Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

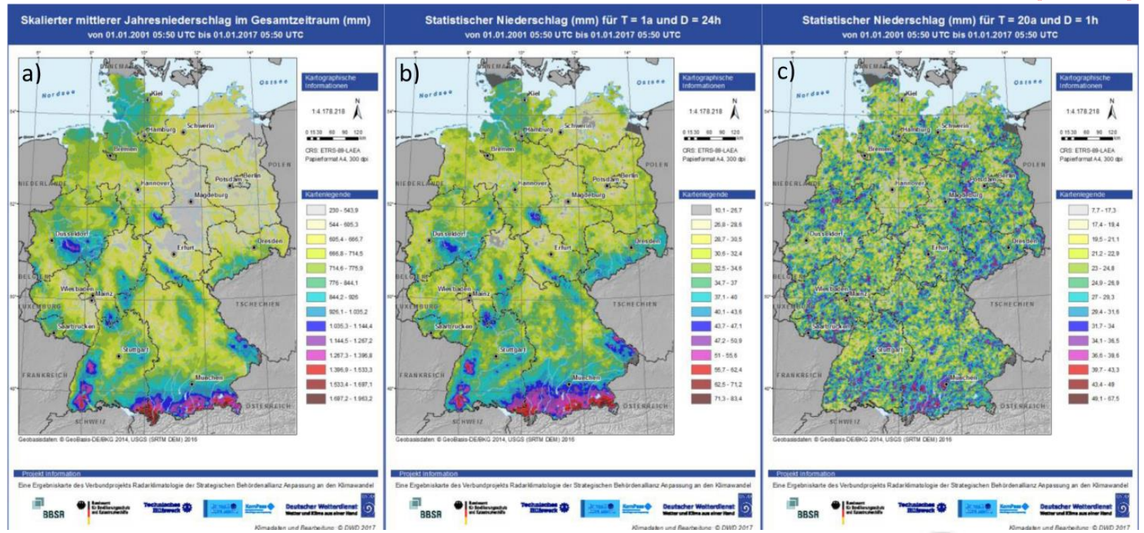
M. Kašpar (*), V. Bližňák, F. Hulec, M. Müller
(*) Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.
kaspar@ufa.cas.cz

Variabilita krátkodobých srážek v hydrologickém modelování, Praha, 13. 10. 2022

Motivace a cíle

- **Motivace**
  - Návrhové úhrny srážek ze staničních měření
    - delší řady poměrně spolehlivých bodových měření
  - Vysoké (krátkodobé) úhrny srážek jsou charakteristické velkou prostorovou i časovou proměnlivostí
    - radarová měření poskytují poměrně kvalitní informaci o prostorových gradientech úhrnů srážek
  - Návrhové úhrny srážek z radarových dat adjustovaných měřeními ze stanic
- **Cíle**
  - Frekvenční analýza (subdenních) úhrnů srážek a výskytu typických průběhů srážkových intenzit
  - Zhodnocení prostorové variability návrhových úhrnů a typických průběhů intenzit

Winterrath et al. (2017)

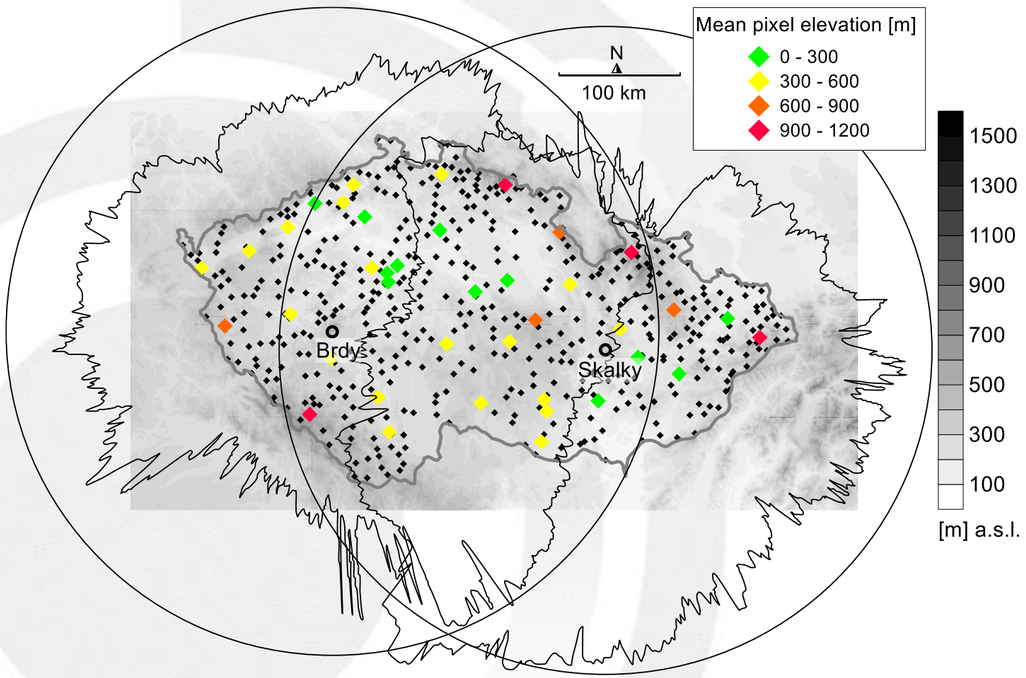


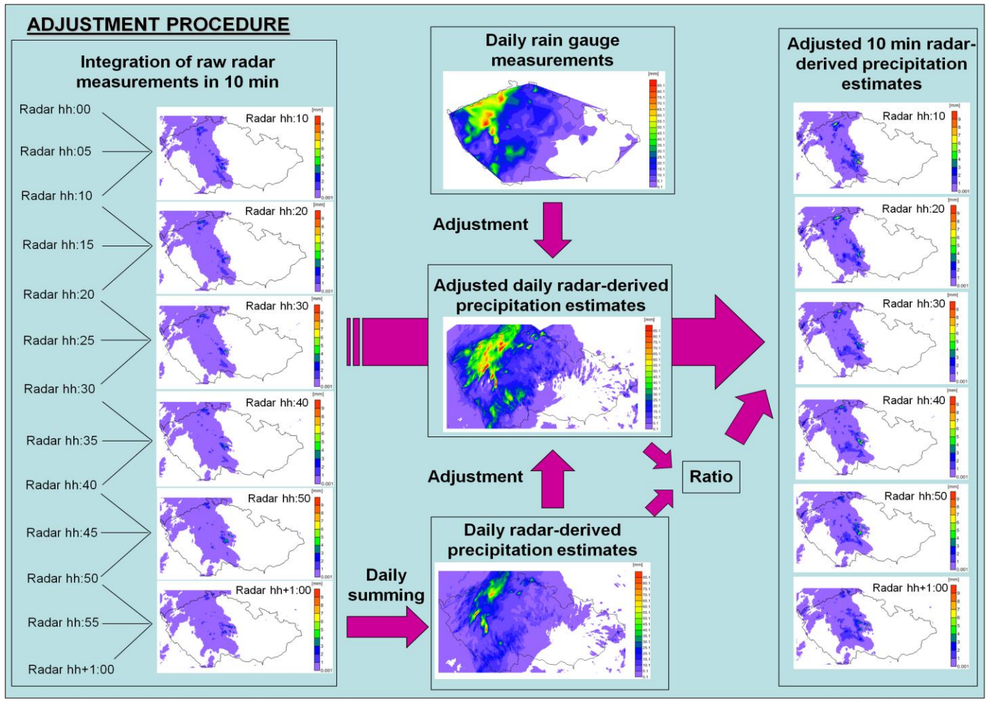
Vstupní srážková data: adjustovaná radarová data

