

# Představení konceptu Chytrá krajina

---

CVPK ČŽU Praha  
Praha 2022



# Rámec

---

1. **SFŽP ekoinovace:** Polyfunkční soustava autonomně regulovatelných drobných vodních nádrží a mokřadních systémů umožňující i difuzní čištění in situ
2. **RAGO NF:** Pilotní farma Amálie – aplikace konceptu Chytré krajiny

# Současný stav krajiny

Klimatická změna je rychlejší než průběh adaptačních opatření v ČR

Zpoždění adaptačních opatření je v současnosti cca 20-30 let a dále narůstá

Nedostatečné kapacity vodohospodářských objektů

Objekty a soustavy dimenzujeme pro dnešní podmínky, neuvažujeme s klimatickou změnou. Je třeba uvažovat s horizontem min. 2030+, lépe 2050+.

Realizujeme jen sporadické prvky, které nejsou provázány do komplexní soustavy, jež by využívala synergii a multifunkčnost prvků v zájmu lepšího poměru cena/výkon.

Opatření nejsou doprovázena nutnými změnami právních, daňových, dotačních (nebo jinak motivačních) a stavebních předpisů.

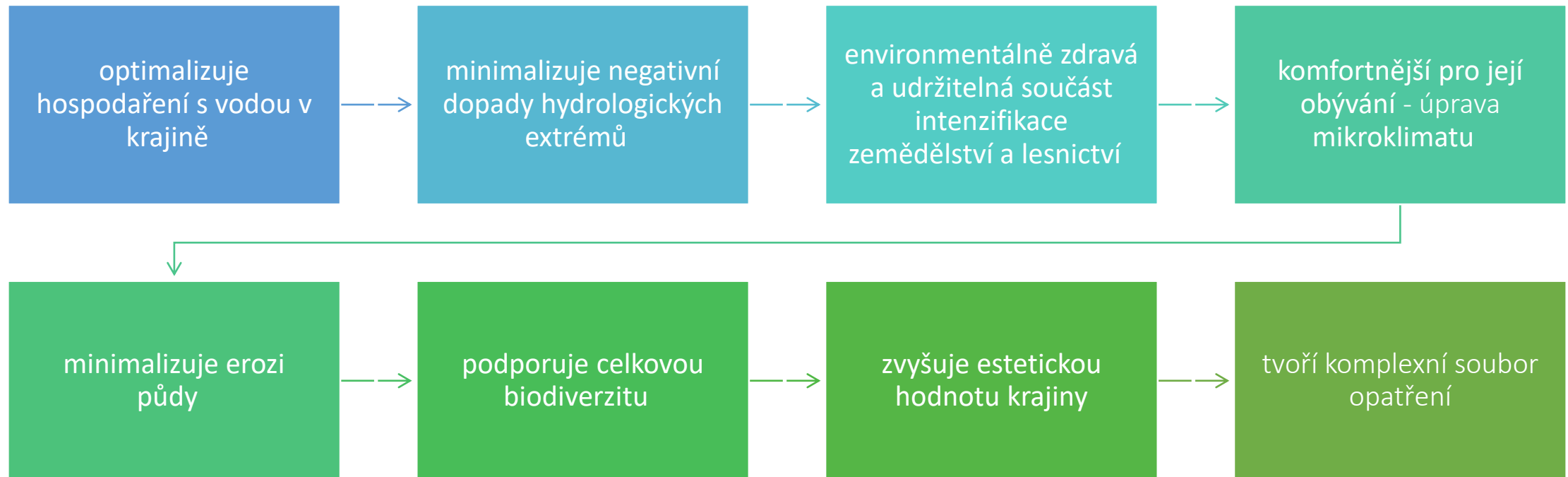
Nejsou připravovány nutné změny legislativy v oblasti vlastnictví půdy s cílem zjednodušit a urychlit výstavbu obecně prospěšných opatření v krajině.

Snižuje se zastoupení dřevin a nelesní zeleně v zemědělsky využívané krajině a tím se zhoršuje i její odolnost, adaptace i preventivní působení proti projevům změny klimatu.

Velikost dílů půdních bloků a monokulturní způsob průmyslového hospodaření na orné půdě snižuje schopnost krajiny zmírňovat nebo eliminovat dopady hydrologických extrémů a zhoršuje biologickou rozmanitost.

