



KOMPARACE ZPŮSOBŮ VAROVÁNÍ PŘED POVODNĚMI VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH STÁTECH

COMPARISON OF THE FLOOD WARNING METHODS IN SELECTED EUROPEAN STATES

LUDEK LUKÁŠ, LUCIA MRÁZKOVÁ, DAVID ŠAUR

ABSTRACT: *The aim of the paper is to point out the ability of selected states to respond to convective collisions. The paper is divided into two main parts. The first part describes ways to warn the population in selected countries. These warning methods are then analysed using the heuristic analysis. The second part of the paper describes the individual models for predicting convective precipitation and analyses how the results are presented to the population. The result of the paper is an overview of the positive aspects of the individual states analysed. It also points out the need for integrating measures into the process of forecasting warning systems at the level of the European Union.*

KEYWORDS: *Weather forecasting. Population warning system. Convective analysis. Heuristic analysis.*

ÚVOD

V současné době dochází v řadě evropských států k vysokému nárůstu rizika konvektivních srážek. Jedním z důvodů této negativní skutečnosti je vysoká míry nárůstu tropických teplot. Tropické teploty mají za důsledek, že půda je v řadě případů vyschlá tak, že nedokáže zachytit srážky, a tedy srážky zůstávají na povrchu půdy a zaplavují oblasti. V důsledku tropických teplot dochází také k nárůstu množství nárazových srážek při bouřkách. Konvektivní srážky tak představují významnou hrozbu, které je nutno čelit. Mezi základní preventivní opatření, vedoucí k minimalizaci dopadů konvektivních srážek, je varování obyvatelstva a aktivace systému krizového řízení. Aby varování obyvatelstva a vyrozumění orgánů krizového řízení bylo účinné, musí být konvektivní srážky včas a spolehlivě předpovězeny a následně byla informace o této skutečnosti ve formě varování a vyrozumění bez zpoždění předány cílové skupině osob. Každý stát proto disponuje autoritou národní meteorologické služby a systémem varování a vyrozumění. Díky svébytnému vývoji se jejich kvality liší. Dochází i nasazení zcela nových technologií (Weiser, 2019). V článku je provedena heuristická analýza a komparace předpovědních systémů konvektivních srážek a systémů varování a vyrozumění České republiky, Maďarska, Polska a Portugalska. Státy byly zvoleny tak, aby alespoň část z nich sousedila s mořem či oceánem. V závěru článku je provedena celková komparace a zhodnocení způsobů varování před povodněmi ve vybraných státech.

1. METODA HODNOCENÍ

K hodnocení předpovědních systémů konvektivních srážek a systémů varování a vyrozumění byla použita metoda heuristické analýzy, která umožnila kvalitativní zhodnocení na základě zvolených kritérií. Hodnocení proběhlo zvlášť pro předpovědní systémy a zvlášť pro systémy varování. Na závěr bylo stanoveno pořadí států na základě výpočtu průměru z dříve vypočtených ukazatelů.

Heuristická analýza je proces, který se skládá ze tří částí. První fází je příprava hodnocení, specifikace cíle hodnocení a ukazatelů hodnocení. Druhou fází představuje samotná realizace analýzy. V jejím rámci je nutné se podrobně seznámit s hodnocenými celky a provést hodnocení otázek. Poslední částí je vyhodnocení a diskuse výsledků hodnocení. V rámci hodnocení vznikl pro každý hodnocený ukazatel soubor hodnotících otázek, jako komplexní způsob hodnocení. Hodnotící metodika spočívá v přiřazení odpovědi ke každé zodpovězené otázce. Odpovědi se přiřazují ve formě ohodnocení z předdefinované množiny hodnot: -1 = nesplňuje, 0 = částečně splňuje, 1 = splňuje, prázdné pole, pokud otázka není relevantní.

Na základě výše uvedené analýzy bylo provedeno vyhodnocení za pomoci následujícího vztahu:

$$U_k = \frac{V+H}{2 \times H} \times 100\% \quad (1)$$

Kde: Uk = hodnocený ukazatel,
V = součet výsledků (získaných bodů),
H = počet hodnocených heuristik.

2. PŘEDPOVĚDNÍ SYSTÉMY KONVEKTIVNÍCH SRÁŽEK

Předpověď konvektivních srážek je realizována prostřednictvím těchto systémů:

- Numerické modely předpovědi počasí (NWP modely)** – systémy pro krátkodobou předpověď konvektivních srážek, které počítají předpověď na základě počátečních podmínek (vstupní data z pozemních meteorologických stanic), soustavy rovnic popisujících dynamiku atmosféry a ostatních vstupních dat, např. statistických podkladů.
- Nowcastingové systémy** – systémy, které počítají velmi krátkodobou předpověď na 30-60 minut pro lokální konvektivní srážky, př. na 60-90 minut srážky spojené s Mezoměřítkovým konvektivním systémem (MCS) ovlivňující plochu území několik desítek až stovek km². Předpověď je počítána většinou extrapolačními metodami se vstupními daty z meteorologických radarů, družic, radiologických sondáží a NWP modelů.
- Ostatní systémy** – jsou systémy, které počítají předpověď kombinací vstupních dat z různých meteorologických a hydrologických systémů, např. Indikátor přívalových povodní, př. lze zde zahrnout i výstupy poskytované výstražnou službou meteorologické instituce daného státu (Šaur, 2013).

