

**Co umí strom
aneb
o zeleni s trochou fyziky**

Jan Pokorný
ENKI, o.p.s.

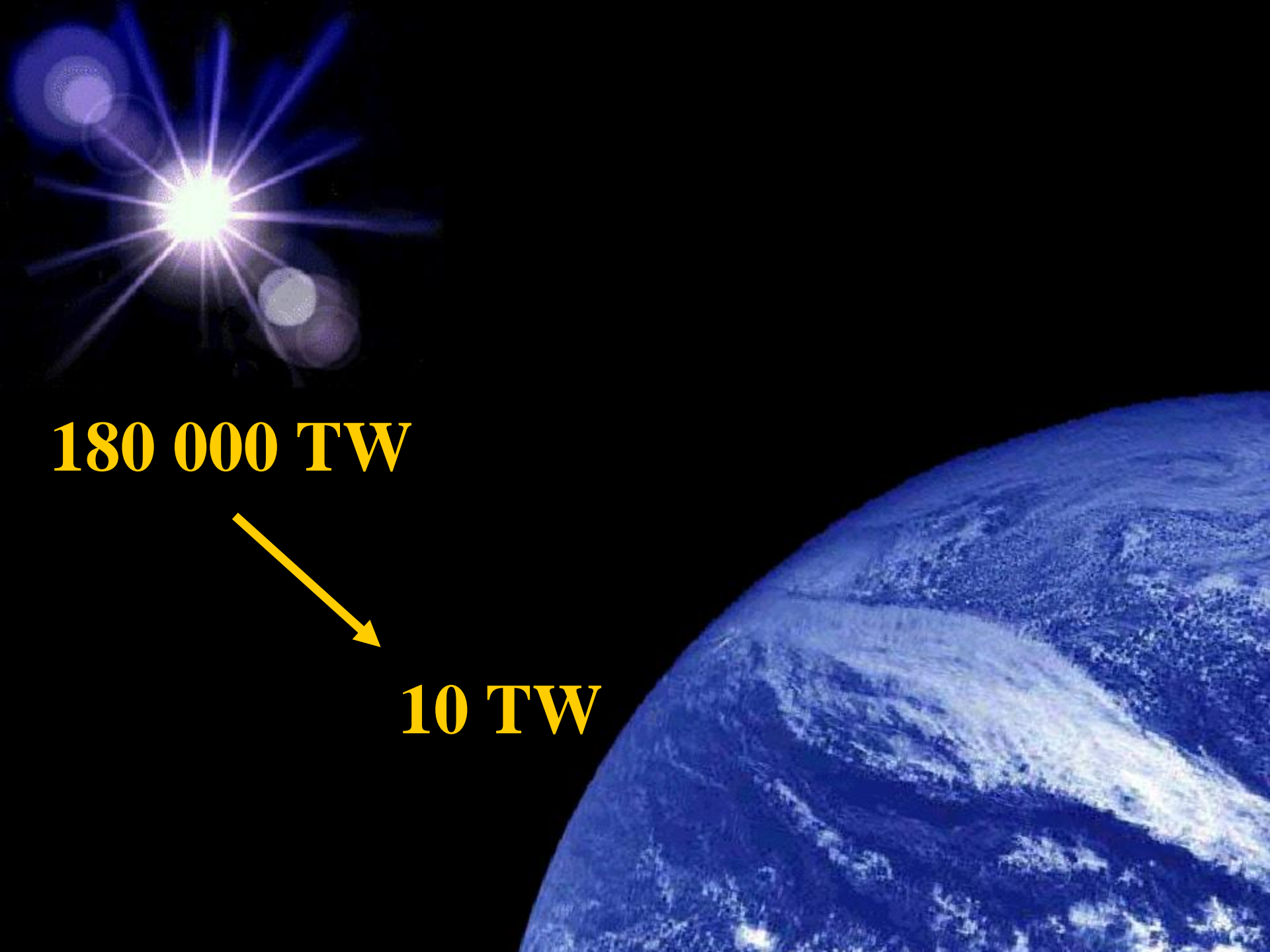
Ústav systémové biologie a ekologie
AVČR



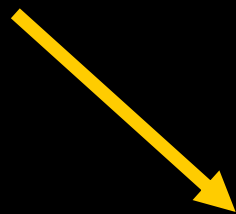
SLUNCE

Stáří
5 mld. let

Uvolňovaná energie
 $3,8 \times 10^{26}$ J / sec.



180 000 TW



10 TW



The diagram illustrates the flow of solar radiation. At the top left, a yellow sun with jagged rays is shown. A yellow arrow points downwards from the sun towards the Earth's surface. The path of the arrow is divided into three sections: the top section is labeled 'SOLÁRNÍ KONSTANTA' with the value '1400 W.m⁻²'; the middle section is labeled 'ATMOSFÉRA'; and the bottom section is labeled 'ZEMSKÝ POVRCH'. To the right of the 'ATMOSFÉRA' section, there is a list of values for the 'Mírné pásmo:'. The background is black, the atmosphere is light blue, and the Earth's surface is green.

SOLÁRNÍ KONSTANTA 1400 W.m⁻²

ATMOSFÉRA

Mírné pásmo:

max. 1000 W.m⁻²

1000 – 1200 kWh. m⁻².rok⁻¹

6 – 8 kWh.m⁻².den⁻¹

ZEMSKÝ POVRCH



V našich podmínkách dopadne na 1m^2
1000 - 1200 kWh za rok.

99 % energie se spotřebuje
na odraz, ohřev a výpar vody.

Pouze necelé 1 %
z dopadající sluneční
energie se naváže
v biomase, která
běžně za rok vytvoří
 $0,5 - 1\text{ kg/m}^2$.



Jeden kilogram biomasy (sušiny)
obsahuje 4 - 5 kWh, tedy pouze 0,5%
energie, která dopadla za rok na porost.

VELKÁ NADNÁRODNÍ ORGANIZACE poptává:

- klimatizační systém,
- plně automatický, solární, pro venkovní použití, tichý
 - pouze z plně recyklovatelného materiálu,
 - s kontinuální regulací,
 - minimální údržba,
 - výkon v desítkách kW,
 - požadovaná záruka minimálně 80 let.

Strom o průměru koruny 10 m vydá transpirací (výparem) 400 l vody za den

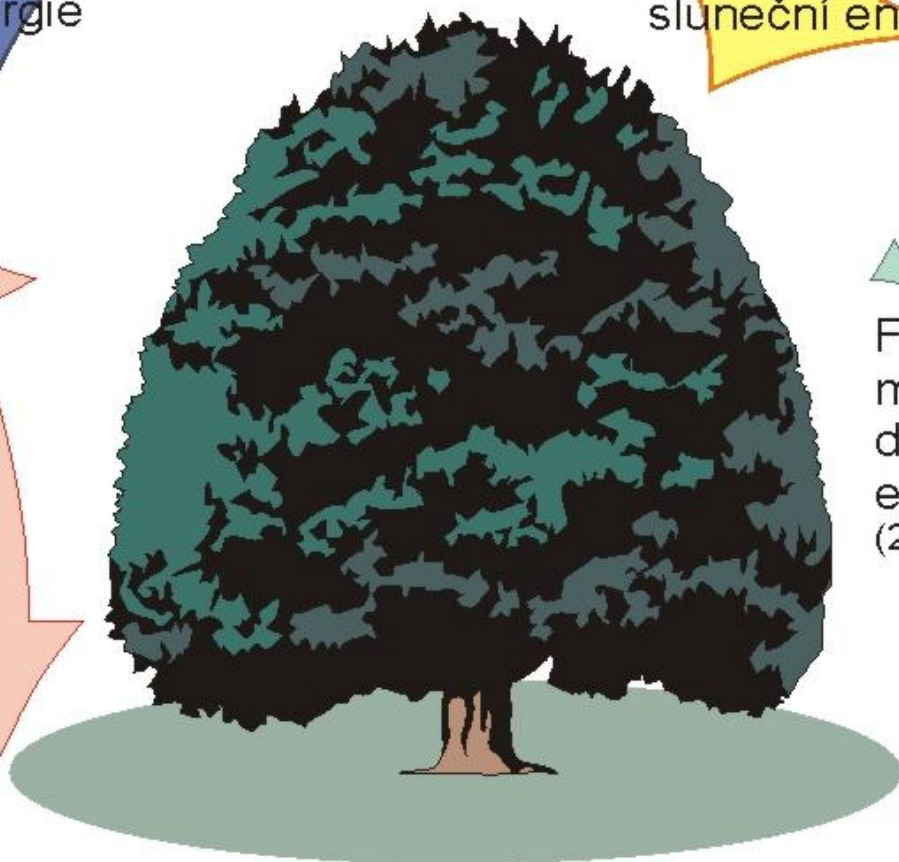
Do vodní páry se váže okolo 70% sluneční energie (280 kWh)

Na 1 m² dopadne za den 4-6 kWh.

Na průmět koruny stromu 80 m² dopadne za den 450 kWh sluneční energie

Odrazem, přeměnou na teplo a tokem tepla do půdy se spotřebuje okolo 30% (160 kWh)

Fotosyntézou se váže méně než 1% dopadající sluneční energie (2 - 4 kWh)



Jediný velký strom dostatečně zásobený vodou v létě chladí výkonem 20-30 kW.

ÚČINNOST PŘEMĚNY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Přírodní systémy

Technické systémy

Fotosyntéza..... 10 %
(ATP, NADPH)

Fotosyntéza..... 2 %
(tvorba cukrů)

Fotosyntéza..... 1 %
(tvorba biomasy)

Produkce 0,5 %
Biomasy

Fotovoltaika 15 %

Fotothermal 40 %

Fresnelovy č. 12 %

Výpar vody & kondenzace



VELKÁ NADNÁRODNÍ ORGANIZACE

poptává:

- klimatizační systém,
- plně automatický, solární, pro venkovní použití, tichý
 - pouze z plně recyklovatelného materiálu,
 - s kontinuální regulací,
 - minimální údržba,
 - výkon v desítkách kW,
 - požadovaná záruka minimálně 80 let.

Nový klimatizační systém na světovém trhu!

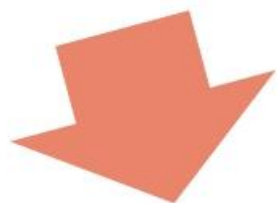
Firma **NATURE Ltd.** uvedla na trh nové, vysoce výkonné klimatizační zařízení **TREE**. Ve standardním provedení je zařízení poháněno sluncem, k údržbě je potřebná pouze voda. Uváděný chladicí efekt je **23 kW** denně.

Luxusní model **OAK** obsahuje několik miliard regulačních ventilů a společnost zaručuje plný provoz po dobu 300 let! Zařízení je plně automatické.