Bližňák a kol. (2018)

Řady 10min. intenzit srážek s horizontálním rozlišením 1 km

- délka řady: od dubna do října 2002 až 2021
- odvozené z radarových dat (Z v CAPPI 2 km, Z-R vztah) a adjustované denními úhrny ze srážkoměrných stanic





Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

Typické varianty průběhu srážkových intenzit

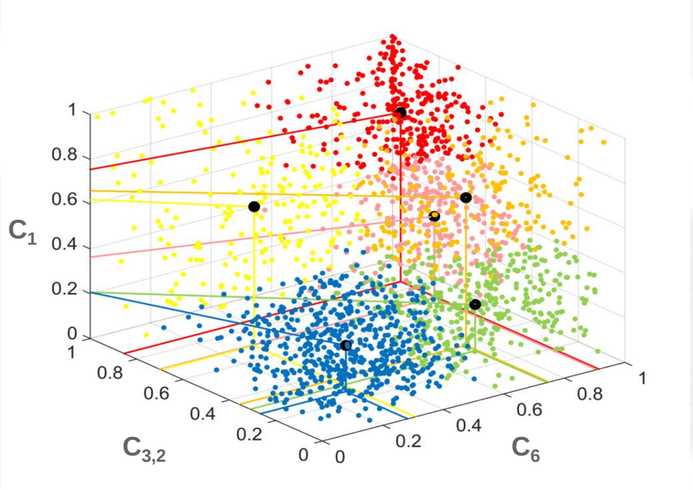
Müller a kol. (2018)

Metoda

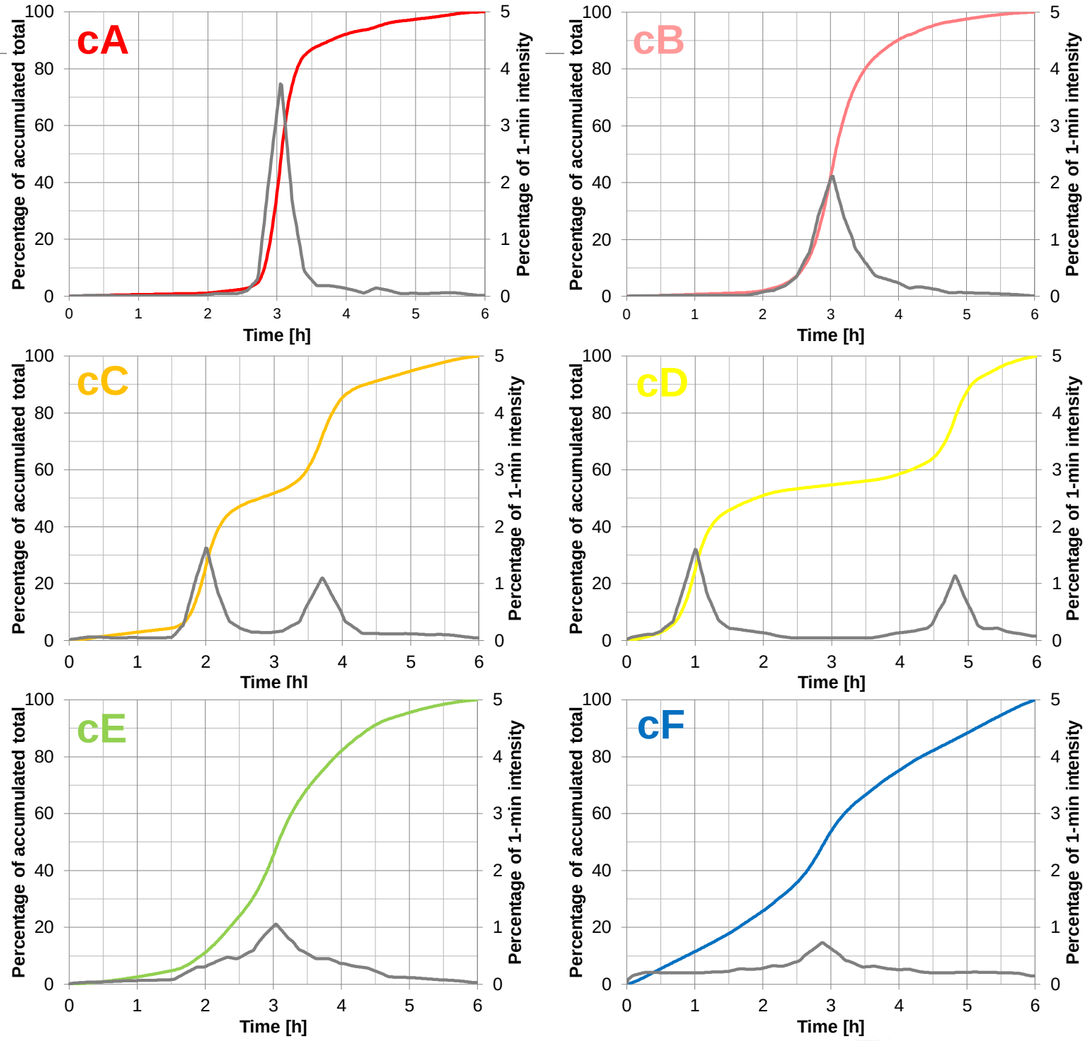
1. Výběr epizod 50 maximálních 6hod. úhrnů v 39 pixelech synoptických stanic (celkem 1950 epizod)
2. Shluková analýza (k-means) epizod podle časové koncentrace srážek (3 „poločasové" indexy):

