



**Добыча газоносных углей**

**Eurock 2018**

**22 May 2018**

**Ian Gray**

**Sigra Pty Ltd**

**93 Colebard Street West, Acacia Ridge, Brisbane Queensland 4110, Australia**

**Tel: +61 (7) 3216 6344 Fax: +61 (7) 3216 6988**

**<http://www.sigra.com.au>**

**Email: [info@sigra.com.au](mailto:info@sigra.com.au)**



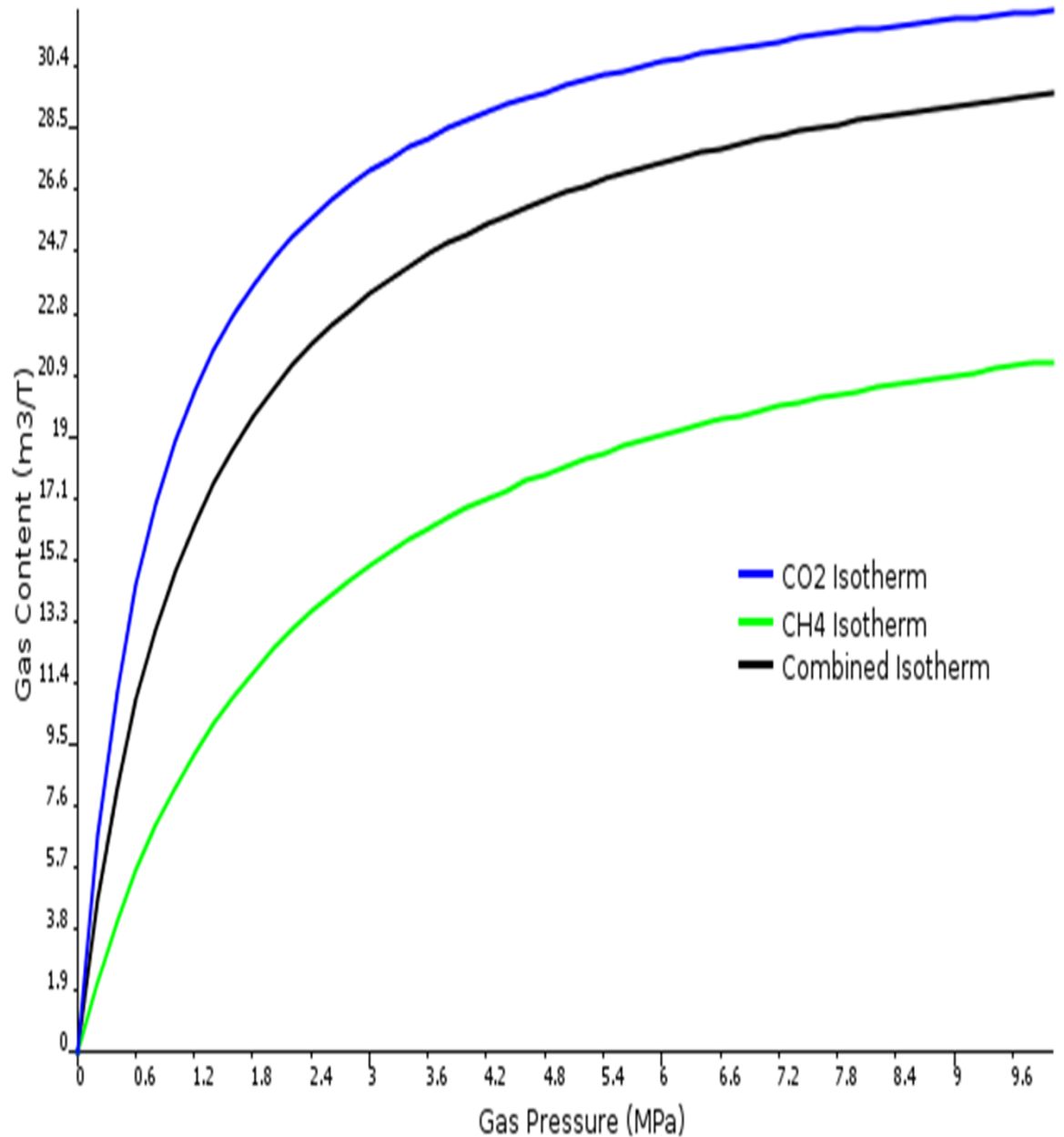
# Важность изотермы сорбции

- Изотерма сорбции это зависимость содержания газа от давления коллектора
- Зависит от
  - Типа угля
  - Состава газа
  - Порядка попадания газа в уголь?

# Изотермы смеси газов

- Конкуренция воды и газа за место в угле
- $\text{CH}_4$  vs  $\text{CO}_2$  vs  $\text{H}_2\text{O}$
- Изотермы, полученные путем повторного поглощения
- Необходимо посчитать поведение смеси газов?
- Теоретический методы IAS и теория Ленгмюра – не подходят
- Природные изотермы сорбции
  - Измерение того, что получено из угля при первоначальной десорбции

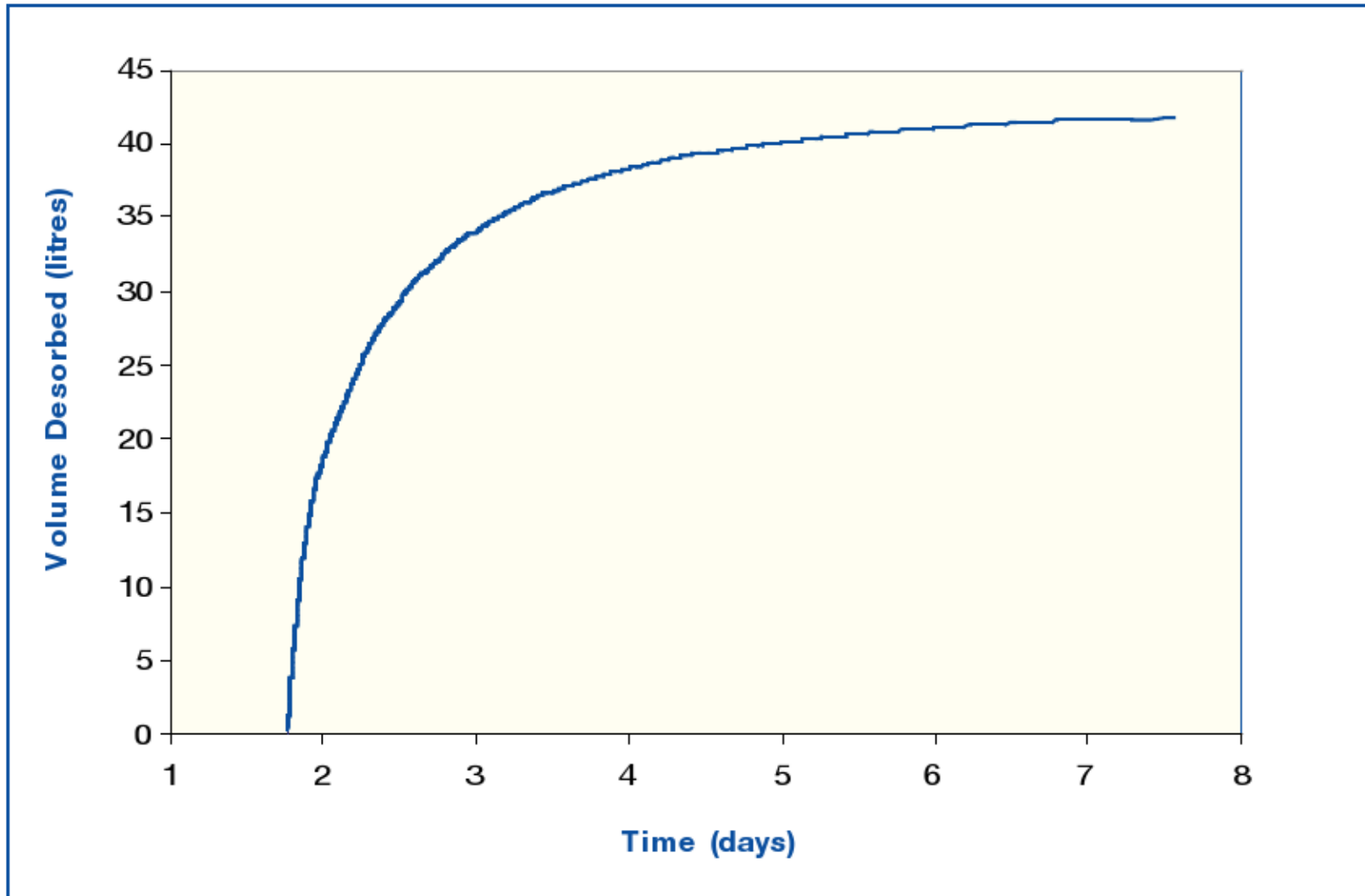
Теоретическая  
изотерма,  
полученная из  
изотерм  
компонентов  
вероятно не  
верна!



