



CENTRUM PRO PÉČI O MOKŘADY  
A VODU V KRAJINĚ



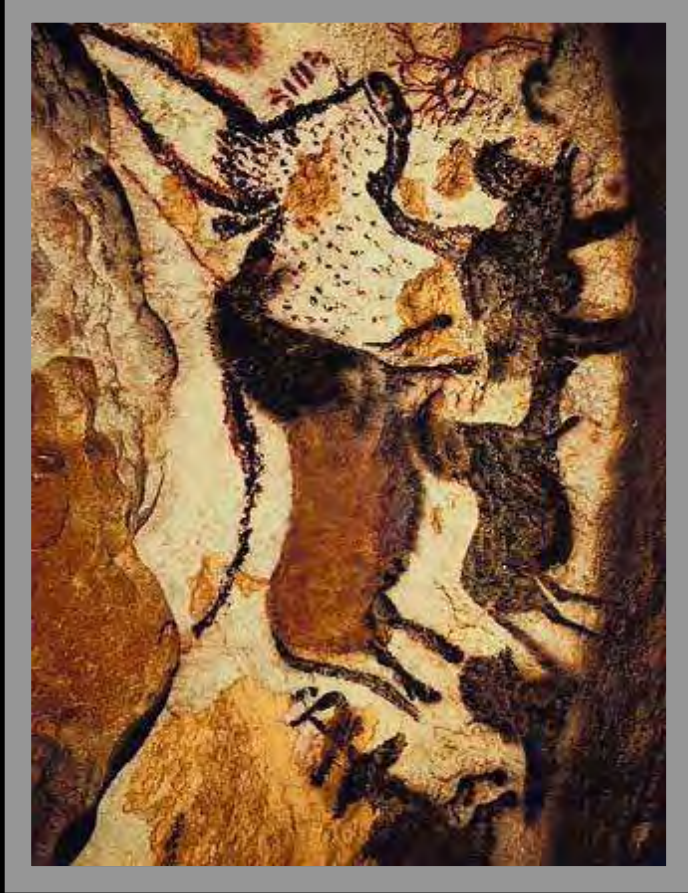
# VODA V KRAJINĚ

Jan POKORNÝ  
ENKI, o.p.s. - Třeboň

---

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY

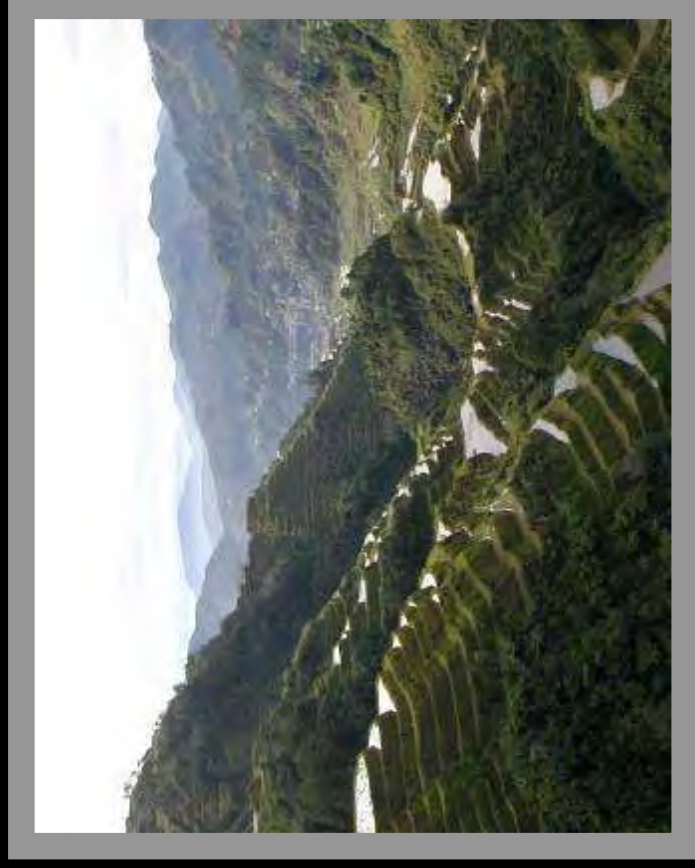
**Lovec sběrač –  
2 miliony let**



**Domestikace zvířat:**

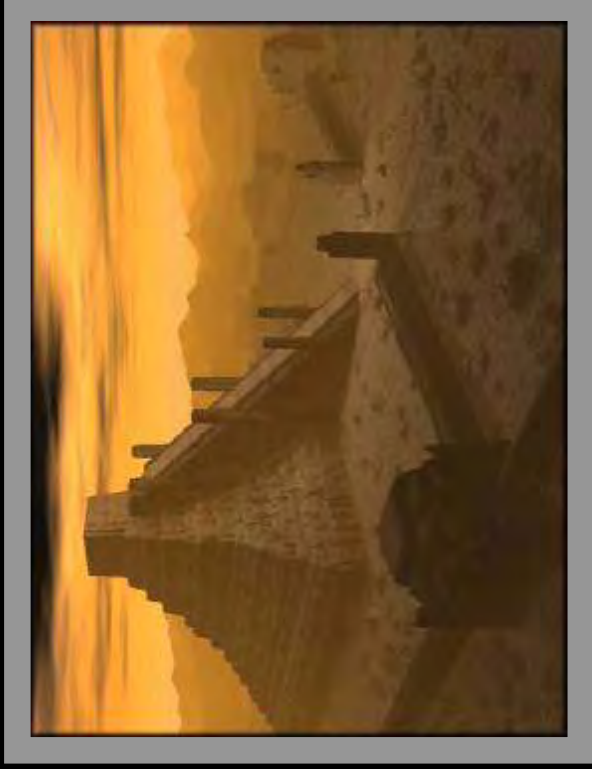
- pes (před 50 000 lety)
- prase (před 10 000 lety)
- koza (před 8 000 lety)

# PRVNÍ PLODINY



**Blízký a Stř. Východ**  
pšenice a ječmen

**Čína a JV Ásie**  
proso a rýže



# SUMER a MEZOPOTÁMIE

(Irák, Jordánsko, Sýrie)

až 7 000 let př.n.l.

Zavlažovací  
systémy

Vyčerpání krajiny,  
zasolení

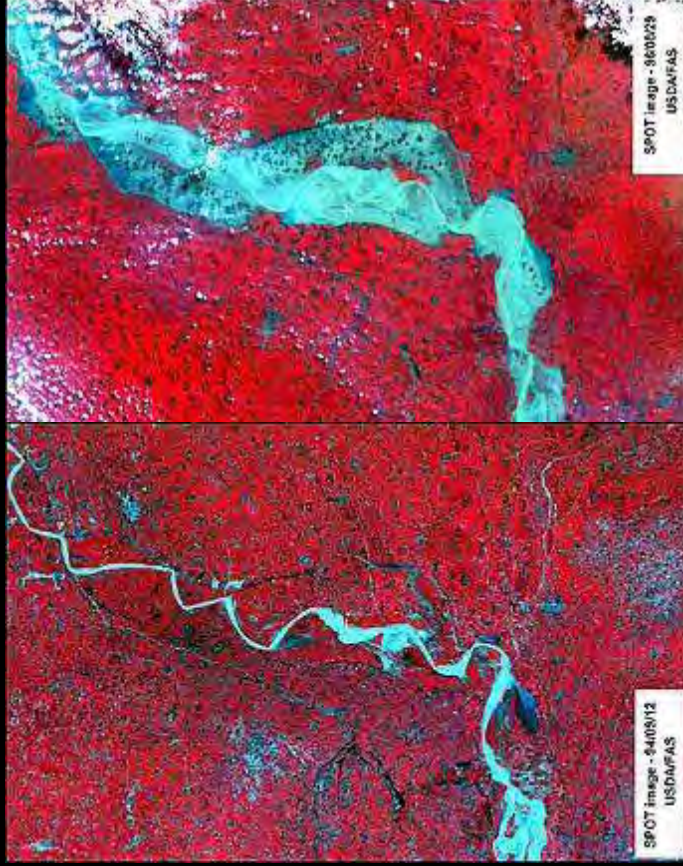
Eridu

(sídlo boha ENKI)



**SUMER a MEZOPOTÁMIE**  
**(Irák, Jordánsko, Sýrie)**  
**ZAVLAŽOVACÍ KANÁLY**





**ČÍNA  
(Žlutá řeka)**

**Odlesnění**

**Eroze**

**Povodně**



# ŘECKO



**Současná krajina  
výsledek zemědělství**

# ODVODNĚNÁ KRAJINA



↑  
**Těžba surovin**

**Lidská sídla** ↗



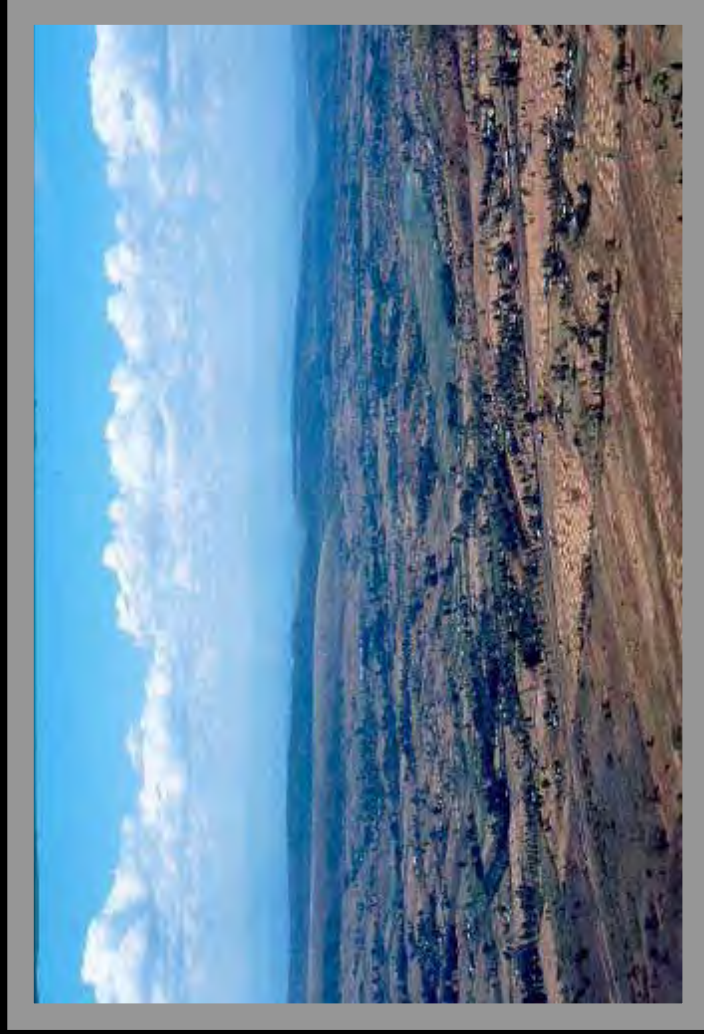


# MODERNÍ STEP



↑  
Čechy

Keňa ↑



# PASTVA



↑  
Střední Ásie

↑  
Austrálie



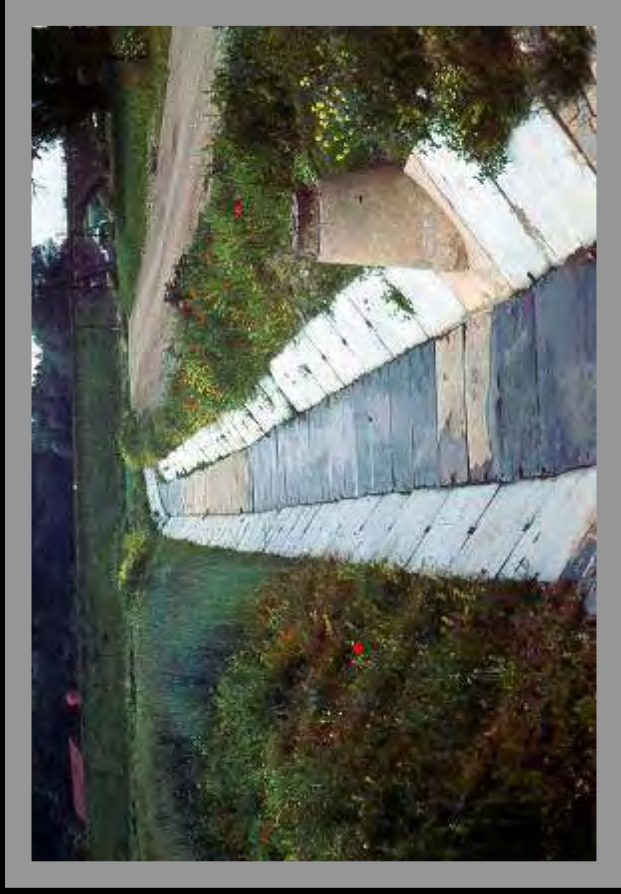
# RAŠELINIŠTĚ



↑  
Přirozené

↑  
Těžba

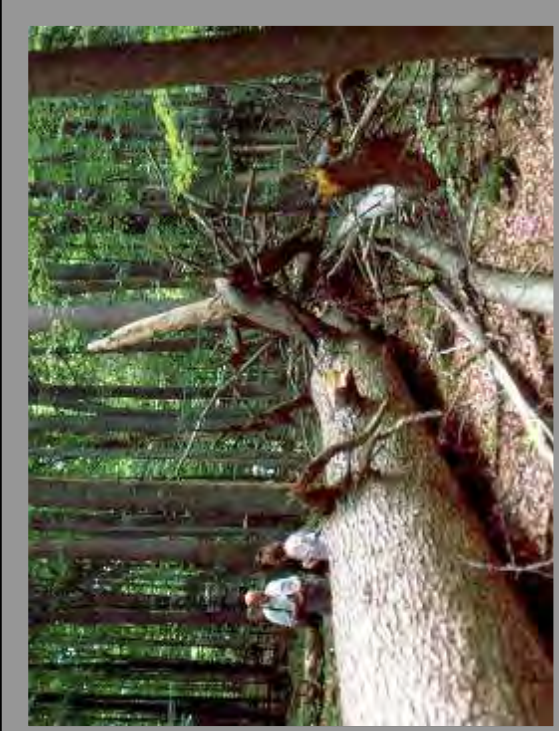
# ODVODNĚNÍ KRAJINY



# VODA V KRAJINĚ



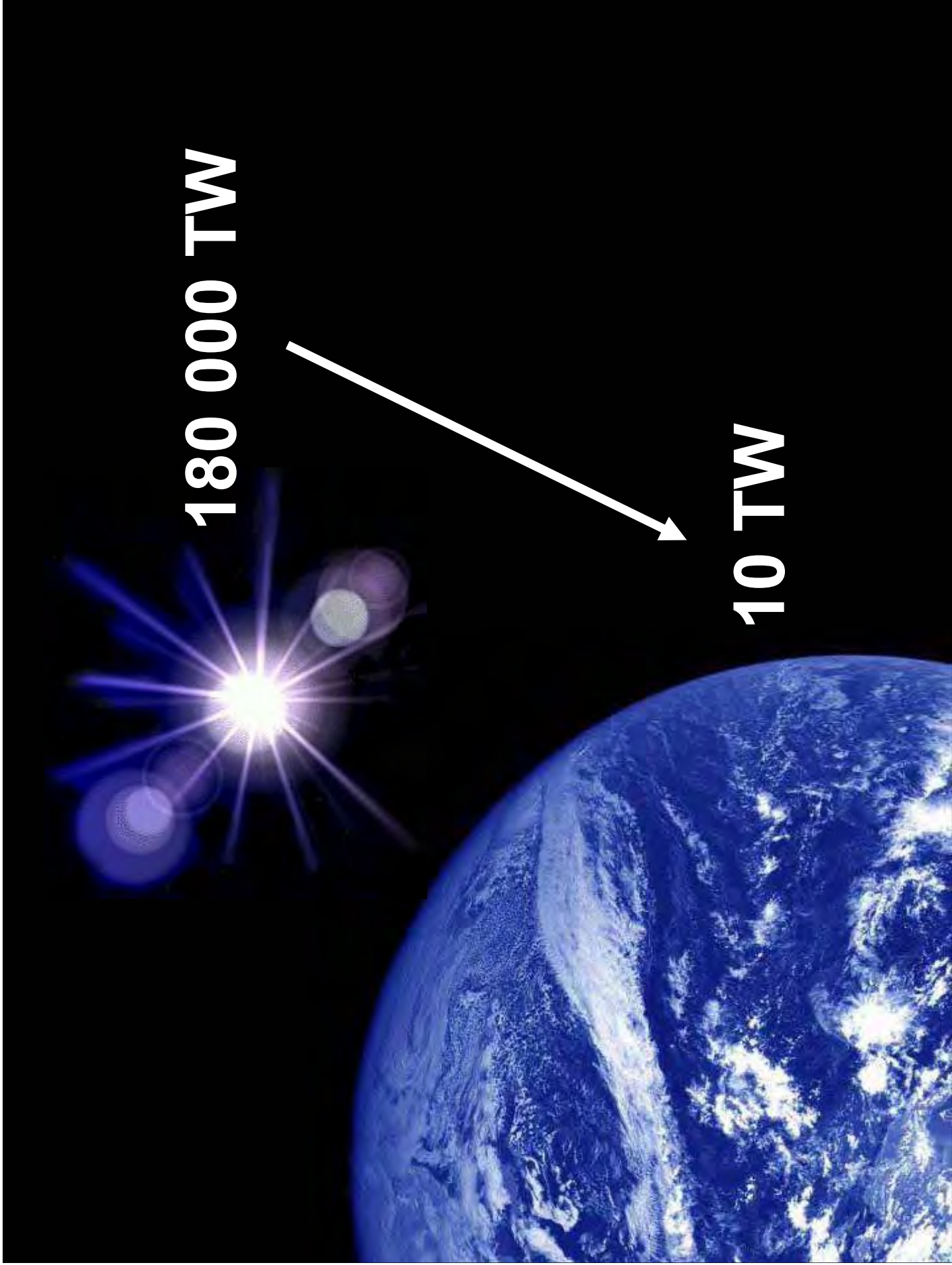
# PRALES

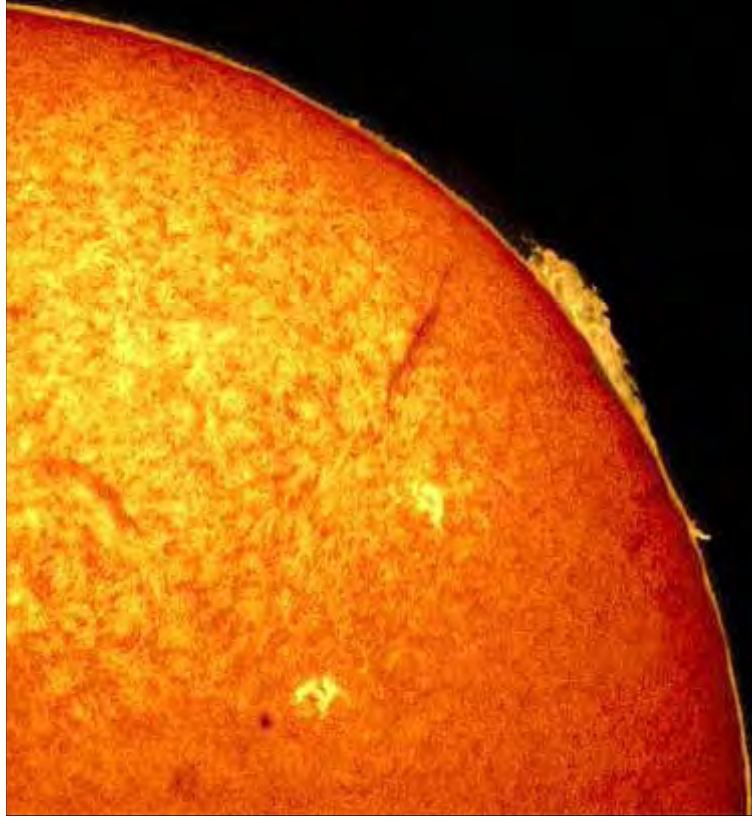


# Klimax

**180 000 TW**

**10 TW**





# SLUNCE

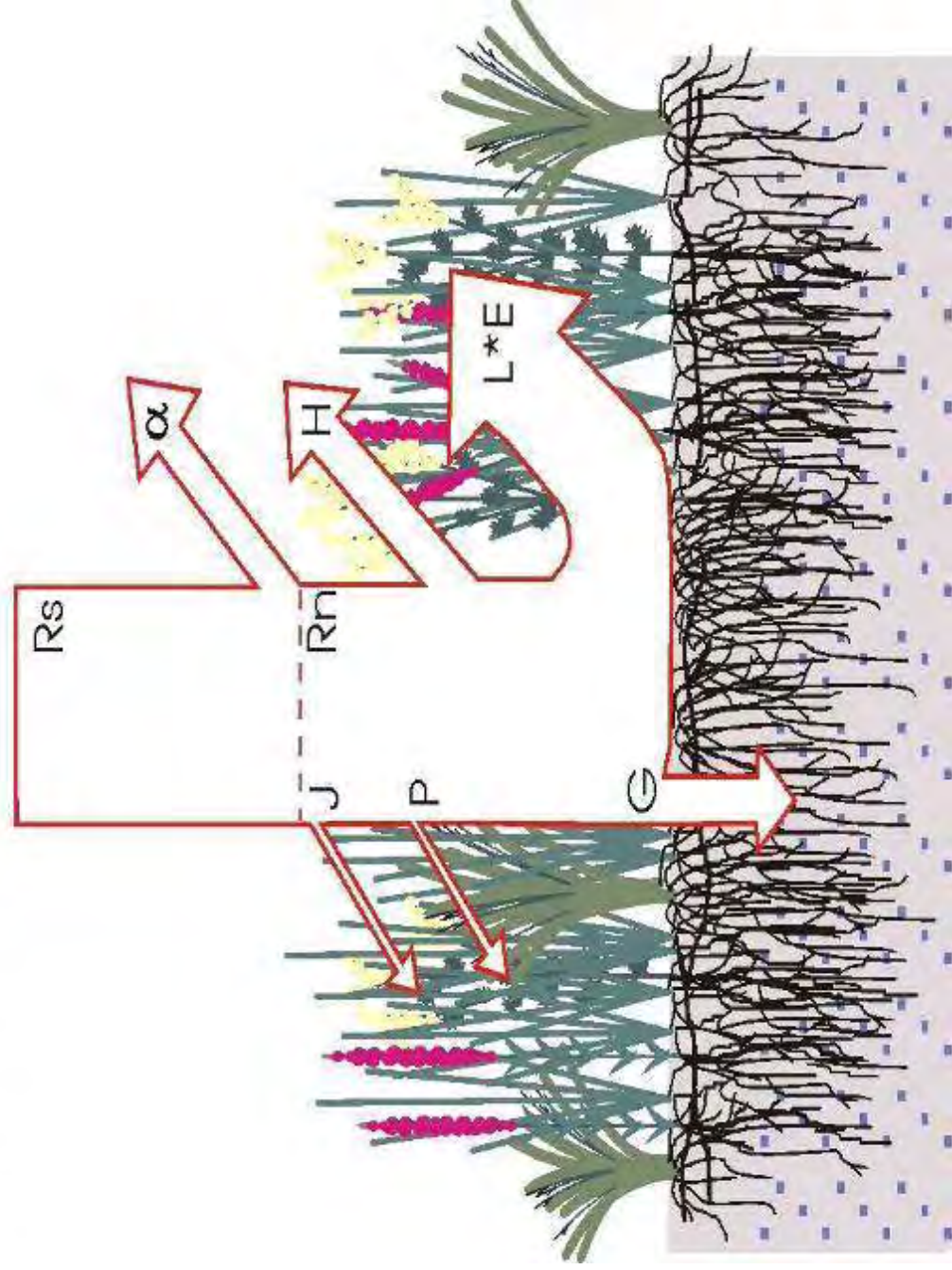
5 mld. let

Uvolňovaná energie

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



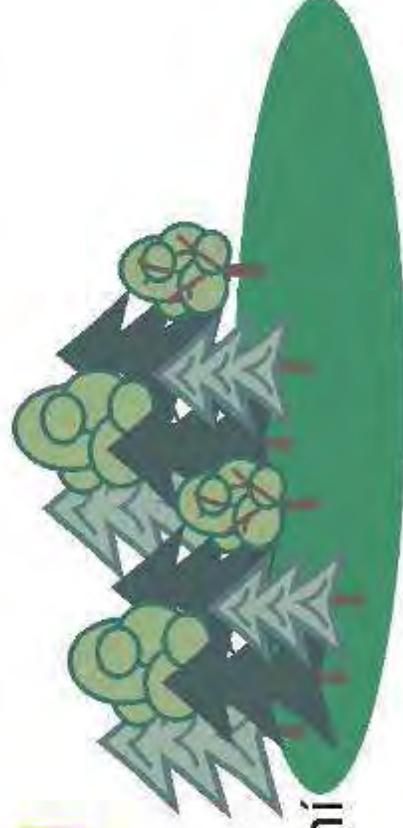
- Rs - Globální záření
- Rn - Čisté záření
- $\alpha$  - Odraz (albedo)
- H - Uvolněné pocitové teplo
- L x E - Skupenské teplo x Evapotranspirace
- G - Tok tepla do půdy
- P - Fotosyntéza
- J - Akumulované teplo v biomase





V našich podmínkách dopadne na 1m<sup>2</sup>  
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 kg/m<sup>2</sup>.

