

Únor 2024



Vyhodnocení úspěšnosti meteorologických výstražných informací

v roce 2023 na území ČR

Jana Hujšlová, Filip Smola, Petra Sýkorová / Úsek předpovědní služby

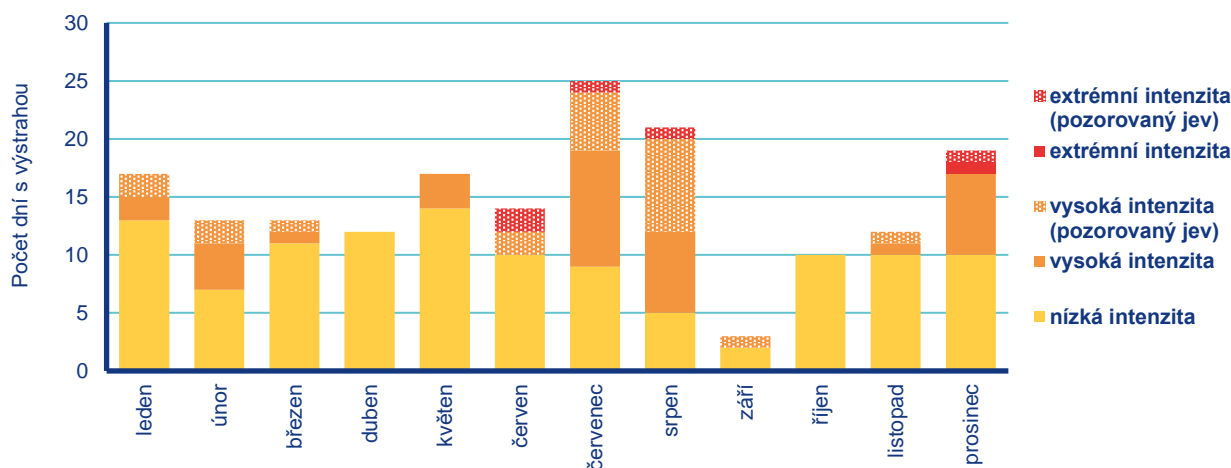
Na Šabatce 2050/17, Praha 4


Český
hydrometeorologický
ústav

A. Úvod

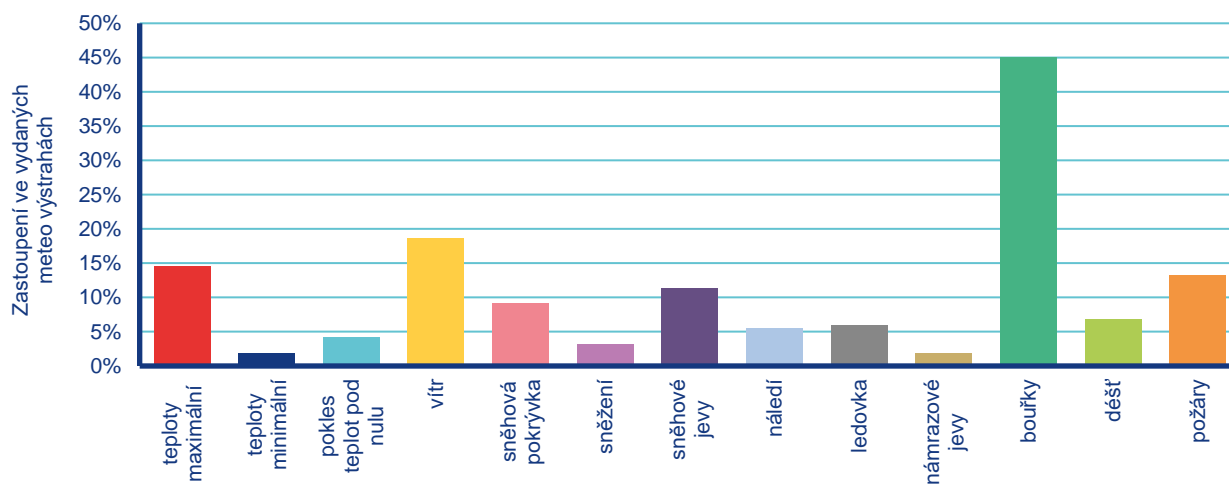
V roce 2023 vydal Český hydrometeorologický ústav 277 výstrah, z toho 170 předpovědních a 107 varovalo před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu. Před meteorologickým jevem varovalo celkem 220 výstrah, z toho 156 předpovědních. Ostatní výstrahy (57) se týkaly pouze hydrologických jevů.

Meteorologická výstraha platila ve 176 dnech, tedy téměř polovinu roku (48 % dní). Převažovaly dny s výstrahami varujícími před jevy s nízkou intenzitou (113 dní), varování před jevy s vysokou intenzitou platila v 57 dnech, s extrémní pouze v 6 dnech. Nejvíce dní s výstrahou bylo v červenci (25), naopak v září to byly jen 3 dny (Obr. 1). Dny s výstrahami vyšších stupňů nebezpečí převažovaly v letních měsících (bouřky, požáry, maximální teploty, déšť) a v prosinci (sněhová pokrývka, vítr, sněhové jevy).



Obrázek 1 Počet dní s meteorologickou výstrahou dle nejvyšší intenzity

V celkovém počtu 220 meteorologických výstrah byla nejvíce zastoupena varování před bouřkami, a to velmi výrazně (Obr. 2). Celkově se bouřek týkalo 45 % vydaných výstrah. Velká část z nich byly výstrahy krátkodobé varující před bezprostředním výskytem velmi silných nebo extrémně silných bouřek. Podstatné zastoupení měly výstrahy před větrem, maximálními teplotami a požáry. Zastoupení přes 10 % měly ještě výstrahy před sněhovými jevy (sněhové jazyky a závěje).



Obrázek 2 Zastoupení skupin jevů SIVS v meteorologických výstrahách

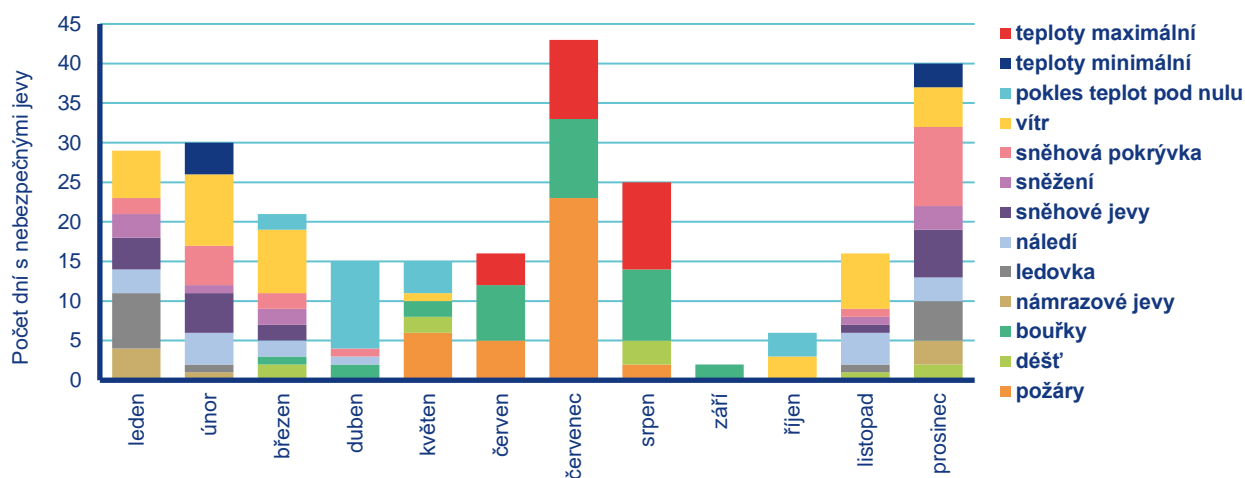
Rok 2023 byl na území České republiky teplotně silně nadnormální a srážkově normální. Vystřídaly se měsíce teplotně i srážkově silně nadnormální i podnormální, září bylo dokonce teplotně mimořádně nadnormální (nejteplejší od roku 1961).

V první polovině ledna převažovalo ve střední Evropě teplé jihozápadní proudění, ve druhé polovině měsíce ovlivňovaly počasí u nás tlakové níže, nejprve nad centrálním Středomořím, později nad severozápadní Evropou. Zaznamenali jsme tři epizody se silným větrem, v chladnější druhé polovině měsíce i několik sněhových epizod a několikadenní období

s tvorbou ledovky nebo námrazových jevů (Obr. 3). Ledovka se netypicky tvořila dlouhotrvajícím mrholením při teplotách i ve vyšších vrstvách atmosféry pod bodem mrazu. Kvůli velmi teplému začátku měsíce ale skončil leden jako teplotně silně nadnormální. Začátek února doprovázelo chladné a vlhké severozápadní proudění a s ním i silnější vítr a sněžení. Ještě během první dekády se ale přesouvala přes střední Evropu tlaková výše a teploty klesaly i pod $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Větrné počasí se přechodně vrátilo na konci druhé únorové dekády.

Další větrné epizody se tradičně objevily v březnu, souvisely většinou s tlakovými nížemi postupujícími severně od našeho území k východu. V závěru března přinesly frontální systémy od západu kromě silného větru i sněžení a bouřky doprovázené zejména nárazovým větrem. Nedaleko Letovic bylo 31. 3. zaznamenáno i slabé tornádo (intenzita IF0 dle International Fujita Scale Evropské laboratoře silných bouří ESSL). Duben byl teplotně silně podnormální, a tak se nesl zejména ve znamení četných mrazů, které ohrožovaly vegetaci (Obr. 3). V první dekádě k nám proudil studený vzduch od severovýchodu kolem tlakové výše nad severní Evropou, ve druhé a třetí dekádě bylo počasí spíše cyklonální a chladný vzduch pronikal od severozápadu za studenými frontami. Lokálně se objevily i silné bouřky. V důsledku přílivu chladného vzduchu od severu až severovýchodu trápily mrazy zemědělce a zahrádkáře i v první polovině května. V polovině měsíce v souvislosti s frontálním rozhraním zejména na Moravě a ve Slezsku vydatně přšelo.

Konec května i začátek června přinesly suché počasí s nebezpečím požárů. Sucho bylo zmírněno až vlhčím obdobím mezi 6. až 9. červnem, kdy počasí u nás ovlivňovala mělká brázda nízkého tlaku vzduchu a objevily se intenzivní bouřky. Na začátku třetí dekády stoupaly teploty v přílivu teplého vzduchu od jihozápadu nad $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ a zároveň se nad střední Evropou vlnila studená fronta, na které se vytvářely i velmi silné bouřky. V závěru června i na začátku července převažoval klidnější ráz počasí, ale s rostoucími teplotami se prohlubovalo sucho a rostlo riziko požárů. Uprostřed července k nám od jihu proudil velmi teplý vzduch a teploty stoupaly i nad $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. 15. července byla naměřena v Plzni-Bolevcích nejvyšší teplota roku $38,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Občasné intenzivní bouřky spojené s přechody studených front kvůli svému lokálnímu výskytu sucho příliš nezmiřňovaly. Změnu přineslo až ke konci měsíce chladnější a vlhčí oceánské proudění. Uprostřed první srpnové dekády způsobila tlaková níže postupující ze Středomoří nad Polsko vydatné srážky, v Krkonoších i extrémní. Ve druhé a na začátku třetí dekády se střídavě objevovaly dny s vysokými teplotami a bouřkami (Obr. 3). Bouřky souvisely se studenými frontami, které se nad střední Evropou vlnily a ojediněle měly i extrémně silné projevy. Srpen skončil jako srážkově silně nadnormální (172% normálu 1991-2020).



