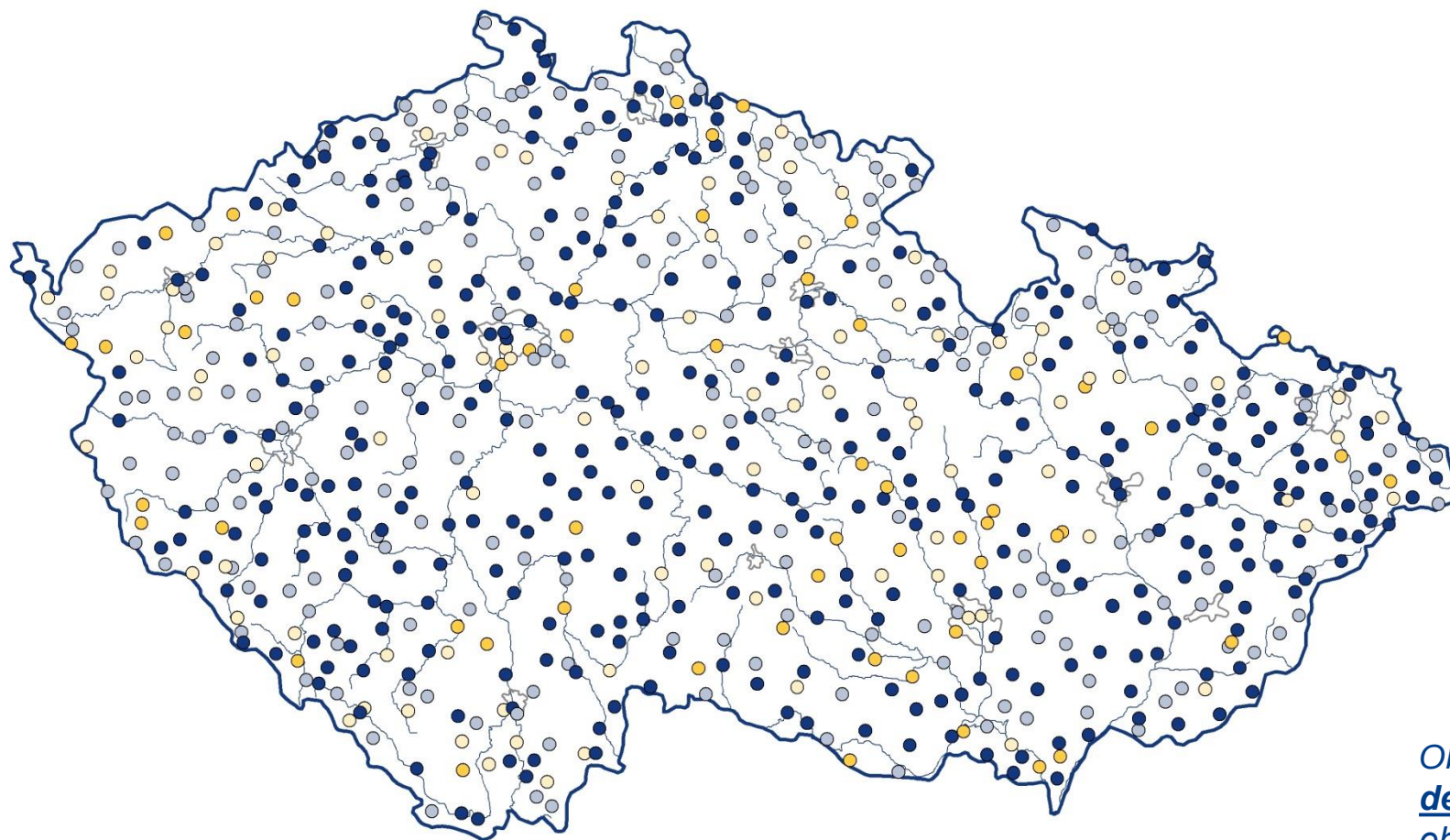


Zpracování návrhových hodnot krátkodobých úhrnů srážek ze staničních měření

RNDr. Lenka Crhová, Ph.D.

Staniční data – denní úhrny srážek



Délka řady [počet let]

- < 41
- 41 - 50
- 51 - 60
- 61 - 70

0 50 100 Km

- cca 720 stanic alespoň 35 let
- cca 560 stanic alespoň 51 let
- denní úhrny srážek (měřené v 7:00 SEČ) v databázi procházejí pravidelnou kontrolou a opravou
- použití pro odhady návrhových hodnot n-denních srážek
- zpracování krátkodobých srážek více problematické – síť s měřením srážkových intenzit daleko řidší

*Obr. Rozložení stanic ČHMÚ s řadou měření **denních úhrnů srážek** alespoň 35 let v období 1951 - 2020.*

Měření intenzit srážek

srážková data měřená v 1minutovém nebo 10(15)minutovém kroku

zpracování charakteristik krátkodobých srážek, tj. srážek s dobou trvání kratší než 24 hodin.

Ombrografické měření

od roku 1898 (18 ombrografů), v 90. letech přes 200 ombrografů

Registrační pásky (duben – říjen) – digitalizace od 90. let, dle metody Květoň, Zahradníček 1998 probíhá postupně dodnes, data v 1min kroku

