

Voda a les




Radek Pokorný



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a Státním rozpočtem ČR InoBio – CZ.1.07/2.2.00/28.0018

A scenic view of a forest stream with mossy rocks and a waterfall. The stream flows over large, rounded rocks covered in vibrant green moss. In the foreground, the water is turbulent, creating white foam as it cascades over a small waterfall. The background shows a dense forest of tall trees with green foliage, and a clear blue sky is visible through the canopy. The overall atmosphere is peaceful and natural.

Voda a les
funkce hydrická
funkce vodohospodářská

VODA - H₂O

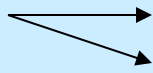
- základní *přírodní zdroj* organického života na Zemi
- *hydrosféra* (oceány, moře, jezera, řeky ledovce, vody v půdě a ovzduší)
- množství a kvalita vody - *kvalitou životního prostředí*

- vědní obor *hydrologie*

nejvýznamnější vlastnosti vody
/fyzikální, chemické, biologické/

- teplota vody
- schopnost rozpouštět některé sloučeniny
- nenahraditelnost vody v biologických procesech
- kinetická a potenciální energie
- samočistící schopnost vody

vlastnosti vody



neměnné
proměnné

Evropská vodní charta

- I. bez vody není života, je drahocenná a nenahraditelná
- II. zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné
- VI. pro zachování vodních zdrojů má zásadní význam
rostlinstvo, *především les*

ZDROJE VODY

celková rozloha zemského povrchu: 510 mil.km²
 vodní plocha: 361 mil. km² (71%)

hydrosféra: 1 400 mil. km³

Základní rozdělení zásob vody Země (podle R. A. Nace aj., in: R. Netopil, 1970)

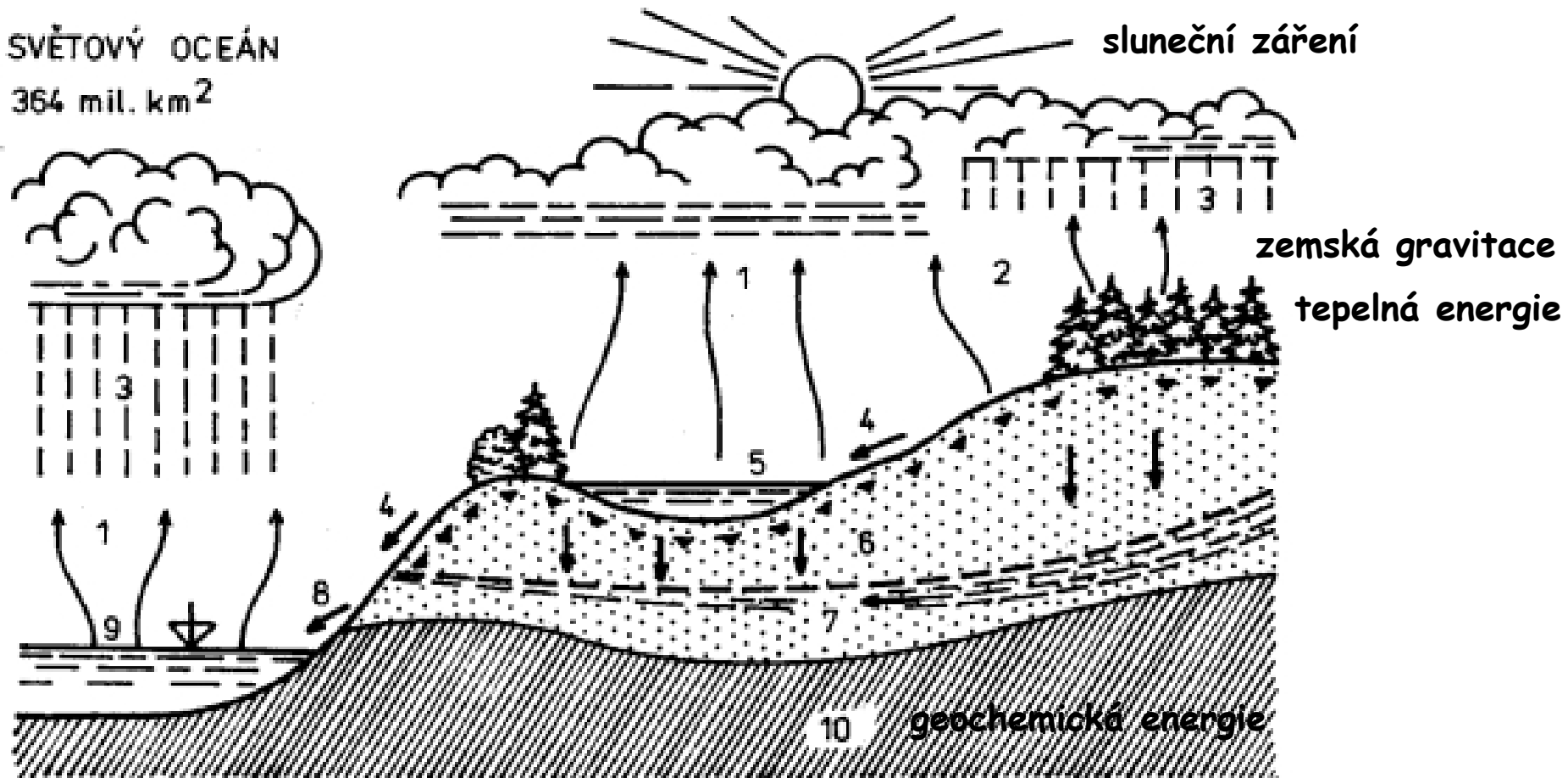
Výskyt vody na území	Objem vody		Plocha	
	10 ³ km ³	%	10 ⁶ km ²	%
V oceánech a mořích	1 360 000	97,12	361 000	70,8
Na pevnině:				
– povrchová voda				
v jezerech	235	0,017	1 554	1,2
v nádržích	5	0,0004	–	–
v řekách	1,25	0,0001	–	–
v bažinách	6	0,0005	–	–
v ledovcích a sněhu	32 000	2,28	17 900	3,5
– podpovrchová voda:				
půdní	65	0,0046		
podzemní	8 000	0,58	129 550	24,5
Na pevnině celkem	40 312	2,88	149 000	29,2
V ovzduší (do výše 11 km)	13	0,0009	510 000	100,0
Na Zemi celkem	1 400 325	100,00	510 000	100,0
(z toho ve skupenství):				
– kapalném (voda)	1 368 312	97,72	131 100	25,7
– tuhém (led, sníh)	32 000	2,28	17 900	3,5
– plynném (vodní pára)	13	0,0009	510 000	100,0

Koloběh vody v přírodě

- velký (+ povrchový odtok)
- malý

PEVNINA
149 mil. km²

SVĚTOVÝ OCEÁN
364 mil. km²



Formy výskytu vody v přírodě: 1 – výpar, 2 – transpirace, 3 – srážky, 4 – povrchový odtok, 5 – jezero, 6 – voda prosakující půdou, 7 – podzemní voda, 8 – pramen, 9 – oceán, 10 – mateční voda.