LATENTNÍ TEPLLO se spotřebovává při výparu a uvolňuje při kondenzaci

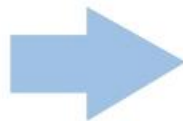
energy consumption
0,7 kWh



ochlazení



1 liter



energy release
0,7 kWh

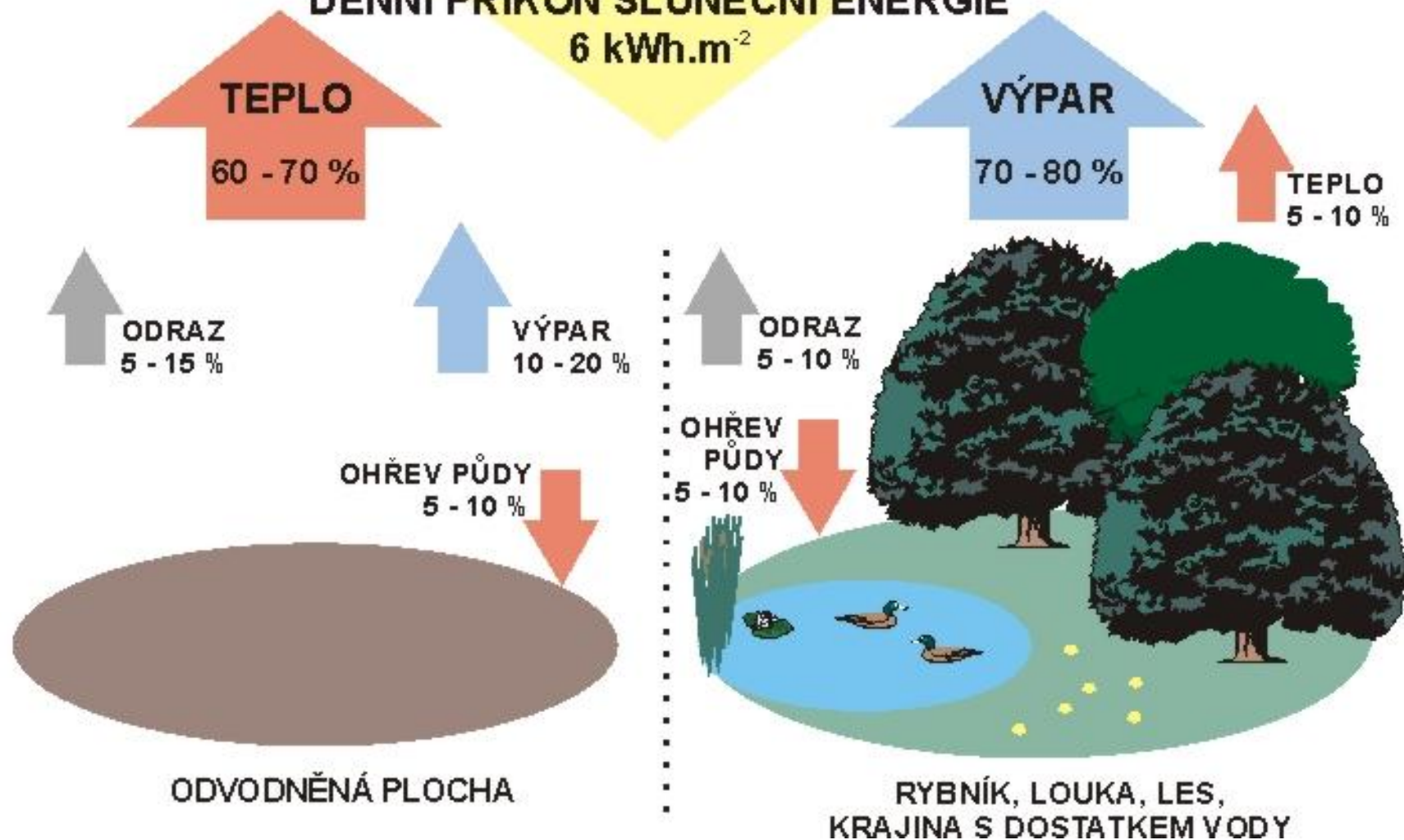


ohřev

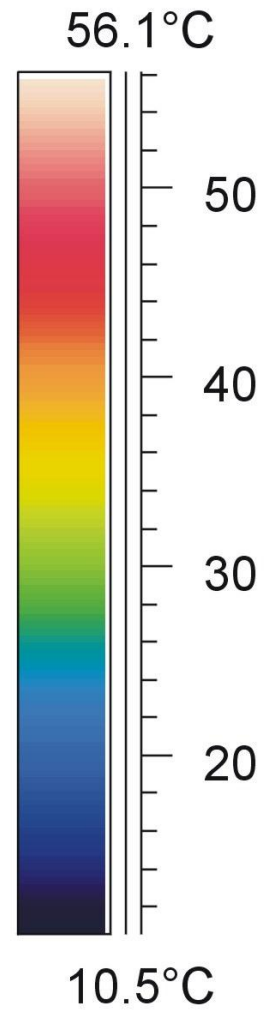
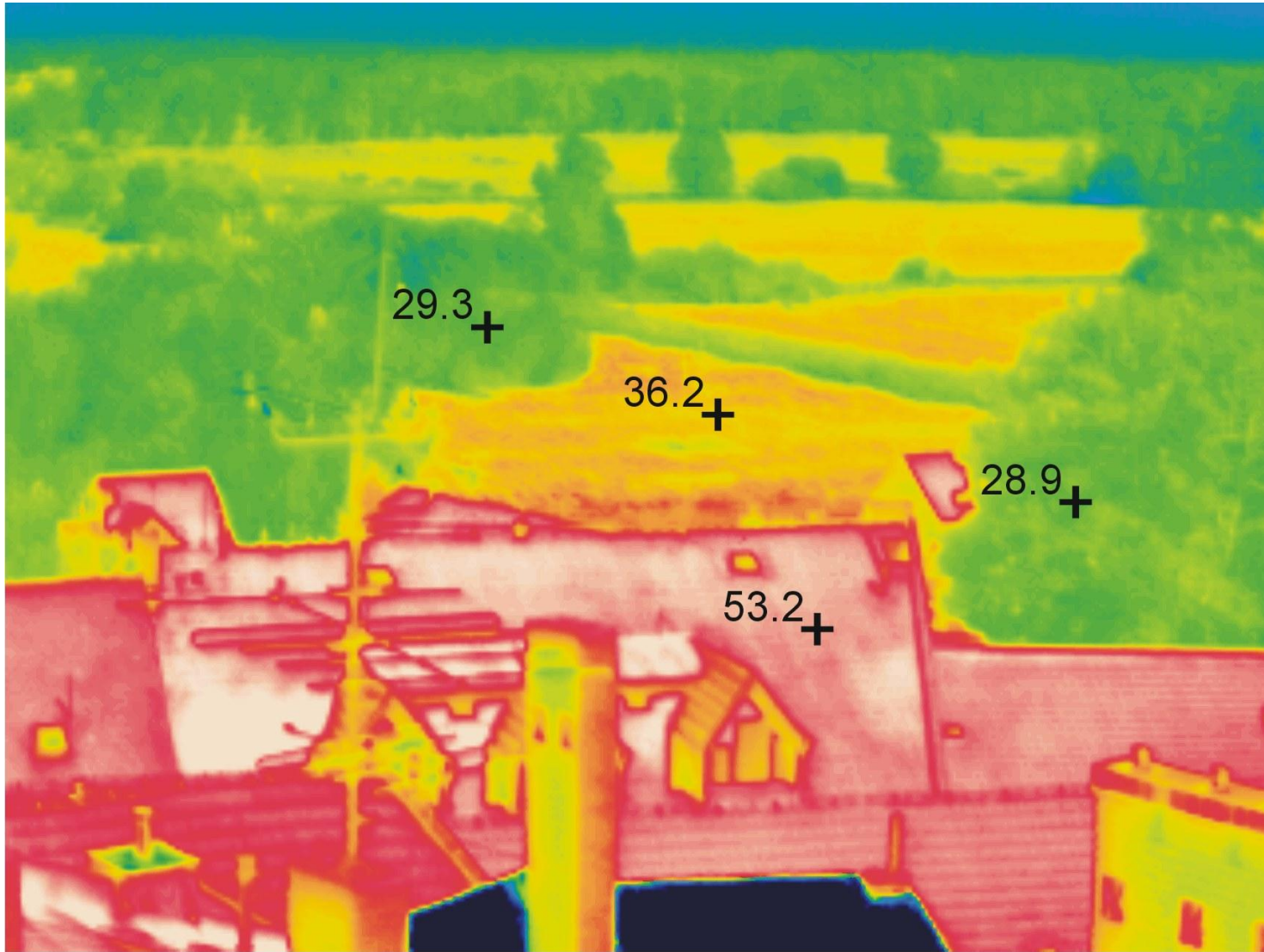


