



GEOINŽENIRING d.o.o.
Dimičeva 14, Ljubljana

Tehnologija zajema in skladiščenja CO₂ (CCS)

2. Predstavitev CCS

Marjeta Car
m.car@geo-inz.si

predstavitev v okviru predmeta Okoljska geologija

UL - NTF, oddelek za geologijo

21. december 2011



Geoinženiring

Vsebina predstavitve:

- Kratek pregled tehnologije zajema in skladiščenja CO₂
- Načini zajema CO₂
- Načini transporta CO₂
- Načini geološkega skladiščenja CO₂
- Ocenjene skladiščne kapacitete v svetu in Evropi



Pregled CCS tehnologije

Carbon Capture and Storage (CCS)

... tehnologija ki omogoča:

- zajem CO₂, preden le-ta pride v ozračje
- transport na primerno lokacijo za skladiščenje
- trajno uskladiščenje v geološke plasti

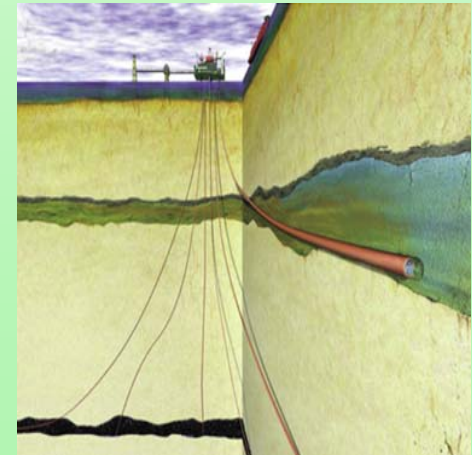
zajem



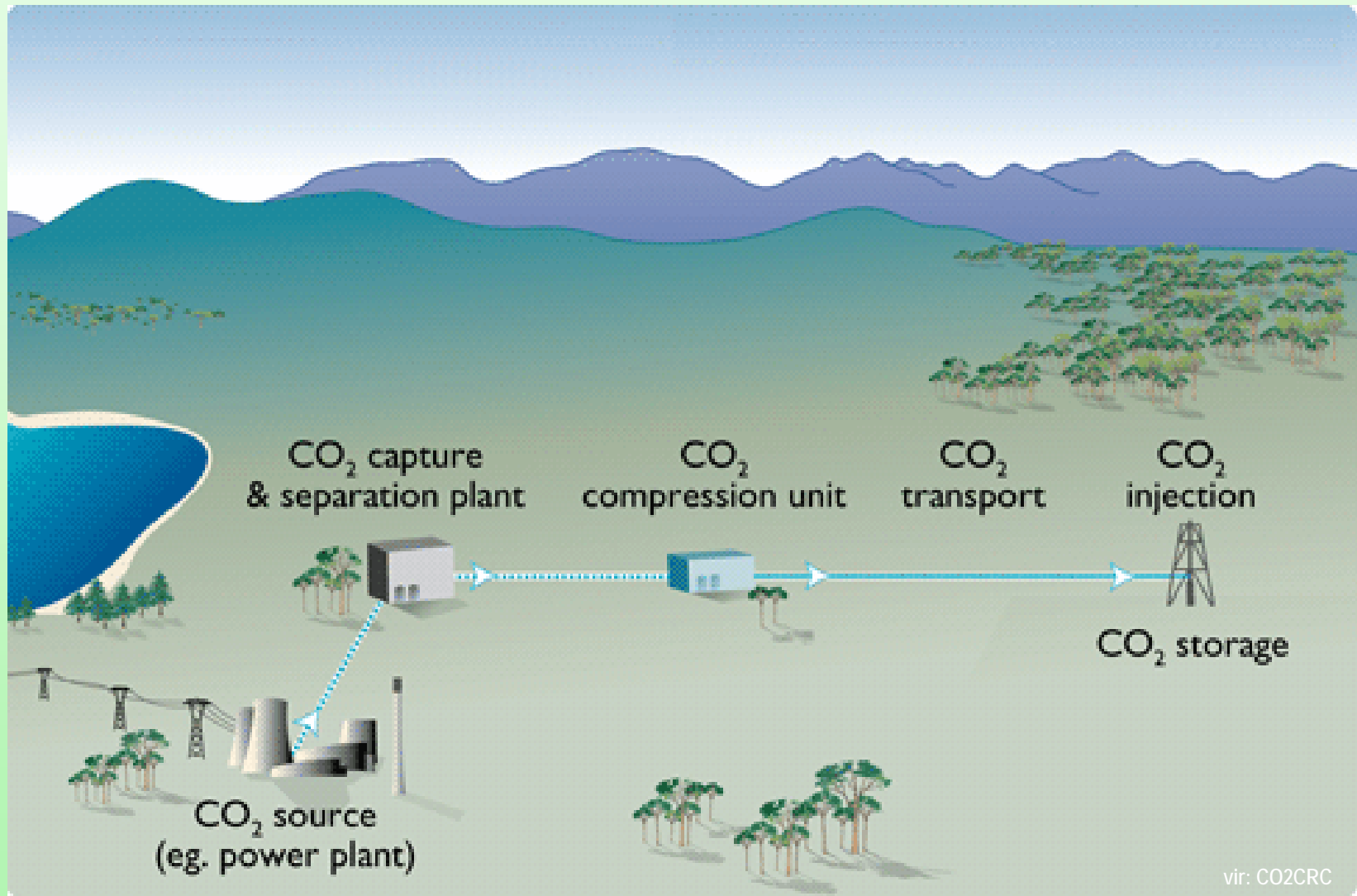
transport



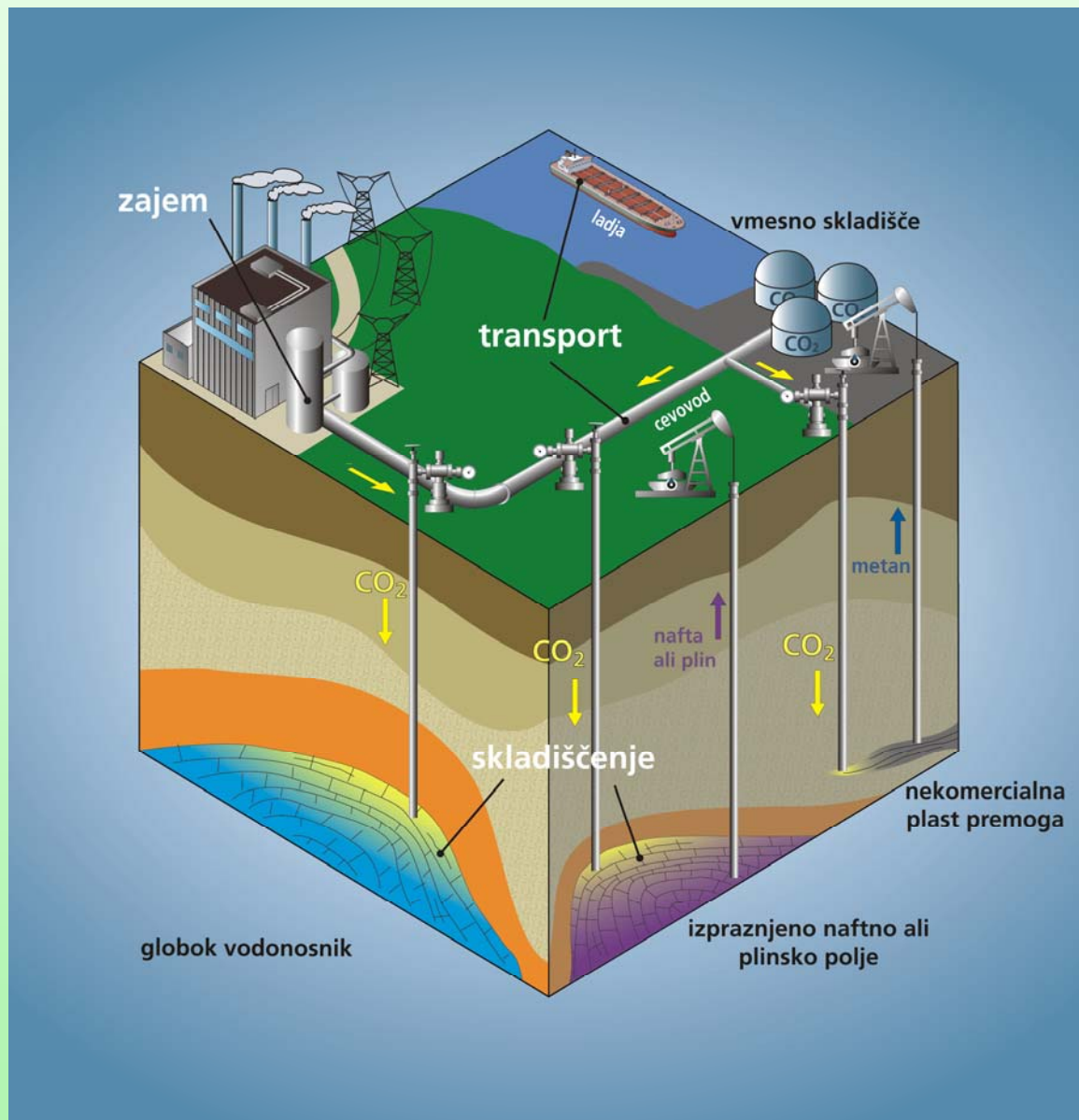
uskladiščenje



Pregled CCS tehnologije



Pregled CCS tehnologije

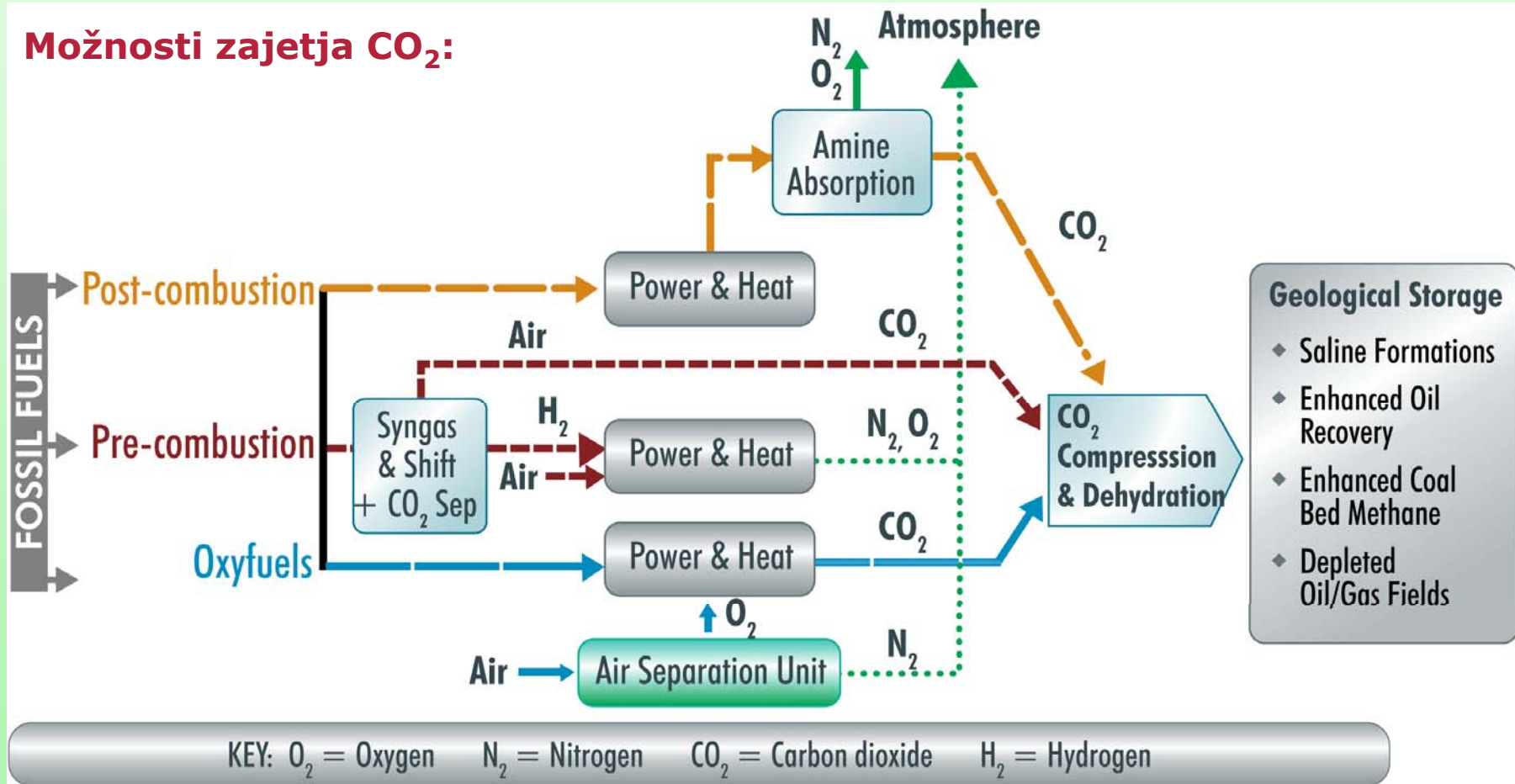


Pregled CCS tehnologije

Načini ločevanja:

- absorpcija (kemični postopek)
- adsorbpcija (fizikalni postopek)
- kriogeni postopek (destilacija pri nizkih temperaturah)
- s pomočjo membran

Možnosti zajetja CO₂:



Pregled CCS tehnologije

Transport CO₂



cevovod

Tehnični pogoji: v gosti fazi ($P > 100 \text{ bar}$, 900 kg/m^3)

Prednosti:

- najprimernejši za omejene razdalje in za velike količine

Slabosti:

- zahtevana visoka čistost CO₂ (CH₄, H₂S, N₂, O₂, voda)
- visoka investicija v infrastrukturo
- nujne re-kompresijske postaje

Tehnične izkušnje: v ZDA že ogljikovodi za potrebe EOR (3100 km, 45 Mt/leto v superkritičnem stanju)



ladja

utekočinjen ($P > 7 \text{ bar}$, $T > -53^\circ\text{C}$, 1100 kg/m^3)

- prilagodljiv način
- ni velikih investicij v infrastrukturo
- primeren za manjše količine na velike razdalje