Základní vodní bilance Země

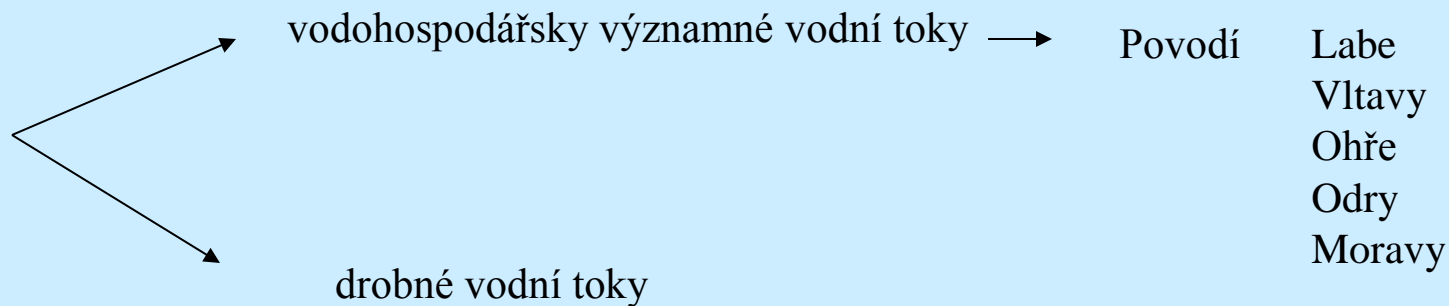
Území	Rozloha (10 ⁶ km ²)	Složka vodní bilance	Roční	
			objem (10 ³ km ³)	vrstva (mm)
Země	510	srážky, výpar	518,6	1 017
Světový oceán	361	srážky přítok z řek výpar	411,6 36,3 447,9	1 140 100 1 240
Pevniny s odtokem	117	srážky odtok výpar	99,3 36,3 63,0	850 310 540
Pevniny bez odtoku	32	srážky výpar	7,7 7,7	240 240
Pevniny celkem	149	srážky odtok výpar	107,0 36,3 70,7	718 244 475

tzv. třetinové pravidlo

- ČR
- *dostatek* vody (akumulace v půdě a přehradách)
 - je však *časově a prostorově nevyrovnaná*

povodí hlavních toků: Labe - Severní moře
 Odra - Baltské moře
 Morava a Dyje - Černé moře

prům. srážky: 668mm; 75.5 tis. km vodních toků; hustota vodní sítě: 0.9 km/km²



Jakost vod

(znečištění fyzikální, chemické, organické)

- pitná voda (ČSN 75 71 11) - voda pro člověka dlouhodobě zdravotně nezávadná
- závazný ukazatel (nepřekročitelné limity)
- stanovený ukazatel (možno vyjímečně překročit)
- hromadné zásobování pitnou vodou - 100 a více obyvatel
- individuální zásobování - pod 100 osob

Ukazatele:

I. všeobecné

II. Bakteriologické a biologické požadavky

a) závazné - koliformní bakterie

- mezofilní bakterie

- biologický obraz

b) stanovené

III. Chemické a fyzikální požadavky

- fosforečnany (max 1mg/l)

- dusitany a dusičnany (0.1mg/l, 50mg/l...15mg/l kojenci)

- chloridy (100mg/l)

Ukazatele kyslíkového režimu BSK (biochem. spotřeba kyslíku za 5 dnů)

I.a velmi čistá <2mg O₂/l za 5 dní

I.b čistá 2-5 (pro člověka limitní 5)

II. znečištěná 5-10

III. velmi znečištěná 10-15

IV. silně 15-25

V. velmi silně >25

Hydrická a vodohospodářská funkce lesa

samovolná → záměrná (řízená) funkce

retardační
retenční
akumulační
desukční

1. kvantitativní funkce (vliv na kvantitu vody určité jakosti)
2. kvalitativní funkce (ovlivňování formy vody)
3. komplexní funkce ad1+ad2

Vodohospodářsky důležité lesy:

- lesy I. pásma hygienické ochrany (PHO) _1%
- lesy povodí vodárenských toků _15%
- lesy pramenných oblastí _26%
 - CHOPAV chráněné oblasti přirozené akumulace vod (podzemních, povrchových, povodí vodárenských toků)
- lesní porosty místního vodoochranného významu _2%
 - větrolamy, břehové porosty, biokoridory,..
- lesní porosty na zamokřených a zaplavovaných územích _10%
- lesní porosty v imisních a těžbou narušených oblastech _28%

jakákoli forma zeleně má vodohospodářský význam, který se zvětšuje s její plochou

směrný vodohospodářský plán_SVP

- I. opatření v PHO 1 - přímá ochrana zdrojů (50-100m)
- II. v PHO 2 - následná ochrana zdrojů (200-300m)
- III. v PHO 3 - celé povodí

*specifické skupiny porostů v povodí
a jejich dílčí funkce /les, zeleň/*

- A s fcí vodoochrannou (břehové a liniové porosty)
- B s fcí protierozní (větrolamy, zpevňující lesní pásy)
- C s fcí desukční (meliorační dřeviny)
- D s fcí infiltrační (zasakovací pásy)
- E s fcí srážkotvornou

vodohospodářské fce les. porostů zajišťují hosp. opatření (zastoupení dřevin, mýtní doba, hosp. způsob, těžební a dopravní technologie, lesní dopravní síť, lesnickotechnické meliorace)

lesy ovlivňují zásadním způsobem _ srážky, výpar, odtok

zjednodušená rovnice **vodní bilance**

$$H_S = \boxed{H_{TR} + H_{IN} + H_{VP}} + \boxed{H_{OP} + H_{VS}}$$

srážky

70% + 30%

H_{ETR} _ celkový výpar H_{CO} _ celkový odtok

$$H_{ETR} = H_{TR} + H_{IN} + H_{VP} = \text{transpirace} + \text{intercepce} + \text{výpar z půdy}$$