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

0 - 1000  $W \cdot m^{-2}$

tok sluneční energie

≈

DENNÍ PŘÍKON SLUNEČNÍ ENERGIE

6  $kWh \cdot m^{-2}$

TEPLO

60 - 70 %

VÝPAR

70 - 80 %

TEPLO  
5 - 10 %

ODRAZ  
5 - 15 %

VÝPAR  
10 - 20 %

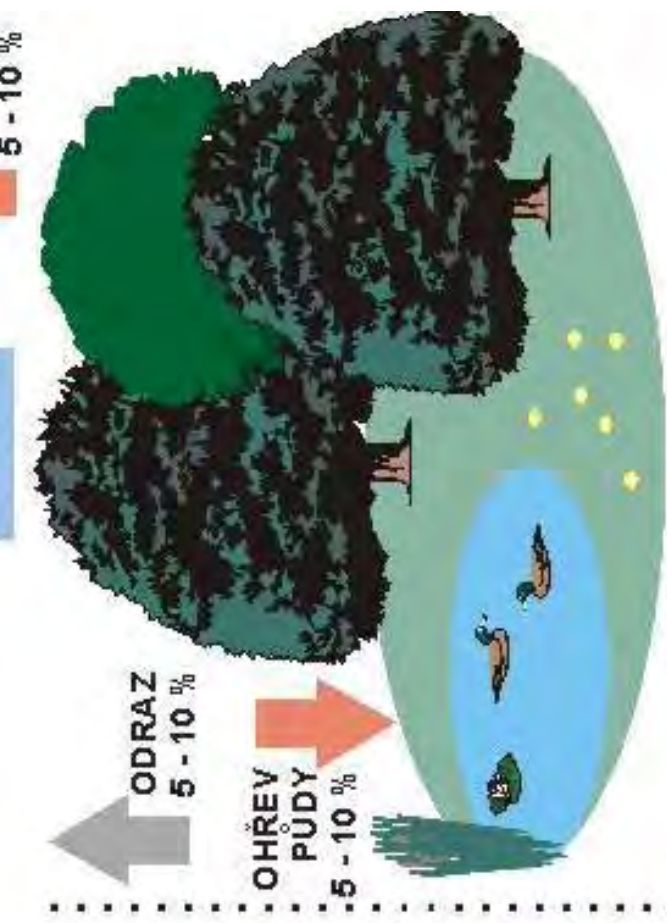
ODRAZ  
5 - 10 %

OHŘEV PŮDY  
5 - 10 %

OHŘEV  
PŮDY  
5 - 10 %

ODVODNĚNÁ PLOCHA

RYBNÍK, LOUKA, LES,  
KRAJINA S DOSTÁTKEM VODY



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 m<sup>2</sup> dopadne za den 4-6 kWh.

Na průmět koruny stromu 80 m<sup>2</sup> dopadne za den 450 kWh sluneční energie

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

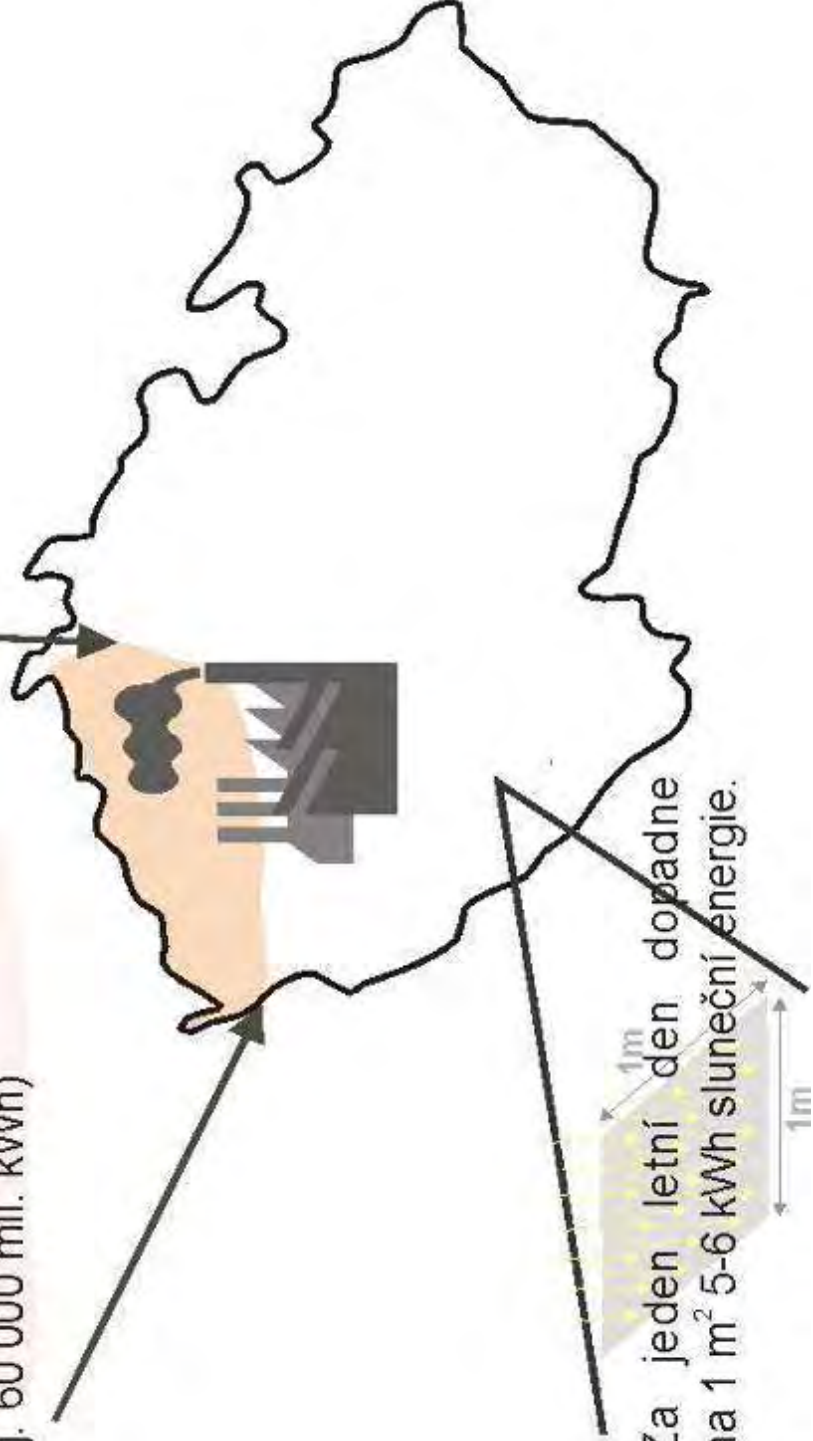
Fotosyntézou se váže méně než 1% dopadající sluneční energie (2 - 4 kWh)



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

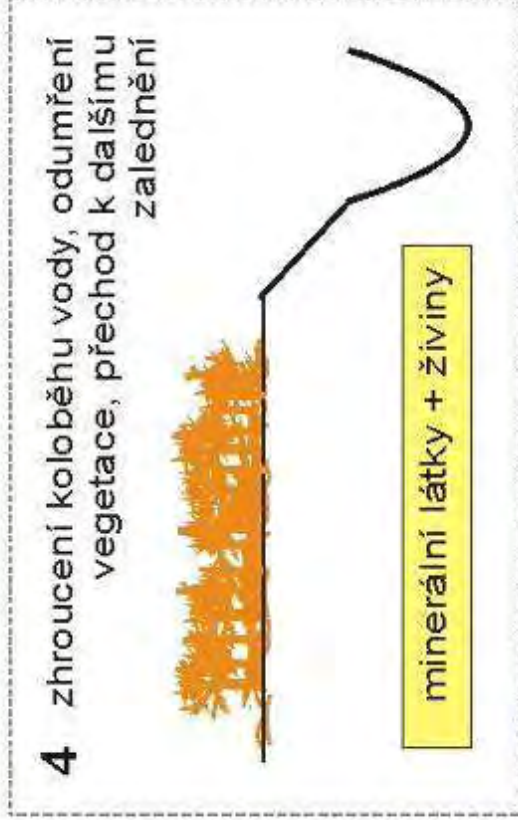
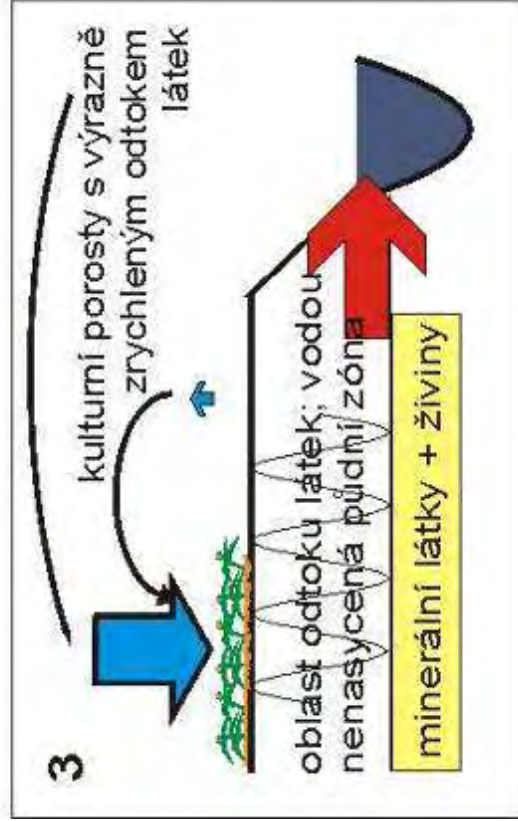
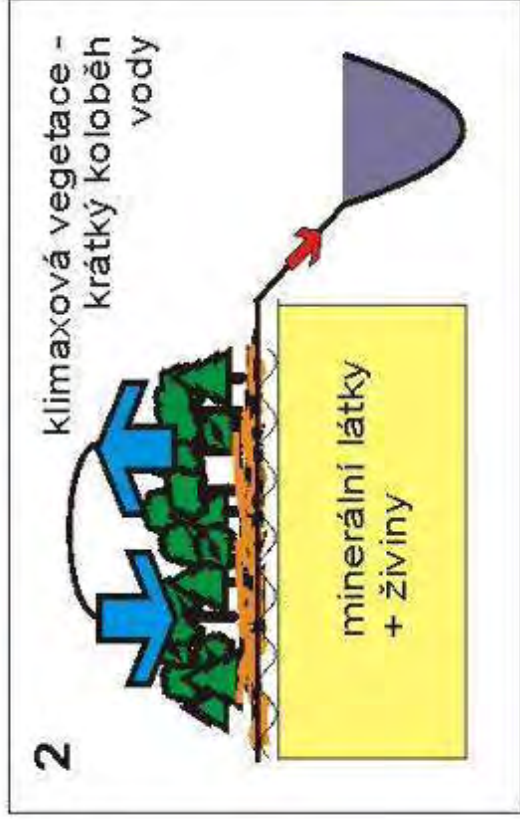
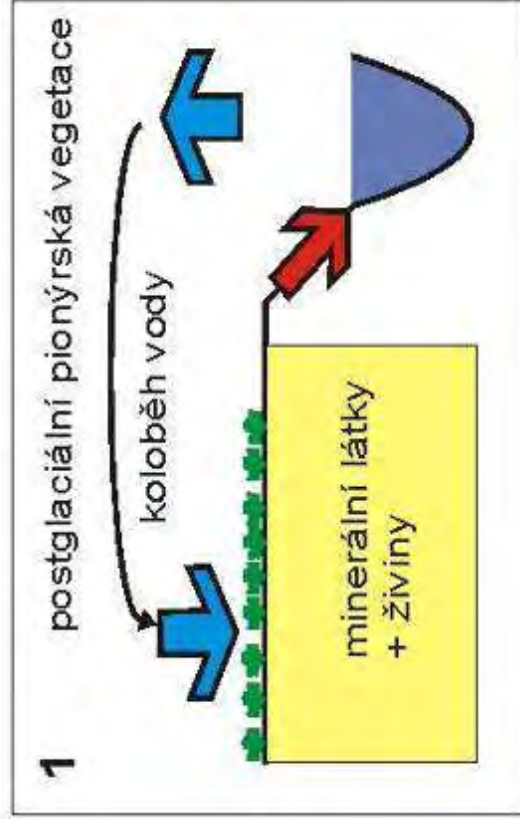
Na území ČR bylo odvodněno a rekultivováno přibližně **10 000 km<sup>2</sup>**.  
Na stejnou plochu dopadne za **1 průměrný letní den** stejné množství energie, které v ČR vyprodukují všechny elektrárny za celý rok.  
(tj. 60 000 mil. kWh)

Za den vyrobí naše elektrárny tolik energie (165 000 MWh) kolik dopadne za slunečný den na cca 33 km<sup>2</sup>.



Za jeden letní den dopadne na 1 m<sup>2</sup> 5-6 kWh sluneční energie.

