

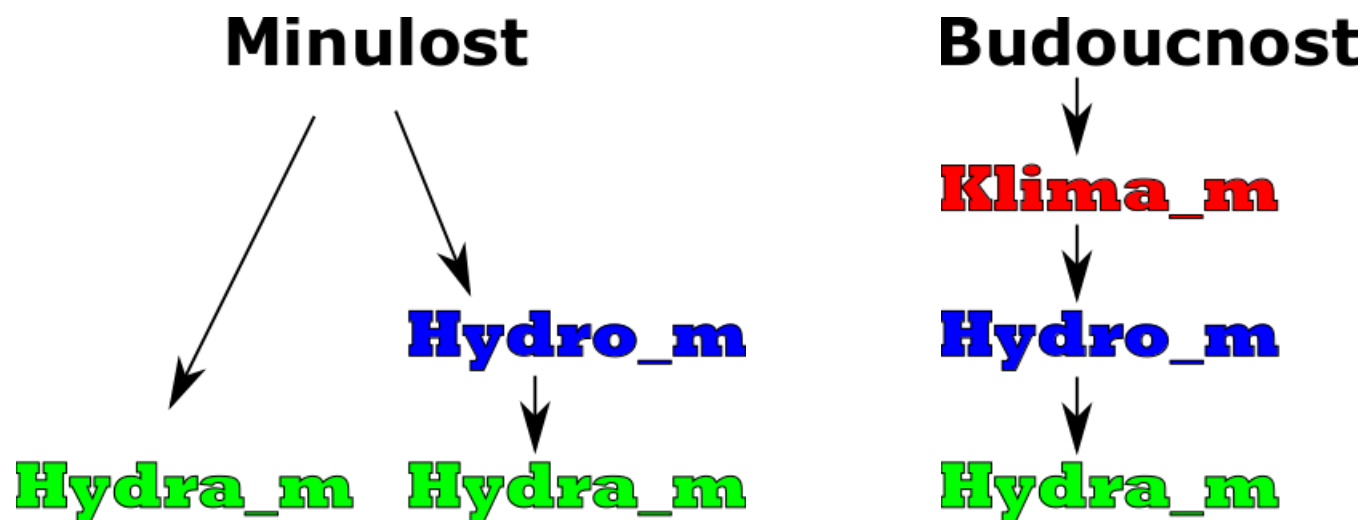
Hydrologická situace na Labi v kontextu Klimatické změny

Luděk Bureš, Martin Hanel, Martin Heřmanovský,
Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování,
Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita.

workshop: Jak dál s řekou Labe, 11/2024

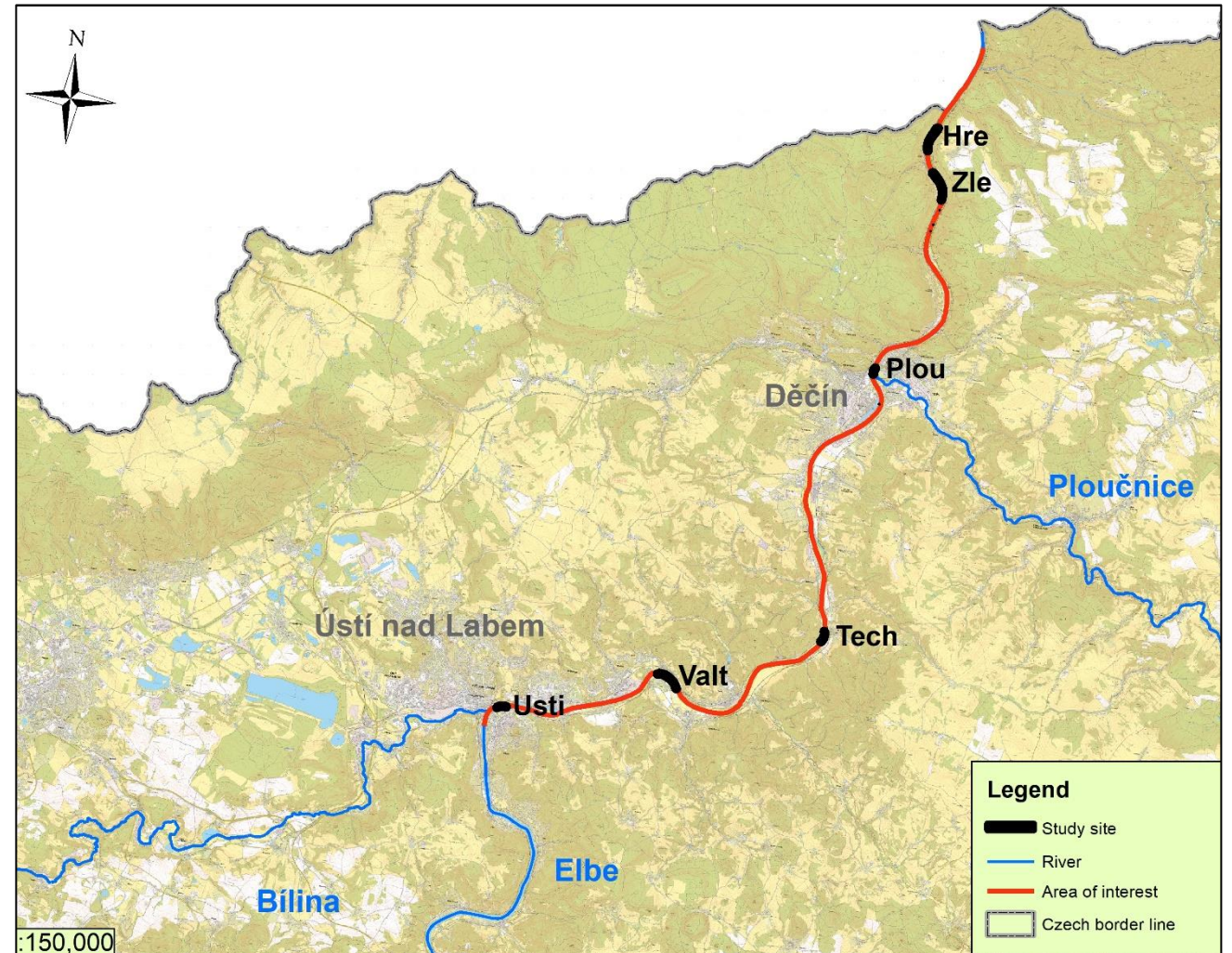
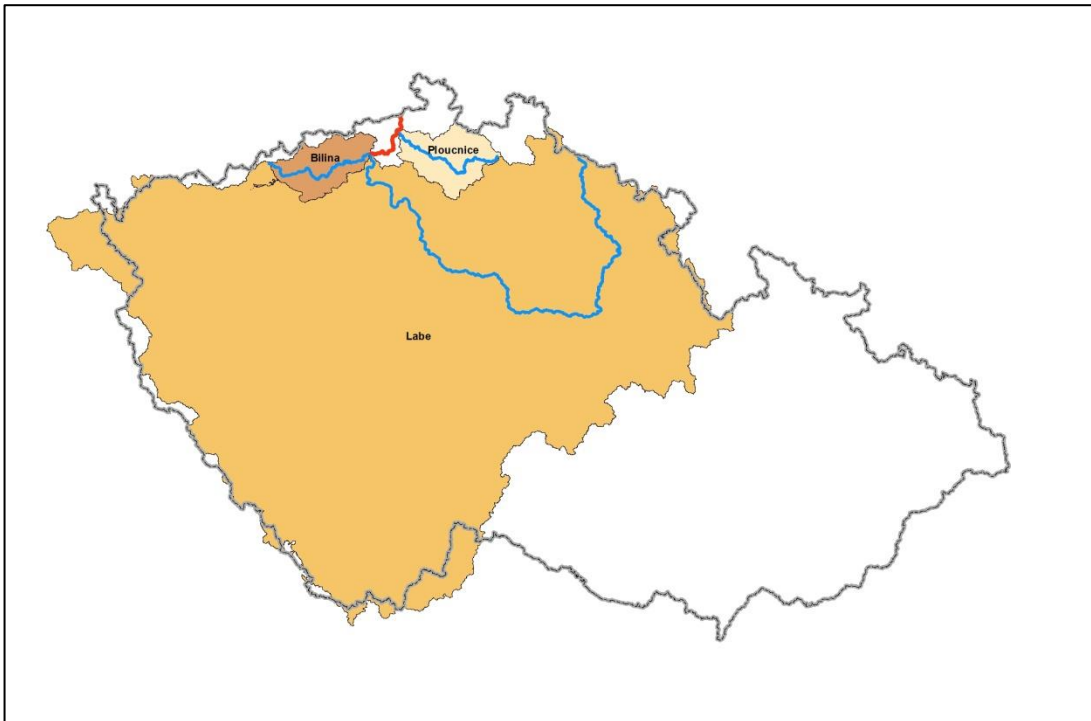
Základní cíle/obsah

- Modelování dynamiky přeplavování náplavů v podmínkách klimatické změny
 - Studovaná lokalita
 - Hydrologická část
 - Hydraulická část
 - Výsledky - minulost
 - Klimatická část
 - Výsledky budoucnost



Studovaná lokalita

- Ústí n/L - Hřensko
- 3 hlavní povodí
- 6 studovaných lokalit (4 v hlavním projektu)