Automatické srážkoměry

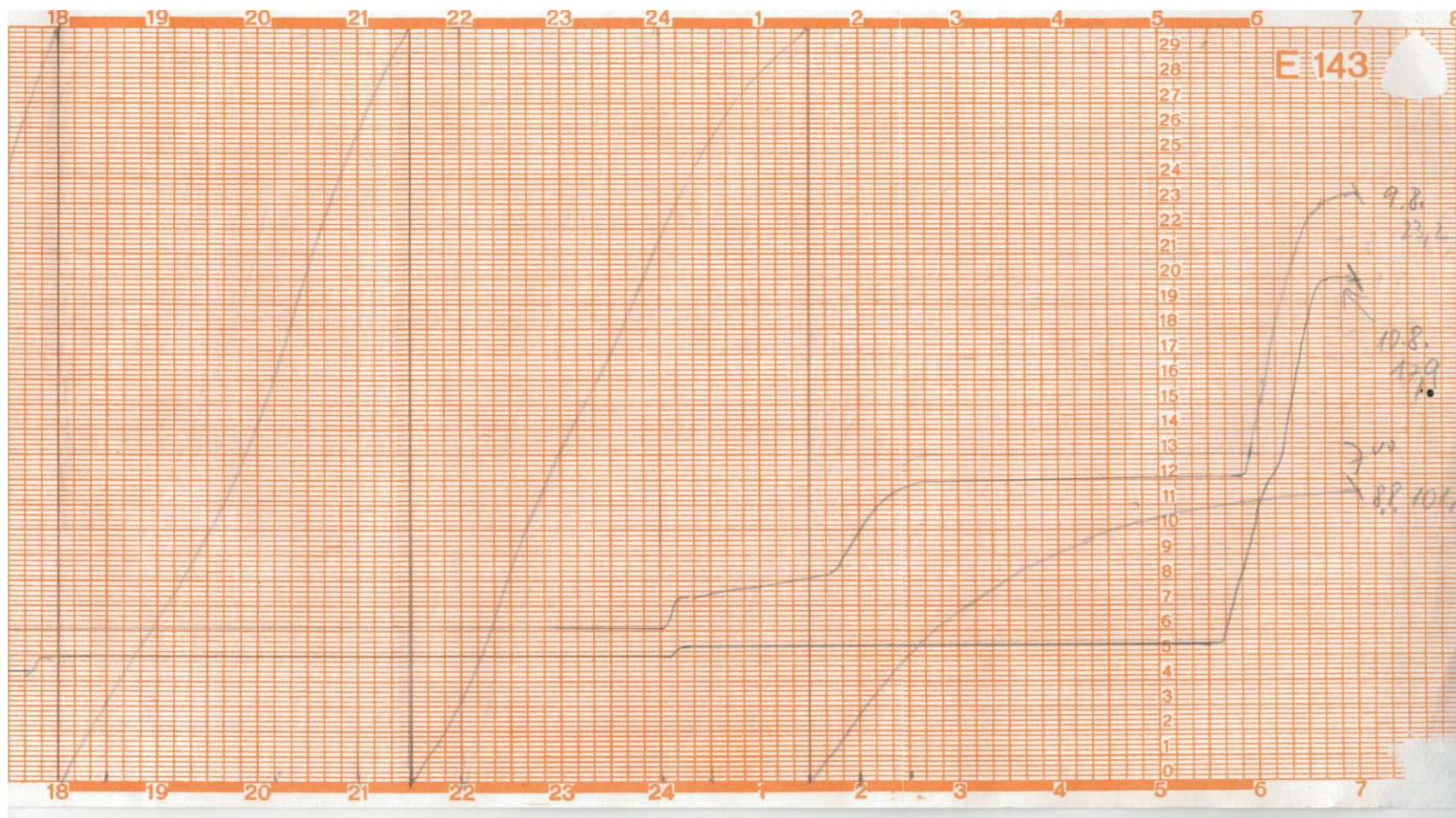
Postupná automatizace od roku 1997 - nejdelší řady 24 let (do roku 2021)

V současnosti je ve standardní síti ČHMÚ v provozu přes 420 automatických srážkoměrů

Do klimatologické databáze CLIDATA importovány hodnoty srážkových intenzit v 1min a 10min (před rokem 2010 v 15minutovém) časovém kroku

Úskalí zpracování dat intenzit srážek: řídká síť stanic s dostatečně dlouho řadou pozorování, nutná digitalizace ombragramů, data intenzit srážek z automatických srážkoměrů nebyla do roku 2018 systematicky opravována a doplňována

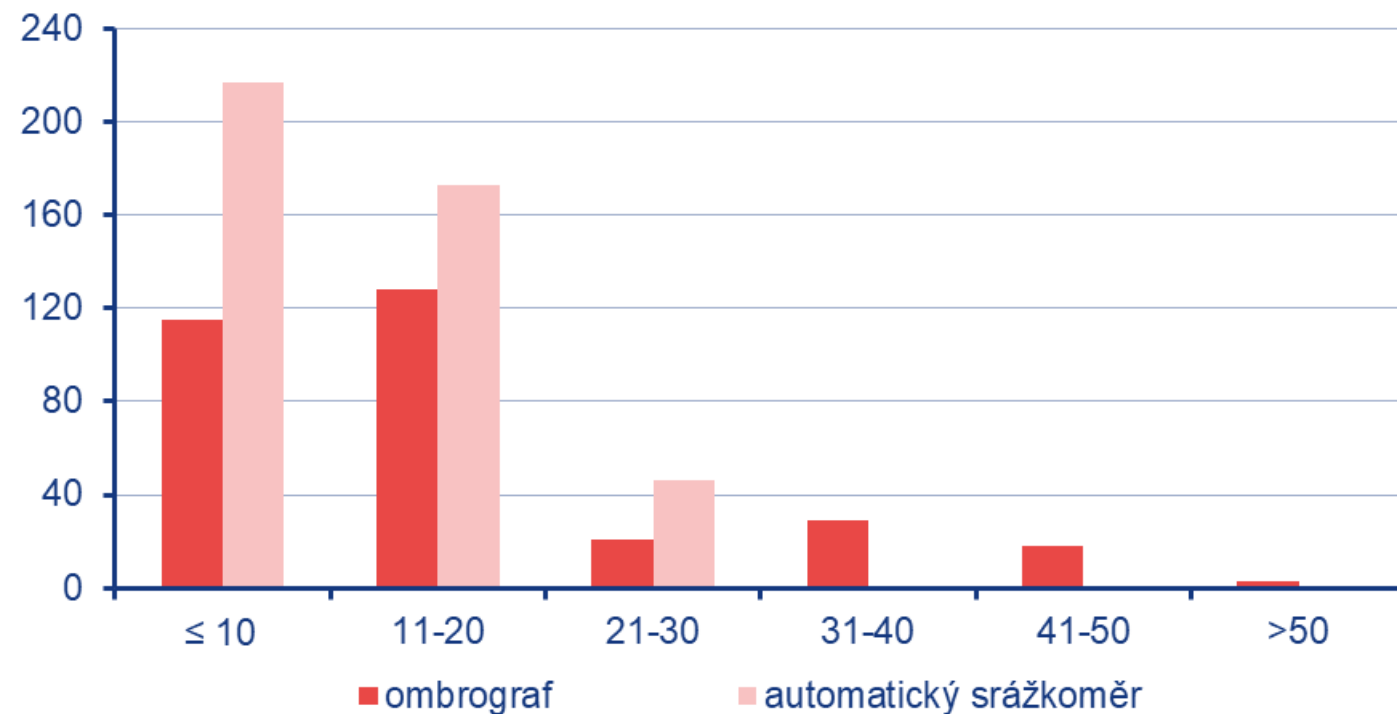
Měření intenzit srážek



Obr. Ukázka ombrografického záznamu na stanici Bedřichov srpen 1978.

