

„Uhlíková pumpa“ lesních porostů - její význam pro mitigaci globální změny

Michal V. Marek

ODKUD PŘÍCHÁZÍM???

CzechGlobe

ÚSTAV VÝZKUMU GLOBÁLNÍ ZMĚNY

Akademie věd ČR, v.v.i.

**NOVĚ USTAVENÝ ÚSTAV AKADEMIE VĚD FINANCOVANÝ Z
PROSTŘEDKŮ SF EU : program VaVPI – CENTRA EXCELENCE**

PŘIDĚLENÁ DOTACE :	850 mil Kč - EU
	150 mil Kč - ČR
ROČNÍ ROZPOČET:	350 mil Kč
POČET ZAMĚSTNANCŮ :	320

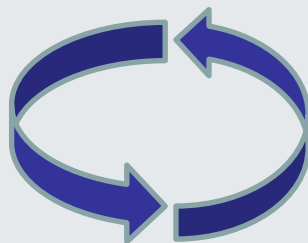
CzechGlobe: ZMĚNA JE VÝZVA

**CzechGlobe se zabývá
studiem *dynamiky změn*
životního prostředí
*v měnícím se světě***

Odborné zaměření CzechGlobe

Problematika Globální změny je ve své podstatě velmi komplexní, proto **PŘEDMĚTEM VÝZKUMNÉ ČINNOSTI CzechGlobe** jsou tři segmenty:

ATMOSFÉRA



EKOSYSTÉMY



SOCIO-EKONOMICKÉ SYSTÉMY

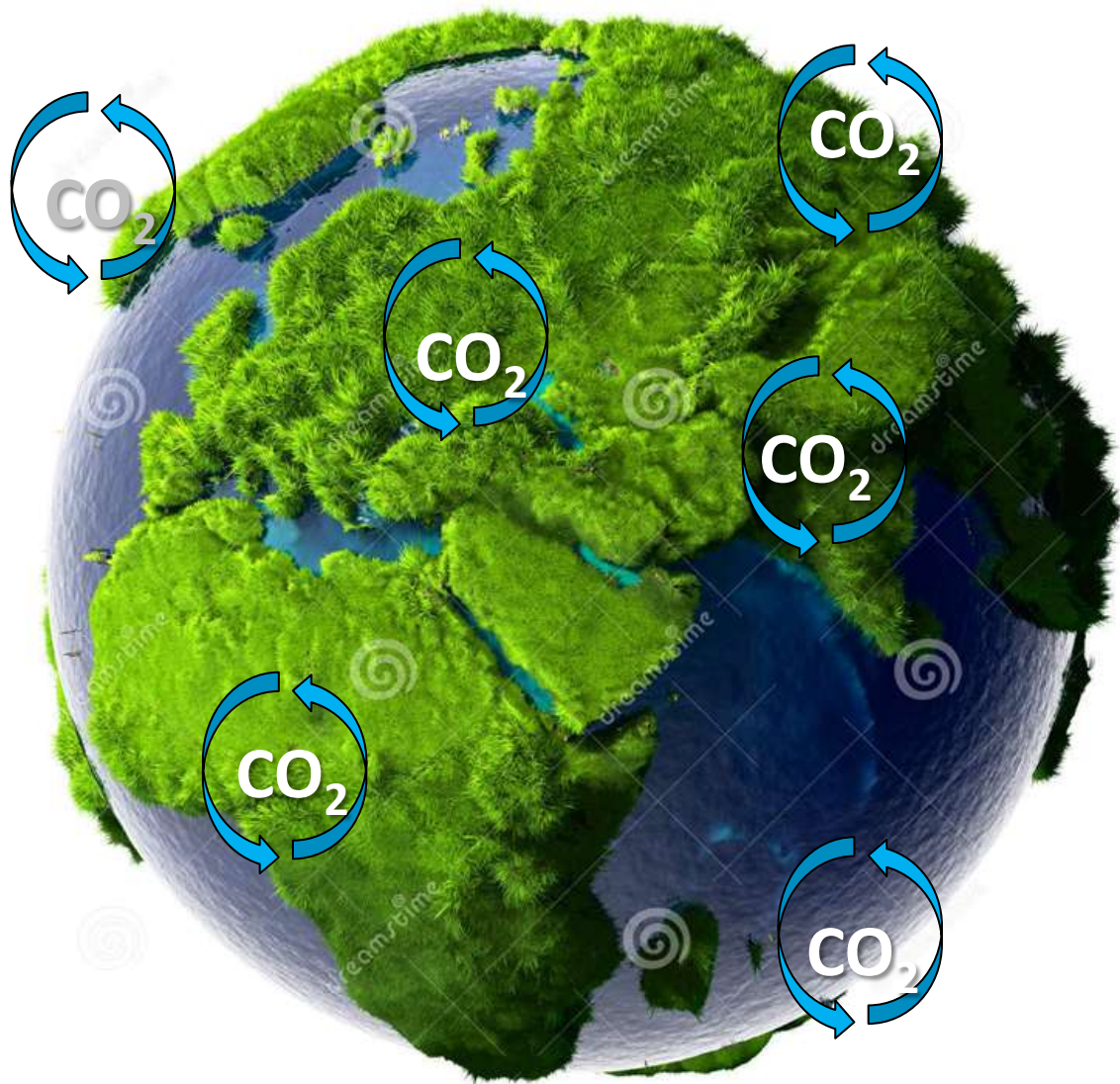


Lesní porosty a uhlíkový cyklus

Globální uhlíkový cyklus
planety Země
lze považovat za
ZÁŠADNÍ cyklus
biosféry

Tento cyklus je
VÝRAZNĚ
DETERMINOVÁN
ASIMILAČNÍ AKTIVITOU
PRIMÁRNÍCH
PRODUCENTŮ

*Životní procesy rostlin
jsou takto výrazně
zapojeny do fungování
globálního ekosystému
a jsou tedy s globální
změnou výrazně
propojeny*



Biological

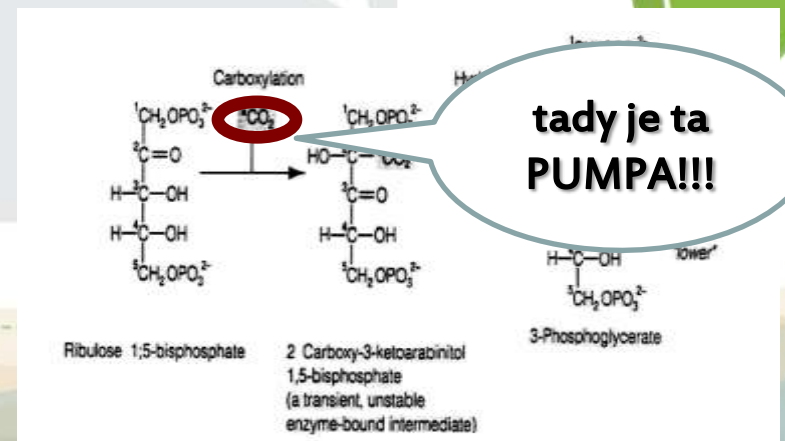
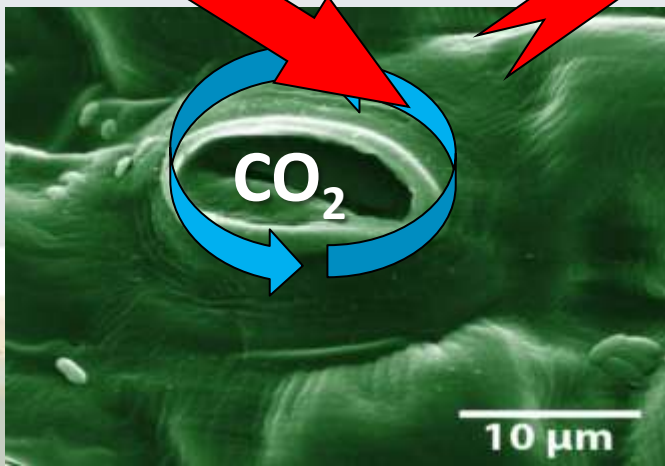
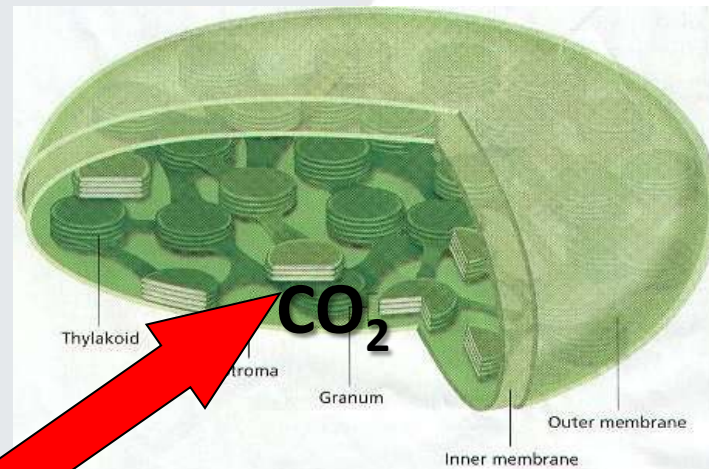
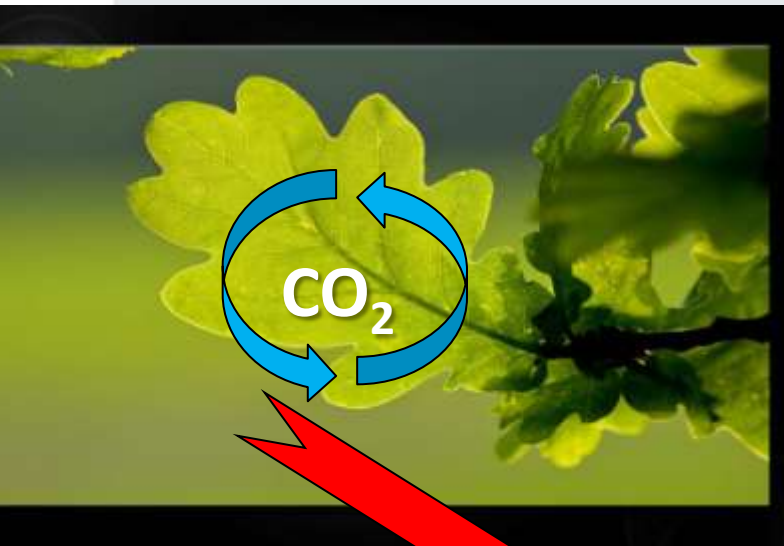
ROSTLINY, KEŘE, ŘASY A LESNÍ POROSTY
ZVLÁŠŤ, JE MOŽNÉ POVAŽOVAT ZA
**OBROVSKOU PERMANENTNÍ
BIOLOGICKOU PUMPU (MEGATUNY)**
ATMOSFÉRICKÉHO CO_2 , KTERÝ JE UKLÁDÁN
DO BIOMASY A PŮDY



RuBiSCO

BIOMASA

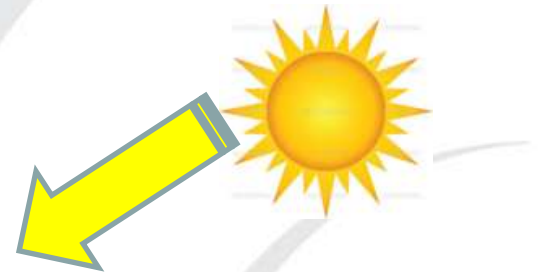
Lokalizace tzv. „FOTOSYNTETICKÉ CO₂ PUMPY“



O co v té fotosyntetické asimilaci CO_2 vlastně jde???

**CO_2 jako anorganický „šutr“
v atmosféře**

FOTOSYNTÉZA



CO_2 jako organický produkt

VÝMĚNA CO_2 MEZI LESNÍM POROSTEM A ATMOSFÉROU



*Photosyntetická
asimilace -
 CO_2 příjem*

*CO_2 výdej – respirace,
dekompozice a zvětrávání
hornin*

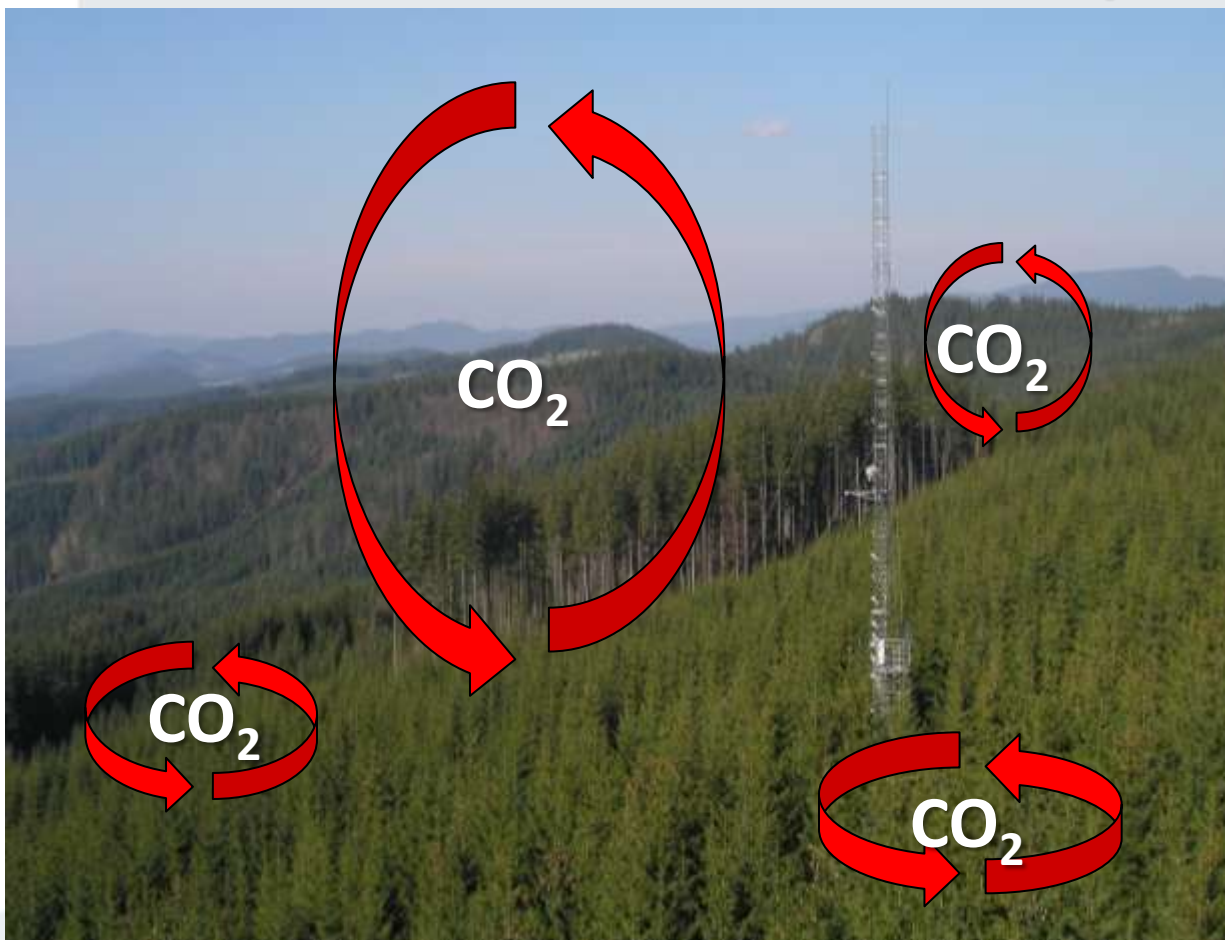
**VÝMĚNA ENERGIE
A LÁTEK**



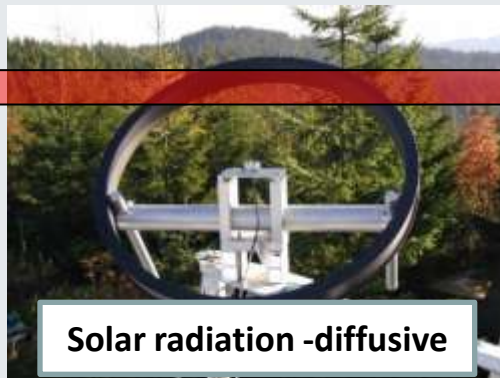
JAK TUTO VÝMĚNU CO_2 MĚŘIT???

„eddy – kovarianční“ technika

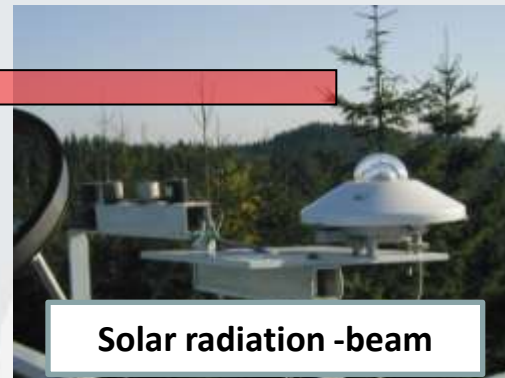
Reálné umístění měřicí věže v lesním porostu



ZAKLADNÍ VYBAVENÍ PRO EDDY-KOVARIAČNÍ MEŘENÍ



Solar radiation -diffusive



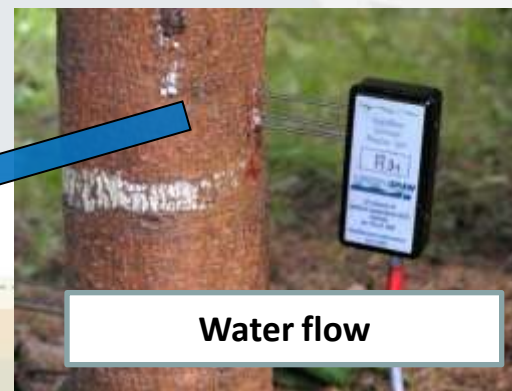
Solar radiation -beam



Radiation bilancometer

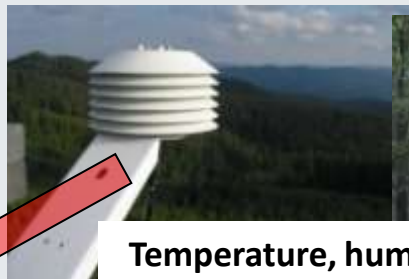
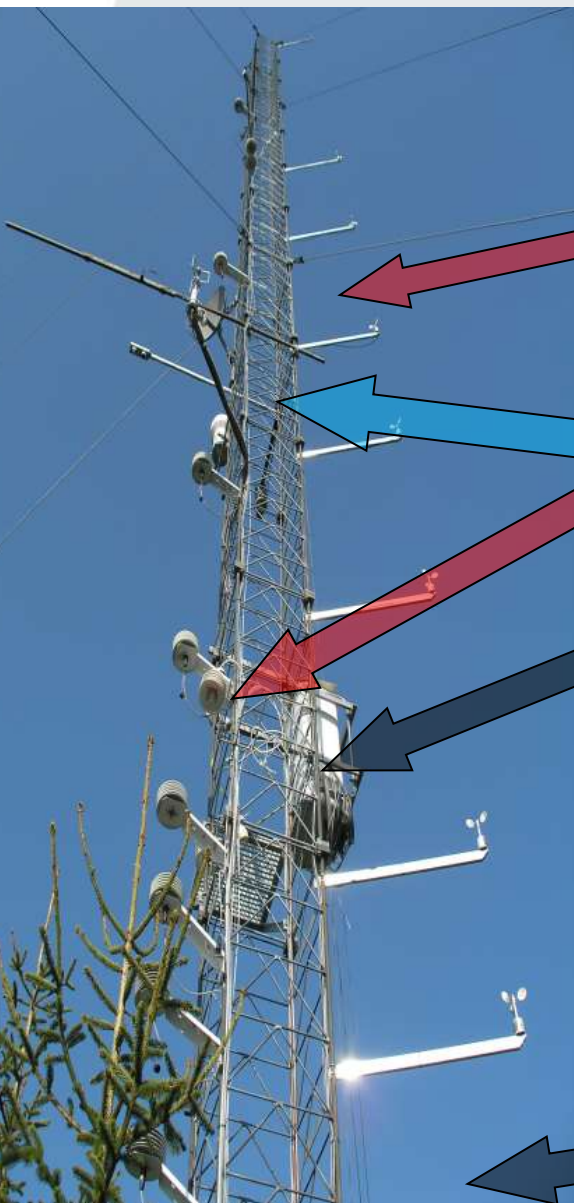