# Chytrá krajina inovace CVPK ČZU Praha

---

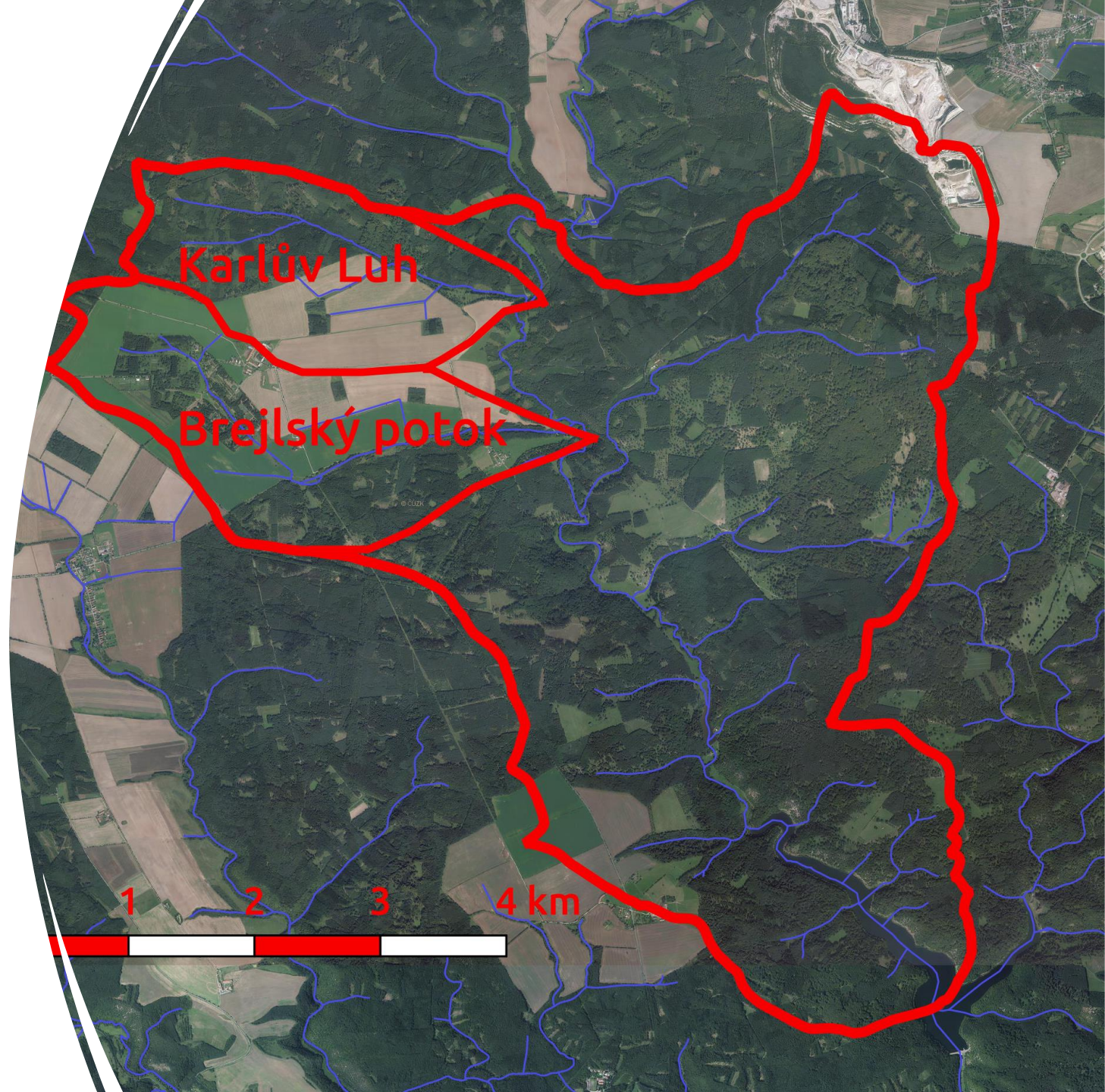




# Amálie lokalita

---

- Dvě párová povodí
  - 4.4 km<sup>2</sup>
  - 3.28 km<sup>2</sup>
- Zemědělsky obdělávaná půda
  - 60%
  - 40%
  - Celkem 3.672 km<sup>2</sup>
- Zemědělská půda vlastněná ČZU
- Přítok Klíčavy - VD Klíčava

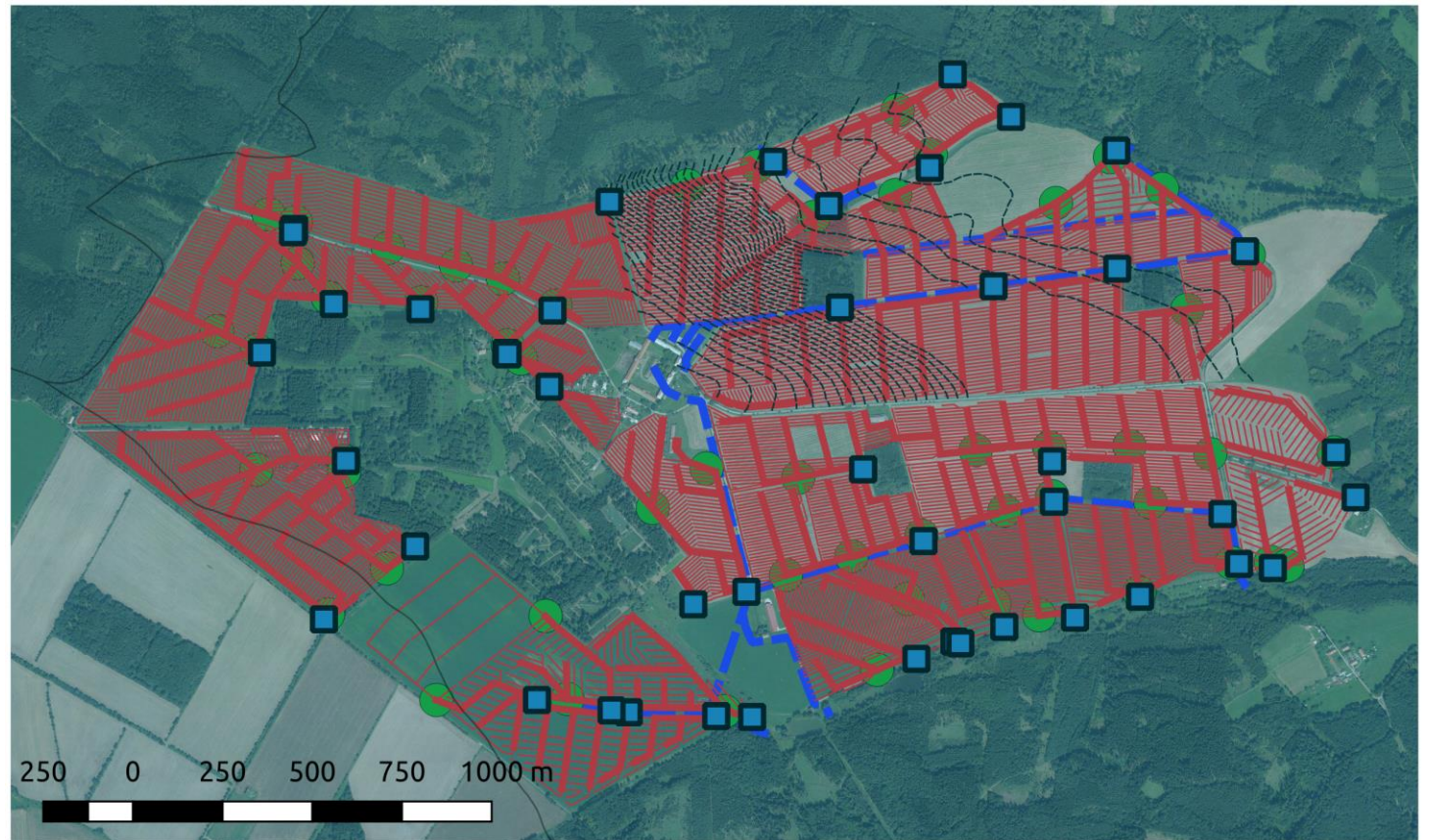




# Amálie lokalita

---

- Systematická drenáž
- 100% zemědělské půdy
- 1957- 1958
- Výzvy:
- 1/3 rozlohy ČR



# Amálie odvodnění

---

- Systematická drenáž funkční
- Systém drenážní příkopů HOZ
- Zrychlený odtok z povodí
- Velké plochy půdních bloků
- Na vybraných půdních blocích se vyskytuje eroze
- Ztráta biodiverzity
- Zhoršení mikroklimatu



