

Meteorologické zprávy

ROČNÍK
75–2022

5

137 Rozhovor s RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D., ředitelem pro hydrologii v Českém hydrometeorologickém ústavu

144 Výjimečný přírodní požár v Národním parku České Švýcarsko v létě 2022

Martin Možný – Veronika Oušková – Vojtěch Vlach – Lenka Hájková

151 Metodika vykazování projekcí emisí skleníkových plynů v sektoru Energetiky

Julieta Schneider – Zuzana Rošková – Eva Krtková

Meteorological
Bulletin

Český
hydrometeorologický
ústav



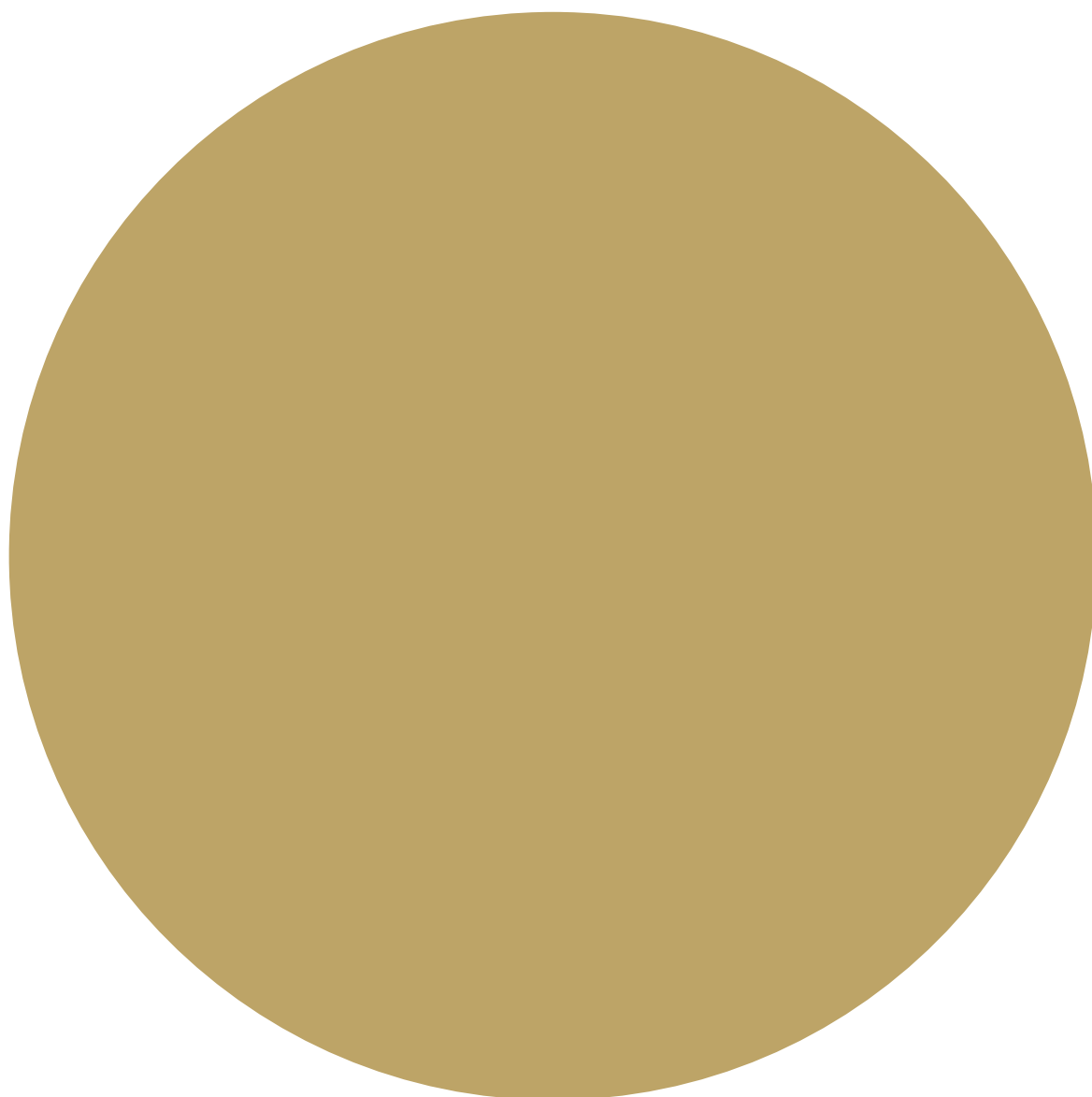
137 An interview with Dr. Jan Daňhelka, Director of Hydrology at the Czech Hydrometeorological Institute

144 Exceptional wildfire in the Bohemian Switzerland National Park during summer 2022

Martin Možný – Veronika Oušková – Vojtěch Vlach – Lenka Hájková

151 Methodology for reporting projections of greenhouse gas emissions in the Energy sector

Julieta Schneider – Zuzana Rošková – Eva Krtková



Rozšiřuje – Free booking:

Český hydrometeorologický ústav, tiskové a informační oddělení
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany, tel.: 244 032 722, 244 032 724

Czech Hydrometeorological Institute, Press and Information Department
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, Czech Republic, Phones: (+420) 244 032 722, (+420) 244 032 724

nakladatelstvi@chmi.cz

casmz.chmi.cz

Rozhovor s RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D., ředitelem pro hydrologii v Českém hydrometeorologickém ústavu

An interview with Dr. Jan Daňhelka, Director of Hydrology at the Czech Hydrometeorological Institute



The largest flash flood in the history of the Czech lands occurred 150 years ago. Extensive storms hit the most affected Berounka Basin and its tributaries, and also Blšanka River. The flood devastated villages and countryside and took hundreds of human lives. This year we are also commemorating two other anniversaries of the biggest floods in modern history of Czechia. The 20th anniversary of the catastrophic floods that affected part of our country including the capital in 2002. And also the 25th anniversary of the floods on the Morava and Odra rivers in 1997. Let's remember these events in an interview with RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., Director of Hydrology at the Czech Hydrometeorological Institute.

KLÍČOVÁ SLOVA: výročí – povodně – hydrologie – ČHMÚ

KEYWORDS: anniversary – floods – hydrology – CHMI

Před 150 lety došlo k největší přívalové povodni v historii českých zemí. Rozsáhlé bouřky tehdy kromě nejvíce postiženého Povodí Berounky a jejích přítoků zasáhly i Blšanku. Povodeň za sebou zanechala zpusťšené obce, krajinu a vzala stovky lidských životů. V letošním roce si také připomínáme i dvě další výročí největších povodní, které v novodobé historii zasáhly Česko. 20. výročí od katastrofálních povodní, které v roce 2002 postihly velkou část naší země, včetně hlavního města. A dále 25. výročí od povodní na Odře a Moravě v roce 1997. Pojďme

si tyto události postupně připomenout v rozhovoru s RNDr. Janem Daňhelkou, Ph.D.

RNDr. Jan Daňhelka, Ph.D., pracuje jako ředitel pro hydrologii v Českém hydrometeorologickém ústavu. Vystudoval Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy, obor fyzická geografie, tam také později získal i doktorský titul. V ČHMÚ začal pracovat na pozici hydrologa, následně jako vedoucí předpovědního pracoviště a v roce 2010 se stal ředitelem pro hydrologii (pozn. redakce: do roku 2018 byla tato pozice označena jako náměstek ředitele pro hydrologii). Od roku 2012 je předsedou Českého národního výboru pro hydrologii a členem Advisory Working Group Commission for Hydrology WMO.

1. Začneme od nejstarší události, která bude našim čtenářům pravděpodobně nejméně známa. Před 150 lety došlo k největší přívalové povodni v historii českých zemí. Bylo to 25. a 26. května 1872. Rozsáhlé bouřky tehdy kromě nejvíce postiženého povodí Berounky a jejích přítoků zasáhly i Blšanku. Co bylo příčinou takto ničivé povodně? V čem spočívala extremita této povodně?

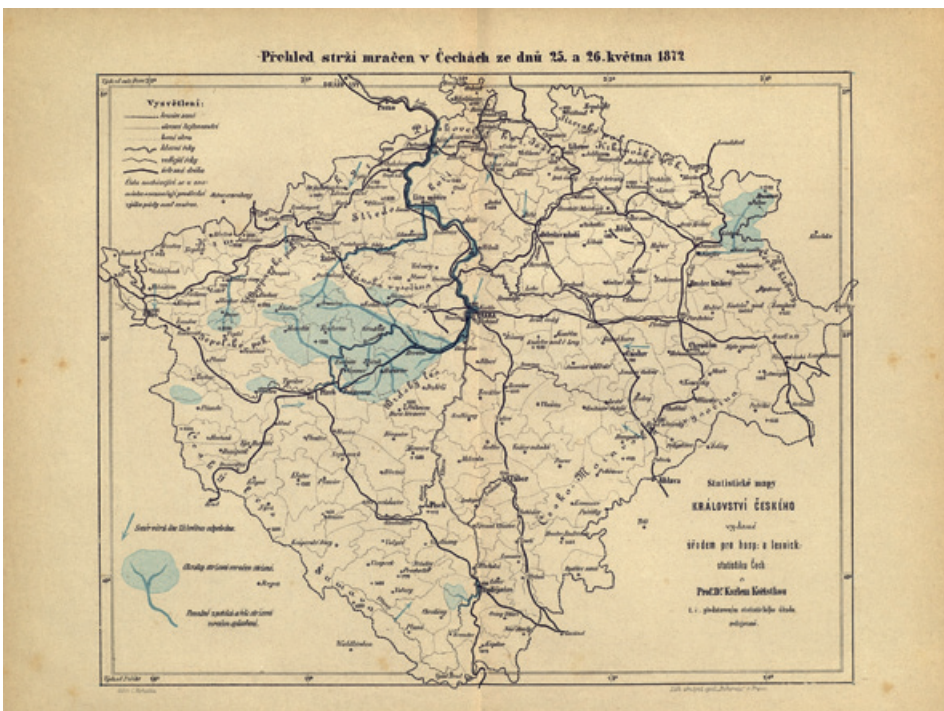
Popravdě my danou povodeň dokážeme posuzovat podle dochovaných informací a ty se týkají většinou popisu škod, které povodeň napáchala. V tom byla povodeň dozajista extrémní, ale bohužel hydrologicky je spolehlivých záznamů z té doby jen minimum. Dochovaly se nám některé povodňové značky a ty potvrzují extremitu povodně – na Střele (byť zde s vlivem protřžení Mladotického rybníka), na Berounce, Litavce i Blšance a dalších přítocích jde o nejvyšší značky, které se vůbec dochovaly.

Možná překvapivě je problematické i vyhodnocení v Praze, kde v té době již měření vodního stavu probíhalo, a to v profilu Staroměstských mlýnů. Jenže právě zde došlo k velkému vzduťí hladiny nahromaděnými kmeny, což je vidět i na známé fotografii. Ve skutečnosti tak průtok byl nejspíše o něco menší než často uváděných 3300 m³·s⁻¹. Jedna hydrologická zajímavost, na kterou jsme narazili ve zprávě Emanuela Purkyně¹, který projel po povodni postižené území a zajímal se hlavně o škody

¹ PURKYNĚ, E., VOGEL, H., 1873. Die Katastrophe des im westlichen Böhmen am 25. Mai 1872 erfolgten Wolkenbruches vom forstlichen Standpunkt beleuchtet. BöhmischerForstverein. Prag, 80 s.



Obr. 1 V pramenné oblasti Rakovnického potoka u Krtského rybníka k takovému navýšení hladiny, že voda přetékala směrem přes Krty do rybníka Blatno, tedy do povodí Blšanky.



Obr. 2 Mapa oblastí „stržemi mračen stížených“ od profesora Karla Kořistky uvedená jako příloha v jeho zprávě o povodni z roku 1872.

na lesích, neboť byl profesorem na lesnické škole v Bělé pod Bezdězem. Ten uvádí, že došlo v pramenné oblasti Rakovnického potoka u Krtského rybníka k takovému navýšení hladiny, že voda přetékala směrem přes Krty do rybníka Blatno, tedy do povodí Blšanky. A opravdu lze identifikovat místo, kde k tomu mohlo z hlediska konfigurace terénu dojít (obr. 1). To je třeba jev, o kterém jsem zatím při žádné jiné povodni neslyšel.

Když se konečně posuneme k příčině povodni, tak samozřejmě musíme vnímat velmi omezené informace o synoptické situaci, která k povodni vedla. Řekněme, že jednou z příčin bylo výraz-

né teplotní rozhraní nad Evropou a tlakové níže, které podél něj nejspíše postupovaly a přinášely srážky. Přitom výskyt povodní se neomezil jen na střední Čechy. U nás bylo významně postiženo i povodí Metuje, ale rozvodnily se toky ve Švýcarských a Italských Alpách i v Německu. Pro meteorology je dosud asi nejlepším zdrojem informací o povodni článek od Vildy Kakose a Míly Müllera v Meteorologických zprávách z roku 2004².

Jinak, zajímavé je, že měsíc před povodněmi došlo k výbuchu Vesuvu, přičemž nevíme, zda to mohlo mít nějaký vliv, ale také to, že povodeň přišla během dlouhodobě suchého období ca 1858 až 1875.

2. Povodně v roce 1872 doprovázely i další jevy, nejenom ohromné množství srážek, ale krupobití, tornáda, sesuvy půdy, protržení hrází i rybníků. Kolik vody a v jakém časovém rozpětí napršelo? A o jak přesná data jde?

Organizovaná srážkoměrná měření tehdy ještě neprobíhala, vlastně lze říci, že povodeň sama byla velkým impulsem ke zřízení srážkoměrné, ale i vodoměrné sítě. Bez toho samozřejmě objem spadlé vody vyhodnotit nedokážeme. Z nejvíce postižené oblasti vlastně máme pouze dva, nebo možná vlastně jen jeden údaj o spádlém množství srážek, který navíc přináší více otázek než odpovědí. Notoricky se traduje, že v Mladoticích spadlo 237 mm za 1,5 h a v Měcholupech u Žatce 289 mm za 12 hodin, a to podle pozorování ve volně stojící nádobě. Jenže... Předně ty údaje uvedené v mm je potřeba brát s velkou rezervou, originální zprávy hovoří o 9, resp. 11 palcích a převod na jednotky mm je poměrně odvážný, zvláště pokud o původu těchto čísel mnoho nevíme. Navíc se domníváme, spolu s kolegou Liborem Ellederem, že v případě údaje připsaného k Měcholupům došlo nejspíše k chybě. Emmanuel Purkyně, který oblast Měcholup i další postižené území osob-

² MÜLLER, M., KAKOS, V., 2004. Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.–26. května 1872. *Meteorologické zprávy*, roč. 57, č. 3, s. 69–77.

ně projel, jasně referoval, že na dolní Blšance sice přišlo, ale ne tak silně a povodňová vlna sem přišla z horního toku. Navíc sám uvádí, že u Mladotic spadlo 11 palců, podle toho, co mu řekl správce lesů Mladotického panství pan Nebeský. Kdo přímo měření provedl, nevíme, možná to byl farář z Žebnice. Informace o Měcholupech se najednou objevuje až ve zprávě Karla Kořistky³, který však svůj zdroj necituje. Informace nejspíše přejímal, a když se podíváme do mapy, všimneme si řady podobností mezi oběma lokalitami – u obou došlo k významnému sesuvu, který poškodil novou železniční trať, v jednom případě šlo o trať mezi obcí Železná (Schellesen) a Měcholupy, v druhém případě mezi Žihlí (německy Scheles) a Mladotici. Navíc sám Kořistka vykreslil mapu srážek, kde Měcholupy leží mimo jím vyznačenou oblast průtrže mračen (obr. 2). Zdá se, že smysluplnější by bylo, že oba údaje pocházejí z téhož místa, tedy z Mladoticka, kde napršelo 9 palců za 1,5 hodiny a při pokračujícím dešti ještě další dva palce, a Kořistka se spletl. Neznamená to, že jsou tímto Kořistkovy údaje vyvráceny, ale pochybnosti jsou podle mne velké.

Zkrátka, spousta informací o povodni se pouze traduje a předává z publikace do publikace, aniž bychom je dokázali spolehlivě ověřit.

3. Kolik lidských životů si povodeň na Berounce a Blšance vyžádala? Kde způsobila největší materiální škody?

Počet obětí se celkově udává 337. Již zmíněný kolega Libor Elleder dlouhodobě dokumentuje i konkrétní úmrtí, další kolega Honza Šrejber za pomoci archivářů dohledal většinu obětí z Podbořanska při přípravě výstavy o průběhu této povodně na Blšance. Kolik obětí si povodeň skutečně vyžádala, se ale přesně asi nedozvíme. Je pravděpodobné, že o některých zemřelých v té době ani nikdo nevěděl, naopak některé oběti mohly být započteny dvakrát – jednou v obci, kde zmizely a podruhé o mnoho kilometrů níže v podobě neidentifikovaného těla.

Každopádně v některých obcích šlo o skutečně katastrofální dopady z hlediska počtu obětí. Jen v Holedči na Blšance zemřelo 43 obyvatel (obr. 3), v Nebřezinách na Střele u Plas se uvádí 38 obětí. Obě obce měly společné to, že do nich voda přišla náhle. Holeděč ležela mimo hlavní srážkovou oblast a povodeň tak byla z pohledu této lokality alochtonní (pozn. redakce – cizího původu). Hlavní vlna povodně sem přišla z horní části povodí, kde se protřhly rybníky Blatno, Stebenský a další, až za tmy. Nebřeziny byly smeteny nečekanou přívalovou vlnou vzniklou při protřžení velkého Mladotického rybníka. Vůbec množství protřžených rybníků dopady povodně ohromně zhoršilo. Popis dalších škod je vlastně pro povodně typický – zaplavené a poškozené domy, stržené mosty, poškozené železniční tratě, silnice a cesty, velké škody na polích v podobě odnesené půdy, zaplavení továren, hutí⁴. Snad jen počet zničených mlýnů se už při dnešních povodních neuvádí.

³ KOŘISTKA, K., 1873. Zprávy kanceláře pro statistiku polního a lesního hospodářství v království Českém za rok 1872, Sešit I. Zpráva o povodni dne 25. a 26. května 1872 v Čechách, V komisi J. G. Calveho, Praha.

⁴ ELLEDER, L., KREJČÍ, J., RACKO, S., DAÑHELKA, J. ŠÍROVÁ, J., KAŠPÁREK, L., 2020. Reliability check of flash-flood in Central Bohemia on May 25, 1872. *Global and Planetary Change*, Vol. 187, 103094. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103094>.



Ze Žátce, 29. května. Největších strastí způsobila povodeň ve Velkých Holeticích. Celé místo až na tři domy bylo pod vodou; mrtvol jest 34, z těch 12 odrostlých osob. Dvacet budov je strašně poškozeno, dvě zcela docela. Celé rodiny, jedna o devíti, druhá o pěti osobách, utonuly. Pan místodržitel zde dnes přítomný navštívil hřbitov, kdo osm nešťastníků bylo právě pohřbíváno.

