

Měření koncentrace CO₂ ve městě Zlíně v zimním a jarním období 2008. Vyhodnocení vlivu skleníkových plynů na životní prostředí

Measurement of the CO₂ concentration in the Zlin town in winter and spring season 2008.
Influence evaluation of greenhouse gases on living environment.

Přemysl Baroň

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav automatizace a řídicí techniky

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Přemysl BAROŇ**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Měření koncentrace CO₂ ve městě Zlíně v zimním, a jarním období 2008. Vyhodnocení vlivu skleníkových plynů na životní prostředí.**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte analýzu zadání.
2. Zpracujte literární rešerši o problematice.
3. Uvedte princip a aspekty měření.
4. Provedte minimálně tři měření ve Zlíně a Uherském Hradišti a to na pěti různých místech a v různých obdobích.
5. Zpracujte vyhodnocení výsledků měření.



Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. CHUDÝ,V. a kol.Meranie technických veličin. Bratislava: STU, 1999. ISBN 80-227-1275-2
2. DYER, S., A. Survey of instrumentation and measurement. John Wiley and sons, 2001, s. 1096. ISBN 0-471-39484-X.
3. HRUŠKA,F. Technické prostředky informatiky a automatizace. učební texty. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, duben 2007, s.193. ISBN 978-80-7318-535-0
4. WEB stránky MŽP orientovanou na problematiku emisí CO2.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Hruška, Ph.D.**
Ústav elektrotechniky a měření

Datum zadání bakalářské práce: **22. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. června 2008**

Ve Zlíně dne 22. února 2008

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Práce se zaměřuje na problematiku termínu globální oteplování a vlivy CO₂ na tento „fenomén“ doby. Podá dostatečné důkazy i fakta na dané téma v podobě grafů nebo tabulek z měření na různých místech planety a to různými způsoby, ale také v odlišných historických obdobích. Poodhalí skutečné problémy, jejich dopad na současnou společnost. Odkryje motivaci a důvody osob stojících na počátku vzniku tohoto termínu. Dále pak bude doplněna o měření ve městě Zlín a Uherské Hradiště. Prozkoumá naměřené hodnoty. Pokusí se o rozbor výsledků, porovnání stanovišť i jednotlivých měst. Provede další měření v uzavřených budovách, čímž ověří např. kvalitu vzduchotechniky na naší fakultě a běžných domácnostech.

Klíčová slova:

Globální oteplování, oxid uhličitý, měření, životní prostředí, skleníkové plyny, člověk, lidé.

Abstrakt ve světovém jazyce

ABSTRACT

This dissertation aims at problems of term global warming and influence of carbon dioxide on this current „phenomenon“. It tries hard to report sufficient evidence and data on this given subject in similarity graphs and tables of measuring on various places on planet and in various ways and in different periods of history and also show real problems and their impact against nowadays society. Uncover motivation and purposes of people standing at the beginning of this term. Next then top up own measuring in towns Zlin and Uherske Hradiste. It will explore measured values and try to analyse results and compare stanpoints of partiucular towns. Other measuring will reliaze in locked up buildings whereby and will certify for example ventilation equipment quality at our faculty.

Keywords:

Global warming, carbone dioxide, measuring, environment, greenhouse gases, human, people.

Poděkování, motto

Rád bych na tomto místě poděkoval doc. Ing.Františku Hruškovi, Ph.D. za podněty, vydatnou pomoc, trpělivost a přátelský přístup při vedení bakalářské práce, dále mému bratrovi Ing. Mojžíru Baroňovi za jeho nekonečnou podporu v průběhu studií. Mé poděkování patří také mé manželce Janě Baroňové DiS., za její toleranci a obrovskou podporu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně 6.června 2008

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 OXID UHLIČITÝ	10
1.1 HISTORIE OXIDU UHLIČITÉHO	12
1.2 VÝSKYT V PŘÍRODĚ	12
1.3 VYUŽITÍ.....	13
2 VLIV OXIDU UHLIČITÉHO NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	14
2.1 VZRŮST OXIDU UHLIČITÉHO V ATMOSFÉŘE	14
2.2 TEPLoty ATMOSFÉRY A POVRCHU.....	16
2.3 HYPOTÉZA GLOBÁLNÍHO OTEPLOVÁNÍ.....	24
2.4 DŮKAZY O GLOBÁLNÍM OTEPLOVÁNÍ.....	30
2.5 ÚROVEŇ MOŘSKÉ HLADINY	33
2.6 PODPORA RŮSTU ROSTLIN.....	35
2.7 POTVRZENÍ HYPOTÉZY.....	45
3 MOŽNOSTI MĚŘENÍ CO₂	46
3.1 SYSTÉMY ZALOŽENÉ NA DETEKCI CO ₂	46
3.2 METODY MĚŘENÍ CO ₂	46
II PRAKTICKÁ ČÁST	49
4 MĚŘENÍ CO₂ VE MĚSTĚ ZLÍN	53
4.1 STANOVIŠTĚ A JEJICH CHARAKTERISTIKY	53
4.2 NAMĚŘENÉ HODNOTY VE ZLÍNĚ	54
5 MĚŘENÍ CO₂ V UHERSKÉM HRADIŠTI	59
5.1 STANOVIŠTĚ A JEJICH CHARAKTERISTIKY	59
5.2 NAMĚŘENÉ HODNOTY V UHERSKÉM HRADIŠTI	60
ZÁVĚR	66
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ (CONCLUSION)	67
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	71
SEZNAM TABULEK	76
SEZNAM PŘÍLOH	77
PŘÍLOHA PI: TABULKY + GRAFY V EXCELU	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

ÚVOD

Na počátku devadesátých let dvacátého století se našly velmi rychle a neověřeně odpovědi na náhlé změny v rázech počasí na naší planetě. Tyto odpovědi zněly v tu dobu velmi jasně a taky logicky. Změny má zcela jistě na svědomí rostoucí průmysl a několikanásobné zvýšení emisí vypouštěných do ovzduší a tehdy se začalo mluvit o CO₂ jako o jednom z hlavních problémů způsobujícím tyto abnormality. V této práci se pokusím trochu zviklat váhy na stranu odborníků, kteří se zcela jasně a otevřeně vyjádřili na toto téma a snažili se popřít nám stále dokola omílané věci, jako jsou globální oteplování planety a lidský faktor ovlivňující tyto jevy. Po těchto vyjádření ne zrovna malých lidí v daném oboru (prof. Philips Stott – prof. biogeografie Univerzita v Londýně; prof. Patrick Michaels- IPCC Univerzita ve Virginii; prof. Syun- Ichi Akasofu – ředitel centra pro výzkum Arktidy; dr. Tim Ball – klimatologie Univerzita ve Winnipegu; prof. Frederick Singer – ředitel US National Weather – satellite service; Nigel Calder – editor - New Scientist; prof. Ian Clark – výzkum planety Univerzita v Ottavě) se na ně pořádají ve sdělovacích prostředcích hony a je vyvíjen tlak na veřejnost, aby se na tyto rebely dívala přes prsty. Z globálního oteplování se totiž v dnešní době stal celkem výnosný obchod. Spousta lidí se na tomto problému dost dobře živí. Jejich vliv není zrovna malý a tyto názory se jim moc nehodí do jejich koncepce záchrany planety.

Jen USA za poslední období navýšila svůj rozpočet na výzkum těchto vlivů z 170 mil dolarů na 2 mild a to je více než desetinásobek, pak není divu, že za tyto prostředky je třeba přinést i nějaké výsledky, ne reálné, ale spíše takové jaké se momentálně zadavateli hodí a jaké potřebuje pro svou politiku. V roce 1974 britská BBC varovala obyvatele před hroznými suchy, bouřemi a předpovídala katastrofu v podobě toho, že se planeta mocně ochladí, místa na severu, nyní hojně osídlena, budou prý prakticky neobyvatelná. Tehdy vystoupil holandský vědec Bert Bolin s teorií, že produkce průmyslu a těžba uhlí respektive ropy planetu oteplí díky vypouštěnému CO₂. Tak se nastartoval kolotoč událostí, hodící se tehdejší Margaret Thatcherové, která nevěřila dálnému východu z dodávkami ropy - strašila ji myšlenka energetické krize v Británii. Potřebovala nějaké pádné argumenty na podporu štěpení atomu a tím i osamostatnění Británie na poli energetiky. Tehdy vznikly první hypotézy o globálním oteplování. Výsledky, které si u renomovaných odborníků objednala zcela zanedbali reálné důkazy nebo vlivy např. slunce, historické naměřené hodnoty teplot

a hladiny CO_2 . Historie těchto hodnot se získává z tzv. ledových vrtů, geologických rozborů hornin a jsou nezvratnými fakty.

Nechtěl bych v žádném případě zcela popírat jistý vliv lidí na životní prostředí, ale co se problematiky CO_2 , bych rád tlumočil názory, které nejsou příliš často slyšet a jsou veřejností veskrze nepřijímány. Chtěl bych tyto nové studie podepřít o seriózní měření včetně nezvratných důkazů. Co se skleníkových plynů týká je 95 % vodní pára. CO_2 je z celkového množství jen 0,054 %, z tohoto množství je lidmi vyprodukováno jen zanedbatelné množství 7 gigatun oproti 80 gigatunám vyprodukovanými oceány. I kdybychom tedy chtěli tuto nesmyslnou hypotézu o CO_2 a oteplování připustit, tak naměřené hodnoty v minulosti nám absolutně nebudou z produkci lidstva korelovat. Za posledních 150 let se teplota na planetě zvýšila o $0,5^\circ\text{C}$ z toho nejvíce v období 1905 až 1940 kdy byl průmysl v plenkách a prioritou byla zemědělská výroba. Při poválečném boomu průmyslové výroby se teplota naopak snižovala.

Dále také svou práci doplním o vlastní měření, které proběhlo ve městě Zlíně a v okolí mého bydliště, čili v Uherském Hradišti. Snažil jsem se, aby daná měření proběhla za různých počasí, podmínek a místech lišících se provozem, výškovou polohou nebo osídlením. Daná místa budu nejdříve charakterizovat a následně porovnávat naměřené hodnoty s ostatními naměřenými na různých místech.

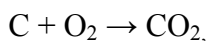
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OXID UHLIČITÝ

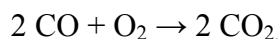
Oxid uhličitý	
Registrační číslo CAS	124-38-9
Sumární vzorec	CO ₂
Molární hmotnost	44,009 g/mol
Teplota tání	-56.5 °C (<i>pod tlakem nad 0,5MPa</i>)
Teplota sublimace	-78.6 °C
Hustota	1,56 g/cm ³ (<i>tuhé sk., 20 °C</i>) 1,98 kg/m ³ (<i>plyn</i>)
Trojný bod	518 kPa při -56,6 °C
Kritický bod	7,821 kPa při 31,1 °C

Tabulka 1: Vlastnosti CO₂

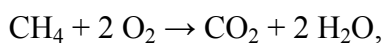
Oxid uhličitý (chemický vzorec CO₂), archaicky uhlec je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu; při vyšších koncentracích může v ústech mít slabě nakyslou chuť. Je těžší než vzduch. Vzniká reakcí uhlíku s kyslíkem (spalováním):



hořením oxidu uhelnatého (např. svítiplynu):



nebo organických látek, např. methanu:



a to vždy za vývinu značného množství tepla. Podobnými reakcemi můžeme popsat i spalování fosilních paliv a biomasy. Je také produktem dýchání většiny živých organismů,

kde je spolu s vodou konečným produktem metabolické přeměny živin obsažených v potravě.

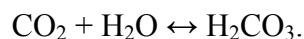
V laboratoři se většinou připravuje reakcí uhličitánů, především uhličitanu vápenatého se silnými kyselinami např. chlorovodíkovou:



Průmyslově se vyrábí tepelným rozkladem (žháním) vápence (uhličitanu vápenatého):



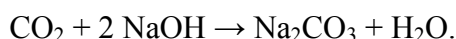
Po chemické stránce je oxid uhličitý velice stálý a ani při velmi vysokých teplotách nad 2000 °C se ztelně nerozkládá. Ve vodě se snadno rozpouští, přičemž se přitom zčásti (asi z 0,003 %) slučuje s vodou na kyselinu uhličitou:



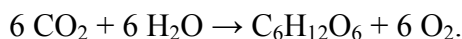
Oxid uhličitý reaguje se silnými hydroxidy za vzniku solí, které se vyskytují ve dvou formách, jako uhličitany a hydrogenuhličitany (starším názvem kyselá uhličitany); např. s hydroxidem sodným vzniká buď hydrogenuhličitan sodný:



nebo při větším množství hydroxidu uhličitan sodný:

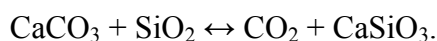


V zelených rostlinách je oxid uhličitý asimilován v procesu zvaném fotosyntéza za katalytického působení chlorofylu a dodávky energie ve formě světelných kvant na monosacharidy podle celkové rovnice:



Spalování sacharidů v těle živočichů (i rostlin v noci) je chemickým procesem právě opačným, stejně tak kvašení cukrů působením kvasinek.

Při geologickém vývoji planetárních těles hraje v chemismu oxidu uhličitého významnou roli rovnováha mezi oxidem uhličitým a oxidem křemičitým v kompetici o vápník podle vztahu:



Za běžných teplot panujících na Zemi je tato rovnováha posunuta téměř úplně vlevo, takže velké množství oxidu uhličitého je vázáno v uhličitánových horninách. Stoupne-li teplota zhruba nad 350 °C, rovnováha se vychýlí téměř úplně vpravo a oxid křemičitý vytěsni z hornin oxid uhličitý, který přejde do atmosféry. Tímto mechanismem se vysvětluje velmi hustá atmosféra planety Venuše, složená převážně z oxidu uhličitého.

Při ochlazení pod -80 °C mění plynný oxid uhličitý svoje skupenství přímo na pevné (desublimuje) za vzniku bezbarvé tuhé látky, nazývané suchý led.

Oxid uhličitý je nedýchatelný a ve vyšších koncentracích může způsobit ztrátu vědomí a smrt. V krvi se totiž váže na hemoglobin a vytěsňuje tak kyslík, který se pak z plic obtížněji dostává do mozku a tkání těla.

1.1 Historie oxidu uhličitého

Oxid uhličitý byl první chemickou sloučeninou, která byla popsána jako plyn odlišný od vzduchu. V 17. století vlámský chemik Jan Baptist van Helmont zjistil, že při spalování dřevěného uhlí v uzavřené nádobě váha zbylého popele je menší, než původního uhlí. Vysvětlil to přeměnou části uhlí na neviditelnou substanci, kterou nazval plyn spiritus sylvestre.

V polovině 18. století vlastnosti tohoto plynu studoval podrobněji skotský lékař Joseph Black. Zjistil, že zahříváním vápence nebo jeho reakcí s kyselinami vzniká plyn, který nazval „fixovatelný vzduch“ („fixed air“), protože jej bylo možno vázat silnými zásadami (např. hydroxidem vápenatým). Zjistil také, že je těžší než vzduch a že na rozdíl od normálního vzduchu nepodporuje hoření a že zvířata v něm hynou. Vázání na hydroxid vápenatý použil k důkazu, že je ve vydechovaném vzduchu a také, že se uvolňuje při procesu kvašení (fermentace).

1.2 Výskyt v přírodě

Oxid uhličitý je běžnou součástí zemské atmosféry, přičemž jeho koncentrace (průměrně 0,038 % v roce 2004) v ovzduší kolísá v závislosti na místních podmínkách, na

výšce nad povrchem a relativní vlhkosti vzduchu v ovzduší. V důsledku zejména průmyslových emisí jeho průměrná koncentrace ve vzduchu stále roste.

Lokálně velmi vysoká koncentrace je v místech jeho výronu ze země ve vulkanicky aktivních oblastech a v některých přírodních minerálních vodách. Vzhledem k tomu, že je těžší než vzduch může se v takových místech hromadit a představovat nebezpečnou past pro zvířata i lidi. Ročně tak vulkanické aktivity dodávají do ovzduší Země přibližně 130 až 230 Tg, což představuje řádově jen 1 až 2 % produkce CO₂ lidstvem.

Oxid uhličitý byl také nalezen v mezihvězdném prostoru. Je hlavní složkou atmosfér planet Venuše a Mars. Spektroskopicky byl prokázán i v komě komet.

1.3 Využití

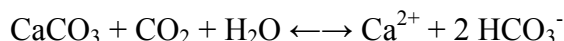
Oxid uhličitý je průmyslově lehce dostupný plyn. Využívá se jako:

- chemická surovina pro výrobu:
 - anorganických uhličitánů
 - methanolu
 - polykarbonátů
 - polyuretanů
 - karbamátů
 - isokyanátů
 - a jiných organických sloučenin
- hnací plyn a ochranná atmosféra pro potravinářské účely
- součást perlivých nápojů
- náplň sněhových hasících přístrojů
- chladicí médium (suchý led)
- v medicíně se přidává (do 5 %) ke kyslíku pro zvýšení efektivity dýchání

2 VLIV OXIDU UHLIČITÉHO NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V dnešní době existují dvě protichůdné hypotézy na vliv oxidu uhličitého na životní prostředí.

První hypotéza předpokládá, že oxid uhličitý se největší měrou podílí na vzniku skleníkového efektu. Jeho nárůst v ovzduší, což je považováno za hlavní příčinu globálního oteplování, je způsoben zejména spalováním fosilních paliv a úbytkem lesů. Naštěstí zatím nejvýkonnější ekosystém poutající vzdušný oxid uhličitý - mořský fytoplankton - není dosud příliš narušen. Velké množství oxidu uhličitého je také rozpuštěno ve světových mořích a oceánech, které tak regulují jeho množství v atmosféře. Pozvolný nárůst globální teploty však negativně ovlivňuje rozpustnost CO₂ v mořské vodě a pozitivní zpětnou vazbou se tak dostává zpět do vzduchu další dodatečné množství tohoto skleníkového plynu. Naštěstí většina oxidu uhličitého je v mořské vodě vázána chemicky ve formě uhličitanových a hydrogenuhličitanových iontů, za což vděčíme jeho reakci s vápenatými minerály podle rovnice:



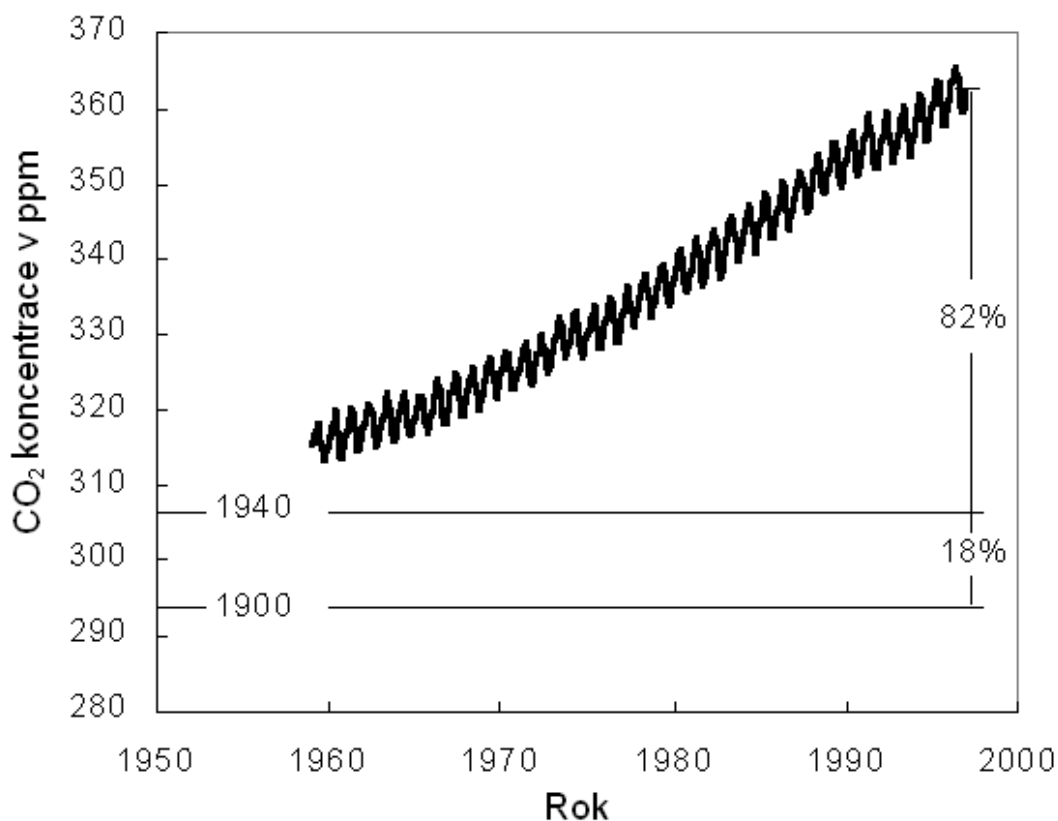
Tato rovnováha se však se zvyšující teplotou posunuje doleva.

Také intenzita fotosyntézy fytoplanktonem je závislá na optimální teplotě a s jejím růstem nad optimum klesá.

Druhá hypotéza popírá vliv oxidu uhličitého na globální oteplování, které přisuzuje spíše přirozenému vývoji naší planety.

2.1 Vzrůst oxidu uhličitého v atmosféře

Koncentrace CO₂ v atmosféře Země se během uplynulého století zvýšila, jak je ukázáno na obrázku 1.



Obrázek 1: Koncentrace CO₂ v částicích na milion

Obrázek 1: Koncentrace CO₂ v částicích na milion, objemově (ppm), na Mauna Loa, Hawaii. Tato měření dobře souhlasí i s jinými lokalitami [1]. Periodické cykly jsou způsobovány sezónními změnami v absorpci oxidu uhličitého rostlinami. Čáry v dolní části grafu ukazují přibližnou průměrnou úroveň oxidu uhličitého v letech 1900 a 1940 [2].

Roční cyklus na obrázku 1 je výsledkem sezónních změn ve spotřebě oxidu uhličitého rostlinami. Plné vodorovné čáry ukazují úroveň obvyklé v letech 1900 a 1940 [2]. Velikost tohoto nárůstu během osmdesátých let byla asi 3 gigatuny uhlíku (Gt C) ročně [3]. Celkové emise oxidu uhličitého člověkem, převážně z užití uhlí, ropy a přírodního plynu a z produkce cementu jsou v současnosti okolo 5,5 Gt C ročně.

Pro získání představ je odhadováno, že atmosféra obsahuje 750 Gt C, povrchové vody oceánu 1000 Gt C, rostlinstvo, půda a detritus (povrchové usazeniny) 2200 Gt C, a střední a hluboký oceán 38000 Gt C [4]. Každoroční výměna mezi povrchem oceánu a atmosférou je odhadována na 90 Gt C, mezi rostlinstvem a atmosférou 60 Gt C, mezi

živými organismy (planktonem) a povrchovými vrstvami oceánu 50 Gt C, a mezi povrchem oceánu a hlubšími vrstvami 100 Gt C.

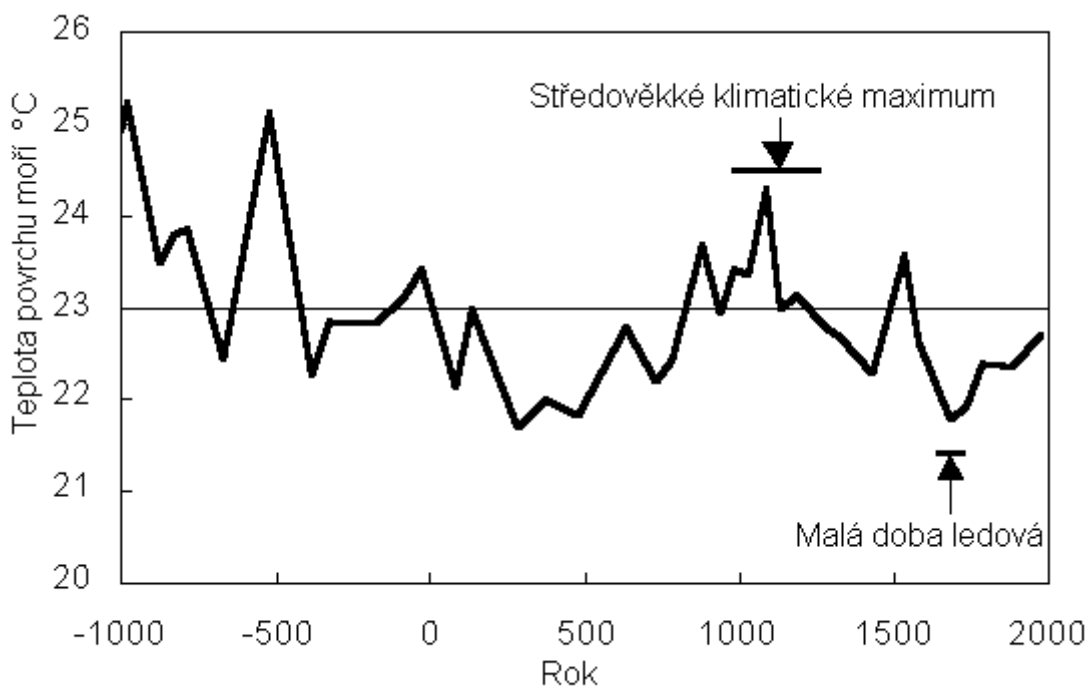
Velikosti těchto zásobáren, rychlosti výměn mezi nimi a nejistoty, se kterými tato čísla jsou odhadována, způsobují, že zdroj současného vzrůstu atmosférického oxidu uhličitého nemůže být přesně určen. Atmosférické koncentrace CO₂ se údajně široce mění během geologického času, s vrcholy, některými 20-krát většími, než jsou současné, a s minimy přibližně na úrovni osmnáctého století [5].

