

Vodohospodářské důsledky změny klimatu

„Záchranná brzda“ klimatu
GEOINŽENÝRING

Ing. Martin Dočkal Ph.D.

B-613, tel:224 354 640,
dockal@fsv.cvut.cz



...potřeba efektivních řešení, když konvenční postupy selžou

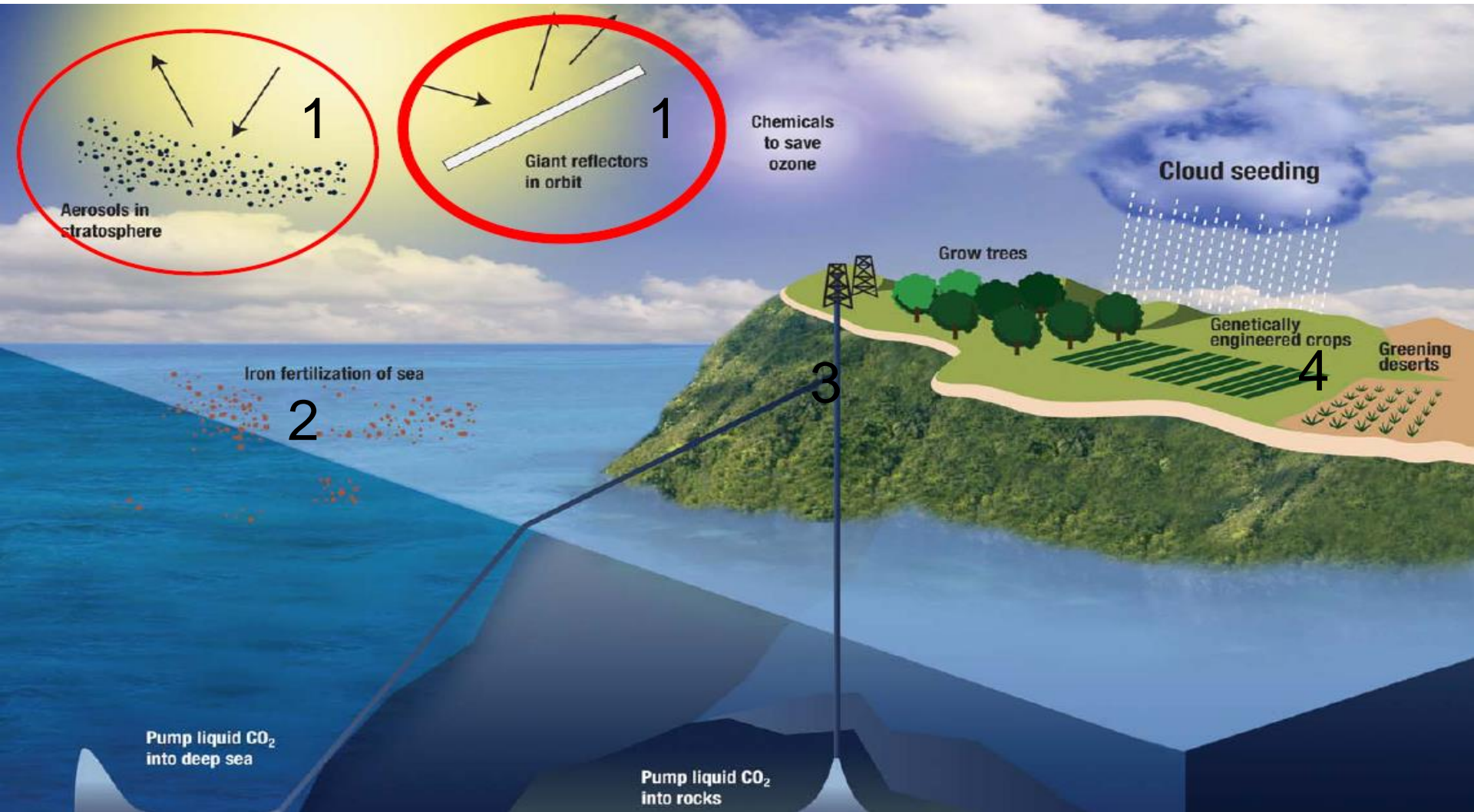
Geoinženýring (*geoengineering*) představuje cílené použití inženýrských, technických metod v měřítku celé Země, zaměřené proti účinkům nežádoucích vedlejších vlivů lidských činností.