Obr. 3 Z Pražského deníku ze dne 1. 6. 1875. V Holedči na Blšance zemřelo 43 obyvatel, v Nebřezinách na Střele u Plas se uvádí 38 obětí.

Oblast největších škod byla velmi rozsáhlá. Jedním centrem byla Blšanka, kde kromě Holedče byly extrémně dotčeny například obce Železná s 26 oběti či Libořice se 16 mrtvými. Druhým centrem škod byla již zmiňovaná Střeľa, třetím extrémně postiženou oblastí bylo povodí Litavky, kromě samotné Litavky šlo o obce na Červeném a Stroupínském potoce, kde v Hředlích zemřelo 29 obyvatel.

4. Můžete porovnat tuto událost z roku 1872 s obdobnými případy?

Záleží, z jakého pohledu je budeme srovnávat. Nicméně zkusím uvést čtyři povodně, kde je možné hledat různé analogie. Nejstarší je povodeň z 1714 na Sázavě dokumentovaná v Havlíčkově Brodě. V jejím případě můžeme předpokládat původ v podobě velkoprostorové konvektivní události stejně jako v roce 1872. Navíc šlo zřejmě o podobně se vymykající případ z hlediska velikosti průtoku na postižených tocích v podstatě představující nejzářší extrém pro povodí dané velikosti. A hlavně o ní víme ještě méně než o povodni 1872.

Z novodobých extrémů by náhledem na to, co se před 150 lety stalo, mohla do určité míry být povodeň z konce června 2006 na horní Dyji. Když se podíváme na synoptickou situaci, nalezneme rovněž velký teplotní gradient nad střední Evropou, tlakovou níží v 850 hPa s výslednými bouřkami trvajícími po dobu okolo 9 hodin. Výsledkem byl extrémní kulminační průtok na Dyji nad VD Vranov v době povodně pokládáný za tisíciletou povodeň.

Třetí analogií je povodeň z 15. července loňského roku v Německu, zejména její průběh na řekách Ahr a Erft. Když se objevily o této povodni první zprávy na internetu, okamžitě se mi analogie s rokem 1872 vybavila. Spočívá hlavně v tom, jak rychle povodeň vznikla, částečně i v tom, že postižena byla

často relativně úzká údolí. Hlavně však jde o to, jak moc se tato povodeň vymykala úrovni běžných povodní na daných řekách. Ostatně v druhém letošním čísle Meteorologických zpráv si čtenáři mohou o tom, co se o německé povodni podařilo zjistit, přečíst samostatný článek. Jen doplním, že první odhad kulminace Ahru, na který jsme narazili, je $1\,120\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ mezi Rechem a Dernau – tedy velmi podobná hodnota povodni z roku 1804 tamtéž⁵.

Poslední povodni pro srovnání je povodeň 2002, zejména na toku Berounky máme možnost porovnat povodňové značky obou povodní a uvědomit si, jak ohromný extrém povodeň 1872 musela být, když hladina dosáhla ještě tři čtvrtě metru nad maximální úroveň roku 2002 v Berouně, a přitom vznikla během několika málo hodin, a to pouze na $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{3}$ plochy povodí.

5. Pojďme si připomenout ostatně i povodně z roku 1997, je to 25 let. V červenci 1997 poničily většinu Moravy, celé Slezsko a východní Čechy mimořádné povodně způsobené intenzivními a dlouhotrvajícími srážkami na moravsko-slezském pomezí. Zasaženy byly ale i okolní státy. Co se tedy vlastně stalo?

Povodně 1997 jsou asi nejtypičtějším typem velkoprostorové povodňové situace ve střední Evropě způsobené tlakovou níží postupující po tzv. dráze Vb od severní Itálie nad střední Evropu, kde je další postup zablokován tlakovou výší na severovýchodě. Výsledkem je, že dlouho prší na jednom a tom samém místě. Je to mechanismus, který přináší povodně od pravostranných přítoků Rýna, jako je Mainz a Neckar, přes povodí Dunaje, včetně Slovenska, Labe, Odry a Vislu.

V podstatě záleží na tom, jak dlouho bude tlaková níže ve své pozici blokována a kde přesně bude stát – tím bude dána doba trvání srážek a jejich velikost. Při této situaci se totiž velmi významně uplatňuje návětrný efekt navýšení srážek. No, a v roce 1997 se tlaková níže zastavila na dlouhých 5 dní v takové pozici, že nejsilnější proud vzdušné vlhkosti narážel na Beskydy a Jeseníky. Výsledkem je dosavadní rekord pro srážky o trvání 3 až 5 dnů, ve stanici Šance za 4 dny napršelo 602 mm, tedy v průměru 150 mm za den, čtyři dny po sobě! Výsledná historická průtoková maxima tak nemohou nikoho překvapit.

Samozřejmě vzhledem k rozměrům příčinné tlakové níže je logické, že je zasaženo povodněmi, sice v různé míře, ale rozsáhlé území několika států. Navíc, prší-li na střeše Evropy, voda do dalších oblastí nevyhnutelně doteče.

Kromě hydrometeorologických příčin a průběhu jsou ale v případě povodně 1997 velmi důležitým aspektem i její dopady. Povodeň přišla po období dlouhého povodňového klidu. Připomeňme, že poslední podobná velká povodeň v povodí Odry se datovala do roku 1903, ale i v měřítku národních zkušeností byly poslední extrémě dost vzdálené v čase – povodeň 1954 z části zachytila nově dostavěná a dosud prázdná Slapská nádrž, a povodeň v roce 1960 na Slovensku, které vedly k vybudování systému hlásné služby, již byly také dávnou

vzpomínkou. Povodně nás tak v mnohém zaskočily, což bylo vidět například na množství lidí, kteří museli být záchraňováni, a konečně i na počtu obětí, většinou je uváděných 60 až 70. V pozitivním slova smyslu však byly rovněž velkým impulsem rozvoje jak hydrometeorologické služby, tak systému povodňové ochrany a krizového řízení jako celku. To, že dnes máme společný výstražný systém s meteorologickou službou Armády ČR, je výsledkem zkušeností právě z povodně 1997 a poznání důležitosti tzv. principu single voice, pokud jde o výstražné informace, podle nichž se řídí rozhodování povodňových a krizových orgánů.

6. A další smutné výročí, povodně v roce 2002 udeřily přesně před 20 lety. Ty si vyžádaly životy 17 spoluobčanů a napáchaly materiální škody přesahující 70 miliard Kč. Co bylo v roce 2002 příčinou povodní?

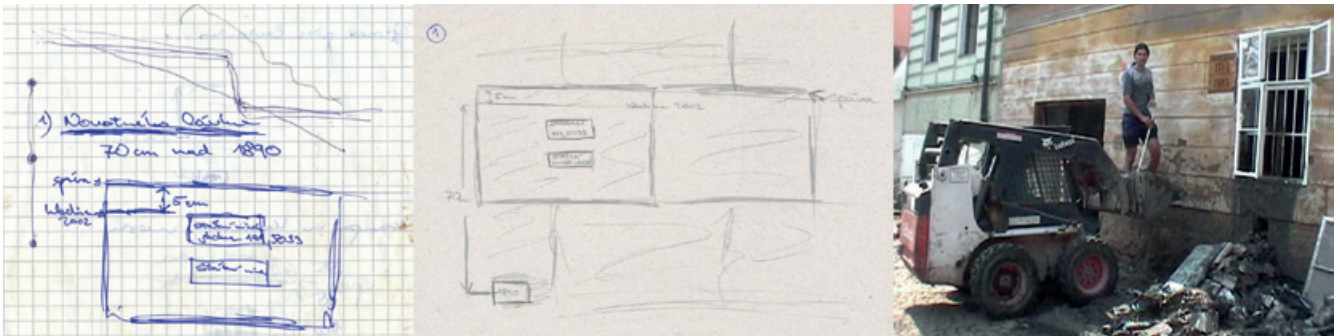
V podstatě bych mohl popsat totéž, co u předchozí otázky, jen s tím, že se celá synoptická situace ustálila v poloze o něco více na západ. Nepršelo tak v Beskydech, ale na Šumavě. Jeden velmi významný aspekt tu však byl v podobě zopakování této situace v odstupu pouhých tří dnů nad týmž územím. První srážková epizoda tak vyvolala extrémní povodeň zejména na Malši, ale hlavně celé povodí Vltavy a Berounky nasýtily srážkami. Vltavská kaskáda, která v představách mnoha laiků a politiků představovala absolutní povodňovou ochranu Prahy, se naplnila vodou z první vlny, a než bylo možno prostor nádrží opět uvolnit, přišla druhá, ještě mnohem větší vlna. V nasyceném povodí se již další srážky nemohly zadržet a voda z horní Vltavy, Otavy, Lužnice, Berounky ale i Sázavy se stékala do jedné povodňové vlny v Praze a postupovala dále po Vltavě a Labi do Německa, kde se dále přidala voda z řeky Saale odvodňující rovněž srážkami velmi postižené Krušné hory. Mimochodem, zde na Cínovci byl naměřen denní úhrn 312 mm, což, pokud se nemýlím, je dosavadní německý denní srážkový rekord.

A abych nezapomněl, opět nešlo jen o Vltavu a Labe, ale zasažena byla daleko širší oblast, Povodí Odry, hlavně Lužická Nisa, a Dunaje. V historickém pohledu můžeme říci, že horní



Obr. 4 Pohled z Čechova mostu v Praze proti proudu Vltavy; srovnání stavu: rozvodněná Vltava 14. 8. 2002 v odpoleních hodinách krátce po kulminaci ($Q_{\text{kul}} = 5\,150\text{ m}^3/\text{s}$) a za normálního stavu (září 2011).

⁵ ROGGENKAMP, T., HERGET, J., 2022. Hochwasser der Ahr im Juli 2021 – Abflussabschätzung und Einordnung, Projektbericht. HyWA, HW66, H.1, s. 40–49.



Obr. 5 Skica a fotografie z průzkumu prováděného bezprostředně po povodni – na Kampě hladina dosahovala 70 cm nad značku povodně 1890.

Dunaj a Vltava jsou taková povodňová dvojčata, když právě při letních velkoprostorových povodních bývají zasaženy simultánně obě povodí. V roce 2002 byla reakce relativně větší na Vltavě, v roce 2013 naopak na Dunaji, v roce 1432 na Vltavě, v roce 1501 na Dunaji, v roce 1890 na Vltavě, v roce 1899 na Dunaji. Mám pokračovat?

7. V roce 2002 jste již pracoval v ČHMÚ jako hydrolog. Jaké jsou vaše vzpomínky na tu dobu?

Sluší se říci, že zašlé, přeci jen 20 let je dlouhá doba a lhal bych, že si vše velmi dobře pamatuji. Co si vybavím, je hektičnost daných dní, pravděpodobně doplněná množstvím adrenalinu, který nás udržoval v činnosti v podstatě bez přestávek. Neustále jsme se pokoušeli „dovolat“ na automaty ve stanicích, abychom dostali aktuální informaci o vodním stavu. To se mimochodem dělo s poměrně malou úspěšností, řekl bych, že jsme byli úspěšní jen v přibližně 50 % pokusů. Neustále jsme psali zprávy pro povodňové orgány, hned po odeslání jedné se začalo pracovat na další.

Z konkrétních vzpomínek se mi vybavuje hlavně chvíle, kdy přišly od kolegů z Českých Budějovic varianty přítoku do Orlíka podle dvou srážkových scénářů. Jeden z nich stoupal až přes 3 500 m³·s⁻¹. Pamatuji se, jak jsme vyhledali hodnotu stoleté povodně na hrázi ve výši 2 100 m³·s⁻¹ a váhali jsme, zda je něco takového možné. Přeci jen hydrologické modely jsme tenkrát používali prvním rokem. Nakonec jsme však za-

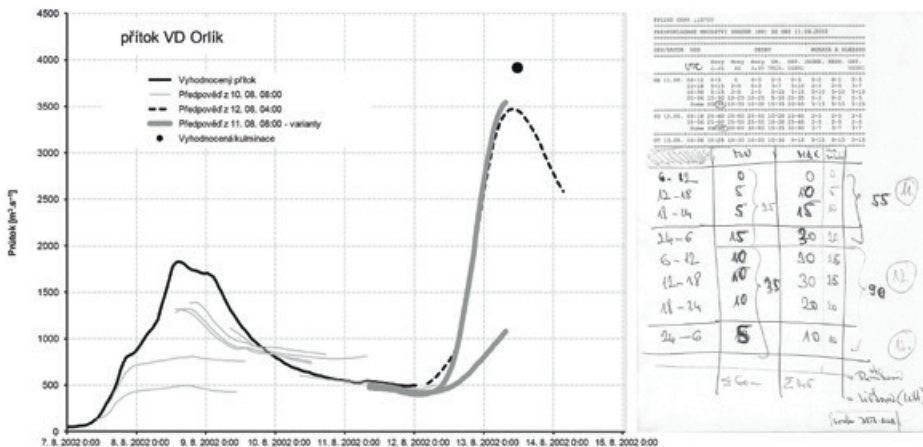
čali hovořit o výrazně více než stoleté povodni. Pamatuji si také chvíli kulminace Vltavy v Praze v poledne 14. 8. 2002. Nějak, a to si bohužel už nepamatuji, jak, jsme se pokusili na papíře odhadnout, kolik byl kulminační průtok. Ten prvotní odhad byl 5 250 m³·s⁻¹. Nakonec oficiálně platná hodnota vzniklá na základě výpočtu z měření povrchových rychlostí je 5 160 m³·s⁻¹.

Mám z té doby jednu nevelkou složku materiálů, kterou jsem na prognóze posbíral, s rukou kreslenými grafy a výpočty a při každém kulatějším výročí ji prolístuji (obr. 5).

8. Následně jste se stal vedoucím oddělení hydrologických předpovědí a v současnosti zastáváte pozici ředitele pro hydrologii. Za ty roky je to spousta zkušeností. Jak k velkému rozvoji předpovědní povodňové služby došlo od povodně v srpnu 2002?

K velkému, stejně jako se neskutečně změnil svět okolo nás. Rok 2002 byl v podstatě na začátku internetové doby. Z tohoto pohledu dnes pracujeme s objemem dat větším o dva až tři řády proudícími o řád až dva rychleji. V roce 2002 jsme měli hydrologické modely, jak jsem již uvedl, prvním rokem. Tomu odpovídal i jejich plošný rozsah, podrobnost jejich vnitřního členění. Data se načítala v textových souborech a prohlížela v tabulce, srážky se interpolovaly metodou Thiessenových polygonů. Dnes je vše možné zobrazit v mapě, pracuje se s rastry a tak dále.

Už jsem rovněž zmínil, že v roce 2002 meteorologové před druhou vlnou povodně vytvořili dvě varianty predikce srážek v podobě minima a maxima srážek v jižních Čechách – jedno číslo pro celou oblast v dělení po 6 hodinách (obr. 6). Dnes počítáme rutinně kromě deterministické předpovědi z modelu ALADIN i ansámby ALADIN-LAEF, ansámby ECMWF, ale můžeme přidat i vstupy z COSMO, GFS. Pro přívalové povodně máme systém indikátoru přívalových povodní. Situaci z domova hydrolog kontroluje v mobilní aplikaci, nebo na webu v reálném čase. Je to úplně jiný svět.



Obr. 6 Předpověď přítoku do VD Orlíku ze dne 11. 8. 2002 a originální meteorologická předpověď, na jejímž základě variantní simulace vznikly.

Kromě technologií, ale považuji za důležitou změnu i daleko větší propojení s uživateli našich předpovědí. Spolupráce se státními podniky Povodí se neuvěřitelně zlepšila, a to i díky poznání z povodně 2002, že zkrátka jeden bez druhého nic nedokážeme a spolupracovat musíme a musíme si plně důvěřovat. Podobně se snažíme být v kontaktu s hasiči, udělali jsme několik průzkumů mezi obcemi, mimochodem, to je opět možné jen díky internetovým dotazníkům – zkrátka technologie mění nejen předpovědní nástroje, ale i to, co je potřeba, jak s daty zacházíme jako společnost a jednotlivci.

9. Je současný stav hydrologických pozorovacích sítí vyhovující z hlediska národních požadavků a příp. požadavků Evropské unie?

Ano. Extrémy v podobě povodní a sucha se nám připomněly poměrně nedávno, a proto potřebu provozu dostatečných sítí máme dostatečně v paměti. Celosvětově, nejen z rozvojových



Obr. 7 Diskuzní panel „Striving for Climate Security“ v rámci českého předsednictví EU 2022. Zdroj: MZV.

zemí, se však, čím dále ozývají postesky nad úbytkem stanic z ekonomických důvodů. Zajímavé je, že počet těsně nad 500 vydotěrných stanic byl dosažen již před sto lety. Tehdy ale tyto stanice měřily pouze vodní stav, méně než ve třetině docházelo k vyhodnocení průtokového množství. Dnes jsou všechny stanice vyhodnocovány a přenos z nich je automatizován.

10. Je vidět s odstupem času rozdíl reakce ve společnosti? Dá se tedy říct, že jsme s každou novou povodní čím dál lépe připraveni třeba na tu další? Co osvěta ve společnosti?

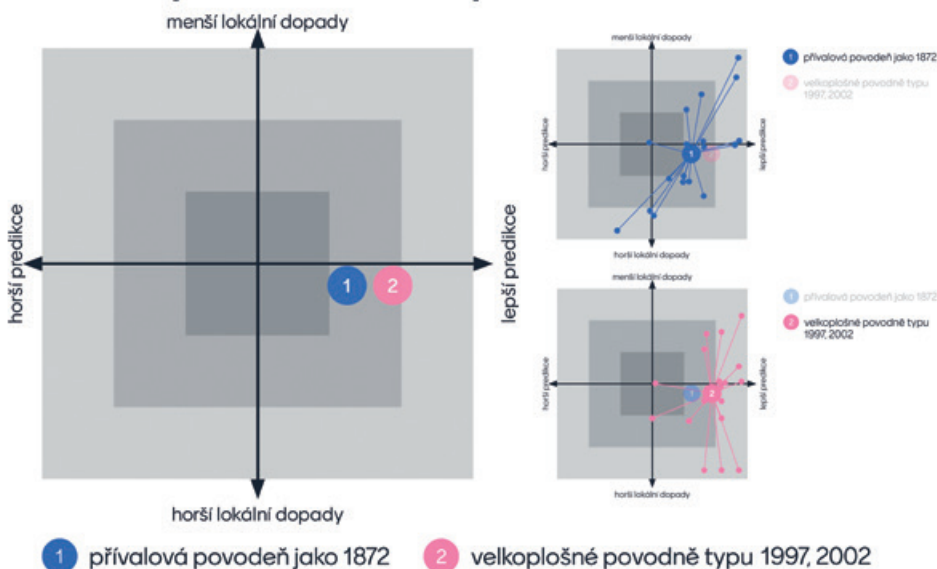
To je strašně složitá otázka. Parametry jako je odolnost, připravenost, nebo zranitelnost se v podstatě nedají kvantitativně změřit, jak na tom jsme, poznáme právě až při další povodni, podle škod, jaké napáchá.

