

An aerial photograph of a forest research station. The station is located in a clearing within a dense forest. It features two large, circular greenhouses with white frames and glass panes. There are several smaller buildings, including a white structure with a dark roof and a smaller white building. A paved road or path curves around the station. The surrounding forest is lush and green, with tall trees. The sky is clear and blue.

Transpirace a evapotranspirace v ekofyziologii lesních dřevin

**Radek Pokorný, Zdeňka Klimánková, Otmar Urban,
Lenka Krupicová, Zuzana Zvěřinová**

Laboratoř ekologické fyziologie lesních dřevin, Ústav ekologie krajiny AV ČR

V současnosti nejpoužívanější metody v ekofyziologii lesních dřevin k ocenění složek výparu :

- **gazometrické**
- tepelné bilance
- **tepelných pulzů**
- lyzimetry
- aerodynamické
- **vířivé kovariance**

Popis porostu :

- Experimentální ekologické pracoviště Bílý Kříž
- porost smrku ztepilého (*Picea abies* [L.] KARST.)
- poloha: svah 13,5°, expozice J
nadmořská výška 892 - 904 m n.m.
- v roce 2004:

Věk porostu	23	let
Hustota porostu	2044	[ks.ha ⁻¹]
Průměrná výška porostu	10.9	m
Průměrná výčetní tloušťka kmene	13.0	cm
Index listové plochy	12.1	[m ² .m ⁻²]

Metoda vířivé kovariance

- stanovuje celkovou evapotranspiraci porostu



- přístroj InSituFlux Systém, Švédsko
- zařízení pro měření lokálních povrchových toků pohybové energie, zjevného tepla, vodní páry a oxidu uhličitého mezi porostem a přízemní vrstvou atmosféry



ultrasonický anemometr na meteorologické věži ve výšce 15 metrů nad povrchem země

- souběžné měření rychlosti a směru jednotlivých vírů vzduchu a s nimi spojených okamžitých koncentrací CO_2 a vodní páry



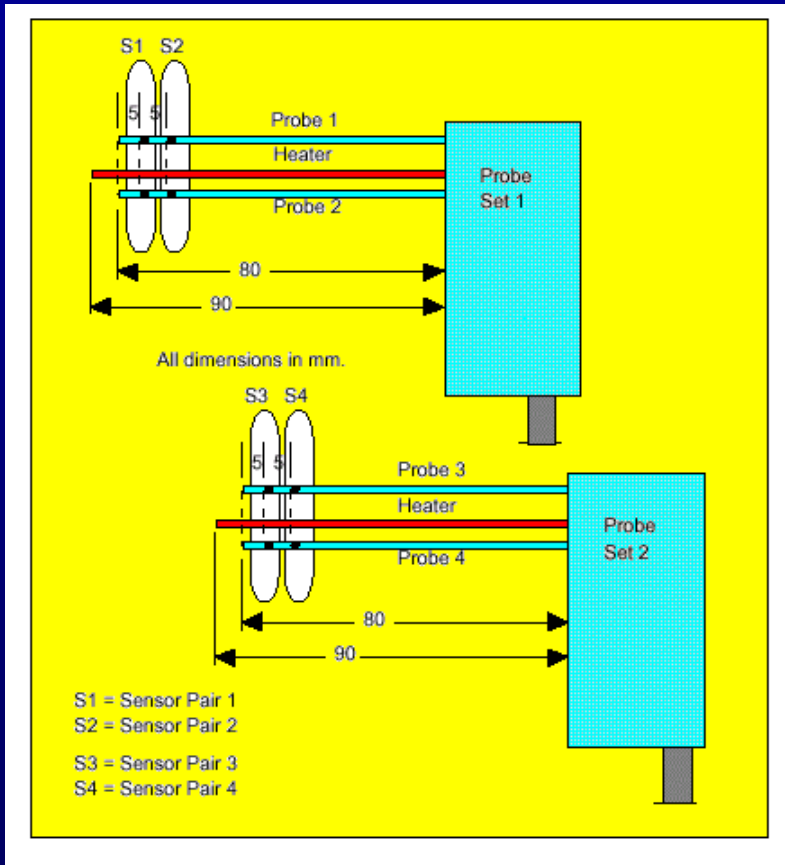
- infračervený analyzátor plynů
- PC se softwarem

Metoda tepelných pulsů

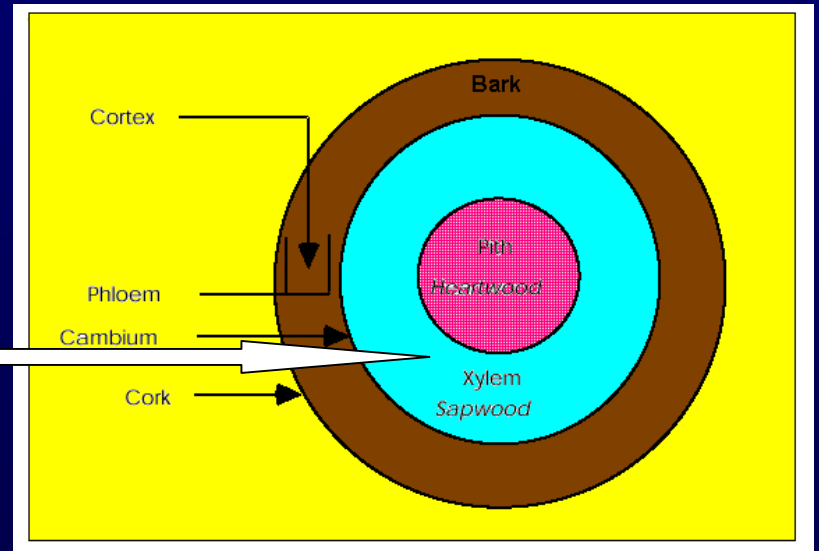
- měření rychlosti transpiračního proudu na úrovni jednotlivých stromů
- je založena na úvaze, že všechna voda využívaná rostlinou projde stonkem (kmenem)
- Sapflow Meter SF300 (Greenspan Technology, Austrálie)



- rychlost proudu odvozena z pohybu tepelné vlny v krátkodobě zahřáté části kmene