   $C_6 = (P_3/P_6-0{,}5)*2$, $C_{3,2} = P_{1,5}/P_3+P_1/P_2-1$, $C_1 = (P_{0,5}/P_1-0{,}5)*2$

   P_x = maximální xhod. úhrn, C = <0; 1>



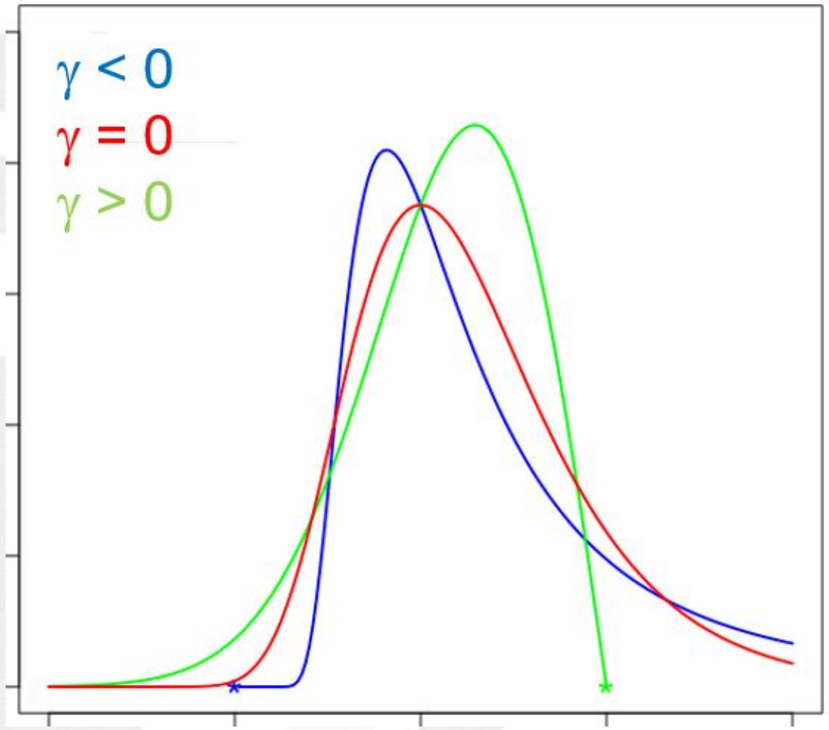
6 shluků (variant) → 6 hyetogramů



Regionální frekvenční analýza adjustovaných radarových dat

Kašpar a kol. (2021)

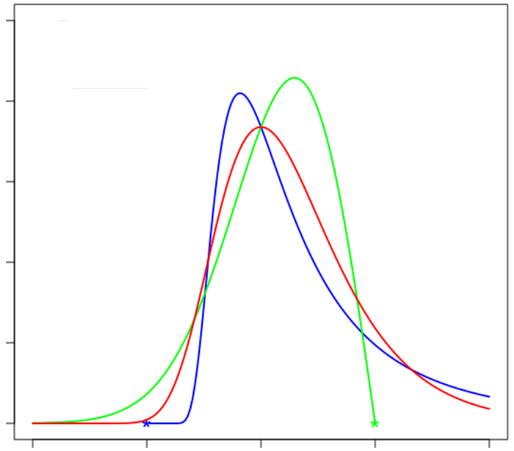
- **Metoda**
  - Model pro popis extrémů úhrnů srážek / Coles (2001), Kyselý a Picek (2007)
    - tříparametrické zobecněné rozdělení extrémních hodnot (GEV)



$$F(x) = \begin{cases} \exp\left(-\left[1-\gamma\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right]^{\frac{1}{\gamma}}\right), & 1-\gamma\left(\frac{x-\beta}{\alpha}\right) > 0,\ \gamma \neq 0 \\ \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\beta}{\alpha}\right)\right], & x \in \mathbb{R},\ \gamma = 0 \end{cases}$$

Regionální frekvenční analýza adjustovaných radarových dat

Kašpar a kol. (2021)



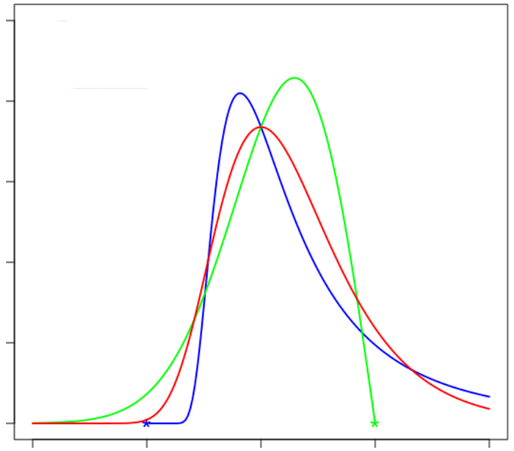
- **Metoda**
  - Model pro popis extrémů úhrnů srážek / Coles (2001), Kyselý a Picek (2007)
    - tříparametrické zobecněné rozdělení extrémních hodnot (GEV)
  - Odhad parametrů modelu GEV / Hosking a Wallis (1997), Kyselý a kol. (2011)
    - parametry spočteny z prvních tří tzv. regionálních Lmomentů
    - odhad regionálních Lmomentů:

      1. výpočet výběrových bodových Lmomentů z ročních (blokových) maxim úhrnů v každém pixelu
      2. aplikace tzv. metody oblasti vlivu na bodové Lmomenty:

      hodnota bodového Lmomentu v daném pixelu upravena podle hodnot bodových Lmomentů ve statisticky homogenním (z pohledu chování extrémů) okolí pixelu s využitím váženého průměrování

