Международный семинар
«ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ»

Санкт-Петербург, 22 ноября 2012 г.

АНАЛИЗ АВАРИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В МОСКВЕ

FORENSIC ANALYSIS OF UNDERGROUND CONSTRUCTION IN MOSCOW

Колыбин И.В.

НИИОСП им. Н.М.Герсеванова, Москва, 2-я Институтская ул., 6, www.niiosp.ru

НИИОСП им. Н.М.Герсеванова, Москва, 2-я Институтская ул., 6, www.niiosp.ru

Содержание презентации

- Классификация аварий
- Причины аварийных ситуаций
- Роль инженерных изысканий
- Расследование аварий или «Кто виноват?»
- Изменения в проекте
- Водонесущие коммуникации – фактор риска
- Влияние температурно-климатических воздействий
- Деформации ограждений с анкерным креплением
- Контроль качества работ
- Управление рисками
- Заключение

Разве это авария?

Классификация аварийных ситуаций при подземном строительстве в котлованах

Категория аварийной ситуации	Объект воздействия			
	Строящееся сооружение	Окружающая застройка	Инженерные коммуникации	Грунтовый массив
	A	**B**	**C**	**D**
I катастрофическая	Полное разрушение ограждения котлована и конструкций в котловане	Полное разрушение всех объектов вблизи котлована, повреждение объектов на значительном расстоянии от котлована		Смещение значительных по объему грунтовых масс, связанное с
II тяжелая	Разрушение ограждения котлована и конструкций в котловане с аварийной стороны	Ра поврежд соору котлова		
III средней тяжести	Частичное разрушение ограждения котлована или его конструктивных элементов	Ра по отдел конс эл примыка со		
IV легкая	Чрезмерные деформации ограждения котлована или его конструктивных элементов	Сверх деформ со сопро повр ненесу		

Авария категории II.ACD

Причины аварийных ситуаций

- Ошибки в процессе изысканий
- Ошибки проектирования
- Некачественное выполнение работ
- Нарушения ПОС
- Плохое управление проектом
- Форс-мажорные обстоятельства

Н. Новгород (2004)

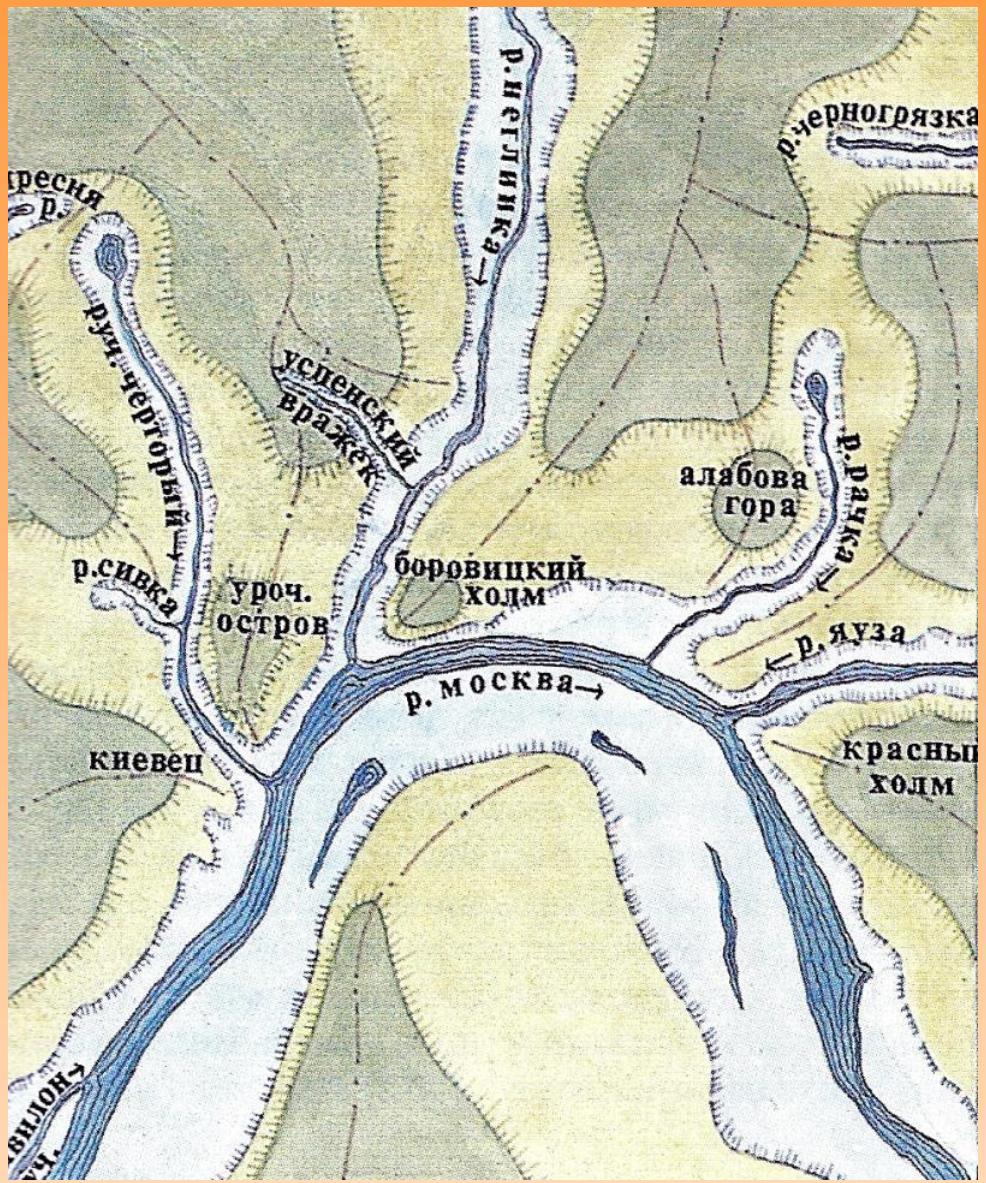
Разрушение здания бывшего Кадетского училища

Роль инженерных изысканий

Важные факторы при изысканиях

- Прочные включения
- Зоны высокой проницаемости
- Техногенная история
- Геологическое строение вне площадки строительства
- Опасные геологические процессы

Погребенный рельеф Москвы



Важно знать историю использования площадки

Дефектная захватка стены в грунте (Долгоруковская ул.,Москва)

Существующие подземные сооружения и коммуникации

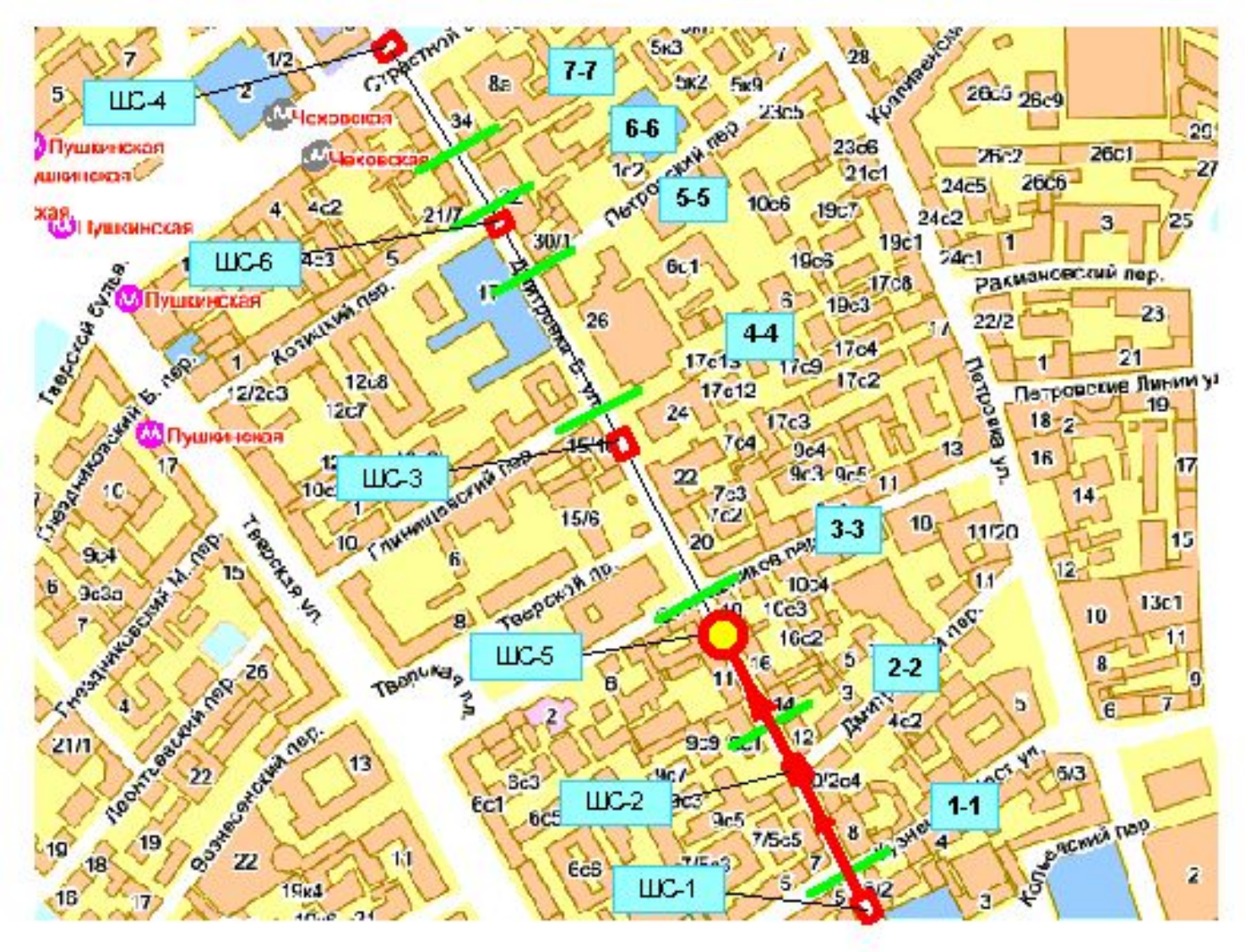
Необходимо знать инженерно-геологическое строение вне площадки