60% 30% 10%

evaporace

evapotranspirace

$$H_{CO} = H_{OP} + H_{VS} = \text{povrchový odtok} + \text{infiltrační odtok}$$

>0% 100%

- typy vodní bilance:
- a) pasivní $H_S < H_{EE}$ (přisun vody je menší než potenciální evapotranspirace)
(vodohospodářská fce - , produkční fce -)
 - b) vyrovnaná $H_S = H_{EE}$ (produkční fce 0, vodohospodářská fce 0)
 - c) pozitivní $H_S > H_{EE}$ (produkční fce +, vodohospodářská fce +)
 - d) vysoce pozitivní $H_S \gg H_{EE}$ (produkční fce ++, vodohospodářská fce ++)

srážky



horizontální (rosa, jinovatka, námraza apod.)
vertikální (déšť, sníh, kroupy)

charakteristiky: úhrn srážek (mm; l/m^2), intenzita (mm/min), plocha na kterou dopadly
déšť: vydatnost ($l/s/ha$), doba trvání, plocha..., pravděpodobnost výskytu

deště z tepla (konvekční)
orografické
cyklonální

krátkodobé přívalové (↑ intenzita, ↓ doba trvání, ↓ plošný rozsah)
déletrvající deště (↓ intenzita, ↑ doba trvání, ↑ plošný rozsah)

sníh - sněhová pokrývka

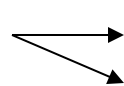
vlivem gravitace, působení slun. energie a rekrystalizace se zvyšuje
hustota

charakteristiky: výška sněhové pokrývky, vodní hodnota sněhu
(množství vody v obj. jednotce sněhu)



povrchová voda

povrchový odtok



plošný

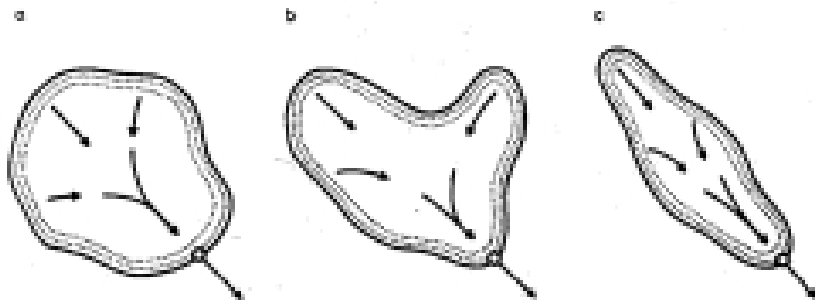
soustředěný

hydrografická síť

velikost a rychlost povrchového odtoku je v přímé úměře se sklonitostí území a délkou svahů je odvislí na vsakovací schopnosti půdy

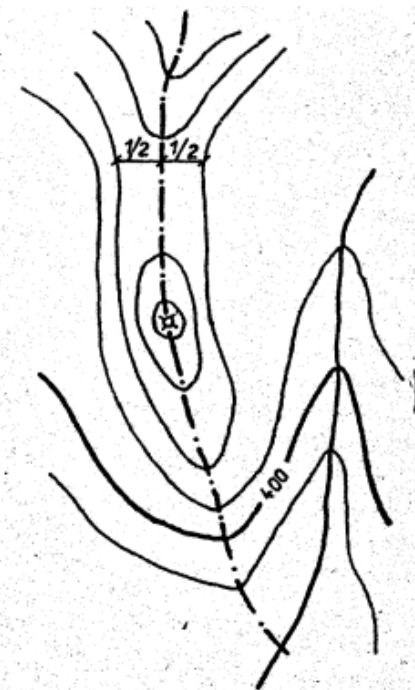
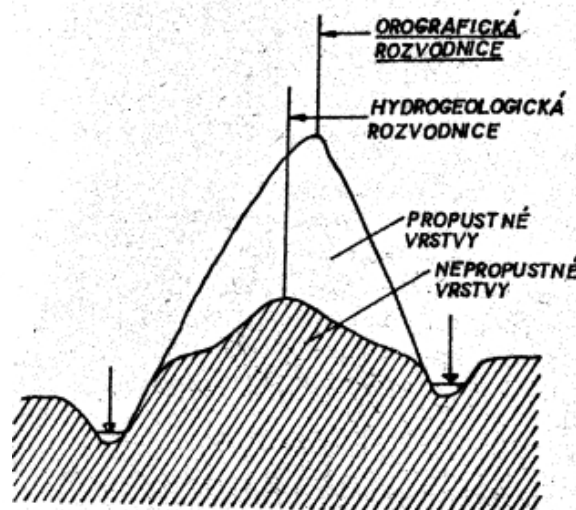
povodí - část zemského povrchu z něhož veškerá srážková voda stéká do urč. půdního profilu na vodním toku a pro nějž lze kvantitativně vyjádřit složky vodní bilance.

Hranici povodí tvoří **rozvodnice**.



Různé tvary povodí: a - zaokrouhlený, b - výřivý, c - pruhovitý.

Orografické rozvodnice



Konstrukce rozvodnice

vodní toky

charakteristika: povodí toku, rozvodnice, délka toku, vývoj toku, střední šířka toku, sklon toku (absolutní, relativní), průtok, podélný profil,...

stojaté vody

jezera, močály, bažiny, rašeliniště, umělé vodní nádrže

podpovrchová voda

- předpokladem života rostlin
- hlavním zdrojem kvalitní pitné vody

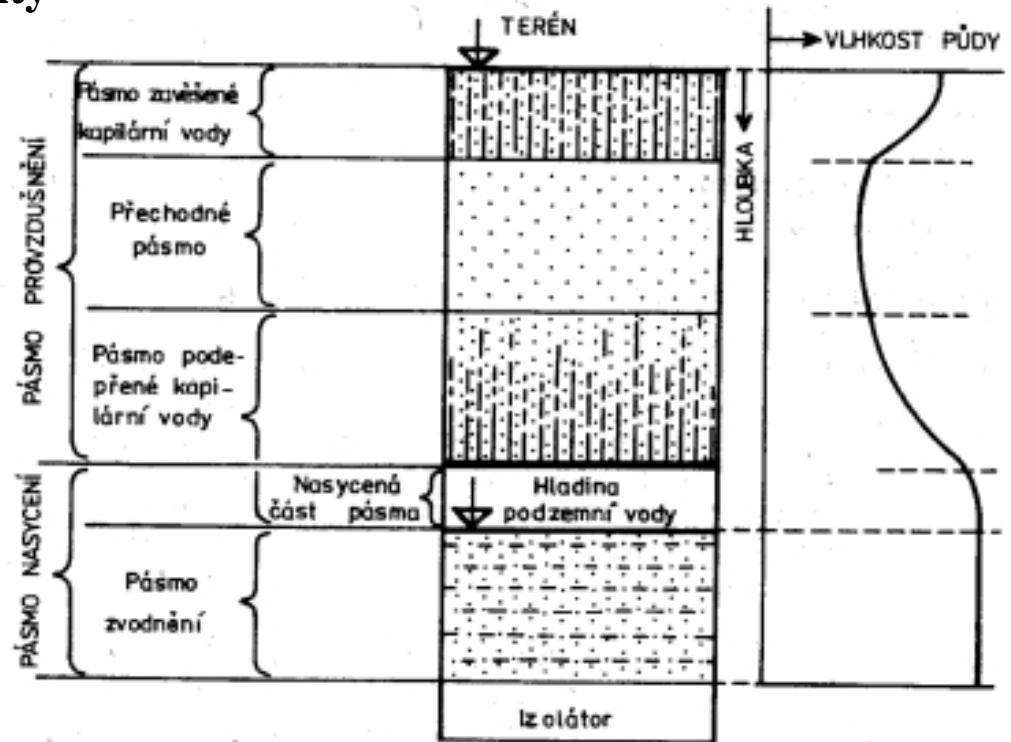
- půdní
- adsorpční
 - hygrokopická
 - obalová (5-0.1MPa)
 - kapilární (<0.1MPa)
 - gravitační

