



Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом  
(м. Донецьк, Україна)



Проект виконується Науково-  
навчальним центром ДонНУ  
„Конвергенція нано-, біо- та інфо-  
технологій для збалансованого  
регіонального розвитку”

**Тематична програма Європейського Союзу для довкілля і сталого  
управління природними ресурсами, зокрема енергією  
Проект „Низько-вуглецеві можливості для індустріальних регіонів України”**

**Шеставін М.С., к.т.н.**

**Донецький національний університет**

**Перспективи впровадження в Україні кліматичних  
інновацій, включаючи чисті вугільні технології і  
технології уловлювання та зберігання CO<sub>2</sub>**

**ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ  
«НИЗЬКО-ВУГЛЕЦЕВІ ВІДКРИТІ  
ІННОВАЦІЇ ДЛЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ»  
29.11.2012 р., м. Донецьк**

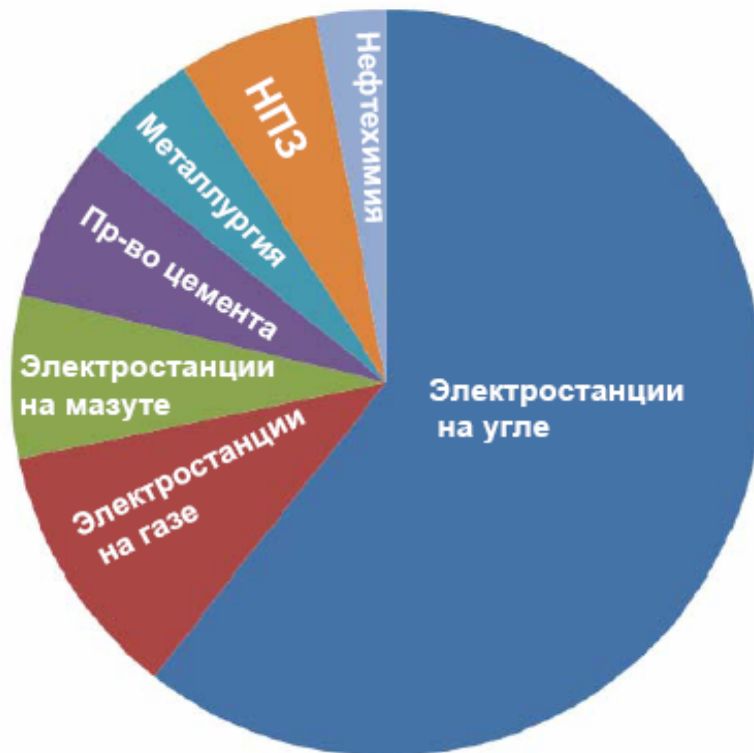


Проект фінансується  
Європейським Союзом



# Масштаб глобальной проблемы эмиссии CO<sub>2</sub>

- В промышленности насчитывается около 7500 крупных точечных источников выбросов



- Электростанции на угле ~60%
- Электростанции на газе ~11%
- Электростанции на мазуте ~7%
- Производство цемента ~7%
- Metallургия ~5%
- Нефтепереработка ~6%
- Нефтехимия ~3%

**56% всех техногенных выбросов CO<sub>2</sub>**

\* Точечные источники с выбросами CO<sub>2</sub> свыше 0,1 млн. т/год



Проект финансируется  
Европейским Союзом

29.11.2012 р., м. Донецк

Проект реализуется  
Донецким национальным  
университетом





# Проблеми уловлювання викидів CO<sub>2</sub>



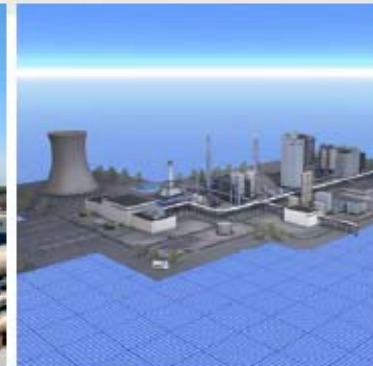
Пилотний проект Castor,  
Данія



Aker Clean Carbon,  
Норвегія



Кислороднотопливний  
проект Vattenfall, Германия



Полномасштабный  
проект RWE, Германия



Испытательный центр  
Mongstad, Норвегия

## Следующий огромный и трудный шаг – улавливание выбросов CO<sub>2</sub> на электростанциях и промышленных предприятиях:

- Намного более сложная проблема по сравнению с улавливанием CO<sub>2</sub> из природного газа
  - Объемы, давления, концентрации, потребление энергии, выбросы в атмосферу и т.д.
- Активная работа в странах ЕС и в мире с целью разработки лучших технологий
  - Масса пилотных разработок, несколько демонстрационных установок, многочисленные проекты промышленного масштаба



Проект фінансується  
Європейським Союзом

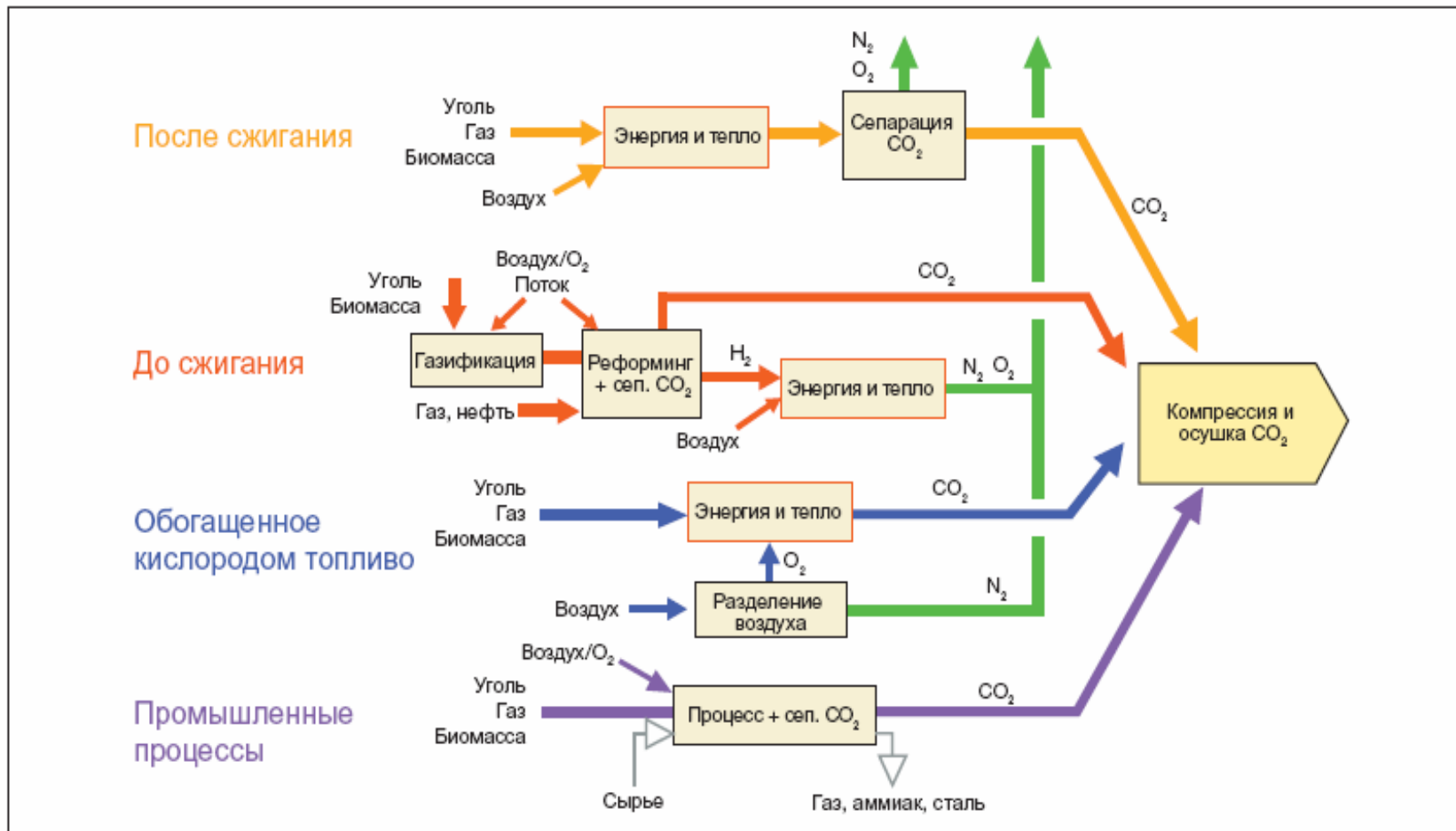
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом



