

CRHOVÁ, L., 2023. Měření krátkodobých srážek a časové změny v jejich charakteristikách. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (Eds.), 2023. Sborník příspěvků z První konference projektu PERUN (TA ČR, SS02030040). Praha: ČHMÚ, 91-98, ISBN 978-80-7653-063-8.
<https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.13>

Měření krátkodobých srážek a časové změny v jejich charakteristikách

(Measurement of short-term rainfalls and changes in their characteristics)

Lenka Crhová, Český hydrometeorologický ústav, lenka.crhova@chmi.cz

Abstrakt: Návrhové hodnoty krátkodobých úhrnů srážek jsou velmi potřebným podkladem pro další výpočty v hydrologické a technické praxi, pro plánování a údržbu odvodňovacích systémů a vyhodnocení dalších rizik spojených s intenzivními srážkami (např. přívalové povodně či plošná eroze půdy). Je proto nutné věnovat pozornost i možným změnám v četnosti a intenzitě krátkodobých srážek jako jednomu z možných dopadů probíhající změny klimatu.

Příspěvek popisuje současný stav dostupnosti a zpracování dat srážkových intenzit na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) se zaměřením na nejdelší řady měření intenzit srážek (s uvažováním spojení historických ombrografických a současných automatických měření). Pro tyto řady jsou vyhodnoceny časové změny v charakteristikách krátkodobých srážek.

Klíčová slova: intenzita srážek – ombrograf – automatický srážkoměr – návrhová hodnota srážek

Abstract: The design values of short-term rainfalls are very important for subsequent calculation in hydrological and technical practice, e.g. planning and maintenance of sewage system, torrential floods or soil erosion. Thus, it is important to analyse potential changes in frequency and intensity of short-term rainfalls as one of the potential impact of ongoing climate change.

The contribution describes a recent state of availability and processing of short-term rainfalls at stations of Czech Hydrometeorological Institute (CHMI). It is focused on the longest series of short-term rainfalls (concerning joined digitalized pluviograph records and automatic rain gauge measurement). The temporal changes in characteristics of short-term rainfalls in these series are analysed.

Keywords: rainfall intensity – pluviograph – automatic rain gauge – design rainfall values

1. Úvod

Nové zpracování návrhových hodnot krátkodobých úhrnů srážek je jedním z úkolů probíhajícího projektu PERUN (TAČR SS02030040). Návrhovými charakteristikami srážek se zabývá dílčí cíl 6.1 (DC 6.1) „*Standardizace návrhových hodnot srážek (regionální časové řady srážek, aktualizované tabulky a čáry náhradních vydatností) se zahrnutím možného vlivu změny klimatu*“, který řeší aktualizaci návrhových hodnot a také možné dopady klimatické změny na tuto charakteristiku.