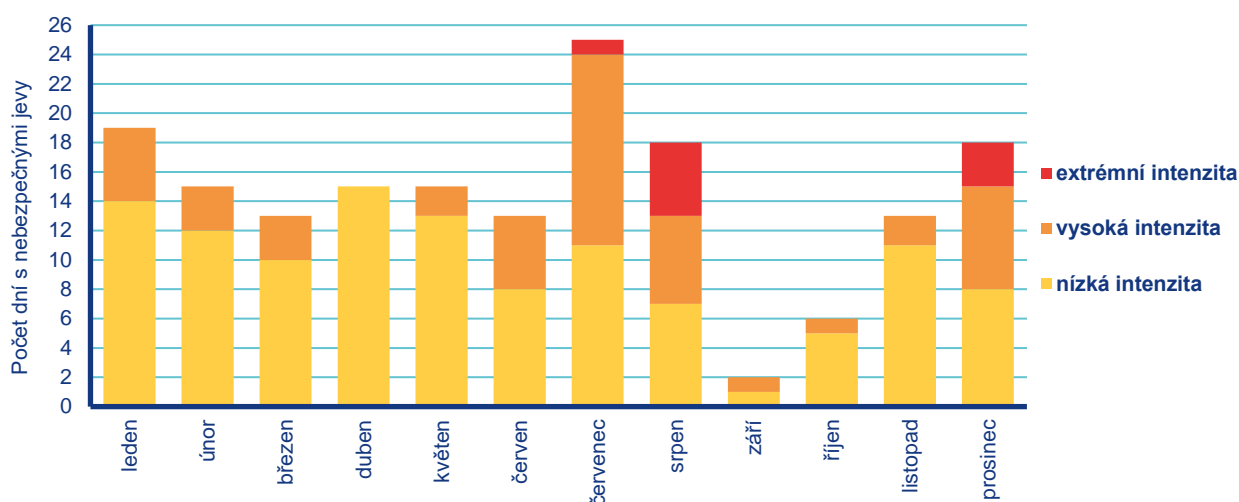
Obrázek 3 Počet dní s nebezpečnými jevy v průběhu roku dle skupin jevů

Oproti letním měsícům byl podzim z pohledu nebezpečných meteorologických jevů klidný (Obr. 3). Zejména září a říjen doprovázelo teplé anticyklonální počasí, takže září skončilo teplotně jako mimořádně nadnormální a říjen silně nadnormální. První mrazy dorazily do nižších poloh až v polovině října a ukončily tak vegetační období. Výrazný impakt měl na začátku října přechod studené fronty, na které se objevily nárazy větru i přes 25 m/s . Silnější vítr se místy vyskytl i v poslední říjnové dekádě a během listopadu. Třetí listopadová dekáda už byla ve znamení cyklonálního počasí. Kolem tlakové níže nad východní Evropou k nám proudil chladný vzduch od severu, opakovaně se tvořilo náledí a kombinace sněžení a silného větru znamenala místy tvorbu sněhových jazyků.

Prosinec přinesl celou škálu nebezpečných zimních jevů (Obr. 3), hlavně mimořádné sněžení. Hned v prvních dnech ovlivňovalo počasí u nás zvlněné frontální rozhraní spojené s tlakovou níží nad Středomořím, která se přesouvala k severovýchodu, a po její zadní straně k nám pronikl studený vzduch od severu. Kolem půl metru nového sněhu v Jihočeském kraji a na Vysočině znamenalo kalamiťní situaci a splnění výstrahy s nejvyšším stupněm nebezpečí. Množství nového sněhu překračující kritéria SIVS se vyskytlo v celé jihovýchodní polovině území. Sněžení bylo doprovázeno tvorbou sněhových jazyků, později i závěj. Následné anticyklonální počasí znamenalo pokles teplot na mnoha místech i pod $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale také tvorbu mrznoucích mlh. Na konci první prosincové dekády postupovaly přes naše území frontální systémy od západu, přinesly oteplení, ale nejprve mrznoucí déšť s tvorbou ledovky. Další výrazná

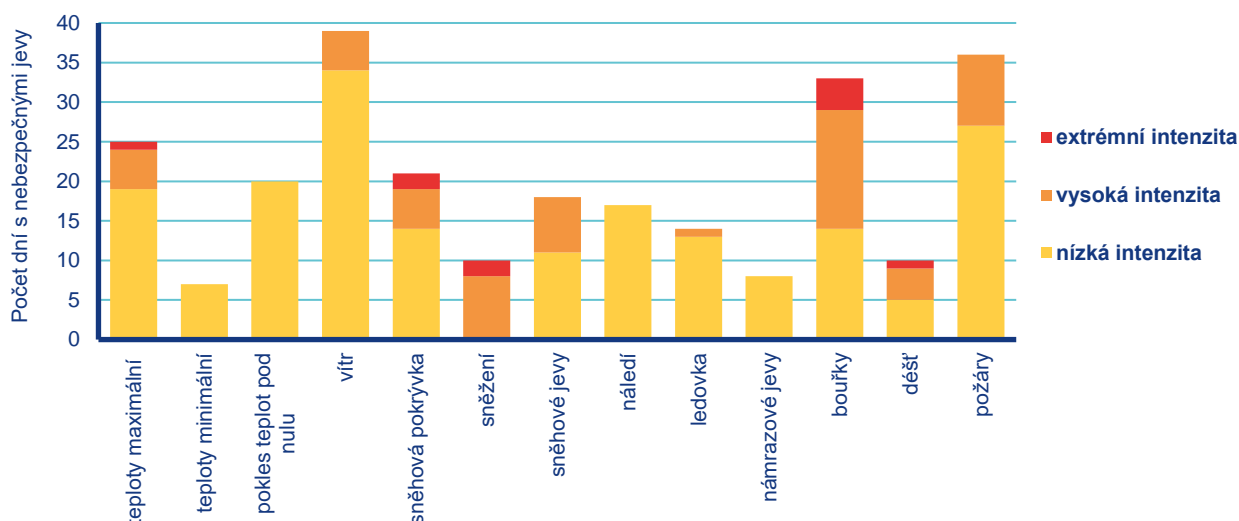
sněhová epizoda nastala před Vánoci. Kolem hluboké tlakové níže postupující ze Skandinávie nad Pobaltí k nám pronikl studený vzduch. Vydatně sněžilo nejprve na horách, postupně vlivem vlnícího se frontálního rozhraní i v nížinách. Sněžení bylo i extrémně silné. Několik dní foukal silný vítr a přechodně se tvořily sněhové jazyky. Na Štědrý den se naše území dostalo do teplejšího vzduchu a na horách přešlo sněžení v déšť, a to i vydatný. I přes výrazné sněhové epizody skončil prosinec jako teplotně nadnormální, srážkově byl silně nadnormální.

Nebezpečné jevy splňující kritéria SIVS se vyskytly ve 172 dnech (47 %). Nejvíce dní s nebezpečnými jevy měl červenec (25), velmi četné (více než polovina měsíce) byly nebezpečné jevy také v lednu, srpnu a prosinci (Obr. 4). Naopak v září se nebezpečné jevy splňující kritéria SIVS objevily jen ve 2 dnech, v říjnu v 6 dnech. Z pohledu celého roku převažovaly dny s nebezpečnými jevy o nízké intenzitě. V létě jsme ale zaznamenali převahu dní s jevy vyšší intenzity (četné intenzivní bouřky, maximální teploty, riziko požárů). Nadpoloviční podíl měly jevy s vysokou nebo extrémní intenzitou i v prosinci, a to zejména vlivem intenzivního sněžení a tvorby i extrémní sněhové pokrývky.



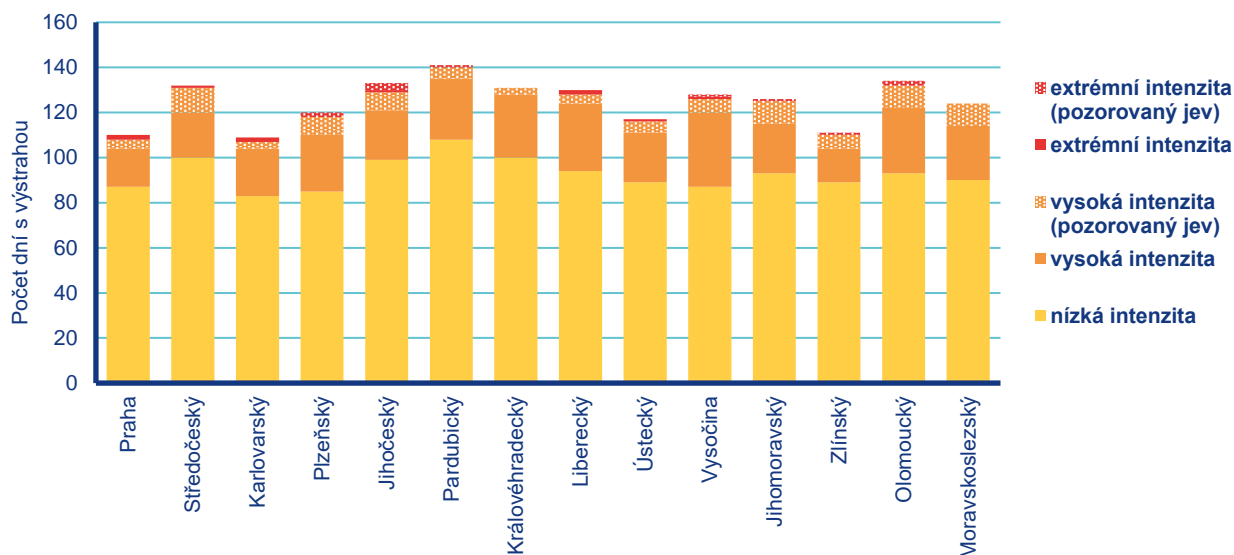
Obrázek 4 Počet dní s nebezpečnými jevy dle nejvyšší intenzity

Nejčastějším jevem roku 2023 byl vítr, který se vyskytl ve 39 dnech. Výrazné větrné epizody se objevily v únoru, březnu a v období kolem vánočních svátků. Přes třicet dní v roce se také objevily požáry (36 dní) a intenzivní bouřky (33 dní). Mezi častější jevy splňující kritéria SIVS patřily i maximální teploty (25 dní) a sněhová pokrývka (21 dní). Naopak spíše výjimečným jevem byly minimální teploty (mrazy) a námrazové jevy (mrznoucí mlhy, námraza) evidované z celého roku pouze v 7, resp. 8 dnech (Obr. 5).