Studovaná lokalita

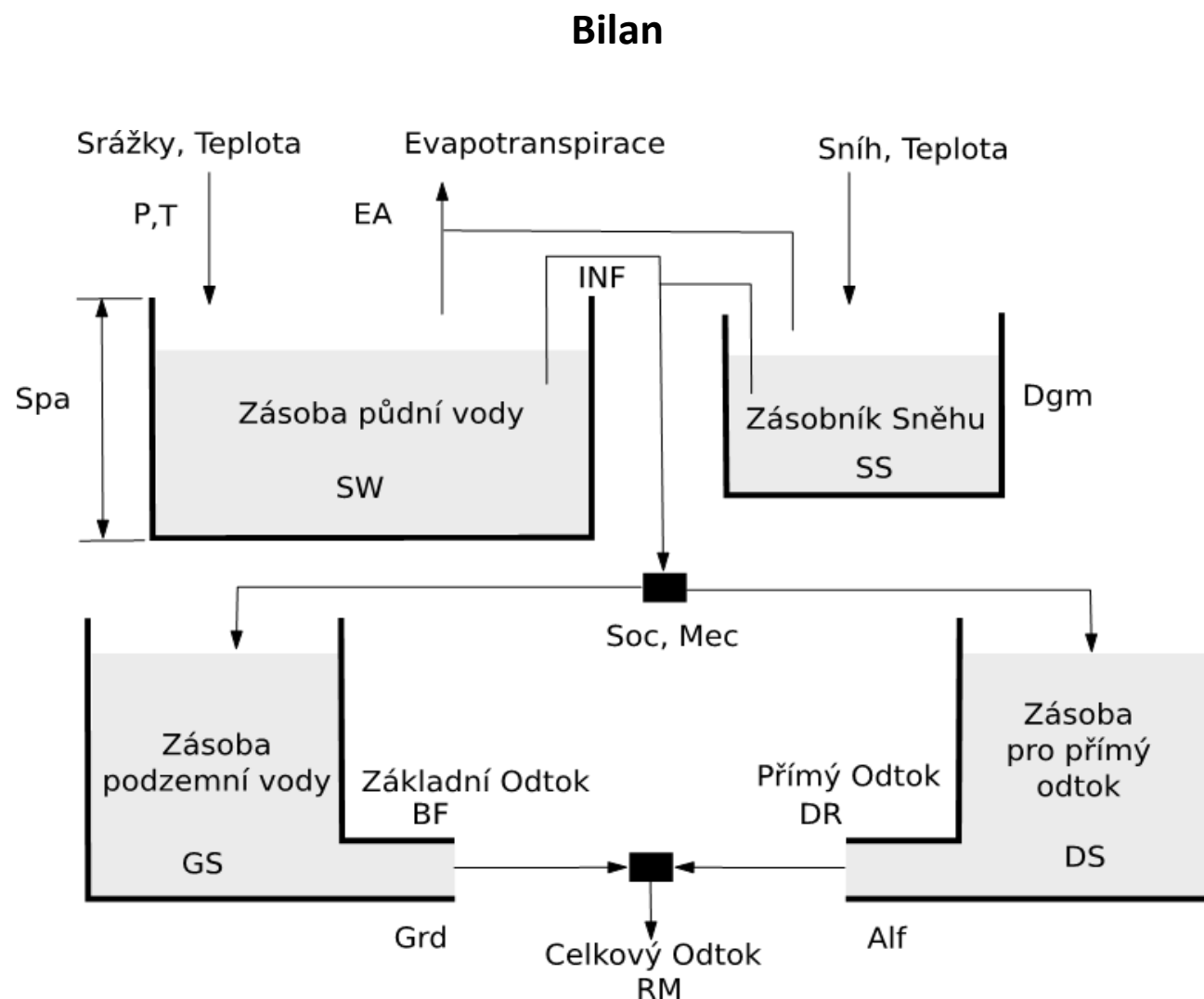
- Stav lokalit
- Hladinoměry
- Vymezení délky náplavu
- Zrnitost



Location of the study sites. Coordinates are related to centroid of the site.			
Site	Digital terrain model	River kilometer	
		from	to
Hre	Refined	730.80	731.50
Zle	Refined	732.30	733.10
Plou	Original 5G data	740.85	740.90
Tech	Refined	751.30	751.60
Valt	Refined	758.60	758.90
Usti	Original 5G data	764.90	765.10

Hydrologická část

- Hydrologické modely
 - Bilan - VÚV T.G.M. v.v.i.
 - GR4J - Francie
 - TUW - Technische Universität Wien
- Modelované období
 - 1981–2020
- Srážky, teploty
 - Štěpánek et al., 2011
- ET - výpočet ze srážky
 - Oudin et al., 2005



Hydrologická část - historie

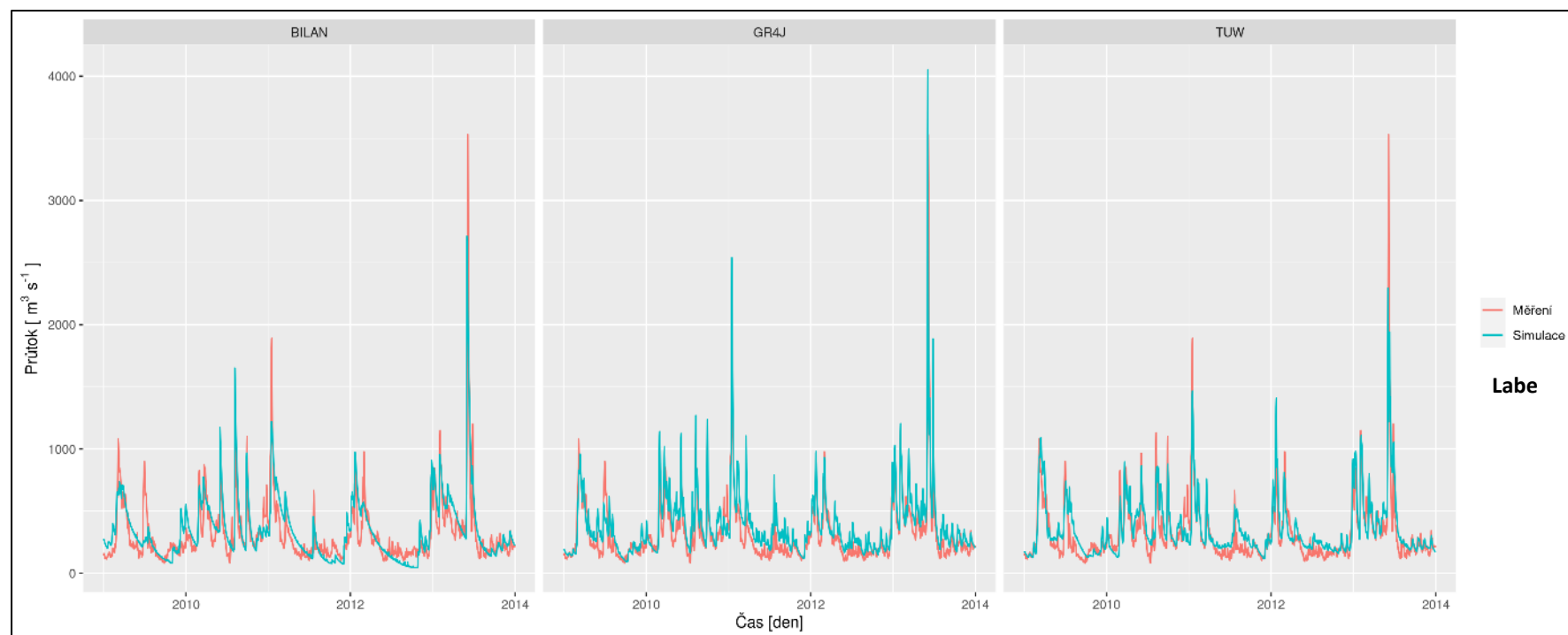
- Hydrologické modely

- Labe
- Ploučnice
- Bílina

- Kalibrační data

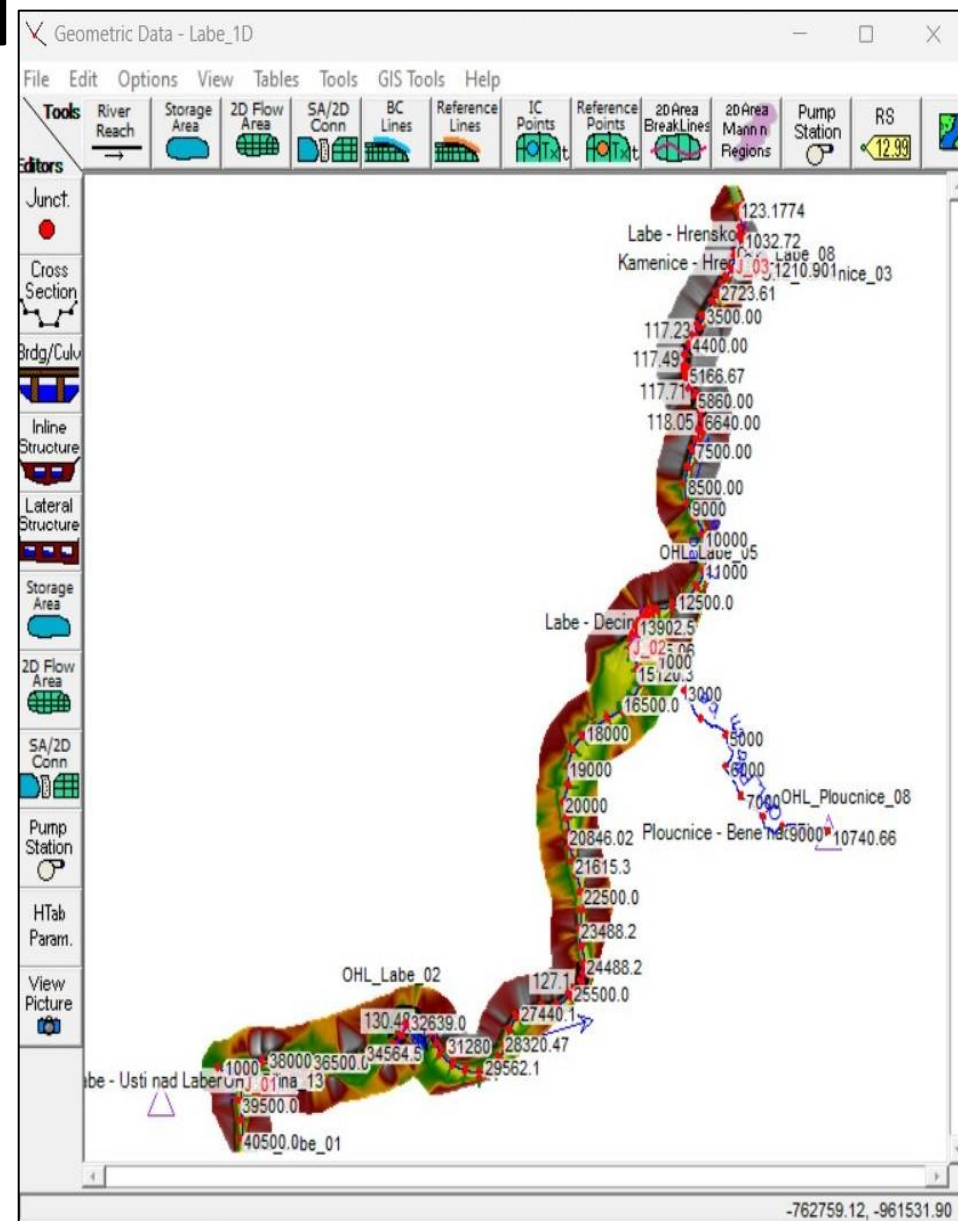
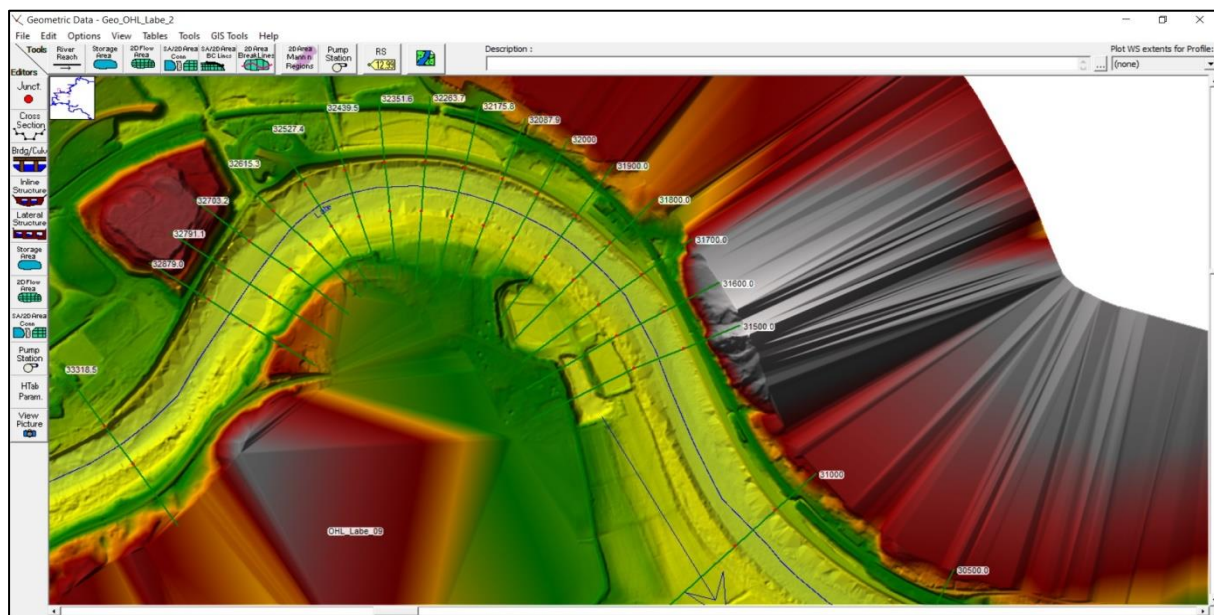
- ČHMÚ (ISVS - Voda)