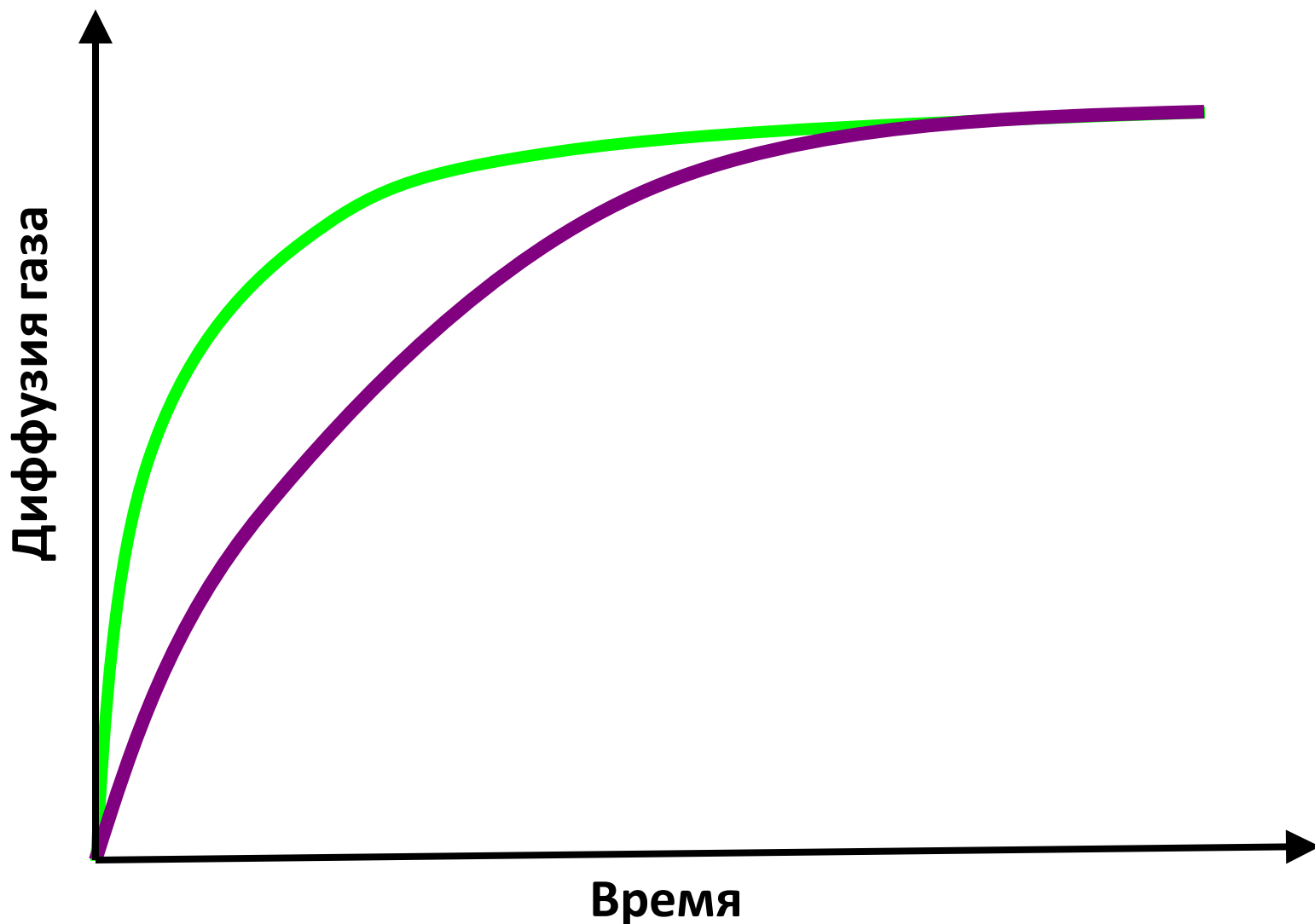
# Диффузия важна

- Скорость диффузии зависит от
- Градиента концентрации газа
- Коэффициента диффузии
- Диффузия – ключ к высвобождению газа из дробленого угля
  - Во время внезапного выброса
  - На забое или на конвейере
  - Из выработанного пространства

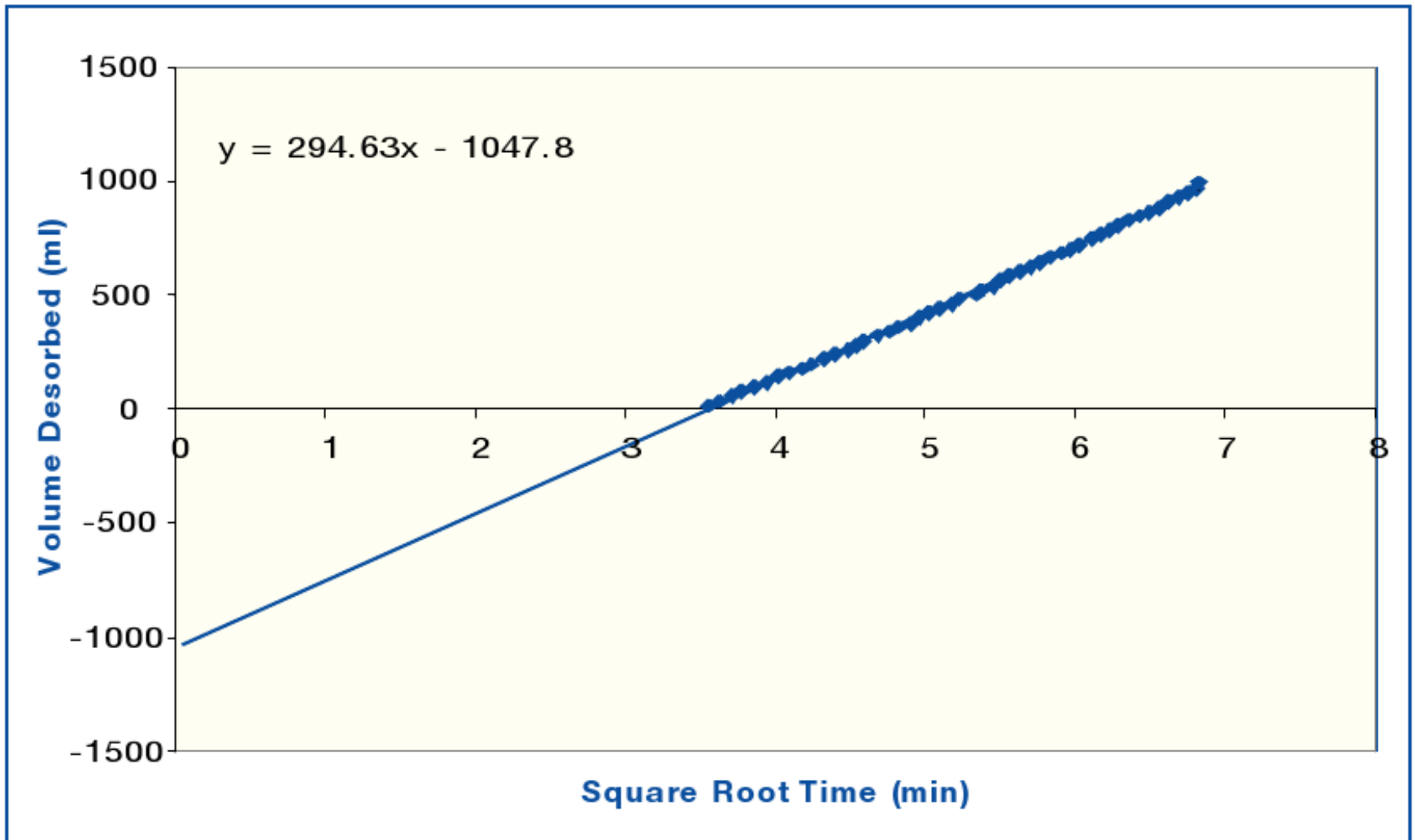
# Измерение десорбированного газа



# Десорбция керна и теоретическая кривая диффузии из идеального цилиндра



# График определения потерь газа





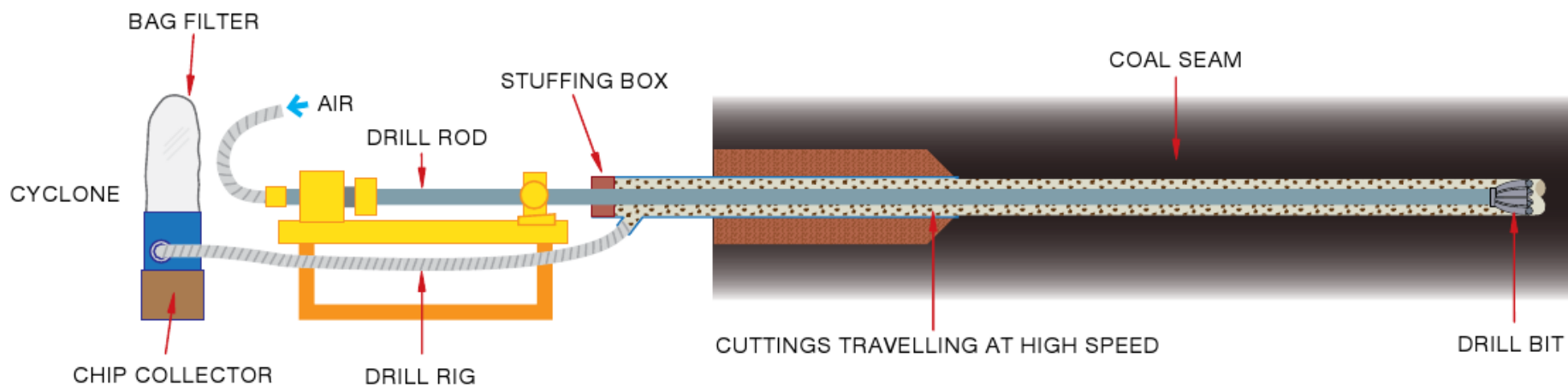
# Кратковременный коэффициент диффузии

- Может быть рассчитан по наклону кривой начальной десорбции и общего содержания газа в керне
- Является практически комбинированным параметром коэффициента диффузии и трещиноватости керна
- В высоко трещиноватом керне нужно просто использовать скорость десорбции из образца массы угля