- podzemní - vadózní
- juvenilní
 - fosilní

vodní režim půdy → hydrolimity

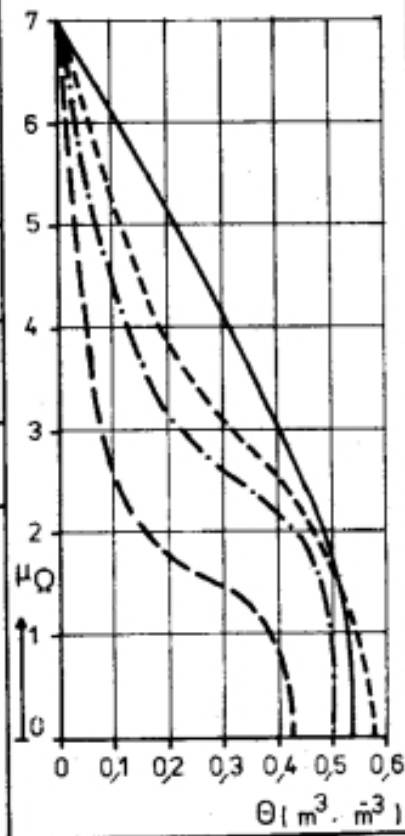
1. Plná vodní kapacita (W_S)
2. Polní vodní kapacita (W_{PK})
3. Adsorpční vodní kapacita (W_A)
4. Bod snížené dostupnosti (W_{SD})
5. Bod vadnutí (W_V)

$$W_S = \frac{I}{2.4} = 0.42 \cdot I$$



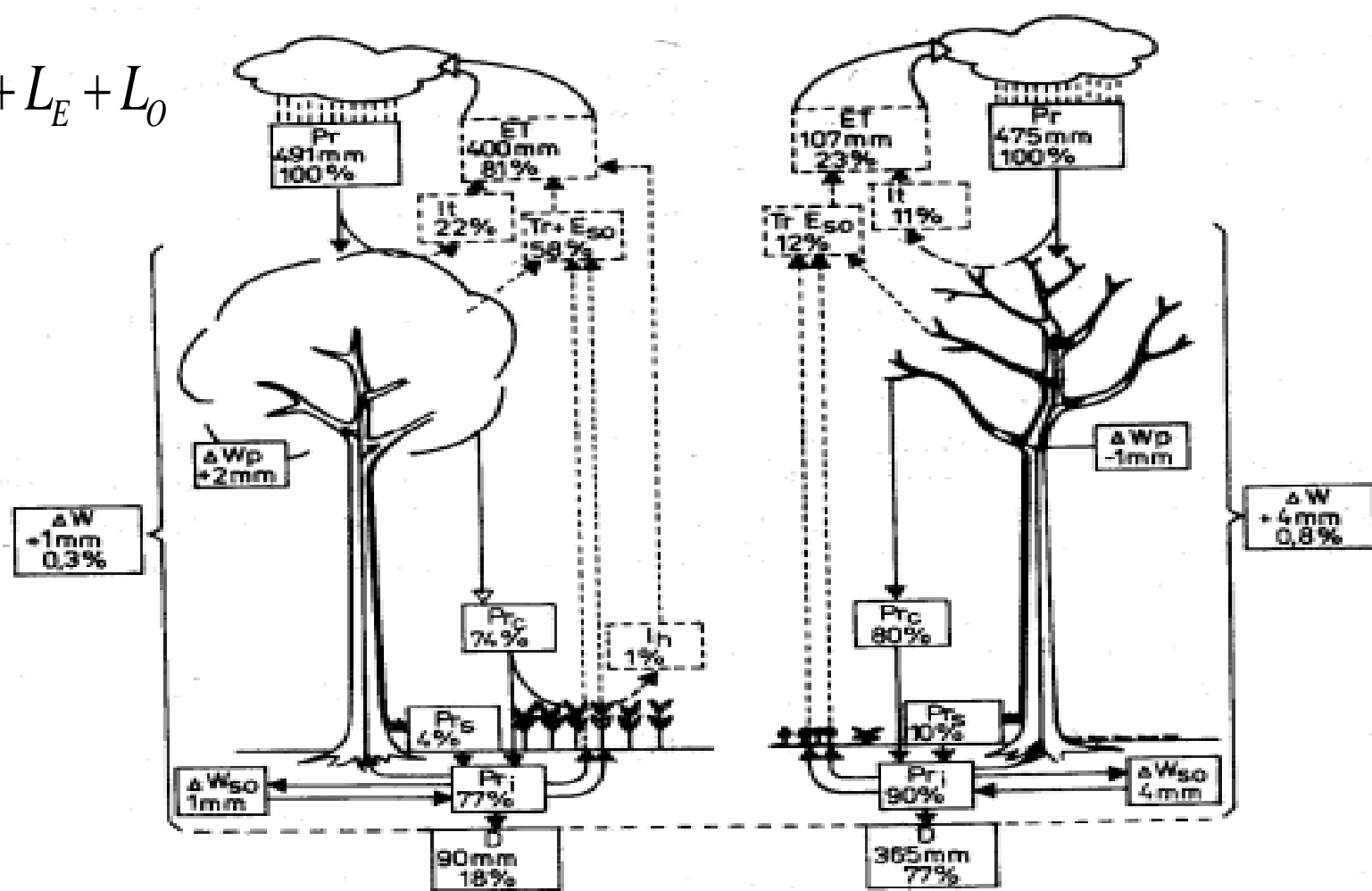
Rozdělení vody v půdním a horninovém prostředí.

