Příprava adjustovaných radarových odhadů srážek pro následné meteorologické a hydrologické aplikace

Vojtěch Bližňák

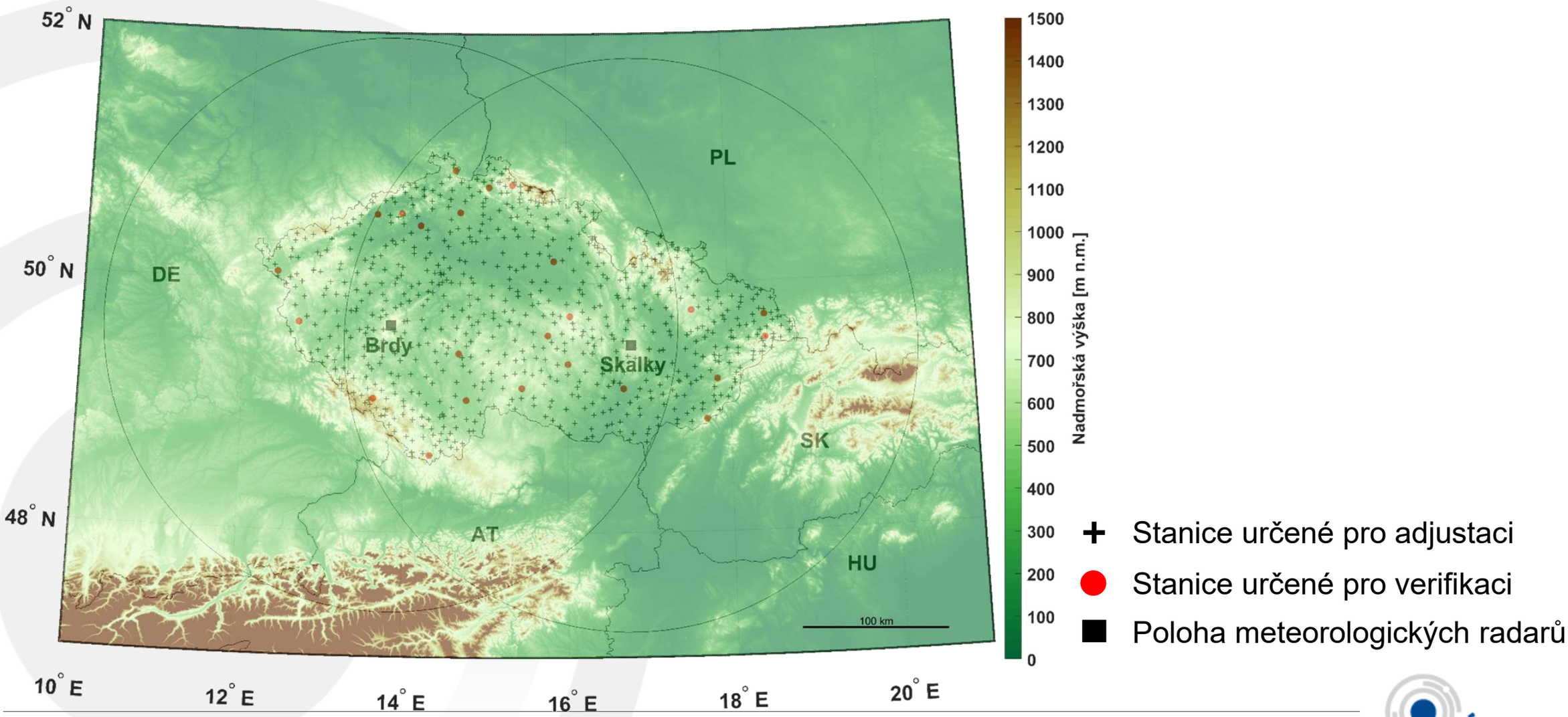
Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.

Email: bliznak@ufa.cas.cz

Konference „Variabilita krátkodobých srážek v hydrologickém modelování“, FSv ČVUT, Praha, 13. 10. 2022