Sonic anemometer



Water flow

ZAKLADNÍ VYBAVENÍ PRO EDDY-KOVARIAČNÍ MEŘENÍ



Temperature, humidity and
wind movement gradient
sensors



Precipitation automatic
collector



CO₂, NO_x and methane
analysers and control PC unit



respiration chambers

STANOVENÍ VÝDEJE UHLÍKU Z PŮDY A POVRCHU KMENE, VĚTVÍ



**AUTOMATICKÉ MĚŘENÍ VÝDEJE CO₂
Z PŮDY**

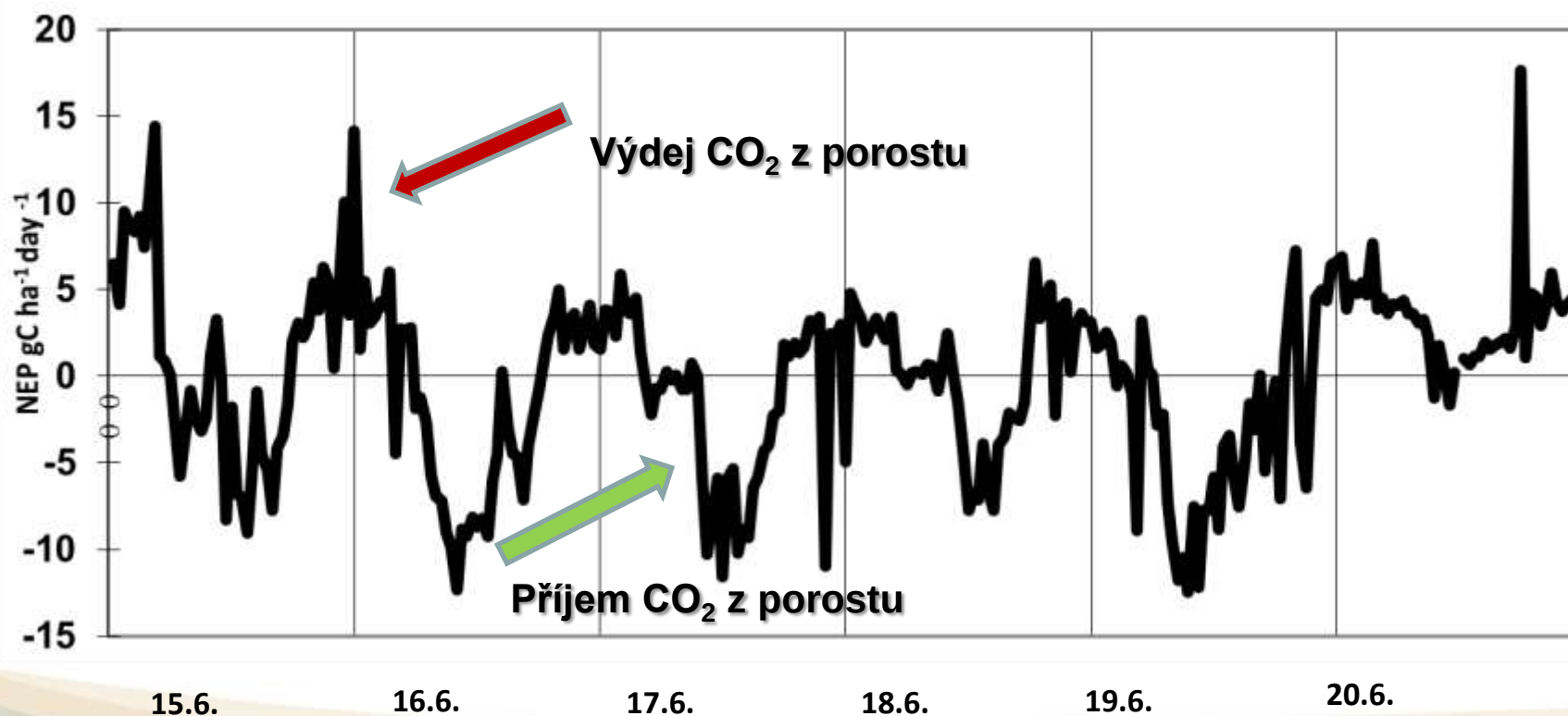


**AUTOMATICKÉ MĚŘENÍ VÝDEJE CO₂
Z POVRCHU KMENE**

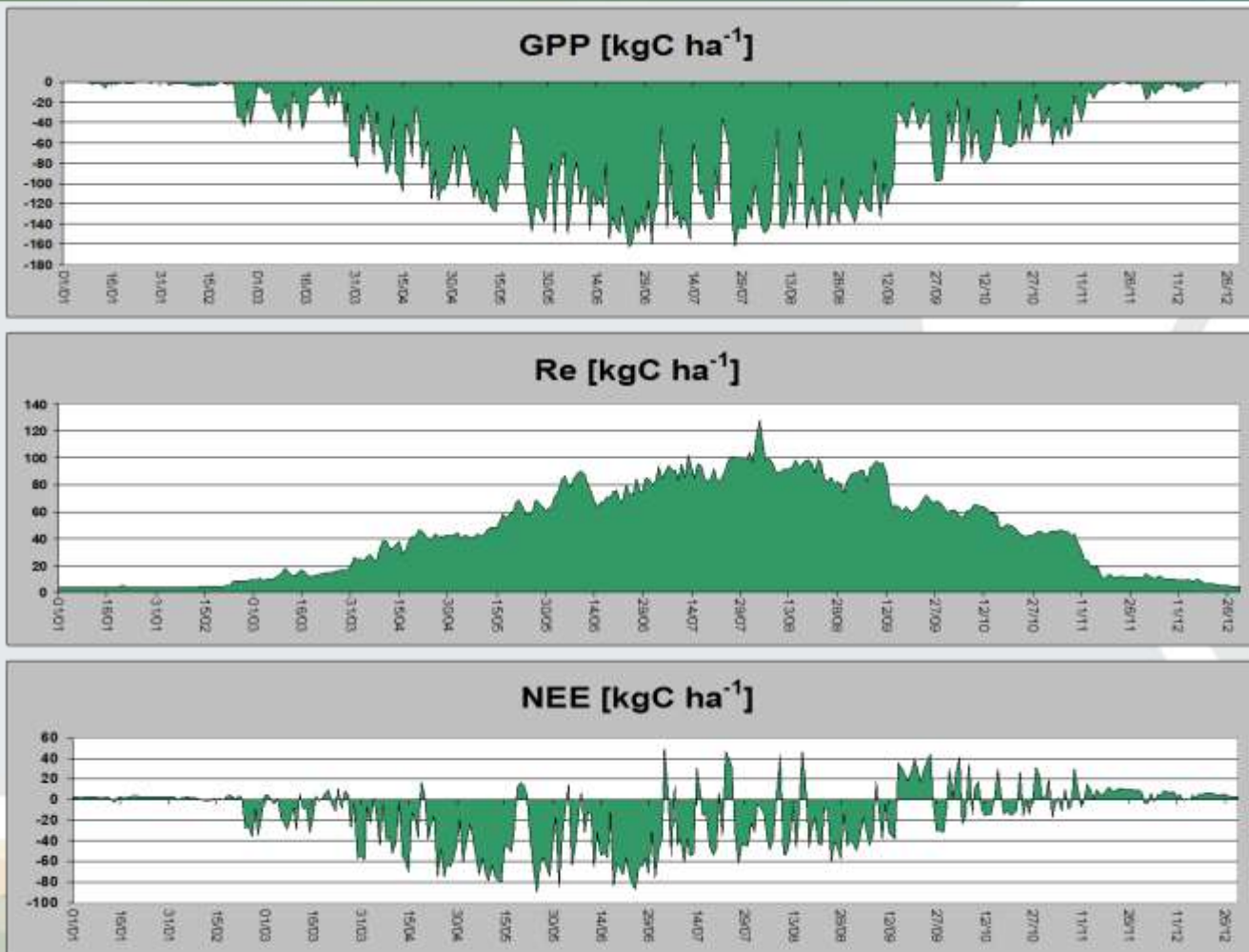


ZÁKLADNÍ VÝSTUP „eddy – kovarianční“ techniky:

TOKY CO₂ MEZI POROSTEM A ATMOSFÉROU



Základní parametry, které poskytuje technika „eddy-kovariance“



*Příklady lesních ekosystémů, kde se trvale měří toky CO_2
na základě eddy– kovarianční techniky:*



Lužní les- Lanžhot

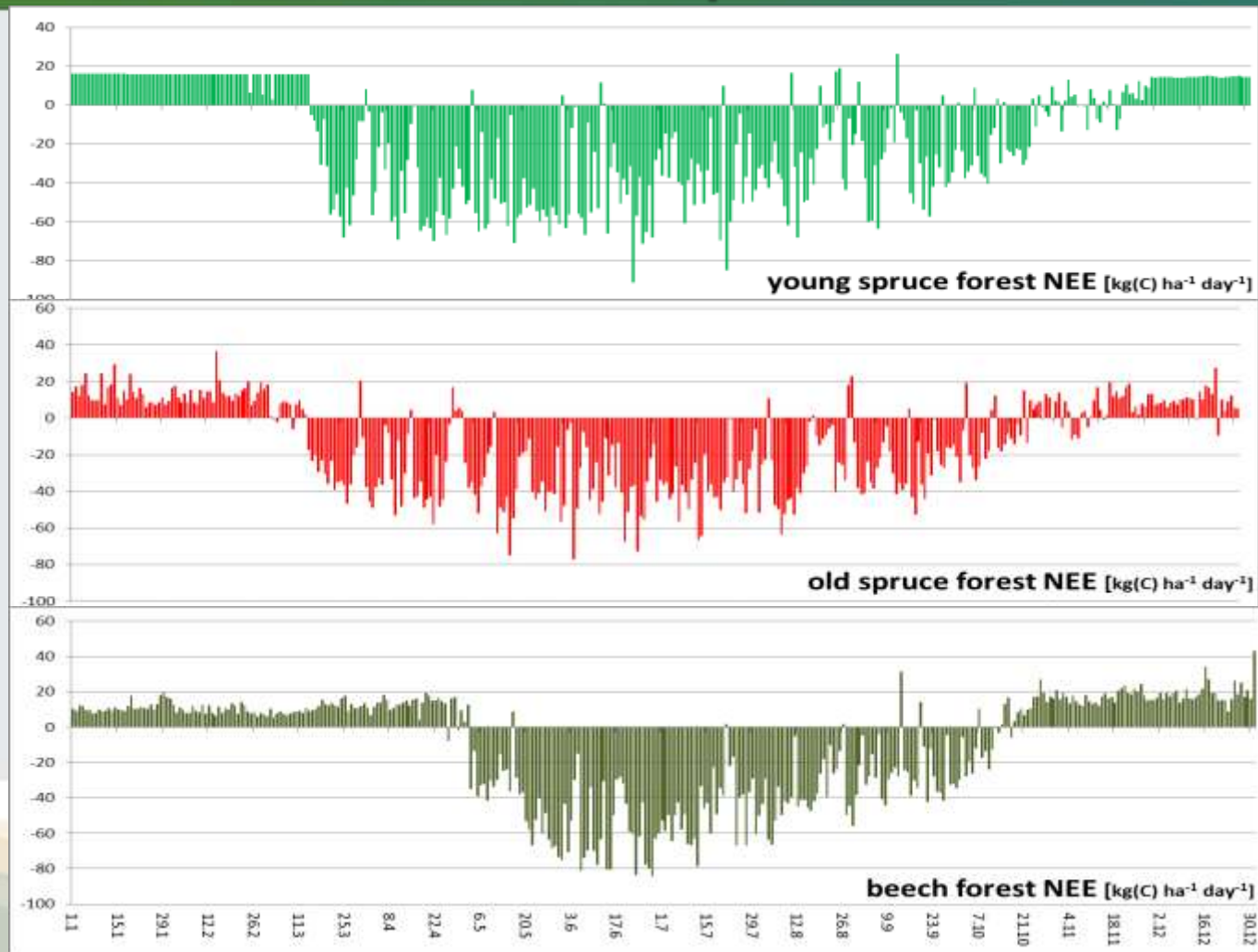


Mountain Spruce forest- Bílý Kříž, Beskydy Mts.

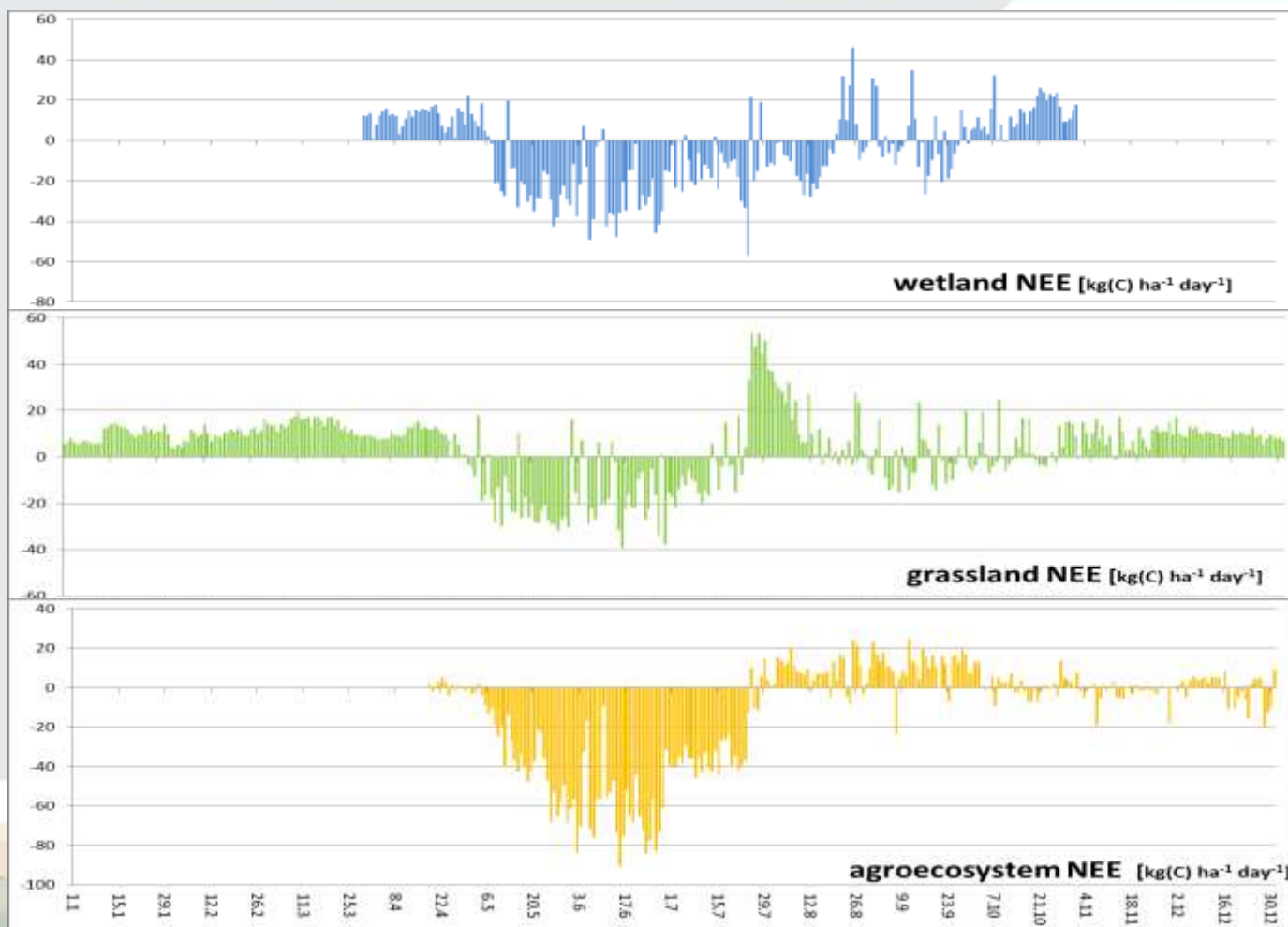


Bukový porost Bílé Karpaty

NEP (kg C ha^{-1}) jednotlivých typů ekosystémů v České republice



NEP (kg C ha^{-1}) jednotlivých typů ekosystémů v České republice



NEP (kg C ha^{-1}) jednotlivých typů ekosystémů v České republice

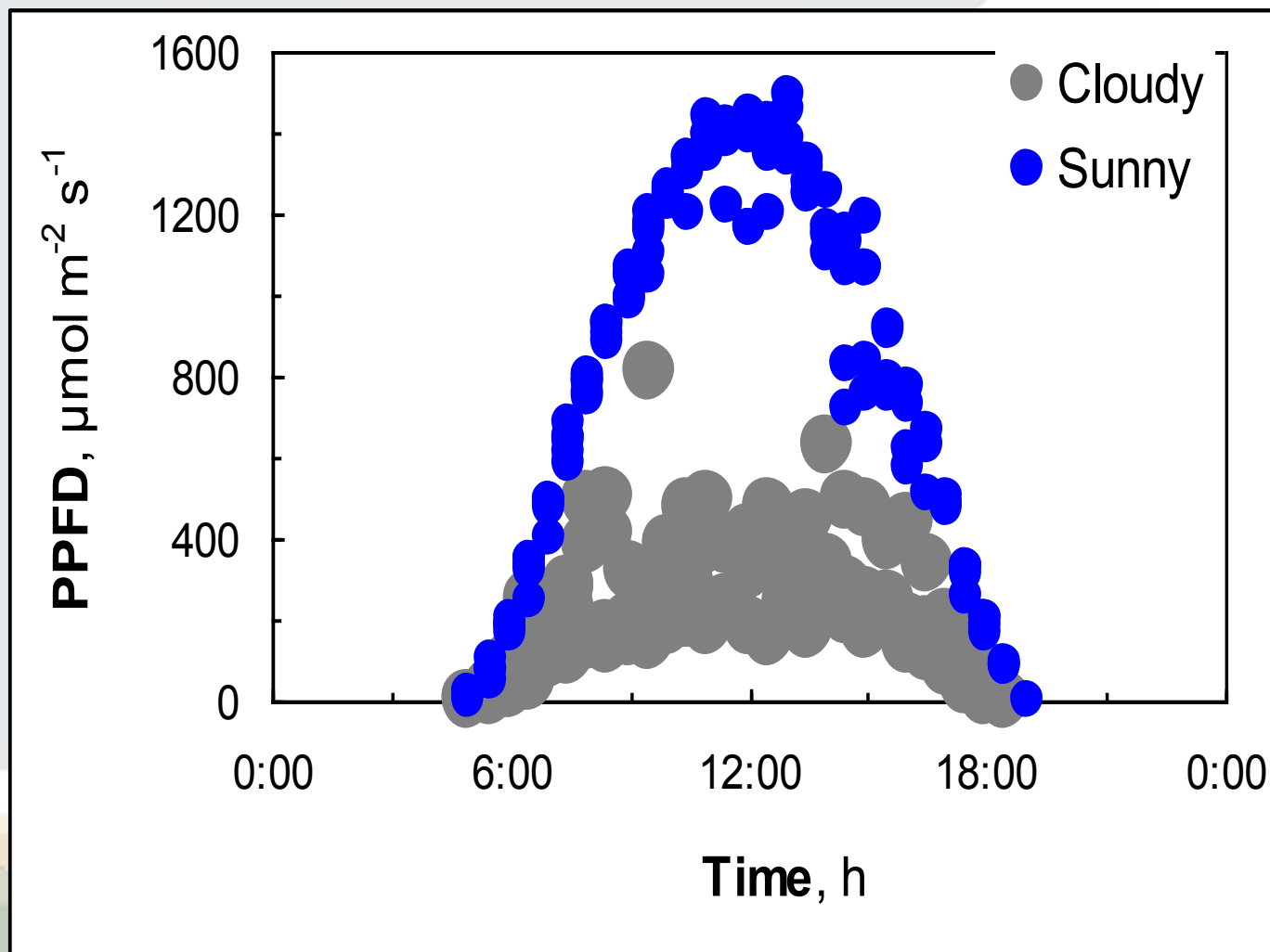
	NEP kgC.ha^{-1}	GPP kgC.ha^{-1}	Re kgC.ha^{-1}	Re/GPP %
forest	-5 000	-19 300	14 300	74
grassland	-20	-16 340	16 320	99.5
cropland	-4 600	-17 200	12 600	73
wetland	-4 300	-16 600	12 300	74
wetland with methan	-300	-16 600	16 300	98

