Приложение 11. Геологическое исследование — выдержка

Appendix 11 – Geological Study – Limassol Arts Centre (original in Greek: «Γεωλογική – Γεωτεχνική έρευνα…», GEOINVEST LTD, February – April 2023)

Неофициальный перевод. Официальный язык конкурса — английский (Part A, п. 6.1); при расхождениях действует английский текст; оригинал — на греческом; организатор даёт его только для сведения (Part A, п. 6.3); участник сам отвечает за перевод и толкование. Оригинал: eProcurement Кипра, Tender 77/26 — https://www.eprocurement.gov.cy/epps/cft/listContractDocuments.do?resourceId=9259584. Документы конкурса предоставлены муниципалитетом Лимасола только для целей конкурса (Part A, п. 12.2). Перевод: редакция 2ВХУТЕМАС, октябрь 2026.

Это выдержка, а не полный перевод. Из 68 страниц исследования переведены: паспорт документа (по титульным листам, сопроводительному письму, разделам 1 и 3.1 и оглавлению), полностью раздел 5 «Выводы — рекомендации» с относящимися к нему таблицами и выдержки из разделов 2–4, важные для проектирования подземной части и фундаментов. Не переведены: описание региональной геологии и тектоники (2.2–2.4), методика лабораторных испытаний (3.1.1–3.1.2), большая часть статистических таблиц раздела 4, Приложение 1 (колонки скважин) и Приложение 2 (протоколы лабораторных испытаний).

1. Паспорт документа

Название (перевод)	Геолого-геотехническое исследование на участке предполагаемого строительства здания объектов культуры «Дом культуры Лимасола» (Στέγη Πολιτισμού Λεμεσού) на земельных участках 298, 315 и 430, лист/план 54/580402, квартал (Τμήμα) 4, Лимасол
Заказчик исследования	Муниципалитет Лимасола (Δήμος Λεμεσού), вниманию г-жи Катерины Лукаиду (Κατερίνα Λουκαΐδου); исследование заказано Техническими службами муниципалитета
Исполнитель	GEOINVEST LTD – ΓΕΩΕΡΕΥΝΑ (прикладная геология, геотехника, испытания материалов, инженерная экология), Аглантзия, Никосия; лаборатория аккредитована по CYS EN ISO/IEC 17025 (аттестат L001)
Подписал	Андреас Сиатас (Andreas Shiathas), геолог, управляющий директор, рег. № ΕΤΕΚ A035735
Дата	обложка: февраль – апрель 2023 г.; сопроводительное письмо: 20.04.2023; полевые работы: февраль – март 2023 г. (скважина ВН1 — 21.02.2023; ВН2–ВН4 — 15–16.03.2023 по колонкам Приложения 1)
Шифр	X\Geotech2023/DemosLemesouParking
Участок	Муниципальная автостоянка у пересечения проспекта Архиепископа Леонтия и улицы Вориу Ипиру (Βορείου Ηπείρου), к северо-западу от центра Лимасола; между улицами Вориу Ипиру и Айолу (Aiolou), примерно в 200 м к северо-западу от 2-го Технического училища Лимасола, приход Католики (Katholiki). Площадь ~7150 м², рельеф в целом ровный, перепады высот очень малы
Скважины	4 скважины глубиной по 12 м (всего 48 м); по колонкам — бурение без отбора керна (destructive open hole), диаметр 125 мм, продувка воздухом, без обсадки

Полевые испытания	стандартное пенетрационное испытание SPT (BS EN ISO 22476-3:2005+A1:2011), через каждые 1,5 м; отбор нарушенных и ненарушенных (U4) образцов
Лабораторные испытания	гранулометрия (ситовой и ареометрический анализ), пределы Аттерберга, линейная усадка, естественная влажность, плотность и плотность скелета, удельный вес частиц, одноосное сжатие (UCS), неконсолидированно-недренированное трёхосное испытание (UU), прямой срез (shearbox), компрессия (одометр), давление и величина набухания; химия грунта (сульфаты, хлориды, pH, содержание монтмориллонита) и воды (сульфаты, хлориды, $CaCO_3$, pH, EC, TDS); фильтрация — лабораторно, методами переменного и постоянного напора
Не входит в документ	результаты опытной откачки и водопонижения — «в отдельном томе» (п. 3.1.3)

[Прим. пер.: в оригинале способ бурения описан противоречиво: в п. 3.1 — «разрушающим методом» (без керна), в п. 3.1.1 — «непрерывным отбором керна (core drilling)»; в колонках скважин Приложения 1 указано «Destructive open hole technique in combination with SPT». Также п. 3.1.1 упоминает полевые испытания на водопроницаемость методом падающего уровня, а п. 4.3 говорит, что полевых испытаний на водопроницаемость не проводилось.]