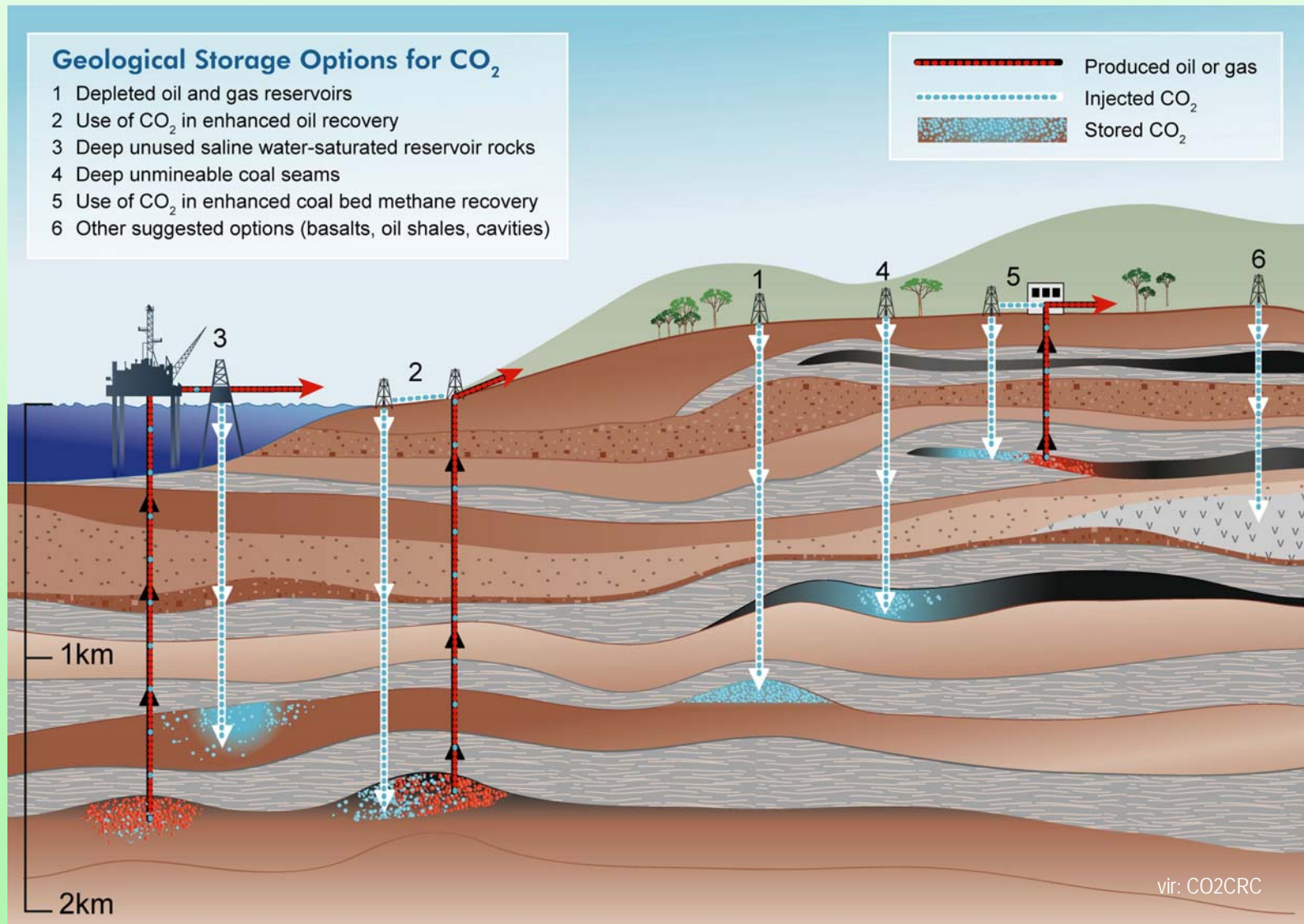
- nujno začasno skladiščenje
- visoki stroški utekočinjenja

- v živilsko predelovalni industriji
nekaj 100.000 t/leto, -15 do -30°C , 14-17 bar
kapaciteta ladje 850 – 1400 t CO₂
- v transportu utekočinjenega naftnega plina
velike količine letno, -70°C , 7bar
kapaciteta ladje 24.000 t



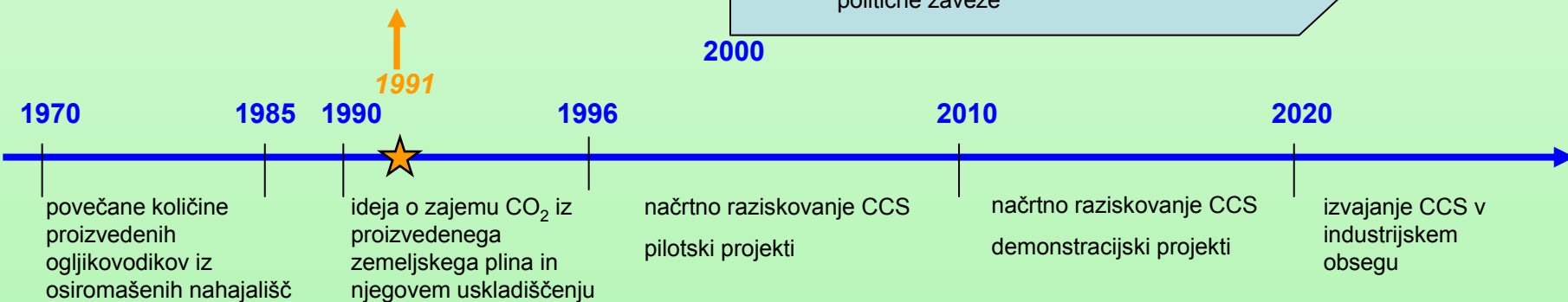
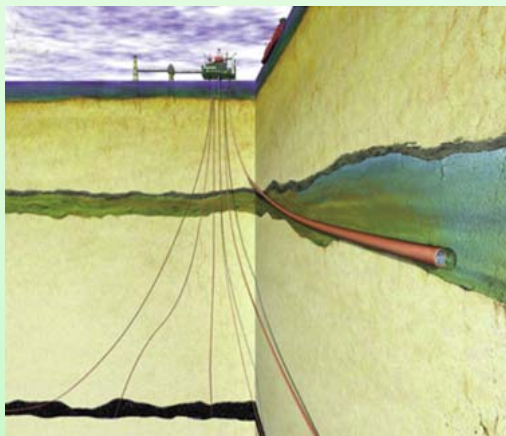
Pregled CCS tehnologije