Když se ale podíváme, kolem sebe uvidíme některé věci a jevy, které na připravenost určitě nějaký vliv mít budou. Jednoznačně se stále zdokonaluje monitoring a předpověď, objevily se nové možnosti přenosu informací v podstatě každému během několika sekund přímo před nos. Jenže celkový efekt early-warning systémů (systému včasné výstrahy, pozn. reakce) je nakonec dán především schopností reagovat. A tady vše, co se děje, není vždy příznivé. Je logické, že s rostoucí dobou od poslední povodně se vytrácí zkušenost a možná klesá obezřetnost celé společnosti i jednotlivců. To se projevuje různě, stavíme tam, kde jednou voda už byla, sice jsme často vybudovali povodňovou ochranu, ale zapomínáme, že ta nikdy nemůže být stoprocentní. Nevidíme jako smysluplné např. mít připravené evakuační zavazadlo, nebo individuální povodňový plán. Přitom myslím, že třeba po povodni 2002 bylo vidět, jak v případě jakéhokoliv rozvodnění řek v jižních Čechách vše fungovalo jak na drátku. Každý věděl, co dělat, protože povodeň už zažil.

Dnes je to pro generace do řekněme 20 až 25 let něco zcela neznámého. Proto jsem byl velmi rád, jak se výročí letos v létě připomínala ve všech médiích. To je asi jedna z možností, jak ztrátu povodňové paměti trochu zbrzdít.

Do budoucna jsem zvědavý, jak se projeví působení digitálního věku na schopnost předat naše zkušenosti dalším generacím a s připraveností na další povodeň jim pomoci. V minulosti se předávání zkušenosti řešilo vytesáním povodňové značky jako mementa a vyprávění vzpomínek z dětství vnoučatům. Od konce 19. století začaly být povodně dokumentovány v odborné psané podobě hodnotících zpráv. Jenže ty se dostaly k málokomu. Moderní povodně jsou zdokumentovány do detailu v různých podobách. Máme také odbornou zprávu, která je dostupná komukoliv na

Jak bychom zvládli povodně dnes?



Obr. 8 Výsledky z anket „Jak bychom zvládli povodně dnes?“ ze semináře České meteorologické společnosti.

internetu, existují fotografie, videa, dobové reportáže. Každý, kdo jen trochu chce, si o povodni může najít přesně to, co ho zajímá. Potenciál být připraven je tedy ohromný, jen ho využít.

Na nedávném výročním semináři České meteorologické společnosti, který byl tematicky věnován právě připomenutí povodňových výročí, jsem se během prezentace zeptal účastníků, jak si myslí, že by uvedené velké povodně proběhly dnes. A to jednak z hlediska kvality předpovědí a jednak z hlediska míry lokálních dopadů. Tedy, jestli jsme se zlepšili v předpovědích a jaký efekt by to nakonec mělo. Ty výsledky jsou vlastně hodně zajímavé, ukázalo se, že většinově si věříme, že bychom předpovídali lépe. Současně se ale odpovědi zprůměrovaly do výsledku, že lokální dopady by byly stejné, nebo dokonce o něco horší. Zajímavý byl ale hlavně velký rozptyl v odpovědích. Zdá se, že je mezi námi hodně silných optimistů a naopak silných pesimistů v tom, jak by byly předpovědi využity pro snížení dopadů. Takže možná toto je směr kam se více zaměřit, nejen na to, jak lépe předpovídat, ale jak lidé s informacemi pracují, jak se rozhodují a tedy, jak naši práci vlastně zhodnocují v podobě ochráněného zdraví, životů a majetku. (obr. 8)

11. Jaká je statistika povodní např. v posledních 50 letech u nás? Nevzniká trochu zkreslený dojem také vlivem mediálních prostředků, pro které je to atraktivní předmět popisu?

Posledních cca 30 let bylo jednoznačně povodňově bohaté období v celé střední Evropě. Nejen Vltava a horní Dunaj zažily velké povodně, ale v devadesátých letech se několikrát velmi silně rozvodnil Rýn, v roce 2005 byly velké povodně v Rumunsku, 2010 na Slovensku i u nás, 2011 na dolním Labi, v loni extrémní případ na přítocích Rýna. Jenže když mluvíme o extrémech, musíme je vždy nahlížet v hodně dlouhé perspektivě. Díky studiu historických pramenů, kronik a podobně dnes dokážeme současné období porovnávat v řádu několika předchozích staletí. Nedávno vyšla studie širokého kolektivu pod vedením Güntera Blöschla z Vídně⁶, která analyzuje výskyt velkých povodní v kontextu celé Evropy za posledních přibližně 500 let. Přitom našla 10 období se zvýšeným výskytem povodní, z nichž nejvýznamnější bylo období 1750 až 1800, následované 1840 až 1880 a právě obdím po roce 1990.

To, že se někdy povodně nakupí v čase k sobě, není až tak výjimečné, jak by se mohlo zdát. Prokázal to i již opakovaně zmiňovaný Libor Elleder, který pro Vltavu v Praze sestavil řadu povodní od té první známé popsané kronikářem Kosmou v roce 1118⁷. Podle všeho se Prahou prohnaly tři opravdu velké povodně, ta Kosmova 1118, povodeň z července 1432, která zasáhla ekonomicky vyčerpanou společnost po desetiletí

trvajících husitských válkách, a 2002. Ale těch dosahujících k hodnotě průtoku $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což je průtok 100leté povodně, bylo ještě více, namátkou 1890, 1862, 1845, 1824, 1799, 1784, 1675, 1655, 1598, 1501, a další.

Tohle všechno je pohled hydrologa, který se snaží pracovat s daty a informacemi o výskytu extrémů. Veřejnost však žádné kvantitativní analýzy výskytu povodní samozřejmě nedělá, ale intuitivně často dojde k závěru, že tolik povodní, co je dnes, dříve nebývalo. A tady opravdu hrají velkou roli média, internet a rozšíření mobilních telefonů, které umožňují informačně zachytit a poslat do světa drobné události, které by se člověk před 30 lety prostě neměl šanci dozvědět. Nemyslím, že by na tom ale bylo něco špatného. Pokud bude člověk udržovat povědomí o nebezpečí povodní a třeba se poučí ze zkušenosti jiných, je to jen a jen dobře.

12. My se zde sice ohlížíme za katastrofálními povodněmi, ale v současnosti naše země čelí zároveň novým extrémům. Sucho, horko, požáry. Čerstvou zkušenost teď máme z Českého Švýcarska. Jak to vidíte vy s vodou v Evropě v budoucnosti?

Já jsem zjistil, že ve výhledech do budoucna u mě vždy převažuje optimismus. Řekl bych, že v Evropě máme jednu ohromnou historickou výhodu, a sice že naši předci včas dokázali pochopit potřebu celostního přístupu k řešení problémů, včetně vodního hospodářství. Jestli se někde začal uplatňovat takzvaný integrovaný management vodních zdrojů, bylo a je to právě v Evropě.

Díky tomu se podařilo v minulosti vybudovat velmi robustní vodohospodářský systém a, což je nesmírně důležité, včas začít řešit kvalitu vody a ochranu před jejím znečištěním. Díky tomu máme pro současné potřeby dostačující vodní zdroje. Samozřejmě to nemusí ve všech případech do budoucna stačit a budeme se muset měnit podmínkám přizpůsobovat. Máme ale, oproti našim předkům, kteří se přizpůsobit zvládali, jednu velkou výhodu. Dokážeme totiž vodní cyklus velmi dobře monitorovat a data vyhodnocovat a na jejich základě i modelovat a predikovat budoucí vývoj. Máme tudíž v rukou nástroje, které nám umožňují reagovat na vznikající adaptační potřeby s potřebným předstihem, včas.

Jak vidíte, tak jsem opravdu nepoučitelný optimista, ale není to bezdůvodné, znám totiž své kolegy z ČHMÚ i dalších organizací a vím, že na jejich odbornost a schopnosti se můžeme spolehnout.

Děkujeme za poskytnutý rozhovor.

Hana Stehlíková

⁶ BLÖSCHL, G., KISS, A., VIGLIONE, A. et al., 2020. Current European flood-rich period exceptional compared with past 500 years. *Nature*, Vol. 583, s. 560–566. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2478-3>.

⁷ ELLEDER, L., 2016. Proxydata v hydrologii: Řada pražských průtokových kulminací 1118–1825. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-44-8.

Výjimečný přírodní požár v Národním parku České Švýcarsko v létě 2022

Exceptional wildfire in the Bohemian Switzerland National Park during summer 2022

Martin Možný, Veronika Oušková, Vojtěch Vlach, Lenka Hájková

Český hydrometeorologický ústav
oddělení biometeorologických aplikací
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4
✉ martin.mozny@chmi.cz

In summer 2022, a natural wildfire struck part of the Bohemian Switzerland NP, the largest such event in Czechia in the entire period of records kept by the Fire and Rescue Corps of the Czech Republic. The wildfire was extinguished after almost three weeks. Our analysis shows that the fire was very negatively affected by the long-term drought according to the SPEI-24 index from May 2018 to August 2022. The drought was caused by subnormal precipitation amounts and high evaporation values due to rising air temperatures, especially during the growing season. In addition to drought, fire weather conditions also influenced the rate of the fire spread. These factors included frequent high temperatures, low relative humidity and strong winds. A rainless period prevailed during the fire, with major precipitation not occurring until 20 August 2022. August was extremely dry in the affected area according to the SPEI-6 index, it was the driest period in 60 years. The risk of wildfires is also increasing due to ongoing climate change, so it is worth considering whether access to the NP should be restricted in the event of increased wildfire risk.

KLÍČOVÁ SLOVA: požár přírodní – sucho – počasí požární – změna klimatu – Národní park České Švýcarsko

KEYWORDS: wildfire – drought – fire weather – climate change – Bohemian Switzerland National Park

1. Úvod

České národní parky (NP) jsou definovány zákonem 144/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Národním parkem mohou být vyhlášena rozsáhlá území s typickým reliéfem a geologickou stavbou a s převažujícím výskytem přirozených či málo pozměněných ekosystémů. Jsou vždy jedinečné v národním, či mezinárodním měřítku. Dnes jsou v Česku čtyři NP: České Švýcarsko, Krkonoše, Podyjí a Šumava. Svým počtem i smyslem se NP odlišují od druhého typu našich velkoplošných chráněných území – chráněných krajinných oblastí (CHKO) – kterých je aktuálně 26. Smyslem NP je zejména chránit území se zachovalými přírodními fenomény a ochraňovat v nich přírodní procesy. Toto je odlišuje od CHKO, které jsou primárně postaveny na péči člověka o krajinu a na ní navázané vzác-

né či ohrožené druhy rostlin či živočichů. V CHKO i NP však bývají vymezeny zóny ochrany, odstupňované dle potřebnosti ochrany.

Většina NP má vypracované protipožární plány, které identifikují priority a přístupy ke zvládnutí lesních požárů. Neplánované požáry způsobené člověkem jsou téměř vždy co nejdříve potlačeny, protože k nim obvykle dochází na místech nebo za podmínek, kde mohou ohrozit lidský život nebo majetek a přírodní nebo kulturní zdroje, jako je divoká zvěř, rostliny nebo historické budovy. Ve vyšších nadmořských výškách nebo v odlehlých oblastech mohou být požáry způsobené bleskem řízeny a monitorovány, pokud neohrožují lidské životy nebo majetek. Tyto požáry mohou být přínosem pro lesy, louky, křoviny nebo jiné parkové ekosystémy (Sanders et al. 2021).

Přírodní požáry se v ČR vyskytují v teplé části roku poměrně často, jimi zasažená plocha ale doposud nebyla nijak velká. S probíhající změnou klimatu přibývá dní s vhodným požárním počasím a suchem (např. Trnka et al. 2015; Brázdil et al. 2016). Nárůst těchto dní se odrazil ve zvyšujícím se počtu výjezdů Hasičského záchranného sboru ČR (HZSČR), který je dvojnásobný oproti období před 30 lety a v posledních letech má stále stoupající tendenci (Možný et al. 2021; Trnka et al. 2021).

Dne 24. července 2022 vypuknul v NP České Švýcarsko v oblasti zvané Malinový důl přírodní požár, který byl podle záznamů Hasičského záchranného sboru ČR dosud největší na území České republiky. Požár se podařilo uhasit po téměř 3 týdnech od zahoření, 12. srpna 2022. V České republice jde o první zaznamenaný požár s rozlohou nad 200 hektarů. Cílem tohoto článku je analyzovat meteorologické podmínky, které mohly mít vliv na vznik a šíření požáru v této oblasti.

2. Materiál a metodika

Národní park České Švýcarsko je na ploše 79,28 km² naším nejmladším národním parkem (vznikl v roce 2000). Území Českého Švýcarska je také součástí evropsky významné lokality České Švýcarsko a ptáčích oblastí Labské pískovce, tj. evropské soustavy chráněných území Natura 2000. Hlavním předmětem ochrany jsou zdejší unikátní pískovcové útvary a na ně vázané biotopy. NP České Švýcarsko (spolu s přeshraničním NP Saské Švýcarsko) je svou geomorfologickou členitostí celoevropsky unikátní. V území se vyskytuje množství forem pískovcového reliéfu (od mikroforem po mohutné stolové hory) s výrazně vyvinutým pískovcovým fenoménem projevujícím se zvratem vegetačních stupňů a zastoupením velkého počtu reliktních druhů. Je zde největší hnízdní koncentrace sokola stěhovavého v ČR a žijí zde také vlci. Pro NP nestandardní je masivní turistika a vysoký podíl přírodě vzdálených lesů (Pelc, Pešout 2013).

Tab. 1 Použité meteorologické stanice.

Table 1. Weather stations used.

| Název stanice | Indikativ stanice | Nadmořská výška (m n. m.) | Zeměpisná délka | Zeměpisná šířka | Typ stanice |
|---------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Děčín | U2DECI01 | 162 | 14°12'09" | 50°45'03" | AKS2 |
| Varnsdorf | U2VARN01 | 367 | 014°36'08" | 50°54'20" | AKS1 |
| Sněžník | U1SNEZO1 | 569 | 014°05'07" | 50°47'49" | AKS2 |
| Tokáň* | U7TOKA01 | 402 | 014°25'02" | 50°52'35" | AKS |

Pozn: AKS = automatizovaná klimatologická stanice, * stanice je bezobslužná a je ve správě NP České Švýcarsko

Note: AKS = automatic climate station, *the station is unmanned and is managed by the Bohemian Switzerland National Park

Pro posouzení požárního počasí byl použit index nebezpečí výskytu požárů (INP, Možný et al. 2020), který vyjadřuje dopady přírodního požáru na stupnici od 1 do 5, pokud by došlo ke vznícení vegetace (1 – velmi nízké; 2 – nízké; 3 – střední; 4 – vysoké; 5 – velmi vysoké). Vstupními daty pro výpočet INP jsou maximální teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu ve 14 hodin SEČ a maximální rychlost větru. Hodnoty INP byly vypočteny z meteorologických dat ze stanice Tokáň (tab. 1) v období 23. července až 21. srpna 2022. Index ukazuje míru rizika, závažnost dopadu a pravděpodobnost výskytu přírodních požárů.

Dále byla analyzována změna teploty vzduchu a úhrnu srážek v období 1961–2021. Z nejbližších dlouhodobě měřících meteorologických stanic Děčín, Varnsdorf a Sněžník byly vypočteny roční a půlroční charakteristiky. Do zpracování byla použita homogenizovaná data tzv. technické řady (Štěpánek et al. 2012). Meteorologická stanice Tokáň je v provozu až

od října 2008, proto byla využita jen pro hodnocení aktuální situace. Geografické údaje těchto 4 stanic jsou uvedeny v tabulce 1.

Pro posouzení intenzity sucha byl využit 6měsíční a 24měsíční index SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index), který byl vypočítán na základě rozdílu srážek a potenciální evapotranspirace vztaženého k normálu 1991–2020 pro stanice Sněžník, Děčín a Varnsdorf.

Pro posouzení plochy zasažené požárem a suchem v době před vznikem požáru byly využity satelitní měření Sentinel 2. Dopady sucha na vegetaci byly indikovány pomocí anomálií FAPAR (frakce absorbovaného fotosyntetického aktivního záření).

3. Popis průběhu požáru v NP České Švýcarsko

Požár vznikl v noci z 23. na 24. července kolem půlnoci v lokalitě Malinový důl u Hřenska, byl ohlášen v neděli 24. července v 7 hodin ráno. Před 8. hodinou ranní byl vyhlášen 2. stupeň požárního poplachu, zasažená plocha byla zpočátku odhadnuta na cca 200 × 50 metrů. V 10:35 byl stupeň poplachu zvýšen na 3. stupeň a odhadovaná zasažená plocha byla 2 hektary. V 11:32 došlo opět ke zvýšení stupně požárního poplachu na zvláštní stupeň. Ve 13:30 HZS ČR oznamuje, že požár je z větší části pod kontrolou, ale plocha požáru byla upřesněna na 3 hektary. V 16 hodin bylo obje-



Obr. 1 Šíření požáru 25. července 2022 v NP České Švýcarsko. Foto: Jakub Juda.

Fig. 1. Spread of fire on 25 July 2022 in the Bohemian Switzerland NP. Photo by Jakub Juda.



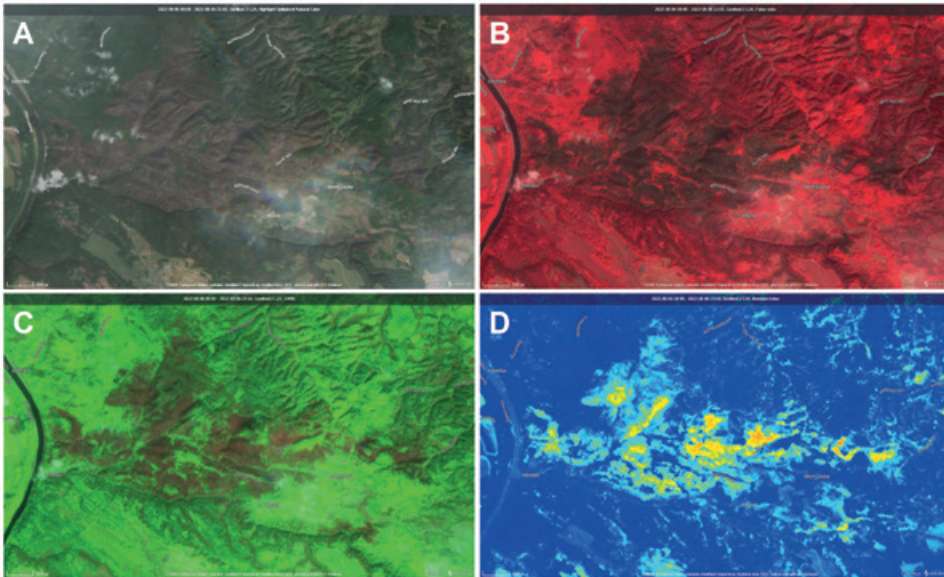
Obr. 2 Noční šíření požáru z 25. na 26. července 2022 v NP České Švýcarsko. Foto: Jakub Juda.