VLHKOSTNÍ OZNAČENÍ ZEMINY	TLAKOVÝ POTENCIÁL PŮDNÍ VODY			HYDROLIMITY	KAT. PŮDNÍ VODY	STAV VODY	DOSTUPNOST VODY PRO ROSTLINY	PŮDNÍ DRUH: ——— JÍLOVITÁ PŮDA - - - - HLINITÁ PŮDA - · - · - PÍSCITOHUNITÁ PŮDA - - - - PÍSCITÁ PŮDA
	φ_p	p_p	h_p					
SUCHÁ	$-9,81 \cdot 10^5$	-10^7	7	7 SUŠINA 105 °C	ADSORPČNÍ	PEVNĚ VÁZANÁ	NEPOHYBLIVÁ	NEPŘÍSTUPNÁ
	$-9,81 \cdot 10^4$	-10^6	6					
ČERSTVĚ VLHKÁ	$-9,81 \cdot 10^3$	-10^5	5	5,2 4,8 4,18	KAPILÁRNÍ	KAPILÁRNĚ NEPOHYBLIVÁ	VELMI TĚŽCE POHYBLIVÁ	TĚŽCE PŘÍSTUPNÁ
	$-9,81 \cdot 10^2$	-10^4	4					
VLHKÁ	$-9,81 \cdot 10^1$	-10^3	3	3,5 3,1 2,9	KAPILÁRNÍ	KAPILÁRNĚ POHYBLIVÁ	TĚŽCE POHYBLIVÁ	SE SNÍŽENOU PŘÍSTUPNOSTÍ
ČERSTVĚ VLHKÁ	$-9,81 \cdot 10^0$	-10^2	2					
MOKRÁ	$-9,81 \cdot 10^{-1}$	-10^1	1	2,0 2,9 3,1 3,5	GRAVITAČNÍ	PROSAKUJÍCÍ VODA	LEHCE POHYBLIVÁ	NADBYTEČNÁ
ROZBAHNĚNÁ	$-9,81 \cdot 10^{-2}$	-10^0	0					
			0	θ_s				



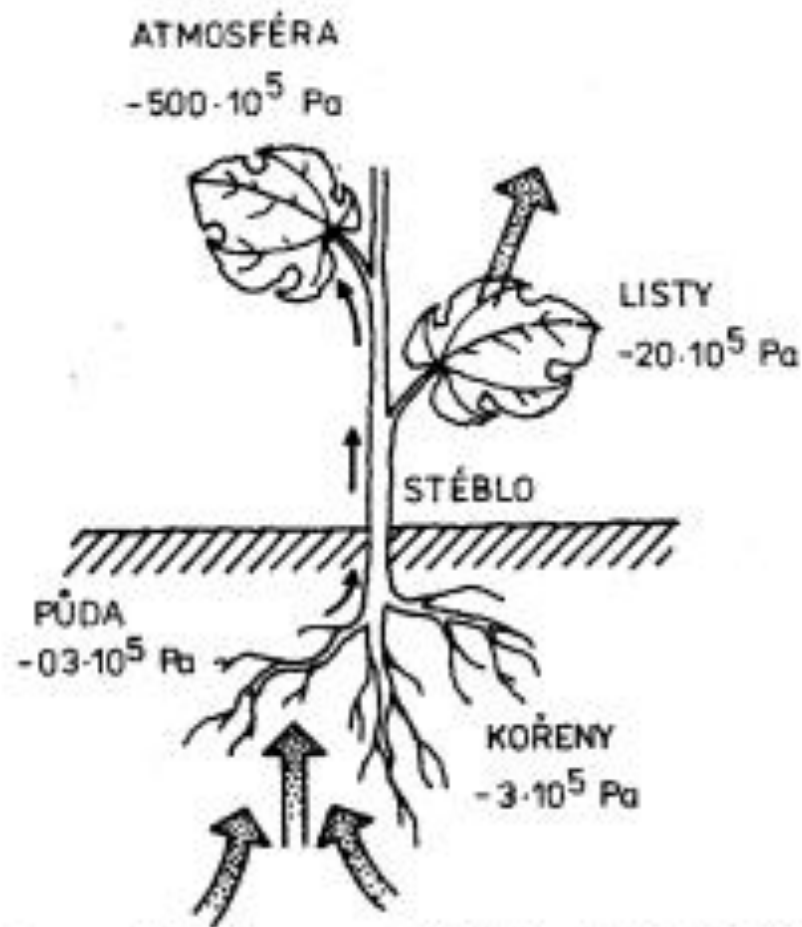
Vztah mezi tlakovým potenciálem půdy, hydrolimity a vlhkostí půdy.

$$Pr = \Delta W + L_E + L_0$$



Vodní bilance dubového lesa v době olistění a v zimním bezlistém stavu: Pr – celkové srážky, Pr_c – srážky procházející zápojem, Pr_s – stok srážek po kmenech, Pr_i – zasakování srážek do půdy, D – odtok podzemní vody, ET – evapotranspirace, TR – transpirace porostu, E_{so} – výpar vody z půdy, I_c – intercepce stromového patra porostu, I_h – intercepce bylinného patra porostu, ΔW – změna zásoby vody v celém porostu, ΔW_p – změna zásoby vody ve fytomase, ΔW_{so} – změna zásoby vody v půdě. Průměrný roční úhrn srážek 966 mm se v tomto lese dělí takto: 52,5 % srážkové vody se vrací do atmosféry výparem a 0,5 % se akumuluje v pěstující biomase. Zjednodušeno podle Schnocka (1971). Příklad vodní bilance stálezeleného jehličnatého lesa uvádí Benecke (in Ellenberg 1978); příklad bilance tropického deštného lesa Odum a Pigeon (1970).

pohyb vody v systému půda - rostlina - atmosféra



Průměrné hodnoty celkového potenciálu jednotlivých složek systému půda — voda — rostlina — atmosféra.

Transpirace:

Obecná definice: výdej vody rostlinou (v plynné formě)

Výpar je funkcí parametrů atmosféry a tepelné bilance povrchu...

Účinnost využití zářivé energie v procesu fotosyntézy jako celku je kolem 1-5%. Zbývajících 95-99% energie musí být odvedeno konvekcí v podobě tepla (sensible heat) a výparem v podobě výparného tepla (latent heat).