V rámci provedených analýz byly analyzovány předpovědní systémy konvektivních srážek uvedené v Tabulce 1.

Tabulka 1 Systémy předpovědi konvektivních srážek ve vybraných státech EU (model WRF* - nehydrostatické jádro pro modelování atmosférické konvekce)

Název státu	Numerické modely	Nowcastingové systémy	Ostatní systémy
Česko	ALADIN (ČHMU, 1997-2020), GFS (Wetterzentrale.de, 2016-2020), ECMWF, WRF* (Modelzentrale, 2020), (Flymet info, 2020),	INCA_CZ (ČHMU, 2011-2015) COTREC_CZ (ČHMU, 2011-2015)	FFG-CZ (ČHMU, 2020) SIVS ČHMÚ (ČHMU, 2007-2020)
Polsko	AROME, WRF*, COSMO, ALARO, GFS (IMGW, 2021)	INCA-CE (IMGW, 2021)	Meteorologická varování Mapy povodňového nebezpečí (ISOK, 2021)
Maďarsko	ECMWF (met.hu, 1999-2021), AROME (met.hu, 1999-2021), WRF*	Systém MEANDER (met.hu, 2011-2021) INCA-HU (met.hu, 2011-2021) Nowcasting-SAF (met.hu, 2011-2021) H-SAF (met.hu, 2011-2021)	Pro-FORCE (met.hu, 2011-2021) Mikroregionální poplachový systém Maďarska (met.hu, 2011-2021) Výstrahy OMSZ (met.hu, 2011-2021)
Portugalsko	ECMWF (IPMA, 1999-2021), ALADIN, AROME, EUROSIP		Výstražný systém IPMA (IPMA, 1999-2021)

Z analýzy předpovědních systémů konvektivních srážek pro vybrané státy EU vyplývá, že byly použity zejména NWP modely, nowcastingové systémy a ostatní systémy. V rámci ČR Český hydrometeorologický ústav využívá řadu softwarových nástrojů pro vizualizaci výstupů předpovědních systémů, např. modelu ALADIN, nowcastingových systémů INCA_CZ a COTREC_CZ, včetně výstupů Indikátoru přívalových povodní FFG-CZ. Tyto výše jmenované nástroje jsou také používány v operativní praxi pro předpověď konvektivních srážek.

Polská meteorologická služba využívá numerické modely AROME, COSMO, ALARO určené pro regionální předpověď počasí. Model GFS je používán pro nízké rozlišení a dlouhodobější předpovědi určené pro orientační odhad budoucího vývoje na několik dní pro větší oblast až na úrovni Evropy nebo světa. Numerický model WRF je většinou používán jako experimentální nástroj s využitím nehydrostatického jádra modelu právě pro modelování konvektivních jevů. Pro nowcasting jsou využívány výstupy středoevropské sítě nowcastingu INCA-CE. Zajímavostí této meteorologické služby jsou mapy povodňového nebezpečí, podle kterých v kombinaci s výstupy z předpovědních systémů je možné efektivněji a rychleji stanovit potenciální rizikové oblasti spojené s výskytem přívalových povodní.

Maďarská meteorologická služba využívá vůbec největší množství nástrojů pro předpověď počasí, konkrétně konvektivních srážek z uvedených meteorologických služeb. Základ globální předpovědi počasí tvoří numerický model ECMWF pro střednědobou předpověď počasí a regionální model AROME využívající vysoké rozlišení pro modelování konvektivních srážek s využitím propracované sady rovnic parametrizace konvekce. Pro nowcasting konvektivních srážek jsou využívány v praxi celkem 4 předpovědní systémy. Kombinace nowcastingových systémů MEANDER, INCA-HU a Nowcasting-SAF vytváří příznivé podmínky pro tvorbu kvalitní a přesné velmi krátkodobé předpovědi konvektivních srážek na dobu několika desítek minut. Předpovědní systém Hydrological-SAF (H-SAF) doplňuje výstupy nowcastingu o aktuální hydrologickou situaci, což umožňuje postihnout komplexněji charakteristiku srážko-odtokového procesu v případě výskytu přívalových povodní. Další zajímavým nástrojem je systém PRO-FORCE, který kombinuje vlastnosti několika předpovědních systémů a je vhodným doplňkem k detailnější předpovědi konvektivních srážek. Nelze také opomenout Mikroregionální poplachový systém Maďarska, který poskytuje výstražné informace o nebezpečných jevech na úrovni jednotlivých regionů pro účely krizového řízení.

Portugalské meteorologická služba poskytuje výstupy z regionálních numerických modelů ALADIN a AROME, které se zabudovanými sadami rovnic parametrizace konvekce jsou jedním z vhodných nástrojů v předpovědi slabších konvektivních srážek. Model ECMWF stejně jako u ostatních meteorologických služeb poskytuje dlouhodobější předpověď s odhadem vývoje počasí až na 10 dní.