Současný nárůst oxidu uhličitého sleduje 300-letý trend oteplování: Povrchové a atmosférické teploty se obnovily z neobvykle chladné periody, známé jako Malá doba ledová. Sledovaný nárůst je v hodnotách, které mohou být například vysvětleny uvolňováním oxidu uhličitého z oceánů přirozeně vzrůstem teploty. Skutečně, současné hodnoty koncentrací oxidu uhličitého ukazují spíše tendenci sledovat než-li předcházet nárůsty globální teploty [6].

Je zde ovšem široce přijímaná hypotéza, že 3Gt C ročního nárůstu atmosférického oxidu uhličitého je výsledkem uvolňování 5.5Gt C ročně lidstvem. Tato hypotéza je rozumná, protože úrovně uvolňování člověkem a atmosférického nárůstu jsou srovnatelné, a atmosférický nárůst se objevuje současně se zvyšováním produkce oxidu uhličitého lidskými aktivitami od doby průmyslové revoluce.

2.2 Teploty atmosféry a povrchu

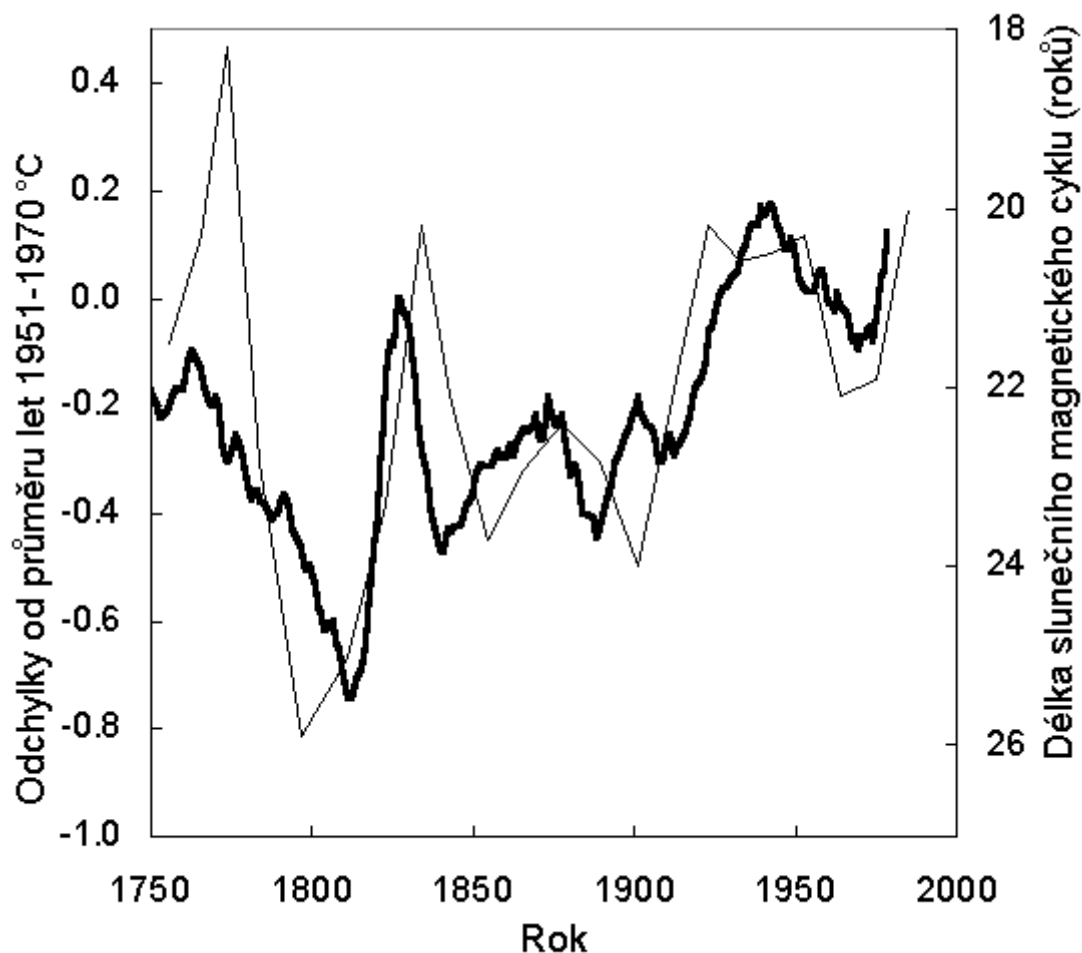
Otázkou zůstává, jaký má nárůst CO₂ efekt na globální prostředí. Teploty na Zemi se přirozeně mění v širokém rozsahu. Obrázek 2 shrnuje, pro příklad, povrchové teploty v Sargasovém moři (část Atlantského oceánu) během uplynulých 3000 let [7].



Obrázek 2: Povrchové teploty v Sargasovém moři

Obrázek 2: Povrchové teploty v Sargasovém moři (časové rozlišení přibližně 50 let) končící v roce 1975 jsou určeny z poměrů isotopů ve zbytcích mořských organismů v sedimentech na dně moře. Vodorovná čára je průměrná teplota pro tuto 3000 let dlouhou periodu. Malá doba ledová a středověké maximum (Medieval Climate Optimum) se přirozeně objevují, zvyšující rozmezí klimatických odchylek od průměru.

Povrchové teploty moře v této oblasti se měnily v rozsahu 3.60°C během této doby. Trend těchto dat odpovídá s obdobnými rysy, jak je známe z historických záznamů. Například před 300 lety Země zažívala Malou dobu ledovou. Předtím došlo k poklesu z teplého období okolo roku 1000, které je známé jako středověké klimatické maximum (Medieval Climate Optimum), během kterého byla teplota dosti velká na to, aby umožnila kolonizaci Grónska. Tyto kolonie byly opuštěny po návratu chladného počasí. Během uplynulých 300 let se globální teplota postupně obnovila [11]. Jak je ukázáno na obrázku 2, stále je o něco nižší než před 3000 lety. Historické záznamy lidstva nepodávají žádnou zprávu o katastrofě typu globálního oteplení, ačkoli teploty byly během uplynulých tří tisíciletí i mnohem vyšší.

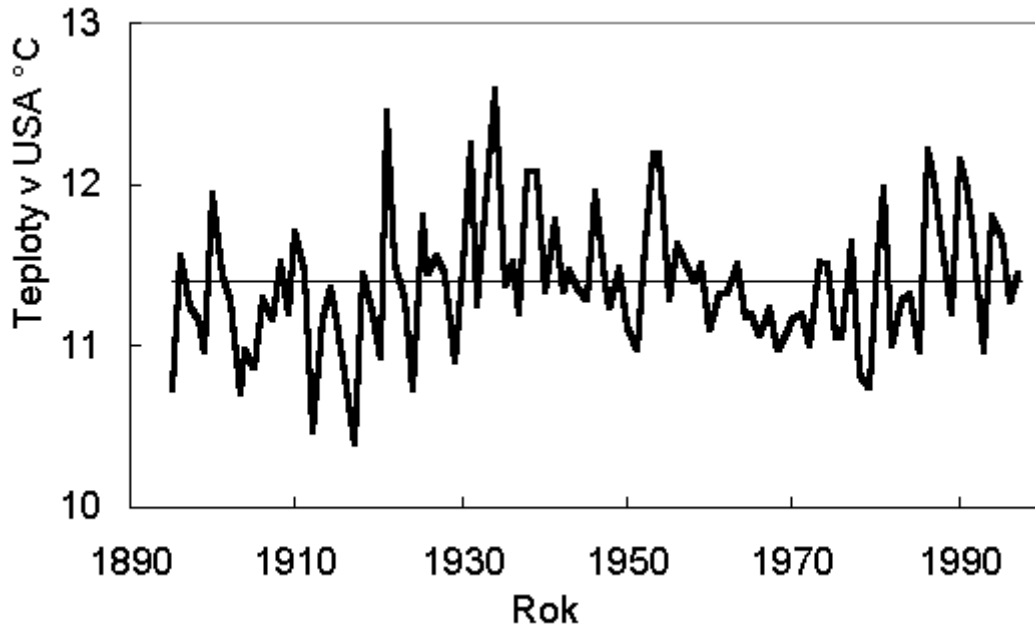


Obrázek 3: Období oteplení po Malé době ledové

Obrázek 3 ukazuje období oteplení po Malé době ledové ve větším detailu způsobem 11-letého klouzavého průměru povrchové teploty na severní polokouli [10]. Také ukazuje délku slunečního magnetického cyklu pro stejné období. Je zřetelné, že dokonce relativně krátké (půl století dlouhé) výkyvy (fluktuační) v teplotě dobře koreluje s proměnlivostí sluneční aktivity. Když cykly jsou krátké, Slunce je aktivnější, tedy jasnější, a Země tedy teplejší. Tyto změny v aktivitě jsou typické pro hvězdy obdobné hmotnosti a věku, jako je Slunce [13].

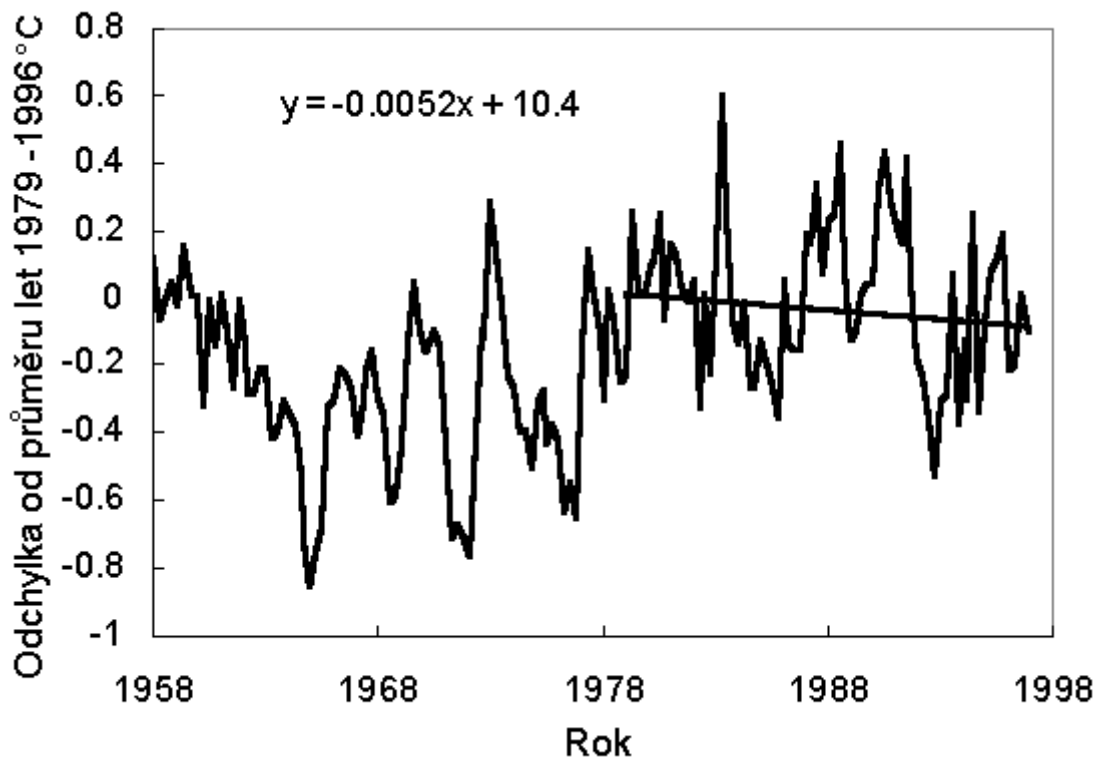
Obrázek 4 ukazuje roční průměrnou teplotu pro Spojené Státy, jak byla shromážděna Národním klimatickým datovým střediskem (National Climate Data Center) [12]. Nejnovější vzestupná výchylka od Malé doby ledové (mezi lety 1900 a 1940), viditelná na obrázku 3, je také patrná na záznamu těchto U.S. teplot. Tyto teploty jsou nyní

blízko průměru pro uplynulých 103 let, když roky 1996 a 1997 byly 42. a 60. nejstudenějším rokem.



Obrázek 4 : Průměrné roční střední teploty

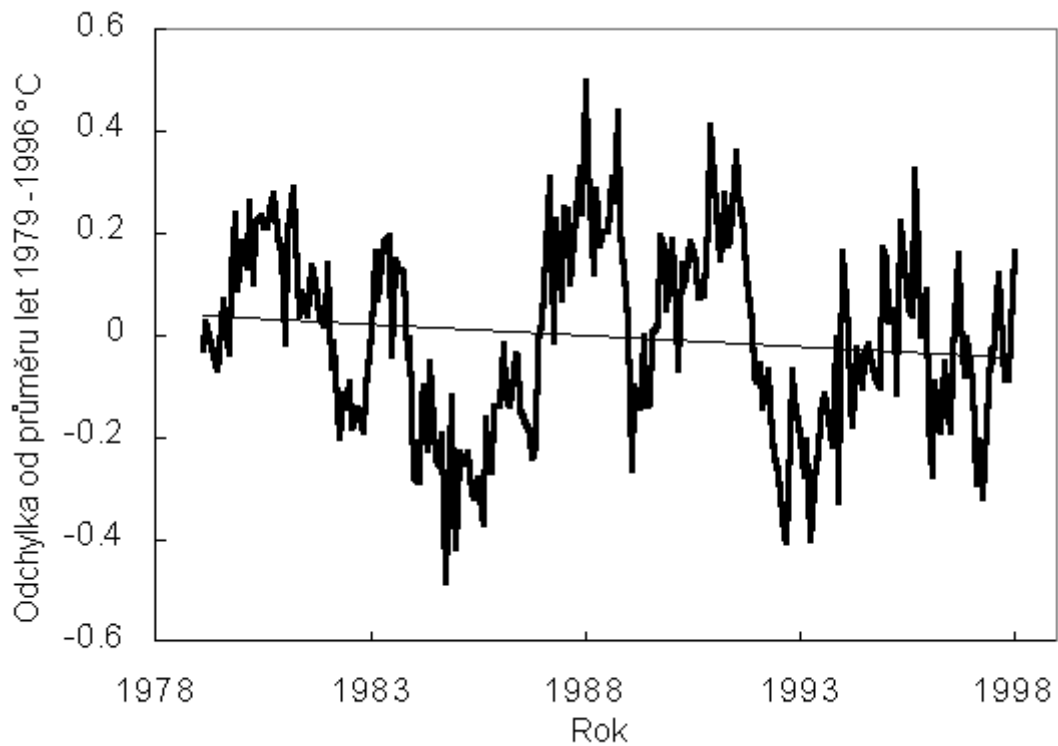
Obrázek 4: Průměrné roční střední teploty v souvislé řadě pro Spojené Státy mezi lety 1895 a 1997, jak byly shromážděny (the National Climate Data Center [12]). Vodorovná čára je 103-letý průměr. Trend za toto období byl $0.022\text{ }^{\circ}\text{C}$ za dekádu, mezi lety 1940 a 1997 pak $0.008\text{ }^{\circ}\text{C}$ za dekádu.



Obrázek 5: Výsledky měření radiovými sondami meteorologických balónech

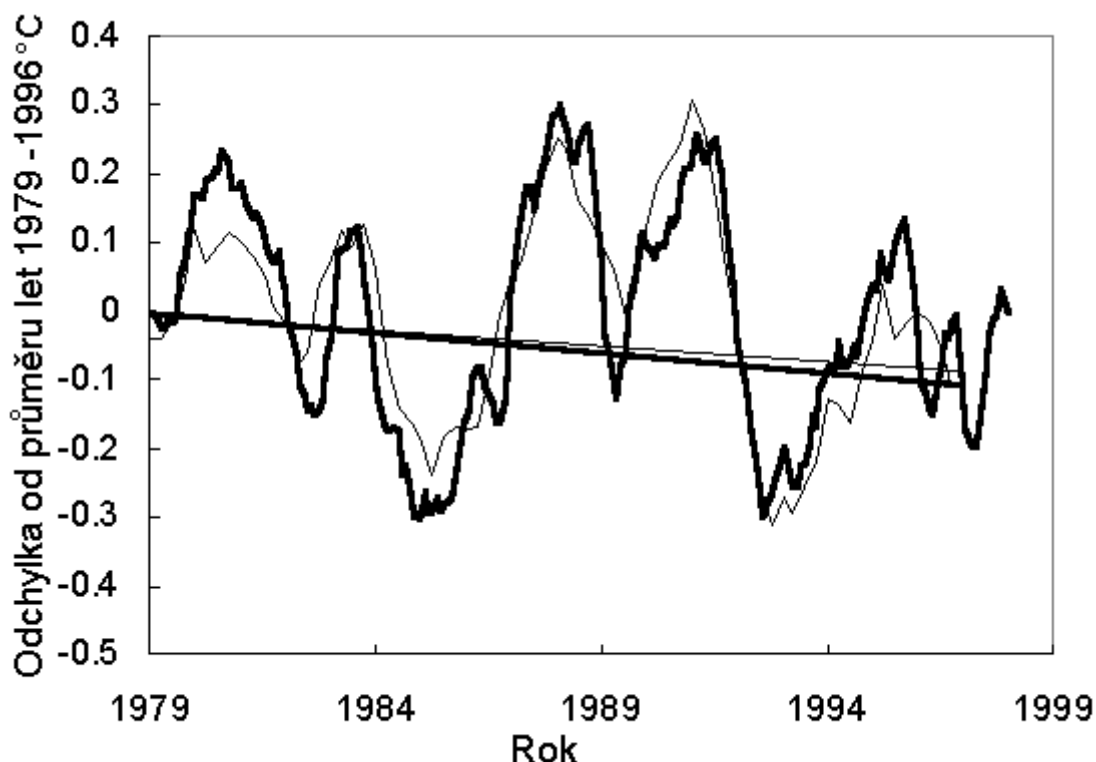
Obrázek 5: Výsledky měření radiovými sondami na meteorologických balónech pro teploty v dolní troposféře, z 63 stanic mezi 90 stupni severní šířky a 90 stupni jižní šířky, pro období 1958 až 1996 [15]. Teploty jsou tříměsíční průměry a jsou vyneseny jako odchylky od střední teploty mezi lety 1979 a 1996. Přímka trendu je zakreslena pro období 1979 až 1996. Sklon je minus 0.060 °C za desetiletí.

Zvlášť důležité je zvážit vliv změn v atmosférickém složení na teplotu Země a teploty v nižší troposféře do úrovně přibližně 4 km. Předpokládá se, že v troposféře se skleníkovými plyny působené teplotní změny budou přinejmenším takové, jako na povrchu [14]. Obrázek 5 ukazuje globální troposférickou teplotu, měřenou meteorologickými balony mezi roky 1958 a 1996. V současné době jsou blízko jejich 40letému průměru [15], a projevují slabě klesající trend od roku 1979.



Obrázek 6: Globální teploty v nižší troposféře

Obrázek 6: Globální teploty v nižší troposféře, měřené satelity (Microwave Sounding Unit, MSU), mezi 83. stupněm severní a jižní šířky, od roku 1979, do roku 1997 [17, 18]. Teploty jsou měsíční průměry a jsou vyneseny jako odchylky od střední teploty. Přímka označuje trend, jeho hodnota je mínus 0.047 °C za dekádu. S tímto měřením se začalo v roce 1979.



Obrázek 7: Globální teplota, měřená meteorologickými radiovými sondami na balonech

Obrázek 7: Globální teplota, měřená meteorologickými radiovými sondami na balonech (tenká čára) [15] a globální teplota, měřená satelity (MSU, tlustá čára) [17,18] z obrázků 5 a 6, vykreslené s 6tíměsíčním vyhlazením. Obě sady dat jsou vyneseny jako odchylky ke svým průměrům. Trendy jsou -0.060 °C za desetiletí pro měření meteorologickými sondami a -0.045 °C pro měření satelity.

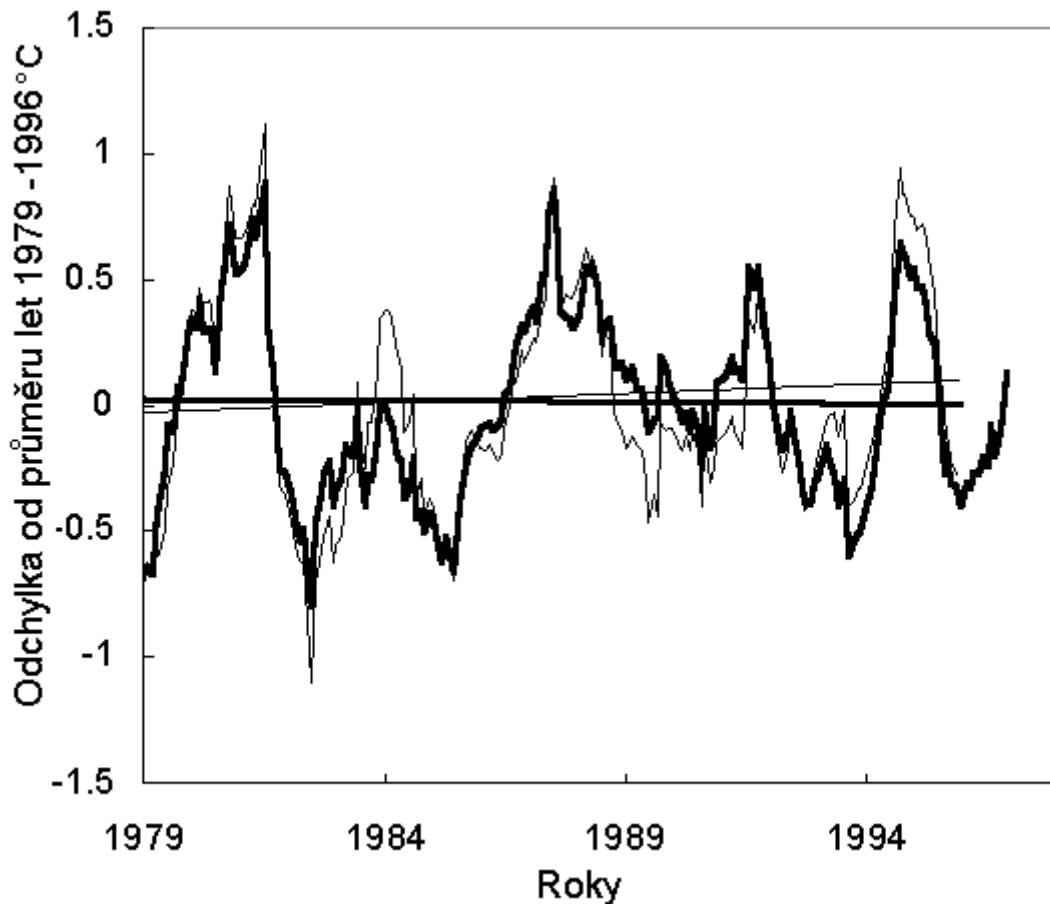
Od roku 1979 byla měření teploty v nižší troposféře také prováděna prostředky microwave sounding units (MSU, mikrovlnná sondující jednotka) na satelitech [16]. Obrázek 6 ukazuje průměrné globální teploty z tohoto měření [17,18], které je nejspolehlivější, a má největší vypovídací schopnost v otázkách změny klimatu.

Obrázek 7 ukazuje satelitní data z obrázku 6 vynesena současně s daty z balonů z obrázku 5. Shoda těchto dvou sad údajů, shromážděných zcela nezávislými metodami měření, ověřuje jejich přesnost. Shoda byla prokázána rozsáhlými analýzami [19,20].

Zatímco troposférické teploty vykazovaly pokles během uplynulých 19 let o asi 0.05 °C za dekádu, bylo oznámeno, že globální povrchové teploty stoupají o asi 0.1 °C na dekádu [21,22]. Povrchové teploty jsou ovšem oproti troposférickým z mnoha důvodů

předmětem značných nejistot, včetně efektů lokálního vzrůstu teplot v obydlených oblastech (urban heat island effect, viz níže).

Během uplynulých 10 let povrchové teploty v USA klesaly o asi $0.08\text{ }^{\circ}\text{C}$ let [12], zatímco globální povrchová teplota se údajně zvýšila o $0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$ [23]. Odpovídající údaje z meteorologických sond a satelitů udávají pokles $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$, resp. $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obrázek 8: Troposférické teploty

Obrázek 8: Troposférické teploty měřené satelity pro Severní Ameriku mezi 30 a 70 stupni severní šířky a 75 a 125 stupni západní délky (tlustá čára) [17,18] v porovnání s povrchovými záznamy pro stejnou oblast (tenká čára) [24], obojí vyneseno s 12-ti měsíčním vyhlazováním, jako odchylky od svých průměrů pro dané období. Trend je $-0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ za desetiletí pro satelit a $0.07\text{ }^{\circ}\text{C}$ pro povrchová měření. Korelační koeficient pro nevyhlazená měsíční data je 0.92.