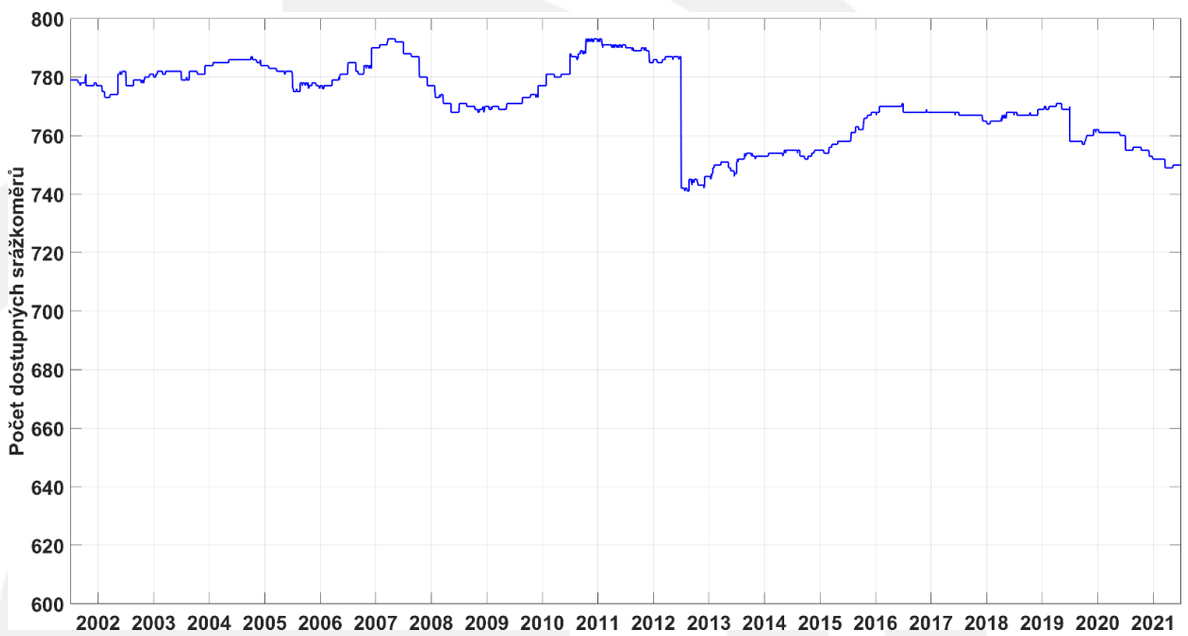
Data

- Typ dat: Radarová + srážkoměrná měření
- Období – teplé části (duben - říjen) roků 2002 – 2021
- Doména – Česká republika
- Základní datová řada: 10 min adjustované radarové úhrny srážek => akumulace 30 min – 24 h



Srážkoměrná měření

- 740 – 800 srážkoměrných stanic
- Rovnoměrné pokrytí přes celou Českou republiku
- Denní úhrny (06:00 – 06:00 UTC následujícího dne)
- Kontrola dat v ČHMÚ



Radarová měření

- Radarové odrazivosti naměřené českou radarovou sítí CZRAD (radary Brdy a Skalky) v horizontálním kroku 1 km a časovém rozlišení 10 min (04/2002 – 05/2009), 5 min (05/2009 – 10/2021)
- Objemová měření na různých elevačních hladinách
- Kalibraci, servis a údržbu obou radarů zajišťuje ČHMÚ – poslední velký upgrade 2015
- Radarové artefakty

Radar Brdy

Radar Skalky

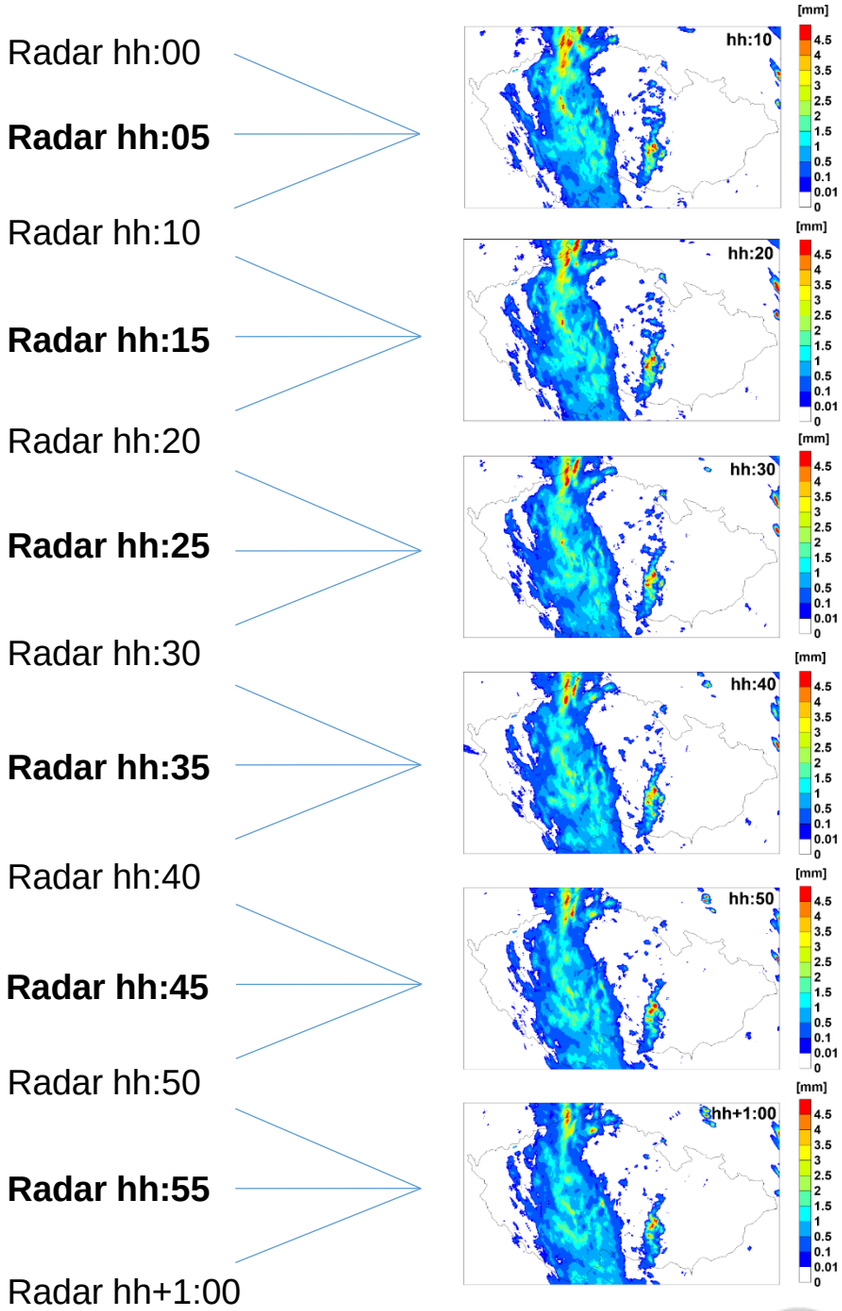
Výpočet intenzit srážek z radarových měření