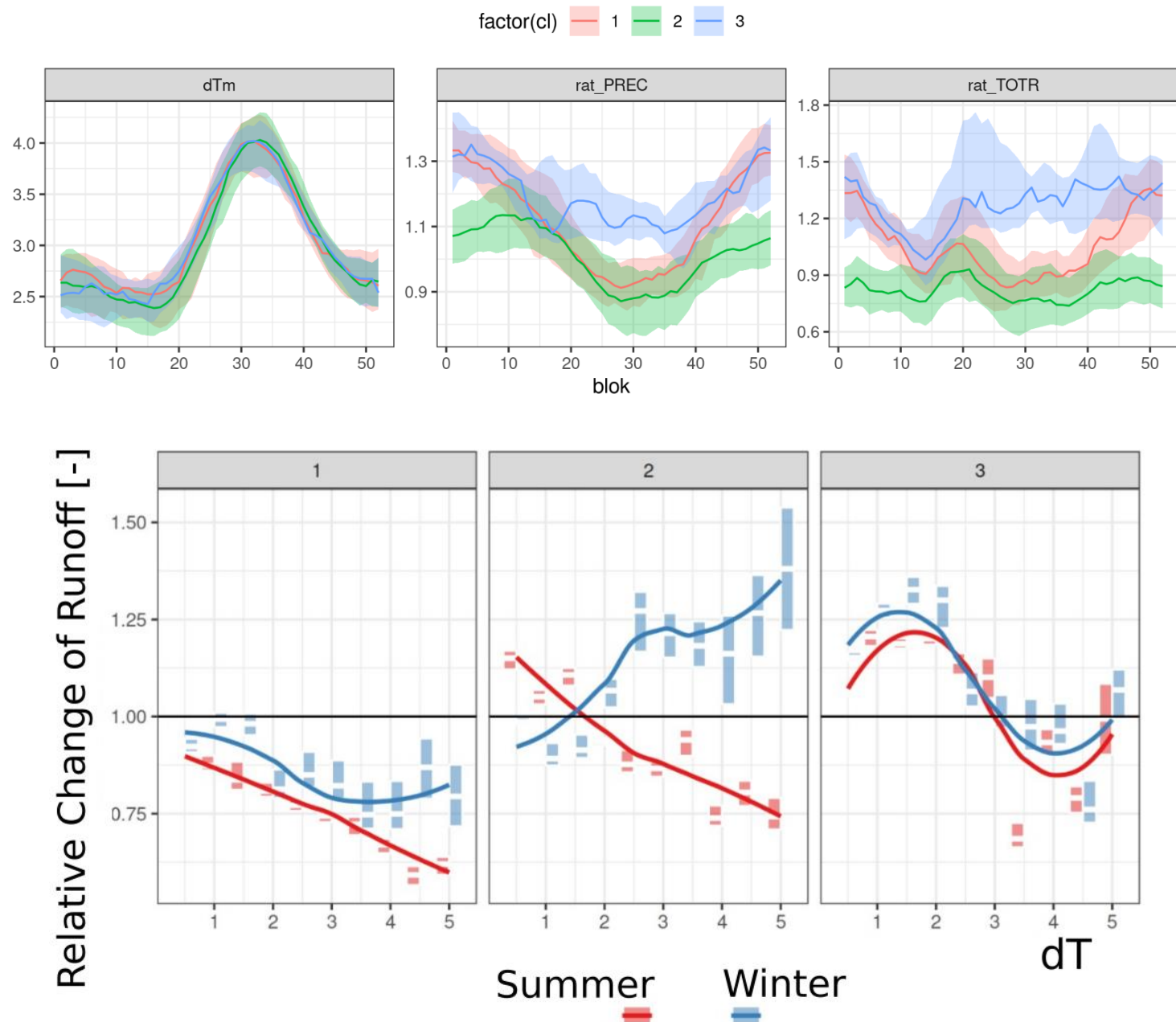


# Amálie a změna klimatu

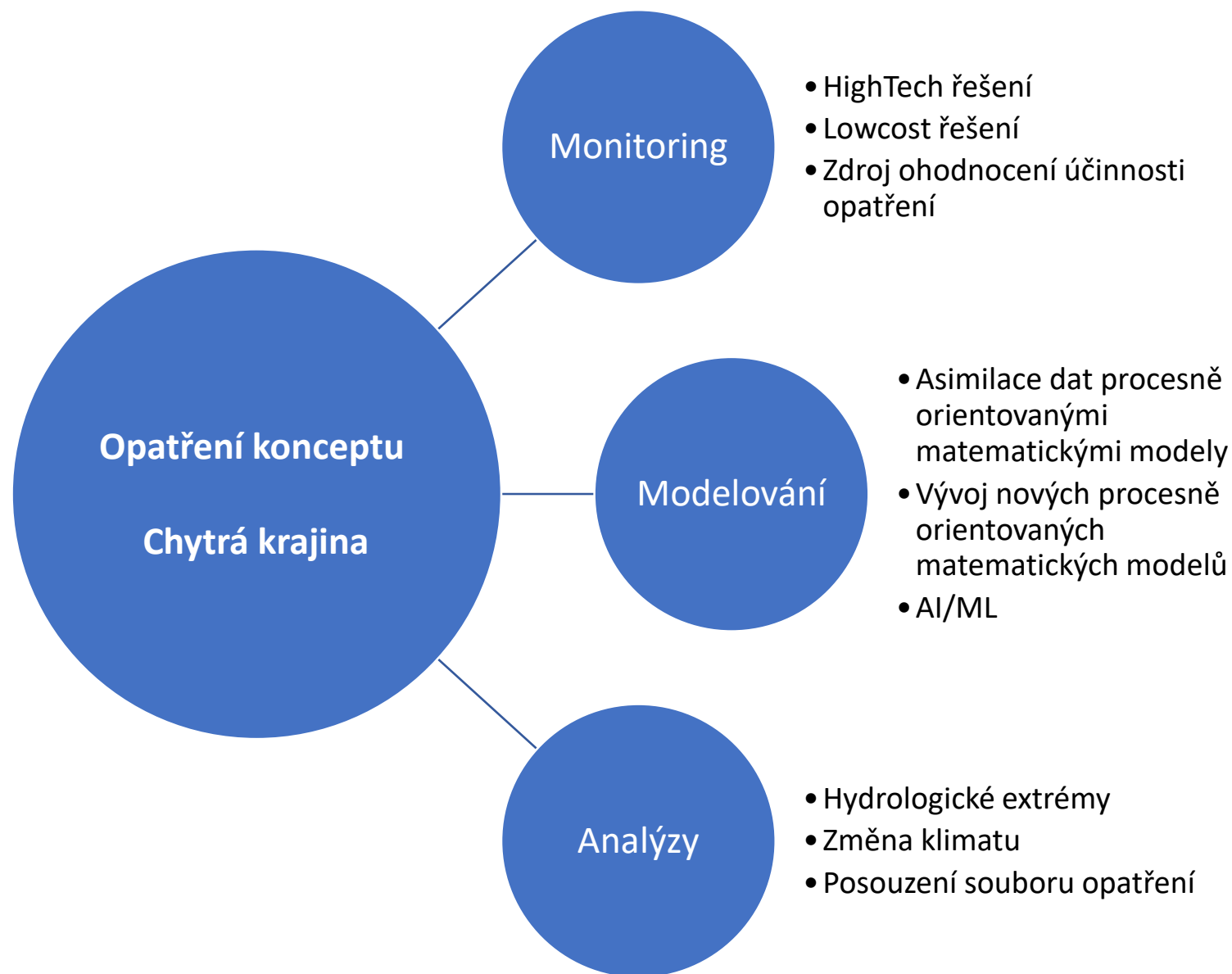
## Současný stav:

- Změna v rozložení výskytu dešťů
- 5 dešťů 10% ročního úhrnu
- 20 dešťů 50% roční úhrn
- 10 dní –  $\frac{3}{4}$  celkového ročního odtoku
- 20 dní – 80% celkového ročního odtoku

## Budoucí vývoj?



# Koncept Chytrá krajina

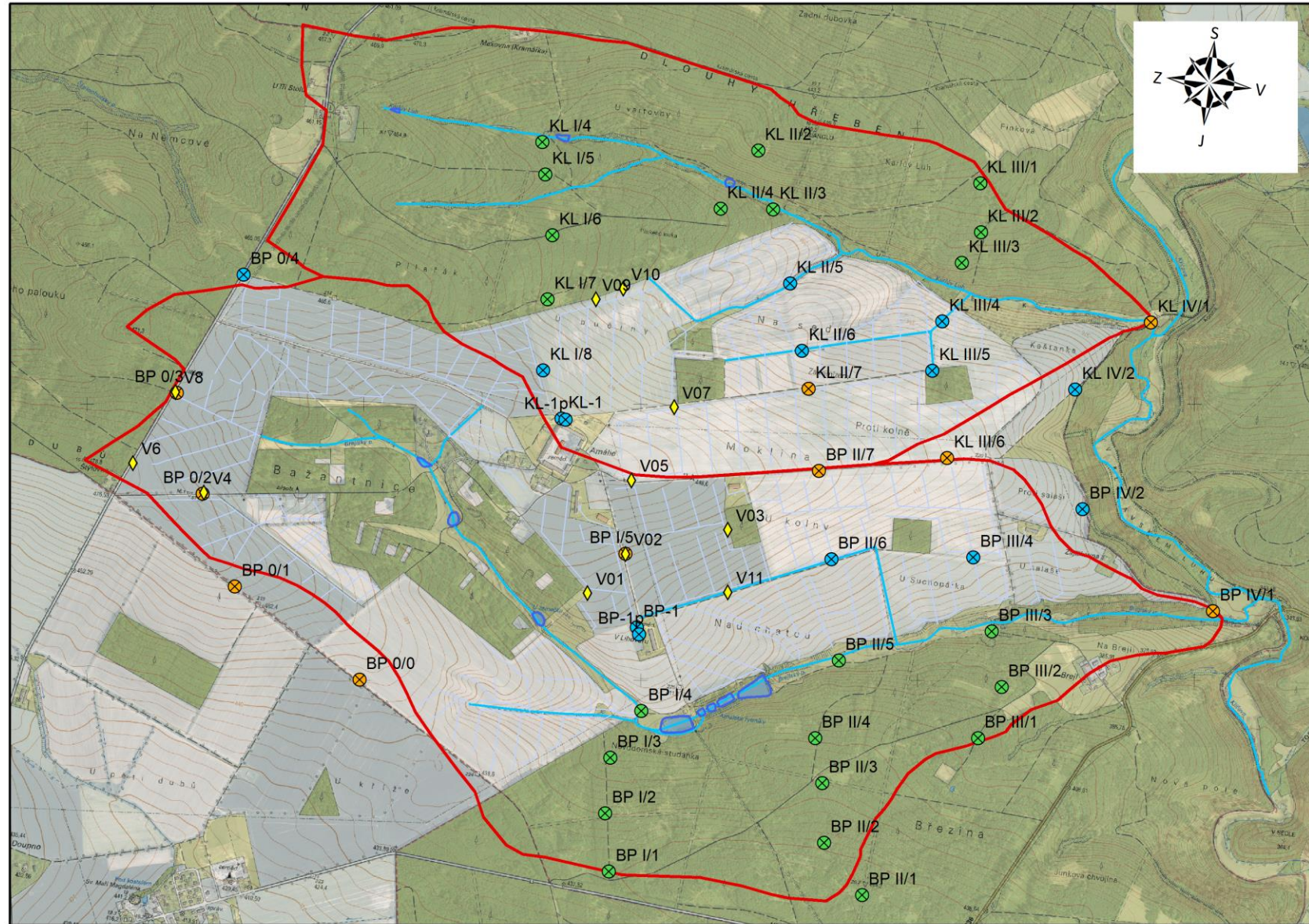


**MMA přístup k návrhu opatření**



# Monitoring Lokace

- Vrtů PV
- V okolí vrtů
  - Shluk senzorů
- Cca více než 700 časových řad
- On-line a off-line data
- Různé vzorkování
- HighTech řešení
- LowTech řešení





# Aktuální evapotranspirace

---

- EC tower 7200 RS
  - Smart flux
  - TOVI
  - Full Biomet
  - Fluxsuit
  - Fenologická kamera
- Scintillometer Kipp and Zonne LAS – MKII
  - Optický ScintilometerEvati on Software