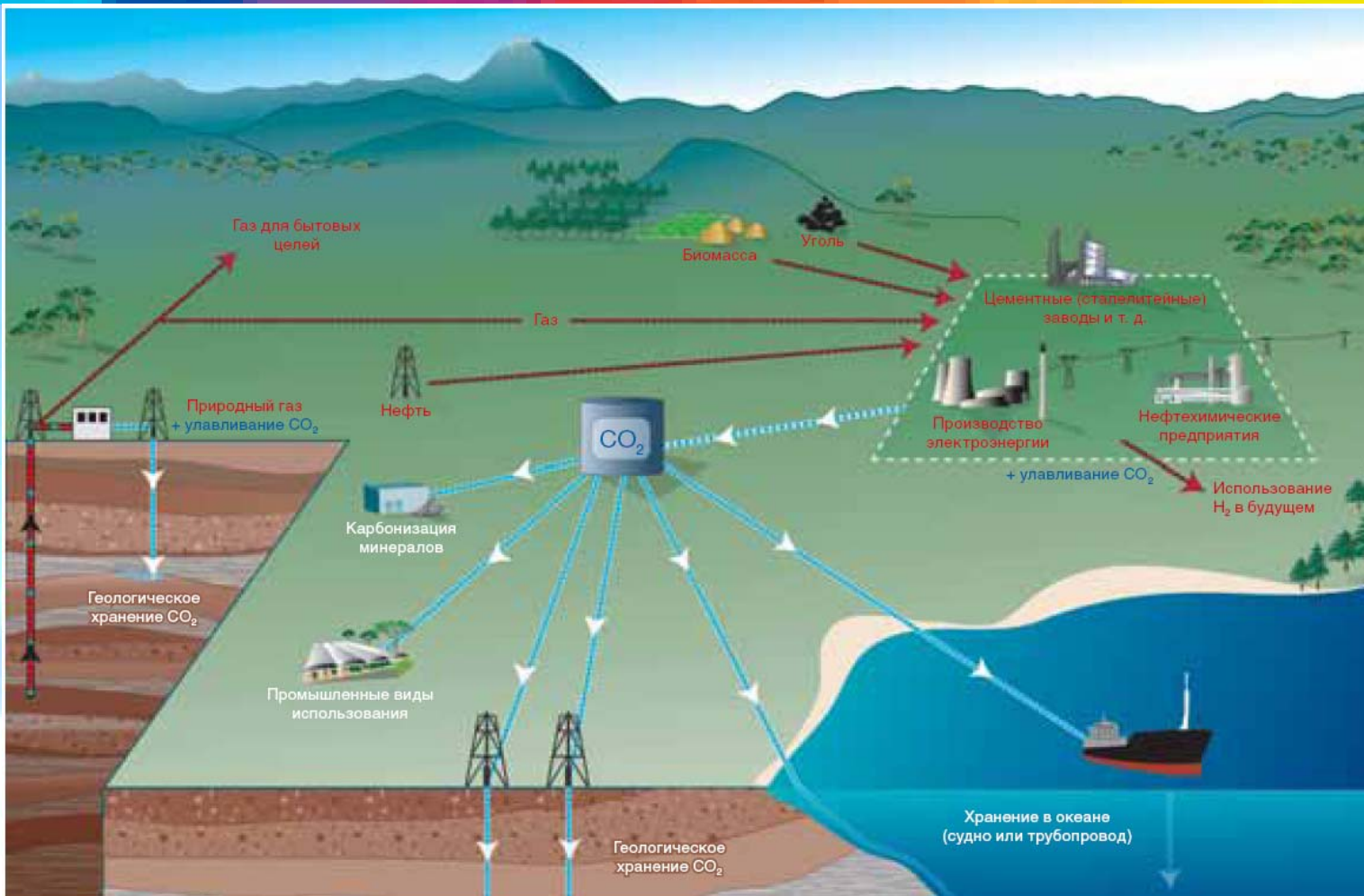


# Огляд процесів та систем уловлювання CO<sub>2</sub>





# Схема транспортування та зберігання CO<sub>2</sub>



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

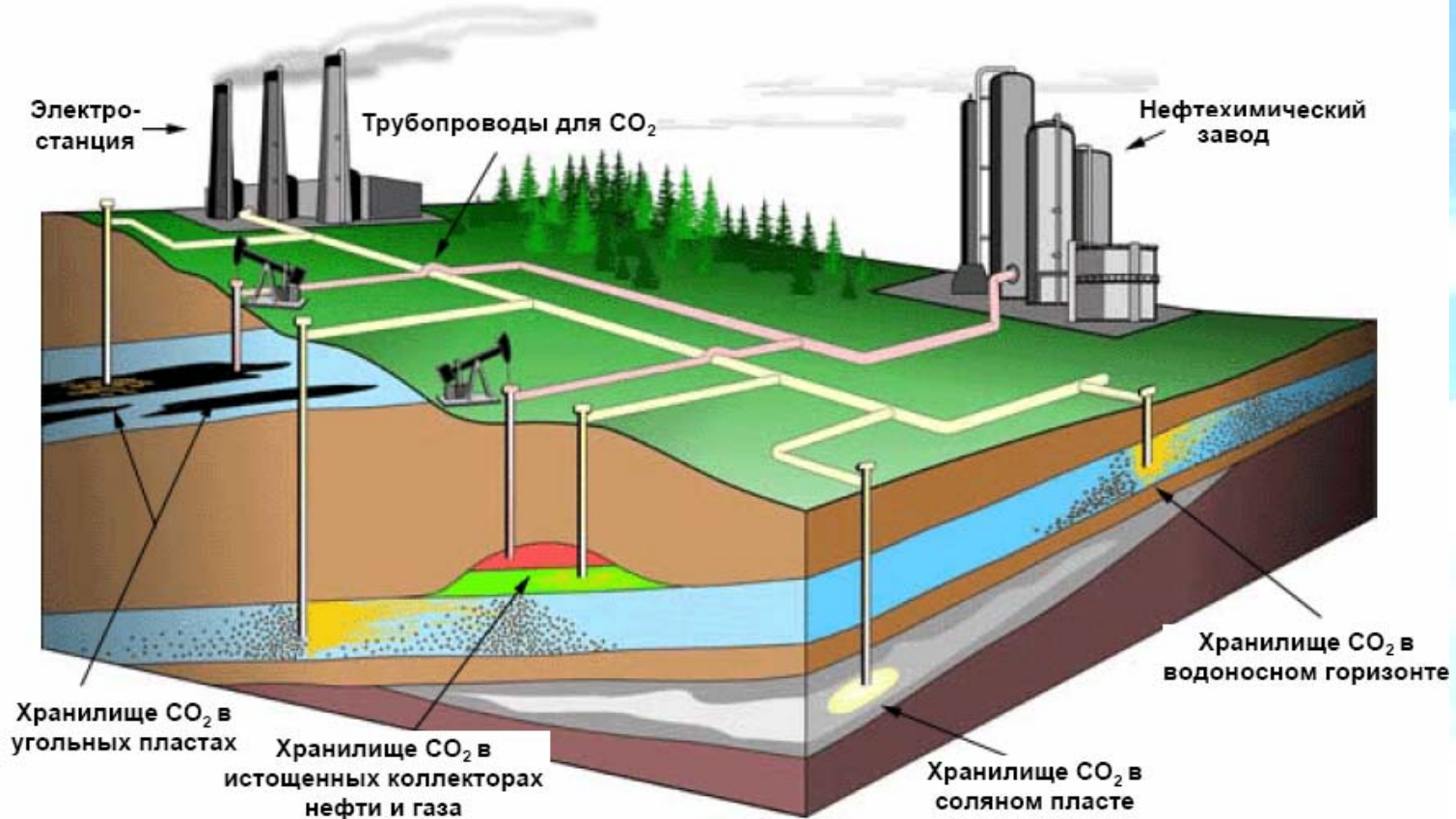
Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Типи сховищ для CO<sub>2</sub>

## Типы хранилищ для CO<sub>2</sub>



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом




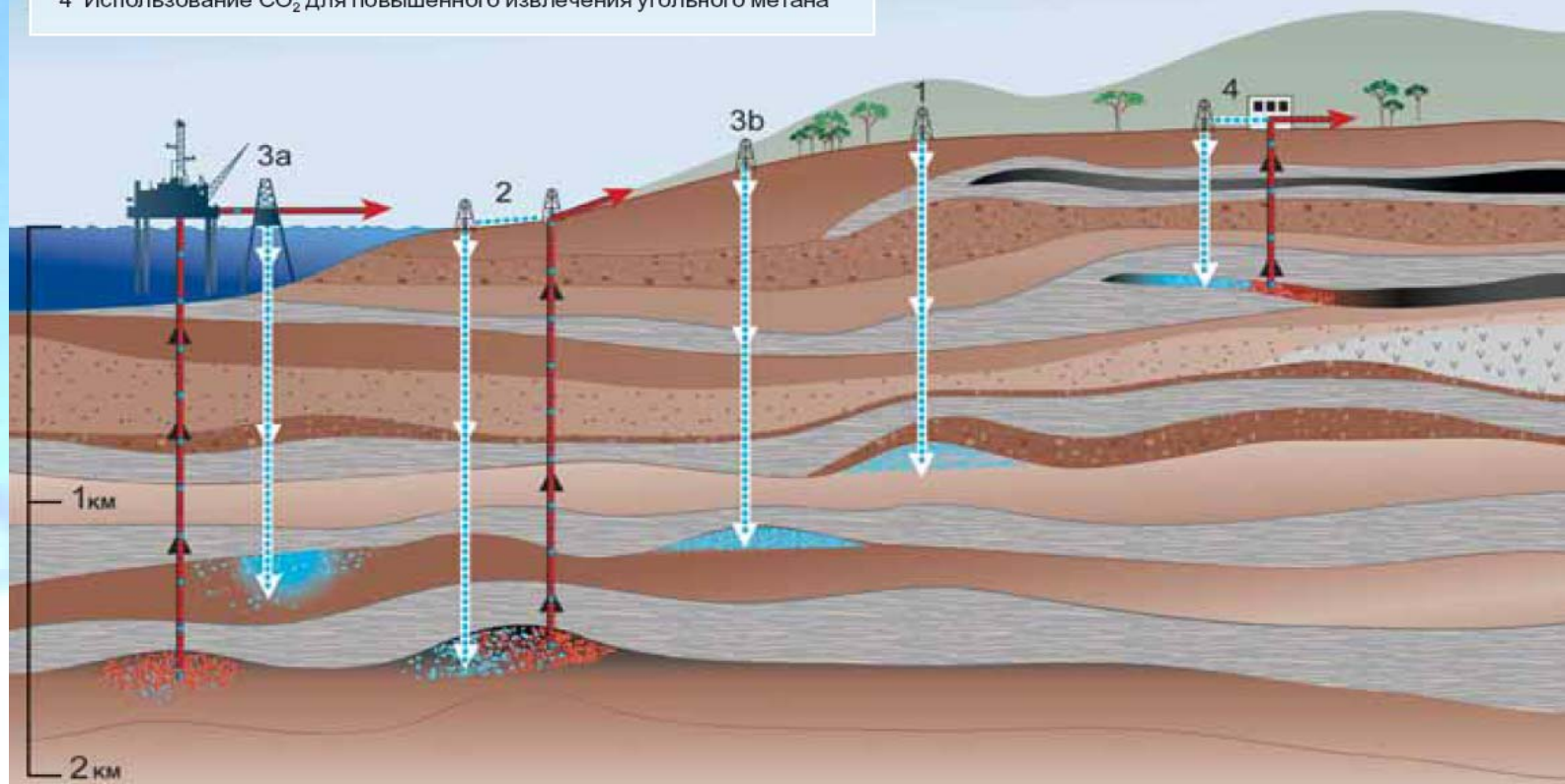


# Огляд варіантів геологічного зберігання CO<sub>2</sub>

## Обзор вариантов геологического хранения

- 1 Выработанные нефтяные и газовые пласты
- 2 Использование CO<sub>2</sub> для повышенного извлечения нефти и газа
- 3 Глубоко залегающие соленосные формации –  
а) морская зона б) береговая зона
- 4 Использование CO<sub>2</sub> для повышенного извлечения угольного метана