3. UKAZATELE HEURISTICKÉ ANALÝZY SYSTÉMŮ PŘEDPOVĚDI KONVEKTIVNÍCH SRÁŽEK

V rámci hodnocení systémů předpovědi počasí a jejich webů s výstupy byly vymezeny a zhodnoceny následující ukazatele:

- délka předpovědi,
- přesnost předpovědi,
- spolehlivost předpovědi,
- přehlednost předpovědi.

Každému ukazateli byl definicí vymezen obsah. Soubor hodnotících otázek byl na základě definice charakterizován pro každý ukazatel. Každý ukazatel měl definováno 5 hodnotících otázek. Tyto otázky vycházely z definice ukazatele a informačně pokrývaly jeho obsah.

Ukazatel „Délka předpovědi konvektivních srážek“:

Daný ukazatel vyjadřuje kritéria předpovědních systémů využívaných v jednotlivých státech se zaměřením na otázku délky vydávané předpovědi a jejich aktualizace na webech zahraničních meteorologických služeb je zhodnocen v tabulce 2.

Tabulka 2 Hodnocení délky předpovědi

Délka předpovědi konvektivních srážek	CZ	HU	PL	PT
K dispozici je časový krok aktualizace minimálně po 6 až 12 hodinách.	-1	0	-1	-1
K dispozici je časový krok aktualizace kratší než po 6 hodinách (řádově v minutách nebo 1 až 2 hodin).	1	1	1	1
Předpověď konvektivních srážek je distribuována s časovým krokem řádově po minutách nebo hodinách.	1	0	1	1
Předpověď konvektivních srážek je distribuována s časovým krokem po několikahodinových intervalech.	0	1	-1	-1
K dispozici je délka (doba předstihu) předpovědi konvektivních srážek řádově v hodinách.	1	1	1	1
Počet bodů (V)	2	3	1	1
Velikost ukazatele Uk - Délka předpovědi (%)	70	80	60	60

Ukazatel „Přesnost předpovědi konvektivních srážek“:

Daný ukazatel vyjadřuje kritéria předpovědních systémů využívaných v jednotlivých státech se zaměřením na otázku přesnosti předpovědi konvektivních srážek.

Tabulka 3 Hodnocení přesnosti předpovědi konvektivních srážek

Přesnost předpovědi konvektivních srážek	CZ	HU	PL	PT
Předpověď konvektivních srážek je distribuována s krokem rozlišení předpovědních systémů pod 10 km.	1	1	1	1
Předpověď konvektivních srážek je distribuována s krokem rozlišení předpovědních systémů nad 10 km.	1	1	0	0
Předpovědní systémy mají integrované hydrostatické jádro modelu včetně sady rovnic parametrizace konvekce.	1	1	1	1
Předpovědní systémy mají integrované nehydrostatické jádro modelu určené pro předpověď konvekce.	1	1	1	-1
Předpovědní systémy zohledňují při predikci konvektivních srážek lokální vlivy.	-1	0	-1	-1
Počet bodů (V)	3	4	2	0
Velikost ukazatele Uk - Přesnost předpovědi (%)	80	90	70	50

Ukazatel „Spolehlivost předpovědi konvektivních srážek“:

Tento ukazatel je zaměřen na zhodnocení spolehlivosti předpovědi konvektivních srážek pro předpovědní systémy, jejichž výstupy jsou publikovány na webech meteorologických institucí v hodnocených státech.

Tabulka 4 Hodnocení spolehlivosti předpovědi konvektivních srážek

Spolehlivost předpovědi konvektivních srážek	CZ	HU	PL	PT
Předpověď konvektivních srážek dosahuje spolehlivosti pod 50 % pro dané území.	0	0	0	-1
Předpověď konvektivních srážek dosahuje spolehlivosti nad 50 % pro dané území.	1	1	1	1
Spolehlivost předpovědi klesá při použití předpovědních systémů.	0	0	0	0
K dispozici je dostatečné množství vstupních dat pro účely výpočtu předpovědi konvektivních srážek.	0	1	1	-1
Spolehlivost předpovědi je pravidelně zvyšována verifikačními a postprocessingovými nástroji.	1	1	1	1
Počet bodů (V)	2	3	3	0
Velikost ukazatele Uk - Spolehlivost předpovědi (%)	70	80	80	50

Ukazatel „Přehlednost webů předpovědních systémů konvektivních srážek“:

Tento ukazatel shrnuje kritéria ukazatele „Přehlednost webů předpovědních systémů konvektivních srážek z hlediska přehlednosti základních prvků webů, přehlednost grafických nebo tabelárních výstupů, včetně odkazů.

