Krupobití na Milešovce za 120 let pozorování

Hailstorms on Milešovka over 120 years of observation

Kateřina Skripniková
Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i.
Boční II 1401, 141 00 Praha 4
✉ skripka@ufa.cas.cz

The meteorological observatory on Milešovka, the highest peak of the Central Bohemian Uplands, has been in operation for 120 years. Hailstorms have been recorded there since 1905. Records of observed hailstorm events were searched for in meteorological diaries, SYNOP reports, and other available documents in order to evaluate the long-term frequency of hailstorms and the recorded size of hailstones. The average annual number of days with hail at the station is 3.2, with the highest frequency occurring in May. The records show considerable year-to-year variability, with the highest frequency occurring around the turn of the 1960s and 1970s. Large, severe hailstones reaching or exceeding 2 cm in diameter have not been recorded during the entire observation period. Radar-based estimates for the surroundings of Milešovka also indicate that severe hail with large hailstones is relatively rare in this area. However, the assessment of long-term changes in hailstone size is limited by changes in observation methods and by the fact that hailstone size has not been recorded systematically throughout the entire period.

KLÍČOVÁ SLOVA: četnost krupobití – historická pozorování – krupobití – observatoř Milešovka – velikost krup

KEYWORDS: hail frequency – hailstorm – historical observations – hail size – Milešovka observatory

1. Úvod

Dochází ve střední Evropě v posledních 120 letech k posunu směrem k ničivějším krupobitím s výskytem velkých krup? Jak se vyvíjí celková četnost krupobití? Předkládaná studie využívá unikátní řadu pozorování z observatoře Milešovka k analýze dlouhodobých trendů v intenzitě těchto jevů a hodnotí, jak spolehlivý signál o vývoji nebezpečných krup historická data poskytují.

Krupobití je potenciálně nebezpečný meteorologický jev vyskytující se lokálně a v omezeném časovém úseku. Kroupy tvořící tento hydrometeor jsou definovány jako kusy ledu o velikosti od 5 mm (ČMeS 2026). Míra ničivých účinků krup je dána jejich velikostí a množstvím, ale také zranitelností povrchu, kam dopadají. Malé kroupy do 2 cm v průměru jsou nebezpečné zejména pro zemědělské plodiny. Velké kroupy od 2 cm v průměru se považují za potenciálně ničivé (Raupach et al. 2021) a způsobené škody výrazně narůstají, pokud kroupy překročí velikost 5 cm v průměru (Battaglioli et al. 2026). Přestože je silné ničivé krupobití poměrně vzácné, škody jím způsobené na infrastruktuře i v zemědělství jsou v Evropě značné (Punge, Kunz 2016; Schmid et al. 2024). Například pojistné škody způsobené zejména kroupami při silných konvektivních bouřích 17. až 25. července 2023 v severní Itálii dosáhly 6 miliard USD (Battaglioli et al. 2026). Během této série nebezpečných bouří byl překonán evropský rekord největší dokumentované kroupy, když 24. 7. 2023 spadla v Azzano Decimo kroupa s největším průměrem 19 cm (ESWD 2026).

Proměňující se podmínky v atmosféře mají vliv na vývoj silných konvektivních bouří i jejich projevů. Otázka, jak se bude intenzita a četnost krupobití vyvíjet v souvislosti se změnou klimatu, je předmětem zájmu řady současných studií (např. Brennan et al. 2025; Thurnherr et al. 2025). Výstupy klimatických modelů ukazují pro letní období ve střední Evropě pokles četnosti krupobití s menšími kroupami, protože oteplováním způsobený posun nulové izotermy do vyšších výšek způsobí větší tání padajících krup (Raupach et al. 2021). Současně se však očekává větší podíl velkých ničivějších krup s průměrem nad 3 cm. Mohutnější vzestupné proudy podporované zvýšenou přízemní vlhkostí umožní nárůst větších krup, které i při pádu vysokou teplou vrstvou pod hladinou tání roztát nestihnou (Zhang et al. 2026). Podle simulací Kahramana et al. (2025) můžeme zejména nad střední Evropou očekávat nižší potenciál pro výskyt nebezpečného krupobití, ale méně časté kroupové události mohou být výrazně ničivější. Globální trendy ve výskytu velkých nebezpečných krup od roku 1950 do roku 2023 byly studovány kombinací statistického modelování s reanalýzou ERA5. Podle této studie (Battaglioli et al. 2026) je Evropa jediným kontinentem, kde dochází k rozsáhlému a statisticky významnému nárůstu četnosti velkých nebezpečných krup (od 5 cm v průměru). Raupach et al. (2021) doporučují, aby byla prováděna dlouhodobá pozorování výskytu krupobití zahrnující jak jejich četnost, tak velikost samotných krup. Pozorování a simulace velikosti krup jsou nezbytné pro přesné posuzování vývoje škod způsobených krupobitím (Zhang et al. 2026). Ke stále lepšímu porozumění procesům vedoucím k vývoji krup přispívá pokrok v dálkové detekci, matematickém modelování i měřicí kampaně poskytující nezbytná data z terénu (Kunz et al. 2025). Přesto je porozumění vývoji četnosti a intenzity krupobití v měnícím se klimatu stále omezené (Raupach et al. 2021).