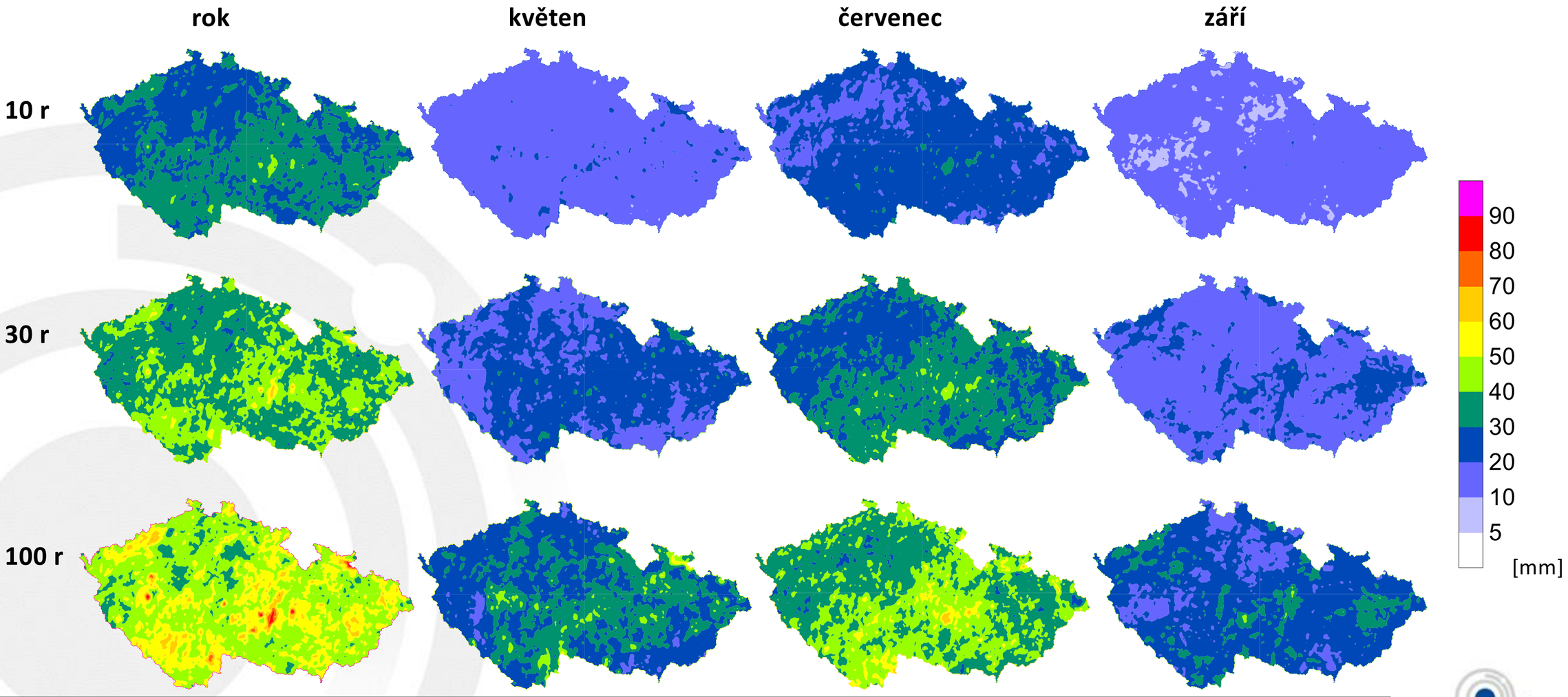
Regionální frekvenční analýza adjustovaných radarových dat

Kašpar a kol. (2021)



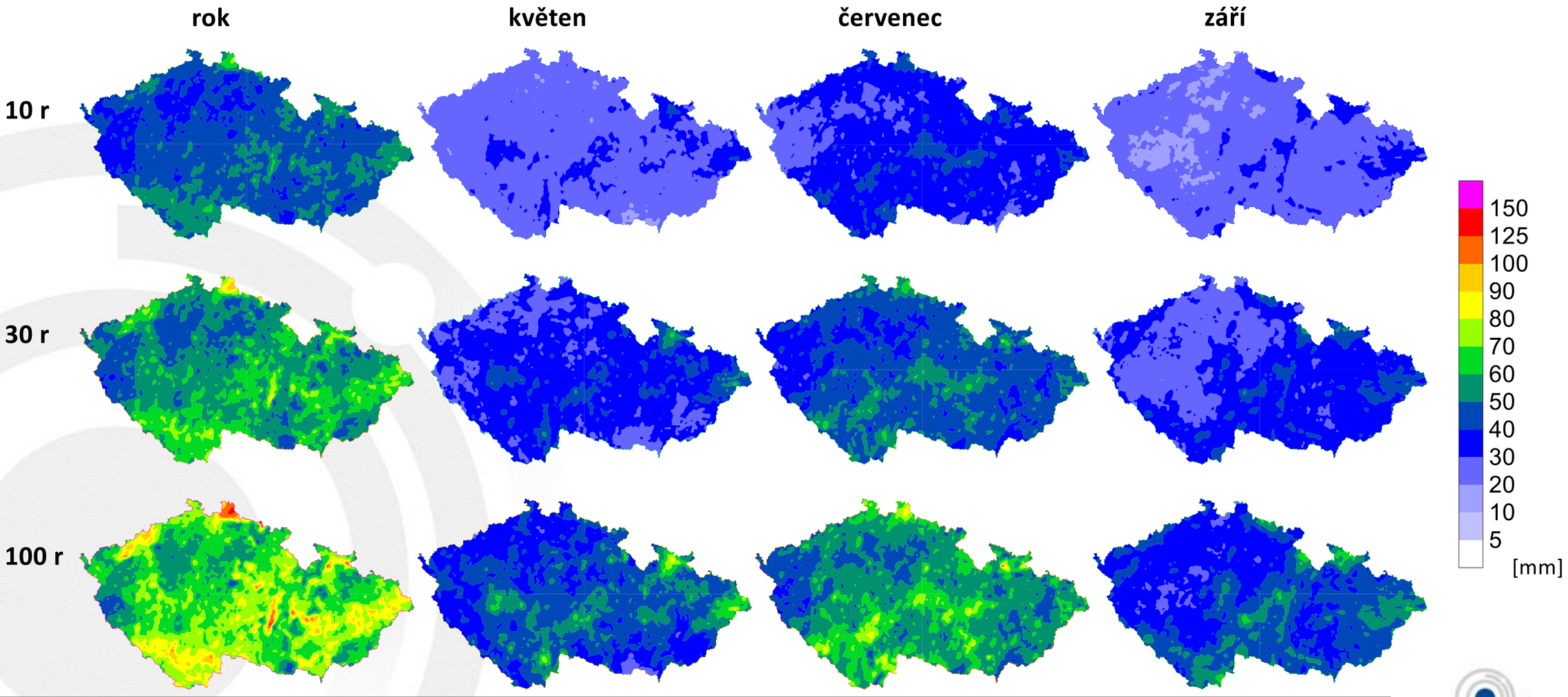
- **Metoda**
  - Model pro popis extrémů úhrnů srážek / Coles (2001), Kyselý a Picek (2007)
    - tříparametrické zobecněné rozdělení extrémních hodnot (GEV)
  - Odhad parametrů modelu GEV / Hosking a Wallis (1997), Kyselý a kol. (2011)
    - parametry spočteny z prvních tří tzv. regionálních Lmomentů
- **Aplikace**
  - Návrhové úhrny příslušející vybraným dobám opakování a délkám akumulace
    - v současnosti probíhá testování kombinace s návrhovými úhrny z ombrografických měření založená na interpolaci diferencí (Empirical Bayesian Kriging) a aplikace prostorového filtru na odstranění případných vysokofrekvenčních artefaktů (Gauss)
  - Procentuální zastoupení variant průběhu srážkových intenzit v závislosti na návrhovém 6hod. úhrnu
    - odvozeno z parametrů modelu pro jednotlivé varianty průběhu

