасную систему, как с большими (крупными) сборными стеновыми панелями (в которых панели расширяют всю высоту этажа между уровнями пола), так и с небольшими (навесными) сборными стеновыми панелями (в которых панели располагаются горизонтально между элементами колонн, и требуется множество данных панелей, чтобы покрыть уровень этажа). Основываясь на данных полевых обследований и имеющихся чертежах, типология ЖБ6 для школьных зданий, распространенных в Кыргызской Республике, включает сборные железобетонные каркасы и небольшие (навесные) сборные стеновые панели.

Как показано в Таблице 3-4, школьные здания типологии ЖБ6, распространенные в Кыргызской Республике, как правило, имеют прямоугольную геометрическую форму в плане, высоту от одного до трех этажей, имеют жесткие диски (диафрагмы), конструктивно отделены от прилегающих блоков (но во многих случаях обеспеченное разделение недостаточно для предотвращения рисков соударения), и, как правило, не включают присутствие конструктивных нерегулярностей или слабых колонн (хотя горизонтальные и вертикальные нерегулярности и слабые колонны в некоторых случаях все же присутствуют). В большинстве зданий нет неконструктивных компонентов, таких как дымовые трубы, парапеты или иные элементы, представляющие опасность падения, и здания обычно находятся в среднем или хорошем состоянии. Примеры зданий показаны на Рисунке 4-7. Ниже приведены типовые характеристики для представительных зданий типологии ЖБ6:

- Система каркаса состоит из сборных железобетонных колонн, сборных железобетонных балок, сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий и сборных железобетонных стеновых панелей.
- Стеновые панели детализированы, самонесущие либо навесные и не несут никаких вертикальных или боковых нагрузок.

- Жесткие диски перекрытий и покрытий выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий. Они присоединены к сборным железобетонным балкам, расположенным по периметру. Данные диски не покрыты сверху и работают за счет фиксирующего действия со стороны сборных железобетонных балок.
- Присутствуют неконструктивные перегородки. Они устроены из неармированных кирпичных элементов и плохо присоединены к конструкции.
- В данных школах имеются спортивные залы. Соударение на неправильно выровненных уровнях представляет собой уязвимость.
- Нерегулярности, слабые колонны, дымовые трубы, парапеты, иные падающие предметы или сейсмическое усиление не присутствуют.

Информация основана на ограниченных конструктивных чертежах, собранных в процессе проведения полевых обследований. Во время полевых обследований и последующих запросов были доступны только неполные наборы конструктивных чертежей для зданий данной типологии. Были собраны и рассмотрены различные соответствующие каталоги для сборных железобетонных школьных зданий в Кыргызской Республике (серия ИИС-04) для определения детальной информаций об узлах соединений, конструкции и строительстве, которые можно было бы считать типовыми. Однако, в силу отсутствия очень важной информации приходилось делать допущения и предположения.

Рисунок 4-7 Обычный блок классных комнат типологии ЖБ6 в Кыргызской Республике.

Глава 5

Проектирование сейсмического усиления несущей конструкции с использованием оценки на основе «Перфоменс-проектирования»

В данной главе описывается проведение оценок на основе «Перформенс-проектирования» и проектирование сейсмических усилений несущих конструкций трех школьных блоков (зданий) в Кыргызской Республике. Блоки служат репрезентативными индексными зданиями для трех конструктивных типологий, описываемых в Главе 4. Индексные здания оцениваются как есть (без изменений) и в условиях усиления несущей конструкции с использованием нелинейного статического Пушовер-анализа; графическое отображение Пушовер-анализа особенно полезно для сравнения относительных возможностей различных инкрементов для индексных зданий. В данной главе также представлены оценки затрат (сметной стоимости), составленные для индексных зданий.

5.1 Подход

Чтобы расставить приоритеты в перечне школьных зданий, определить соотношение выгод (результата) и затрат (стоимости) и отобрать наиболее выгодные решения по усилению несущей конструкции в требуемом масштабе, были разработаны схемы усиления несущей конструкции для постепенного устранения сейсмических недостатков и постепенного снижения связанного с этим риска. При таком подходе, абсолютная производительность менее важна, и относительное улучшение, связанное с каждым инкрементом усиления несущей конструкции, является ключевым фактором при определении практических решений, которые приносят наибольшую пользу в виде спасенных жизней по сравнению с затратами. Компромисс между правомочным уровнем производительности и практичными (т.е., экономически эффективными) решениями по усилению несущей конструкции – это стратегия, которая регулярно используется в Соединенных Штатах Америки и на международном уровне.

Концептуальные проекты усиления несущей конструкции были подготовлены для нескольких инкрементов усиления несущей конструкции по каждому индексному зданию. Репрезентативные индексные здания отбирались исходя из наличия информации по конструктивным чертежам и соответствия типичным (типовым) характеристикам, описываемым в Главе 4. Цель сейсмического усиления несущей конструкции заключается в повышении сейсмостойкости здания – то есть, в повышении несущей способности несущей конструкции противостоять сейсмическим воздействиям. Общий подход к сейсмическому усилению в каждом инкременте включает в себя

обеспечение дополнительной прочности для противостояния сейсмическим воздействиям, обеспечение дополнительной жесткости для ограничения движения (относительного горизонтального перекоса) здания, или добавление дополнительных конструктивных элементов для обеспечения дополнительного перемещения и сохранения целостности несущей конструкции при землетрясении.

Усиления несущей конструкции описываются как инкременты усиления несущей конструкции – от 1 до 4. Инкремент 1 обеспечивает наименьшее увеличение устойчивости при наименьших затратах, тогда как Инкремент 4 обеспечивает достижение максимальной устойчивости при наивысших затратах. Инкременты опираются друг на друга в каждом индексном здании. Например, Инкремент 3 включает в себя все усиления, предусматриваемые Инкрементом 2, который, в свою очередь, включает в себя все усиления, предусматриваемые Инкрементом 1. Для двух конструктивных типологий был разработан промежуточный уровень – Инкремент 3.5. При составлении каждого инкремента учитывались конкретные цели проектирования и заданные характеристики на основе «Перфоменс-проектирования». Выгода от каждого уровня усиления несущей конструкции рассчитывается в соответствии с методологией, описываемой в Главе 6, с точки зрения выгоды для безопасности.

Конфигурации, детали (узлы соединения) и свойства материалов были определены из строительных и конструктивных чертежей, собранных в процессе полевого обследования. Полные чертежи были доступны не для всех индексных зданий. Соответственно, в тех случаях, когда на имеющихся чертежах отсутствовала необходимая информация, строились предположения и допущения. Свойства материалов, используемых для оценки, основаны на указанных номинальных значениях из чертежей, скорректированных с учетом ожидаемой прочности, в соответствии с общими рекомендациями ASCE/SEI 41-17 «*Оценка сейсмостойкости и усиление зданий существующей застройки*» (ASCE, 2017b).

5.1.1 Уровни-объекты «Перфоменс-проектирования»

Оценка индексных зданий в их первоначальном состоянии (как есть) производилась по двум заданным характеристикам, точнее уровням-объектам «Перфоменс-проектирования»: безопасность жизнедеятельности (БЖ) и предотвращение обрушения (ПО). Безопасность жизнедеятельности – это состояние, представляющее опасность с точки зрения травмирования и гибели людей, которые могут произойти при частичном обрушении внутри здания в результате ускорений, испытываемых компонентами здания, или в результате относительных горизонтальных перекосов внутри здания. Предотвращение обрушения (ПО) – это состояние, представляющее опасность с точки зрения травмирования и гибели людей, которые могут произойти при обрушении в результате горизонтального перемещения основной части здания. Коэффициенты смертности, обусловленные этими предельными состояниями, описываются в Главе 6.

Каждый инкремент усиления несущей конструкции имеет разные проектные параметры. Все инкременты усиления несущей конструкции повышают несущую способность (устойчивость), но не все соответствуют требуемым характеристикам, уровням-объектам ПО или БЖ. На Рисунке 5-1 наглядно показано, как каждый инкремент усиления несущей конструкции отличается в стратегии добавления устойчивости к перемещению, прочности, устойчивости к обрушению и сопротивления рискам падения.

Рисунок 5-1 Графическая иллюстрация, изображающая проектирование несущей конструкции на прочность против проектирования несущей конструкции на гибкость.

Относительные возможности инкрементов представляют собой прогрессию, начинающуюся с текущего состояния здания – состояния «как есть». Ряд частичных обрушений ожидается в состоянии «как есть» каждой конструктивной типологии из-за увеличения ускорений, воздействующих на компоненты здания даже при относительно низких уровнях сотрясений в результате относительно частых землетрясений. В качестве примеров можно привести механизм обрушение внеплоскости тяжелых ненесущих перегородок, механизм обрушение внеплоскости ненесущих стен и другие подобные события. В подходе к усилению несущей конструкции, эти начальные серии обрушений объединяются в одно событие, поскольку они происходят при одинаковых ускорениях и деформациях. Начальные обрушения происходят не из-за горизонтального перемещения (или перекоса) несущих конструктивных элементов в кирпичных (каменных) зданиях, потому что они жесткие и хрупкие. Эти типы (механизмы) обрушений происходят до обрушения всего здания в результате горизонтального перемещения (или перекоса).

Инкремент 1 предназначен для смягчения таких первоначальных обрушений и позволяет добиваться полной устойчивости (несущей способности) существующего здания с точки зрения максимальной прочности, но не улучшает его устойчивость к перемещению. После того как будет произведено усиление несущей конструкции в рамках Инкремента 1, следующим событием будет глобальное обрушение зданий из-за механизма горизонтального перемещения (либо перекоса).

Инкремент 2 предназначен для увеличения сейсмостойкости здания – прежде всего, за счет увеличения устойчивости к перемещению до обрушения. Это достигается различными способами, которые различаются для каждой конструктивной типологии. Положительное воздействие предполагается добавить, прежде всего, путем предупреждения предельного состояния ПО.

Инкремент 3 предназначен для дальнейшего повышения сейсмостойкости здания за счет добавления значительной прочности в дополнение к устойчивости к перемещению.

Инкремент 4 предназначен для дальнейшего повышения сейсмостойкости здания. Он приведен в соответствие с требованиями прочности, которые будут приняты в рамках ожидаемого нормативно-технического документа СНиП Кыргызской Республики, в целях усиления несущей конструкции (см. подробности в Приложении D). Инкремент 4 – единственное усиление несущей конструкции со значительным укреплением фундамента. Он предназначен для улучшения предельных состояний БЖ и ПО.

5.1.2 Расчет и анализ несущей конструкции

Индексные здания были рассчитаны и проанализированы с использованием методов Пушовер-анализа, основанных на процедурах нелинейного статического анализа в соответствии с ASCE/SEI 41-17. Были использованы два разных метода расчета и анализа для составления кривых для индексных зданий и усиления их несущей конструкций:

- В индексных зданиях «КВ» и «КВЖБ» преобладают стеновые конструктивные элементы кирпичной кладки (комплексной конструкции). Оба конструктивных типов зданий являются относительно жесткими, и на их поведение в большей степени влияют прочность и нелинейный отклик конструктивных элементов по сравнению с упругой жесткостью. Опоры (колонны) и стены сильно различаются по всей конструкции из-за различий в размерах, наличия включений и изменения прикладываемых осевых нагрузок. Реагирование на сейсмическое воздействие, как правило, контролируется хрупкими свойствами. По этим причинам, общие несущие способности были определены путем суммирования скелетных кривых конструктивных отдельных элементов. Кривые составлены в соответствии с ASCE/SEI 41-17.
- Индексное здание (ЖБ6) обладает гибким каркасом и относительно правильной конфигурацией. В его реагировании на сейсмическое воздействие преобладает жесткость каркаса. Неэластичная модель была создана (смоделирована) с использованием волоконных элементов, чтобы проанализировать гибкость и нелинейные характеристики.

Несущая способность (устойчивость) была определена с использованием номинальной прочности в соответствии с чертежами и модифицирована с учетом ожидаемых прочностных свойств и уравнений по прочности материала согласно ASCE/SEI 41-17. Показатели прочности кирпичной кладки и ожидаемой прочности здания были выбраны в соответствии со СНиП Кыргызской Республики. В тех случаях, когда конкретная информация о прочности материалов отсутствовала, использовались допущения.

Эффективность оценивалась с использованием критериев предельного состояния, содержащихся в ASCE/SEI 41-17, а общая несущая способность (устойчивость) всей конструктивной системы сравнивалась с потребностями с использованием подхода к спектру реакции (спектральное ускорение - спектральное перемещение), который модифицирует расчетные спектры реакции для учета рассевания энергии, связанного с нелинейным откликом на сейсмическое воздействие. Метод построения кривой зависимости “спектральное ускорение - спектральное перемещение” в соответствии с методологией Файфара (Fajfar, 1999), описываемый в ATC-40, “*Оценка сейсмостойкости и усиление конструкции железобетонных зданий*” (ATC, 1996), использовался по следующим причинам:

- В новом (нормативно-техническом) документе СНиП Кыргызской Республики содержится ссылка на анализ усиления несущей конструкции с использованием Пушовер-анализа. Тем не менее, на момент написания данного документа, рабочие характеристики эффективности и критерии приемки пока не были определены.
- Данный метод позволяет эффективно обрабатывать результаты в случае нескольких опасностей, объединяя различные уровни сотрясаемости грунта с различных участков по всей стране.

- Данный метод позволяет эффективно обрабатывать множество различных инкрементов усиления несущей конструкции.
- Данный метод позволяет производить оценку в условиях определенных уровней-объектов – таких как БЖ и ПО.
- Данный метод обеспечивает четкое графическое отображение прочности здания.
- Данный метод позволяет проводить четкое сравнение всех инкрементов индексного здания. Относительная величина инкрементов важна для определения эффективности инкрементов.

Согласно Файфару, расчетные реакции спектра выражаются в показателях пластичности, а не смягчения толчков (диссипативных свойств несущей конструкции).

5.1.3 Смета затрат

Оценки затрат (сметная стоимость) были произведены для каждого из концептуальных инкрементов усиления несущих конструкции, основанных на рыночных ценах и строительных нормах Кыргызской Республики за 2018 год. Затраты на строительство были рассчитаны путем прямого учета затрат на рабочую силу и материалы, указанных для каждого усиления несущей конструкции. Стоимость, необходимая для снятия и восстановления отделки в натуральной форме, была определена как коэффициент, применяемый к затратам на строительство для каждого инкремента. Значение данного коэффициента было определено путем подробного расчета количества и оценки затрат на отделку для Инкремента 4 конструктивной типологии - сборных железобетонных конструкций и расчета соотношения между архитектурными затратами и затратами на строительство. Исходя из рассмотренного конкретного примера, затраты на архитектурную отделку составляют порядка 16,7% затрат на строительство. Данный коэффициент также применялся ко всем инкрементам других конструктивных типологий. Кроме того, резерв на неучтенные непредвиденные общие расходы был принят равным 5% затрат на строительство, а налог на добавленную стоимость (НДС) – 12%. Затраты на такие компоненты как повышение энергоэффективности (ЭЭ) и водоснабжение, санитария и гигиена (ВСГ) были предусмотрены в размере 98,2 долл. США за квадратный метр.

Уровни усиления несущей конструкции сравниваются следующим образом:

- Соотношение затрат на строительство для Инкремента 1 с затратами на строительство для Инкремента 4 колеблется от 5% до 24%.
- Соотношение затрат на строительство для Инкремента 2 с затратами на строительство для Инкремента 4 составляет приблизительно 50%.
- Соотношение затрат на строительство для Инкремента 3 с затратами на строительство для Инкремента 4 составляет приблизительно 85%.

5.2 Индексное здание «КВ»: Комплексная (кирпичная) кладка стен с железобетонными включениями

В качестве индексного здания «КВ»: комплексная кладка стен с ЖБ включениями было взято здание школы №37 им. Айтиева в Оше (как показано на Рисунке 5-2). Это – двухэтажное здание с

одним загруженным коридором, из которого можно попасть в классные кабинеты. Перекрытия этажей и кровля крепятся к антисейсмическому поясу из железобетонной конструкции, которая встроена в стены на уровне перекрытия (пола) и крыши. Элементы настила имеют срезные шпонки, залитые жидким строительным раствором, которые соединяясь и совместно работая с антисейсмическим поясом создают диафрагму диска покрытия. Диафрагма не имеет поверхностной обработки и обладает ограниченной несущей способностью переносить сейсмические нагрузки.

Система сопротивления горизонтальной нагрузке состоит из неармированных стен кирпичной кладки (Рисунок 5-3). Тем не менее, железобетонные вертикальные включения могут взаимодействовать с кирпичной кладкой, создавая пояс связи соединения (связи жесткости) в опорах стен. Опоры наружных стен имеют правильную форму, но различаются в зависимости от осевых нагрузок и типа или отсутствия железобетонных вертикальных включений.

Рисунок 5-2 Фотография школы №37 в Оше. Это – основа для индексного здания КВ.

Рисунок 5-3. Частично обожженные элементы кирпичной кладки из Кыргызской Республики (С. Бржев).

5.2.1 Сейсмические недостатки

Неармированные и слабоармированные (с небольшим процентом армирования) кирпичные (каменные) здания демонстрировали неудовлетворительные характеристики при землетрясениях в прошлом. Кирпичные (каменные) стены обладают ограниченной несущей способностью противостоять воздействиям и деформациям в плоскости и вне плоскости механизмов, связанными с землетрясениями, что приводит к появлению возможности хрупкого поведения и последующей потере вертикальной и горизонтальной несущей способности. Слабые или неадекватные диафрагмы зачастую обеспечивают ограниченную возможность переноса сил стенных креплений в здание и распределения нагрузки на другие конструктивные элементы системы сопротивления горизонтальным нагрузкам. Тем не менее, наличие антисейсмических поясов из железобетонных конструкций и неподвижных соединений со сборными железобетонными многопустотными плитами для перекрытия этажей (полов) и досками (настилами) кровли, обнаруживаемыми в данной конструктивной типологии, обеспечивает б*о*льшую прочность для анкеровки стен, нежели многие другие конструктивные типы из кирпичных (каменных) материалов и конструкций.

В комплексных зданиях с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями) имеются следующие сейсмические недостатки:

- Недостаточная прочность и ломкость (уязвимость) стен кирпичной кладки
- Отсутствие жесткого соединения между стенами кирпичной кладки и диафрагмами перекрытия или крыши параллельно перекрытию и кровельному настилу
- Недостаточная несущая способность горизонтальных ненесущих перегородок
- Недостаточное горизонтальное крепление для входной конструкции

5.2.2 Расчет и анализ в плоскости механизма

Вес индексного здания был рассчитан на основе доступной информации и подвергался двум типам воздействия:

- Увеличение горизонтальных сил (горизонтальное воздействие) применялось в каждом из основных направлений с использованием нагрузок, пропорциональных треугольному распределению ускорений (Пушовер-анализ), для определения характеристики и реакции стен и опор (колонн) в плоскости механизма.
- Внутренние ускорения применялись к анкерной прочности конструктивных элементов из плоскости механизма на каждом уровне, которые соответствуют горизонтальному сдвигу (силе), возникающему в результате горизонтального перемещения верхней части конструкции на основании Пушовер-анализа. (Здания, укрепленные за счет усиления несущей конструкции, создают большие внутренние ускорения.)

Для горизонтального сейсмического сдвига, опоры (колонны) из кирпичной кладки оценивались в индивидуальном порядке для следующих механизмов: сдвиг по шву кирпичной кладки (Рисунок

5-4a), диагональный сдвиг (Рисунок 5-4b) и диагональное сжатие подпорки (Рисунок 5-5). Подпорка была проверена лишь как часть механизма подпорки связи, когда опора (колонна) ограничивалась железобетонными включениями, которые могли образовывать связь. Также была произведена оценка опор (колонн) для следующих механизмов изгиба: изгиб с раздавливанием подошвы опоры (колонны) и изгиб с раскачиванием, как показано на Рисунке 5-6.

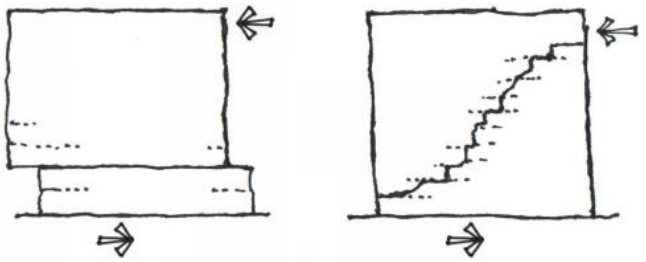


Рисунок 5-4 Механизмы горизонтального и диагонального сдвига.

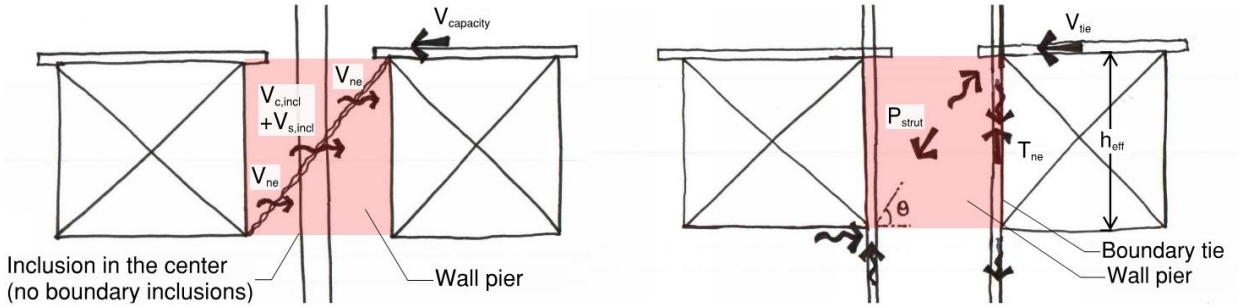


Рисунок 5-5. Механизм диагонального сдвига с включениями и распорно-стяжной механизм со стяжками из включений.

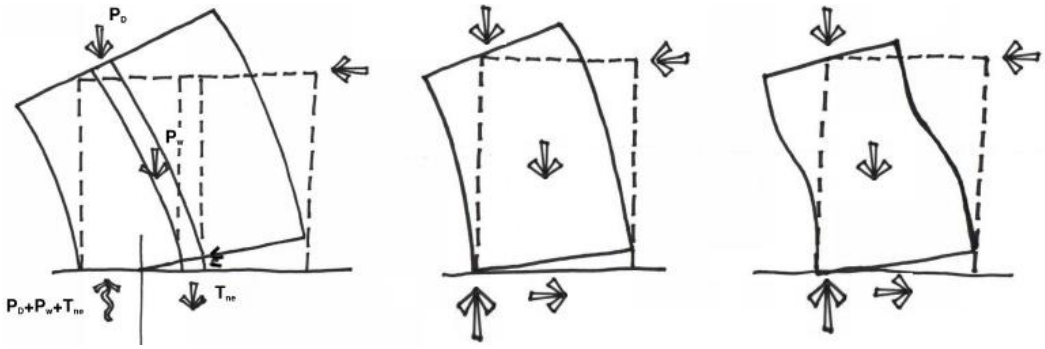


Рисунок 5-6 Изгиб с раздавливанием подошвы опоры и изгиб с раскачиванием.

Показатели прочности опор (колонн) и стен были сведены в таблицу для каждого механизма. На Рисунках с 5-7 по 5-11 показано расположение стен и опор, а также наличие включений. В качестве входных параметров используются геометрические характеристики, данные об усилении за счет включений (по мере целесообразности) и значения осевой нагрузки на конструктивный элемент несущей конструкции из-за собственного веса и веса несущих конструкций перекрытия и стропильной системы крыши. Механизм контроля для каждой стены и каждой опоры (колонны) использовался для выбора скелетной кривой и соответствующих предельных состояний согласно

ASCE/SEI 41-17. Скелетные кривые были обобщены по каждому направлению контроля для составления нелинейных кривых Пушовер-анализа для здания. Исходная жесткость определялась гибкостью стен и опор (колонны) с поправкой на дополнительную гибкость за счет диафрагмы и фундамента.

Для внутренних продольных и поперечных стен была произведена оценка как одно-, так и двухэтажных механизмов, и в двухэтажных механизмах были обнаружены изгибы с раздавливанием подошвы опор (колонн) и раскачиванием – соответственно, в случае *без* усиления несущей конструкции, и в случае *с* усилением несущей конструкции. Считается, что диафрагма способна деформироваться в продольном направлении для приспособления двухэтажного механизма для внутренних стен и одноэтажного механизма для наружных стен. Это происходит потому, что у диафрагмы нет верхней плиты перекрытия. Она состоит из отдельных досок (настилов), охватывающих поперечное направление с помощью срезных шпонок между конструктивными элементами, и скрепленных друг с другом антисейсмическим поясом.

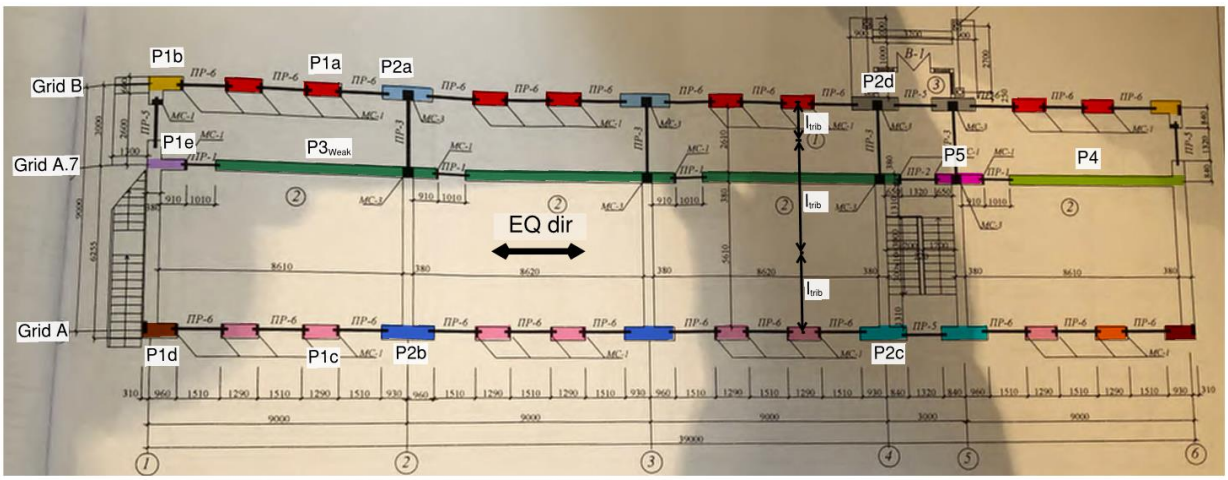


Рисунок 5-7. Карта участвующих опор (колонн) и стен, способствующих продольной деформации.

Рисунок 5-8 Карта участвующих опор (колонн) и стен, способствующих поперечной деформации.

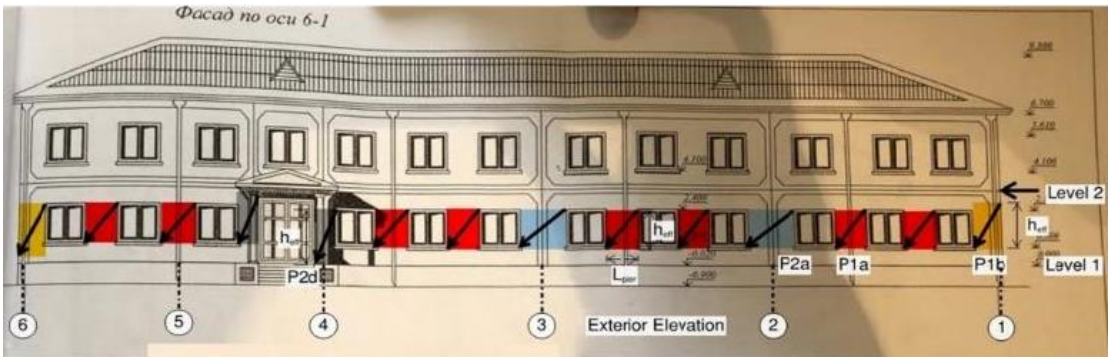


Рисунок 5-9 Карта наружных опор (колонн).

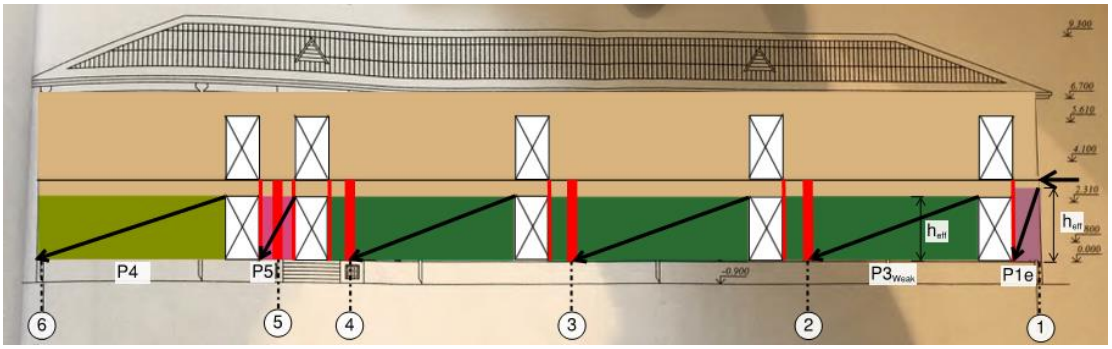


Рисунок 5-10 Карта внутренних стен.

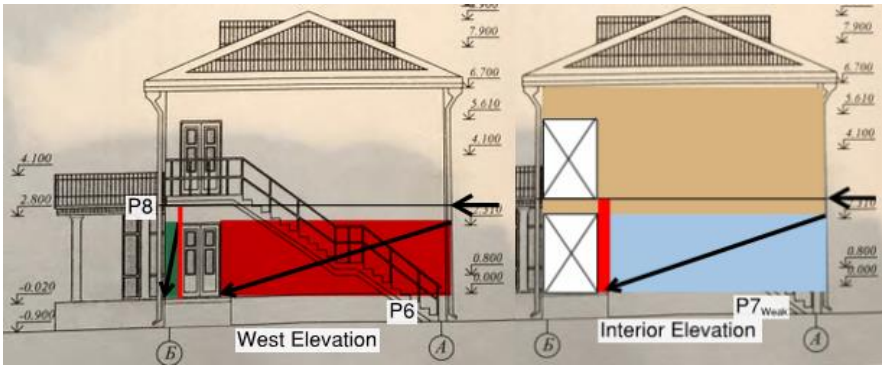


Рисунок 5-11 Поперечные стены.

5.2.3 Расчет и анализ из плоскости механизма

Отдельные компоненты здания подвергались ускорениям, которые можно было бы ожидать в момент горизонтального обрушения здания без усиления несущей конструкции. К ним относятся воздействия на стены из плоскости механизма, перегородки, входная конструкция и деревянная крыша стропильной конструктивной системы над диафрагмой (диском) из сборной железобетонной многопустотной железобетонной плиты перекрытия. Разрушение этих компонентов представляет собой частичное обрушение. Ожидается, что эти компоненты будут усилены в рамках любого инкремента усиления несущей конструкции. Инкремент 1 предусматривает исключение таких причин первоначального повреждения, а получаемая в

результате прочность будет прочностью всего здания при воздействии механизма горизонтального обрушения.

Следующие конструктивные элементы проверяются в рамках оценки из плоскости механизма:

- Неармированные стены несущей конструкции подвергаются воздействию горизонтальных сил из плоскости механизма. Стены были признаны адекватными исходя из соотношения высоты и толщины согласно ASCE/SEI 41-17.
- Закрепление или анкеровка стен несущей конструкции антисейсмическими поясами (как показано на Рисунке 5-12 и Рисунке 5-13). Сопротивление возникает из-за трения, вызванного продольными нормальными силами. Было обнаружено, что верхние поперечные стены разрушаются, потому что они являются ненесущими, а силы трения там малы. Данный механизм воздействия смягчается в Инкременте 1.
- Несущая способность анкеровки ненесущих перегородок кирпичной кладки из плоскости механизма. Было обнаружено, что перегородки разрушаются, потому что они очень тонкие и не имеют неподвижного соединения с диафрагмами (дисками). Их конструкция была усилена или заменена на тонкие стены с легкой обшивкой из гипсокартона в Инкременте 1.
- Анкеровка входной конструкции. Такая конструкция была признана неадекватной. Она усиливается в рамках Инкремента 1.

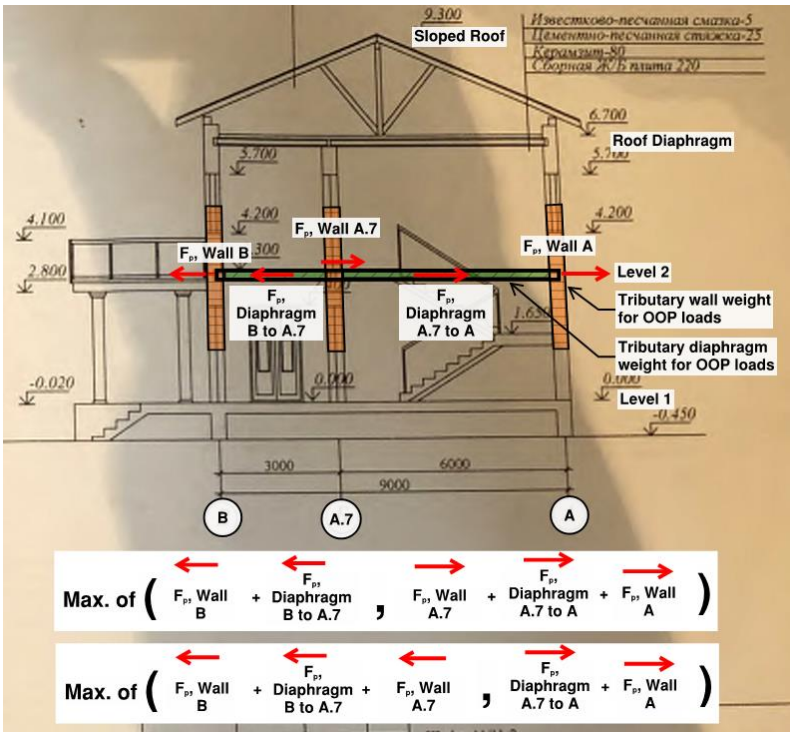


Рисунок 5-12 Требования к анкеровке для оценки стен из плоскости механизма.

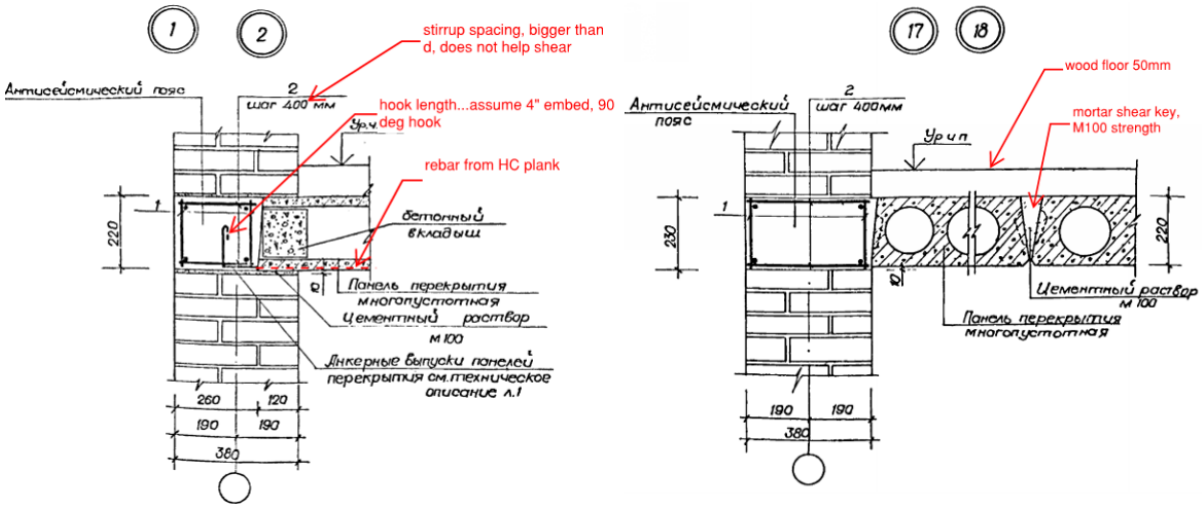
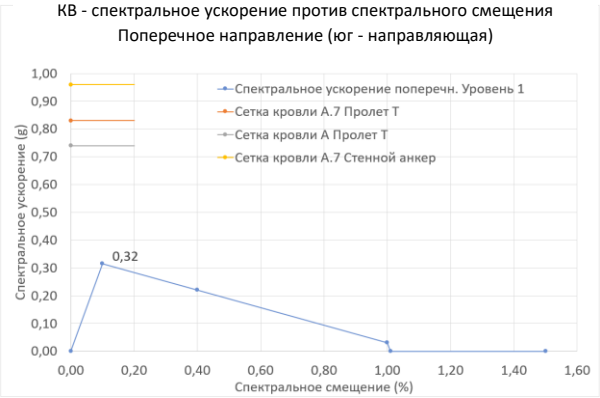


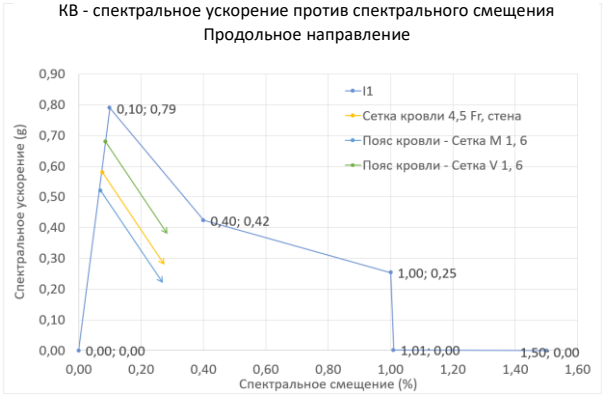
Рисунок 5-13 Детали крепления плиты перекрытия к стене. Обратите внимание на неподвижное анкерное крепление в направлении несущего стенового элемента и отсутствие крепления в направлении не несущего элемента.

5.2.4 Существующая несущая способность

У индексного здания КВ ожидается частичное разрушение ненесущих перегородок и входной конструкции до достижения контрольного горизонтального обрушения в поперечном направлении. Как показано на Рисунке 5-14, предел прочности в поперечном направлении составляет 0,32*W*, где *W* – это вес здания. Механизмами контрольного обрушения в поперечном направлении являются изгиб с раздавливанием подошвы опоры (колонны). Предполагается, что другие механизмы частичного обрушения произойдут до достижения контрольного горизонтального обрушения в продольном направлении. Предел прочности в продольном направлении составляет 0,79*W*. Виды разрушения в продольном направлении представляют собой сочетание раздавливания подошвы опоры (колонны) при изгибе и скользящего сдвига. Скелетные кривые строятся для каждого направления путем добавления отдельных скелетных кривых для опор (колонн). Каждая опора (колонна) оценивается для определения ее контрольного механизма. Скелетные кривые и пределы для отдельных опор (колонны) взяты из ASCE/SEI 41-17. При этом, предполагается, что виды частичного обрушения были устранены путем усиления несущей конструкции в Инкременте 1. Следовательно, кривые устраняют детализацию между событиями.



(a)



(b)

Рисунок 5-14 Кривые КВ (кривые, полученные из Пушовер-анализа) в состоянии «как есть», при условии, что механизмы частичного обрушения были усилены в соответствии с Инкрементом 1: (a) поперечное направление; и (b) продольное направление. Скелетные кривые для каждого направления являются суммой скелетных кривых для отдельных опор (колонн).

5.2.5 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции

Чтобы устранить сейсмические недостатки в индексном здании КВ, рекомендуется принять следующие концептуальные меры по усилению несущей конструкции. У каждого усиления несущей конструкции имеются две точки параметров для контрольного направления: ПО, когда здание достигает горизонтального обрушения, и БЖ, когда существует риск для безопасности жизнедеятельности из-за падающих элементов в виде кирпичей. Пределы обычно соответствуют методике ASCE/SEI 41-17. Большинство инкрементов предназначено, в основном, для улучшения реагирования для предельного состояния ПО, за исключением Инкремента 4, который явно предназначен для улучшения реагирования для БЖ.

В следующих разделах обсуждаются улучшения, реализуемые с каждым инкрементом усиления несущей конструкции. Концептуальные планы и разработанные типовые детали представлены в Приложении Е.

Инкремент 1

Инкремент 1 для КВ устраняет механизмы частичного обрушения, которые можно было бы ожидать до того, как здание достигнет полного горизонтального разрушения в обоих направлениях. Эффективность для данного инкремента усиления несущей конструкции не может быть известна без полной обработки всей картины риска. Имеется несколько влияющих факторов, включая конкретную опасность на конкретных участках и стоимость работ. Более того, хотя работа и является относительно недорогой, механизмам частичного обрушения присваивается гораздо более низкий коэффициент смертности, нежели механизмам полного обрушения (1,5% против 30%, как объясняется в Главе 6). В данном Инкременте предусматривается улучшение следующих элементов:

- Ненесущие перегородки кирпичной кладки крепятся с использованием легкой железобетонной оболочки, анкерованной (закрепленной) к диафрагмам, то есть к дискам перекрытий (Рисунок 5-15). Альтернативное решение заключается в замене перегородок на легкие тонкостенные стальные каркасные конструкции с обшивкой из гипсокартона.

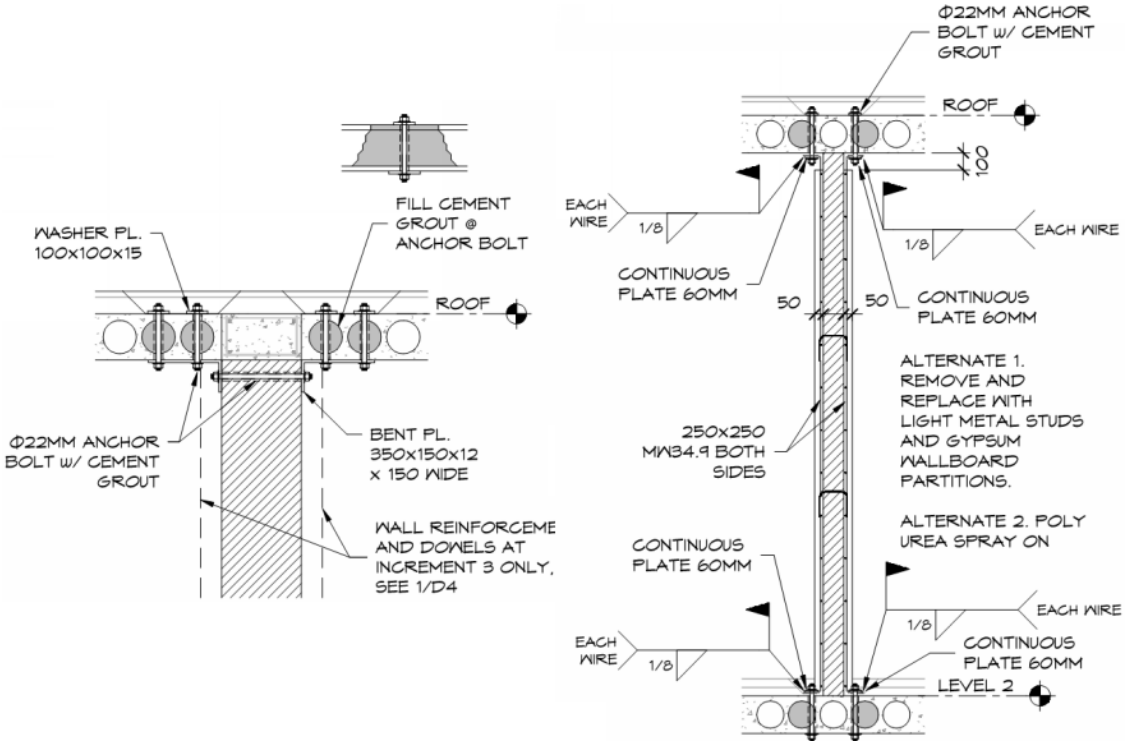


Рисунок 5-15. Детали (узлы соединения) Инкремента 1 КК, показывающие крепление ненесущих кирпичных стен.

- Вход со стальной каркасной конструкцией крепится к стенам конструкции с помощью болтов, приваренных к входу.
- Соединение поперечных стен с антисейсмическими поясами усилено на уровне крыши (покрытия) против разрушения от сдвига вследствие ускорений из плоскости механизма.
- Внешние антисейсмические пояса усилены на уровне крыши (покрытия) против ускорений из плоскости механизма..

Инкремент 2

Инкремент 2 для КВ основан на Инкременте 1 и добавляет контрольным механизмам устойчивость к перемещению. Для контрольного поперечного направления, механизм раздавливания подошвы опоры при изгибе устраняется путем добавления усиленных торкрет-железобетонных оболочек (рубашек), то есть, использование технологии торкретирования, применяемых к стенам первого этажа для обеспечения механизма стабильного раскачивания. Сильная, но хрупкая реакция продольных стен также исключена. Для данного инкремента не предусмотрено никаких работ с фундаментом.

В данном Инкременте предусматривается улучшение следующих конструктивных элементов:

- Железобетонные оболочки (рубашки) добавляются к поперечным стенам первого этажа (Рисунок 5-16), создавая режим раскачивания. Оболочки (рубашки) заливаются жидким строительным раствором с эпоксидными дюбелями в верхних частях неармированных бетонных оснований, чтобы предотвратить механизм скольжения при более сильных перемещениях.
- Железобетонные оболочки (рубашки) добавляются к внутренним продольным стенам первого этажа для устранения хрупкой реакции и создания режима раскачивания.
- Двухъярусные «пальцевые» опоры, соединенные с общим основанием, добавляются к внешним продольным стенам (Рисунок 5-17). «Пальцы» находятся на каждой четвертой кирпичной опоре, образуя изгибные шарниры у основания и создавая механизм наклона, более совместимый с внутренними качающимися стенами (Рисунок 5-18).
- Диафрагмы, или диски покрытия (кровли) и диски перекрытия этажа (пола) улучшены за счет добавления антисейсмических поясов (балок) по периметру в дополнение к существующему антисейсмическому поясу (балке).
- Диафрагмы, или диски покрытия (кровли) и диски перекрытия этажа (пола) лучше закреплены на усиленном антисейсмическом поясе (балке). Это соединение, вместе с дополнительным антисейсмическим поясом, создает надежную растяжку для закрепления досок (настилов) пола и кровли, поскольку несущие внешние опоры (колонны) теряют вертикальную устойчивость.

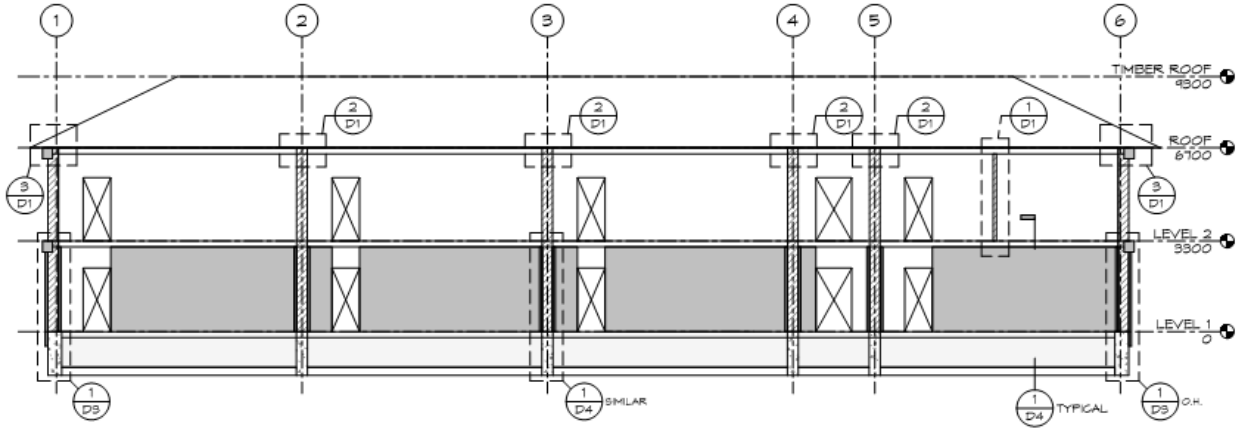


Рисунок 5-16 Железобетонная рубашка (методом торкретирования), добавленная к Инкременту 2 - КВ.

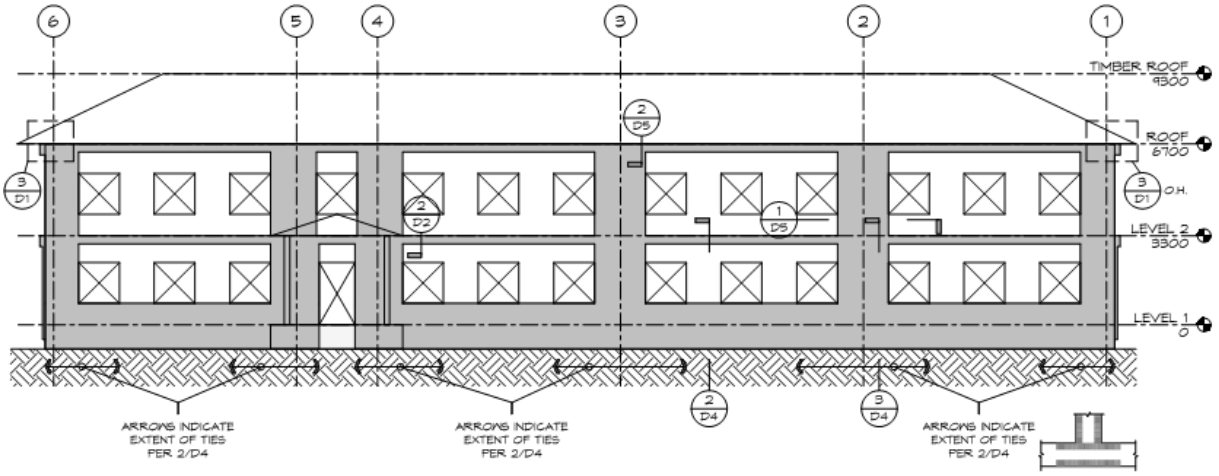


Рисунок 5-17 Железобетонные опоры (двухъярусные «пальцевые» опоры), добавленные к Инкременту 2 - КВ.

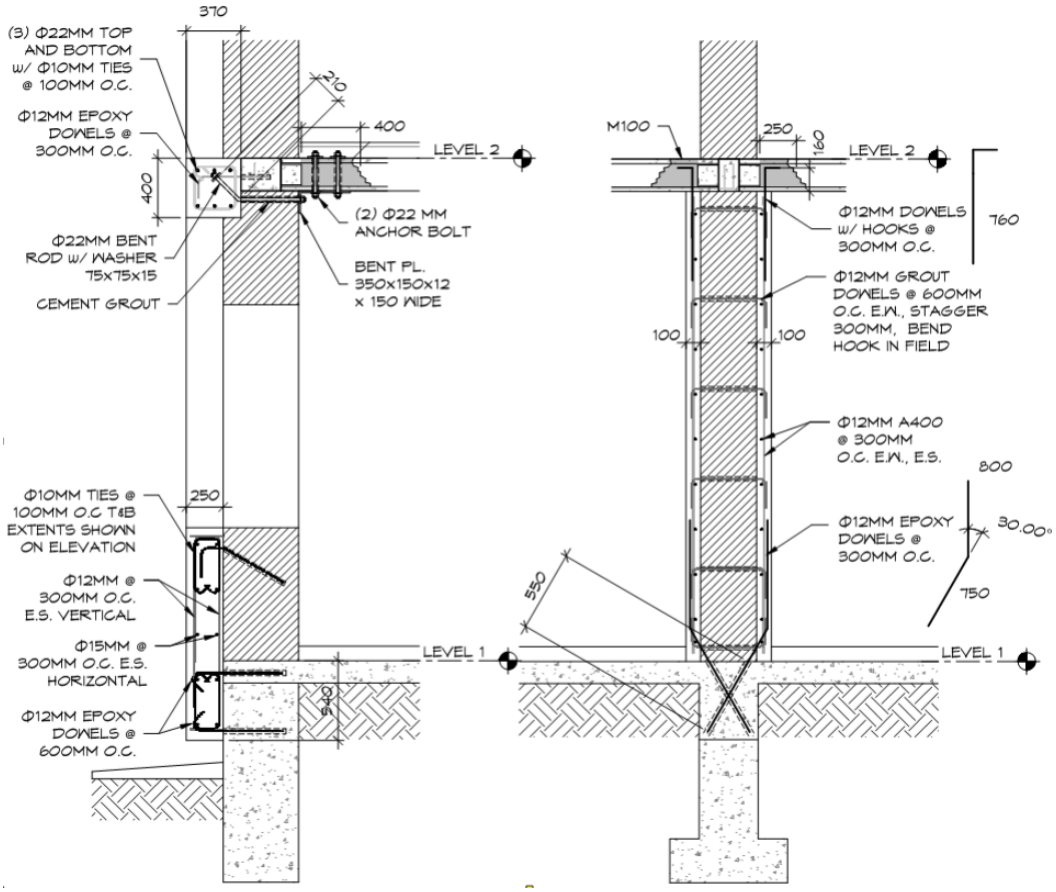


Рисунок 5-18 Узел соединения (детали) опор в Инкременте 2 - КВ.

Инкремент 3

Инкремент 3 аналогичен Инкременту 2, однако оболочки (рубашки) внутренних стен простираются на два уровня – как в поперечном, так и в продольном направлении. Двухуровневые

оболочки (рубашки) устраняют неопределенность в реагирования стен, устраняя незащищенные кирпичи. Это допускает более сильные колебательные перемещения на пределе обрушения.

Инкремент 3.5

Инкремент 3.5 добавляет прочность к Инкременту 3 в контрольном поперечном направлении, чтобы соответствовать минимальным требованиям к прочности, которые, как ожидается, будут приняты в рамках ожидающего принятия документа СНиП по усилению несущей конструкции зданий и сооружений в Кыргызской Республике.

Поперечные фундаментные опорные балки добавляются к внутренним стенам (Рисунки 5-19 и 5-20). Фундаментные опорные балки работают с механизмом раскачивания. Во время реакции образуются податливые зоны пластичности.

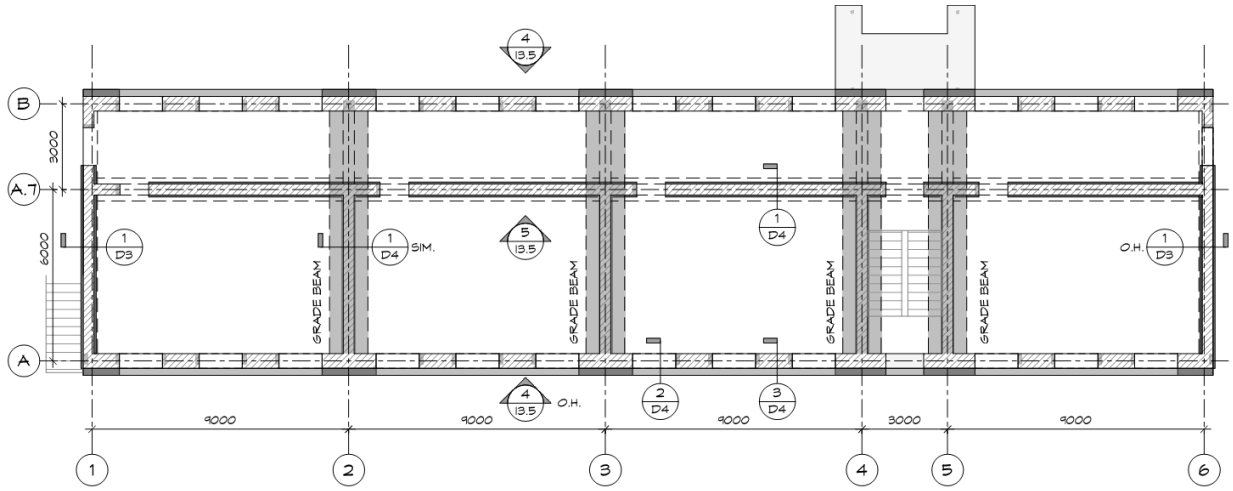


Рисунок 5-19 Поперечные фундаментные опорные балки, добавленные к Инкременту 3 - КВ.

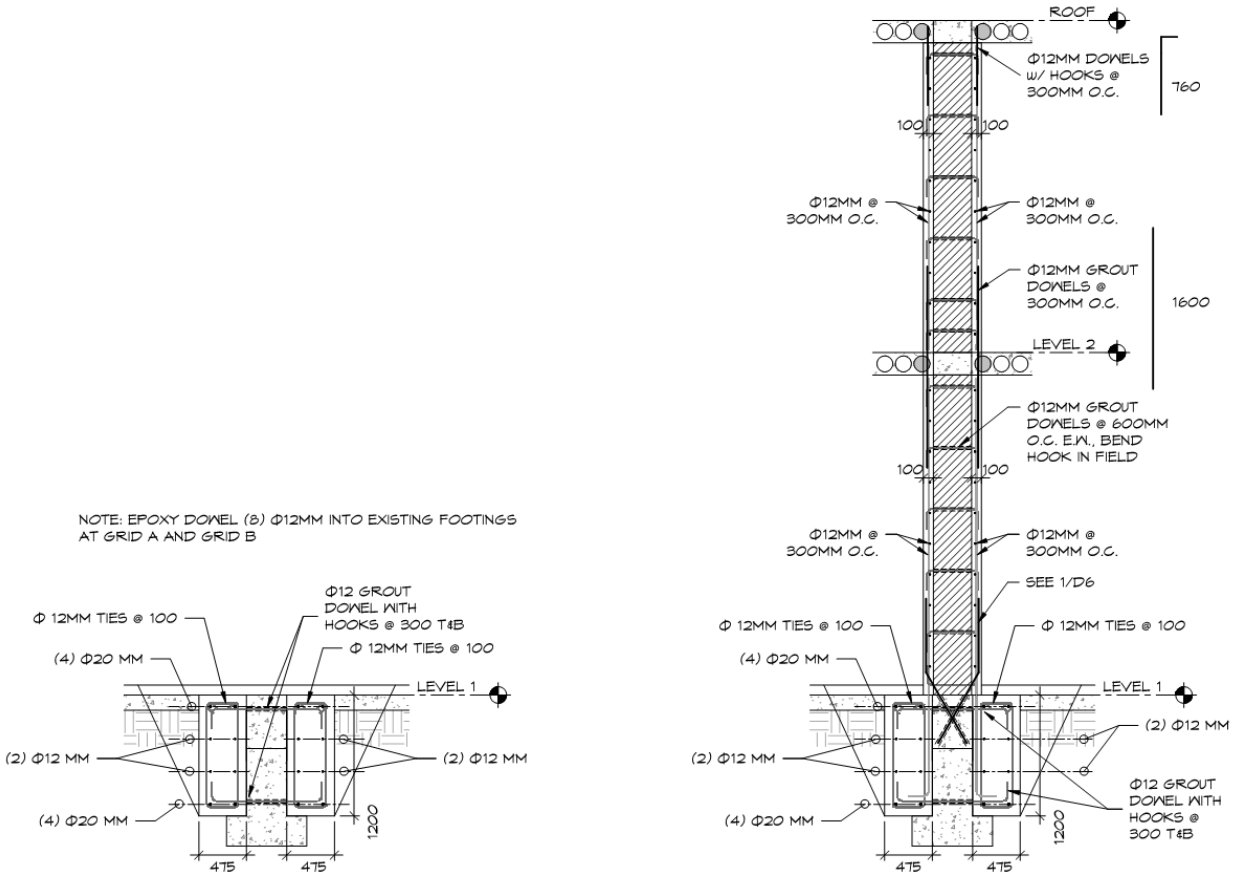


Рисунок 5-20 Узел соединения (деталь) поперечной фундаментной балки в Инкременте 3 - КВ.

Инкремент 4

Инкремент 4 предназначен для исключения всех незащищенных кирпичей для достижения предельного состояния БЖ. К внешней продольной высоте стены применяется полная наружная рубашка из железобетона по технологии торкретирования (Рисунок 5-21).

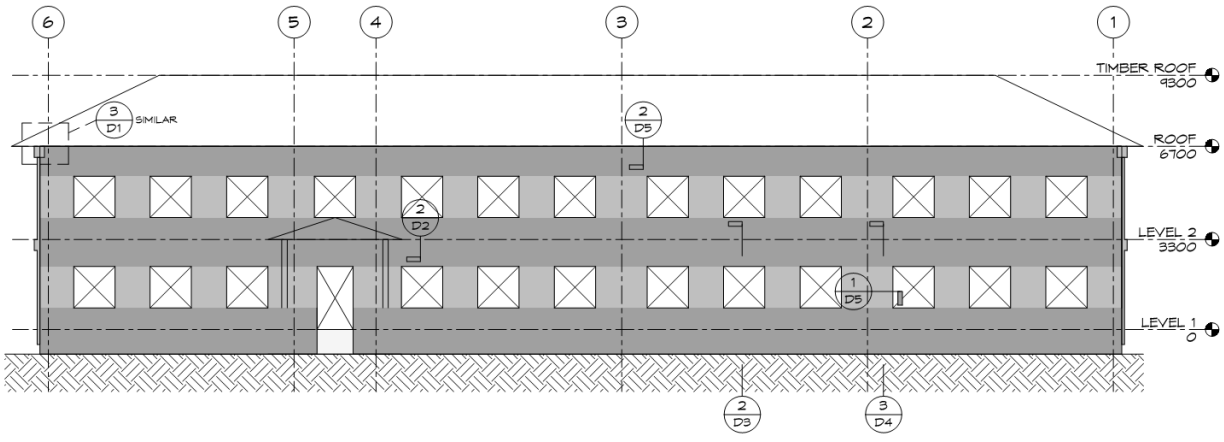


Рисунок 5-21 Внешняя рубашка из железобетонной конструкции в Инкременте 4 - КВ.

5.2.6 Несущая способность конструкции после усиления

В данном разделе представлена несущая способность (прочность) усиленной конструкции индексного здания. На Рисунке 5-22 показаны упрощенные скелетные кривые для всех инкрементов усиления. Инкременты 2 и 3 добавляют устойчивость (несущую способность) к перемещению, Инкременты 3.5 и 4 добавляют прочность и в то же время дополнительно несущую способность к перемещению.

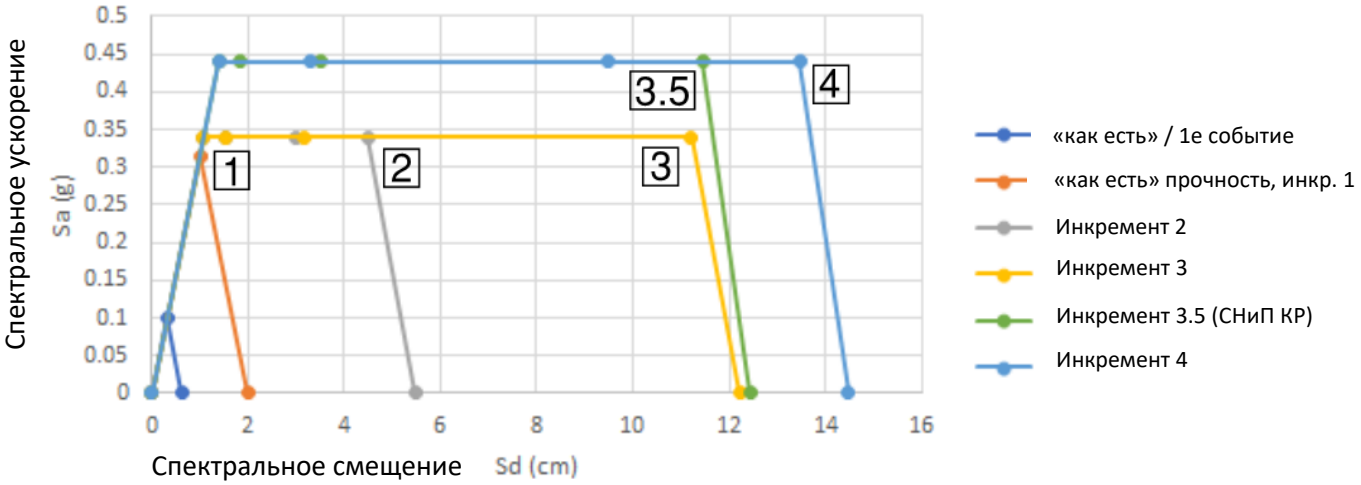


Рисунок 5-22 Кривые, полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания КВ, в поперечном направлении.

5.2.7 Сметная расчетная стоимость усиления несущей конструкции

В приведенной ниже Таблице 5-1 представлены оценки затрат (сметной стоимости) на квадратный метр для каждого уровня инкремента усиления несущей конструкции индексного здания КВ.

Таблица 5-1. Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания КВ

Инкремент усиления конструкции	*Элементы конструкции* [1]	*Непредвиденные расходы и НДС* [1]	*Архитектурная отделка* [1]	*ВСГ и ЭЭ* [1], [2]	*Всего* [1]
Инкремент 1	5,16	0,88	0,86	98,2	105,1
Инкремент 2	54,31	9,23	9,07	98,2	170,8
Инкремент 3	88,72	15,08	14,82	98,2	216,8
Инкремент 3.5	99,86	16,97	16,68	98,2	231,7
Инкремент 4	107,46	18,27	17,95	98,2	241,9

[1] Все расходы указаны в долларах США на квадратный метр.

[2] Энергоэффективность (ЭЭ) и затраты на водоснабжение, санитарию и гигиену (ВСГ).

5.3 Индексное здание «КВЖБ»: Комплексная (кирпичная) кладка стен с железобетонным каркасом

Индексное здание из комплексной (кирпичной) кладки с железобетонным каркасом (КВЖБ) построено на базе школы им. Пушкина №21 в Оше (фотографии представлены в Главе 4). В здании этой школы имеются три этажа с классными комнатами различной конфигурации. Имеется множество блоков здания, разделенных сейсмическими швами, которые, как ожидается, будут иметь риск соударения во время сильного землетрясения. Перекрытия и покрытия (полы и кровля) соответствуют требованиям для классных комнат. Как и в случае с индексным зданием КВ, перекрытие и покрытие анкеруются (крепятся) к антисейсмическому поясу из железобетонной конструкции, которая встроена в (кирпичные) стены на уровне перекрытия и покрытия (пола и крыши). Планки имеют шпунтовые соединения, которые совместно с антисейсмическим поясом создают (диск) диафрагму жесткости. Диафрагма (диск) не закрыта и обладает ограниченной несущей способностью переносить сейсмические нагрузки.

Как и в конструктивной типологии КВ, система сопротивления горизонтальной нагрузке состоит из неармированных стен кирпичной кладки, а присутствие железобетонных вертикальных включений позволяет взаимодействовать с кирпичной кладкой, чтобы создавать связи (соединения) в опорах стен.

5.3.1 Сейсмические недостатки

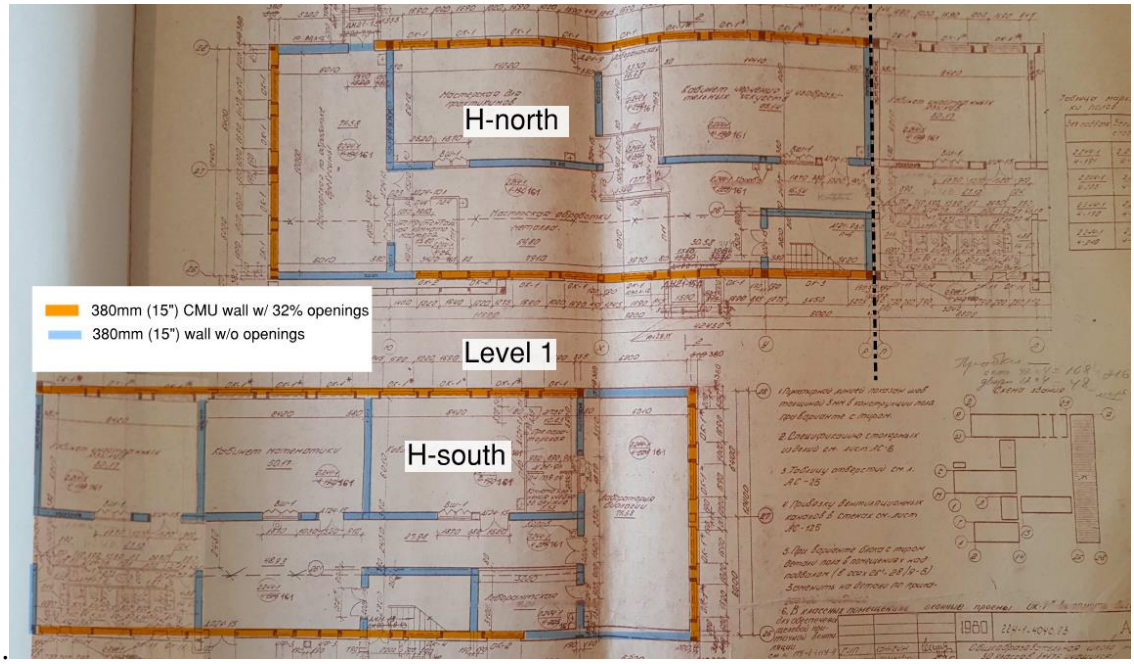
Список сейсмических недостатков в построении индекса КВЖБ такой же, как и в построении индекса КВ. Обе конструктивные типологии подвержены хрупкому поведению стен при приложенной нагрузке в плоскости механизма. У обеих конструктивных типологий имеются перекрытия и покрытия, хорошо закрепленные к антисейсмическим поясам в условиях несущих кирпичных стен. У обеих конструктивных типологий имеются плохо соединенные хрупкие перегородки, и оба подвержены горизонтальному разрушению стен из плоскости механизма в условиях некоторых участков перекрытий, не несущих нагрузки.

В индексном здании КВЖБ имеются следующие сейсмические недостатки:

- Недостаточная прочность и ломкость, хрупкость стен кирпичной кладки
- Отсутствие неподвижного соединения между стенами кирпичной кладки и диафрагмами параллельно перекрытию и кровельному настилу, покрытию.
- Недостаточная несущая способность ненесущих перегородок кирпичной кладки для сопротивления горизонтальным нагрузкам

5.3.2 Расчет и анализ в плоскости механизма

Расчет и анализ для индексного здания КВЖБ в плоскости механизма следует тем же инкрементам, что и для индексного здания КВ. Пушовер-анализ применялся в каждом направлении, пропорционально сейсмическому весу и треугольному распределению ускорений (Рисунок 5-23).



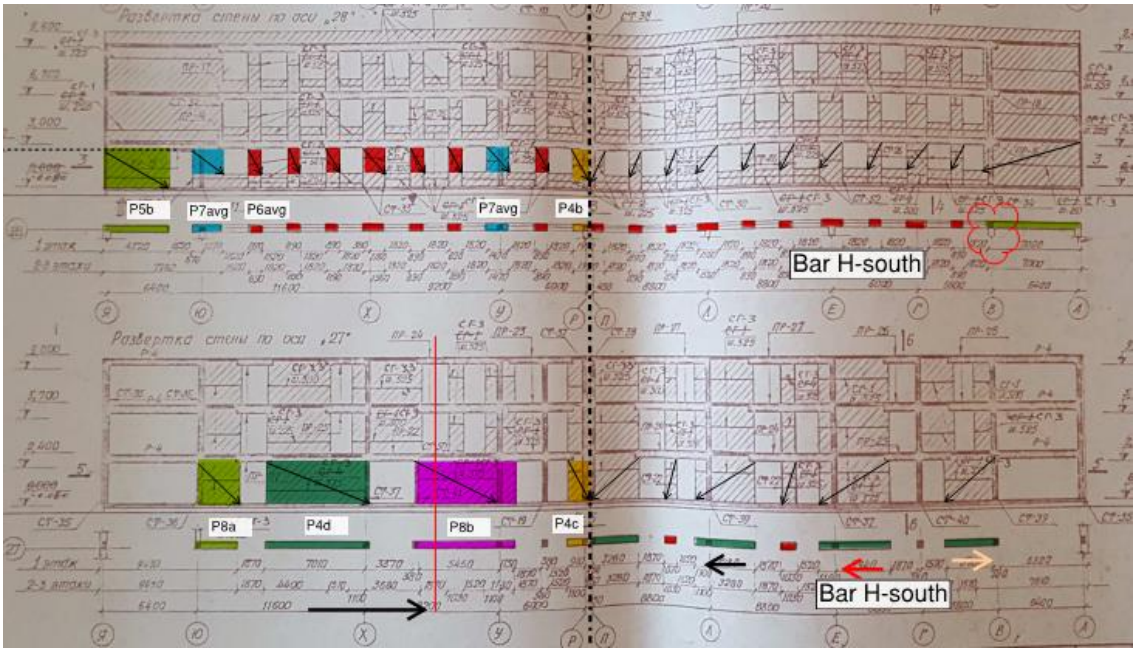


Рисунок 5-23 Карта несущих опор (колонн) и стен индексного здания КВЖБ, которые были оценены для определения общей устойчивости несущей конструкции к динамическому воздействию на основании Пушовер-анализа.

Каждая опора (колонна) из кирпичной кладки оценивалась на предмет различных механизмов сдвига и изгиба. К этим механизмам относятся: сдвиг по горизонтальному шву кирпичной кладки (Рисунок 5-4a), диагональный сдвиг (Рисунок 5-4b) и диагональное сжатие подпорки (Рисунок 5-5; имеются включения, которые способны образовывать связь), изгиб с раздавливанием подошвы опоры (колонны) и изгиб с раскачиванием, как показано на Рисунке 5-6.

5.3.3 Расчет и анализ из плоскости механизма

Отдельные несущие стены и ненесущие перегородки подвергались ускорениям, которые можно было бы ожидать в момент горизонтального обрушения здания без усиления несущей конструкции. Разрушение этих компонентов представляет собой частичное обрушение и, по необходимости, требует усиления несущей конструкции. Как и в случае с индексным зданием КВ, Инкремент 1 предусматривает исключение частичных механизмов первоначального отказа, а получаемая в результате прочность (несущая способность) будет прочностью всего здания при воздействии механизма горизонтального обрушения. Были проверены следующие пункты:

- Неармированные стены конструкции подвергаются воздействию сил из плоскости механизма. Стены были признаны адекватными исходя из соотношения высоты и толщины согласно ASCE/SEI 41-17.
- Анкеровка стен несущей конструкции к антисейсмическим поясам (как показано на Рисунке 5-24). Сопротивление возникает из-за трения, вызванного продольными силами. Было обнаружено, что верхние поперечные стены разрушаются и получают повреждения, потому что они являются ненесущими, а силы трения там малы. Данный механизм воздействия смягчается в Инкременте 1 усиления несущей конструкции.
- Анкерная и прочность ненесущих перегородок кирпичной кладки из плоскости механизма. Было обнаружено, что перегородки разрушаются, потому что они очень тонкие и не имеют неподвижного соединения с диафрагмами (дисками). Их конструкция была усилена или заменена на тонкие стены с легкой обшивкой из гипсокартона в Инкременте 1 усиления несущей конструкции.

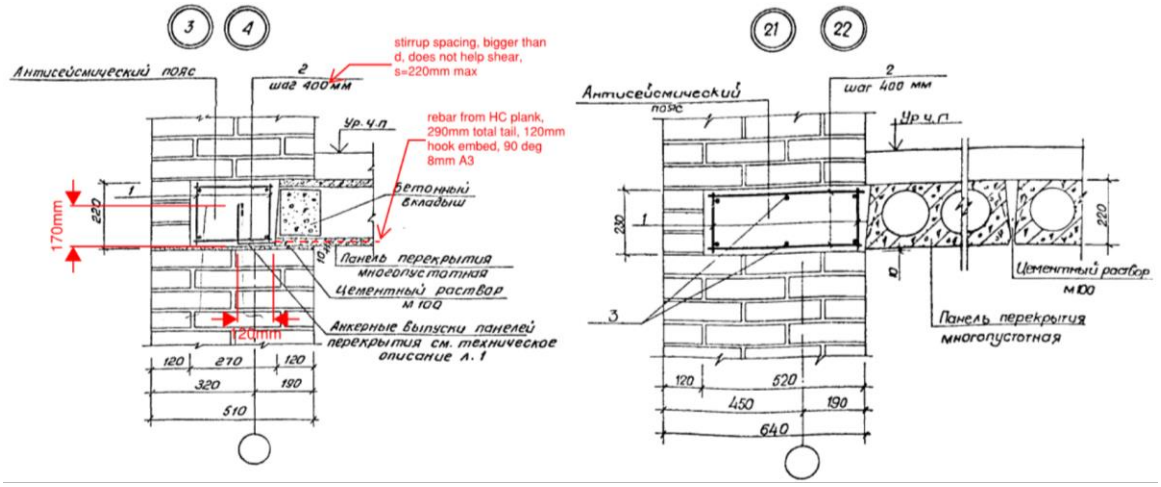
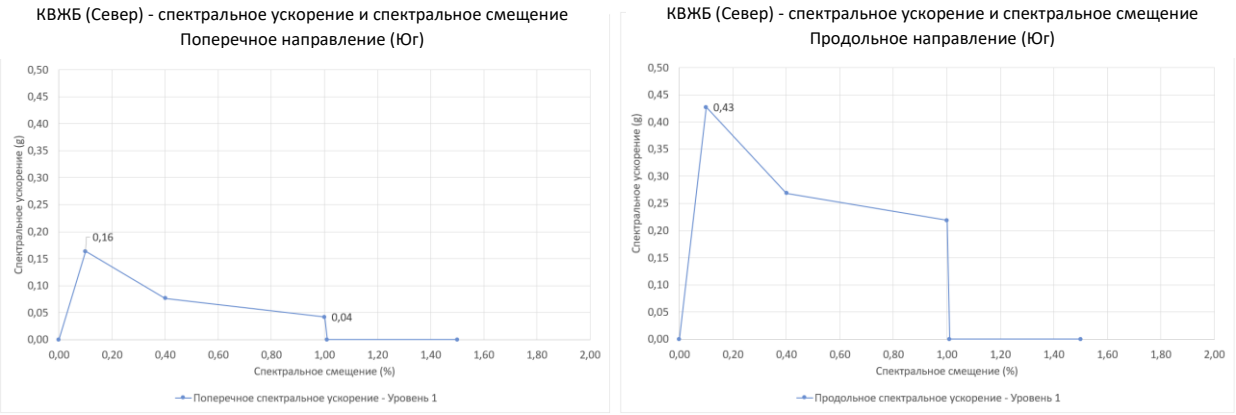


Рисунок 5-24 Анкеровка несущих стен кирпичной кладки.

5.3.4 Существующая несущая способность

У индексного здания КВЖБ ожидается частичное разрушение ненесущих перегородок до достижения контрольного горизонтального обрушения в поперечном направлении. Предел прочности в поперечном направлении составляет 0,16*W*. Предел прочности в продольном направлении составляет 0,43*W*. Предполагается, что соединения поперечных стен с покрытиями (планками крыши) будут разрушаться (направление ненагруженной части параллельно доскам) до

достижения продольного механизма горизонтального обрушения. Управляющим поперечным режимом является изгиб с раздавливанием подошвы опоры. Виды разрушения в продольном направлении представляют собой раздавливания подошвы опоры при изгибе и скользящего сдвига. Скелетные кривые строятся путем добавления дискретных контрольных событий, следующих за кривыми и предельными состояниями согласно ASCE/SEI 41-17. Хотя конструктивная типология и режимы повреждения КВЖБ аналогичны КВ – КВЖБ гораздо слабее. Это может быть связано с большим весом за счет дополнительного этажа и меньшего количества стен.



(a) (b)

Рисунок 5-25 Кривые КВЖБ, полученные по результатам расчета Пушовер-анализа в состоянии «как есть», при условии, что механизмы частичного обрушения были усилены в соответствии с Инкрементом 1: (a) поперечное направление; и (b) продольное направление.

5.3.5 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции

Чтобы устранить сейсмические недостатки в индексном здании КВЖБ, рекомендуется принять следующие концептуальные меры по усилению несущей конструкции, аналогичные таковым для индексного здания КВ. У каждого усиления несущей конструкции имеются две точки параметров для контрольного направления: ПО, когда здание достигает горизонтального обрушения, и БЖ, когда существует риск безопасности жизнедеятельности от падающих кирпичей. Предельные состояния обычно соответствуют методологии ASCE/SEI 41-17. Большинство инкрементов предназначено, в основном, для улучшения реагирования для предельного состояния ПО, за исключением Инкремента 4, который явно предназначен для улучшения реагирования для БЖ.

В следующих разделах обсуждаются улучшения, реализуемые с каждым инкрементом усиления несущей конструкции. Концептуальные планы и типовые детали (узлы соединения) представлены в Приложении F.

Инкремент 1

Инкремент 1 для КВЖБ устраняет механизмы частичного обрушения, которые можно было бы ожидать до того, как здание достигнет полного горизонтального разрушения в обоих направлениях. В данном Инкременте предусматривается улучшение следующих конструктивных элементов:

- Ненесущие перегородки кладки крепятся с использованием легкой железобетонной оболочки, анкерованной на диафрагмах. Альтернативное решение заключается в замене перегородок на тонкостенные стальные каркасные конструкции с обшивкой из гипсокартона.
- Соединение поперечных стен с антисейсмическими поясами усилено на уровне крыши против разрушения от сдвига вследствие ускорений из плоскости механизма (Рисунки 5-26 и 5-27).

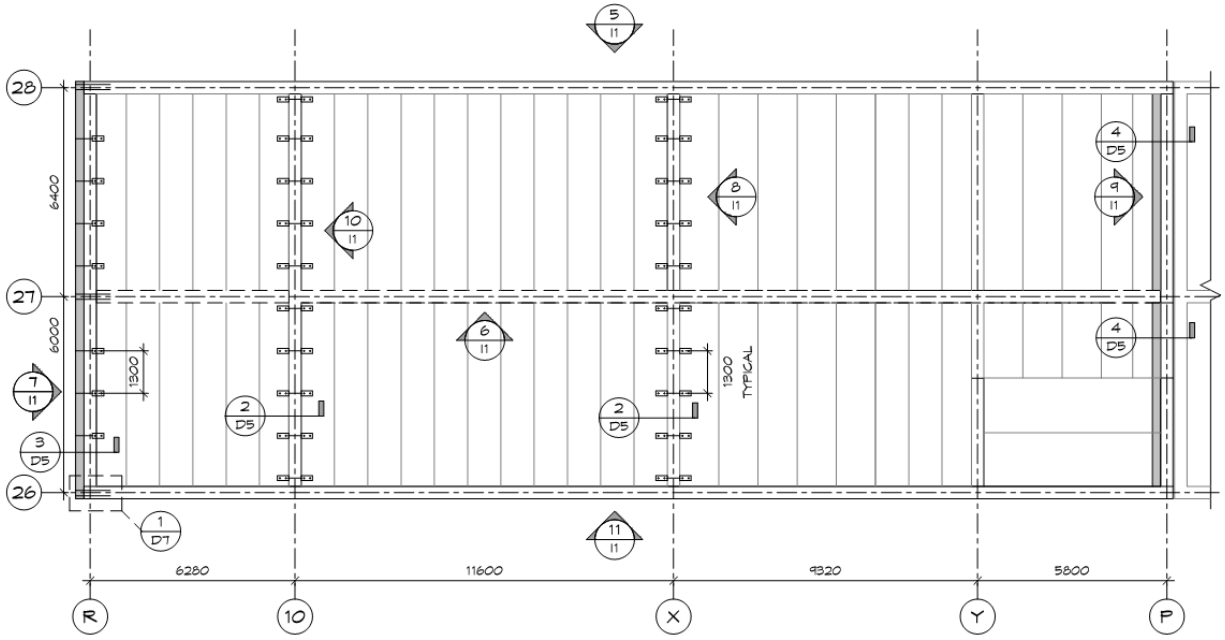


Рисунок 5-26 План, показывающий расположение соединений в поперечных стенах в Инкременте 1 - КВЖБ.

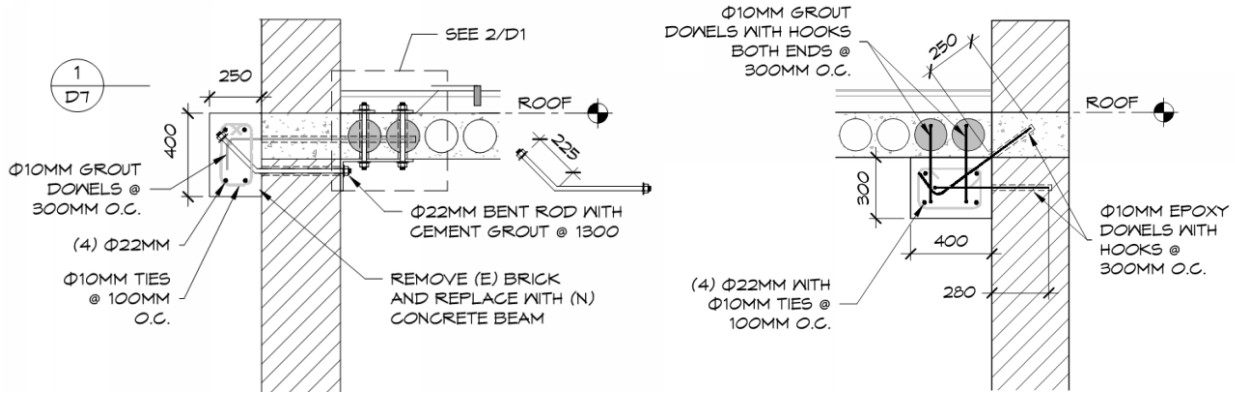


Рисунок 5-27 Детализация (узел соединения) соединения поперечной стены с антисейсмическим поясом в Инкременте 1 - КВЖБ.

Инкремент 2

Инкремент 2 для КВЖБ основан на Инкременте 1 и добавляет контрольным механизмам устойчивость к перемещению. Стратегии – те же, что и для КВ. Для контрольного поперечного направления, механизм раздавливания подошвы опоры при изгибе устраняется путем добавления усиленных торкрет-бетонных рубашек (оболочек) (то есть, использование технологии

торкретирования), применяемых к стенам первого этажа для обеспечения стабильного раскачивания. Сильное, но хрупкое поведение продольных стен также исключено. Для данного инкремента не предусмотрено никаких работ с фундаментом. В данном Инкременте предусматривается улучшение следующих конструктивных элементов:

- Железобетонные рубашки (оболочки) добавляются к поперечным стенам первого этажа (Рисунок 5-28), создавая режим раскачивания. Рубашки заливаются жидким строительным раствором с эпоксидными дюбелями в верхних частях неармированных железобетонных фундаментов, чтобы предотвратить скольжение при более сильных перемещениях.
- Железобетонные рубашки добавляются к внутренним продольным стенам первого этажа (Рисунок 5-28) для устранения хрупкой реакции и создания режима раскачивания.
- Трехъярусные «пальцевые» опоры (колонны), соединенные с общим основанием, добавляются к наружным продольным стенам (Рисунок 5-29). «Пальцы» находятся на каждой третьей кирпичной опоре. Они формируют зоны пластичности для изгиба (пластические шарниры) у основания и создают механизм наклона, более совместимый с внутренними стенами для кручения.
- На существующей стене по продольному разрезу добавляется стена из торкрет-бетона. Новая композитная стена предназначена для раскачивания и совместимых деформаций с «пальцевыми» опорами.
- Диафрагмы (диски) перекрытия и покрытия улучшены за счет добавления антисейсмических поясов по периметру в дополнение к существующему антисейсмическому поясу.
- Также диски перекрытия и покрытия (доски пола и кровли) лучше закреплены на усиленному антисейсмическому поясу. Это соединение, вместе с дополнительным антисейсмическим поясом создает надежную растяжку для закрепления досок пола и кровли, если несущие внешние опоры (колонны) теряют гравитационную устойчивость.

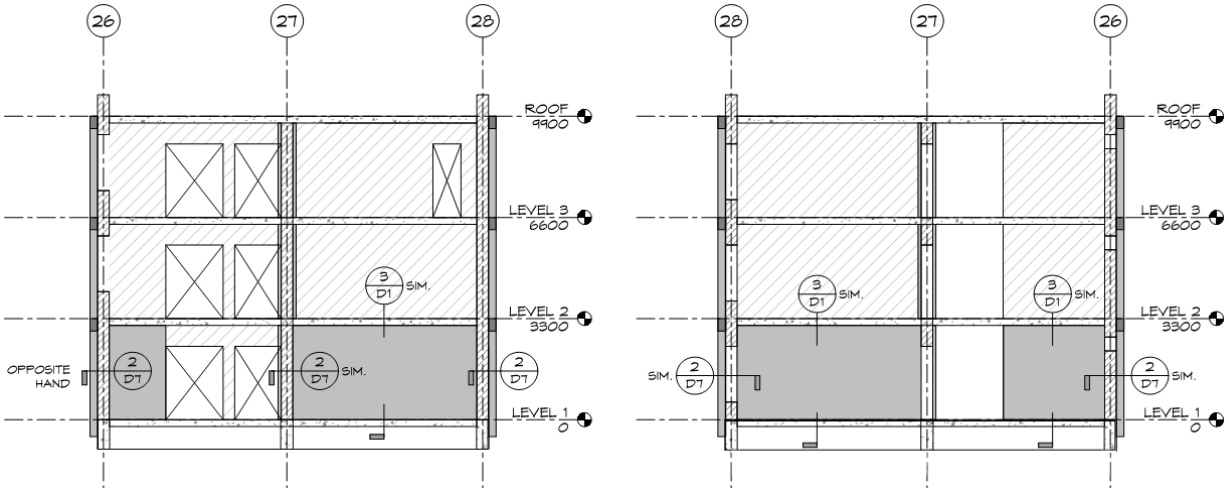


Рисунок 5-28 Железобетонные рубашки, добавленные к Инкременту 2 - КВЖБ.

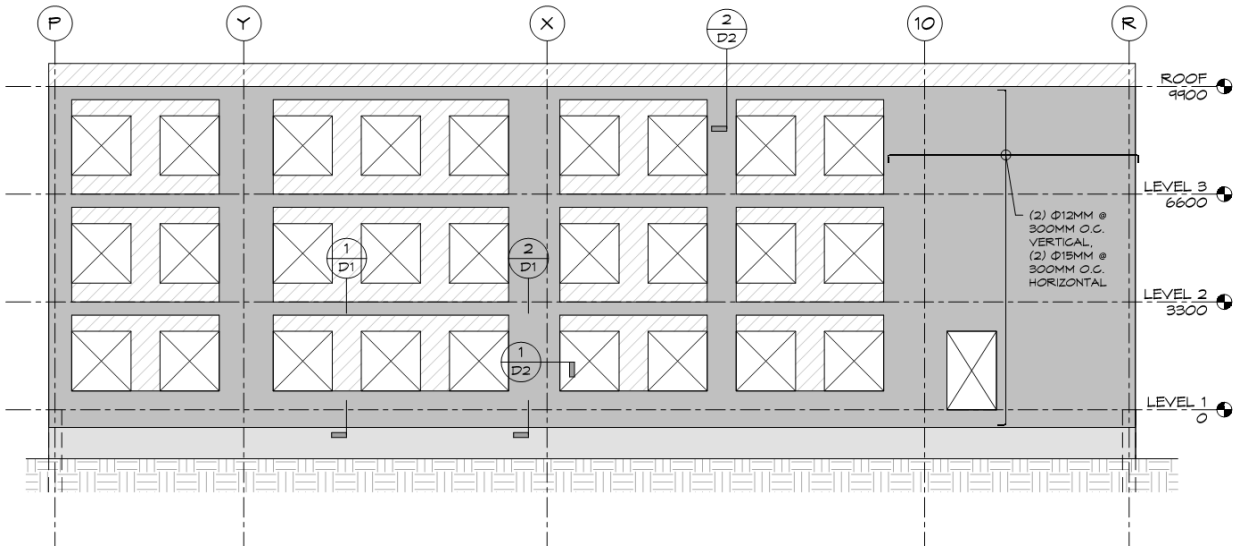


Рисунок 5-29 «Пальцевые» опоры (колонны), добавленные к Инкременту 2 - КВЖБ.

Инкремент 3

Инкремент 3 аналогичен Инкременту 2, однако рубашки (оболочки) внутренних стен простираются на два уровня – как в поперечном, так и в продольном направлении. Двухуровневые рубашки (оболочки) устраняют неопределенность реагирования стен, устраняя незащищенные кирпичи. Это допускает более сильные колебательные перемещения на пределе обрушения.

Инкремент 3.5

Инкремент 3.5 добавляет прочность к Инкременту 3 в контрольном поперечном направлении, чтобы соответствовать минимальным требованиям к прочности, которые, как ожидается, будут приняты в рамках ожидающего принятия документа СНиП по усилению несущей конструкции зданий и сооружений в Кыргызской Республике.

Поперечные фундаментные балки (как опоры) добавляются к внутренним стенам (Рисунки 5-30 и 5-31). Фундаментные балки работают с механизмом раскачивания. Во время реакции образуются податливые зоны пластичности (пластические шарниры).

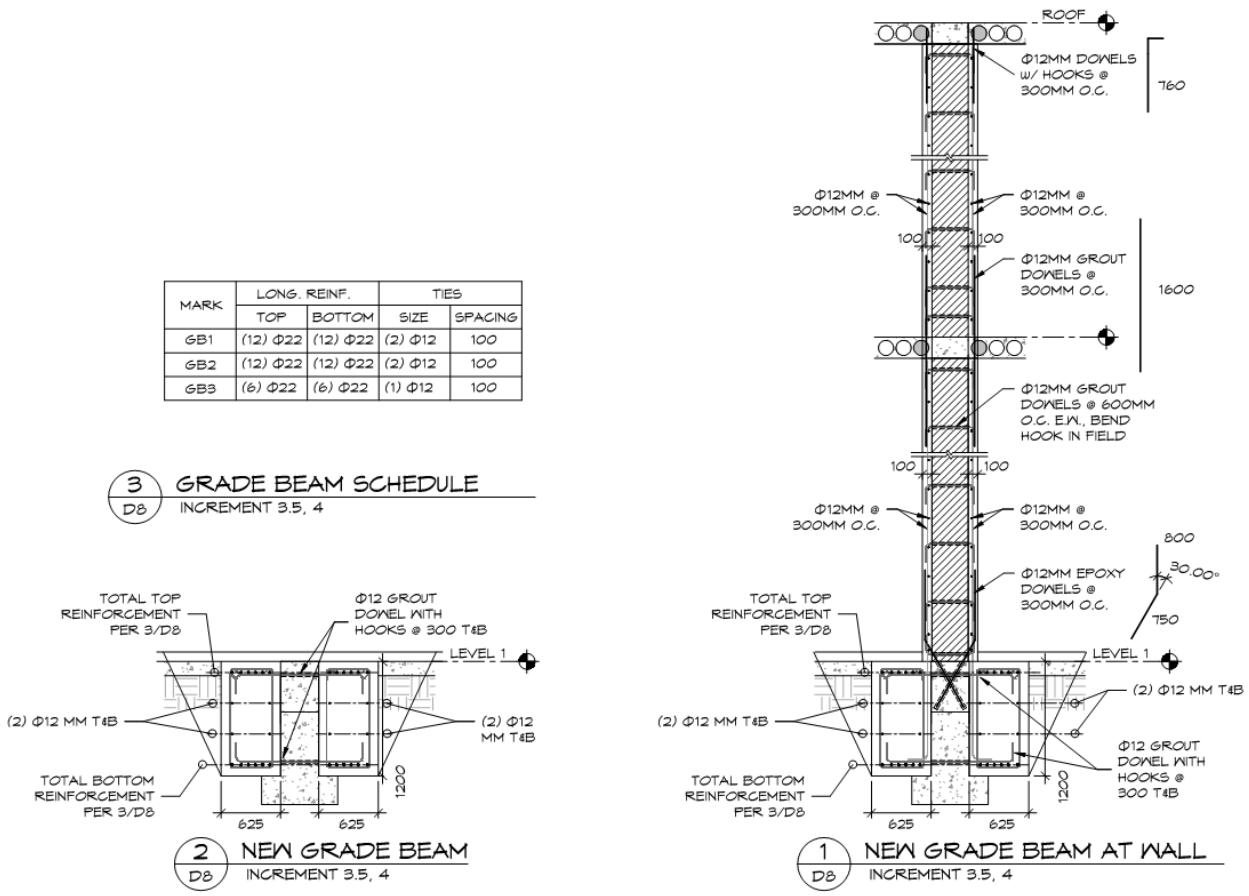


Рисунок 5-30 Деталь (узел соединения) поперечной фундаментной балки в Инкременте 3.5 - КВЖБ.

