

**Voda pre ozdravenie klímy**  
**Místodržitel'ský palác, Bratislava, 2.Dec.2010**

# **Vegetace - termoregulační ventil klimatu**

**Jan Čermák a Naděžda Naděždina**

Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie  
Mendelova Univerzita, B R N O, Česká republika

# Obyvatelná krajina



**Pustá přehřátá krajina**  
nedaleko Jericha

Co si po zkušenostech dávných  
civilizací my sami zvolíme ??

**Jak můžeme kompenzovat příliš vysoký příjem zářivé energie na  
úrovni celé krajiny ??**

Změny prostředí působí na **korunu & kořeny** současně, proto hodnotíme celé stromy

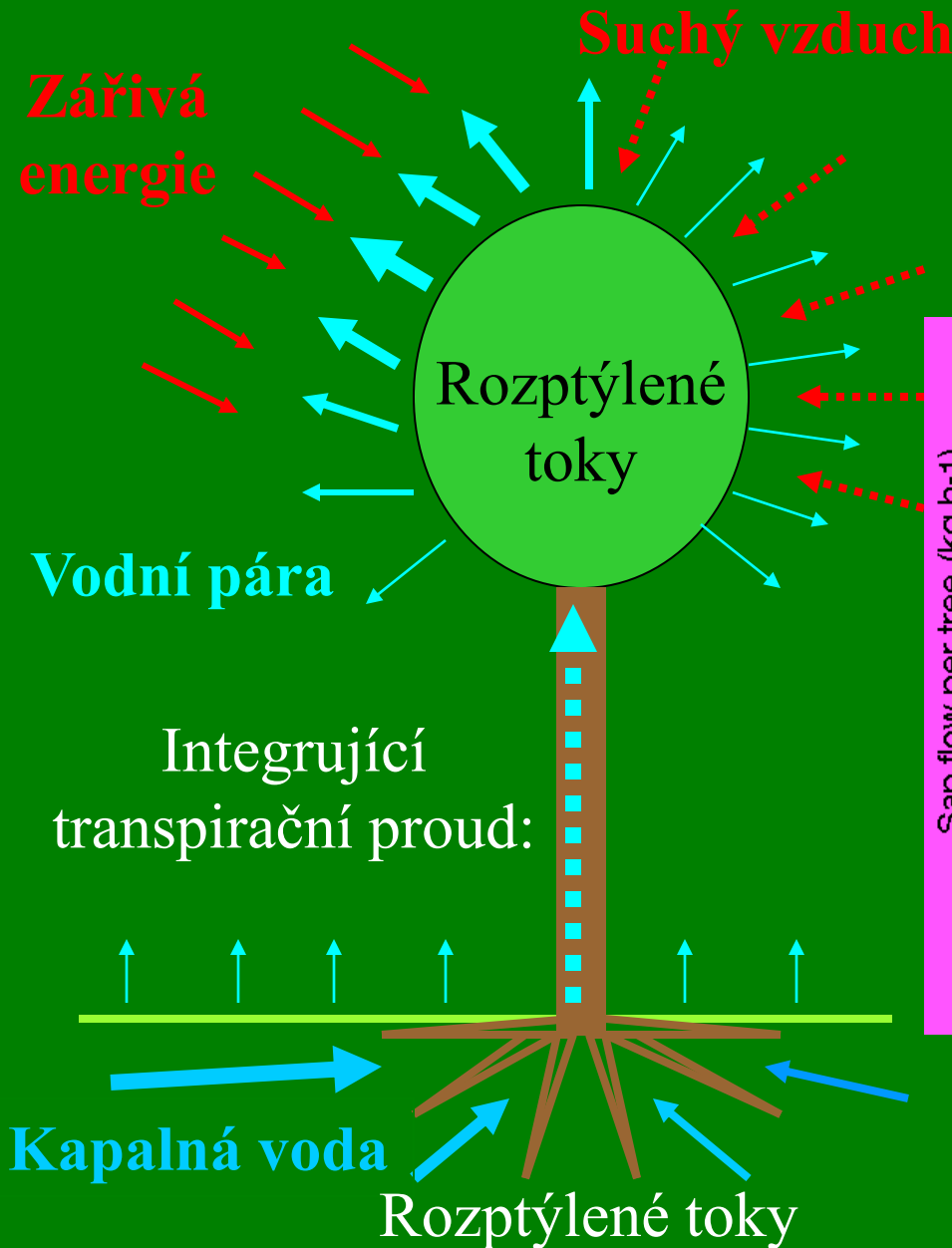


Nadzemní prostředí:

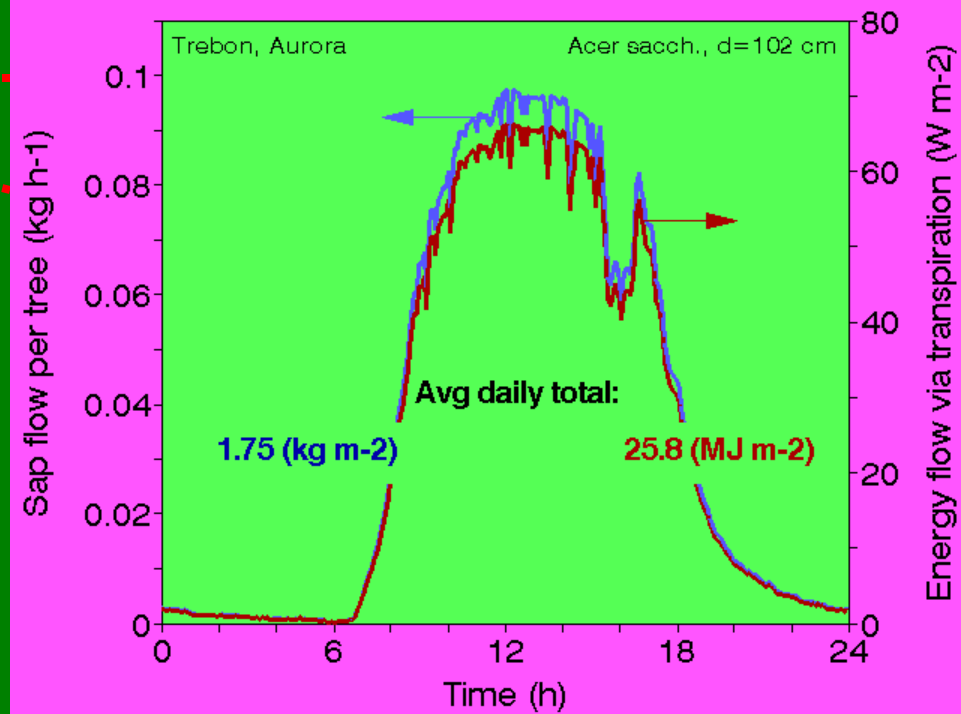
# Koruna – listoví

”spojení vegetace s vesmírem”

# Toky vody a energie: Hodnocení celých stromů a porostů



Transpiraci stromů či lesního porostu můžeme přímo vyjádřit jako tok („chladivé“) energie



# Drsnost zápoje a absorbovaná zářivá energie

## Listnatý (lužní) les

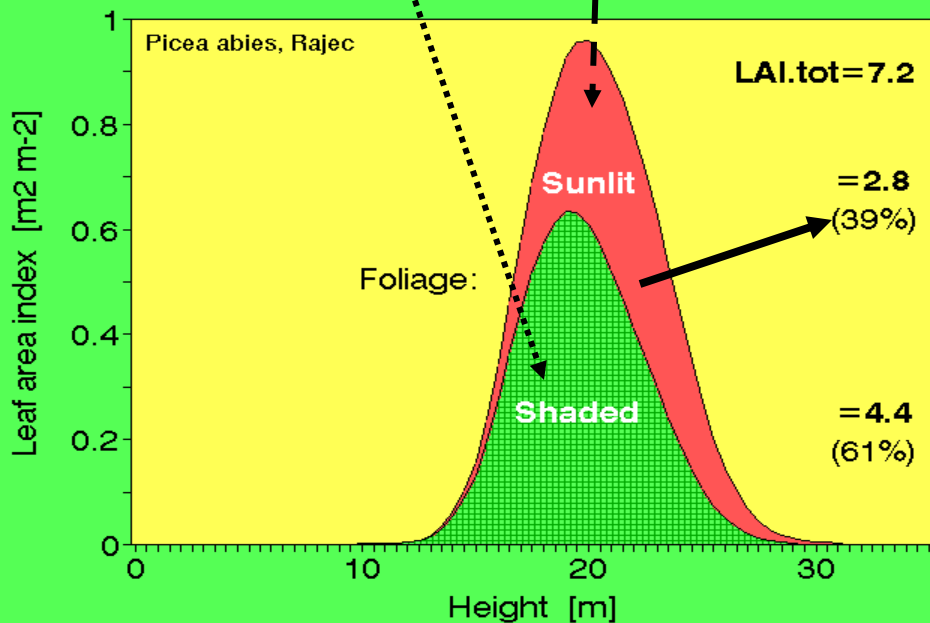
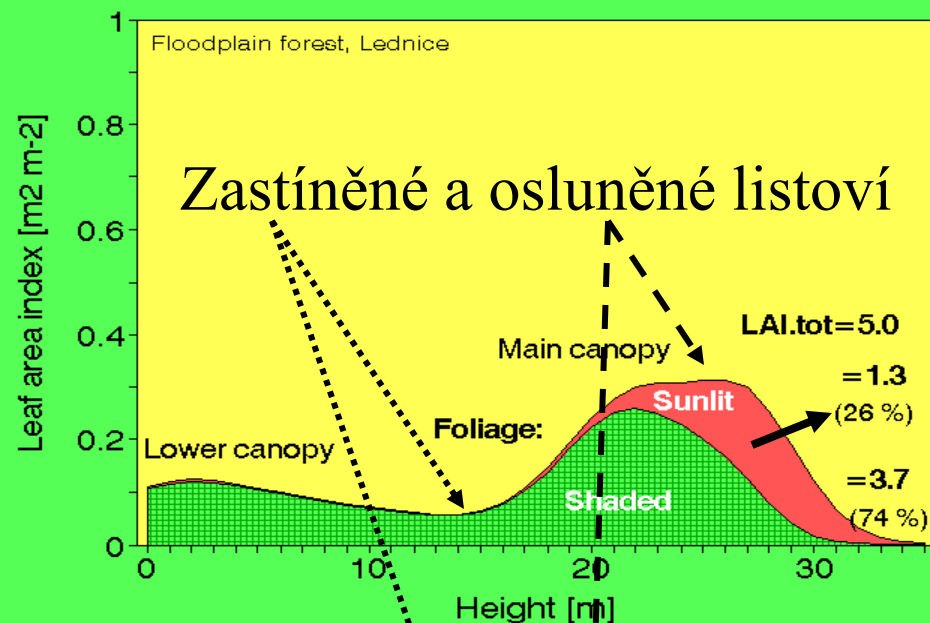
$2 \cdot 10^3$  listů  $m^{-2}$