Porovnání jehličnatého a listnatého porostu

	season days	Te °C	PAR MJ	Re kg C ha ⁻¹	NEP kg C ha ⁻¹	GPP kg C ha ⁻¹
spruce	240	5.6	1 660	15 375	6 437	21 813
beech	166	8	1 785	20 381	1 590	21 971

EFFECTY TYPŮ SOLÁRNÍ RADIACE

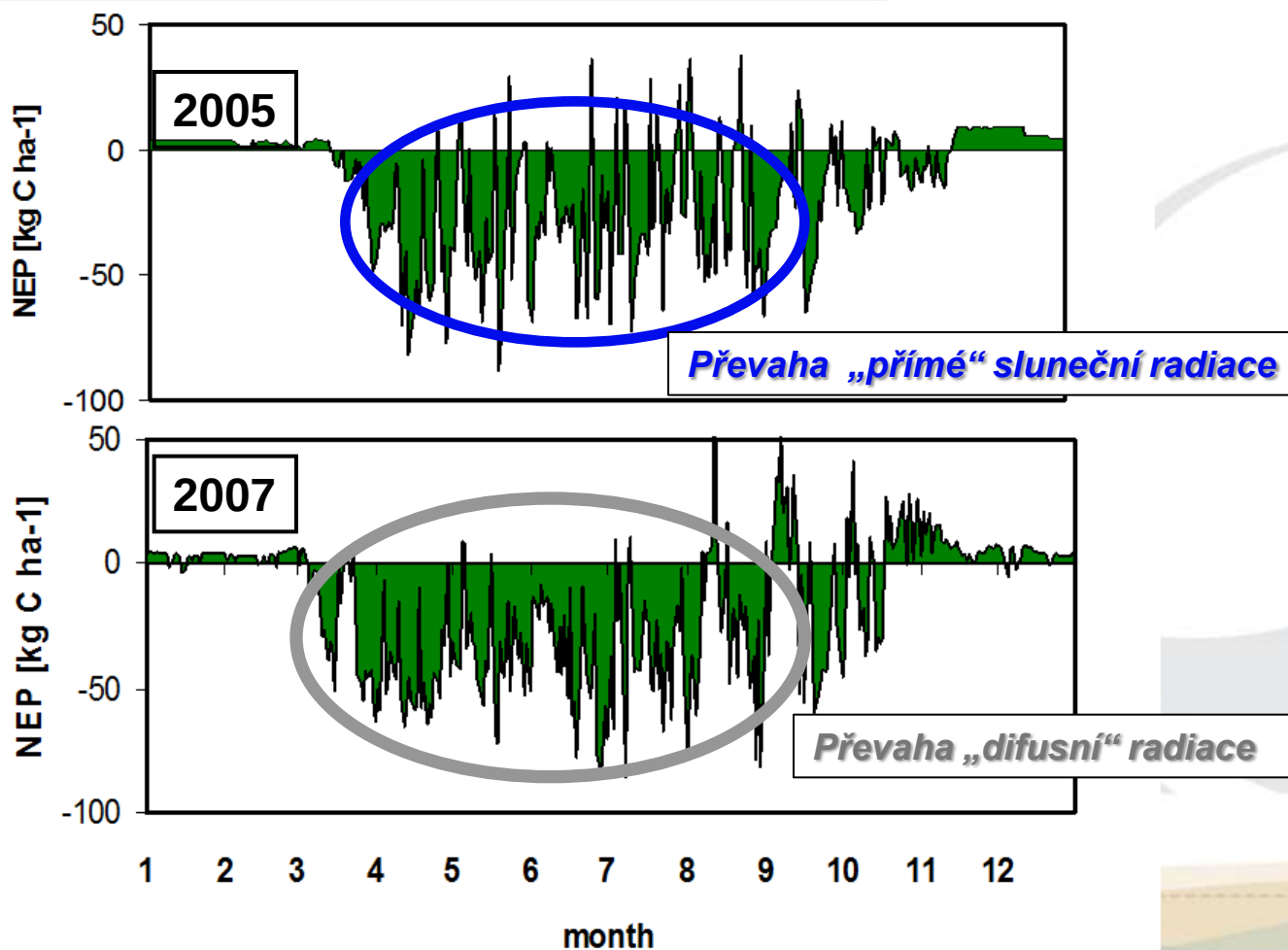
Difusní a přímá



NEP under CLEAR, OVERCAST and CLOUDY day (June-July)
Parenthesis: % of occurrence in the years 2006-2008

NEP [g C m ⁻² den ⁻¹]	CLEAR	OVERCAST	CLOUDY
FOREST	16.73 (20%)	2.81 (37%)	17.82 (43%)
MEADOW	12.56 (20%)	7.28 (37%)	16.05 (40%)
AGRO	13.73 (27%)	13.86 (27%)	14.67 (46%)
WETLAND	12.50 (34%)	2.99 (26%)	15.16 (40%)

VLIV TYPU SLUNEČNÍ RADIACE *horský smrkový porost*

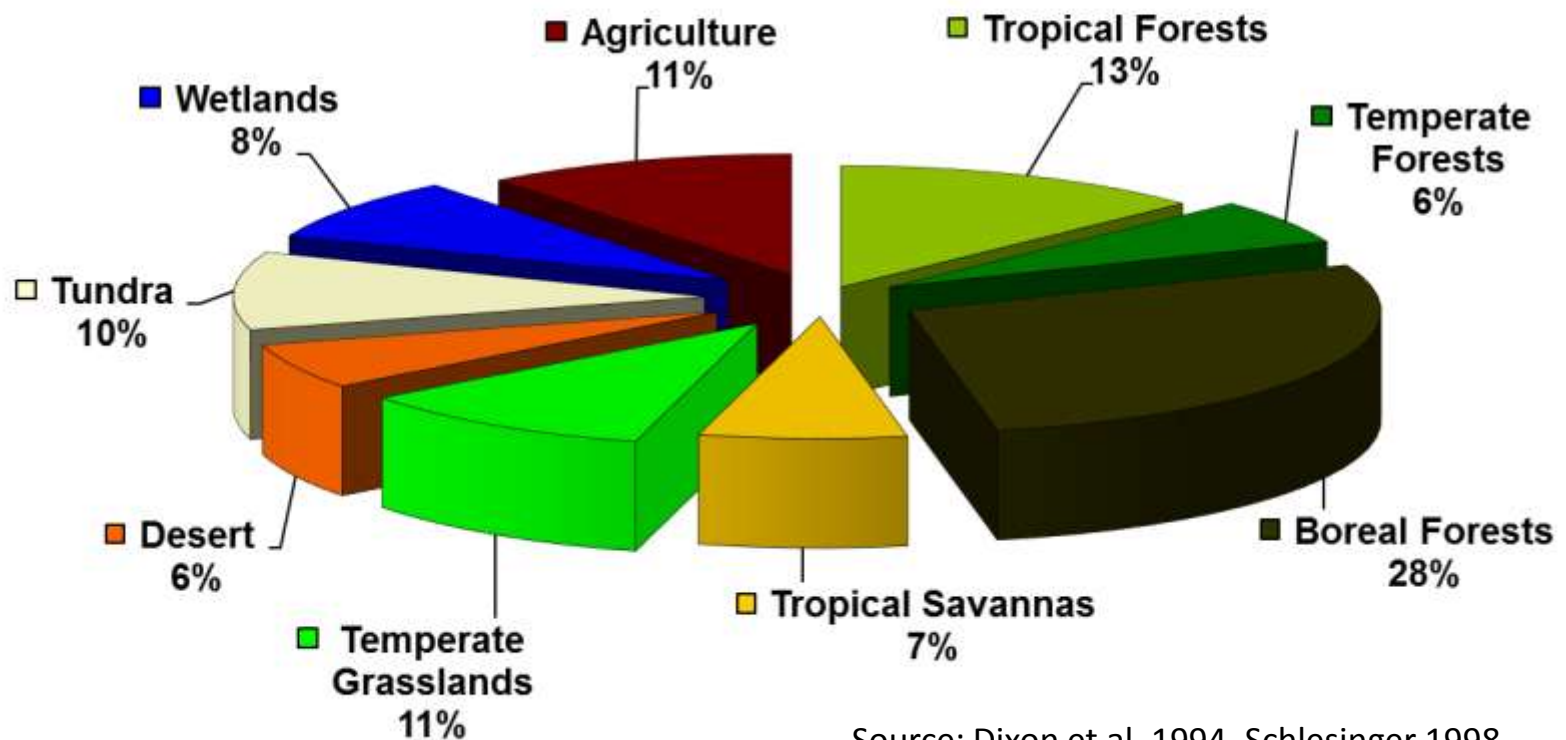


Hlubší analýza sezónní dynamiky NEP v horském smrkovém porostu

	2005	2006	2007
DORMANCY	117	121	139
GROWING SEASON	248	244	226
CARBON STORAGE days	203	176	187
CARBON EFFLUX days	45	68	39