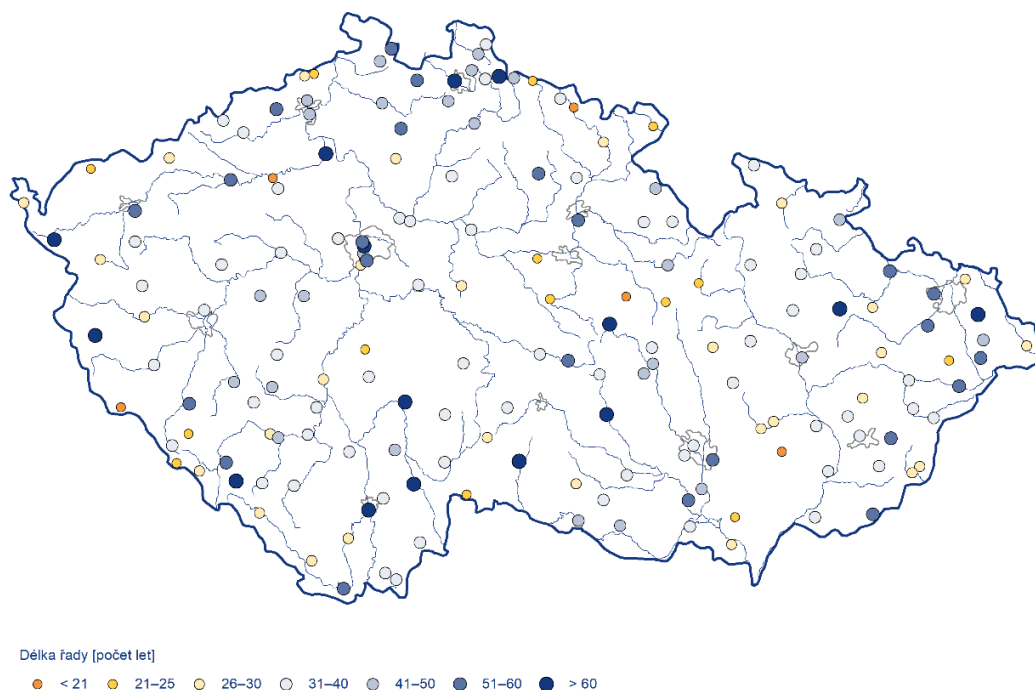
Podklady dosud používané v technické praxi jsou často více než půl století staré (často dodnes užívané výsledky práce Trupl 1958) a nové zpracování tedy velmi potřebné. Určení

návrhových hodnot krátkodobých úhrnů srážek je však poměrně obtížným úkolem, neboť síť automatických srážkoměrů (i jejich předchůdců manuálních ombrografů) Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) s dostatečně dlouhou řadou měření intenzit srážek (srážkových úhrnů v 1min či 10min kroku) pro zpracování návrhových srážek je poměrně řídká a tato data vykazují poměrně časté výpadky a chyby (Crhová et al. 2022).

V rámci DC 6.1 projektu PERUN budou provedeny regionální odhady návrhových srážek pro délky trvání deště 10min až 3dny a odvozeny IDF křivky (z angl. *Intensity-Duration-Frequency*), které pro danou dobu opakování zobrazují závislost intenzity dešťových srážek na délce trvání deště. IDF křivky budou vyhotoveny pro doby opakování od 2 do 100 let. V současnosti je pravděpodobné doplnění návrhových odhadů i pro kratší doby opakování (1/2 roku a 1 rok) vzhledem k potřebnosti těchto údajů v technické praxi.

V prvním kroku jsou prováděny odhady návrhových hodnot na základě historických dat staničních měření srážkových intenzit. K tomu byla využita digitalizovaná historická měření manuálními ombrografy a měření automatickými srážkoměry, které začaly být do sítě ČHMÚ osazovány v roce 1997. Digitalizované ombrografické záznamy i měření automatickými srážkoměry poskytují data srážek v časovém rozlišení 1 minuta. Po provedených kontrolách dat intenzit srážek a ověření jejich kompletnosti v jednotlivých letech bylo do zpracování vybráno přes 170 stanic, které mají k dispozici dostatečně dlouhou řadu měření intenzit srážek (většinou delší než 25 let) po spojení ombrografických a automatických měření v období 1951–2022 (obr. 1). Pro určení finálních návrhových hodnot srážek budou využity metody regionální frekvenční analýzy, a to především metoda ROI (z angl. *Region of Influence*, Gaál a Kyselý 2009).

V rámci tohoto příspěvku jsou analyzovány dílčí výstupy tohoto projektu, a to časové změny v statistických charakteristikách připravených řad ročních maxim.



Obr. 1 Rozmístění stanic vybraných pro zpracování návrhových hodnot krátkodobých srážek s rozlišením dle délky řady maxim v období 1951–2022.

Fig. 1 The selected stations used for estimation of design values of short-term rainfalls distinguished according to a final length of annual maxima series from 1951–2022.