Nižší optická drsnost => menší  
boční ozáření => méně energie

## Jehličnatý les (smrčina)

$3.8 \cdot 10^5$  jehlic  $m^{-2}$

Vyšší optická drsnost => větší  
boční ozáření => více energie



Podzemní prostředí:

# Kořenový systém

neoddělitelná část vegetace

Příklad odkrytého kořenového systému u 40ti letého smrkového porostu.  
Povrchové kořeny se vyskytly do hloubky cca 20 cm, hluboké do 75 cm



Supersonický proud vzduchu



Rychlost = 2 Machy

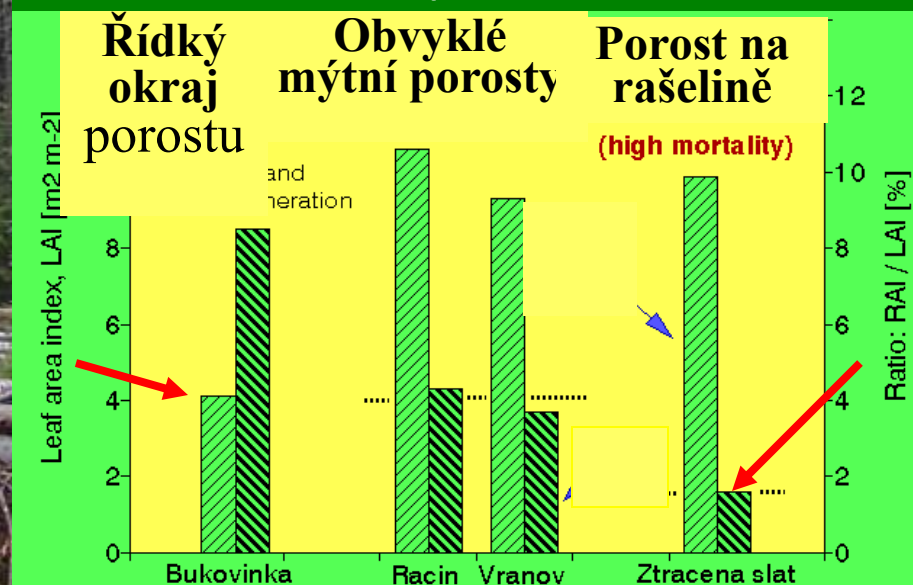
Nyní je k dispozici 5 nedestruktivních  
kvantifikujících přístrojových metod



# Hloubka půdy, LAI, poměr kořenů / listů a **život stromů**

## Rezervace Ztracená slat'

### Kůrovcové škody u suchem oslabených stromů



Hlubší půda

Fyziologicky mělká půda

# Lesy v Národním parku Šumava zničené kůrovcem

Uměle vysazované smrkové **monokultury** byly **predisponovány** (oslabeny vůči napadení) jakýmkoli **sekundárním škůdcem** po několikaleté sérii period **sucha** v letním období. Dnešní situace vznikla v důsledku **zanedbání** ochranných opatření a bude se po několika desetiletích zákonitě **opakovat**.

První fáze



Druhá fáze



Třetí fáze



Klimatizace (ochlazování) přehřáté krajiny:

# Tok vody v ekosystému

vliv různé struktury dřevin a podmínek prostředí

# Sezónní transpirace kontrastních lesních porostů

Lužní les

Běžný smrkový porost

Chudý borový porost



300-450 mm  
(60-90% PET)



150 - 250 mm  
(30-40 % PET)



cca 50 mm  
(cca 10 % PET)

Dominantní stromy: **1/3** celkového počtu stromů transpiruje **2/3** transpirace porostu



600 dm<sup>3</sup>/day



100 dm<sup>3</sup>/day



20 dm<sup>3</sup>/day

**Max transpirace jednotlivých dominantních stromů**

# Extremně vysoká transpirace: soliterně rostoucí stromy

## Mokrý louky u rybníka

Silné boční  
osvětlení =  
170 % horiz.

Tunelovým  
efektem  
zrychlován vítr

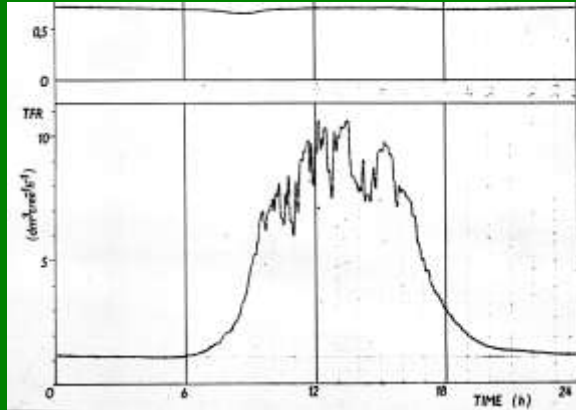
Transpirace stromů > PET

(35 polykormonů vrb na hektar = 40 % plochy = tráva na stejné ploše)

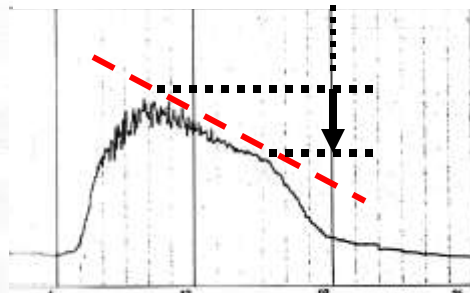
Vysoká optická drsnost = podstatný vliv prostorové struktury korun

# Denní průběhy transpiračního proudu během vegetačního období

Sezónní maximum

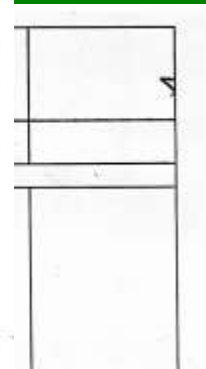
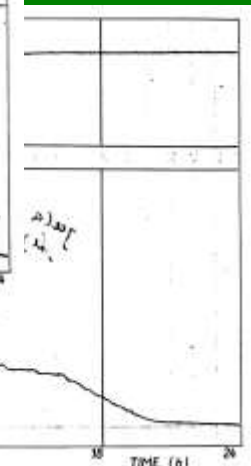
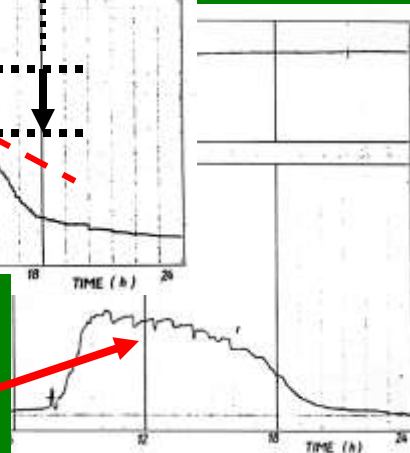


Denní pokles dostupnosti vody

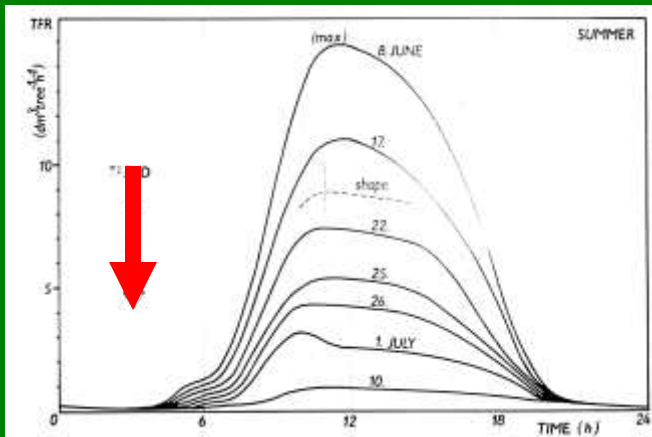


Stress suchem: omezený příjem vody z půdy

Hydrolimit: „bod snížené dostupnosti vody“

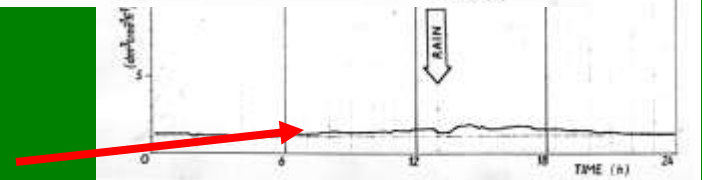
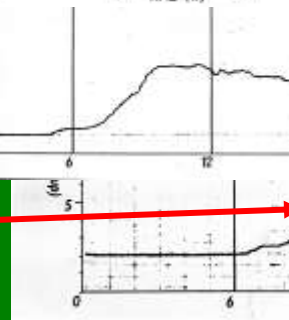