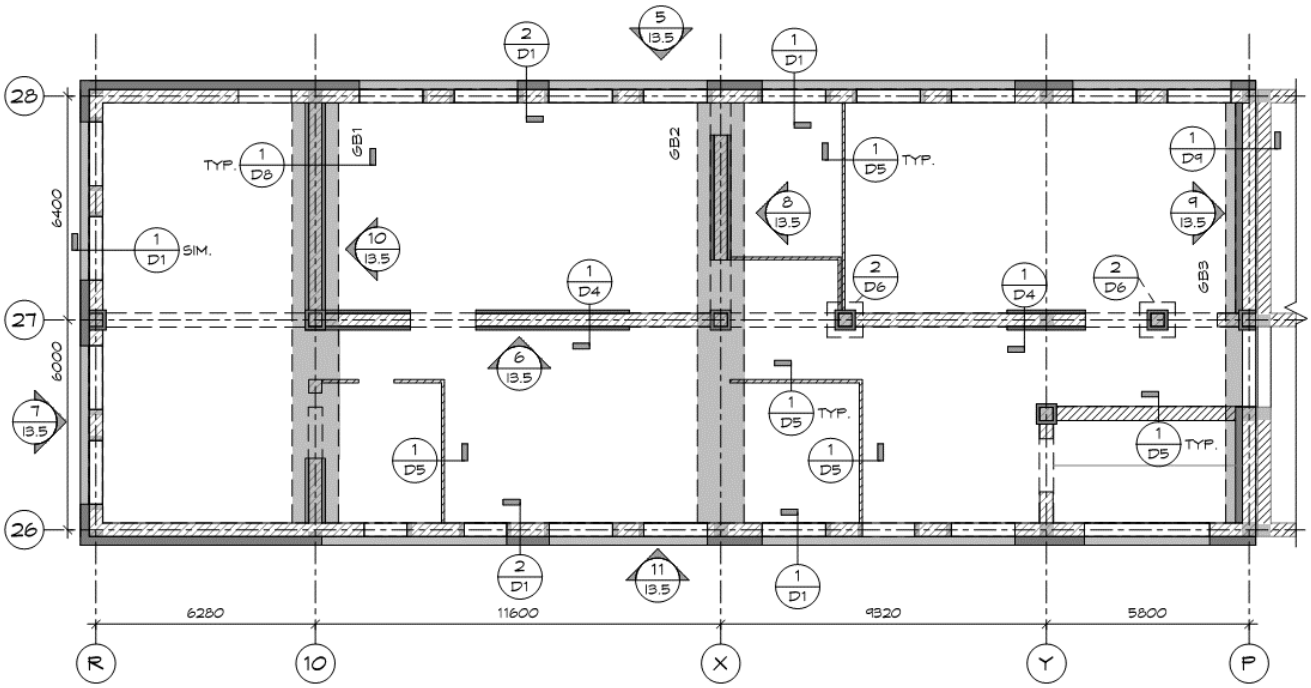


Рисунок 5-31 План, показывающий поперечные фундаментные балки в Инкременте 3.5 - КВЖБ.

Инкремент 4

Инкремент 4 предназначен для исключения всех незащищенных кирпичей для достижения предельного состояния БЖ. Как и в случае с индексным зданием КВ, к внешней высоте применяется полная наружная рубашка (оболочка) из железобетонной конструкции (Рисунок 5-32).

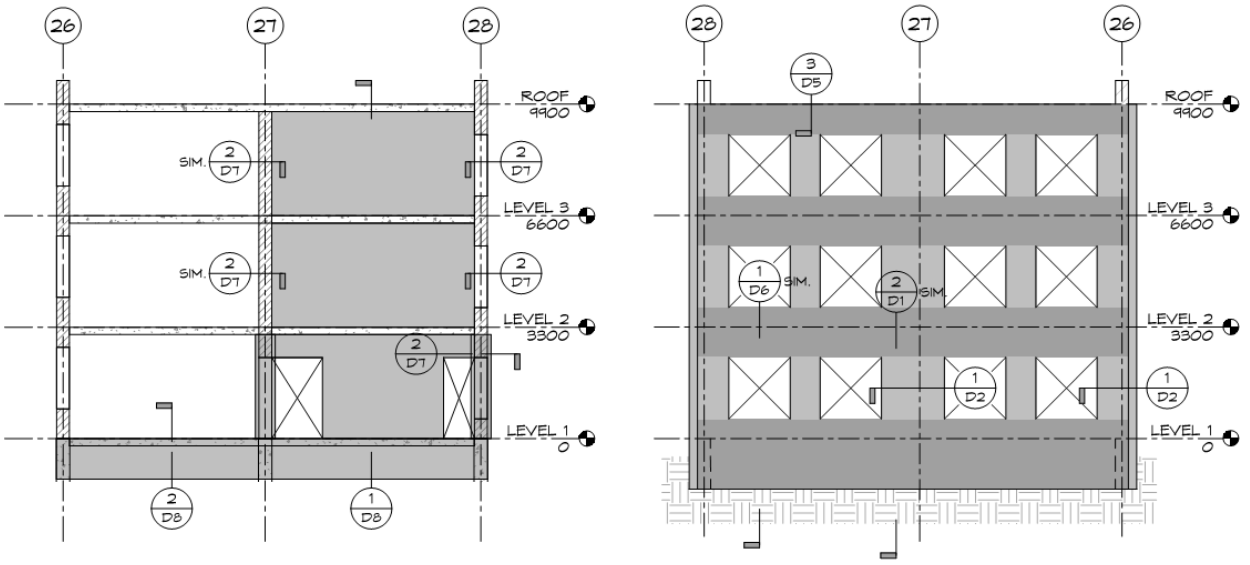


Рисунок 5-32 Внешняя рубашка из железобетонной конструкции в Инкременте 4 - КВЖБ.

5.3.6 Несущая способность после усиления

В данном разделе представлена несущая способность (прочность) индексного здания после усиления несущей конструкции. На Рисунке 5-33 показана упрощенная скелетная кривая для инкремента 4 усиление несущей конструкции. Кривая показывает «зубчатую» потерю прочности – в основном, из-за ухудшения характеристик фундаментных балок, когда они испытывают потерю прочности, в соответствии с кривыми ASCE 41. В качестве основы для приоритизации используется упрощенная кривая. На Рисунке 5-34 показаны упрощенные скелетные кривые для всех инкрементов усиления несущей конструкции.

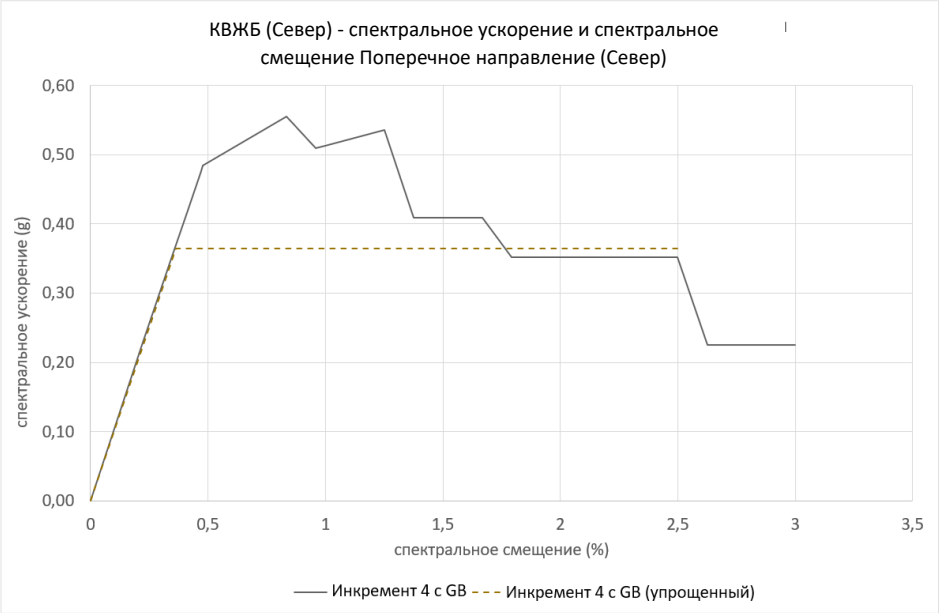


Рисунок 5-33 Кривые, полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение и спектральное смещение) для Инкремента 4 КВЖБ в поперечном направлении. Нерегулярная форма обусловлена ухудшающейся характеристикой фундаментных балок согласно скелетным кривым ASCE/SEI 41-17. Пунктирной линией показан упрощенный вариант, который использовался для анализа соотношения затрат (стоимости) и выгоды (результата).

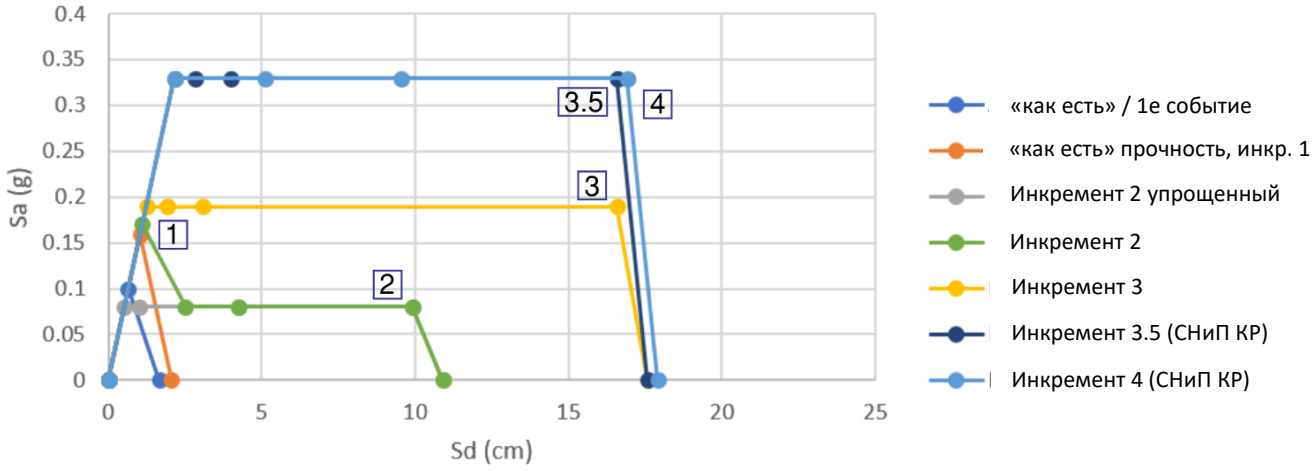


Рисунок 5-34 Кривые полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания КВЖБ в поперечном направлении.

5.3.7 Сметная расчетная стоимость усиления несущей конструкции

В приведенной ниже Таблице 5-2 представлены оценки затраты (сметной стоимости) на квадратный метр для каждого уровня инкремента усиления несущей конструкции индексного здания КВЖБ.

Таблица 5-2 Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания КВЖБ

Инкремент усиления конструкции	*Затраты на строительство* (1)	*Непредвиденные расходы и НДС* (1)	*Архитектурная отделка* (1)	*ВСГ и ЭЭ* (1), (2)	*Общая стоимость* (1)
Инкремент 1	19,50	3,32	3,26	98,2	124,28
Инкремент 2	54,46	9,26	9,10	98,2	171,02
Инкремент 3	57,74	9,82	9,64	98,2	175,39
Инкремент 3.5	80,09	13,62	13,37	98,2	205,28
Инкремент 4	82,36	14,00	13,75	98,2	208,32

(1) Все расходы указаны в долларах США на квадратный метр.

(2) Затраты на энергоэффективность (ЭЭ) и воду, санитарию и гигиену (ВСГ).

5.4 Индексное здание «ЖБ6»: Сборный железобетонный каркас со стеновыми панелями

Индексное здание для конструктивной типологии сборных железобетонных конструкций (ЖБ6) представляет собой конструкцию из сборного железобетонного каркаса, состоящую из сборных ЖБ колонн, сборных ЖБ балок и сборных железобетонных многопустотных плит перекрытий, навесных сборных ЖБ стеновых панелей и стропильной системы покрытия. В индексном здании имеется три этажа и один загруженный коридор, из которого можно попасть в классные кабинеты. В качестве индексного здания было взято здание школы №1 им. Федченко в Оше – как показано на Рисунке 5-35, разработанном на основе серии IIS-04. Аналогичные блоки расположены по территории двора и сейсмически разделены между собой. Также имеются боковые конструкции (пристройки) со сборным ЖБ каркасом иной конфигурации. Доступные чертежи являются неполными, в связи с чем при анализе требуется прибегать к некоторым допущениям (Рисунок 5-36).

Колонны устанавливаются на глубоких отдельно стоящих фундаментах сборной ЖБ конструкции. Первый этаж представляет собой железобетонную плиту на уклоне, которая поддерживается засыпанным грунтом. Элементы настилов пола и крыши закреплены (анкерованы) к сборным ЖБ балкам, которые, в свою очередь, соединяются со сборными ЖБ колоннами. В досках между конструктивными элементами используются срезные шпонки, которые работают для создания диафрагмы, до тех пор, пока прочность на растяжение на границе раздела обеспечивается

каркасом. Диафрагма не имеет поверхностной обработки и обладает ограниченной несущей способностью распределения сейсмических нагрузок. В отличие от индексных зданий КВ и КВЖБ, в данном случае антисейсмический пояс отсутствует. Наружные стеновые панели имеют изолированный сердечник и выполнены из легкого бетона.

Рисунок 5-35. Средняя школа №1 им. Федченко, вид спереди.

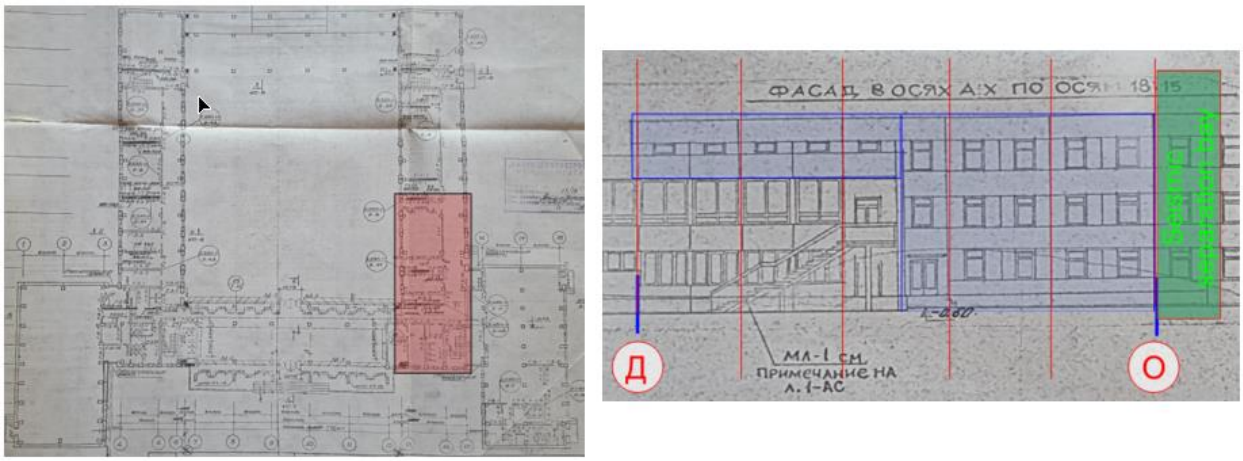


Рисунок 5-36 Доступные чертежи на территории школы.

Система сопротивления горизонтальной нагрузке состоит каркаса между колоннами и балками, где обнаруживается воздействие между ними. Колонны являются цельными, трехэтажными. Балки приварены и монтированы к колоннам с помощью стальных элементов и встроенной арматуры (Рисунок 5-37).

Рисунок 5-37 Соединение между колоннами и балками в типовой сборной ЖБ конструкции - системы сопротивления горизонтальной нагрузке.

5.4.1 Сейсмические недостатки

Здания из сборных железобетонных конструкций продемонстрировали очень плохие показатели при землетрясениях в прошлом. Во время Спитакского землетрясения 1988 года в Армении были зафиксированы многочисленные обрушения зданий, выполненных из данной конструктивной системы, приведшие к большому количеству жертв. Было проанализировано, что индексное здание ЖБ6 считается гибким, слабым и хрупким. Колонны особенно уязвимы перед катастрофической потерей вертикальной и горизонтальной несущей способности, потому что они критичны к сдвигу и слабо детализированы (имеют слабые узлы соединения). Это усугубляют слабо детализированные соединения, которым может не хватать прочности и пластичности, чтобы противостоять сейсмическому воздействию. Диафрагмы без поверхностной обработки также вызывают беспокойство, а их несущая способность перераспределять нагрузки на конструктивные элементы системы сопротивления горизонтальным нагрузкам ограничена. Внутренние неармированные перегородки из кирпичной кладки обладают низкой прочностью для того, чтобы противостоять (горизонтальным) воздействиям и деформациям при землетрясении в и из плоскости механизмов, что может привести к обрушению стен и создает риски для находящихся лиц в школьном здании в результате падения элементов конструкции. Наружные панели спроектированы таким образом, чтобы не принимать на себя горизонтальные нагрузки, это самонесущие элементы конструкции. Однако взаимосвязанные сегменты выглядят уязвимыми.

В индексном здании из сборного железобетонного каркаса с навесными панелями имеются следующие сейсмические недостатки:

- Недостаточная прочность, жесткость и устойчивость (несущая способность) колонн к перемещению. Колонны являются слабыми и хрупкими. Они критичны к сдвигу, а также плохо укреплены и недостаточно детализированы для изгиба (Рисунок 5-38).
- Каркас, скорее всего, продемонстрирует этажный механизм на первом уровне. Площадь поперечного сечения слабо армированных колонн составляет 300 мм. Высота поперечного сечения балки составляет 480 мм. Были использованы соответствующие допущения для параметров армирования железобетонной балки.
- Как и в индексных зданиях КВ и КВЖБ, у ненесущих перегородок из кирпичной кладки наблюдалась недостаточная несущая способность боковой поверхности. Перегородки кажутся слабыми, ломкими, хрупкими и плохо соединенными между собой.
- Диафрагмы перекрытия (пола) и покрытия кровли без слоя бетонного покрытия. Диафрагмы опираются на крепленые рабочим захватом срезными шпонками (между залитыми жидким строительным раствором) между досками. Фиксирующее действие может ухудшаться из-за расширения (дилатации) балок, которое возникает из-за потери прочности в каркасе.
- Соединения балки с колонной выполнены по монтажной сварке арматуры. Возможность возникновения хрупкости в околошовной зоне термического воздействия вызывает беспокойство.
- Неадекватно закрепленные и анкерованные наружные сборные стеновые панели. Панели разделены на сегменты с верхними брусами оконных коробок и наружными подоконниками, которые расположены между колоннами. Они спроектированы таким образом, чтобы не участвовать в системе горизонтального распределения нагрузки. Между панелями верхних брусов оконных коробок и наружных подоконников расположены междуоконные панели. Они соединены сверху и снизу цементирующей связкой. Устойчивость к перемещению оказывается ограниченной, а блокирующие соединения оказываются хрупкими.

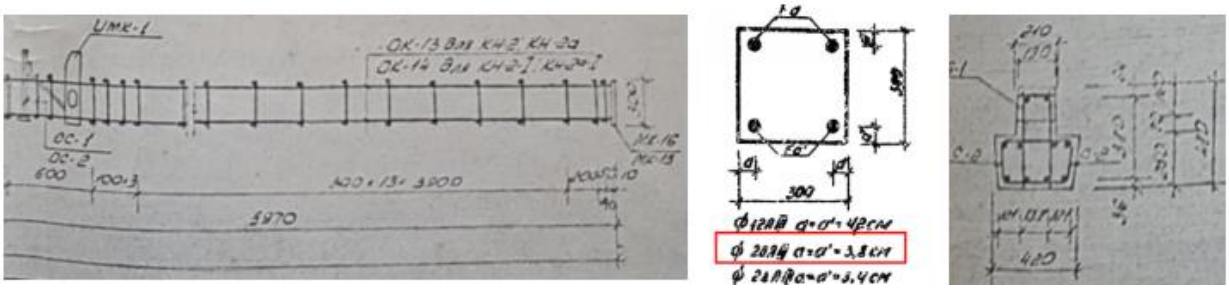


Рисунок 5-38. Недостаточно армированные колонны индексного здания ЖБ6 имеют шаг арматурных стержней который равен поперечному сечению конструктивного элемента. Колонна не достаточно армирована для противодействия сдвигу. Высота поперечного сечения балок значительно больше, и ожидается, что шарниры или зоны пластичности из-за горизонтальных нагрузок будут образовываться не в балках, а в колоннах.

5.4.2 Результаты расчета и анализа несущей конструкции

Нелинейный Пушовер-анализ был выполнен с использованием трехмерной «волокнистой» модели, основанной и моделированной с использованием программного комплекса ETABS (CSI,

2018 г.). Номинальные свойства материалов были определены из чертежей и изменены для ожидаемой прочности согласно ASCE/SEI 41-17. Доступные чертежи были неполными, и поэтому пришлось прибегать к допущениям – например, относительно арматуры и армирования балок. Тем не менее, из-за значительной разницы в высоте поперечного сечения и очевидном армировании между балками и колоннами, имеется твердая уверенность в результатах и выводах. Несущая способность против сдвига и пределы крутильной силы колонн были рассчитаны непосредственно в соответствии с ASCE/SEI 41-17 и использованы для ввода исходных данных, используемых для Пушовер-анализа. Диафрагмы были смоделированы как жесткие, и предполагалось, что сборные железобетонные панели не участвуют в оценке состояния «как есть». Это предположение является обоснованным для каркаса без усиления несущей конструкции, поскольку каркас разрушается до достижения пределов горизонтального перемещения панели. Это также является разумным и консервативным предположением для примеров усиленной несущей конструкции. Это связано с тем, что панели добавляют укрепленному (усиленному) зданию небольшую прочность и жесткость.

В состоянии без усиления несущей конструкции, конструктивная типология ЖБ6 оказалась слабой и гибкой. В колоннах образовывались зоны пластичности (пластические шарниры) сдвига при горизонтальных перемещениях на 0,03 м, и в соответствии с общим сдвигом на 0,08W в контрольном направлении (Рисунки с 5-39 по 5-41). Такое поведение – значительно хуже, чем у других конструктивных типологий. Зоны пластичности (пластические шарниры) сдвига в плохо ограниченных колоннах могут привести к катастрофической потере гравитационной опоры и обрушению. Поскольку здание является настолько слабым и хрупким, Инкремент 1 для данной конструктивной типологии не разрабатывался. Если бы разрушения при сдвиге были предупреждены или исключены за счет усиления несущей конструкции, то на первом этаже сформировался бы механизм (упругого) горизонтального перемещения.

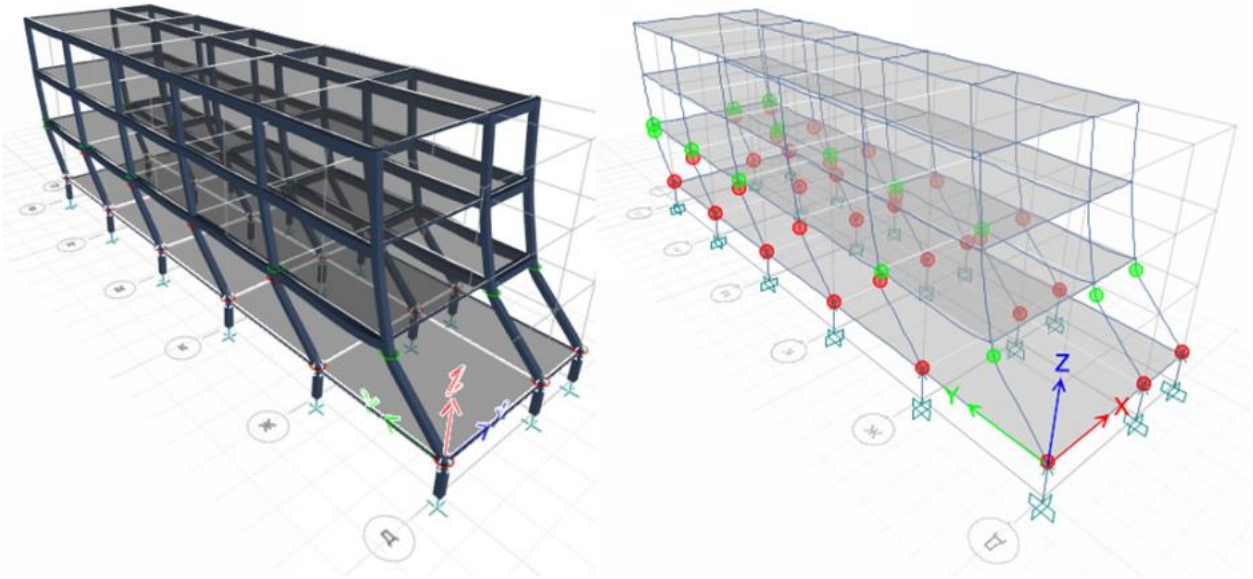


Рисунок 5-39 Формы деформации сборного железобетонного каркаса. Наблюдение позволило установить, что разрушение при сдвиге наступает до изгибной пластичности (формирование пластических шарнир изгиба). На модели справа показаны предупрежденные разрушения при сдвиге, которые приводят к возникновению механизма

горизонтального раскачивания на первом этаже. Колонны зафиксированы на земле, благодаря блокирующему взаимодействию с бетонной плитой и глубоким заложением фундамента.

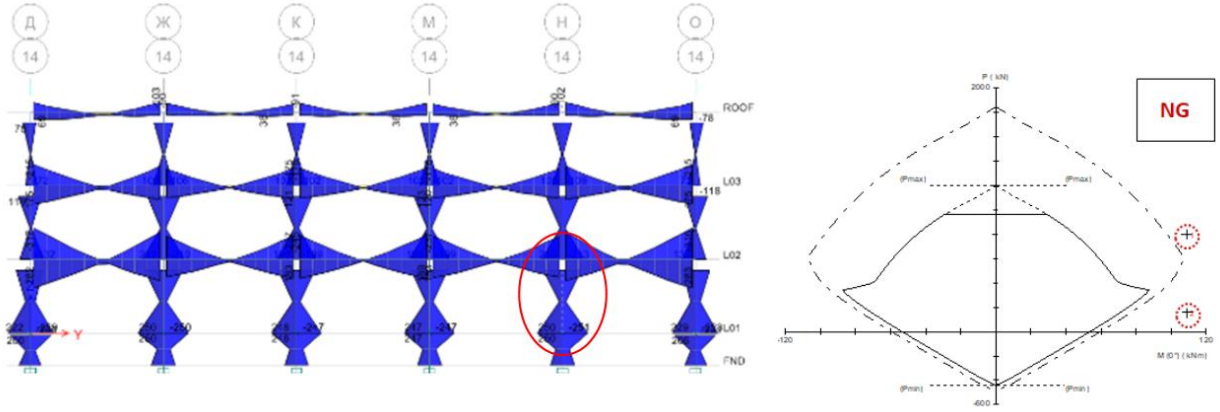


Рисунок 5-40. Модель справа демонстрирует предупрежденные разрушения при сдвиге, которые вызывают показанные требования к крутящему моменту. Зоны пластичности (пластические шарниры) образуются на первом этаже, потому что каркас не удовлетворяет критериям прочности колонны для слабого этажа.

Рисунок 5-41 Разрушения при сдвиге происходят в колоннах на первом этаже при 0,08*W*.

5.4.3 Концептуальные меры по усилению несущей конструкции

Чтобы устранить сейсмические недостатки в индексном здании из сборных железобетонных конструкций с навесными стеновыми панелями, рекомендуется принять следующие концептуальные меры по усилению несущей конструкции. Концептуальные планы и типовые детали (узлы соединения) представлены в Приложении G.

Инкремент 1

Инкремент 1 не разрабатывался, потому что данная конструкция является слишком слабой и хрупкой.

Инкремент 2

Инкремент 2 сосредоточен на слабых колоннах посредством усиления их конструкции с помощью железобетонных обойм. Диафрагмы также усилены. Ненесущие перегородки защищены или заменены – как и при усилении несущей конструкции КК и ККБК конструктивных типологий. Данный инкремент предусматривает усиление следующих конструктивных элементов:

- Ко всем хрупким колоннам добавляются железобетонные обоймы (Рисунки с 5-42 по 5-44). Обоймы простираются до верхней части фундамента (Рисунок 5-45), чтобы устранять серьезные сдвиги, вызванные эффектом подкоса колонны из-за блокирующих взаимодействий с бетонной плитой на грунтовом основании и глубоко заложенных фундаментов.
- На всех уровнях обеспечивается дополнительное армирование балок для диафрагм. Это поддерживает силу зажима между многопустотными плитами перекрытия.
- Ненесущие перегородки кирпичной кладки крепятся с использованием легкой железобетонной оболочки (Рисунок 5-45), анкерованной на диафрагмах. Альтернативное решение заключается в замене перегородок на тонкостенные стальные перегородки с обшивкой из гипсокартона.

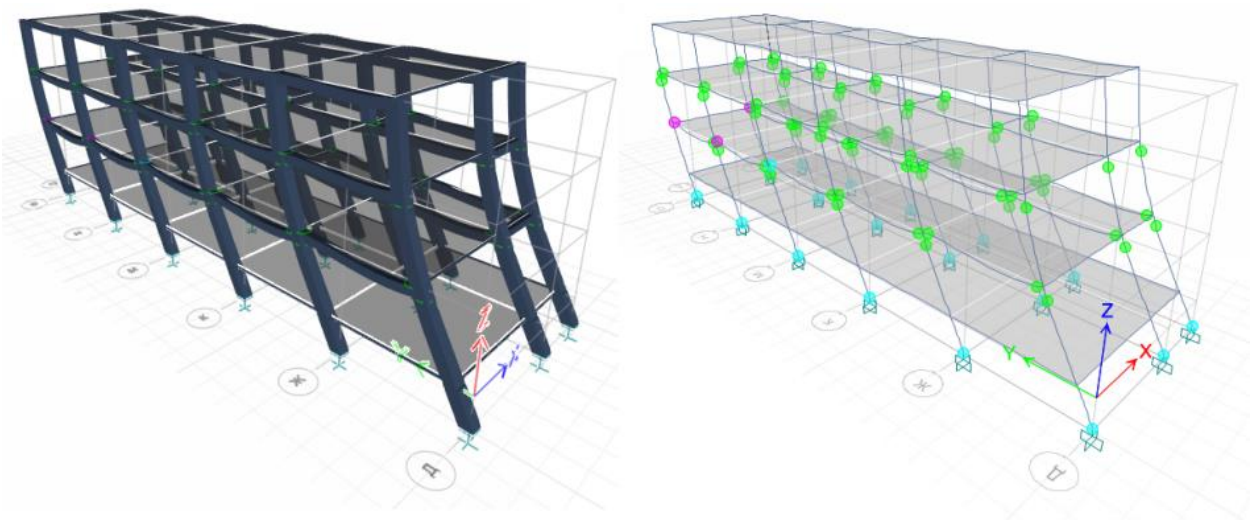


Рисунок 5-42 Деформированные формы сборного железобетонного каркаса усиленной несущей конструкции, оснащенного усиленными колонными с применением «обойм». Данная

конструкция многократно прочнее по сравнению с существующим состоянием «как есть». Колонны исключают механизм для первого этажа.

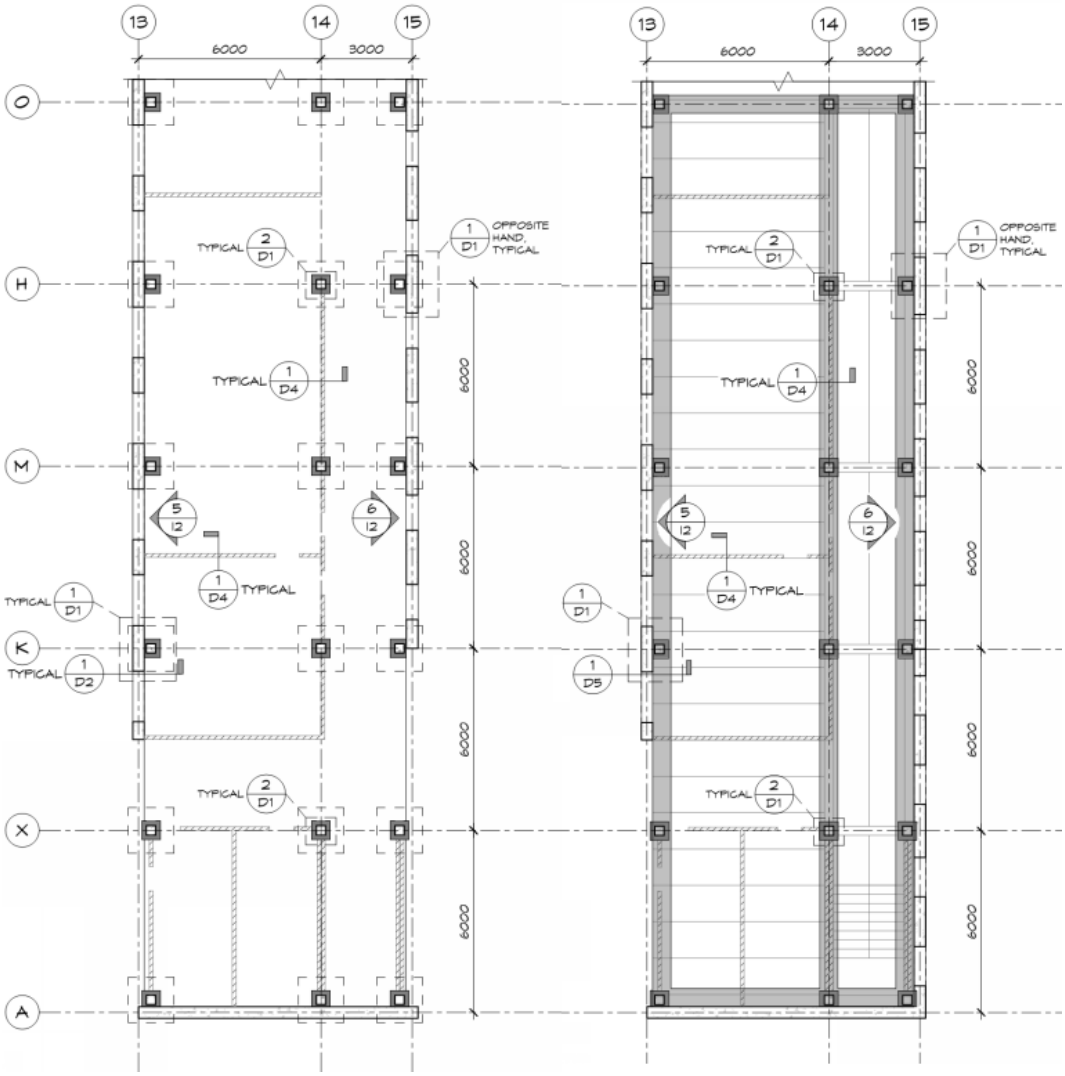


Рисунок 5-43 План, показывающий колонны и ненесущие стены усиленные обоймой и рубашками из железобетонных конструкций в Инкременте 2 - ЖБ6.

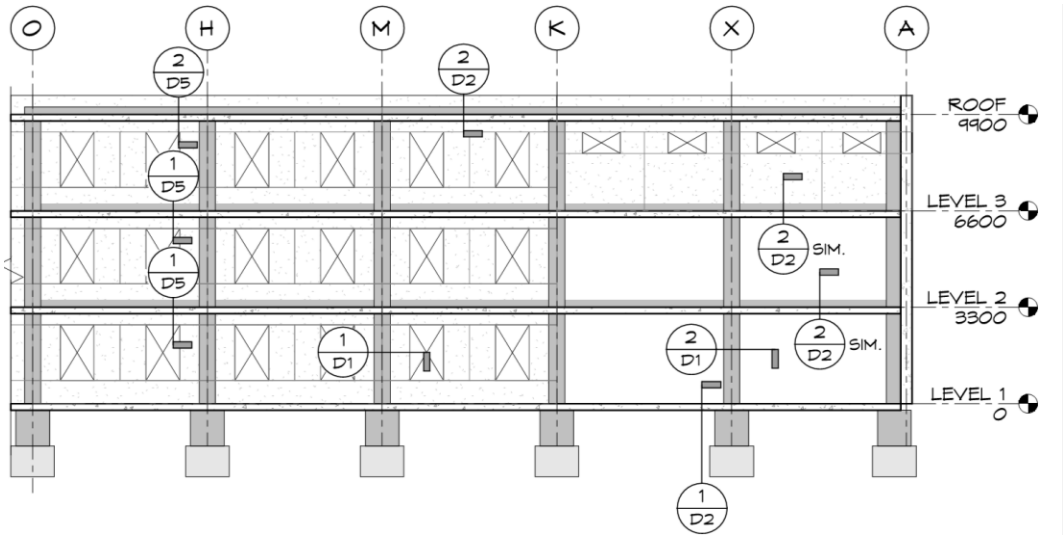


Рисунок 5-44 Развертка (чертеж разреза), показывающая колонны, усиленные обоймами в Инкременте 2 - ЖБ6.

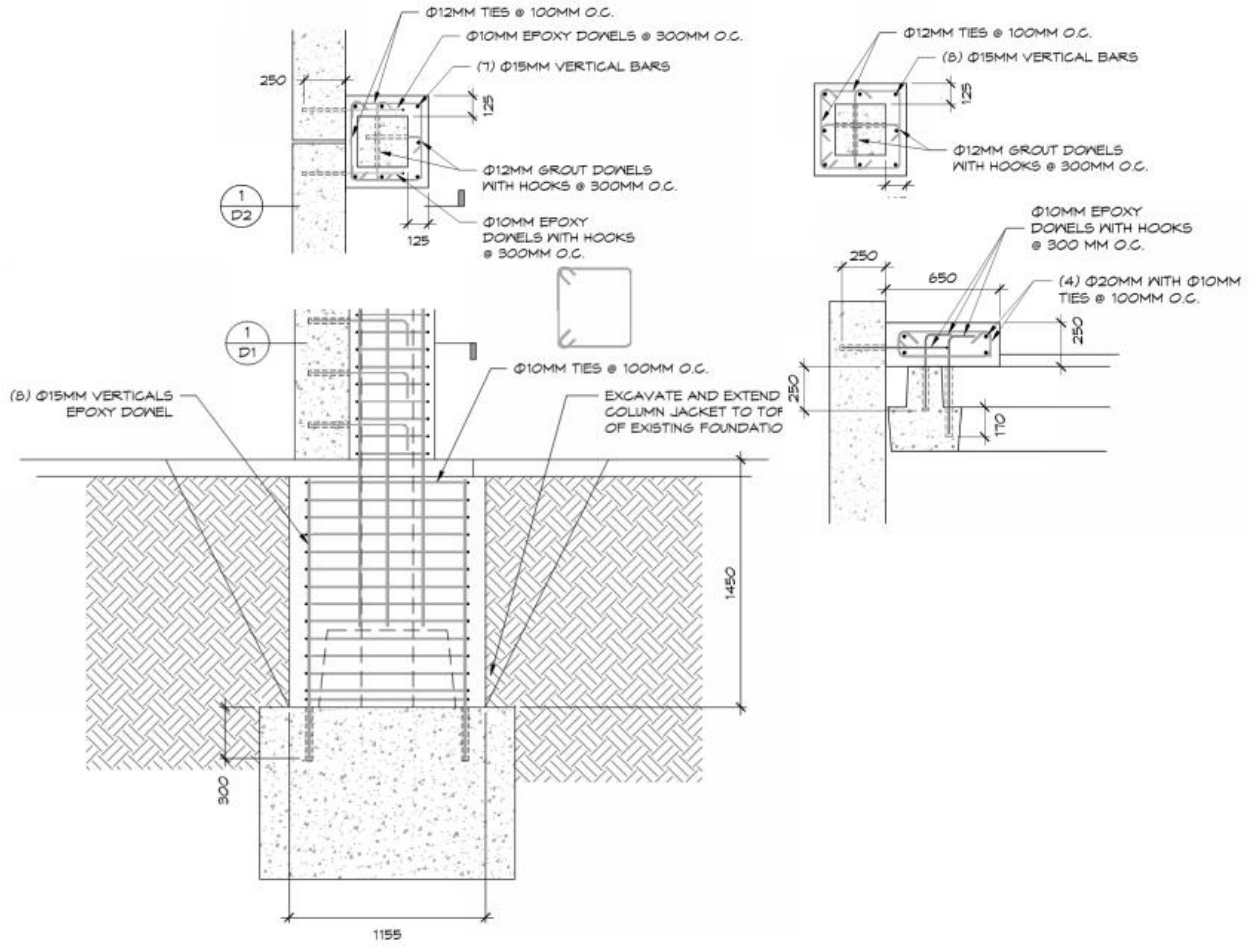


Рисунок 5-45 Обоймы колонн, доходящие до фундамента в Инкременте 2 - ЖБ6.

Инкремент 3

Инкремент 3 добавляет возможности для удовлетворения ожидаемых требований к прочности, которые будут приняты в рамках будущего документа СНиП по усилению несущей конструкции в Кыргызской Республике, и результаты анализа расчетов показаны на Рисунке 5-46. Усиление несущей конструкции также нацелено на улучшение предотвращения обрушения (ПО) – в качестве основной цели. Оно добавляет новые поперечные диафрагмы (стены) жесткости и внешние «пальцы» наружной стенки в продольном направлении. Поскольку исходное состояние каркаса было очень гибким, стены – единственное практическое средство для обеспечения соответствия ожидаемым критериям жесткости согласно новому документу СНиП. Данный Инкремент предусматривает усиление следующих конструктивных элементов:

- Требуются поперечные стены. Глубокие Н-образные фундаменты добавляются для соединения с соседними близ лежащими колоннами, чтобы обеспечить достаточное сопротивление силе отрыва (Рисунок 5-47).
- К уже существующим наружным разрезам здания добавляются продольные стены «пальцы» (Рисунок 5-48). Стены представляются в виде сеток у каждого межоконного простенка.
- Стены и диафрагма соединены с наружными стеновыми панелями, чтобы защитить их от смещения и падения (Рисунок 5-49).

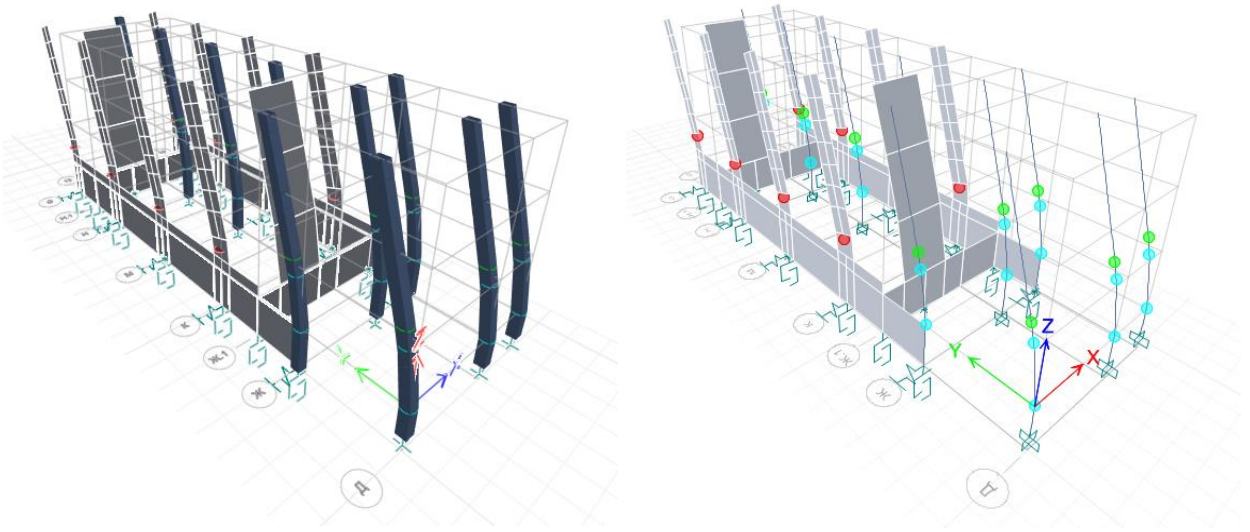


Рисунок 5-46 Деформированные формы сборного железобетонного каркаса усиленной несущей конструкции на основании Инкремента 3.

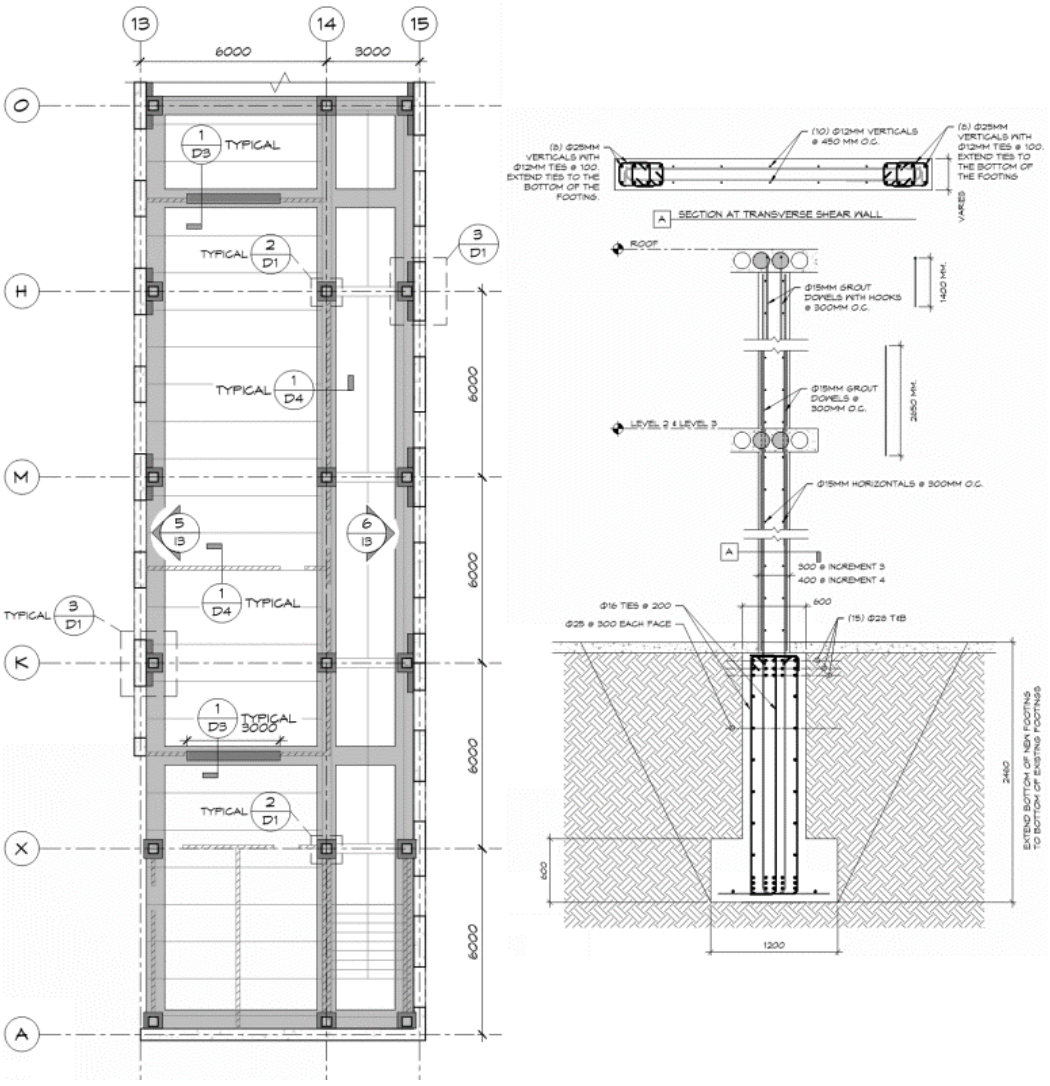


Рисунок 5-47 Добавлены поперечные стены и фундамент для Инкремента 3 - ЖБ6.

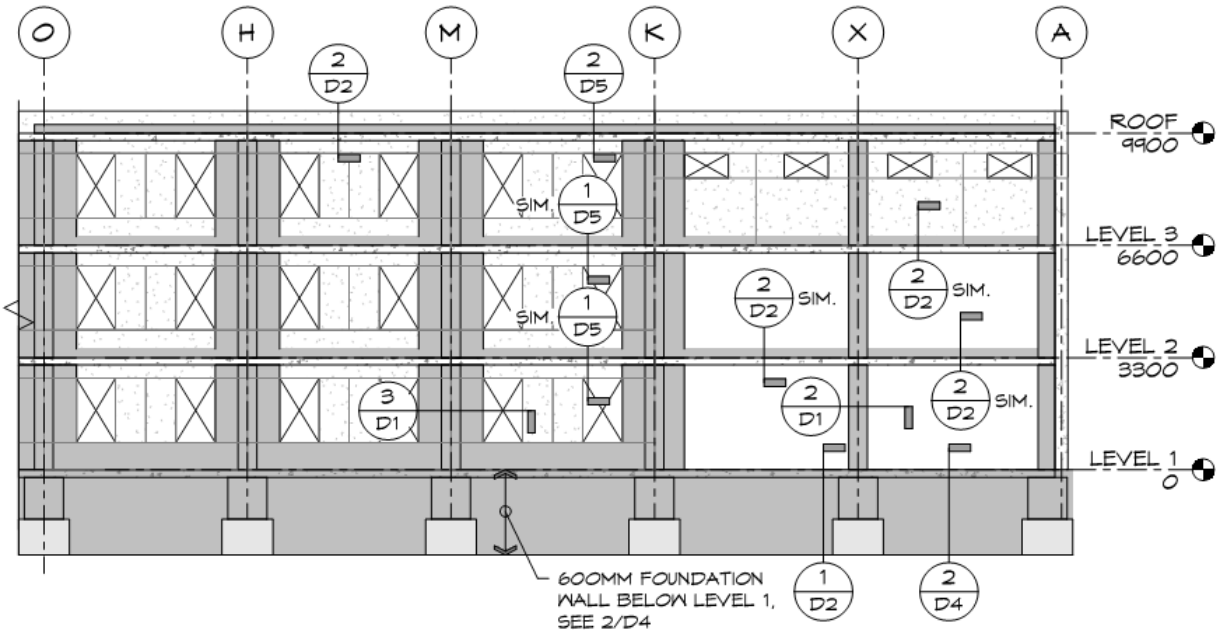


Рисунок 5-48 Добавлены продольные стены «пальцы» в Инкремент 3 - ЖБ6.

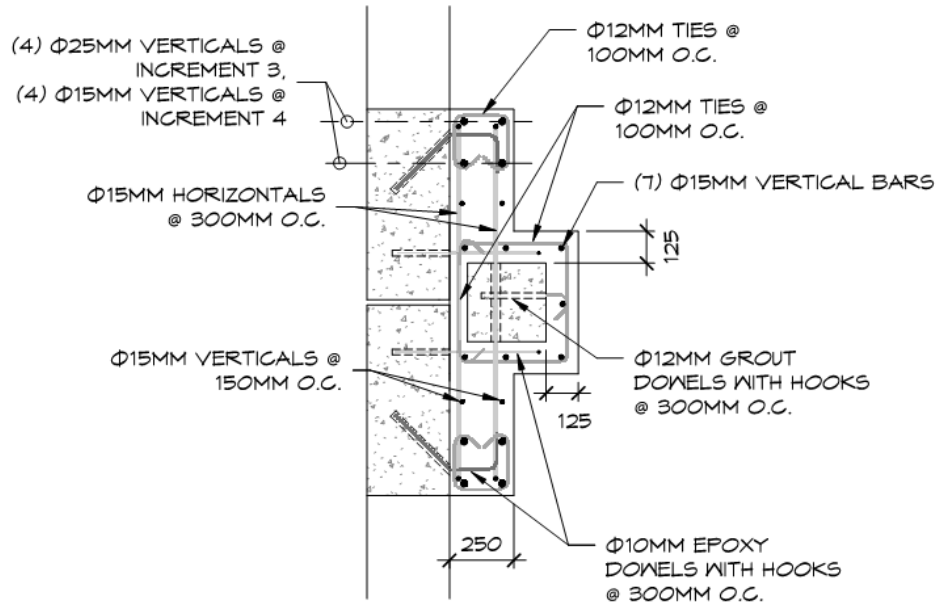


Рисунок 5-49. Соединение сборных стеновых панелей из диафрагмы в Инкремент 3 - ЖБ6.

Инкремент 4

В Инкременте 4 добавляются «пальцы» наружной стены, чтобы охватить каждую сборную стеновую панель в продольном направлении (Рисунок 5-50). Таким образом, показатели

безопасности жизнедеятельности (БЖ) были улучшены. Результаты анализа расчетов показаны на Рисунке 5-51.

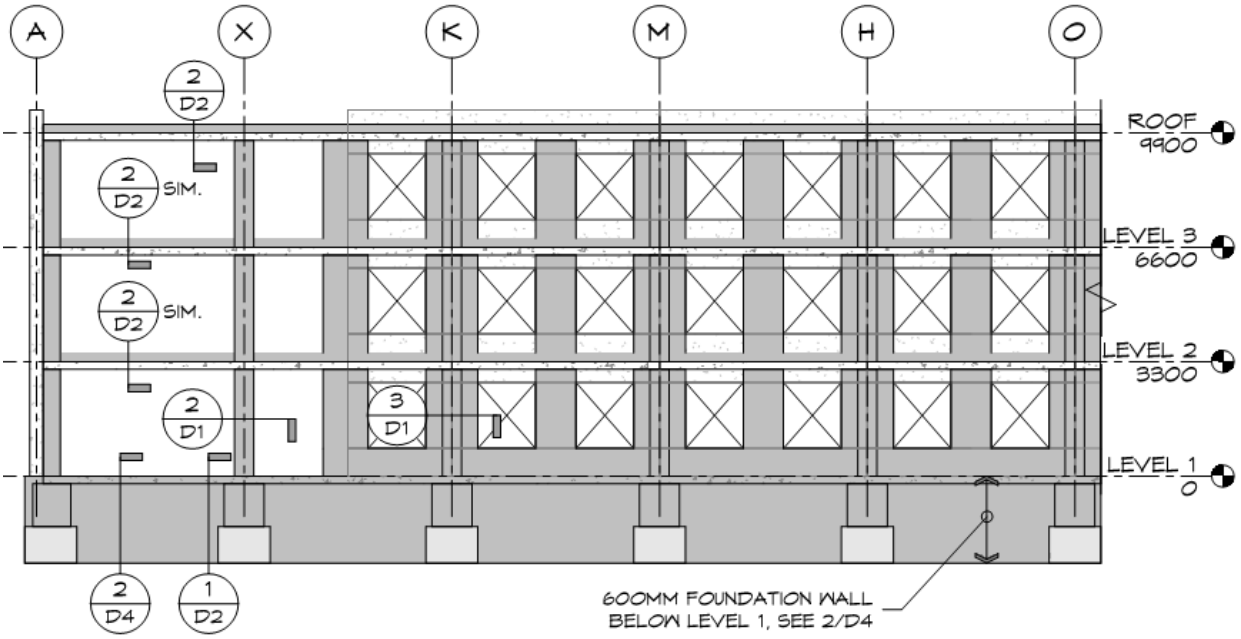


Рисунок 5-50. Железобетонные стены «пальцы», охватывающие каждую сборную стеновую панель в Инкременте 4 - ЖБ6.

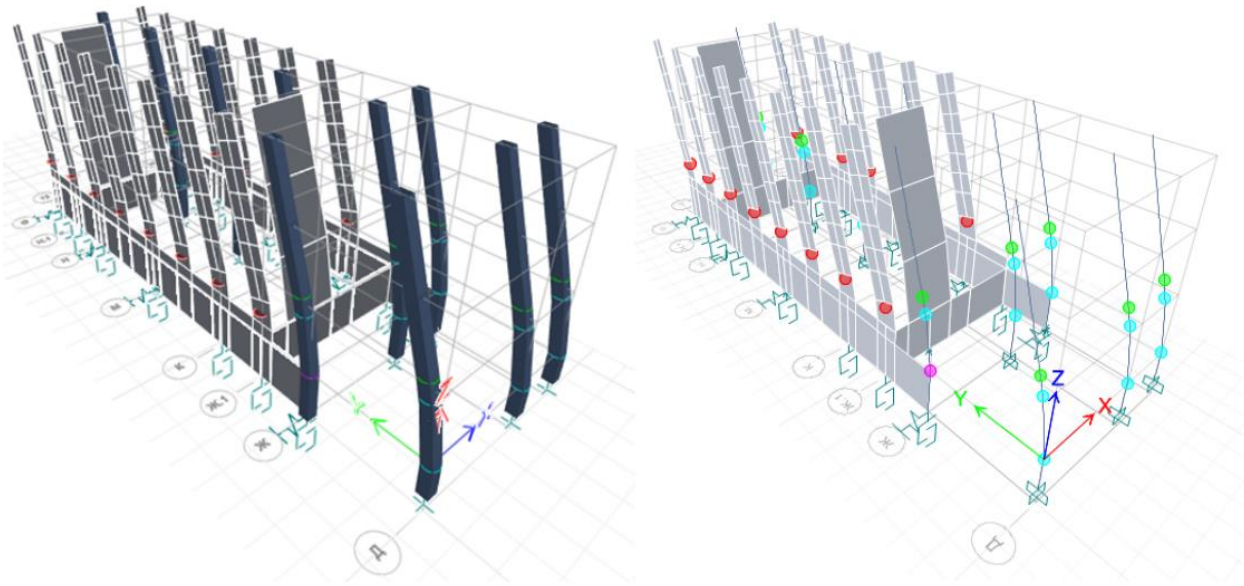


Рисунок 5-51 Результаты анализа расчетов для Инкремента 4 - ЖБ6.

5.4.4 Несущая способность конструкции после усиления

В данном разделе представлена несущая способность (прочность) усиленного индексного здания ЖБ6 на каждом отдельном уровне инкрементов. На Рисунке 5-52 показаны упрощенные скелетные кривые для всех инкрементов.

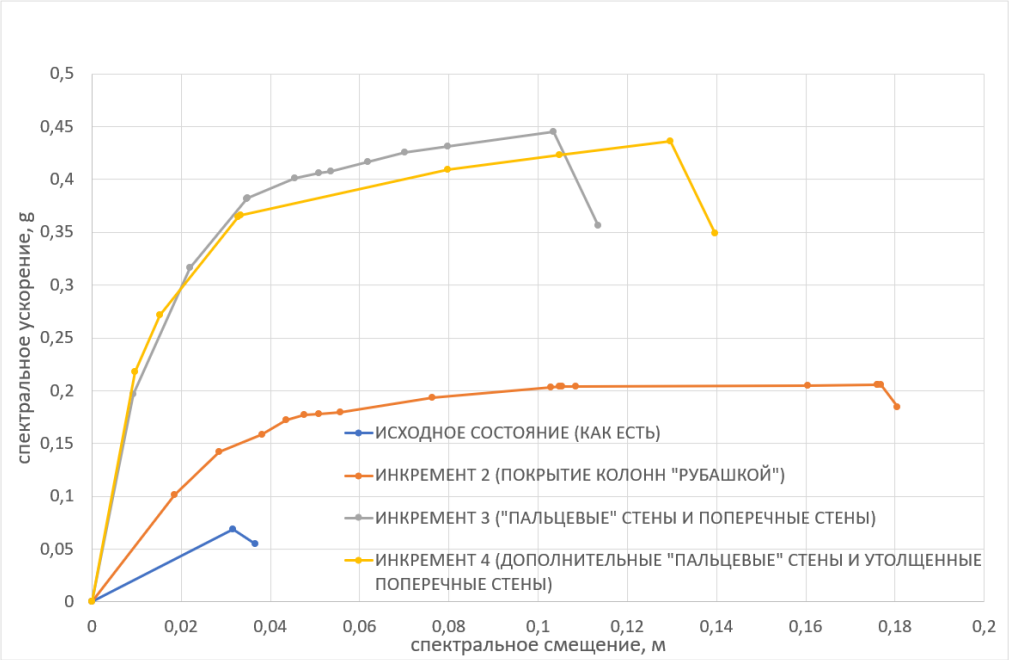


Рисунок 5-52 Кривые полученные по результатам Пушовер-анализа (спектральное ускорение в зависимости от спектрального смещения) с 1 по 4 инкременты для индексного здания ЖБ6, в продольном направлении.

5.4.5 Сметная расчетная стоимость усиления несущей конструкции

В приведенной ниже Таблице 5-3 представлены оценки затрат (сметной стоимости) на квадратный метр для каждого уровня инкремента усиления несущей конструкции для индексного здания ЖБ6.

Таблица 5-3 Сводные данные о расчетных (сметных) затратах (в долларах США) на квадратный метр для инкрементов усиления несущей конструкции индексного здания ЖБ6

Инкремент усиления конструкции	*Затраты на строительство* (1)	*Непредвиденные расходы и НДС* (1)	*Архитектурная отделка* (1)	*ВСГ и ЭЭ* (1), (2)	*Общая стоимость* (1)
Инкремент 2	105,96	18,01	17,70	98,2	239,87
Инкремент 3	172,89	29,39	28,87	98,2	329,36
Инкремент 4	187,68	31,91	31,34	98,2	349,13

(1) Все расходы указаны в долларах США на квадратный метр.

(2) Затраты на энергоэффективность (ЭЭ) и воду, санитарию и гигиену (ВСГ).

Глава 6

Рамочная концепция приоритизации на основе оценки рисков

В этой главе описывается аналитическая основа, разработанная для определения приоритетности школ в Кыргызстане, удовлетворяющих критериям отбора для сейсмического усиления несущей конструкции.

6.1 Обзор

Рамочная концепция приоритизации основана на расчете двух индексов, которые можно объединить в соотношение выгоды (результата) и затрат (стоимости), в котором выгода измеряется с точки зрения спасенных человеческих жизней, а стоимость – с точки зрения затрат на усиление несущей конструкции. В этой рамочной концепции применяется следующий подход:

- Сейсмическая опасность характеризуется в индивидуальном порядке – по каждой школе (как описано в Разделе 6.2).
- Сейсмическая уязвимость здания (в виде функции, показывающей среднюю долю погибших людей, находящихся в здании, в зависимости от силы колебания грунта) рассчитывается:
    - Для небольшого подмножества школ, по которым напрямую проводится оценка на основе подхода «Перфоменс-проектирования», сейсмическая уязвимость оценивается с учетом принятия одной или нескольких мер усиления несущей конструкции с использованием идеализированных кривых, полученных с «Пушовер-анализа», основанных на имеющихся конструктивных и архитектурных чертежах (как описано в Разделе 6.4).
    - Обнаруживаемая в литературе методология применяется для разработки функций оценки уязвимости для школьных зданий, информация о сейсмически важных конструктивных характеристиках которых ограничена (как описано в Разделе 6.5).
    - Функции уязвимости для для школьных зданий, информация о сейсмически важных конструктивных характеристиках которых ограничена, корректируются таким образом, чтобы они соответствовали функциям уязвимости для аналогичных школьных зданий с данными более высокого разрешения – при наличии таковых (как описано в Разделе 6.6).
- Рассчитываются индексы приоритизации и соотношение выгоды и затрат (как описано в Разделах 6.7 и 6.8).
- Уровни-объекты подхода «Перфоменс-проектирования» проверяются на соответствие (как описано в разделе 6.9).

Результаты применения рамочной концепции к списку удовлетворяющих критериям отбора школ представлены в Главе 7.

6.2 Определение сейсмической опасности

Для каждого школьного участка, идентифицируемого (определяемого) по широте и долготе, сейсмическая опасность характеризуется получением карт 5-кратного затухающего короткопериодного спектрального ускорения, реагирующего на колебания грунта, в связи с двумя уровнями вероятности: вероятность превышения 10% через 50 лет и вероятность превышения 5% через 50 лет. Географические слои для двух уровней сейсмической опасности взяты из Платформы данных о риске (стихийных) бедствий Кыргызстана, находящейся по адресу http://geonode.mes.kg/ и обычно упоминаемой в данном тексте как Geonode. На Рисунках 6-1 и 6-2 показано содержание обоих слоев в национальном масштабе. Оба уровня сейсмической опасности соизмеримы с показателями средней вероятности повторения, составляющими 0,00211 событий в год (средний интервал повторения – 475 лет) и 0,00103 событий в год (средний интервал повторения – 975 лет) соответственно.

Рисунок 6-1 Карта вероятностной оценки сейсмической опасности Кыргызской Республики с точки зрения спектрального ускорения, выраженного в долях g (гравитационное ускорение) для вероятности превышения 10% в течение 50 лет для данного состояния подстилающих пород (на скалистом основании) (V_s^{30}= 760 м/с) (взято по ссылке http://geonode.mes.kg/; дата последнего посещения – 20 февраля 2019 г.).

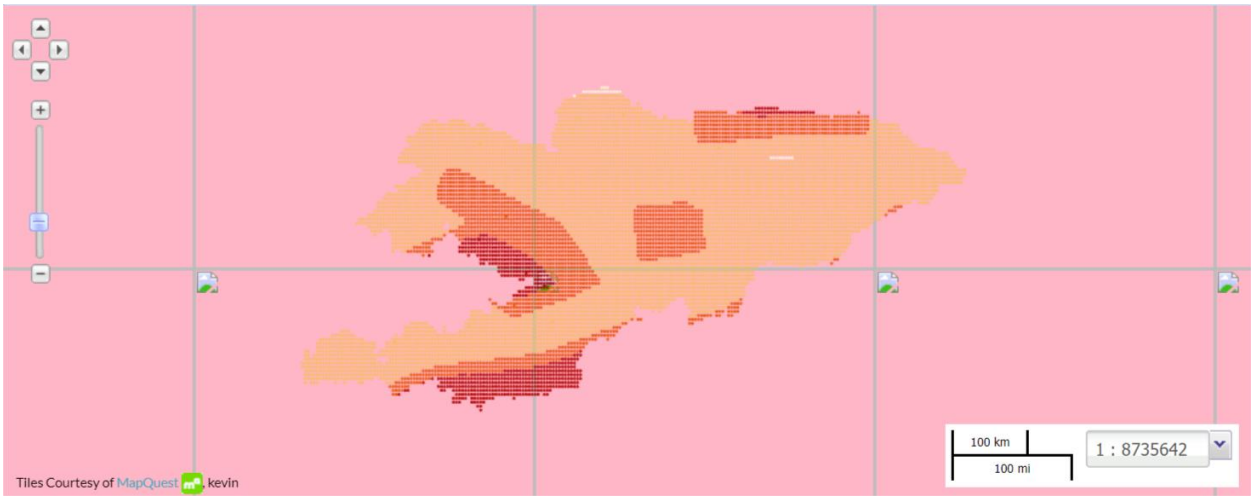


Рисунок 6-2. Карта вероятностной оценки сейсмической опасности Кыргызской Республики с точки зрения спектрального ускорения, выраженного в долях g (гравитационное ускорение) для вероятности превышения 5% в течение 50 лет для данного состояния подстилающих пород (на скалистом основании) (V_s^{30}= 760 м/с) (взято по ссылке http://geonode.mes.kg/; дата последнего посещения – 20 февраля 2019 г.).

Затем, для того, чтобы учесть усиление участка, полученные значения спектрального ускорения модифицируются с использованием оценок V_s^{30} (средняя скорость сдвиговой (поперечной) волны в верхних 30 метрах грунта в соответствии с глобальным набором данных за 2007 год, собранных Уолдом и Алленом) Геологической службы США и коэффициентами динамичности (усиления) из ASCE/SEI 7-16, *Минимальные расчетные нагрузки и соответствующие критерии для зданий и других сооружений, Положения* (ASCE, 2017a). В рамках настоящего проекта необходимо интерполировать данные между этими двумя точками и экстраполировать данные за их пределами на все уровни колебания грунта. Соотношение между частотой превышения и движением (колебанием) грунта имеет тенденцию быть логлинейным – то есть, соотношение является линейным в пространстве между колебаниями грунта по оси *x* и логарифмом частоты превышения по оси *y*. Смотрите примеры в исследовании Боммера и Абрахамсона (*Bommer and Abrahamson, 2006*). Линия, вписывающаяся в пространство натурального логарифма уровней превышения в зависимости от колебания грунта, приводит к получению кривой сейсмической опасности для данного школьного участка.

В данной работе кривая сейсмической опасности обозначается как *G(x)*, где *x* измеряет движение грунта (в данном случае – 5%-ное затухающее короткопериодное спектральное ускорение, реагирующее на колебания грунта, в единицах ускорения (G)), а *G(x)* обозначает среднюю частоту превышения *x* – то есть, среднюю скорость, с которой конкретный участок испытывает движение грунта с интенсивностью, равной или превышающей *x*, в единицах событий в год. На Рисунке 6-3 показано значение *G(x)* для здания с географическими координатами широты и долготы (40.4958N, 72.8376E), где N обозначает десятичные градусы северной широты, а E обозначает десятичные градусы восточной долготы. Следует отметить, что Geonode обеспечивает отклик спектрального ускорения для 5%-ного затухания за 0,1-секундный период (здесь обозначается как

SA01 – короткопериодный отклик спектрального ускорения), но не 0,2-секундный период (SA02), который является значением, обычно используемым на практике в США.

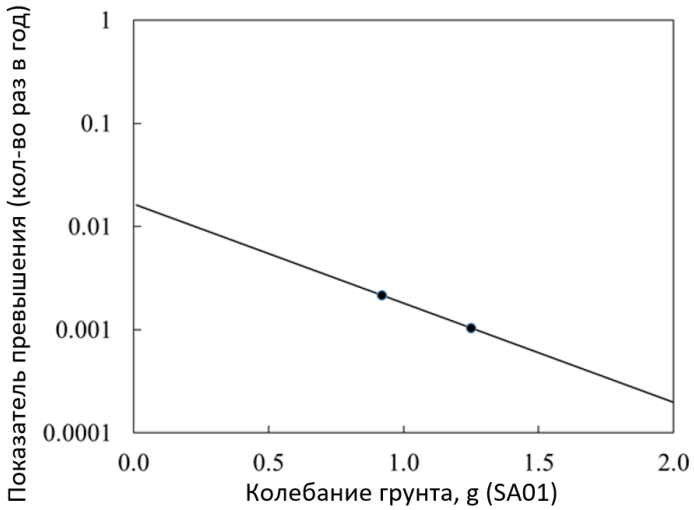


Рисунок 6-3. Кривая сейсмической опасности, полученная из двух значений спектрального ускорения, взятых из Geonode для данного школьного участка.

6.3 Доступные данные о здании

Сбор данных о правомочных (удовлетворяющих критериям отбора) школах Кыргызстана был представлен на трех уровнях разрешения. Чем больше известно о сейсмически важных характеристиках здания, тем лучше могут быть зафиксированы различия между зданиями, что приведет к улучшению функций уязвимости, то есть определения устойчивости несущей конструкций к прогрессирующему обрушению при сейсмическом воздействии. Три уровня данных описываются следующим образом:

- **Данные о здании с низким разрешением.** Данные основаны на информации, имеющейся в базе данных правомочных (удовлетворяющих критериям отбора) школ, собранной Всемирным банком и предоставленной команде проекта в декабре 2018 года. Эта база данных идентифицирует здания в соответствии с таксономией ЮНИСЕФ, как описано в Главе 2, а также указывает местоположение здания по широте / долготе, количество находящихся в здании лиц по школам, предполагаемый год постройки и количество этажей по блокам.
- **Данные о здании со средним разрешением.** Данные основаны на информации, собранной во время полевого обследования 78 школ (приблизительно 25% из списка правомочных школ) местными инженерами, которые были обучены командой проекта с использованием форм обследования, описываемых в Главе 3. В этой базе данных, здания идентифицируются в соответствии с таксономией GLoSI.

- **Данные о здании с высоким разрешением.** Данные высокого разрешения включают в себя конструкторские и архитектурные проектные документы – в особенности, конструктивные и архитектурные чертежи, которые были собраны инспекторами во время посещения объекта школы. Этот уровень разрешения данных был доступен только для 3 блоков (0,3% от списка правомочных школ).

6.4 Разработка функции уязвимости для зданий с данными высокого разрешения

В Главе 5 представлена оценка сейсмического возбуждения (5%-ное затухающее короткопериодное спектральное ускорение, реагирующее на колебание грунта), при котором каждое из четырех предельных состояний основывается на подробных оценках на основе подхода «Перфоменс-проектирования» репрезентативных индексных зданий, которые считаются данными с высоким разрешением.

Результаты включают в себя 1-е предельное состояние, отражающее условия «как есть», а также 2-е, 3-е и 4-е предельные состояния, отражающие, соответственно, 1-е, 2-е и 3-е инкрементное усиление несущей конструкции. Каждое предельное состояние связано с точкой на идеализированной кривой, полученной из «Пушовер-анализа». Кривая «Пушовер-анализа» измеряет силу землетрясения и деформацию здания с точки зрения отклика спектрального ускорения (нормализованная мера силы, обозначаемая S_a) и отклика спектрального перемещения (нормализованная мера перемещения, обозначаемая S_d). Когда землетрясение приводит к тому, что здание испытывает воздействие обоих факторов (S_d, S_a), эта пара называется точкой активности. Кривые «Пушовер-анализа», разработанные в результате оценок на основе подхода «Перфоменс-проектирования» для каждого из предельных состояний по каждому из репрезентативных индексных зданий, представлены в Главе 5. На Рисунке 6-4 показаны четыре кривые, полученные из «Пушовер-анализа» в поперечном направлении для индексных зданий из сборных железобетонных конструкций: одна кривая для условия «как есть», а также по одной кривой для каждого из трех инкрементов (приращений) смягчения, помеченных как инкременты 2, 3 и 4. Каждая кривая помечена, как минимум, одним предельным состоянием. «БЖ» обозначает точку активности, в которой безопасность жизнедеятельности находится под угрозой – как правило, в результате падения конструктивных или не конструктивных элементов. «ПО» обозначает точку активности, в которой здание превышает предельное состояние предотвращения обрушения – то есть, когда глобальное обрушение становится наиболее вероятным. В некоторых случаях (как в приведенном здесь примере), предельное состояние безопасности жизнедеятельности совпадает с предельным состоянием предотвращения обрушения, в котором анализом управляет более опасное предельное состояние, предотвращение обрушения, и при котором можно игнорировать состояние предела безопасности жизнедеятельности.

При возбуждении за пределами очень скромного уровня, точка активности превышает значение, при котором здание не вернется к своему первоначальному состоянию до землетрясения – в инженерном отношении, точка активности превысило предел текучести (упругости), достигло критической точки. За пределами предела текучести (упругости), энергия рассеивается через повреждения в конструкции, а демпфирование (которое измеряет рассеивание энергии) превышает номинальное значение в 5%. Кроме того, по мере увеличения повреждения, жесткость здания уменьшается, поэтому сейсмический период здания удлиняется, и значение SA больше не

совпадает с SA01 (упругая характеристика спектрального ускорения с 5%-ным затуханием за 0,1 секунды). Можно связать точку активности с SA01, используя методологию, предложенную Файфаром (Fajfar, 1999).

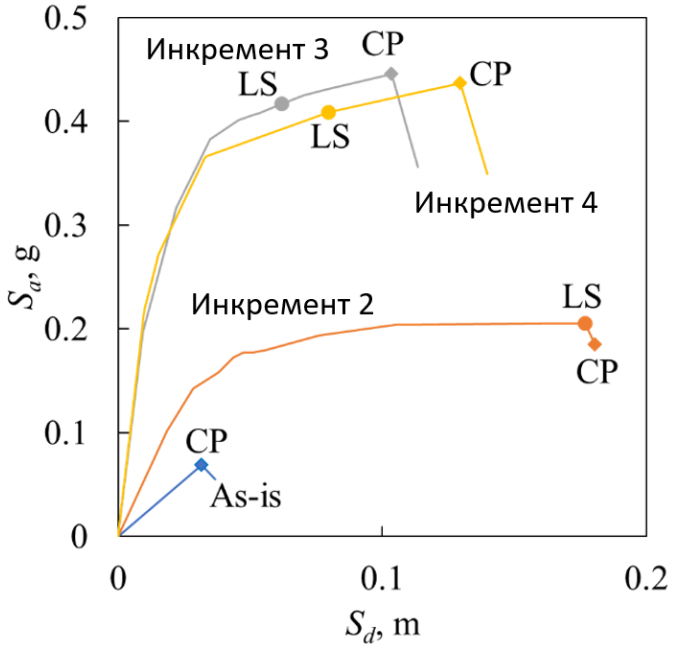


Рисунок 6-4 Кривые «Пушовер-анализа» в поперечном направлении для индексных зданий из сборных железобетонных конструкций: по одному для состояния «как есть» (as-is), и по одному для каждого из трех (инкрементов) приращений смягчения, обозначенных как инкременты 2, 3 и 4. «БЖ» (LS) обозначает точку активности, в которой безопасности жизнедеятельности угрожают, как правило, падающие конструктивные и неконструктивные элементы. «ПО» (CP) обозначает точку активности, в которой здание превышает предельное состояние предотвращения обрушения.

Каждый блок имеет две кривые, полученные из «Пушовер-анализа»: одна – для продольного движения (землетрясение, действующее вдоль длинной оси блока), и одна – для поперечного движения (землетрясение, действующее вдоль короткой оси блока). Таким образом, для каждого блока вычисляется сейсмическое возбуждение, связанное с 8 предельными состояниями (по 4 в каждом направлении), с последующим возвращением обратно к SA01 с использованием методологии Файфара (Fajfar, 1999). Меньшее из двух значений SA01 для любого предельного состояния - то есть, меньшее из значений SA01, связанных с предельным состоянием, наблюдаемым в продольном и поперечном направлениях - принимается в качестве медианного значения SA01, связанного с этим предельным состоянием. Неопределенность вокруг медианного значения SA01 идентифицируется с помощью распределения вероятностей, которое в настоящей работе – как и в других аналогичных работах (например, FEMA P-58 (FEMA, 2018 г.)) – рассматривается как логнормальное. Логнормальное распределение имеет второй параметр, измеряющий неопределенность, который обозначается здесь, как β и называется стандартным логарифмическим отклонением мощности-способности (точнее, стандартным отклонением

натурального логарифма значения SA01, при котором возникает предельное состояние). Типичное значение β = 0,8 используется здесь независимо от конструктивного типа здания, предельного состояния или направления, как это принято.

Ниже наглядно проиллюстрировано применение методологии.

Во-первых, период, при котором участок с постоянным ускорением идеализированного спектра отклика пересекает участок с постоянной скоростью – период, который Файфар называет характерным периодом – и который обозначается как T_c, вычисляется с использованием Уравнения (6-1) со значениями колебаний грунта с вероятностью превышения 10% в течение 50 лет, и его среднее значение для всех правомочных школ составляет, приблизительно, 0,2 с:

$$T_c = \text{SA10}/\text{SA01} \tag{6-1}$$

Поскольку отклик спектрального ускорения приблизительно постоянен в периоды, меньшие, чем T_c, и, поскольку SA01 измеряет отклик спектрального ускорения в период продолжительностью менее 0,2 с, SA01 представляет собой хорошую оценку отклика спектрального ускорения вдоль всего участка спектра отклика с постоянным ускорением. Учитывая любую точку активности (S_d, S_a), требование пластичности μ и период T рассчитываются с использованием уравнений 6-2 и 6-3:

$$\mu = S_d/S_{dy} \tag{6-2}$$

$$T = 2\pi(S_d/(\mu\, S_a))^{0.5} \tag{6-3}$$

Уравнение 6-3 учитывает единицы измерения, выражая S_d в метрах и S_a в метрах в секунду^2. Уравнение 6-2 может быть ограничено некоторой приемлемой верхней границей – такой как 6 – для контроля за нереалистично низким перемещением S_{dy}. Уравнение 6-4 дает переходный период, T_0, который разделяет две области коэффициента уменьшения вследствие пластичности (податливости к деформации) системы, R_μ, который является функцией μ и T:

$$T_0 = 0{,}65\mu^{0.3}\ T_c \le T_c \tag{6-4}$$

$$R_\mu = (\mu - 1)(T/T_0) + 1\ T \le T_0 \tag{6-5}$$

$$R_\mu = \mu\ T > T_0 \tag{6-6}$$

5%-ная затухающая характеристика упругого спектрального ускорения, связанная с тем же периодом T, задается уравнением 6-7, а SA01 и SA10 рассчитываются в соответствии с уравнениями с 6-8 по 6-11:

$$S_{ae} = S_a R_\mu \tag{6-7}$$

Если $T \le T_c$:

$$\text{SA01} = S_{ae} \tag{6-8}$$

$$\text{SA10} = S_{ae} T_c \tag{6-9}$$

В противном случае, если $T > T_c$

$$\text{SA10} = S_{ae} T \tag{6-10}$$

$$\text{SA01} = \text{SA10}/T_c \tag{6-11}$$

Пусть d обозначает предельное состояние (от 1 до 5), а θ_d – это значение SA01, связанное с 50%-ной вероятностью того, что предельное состояние d будет превышено. Как показано в уравнении 6-12, θ_d – это несущая способность здания, т.е. средняя способность здания противостоять состоянию повреждения d, принятая за меньшее из продольных и поперечных значений SA01, связанных с состоянием повреждения d. Обозначив i и j движения в продольном и поперечном направлениях, соответственно, мы затем производим следующие действия:

$SA01_{d,i}$ = значение SA01, связанное с предельным состоянием d, продольное направление

$SA01_{d,j}$ = значение SA01, связанное с предельным состоянием d, поперечное направление

$$\theta_d = \min\left(SA01_{d,i}, SA01_{d,j}\right) \tag{6-12}$$

Вероятность будет больше 50% при значениях SA01, превышающих θ_d, и будет меньше 50% при значениях SA01, меньших, чем θ_d. Вероятность определяется уравнением 6-13:

$$P[D \geq d|X = x] = \Phi\left(\frac{ln\left(\frac{x}{\theta_d}\right)}{\beta}\right) \tag{6-13}$$

Вероятность того, что здание имеет степень повреждения d, но не имеет более высокую степень повреждения (например, находится в предельном состоянии для безопасности жизнедеятельности, но не в предельном состоянии для предотвращения обрушения, при котором падает несколько кирпичей, но здание не подвергается обрушению в результате бокового перекоса), определяется уравнением 6-14:

$$P[D = d|X = x] = P[D \geq d|X = x] - P[D \geq d + 1|X = x] \tag{6-14}$$

Уравнение 6-14 применяется в тех случаях, когда существует более высокий уровень повреждения $d + 1$. Если нет более высокой степени повреждения $d + 1$, то уравнение 6-13 также дает $P\,[D = d \mid X = x]$.

Функция сейсмической уязвимости $y(x)$, определенная здесь как ожидаемая доля погибших людей, находящихся в здании, в результате сейсмических колебаний грунта x, оценивается с помощью уравнения 6-15 с использованием теоремы полной вероятности. В уравнении 6-15 L_d обозначает ожидаемую величину потерь с учетом степени повреждения d – например, ожидаемое значение доли погибших людей, находящихся в здании, когда превышается определенное предельное состояние (в данном случае, либо предельное состояние безопасности жизнедеятельности, либо предельное состояние предотвращения обрушения):

$$y(x) = \sum_d L_d \times P[D = d|X = x] \tag{6-15}$$

Значение L_d оценивается так, как показано в Таблице 6-1. В Приложении C представлено обсуждение определения L_d. В данной работе предельное состояние безопасности жизнедеятельности обозначено как d = 4, а предельное состояние предотвращения обрушению обозначено как d = 5, что согласуется с состояниями частичного обрушения и повреждения при разрушении согласно Европейской макросейсмической шкале (*Европейская макросейсмическая шкала,* EMS-98; Европейская сейсмологическая комиссия, 1998 г.) и другим используемым здесь исследованиям. Более низкие степени повреждения – от 1 до 3 – здесь не используются.

Таблица 6-1	Смертность при обрушении
Степень повреждения d	*Ld*
Частичное обрушение (*d = 4*)	0,015
Обрушение (*d* = 5)	0,30

6.5 Разработка функции уязвимости для зданий с данными низкого и среднего разрешения

В этом разделе описывается методология, используемая для оценки сейсмической уязвимости правомочных школьных зданий с данными низкого и среднего разрешения в существующих условиях (как есть).

6.5.1 Методология SYNER-G

В данном проекте используется методология SYNER-G, задокументированная в исследовании Милутиновича и Трендафиловского (2003 г.). Методология SYNER-G связывает каждый конструктивный тип здания и конструктивный элемент с существующими взаимосвязями «движение-повреждение» – как у Милутиновича и Трендафиловского (2003 г.). Это отличается от подхода, используемого в таксономиях ЮНИСЕФ и GLoSI, которые использовались для сбора информации о правомочных зданиях. Поэтому необходимо сопоставить конструктивные типы зданий ЮНИСЕФ в базе данных низкого разрешения с методологией SYNER-G, а также сопоставить конструктивные типы зданий GLoSI в базе данных среднего разрешения с методологией SYNER-G. В Таблице 6-2 перечислены конструктивные типы зданий по методологии SYNER-G.

Таблица 6-2	Конструктивные типы зданий SYNER-G	
ID	*Сокр.*	*Описание*
1	M1.1	Кладка, бутовый камень/булыжник
2	M1.2	Кладка, простой камень
3	M1.3	Кладка, массивный камень
4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
5	M3.1	Кладка, кирпич, деревянные плиты
6	M3.2	Кладка, кирпич, каменные своды
7	M3.3	Кладка, кирпич, композитные стальные и каменные плиты
8	M3.4	Кладка, кирпич, ЖБ плиты
9	M4.0	Армированная (кирпичная) кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)

10	M5.0	Кладка, усиленная
11	RC1.0	Железобетонный моментный (жесткий) каркас
12	RC2.0	Железобетонные диафрагмы (стены) жесткости
13	RC3.1	Железобетонный каркас с равномерным заполнением стен
14	RC3.2	Железобетонный каркас нерегулярной формы
15	RC4	Монолитные железобетонные двойные системы
16	RC5	Сборные железобетонные крупнопанельные стены,
17	RC6	Сборные железобетонные двойные системы
18	S0.0	Стальные конструкции
19	S1.0	Моментный (жесткий) стальной каркас
20	S2.0	Стальной каркас со связями жесткости
21	S3.0	Стальной каркас и стены из неармированной (кирпичной) кладки
22	S4.0	Стальной каркас и монолитные диафрагмы (стены) жесткости
23	S5.0	Комбинированные стальные и ЖБ системы
24	W0.0	Деревянные конструкции

В Таблице 6-3 представлена наилучшая оценка команды проекта относительно наиболее похожего конструктивного типа SYNER-G для каждого конструктивного типа зданий по классификации ЮНИСЕФ. Аналогично, в Таблице 6-4 представлена наилучшая оценка команды проекта относительно наиболее похожего конструктивного типа SYNER-G для каждого конструктивного типа зданий по классификации GLoSI. Для получения подробной информации о конструктивных типах зданий из железобетона по классификации GLoSI – типы с 1 по 5 в таблице – см. работу под редакцией Ямина с соавторами (Yamin et al., 2017 г.). Более подробнее о конструктивных типах комплексных конструкций (каменной или кирпичной кладки) – типы с 6 по 10 в таблице – см. в работе Адхикари и Дайала (Adhikari and D'Ayala, 2017 г.).

Таблица 6-3 Преобразование таксономии ЮНИСЕФ в ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G

Классификация ЮНИСЕФ (2013 г.)		*Ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G*		
ID	*Описание*	*ID*	*Аббрев.*	*Описание*
1	Крупнопанельное здание, здание с плоскими стенами из монолитного железобетона.	12	RC5	Сборные железобетонные крупнопанельные стены
2	Каркасно-панельное здание с навесными панелями; каркасное здание с кирпичным заполнением; металлический (стальной) каркас.	17	RC6	Сборные железобетонные двойные системы
3	Конструктивная система с неполным каркасом, где наружные стены кирпичные, а внутренние конструкции каркасные.	9	M4.0	Армированная (кирпичная) кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)
4	Кирпичное здание из комбинированных конструкций (в другой таблице ЮНИСЕФ за 2013 год говорится о «композитных конструкциях»).	7	M3.4	Кладка, кирпич, ЖБ плиты
5	Кирпичное (каменное) здание до 5 этажей.	9	M4.0	Армированная (кирпичная) кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)
6	Здание традиционной конструкции с деревянным двойным каркасом для землетрясений интенсивностью в 9 баллов и одиночным каркасом для землетрясений интенсивностью в 7-8-баллов с заполнением стен из грунтовых (земляных) материалов и с облегченной кровлей. Их сейсмостойкость можно считать существующей при следующих условиях: Фундамент и цокольный этаж выполнены из прочных водонепроницаемых материалов (бетон, кирпич, камень и т.д.); Расстояние между стенами (просвет) не превышает 5 м; Деревянные узлы соединений в нижних и верхних частях опор и стоек каркаса не подвержены гниению; В узлах соединения вертикальных и горизонтальных элементов каркаса, собранных при помощи нагеля или врубки, имеются металлические зажимы и накладные пластины.	24	W0.0	Деревянные конструкции
7	Те же здания с деревянным каркасом, которые не	24	W0.0	Деревянные конструкции

Классификация ЮНИСЕФ (2013 г.)		*Ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G*		
ID	*Описание*	*ID*	*Аббрев.*	*Описание*
	соответствуют требованиям пункта 6.			
8	Здания из глинобитной смеси (пахса) и необожженного кирпича, саманных блоков в районах с интенсивностью землетрясения 7-8 баллов можно считать сейсмически безопасными (сейсмостойкими), если совокупное поперечное сечение простенков (перегородок) конструкций в каждом направлении (продольном, поперечном) на уровне середины этажа составляет не менее 4% от площади здания, рассчитанной на основе наружных поверхностей стен. Также должны быть установлены следующие конструктивные элементы: фундамент и цокольный этаж, выполненные из прочных водонепроницаемых материалов (бетон, кирпич, камень и т.д.) каркасно-щитовые стены; диагональный настил из досок на балках; мансардная крыша с асбестоцементной или металлической кровлей на деревянных балках.	4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
9	Те же здания из глинобитной смеси и необожженного кирпича, не соответствующие требованиям пункта 8.	4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
10	Те же здания, что и в пункте 8, в районах с интенсивностью землетрясений выше 9 баллов, без армирования стен могут быть использованы для различных целей, кроме как для постоянного нахождения людей.	4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
11	Бескаркасные здания со стенами из высушенной глины (гуваляк) не являются сейсмически устойчивыми для всех сейсмических регионов, и людям не рекомендуется в них находиться.	4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
12	Здания высотой 1-2 этажа со стенами из обожженного кирпича, построенные без проектов и без учета сейсмических воздействий, без повреждений выше 2 уровня в соответствии со шкалами интенсивности MSK-64 или IMS-98 [sic].	5	M3.1	Кладка, кирпич, деревянные плиты
13	Деревянные щитовые здания в районах с интенсивностью землетрясения 7-8 баллов.	24	W0.0	Деревянные конструкции

Таблица 6-4. Преобразование таксономии GLoSI в ближайший конструктивный тип зданий по классификации SYNER-G

Классификация GLoSI				*Ближайший конструктивный тип зданий по классификации SNYER-G*		
ID	*Аббрев.*	*Описание*	*Комментарий*	*ID*	*Аббрев.*	*Описание*

Классификация GLoSI				*Ближайший конструктивный тип зданий по классификации SNYER-G*		
ID	*Аббрев.*	*Описание*	*Комментарий*	*ID*	*Аббрев.*	*Описание*
1	RC1 (ЖБ1)	Железобетонный каркас	Заполнить стены, если в каких-либо из них имеется антисейсмический шов, чтобы позволить балкам и колоннам деформироваться	11	RC1.0	Моментный (жесткий) железобетонный каркас
2	RC2 (ЖБ2)	Железобетонный каркас со стенами неармированной (кирпичной) кладки (или с кирпичным заполнением)	Заполнить стены, сделанные из кирпича или камня. Проемы не дают эффекта коротких колонн	13	RC3.1	Железобетонный каркас с равномерным заполнением стен
3	RC3 (ЖБ3)	Железобетонный каркас с короткими колоннами	Поведение колонны не управляется сгибанием, и является непреднамеренно критичным к сдвигу	11	RC1.0	Моментный (жесткий) железобетонный каркас
4	RC4 (ЖБ4)	Комбинированный железобетонный каркас или двоенная система	Железобетонный каркас плюс любой конструктивный тип диафрагмы жесткости или связей жесткости	15	RC4.0	Монолитные железобетонные двойные системы
5	RC5 (ЖБ5)	Железобетонная конструкция, без проекта	Может содержать длинные консольные балки, более слабый первый этаж по сравнению с верхними этажами, некачественно забетонированные конструктивные элементы, непрямые железобетонные конструктивные элементы	14	RC3.2	Железобетонный каркас нерегулярной формы
	RC6 (ЖБ6)	Сборный железобетонный каркас		17	RC6.0	Сборная железобетонная конструкция, двойные системы
6	A (НК)	Саман (необожженный кирпич)		4	M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич
7	UCM/URM (НАК)	Неармированная кирпичная кладка	Опущено 6 подтипов	7	M3.3	Кладка, кирпич, композитные стальные и каменные плиты
8	CM (КВ)	Комплексные здания с		9	M4.0	Армированная

Классификация GLoSI				*Ближайший конструктивный тип зданий по классификации SNYER-G*		
ID	*Аббрев.*	*Описание*	*Комментарий*	*ID*	*Аббрев.*	*Описание*
		несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)				(кирпичная) кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)
9	RM (АК)	Армированная кирпичная кладка		9	M4.0	Армированная кирпичная кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными включениями)
10	SFM	Стальной каркас с каменными (кирпичными) стенами	Опущены 4 подтипа; SFM не используются в АТС-142; ни одной нет в школах Кыргызстана	21	S3.0	Стальной каркас и стены из неармированной кирпичной кладки

Как уже обсуждалось в Главе 4, между конструктивными типами школьных зданий в Кыргызской Республике нет четких различий – например, в некоторых зданиях имеются некоторые признаки кирпичной кладки с ЖБ включениями и другие характеристики каркасных железобетонных конструкций. Эти три конструктивных типа можно рассматривать как опорные точки в спектре реальных зданий.