# Koloběh vody a odtok látek v různých stádiích vývoje krajiny od posledního zalednění



## MOSTECKÁ PÁNEV



KRUŠNÉ  
HORY

LITVÍNŮV

MOST

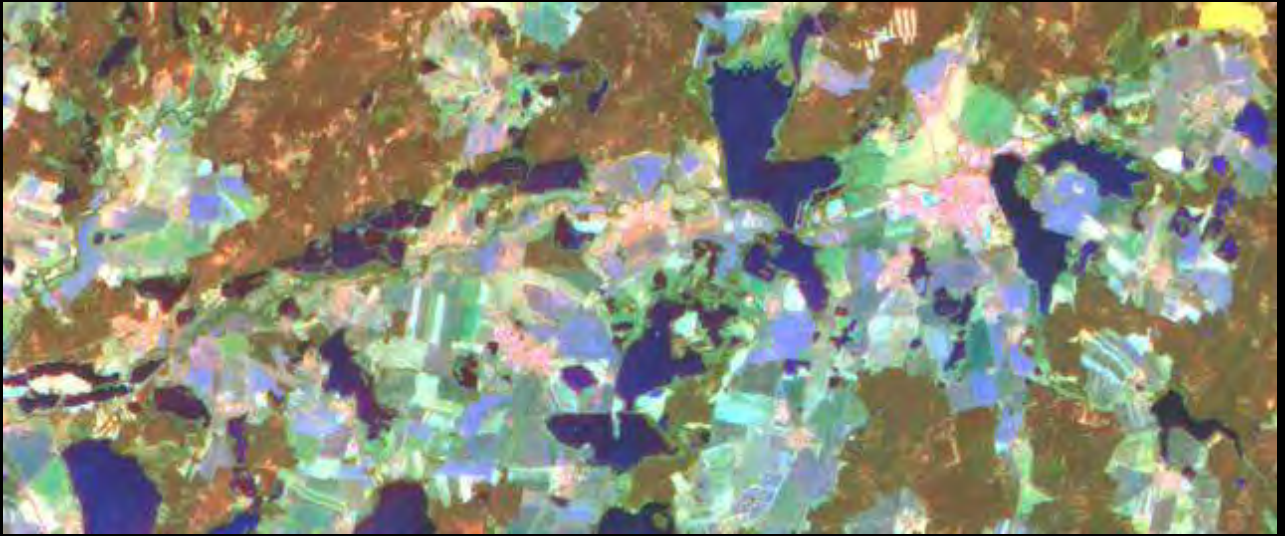
DOLY

## TŘEBOŇSKÁ PÁNEV

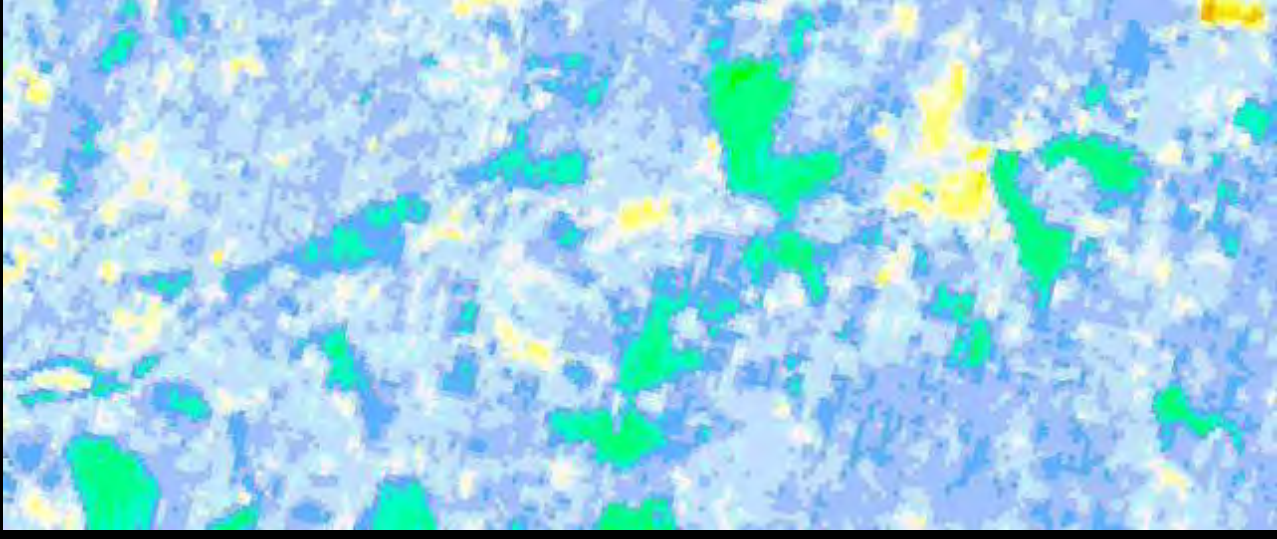


ROŽMBERK

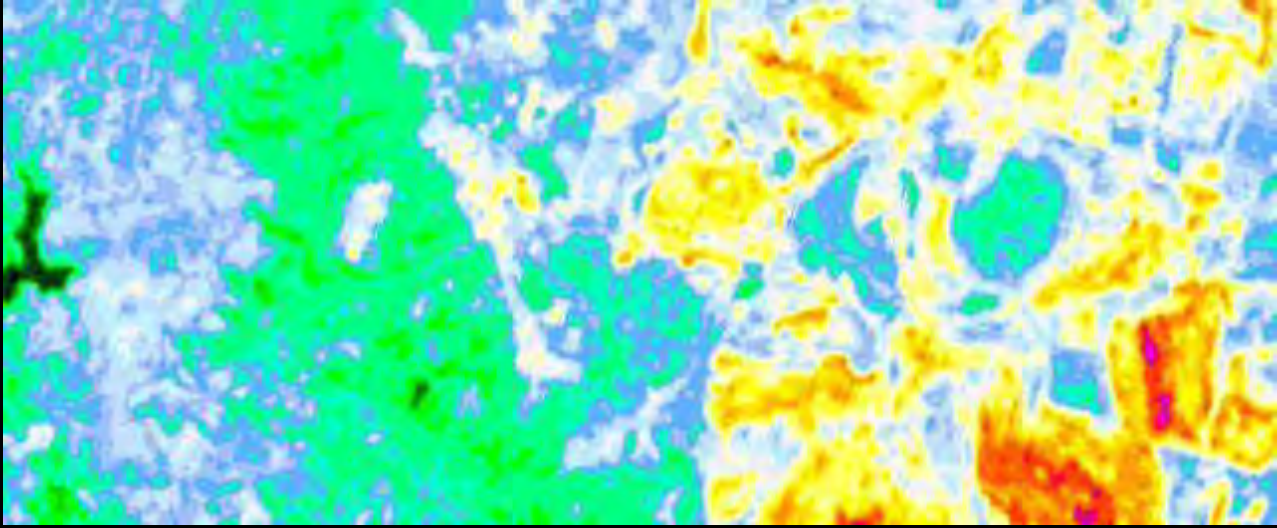
TŘEBOŇ







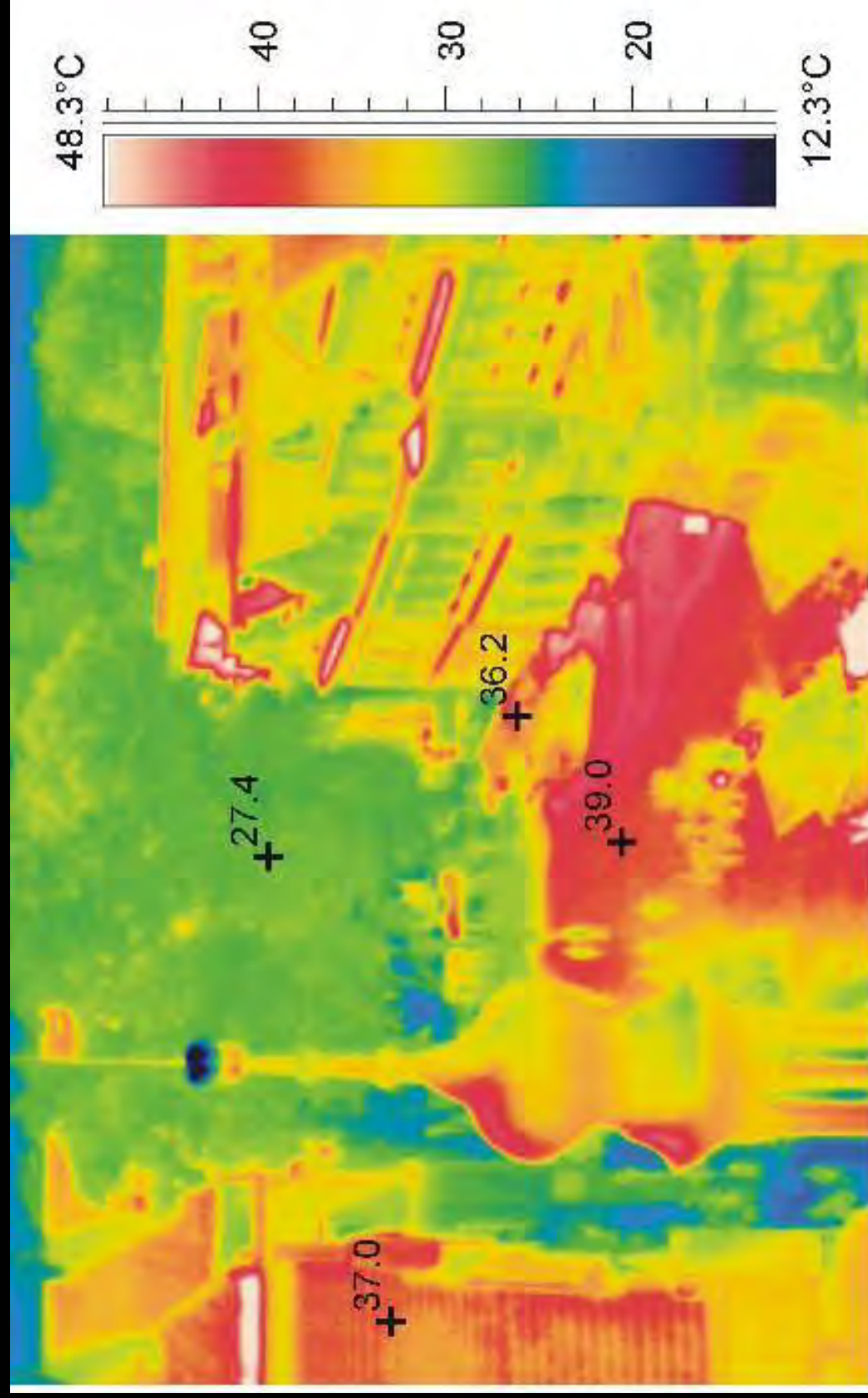
Class 16  
Class 17  
Class 18  
Class 19  
Class 20  
Class 21  
Class 22  
Class 23  
Class 24  
Class 25  
Class 26  
Class 27  
Class 28  
Class 29  
Class 30  
Class 31  
Class 32  
Class 33  
Class 34  
Class 35  
Class 36  
Class 37  
Class 38  
Class 39  
Class 40  
Class 41  
Class 42  
Class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



## Třeboňské náměstí s pohledem do parku



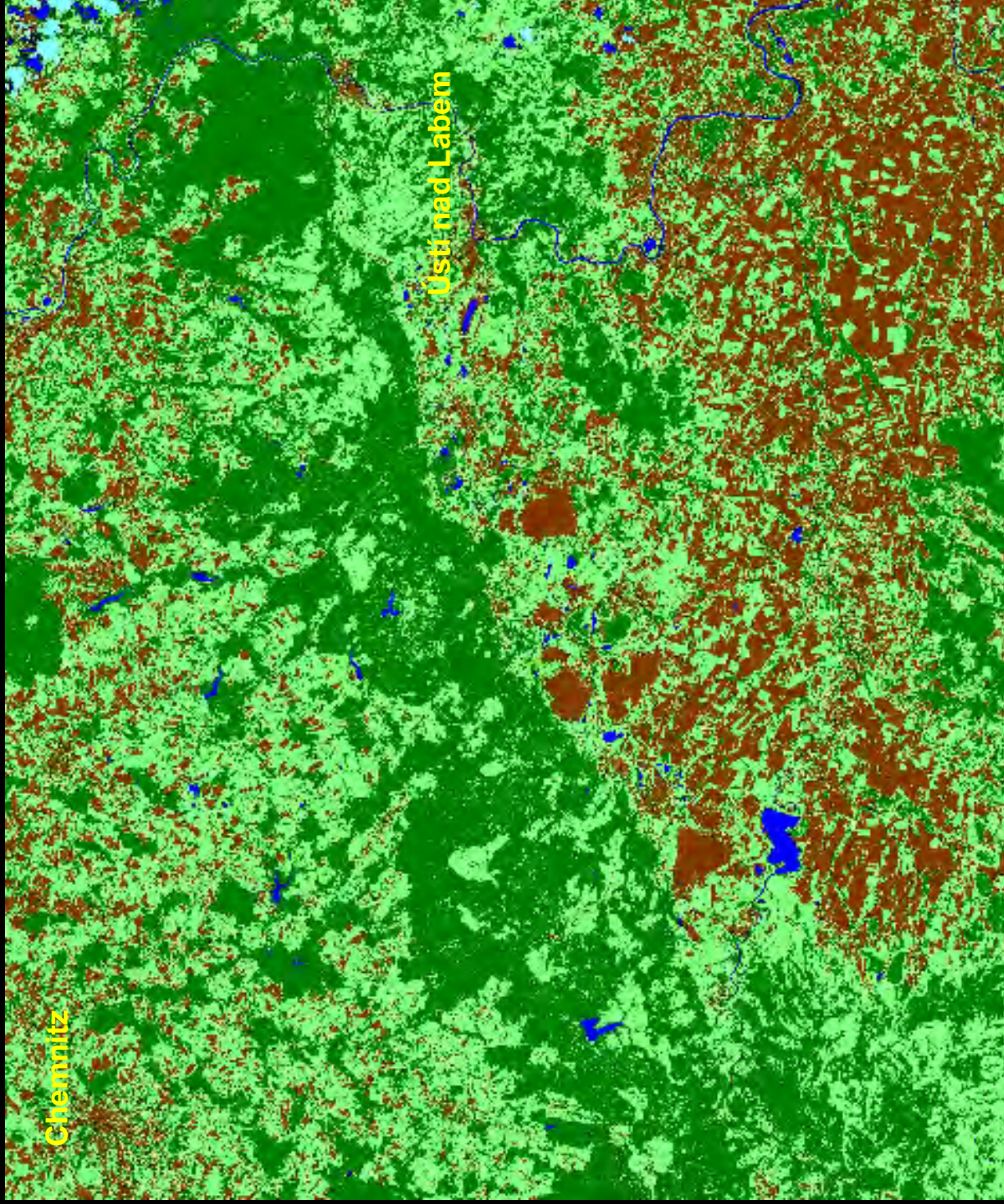
# Slunný den – teploty na střechách, na dláždění a teplota stromů v parku



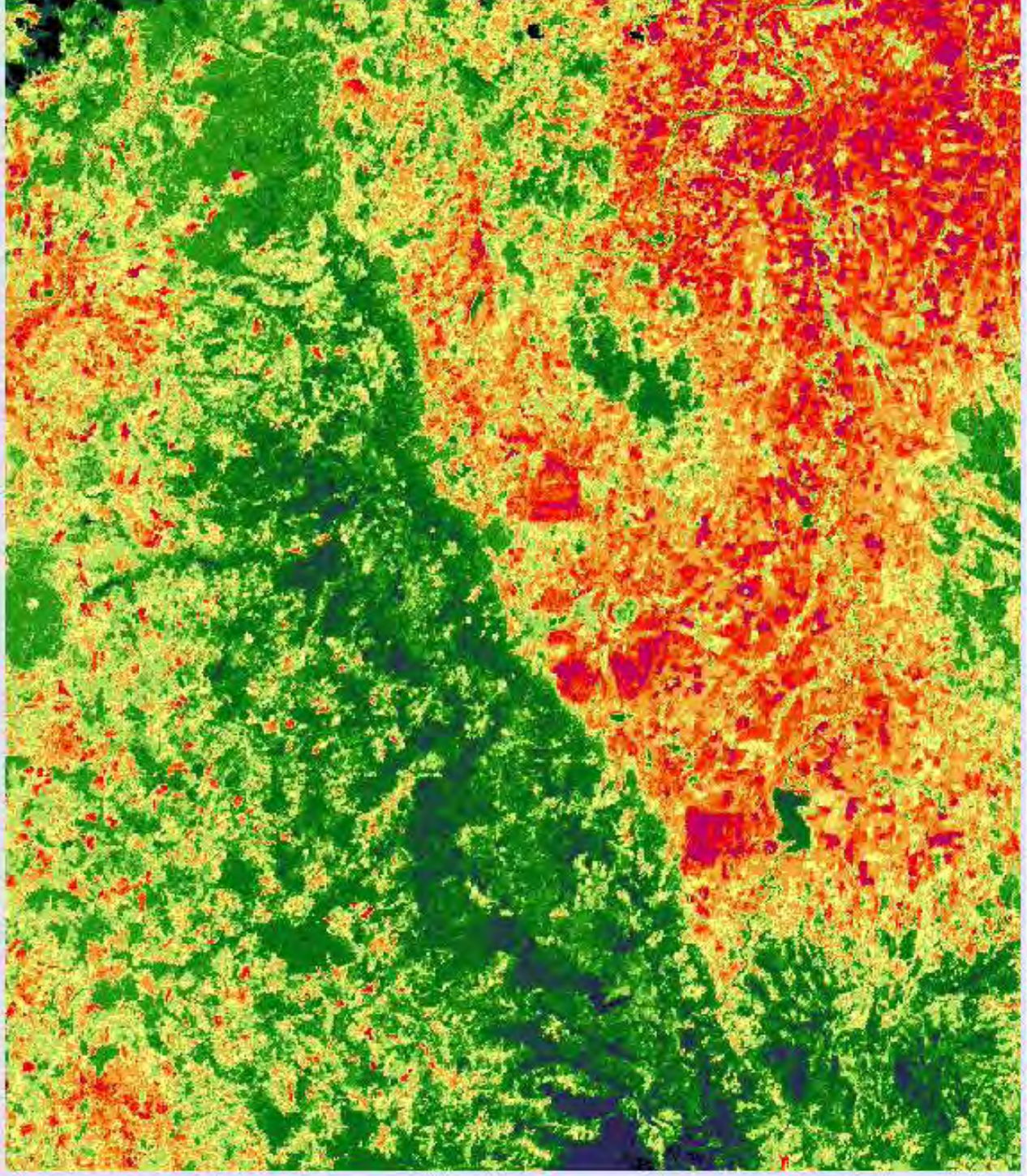
# Landsat TM scene subset acquired on 10.8. 2004



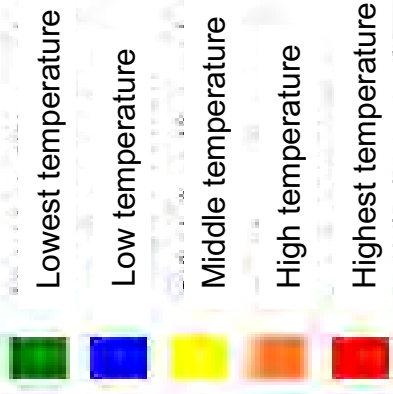
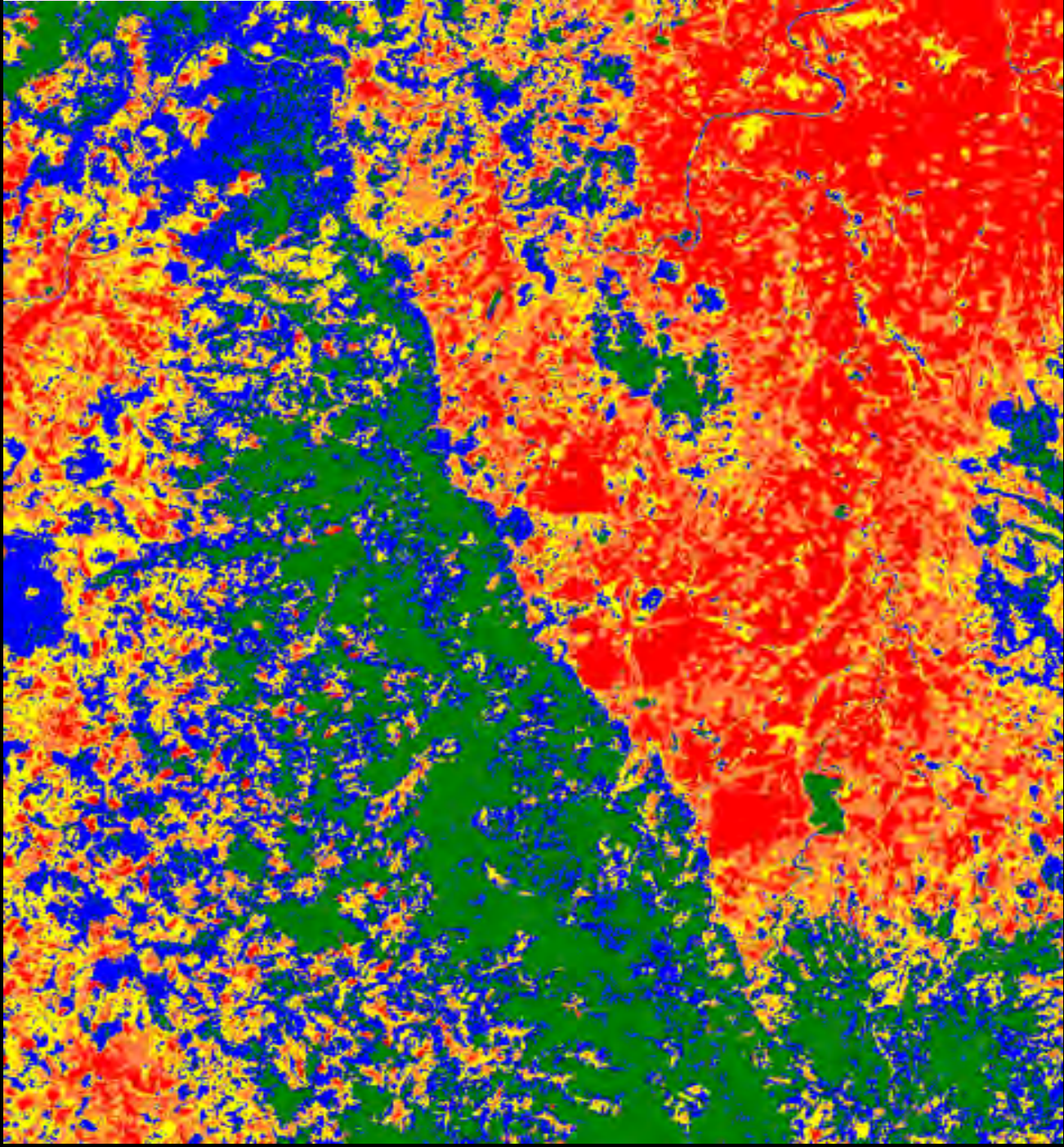
# Land cover classification

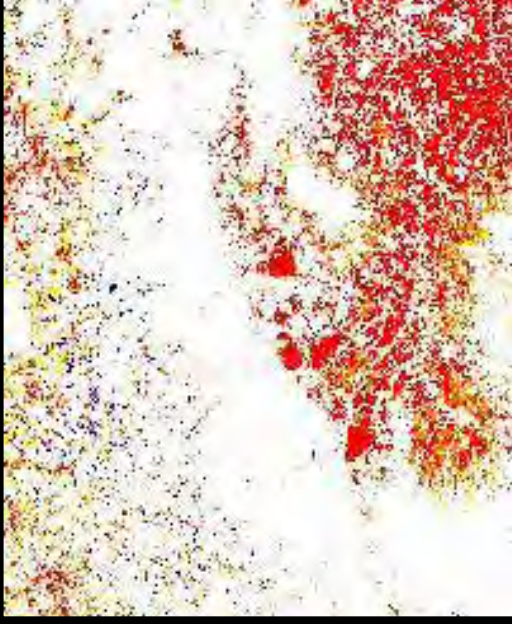
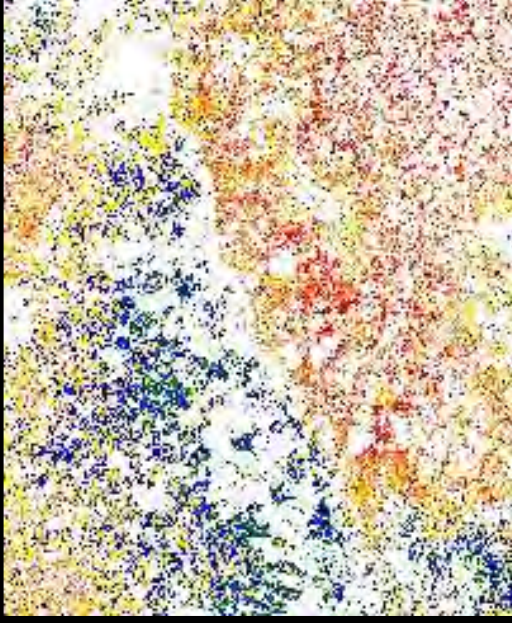
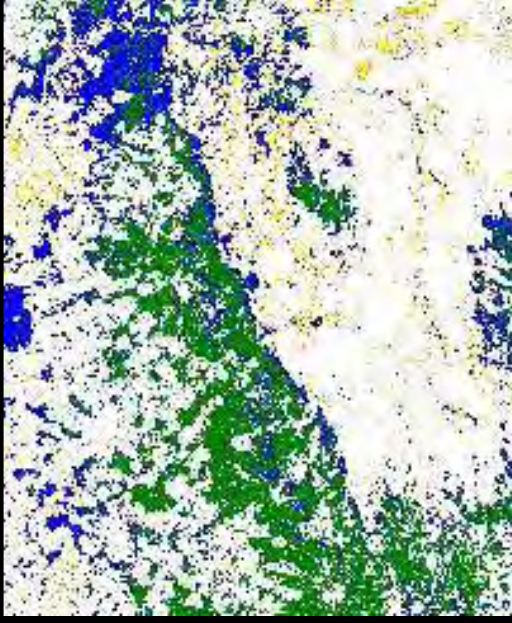


# Blackbody temperature derived from Landsat Band 6 [ °C ]

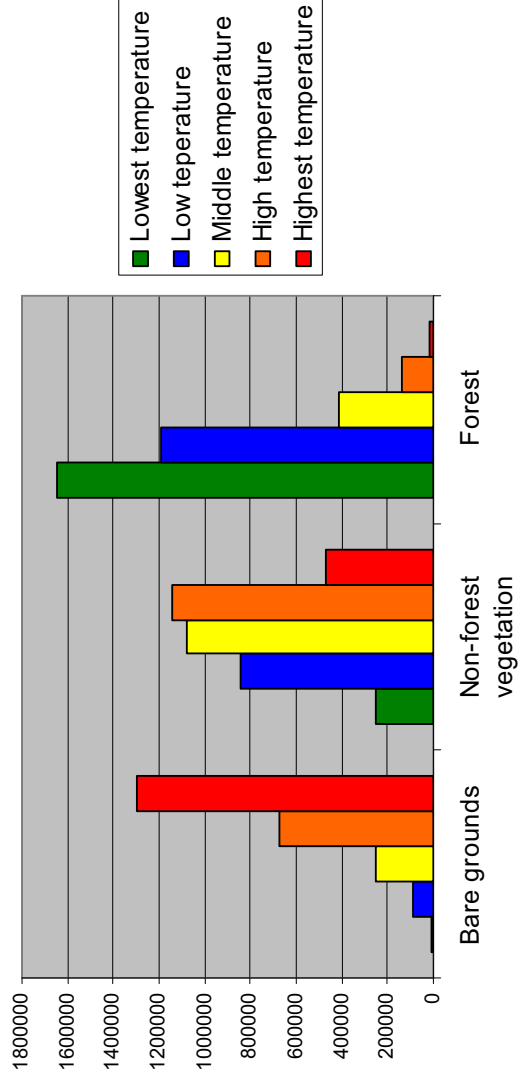


temper  
informa  
measu  
satellit  
120x12  
- no  
interpo





Land cover temperature categories







# Drained pasture

Areas of agricultural farming and drainage by systematic amelioration



Natural

wetland



# Spruce forest

secondary forest (spruce – 90%, 10% - beech, fir, rowan, birch ...)