Obecný trend



Poslední projev transpirace průduchy (situace blízka bodu vadnutí)

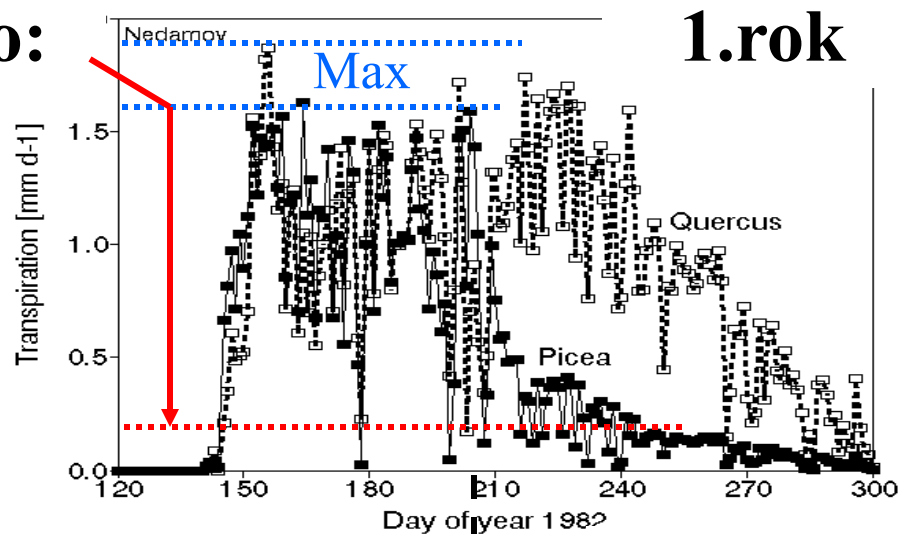
Již zhnědlé listoví (uschlý strom)



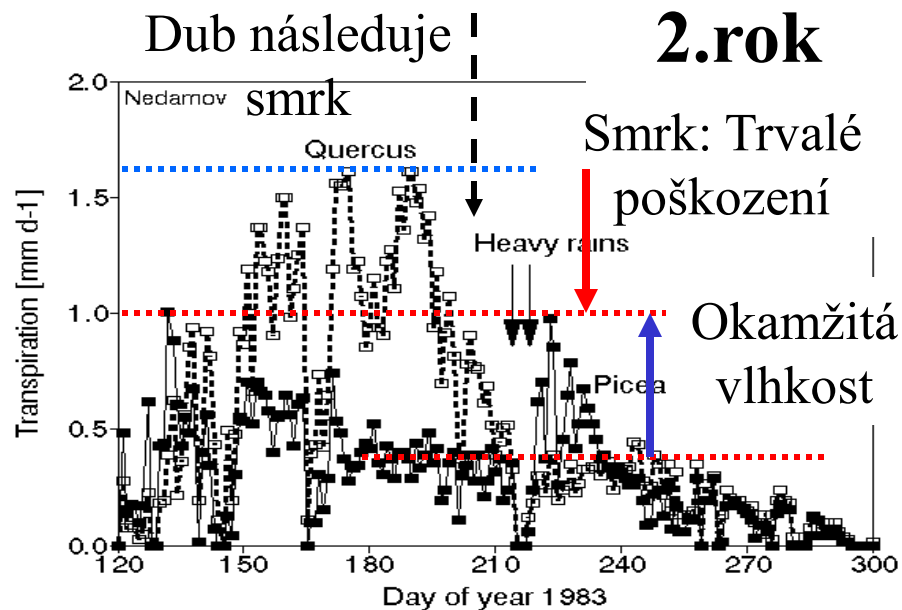
# Vliv mělkých a hlubokých kořenů u sousedících stromů

**Sucho:**

**Mělké kořeny  
(0.5 m)  
Smrk ztepilý**



**Hluboké kořeny  
(>2 m)  
Dub zimní**



Od stromů ke krajině



# Přenos informací mezi různými úrovněmi biologické organizace

Postup přepočtu



strom --- porost --- povodí

Přepočty ze série pokusných porostů na celé povodí



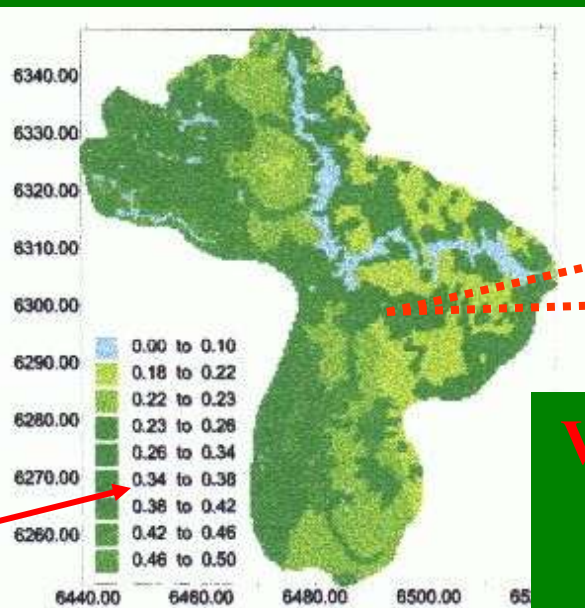
Povodí Liz, Šumava  
(západně od Vimperka)



Přepočty transpirace ze série stromových vzorníků na jednotku plochy porostu

# Přepočet ze série porostů na krajinu - příklad:

**Povodí prameniště  
Volhy (Rusko)  
3 500 km<sup>2</sup>**



**Velikost modelovaného  
pixelu (lesní porost)  
4 ha**

Fig. 12: Modelled daily total and understorey evapotranspiration for summer of 1999.

**Verifikace hydrologických  
modelů založená na  
porostní úrovni  
ekofyziologických studií**

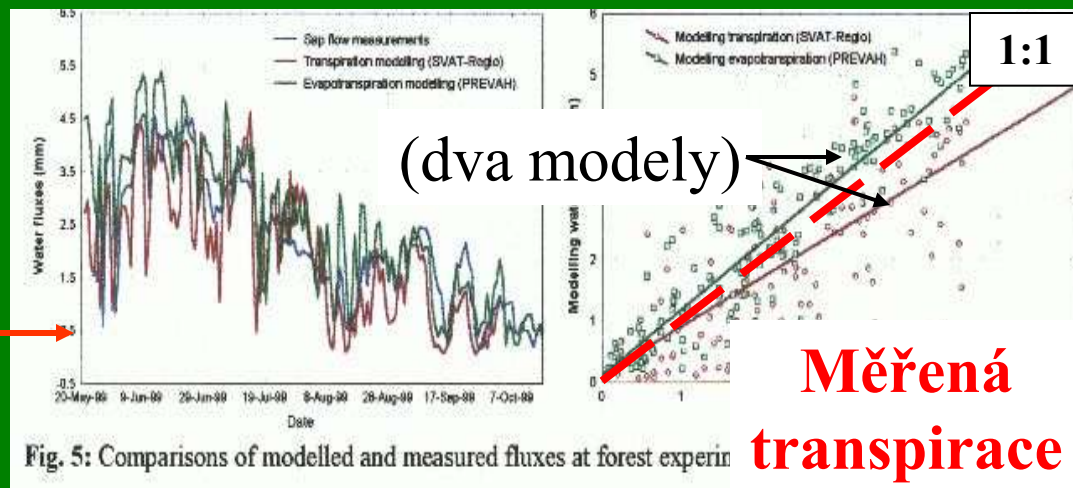


Fig. 5: Comparisons of modelled and measured fluxes at forest experin

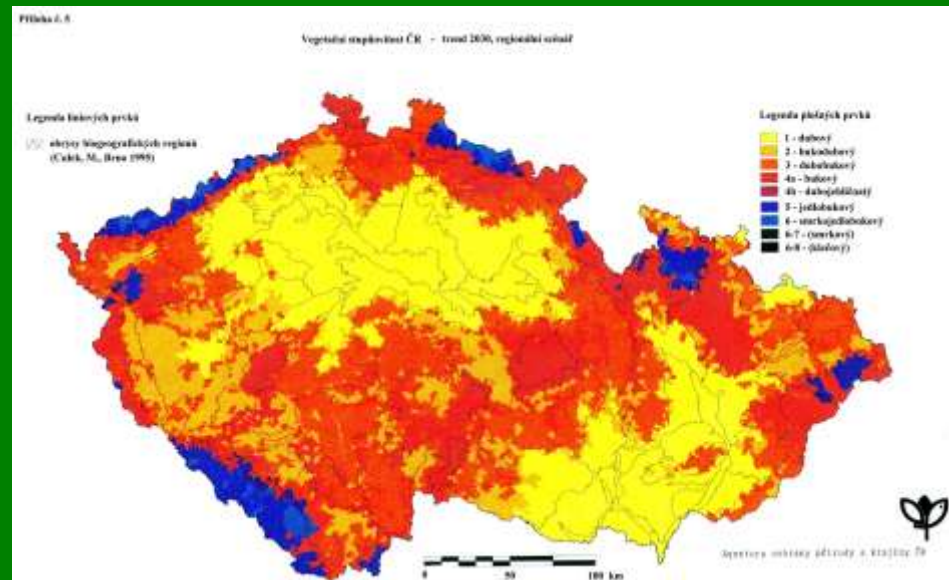
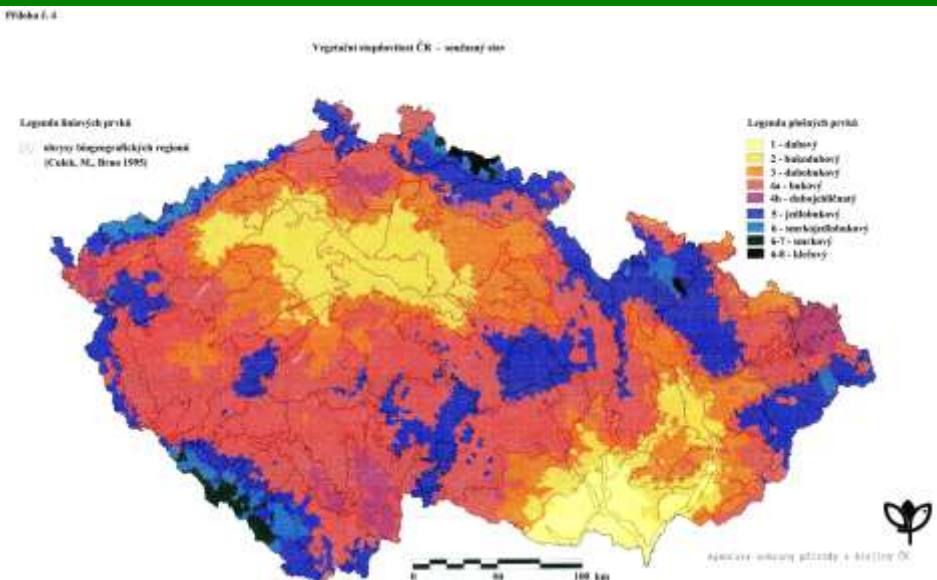
**Měřená  
transpirace**