Аналогично функции уязвимости, полученной в Разделе 6.4 для зданий с данными высокого разрешения, в данном случае функция уязвимости показывает ожидаемую долю погибших людей, находящихся в здании, в результате сейсмических колебаний *x*. Колебания грунта, *x*, параметризованы в виде затухающего на 5% короткопериодного отклика спектрального ускорения. В отличие от этого, в качестве меры сейсмического возбуждения в методологии SYNER-G используется макросейсмическая шкала интенсивности EMS-98, обозначенная здесь переменной *I*. Таким образом, для того, чтобы их связать, здесь используется уравнение преобразования колебания грунта в интенсивность землетрясения, иногда называемое GMICE. В уравнении 6-16 представлена оценка *I* для каждого значения *x* с использованием результатов исследования Уордэна (Worden et al., 2012 г.), функциональная форма которой определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} I &= c_1 + c_2 \times \log_{10}(x) \qquad \log_{10}(x) \le t_1 \\ &= c_3 + c_4 \times \log_{10}(x) \qquad \log_{10}(x) > t_1 \end{aligned} \tag{6-16}$$

где *x* обозначает 5%-затухающее короткопериодное спектральное ускорение, реагирующее на колебания грунта, выраженное в единицах см/с^2, а параметры c_1, c_2, c_3, c_4 и t_1 приведены в Таблице 6-5.

Таблица 6-5	Значения параметров GMICE (Worden et al., 2012 г.)				
X	c_1	c_2	c_3	c_4	t_1
SA03	1,26	1,69	–4,15	4,14	2,21

В таблице SA03 обозначает 5%-затухающее короткопериодное спектральное ускорение в течение 0,3-секундного периода, используемое Уордэном (Worden et al., 2012 г.) для измерения короткопериодного спектрального ускорения, и поэтому здесь взаимозаменяемо с SA01. Степень вероятностного повреждения здания рассчитывается с использованием методологии SYNER-G следующим образом: показатель уязвимости здания, V_i, является функцией конструктивного типа зданий (которая определяет его срединный базовый индекс $V_{i.m}^*$), наличия модификаторов, V_m, и регионального фактора, V_r, как показано в уравнении 6-17:

$$V_i = V_i^* + \sum V_m + V_r \tag{6-17}$$

где:

V_i^* берется как срединное значение $V_{i.m}^*$, указанное для каждого конструктивного типа зданий по классификации SYNER-G в Таблице 6-6

V_m взято из Таблицы 6-7

V_r обозначает региональный фактор, значение которого Всемирный банк (2016 г.) принимает равным нулю

Таблица 6-6	Базовый показатель уязвимости $V_{i.m}^*$, в соответствии с конструктивным типом здания по классификации SYNER-G	
Конструктивный тип зданий SYNER-G	*Описание*	$V_{i.m}^*$
M1.1	Кладка, бутовый камень/булыжник	0,873
M1.2	Кладка, простой камень	0,740
M1.3	Кладка, массивный камень	0,616
M2.0	Кладка, саман/глиняный кирпич	0,840
M3.1	Кладка, кирпич, деревянные плиты	0,740
M3.2	Кладка, кирпич, каменные своды	0,776
M3.3	Кладка, кирпич, композитные стальные и каменные плиты	0,704
M3.4	Кладка, кирпич, ЖБ плиты	0,616
M4.0	Армированная (кирпичная) кладка, комплексные здания с несущими стенами (кирпичная кладка стен с железобетонными	0,451

	включениями)	
M5.0	Кладка, усиленная	0,694

Таблица 6-6 Базовый показатель уязвимости $V^*_{i.m}$, в соответствии с конструктивным типом здания по классификации SYNER-G (продолжение)

Конструктивный тип зданий SYNER-G	*Описание*	$V^*_{i.m}$
RC1.0	Железобетонный моментный (жесткий) каркас	0,442
RC2.0	Железобетонные диафрагмы (стены) жесткости	0,386
RC3.1	Железобетонный каркас с равномерным заполнением стен	0,402
RC3.2	Железобетонный каркас нерегулярной формы	0,522
RC4	Монолитные железобетонные двойные системы	0,386
RC5	Сборные железобетонные крупнопанельные стены,	0,384
RC6	Сборные железобетонные двойные системы	0,544
S0.0	Стальные конструкции	0,324
S1.0	Моментный (жесткий) стальной каркас	0,363
S2.0	Стальной каркас со связями жесткости	0,287
S3.0	Стальной каркас и стены из неармированной (кирпичной) кладки	0,484
S4.0	Стальной каркас и монолитные диафрагмы (стены) жесткости	0,224
S5.0	Комбинированные стальные и ЖБ системы	0,402
W0.0	Деревянные конструкции	0,447

Таблица 6-7 Модификатор уязвимости конструкции, V_m

		До/низкий уровень	*Средний уровень*	*Высокий уровень*
Уровень сейсмостойкого проектирования (ССП)		0,16	0	-0,16
Этажность	n ≤ 2	-0,04	-0,04	-0,04
	3 ≤ n ≤ 5	0	0	0
	n ≥ 6	0,08	0,06	0,04
Нерегулярность конфигурации в плане	Стандартная	0	0	0
	Форма	0,04	0,02	0
	Кручение	0,02	0,01	0
Регулярность подъема	Регулярный	0	0	0
	Нерегулярный	0,04	0,02	0
Короткая колонна		0,02	0,01	0
Эркеры (остеклённые выступы)		0,04	0,02	0
Слабый этаж (нижний этаж с витринами)		0,04	0,04	0
Система фундамента	Балки/плитный	-0,04	0	0
	Соединенные балки	0	0	0
	Отдельно стоящий фундамент	0,04	0	0
Отметка подошвы фундамента	Одинаковая	0	0	0
	Разная	0,04	0,04	0

Таблица 6-7 Модификатор уязвимости конструкции, V_m (продолжение)

		До/низкий уровень	*Средний уровень*	*Высокий уровень*
Морфология грунта	Без уклона	0	0	0
	Уклон	0,02	0,02	0,02
	Откос	0,04	0,04	0,04
Техобслуживание	Хорошее	0	0	0
	Плохое	0,04	0,02	0

V_i используется для оценки функции распределения масс (распределения вероятностей дискретной случайной величины) степени повреждения по EMS-98 (обозначаемой здесь как D – неопределенный показатель, который может принимать одно из пяти значений (1, 2, 3, 4 или 5), каждое из которых соответствует степени повреждения), обусловленной макросейсмической интенсивностью I. Ожидаемое значение степени повреждения, обозначаемое μ_D, с учетом макросейсмической интенсивности I, рассчитывается в соответствии с уравнением 6-18:

$$\mu_D = 2{,}5\left(1 + tanh\left(\frac{I+6{,}25V_i-13{,}1}{2{,}3}\right)\right) \tag{6-18}$$

Функция распределения масс D получена в следующем виде, в котором d является конкретным значением D. Значения $d = 4$ и $d = 5$ относятся, соответственно, к частичному и полному обрушению, и являются единственными используемыми здесь степенями повреждения.

$$P[D = d|X = x] = \int_{z=d}^{d+1} \frac{(z)^{q-1}(6-z)^{8-q-1}}{B(q,8-q)(6)^7} \tag{6-19}$$

$$q = 0{,}056\mu_D^3 - 0{,}416\mu_D^2 + 2{,}296\mu_D \tag{6-20}$$

Наконец, ожидаемое значение коэффициента смертности, y, рассчитывается следующим образом:

$$y(x) = \sum_{d=4}^{5} L_d \times P[D = d|X = x] \tag{6-21}$$

где L_d обозначает ожидаемое значение доли погибших людей, находящихся в здании, с учетом степени повреждения d.

6.5.2 Функция уязвимости для здания с данными низкого разрешения

Для данных низкого разрешения доступна следующая ограниченная информация для определения индекса уязвимости (индекс устойчивости конструкции к прогрессирующему обрушению при сейсмическом воздействии):

- Конструктивная типология предоставляется в соответствии с таксономией ЮНИСЕФ по блокам. Эта информация сопоставляется с конструктивными типами зданий по классификации SYNER-G с использованием Таблицы 6-3 и используется при выборе базового индекса уязвимости $V_{i.m}^*$ в Таблице 6-6.
- Год постройки по блокам. Эта информация относится к выбору модификатора уязвимости, V_m, в Таблице 6-7 следующим образом: до издания норм (то есть, до того, как требования к сейсмостойкому проектированию стали распространенными в школах Кыргызстана – приблизительно, в 1970 году), низкий уровень (имеется в виду – с 1971 по 1987 гг.), средний уровень (с 1988 по 2009 гг.) и высокий уровень (с 2010 года и позже).
- Количество этажей (этажность) по блокам. Эта информация относится к выбору модификатора уязвимости V_m в Таблице 6-7.

Всем другим модификаторам будет присвоено нулевое значение.

При внедрении SYNER-G, пусть $y_{A,i}(x)$ обозначает функцию уязвимости для здания i в совокупности конструкций, учитывая знание значения A, где i – это индекс зданий в совокупности правомочных (подходящих) школьных зданий. Здесь данные с низким разрешением обозначены

буквой «*A*», а *y* относится к средней доле погибших людей, находившихся в здании (средний коэффициент смертности), с учетом данных *A*, когда здание сотрясается при колебаниях грунта *x*. (Обратите внимание, что для расчета ожидаемой величины смертности, необходимо использовать не срединную, а среднюю долю погибших людей, находившихся в здании.)

6.5.3 Функция уязвимости для зданий с данными среднего разрешения

Дополнительные данные о зданиях были собраны во время полевых обследований (см. подробности в Главе 3) для подмножества всех правомочных школ. Формы для сбора данных были разработаны на основе информации, необходимой для реализации методологии SYNER-G. Собранные данные включают в себя следующие метаданные и характеристики зданий, а также фотографии, подкрепляющие каждое назначение характеристик здания (пункты с 12 по 23).

1. ID или номер школы, уникальный идентификатор.
2. ID или номер блока здания, уникальный целочисленный идентификатор на школьной территории.
3. Имя инспектора.
4. Дата обследования.
5. Время начала обследования.
6. Название школы.
7. Название блока здания.
8. Адрес.
9. Уровень (обучения) образования.
10. Число (количество) учащихся.
11. Год постройки.
12. Базовый тип, вдоль длинной оси. Основными типами данных среднего разрешения являются категории, использующие классификацию GLoSI: шесть типов железобетонных конструкций (ЖБ1-ЖБ6) и четыре типа комплексных конструкций (НК, НАК, КВ, АК). «Длинная ось» относится к конструктивной системе, которая противостоит боковым нагрузкам, параллельным оси блока более длинного размера.
13. Базовый тип, вдоль короткой оси. Те же типы, что и для длинной оси.
14. Этажность. Данные сгруппированы в три ячейки: 1 этаж, 2 или 3 этажа, и от 4 до 7 этажей. В реестре школ нет более высоких зданий. Группировка по этажности согласуется с классификацией GLoSI.
15. Учет сейсмических требований.
16. Нерегулярности: горизонтальная, вертикальная, обе или ни одной. См. определения в Таблицах B-4 и B-5 в FEMA P-154 *«Быстрое визуальное обследование зданий на предмет потенциальных сейсмических опасностей»* (FEMA, 2016 г.). Однако, как правило, к вертикальным нерегулярностям относится: наклонный участок с разницей не менее 1 этажа на

площади блока, отклонение сопротивления сдвигу в боковой плоскости, отклонение сопротивления сдвигу вне плоскости, «мягкий» или «слабый» этаж, короткие колонны или опоры, и разные отметки перекрытий в смежных секциях. Нерегулярности в плане включают в себя кручение, неортогональные (косоугольные) системы, внутренние углы с уступами не менее 7 метров, просветы в диафрагмах жесткости не менее чем на половину ширины диафрагмы в каждом направлении, и осевые линии балок, которые не совпадают с осевыми линиями колонн в плане.

17. Гибкость диафрагмы (гибкий или жесткий диск покрытия, гибкий или жесткий диск перекрытия). В рамках данной работы под жесткой диафрагмой подразумевается железобетон.
18. Слабые колонны, вдоль длинной и короткой оси (да или нет). У слабых колонн допустимый момент нагрузки меньше, чем у балки, о чем свидетельствует, например, размер каждой из колонн, который меньше высоты поперечного сечения балки.
19. Уязвимые неконструктивные элементы, наличие или отсутствие хрупких дымовых труб, хрупких парапетов и других конструктивных элементов, представляющих опасность с точки зрения падения. Другая опасность падения относится ко многим тяжелым конструктивным элементам, которые не изолированы от конструкции, недостаточно укреплены или взаимосвязаны, и не имеют крепления или анкеровки. В качестве примеров можно привести подвесные светильники, ненесущие нагрузку стены с заполнением и непрочные тяжелые заборы.
20. Фундаментная плита (в виде сплошной подушки) (да или нет). Эта функция была включена, потому что она появилась в методологии SYNER-G, хотя и сомнительно, что конструктивный тип фундамента когда-либо будет наблюдаться во время полевых обследований.
21. Риск соударения (да или нет). Если блок отделен менее чем на 25 мм на этаж от смежного блока, и этажи двух блоков не совпадают, существует риск соударения.
22. Сейсмическое усиление несущей конструкции (да или нет). Это подтверждается свидетельством того, что после первоначального строительства в конструкцию была добавлена новая система сопротивления сдвигу, новые соединения конструктивных элементов строительных конструкций, или оба этих дополнения.
23. Качество или состояние (низкое, среднее или высокое). На низкое качество или состояние указывают большое количество ржавчины, выходящей из трещин, растрескавшееся бетонное покрытие, очень низкий коэффициент армирования (определяется как площадь сечения арматуры железобетона, разделенная на площадь бетона, что можно увидеть в чертежах строительных конструкций, доступных в некоторых школах), дефектный бетон (с пустотами и раковинами) или другие проблемы, которые снижают несущую способность нового здания. Среднее качество или состояние указывают на наличие нескольких из этих характеристик. О высоком качестве свидетельствует отсутствие этих характеристик.

При использовании SYNER-G, пусть $y_{B,i}(x)$ обозначает функцию уязвимости для здания i в совокупности, учитывая знание значения B, где i – это индекс зданий в совокупности правомочных школьных зданий. Здесь данные среднего разрешения обозначены буквой «B», а y относится к средней доле погибших людей, находившихся в здании (средней смертности), с учетом данных B, когда здание сотрясается при колебаниях грунта x.

6.6 Корректировка функций уязвимости

На Рисунке 6-5 показаны функции уязвимости (устойчивости конструкции к прогрессирующему обрушению при сейсмическом воздействии) для конструктивной типологии «КВ» с данными низкого, среднего и высокого разрешения. Следует отметить, что, хотя кривая «высокого разрешения» и представляет собой одну линию, поскольку она представляет результаты для конкретного индексного здания, кривые низкого и среднего разрешения отражают одинаково взвешенное среднее значение для всех зданий в группе. В Приложении H представлены функции уязвимости для всех трех изученных конструктивных типологий.

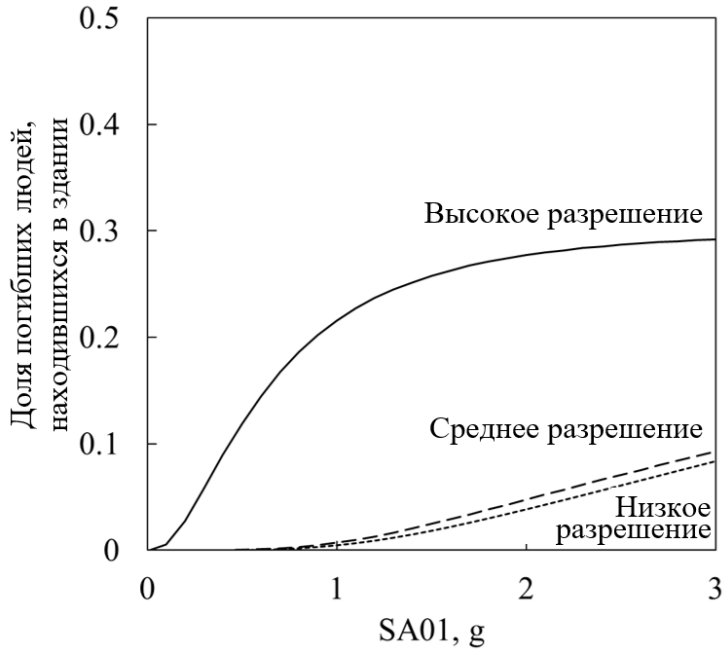


Рисунок 6-5. Функции уязвимости для конструктивной типологии «КВ» с данными низкого, среднего и высокого разрешения.

В этом разделе описываются корректировки, внесенные в функции сейсмической уязвимости, полученные для зданий с данными низкого и среднего разрешения в реальных условиях (как есть). Функции скорректированы таким образом, чтобы соответствовать функциям сейсмической уязвимости аналогичных зданий с данными более высокого разрешения – если таковые доступны.

6.6.1 От низкого разрешения к среднему разрешению

Среднюю функцию сейсмической уязвимости здания, которое находится в совокупности правомочных школьных зданий, но не в совокупности зданий с данными среднего разрешения, можно рассчитать с учетом дополнительной доступной информации (знания), используя уравнения 6-22 и 6-23:

$$F_{AB}(x) = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_{B,j}(x)}{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} y_{A,i}(x)} \quad (6\text{-}22)$$

В Уравнении 6-22 $F_{AB}(x)$ обозначает поправочный коэффициент для корректировки функций сейсмической уязвимости $y_A(x)$ с учетом знаний *B*; *i* и *j* – индексы для зданий в группе с низким разрешением и выборке со средним разрешением, соответственно, для зданий, в которых были проведены полевые обследования; $y_{A,i}(x)$ обозначает функцию сейсмической уязвимости для построения *i* в группе с низким разрешением; $y_{B,j}(x)$ обозначает функцию сейсмической уязвимости для построения *j* в выборке со средним разрешением; *m* обозначает количество зданий в выборке низкого разрешения; и *n* обозначает количество зданий в выборке среднего разрешения. Таким образом, скорректированная функция сейсмической уязвимости для здания *i* с данными низкого разрешения может быть рассчитана следующим образом:

$$y_{AB,i}(x) = F_{AB}(x) \times y_{A,i}(x) \tag{6-23}$$

6.6.2 От существующего состояния «как есть» к состоянию усиленной конструкции

Функция сейсмической уязвимости здания с усиленной конструкцией с данными среднего разрешения получается путем применения двух корректировок: одной – для соотношения уязвимости *после* усиления несущей конструкции к уязвимости *до* усиления несущей конструкции для аналогичных зданий с данными более высокого разрешения (Уравнение 6-24), и другой – для дополнительной информации, доступной для аналогичных зданий с данными более высокого разрешения (Уравнения 6-25 и 6-26):

$$F_{k,r}(x) = \frac{y_{Q,k,r}(x)}{y_{Q,k}(x)} \tag{6-24}$$

В Уравнении 6-24 $y_{Q,k}(x)$ обозначает функцию сейсмической уязвимости для конкретного здания, обозначенного индексом *k*, которая оценивается с использованием данных высокого разрешения; $y_{Q,r,k}(x)$ обозначает аналогичную функцию сейсмической уязвимости для здания *k*, но с учетом применения к нему усиления несущей конструкции *r*; и $F_{k,r}(x)$ обозначает отношение сейсмической уязвимости *после* усиления несущей конструкции к уязвимости *до* усиления несущей конструкции для здания *k* в выборке с высоким разрешением, с учетом применения к нему усиления несущей конструкции *r*.

Каждое здание *k* представляет группу зданий схожего конструктивного типа (то есть, связанных со зданием с таким же индексом) в выборке среднего разрешения; причем, N_k обозначает количество зданий в этой последней группе. Пусть $F_{BQ}(x)$ обозначает фактор для корректировки функций сейсмической уязвимости в выборке со средним разрешением, чтобы учитывать знания, данные о которых получены благодаря использованию подхода «Перфоменс-сейсмостойкое проектирование» (т.е., с прогнозируемым уровнем повреждений их несущих конструкций), и взятые из набора данных высокого разрешения. Пусть *j* индексирует только лишь те здания в выборке среднего разрешения, на которые должно быть похоже здание *k*. Поправочный коэффициент $F_{BQ}(x)$ рассчитывается следующим образом:

$$F_{BQ}(x) = \frac{y_{Q,k}(x)}{\frac{1}{N_k}\sum_{j=1}^{N_k} y_{B,j}(x)} \tag{6-25}$$

Пусть $y_{BQ,j}(x)$ обозначает функцию сейсмической уязвимости для здания j в выборке обследованных зданий среднего разрешения, скорректированную с учетом знаний Q. Значение данной функции рассчитывается следующим образом:

$$y_{BQ,j}(x) = F_{BQ}(x)y_{B,j}(x) \tag{6-26}$$

Пусть $y_{BQ,j,r}(x)$ обозначает функцию сейсмической уязвимости для здания j в выборке обследованных зданий среднего разрешения, скорректированную с учетом знаний Q, при условии, что конструкция здания была усилена с помощью меры усиления несущей конструкции r. Здание j должно находиться в числе N_k зданий, которые должно представлять здание k. Значение данной функции рассчитывается следующим образом:

$$y_{BQ,j,r}(x) = F_{BQ}(x)F_{k,r}(x)y_{B,j}(x) \tag{6-27}$$

Функция сейсмической уязвимости здания с усиленной конструкцией и данными низкого разрешения получается путем применения как поправки на дополнительные знания (от низкого к среднему и высокому разрешению), так и поправки на усиление несущей конструкции.

Пусть $y_{ABQ,i}(x)$ обозначает функции уязвимости здания i в совокупности правомочных (удовлетворяющих критериям отбора) зданий с данными низкого разрешения, с поправкой на знания B и Q. Значение данной функции рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} y_{ABQ,i}(x) &= y_{AB,i}(x)F_{BQ}(x) \\ &= y_{A,i}(x)F_{AB}(x)F_{BQ}(x) \end{aligned} \tag{6-28}$$

Пусть $y_{ABQ,i,r}(x)$ обозначает аналогичную функцию сейсмической уязвимости, за исключением того, что в данном случае применяется усиление несущей конструкции r. Значение данной функции рассчитывается следующим образом:

$$y_{ABQ,r,i}(x) = y_{AB,i}(x)F_{BQ}(x)F_r(x) \tag{6-29}$$

Эта корректировка доступна лишь в том случае, если конструктивный тип здания соответствует одному из репрезентативных конструктивных типов зданий с данным индексом.

6.6.3 Когда репрезентативное индексное здание не является близким соответствием

Наиболее распространенным типом школьного здания, который не напоминал конструктивную типологию репрезентативных индексных зданий, было саманное строение, которое известно тем, что превышает предельные состояния безопасности жизнедеятельности и предотвращения обрушению при более низких уровнях колебания грунта, нежели здания комплексной (кирпичной) кладки с ЖБ включениями, здания комплексной (кирпичной) кладки с ЖБ каркасом и здания их сборных железобетонных конструкций с навесными стеновыми панелями. К другим конструктивным типам зданий относится небольшое количество многослойных – деревянных и стальных – сэндвич - панелей. Команда проекта не создавала индексные репрезентативные здания для представления эти неудовлетворительные или нестандартные типы зданий, а вместо этого оценила срединный потенциал в части безопасности жизнедеятельности и предотвращения

обрушения для этой группы, используя следующее суждение: приблизительно SA01 = 0,13g и 0,27g, соответственно. Эти значения использовались в Уравнении 6-21 для создания функции сейсмической уязвимости $y_Q(x)$ для всех остальных конструктивных типов зданий. Ни один из этих конструктивных типов зданий не появился в базе данных среднего разрешения, поэтому значение $F_{AB}(x)$ было принято равным 1,0 для всех x, а значение $F_{BQ}(x)$ было рассчитано с использованием Уравнения 6-25, с заменой $y_{A,j}(x)$ на $y_{B,j}(x)$. Единственной рассматриваемой мерой по усилению несущей конструкции этих зданий была их полная замена, при которой предполагается, что будут предотвращены практически все смертельные случаи, оцениваемые в ситуациях «как есть».

6.7 Расчет индексов приоритизации

На основе функции сейсмической уязвимости, разработанной для каждого здания, для каждой правомочной школы рассчитываются значения двух индексов приоритизации.

6.7.1 Индекс безопасности / выгоды A_1

Индекс безопасности / выгоды (результата) A_1 представляет пользу в части обеспечения безопасности на одного учащегося из расчета на единицу стоимости усиления несущей конструкции. Его значение рассчитывается следующим образом:

$$A_1 = \frac{B_r}{V} = \left(\frac{EAL}{V} - \frac{EAL_r}{V}\right) \times t \tag{6-30}$$

где:

B_r = польза от усиления несущей конструкции r, с точки зрения уменьшения количества смертельных случаев на протяжении срока эксплуатации здания

V = расчетная численность находящихся в здании учащихся, усредненная по времени – т.е., с учетом ночных часов и выходных дней, в течение которых здание не используется

$$= Occs \times h \tag{6-31}$$

где:

$Occs$ = фактическое количество людей (лиц), находящихся в школьном здании в учебное время

h = доля недели, в течение которой в школе находятся люди

$$= \frac{5\frac{\text{учебных дней}}{\text{неделя}} \times 7\frac{\text{учебных часов}}{\text{сутки}}}{7\frac{\text{календарных дней}}{\text{неделя}} \times 24\frac{\text{часа}}{\text{сутки}}} \tag{6-32}$$

$$= 0{,}21$$

$$\frac{EAL}{V} = \int_{x=0}^{\infty} y(x) \left|\frac{dG(x)}{dx}\right| dx \tag{6-33}$$

$$\frac{EAL_r}{V} = \int_{x=0}^{\infty} y_r(x) \left|\frac{dG(x)}{dx}\right| dx \tag{6-34}$$

где:

EAL = ожидаемое годовое количество смертельных случаев при условии сохранения ситуации без изменений («как есть»)

EAL_r = ожидаемое годовое количество смертельных случаев при условии усиления несущей конструкции r

$G(x)$ = средняя частота превышения колебания грунта x, количество событий в год

$y(x)$ = $y_Q(x)$ – в том случае, если рассматриваются здания, обследованные с использованием подхода «Перфоменс-сейсмостойкое проектирование».

= $y_{BQ}(x)$ – в том случае, если рассматриваются здания с данными среднего, но не высокого разрешения

= $y_{ABQ}(x)$ – во всех остальных случаях

$y_r(x)$ = функция сейсмической уязвимости при условии усиления несущей конструкции r

= $y_{Q,r}(x)$ – в том случае, если рассматриваются здания, обследованные с использованием подхода «Перфоменс-сейсмостойкое проектирование».

= $y_{BQ,r}(x)$ – в том случае, если рассматриваются здания с данными среднего, но не высокого разрешения

= $y_{ABQ,r}(x)$ – во всех остальных случаях

t = ожидаемый оставшийся срок полезной эксплуатации конструкции. В отсутствие более точной информации, значение t принимается за 75 лет – в соответствии с NIBS (2018 г.).

6.7.2 Индекс затрат / эффективности A_2

Индекс затрат / эффективности, A_2, представляет количество учащихся, получивших пользу из усиления несущей конструкции из расчета на единицу стоимости усиления несущей конструкции. Значение индекса A_2 рассчитывается следующим образом:

$$A_{2,r} = \frac{Occs}{C_r} \tag{6-35}$$

где:

$Occs$ = фактическое количество людей (лиц), находящихся в школьном здании в учебное время

C_r = стоимость усиления несущей конструкции r, представленная в Главе 5. Стоимость может представлять собой значение удельной стоимости из расчета на квадратный метр, умноженное на площадь здания.

6.8 Расчет соотношения выгод и затрат

Соотношение выгод (результата) и затрат (стоимости) рассчитывается как комбинация двух индексов приоритизации, более подробно описываемых в Разделах 6.7.1 и 6.7.2.

Соотношение выгод и затрат на усиление несущей конструкции *r* рассчитывается следующим образом:

$$BCR_r = A_{1,r}A_{2,r}h = \frac{B_r}{C_r} \tag{6-36}$$

где:

BCR_r = соотношение выгод и затрат на усиление несущей конструкции *r* для конкретного здания

$A_{1,r}$ = индекс безопасности / выгоды от усиления несущей конструкции *r* для конкретного рассматриваемого здания

$A_{2,r}$ = индекс затрат / эффективности усиления несущей конструкции *r* для конкретного рассматриваемого здания

h = доля недели, в течение которой в школе находятся люди

B_r = польза от усиления несущей конструкции *r*, с точки зрения уменьшения количества смертельных случаев на протяжении срока эксплуатации здания

C_r = стоимость усиления несущей конструкции *r*. Стоимость может представлять собой значение удельной стоимости из расчета на квадратный метр, умноженное на площадь здания.

6.9 Проверка предписываемых требований в отношении сейсмической уязвимости

Два уровня-объекта подхода «Перфоменс-проектирвания» проверяются на уровнях опасности, как показано в Таблице 6-8. Для мер по усилению несущей конструкции, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности, низкая вероятность на уровне опасности для жизнедеятельности проверяется с помощью Уравнения 6-37. Для мер по усилению несущей конструкции, направленных на предотвращение обрушению, низкая вероятность обрушения на соответствующем уровне опасности обрушения проверяется с помощью Уравнения 6-38. В Таблице 6-8 также перечислены применяемые здесь предельные состояния и максимальные вероятности.

Смягчение последствий для безопасности жизнедеятельности:

$$P_{LS} \leq \Phi\left(\frac{ln\left(\frac{x_{LS}}{\theta_d}\right)}{\beta}\right) \tag{6-37}$$

Смягчение последствий посредством предотвращения обрушений:

$$P_{CP} \leq \Phi\left(\frac{ln\left(\frac{x_{CP}}{\theta_d}\right)}{\beta}\right) \tag{6-38}$$

где:

x_{LS} = значение SA01, связанное с частотой превышения для обеспечения безопасности жизнедеятельности G_{LS}

x_{CP} = значение SA01, связанное с частотой превышения для предотвращения обрушений G_{CP}

Таблица 6-8 Требования к конструктивным характеристикам

Требование	*Уровень опасности*	*Предельное состояние*	*Максимальная вероятность*
Безопасность жизнедеятельности	G_{LS} = 0,002 года$^{-1}$	Локальное обрушение – например, падение кирпичей	P_{LS} = 0,10
Предотвращение обрушения	G_{CP} = 0,0004 года$^{-1}$	Глобальное обрушение – например, обрушение вследствие горизонтального перемещения	P_{CP} = 0,10

Глава 7

Результаты и рекомендации

В этой главе представлены результаты исследований соотношения выгоды (результата) и затрат (стоимости), наряду с применением рамочной концепции приоритизации школ на основе оценки рисков в Кыргызской Республике. Также представлено обсуждение вариантов приоритизации.

7.1 Сводная смета расходов

В этом разделе представлена сводная оценка затрат (стоимости) для каждого инкремента (приращения) усиления несущей конструкции для трех конструктивных типологий зданий. На Рисунке 7-1 показаны оценки затрат (стоимости) из расчета на один квадратный метр для сейсмического усиления несущей конструкции и капитального ремонта. На Рисунке 7-2 показаны те же затраты (стоимости) в дополнение к затратам, связанным с энергоэффективностью (ЭЭ) и водоснабжением, санитарией и гигиеной (ВСГ).

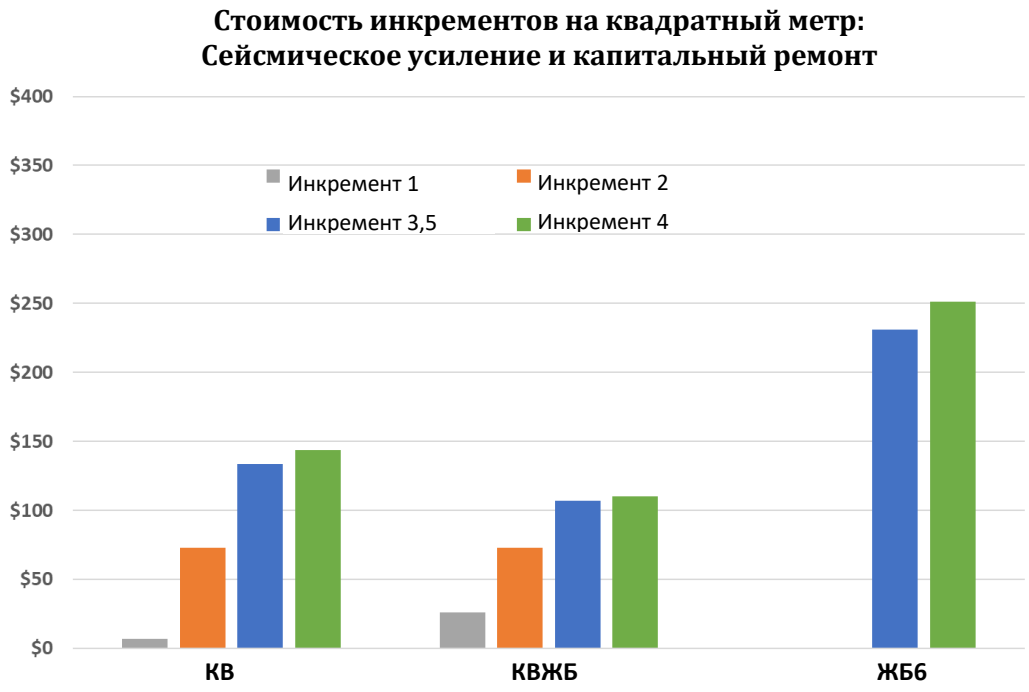


Рисунок 7-1 Оценка затрат (стоимости) на сейсмическое усиление несущей конструкции и капитальный ремонт из расчета на один квадратный метр для трех конструктивных типологий на разных уровнях приращений (инкрементов) усиления несущей конструкции.

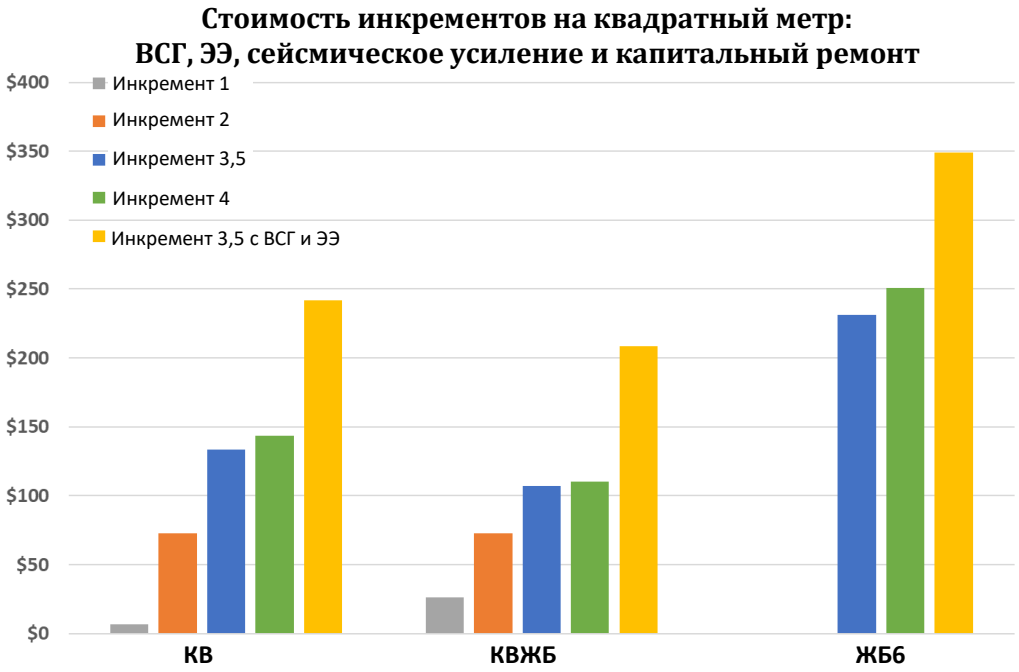


Рисунок 7-2 Оценка затрат (стоимости) на ВСГ, ЭЭ, сейсмическое усиление несущей конструкции и капитальный ремонт из расчета на один квадратный метр для трех конструктивных типологий на разных уровнях приращений (инкрементов) усиления несущей конструкции.

7.2 Приоритизация среди равных

Рамочная концепция приоритизации на основе оценки рисков, представленная в Главе 6, учитывает сейсмическую опасность в месте расположения школы, общую площадь блока здания, количество учащихся, а также многие другие соображения. Для сравнения конструктивных типологий (классификаций) друг с другом и оценки соотношения выгод и затрат, связанных с каждым из их инкрементов, было проведено дополнительное исследование с тремя предполагаемыми зданиями одинакового размера, расположенными на одном участке, но относящимися к трем разным конструктивным типологиям.

На Рисунке 7-3 показано изменение соотношения выгод и затрат для каждой конструктивной типологии и ее инкрементов. На рисунке видно, что реализация второго инкремента усиления несущей конструкции системы - комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом (КВЖБ) имеет самое высокое соотношение выгод (результата) и затрат (стоимости). Это связано с тем, что построение индекса КВЖБ было признано весьма неполноценным в сейсмическом отношении, а осуществление любого усиления несущей конструкции, даже для небольшого инкремента при низких затратах обеспечивает высокий уровень выгоды. Построение индекса здания системы - сборный железобетонный каркас со сборными стеновыми панелями (ЖБ6) без усиления несущей конструкции также считается неполноценным в сейсмическом отношении, однако, поскольку стоимость усиления несущей конструкции высока, соотношение выгод

(результата) и затрат (стоимости) оказывается не настолько выгодным, как для системы КВЖБ. Построение индекса здания системы - комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями (КВ) без усиления несущей конструкции более надежное в сравнении, поэтому, приносит меньше выгоды при том же уровне инкремента (приращения).

На Рисунке 7-4 показан индекс безопасности / выгод, A_1, который определен в Главе 6, представляющий соотношение между безопасностью / выгодой эффективности из расчета на одного учащегося в части стоимости усиления несущей конструкции на один квадратный метр (стоимости или затраты на ВСГ и ЭЭ не учитываются). Кривые, соответствующие точкам инкремента (приращения), показывают, что в определенной точке, значение A_1 не увеличивается, даже если расходуется больше средств. Это можно интерпретировать как указание на то, что точки, в которых кривые сглаживаются (Инкремент 2), являются наиболее оптимальными точками для достижения выгод. Тем не менее, важно отметить, что, в то время как один статистический обитатель здания будет находиться в безопасности на уровне Инкремента 2, когда этот метод применяется ко всей совокупности обитателей, результаты изменятся, как это отражено в показателе индекса (стоимости) затрат / эффективности, A_2, которое не рассматривается в данном сценарии.

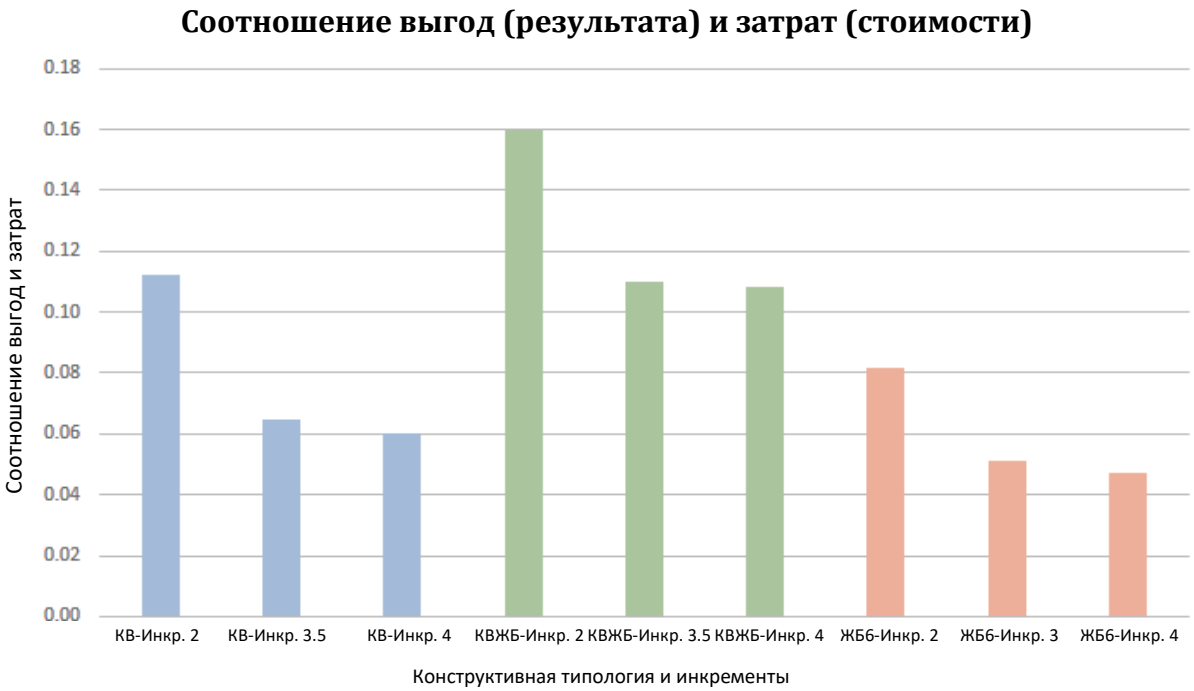


Рисунок 7-3 Сравнение соотношения выгод и затрат (стоимости) для инкрементов (приращений) усиления несущей конструкции идентичных зданий, построенных с различными конструктивными типологиями.

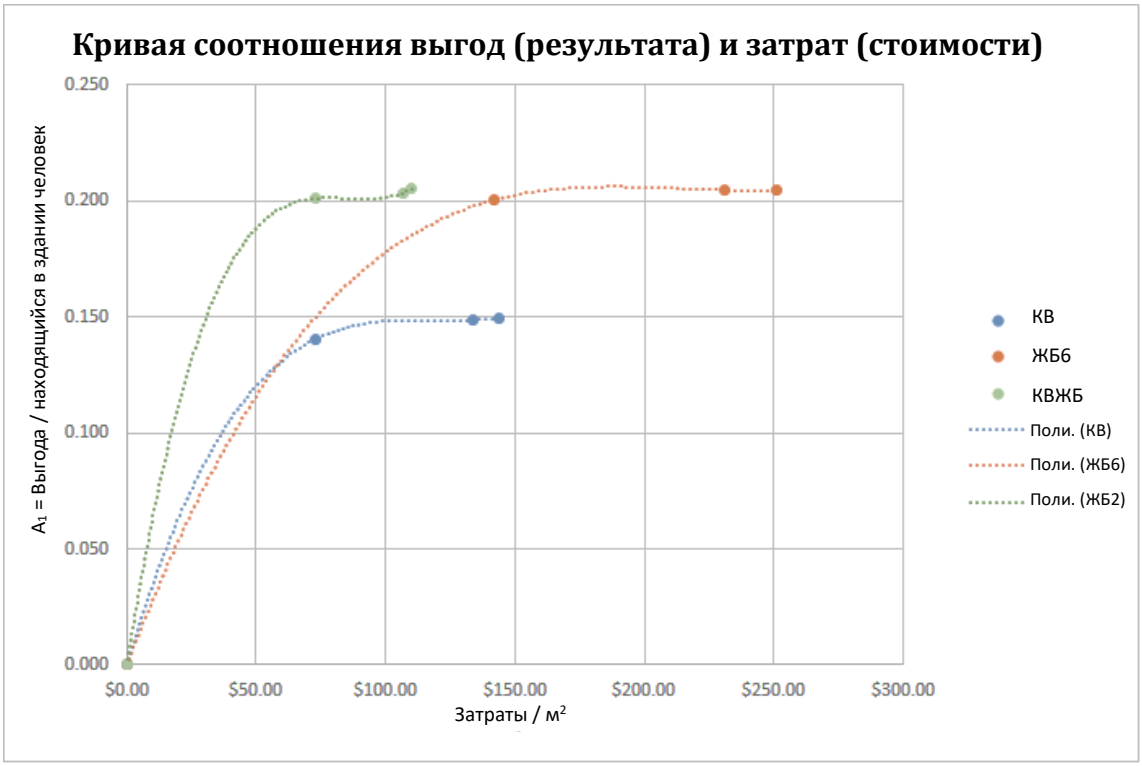


Рисунок 7-4 Кривые, демонстрирующие взаимосвязь между соотношением безопасности / выгод и затратами (стоимостью) на сейсмическое усиление несущей конструкции.

7.3 Варианты приоритизации

Команда проекта приоритизировала усиления несущей конструкции с учетом различных сочетаний следующих пяти факторов:

1. Проверка предельного состояния безопасности жизнедеятельности (БЖ). Когда учитывается этот фактор, любой вариант интервенции (усиление несущей конструкции) необходим для снижения вероятности превышения предельного состояния безопасности жизнедеятельности до уровня менее 10%, учитывая возникновение сейсмического воздействия с вероятностью превышения 10% через 50 лет от уровня безопасности жизнедеятельности при колебании грунта. Когда этот фактор игнорируется, факторы смягчения не требуются для достижения 10%-ной или более низкой вероятности превышения предельного состояния безопасности жизнедеятельности с учетом уровня безопасности при колебании грунта.

2. Проверка предельного состояния предотвращения обрушения (ПО). Когда учитывается этот фактор, необходимо любое усиление несущей конструкции для снижения вероятности превышения предельного состояния предотвращения обрушения до уровня менее 10%, учитывая возникновение сейсмического воздействия с вероятностью превышения 2% через 50 лет от уровня колебания грунта для предотвращения обрушения. Когда этот фактор игнорируется, факторы смягчения не требуются для достижения 10%-ной или меньшей

вероятности превышения предельного состояния предотвращения обрушения, учитывая уровень предотвращения обрушения при колебании грунта.

3. Включение затрат (стоимости) на капитальный ремонт с целью обеспечения энергоэффективности (ЭЭ) и водоснабжения, санитарии и гигиены (ВСГ). Когда учитывается этот фактор, оценочные затраты на усиление несущей конструкции электротехнических и сантехнических компонентов включаются в дополнение к затратам на сейсмическое усиление несущей конструкции в индексе приоритизации A_2. Когда этот фактор игнорируется, затраты на усиление несущей конструкции, используемые в индексе приоритизации A_2, учитывают только лишь затраты на сейсмическое усиление несущей конструкции.
4. 50%-ный триггер (стоимости) затрат на замену школы. Когда учитывается этот фактор, любое усиление несущей конструкции должно стоить менее 50% (стоимости) затрат здания на замену, за исключением фактора сноса и перемещения здания. Если этот фактор игнорируется, затраты на усиление несущей конструкции могут превышать 50% стоимости замены здания.
5. Минимальный инкремент 3. При рассмотрении этого фактора, учитываются только лишь усиления несущей конструкции на уровне инкремента 3 или выше. Если этот фактор игнорируется, учитываются все инкременты усиления несущей конструкции.

Эти пять факторов дают 32 возможные комбинации (2^5 = 32 расчетных сочетаний), которые здесь называются вариантами приоритизации. Иными словами, вариант приоритизации отражает конкретную комбинацию того, следует ли учитывать каждый из пяти факторов. Были рассмотрены 20 из 32 вариантов. (Варианты, в которых проверялась безопасность жизнедеятельности, но не рассматривалось предотвращение обрушения, поскольку такая комбинация, по-видимому, игнорирует б*о*льший риск смертельного исхода. Кроме того, были рассмотрены лишь несколько комбинаций с фактором 5.) В Таблице 7-1 перечислены 20 рассмотренных вариантов.

При рассмотрении, каждый вариант представляет ограничение, поскольку он обычно уменьшает количество инкрементов (приращений) смягчения воздействия, которые удовлетворяют всем требованиям. Меньшее количество вариантов приводит к более высоким затратам и, таким образом, сокращает соотношение выгод (результата) и затрат (стоимости). Иными словами, добавление ограничений приводит к снижению эффективности усиления несущей конструкции, сокращая количество спасенных жизней в условиях имеющегося и доступного бюджета. С другой стороны, добавление ограничений повышает среднее значение (стоимости) затрат, с которыми сопряжено спасение человеческой жизни. В условиях фиксированного бюджета, это означает, что добавление в рамочную структуру ограничений стоит человеческих жизней.

Индексы приоритизации A_1 и A_2 определяются на уровне отдельных блоков здания, инкрементов усиления несущей конструкции и вариантов приоритизации. Тем не менее, можно количественно оценить результаты и эффективность выбора приоритетов на уровне всей программы, используя меры, перечисленные в Таблице 7-2. В таблице также показано значение каждого показателя результата для трех вариантов приоритизации: вариант 1, представляющий чистую

эффективность; вариант 7, который включает в себя затраты на ВСГ и ЭЭ и требует выполнения требований эффективности на уровне выполнения целей «Безопасность жизнедеятельности» и «Предотвращение обрушения»; и вариант 20, который учитывает все параметры, кроме проверки Предельного состояния безопасности жизнедеятельности.

Таблица 7-1 Варианты приоритизации

Вариант	*Проверка БЖ*	*Проверка ПО*	*Включение затрат на ЭЭ + ВСГ*	*Триггер: 50% затрат*	*Минимальный инкремент 3*
1	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
2	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
3	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
4	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
6	НЕВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
7	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО
8	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
10	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
11	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
12	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
14	НЕВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
15	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО
16	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО
18	НЕВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО
19	ВЕРНО	ВЕРНО	НЕВЕРНО	НЕВЕРНО	ВЕРНО
20	НЕВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО	ВЕРНО

Таблица 7-2 Влияние вариантов приоритизации

Результат	*Диапазон*	*Вариант 0*	*Вариант 7*	*Вариант 20*
Школы после усиления несущей конструкции	26 – 55	55	32	26
Спасенные жизни	2 000 – 3 200	3 200	2 200	2 000
Обитатели зданий, которые поучили пользу	23 000 – 49 000	49 000	28 000	25 000
Затраты из расчета на одну спасенную жизнь	$3 600 – $5 500	$3 600	$5 200	$5 500
Блоки здания после усиления несущей конструкции или замены	82 – 200	200	95	82

7.4 Выводы

Была разработана методология для приоритизации сейсмического усиления несущей конструкции существующих школьных зданий в Кыргызской Республике с целью максимизации повышения безопасности, рентабельности и соотношения выгод (результата) и затрат (стоимости) при

имеющихся и доступных средствах. Данный метод использует приемы и методы сейсмостойкого строительства основанные на Перфоменс-проектировании в сочетании с имеющимися данными, дополненными полевыми обследованиями для оценки уязвимости школ в Кыргызстане. В нем предлагаются инкрементальные методы постепенного усиления несущей конструкции, которые могут повысить безопасность жизнедеятельности при землетрясении, наряду с обеспечением устойчивости к обрушению для конструктивно-типовых школьных зданий, распространенных в Кыргызстане. Он характеризует вероятностную сейсмическую опасность в каждом школьном здании и объединяет все эти данные для оценки затрат (стоимости) на усиление несущей конструкции и преимуществ каждого из нескольких инкрементальных методов поэтапного усиления несущей конструкции для обеспечения безопасности жизнедеятельности. Затраты и выгоды рассчитываются таким образом, чтобы продемонстрировать распределение имеющихся средств на усиление несущей конструкции, чтобы они приносили максимальную пользу большинству школьников - «Сделать больше блага для большого количества детей».

По итогам исследования было предложено несколько вариантов того, как лучше распределять денежные средства на усиление несущей конструкции. Можно выделять средства, основываясь исключительно на эффективности: максимизируя количество жизней, спасенных с использованием имеющихся средств. Располагая 12 миллионами долларов США и используя опцию определения приоритетов чистой эффективности, Кыргызская Республика может провести сейсмическое усиление несущей конструкции 55-ти школ, в которых находятся, в общей сложности, 49 000 человек. Принимая во внимание то, насколько часто на территории страны происходят сейсмические события (землетрясения) различной интенсивности, вариант усиления несущей конструкции с чистой эффективностью позволит спасти 3200 жизней при затратах в размере 3600 долларов США на каждую спасенную жизнь.

В качестве альтернативы можно выделить некоторые средства на модернизацию ЭЭ и ВСГ – одновременно с сейсмическим усилением несущей конструкции. Также можно ограничить усиление несущей конструкции таким образом, чтобы усиленные и модернизированные школы соответствовали критериям эффективности, которые предъявляются строительными нормами и правилами Кыргызской Республики для усиления несущей конструкции школьных зданий. Можно также потребовать, чтобы в тех случаях, когда стоимость усиления несущей конструкции превышает 50% стоимости замены существующей школы, было необходимо сносить здание школы и строить взамен него новое, вместо того, чтобы провести усиление его несущей конструкции. Поскольку каждое из этих ограничений увеличивает затраты, имеющихся средств может оказаться недостаточно. В соответствии с такой схемой приоритизации, Кыргызская Республика может использовать имеющиеся средства для усиления несущей конструкции 26-ти школ, в которых находятся, в общей сложности, 25 000 человек – что, по оценкам, позволит спасти около 2000 жизней при затратах в размере 5500 долларов США на каждую спасенную жизнь.

Каждая школа уникальна и будет существенно отличаться от рассматриваемых здесь представленных школьных зданий. В силу таких различий, конечная стоимость (затраты) и преимущества (выгоды) усиления несущей конструкции будут отличаться от оценок представленных здесь. Тем не менее, схема приоритизаци (расстановки приоритетов) должна

помочь Кыргызской Республике сосредоточиться на тех школьных зданиях, которые с наибольшей вероятностью позволят спасти максимальное количество жизней за счет имеющихся и доступных средств.

Приложение А

Обучение проведению полевых обследований

В данном Приложении представлены слайды, которые использовались для обучений, проводимых в стране для сбора данных по полевым обследованиям зданий школ. На слайдах представлены методические указания и инструкции для определения каждой из различных записей в форме обследования (Рисунок А-1). Также представлены инструкции по сбору и проверке данных.

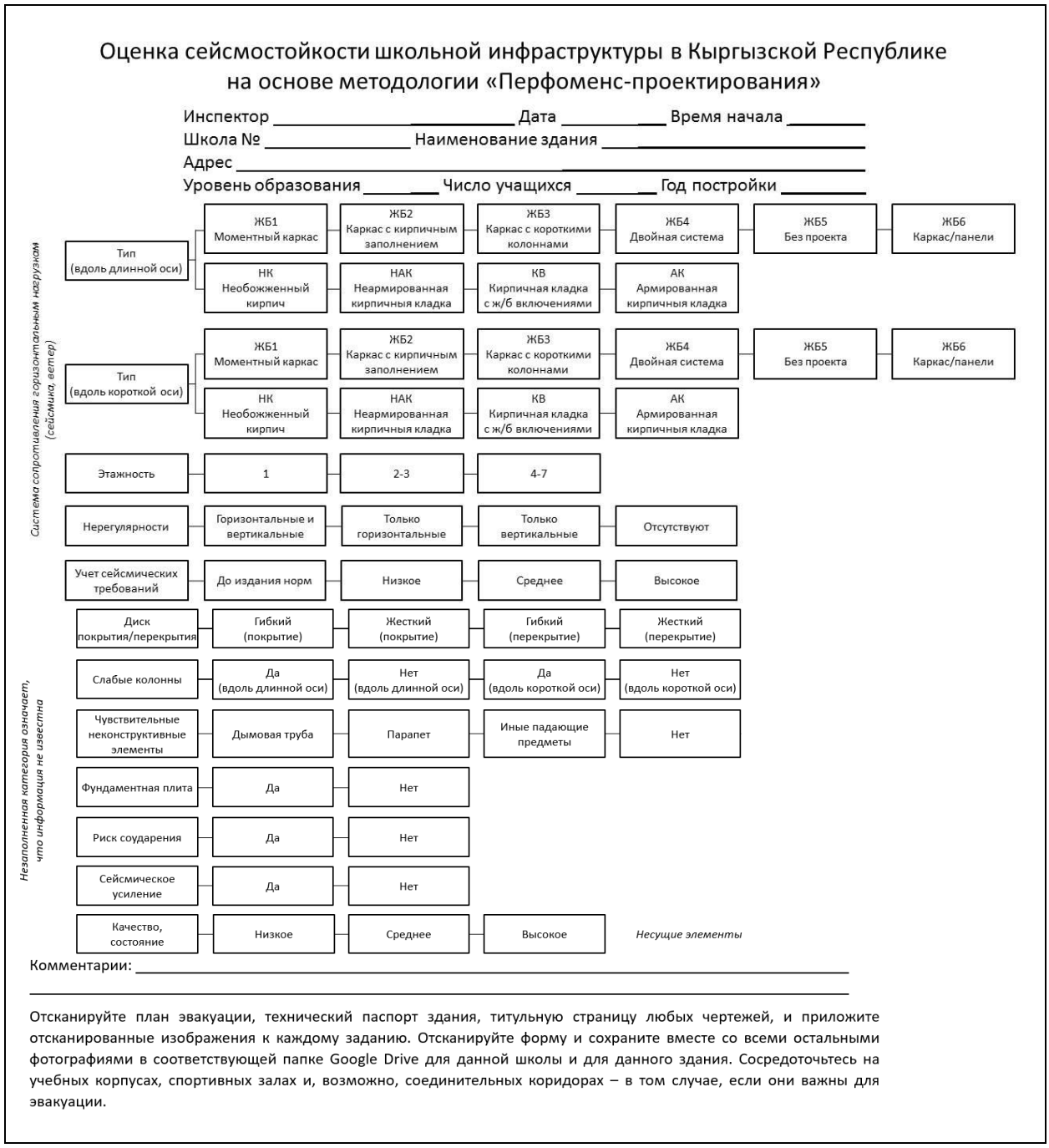


Рисунок А-1 Форма полевого обследования на русском языке.

Оценка сейсмостойкости школьной инфраструктуры в Кыргызской Республике на основе методологии «Перфоменс-проектирования»

План обследований

План работы по обследованию школ

- 2 дня обучения
- 10 дополнительных дней, включая:
  - Полевые обследования (50 школ – по 2 школы в день)
  - Сбор данных
  - Ответы на вопросы
  - Устранение ошибок
- Команды из 2-х инженеров, ведущих обследование
- Заранее скоординировать с директорами школ / муниципалитетами для получения конструктивных чертежей
- Время проведения обследований: март 2018 года

Форма сбора информации

Форма сбора информации

Инспектор _____ Дата _____ Время начала _____

Школа № _____ Наименование здания _____

Адрес _____

Уровень образования _____ Число учащихся _____ Год постройки _____

Система сопротивления горизонтальным нагрузкам (сейсмика, ветер)

Тип (вдоль длинной оси)	ЖБ1 Моментный каркас	ЖБ2 Каркас с кирпичным заполнением	ЖБ3 Каркас с короткими колоннами	ЖБ4 Двойная система	ЖБ5 Без проекта	ЖБ6 Каркас/панели
	НК Необожженный кирпич	НАК Неармированная кирпичныя кладка	КВ Кирпичная кладка с ж/б включениями	АК Армированная кирпичныя кладка		
Тип (вдоль короткой оси)	ЖБ1 Моментный каркас	ЖБ2 Каркас с кирпичным заполнением	ЖБ3 Каркас с короткими колоннами	ЖБ4 Двойная система	ЖБ5 Без проекта	ЖБ6 Каркас/панели
	НК Необожженный кирпич	НАК Неармированная кирпичныя кладка	КВ Кирпичная кладка с ж/б включениями	АК Армированная кирпичныя кладка		
Этажность	1	2-3	4-7			
Нерегулярности	Горизонтальные и вертикальные	Только горизонтальные	Только вертикальные	Отсутствуют		
Учет сейсмических требований	До издания норм	Низкое	Среднее	Высокое		

Форма сбора информации

Диск покрытия/перекрытия	Гибкий (покрытие)	Жесткий (покрытие)	Гибкий (перекрытие)	Жесткий (перекрытие)
Слабые колонны	Да (вдоль длинной оси)	Нет (вдоль длинной оси)	Да (вдоль короткой оси)	Нет (вдоль короткой оси)
Чувствительные неконструктивные элементы	Дымовая труба	Парапет	Иные падающие предметы	Нет
Фундаментная плита	Да	Нет		
Риск соударения	Да	Нет		
Сейсмическое усиление	Да	Нет		
Качество, состояние	Низкое	Среднее	Высокое	

Незаполненная категория означает, что информация не известна

Несущие элементы

Комментарии: _____

_____

Пожалуйста, приложите фотографию, подтверждающую выбор той или иной характеристики. Отсканируйте форму и сохраните вместе с подтверждающими фотографиями в соответствующей папке Google Drive для данной школы и для данного здания.

Тип: железобетонные конструкции

ЖБ1: Ж/Б моментный каркас

ЖБ2: Ж/Б каркас с кирпичным заполнением

ЖБ3: Ж/Б каркас с короткими колоннами

ЖБ4: двойная система

ЖБ5: без проекта

ЖБ6: сборный Ж/Б каркас со сборными внешними Ж/Б панелями

Проблемы с железобетонными конструкциями

ЖБ1: Ж/Б моментный каркас, Гаити

ЖБ2: Ж/Б каркас
с кирпичным заполнением, Измит

ЖБ3: Ж/Б каркас
с короткими колоннами,
Нортридж, 1994

ЖБ4: двойная система, Измит 1999

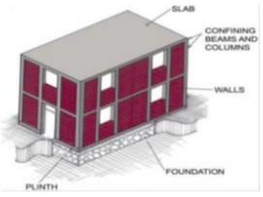
ЖБ5: без проекта

ЖБ6: сборный Ж/Б каркас со сборными
внешними Ж/Б панелями

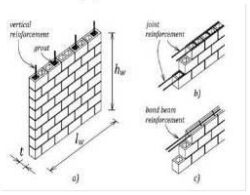
Тип: несущие кирпичные/каменные конструкции

НК: необожженный кирпич

НАК: неармированные
каменные/кирпичные здания



КВ: каменные/кирпичные здания
с ж/б включениями



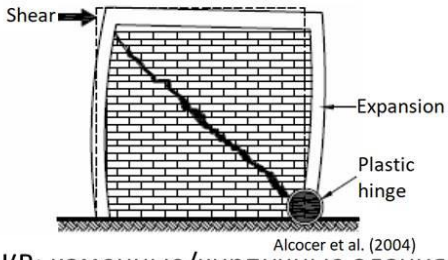
АК: армированные
каменные/кирпичные здания

Adhikari and D'Ayala (2017); Global Earthquake Model (ND)

Проблемы с несущими кирпичными/каменными конструкциями

НК: необожженный кирпич, Чили 1985

НАК: неармированные каменные/кирпичные здания, Сан Фернандо 1971



КВ: каменные/кирпичные здания с ж/б включениями

АК: армированные каменные/кирпичные здания

Вертикальные нарушения норм (нерегулярности)

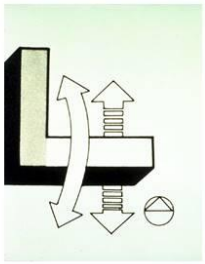
Склон

Слабый этаж

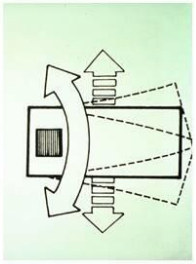
2003 Бумердес, Алжирия

Нарушения норм в плане (нерегулярности)

Внутренние углы



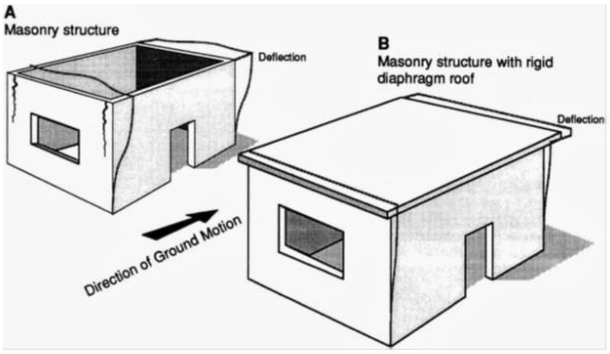
Смещенный центр жесткости



Диск покрытия: жесткий или гибкий?

Жесткий (ж/б) или нежесткий (не ж/б)

Жесткое покрытие поддерживает стены при боковом движении и уменьшает повреждения на стыках



Yamin et al. (2017)

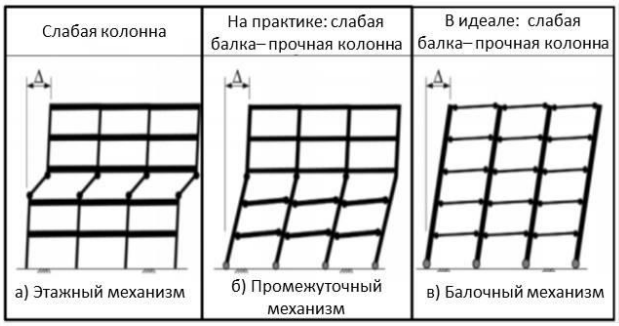
Диск перекрытия: жесткий или гибкий?

Алжир (World Housing Encyclopedia)

Склад, Кулвер Сити, Калифорния, 1994 (NISEE)

Слабые колонны

- Очевидно ли, что изгибная прочность колонн меньше изгибной прочности балок?
- Размер сечения колонны меньше высоты сечения балки?
- Если да, то может образоваться “этажный” механизм, требующий меньше энергии для обрушения здания.



Национальный Институт Стандартов и Технологии (2008)

Дымовые трубы или парапеты

Здание лесного хозяйства, Гедиз, Турция, 1970 (NISEE)

Магазин велосипедов, Ватсонвиль, Калифорния 1989, (NISEE)

Другие элементы, представляющие риск при падении

Да, если многие элементы:

- Не изолированы от конструкции
- Недостаточно армированы или соединены между собой
- Не раскреплены или заанкерованы

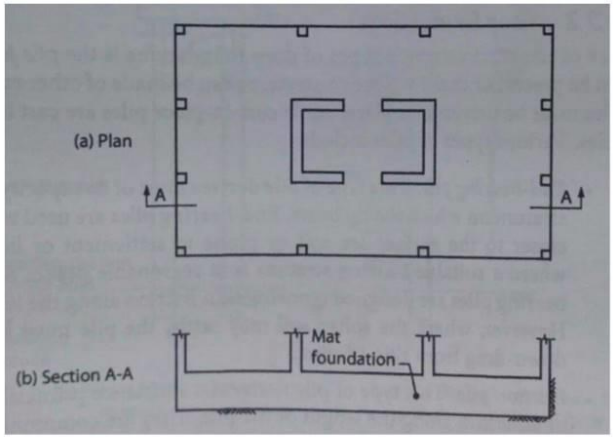
Примеры:

- Подвесные элементы освещения
- Ненесущие стены заполнения
- Тяжелые и непрочные заборы

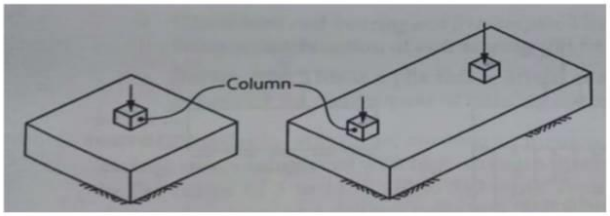
Yamin et al. (2017)

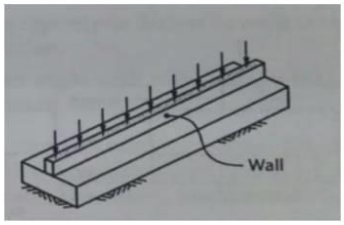
Фундаментная плита

Да



Нет





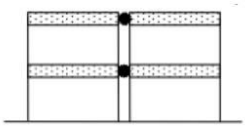
Moehle (2015)

Риск соударения

Да, если сейсмический шов < 25 мм в расчете на каждый этаж И этажные перекрытия в разных уровнях →

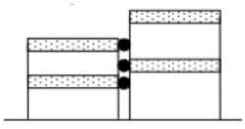
Нет в противном случае →

• - точки потенциального удара



Плита в плиту

Нет



Плита в колонну

Да

Yamin et al. (2017)

Сейсмическое усиление

Да, если вы видите элементы, добавленные в конструкцию после строительства:

- Новый каркас, связи...
- Новые соединения...

Keith Porter

Keith Porter

NISEE

Качество, состояние конструкций

Низкое, если вы видите в большом количестве:

- Следы ржавчины в трещинах
- Отслоения / сколы защитного слоя бетона
- Очень низкий процент армирования (площадь стали / площадь бетона)
- Бетон с полостями / пустотами
- Другие проблемы / дефекты, снижающие прочность (по сравнению с новым сооружением)

Среднее, если количество дефектов небольшое

Хорошее, если вы не видите никаких дефектов

Yamin et al. (2017)

Комментарии, фотографии, загрузка данных

- Не знаете ответ? Поделитесь своим лучшим предположением или оставьте поле незаполненным (например, фундаментная плита)
- Комментарии: ключевая информация о сейсмической прочности, жесткости, деформативности или конструктивному типу (например, номер серии)

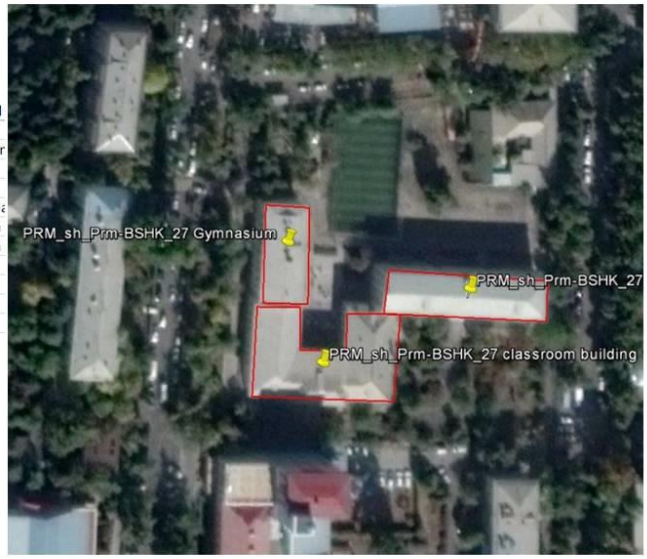
- Комментарии: *Серия 1-464с*

- Сфотографируйте форму, каждый фасад и каждую отмеченную характеристику (например, возможность соударения)
- Загрузите все фотографии одного здания в соответствующую ему папку на Google Drive

Пожалуйста, приложите фотографию, подтверждающую выбор той или иной характеристики. Отсканируйте форму и сохраните вместе с подтверждающими фотографиями в соответствующей папке Google Drive для данной школы и для данного здания.

Руководитель выдает задания и файл с Google Earth

Unique identifier, also used to provide linkage with UNICEF database	Name of School	Name of the settlement where the school is located
PRM_sh_Prm-BSHK_27	HS No.27	Bishkek city
MAN_sh_Balasary_ÐjÑˆ.-Ð'Ð*Ð»Ð*-Ð	Bala-Saru HS	Bala-Saru village, Mar
JAC_sh_Kachkynchy_shkola-8	High School no 8	Dzhalal-Abad
JAC_sh_Kachkynchy_shkola-8	High School no 8	Dzhalal-Abad
NKT_sh_Dzhany-Nookat_Naymanbae	Naimanbaeva JHS	Jany Nookat village, Ja
KEM_sh_Ilichevskoe_Bakaeva	A.Bakaeva High school	Ilich, v., Kemin rayon
KEM_sh_Ilichevskoe_Bakaeva	A.Bakaeva High school	Ilich, v., Kemin rayon
NKN_sh_Byurgenduy_Moldalieva	M.Moldaliev High School no 18	Byurgenduy village
NKN_sh_Byurgenduy_Moldalieva	M.Moldaliev High School no 18	Byurgenduy village
NKN_sh_Byurgenduy_Moldalieva	M.Moldaliev High School no 18	Byurgenduy village
SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovk	Novopavlovka high school No1	Novopavlovka v.,



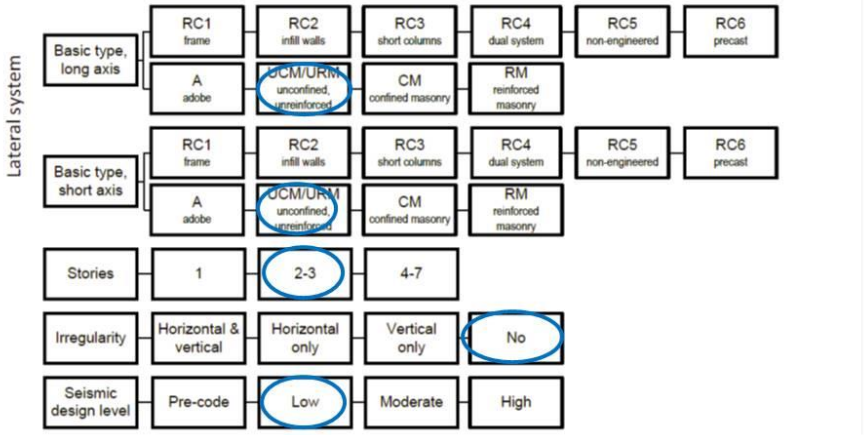
Форма сбора информации

Inspector **Keith Porter** Date **2/27/18** Start time **7:30 AM**

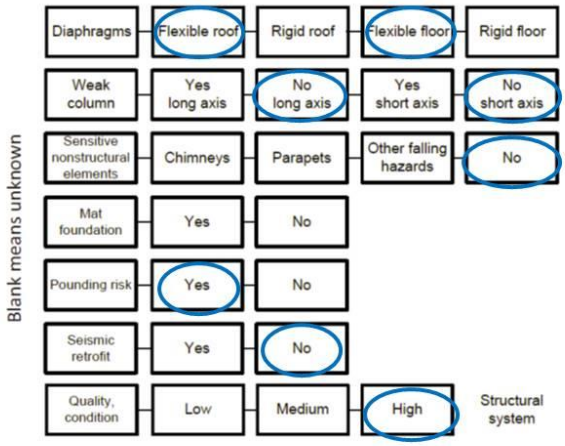
School ID **PRM_sh_Prm-BSHK_27** Building name **Gymnasium**

Address **Orozbekov St, Bishkek**

Education level **9-12** Number of students **500** Year built **1960**



Форма сбора информации



Comments: _____

_____

Please provide a photo to support each assignment. Photograph the form and upload the photo of the form and all the supporting photographs to the Google Drive folder for that school and that building.

Сбор и проверка информации

Инженер, ведущий обследование:

1. Фотографирование формы, каждого фасада и каждой отмеченной характеристики (например, возможность соударения)
2. Сканирование формы
3. Сохранение информации на Google Drive > ERIK > Screening > [School name] > [Building name]

Местный руководитель по сбору информации:

1. Подготовка предварительного файла Google Earth с обозначением и очертанием здания; передача обследователям
2. Ассистент записывает информацию на Google Drive > ERIK > Screening > Screening data (Google sheet)
3. Выборочные проверки всех отмеченных характеристик/принятых решений для нескольких школ для каждой обследовательской команды
4. Исправление ошибок/несоответствий и запрос уточнений у обследовательских групп
5. Финализация обозначений и очертаний на Google Earth, и сохранение информации на Google Drive > ERIK > Screening

Приложение B

Перечень обследованных школ

В данном Приложении представлены основные данные о 78 обследованных школах. В Таблицах B-1 и B-2 представлены, соответственно, цифровые (числовые) обозначения по областям / районам и уровню образования. В Таблице B-3 перечислены 78 школ, которые обозначены кодами в следующем виде: [цифровое обозначение области]_[цифровое обозначение района]_[цифровое обозначение уровня образования]_[номер школы] и дополнительное цифровое обозначение школы – в том случае, если код дублируется. Инспекторы, которые были обучены командой проекта, посещали школы с июня по август 2018 года. Имена инспекторов перечислены в списке участников проекта.

Таблица B-1 Код школы по цифровым обозначениям области и района

Область №	*Область*	*Район*	*Центр*
_01	Баткен	_001. (город) Баткен	
		_002. Баткенский	Баткен
		_003. Кадамжайский	Пульгон
		_004. Кызыл-Кия (город)	
		_005. Лейлекский	Исфана
		_006. Сулюкта (город)	
_02	Бишкек (город)	_001. Ленинский	
		_002. Октябрьский	
		_003. Первомайский	
		_004. Свердловский	
_03	Чуй	_001. Аламединский	Лебединовка
		_002. Чуйский	Токмок
		_003. Иссык-Атинский	Кант
		_004. Жайылский	Кара-Балта
		_005. Кеминский	Кемин
		_006. Московский	Беловодское
		_007. Панфиловский	Каинды
		_008. Сокулукский	Сокулук
		_009. Токмок (город)	
_04	Иссык-Куль	_001. Аксуйский	Ак-Суу [Теплоключенка]
		_002. Бакай-Атинский	Балыкчи (город)
		_003. Иссык-Кульский	Чолпон-Ата

	_004. Джеты-Огузский	Кызыл-Суу
	_005. Каракол (город)	
	_006. Тонский	Боконбаево
	_007. Тюпский	Тюп

Таблица B-1 Код школы по цифровым обозначениям области и района (продолжение)

Область №	*Область*	*Район*	*Центр*
_05	Джалал-Абад	_001. Аксыйкий	Кербен
		_002. Ала-Букинский	Ала-Булак
		_003. Базар-Коргонский	Базар-Коргон
		_004. Чаткальский	Каныш-Кия
		_005. Джалал-Абад (город)	
		_006. Ноокенский	Массы
		_007. Сузаский	Сузак
		_008. Тогуз-Тороуский	Казарман
		_009. Токтогульский	Токтогул
_06	Нарын	_001. Ак-Талинский	Баетов
		_002. Ат-Башинский	Ат-Баши
		_003. Жумгальский	Чаек
		_004. Кочкорский	Кочкор
		_005. Нарынский	Нарын
_07	Ош	_001. Алайский	Гульча
		_002. Араванский	Араван
		_003. Чон-Алайский	Дароот-Коргон
		_004. Кара-Кульджинский	Кара-Кульджа
		_005. Кара-Суйский	Кара-Суу
		_006. Ноокатский	Ноокат
		_007. Ош (город)	
		_008. Узгенский	Узген
_08	Талас	_001. Бакай-Атинский	Бакай-Ата
		_002. Кара-Буринский	Кызыл-Адыр
		_003. Манасский	Покровка
		_004. Таласский	Кок-Ой [Манас]

Таблица B-2 Код школы по цифровым обозначениям уровня образования

	Уровни образования			
Код	*Уровень*	*Класс*	*Возраст*	*МСКО*[1]
010	Начальное общее образование	1-4	7-10	1

021	Сочетание начального и основного общего образования	1-9	7-15	1, 2A
035	Сочетание начального общего образования, основного общего образования, среднего общего образования	1-11	7-17	1, 2A, 3A

(1) МСКО = Международная стандартная классификация образования

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
06_004_035_010	KCH_sh_Don-Alysh_ Mambetalieva	A	Средняя школа им. Мамбеталиева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Дон-Алыш_Талаа-Булак	1977
06_004_035_010	KCH_sh_Don-Alysh_ Mambetalieva	B	Средняя школа им. Мамбеталиева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Дон-Алыш_Талаа-Булак	1977
06_004_035_010	KCH_sh_Don-Alysh_ Mambetalieva	C	Средняя школа им. Мамбеталиева	Переход + Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Дон-Алыш_Талаа-Булак	1977
06_004_035_010	KCH_sh_Don-Alysh_ Mambetalieva	D	Средняя школа им. Мамбеталиева	Столовая + Актовый зал	Нарын_Кочкор_Дон-Алыш_Талаа-Булак	1977
06_004_035_010	KCH_sh_Don-Alysh_ Mambetalieva	E	Средняя школа им. Мамбеталиева	Спортивный зал	Нарын_Кочкор_Дон-Алыш_Талаа-Булак	1977
03_001_035_001 (2)	ALM_sh_Vasilievka_N1	A	Васильевская средняя школа №1	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Васильевка_Фрунзе	1984
03_001_035_001 (2)	ALM_sh_Vasilievka_N1	B	Васильевская средняя школа №1	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_Васильевка_Фрунзе	1984
03_001_035_001 (2)	ALM_sh_Vasilievka_N1	C	Васильевская средняя школа №1	Столовая + Актовый зал	Чуй_Аламудун_Васильевка_Фрунзе	1984
03_001_035_001 (2)	ALM_sh_Vasilievka_N1	D	Васильевская средняя школа №1	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Васильевка_Фрунзе	1984
03_001_035_012	ALM_sh_Mramornoe_ Mramornaya	A	Мраморная средняя школа	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_Мраморное_ Северное	1972
03_001_035_012	ALM_sh_Mramornoe_ Mramornaya	B	Мраморная средняя школа	Столовая	Чуй_Аламудун_Мраморное_ Северное	1972
03_001_035_012	ALM_sh_Mramornoe_ Mramornaya	C	Мраморная средняя школа	Переход + Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Мраморное_ Северное	1972
03_001_035_012	ALM_sh_Mramornoe_ Mramornaya	D	Мраморная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Мраморное_ Северное	1972
03_001_035_012	ALM_sh_Mramornoe_ Mramornaya	E	Мраморная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Мраморное_ Северное	1972
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	A	Пригородная средняя школа	Столовая	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	B	Пригородная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	C	Пригородная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	D	Пригородная средняя школа	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	E	Пригородная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986
03_001_035_014	ALM_sh_ Prigorodnoe_ Prigorodnaya	F	Пригородная средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Пригородное_ Юбилейная	1986
03_001_035_005	ALM_sh_Besh-Kungei_ Taranchieva	A	Средняя школа им. Таранчиева	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Беш-Кунгей_ Уметбаева	1979
03_001_035_005	ALM_sh_Besh-Kungei_ Taranchieva	B	Средняя школа им. Таранчиева	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Беш-Кунгей_ Уметбаева	1979
03_001_035_005	ALM_sh_Besh-Kungei_ Taranchieva	C	Средняя школа им. Таранчиева	Переход + Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Беш-Кунгей_ Уметбаева	1979
03_001_035_005	ALM_sh_Besh-Kungei_ Taranchieva	D	Средняя школа им. Таранчиева	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_Беш-Кунгей_ Уметбаева	1979
03_001_035_005	ALM_sh_Besh-Kungei_ Taranchieva	E	Средняя школа им. Таранчиева	Столовая + Актовый зал	Чуй_Аламудун_Беш-Кунгей_ Уметбаева	1979
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	A	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	B	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	C	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	D	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус + столовая	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	E	Средняя школа им.	Спортивный зал	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008

			Арабаева			
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	F	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	E	Средняя школа им. Арабаева	Спортивный зал	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	F	Средняя школа им. Арабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008
06_004_035_007	KCH_sh_Kochkor_Arabaeva	G	Средняя школа им. Арабаева	Актовый зал	Нарын_Кочкор_Кочкор_Орозбекова	2008

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
06_004_035_012	KCH_sh_Kum-Dobo_ Mirzabekova	A	Средняя школа им. Кум-Добо Мырзабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кум-Добо	1982
06_004_035_012	KCH_sh_Kum-Dobo_ Mirzabekova	B	Средняя школа им. Кум-Добо Мырзабаева	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кум-Добо	1982
06_004_035_012	KCH_sh_Kum-Dobo_ Mirzabekova	C	Средняя школа им. Кум-Добо Мырзабаева	Учебный корпус + Переход	Нарын_Кочкор_Кум-Добо	1982
06_004_035_012	KCH_sh_Kum-Dobo_ Mirzabekova	D	Средняя школа им. Кум-Добо Мырзабаева	Спортивный зал	Нарын_Кочкор_Кум-Добо	1982
06_004_035_012	KCH_sh_Kum-Dobo_ Mirzabekova	E	Средняя школа им. Кум-Добо Мырзабаева	Столовая + Актовый зал	Нарын_Кочкор_Кум-Добо	1982
06_004_035_006	KCH_sh_Tuz_Zhunushali	A	Средняя школа им. Жунушалы кызы Сайнап	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Туз_С. Малибеталы	2007
06_004_035_006	KCH_sh_Tuz_Zhunushali	B	Средняя школа им. Жунушалы кызы Сайнап	Актовый зал + Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Туз_С. Малибеталы	1985
06_004_035_006	KCH_sh_Tuz_Zhunushali	C	Средняя школа им. Жунушалы кызы Сайнап	Столовая + Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Туз_С. Малибеталы	1998
06_004_035_006	KCH_sh_Tuz_Zhunushali	D	Средняя школа им. Жунушалы кызы Сайнап	Старый учебный корпус	Нарын_Кочкор_Туз_С. Малибеталы	1964

07_005_035_012	KSU_sh_Otuz-Adyr_ Otuz-Adyr	A [A]	СШ №12 Отуз-Адыр	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Отуз-Адыр_ Шерикбаева №5	1978
07_005_035_111	KSU_sh_Dzhany-Turmush_Osmonova	A [A]	СШ №111 им. Осмонова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Жаны-Турмуш	1999
07_005_035_111	KSU_sh_Dzhany-Turmush_Osmonova	B [Б]	СШ №111 им. Осмонова	Кабинет	Ош_Кара-Суу_Жаны-Турмуш	1999
07_005_035_111	KSU_sh_Dzhany-Turmush_Osmonova	C [В]	СШ №111 им. Осмонова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Жаны-Турмуш	1999
07_005_035_033	KSU_sh_Asan-Chek-(was-Besh-Kepe)_Internacional	A [A]	СШ №33 Интернационала	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Асанчек	1977
07_005_035_033	KSU_sh_Asan-Chek-(was-Besh-Kepe)_Internacional	B [Б]	СШ №33 Интернационала	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Асанчек	1977

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_005_035_033	KSU_sh_Asan-Chek-(was-Besh-Kepe)_Internacional	C [В]	СШ №33 Интернационала	1-й этаж – коридор, 2-й этаж – учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Асанчек	1977
07_005_035_033	KSU_sh_Asan-Chek-(was-Besh-Kepe)_Internacional	D [Г]	СШ №33 Интернационала	2-й этаж – столовая, 2-й этаж – актовый зал	Ош_Кара-Суу_Асанчек	1977
07_005_035_033	KSU_sh_Asan-Chek-(was-Besh-Kepe)_Internacional	E [Д]	СШ №33 Интернационала	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Асанчек	1977
07_008_035_057	UZG_sh_Ana-Kyzyl_ OmurzakovN57	A [A]	СШ №57 им. Омурзакова	Столовая	Ош_Узген_Ана-Кызыл_Торт-Кол	1980
07_008_035_057	UZG_sh_Ana-Kyzyl_ OmurzakovN57	B [Б]	СШ №57 им. Омурзакова	Учебный корпус	Ош_Узген_Ана-Кызыл_Торт-Кол	1980
07_008_035_057	UZG_sh_Ana-Kyzyl_ OmurzakovN57	C [В]	СШ №57 им. Омурзакова	Учебный корпус	Ош_Узген_Ана-Кызыл_Торт-Кол	1998
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	A [A]	СШ №104 им. Нышанбаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	B [Б]	СШ №104 им.	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985

			Нышанбаева			
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	C [В]	СШ №104 им. Нышанбаева	Коридор	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	D [Г]	СШ №104 им. Нышанбаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	E [Д]	СШ №104 им. Нышанбаева	Детский сад	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985
07_005_035_104	KSU_sh_Talaa_Nyshanbaev	G [Ж]	СШ №104 им. Нышанбаева	Кухня + Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Талаа_ул. Долоно	1985
07_005_035_067	KSU_sh_Kara-Suu_Bobura	A [А]	СШ им. Захириддина Бабура	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кара-Суу_ул. Ленина	1992
07_005_035_067	KSU_sh_Kara-Suu_Bobura	B [Б]	СШ им. Захириддина Бабура	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кара-Суу_ул. Ленина	1992
07_005_035_067	KSU_sh_Kara-Suu_Bobura	C [В]	СШ им. Захириддина Бабура	Актовый зал + Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кара-Суу_ул. Ленина	1992
07_005_035_067	KSU_sh_Kara-Suu_Bobura	D [Г]	СШ им. Захириддина Бабура	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кара-Суу_ул. Ленина	1992
07_005_035_105	KSU_sh_Zhilgeldi-(was-Lenin)_Alimbekova	A [А]	СШ №105 им. Алимбекова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Жылгелди	2011
07_005_035_105	KSU_sh_Zhilgeldi-(was-Lenin)_Alimbekova	B [Б]	СШ №105 им. Алимбекова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Жылгелди	2011

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_005_035_105	KSU_sh_Zhilgeldi-(was-Lenin)_Alimbekova	C [В]	СШ №105 им. Алимбекова	Переход в корпус Б	Ош_Кара-Суу_Жылгелди	2011
07_005_035_105	KSU_sh_Zhilgeldi-(was-Lenin)_Alimbekova	D [Г]	СШ №105 им. Алимбекова	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Жылгелди	2011
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	A [А]	СШ №19 им. Мусаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Маданият_Бегишов	1986
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	B [Б]	СШ №19 им. Мусаева	Коридор	Ош_Кара-Суу_Маданият_ Бегишов	1986
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	C [В]	СШ №19 им. Мусаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Маданият_	1986

					Бегишов	
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	D [Г]	СШ №19 им. Мусаева	Коридор	Ош_Кара-Суу_Маданият_ Бегишов	1986
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	E [Д]	СШ №19 им. Мусаева	Спортивный зал + Актовый зал	Ош_Кара-Суу_Маданият_ Бегишов	1986
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	F [Е]	СШ №19 им. Мусаева	Коридор	Ош_Кара-Суу_Маданият_ Бегишов	1986
07_005_035_019	KSU_sh_Madaniyat_Musaeva	G [Ж]	СШ №19 им. Мусаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Маданият_ Бегишов	1986
07_005_035_014	KSU_sh_Prisavai_Turusbekova	A [А]	СШ №14 им. Турусбекова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Ынтымак Савай	2014
07_005_035_014	KSU_sh_Prisavai_Turusbekova	B [Б]	СШ №14 им. Турусбекова	Переход	Ош_Кара-Суу_Ынтымак Савай	2014
07_005_035_014	KSU_sh_Prisavai_Turusbekova	C [В]	СШ №14 им. Турусбекова	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Ынтымак Савай	2014
07_005_035_102	KSU_sh_Kysh-Abad_Teshebaeva	A [А]	СШ №102 им. Тешебаева	Актовый зал + столовая	Ош_Кара-Суу_Кыш-Абад_ М. Муратова №20	1976
07_005_035_102	KSU_sh_Kysh-Abad_Teshebaeva	B [Б]	СШ №102 им. Тешебаева	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кыш-Абад_ М. Муратова №20	1976
07_005_035_102	KSU_sh_Kysh-Abad_Teshebaeva	C [В]	СШ №102 им. Тешебаева	Коридор	Ош_Кара-Суу_Кыш-Абад_ М. Муратова №20	1976
07_005_035_102	KSU_sh_Kysh-Abad_Teshebaeva	D [Г]	СШ №102 им. Тешебаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кыш-Абад_ М. Муратова №20	1976
07_005_035_102	KSU_sh_Kysh-Abad_Teshebaeva	E [Д]	СШ №102 им. Тешебаева	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кыш-Абад_ М. Муратова №20	1976

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_005_035_030	KSU_sh_Kyzyl-Sarai_Kyzyl-Sarai	A [А]	СШ №30 Кызыл Сарай	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Сарай_ Т. Саткулова	2016
07_005_035_030	KSU_sh_Kyzyl-Sarai_Kyzyl-Sarai	B [Б]	СШ №30 Кызыл Сарай	Переход (гардероб): 2-й этаж – Актовый	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Сарай_ Т. Саткулова	2016

				зал		
07_005_035_030	KSU_sh_Kyzyl-Sarai_Kyzyl-Sarai	C [B]	СШ №30 Кызыл Сарай	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Сарай_ Т. Саткулова	2016
07_002_010_050	ARV_sh_Aravan_Saidahmatova	A [A]	СШ им. Саидахматова	Учебный корпус	Ош_Араван_Араван_ АО Усупов	2002
07_002_010_050	ARV_sh_Aravan_Saidahmatova	B [Б]	СШ им. Саидахматова	Столовая	Ош_Араван_Араван_ АО Усупов	2007
07_002_010_050	ARV_sh_Aravan_Saidahmatova	C [B]	СШ им. Саидахматова	Спортивный зал	Ош_Араван_Араван_ АО Усупов	2005
07_002_035_005	ARV_sh_Kyzyr-Abad_Ismailov	A [A]	СШ №5 им. Толона Исмаилова	Главный вход + вестибюль + Учебный корпус	Ош_Араван_Жалачылык_ АО Чек-Абад	1972
07_002_035_005	ARV_sh_Kyzyr-Abad_Ismailov	B [Б]	СШ №5 им. Толона Исмаилова	Учебный корпус	Ош_Араван_Жалачылык_ АО Чек-Абад	1972
07_002_035_005	ARV_sh_Kyzyr-Abad_Ismailov	C [B]	СШ №5 им. Толона Исмаилова	Учебный корпус	Ош_Араван_Жалачылык_ АО Чек-Абад	1972
07_002_035_005	ARV_sh_Kyzyr-Abad_Ismailov	D [Г]	СШ №5 им. Толона Исмаилова	Столовая + Актовый зал	Ош_Араван_Жалачылык_ АО Чек-Абад	1972
07_002_035_005	ARV_sh_Kyzyr-Abad_Ismailov	E [Д]	СШ №5 им. Толона Исмаилова	Лестница	Ош_Араван_Жалачылык_ АО Чек-Абад	1972
07_002_035_026	ARV_sh_Uigur-Abad_Kyrgyzstan	A [A]	СШ №26 Кыргызстан	Главный вход + вестибюль	Ош_Араван_Уйгур-Абад_ АО Тепе-Коргон	1990
07_002_035_026	ARV_sh_Uigur-Abad_Kyrgyzstan	B [Б]	СШ №26 Кыргызстан	Спортивный зал + столовая	Ош_Араван_Уйгур-Абад_ АО Тепе-Коргон	1990
07_002_035_026	ARV_sh_Uigur-Abad_Kyrgyzstan	C [B]	СШ №26 Кыргызстан	Учебный корпус	Ош_Араван_Уйгур-Абад_ АО Тепе-Коргон	1990

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_002_035_026	ARV_sh_Uigur-Abad_Kyrgyzstan	D [Г]	СШ №26 Кыргызстан	Учебный корпус	Ош_Араван_Уйгур-Абад_ АО Тепе-Коргон	1990
07_002_035_026	ARV_sh_Uigur-Abad_Kyrgyzstan	E [Д]	СШ №26 Кыргызстан	Учебный корпус	Ош_Араван_Уйгур-Абад_ АО Тепе-Коргон	1990

07_002_035_002	ARV_sh_Tepe-Kurgan_Saida	A [А]	СШ №2 им. Саида	Учебный корпус	Ош_Араван_Тепе-Коргон_ АО Тепе-Коргон	1982
07_002_035_002	ARV_sh_Tepe-Kurgan_Saida	B [Б]	СШ №2 им. Саида	Учебный корпус	Ош_Араван_Тепе-Коргон_ АО Тепе-Коргон	1982
07_002_035_002	ARV_sh_Tepe-Kurgan_Saida	C [В]	СШ №2 им. Саида	Спортивный зал	Ош_Араван_Тепе-Коргон_ АО Тепе-Коргон	2013
07_002_035_002	ARV_sh_Tepe-Kurgan_Saida	D [Г]	СШ №2 им. Саида	Столовая	Ош_Араван_Тепе-Коргон_ АО Тепе-Коргон	2016
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	A [А]	СШ №14 им. Алтыбаева	Главный вход + вестибюль + Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	B [Б]	СШ №14 им. Алтыбаева	Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	C [В]	СШ №14 им. Алтыбаева	Столовая + Актовый зал	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	D [Г]	СШ №14 им. Алтыбаева	Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	E [Д]	СШ №14 им. Алтыбаева	Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	F [Е]	СШ №14 им. Алтыбаева	Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	G [Ж]	СШ №14 им. Алтыбаева	Учебный корпус	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_014	OSH_sh_Osh_shkola-14-Altybaeva	H [З]	СШ №14 им. Алтыбаева	Спортивный зал	Ош (город)_Кулатова (микрорайон)	1984
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	A [А]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Главный вход + вестибюль	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	B [Б]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Раздевалка	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	C [В]	СШ №39 им. 70-летия	Спортивный зал	Ош (город)_Мадумарова	1987

