



# VLIV ZMĚN KLIMATU NA ODNOSY FOSFORU

-

## Modelování kvality vody v povodí vodárenské nádrže Římov pomocí HSPF

*Jan Turek, Josef Hejzlar & Martin Dubrovský*  
[turek@hbu.cas.cz](mailto:turek@hbu.cas.cz)

12.4.2007, České Budějovice

# Úvod: Zdroje fosforu (P)

## Odnosy P

- i. Přírozené pozadí, obsahy P v půdním a horninovém prostředí, sorpční povrchy, cesta odtoku a jeho velikost
- ii. Vliv lidské činnosti v povodí (zvýšená eroze, lesnictví, zemědělství, stavební činnost)
- iii. Odpadní vody čištěné i nečištěné

~15-30  
 $\mu\text{g l}^{-1}$  TP

# Pořešín-Malše



**40.1 ř. km Malše**

**Plocha povodí:**

**436.9 km<sup>2</sup>**

**~94% přítoku  
do VD Římov**

**Obyvatel:**

**~16,5 tis.,**

**z toho 4,5 tis. Rakousko**

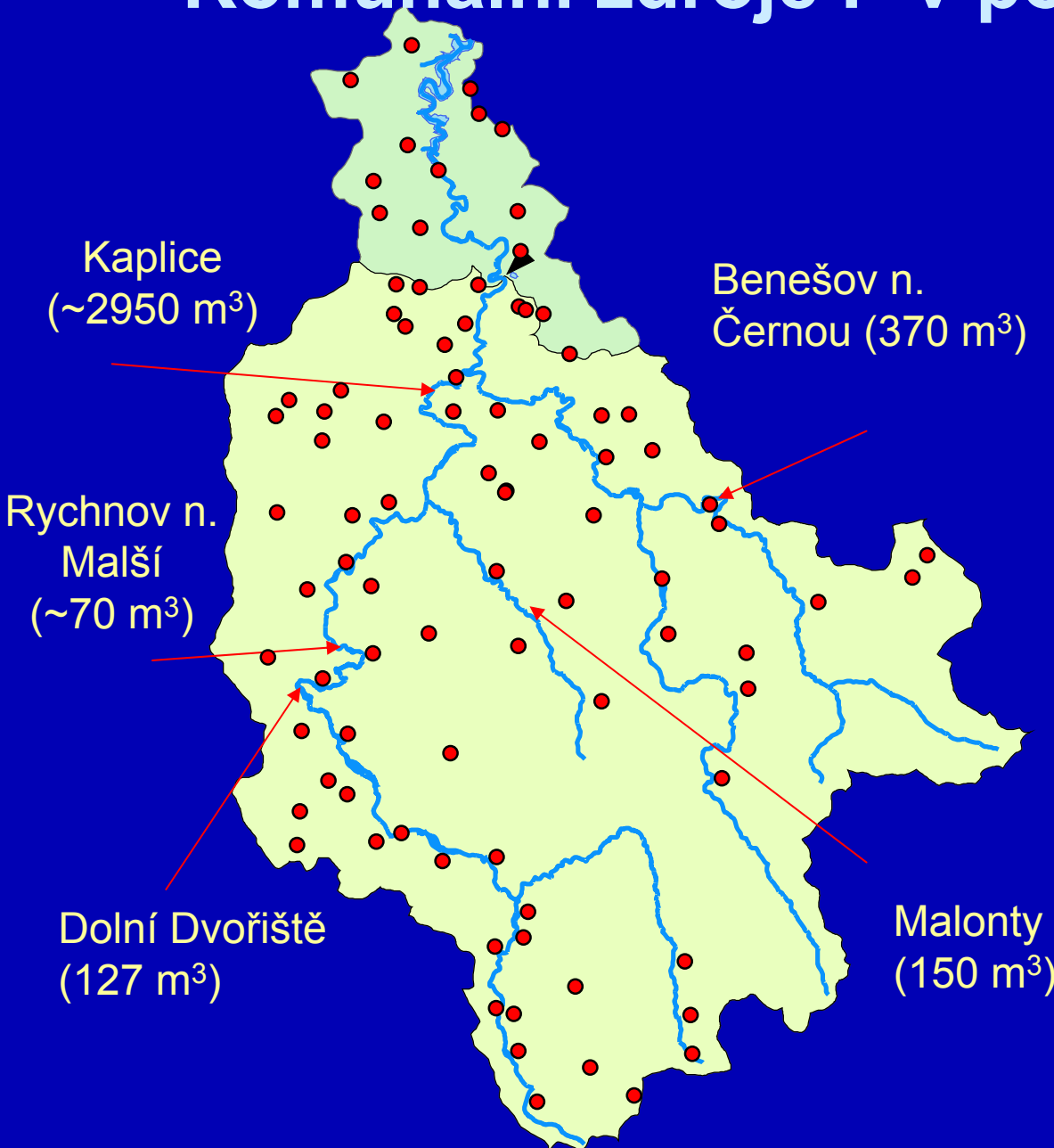
**Kontinuální měření:**

**průtok (limnigraf ČHMÚ)  
teplota vody (termistor)**

**Vzorky vody:**

**•formy fosforu  
(TP, RP a PP),**

# Komunální zdroje P v povodí Pořešín



ČOV (5 čistíren s největší denní kapacitou pro odpadní vody)

údaje o koncentracích VP a P - PO<sub>4</sub> evidence VaK JČ a.s. (1-4 měsíčně)

Export fosforu P<sub>exp</sub> od nepřípojených obyv.

$$P_{\text{exp}} = P_{\text{fyz}} \times O \times E$$

$$P_{\text{fyz}} \sim 1.5-2.3 \text{ g.d}^{-1}$$

E- exportní koeficient 0.5-0.8 (septik-nečistěná kanal.)