# Posun vegetačních zón vlivem klimatických změn

(A. Buček a V. Vlčková 1990.)

Stav r. 1990.

Výhled na r. 2030.



Krajina jak jí známe

Krajina přehřátá a vysušená

(Velká část území dosud plní svou klimatizační funkci )

(Většina území **dostatečně neplní** svou klimatizační funkci => další přehřívání)

# Z á v ě r y

- \* Globální klimatické změny zatím nejsou ve střední Evropě kritické, ale dochází zejména vlivem nekoordinované anthropické aktivity k dosud přehlíženému **lokálnímu přehřívání a vysušování** krajiny
- \* Sluneční záření představuje **energetické toky** mnohonásobně vyšší než toky docilované jakýmkoli technickými prostředky
- \* Jedině **vegetace** (a to především trvalá) je schopná bránit přehřívání krajiny mechanismem skupenských změn vody při transpiraci
- \* Půdní a klimatické poměry, ale i nadzemní a dosud často přehlížená podzemní struktura dřevin rozhodují o **funkční stabilitě** porostů
- \* Funkční stabilita trvalé vegetace se stává stále významnější pro udržení **klimatické úlohy** porostů, tedy ochlazování krajiny.

My reward for your  
kind attention







# Důkaz globálního oteplení

*Positive proof of global warming.*



**18th  
Century**

**1900**

**1950**

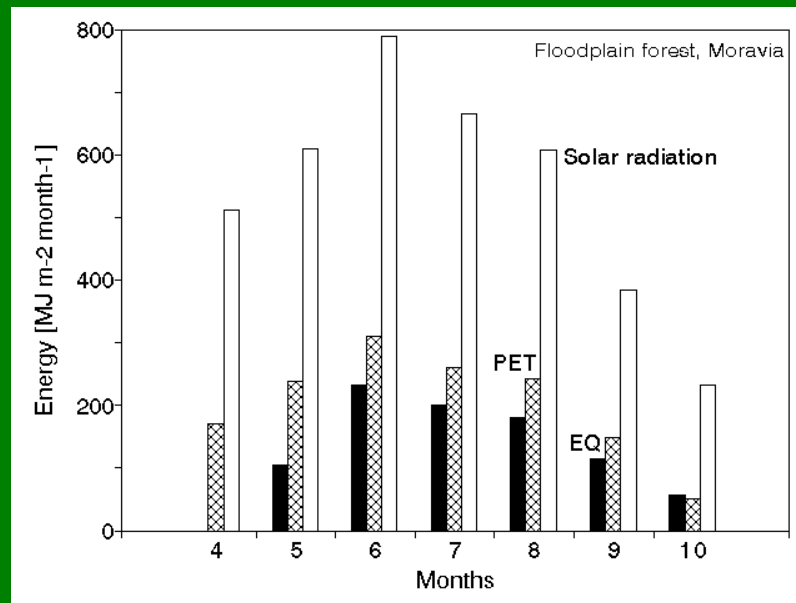
**1970**

**1980**

**1990**

**2006**





# Jak rozumět sezónním meteorologickým záznamům?

(např. měsíční hodnoty)

Snadno dostupné

= základní měřené parametry

Potenciální výpar (evapotranspirace)

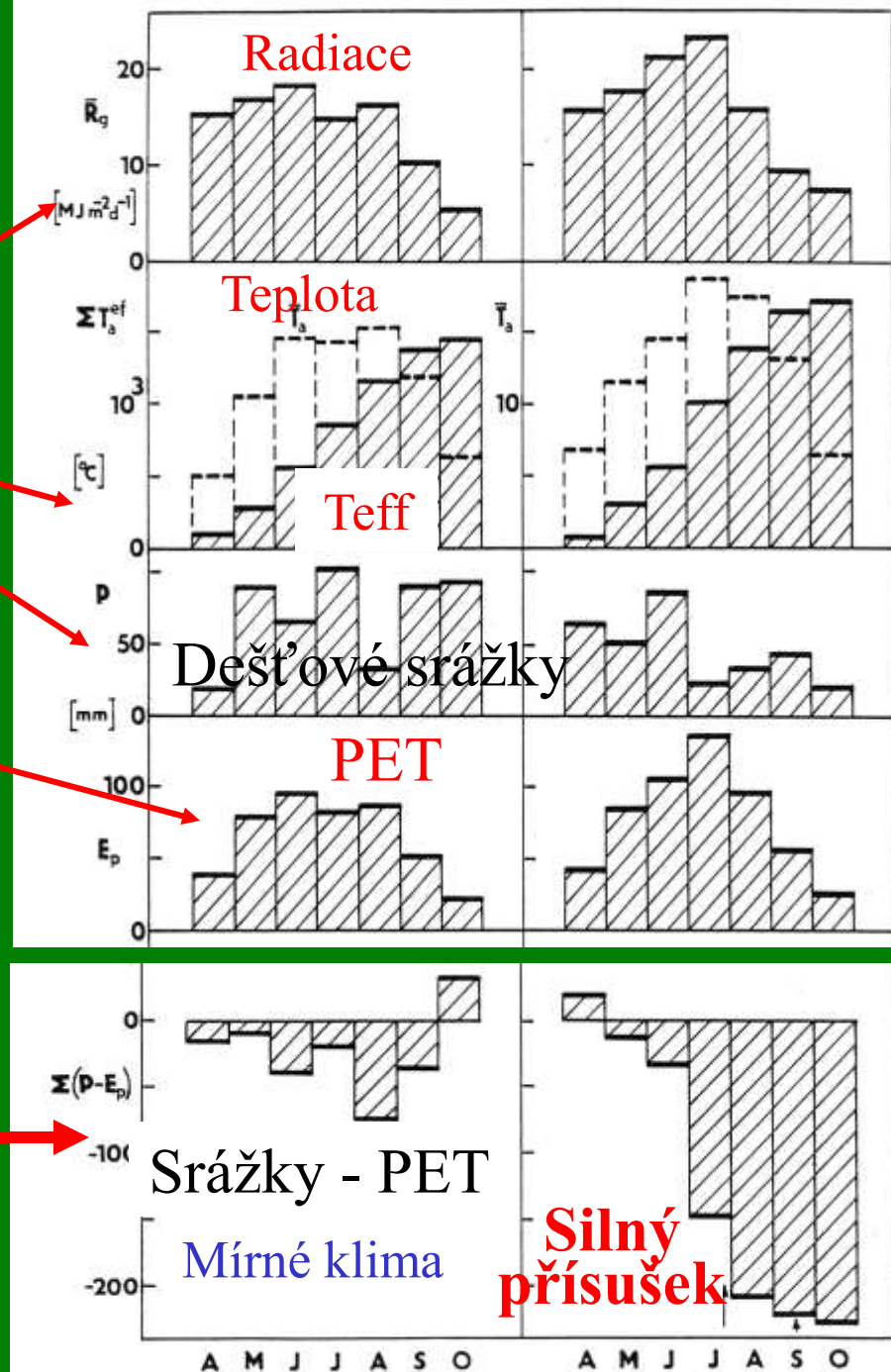
PET = komplexní vypočtený parametr

Liší se významně tyto dva roky ??