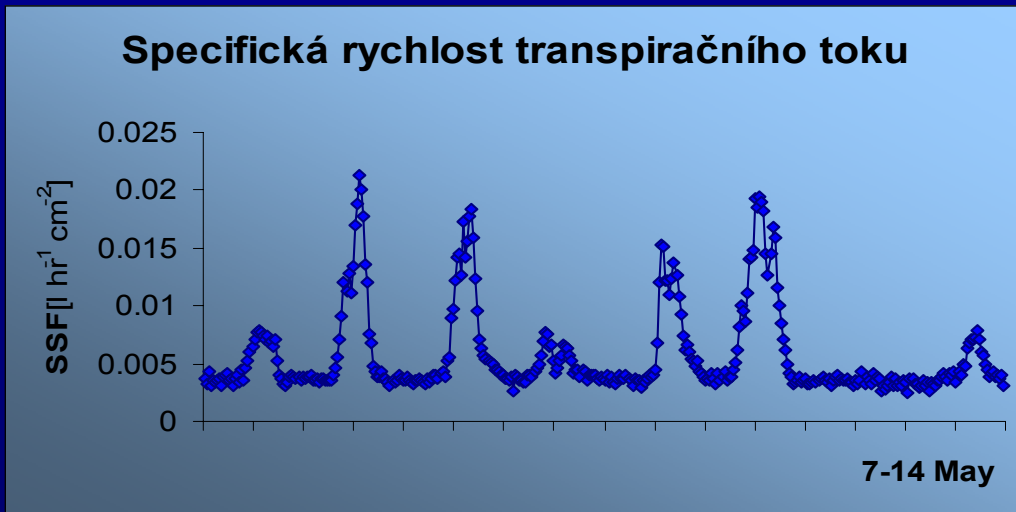
- vodivá část běle



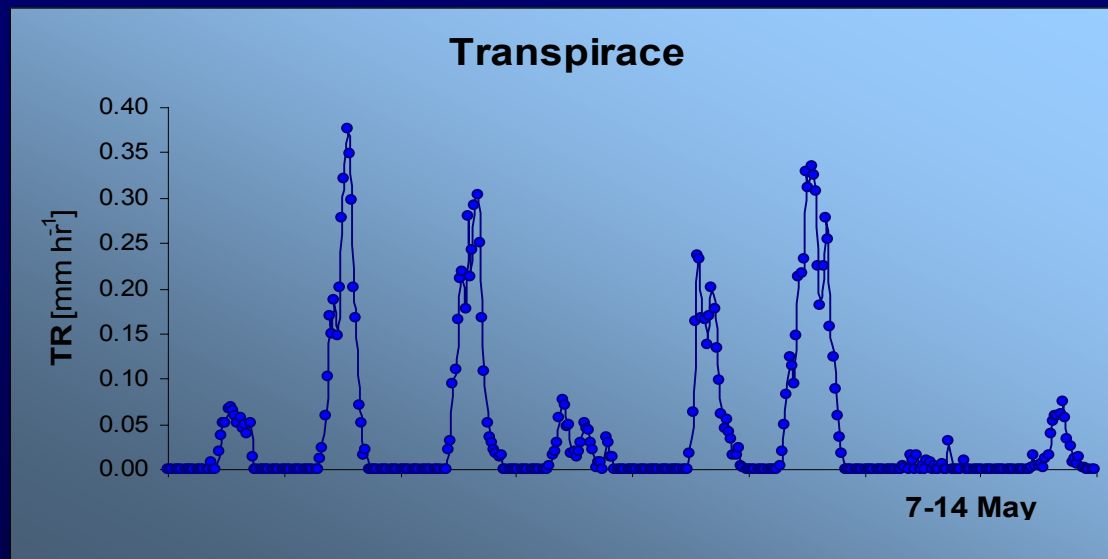
- systém nainstalován na 10 jedincích smrku ztepilého
- kampaně měření v roce 2004:
 - 7. – 14.5.
 - 25.6. – 12.7.
 - 23. – 26.8.
- přepočtovým faktorem na úroveň porostu byla plocha vodivé části běle



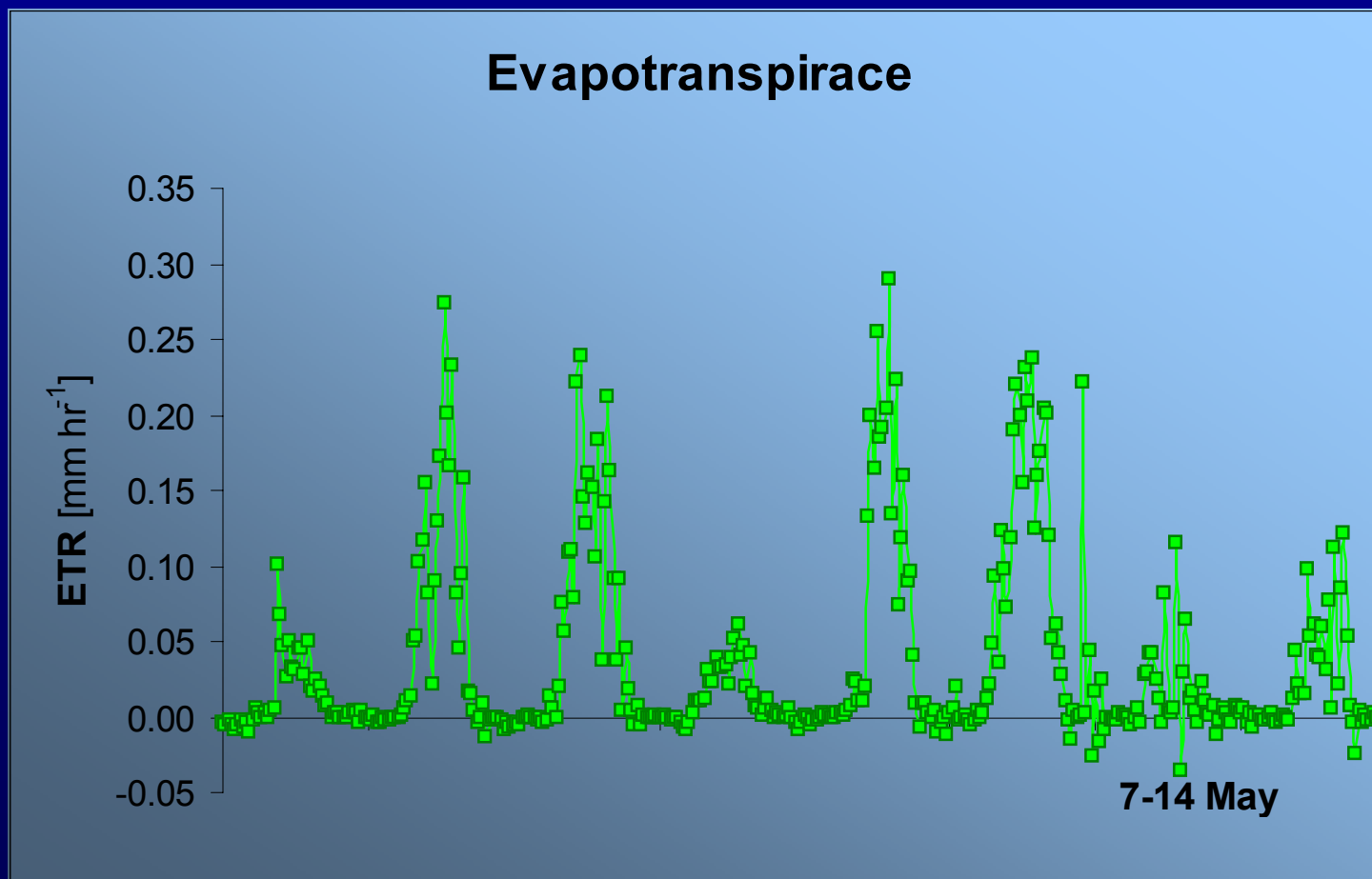
- metoda tepelných pulzů:



- přepočet
- korekce
nočních toků

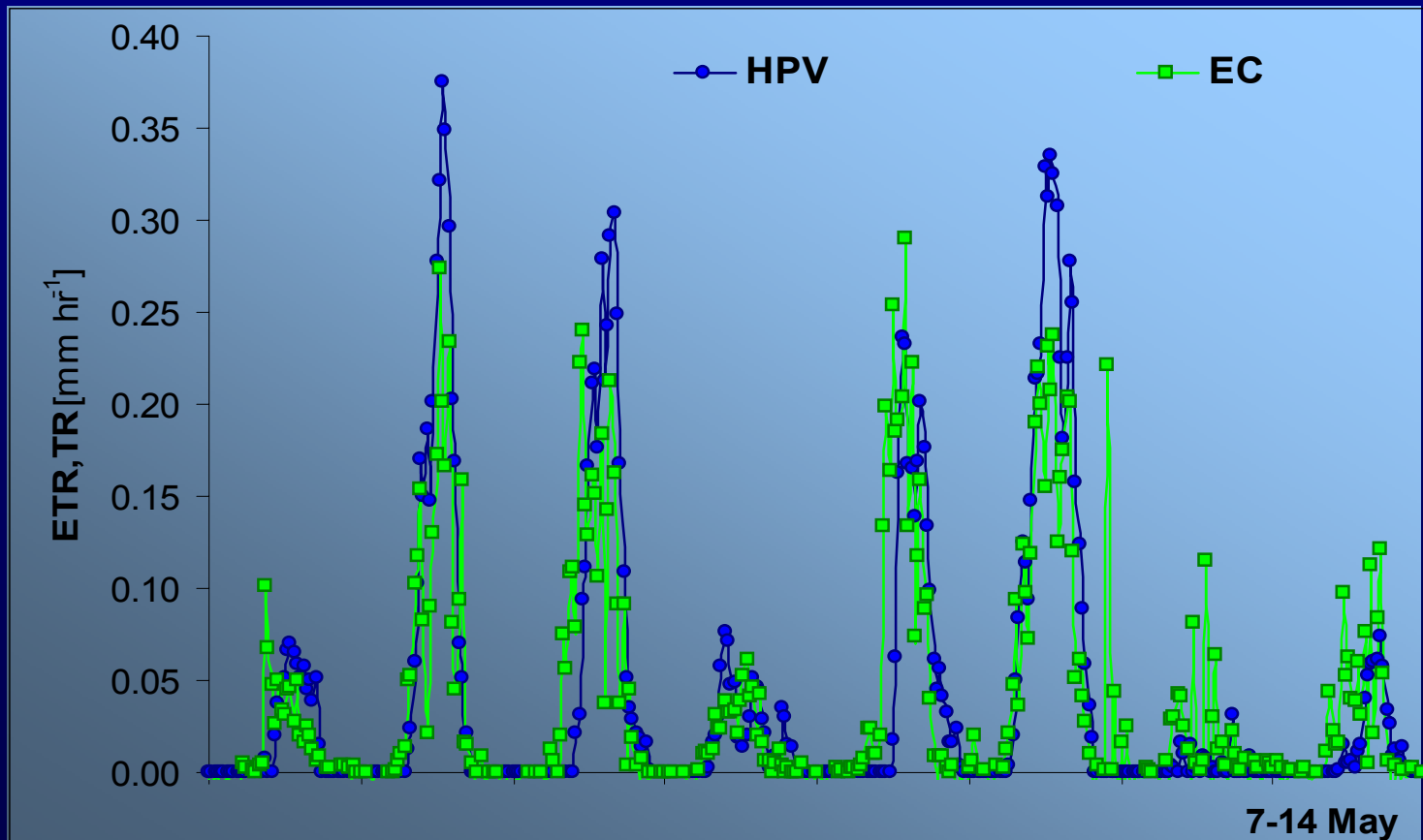


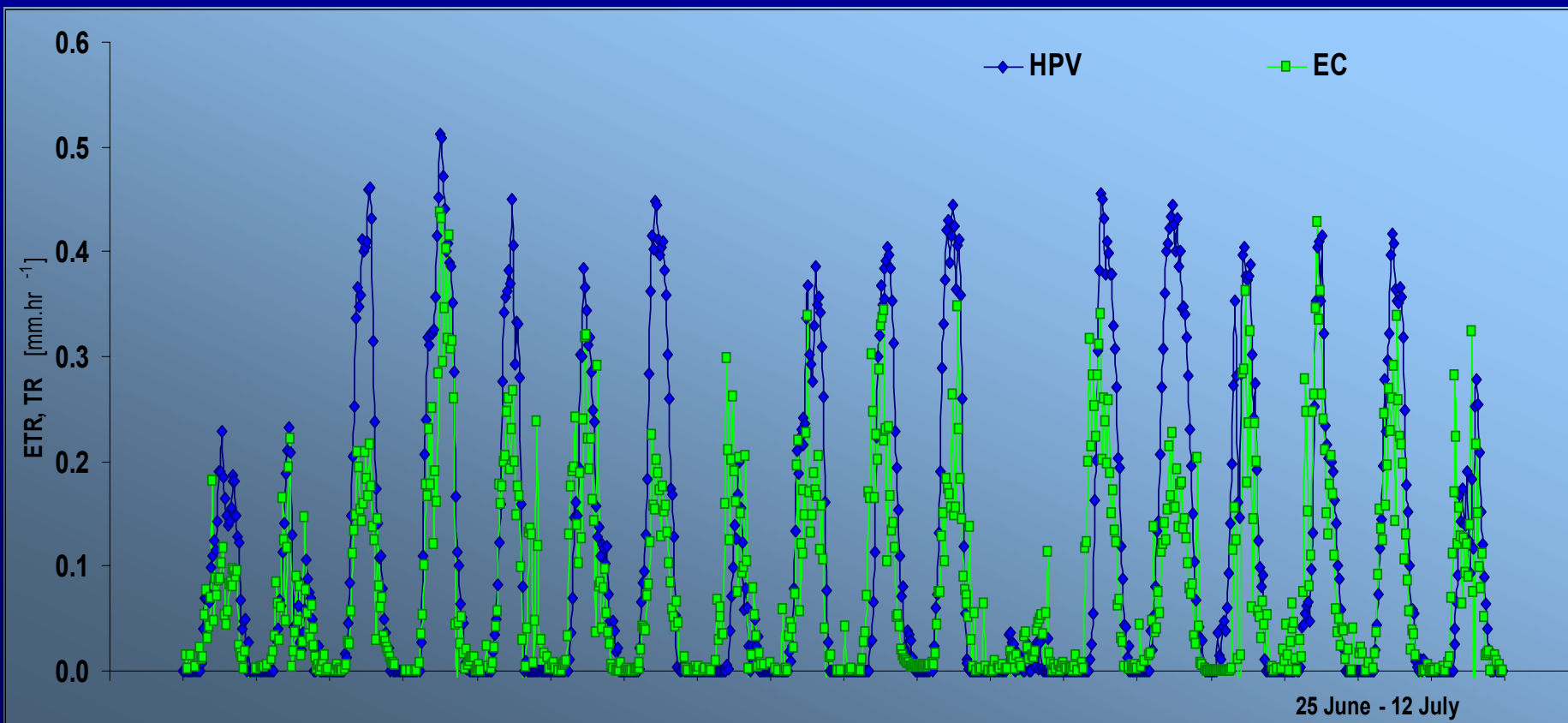
- metoda vířivé kovariance:



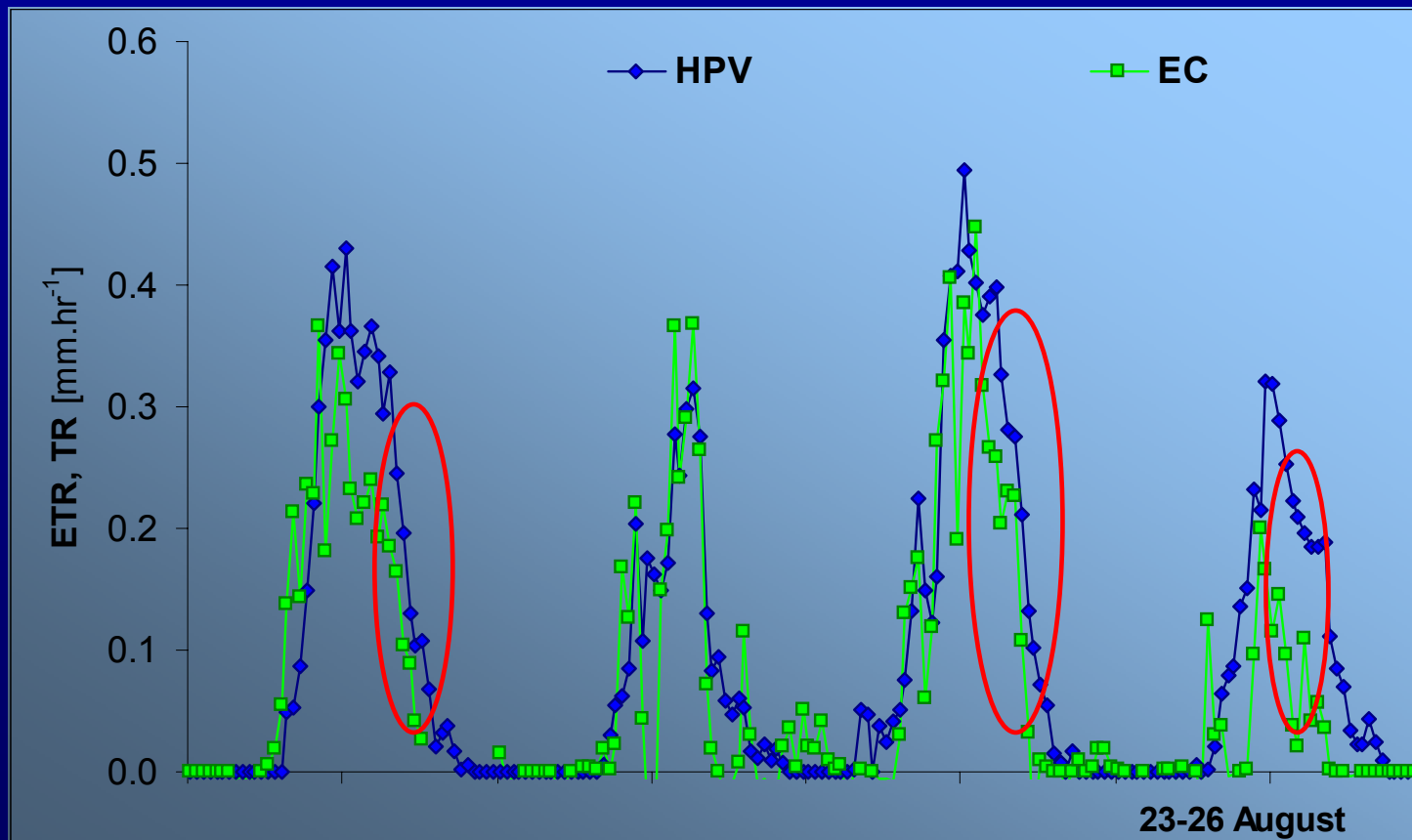
Srovnání metod:

- vířivá kovariance:
 - stanovení velikosti a tvaru území
 - nedostatečné turbulentní proudění
 - kondenzace vodních par v systému





- bez korekce nelze srovnávat metodu HPV a EC
- nelze stanovit evaporaci jako rozdíl ETR a TR



- dosycování pletiv vodou ztracenou přes den transpirací

Metoda gazometrická

- na základě měření změn koncentrace vodní páry v okolí listů lze stanovit rychlost jejího výdeje rostlinou
- CIRAS - 1 (PP Systems)



- transpirace měřená na úrovni jehlice – letorostu

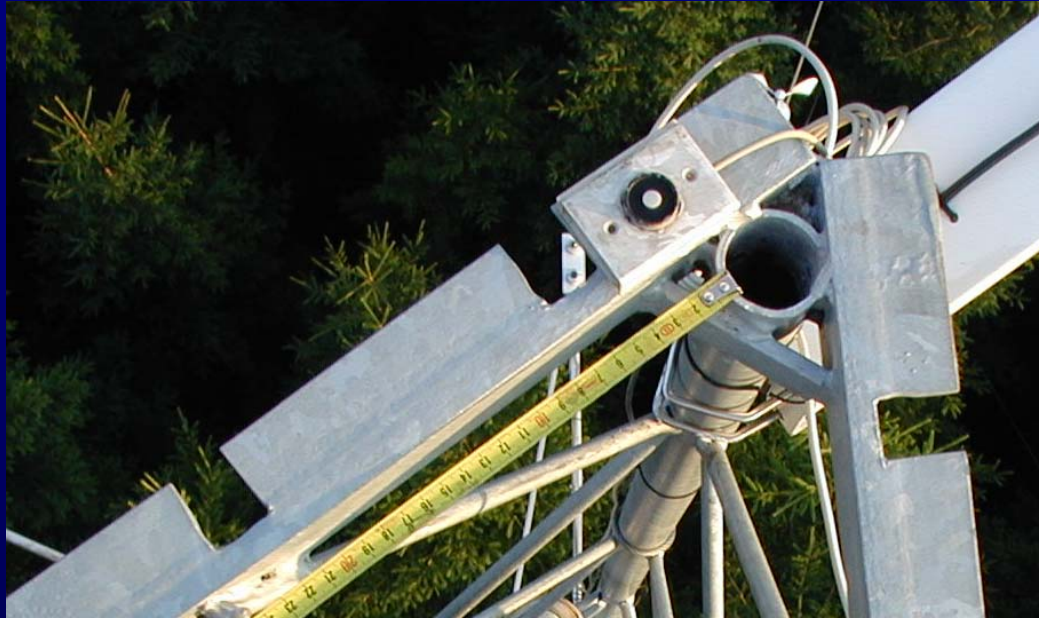
- letorost se uzavírá do gazometrické komůrky