2. Data

Dále jsou analyzovány časové změny v charakteristikách řad ročních maxim krátkodobých srážek (5–360 min úhrny). Do zpracování vstupovalo 20 stanic s alespoň 54letou řadou v období 1961–2022 (s uvážením spojených historických ombrografických a současných automatických měření) vybraných z připravených řad v rámci zpracování návrhových srážek (obr. 2).

Tato analýza byla provedena pro zkrácené období (1961–2022) oproti zpracování návrhových srážek v rámci DC 6.1. Důvodem je, že v prvním desetiletí zpracovávaného období (1951–1960) jsou data dostupná pouze na velmi malém počtu stanic a řady by tak pro analýzu časových změn nebyly kompletní a srovnatelně dlouhé.



Obr. 2 Rozmístění stanic použitých pro analýzu časových změn charakteristik krátkodobých srážek s uvedením ID a nadmořské výšky stanice (m n. m.).

Fig. 2 The stations used in the analysis of short-term rainfall characteristics changes. The station ID and elevation (m a.s.l.) is given.

3. Metoda

Pro všechna 30 letá plovoucí časová okna z období 1961–2022 byly z řad ročních maxim krátkodobých srážek napočteny statistické charakteristiky: medián, mezikvartilové rozpětí (IQR) a 90. percentil (p_{90}).

Analýzována byla rozmezí, v kterých se tyto charakteristiky pohybují (rozdíl mezi největší a nejnižší hodnotou), doba výskytu nejvyšších a nejnižších hodnot a trendy v těchto napočtených charakteristikách.