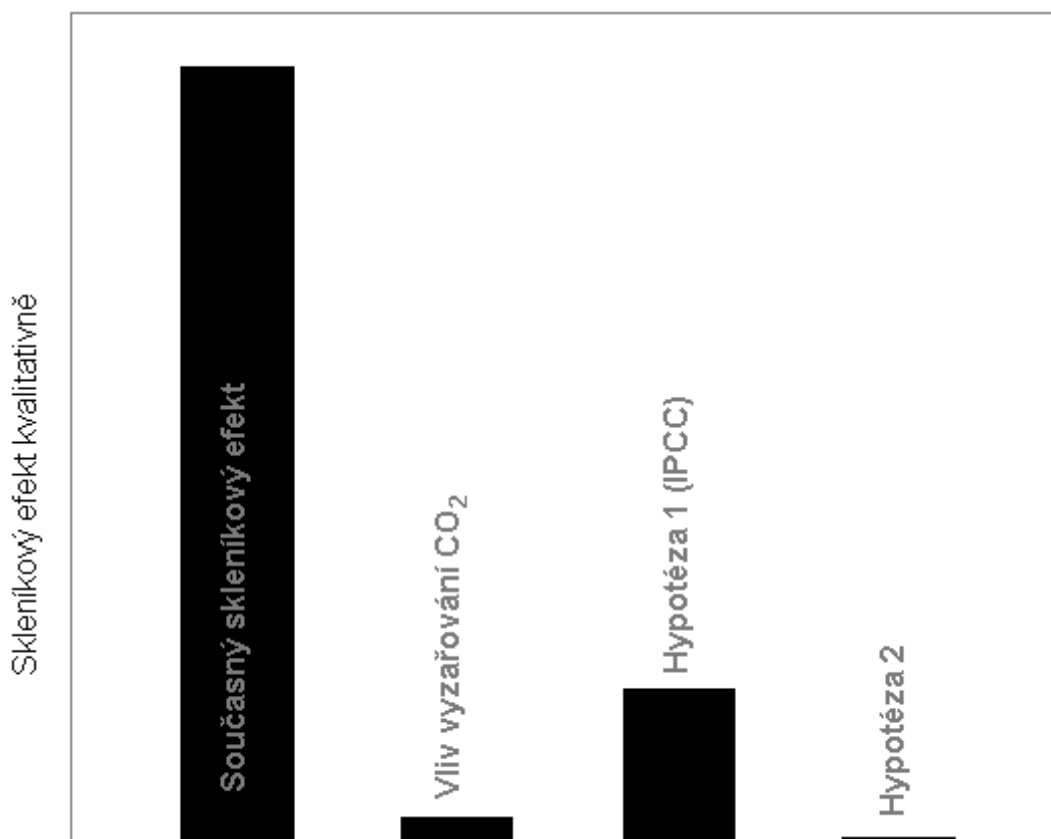
Pokud odhlédneme od nepřesností v povrchovém měření a dáme stejnou váhu udávaným atmosférickým a povrchovým datům a 10 a 19-ti letým průměrům, pak střední globální trend je mínus 0.07 °C za dekádu.

V Severní Americe se atmosférické a povrchové teploty částečně shodují (obrázek 8). Dokonce i zde je ovšem atmosférický trend mínus 0.01 °C za desetiletí, zatímco povrchový je plus 0.07 °C. Satelitní záznam, s jednotným a lepším vzorkováním, je mnohem spolehlivější.

Počítačové modely, na kterých předpověď globálního oteplení je založena, předpovídají, že troposférická teplota bude stoupat přinejmenším tak, jako povrchová teplota [14]. Z důvodu, že tyto teploty mohou být přesně měřeny bez vlivu komplikovaných efektů v povrchových záznamech, jsou tyto teploty předmětem největšího zájmu. Globální trendy, znázorněné na obrázcích 5, 6 a 7 poskytují definitivní prostředek k ověření platnosti hypotéz o globálním oteplování.

2.3 Hypotéza globálního oteplování

Skleníkové plyny v zemské atmosféře, jako je H₂O a CO₂, snižují únik tepelného infračerveného vyzařování Země. Zvýšení CO₂ proto ve výsledku zvýší energii záření, směřující k zemi. Ale co se stane s tímto zářením je složitější. Je přerozděleno, jak svisle, tak i vodorovně, různými fyzikálními procesy, včetně vodorovného a svislého proudění, rozptýlení v atmosféře a v oceánu.



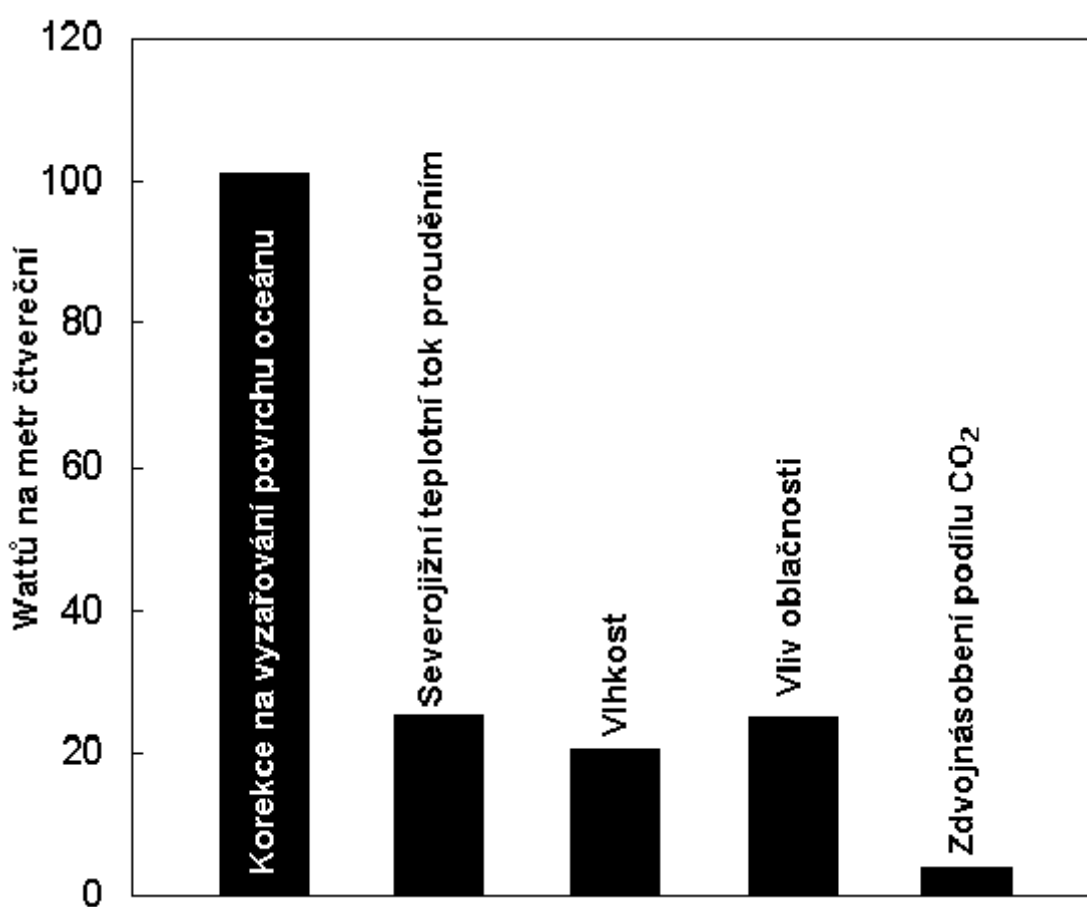
Obrázek 9: Kvalitativní znázornění ohřevu skleníkovými plyny

Obrázek 9: Kvalitativní znázornění ohřevu skleníkovými plyny. Současný skleníkový efekt celé atmosféry (všech složek). Další skleníkový efekt při zdvojnásobení podílu CO₂ bez uvážení vlivu ostatních složek atmosféry. Hypotetický násobný efekt předpokládaný IPCC (viz níže). Hypotetický zmírňující efekt.

Když zvýšení CO₂ zvyšuje vstup záření do atmosféry, jak a jakým směrem atmosféra zareaguje je stále otázkou bez odpovědi. Hypotézy o této odpovědi se různí a jsou schematicky znázorněny na obrázku 9. Bez skleníkového efektu by Země byla asi o 14 °C chladnější [25]. Přerozdělení záření, zdvojnásobením podílu atmosférického CO₂, je malé, ale tento skleníkový efekt je pojímán různými klimatickými hypotézami. Hypotéza, kterou si vybral IPCC k převzetí, předpokládá, že efekt CO₂ je násoben atmosférou (zvláště vodní parou), takže způsobí vysoký teplotní nárůst [14]. Druhá hypotéza, označená hypotéza 2, předpokládá opačnou reakci atmosféry, která potlačí vliv CO₂ a ve výsledku vede k nepodstatným změnám globální teploty [25,26,27]. Praktické doklady z obrázků 5

až 7 upřednostňují hypotézu 2. Zatímco podíl CO_2 trvale rostl, velké změny teploty předvídané modely IPCC se nekonaly (viz obrázek 11).

Hypotézy o velkém vzrůstu teploty vlivem skleníkových plynů (GHGs) a další hypotézy, kdy zvýšení teplot povede k záplavám, nárůstu bouřkové aktivity a katastrofickým klimatickým změnám celosvětového rozsahu, které se staly známými jako "globální oteplování", jsou jevem, o kterém se prohlašuje, že je tak nebezpečný, že to činí nezbytnými dramatickou redukci světové spotřeby energie a drsné programy mezinárodního přidělování technologií [29].



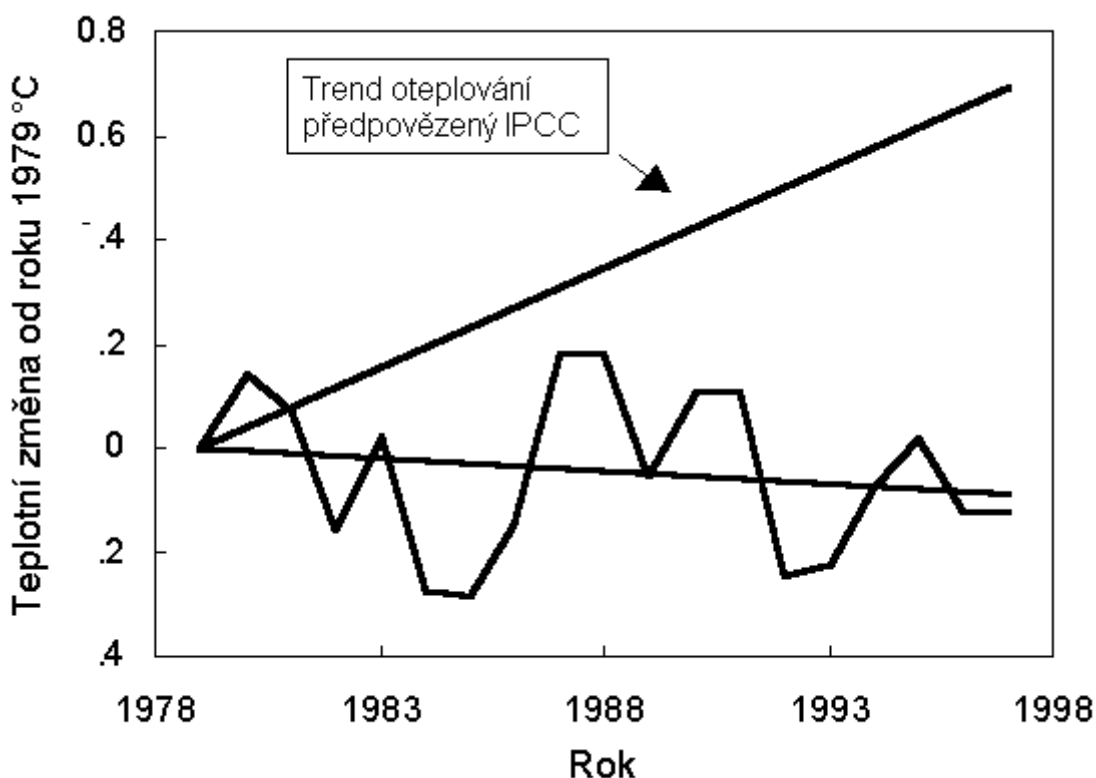
Obrázek 10: Radiační skleníkový efekt

Obrázek 10: Radiační skleníkový efekt zdvojnásobení koncentrací atmosférického CO_2 (sloupeček napravo) v porovnání se čtyřmi z nejistot v počítačovém modelování klimatu [14,28].

Počítačové modely klimatu, na kterých "globální oteplování" je založeno, mají podstatné neurčitosti. To není překvapením, protože klima je provázaný, nelineární dynamický systém, laicky řečeno, velmi komplexní. Obrázek 10 shrnuje některé z obtížností v porovnání radiačního skleníkového efektu CO_2 s korekčními faktory a neurčitostmi v některých parametrech počítačového propočítávání klimatu. Také další faktory, jako jsou efekty sopek, nemohou být nyní spolehlivě modelovány počítači.

Obrázek 11 porovnává trend atmosférických teplot předpovězený počítačovými modely přejatými IPCC s těmi, které jsou aktuálně sledované během uplynulých 19-ti let, během kterých se vyskytla největší atmosférická koncentrace CO_2 a dalších skleníkových plynů.

Jeví se, že na Zemi byl během posledních padesáti let proveden experiment, který zahrnuje všechny komplexní faktory a zpětné vazby, které podmiňují teplotu Země a klimatu. Od roku 1940 atmosférické koncentrace skleníkových plynů trvale vzrůstaly, zatímco teploty atmosféry nikoli. Ve skutečnosti během 19 let s nejvyššími úrovněmi koncentrace CO_2 a dalších skleníkových plynů teploty klesaly.



Obrázek 11: Globální průměrné teploty nižší troposféry

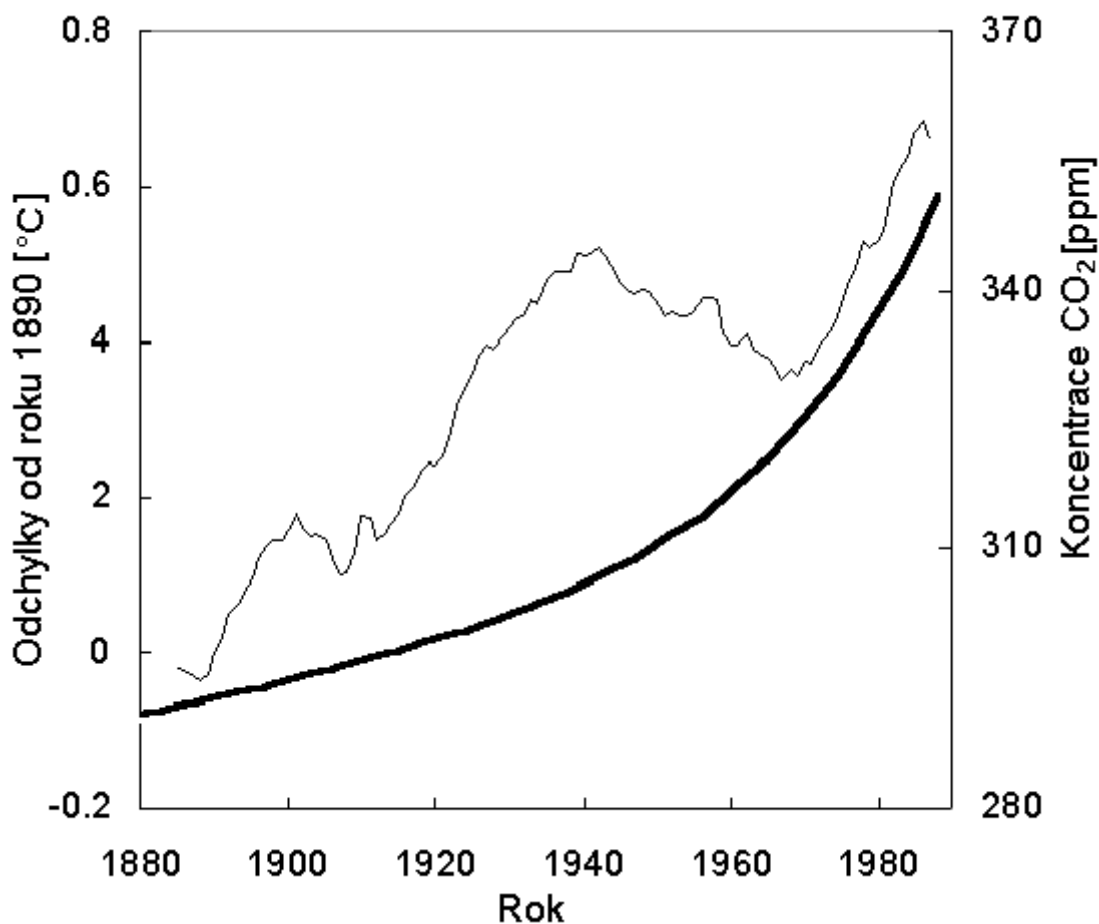
Obrázek 11: Globální průměrné teploty nižší troposféry, jak byly změřeny satelity MSU mezi 83. stupni severní a jižní zeměpisné šířky [17,18], vyneseny jako odchylky od hodnoty roku 1979. Hodnota trendu tohoto experimentálního měření je porovnána s odpovídající čarou trendu, předpovězenou počítačovými modely klimatu Mezinárodního senátu pro klimatickou změnu (IPCC) [14].

Nejenže hypotéza globálního oteplování selhala v experimentálním testu; ona je také teoreticky vadná. Rozumně lze argumentovat, že ochlazování od negativních fyzikálních a biologických zpětných vazeb se skleníkovými plyny bude anulovat počáteční teplotní vzestup [26, 30].

Příčiny tohoto selhání klimatických modelů jsou předmětem vědecké debaty. Například vodní páry jsou největším přispěvatelem celkového skleníkového efektu [31]. Jako jedno z vysvětlení bylo navrženo, že počítačové modely klimatu nakládají se zpětnou vazbou vztaženou k vodním parám nesprávně [27,32].

Hypotéza globálního oteplování není založena na radiačních vlastnostech samotných skleníkových plynů. Je zcela založena na tom, že malý počáteční nárůst teploty, způsobený skleníkovými plyny, vyvolá rozsáhlé teoretické znásobení teplotní změny. Jakýkoli porovnatelný teplotní nárůst z jiných případů by produkoval stejný výstup z výpočtů.

V současnosti, věda nemá souhrnné kvantitativní znalosti o zemské atmosféře. Je známo velmi málo relevantních parametrů dostatečně pevně, aby to umožnilo teoretické výpočty. Každá hypotéza musí být posuzována s empirickými výsledky. Hypotéza globálního oteplování byla pečlivě vyhodnocena. Nesouhlasí s naměřenými daty a proto není potvrzena.



Obrázek 12: Jedenáctiletý klouzavý průměr globální povrchové teploty

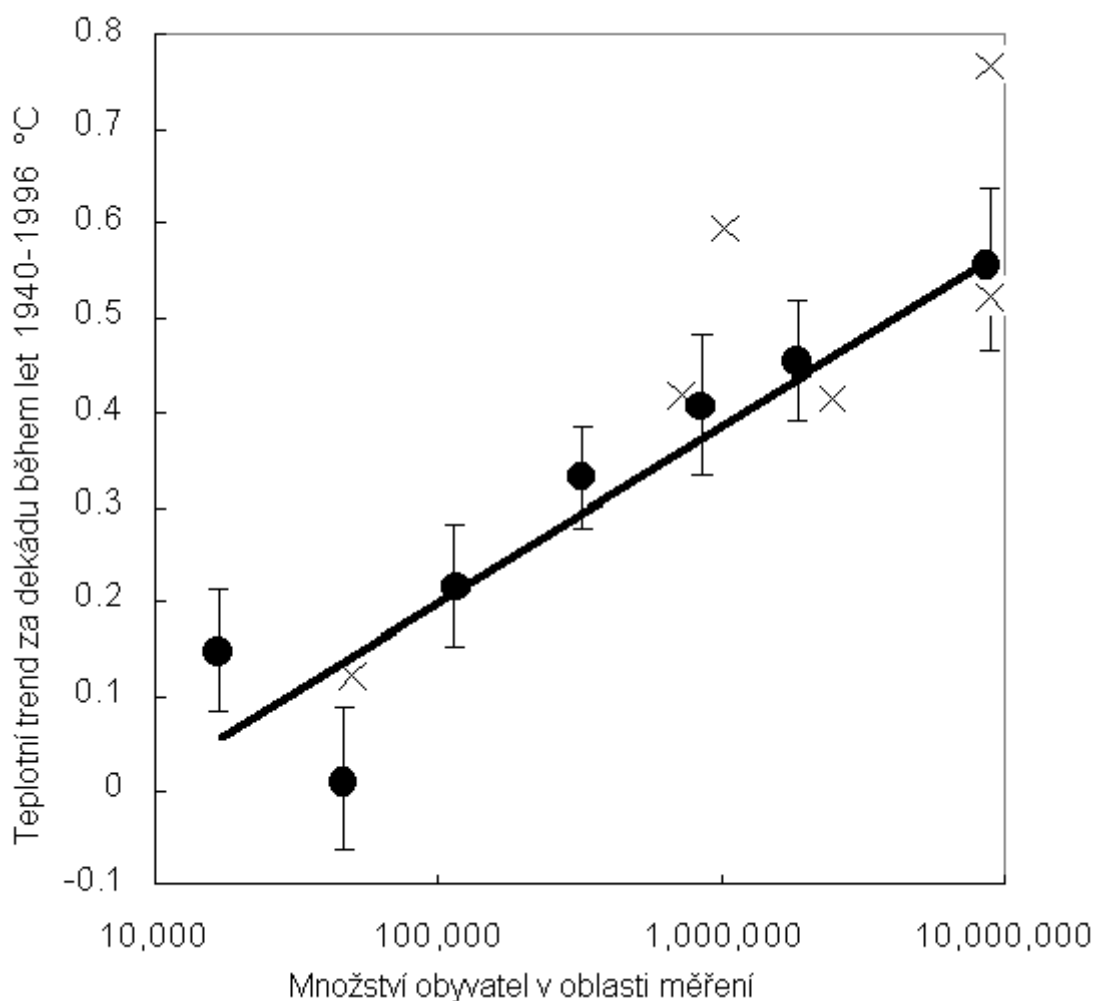
Obrázek 12: Jedenáctiletý klouzavý průměr globální povrchové teploty, jak byl odhadnut NASA GISS [23,33,34], vyneseny jako odchylka od roku 1890 (levá osa a tenká čára), v porovnání s množstvím atmosférického CO₂ (pravá osa a tlustá čára) [2]. Přibližně 82% tohoto nárůstu nastalo po teplotním maximu v roce 1940, jak je ukázáno na obr. 1.

Nové teplotní maximum, odhadnuté NASA GISS po roce 1940, není přítomno v měření meteorologických sond, ani v měření satelitních MSU. Také není přítomno v povrchových měřeních pro oblasti s úplnými, vysoce kvalitními teplotními záznamy [35]. Záznamy teploty ve Spojených státech (obrázek 4) dávají roky 1996 a 1997 jako 38. a 56. nejchladnější ve dvacátém století. Odchylky a nejistoty, jako jsou na obrázku 13, vysvětlují tento rozdíl.

2.4 Důkazy o globálním oteplování

Stranou počítačových výpočtů, dvě skupiny důkazů byly upřednostněny v podpoře hypotézy globálního oteplování: shrnutí teplotních záznamů a výpovědi o globálních záplavách a náhlých změnách počasí. Obrázek 12 ukazuje teplotní graf, který byl zpracován Goddardovým ústavem vesmírných studií (NASA GISS) [23,33,34]. Tato kompilace, která je často k vidění v tisku, nesouhlasí s atmosférickými záznamy, protože povrchové záznamy mají vážné nepřesnosti [36]. Obrázek 13 ilustruje některé z těchto důvodů.

Efekt teplotních ostrovů v osídlených oblastech (urban heat island effect) je pouze jeden z několika povrchových jevů, které mohou pokazit shrnuté záznamy povrchové teploty. Obrázek 13 ukazuje velikost tohoto efektu, v příkladu povrchové stanice v Kalifornii, a problémy spojené s objektivním sbíráním vzorků. Stanice East Park, o které se myslí, že je nejlépe situovaná stanice v neobydlené oblasti v tomto státě [37], vykazuje od roku 1940 trend mínus 0.055 °C na desetiletí .



Obrázek 13: Trendy povrchové teploty pro období od roku 1940 do roku 1996

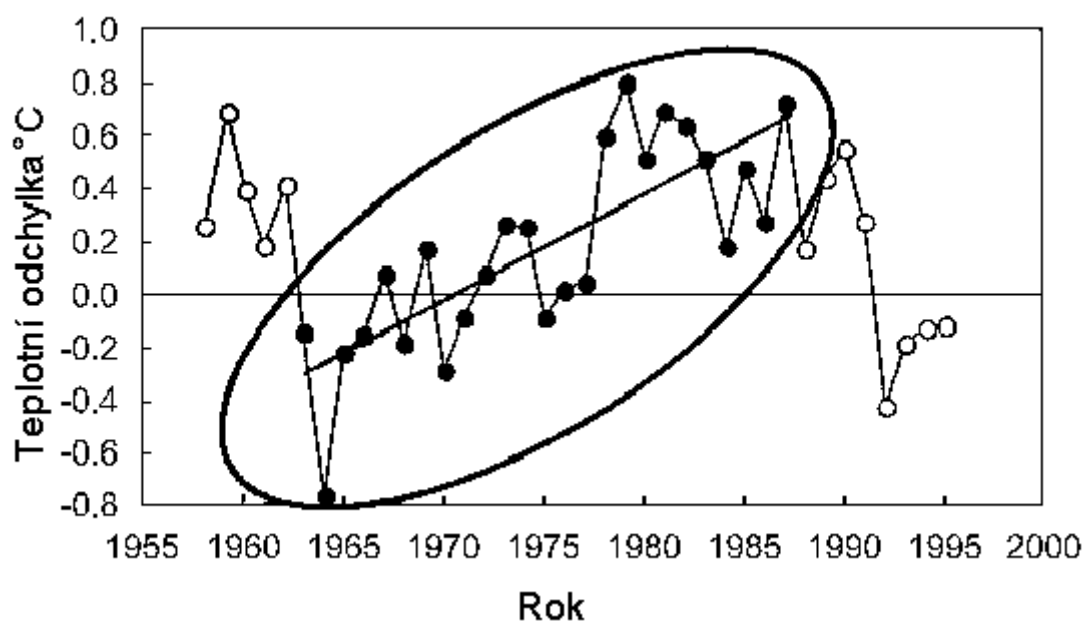
Obrázek 13: Trendy povrchové teploty pro období od roku 1940 do roku 1996 ze 107 měřících stanic ve 49 okresech Kalifornie [39,40]. Po zprůměrování hodnot trendu v každém okrese, okresy s obdobnou populací byly shrnuty a vyneseny jako plná kolečka spolu se standardní chybou těchto hodnot. Šest měřících stanic ve středu města Los Angeles bylo použito k výpočtu standardní chyby a vyneseno samostatně jako okres s populací 8.9 milionů. Efekt ohřevu obydlených oblastí na povrchové hodnoty je patrný. Přímá čára je proložena metodou nejmenších čtverců plnými kolečky. Body označené "X" jsou šest neupravených staničních záznamů, které byly vybrány NASA GISS [23,33,34] pro použití při jejich odhadování globální teploty, jak byla znázorněna na obrázku 12.