model	ID toku	tok	KGE - kalibrace	KGE - validace
BILAN	226000	Bílina	0,769	0,773
	239500	Ploučnice	0,858	0,561
	221000	Labe	0,816	0,819
GR4J	226000	Bílina	0,840	0,878
	239500	Ploučnice	0,918	0,753
	221000	Labe	0,896	0,728
TUW	226000	Bílina	0,831	0,752
	239500	Ploučnice	0,902	0,767
	221000	Labe	0,847	0,772



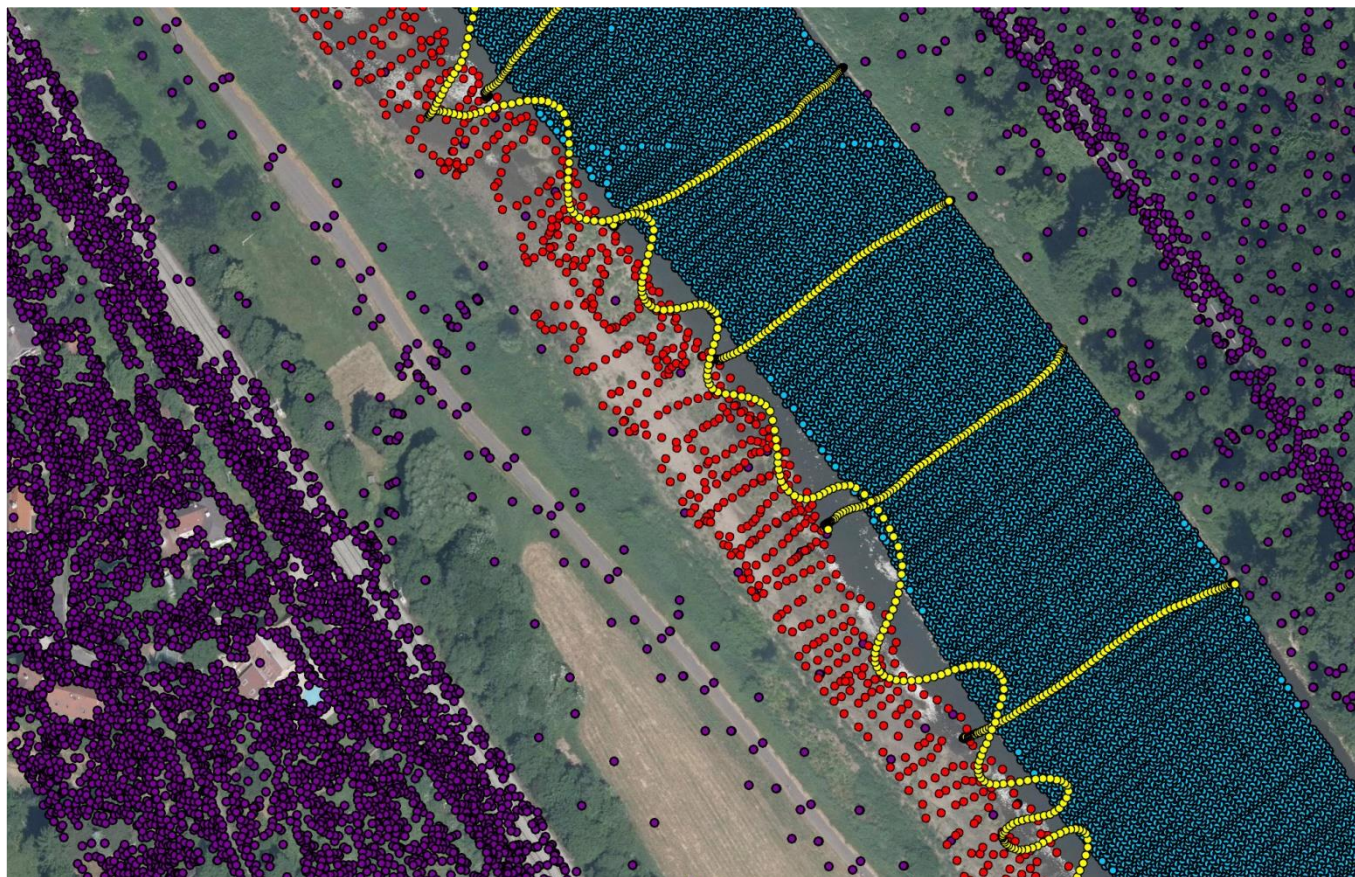
Hydrodynamické modelování

- Volba hydrodynamického modelu
 - HEC-RAS
- Získání podkladů
 - Topografie
 - Hydrologická data
 - Odporů vůči proudění



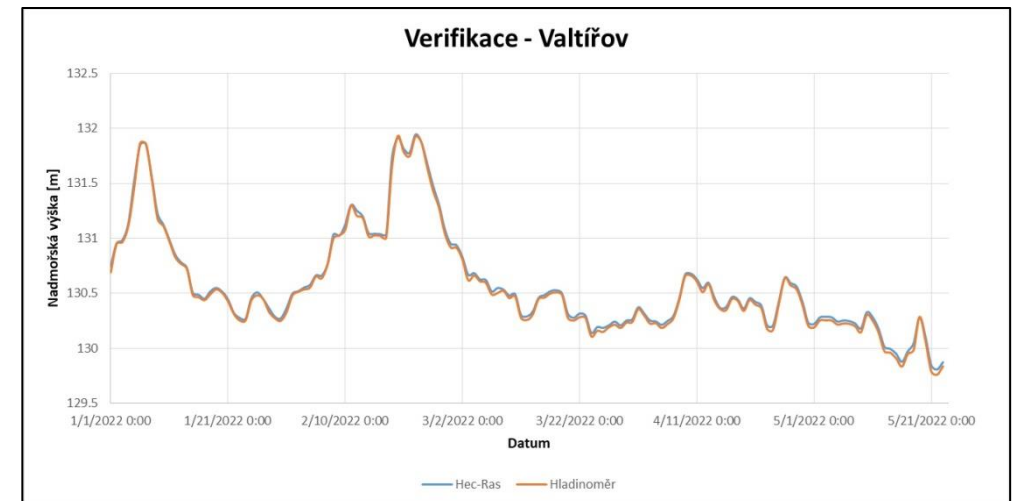
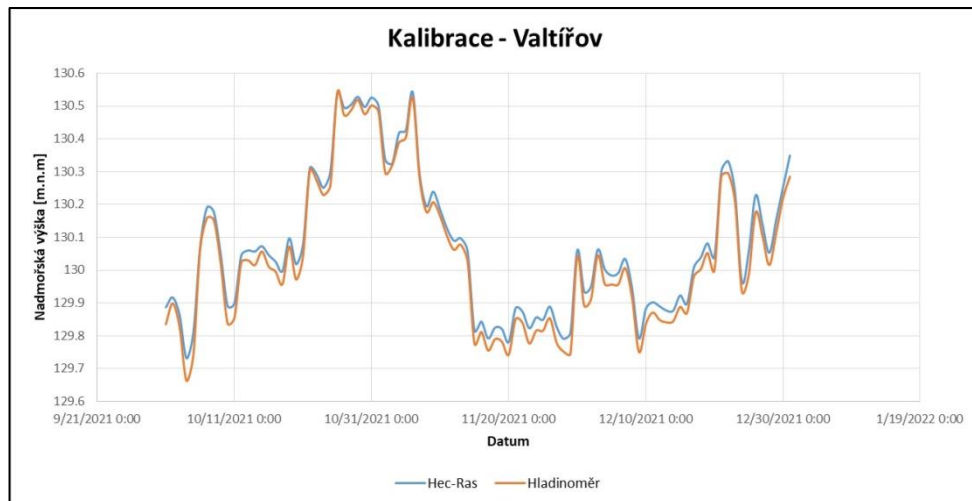
Hydrodynamické modelování