Цель исследования (раздел 1): установить геолого-геотехнические условия основания; гидрогеологические характеристики (уровень и качество подземных вод, водопроницаемость слоёв); механические свойства грунтов; условия выемки и водопонижения; условия фундирования.

Содержание оригинала:

1. Введение
2. Описание участка: 2.1 Расположение — рельеф; 2.2 Геология окружающего района; 2.3 Тектоническое строение окружающего района; 2.4 Тектоническое строение района объекта
3. Изыскания — выполненные работы: 3.1 Работы (3.1.1 Полевые работы; 3.1.2 Лабораторные испытания — анализы; 3.1.3 Оценка результатов, отчёт)
4. Грунтовые условия на участке: 4.1 Геотехническая характеристика основания на участке; 4.2 Геотехническая характеристика основания (4.2.1 Группа A: мелкозернистые аллювиальные отложения; 4.2.2 Группа B: крупнообломочные аллювиальные отложения); 4.3 Гидрогеологические условия; 4.4 Условия выемки; 4.5 Условия фундирования; 4.6 Глубина и тип фундамента; 4.7 Сводные таблицы расчётных параметров; 4.8 Геологические опасности (4.8.1 Сейсмические данные; 4.8.2 Опасность разжижения; 4.8.3 Наводнение; 4.8.4 Карст; 4.8.5 Опасность цунами)
5. Выводы — рекомендации - Приложение 1. Геологические описания скважин - Приложение 2. Лабораторные испытания и анализы

2. Раздел 5. Выводы — рекомендации (полный перевод)

5. ВЫВОДЫ — РЕКОМЕНДАЦИИ

Участок сложен аллювиальными грунтами большой мощности. До глубины 30 м преобладают мелкозернистые грунты — пески/песчаные илы (супеси), илы/глинистые илы — и крупнообломочные песчаные гравийные грунты, которые рассматриваются как современные морские/прибрежные отложения. Они образовались при размыве карбонатных отложений (мелкозернистые грунты) и магматических пород офиолитового комплекса Троодос (бóльшая

часть крупнообломочных грунтов). Верхний метр занимает красновато-бурый поверхностный грунт.

[Прим. пер.: «до глубины 30 м» — так в оригинале, хотя скважины пройдены на 12 м; цифра 30 м встречается также в п. 4.1 и 4.8.4 (в п. 4.8.4 — со ссылкой на скважины «в непосредственной близости»).]

В верхней части, до глубины 3,00–4,20 м, преобладают илы/глинистые илы подгруппы A1, ниже следуют пески/песчаные илы подгруппы A2 с местами различным содержанием гравия, которые продолжаются глубже 12,00 м. Местами грунты подгруппы A1 вновь появляются под песками/песчаными илами и также продолжаются глубже 12,00 м. Местами наблюдается слабая цементация зёрен.

Под мелкозернистыми грунтами в месте скважины BH2 встречены крупнообломочные грунты (группа B), состоящие из пылеватых песчаных гравия и гальки. Крупнообломочные грунты могут встречаться и в других местах участка, на разных глубинах — мощными слоями, в чередовании с мелкозернистыми грунтами или линзами внутри мелкозернистых. Местами наблюдается некоторая цементация зёрен.

Относительно условий фундирования отмечается следующее.