Uhlíkové deponium: ekosystémové typy

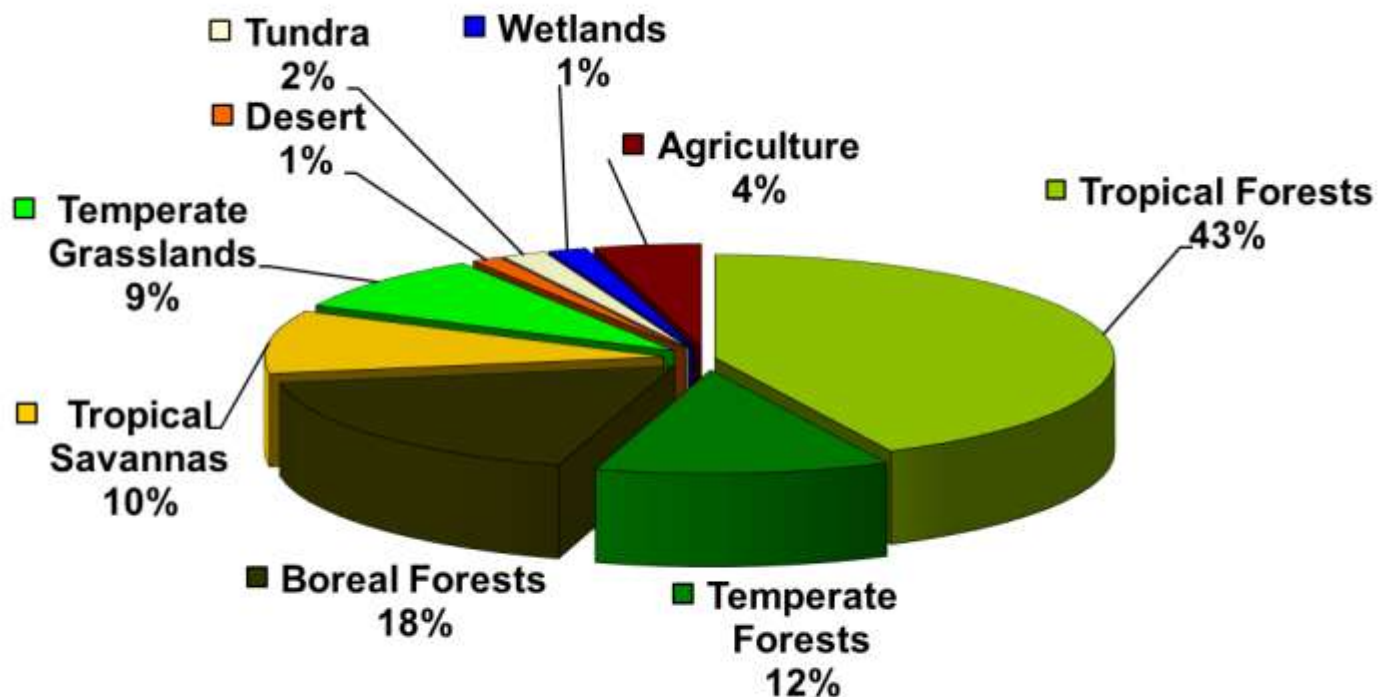
Total : 1580 Gt C



Source: Dixon et al. 1994, Schlesinger 1998

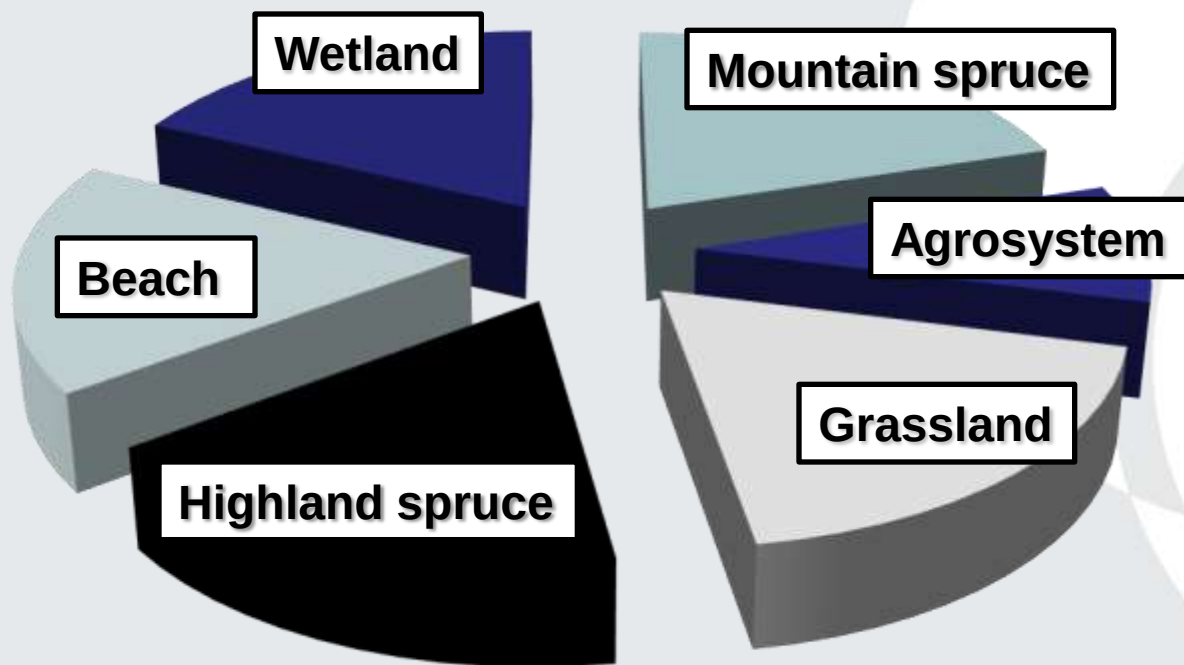
Uhlíkové deponium: vegetace

Total : 610 Gt C

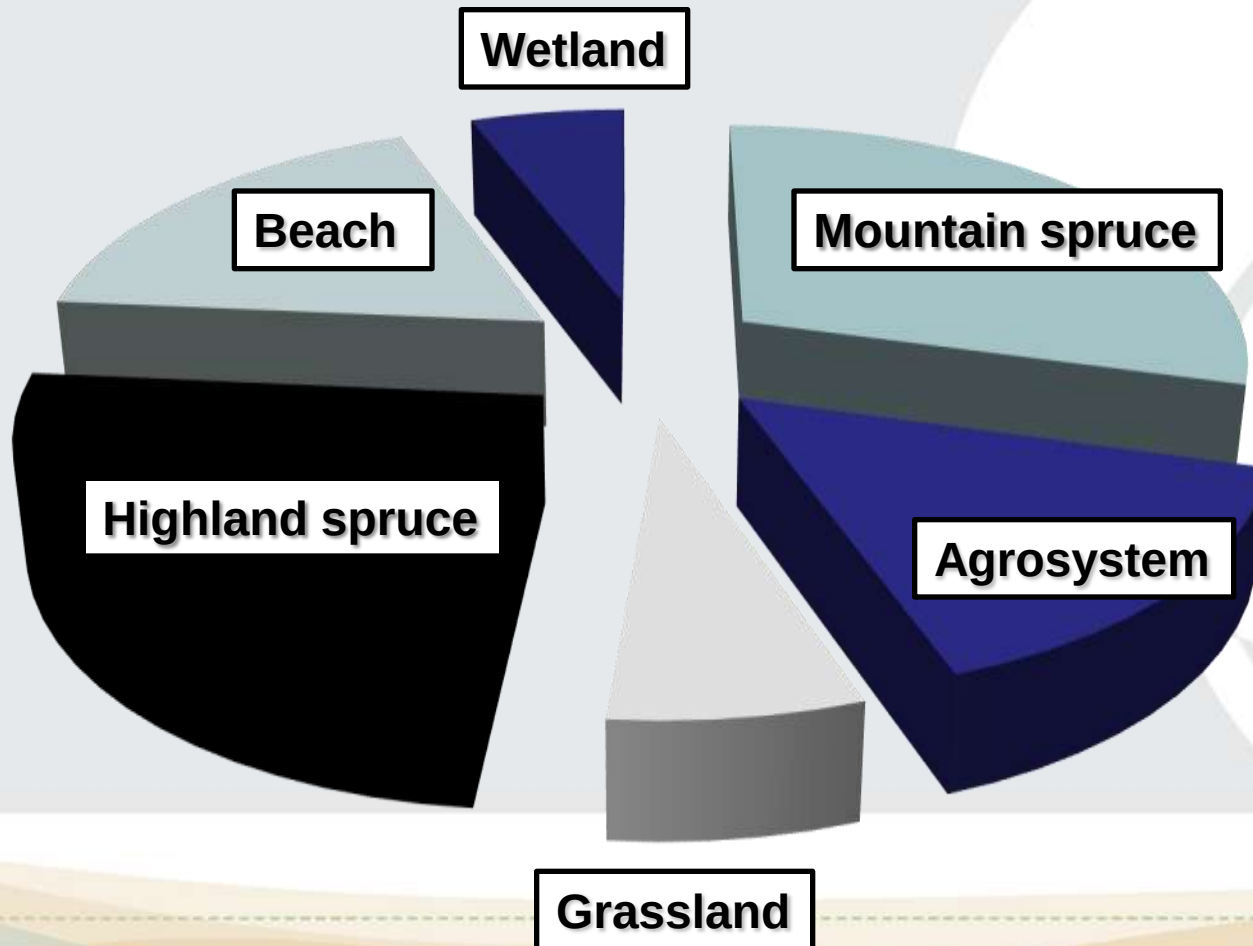


Source: Dixon et al. 1994, Schlesinger 1998

Roční ZTRÁTY uhlíku v důsledku respirace u různých typů ekosystémů

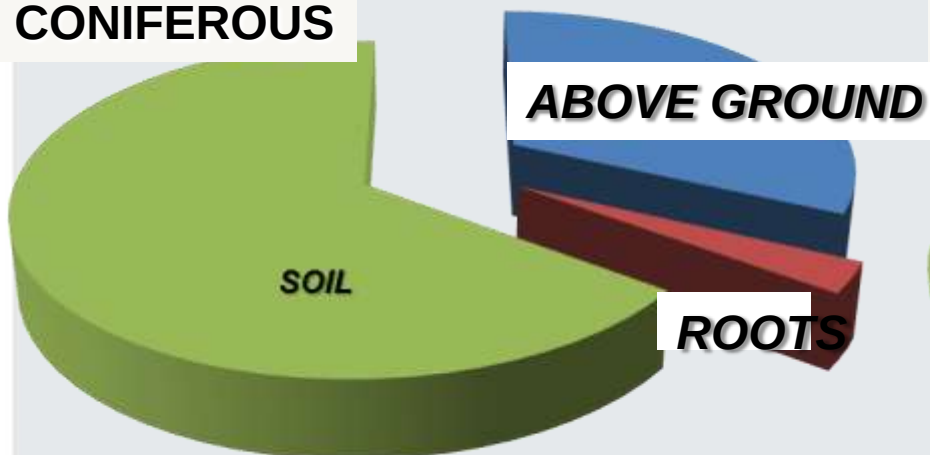


Roční ZISKY uhlíku u různých typů ekosystémů

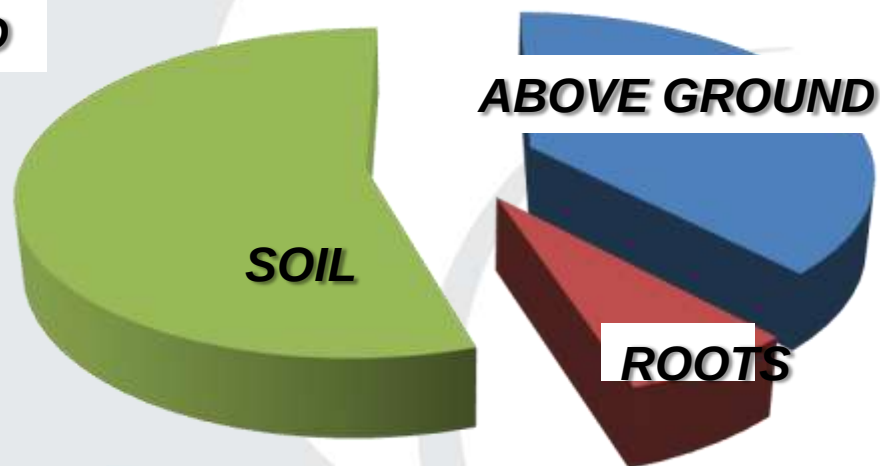


Lesní porost: **UHLÍKOVÉ ZISKY**

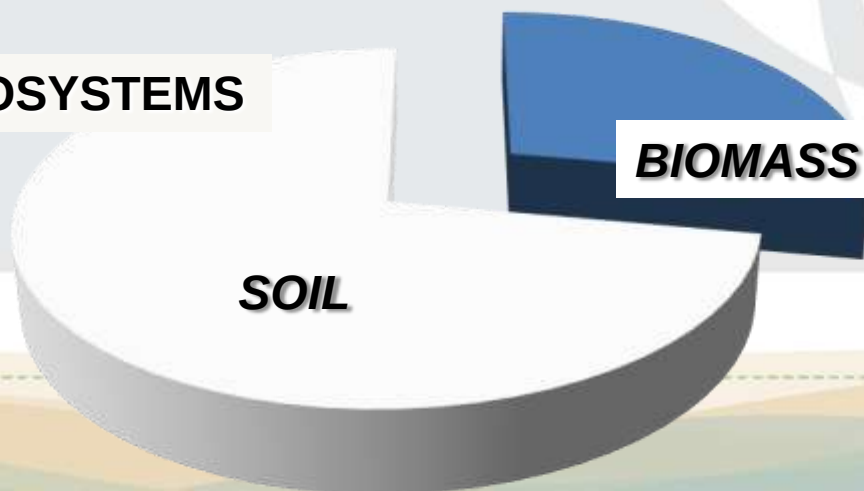
CONIFEROUS



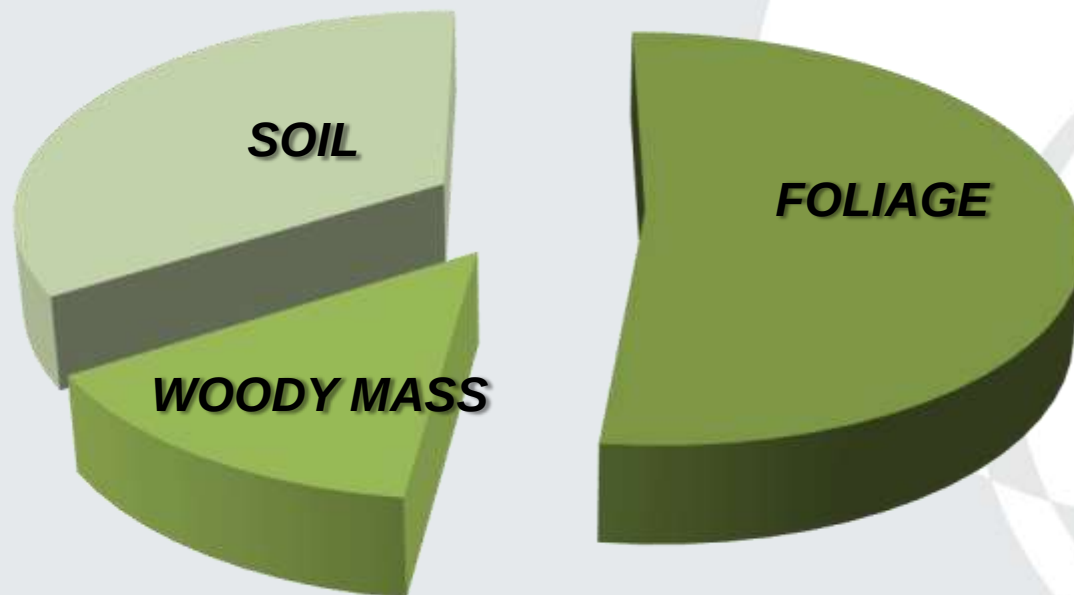
BROAD LEAVED



TERRESTRIAL ECOSYSTEMS



Lesní porost: **UHLÍKOVÉ ZTRÁTY**



CARBON FORESTRY – systém péče o les MAXIMALIZUJÍCÍ uložení uhlíku v lese

**S OHLEDEM NA POTENCIÁL LESNÍCH POROSTŮ UKLÁDAT UHLÍK,
LZE VÁŽNĚ DEKLAROVAT A REALIZOVAT DALŠÍ VÝZNAMNOU FUNKCI LESA
– LES JAKO DLOUHODOBÉ DEPONOIM UHLÍKU.**

O CO V SYSTÉMU „CARBON FORESTRY „ VLASTNĚ JDE?????

MINIMALIZOVAT ZTRÁTY uhlíku

MAXIMALIZOVAT ZISKY uhlíku

VLASTNÍ MANAGEMENT SYSTÉMU „CARBON FORESTRY“

Lesnické aktivity ovlivňující uhlíkové deponium

- **PŘIPRAVA STANOVISŤE A VÝSADBA**
- **PROBÍRKA**
- **TĚŽBA**

PŘÍPRAVA STANOVISŤ

PŘÍPRAVA STANOVISŤE

Minimalizovat ztráty uhlíku
z povrchu půdy!!!!



PROBÍRKA

PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

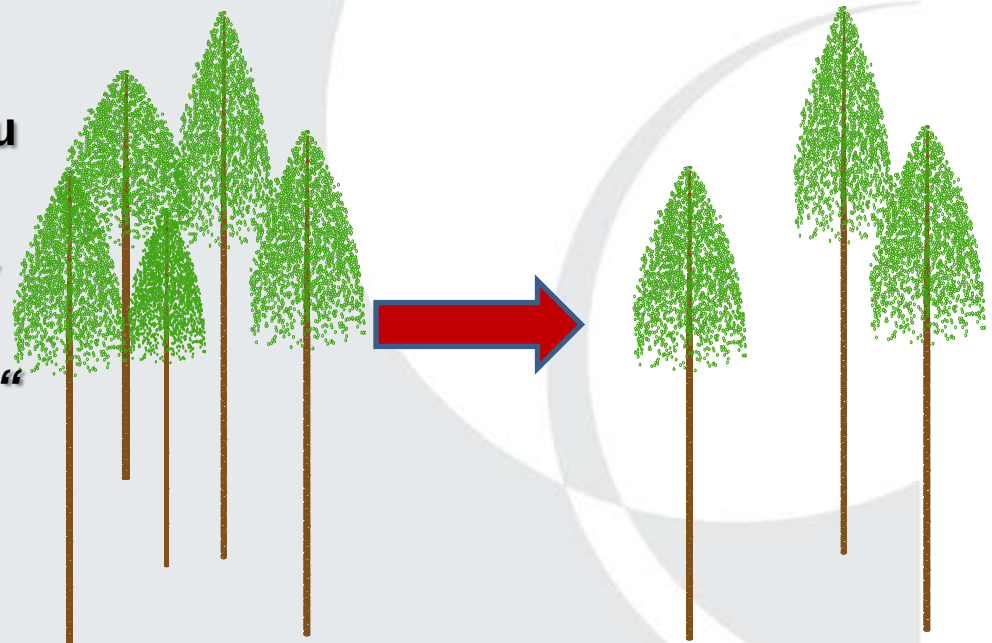
➤ **REDUKCE** listové plochy a počtu jedinců v porostu

➤ **ZVÝŠENÝ** průnik sluneční radiace do korunové vrstvy porostu

➤ **STIMULACE** fotosyntetické aktivity spodních korunových vrstev
zapojení dalších uhlíkových „pump“

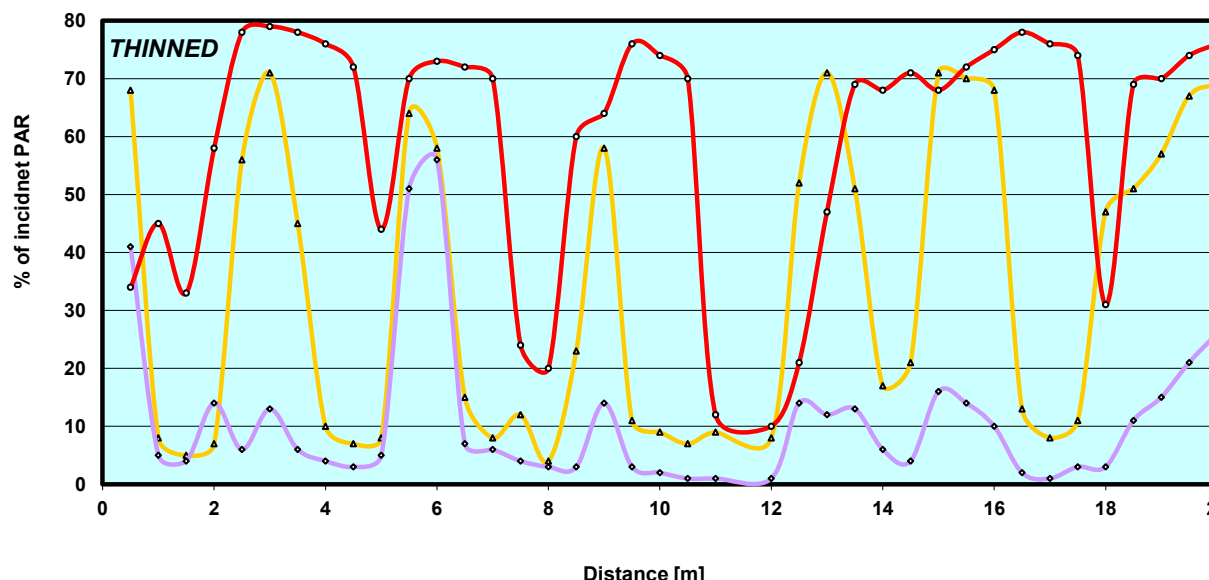
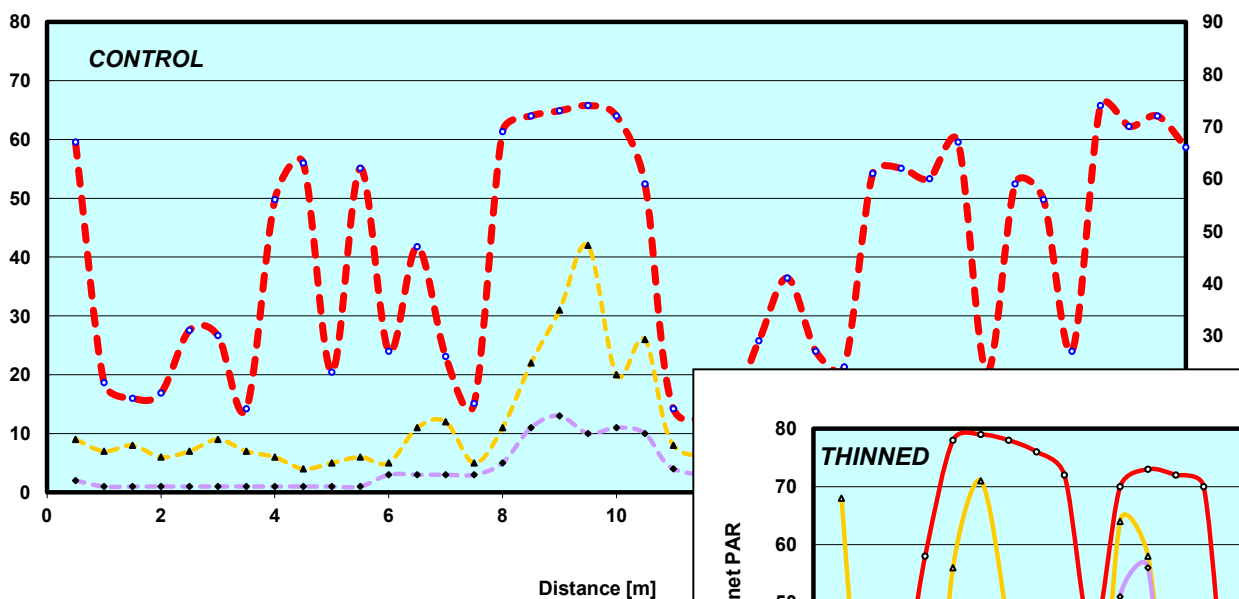
➤ Dočasné **ZVÝŠENÍ** respirace půdy

➤ Dočasná **REDUKCE** evapotranspirace porostu

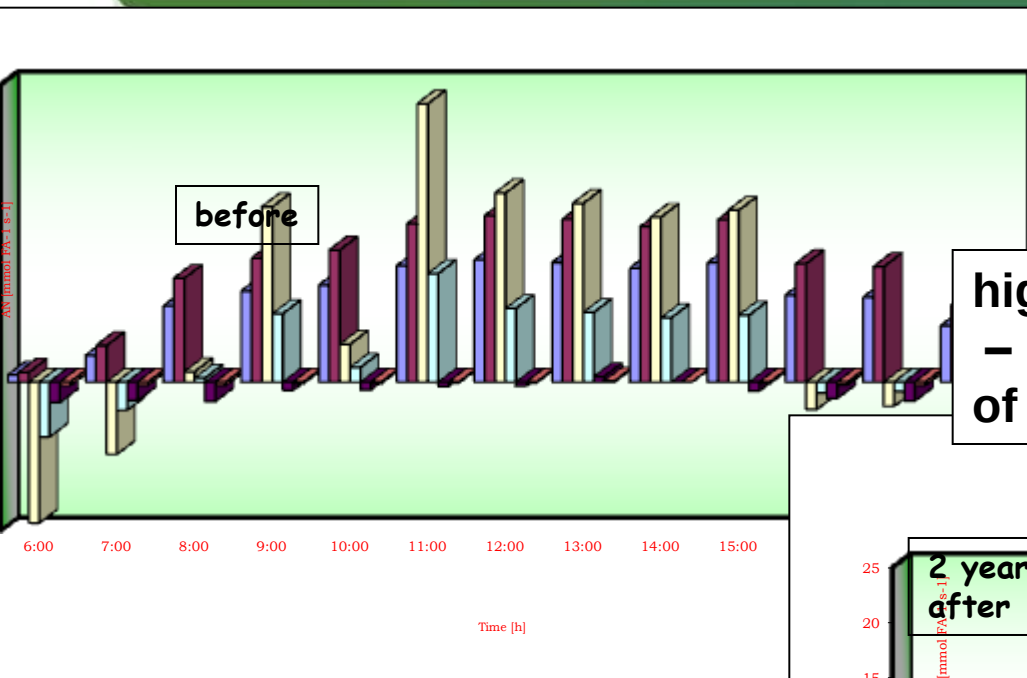


PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

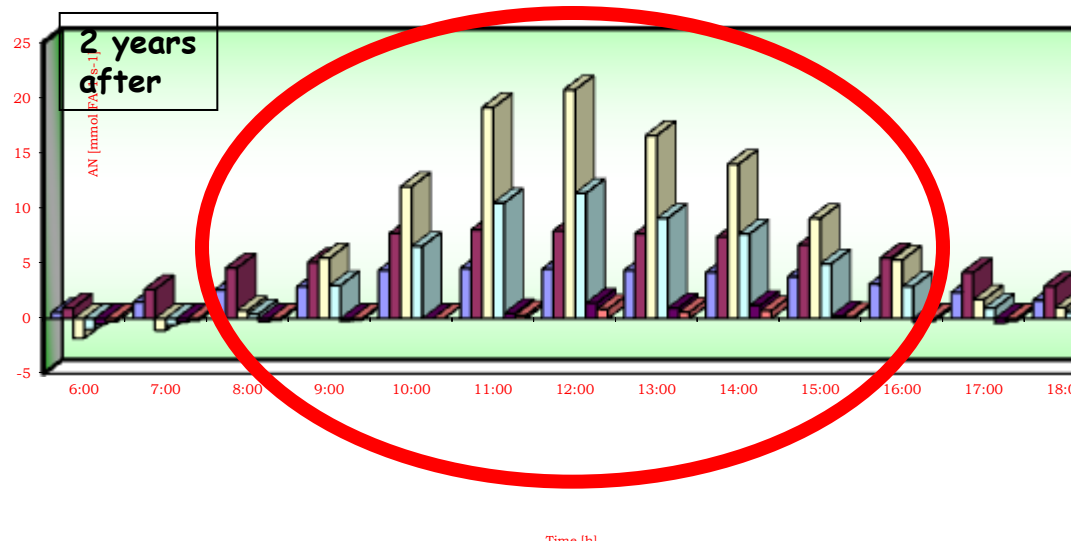
etration into stand canopy



PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

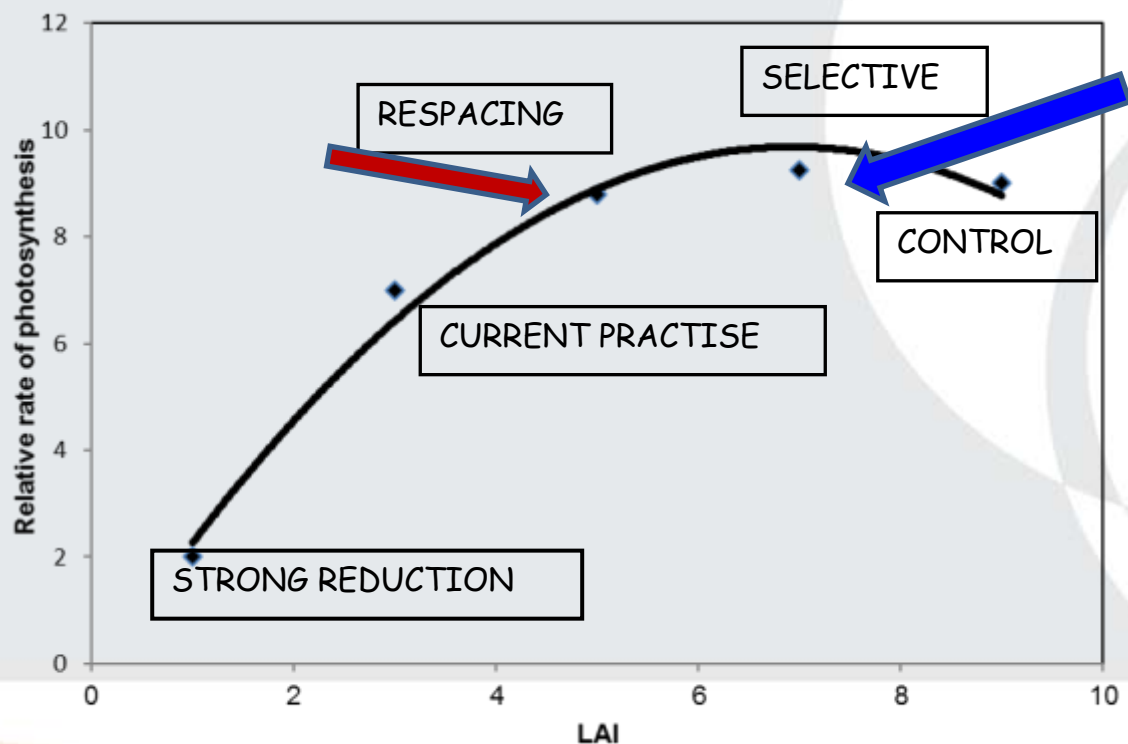


higher PAR input into lower crown parts
– higher production portion
of their photosynthesis



PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

Vztah mezi porostním LAI a rychlostí fotosyntetické asimilace porostu



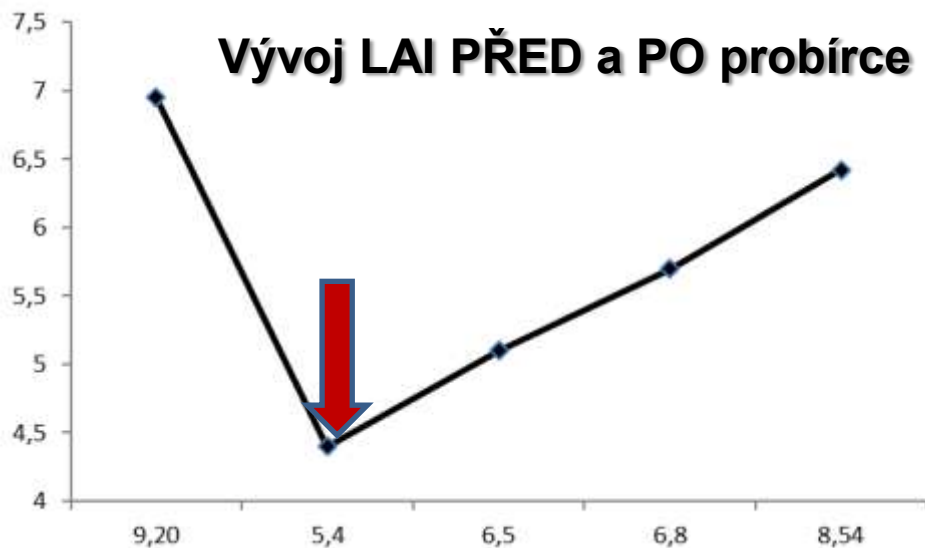
PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

YEAR	LAI	NEE
BEFORE	9,20	6,95
REALIZED THINNING	5,4	4,4
1-YEAR AFTER	6,5	5,1
2-YEAR AFTER	6,8	5,7
10-YEAR AFTER	8,75	6,42

BEFORE thinning (tC/ha)

- above ground 21
- below ground 7.5
- **Total 28.5**

Vývoj LAI PŘED a PO probírce

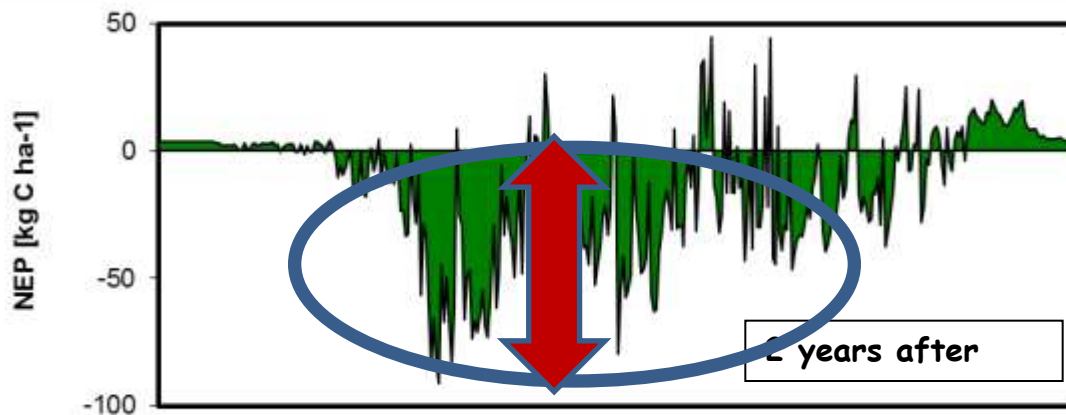
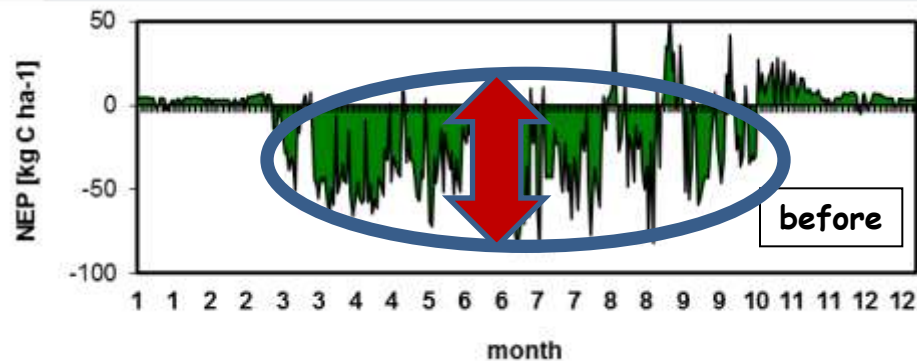


AFTER thinning (tC/ha)

- above ground 12
- below ground 4
- **Total 16**

PROBÍRKA – ZÁSADNÍ nástroj lesníka pro ovlivnění uhlíkové depoziční kapacity lesního porostu

ZMĚNY v ročních chodech toků uhlíku



TĚŽBA

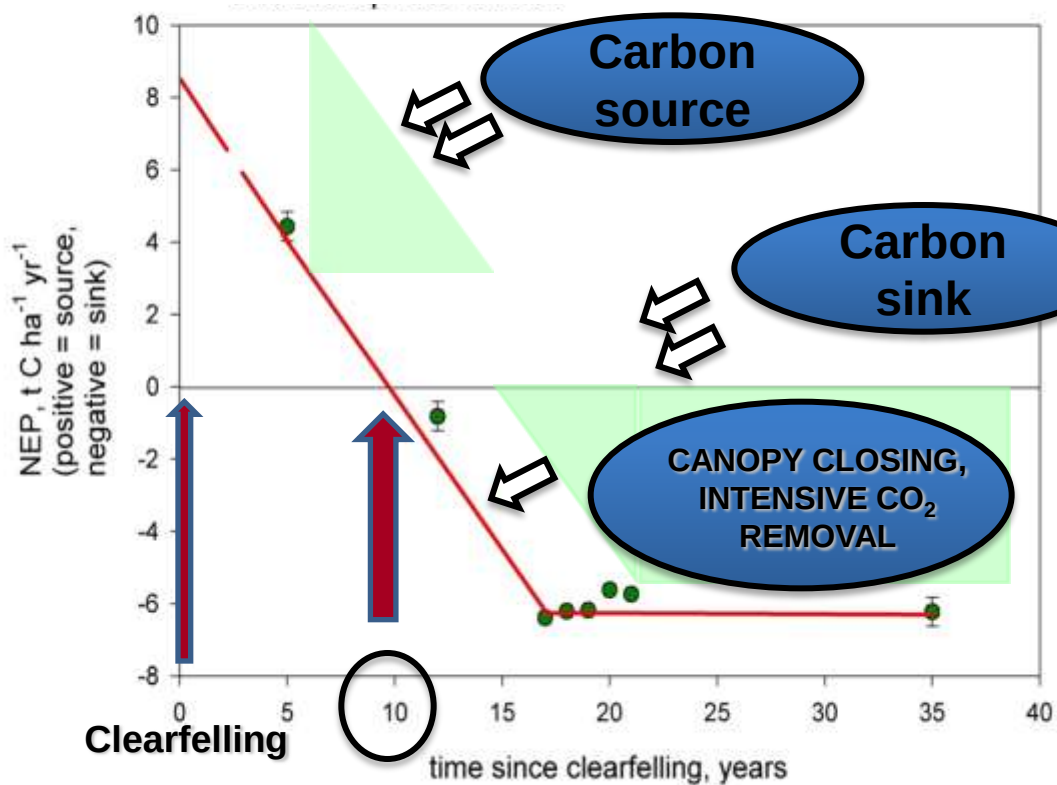
Těžba stromů a jejich transport- ZÁSADNÍ PŘÍČINA V VÝRONŮ UHLÍKU Z PŮDY - stála výzva pro vývoj mechanizace



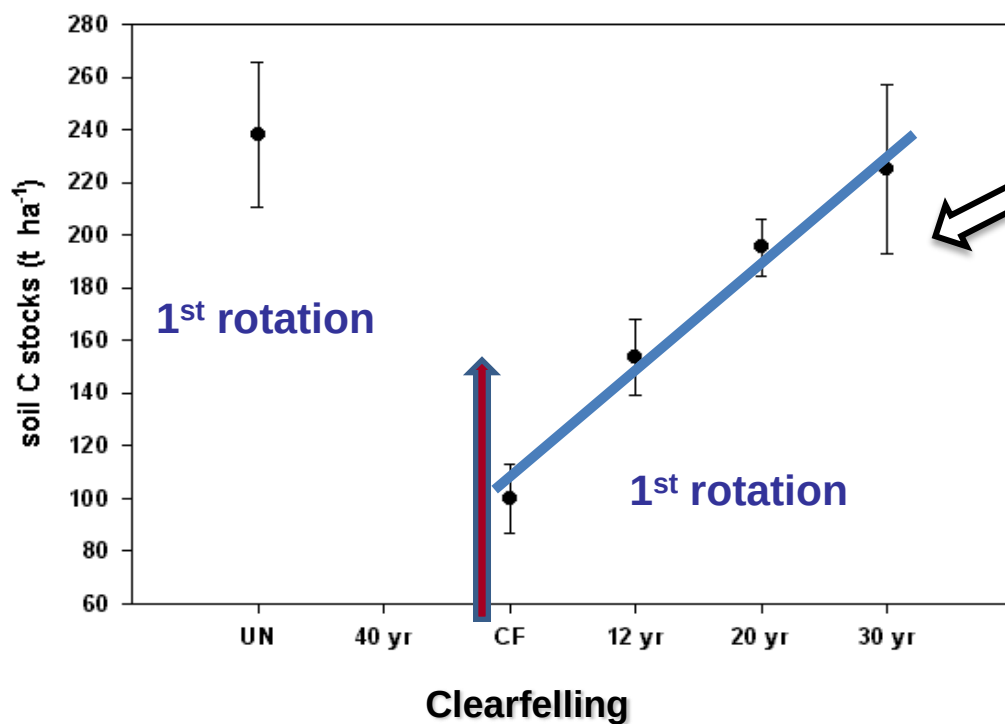
Technologie přibližování dřeva z porostu – opět výrazné ovlivnění výronů z půdy



Toky C v závislosti na realizované těžbě a zalesnění

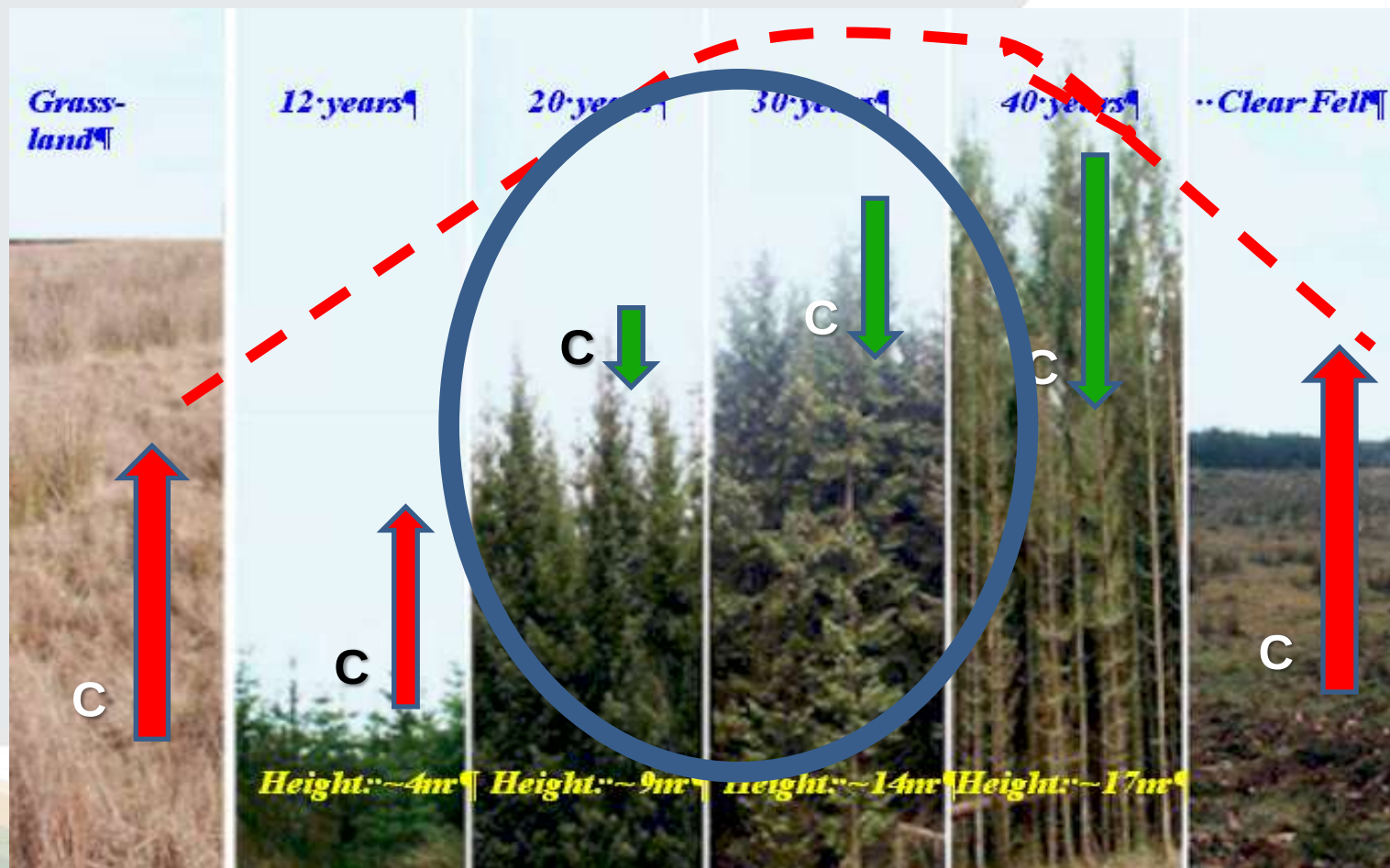


Změny v obsahu půdního uhlíku

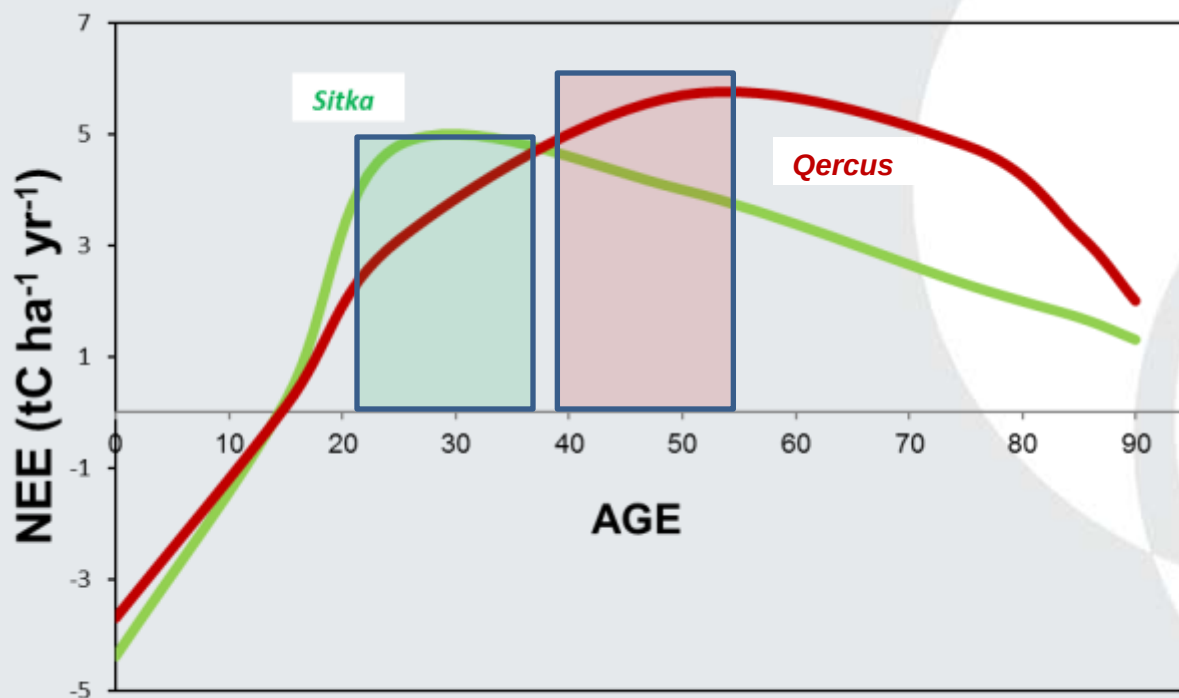


Slope is about
3.8 t (C) ha⁻¹ a⁻¹

Změny NEE v lesním porostu v závislosti na jeho věku

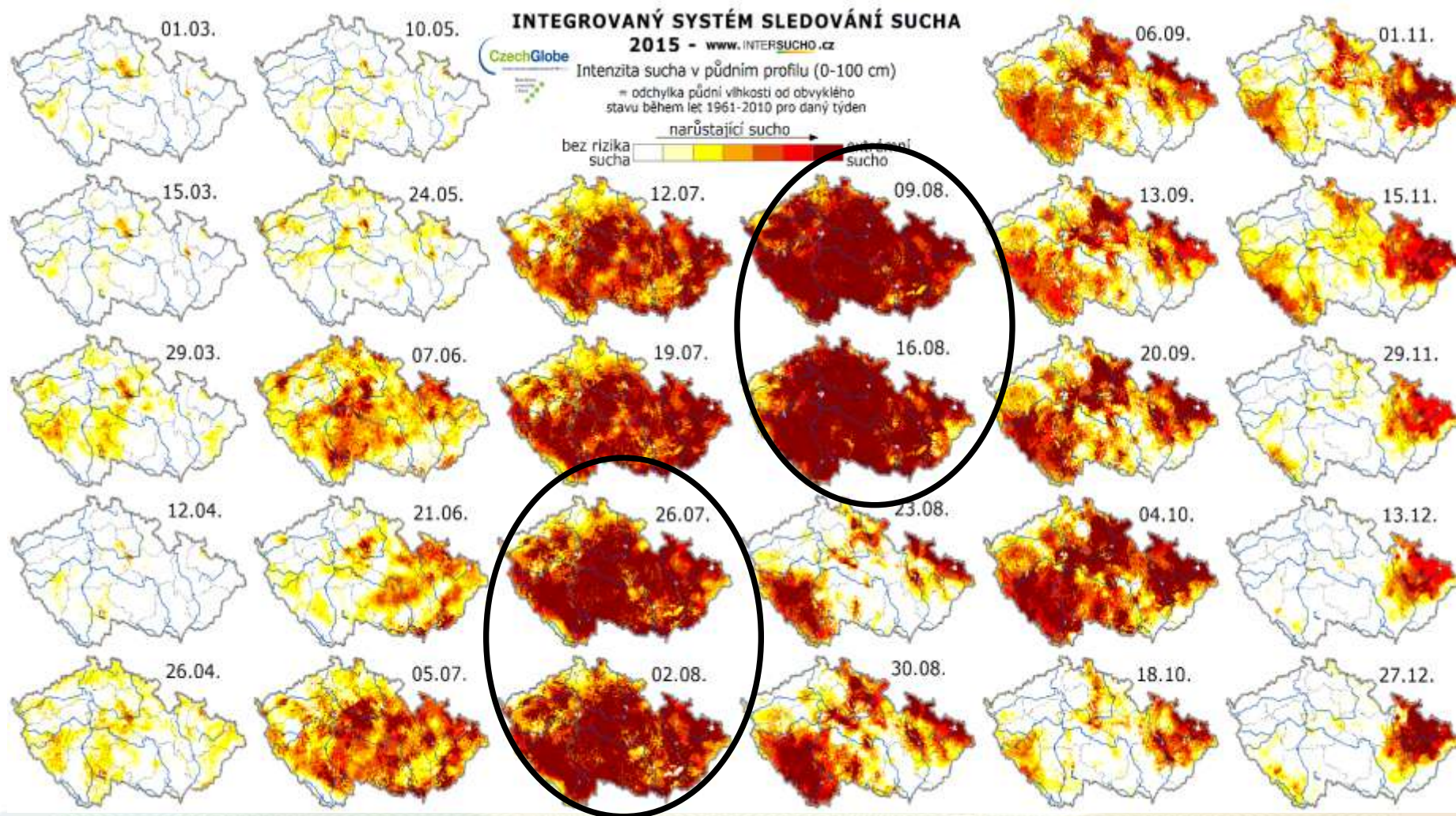


Chronosekvence vývoje toků uhlíku (NEE) v průběhu vývoje porostu *Sitka spruce* a *Qercus cerris*