Platí i pro jiné problémy než KLIMA (ozónová vrstva)

Cílem je řešit nikoli následky, ale příčinu problému!

Inženýři a vědci vymysleli a již i prakticky ověřili čtyři základní metody geoinženýringu pro řešení klimatu.

Základní metody klimatického geoinženýringu



Ad 1 - Rozptylování materiálu do stratosféry nebo vesmíru

Cíl: Snížit příjem ENERGIE ze Slunce!

Rozptýlit (letadly?) do stratosféry (20 km) jemný Al prach nebo SO_2 . Funguje jako obrovský průhledný slunečník

Hliník se stává součástí půdy. Může však mít nepříznivé vedlejší účinky na stratosféru, může například oxidovat a tím odebírat ozon ze stratosféry.

Zkoumá se možnost užití i jiných stínících materiálů, například organických barviv.

Je možné rozmístění tohoto materiálu na vhodném místě ve vesmíru (Lagrangeův bod L1), transport kosmickým výtahem.

Ad 2 – efektivnější fotosyntéza

Cíl: Zvýšit propad CO₂ fotosyntézou

V oceánech dochází k intenzivnímu převodu uhlíku z atmosféry do vody prostřednictvím planktonu, který CO₂ pohlcuje. Potenciál oceánů je obrovský!

Hypotéza železa

Přírodní železo v oceánech pochází ze zemského povrchu

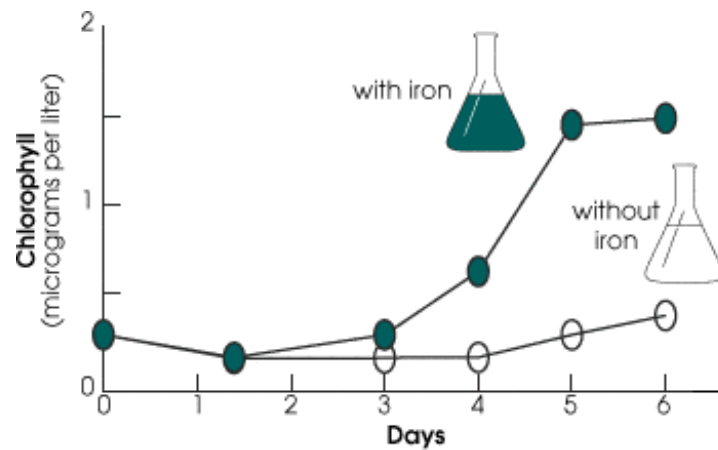
Počátek hypotézy je v ...

Paleoceanografie + jádra vrtů v ledovci → doba ledová → sucho na zemském povrchu → Fe → nižší CO₂ → vyšší produktivita v oceánech → nižší teploty (zpětná vazba)

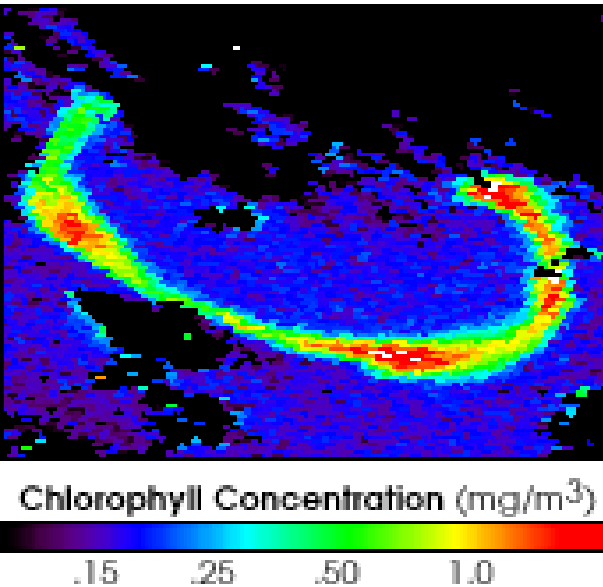
Úroveň CO₂ je nepřímo úměrná úrovni Fe za posledních 18 000 let

Zlepšené techniky měření stopových prvků

Experimenty na vzorcích z Antarktidy



„HNOJENÍ“ oceánů



Ironex I (1993) – Expedice na Galapágy
(oblast HNCL)

Vysypáno 445 kg Fe na 64 km² oceánu

Úroveň fytoplanktonu vzrostla 3x/24 hod!