Na observatoři Milešovka v Českém středohoří, která je součástí Ústavu fyziky atmosféry Akademie věd ČR, probíhá měření a pozorování již 120 let. Díky téměř nepřetržité práci pozorovatelů jsou k dispozici záznamy o výskytu meteorologických jevů včetně krupobití. Výročí začátku provozu meteorologické

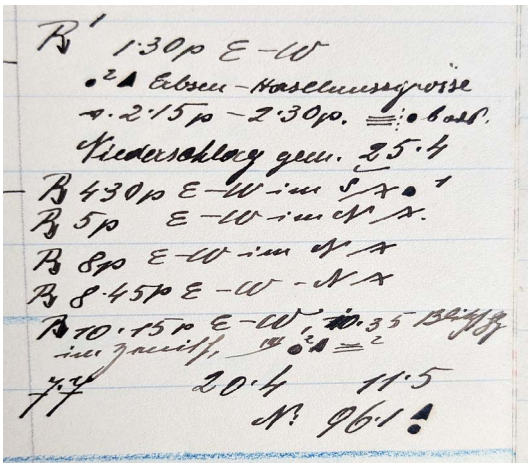
stanice na Milešovce (Huth 2024) je příležitost zhodnotit unikátní historické záznamy o četnosti krupobití a velikosti krup. Zvláště významné je ověření, zda byly na Milešovce historicky zaznamenány ničivé kroupy přesahující v průměru 2 cm a jak se jejich výskyt v čase proměňuje. Záměrem textu je zhodnotit zdroje informací o krupobití na stanici s důrazem na velikost krup a intenzitu jevu, popsat proměňující se charakter zaznamenávání meteorologického jevu a analyzovat, zda tato dlouhodobá řada obsahuje signál změn v četnosti krupobití nebo velikosti krup.

2. Záznamy staničních pozorování

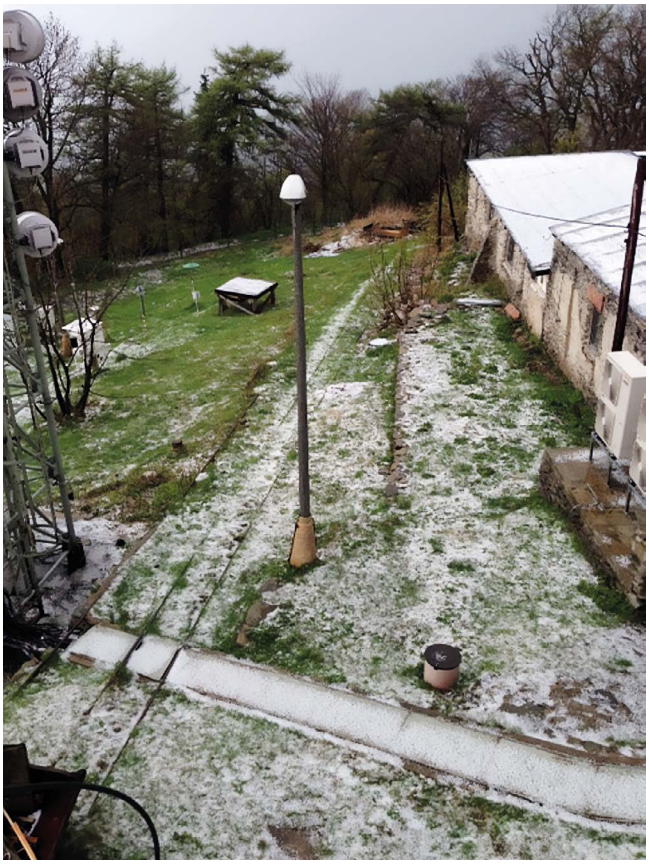
Primárním zdrojem informací o měřeních a pozorováních na Milešovce jsou, obdobně jako na jiných stanicích, meteorologické deníky. Jejich forma se v průběhu let měnila, ale jevy včetně krupobití a jeho intenzity byly zaznamenávány vždy. Znak vyplněného trojúhelníku pro záznam výskytu krupobití byl navržen pro sjednocený zápis v Evropě a Severní Americe na Prvním mezinárodním meteorologickém kongresu ve Vídni v roce 1873 (Houze, Houze 2019). Tedy v roce 1905, kdy profesionální pozorování na Milešovce začalo, již šlo o ustálené označení. V počátcích provozu observatoře jsou záznamy psány ručně německy do velkých sešitů s pevnou vazbou. Krupobití je zaznamenáno příslušnou značkou, časem a případně slovním popisem velikosti. Vyskytuje se pouze velikost hrachu (Erbsengröße) nebo velikost lískového ořechu (Haselnussgröße). Na obr. 1 je zápis z 28. května 1916. V tento bouřkově velmi aktivní den bylo naměřeno i absolutní denní maximum srážek na Milešovce, a to 96,1 mm. Ze zápisu vidíme, že při bouřce v 13:30 SEČ (v deníku uvedeno 1.30p), která se pohybovala od východu k západu, padaly kroupy velikosti hrachu až velikosti lískového ořechu. U večerního krupobití v 22:15 SEČ (10.15p) již velikost zapsána není.