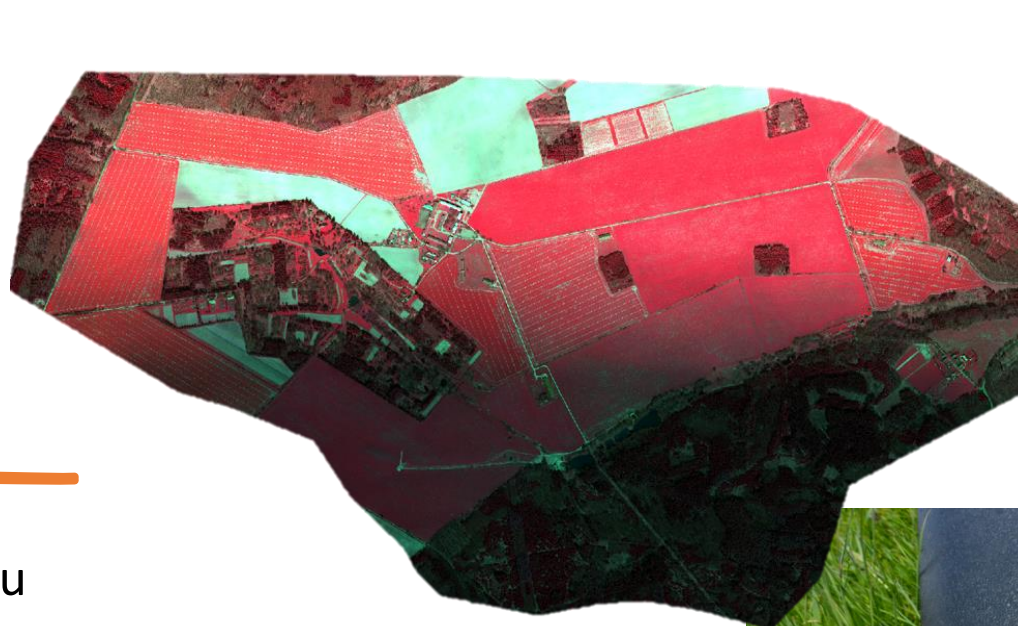




# UAV

---

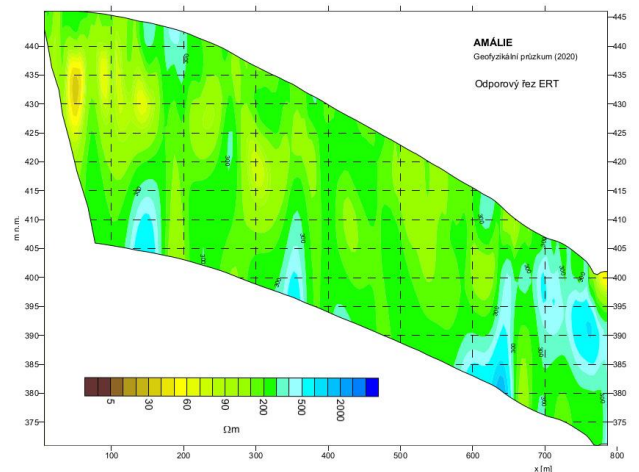
- Vzorkování v měsíčním kroku
- MicaSense RedEdge-MX - Multispektrální kamera:
  - Single-band resolution: 1.2 MP, 1,280 x 960 px (4:3)
- SenseFly Duet T - Termální kamera
  - (FLIR)
  - RGB (senseFly S.O.D.A.)





# Hydrologický režim lesní části

- Dendrometry
  - Online
  - Offline
- Podzemní voda vrty
  - ERT profil
- Půdní vlhkost
  - TDT
  - Laboratorní kalibrace





# Povrchová voda

---

- Hydrometrování  
Flow3D 8 profilů
- 7 profilů DVT monitoring  
v reálném čase
- 5G Narrow band řešení
- Grafana open-source  
vizualizace
  - Mobilní telefony
  - Monitoring v blízkém  
reálném čase





# Data, vizualizace, ...

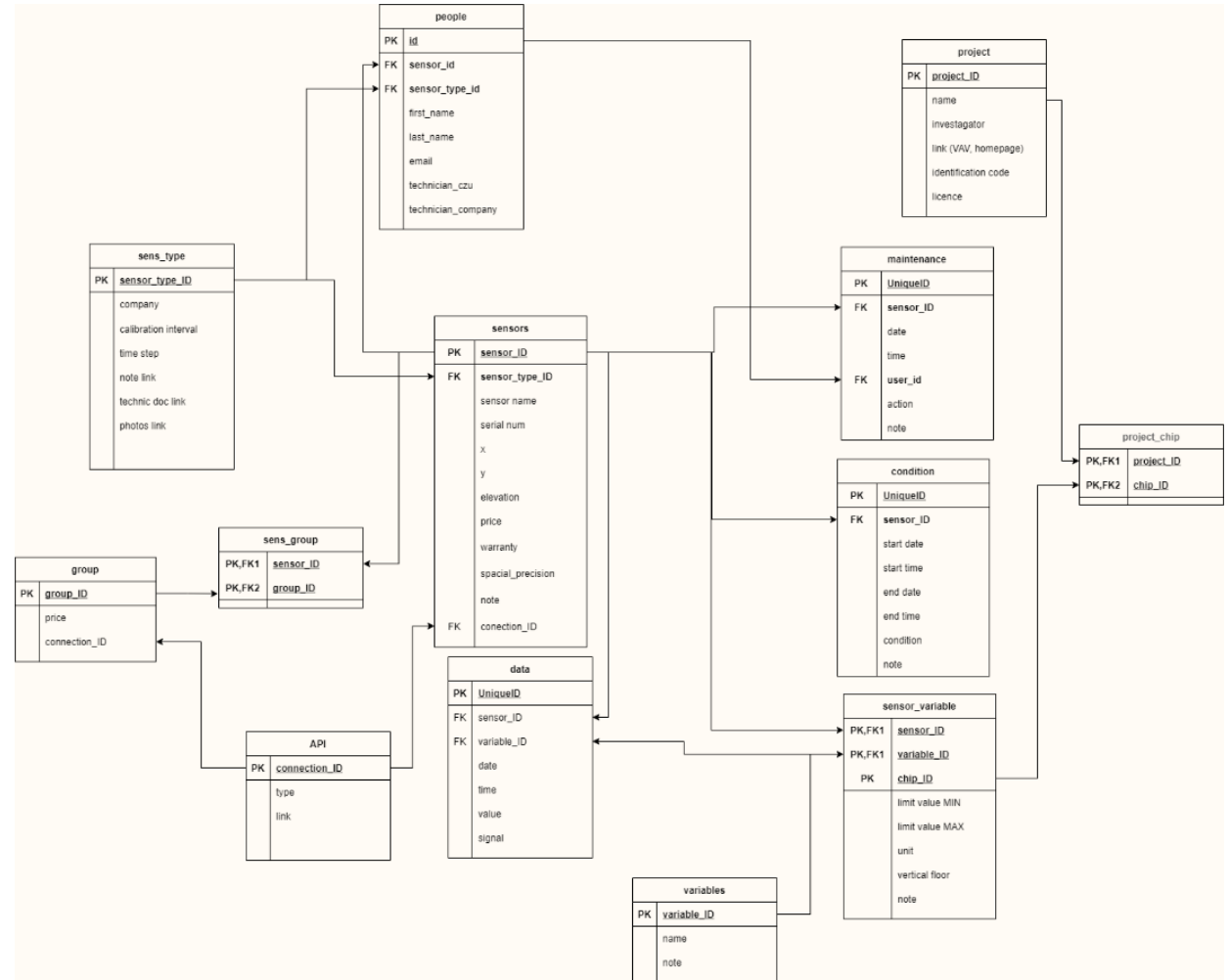
- Základní podklad pro návrh opatření CHK
- Manuální a AI/ML řízená kontrola dat
- Amalia browser
  - Open - source digitální prohlížeč dat
  - V současné době 600 ČŘ
  - Shiny aplikace

<https://shiny.fzp.czu.cz/LCR/>



# Databázové řešení

- Vybrané senzory operační databáze
- Otevření API
- Data v reálném čase
- Security
- Část budoucího DSS
- IS Chytré krajiny
- PostgreSQL, NodeRed, Python,...