Celoplošný vzrůst o asi 0.50°C během 20. století je často citován na podporu "globálního oteplování" [38]. Vzhledem k tomu, že 82% nárůstu množství CO_2 během

tohoto století se stalo až po vzrůstu teploty (viz obrázky 1 a 12), vzrůst množství oxidu uhličitého nemohl způsobit teplotní nárůst. Nárůst během 19. století byl pouze 13ppm [2].

Pro podporu "globálního oteplování" byly navíc užity nekompletní regionální teplotní záznamy. Obrázek 14 ukazuje jeden takový příklad, kde částečný záznam byl použit při pokusu potvrdit předpověď vzrůstu teploty vlivem skleníkových plynů počítačovým modelem klimatu [41]. Kompletnější záznam popřel tento pokus [42].

Ani jeden z teplotních grafů na obrázcích 4 až 7, které zahrnují nejpřesnější a nejspolehlivější dostupná povrchová a atmosférická měření, oboje globální i lokální, neukazují žádné oteplování takové, aby mohlo být připsáno nárůstu skleníkových plynů. Navíc, tato data ukazují, že současné teploty nejsou neobvyklé v porovnání s přirozenou proměnlivostí, ani se nemění neobvyklým způsobem.

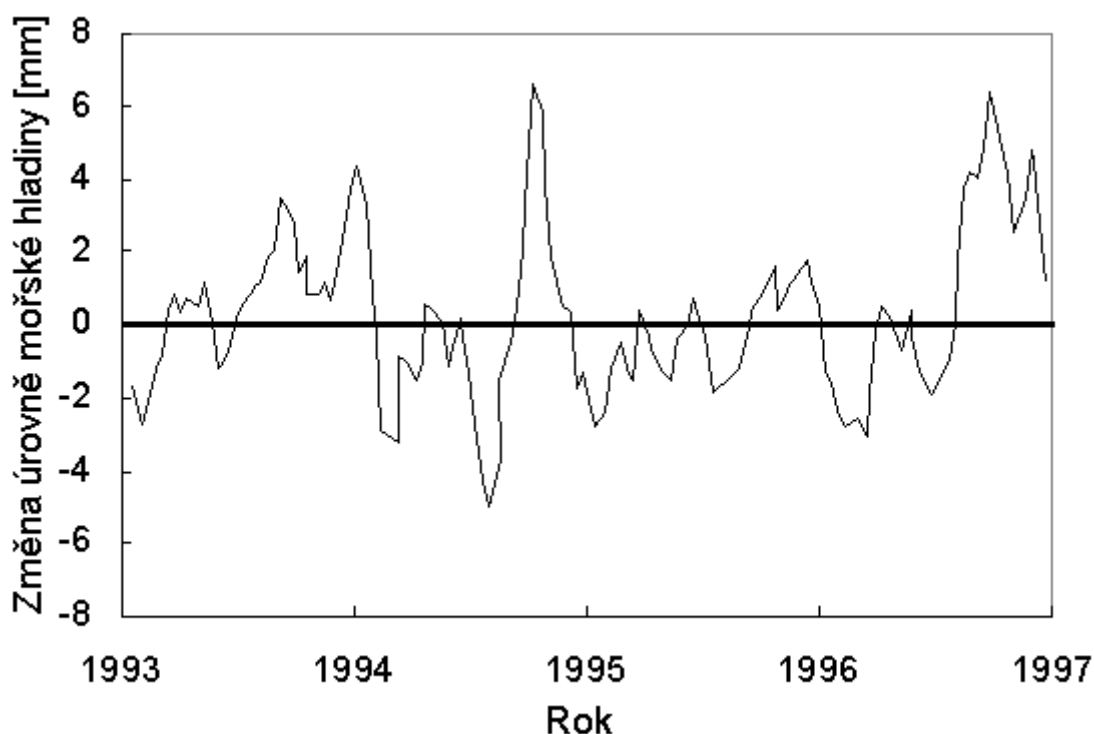


Obrázek 14: Teploty na jižní polokouli

Obrázek 14: Plné kroužky uvnitř oválu jsou troposférické teploty na jižní polokouli mezi 30 a 60 stupněm jižní šířky, publikované v roce 1996 [41] na podporu oteplování, předpovězeného počítačovými modely. Později v roce 1996 tato studie byla vyvrácena delší sadou dat, jak ukazují prázdné kroužky [42].

2.5 Úroveň mořské hladiny

Počítačové modely klimatu nevytváří žádné spolehlivé předpovědi ve věci globálních záplav, proměnlivosti bouřkové aktivity a jiných katastrof, které mají být součástí populární definice "globálního oteplování". Přesto samostatně vzniklo několik scénářů nastupující globální katastrofy. Jedna z těchto hypotéz říká, že vzrůst mořské hladiny zaplaví velké oblasti pobřeží. Obrázek 15 ukazuje výsledky satelitních měření globální úrovně moře mezi roky 1993 a 1997 [43]. Výsledný současný globální nárůst je pouze asi 2 mm ročně, nebo 8 palců za století, a dokonce i tento odhad je pravděpodobně vysoký [43]. Trend ve vzrůstu nebo poklesu hladiny moří v různých regionech je v širokém rozmezí až 100 mm ročně, přičemž většina oblastí vykazuje snižující se trend.

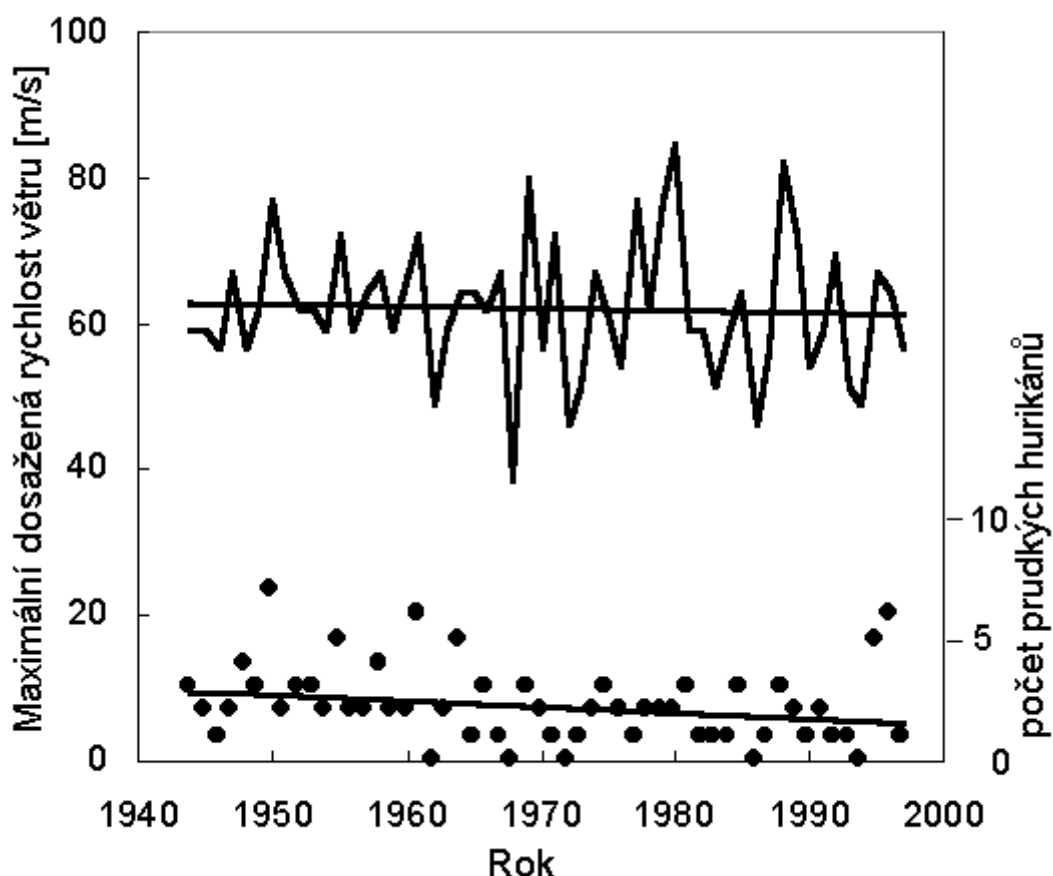


Obrázek 15: Výsledky měření globální úrovně moře satelitem

Obrázek 15: Výsledky měření globální úrovně moře satelitem Topex/Poseidon (altimetrem) z let 1993 až 1997 [43]. Záznamy přístroje dávají rychlost změny 0,2 mm ročně. Naproti tomu bylo oznámeno, že 50-leté měření úrovně moře dává plus 1,8 mm ročně. Na základě porovnání s vybranými měřeními hladiny moře byla satelitní data korigována o 2,3 mm ročně, takže nyní dávají 2,1 mm ročně, tedy 8 palců za století [43].

Historické záznamy neukazují žádné zrychlení vzrůstu úrovně moří ve dvacátém století [43]. Navíc tvrzení, že globální oteplení způsobí roztátí antarktické ledové pokrývky a rychlý nárůst hladiny, se neshoduje s zkušenostmi, ani s teorií [45].

Obdobně tvrzení o častosti výskytu hurikánů a zvýšení jejich intenzity se také neshoduje s naměřenými daty. Obrázek 16 ukazuje množství vážných hurikánů v Atlantiku ročně a také maximum intenzit těchto hurikánů. Obě tyto hodnoty s časem klesaly.



Obrázek 16: Roční počet prudkých hurikánů

Obrázek 16: Roční počet prudkých hurikánů a největší dosažená rychlost větru těchto hurikánů v Atlantském oceánu [46]. Sklon přímky trendu je minus 0,25 hurikánů za dekádu a minus 0,33 metrů za sekundu maximální dosažené rychlosti větru během deseti let.

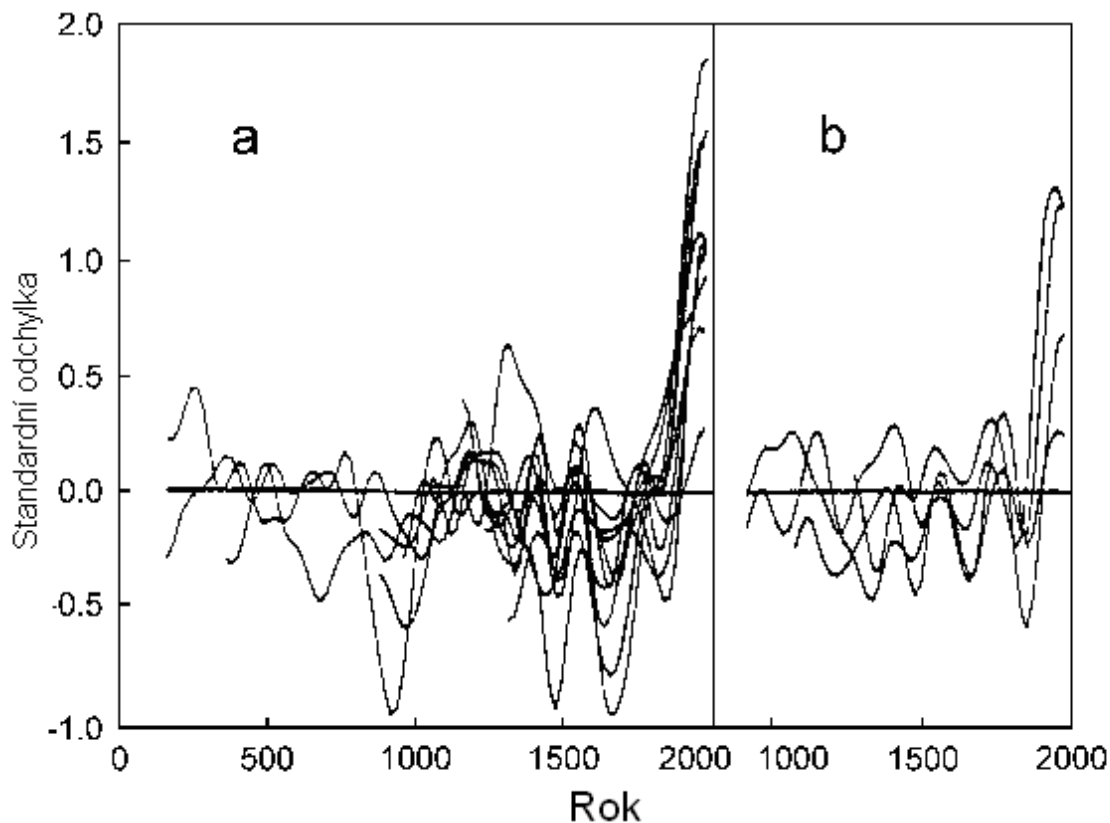
Jak se teplota obnovuje z hodnot Malé doby ledové, extrémnější počasí, které odpovídá tomuto období, se může pomalu měnit k mírnějším podmínkám, které převládaly

během středověku, který se těšil teplotám o asi 1°C vyšším, než jsou dnes. Také se objevují průvodní jevy této změny, jako je ústup ledovců v národním parku "Montana's Glacier".

2.6 Podpora růstu rostlin

Jak vysoko nakonec vyrostou koncentrace CO₂, pokud lidstvo bude pokračovat v používání uhlí, ropy a zemního plynu dnes nikdo neví, protože celkové současné zásoby zásob uhlohydrátů jsou přibližně 2000-násobek roční spotřeby [47], zdvojnásobené lidské emise mohou, během tisíce let, nakonec být 10 000 Gt C, neboli 25% množství, které je nyní zadržováno v oceánech. Pokud 90% z těchto 10 000 Gt C bude absorbováno oceány a dalšími reservoáry, pak se atmosférické úrovně přibližně zdvojnásobí, rostouce na asi 600 ppm (to předpokládá, že nové technologie nenahradí uhlohydráty během dalších 2000 let, což je pesimistický odhad technologického pokroku).

Jeden reservoár, který bude tlumit nárůst, je zvláště důležitý. Žijící rostliny zajišťují velké pohlcování CO₂. S použitím současných znalostí o zvýšení přírůstků rostlin a odhadu zdvojnásobení uvolňování CO₂ v porovnání se současnými emisemi, bylo odhadnuto, že atmosférické úrovně CO₂ vzrostou pouze o asi 300 ppm před tím, než se vyrovnají. Na této úrovni, pohlcování oxidu uhličitého zvětšenou zemskou biomasou bude schopné absorbovat asi 10 Gt C ročně.



Obrázek 17: Standardní normální odchylka tloušťky letokruhů

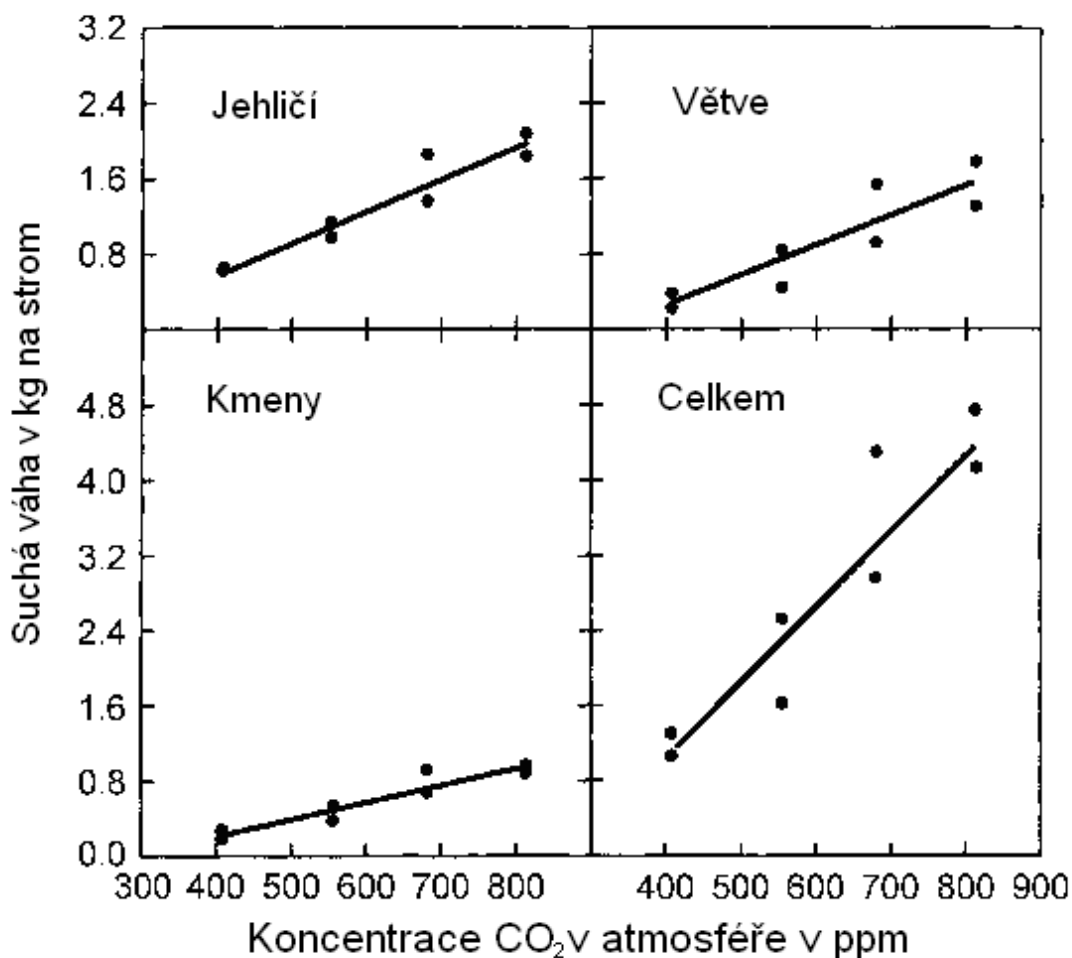
Obrázek 17: Standardní normální odchylka tloušťky letokruhů pro (a) bristlecone pine, limber pine a fox tail pine v oblasti the Great Basin (Kalifornie, Nevada a Arizona) a (b) bristlecone pine v Coloradu [48]. (Pine = borovice). Tyto letokruhy byly normalizovány tak, že jejich střední hodnota je nulová a odchylky jsou vyneseny v odchylkách od středu a zobrazeny v měřítku jednotek těchto odchylek.

Jak stoupá koncentrace CO_2 , přírůstky rostlin se zvětšují. Současně se snižují ztráty vody, takže rostliny jsou schopny růst v sušších podmínkách. Živočišná říše, která je závislá na rostlinách jako zdroji potravy, roste proporcionalně.

Obrázky 17 až 22 ukazují příklady experimentálně změřených přírůstků rostlin. Tyto příklady reprezentují velmi rozsáhlou literaturu o této problematice [49 až 55]. Protože odpověď rostlin na zúrodňující efekt CO_2 je téměř lineární vzhledem ke koncentracím CO_2 v rozsahu několika set ppm, jak ukazují příklady na obrázcích 18 až 22, je snadné normalizovat experimentální měřítko při různých úrovních obohacení CO_2 . To bylo provedeno na obrázku 23, aby se tak ilustrovalo zlepšení růstu vlivem CO_2 spočítané

pro atmosférický nárůst asi 80 ppm, který již nastal, a co je možné očekávat od celkového zvýšení o 320 ppm.

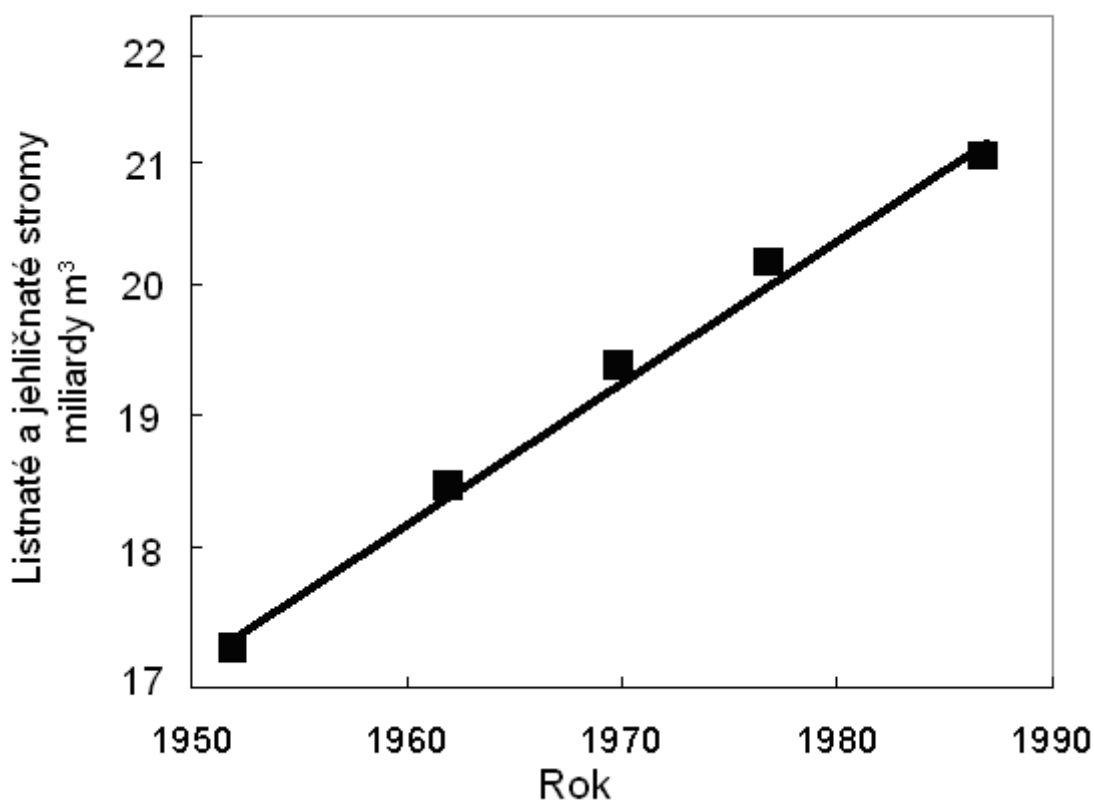
Jak ukazuje obrázek 17, dlouhožijící (1000 až 2000 let staré) borovice ukazují prudké zvýšení přírůstků během posledního půlstoletí.



Obrázek 18: Mladé borovice

Obrázek 18: Mladé borovice (*Eldarica pine*) rostly 23 měsíců při různých koncentracích CO₂ a pak uříznuty a zváženy. Každý bod representuje jednotlivý strom [56].

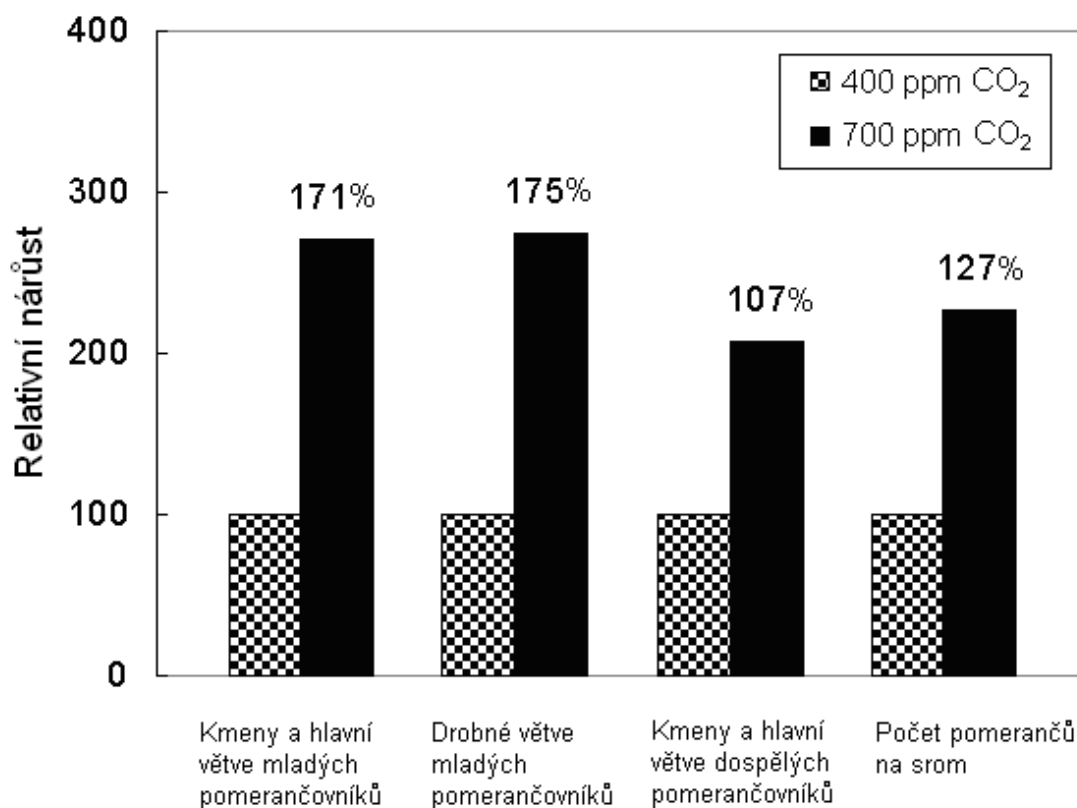
Obrázek 18 shrnuje zvýšené přírůstky mladých borovic, sázených při čtyřech úrovních CO₂. Opět, odezva je zřejmá, s nárůstem 300 ppm se přírůstky více než ztrojnásobí.