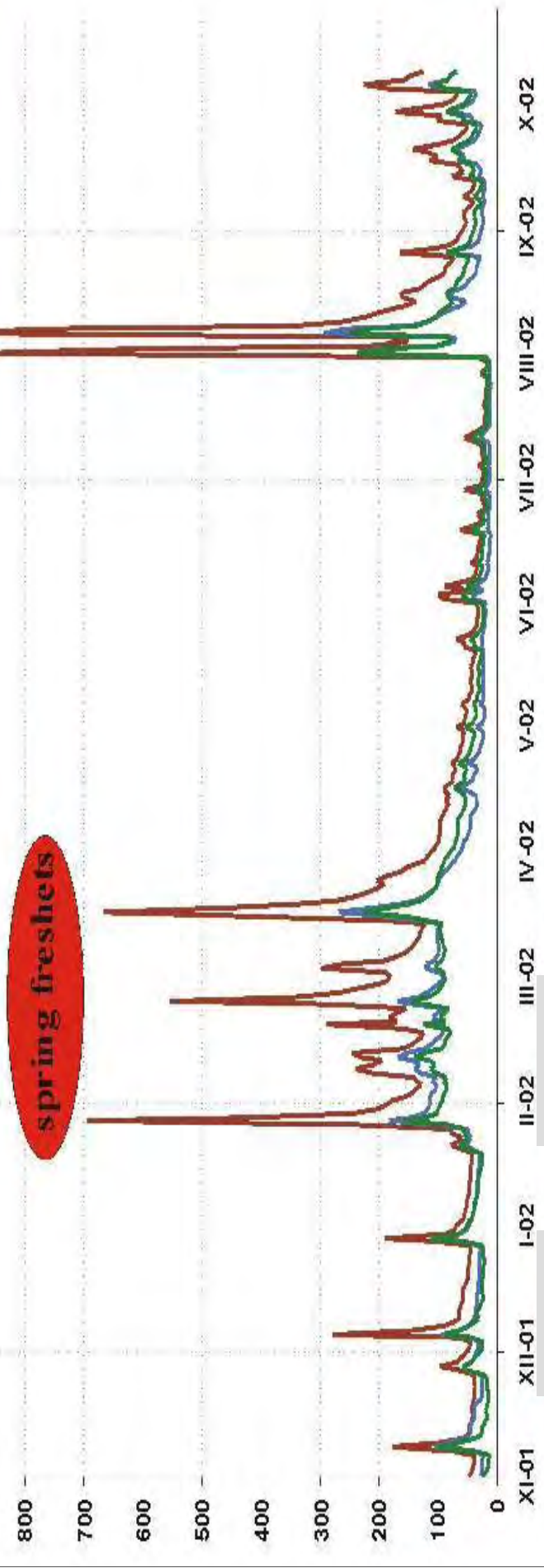
Drained pasture, natural wetlands and spruce forest are continuously

reconnected.

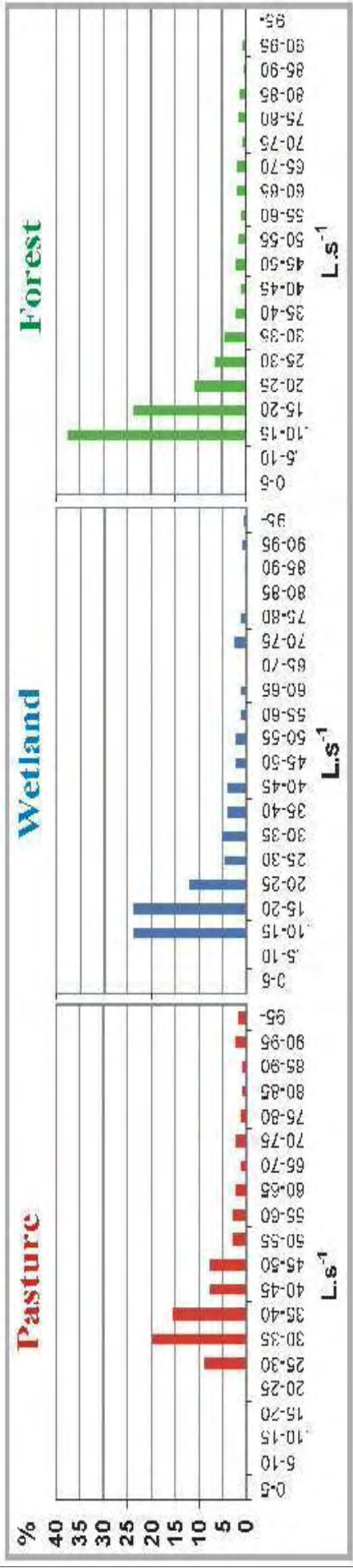


— Pasture    — Wetland    — Forest

## Average day waterflows- L.s<sup>-1</sup>



! **Wetland and Forest** - similar waterflows in spring and in August **!**  
! **Pasture** - higher waterflows in August

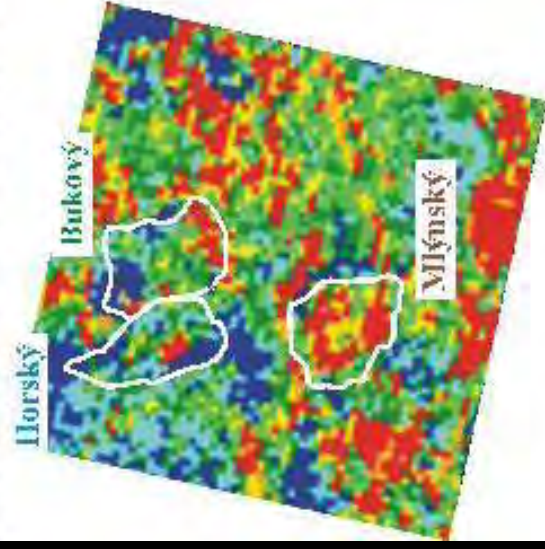


Water budgets in catchments during the period of 2000 –  
2004

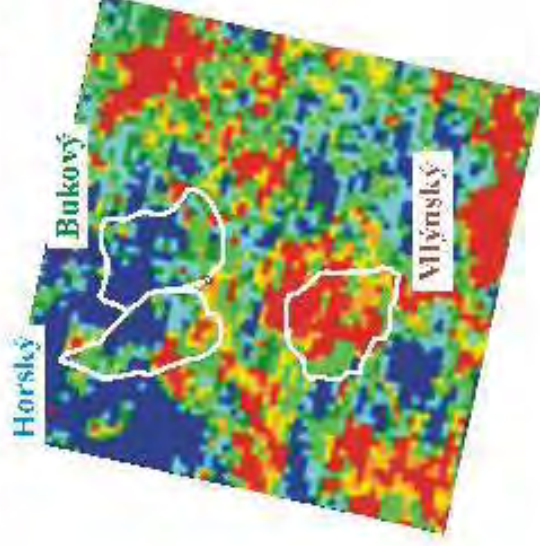
(m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> and % of retained water in catchments)

	2000	2001	2002	2003	2004	average	%
<b>Mlýnský input</b>	11 019	9 339	12 851	8 968	9 350	10 305	
<b>output</b>	10 934	7 339	12 438	7 751	8 105	9 313	10
<b>Horský input</b>	11 935	10 065	15 107	9 494	9 934	11 307	
<b>output</b>	6 558	5 382	8 394	6 448	6 747	6 706	41
<b>Bukový input</b>	11 935	10 065	15 107	9 494	9 934	11 307	
<b>output</b>	4 623	4 778	6 451	4 862	5 495	5 242	54

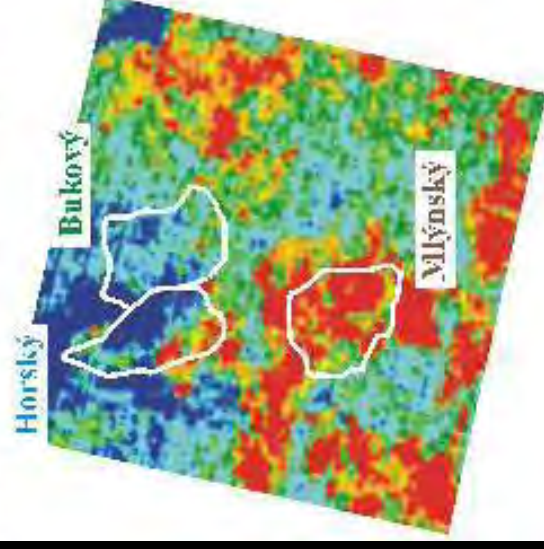
Landsat 5 TM - 11.7.1984



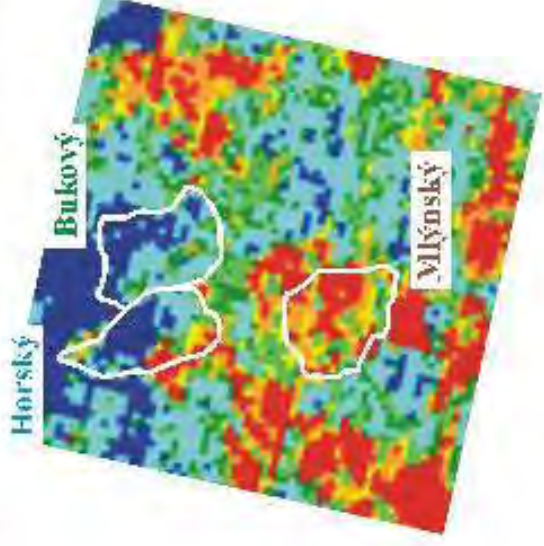
Landsat 5 TM - 9.7.1992



Landsat 7 ETM+ - 21.7.2002



Landsat 5 TM - 16.7.2003





# Úbytek vody v krátkém oběhu

- Ztráty vody výparem  
x
- Odtok vody do nádrží z povodí
- Dlouhodobě ubývá voda v krajině, krajina vysychá

# Návrat vody do krajiny (do krátkého oběhu)

- Sníží se rozdíl teplot mezi dnem a nocí i mezi místy
- Zvýší se produkce rostlin a ekosystémů
- Zvýší se akumulace oxidu uhličitého v půdě (sníží se koncentrace skleníkových plynů)
- Dostatek vody v krajině i dostatek pro obyvatele

# Staré a nové paradigma

- Voda v krajině nemá vliv na klima
- Zkoumá se vliv klimatické změny na oběh vody
- Rozsah urbanizace a lidské činnosti má minimální vliv na oběh vody
- Vliv člověka na oběh vody je nepatrný
- Nepříznivé klimatické trendy se budou stupňovat, zmírnění lze očekávat za staletí
- Dominuje zájem o velký oběh vody
- Příčinou růstu extrémů klimatu je globální oteplení

- Odvodnění vede k přehřívání
- Zkoumá se vliv změn vodního cyklu na klima
- Urbanizace a odvodnění má zásadní vliv na oběh vody
- Člověk zásadně mění oběh vody
- Obnova oběhu vody pozitivně ovlivní klima
- Dominuje zájem o krátký oběh vody
- Příčinou narůstání extrémů jsou změny oběhu vody

# Staré a nové paradigma

- Globální oteplení je hlavní problém
- Vegetace není z hlediska oteplení ideální, protože má nízké albedo (odrazivost) a vodní pára zvyšuje skleníkový efekt
- Hovoří o skleníkovém obalu Země
- Vzestup hladiny oceánů je působen táním ledovců
- Dešťová voda je problémem a je třeba ji rychle odvést

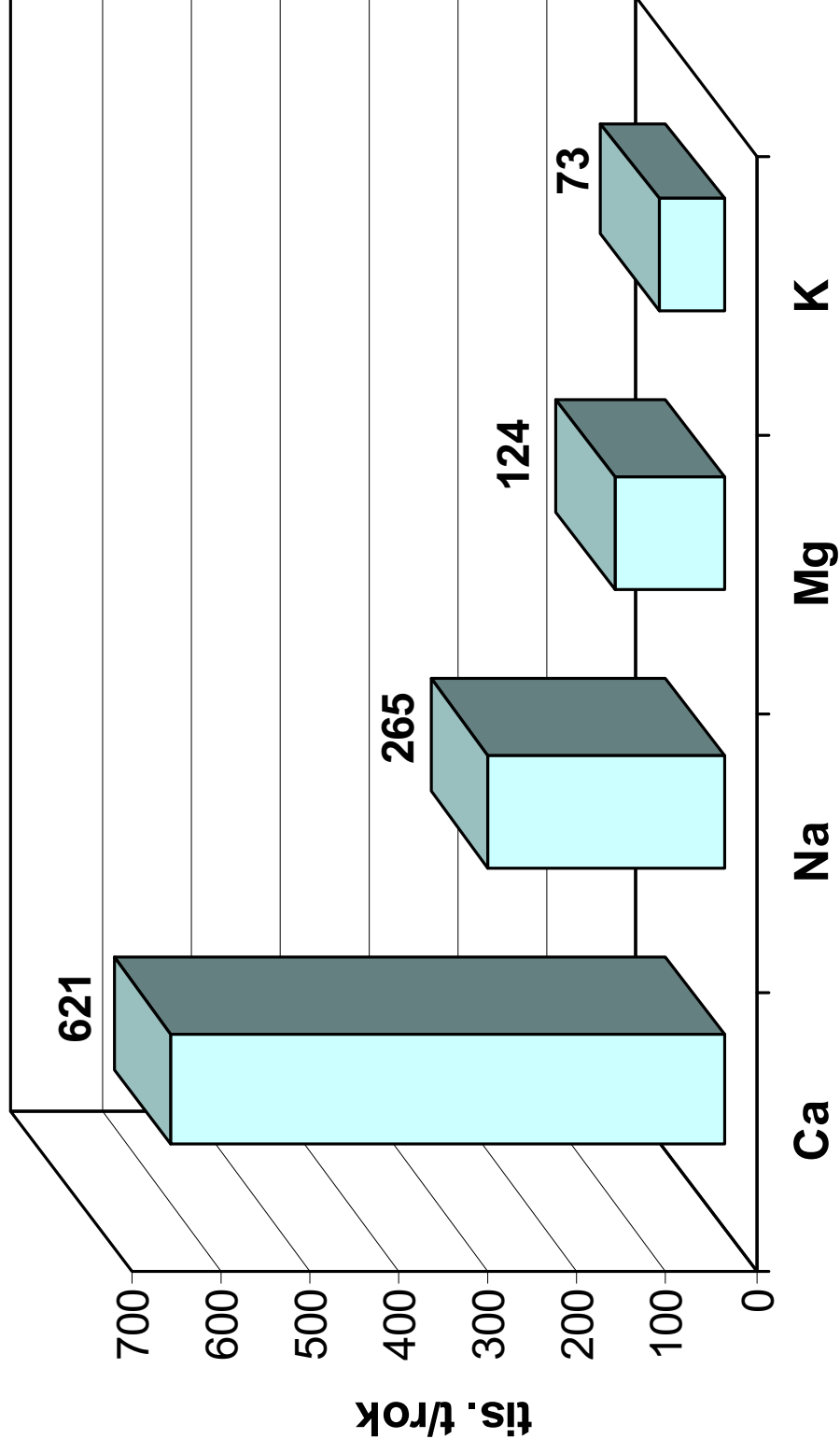
- Růst extrémů počasí je hlavní problém
- Voda a vegetace zmírňují nežádoucí tepelné rozdíly, oblačnost zmírňuje intenzitu slunečního záření
- Hovoří o ochranném obalu Země
- Vzestup hladiny oceánů je působen nejenom táním ledovců ale i odvodněním kontinentů
- Dešťovou vodu je třeba zadržet v rostlinách a půdě

# Staré a nové paradigma

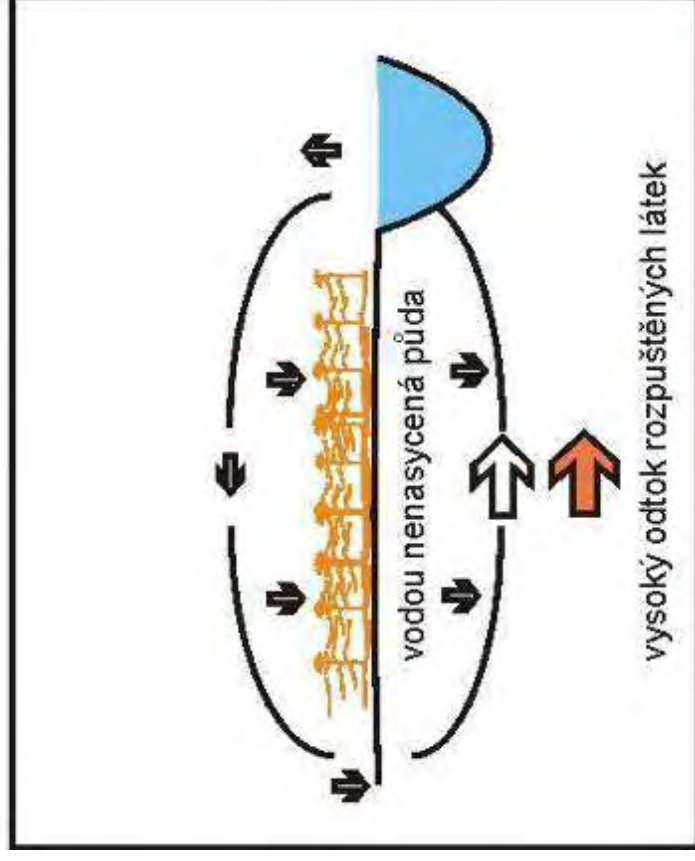
- Voda se používá jednou a vede na ČOV
- Voda se dodává jednou soustavou jako pitná
- Vzájemná izolovanost, resortismus ve vztahu k vodě
- Sektorový přístup v hospodaření s vodními zdroji

- Voda se recykluje, opakovaně využívá
- Voda se dodává do sídel odděleně jako pitná a užitková
- Holistické vnímání vody v rámci celkového oběhu vody v krajině
- Integrovaný management povodí a ekosystémový přístup

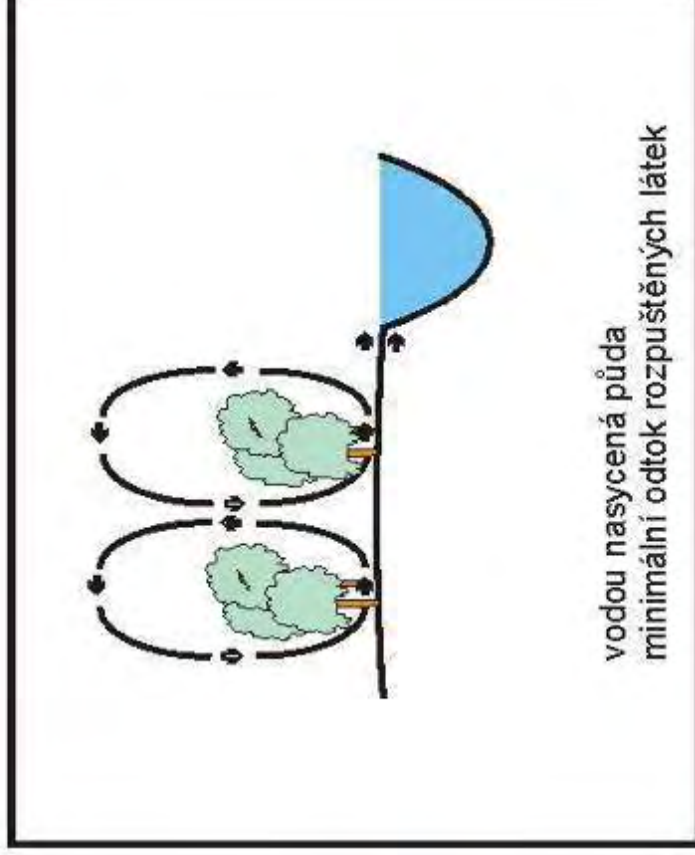
# Labe - průměrný roční odtok látek (1995-1997)



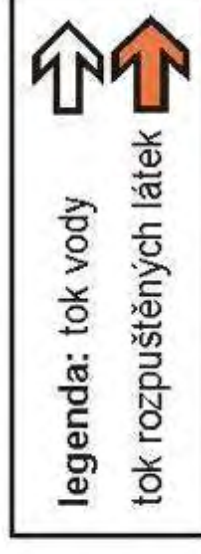
## Tok vody a látek vegetací a půdou



otevřený koloběh vody v zemědělské  
krajině charakterizovaný vysokým  
únikem látek do povrchových vod