Načini geološkega skladiščenja



Pregled CCS tehnologije

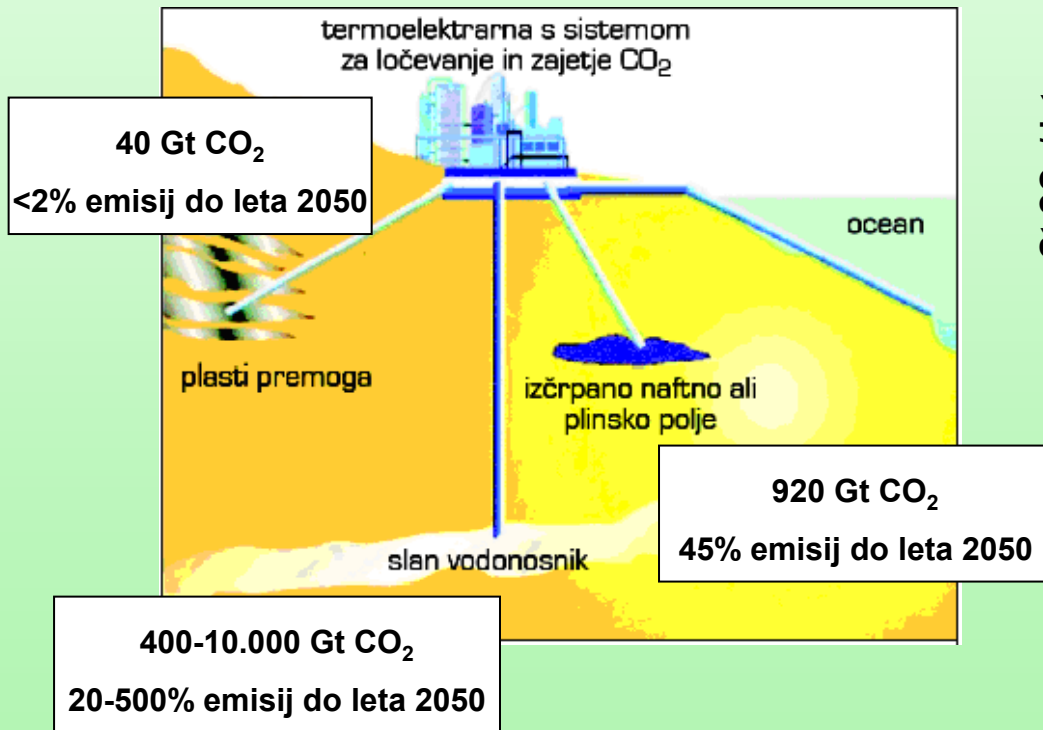
Časovni pregled razvoja - *shematsko*



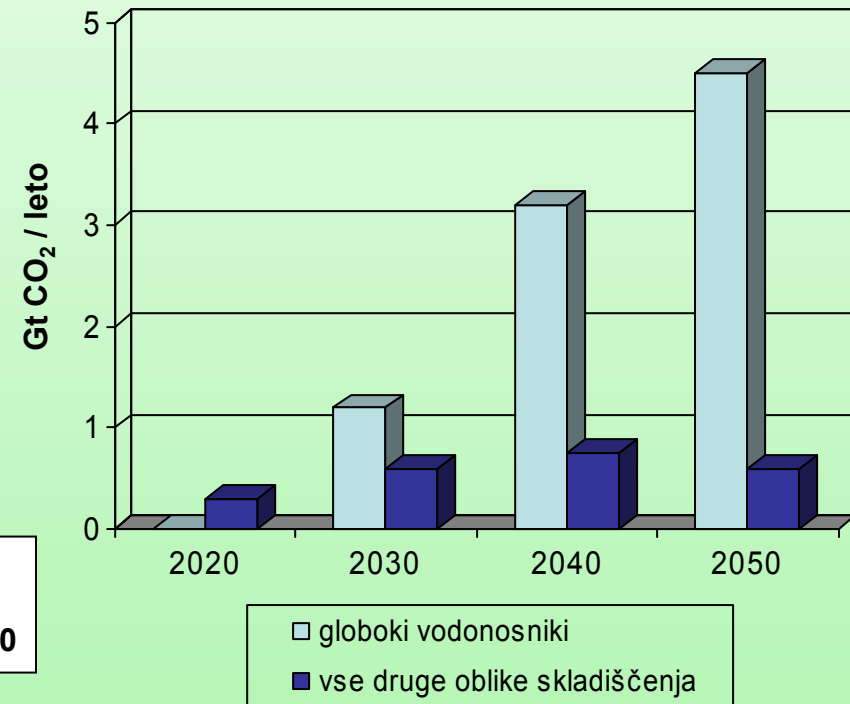
Pregled CCS tehnologije

ocena svetovnih skladiščnih kapacitet do leta 2050

svetovne emisije CO₂ 2005: 27 Gt/leto
2030: 42 Gt/leto



načrtovane količine uskladiščenega CO₂:



vir: IEA GHG, 2005



Pregled CCS tehnologije

trenutno stanje CCS (nov. 2011)