# DRUtES

- Hydrodynamický model
- Dual Richards Unsaturated Equation Solver
- Open-source solution
- Návrh řízení závlahy
- V současné době úspěšná aplikace na vinicích v Argentině
- Asimilace dat meteo předpovědí



## Solving the nonlinear Richards equation model with adaptive domain decomposition



Michal Kuraz<sup>a,\*</sup>, Petr Mayer<sup>b</sup>, Pavel Pech<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Environmental Sciences, Department of Water Resources and Environmental Modeling, Czech Republic

<sup>b</sup> Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Eng

Applied Mathematical Modelling 72 (2019) 276–305

### ARTICLE INFO

Article history:  
Received 10 October 2013  
Received in revised form 16 February 2014

Keywords:  
Richards equation  
Highly heterogeneous material properties  
Additive Schwarz domain decomposition  
Nonlinear operator treatment

### AI

Mo  
the  
por  
Wa  
sup  
fun  
rial  
pos  
app  
tha  
sub  
cha  
reli  
wo  
sol



## Adaptive higher-order space-time discontinuous Galerkin method for the computer simulation of variably-saturated porous media flows<sup>☆</sup>



Vít Dolejší<sup>a</sup>, Michal Kuraz<sup>b,\*</sup>, Pavel Solin<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Charles University, Prague, Faculty of Mathematics and Physics, Sokolovská 83, Praha 186 75, Czech Republic

<sup>b</sup> Department of Water Resources and Environmental Modeling, Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Czech Republic

<sup>c</sup> Department of Mathematics and Statistics, University of Nevada, Reno, USA

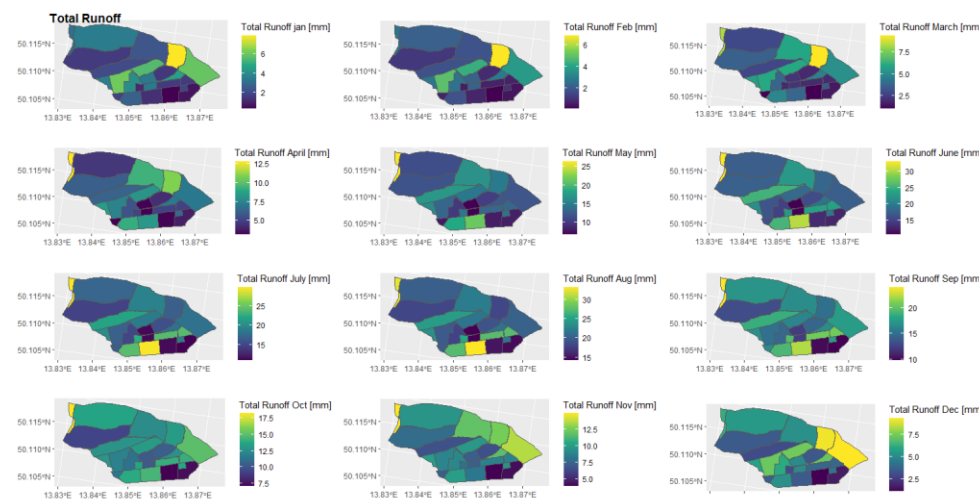
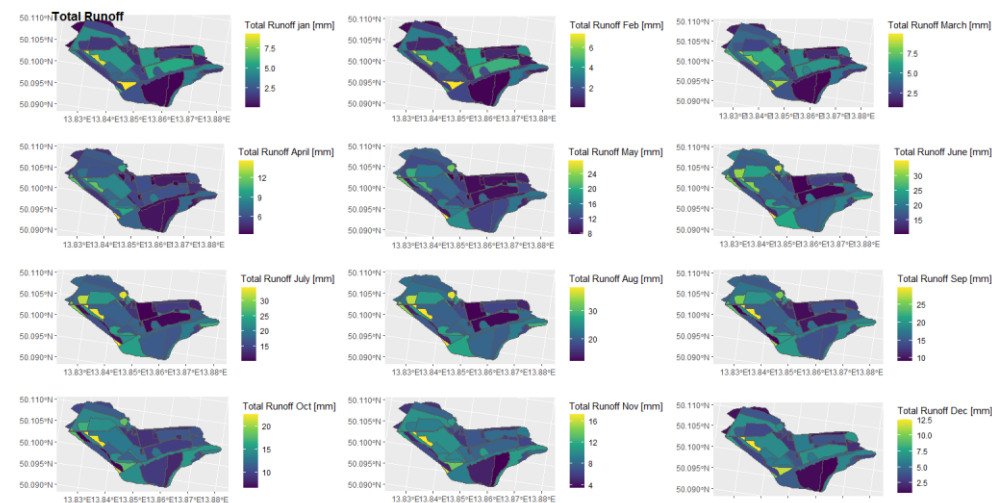
Computing (2013) 95 (Suppl 1):S501–S519  
DOI 10.1007/s00607-012-0279-8