Fig. 2. Night spread of fire from 25 to 26 July 2022 in the Bohemian Switzerland NP. Photo by Jakub Juda.



Obr. 3 Šíření požáru v úzkých pruzích v NP České Švýcarsko. Foto: Martin Možný.

Fig. 3. Spread of fire in narrow strips in the Bohemian Switzerland NP. Photo by Martin Možný.



Obr. 4 Rozsah zasažené plochy požárem detekovaný družicí Sentinel 2 dne 6. srpna 2022: (A) přírodní barva, (B) kombinace barevného infračerveného pásma, (C) kombinace krátkovlnných infračervených pásem a (D) vlhkostní index.

Fig. 4. Extent of the area affected by the fire detected by Sentinel 2 satellite on 6 August 2022: (A) true colour, (B) false colour composite, (C) short-wave infrared composite (SWIR) and (D) moisture index (NDMI).



Obr. 5 Šíření požáru v kořenovém systému v NP České Švýcarsko. Foto: Martin Možný, Veronika Oušková.

Fig. 5. Spread of fire in the vegetation root system in the Bohemian Switzerland NP. Photo by Martin Možný, Veronika Oušková.

no druhé ohnisko požáru v lokalitě Soutěsky o velikosti cca 1 hektar. V deset hodin večer byly ukončeny hasební práce, jednotky se vrátily na základnu a na místě prováděla dohled místní dobrovolná jednotka. Dle satelitních dat se v průběhu dne oheň šířil od Malinového dolu po Roháč, koncem dne (23:50) byla ohniska detekována v území severně od Edmundovy soutěsky až téměř po vrch Kobylka. V pondělí 25. července v dopoledních hodinách se jevílo šíření požáru jako pomalé, v důsledku zesílení větru však došlo k jeho výraznému zrychlení. Přenosem hořícího materiálu (obr. 1) vznikla nová ohniska, a proto byla ve 14:00 zintenzivněna hasební činnost. V 16:20 došlo k evakuaci osob z Pravčické brány a z dětského tábora v Dolském mlýnu. Požár byl již rozšířen i na německou stranu. Později byly evakuovány obce Mezná, Mezní Louka a Hřensko. V nočních hodinách

byl zásah zaměřen na obranu obcí Mezní Louka a Hřensko (obr. 2) a na místo přijížděly posilové jednotky z dalších krajů. Satelitní data ukazují v tento den čtyři směry postupu požáru. První byl severním a severozápadním směrem kolem Březového dolu, Holubího rohu a dál na sever, druhý na východ osou Edmundovy soutěsky a Potoční strání. Třetí osa postupu ohně byla také na východ kolem Kobylky údolím Dlouhé Bělé až k Pravčickému dolu a poslední směr se zdá být přes Roháč směrem k Dlouhodolským stěnám. Požár ve směru svého postupu ne vždy působil celoplošně, místy vznikaly jen menší osamocené požáry, prokládané mozaikou nedotčených ploch (obr. 3). V úterý 26. července ráno byl požár rozšířen asi na 30 hektarech, ale odpoledne plameny zasáhly již území o rozloze 300 hektarů a k večeru hasiči informovali, že zasažené území se blíží již k 1000 ha. Požár byl silným větrem zanašen do vnitřní části národního parku, byly zničeny tři domy v obci Mezná a evakuována obec Vysoká Lípa. Od středy 27. července šíření požáru mírně zpomalovalo, na mnoha místech byl tou dobou už porost vyhořelý, stále se však objevovala i velká nová ohniska. V pátek 29. července byl uhašen mj. nový požár u Zadních Jetřichovic, přičemž tento požár pravděpodobně nesouvisel s původním požárem, nýbrž byl zapálen nedopalkem. V sobotu 30. července došlo k výraznému posílení jednotek a byl zahájen požární útok. V neděli 31. července ráno hasiči oznámili, že již pátou noc udrželi požár na stejných plochách. Díky intenzivnímu nasazení jednotek se tento den poprvé podařilo cca o pětinu zmenšit plochu zásahu.

V pondělí 1. srpna bylo do akce zapojeno 1028 hasičů, 18 vrtulníků, 5 letadel, přes 200 cisteren a další technika. Ve 20:00 hasiči oznámili, že byl požár lokalizován a je pod kontrolou.

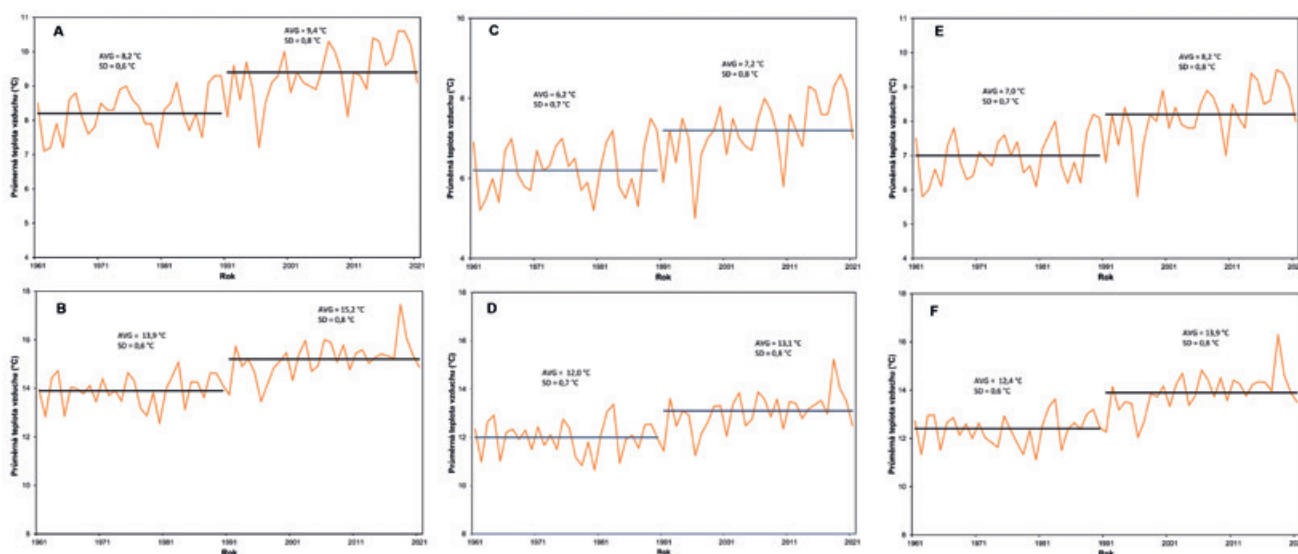
V následujících dnech se hasičům dařilo plochu požáru postupně dále zmenšovat. Ve středu 3. srpna poprvé klesla plocha požáru pod 500 hektarů, ve čtvrtek 4. srpna byla plocha

požáru zmenšena na 443 hektarů a jižní strana zasaženého území byla již klidná, což umožnilo přeskupení sil z jižních sektorů na sever, a zefektivnit tak zásah na severu. Od soboty 6. srpna se začala nová ohniska objevovat již jen v menší intenzitě než v předchozích dnech, byla nižší teplota a vítr zeslábl, což usnadnilo zásah hasičů. Nebylo zaznamenáno výraznější plamenné hoření, zbývající ohniska lze popsat jen jako žhnutí podrostu a jehličí.

Zasažená oblast je patrná na družicových snímcích Sentinel-2 pořízených dne 6. 8. 2022 v přirozené kombinaci barev (obr. 4A), v kombinaci barev zdůrazňující hustotu a zdravotní stav vegetace (červená značí zdravou a hustou vegetaci, naopak šedá až černá spálenou vegetaci či holou půdu po po-

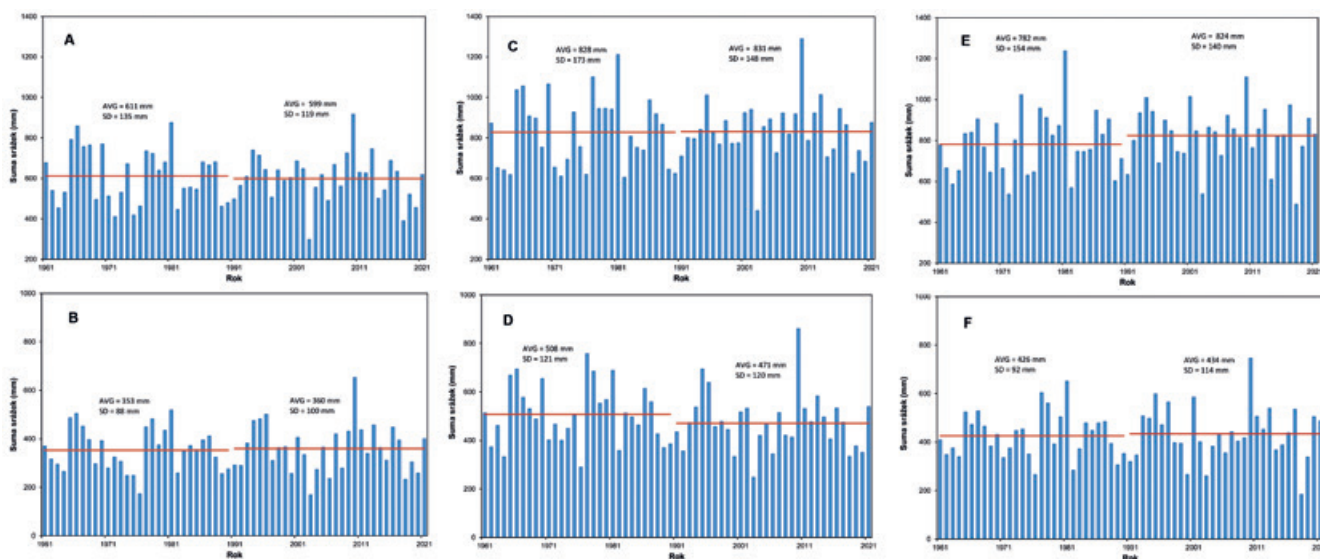
žáru; obr. 4B), jako kompozit krátkovlnných infračervených pásem (zdravá vegetace je světle zelená, odstíny hnědé značí holou půdu či spáleniště; obr. 4C) a vlhkostní index (žlutá až červená vyjadřuje zápornou anomálii vlhkosti, zelená až tyrkysová normální stav, modrá značí kladnou anomálii obsahu vody v půdě a vegetaci; obr. 4D).

V pondělí 8. srpna byla již plocha požáru zmenšena na 154 hektarů, stále však bylo nasazeno v akci více než 1 000 hasičů, kteří pracovali na dohledávání ohnisek a jejich likvidaci. Ve čtvrtek 11. srpna byl prováděn zásah již jen na ploše přibližně 50 hektarů a v pátek 12. srpna v 15 hodin byla hasiči oznámena likvidace požáru. Tou dobou již nikde viditelně nehořelo. Probíhalo dohledávání skrytých ohnisek, především



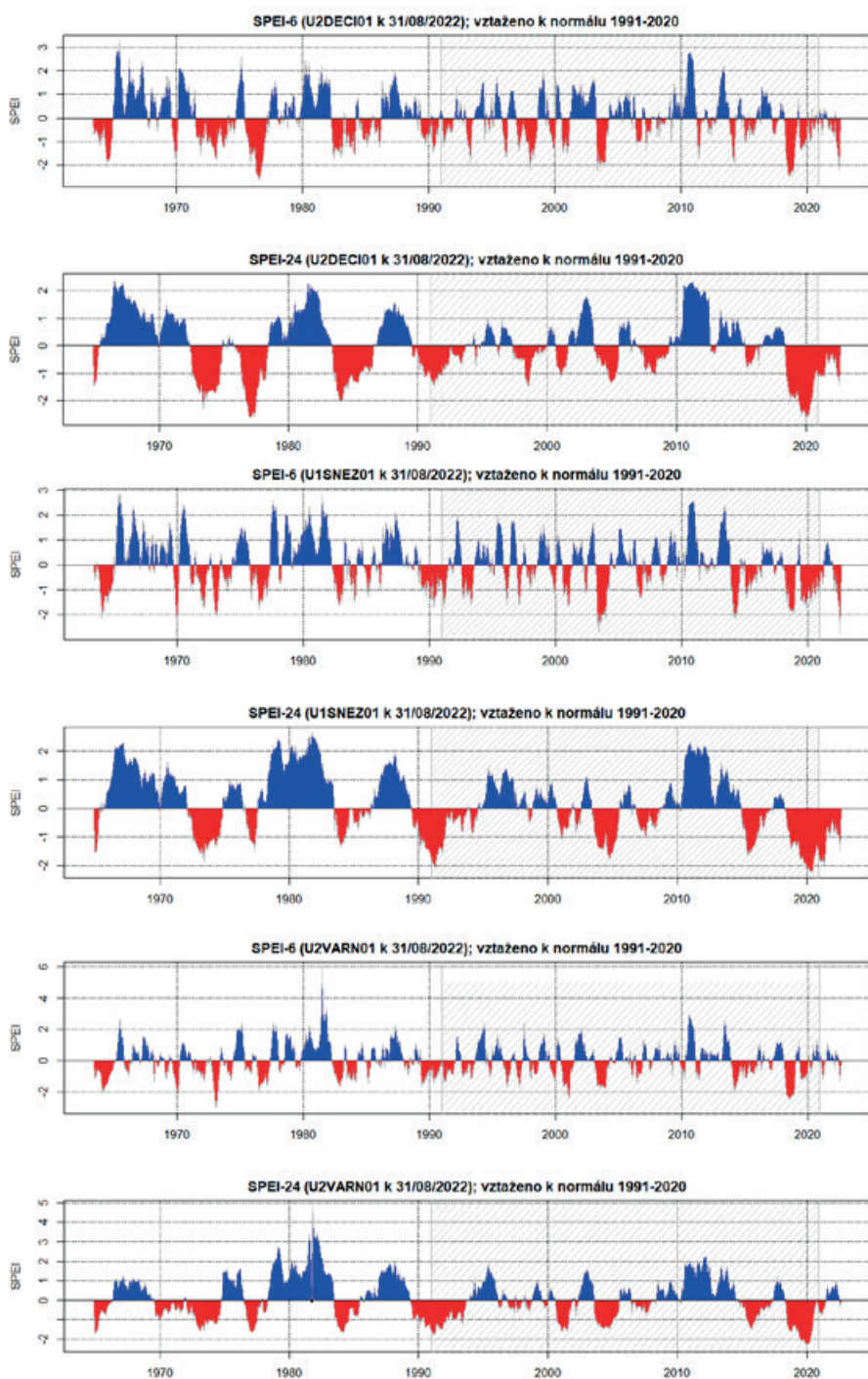
Obr. 6 Průměrná roční teplota vzduchu: (A) Děčín, (C) Sněžník a (E) Varnsdorf. Průměrná teplota za duben až září: (B) Děčín, (D) Sněžník a (F) Varnsdorf. Srovnáno období 1961–1990 a 1991–2021. AVG – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka.

Fig. 6. Average annual air temperature: (A) Děčín, (C) Sněžník and (E) Varnsdorf. Average air temperature from April to September: (B) Děčín, (D) Sněžník, (F) Varnsdorf. Comparison of periods 1961–1990 and 1991–2021. AVG – average value, SD – standard deviation.



Obr. 7 Průměrný roční úhrn srážek: (A) Děčín, (C) Sněžník a (E) Varnsdorf. Průměrný úhrn srážek za duben až září: (B) Děčín, (D) Sněžník a (F) Varnsdorf. Srovnáno období 1961–1990 a 1991–2021. AVG – průměrná hodnota, SD – směrodatná odchylka.

Fig. 7. Average annual precipitation: (A) Děčín, (C) Sněžník and (E) Varnsdorf. Average precipitation from April to September: (B) Děčín, (D) Sněžník, (F) Varnsdorf. Comparison of periods 1961–1990 and 1991–2021. AVG – average value, SD – standard deviation.



Obr. 8 Kolísání indexů SPEI-6 a SPEI-24 na stanici Děčín, Sněžník a Varnsdorf za posledních 60 let. Záporné hodnoty (červeně) indikují suché období.

Fig. 8. Variation of SPEI-6 and SPEI-24 indices at the Děčín, Sněžník and Varnsdorf stations over the last 60 years. Negative values (red) indicate dry periods.

v kořenovém systému (obr. 5). Množství hasičů bylo sníženo na 120 osob. Během následujících dní bylo každý den, zejména díky dronům s termovizí, objeveno několik dalších menších ohnisek, která vyžadovala likvidaci. Dne 24. srpna nebylo poprvé ranním průzkumem nalezeno žádné místo se zvýšenou teplotou a v následujících dnech byla nová ohniska nacházena již jen ojediněle.