- Topografické podklady pro tvorbu DMT
 - Topografie okolí
 - Batymetrie říčního koryta
 - Topografie/batymetrie náplavů



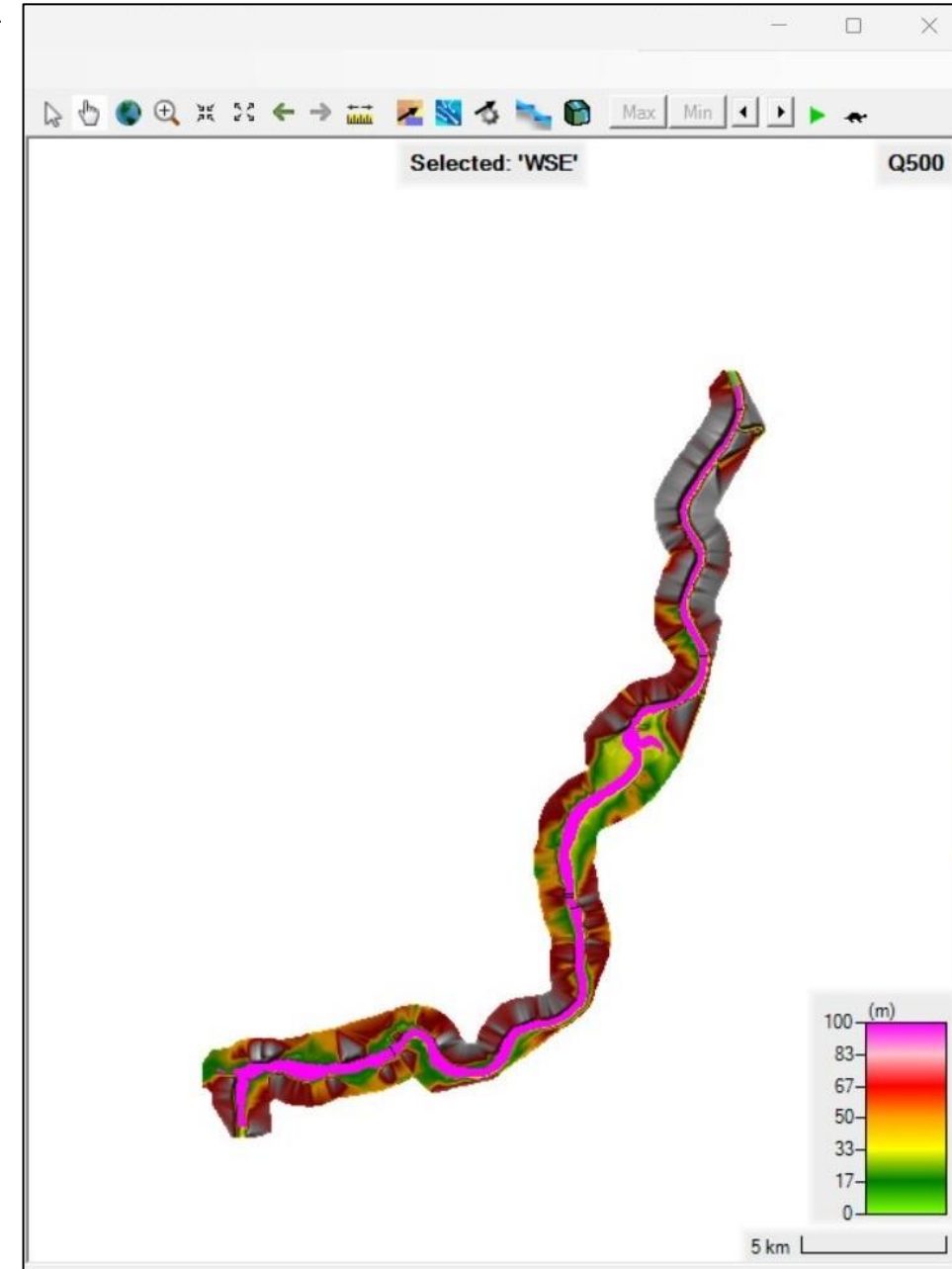
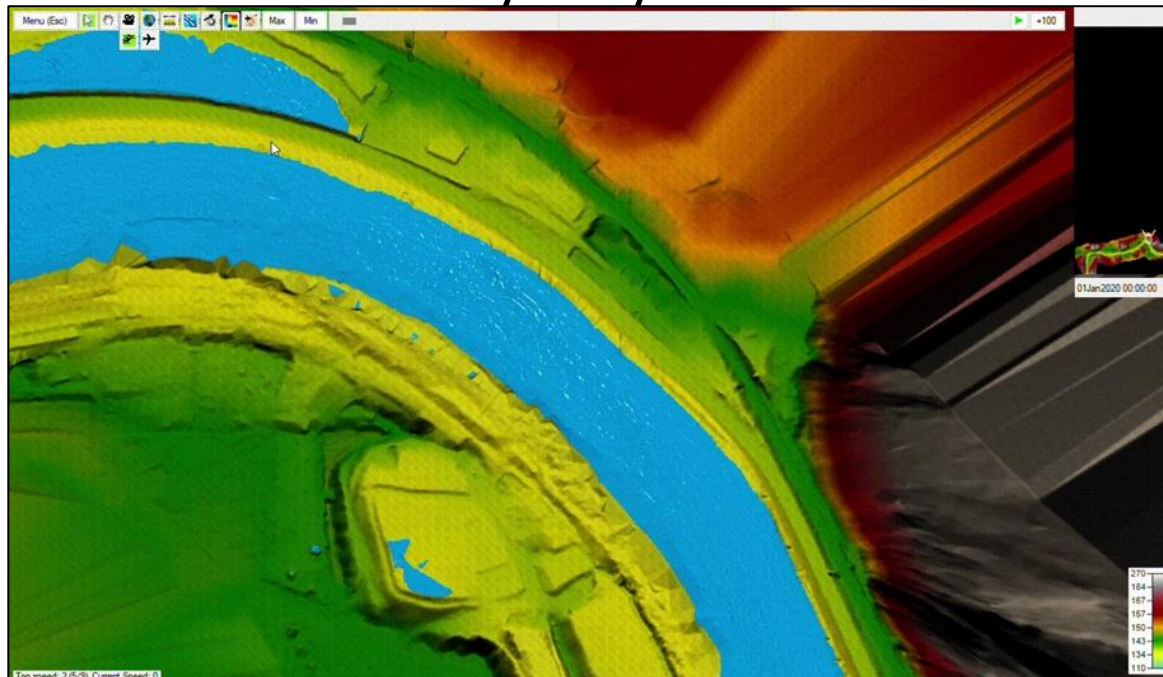
Hydrodynamické modelování

- Hydrologická data
 - Limnigrafy CHMU (2021-2022)
 - Hydrologické modely
- Odpory vůči proudění
 - Prvotní odhad
 - Kalibrace, verifikace



Hydrodynamické modelování

- Zpracování hydrologických dat
- Polygony zátopy
 - Zátopová čára (*.shp)
 - Rastr hloubek
 - Rastr nadmořských výšek hladin

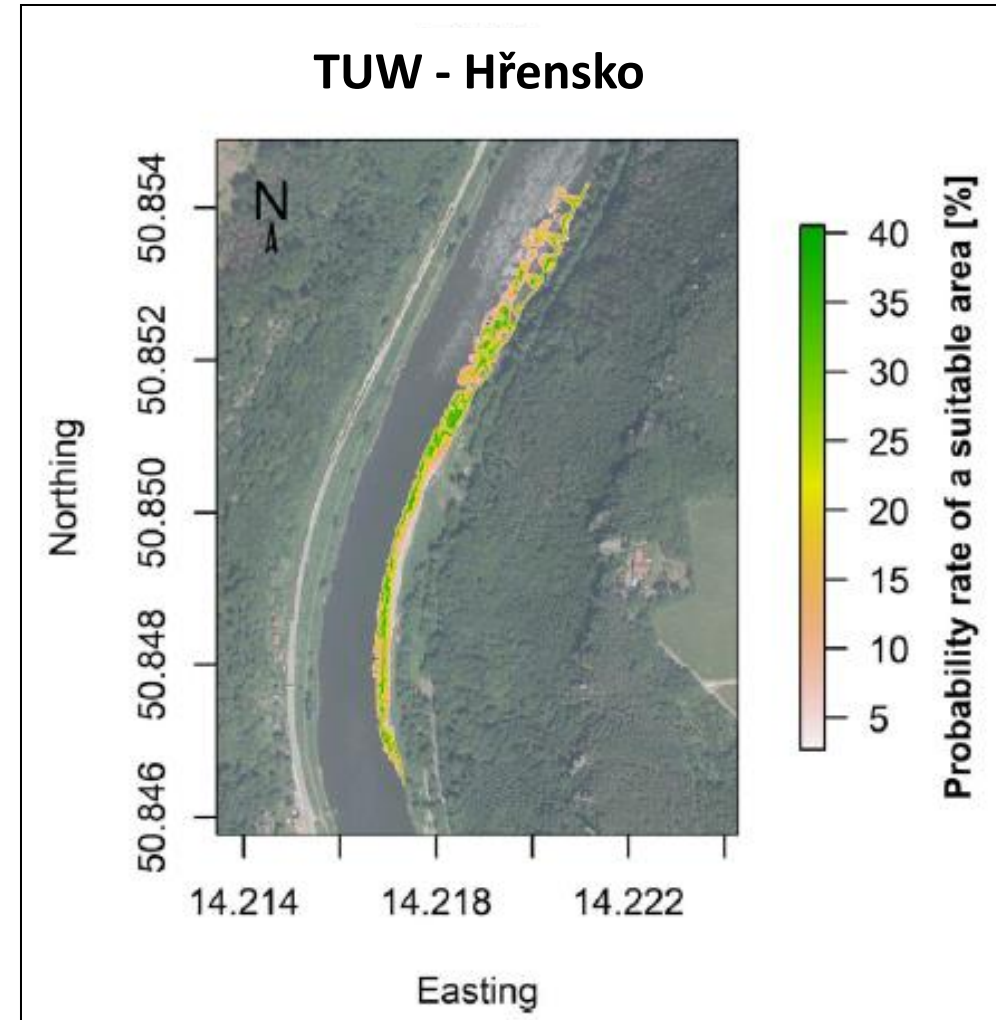


Výsledky - minulost

- Co máme
 - Nastavení hydrologických modelů
 - Nastavení hydraulického modelu
 - Stanovení zátopových čar pro období 1981 – 2020 v denním kroku (více, než 14 000 map pro každý hydrologický model)
- Co zbývá
 - Zhodnotit, který hydrologický model nejlépe predikuje lokality výskytu *Corrigiola litoralis* (CL)