- měření zvlášt' pro slunný a stinný typ letorostu

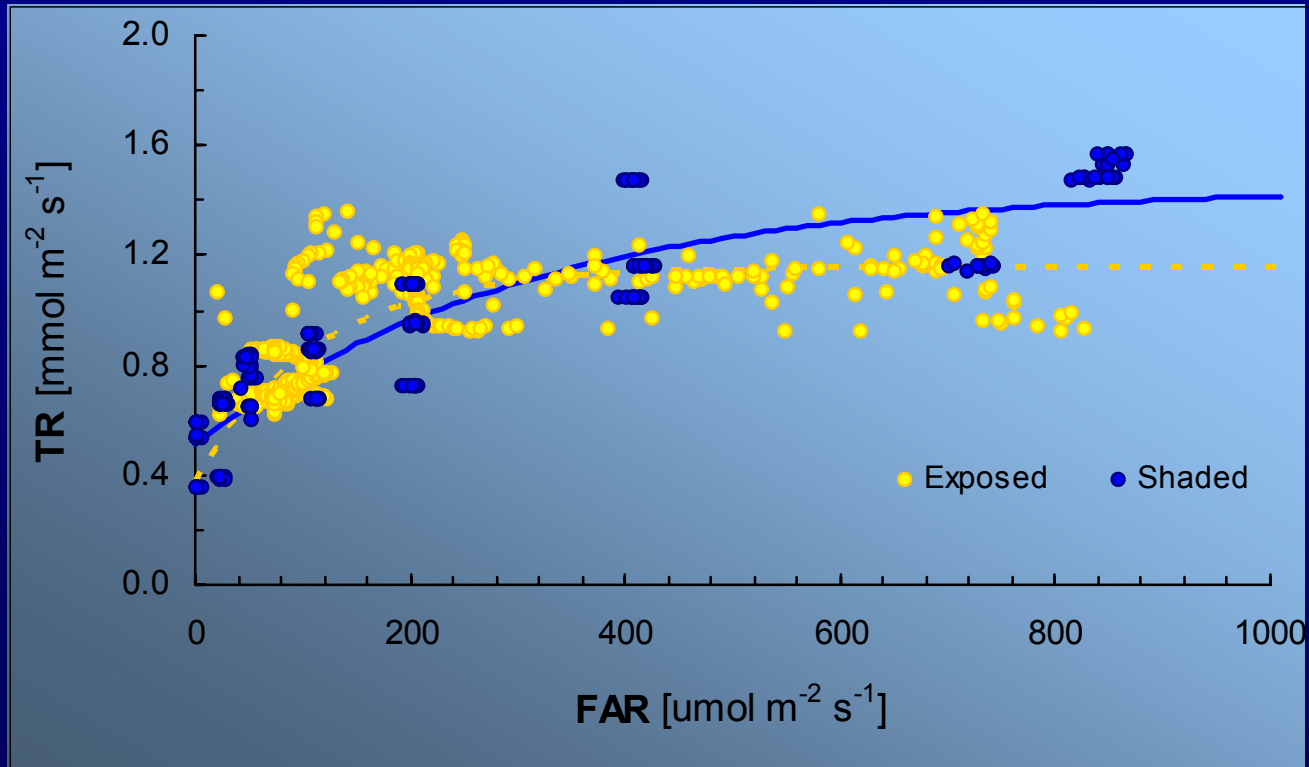
- při různé ozáření FAR

- dopadající FAR na porost
- čidlo BPV 21
- půlhodinové průměry



Výsledky

- metoda gazometrická:



- transpirace letorostu exponenciálně závisí na intenzitě dopadajícího FAR
- rozdílná dynamika slunných a stinných letorostů

- přepočet na porostní úroveň:

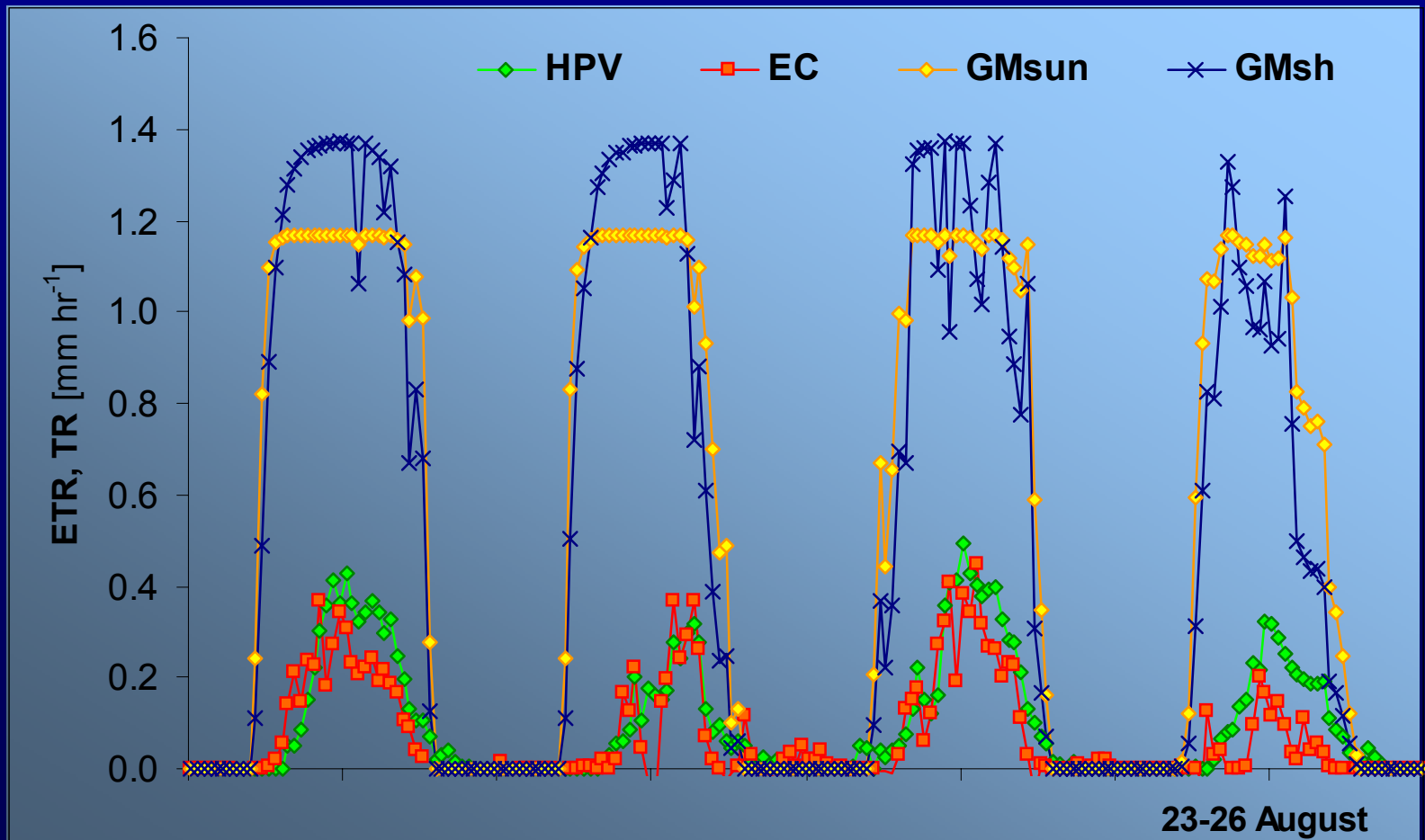
1. Rozdílná rychlost transpirace slunných a stinných letorostů v závislosti na intenzitě dopadající FAR