-  Добыча нефти или газа
-  Закачанный CO<sub>2</sub>
-  Хранящийся CO<sub>2</sub>



Проект фінансується  
Європейським Союзом

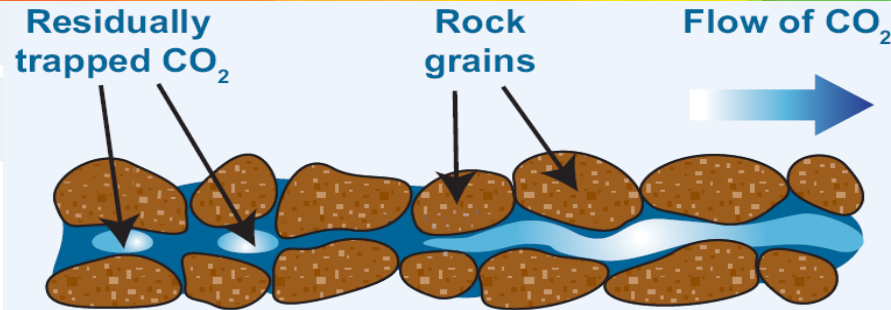
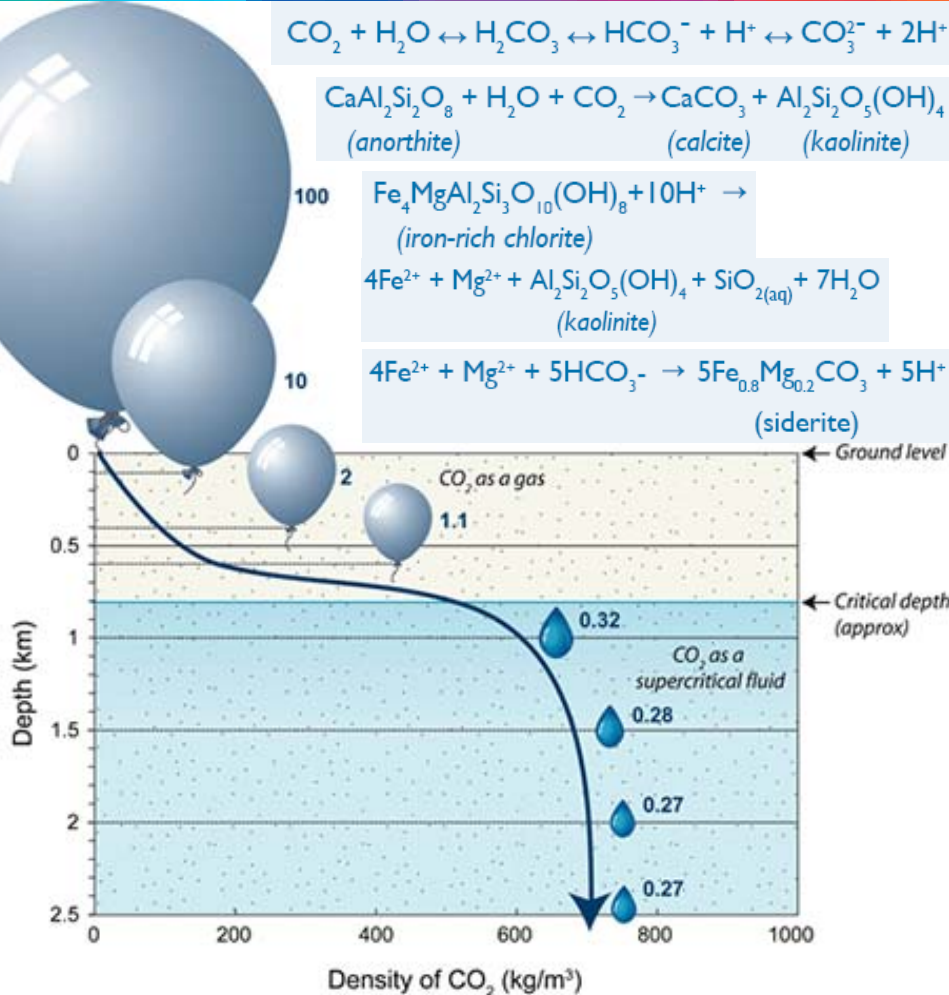
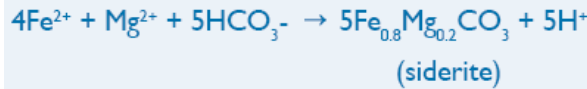
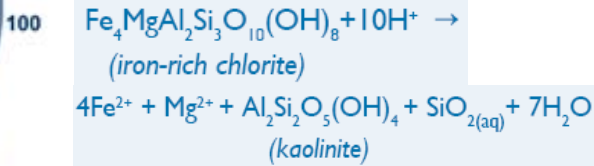
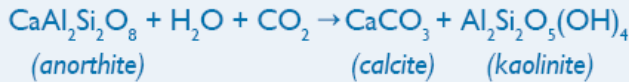
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом

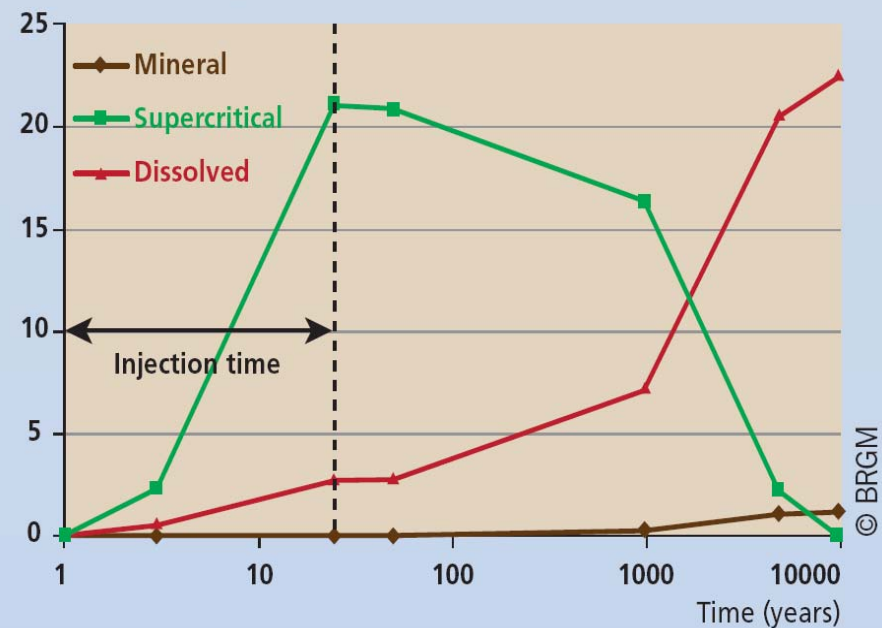




# Еволюція форм CO<sub>2</sub> у процесі його геологічного зберігання



Million tons of CO<sub>2</sub> trapped



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

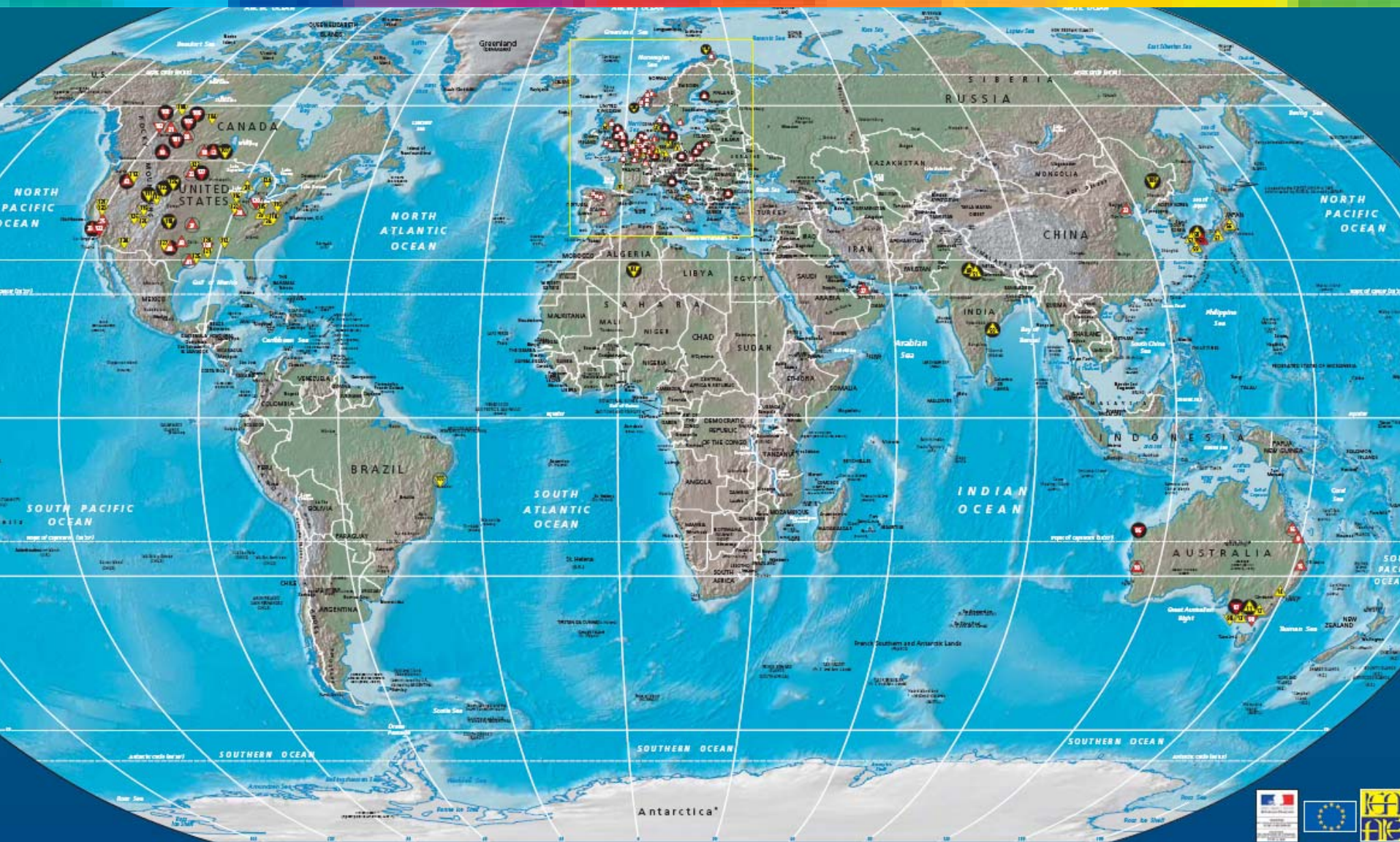
Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом







# На 2010 рік у світі діє 141 проект із уловлювання і зберігання вуглецю



# 62 проекти у Європі



- дослідження
- демонстрації
- промисловий



- робочі
- потенційні, що плануються до оголошення



- 93 проекти, що орієнтовані на уловлювання чи інтегровані



- 48 проектів, що орієнтовані на зберігання



# На сьогодні функціонують тільки 4 крупних проекти з уловлювання та зберігання CO<sub>2</sub>

Слейпнер,  
Норвегія



Ин-Салах,  
Алжир



Сновит,  
Норвегія



Вейбурн,  
Канада



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

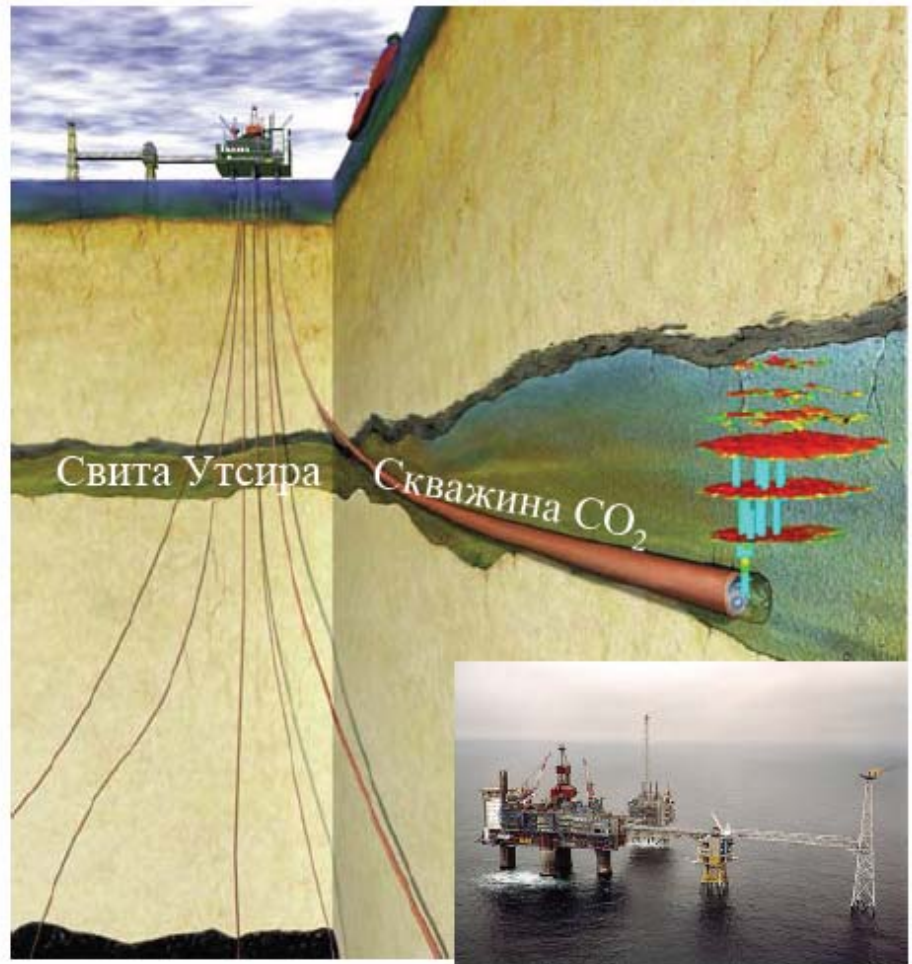
Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Проект ін'єкції CO<sub>2</sub> на родовищі Слейпнер у Північному морі

- Закачка 1 миллиона тонн CO<sub>2</sub> в год.
- Успешная эксплуатация проекта в течение 12 лет.
- Извлечение CO<sub>2</sub> из природного газа.
- Начало многих научно-исследовательских проектов по безопасности хранения и смежной тематике
- Основа для последующих проектов по улавливанию и хранению CO<sub>2</sub> и база для выработки необходимых условий для дальнейшего развития
- **Как это произошло?**
  - Кратко → введение в 1991/1992 годах налога на выбросы CO<sub>2</sub>
  - Помимо этого – традиция технологического развития норвежской нефтегазовой промышленности



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Завод СПГ родовища Сновит та закачка супутнього CO<sub>2</sub>

- Закачка около 0,7 млн.т CO<sub>2</sub> в год
- Закачка CO<sub>2</sub> ведеться с апреля 2008 г.
- Извлечение CO<sub>2</sub> из природного газа
- CO<sub>2</sub> осушается и транспортируется по 152-км трубопроводу назад на месторождение
- **Как это произошло?**
  - Налог на выбросы CO<sub>2</sub> (как и для месторождения Слейпнер)
  - «Комплексное» решение с учетом ряда элементов налогообложения и экономики в полном проекте разработки месторождения





# Проект закачки CO<sub>2</sub> на родовище Ин-Салах у Алжирі

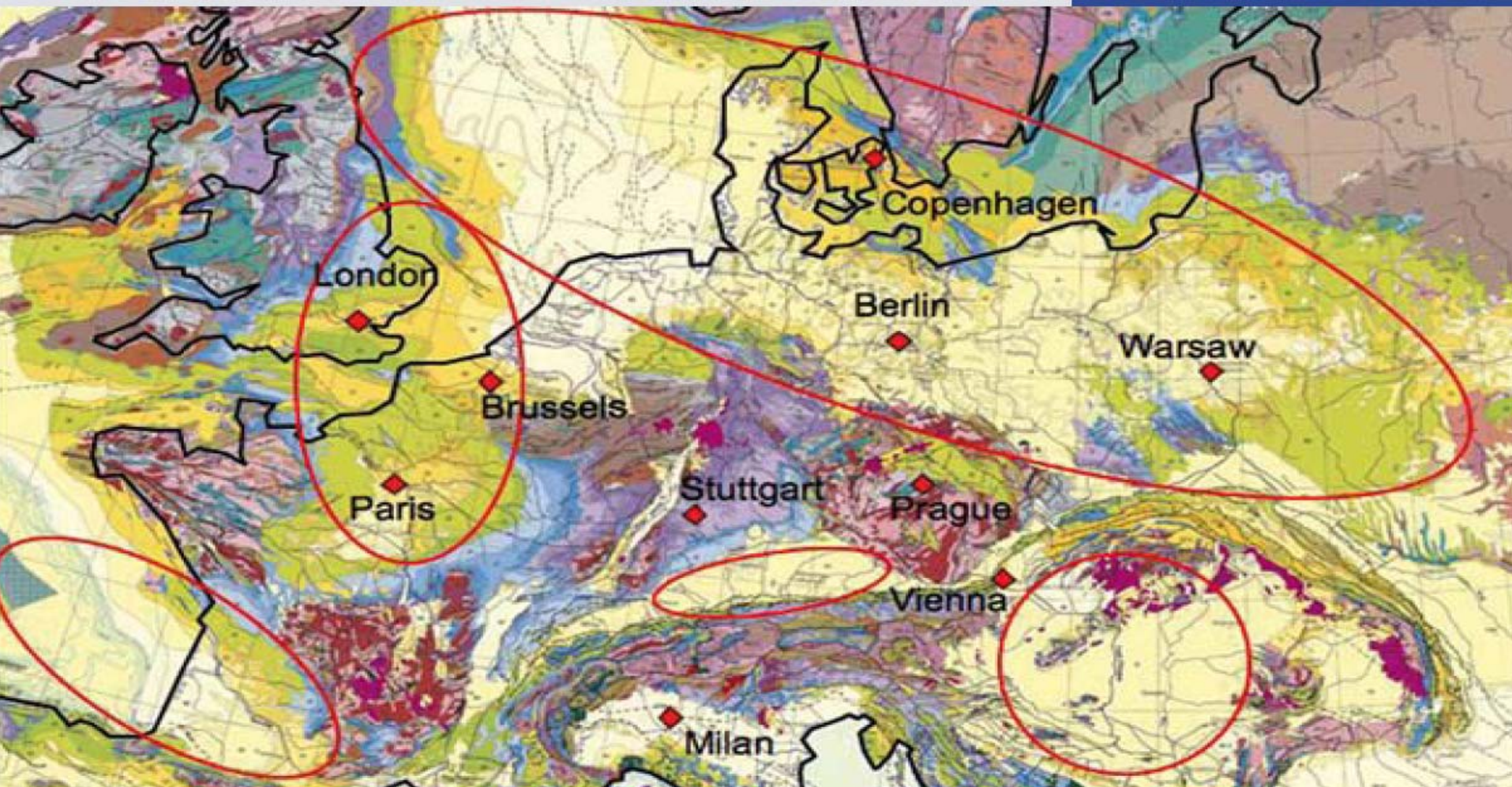
## Как это произошло?