			Октября		(улица)	
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	D [Г]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Столовая + актовый зал	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	D1 [Г1]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Лестница	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	E [Д]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Учебный корпус	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	F [Е]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Учебный корпус	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	G [Ж]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Учебный корпус	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_039	OSH_sh_Osh_shkola-39-October	G1 [Ж1]	СШ №39 им. 70-летия Октября	Учебный корпус	Ош (город)_Мадумарова (улица)	1987
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	A [А]	СШ №1 им. Федченко	Главный вход + вестибюль + Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	B [Б]	СШ №1 им. Федченко	Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	C [В]	СШ №1 им. Федченко	Столовая + Актовый зал	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	D [Г]	СШ №1 им. Федченко	Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	E [Д]	СШ №1 им. Федченко	Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	F [Е]	СШ №1 им. Федченко	Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	G [Ж]	СШ №1 им. Федченко	Учебный корпус	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_007_035_001	OSH_sh_Osh_shkola-1-Fedchenco	H [З]	СШ №1 им. Федченко	Спортивный зал	Ош (город)_Амир-Тимур (район)	1985

07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	A [A]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Главный вход + вестибюль	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	B [Б]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Раздевалка	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	C [B]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Спортивный зал	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	D [Г]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Столовая + Актовый зал	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	D1 [Г1]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Лестница	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	E [Д]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Учебный корпус	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	F [E]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Учебный корпус	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	G [Ж]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Учебный корпус	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_021	OSH_sh_Osh_shkola-21-Pushkina	G1 [Ж1]	Школа-гимназия №21 им. Пушкина	Учебный корпус	Ош (город)_Амира-Темира (улица)	1986
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	I-й корпус_ A [A]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Учебный корпус	Ош (город)_Осмонова (улица)	2002
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	I-й корпус_ Б [B]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Столовая	Ош (город)_Осмонова (улица)	2002
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	I-й корпус_ B [C]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Учебный корпус	Ош (город)_Осмонова (улица)	2002
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	II-й корпус_ Г [E]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Спортивный зал	Ош (город)_Осмонова (улица)	2004
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	II-й корпус_ Д [F]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Учебный корпус	Ош (город)_Осмонова (улица)	2002

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес*	*Год*

	ЮНИСЕФ)				*(область_район_село_улица)*	*пост ройки*
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	III-й корпус_ Е [G]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Учебный корпус	Ош (город)_Осмонова (улица)	2009
07_007_035_050	OSH_sh_Osh_shkola-50-Nyshanova	III-й корпус_ Ж [H]	Школа-гимназия №50 им. Нышанова	Учебный корпус	Ош (город)_Осмонова (улица)	2009
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	А [A]	СШ №11	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Б [B]	СШ №11	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	В [C]	СШ №11	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Г [D]	СШ №11	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Г1 [D1]	СШ №11	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Д [E]	СШ №11	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Д1 [E1]	СШ №11	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Ж [F]	СШ №11	Административное здание	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	И [G]	СШ №11	Актовый зал, столовая	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	И1 [H]	СШ №11	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	К [I]	СШ №11	Библиотека	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_011	SVD_sh_Bishkek_N11	Л [J]	СШ №11	Спортивный зал	Бишкек (город)_Свердловский	1977
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	А [A]	СШ №1	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Б [B]	СШ №1	Бассейн	Бишкек (город)_Свердловский	1983

02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	В [C]	СШ №1	Спортивный зал, актовый зал	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Г [D]	СШ №1	Столовая	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Д [E]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Ж [F]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	И [G]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	К [H]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Л [I]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Н [J]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	П [K]	СШ №1	Музыкальная школа	Бишкек (город)_Свердловский	1983
02_004_035_001	SVD_sh_Bishkek_N1	Р [L]	СШ №1	Учебный корпус	Бишкек (город)_Свердловский	1983
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	А [A]	Средняя школа им. Жундубаевой	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	Б [B]	Средняя школа им. Жундубаевой	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	В [C]	Средняя школа им. Жундубаевой	Переход в учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	Г [D]	Средняя школа им. Жундубаевой	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	Д [E]	Средняя школа им. Жундубаевой	Переход в учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985

06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	Е [F]	Средняя школа им. Жундубаевой	Актовый зал	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	Ж [G]	Средняя школа им. Жундубаевой	Переход в учебный корпус	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_013	KCH_sh_Kochkor_Zhundubaev	З [H]	Средняя школа им. Жундубаевой	Спортивный зал	Нарын_Кочкор_Кочкор	1985
06_004_035_017	KCH_sh_Cholpon_Maltabarov	А [A]	Средняя школа им. Малтабарова	Учебный корпус	Нарын_Кочкор_Молдо-Кылыч	2012
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	А [A]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	Б [B]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	В [C]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус и переход в учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	Г [D]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	Д [E]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	Е [E]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Учебный корпус и переход в учебный корпус	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	Ж [F]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Актовый зал	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_013	ALM_sh_Nizhnyaya-Ala-Archa_Nijne-Alarchinskaya	З [G]	Нижне-Аларчинская средняя школа	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_село Нижняя Ала-Арча	1975
03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	А [A]	Аламудунская средняя школа №1	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970
03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	Б [B]	Аламудунская средняя школа №1	Переход в учебный корпус	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970

03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	В [C]	Аламудунская средняя школа №1	Спортивный зал и Столовая	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970
03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	Г [D]	Аламудунская средняя школа №1	Актовый зал	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970
03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	Д [E]	Аламудунская средняя школа №1	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970
03_001_035_001 (1)	ALM_sh_Alamudun_N1	Е [F]	Аламудунская средняя школа №1	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Аламудун	1970
03_001_035_011	ALM_sh_Leninskoe_Lenin	А [A]	Средняя школа им Ленина	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Ленинское	1973
03_001_035_011	ALM_sh_Leninskoe_Lenin	Б [B]	Средняя школа им Ленина	Учебный корпус	Чуй_Аламудун_Ленинское	1973
03_001_035_011	ALM_sh_Leninskoe_Lenin	В [C]	Средняя школа им Ленина	Спортивный зал	Чуй_Аламудун_Ленинское	1973
03_001_035_011	ALM_sh_Leninskoe_Lenin	Г [D]	Средняя школа им Ленина	Столовая	Чуй_Аламудун_Ленинское	1973
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	А [A]	СШ №77	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	Б [B]	СШ №77	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	В [C]	СШ №77	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	Г [D]	СШ №77	Спортивный зал	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	Д [E]	СШ №77	Актовый зал, столовая	Бишкек (город)_Ленинский	1995

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	Е [F]	СШ №77	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	Ж [G]	СШ №77	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	З [H]	СШ №77	Зал для борьбы	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_077	LEN_sh_Bishkek_N77	И [I]	СШ №77	Зал для борьбы	Бишкек (город)_Ленинский	1995
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	А [A]	СШ №72	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1991
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	Б [B]	СШ №72	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1991
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	В [C]	СШ №72	Учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1991

02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	Г [D]	СШ №72	Переход в учебный корпус	Бишкек (город)_Ленинский	1991
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	Д [E]	СШ №72	Бассейн	Бишкек (город)_Ленинский	1991
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	Е [F]	СШ №72	Актовый зал	Бишкек (город)_Ленинский	1991
02_001_035_072	LEN_sh_Bishkek_N72	Ж [G]	СШ №72	Спортивный зал	Бишкек (город)_Ленинский	1991
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	А [A]	СШ №86 им. Курманжан Датки	вестибюль	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Б [B]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	В [C]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Раздевалка	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Г [D]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Актовый зал	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Д [E]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Библиотека	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Е [F]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Ж-1 [J1]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986
07_005_035_086	KSU_sh_Mady_Kurmanzhan-Datka	Ж-2 [J2]	СШ №86 им. Курманжан Датки	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Мады_ АО Мады	1986

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_005_035_088	KSU_sh_Papan_Zairov	А [A]	СШ №88 им. Заирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Папан	1988
07_005_035_088	KSU_sh_Papan_Zairov	Б [B]	СШ №88 им. Заирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Папан	1988
07_005_035_088	KSU_sh_Papan_Zairov	В [C]	СШ №88 им. Заирова	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Папан	1988
07_005_035_088	KSU_sh_Papan_Zairov	Г [D]	СШ №88 им. Заирова	Актовый зал_ Столовая	Ош_Кара-Суу_Папан	1988

07_005_035_053	KSU_sh_Kyzyl-Ordo_Orto-Mechit	А [A]	СШ №53 Орто-Мечит	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Ордо_ Катта-Талдыкский АО	2009-2014
07_005_035_053	KSU_sh_Kyzyl-Ordo_Orto-Mechit	Б [B]	СШ №53 Орто-Мечит	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Ордо_ Катта-Талдыкский АО	2009-2015
07_005_035_053	KSU_sh_Kyzyl-Ordo_Orto-Mechit	В [C]	СШ №53 Орто-Мечит	Актовый зал библиотека	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Ордо_ Катта-Талдыкский АО	2009-2016
07_005_035_053	KSU_sh_Kyzyl-Ordo_Orto-Mechit	Г [D]	СШ №53 Орто-Мечит	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Ордо_ Катта-Талдыкский АО	2009-2017
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	А-1 [A-1]	СШ №89 им. Абдрахманова	Актовый зал Столовая	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	А-2 [A-2]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	А-3 [A-3]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Б-1 [B-3]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Б-2 [B-2]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Б-3 [B-3]	СШ №89 им. Абдрахманова	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	В-1 [C-1]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	В-2 [C-2]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	В-3 [C-3]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Г-1 [D-1]	СШ №89 им.	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_	1989

			Абдрахманова		Жаны-Арыкский АО	
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Г-2 [D-2]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_089	KSU_sh_Pravda_Abdrahmanov	Г-3 [D-3]	СШ №89 им. Абдрахманова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Правда_ Жаны-Арыкский АО	1989
07_005_035_074	KSU_sh_Ak-Tash_Sherkulov	А [A]	СШ №74 им. Шеркулова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Ак-Таш	1974
07_005_035_074	KSU_sh_Ak-Tash_Sherkulov	Б [B]	СШ №74 им. Шеркулова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Ак-Таш	1974
07_005_035_074	KSU_sh_Ak-Tash_Sherkulov	В [C]	СШ №74 им. Шеркулова	вестибюль Актовый зал	Ош_Кара-Суу_Ак-Таш	1974
07_005_035_074	KSU_sh_Ak-Tash_Sherkulov	Г [D]	СШ №74 им. Шеркулова	Спортивный зал, столовая	Ош_Кара-Суу_Ак-Таш	1974
07_005_035_072	KSU_sh_Konurat-(was-Socialism)_TashirovN72	А [A]	СШ №72 им. Таширова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Шарк_Сарайский АО	1989
07_005_035_072	KSU_sh_Konurat-(was-Socialism)_TashirovN72	Б [B]	СШ №72 им. Таширова	вестибюль, актовый зал, столовая спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Шарк_Сарайский АО	1989
07_005_035_072	KSU_sh_Konurat-(was-Socialism)_TashirovN72	В [C]	СШ №72 им. Таширова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Шарк_Сарайский АО	1989
07_005_035_072	KSU_sh_Konurat-(was-Socialism)_TashirovN72	Г [D]	СШ №72 им. Таширова	Актовый зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Шарк_Сарайский АО	1989
07_005_035_072	KSU_sh_Konurat-(was-Socialism)_TashirovN72	Д [E]	СШ №72 им. Таширова	Библиотека	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Шарк_Сарайский АО	1989
07_005_035_069	KSU_sh_Nariman_Zaribdar-Aitmatov	А [A]	СШ №69 им. Айтматова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Задбор_ АО Нариман	1971
07_005_035_069	KSU_sh_Nariman_Zaribdar-Aitmatov	Б [B]	СШ №69 им. Айтматова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Задбор_ АО Нариман	1971
07_005_035_069	KSU_sh_Nariman_Zaribdar-Aitmatov	В [C]	СШ №69 им. Айтматова	вестибюль Актовый зал	Ош_Кара-Суу_Задбор_ АО Нариман	1971

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постр*

						ойки
07_005_035_069	KSU_sh_Nariman_Zaribdar-Aitmatov	Г [D]	СШ №69 им. Айтматова	Спортивный зал,	Ош_Кара-Суу_Задбор_АО Нариман	1971
07_005_035_069	KSU_sh_Nariman_Zaribdar-Aitmatov	Д [E]	СШ №69 им. Айтматова	Столовая	Ош_Кара-Суу_Задбор_АО Нариман	1971
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	А [A]	СШ №65 им. Сабирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Б [B]	СШ №65 им. Сабирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	В [C]	СШ №65 им. Сабирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Г [D]	СШ №65 им. Сабирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Г-1 [D1]	СШ №65 им. Сабирова	Лестница	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Д [E]	СШ №65 им. Сабирова	Учебный корпус	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Д-1 [E1]	СШ №65 им. Сабирова	Лестница	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Ж [F]	СШ №65 им. Сабирова	вестибюль, столовая, актовый зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Ж-1 [F1]	СШ №65 им. Сабирова	Лестница	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	Ж-2 [F2]	СШ №65 им. Сабирова	Лестница	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	И [G]	СШ №65 им. Сабирова	Раздевалка, библиотека	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_005_035_065	KSU_sh_Kyzyl-Kyshtak_Sabirov	К [H]	СШ №65 им. Сабирова	Спортивный зал	Ош_Кара-Суу_Кызыл-Кыштак	1978
07_007_035_005	OSH_sh_Osh_N5-Bokonbaev	А [A]	Школа-гимназия №5	Учебный корпус	Ош (город)	1972
07_007_035_005	OSH_sh_Osh_N5-Bokonbaev	Б [B]	Школа-гимназия №5	Учебный корпус	Ош (город)	1972
07_007_035_005	OSH_sh_Osh_N5-Bokonbaev	В [C]	Школа-гимназия	Учебный корпус	Ош (город)	1972

			№5			
07_007_035_005	OSH_sh_Osh_N5-Bokonbaev	Г [D]	Школа-гимназия №5	Спортивный зал	Ош (город)	1972
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	А (A)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Переход в учебный корпус	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	Б (B)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Переход в учебный корпус	Ош (город)	1988

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	В [C]	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Спортивный зал	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	Г (D)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Актовый зал	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	Д [E]	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Переход в учебный корпус	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	Е (F)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Учебный корпус	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	Ж (G)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Учебный корпус	Ош (город)	1988
07_007_035_009	OSH_sh_Osh_N9-Rudaki	И (H)	Школа-гимназия №9 им. Рудаки	Учебный корпус	Ош (город)	1988
07_007_035_026	OSH_sh_Osh_N26-Toktogul	А [A]	СШ №26	Учебный корпус	Ош (город)	1969
07_007_035_026	OSH_sh_Osh_N26-Toktogul	Б [B]	СШ №26	Учебный корпус	Ош (город)	1969
07_007_035_026	OSH_sh_Osh_N26-Toktogul	В [C]	СШ №26	Учебный корпус	Ош (город)	1969
07_007_035_026	OSH_sh_Osh_N26-Toktogul	Г [D]	СШ №26	Спортивный зал	Ош (город)	1969
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	В	СШ №29 им. Калинина	Учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1995
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	С	СШ №29 им. Калинина	Учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1995
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	С1	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	С2	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975

07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	D	СШ №29 им. Калинина	Учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	D1	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	D2	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	E	СШ №29 им. Калинина	Актовый зал	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	E1	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	E2	СШ №29 им. Калинина	Переход в учебный корпус	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_007_035_029	OSH_sh_Osh_N29-Kalinin	F	СШ №29 им. Калинина	Спортивный зал	Ош (город), ул. Юбилейная 2	1975
07_002_035_070	ARV_sh_Achy_Aytmatov	А (A)	СШ им. Айтматова	Учебный корпус	Ош_Араван_Ачы_Алля-Анаровский АО	1990
07_002_035_070	ARV_sh_Achy_Aytmatov	Б (B)	СШ им. Айтматова	Переход в учебный корпус	Ош_Араван_Ачы_Алля-Анаровский АО	1990
07_002_035_070	ARV_sh_Achy_Aytmatov	В [C]	СШ им. Айтматова	Учебный корпус	Ош_Араван_Ачы_Алля-Анаровский АО	1990
07_002_035_070	ARV_sh_Achy_Aytmatov	Г (D)	СШ им. Айтматова	Спортивный зал	Ош_Араван_Ачы_Алля-Анаровский АО	1990
07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	А (A)	СШ №27 им. Амира Темура	Учебный корпус	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_АО Нур-Абад	1982
07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	Б (B)	СШ №27 им. Амира Темура	Переход в учебный корпус	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_АО Нур-Абад	1982
07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	В [C]	СШ №27 им. Амира Темура	Детский сад	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_АО Нур-Абад	1982
07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	Г (D)	СШ №27 им. Амира Темура	Спортивный зал	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_АО Нур-Абад	1982
07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	Д [E]	СШ №27 им. Амира Темура	Пристройка	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_АО Нур-Абад	2005

07_002_035_027	ARV_sh_Kakyr-Piltan_Amir-Temur	E (F)	СШ №27 им. Амира Темура	Пристройка	Ош_Араван_Какыр-Пилтан_ АО Нур-Абад	1982
07_002_035_068	ARV_sh_Sary-Tash_Sary-Tash	A [A]	Сары-Ташская начальная школа	Учебный корпус	Ош_Араван_Сары-Таш_Too-Моюнский АО	1989
07_002_035_068	ARV_sh_Sary-Tash_Sary-Tash	Б [B]	Сары-Ташская начальная школа	Переход в учебный корпус	Ош_Араван_Сары-Таш_Too-Моюнский АО	1989
07_002_035_054	ARV_sh_Ak-Shar_Sydykov	A [A]	СШ им. Сыдыкова	Учебный корпус	Ош_Араван_Ак-Шар_Too-Моюнский АО	1986
07_002_035_054	ARV_sh_Ak-Shar_Sydykov	Б [B]	СШ им. Сыдыкова	Учебный корпус	Ош_Араван_Ак-Шар_Too-Моюнский АО	1986

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_002_035_054	ARV_sh_Ak-Shar_Sydykov	B [C]	СШ им. Сыдыкова	Актовый зал, спортивный зал	Ош_Араван_Ак-Шар_Too-Моюнский АО	1986
07_002_035_054	ARV_sh_Ak-Shar_Sydykov	Г [D]	СШ им. Сыдыкова	Актовый зал, спортивный зал	Ош_Араван_Ак-Шар_Too-Моюнский АО	1986
07_002_035_054	ARV_sh_Ak-Shar_Sydykov	Д [E]	СШ им. Сыдыкова	Переход в учебный корпус	Ош_Араван_Ак-Шар_Too-Моюнский АО	1986
01_003_035_082	KDJ_sh_Adyr_Srednyaya-sh-Adyr	A [A]	СШ им. Адыра	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Алга	2004
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	A [A]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	B [Б]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	C [B]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	D [Г]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	E [Д]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	F [E]	СШ №17 им. А. Масалиева	Учебный корпус	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977

01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	I [И]	СШ №17 им. А. Масалиева	Актовый зал	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	J [К]	СШ №17 им. А. Масалиева	Спортивный зал	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	G [Ж]	СШ №17 им. А. Масалиева	Вестибюль – Столовая	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
01_003_035_017	KDJ_sh_Kadamjay_KadamjayN17	Y [Й]	СШ №17 им. А. Масалиева	Переход в Спортивный зал	Баткен_Кадамжай_Кадамжай _Гагарина	1977
07_008_035_034	UZG_sh_Myrza-Ake_N34	A [А]	СШ №34 им. Т. Машрапова	Учебный корпус	Ош_Узген_Мырза-Аке_ Полотова	1981
07_008_035_034	UZG_sh_Myrza-Ake_N34	B [Б]	СШ №34 им. Т. Машрапова	Учебный корпус	Ош_Узген_Мырза-Аке_ Полотова	1981

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_008_035_034	UZG_sh_Myrza-Ake_N34	C [В]	СШ №34 им. Т. Машрапова	Вестибюль-Главный вход	Ош_Узген_Мырза-Аке_Полотова	1981
07_008_035_034	UZG_sh_Myrza-Ake_N34	D [Г]	СШ №34 им. Т. Машрапова	Спортивный зал	Ош_Узген_Мырза-Аке_Полотова	1981
07_008_035_034	UZG_sh_Myrza-Ake_N34	E [Д]	СШ №34 им. Т. Машрапова	Актовый зал	Ош_Узген_Мырза-Аке_Полотова	1981
07_008_035_039	UZG_sh_Changet1_Lenin	A [А]	СШ №39 им. В.И. Ленина	Учебный корпус	Ош_Узген_Остуруу_Коконбаева №23	2008
07_008_035_039	UZG_sh_Changet1_Lenin	B [Б]	СШ №39 им. В.И. Ленина	Библиотека	Ош_Узген_Остуруу_Коконбаева №23	1982
07_008_035_039	UZG_sh_Changet1_Lenin	C [В]	СШ №39 им. В.И. Ленина	Учебный корпус	Ош_Узген_Остуруу_Коконбаева №23	1983
07_008_035_039	UZG_sh_Changet1_Lenin	D [Г]	СШ №39 им. В.И. Ленина	Кладовая и столовая	Ош_Узген_Остуруу_Коконбаева №23	1984
07_008_035_039	UZG_sh_Changet1_Lenin	E [Д]	СШ №39 им. В.И. Ленина	Подготовительное здание перед школой	Ош_Узген_Остуруу_Коконбаева №23	2013
07_008_035_048	UZG_sh_Kochkor-Ata_	A [А]	СШ №48 им. К.	Учебный корпус	Ош_Узген_Кочкор-Ата_К. Борубаева	1988

	Omurzakov_N48		Омурзакова			
07_008_035_048	UZG_sh_Kochkor-Ata_ Omurzakov_N48	B [Б]	СШ №48 им. К. Омурзакова	В настоящее время не используется	Ош_Узген_Кочкор-Ата_К. Борубаева	1980
07_008_035_048	UZG_sh_Kochkor-Ata_ Omurzakov_N48	C [В]	СШ №48 им. К. Омурзакова	Актовый зал	Ош_Узген_Кочкор-Ата_К. Борубаева	1980
07_008_035_048	UZG_sh_Kochkor-Ata_ Omurzakov_N48	D [Г]	СШ №48 им. К. Омурзакова	Столовая	Ош_Узген_Кочкор-Ата_К. Борубаева	1980
07_008_035_049	UZG_sh_Kurshab_N49	A [A]	СШ №49 Токтогул	Учебный корпус	Ош_Узген_Куршаб_Ш_Эрмекова	2003
07_008_035_049	UZG_sh_Kurshab_N49	B [Б]	СШ №49 Токтогул	Спортивный зал	Ош_Узген_Куршаб_Ш_Эрмекова	2005
07_008_035_049	UZG_sh_Kurshab_N49	C [В]	СШ №49 Токтогул	Переход в Спортивный зал	Ош_Узген_Куршаб_Ш_Эрмекова	2005
07_008_035_061	UZG_sh_Changet1_ Zhumabaeva	A [A]	СШ №61 им. И. Жумабаева	Учебный корпус	Ош_Узген_Чангет_Курон-Ата	2005
07_008_035_061	UZG_sh_Changet1_ Zhumabaeva	B [Б]	СШ №61 им. И. Жумабаева	Библиотека	Ош_Узген_Чангет_Курон-Ата	2007

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
07_008_035_091	UZG_sh_Myrza-Ake_ Raimbekova	A [A]	СШ им. К. Раимбекова	Учебный корпус	Ош_Узген-Мырза-Аке_К. Джумалиева №18	1988
05_003_035_006	BZK_sh_Dzharake_ OsmonovN6	A	СШ №6 им. Б. Осмонова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар Коргон_Джаны Акман	1995
05_003_035_006	BZK_sh_Dzharake_ OsmonovN6	B	СШ №6 им. Б. Осмонова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар Коргон_Джаны Акман	1995
05_003_035_006	BZK_sh_Dzharake_ OsmonovN6	C	СШ №6 им. Б. Осмонова	Переход в учебный корпус	Джалал-Абад_Базар Коргон_Джаны Акман	1995
05_003_035_006	BZK_sh_Dzharake_ OsmonovN6	D	СШ №6 им. Б. Осмонова	Спортивный зал	Джалал-Абад_Базар Коргон_Джаны Акман	1995
05_003_035_006	BZK_sh_Dzharake_ OsmonovN6	E	СШ №6 им. Б. Осмонова	Актовый зал	Джалал-Абад_Базар Коргон_Джаны Акман	1995
05_003_035_011	BZK_sh_Abdraimov-(was-Sovetskoe)_AlykulovN11	A	СШ №11 им. М. Алыкулова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Абдраимова	1976

05_003_035_011	BZK_sh_Abdraimov-(was-Sovetskoe)_AlykulovN11	B	СШ №11 им. М. Алыкулова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Абдраимова	1976
05_003_035_011	BZK_sh_Abdraimov-(was-Sovetskoe)_AlykulovN11	C	СШ №11 им. М. Алыкулова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Абдраимова	1976
05_003_035_011	BZK_sh_Abdraimov-(was-Sovetskoe)_AlykulovN11	D	СШ №11 им. М. Алыкулова	Спортивный зал	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Абдраимова	1976
05_003_035_011	BZK_sh_Abdraimov-(was-Sovetskoe)_AlykulovN11	E	СШ №11 им. М. Алыкулова	Столовая + Актовый зал	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Абдраимова	1976
03_008_035_013	SOK_sh_Kamyshanovka_Kamyshanovka	A	Камышановская СШ	Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Камышановка	1988
03_008_035_013	SOK_sh_Kamyshanovka_Kamyshanovka	B	Камышановская СШ	Спортивный зал	Чуй_Сокулук_Камышановка	1988
03_008_035_013	SOK_sh_Kamyshanovka_Kamyshanovka	C	Камышановская СШ	Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Камышановка	1988
03_008_035_013	SOK_sh_Kamyshanovka_Kamyshanovka	D	Камышановская СШ	Столовая	Чуй_Сокулук_Камышановка	1988
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	A	Новопавловская ШГ №2	Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	B	Новопавловская ШГ №2	Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	C	Новопавловская ШГ №2	Актовый зал + Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	D	Новопавловская ШГ №2	Вход	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	E	Новопавловская ШГ №2	Учебный корпус	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978
03_008_035_002 (2)	SOK_sh_Novopavlovka_Novopavlovka-gimnaziya	F	Новопавловская ШГ №2	Спортивный зал	Чуй_Сокулук_Новопавловка	1978
05_006_035_004	NKN_sh_Alma_Jany-turmush	A	СШ №4 им. А. Сатарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Алма	1976

05_006_035_004	NKN_sh_Alma_Jany-turmush	B	СШ №4 им. А. Сатарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Алма	1976
05_006_035_004	NKN_sh_Alma_Jany-turmush	C	СШ №4 им. А. Сатарова	Актовый зал + столовая	Джалал-Абад_Ноокен_Алма	1976
05_006_035_004	NKN_sh_Alma_Jany-turmush	D	СШ №4 им. А. Сатарова	Спортивный зал	Джалал-Абад_Ноокен_Алма	1976
05_006_035_005	NKN_sh_Toskool1_Toktorbaev	A	СШ №5 им. Н. Токторбаева	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Тоскоол	1988
05_006_035_005	NKN_sh_Toskool1_Toktorbaev	B	СШ №5 им. Н. Токторбаева	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Тоскоол	1988
05_006_035_005	NKN_sh_Toskool1_Toktorbaev	C	СШ №5 им. Н. Токторбаева	Переход в учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Тоскоол	1988
05_006_035_005	NKN_sh_Toskool1_Toktorbaev	D	СШ №5 им. Н. Токторбаева	Спортивный зал + столовая	Джалал-Абад_Ноокен_Тоскоол	1988
05_006_035_005	NKN_sh_Toskool1_Toktorbaev	E	СШ №5 им. Н. Токторбаева	Переход в учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Тоскоол	1988
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	A	СШ №19 им. А. Казакова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	B	СШ №19 им. А. Казакова	Вход + Переход	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	C	СШ №19 им. А. Казакова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	D	СШ №19 им. А. Казакова	Переход	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	E	СШ №19 им. А. Казакова	Столовая+Спортивный зал	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
05_006_035_019	NKN_sh_Burgondu_Kazakov	F	СШ №19 им. А. Казакова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Бургонды	1990
05_006_035_032	NKN_sh_Burgondu_32Jenish	A	СШ №32 им. М. Дуйшенбиева	Учебный корпус + Спортивный зал	Джалал-Абад_Ноокен_Жениш	1991

05_006_035_032	NKN_sh_Burgondu_32Jenish	B	СШ №32 им. М. Дуйшенбиева	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Жениш	1991
05_006_035_032	NKN_sh_Burgondu_32Jenish	C	СШ №32 им. М. Дуйшенбиева	Учебный корпус	Джалал-Абад_Ноокен_Жениш	1991
05_006_035_032	NKN_sh_Burgondu_32Jenish	D	СШ №32 им. М. Дуйшенбиева	Учебный корпус + сад	Джалал-Абад_Ноокен_Жениш	1991
05_006_035_032	NKN_sh_Burgondu_32Jenish	E	СШ №32 им. М. Дуйшенбиева	Актовый зал + столовая	Джалал-Абад_Ноокен_Жениш	1991
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	A	СШ №34 им. У. Исламова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	B	СШ №34 им. У. Исламова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	C	СШ №34 им. У. Исламова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	D	СШ №34 им. У. Исламова	Переход	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	E	СШ №34 им. У. Исламова	Столовая + Спортивный зал + Актовый зал	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_003_035_034	BZK_sh_Arslanbob_IsmailovN34	F	СШ №34 им. У. Исламова	Лестница	Джалал-Абад_Базар-Коргон_Арсланбоб	1986
05_007_035_002	SUZ_sh_Suzak_N2-Hakimov	A [А]	СШ №2 им. М. Хакимова, Дома-Ата	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_Дома-Ата 34	1986
05_007_035_002	SUZ_sh_Suzak_N2-Hakimov	B [Б]	СШ №2 им. М. Хакимова, Дома-Ата	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_Дома-Ата 34	1986
05_007_035_002	SUZ_sh_Suzak_N2-Hakimov	C [В]	СШ №2 им. М. Хакимова, Дома-Ата	Спортивный зал	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_Дома-Ата 34	1986
05_007_035_002	SUZ_sh_Suzak_N2-Hakimov	D [Г]	СШ №2 им. М. Хакимова, Дома-Ата	Актовый зал + столовая	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_Дома-Ата 34	1986

Таблица B-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	A [А]	СШ №5 им. З.	Спортивный зал	Джалал-Абад_Сузак_Жар-	1980

			Бабура	+ столовая + Актовый зал	Кыштак_ Ж. Курашева 3	
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	A1 [А1]	СШ №5 им. З. Бабура	Лестница	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	B [Б]	СШ №5 им. З. Бабура	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	B1 [Б1]	СШ №5 им. З. Бабура	Переход	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	C [В]	СШ №5 им. З. Бабура	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	D [Г]	СШ №5 им. З. Бабура	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	D1 [Г1]	СШ №5 им. З. Бабура	Лестница	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	1980
05_007_035_005	SUZ_sh_Dzhar-Kyshtak_N5-Babur	E [Д]	СШ №5 им. З. Бабура	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Жар-Кыштак_ Ж. Курашева 3	2006
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	A [А]	СШ №13 им. А. Базарова	Спортивный зал + столовая	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	B [Б]	СШ №13 им. А. Базарова	Крытый проход	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	C [В]	СШ №13 им. А. Базарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	B1 [В1]	СШ №13 им. А. Базарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	D [Г]	СШ №13 им. А. Базарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987

05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	E [Д]	СШ №13 им. А. Базарова	Вестибюль-Главный вход	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987
05_007_035_013	SUZ_sh_Ak-Bash-(was-Spasovka)_ Bazarov	F [E]	СШ №13 им. А. Базарова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Орто-Азия_ Суранбаева	1987

Таблица В-3 Перечень обследованных школ по блокам здания (продолжение)

Код школы	*ID школы (согласно перечню школ ЮНИСЕФ)*	*ID блока*	*Название школы*	*Тип здания*	*Адрес (область_район_село_улица)*	*Год постройки*
05_007_035_020	SUZ_sh_Aral_Matkerimov	A [A]	СШ №20 им. М. Маткаримова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Арал_ Ж. Тороева	1970
05_007_035_020	SUZ_sh_Aral_Matkerimov	B [Б]	СШ №20 им. М. Маткаримова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Арал_ Ж. Тороева	1970
05_007_035_020	SUZ_sh_Aral_Matkerimov	C [B]	СШ №20 им. М. Маткаримова	Крытый проход	Джалал-Абад_Сузак_Арал_ Ж. Тороева	1970
05_007_035_020	SUZ_sh_Aral_Matkerimov	D [Г]	СШ №20 им. М. Маткаримова	Столовая	Джалал-Абад_Сузак_Арал_ Ж. Тороева	1970
05_007_035_020	SUZ_sh_Aral_Matkerimov	E [Д]	СШ №20 им. М. Маткаримова	Спортивный зал	Джалал-Абад_Сузак_Арал_Ж. Тороева	1970
05_007_035_078	SUZ_sh_Ladan-Kara_N78-Bakirov	A [A]	СШ №78 им. З. Бакирова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_ А. Мадаминова 6	1982
05_007_035_078	SUZ_sh_Ladan-Kara_N78-Bakirov	A1 [A1]	СШ №78 им. З. Бакирова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_ А. Мадаминова 6	1982
05_007_035_078	SUZ_sh_Ladan-Kara_N78-Bakirov	B [Б]	СШ №78 им. З. Бакирова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_ А. Мадаминова 6	1982
05_007_035_078	SUZ_sh_Ladan-Kara_N78-Bakirov	C [B]	СШ №78 им. З. Бакирова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_ А. Мадаминова 6	1982
05_007_035_078	SUZ_sh_Ladan-Kara_N78-Bakirov	D [Г]	СШ №78 им. З. Бакирова	Столовая	Джалал-Абад_Сузак_Сузак_ А. Мадаминова 6	1982
05_007_035_080	SUZ_sh_Kara-Bulak_Toromamatov	A [A]	СШ №80 им. К. Торомаматова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Талаа-Булак_Ы. Сайранбаева 52	2009
05_007_035_088	SUZ_sh_Bek-Abad_N88-Atabekov	Корпус 1	СШ №88 им. С. Атабекова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Бек-Абад	2007

05_007_035_088	SUZ_sh_Bek-Abad_N88-Atabekov	Корпус 2	СШ №88 им. С. Атабекова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Бек-Абад	2007
05_007_035_088	SUZ_sh_Bek-Abad_N88-Atabekov	Корпус 3	СШ №88 им. С. Атабекова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Бек-Абад	1967
05_007_035_088	SUZ_sh_Bek-Abad_N88-Atabekov	Корпус 4	СШ №88 им. С. Атабекова	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Бек-Абад	1967
05_007_035_103	SUZ_sh_Sadda_N103-Sadda	A [А]	СШ №103 Садда	Учебный корпус	Джалал-Абад_Сузак_Садда_ Абдулхамидова №3	1973
05_007_035_103	SUZ_sh_Sadda_N103-Sadda	B [Б]	СШ №103 Садда	Столовая	Джалал-Абад_Сузак_Садда_ Абдулхамидова №3	1973

Приложение C

Доля погибших в результате обрушения зданий

C.1 Краткое изложение обзора литературных источников

Исследователи и правительства обычно сообщают об общем количестве погибших и раненых, однако почти никогда не дают информацию о количестве погибших в зданиях, типе ущерба (повреждения), причиненного землетрясением этим зданиям, или количестве лиц, находившихся в поврежденных зданиях в момент землетрясения. Кроме того, простой статистике смертности и травматизма может недоставать четкой и аргументированной методологии сбора данных, и это может быть затуманено сомнениями относительно политического влияния, которое может приводить к занижению данных о зарегистрированных человеческих потерях ниже их фактического количества. Статистические данные также могут быть неоднозначно определены – например, касательно того, учитывают ли они те травмы, которые были вылечены самостоятельно. Многие исследования, сосредоточенные на уровне смертности, опираются на сообщения других лиц; при этом, информация об определениях и методах теряется по пути между первоисточником и публикуемыми данными о погибших. Несколько исследователей, занятых изучением общественного здравоохранения в привязке к стихийным бедствиям, провели строгие, хорошо задокументированные опросы выживших, но при этом они признают, что в таких опросах не учитываются жертвы в тех семьях, в которых никто не выжил. С такими оговорками предлагается следующий литературный обзор ограниченных доступных эмпирических данных об уровне смертности в результате полного или частичного обрушения зданий.

Сценарий «HayWired» Геологической службы США включал в себя изучение каждой фотографии в электронной библиотеке NISEE Калифорнийского университета в Беркли, показывающей полное или частичное обрушение зданий в Калифорнии в период между 1965 и 2014 годами. Изучение фотографий было дополнено фотографиями обрушений других сооружений, произошедших в Калифорнии за тот же период, о которых было известно, но которые не появились в электронной библиотеке NISEE (Портер, 2018 г.). Одним из результатов проведенного исследования стала оценка подвергшейся обрушению доли площади застройки – при условии наличия какого-либо обрушения – и доли подвергшейся обрушению площади застройки, на которой люди могли оказаться в ловушке и нуждались в вызволении специалистами городских поисково-спасательных служб (ГПСС). Наиболее актуальными в данном случае являются оценки по девяти разрушенным зданиям из железобетонных конструкций, за исключением крупнопанельных зданий, в которых обрушилось 50% площади застройки, а на 94% подвергшейся обрушению площади потребовалось проведение поисково-спасательных операций для вызволения лиц, оказавшихся в ловушке. В Калифорнии произошло обрушение 28% площади застройки в кирпичных (каменных) зданиях с неармированной кладкой, и на 98% такой площади потребовалось проведение поисково-спасательных операций. Исследование «HayWired» не приводит новые факты о доле погибших на

подвергшейся обрушению площади застройки, опираясь, вместо этого, на методологию *Hazus* Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA, 2012 г.), которая предполагает, что на подвергшихся обрушению застроенных территориях погибают 10% людей, находящихся в зданиях из железобетонных или каменных конструкций. В своей работе, Трендафольский (Trendafolski et al, 2011 г.) рекомендует использовать показатели смертности *Hazus* даже для подвергающихся обрушению зданий в странах Европы и Азии. В Кыргызской Республике могут быть актуальны оценки для зданий из неармированной каменной кладки (потому что в конструкциях с неармированной каменной кладкой в Калифорнии, как правило, применяются деревянные диафрагмы, в то время как в зданиях либо конструкциях с неармированной каменной кладкой в Кыргызстане, как правило, применяются более тяжелые диафрагмы).

Селигсон рассматривает в своем исследовании (Seligson, 2008 г.) функцию последствий несчастных случаев со смертельным исходом для FEMA P-58 (FEMA, 2018 г.), которая приняла форму коэффициента ожидаемой смертности (%) среди всех находящихся в здании людей, в случае обрушения, по каждой из 13 конструктивных систем, лишь некоторые из которых существуют в школах Кыргызстана. Рассматривая последствия со смертельным исходом в результате обрушения зданий из железобетонных конструкций с непластичным свойстовм, Селигсон (2008 г.) ссылается на исследование Петала (Petal, 2009 г.), в котором приведены результаты рандомизированного выборочного обследования 453 домашних хозяйств (насчитывающих 1861 человека) в Гёльджюке (Турция) после Измитского землетрясения (Коджаэли), произошедшего 17 августа 1999 года. Результаты обследования показывают, что среди тех домохозяйств, в которых выжил, как минимум, один человек, принявший затем участие в опросе, погибло примерно 1,5% людей, находившихся в частично разрушенных зданиях, и 11% людей, находившихся в полностью обрушившихся зданиях. При проведении обследования, такая степень повреждения как «полное обрушение» присваивалась в том случае, если респондент называл конструкцию либо здание «полностью разрушенным зданием», вместе с любым другим указанным ущербом. Такая степень повреждения как «частичное обрушение» присваивалась в том случае, если респондент сообщал об «обрушении потолка/кровли» и/или «обрушении этажей». Селигсон отмечает следующее: «Сахин и Тари (2000 г.) сообщили о том, что в результате землетрясения в Гёльджюке погибло 5 025 человек. В 1999 году в Гёльджюке проживало около 80 000 жителей. Это означает, что уровень смертности составляет около 6%. Напротив, опрос населения показал, что общий уровень смертности составил 2%. Из-за невозможности обследования тех домохозяйств, все члены которых погибли, модели, составляемые на основе этих данных, потенциально могут недооценивать смертность и должны рассматриваться как нижний предел».

Рассматривая коэффициенты смертности в кирпичных (комплексных) зданиях с неармированной кладкой, Селигсон (2008 г.) учитывает неофициальные данные о смертности в результате обрушения зданий в Калифорнии, однако считает их «недостаточными для разработки надежной модели оценки смертности». Вместо этого, она ссылается на Сионо (1995 г.), который анализирует данные о смертности и обрушениях, основанные на сообщениях третьих лиц, после Таншаньского землетрясения (Китай) 1976 года. В дополнение к проблеме неясной связи между фактическими данными и сообщениями третьих лиц, проблема использования данных Сионо состоит в том, что он определял обрушение как состояние повреждения, в котором здание пострадало настолько, что

уже «не подлежит ремонту», а такое определение отличается от того, что подразумевается в рамках настоящего проекта. Сионо предполагает, что коэффициент смертности среди лиц, находившихся в обрушившихся зданиях из неармированной каменной кладки в Таншане, составляет 30%, что, как он отмечает, согласуется с оценкой другого автора из Восточной Турции. Сионо также отмечает, что, по мнению третьих лиц, смертность в результате землетрясений в Италии и Китае составляет всего лишь 10%.

Селигсон рекомендует использовать коэффициент смертности в размере 19% при обрушении каркасных зданий из железобетонных конструкций со стенами виде заполнений из неармированной кирпичной (каменной) кладки, основываясь на данных с верхних этажей зданий из железобетонных конструкций средней этажности со стенами виде заполнений из неармированной кирпичной (каменной) кладки. Рассматривая коэффициенты смертности в других соответствующих конструктивных типах зданий, Селигсон (2008 г.) полагается на методологию *Hazus* – например, коэффициент смертности в размере 10% при полном повреждении с обрушением для кирпичных (каменных) зданий с несущими стенами армированной кладки.

В исследовании Арменяна (Armenian et al., 1997 г.) приводятся результаты обследования с оценкой человеческих потерь среди семей сотрудников Министерства здравоохранения Армении в результате Спитакского землетрясения (Армения), произошедшего 7 декабря 1988 года. Опросом были охвачены 7 016 из 9 017 сотрудников, что является высоким показателем. Авторы сообщают о 10,7%-ной смертности среди людей, находившихся в «крупнопанельных» зданиях (под которыми почти наверняка подразумеваются здания в советском стиле, построенные из сборных железобетонных крупных панелей), но не о смертности, обусловленной обрушением этих зданий, которая, как правило, оказывается выше, потому что не все крупнопанельные здания в стране обрушились. (Следует отметить, что опросом было охвачено большинство сотрудников Министерства здравоохранения, некоторые из которых, предположительно, проживали за пределами зоны эпицентра).

C.2 Отобранный подход

Для зданий из железобетонных конструкций, цифры из исследования Петала по Гёльджюку (11% погибших в результате полного обрушения и 1,5% погибших в результате частичного обрушения) умножаются на 3, чтобы учесть те домохозяйства, все члены которых погибли, находившиеся в здании и, следовательно, не были представлены в опросе Петала. (Обратите внимание на данные из исследования Сахина и Рати (Sahin and Rati, 2000 г.), показывающие, что погибли 6% всего населения Гёльджюка, в то время как показатель смертности Петала показал бы лишь 2%.)

Для каркасных зданий из железобетонных конструкций со стенами в виде заполнений из неармированной кирпичной (каменной) кладки, коэффициент смертности в размере 33% согласуется с данными исследования Сионо (Shiono et al., 1995 г.), согласно которым коэффициент смертности в результате обрушения сооружений с неармированной кладкой в Таншане оценивался в 30%.

Данных об уровне смертности в результате обрушения крупнопанельных зданий из сборных железобетонных конструкций мало, и данные говорят лишь о нижней границе в 11%. (Обратите внимание на данные из исследования Арменяна (Armenian et al., 1997 г.), которые не

скорректированы с поправкой на количество людей, находящихся в обрушившихся крупнопанельных зданиях, а учитывают лишь количество жильцов в крупнопанельных зданиях.)

Ввиду ограниченной доступности согласованных данных об уровне смертности, невозможно провести различие между коэффициентами смертности по различным конструктивным типам зданий. Используются такие оценочные значения как 30%-ный уровень смертности в результате полного обрушения зданий, и 1,5%-ный уровень смертности в результате частичного обрушения.

Соответственно, значение L_d (ожидаемое значение доли погибших среди людей, находящихся в здании, при условии возникновения степени повреждения d) оценивается так, как показано в Таблице C-1.

Таблица C-1 Удельная смертность в результате обрушения зданий

Степень повреждения, d	L_d
Частичное обрушение	0,015
Обрушение	0,30

Приложение D

Информация о доступных строительных нормах и правилах

D.1 Строительные нормы и правила Кыргызской Республики

Строительство зданий в регионе регулируется определенными строительными нормами и правилами с 1887 года. В Кыргызской Республике в настоящее время действуют следующие строительные нормы и правила, применимые к сейсмостойкому проектированию и строительству:

- СНиП КР 20-02:2009, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования.* Это - действующий документ СНиП для сейсмостойкого проектирования в Кыргызской Республике, устанавливающий минимальные требования для проектирования и строительства новых зданий, реконструкции и усиления существующих зданий и сооружений, расположенных в районах с сейсмической опасностью на уровне 7, 8, 9 и выше 9 баллов. Сейсмическая опасность для конкретного участка обусловлена сейсмичностью района и местными геотехническими условиями (с учетом приращения балльности по физико-механическим свойствам грунта). Регулирование конструктивных характеристик зданий и сооружений с учетом разных функций зданий и сооружений основывается на использовании коэффициента ответственности (в документе приведена классификация разных категорий и особенностей конструктивных решений зданий и сооружений). Описываются два метода расчета и анализа: спектральный метод (разработанные требования) и прямой динамический метод (общие требования, включая обязательное участие научно-исследовательских институтов в интерпретации результатов анализа). В документе содержатся конкретные требования к проектированию и конструированию различных конструктивных типологий зданий, отдельных конструктивных элементов и строительных материалов. Максимальное ограничение допустимого горизонтального перекоса этажей используется для регулирования глобальных конструктивных характеристик здания. В документе изложены общие процедуры и требования к зданиям и сооружениям, которые конкретно не упоминаются в строительных нормах и правилах. В общем, в документе описываются методы расчета на сейсмические силы и проектирования, которые широко применяются во многих современных типовых строительных нормах и правилах. В документе также представлена концепция метода нелинейного расчета, анализа и проектирования, но без каких-либо конкретных методических рекомендаций, пособий и ссылок.
- СНиП КР 22-01:1998, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки.* Это - действующий документ СНиП в Кыргызской Республике для оценки сейсмостойкости существующих зданий и сооружений, в котором рассматриваются наиболее распространенные конструктивные типологии зданий и определяется процедура оценки, основанная на соответствии конструктивных систем,

действующим строительным нормам и стандартам проектирования, обследовании технического состояния конструкций существующих зданий и сооружений, аналитической работе, усилении конструкции существующих конструкций и ее влиянии на возможный ущерб во время сейсмического события (землетрясения). Процедура оценки включает в себя следующие основные этапы: предварительное обследование, изучение имеющейся проектно-технической документации и геотехнической информации, классификация (конструктивная типология) зданий, детальное обследование (включая испытание материалов и отдельных узлов конструктивных элементов или всего здания), оценка соответствия действующим строительным нормам и стандартам, аналитическая работа (поверочные расчеты и проектирование), составление отчета (технического заключения) и его рассмотрение и обсуждение научно-техническим комитетом. Процедуры оценки основываются на соблюдении требований строительных норм и правил для новых строительных конструкций.

- СНиП КР 31-02:2008, *Проектирование и застройка территорий г. Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому*. Это - действующий документ СНиП для сейсмостойкого проектирования в Кыргызской Республике, устанавливающий минимальные требования для проектирования и строительства новых зданий, расположенных на территории Бишкека и сел, вдоль линии Ысык-Атинского разлома. Данный СНиП предусматривает подразделение территории, сейсмическую нагрузку, ограничения на строительные конструкции с разными категориями и особенностями конструктивных решений, требования к объемно-планировочному решению и конструктивным системам зданий, а также требования к отдельным конструктивным элементам и системам зданий. Данным СНиП допускаются два типа строительства: здания с монолитными железобетонными стенами и каркасные здания из легких материалов и конструкций (исключения допускаются при соответствующей аналитической поддержке и дополнительном одобрении властей).

- СНиП (Россия, на русском языке). В дополнение к местным действующим и будущим строительным нормам и правилам в Кыргызской Республике, были также рассмотрены несколько других строительных норм и правил, чтобы проследить за развитием таких норм в регионе. Важно отметить, что действующие строительные нормы и правила во многих странах региона являются прямыми «потомками» норм и стандартов советской эпохи, и имеют между собой много общего. Было установлено, что будет весьма полезно изучить данные дополнительные документы и получить дополнительные знания и понимание намерений норм, ограничений во время строительства, а также будущих тенденций и изменений (развитий) в нормативах сейсмостойкого проектирования в регионе. Были рассмотрены следующие строительные нормы и правила:

  - СНиП II-7-81* (1995). Строительство в сейсмических районах.
  - СНиП II-7-81* (СП 14.13330.2014 - 2014 г.). Строительство в сейсмических районах.
  - СНиП II-7-81* (СП 14.13330.2014 - 2016 г.). Строительство в сейсмических районах.

  В целом, новое поколение строительных норм и правил унаследовало структуру строительных норм и правил советских времен, с включением дополнительных соображений, отражающих состояние практики и научных исследований в данной области. В последних версиях строительных норм и правил по сейсмостойкому проектированию заявлены цели сейсмостойкого проектирования для заданного уровня землетрясения. В новых редакциях

СНиП (СП) в дополнение к уровню проектного землетрясения был введен второй уровень интенсивности сейсмического воздействия (максимальное расчетное землетрясение). Практическая цель уровня проектного землетрясения заключается в предотвращении частичной или полной потери функциональности здания. Практическая цель максимального расчетного землетрясения заключается в предотвращении полного обрушения конструкции или его частей, угрожающего жизни людей, находящихся в здании. Коэффициенты допустимого повреждения (аналогично нормам в Соединенных Штатах Америки) оказались одинаковыми для рассмотренных норм и, как правило, соответствуют системам с низкой пластичностью.

Строительные нормы и правила Кыргызской Республики находятся в процессе обновления. Были разработаны и обновлены следующие (актуализированные) строительные нормы, которые, как и ожидалось, были утверждены в 2019 году:

- СН КР 20-02:2018, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования*. Данный документ СН обеспечивает основные требования к сейсмостойкому проектированию зданий и сооружений в Кыргызской Республике, аналогично ASCE/SEI 7-10, *Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других сооружений* (ASCE, 2010 г.), в Соединенных Штатах Америки. Документ СН включает в себя определение расчетных сейсмических сил исходя из расчетного спектра реакции на сейсмическое воздействие, рассмотрение районов с переменной сейсмической опасностью, классификацию участков исходя из скорости сдвиговой (поперечной) волны, усиление с учетом факторов, характерных для данного участка, учет эффективной массы, усиление с учетом надежности здания по назначению (по расчетному числу людей в здании и этажности), а также поправку на «коэффициент поведения» (то есть, *R*-факторы). Требования также включают в себя учет воздействия вертикально направленных сейсмических сил, кручения, деформационной совместимости, воздействия сил на части и фрагменты конструкций, прогибов диафрагм и «P-дельта» эффектов.
- СН КР 22-01:2018, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки.* Данный документ СН содержит требования к оценке сейсмостойкости существующих зданий в Кыргызской Республике. Документ СН ссылается на СНиП КР 20-02 в части основных требований к сейсмостойкому проектированию, а также включает в себя положения, которые аналогичны требованиям ASCE/SEI 41-17, *Оценка сейсмостойкости и усиление зданий существующей застройки* (ASCE, 2017b) в Соединенных Штатах Америки, включая: изыскания на участке, изучение чертежей, обеспечение достаточных знаний, и определение свойств материалов. Документ СН включает в себя два метода к оценке: (1) метод, предусматриваемый СН; и (2) метод пушовер анализа. Первый метод (СН) требует, чтобы существующие здания обладали прочностью при воздействии поперечной силы, равную доле требуемой для несущей способности новых зданий, в диапазоне от 0,5 до 1,0 – в зависимости от расчетной надежности здания. Требуемая несущая способность существующих школьных зданий составляет 0,8 требуемой несущей способности для новых зданий. Второй метод, пушовер анализ использует критерий коэффициента надежности, оценивающий соотношение между степенью разрушения и той точкой, в которой механизм создает боковую неустойчивость (поперечная потеря устойчивости). В приложении представлены таблицы, показывающие степени повреждения

компонентов, которые являются хорошими, удовлетворительными, неудовлетворительными или критическими.

- СН КР 31-02:2018, *Проектирование и застройка территорий г. Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому*. Данный документ СН содержит требования к сейсмостойкому проектированию, характерные для районов Бишкека и прилегающих сел. Документ СН включает в себя технические характеристики, определяющие следующие задачи: защита жизни, ограничение ущерба, предохранение от землетрясений; а также предлагает специальные значения и факторы сейсмической опасности для грунта и местности; но, во всем остальном, СН ссылается на СНиП КР 20-02:2018 в части базового сейсмостойкого проектирования.

D.2 Международные строительные нормы и правила и стандарты

При проведении оценки на основе «Перфоменс-проектирования» и проектировании инкрементов усиления несущей конструкции школьных зданий в Кыргызской Республике, учитывались следующие стандарты и строительные нормы и правила США и России:

- ACI 318-14, *Требования строительных норм и правил для конструктивного и строительного бетона* (ACI, 2014). Этот документ СНиП предусматривает минимальные требования к материалам, проектированию и детальному конструированию зданий из железобетонных конструкций в Соединенных Штатах Америки.

- ASCE/SEI 7-16, *Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других сооружений*, (ASCE, 2017a). Данный стандарт определяет минимальную нагрузку, расчетные сочетания нагрузок, категории зданий по их степени опасности для людей и категории риска, а также требования к проектированию новых зданий и прочих сооружений, на которые распространяются требования строительных норм и правил США.

- ASCE/SEI 41-17, *Оценка сейсмостойкости и усиление конструкции существующих зданий* (ASCE, 2017b). Данный стандарт обеспечивает проектирование зданий и сооружений с прогнозируемым уровнем повреждений их несущих конструкций («Перфоменс-проектирование») и критерии приемки для оценки сейсмостойкости и усиления конструкции зданий в Соединенных Штатах Америки.

- FEMA 547, *Методы сейсмического восстановления существующих зданий* (FEMA, 2006). Этот документ представляет собой сборник практических и эффективных методов восстановления существующих зданий после землетрясений. Документ включает в себя руководство по смягчению конкретных недочетов сейсмостойкости в типовых зданиях разных конструктивных типов, а также советы касательно детального конструирования и строительной технологичности проектных решений.

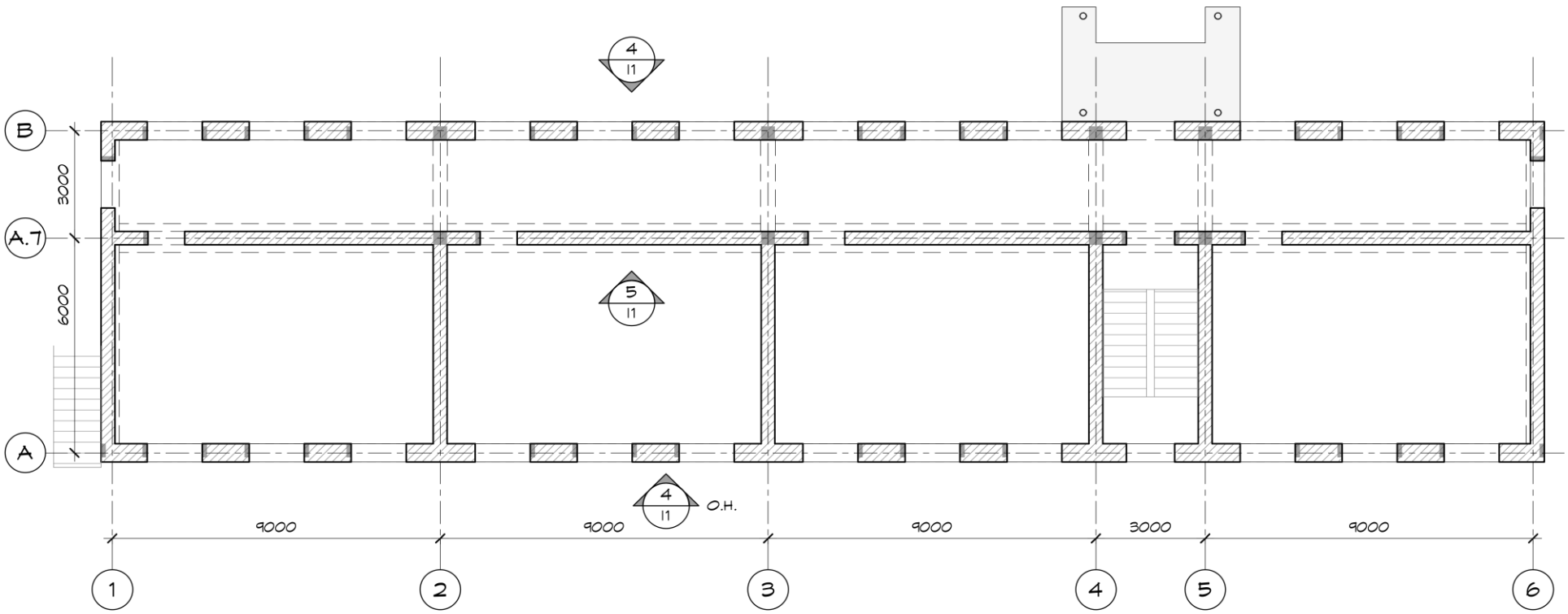
- TMS 402/602-16, *Требования строительных норм и правил и спецификации для комплексных (каменных) конструкций.* (TMS, 2016 г.). Данный документ СНиП устанавливает минимальные требования к материалам, проектированию и детальному конструированию зданий с армированной кладкой из комплексных конструкций в Соединенных Штатах Америки.

- NTC-M 2017, *Дополнительные технические стандарты на проектирование и строительство каменных (комплексных) конструкций* (на испанском языке). Это – действующий в Мексике документ СНиП для кирпичных (комплексных) зданий с железобетонными включениями.

Приложение E

Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из КВ типологии

В данном Приложении представлены концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ по типологии «Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями (КВ)», разработанной для данного проекта.



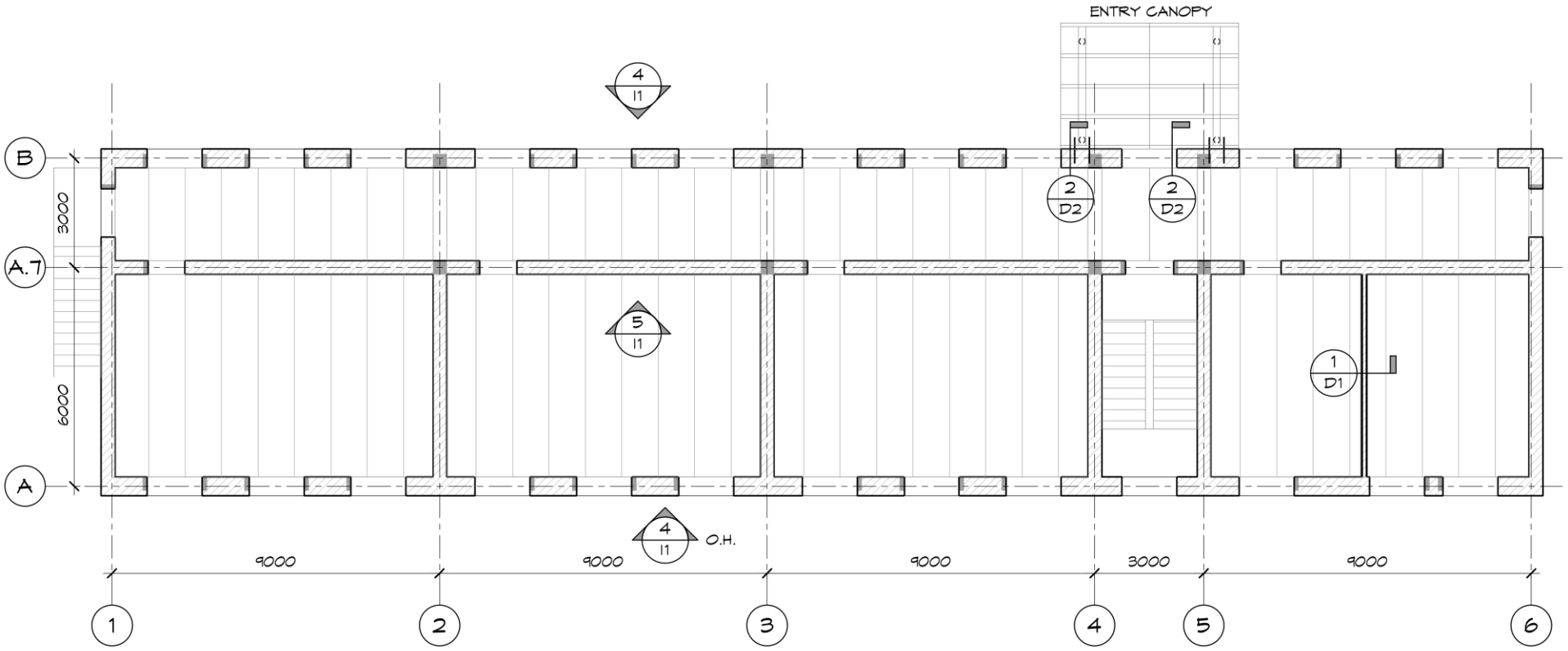
1 / I1 LEVEL 1 - INCREMENT 1

LEGEND

(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

(E) CONCRETE COLUMN



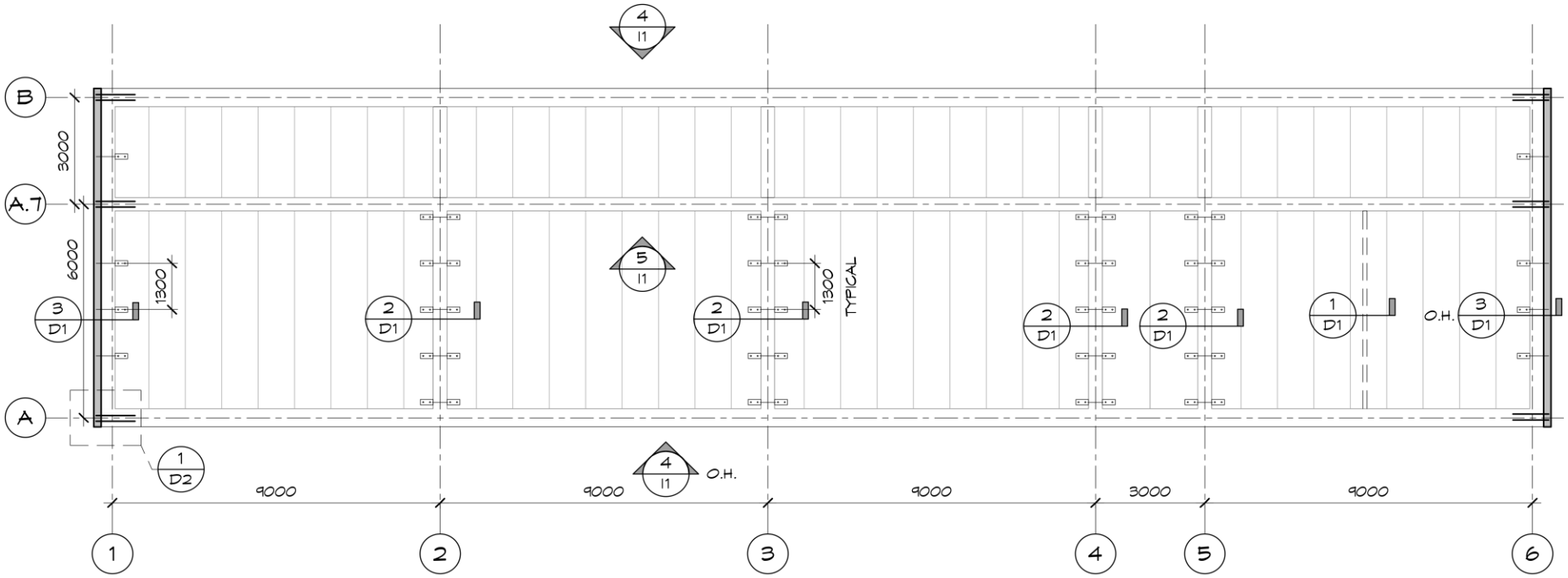
2 I1 LEVEL 2 - INCREMENT 1

LEGEND

(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

(E) CONCRETE COLUMN



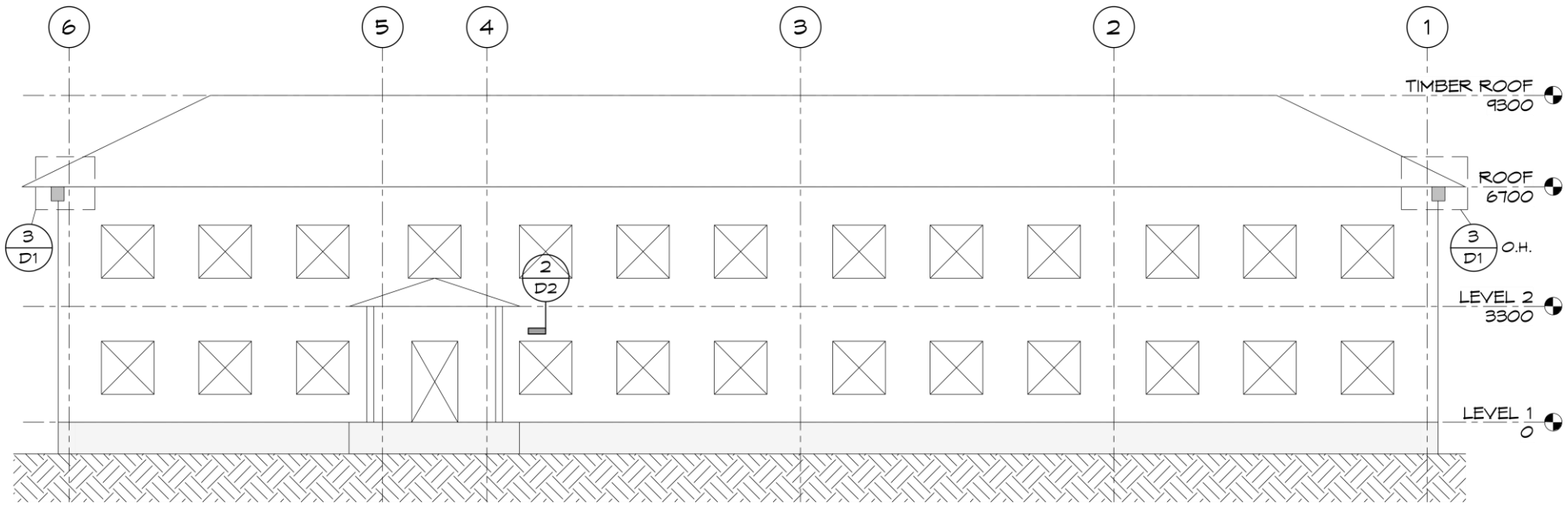
3 I1 ROOF - INCREMENT 1

LEGEND

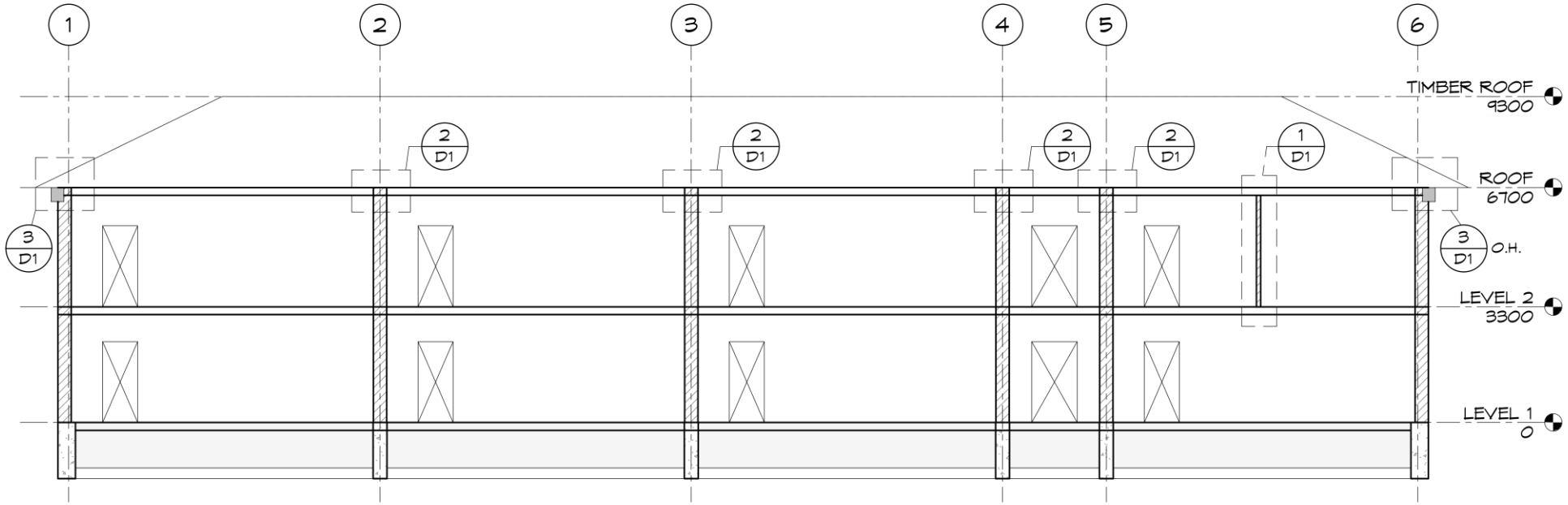
(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

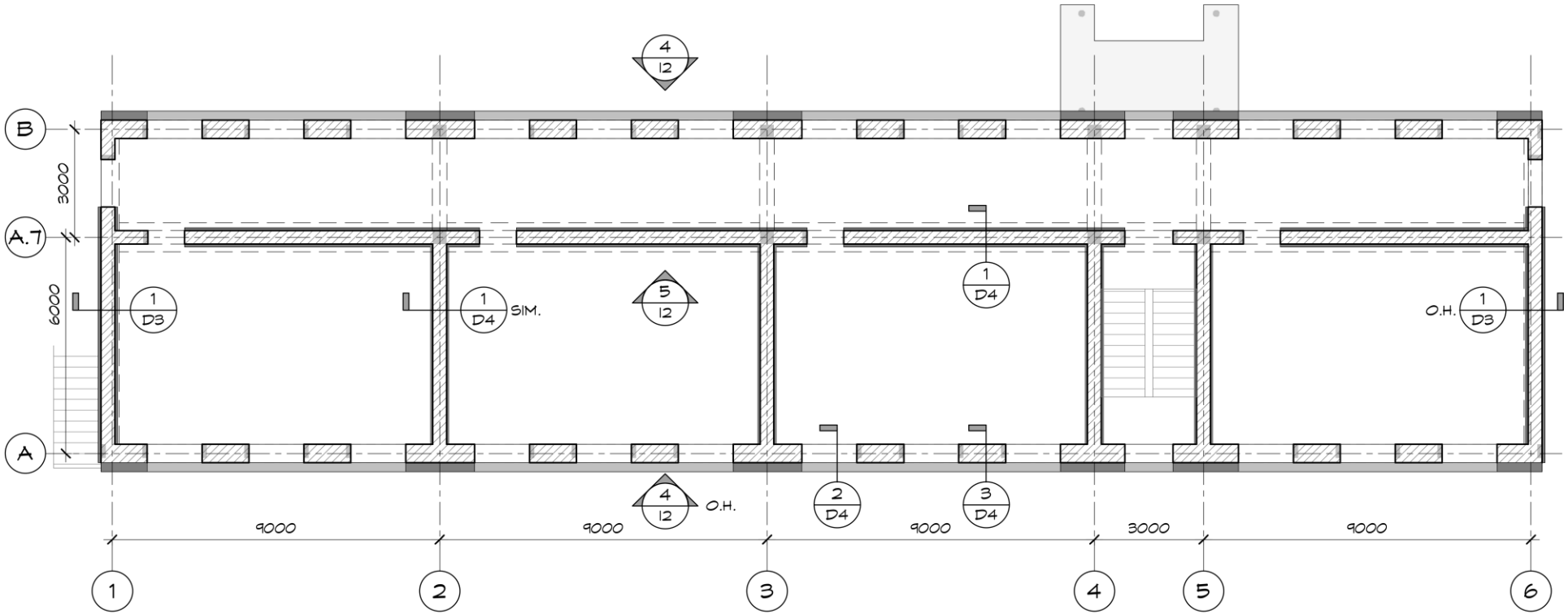
(E) CONCRETE COLUMN



4 / I1 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 1



5 / I1 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 1



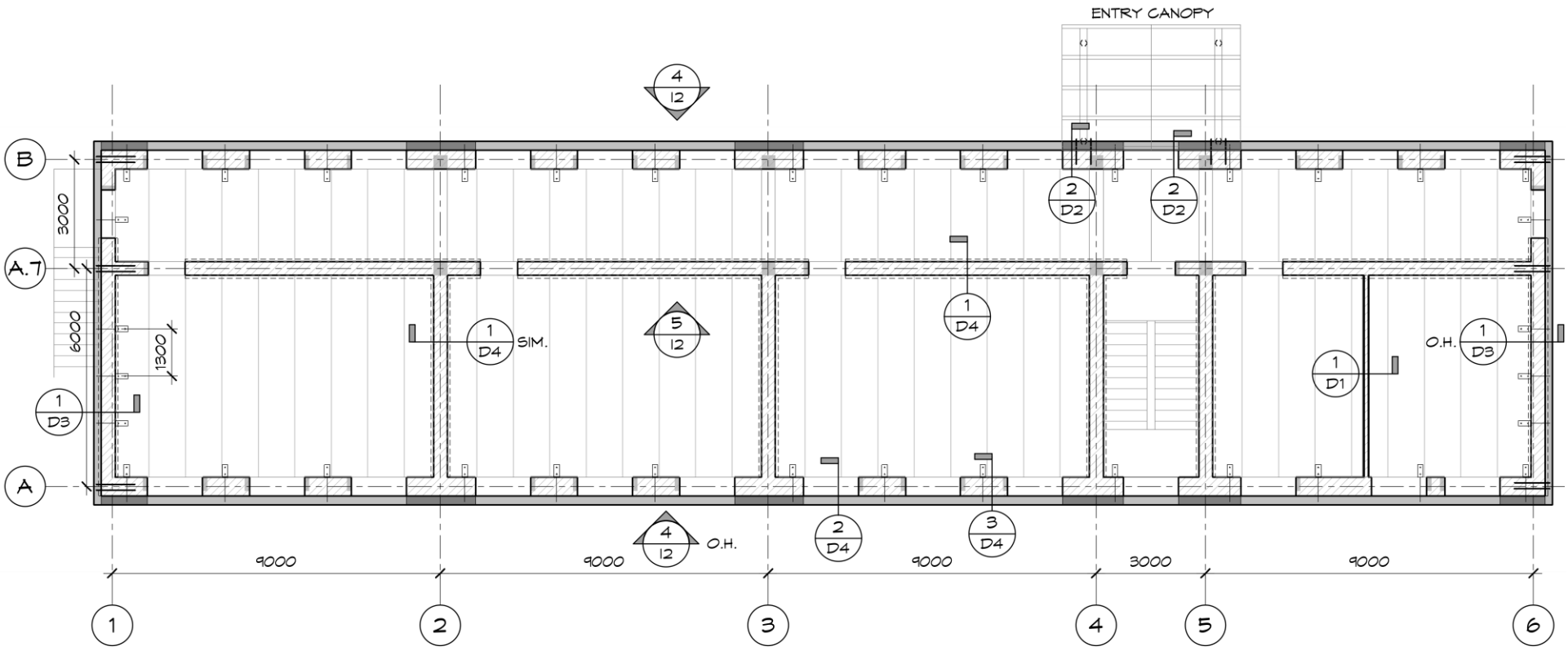
1/12 LEVEL 1 - INCREMENT 2

LEGEND

(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

(E) CONCRETE COLUMN



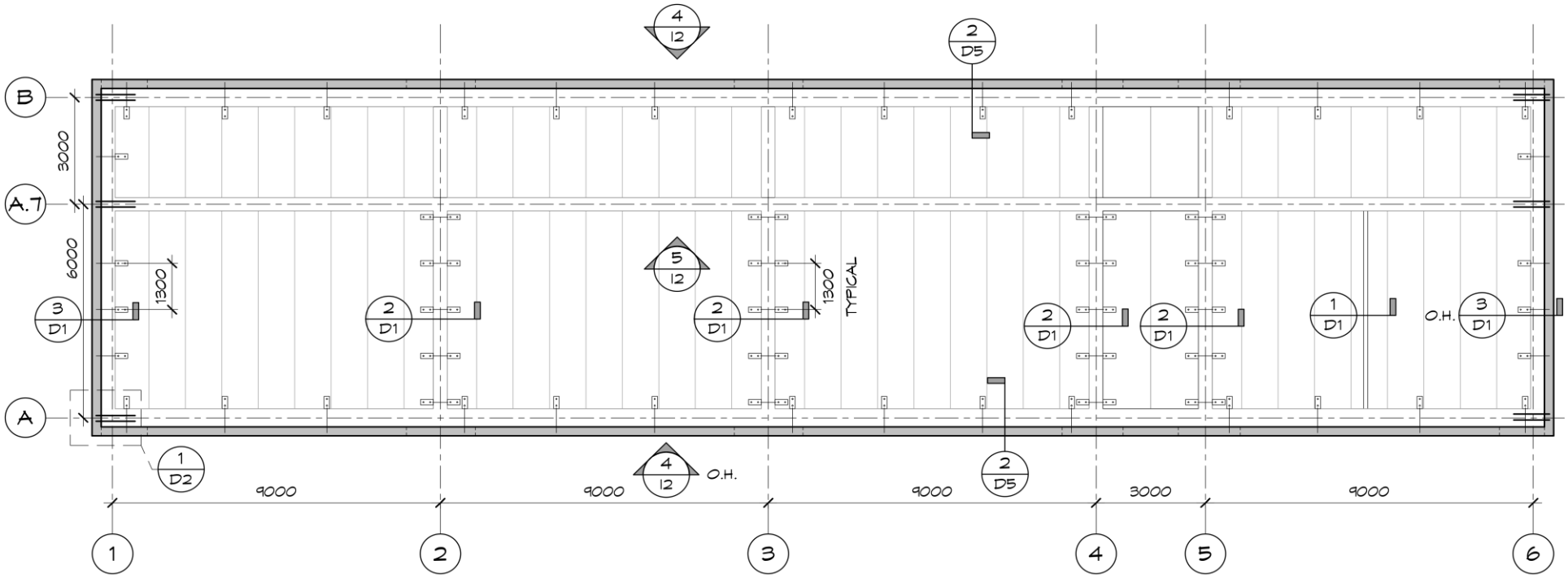
2 / 12 LEVEL 2 - INCREMENT 2

LEGEND

(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

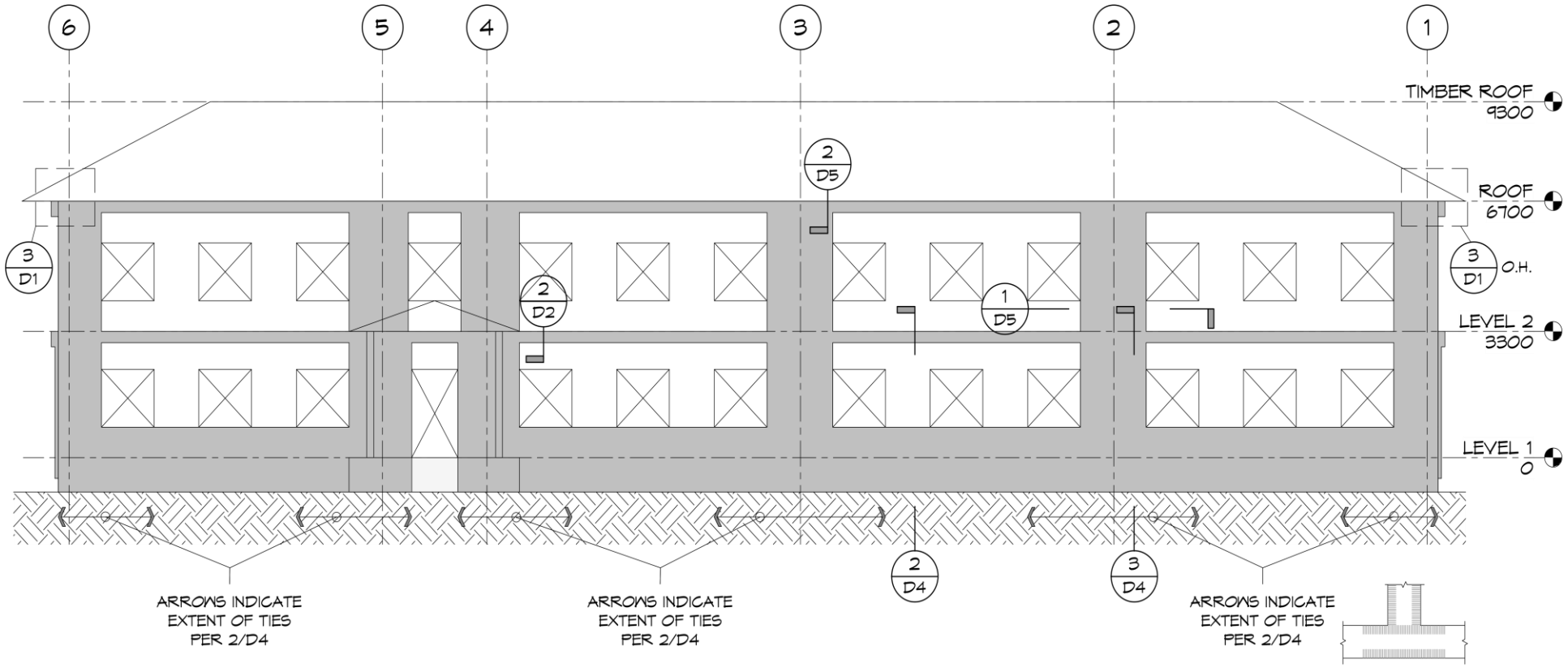
(E) CONCRETE COLUMN



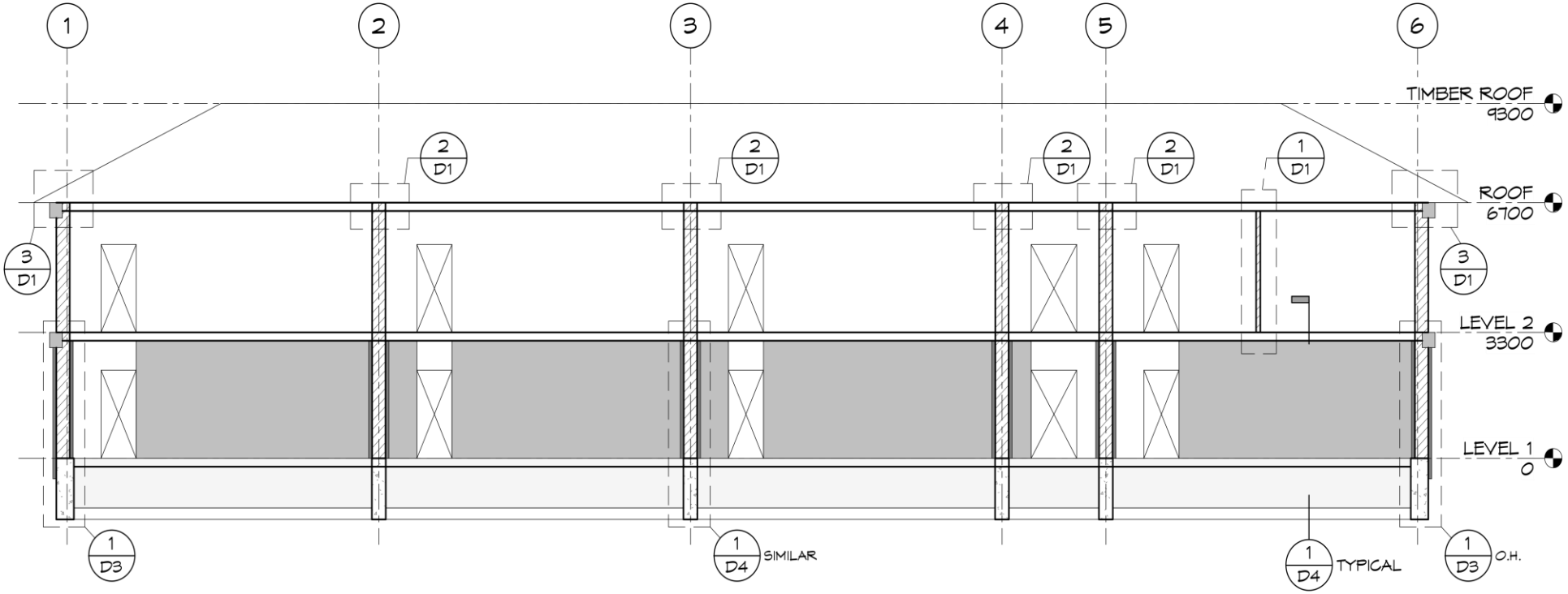
3 / 12 ROOF - INCREMENT 2

LEGEND

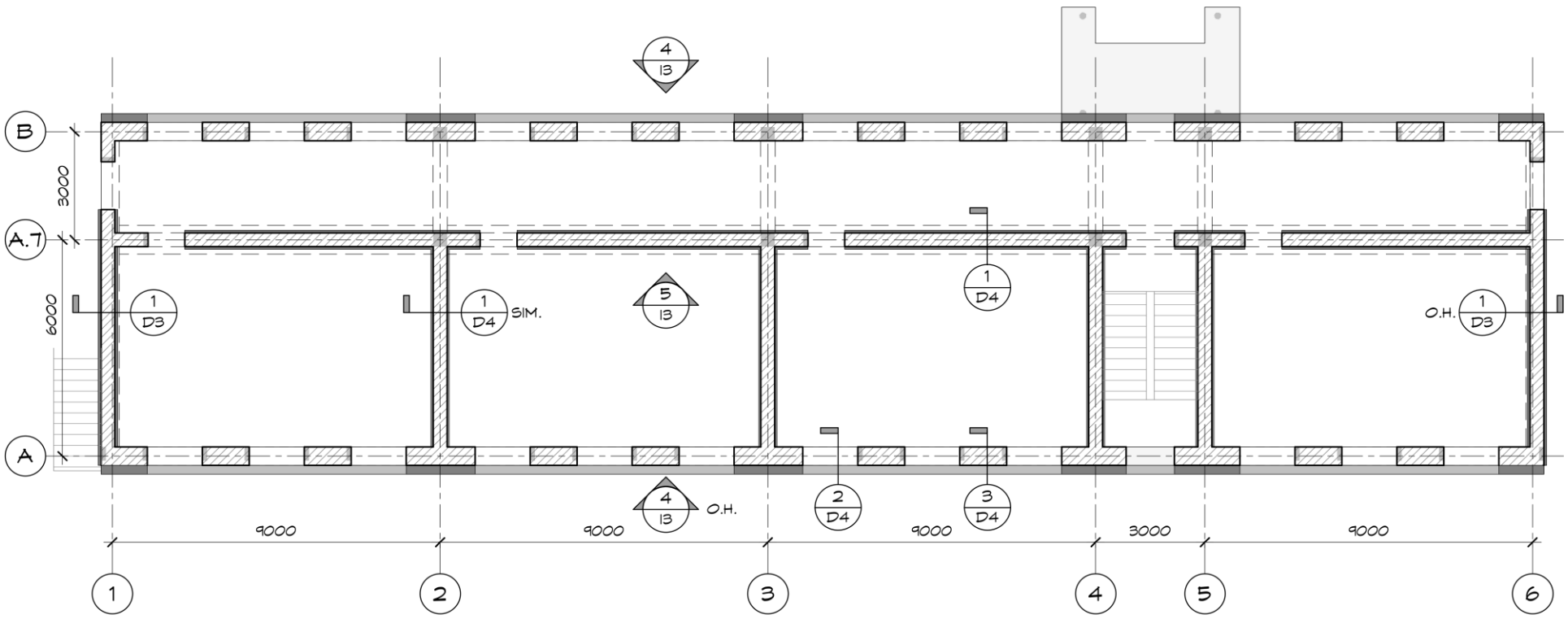
- (N) CONCRETE M350
- (E) MASONRY WALL
- (E) CONCRETE COLUMN



4/12 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 2



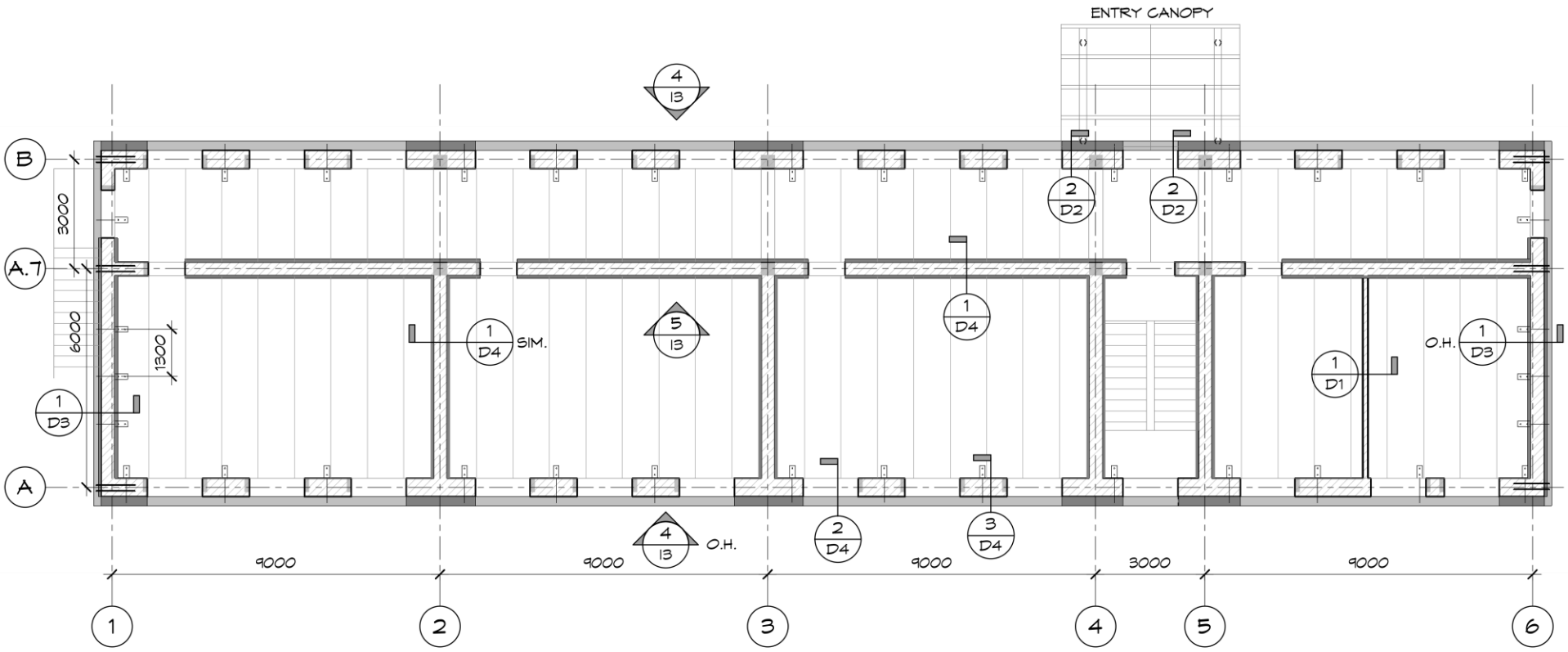
5 / 12 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 2