V období tzv. první republiky (1918–1938), tedy v meziválečném Československu, již deníky nemají podobu kvalitních knižních sešitů a zápisy jsou často vybledlé a hůře čitelné, avšak způsob jejich vedení přetrval. Velikost krup je uváděna slovně v němčině. Ze třicátých let 20. století se většina deníků nedochovala, část údajů je však k dispozici v měsíčních výkazech. Během druhé světové války (1939–1945), kdy observatoř Milešovka spadala pod správu Říšského úřadu pro meteorologickou službu, se používaly malé předtištěné deníky pro jednotlivé měsíce. Po skončení války, když správa observatoře přešla pod české instituce, se začaly používat měsíční sešity pro meteorologická pozorování předtištěné již česky.

Ve třicátých a čtyřicátých letech je u značky krupobití uváděna intenzita jevu (objevuje se 0 až 2) a průměr krup v milimetrech nebo centimetrech. Často je ale zaznamenaný průměr menší než 5 mm, což neodpovídá definici krup (ČMeS 2026). Intenzita krup se zaznamenává ve škále síly jevů. Stupnice předtištěná v meteorologických denících se rozsahem a slovním popisem jen mírně mění. Tak například v roce 1940 je německy uvedena škála síly jevů: 0 slabý, 1 mírný, 2 silný. V roce 1948 je již česky uvedena škála nazvaná Exponenty síly jevů: 00 velmi slabý, 0 slabý, 1 mírný, 2 silný, 3 zcela mimořádný. Meteorologický deník z roku 2012 má předtištěny Indexy intenzity jevů: –1 velmi slabý, 0 slabý, 1 mírný, 2 silný, 3 velmi silný. Reálně se ale pro velmi slabý jev používá index 00, jak vyplývá z návodu pro pozorovatele (Lipina, Židek 2014). Pro záznam meteorologického jevu „Kroupy“ je v návodu uvedeno, že při stanovení intenzity postupujeme jako u deště s přihlédnutím k množství a velikosti krup. Intenzitu deště rozlišujeme podle stupnice 00, 0, 1, 2, 3. Velikost krup se v záznamech ze stanice Milešovka od roku 1946 již nevyskytuje a intenzita je subjektivní veličinou, která o maximální velikosti spadlých krup nevypovídá. Záznamy z deníků jsou od roku 1951 k dispozici i v digitalizované formě. Vzhledem k různé povaze dat vyhodnocuji záznamy z období do roku 1950 a od roku 1951 i zvlášť, neboť při čtení ručně psaných deníků proměnlivé kvality mohlo spíše dojít k chybě.



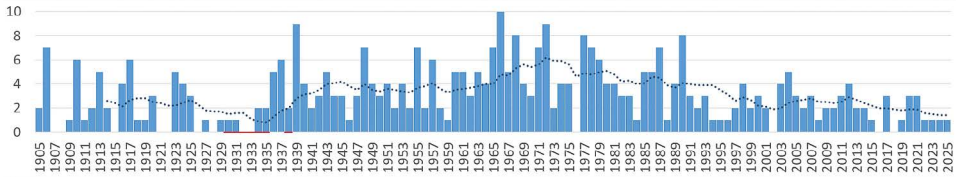
Obr. 1 Záznam z meteorologického deníku dne 28. 5. 1916.
Fig. 1. Record from the meteorological diary dated May 28, 1916.