Тип фундамента определяется, помимо грунтовых условий, также типом зданий и другими факторами. С точки зрения грунтовых условий можно подчеркнуть следующее:

- Грунты участка имеют в основном низкую или среднюю, местами, возможно, высокую плотность, но значительно различаются по связности. Иначе говоря, на участке наблюдается значительная неоднородность гранулометрического состава, плотности и связности грунтов. Именно из-за этой неоднородности в сочетании с высокой сейсмической опасностью более надёжным решением фундамента для небольших лёгких сооружений могла бы быть жёсткая фундаментная плита.
- При строительстве высоких и тяжёлых зданий с нагрузками, превышающими допустимые давления на грунт, предлагается передать нагрузки здания на бóльшую глубину, устроив буронабивные сваи, работающие острием и боковым трением, в сочетании с жёсткой фундаментной плитой — чтобы исключить любые неравномерные осадки.
- Допустимые давления на глубине ~1,50 м, где могут опираться сооружения, составляют 100–260 кПа, в среднем порядка 190 кПа. Среднее значение по всей толще мелкозернистых грунтов на глубине 1,50 м — порядка 317 кПа. [Прим. пер.: так в оригинале. По таблице 23 и п. 4.5 317 кПа — среднее по всем глубинам испытаний (диапазон 100–525 кПа), а не значение на глубине 1,50 м.]
- Подземные воды в количествах, заметных при бурении скважин, не обнаружены. Однако считается возможным, что небольшие количества подземных вод движутся на глубинах от 7 до 10 м — в зависимости от сезона и годового количества осадков. Никаких проблем при строительстве и после его завершения, однако, не ожидается.

Необходимо также подчеркнуть, что:

- Необходима надлежащая система отвода ливневого стока, чтобы дождевая вода не проникала в грунт и не меняла его естественную влажность.
- При выборе и проектировании типа и глубины фундамента, как и вообще при проектировании сооружений, следует серьёзно учитывать, что район находится в зоне очень высокой сейсмичности из-за близости активных разломов.
- Из геологических опасностей наиболее опасно землетрясение. Поэтому сейсмостойкое проектирование зданий обязательно.

- Разжижение не представляет опасности, так как пески не рыхлые и содержат большую долю мелких фракций, а подземные воды, если они есть, будут на глубинах > 7–10 м.
- Следует также учитывать вероятность наводнения; карстовые явления опасности не представляют.

Таблица 22. Геотехнические характеристики грунтов

Параметр	Группа A, мелкозернистые отложения: A1 илы и глинистые илы	Группа A: A2 пески/песчаные илы	Группа B, крупнообломочные отложения
SPT (N)	7–33	30–42	28–36
φ (угол внутреннего трения)	29–31°	33°	33–37°
Предел текучести (LL)	38–43 %	0–41 %	28–34 %
Число пластичности (PI)	16–21 %	0–15 %	4–14 %
Линейная усадка	9–11 %	0–10 %	2–9 %
Класс активности (по Скемптону)	неактивные — нормальные (для A1 и A2)		неактивные — нормальные
Класс набухания (южноафриканская методика)	низкий — средний (для A1 и A2)		низкий — средний
Прочность на одноосное сжатие, кПа	18–40	—	—
Прочность на срез / сцепление (по прямому срезу), кПа	9–24	8–17	—
Макс. допустимое давление на грунт	предложено на глубине 1,5 м: 200 кПа (для A1 и A2)		250 кПа
Коэффициент постели (Ks)	50 000 кН/м^2; общее предложенное 30 000 кН/м^2 (для A1 и A2)		> 100 000 кН/м^3
Модуль деформации (Es)	30 000 кН/м^2; общее предложенное 25 000 кН/м^2 (для A1 и A2)		> 100 000 кН/м^2
Коэффициент Пуассона (μ)	0,35	0,30	0,25
	общее предложенное 0,35 (для A1 и A2)		

Параметр	Группа A, мелкозернистые отложения: A1 илы и глинистые илы	Группа A: A2 пески/песчаные илы	Группа B, крупнообломочные отложения
pH	7,7–8,3 (для A1 и A2)		7,8–8,0
SO_4	0,01–0,03 % (для A1 и A2)		0,015–0,025 %
Cl^-	0,001–0,009 % (для A1 и A2)		< 0,001 %
$CaCO_3$	35–66 % (для A1 и A2)		28,0–33,6
Монтмориллонит	3–11 % (для A1 и A2)		< 3 %
Естественная влажность	14–23 %	11–15 %	9–12 %
Удельный вес частиц, г/см³	2,590–2,675	2,502–2,574	2,663–2,735
Плотность (bulk density), г/см³	1,630–1,887	1,763–1,860	1,950–2,157
Удельный вес грунта, кН/м³	16,0–18,5	17,3–18,2	19,1–21,2
Давление набухания, кПа	49	35	—
Набухание, %	1,10	0,989	—
OCR	5,1	2,1	—

[Прим. пер.: значения Ks и Es для группы A в таблице 22 расходятся с таблицами 6 и 16 того же отчёта (там предложено Ks = 50 000 кН/м³ = 50 МН/м³ и Es = 30 000 кН/м² = 30 МН/м²); единица Ks для группы A указана как кН/м², а не кН/м³. Набухание A2 — 0,989 % здесь и 0,98 % в таблице 7. «Предложенные» 200 кПа на глубине 1,5 м выше среднего 190 кПа, названного в разделе 5, хотя в п. 4.5 200 кПа названы «более консервативным значением». Всё переведено как в оригинале.]