0 - 1000 W.m⁻²
tok sluneční energie

DENNÍ PŘÍKON SLUNEČNÍ ENERGIE
6 kWh.m⁻²

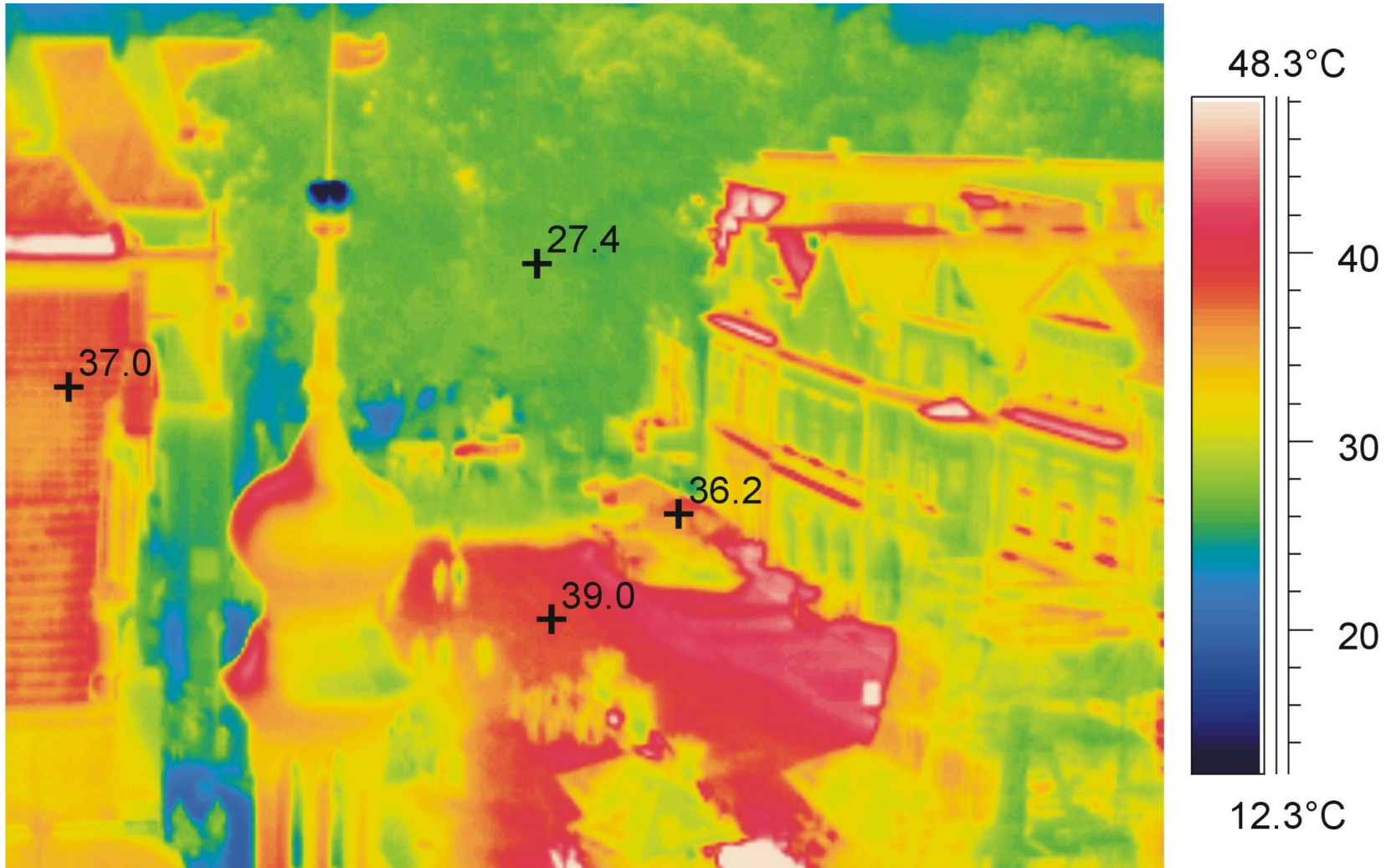


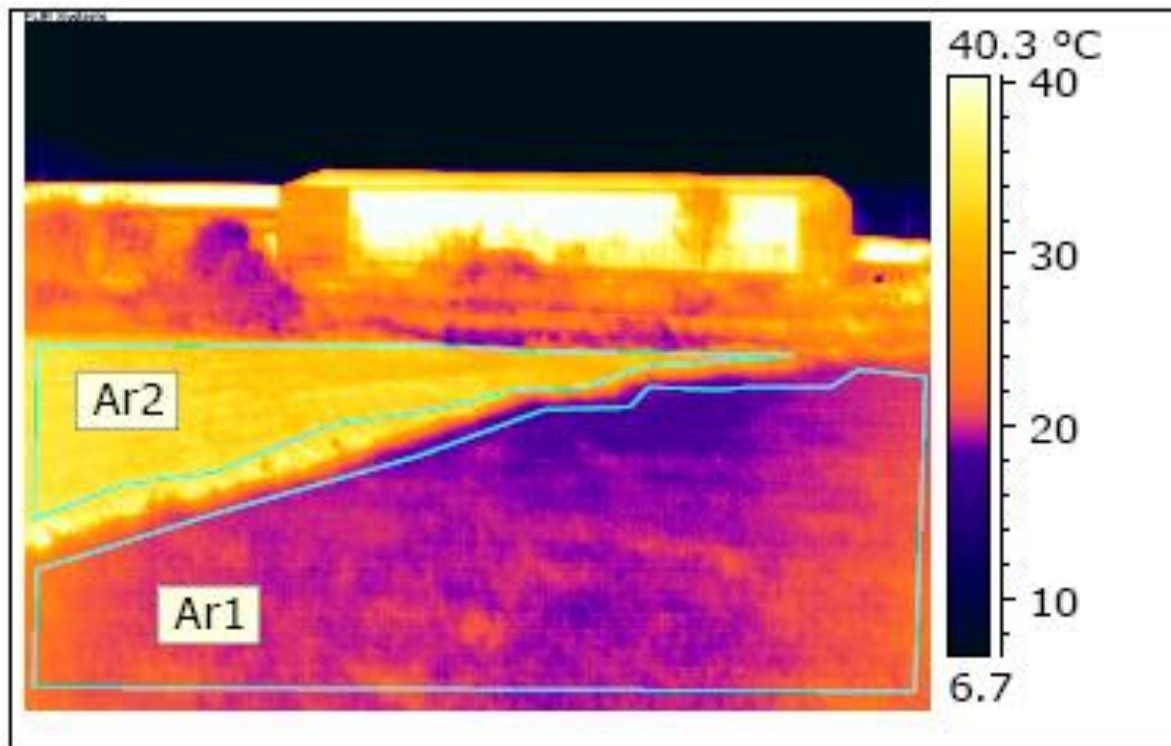






IR picture. Temperature of roof, pavement and trees





Zmředělská půda na jaře: už v dubnu je patrný rozdíl (12.7 °C) mezi teplejší ornou půdou (32,5 °C) a díky transpiraci chladnější louce (19,8 °C)

Budova 45 °C

Label	Value
IR: Date Of Creation	27.4.2008
IR: Time Of Creation	13:43:08
IR: Max	45.5 °C
IR: Min	-16.1 °C
Ar1: Average	19.8 °C
Ar2: Average	32.5 °C

Ar 1 louka, Ar 2 orná půda



Most open cast basin

Black Triangle, Northern Bohemia



MOST BASIN (N. Bohemia)



MOUNTAINS

TOWN

TOWN

**OPEN
CAST
MINES**

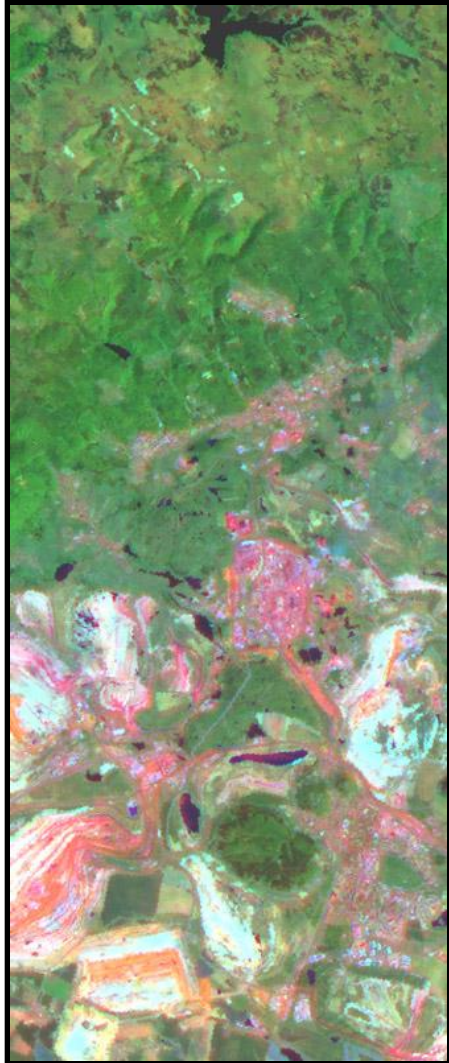
TŘEBOŇ BASIN (S. Bohemia)



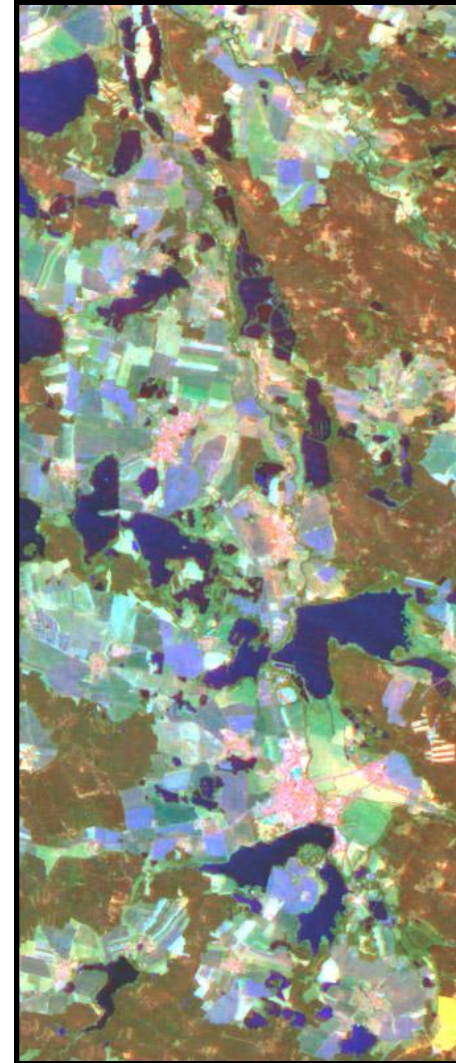
LAKE (400ha)

TOWN

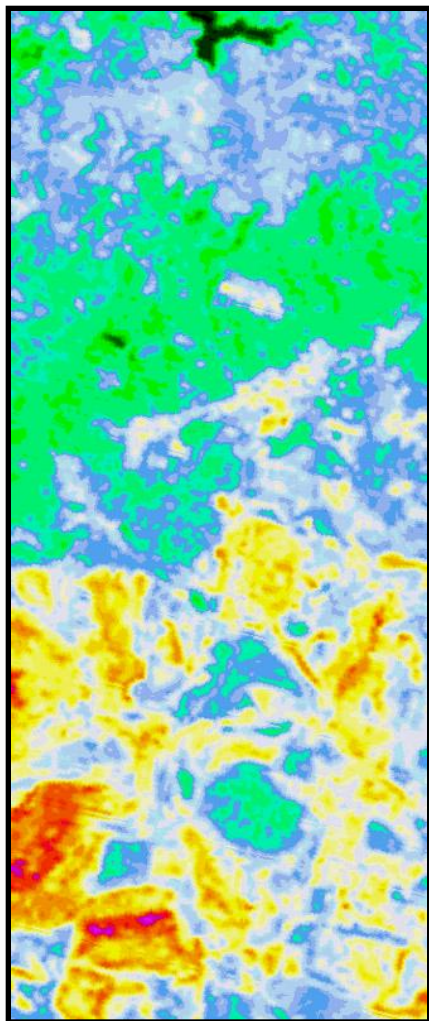
MOST BASIN (N. Bohemia)



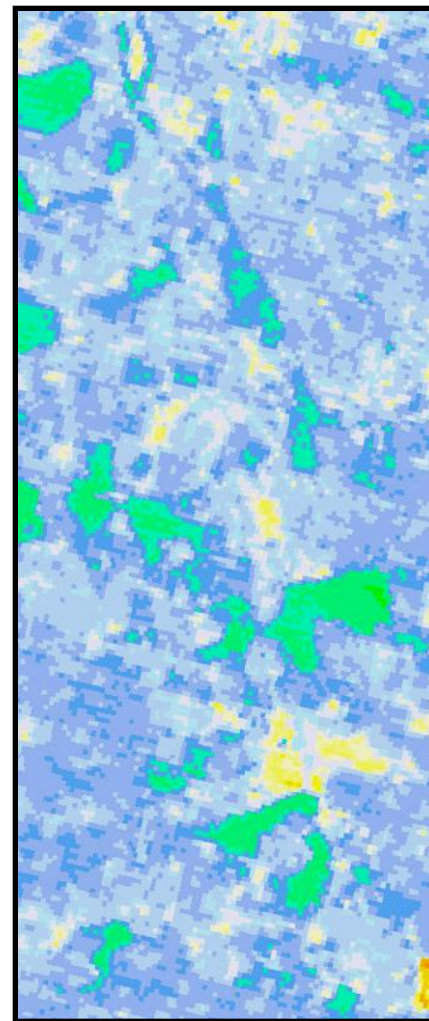
TŘEBOŇ BASIN (S. Bohemia)