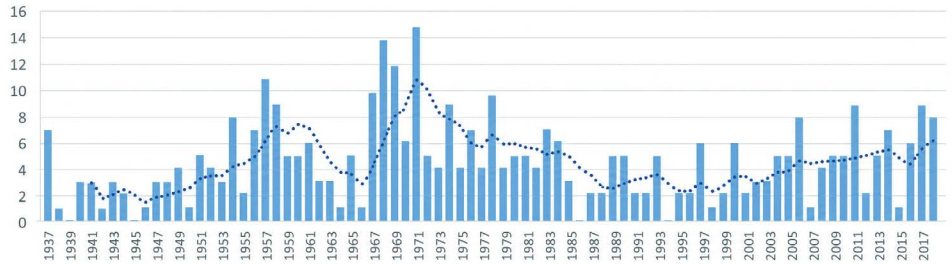
Obr. 2 Kroupy na meteorologické zahrádce observatoře Milešovka dne 22. 4. 2014. Dostupné na webové stránce https://eswd.eu.
Fig. 2. Hailstones on the meteorological garden of the Milešovka observatory on April 22, 2014. Available on the webpage https://eswd.eu.

Velikost krup se uvádí ve zprávě o aktuálním stavu počasí SYNOP v sekci 333 932RR. Zprávy se podařilo dohledat od roku 2000 do současnosti. Další možností, jak zjistit výskyt krup na Milešovce, je Evropská databáze nebezpečných jevů ESWD (Dotzek et al. 2009). V ní však v kategorii nebezpečných krup žádné hlášení z Milešovky není. Jen v kategorii „silný déšť“ je jeden záznam o dešti s kroupami o velikosti až 1 cm během bouřky dne 22. 4. 2014 (obr. 2).

Tato studie využívá zpracované údaje z měsíců letního půlroku, tedy od dubna do září. Z celého období provozu observatoře se nepodařilo dohledat záznamy za květen, červen a červenec v letech 1930–1935 a za září 1938. Ve výpočtu průměrného ročního počtu dní s krupobitím jsou proto tyto roky vynechány. Kroupy tvořící krupobití mají podle definice průměr nejméně 5 mm (ČMeS 2026). Přesto krupobití, u nichž je uvedena velikost krup menší než 5 mm, nejsou vyřazena. Není totiž zcela jasné, co přesně hodnota vyjadřuje. Pozorovatel mohl zaměňovat kroupy a krupky. Ve 30. a 40. letech 20. století jsou zápisy zaznamenávající kroupy příslušnou značkou a k tomu průměr často 2 či 3 mm. Takový záznam, stejně jako u krupobití, u nichž hodnota velikosti není uvedena vůbec, je tedy uvažován jako platný zápis krupobití.



Obr. 3a Počet dní s krupobitím na Milešovce v jednotlivých letech a desetiletý klouzavý průměr. Červeně jsou označeny roky s neúplnými daty.
Fig. 3a. Number of days with hail on Milešovka in individual years and ten-year moving average. Years with incomplete data are marked in red.



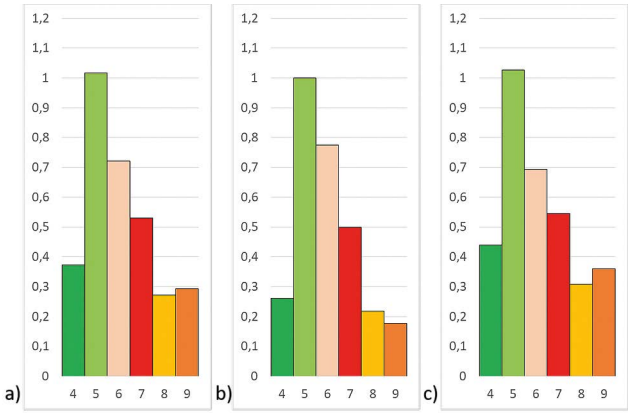
Obr. 3b Počet dní s krupobitím na stanici Hohenpeißenberg v jednotlivých letech a desetiletý klouzavý průměr (DWD 2026).
Fig. 3b. Number of days with hail on Hohenpeißenberg in individual years and ten-year moving average (DWD 2026).

3. Četnost krupobití a velikost krup na Milešovce

Výskyt krupobití je vázán téměř výhradně na výskyt bouřek. Na Milešovce bylo zaznamenáno v průměru 30 dní s výskytem bouřky za rok (Tolasz et al. 2007), přičemž maximum ročního chodu připadá na červen. Uvedený počet se ale týká bouřek blízkých, vzdálených i velmi vzdálených. Krupobití na stanici vyžaduje bouřku přecházející přes vrchol. Počet zaznamenaných bouřek tedy o krupobití na stanici blíže nevypovídá.