# Коэффициент диффузии является важным параметром внезапных выбросов

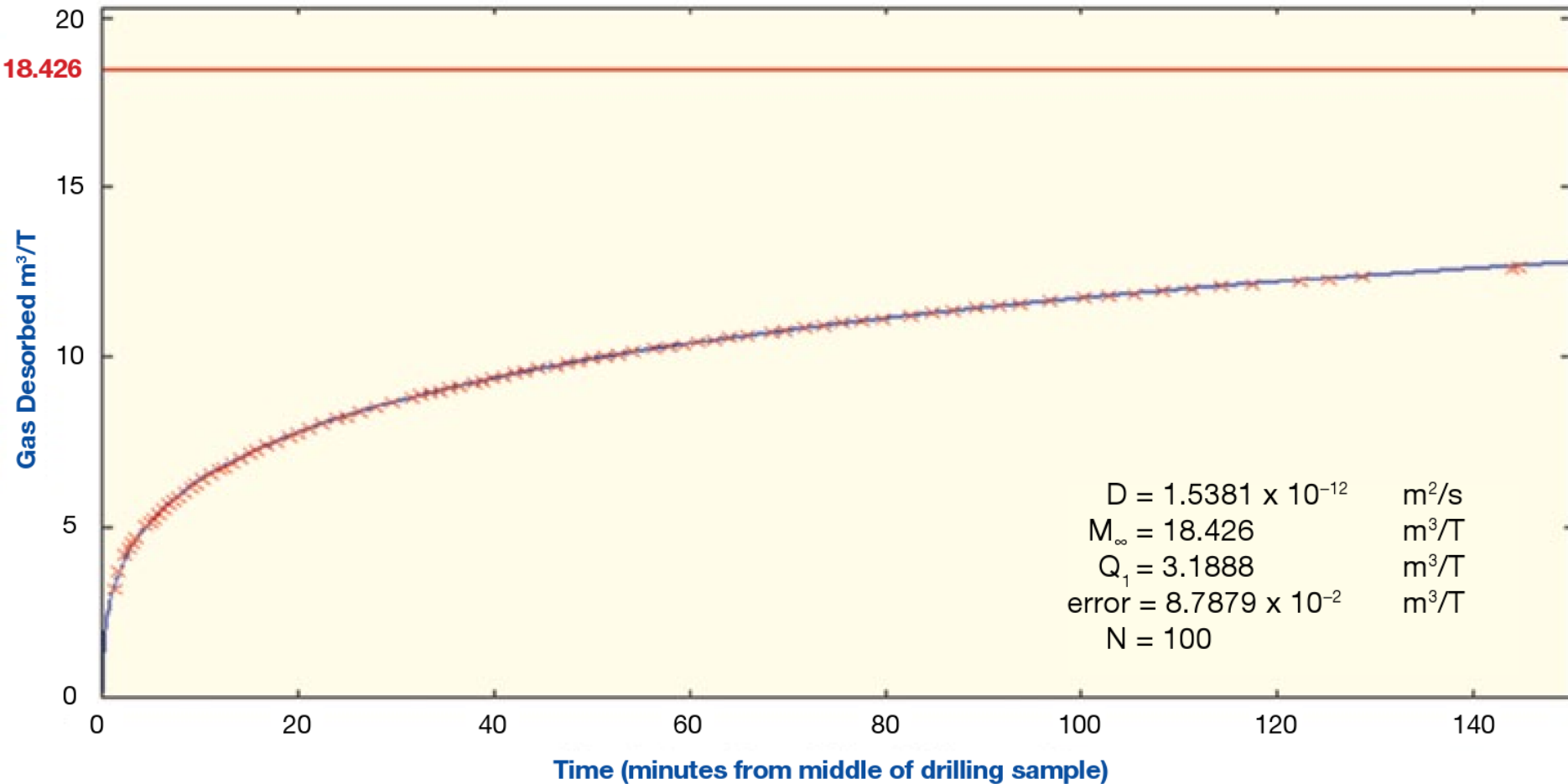
- Высокое содержание газа
  - + высокая скорость диффузии
  - + мелкие частицы
  - = высокий риск внезапных выбросов

# Система опробования при «сухом» бурении

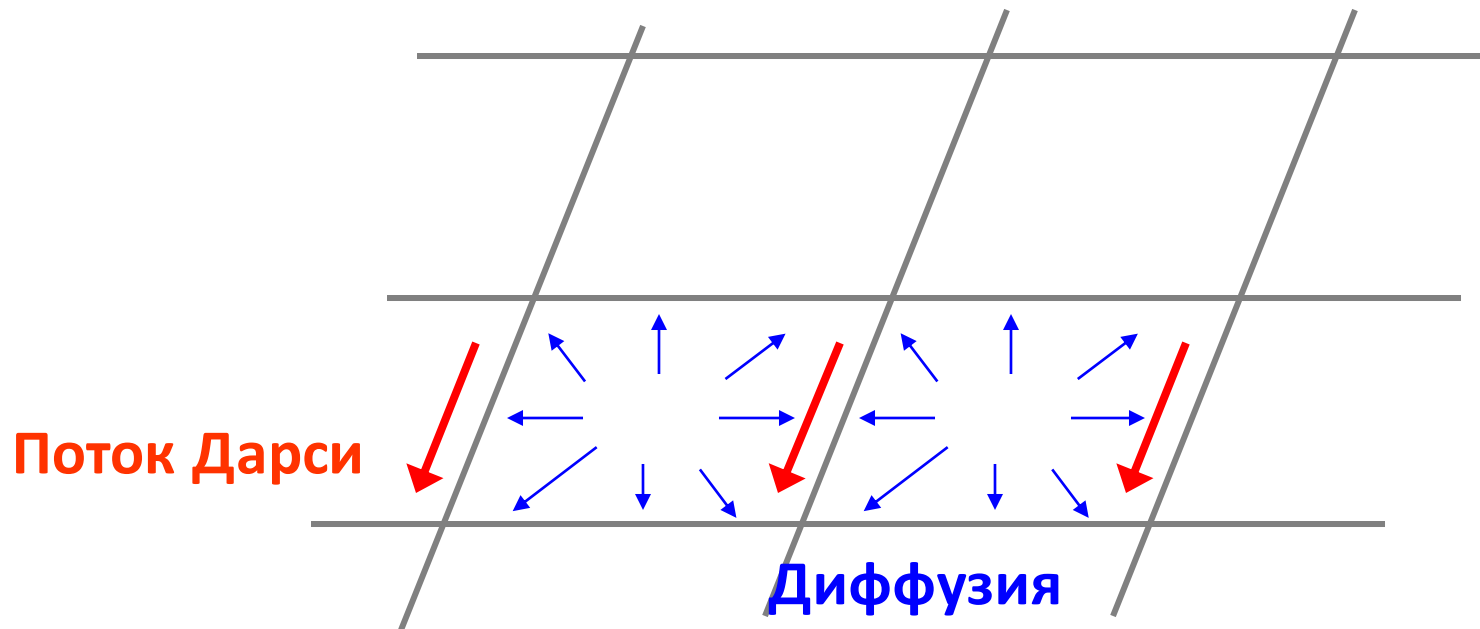


Dry drilling sampling system

# Модель десорбции газа vs. Замеренная десорбция газа



# Поток газа в угле



Поток Дарси

$$V = -\frac{k}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx}$$

Диффузия

$$F = -D \frac{dC}{dx}$$

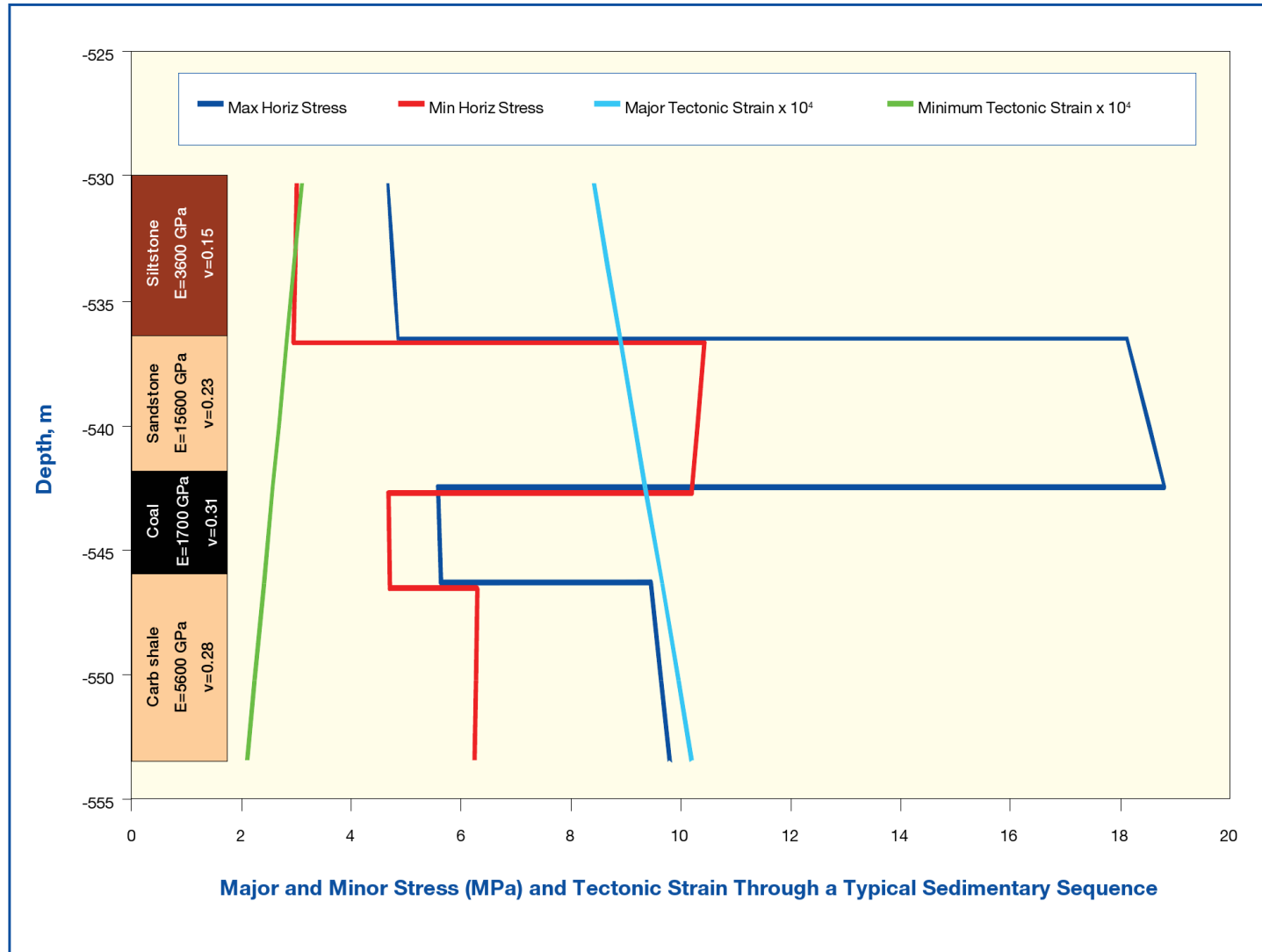
# Дренаж флюида обычно включает воду и газ, хотя существуют и сухие пласты