Tabulka 5 Hodnocení přehlednosti webů konvektivních srážek

Přehlednost webů předpovědi konvektivních srážek	CZ	HU	PL	PT
Web s výstupy předpovědního systému obsahují základní a přehlednou kompozici ovládacích prvků.	0	1	0	1
Web s výstupy předpovědního systému obsahuje srozumitelné informace k jednotlivým ovládacím prvkům.	-1	0	0	0
Předpovědní systém poskytuje přehledné grafické nebo tabelární výstupy predikce konvektivních srážek.	1	1	1	0
K dispozici jsou možnosti výběru animačních a jiných zobrazovacích prvků.	-1	1	1	1
K dispozici jsou odkazy na použité měřicí nebo předpovědní nástroje.	1	1	1	1
Počet bodů (V)	0	4	3	3
Velikost ukazatele Uk - Přehlednost (%)	50	90	80	80

Výsledné hodnocení prezentace předpovědi konvektivních srážek ve vybraných státech

Předpovědní systémy národních meteorologických služeb jsou zhodnoceny pomocí ukazatelů délky, přesnosti, spolehlivosti a přehlednosti předpovědi. Výsledné hodnocení je dáno průměrem těchto ukazatelů. Pořadí předpovědních systémů je stanoveno na základě hodnoty „průměr hodnocení“.

Tabulka 6 Výsledné hodnocení prezentace předpovědi konvektivních srážek

Stát	Délka předpovědi	Přesnost předpovědi	Spolehlivost předpovědi	Přehlednost předpovědi	průměr hodnocení	pořadí
Česko	70	80	70	50	68	3
Maďarsko	80	90	90	90	88	1
Polsko	60	70	80	80	73	2
Portugalsko	60	50	50	80	60	4

Nejvyššího skóre heuristické analýzy předpovědních systémů v rámci vybraných států EU bylo dosaženo pro stát Maďarsko z důvodu využívání většího množství sofistikovaných nástrojů nowastingu, než v ostatních státech. Naopak, nejhorší skóre měla portugalská meteorologická služba, jelikož její zaměření není pouze na vnitrozemský vývoj počasí, ale zejména na maritimní předpovědi počasí, u kterého je nutné posuzovat podstatně jiné vlivy než u vnitrozemského počasí.

4. KOMPARACE SYSTÉMŮ VAROVÁNÍ A VYROZUMĚNÍ

Cílem následující komparace je zhodnotit stav a pořadí států v oblasti způsobů zajištění varování obyvatelstva o vzniklé mimořádné události a vyrozumění orgánů krizového řízení. Samotné varování sehrává v ochraně obyvatelstva klíčovou roli, protože umožňuje rychlou a přiměřeně koordinovanou reakci na vzniklé ohrožení. Je zřejmé, že díky evolučnímu vývoji krizového řízení v jednotlivých státech existují mezi systémy varování a vyrozumění rozdíly. Odhalená pozitiva mohou být pro jiné státy inspirací.

Česká republika

Česká republika klade na problematiku krizového řízení velký důraz. Oblast krizového řízení představuje jeden z podborů naplnění ochranné funkce státu. Cílem je zvládnutí mimořádných událostí velkého rozsahu, nazývaných krizové situace, na které prostředky sebeochrany a integrovaného záchranného systému nestačí. Právně je oblast krizového řízení vymezena zákonem č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení. Z hlediska aktivizace systému krizového řízení i ochrany obyvatelstva je klíčové předání varovné informace (tj. varování a tísňové informování) a vyrozumění (tj. informování pracovníků krizového řízení

o mimořádné události a aktivaci systému krizového řízení). Varování smluveným tónem (všeobecnou výstrahou) sděluje obyvatelstvu vznik ohrožení a varovné informování umožňuje blíže hrozbu specifikovat. Přidává se k tomu tísňové informování, upřesňující reakci obyvatelstva na vzniklou situaci. V současnosti se požaduje, aby koncové prvky varování umožňovaly v paměti uchovat 20 variant varovné informace (např. nebezpečí zátopové vlny, chemická havárie). Podle (Požadavky na zařízení pro jednotný systém varování a vyrozumění, 2020) k přenosu varovné informace slouží jednotný systém varování a vyrozumění, provozovaný Hasičským záchranným sborem ČR, orgány samosprávy a dalšími subjekty. Vyrozumění orgánů krizového řízení se realizuje prostřednictvím tzv. krizových telefonů standardu GSM. Varování (všeobecná výstraha) je obyvatelstvu předáváno akustickým signálem ve formě kolísavého tónu, vysílaným prostřednictvím koncových prvků varování. Ty zahrnují elektronické sirény, elektromechanické (rotační) sirény, místní informační systémy a mobilní vyhlášečské prostředky Policie ČR, Hasičského záchranného sboru kraje nebo městské policie. Tísňové informování je zajištěné (mimo rotačních sirén) týmiž prostředky. Současně s tím je informování zajištěno hromadnými sdělovacími prostředky (rozhlas, televize) a dalšími komunikačními službami (SMS, email, sociální sítě atd.). Podle naléhavosti ohrožení se volí nejvhodnější způsob varování a vyrozumění.

Maďarsko

Maďarsko řeší problematiku krizového řízení formou zvládání katastrof. Naplňuje tím ochrannou funkci státu. Krizové řízení je v gesci Ministerstva vnitra a zajišťuje je Národní ředitelství pro zvládání katastrof, které zodpovídá za komplexní systém ochrany před katastrofami. Uvedený systém má hierarchickou strukturu, s orgány na zvládání katastrof na regionální i místní úrovni. Varování a vyrozumění patří mezi základní úkoly komplexního systému ochrany před katastrofami. Technicky je zajišťuje Výstražný systém Maďarska. Systém slouží k varování před katastrofami a k vyhlášení letecké výstrahy. Varování před katastrofami vyhláší příslušný řídicí orgán na celostátní, regionální či místní úrovni v závislosti na tom, jakého území se varování týká. Na části území lze k akustickému varovnému signálu připojit také příslušné hlášení ve formě hlasové zprávy. Současně lze předat varovný signál také hromadným sdělovacím prostředkem, zejména televizním a rozhlasovým vysíláním.