Obrázek 19: Přehled trvalých lesních porostů ve Spojených státech

Obrázek 19: Přehled trvalých lesních porostů ve Spojených státech, zpracovaný Forest Statistics of the United States [58]. Svislá osa: "Listnaté a jehličnaté lesy, miliardy metrů krychlových".

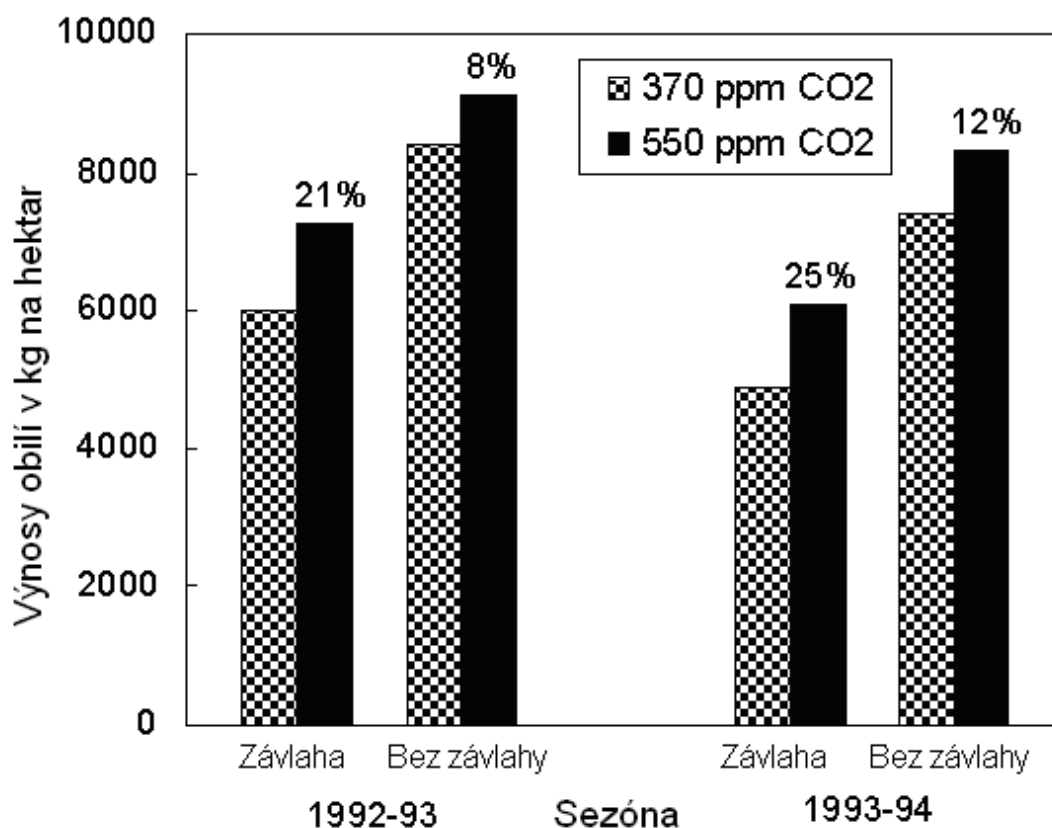
Obrázek 19 ukazuje 30% nárůst lesů ve Spojených státech, ke kterému došlo po roce 1950. Mnoho z tohoto nárůstu vypadá, že je způsobeno tím, že navýšení množství atmosférického CO₂ již nastalo. Navíc jsou zprávy, že Amazonské deštné pralesy zvyšují svou vegetaci o asi 34 000 molů (900 liber) uhlíku na akr ročně [57], neboli asi dvě tuny biomasy na akr ročně.



Obrázek 20: Relativní nárůst objemů kmenů a hlavních větví

Obrázek 20: Relativní nárůst objemů kmenů a hlavních větví, drobných větví mladých pomerančovníků; objemy kmenů a hlavních větví dospělých pomerančovníků a počet pomerančů na dospělém stromě při 400 ppm CO₂ (světlé obdélníky) a 700 ppm CO₂ (tmavé obdélníky) [59,60]. Hodnoty pro 400 ppm byly normalizovány na 100. Stromy byly vysazeny v roce 1987 jako jednoleté sazenice. Objemy kmenů a hlavních větví a kořenová biomasa mladých stromů byly měřeny v roce 1990. Dospělé objemy kmenů a hlavních větví byly zprůměrovány z hodnot v letech 1991 až 1996. Počty pomerančů jsou průměry pro roky 1993 až 1997.

Obrázek 20 ukazuje efekt obohacení oxidem uhličitým na pomerančovníky. Během ranných let růstu kůra, větve a jemné kořínky pomerančovníků rostoucích v atmosféře se 700 ppm CO₂ vykazaly přírůstky až 170% ve srovnání s těmi, které měly jen 400 ppm. Když stromy dospěly, poměr se vrátil ke 100%. V té době byla ovšem produkce pomerančů 127% ve srovnání s druhou skupinou.

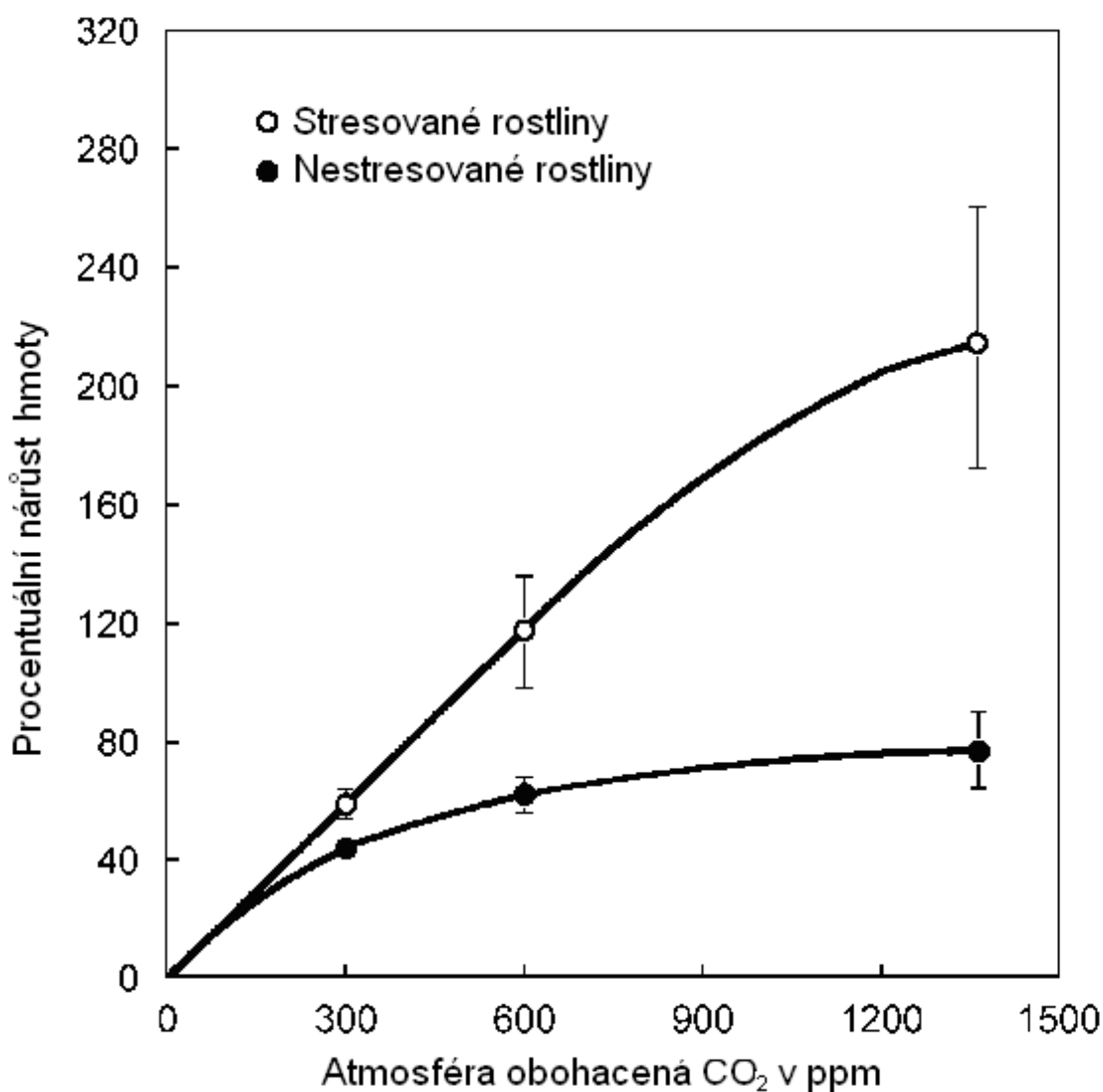


Obrázek 21: Výnosy zrna při pěstování obilí

Obrázek 21: Výnosy zrna při pěstování obilí při dobře zavlažovanými a špatně zavlažovanými systémy při experimentu na otevřeném poli [61,62]. Průměrný nárůst způsobený CO₂ pro tyto dva roky byl 10% pro vlhké a 23% pro suché podmínky.

Stromy odpovídají na obohacení CO₂ silněji než ostatní rostliny, ale všechny rostliny odpovídají stejným způsobem. Obrázek 21 ukazuje odezvu růstu pšenice při vlhkých podmínkách a v situaci, kdy pšenice byla zatížena nedostatkem vody. Tento experiment byl na otevřeném poli. Pšenice rostla jako obvykle, ale koncentrace atmosférického CO₂ v kruhové sekci pole byly zvýšeny pomocí počítačově řízených zařízení, která uvolňovala CO₂ do ovzduší a udržovala výše uvedené úrovně.

Ačkoli výsledky představené na obr. 17 až 21 jsou pozoruhodné, jsou typickými mezi velkým počtem studií o efektu koncentrací CO₂ na přírůsteky rostlin [49 - 55].



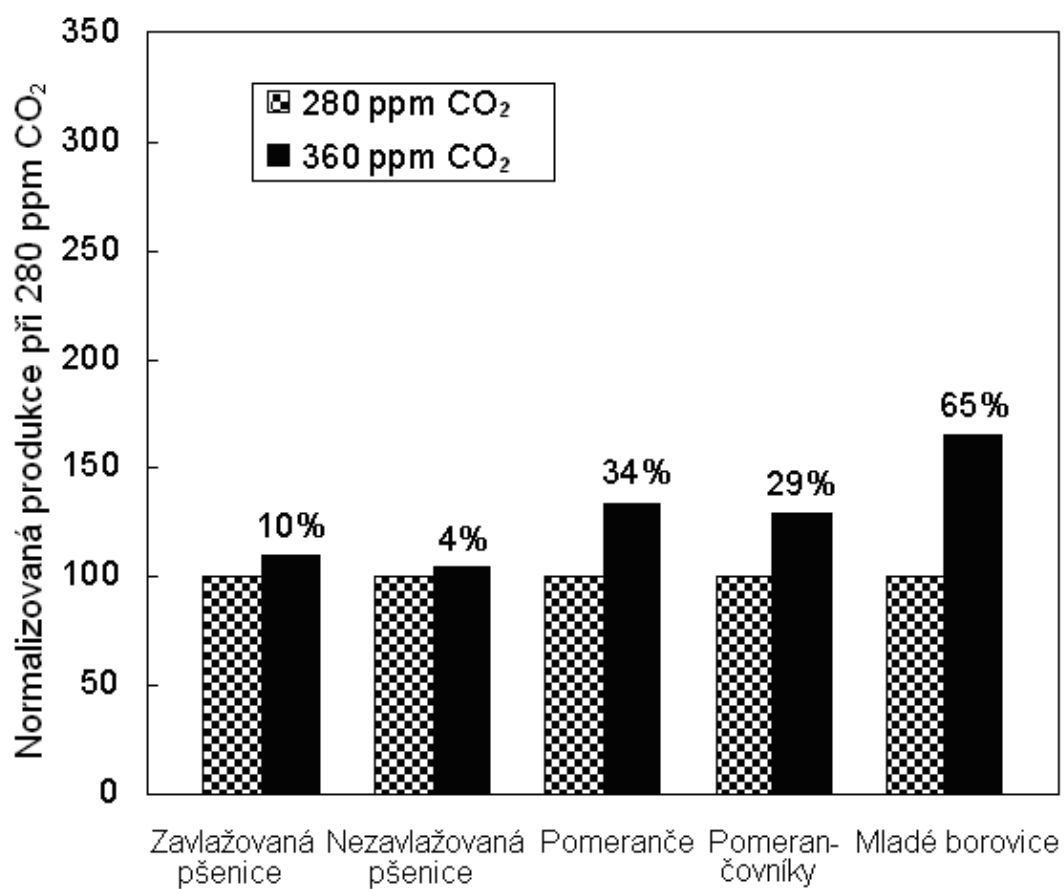
Obrázek 22: Shrnutí dat z 279 publikovaných experimentů

Obrázek 22: Shrnutí dat z 279 publikovaných experimentů, při kterých rostliny všech typů rostly vždy jak pod stresovanými (prázdná kolečka) a nestresovanými (plná kolečka) podmínkami [66]. Bylo shrnuto 208, 50 a 21 sad, pro koncentrace 300, 600 a 1350 ppm CO₂. Výběr rostlin ve 279 studiích měl spíše sklon k rostlinám, jejichž odezva na obohacení CO₂ je nižší, než je aktuální globální složení rostlinstva, takže výsledek je podhodnocen. Obohacení CO₂ také umožňuje rostlinám růst v sušších regionech, což dále zvyšuje očekávanou globální odezvu (vodorovná stupnice - obohacení CO₂ proti výchozímu stavu, svislá - procentní zvýšení přírůstků).

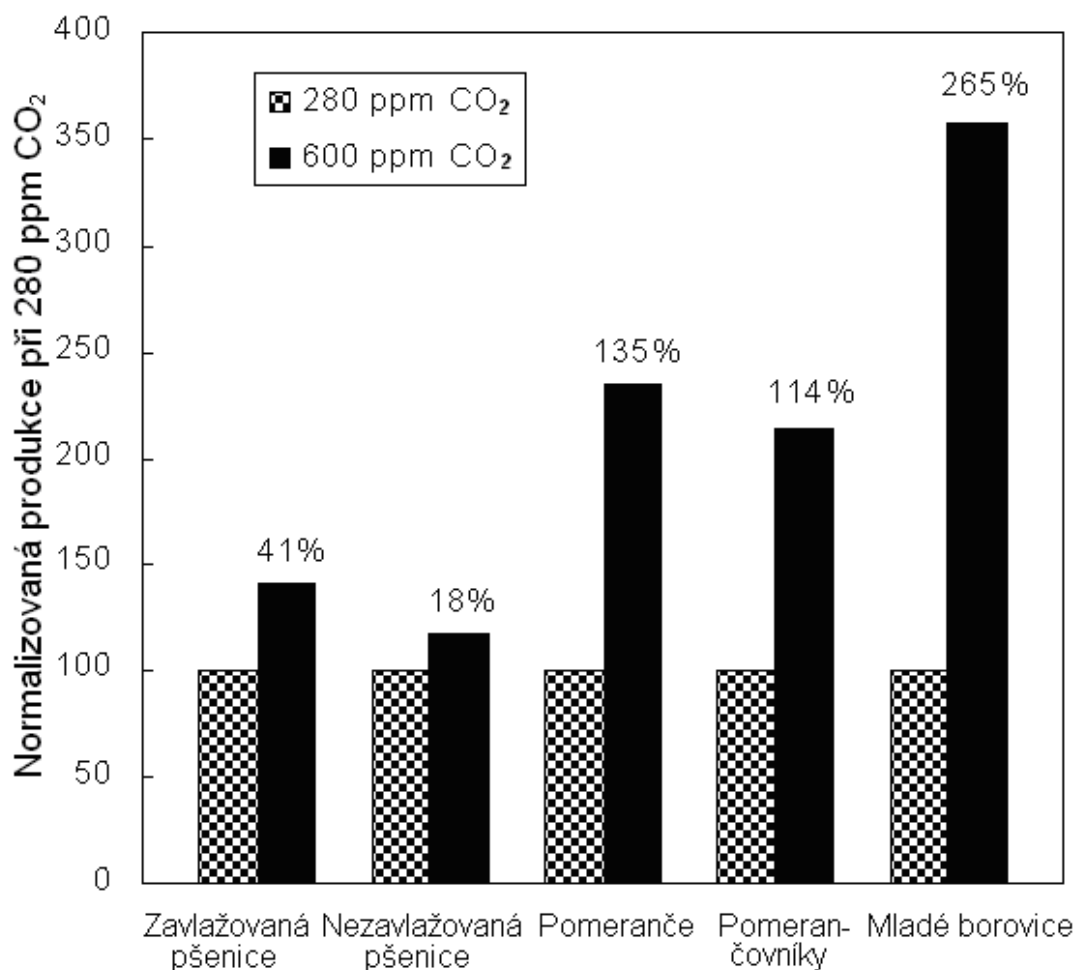
Obrázek 22 shrnuje 279 obdobných experimentů v kterých rostliny různých typů byly pěstovány při podmínkách s obohacením CO₂. Rostliny stresované méně než ideálními podmínkami - což se běžně v přírodě stává - odpovídají více na obohacení CO₂. Výběr vzorků na obrázku 22 měl odchylku směrem k rostlinám, které mají slabší odezvu na obohacení CO₂, než je složení, které v současné době pokrývá Zemi, takže obrázek 22 podhodnocuje efekt globálního zlepšení vlivem CO₂.

Obrázek 23 shrnuje pšenici, pomerančovníky a mladé borovice, jejichž přírůstky jsou na obrázcích 21, 20 a 18 se dvěma nárůsty atmosférického CO₂ - tím, který se objevil od roku 1800 a o kterém se věří, že je výsledkem průmyslové revoluce, a tím, který je předpokládán pro další dvě století. Zlepšení relativního přírůstku stromů vlivem CO₂ se snižuje s věkem. Obrázek 23 ukazuje mladé stromy.

Zelená revoluce v zemědělství již zřetelně získala z obohacení CO₂; a přínosy v budoucnosti budou asi nápadné. Živočišný život poroste současně, jak ukazuje studie 51 pozemních [63] a 22 mořských ekosystémů [64]. Nadto, jak ukazuje studie 94 pozemních ekosystémů na všech kontinentech kromě Antarktidy [65], druhové bohatství (biodiversita) má zřetelnější vztah s produktivitou - s celkovým množstvím rostlinného života na akr než s čímkoli jiným.



Obrázek 23: Mladé stromy



Obrázek 24: Spočítané navýšení přírůstku pšenice

Obrázek 24: Spočítané navýšení přírůstku pšenice, mladých pomerančovníků a velmi mladých borovic, ke kterému již došlo v důsledku obohacení atmosféry oxidem uhličitým během posledních dvou století (a) a které se očekává jako výsledek dalšího atmosférického obohacování na hladinu 600 ppm (b). V tomto případě, tato čísla jsou aplikována na borovice během jejich prvních dvou let růstu a na pomerančovníky mezi 4. a 10. rokem růstu. Jak ukazuje obrázek 20, vliv zvýšené koncentrace CO₂ se postupně vytrácí s věkem stromů, takže tato čísla by neměla být interpretována jako použitelná přes celý život stromu. Neexistuje žádný dlouhodobý experiment s CO₂. Přesto, dokonce 2000 let staré stromy stále vykazují významnou odezvu, jak je ukázáno na obrázku 17.

2.7 Potvrzení hypotézy

Nejsou žádná experimentální data, která by podpořila hypotézu, že zvýšení množství oxidu uhličitého a jiných skleníkových plynů způsobuje nebo může způsobit katastrofální změny v globálních teplotách nebo počasí. Naopak, během dvaceti let, kdy byla největší koncentrace oxidu uhličitého, atmosférická teplota klesala.

Také se nemusíme obávat žádných kalamit v prostředí, dokonce i pokud současný dlouhodobý trend oteplování bude pokračovat. Země byla mnohem teplejší během uplynulých 3000 let, bez katastrofických následků. Teplejší počasí prodlouží růstovou sezónu a všeobecně zlepší obyvatelnost chladnějších regionů. "Globální oteplování", popřená hypotéza, neposkytuje žádný důvod k omezení produkce skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , atd.) lidstvem, jak bylo navrhováno v [29].

Používání uhlí, ropy a zemního plynu neoteplilo měřitelně atmosféru, a při prodloužení současných trendů se zdá, že se tak ani v dohledné budoucnosti nestane. Ovšemže, tímto se uvolňuje CO_2 , který zrychluje růst rostlin a také umožňuje rostlinám růst v sušších oblastech. Živočišná říše, která závisí na rostlinách, se také rozroste.

Čím více uhlí, ropy a přírodního plynu je použito k obživě a vytažení z bída bezpečí lidí na celém světě, tím více CO_2 bude uvolněno do atmosféry. To pomůže udržovat a zlepšovat zdraví, délku života, prosperitu a produktivitu celého lidstva.

Věří se, že lidské aktivity jsou zodpovědné za nárůst úrovně CO_2 v atmosféře. Lidstvo přesouvá uhlík v uhlí, ropě a zemním plynu z podzemí do atmosféry a na povrch, kde je dostupný pro přeměnu na živé organismy. Nejde o nic jiného než o koloběh hmoty a energie. Země se dá označit jako uzavřený systém, ve kterém můžeme uhlík jen uvolnit ze zdrojů, do kterých byl před miliony lety uložen. Navíc všechn uhlík už v atmosféře, ať už ve formě oxidu uhličitého či jiných plynů obsahujících uhlík, byl a žádná katastrofa to pro rostlinnou a živočišnou říši nebyla, spíše naopak. Žijeme v stále více prosperujícím prostředí rostlin a živočichů, které je výsledkem vzrůstu koncentrací CO_2 . Naše děti se budou těšit ze Země s mnohem rozsáhlejším rostlinným a živočišným životem než je ten, kterým jsme nyní požehnáni. To je pozoruhodný a neočekávaný dar průmyslové revoluce.

3 MOŽNOSTI MĚŘENÍ CO₂

Protože lidé v současnosti tráví velkou část svého času v budovách, je kladen velký důraz na kvalitu okolního vzduchu. Nejčastěji jsou využívány ventilační systémy, které přivádějí do prostoru venkovní vzduch a zajišťují odtah vnitřního vydýchaného vzduchu s vysokou vlhkostí, zápachy a výpary apod. Mnoho ventilačních systémů pracuje na základě časového řízení, to znamená, že je ventilace nastavena na určitý konstantní výkon. Jedná se o větrání s výměnou daného množství kubických metrů vzduchu na jednoho člověka za hodinu, nezávisle na aktuálním počtu lidí ve ventilovaném prostoru. V některých případech se tak větrá nedostatečně, a naopak jindy se ventiluje, i když to není vůbec potřeba. Z energetického a ekonomického hlediska jde o velmi neúspěšné řešení. Ventilační systémy využívají z důvodů energetických úspor tzv. recirkulaci, kdy značná část vnitřního vzduchu se mísí s venkovním a ten se pak dohřívá nebo ochlazuje. Výsledkem je nedostatečná kvalita vnitřního vzduchu.

3.1 Systémy založené na detekci CO₂

Nezbytnou součástí všech veřejných budov zejména ve vyspělých západních zemích (např. ve Francii je tato regulace dána zákonem) jsou čidla kvality vzduchu, která se hojně využívají také v domácnostech. Nejčastějšími důvody pro jejich využití jsou energetické a ekonomické výhody - čidla precizně regulují větrání, což je velkou výhodou ve veřejných budovách s proměnlivým počtem lidí uvnitř. Slouží dále k detekci kouře z cigaret, kuchyňských výparů v restauračních zařízeních a využívají se ve výrobních procesech. Jejich konkrétní podoba závisí na látce, pro jejíž detekci je čidlo určeno - k měření koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) ve vzduchu, - k detekci koncentrace znečišťujících látek (tzv. čidlo VOC - kuchyňské výpary, cigaretový kouř apod.), - k měření relativní vlhkosti vzduchu.

3.2 Metody měření CO₂

Pro měření koncentrace CO₂ ve vzduchu se využívá několik principů. Nejrozšířenější jsou čidla pracující na základě infračervené absorpční metody (tzv. metoda NDIR - zkratka z angličtiny - Non-Dispersive InfraRed), dále existují čidla pracující na elektroakustickém nebo na elektrochemickém principu. Každý princip má své výhody a nevýhody. Čidla NDIR jsou obecně přesnější, dlouhodoběji stabilnější, měří koncentraci již od nulové

hodnoty, ale jejich nevýhodou je vyšší cena. Podobně je to i u elektroakustických čidel. Elektrochemická čidla jsou naopak levnější a s poněkud nižší přesností, ale stále více než dostatečnou pro použití ve ventilační technice.

Čidla pracující na elektrochemickém principu pracují až od cca 400 ppm, což vzhledem ke koncentraci ve venkovním vzduchu, která je okolo 360 - 400 ppm, vůbec nevádí. Tato čidla mají obvykle autokalibrační funkci, která zajišťuje automatickou periodickou recalibraci čidla na čerstvý vzduch, čímž je eliminováno stárnutí čidla a je tím zajištěna i dlouhodobá stabilita parametrů. Čidla všech typů mají obvykle spojitý napěťový výstup (0 - 10 V) nebo proudový výstup (0 - 20 / 4 - 20 mA), pomocí kterého předávají informaci o hodnotě koncentrace CO₂ ve vzduchu nadřizovanému ventilačnímu systému. Tato čidla dovolují snadno a relativně levně trvale měřit koncentraci CO₂ ve vzduchu a na základě získaných hodnot pak řídit ventilační systémy tak, aby byla zajištěna dobrá kvalita vzduchu a současně minimalizována energetická náročnost. Kvalita vzduchu v budovách je dnes často spojována s termínem „Syndrom nemocných budov“ (SBS – sick building syndrome). SBS popisuje zdravotní obtíže lidí pracujících nebo žijících v budově, kteří se necítí dobře a pociťují příznaky nemoci, která nemá zjevné příčiny. Příznaky se zhoršují tehdy, pobývají-li lidé v budově, a zlepšují se či úplně vymizí, pobývají-li mimo ni. Má za následek podstatný pokles pracovní výkonnosti, zhoršení osobních vztahů a v závěru pak i ztrátu pracovní produktivity. Vyskytuje v úřadech, obytných domech, školkách, školách. Příčina není známá.