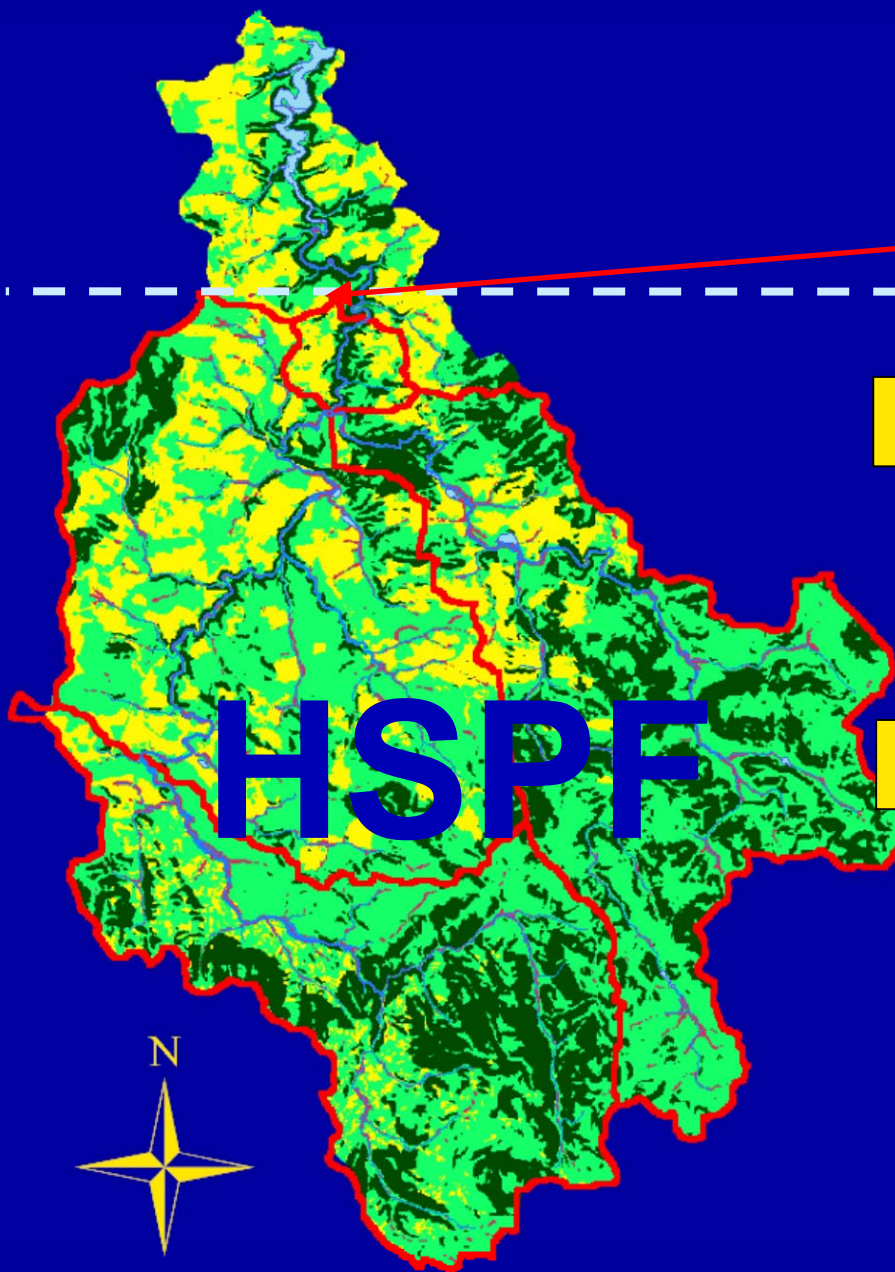
O- počet obyvatel

# Úvod: HSPF

## Model povodí Římov:

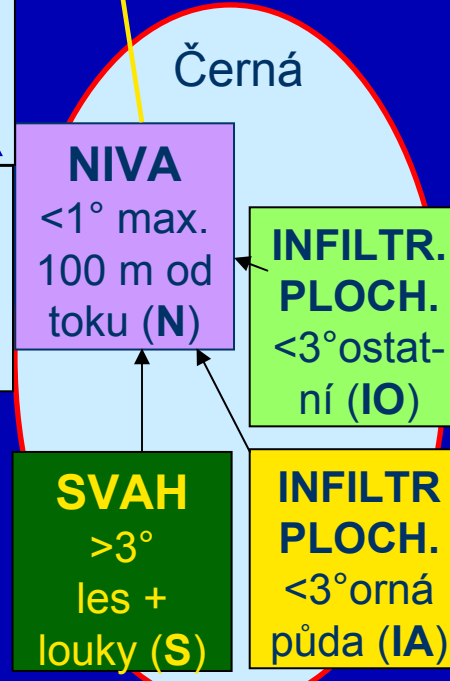
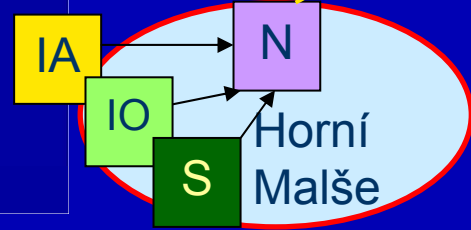
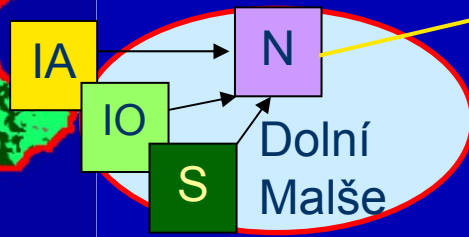
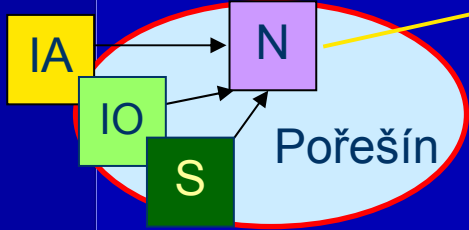
Hydrologic Simulation Program-Fortran (HSPF) je koncepční model, sdružuje oblasti s podobnými vlastnostmi.

simulace srážko-odtokového procesu a odnosů látek z povodí, transformace v říční síti.