- Měření na různých elevacích => interpolace do hladiny 2 km (PseudoCAPPI 2 km)
- Naměřené radarové odrazivosti *Z* [dBZ] transformovány na intenzity srážek *R* [mm] pomocí standardního Marshall-Palmerova vztahu:

$$Z = aR^b$$

$a = 200$, $b = 1.6$

- 5/10 min měření integrována do 10 min úhrnů srážek – dvojitá váha přiřazena prostřednímu 5 min měření
- Akumulace 10 min úhrnů srážek (06:00 UTC do 06:00 UTC + 1 den) do denních úhrnů



Adjustace radarových dat pomocí srážkoměrných měření

- Adjustační metoda optimální interpolace (Sokol, 2003; Bližňák et al., 2018) $RA_{24h} = (RR_{24h} * p) + q$
- Plošná adjustace (multiplikativní) - přenásobení celého radarového pole (denní úhrn) koeficientem *p* $p = \frac{\sum_{k=1}^{n} G_k + \lambda}{\sum_{k=1}^{n} R_k + \lambda}$
- Lokální adjustace (aditivní) - ke každému pixelu je nalezeno 10 nejbližších srážkoměrných stanic, pro které je vypočítána hodnota *q* představující vážený rozdíl sum z naměřených úhrnů srážek a plošně adjustovaných odhadů z odpovídajících pixelů $q = \sum_{k=1}^{10} (G_k - R_k)\ w_k$
- Denní adjustovaný úhrn srážek rozpočítán dle 10 min radarových úhrnů srážek $RA_{10\,min} = \frac{RA_{24h} * RR_{10\,min}}{RR_{24h}}$

G_k a R_k - denní úhrny srážek naměřené na srážkoměrné stanici *k*, resp. odvozené z radarových měření v pixelu *k*, kde je srážkoměr instalován
$\lambda = 10$
n - počet všech dostupných srážkoměrů
w - váha úměrná vzdálenosti *r* mezi srážkoměrnou stanicí a uvažovaným pixelem

RA_{24h} – denní adjustovaný úhrn srážek
RR_{24h} – denní radarový úhrn srážek

RA_{10min} – 10 min adjustovaný úhrn srážek
RR_{10min} – 10 min radarový úhrn srážek

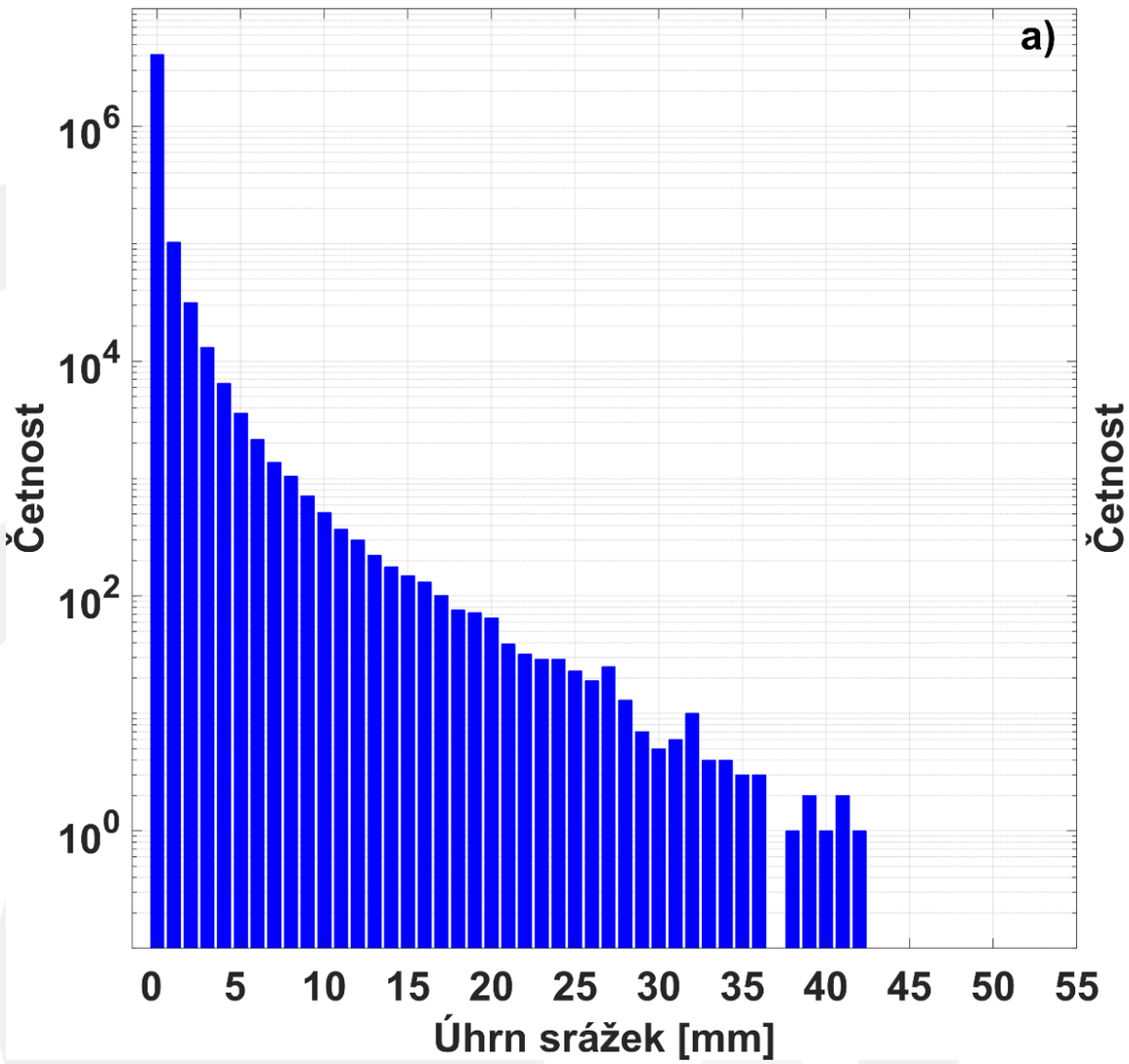
Verifikace připravených adjustovaných radarových úhrnů srážek v subdenním kroku