Návrhové 1hod. úhrny srážek
(adjustovaná radarová data)



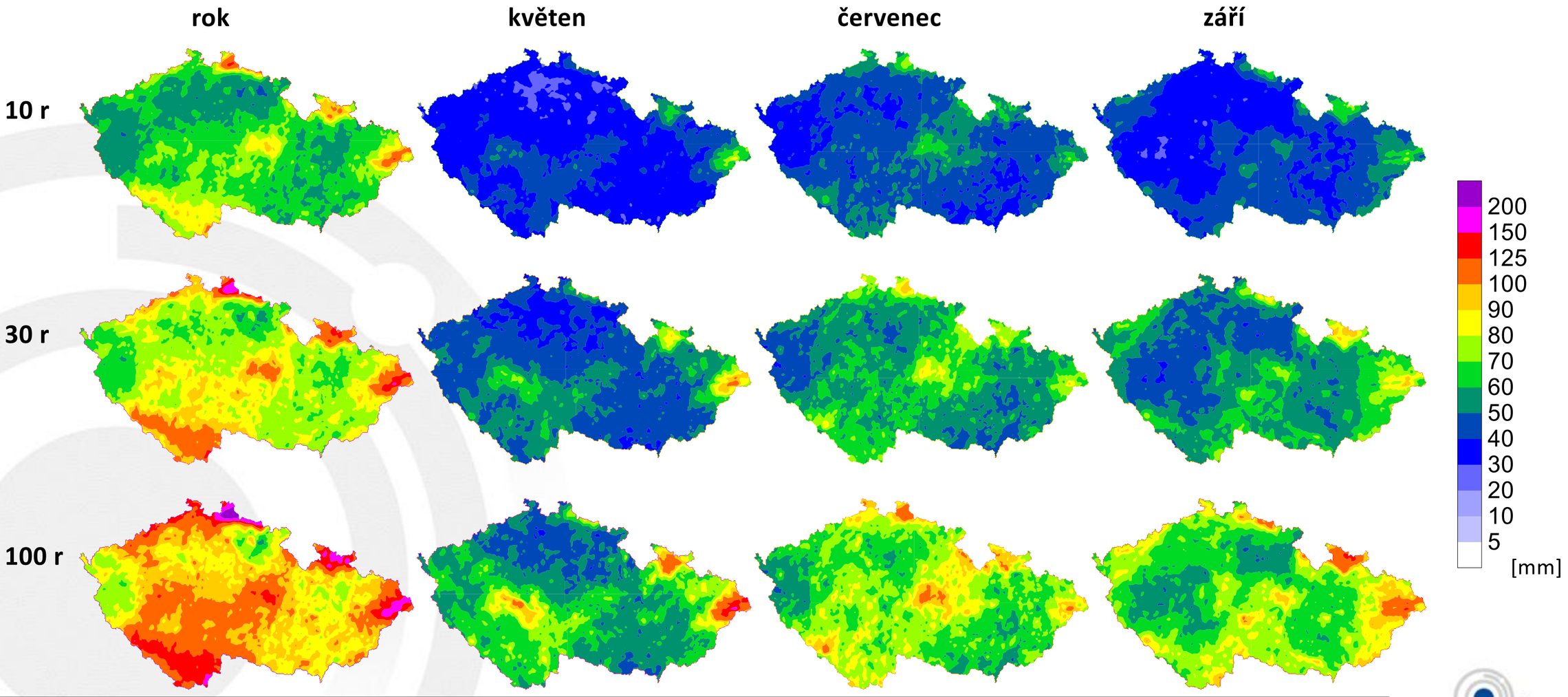
Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

Návrhové 6hod. úhrny srážek



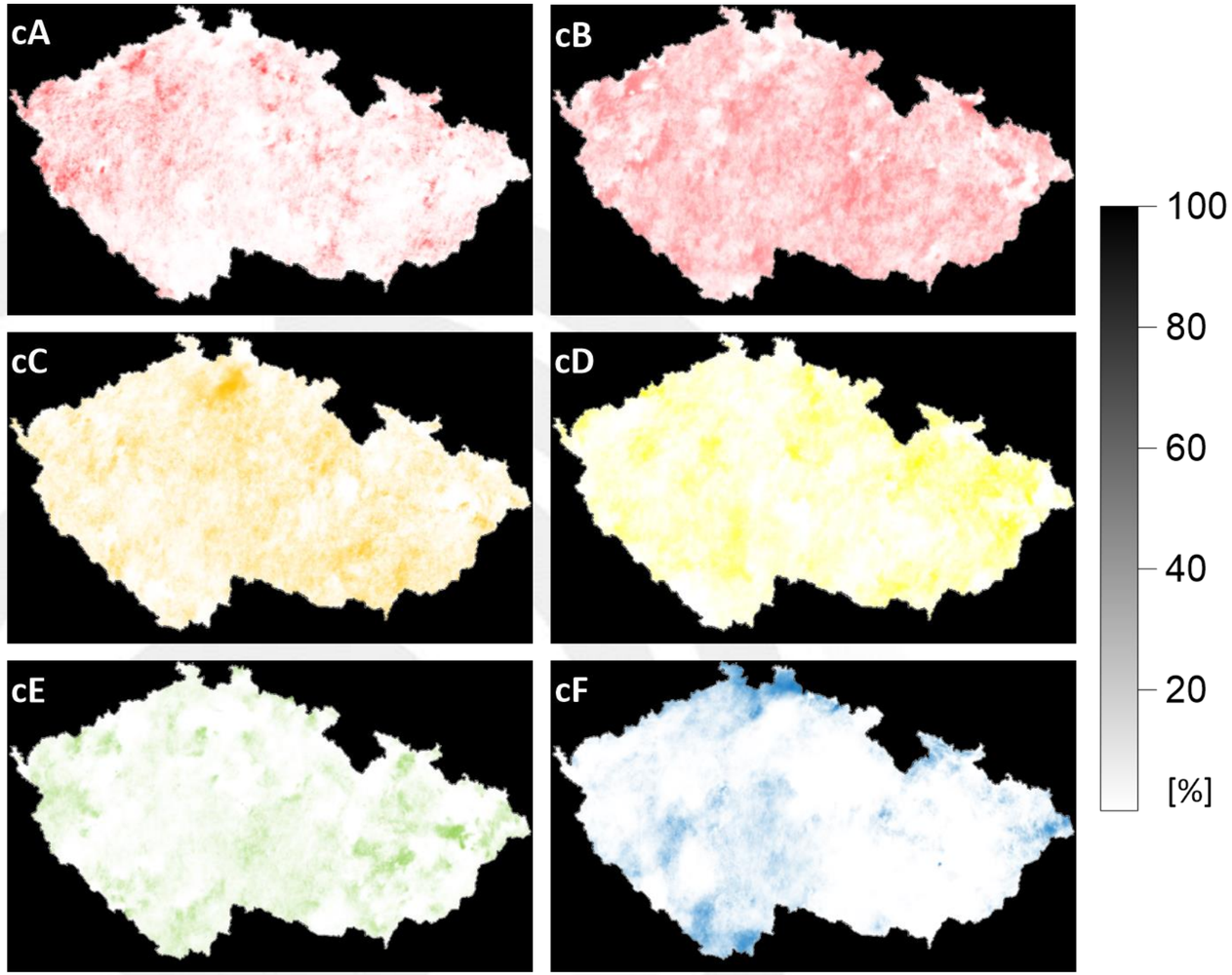
Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