Řady intenzit srážek

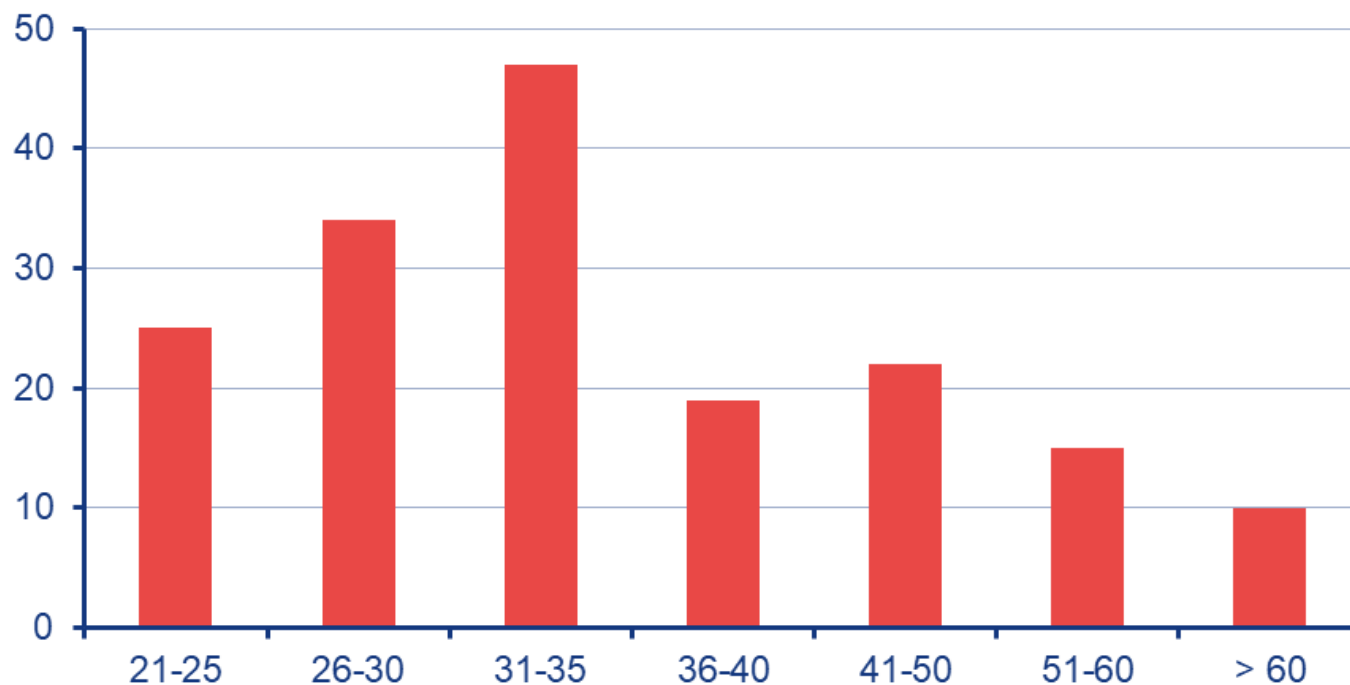
- Většina řad není delší než 20 let
- Měření automatickým srážkoměrem delší než 20 let - cca 50 stanic
- Pořízené ombrografické záznamy delší než 20 let - 75 stanic.



Obr. Počet stanic dle délky řady digitalizovaných ombrografických záznamů a délky řady měření automatickým srážkoměrem. Uvažovány jsou roky (sezony) s alespoň polovinou dostupných dat.

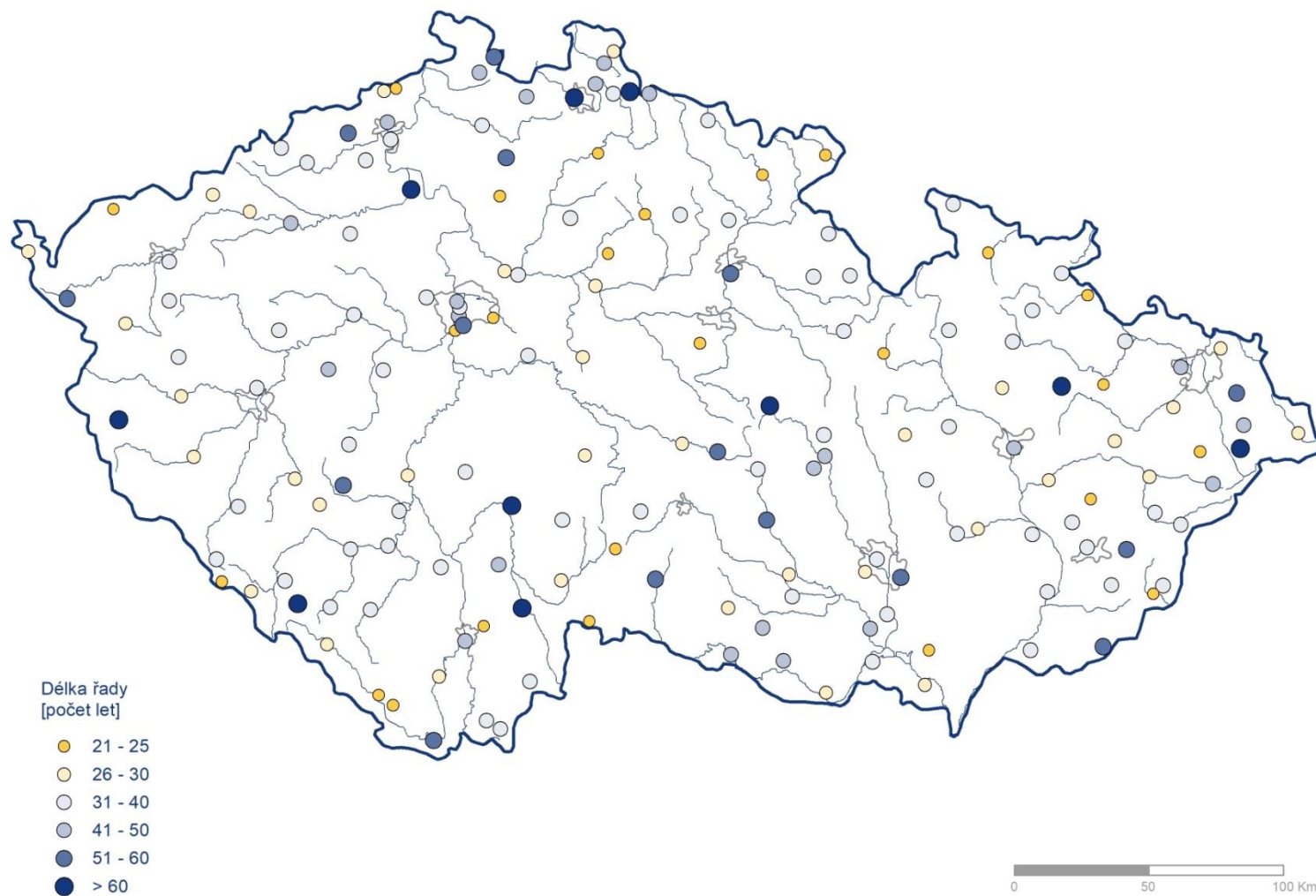
Řady intenzit srážek

- Dostatečně dlouhé řady intenzit srážek - spojení řad z obou typů měření (tj. digitalizovaná ombrografická měření a měření automatickými srážkoměry) na jednotlivých stanicích
- Řada intenzit srážek (v období 1951 - 2020):
 - > 20 let na více než 170 stanicích
 - > 30 let na více než 110 stanicích
 - > 60 let na 10 stanicích



Obr. Počet stanic dle délky řady měření intenzit srážek po spojení digitalizovaných ombrografických záznamů a měření automatickým srážkoměrem v období 1951 - 2020. Uvažovány jsou roky (sezony) s alespoň polovinou dostupných dat a stanice s řadou delší než 20 let.

Řady intenzit srážek



Obr. Rozmístění stanic s řadou intenzit srážek delší než 20 let (po spojení digitalizovaných ombrografických záznamů a měření automatických srážkoměrů) v období 1951 – 2020 s rozlišením podle délky řady. Uvažovány jsou pouze roky (sezony) s alespoň polovinou dostupných dat.