- Необходимо снижение давления воды для достижения десорбции в обводненном угле
- Ограничивающим параметром при дренаже газа может быть либо поток диффузии или проницаемость
- Диффузия преобладает в случае высокой трещиноватости угля

# Низкопроницаемые угли

- Отсутствие кливажа
- Минерализованные трещины кливажа
- Высокий стресс пород
  - Проницаемость может изменяться на порядки с изменением в действующем напряжении

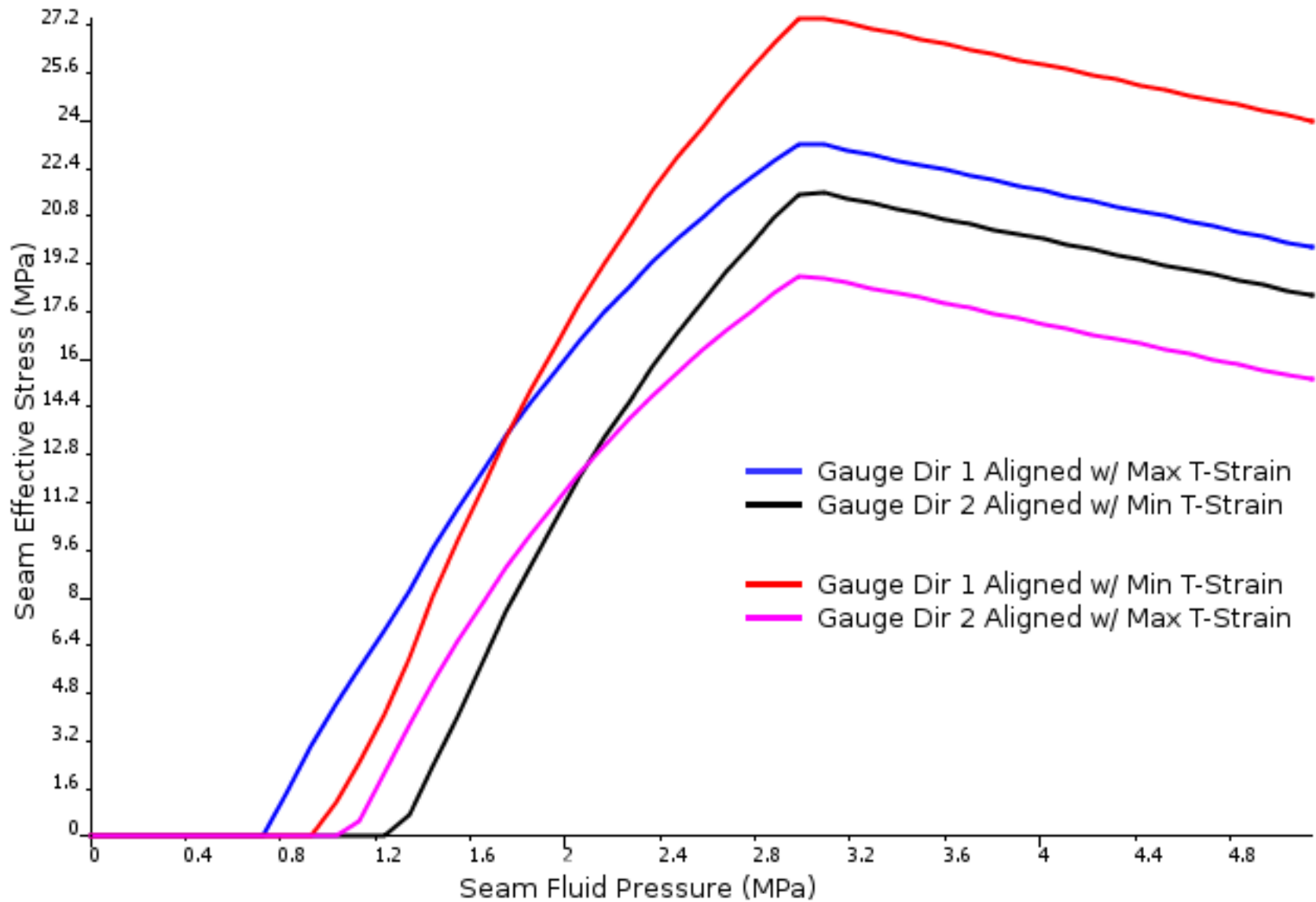
# Слоистый осадочный разрез с различной прочностью и коэффициентом Пуассона пород





# Важность траектории напряжения

- Действующее напряжение в углях изменяется при дренаже из-за понижения давления флюида и эффекта усадки
- Что доминирует?





# Добыча прочных высокогазоносных углей

- Старый европейский метод – добыча первого пласта в разрезе
- Добыча одного пласта снимает напряжение с прилегающих пластов и инициирует дегазацию
- Предполагается, что один пласт можно добывать безопасно
- Это зависит от скорости добычи – традиционно скорости добычи низкие

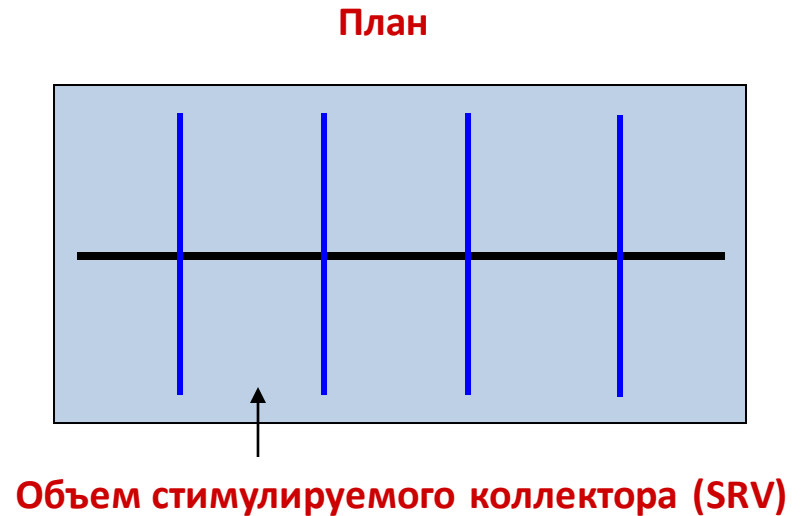
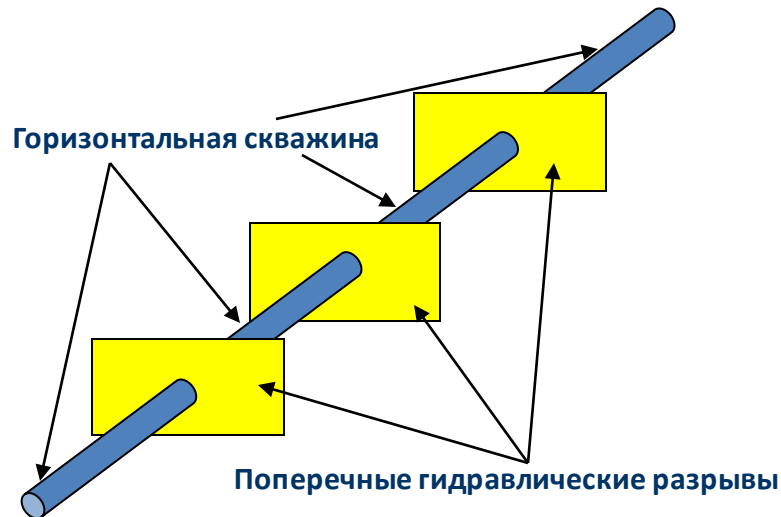
# Извлечение газа из плотных сланцев

- Формация должна быть газоносной
- Бурение субгоризонтальных скважин в плотной формации
- Применение множественных гидроразрывов из горизонтальных скважин
- Создание основной проницаемости