- > 30 delujočih velikih lokacij za skladiščenje:

Weyburn (Kanada) 1,6 Mt CO₂/leto

Sleipner (Norveška) 1 Mt CO₂/leto

In Salah (Alžirija) 0,8 Mt CO₂/leto

Snovhit (Norveška) 0,8 Mt CO₂/leto

Rangely (ZDA) 0,75 Mt CO₂/leto

Cranfield (ZDA) 0,5 Mt CO₂/leto

- letno se uskladišči > 10 Mt CO₂
(40% skladiščenje kot primarni cilj,
35% EOR, 5% ECBM, 20% drugo)

- že uskladiščeno > 40 Mt CO₂

- cena skladiščenja 35 – 85 € /t odstranjenega CO₂

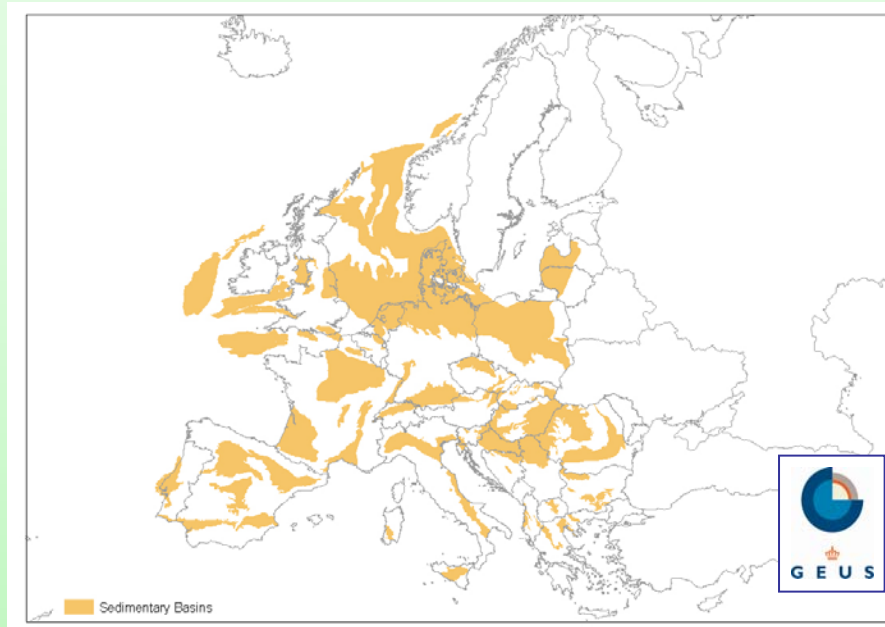


delujoči demonstracijski projekti za skladiščenje

delujoči demonstracijski projekti za zajem



ocena skladiščnih kapacitet v Evropi



EU emisije (2005): 1.9 Gt CO₂/leto

ocenjene kapacitete: 360 Gt

- 326 Gt v globokih vodonosnikih
- 32 Gt v osiromašenih nahajališčih nafte/plina
- 2 Gt v premogovih plasteh

konzervativna ocena: 117 Gt

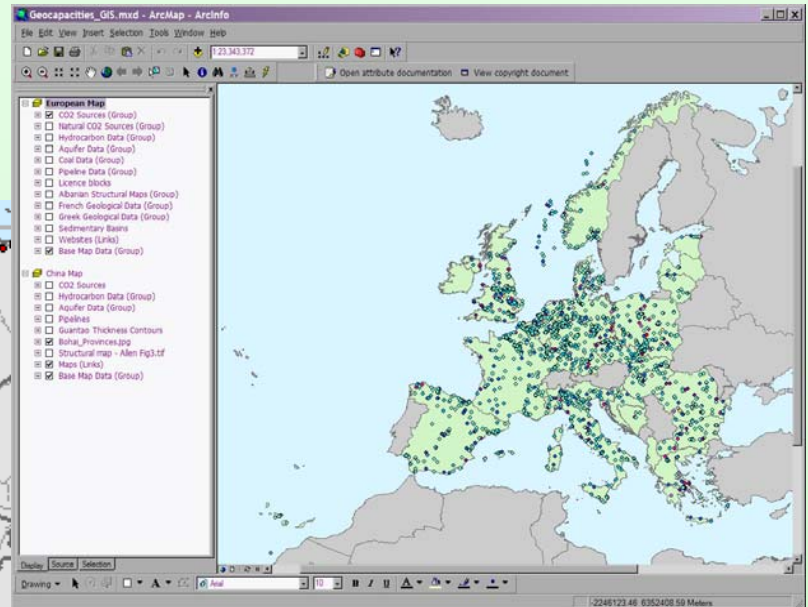
- 96 Gt v globokih vodonosnikih
- 20 Gt v osiromašenih nahajališčih nafte/plina
- 1 Gt v premogovih plasteh