- Кратко → за счет внутренней торговой системы компании BP во время принятия инвестиционного решения
- Прочих финансовых стимулов не было, но в других условиях для месторождения Ин-Салах мог оказаться применимым механизм «чистого развития» (CDM)





# Сприятливі зони геологічного зберігання CO<sub>2</sub>



Проект фінансується  
Європейським Союзом

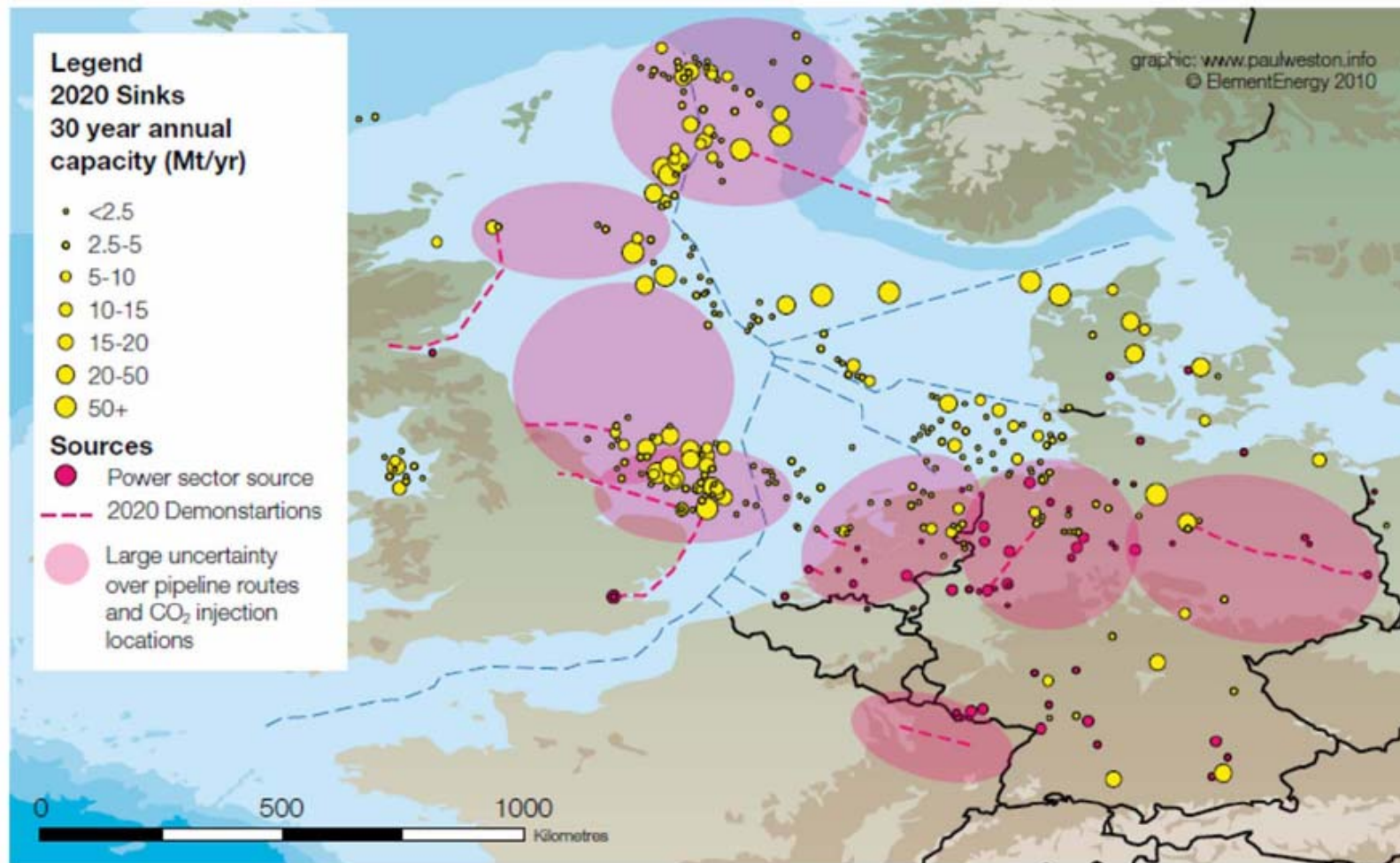
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Варіанти геологічного зберігання CO<sub>2</sub> у Північному морі



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом

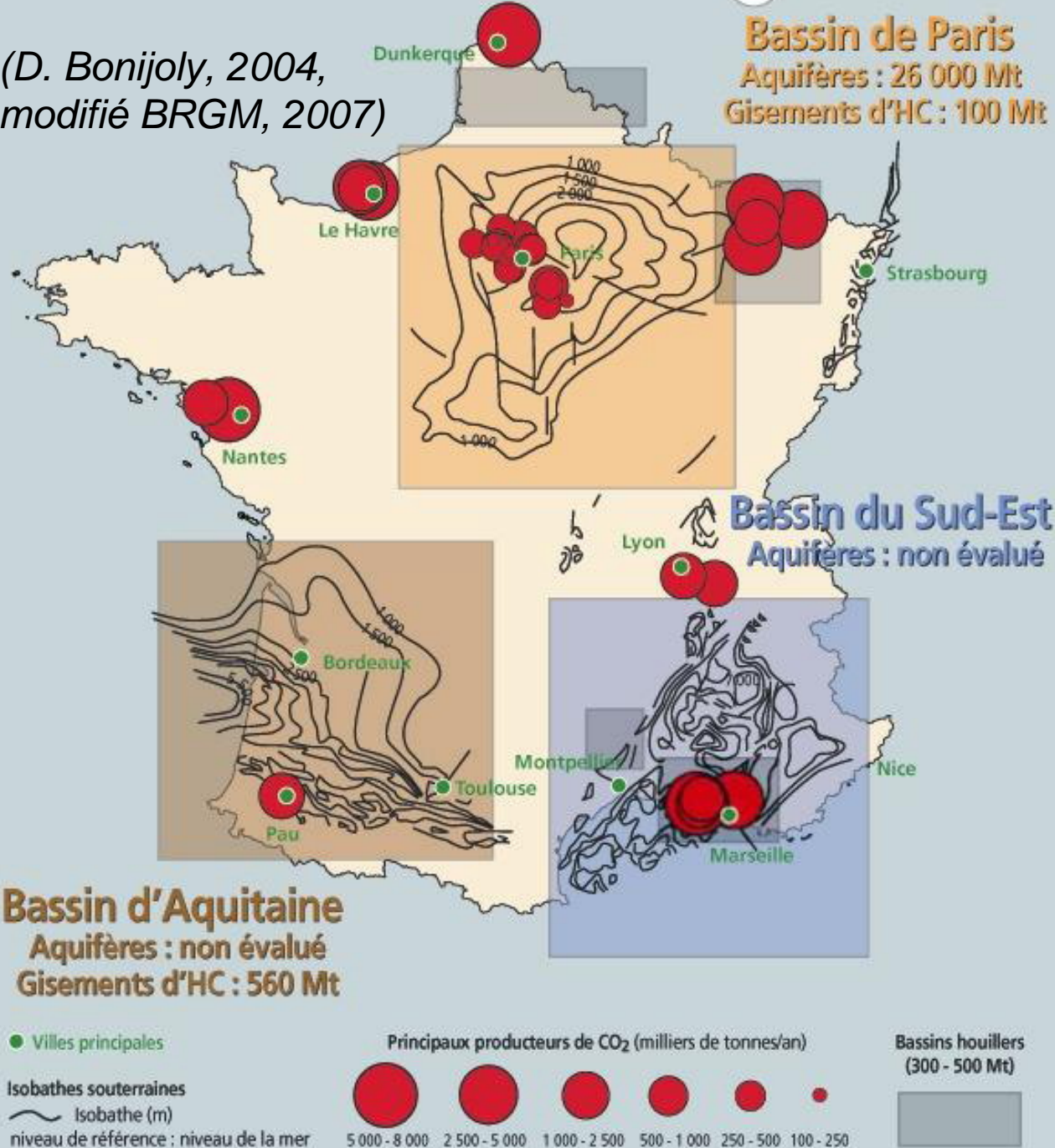




# Де можливо зберігати CO<sub>2</sub> у Франції

- > В 2020 році у Франції очікується рівень викидів CO<sub>2</sub>: 80-150 Мт CO<sub>2</sub> на рік
- > Потужність сховищ, що потрібна: 3-7 Гт CO<sub>2</sub>
- > Джерела викидів:
  - Теплові електростанції
  - Нафтопереробні заводи
  - Металургійні заводи
  - Цементні заводи тощо
- > Всього = 177 Мт/рік (34% французьких викидів CO<sub>2</sub>)