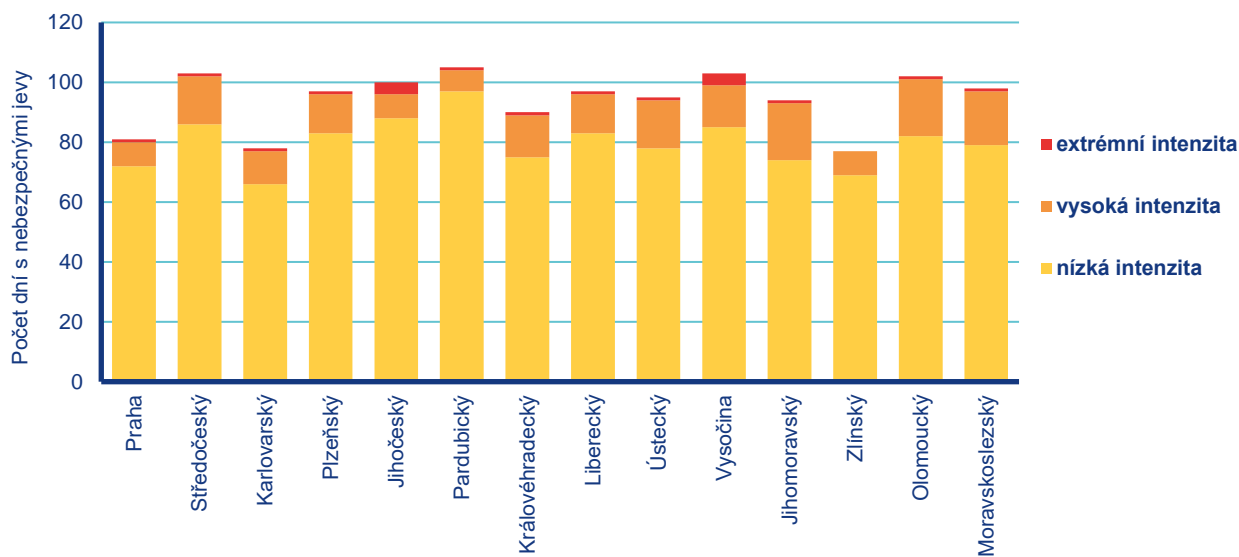
Obrázek 5 Počet dní s nebezpečnými jevy dle skupin jevů a nejvyšší intenzity

V jednotlivých krajích platily výstrahy většinou kolem 120 dní (Obr. 6). Nejvíce dní s výstrahou zaznamenal kraj Pardubický (141), naopak nejméně Karlovarský (109). Ve všech krajích převažovaly výstrahy před jevy s nízkou intenzitou. Varování s extrémním stupněm nebezpečí se ve dvou krajích vůbec neobjevilo (Královéhradecký a Moravskoslezský), v Jihočeském kraji platilo ve 4 dnech, v ostatních krajích v 1 nebo 2 dnech. Jednalo se o extrémně silné bouřky, extrémní sněhovou pokrývku a extrémně silné sněžení.



Obrázek 6 Počet dní s výstrahou v jednotlivých krajích dle nejvyšší intenzity

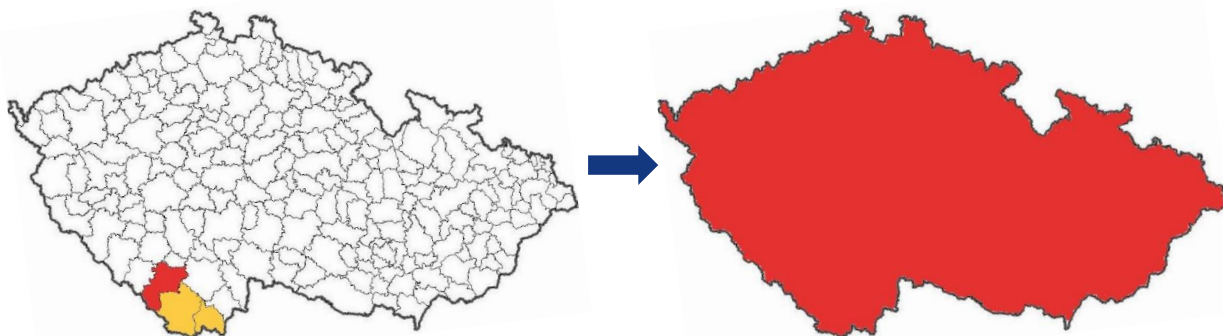
Počet dní, kdy byly v jednotlivých krajích zaznamenány nebezpečné jevy splňující kritéria SIVS, se pohyboval většinou mezi 80 až 100 (Obr. 7), nejvyšší počet byl v Pardubickém kraji (105), následovaný Středočeským krajem a Vysočinou (shodně 103), přes 100 bylo ještě v Olomouckém kraji (102). Nejmenší počet dní s nebezpečnými jevy byl v krajích Zlínském (77) a Karlovarském (78). Žádný kraj tak výrazně nevybočoval. Ve všech regionech převažovaly jevy s nízkou intenzitou. Extrémně intenzivní jevy se ve většině krajů objevily v jednom dni, v krajích Vysočina a Jihočeském ve čtyřech dnech, pouze ve Zlínském kraji zaznamenány nebyly. Škála těchto jevů byla poměrně pestrá, zahrnovala extrémně silné sněžení a extrémní novou sněhovou pokrývku, extrémní srážky (tj. déšť), extrémně silné bouřky i extrémně vysoké teploty.



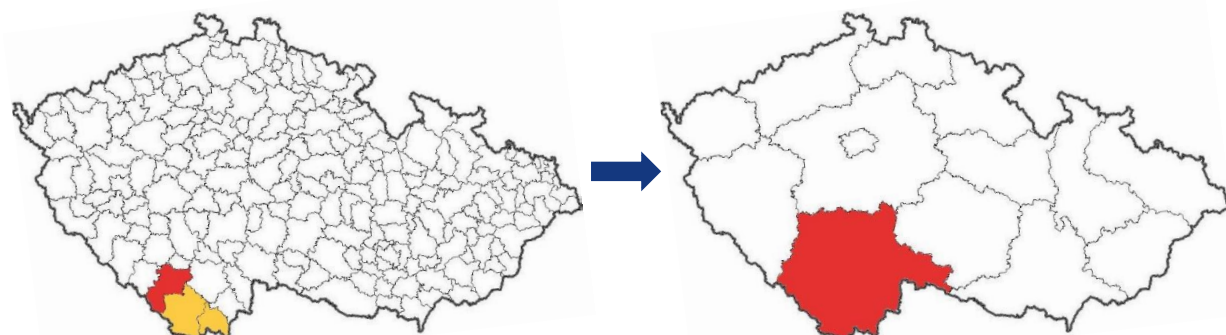
Obrázek 7 Počet dní s nebezpečnými jevy v jednotlivých krajích dle nejvyšší intenzity

B. Metody hodnocení

Vyhodnocení meteorologických výstrah se provádí vzhledem ke skutečně naměřeným nebo pozorovaným jevům v jednotlivých kalendářních dnech. Nehodnotí se výstraha jako celek, ale dílčí jevy (s ohledem na intenzitu) v rámci nově vydaných výstrah. V případě aktualizace platné výstrahy se do hodnocení zařadí také varování, u kterých nastala změna. Hodnocení probíhá na úrovni celé ČR a samostatně pro jednotlivé kraje. V případě hodnocení na úrovni ČR se hodnotí nejvyšší intenzita v rámci celé ČR (Obr. 8), při krajském hodnocení nejvyšší intenzita v rámci kraje (Obr. 9).



Obrázek 8 Generalizace výstrah/výskytu jevů při hodnocení na úrovni ČR



Obrázek 9 Generalizace výstrah/výskytu jevů při hodnocení na úrovni krajů

Na základě porovnání očekávané intenzity jevu ve výstraze a intenzity skutečně pozorovaného jevu jsou výstrahy, resp. hodnocené události zařazeny do 4 hlavních kategorií úspěšnosti: úspěšná, částečně úspěšná, neúspěšná, velmi neúspěšná (Tab. 1). Dílčí kategorie upřesňují, zda byla výstraha oproti skutečnosti podhodnocená nebo nadhodnocená, jestli byla vydána a jev nenastal (falešný poplach) nebo naopak jev se vyskytl a výstraha neplatila (chybějící výstraha).

Tabulka 1 Hlavní a dílčí kategorie úspěšnosti výstrah

úspěšná	
částečně úspěšná	podhodnocená
	nadhodnocená
	výstraha v okolí*
	jev v okolí*
neúspěšná	chybějící výstraha
	falešný poplach
	výstraha v okolí*
	jev v okolí*
velmi neúspěšná	chybějící výstraha
	falešný poplach

Vztah mezi intenzitou jevu ve výstraze, intenzitou skutečně pozorovaného jevu a kategoriemi úspěšnosti ukazuje Tab. 2. Intenzita jevu/výstrahy je pro účely hodnocení vyjádřena hodnotou od 0 do 3 následovně: 0 = nebezpečný jev nenastal/bez výstrahy, 1 = nízká, 2 = vysoká, 3 = extrémní. Na úrovni krajů je úspěšnost výstrahy hodnocena o jednu kategorii lépe pokud (i) na pozorovaný jev nebyla vydána výstraha v daném kraji, ale v některém z okolních krajů ano (výstraha v okolí*), nebo (ii) v daném kraji byla vydána výstraha, ale jev se vyskytl pouze v některém z okolních krajů (jev v okolí*). Okolní kraje jsou definovány jako kraje sousedící nebo velmi blízké.

Tabulka 2 Kategorie úspěšnosti dle vztahu mezi výstrahou a pozorovaným jevem

		POZOROVANÝ JEV					
		intenzita	0		1	2	3
			okolí 0	okolí 1-3*			
VÝSTRAHA	0	okolí 0			chybějící výstraha	chybějící výstraha	chybějící výstraha
		okolí 1-3*			výstraha v okolí*	výstraha v okolí*	výstraha v okolí*
	1	falešný poplach	jev v okolí*	úspěšná	podhodnocená	podhodnocená	
	2	falešný poplach	jev v okolí*	nadhodnocená	úspěšná	podhodnocená	
	3	falešný poplach	jev v okolí*	nadhodnocená	nadhodnocení	úspěšná	

* kategorie pro hodnocení krajů, úspěšnost výstrahy lepší o jednu kategorii s ohledem na výskyt jevu/výstrahy v okolních krajích

Pro kvantifikaci úspěšnosti výstrah a zejména mezioční srovnání lze využít indexů POD, FAR a CSI, do jejichž výpočtů vstupuje:

- počet případů, kdy byl předpovídan nebezpečný jev a také se vyskytl **H** (angl. Hit)
- počet případů, kdy se jev vyskytl, ale nebyl předpovídan **M** (angl. Miss)
- počet případů, kdy byl jev předpovídan, ale nevyskytl se **F** (angl. False Alarm)

Ukazatel POD/Probability of Detection udává procento jevů, které jsou správně předpovězeny.

$$POD = \frac{H}{H + M}$$

Ukazatel FAR/False Alarm Ratio vyjadřuje podíl neúspěšných předpovědí.

$$FAR = \frac{F}{H + F}$$

Index CSI/Critical Success Index udává poměr úspěšných předpovědí k součtu počtu jevů a falešných poplachů.

$$CSI = \frac{H}{H + F + M}$$

Zvyšující se počet správně předpovězených jevů zvyšuje CSI, naopak zvyšující se počet falešných poplachů nebo nezachycených jevů snižuje CSI.