Анкеры заменены распорками в месте обнаружения линзы слабых грунтов (ул. Дмитрия Ульянова, Москва)

Роль инженерных изысканий

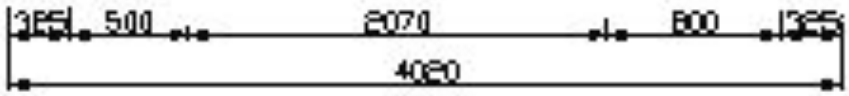
Авария при строительстве коллекторного тоннеля на ул. Большая Дмитровка (1998)

Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка



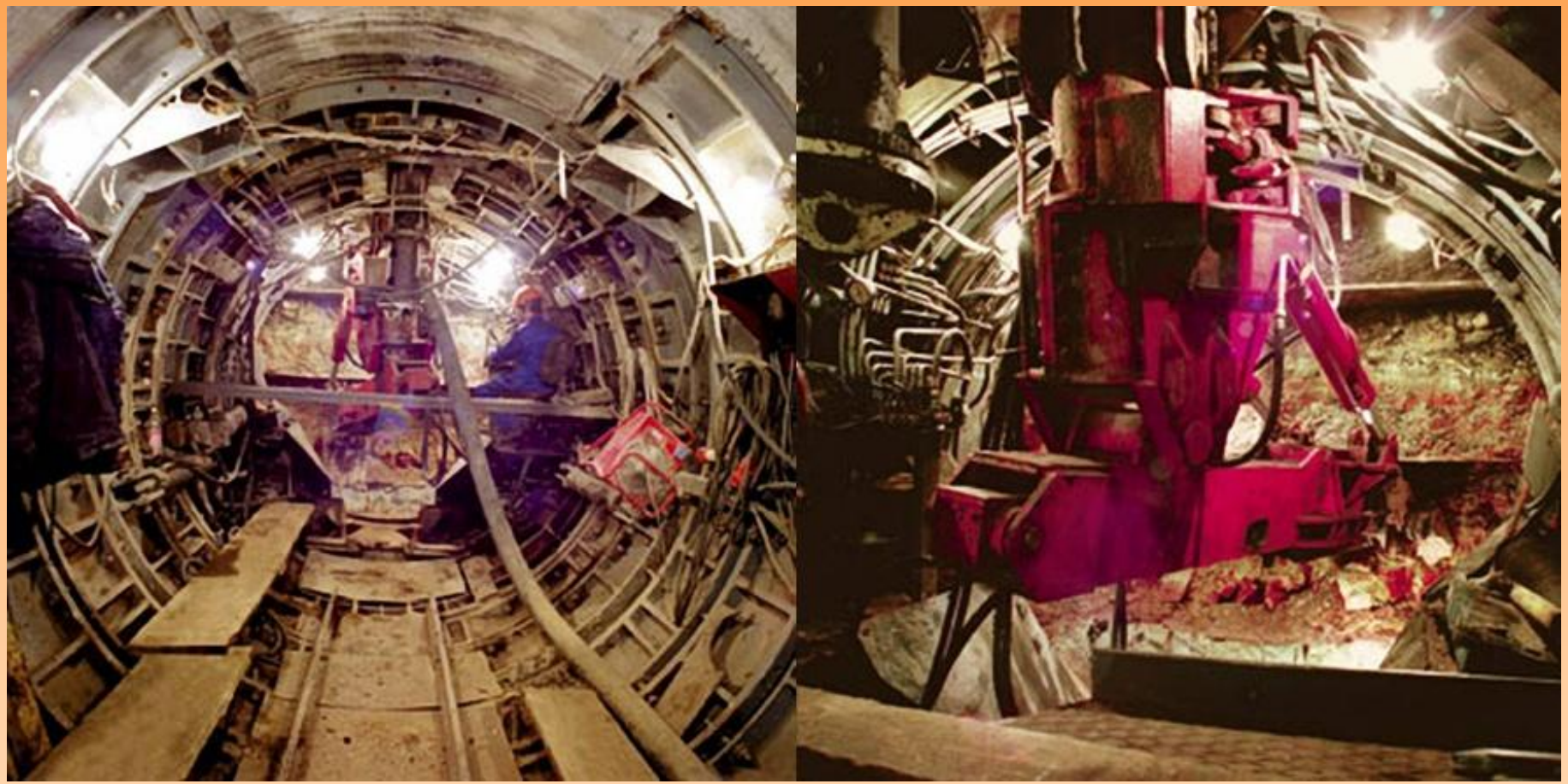
Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка

Поперечное сечение тоннеля



Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка

Проходческий щит «Гранит»



Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка

Продольный профиль тоннеля

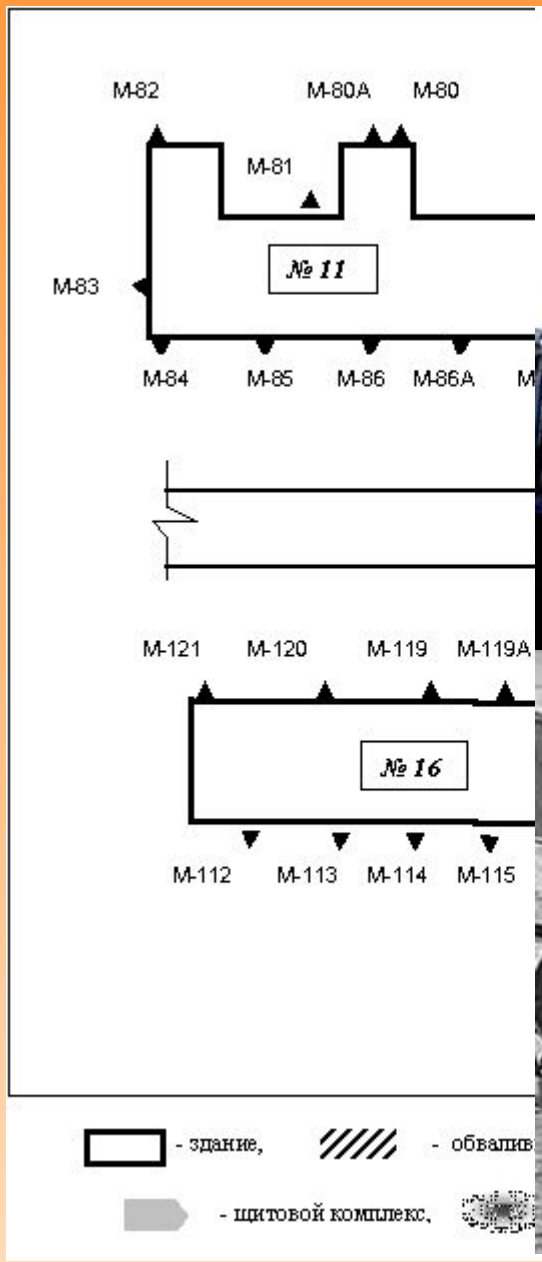
Авария произошла 12.05.98 г., когда было пройдено 244 м тоннеля.

Объем провальной воронки составил 2600 м^3

НИИОСП

НИИОСП им. Н.М.Герсеванова, Москва, 2-я Институтская ул., 6, www.niiosp.ru

Схема аварии тоннеля на ул. Б. Дмитровка



О.
)