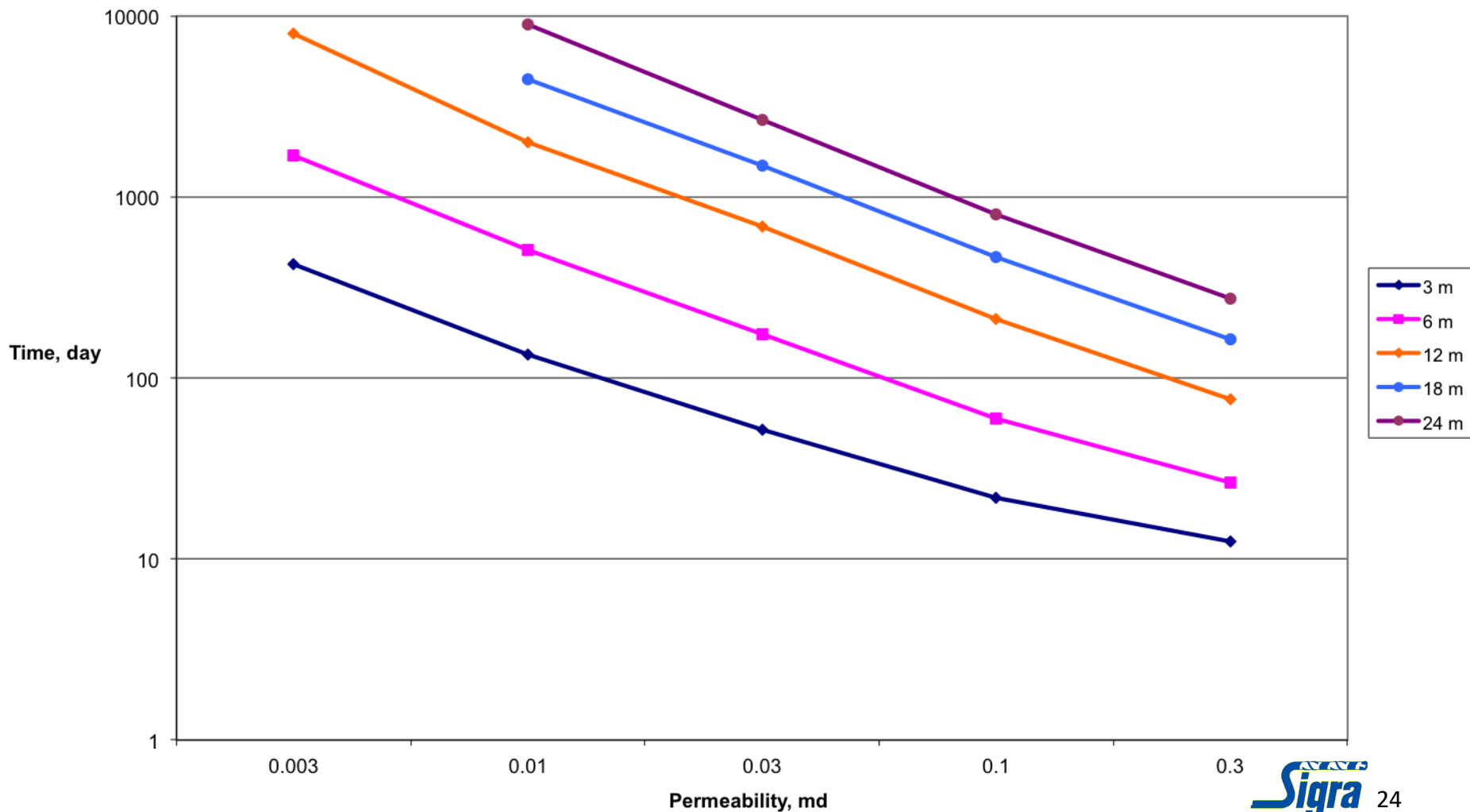
# Комбинация Старого Европейского опыта и Опыта по добыче газа из плотных коллекторов

Идеальная концепция – Горизонтальная скважина с перпендикулярными трещинами

– Это не обычная ориентировка образующихся трещин в скважине.



# Зависимость времени дренажа от расстояния между трещинами для содержаний от 15 до 3 куб. м/тонну метана





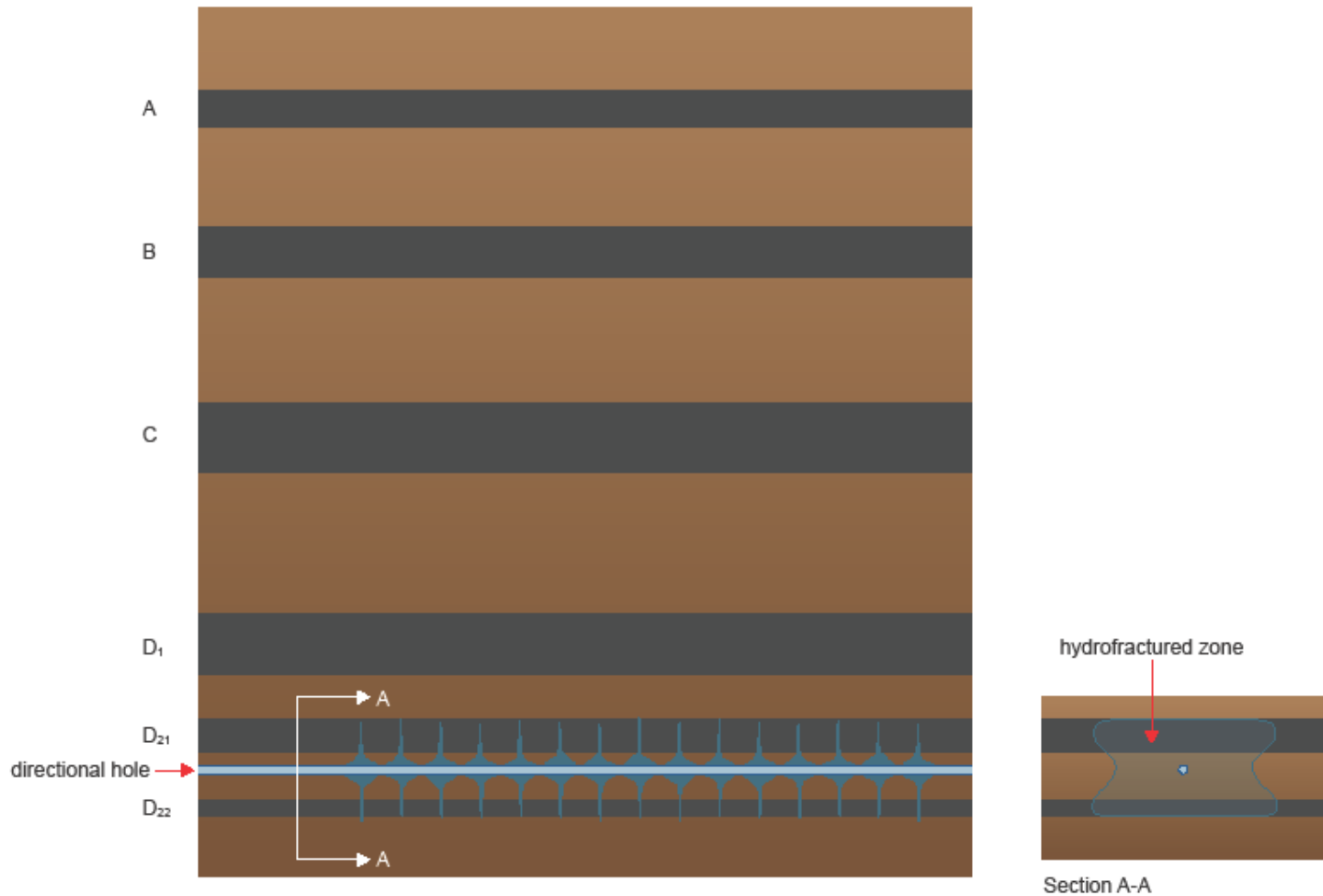
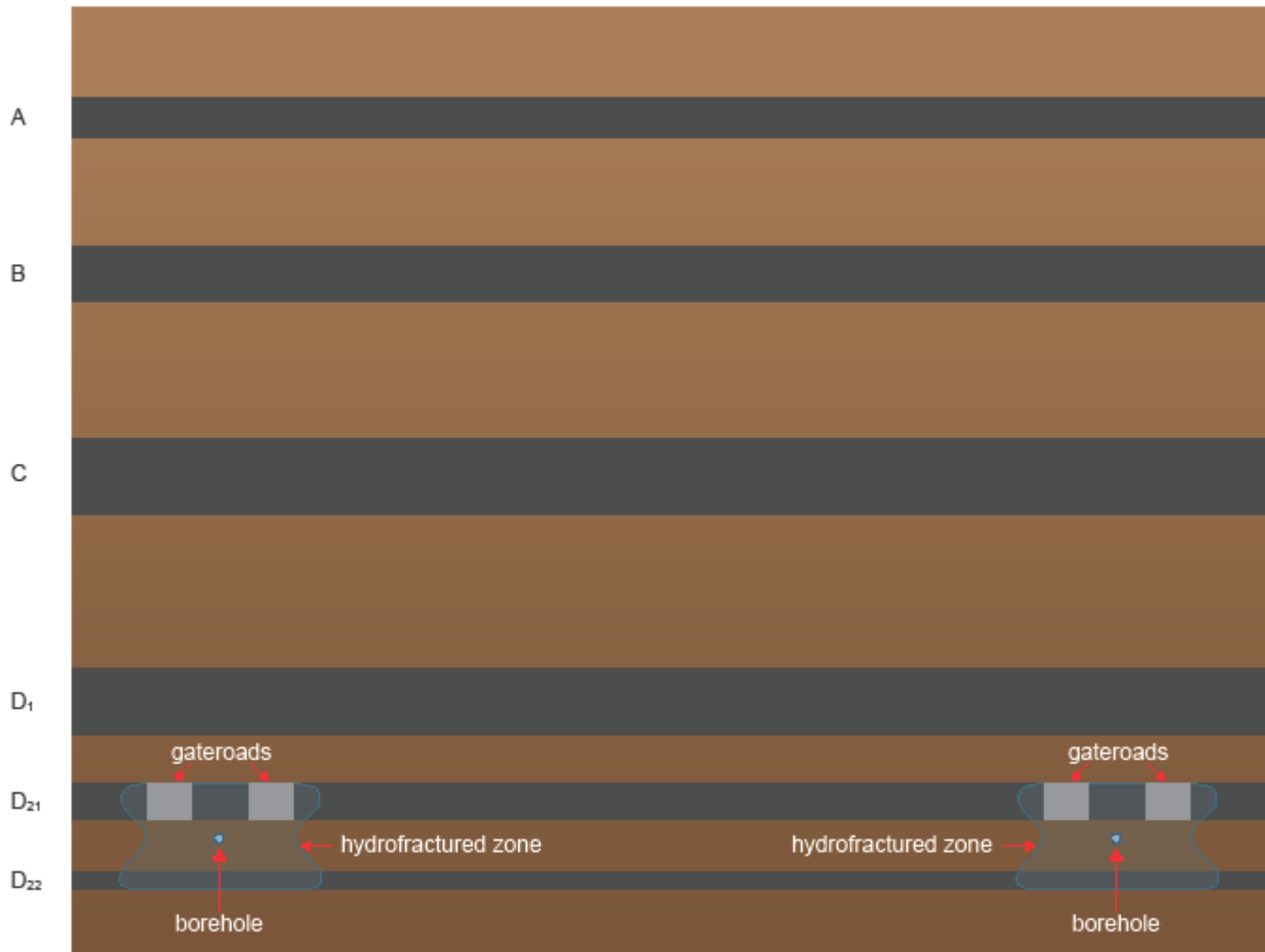


Figure 1: Drill and frac first seam from floor in area of gateroads – elevation. Also note Section A-A.