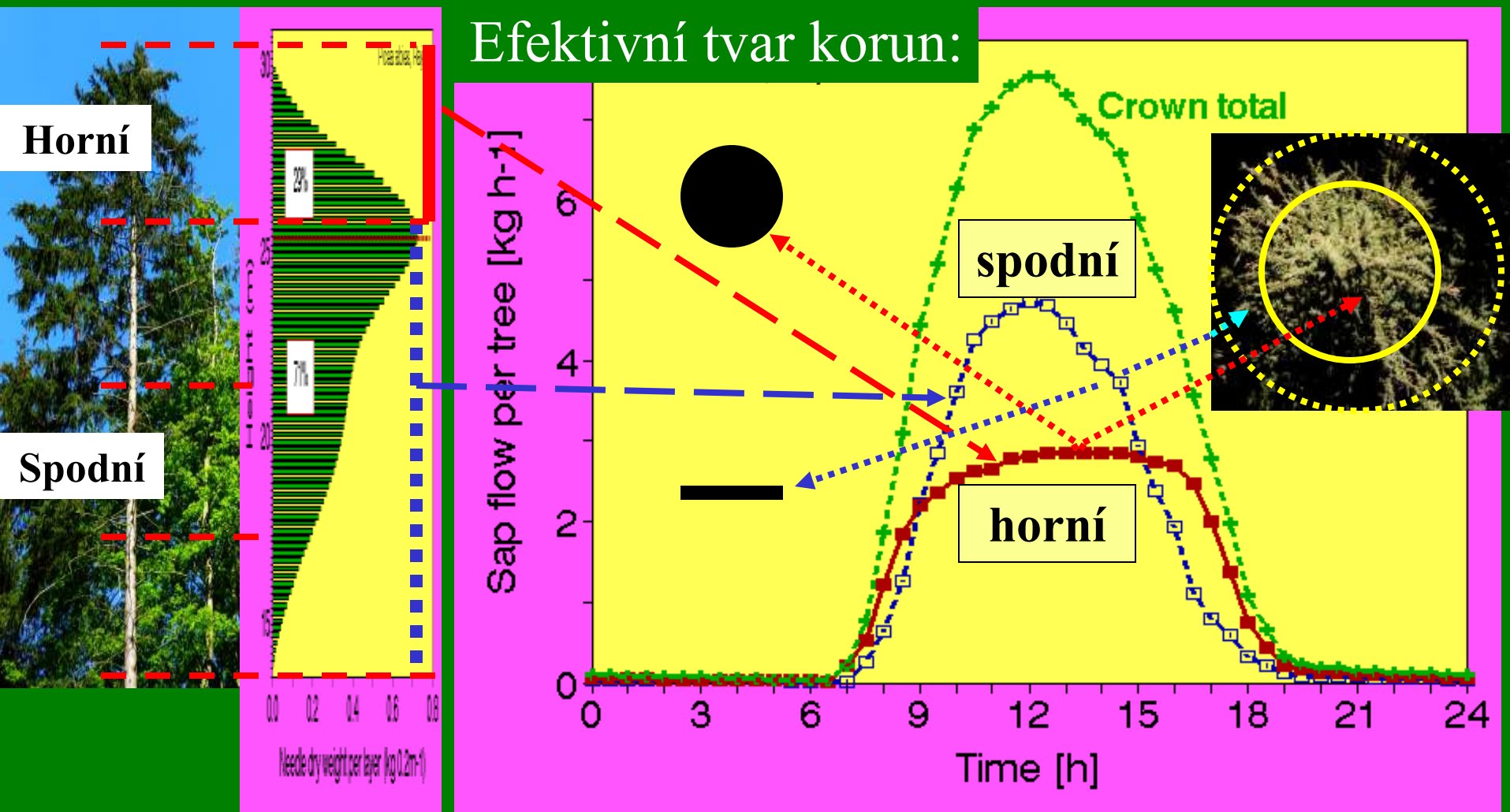
Jednoduchá bilance:

Srážky – Výpar

(srážkový deficit) kumulovaný za vegetační sezónu



# Transpirace horní (osluněné) a spodní (zastíněné) části korun



**Horní část koruny** (1/3 až 1/4 listoví) transpiruje denně stejné množství vody jako **spodní část koruny** (2/3 až 3/4 listoví)

# Predispozice stromů k napadení kůrovcem

Přirozená variabilita:

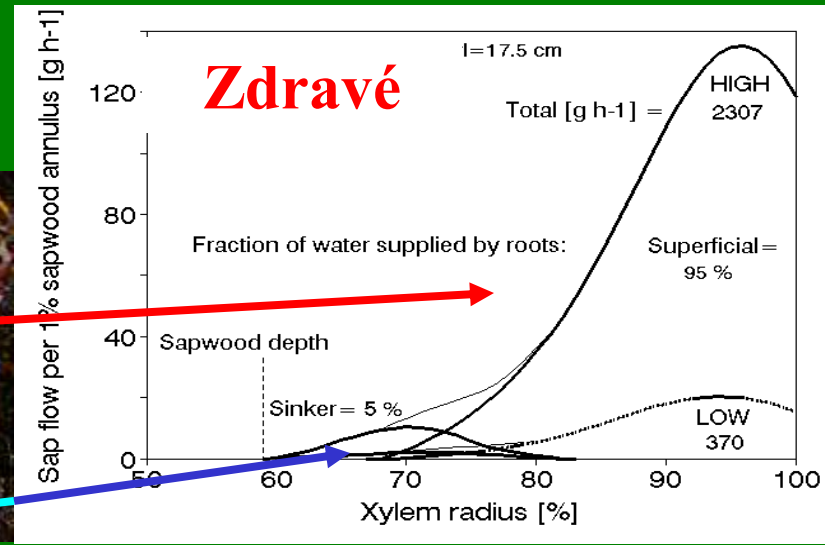
Hrubá indikace:

Dodávka vody povrchovými a hlubokými kořeny:

Hluboké kořeny



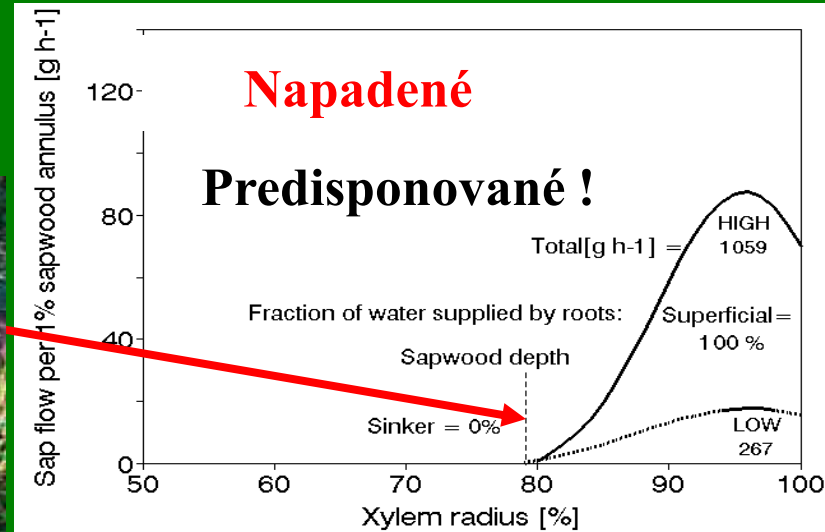
Hluboké kořeny = hluboká běl



Jen povrchové kořeny



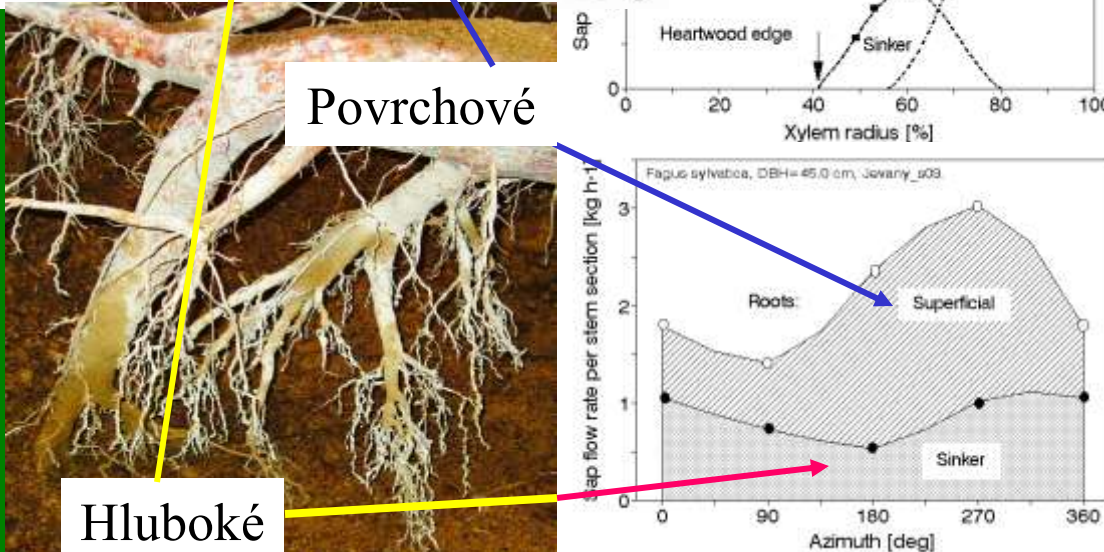
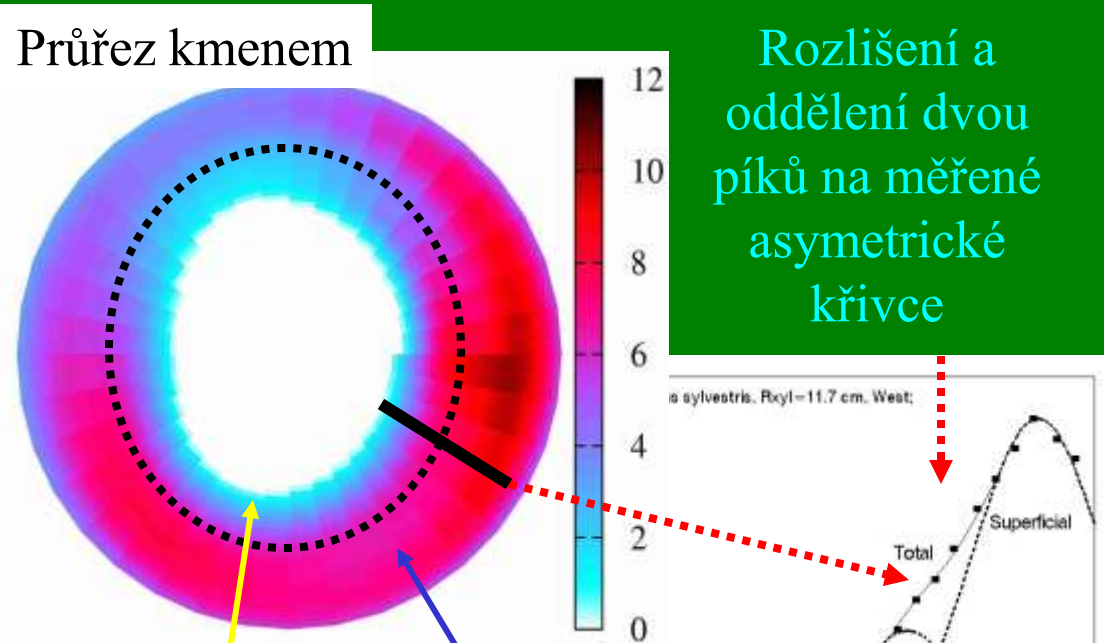
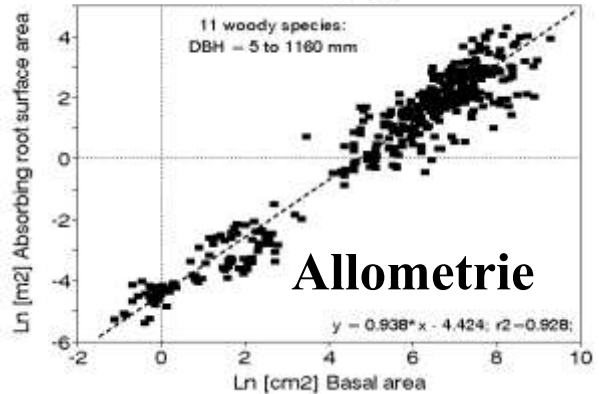
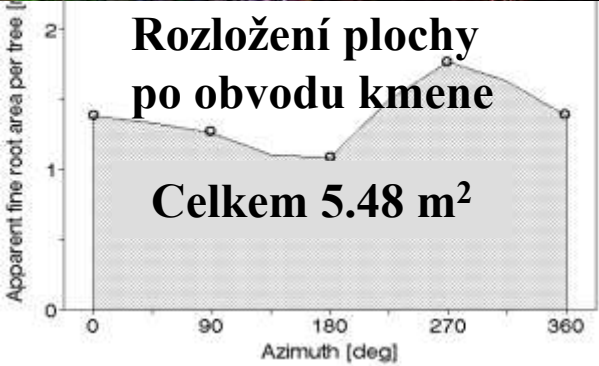
Mělké kořeny = úzká běl