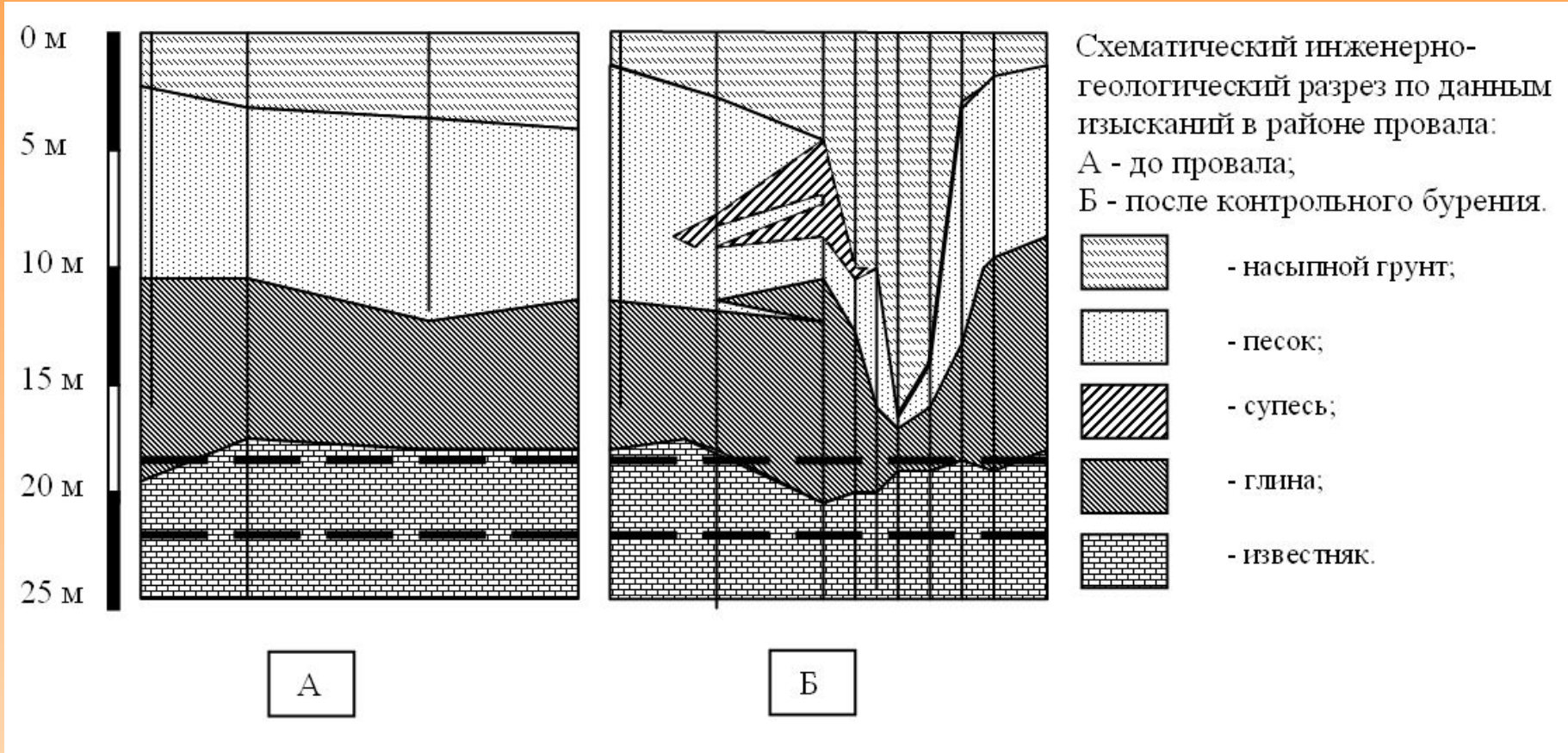
Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка

Осадки дома № 13/8

Осадки фундаментов здания № 13/8 до и после провала							
Номер марки	Осадки марок, мм						
	26.01	18.02	24.03	05.05	14.05	25.05	16.06
М-88	0	0	0	0	30	33	35
М-89	0	0	0	0	75	85	89
М-90	0	0	0	0	61	69	81
М-91	0	1	1	1	55	61	65
М-92	1	1	1	1	4	5	6
М-93	0	0	0	0	1	1	1
М-94	0	0	0	0	1	1	1
М-95	0	0	0	0	0	0	0
М-96	0	0	0	0	0	0	0
М-97	0	0	0	0	0	0	0

Строительство тоннеля на ул. Б. Дмитровка

Результаты дополнительных инженерно-геологических изысканий



(В.П.Петрухин, О.Н.Исаев, 2008)

Расследование аварий или «Кто виноват?»

Серьезная авария, обычно, - следствие комплекса факторов

Расследование должно дать ответы:

- **Какой из факторов был решающим ?**
- **Что могло быть сделано для предотвращения аварии ?**
- **В какой момент аварии уже нельзя было избежать ?**

Ошибки в проекте или при строительстве?

Авария ограждения котлована на Рублевском ш. (2007)

(В.Я.Еремин, 2011)

Расчетная нагрузка на анкер – 340 кН, несущая способность тяги – 600 кН

Ошибки в проекте или при строительстве?

Авария ограждения котлована на Рублевском ш. (2007)

(В.Я.Еремин, 2011)

- Устаревшие изыскания
- Изменилась планировочная отметка на 1,5 м
- Трубы брались проектной длины, защемление было уменьшено
- Вскрыты линзы текучих супесей, пропущенных изысканиями
- Вертикальная забирка вовремя не устанавливалась
- Не были установлены вовремя угловые распорки, предусмотренные проектом
- Полости за ограждением засыпали грунтом из котлована
- Мониторинг не выполнялся

Изменения в проекте

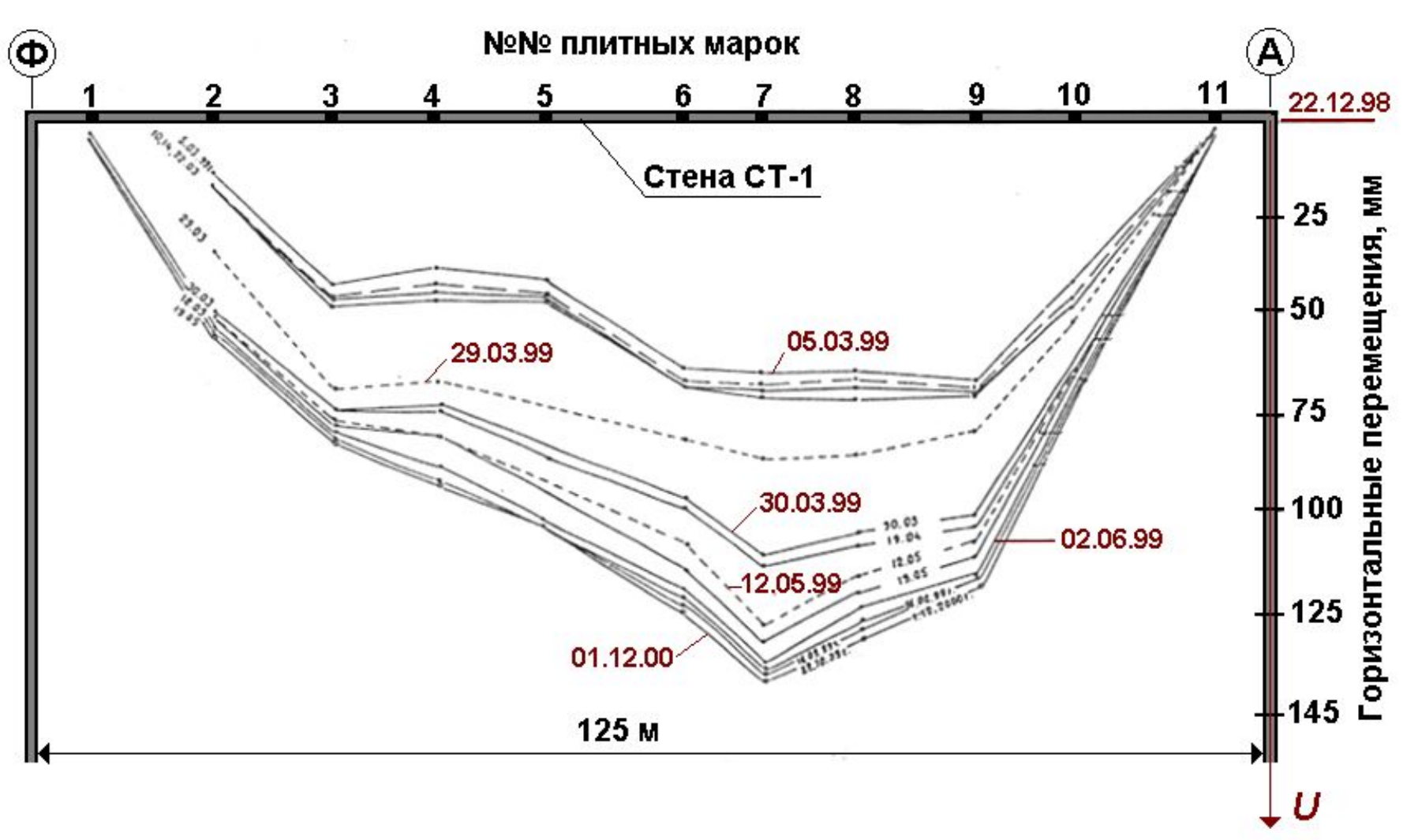
ММДЦ «Москва-Сити»

Изменения проекта в процессе работ

ММДЦ «Москва-Сити» (1999)