$T_L: 25^\circ\text{C}$

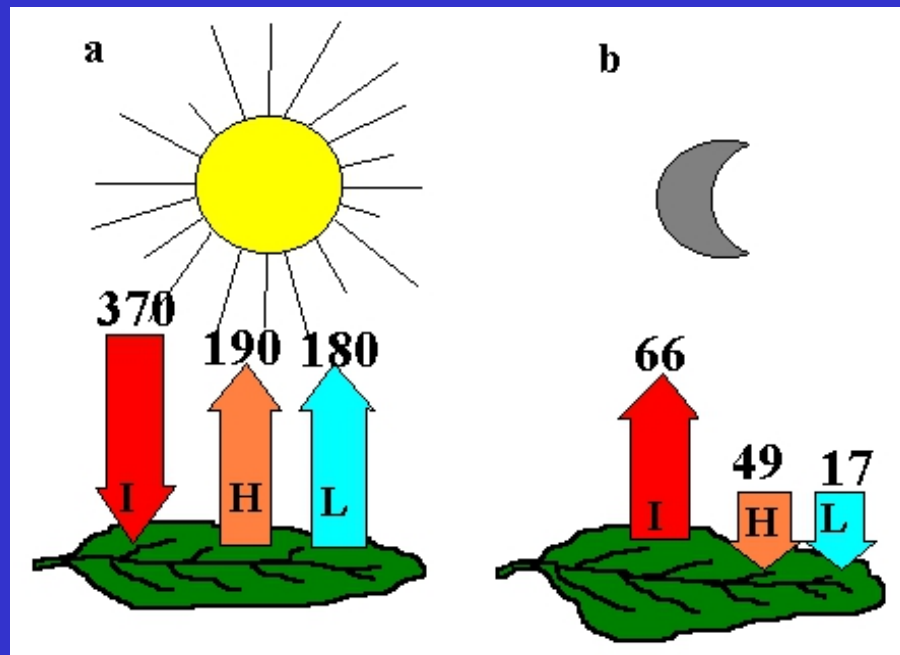
$T_A: 20^\circ\text{C}$

RH: 50%

WS: $0.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

SFD:

$4\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$



$[\text{W}\cdot\text{m}^{-2}]$

-1°C

1°C

92%

$0.4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

0.2mm jinovatky

Nejpoužívanější metody měření v současnosti:

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

Přepočet rychlosti transpiračního proudu jedinec-porost lze provést přes:

- plochu povrchu půdy resp. velikost koruny
- plochu povrchu listoví
- plochu vodivé části běle
- tloušťku kmene v 1.3m resp. výčetní kruhovou základnu