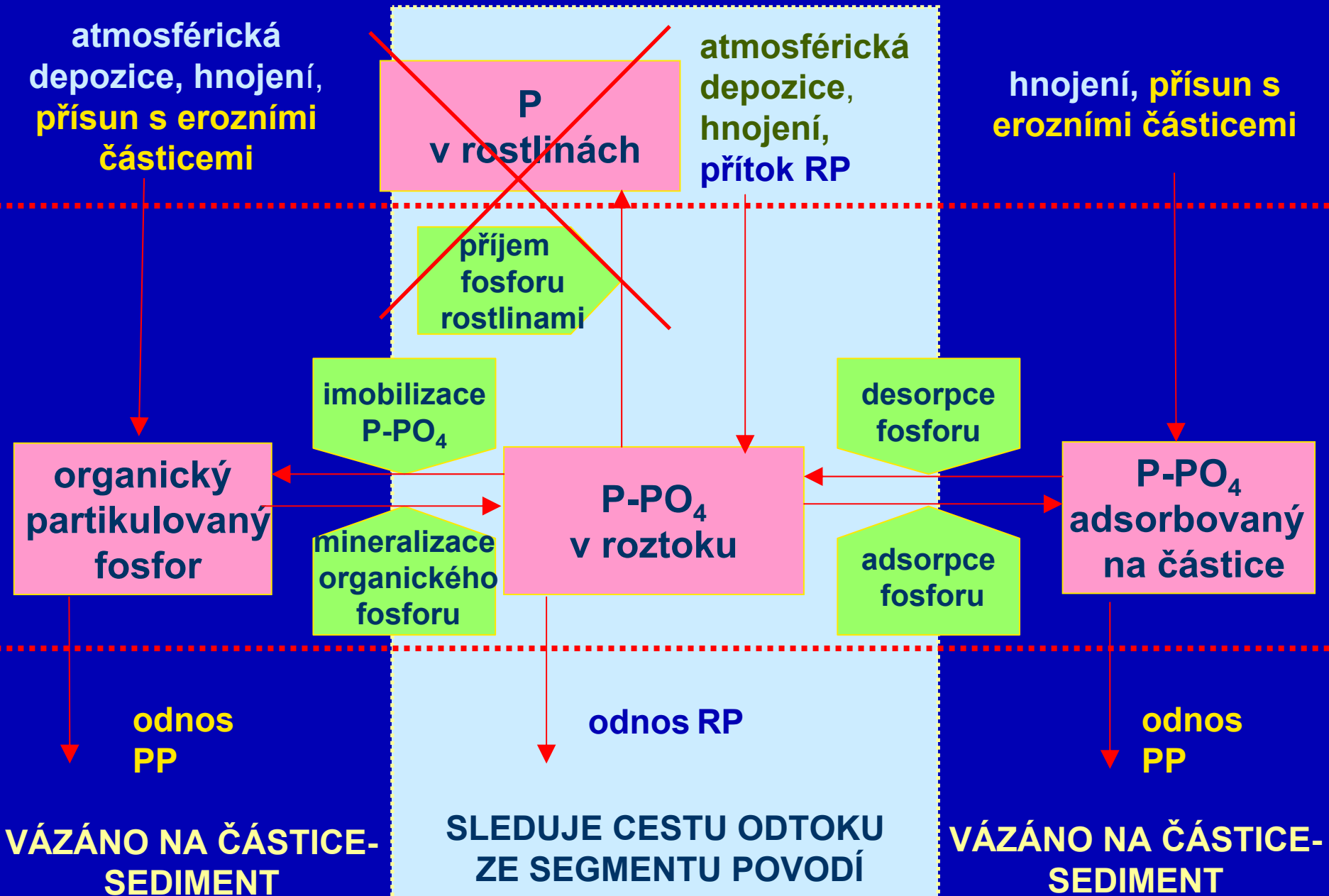


*Malše-Pořešín*

VD  
Římov



# MODEL ODNOSU FOSFORU Z POVODÍ (HSPF)



# TRANSPORT P V ŘÍČNÍ SÍTI (HSPF)

## BODOVÉ ZDROJE

odnos RP z povodí

RP

odtok RP

ADVEKCE

adsorpce

desorpce

odnos PP z povodí

(org. part.+ads P-PO<sub>4</sub>)