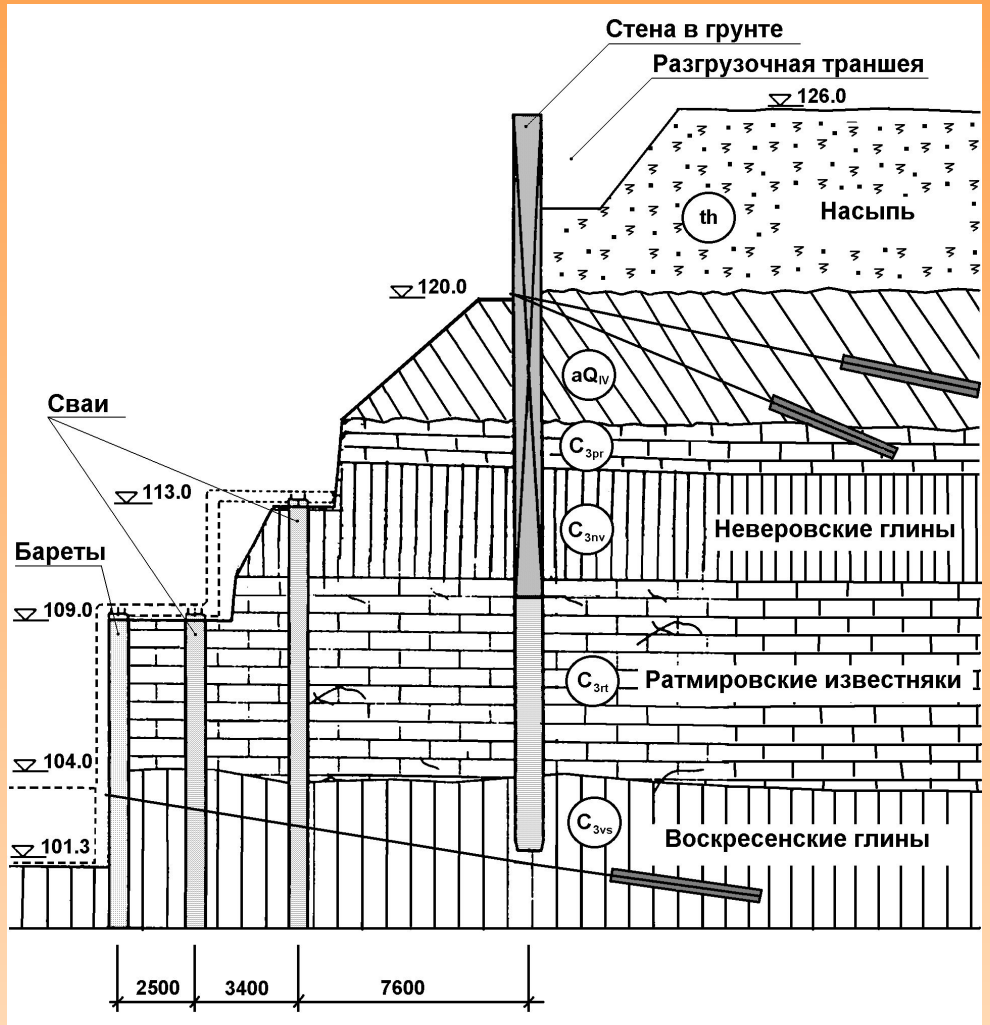
Изменения проекта в процессе работ

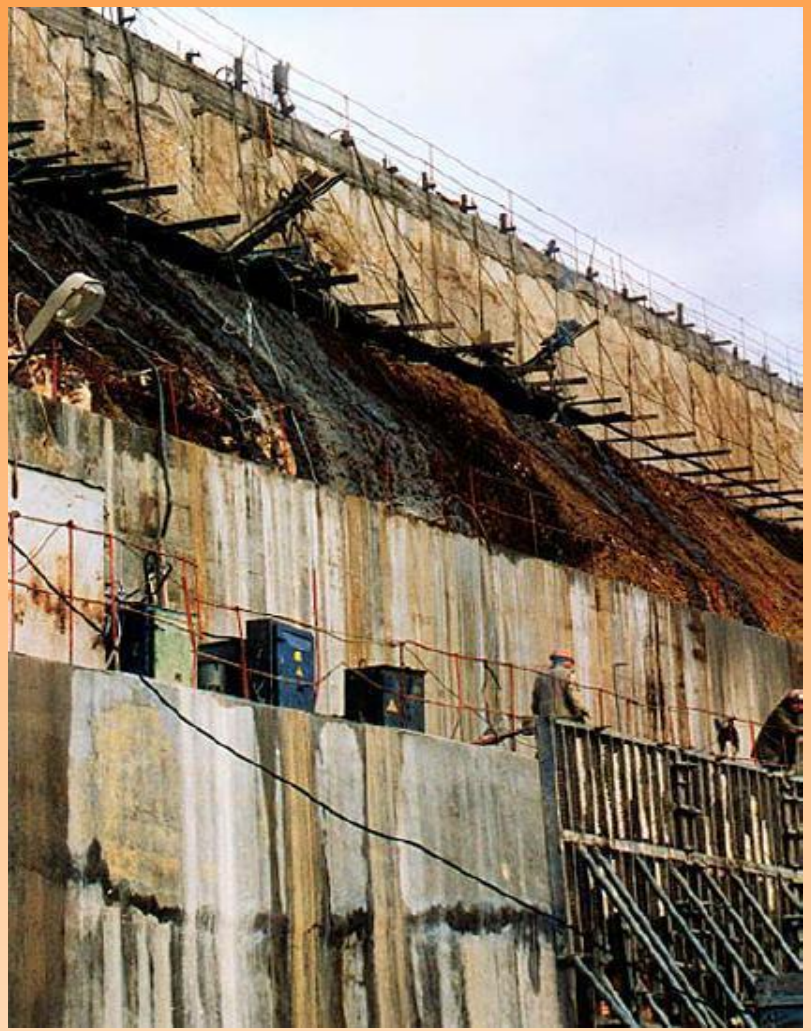
ММДЦ «Москва-Сити» (1999)



Изменения проекта в процессе работ

ММДЦ «Москва-Сити» (1999)





Водонесущие коммуникации – фактор риска

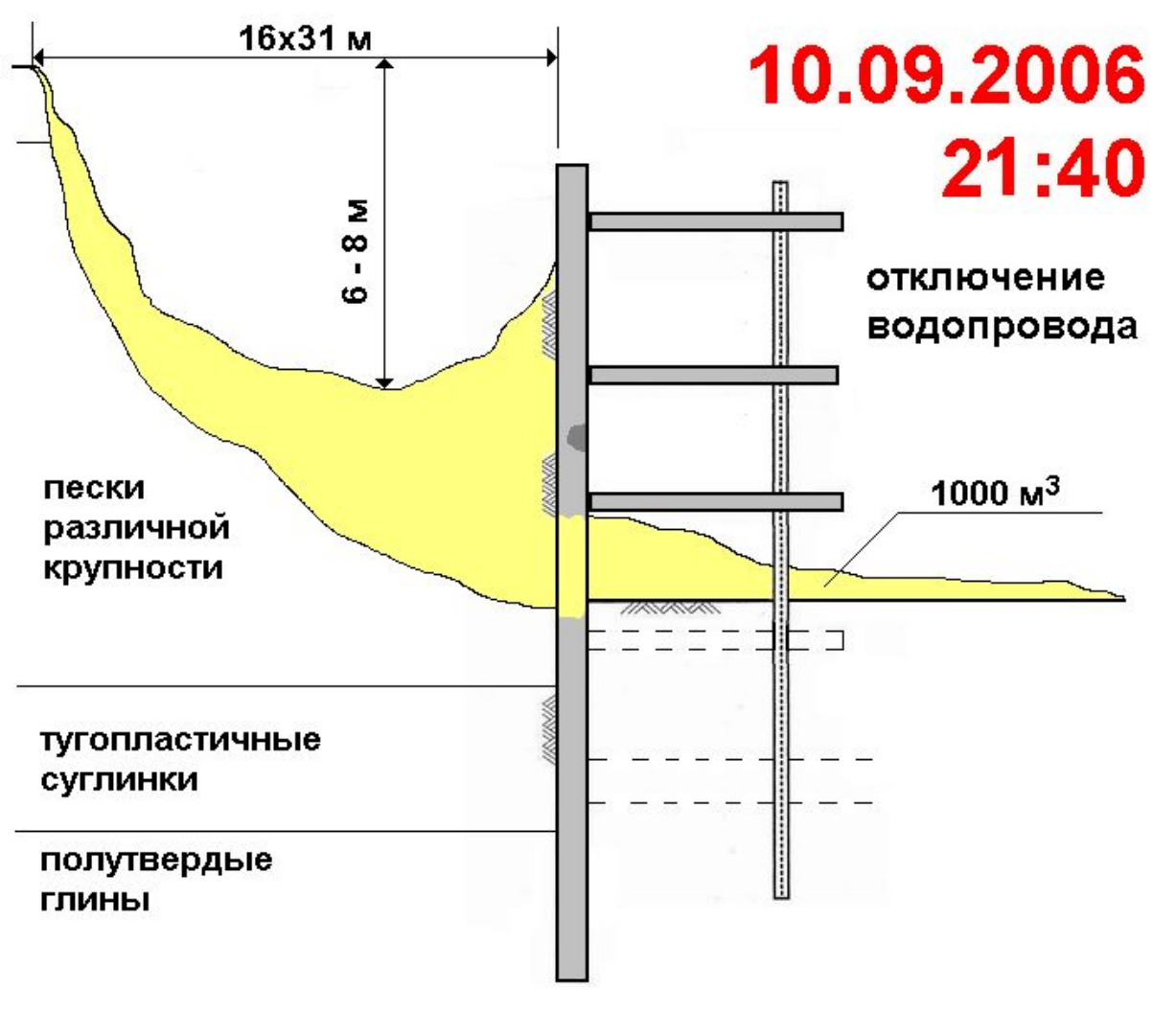
Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария офисного комплекса, Москва (2006)

- 5 подземных уровней, глубина котлована 20 м
- Стена в грунте h=800 мм
- Технология строительства – semi-top-down