Řady intenzit srážek – homogenita řad

- nehomogenity způsobené změnou typu měřicího přístroje (ombrograf, automatický srážkoměr klopný a váhový).
- nehomogenity způsobené stěhováním či změnou okolí stanice
- Porovnání ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek naměřených ombrografem a automatickým srážkoměrem na stanicích se souběžným měřením:

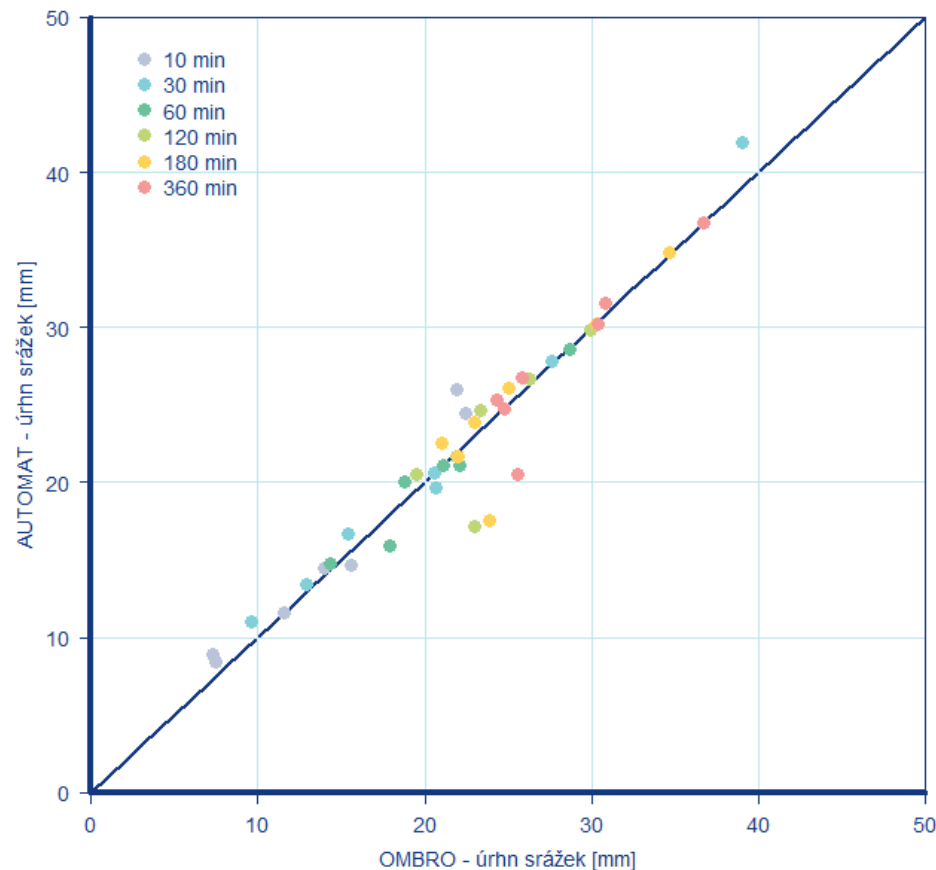
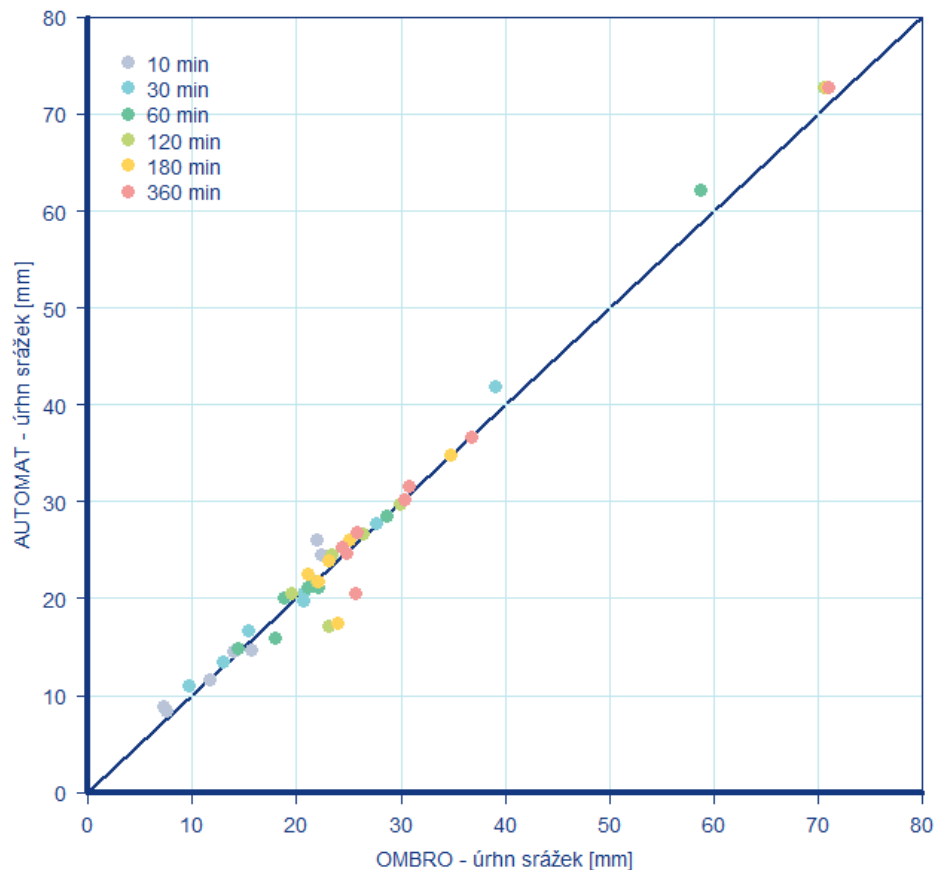
Ostrava, Poruba (1998 – 2004)

Liberec (2002 – 2013)

Kocelovice (2000 – 2009)