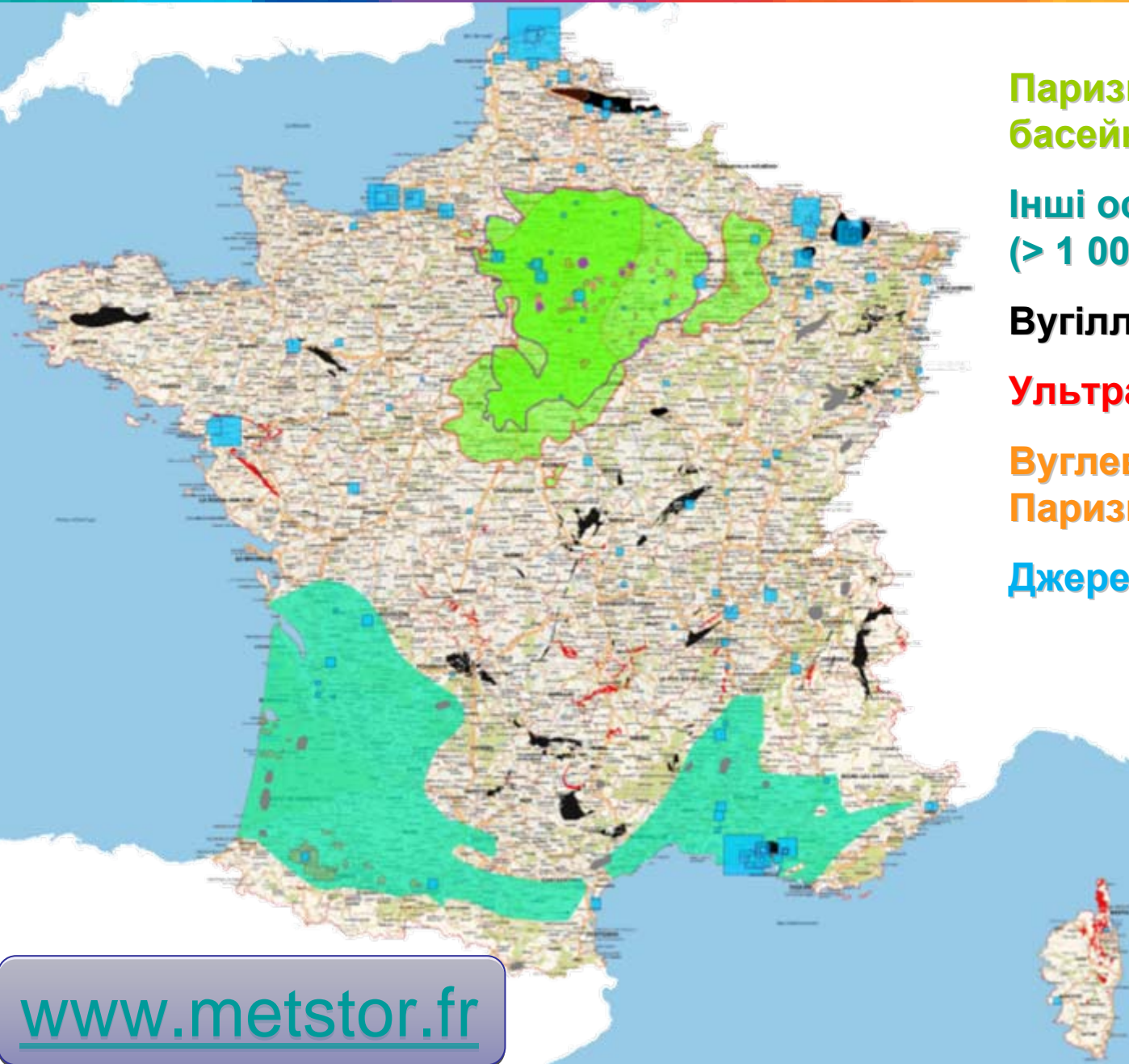
(D. Bonijoly, 2004, modifié BRGM, 2007)



Geoscience for a sustainable Earth

**brgm**

# Exemple Metstor – Приклад із Франції



Паризький осадовий басейн (Тріас и Доггер)

Інші осадові басейни (> 1 000 м)

Вугілля (і буре вугілля)

Ультра-основні породи

Вуглеводневі родовища Паризького басейну

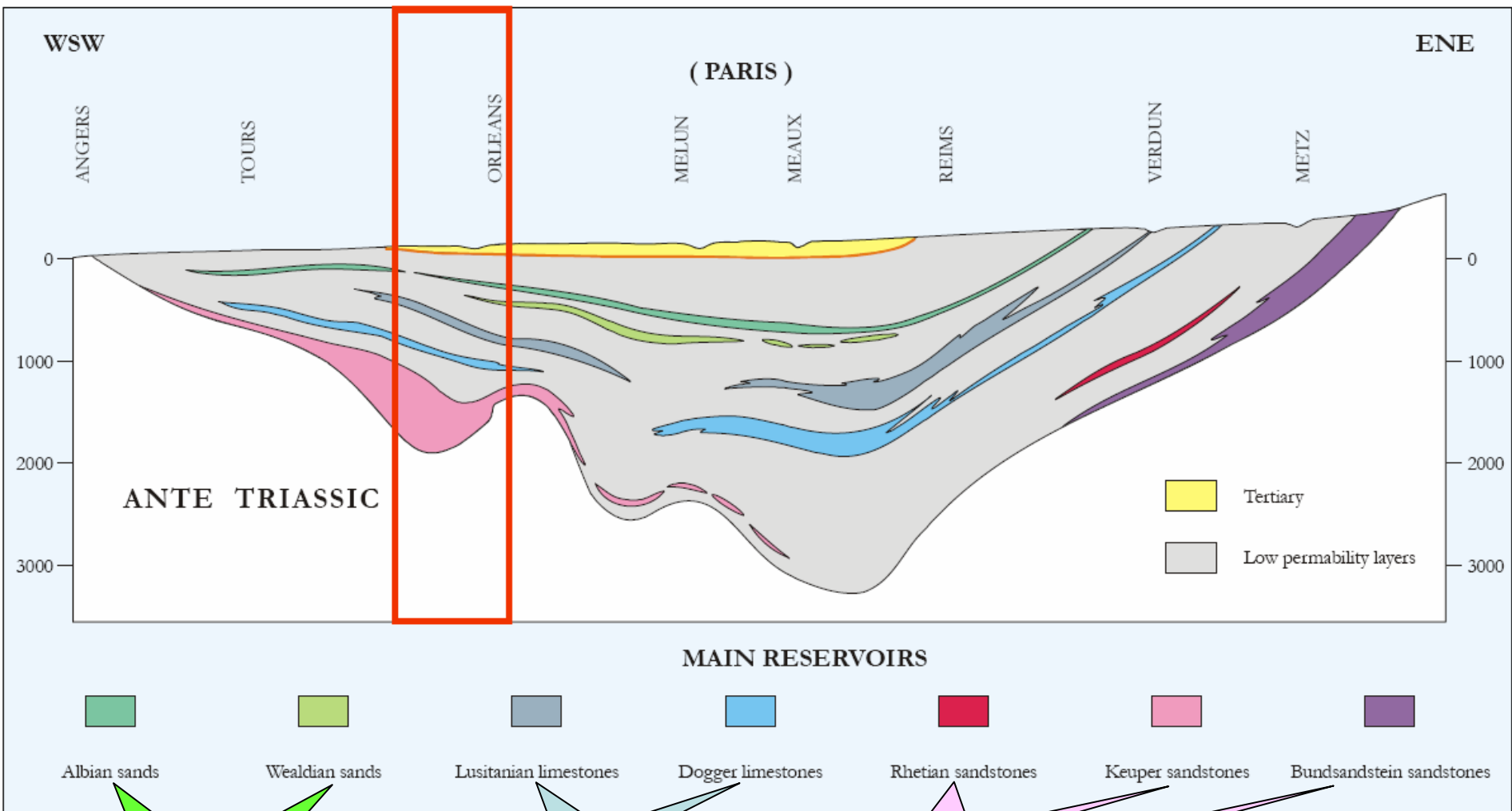
Джерела CO<sub>2</sub>





# Два кращі варіанти зберігання CO<sub>2</sub> у Франції:

- Тріасові континентальні відкладення
- Доггер-карбонатні відкладення



**Піски**

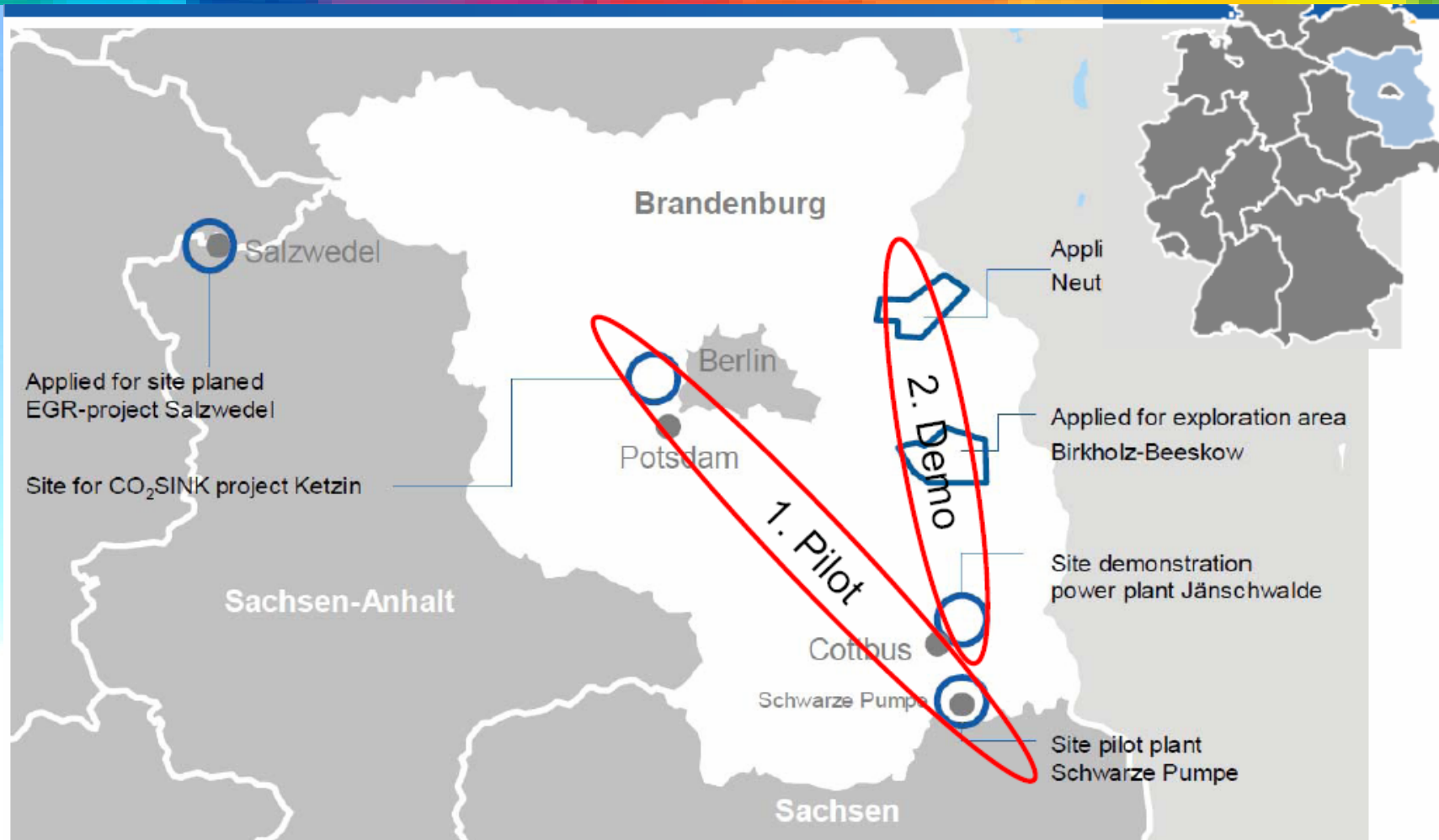
**Вапняки**

**Пісковики**

BRGM-CFG-ANTEA (2003)