Таблица 23. Максимальное допустимое давление на грунт (Allowable Bearing Pressures — ABP) (поправки по CYS EN 1998-5:2004 (E))

Скважина	Глубина, м	N (измеренное)	N1(60)	ABP, кПа	Strength (сцепление), кПа	Effective (эффективное сцепление), кПа
1	1,50	7	9	100	42	12
	3,00	21	26	285	126	35
	4,50	31	36	395		
	6,00	36	36	395		

Скважина	Глубина, м	N (измеренное)	N1(60)	АВР, кПа	Strength (сцепление), кПа	Effective (эффективное сцепление), кПа
	7,50	42	37	410		
	9,00	37	31	340		
	10,50	38	28	305		
2	1,50	15	20	215	90	25
	3,00	23	28	305	138	38
	4,50	30	35	380		
	6,00	34	34	370		
	7,50	28	25	270		
	9,00	36	30	330		
	10,50	33	25	270	198	55
3	1,50	13	17	180	78	22
	3,00	39	48	525		
	4,50	30	35	380		
	6,00	34	34	370		
	7,50	30	26	285		
	9,00	35	29	320		
	10,50	34	25	270		
4	1,50	18	24	260	108	30
	3,00	22	27	290	132	37
	4,50	30	35	380		
	6,00	34	34	370		
	7,50	30	26	285		

Скважина	Глубина, м	N (измеренное)	N1(60)	ABP, кПа	Strength (сцепление), кПа	Effective (эффективное сцепление), кПа
	9,00	36	30	330		
	10,50	33	25	270		

[Прим. пер.: в оригинале два последних столбца озаглавлены только «Strength» и «Effective»; по таблице 20 это сцепление (6·N(SPT)) и эффективное сцепление, кПа. Пояснение в скобках добавлено переводчиком.]

Таблица 24. Испытания на одноосное сжатие

Скважина	Глубина, м	Описание	Длина, мм	Диаметр, мм	Влажность, %	Плотность, г/см³	UCS, кПа	Es
1	2,50–3,00	Песчаный глинистый ил	140,6	70,3	16,8	1,845	18	3
3	2,50–3,00	Песчаный ил и глина	140,2	70,1	17,2	1,882	40	2

[Прим. пер.: единица Es в таблице 24 в оригинале не указана.]

Рисунки и справочные таблицы в конце раздела 5

- Рисунок 12. Карта сейсмических зон Кипра (изображение).
- Таблица 3.1. Типы грунтов (EN 1998-1:2004 (E)):

Тип грунта	Описание стратиграфического профиля	vs30, м/с	NSPT, ударов/30 см	cu, кПа
A	Скала или иная скалоподобная геологическая формация, включая не более 5 м более слабого материала на поверхности	> 800	—	—
B	Отложения очень плотного песка, гравия или очень твёрдой глины мощностью не менее нескольких десятков метров, с постепенным возрастанием механических свойств с глубиной	360–800	> 50	> 250
C	Мощные отложения плотного или среднеплотного песка, гравия или твёрдой глины мощностью от нескольких десятков до многих сотен метров	180–360	15–50	70–250
D	Отложения рыхлых — среднеплотных несвязных грунтов (с мягкими связными прослоями или без них) или преимущественно мягких — тугопластичных связных грунтов	< 180	< 15	< 70

Тип грунта	Описание стратиграфического профиля	vs30, м/с	NSPT, ударов/30 см	cu, кПа
E	Профиль из поверхностного аллювиального слоя со значениями vs типа C или D и мощностью примерно от 5 до 20 м, подстилаемого более жёстким материалом с vs > 800 м/с			
S1	Отложения, состоящие из мягких глин/илов с высоким числом пластичности (PI > 40) и высокой влажностью или содержащие такой слой мощностью не менее 10 м	< 100 (ориентировочно)	—	10–20
S2	Отложения разжижаемых грунтов, чувствительных глин или любой другой профиль, не входящий в типы A–E или S1			