4. Analýza meteorologických aspektů ovlivňujících požár

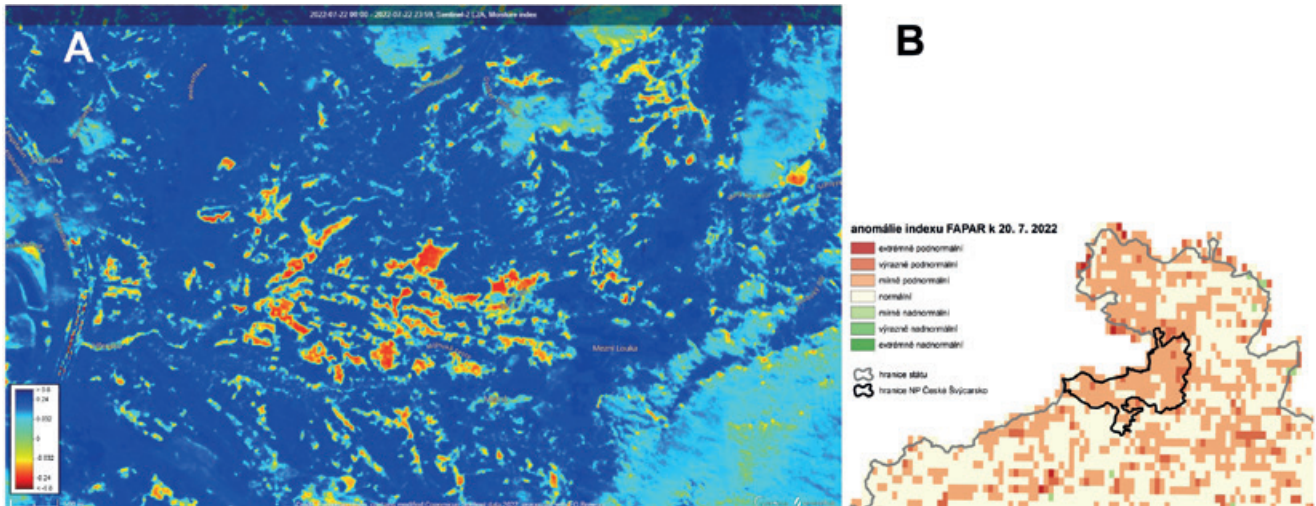
Na základě meteorologických dat byla vyhodnocena průměrná roční teplota vzduchu, průměrná teplota vzduchu ve vegetačním období (duben až září), roční úhrn srážek a úhrn srážek ve vegetačním období za období 1961–2021 (tj. 61 let). Prezentované výsledky byly rozděleny do dvou období 1961–1990 a 1991–2021. Na obr. 6 jsou uvedeny výsledky ze stanice Sněžník, Děčín a Varnsdorf.

Na všech vybraných stanicích došlo oproti období 1961–1990 ke zvýšení průměrné roční teploty za období 1991–2021 o 1 až 1,2 °C. Průměrná teplota za duben až září se zvýšila oproti předchozímu období o 1,1 až 1,5 °C (obr. 6). Rozdíl v průměrných úhrnech srážek za rok a za duben až září za období 1961–1990 a 1991–2021 nebyl významný. Výjimkou je úhrn srážek za duben až září ve Sněžníku, kde klesl úhrn srážek o 37 mm oproti předchozímu období (obr. 7).

Dlouhodobé sucho bylo vyhodnoceno pomocí indexu SPEI-6 a SPEI-24, výsledky z vybraných stanic jsou uvedeny na obr. 8. V Děčíně a Sněžníku se od května 2018 vyskytuje podle SPEI-24 nepřerušené sucho, které navíc navazuje na sucho v období od prosince 2014 do června 2017. Podle SPEI-6 bylo sucho v srpnu 2022 ve Sněžníku nejintenzivnější za posledních 60 let. Ve Varnsdorfu nebylo sucho tak intenzivní jako v Děčíně a Sněžníku.

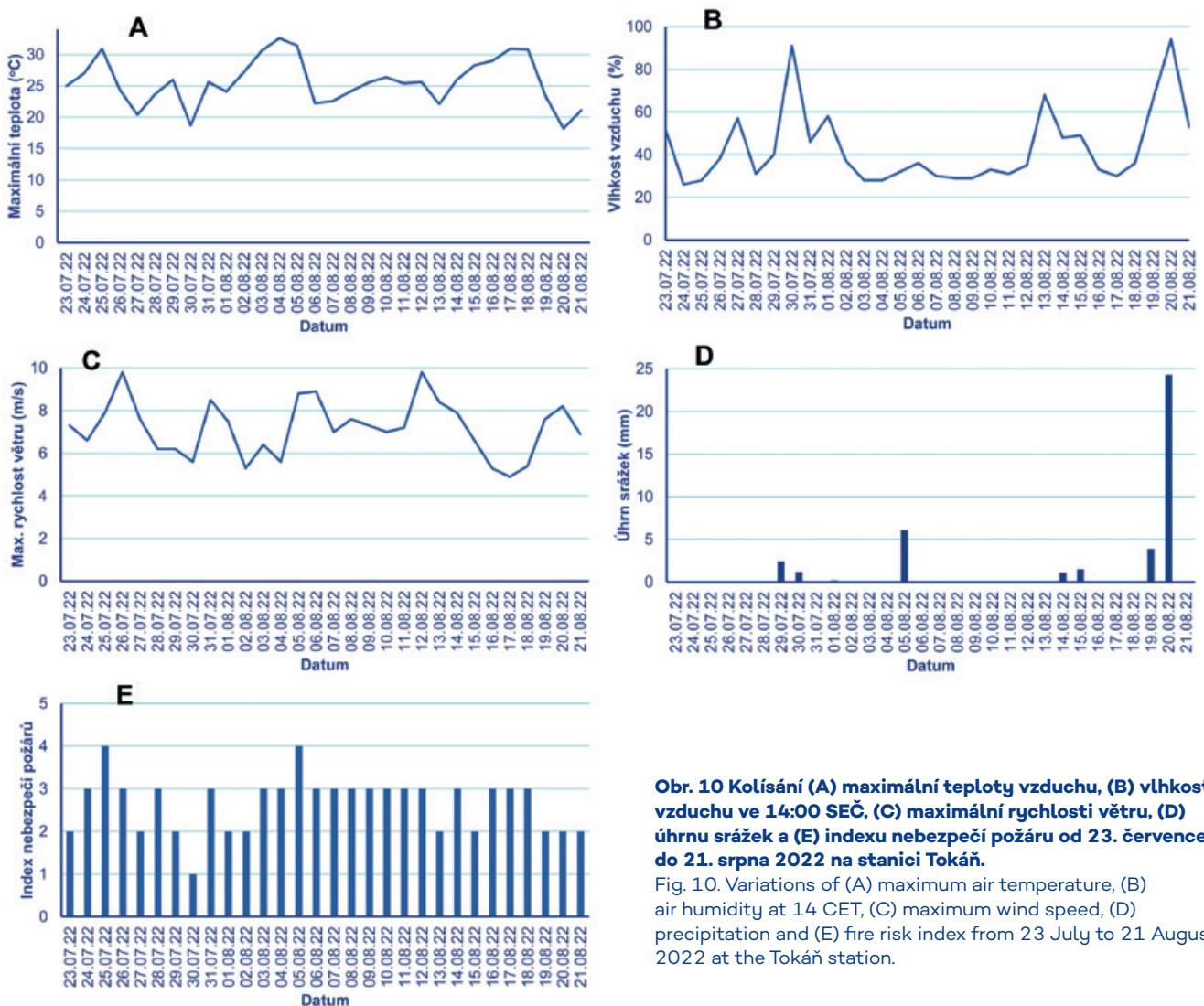
Výskyt sucha v národním parku je patrný ze snímku družice Sentinel-2 zobrazující vlhkostní index dne 22. 7. 2022 (obr. 9A).

Červená a žlutá barva ukazuje na nízkou vlhkost v dané oblasti. Sucho dokladují i anomálie stavu vegetace satelitem měřeného FAPAR (frakce absorbovaného fotosynteticky aktivního záření) dne 20. 7. 2022. Na obr. 9B jsou patrné podnormální hodnoty FAPAR zobrazené hnědými odstíny. Suchem byly nejvíce postiženy suché bory a jehličnaté lesy, nejméně bučiny. Především v porostech borovice rostoucích



Obr. 9 (A) Vlhkostní index získaný družicí Sentinel 2 dne 22. 7. 2022, (B) anomálie vegetace podle satelitem měřeného FAPAR (frakce absorbovaného fotosynteticky aktivního záření) dne 20. 7. 2022.

Fig. 9. (A) NDMI moisture index obtained by Sentinel 2 satellite on 22 July 2022, (B) vegetation anomalies expressed by FAPAR (fraction of absorbed photosynthetically active radiation) index on 20 July 2022.



Obr. 10 Kolísání (A) maximální teploty vzduchu, (B) vlhkosti vzduchu ve 14:00 SEČ, (C) maximální rychlosti větru, (D) úhrnu srážek a (E) indexu nebezpečí požárů od 23. července do 21. srpna 2022 na stanici Tokaň.

Fig. 10. Variations of (A) maximum air temperature, (B) air humidity at 14 CET, (C) maximum wind speed, (D) precipitation and (E) fire risk index from 23 July to 21 August 2022 at the Tokaň station.

na skalách a smrku napadeném kůrovcem byly anomálie výrazné. Naopak přirozené smíšené porosty s dominancí buku měly anomálie menší.

Od 23. července do 21. srpna 2022 (období 31 dnů) se vyskytlo na stanici Tokaň 12 letních dnů (s maximální teplotou 25 °C a vyšší) a 6 tropických dnů (s maximální teplotou 30 °C a vyšší, obr. 10a). Maximální teplota vzduchu dosáhla 25. července 30,9 °C a od 3. srpna do 5. srpna přesáhla každý den 30 °C, nejvyšší hodnota 32,6 °C byla naměřena 4. srpna. Vysoké teploty umožnily snadné šíření požáru a znesnadnily samotné hašení. Při vysokých teplotách klesala účinnost hašení vodou, proto bylo nutné opakovat zásahy. 24 dnů bylo s průměrnou relativní vlhkostí vzduchu pod 55 % a 13 dnů s velmi nízkou vlhkostí pod 35 % (obr. 10b). Nejnížší hodnoty byly naměřeny 24. a 25. července (26 % a 28 %) a dále 3. a 4. srpna (28 %). 18 dnů bylo s nárazy větru nad 7 m/s (obr. 10c). Hodnoty přes 8 m/s byly naměřeny 26. a 31. července, 5., 6., 12. a 13. srpna. Silný vítr umožnil přenos hořících kusů z původního požáru na další lokality a rychlejší šíření požáru do vnitřní části národního parku. 22 dnů bylo beze srážek (obr. 10d), nízké úhrny srážek byly zaznamenány 29. a 30. července (2,4 a 1,2 mm), dále 1. srpna (0,2 mm), 5. srpna (6,1 mm) a pod 4 mm i 14., 15. a 19. srpna. První větší déšť přišel až 20. srpna (24,3 mm), který v dané lokalitě výrazně pomohl požár uhasit.

Na začátku požáru (24. až 26. července 2022) byl index nebezpečí požárů (INP) na stupni 3 až 4 (střední a vysoké nebezpečí požárů). Nejnížší na stupni 1 (velmi nízké nebezpečí) byl 30. července 2022, v tomto dni došlo k pozitivnímu obratu při hašení požáru (obr. 10). Pozitivní obrat umožnilo zastavení přenosu požáru na další lokality a zvýšení účinnosti zásahu díky nižším teplotám, vyšší relativní vlhkosti a srážkám.

5. Závěr

Rozsah požáru v NP České Švýcarsko významně ovlivnily meteorologické podmínky. V důsledku probíhající změny klimatu se zvyšovala v období po roce 1990 průměrná teplota vzduchu a tím i evapotranspirace, zároveň také stagnovaly či mírně klesaly úhrny srážek především ve vegetačním období. Důsledkem je výskyt dlouhodobého sucha v dané oblasti podle SPEI-24 od května 2018 do současnosti. Podle satelitních měření před samotným vznikem požáru převládalo výrazné až extrémní sucho především v suchých borech a jehličnatých lesích, méně již v bučinách. Šíření požáru pomohly vysoké teploty vzduchu, nízké relativní vlhkosti vzduchu a silný vítr. V době počátku požáru převládalo střední až vysoké nebezpečí požárů podle indexu INP. Pozitivní obrat nastal s poklesem indexu 30. července díky zlepšení požárního počasí. Kombinace vysoké teploty a absence srážek způsobila extrémní sucho podle SPEI-6 v srpnu 2022, které bylo na stanici Sněžník nejintenzivnější za posledních 60 let. Příklad tohoto požáru dokládá, že se s probíhající změnou klimatu zvyšuje nebezpečí požárů i na našem území. Po zkušenostech s požárem v NP České Švýcarsko stojí za zvážení, zda nebude do budoucna nutné omezit návštěvnost NP v případě souběhu nepříznivých situací – sucha a nepříznivého požárního počasí – za účelem účinnější eliminace rizik vzniku požáru. V rámci prevence by měly být umístěny v parku tabule informující návštěvníky o aktuálním nebezpečí požárů, podobně jako tomu je na německé straně.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu „Predikce, hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku, PERUN“ (SS02030040), který je podporován Technologickou agenturou ČR.

Literatura:

- BRÁZDIL, R., TRNKA, M. a kolektiv, 2015. Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost, současnost a budoucnost. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v. v. i., 402 s. ISBN 978-80-87902-11-0.
- MOŽNÝ, M., TRNKA, M., BRÁZDIL, R., 2021. Climate change driven changes of vegetation fires in the Czech Republic. *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. **143**, s. 691–699. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03443-6>.
- MOŽNÝ, M., HÁJKOVÁ, L., VLACH, V., OUŠKOVÁ, V., 2021. Nebezpečí přírodních požárů v České republice v letech 1971–2018. *Sborník prací ČHMÚ*, sv. **66**, 35 s.
- PATZELT, Z., 2022. Mimořádná událost – Požár v Národním parku České Švýcarsko. Mimořádná událost. *Ochrana přírody*, č. 4/2022, s. 45–48.
- TRNKA, M., BRÁZDIL, R. et al., 2015. Drivers of soil drying in the Czech Republic between 1961 and 2012. *International Journal of Climatology*, Vol. **35**, s. 2664–2675. Dostupné z doi: <https://doi.org/10.1002/joc.4167>.
- TRNKA, M., MOŽNÝ, M., JUREČKA, F. et al., 2021. Observed and estimated consequences of climate change for the fire weather regime in the moist-temperate climate of the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. **310**, s. 108583. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2021.108583>.
- PELC, F., PEŠOUT, P., 2013. Soustava národních parků v ČR: součást naší přírodní pokladnice. Péče o přírodu a krajinu. *Ochrana přírody*, č. 2/2013, s. 11–16.
- SANDERS, S. et al., 2021. Rising From the Ashes: The Role of Fires in National Parks. *Frontiers for Young Minds*, Vol. **9**, s. 627635. Dostupné z: doi: 10.3389/frym.2021.627635.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., Ing. Luboš Türkott, Ph.D.

Methodology for reporting projections of greenhouse gas emissions in the Energy sector

Metodika vykazování projekcí emisí skleníkových plynů v sektoru Energetiky

Julieta Schneider

Czech Hydrometeorological Institute
Air Quality Division
NIS Department
Na Šabatce 2050/17
143 06 Prague 4
✉ julieta.schneider@chmi.cz

Zuzana Rošková

Czech Hydrometeorological Institute
Air Quality Division
NIS Department
Na Šabatce 2050/17
143 06 Prague 4
University of Chemistry and Technology Prague
Faculty of Environmental Technology
Department of Environmental Chemistry
Technická 5
166 28 Prague 6

Eva Krtková

Czech Hydrometeorological Institute
Air Quality Division
NIS Department
Na Šabatce 2050/17
143 06 Prague 4

S cílem vyhovět různým mezinárodním opatřením, které se snaží zmírnit změny klimatu, se smluvní státy UNFCCC zavázaly k pravidelnému vykazování predikcí emisí skleníkových plynů. Podle Evropského nařízení č. 2018/1999, čl. 18 je touto reportovací povinností v České republice pověřen Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Narozdíl od každoročního vykazování inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů, projekce emisí a propadů skleníkových plynů jsou vykazovány ve dvouletém cyklu – nejprve v rámci Evropské unie, tedy Evropské Komisi a v návaznosti také sekretariátu Rámcové Úmluvy OSN o změně klimatu. Výsledky projekcí jsou velmi intenzivně využívány jak Evropskou komisí, tak přímo vládami jednotlivých členských států při definování eventuálních dalších zákonů a politických opatření za účelem snižování emisí, nebo zvyšování propadů skleníkových plynů. Je proto třeba vybrat pro výpočty projekcí spolehlivé výpočetní nástroje a využívat co nejpřesnější data. Predikce emisí ze sektoru energetiky jsou v závislosti na jednotlivých kategoriích počítány různými modely. Souhrnně lze říci, že jsou projekce emisí počítány podle dvou scénářů: s existujícími opatřeními (WEM,

z angl. With Existing Measures) a s dodatečnými opatřeními (WAM, z angl. With Additional Measures). Pro oba tyto scénáře jsou jako vstupní data použity hodnoty z poslední verze odhadu emisí v rámci každoroční inventarizace emisí a aktuální a plánovaná nařízení.

KEYWORDS: anthropogenic emissions – Czech Republic – energy – greenhouse gases – projections – reporting

KLÍČOVÁ SLOVA: emise antropogenní – Česká republika – energetika – plyny skleníkové – projekce – reporting

1. Introduction

Greenhouse gas (GHG) projections are an estimate of a country's GHG emissions in the future based on a series of assumptions on how activities affecting emissions could change (Wartmann et al. 2021). Having some understanding of potential developments in GHG emissions is vital to the further planning of mitigation strategies and emission reductions at both mid- and long-term.

1.1 Legal Framework

Greenhouse Gas Inventories

As part of the international efforts to mitigate anthropogenic influence on global warming, participating parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Kyoto Protocol, particularly those included in Annex I (industrialized countries) are required to submit a biennial report, Decision 2/CP.17 (UNFCCC 2012), and a national communication every four years, Decision 9/CP.16 (UNFCCC 2011), to inform on their perspectives, emissions, and progress towards mitigation and adaptation. An annual inventory of their anthropogenic greenhouse gases (GHGs) emissions by sources and removals by sinks for all GHGs not controlled by the Montreal Protocol has to be submitted as well. To further build trust and confidence, the Paris Agreement has established the Enhanced Transparency Framework (ETF). With common reporting tables and tabular formats, these allow the tracking of progress across parties (UNFCCC 2012).

To ensure accurate, transparent, comparable, consistent, and complete reporting, member states follow the methodologies provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change

(IPCC) under “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, and revisions published in following updated versions. These guidelines include methodologies for the annual calculation of different activity-related emissions, with Volume 2 of the guidelines focusing on the energy sector (IPCC 2006). Different procedures are provided taking into account data availability, and where country-specific data is not available, generic global or regional data is provided to support calculations.

In addition, to tackle emissions from heavy polluters, the European Union has launched the Emissions Trading System (EU ETS) in 2005. This sets a cap on emissions from emission-intensive activities and aviation within the European Economic Area. It also allows companies to trade emission rights within that area, which means that greenhouse gas allowances are treated as a commodity or product that can be traded on the EU carbon market. The EU ETS covers about 36% of the EU’s total greenhouse gas emissions (EEA 2022) and sets projected prices for coal and gas to establish harmonised parameters for member states.