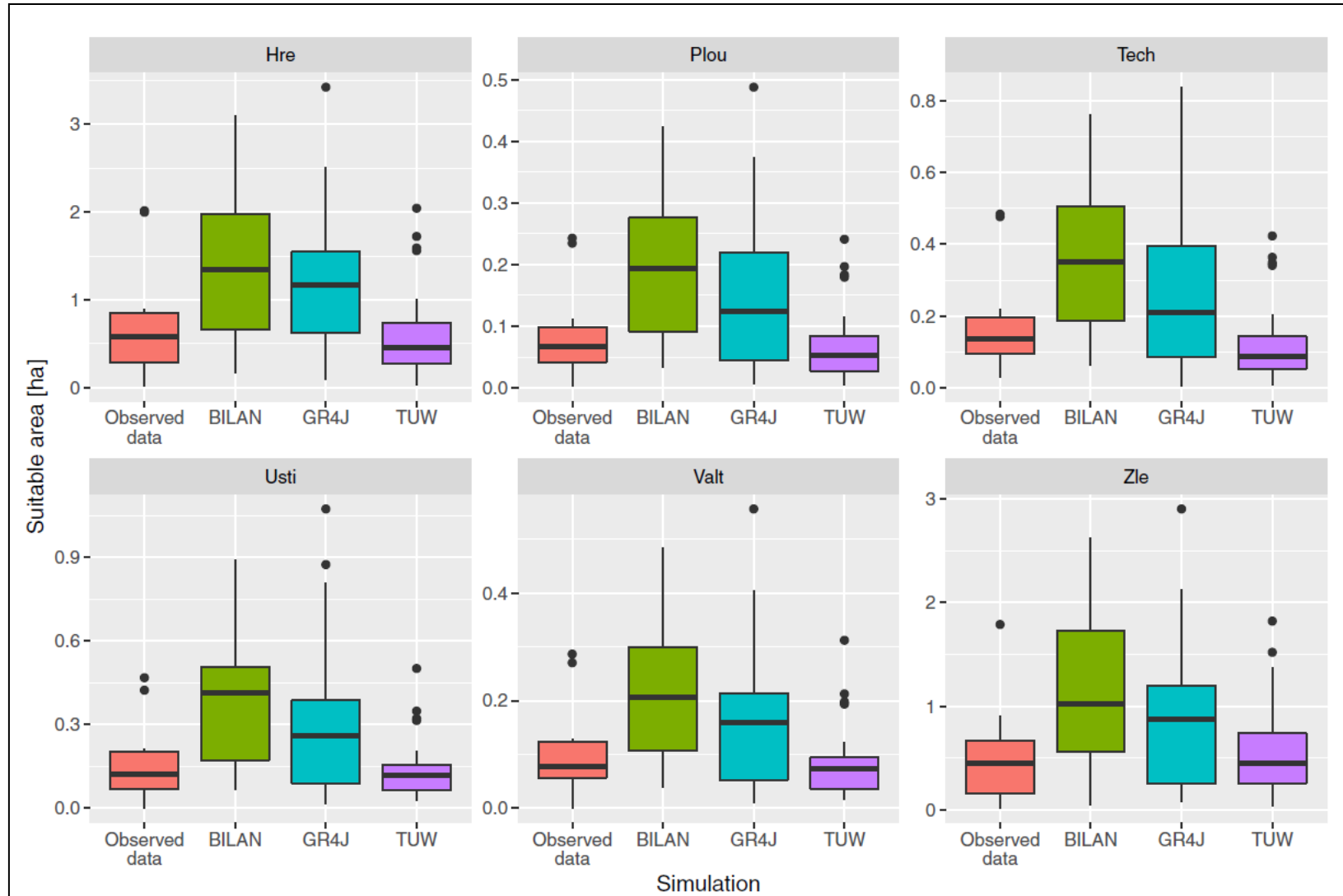
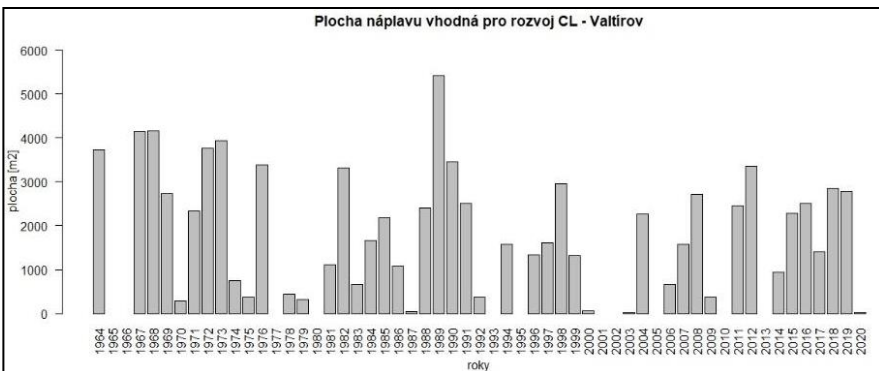
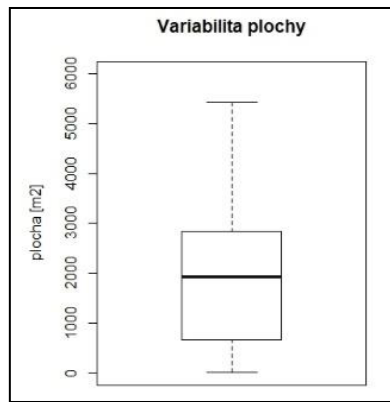
Výsledky - minulost

- Vhodné podmínky pro CL ve vegetační sezóně
 - Květen - říjen
 - Zatopení více než 60 dnů v předchozích dvou letech
 - Obnažení náplavu nejméně 50 dnů (s možností kontinuálního zatopení kratšího než 14 dnů)

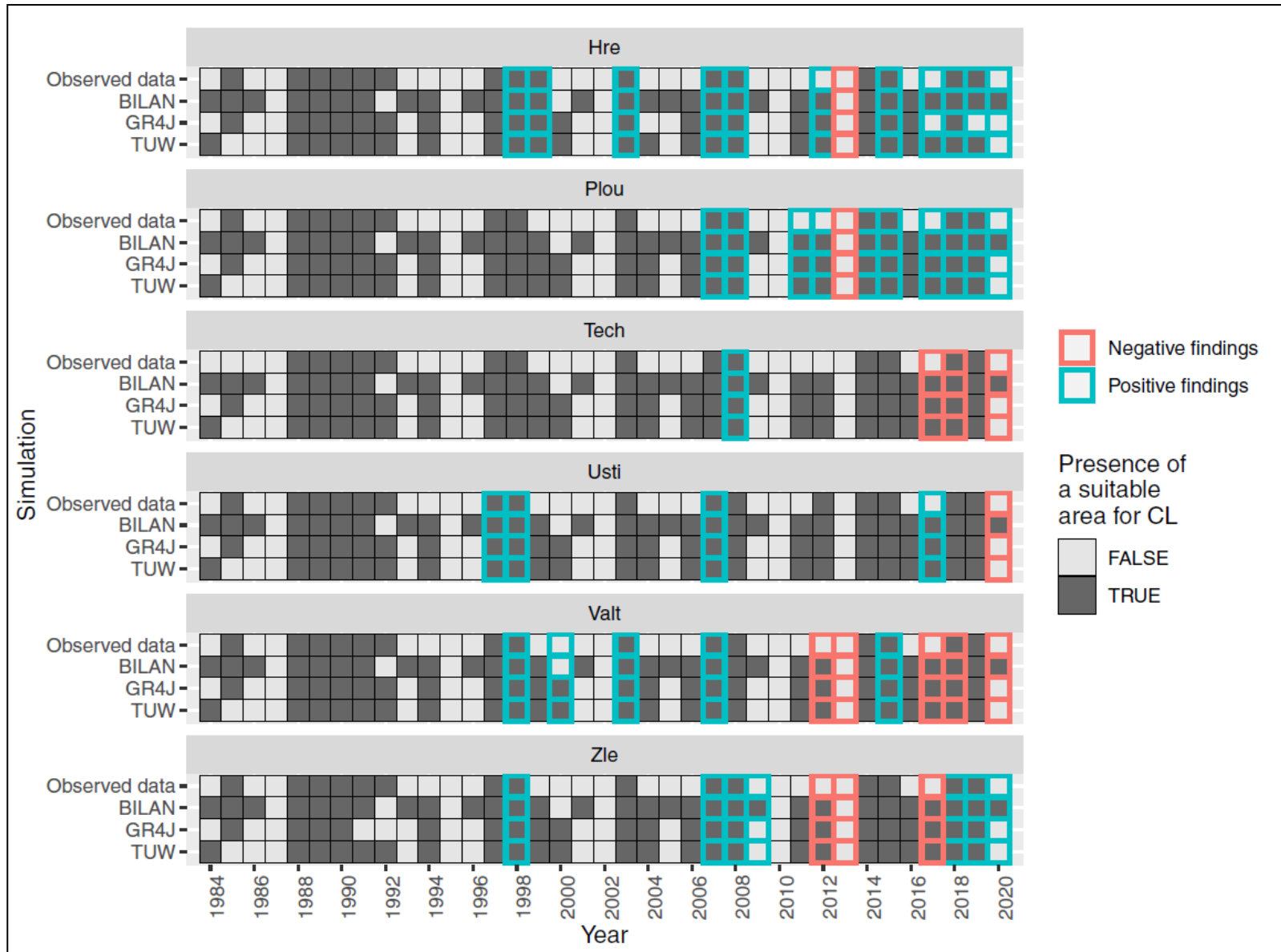


Výsledky - minulost

- Velikost plochy náplavu vhodné pro rozvoj CL



Výsledky - minulost



Positive findings of CL on selected sites.