Průměrný roční počet dní s krupobitím na Milešovce za úplných 114 let záznamů letního půlroku je 3,2. Také Atlas podnebí Česka (Tolasz et al. 2007) uvádí v oblasti Milešovky pro období 1981–2000 průměrně 2,5 až 3 dny s krupobitím za rok.

Počet dní s krupobitím zaznamenaným na Milešovce v letech 1905–2025 je uveden na obr. 3a; pro porovnání je na obr. 3b uveden počet dní s krupobitím na stanici Hohenpeißenberg v letech 1937–2018. Za období 1905–1950 byl průměrný roční počet dní s krupobitím na stanici Milešovka 2,9. V následujících 75 letech (1951–2025) činí roční průměr počtu dní s krupobitím 3,4. V grafu ročních sum dní s krupobitím (obr. 3a), v němž je vyznačen desetiletý klouzavý průměr dobře vyhlazující vysokou meziroční variabilitu, je patrné maximum zaznamenaných krupobití na přelomu 60. a 70. let. Ve stejném období je maximum zaznamenaných krupobití také na bavorské horské stanici Hohenpeißenberg (obr. 3b), kde jsou ve čtyřech letech i hodnoty



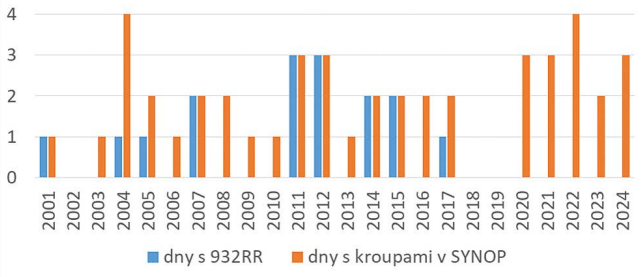
Obr. 4 Průměrný měsíční počet dní s krupobitím na Milešovce za období a) 1905–2025, b) 1905–1950, c) 1951–2025.
Fig. 4. Monthly average number of days with hail on Milešovka for the periods a) 1905–2025, b) 1905–1950, c) 1951–2025.

přesahující 10 dní s krupobitím v letním půlroce daného roku, což je maximum na Milešovce (DWD 2026). Rozdíl v průměrném počtu dní s krupobitím do roku 1950 a později může souviset s nepřesným čtením záznamů ve starých meteorologických denících či se změnami v práci pozorovatelů. Například až v červenci 1957 byla na Milešovce zavedena nepřetržitá 24hodinová služba, dříve se prováděla pouze klimatologická měření a pozorovatelů bylo méně (Müller et al. 2026).

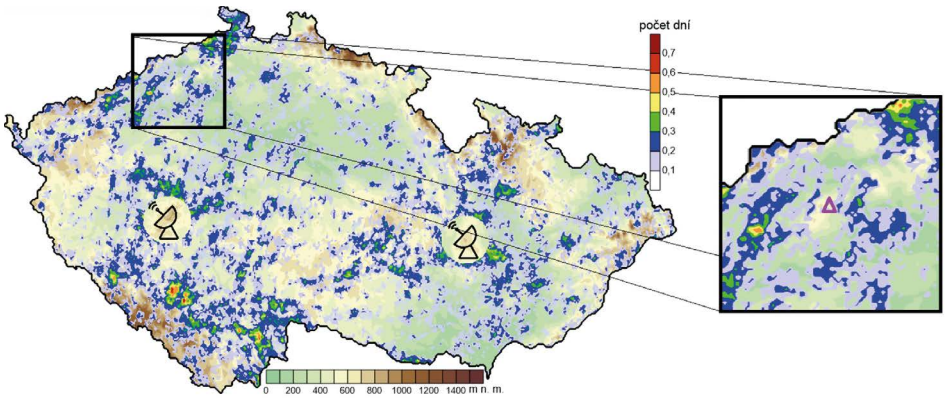
V ročním chodu krupobití jednoznačně dominuje květen s průměrně více než jedním dnem s krupobitím (obr. 4a). Květnové maximum v roční četnosti krupobití v Česku převažuje i přes červnové maximum počtu bouřek (Tolasz et al. 2007). Pro výskyt krup je zásadní výška hladiny tání, která je v květnu níže, a dovoluje tak malým kroupám dopadnout na zem dříve, než roztají. Při porovnání ročního chodu v období s digitalizovanými záznamy (obr. 4c) s dřívějším obdobím, pro něž jsou k dispozici pouze deníkové záznamy (obr. 4b), je patrný pokles v červnu a nárůst v září.