4. Výsledky

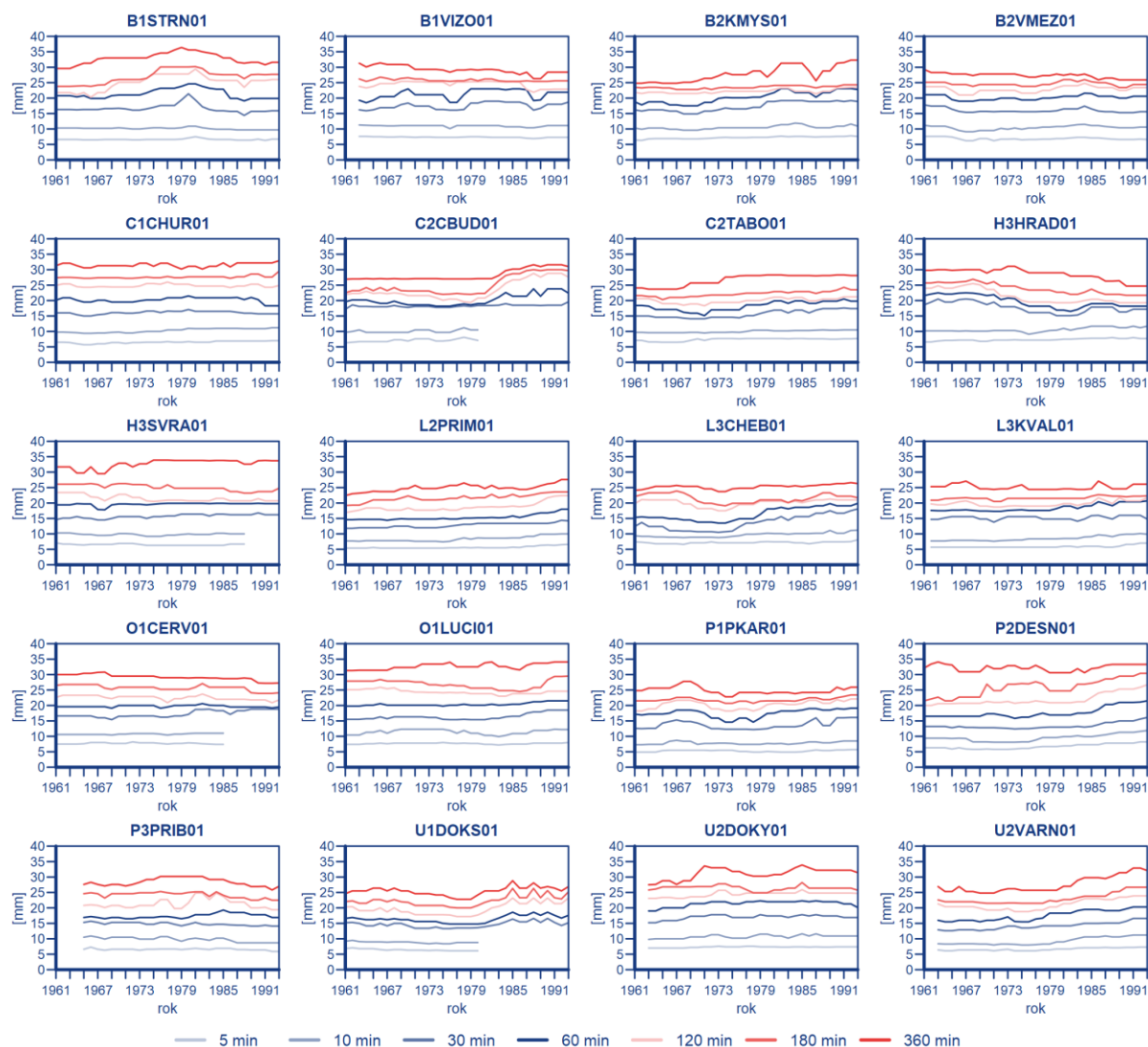
4.1 Změny mediánu ročních maxim

Vývoj mediánů ročních maxim se liší na jednotlivých stanicích (obr. 3). Ve většině (81 %) případů (myšleno z celkem 140 případů, tj. 20 stanic a 7 různých dob trvání srážky) se však

hodnota mediánu mění pouze mírně, tj. rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou je do 30 % nejnižší hodnoty.

Nejnižší hodnota se nejčastěji vyskytuje na začátku hodnoceného období (v 79 % případů v 30letém okně začínajícím před rokem 1981), naopak nejvyšší na konci hodnoceného období (v 64 % případů v 30letém okně začínajícím po roce 1981).

V 61 % případů byl nalezen statisticky významný rostoucí trend. Naopak v 17 % případů byl nalezen statisticky významný klesající trend (obr. 6).



Obr. 3 Průběh mediánu ročních maxim krátkodobých srážek (o trvání 5–360 min) spočtených pro 30letá klouzavá okna pro 20 vybraných stanic.