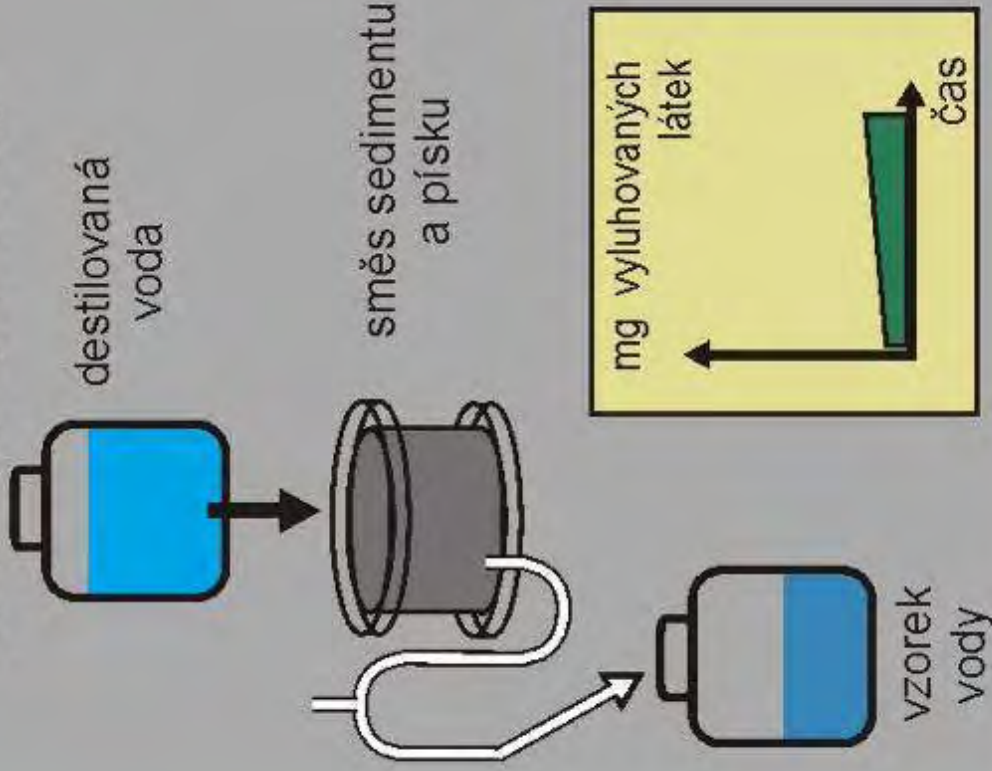


krátký, uzavřený koloběh vody  
s minimálním únikem látek

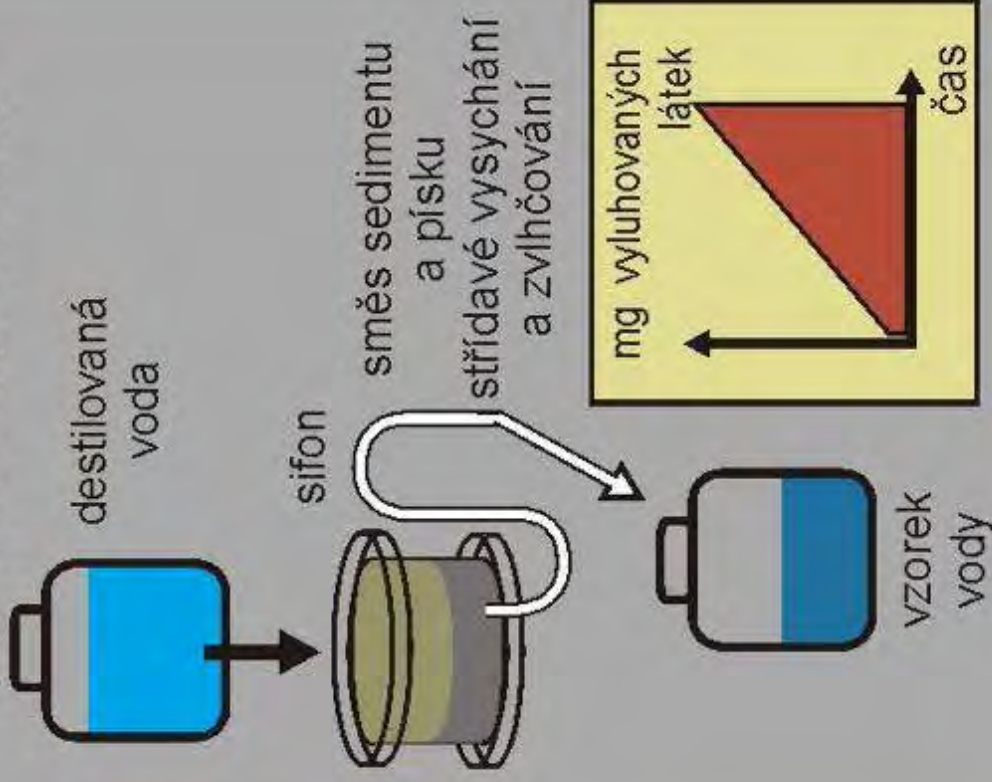


# Výluh látek ze sedimentu při různém režimu průtoku vody

## 1. kontinuální průtok vody



## 2. přerušovaný průtok vody





## Účinnost sledovaného povodí

Hrubá primární produkce - **Ztráty**

Hrubá primární produkce



**Snížení účinnosti**

Hrubá primární produkce = hrubá primární produkce sledovaného území  
přepočtená na protonový ekvivalent

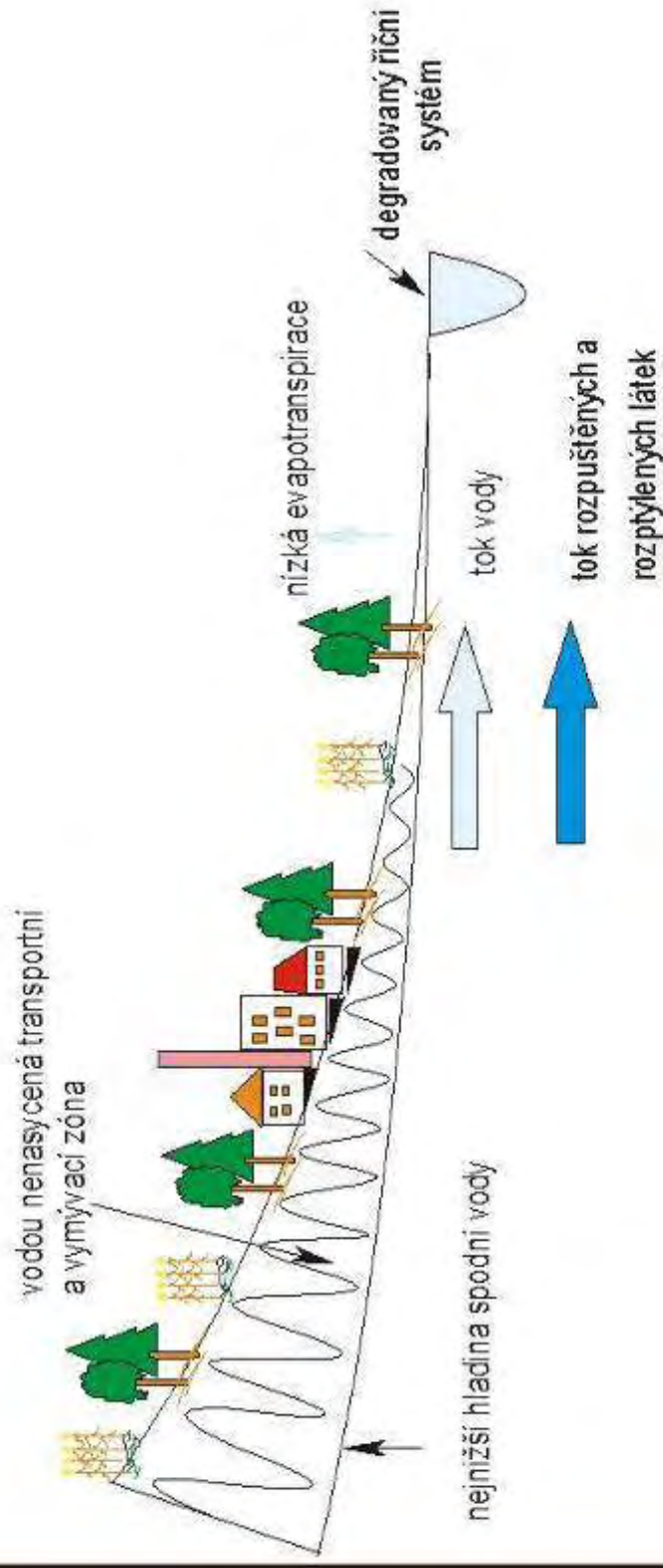
Ztráty = ztráty bazických kationtů odtokem povrchovými vodami  
a ukládáním v sedimentech

Jednotka = protonový ekvivalent veličin na plochu a čas  
po 1 protonu na  $\frac{1}{2}$  C,  $\frac{1}{2}$  Ca,  $\frac{1}{2}$  Mg, 1 Na, 1 K

# MODEL OBNOVY KOLOBĚHU VODY V POVODÍ

## Současný stav povodí

Náhodné rozmístění různých typů půdy -  
erozní systém, vysoké ztráty látek...



# MODEL OBNOVY KOLOBĚHU VODY V POVODÍ

## Po rekonstrukci povodí

Využívání půdy s ohledem na toky energie a vody, tradiční systém, minimální ztráty látek, zlepšený rozptyl energie vylepšenou strukturou organismů (paralelní procesory energie).



Obnova půd transportem látek proti toku vody (kaly, sedimenty, komposty).

# MODEL OBNOVY KOLOBĚHU VODY V POVODÍ

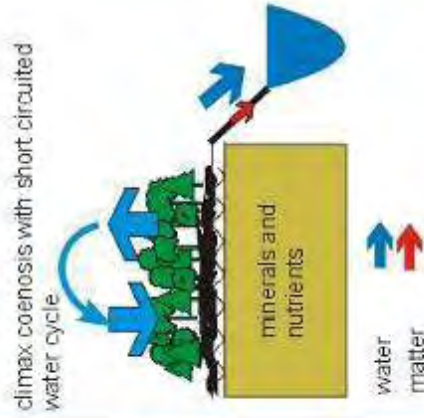
## Cíle obnovy:

- 1) zlepšit vegetační kryt
- 2) snížit znečištění vzduchu ( $\text{CO}_2$ , emise prachových částic)
- 3) zlepšit skladbu půdy zachycováním živin a minerálů
- 4) obnovit mikroklima a uzavřený koloběh vody
- 5) detoxikace půdy pomocí růstu vegetace
- 6) chránit podzemní vodu a zlepšit kvalitu vody

# Proposed landscape systems, low in matter losses to be integrated into sustainable and manageable ecosystems

## processor modules

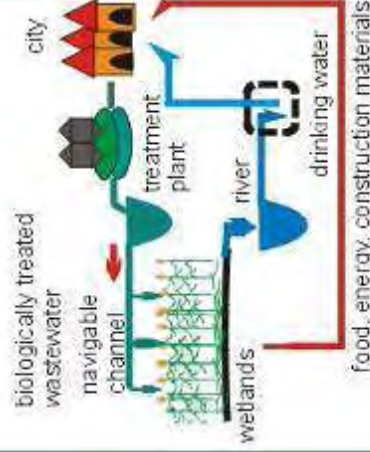
### 1. Short-circuited natural system with zero net productivity (self-optimizing)



carrying capacity < 10 people per km<sup>2</sup>  
 recovery time after disturbance > 1000 yrs

Self-optimizing climax coenosis, minimised losses, high efficiency.

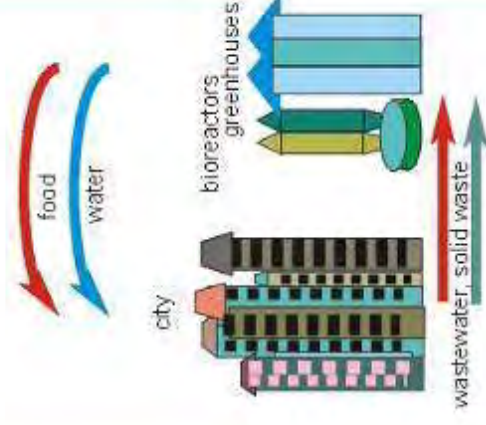
### 2. Coupled urban-rural system with closed matter cycles



carrying capacity c. 100 people per km<sup>2</sup>  
 recovery time after disturbance 20 yrs

Man has to compensate reduced reduced coenosis by intelligent phase-related management.

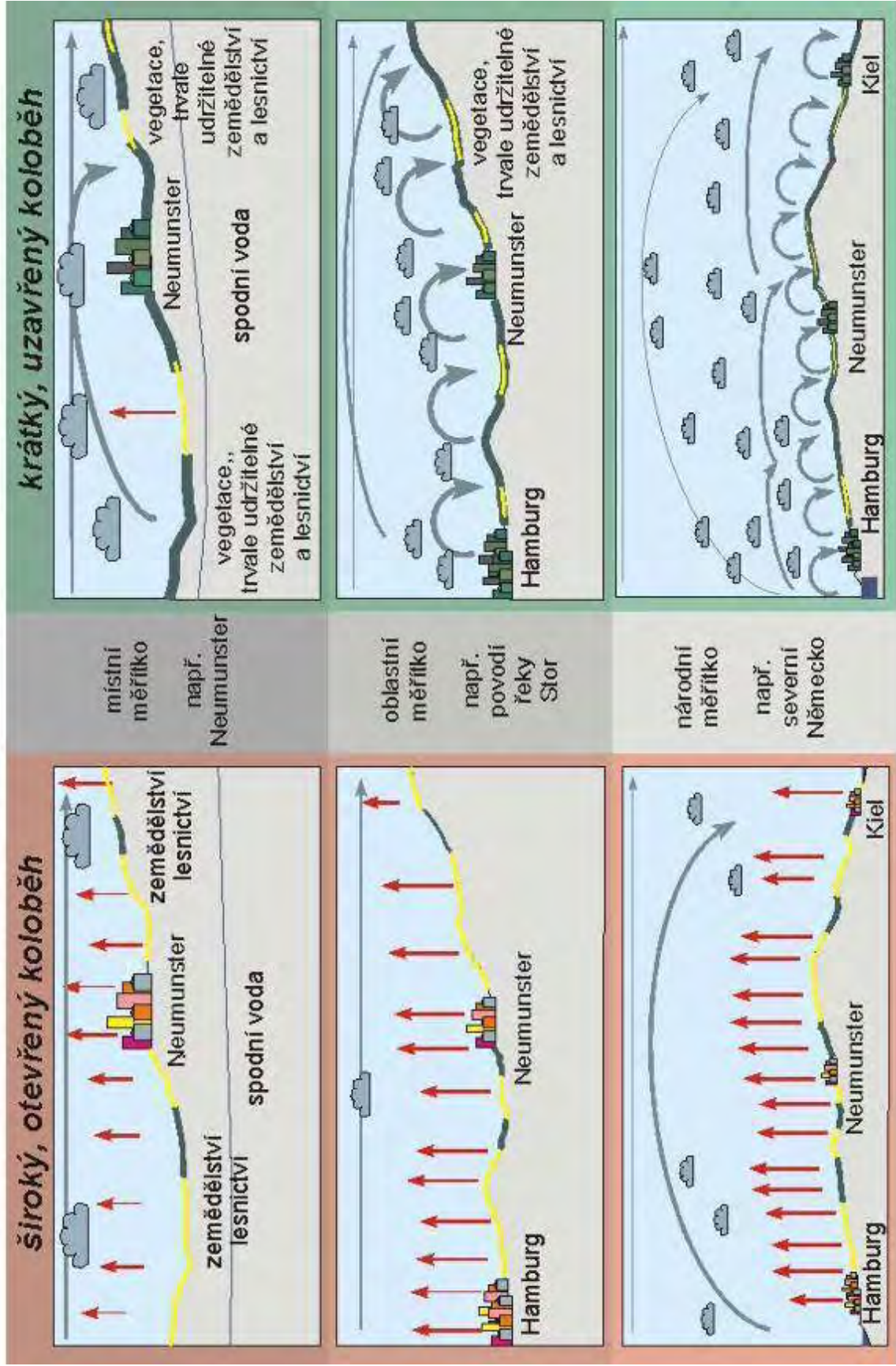
### 3. High technology food production with controlled water and matter cycles



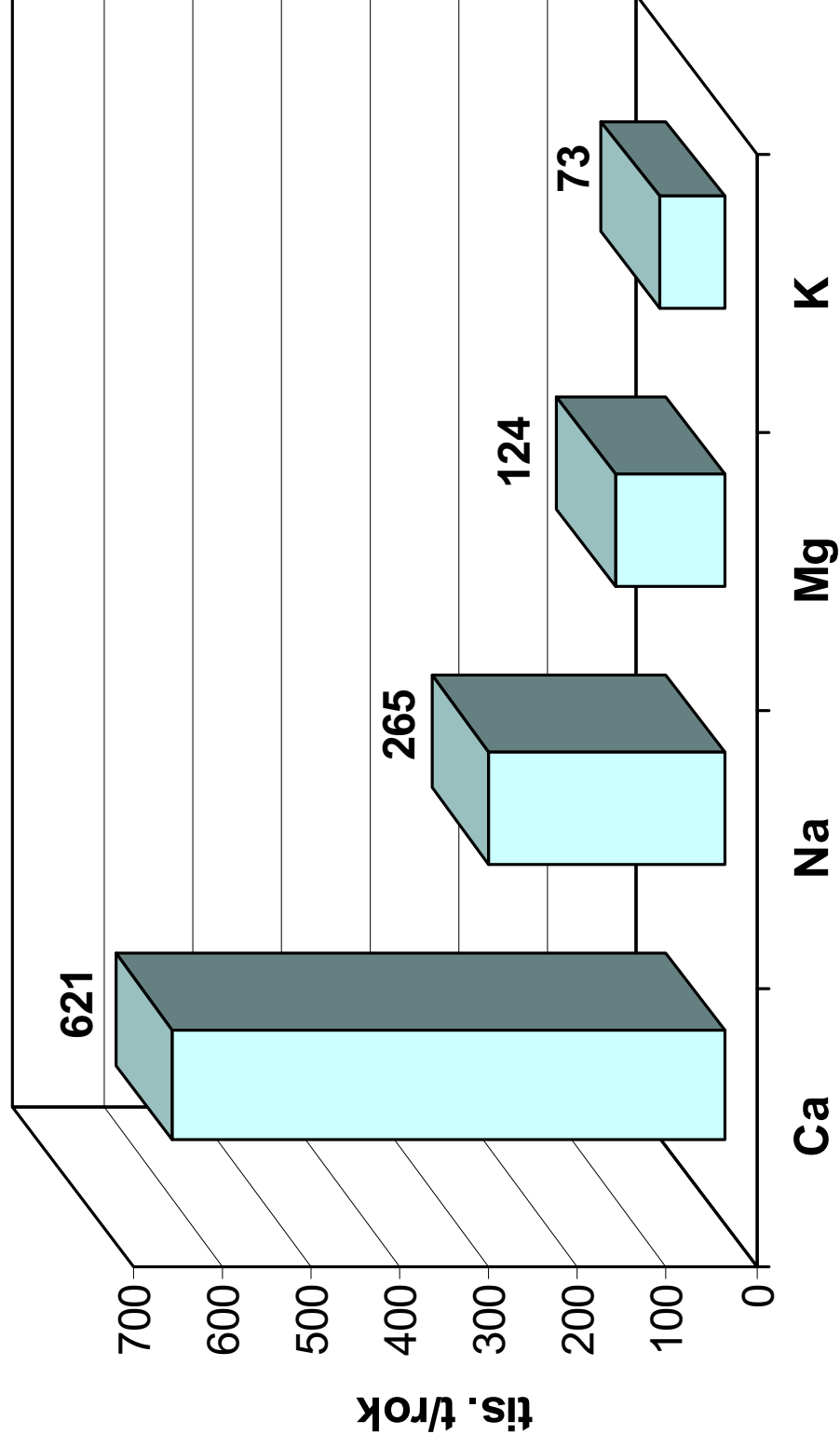
carrying capacity > 1000 people per km<sup>2</sup>  
 recovery time after disturbance < 2 yrs

Ecosystem "spaceship" with optimised food chain, water and matter recycling. This system can also be applied to arid zones.

# Koloběh vody



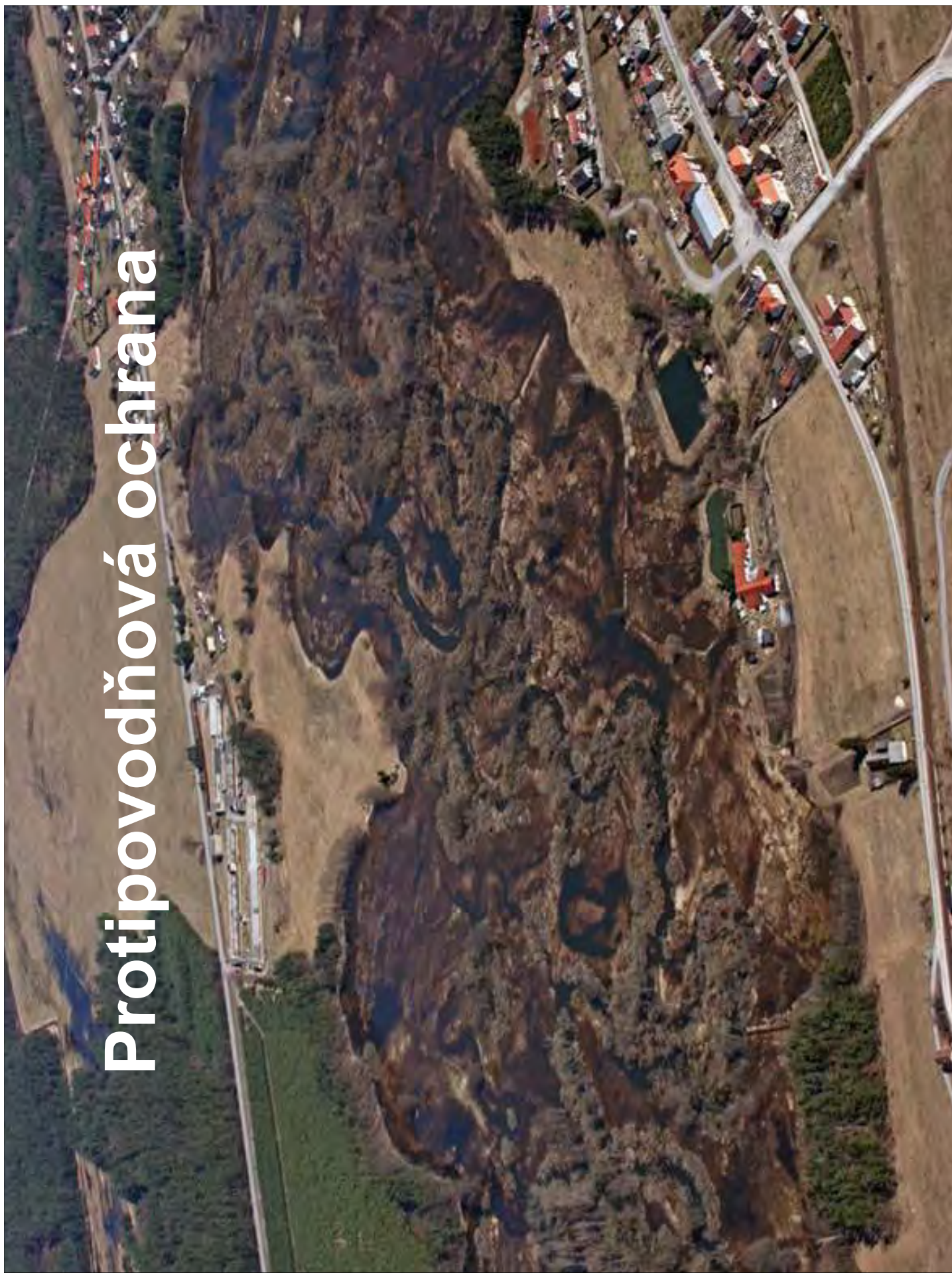
## Labe - průměrný roční odtok látek (1995-1997)