Maximální velikost krup na Milešovce většinou neznáme. Největšími zaznamenanými hodnotami jsou velikost lískového ořechu (1912, 1913, 1916, 1924), 1 cm (1939) a 12 mm (1943, 2011). V současné škále intenzity 00 až 3 je nejvyšší zaznamenanou hodnotou 2–3, tedy silná až velmi silná intenzita, dne 2. července 2012 ve večerních hodinách. Podle radarových měření ČHMÚ přecházela přes České středohoří intenzivní linie bouří ve formě squall line prohýbající se do formy bow echo. Ve zprávě SYNOP je k této události zaznamenána velikost krup 8 mm pro stanici Milešovka a shodně i pro stanici Ústí nad Labem. Záznamy o krupobití z 11. 9. 2011 a 2. 7. 2012 dokládají, že zaznamenaná intenzita krupobití nevypovídá o maximální velikosti krup. Zatímco 11. 9. 2011 byla při intenzitě krupobití 1 uvedena velikost krup až 12 mm, 2. 7. 2012 byla při intenzitě 2–3 uvedena velikost krup 8 mm. Dny, kdy je velikost krup zaznamenána ve zprávě SYNOP, jsou v grafu (obr. 5). Velikosti krup ve zprávách SYNOP se od roku 2017 již neobjevují (OGIMET 2026).

K detekci krupobití a odhadu velikosti krup lze pro porovnání využít také výstupy z meteorologických radarů. Vzhledem k zaměření této práce na otázku, zda se na Milešovce vyskytují krupobití s velkými ničivými kroupami (od 2 cm v průměru), se nabízí využít vyhodnocení plošného rozložení krupobití odvozené z radarových dat. Detekce velkých krup kombinovaným kritériem (Skripniková et al. 2017), které využívá dat radarové sítě ČHMÚ, udává v nejbližším okolí Milešovky pro období 2007–2020 průměrnou četnost maximálně 0,1 až 0,2 nebezpečných krupobití za rok (obr. 6). Kritérium bylo vyvinuto pro detekci silných nebezpečných krupobití s velikostí krup od 2 cm v průměru. Četnost silných krupobití vycházející z radarových dat tak potvrzuje, že velké kroupy v oblasti Milešovky nejsou obvyklé.



Obr. 5 Dny s krupobitím uvedeným ve zprávě SYNOP (oranžově) a dny, kdy je v SYNOP (OGIMET 2026), sekci 333 932RR, uvedena velikost krup (modře).
Fig. 5. Days with hail reported in SYNOP (orange) and days when the size of hail is reported in SYNOP (OGIMET 2026) section 333 932RR (blue).



Obr. 6 Průměrný roční počet dní s nebezpečným krupobitím za období 2007–2020 detekovaných radarovým kritériem v okolí Milešovky (Skripniková et al. 2017). Ve výřezu je trojúhelníčkem označena poloha Milešovky.
Fig. 6. Average annual number of days with severe hail in the period 2007–2020 detected by a radar criterion in the vicinity of Milešovka (Skripniková et al. 2017). The location of Milešovka is marked with a triangle in the cutout.

4. Diskuze a závěr

Z dostupných záznamů pozorování na meteorologické observatoři Milešovka vyplývá, že krupobití je přímo na stanici poměrně četné; průměrný roční počet dní s krupobitím je 3,2. Na stanici Zinnwald (877 m n. m.), která se nachází v obdobné nadmořské výšce jako Milešovka, asi 25 km severozápadně od ní, se v období 1971–2016 vyskytovalo krupobití v letním půlroce průměrně 2,06 dne za rok (DWD 2026). Na níže položených stanicích, jako jsou Doksany (158 m n. m., 20 km JV od Milešovky) nebo Dippoldiswalde (358 m n. m., 42 km SZ od Milešovky), je průměrný počet dní s krupobitím v letním půlroce jen 0,9 (Tolasz et al. 2007; DWD 2026). V porovnání s bavorskou horskou stanicí Hohenpeißenberg (977 m n. m.), která se nachází v předhůří Alp a vykazuje intenzivnější konvektivní dynamiku a orografické zesílení (Skripniková, Müller 2026), je průměrný počet krupobití na Milešovce jen o 0,5 dne nižší. Na Hohenpeißenbergu bylo za období 1937–2018 zaznamenáno v letním půlroce průměrně 3,7 dne s krupobitím (DWD 2026).