2. Podíl slunného a stinného typu asimilačního aparátu a jeho velikost (listová plocha)

3. Heterogenita radiačního režimu v porostu

4. Stanovení míry spřažení jednotlivých pater korunové vrstvy s okolní atmosférou – omega faktor

Přepočet gazometrické metody na rychlost transpirace celého porostu bez zohlednění výše uvedených faktorů



CANFIB

system pro měření prostorové variability PAR
uvnitř koruny stromu

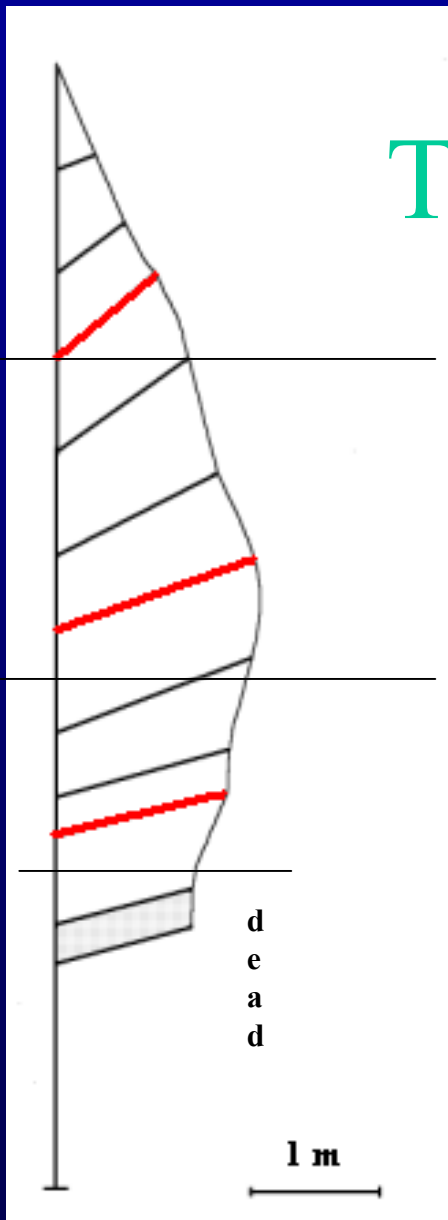


TREE FD_283

u
p
p
e
r