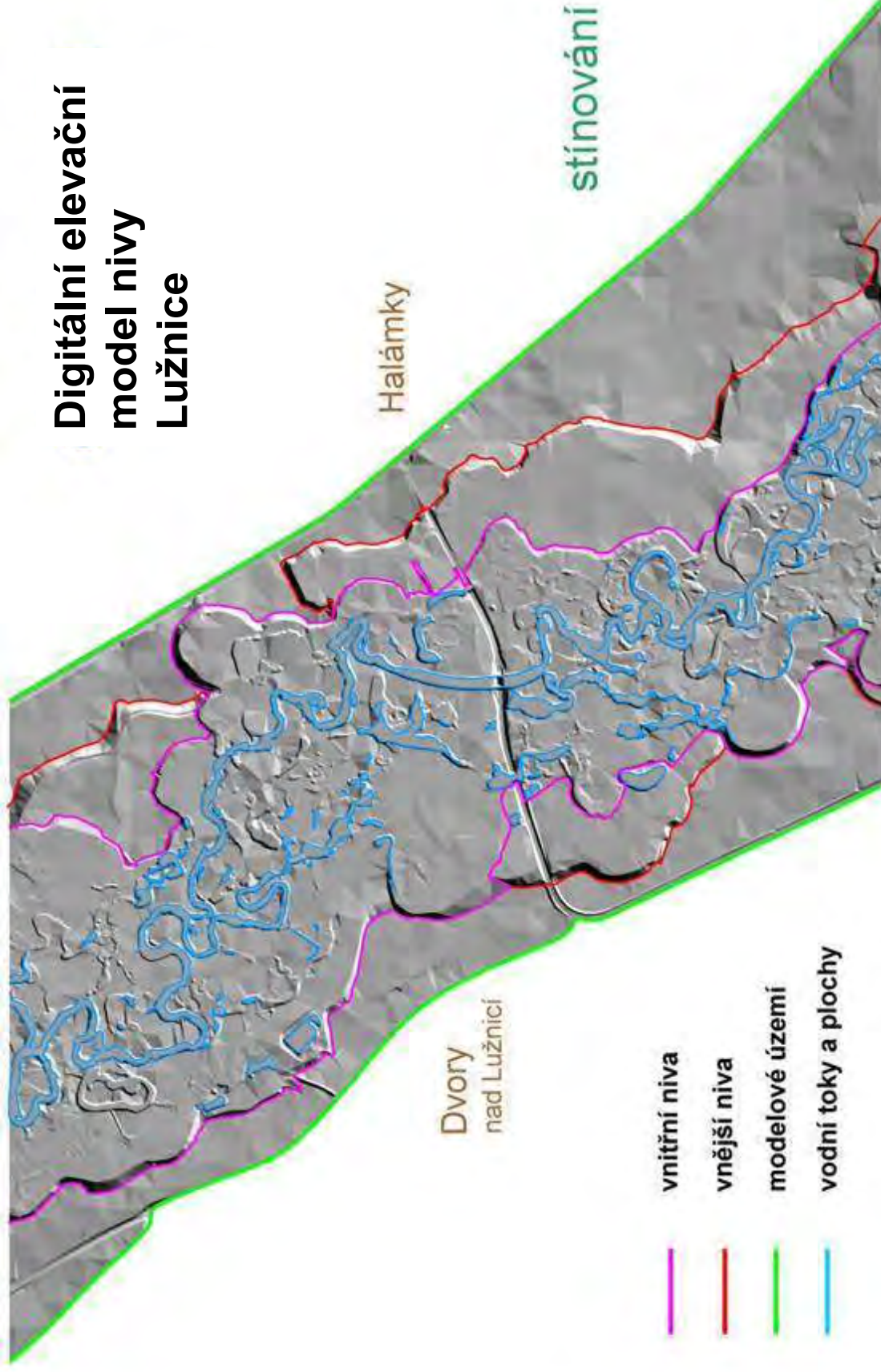




# Protipovodňová ochrana

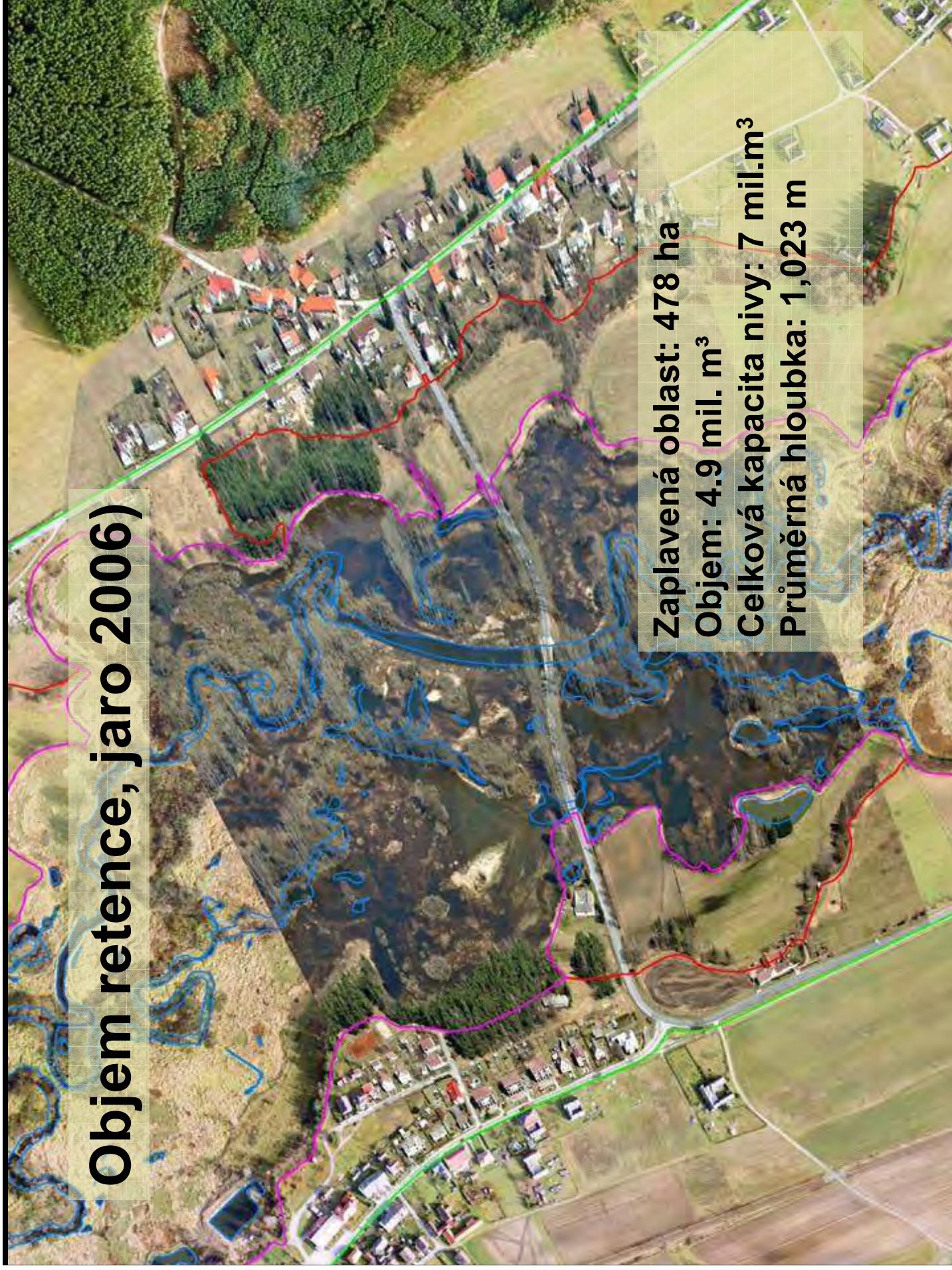


# Digitální elevační model nivy Lužnice

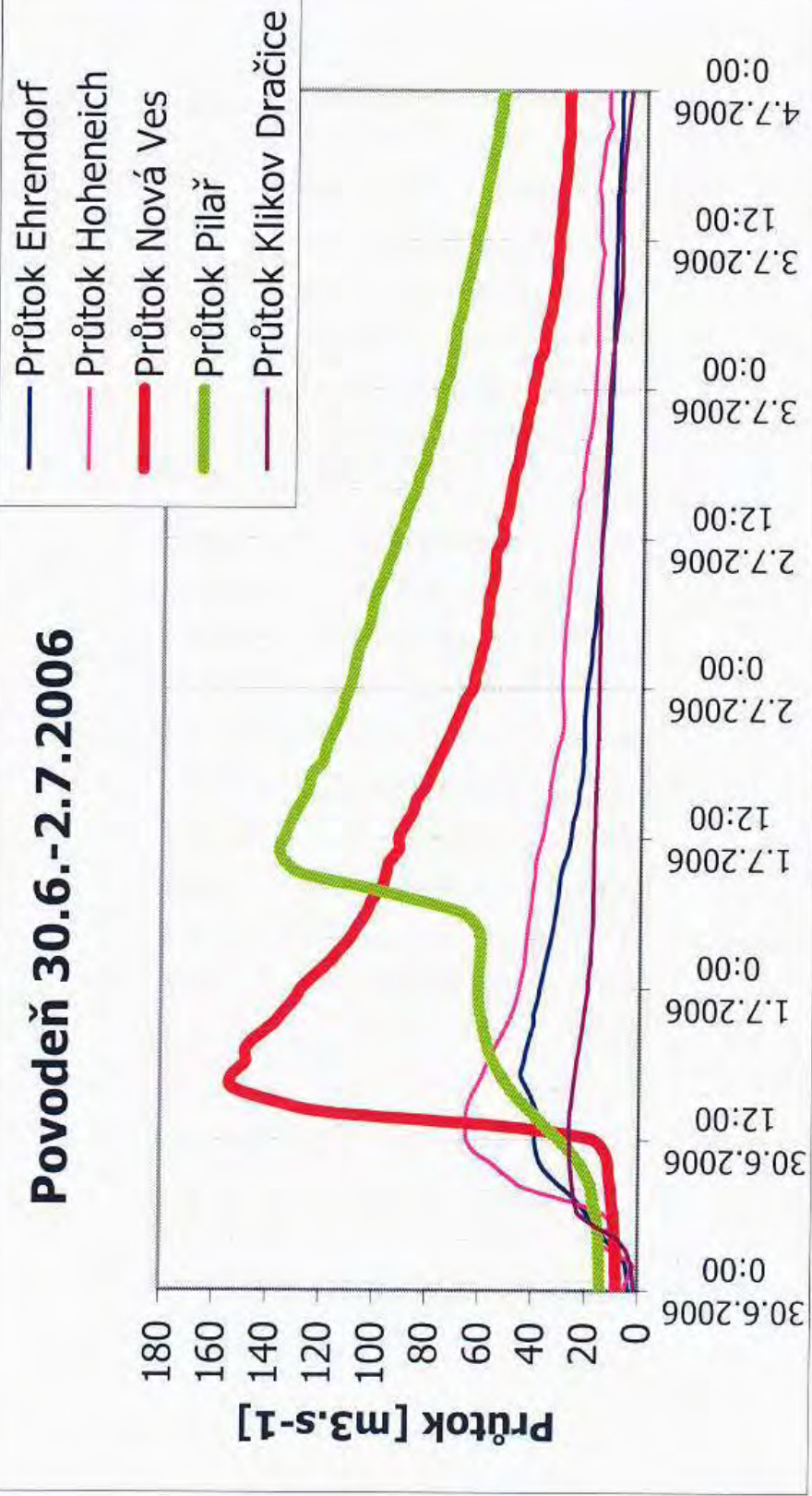


# Objem retence, jaro 2006)

Zaplavená oblast: 478 ha  
Objem: 4.9 mil. m<sup>3</sup>  
Celková kapacita nivy: 7 mil.m<sup>3</sup>  
Průměrná hloubka: 1,023 m

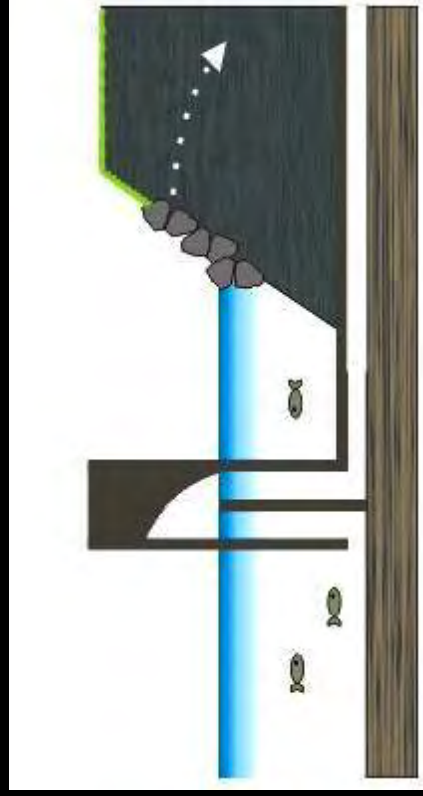


## Povodeň 30.6.-2.7.2006

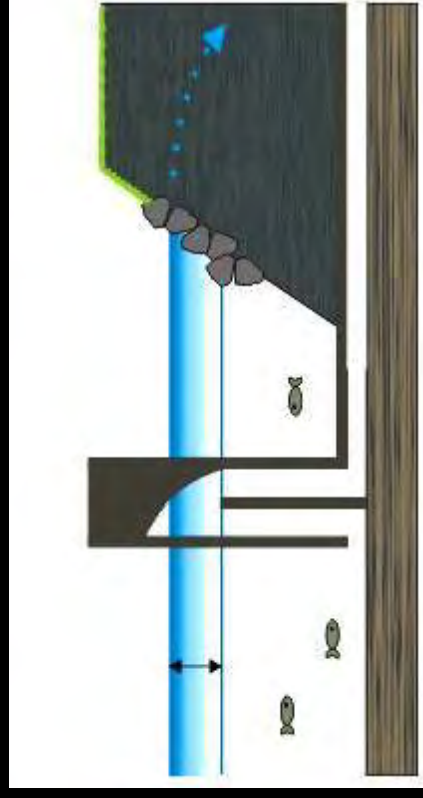




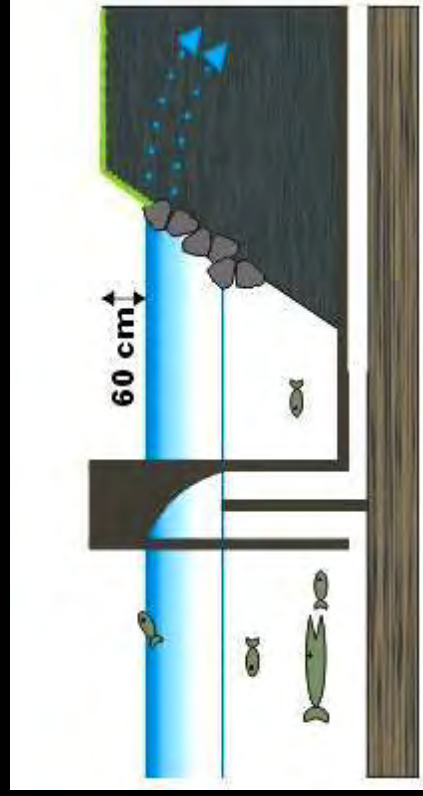
# VODOHOSPODÁŘSKÉ FUNKCE RYBNÍKŮ



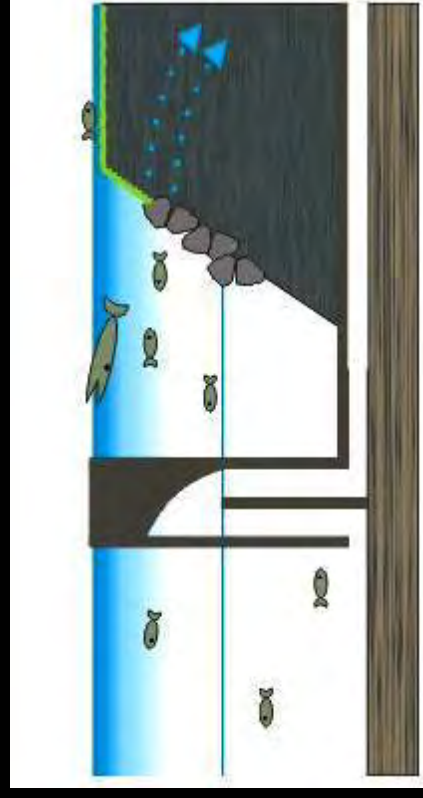
**Hospodářská hladina**



**Ovladatelný retenční prostor**  
 (= normální hladina)  
 (= přeliv – hosp.hl.)



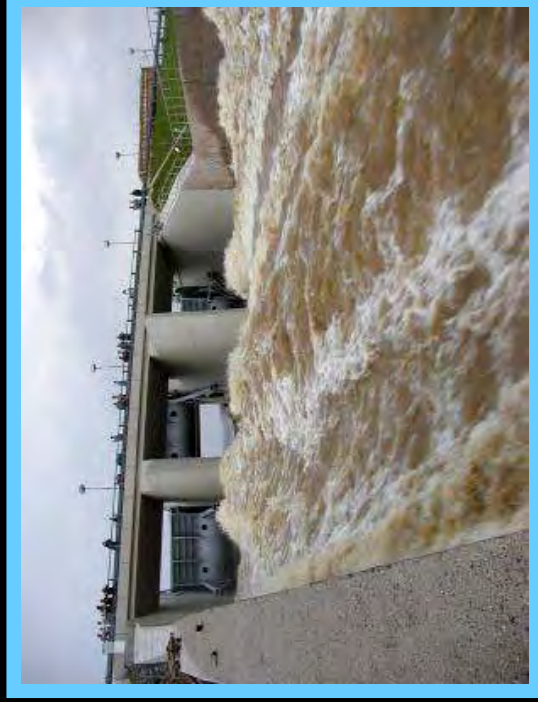
**Neovladatelný retenční prostor**  
 (= max.hl. – přeliv)



**Neovladatelný stav**

## PŘEHRADY

(Lipno I, Římov, Orlík)



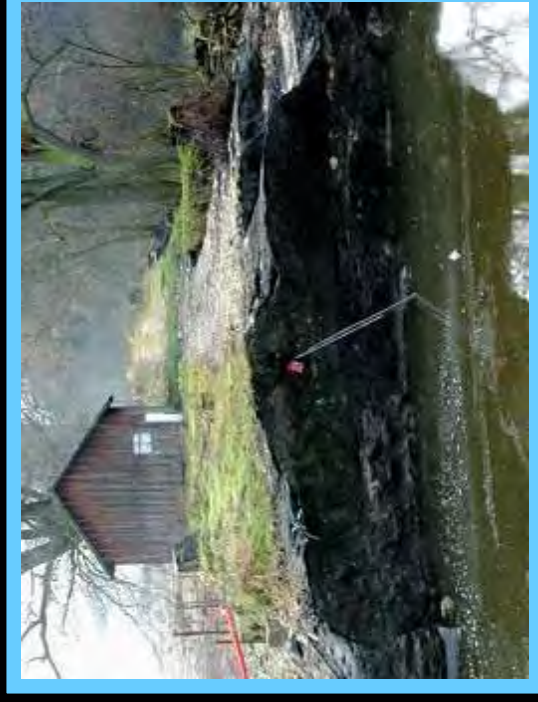
Zásobní objem: **678,5** mil. m<sup>3</sup>