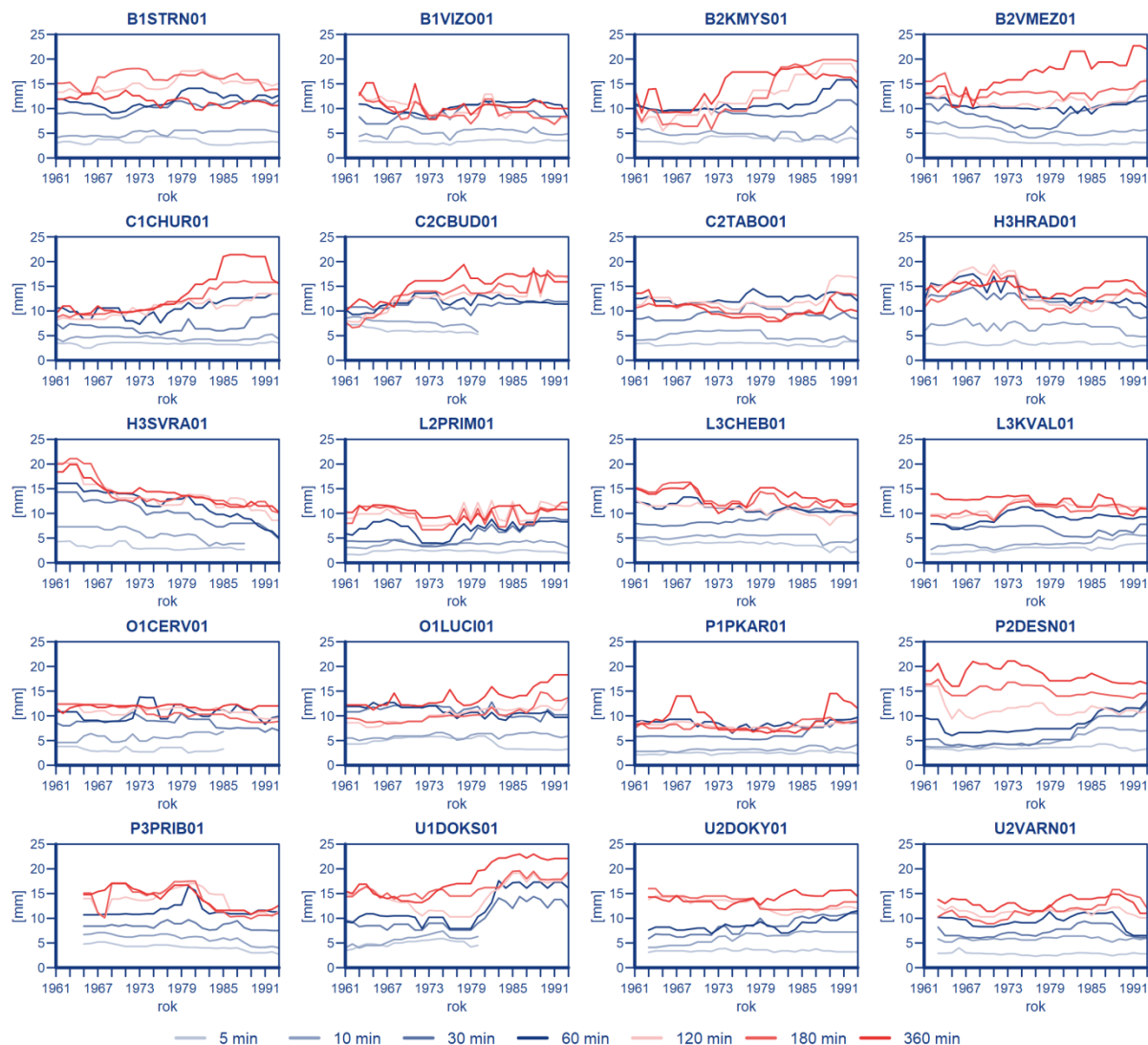
Fig. 3 The course of median values of short-term rainfall annual maxima (duration of 5–360 min) calculated from 30-year running windows at 20 selected stations.

4.2 Změny ve variabilitě ročních maxim

Obdobně jako u mediánů i vývoj variability (*IQR*) ročních maxim se na jednotlivých stanicích liší a často je značně rozkolísaný (obr. 4). Během hodnoceného období se vyskytují v *IQR* výrazné změny, v 68 % případů je rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou *IQR* větší než 50 % nejnižší hodnoty.

Nejnižší hodnoty *IQR* se nejčastěji (65 % případů) vyskytly na začátku hodnoceného období (začátek 30letého okna před rokem 1980), zatímco výskyt nejvyšší hodnoty se značně liší dle stanice a trvání srážky.

V 38 % případů byl nalezen statisticky významný rostoucí trend *IQR*. Naopak v 28 % případů byl nalezen statisticky významný klesající trend (obr. 6).



Obr. 4 Průběh variability (*IQR*) ročních maxim krátkodobých srážek (5–360 min) spočtených pro 30letá klouzavá okna pro 20 vybraných stanic.