Po roce 2005 započalo Maďarsko s modernizací výstražného systému cestou monitorovacího a výstražného systému MoLaRi (Végh, 2018). Systém plní jak funkci výstražnou, tak monitorovací. Monitorování je zaměřeno na prevenci průmyslových havárií. Pomocí senzorů je monitorován stav ovzduší a v případě výskytu zvýšené radiace či koncentrace nebezpečných chemických látek umožňuje vyhlásit poplach. Primárně je systém budován v oblastech, v nichž se nachází příslušné provozy či možnosti vzniku přírodní katastrofy. Systém je vybudován v regionech Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád-Csanád, Fejér, Hajdú-Bihar, Heves, Komárom-Esztergom, Pest, Tolna, Veszprém, Zala a v Budapešti, přičemž bylo nainstalováno 627 veřejných výstražných prvků (elektronických sirén) a 410 senzorů / koncových bodů. Varovný signál pokrývá území s 450 tis obyvateli, což je asi 5 % veškerého obyvatelstva Maďarska. Na zbytku území se využívají nové elektronické sirény nebo původní elektromechanické sirény.

Polsko

Polsko věnuje problematice varování a vyrozumění obyvatelstva i orgánů krizového řízení velkou pozornost. Součástí tohoto varování je výstraha před povodněmi. Varování je součástí systému krizového řízení, zajišťovaného na celostátní, krajské a okresní úrovni. Systém je ve správě Státní požární stráže kraje a okresu. Vydávání jednotlivých výstrah a varovných signálů je zajišťováno Systémem včasného odhalení a varování (EWS) a Detekčním výstražným systémem (SWA). Legislativně je fungování systému ošetřeno Nařízením Rady ministrů ze dne 7. ledna 2013 o detekčních a oznamovacích systémech. Technické řešení šíření výstrahy a varování obyvatelstva je založeno na elektronických výstražných systémech, elektronických sirénách aktivovaných ústřednou, vysíláním místního rozhlasu, reproduktory na vozidlech hasičů a policie, zvonů a hromadných sdělovacích prostředcích. V současnosti se také využívá k distribuci varovné informace mobilních sítí GSM ve formě SMS. Výstražná SMS zpráva je distribuována všem telefonním zařízením, registrovaným v zóně zasažení a obsahuje typ hrozby, oblast varování, očekávanou dobu výskytu hrozby a doporučenou činnost (Wysocka, 2018). Dalším novým systémem, který Polsko k distribuci výstrahy používá, je Regionální varovný systém, využívající digitální televizi standardu HbbTV ve formě běžícího titulku s varovnou informací (Radecki, 2013).

Portugalsko

Systém krizového řízení v Portugalsku je odpovědný za zvládání krizových situací. Součástí zvládání mimořádných událostí je včasná informovanost řídicích orgánů krizového řízení i samotného obyvatelstva o možnosti nebo vzniku mimořádné události. Předávání varovné informace je v Portugalsku ošetřeno legislativně, zákonem č. 2/2019 o zřízení národního systému sledování a komunikace rizik, zvláštního varování a varování obyvatelstva. Cílem těchto systémů je zajistit sledování bezpečnostní situace, dohled nad stávajícími riziky a včasné sdělování jejich vývoje prvkům a strukturám civilní ochrany, jakož i předávání včasné informace pro obyvatelstvo potenciálně zasažené hrozbou nebo výskytem vážné nehody nebo katastrofy. Za organizaci národního systému varování a včasného varování před riziky odpovídá Národní úřad pro civilní ochranu (ANPC). Za vkládání a vydávání varovných informací (záznamů) do systému civilní ochrany odpovídá ANPC v rámci své územní působnosti a Městské služby civilní ochrany (SMPC) na úrovni obcí podle podmínek SIOPS.

Základem fungování Národního systému varování a včasného varování před riziky je včasný přenos informací od zdrojů výstražné informace k orgánům civilní ochrany, mezi jednotlivými úrovněmi systému civilní ochrany a následně ve srozumitelné formě obyvatelstvu. Jedná se o datové přenosy, rozhlasové a televizní vysílání. Pro přenos výstražné informace od zdroje informace do systému civilní ochrany musí být použity vhodné prostředky, zejména elektronická pošta, pevné nebo mobilní komunikační sítě a nouzová radiokomunikační síť. Obyvatelstvu je výstražná informace předávána způsobem, který odpovídá denní a noční době. Cílem tohoto opatření je zvolit takový způsob, který zajistí předání informace v místech, kde maximum obyvatel právě je (zohledňuje se svátek, pracovní den, den a noc). Přenos varovné informace od orgánů civilní ochrany obyvatelstvu jsou ze zákona povinni veřejní provozovatelé televizního vysílání s celostátním, regionálním a místním pokrytím, provozovatelé vysílání s celostátním, regionálním a místním pokrytím a operátoři pevných a mobilních komunikací s celostátním pokrytím. Primárně je přenos varovné informace zajištěn televizním vysíláním a rozhlasem. Současně se využívají sirény nebo jiná zvuková zařízení, mobilní megafony, pevné nebo mobilní komunikační sítě, počítačové aplikace, elektronickou poštu nebo sociální sítě. V některých technologických řešeních je využita technologie hlasové syntézy, která umožňuje převádět text na hlas a pomocí elektronických sirén vydávat hlasovou výstrahu. Technická kritéria a normy pro provoz zvláštních výstražných systémů a výstražných systémů schvaluje Národní komise pro civilní ochranu na návrh ANPC (Lukáš, 2020).