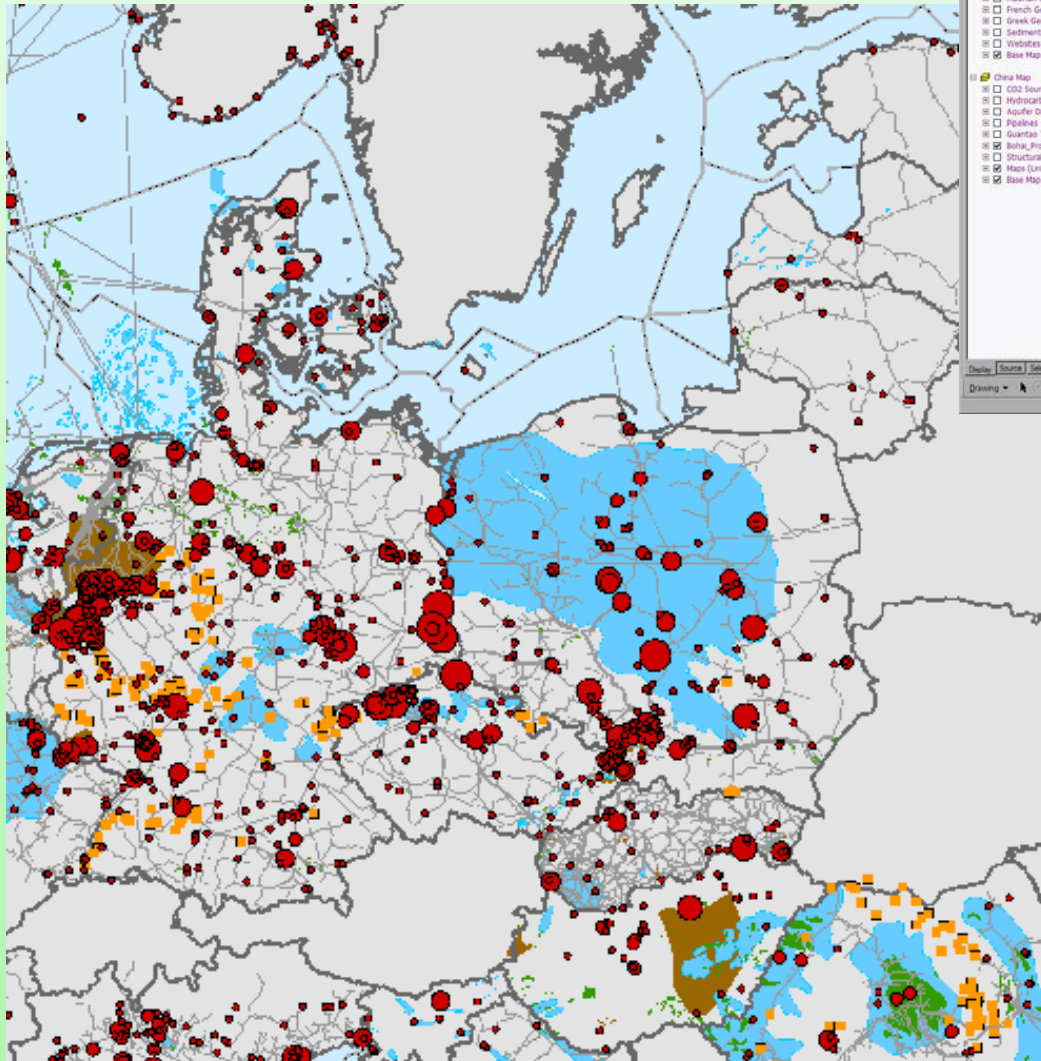
vir: GeoCapacity, 2007



Projekt EU GeoCapacity



GeoCapacity GIS



GeoCapacity maps of Sources & Sinks

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| CO2 Sources M³/year | Natural CO2 Sources |
| ● 0.001 - 1.000 | ■ Natural CO2 Sources |
| ● 1.001 - 2.000 | — Pipelines |
| ● 2.001 - 5.000 | — National Boundaries |
| ● 5.001 - 10.000 | ■ Hydrocarbon Fields |
| ● 10.001 - 32.000 | ■ Aquifers |
| | ■ Coal Fields |