Syndrom nemocných budov je soubor nespecifických obtíží, které zpravidla nejsou tak závažné, aby způsobily pracovní neschopnost pro nemoc, ale zhoršují pohodu lidí a negativně ovlivňují pracovní výkonnost. Postihují současně větší počet osob v budově.

Potíže SBS lze rozdělit do čtyř skupin:

1. Postižení očí a horních cest dýchacích; pocity dráždění a pálení očí, nosu, nosohltanu, slzení a rýma.
2. Postižení dolních cest dýchacích; tlak na prsou, dušnost, někdy až astmatického rázu.
3. Kožní dráždění, svědění, zčervenání pokožky, vyrážka.
4. Potíže centrálně nervové, jako bolesti hlavy, letargie, někdy naopak vznětlivost, snížení pracovní kapacity a paměti, poruchy nočního spánku s denní ospalostí, nesoustředěnost, únava.

Výskyt SBS:

Odhad výskytu: zdrojem je 30 % nových či renovovaných budov, zejména s pracovišti typu open-space (velkoprostorové kanceláře)

Odhad ztrát: pokles pracovní výkonnosti a vyšší absence vedou k poklesu hrubého domácího produktu o 0,5 až 1,0 %.

Odhad příčin: nedostatečné větrání, vysoký obsah škodlivin v ovzduší (VOC, NO_x, prach, plísně, oděry, vlhkost, ionty aj.)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

Zaměříme se na metodu měření používající princip spektrální analýzy, která pracuje na základě změn emise a absorpce elektromagnetického záření. Absorpce záření v neionizovaném plynu se nachází v pásmu jisté vlnové délky, pro každý ionizovaný plyn specifické. Máme pásma UV (ultrafialové) a IR (infračervené). Nás bude zajímat pásmo IR na kterém pracuje zařízení pomocí kterého budeme provádět naše budoucí měření.

IR – vlnová délka od $7,6 \cdot 10^{-7}$ m až $10 \cdot 10^{-6}$ m. Absorpce záření v plynu se řídí Lambertovým vztahem:

$$e^{k \cdot l \cdot d} = \left(\frac{I}{I_o} \right)$$

k – Absorpční součinitel závislý na vlnové délce, druhu plynu a koncentraci

l – Délka dráhy paprsku plynu v metrech

d – Koncentrace plynu

I – Intenzita paprsku na vstupu (W/m^{-2})

I_o - Intenzita paprsku na výstupu (W/m^{-2})

Záření IR jsou absorbovány tekutinami, které mají alespoň dva různé atomy. Měření zajišťuje speciální optika. Ta rozloží světlo a vyfiltruje složky na požadovanou vlnovou délku. U levnějších přístrojů „bez disperzních“ se používají selektivní kyvety obsahující plyn s propustností jen pro dané pásmo. Práce přístroje spočívá v rozehtání topného tělesa na teplotu asi 700°C , které dodá záření přes plochá zrcadla odražené do měrné kyvety a srovnávací kyvety, po absorpci se snímá IR záření. Selektivita je vytvářena materiálem vstupních ploch kyvet, který propustí jen určité pásmo nebo senzory naplněnými plyny s požadujícím pásmem průteplivosti. Třída přesnosti pro tyto přístroje je 2,5 pro CO_2 ale i pro jiné látky. Nepřesnosti v měření mohou způsobovat i okolní vlivy jako je teplota a nebo napájení zdroje záření.

Moje měření bylo prováděno přístrojem TESTO 535 pracujícím právě na principu IR.



Obrázek 25:TESTO 535 přístroj pro měření koncentrace CO₂ s pevně zabudovanou sondou, baterií a kalibračním protokolem

Testo 535 je přesný přístroj pro měření CO₂ pro kontrolu kvality vzduchu v místnosti. Špatná kvalita vzduchu ve vnitřních prostorech způsobená vysokou koncentrací CO₂ (více než 1000 ppm) vede k únavě, špatnému soustředění a dále až k onemocněním.

- Dlouhodobé sledování vytvořením maximální a střední hodnoty
- Dlouhodobě stabilní 2-kanálový infračervený senzor
- Vysoká přesnost, vysoká spolehlivost
- Není zapotřebí periodická kalibrace

Typ sensoru	dvoukanálový infračervený sensor
Měřicí rozsah	0.....+9999 ppm CO ₂
Přesnost	\pm (50 ppm CO ₂ \pm 2% z n. h.) (0.....+5000 ppm CO ₂)
\pm 1 digit	\pm (100 ppm CO ₂ \pm 3% z n. h.) (+5001.....+9999 ppm CO ₂)
Rozlišení	1 ppm CO ₂ (0.....+9999 ppm CO ₂)
Měřené medium	vzduch
Displej	dvouřádkový LCD
Materiál krytu	ABS
Provozní teplota	0.....+50°C
Sklad. teplota	-20.....+70°C
Napájení	baterie 9V
Životnost	6 hodin
Rozměry	190x57x42 mm
Hmotnost	300 g

Tabulka 2: Technická data TESTO 535

4 MĚŘENÍ CO₂ VE MĚSTĚ ZLÍN

Město Zlín má k dnešní době asi 80 tisíc obyvatel s hustotou zalidnění kraje 187/km² a nadmořskou výškou 230 metrů nad mořem. Město Zlín má velmi propracovanou strukturu MHD tvořenou pouze z ekologických dopr. prostředků. Hlavním je trolejbusová doprava, vlak a autobusy s ekologickým pohonem na plyn. Bohužel je také dopravní tepnou na Valašsko a nemá řešen funkční obchvat centra, takže je zde v pracovní dny velmi hustý provoz.

Snažil jsem se provést měření v oblastech nejvíce zalidněných a na okraji centra města. U míst s hustým provozem automobilů a naopak zase v oblastech méně frekventovaných, aby se daly výsledky co nejlépe porovnat.

4.1 Stanoviště a jejich charakteristiky

1. **Fakulta aplikované informatiky severní strana** – nachází se na patě sídliště Jižní svahy, v jižním svahu nad kotlem samotného města. Kolem je pouze lokální doprava obyvatel přijíždějících k fakultě nebo bydlících v blízkém okolí.

Předpoklad: Očekávaná měření by měla být spíše s menším obsahem CO₂.

2. **Nákupní centrum Čepkov** – nachází se pod svahem stanoviště 1 v rovině s polohou centra města samotná lokalita je v nepatrné prohlubni a s hustou celodenní dopravou nakupujících.

Předpoklad: Naměřené hodnoty se čekají vysoké vzhledem k pozici.

3. **Pizzerie U Čápa** - nachází se v bezprostřední blízkosti hustého provozu komunikace na Fryšták v nižší části centra města na severním břehu řeky Dřevnice.

Předpoklad: Vysoké hodnoty hladiny CO₂ kvůli velkému počtu automobilů.

4. **U trolejbusového depa** - oblast mimo hustý provoz s nižším položením a ne příliš obydlená na východním okraji centra města.

Předpoklad: Střední hladina CO₂ pro nevýrazný provoz a lokalitu.

5. **Centrum** – nejfrekventovanější oblast města s vysokým provozem a dopravním uzlem blízko hlavního náměstí mírně výše než stanoviště 2, 3 a 4 .

Předpoklad: Velmi vysoká hladina CO₂

6. **Les nad zimním stadionem** – místo bez provozu a v přírodě mezi stromy bez osídlení.

Předpoklad: Stanoviště s výrazně nejnižším výskytem CO₂ .

4.2 Naměřené hodnoty ve Zlíně

První měření proběhlo 5. prosince 2007 ve 14.50 místního času. Počasí – oblačno až zataženo a bezvětří, teplota 7°C.

Číslo stanoviště 1. Fakulta – 400 ppm

2. Čepkov – 560 ppm

3. Čáp – 405 ppm

4. Depo – 440 ppm

5. Centrum – 520 ppm

6. Les – 420 ppm

Druhé měření 21. prosince 2007 v 16.00 místního času. Počasí – zataženo, bezvětří, teplota -3°C .

Číslo stanoviště 1. Fakulta – 460 ppm

2. Čepkov – 490 ppm

3. Čáp – 460 ppm

4. Depo – 580 ppm

5. Centrum – 470 ppm

6. Les – 500 ppm

Třetí měření 19. ledna 2008 v 14.00 místního času. Počasí – zataženo téměř bezvětří, teplota 10°C .

Číslo stanoviště 1. Fakulta – 410 ppm

2. Čepkov – 560 ppm

3. Čáp – 420 ppm

4. Depo – 470 ppm

5. Centrum – 540 ppm

6. Les – 400 ppm

Čtvrté měření 15. března 2008 v 11,30 místního času. Počasí – slunečno, teplota 10°C .

Číslo stanoviště 1. Fakulta – 500 ppm

2. Čepkov – 380 ppm

3. Čáp – 400 ppm

4. Depo – 370 ppm

5. Centrum – 400 ppm

6. Les – 350 ppm

Páté měření 12. května 2008 v 10,00 místního času. Počasí – jasno, bezvětří, teplota 18°C.

Číslo stanoviště 1. Fakulta – 420 ppm

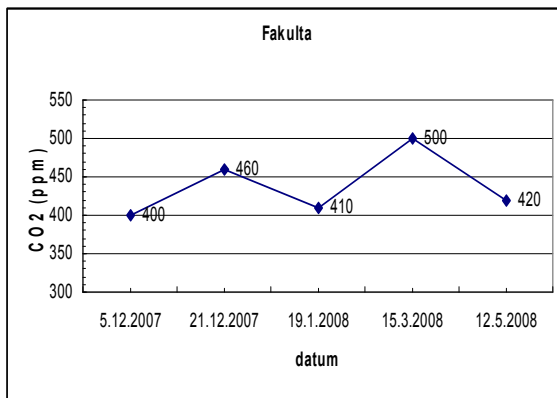
2. Čepkov – 520 ppm

3. Čáp – 430 ppm

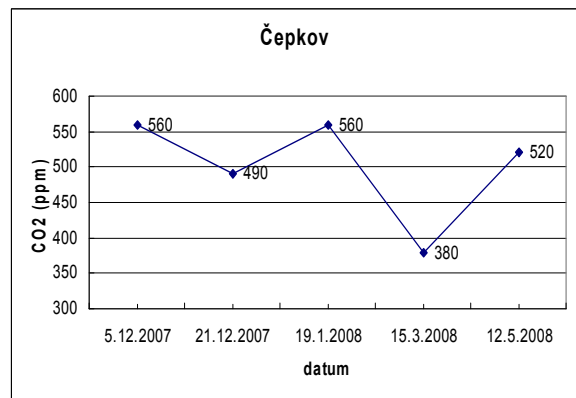
4. Depo – 450 ppm

5. Centrum – 490 ppm

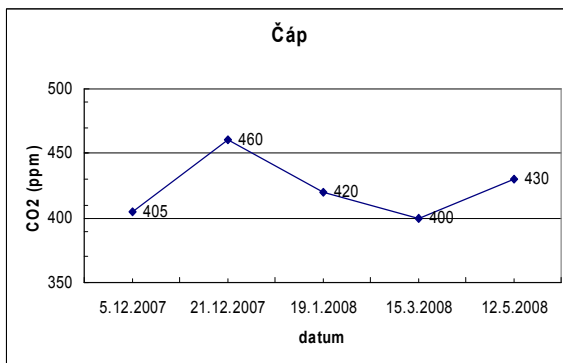
6. Les – 430 ppm



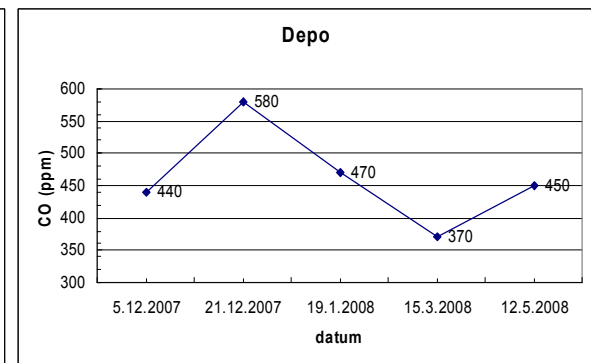
Obrázek 26: Zlín stanoviště Fakulta



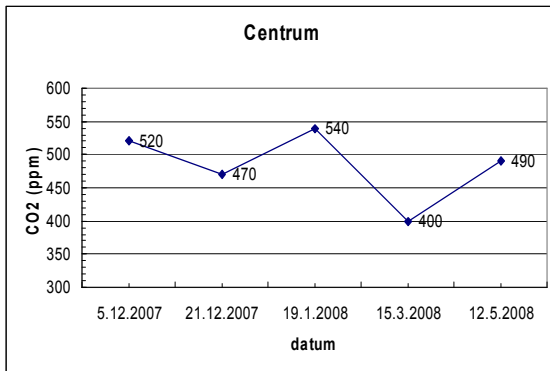
Obrázek 27: Zlín stanoviště Čepkov



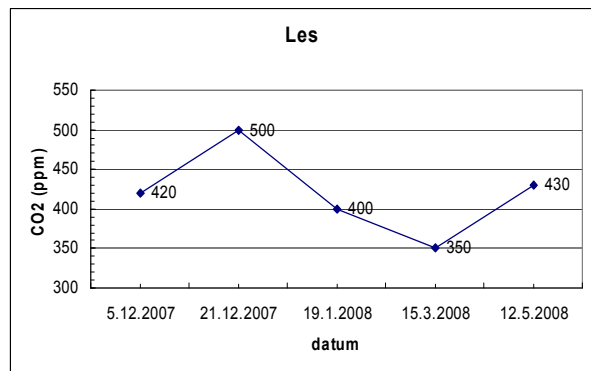
Obrázek 28: Zlín stanoviště Čáp



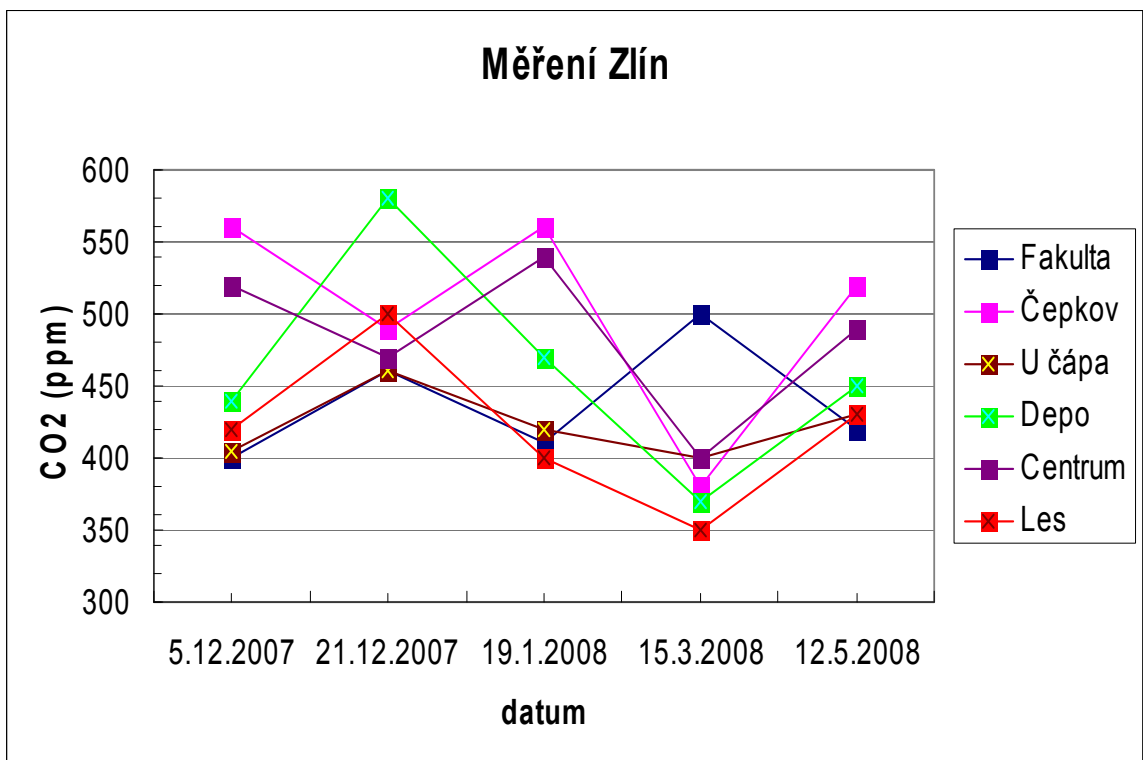
Obrázek 29: Zlín stanoviště Depo



Obrázek 30: Zlín stanoviště Centrum



Obrázek 31: Zlín stanoviště Les



Obrázek 32: Zlín všechna stanoviště – porovnání

Možná na jednotlivých grafech ze stanovišť ve Zlíně není poznat nějaká větší podobnost v čase, ale po srovnání výsledků do jednoho grafu je zřejmé, že hodnoty některých stanovišť leží ve stejné nebo velmi podobné křivce lišící se pouze v posunutí po ose Y nahoru nebo dolů. Naopak je zase zajímavé, že jiná stanoviště se podobného tvaru nedobrala a liší se velmi jasně.

Shodující se stanoviště ve Zlíně: 3 – Čáp, 4 – Depo, 6 – Les. Dále lze najít podobnost mezi stanovišti 2 – Čepkov a 5 – Centrum. U stanoviště 1 – Fakulta se nepodařilo nalézt žádnou podobnost s ostatními.

Proč??? Vezmeme-li 3, 4, 6, tak zde není logika mezi podobnými výsledky měření co se lokality týká, protože se místa od sebe dost podstatně liší jak frekventovaností, tak i vzdáleností od centra města. U 2 a 5 lze najít jistou logiku v tom, že jednotlivé lokality jsou prakticky v centru města a tudíž velmi frekventované. Zde by se podobnost dala předpokládat. To že stanoviště 1 – Fakulta je zcela odlišné od ostatních není na jednu stranu nijak neracionální, protože je to místo svou pozicí zcela zvláštní a specifické.

5 MĚŘENÍ CO₂ V UHERSKÉM HRADIŠTI

V Uherském Hradišti žije asi 25 tisíc obyvatel a nachází se na jižním břehu řeky Moravy v nadmořské výšce 180/m.n.m. hustota zalidnění je 132/km². Na rozdíl od města Zlína leží víceméně na rovině a po dokončení obchvatu města je i provoz poněkud menší. MHD ve městě je tvořena jen autobusy s pohonem na zemní plyn.

Měření jsem opět prováděl na místech s budoucím zajímavým porovnáním výsledků jak v rámci města tak i se Zlínem.

5.1 Stanoviště a jejich charakteristiky

1. Štěpnice – Jde o sídliště hlavně panelových domů zasazené na břehu řeky a pokraji

Kunovského lesa se spoustou zelených ploch, stromů a minimálním provozem.

Předpoklad: Nízká hladina CO₂.

2. Hlavní most – stanoviště bezprostředně u hlavní komunikace na břehu řeky – hustý

provoz.

Předpoklad: Vyšší hladina CO₂.

3. Hlavní křižovatka – Křížení čtyřproudové komunikace s komunikací na Zlín. Velmi

hustý provoz a postávání osobních i nákladních vozidel.

Předpoklad: Nejvyšší hladina CO₂ v celém městě jde o nejvíce frekventované místo v UH.

4. Masarykovo náměstí – Jedna z nejnižše položených oblastí ve městě s malým provozem.

Předpoklad: Těžko odhadovat hodnoty lokalita hovoří pro

vysoké z hlediska kumulace CO₂ v nejnižších kapsách, ale

malý provoz hovoří proti.

5.2 Naměřené hodnoty v Uherském Hradišti

První měření proběhlo 9. prosince 2007 ve 14.00 místního času. Počasí - zataženo, větrno a teplota 5°C.

Číslo stanoviště: 1. Štěpnice – 520 ppm

2. Most – 400 ppm

3. Křižovatka – 400 ppm

4. Náměstí – 370 ppm

Druhé měření proběhlo 1. ledna 2008 ve 15.00 místního času. Počasí - zataženo a mrholení teplota -1°C.

Číslo stanoviště: 1. Štěpnice – 450 ppm

2. Most – 390 ppm

3. Křižovatka – 370 ppm

4. Náměstí – 370 ppm

Třetí měření proběhlo 15. března 2008 ve 14.00 místního času. Počasí - slunečno, mírný vítr a teplota 11°C.

Číslo stanoviště: 1. Štěpnice – 510 ppm

2. Most – 450 ppm

3. Křižovatka – 430 ppm

4. Náměstí – 350 ppm

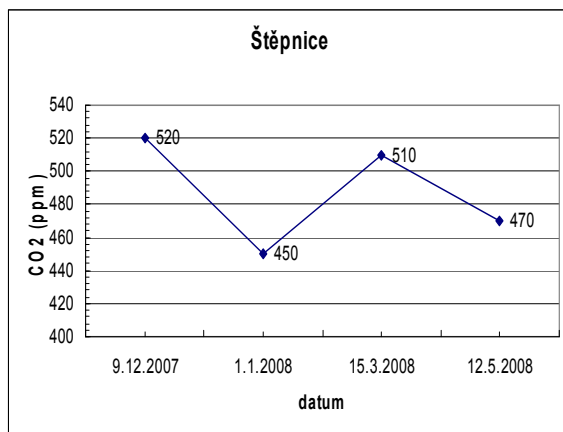
Čtvrté měření proběhlo 12. května 2008 ve 14.00 místního času. Počasí – jasno, bezvětří a teplota 21°C.

Číslo stanoviště: 1. Štěpnice – 470 ppm

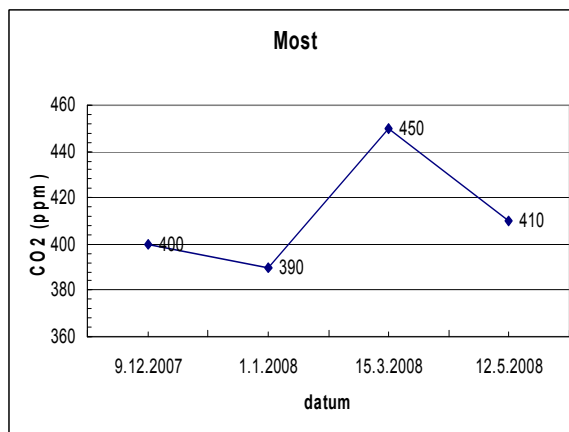
2. Most – 410 ppm

3. Křižovatka – 390 ppm

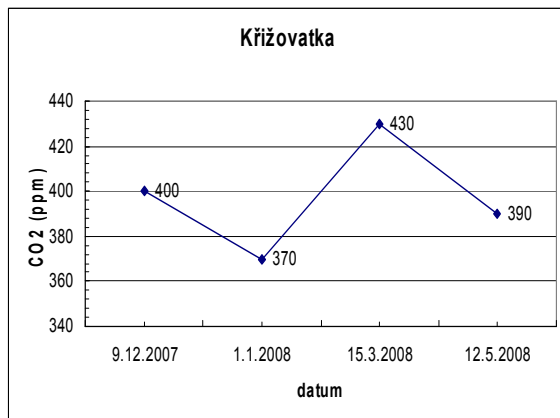
4. Náměstí – 380 ppm



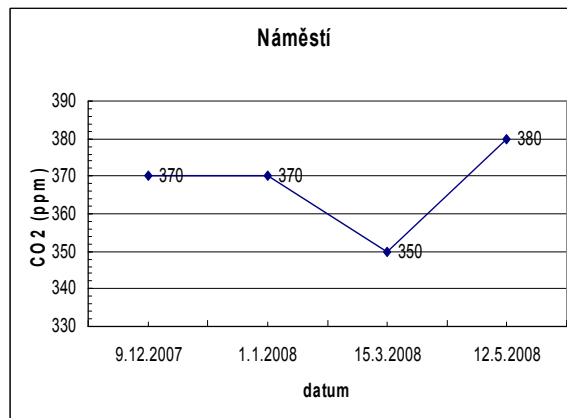
Obrázek 33: UH stanoviště Štěpnice



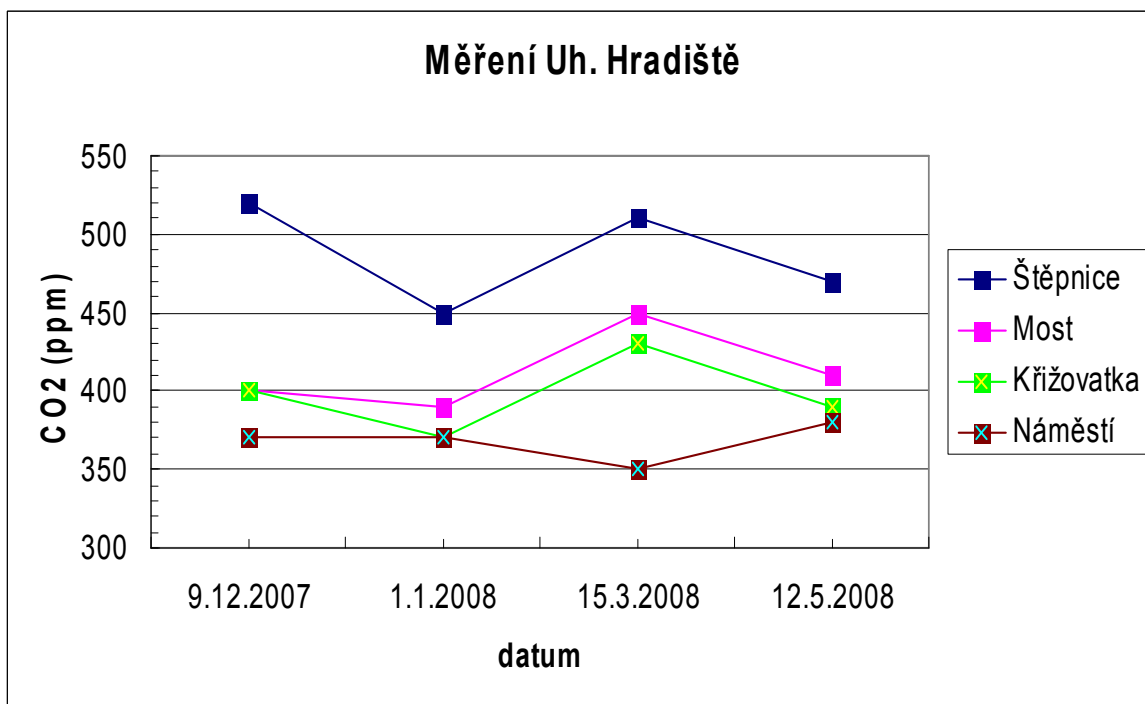
Obrázek 34: UH stanoviště Most



Obrázek 35: UH stanoviště Křižovatka



Obrázek 36: UH stanoviště Náměstí



Obrázek 37: UH všechna stanoviště - porovnání

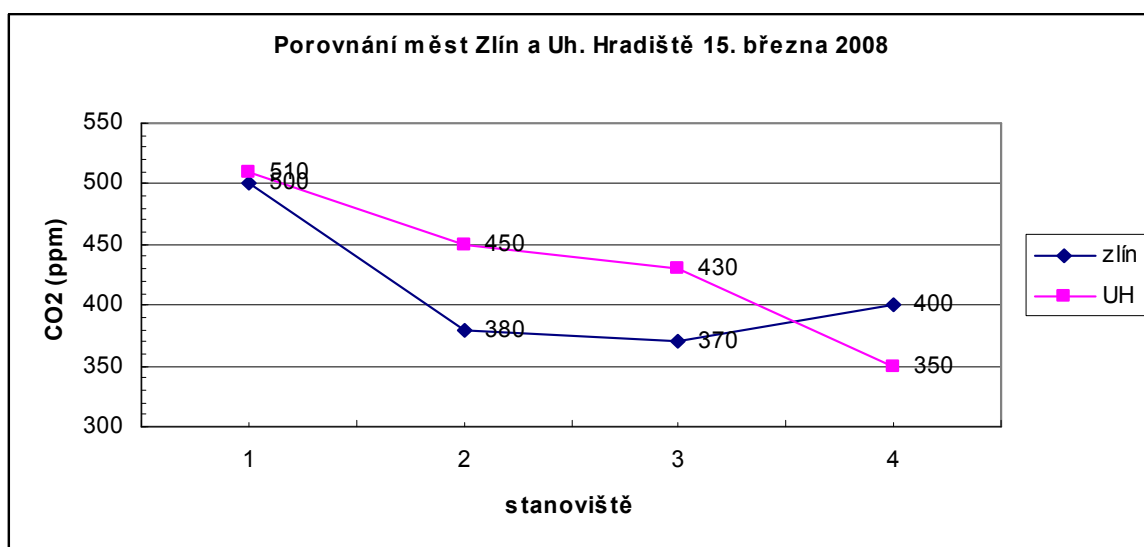
Stejně jako ve Zlíně i v Uherském Hradišti lze mezi jednotlivými stanovišti nalézt jistou podobnost, která je patrnější a častější než by se dalo předpokládat. Jistý vliv může mít i počet stanovišť, který je menší.