Retenční objem: **75** mil. m<sup>3</sup>

Retence 2002: **220** mil. m<sup>3</sup>

## RYBNÍKY

třeboňská rybníční soustava



Normální objem: **75** mil. m<sup>3</sup>

Retenční objem: **50** mil. m<sup>3</sup>

Retence 2002: **114** mil. m<sup>3</sup>

# ROŽMBERK



Postaven:  
1590

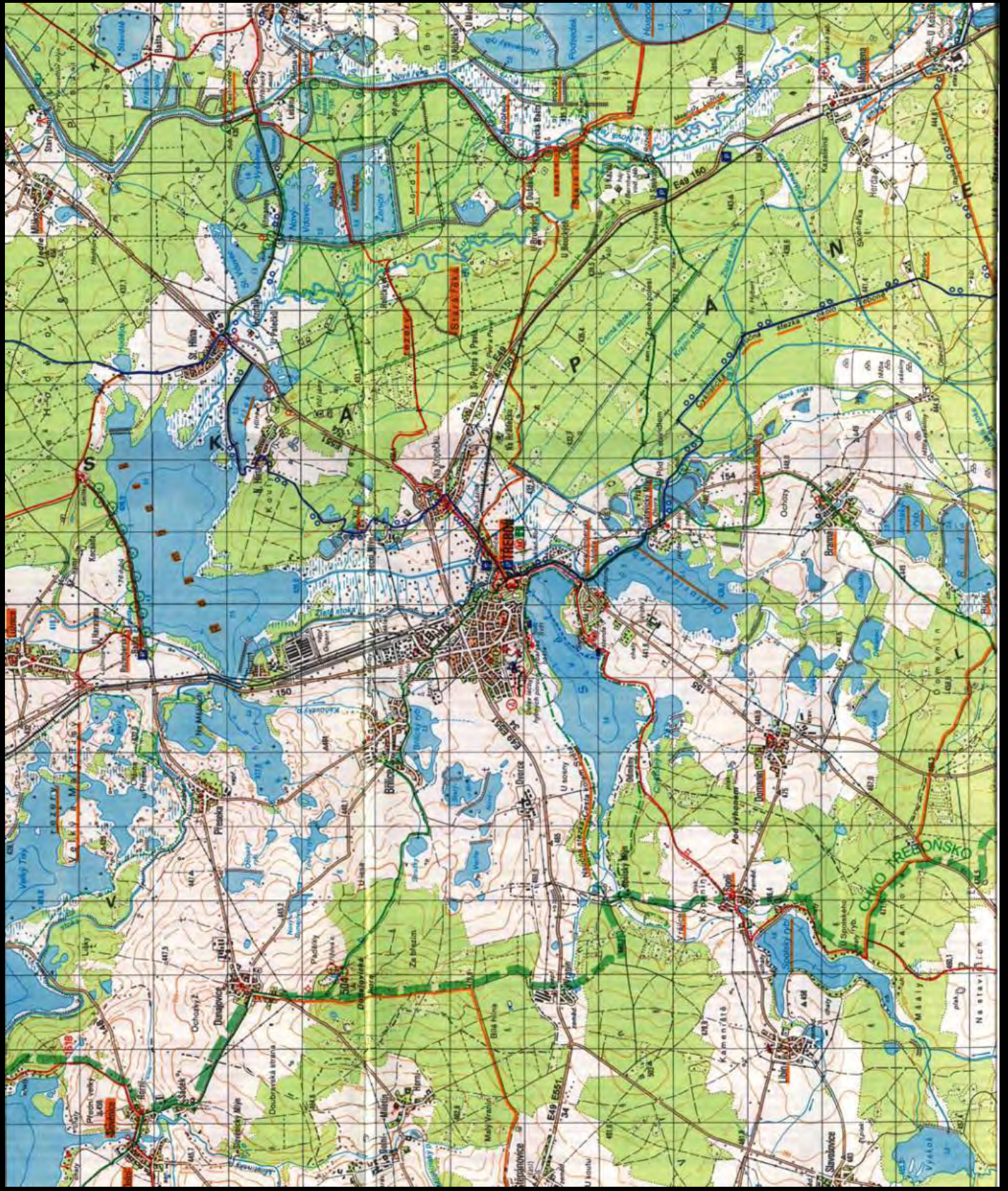
Vodní plocha:  
490 ha

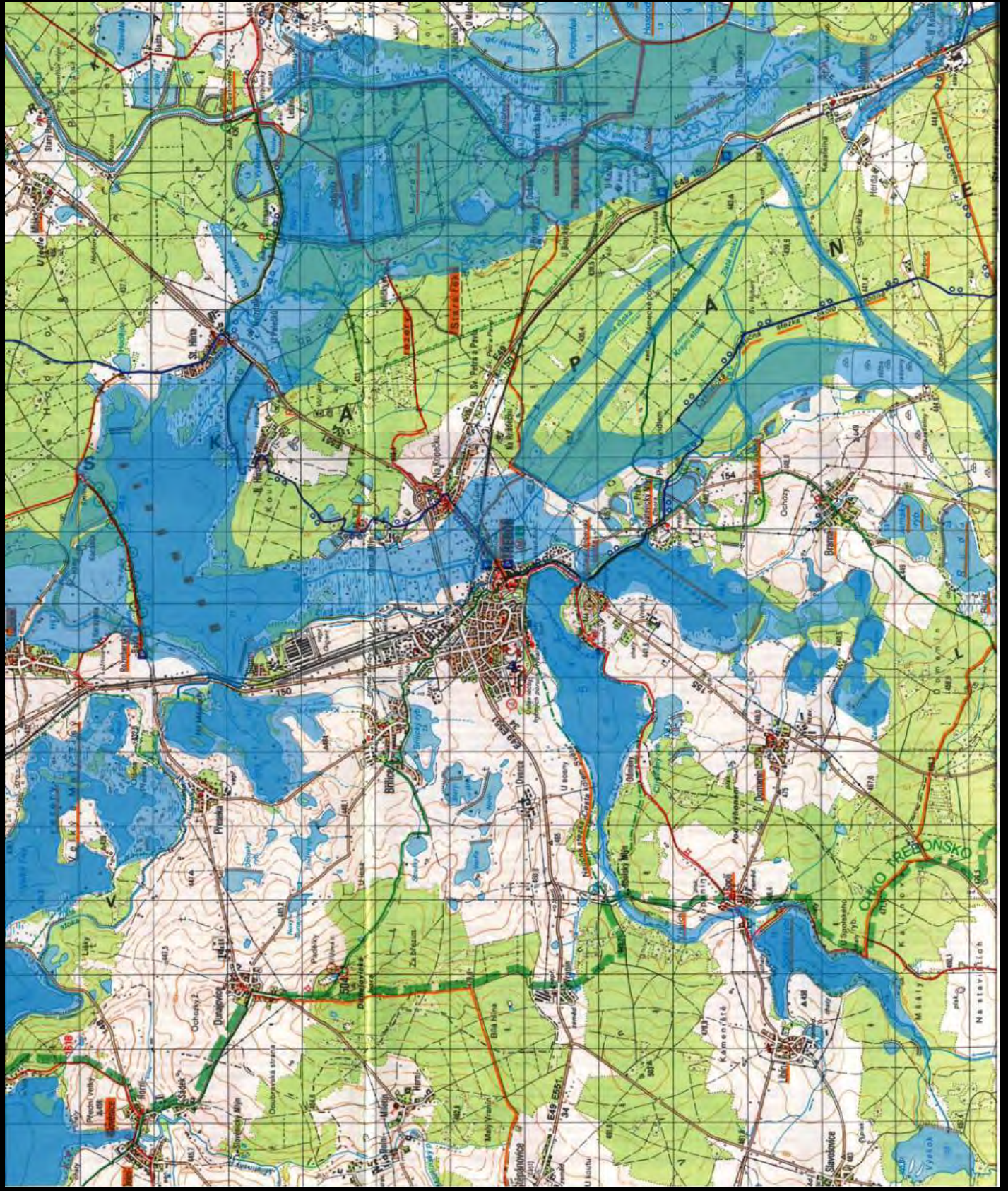
Normální objem:  
5 mil. m<sup>3</sup>

Retenční objem:  
14,2 mil. m<sup>3</sup>

Povodňová retence:  
cca 50 mil. m<sup>3</sup>







## RETENCE RYBNÍKŮ - význam:

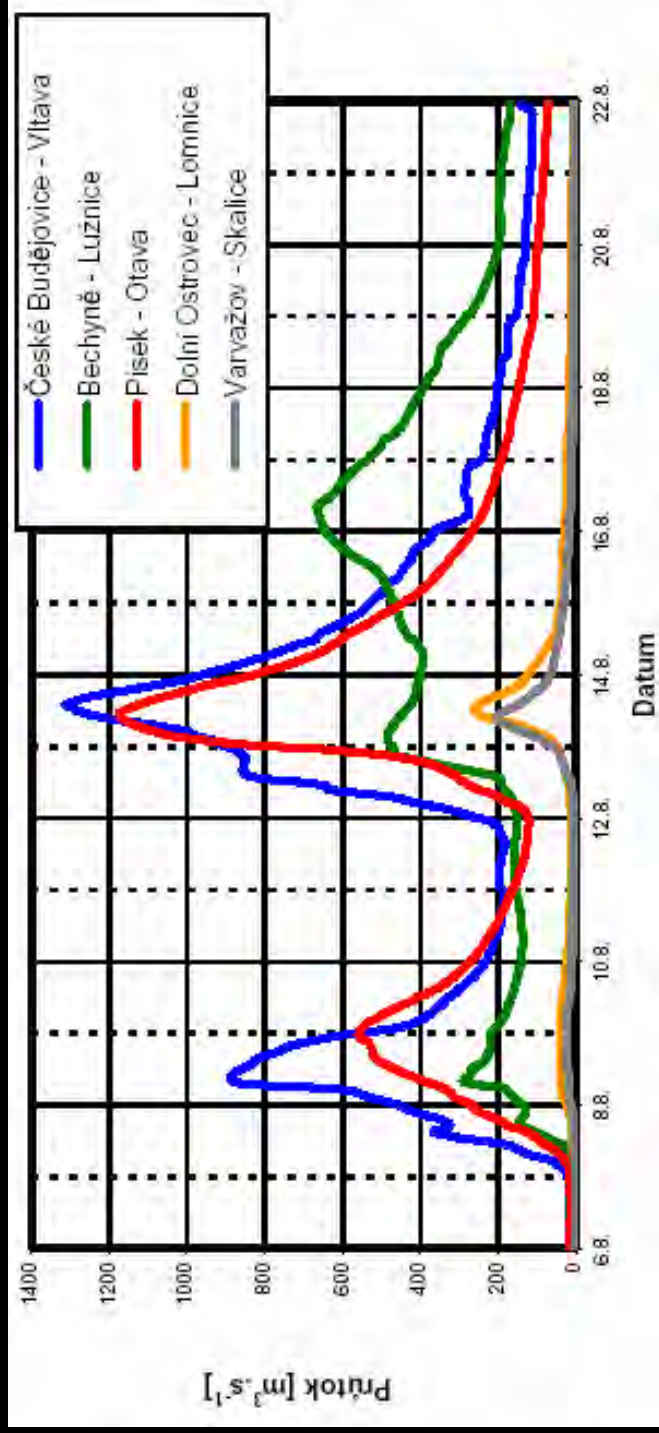
Retenční kapacita porovnatelná s přehradami.

Volné vodní plochy tvoří cca 17 % CHKO Třeboňsko. V době kulminace povodně 2002 tvořily **30 %** plochy CHKO.

Rybníčná krajina Třeboňska zadržela cca **200 – 300 mil m<sup>3</sup>** (Rožmberk 50 mil m<sup>3</sup>).

To odpovídá cca 200 mm srážek v povodí Lužnice nad Rožmberkem (1150 km<sup>2</sup>)

Zdržení kulminace o **68** hodin.



68 h.

## RETENCE RYBNÍKŮ - omezení:

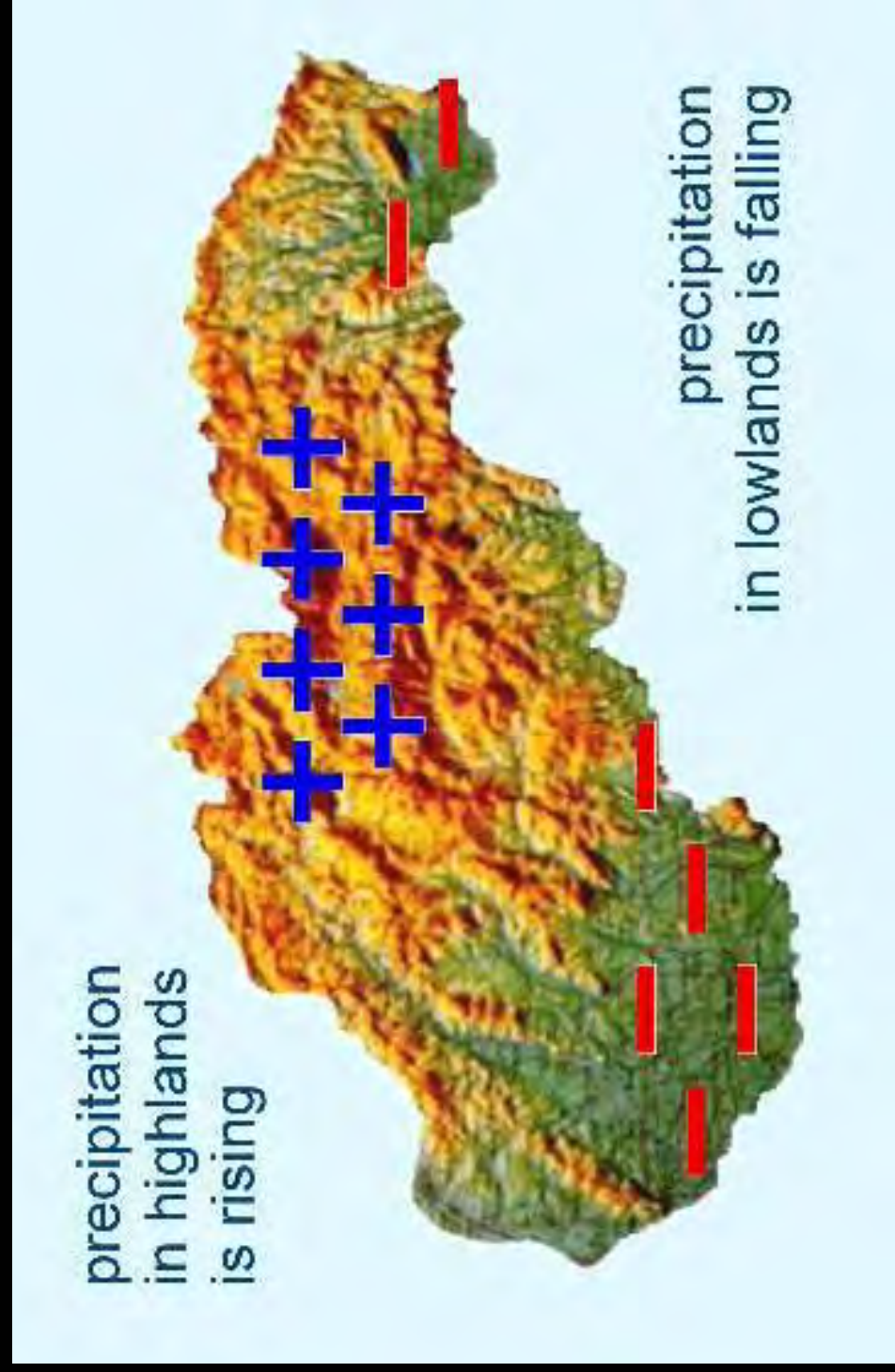
### **ABSENCE ZAŘÍZENÍ K BEZPEČNÉMU PŘEVEDENÍ VELKÝCH VOD.**

Technické zařízení zastaralé, výpustní zařízení mnohdy dřevěné, neexistence BP

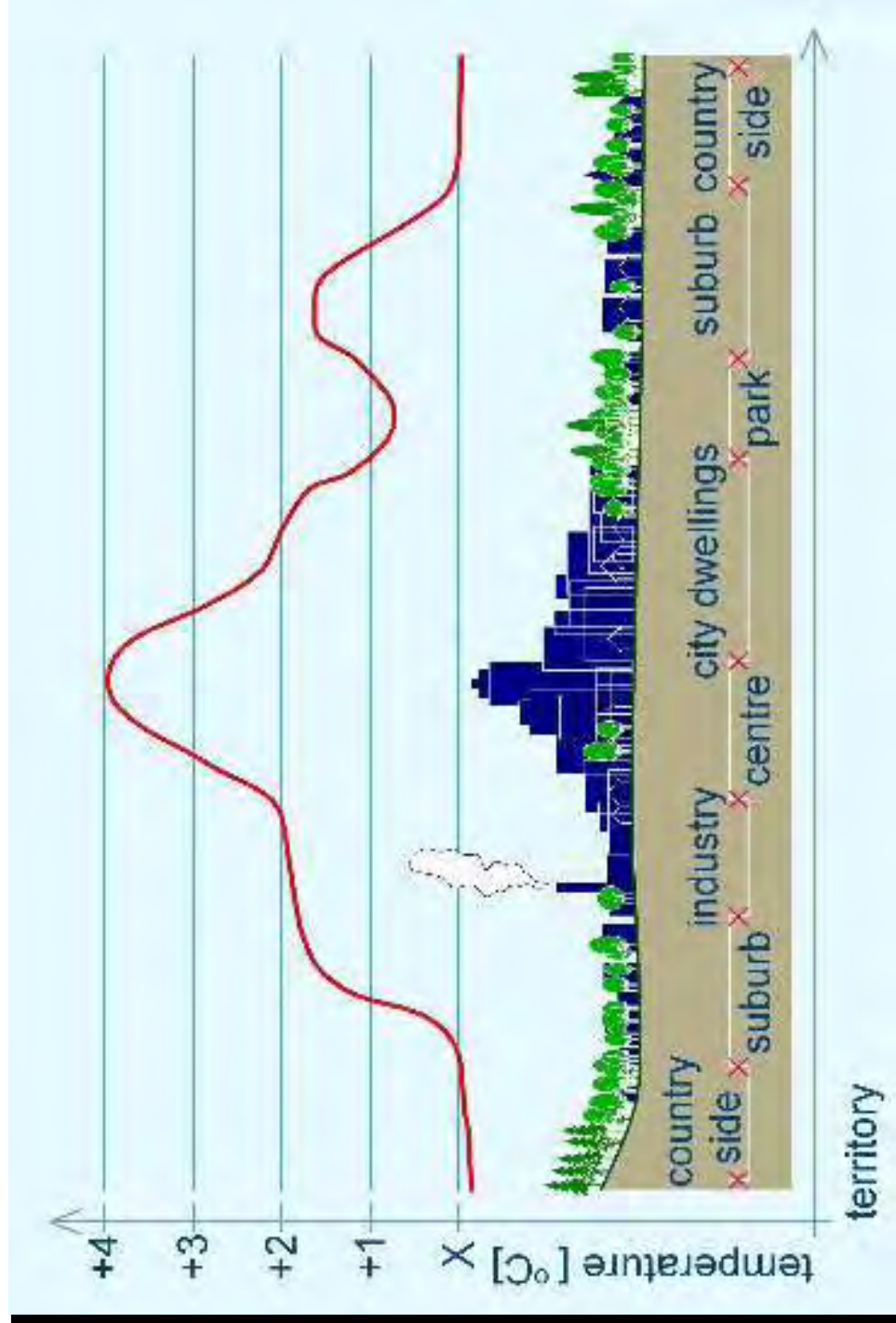
### **NEŘÍZENÁ TRANSFORMACE.**

Rybník nemá vymezen ovladatelný ochranný prostor,  
neovladatelný se zaplní ještě před příchodem  
kulminace.

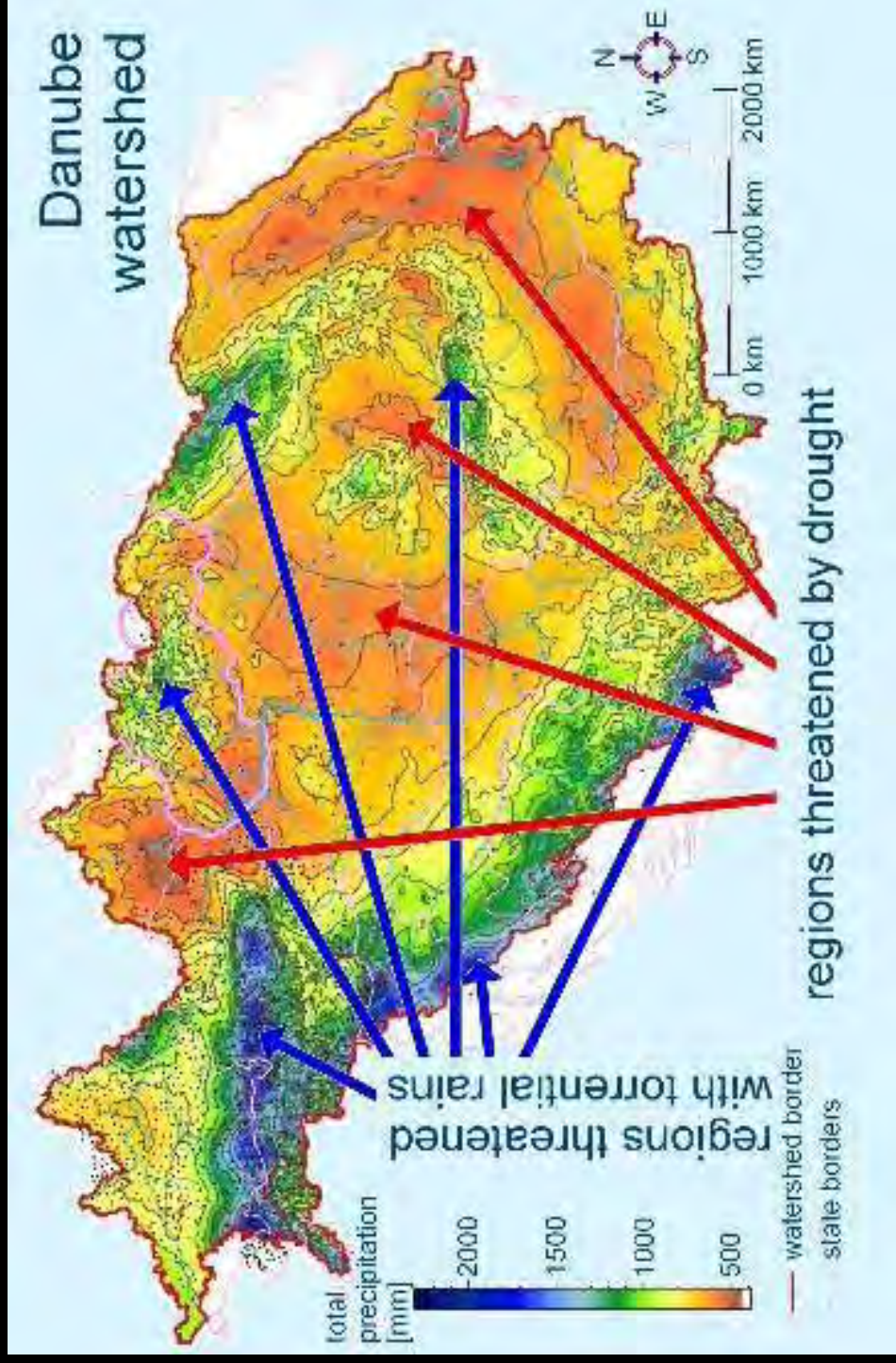
# The rain in Slovakia fails mainly on the plain...