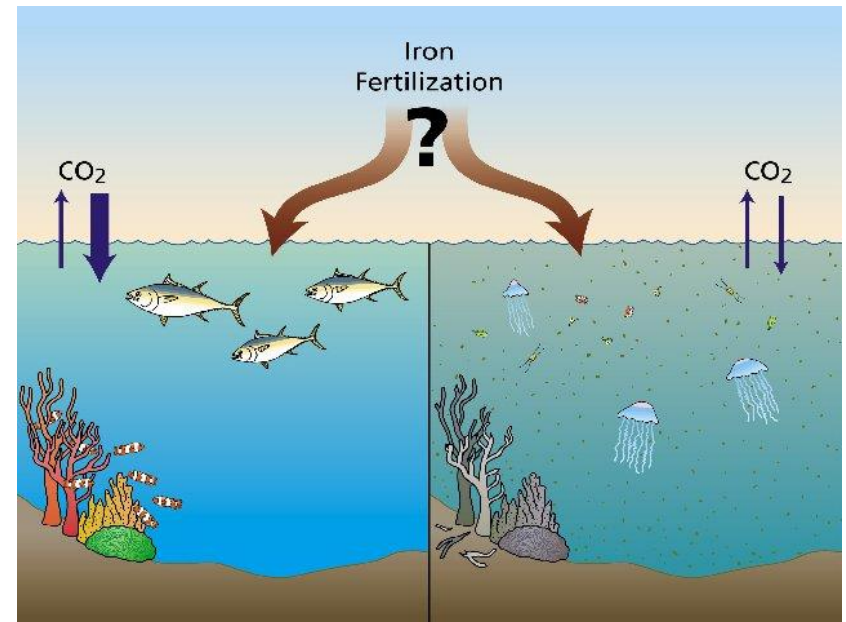
Nenastal významný pokles atmosf. CO₂ -
rozsah???

Závěry

Fe podporuje vzrůst
fytoplanktonu, ale nemusí
vždy znamenat okamžitou
redukci CO₂

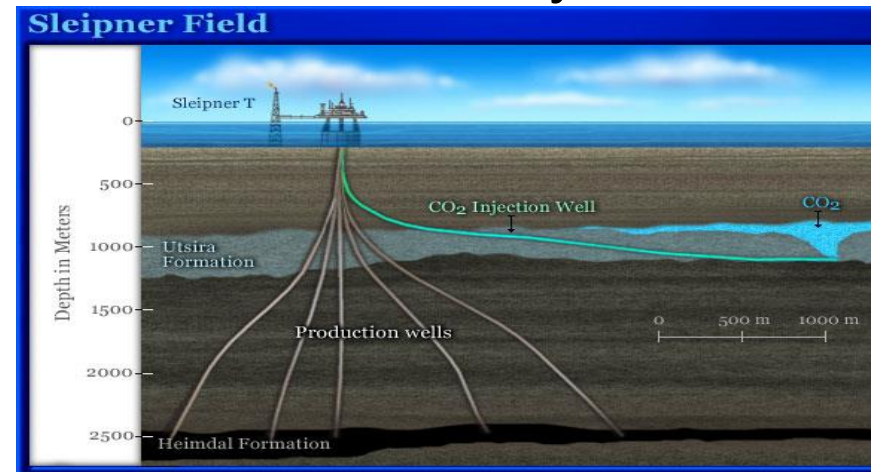
Příliš mnoho
enviromentálních důsledků

Větší zisk z času a peněz
investovaných do
technologie, pro redukci CO₂



Ad 3 - Ukládání uhlíku do geologických útvarů a oceánů.

Spalování fosilních paliv nemusí mít v budoucnu negativní dopad na klima - podobně jako se ze spalin odstraňují oxidy síry, je možné odstraňovat oxidy uhlíku.



Procesy zahrnují jímání CO₂, jeho kompresi, transport a ukládání CO₂ do geologických útvarů, zejména do prostor po vytěžení zemního plynu, do hlubin, kde se nachází netěžitelné uhlí nebo do hluboké podzemní vody.