1 / 13 LEVEL 1 - INCREMENT 3

LEGEND

- (N) CONCRETE M350
- (E) MASONRY WALL
- (E) CONCRETE COLUMN



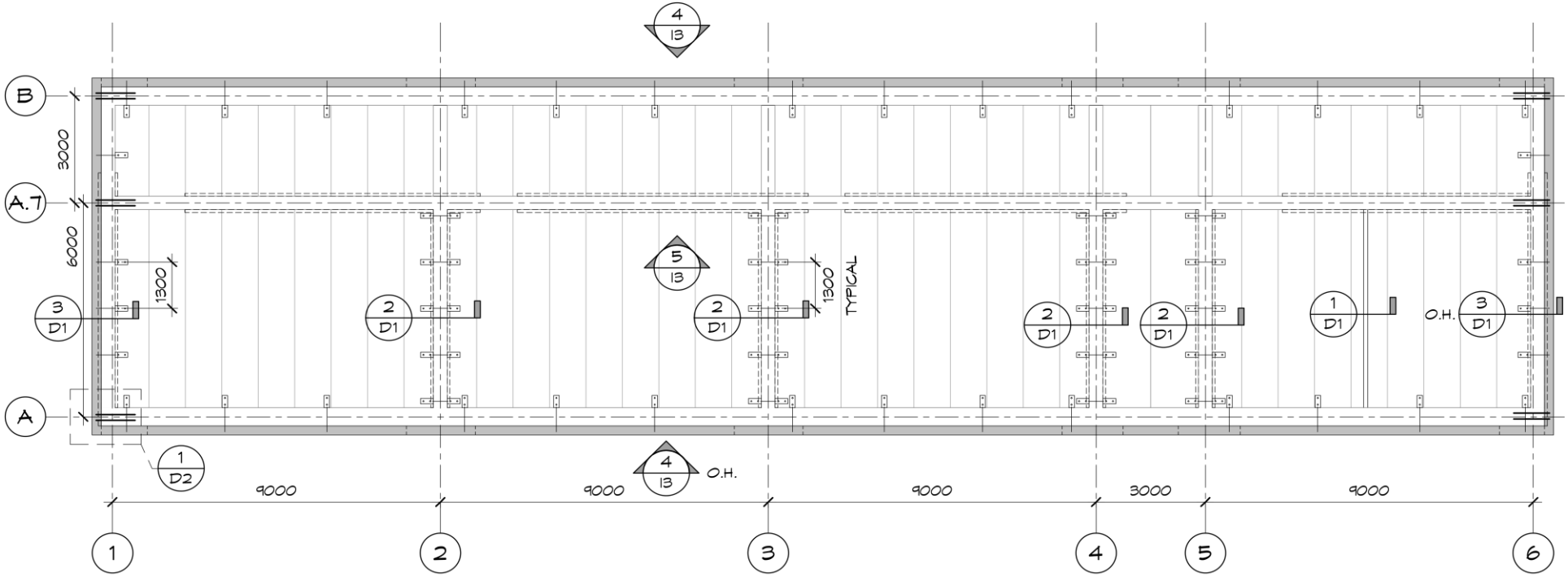
2 / 13 LEVEL 2 - INCREMENT 3

LEGEND

(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

(E) CONCRETE COLUMN



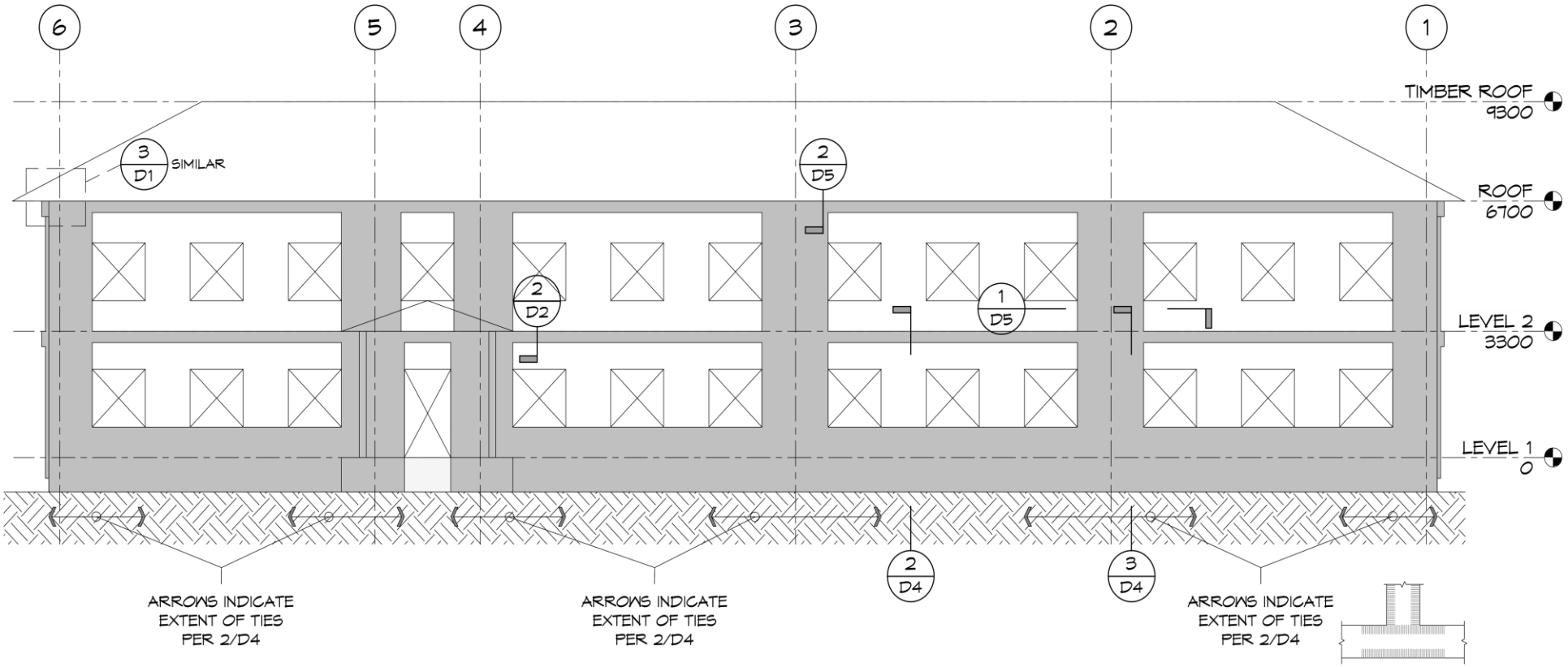
3 / 13 ROOF - INCREMENT 3

LEGEND

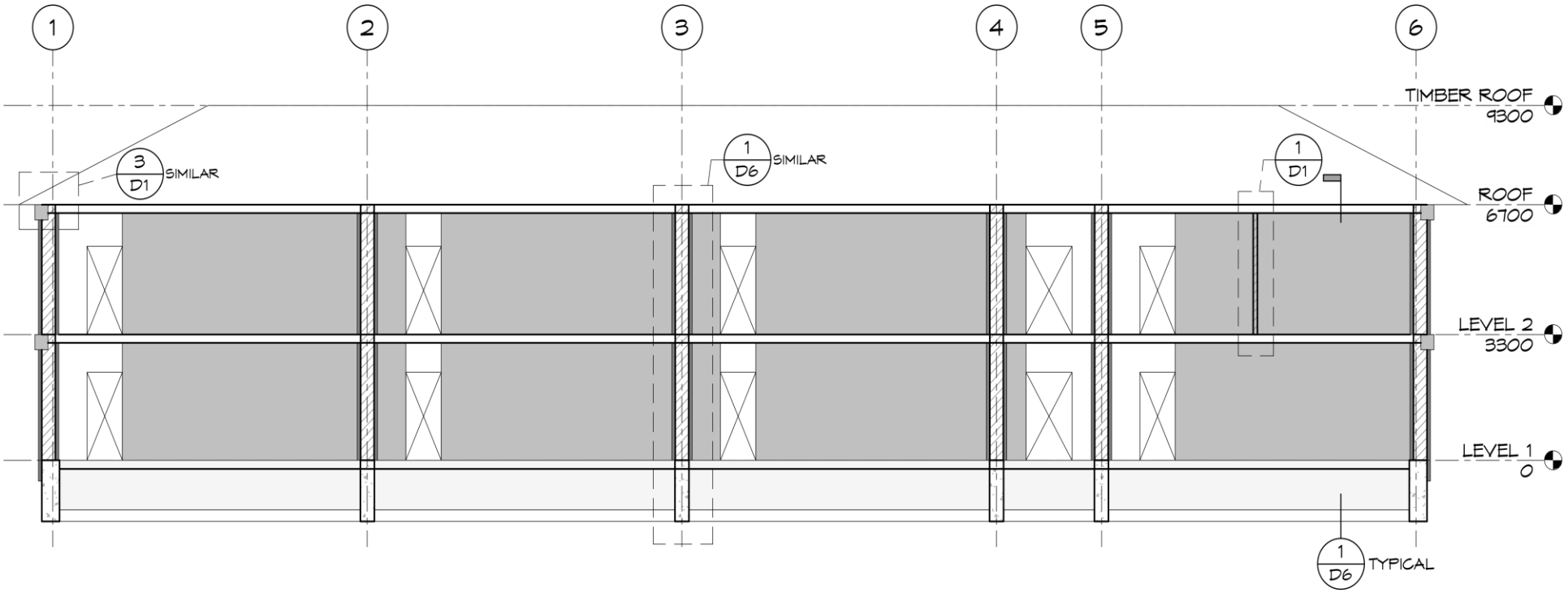
(N) CONCRETE M350

(E) MASONRY WALL

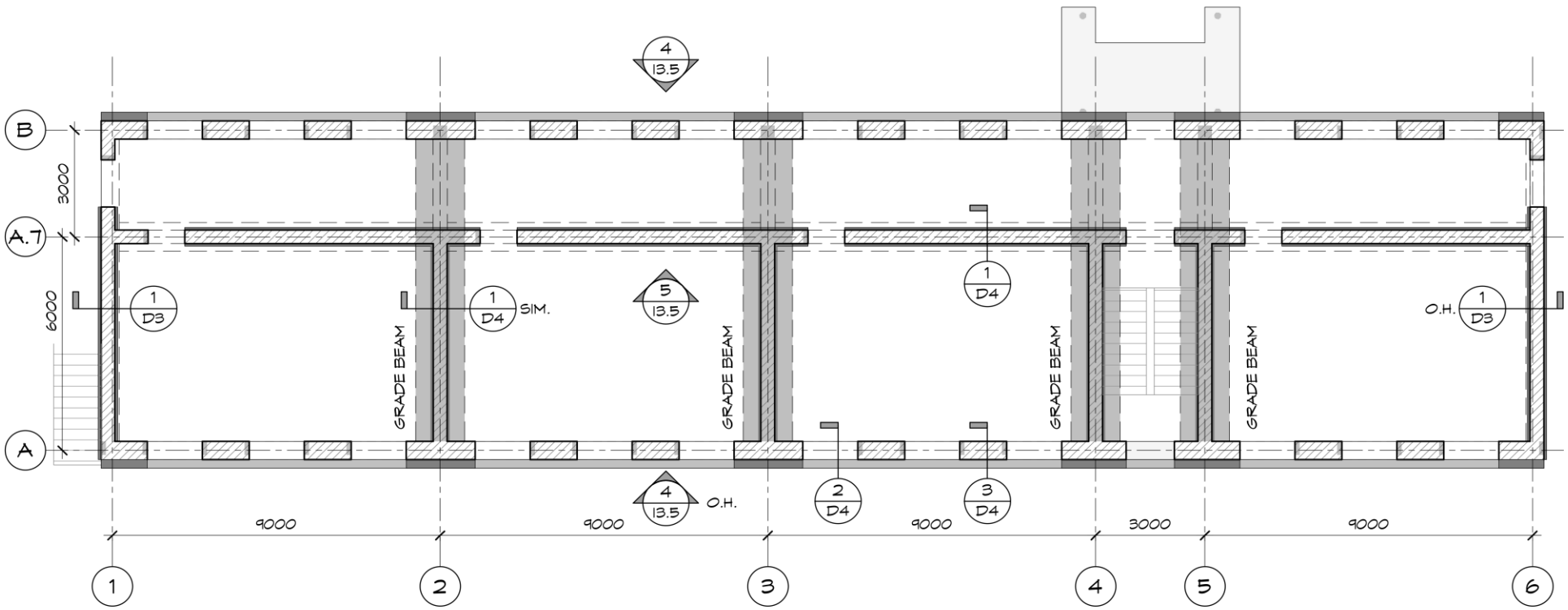
(E) CONCRETE COLUMN



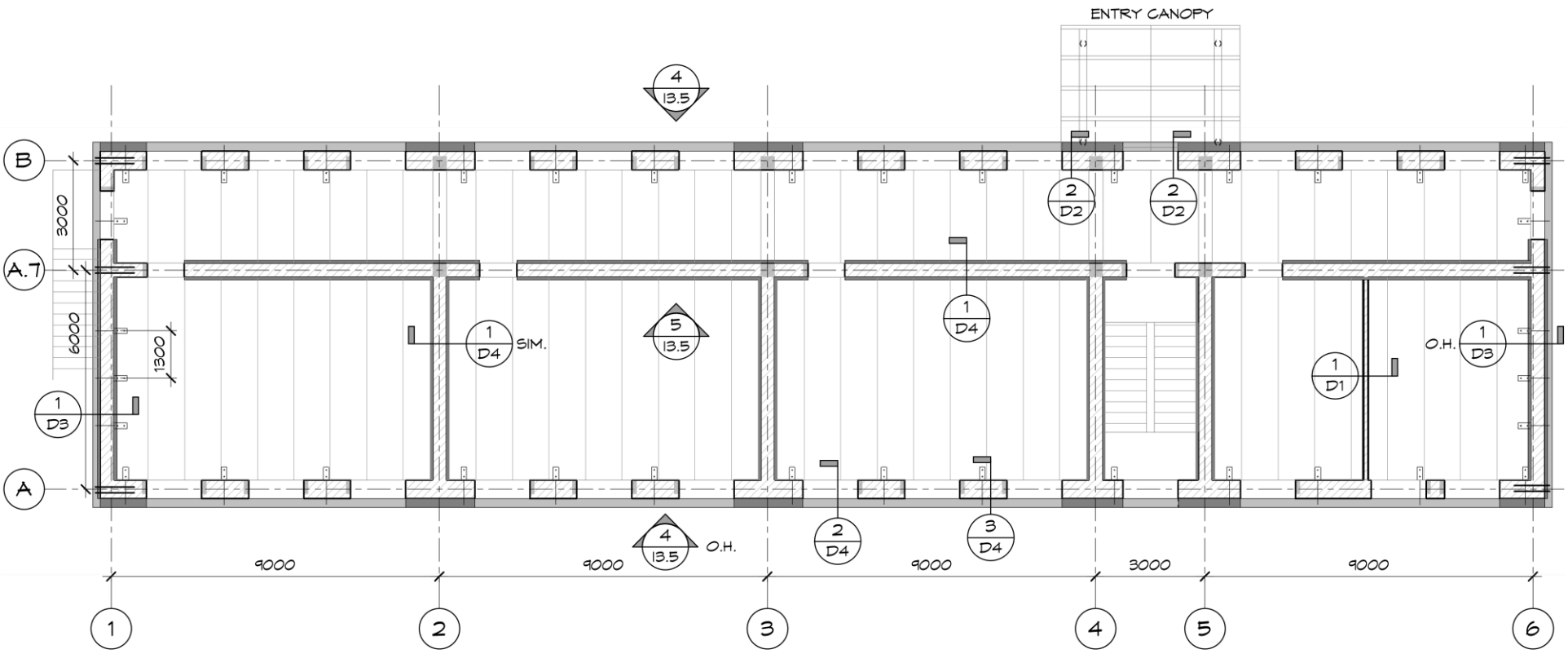
4
13 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3



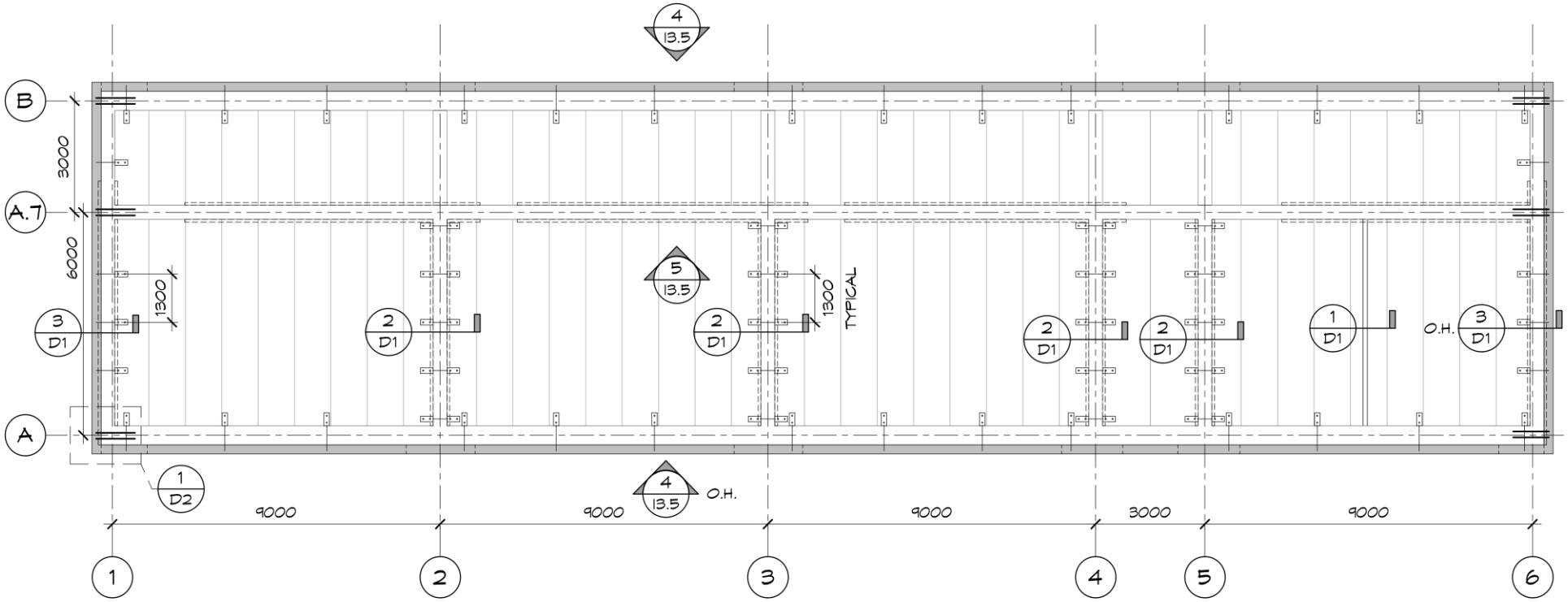
5 / 13 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3



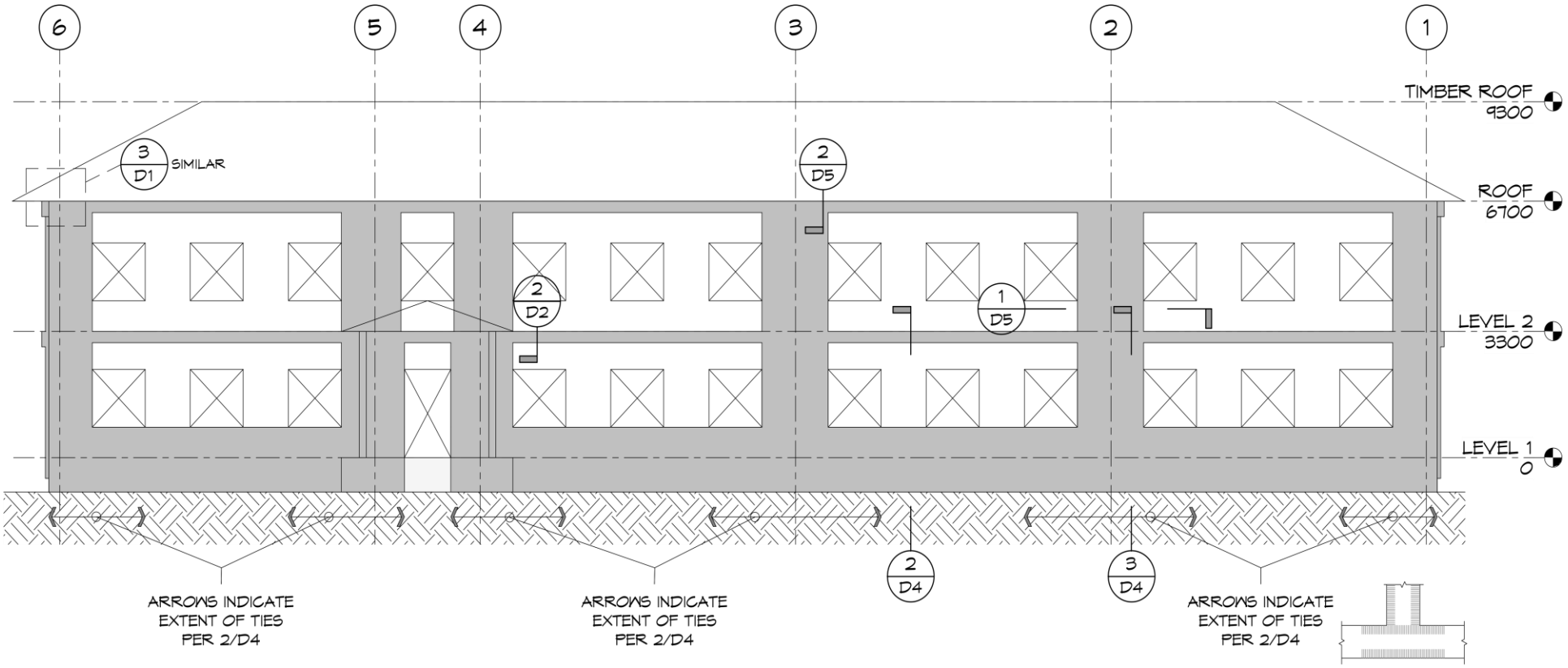
1 / 13.5 LEVEL 1 - INCREMENT 3.5



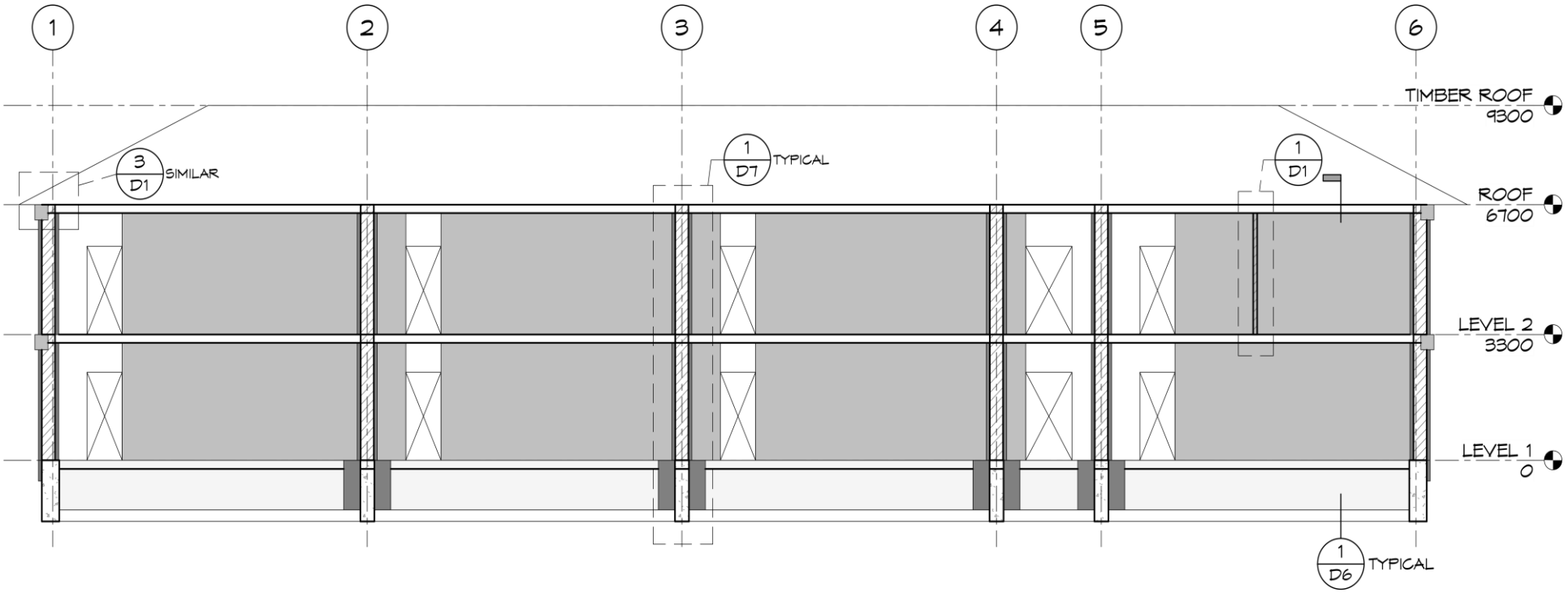
2 / 13.5 LEVEL 2 - INCREMENT 3.5



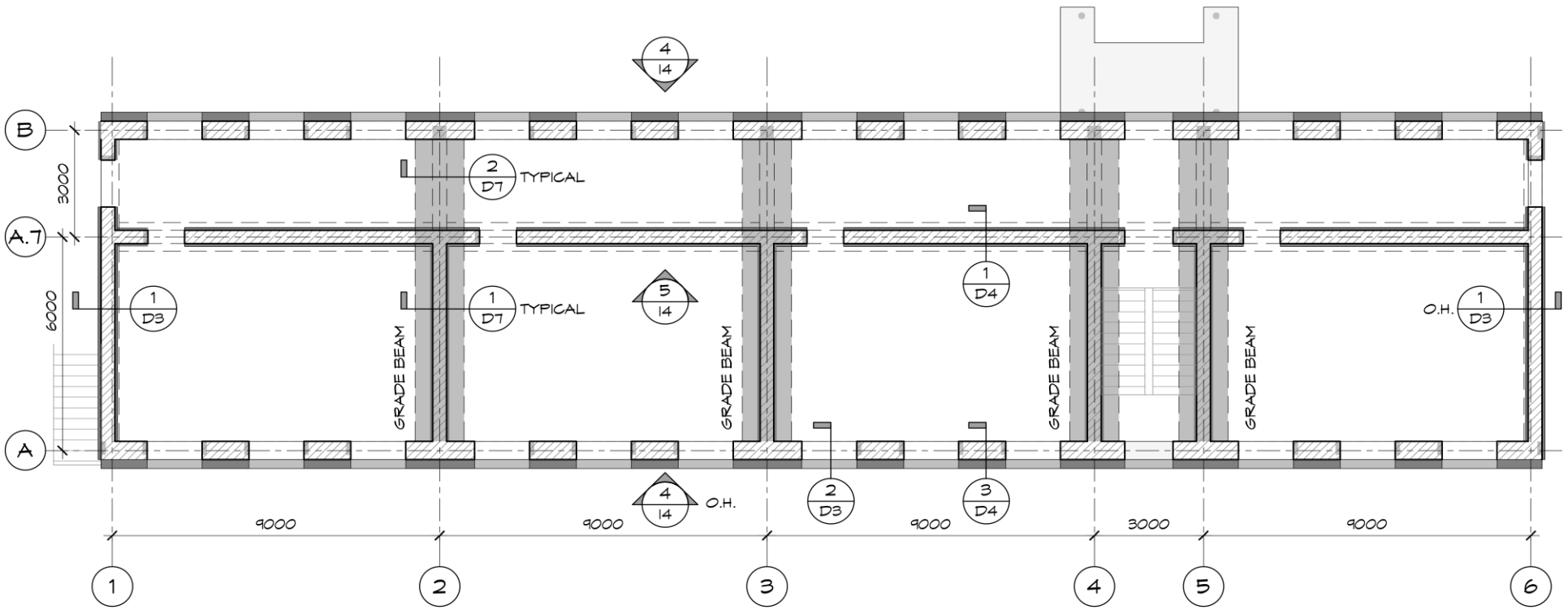
3 / 13.5 ROOF - INCREMENT 3.5



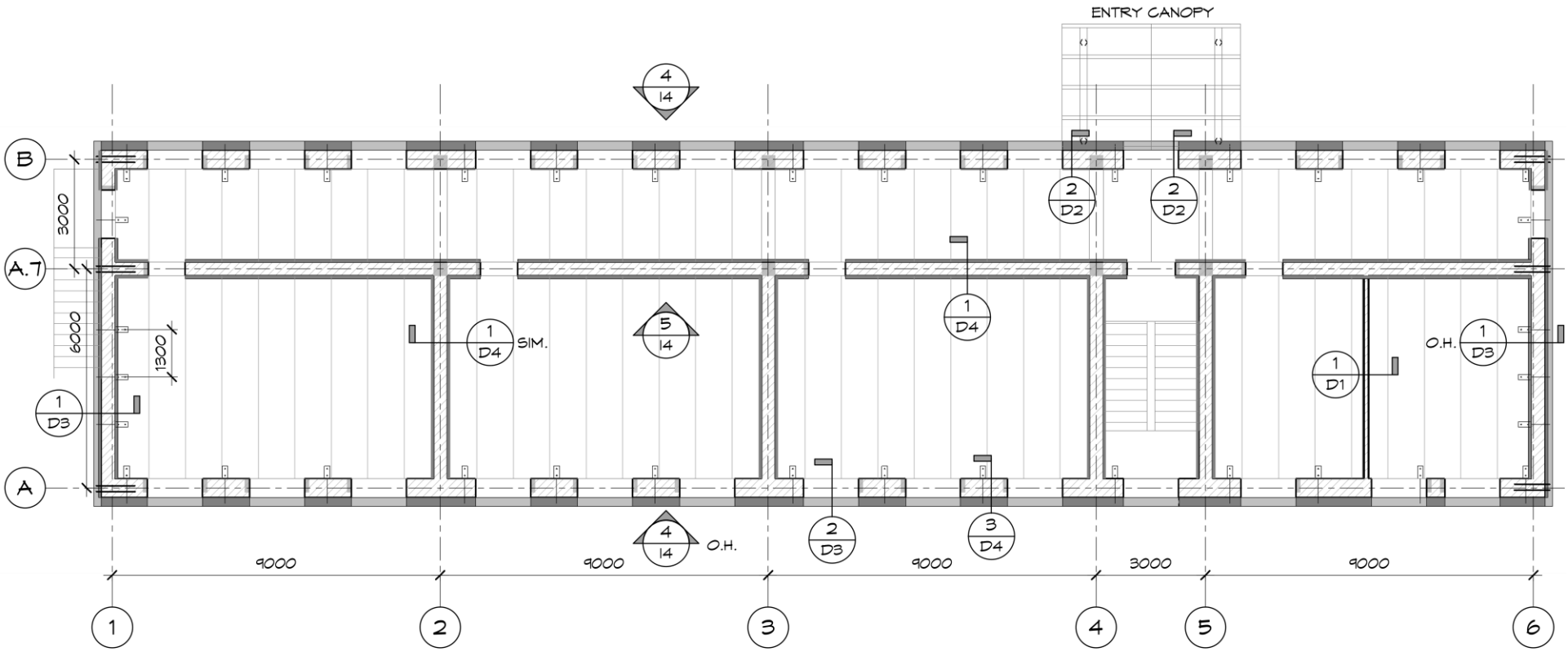
4
13.5 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3.5



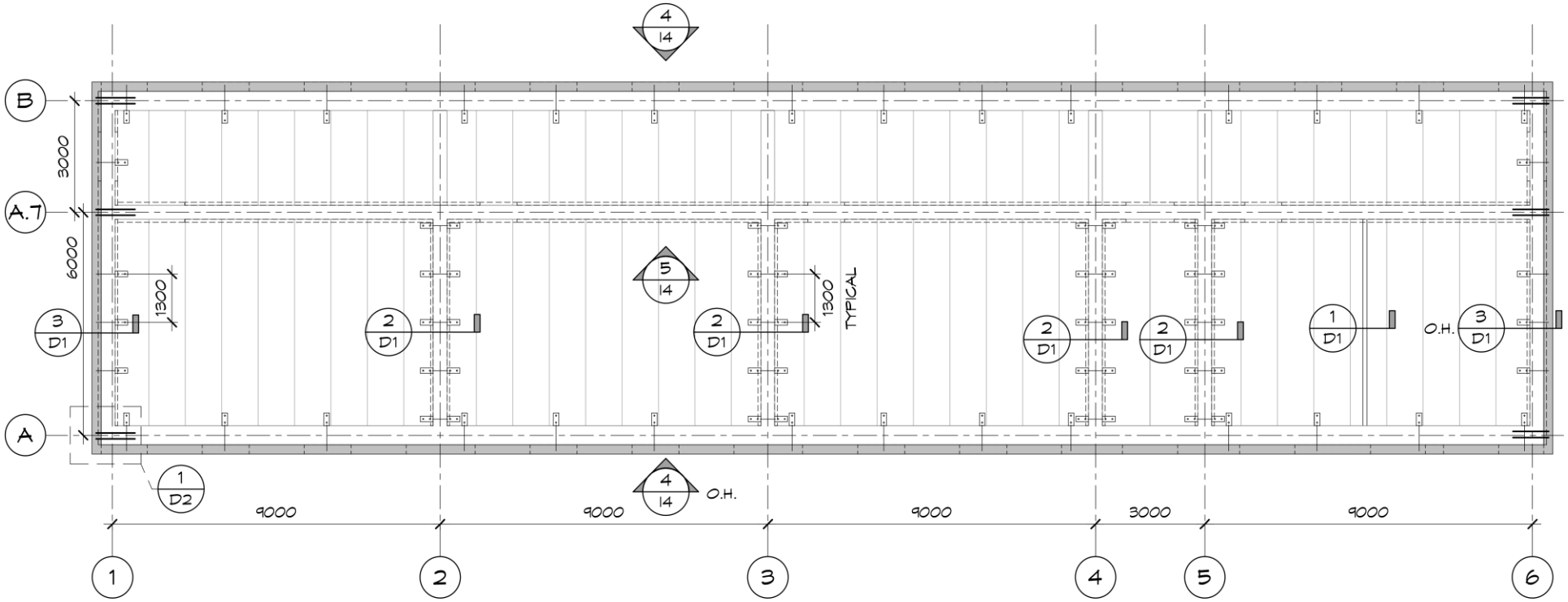
5 / 13.5 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3.5



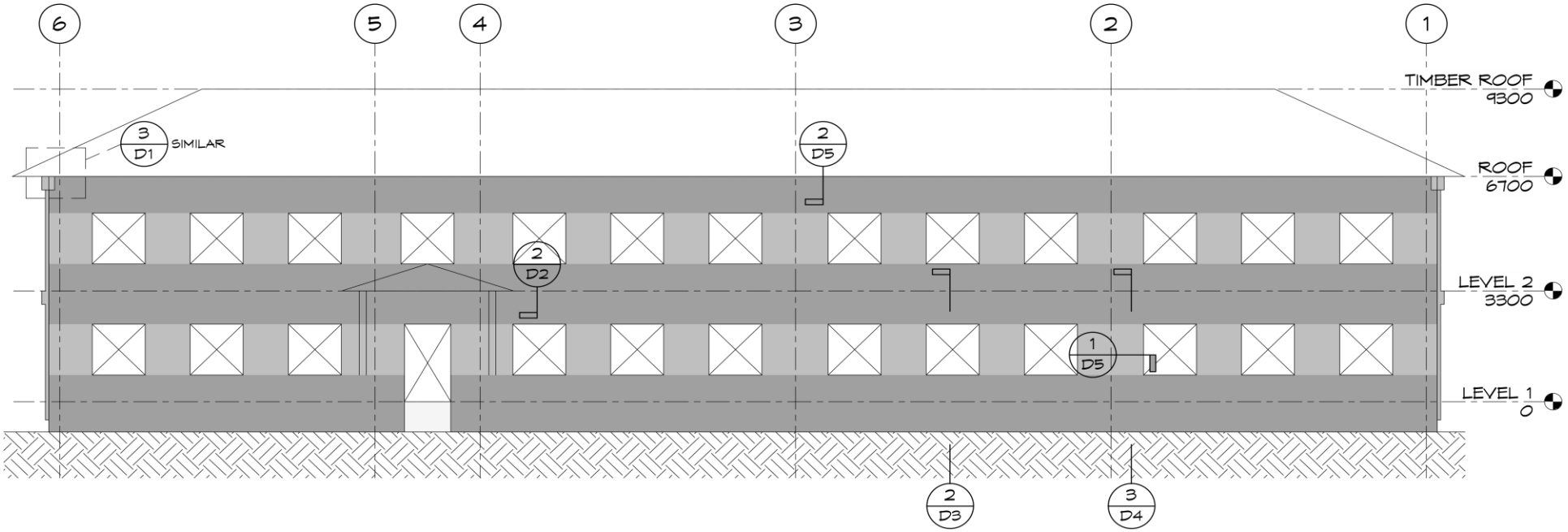
1/14 LEVEL 1 - INCREMENT 4



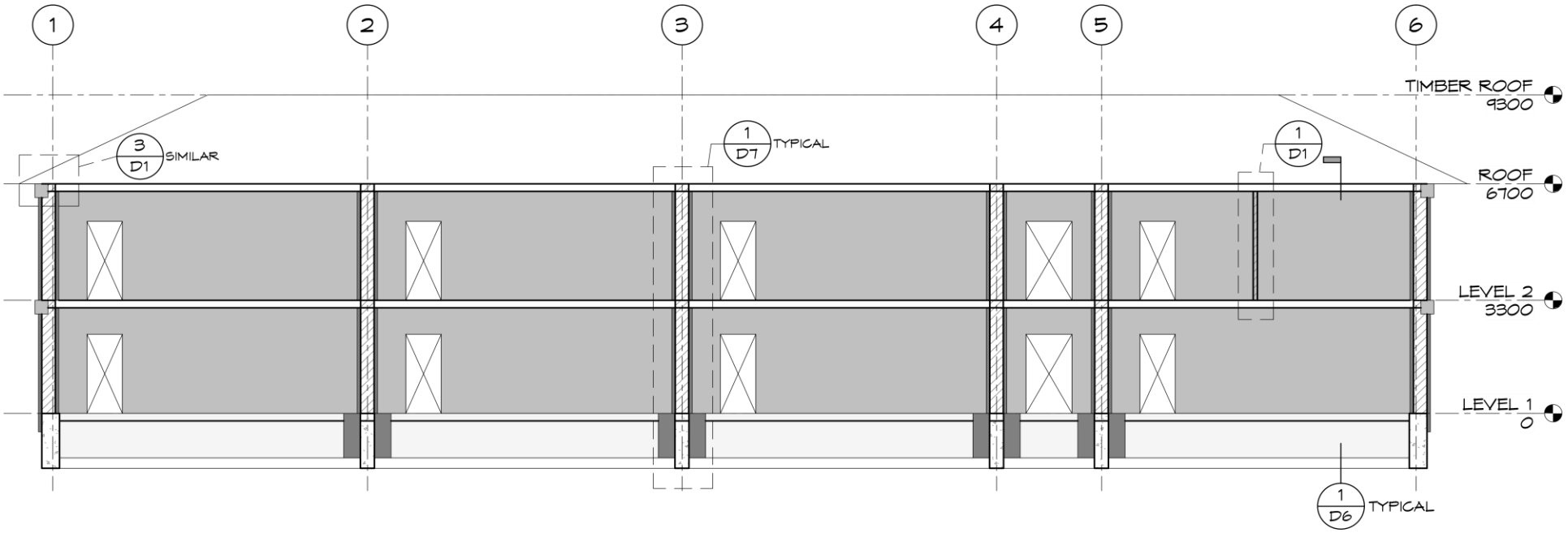
2/14 LEVEL 2 - INCREMENT 4



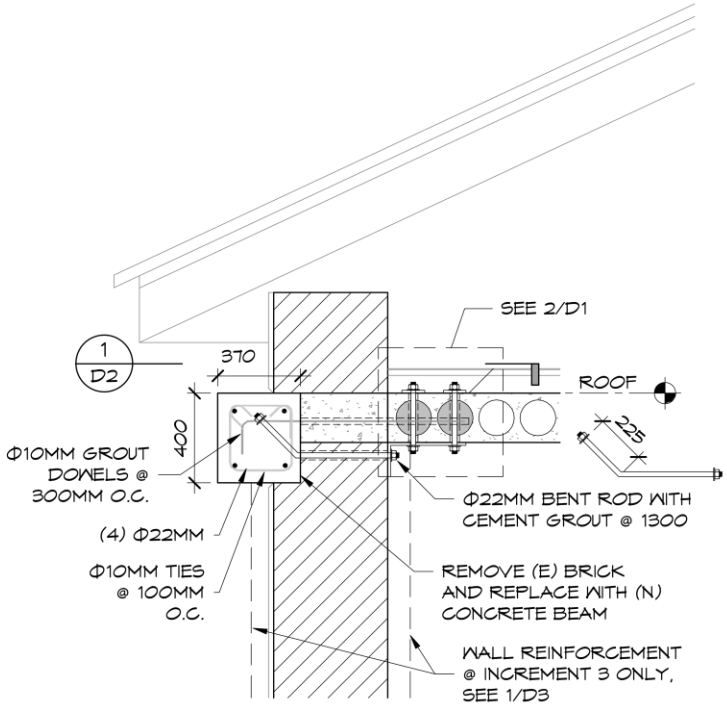
3/14 ROOF - INCREMENT 4



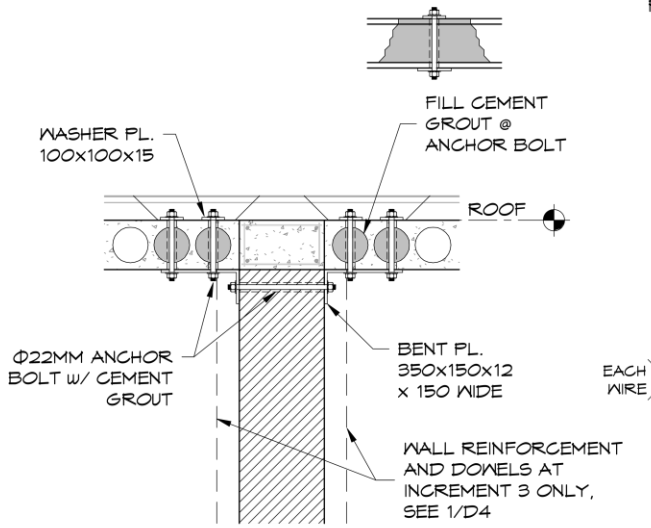
4/14 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 4



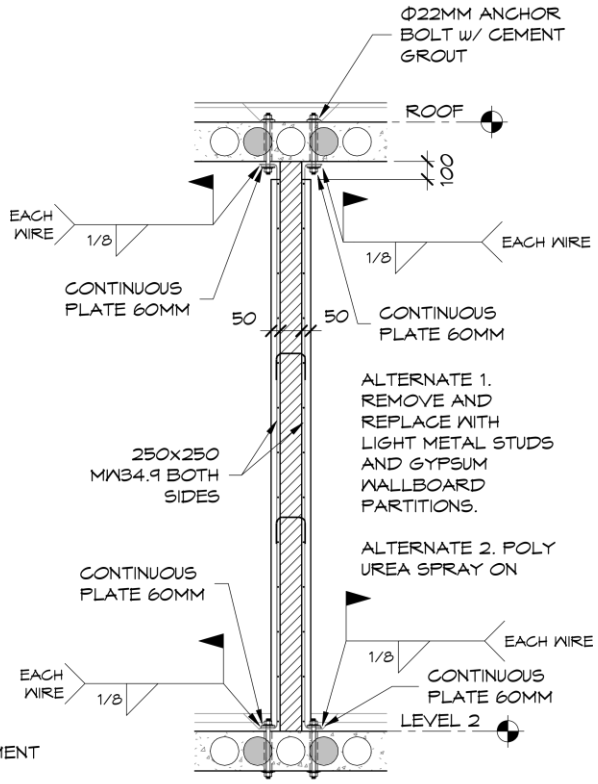
5
14
INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 4



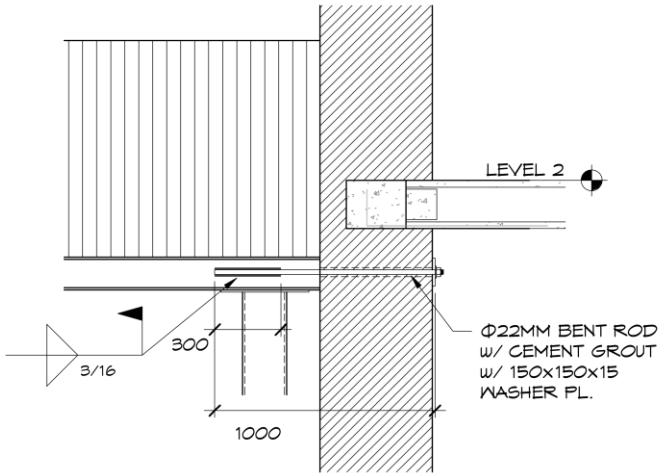
3 D1 EXT. ROOF BELT (LONG EQ.)
INCREMENT 1,2,3



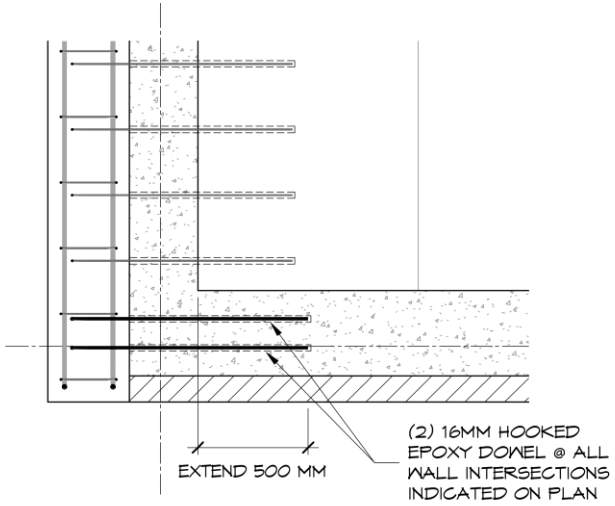
2 D1 INT. ROOF WALL TIE (LONG. EQ.)
INCREMENT 1,2,3



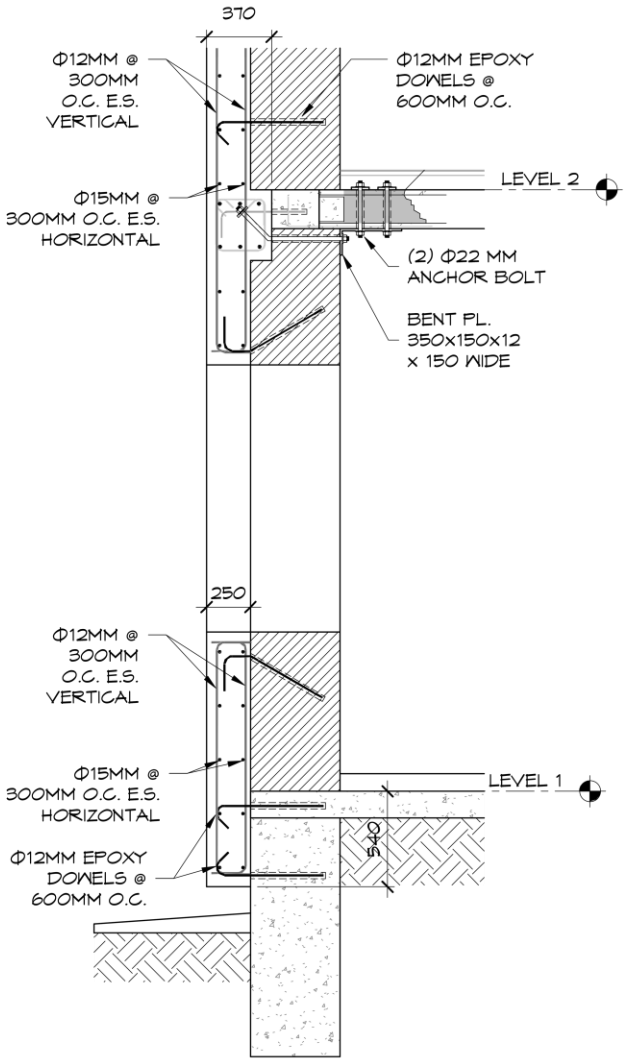
1 D1 INTERIOR PARTITION WALL
INCREMENT 1,2,3



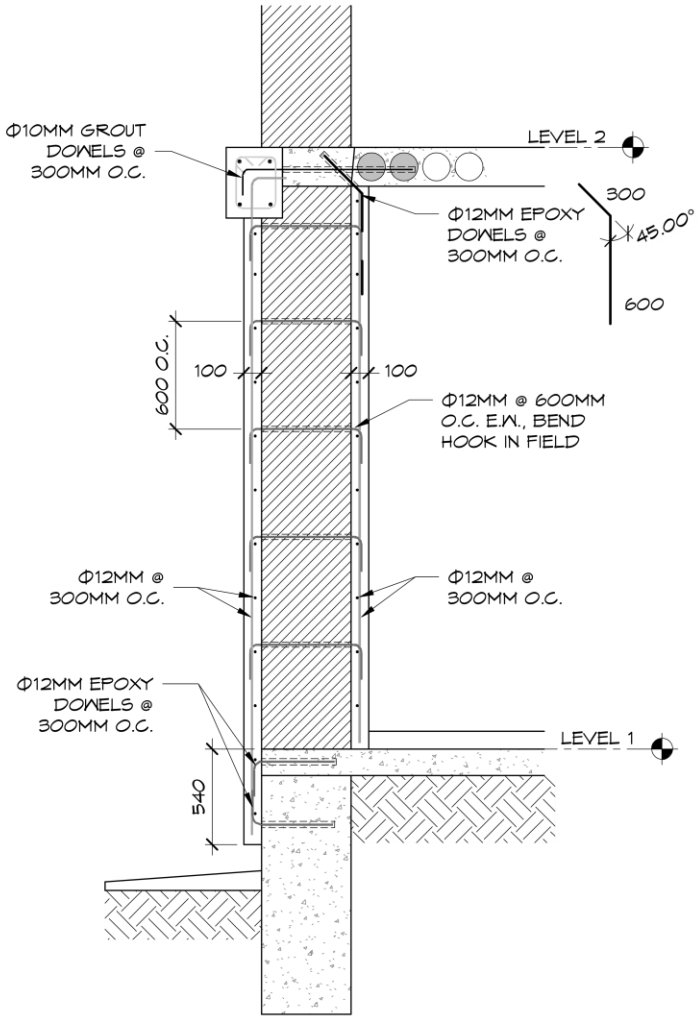
2 / D2 ENTRY ROOF TIE
INCREMENT 1,2,3



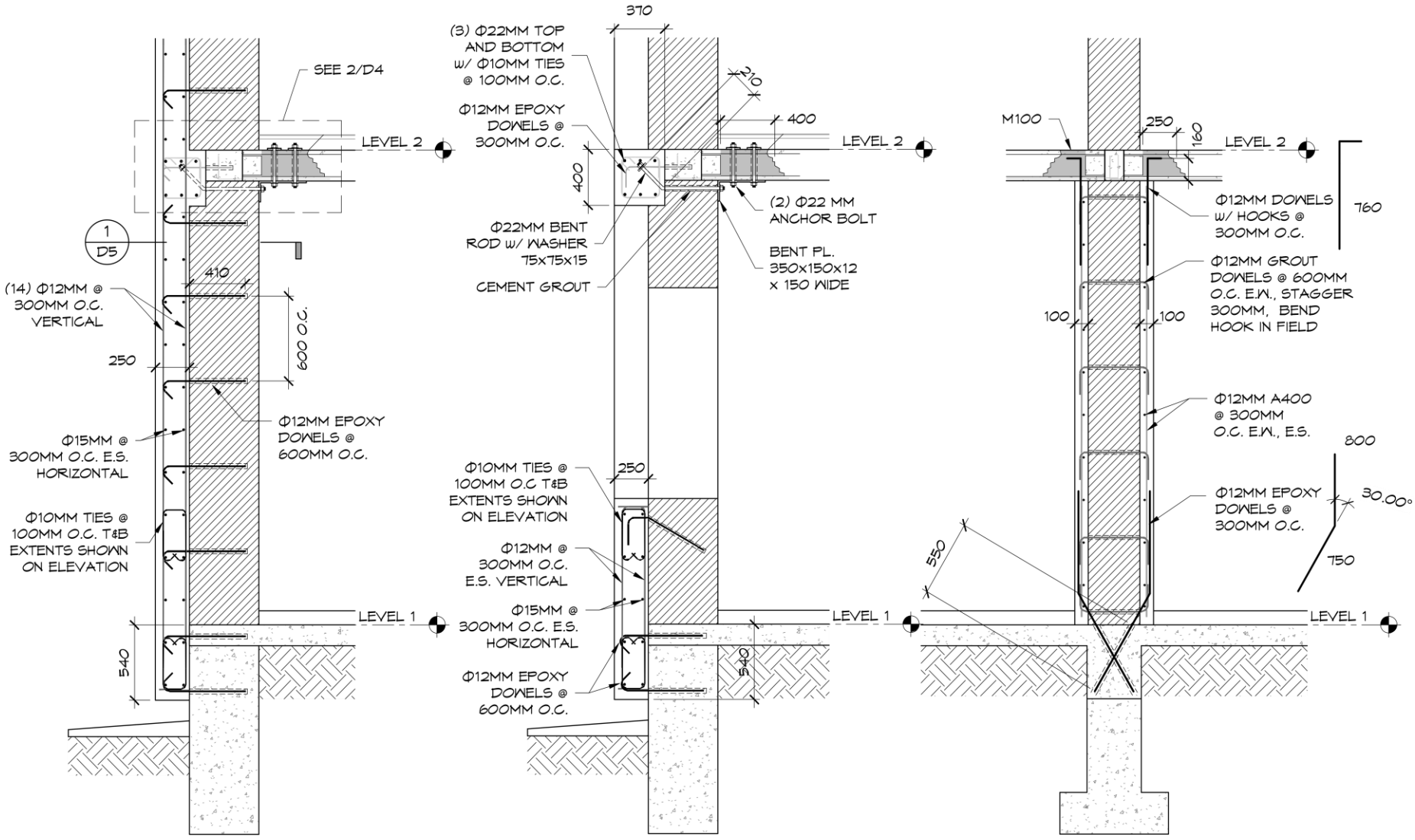
1 / D2 EXTERIOR ROOF BELT (PLAN VIEW)
INCREMENT 1,2,3



2 D3 EXT. WALL (LONG. EQ.)
INCREMENT 4



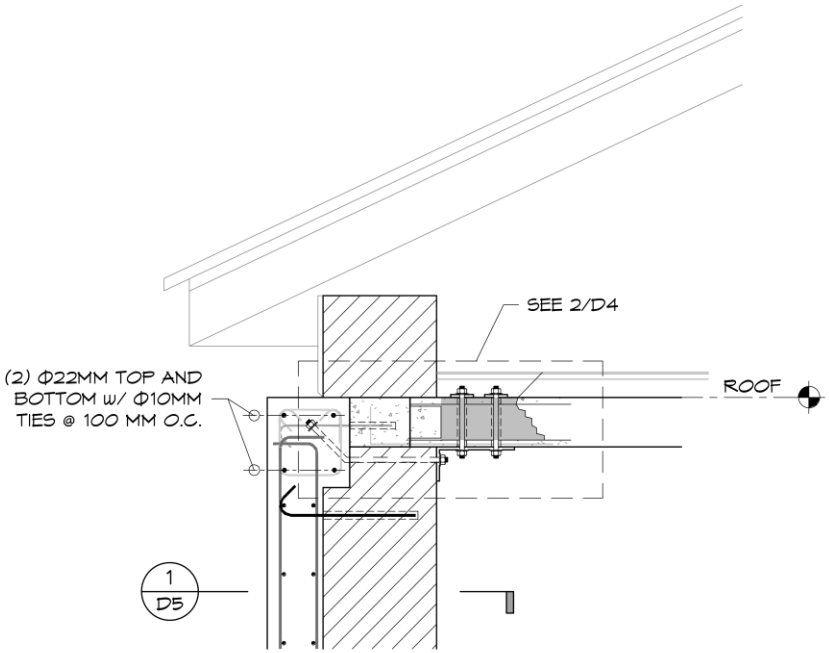
1 D3 TRANS. WALL STRENGTHENING
INCREMENT 2



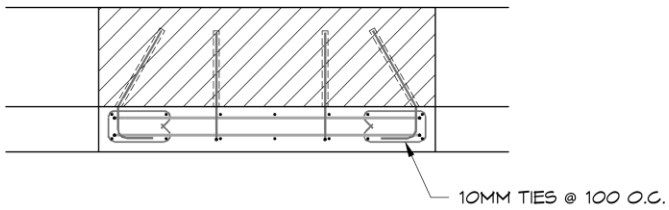
3 D4 EXTERIOR WALL
INCREMENT 2, 3, 3.5

2 D4 EXT. WALL (LONG. EQ.)
INCREMENT 2, 3, 3.5

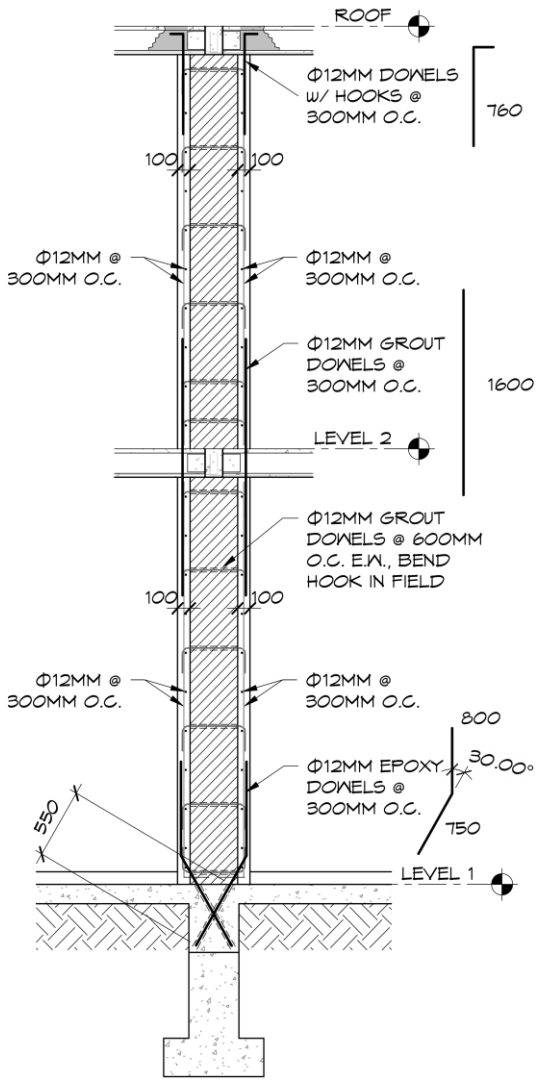
1 D4 INTERIOR LONGITUDINAL WALL
INCREMENT 2



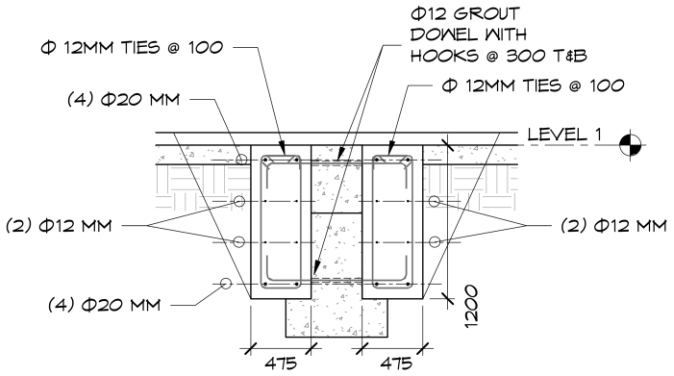
2 D5 EXT. ROOF TETHER
INCREMENT 2,3



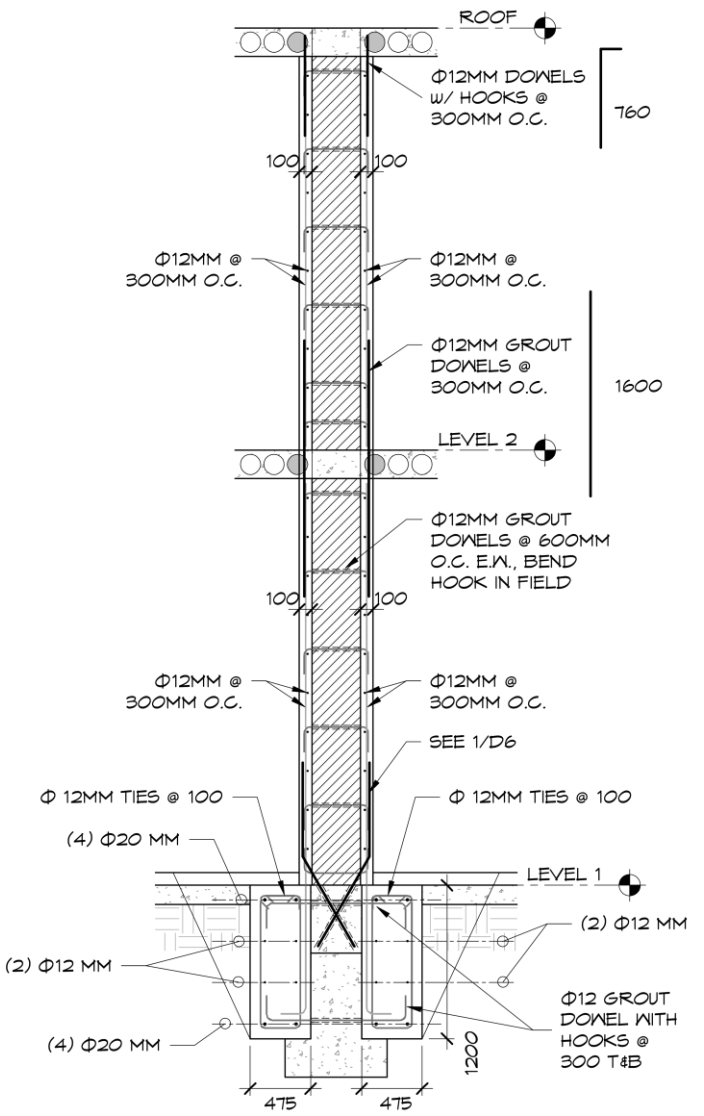
1 D5 EXT. PIER PARTIAL SECTION
INCREMENT 2,3



1 / D6 INTERIOR WALL
INCREMENT 3



2 D7 NEW GRADE BEAM
INCREMENT 3.5, 4

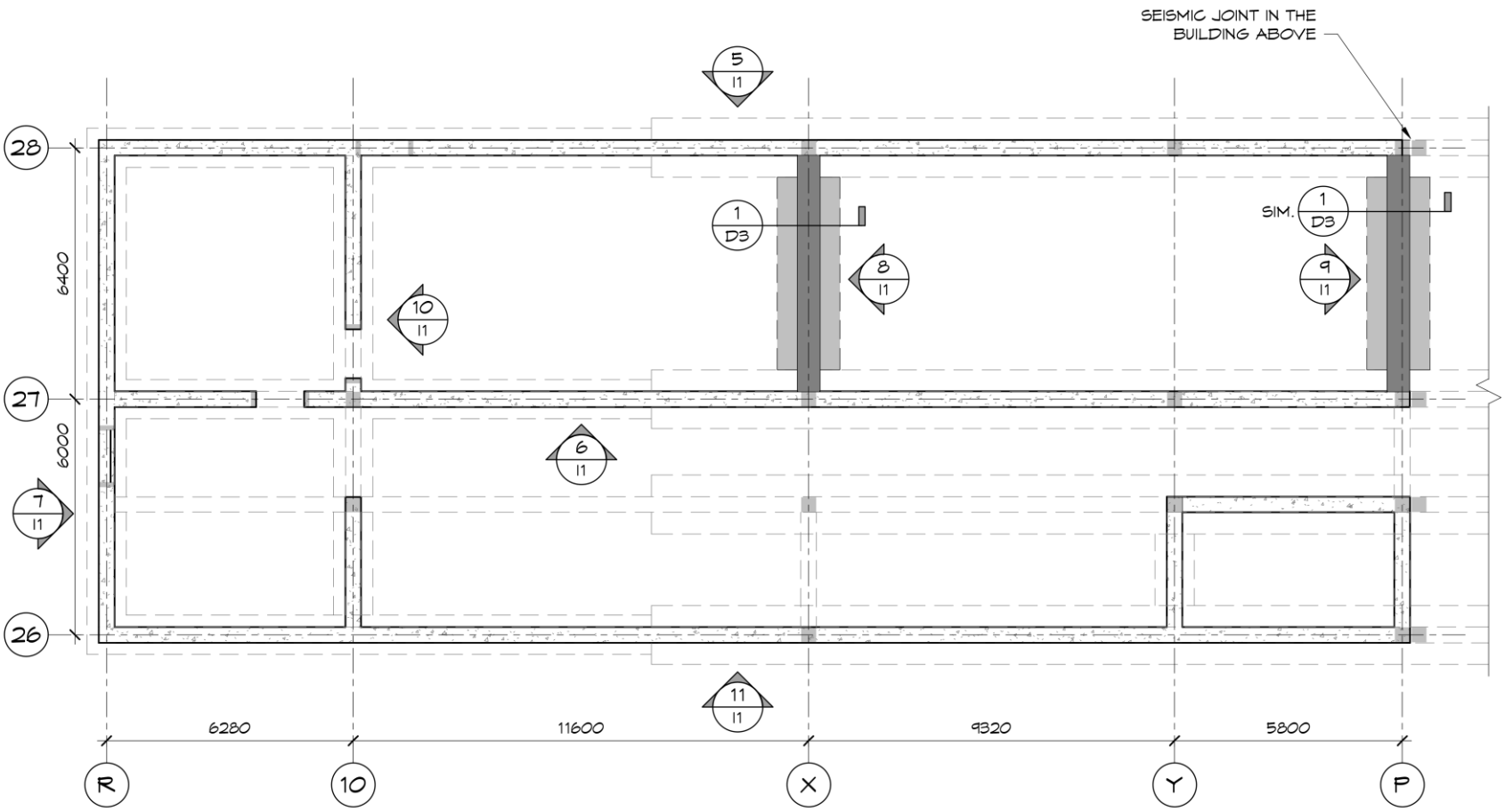


1 D7 NEW GRADE BEAM AT WALL
INCREMENT 3.5, 4

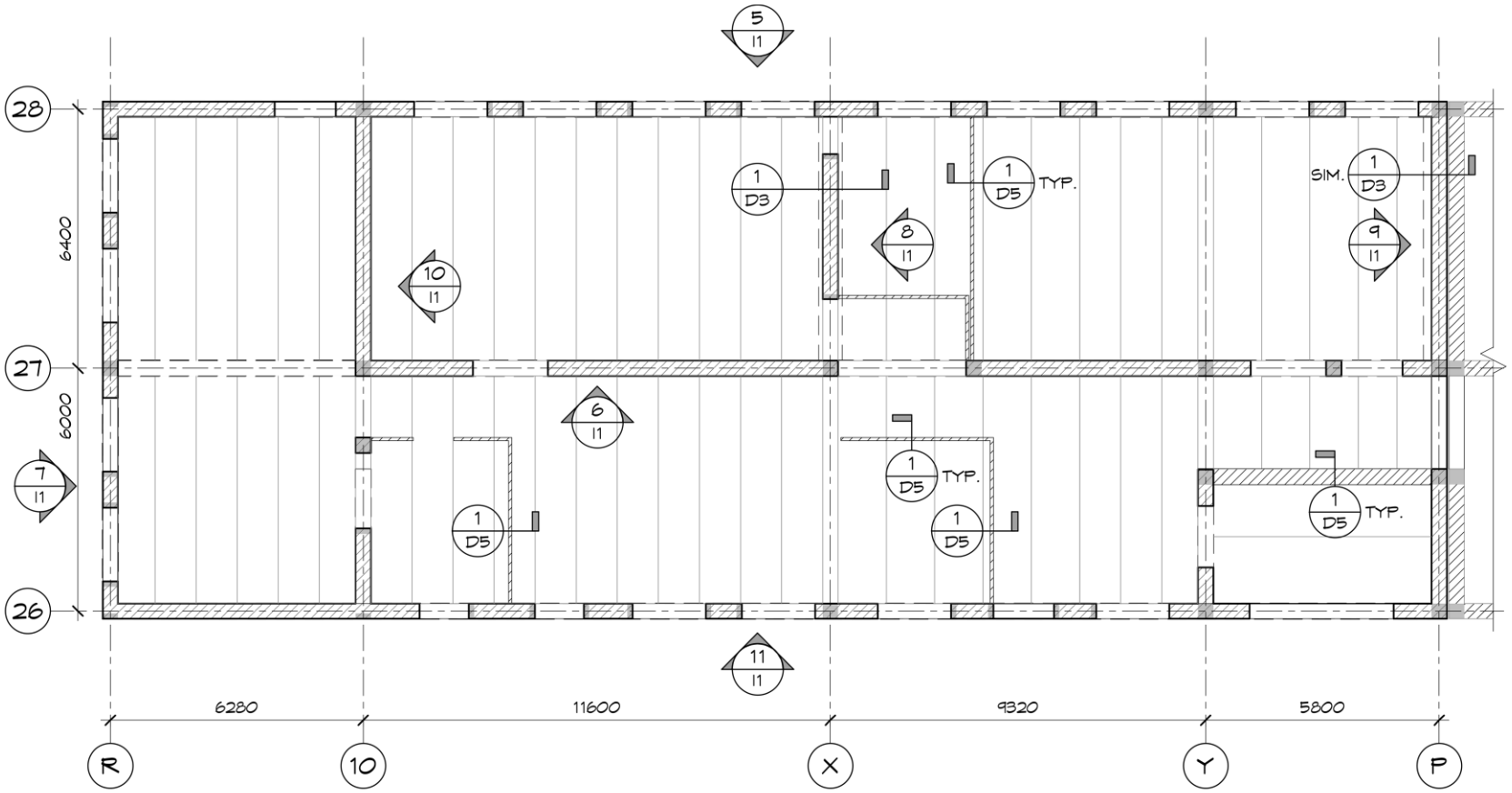
Приложение F

Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из КВЖБ типологии

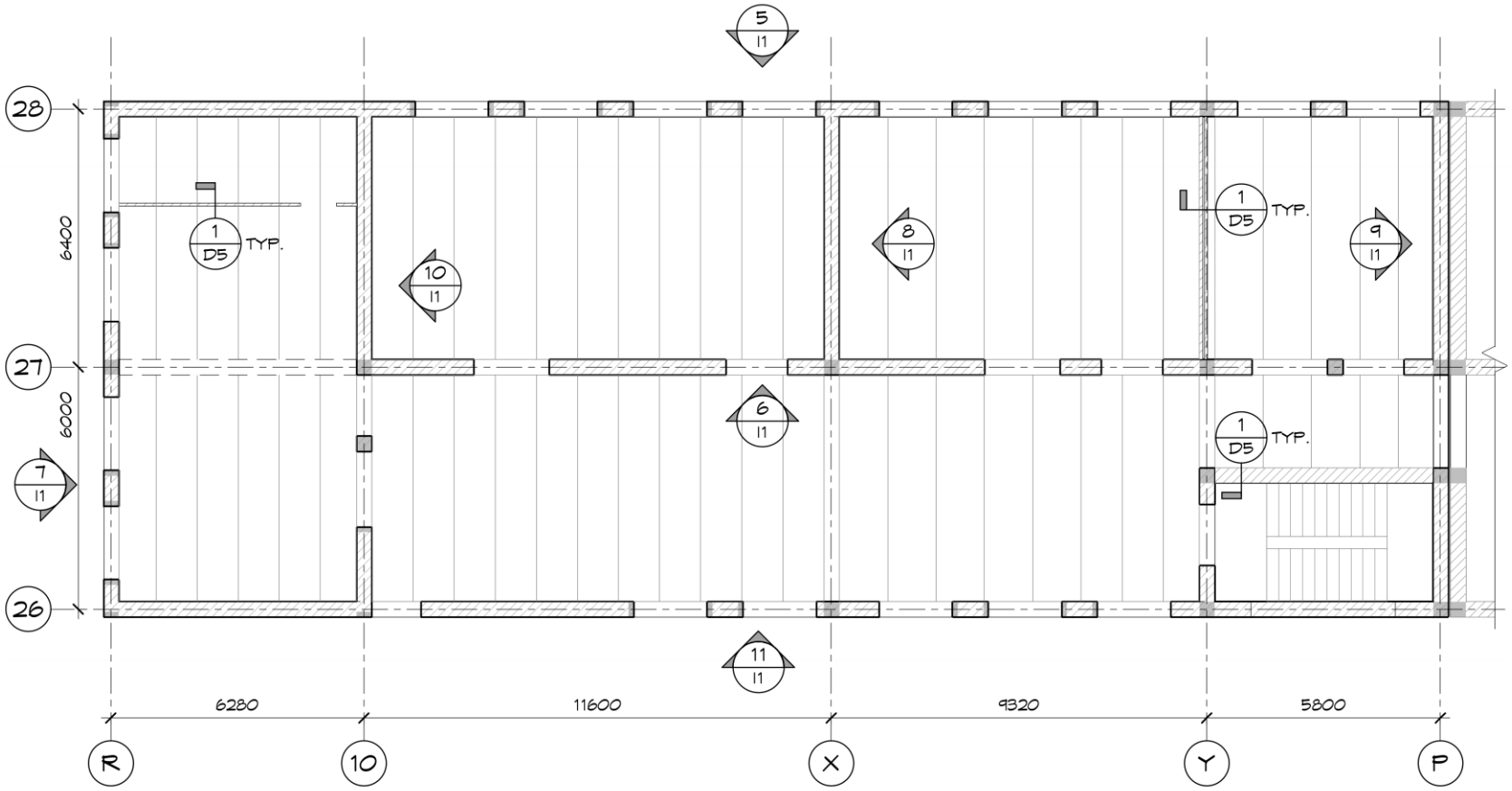
В данном Приложении представлены концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ по типологии «Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом (КВЖБ)», разработанной для данного проекта.



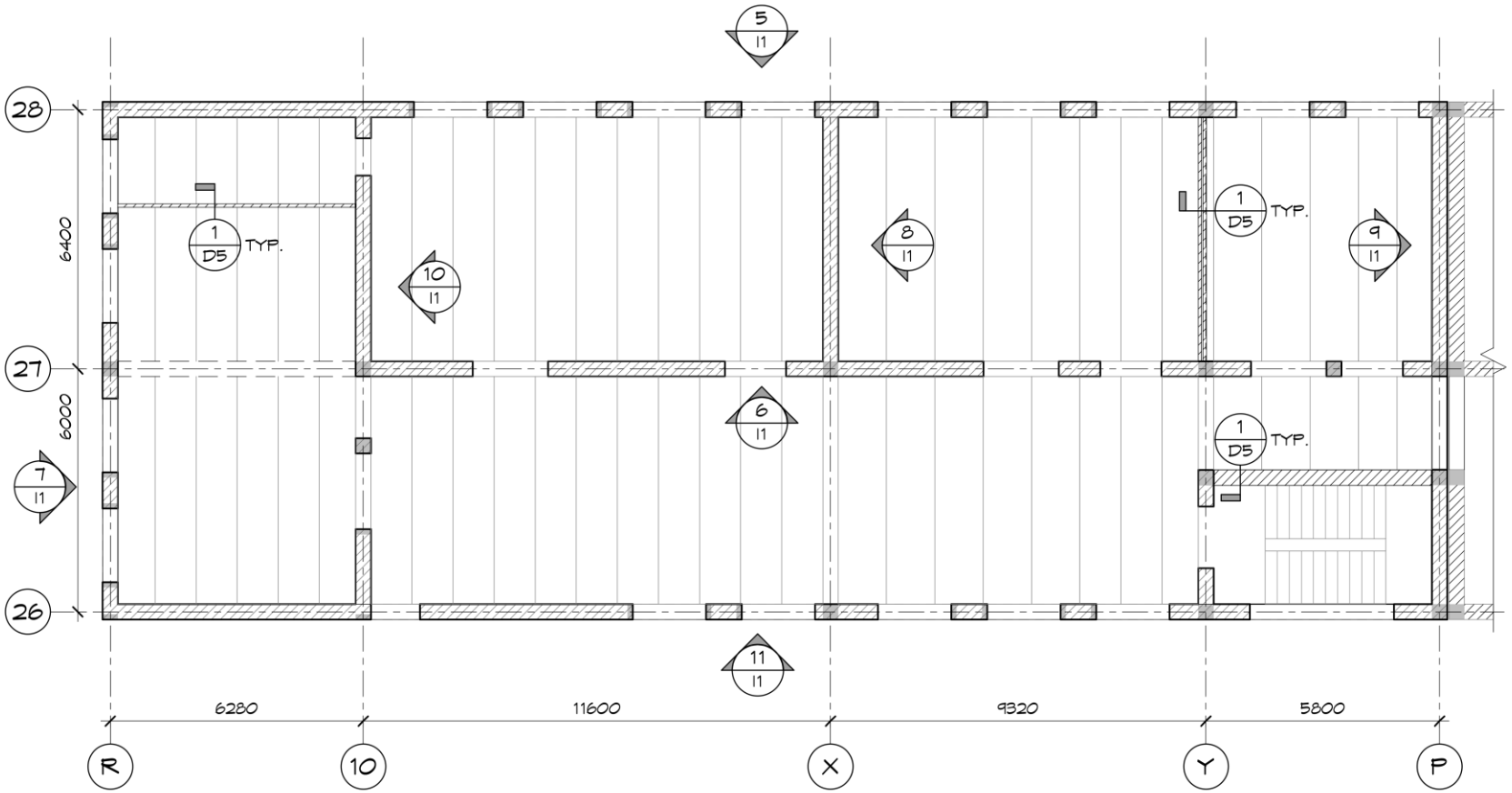
B I1 BASEMENT - INCREMENT 1



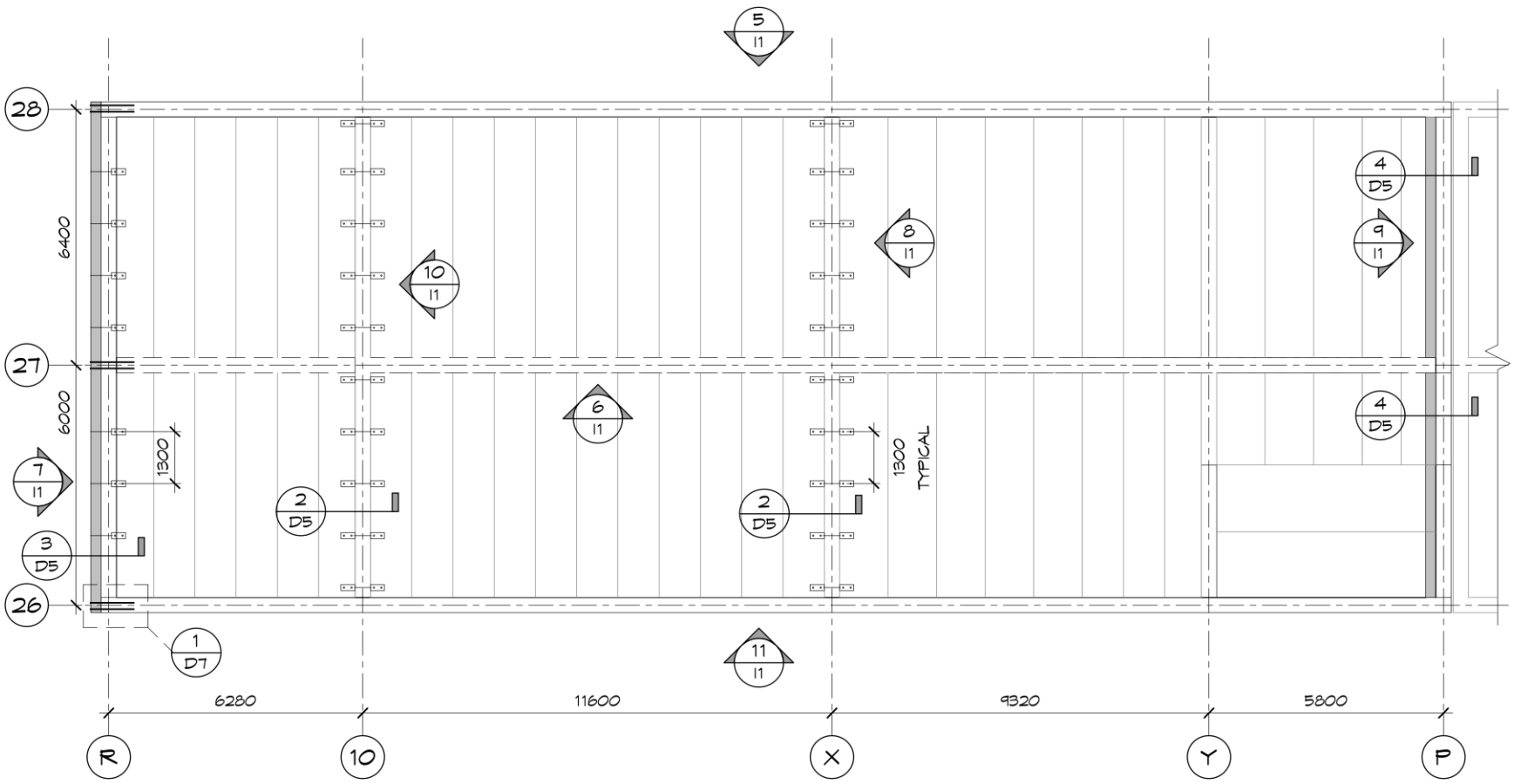
1 / I1 LEVEL 1 - INCREMENT 1



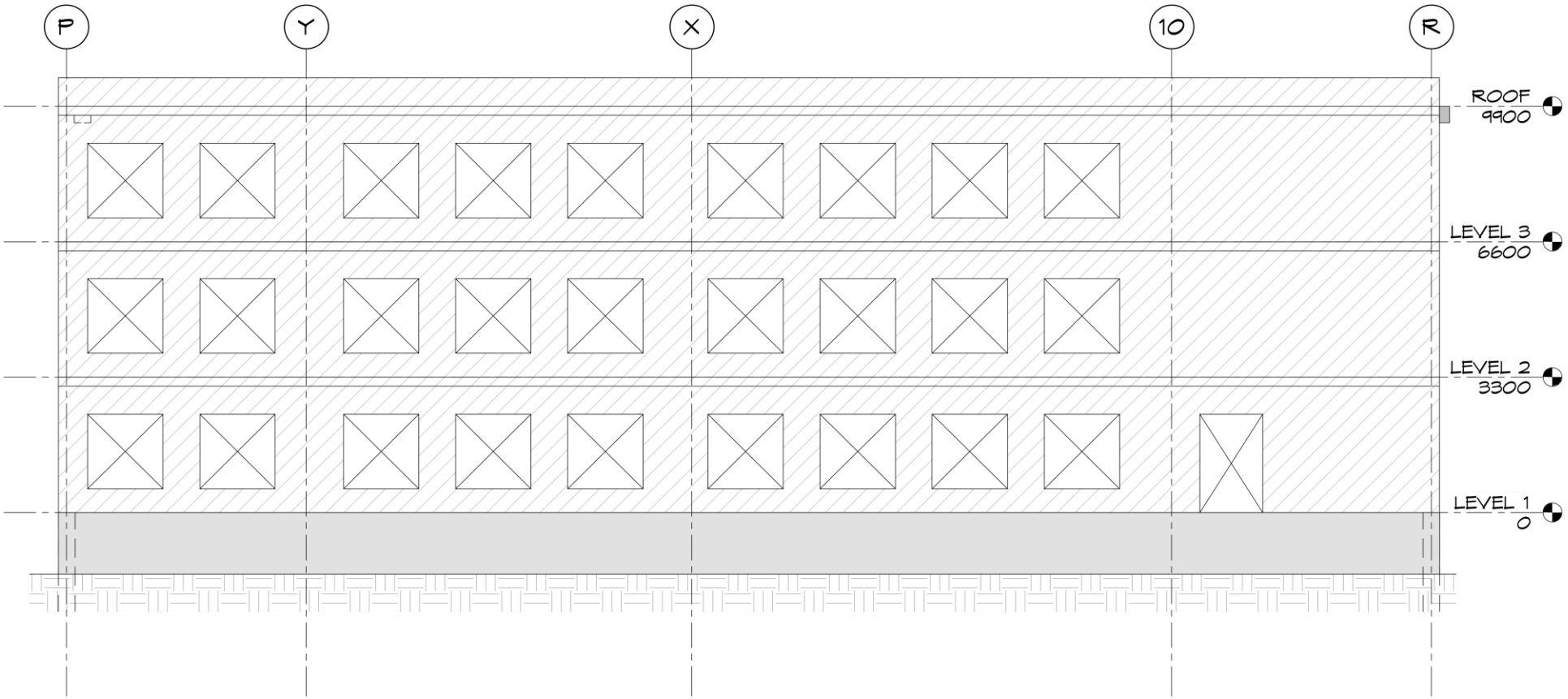
2 I1 LEVEL 2 - INCREMENT 1



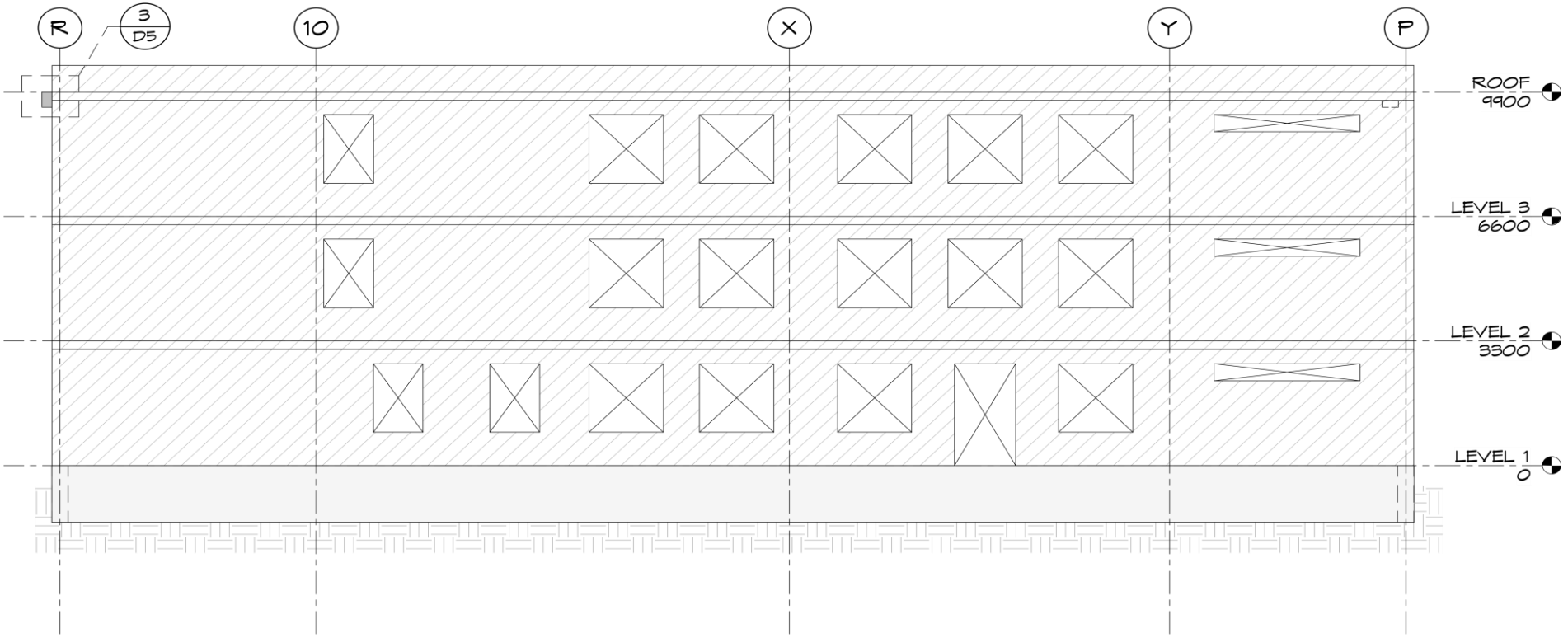
3 / I1 LEVEL 3 - INCREMENT 1



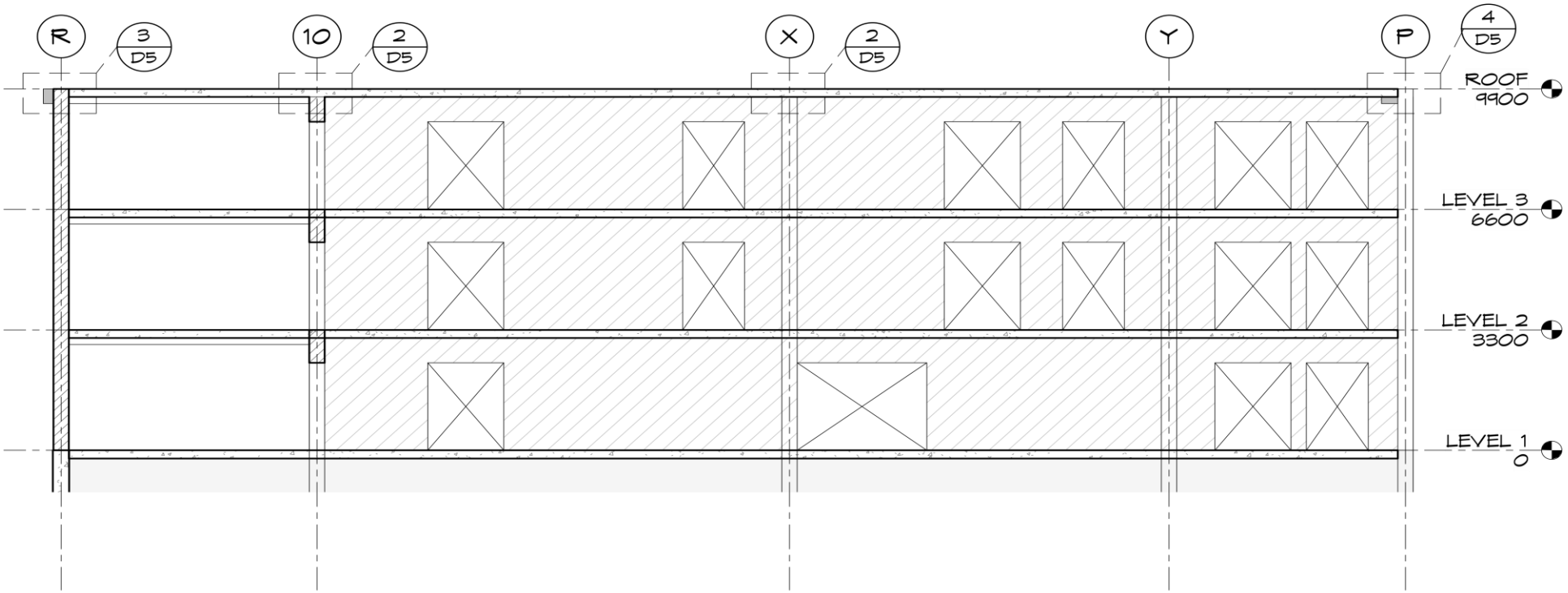
4 I1 ROOF - INCREMENT 1



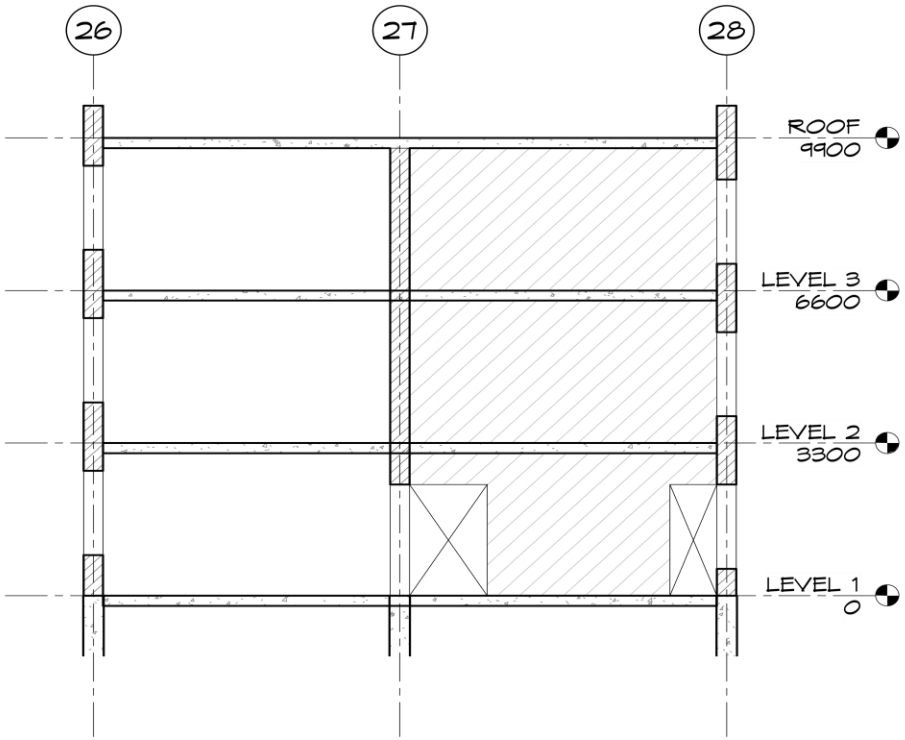
5 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 1
I1



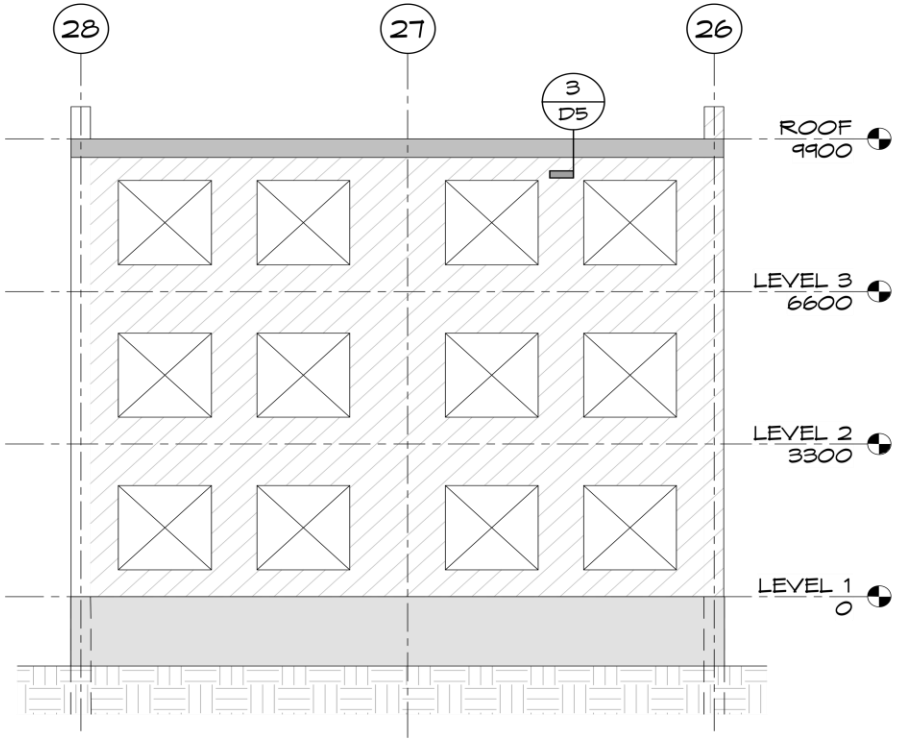
11
11 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL GRID 26 - INCREMENT 1



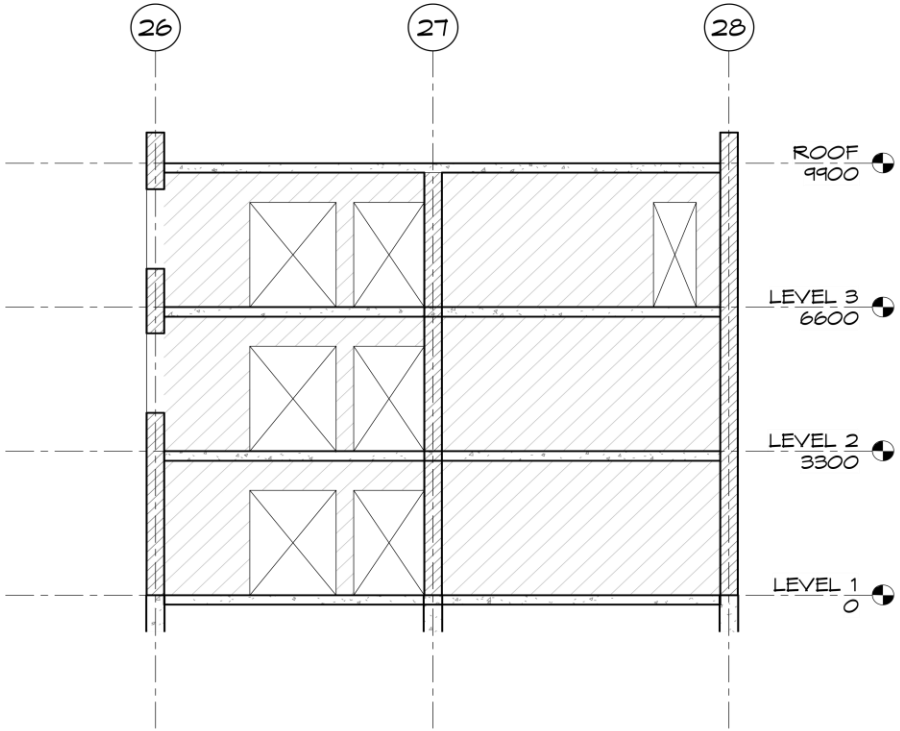
6
I1 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 1