Řady intenzit srážek – homogenita řad

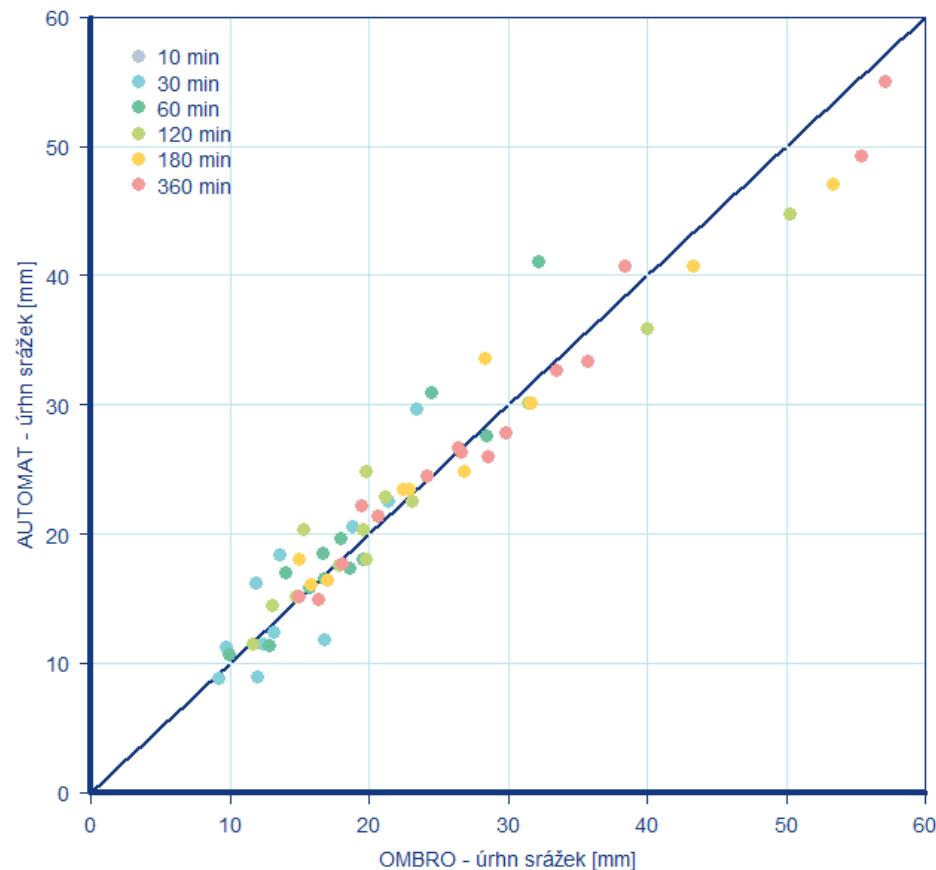
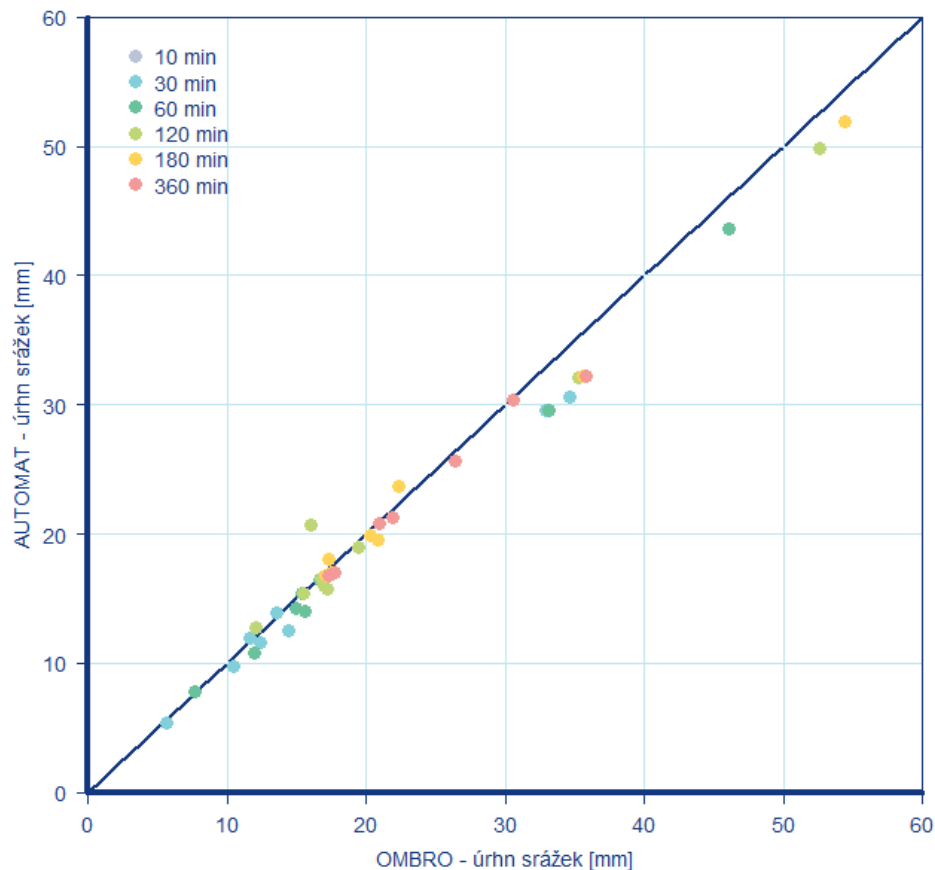
Porovnání ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek naměřených ombrografem a automatickým srážkoměrem na stanici **Ostrava, Poruba** (1998 – 2004)



- vynechány roky, kdy bylo pozorování (duben – říjen) značně nekompletní nebo výpadek v den maxima
- srážka 26. 8. 2002 (1-h úhrn 58,7 mm v ombro, 62,2 mm v automatu)
- relativně dobrá shoda v hodnotách ročních maxim (rozdíl většinou do 10 %), někdy vyšší úhrn automatu někdy ombra
- v roce 2004 (120 a 180 min úhrn) úhrn z omber o více než 30 % vyšší než automatu (u omber kod 040)

Řady intenzit srážek – homogenita řad

Porovnání ročních maxim krátkodobých úhrnů srážek naměřených ombrografem a automatickým srážkoměrem na stanici **Kocelovice** (2000 – 2009) a **Liberec** (2002 – 2013)



Kocelovice

- rozdíly většinou do 10 %, vyšší většinou úhrny z ombro
- 10. 6. 2004 120-min srážka o 30 % vyšší v auto než ombro (bez kodu) - dvě výrazné srážkové epizody necelé 2 hod za sebou

Liberec

- Vyskytují se i výraznější rozdíly (nad 20 %), někdy vyšší v ombro a někdy v automatu
- Velký rozdíl 60 min srážka 29. 7. 2013 – auto o téměř 30 % vyšší (ombro – kod 040)
- závěr záleží na konkrétní situaci (aktuální kvalitě měření a pořízení záznamu).

Návrhové hodnoty krátkodobých srážek



- 60 stanic s řadou intenzit srážek alespoň 35 let v období 1951 - 2019
- přednostní oprava intenzit (kontrola nadlimitních hodnot intenzit, porovnání s denními úhrny)
- Příprava řad ročních a měsíčních maxim
- Roční maxima nebyla uvažována pro roky s velkým množstvím chybějících nebo značně podhodnocených denních sum srážkových intenzit
- Odhady staničních návrhových hodnot, použity k úpravě n. h. získaných z radarových dat