- Таблица 3.2 (CYS). Значения параметров упругого спектра реакции типа 1 (Национальное приложение к CYS EN 1998-1:2004, Еврокод 8: Проектирование сейсмостойких конструкций. Часть 1: Общие правила, сейсмические воздействия и правила для зданий):

Тип грунта	S	TB, с	TC, с	TD, с
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

- Рисунок 13. Карта микрозон сходного сейсмического поведения, подготовленная в рамках исследовательской программы «Микрозонирование большой городской зоны Лимасола» Геологической службой Кипра (ТГЕ) и Университетом Аристотеля в Салониках в 2000 г. (изображение).
- Рисунок 14. Карта опасности наводнений (изображение).

3. Выдержки для проектирования подземной части и фундаментов

п. 2.1. Расположение — рельеф

«Участок исследования находится между улицами Вориу Ипиру и Айолу, примерно в 200 м к северо-западу от 2-го Технического училища Лимасола, в приходе Католики, в Лимасоле. Участок включает земельные участки 298, 315 и 430 (лист/план 54/58.04.02, квартал 4) общей площадью ~7150 м². Он в целом ровный, с очень малыми перепадами высот.»

п. 3.1.3. Оценка результатов

«…Эти данные должны быть изучены и переоценены также инженерами-геотехниками проектной команды на основе окончательных чертежей и схемы распределения нагрузок — для точного определения напряжений в грунте и коэффициентов грунта (коэффициента постели и модуля упругости), а также для эффективного проектирования водопонижения котлована. Результаты опытной откачки и водопонижения представлены в отдельном томе.»

п. 4.1. Геотехническая характеристика основания на участке

«На участке будущего объекта отложены значительные толщи аллювия мощностью намного больше 12 м, на которые пройдены скважины. Предполагается, что мощность очень велика — много десятков метров… Речные и прибрежные/морские отложения отличаются частыми резкими или постепенными сменами типов грунта… В действительности положение значительно сложнее, чем показано на геологических разрезах, из-за частых смен (резких и/или постепенных) как по горизонтали, так и по вертикали… Под аллювием, по всей вероятности на глубине более 100 м, залегает либо формация Пахна (мергели и мергелистый мел с прослоями песчаника и известняка), либо — что наиболее вероятно — мергели и песчаники формации Никосия.»

[Прим. пер.: глубина кровли коренных пород в оригинале указана по-разному: «более 50 м» и «более 60 м в прибрежной зоне» (п. 2.2), «более 100 м» (п. 4.1), «возможно, более 80 м» (п. 4.8.1).]

п. 4.2. Типы грунтов (кратко)

«A.1. Грунты с преобладанием илов с разным, в основном средним и высоким содержанием глины залегают главным образом под асфальтом и продолжаются до глубин порядка 3,50–4,00 м. Содержание глины растёт с глубиной. Местами глинистые илы вновь появляются на глубинах порядка 10,00 м и продолжаются глубже 12,00 м…

A.2. Пески/песчаные илы… залегают под грунтами подгруппы A1 и продолжаются до глубин порядка 10,00 — > 12,00 м…

B. Крупнообломочные грунты. Песчаные гравий и галька с линзами мелкозернистых материалов… В заметных количествах встречены только в скважине BH2, но не исключено их присутствие в разных местах участка. Залегают под грунтами подгруппы A1 на глубине 4,00 м и продолжаются до глубины 10 м.»

Из п. 4.2.1: по SPT грунты группы A — от рыхлых и среднеплотных до плотных (N = 7–33 для A1 и 30–42 для A2); грунты имеют низкий — средний потенциал набухания; ожидаемые осадки мелкозернистых отложений — порядка 2,43–3,49 мм/м при нагрузке порядка 200 кПа; давление набухания — порядка 49 кПа (глинистые илы) и 35 кПа (песчаные илы).

п. 4.3. Гидрогеологические условия

«Подземные воды ни в одной из скважин не обнаружены в количествах, заметных при бурении. Однако считается весьма вероятным, что некоторые небольшие количества подземных вод движутся на глубинах порядка 7–10 м, в зависимости от сезона и годового количества осадков.