Podobnost v Uherském Hradišti: U stanoviště 1, 2, 3 lze nalézt jistou shodu v průběhu výskytu CO₂. Zase jde pouze o rozdíly v posunutí po ose Y. Poslední stanoviště se od ostatních značně liší.

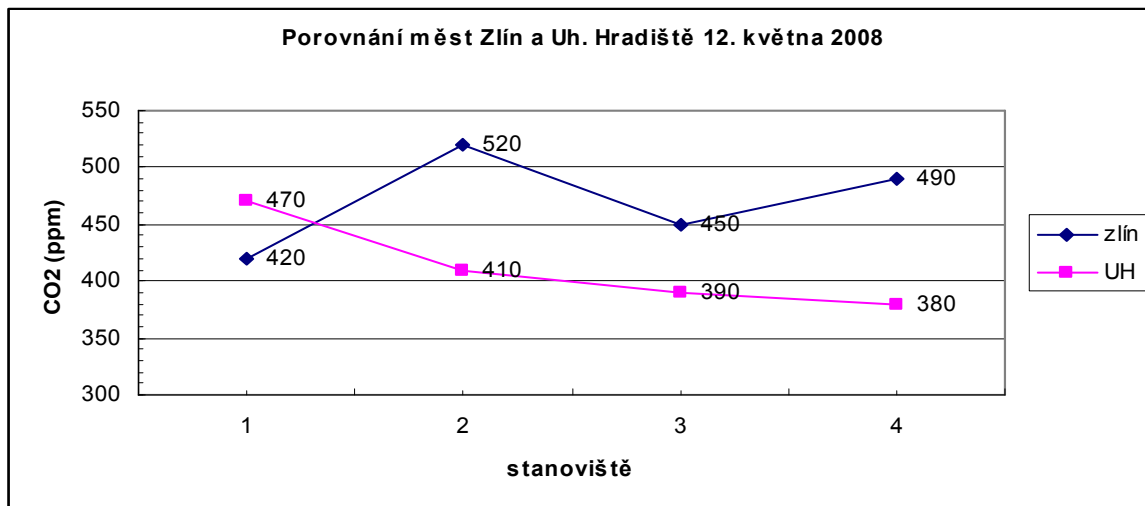
Proč??? Jako ve Zlíně se logika mezi korelací křivek 1, 2, 3 hledá jen velmi těžko jsou to místa s různým ruchem a pohybem motorových vozidel, různým stupněm zeleně. U 2 a 3 by se jistá podobnost předpokládat dala. Z důvodu blízkosti stejné komunikace a podobného pohybu vozidel, ale u stanoviště 1 – Štěpnice se v takové míře výskyt CO_2 nedal předpokládat. Náměstí – 4 se liší od ostatních svou polohou a celkovým rozložením, že se dalo s nějakou růzností v naměřených hodnotách počítat.

5.3 Porovnání měst Zlín a Uherské Hradiště ve výskytu CO_2

Nyní porovnáme hodnoty z obou měst mezi sebou, jednou to bude 15. března 2008 a podruhé 12. května 2008. Abychom dosáhli stejného počtu stanovišť, tak ve Zlíně zanedbáme stanoviště, u kterých se v dřívějších měřeních projevila podobnost.



Obrázek 38: Porovnání výskytu CO_2 ve Zlíně a Uh. Hradišti k 15. březnu 2008



Obrázek 39: Porovnání výskytu CO₂ ve Zlíně a Uh. Hradišti k 12. květnu 2008

Jak je z jednotlivých grafů patrné, tak hodnoty naměřené v jednotlivých městech ve stejné dny a za stejného počasí se různí. Nelze mezi nimi nalézt žádnou podobnost ani korelaci. Podle toho lze říci, že hodnoty CO₂ jsou pro každé město specifické a nezáleží na jejich plošném porovnání. Města jsou od sebe vzdálena asi 30 kilometrů a mají různý stupeň dopravy, počet obyvatel nebo různý průmyslový rozvoj.

5.4 Hodnoty měřené v zástavbě (místnostech)

Pro zjištění kvality vzduchu uvnitř budov jsem provedl i několik měření v různých interiérech, abychom si udělali představu o koncentracích CO₂ v prostorách a vně budov.

1. Byt – Panelový dům – dispozice 3+1, 72 m², 2 patro, osob v domácnosti -2. Běžná hodnota přes den se v zimě, kdy se příliš nevětrá pohybovala od 1350 do 1550 ppm, ale například ráno v místnosti bezprostředně po spánku nebylo problém naměřit i hodnoty kolem 1900 ppm. Při masovém větrání se tato hodnota začala snižovat, ale srovnání s hodnotami venku by byl proces velmi dlouhodobý, vhodný spíše na letní měsíce.

2. Rodinný dům – dispozice 4+2, 150 m², patrový, osoby 4. Normální hodnoty se lišily podle toho ve které místnosti se odehrával život a kde se aktuálně obyvatelé domu zdržovali. V místnostech frekventovaných se hodnoty téměř rovnali s hodnotami z panelového bytu což se dalo asi předpokládat (1200 – 1300ppm).

3. Fakulta – posluchárna pro asi 90 posluchačů s aktivním systémem vzduchotechniky, hodnota CO₂ byla na začátku přednášky 850 ppm a na konci jen kolem 1000 ppm, což je po 4 hodinách a účasti zhruba 40 posluchačů vcelku slušný výsledek. Horších výsledků se dosáhlo při měření v malých učebnách, které jsou sice mnohem méně obsazeny posluchači, ale jsou prakticky bez vzduchotechniky. Tady byla hladina na začátku 750 ppm a po 3.5 hodinách a 15 posluchačích i se třemi desetiminutovými přestávkami, během kterých se aktivně větralo, vzrostla koncentrace CO₂ na 1450 ppm což je téměř dvojnásobek startovacího bodu a stav způsobující únavu nebo ztrátu pozornosti.

ZÁVĚR

Byly zjištěny hodnoty CO_2 v ovzduší města Zlín a Uherské Hradiště. Měření proběhlo na několika místech lišícími se polohou nebo různým stupněm provozu automobilové dopravy, za vlivu rozmanitého počasí či roční doby. Dále se zkoumala kvalita vzduchu v místnostech Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a také v běžných domácnostech.

Ve Zlíně u stanovišť 3 - Čáp, 4 – Depo, 6 – Les a dále na místech 2 – Čepkov, 5 – Centrum se projevila podobnost výskytu CO_2 v čase. Jen na stanovišti 1 – Fakulta nebyla objevena žádná korelace s ostatními křivkami. Podobně tomu bylo i v Uherském Hradišti, kde se na měřených místech 1 – Štěpnice, 2 – Most a 3 – Křižovatka vyskytla jistá shoda naměřených hodnot v čase. Pouze 4 – Náměstí nebylo srovnatelné. Při porovnání výsledků z obou měst nebylo zjištěno žádné kopírování stavu CO_2 , přesto že k sejmutí hodnot došlo ve stejný den.

Největší vliv na kolísání hladiny CO_2 při měření měly poryvy větru, způsobené jak počasím, tak provozem a to nejen automobilovým, ale i pohybem pěších osob. Zjistilo se, že hodnoty CO_2 se dají v exteriérech jen velmi špatně odhadovat podle polohy stanoviště, závislosti na počasí nebo výskytem zvýšeného respektive malého automobilového provozu. Více by odhalilo častější a dlouhodobější měření na více stanovištích.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ (CONCLUSION)

There were measured values of CO₂ in the atmosphere in towns Zlin and Uherske Hradiste. The measurement took place on several standpoints which were different from location or from level of motor traffic, in the face of various weather and season. Further was examined the quality of the air at the Faculty of Information Science of Tomas Bata University in Zlin and in common consumer sectors.

In Zlin at standpoints nr. 3 – Cap restaurant, nr. 4 - Depo, nr. 6 – Wood and next on these places nr. 2 – Cepkov shopping centre, nr. 5 – City centre has shown CO₂ occurrence similarity dependent on time. Only at standpoints nr. 1 – Faculty was not found out a correlation with the other graph curves. Similar situation was in Uherske Hradiste at the measured standpoints nr. 1 – Stepnice , nr. 2 - Bridge and nr. 3 – Main crossroad where certain coincidence occurred. Only standpoint nr. 4 – Main square was not comparable. By results comparison of both towns was not identified any duplication of CO₂ occurrence though values were measured on the same day.

The largest influence on CO₂ level elevation by measurement had gusts caused both weather and motor traffic but as well by movement of walking inhabitants. There was made out that values of CO₂ are difficult to estimate according to standpoint location, weather dependance or increased occurrence of little motor traffic.

More information would be shown by long-term and frequent measurement at more standpoints.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Keeling, C. D. and Whorf, T. P. (1997) Trends Online: A Compendium of Data on Global Change, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory; [<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ndp001r7/>].
2. Idso, S. B. (1989) Carbon Dioxide and Global Change: Earth in Transition, IBR Press, 7.
3. Schimel, D. S. (1995) Global Change Biology 1, 77-91.
4. Segalstad, T. V. (1998) Global Warming the Continuing Debate, Cambridge UK: Europ. Sci. and Environ. For., ed. R. Bate, 184-218.
5. Berner, R. A. (1997) Science 276, 544-545.
6. Kuo, C., Lindberg, C. R., and Thornson, D. J. (1990) Nature 343, 709-714.
7. Kegwin, L. D. (1996) Science 274, 1504-1508; [lkeigwin@whoi.edu].
8. Jones, P. D. et. al. (1986) J. Clim. Appl. Meterol. 25, 161-179.
9. Grovesman, B. S. and Landsberg, H. E. (1979) Geophys. Res. Let. 6, 767-769.
10. Baliunas, S. and Soon, W. (1995) Astrophysical Journal 450, 896-901; Christensen, E. and Lassen, K. (1991) Science 254, 698-700; [sbaliunas,wsoon@cfa.harvard.edu].
11. Lamb, H. H. (1982) Climate, History, and the Modern World, pub New York: Methuen.
12. Brown, W. O. and Heim, R. R. (1996) National Climate Data Center, Climate Variation Bulletin 8, Historical Climatology Series 4-7, Dec.; [<http://www.ncdc.noaa.gov/o1/documentlibrary/cvb.html/>].
13. Baliunas, S. L. et. al. (1995) Astrophysical Journal 438, 269-287.
14. Houghton, J. T. et. al. (1995) Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
15. Angell, J. K. (1997) Trends Online: A Compendium of Data on Global Change, Oak Ridge National Laboratory; [<http://cdiac.esd.ornl.gov/ftp/ndp008r4/>].
16. Spencer, R. W., Christy, J. R., and Grody, N. C. (1990) Journal of Climate 3, 1111-1128.
17. Spencer, R. W. and Christy, J. R. (1990) Science 247, 1558-1562.
18. Christy, J. R., Spencer, R. W., and Braswell, W. D. (1997) Nature 389, 342; Christy, J. R. personal comm; [<http://www.ghrc.msfc.nasa.gov/ims/cgi-bin/mkdata?msu2rm190+/pub/data/msu/limb90/chan2r/>].
19. Spencer, R. W. and Christy, J. R. (1992) Journal of Climate 5, 847-866.
20. Christy, J. R. (1995) Climatic Change 31, 455-474.
21. Jones, P. D. (1994) Geophys. Res. Let. 21, 1149-1152.
22. Parker, D. E., et. al. (1997) Geophys. Res. Let. 24, 1499-1502.
23. Hansen, J., Ruedy, R. and Sato, M. (1996) Geophys. Res. Let. 23, 1665-1668; [<http://www.giss.nasa.gov/data/gistemp/>].

24. The Climate Research Unit, East Anglia University, United Kingdom; [<http://www.cru.uea.ac.uk/advance10k/climdata.htm/>].
25. Lindzen, R. S. (1994) *Ann. Review Fluid. Mech.* 26, 353-379.
26. Sun, D. Z. and Lindzen, R. S. (1993) *Ann. Geophysicae* 11, 204-215.
27. Spencer, R. W. and Braswell, W. D. (1997) *Bull. Amer. Meteorolog. Soc.* 78, 1097-1106.
28. Baliunas, S. (1996) *Uncertainties in Climate Modeling: Solar Variability and Other Factors*, Committee on Energy and Natural Resources; United States Senate. Lindzen, R. S. (1995), personal communication.
29. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (1997). Adoption of this protocol would sharply limit GHG release for one-fifth of the world's people and nations, including the United States.
30. Idso, S. B. (1997) in *Global Warming: The Science and the Politics*, ed. L. Jones, The Fraser Institute: Vancouver, 91-112.
31. Lindzen, R. S. (1996) in *Climate Sensitivity of Radiative Perturbations: Physical Mechanisms and Their Validation*, NATO ASI Series 134, ed. H. Le Treut, Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 51-66.
32. Renno, N. O., Emanuel, K. A., and Stone, P. H. (1994) *J. Geophysical Research* 99, 14429-14441.
33. Hansen, J. and Lebedeff, S. (1987) *J. Geophysical Research* 92, 13345-13372.
34. Hansen, J. and Lebedeff, S. (1988) *Geophys. Res. Let.* 15, 323-326.
35. Christy, J. R. (1997) *The Use of Satellites in Global Warming Forecasts*, George C. Marshall Institute.
36. Balling, Jr., R. C. *The Heated Debate* (1992), Pacific Research Institute.
37. Goodridge, J. D. (1998) private communication.
38. Schneider, S. H. (1994) *Science* 263, 341-347.
39. Goodridge, J. D. (1996) *Bulletin of the American Meteorological Society* 77, 3-4; Goodridge, J. D. private communication.
40. Christy, J. R. and Goodridge, J. D. (1995) *Atm. Envir.* 29, 1957-1961.
41. Santer, B. D., et. al. (1996) *Nature* 382, 39-45.
42. Michaels, P. J. and Knappenberger, P. C. (1996) *Nature* 384, 522-523; [pjm8x,pc k4s@rootboy.nhes.com]; Weber, G. O. (1996) *Nature* 384, 523-524; Also, Santer, B. D. (1996) *Nature* 384, 524.
43. Nerem, R. S. et. al. (1997) *Geophys. Res. Let.* 24, 1331-1334; [nerem@csr.utexas.edu]; Douglas, B. C. (1995) *Rev. Geophys. Supplement* 1425-1432.
44. Douglas, B. C. (1992) *J. Geophysical Research* 97, 12699-12706.
45. Bentley, C. R. (1997) *Science* 275, 1077-1078; Nicholls, K. W. (1997) *Nature* 388, 460-462.
46. Landsea, C. W., et. al. (1996) *Geophys. Res. Let.* 23, 1697-1700; [landsea@aoml.noaa.gov].

47. Penner, S. S. (1998) *Energy – The International Journal*, January, in press.
48. Graybill, D. A. and Idso, S. B. (1993) *Global. Biogeochem. Cyc.* 7, 81-95.
49. Kimball, B. A. (1983) *Agron. J.* 75, 779-788.
50. Poorter, H. (1993) *Vegetatio* 104-105, 77-97.
51. Cure, J. D. and Acock, B. (1986) *Agric. For. Meteorol.* 8, 127-145.
52. Gifford, R. M. (1992) *Adv. Bioclim.* 1, 24-58.
53. Mortensen, L. M. (1987) *Sci. Hort.* 33, 1-25.
54. Drake, B. G. and Leadley, P. W. (1991) *Plant, Cell, and Envir.* 14, 853-860.
55. Lawlor, D. W. and Mitchell, R. A. C. (1991) *Plant, Cell, and Envir.* 14, 807-818.
56. Idso, S. B. and Kimball, B. A. (1994) *J. Exper. Botany* 45, 1669-1692.
57. Grace, J., et. al. (1995) *Science* 270, 778-780.
58. Waddell, K. L., Oswald, D. D., and Powell D. S. (1987) *Forest Statistics of the United States*, U. S. Forest Service and Dept. of Agriculture.
59. Idso, S. B. and Kimball, B. A., (1997) *Global Change Biol.* 3, 89-96.
60. Idso, S. B. and Kimball, B. A. (1991) *Agr. Forest Meteor.* 55, 345-349.
61. Kimball, et. al. (1995) *Global Change Biology* 1, 429-442.
62. Pinter, J. P. et. al., (1996) *Carbon Dioxide and Terrestrial Ecosystems*, ed. G. W. Koch and H. A. Mooney, Academic Press.
63. McNaughton, S. J., Oosterhold, M., Frank. D. A., and Williams, K. J. (1989) *Nature* 341, 142-144.
64. Cyr, H. and Pace, M. L. (1993) *Nature* 361, 148-150.
65. Scheiner, S. M. and Rey-Benayas, J. M. (1994) *Evol. Ecol.* 8, 331-347.
66. Idso, K. E. and Idso, S. (1974) *Agr. and Forest Meteorol.* 69, 153-203.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CO ₂	Oxid uhličitý
mil	Milion
mild	Miliarda
C	Uhlík
O ₂	Plynová molekula kyslíku
Gt	Gigatuna
ppm	Částice v milionu
IPCC	Mezinárodní organizace zabývající se změnami klimatu
pm	Pikometr
CAS	Registrační číslo
g/mol	Gram na mol
°C	Stupeň Celsia
g/cm ³	Gram na centimetr krychlový
kg/m ³	Kilogram na metr krychlový
MPa	Megapascal
kPa	Kilopascal
CH ₄	Metan
H ₂ O	Voda (pára)
CaCO ₃	Uhličitán vápenatý
HCl	Kyselina chlorovodíková
CaO	Oxid vápenatý
H ₂ CO ₃	Kyselina uhličitá
NaOH	Hydroxid sodný
NaHCO ₃	Hydrogenuhlíčan sodný

Na_2CO_3	Uhličitan sodný
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	Cukr - hexoza
HCO_3^-	Anion hydrogenuhličitanu
SiO_2	Oxid křemičitý
CaSiO_3	Křemičitan vápenatý
Ca^{2+}	Vápenatý kation
N_2O	Oxid dusný (rajský plyn)
SF_6	Fluorid sírový
Tg	Teragram
USA	Spojené státy americké
NASA GISS	(National Aeronautics and Space Administration – NASA; Goddard Institute for Space Studies - GISS) Národní úřad pro letectví a kosmonautiku (USA); Goddardův institut pro studii vesmíru.
MSU	(microwave sounding units) mikrovlnné sondážní zařízení umístěné na satelitech
mm	Milimetr
VOC	(volatile organic compounds) sensor měřící kvalitu ovzduší v interiérech
NDIR	(Non-Dispersive Infrared Radiation) sensor pracuje na principu infračerveného fotometru.
V	Volt
mA	Miliamper
SBS	(sick building syndrome) – syndrom nemocných budov.
Nox	Čidla pro detekci vdechovaného kyslíčnicku dusnatého
IR	(infrared) infračervené spektrum
UV	(UltraViolet) ultrafialové spektrum
MHD	Městské hromadná doprava

m.n.m. Metry nad mořem

mm² Milimetr čtvereční

m² Metr čtvereční

Seznam obrázků

Obrázek 1: Koncentrace CO ₂ v částicích na milion.....	15	
Obrázek 2: Povrchové teploty v Sargasovém moři.....	17	
Obrázek 3: Období oteplení po Malé době ledové	18	
Obrázek 4 : Průměrné roční střední teploty	19	
Obrázek 5: Výsledky měření radiovými sondami na meteorologických balónech.....	20	
Obrázek 6: Globální teploty v nižší troposféře	21	
Obrázek 7: Globální teplota, měřená meteorologickými radiovými sondami na balónech.....	22	
Obrázek 8: Troposférické teploty	23	
Obrázek 9: Kvalitativní znázornění ohřevu skleníkovými plyny	25	
Obrázek 10: Radiační skleníkový efekt	26	
Obrázek 11: Globální průměrné teploty nižší troposféry.....	27	
Obrázek 12: Jedenáctiletý klouzavý průměr globální povrchové teploty.....	29	
Obrázek 13: Trendy povrchové teploty pro období od roku 1940 do roku 1996	31	
Obrázek 14: Teploty na jižní polokouli	32	
Obrázek 15: Výsledky měření globální úrovně moře satelitem.....	33	
Obrázek 16: Roční počet prudkých hurikánů	34	
Obrázek 17: Standardní normální odchylka tloušťky letokruhů.....	36	
Obrázek 18: Mladé borovice.....	37	
Obrázek 19: Přehled trvalých lesních porostů ve Spojených státech.....	38	
Obrázek 20: Relativní nárůst objemů kmenů a hlavních větví.....	39	
Obrázek 21: Výnosy zrna při pěstování obilí.....	40	
Obrázek 22: Shrnutí dat z 279 publikovaných experimentů.....	41	
Obrázek 23: Mladé stromy.....	43	
Obrázek 24: Spočítané navýšení přírůstku pšenice.....	44	
Obrázek 25: TESTO 535 přístroj pro měření koncentrace CO ₂ s pevně zabudovanou sondou, baterií a kalibračním protokolem	51	
Obrázek 26: Zlín stanoviště Fakulta	Obrázek 27: Zlín stanoviště Čepkov	56
Obrázek 28: Zlín stanoviště Čáp	Obrázek 29: Zlín stanoviště Depo.....	56
Obrázek 30: Zlín stanoviště Centrum	Obrázek 31: Zlín stanoviště Les	57
Obrázek 32: Zlín všechna stanoviště – porovnání		57

Obrázek 33: UH stanoviště Štěpnice	Obrázek 34: UH stanoviště Most.....	61
Obrázek 35: UH stanoviště Křižovatka	Obrázek 36: UH stanoviště Náměstí.....	62
Obrázek 37: UH všechna stanoviště - porovnání.....		62
Obrázek 38: Porovnání výskytu CO ₂ ve Zlíně a Uh. Hradišti k 15. březnu 2008.....		63
Obrázek 39: Porovnání výskytu CO ₂ ve Zlíně a Uh. Hradišti k 12. květnu 2008.....		64