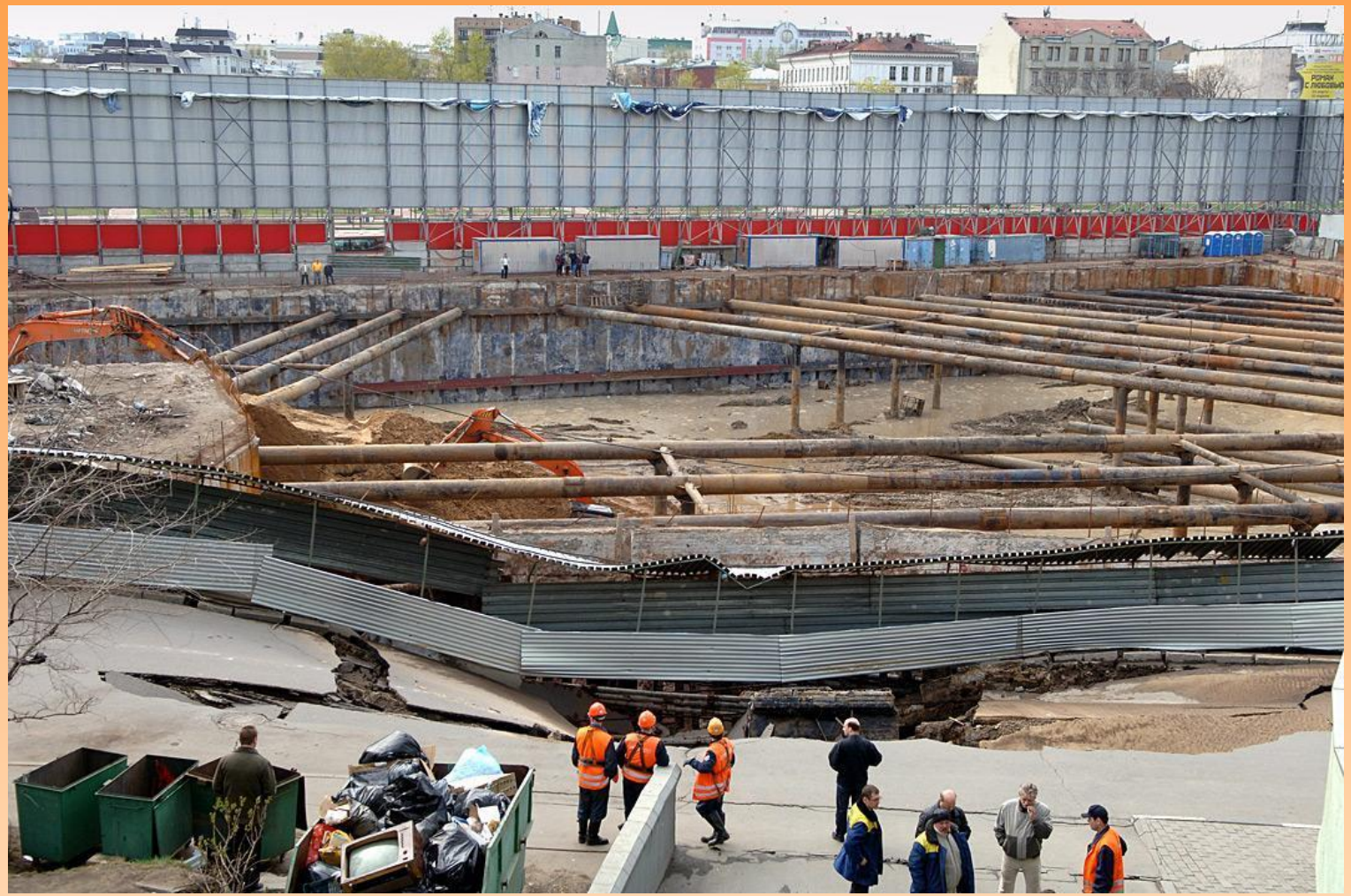
Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария офисного комплекса, Москва (2006)



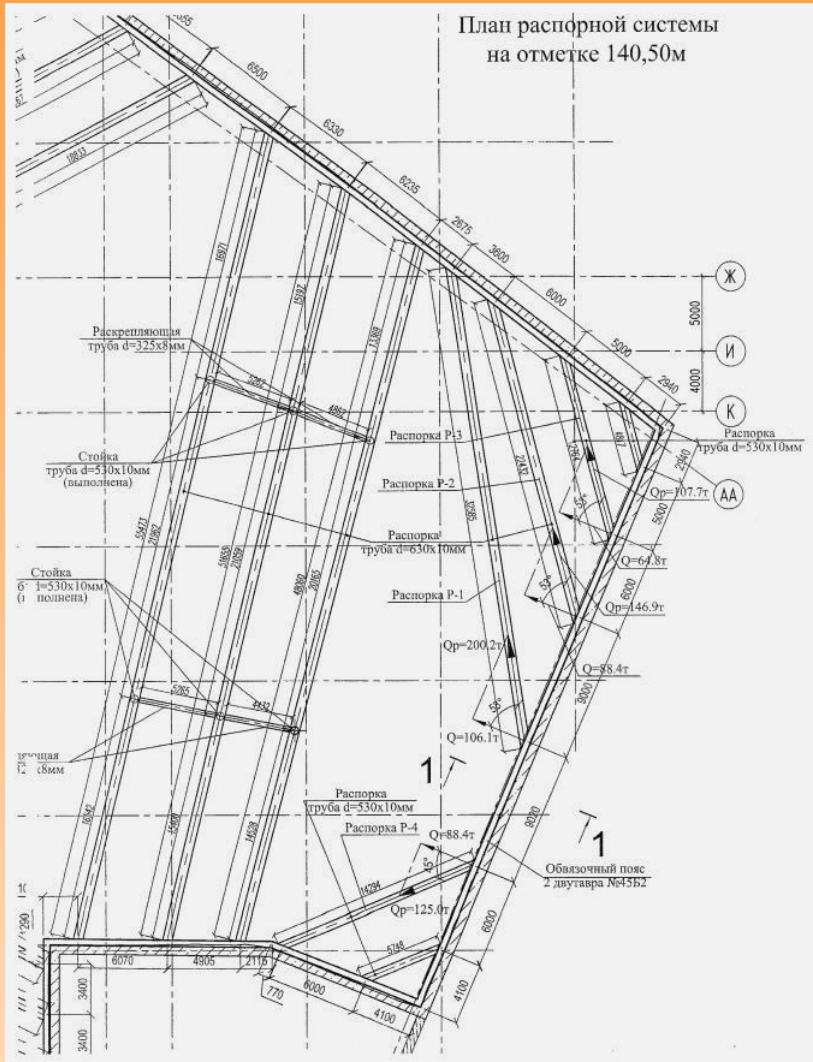
Водонесущие коммуникации - фактор риска

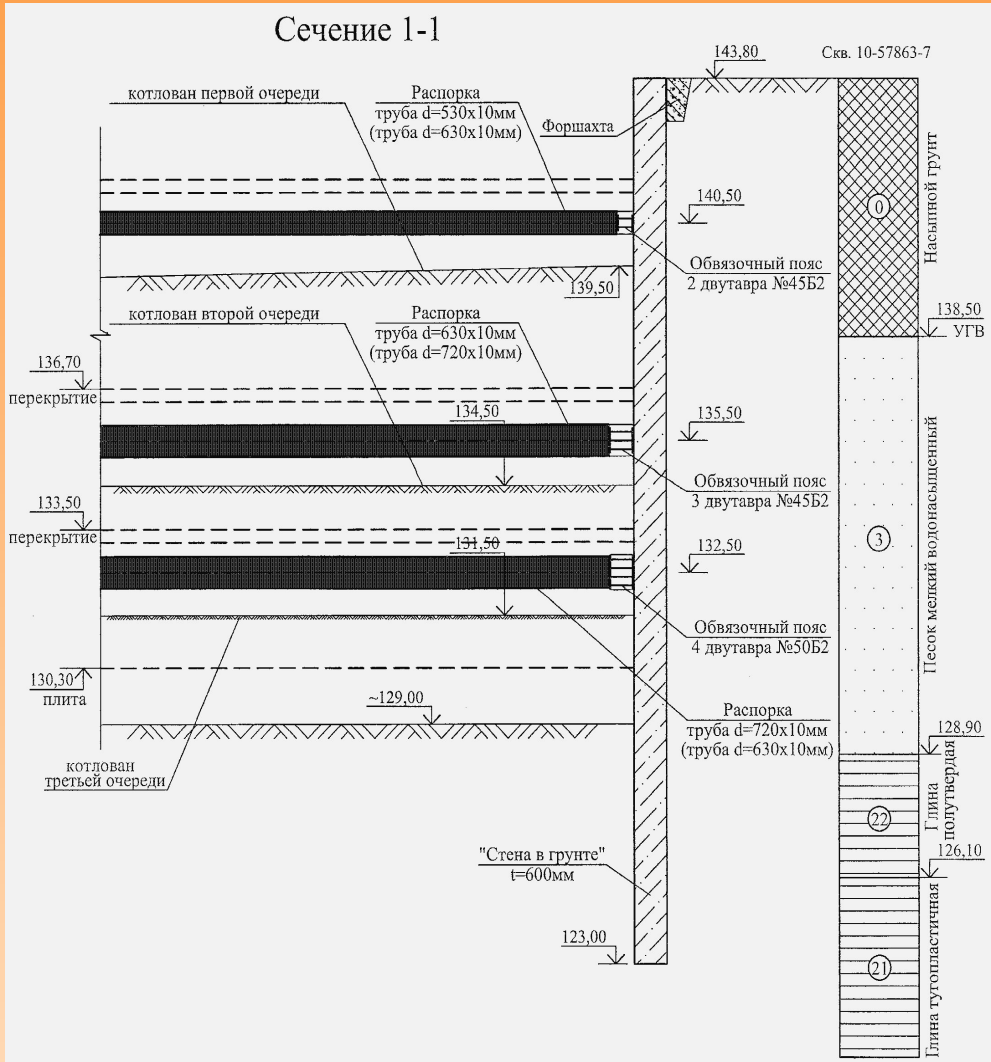
Авария многофункционального комплекса, Москва (2007)



Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария многофункционального комплекса, Москва (2007)





НИИОСП им. Н.М.Герсеванова, Москва, 2-я Институтская ул., 6, www.niiosp.ru

Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария многофункционального комплекса, Москва (2007)

Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария многофункционального комплекса, Москва (2007)

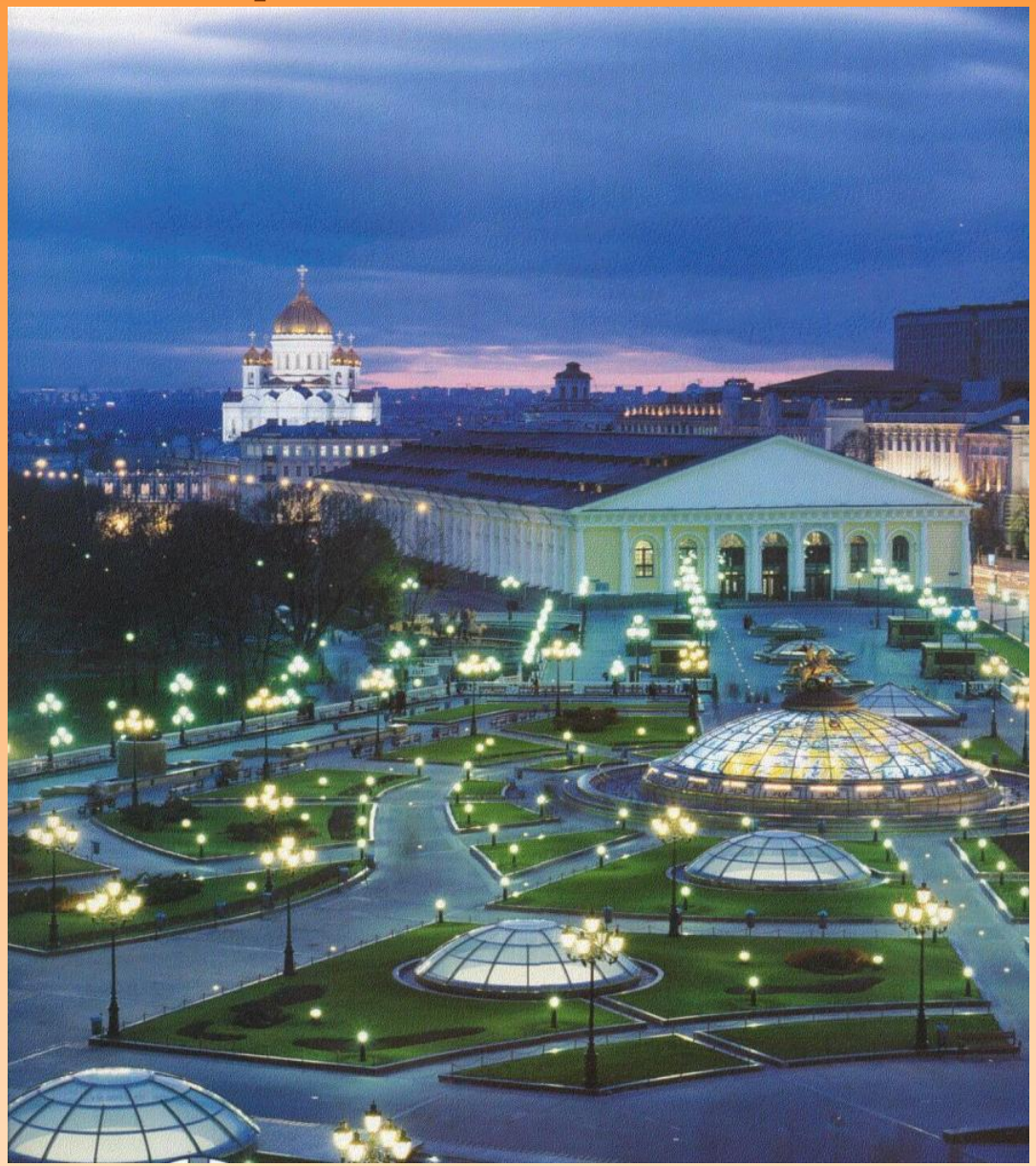
Водонесущие коммуникации - фактор риска

Авария многофункционального комплекса, Москва (2007)

Затопление котлована для предотвращения потери устойчивости распорной системы

Влияние температурно-климатических воздействий

ТРК «Охотный ряд» на Манежной площади

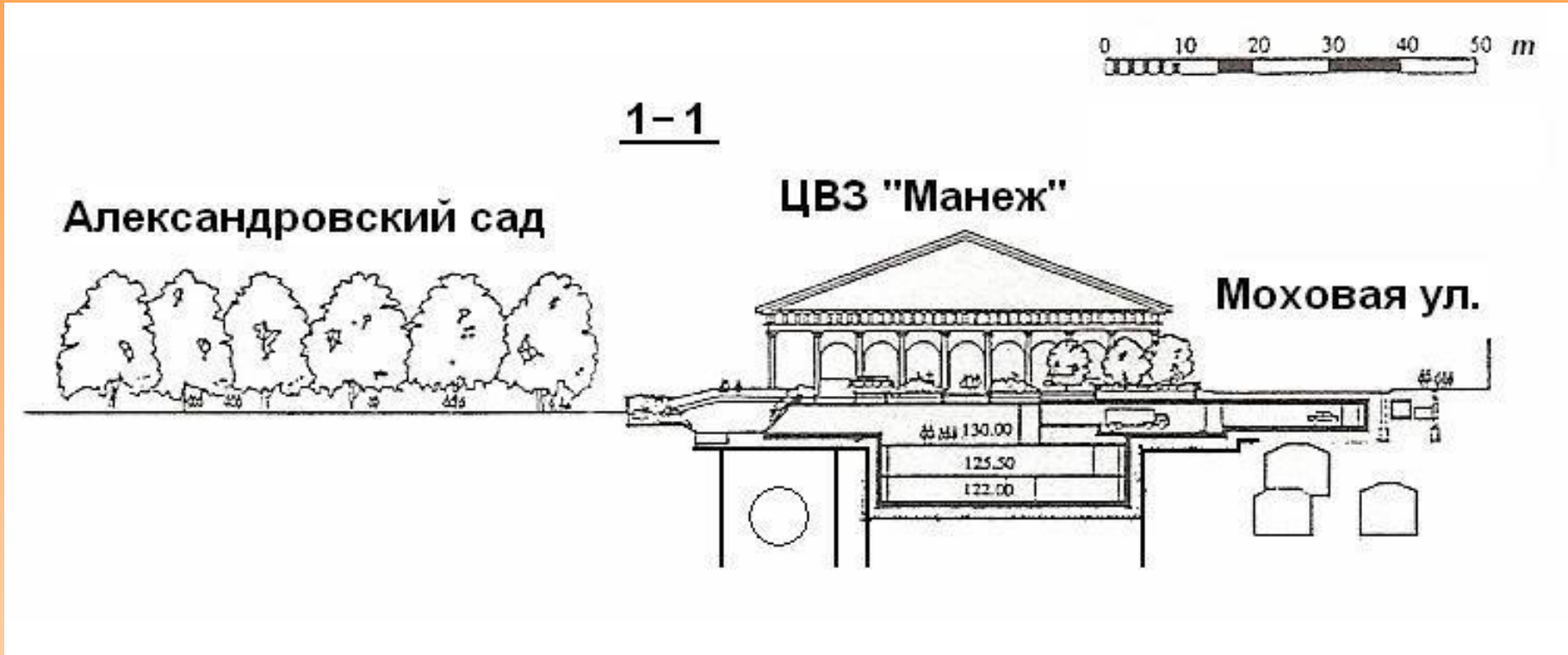


ТРК «Охотный ряд»

(Строительство 1994-1997)

ТРК «Охотный ряд»

(Строительство 1994-1997)