**Figure 2: Develop gateroads in drained area – section**

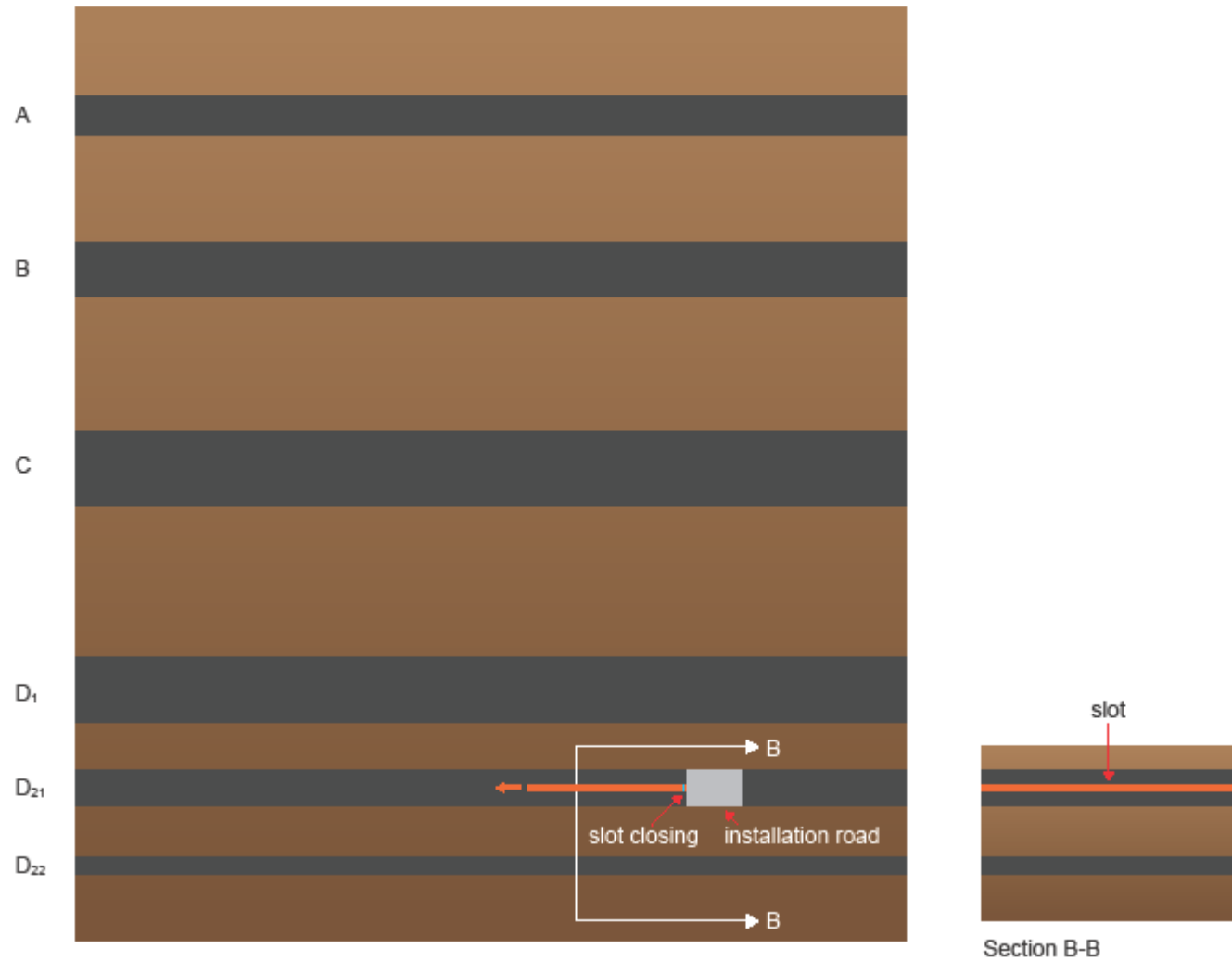


Figure 3: Slot longwall block between gateroads to de-stress and de-gas – elevation