Source	Findings
Bauer et al. (2012)	Plou-2011
Bejček and Volfová (2019)	Plou-2018
Chvojková and Marková (2009)	Hre-1998, Hre-2007, Plou-2007, Usti-2007, Valt-2007, Zle-2007
Chytrý et al. (2021)	Hre-1999, Hre-2003, Hre-2015, Hre-2017, Plou-2008, Plou-2014, Plou-2015, Plou-2017, Zle-2008, Zle-2009
Eremiášová (2019)	Hre-2019, Plou-2019, Zle-2019
Juříček (2012)	Hre-2012, Plou-2012
Juříček (2013b)	Hre-2012, Plou-2011, Plou-2012, Zle-2009
Kaplan et al. (1999)	Hre-2008, Hre-2012, Plou-2008, Plou-2012, Tech-2008, Valt-2003, Zle-2008, Zle-2009
Kladivová (2017)	Hre-2017, Plou-2017, Usti-2017
Kubát (1999)	Usti-1997, Usti-1998, Valt-1998, Zle-1998
Machová and Kubát (2004)	Valt-2000
Mravcová (2018)	Hre-2018, Plou-2018, Zle-2018
Pokorná (2020)	Hre-2020, Plou-2020, Zle-2020
Rottenborn et al. (2018)	Valt-2015

Negative findings of CL on selected sites.

Source	Findings
Juříček (2012)	Valt-2012, Zle-2012
Juříček (2013a)	Hre-2013, Plou-2013, Valt-2013, Zle-2013
Kladivová (2017)	Tech-2017, Valt-2017, Zle-2017
Mravcová (2018)	Tech-2018, Valt-2018
Pokorná (2020)	Tech-2020, Usti-2020, Valt-2020

Klimatická část

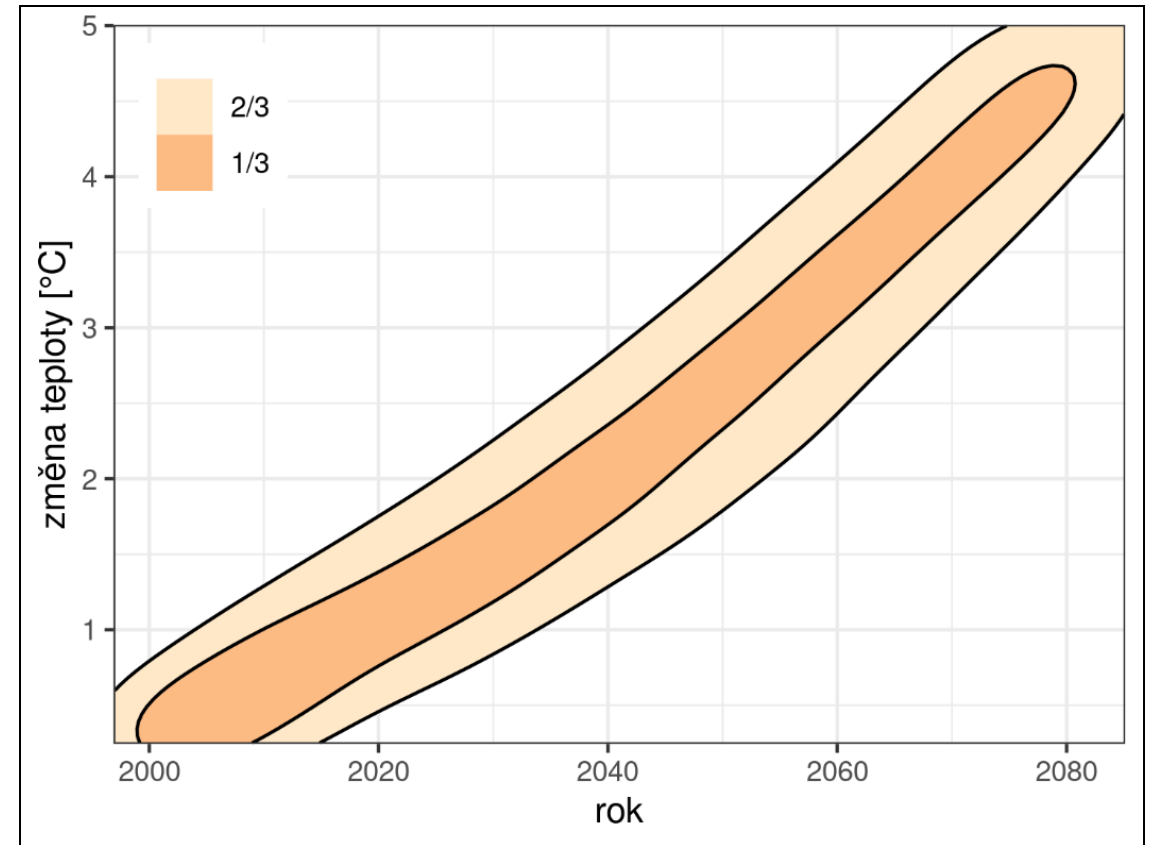
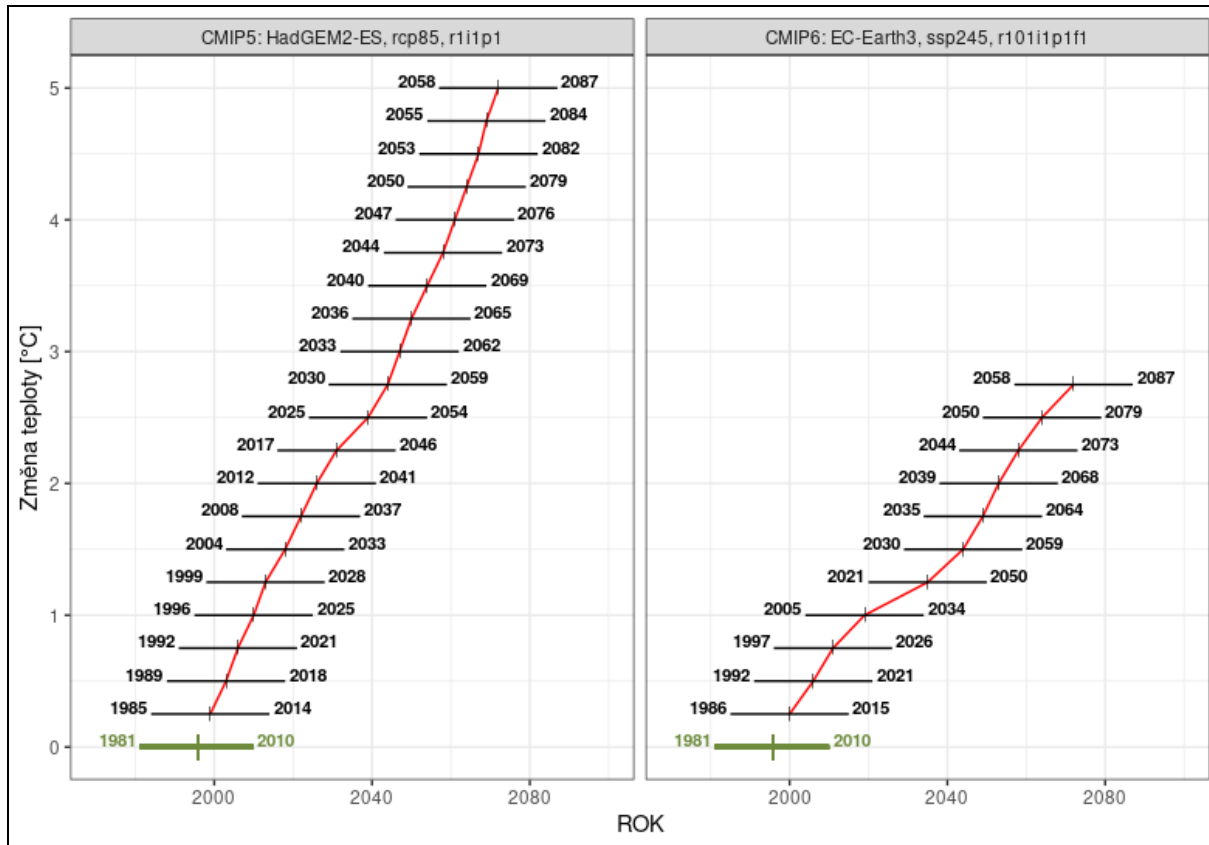
- Výchozí data
 - Srážky a teploty 1961 - 2020
- Sezónní změny
 - ADCM - Van Pelt et al. 2015
- Různé klimatické scénáře
 - RCP - Skleníkové plyny
 - SSP – Socioekonomický vývoj
- Celkem 216 klimatických modelů
- Odhad dle °C

TABLE 3 | Overview of the considered climate model simulations.

PROJ	GCM	RCP26	RCP45	RCP85	SSP126	SSP245	SSP370	SSP585
CMIP5	CanESM2	1	1	1				
	GFDL-CM3	1	1	1				
	GISS-E2-H		1					
	HadGEM2-ES	1	1	1				
	MPI-ESM-LR	1	1	1				
	MRI-ESM1				1			
	NorESM1-M	1	1	1				
CMIP6	CMCC-ESM2				1	1	1	1
	CNRM-CM6-1-HR				1			1
	EC-Earth3				1	1	1	1
	GFDL-ESM4				1	1	1	1
	MPI-ESM1-2-HR				1	1	1	1
	MRI-ESM2-0				1	1	1	1
	TaiESM1				1	1	1	1
MMLEA	CESM1-CAM5		14	40				
	CSIRO-Mk3-6-0			30				
	CanESM2	1	1	50				
	EC-EARTH			16				
	GFDL-CM3	1	1	19				
	TOTAL	7	22	161	7	6	6	7