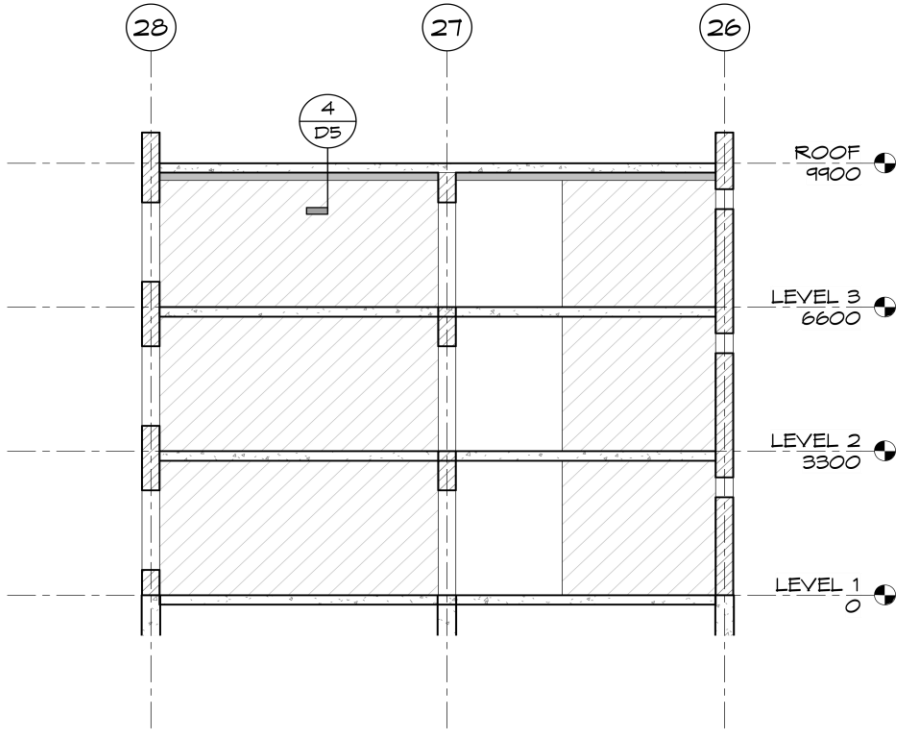
8 / I1 TRANSVERSE WALL GRID X - INCREMENT 1



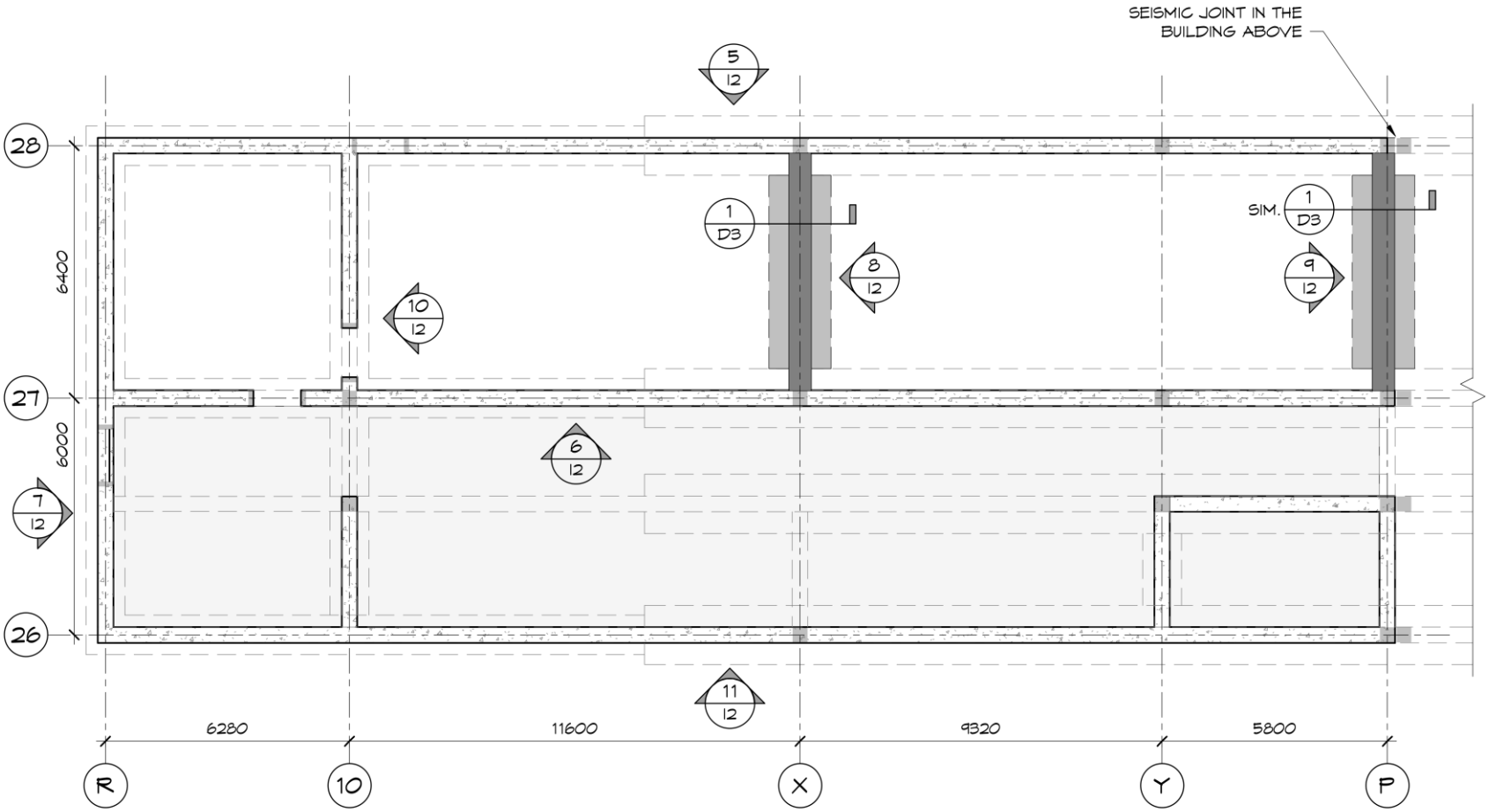
7 / I1 TRANSVERSE WALL GRID R - INCREMENT 1



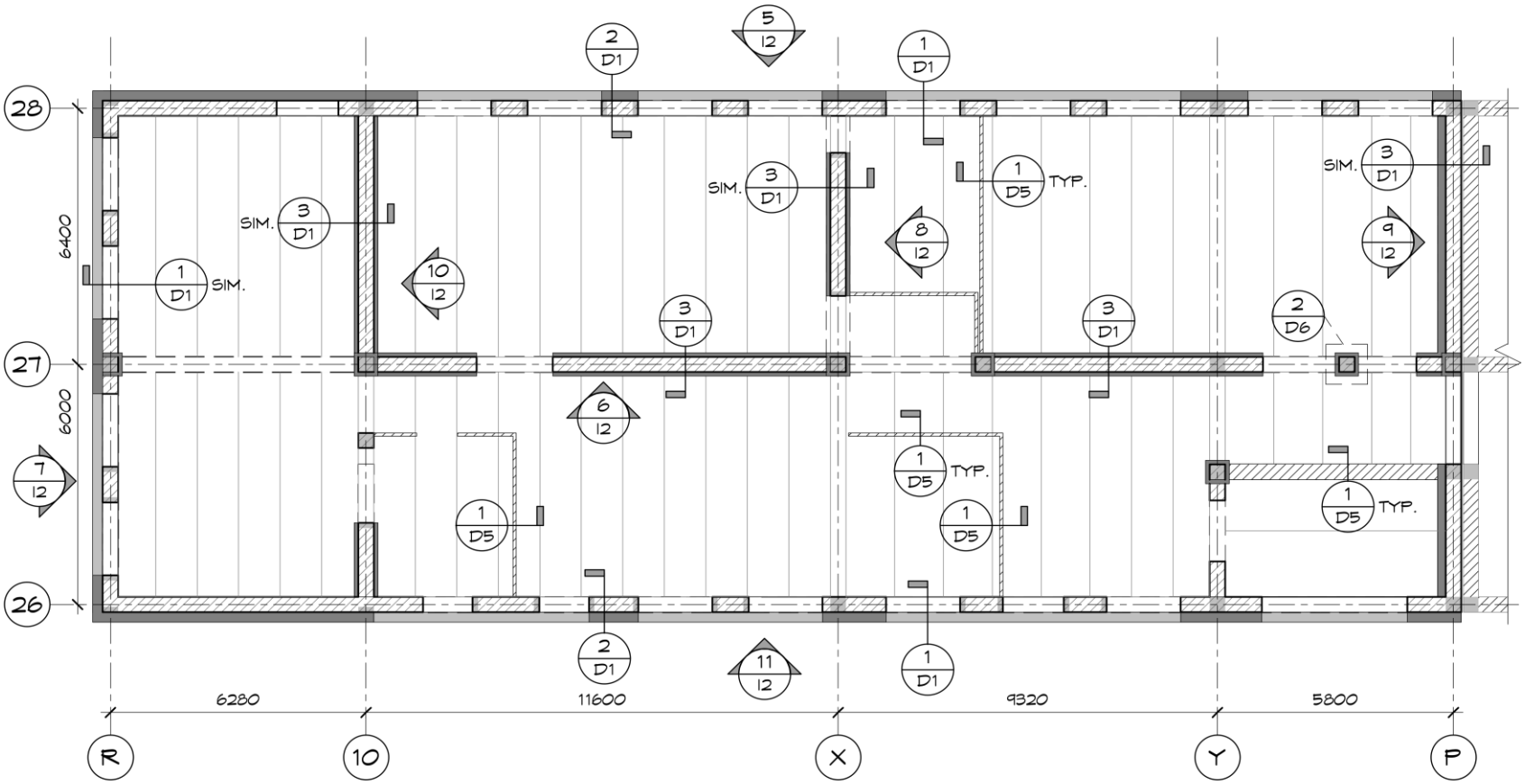
10 / I1 TRANSVERSE WALL GRID 10 - INCREMENT 1



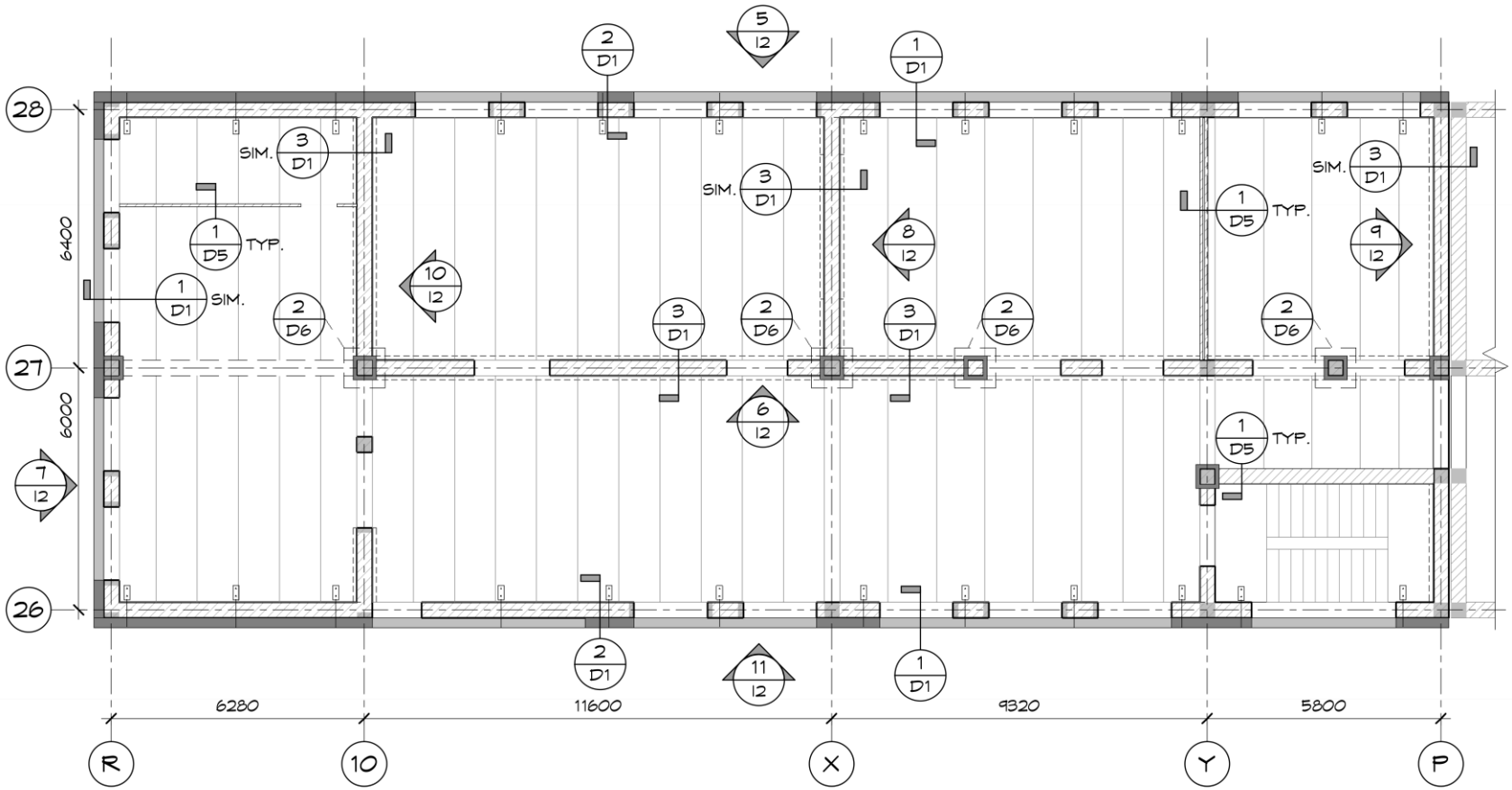
9 / I1 TRANSVERSE WALL GRID P - INCREMENT 1

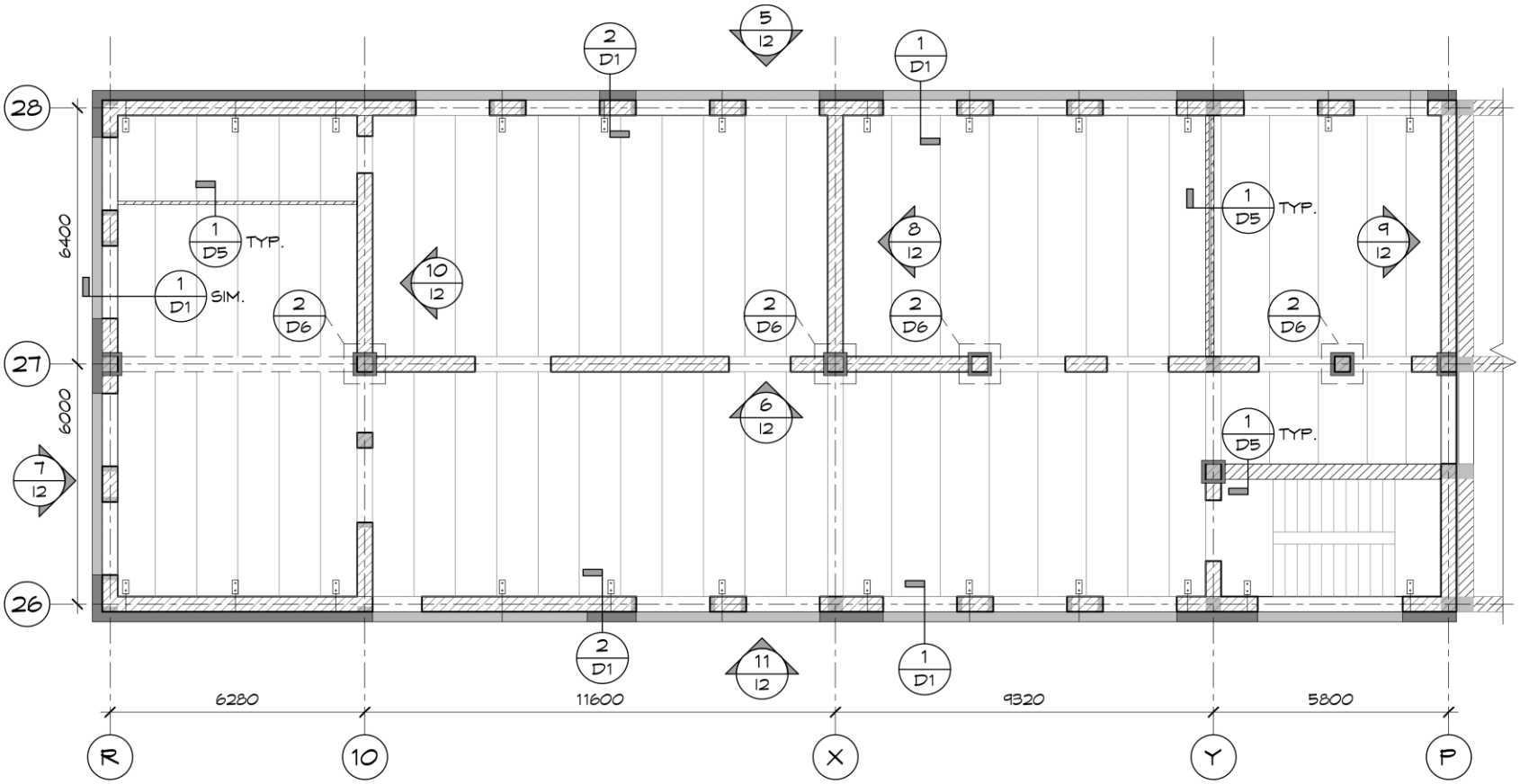


B/12 BASEMENT - INCREMENT 2

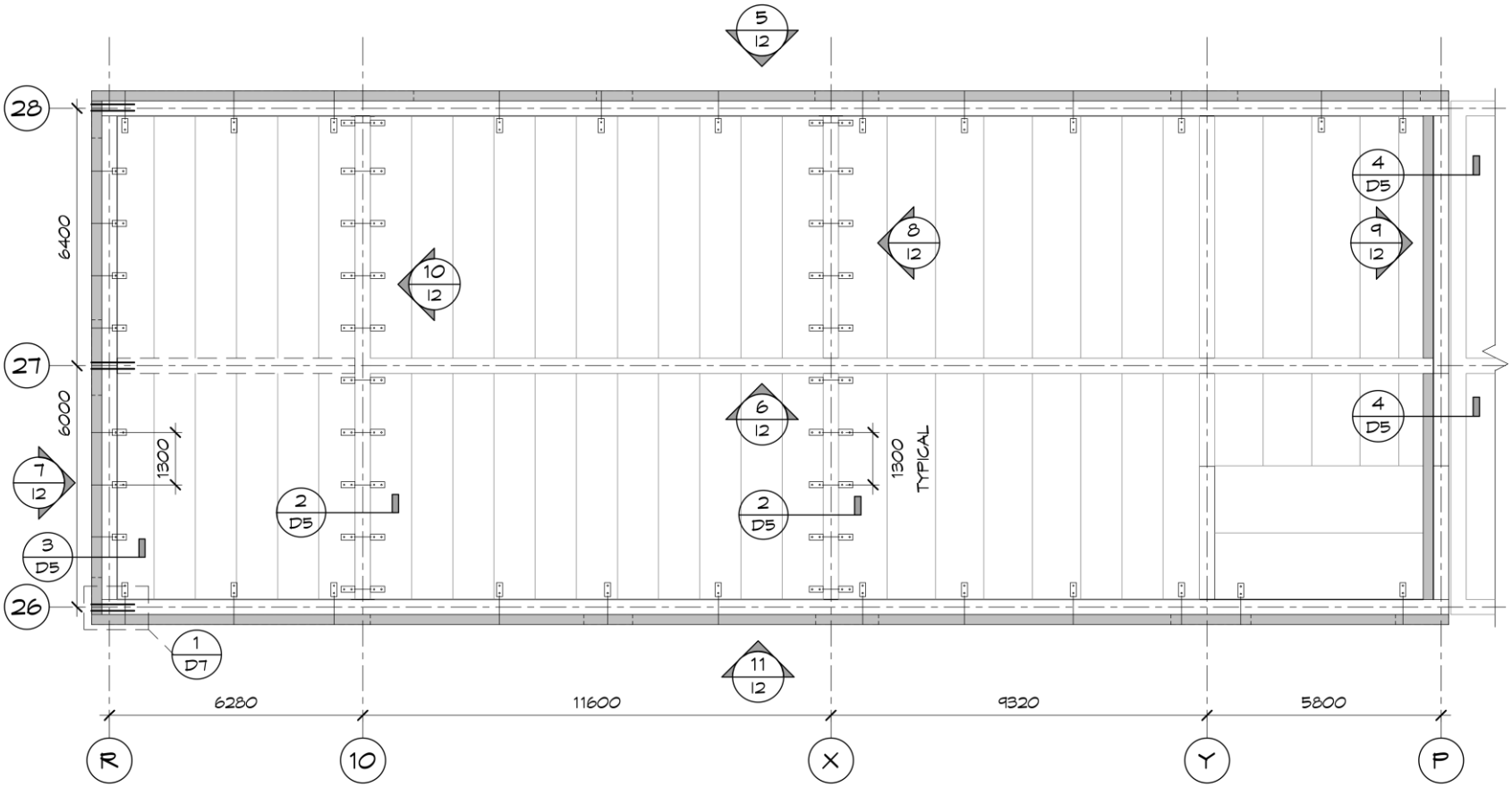


1/12 LEVEL 1 - INCREMENT 2

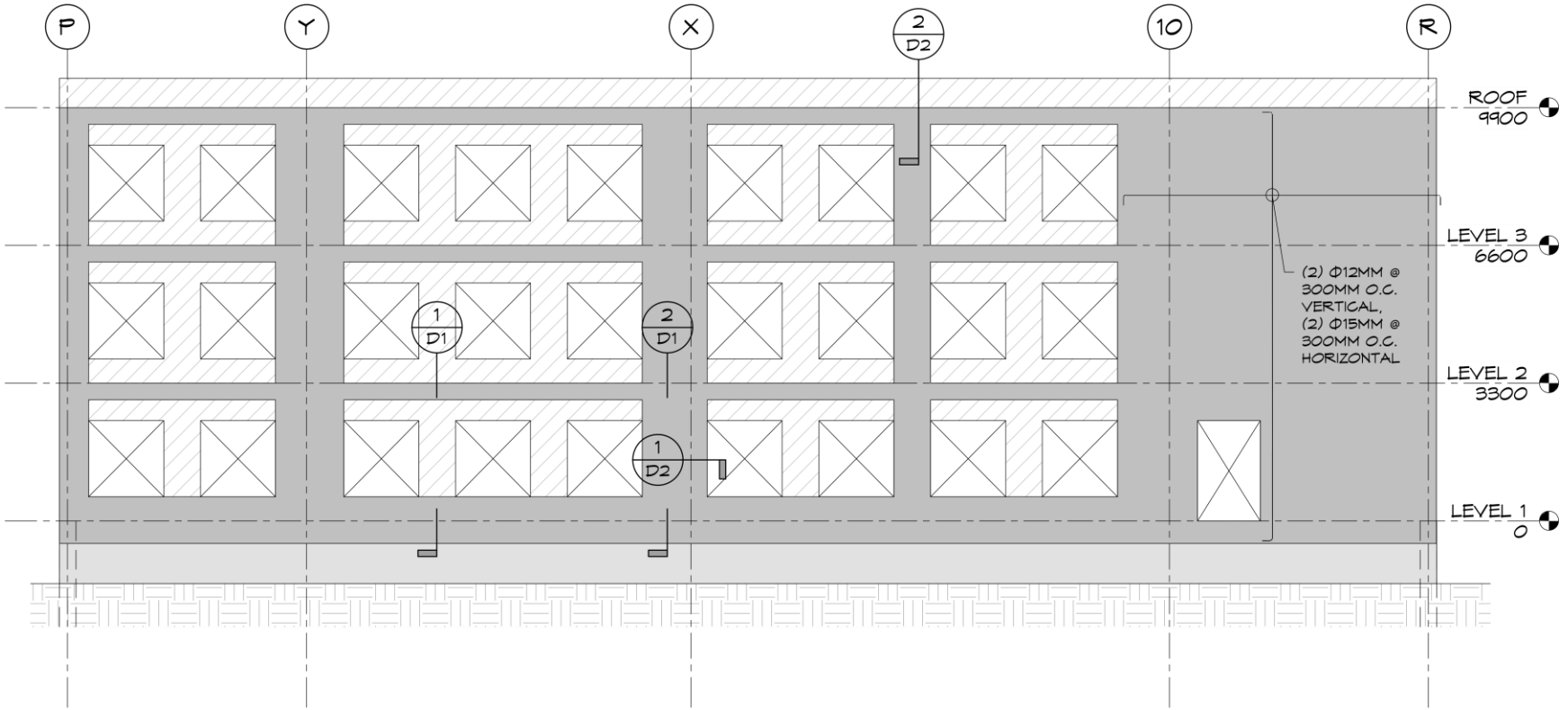

28
27
26
6400
6000
R
10
X
Y
P
6280
11600
9320
5800
SIM.
TYP.
LEVEL 2 - INCREMENT 2



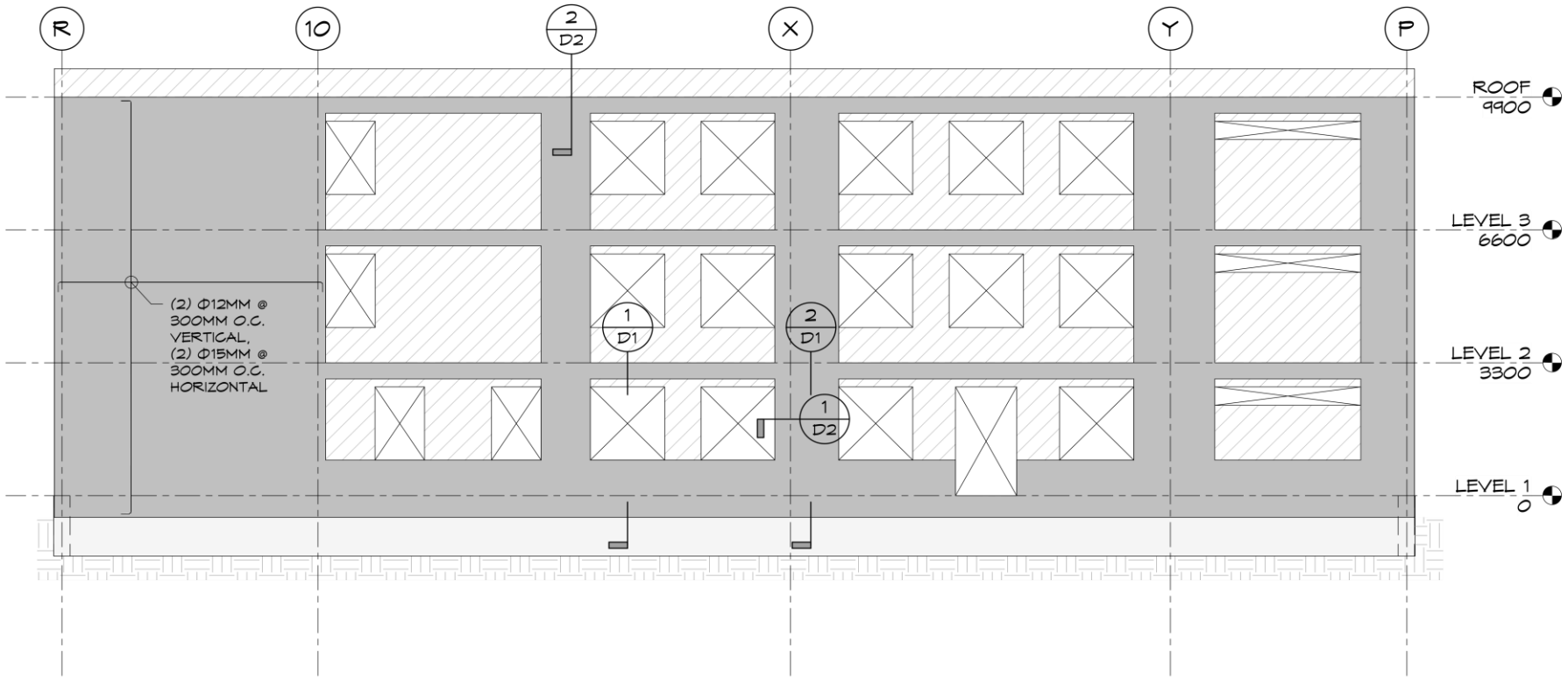
3 / 12 LEVEL 3 - INCREMENT 2



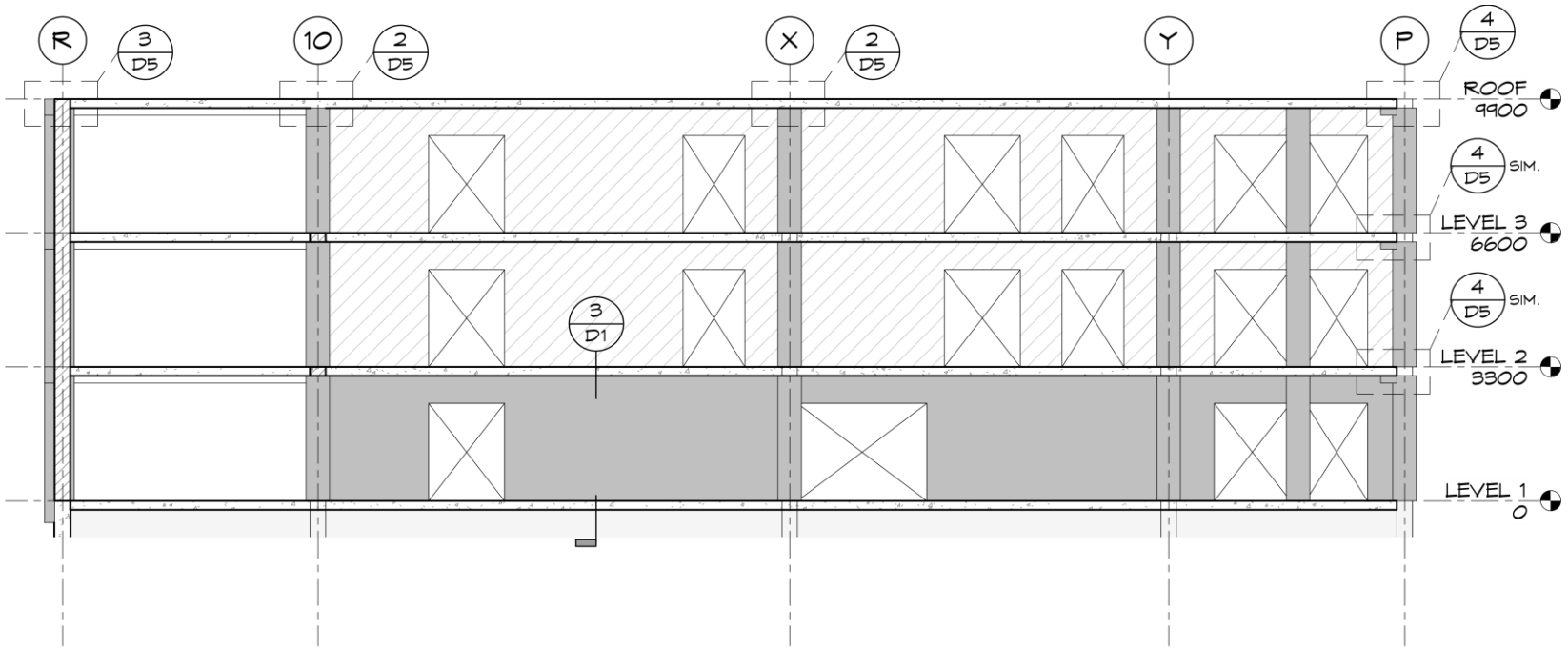
4/12 ROOF - INCREMENT 2



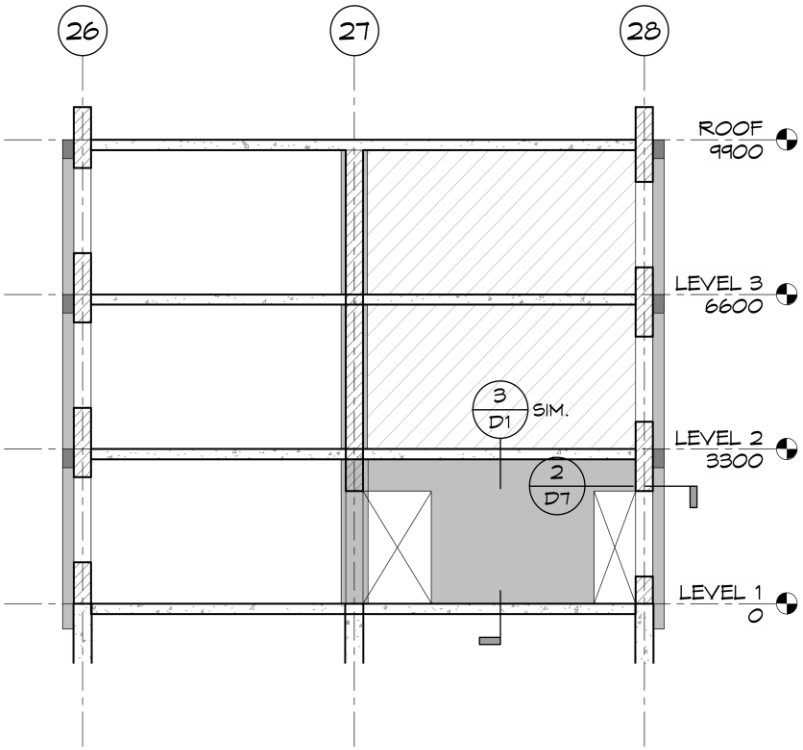
5/12 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 2



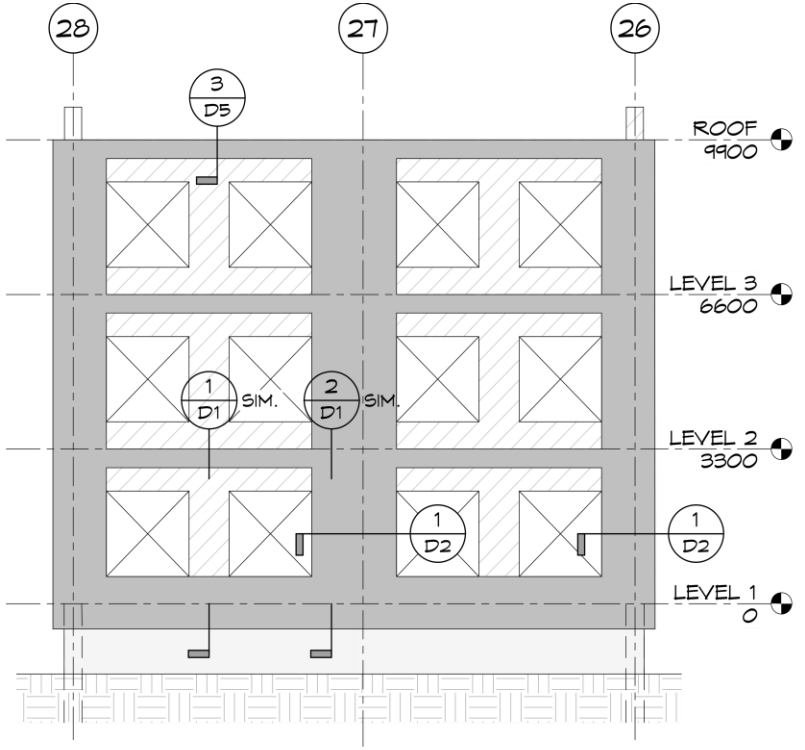
11/12 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL GRID 26 - INCREMENT 2



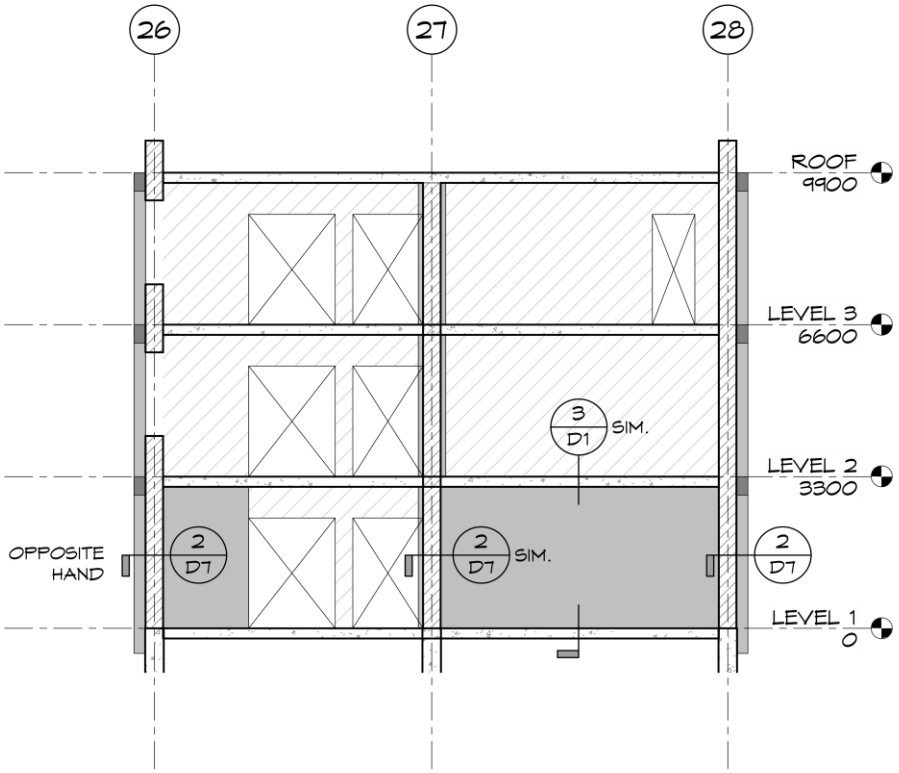
6/12 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 2



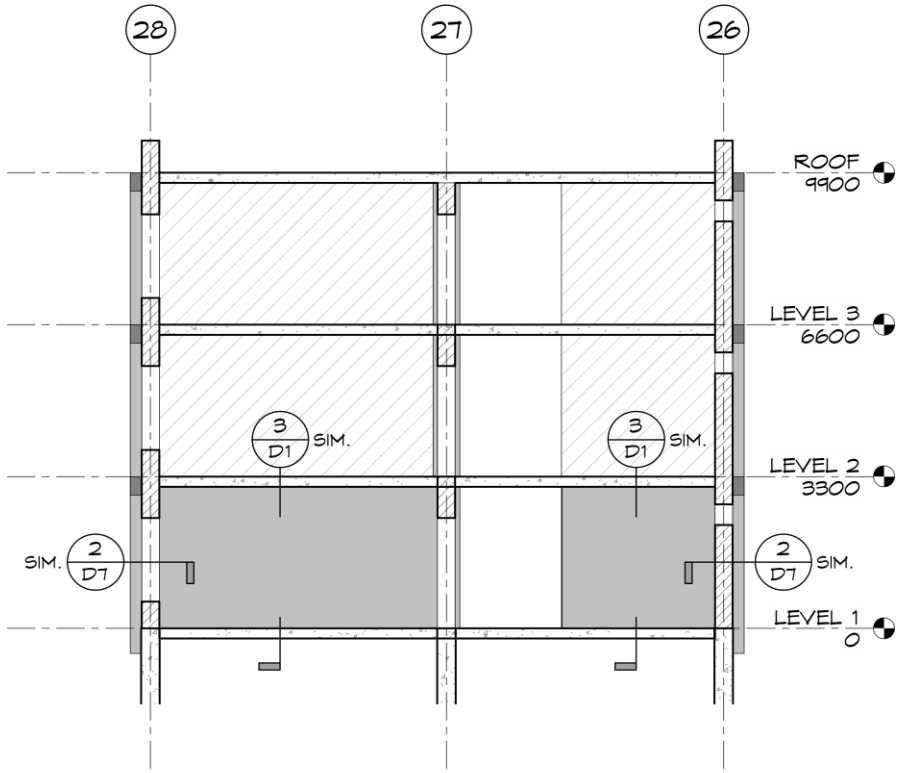
8/12 TRANSVERSE WALL GRID X - INCREMENT 2



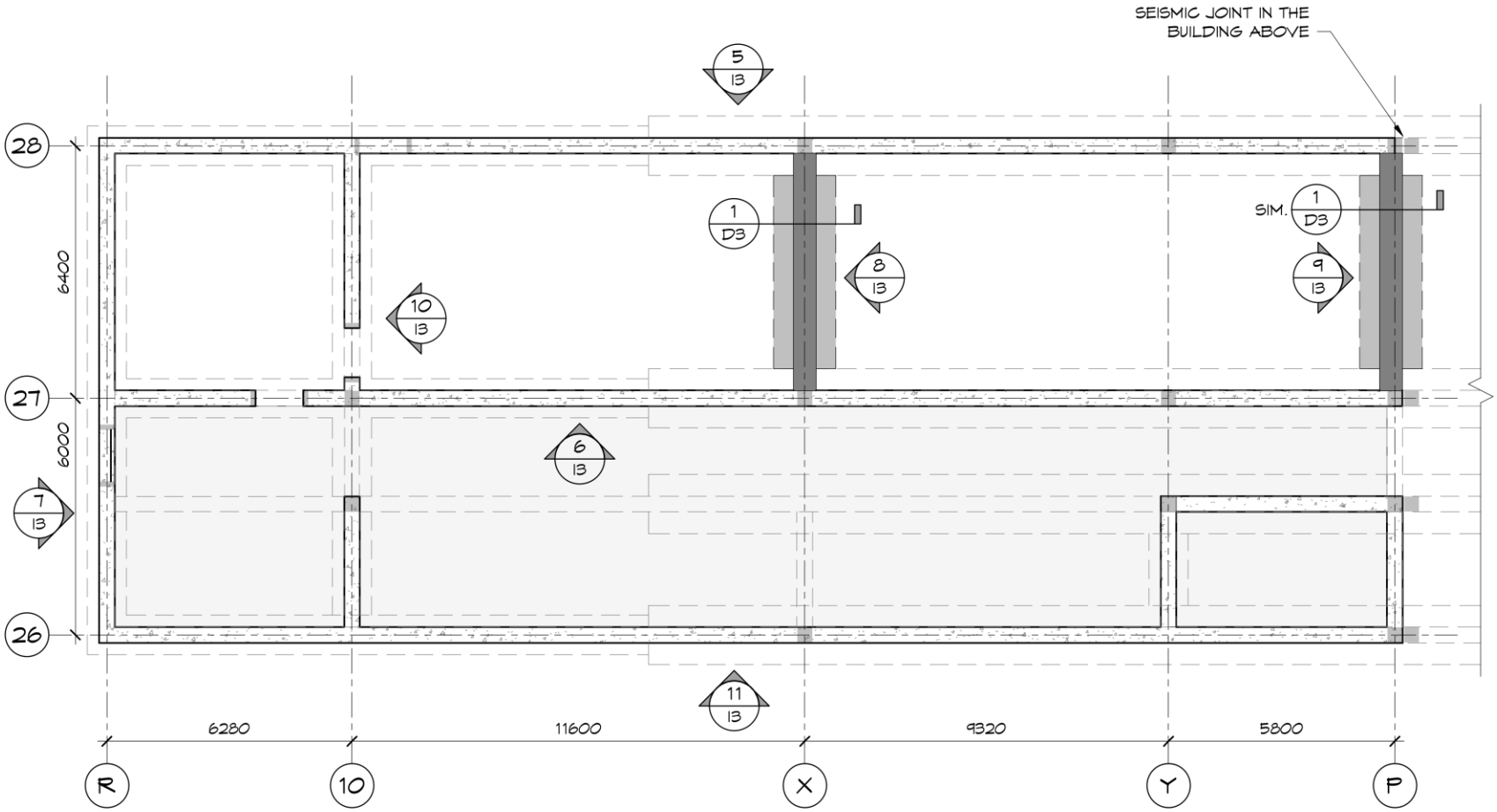
7/12 TRANSVERSE WALL GRID R - INCREMENT 2



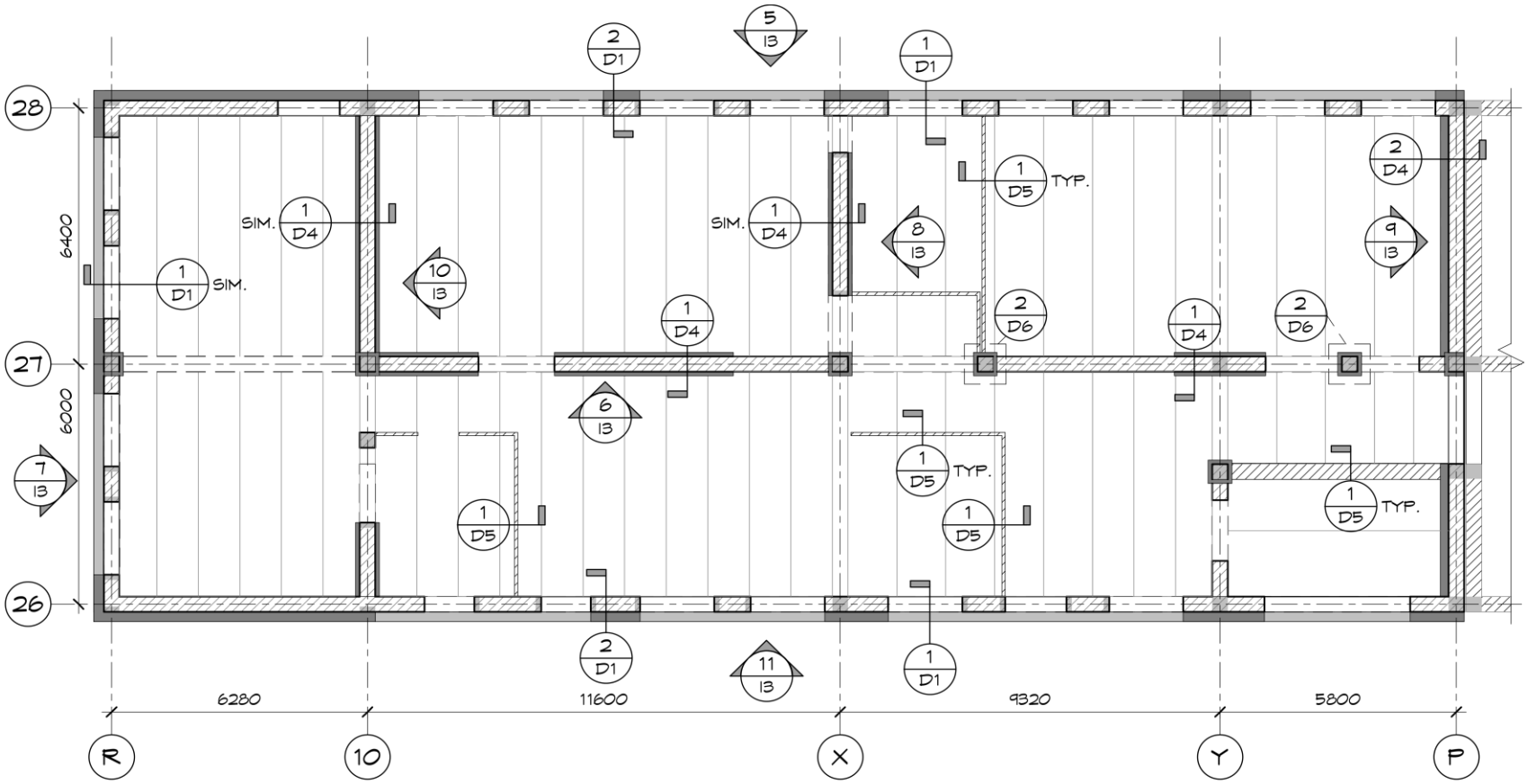
10/12 TRANSVERSE WALL GRID 10 - INCREMENT 2



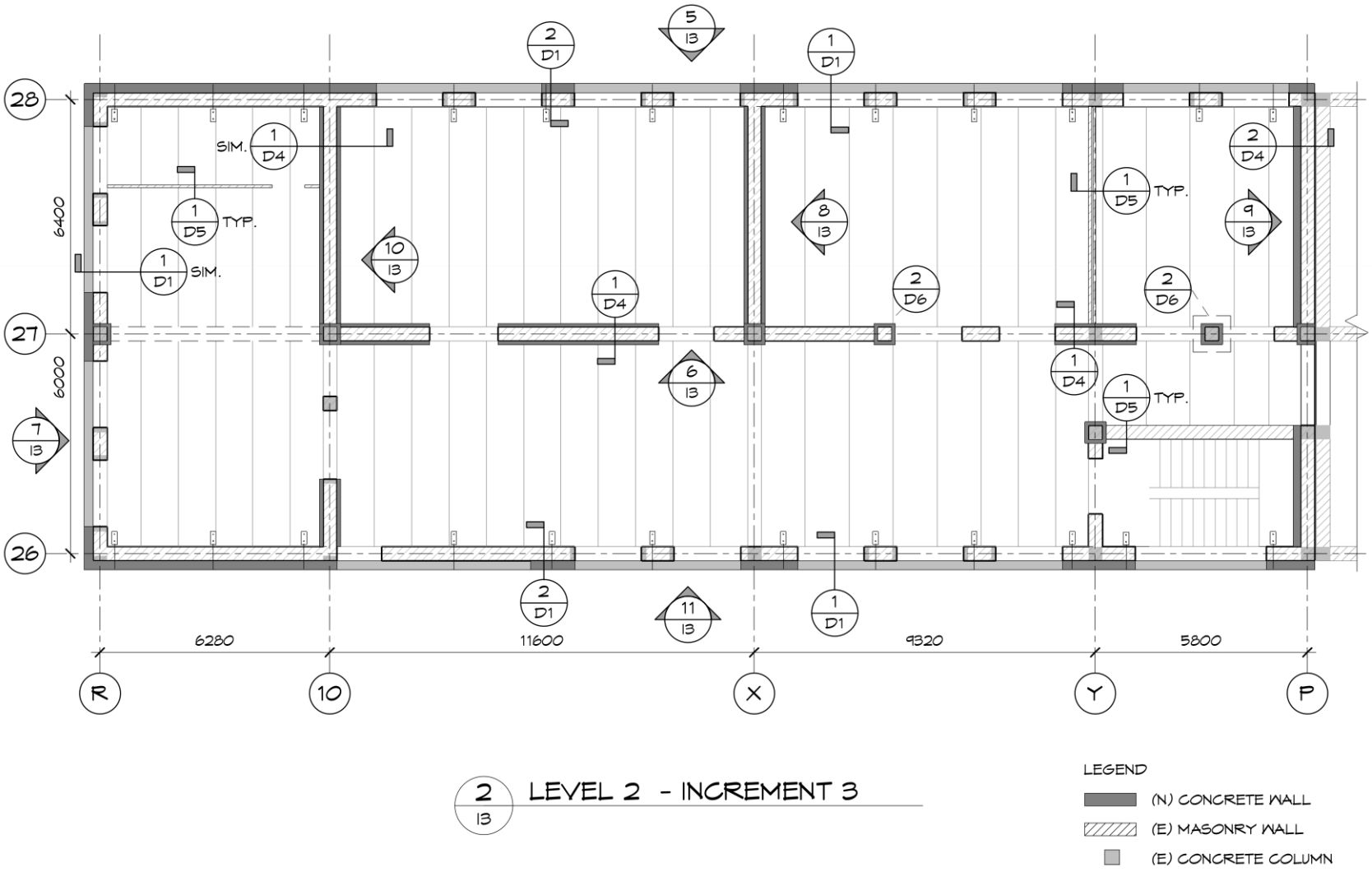
9/12 TRANSVERSE WALL GRID P - INCREMENT 2



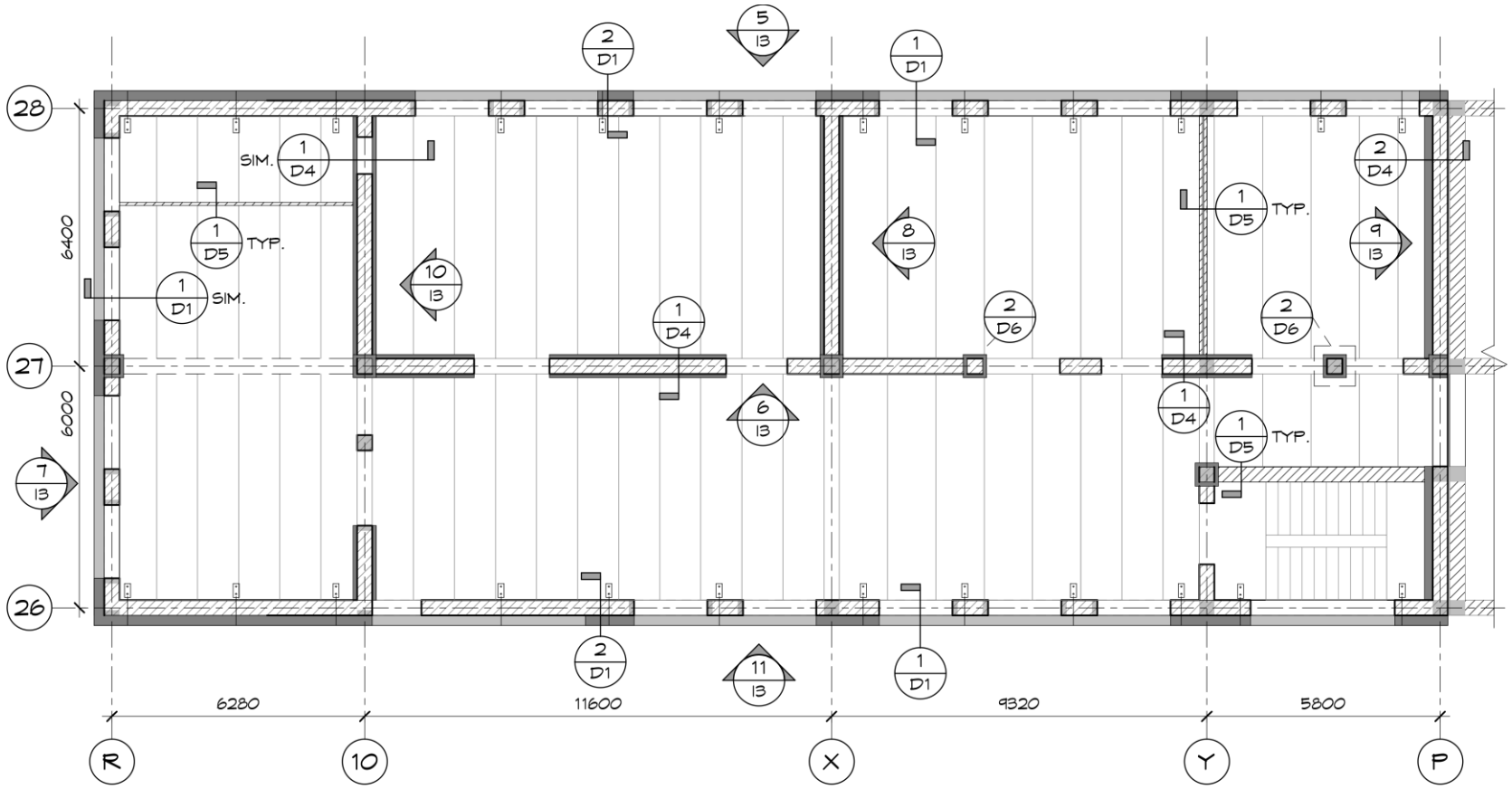
B 13 BASEMENT - INCREMENT 3



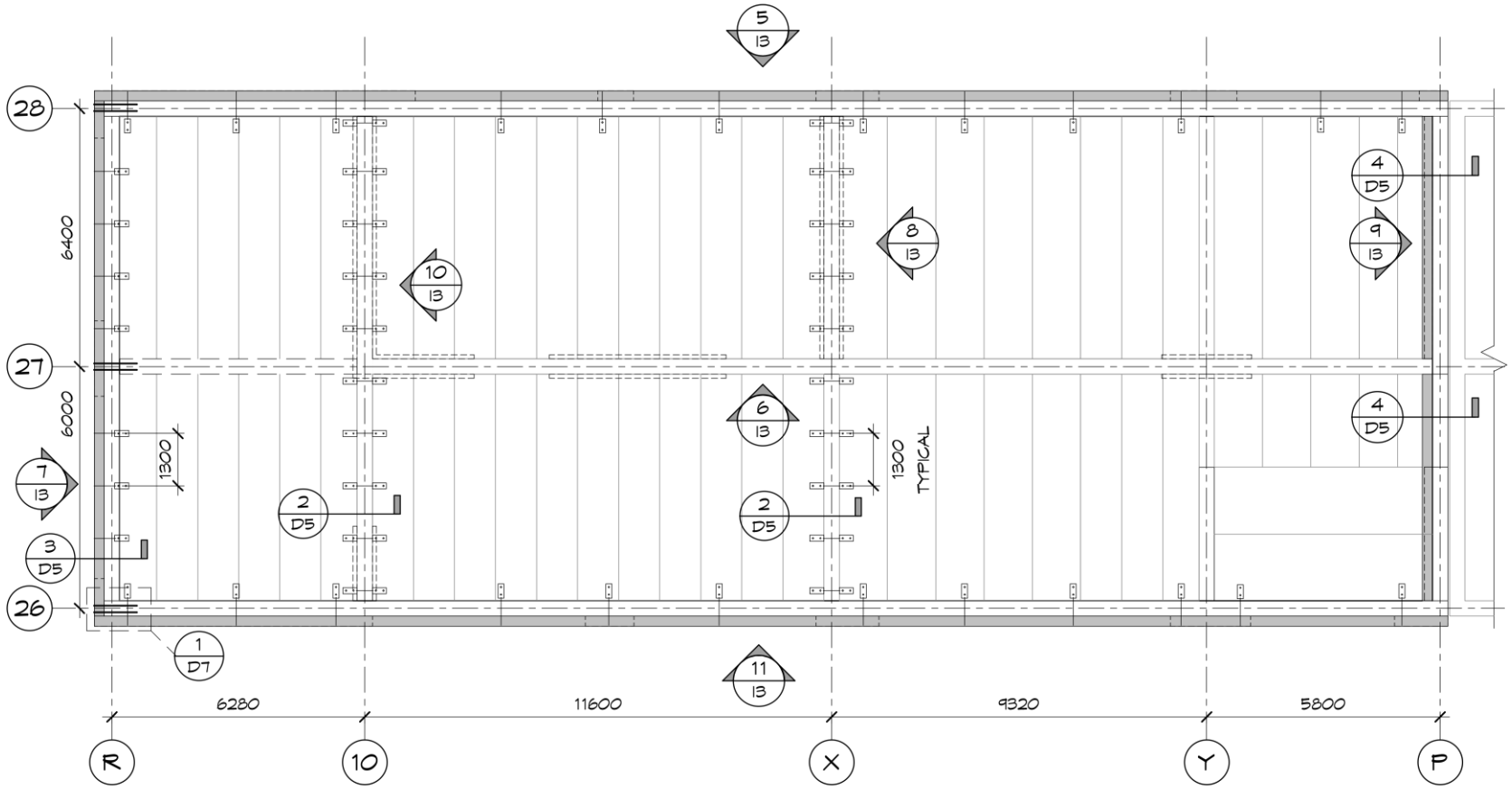
1/13 LEVEL 1 - INCREMENT 3



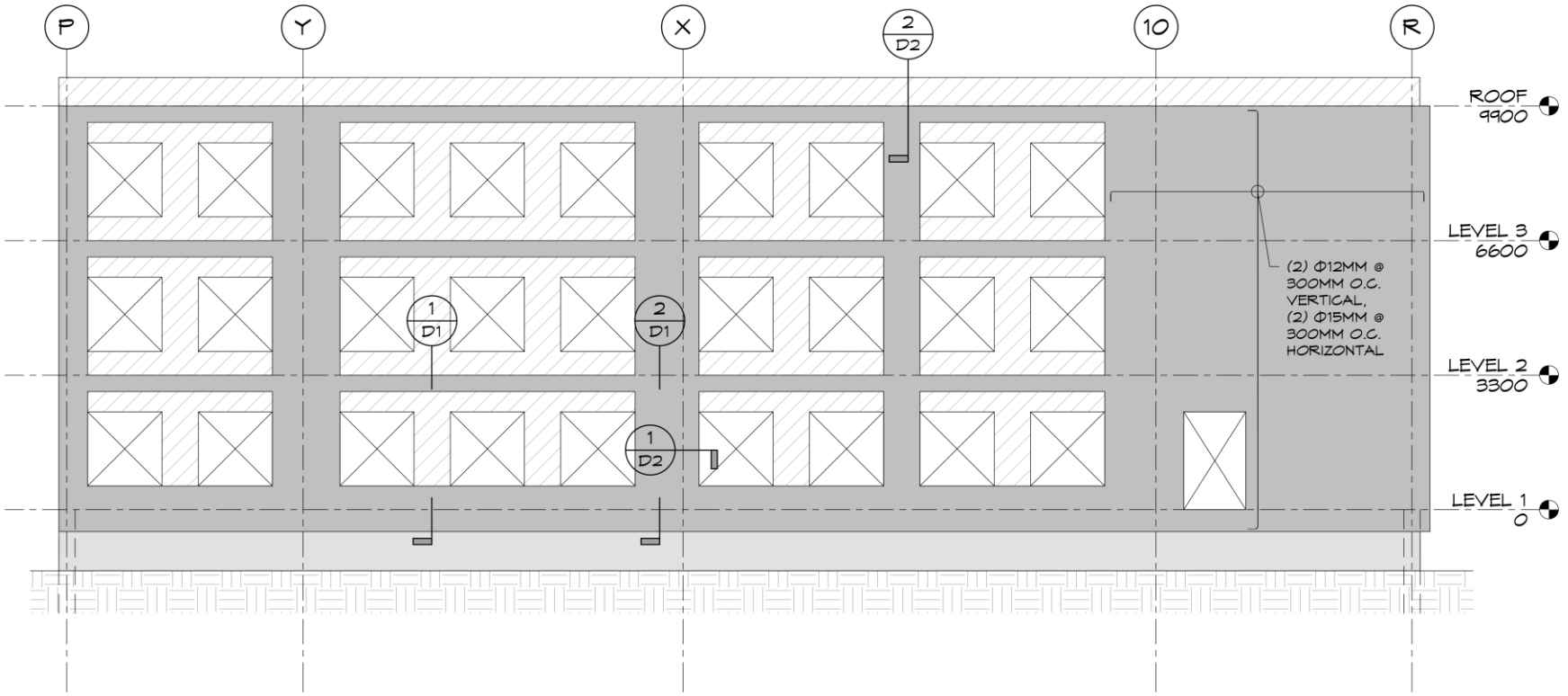
2 / 13 LEVEL 2 - INCREMENT 3



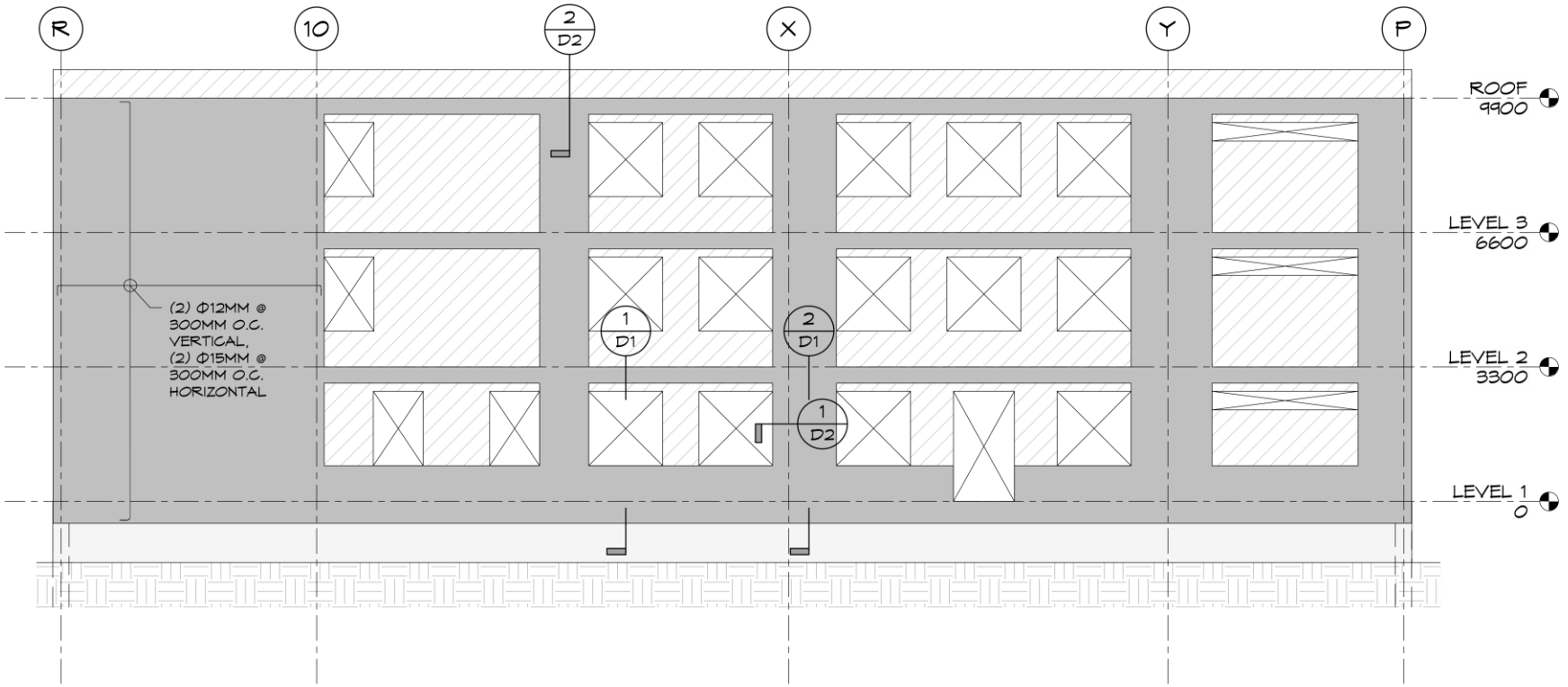
3 / 13 LEVEL 3 - INCREMENT 3



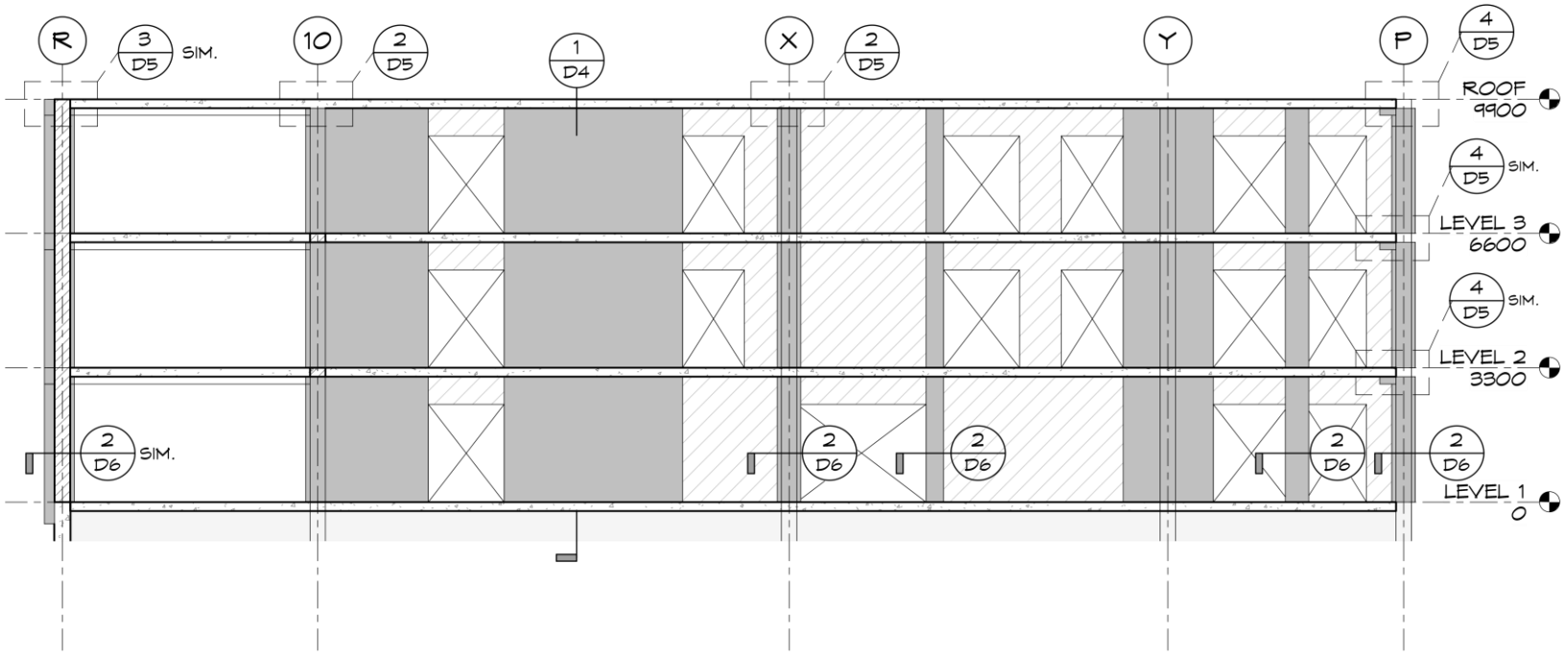
4 / 13 ROOF - INCREMENT 3



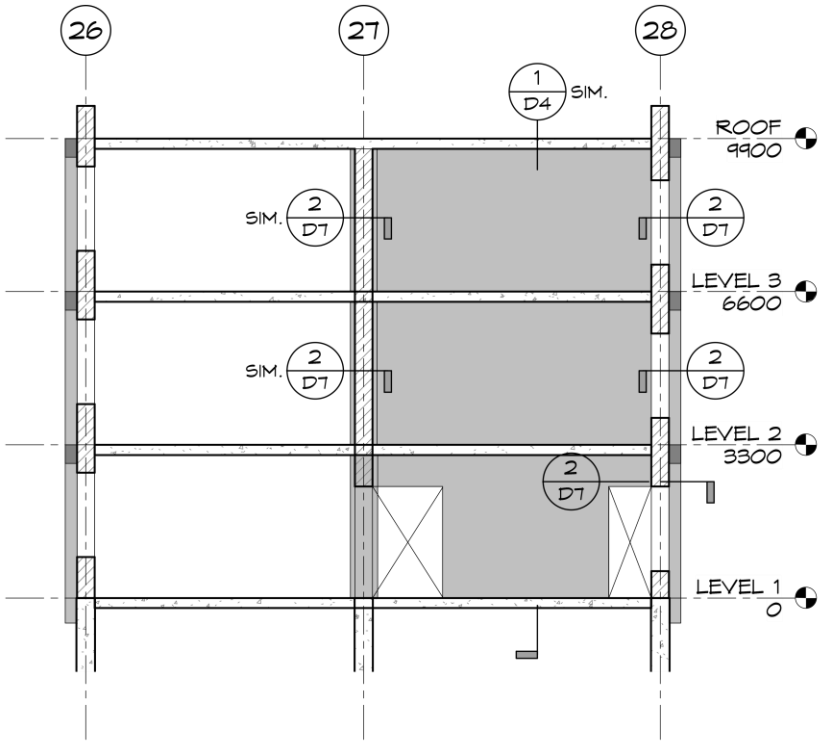
5 / 13 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3



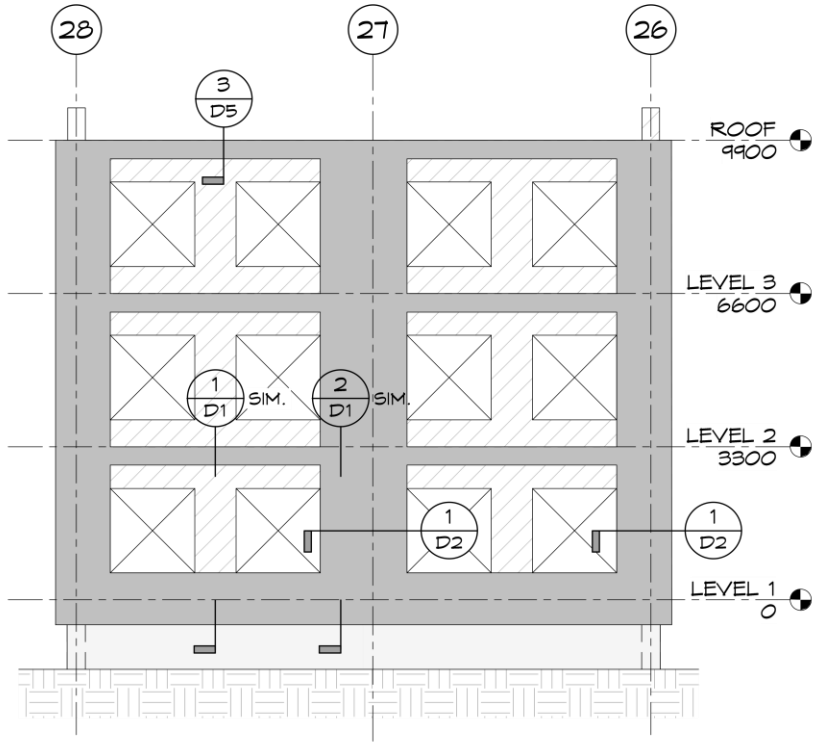
11/13 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL GRID 26 - INCREMENT 3



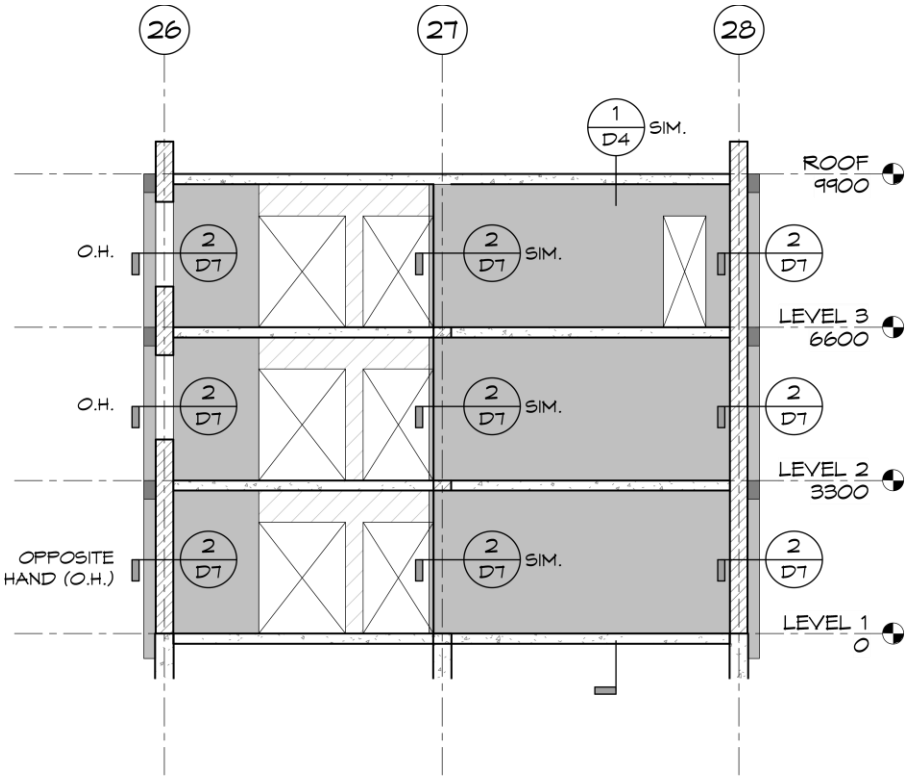
6/13 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3



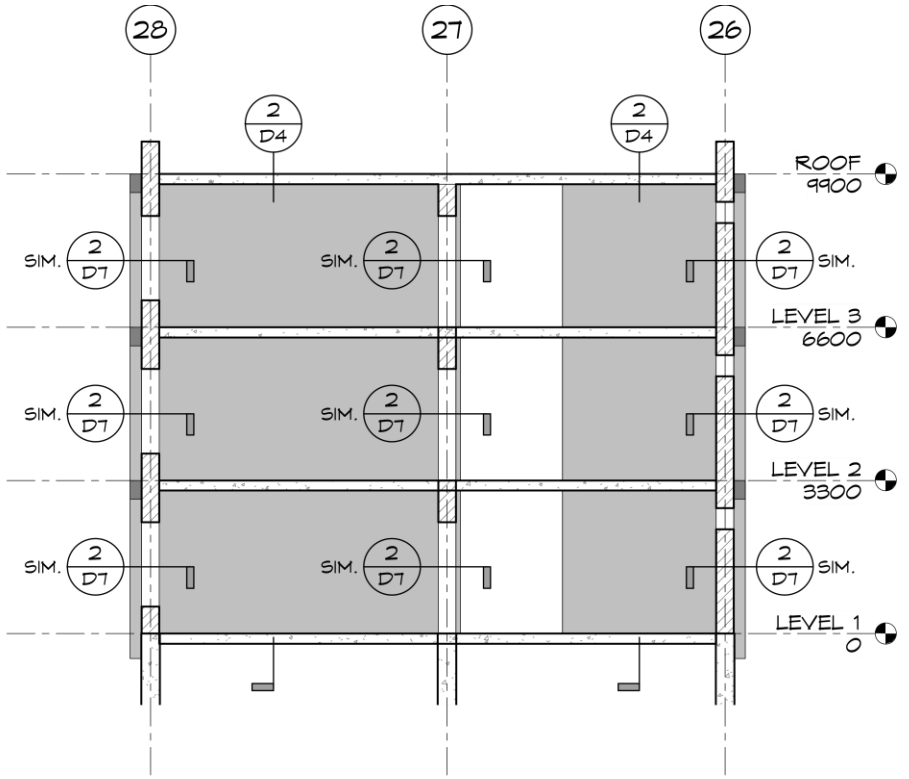
8/13 TRANSVERSE WALL GRID X - INCREMENT 3



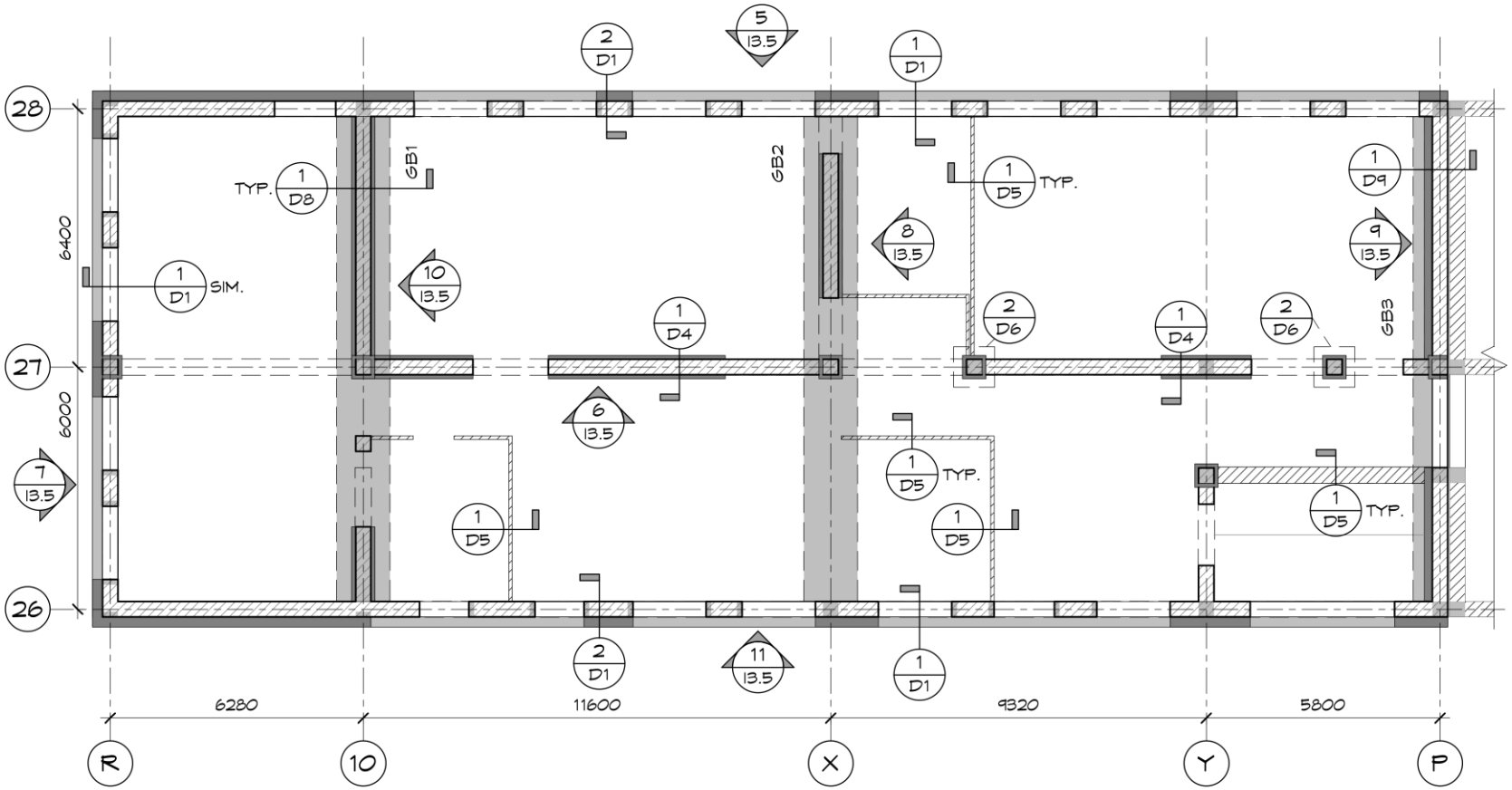
7/13 TRANSVERSE WALL GRID R - INCREMENT 3



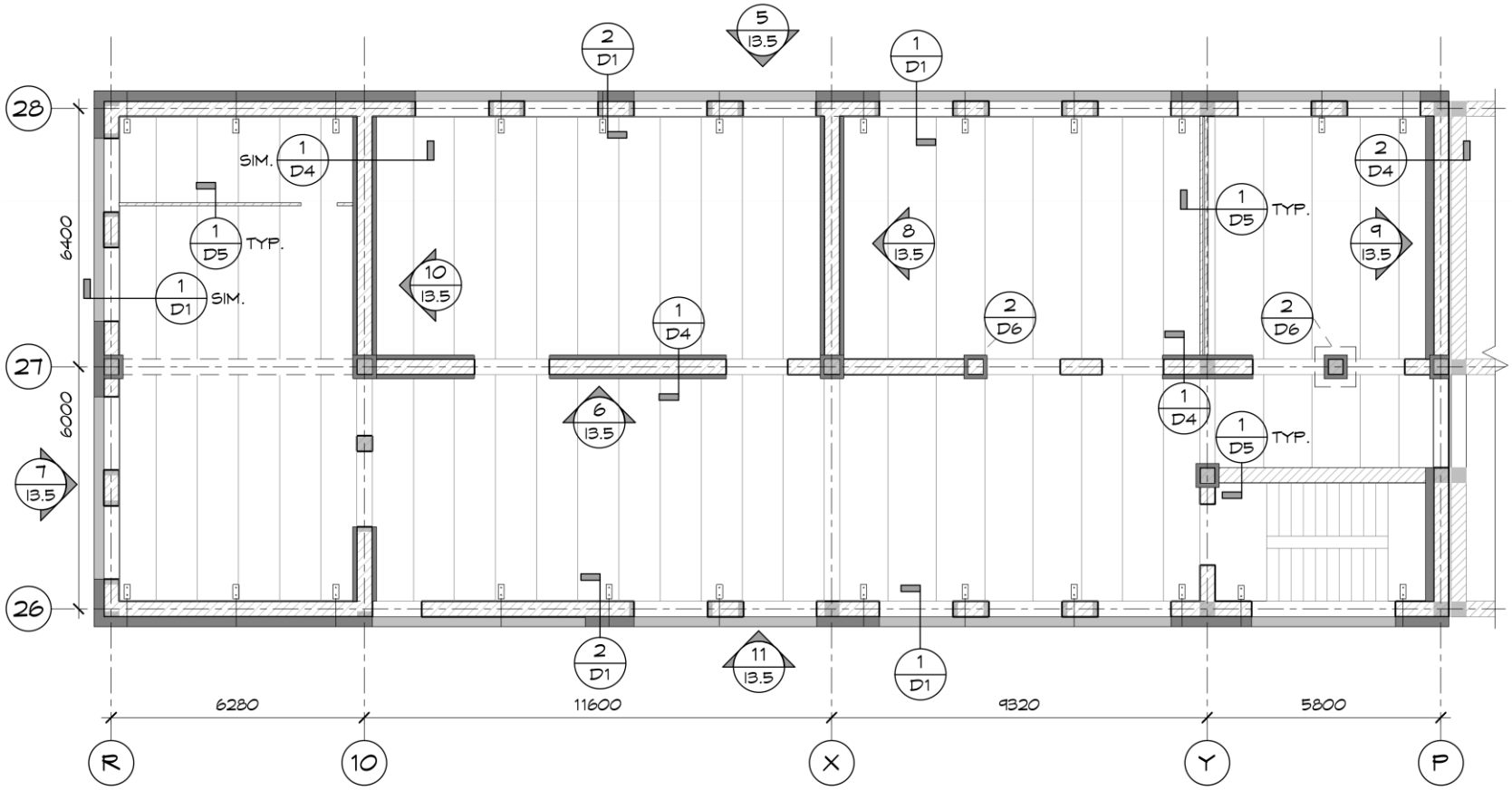
10/13 TRANSVERSE WALL GRID 10 - INCREMENT 3