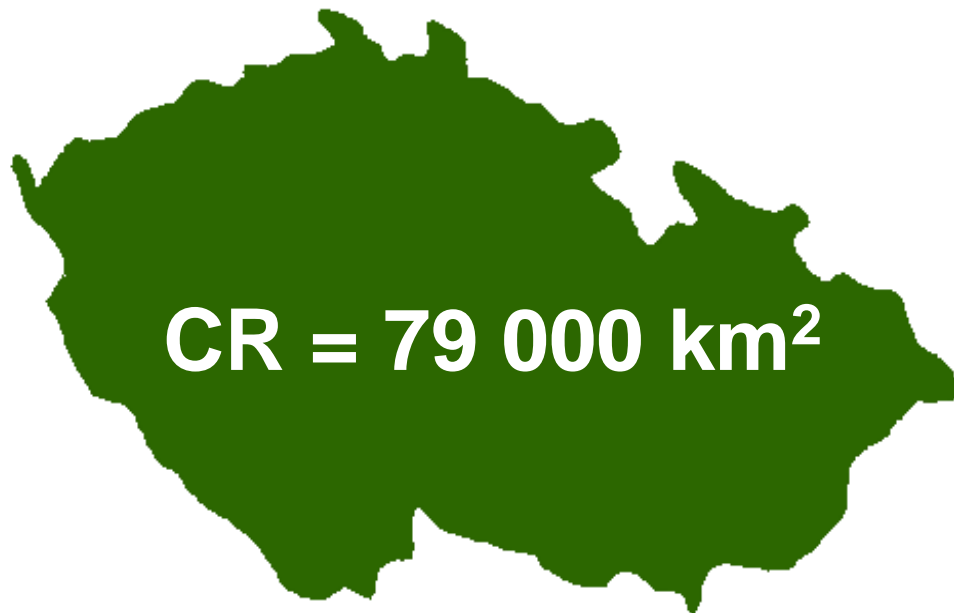
MOST BASIN (N. Bohemia)



TŘEBOŇ BASIN (S. Bohemia)



- Class 16
- Class 17
- Class 18
- Class 19
- Class 20
- Class 21
- Class 22
- Class 23
- Class 24
- Class 25
- Class 26
- Class 27
- Class 28
- Class 29
- Class 30
- Class 31
- Class 32
- Class 33
- Class 34
- Class 35
- Class 36
- Class 37
- Class 38
- Class 39
- Class 40
- Class 41
- Class 42
- Class 43



Pokles evpotranspirace o 1 mm za den



**Uvolní se zjevné teplo cca 56 000 GWh
(roční produkce všech elektráren v ČR)**



Zjevné teplo z 20 km² odvodněného povrchu

~

**Instalovaný výkon elektráren v ČR
(12 000 MW)**

ÚČINNOST PŘEMĚNY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Přírodní systémy

Technické systémy

Fotosyntéza..... 10 %
(ATP, NADPH)

Fotosyntéza..... 2 %
(tvorba cukrů)

Fotosyntéza..... 1 %
(tvorba biomasy)

Produkce 0,5 %
Biomasy

Fotovoltaika 15 %

Fotothermal 40 %

Fresnelovy č. 12 %

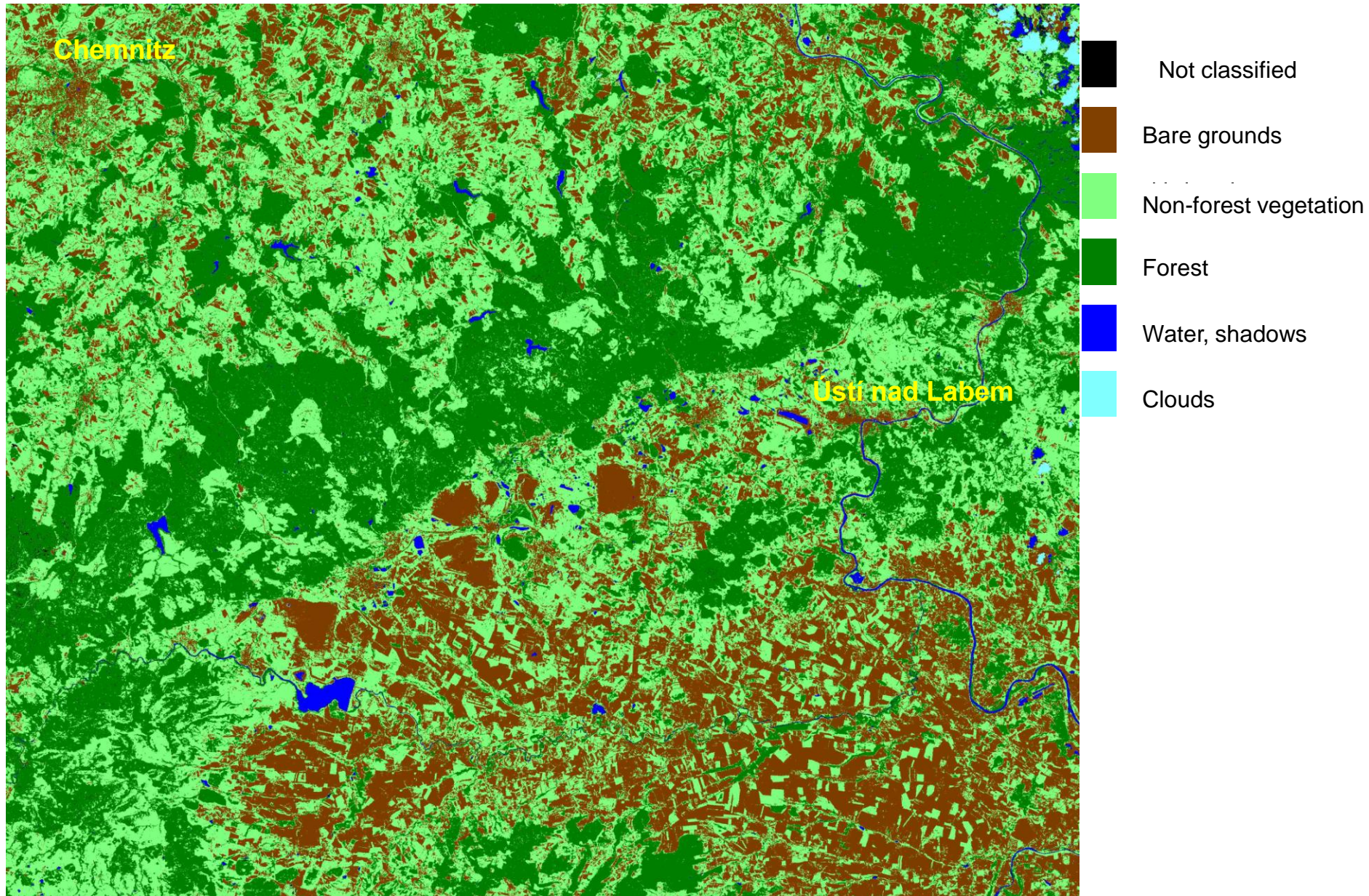
Landsat TM scene subset acquired on 10.8. 2004



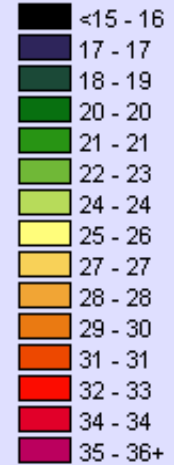
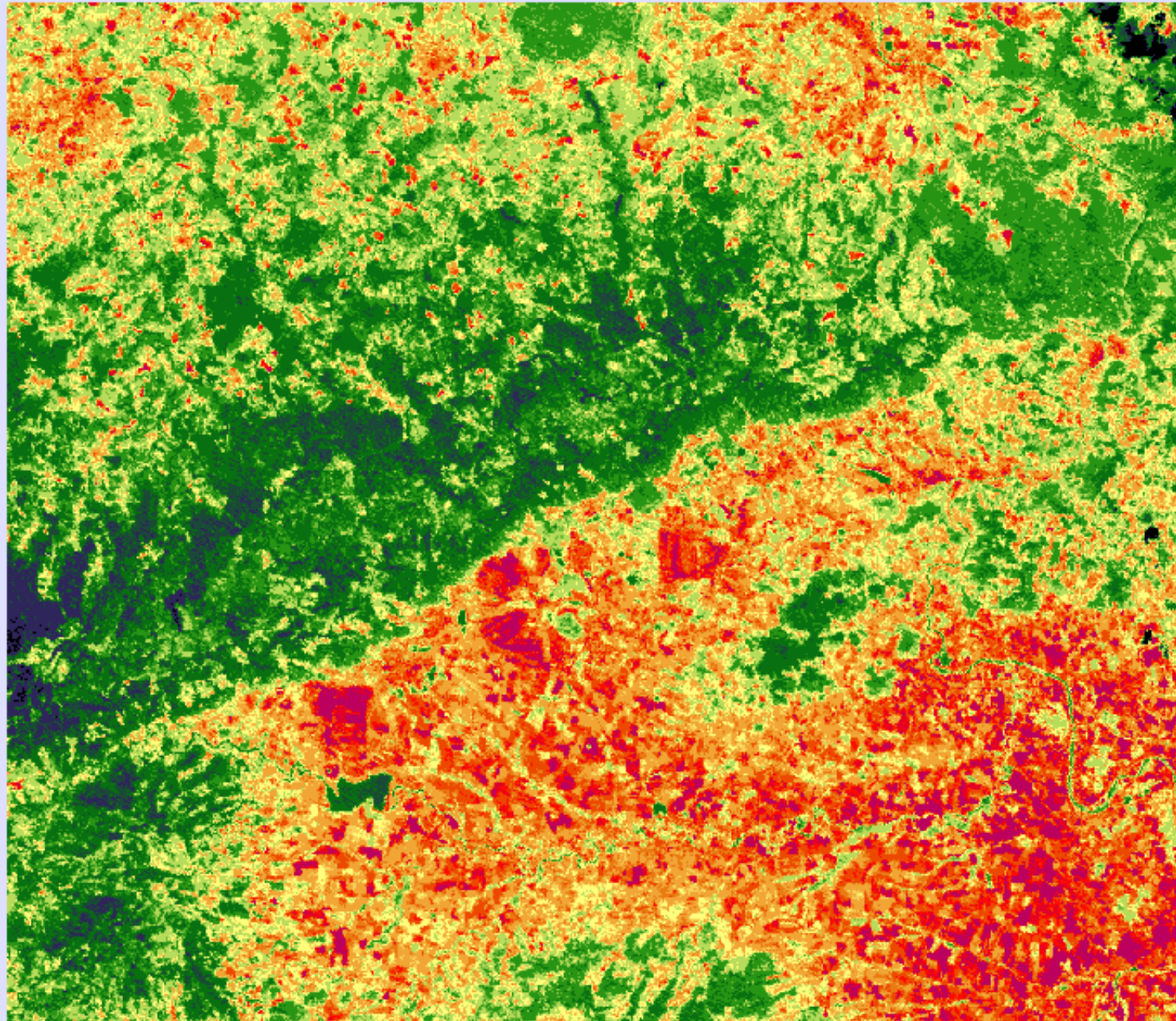
RGB 321
synthesis =
visible part of
electromagnetic
spectrum