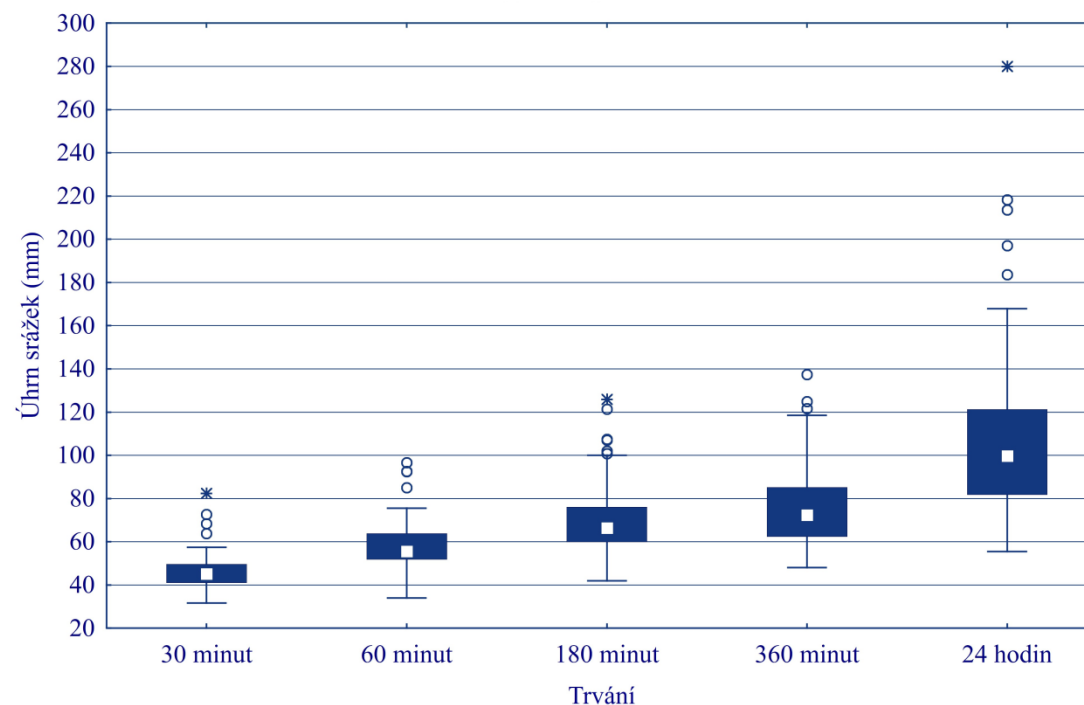
Obr. Rozmístění vybraných 60 stanic pro zpracování srážkových intenzit v projektu NAZV QK1910029 („Předchozí nasycenost a návrhové srážkové intenzity jako faktory odtokové odezvy na malých povodích“) s uvedením finální délky řady ročních maxim.

Návrhové hodnoty krátkodobých srážek

- pro 30, 60, 90, 120, 180, 360, 720 a 1440 min srážkové úhrny a doby opakování 10, 20, 50 a 100 let
- 4 metody odhadu (GEV, Gumbel rozdělení - odhady parametrů MLE a L-momenty)

- **Použity odhady metodu GEV - LM**

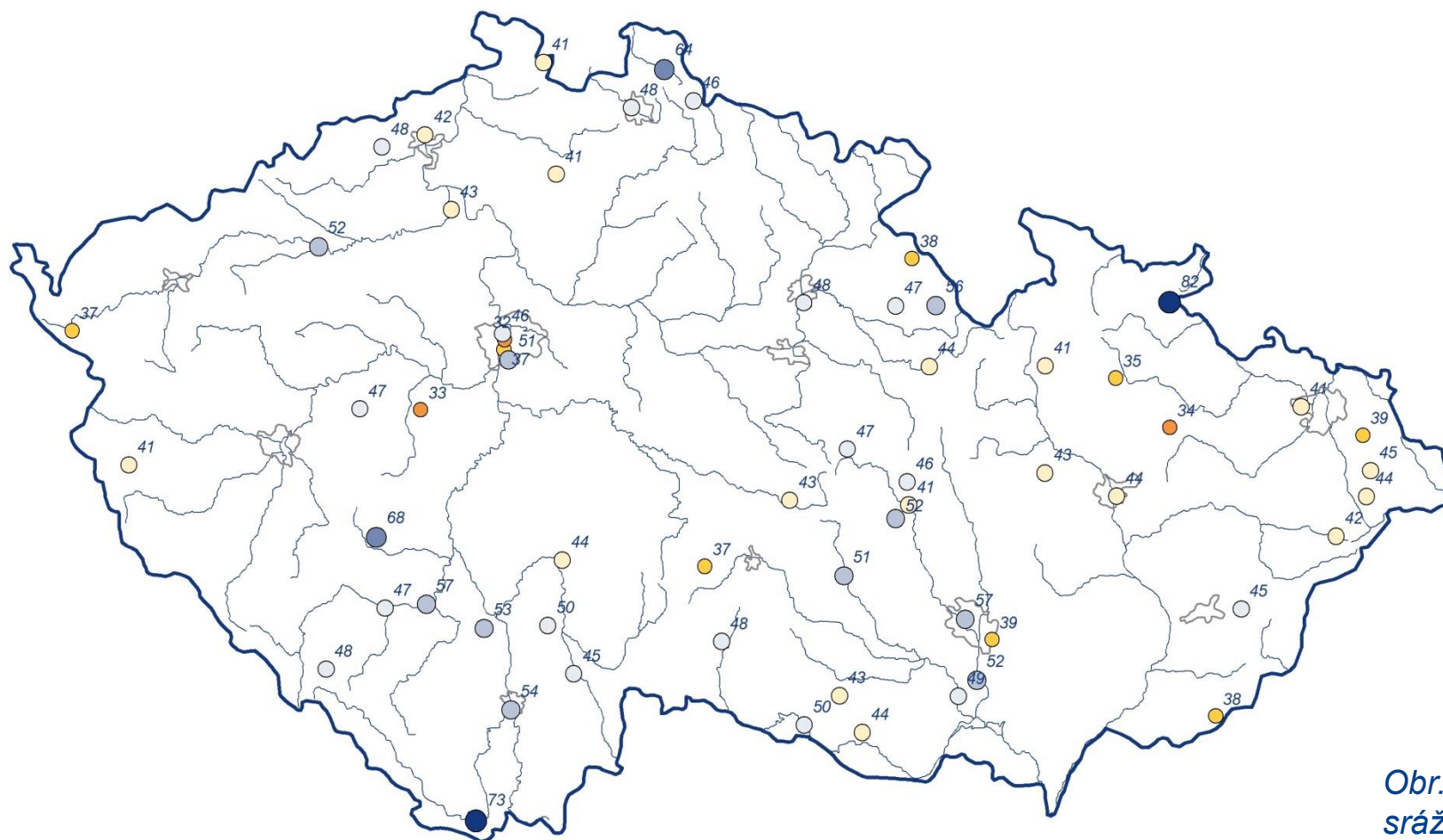
- rozpětí návrhových hodnot (především 100letých) na našem území je značné
- u 1hod srážky se na 50 % stanic pohybuje v rozmezí 52 až 64 mm, minimální a maximální hodnoty jsou však přibližně od 35 do 100 mm.
- v některých případech odhady velmi nerobustní, tj. výrazně se lišily pro různé metody odhadu nebo byly odlehlé od výsledků pro ostatní stanice → vytipovány stanice k jejichž dalšímu zpracování a prezentaci je potřeba přistupovat s opatrností



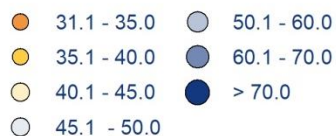
Box ploty pro odhady 100letých hodnot 30, 60, 180, 360 min a 24 hod srážkových úhrnů z 60 stanic. Odlehlé hodnoty jsou definovány jako hodnoty nad 1,5násobkem IQR nad 75. percentilem a pod 1,5násobkem IQR pod 25. percentilem.