Co se týče velkých ničivých krup, za celé stodvacetileté období pozorování nebyly nebezpečné kroupy s alespoň 2 cm v průměru zaznamenány. Současný způsob zaznamenávání jevu velikost krup ani nezahrnuje a do zpráv SYNOP je velikost uváděna jen výjimečně. Porovnáme-li velikosti krup hlášené do zpráv SYNOP za dostupné období od roku 2000 s již zmiňovanými stanicemi, zjistíme, že zatímco na Milešovce a na stanici Zinnwald kroupy dosahující průměru alespoň 2 cm hlášeny nejsou, v Doksanech byly hlášeny ve třech dnech a na Hohenpeißenbergu ve čtyřech (OGIMET 2026).

Plošné rozložení nebezpečného krupobití detekovaného radarovým kritériem bylo v dřívější studii (Skripniková et al. 2017) zpracováno pro období 2007–2020. V souladu s pozorováním na observatoři se na Milešovce a v jejím nejbližším okolí nebezpečné krupobití s kroupami od 2 cm v průměru téměř neukazuje. Jak uvádí Fluck et al. (2021), dráhy bouří s krupobitím jsou silně ovlivněny orografií a překážky často obtékají. Orografie má obecně na četnost výskytu krupobití silný vliv. Krupobití s velkými ničivými kroupami od 2 cm v průměru se více vyskytuje po větru za horským či kopcovitým terénem. Naopak přímo nad horami se takové krupobití vyskytuje zřídka (Punge, Kunz 2016). Vývoj a výskyt krup v oblasti Českého středohoří i širší oblasti Krušných hor tak zaslouhuje další zkoumání.

Pro exaktní pozorování velikosti krup na Milešovce by mohla být přínosná instalace hailpadu (zachycovače krup). To by vhodně doplnilo sledování vývoje bouří v okolí Milešovky prováděné

X-pásmovým radarem Furuno, který je na observatoři v provozu od roku 2021. Jak ukazuje studie Klause et al. (2023), využití polarizačních radarů v pásmu X s vysokým rozlišením poskytuje detailní vhled do dynamiky a mikrofyzikálního vývoje bouří se silným krupobitím.

Velikost krup je při výzkumu změny četnosti a intenzity krupobití i jeho ničivého účinku zásadní. Lze shrnout, že ačkoli je celková četnost krupobití na Milešovce relativně vysoká, velké ničivé kroupy se přímo nad vrcholem prakticky nevyskytují. Odpověď na otázku, jak se v čase proměňoval ničivý účinek krupobití, je však limitována metodikou, která velikost krup soustavně nezaznamenávala. Budoucí posouzení těchto trendů se proto neobejde bez systematického měření velikosti krup a využití dálkové detekce.

Poděkování:

Tento výzkum byl podpořen Technologickou agenturou České republiky (grant č. SS02030040, PERUN) a v rámci Operačního programu Jan Amos Komenský (OP JAK), projekt č. CZ.02.01.01/00/22_008/0004605; Přírodní a antropogenní georizika.

Literatura:

BATTAGLIOLI, F., TASZAREK, M., GROENEMEIJER, P., PÚČIK, T., RÄDLER, A., 2026. Contrasting trends in very large hail events and related economic losses across the globe. *Nature Geoscience*, roč. **19**, s. 52–58. Dostupné z: https://doi.org/10.1038/s41561-025-01868-0.

BRENNAN, K. P., THURNHERR, I., SPRENGER, M., WERNLI, H., 2025. Insights from hailstorm track analysis in European climate change simulations. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, roč. **25**, s. 3693–3712. Dostupné z: https://doi.org/10.5194/nhess-25-3693-2025.

ČMeS, 2026. Elektronický meteorologický slovník (eMS) [online]. [cit. 27. 3. 2026]. Dostupné z: http://slovnik.cmes.cz.

DWD, 2026. Deutscher Wetterdienst, Climate Data Center [online]. Monthly climate observations of weather phenomena in Germany – historical data [cit. 12. 6. 2026]. Dostupné z: https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/monthly/weather_phenomena/historical/.

DOTZEK, N., GROENEMEIJER, P., FEUERSTEIN, B., HOLZER, A. M., 2009. Overview of ESSL's severe convective storms research using the European Severe Weather Database ESWD. *Atmospheric Research*, roč. **93**, s. 575–586. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2008.10.020.

ESWD, 2026. European Severe Weather Database [online]. European Severe Storms Laboratory. [cit. 27. 3. 2026]. Dostupné z: https://eswd.eu.

FLUCK, E., KUNZ, M., GEISSBUEHLER, P., RITZ, S. P., 2021. Radar-based assessment of hail frequency in Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, roč. **21**, s. 683–701. Dostupné z: https://doi.org/10.5194/nhess-21-683-2021.