Při výpočtu indexů se úspěšné výstrahy započítávají jako **H**, neúspěšné a velmi neúspěšné jako **F** (falešný poplach) nebo **M** (chybějící výstraha). Částečně úspěšné výstrahy se v pevně daném poměru rozdělí zároveň pod **H** i **F**, respektive **H** i **M**, a to v poměru: i) 7:3 u částečně úspěšných výstrah spadajících do dílčích kategorií „podhodnocená“ a „nadhodnocená“ v rámci hodnocení krajů, ii) 1:1 ve všech ostatních případech.

C. Výsledky

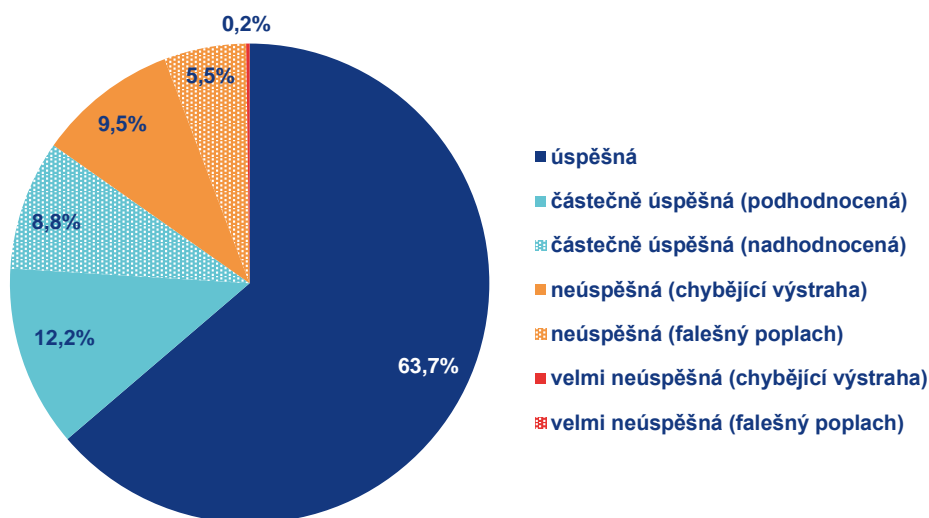
1. Vyhodnocení úspěšnosti na úrovni ČR

Na úrovni celé České republiky bylo za rok 2023 hodnoceno 433 událostí, tj. vydaných výstrah a zaznamenaných nebezpečných jevů, z nichž 276 bylo úspěšných, 91 částečně úspěšných, 65 neúspěšných a 1 velmi neúspěšná (Tab. 3).

Tabulka 3 Počet hodnocených událostí podle skupin jevů a kategorií úspěšnosti

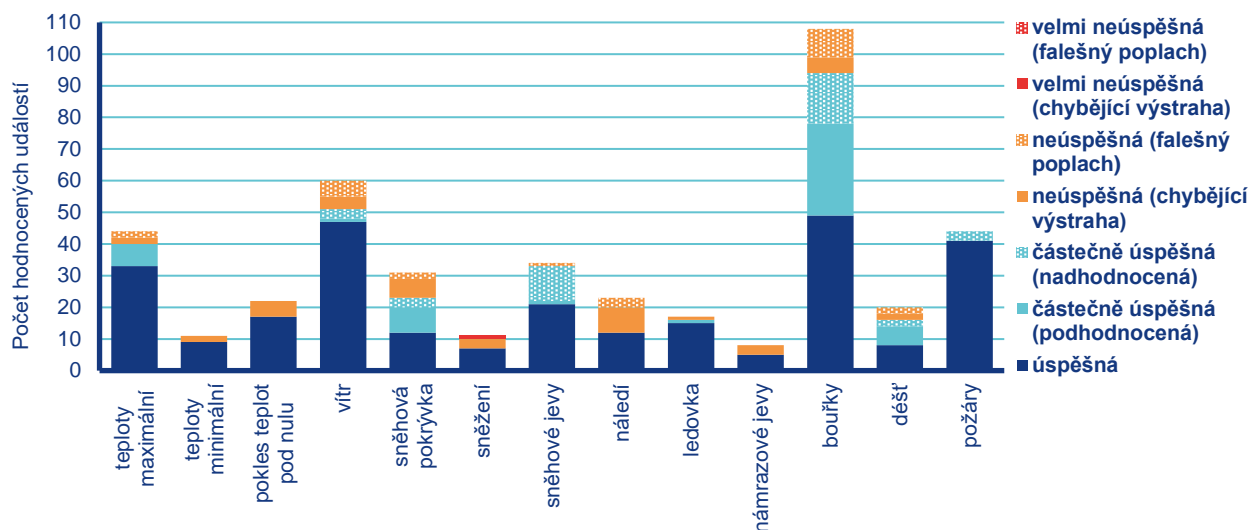
HODNOCENÍ VÝSTRAH ČR		KATEGORIE ÚSPĚŠNOSTI							počet hodnocených událostí
		úspěšná	částečně úspěšná		neúspěšná		velmi neúspěšná		
			podhodnocená	nadhodnocená	chybějící výstraha	falešný poplach	chybějící výstraha	falešný poplach	
SKUPINY JEVŮ	teploty maximální	33	7	0	2	2	0	0	44
	teploty minimální	9	0	0	2	0	0	0	11
	pokles teplot pod nulu	17	0	0	5	0	0	0	22
	vítr	47	1	3	4	5	0	0	60
	sněhová pokrývka	12	8	3	6	2	0	0	31
	sněžení	7	0	0	3	0	1	0	11
	sněhové jevy	21	1	11	0	1	0	0	34
	náledí	12	0	0	8	3	0	0	23
	ledovka	15	1	0	1	0	0	0	17
	námrazové jevy	5	0	0	3	0	0	0	8
	bouřky	49	29	16	5	9	0	0	108
	děšť	8	6	2	2	2	0	0	20
	požáry	41	0	3	0	0	0	0	44
	celkem		276	53	38	41	24	1	0

Úspěšných nebo částečně úspěšných bylo 85 % výstrah (Obr. 10). Částečně úspěšné výstrahy byly častěji podhodnocené. Mezi neúspěšnými výstrahami převažovaly případy chybějící výstrahy nad falešnými poplachi. Také v případě velmi neúspěšné výstrahy se jednalo o chybějící varování, a to před extrémně silným sněžením. Tato nebezpečná sněhová epizoda ale nebyla bez výstrahy, v platnosti bylo varování před vysokou a extrémní sněhovou pokrývkou.



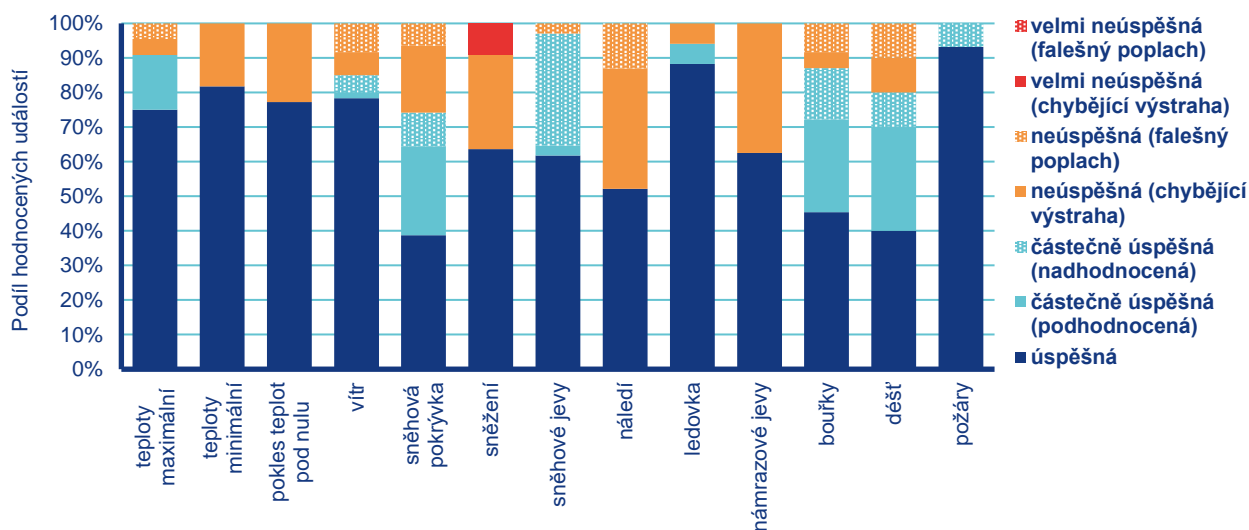
Obrázek 10 Podíl hodnocených událostí podle kategorií úspěšnosti

Nejvíce hodnocených událostí se týkalo bouřek (108), u nichž docházelo k opakovanému upřesňování výstrah i ve formě varování těsně před výskytem (Tab. 3, Obr. 11). S velmi výrazným odstupem následovaly vítr (60), maximální teploty a požáry (shodně 44). Během hodnoceného období se objevily a byly hodnoceny všechny skupiny jevů SIVS. Tradičně nízký byl počet hodnocených událostí u námrazových jevů (8), sněžení a minimálních teplot (shodně 11).



Obrázek 11 Počet hodnocených událostí podle skupin jevů a kategorií úspěšnosti

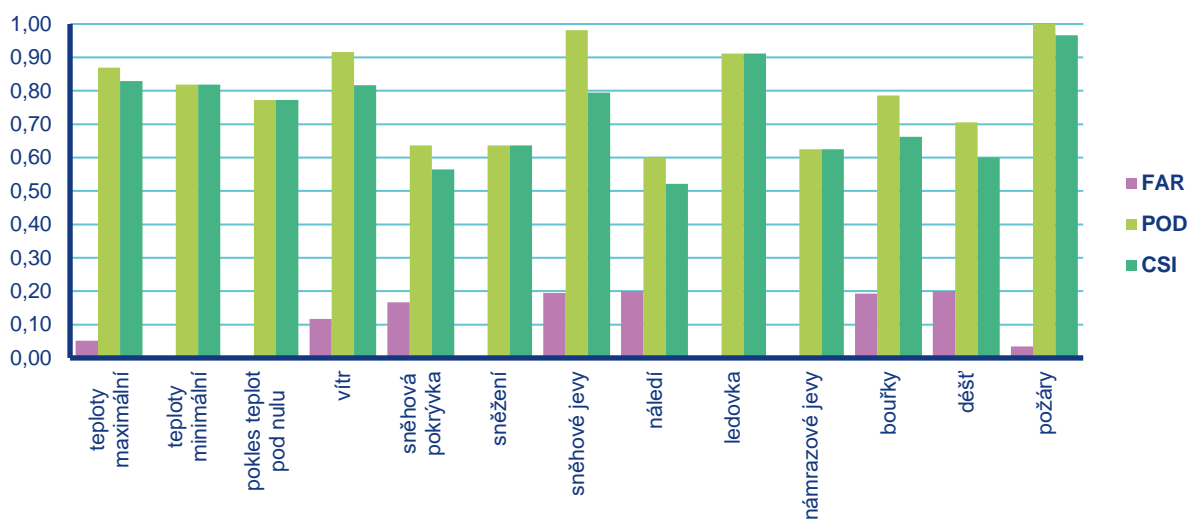
Úspěšné a částečně úspěšné výstrahy tvořily u většiny jevů přes 70 % hodnocených událostí (Obr. 12). Výjimkou byly sněžení (64 %), námrazové jevy (63 %) a náledí (52 %), tedy jevy obtížně předpověditelné a velmi často lokální. V případě sněžení a námrazových jevů je navíc úspěšnost výrazně ovlivněna malým počtem hodnocených událostí. Podíl 90 % a více měly úspěšné a částečně úspěšné výstrahy u požárů, sněhových jevů (tj. sněhové jazyky a závěje), ledovky a maximálních teplot. Nejvyšší podíl úspěšných výstrah měly požáry (93 %), ledovka (88 %) a minimální teploty (82 %). Vysoký podíl částečně úspěšných výstrah (více než třetinový) byl u bouřek, deště, sněhové pokrývky a sněhových jevů. U sněhových jevů byly většinou nadhodnocené, u ostatních skupin častěji podhodnocené. Důvodem je zejména obtížná předpověditelnost přesné intenzity srážek, ať už dešťových nebo sněhových, konvektivních či trvalých.