# Kvantifikace efektivní absorpční plochy povrchu kořenů

Modifikovaná impedance půdy

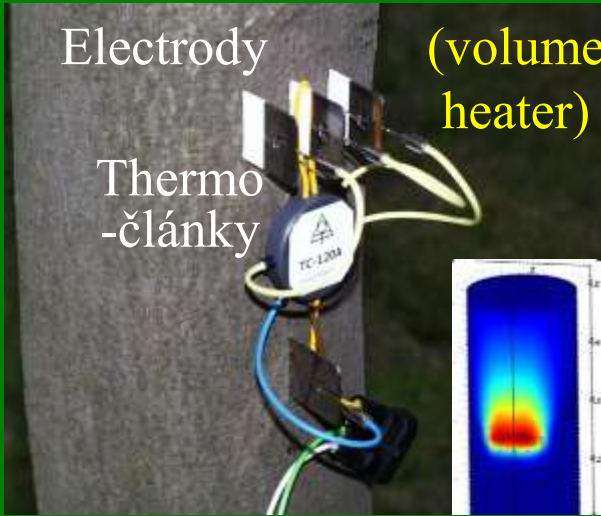
Analýza radiálního profilu transpiračního proudu



# Měření transpiračního proudu resp. transpirace:

Proud integrující nebo jeho radiální profil měřící metody

Metoda  
tepelné  
bilance  
kmene:  
**THB**  
(integrující  
čidla - 1973)



Měří celkový  
průtok vody  
(jednodušší  
čidla)

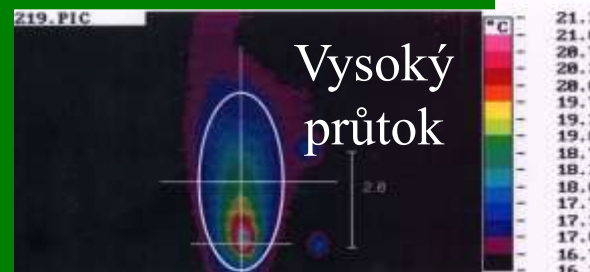
Metoda  
deformace  
tepelného  
pole:  
**HFD**



(multibodový systém  
měření - 1998)



Lineární ohřev



Měří celkový  
průtok vody,  
ale také jeho  
radiální profil

(složitější  
čidla)

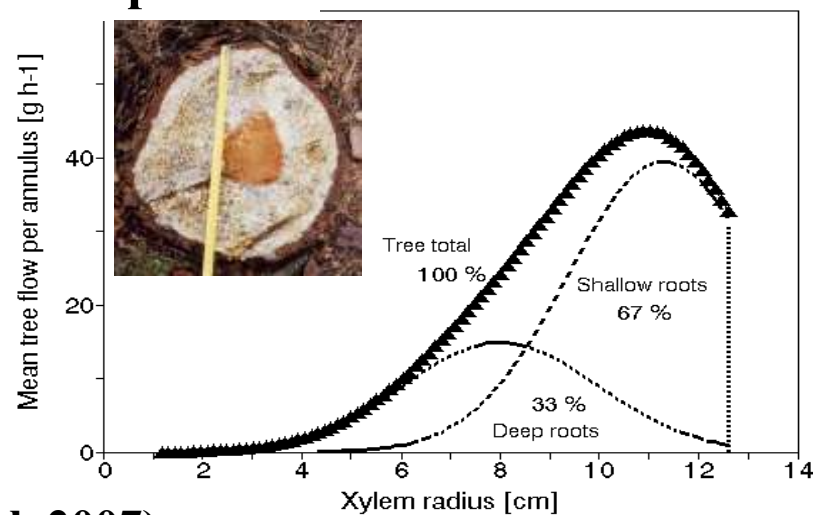
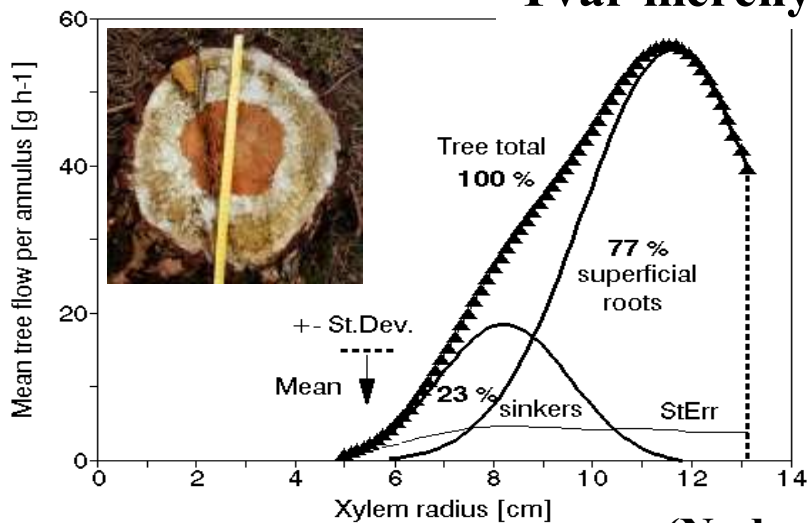
# Distribuce absorpčních kořenů na různě hluboké půdě dle radiálních profilů transpiračního proudu

Mělká (1m)

Hluboká 4m na jílu

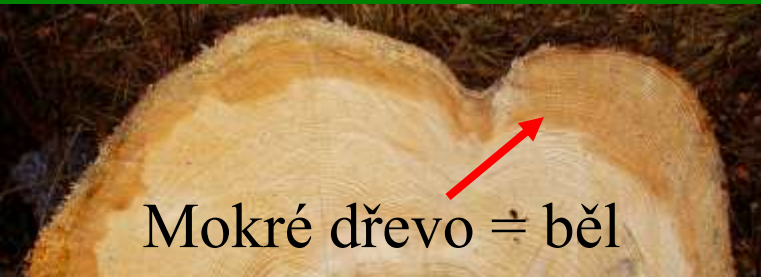
(Schéma kořenů znázorněných jakoby jejich délka odpovídala ploše)

## Tvar měřených radiálních profilů:

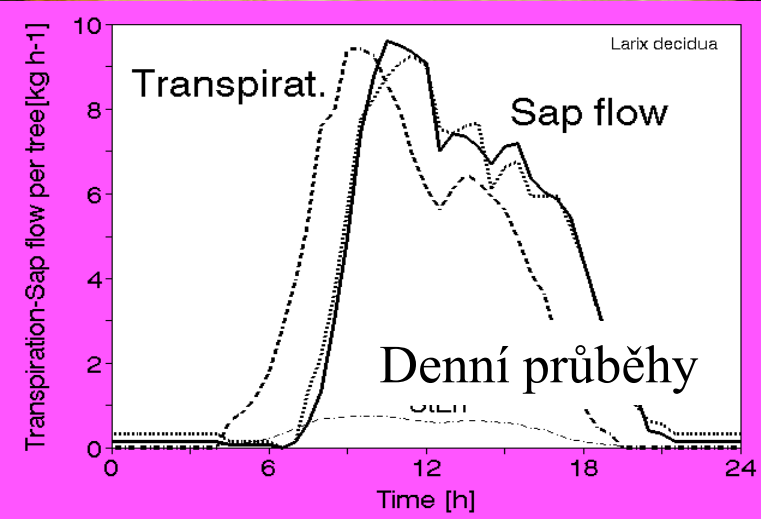


(Nadezhdina et al. 2007)