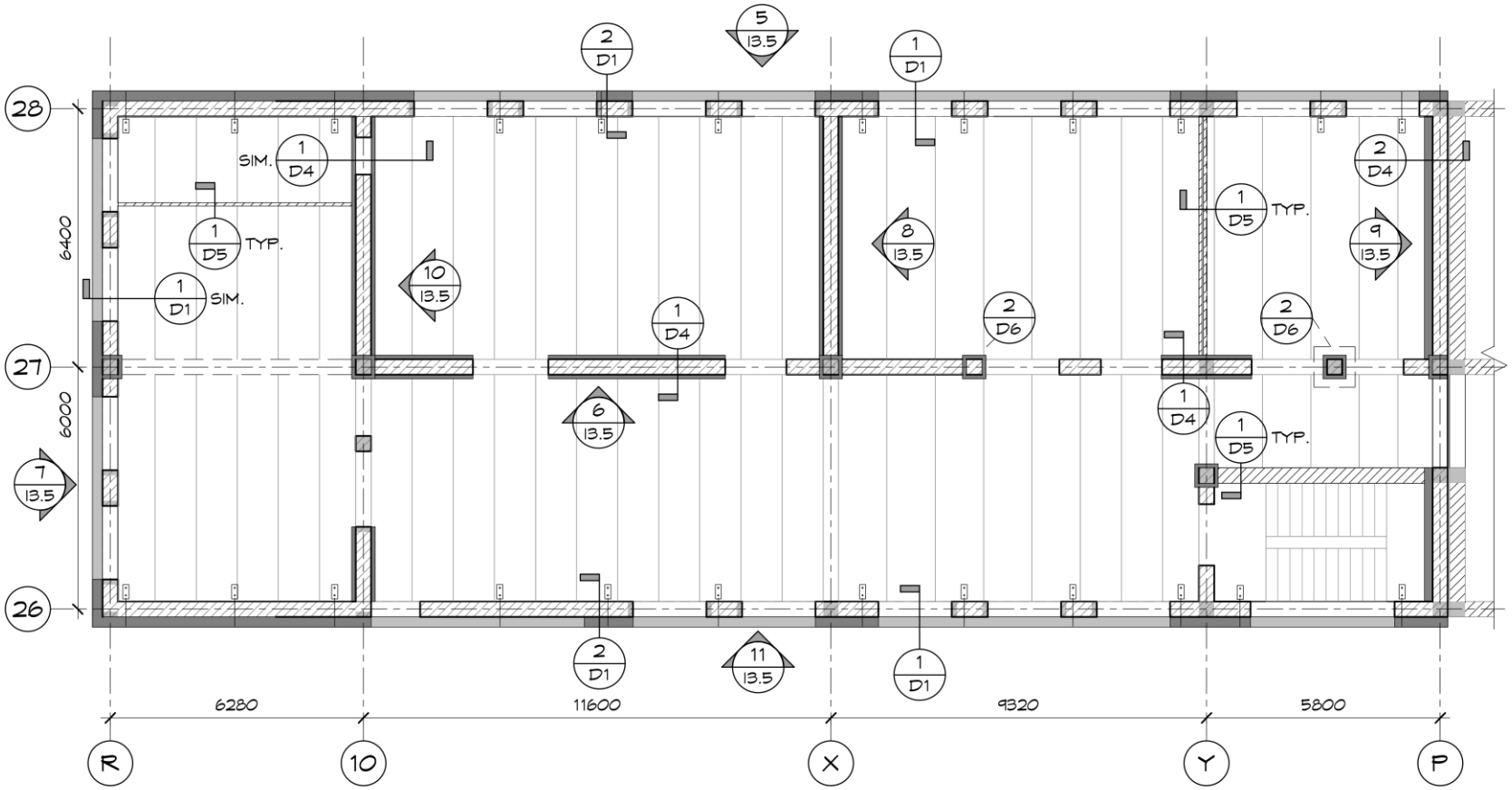


9/13 TRANSVERSE WALL GRID P - INCREMENT 3

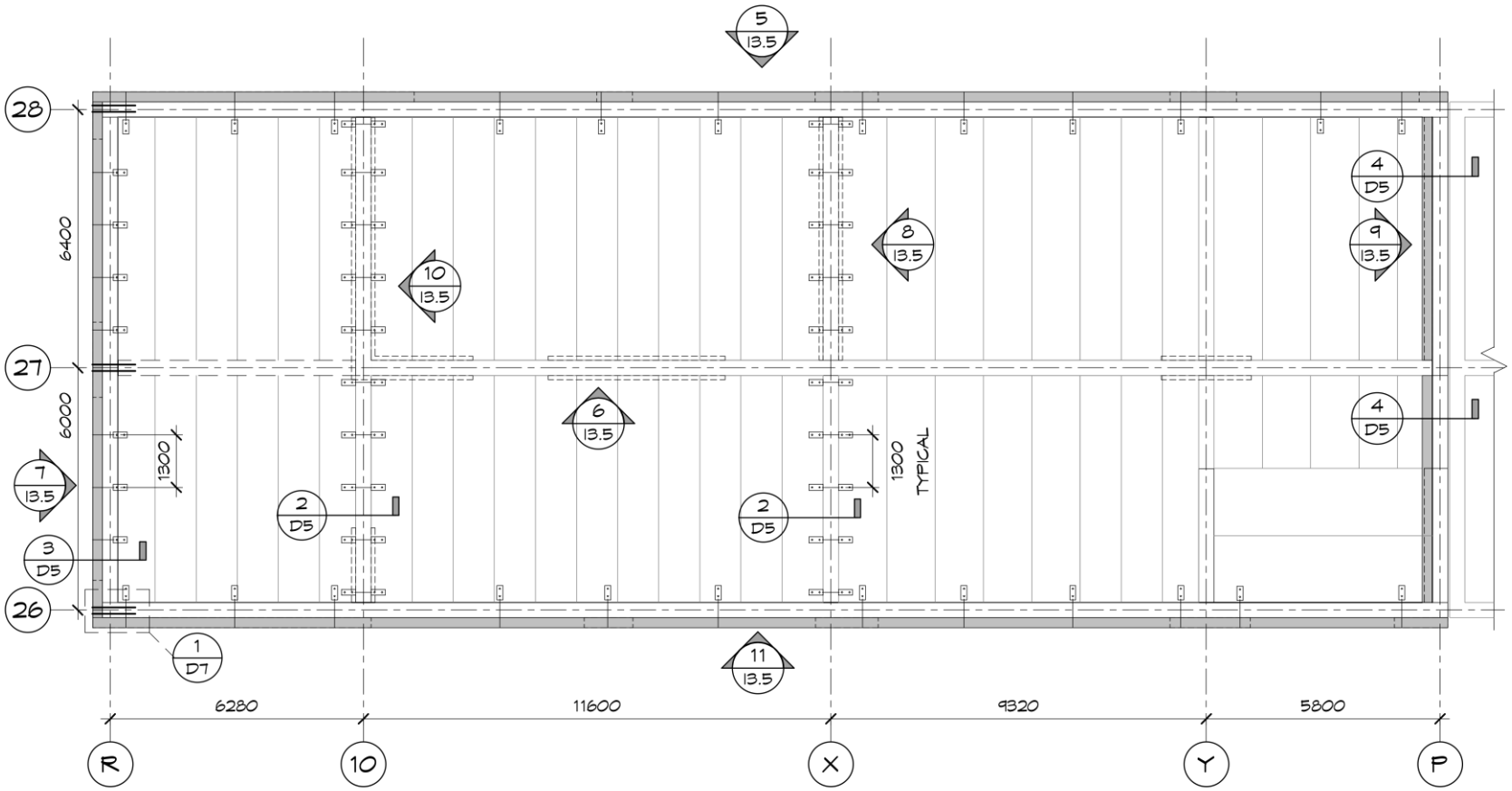


1 / 13.5 LEVEL 1 - INCREMENT 3.5

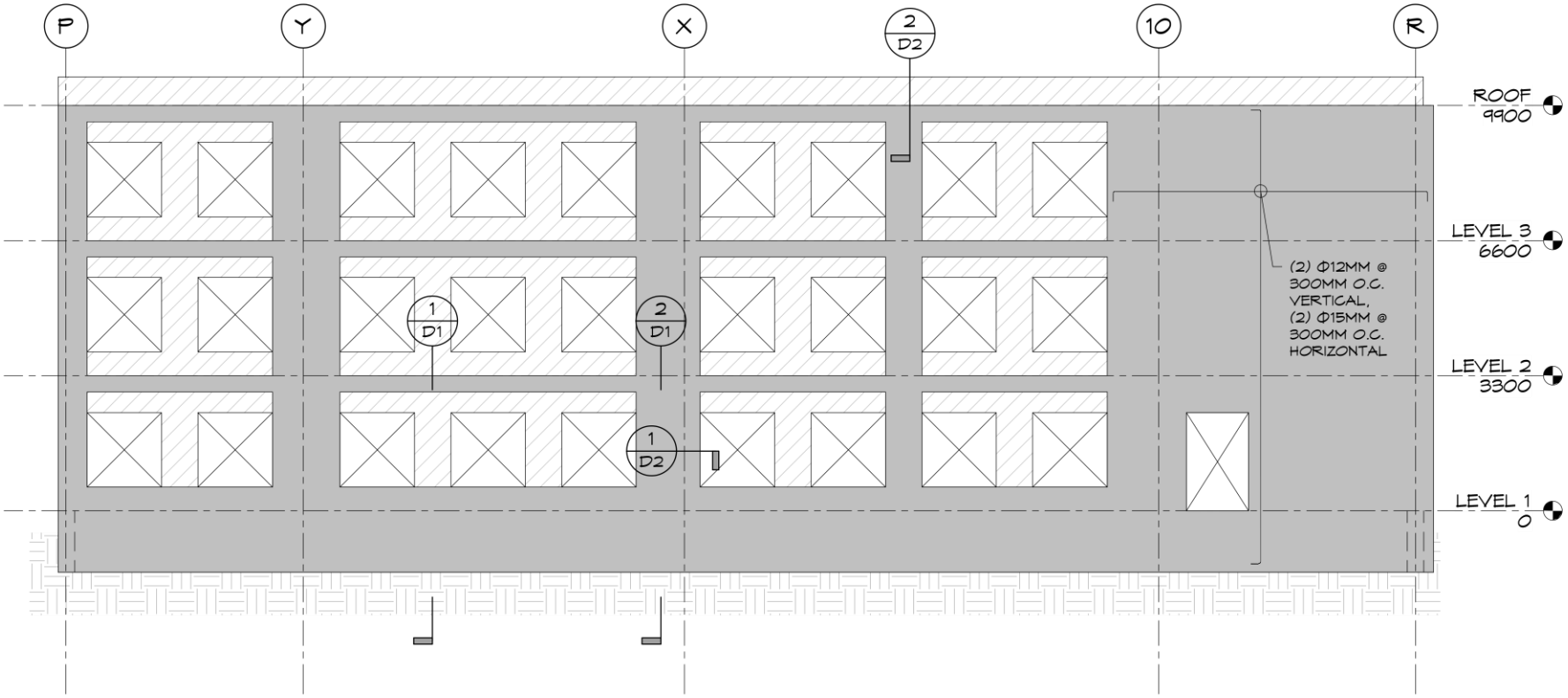

28
27
26
6400
6000
R
10
X
Y
P
6280
11600
9320
5800
SIM.
TYP.
LEVEL 2 - INCREMENT 3.5



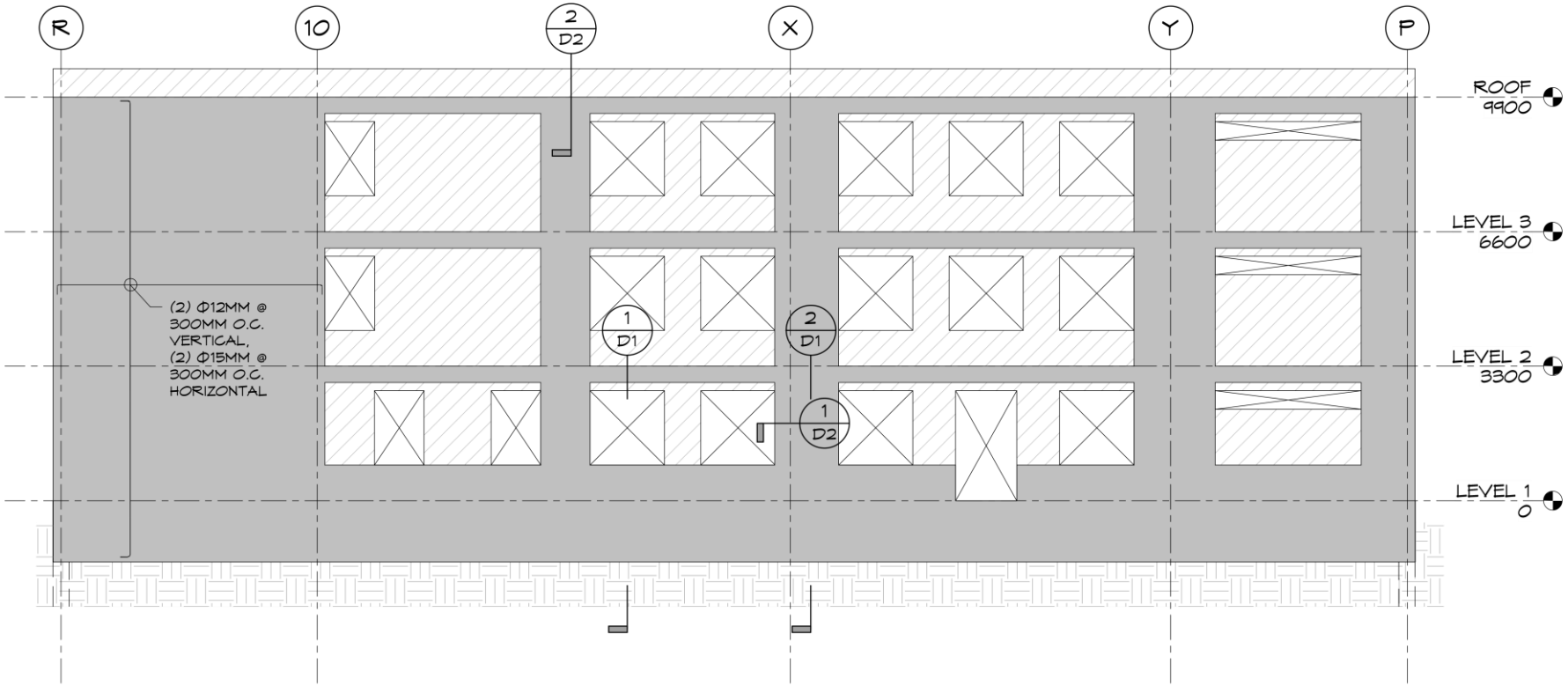
3 / 13.5 LEVEL 3 - INCREMENT 3.5



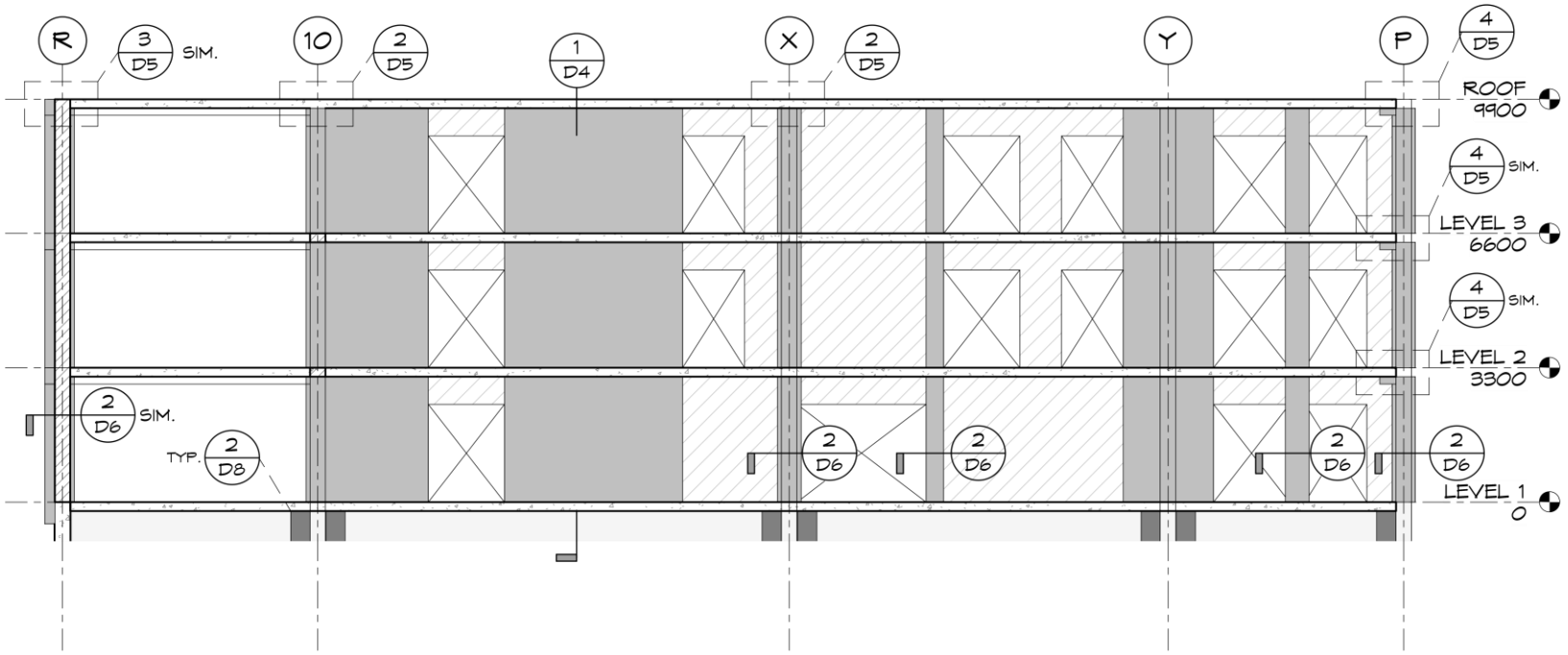
4 / 13.5 ROOF - INCREMENT 3.5



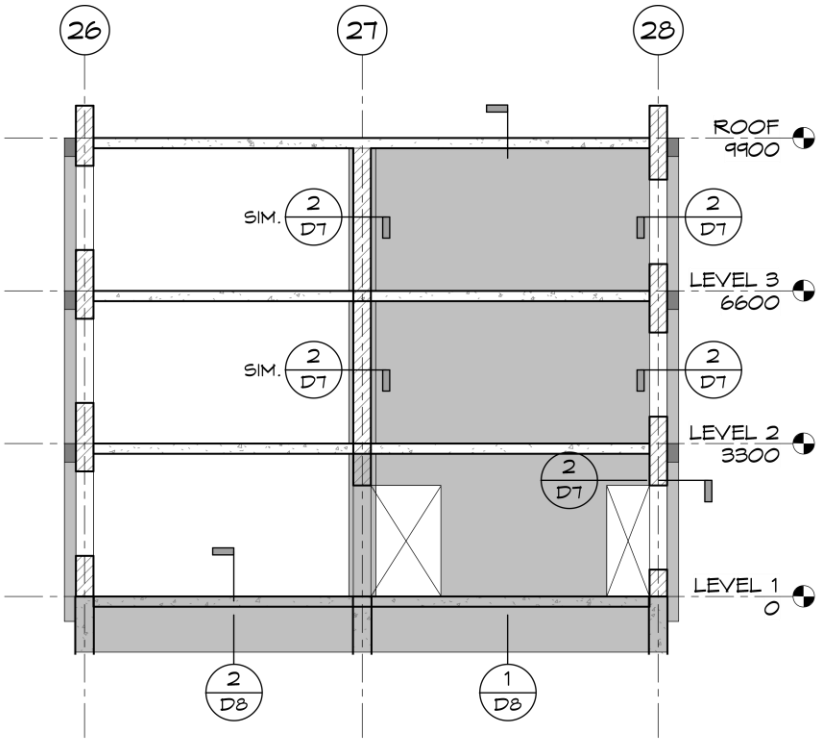
5
13.5 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3.5



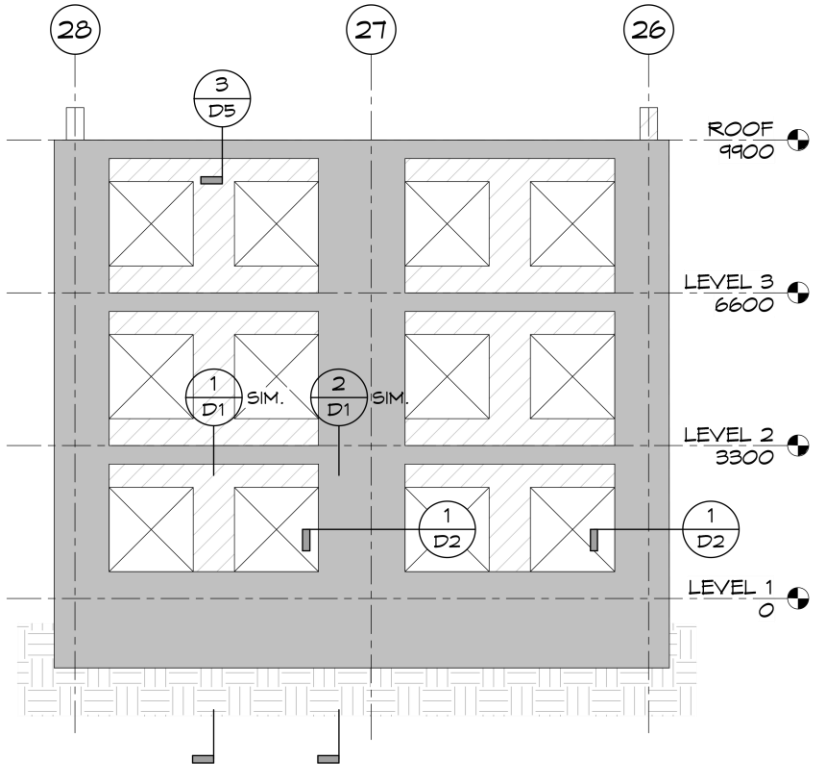
11
13.5 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL GRID 26 - INCREMENT 3.5



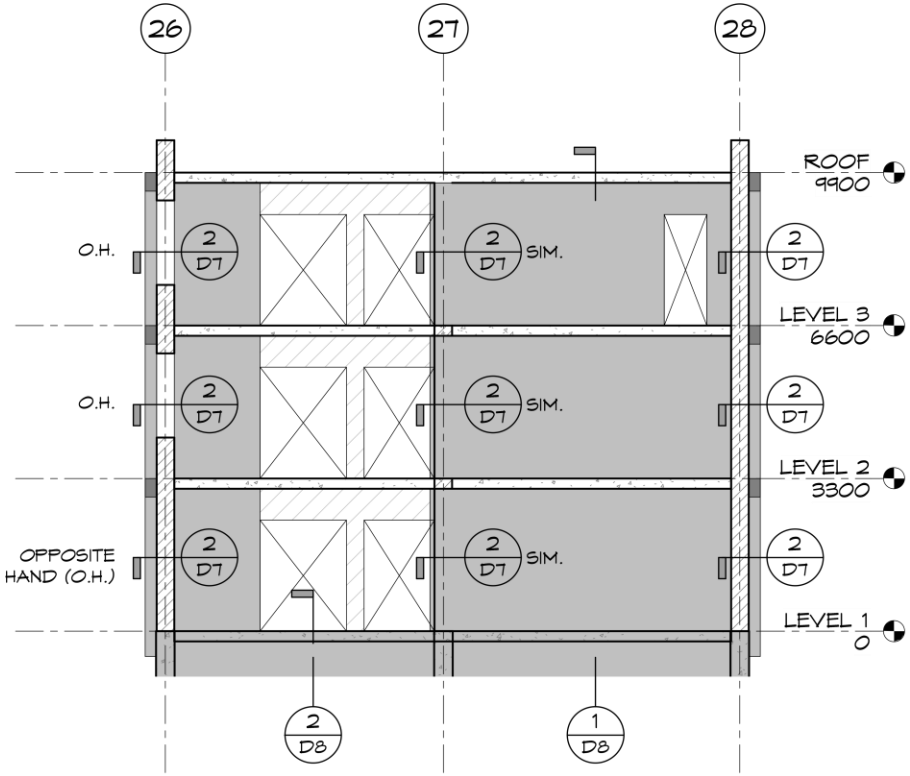
6 / 13.5 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 3.5



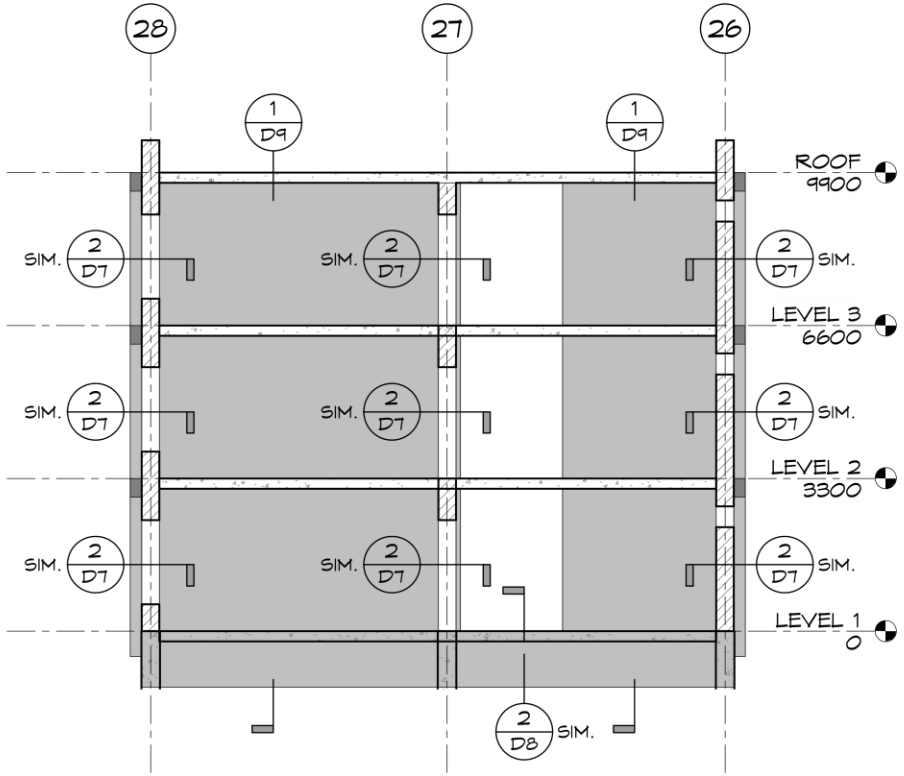
8 / 13.5 TRANSVERSE WALL GRID X - INCREMENT 3.5



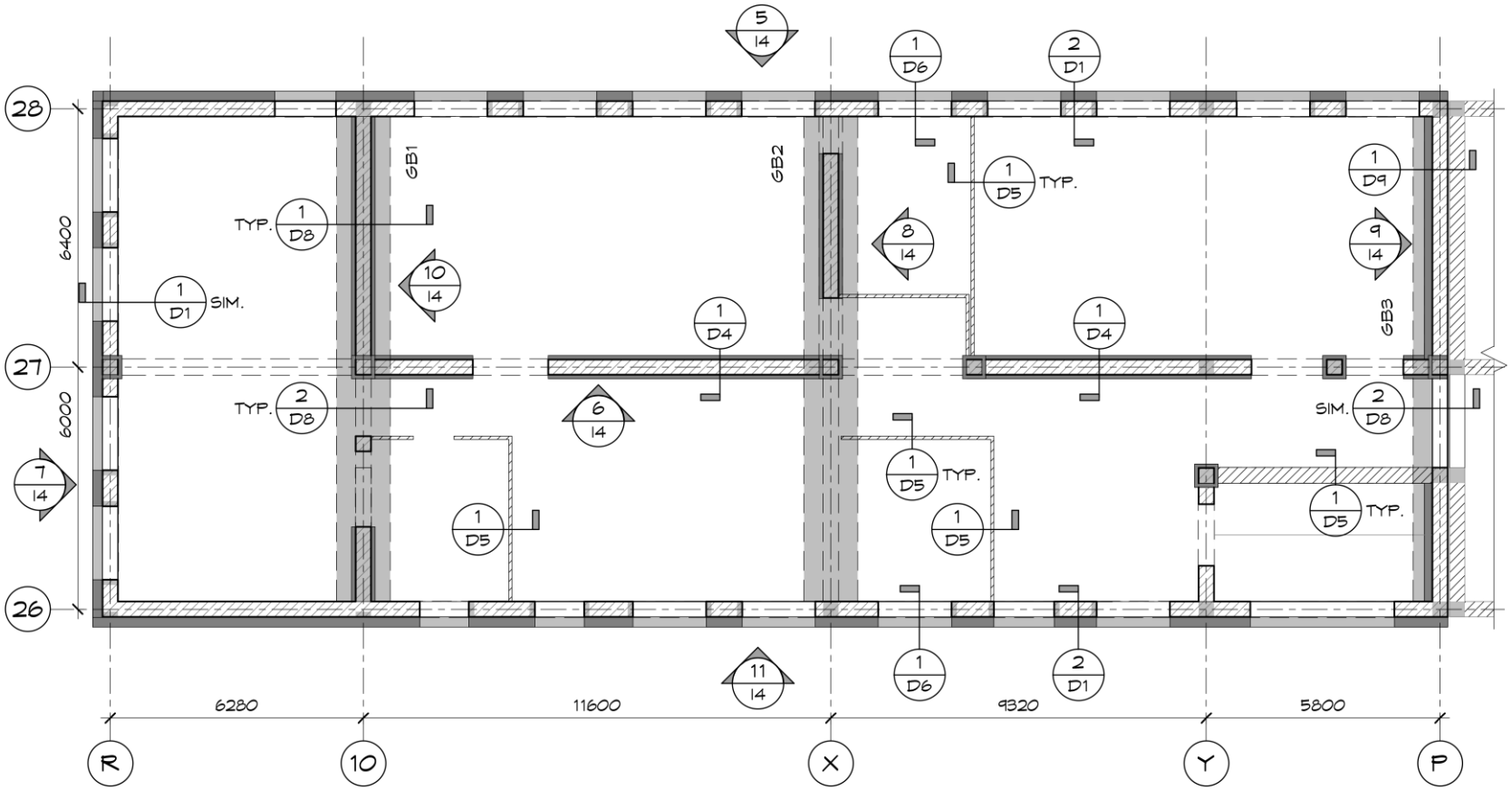
7 / 13.5 TRANSVERSE WALL GRID R - INCREMENT 3.5



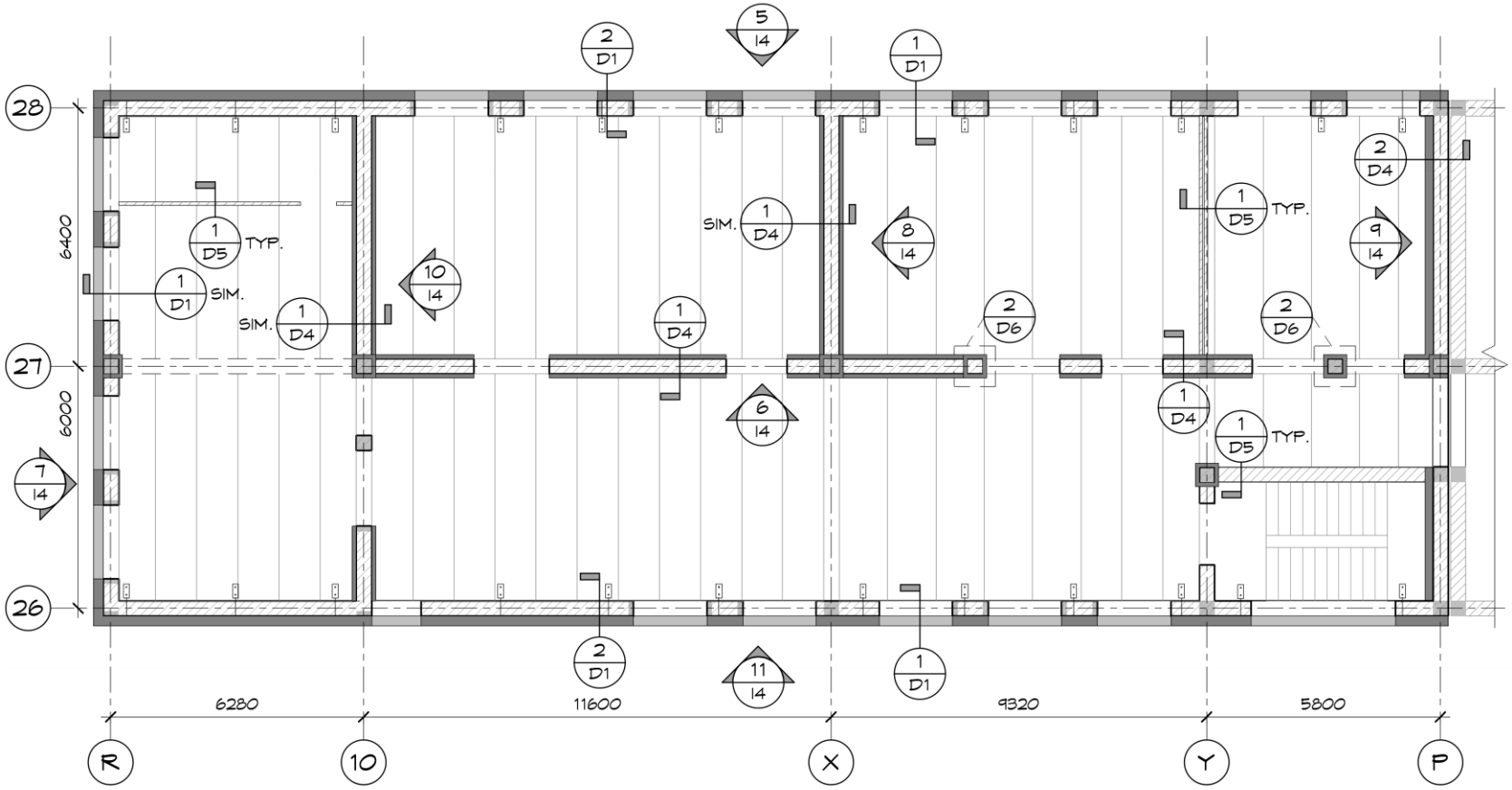
10 / 13.5 TRANSVERSE WALL GRID 10 - INCREMENT 3.5



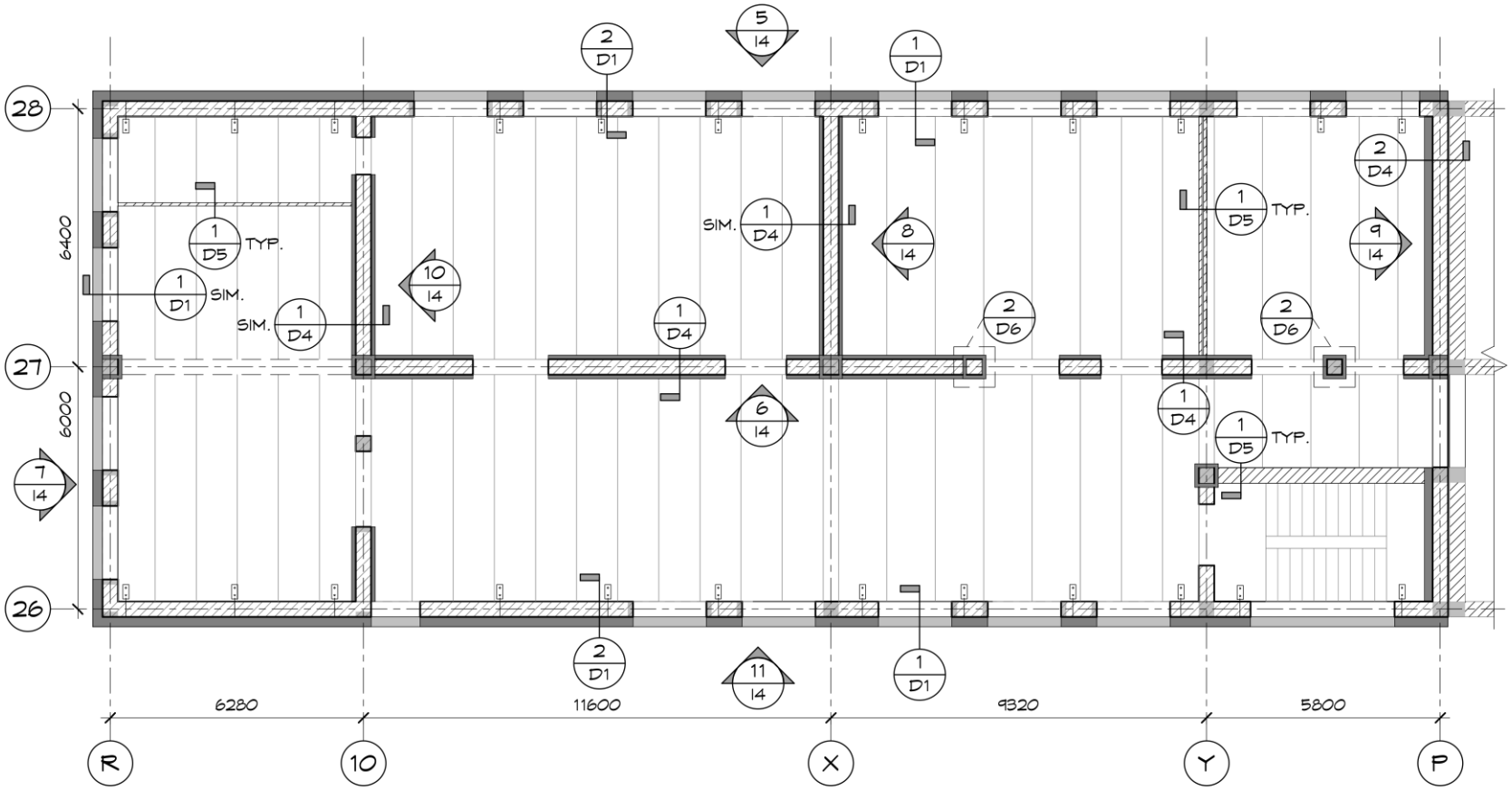
9 / 13.5 TRANSVERSE WALL GRID P - INCREMENT 3.5



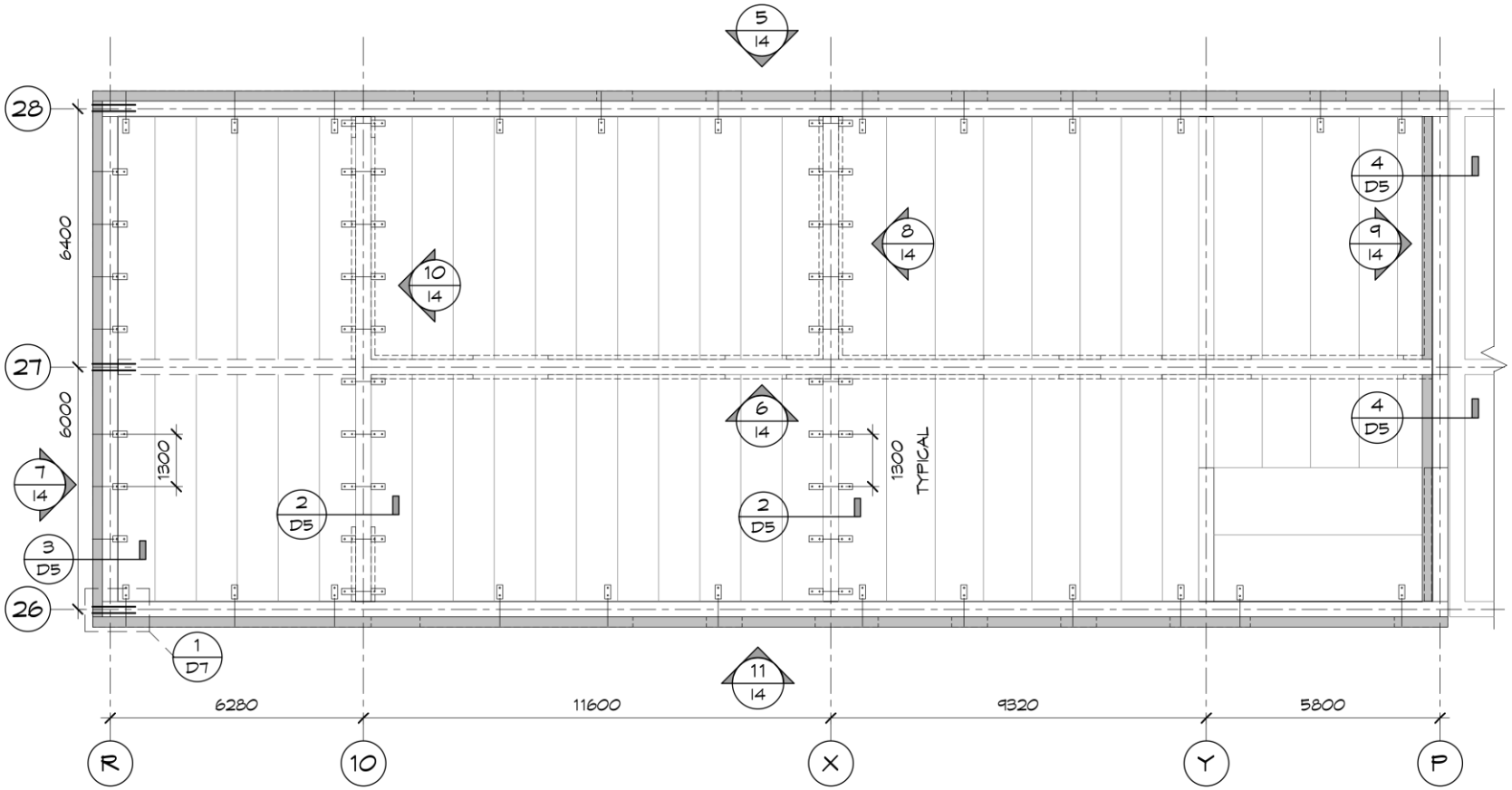
1 / 14 LEVEL 1 - INCREMENT 4



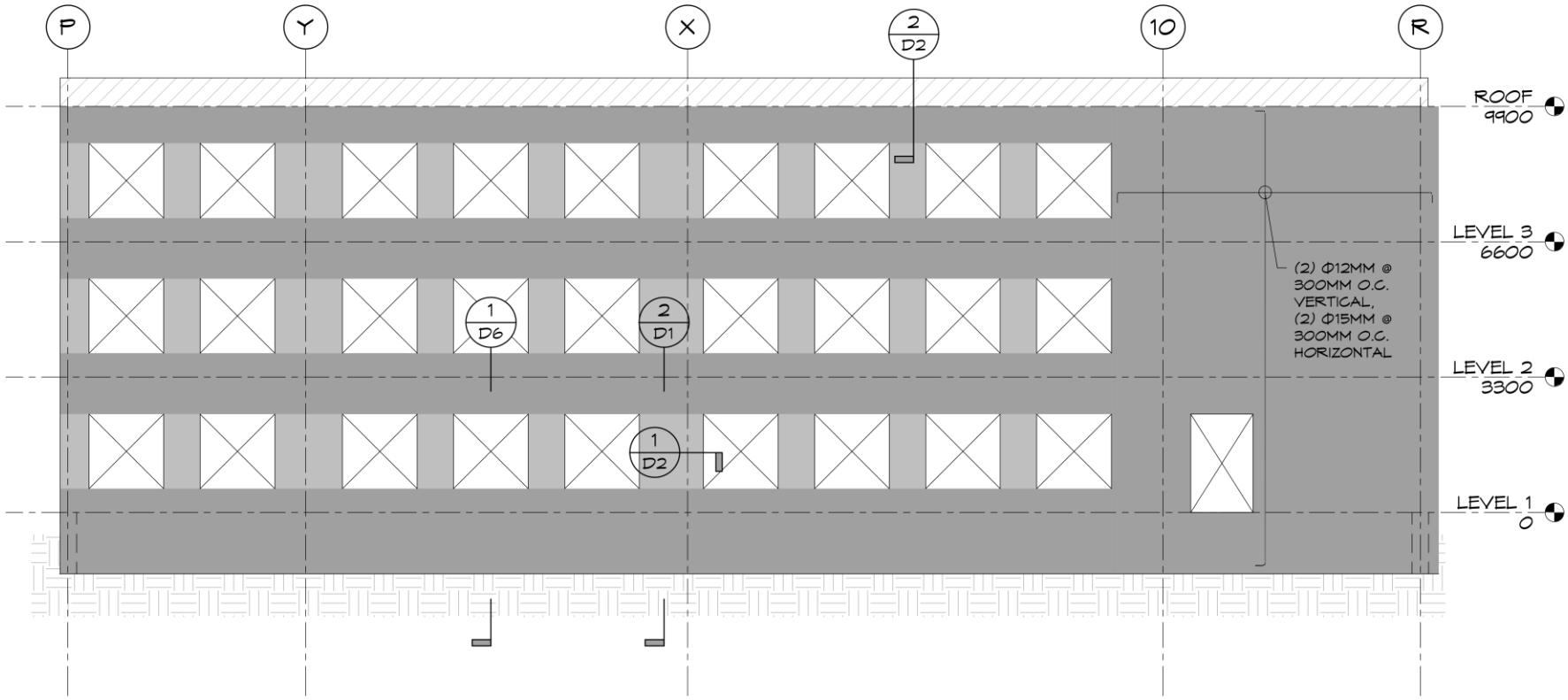
2/14 LEVEL 2 - INCREMENT 4



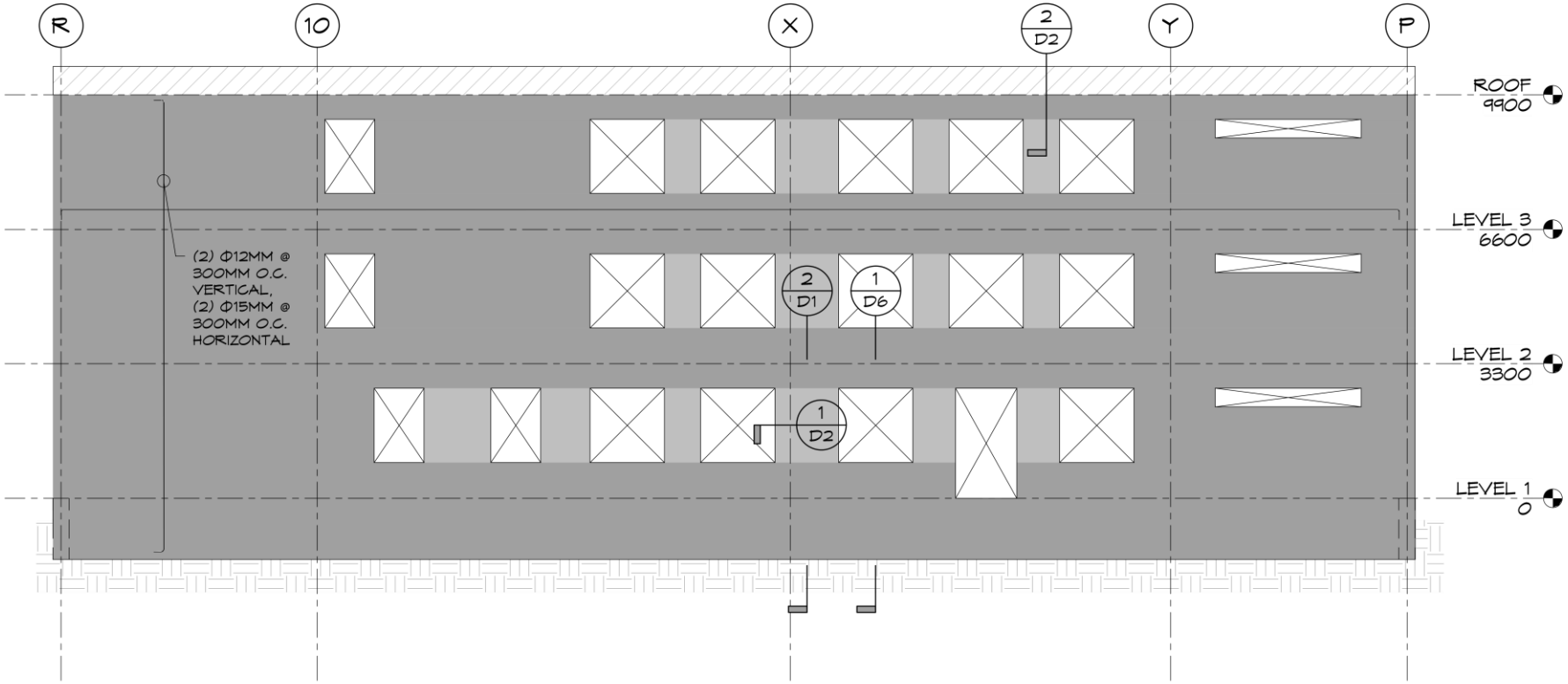
3 / 14 LEVEL 3 - INCREMENT 4



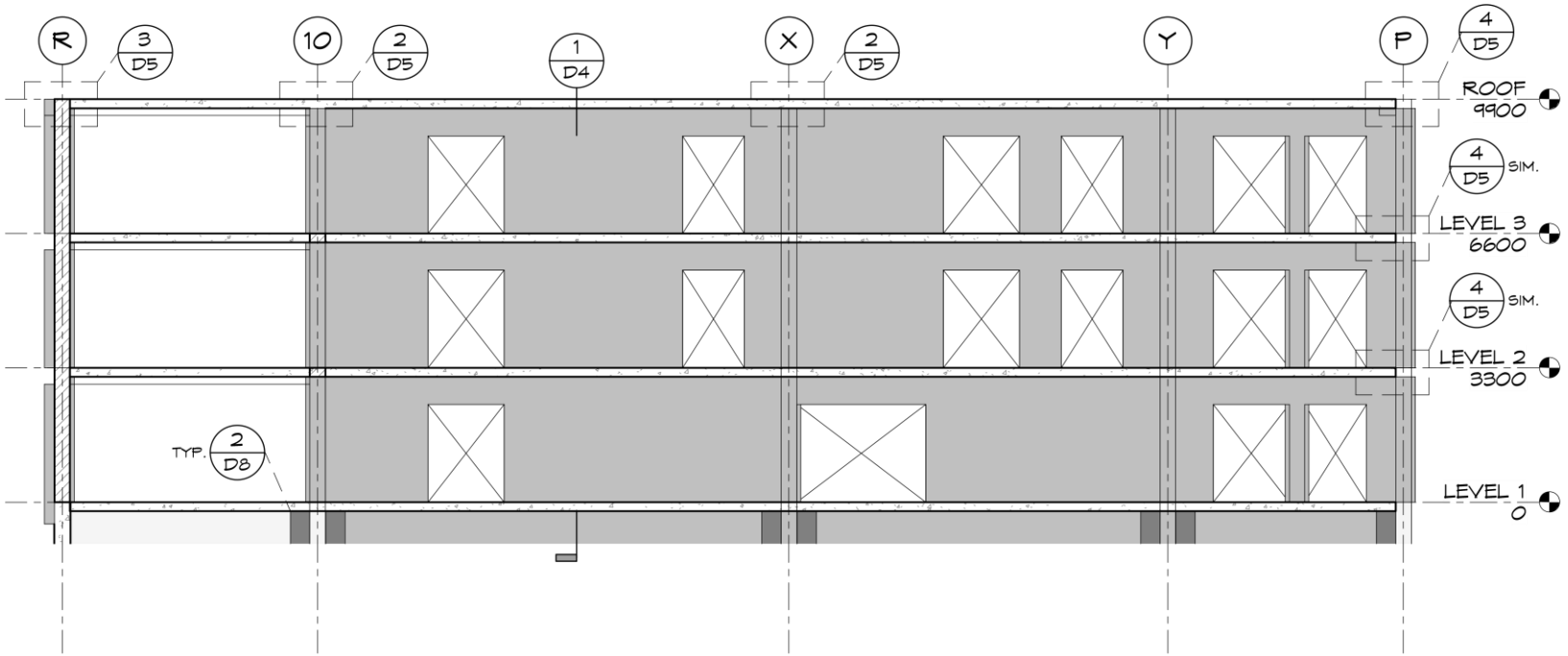
4/14 ROOF - INCREMENT 4



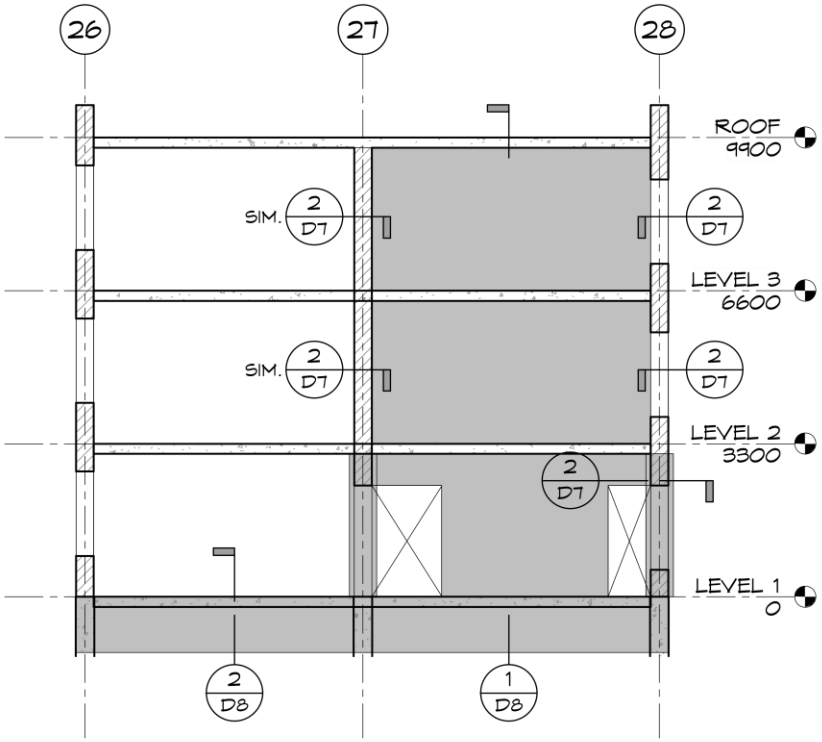
5
14
EXTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 4



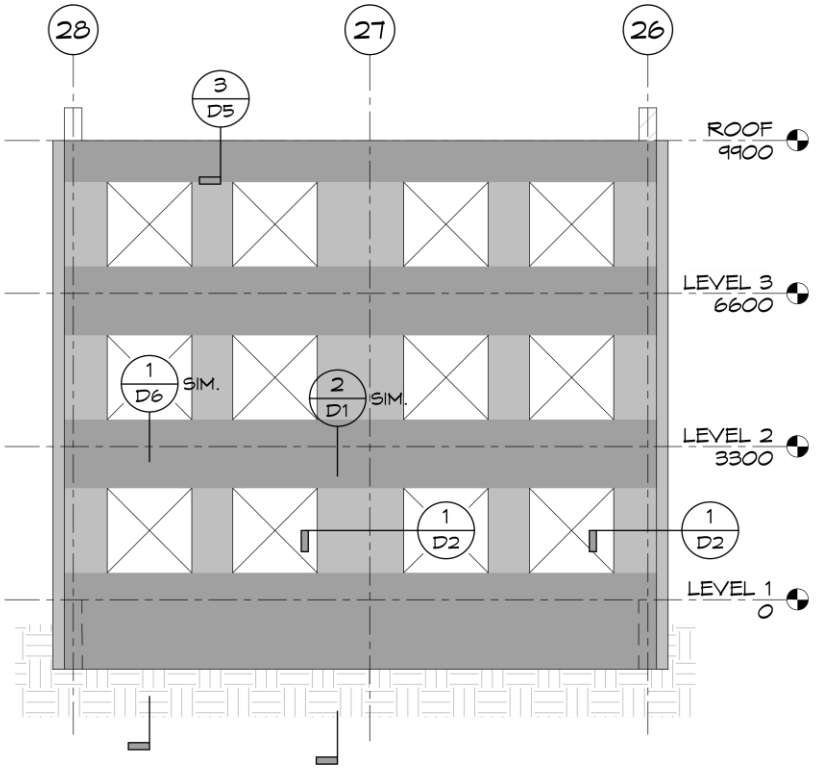
11/14 EXTERIOR LONGITUDINAL WALL GRID 26 - INCREMENT 4



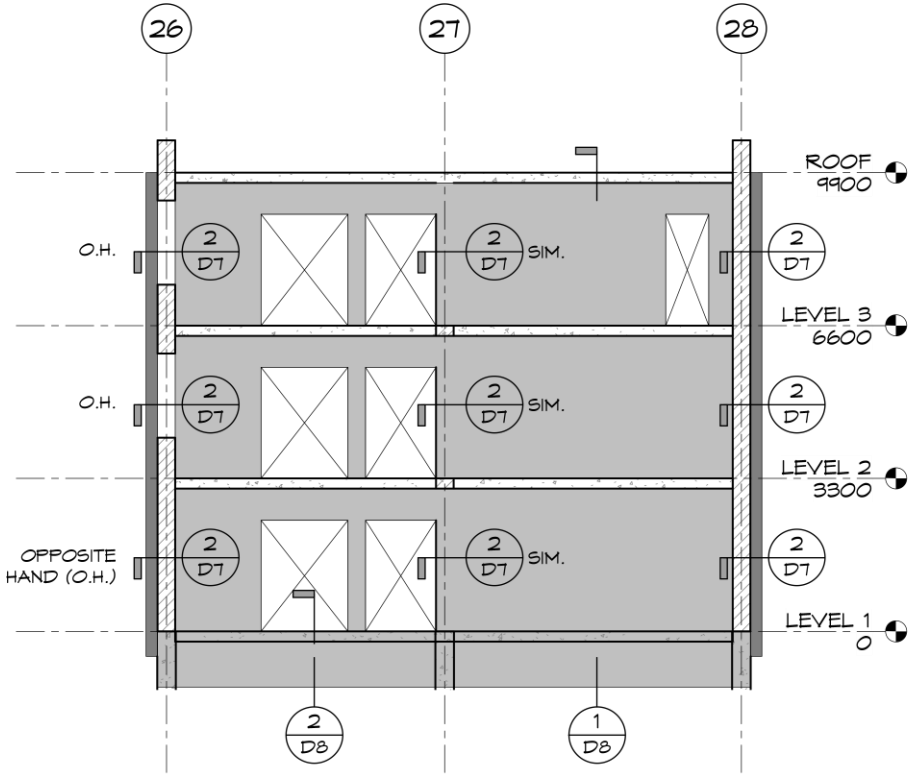
6/14 INTERIOR LONGITUDINAL WALL - INCREMENT 4



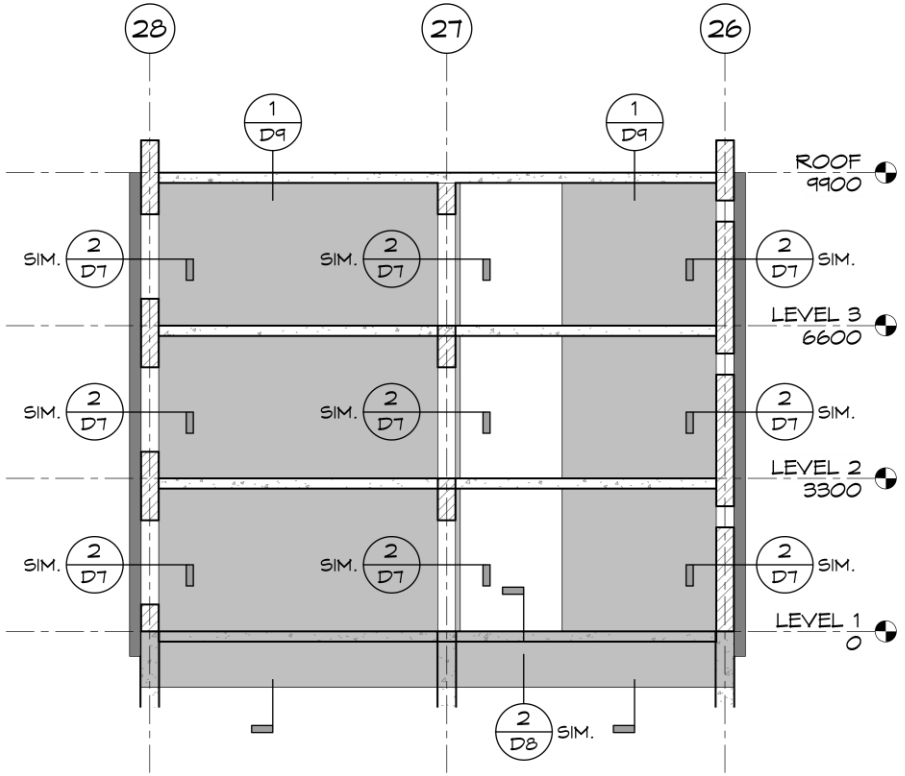
8/14 TRANSVERSE WALL GRID X - INCREMENT 4



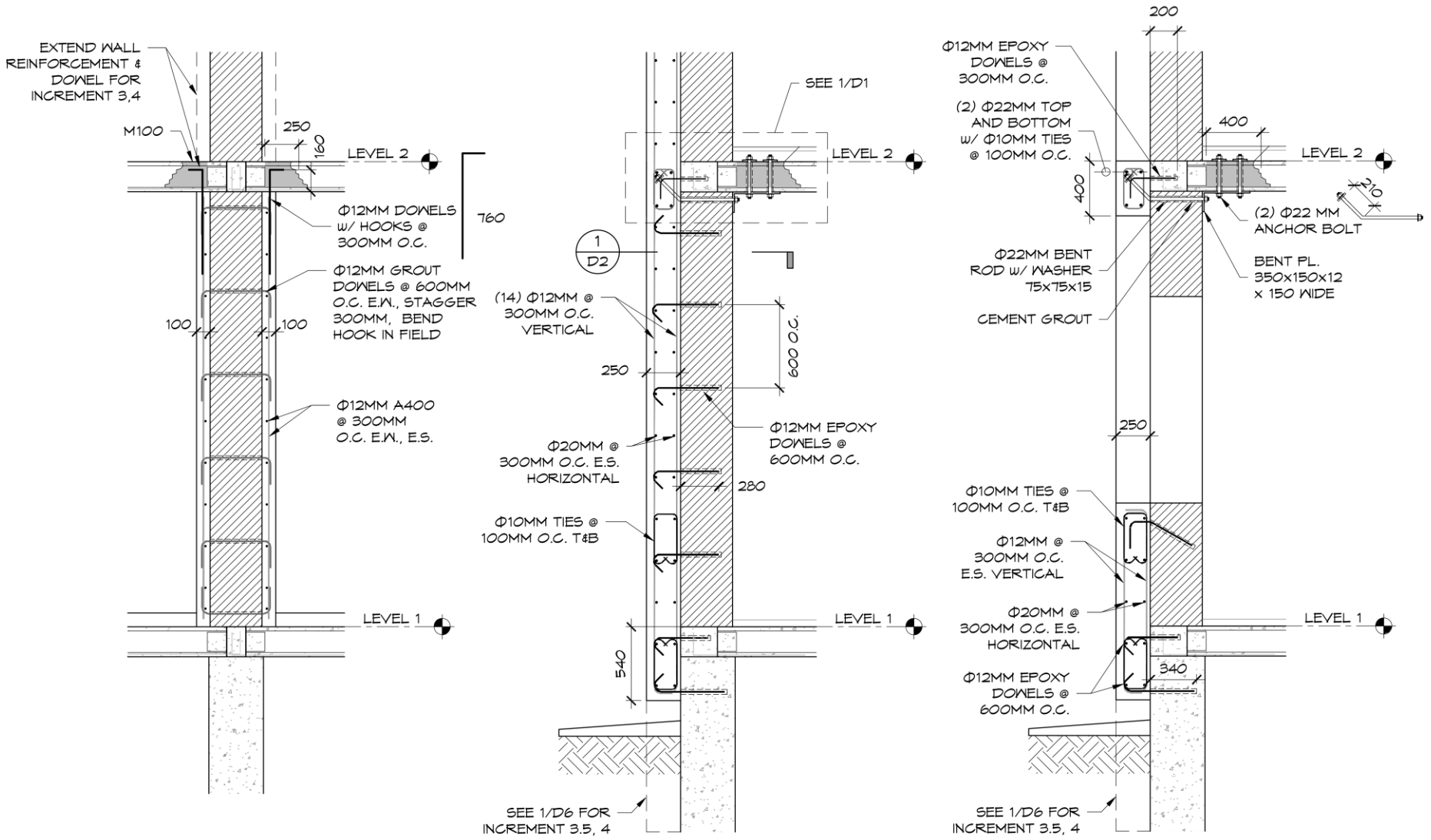
7/14 TRANSVERSE WALL GRID R - INCREMENT 4



10/14 TRANSVERSE WALL GRID 10 - INCREMENT 4



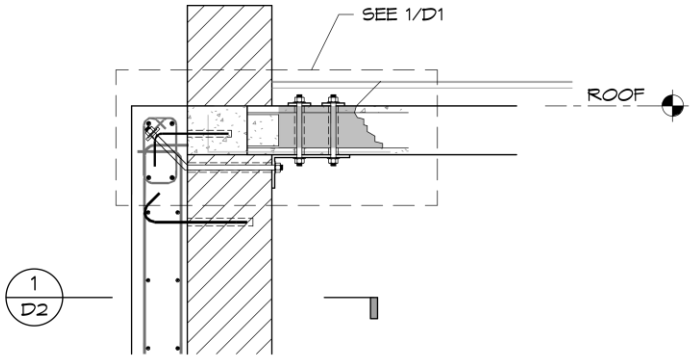
9/14 TRANSVERSE WALL GRID P - INCREMENT 4



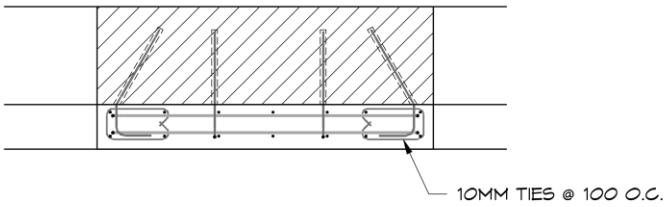
3 D1 INTERIOR LONGITUDINAL WALL
INCREMENT 2

2 D1 EXTERIOR WALL
INCREMENT 2,3

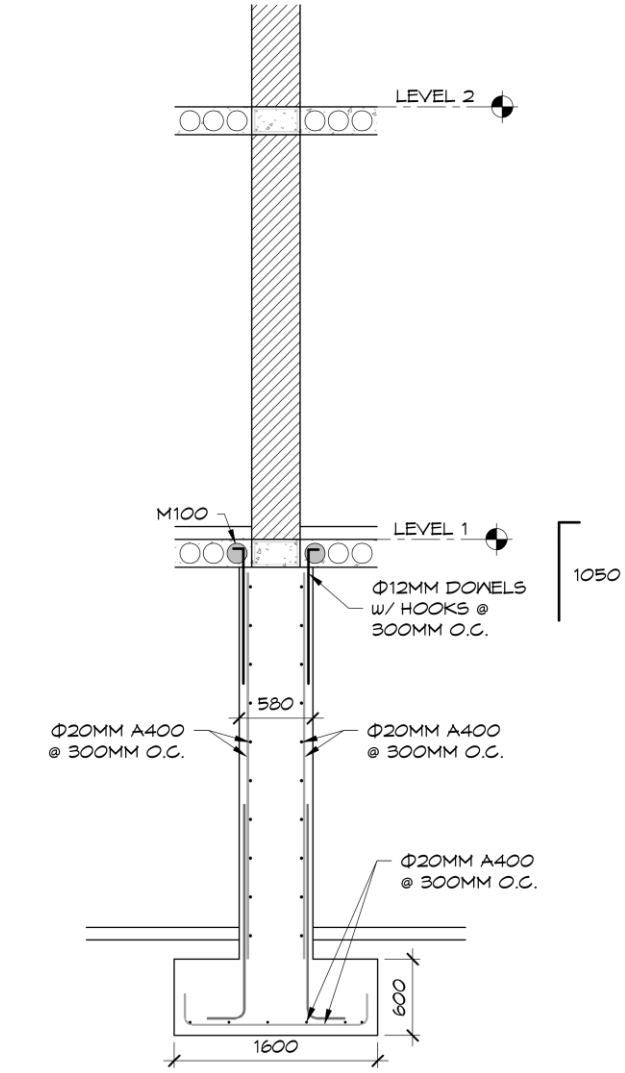
1 D1 EXT. WALL (LONG. EQ.)
INCREMENT 2,3



2 D2 EXT. ROOF TETHER
INCREMENT 2,3

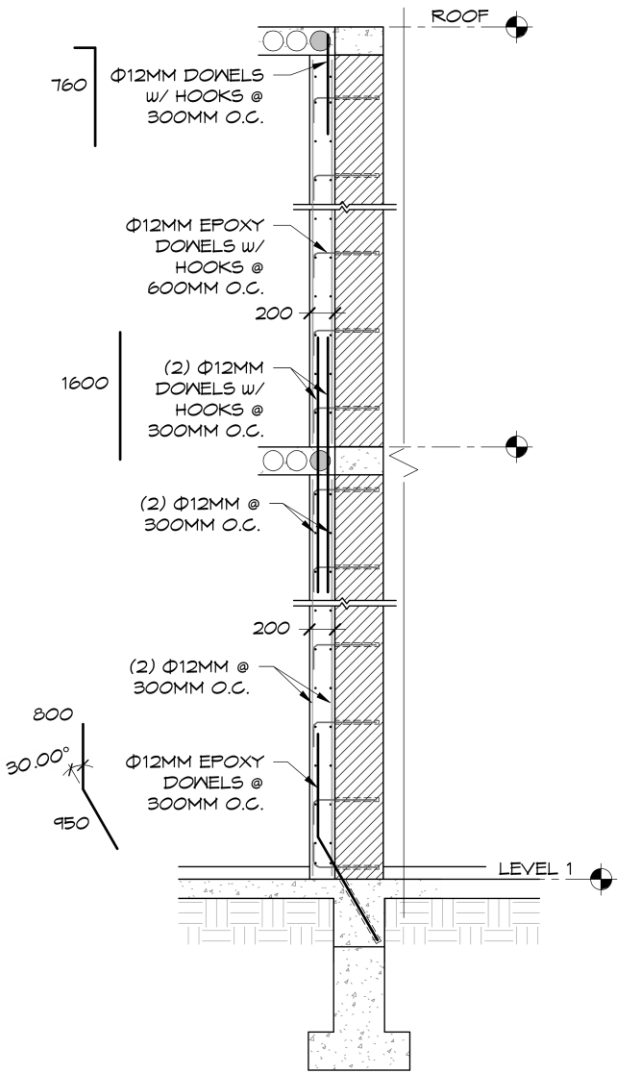


1 D2 EXT. PIER PARTIAL SECTION
INCREMENT 2,3

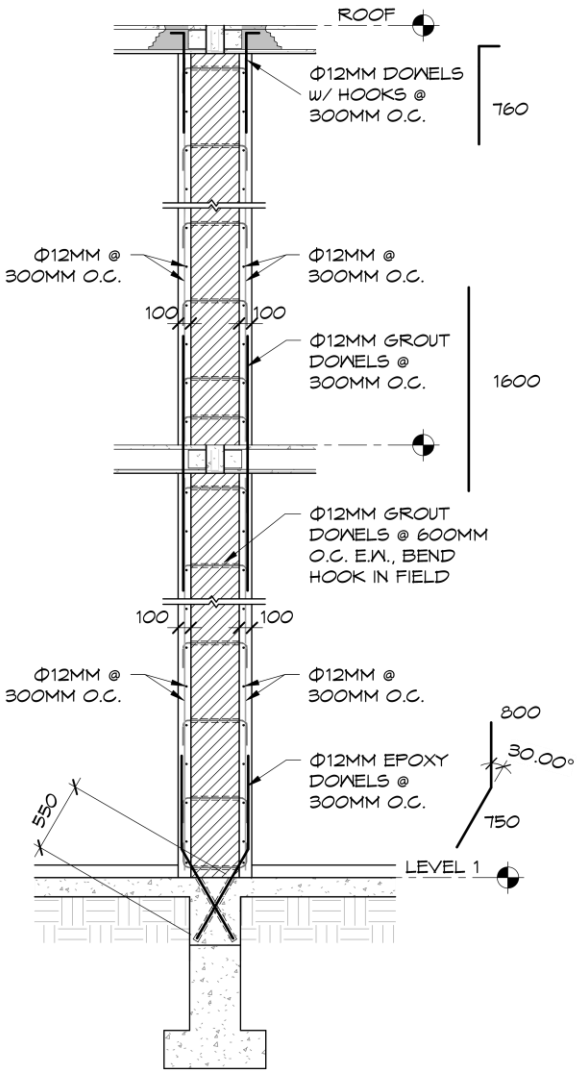


1 / D3 (N) BASEMENT WALL @ GRID X

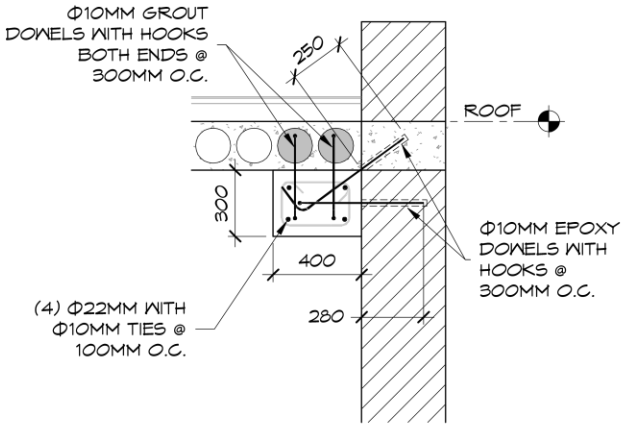
INCREMENT 1



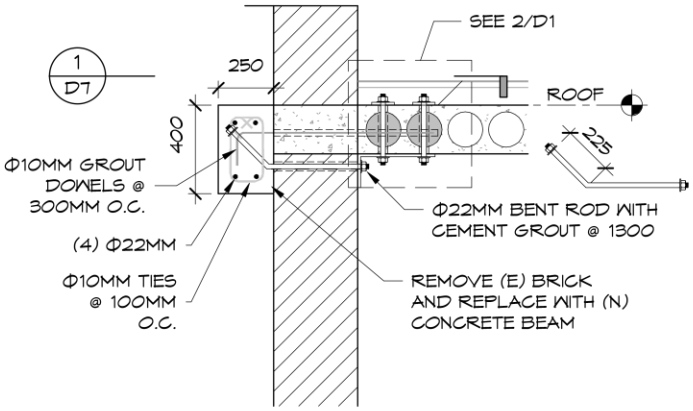
2 D4 INTERIOR WALL @ GRID P
INCREMENT 3



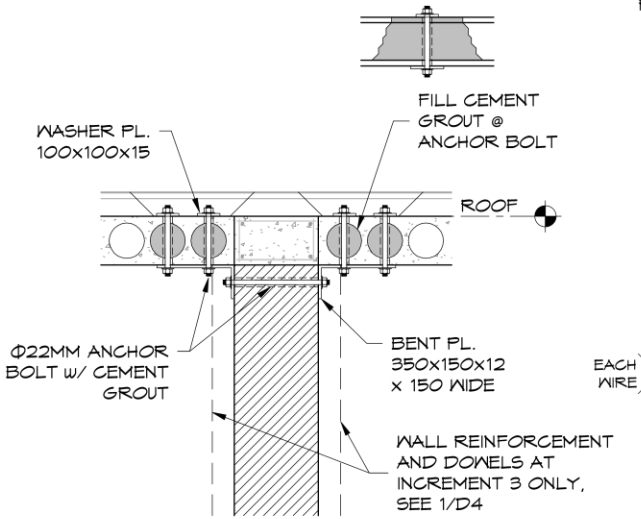
1 D4 INTERIOR WALL
INCREMENT 3



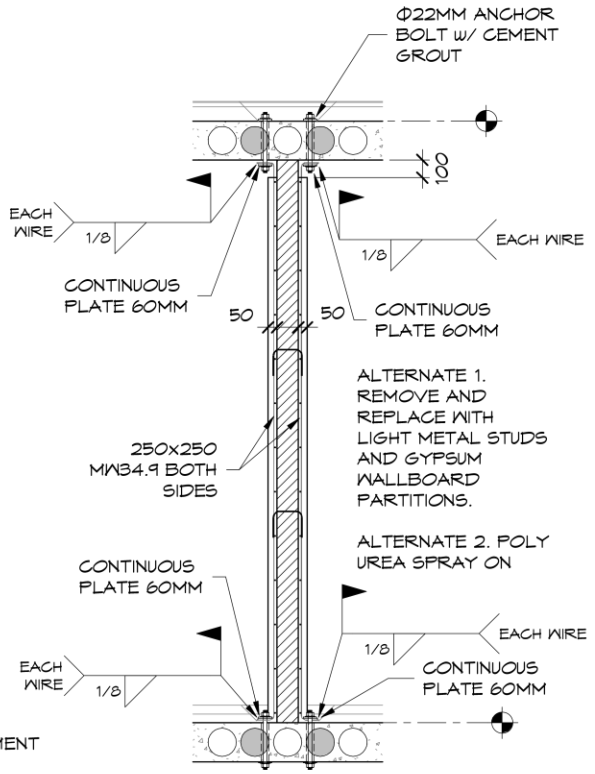
4 D5 INT. ROOF BELT
INCREMENT 1,2,3



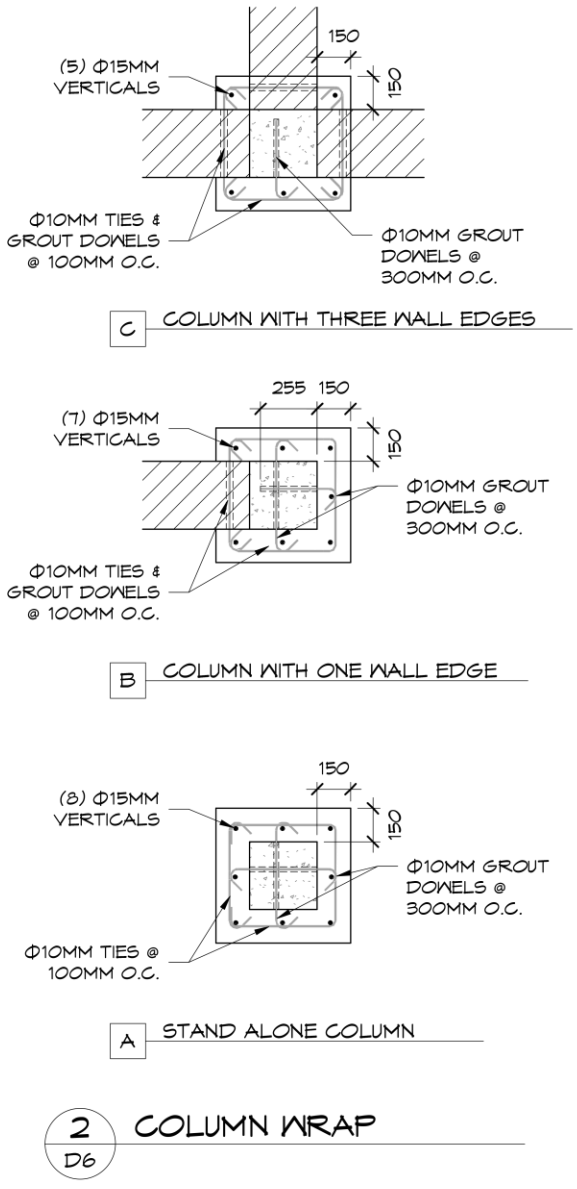
3 D5 EXT. ROOF BELT (LONG EQ.)
INCREMENT 1,2,3

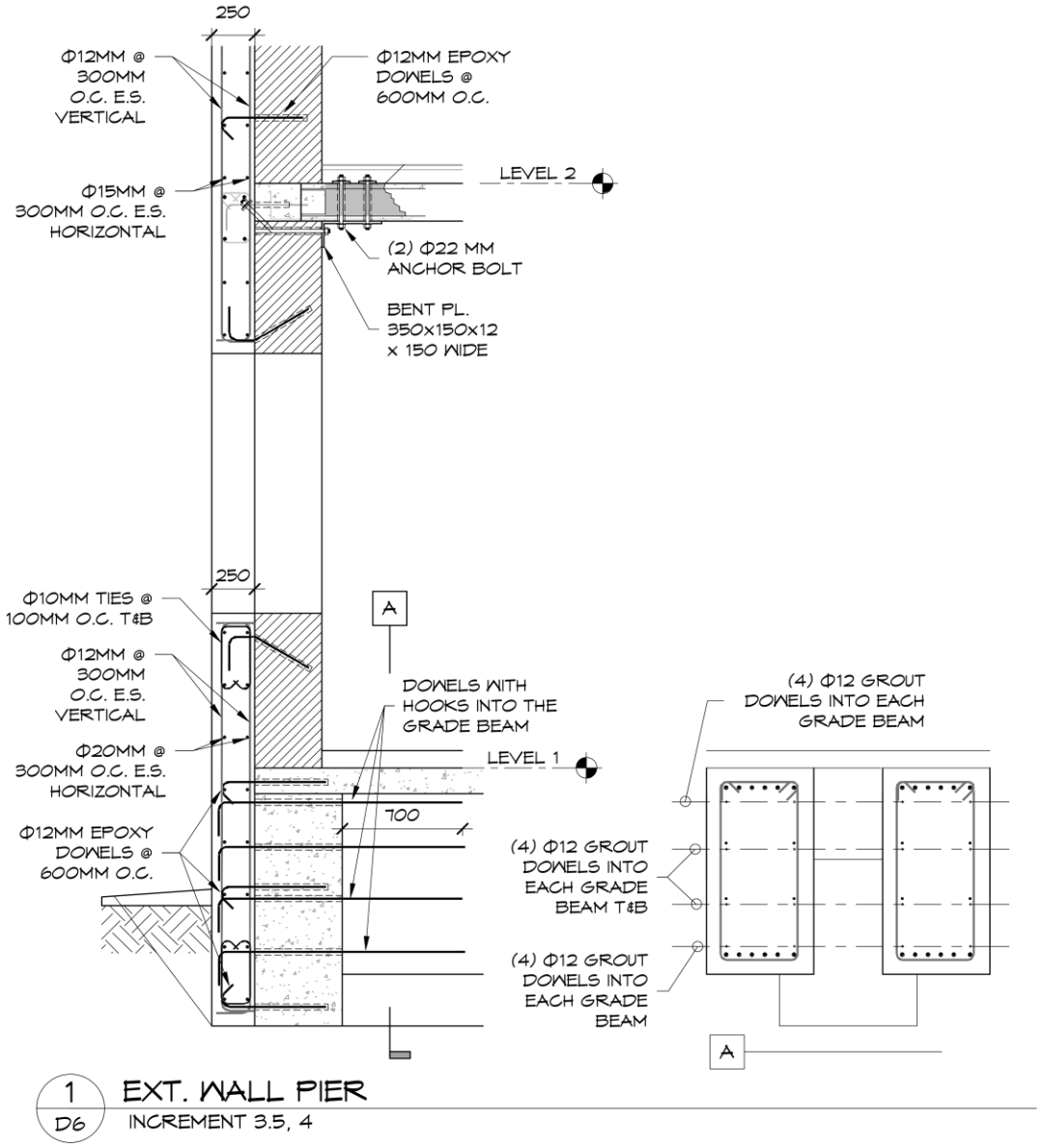


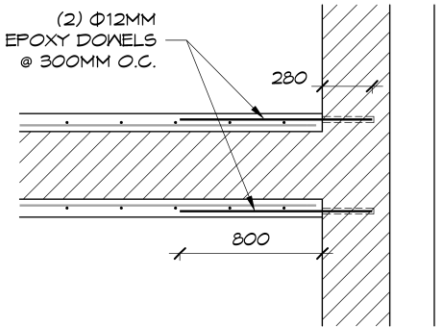
2 D5 INT. ROOF WALL TIE (LONG. EQ.)
INCREMENT 1,2,3



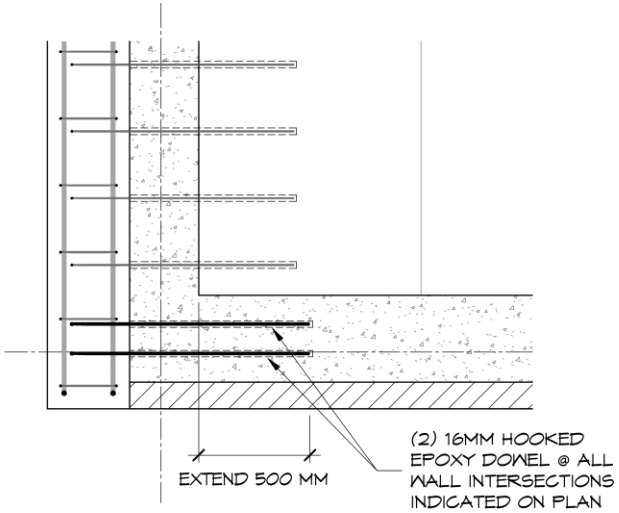
1 D5 INTERIOR PARTITION WALL
INCREMENT 1,2,3


150
150
(5) Φ15MM VERTICALS
Φ10MM TIES & GROUT DOWELS @ 100MM O.C.
Φ10MM GROUT DOWELS @ 300MM O.C.
C
COLUMN WITH THREE WALL EDGES
255 150
150
(7) Φ15MM VERTICALS
Φ10MM GROUT DOWELS @ 300MM O.C.
Φ10MM TIES & GROUT DOWELS @ 100MM O.C.
B
COLUMN WITH ONE WALL EDGE
150
150
(8) Φ15MM VERTICALS
Φ10MM GROUT DOWELS @ 300MM O.C.
Φ10MM TIES @ 100MM O.C.
A
STAND ALONE COLUMN
2
D6
COLUMN WRAP


250
Φ12MM @ 300MM O.C. E.S. VERTICAL
Φ12MM EPOXY DOWELS @ 600MM O.C.
LEVEL 2
Φ15MM @ 300MM O.C. E.S. HORIZONTAL
(2) Φ22 MM ANCHOR BOLT
BENT PL. 350x150x12 x 150 WIDE
250
Φ10MM TIES @ 100MM O.C. T&B
A
Φ12MM @ 300MM O.C. E.S. VERTICAL
DOWELS WITH HOOKS INTO THE GRADE BEAM
Φ20MM @ 300MM O.C. E.S. HORIZONTAL
LEVEL 1
700
Φ12MM EPOXY DOWELS @ 600MM O.C.
(4) Φ12 GROUT DOWELS INTO EACH GRADE BEAM T&B
(4) Φ12 GROUT DOWELS INTO EACH GRADE BEAM
(4) Φ12 GROUT DOWELS INTO EACH GRADE BEAM
A
1
D6
EXT. WALL PIER
INCREMENT 3.5, 4



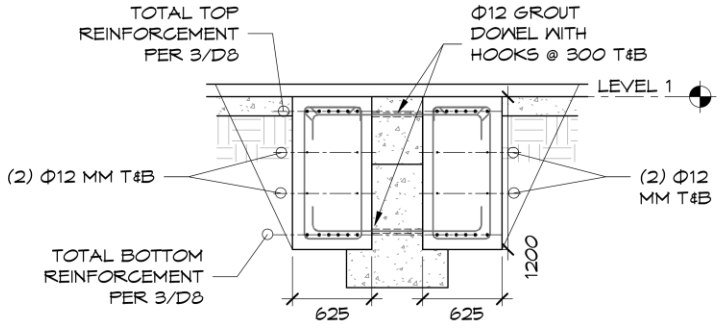
2 / D7 WALL INTERSECTION PLAN VIEW
INCREMENT 2,3,4



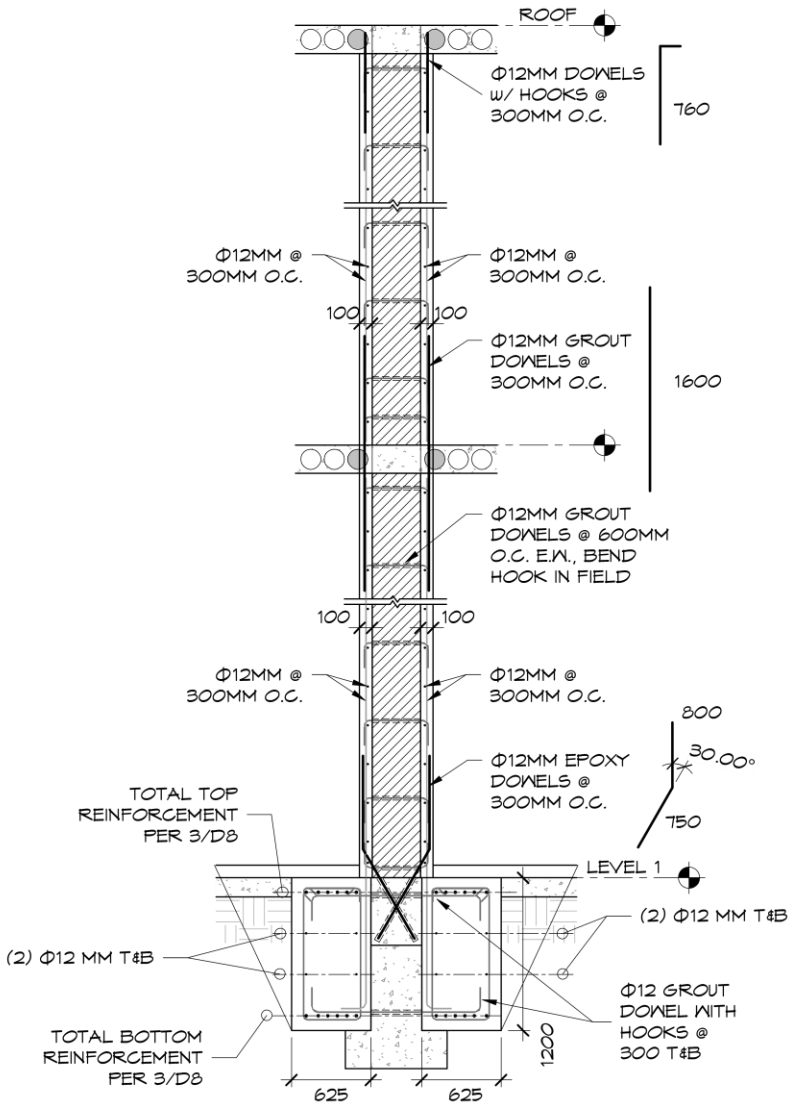
1 / D7 EXTERIOR ROOF BELT (PLAN VIEW)
INCREMENT 1,2,3

MARK	LONG. REINF.		TIES	
	TOP	BOTTOM	SIZE	SPACING
GB1	(12) Φ22	(12) Φ22	(2) Φ12	100
GB2	(12) Φ22	(12) Φ22	(2) Φ12	100
GB3	(6) Φ22	(6) Φ22	(1) Φ12	100

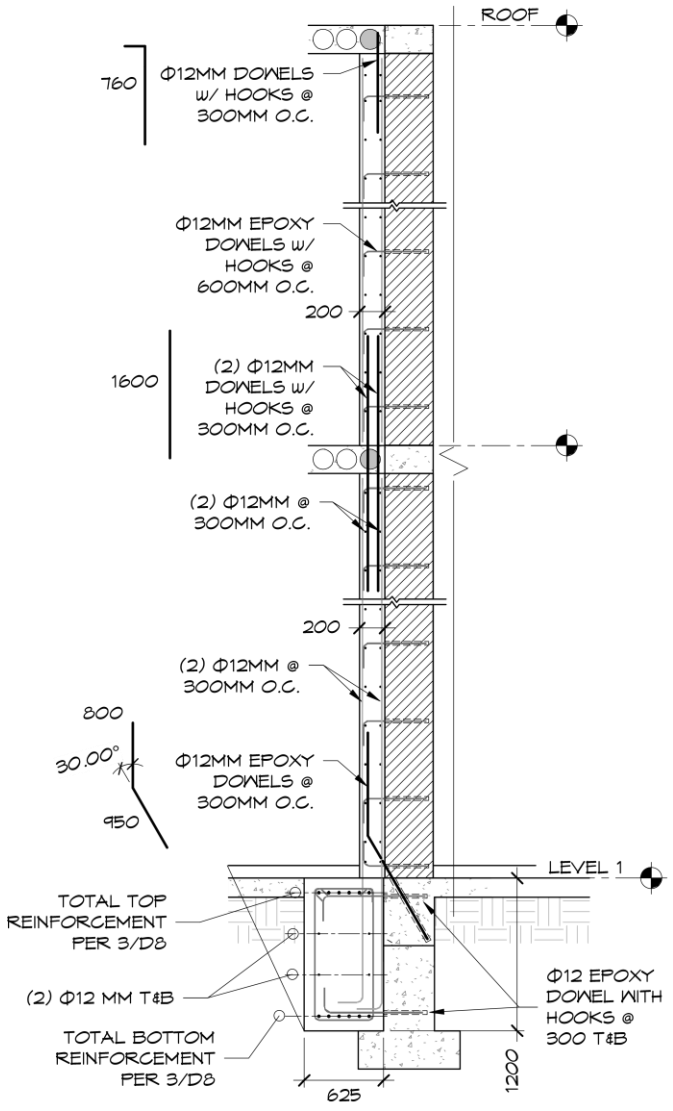
3 / D8 GRADE BEAM SCHEDULE
INCREMENT 3.5, 4



2 / D8 NEW GRADE BEAM
INCREMENT 3.5, 4



1 / D8 NEW GRADE BEAM AT WALL
INCREMENT 3.5, 4



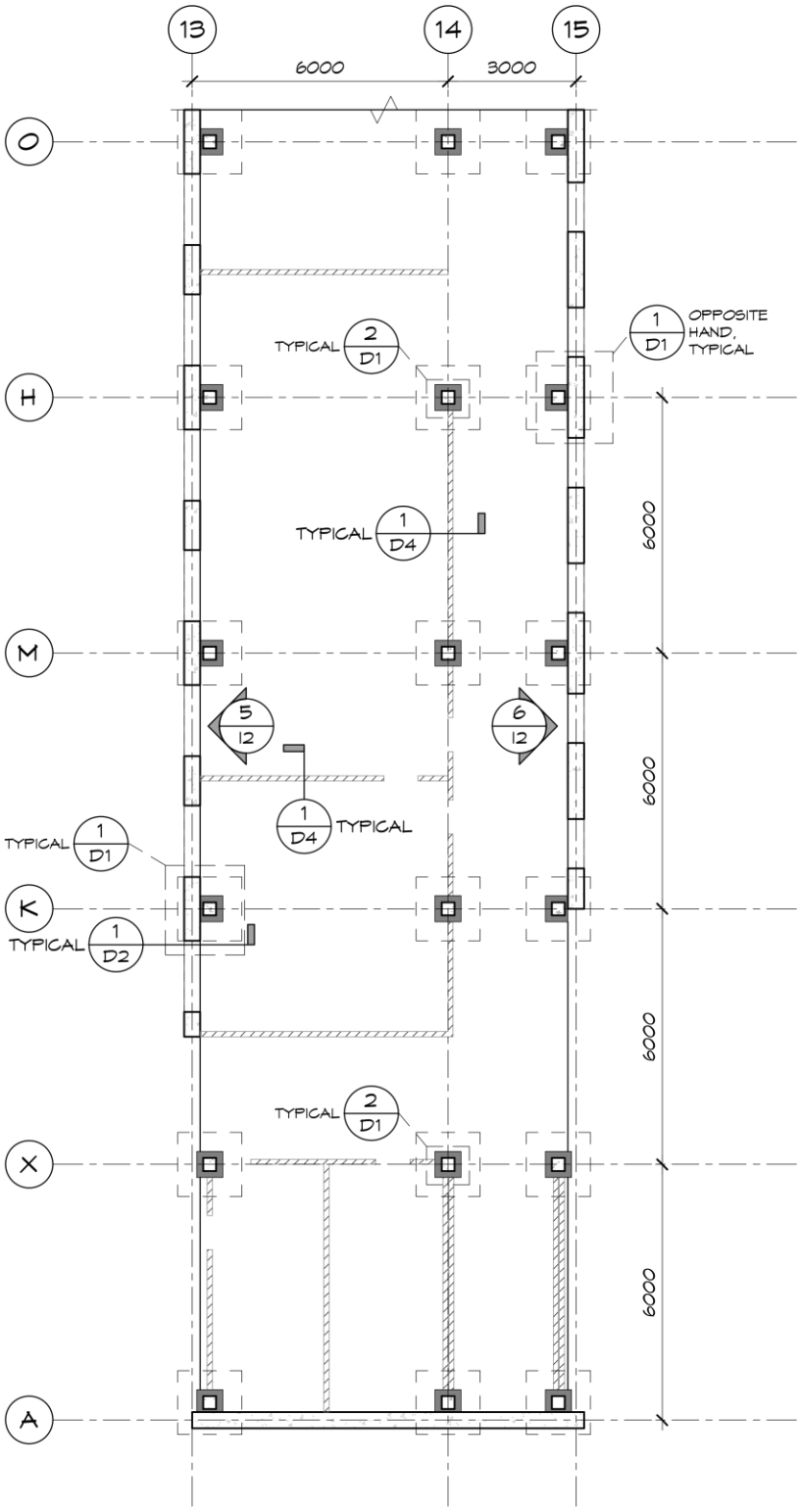
1 / D9 INTERIOR WALL @ GRID P

INCREMENT 3.5, 4

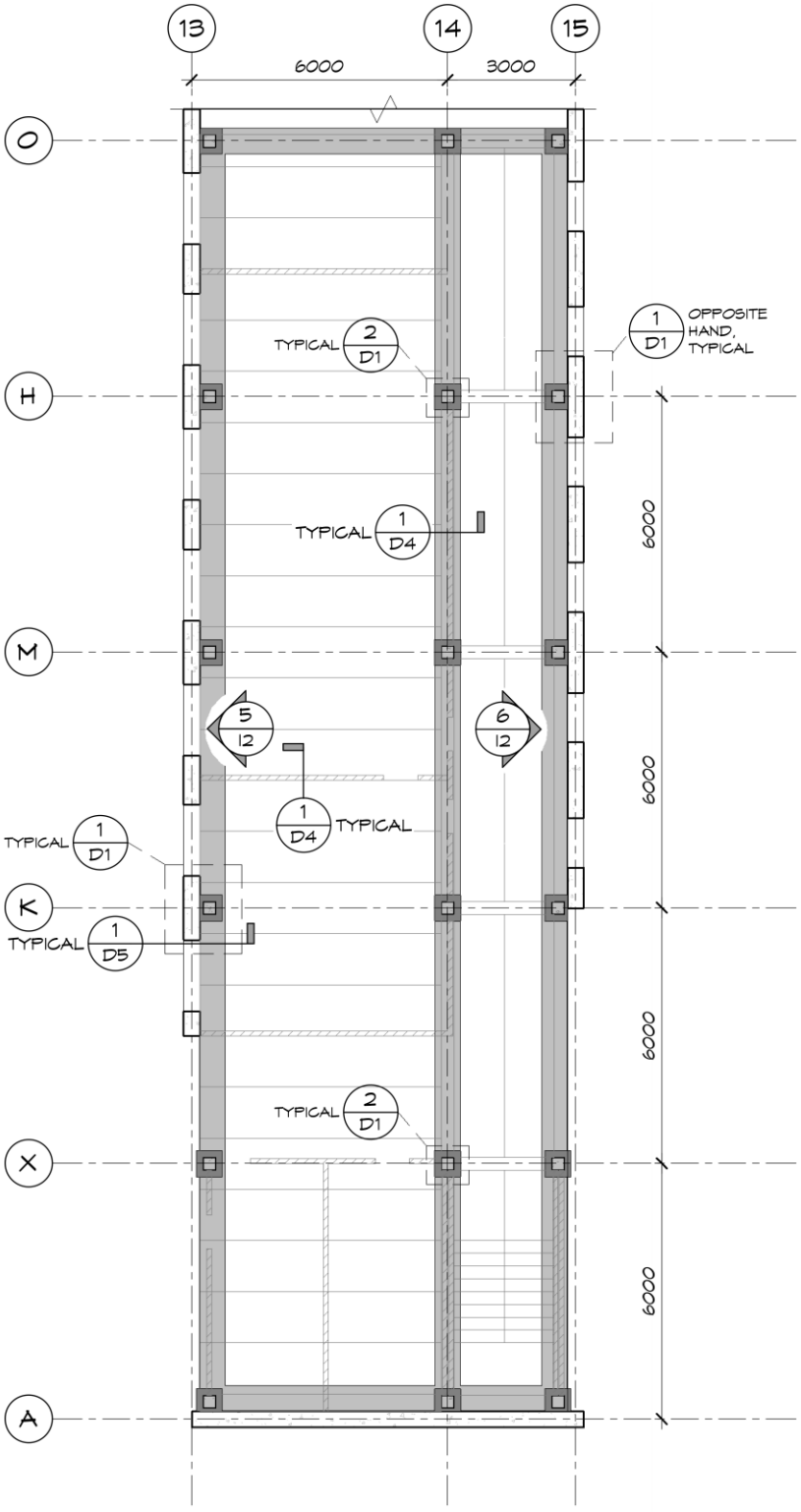
Приложение G

Концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ из ЖБ6 типологии

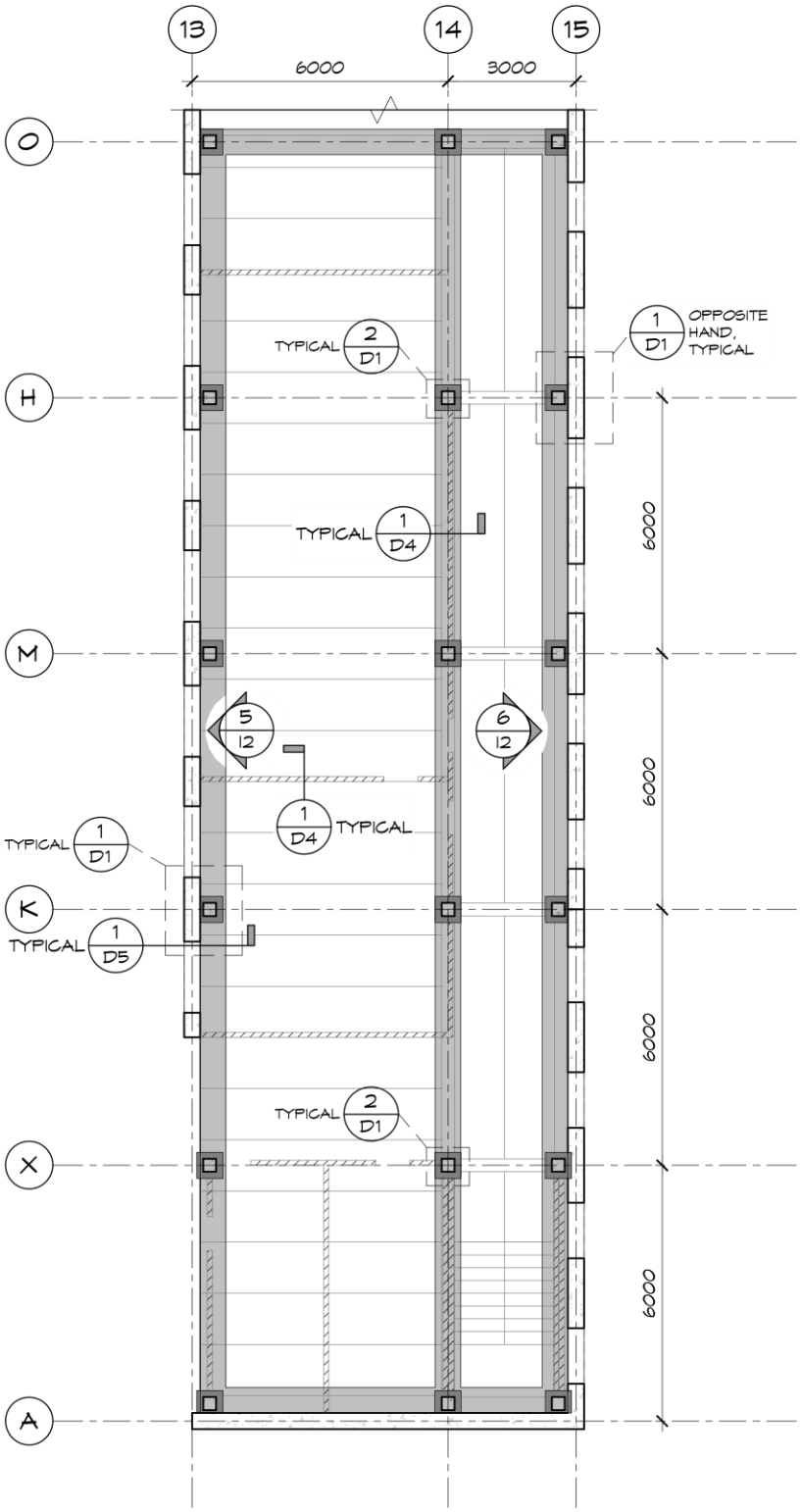
В данном Приложении представлены концептуальные конструктивные чертежи усиления зданий школ по типологии «Сборный железобетонный каркас и сборные железобетонные стеновые панели (ЖБ6)», разработанной для данного проекта.