Obrázek 12 Podíl hodnocených událostí podle skupin jevů a kategorií úspěšnosti

Úspěšnost výstrah v roce 2023 dle indexů POD, FAR a CSI lze vyčíst z Obrázku 13. Index POD (Probability of Detection) vyjadřuje podíl případů, kdy byl jev úspěšně (nebo částečně úspěšně) detekován – tzn., že se vyskytl jev, na který byla vydána výstraha. Nejúspěšněji detekovaným nebezpečným jevem byly v roce 2023 požáry (POD = 1,00), sněhové jevy (POD = 0,98) a vítr (POD = 0,92). Nejméně úspěšně detekovaným jevem bylo náledí (POD = 0,60), následované námrazovými jevy (POD = 0,63) a sněžením a sněhovou pokrývkou (obojí POD = 0,64). Index FAR (False Alarm Ratio) koresponduje s podílem případů, kdy byla vydána výstraha na jev, který nenastal, nebo se vyskytl s nižší intenzitou. V roce 2023 byl nejvyšší u náledí a deště (obojí FAR = 0,20) a následně bouřek a sněhových jevů (FAR = 0,19). Naproti tomu před řadou nebezpečných jevů (minimální teploty, sněžení, ledovka, pokles teploty pod nulu a námrazové jevy) nebyla výstraha vydána zbytečně ani v jednom případě (FAR = 0,00). Velmi nízký podíl falešných poplachů byl i u požárů

(FAR = 0,03) a maximálních teplot (FAR = 0,05). Index CSI (Critical Success Index) je kombinací předchozích dvou indexů. Ve svém výpočtu zahrnuje počet výskytů nebezpečných jevů (úspěšně či neúspěšně předpovězených) i falešných poplachů, díky čemuž je z hlediska kvantifikace úspěšnosti výstrah ucelenější metrikou než předchozí dva indexy. V roce 2023 byl nejvyšší u požárů (CSI = 0,97), ledovky (CSI = 0,91) a maximálních teplot (CSI = 0,83). Nejnižší byl u náledí (CSI = 0,52), sněhové pokrývky (CSI = 0,56) a deště (CSI = 0,60).



Obrázek 13 Indexy úspěšnosti výstrah pro ČR za rok 2023

2. Vyhodnocení úspěšnosti na úrovni krajů

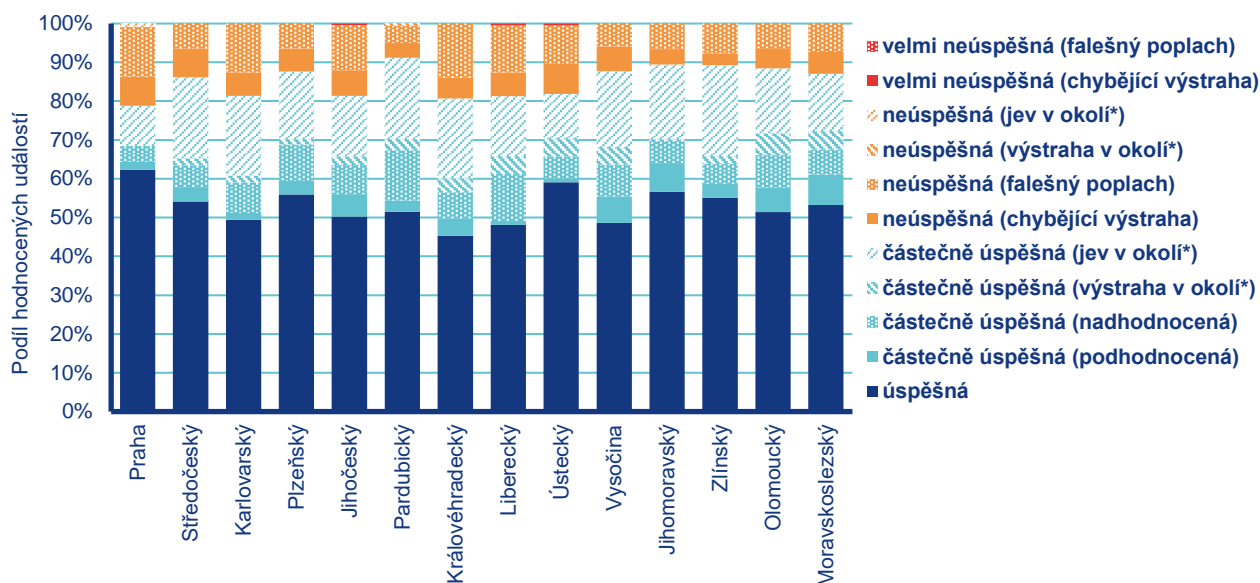
V jednotlivých krajích se počet hodnocených událostí za rok 2023 pohyboval většinou mezi 190 až 240 (Tab. 4), výjimkou byly na straně jedné Olomoucký kraj s nejvíce událostmi (251), na straně druhé tradičně nejmenší kraje Karlovarský (166) a Praha (146) s nejméně událostmi.

Tabulka 4 Počet hodnocených událostí v krajích podle kategorií úspěšnosti

HODNOCENÍ VÝSTRAH	KATEGORIE ÚSPĚŠNOSTI											počet hodnocených událostí
	úspěšná	částečně úspěšná				neúspěšná				velmi neúspěšná		
		podhodnocená	nadhodnocená	výstraha v okolí*	jev v okolí*	chybějící výstraha	falešný poplach	výstraha v okolí*	jev v okolí*	chybějící výstraha	falešný poplach	
Praha	91	3	6	0	15	11	19	0	1	0	0	146
Středočeský	117	8	12	4	45	16	14	0	0	0	0	216
Karlovarský	82	3	13	3	34	10	21	0	0	0	0	166
Plzeňský	113	7	19	3	35	12	13	0	0	0	0	202
Jihočeský	113	13	17	5	35	15	26	0	0	1	0	225
Pardubický	123	7	31	7	50	9	11	1	0	0	0	239
Královéhradecký	101	10	15	8	46	12	31	0	0	0	0	223
Liberecký	103	2	26	10	33	13	26	0	0	1	0	214
Ústecký	114	2	11	9	22	15	19	0	0	1	0	193
Vysočina	107	15	18	10	43	14	13	0	0	0	0	220
Jihomoravský	129	17	13	1	44	9	15	0	0	0	0	228
Zlínský	108	7	10	4	46	6	15	0	0	0	0	196
Olomoucký	129	16	21	14	42	13	16	0	0	0	0	251
Moravskoslezský	123	18	15	11	34	13	17	0	0	0	0	231

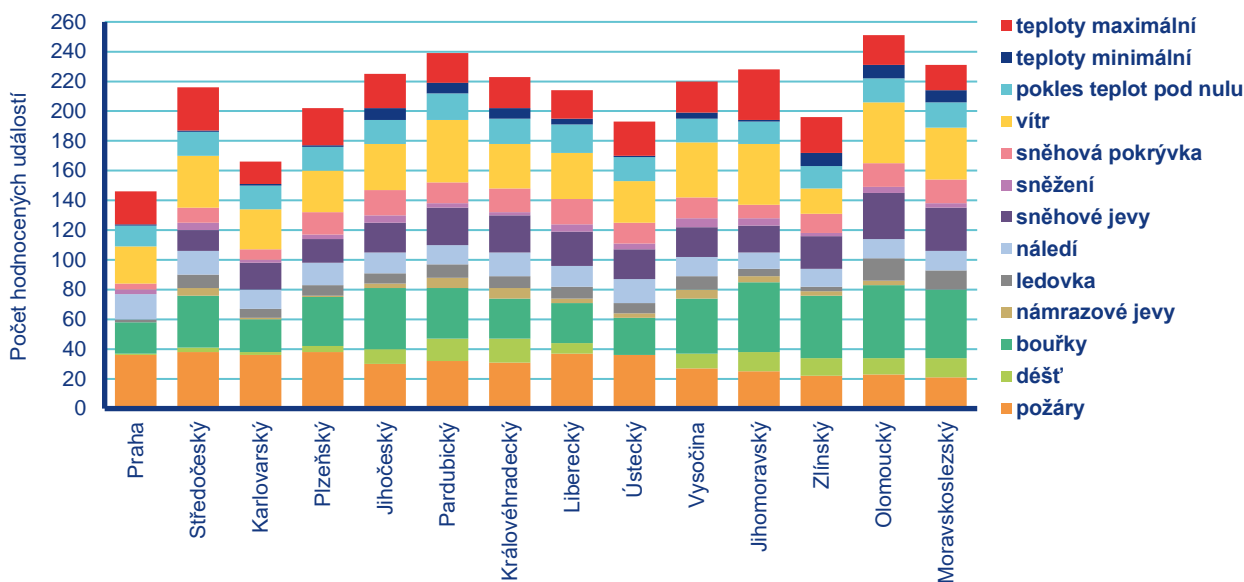
Celkový podíl úspěšných a částečně úspěšných výstrah se na krajské úrovni pohyboval od 79 % v Praze do 91 % v Pardubickém kraji (Obr. 14). Podíl úspěšných výstrah byl většinou mezi 50 až 60 %. Nejvýraznější podíl mezi částečně úspěšnými událostmi tvořily situace, kdy platila v kraji výstraha, očekávaný jev se v něm nevyskytl, ale byl zaznamenán v některém z okolních krajů (tzv. jev v okolí*). V polovině krajů tvořila tato kategorie pětinu hodnocených událostí. Zpravidla tedy docházelo k oprávněnému vydání výstrahy, ale nebyli jsme schopni zcela přesně určit místo výskytu jevu. U neúspěšných výstrah převažovaly tzv. falešné poplachy (tj. v platnosti výstraha, jev se ale nevyskytl ani v okolních

krajích). Jeden případ velmi neúspěšné výstrahy byl zaznamenán v Jihočeském, Ústeckém a Libereckém kraji. Ve všech krajích (i v krajích s nimi sousedících) chyběla výstraha před extrémně silným sněžením, 2. 12. v Jihočeském a 23. 12. v Ústeckém a Libereckém.