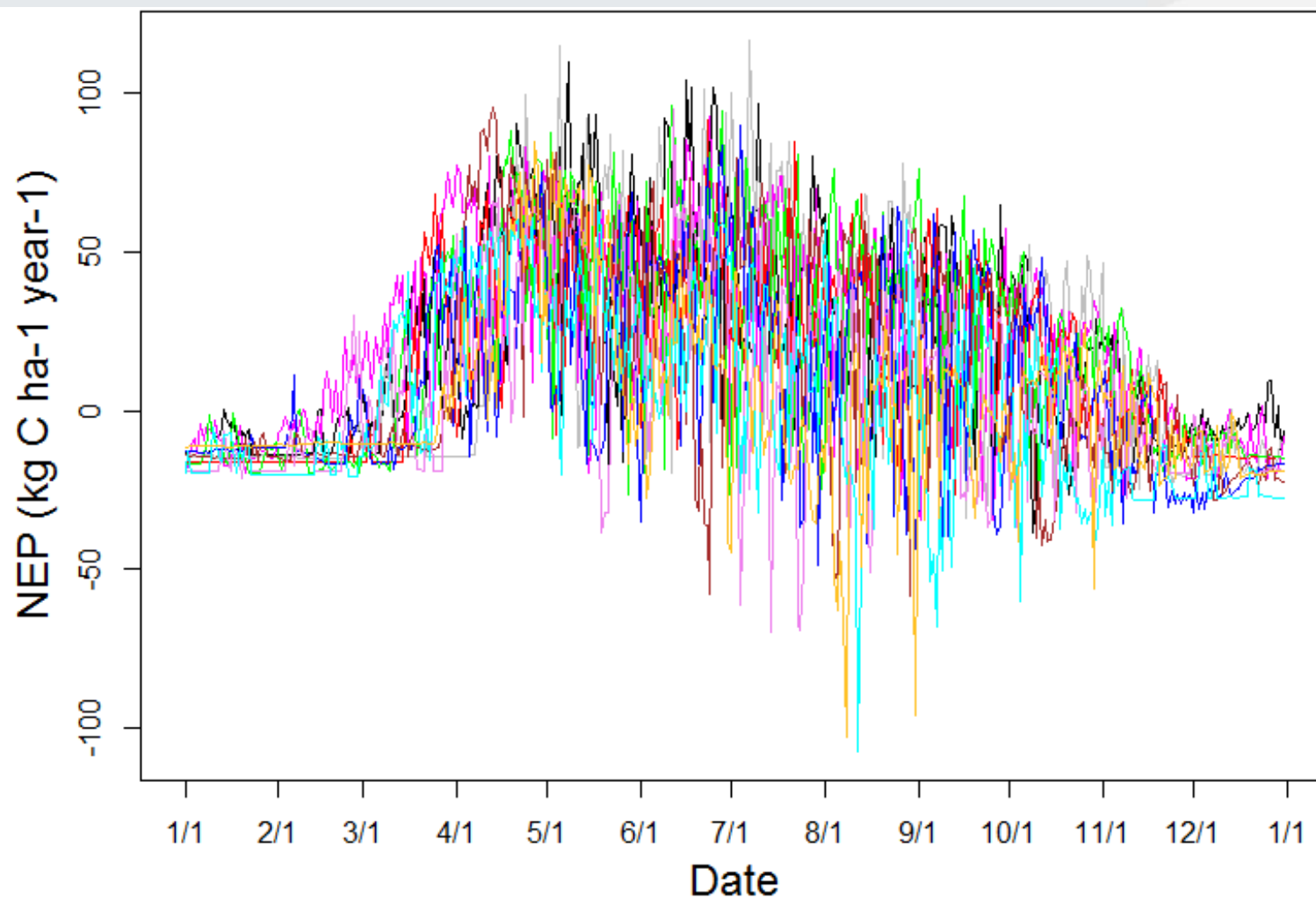


SUCHO ROKU 2015

Sucho v roce 2015



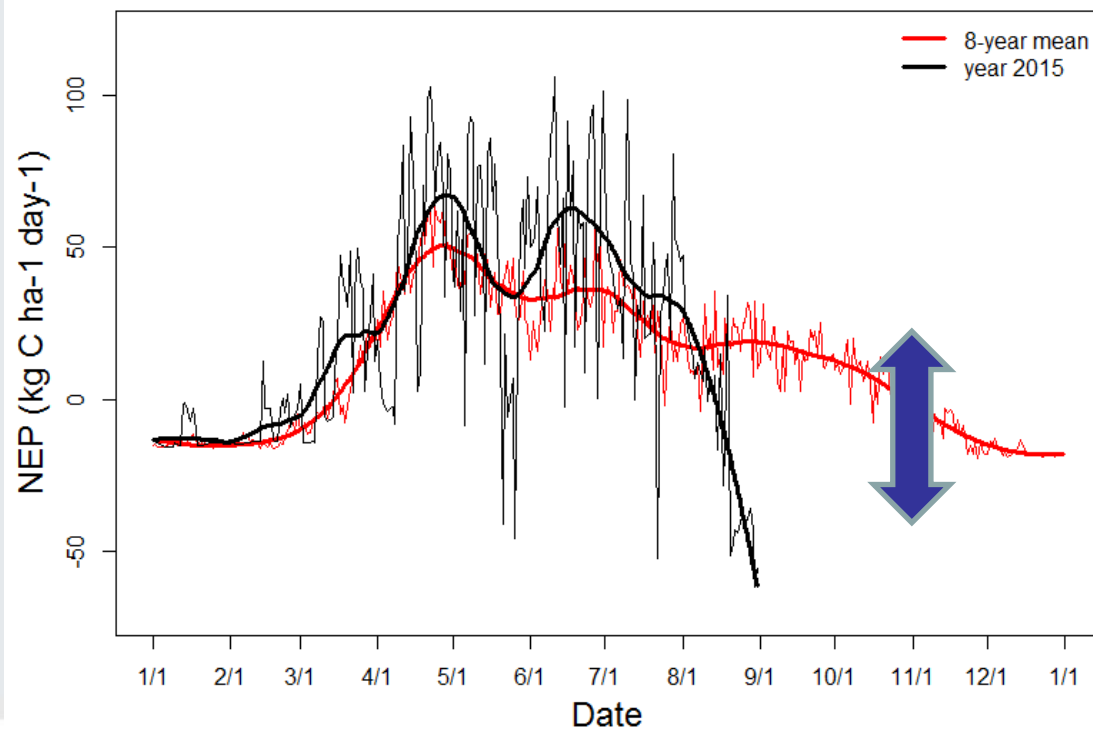
10-ti letá sezónní variabilita NEP horský smrkový porost



**Vliv sucha ve vegetační sezóně roku 2015 na NEP
beskydského smrkového prostu (věk 40 let)**

--- **porovnání k 8-letému průměru** ---

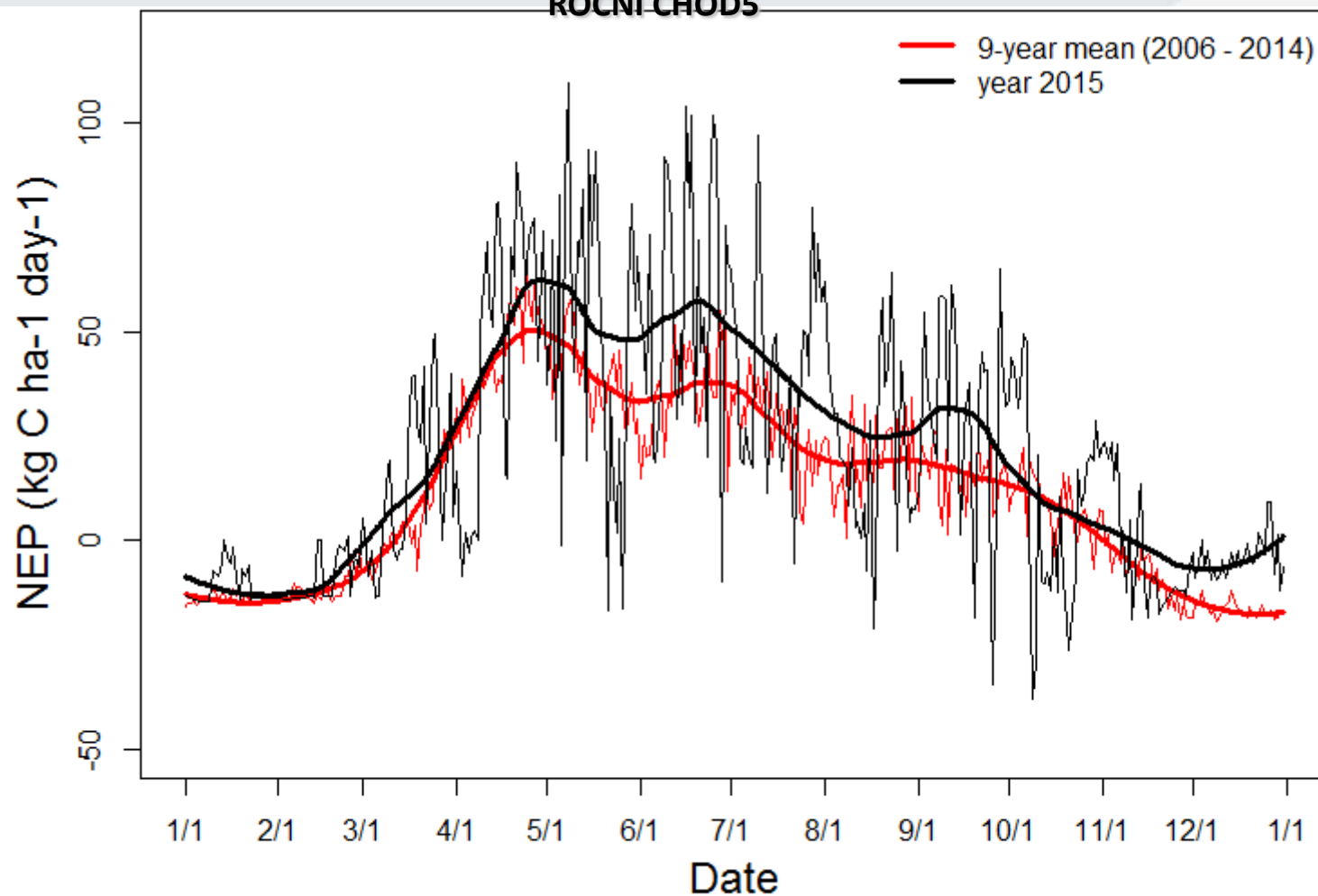
STAV V ZÁŘÍ 2015



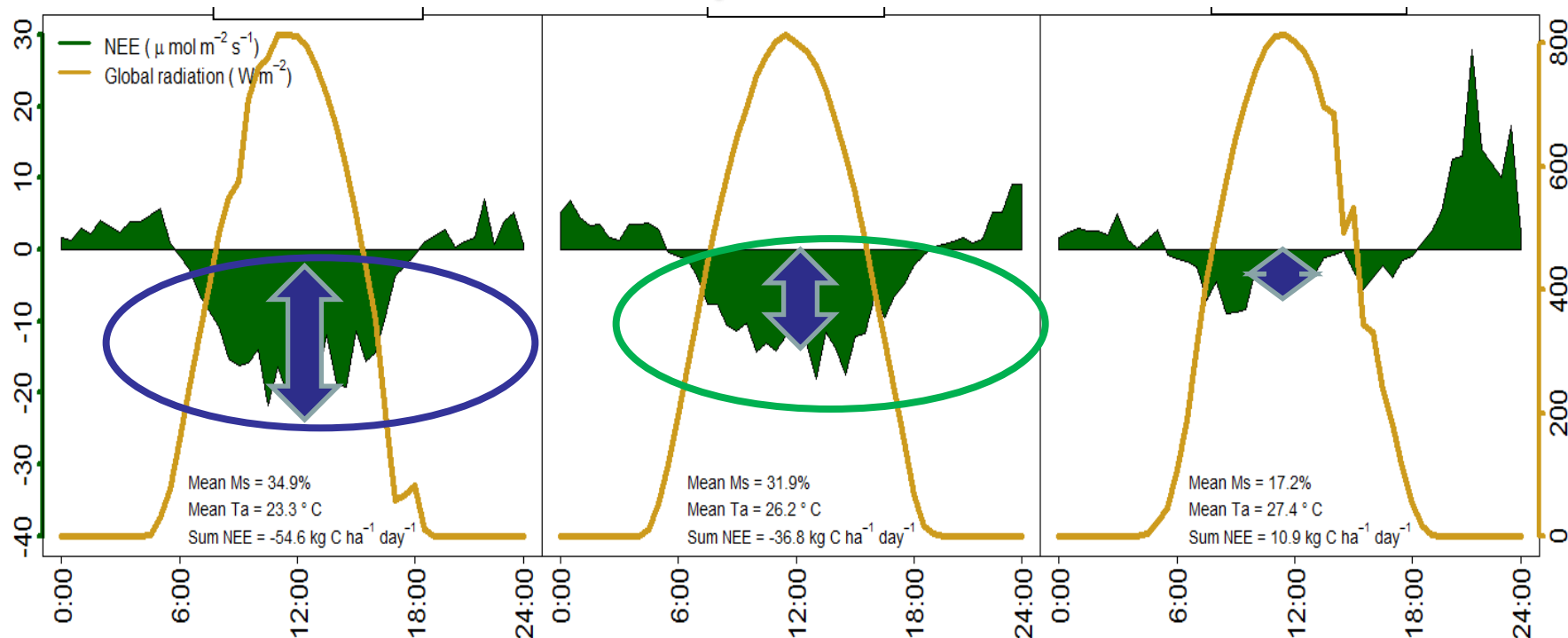
**Vliv sucha ve vegetační sezóně roku 2015 na NEP
beskydského smrkového prostu (věk 40 let)**

--- *porovnání k 8-letému průměru* ---

ROČNÍ CHOD5



Postupný vývůj dopadů sucha na příjem uhlíku v umělé smrčtině středních poloh v roce 2015

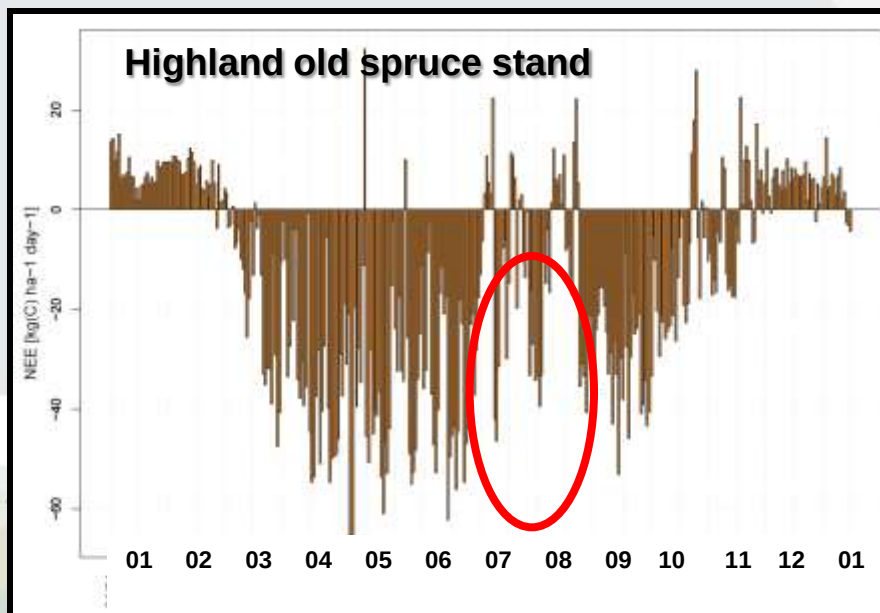
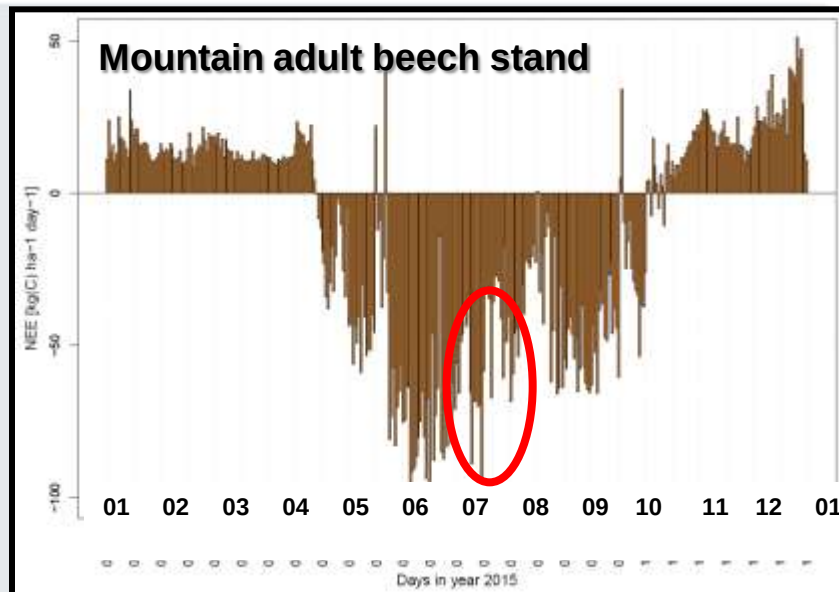
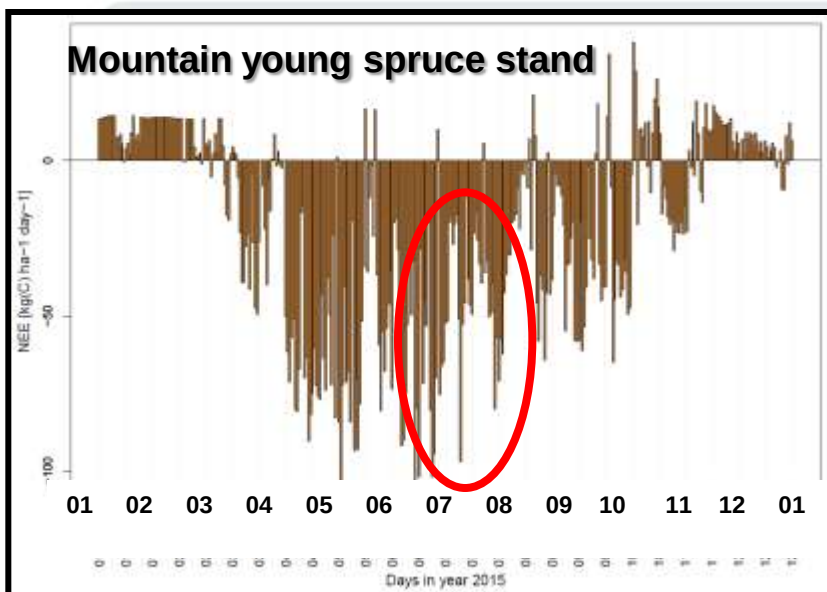