5. HEURESTICKÁ ANALÝZA NÁRODNÍCH SYSTÉMŮ VAROVÁNÍ

Na základě provedených analýz národních systémů varování a vyrozumění je provedena jejich komparace s využitím metody heuristické analýzy. Jako základní ukazatele byly zvoleny ukazatel **včasnosti, použitelnosti, spolehlivosti a vyrozumitelnosti**. V ukazateli včasnosti se zohlední především rychlost pronikání varování, očekávané zpoždění varování, možnost více způsobů předání informace současně a možnost ověření platnosti varování více způsoby. Ukazatel spolehlivosti je zaměřen na její technické, strukturální a organizační zhodnocení. V rámci použitelnosti je hodnocení zaměřeno na snadnost porozumění signálům, vícejazyčnost varování a informační vydatnost varovné zprávy. Poslední ukazatel, vyrozumitelnost, hodnotí možnosti doručení vyrozumění, jeho potvrzení a rozsah předpokládaného plošného pokrytí obyvatelstva varováním a orgánů krizového řízení vyrozuměním.

Ukazatel „Včasnost“:

Daný ukazatel vyjadřuje dobu zpoždění předání varovné informace po jejím vydání autoritou národní meteorologické služby. Tím, že se jedná o personálně technický systém, promítá se do její činnosti také rozhodnutí o vyhlášení varovné informace na nižších úrovních.

Tabulka 7 Hodnocení včasnosti varování

Včasnost	CZ	HU	PL	PT
Komunikační technologie realizují předání varovné informace (šíří signál) v reálném čase.	1	1	1	1
Systém předání varovné informace zajišťuje její předání několika nezávislými cestami a kanály.	0	0	1	1

Včasnost	CZ	HU	PL	PT
Příjemce má možnost si obsah varovné informace ověřit nezávislým způsobem.	1	1	1	1
Varování je předáváno ve více informačních formách, některé formy předávají sdělení přímo, bez nutnosti úkonu příjemce.	1	1	1	1
Personál systému varovné informace je trvale ve službě a je schopen varování včas vyhlásit. Má zpracován manuál k prioritizaci kanálů v závislosti na denní době a dnu v týdnu.	0	0	0	1
Počet bodů (V)	3	3	4	5
Velikost ukazatele Uk - Včasnost (%)	80	80	90	100

Ukazatel „Použitelnost“:

Ukazatel použitelnost je zaměřen na použitelnost systému ve vlastním slova smyslu, intuitivnost použití, možnost a snadnost ovládání.

Tabulka 8 Hodnocení použitelnosti varování

Použitelnost	CZ	HU	PL	PT
Forma reprezentace varovné informace má několik variant, akusticky, textové zprávy, sdělení v hromadných sdělovacích prostředcích.	0	0	1	0
Informační obsah sdělení umožňuje snadno porozumět situaci, informovat nejen o události, ale i o způsobu reakce na ni.	0	0	1	0
Koncové zařízení se snadno ovládá a nevyžaduje specifickou znalost a zaškolení.	0	0	1	0
Varovná informace se předává ve více jazycích, a nebo používá mezinárodně platný standard o varování (euroalarm).	0	-1	0	0
Počet bodů (V)	0	-1	3	0
Velikost ukazatele Uk - Použitelnost (%)	50	37	87	50

Ukazatel „Spolehlivost“:

Spolehlivost je ukazatel technického charakteru. Vyjadřuje trvalost funkčnosti systému předávání varovné informace z důvodu absence technických poruch.

Tabulka 9 Hodnocení spolehlivosti výstrahy a varování

Spolehlivost	CZ	HU	PL	PT
Varování a vyznění je legislativně vymezeno samostatným zákonem, nebo je alespoň součástí zákona o krizovém řízení.	0	0	1	1
Existuje samostatná organizační složka, která je zodpovědná za výstavbu a provoz systému varování.	0	0	0	1
Použité technologie jsou technicky vyspělé, fungují bez nutnosti nespolehlivých úkonů (zejména mechanických pohybů, které jsou poruchové).	1	0	0	0
Přenos varovné informace je zajištěn více nezávislými cestami, což zvyšuje pravděpodobnost doručení varování příjemci.	1	1	1	1
Míra závislosti přenosu výstražné informace na lidském činiteli je velmi nízká, potvrzují se jen nejdůležitější úkony.	0	0	0	0
Počet bodů (V)	2	1	2	3
Velikost ukazatele Uk - Spolehlivost (%)	70	60	70	80

Ukazatel „Vyrozumitelnost“:

Ukazatel vyrozumitelnost představuje u orgánů krizového řízení schopnost potvrdit příjem signálu a tím informovat centrum o své připravenosti dostavit se do krizového štábu plnit úkoly.