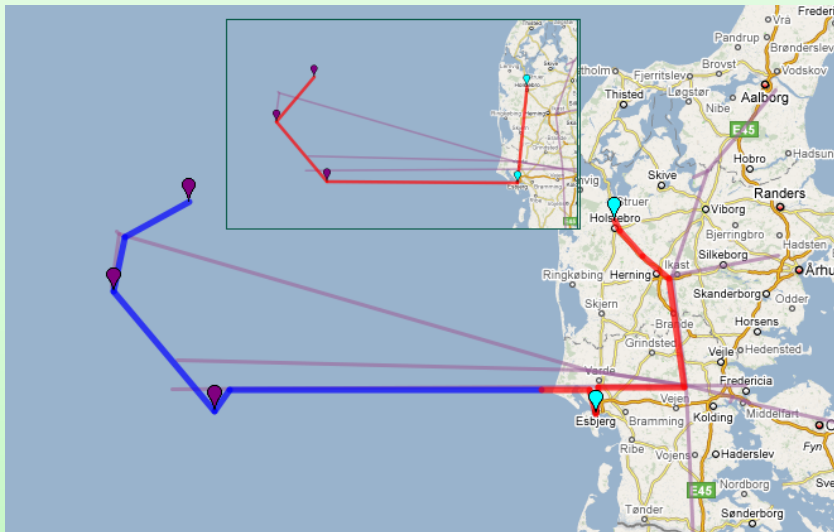


Geoinženiring

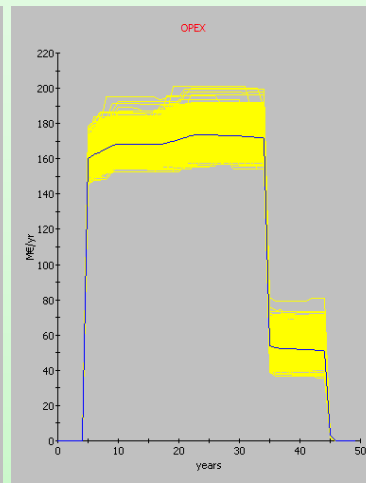
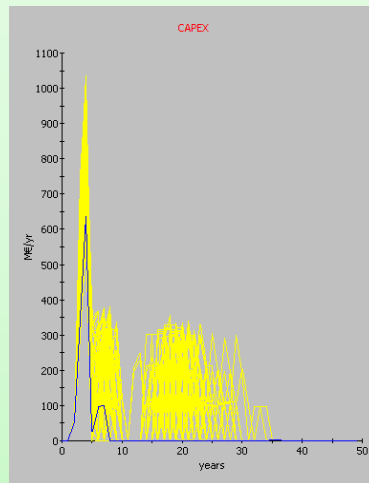
Projekt EU GeoCapacity

ORODJE ZA PODPORO ODLOČANJU - DSS

vklučuje vse elemente CCS: zajem, stiskanje, transport, skladiščenje in monitoring

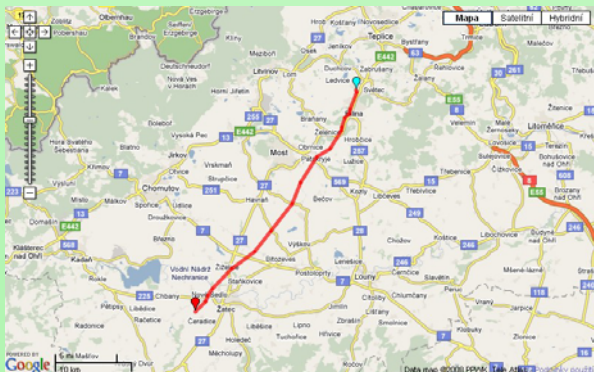


Hipotetični primer povezovanja vira in skladiščne lokacije (Danska): optimiranje transportnih poti (rdeče: obstoječi plinovod)



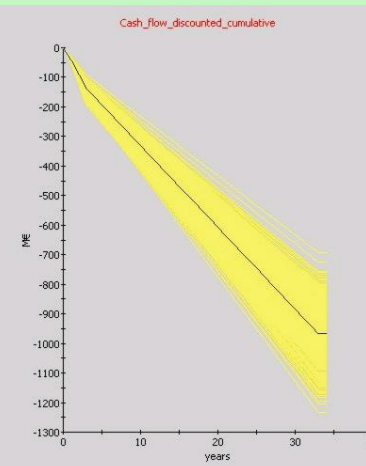
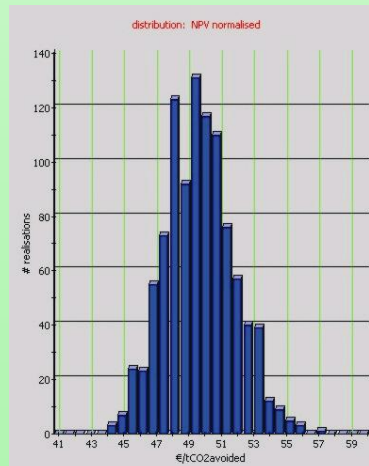
Stroški investicije (CAPEX) v življenjski dobi CCS projekta ter stroški obratovanja in vzdrževanja (OPEX) (v milijonih €/leto)

Primer ekonomskega vrednotenja: Češka



TE Ledvice - Zatek bazen

Verjetnostna porazdelitev stroškov CCS na enoto (tona odstranjenega CO₂) (levo) in simulacija kumulativnega denarnega toka (desno)



ZAKLJUČKI IN Poudarki

- pospešeno razvijanje in izpopolnjevanje postopkov zajema
- optimiranje transportnih poti (cevovodi: 2 koncepta; ladja)
- mehanizmi geološkega skladiščenja so dobro preučeni
- geološko skladiščenje se sedaj izvaja v pred-industrijskem obsegu (do 1 Mt/leto)
- skladiščne kapacitete tako v svetu kot v Evropi so velike
(največji delež v vodonosnikih, nekaj v HC poljih, potencial nekomercialnih premogovih plasti omejen)
- poleg tehnoloških dejavnikov je nujno upoštevati tudi socio-ekonomske učinke

**za dosego največje učinkovitosti je nujno vzporedno razvijati vse elemente CCS
in načrtovati celotne verige CCS**