	Ta °C	NEE kgC ha ⁻¹ day ⁻¹
August2013	23.3	- 54.6
August2014	26.2	- 36.8
August2015	27.4	+10.9

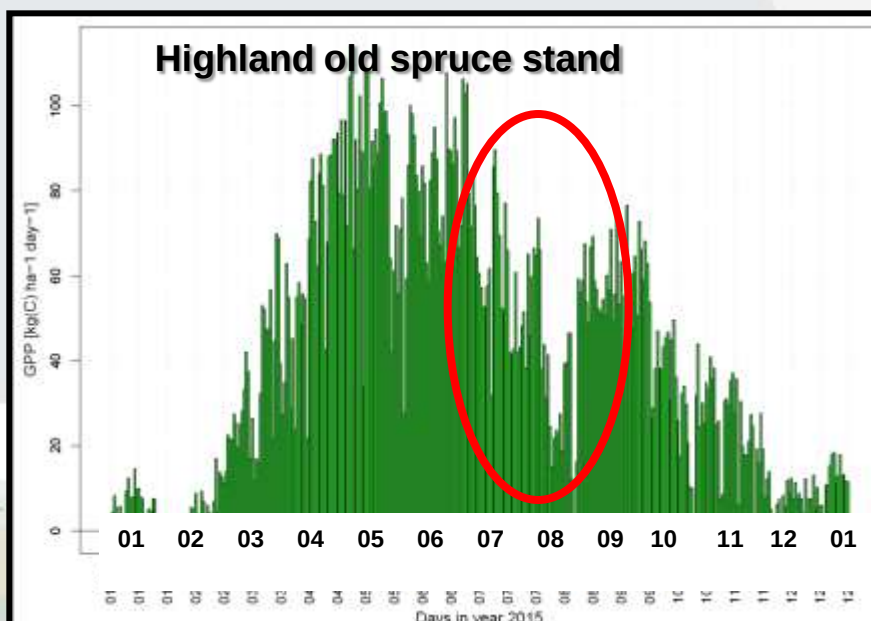
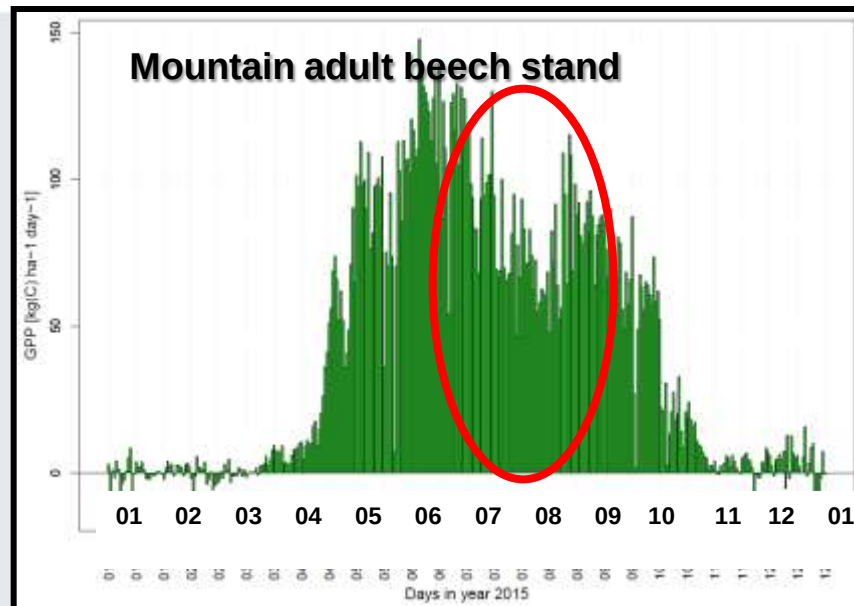
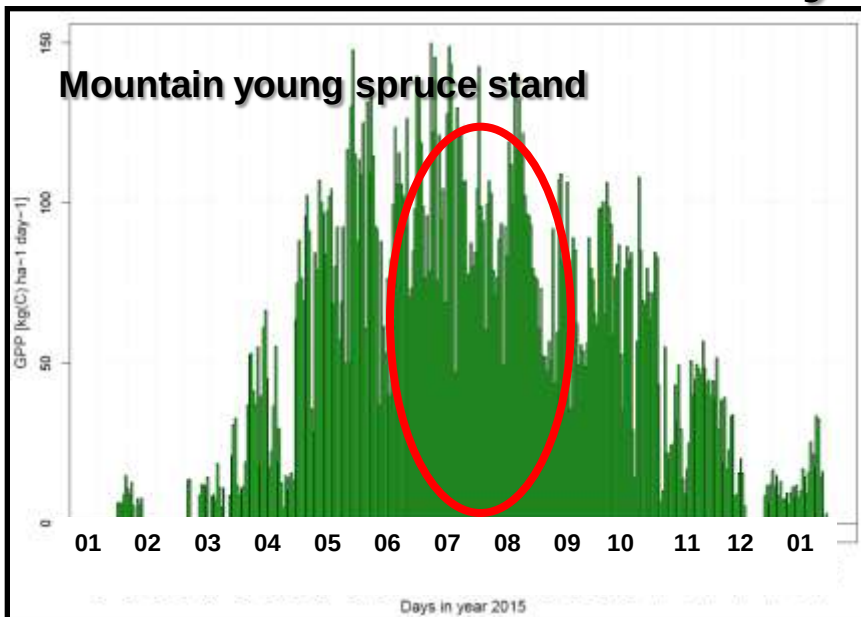
Carbon storage

Carbon efflux

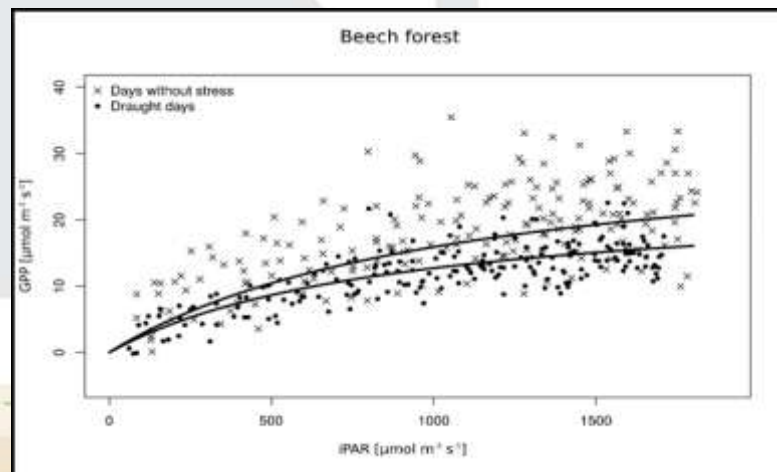
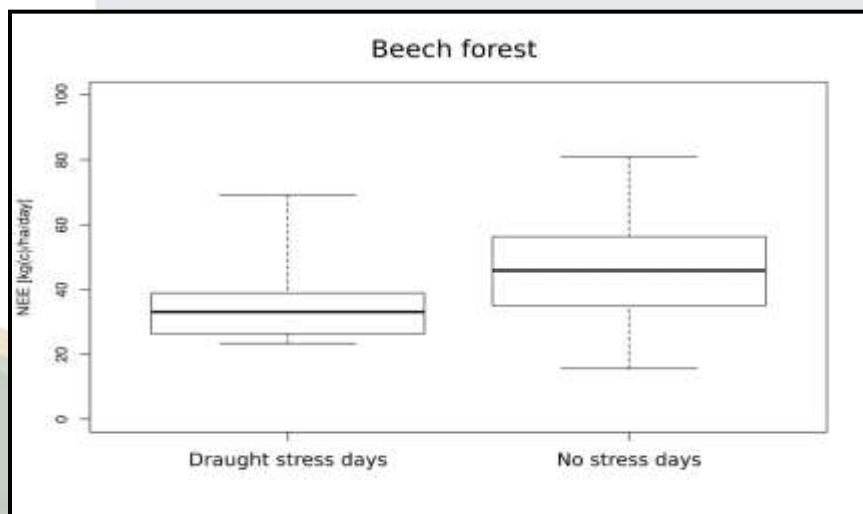
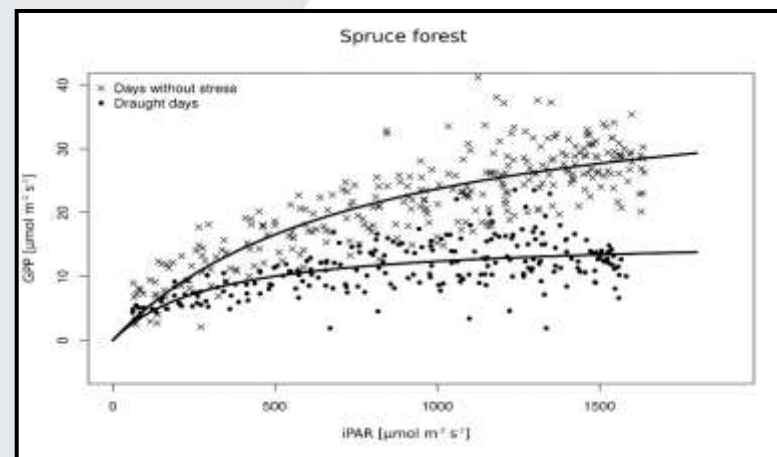
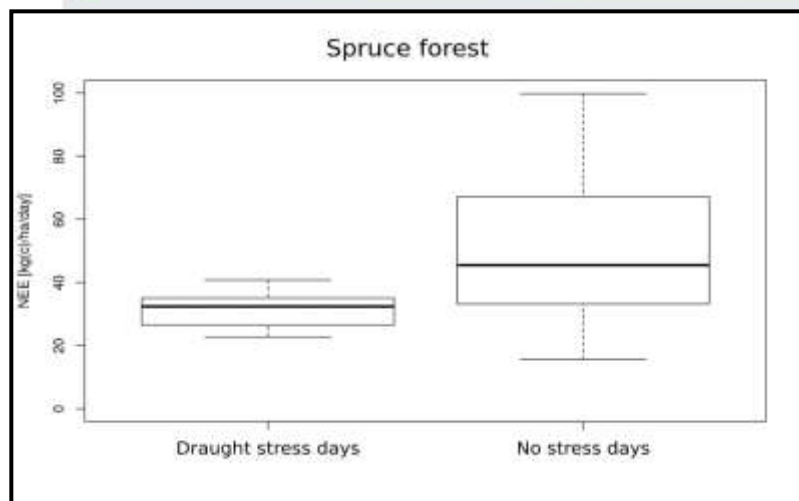
Toky uhlíku



Hrubá ekosystémová produkce

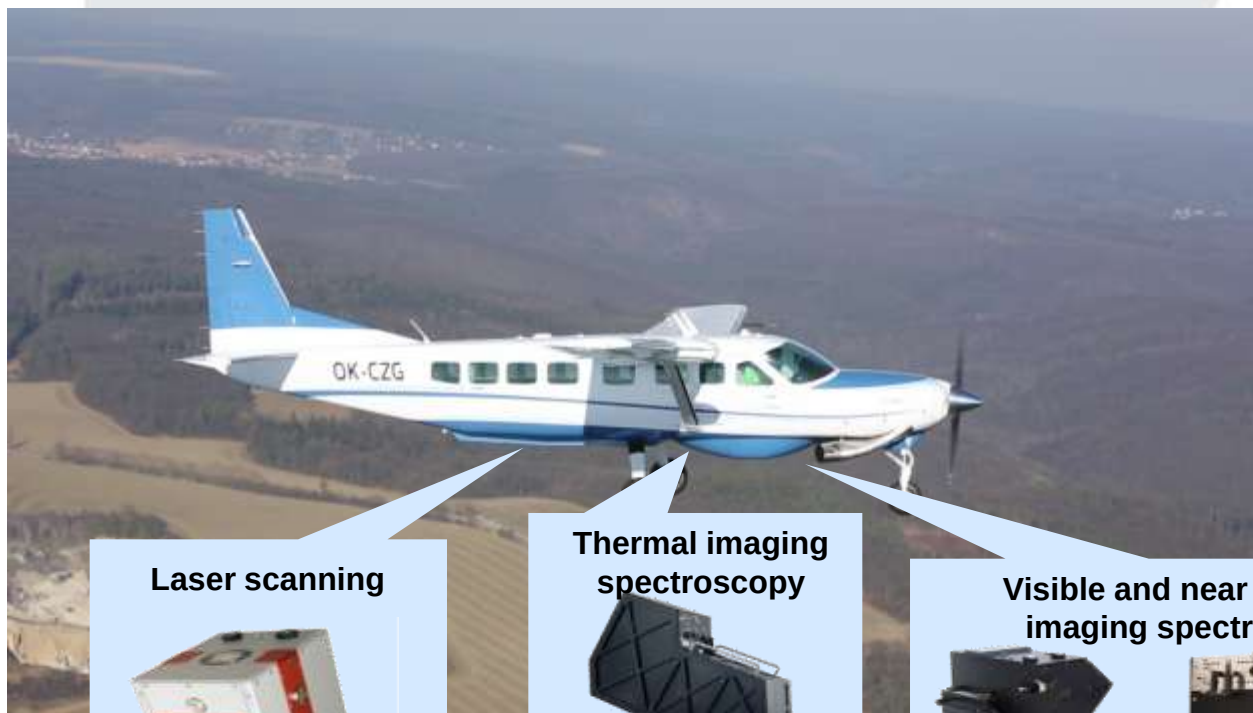


Porovnání hodnot NEP ve dnech sucha a kontrolních dnech bez sucha pro smrkový a bukový porost



NOVÉ METODY SLEDOVÁNÍ UHLÍKOVÉ DEPOZICE

LETECKÝ NOSIČ „Lidka“: hyperspektrální a termální sensory, kamera a LIDAR



Laser scanning



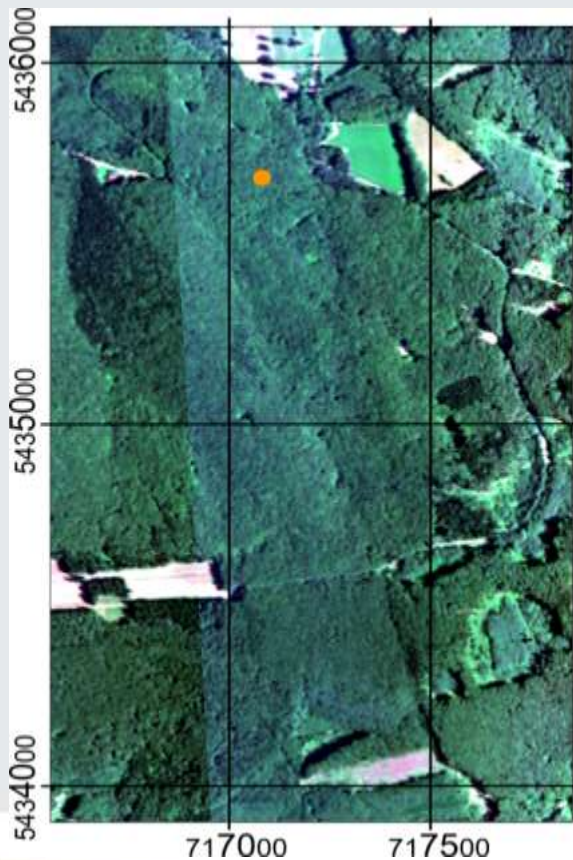
Thermal imaging spectroscopy



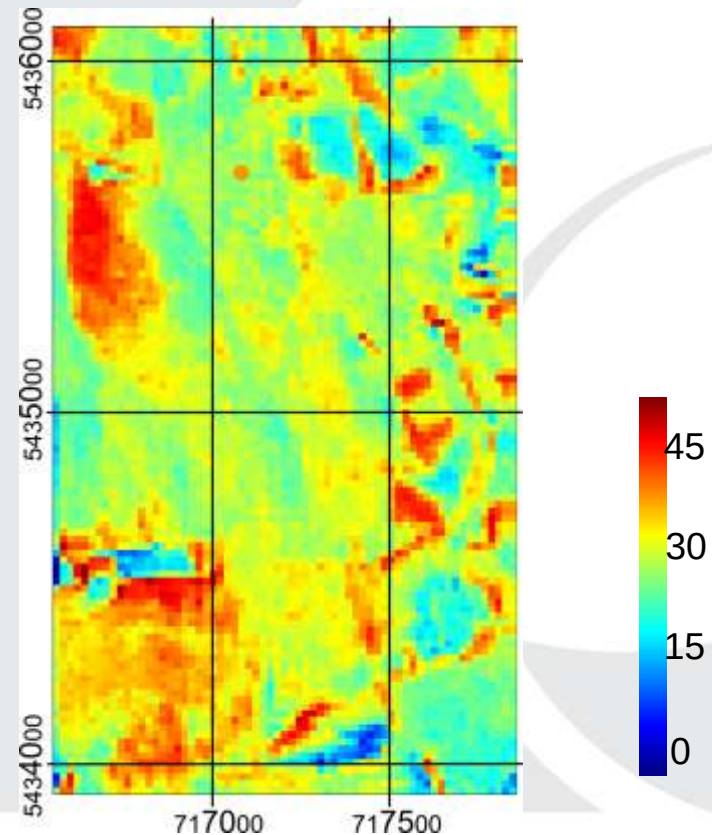
Visible and near infra-red imaging spectroscopy



Mapa výskytu fluorescenčního signálu ve smrkovém porostu - míst, kde je aktivní fotosyntéza a tedy příjem uhlíku



Airborne image (2.5m)