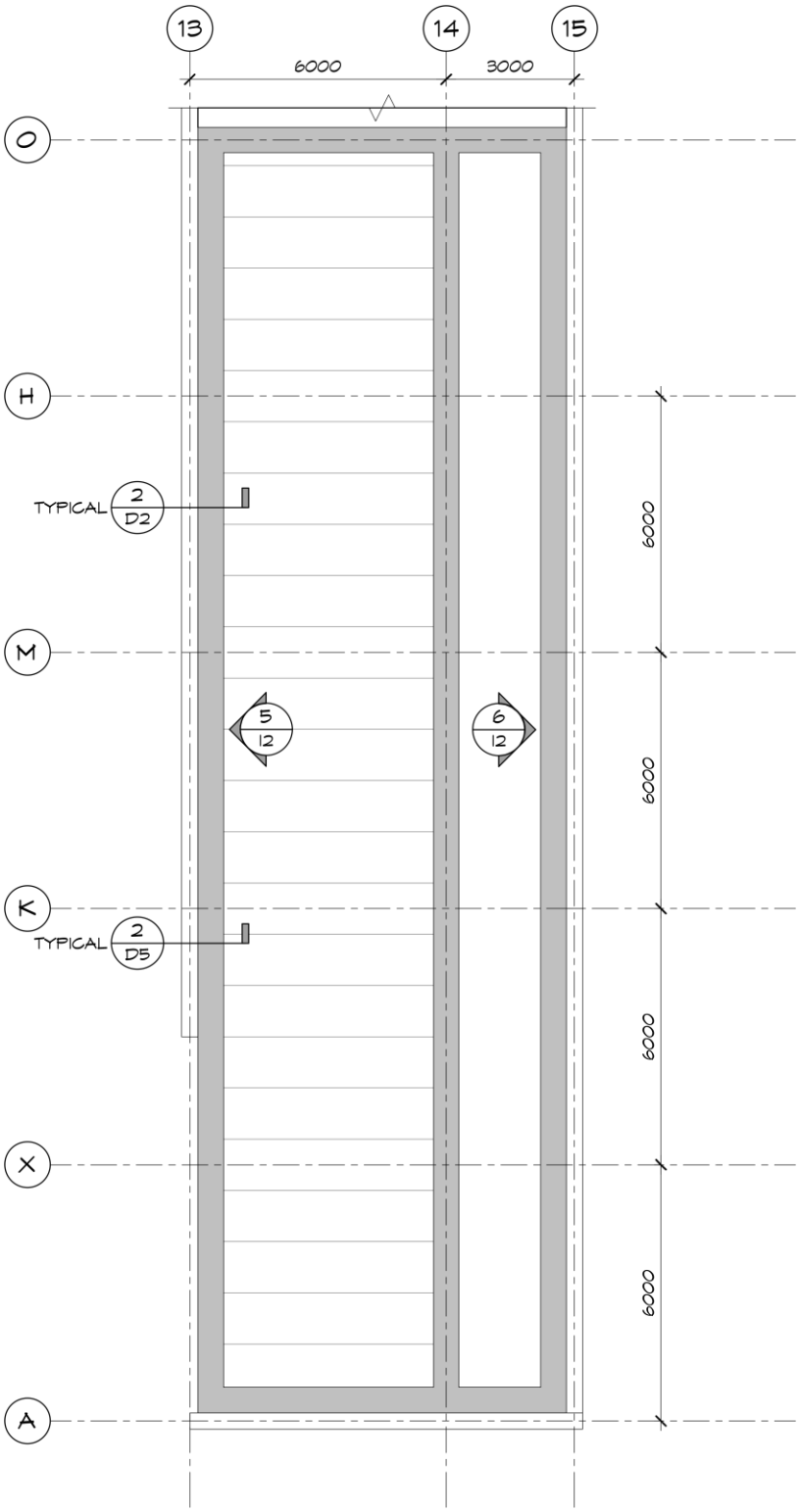
1/12 LEVEL 1 - INCREMENT 2



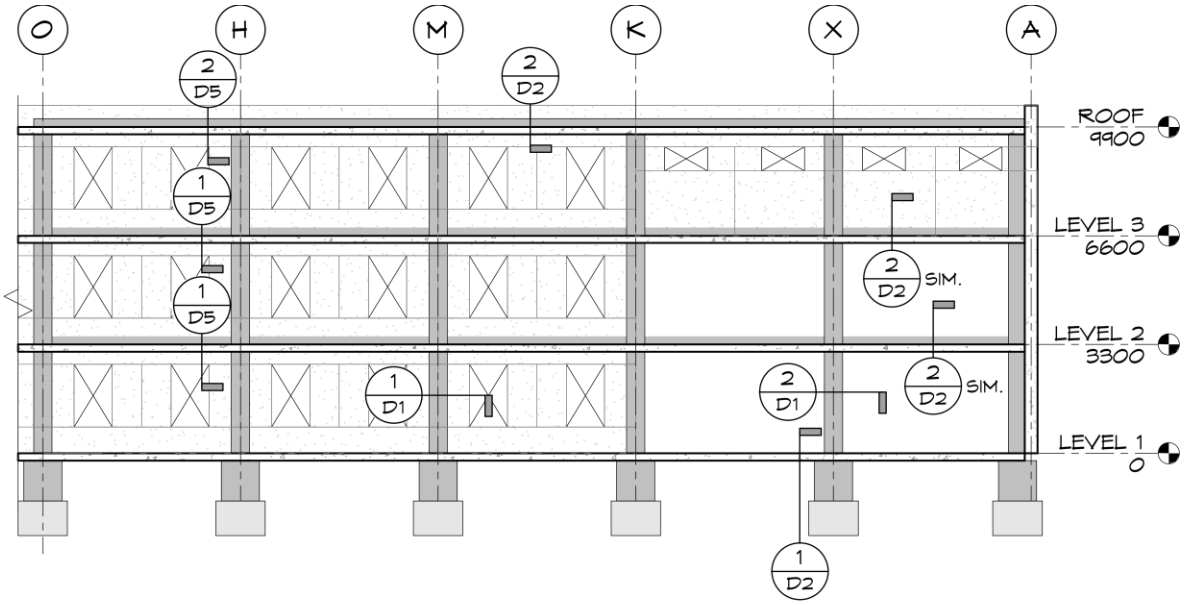
2/12 LEVEL 2 - INCREMENT 2



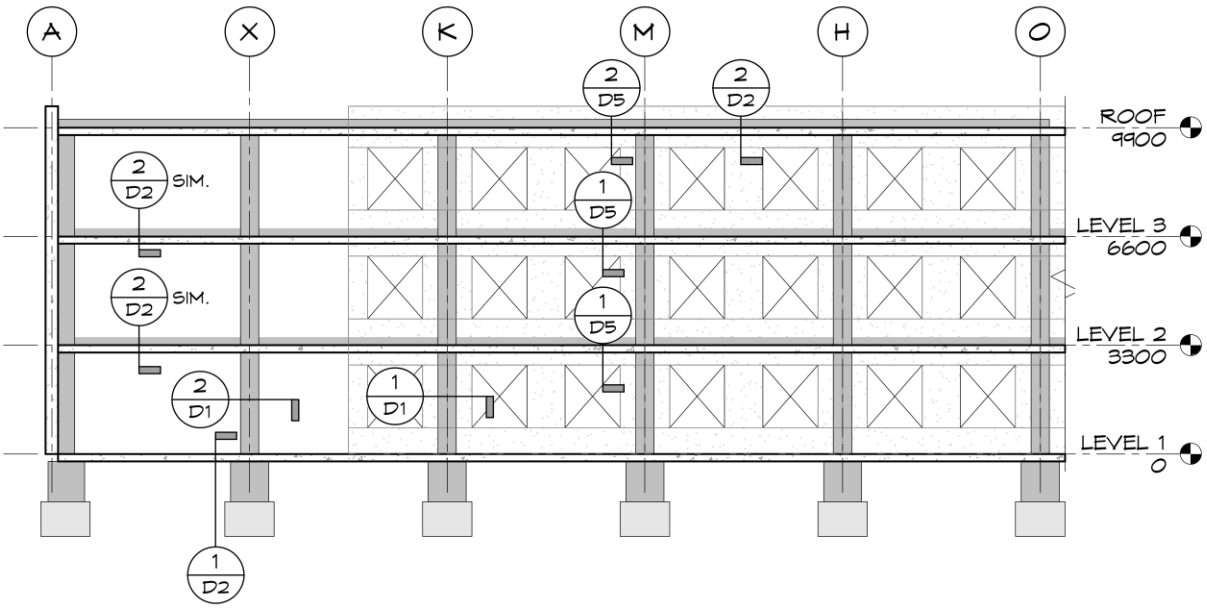
3/12 LEVEL 3 - INCREMENT 2



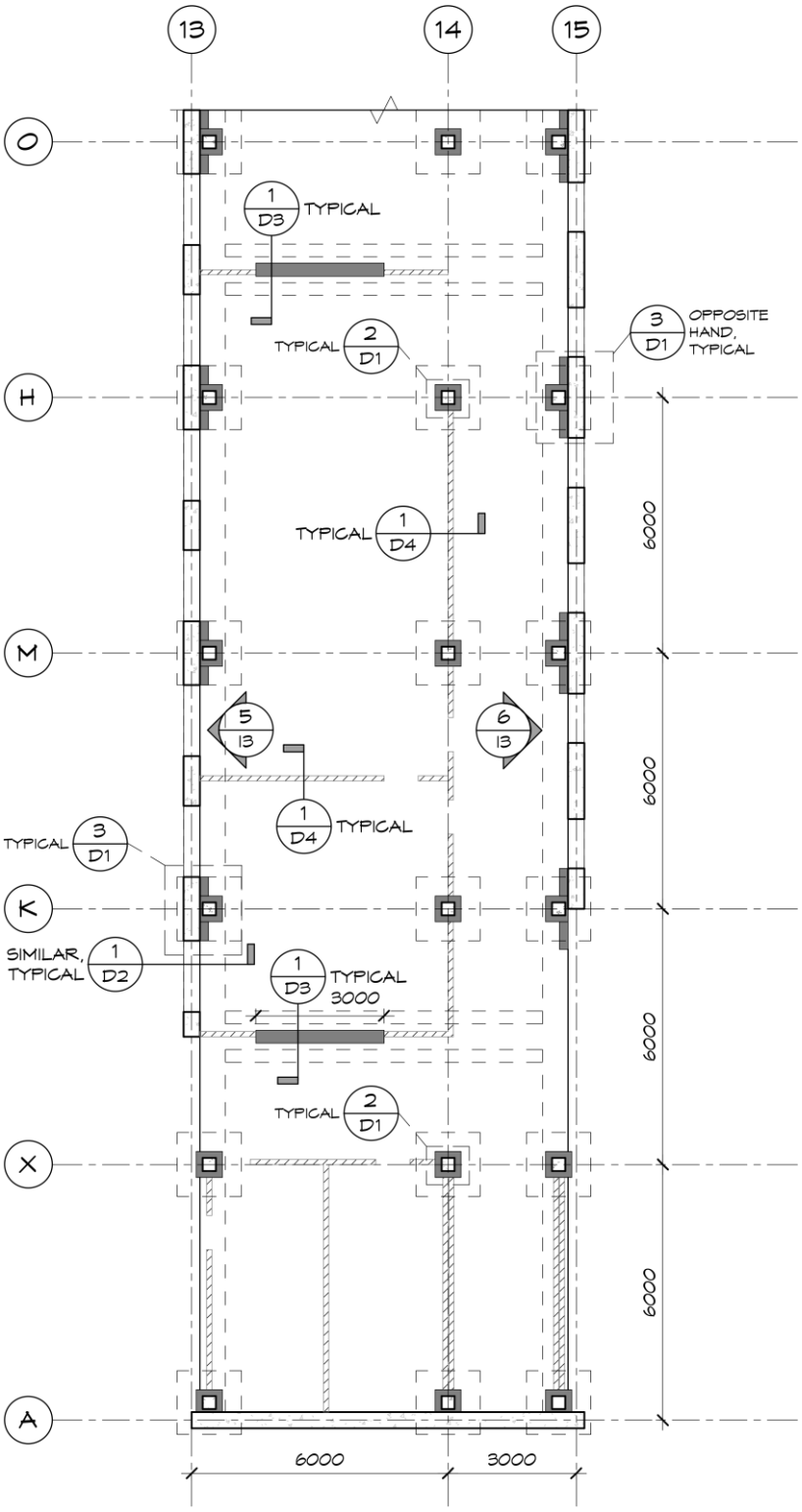
4/12 ROOF - INCREMENT 2



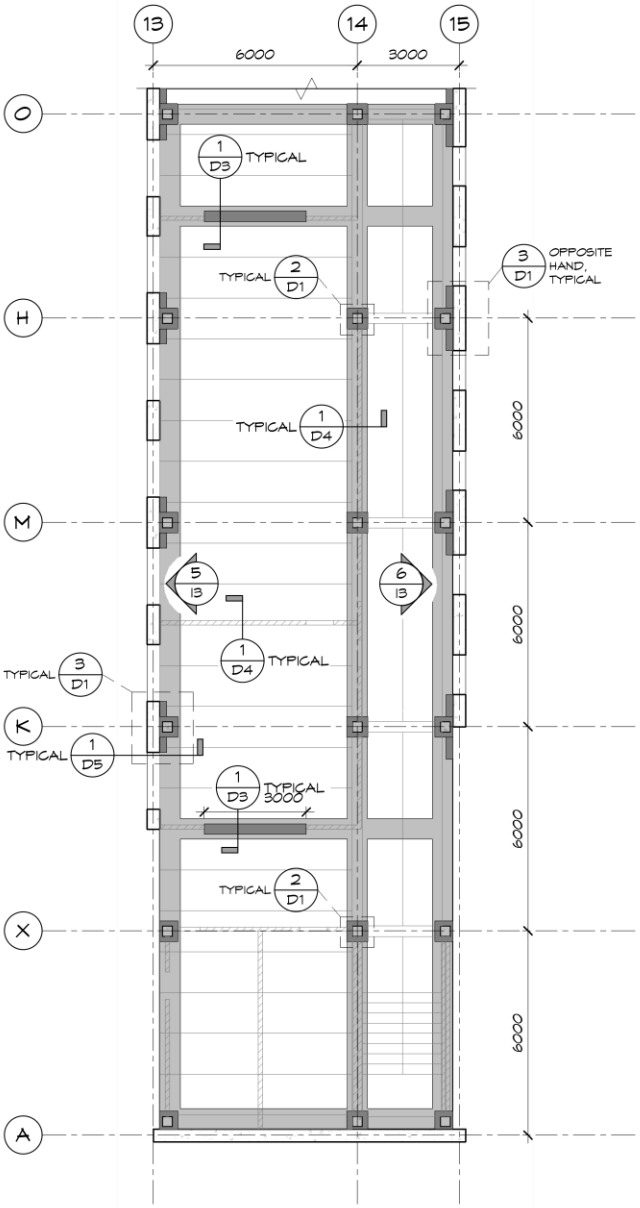
6 / 12 INTERIOR GRID 15 ELEVATION - INCREMENT 2



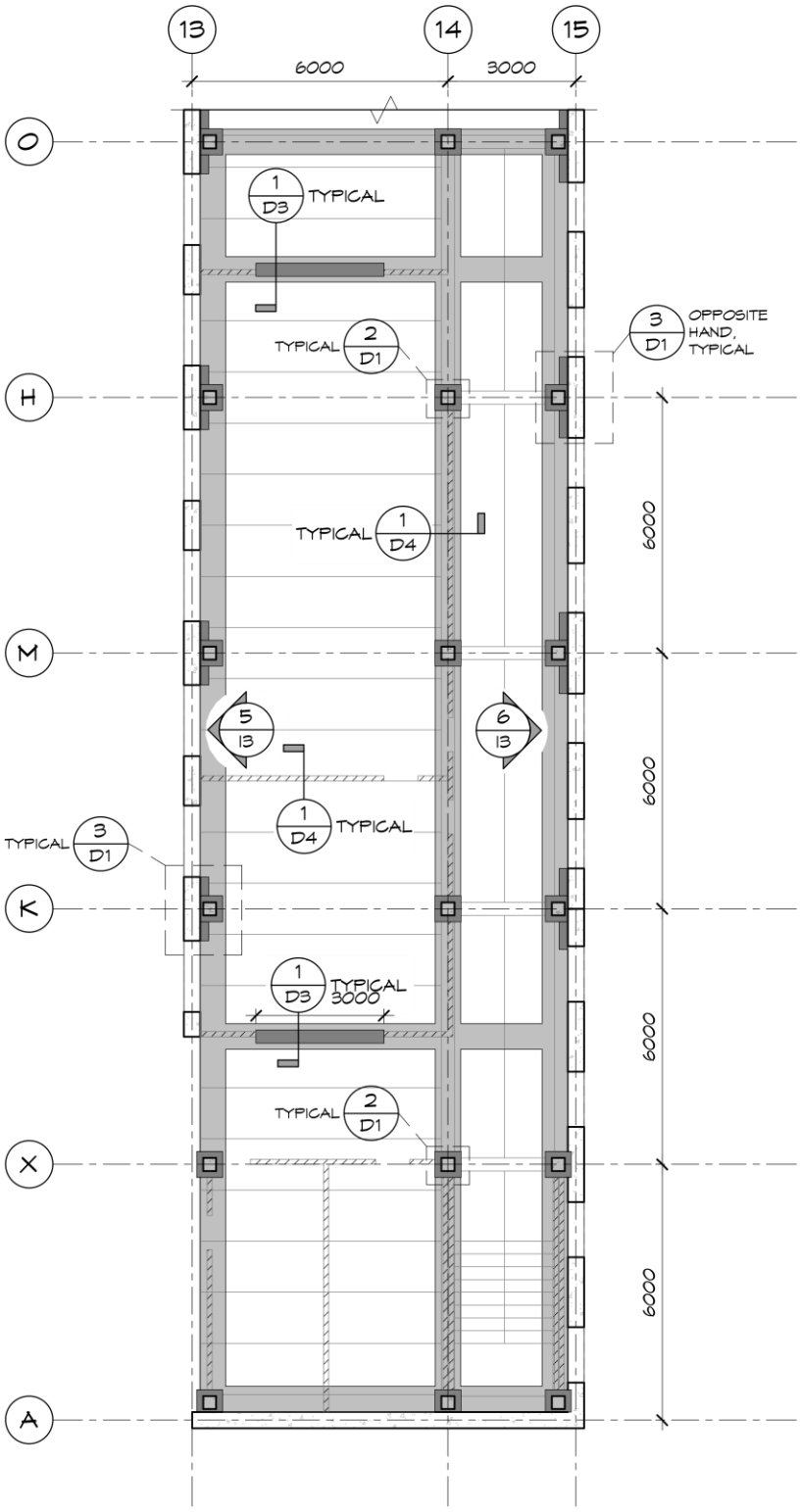
5 / 12 INTERIOR GRID 13 ELEVATION - INCREMENT 2



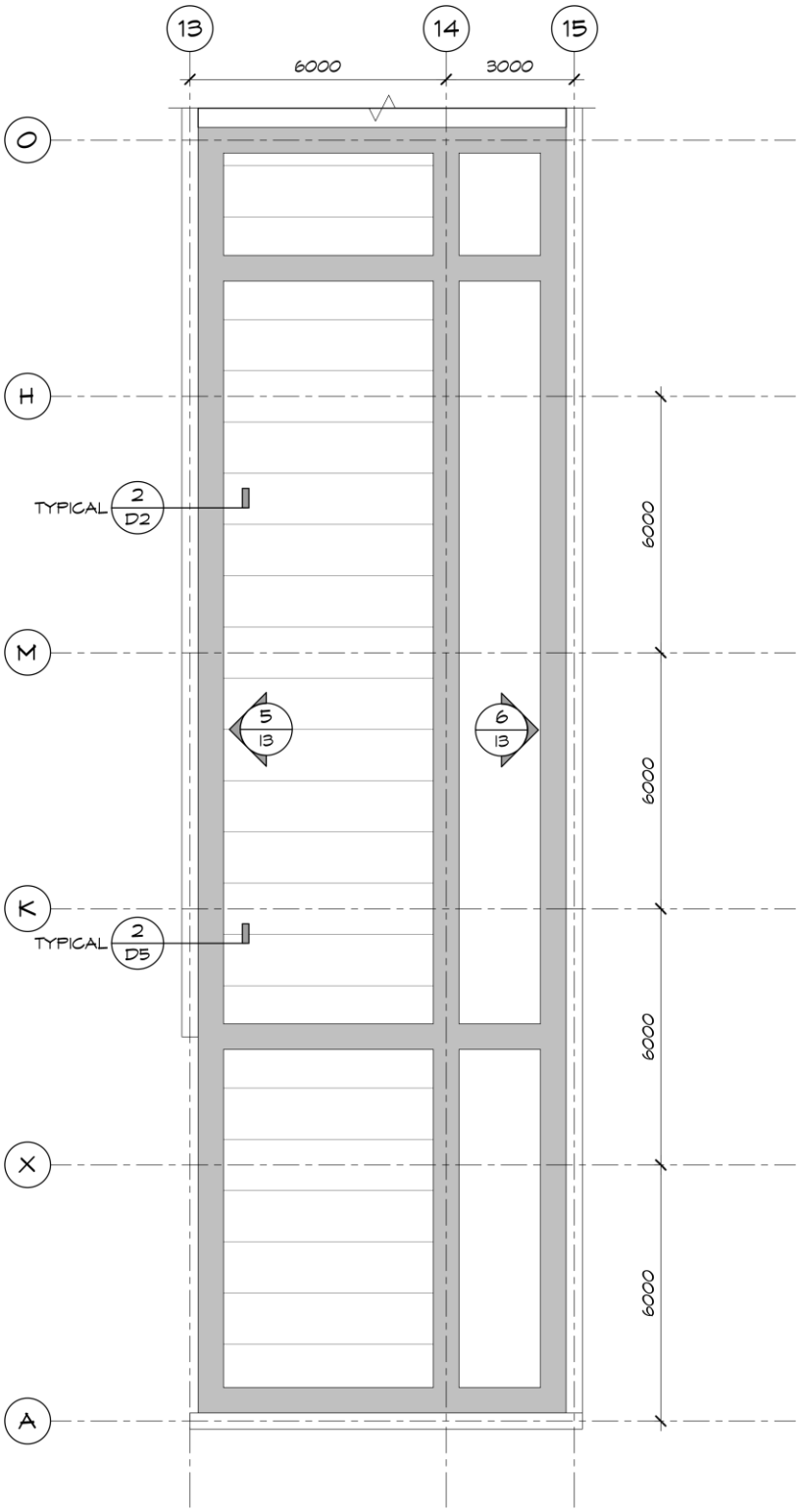
1/13 LEVEL 1 - INCREMENT 3



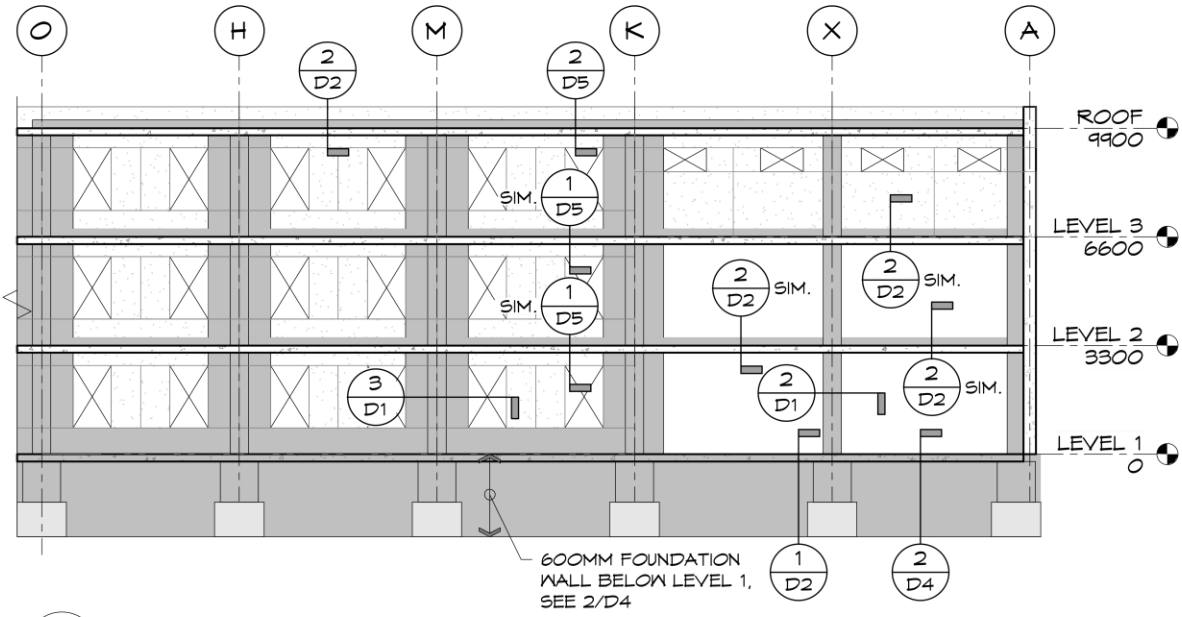
2 / 13 LEVEL 2 - INCREMENT 3



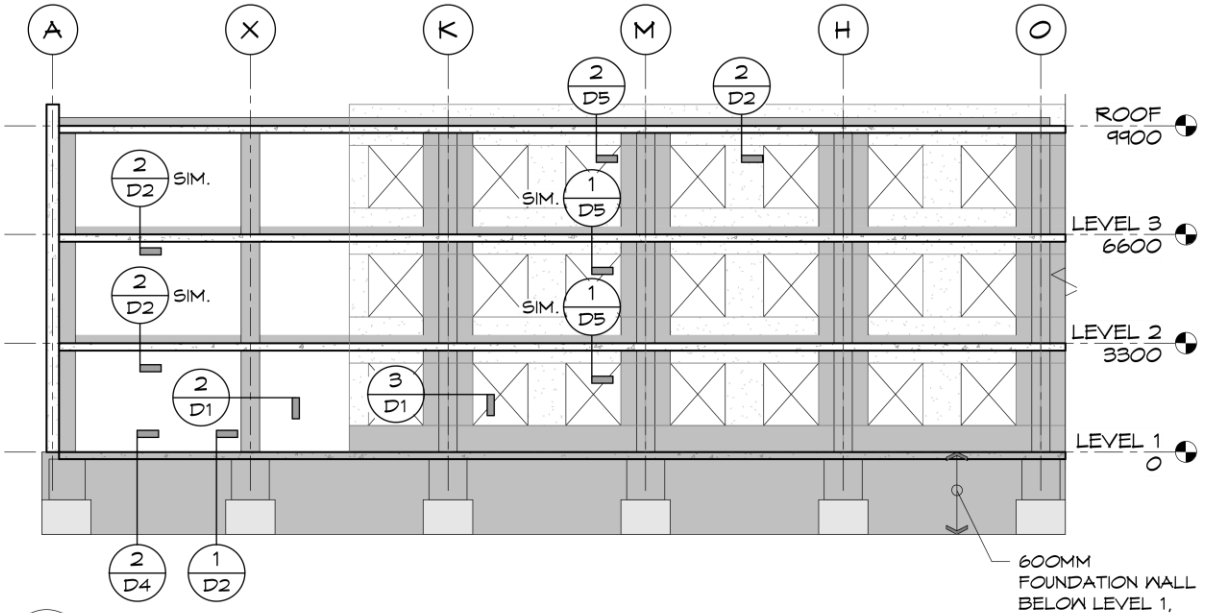
3/13 LEVEL 3 - INCREMENT 3



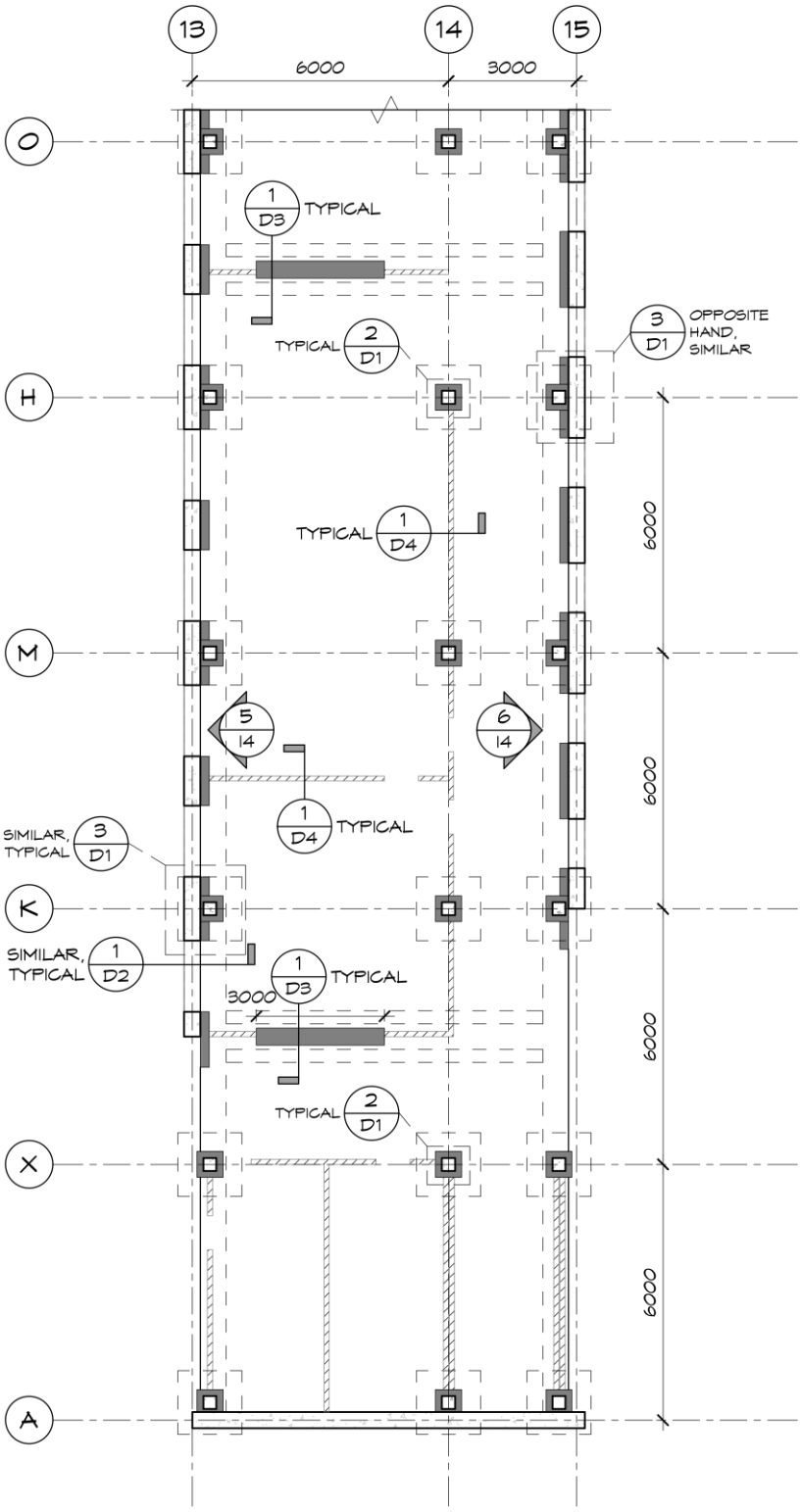
4/13 ROOF - INCREMENT 3



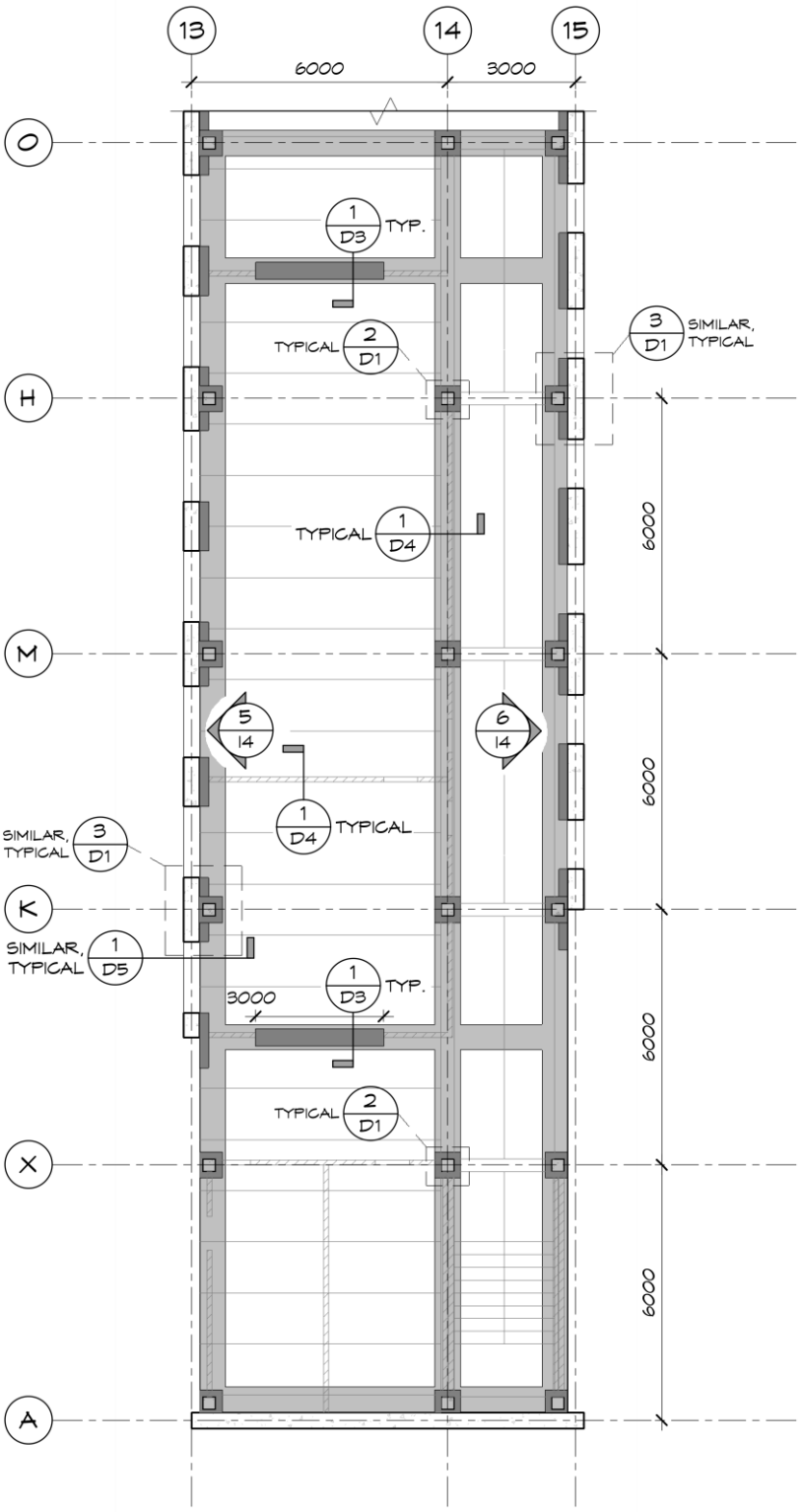
6 / 13 INTERIOR GRID 15 ELEVATION - INCREMENT 3



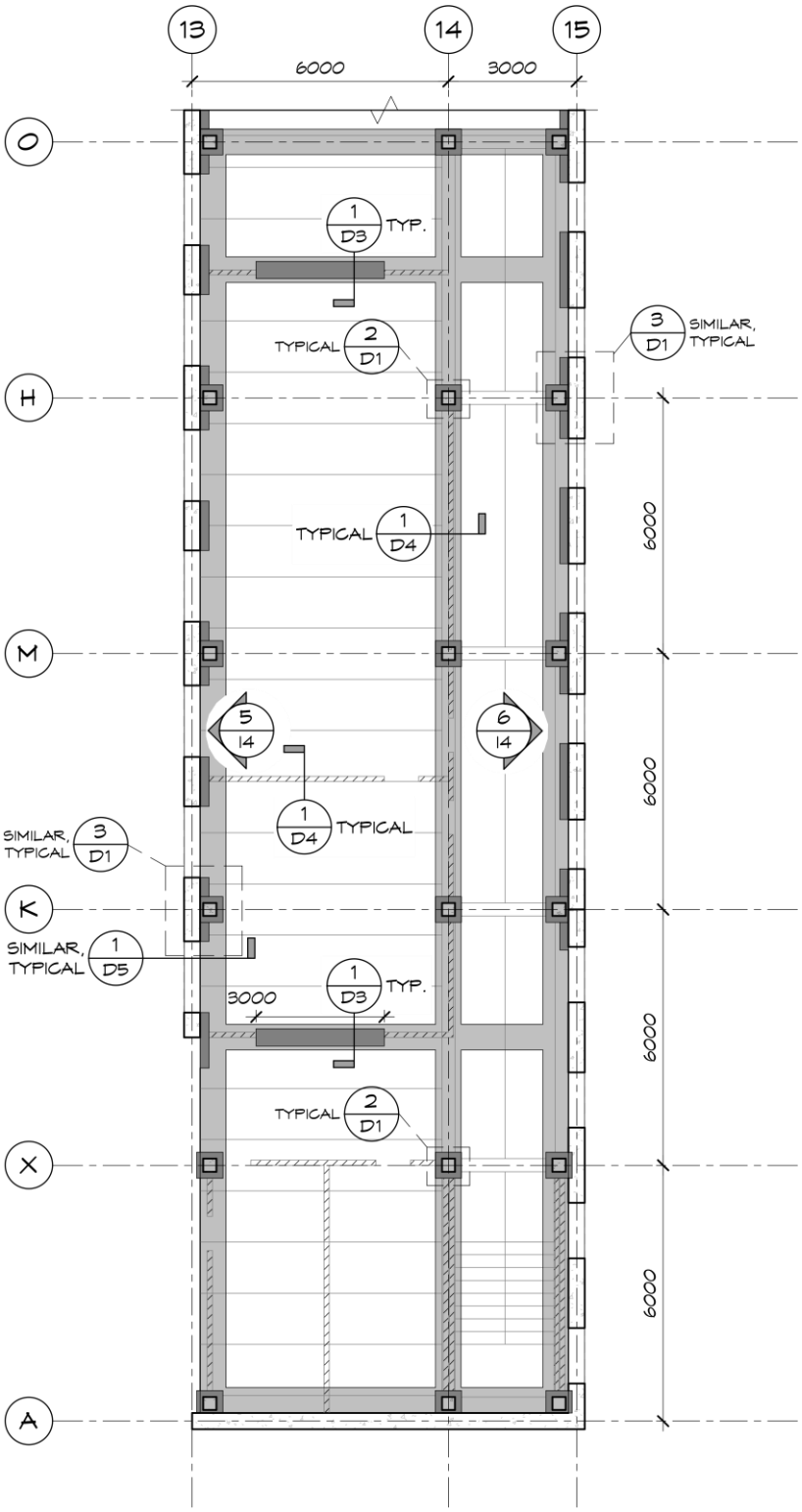
5 / 13 INTERIOR GRID 13 ELEVATION - INCREMENT 3



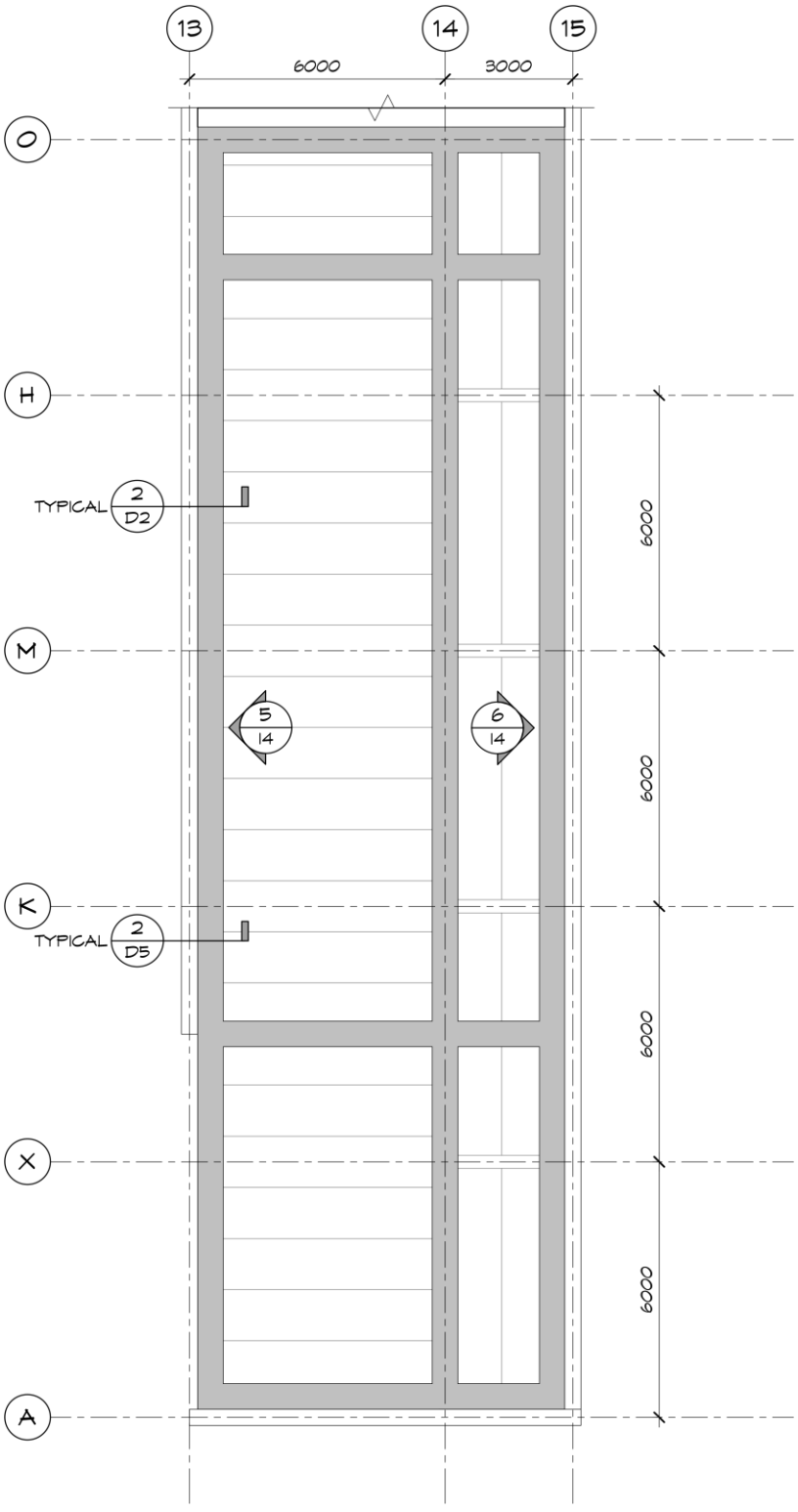
1/14 LEVEL 1 – INCREMENT 4



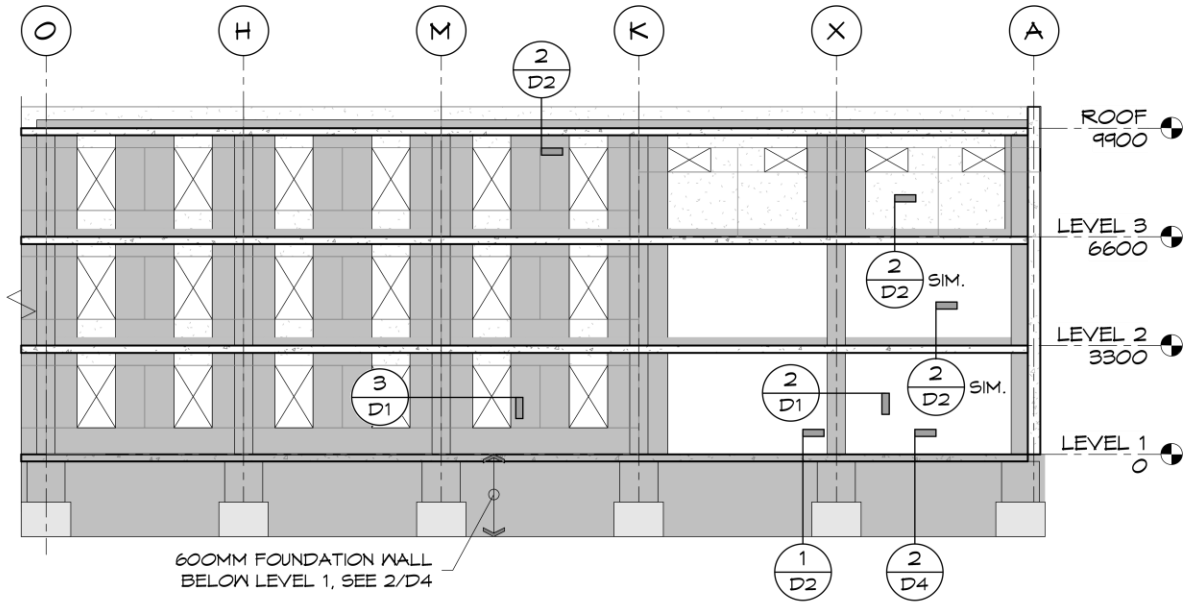
2/14 LEVEL 2 - INCREMENT 4



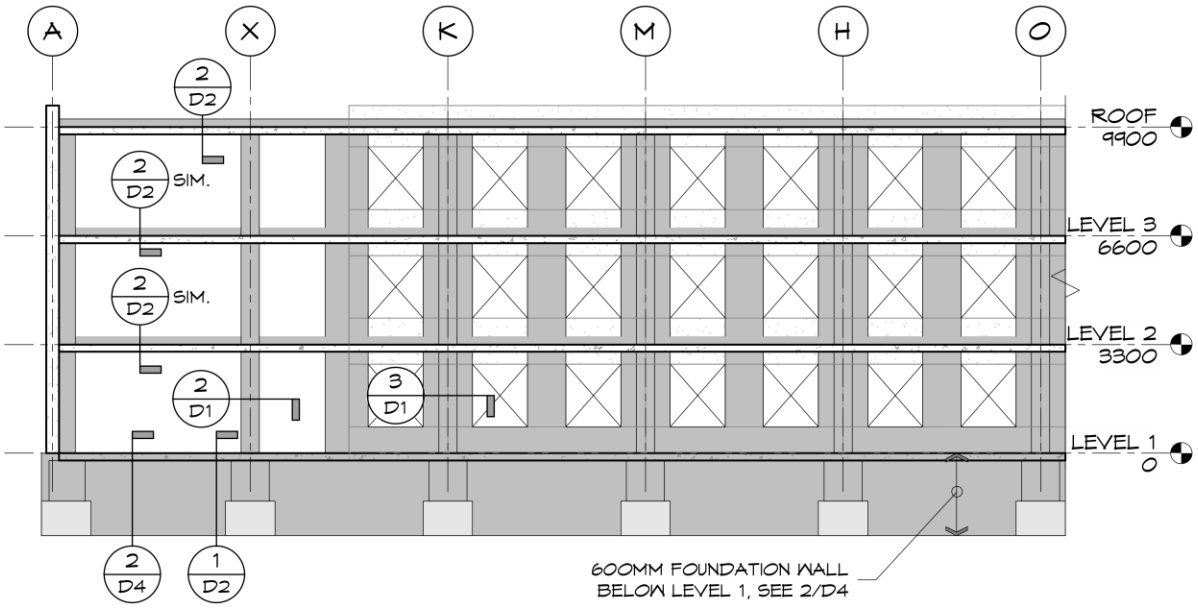
3/14 LEVEL 3 - INCREMENT 4



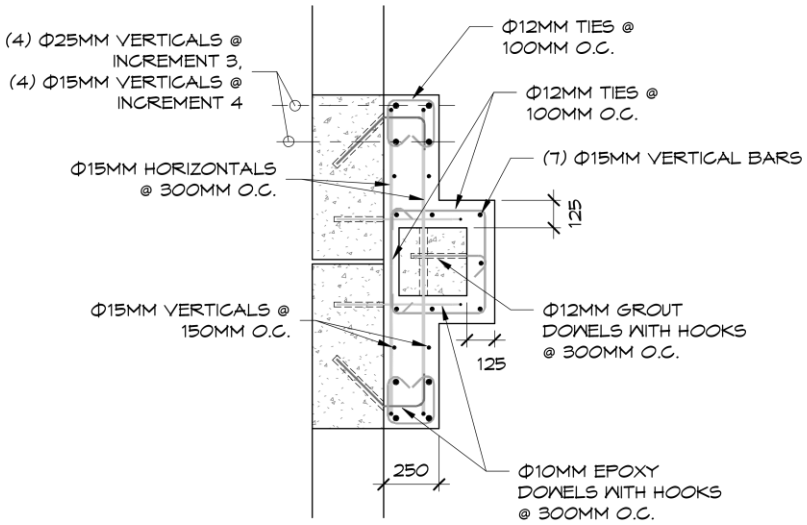
4/14 ROOF - INCREMENT 4



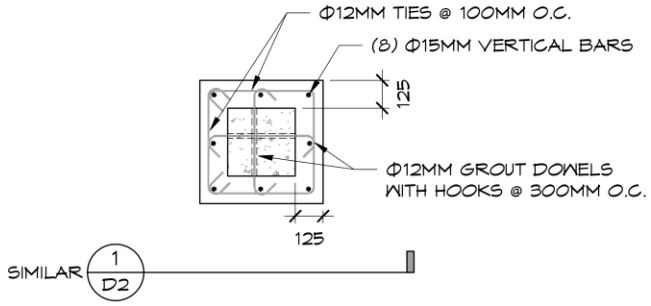
6/14 INTERIOR GRID 15 ELEVATION - INCREMENT 4



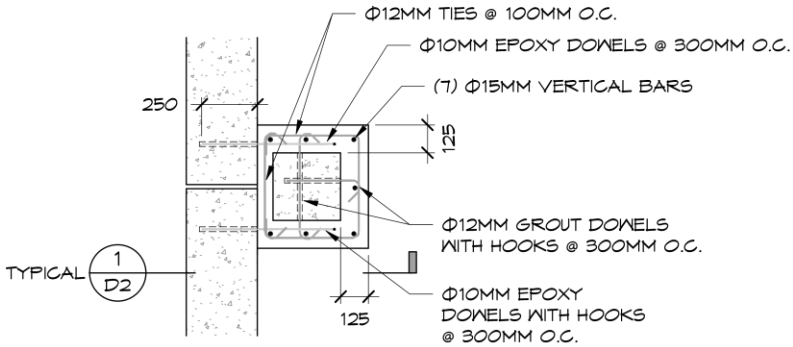
5/14 INTERIOR GRID 13 ELEVATION - INCREMENT 4



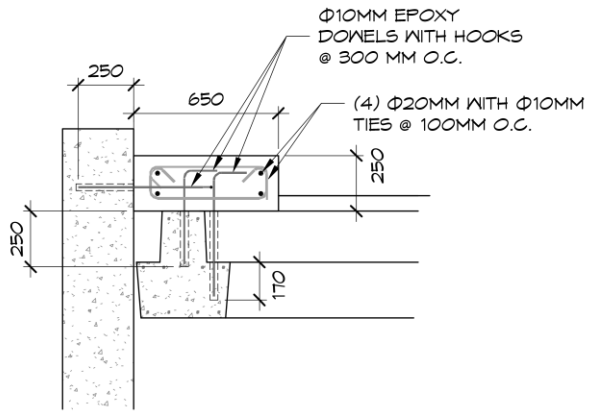
3 / D1 INTERIOR WALL AT COLUMN
INCREMENT 3,4



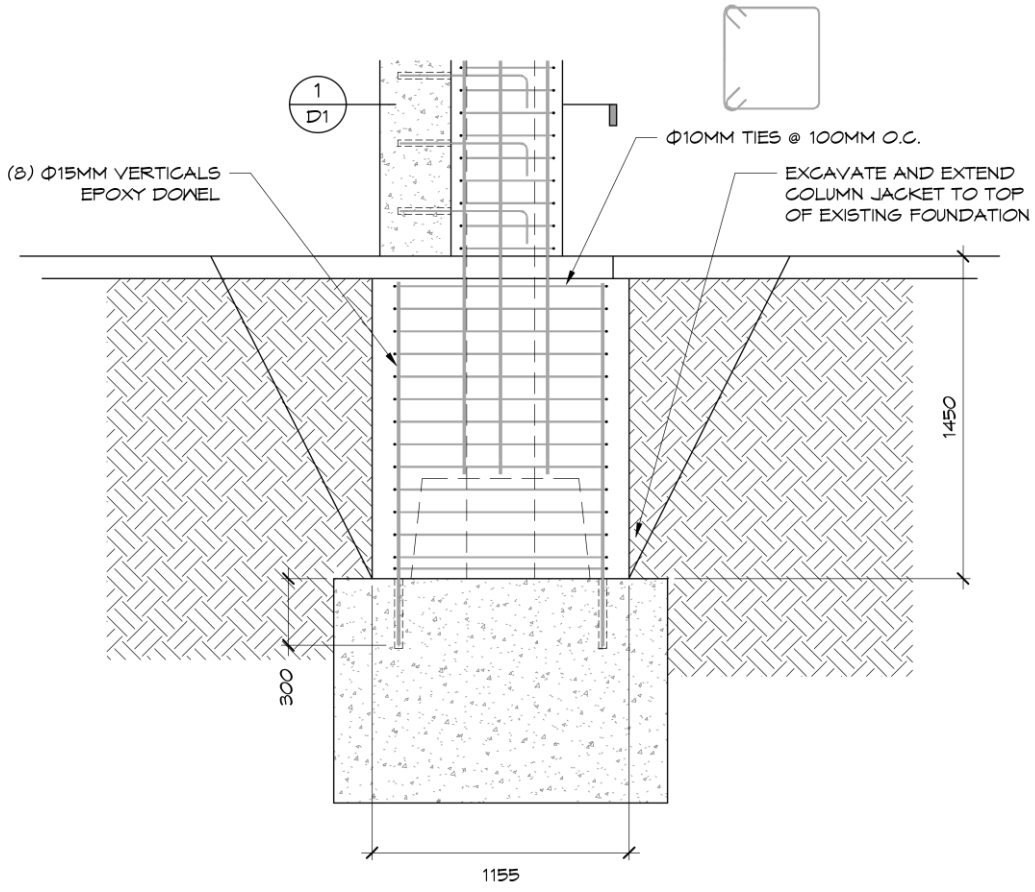
2 / D1 STANDALONE COLUMN WRAP
INCREMENT 2,3,4



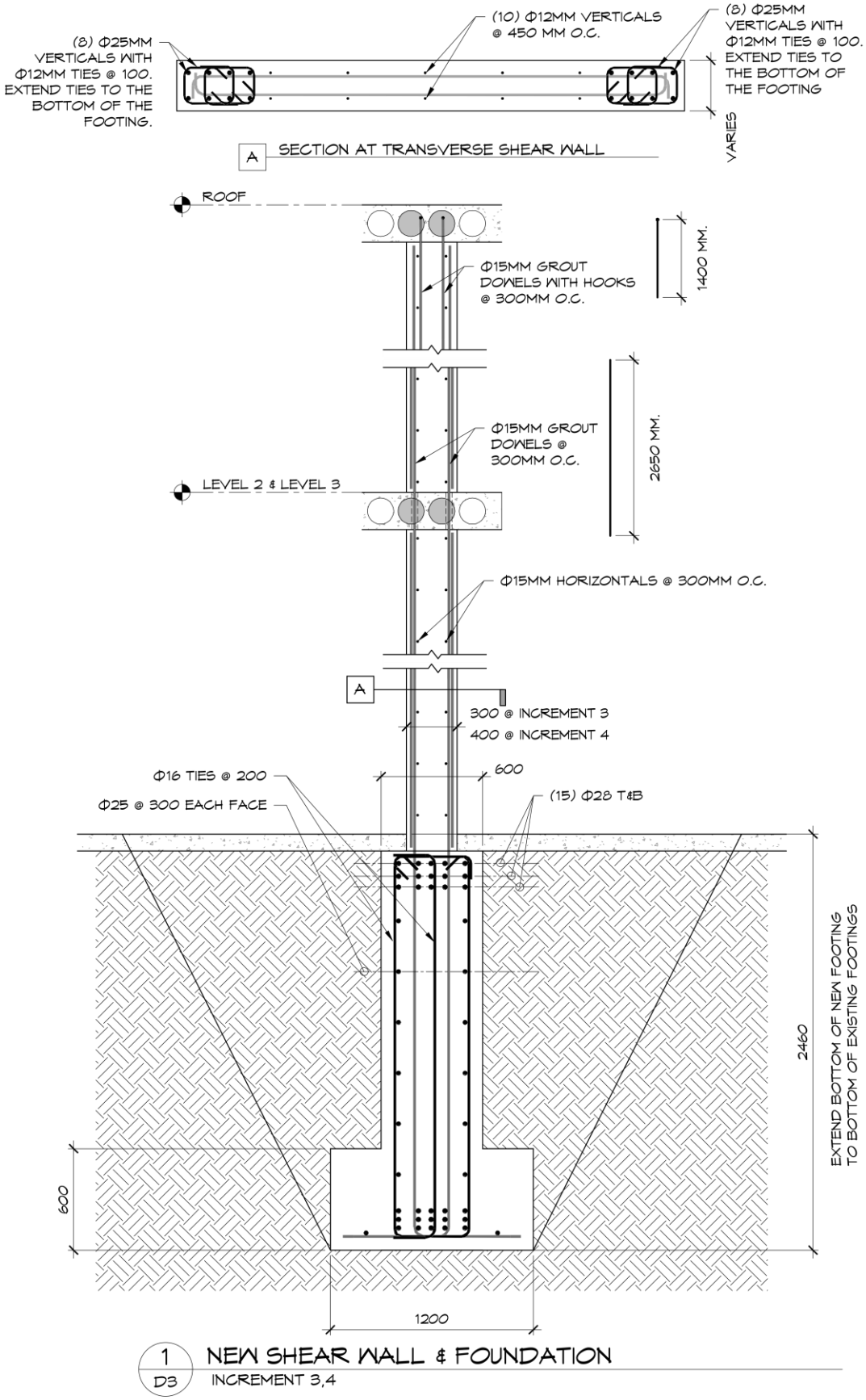
1 / D1 COLUMN WRAP @ PRECAST WALL
INCREMENT 2,3,4

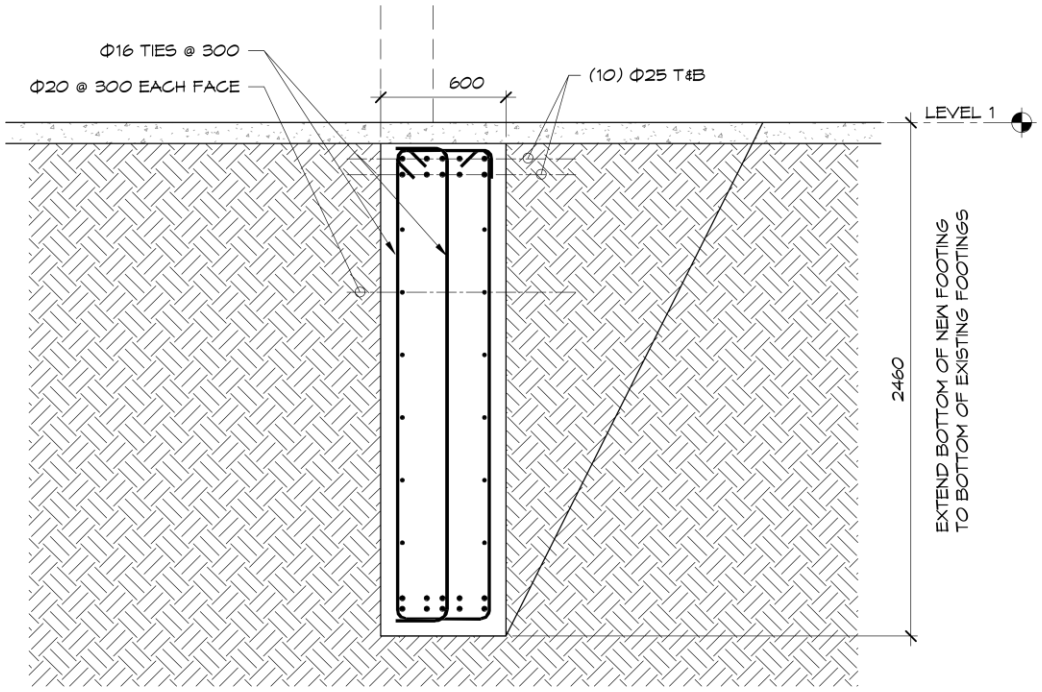


2 / D2 ROOF CHORD

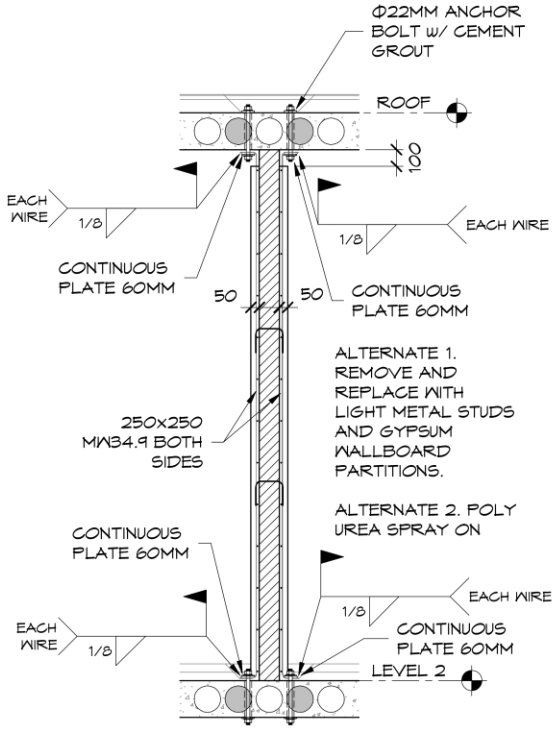


1 / D2 COLUMN STRENGTHENING AT THE FOUNDATION
INCREMENT 2,3,4

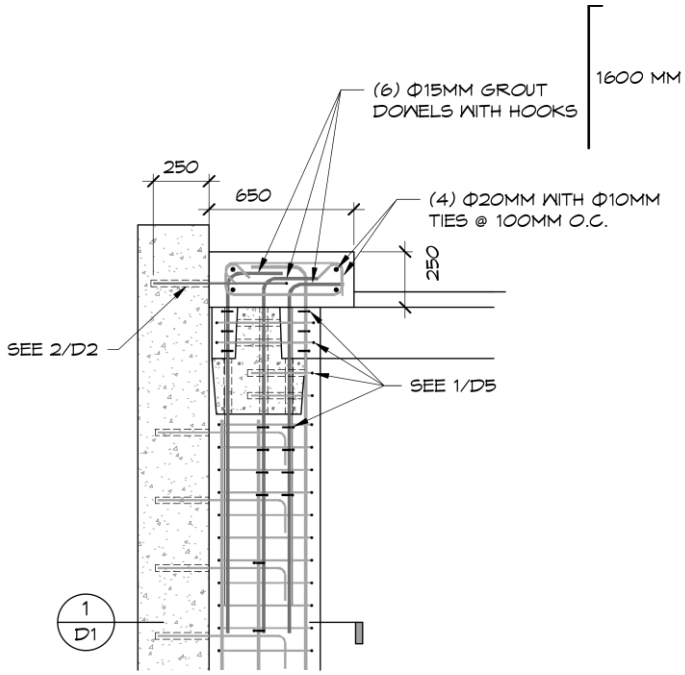

(8) Φ25MM VERTICALS WITH Φ12MM TIES @ 100. EXTEND TIES TO THE BOTTOM OF THE FOOTING.
(10) Φ12MM VERTICALS @ 450 MM O.C.
(8) Φ25MM VERTICALS WITH Φ12MM TIES @ 100. EXTEND TIES TO THE BOTTOM OF THE FOOTING
VARIES
A SECTION AT TRANSVERSE SHEAR WALL
ROOF
1400 MM.
Φ15MM GROUT DOWELS WITH HOOKS @ 300MM O.C.
Φ15MM GROUT DOWELS @ 300MM O.C.
2650 MM.
LEVEL 2 & LEVEL 3
Φ15MM HORIZONTALS @ 300MM O.C.
A
300 @ INCREMENT 3
400 @ INCREMENT 4
Φ16 TIES @ 200
Φ25 @ 300 EACH FACE
600
(15) Φ28 T&B
2460
EXTEND BOTTOM OF NEW FOOTING TO BOTTOM OF EXISTING FOOTINGS
600
1200
1 D3 NEW SHEAR WALL & FOUNDATION
INCREMENT 3,4



2 / D4 LONGITUDINAL FOUNDATION WALL
INCREMENT 3,4

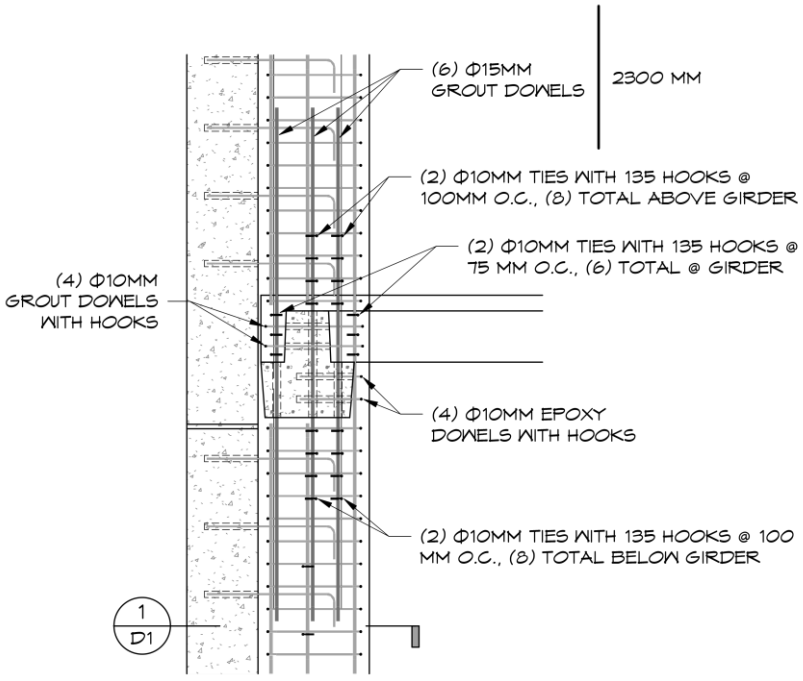


1 / D4 INTERIOR PARTITION WALL
INCREMENT 2,3,4



2 D5 COLUMN WRAP AT GIRDER @ ROOF

INCREMENT 2,3,4



1 D5 COLUMN WRAP AT GIRDER @ FLOORS

INCREMENT 2,3,4

Приложение H

Функции уязвимости

В данном разделе представлены функции уязвимости, которые были разработаны с использованием методологии, описанной в Главе 6 для трех конструктивных типологий.

В соответствии с Главой 6 были разработаны следующие функции уязвимости:

- **Данные о здании с высоким разрешением**. Данная функция основана на информации, полученной при помощи «Пушовер-анализа», разработанной для репрезентативных индексных зданий, описанных в Главе 5.
- **Данные о здании со средним разрешением**. Данная функция основана на методологии, представленной в SYNER-G, с использованием доступных данных о зданиях, собранных во время полевых обследований, и скорректирована с использованием методологии, описанной в Разделе 6.5.4.
- **Данные о здании с низким разрешением**. Данная функция основана на методологии, представленной в SYNER-G, с использованием минимального объема данных, имеющегося в базе данных, предоставленной Всемирным банком, и скорректирована с использованием методологии, описанной в Разделе 6.5.4.

Следует отметить, что случаи, связанные со средним и низким разрешением, представлены в виде диапазонов данных, поскольку для каждого здания в базе данных применяется уникальный корректирующий (поправочный) коэффициент.

H.1 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонными включениями (КВ)

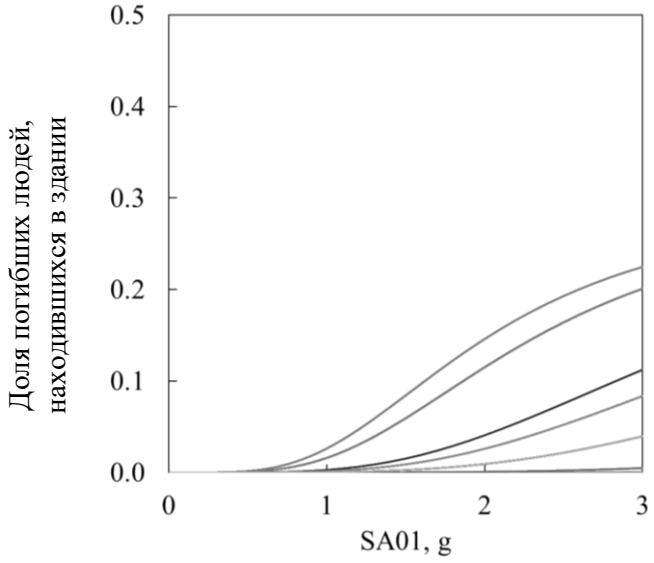


Рисунок H-1 Функции уязвимости для типологии КВ, данные о здании с низким разрешением

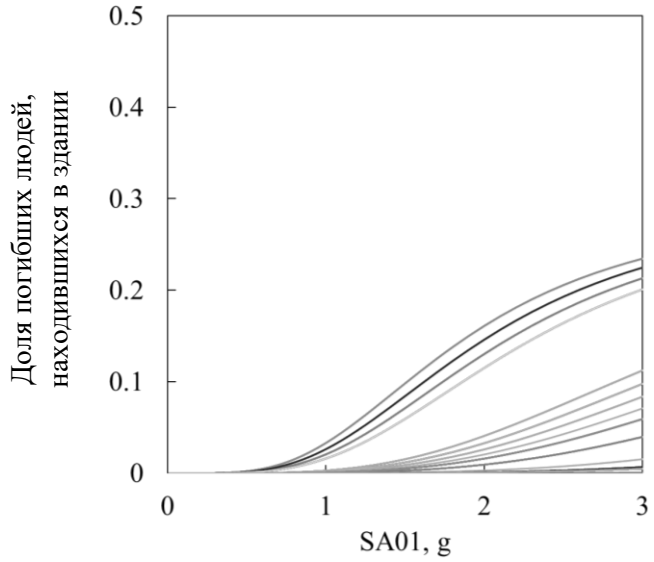


Рисунок H-2 Функции уязвимости для типологии КВ, данные о здании с низким разрешением

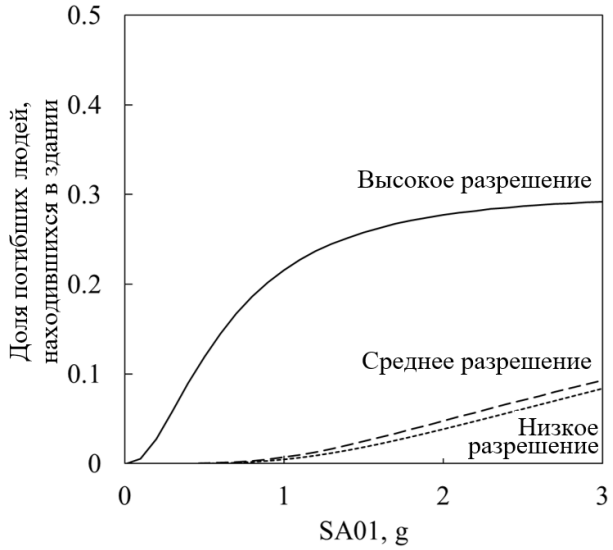


Рисунок H-3 Функции уязвимости для типологии КВ с данными о здании с низким, средним и высоким разрешением. Кривые низкого и среднего разрешения отражают равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе.

H.2 Комплексная (кирпичная) кладка с железобетонным каркасом (КВЖБ)

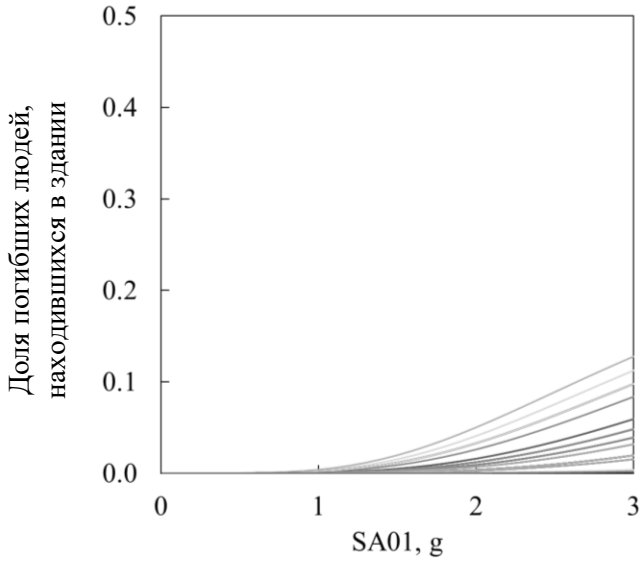


Рисунок H-4 Функции уязвимости для типологии КВЖБ, данные о здании со средним разрешением

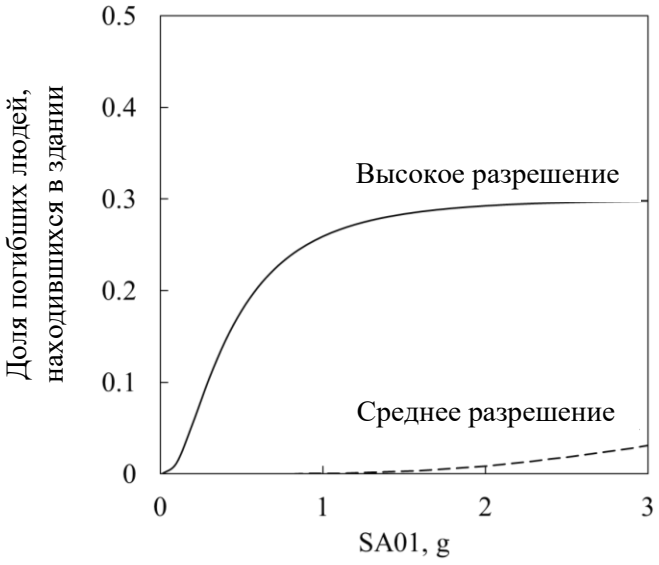


Рисунок H-5 Функции уязвимости для типологии КВЖБ с данными о здании со средним и высоким разрешением. Кривая среднего разрешения отражает равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе (Зданий, сопоставленных к КВЖБ по данным низкого разрешения, не было).

H.3 Сборный железобетонный каркас со стеновыми панелями (ЖБ6)

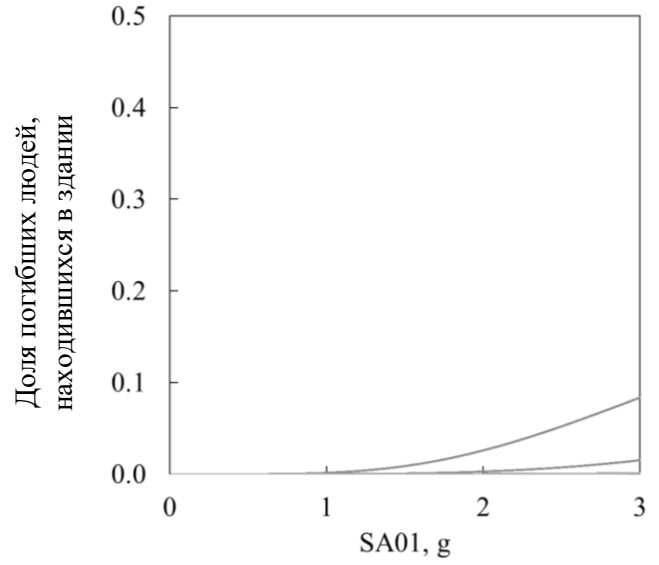


Рисунок H-6 Функции уязвимости для типологии ЖБ6, данные о здании с низким разрешением

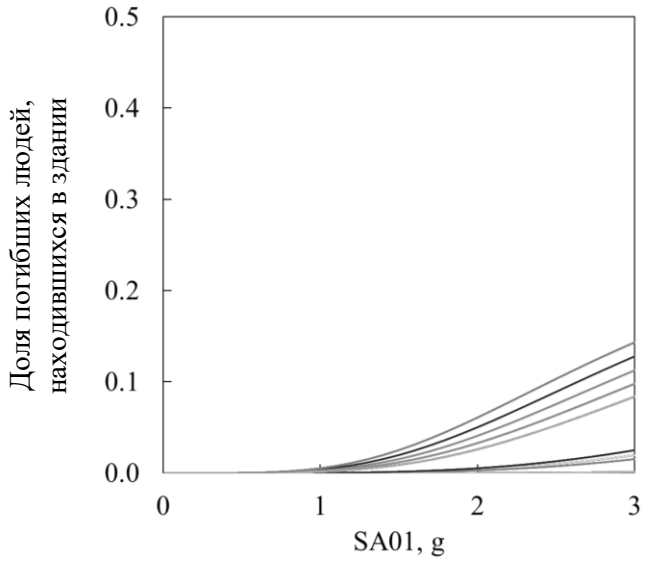


Рисунок H-7 Функции уязвимости для типологии ЖБ6, данные о здании со средним разрешением

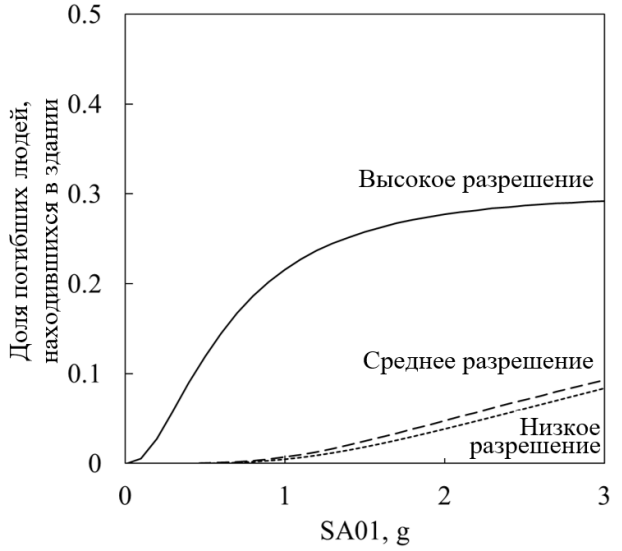


Рисунок H-8 Функции уязвимости для типологии ЖБ6 с данными о здании с низким, средним и высоким разрешением. Кривые низкого и среднего разрешения отражают равно взвешенное среднее значение для всех зданий в группе.

Литература

ACI, 2014, *Требования строительных норм и правил для конструктивного и строительного бетона*, ACI 318-2014, Американский Институт Бетона (ACI), Фармингтон Хилс [ACI, 2014, *Building Code Requirements for Structural Concrete*, ACI 318-2014, the American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan].

Адкихари, Р.Х., и Д'Яла, Д., 2017, *Технический отчет по руководствам для конструктивной классификации школьных зданий из несущих комплексных конструкций*, Университетский колледж Лондона, 63 стр. [Adhikari, R.H., and D'Ayala, D., 2017, *A Technical Report on Guidelines for the Structural Classification of Load Bearing Masonry School Buildings*, University College London, 63 p].

Арменин, Х.К., Мелкониан А., Ножи, Е.К., и Хоянейсиан, А.П., 1997, «*Смертельные случаи и травмы в результате землетрясения в Армении: когортный подход*», Международный журнал эпидемиологии, Том 26, №4, стр. 806-813 [Armenian, H.K., Melkonian, A., Noji, E.K., and Hovaneisian, A.P., 1997, "Deaths and injuries due to the earthquake in Armenia: A cohort approach," *International Journal of Epidemiology*, Vol. 26, No. 4, pp. 806-813].

ASCE, 2010, *Минимальные расчетные нагрузки для зданий и других сооружений*, ASCE/SEI 7-10, Американское общество инженеров-строителей (ASCE), Рестон, Виргиния [ASCE, 2010, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, ASCE/SEI 7-10, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia].

ASCE, 2017a, *Минимальные расчетные нагрузки и связанные с ними критерии для зданий и других сооружений, Положения*, ASCE/SEI 7-16, Американское общество инженеров-строителей (ASCE), Рестон, Виргиния [ASCE, 2017a, *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, Provisions*, ASCE/SEI 7-16, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia].

ASCE. 2017b, *Оценка сейсмостойкости и усиление существующих зданий*, ASCE/SEI 41-17, Институт по проектированию зданий и сооружений Американского общества инженеров-строителей (SCE ASCE), Рестон, Виргиния [ASCE, 2017b, *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*, ASCE/SEI 41-17, Structural Engineering Institute of American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia].

ATC, 1996, *Оценка сейсмостойкости и усиления железобетонных зданий, Том 1*, подготовлено Комитетом прикладных технологий (ATC) для Комиссии по сейсмической безопасности, город Редвуд, Калифорния [ATC, 1996, *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Volume 1*, prepared by the Applied Technology Council for the Seismic Safety Commission, Redwood City, California].

Боммер, Ж.Ж., и Абрахамсон, Н.А., 2006, «Почему современные вероятностные анализы сейсмической опасности часто приводят к увеличению оценки риска опасности?», *Бюллетень Сейсмологического общества Америки*, Том 96, №6, с. 1967-1977 [Bommer, J.J., and Abrahamson, N.A., 2006, "Why do modern probabilistic seismic-hazard analyses often lead to increased hazard estimates?" *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 96, No. 6, pp. 1967-1977].

Европейская сейсмологическая комиссия, 1998, Европейская макросейсмическая шкала 1998 г., EMS-98, Подкомиссия инженерной сейсмологии, Люксембург, доступно на https://www.gfz-potsdam.de/en/section/seismic-hazard-and-stress-field/data-products-services/ems-98-european-macroseismic-scale/, по состоянию на 21 февраля 2019 года [European Seismological Commission, 1998, *European Macroseismic Scale 1998*, EMS-98, Subcommission on Engineering Seismology, Luxembourg, available at https://www.gfz-potsdam.de/en/section/seismic-hazard-and-stress-field/data-products-services/ems-98-european-macroseismic-scale/, last accessed February 21, 2019].

Фафджар П., 1999, «Метод спектра реакции, основанный на спектрах неупругости», *Динамика конструкции в сейсмостойком строительстве*, Том. 28, №9, стр. 979-993 [Fafjar, P., 1999, "Capacity spectrum method based on inelastic demand spectra," *Earthquake Engineering Structural Dynamics*, Vol. 28, No. 9, pp. 979-993].

FEMA, 2006, *Методы сейсмического восстановления существующих зданий*, FEMA 547, подготовлено инженерами консультантами «Rutherford + Chekene Consulting Engineers» для Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA), Вашингтон [FEMA, 2006, *Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings*, FEMA 547, prepared by Rutherford + Chekene Consulting Engineers for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.].

FEMA, 2012, *HAZUS*, Федеральное агентство по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA), Вашингтон [FEMA, 2012, *HAZUS*, Federal Emergency Management Agency, Washington D.C].

FEMA, 2016, *Быстрое визуальное обследование зданий на предмет потенциальных сейсмических опасностей: Справочник, третье издание*, FEMA P-154, подготовлено Комитетом прикладных технологий для Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA), Вашингтон [FEMA, 2016, *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Third Edition*, FEMA P-154, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.].

FEMA, 2018, *Оценка зданий на основе «Перформенс - сейсмостойкого проектирования»: Том 1 - Методология*, FEMA P-58-1, подготовлено Комитетом прикладных технологий для Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA), Вашингтон [FEMA, 2018, *Seismic Performance Assessment of Buildings, Volume 1 – Methodology*, FEMA P-58-1, prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C.].

Глобальный фонд по снижению опасности стихийных бедствий и восстановлению, 2017 г., *Глобальная программа устойчивой инфраструктуры для повышения безопасности школ*, Всемирный банк, Вашингтон, 8 с., доступно на https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/SaferSchools.pdf, по состоянию на 21 февраля 2019 года [Global Facility for Disaster Risk Reduction and Recovery, 2017, *Resilient Infrastructure Global Program for Safer Schools*, World Bank, Washington, D.C., 8 p, available at: https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/SaferSchools.pdf, last accessed February 21, 2019].

Милутинович, З., и Трендафилоски, Г., 2003, WP4: *Уязвимость существующих зданий, отчет проект RISK-UE* [Milutinovic, Z., and Trendafiloski, G., 2003, *WP4: Vulnerability of Current Buildings*, RISK-UE Project report].

Национальный институт строительных наук, 2018, *Промежуточный отчет по снижению риска стихийных бедствий за 2017 год*, Вашингтон [National Institute of Building Sciences, 2018, *Natural Hazard Mitigation Saves 2017 Interim Report*, Washington D.C.].

NTC-M, 2017, *Дополнительные технические стандарты на проектирование и строительство каменных (комплексных) конструкций (на испанском)* [NTC-M, 2017, *Normas Tecnicas Complementarias para Diseno y Construccion de Estructuras de Mamposteria (in Spanish)*].

Петал, М.А., 2009, *Общественное образование для предотвращения стихийных бедствий: Причины смертельных случаев и травм в результате землетрясения в Коджаели (Измите)*, 1999 г. VDM Верлаг Доктор Мюллер, Саарбрюккен, Германия, 380 с. [Petal, M.A., 2009, *Evidence-Based Public Education for Disaster Prevention: Causes of Deaths and Injuries in the 1999 Kocaeli Earthquake*, VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, Germany, 380 p].

Портер К.А., 2018, «Городская поисково-спасательная модель землетрясения для реагирования на землетрясение и ее применение к сценарию землетрясения в Хейварде », Детвейлер С.Т., и Вейн, А.М., под ред., *Сценарий землетрясения в Хейварде - инженерные последствия*, Отчет по научным исследованиям 2017-5013-I-Q, Геологическая служба США, Менло парк, Калифорния, с. 99-192, доступно на: https://pubs.usgs.gov/sir/2017/5013/sir20175013_iq.pdf, по состоянию на 21 февраля 2019 года [Porter, K.A., 2018, "An earthquake urban search and rescue model for earthquake response and its application to the HayWired scenario," Detweiler, S.T., and Wein, A.M. eds., *The HayWired Earthquake Scenario—Engineering Implications*, Scientific Investigations Report 2017-5013-I-Q, U.S. Geological Survey, Menlo Park, California, pp. 99-192, available at: https://pubs.usgs.gov/sir/2017/5013/sir20175013_iq.pdf, last accessed February 21, 2019].

Сахин, М., и Тари, Е., 200, «Землетрясения, произошедшие 17 августа в Коджаели (Измит) и 12 ноября в Дюздже», науч. журнал «*Земля, Планеты и Космос*», том 52, с. 753-75. [Sahin, M., and Tari, E., 2000, "The August 17 Kocaeli and the November 12 Duzce earthquakes in Turkey" *Earth Planets Space*, Vol. 52, pp.753-757].

Селигсон, Х., 2008, *Функция последствий несчастных случаев, потери и построение модели населения здания (численности жильцов здания),* справочный документ *FEMA P-58/BD-*

3.8.8, подготовленный Комитетом прикладных технологий для Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях (FEMA), Вашингтон, 16 стр. [Seligson, H., 2008, *Casualty Consequence Function and Building Population Model Development, Background Document FEMA P-58/BD-3.8.8,* prepared by the Applied Technology Council for the Federal Emergency Management Agency, Washington D.C., 16 p.].

Сиono, К., 1995, «Интерпретация опубликованных данных о прошедшем землетрясении в Таншане, Китай, 1976 г., для определения и расчета функции коэффициента смертности», *Японское общество инженеров-строителей, Проектирование зданий и сооружений / сейсмостойкое строительство*, том 11, №4, с. 155-163. [Shiono, K., 1995, "Interpretation of published data of the 1976 Tangshan, China earthquake for the determination of a fatality rate function," *Japan Society of Civil Engineers Structural Engineering/Earthquake Engineering*, Vol. 11, No. 4, pp. 155s-163s.]

СНиП, 1982, *Строительство в сейсмических районах,* СНиП II-7-81, Строительные нормы и правила, Москва.

СНиП, 1984, *Бетонные и железобетонные конструкции*, СНиП 2.03.01-84*, Строительные нормы и правила, Москва.

СНиП, 1995, *Строительство в сейсмических районах,* СНиП II-7-81*, Строительные нормы и правила, Москва.

СНиП, 1998, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки*, СНиП КР 22-01:1998, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

СНиП, 2008, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Проектирование и застройка территорий г. Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому*, СНиП КР 31-02:2008, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

СНиП, 2009, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования*, СНиП КР 20-02:2009, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

СНиП, 2018, *Строительство в сейсмических районах,* СП 14.13330.2014, Актуализированная редакция СНиП II-7-81*, Строительные нормы и правила, Москва.

СНиП, 2016, *Строительство в сейсмических районах,* СП 14.13330.2014, Актуализированная редакция СНиП II-7-81*, Строительные нормы и правила, Москва [SNiP, 2016, *Construction in Seismic Areas*, SP 14.13330.2014, Actualized reduction of SNIP II-7-81*, National Codes and Standards, Moscow].

СНиП, 2018а, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования*, СН КР 20-02:2018, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

СНиП, 2018b, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Оценка сейсмостойкости зданий существующей застройки*, СН КР 22-01:2018, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

СНиП, 2018c, *Строительные нормы и правила Кыргызской Республики, Проектирование и застройка территорий г. Бишкек и сел, примыкающих к Ысык-Атинскому разлому*, СН КР 31-02:2018, Система нормативных документов в строительстве, Бишкек.

TMS, 2016, *Требования строительных норм и правил и спецификации для комплексных (каменных) конструкций*, TMS 402/602-16, Общество по каменных конструкциям, Лонгмонт, Колорадо [TMS, 2016, *Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures*, TMS 402/602-16, the Masonry Society, Longmont, Colorado].

Трендафольский, Г., Висс, М., и Россет, П., 2011, «Модуль оценки потерь в программном обеспечении второго поколения QLARM», в сотрудничестве с Спенс, Р., Со, Е., и Скавторм, Р., ред. *Человеческие жертвы при землетрясениях, прогресс в моделировании и смягчении последствий*, издательство Springer, г. Нью-Йорк, Нью-Йорк, 95-106 с. [Trendafolski, G., Wyss, M., and Rosset, P., 2011, "*Loss estimation module in the second generation software QLARM*," in Spence, R., So, E., and Scawthorn, R., eds., *Human Casualties in Earthquakes, Progress in Modelling and Mitigation*, Springer, New York City, New York, pp. 95-106.].

ЮНИСЕФ, 2013, *Оценка безопасности школьных и дошкольных учреждений в Кыргызской Республике*, Детский фонд Организации Объединенных Наций [UNICEF, 2013, *Assessment of Safety in School and Pre-School Education Institutions in the Kyrgyz Republic*, United Nations Children's Fund].

Уолд, Д.Ж., и Аллен, Т.И., 2007, «Топографический склон как замещающий показатель для сейсмических условий площадки и расширение», *Бюллетень Сейсмологического общества Америки,* Том 97, с. 1379-1395. [Wald, D.J., and Allen, T.I., 2007, "Topographic slope as a proxy for seismic site conditions and amplification" *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 97, pp. 1379-1395].

Уорден, С.Б., Герстенбергер, М.С., Роадес, Д.А., и Уолд, Д.Ж., 2012, «Вероятностные отношения между параметрами движения грунта и модифицированной шкалы интенсивности Меркалли в Калифорнии», *Бюллетень Сейсмологического общества Америки,* том 102, №1, с. 204-221. [Worden, C.B., Gerstenberger, M.C., Rhoades, D.A., and Wald, D.J., 2012, "Probabilistic relationships between ground-motion parameters and Modified Mercalli Intensity in California," *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 102, No. 1, pp. 204-221].

Всемирный банк, 2016, *Исследование сейсмического риска в Кыргызской Республике: Построение функций хрупкости строительных объектов*, подготовлено «Ove Arup & Partners International Ltd», Лондон, Великобритания [World Bank, 2016, *Measuring Seismic Risk in Kyrgyz Republic: Development of Fragility Functions*, prepared by Ove Arup & Partners International Ltd, London, United Kingdom].

Ямин, Л.Е., Ринкон, Р., Фернандез, Р., и Руеда, М., 2017, *Глобальная классификация конструктивных систем для школьных зданий из железобетонных конструкций*, Андский университет, сентябрь 2017 года, неопубликованная презентация, 35 с. [Yamin, L.E., Rincon, R., Fernandez, R., and Rueda, M., 2017, *Global Structural Classification System for Reinforced Concrete School Buildings*, Universidad de los Andes, September 2017, unpublished presentation, 35 p.].

Участники проекта

Всемирный банк

Фернандо Рамирес Кортес
Всемирный банк
1818 H Street, N.W.
Washington, D.C. 20433

Карина Фонсека Феррейра
Всемирный банк
1818 H Street, N.W.
Washington, D.C. 20433

Диана Катарина Майрхофер
Всемирный банк
1818 H Street, N.W.
Washington, D.C. 20433

Цзинчжэ Ву
Всемирный банк
1818 H Street, N.W.
Washington, D.C. 20433

Улугбек Бегалиев
Международный университет
инновационных технологий
Ул. Горького 1/17
Бишкек, 720048
Кыргызская Республика

Айдарбек Стамов
Всемирный банк
Ул. Московская, 214
Бишкек, 720010
Кыргызская Республика

Комитет прикладных технологий

Джон А. Хайнц (директор проекта)
Комитет прикладных технологий (ATC)
201 Redwood Shores Parkway, Suite 240
Redwood City, California 94065

Вероника Седильос (руководитель проекта)
Комитет прикладных технологий (ATC)
201 Redwood Shores Parkway, Suite 240
Redwood City, California 94065

Айсе Хортаксу (руководитель проекта)
Комитет прикладных технологий (ATC)
201 Redwood Shores Parkway, Suite 240
Redwood City, California 94065

Технический комитет проекта

Дэвид Мар (технический директор проекта)
Mar Structural Design
2332 5th Street, Suite D
Berkeley, California 94710

Кит Портер
University of Colorado Boulder
Civil, Environmental and Architectural
Engineering
Boulder, Colorado 80309

Илья Шлейков
WSP USA
One Penn Plaza
250 W 34th Street, 2nd Floor
New York, New York 10119

Консультативная группа проекта

Светлана Бржев
University of British Columbia
Department of Civil Engineering
2002 - 6250 Applied Science Lane
Vancouver, British Columbia V6T 1Z4
Canada

Стефани Кинг
1045 Fulton Street
Palo Alto, California 94301

Хосе И. Рестрепо
University of California, San Diego
Department of Structural Engineering
9500 Gilman Drive
La Jolla, California 92093

Рабочая группа

Сандеш Ахер
Mar Structural Design
2332 5th Street, Suite D
Berkeley, California 94710

Сергей Утищев
Пр. Чуй, 196, кв. 26
Бишкек, 720060
Кыргызская Республика

Инженеры-инспекторы

Нуржан Чаргынбаев
(руководитель по сбору данных)
Эмил Абдыганы уулу
Данияр Абдыкалыков
Уланбек Абдыраимов
Билимзат Айманбаев
Талантбек Кенешбек уулу
Рустам Мусуралиев
Толкунбек Назабай уулу
Эрмек Шаимбетов
Айтурган Тургуналиева
Илимбек Уран уулу
Сергей Утищев