- Data z 24 automatických srážkoměrů poskytujících 1 min úhrny srážek – nezávislá data
- Časový krok: 1 hodina s klouzavým časovým oknem 10 minut
- Verifikační období: 6 teplých sezón (2015-2020)

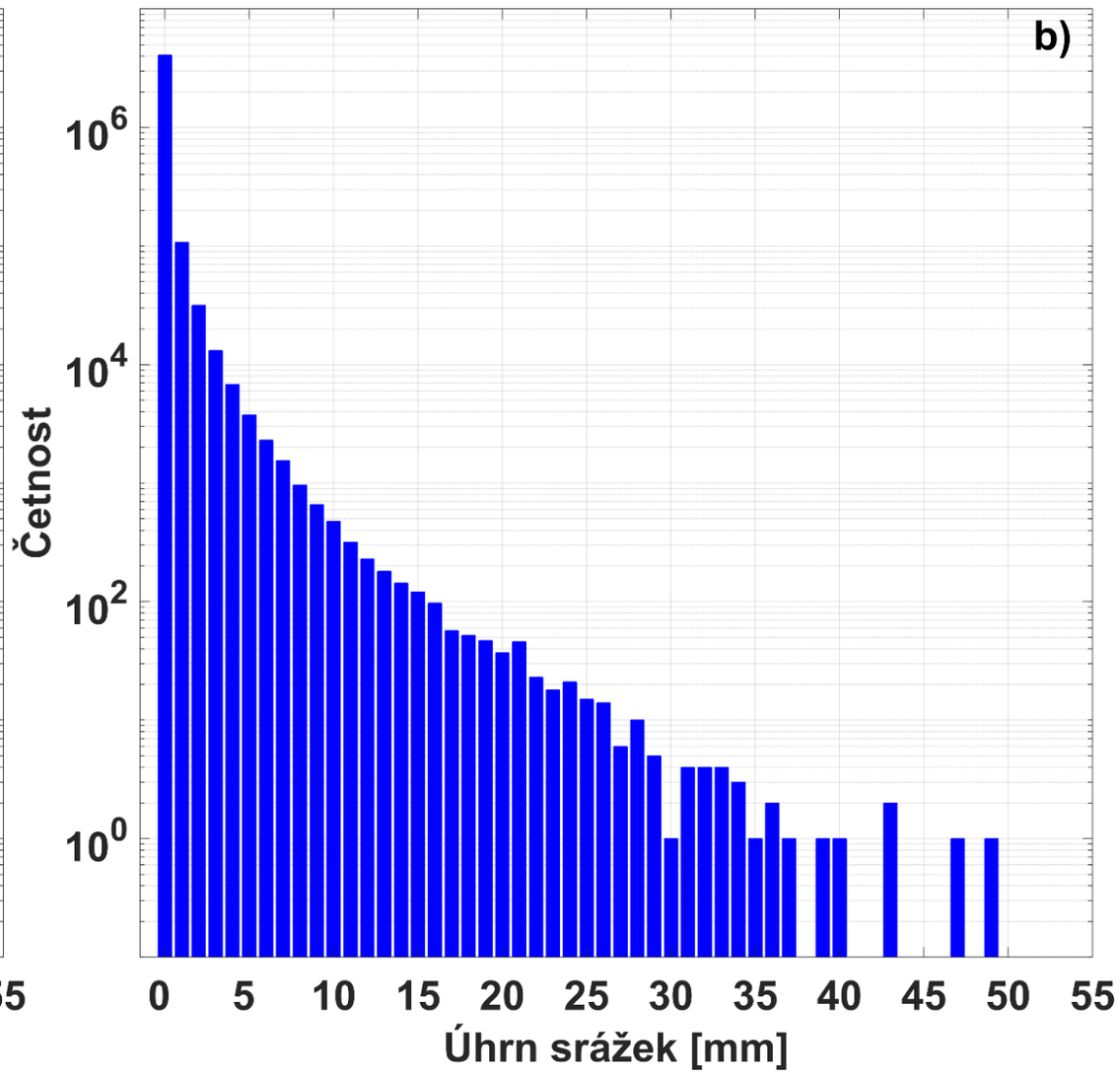
ID stanice	Plný název stanice	Zeměpisná šířka [°]	Zeměpisná délka [°]	Nadmořská výška [m n. m.]
B1STRN01	Strání	48,9028	17,7078	383
B1VIZO01	Vizovice	49,2231	17,8436	313
B2BTUR01	Brno, Tuřany	49,1531	16,6889	241
B2KMYS01	Kostelní Myslová	49,1592	15,4392	569
B2VMEZ01	Velké Meziříčí	49,3528	16,0086	452
C1CHUR01	Churáňov	49,0683	13,6153	1118
C2TABO01	Tábor	49,4361 (49,41)	14,6603 (14,7098)	459 (467)
C2TREB01	Třeboň, Lužnice	49,0622	14,7586	428
C2VBRO01	Vyšší Brod	48,6175	14,3144	559
H3HRAD01	Hradec Králové, Nový Hradec Králové	50,1778	15,8383	278
H3SVRA01	Svratouch	49,735	16,0342	734
L2PRIM01	Přimda	49,6694	12,6781	743
L3CHEB01	Cheb	50,0683	12,3914	483
O1CERV01	Červená	49,7772	17,5419	748
O1LUCI01	Lučina	49,7308	18,4425	300
O1LYSA01	Lysá hora	49,5461	18,4475	1322
P2DESN01	Desná, Souš	50,7894	15,3197	772
P3PRIB01	Přibyslav, Hřiště	49,5828	15,7625	533
U1DOKS01	Doksany	50,4589	14,17	158
U1KOPI01	Kopisty	50,5442	13,6228	240
U1MILE01	Milešovka	50,555	13,9308	831
U2DOKY01	Doksy	50,5681	14,6672	284
U2LIBC01	Liberec	50,7697	15,0239	398
U2VARN01	Varnsdorf	50,9056	14,6022	367