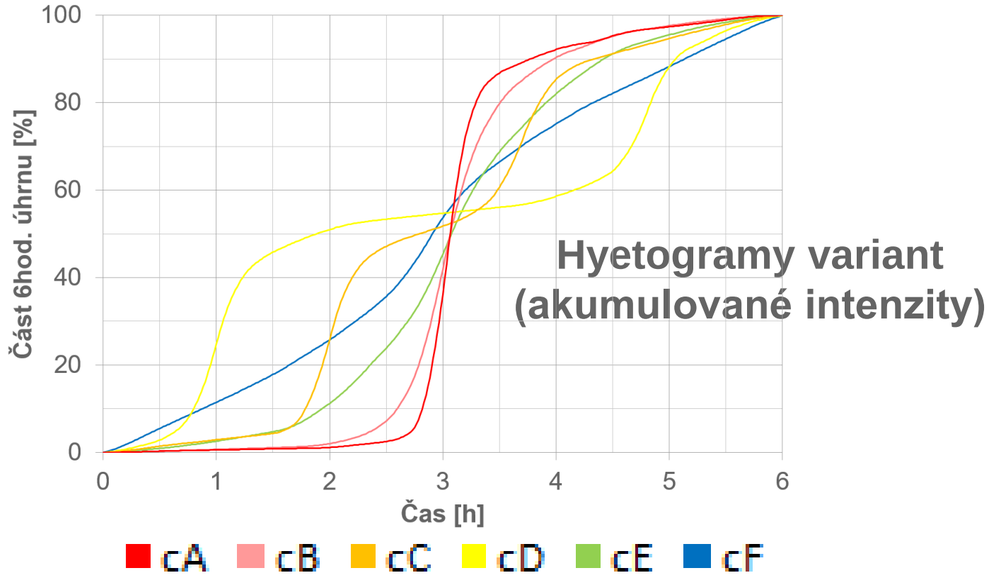
Návrhové 24hod. úhrny srážek

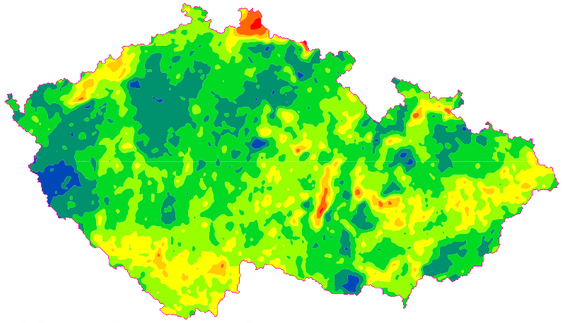


Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

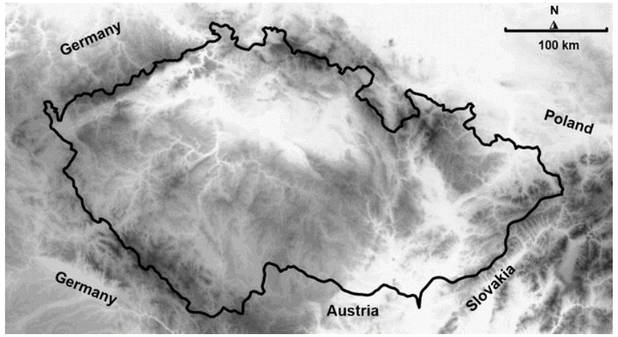
Prostorová distribuce zastoupení variant průběhu srážkových intenzit
(pro 6hod. časové okno s úhrnem srážek s dobou opakování 100 roků)