Полевые испытания на водопроницаемость не проводились, но выполнены лабораторные испытания обоими методами — переменного и постоянного напора (Falling and Constant Head).»

Таблица 14. Коэффициент фильтрации грунта

Группа	см/с	м/сут
A1	$3{,}47\cdot10^{-6} – 8{,}03\cdot10^{-5}$	0,003–0,0694
A2	$1{,}92 – 7{,}22\cdot10^{-4}$	0,166–0,624
B	$4{,}74\cdot10^{-4} – 6{,}71\cdot10^{-3}$	0,41–5,80

[Прим. пер.: для A2 в оригинале «1.92 – 7.22 x10-4» — множитель, видимо, относится к обоим числам ($1{,}92\cdot10^{-4} – 7{,}22\cdot10^{-4}$), что согласуется со значениями в м/сут.]

«Исходя из этого, можно заключить, что водопроницаемость аллювия в целом высокая в гравии и песках и ниже в илах/глинистых илах. Общая же водопроницаемость считается в целом средней — высокой из-за переслаивания песчаных и гравийных слоёв.»

Колонки всех четырёх скважин (Приложение 1): «Подземные воды в наблюдаемых количествах не встречены» (G/W observations: No ground water was encountered in observable amounts).

п. 4.4. Условия выемки

«Разработка грунта на участке (в случае любой выемки) лёгкая. В целом грунты можно охарактеризовать как мягкие; их можно разрабатывать обычными экскаваторами (> 200 л. с.) до глубины заложения фундамента без каких-либо трудностей на любой глубине.

При глубокой выемке необходимо уделить внимание устойчивости её стенок. Грунты участка не держат высоких вертикальных откосов без мер по их креплению (ограждению котлована).»

п. 4.5. Условия фундирования

«С грунтовой точки зрения участок пригоден для возведения зданий при условии учёта особенностей и механических свойств основания, а также вида и типа здания.

Все грунты участка можно охарактеризовать как несвязные, хотя глинистые илы можно отнести и к связным, но с очень низкой связностью.

Несвязные аллювиальные грунты

- Допустимое давление определено по зависимости осадки от нагрузки… с помощью стандартных пенетрационных испытаний…
- Чтобы нейтрализовать проблему большой неоднородности речных отложений, за максимальное допустимое давление принимается то, которое может вызвать максимальную осадку 25 мм под наиболее нагруженным фундаментом, с использованием наименьшего значения, полученного из SPT. Так даже наиболее нагруженный фундамент не даст осадки больше 25 мм. В действительности разница осадок между фундаментами будет меньше 25 мм, поскольку все фундаменты в итоге дадут некоторую осадку. Осадки такой величины считаются допустимыми, особенно в несвязных грунтах, где осадки практически мгновенны и происходят в период строительства здания.
- На основании изложенного, в соответствии также со стандартом CYS EN 1998-5:2004, определены максимальные допустимые давления на разных глубинах, приведённые в таблице 23. Как видно, они различаются и лежат в пределах от 100 до 525 кПа (по всем значениям — в среднем 317 кПа), а среднее на глубине 1,50 м (только) — порядка 190 кПа

для фундаментов шириной не менее одного метра. Однако из-за большой неоднородности грунтов следует использовать более консервативные значения (200 кПа).»

п. 4.6. Глубина и тип фундамента

«Тип и глубина фундамента определяются типом, размером, высотой, весом и назначением сооружений, а также наличием или отсутствием подвала. В любом случае обязательно применение прочного и жёсткого типа фундамента.

Наиболее вероятные типы фундамента, которые можно рассмотреть в данном случае: - фундаментная плита; - ленточные фундаменты (фундаментные балки);

а для высоких тяжёлых сооружений с нагрузками больше допустимого давления на грунт, что в данном случае маловероятно: - передача нагрузок или их части на бóльшую глубину — буронабивными сваями или другими методами; - сочетание распределения нагрузок плитой со сваями, работающими боковым трением и острием, могло бы быть очень хорошим решением для рассматриваемого случая.

Решение о типе и глубине фундамента остаётся за инженерами-проектировщиками объекта, которые будут точно знать чертежи и детали здания, в частности фундамента и распределения его нагрузок.»