Obrázek 14 Podíl hodnocených událostí v krajích podle kategorií úspěšnosti

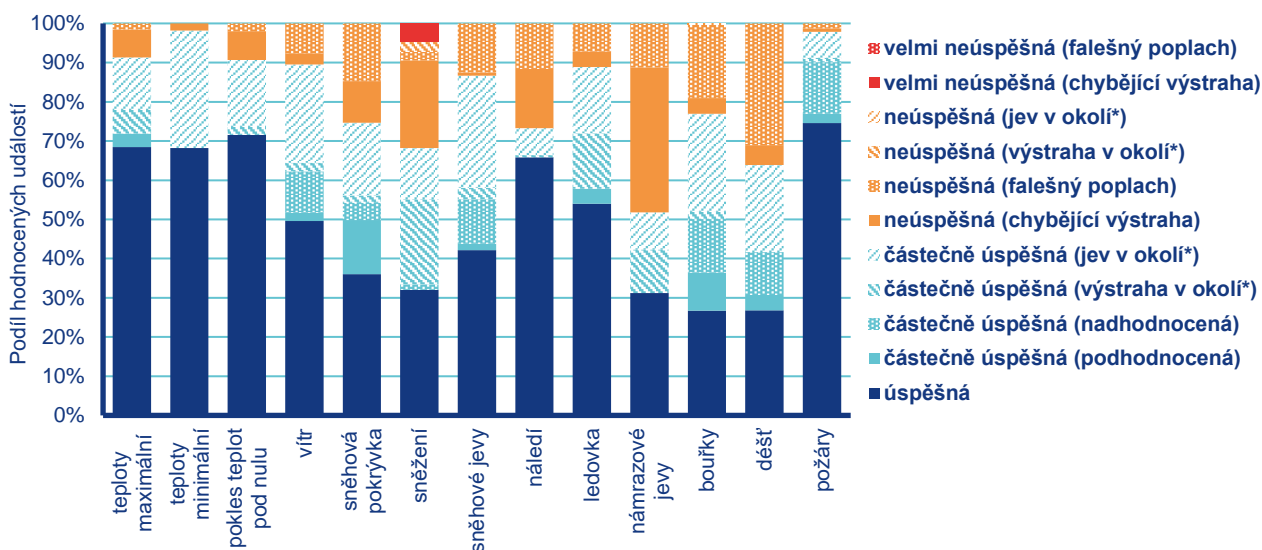
Největší počet hodnocených událostí se u krajů v severozápadní polovině území týkal požárů (nejvíce v Plzeňském a Středočeském kraji 38 událostí), v jihovýchodní polovině území bouřek (nejvíce v Olomouckém kraji 49 událostí). Výjimkou byl Pardubický kraj, ve kterém se nejvíce událostí týkalo větru (42). Právě požáry, bouřky a vítr tvořily ve většině krajů trojici nejčastěji hodnocených jevů. V Praze, Jihomoravském a Zlínském kraji se do první trojice dostaly maximální teploty (Obr. 15).



Obrázek 15 Zastoupení skupin jevů SIVS v hodnocených událostech u jednotlivých krajů

Podíl úspěšných a částečně úspěšných výstrah v průměru převyšoval 80 % u sněhových jevů, ledovky, větru, přes 90 % u poklesu teplot pod nulu (tj. mraz ve vegetačním období), maximálních a minimálních teplot a požárů (Obr. 16). Úspěšných výstrah bylo v průměru 65 % a více pouze u náledí, maximálních a minimálních teplot, poklesu teplot pod nulu a požárů. Více částečně úspěšných než úspěšných výstrah bylo zaznamenáno u bouřek, deště a všech skupin jevů spojených se sněhem. U většiny jevů převažují mezi částečně úspěšnými výstrahami případy, kdy v kraji platila výstraha, předpovídaný nebezpečný jev zaznamenaný v daném kraji nebyl, vyskytl se však v některém z okolních krajů (jev v okolí*). U deště, bouřek, sněhových jevů, větru a požárů byly výrazně zastoupeny i nadhodnocené výstrahy, u sněhové pokrývky naopak výstrahy podhodnocené. U sněžení, námrazových jevů a ledovky měla výrazný podíl kategorie výstraha v okolí*, tedy případ, kdy se jev v kraji vyskytl a výstraha platila alespoň v okolním kraji. Právě u sněžení a námrazových

jevů je i největší podíl neúspěšných, nebo i velmi neúspěšných výstrah, kdy výstraha většinou chyběla. U obou skupin jsou hodnoceny v jednotlivých krajích pouze jednotky událostí, čímž jsou výsledky značně ovlivněny. Více než 30 % událostí tvoří neúspěšné výstrahy kromě těchto dvou skupin pouze u deště, kde naopak docházelo spíše ke zbytečnému varování (falešný poplach). Kategorie falešný poplach výrazně dominovala mezi neúspěšnými výstrahami také u bouřek, větru a sněhových jevů.

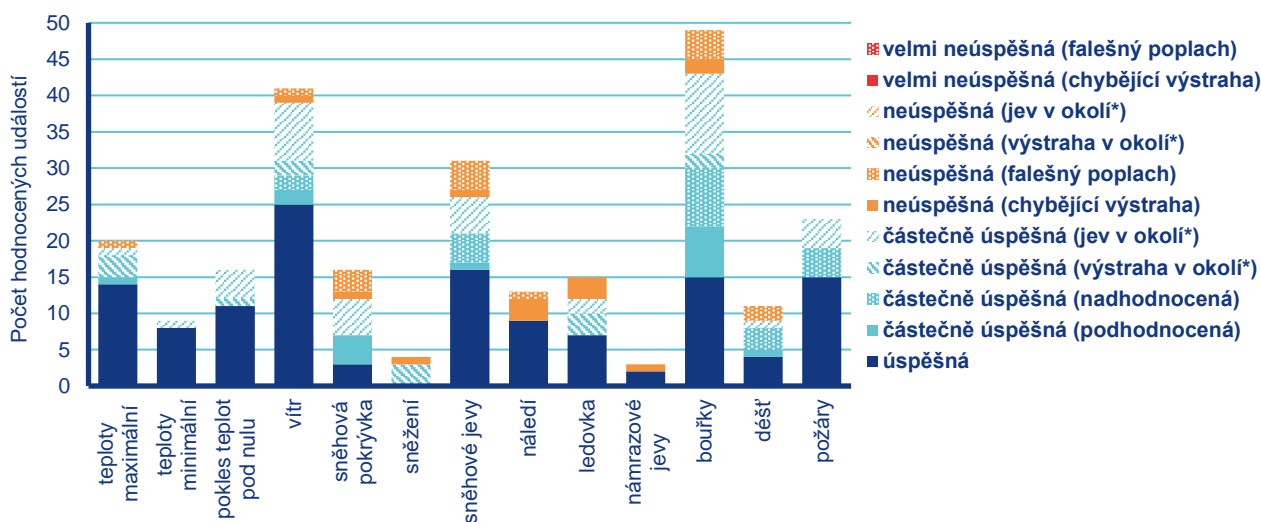


Obrázek 16 Průměrný podíl hodnocených událostí podle skupin jevů a kategorií úspěšnosti v krajích

Z Obr. 16 je patrná vysoká úspěšnost výstrah na teploty, ale například také na ledovku, jejíž předpověď může být mnohdy velmi obtížná a nejistá. Nižší úspěšnost jsme zaznamenali u většiny jevů spojených s předpovědí srážek, ať už dešťových nebo sněhových. Problémy jsou jak s intenzitou, tak s lokalizací. U bouřek a deště tvořily v loňském roce případy, kdy platila výstraha v kraji zbytečně (tj. kategorie neúspěšná falešný poplach a částečně úspěšná jev v okolí*), v průměru kolem poloviny hodnocených událostí. Výraznou roli ve vyšším zastoupení falešných poplachů v krajském hodnocení způsobuje malá rozloha krajů, která dělá předpověď výskytu nebezpečných jevů velmi obtížnou. Zároveň se ve výsledcích odráží filosofie vydávání, že je při vyšší nejistotě menší chybou varovat zbytečně než nevarovat. V neposlední řadě může výsledky zhoršit i metodika hodnocení, podle níž je v kraji hodnocena i výstraha, která do něj zasahovala třeba jen dvěma ORP.

Krajská úspěšnost výstrah je s celorepublikovou srovnatelná, podíl úspěšných výstrah je u krajů vzhledem k menší rozloze nižší. Podíl částečně úspěšných výstrah je u krajů vyšší, a to v důsledku zohlednění výskytu jevu nebo výstrahy v okolních krajích.

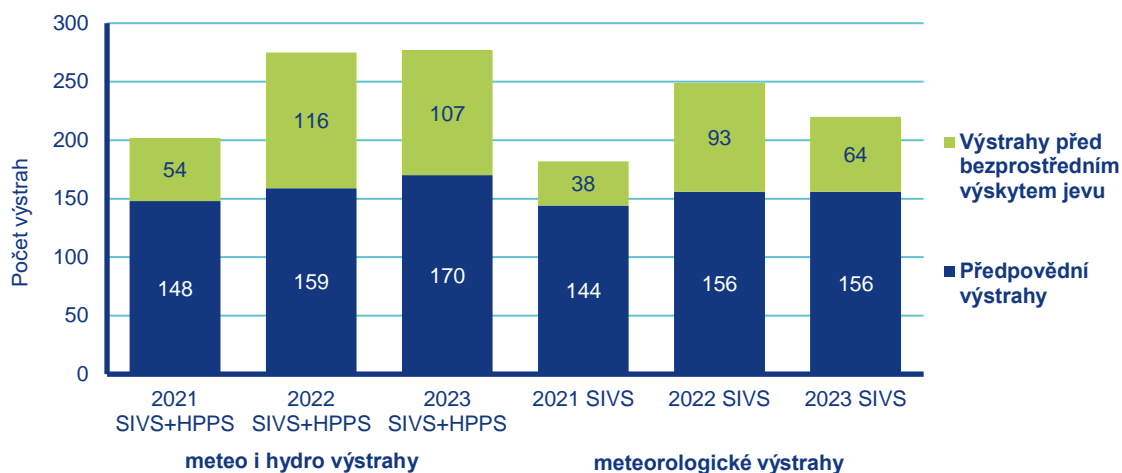
Obrázek 17 ukazuje úspěšnost výstrah v Olomouckém kraji, u něhož bylo hodnoceno nejvíce událostí (251).