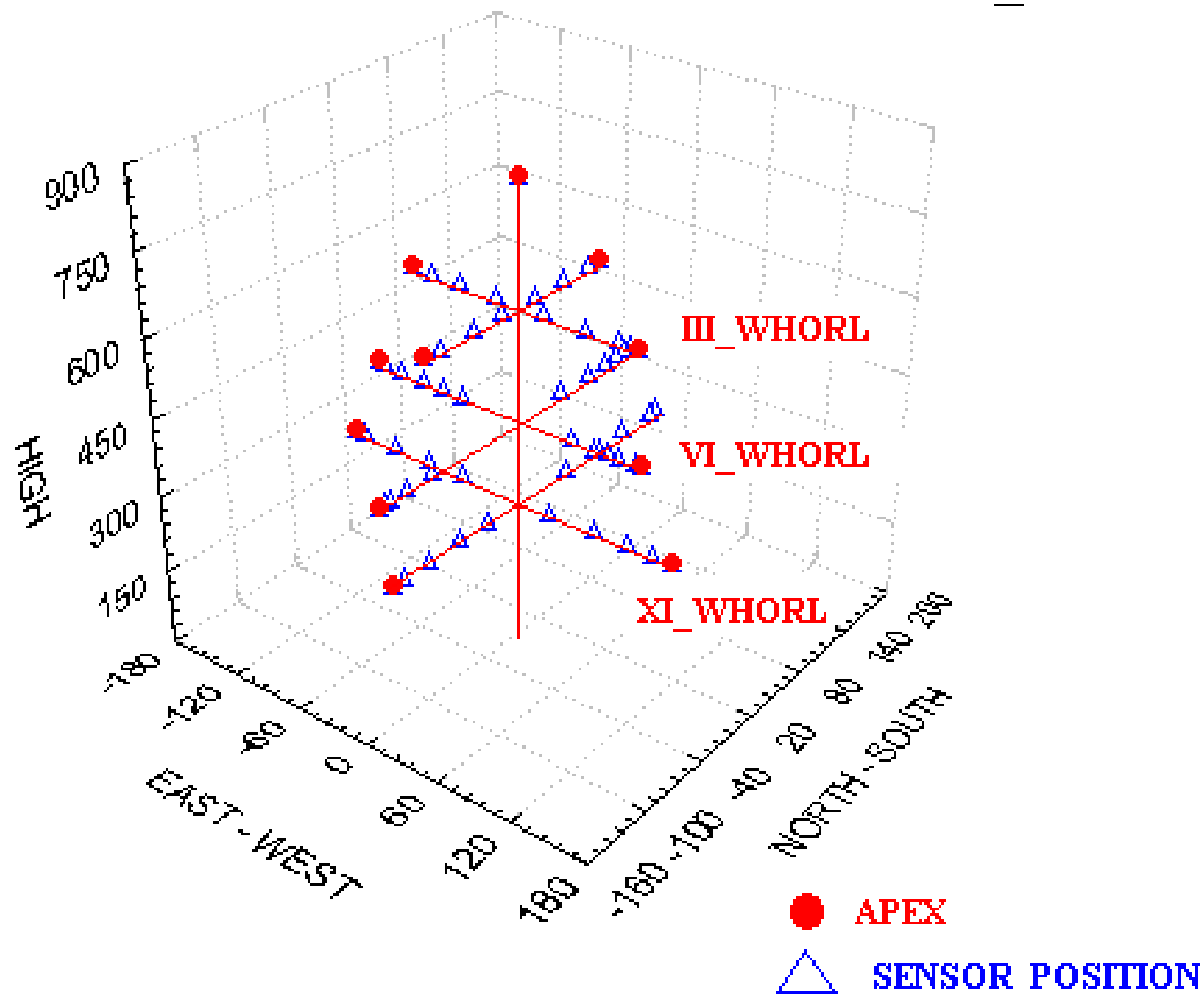
t
r
a
n
s
i
e
n
t

l
o
w
e
r



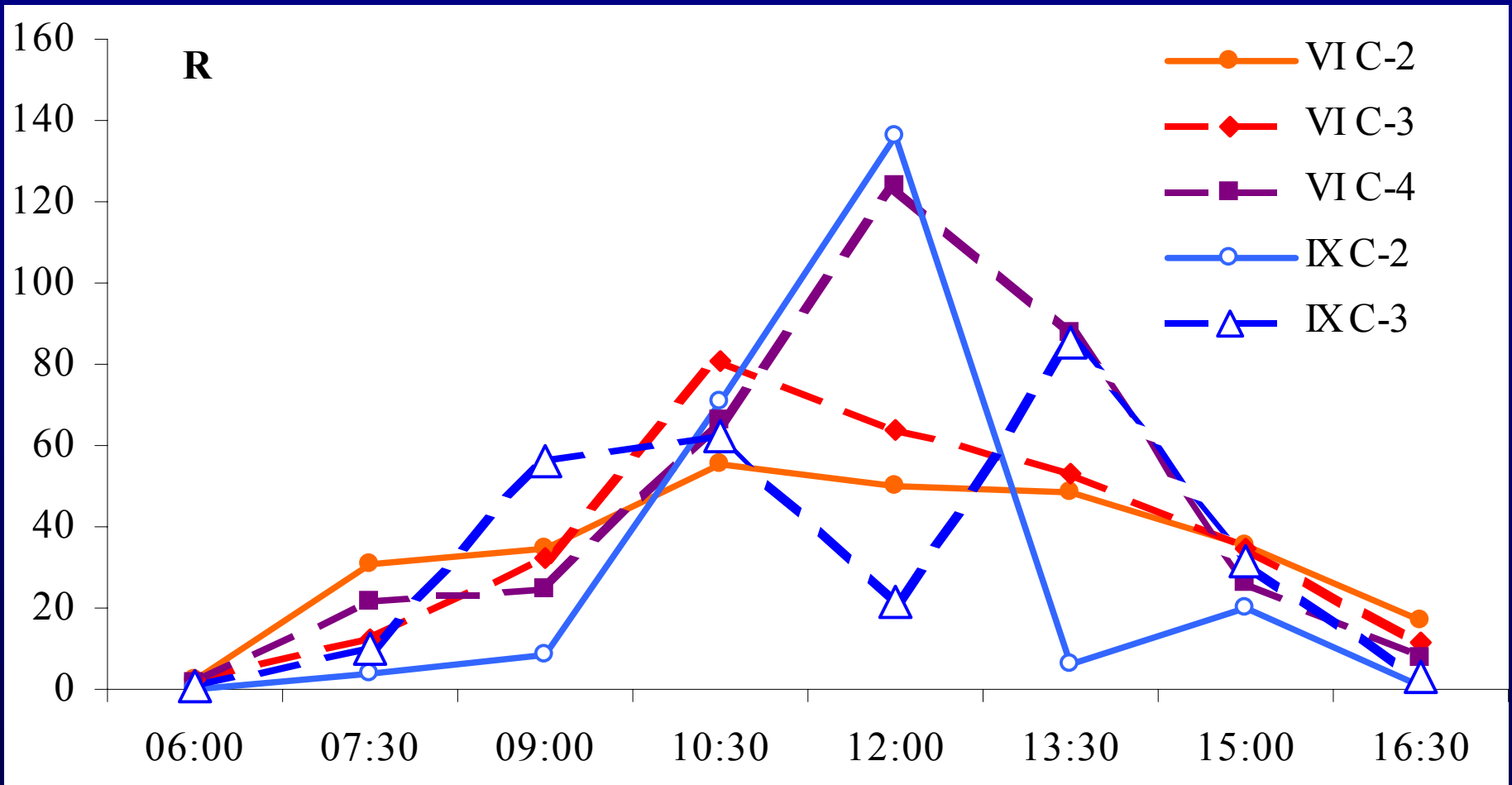
•	WHORL	B no.	MEAN BL	MEAN BIA
•	I	4	30 CM	68°
•	II	6	60 CM	54°
•	III	4	100 CM	48°
•	IV	4	120 CM	54°
•	V	6	135 CM	62°
•	VI	6	160 CM	70°
•	VII	3	150 CM	68°
•	VIII	4	140 CM	74°
•	IX	4	140 CM	75°
•	X	2*	110 CM	75°
•	XI	1*	110 CM	75°

TREE D_283



Sunny day

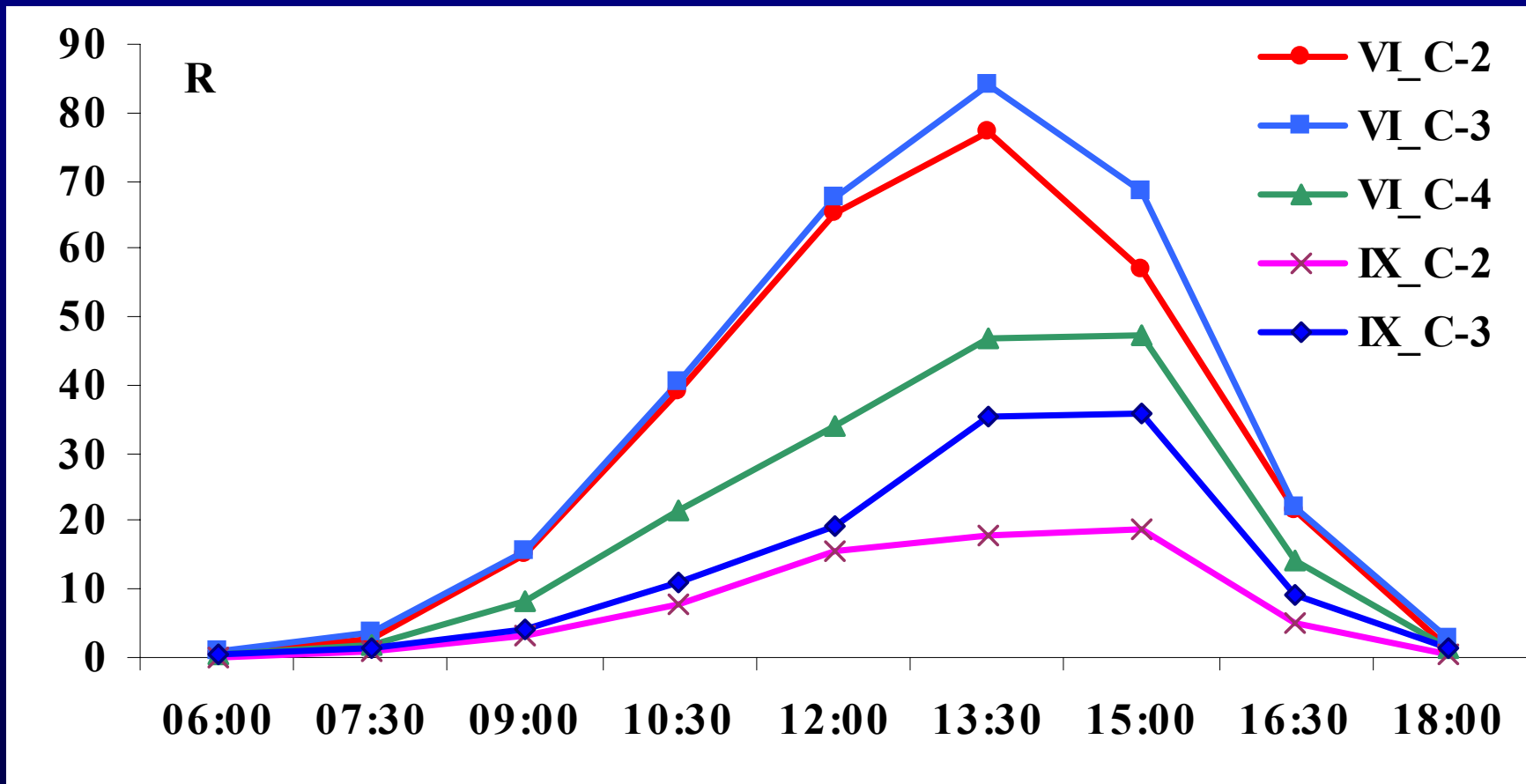
Průměrná ozáření PAR ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)