Emission projections of greenhouse gases

Members states (MS) of the European Union have reporting obligations under Article 18 (1) (b) of regulation No 2018/1999 (EU 2018) of the Governance of the Energy Union and Climate Action and Article 38 of the related Implementing Regulation 2020/1208 (EU 2020). This includes reporting on current and planned national Policies and Measures (PaMs) intended to mitigate climate change and projections of anthropogenic greenhouse gas emissions every two years. The reported data is then quality checked by the European Environment Agency (EEA) and its European Topic Centre for Climate Change Mitigation (ETC/CM). Projections must be reported in a with-existing-measures (WEM) scenario by gas (or group of gases) and by sector; a with-additional-measures scenario (WAM), considering additional (planned) domestic PaMs, is encouraged to be submitted as well. The starting year of the projections must be the most recent year covered in the national GHG inventory report and extended at least 15 years beyond the next year ending in zero or five (e.g., a projection submitted in 2025 should extend until 2040 (=2025+15)). Projections can also extend until the end point of the Nationally Determined Contributions.

Projections have to be provided for the national total, by sector, by gas and with and without Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) (Wartmann et al. 2021). A common metric, consistent with the party’s national GHG inventory report, must be used (e.g., Gg CO₂-eq). If parties need flexibility in view of their capacities, they can report a less detailed coverage.

Considering the long-term goals, each party is requested to outline and communicate their post-2020 climate actions, known as their Nationally Determined Contributions (NDCs), every five years (UNFCCC 2016) in the Paris Agreement (Article 4, paragraph 2). In this regard, the European Union reports as a whole, presenting a document after revision by all member states. Also recently, the EU has adopted the European Green Deal and made it legally binding with the European Climate Law (which came into force on 29 July 2021). This sets the target of reducing net greenhouse gas emissions by at least

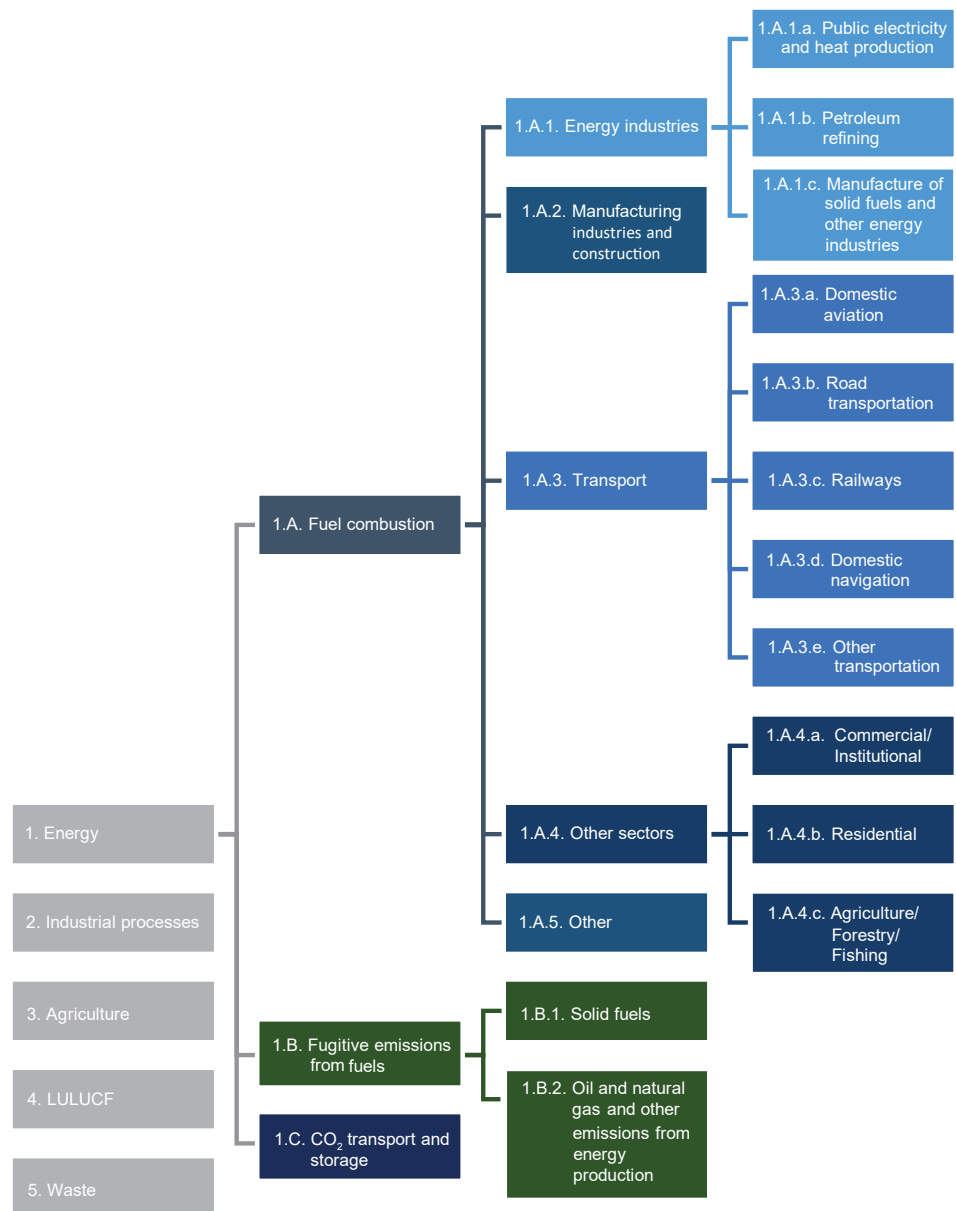


Fig. 1. Structure of categories by source sector according to IPCC Guidelines, with detailed sub-categories for the energy sector.

Obr. 1 Struktura kategorií pro vykazování s detailnějším uvedením kategorií v sektoru Energetiky dle IPCC 2006 Guidelines.

55% by 2030 (after revision of the previous 44% target), with the goal of achieving climate neutrality by 2050 (EU 2021). A number of new European directives (such as the “Fit for 55” proposals) and subsequent Czech laws would come into force in the near future to achieve the new targets. Future projections will be affected, since new technologies (such as capture and storage of CO₂ and electric furnaces) can be expected. The change in available technology would modify current emission factors.

In the Czech Republic, there is no specific legal framework for reporting on projections and PaMs. Accountability for climate policies lie on the Ministry of the Environment, together with preparation of national strategies and reporting obligations related to climate change and the administration of EU ETS (MoE 2017). The Ministry of the Environment is further collaborating with the Ministry of Industry and Trade, which is the main body for the national energy policy.

1.2 The Energy Sector

Emissions and sinks of greenhouse gas emissions are determined by origin from specific sectors: Energy, Industrial Processes and Product Use (IPPU), Agriculture, Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF), and Waste. Every sector having more detailed categories (Fig. 1). It is good practice to report emissions or sinks at the lowest possible category level.

For most economies, energy systems are largely driven by the combustion of fossil fuels, during which the carbon and hydrogen of the fuels are converted mainly into CO₂ and H₂O, with the release of chemical energy in the form of heat. As a consequence, this sector is usually the most important sector in greenhouse gas emission inventories, contributing to over 90% of CO₂ emissions and 75% of the total greenhouse gas emissions in developed countries (IPCC 2006).

For the year 2020 in the Czech Republic, the most important GHG was CO₂, contributing 81% to total national GHG emissions and removals (excl. indirect emissions, excl. LULUCF). CO₂ makes up 95% of total emissions from the energy sector, which is the dominant category in the territory, producing 72% of the CO₂ from total GHG emissions (excluding LULUCF). Of the total emissions in the energy sector, 97% come from fossil fuel combustion, the rest are fugitive emissions from fuels (CHMI

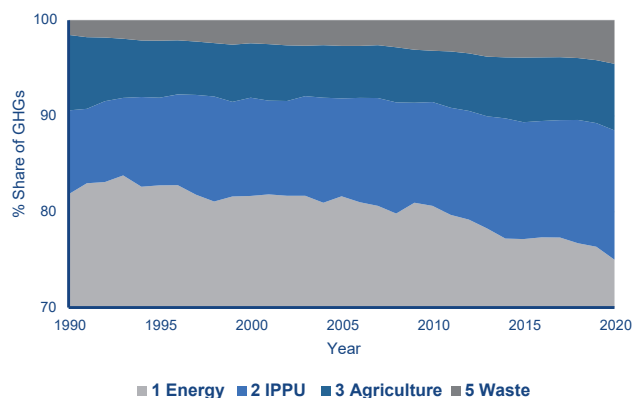


Fig. 2. Percentage proportion of total GHG emissions by sectors (excluding LULUCF). Y-axis begins at 70%, a part of the proportion is hidden (CHMI 2022).

Obr. 2 Procentuální podíl jednotlivých sektorů (vyjma LULUCF) na celkových emisích skleníkových plynů. Osa y začíná na 70 %, část podílu je skrytá.

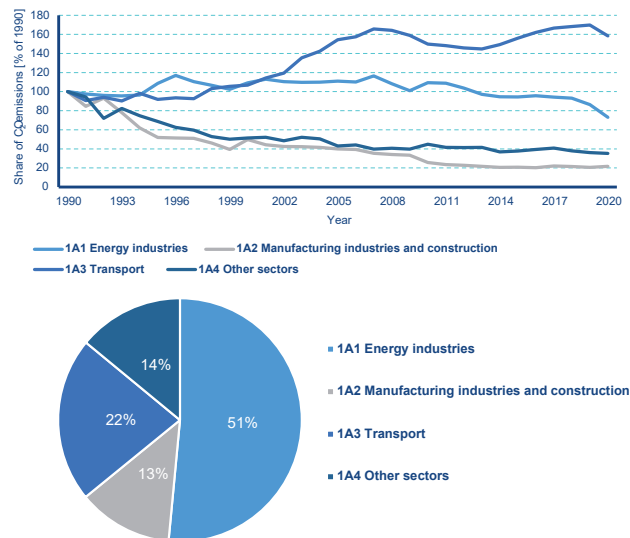


Fig. 3. Left: Proportion and trends of CO₂ emissions between 1990 and 2020 in individual sub-sectors of category 1.A Fossil fuel combustion. Right: proportion of CO₂ emissions in individual sub-sectors of category 1.A fossil fuel combustion in 2020 [kt] (CHMI 2022).

Obr. 3 Vlevo: Podíl a vývoj emisí CO₂ mezi lety 1990 a 2020 v jednotlivých podkategoriích kategorie 1.A Spalování fosilních paliv. Vpravo: Podíl emisí CO₂ v jednotlivých podkategoriích kategorie 1.A Spalování fosilních paliv v roce 2020 [kt].

2022). The percentual share of total GHG by sector is presented in Figure 2 and the share of emissions and the development of fossil combustion are shown in Figure 3.

The energy sector is also the largest of the sectors covered under the EU ETS, where a price on CO₂ emissions has applied since 2005 (EEA 2022). This CO₂ price has been an important driver of declining GHG emissions, especially since the price has been rising in recent years; from 5€/t CO₂ in 2017 to 25€/t CO₂ in 2020, and climbing to more than 80€/t CO₂ in 2021 (Jones 2021; EC 2020e).

2. Steps to developing GHG projections

The methodology employed for preparation of emission projections includes the generation of a model which will describe future energy scenarios and the collection of data for said calculations.

The energy sector, which is dominant in the total volume of emissions and makes up huge amounts of resources and possible future technologies, needs to be addressed by using complex energy models.

In the Czech Republic, the sub-sector 1.A.3 (Transport) is considered separately from the rest of the energy sector and its projections are handled by external sectoral experts. The Czech Hydrometeorological Institute had historically used the ENVIROS EFOM-ENV model for the energy sector (excluding transport), and the MESSAGE model for the 2017 and 2019 projections (CHMI 2017; 2019). However, the main code of this model is no longer updated, and therefore it is assumed that the results obtained would not be as reliable as those that would be obtained by running continuously updated coding. For this, the Minis-

try of the Environment has urged the inventory team of CHMI to turn to the TIMES model generator, this activity is supported under the project “Air quality Research, Assessment and Monitoring Integrated System”. For the 2021 projections, as a transition period, results from said model were not representative of the situation of the Czech Republic and thus calculations were based on expert judgement in complex calculation model in spreadsheet version (CHMI 2021). The TIMES model generator was chosen to develop the 2023 projections in collaboration with experts from the Charles University Environment Centre (COŽP in Czech).

For the individual greenhouse gases, activity sources are considered as follows for the calculations:

- Carbon dioxide – combustion of fuels in fuel conversion processes (public and factory energy production), combustion of fuels for final consumption (industrial processes, transport, households, agriculture and the sector of public and commercial services), fuel improvement processes (refineries, post-mining treatment of coal and coking) and removal of SO₂ from combustion products using limestone,
- Methane – coal mining and its post-mining treatment; mining, storage, transport and distribution of natural gas and mining, storage, transport and refining of petroleum,
- Nitrous oxide – combustion of fuels in stationary and mobile sources.

The final step of calculations includes a sensitivity analysis, for which drivers (e.g., the price of emissions allowances) are changed by 5 % in both directions.

Further clarification on key aspects of developing projections for the energy sector is presented in the following sections.

2.1 Input data

Greenhouse gas projections are calculated based on today’s emissions, which are based on activity data and emission factors, and so, a reference year is needed for calculations of future developments (Wartmann et al. 2021). The reference year (or base year) is the latest year for which there exists available information on macroeconomic development on energy and emission balances and on the national GHG emission inventory. On a very basic approach, activity drivers (which represent activity data changes in the future) would be applied to historical emissions for the reference year to get the projected emissions.

Activity data are numerous, among which there are: gross domestic product (GDP), population, predicted fuel prices, and predicted emission factors. In the Czech Republic, predictions of the number of inhabitants and GDP are based on information from the Czech Statistical Office (CzSO), while the change in emission factors is based on the effect of planned policies and measures.

Prices of fuels on the global market and carbon prices are provided by the European Commission (recommended harmonised parameter values), while prices of domestic energy sources are based on the costs of their acquisition and are also affected by the competitive energy sources.

When certain data are not available, proxy data can be used in their place (proxies are a measurable unit which can be used to construct a unit which is not directly measurable (EC 2012), e.g. population growth can be used to calculate energy con-

sumption in households). Since these drivers are estimates and can change in unexpected ways in the future, projecting upcoming emissions is an inherently uncertain task.

2.2 Scenarios

According to the Intergovernmental Panel on Climate Change: “A scenario is a coherent, internally consistent and plausible description of a possible future state of the world. It is not a forecast; rather, each scenario is one alternative image of how the future can unfold” (IPCC Data Distribution Centre Glossary)

The projections include two scenarios “with existing measures” (WEM) and “with additional measures” (WAM), according to guidelines published in the document FCCC/CP/1999/7, part II UNFCCC Reporting Guidelines on National Communication (UNFCCC 2000) and further in the above mentioned documents of the EU. The WEM scenario depicts GHG trends based on the overall impacts of currently implemented and adopted mitigation measures, while the WAM scenario depicts the case in which planned mitigation policies are implemented alongside already implemented policies.

Data for evaluation of PaMs are collected from projects and programs supported by various institutions and ministries (e.g. The State Environmental Fund, Ministry of the Environment, Ministry of Industry and Trade, Ministry of Agriculture, etc.). Different annual reports often provide information regarding costs and energy savings achieved by different programmes and subsidy schemes.

2.3 The TIMES model

Preparing GHG projections can be complex as it requires a technical understanding of a wide set of variables and no standardised methodologies or tools exist to calculate them. However, there are several modelling tools available which answer different questions or “perspectives” depending on the aims as well as existing capacities.

The TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) model generator was developed within the Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP) at the International Energy Agency (IEA), its focus being on energy, technology-oriented, dynamic models. The model combines top-down and bottom-up approaches with the aim of being macroeconomically complete, microeconomically realistic, and technologically unambiguous. The model built on TIMES will seek the optimal solution of the total energy and technological mix, which satisfies the given (exogenous) demand for energy and energy services while achieving the lowest possible total discounted costs for the entire analysed period (Loulou et al. 2021).

The model is suitable for exploration of possible energy futures based on contrasted scenarios, for which four types of inputs are needed: energy service demand curves, primary resource supply curves, a policy setting and the description of a set of technologies.

The model is data driven, meaning that based on the input information provided by the modeller TIMES generates a particular solution.

Model inputs and outputs

Exogenous model inputs can be categorized into prices, demands, and resource availability (technologies and commodities). For the latter, existing and new energy technologies (such

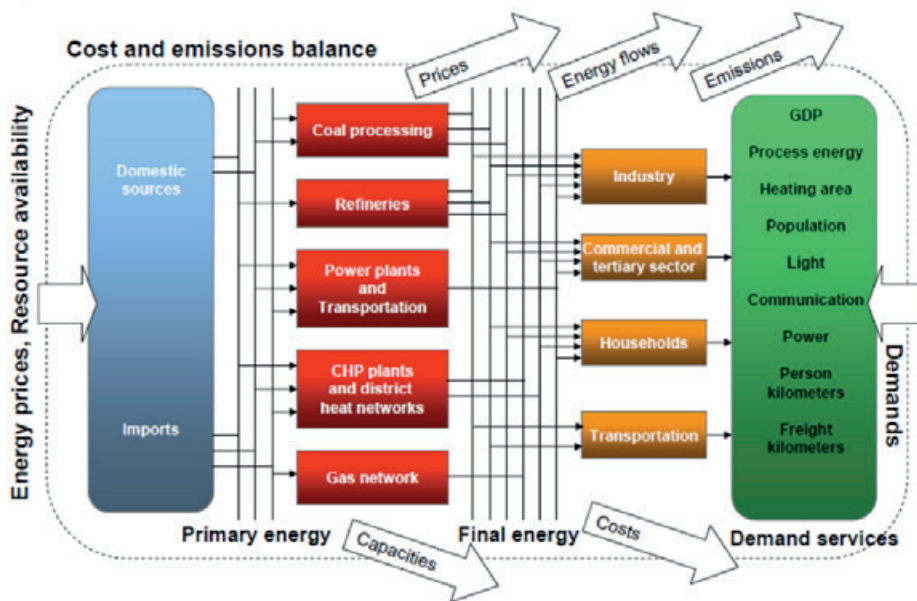


Fig. 4. Schematic of TIMES inputs and outputs (source: Remme et al. 2001).
 Obr. 4 Schéma vstupů a výstupů modelu TIMES (zdroj: Remme et al. 2001).

as power plants, heating plants, boilers for heating in homes, etc.) are further described by a series of characteristics, like the required installed capacities (existing and planned), efficiency, availability, investment costs, fixed and variable operation costs, life time, emission coefficients, and restrictions on its application.

Basic data input of the model for the Czech Republic are the energy balance of Eurostat, Emission Reports of the EU ETS system, and data from the Energy Regulatory Office. Individual scenarios are then described by assumptions about the prices of fuels and emission allowances, together with the expected demands and taxes.

Typical outputs of the model are energy system configurations, capacities of technologies, consumption of primary and secondary fuels, produced electricity and heat, emissions of greenhouse gases and costs (investment, fuel, operating, etc.). A scheme of TIMES inputs and outputs is presented in Figure 4.