Tabulka 10 Hodnocení vyzrozumitelnosti výstrahy

Vyzrozumitelnost	CZ	HU	PL	PT
Pokrytí území státu signálem umožňuje doručit výstrahu pracovníkům krizového řízení téměř kdekoliv.	1	0	1	0
Komunikační technologie, používané k přenosu varovných signálů pracují v duplexním režimu a umožňují přenos potvrzení o vyzrozumění.	1	1	1	1
Výstraha dokáže příjemce na její existenci upozornit akusticky či vizuálně i za podmínek jeho snížené vnímatelnosti (spánek, hluk).	0	0	0	0
Potvrzení příjmu lze realizovat snadno a rychle.	1	1	1	1
Přenos zprávy o vyzrozumění lze uskutečnit více kanály.	-1	-1	0	-1
Počet bodů (V)	2	1	3	1
Velikost ukazatele Vyzrozumitelnost (%)	70	60	80	60

Výsledné hodnocení pořadí

Systémy varování a vyzrozumění komparovaných států byly zhodnoceny pomocí ukazatelů včasnosti, použitelnosti, spolehlivosti a vyzrozumitelnosti. Výsledné hodnocení je dáno průměrem těchto ukazatelů. Pořadí systémů varování a vyzrozumění je stanoveno na základě hodnoty „průměr hodnocení“. Vlastní hodnocení i pořadí je nutné brát jako orientační, protože bylo realizováno na základě dostupnosti informačních zdrojů a informací v nich obsažených. Zejména v případě Maďarska však byly informace v této oblasti velmi skoupé.

Tabulka 11 Výsledné hodnocení varování a výstrahy v analyzovaných státech

Stát	Včasnost	Použitelnost	Spolehlivost	Vyzrozumitelnost	Průměr hodnocení	Pořadí
Česko	80	50	70	70	68	3
Maďarsko	80	37	60	60	59	4
Polsko	90	87	70	80	82	1
Portugalsko	100	50	80	60	72	2

6. KOMPARACE ZPŮSOBŮ VAROVÁNÍ PŘED POVODNĚNÍ VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH STÁTECH

Výsledné zhodnocení způsobů varování před povodněmi, realizovaných předpovědními systémy konvektivních srážek a systémy varování a vyzrozumění České republiky, Maďarska, Polska a Portugalska, je realizováno jako průměr dílčích ukazatelů. Vlastní hodnocení i pořadí je nutné brát jako orientační, protože bylo realizováno na základě dostupnosti informačních zdrojů a informací v nich obsažených.

Tabulka 12 Výsledné hodnocení způsobů varování v analyzovaných státech

stát	předpovědní systém	systém varování	průměr	pořadí
Česko	68	68	68	3
Maďarsko	88	59	74	2
Polsko	73	82	78	1
Portugalsko	60	72	66	4

Zjištěná pozitiva způsobů varování:

- některé z hodnocených států mají vymezen systém varování a vyzrozumění samostatným zákonem a provozuje jej nezávislá organizace,
- ve většině států je systém varování a vyzrozumění budován jako samostatný a nezávislý komunikační systém, v němž je přenos informací zajištěn vícecestně a má zajištěnou dostatečnou kapacitu pro nezávislé napájení,

- v některých státech se varovné informace odesílají prioritně do míst s největší očekávanou koncentrací obyvatelstva (tj. v závislosti na dnu v týdnu a denní/noční době),
- řada států předává varování ve více jazycích,
- při modernizaci dochází k instalaci elektronických sirén.

ZÁVĚR

V článku je analyzován a hodnocen stav způsobů varování před konvektivními srážkami ve vybraných státech Evropské unie. Vlastní hodnocení bylo provedeno s využitím heuristické analýzy. V první části článku došlo k zhodnocení modelů předpovědi konvektivních srážek a následně k analýze způsobů prezentování výsledků předpovědních systémů v jednotlivých státech. V další části byla rozebrána problematika varování obyvatelstva a způsob vyznění orgánů krizového řízení v případě vzniku krizové situace v důsledku konvektivních srážek. Následně došlo ke komparační analýze s využitím podle čtyř parametrů, a to včasnosti, použitelnosti, spolehlivosti a vyznímitelnosti. V závěru článku byla provedena komparace způsobů varování před povodněmi. Podle provedených analýz je nejlepší situace v této oblasti v Polsku. Přínosem článku je poukázat na potřebu integrace vytváření předpovědi a distribuce varování cílové skupině osob na ohroženém území.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory grantového projektu VI/2019/2022/134 s názvem „Systém zpřesnění předpovědi konvektivních srážek pro krajský územní celek“ v letech 2019 – 2022.