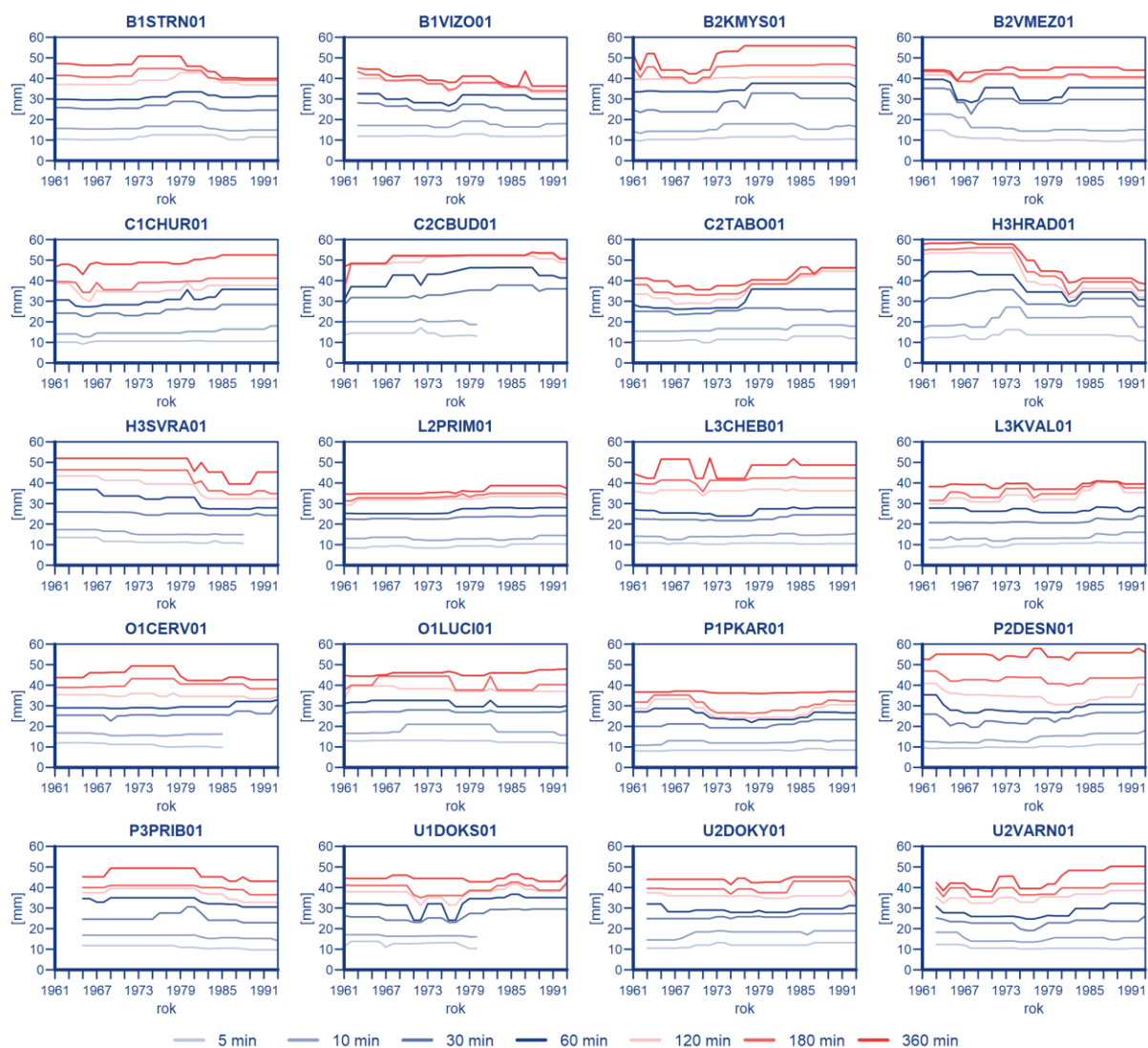
Fig. 4 The course of *IQR* values of short-term rainfall annual maxima (duration of 5–360 min) calculated from 30-year running windows at 20 selected stations.

4.3 Změny v extremitě ročních maxim

Hodnocení změn v extremitě ročních maxim krátkodobých srážek bylo provedeno pomocí 90. percentilů (p_{90}).