Transpirace

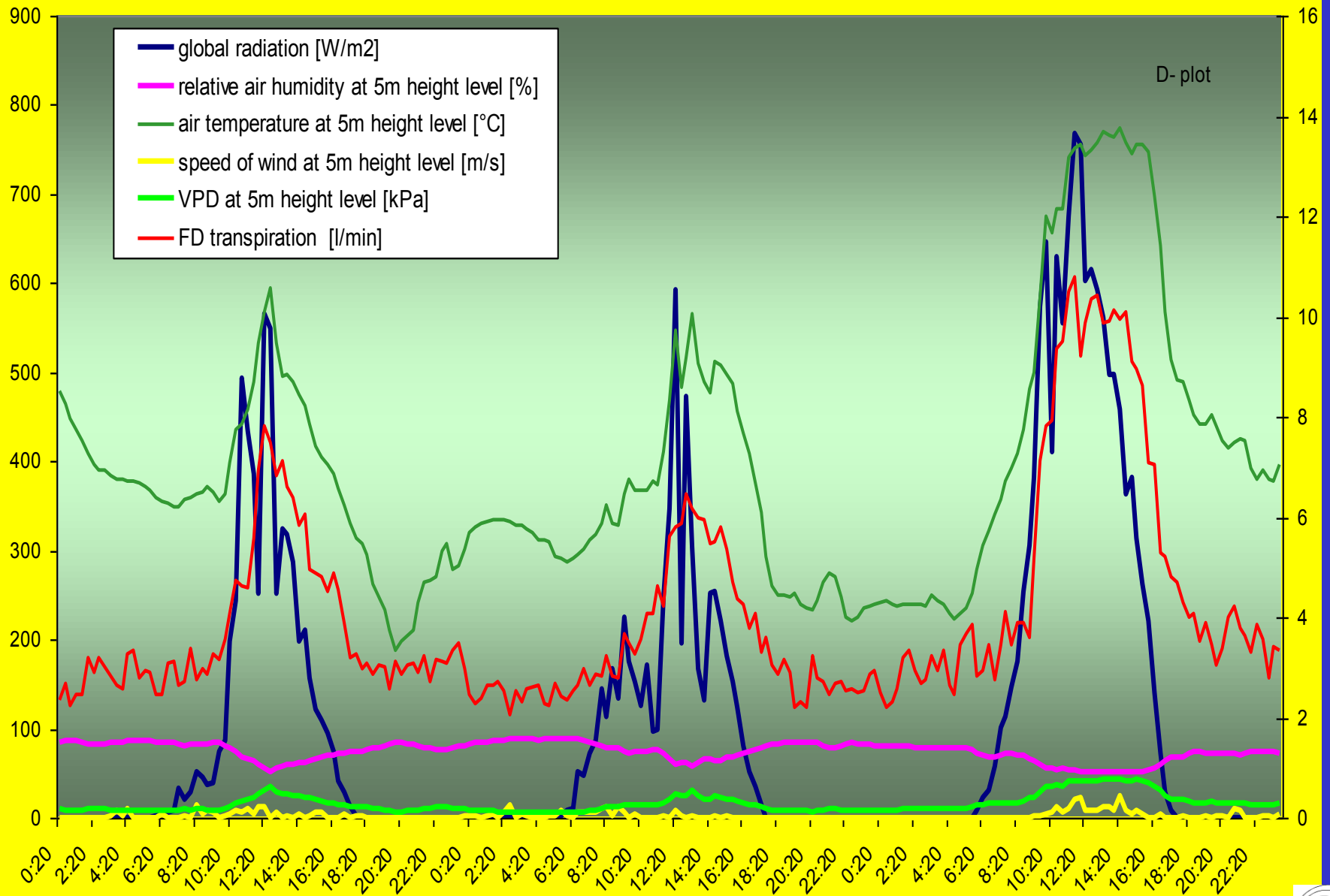
$$T_R = \frac{\Delta c}{\sum r}$$

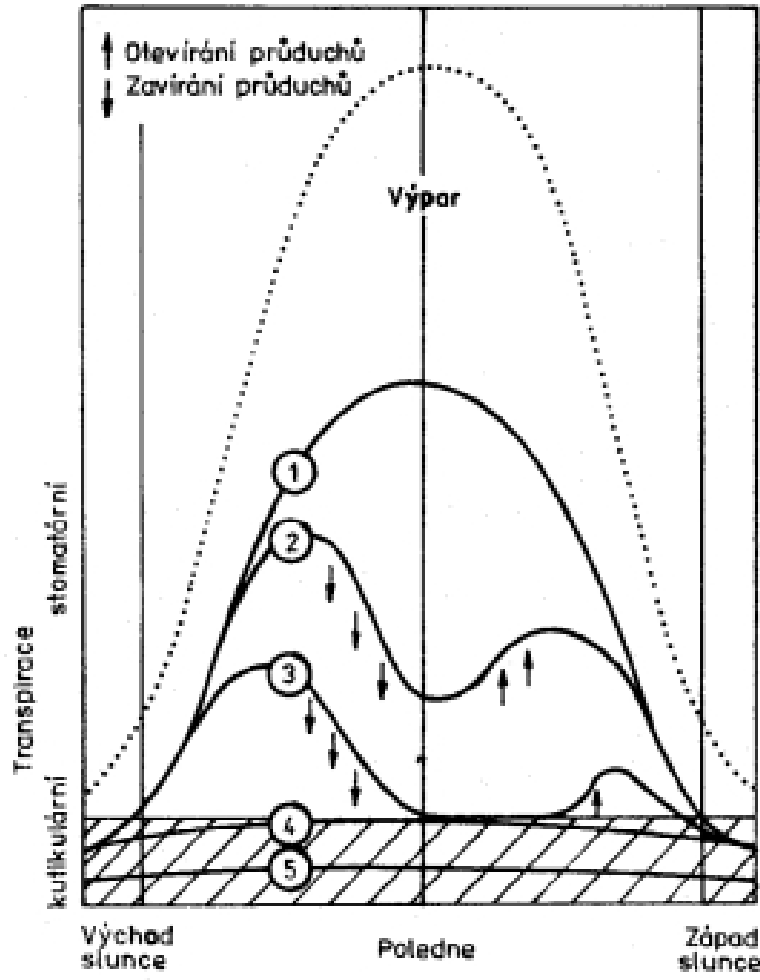


metoda tepelných pulzů (HPV)



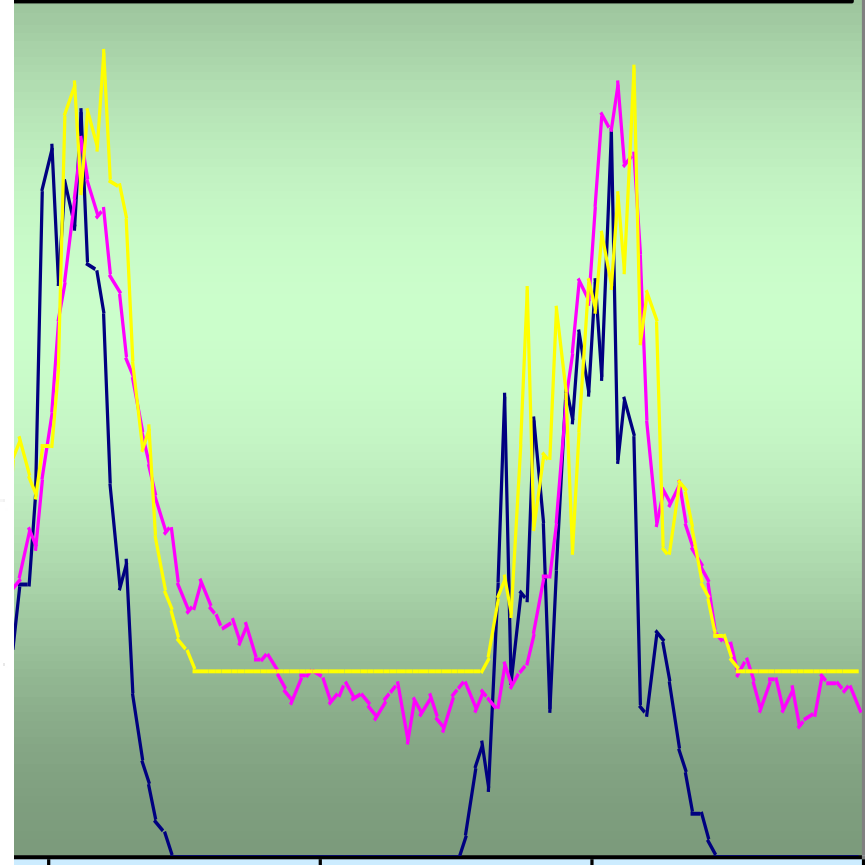
Transpirace porostu v závislosti na mikroklimatických faktorech



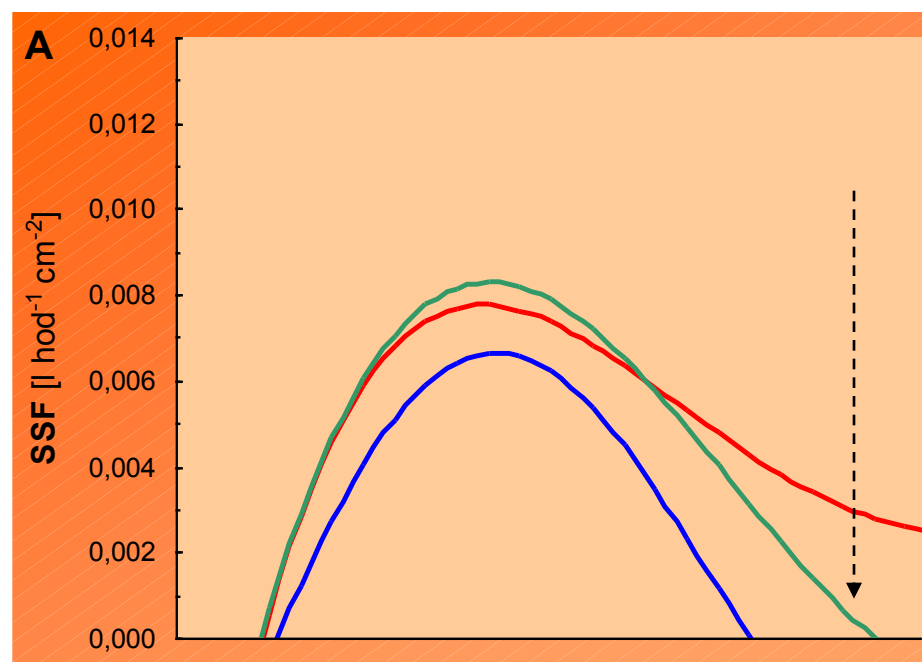


0:00 12:00 0:00

- Global radiation [Wm^{-2}]
- Real sap flux [lhr^{-1}]
- I. Simulation [lhr^{-1}]