LITERATURA

- Český hydrometeorologický ústav (1997-2020). Aladin Mapy. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ov/aladin/results/ala.html>
- Český hydrometeorologický ústav. ČHMÚ webportal. (2011-2015). Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/rad/data_jsradview.htmlnowcasting.
- Český hydrometeorologický ústav Indikátor přívalových povodní – informační leták. (2020). Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/doc/pdf/letak_indikator_prialovych_povodni.pdf
- Český hydrometeorologický ústav. Alerts. (2007-2020). Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/vystrahy/index.html>
- Flymet info. Předpověď počasí pro plachtaře. (2020). Dostupné z: <http://flymet.meteopress.cz/panel3.php>
- IMGW. METEO IMGW-PIB: Serwis pogodowy. (2021). Dostupné z: https://meteo.imgw.pl/?model=aloro&loc=warszawa_warszawa&mode=details
- IMGW. METEO IMGW-PIB: mapy dynamiczne. (2021). Dostupné z: <https://meteo.imgw.pl/dyn/?osmet=true>
- IPMA. Cartas meteorológicas. (1999-2021). Dostupné z: <https://www.ipma.pt/pt/otempo/prev.numerica/>
- IPMA. Avisos Meteorológicos. (1999-2021). Dostupné z: <https://www.ipma.pt/pt/otempo/prev-sam/>
- ISOK. Hydroportal. (2021). Dostupné z: https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gmap=gpPDF
- Lukáš, L., (2020) Analýza systému předpovědi počasí v Portugalsku. (studie) Zlín: UTB.
- Met.hu - OMSZ. ECMWF modellek alkalmazása. (1999 – 2021). Dostupné z: <https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/ecmwf/>
- Met.hu - OMSZ. ALADIN és AROME modellek. (1999 – 2021). Dostupné z: <https://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/idojarasmodellezes/modellek/>
- Met.hu: MEANDER. 2011-2020. Dostupné z: <https://www.met.hu/idojaras/elorejelzes/modellek/MEANDER/>
- Met.hu: INCA-CE Bevezető (INCA-CE Úvod). 2011-2020. Dostupné z: http://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/inca-ce/bevezeto/
- Met.hu - OMSZ. Az EUMETSAT által műholdadatból származtatott légköri és felszíni paraméterek. (1999 – 2021). Dostupné z: https://www.met.hu/ismertetok/EUMETSAT_produkum_ismerteto.pdf
- Met.hu: Hydrology SAF. (2011-2020). Dostupné z: http://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/H-SAF/
- Met.hu: PROFORCE. (2011-2020). Dostupné z: http://www.met.hu/omsz/palyazatok_projektek/proforce/
- Modelzentrale. WRF-ARW 4km. (2020). Dostupné z: <http://www.modelzentrale.de/WRF4km/#0>
- Met.hu: Magyarország kistérségi időjárási veszélyjelző és riasztó rendszerének kiépítése és üzemeltetése (Zřízení a provoz mikroregionálního poplachového systému Maďarska). (2011-2020). Dostupné z: <http://www.met.hu/pages/keop/riasztas/index.php>
- Met.hu: Az OMSZ veszélyjelző rendszere (Výstražný systém OMSZ). (2011-2020). Dostupné z: http://www.met.hu/idojaras/veszelyjelzes/omsz_veszelyjelzo_rendszere/index.php?friss=22:34:22

- Radecki, W., (2013) Regionalny System Ostrzegania. In: Biuletyn Analityczny No. 5, str. 12.
- Šaur, D., (2013) Informační podpora krizového řízení kraje z hlediska hodnocení výskytu povodní. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 172 s. ISBN 978-80-7454-712-6. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/41602>.
- Végh, A. I., (2018) Katasztrófavedelmi informatikai rendszerek integrálása. In: Hadmérnök, vol. XIII, No.2, str. 437-447. ISSN 1788-1929.
- Weiser, V., Adamec, B. (2019) Prenos varovných hlásení pre obyvateľstvo pomocou pozemného digitálneho rozhlasu. In: Krizový manažment, No. 2/2019. str. 62-69. ISSN 1336-0019.
- Wetterzentrale.de. Wetterzentrale - Top Karten - GFS Europe 06Z. (2016-2020). Dostupné z: <https://www.wetterzentrale.de/en/topkarten.php?map=1&model=gfs&var=1&time=0&run=6&lid=OP&h=0&tr=3&mv=0>
- Wetterzentrale.de. Wetterzentrale - Top Karten - ECMWF Europe 12Z. (2016-2020). Dostupné z: <https://www.wetterzentrale.de/en/topkarten.php?map=1&model=ecm&var=1&time=0&run=12&lid=OP&h=0&tr=24&mv=0>
- Wysocka, B., (2018) SMS z ostrzeżeniami – informacja na wagę bezpieczeństwa. In: Biuletyn Analityczny No.23, str. 6.

Luděk Lukáš, doc., Ing., CSc.

Ústav bezpečnostního inženýrství, Fakulta aplikované informatiky, UTB ve Zlíně
e-mail: lukas@utb.cz

Lucia Mrázková, Ing., Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství, Fakulta aplikované informatiky, UTB ve Zlíně
e-mail: lmrazkova@utb.cz

David Šaur, Ing., Ph.D.

Ústav matematiky, Fakulta aplikované informatiky, UTB ve Zlíně
e-mail: saur@utb.cz