[Прим. пер.: подвал в исследовании упомянут только здесь, как один из факторов выбора фундамента; отдельного вывода о подземных этажах в документе нет.]

п. 4.7. Сводные расчётные параметры (кратко)

- Таблица 16: мелкозернистые отложения — Ks = 50 МН/м³, Es = 30 МН/м² (по лаборатории 2–143 МН/м²), ν = 0,35; крупнообломочные — Ks > 100 МН/м³, Es > 100 МН/м², ν = 0,25.
- Таблица 17: угол внутреннего трения — мелкозернистые 29–33°, предложено 30°; крупнообломочные 33–37°, предложено 35°.
- Таблица 18: предложенные коэффициенты фильтрации — глинистые илы $8{,}03\cdot10^{-5}$ см/с; песчаные илы $7{,}22\cdot10^{-4}$ см/с; гравий $6{,}71\cdot10^{-3}$ см/с.
- Таблица 19: удельный вес грунта — глинистые илы 17,3 кН/м³; пески/песчаные илы 17,7 кН/м³; гравий 20,1 кН/м³.
- Таблица 20 (глинистые илы, по SPT): предложено сцепление 45 кПа, эффективное сцепление 15 кПа, эффективный угол трения 20°.

п. 4.8.1. Сейсмические данные

«Район исследования подвержен главным образом сейсмической активности южного Кипра. Район вокруг Айос-Тихонаса в целом находится в зоне очень высокой сейсмичности из-за близости активного разлома, который начинается у Тримиклини и заканчивается у Аматунта. Эти землетрясения, обычно слабые и реже средние, имеют очаги на глубинах до тридцати километров, а возможно, и глубже.

Согласно Национальному приложению к Еврокоду CYS EN 1998-1:2004, район отнесён к сейсмической зоне 3 с максимальным ускорением грунта 0,25 g. Мелкозернистые аллювиальные грунты, мощность которых здесь оценивается во много десятков метров, относятся к типу грунта C (vs30 130–360 м/с, коэффициент грунта S = 1,15). Крупнообломочные аллювиальные грунты относятся к типу грунта B (vs30 360–800 м/с, S = 1,2). Под аллювием, на глубинах, возможно, более

80 м, по всей вероятности залегают карбонатные отложения формации Никосия, также относящиеся к типу B, а затем — формации Пахна, тип A (vs30 > 800 м/с, S = 1,0).»

Таблица 21: тип грунта C — толща A1/A2 (мелкозернистые аллювиальные грунты), Vs30 180–360 м/с, NSPT 7–42, cu 0–40 кПа; тип B — толща B (крупнообломочные), Vs30 360–800 м/с, NSPT 28–36, cu 0–10 кПа. **Общий предложенный тип грунта: C.**

[Прим. пер.: для типа C в тексте п. 4.8.1 указано vs30 130–360 м/с, в таблице 21 и в таблице 3.1 Еврокода — 180–360 м/с. Кроме того, п. 2.4 отсылает к тектоническим картам как к «рисункам 6 и 7», тогда как это рисунки 4 и 5.]

п. 4.8.2. Опасность разжижения

«Там, где встречаются водонасыщенные рыхлые пески с долей илистых и глинистых частиц < 35 % на глубинах < 13 м, велика вероятность разжижения грунта при сильном землетрясении. Серьёзной опасности в данном случае, по-видимому, нет, так как не встречаются ни рыхлые пески, ни подземные воды до 12,00 м.»

п. 4.8.3. Наводнение

«Такая опасность существует, как показывает соответствующая карта Департамента водного хозяйства, и сохранится до выполнения необходимых работ, которые, по-видимому, планируются местными властями. Согласно карте опасности наводнений, вероятность затопления восточной части участка — 1 раз в 500 лет.»

п. 4.8.4. Карст

«Такой опасности нет, поскольку до глубины не менее 30 м, на которую пройдены скважины в непосредственной близости, нет пород, подверженных карстообразованию.»

п. 4.8.5. Цунами (кратко)

По оценке Fokaefs & Papadopoulos (2007) для Кипра и Леванта: очень сильное цунами (высота волны у берега 4 м) — раз в 375 лет; сильное (> 1 м) — раз в 120 лет; умеренное (< 1 м) — раз в 30 лет. Зафиксированные цунами на Кипре — 1953, 1303, 1222 и 1202 гг. (ТГЕ).