# HOT CLIMATIC UMBRELLA OF A CITY



# PRECIPITATION IN MOUNTAINS AND LOWLANDS – DANUBE WATERSHED



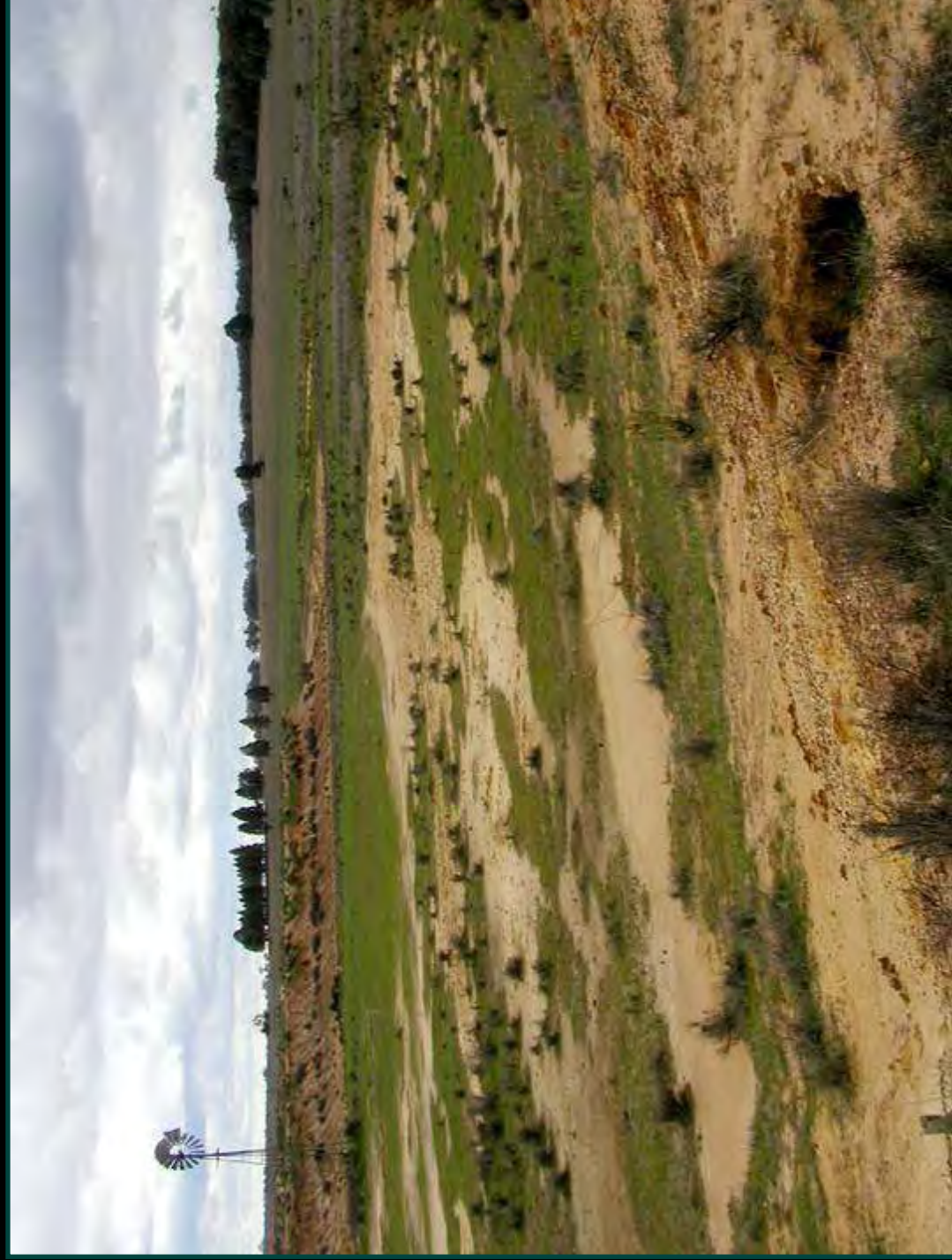


# Úbytek vody v krátkém oběhu

- Ztráty vody výparem  
x
- Odtok vody do nádrží z povodí
- Dlouhodobě ubývá voda v krajině, krajina vysychá



**Desertifikace a obnova krajiny - Austrálie**



**Desertifikace a obnova krajiny - Austrálie**



**Desertifikace a obnova krajiny - Austrálie**

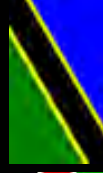


**Desertifikace a obnova krajiny - Austrálie**

# FINGERPONDS - AFRIKA



Sezónní rybníky v záplavových oblastech  
východní Afriky





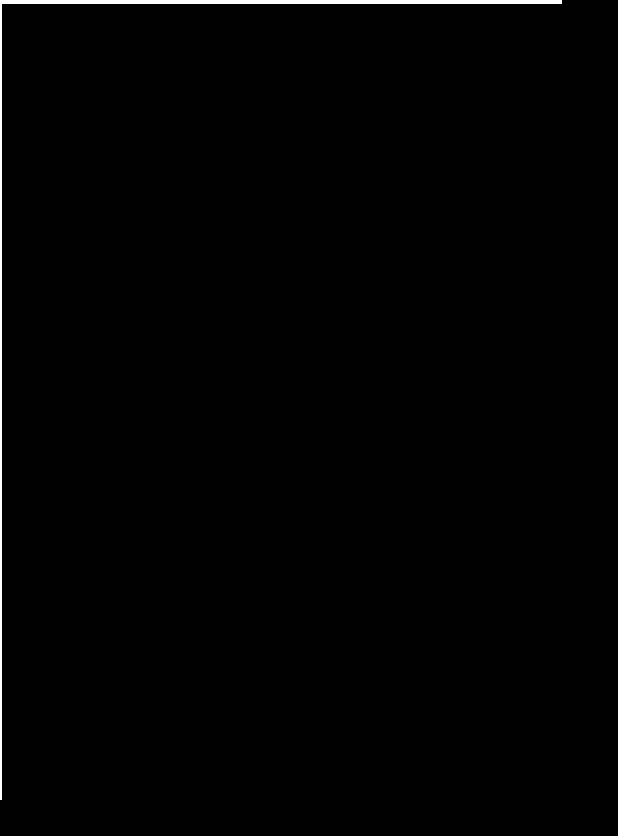
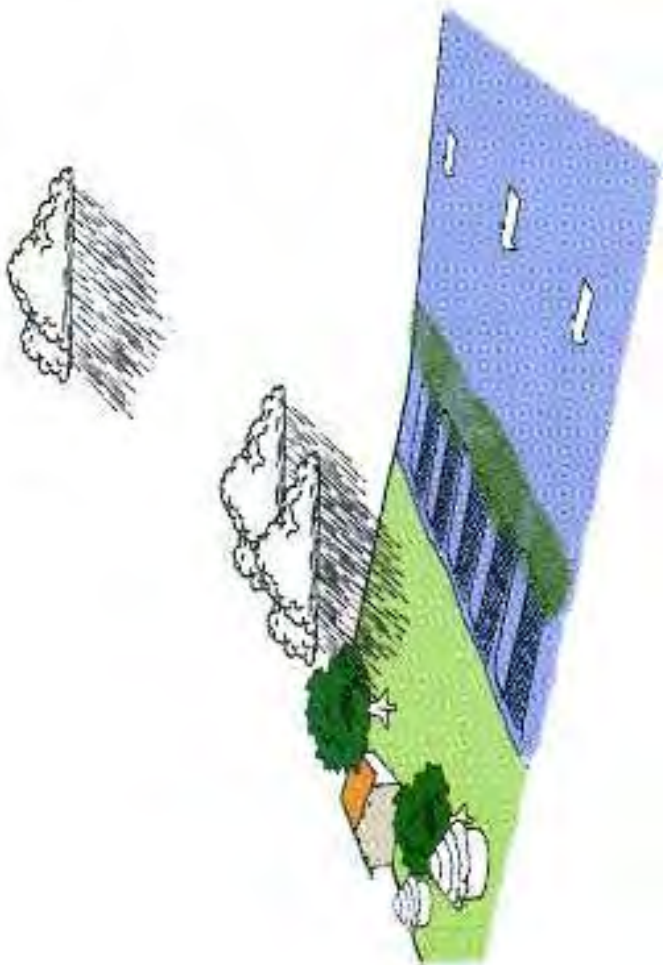
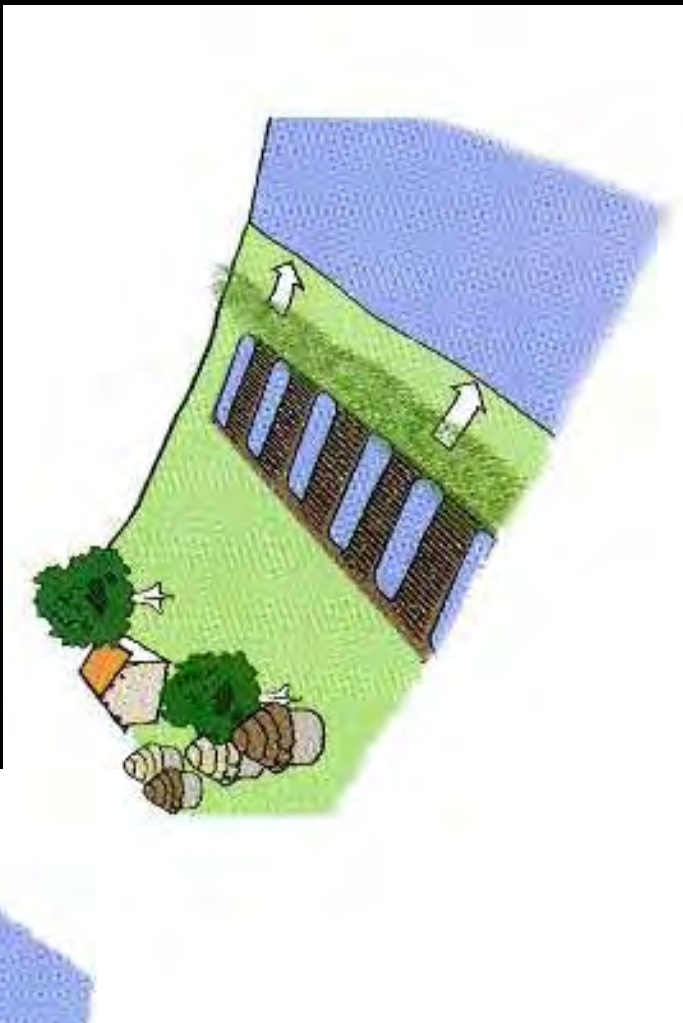








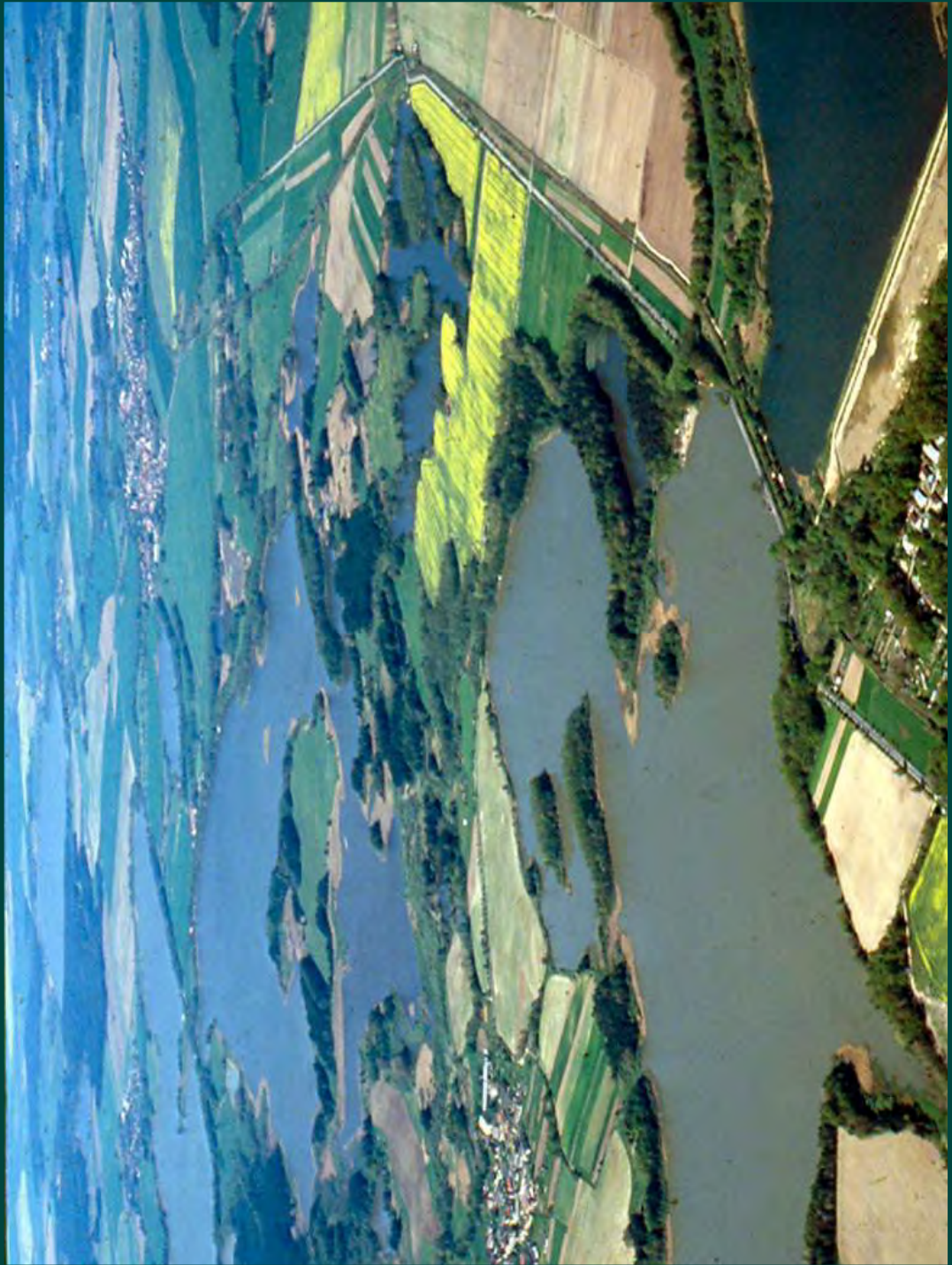






# FINGERPONDS - AFRIKA





# **MOKŘADY:**

- WETLANDS -
- FEUCHTGEBITE -
- TERRAINS HUMIDE -
- PEROVLÁŽENYJE ZEMLI -
- MOKRIADE -



# IUCN Ramsarská úmluva

<b>Území</b>	zaplavené, zamokřené
<b>Původ</b>	přírozený, umělý
<b>Trvání</b>	dočasné, trvalé
<b>Voda</b>	stojatá, tekoucí, slaná, sladká, brakická
<b>Hloubka</b>	do 15 (6) m (mořská pobřeží)

# Patrick Denny

## Mokřad je

sezónně nebo trvale mělce zatopená plocha,  
kde se běžně vytváří podmínky k rozvoji rostlin  
přízpůsobených k životu ve vodě.

# **MOKŘAD:**

- říční niva -
- prameniště -
- lužní les -
- rašeliniště -
- podmáčená smrčina -
- RYBNÍK -

# VÝVOJ MOKŘADŮ V ČECHÁCH:

Vysušování malých mokřadů

Rekultivace niv

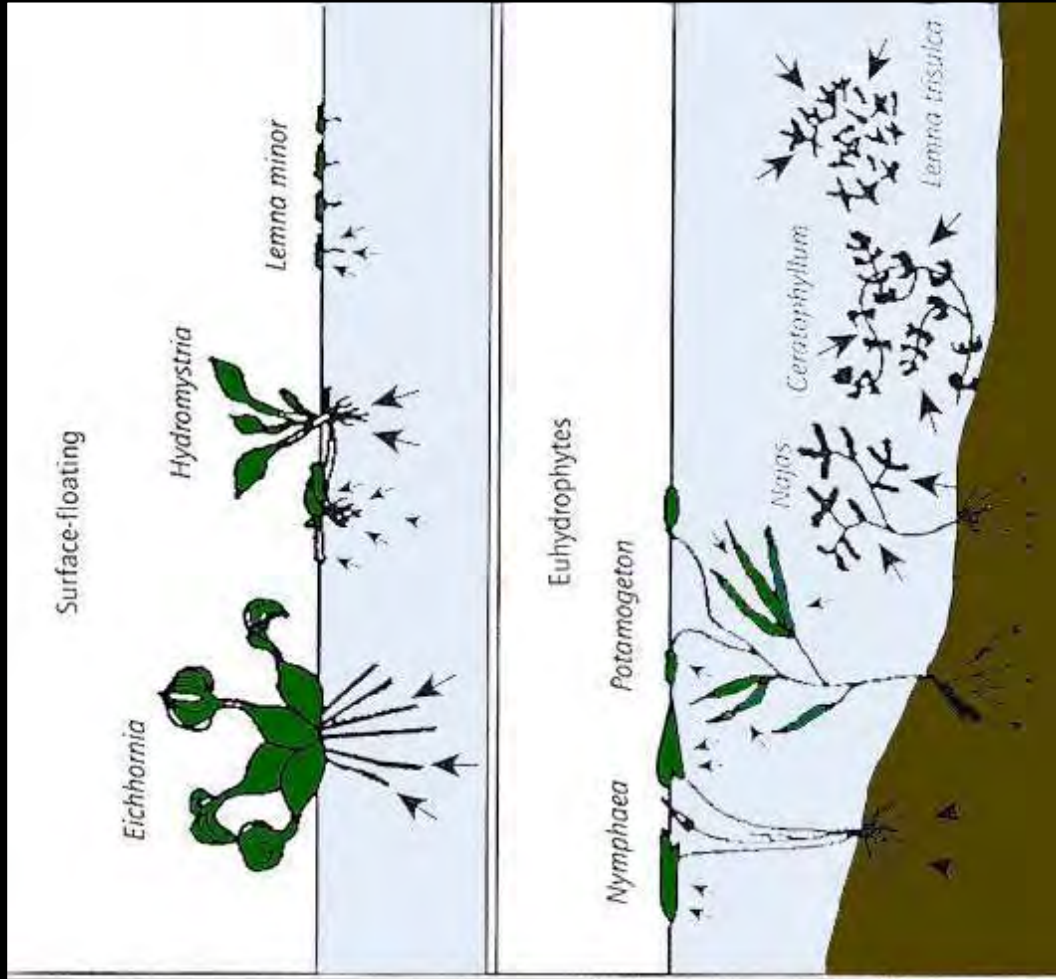
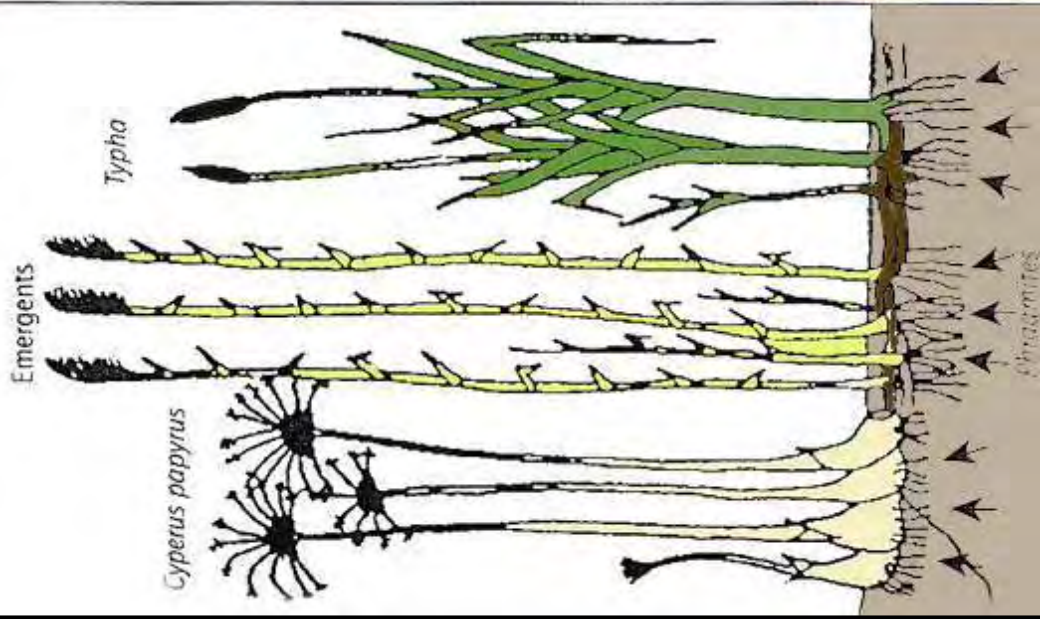
V současnosti – 117 400 ha  
z toho polovina rybníků.

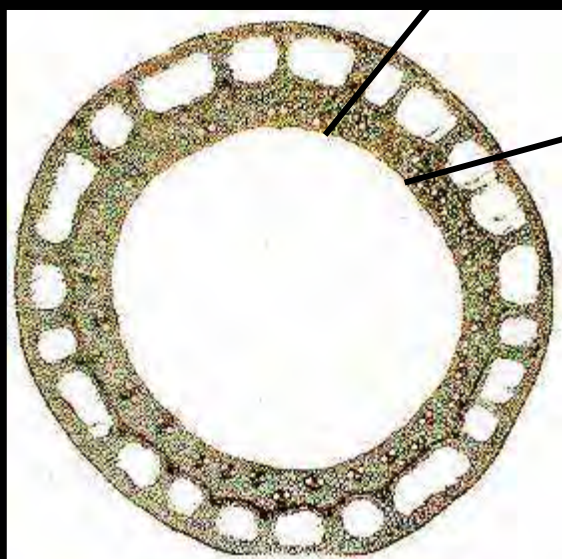
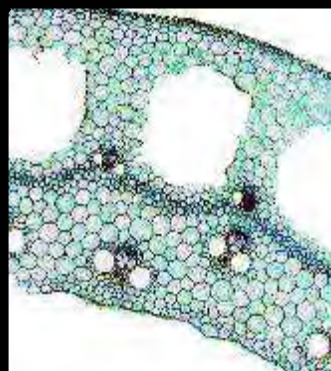
16. století – 180 000 ha rybníků

# JAK VRÁTIT VODU DO KRAJINY ?

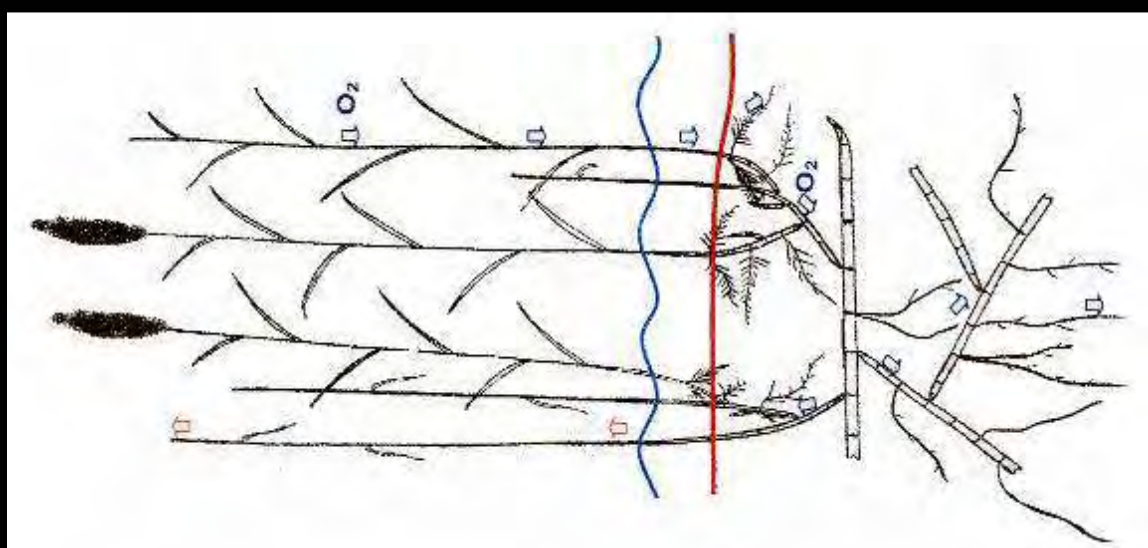
**Retence (akumulace) vody  
nad povrchem půdy**

**Říční nivy  
Lužnice 2002**





# Řez listem



# VÝVOJ POČTU RYBNÍKŮ

Období	Plocha <i>Tis. ha</i>	Produkce <i>kg / ha</i>
12 <sup>th</sup> stol.	neznámá	
14 <sup>th</sup> stol.	75	40
16 <sup>th</sup> stol.	180	40
18 <sup>th</sup> stol.	79	30
1850	35	25
1924	44	81
1956	50	137
1965	50	210
1975	51	328
1985	52	393
1995	52	423







## Jan POKORNÝ – Libor PECHAR

ENKI o.p.s.  
Dukelská 145  
379 01 TŘEBOŇ  
Email: [pokorny@enki.cz](mailto:pokorny@enki.cz)