# Варіанти геологічного зберігання CO<sub>2</sub> у Німеччині



Проект фінансується  
Європейським Союзом

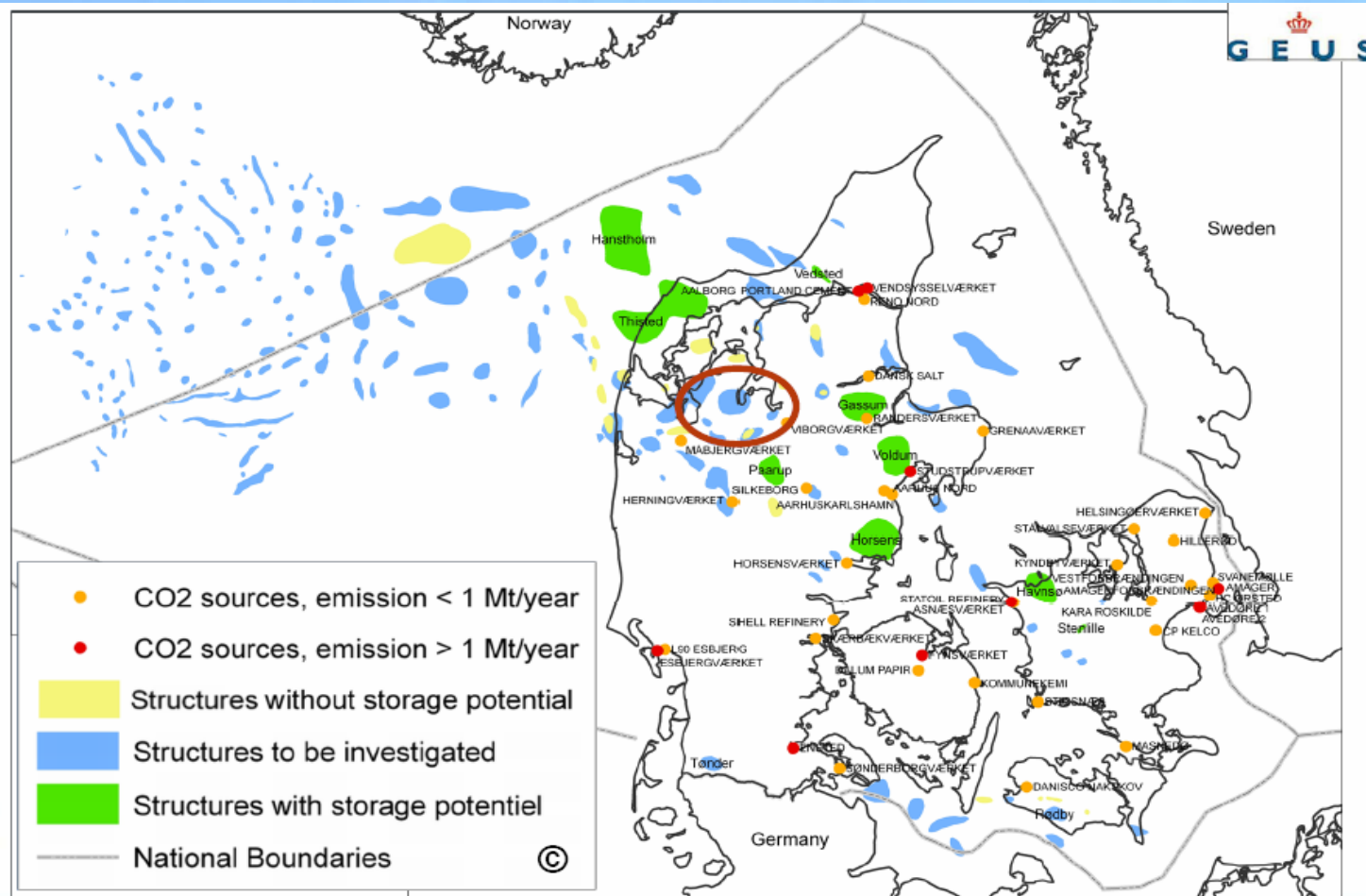
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Варіанти геологічного зберігання CO<sub>2</sub> у Данії



Проект фінансується  
Європейським Союзом

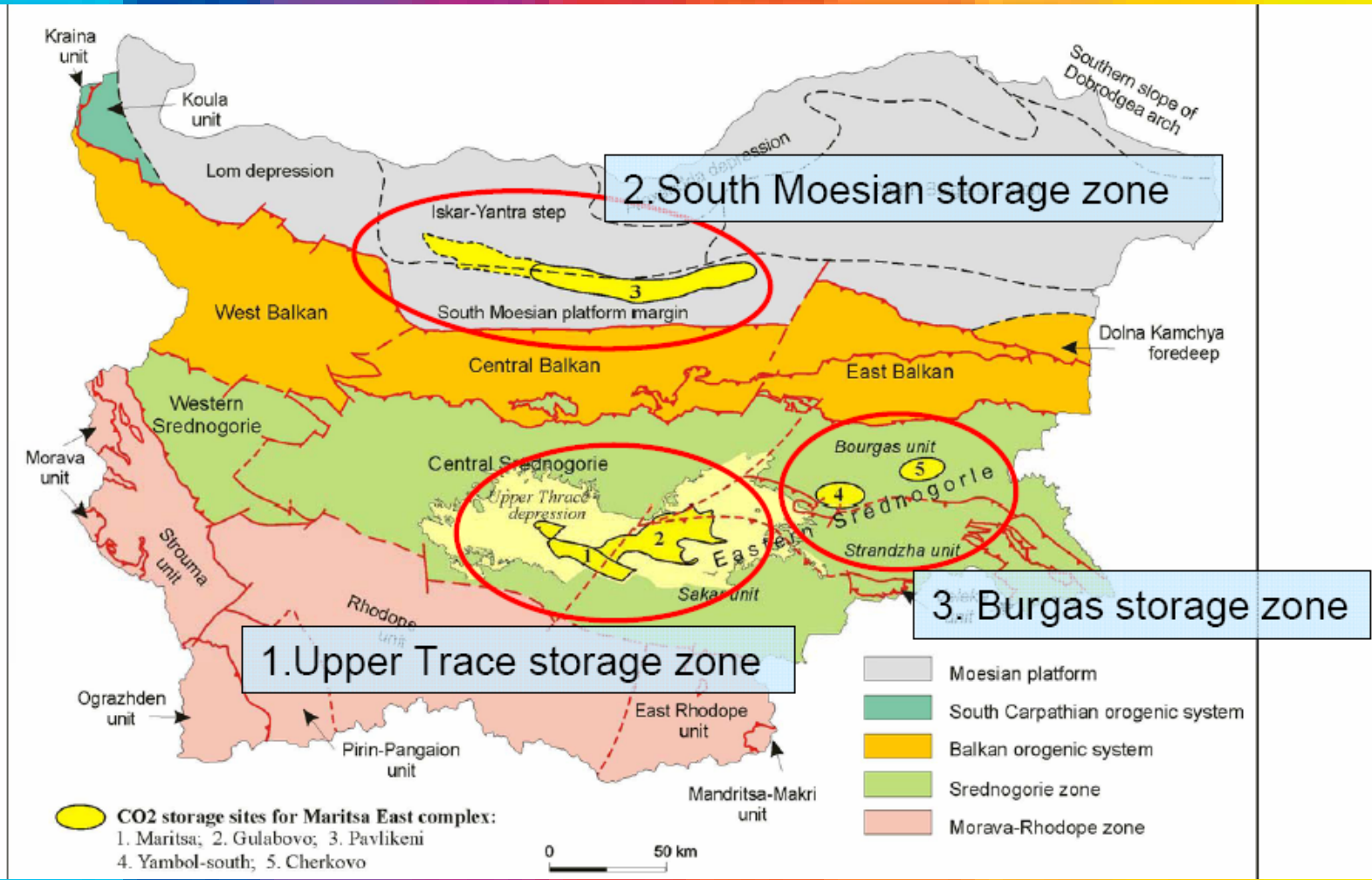
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Варіанти геологічного зберігання CO<sub>2</sub> у Болгарії