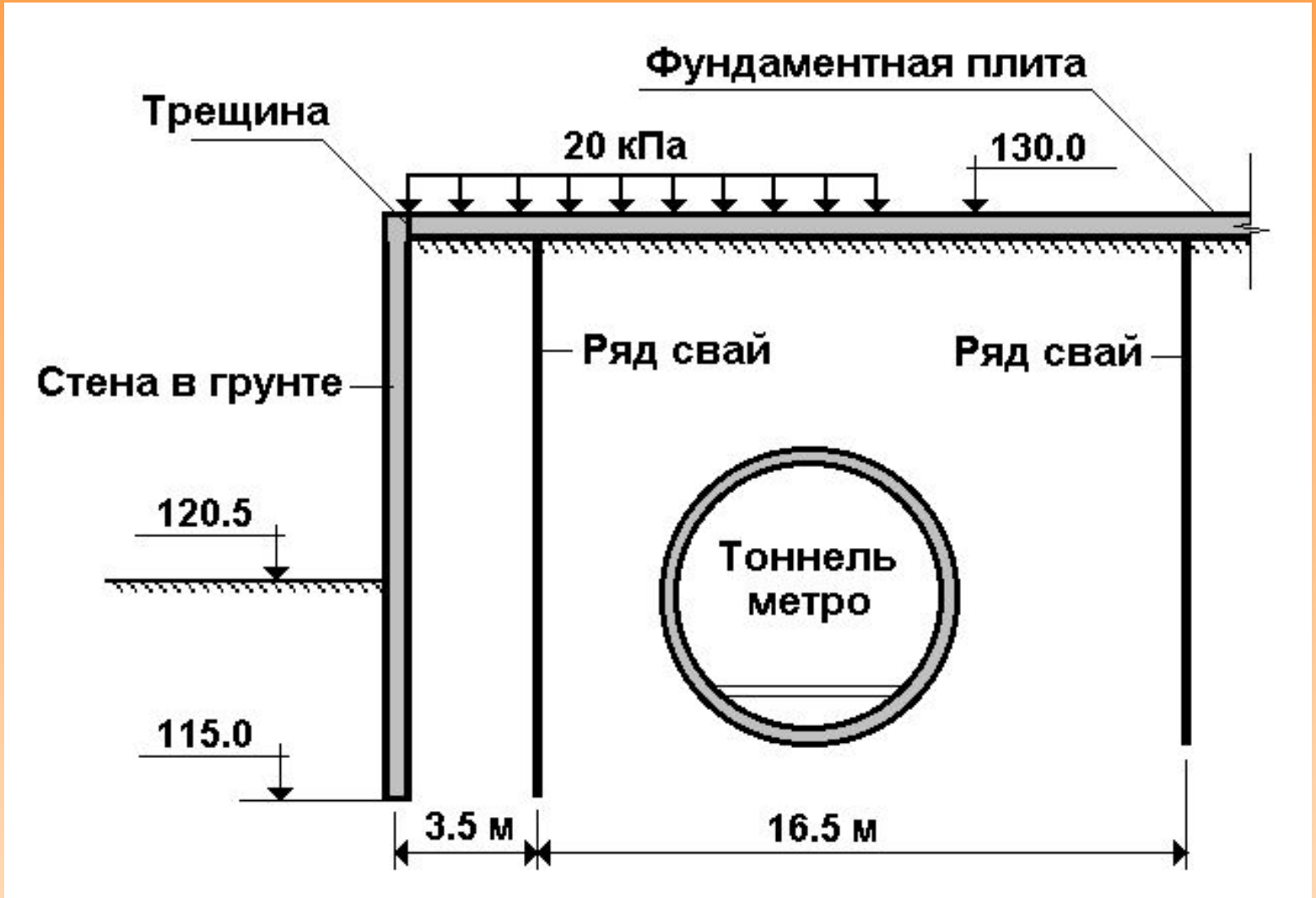


Строительство ТРК «Охотный ряд»

Сегодня **1995 г.**

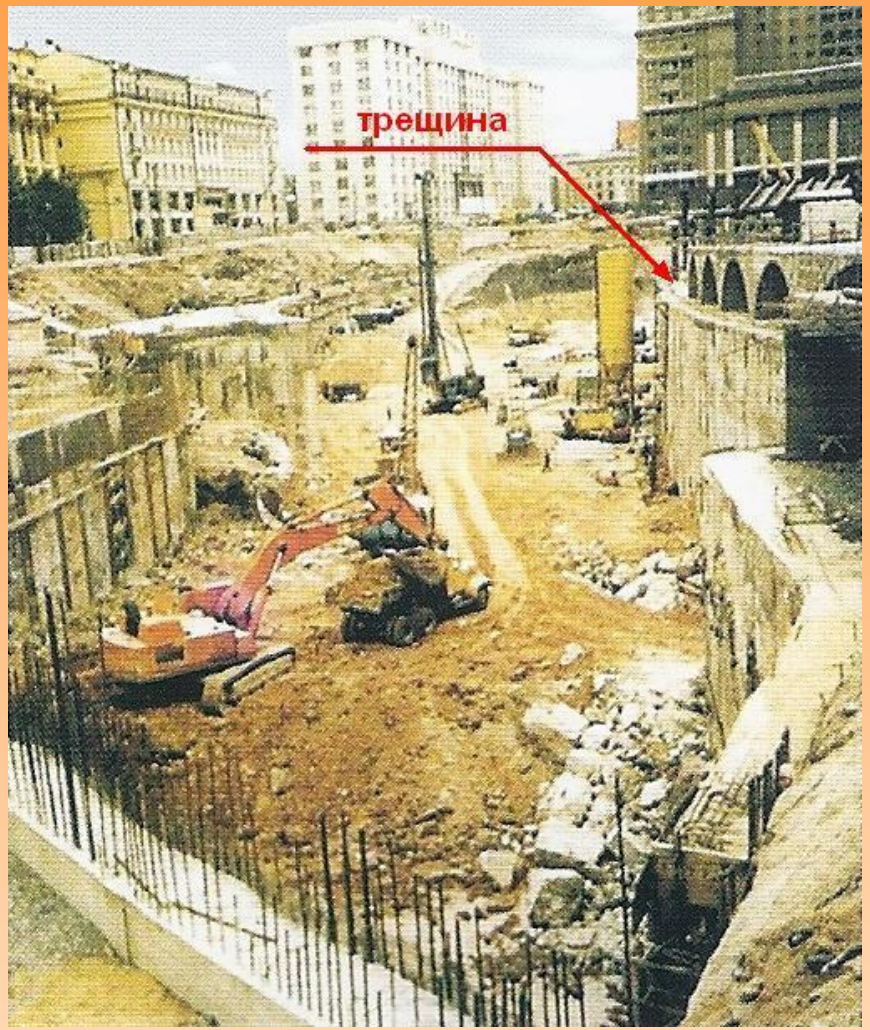
Строительство ТРК «Охотный ряд»

Ограждение котлована у Александровского сада



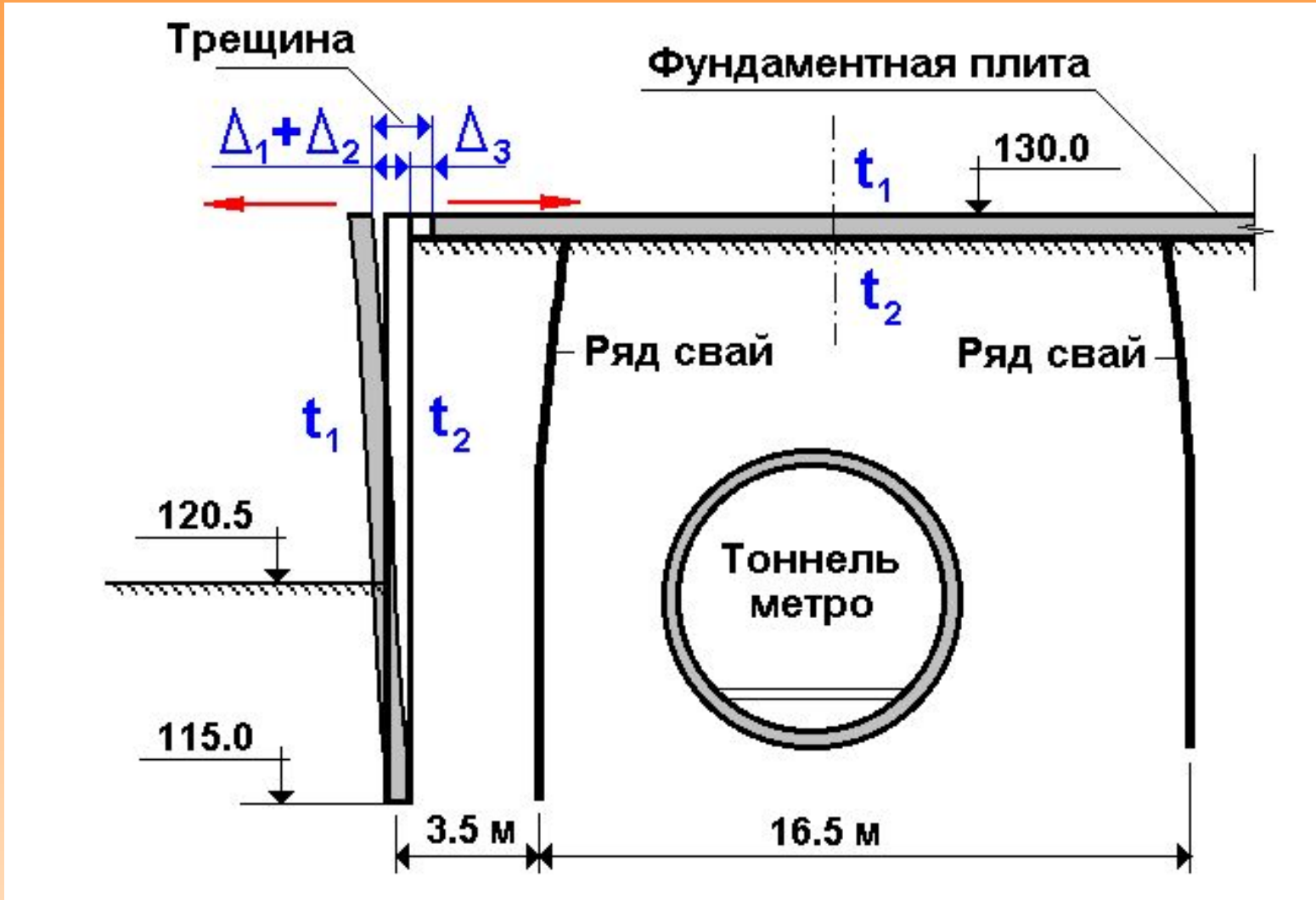
Строительство ТРК «Охотный ряд»

Манежная площадь (1995)