PP

odtok PP

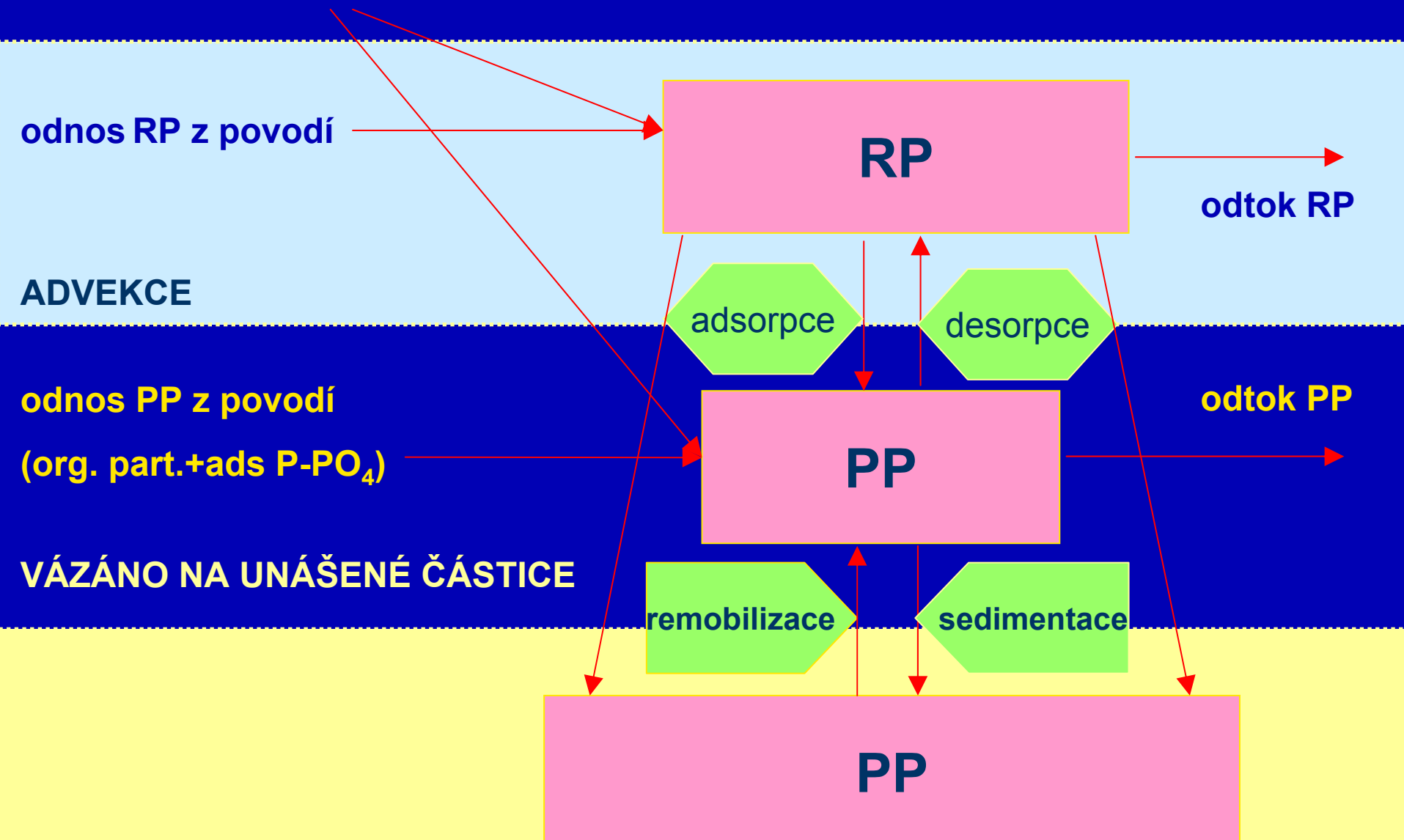
VÁZÁNO NA UNÁŠENÉ ČÁSTICE

remobilizace

sedimentace

PP

SEDIMENT DNA

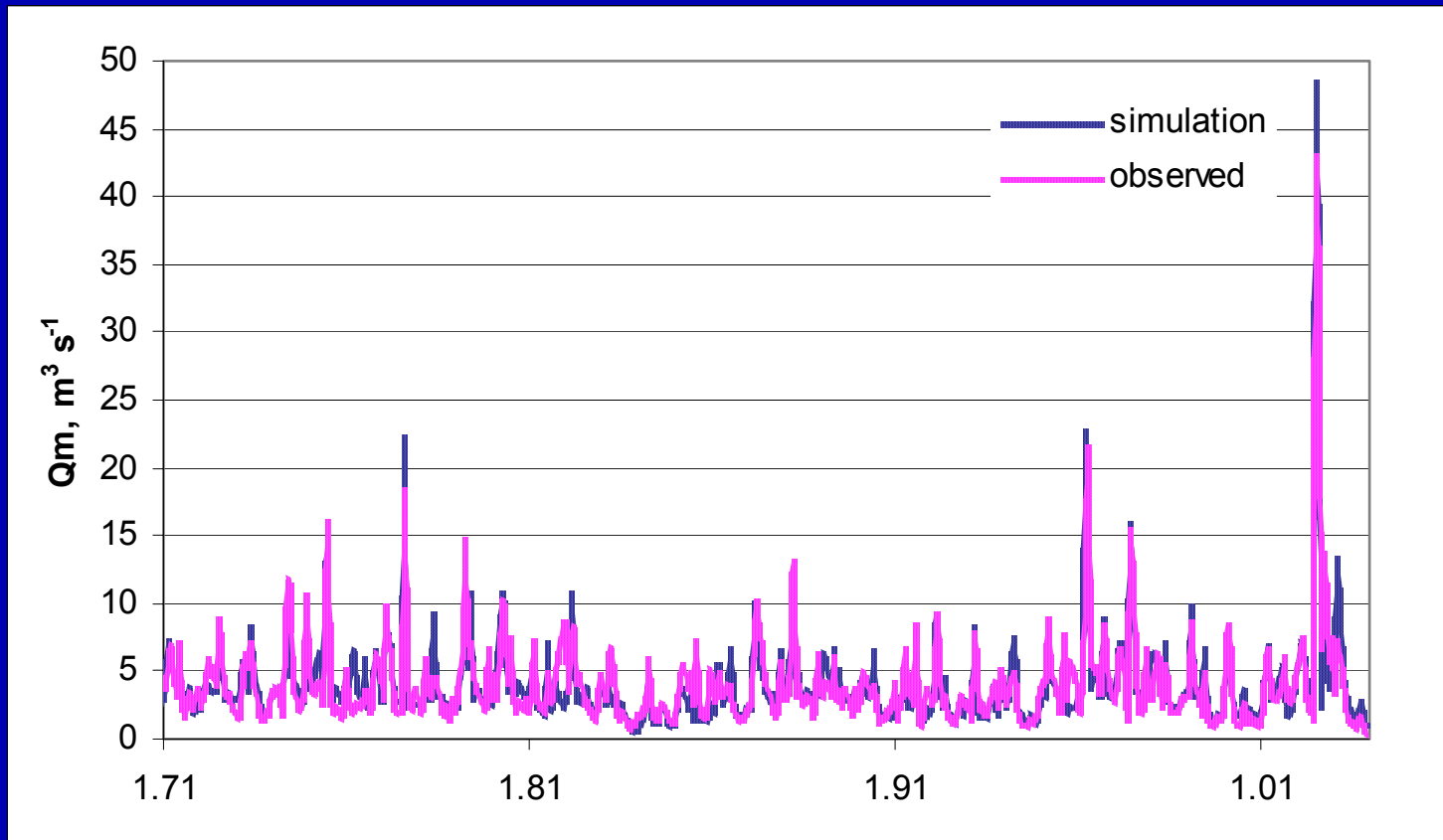




# Kalibrace HSPF: hydrologie

profil Pořešín srovnání měsíčních hodnot  $Q_m$ , 1971-2003

•NS  $r^2 = 0,66$

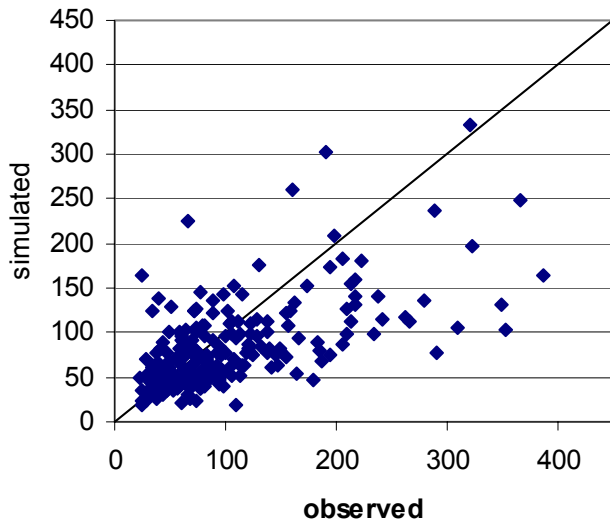


# Kalibrace HSPF: odnosy fosforu

profil Malše-soutok, srovnání denní bodových vzorků forem fosforu 1990-2003\*