Porovnání četností hodinových úhrnů srážek

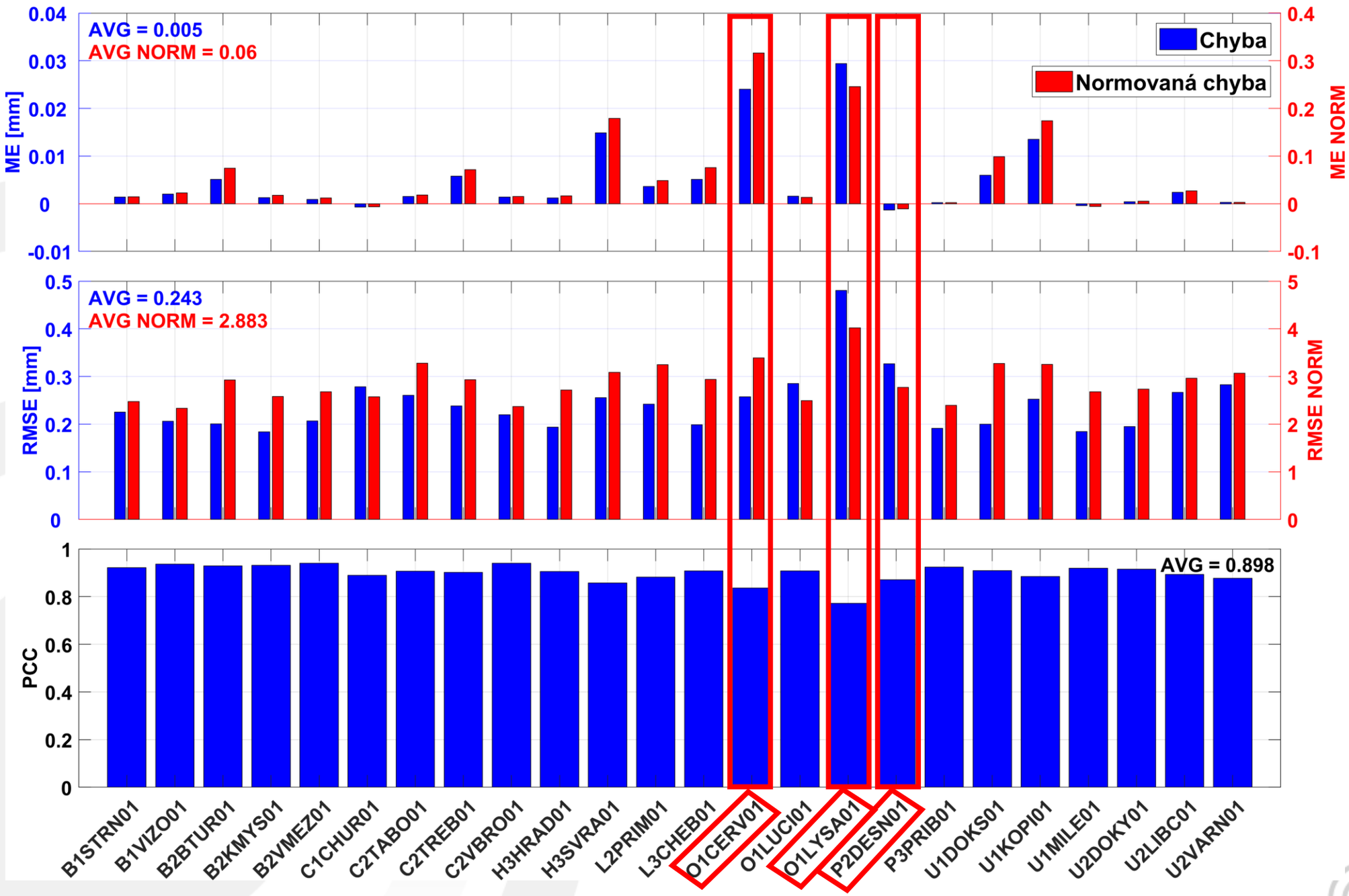
Měření



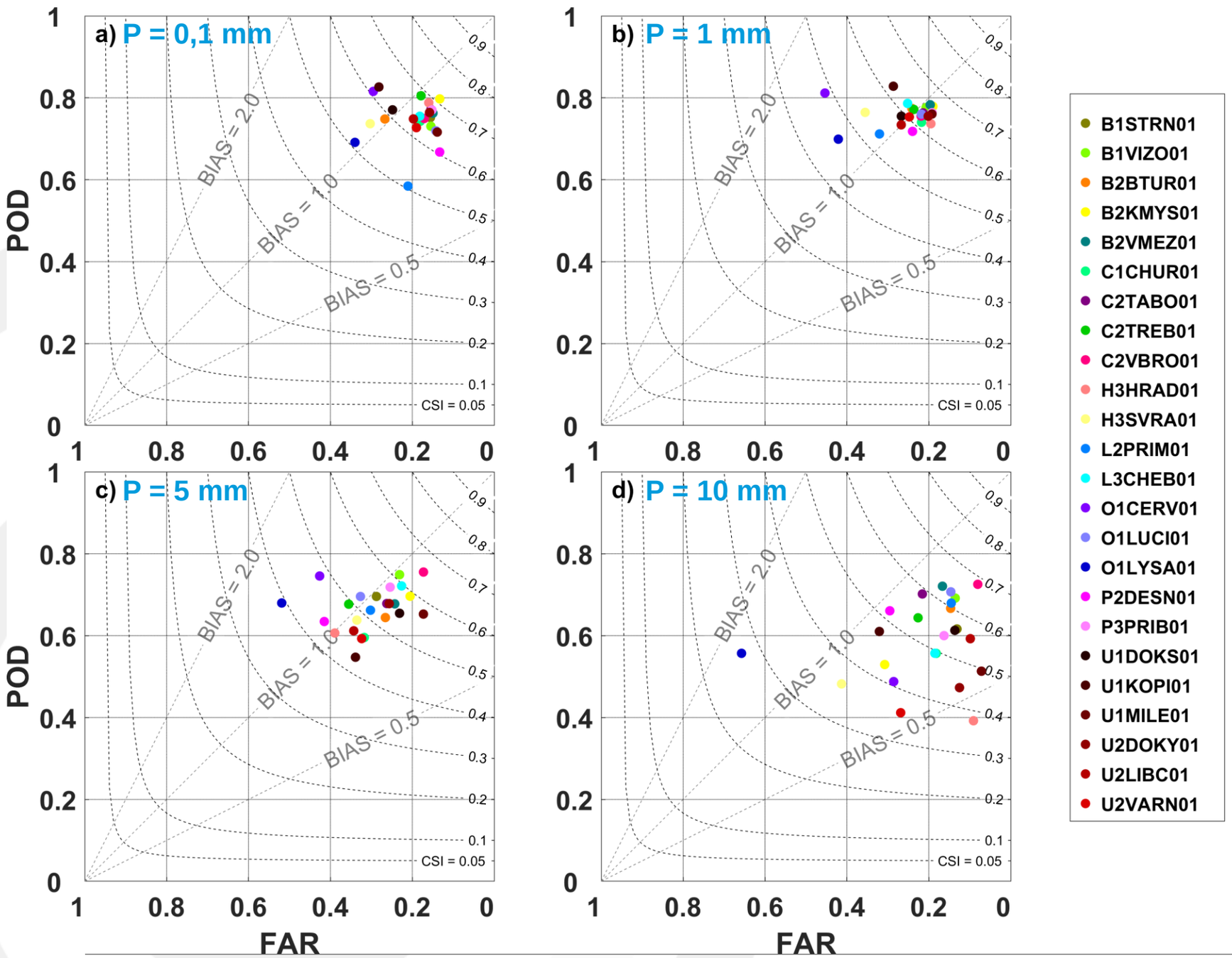
Adjustovaný radarový úhrn



Verifikace ME, RMSE, CORR



Kategorická verifikace



Kontingenční tabulka

		Odhad události	
		Ano	Ne
Výskyt události	Ano	a	c
	Ne	b	d

Probability of Detection:

$$POD = \frac{a}{a+c}$$

False Alarm:

$$FAR = \frac{b}{a+b}$$

Critical Success Index:

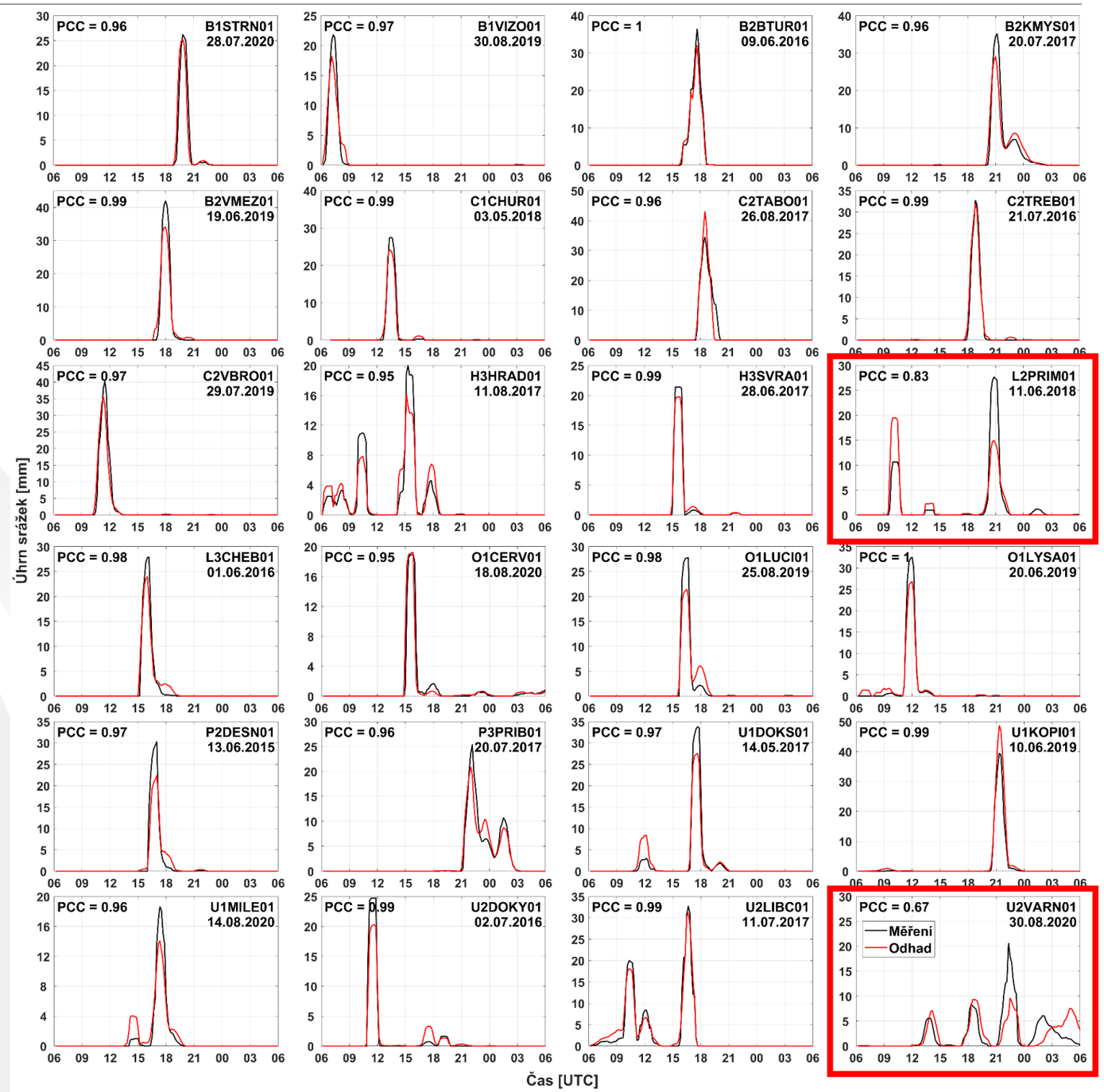
$$CSI = \frac{a}{a+b+c}$$

Frequency bias:

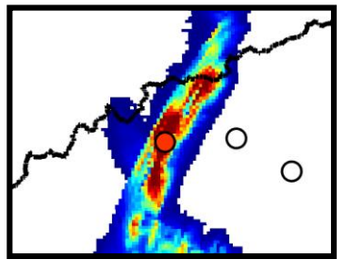
$$BIAS = \frac{a+b}{a+c}$$

Verifikace extrémních srážkových událostí

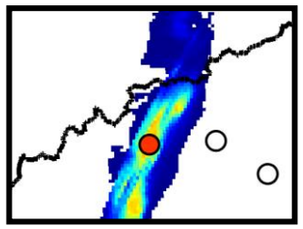
- Hodnoty úhrnů extrémních srážek téměř perfektně odhadnuty (22 událostí s korelací ≥ 0.95)
- Stanice L2PRIM01 a U2VARN01 - maximální míra podhodnocení 50 %
- Ostatní stanice – rozdíl zpravidla do 30 %, ve ¾ případů do 20 %