= “**photograph**”
from the space

Land cover classification

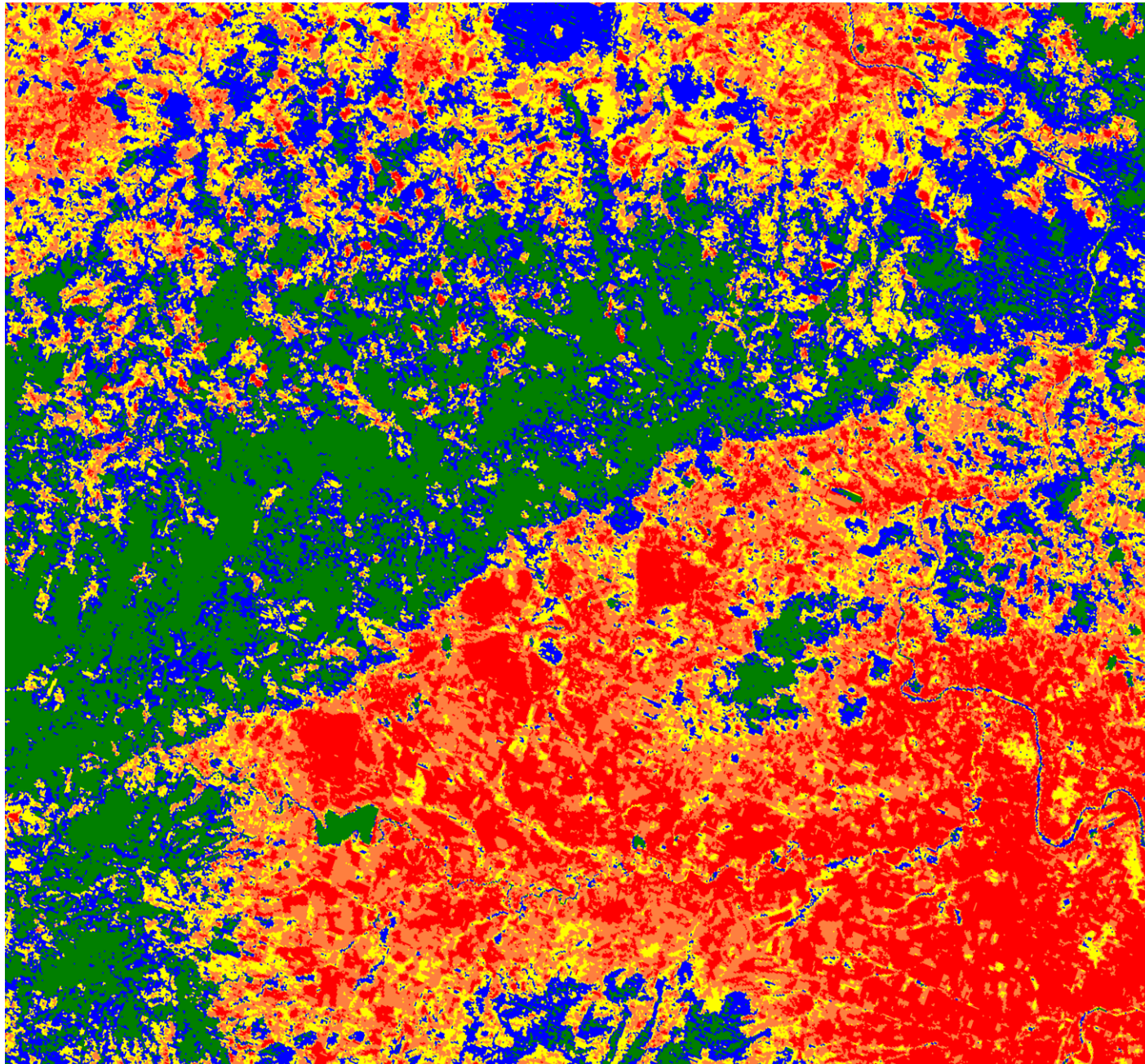


Blackbody temperature derived from Landsat Band 6 [°C]



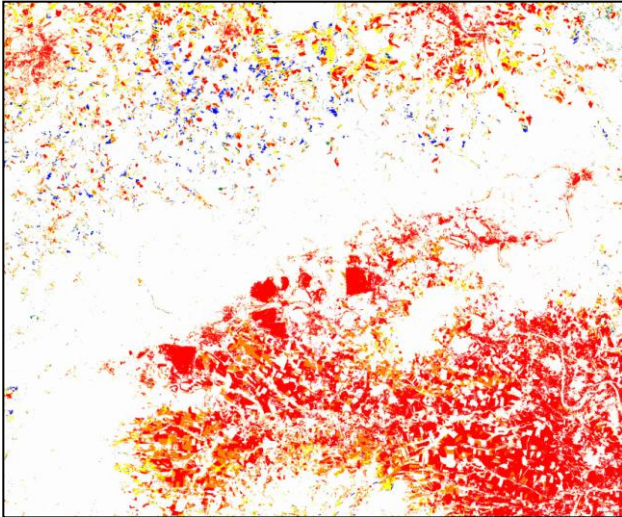
temperature
information
measured by
satellite for
120x120m area
– no
interpolation

Radiation temperature of land cover – relative scale

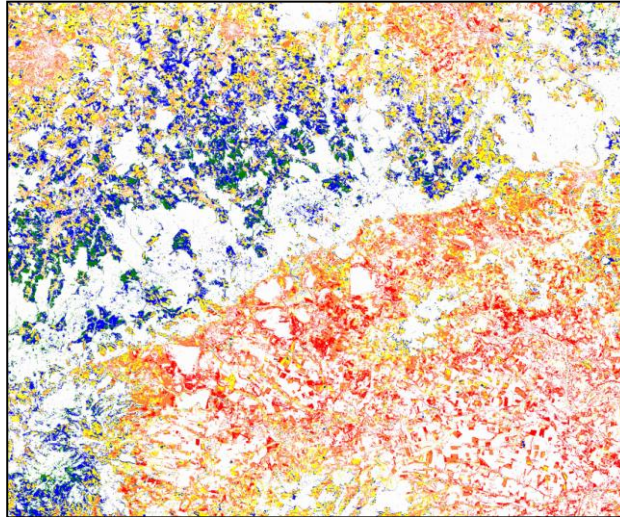


- Lowest temperature
- Low temperature
- Middle temperature
- High temperature
- Highest temperature