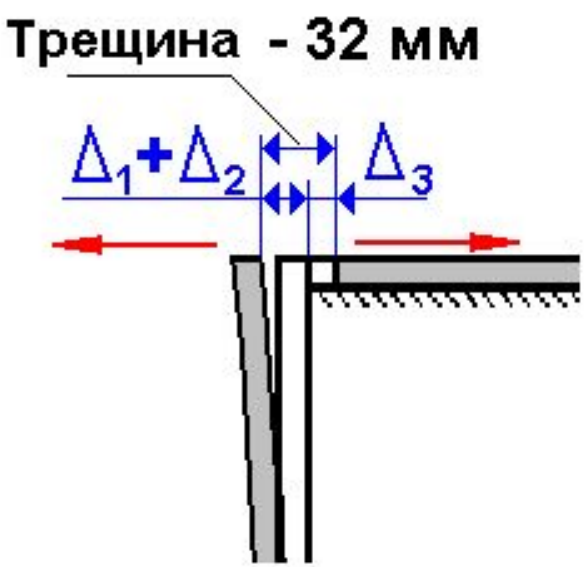
Температурно-климатические воздействия

Строительство ТРК «Охотный ряд», Москва (1995)



Температурно-климатические воздействия

Строительство ТРК «Охотный ряд», Москва (1995)



$\Delta t = t_{декабрь} - t_{июнь} = -20\ C^{\circ}$

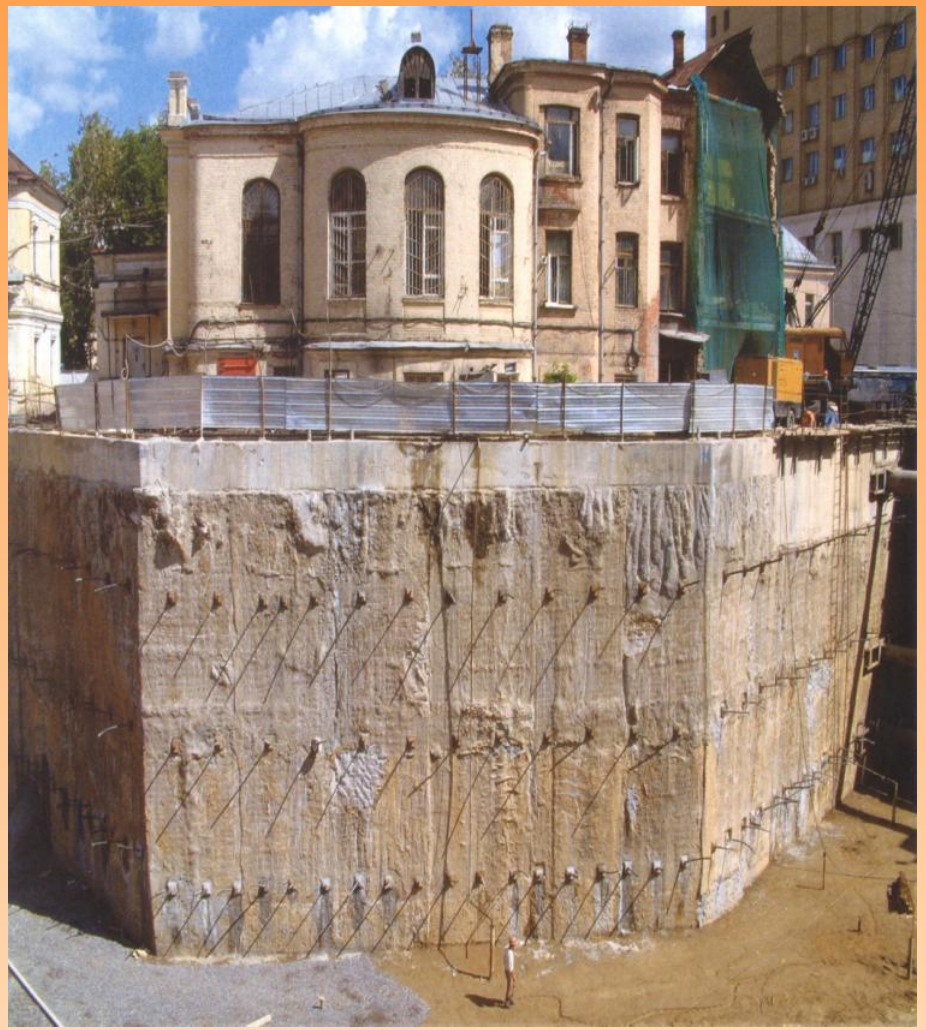
силовой изгиб стены - $\Delta_1 = 22$ мм

температурный изгиб стены - $\Delta_2 = 3$ мм

температурное сокращение плиты - $\Delta_3 = 7$ мм

Деформации ограждений с анкерным креплением

Риски при устройстве анкерного крепления



Деформации, связанные с:

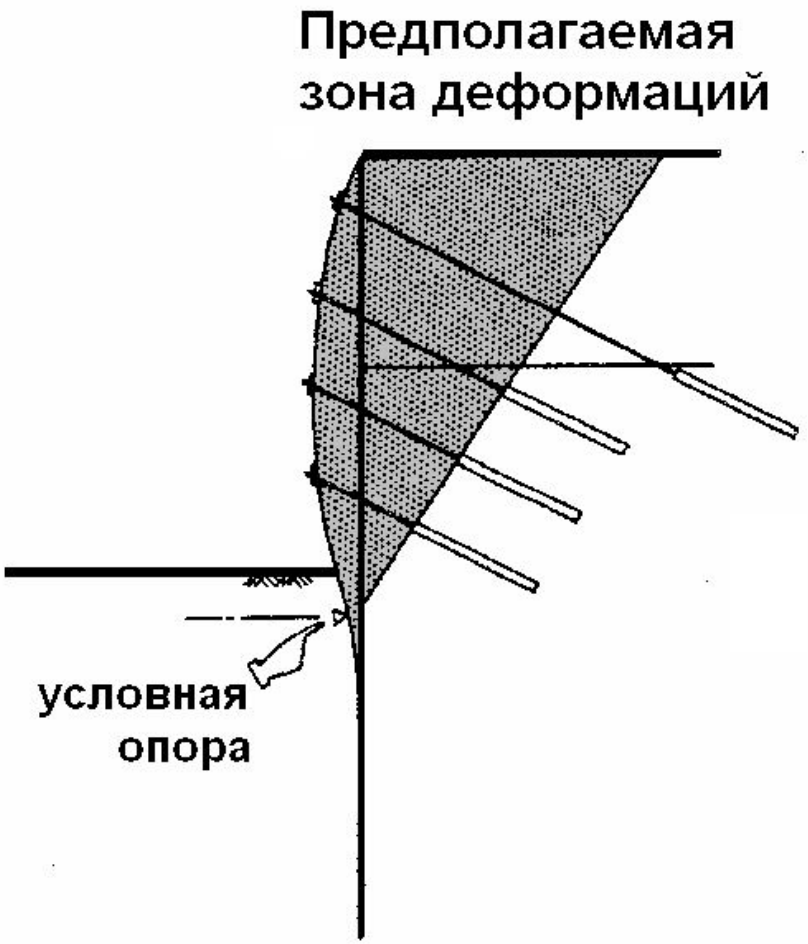
- Ползучестью корней анкеров
- Потерей преднапряжения в результате соседнего строительства
- Неопределенностью грунтовых условий за границами участка

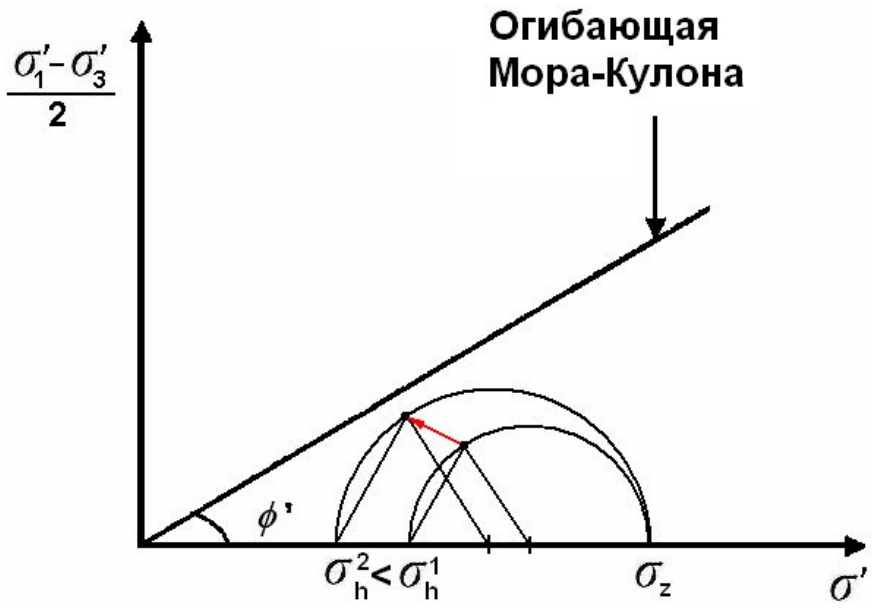
Прогрессирующее разрушение – «эффект домино»

Осадки соседних зданий

Протечки сквозь стену

Возможная причина значительных деформаций





Контроль качества работ

Качество работ

Качество гидроизоляции

Неправильная последовательность работ

Нарушения ПОС

Строительство универмага на Красносельской ул. (2006)

Нарушения ПОС

Строительство универмага на Красносельской ул. (2006)