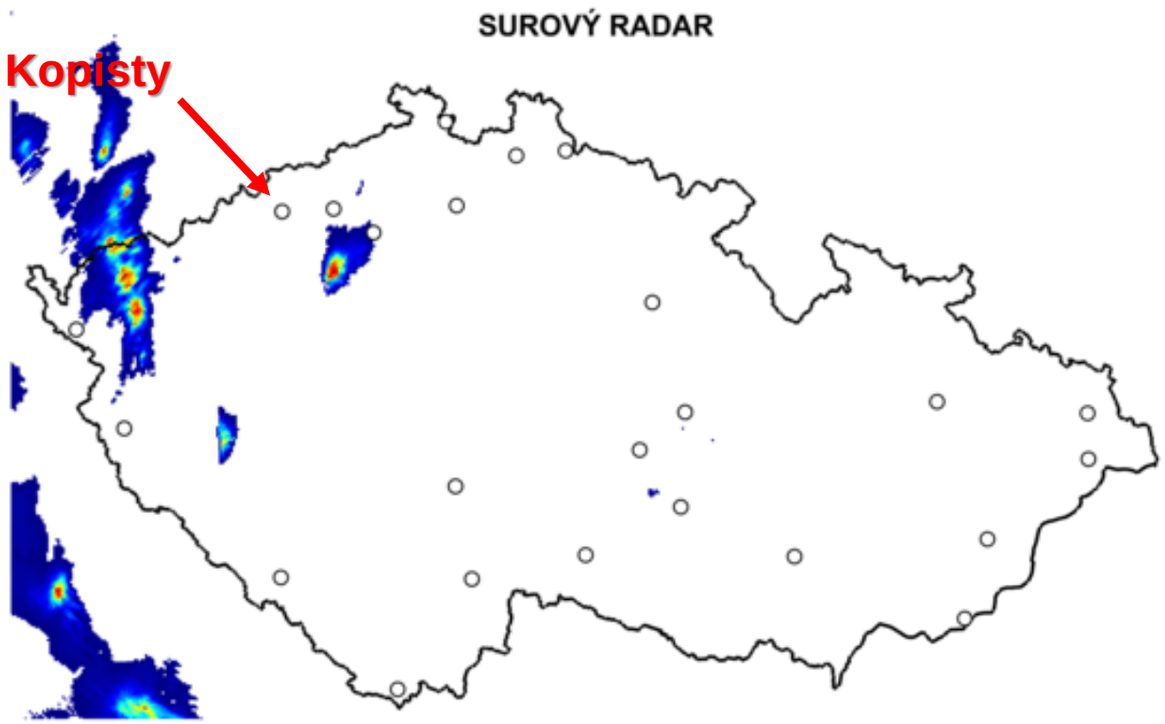


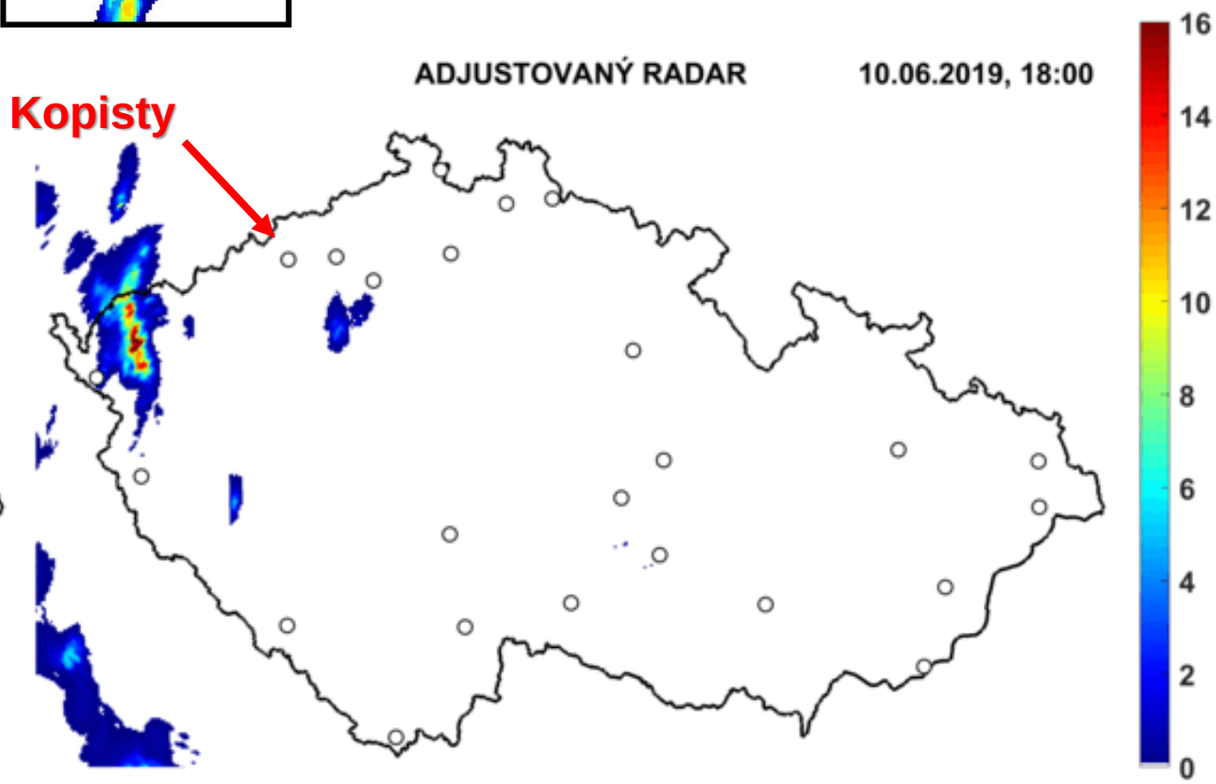
Porovnání 10 min úhrnů srážek - case study 10.06.2019 na stanici Kopisty



10.06.2019, 20:40 - 20:50







Shrnutí

- Adjustované radarové úhrny srážek ve vysokém časovém a prostorovém rozlišení za období 20 let
- Přesnost adjustovaných subdenních úhrnů srážek závisí na kvalitě vstupních dat (radarová i srážkoměrná měření) i prahové hodnotě uvažovaného srážkového úhrnu
- Se vzrůstající prahovou hodnotou dochází častěji k situacím, kdy velikost úhrnu srážek není správně odhadnutá a naopak je odhadnutá v místě, kde nebyla naměřená (snos srážek větrem) a zároveň dochází k podcenění srážkových úhrnů
- Čas výskytu kulminace extrémních srážkových událostí byl u téměř všech posuzovaných situací shodný s měřením.
- Sumy adjustovaných radarových úhrnů srážek za delší období (tj. měsíční, sezónní, apod.) vykreslené do podoby mapových výstupů mohou vykazovat artefakty překryvů dosahů obou radarů => nutno vzít v potaz při následných klimatologických aplikacích
- **Připravené adjustované odhady úhrnů srážek je možné považovat za velmi kvalitní**

Poděkování:

- Financování - Ministerstvo zemědělství, projekt NAZV-ZEMĚ QK1910029
- Poskytnutá data – Český hydrometeorologický ústav
- Poskytnutá adjustační metoda – doc. RNDr. Zbyněk Sokol, CSc.

Děkuji za pozornost

Reference:

- BLIŽŇÁK, V., KAŠPAR, M., MÜLLER, M., 2018. Radar-based summer precipitation climatology of the Czech Republic. *International Journal of Climatology*, **38**, 677-691.
- BLIŽŇÁK, V., LEDVINKA, O., NOVÁK, P., 2022. Verifikace kvantitativních odhadů srážek v subdenním kroku. *Meteorologické zprávy,* **75,** 70–80.
- SOKOL, Z., 2003. The use of radar and gauge measurements to estimate areal precipitation for several Czech river basins. *Studia Geophysica et Geodaetica*, **47**, 587-604.

ÚFA