Realita

Zkušenosti norské firmy Sleipner:

Z vrtné plošiny v Sev.moři se v 90.let minulého století těžil zemní plyn. Obsahoval asi 9 % CO₂, pro využití plynu v průmyslu a v domácnostech mnoho.

Na doporučení norského parlamentu, se od 1996 ukládá CO₂ 1000m pod mořem do prostor, po zemním plynu. Celkem 25 Mt CO₂ asi 1Mtun ročně při ceně 40 US\$/t CO₂.

CO₂ se využívá i pro potravinářský průmysl (elektrárna Shady Point (USA) → 200 t CO₂ /den, továrna Sumitomo Chemicals, Chiba (Jap) → 150 t CO₂ /den,...

Uvažuje se i o ukládání CO₂ do vod oceánů, zejména v jejich velkých hloubkách. Toto je ve stadiu výzkumu.



Ad 4 - Zachycování uhlíku v půdě a pozemskou vegetací.

Win-win opatření...

Různé způsoby obhospodařování půd (zúrodnění pouští)

Rozsáhlé a dlouhodobé zalesňování

Zaměstnanost

Má-li však mít tato metoda dostatečný vliv na zemské klima, musí být provozována:

- ✓ v planetárním měřítku a
- ✓ s využitím metod genetického inženýrství, aby uložení uhlíku v genově pozměněných rostlinách bylo dostatečně kapacitní a dlouhodobé.

Změna albeda Země

Albedo = míra odrazivosti tělesa pro záření

Energetická bilance Země „téměř vyrovnaná“ ...láková
idea: stačí snížit tok E na Zem o 1,7 % (tj. asi $4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$)

Cíl: Zajistit management sluneční radiace dopadající
na Zem nebo odražené atmosférou a povrchem
+ redukovat vliv městského ostrova, který může dělat až
 4°C (např. bílý asfalt, bílé nebo biologické střechy aj.)



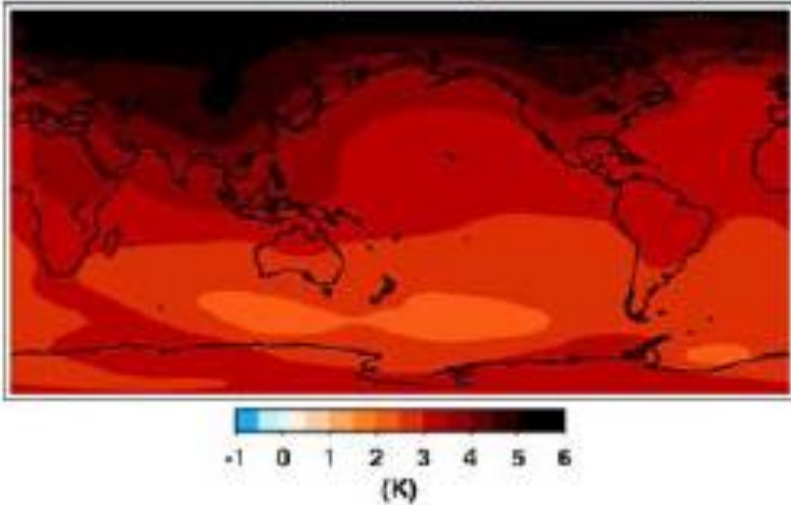
Ochrana
ledovců
plachtou
Zugspitze



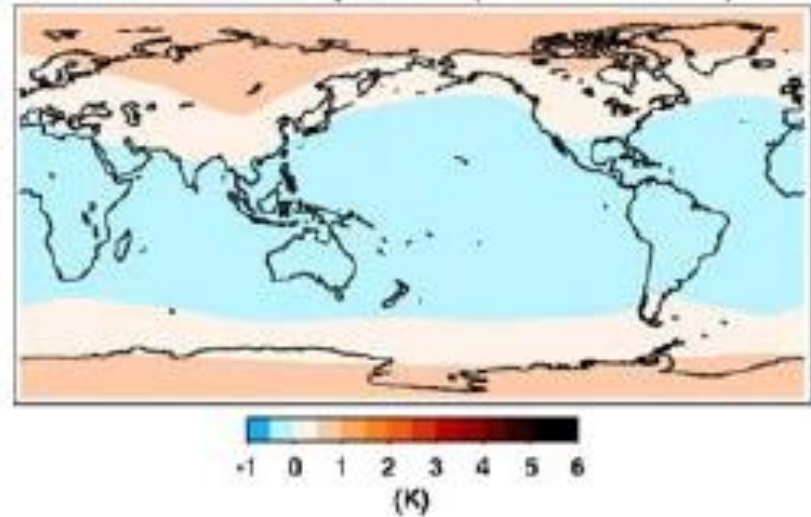
Zelené
střechy ve
městech

Efekt na teplotu

a Surface Air Temperature (A2: 2100-1900)