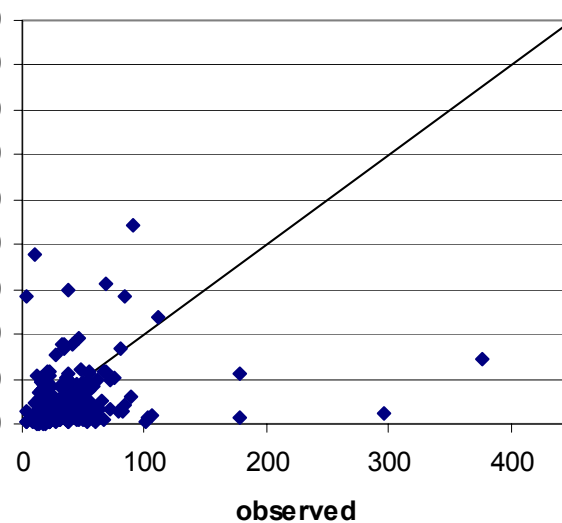
RP

NS  $r^2 = 0,44$



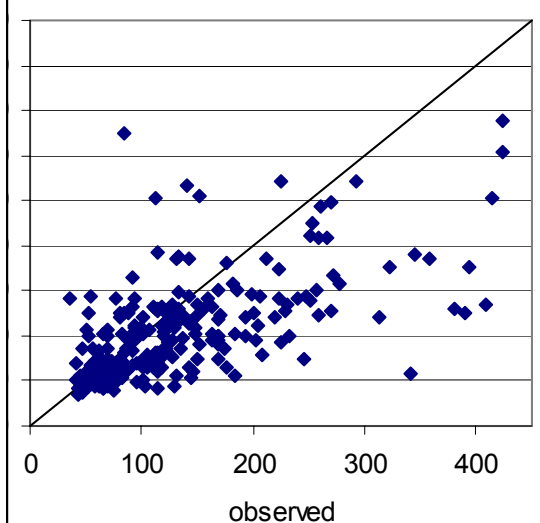
PP

NS  $r^2 = 0,-49$



TP

NS  $r^2 = 0,22$

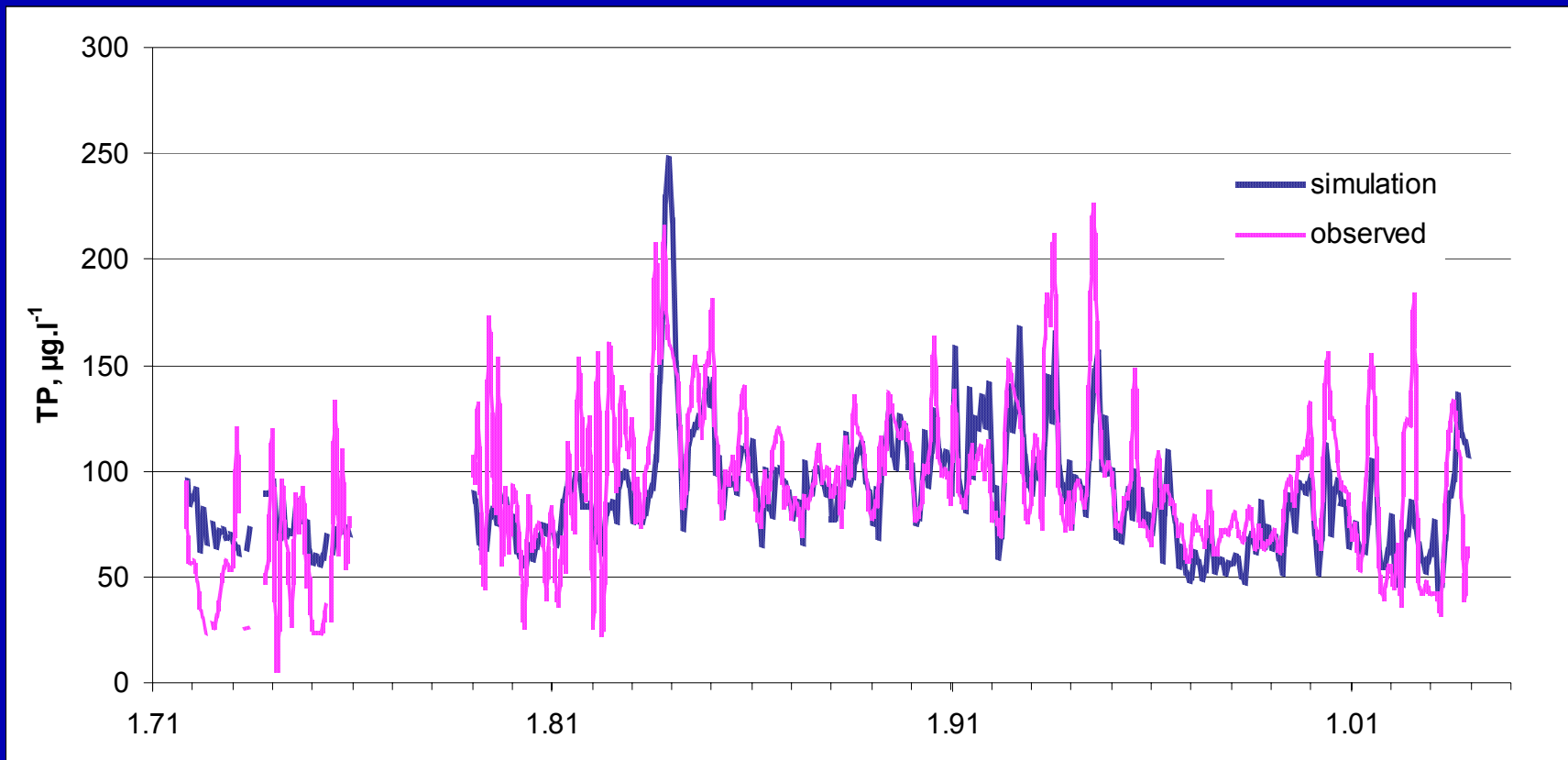


\*koeficient determinace dle Nash J.E. & Sutcliffe J.V. (1970) River flow forecasting through conceptual models: Part I, A discussion of principles. *J. Hydrol.* **10**, 282-290.