Návrhové hodnoty krátkodobých srážek

- patrné oblasti srovnatelných 100letých hodnot, např. oblast jižních Čech, východ republiky nebo v severozápadních Čechách
- V některých oblastech jsou však hodnoty velmi proměnlivé stanici od stanice (např. Praha, Brno)

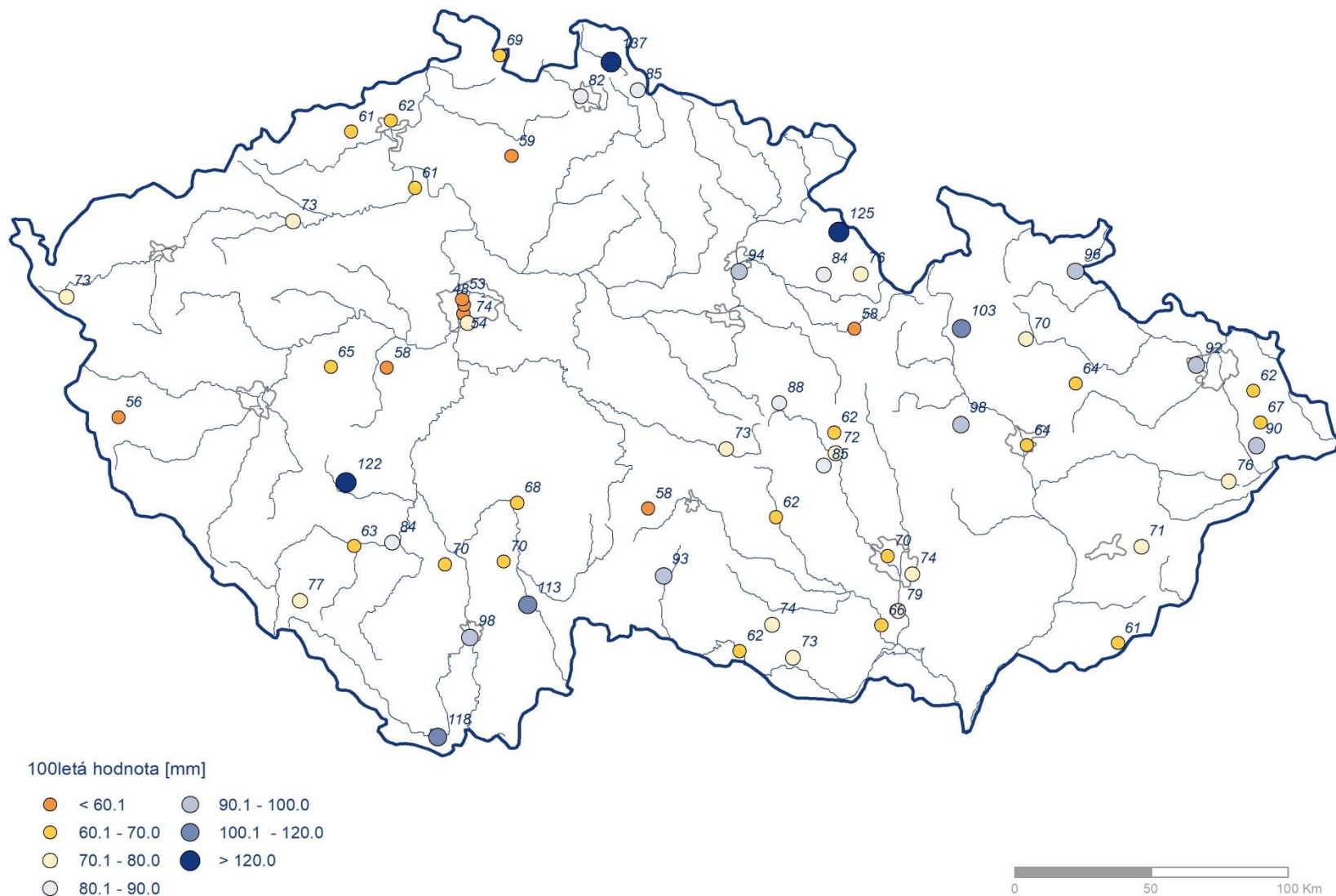


100letá hodnota [mm]



Obr. Odhady 100leté hodnoty 30-min
srážkových úhrnů pro vybraných 60 stanic

Návrhové hodnoty krátkodobých srážek



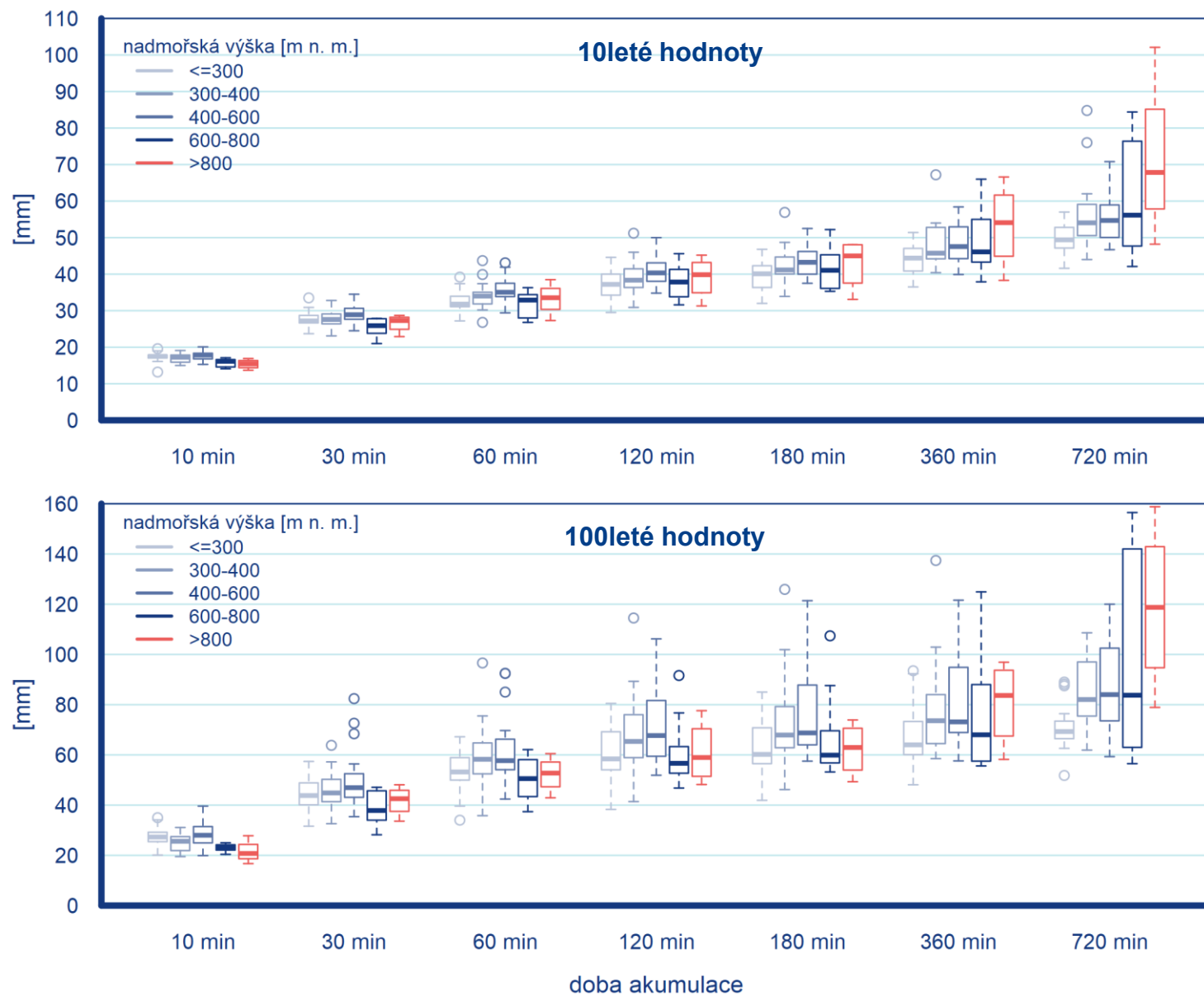
- Pro delší doby trvání je situace jiná
- Již celkem konzistentní pražské a brněnské stanice
- Nehomogenní oblasti jižních Čech a východu republiky
- Celkem homogenní SZ Čechy a J Morava