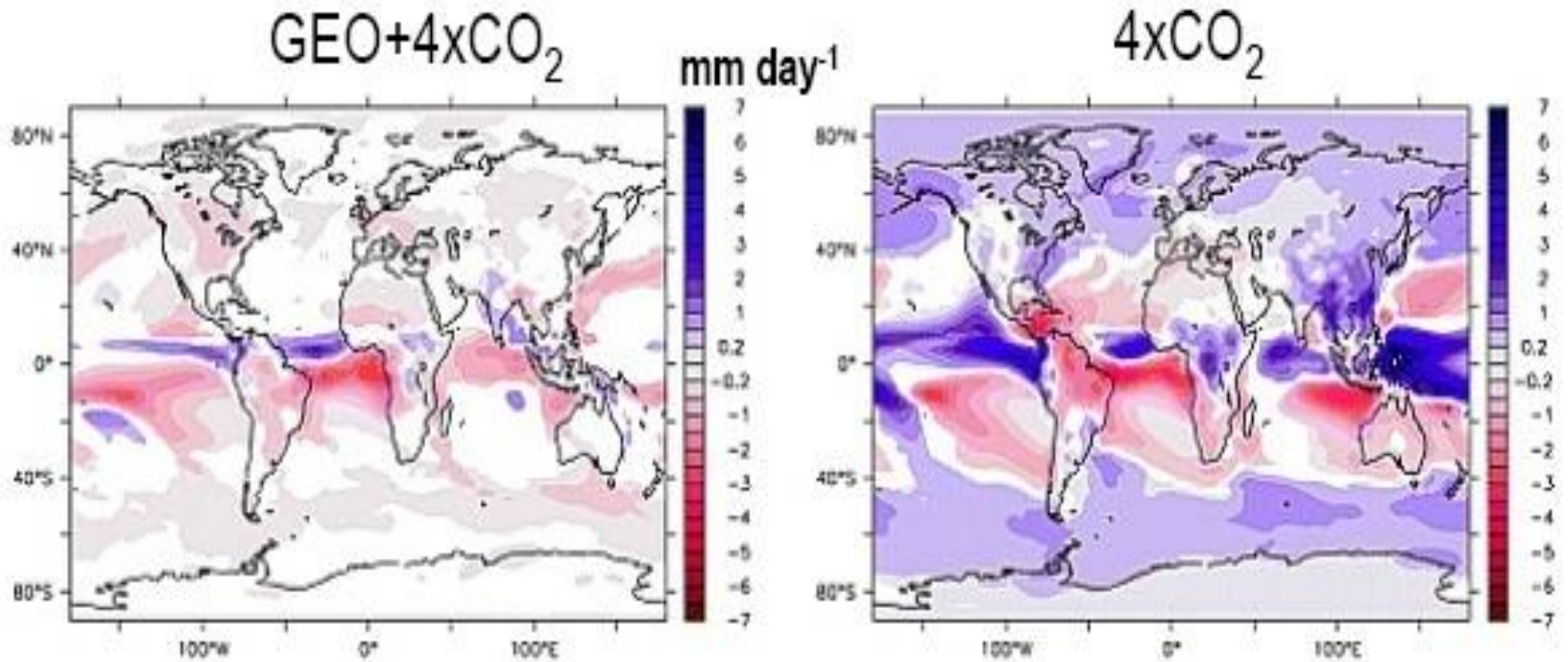


c Surface Air Temperature (GEO: 2100-1900)