# Kalibrace HSPF: odnosy fosforu

profil Pořešín, srovnání měsíčních hodnot celkového fosforu (TP) 1971-2003

•NS  $r^2 = 0,49$



# Scenáře klimatu: projekce 2050

## ECHAM4/OPYC (E)

1960-89 historické konc.  
CO<sub>2</sub>+ IS92a scénář

## HadCM2 (H)

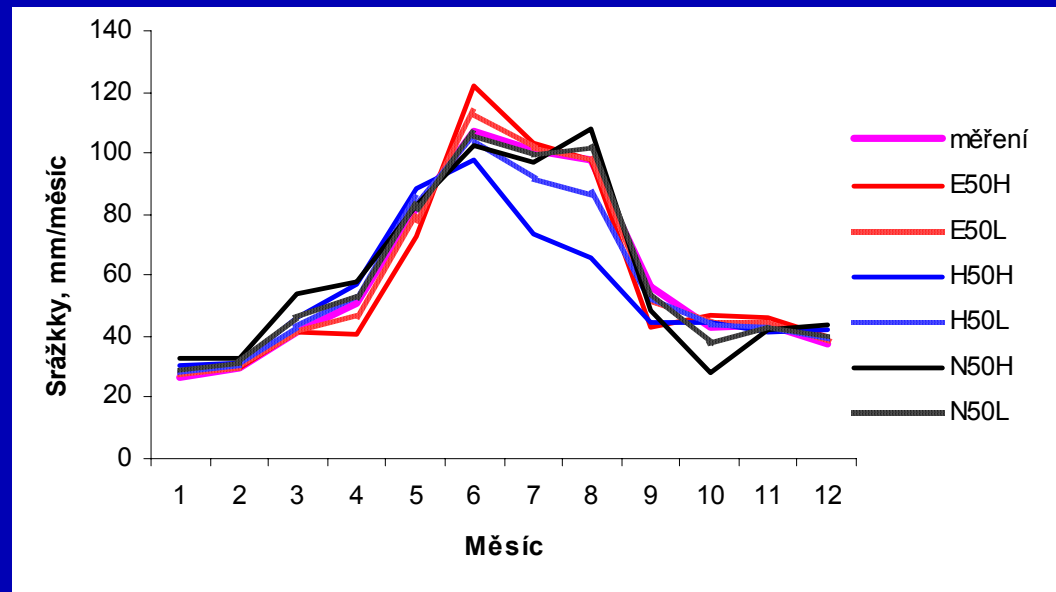
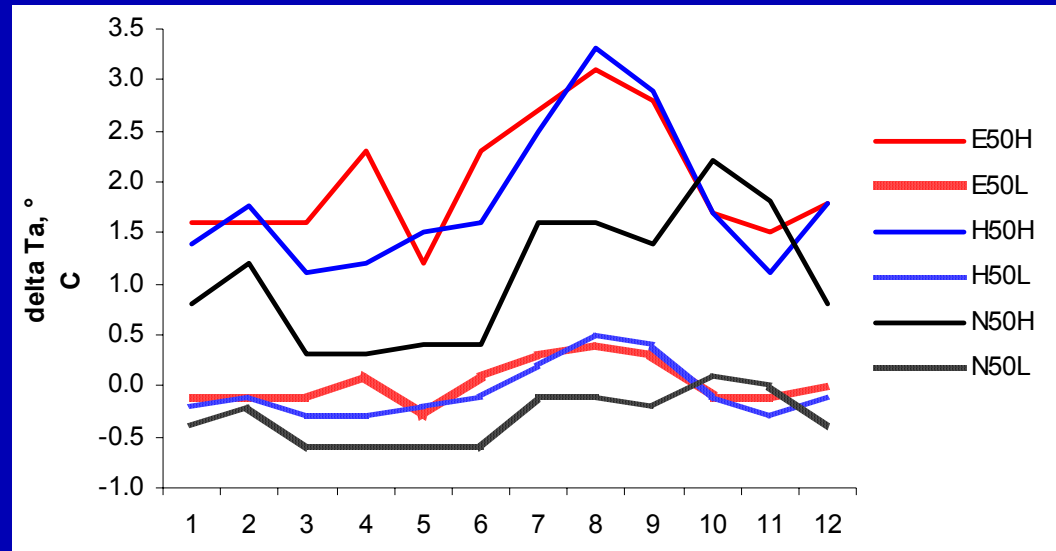
1960-89 historické konc.  
CO<sub>2</sub>+ 1% vztup