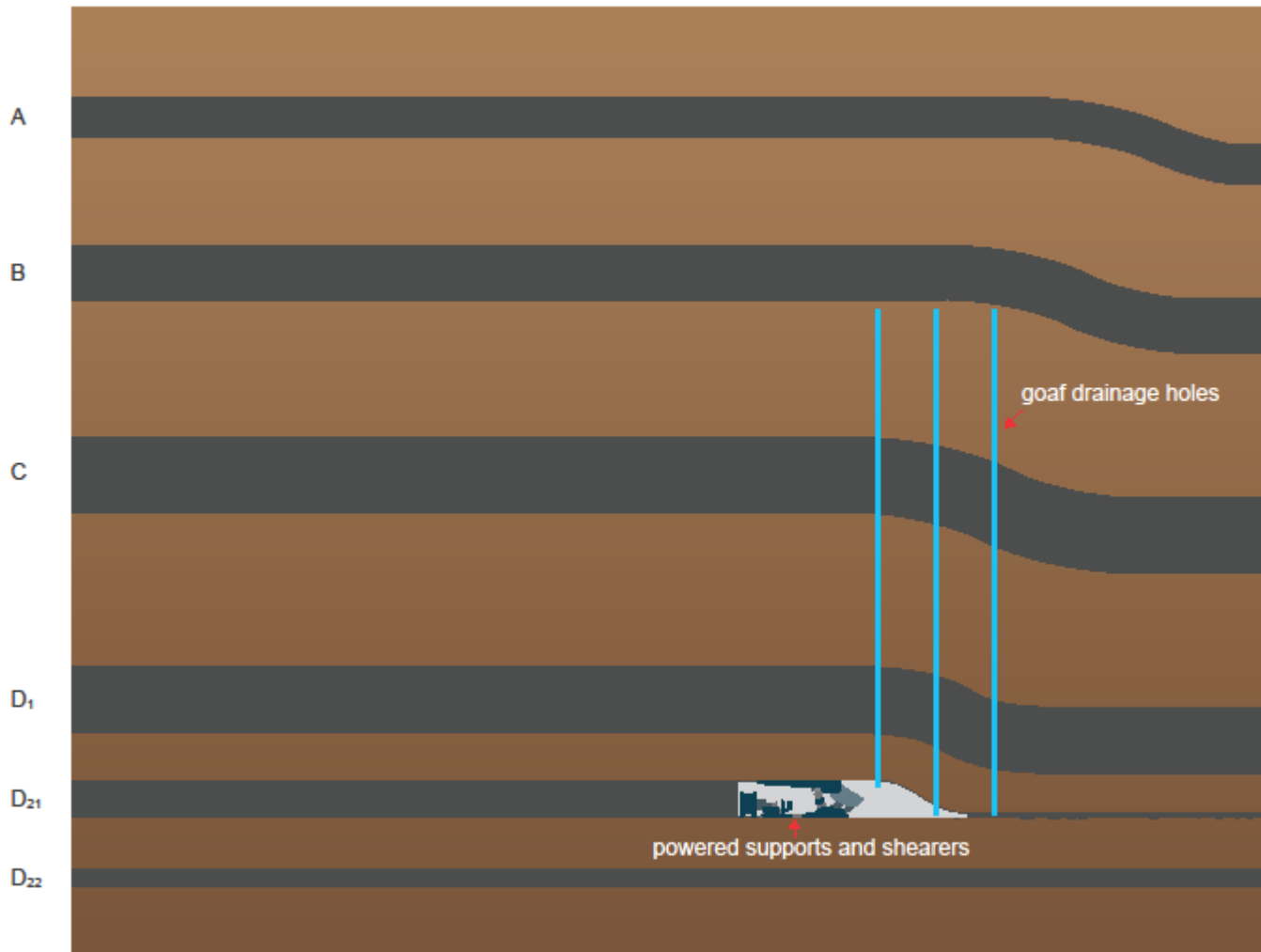


Figure 4: Longwall mining D<sub>21</sub> with goaf drainage holes – elevation

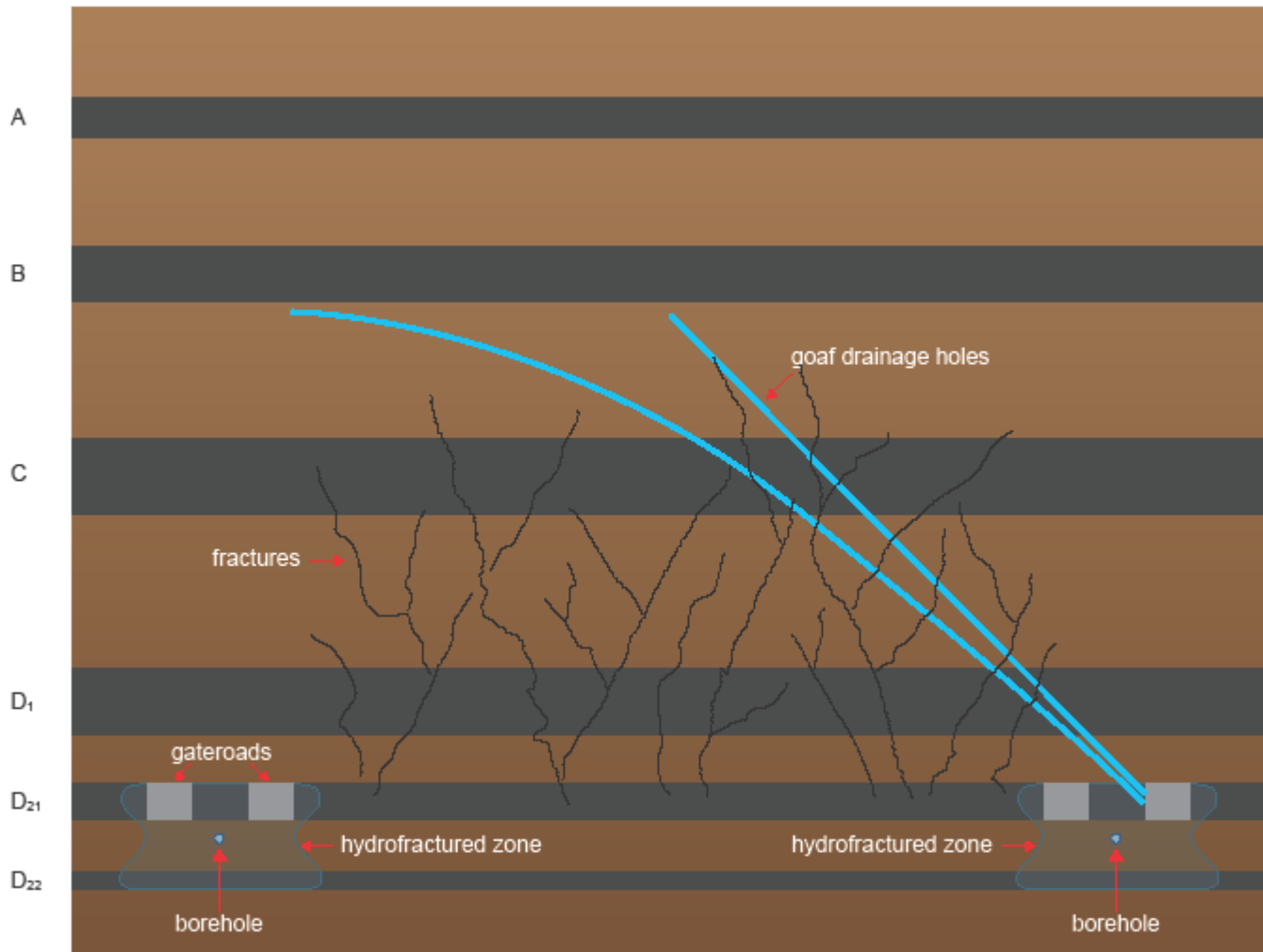


Figure 5: Longwall mining D<sub>21</sub> with goaf drainage holes – section

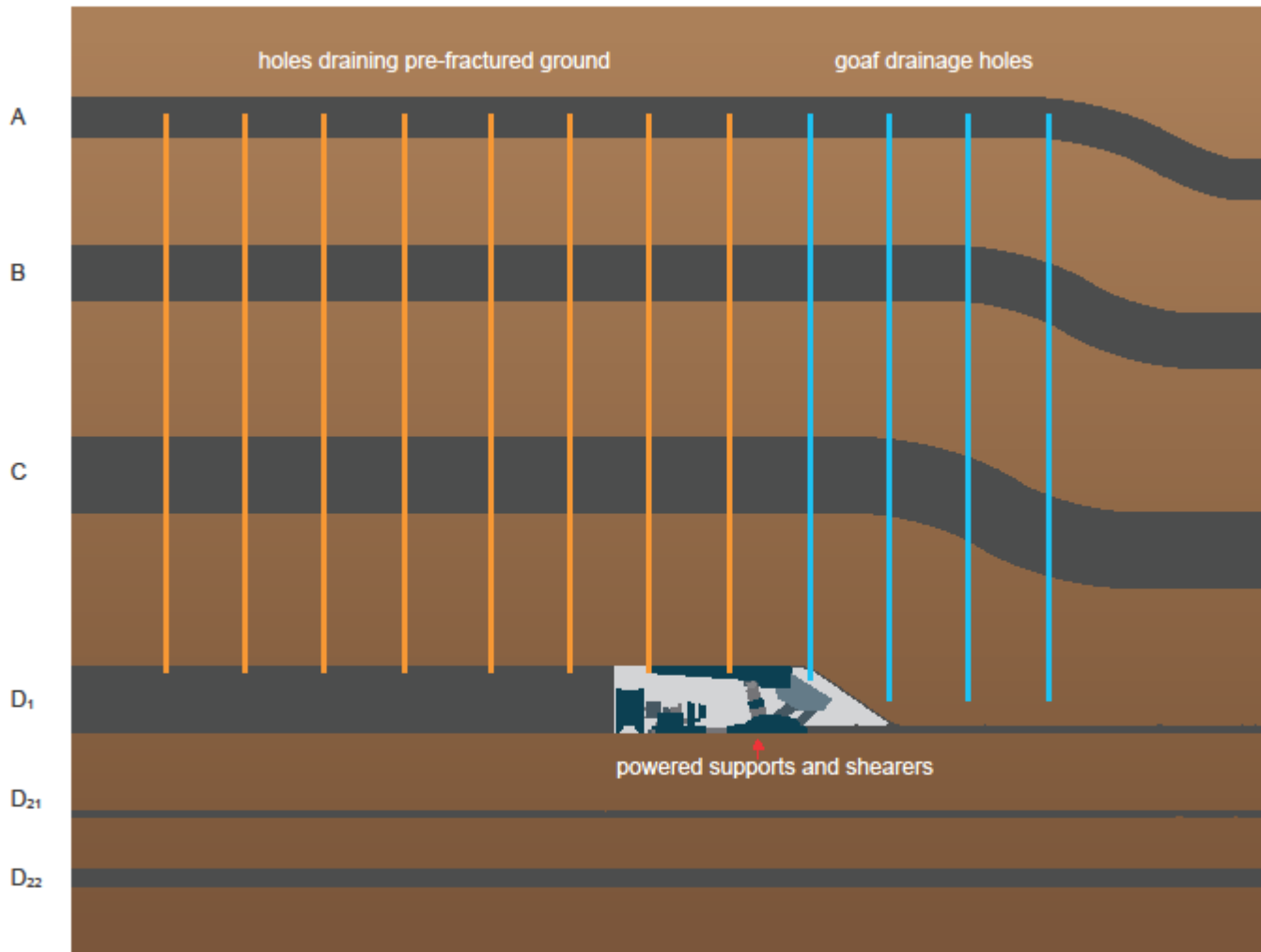


Figure 6: Mining the D<sub>1</sub> seam – elevation

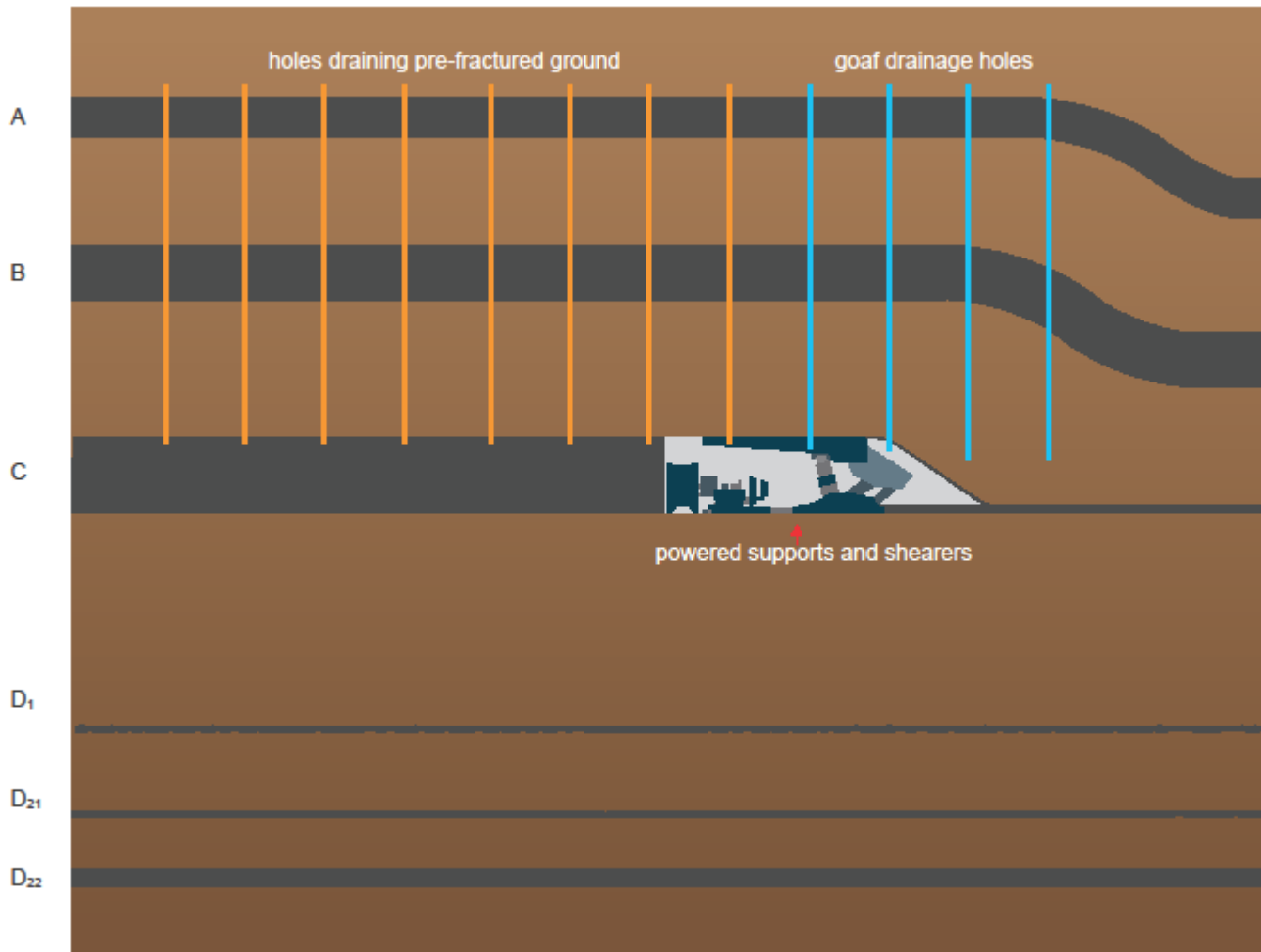
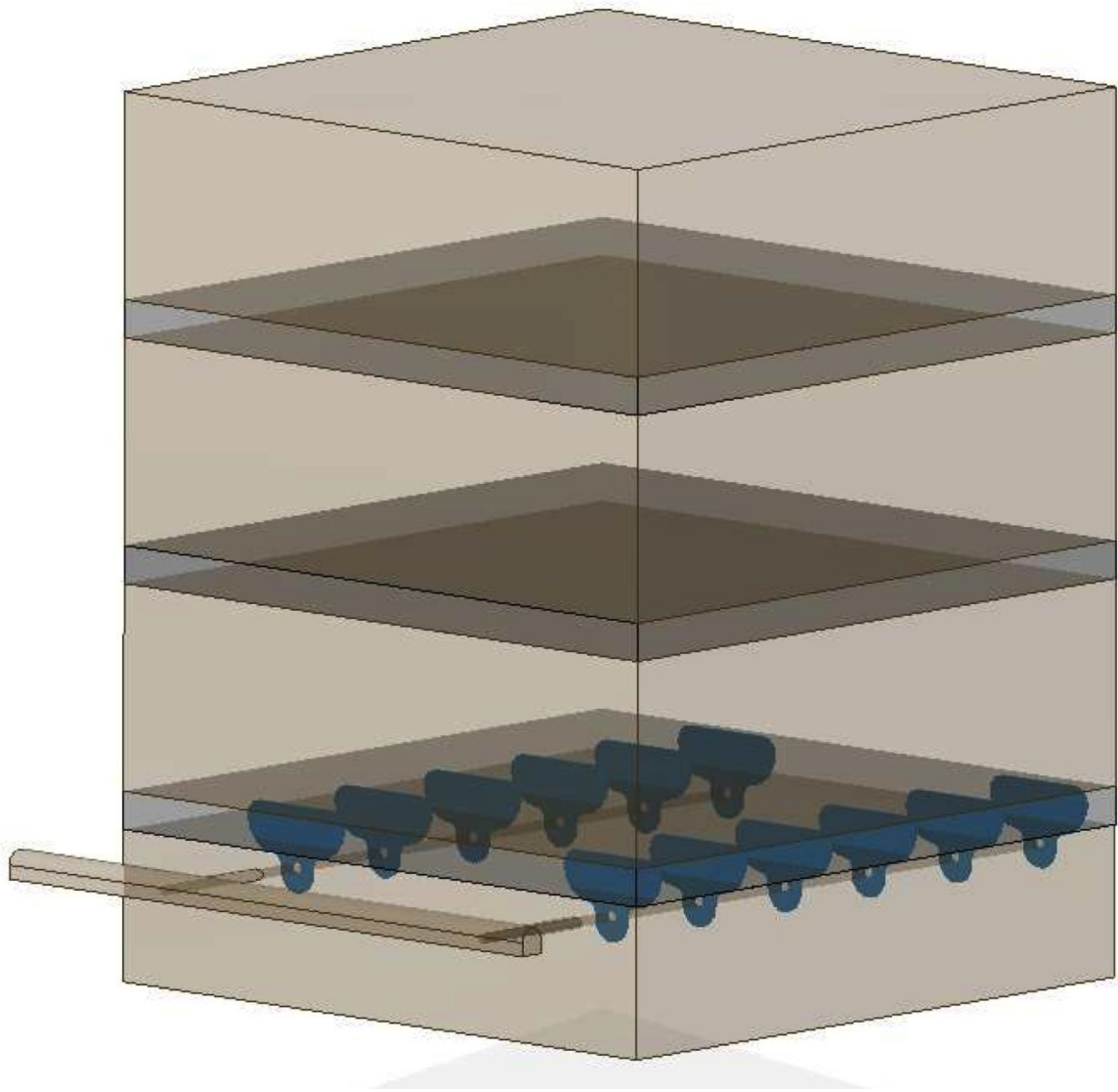
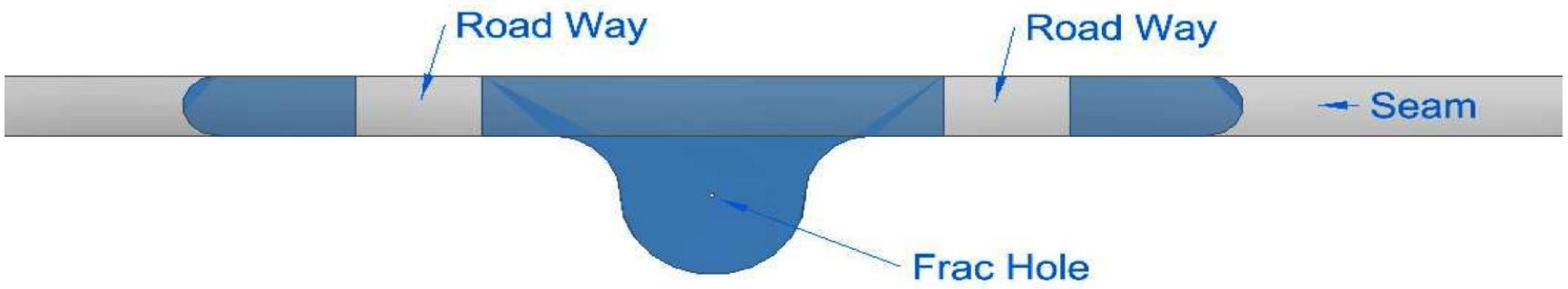
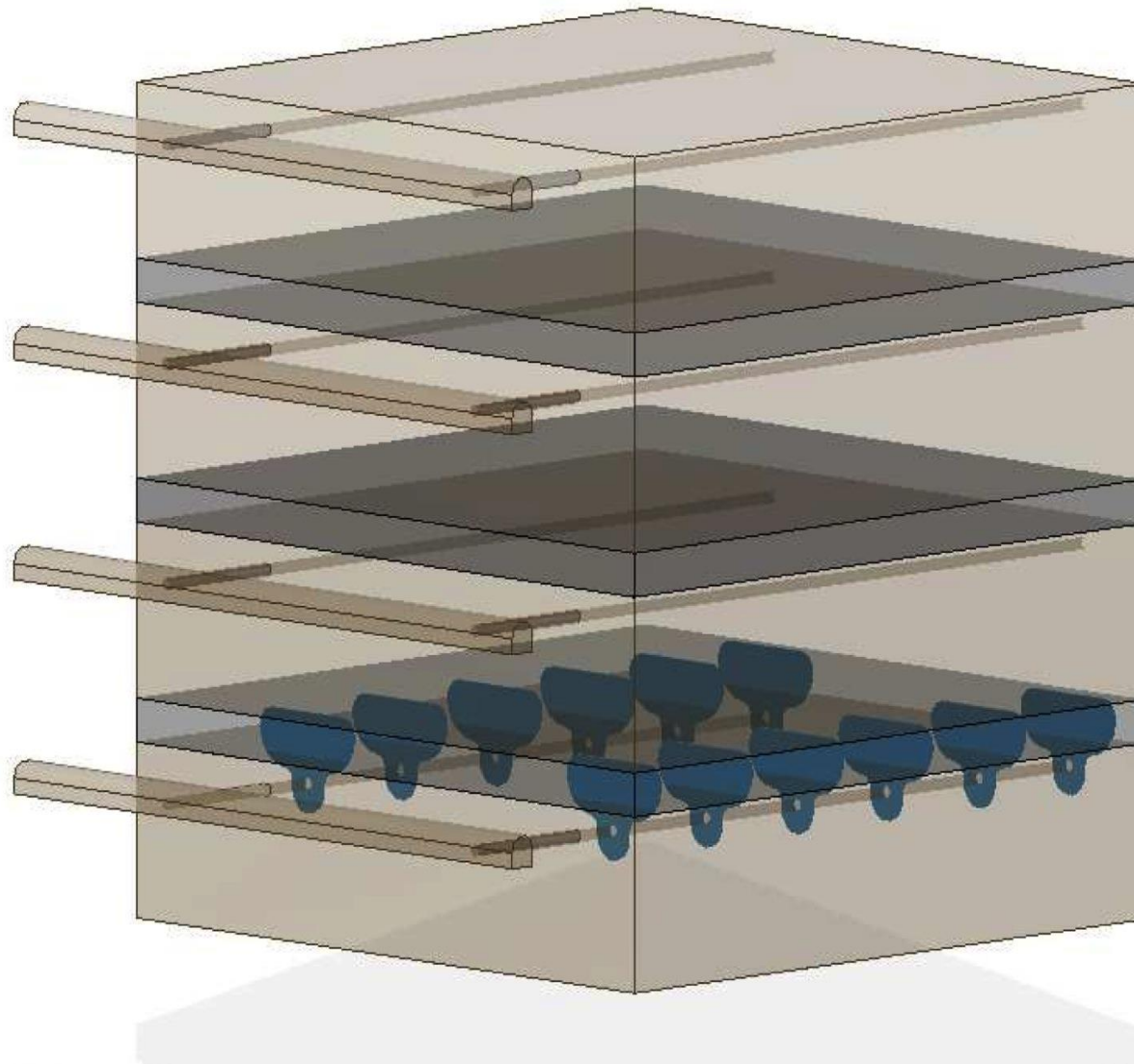


Figure 7: Mining the C seam – elevation











# Метод добычи

- Многоуровневая добыча
- Увеличение запасов
- Необходимость отработки и входа в пласт
- Использование отработки для снятия напряжения с других пластов
- Необходимость хорошего дренажа выработанного пространства
- Обустройство дренажа из горных выработок в породе



**Спасибо**

**Sigra Pty Ltd**

**93 Colebard St West, Acacia Ridge, Brisbane Queensland 4110, Australia**

**Tel: +61 (7) 3216 6344 Fax: +61 (7) 3216 6988**

**<http://www.sigra.com.au>**