Проект фінансується  
Європейським Союзом

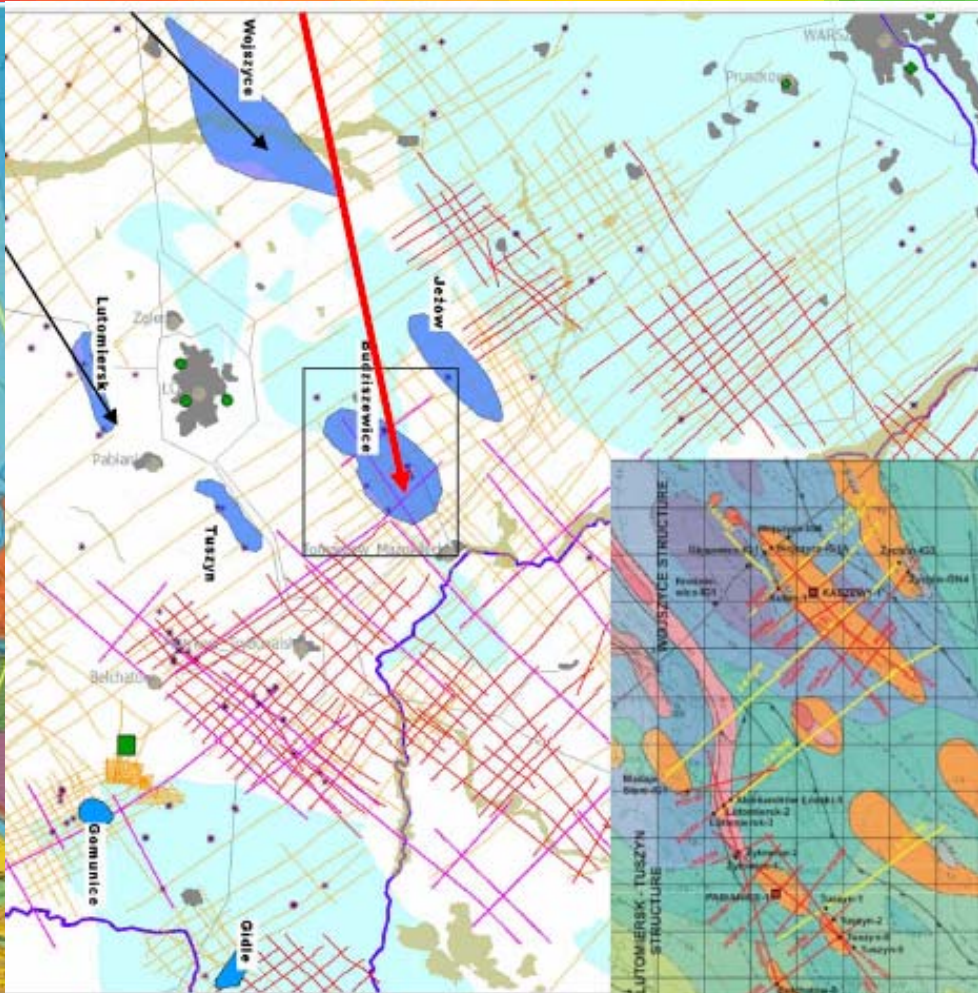
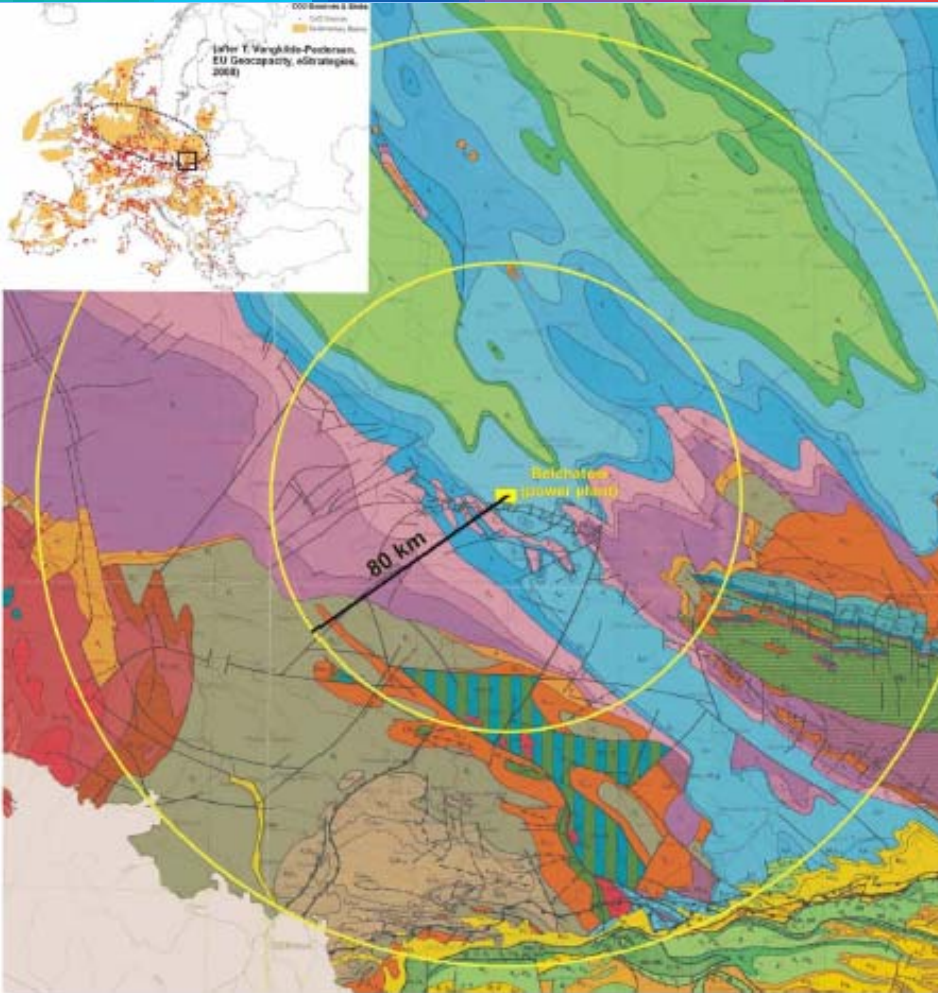
29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





# Варіанти геологічного зберігання CO<sub>2</sub> у Польщі



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом





## Електростанція Белчатов (Польща) – найбільший обсяг викидів CO<sub>2</sub>



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом

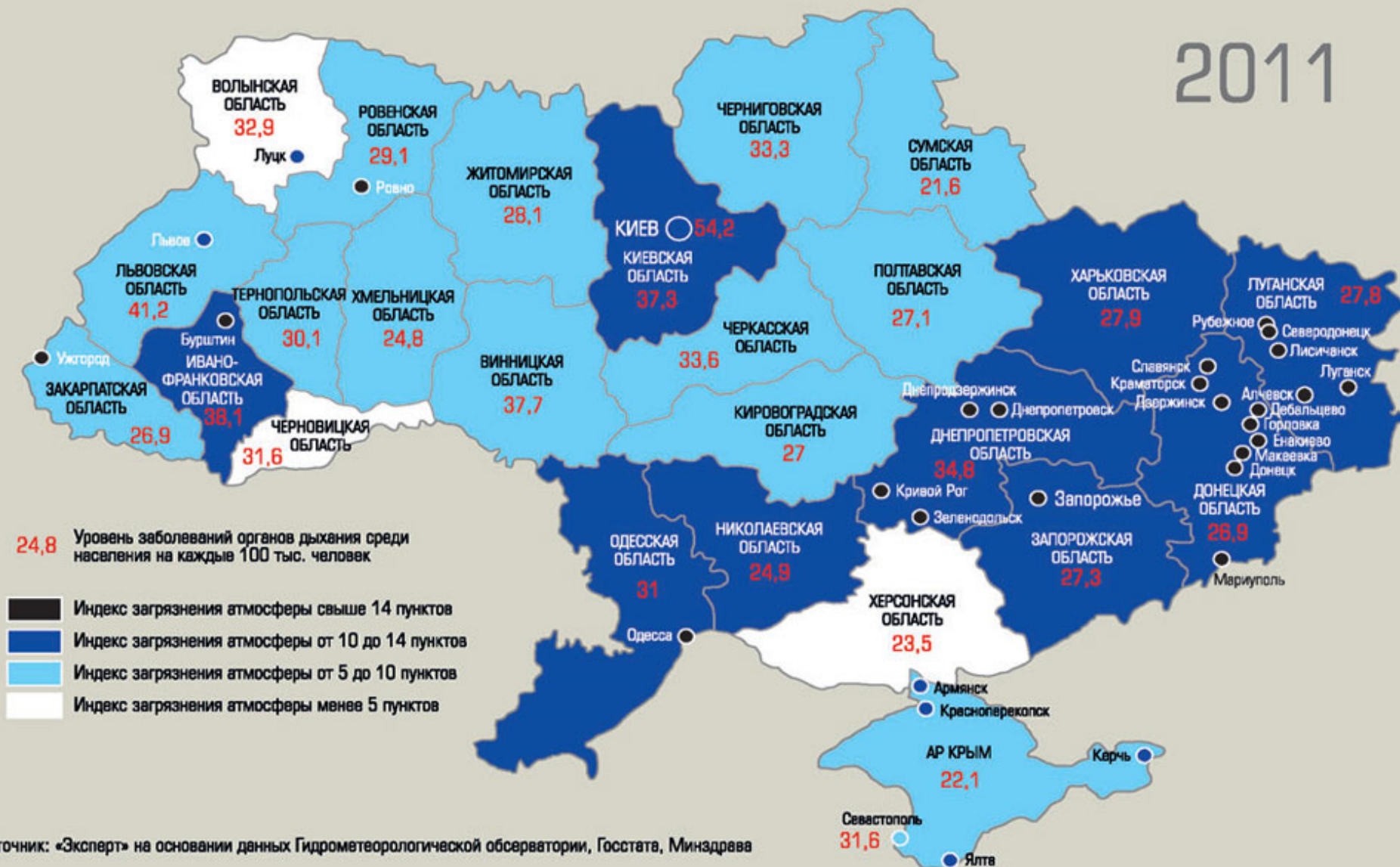




# На востоке тяжело дышать

Загрязнение воздуха по регионам Украины и уровень заболеваемости органов дыхания среди населения

2011



Источник: «Эксперт» на основании данных Гидрометеорологической обсерватории, Госстата, Миназдрава



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом



# Дякую за увагу!



**Координатор проекту LCOIR-UA: Шеставін Микола Степанович**



Проект фінансується  
Європейським Союзом

29.11.2012 р., м. Донецьк

Проект реалізується  
Донецьким національним  
університетом