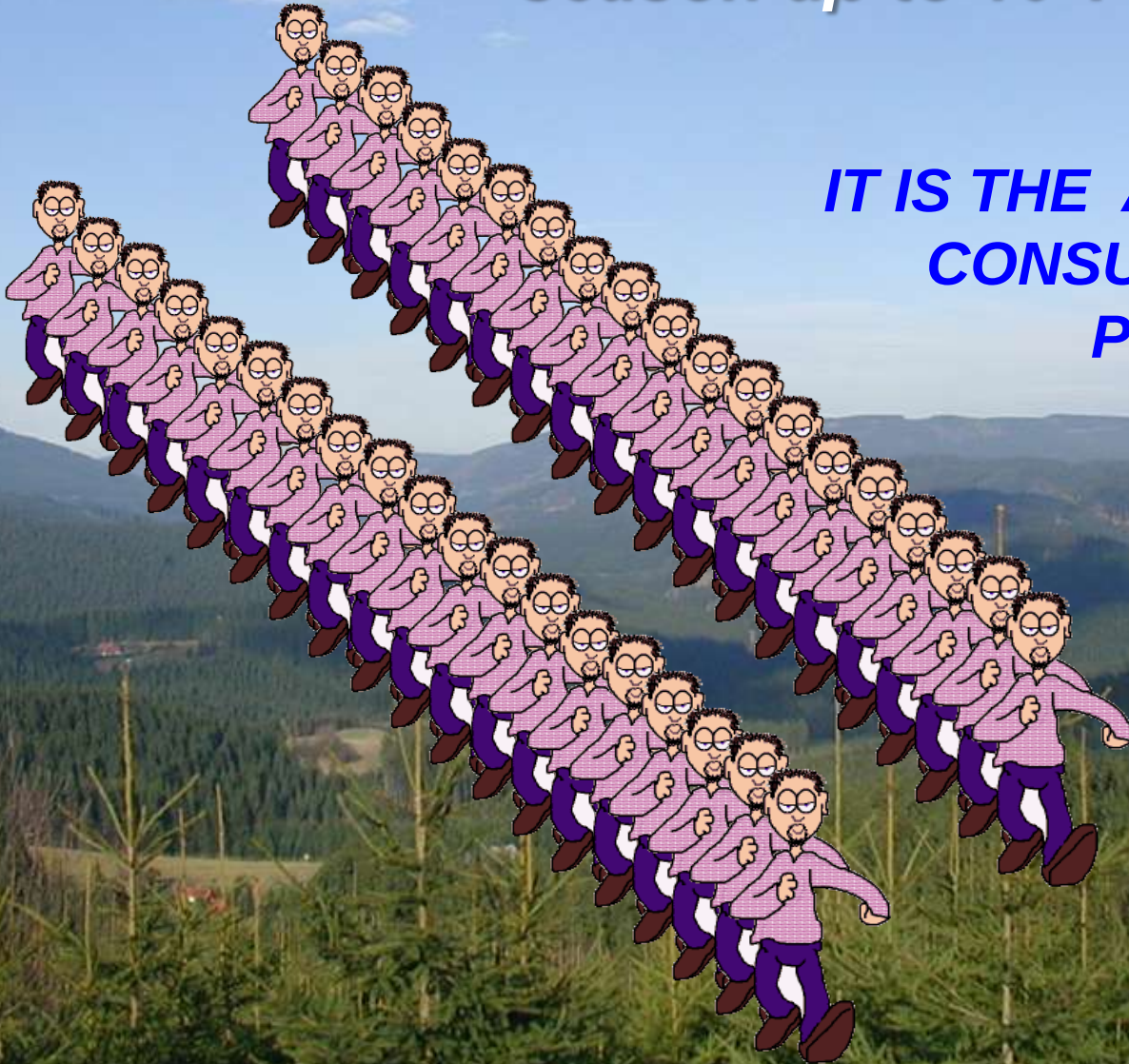


fluorescence map (20m)

PROČ STÁLE PLATÍ „ČLOVĚČE PŘED LESEM POKLENÍ“

**1 ha OF MOUNTAIN SPRUCE forest
PRODUCES during the growing
season up to 10 TONS OF OXYGEN**

**IT IS THE ANNUAL OXYGEN
CONSUMPTION OF 38
PERSONS**



***1 ha of mountain spruce forest
CAPTURES of 15 t CO₂***

**IT IS THE SAME AMOUNT OF CO₂ AS A PRODUCTION OF CO₂ BY
YOUR CAR MOVING 2 AROUND THE GLOBE**

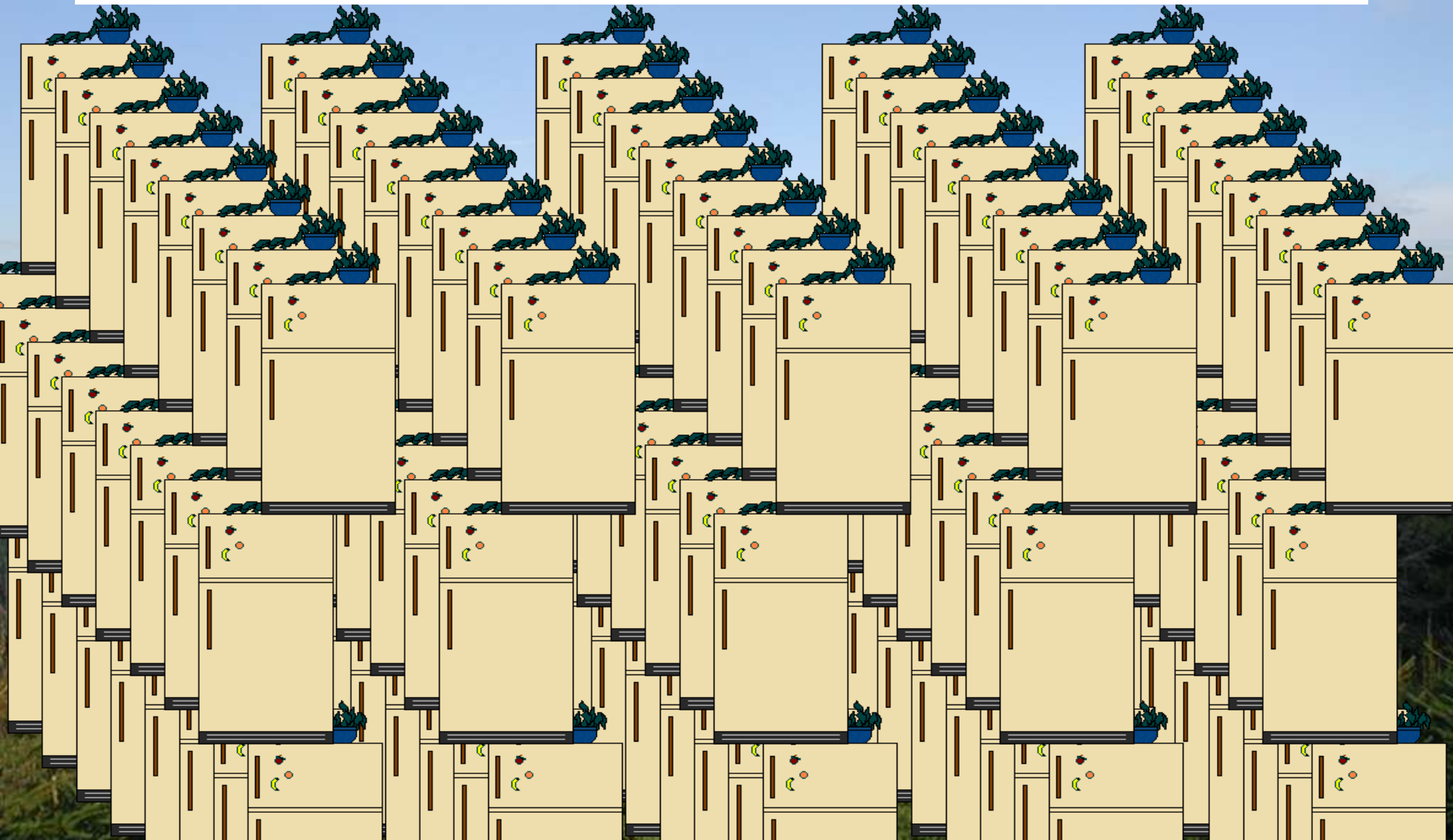


***1 ha of mountain spruce
CAPTURE SOLAR ENERGY, which
content is equal to the 8 tons
braun coal***



*1 ha of mountain spruce forest VAPORIZES during
sunny day around of 40 000 liters of water*

**THIS IS A COOLING EFFECT EQUALS TO THE OUTPUT
OF 120 REFRIGERATORS!!!!**



Presentované výsledky jsou výstupem badatelské práce týmu CzechGlobe, tj. rodiny mladých nadšených lidí a jednoho starce



CzechGlobe – změna je výzva

Děkuji Vám za pozornost



CZECHGLOBE PhD studium (konec roku 2014)

**57 PhD studentů (10 zahraničních)
v prezenční či kombinované formě
(zaměstnanci CVGZ)**



Realizované PhD programsy

MENDELOVA UNIVERZITA BRNO: „Aplikovaná ekologie“ AF

„Ekologie lesa“ LDF

„Aplikovaná bioklimatologie“ AF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA:

„Krajinná ekologie“ ZF

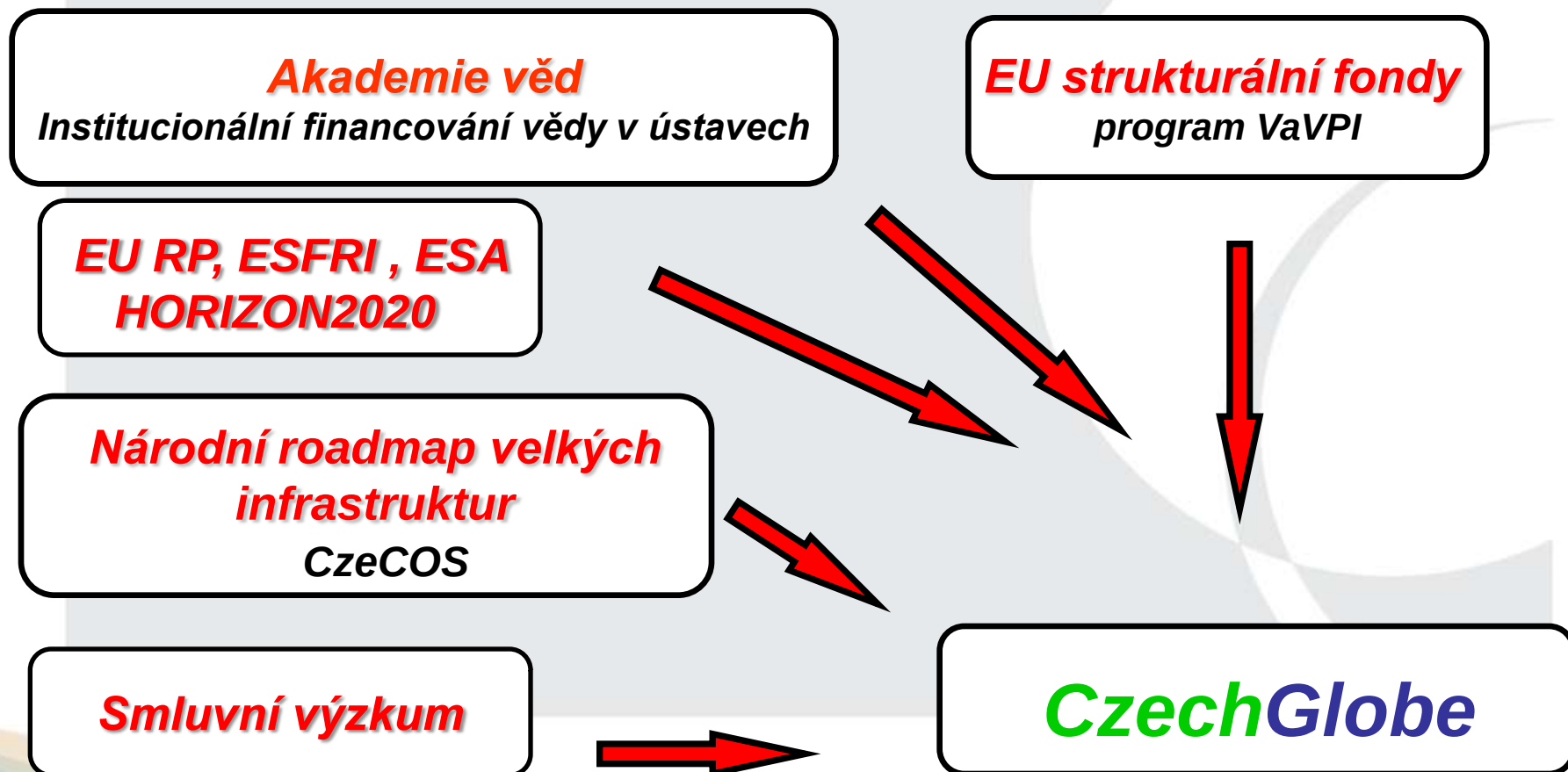
„Biofyzika“ PřF

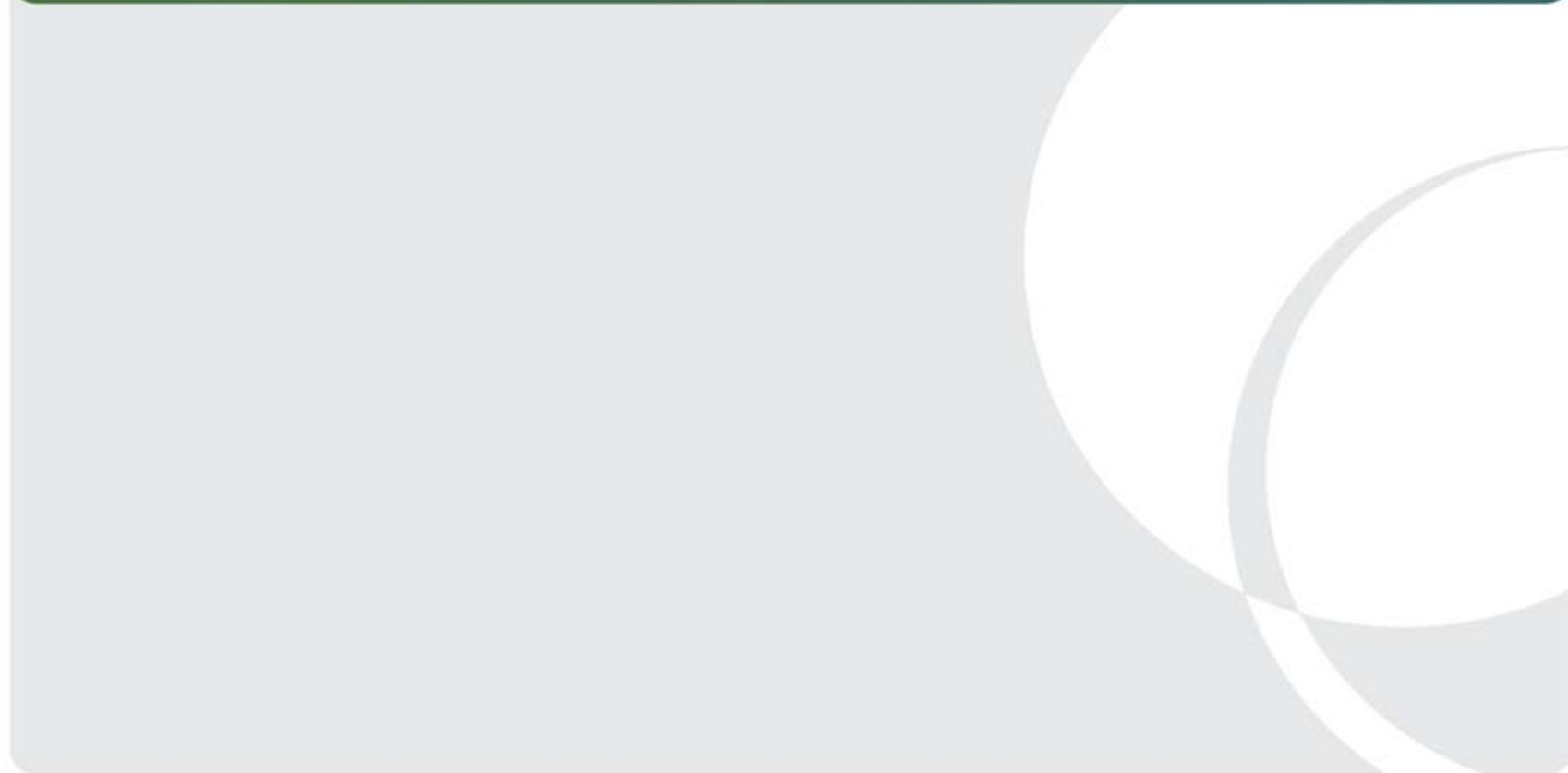
UNIVERZITA KARLOVA PRAHA: „Klimatologie a meteorologie“ MFF

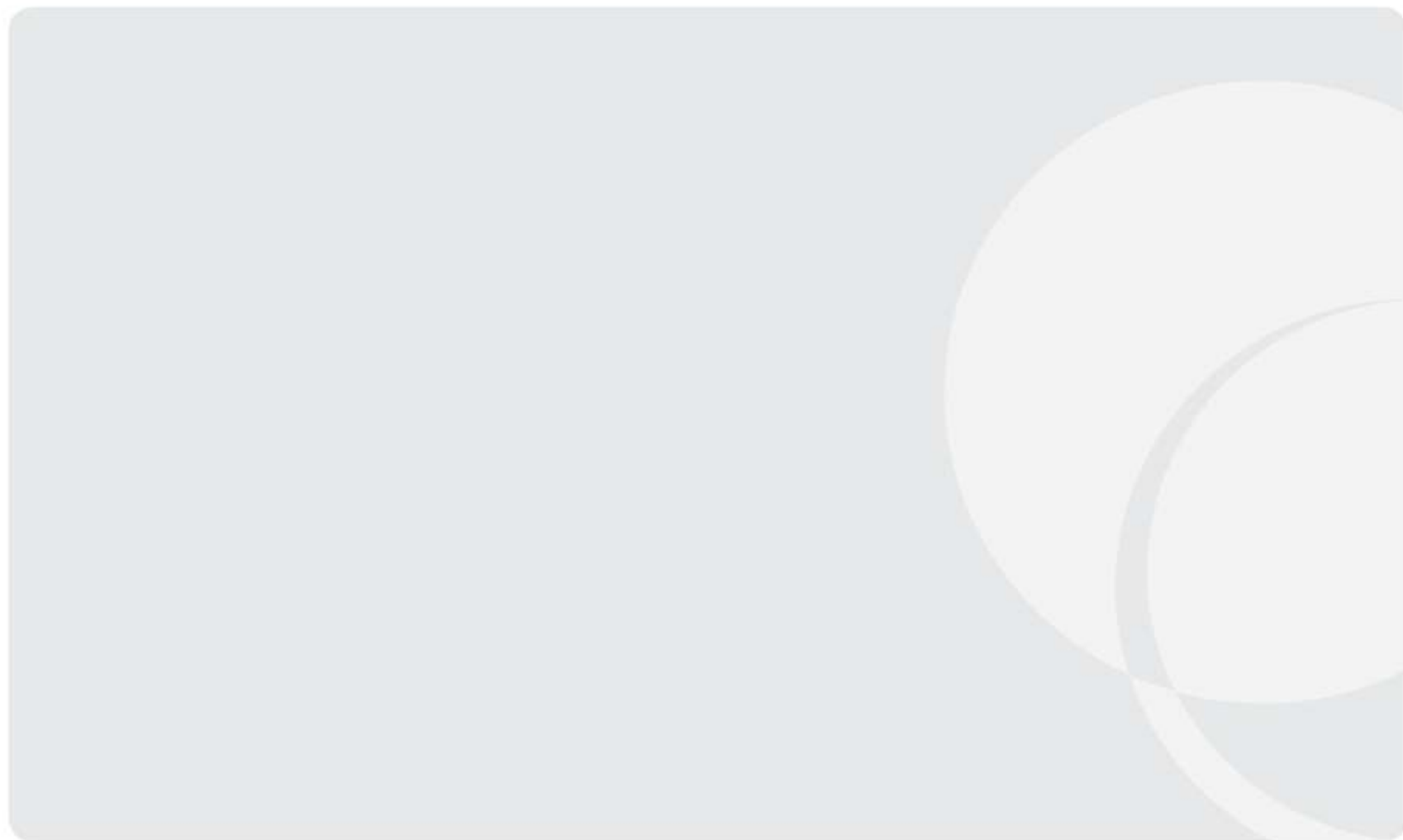
„Geologie“ PřF

„Humánní dimenze změn prostředí“ FSS

FINANCOVÁNÍ CZECHGLOBE







Co je Globální změna??

**Effect of drought during the vegetation season 2015 on the
net ecosystem production of the mountain **adult spruce**
stand --- *comparison to 8-years mean* ---**