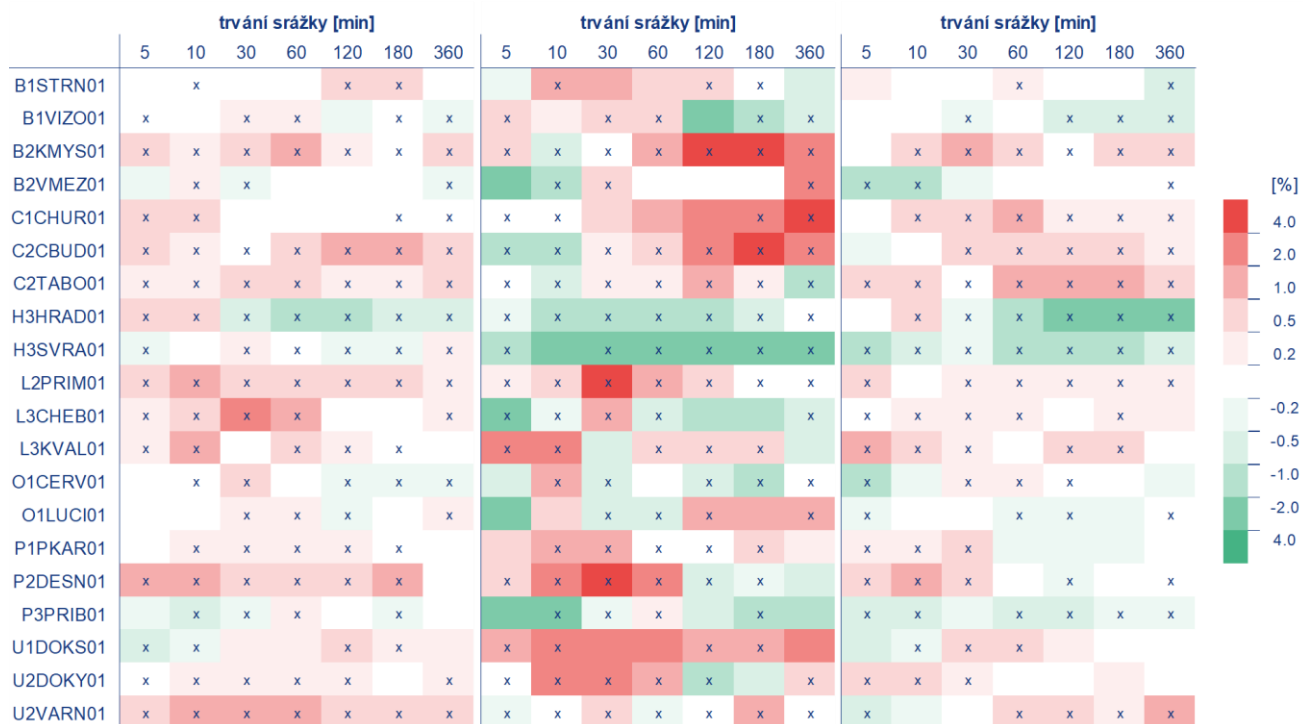
V 65 % případů je rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou p_{90} menší než 30 % nejnižší hodnoty. Stejně jako v případě *IQR* se nejnižší hodnoty p_{90} často vyskytují na začátku hodnoceného období a výskyt nejvyšší hodnoty se značně liší dle stanice a trvání srážky (obr. 5).

V 44 % případů byl nalezen statisticky významný rostoucí trend p_{90} . Naopak v 24 % případů byl nalezen statisticky významný klesající trend (obr. 6).



Obr. 5 Průběh 90. percentilu (p_{90}) ročních maxim krátkodobých srážek (5–360 min) spočtených pro 30letá klouzavá okna pro 20 vybraných stanic.