## Domain decomposition adaptivity for the Richards equation model

Michal Kuraz · Petr Mayer ·  
Vojtech Havlicek · Pavel Pech

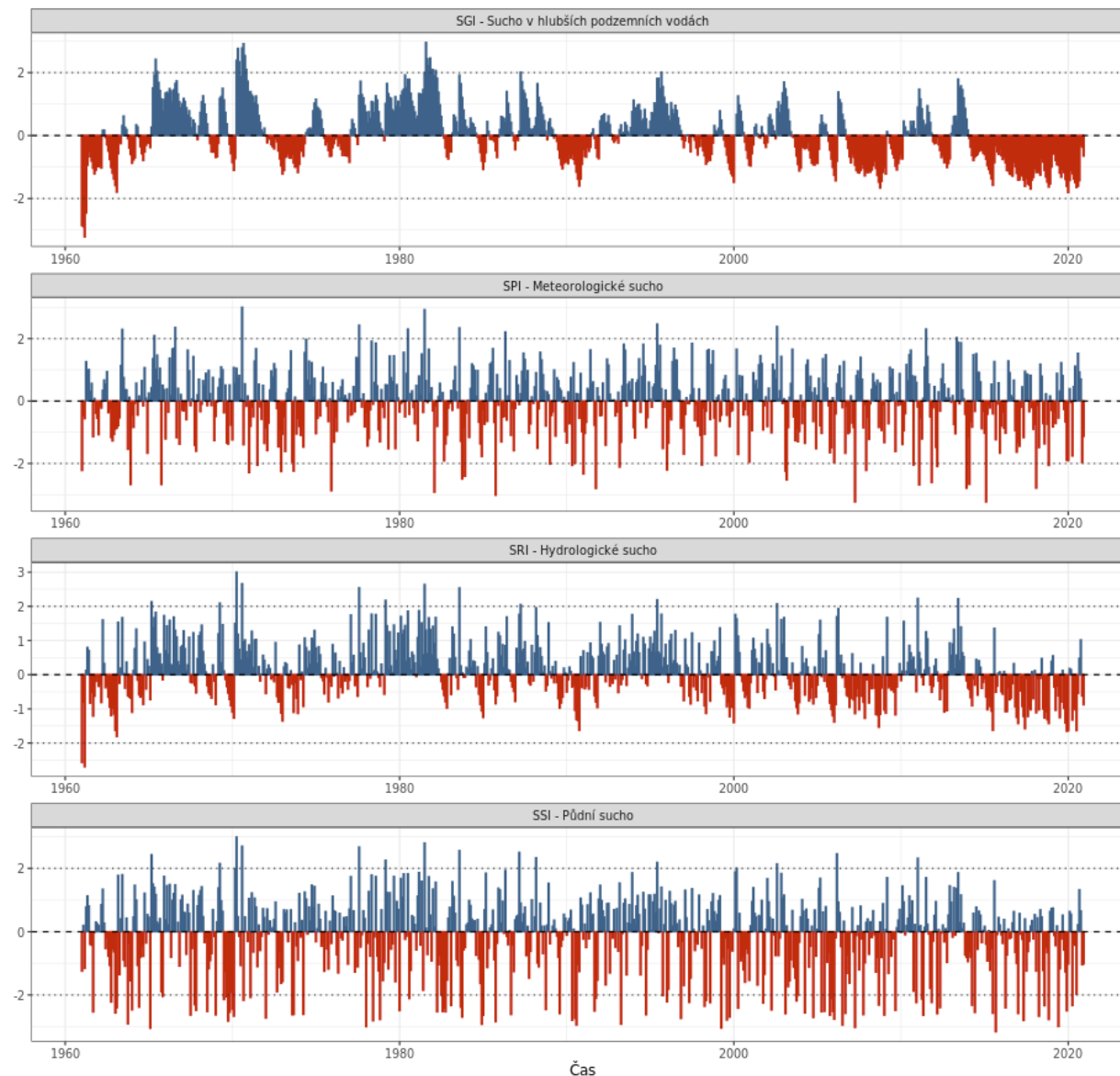
# dHRUM

- Modelovací prostředí
  - 37 různých hydrologiíHRU
  - kalibrace pro povodí bez pozorování
- Posouzení dopadů změny klimatu
- Předpověď sucha
- Nástroj pro návrh opatření založených na konceptu Chytrá Krajina
- Open-source řešení
- Prostorový popis složek hydrologické bilance
- Aplikace na Amálii - DP cena ministra zemědělství



# Předpovědní systém sucha

- Přístup založený na idikátorech
  - Kvantilové mapování
  - Deficitní objemy
- Využití výsledků simulací dHRUM modelu
- Popis různých typů sucha
  - Meterologické sucho
  - Hydrologické sucho
  - Zemědělské sucho
  - Sucho v podzemních vodách



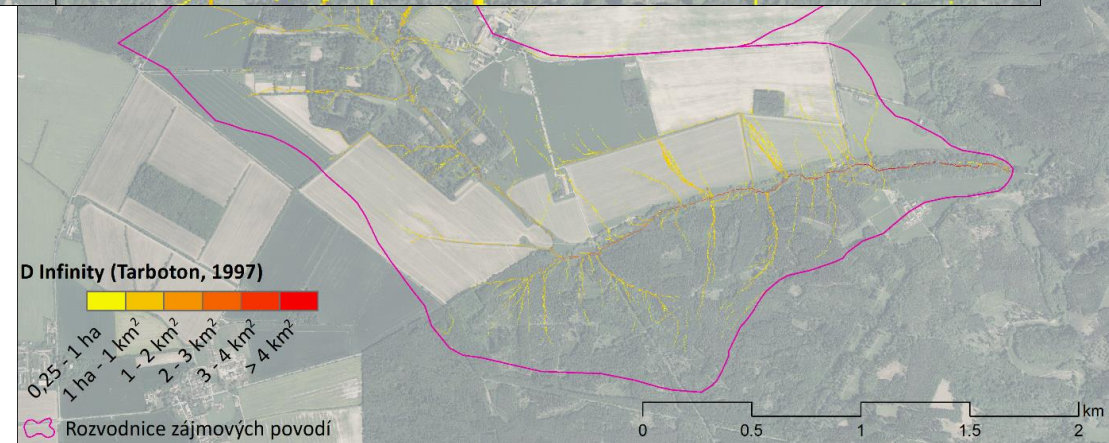
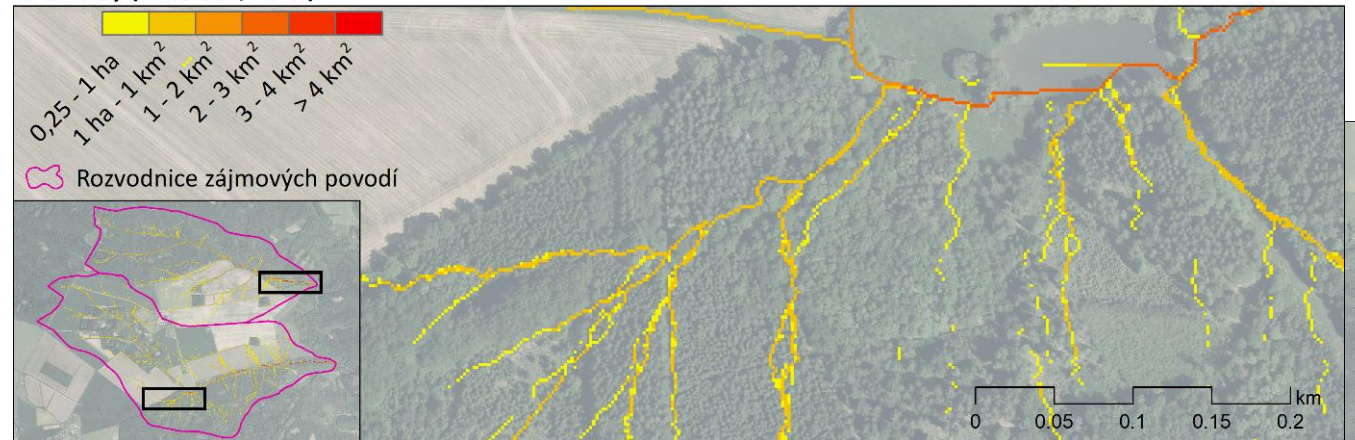


# DEM algoritmy

- Analýzy DEM s vysokým rozlišením
- DEM – bodové mračno laserscan 5G
- Soubor odtokových algoritmů
- Identifikace drah soustředěného odtoku
- Lokace budoucích opatření NBS
- NBS v lese