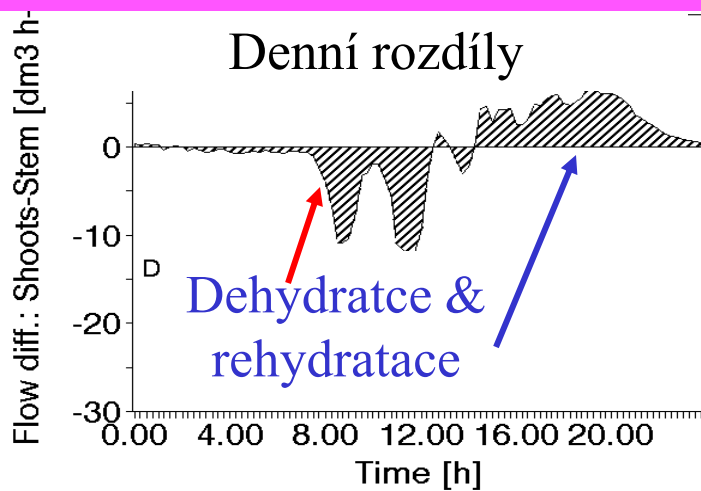
# Kumulovaná vodní zásoba a změny objemu kmene



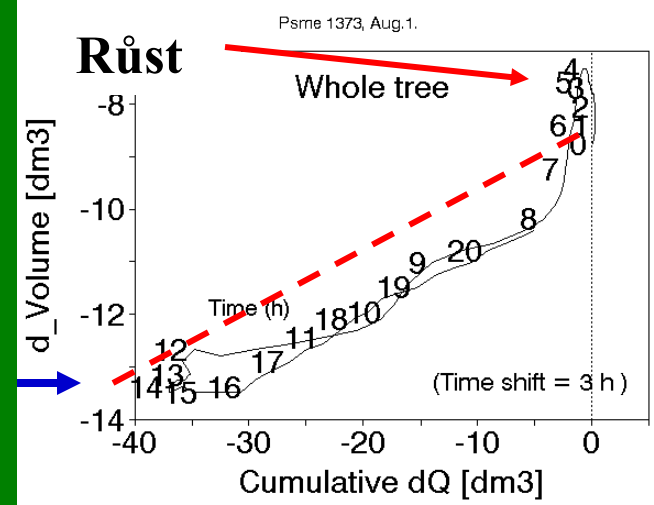
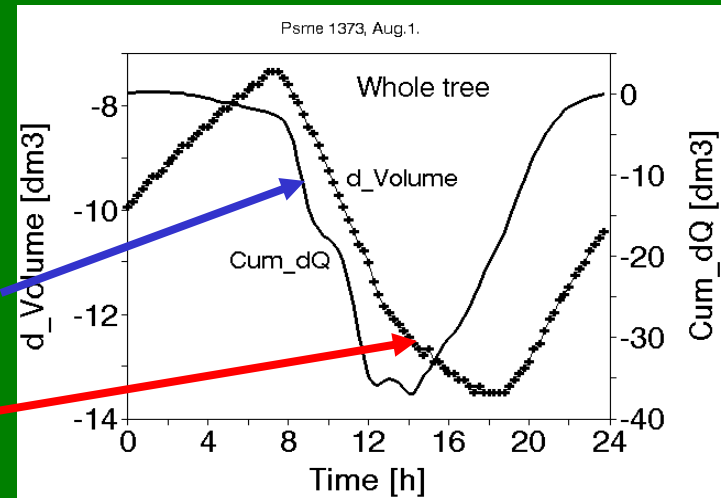
Vztahy mezi vodní zásobou a objemem kmene



Kumulované denní rozdíly transpiračního proudu a růstu kmene



Změny objemu měkkých pletiv: 35.0% (dendrometr)

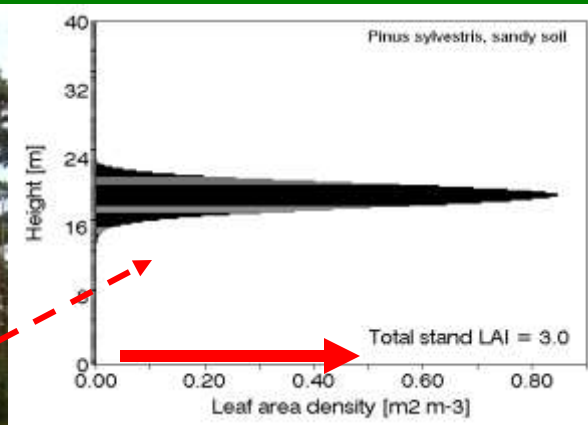
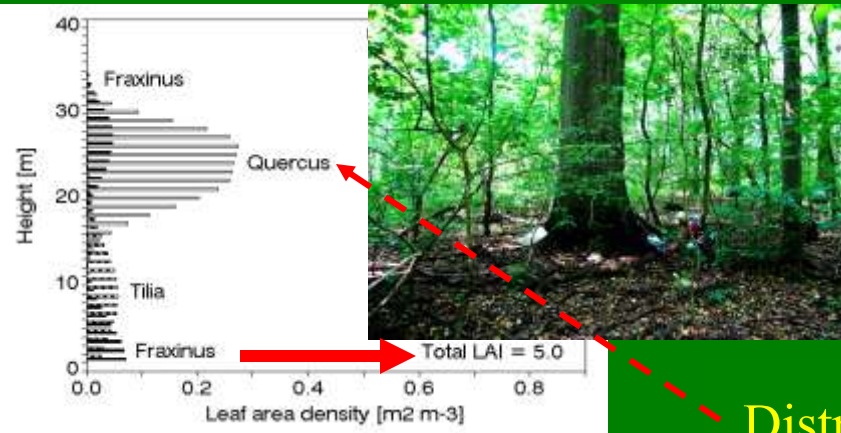




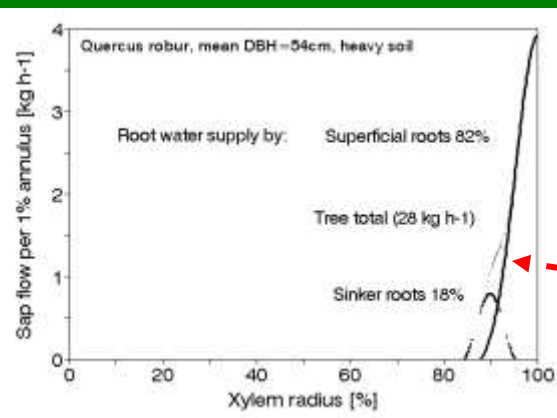
# Operativní parametry použité pro popis porostů

Relativně vlhký porost lužního lesa

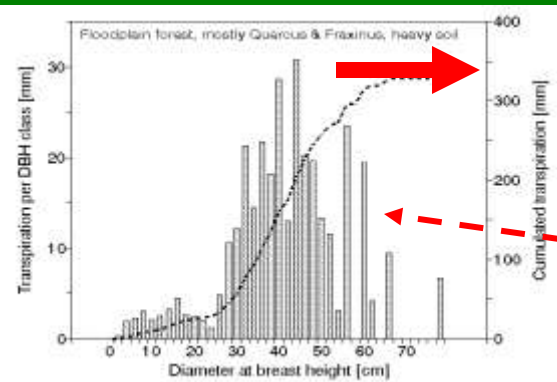
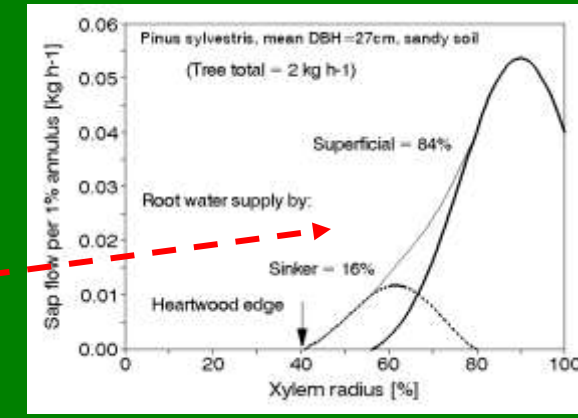
Relativně suchý borový les



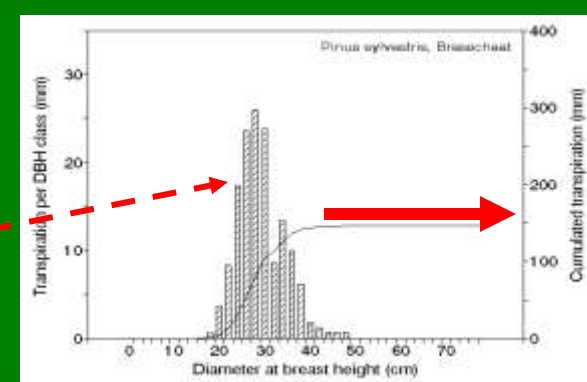
Distribuce listoví



Distribuce kořenů



Transpirace porostů  
= různá dodávka vody z půdy  
(integrující transpirační proud  
spojuje kořeny a listy)