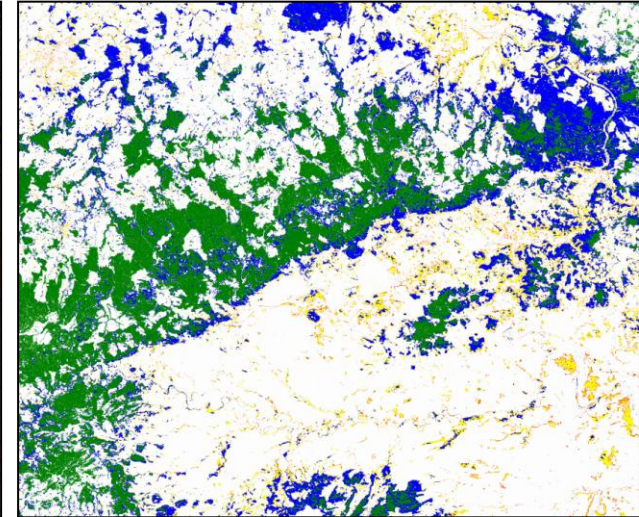
Bare grounds



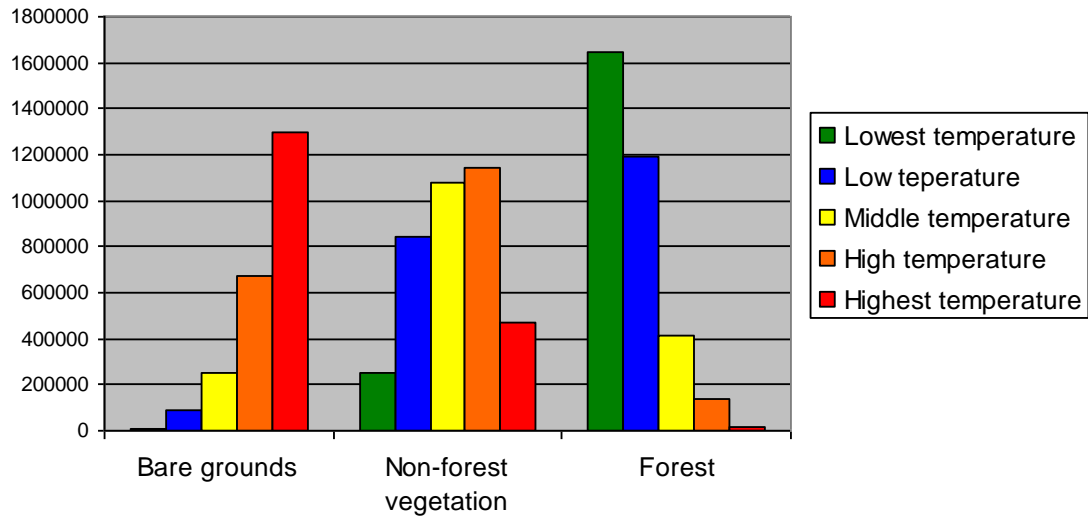
Non-forest vegetation



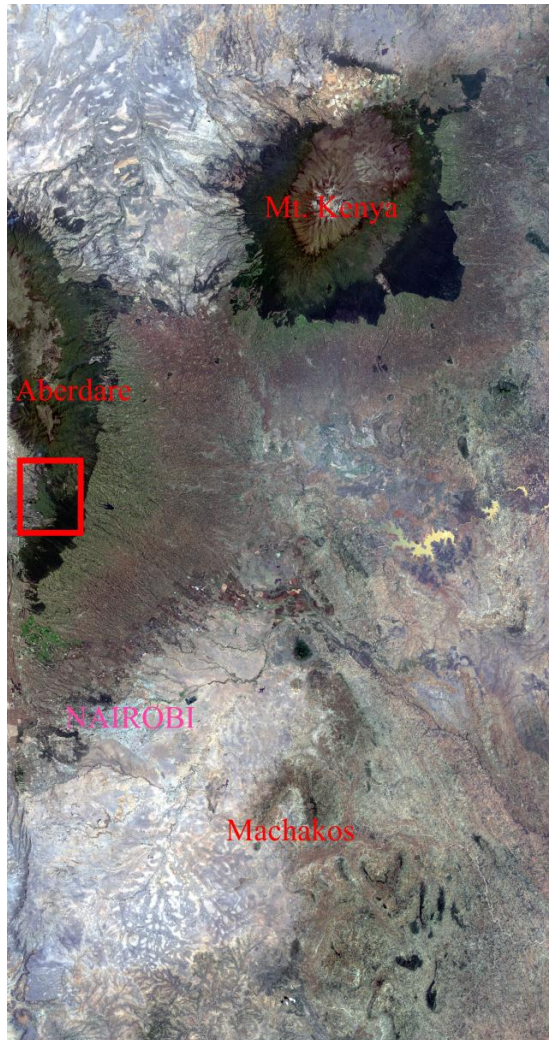
Forest



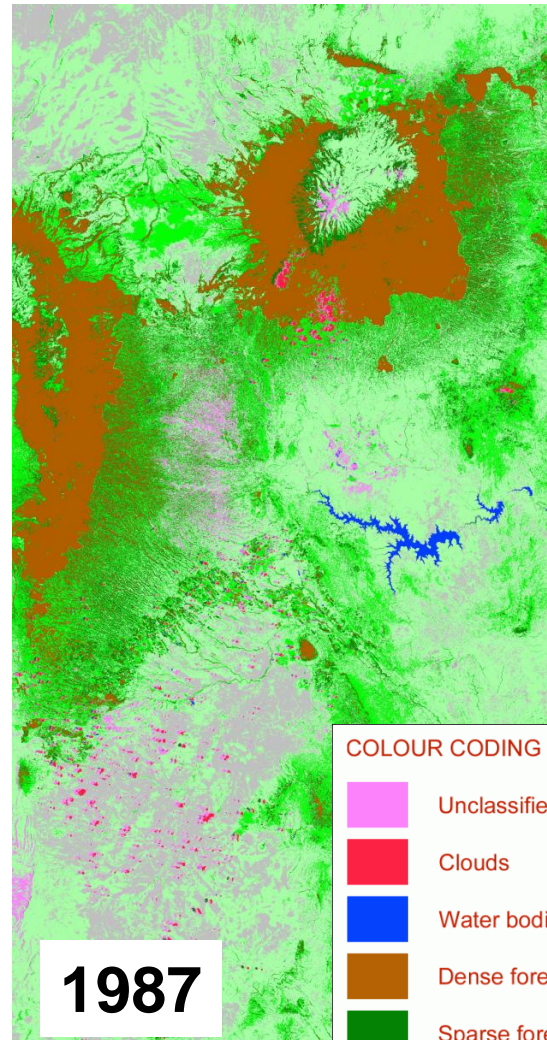
Land cover temperature categories



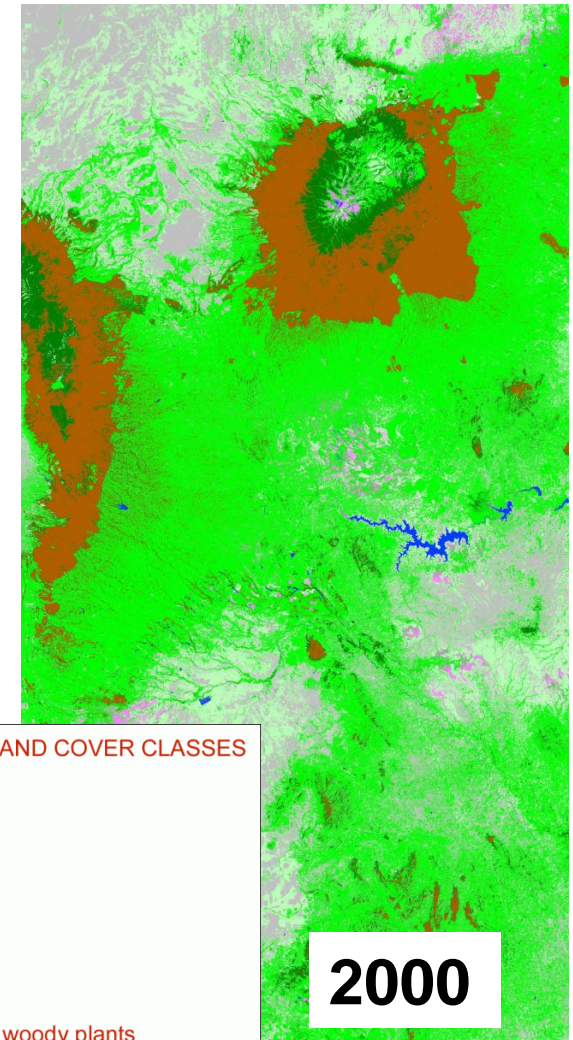
Satellite photos of Central Kenya showing vegetation cover



Area: 37, 137 km²



**Forested:
214 km²**

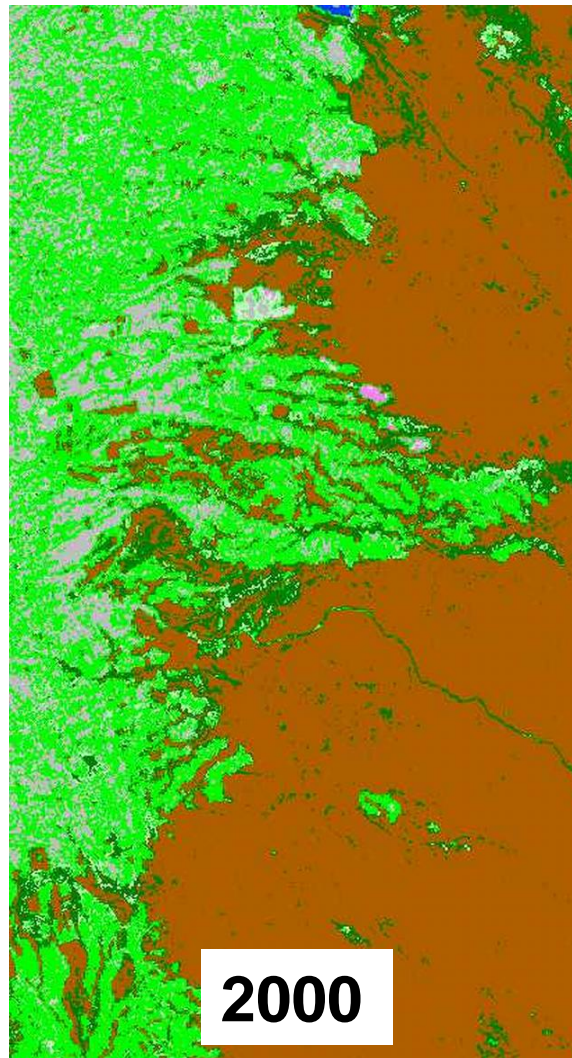
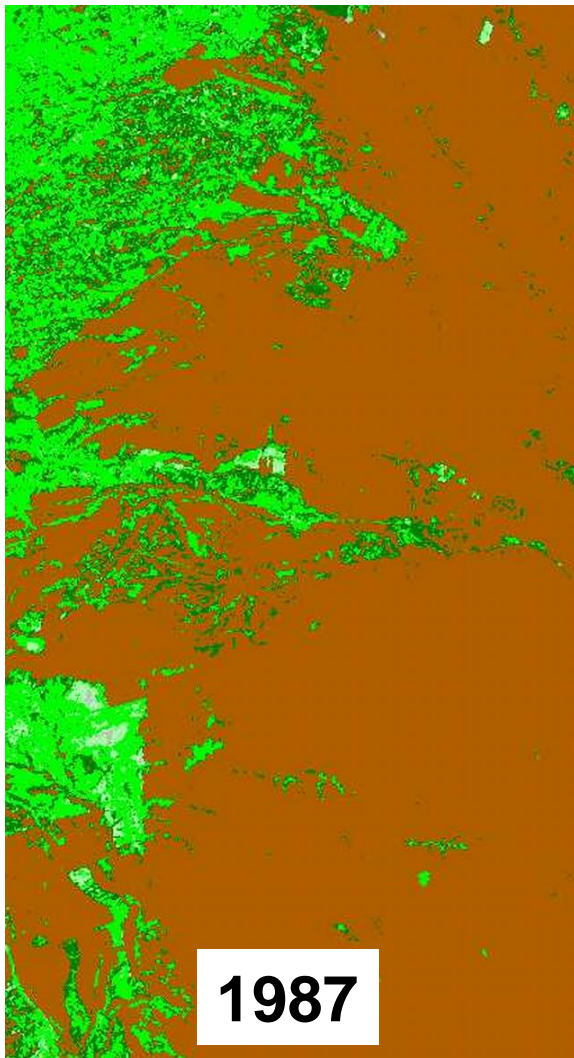


**Forested:
147 km²**

COLOUR CODING OF LAND COVER CLASSES

	Unclassified
	Clouds
	Water bodies
	Dense forest
	Sparse forest & woody plants
	Non-forest green vegetation
	Bare grounds 1 (dry & green vegetation)
	Bare grounds 2 (dry vegetation)

Change in forest cover



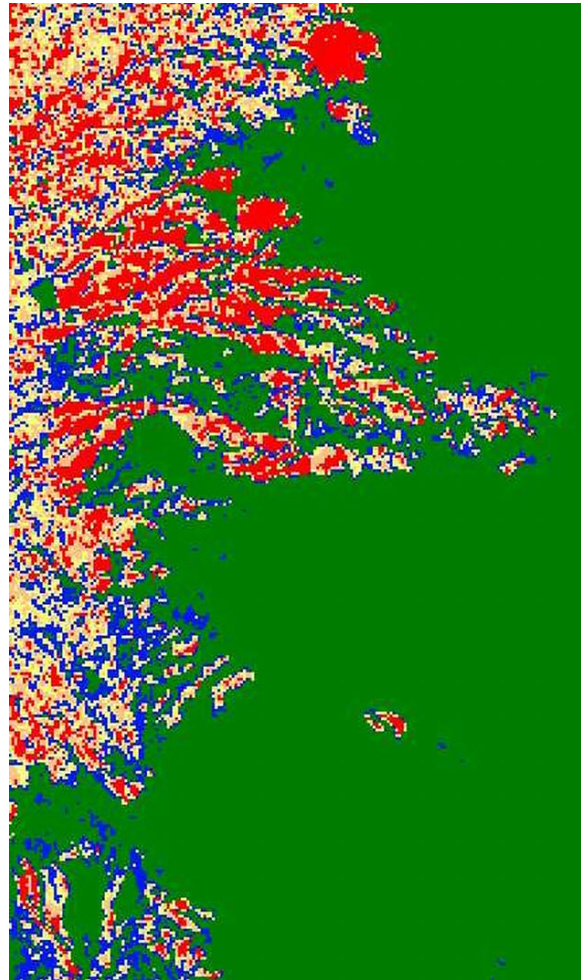
- TOTAL AREA: 284 km²
- Decline in forest area: 67 km²

Change in the distribution of solar energy: temperature channel of LANDSAT

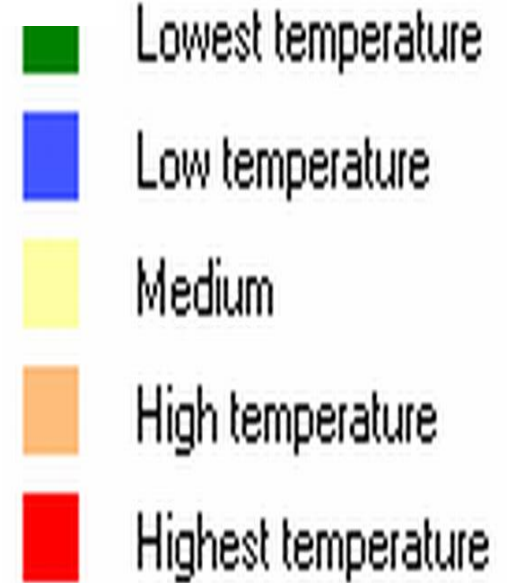


L.E : 912 GWh d⁻¹

1



L.E : 627 GWh d⁻¹



Cost implications of clearing forest / wetlands

- Sensible heat energy due to loss of the forest patch of 67 km^2 is: **285 GWh d⁻¹**.
- Such an amount of energy in form of electricity would cost **KShs. 1,14 Trillion / day** (Equivalent to **11,4 Billion Euros**).
- Conversion of such sensible heat energy to Latent heat of evapotranspiration that is then transferred to cooler parts resulting in:
 - > Cooling (air-conditioning) effect at the wetlands.
 - > Condensation and release of the energy in cold places.