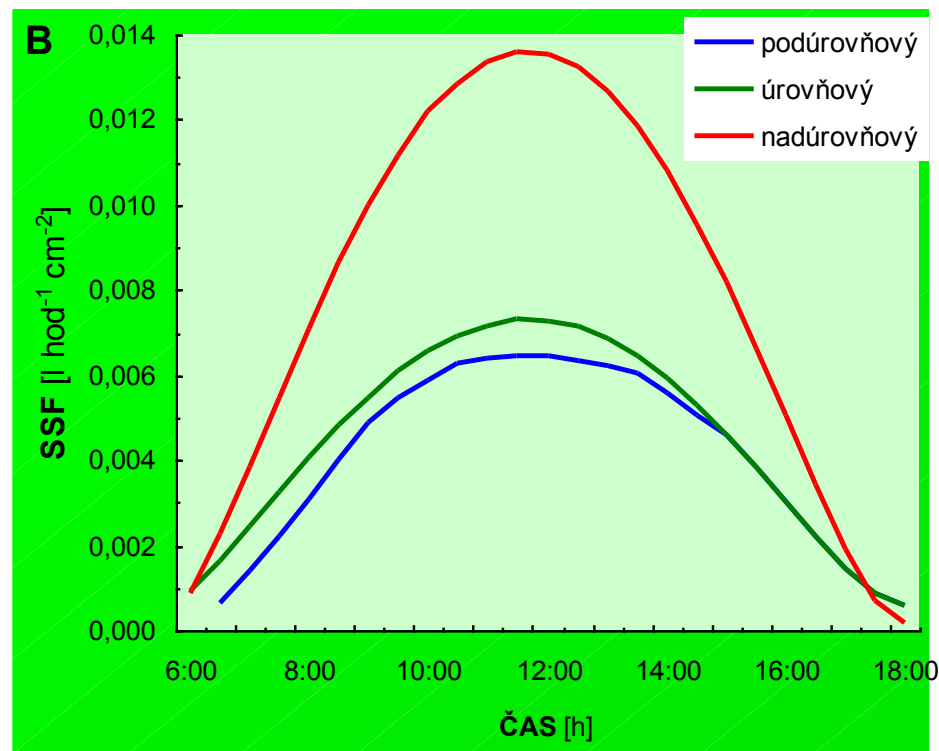


12:00 0:00 12:00



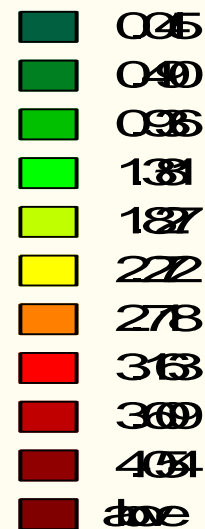
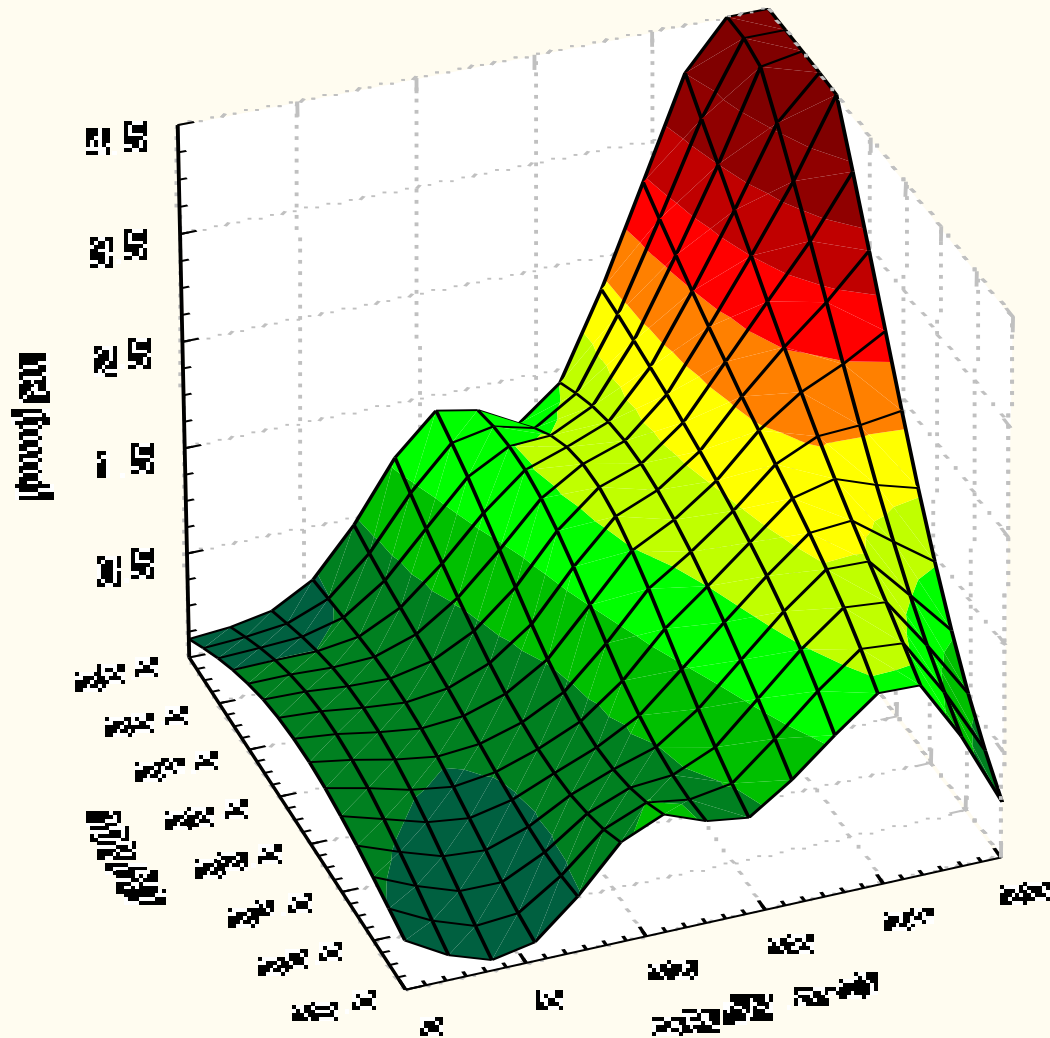
nadúrovňový	5 l/den
úrovňový	6 l/den
podúrovňový	3 l/den

Specifická rychlost transpiračního proudu v průběhu extrémního (**A**) a typického (**B**) letního dne u jedinců smrku s různým sociálním postavením v porostu.



nadúrovňový	12 l/den (-50%)
úrovňový	3,5 l/den (-40%)
podúrovňový	2,5 l/den (-11%)

Transpirace porostu při nízké dostupnosti vody v půdě



transpirační koeficient (Hellrieger 1883) - množství vody (l) spotřebované rostlinou nebo porostem za vegetační období na kg vytvořené sušiny

produktivita transpirace (Maximov 1923) - počet gramů sušiny vytvořené na litr spotřebované vody

ITE (Polster 1950) - poměr rychlosti fotosyntézy a rychlosti transpirace
($\text{mg CO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{H}_2\text{O}$)

WUE - účinnost využití vody ($\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$; transp. koef. = $1/\text{WUE}$)

vodní bilance rostliny = absorpce vody - transpirace