HOUZE, R. A., HOUZE, R., 2019. Cloud and Weather Symbols in the Historic Language of Weather Map Plotters. *Bulletin of the American Meteorological Society*, roč. **100**, s. ES423–ES443. Dostupné z: https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0071.1.

HUTH, R., 2024. 60 let Ústavu fyziky atmosféry. *Meteorologické zprávy*, roč. **77**, č. 1, s. 17–22. ISSN 0026-1173.

KAHRAMAN, A., KENDON, J. E., HAYLEY, J. F., 2025. Future changes in severe hail across Europe, including regional emergence of warm-type thunderstorms. *Nature Communications*, roč. **16**, 8438. Dostupné z: https://doi.org/10.1038/s41467-025-62780-0.

KLAUS, V., RIEDER, H., KALTENBÖCK, R., 2023. Insights in Hailstorm Dynamics through Polarimetric High-Resolution X-Band and Operational C-Band Radar: A Case Study for Vienna, Austria. *Monthly Weather Review*, roč. **151**, s. 913–929. Dostupné z: https://doi.org/10.1175/MWR-D-22-0185.1.

KUNZ, M., MOHR, S., MARTIUS, O., HERING, A., SCHRÖER, K., 2025. Advances and challenges in hail research: report from the 4th European hail workshop 2024. *Frontiers in Environmental Science*, roč. **13**, 1699216. Dostupné z: https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1699216.

LIPINA, P., ŽIDEK, D., 2014. Návod pro pozorovatele meteorologických stanic ČHMÚ. Metodický předpis ČHMÚ č. 13. 2. vyd. Praha: ČHMÚ. 92 s. ISBN 978-80-87577-33-2.

MÜLLER, M., ZACHAROV, P., BLIŽŇÁK, V., PEŠICE, P., 2026. Meteorologická observatoř Milešovka. Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., Nakladatelství Academia. ISSN 2464-6245. Dostupné z: https://www.academia.cz/knihy?id=3596.

OGIMET, 2026. OGIMET – SYNOP reports [online]. [cit. 12. 6. 2026]. Dostupné z: https://www.ogimet.com/.

PUNGE, H. J., KUNZ, M., 2016. Hail observations and hailstorm characteristics in Europe: A review. *Atmospheric Research*, roč. **176–177**, s. 159–184. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.02.012.

RAUPACH, T. H., MARTIUS, O., ALLEN, J. T., KUNZ, M., LASHER-TRAPP, S. et al., 2021. The effects of climate change on hailstorms. *Nature Reviews Earth & Environment*, roč. **2**, č. 3, s. 213–226. Dostupné z: https://doi.org/10.1038/s43017-020-00133-9.

SCHMID, T., PORTMANN, R., VILLIGER, L., SCHRÖER, K., BRESCH, D. N., 2024. An open-source radar-based hail damage model for buildings and cars. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, roč. **24**, s. 847–872. Dostupné z: https://doi.org/10.5194/nhess-24-847-2024.

SKRIPNIKOVÁ, K., MÜLLER, M., 2026. Specifika srážek na Milešovce v porovnání s německým Hohenpeißenbergem. In: *Meteorologická konference Krkonoše 2026*, sborník příspěvků. Nakladatelství ČHMÚ, s. 123–126. ISBN 978-80-7653-087-4. Dostupné z: http://www.cmes.cz/web/wp-content/uploads/2026/05/Krkonose_2026.pdf.

SKRIPNIKOVÁ, K., ŘEZÁČOVÁ, D., NOVÁK, P., KYZNAROVÁ, H., 2017. Krupobití v Česku podle radarových informací. *Meteorologické zprávy*, roč. **70**, č. 2, s. 33–38. ISSN 0026-1173.

THURNHERR, I., CUI, R., VELASQUEZ, P., WERNLI, H., SCHÄR, C., 2025. The Effect of 3°C Global Warming on Hail Over Europe. *Geophysical Research Letters*, roč. **52**, e2025GL114811. Dostupné z: https://doi.org/10.1029/2025GL114811.

TOLASZ, R., MÍKOVÁ, T., VALERIÁNOVÁ, A., VOŽENÍLEK, V., BRÁZDIL, R. et al. (eds.), 2007. Atlas podnebí Česka, Climate atlas of Czechia. Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-86690-26-1 a ISBN 978-80-244-1626-7.

ZHANG, S., ZHANG, Q., ALLEN, J. T., LIN, X., 2026. Rising global hail damage potential in a warming world. *Nature*, roč. **653**, č. 8116, s. 1069–1077. Dostupné z: https://doi.org/10.1038/s41586-026-10543-2.

Lektoři (Reviewers):
RNDr. Hana Kyznarová, Ph.D., Ing. Pavel Lipina