Obrázek 17 Počet hodnocených událostí dle skupin jevů a kategorií úspěšnosti v Olomouckém kraji

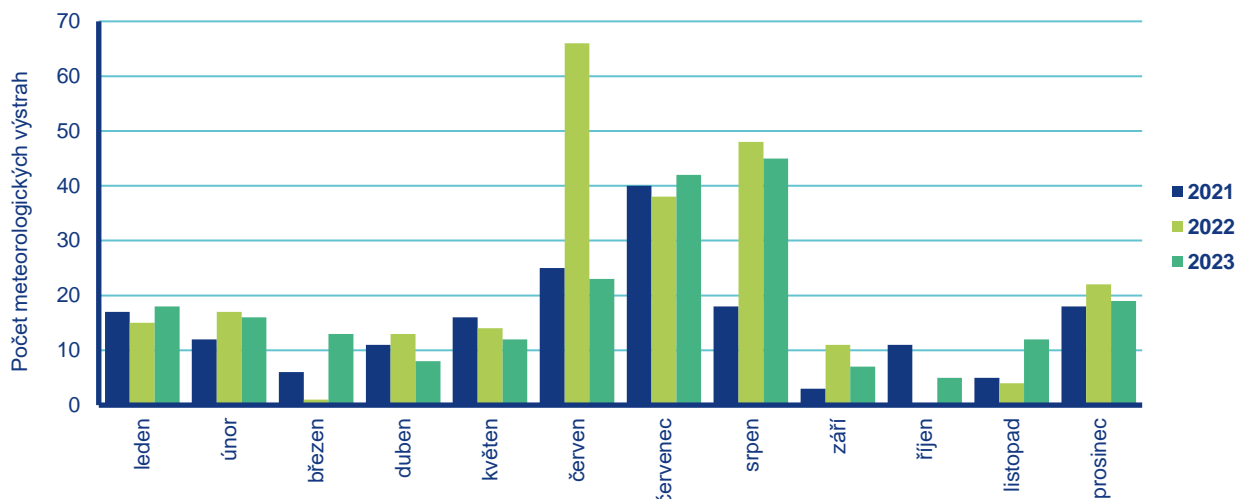
D. Meziroční srovnání

Celkový počet výstrah vydaných v roce 2023 byl srovnatelný s rokem 2022 a zhruba o třetinu vyšší než v roce 2021 (Obr. 18). Předpovědních meteorologických výstrah bylo stejně jako v roce 2022, výhradně hydrologických výstrah meziročně přibýlo. Varování před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu (dále IVNJ) oproti roku 2022 nepatrně ubylo, meteorologické výstrahy v rámci nich stále převažovaly, ale jejich počet se ve srovnání s rokem 2022 snížil, zatímco hydrologických IVNJ přibýlo.



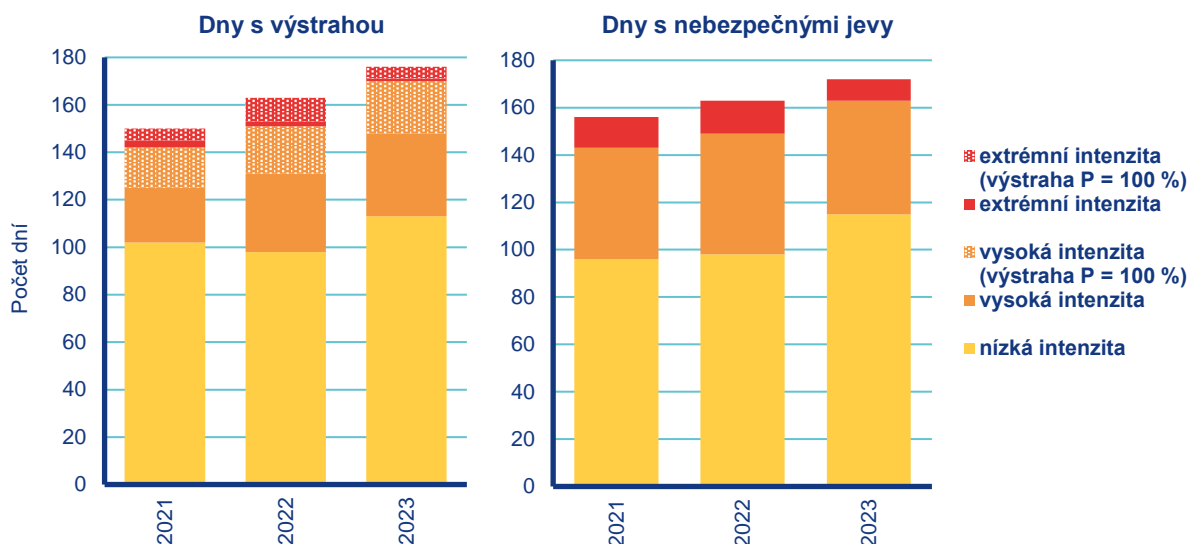
Obrázek 18 Počet vydaných výstrah v letech 2021 až 2023

Počet vydaných meteorologických výstrah v jednotlivých měsících se příliš nelišil od let 2021 a 2022 (Obr. 19). Výrazně vybočuje pouze červen 2022, a to kvůli velkému počtu varování zejména před bouřkami, extrémními srážkami a požáry. Stejně jako v minulých letech bylo i v roce 2023 nejvíce výstrah vydáno v letních měsících – zpravidla kvůli upřesňování vícedenních výstrah (např. před požáry, bouřkami, teplotami) a častému vydávání varování před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu (bouřky, extrémní srážky). I v roce 2023 se potvrdilo, že nejméně často se výstrahy vydávají na jaře a na podzim.



Obrázek 19 Počet vydaných meteorologických výstrah v letech 2021 až 2023

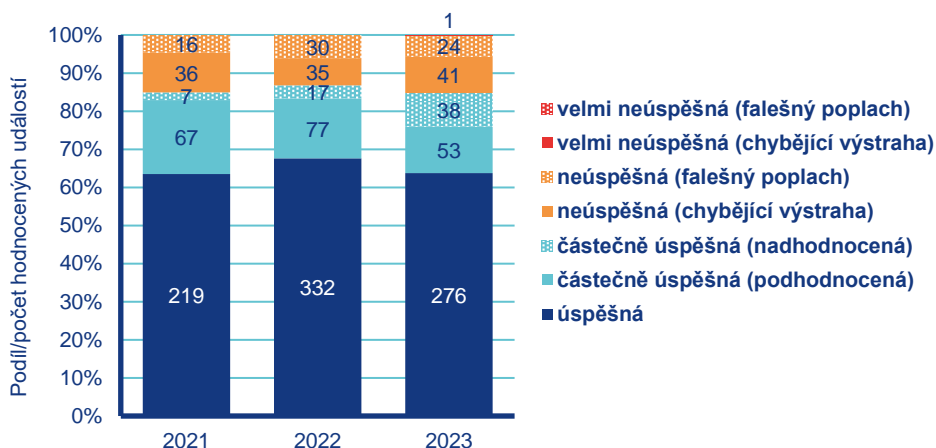
Počet dní s meteorologickou výstrahou ve srovnání s roky 2021 a 2022 vzrostl (Obr. 20). K nepatrnému nárůstu došlo také u počtu dní, v nichž byl zaznamenán nebezpečný jev splňující kritéria SIVS. Počet dní s jevy vysoké nebo extrémní intenzity se meziročně téměř neměnil, pohybuje se kolem 60. Počet dní, kdy platila výstraha s vysokým nebo extrémním stupněm nebezpečí, byl vyšší než v roce 2021 a srovnatelný s rokem 2022 (48, respektive 65 vs. 63). Dni, kdy se vyskytl jev s nízkou intenzitou, nebo před takovým jevem platilo varování, oproti minulým rokům mírně přibýlo.



Obrázek 20 Dny s meteorologickou výstrahou a nebezpečnými jevy dle nejvyšší intenzity v letech 2021 až 2023

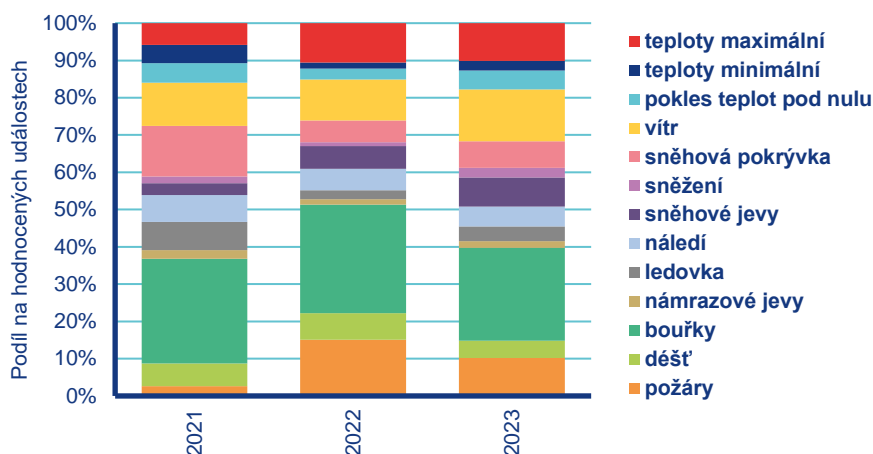
Nárůsty počtu dní s nebezpečnými meteorologickými jevy a výstrahami jsou způsobené zejména čtenějším výskytem nebezpečného počasí, hlavně v letním období. Rozdíl mezi počtem vydaných výstrah (Obr. 18, 19) a dnů s výstrahou (Obr. 20) je dán tím, že zejména v letních měsících mnohdy dochází v rámci jediného dne k opětovným aktualizacím výstrah v podobě varování před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu (výstraha s pravděpodobností P = 100 %). V roce 2023 byl v tomto ohledu rekordní 22. srpen, kdy bylo kromě 2 předpovědních výstrah vydáno 8 varování před výskytem velmi až extrémně silných bouřek.

Úspěšnost meteorologických výstrah na úrovni celé ČR byla prakticky ve všech dílčích kategoriích srovnatelná s rokem 2021 (Obr. 21). Ve srovnání s rokem 2022 se nepatrně snížil podíl úspěšných výstrah (-4 %) a zvýšil podíl částečně úspěšných a neúspěšných výstrah (u obou +2 %). Na rozdíl od předchozích let byl v roce 2023 zaznamenán případ velmi neúspěšné výstrahy, kdy chybělo varování před extrémně silným sněžením (v platnosti však bylo varování před vysokou a extrémní sněhovou pokrývkou). Podhodnocené výstrahy stále převažovaly nad nadhodnocenými, i když ne tak výrazně jako v minulých letech. Významnou část z nich tvoří varování, která vydáváme s předstihem několika dnů vzhledem k větší nejistotě předpovědi s nižším stupněm nebezpečí a až následně je upřesňujeme a stupeň nebezpečí případně zvyšujeme. I nadále platí, že případy, kdy dojde ke zbytečnému vydání výstrahy nebo nadhodnocení intenzity jevu, jsou méně časté a týkají se zpravidla jevů s větším potenciálem ohrozit zdraví a život člověka (zejména bouřky a jevy zhoršující sjízdnost silnic), a proto se před nimi rozhodneme varovat, i když je výskytu jevu nejistý.