Strom o průměru koruny 10 m vydá transpirací (výparem) 400 l vody za den

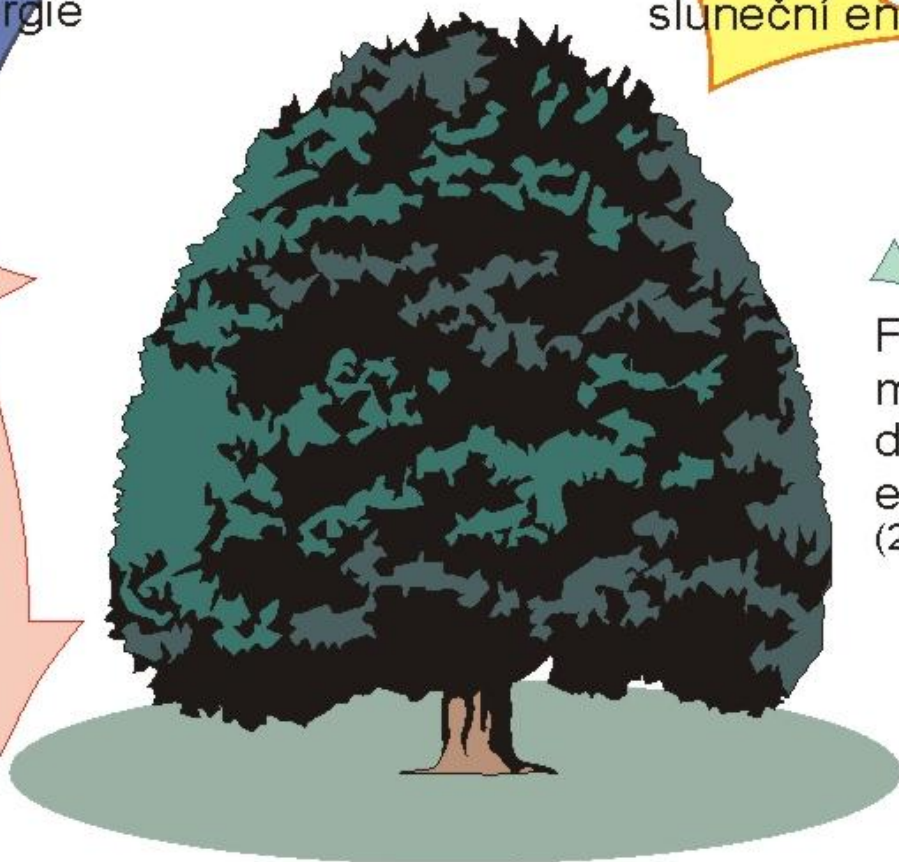
Do vodní páry se váže okolo 70% sluneční energie (280 kWh)

Na 1 m² dopadne za den 4-6 kWh.

Na průmět koruny stromu 80 m² dopadne za den 450 kWh sluneční energie

Odrazem, přeměnou na teplo a tokem tepla do půdy se spotřebuje okolo 30% (160 kWh)

Fotosyntézou se váže méně než 1% dopadající sluneční energie (2 - 4 kWh)



Jediný velký strom dostatečně zásobený vodou v létě chladí výkonem 20-30 kW.

ÚČINNOST PŘEMĚNY SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

Přírodní systémy

Technické systémy

Fotosyntéza..... 10 %
(ATP, NADPH)

Fotosyntéza..... 2 %
(tvorba cukrů)

Fotosyntéza..... 1 %
(tvorba biomasy)

Produkce 0,5 %
Biomasy

Fotovoltaika 15 %

Fotothermal 40 %

Fresnelovy č. 12 %

Meteorological station in the Wet meadows

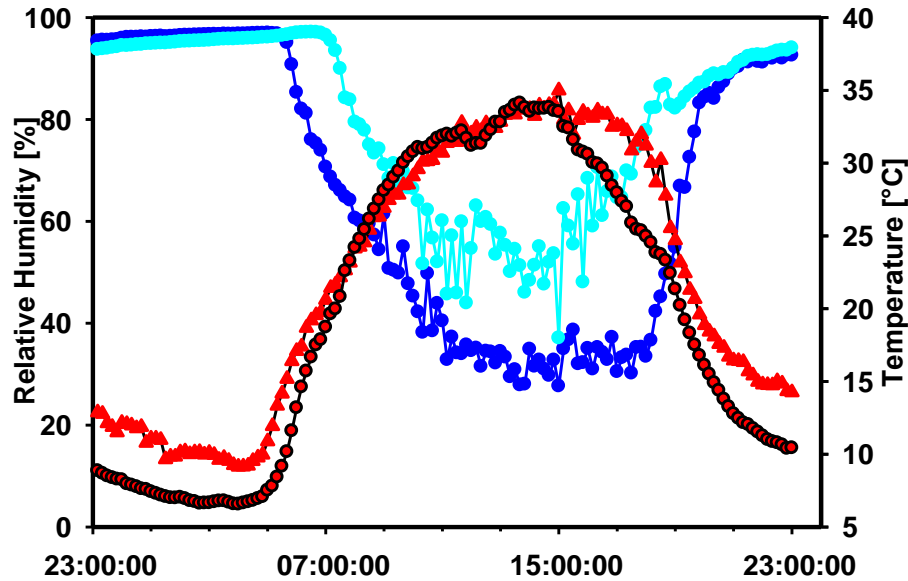


Meteorological station at the concrete surface

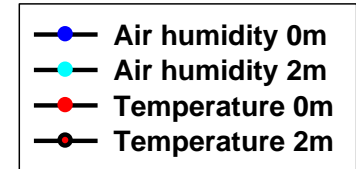
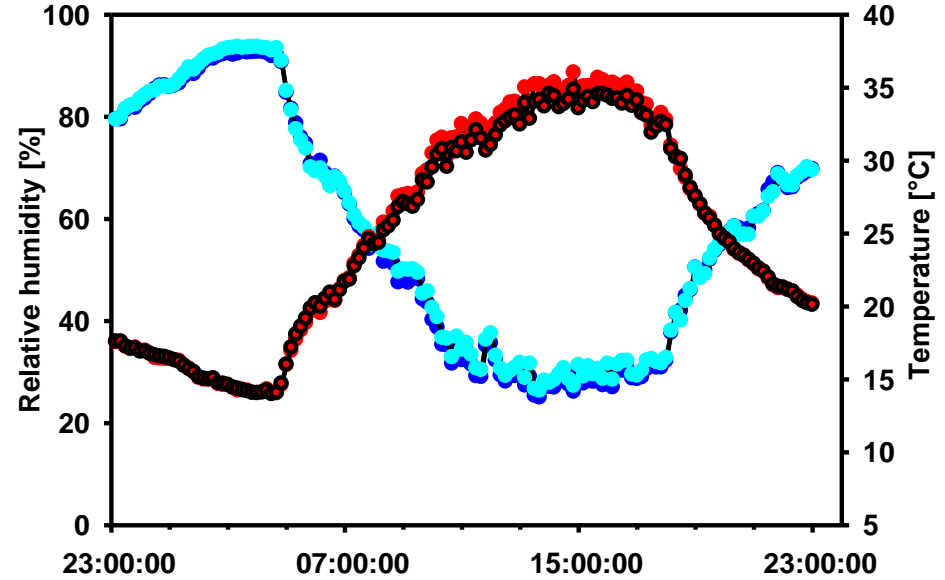


Air humidity and temperature on a Sunny day (22.06.08)

Wet meadows

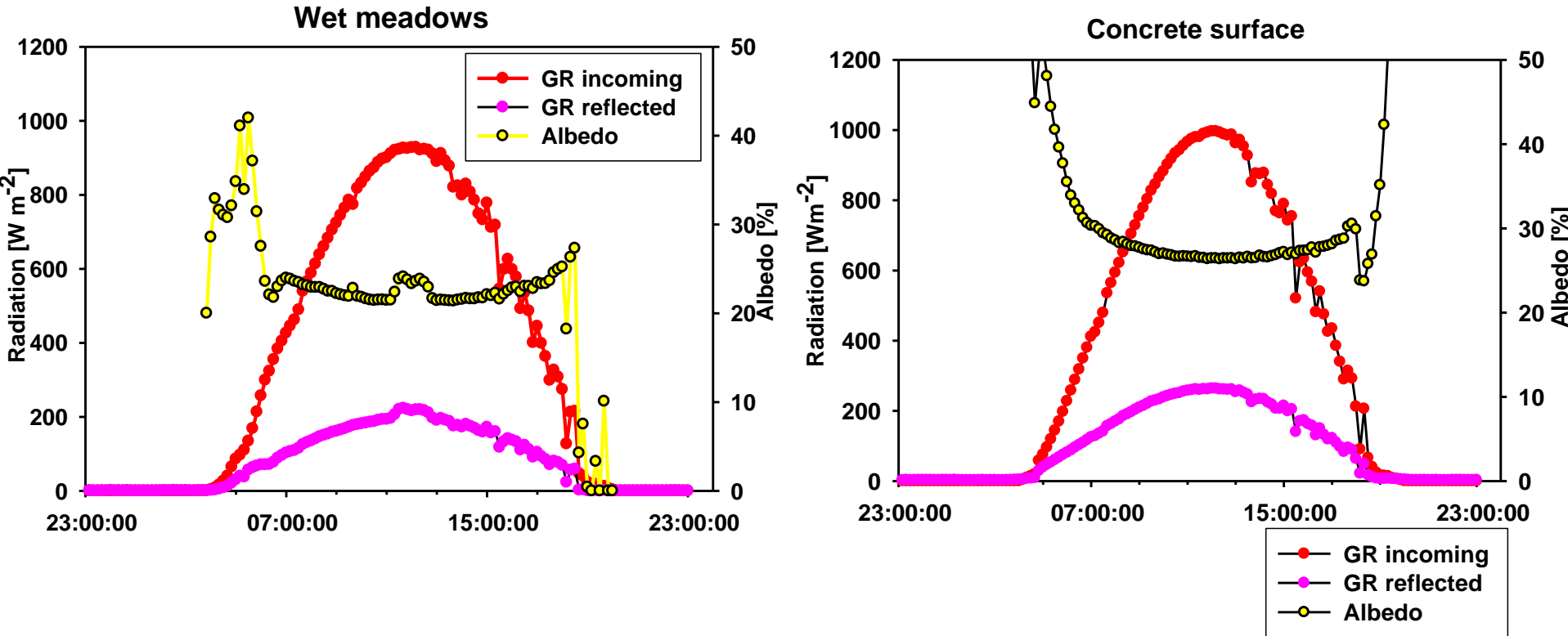


Concrete surface



- Time of saturation vapour pressure longer on meadows than concrete
- Temp and humidity almost similar on concrete.
- Increase in temp lowers humidity.
- In meadows, humidity at 2m is lower than in stand.
- Temps almost equal but in afternoon temp at 2m is higher- advection.