Fig. 5 The course of 90th percentile (p_{90}) values of short-term rainfall annual maxima (duration of 5–360 min) calculated from 30-year running windows at 20 selected stations.



Obr. 6 Velikost lineárního trendu v řadách mediánů (vlevo) a IQR (uprostřed) a p90 (vpravo) spočtených pro 30letá klouzavá okna ročních maxim krátkodobých srážek v období 1961–2022 pro jednotlivé stanice a doby trvání. Hodnota trendu je dána v % nejnižší hodnoty příslušné charakteristiky v řadě. Statisticky významný trend na hladině významnosti 5 % (dle p-hodnoty i Mann-Kendalova testu) je označen křížkem.

Fig. 6 The value of linear trend in the series of median (left), IQR (middle) and p90 (right) of short-term rainfall annual maxima calculated for 30-year running windows from 1961–2022 at 20 selected stations and different rainfall durations. The trend value is given in % of minimum value of corresponding characteristics in the series. The statistically significant trends at 5% level (according to p-value and Mann-Kendal test) is marked with cross.

5. Závěr

V předloženém příspěvku byl na úvod stručně popsán současný stav zpracování krátkodobých úhrnů srážek na stanicích ČHMÚ v rámci projektu PERUN. Na připravených řadách ročních maxim byla poté provedena analýza časových změn v jejich statistických charakteristikách pro vybraných 20 stanic v období 1961–2022 s využitím 30letého klouzavého období.

Časový průběh mediánů, variability (IQR) a extremity (p90) ročních maxim se na jednotlivých stanicích značně liší, často není postupně rostoucí či klesající ale značně rozkolísaný.

V případě mediánu byl však ve většině případů (stanic a trvání srážky) nalezen statisticky významný rostoucí trend. Pro IQR i p90 byly nalezeny statisticky významné rostoucí i klesající trendy. Průběh IQR byl často značně rozkolísaný.

Pro hodnocení možného vlivu změn hodnocených statistický charakteristik ročních maxim na odhady návrhových hodnot srážek byly navíc spočteny i odhady 10, 20, 50 a 100 letých hodnot pro všechna 30letá plovoucí časová okna z období 1961–2022 a jejich korelace se statistickými charakteristikami ročních maxim. Hodnoty korelací se opět velmi liší v závislosti na stanici a délce trvání srážky. V případě mediánů a IQR vycházejí korelace ve většině případů poměrně slabé (do 0,6), výrazné korelace byly nejčastěji nalezeny s charakteristikou p90. Korelace mezi 10letou hodnotou a p90 jsou vyšší než 0,6 v 89 % případů a v 71 % případů dokonce vyšší než 0,8. Počet případů s vysokou korelací však klesá s rostoucí dobou

opakování návrhové srážky, korelace mezi 100letou hodnotou a p_{90} jsou vyšší než 0,6 už pouze v 65 % případů a vyšší než 0,8 v 32 % případů.

Na závěr je nutné zmínit, že nalezené hodnoty trendů mohou být ovlivněny případnou nehomogenitou danou použitím dvou typů měření (ombrografů a automatických srážkoměrů). Nicméně porovnání hodnot ročních maxim získaných z ombrografů a automatických srážkoměrů pro překrývající se měření (v tomto příspěvku neukázáno), žádnou výraznou nehomogenitu nenaznačují.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl s podporou TA ČR, projektu SS02030040 „Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (PERUN)“.

Literatura

CRHOVÁ, L., KLIEGROVÁ, S., VALERIÁNOVÁ, A., 2022. Měření srážkových intenzit na stanicích Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a průběh jejich zpracování. *Meteorologické zprávy*, **75**, 2, 37–43, ISSN 0026-1173.

GAÁL, L., KYSELÝ, J., 2009. Comparison of region-of-influence methods for estimating high quantiles of precipitation in a dense dataset in the Czech Republic. *Hydrology and Earth System Sciences*, **13**, 2203–2219. <https://doi.org/10.5194/hess-13-2203-2009>

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