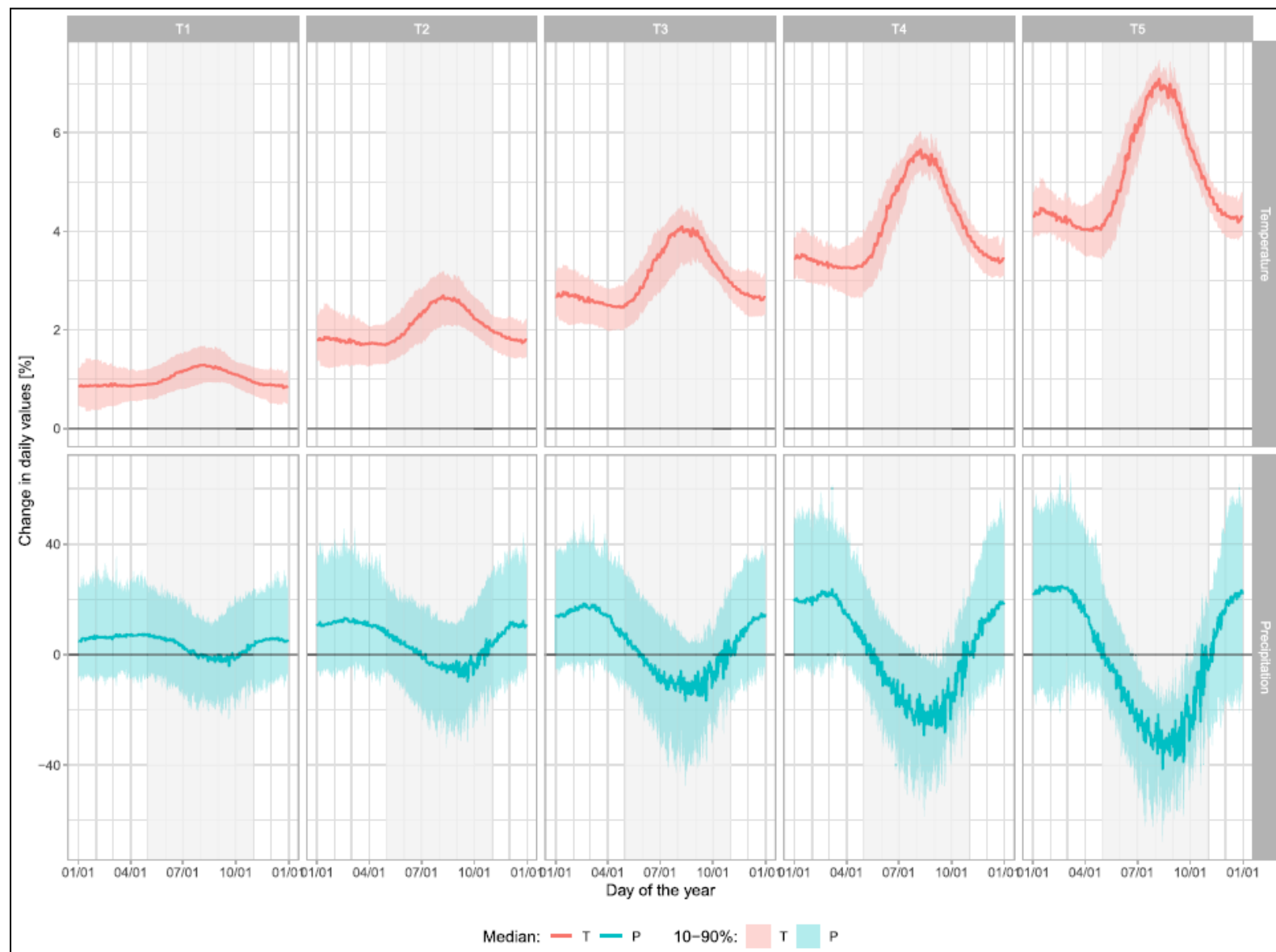
Výsledky – budoucnost (klimatická změna)

- Jak se bude vyvíjet teplota v časovém horizontu?



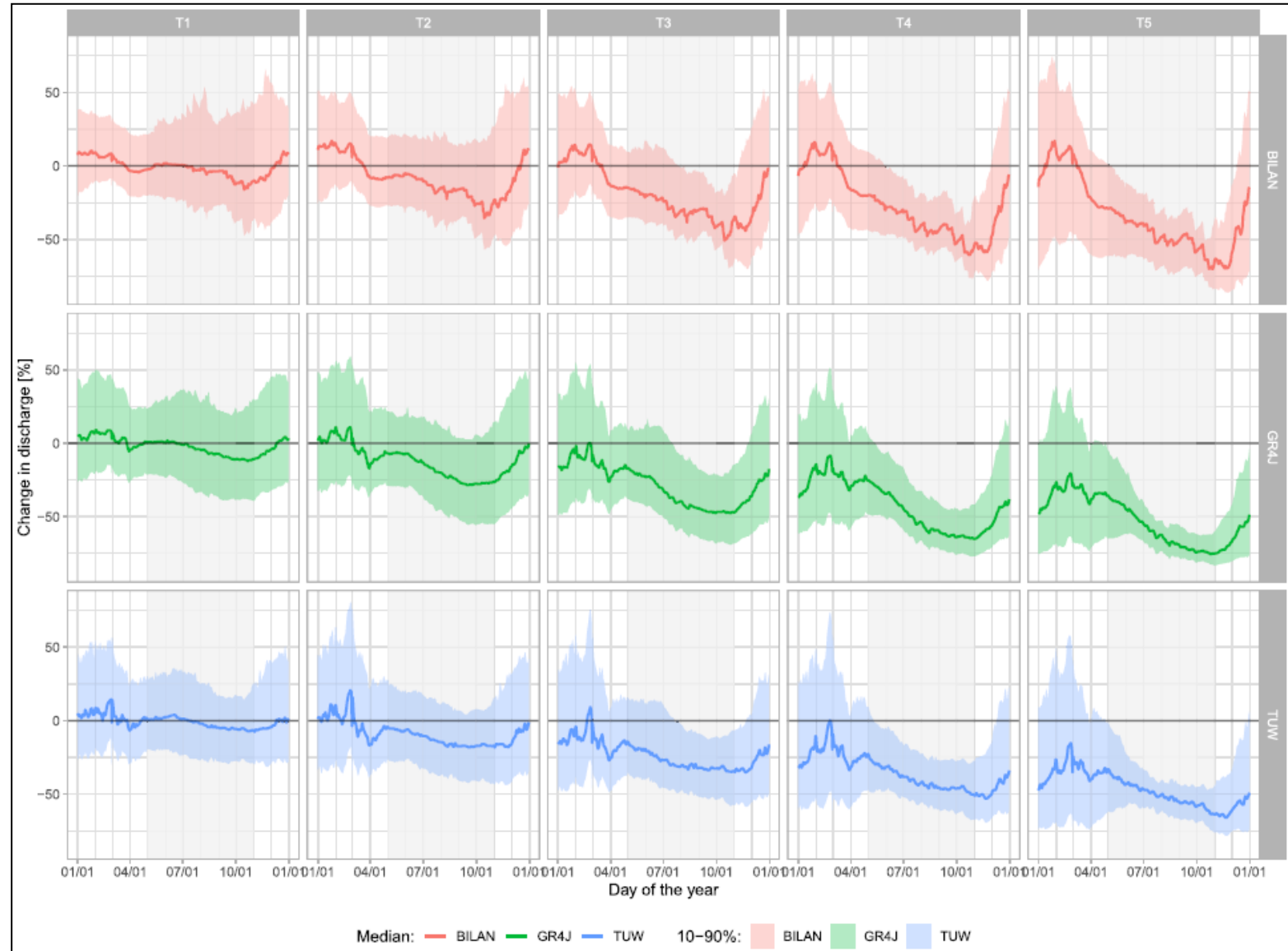
Výsledky – budoucnost (klimatická změna)

- Nárůst teplot
 - Zejména letní měsíce
- Pokles srážek zejména v letních měsících
- Zimní období srážkově nadprůměrná s vyšší kladnou variabilitou
- Variabilita letních srážek zůstává podobná
- Předpokládá se, že nárůst teploty neohrozí CL – nachází se i v teplejších podnebí



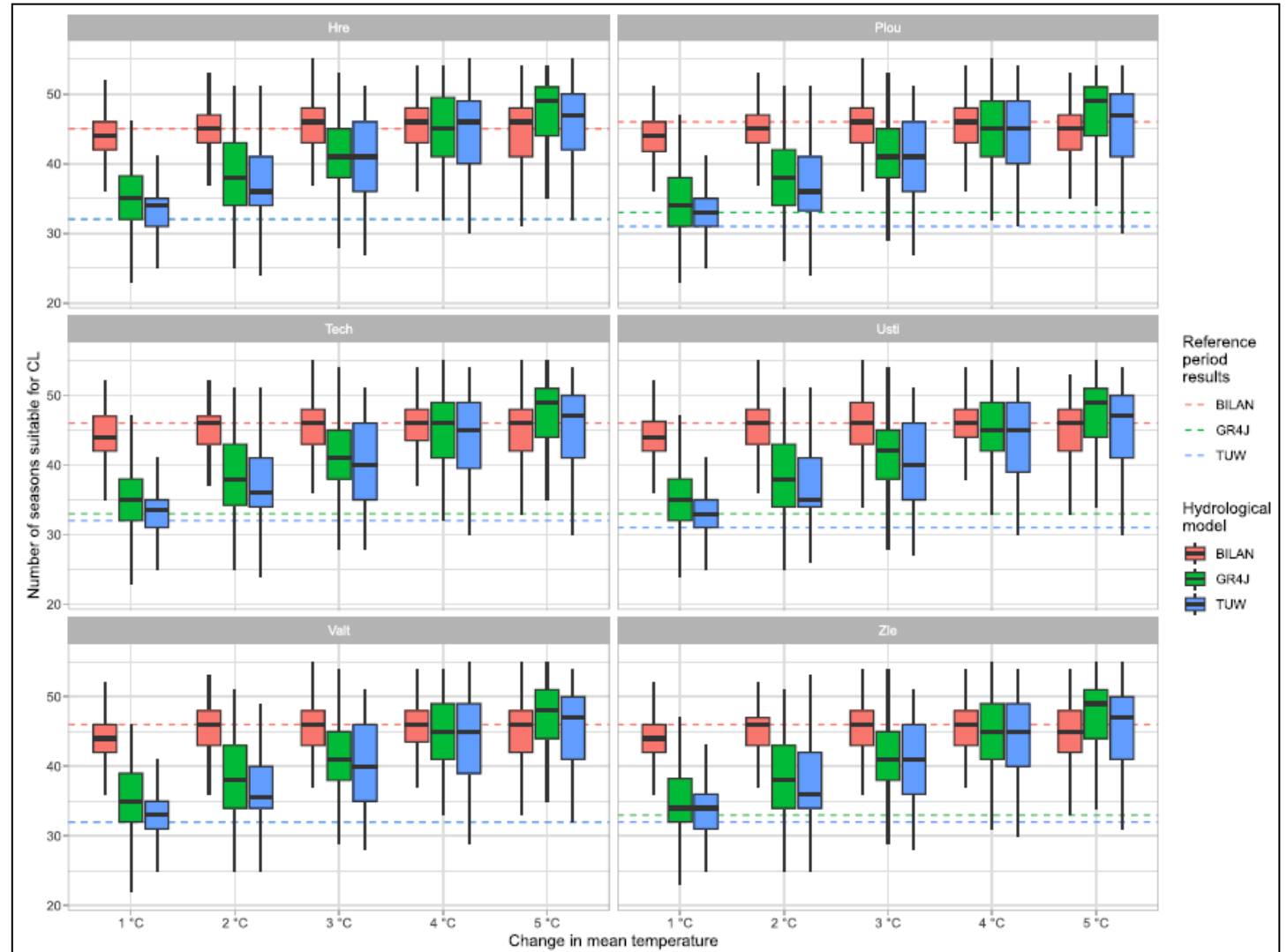
Výsledky – budoucnost (hydrologie)