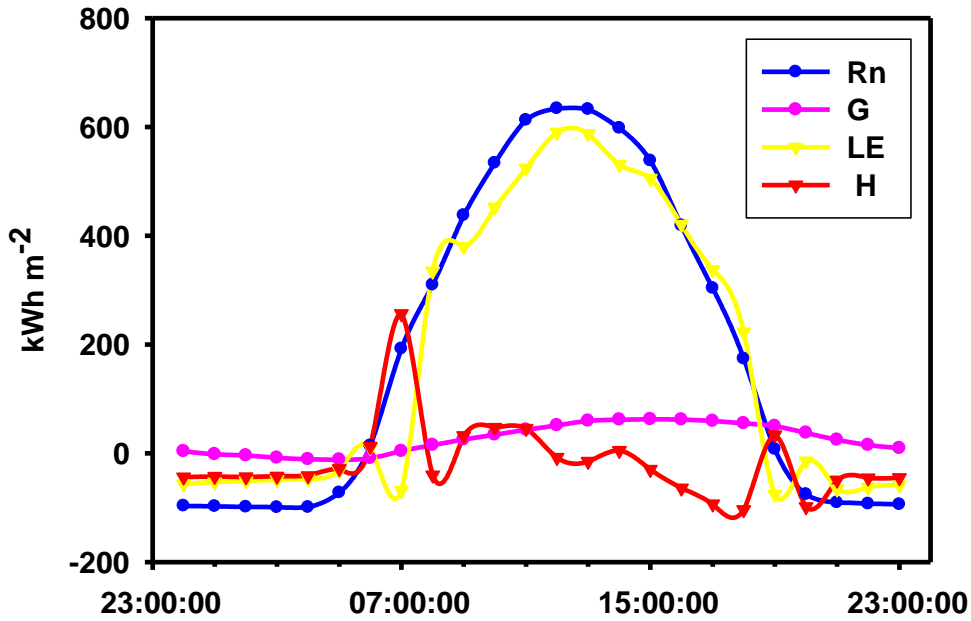
Incoming and reflected solar radiation on a sunny day (22.06.08)



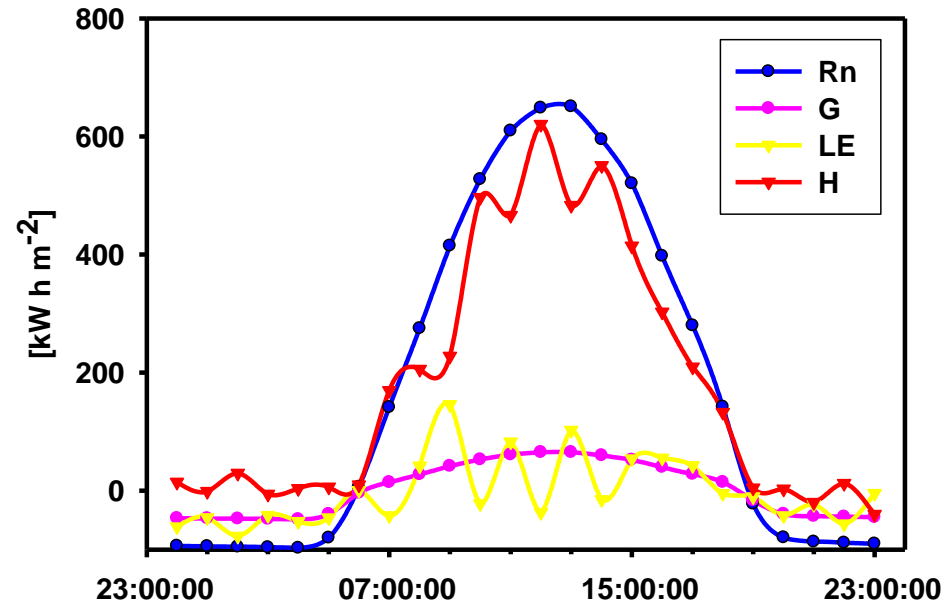
- On a concrete surface, more energy is reflected than in Wet meadows.
- Albedo is higher in the night, morning and evening than afternoon.
- Peak of net radiation in wet meadows is slightly lower than at concrete - absorption by the more vapour at wet meadows.

Daily solar energy fluxes on a sunny day (22.06.08)

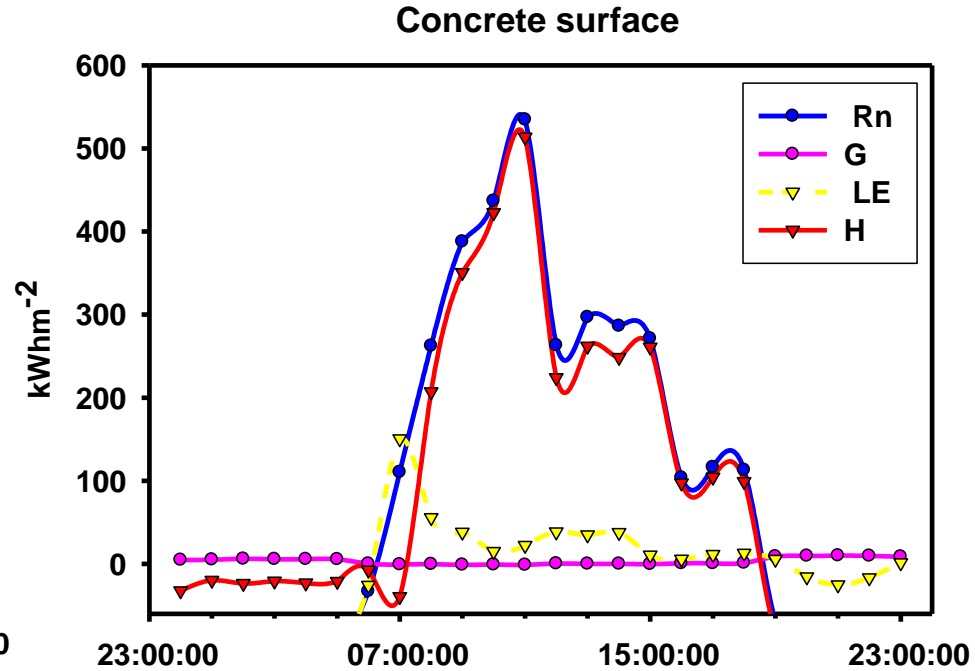
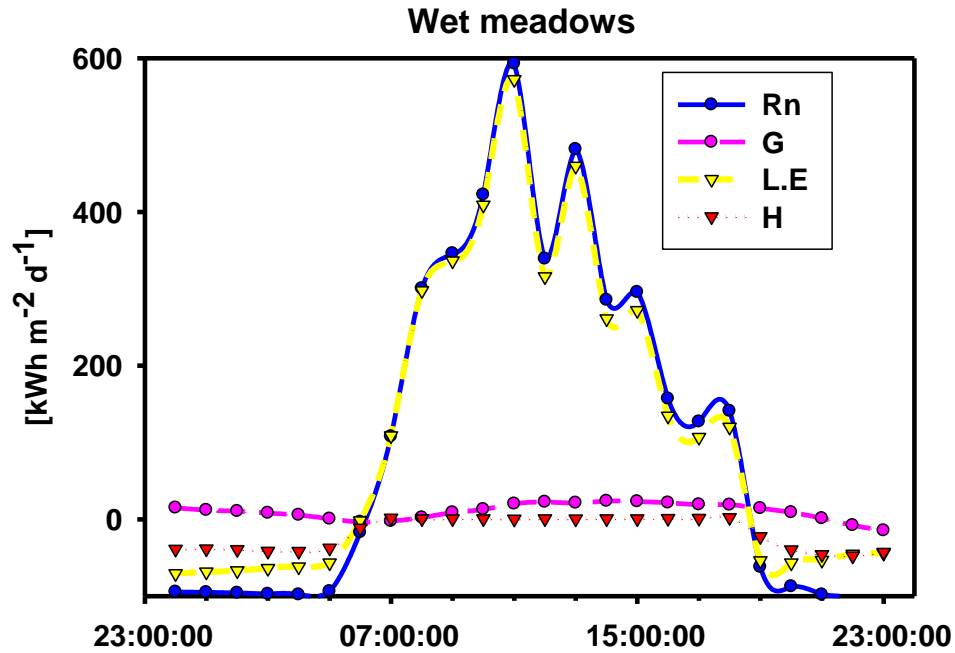
Wet meadows



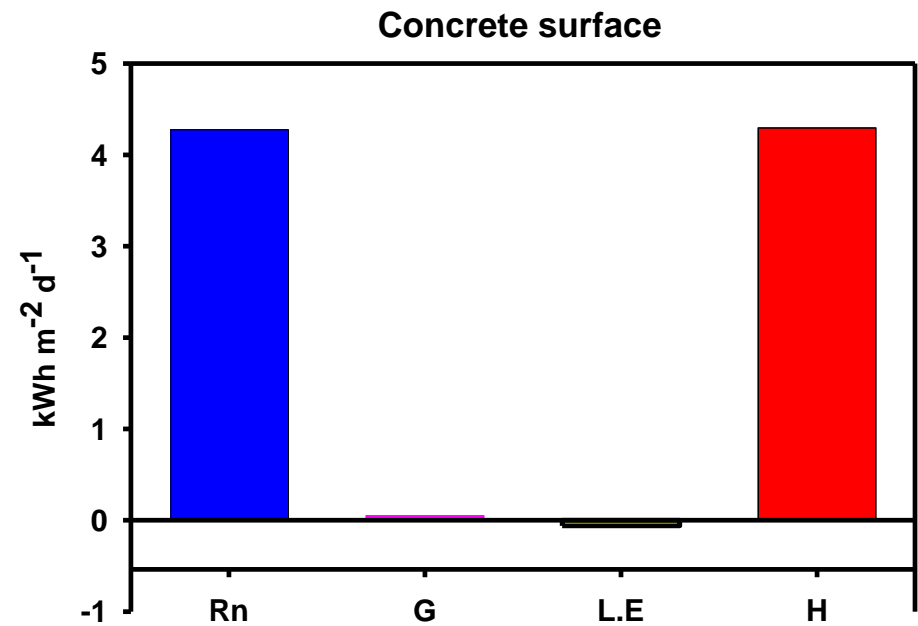
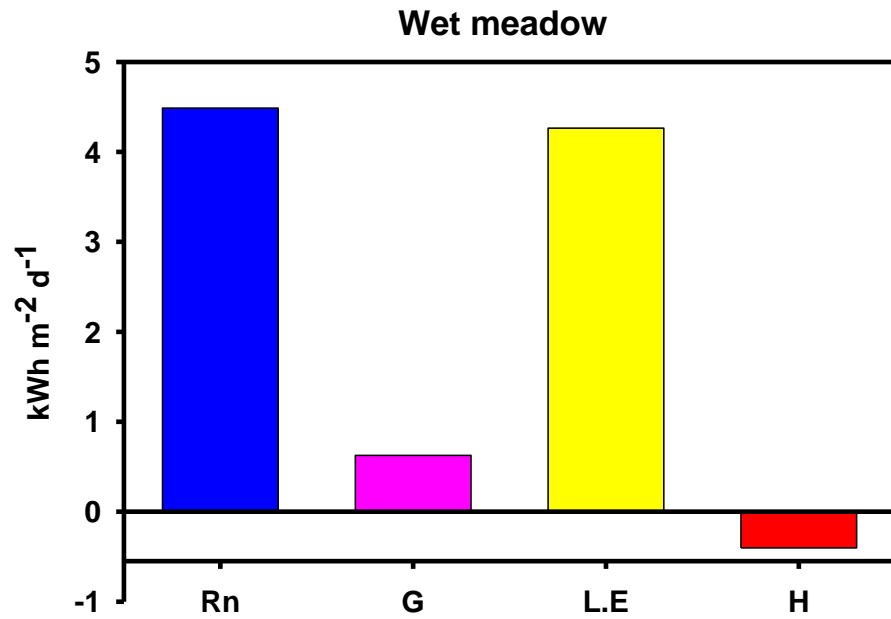
Concrete surface



Daily solar energy fluxes on a cloudy day (21.07.08)



Distribution of solar energy as Rn, G, L.E and H on a sunny day (22.06.08)



Solar energy fluxes on a sunny day

	Concrete surface	Wet meadows
Latent heat (LE) [Wh m ⁻² d ⁻¹]	-61	4263 (≈ 6 litres water)
Sensible heat (H) [Wh m ⁻² d ⁻¹]	4295	-403
Primary production [Wh m ⁻² d ⁻¹]	0	45

- Estimates of biomass dry weight in the wet meadows is 10 g /m⁻² , this use approx. 4 W m⁻² of solar energy/ day.
- While L.E on Wet meadows is several hundreds W m⁻²

Man made landscape

Třeboň Biosphere Reserve