# Water balance in floodplain forest



## Field measurement of individual items of water balance



# Water balance in the floodplain forest

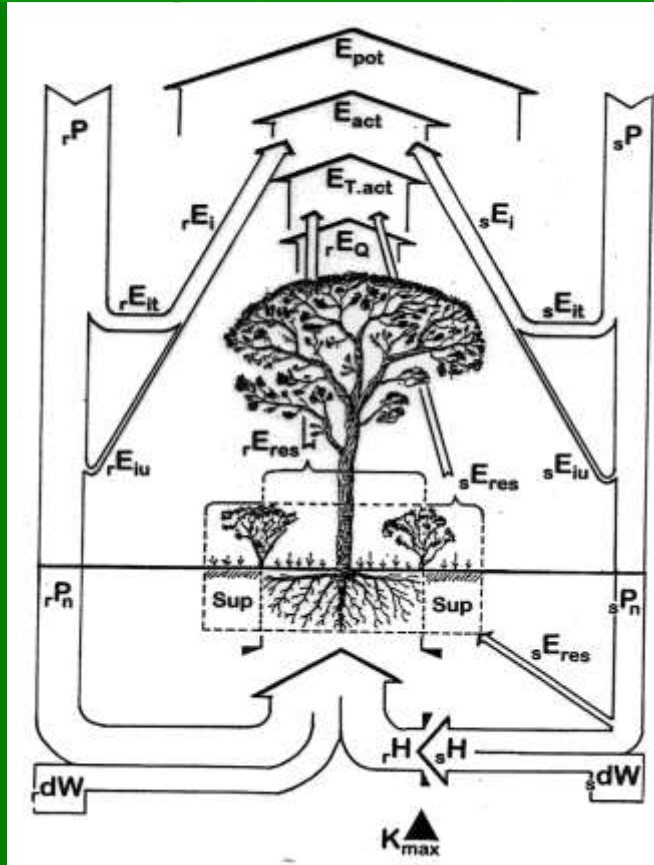
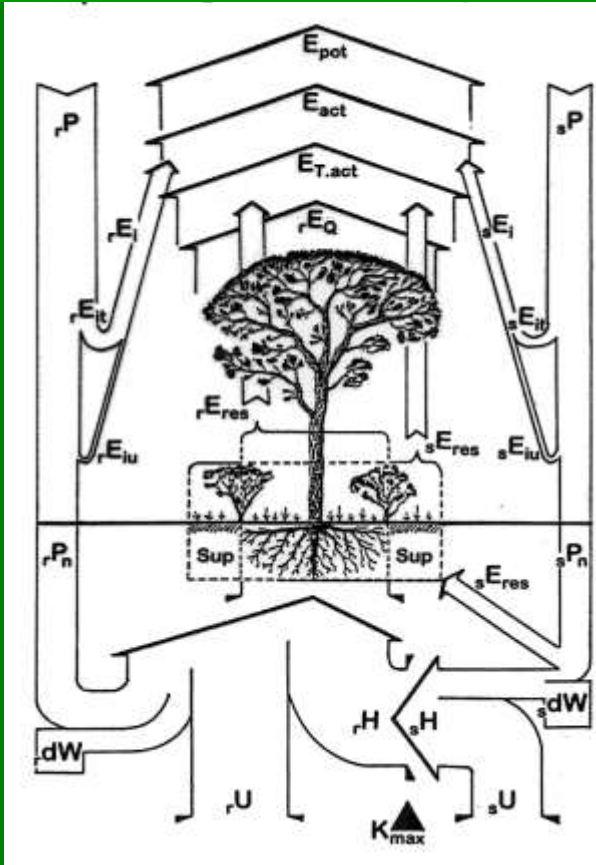
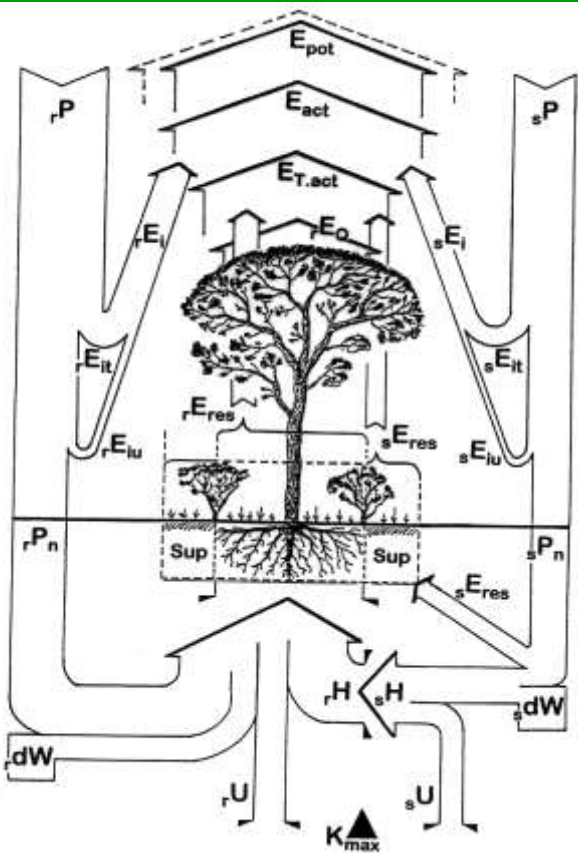
Mild weather

Dry weather

Dry weather

Ample underground water

No underground water

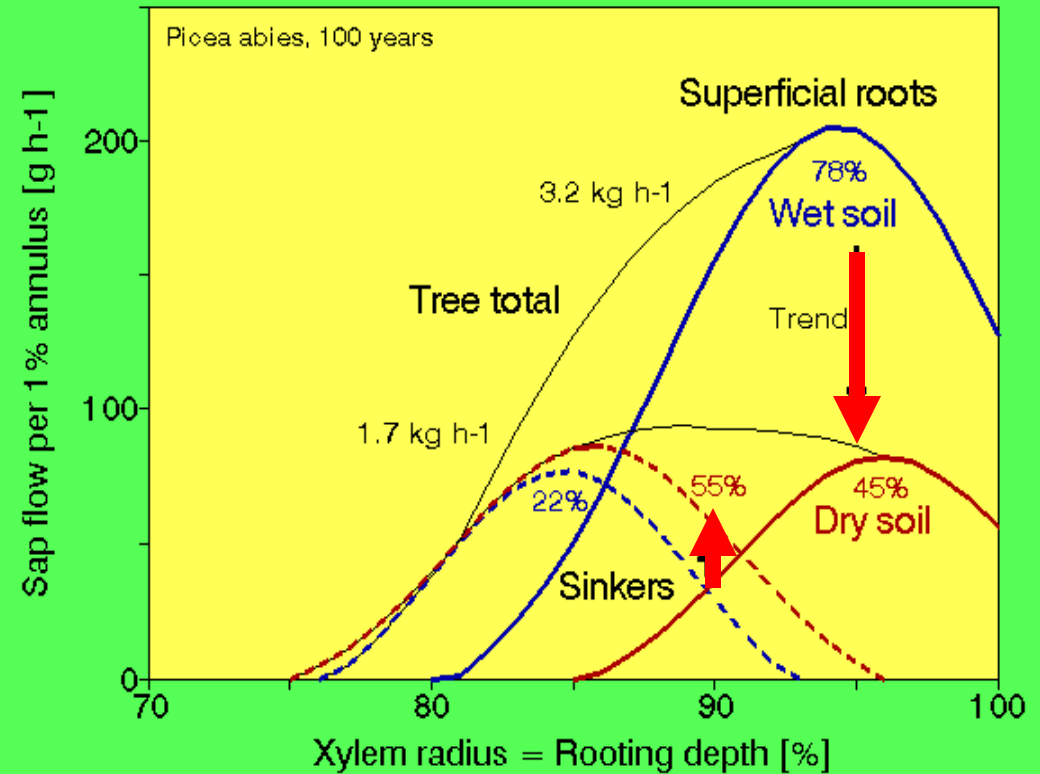
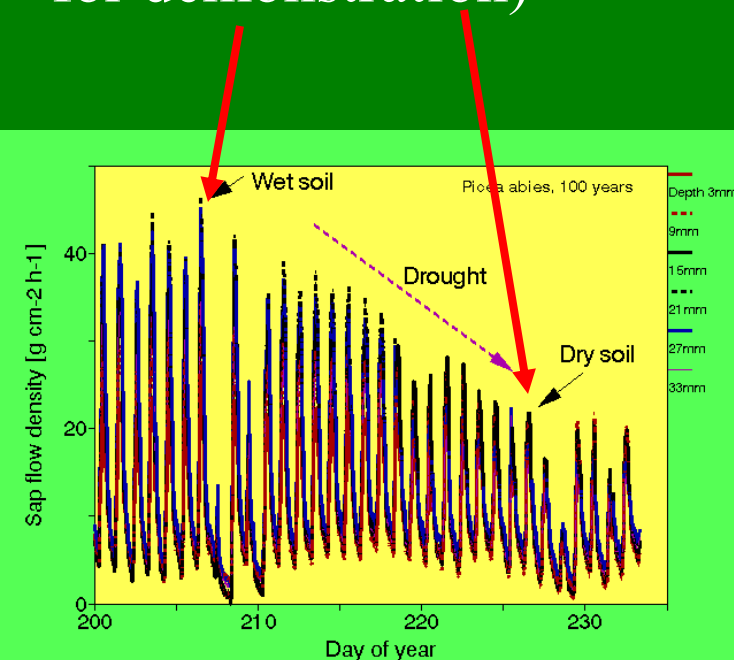


# Dynamics of water supply by superficial and sinker roots

Example:

spruce, age over 100 years

**Drought** caused rapid changes of sap flow within 20 days (two selected for demonstration)



Water supply by **superficial roots** decreased rapidly, while water supply by **sinker roots** partially increased

# Závěry

- \* Kdykoli je potřeba získat objektivních informace o stavu či chování lesů, je nyní k dispozici série „polních“ mobilních **přístrojových metod** pro práci u libovolných druhů ve všech terénních podmínkách
- \* Tyto metody umožňují poměrně rychle měřit **strukturu** stromů, včetně jejich podzemních částí (**absorpční kořeny**) a největší hmotné **toky** v přírodě (**vody**) i toky **energie**
- \* Naměřená data lze snadno **přepočítat** na vyšší hierarchické úrovni, tj. ze stromů na porosty a případně dále z porostů např. na povodí
- \* Slouží tedy jako **podklady** pro hodnocení funkční stability např. pro účely pěstování, včetně hodnocení optimální struktury porostů, ochrany lesů, hodnocení jejich **klimatické úlohy** (ochlazování krajiny) aj.