Návrhové úhrny

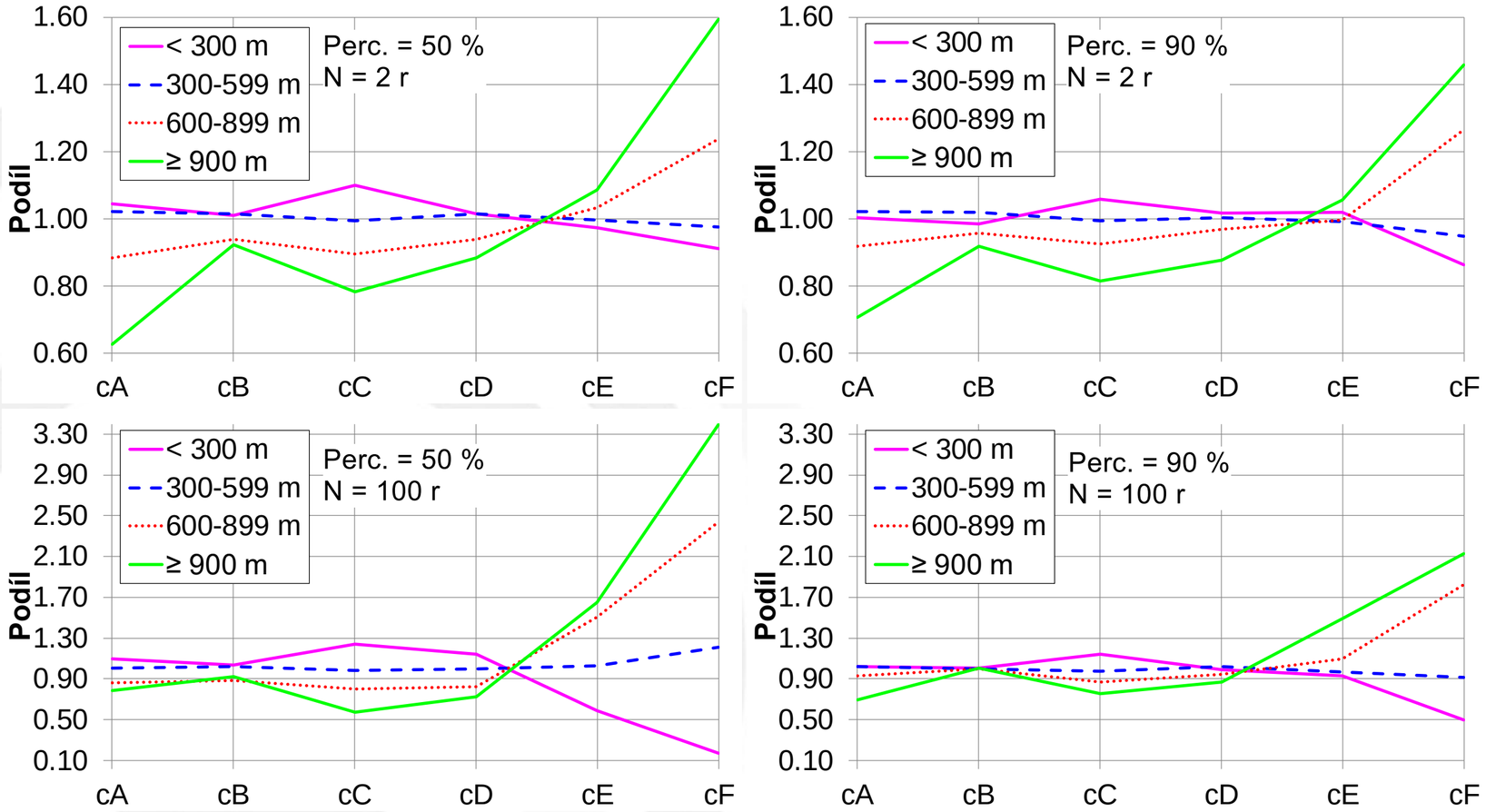


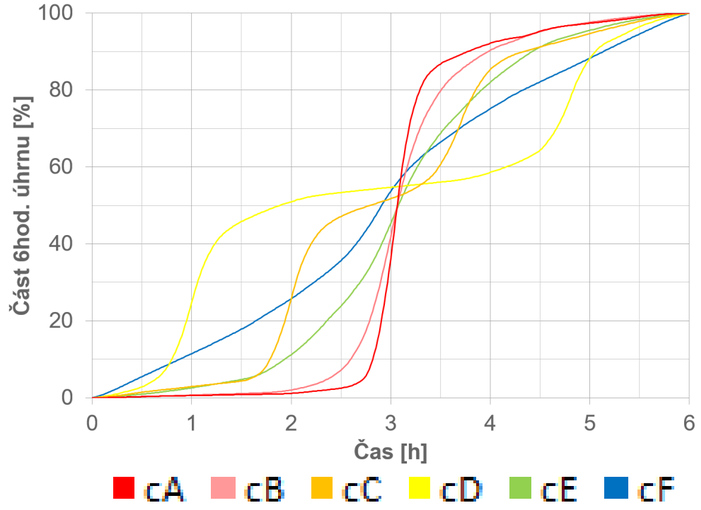
Nadmořská výška

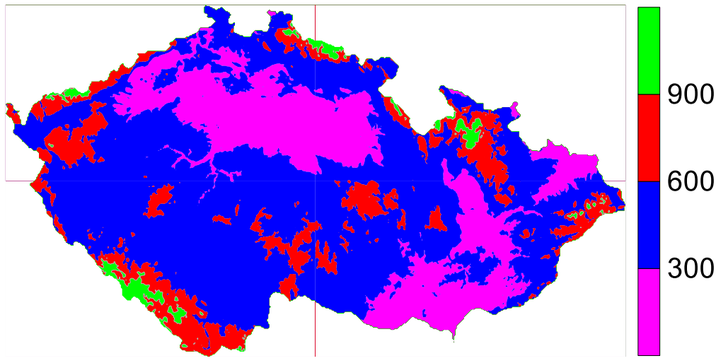
Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

Závislost zastoupení variant průběhu na nadmořské výšce

Podíl percentilu zastoupení v daném intervalu nadmořských výšek k percentilu zastoupení v celé doméně