Model structure

In a TIMES model, energy processes (technologies) are interconnected to commodities through commodity flows. So, according to the predominant nature of the technologies and processes involved, the Czech model is divided into different energy sectors. At the same time, each energy sector comprising sources included in the EU ETS system is divided into ETS and non-ETS parts, where the ETS part is modelled at the level of individual sources.

A brief description of the sectors in the model follows:

Primary: includes the energy chain of primary energy sources, as well as possible imports and exports. Each primary energy source (oil, natural gas, brown and black coal, etc.) is modelled by a supply curve with cost stages.

Electricity and heat production: includes public power plants, heating plants, renewable sources of electricity and heat. It is largely made up of individual sources included in the EU ETS system. In addition to biomass and biogas plants, renewable sources for electricity production are aggregated in the model according to technology.

Household: includes different final energy services on the demand side. For each final energy service, the model includes different available technologies (existing and new) through which the given service is provided (in connection with the energy carrier – electricity, heat, etc.). For example, heating technologies distinguish emission classes of solid fuel boilers, and the model takes into account legislation regulating the sale and use of boilers of individual emission classes.

Commercial: also includes different final energy services (e.g., Heating, Air conditioning, Water heating, etc.).

2.4 Timeline and Documentation

In the Czech Republic, projections for all sectors are finished and compiled by the Czech Hydrometeorological Institute in November of the year before submission. In January, projection data and text are controlled mainly by the Ministry of the Environment and to a lesser extent by other Ministries. Any inconsistencies and recommendations are considered by the compilation team and reflected in the final report, which is then uploaded to the European Environment Information and Observation Network (EIONET) in March and communication with the EC and the EEA takes place in case of ambiguities or inaccuracies. Quality assurance and quality control (QA/QC) is conducted by the EEA and discussed with CHMI and the Ministry of the Environment, who forward potential problems to the responsible sectorial experts.

Finally, previous GHG emission projections and PaMs reports are scrutinized during the review and assessment process of national communications and biennial reports by the UNFCCC Secretariat review team.

To depict the final format of both scenarios (WEM and WAM) and the breakdown of categories of the energy sector for submission, results of the 2021 projections from the Czech Republic are presented in Table 1 and Figure 5. These calculations were based on expert judgement and spreadsheets, and show that it is expected for emissions to keep decreasing until 2050 for both scenarios. This is mainly due to the ongoing transition from domestic coal to other fuels (in particular, natural gas), as well as the increase in Renewable Energy Sources (RES). The projected decline of fugitive emissions from fuels results, mainly, from decreasing mining of hard and brown coal.

3. Conclusions

The Czech Republic must report projections of greenhouse gas emissions every two years under Art. 18 of the Regulation EU No. 2018/1999. As the energy sector is the main contributor to GHG emissions, it must be approached with care and adequate tools. For the 2023 projections, the Czech Republic will use the TIMES model generator to improve the accuracy of its projecti-

Table 1. Breakdown of reported and projected emissions of GHGs by categories in Energy – WEM scenario. From the 2021. submission (CHMI 2021).

Tab. 1. Přehled reportovaných a projektovaných emisí skleníkových plynů v jednotlivých kategoriích sektoru Energetiky – scénář WEM. Převzato ze submise 2021.

| [kt CO ₂ eq.] | Reported emissions | | | | | Projected emissions | | | | | | | | | | Difference to year 1990 [%] | | | | |
|--|--------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|-----------------------------|--|--|--|--|
| | 1990 | 2005 | 2018 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | | | | | | |
| 1. Energy | 161 320 | 120 600 | 96 880 | 97 350 | 83 910 | 80 620 | 71 270 | 57 640 | 56 810 | 55 780 | -39 660 | -50 030 | -64 270 | -65 430 | | | | | | |
| A. Fuel combustion (sectoral approach) | 149 450 | 114 190 | 93 550 | 94 130 | 82 010 | 78 800 | 69 710 | 56 480 | 55 860 | 54 860 | -37 030 | -47 280 | -62 220 | -63 300 | | | | | | |
| 1. Energy industries | 56 860 | 63 170 | 51 070 | 53 170 | 44 780 | 44 040 | 35 960 | 23 480 | 23 590 | 23 170 | -66 00 | -22 620 | -58 750 | -59 300 | | | | | | |
| a. Public electricity and heat production | 54 840 | 56 480 | 44 780 | 47 470 | 40 720 | 40 120 | 32 570 | 21 000 | 21 130 | 20 780 | -13 530 | -26 930 | -61 750 | -62 150 | | | | | | |
| b. Petroleum refining | 490 | 890 | 510 | 480 | 440 | 420 | 420 | 410 | 410 | 400 | -1 800 | -13 720 | -16 520 | -18 240 | | | | | | |
| c. Manufacture of solid fuels and other energy industries | 1 520 | 5 790 | 5 790 | 5 210 | 3 620 | 3 510 | 2 980 | 2 080 | 2 060 | 1 990 | 242 960 | 131 010 | 36 860 | 31 240 | | | | | | |
| 2. Manufacturing industries and construction | 47 110 | 18 840 | 9 960 | 9 980 | 9 780 | 9 580 | 9 380 | 9 180 | 8 980 | 8 780 | -78 820 | -79 670 | -80 520 | -81 360 | | | | | | |
| 3. Transport | 11 480 | 17 360 | 19 060 | 18 270 | 16 260 | 15 430 | 15 530 | 15 320 | 15 160 | 15 130 | 150 800 | 111 800 | 110 300 | 107 680 | | | | | | |
| a. Domestic Aviation | 140 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | -93 460 | -95 750 | -97 220 | -98 160 | | | | | | |
| b. Road Transportation | 6 350 | 16 700 | 18 640 | 17 860 | 15 870 | 15 060 | 15 190 | 14 990 | 14 850 | 14 840 | 181 210 | 137 230 | 136 130 | 133 660 | | | | | | |
| c. Railways | 730 | 320 | 320 | 310 | 290 | 270 | 250 | 230 | 210 | 200 | -57 770 | -63 620 | -68 640 | -72 970 | | | | | | |
| d. Domestic Navigation | 60 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | -83 160 | -86 920 | -89 850 | -92 120 | | | | | | |
| e. Other Transportation | 10 | 70 | 800 | 80 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 744 800 | 753 260 | 761 810 | 761 810 | | | | | | |
| 4. Other sectors | 33 810 | 14 550 | 13 150 | 12 410 | 10 900 | 9 460 | 8 550 | 8 210 | 7 850 | 7 490 | -63 540 | -72 210 | -75 890 | -78 000 | | | | | | |
| a. Commercial/ institutional | 9 960 | 3 530 | 2 790 | 2 740 | 2 600 | 2 470 | 2 350 | 2 240 | 2 130 | 2 020 | -72 850 | -75 450 | -77 790 | -79 920 | | | | | | |
| b. Residential | 19 910 | 9 680 | 9 120 | 8 520 | 7 230 | 5 930 | 5 120 | 4 920 | 4 670 | 4 420 | -57 420 | -70 350 | -75 430 | -77 920 | | | | | | |
| c. Agriculture/ forestry/ fishing | 33 810 | 33 811 | 33 812 | 33 813 | 33 814 | 33 815 | 33 816 | 33 817 | 33 818 | 33 819 | 33 820 | 33 821 | 33 822 | 33 823 | | | | | | |
| 5. Other | 190 | 270 | 320 | 310 | 300 | 290 | 290 | 290 | 290 | 290 | NA | NA | NA | NA | | | | | | |
| B. Fugitive emissions from fuels | 11 860 | 6 410 | 3 320 | 3 220 | 1 900 | 1 820 | 1 560 | 1 160 | 950 | 920 | -72 880 | -84 680 | -90 220 | -92 250 | | | | | | |
| 1. Solid fuels | 10 780 | 5 510 | 2 710 | 2 590 | 1 320 | 1 300 | 1 070 | 700 | 510 | 510 | -75 950 | -87 950 | -93 550 | -95 300 | | | | | | |
| 2. Oil and natural gas and other emissions from energy production | 1080 | 900 | 610 | 620 | 570 | 510 | 490 | 460 | 430 | 410 | -42 870 | -52 560 | -57 540 | -62 410 | | | | | | |
| C. CO₂ transport and storage | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | | | | | | |

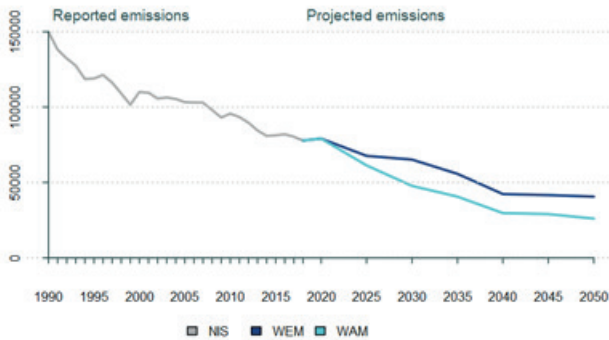


Fig. 5. Reported and projected emissions of GHGs in 2021. Energy sector (excluding Transport) – WEM, WAM scenario (CHMI 2021).

Obr. 5 Reportované a projektované emise skleníkových plynů v roce 2021. Sektor Energetiky (vyjma Dopravy) – scénáře WEM a WAM.

ons. Also, this type of model is expected to be used by the Ministry of the Environment of the Czech Republic. This modelling tool allows for testing of future energy scenarios, beneficial for evaluating the impact of planned energy and climate policies.

Important drivers of projected emissions are energy prices and energy consumption, which will be hard to estimate given the current energy crisis. Upcoming projections will face the challenge of dealing with increased uncertainty.

Acknowledgments:

This publication was prepared with the support of the project SS02030031 Air quality Research, Assessment and Monitoring Integrated System, which is co-financed with the state support of the Technology Agency of the Czech Republic as part of the 2nd call of Environment for the Life Program.

Literature:

CHMI, 2017. Reporting of Projections and Policies and Measures under Regulation No 525/2013 [online]. Czech Hydrometeorological Institute [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/projections/Projections_of_GHG_2017_CZ_Final.pdf.

CHMI, 2019. Reporting on policies and measures and on projections of anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals of the Czech Republic. Czech Hydrometeorological Institute [online]. Czech Hydrometeorological Institute. [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/projections/Projections_of_GHG_2019_CZ_Final.pdf.

CHMI, 2021. Integrated reporting on greenhouse gas policies and measures and on projections in the Czech Republic [online]. Czech Hydrometeorological Institute [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/projections/Projections_of_GHG_2021_CZ_final.pdf.

CHMI, 2022. National Inventory Report [online]. Czech Hydrometeorological Institute. ISBN 978-80-7653-035-5. [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://unfccc.int/documents/461895>.

EC, 2012. GHG Projection Guidelines. Part A: General Guidance. European Commission. CLIMA.A.3./SER/2010/0004.

EC, 2020e. Report from the Commission to the European Parliament and the Council Report on the functioning of the European carbon market [online]. European Commission [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0740>.

EEA, 2022. The EU Emissions Trading System in 2021: trends and projections [online]. [cit. 24.08.2022]. Available from WWW:

<https://www.eea.europa.eu/publications/the-eu-emissions-trading-system-2>.

EU, 2004. MEMO/04/43 on the Kyoto Protocol [online]. EU [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_04_43.

EU, 2018. Regulation (EU) No 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action [online]. EU [cit. 24.08.2022] Available from WWW: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj>.

EU, 2020. Commission Implementing Regulation (EU) 2020/1208 of 7 August 2020 on structure, format, submission processes and review of information reported by Member States [online]. EU [cit. 24.08.2022] Available from WWW: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2020/1208/oj.

EU, 2021. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality [online]. EU [cit. 24.08.2022] Available from WWW: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj>.

IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1–5 [online]. [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>.

JONES, D., 2021. Global Electricity Review 2021: Global Trends [online]. Ember [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://ember-climate.org/app/uploads/2021/03/Global-Electricity-Review-2021.pdf>

LOULOU, R., GOLDSTEIN, G., KANUDIA, A., LETTILA, A., REMME, U., 2021. Documentation for the TIMES Model PART I. Concepts and Theory [online]. [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://iea-etsap.org/index.php/etsaptools/model-generators/times>.

MoE, 2017. Climate Protection Policy of the Czech Republic: Executive summary. Ministry of the Environment of the Czech Republic. ISBN 978-80-7212-626-2.

REMME, U., GOLDSTEIN, G. A., SCHELLMANN, U., SCHLENZIG, C., 2001. MESAP/TIMES – advanced decision support for energy and environmental planning. In: P. Chamoni, R. Leisten, A. Martin, J. Minnemann, H. Stadler (eds.): Operations Research Proceedings 2001. Selected Papers of the International Conference on Operations Research (OR 2001), 3–5 September, Springer, Duisburg, Germany (2001), pp. 59–66.

UNFCCC, 2000. UNFCCC guidelines on reporting and review [online]. United Nations Framework Convention on Climate Change [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/G00/605/23/PDF/G0060523.pdf?OpenElement>.

UNFCCC, 2011. Decision 9/CP.16: National communications from Parties included in Annex I to the Convention [online]. United Nations Framework Convention on Climate Change [cit. 24.08.2022]. Available from website: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2010/cop16/eng/07a02.pdf>.

UNFCCC, 2012. Decision 2/CP.17: Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention [online]. United Nations Framework Convention on Climate Change [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf>.

UNFCCC, 2016. Decision 1/CP.21: Adoption of the Paris Agreement [online]. United Nations Framework Convention on Climate Change [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/eng/10.pdf>.

WARTMANN, S., SHELDON, D., WATTERSON, J., 2021. Projections of Greenhouse Gas Emissions and Removals: An Introductory Guide for Practitioners [online]. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Berlin [cit. 24.08.2022]. Available from WWW: <https://unfccc.int/documents/358238>.

Reviewers (Lektoři):

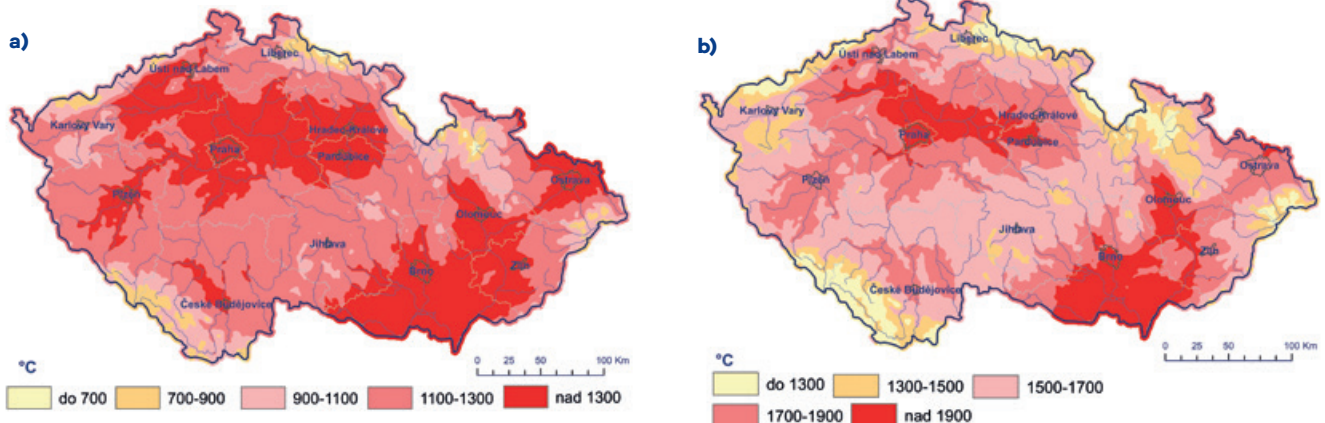
Ing. Alfiya Kassymova, Ing. Barbora Votavová, Ph.D.

POČASÍ A ROSTLINY

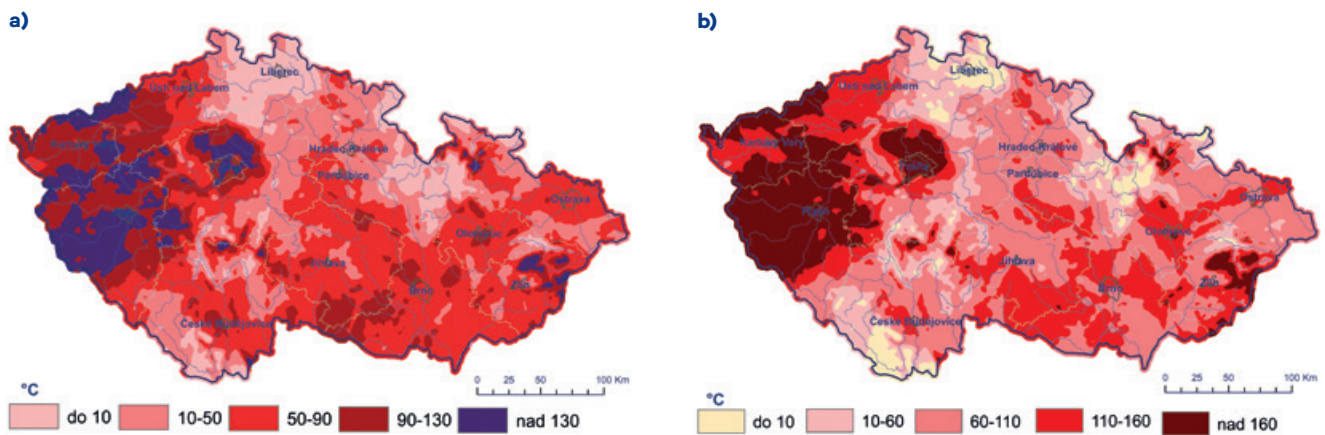
Fenologický vývoj na území ČR v červenci a srpnu 2022

V tomto čísle vyhodnotíme časové období od 1. ledna do 31. srpna 2022.