Průměrná ozáření PAR ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)

Shoot age class

Whorl



AISA Airborne Hyperspectral Systems (Specim, Finsko)



Sensor Head



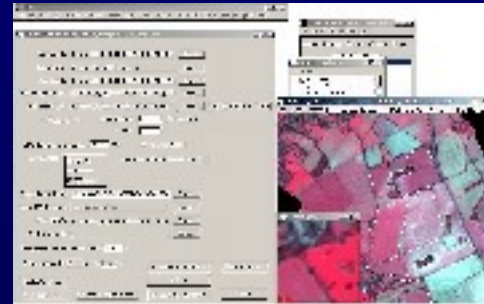
GPS / INS unit



Data Acquisition PC



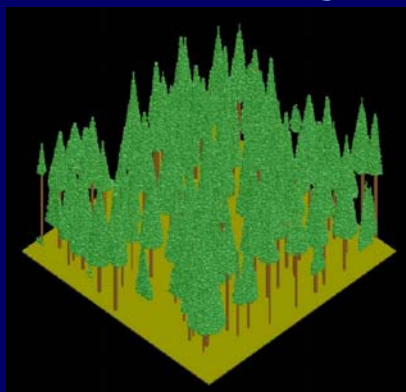
FODIS



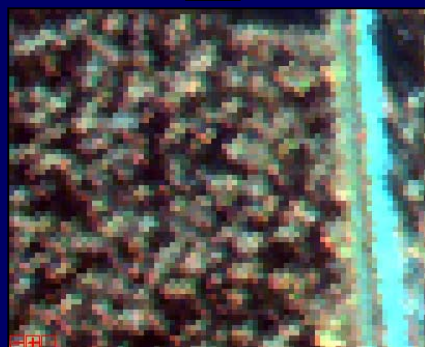
CaliGeo Software

Retrieval of the bio-chemical and structural parameters of Norway spruce crowns using hyperspectral-directional remote sensing

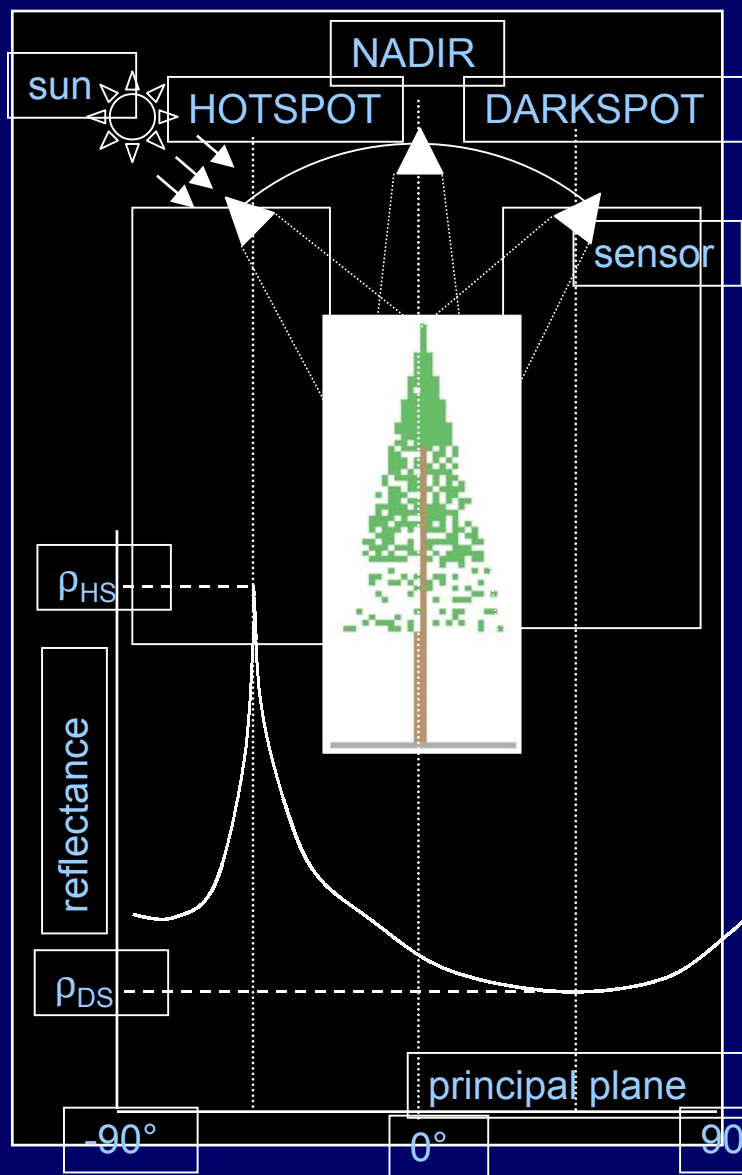
3-D radiative transfer modelling



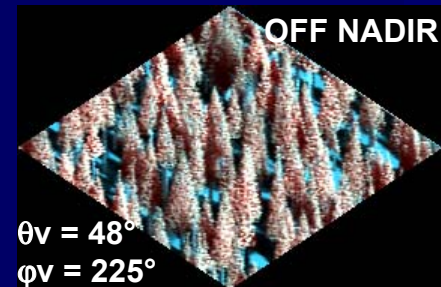
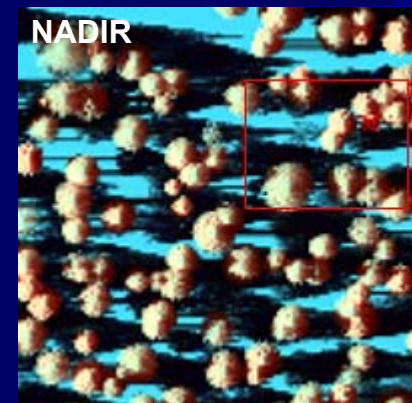
Estimation of CH_{a+b} , LAI, foliage clumping



Hyperspectral image of a very high spatial resolution (AISA sensor)



Multi-angular spectral simulations in the radiative transfer model



Shrnutí

1. Metoda gazometrická

- přesné stanovení transpirace na úrovni letorostu
- přepočítání na úroveň porostu:
 - podrobný monitoring radiačního režimu v koruně stromu
 - znalost velikosti listové plochy jednotlivých typů asimilačního aparátu

2. Metoda tepelných pulzů

- tok často nadhodnocen zvláště při nižších rychlostech a v nočních hodinách
- měřeno dosycování pletiv vodou, ne samotná transpirace
- potřeba řada čidel ke stanovení prostorové variability rychlosti transpirace

3. Metoda vířivé kovariance

- stanovení celkové evapotranspirace porostu
- problematika footprintu
- nedostatečné turbulentní proudění – vyloučení naměřených hodnot
- kondenzace vodní páry v systému
- podhodnocení různou měrou v závislosti na teplotní a vlhkostní diferenci atmosféra – analyzovaný vzorek – EC systém
- při srovnání s HPV:
 - HPV neměří skutečnou transpiraci, ale tok vody v kmeni – časté nadhodnocení
 - srovnání možné po korekci dat obou metod

Děkuji za pozornost