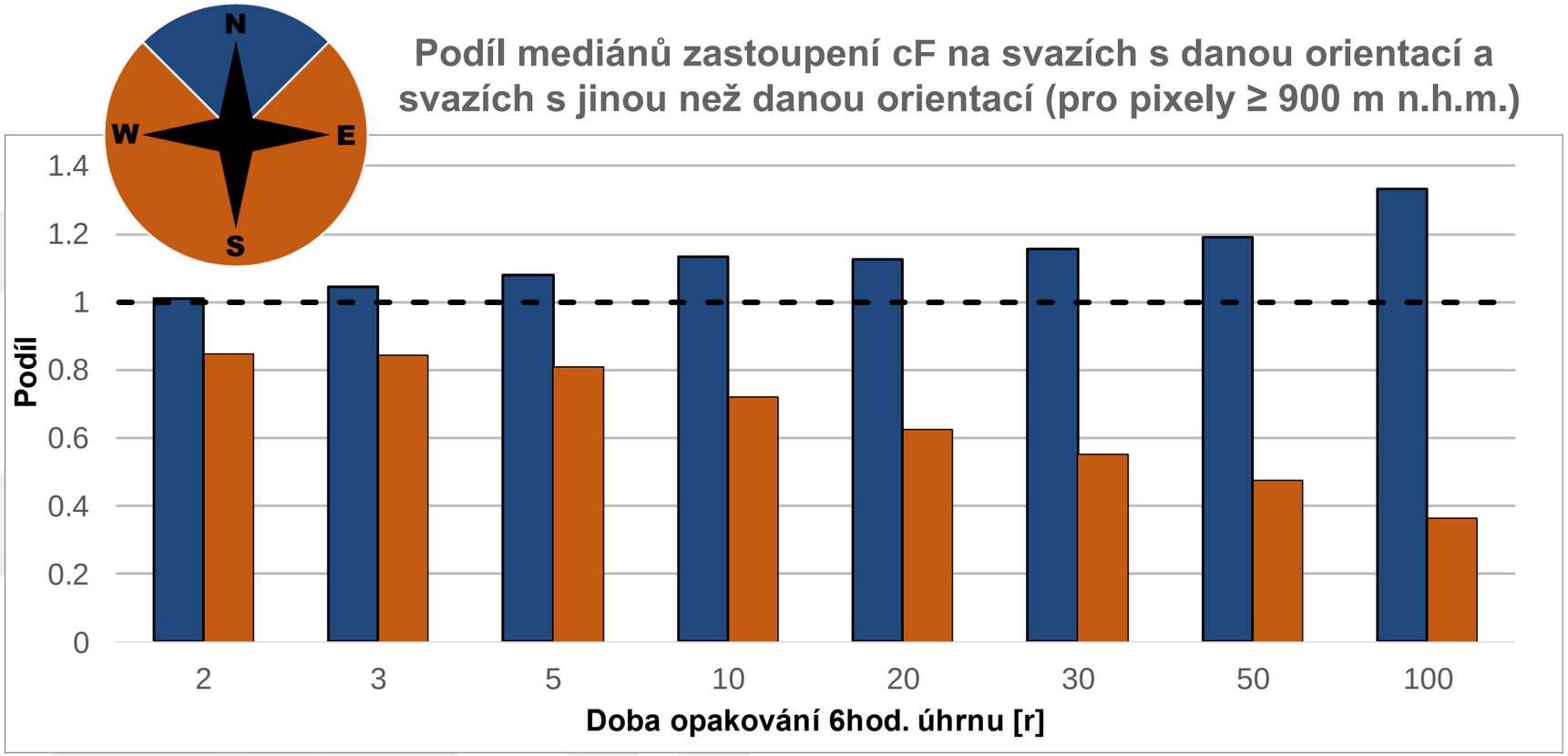


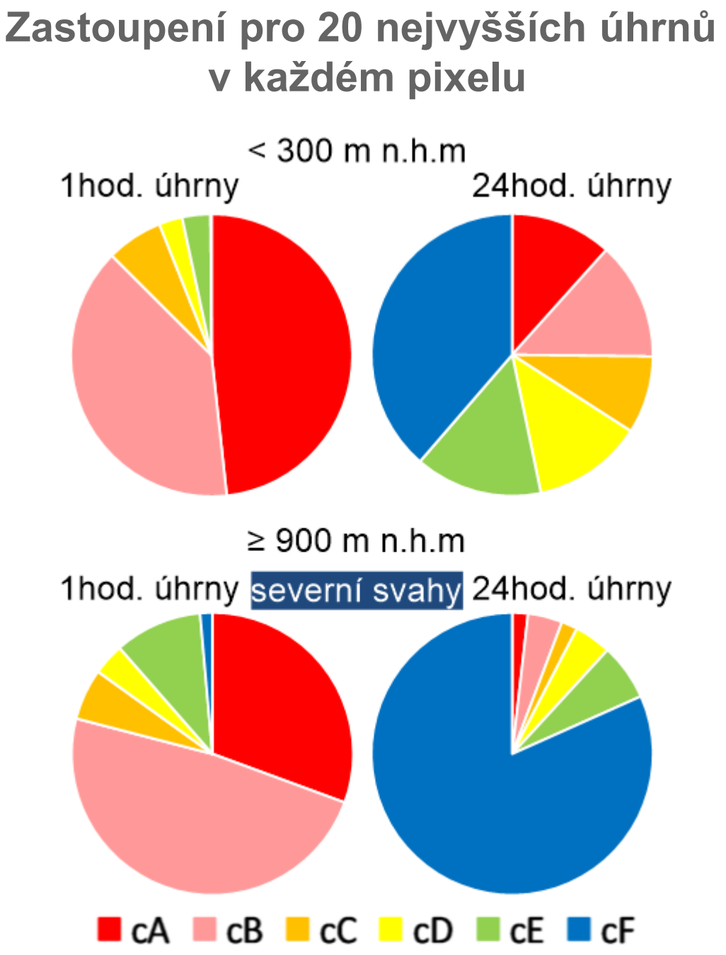


Průměrná nadmořská výška pixelů [m]

Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

Závislost zastoupení varianty cF trvalých srážek na orientaci svahů





Kašpar, M. et al. (2022): Návrhové subdenní úhrny srážek a jejich průběhy odvozené z radarových dat a staničních měření

Závěr

- **Návrhové úhrny srážek**
  - očekávaná komplexní závislost na topografii podmíněná převažujícím typem silných srážek pro danou délku akumulace (přívalové / trvalé) a tedy jejich meteorologickými příčinami
  - pro delší doby akumulace patrný nárůst s nadmořskou výškou
- **Zastoupení variant průběhu srážkových intenzit pro délku akumulace 6 hodin**
  - Závislost na nadmořské výšce
    - zastoupení trvalých dešťů obecně roste s nadmořskou výškou
    - zastoupení přívalových dešťů je poměrně rovnoměrné v nižších nadmořských výškách
  - Vliv příčinných meteorologických podmínek
    - zastoupení trvalých dešťů dosahuje nejvyšších hodnot na severních svazích hor díky orografickému zesilování srážek v týlu příčinných cyklon
  - Robustnost výsledků pro různé délky akumulace
    - nížiny: vysoké 24hod. úhrny souvisí s trvalými i přívalovými dešti
    - severní svahy hor: vysoké 1hod. úhrny se mohou výjimečně vyskytnout i během trvalých dešťů

Děkuji za pozornost

Literatura

Bližňák, V., Kašpar, M., Müller, M., 2018. Int. J. Climatol., 38, 677–691.

Burn, D.H., 1990. Water Resources Research, 26(10), 2257–2265.

Coles, S., 2001. Springer-Verlag, London, 183 p. ISBN 9781849968744

Hosking, J.R.M., Wallis, J.R., 1997. Cambr. Univ. Press. ISBN 0521430453

Kašpar, M., Bližňák, V., Hulec, F., Müller, M., 2021. Atmos. Research, 248, 105202

Kyselý, J., Gaál, L., Picek, J., 2011. Int. J. Climatol., 31, 1457–1472.

Kyselý, J., Picek, J., 2007. Climate Research, 33, 243–255.

Müller, M., Bližňák, V., Kašpar, M., 2018. Atmos. Research, 211, 38–51.

Winterrath, at al., 2017. Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie, Final report, Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 251 (in German).

Poděkování

QK1910029, Ministerstvo zemědělství ČR

Český hydrometeorologický ústav