## NCAR (N)

1960-89 historické konc.  
CO<sub>2</sub>+ scénář  
„bussines as usual“ (~IS92a)

pro každý model byly vybrány 2 běhy  
s odlišnou klimatickou citlivostí na  
2xCO<sub>2</sub>; 1,5°C (L) a 4,5°C (H)

downscaling: metodou pattern  
scaling (M. Dubrovský, ÚFA)



# Scenáře klimatu: vstupy HSPF

**Vytvořeny denní datové řady 6 scénářů změn klimatu na základě naměřených řad 1961-2003:**

**Teplota vzduchu ( $T_a$ )**

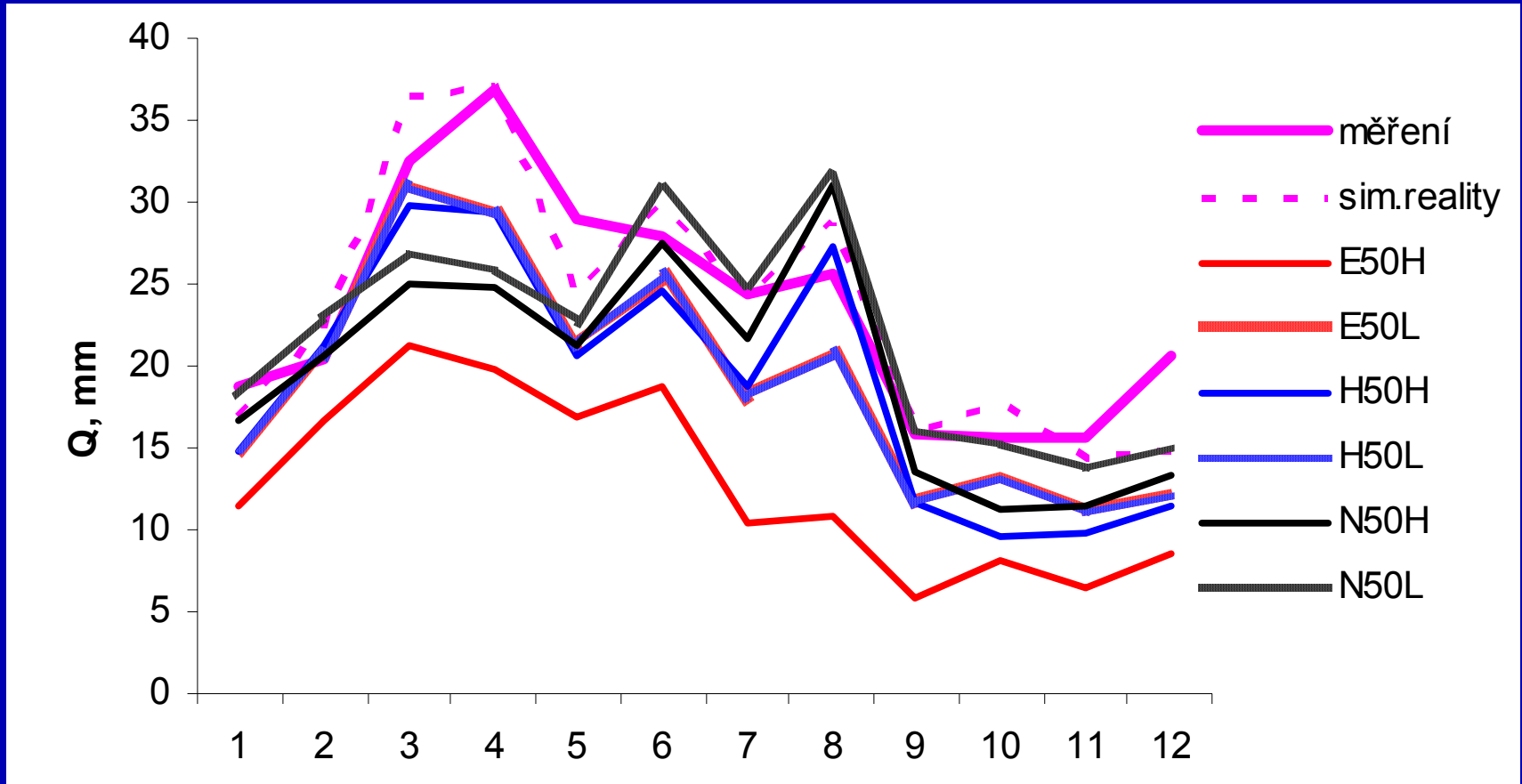
**Srážky (P)**

**Potenciální evapotranspirace (PET, FAO Penman-Monteith)**

- změněny vstupy do rovnice u teploty vzduchu ( $T_a$ ) a relativní vlhkosti
- zanedbány změny v rychlosti větru a oblačnosti