SEZNAM TABULEK

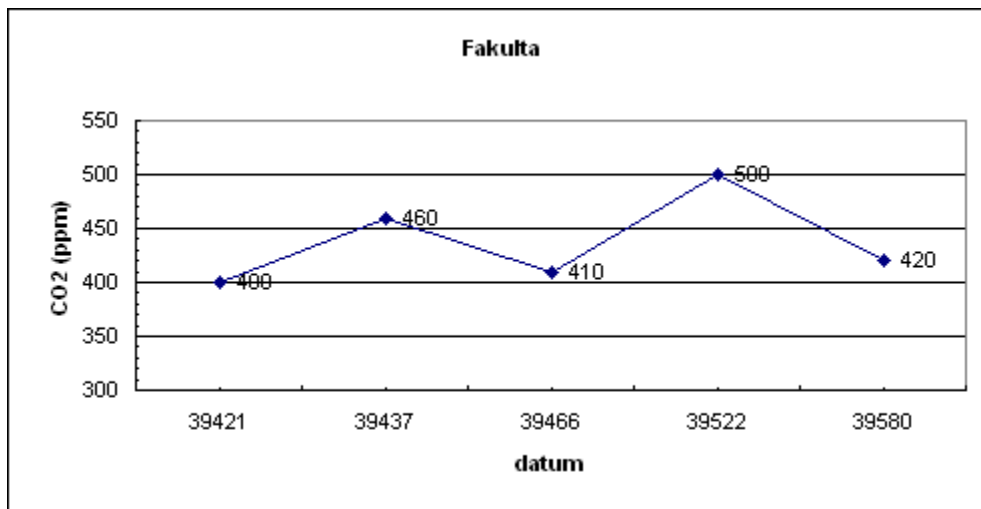
Tabulka 1: Vlastnosti CO ₂	10
Tabulka 2: Technická data TESTO 535.....	52

SEZNAM PŘÍLOH

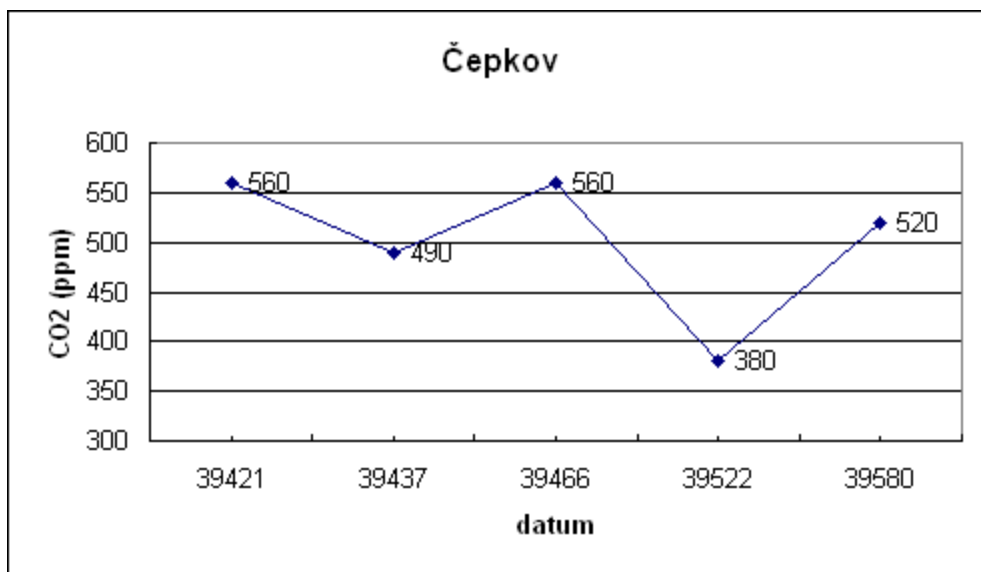
PI Tabulky + grafy v Excelu

Příloha PI: Tabulky + grafy v Excelu

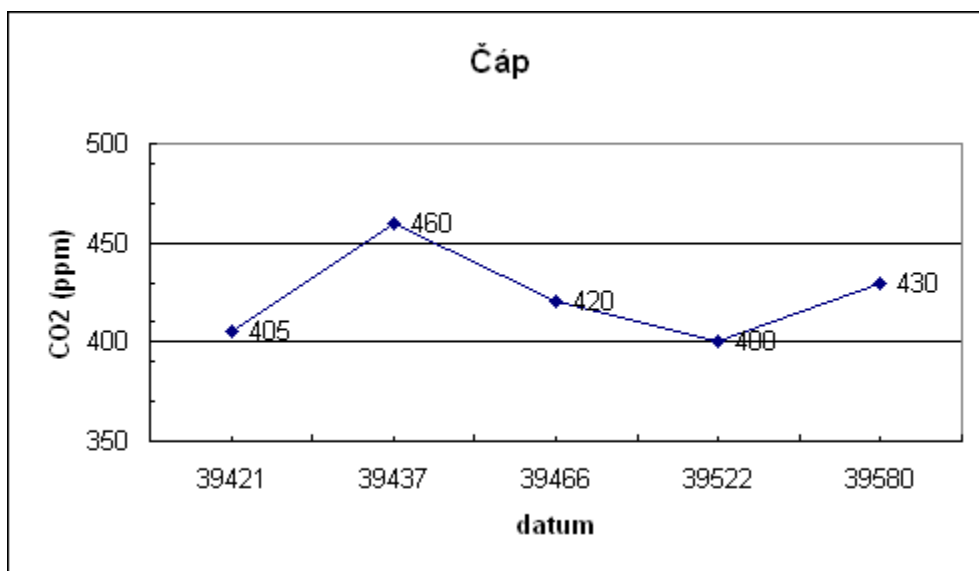
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
400	460	410	500	420



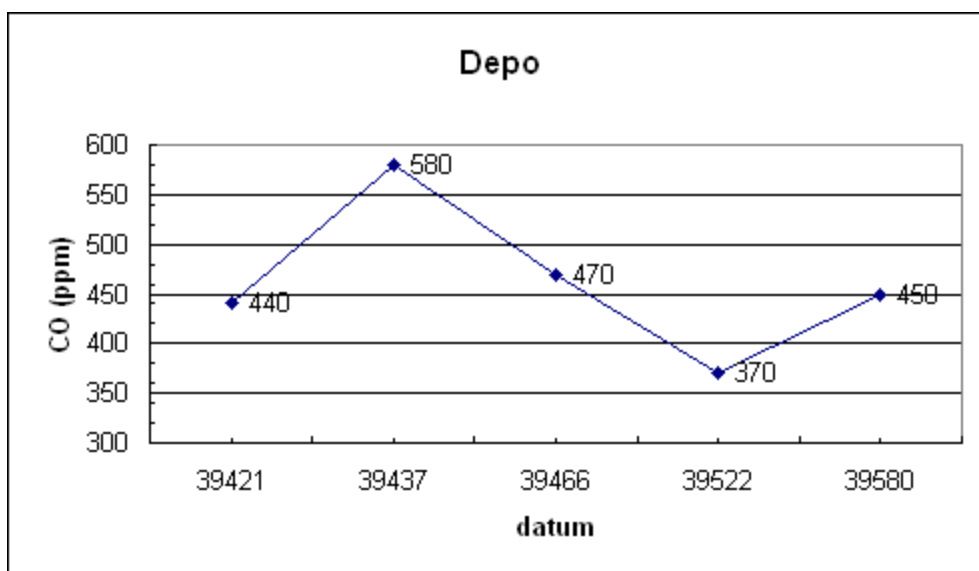
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
560	490	560	380	520



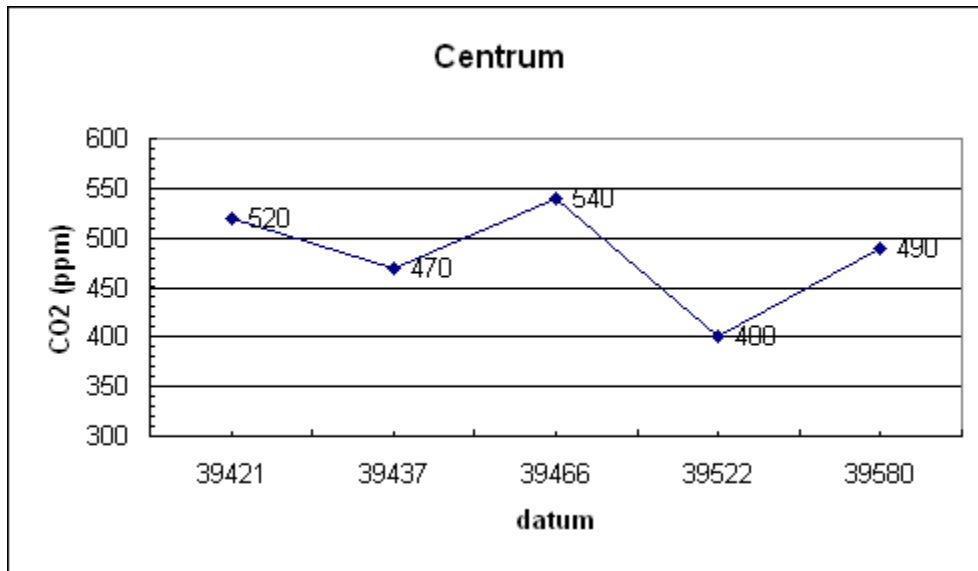
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
405	460	420	400	430



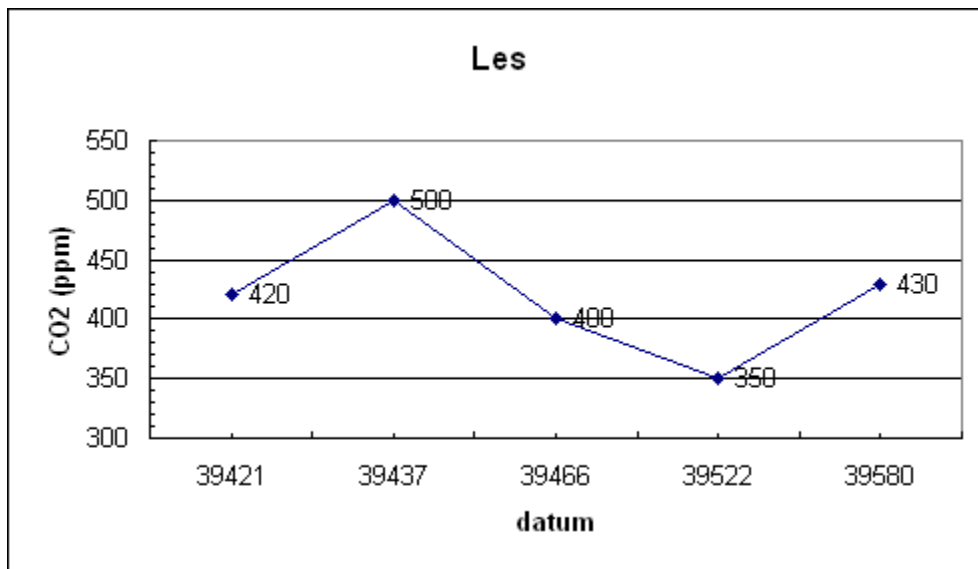
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
440	580	470	370	450



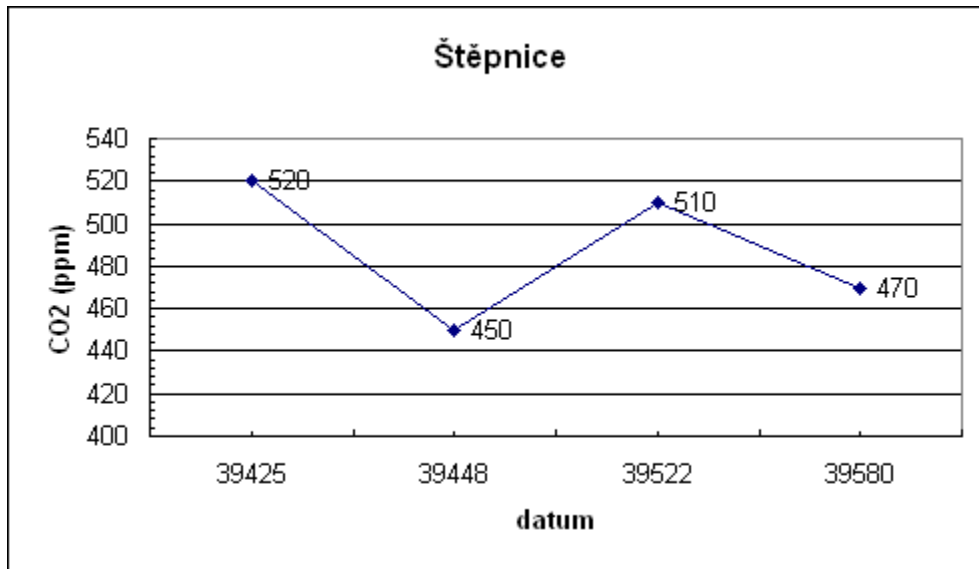
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
520	470	540	400	490



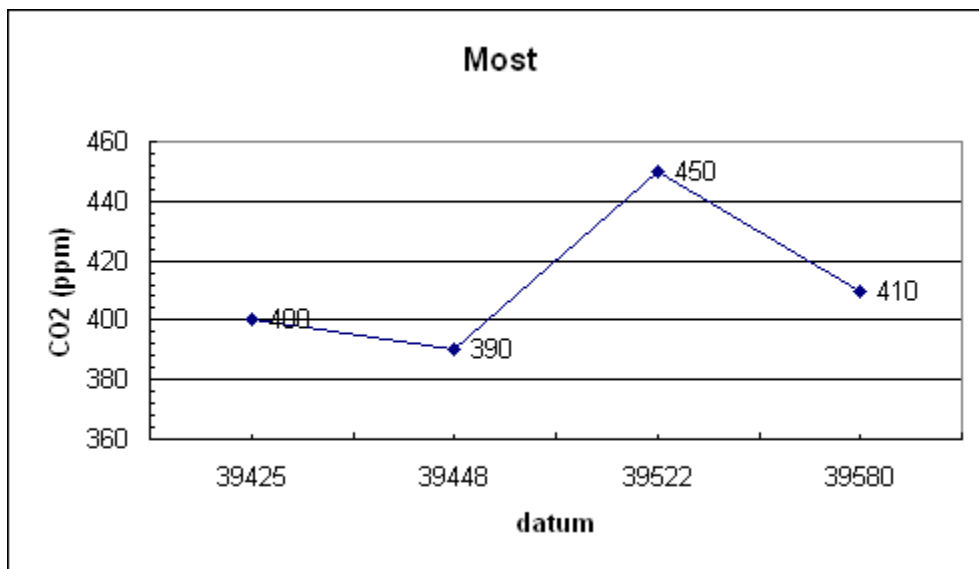
5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
420	500	400	350	430



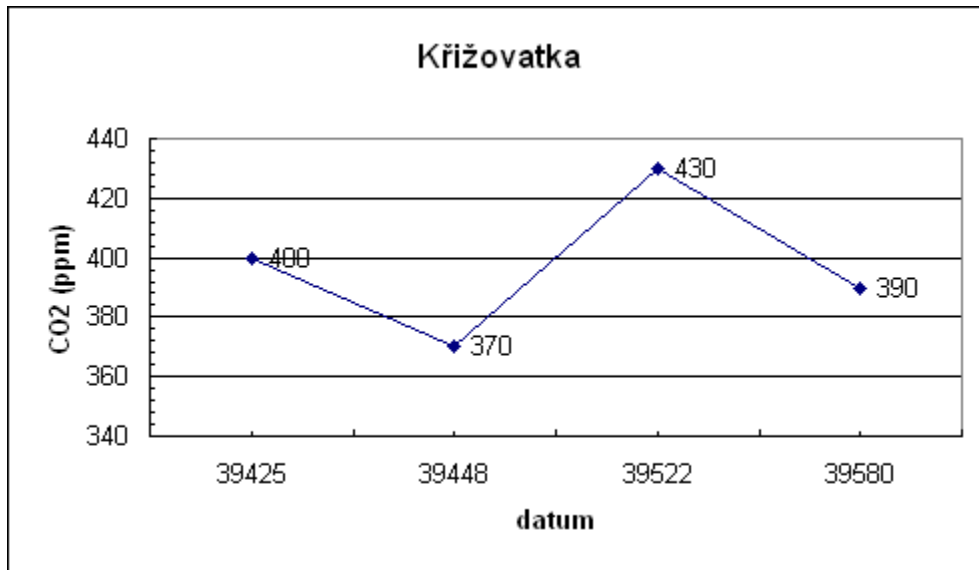
9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
520	450	510	470



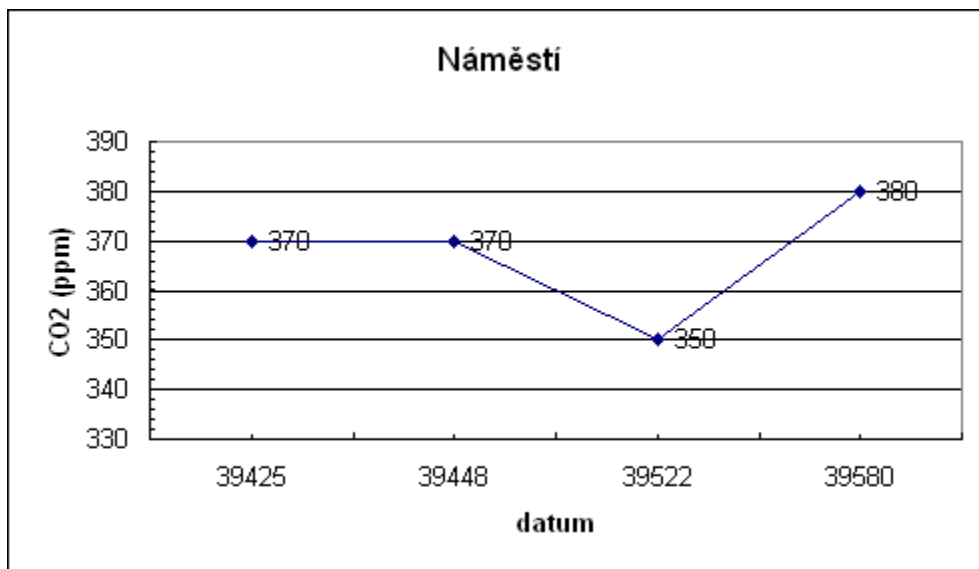
9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
400	390	450	410



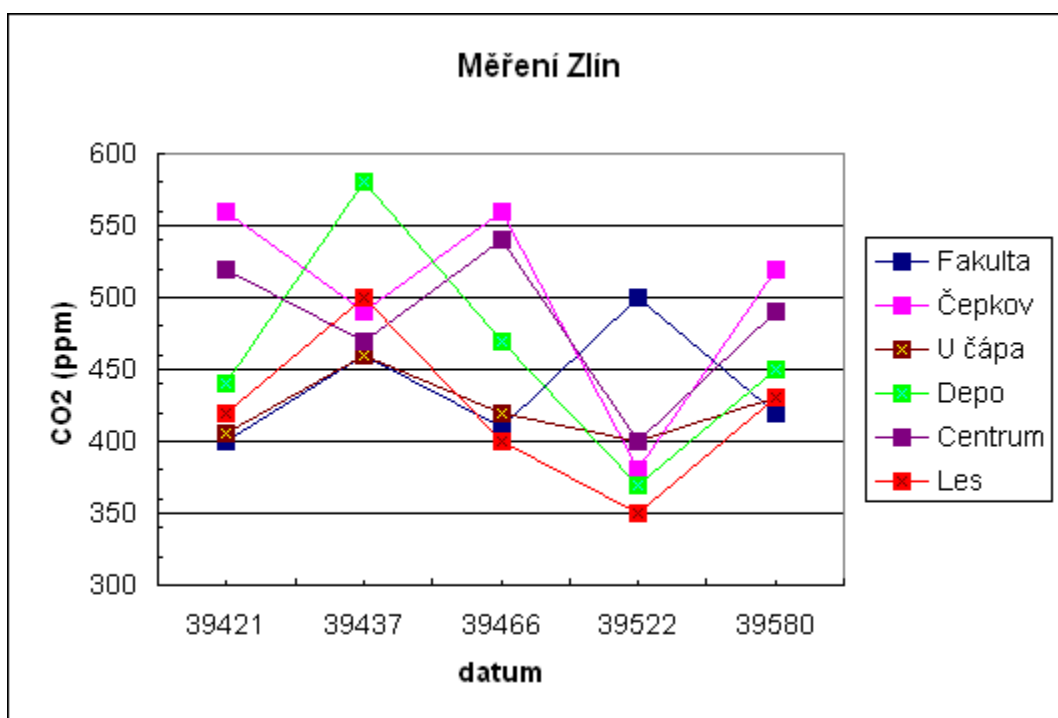
9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
400	370	430	390



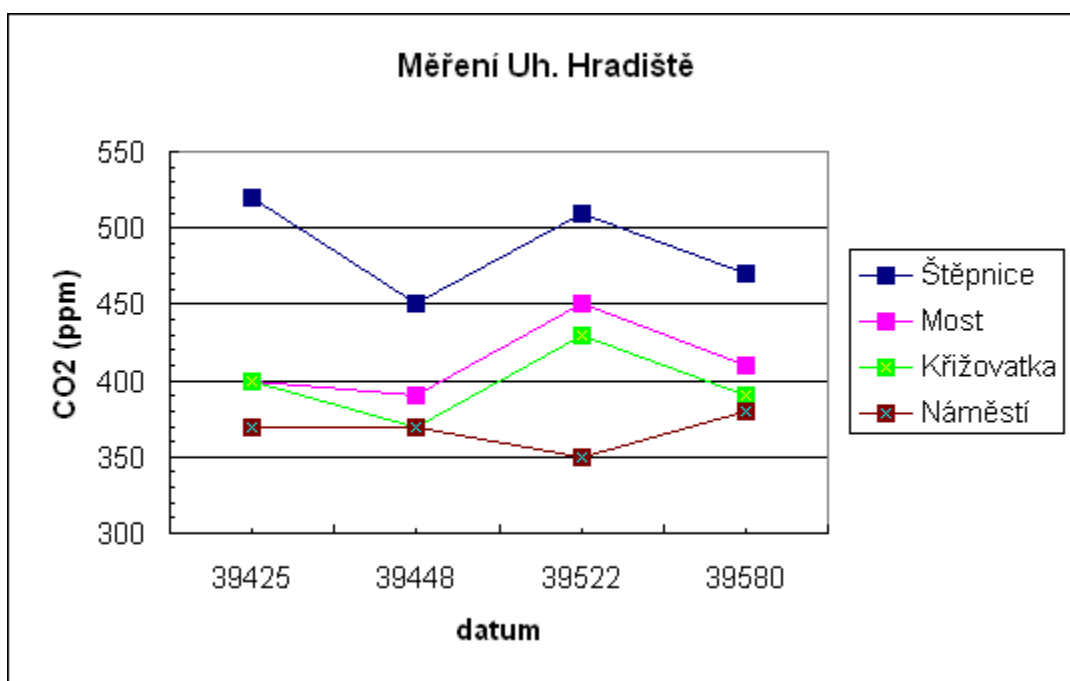
9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
370	370	350	380



datum	5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
Fakulta	400	460	410	500	420
Čepkov	560	490	560	380	520
U čápa	405	460	420	400	430
Depo	440	580	470	370	450
Centrum	520	470	540	400	490
Les	420	500	400	350	430



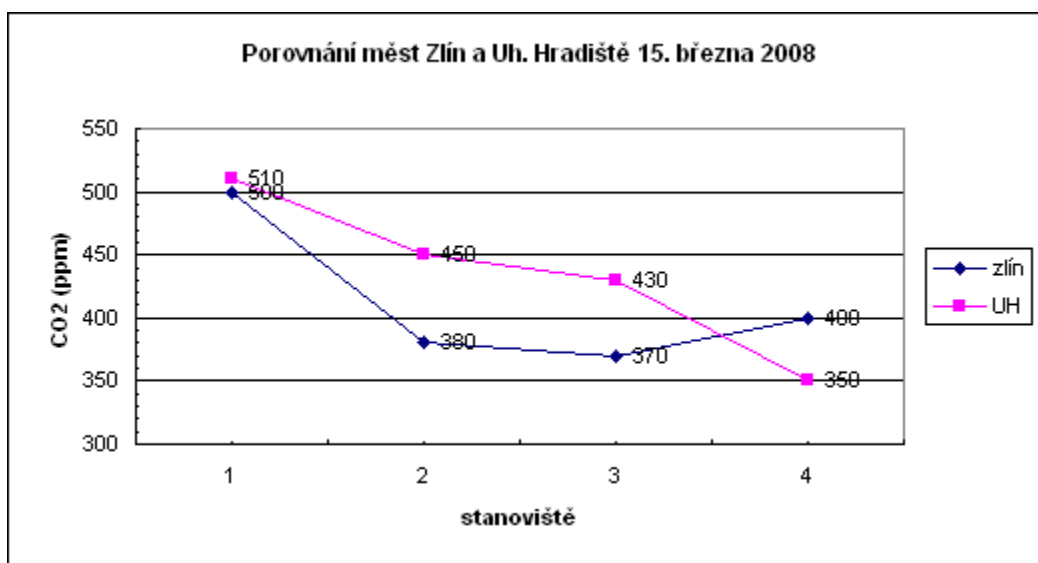
datum	9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
Štěpnice	520	450	510	470
Most	400	390	450	410
Křižovatka	400	370	430	390
Náměstí	370	370	350	380



datum	5.12.2007	21.12.2007	19.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
Fakulta	400	460	410	500	420
Čepkov	560	490	560	380	520
U čápa	405	460	420	400	430
Depo	440	580	470	370	450
Centrum	520	470	540	400	490
Les	420	500	400	350	430

datum	9.12.2007	1.1.2008	15.3.2008	12.5.2008
Štěpnice	520	450	510	470
Most	400	390	450	410
Křižovatka	400	370	430	390
Náměstí	370	370	350	380

zlín	500	380	370	400
UH	510	450	430	350



zlín	420	520	450	490
UH	470	410	390	380