*Obr. Odhady 100leté hodnoty 360-min
srážkových úhrnů pro vybraných 60
stanic*

Závislost na nadmořské výšce

- krátké doby trvání (do 120 min) – hodnoty n. s. nižší pro polohy nad 600 a 800 m n.m. než v polohách středních a nízkých, u delších dob opakování je tento rozdíl patrný i u doby trvání 180 min
- U delších dob trvání – odhady návrhových srážek patrně vyšší v horských polohách, rozdíl výraznější u vyšších dob opakování.
- V souladu s předchozími studiemi (Trupl (1958), Bližňák et al. 2017, Kašpar et al. 2021)

Obr. Boxploty pro odhady 10letých (nahore) a 100letých (dole) hodnot srážkových úhrnů o různé délce trvání (akumulace) spočtené z 65 stanic vstupujících do zpracování rozdělených dle nadmořské výšky stanice. Odlehlé hodnoty jsou zde definovány jako hodnoty vyšší než 1,5násobek mezikvartilového rozpětí nad 75. percentilem.



Neurčitosti odhadu návrhových srážek

- Velké rozdíly mezi různými metodami odhadu (GEV, Gumbel rozdělení - odhady parametrů MLE a L-momenty)
- 100leté hodnoty: maximální rozdíl v odhadu více než 20 % u 46 % případů*, o více než 50 % u 11 % případů*
- Nejnížší odhady většinou dle Gumbel-MLE x nejvyšší odhady většinou dle GEV-MLE (49 % případů) a GEV-LM (31 % případů). Odhady dle rozdělení GEV-MLE byly často značně (někdy až nereálně) vysoké oproti ostatním způsobům odhadu.

- **Studie NKP Slovenskej Republiky:** Návrhové hodnoty intenzít krátkodobých dažďov na Slovesku – lokálne odhady (odhadu parametrů GEV rozdělení metoda Bayesovské interference - výhody metody využití kratších řad a určení nejistoty odhadu) – často dostávají 100leté hodnoty s hranicemi intervalu spolehlivosti +/- 50 % návrhové hodnoty

*(480 případů - 60 stanic a 8 různých dob trvání srážky)

- Citlivost na odlehlé hodnoty
Hejnice
Vyšší Brod – max 180 min srážka 126 mm, další pod 70 mm
Město Albrechtice, Žáry- max 360 min srážka 145,5 mm, další pod 50 mm

Tab. Odhady 100leté hodnoty [mm]

ID	TRVANI	GEV-LM	GEV-MLE	Gumbel-LM	Gumbel-MLE
C2VBRO01	30	72.6	89.8	55.3	48.9
C2VBRO01	60	92.5	157.3	70.7	62.5
C2VBRO01	90	101	242.7	77.3	68.5
C2VBRO01	120	106.2	186.7	81.4	72.1
C2VBRO01	180	121.4	190.7	86.8	75.5
O1ZARY01	30	82.4	66.2	55	46.7
O1ZARY01	60	92.4	72.8	62.2	53.2
O1ZARY01	90	94.3	73.1	65.4	56.9
O1ZARY01	120	95.8	76.3	66.4	57.5
O1ZARY01	180	100	78.6	68.2	58.5

Závěr

- Projekt **PERUN DC 6.1** „Standardizace návrhových hodnot srážek (regionální časové řady srážek, aktualizované tabulky a čáry náhradních vydatností) se zahrnutím možného vlivu změny klimatu“
 - odhady návrhových srážek (tj. hodnot srážkových intenzit s danou dobou opakování) pro délky trvání deště 10min až 3dny a doby opakování 2 až 100 let
 - Zahuštění sítě stanic s měřením srážkových intenzit, zejména v nepokrytých oblastech západních a východních Čech
 - Přednostní digitalizace ombrografických záznamů pro nepokryté oblasti (pořízeny stanice Nepomuk a Karlovy Vary, plánovány Poděbrady)
 - Využití stanic i s kratší řadou intenzit srážek (přínosné především pro zpracování návrhových hodnot nižších dob opakování)
 - Na ČHMÚ proběhla kontrola a oprava intenzit srážek pro cca 170 stanic (s řadou alespoň 21 let), probíhá ověření kompletnosti a použitelnosti dat, příprava řad ročních maxim
 - Další metody zpracování, např. regionální frekvenční analýzy nebo metody ROI (region of influence), která by umožnila robustnější odhady parametrů extrémálních rozdělání (Gaál, Kyselý, 2009).
-
- + vztah mezi návrhovou plošnou srážkou a velikostí uvažované plochy (ÚFA)
 - + odhad budoucího vývoje návrhových srážek (ÚVGZ)

Poděkování:

Tato práce byla podpořena projektem NAZV QK1910029 financovaným Ministerstvem zemědělství České republiky.

Literatura:

BLIŽŇÁK, V., MÜLLER, M., KAŠPAR, M., 2017. Radarová klimatologie letních srážek s ohledem na orografii České republiky, Sborník příspěvků z konference ČHMÚ A ČMeS Lysá hora, Praha 2017, ISBN 978-80-87577-68-4

CRHOVÁ, L., KLIEGROVÁ, S., VALERIÁNOVÁ, A., 2022. Měření srážkových intenzit na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a průběh jejich zpracování. Meteorologické zprávy, roč. 75, č. 2, ISSN 0026-1173

KAŠPAR, M., BLIŽŇÁK, V., HULEC, F., MÜLLER, M., 2021. High-resolution spatial analysis of the variability in the subdaily rainfall time structure. Atmospheric Research, 248 (2021), <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.105202>

KVĚTOŇ, V., ZAHRADNÍČEK, J., 1998. Vývoj metod pro stanovení extrémních povodní. Výzkumný úkol MŽP ČR VaV 510/3/97. DÚ 2.2 Vývoj statistických metod pro odhad extrémních srážek, Závěrečná zpráva za rok 1998. Praha:ČHMÚ.

KVĚTOŇ, V., ZAHRADNÍČEK, J., ŽÁK, M., 2004. Kontrola kvality a digitalizace ombrogramů v ČHMÚ. Meteorologické zprávy, roč. 57, č. 2, s. 47-52, ISSN 0026 – 1173.

TRUPL, J., 1958. Intenzity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy. Práce a studie, sv. 97. Praha: VÚV.

Děkuji za pozornost

RNDr. Lenka Crhová, Ph.D.

✉ lenka.crhova@chmi.cz