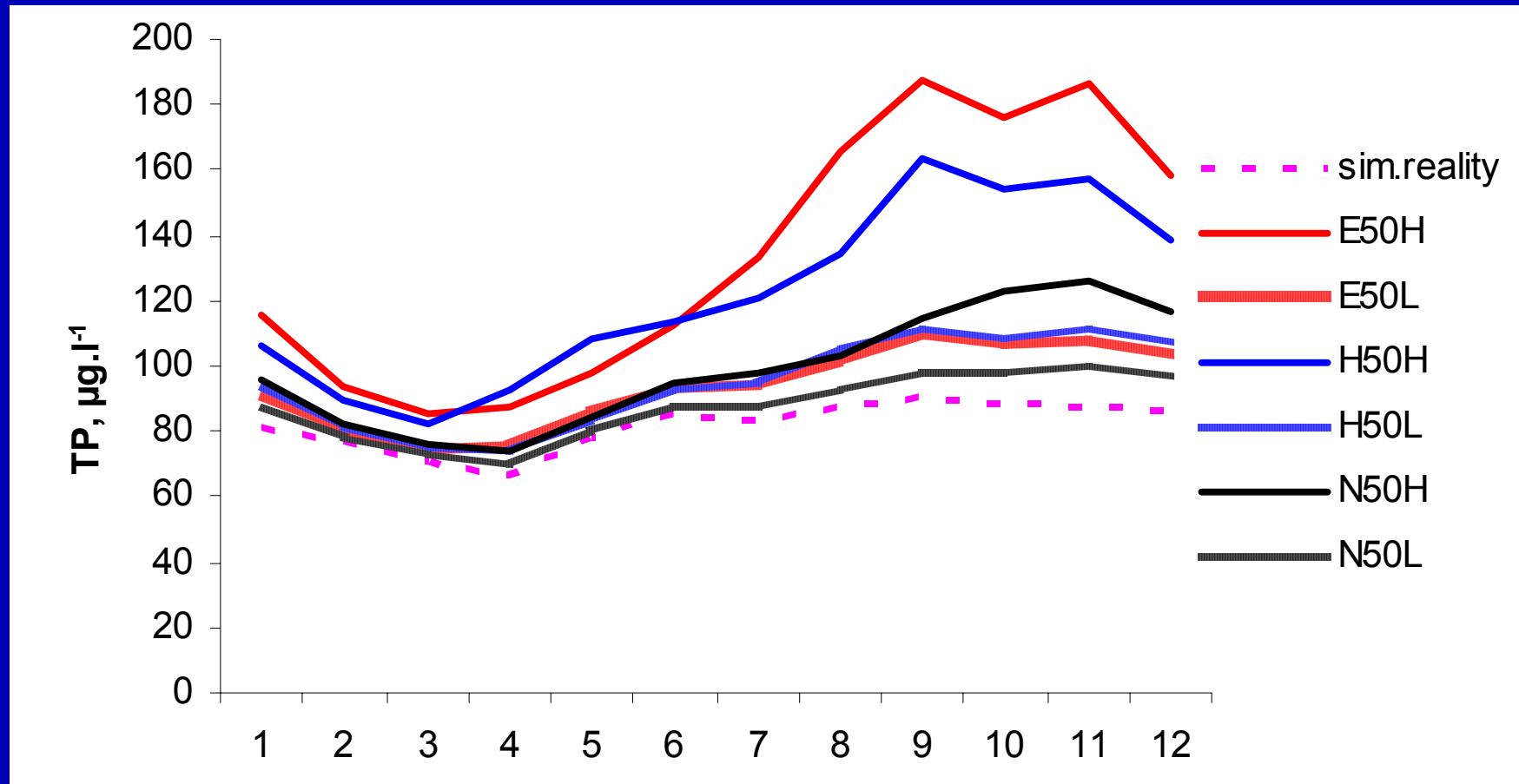
# Scenáře klimatu: výsledky Hydrologie

odtokové výšky průměrných měsíců



# Scenáře klimatu: výsledky odnosů TP

Průměrné koncentrace celkového fosforu (TP) pro jednotlivé měsíce roku



# Závěry: model HSPF

- Modelovací systém (HSPF) dokáže uspokojivě popsat hydrologický režim povodí.
- Zachycuje hlavní sezónní dynamiku RP na přítoku do nádrže Římov, kde je podstatně určována ředěním odpadních vod (podíl na zdrojích fosforu cca 65% pro RP a 45% TP)
- U PP simuluje jen velké erozní události, sezónní kolísání jen omezeně.
- Simulace RP a zejména PP je limitována představou prostého rozdělovacího koeficientu mezi P na částicích a v roztoku
- Simulace sezónní dynamiky TP je přijatelná
- Scénářová studie potvrdila větší význam bodových zdrojů na znečištění povrchových vod rozpuštěným fosforem v povodí nádrže Římov.



# Závěry: scénáře klimatu

- Ve všech hodnocených scénářích nastává pokles průměrného průtoku; u scénáře E50H v průměru o 45%, u ostatních v rozsahu 15-20%.
- Maximální měsíční průtok se posouvá z dubna na březen až únor.
- Vzestup koncentrací TP v průběhu celého roku o 7-64% v průměru, je způsoben hlavně menším ředěním odpadních vod z komunálních zdrojů.
- K výraznějšímu nárůstu koncentrací TP dochází v druhé polovině roku.

Děkuji za pozornost!