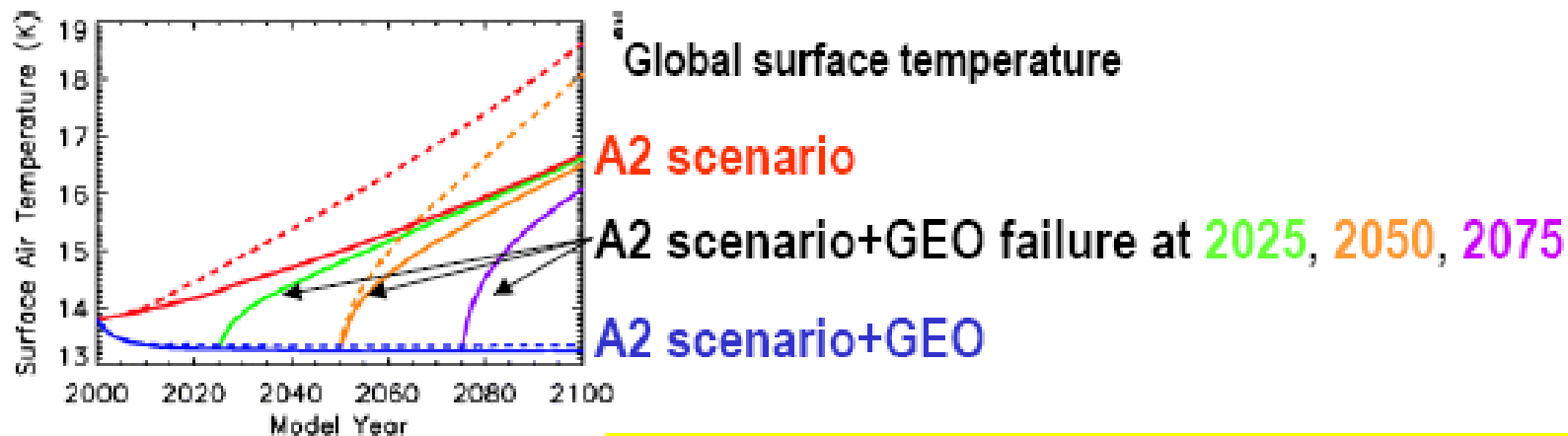
Při použití geoinženýringu se teplota téměř vrátí na preindustriální úroveň...

Efekt na srážky



Svět by byl sušší, 5% pokles srážek

Problém přerušení akcí



Akce geoinženýringu nelze přerušit, jinak by nastal prudký návrat k původnímu trendu změny klimatu!

Geoengineering pro a proti

Pro

Rychlé zastavení nárůstu teploty, tání ledovců, zvyšování hladiny oceánů kompenzací nárůstu CO₂ relativně levně

Proti

Negativní vliv na ozónovou vrstvu (rozptyl síry)

Nelze jej přerušit

Acidifikace oceánů by pokračovala

Mezinárodní dohody nutné – jinak by akce mohla provést jen jedna země (levné!)

Problémy managementu klimatu (jaká teplota je správná, kdy začít, kdo to rozhodne aj.)

Zásadní otázky řízení klimatu

1. Jaký je rozsah problému?
2. Plyne z problému také užitek?
3. Jaké jsou varianty řešení?
4. Kolik se tím napraví?
5. Mají experti nějaká jiná řešení?
6. Kolik se napraví jinými řešeními?
7. Co to bude stát?
8. Co se tím získá? (Analýza zisků a nákladů)
9. Je tento problém hlavní? (Porovnat řešení tohoto problému s jinými problémy světa)

Závěr

Nutnost kombinace mitigace, adaptace a geoengineeringu

Rozptyl částic do stratosféry je dočasné řešení, než začnou působit ostatní metody (snižování koncentrace CO₂, hnojení moří železem, sekvestrace CO₂, biologické metody ukládání CO₂ do vegetace a půdy aj.)

Geoengineering typu rozptyl do stratosféry je „záchranná brzda“ v boji se změnou klimatu

Geoengineering: reálná alternativa řešení problémů globálního oteplování

Závěr:

Dobrý politik a ekonom musí být realista a počítat s různými alternativami rozvoje lidské společnosti včetně vývoje energetiky, zejména v rozvojových zemích.

Metody geoengineeringu, nejsou tak závislé na možnostech a vůli rozvinutých i rozvojových zemí redukovat emise skleníkových plynů,

Nedokážeme-li snížit emise skleníkových plynů pod požadovanou úroveň, pak geoengineering může být jedinou možností...

Děkuji za pozornost

Těším se na dotazy