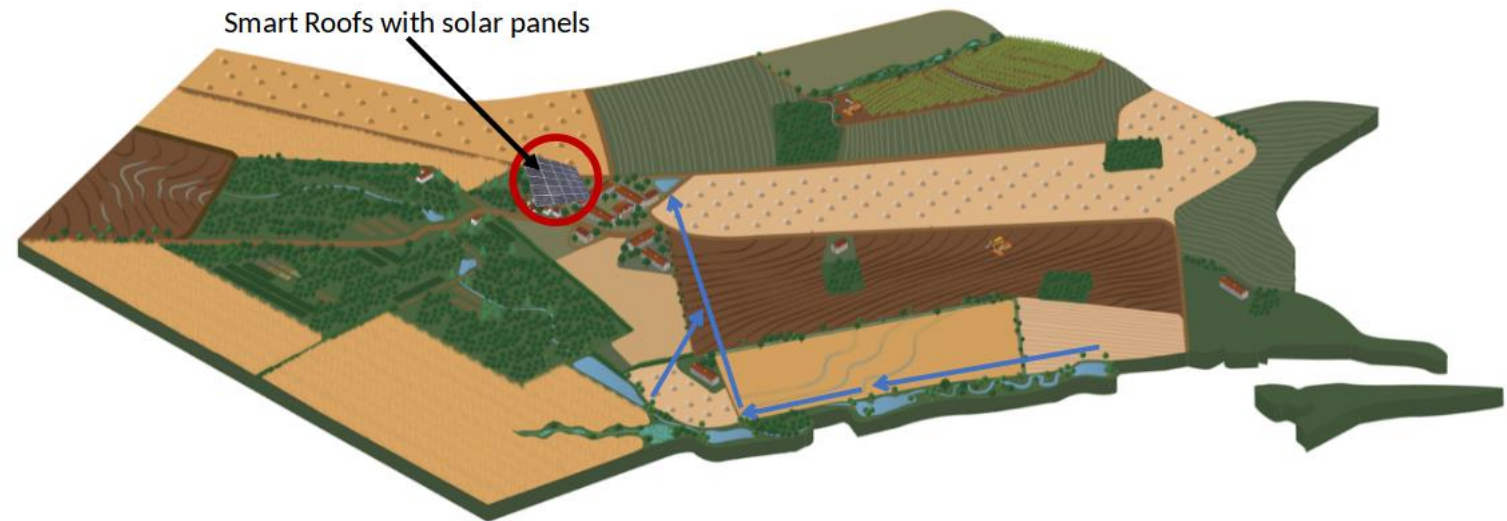
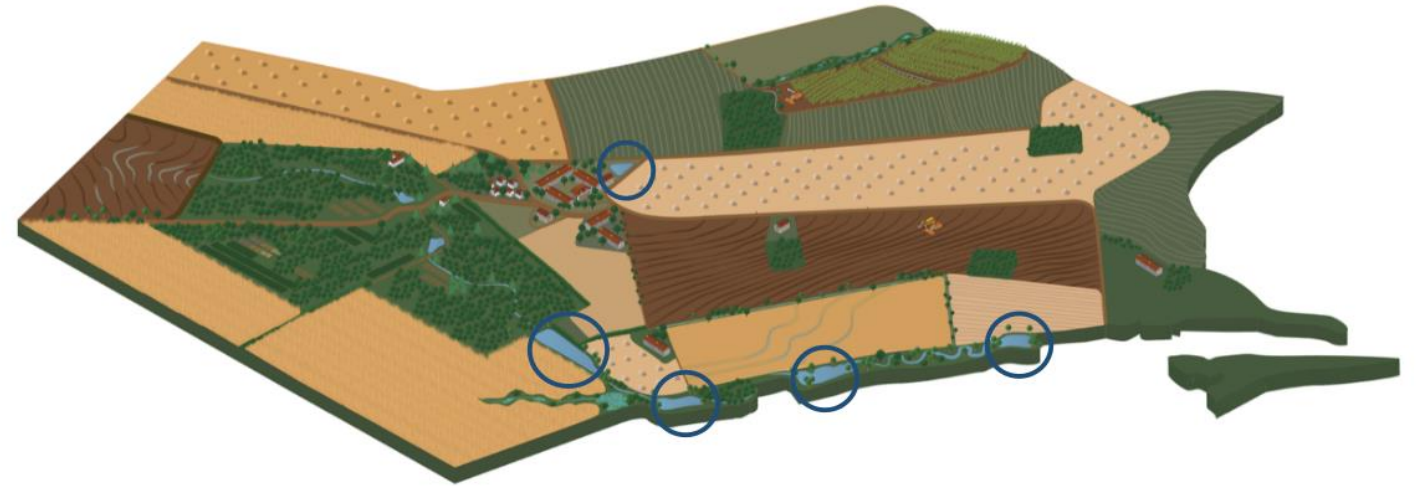
D Infinity (Tarboton, 1997)



# Opatření na Amálii

---

- Základ přírodě blízká retenční opatření - NBS
- Propojení v rámci monitoringu
  - MVN s řízeným odtokem
  - Umělý mořad s biofiltrem
  - Drenáže
  - Solární přečerpávání
  - Chytré závlahy





# Malá vodní nádrž

---

- Základní opatření pro akumulaci vody
  - Inovativní řešení sdruženého objektu
  - Regulační prvek s dálkovým ovládáním
  - MZP vírový ventil
- Řízení nakládání s vodními zdroji v reálném čase
  - závlaha
  - Umělý mokřad a biofiltry
  - Zdroj vody pro solární přečerpávání
- Propojení s DSS





# Umělé mokřady

---

- Chytrá řešení
  - Horizontální biofiltr
  - Vertikální biofiltr
- Kvalita vody
  - Biouhel
  - Pesticidy
- Propojení s MVN
  - Monitoring





# Opatření na drenážních systémech

---

- Různé drenážní systémy
  - Manuální řízení
  - Automatické řízení
- Drenáž se spomaleným odtokem
- Regulační drenáž s cirkulací vody
- Nové aplikace v rámci projektu NF výzvy RAGO





# Agrotechnická opatření

---

- opatření zaměřená na erozi půdy
  - 3 x 1 ha políčka
- Testování půdoochranných technologií
  - konvekční
  - strip-till
  - ...
- Agrolesnictví
- Srovnávací analýz a příkladové studie





# Podpora Biodiversity

---

- Experimentální biopásky
  - Pásky podporující biodiverzitu
- Podpora stromořadí
  - Liniová zeleň
- Agrolesnictví
  - Rozsáhlé aplikace v rámci projektu NF výzvy RAGO
- Biodiverzita vodní ekosystémů - NF RAGO





# Výzvy...

---

- Budování kapacit
- Podpůrný rozhodovací systém
- Informační systém Chytrá krajina
- HighTech monitoring, asimilace dat a management aplikovaný v blízkém reálném čase
- Opatření zaměřená na biodiverzitu
- Drenáže 2030+
- Závlahy a fertigace
- AI /ML podporované rozhodování
- Efektivní příklady dobré praxe
- ...



---

# „Pilotní farma Amálie – aplikace konceptu Chytré krajiny“

- projekt realizovaný v rámci programu RAGO NF