- Pokles průtoků
 - Červenec – prosinec
 - Důsledek poklesu srážek květen – listopad doprovázen oteplením
- Snížení variability průtoku v letních měsících TUW, GR4J
- Bilan nadhodnocuje
- Vyšší průtoky v zimě – potlačení konkurentů CL



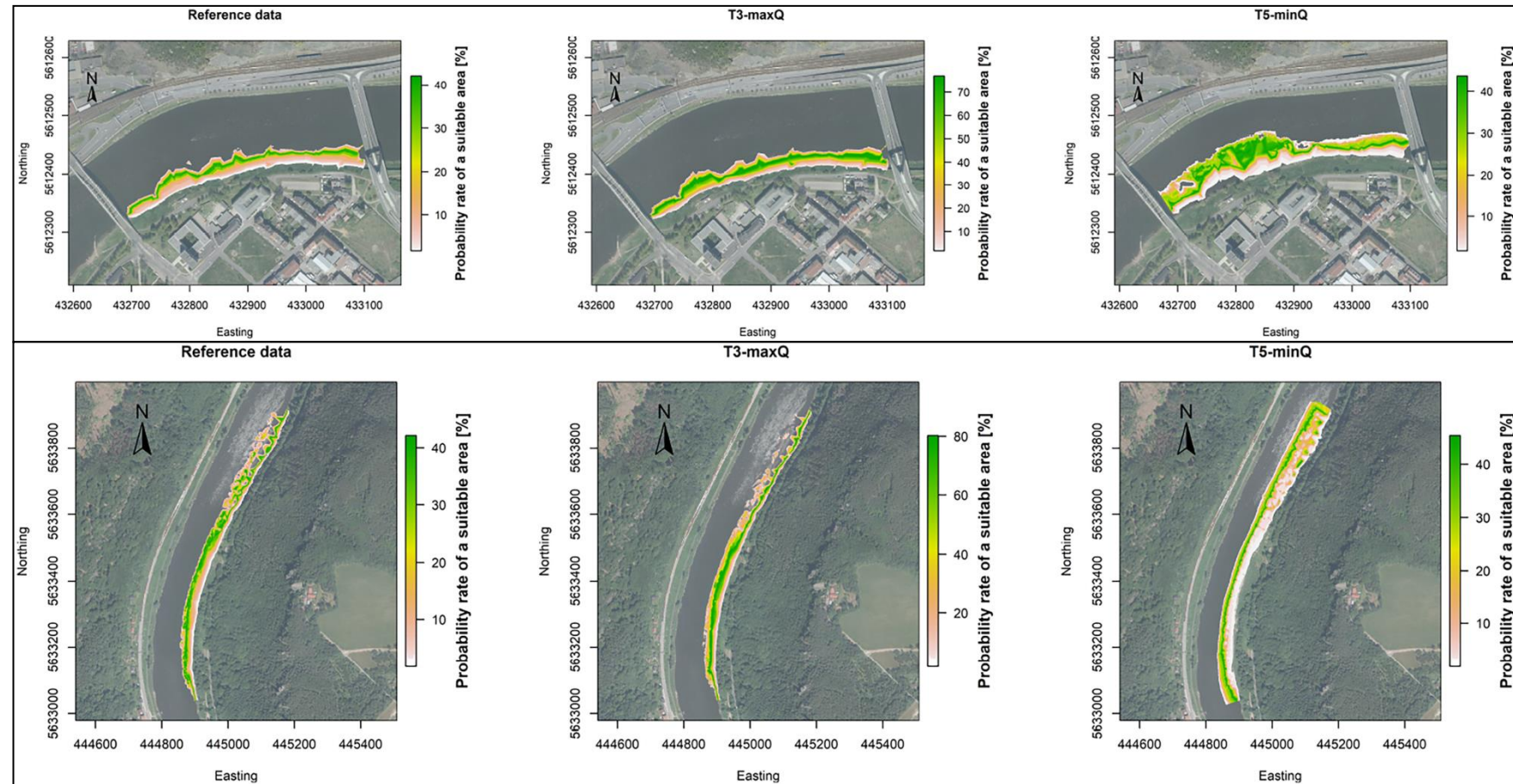
Výsledky – budoucnost (hydrologie)

- Nárůst plochy vhodné pro CL (TUW, GR4J)
 - Pokles průtoků ve vegetačním období
- TUW, GR4J
 - vegetační období přerušené zvýšenými průtoky
- BILAN
 - Slabší odezva na srážku (delší poklesové větve)
 - nahodnocuje



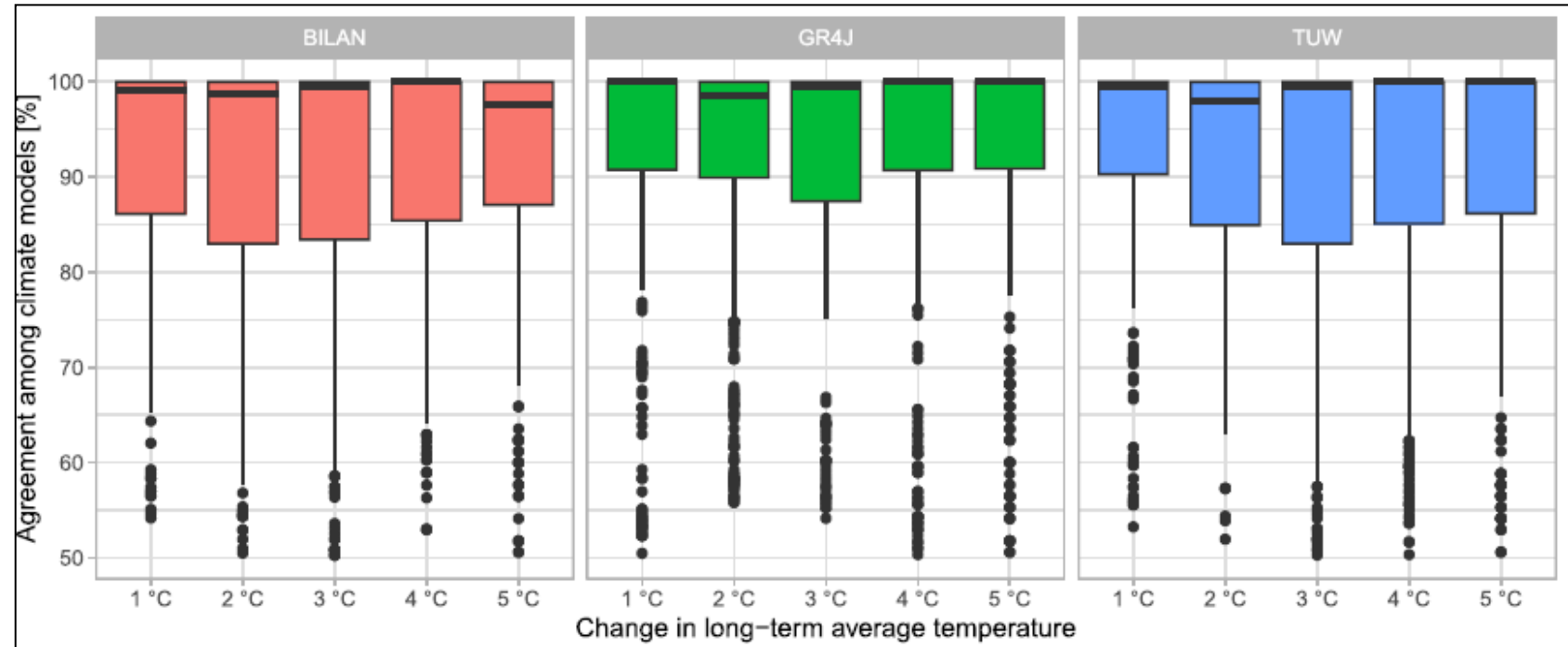
Výsledky – budoucnost (hydraulika)

- TUW
- T3 (maxQ)
 - CanESM2
- T5 (minQ)
 - GFDL-CM3
- Nárůst vhodné plochy ke středu koryta



Výsledky – budoucnost

- Vhodnost klimatického modelu pro predikci
- Konzistentní predikce
- Nižší variabilita než HM



Agreement among climate models regarding the suitable growing season for T1–T5. The numbers of climate models for each temperature are 216 for 1 °C, 206 for 2 °C, 181 for 3 °C, 151 for 4 °C and 85 for 5 °C.

Děkuji za pozornost

Reference

- Havlíček, V., Heřmanovský, M., Bureš, L., Martínková, M., Čuda, J., & Hanel, M. (2024). The site dynamics of *Corrigiola litoralis* (Strapwort) on the Elbe River in Czechia: A combined hydrological and hydrodynamic approach. *Ecohydrology*, 17(4), e2586. <https://doi.org/10.1002/eco.2586>
- Havlíček, V., Heřmanovský, M., Bureš, L., Martínková, M., Čuda, J. and Hanel, M. (2024), The Habitat Alteration of *Corrigiola Litoralis* L. (Strapwort) on the Elbe River Driven by Climate Change. *Ecohydrology* e2730. <https://doi.org/10.1002/eco.2730>
- Oudin, L., Hervieu, F., Michel, C., Perrin, C., Anréassian, V., Anctil, F., & Loumange, C. (2005). Which potential evapotranspiration input for a lumped rainfall – runoff model? Part 2 – Towards a simple and efficient potential evapotranspiration model for rainfall – runoff modelling. *Journal of Hydrology*, 303, 290–306.
- Stěpánek, P., Zahradníček, P., & Huth, R. (2011). Interpolation techniques used for data quality control and calculation of technical series: an example of a Central European daily time series. *IDŐJA'RA'S – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 115, 87–98.
- Van Pelt, S. C., J. J. Beersma, T. A. Buishand, B. J. Van den Hurk, and J. Schellekens. 2015. “Uncertainty in the Future Change of Extreme Precipitation Over the Rhine Basin: The Role of Internal Climate Variability.” *Climate Dynamics* 44: 1789–1800.