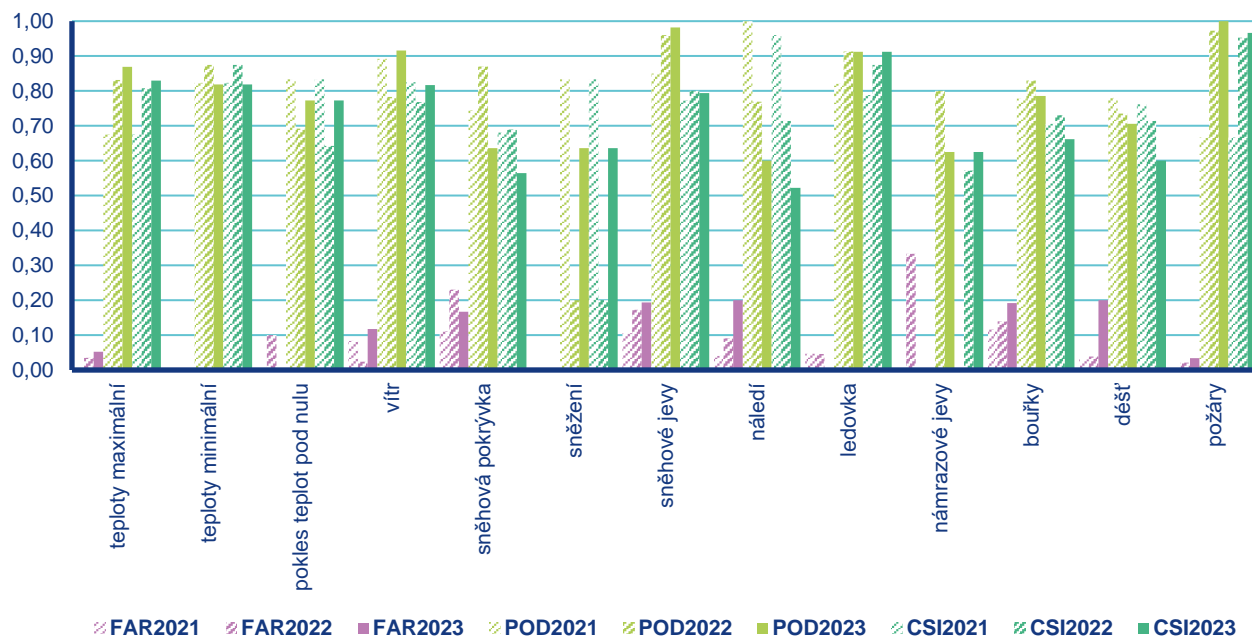
Obrázek 21 Úspěšnost výstrah z pohledu ČR v letech 2021 až 2023

Ve změnách celkové úspěšnosti se navíc výrazně promítá četnost jednotlivých skupin jevů ve výstrahách. V roce 2022 navyšovaly úspěšnost četné výstrahy před požáry, vysokými teplotami nebo i bouřkami (výstrahy s pravděpodobností 100 %). Naopak v roce 2023 podíl těchto jevů, u nichž je úspěšnost velmi vysoká, poklesl a naopak vzrostl podíl výstrah před větrem a zimními jevy s horší úspěšností (Obr. 22).



Obrázek 22 Podíl skupin jevů SIVS na hodnocených událostech v letech 2021 až 2023

Z pohledu jednotlivých skupin jevů patřily v celorepublikovém hodnocení stejně jako v předchozích letech k nejúspěšnějším (úspěšné + částečně úspěšné) výstrahy před ledovkou, maximálními a minimálními teplotami, větrem, požáry, sněhovými jevy a bouřkami. To potvrzují zároveň indexy POD, FAR a CSI (Obr. 23). Nejúspěšnějším jevem byly v posledních dvou letech požáry (93 %, resp. 95 % rýze úspěšných výstrah). V rámci SIVS se ale jedná o specifický jev, jehož předpověď je z velké části ovlivněna již pozorovaným stavem krajiny (mírou sucha) a nenes v sobě proto takovou nejistotu, jako předpověď intenzity a lokalizace ostatních jevů. Oproti roku 2022 došlo k výraznému zlepšení varování před sněžením (Obr. 22), pravděpodobně i díky tomu, že se tento jev v roce 2023 vyskytoval častěji (5 vs. 11 případů). Zhoršení je naopak patrné u náledí (pokles indexů CSI i POD), kde meziročně stoupl jak podíl nepodchycených událostí, tak i podíl falešných poplachů (nárůst indexu FAR). Počet hodnocených událostí byl přítom s rokem 2022 srovnatelný. Horší úspěšnost jsme v roce 2023 zaznamenali také u deště, u něhož klesl podíl úspěšných a částečně úspěšných výstrah a meziročně poměrně výrazně vzrostl index FAR (podíl falešných poplachů nebo podhodnocených výstrah). U ostatních jevů byl index CSI podobný jako v minulých letech, hodnoty indexu FAR byly většinou srovnatelné nebo lehce vyšší. Podíl výstrah, které byly předpovězeny správně (index POD), se ve srovnání s rokem 2022 výrazně zlepšil jen u sněžení, ke zhoršení došlo zejména u sněhové pokrývky a náledí.



Obrázek 23 Indexy úspěšnosti výstrah pro ČR v letech 2021 až 2023

Na krajské úrovni byla úspěšnost s rokem 2022 srovnatelná (většinou 80 až 90 % výstrah úspěšných a částečně úspěšných), podíl čistě úspěšných výstrah v většině krajů meziročně mírně klesl, podíl neúspěšných se výrazně nezměnil. Stejně jako v minulých letech převažovaly falešné poplachy nad chybějícími výstrahami (příčiny byly popsány výše v části C.2). Oproti roku 2022 přibýlo v krajích nadhodnocených výstrah.

E. Závěr

V roce 2023 bylo vydáno 220 meteorologických výstrah, z toho 156 předpovědních a zbylých 64 varovalo před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu. Výstrahy platily ve 176 dnech, tj. v období trvajícím bezmála polovinu roku. Nebezpečné jevy splňující kritéria SIVS se vyskytly ve 172 dnech. Nejvíce dní s výstrahami i nebezpečnými jevy bylo zaznamenáno v červenci. Během roku převažovaly výstrahy i jevy s nízkou intenzitou. Dny s výstrahami a jevy vyšší intenzity převažovaly v letních měsících (bouřky, požáry, maximální teploty, déšť), ale také v prosinci (sněhová pokrývka, sněžení, sněhové jevy, vítr). Nejčastěji se varovalo před bouřkami, větrem, maximálními teplotami a požáry. V případě bouřek byl velký počet výstrah způsoben mimo jiné i častými aktualizacemi výstrah, zejména v podobě varování před bezprostředním výskytem velmi silných a extrémně silných bouřek.

Z pohledu celé České republiky bylo 85 % výstrah úspěšných nebo částečně úspěšných. Částečně úspěšné výstrahy byly častěji podhodnocené než nadhodnocené. Mezi neúspěšnými výstrahami převažovaly případy chybějící výstrahy nad falešnými poplachy. Zaznamenán byl jeden případ velmi neúspěšné výstrahy. Jednalo o chybějící varování před extrémně silným sněžením, ale v platnosti byla v té době výstraha před vysokou a extrémní sněhovou pokrývkou. Během roku 2023 se objevily a byly hodnoceny všechny skupiny jevů SIVS. Nejvíce hodnocených událostí se týkalo bouřek, u nichž docházelo k opakovanému upřesňování výstrah i ve formě varování těsně před výskytem. U většiny jevů tvořily úspěšné a částečně úspěšné výstrahy přes 70 % hodnocených událostí. Horší úspěšnost měly výstrahy před sněžením, námrazovými jevy a náledím, tedy jevy obtížně předpověditelnými a velmi často lokálními. Nejvyšší úspěšnost byla u požárů, ledovky a maximálních teplot. U bouřek, deště, ale také sněhové pokrývky a sněhových jevů se na úspěšnosti výrazně podílely částečně úspěšné výstrahy, častěji podhodnocené, u sněhových jevů většinou nadhodnocené. Hlavní příčinou nepřesnosti těchto výstrah je obtížná předpověditelnost přesné intenzity srážek, ať už dešťových nebo sněhových, konvektivních či trvalých. Výskyt extrémních úhrnů srážek nebo mimořádných bouřkových projevů bývá navíc velmi lokální, což předpovědní výstraha zpravidla nepostihne, protože upozorňuje na intenzitu jevu, která je vysoce pravděpodobná, nikoli nejhorší možná. Přestože tedy předpověď nevylučuje velmi lokální výskyt extrémního jevu, výstraha je mnohdy záměrně vydána na nižší, ale pravděpodobnější intenzitu.

V jednotlivých krajích platily výstrahy většinou kolem 120 dní, počet dní s nebezpečnými jevy byl nižší (80 až 100). Jinak se krajské charakteristiky výstrah od republikových výrazně nelišily. V severozápadní polovině území se největší počet hodnocených výstrah týkal požárů, v jihovýchodní polovině území bouřek. Podíl úspěšných výstrah byl u krajů v porovnání s celorepublikovým hodnocením menší, naopak zastoupení částečně úspěšných výstrah bylo vyšší, a to v důsledku zohlednění výskytu jevu nebo výstrahy v okolních krajích. U neúspěšných výstrah převažovaly tzv. falešné poplachy. Jeden případ velmi neúspěšné výstrahy byl zaznamenán v Jihočeském, Ústeckém a Libereckém kraji, ve všech případech chyběla výstraha před extrémně silným sněžením. K neúspěšnějším patřily výstrahy před teplotami, ale také ledovkou, jejíž předpověď může být mnohdy velmi obtížná a nejistá. U ostatních jevů spojených s předpovědí srážek byla úspěšnost nižší. Převaha výstrah nad nebezpečnými jevy, falešných poplachů nad chybějícími výstrahami i vyšší podíl částečně úspěšných výstrah z kategorie „jev v okolí“ vyplývá z větší obtížnosti předpovědi na menší územní celky, jakými jsou kraje (popř. ORP), ale také s používaným přístupem k vydávání výstrah, že je o něco menší chybou varovat zbytečně, než nevarovat vůbec. Na krajské úrovni je obtížnější nejen lokalizace, ale také předpověď přesné intenzity. V neposlední řadě může výsledky zhoršit i metodika hodnocení, podle níž je v kraji hodnocena i výstraha, která do něj zasahovala třeba jen dvěma ORP.

Ve víceletém srovnání (2021 – 2023) je patrný poměrně stabilní roční počet vydávaných předpovědních výstrah, množství varování před bezprostředním výskytem nebezpečného jevu kolísá zejména v závislosti na intenzitě bouřkové sezóny. Ta byla v roce 2023 klidnější než v roce předchozím a výstrah bylo díky tomu méně. Počet dní s výstrahami a výskytem nebezpečných jevů zvolna narůstá. Celorepubliková úspěšnost výstrah se příliš nemění, v roce 2023 byla nepatrně horší než v roce 2022 a srovnatelná s rokem 2021. Významnou roli zde hrála struktura hodnocených událostí – v roce 2022 navyšovaly úspěšnost četné výstrahy před požáry, které mají tradičně velmi vysokou úspěšnost. Kromě požárů patří dlouhodobě k neúspěšnějším varování před teplotami (maximálními i minimálními), ledovkou, větrem, sněhovými jevy a díky velkému podílu kategorií „částečně úspěšná“ i bouřky. Ke zhoršení oproti minulým rokům došlo u náledí a deště. Tříleté srovnání potvrzuje na celorepublikové úrovni tendenci k podhodnocování výstrah, kdy s předstihem několika dnů tradičně vydáváme vzhledem k větší nejistotě předpovědi výstrahu s nižším stupněm nebezpečí, kterou následně upřesňujeme. V roce 2023 ale nebyla převaha nadhodnocených výstrah už tak výrazná. Na krajské úrovni se úspěšnost příliš nemění, ale poměrně často varujeme zbytečně a nepatrně přibývá nadhodnocených výstrah, což souvisí s obtížností předpovědi pro malé územní celky.

Další charakteristiky a trendy v úspěšnosti výstrah bude možné zjistit až po vyhodnocení delšího období, a to zejména u krajů a méně četných jevů, u nichž může být v jednom konkrétním roce situace výrazně zkeslena nízkým počtem událostí.