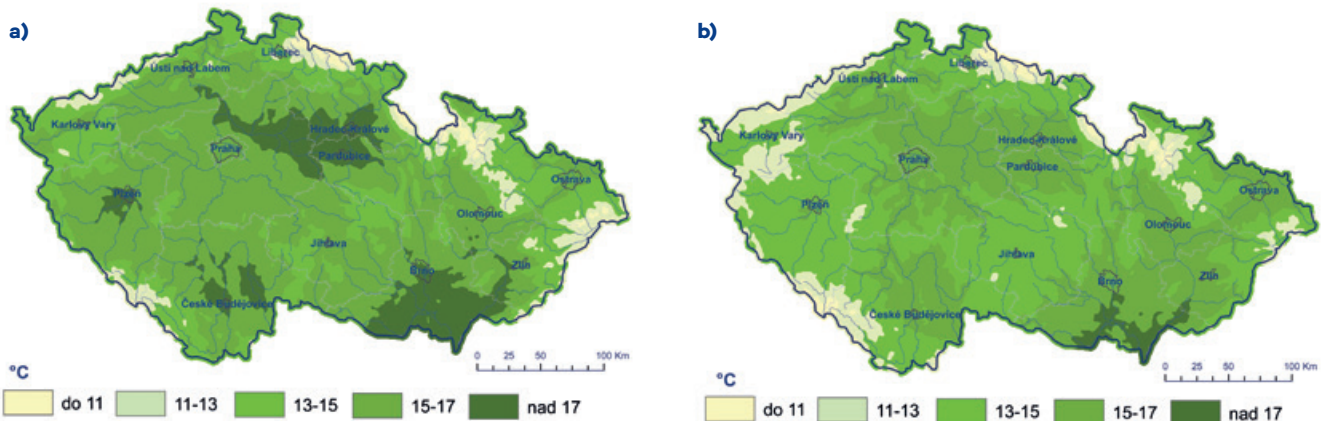
Celkovou sumu **efektivních teplot nad 5 °C** od 1. 1. 2022 do 31. 7. 2022 a 31. 8. 2022 a její srovnání s normálem 1991–2020 zobrazují následující mapy (obr. 1, 2). Absolutní hodnoty sumy efektivních teplot vzduchu nad 5 °C byly v červenci v rozmezí od 700 do 1 300 °C (v roce 2021 byly hodnoty v rozmezí 800 až 1 350 °C), v srpnu od 1 300 do 1 900 °C (v roce 2021 byly hodnoty v rozmezí 1 000 až 1 800 °C). Nejvyšší hodnoty byly naměřeny na jižní a severní Moravě, v Polabské nížině a v části Pohoří, na Plzeňsku a Českobudějovicku. Odchytky



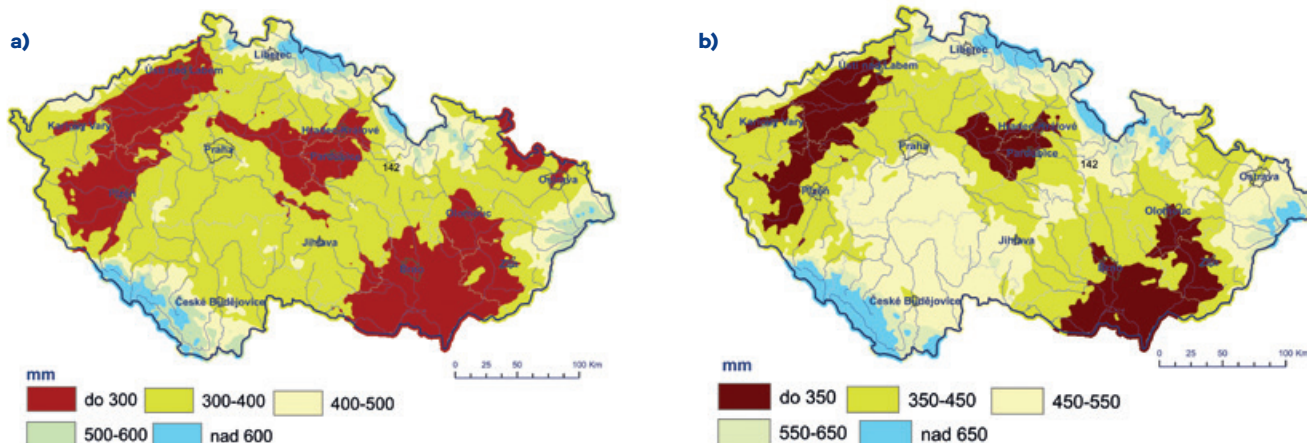
Obr. 1 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C od 1. 1. 2022 do 31. 7. 2022 (a) a do 31. 8. 2022 (b).



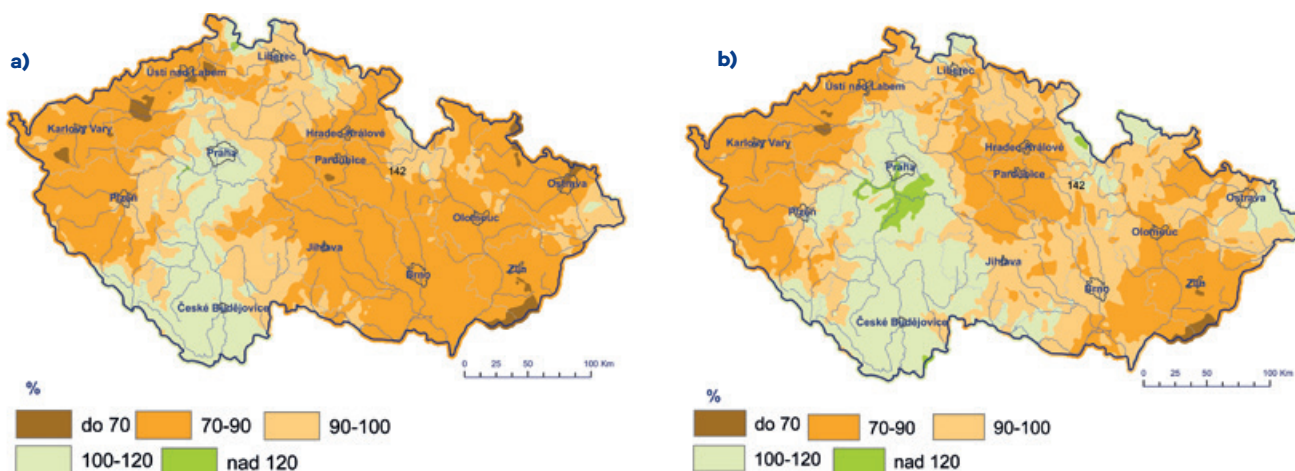
Obr. 2 Suma efektivních teplot vzduchu nad 5 °C – odchytka od normálu 1991–2020 od 1. 1. 2022 do 31. 7. 2022 (a) a do 31. 8. 2022 (b).



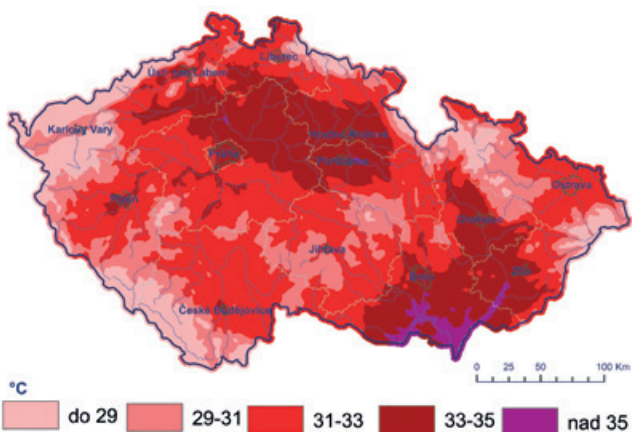
Obr. 3 Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 31. 7. 2022 (a) a 31. 8. 2022 (b).



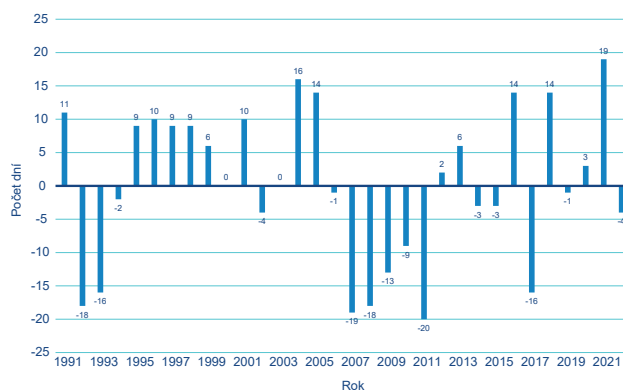
Obr. 4 Kumulativní úhrn srážek k 31. 7. 2022 (a) a 31. 8. 2022 (b).



Obr. 5 Kumulativní úhrn srážek (procenta normálu 1991–2020) k 31. 7. 2022 (a) a 31. 8. 2022 (b).



Obr. 6 Maximální teplota vzduchu 18. 8. 2022 na území ČR.



Obr. 7 Počátek kvetení vrbky úzkolísté (odchylky od průměru 1991–2020), stanice Chřibská (350 m n. m.).

od normálu 1991–2020 byly v obou měsících kladné, v červenci se pohybovaly v rozmezí +10 až +130 °C a v srpnu +10 až +160 °C. Nejvyšší kladné odchylky byly zaznamenány v západních a severozápadních Čechách a v okolí Prahy.

Průměrná denní teplota půdy v hloubce 10 cm dne 31. 7. 2022 a 31. 8. 2022 byla v obou měsících 11 až 17 °C (obr. 3). V roce 2021 byly hodnoty rozdílné, v červenci činily 17 až 23 °C a v srpnu 12 až 18 °C.

Kumulativní úhrn atmosférických srážek od 1. 1. 2022 do 31. 7. 2022 a 31. 8. 2022 včetně procentického vyjádření

normálu 1991–2020 je vykreslen na obrázku 4 a 5. Nejvyšší kumulativní úhrn srážek byl zaznamenán v západních a severozápadních Čechách, v Polabí a dále na jižní Moravě, Olomoucku a Zlínsku. Ve srovnání s normálem 1991–2020 dosahovaly hodnoty na většině na území 70 až 100 % normálu.

V průběhu července a srpna se na území ČR vyskytlo několik horkých vln (tj. období s maximální teplotou vzduchu 30 °C a více), na obr. 6 je uvedena maximální teplota vzduchu 18. srpna 2022.



Obr. 8 Druhé kvetení bezu na stanici Český Rudolec (540 m n. m.).



Obr. 9 Květ vrbky úzkolisté.

V první dekádě července stále kvetla lípa srdčitá a začala odkvétat až ve druhé polovině července. Postupně dřevnatěly nové výhony dřevin a probíhala tvorba pupenů, z bylin kvetly vrbky a třezalky. Dále dozrávaly třešně, meruňky a borůvky a v závislosti na počasí začala sklizeň obilí. Dozrávaly plody dřevin, např. lípy srdčité, břízy bělokoré, javoru mléče či jeřábu obecného. V tomto období dozrávaly i plody konvalinky vonné.

Počátek kvetení vrbky úzkolisté (odchytky od průměru 1991–2020) na stanici Chřibská jsou uvedeny na obr. 7.

Na začátku srpna bylo na stanici v Českém Rudolci bylo zaznamenáno druhé kvetení bezu (obr. 8).

Na konci srpna začaly kvést ocúny a dozrávaly plody svídy dřín. Na fenologické stanici Březina (jižní Morava) byla zaznamenána tato zajímavost: pod vlivem sucha začaly bukvice padat již v půli srpna a byly zcela prázdné (bez semen).



Obr. 10 Plody bezu černého.



Obr. 11 Plody jeřábu ptačího (jeřabiny).

Na konci srpna vrcholilo „fenologické pozdní léto“, dozrávaly plody bezu černého a jeřábu ptačího – oba tyto druhy měly v letošním roce extrémní množství plodů. Probíhala sklizeň chmele, dozrávaly plody lísky a odkvétal rákos. A místy již začínaly žloutnou listy bříz či javorů

Vlivem vysokých teplot vzduchu došlo již na začátku srpna na části území postupně k ukončení vývoje druhé generace kůrovce (např. v části severozápadních Čech, v Polabí, na jižní Moravě a na Ostravsku) a začala se vyvíjet třetí generace.

V období 24. 7. až 12. 8. 2022 byl v části NP České Švýcarsko veliký požár. Jednalo se o historicky největší požár na území ČR a počasí bohužel komplikovalo jeho uhašení (v tomto období se na území NP téměř nevyskytovaly srážky).

Nové informace o vývoji vegetace v podzimních měsících zřídí a říjen Vám přineseme v dalším čísle.

Lenka Hájková

INFORMACE – RECENZE

Výroční konference České meteorologické společnosti 2022

Ve dnech 20. až 22. září 2022 se v Telči, v prostorách hotelu Antoň, uskutečnila výroční konference České meteorologické společnosti. Podtitul letošní konference byl Meteorologické aspekty minulých i budoucích povodní – výročí velkých povodní – 20 let v Čechách, 25 let na Moravě a 150 let na Berounce. Konference byla tradičně organizovaná ve spolupráci s Českým hydrometeorologickým ústavem, Ústavem fyziky atmosféry AV ČR, v. v. i. a Univerzitou Karlovou.

Výroční konference byla v letošním roce uspořádána v „novém“ formátu, který jsme představili v roce 2021 v Lounech. Připravili jsme specializovaný hydrometeorologický blok, blok věnovaný novinkám v oboru, panelovou diskuzi na téma změny klimatu a odborné exkurze.

První den konference byl věnován prezentacím hlavního tématu letošní konference: Meteorologické aspekty minulých i budoucích povodní – výročí velkých povodní – 20 let v Čechách, 25 let na Moravě a 150 let na Berounce a byl rozdělen do dvou bloků. Po prvním bloku Meteorologické příčiny povodní následoval po přestávce druhý blok Hydrologické aspekty povodní a hydrologické modely.

Jednání druhého dne konference začalo podle obvyklého schématu, bylo zahájeno Valné shromáždění společnosti.

Následoval třetí blok letošní konference nazvaný Nové a nedávno ukončené studie, projekty a publikace. K problematice loňského tornáda a letošních tornád proběhla zajímavá diskuse.

Následovala sekce posterů, do které byly přihlášeny a prezentovány čtyři postery, ke kterým proběhla rozsáhlá diskuse. Tato na výroční konferenci ČMeS nová sekce byla provázena velkým zájmem účastníků a jistě bude zařazena i na příští výroční konferenci.

Po odpolední pauze začala panelová diskuse na téma změny klimatu a jejich důsledky. Diskusi moderovala Taťána Míková. Účastnili se jí tři panelisté: Milan Lapin, Radim Tolasz a Petr Štěpánek. Každý panelista měl krátkou prezentaci a poté následovala diskuse k předneseným informacím a tématu.

Zhodnocení výsledků a přínosů konference bylo zakončeno udělením čestného členství České meteorologické společnosti profesoru RNDr. Milanu Lapinovi, CSc. za dlouholetou odbornou, pedagogickou a vědeckou činnost v oboru meteorologie a klimatologie a změny klimatu a za propagaci a osvětu těchto oborů.

Po odborném programu konference připravili organizátoři pro účastníky konference hodinové vystoupení pěvecké skupiny DNA. Druhý den výroční konference byl zakončen společenským večerem.

Závěrečný (třetí) den byl věnován odborným exkurzím. Na rybníku a jeho přítocích v zámeckém parku v Telči proběhla prezentace hydrologické přístrojové techniky. Po hydrologické prezentaci se zhruba polovina účastníků přesunula na nedalekou profesionální meteorologickou stanici Kostelní Myslová.

Na příští výroční konferenci České meteorologické společnosti, která se bude konat v termínu 19. až 21. září 2023 (zatím není známo kde), se problematice změny klimatu budeme opět věnovat. Připomeneme si 65. výročí založení společnosti, 30. výročí samostatné České meteorologické společnosti a také to bude již 30 let od doby, kdy byl vydán Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Poznamenejte si tento termín do svých kalendářů a jste srdečně zváni.

Více informací, fotodokumentaci, prezentace a sborník abstraktů v pdf formátu najdete na stránce konference: <http://www.cmes.cz/cs/konference2022>.

Taťána Míková a Pavel Lipina



Výroční konference České meteorologické společnosti se uskutečnila 20. až 22. září 2022 v Telči v prostorách hotelu Antoň. Foto: Z. Antoň.

Výměna systémů AWOS na letištích Praha/Ruzyně, Karlovy Vary, Brno/Tuřany a Ostrava/Mošnov

Dne 24. 5. 2022 byl dokončen proces výměny systémů AWOS (Automated Weather Observation System) na letištích Praha/Ruzyně (LKPR), Karlovy Vary (LKKV), Brno/Tuřany (LKTB) a Ostrava/Mošnov (LKMT). Systémy AWOS Avimet® na OS Linux jsou 4. generací systému AWOS od finské firmy Vaisala Oy.

Do průběhu jednotlivých fází výměny:

- Factory Inspection Test (FIT),
- Factory Acceptance Test (FAT),
- Site Acceptance Test (SAT),
- certifikace národním dozorovým orgánem ÚCL,

výrazně zasáhla epidemie COVID-19, takže původní termín instalace v říjnu 2020 byl dvakrát posunut a přechod na nové systémy AWOS byl proveden až v průběhu května 2022, a to postupně v pořadí letišť:

- Karlovy Vary 3. 5. 2022,
- Brno/Tuřany 10. 5. 2022,
- Ostrava/Mošnov 17. 5. 2022,
- Praha/Ruzyně 24. 5. 2022.

Prvotní FIT a FAT byly pro všechna letiště provedeny v květnu a červnu 2020 videokonferenčně. Instalace systému na letištích a prvotní SAT byla provedena v září 2021, nicméně zjištěné nedostatky nedovolily dokončení výměny. Zejména problém s měřením nových ceilometrů CL51, které mají rozšířený vertikální rozsah měření až do 43 000 FT (13 km) ve srovnání se starším typem CL31 (25 000 FT, 7,5 km), takže jsou schopny měřit i vysokou oblačnost (cirrus, cirrostratus, cirrocumulus). Pravděpodobně kvůli zvětšení vertikálního rozsahu měření vykazovaly ceilometry CL51 odlišné rozlišení vertikální dohlednosti, základny oblačnosti a podstatně vyšší procento hlášení VER VIS ve srovnání s CL31. Problém byl předán firmě dodavatele a úpravy softwaru byly několik měsíců testovány s požadovaným výsledkem.

Opakované SAT na regionálních letištích byly uskutečněny v září 2021 a na letišti Praha/Ruzyně v říjnu 2021. Následně začal paralelní provoz starého a nového systému, který probíhal v úzké spolupráci s ŘLP ČR s. p.

AWOS je automatizovaný meteorologický pozorovací systém určen k provoznímu využití v rámci zabezpečení letecké meteorologické služby. Hlavní funkcí systému AWOS Avimet LKPR je zpracování, kontrola, zobrazení, distribuce a archivace dat a zpráv letištních meteorologických pozorování. Systém umožňuje automatizovaný sběr a poskytování on-line meteorologických dat z jednotlivých senzorů rozmístěných v areálu příslušného letiště pro měření meteorologických veličin a pro podporu tvorby leteckých meteorologických zpráv METAR/SPECI a on-line dat pro METREPORT/SPECIAL, a to pro následnou podporu některých služeb a činností, které jsou poskytovány pro zajištění bezpečného a plynulého letového provozu v souladu s leteckým předpisy.

Pro naplňování těchto funkcí využívá dat ze senzorů pro měření směru a rychlosti přízemního větru, dráhové dohlednosti (RVR) a dohlednosti (VIS), stavu počasí, množství a výšky základny oblačnosti, tlaku vzduchu, teploty a relativní vlhkosti:

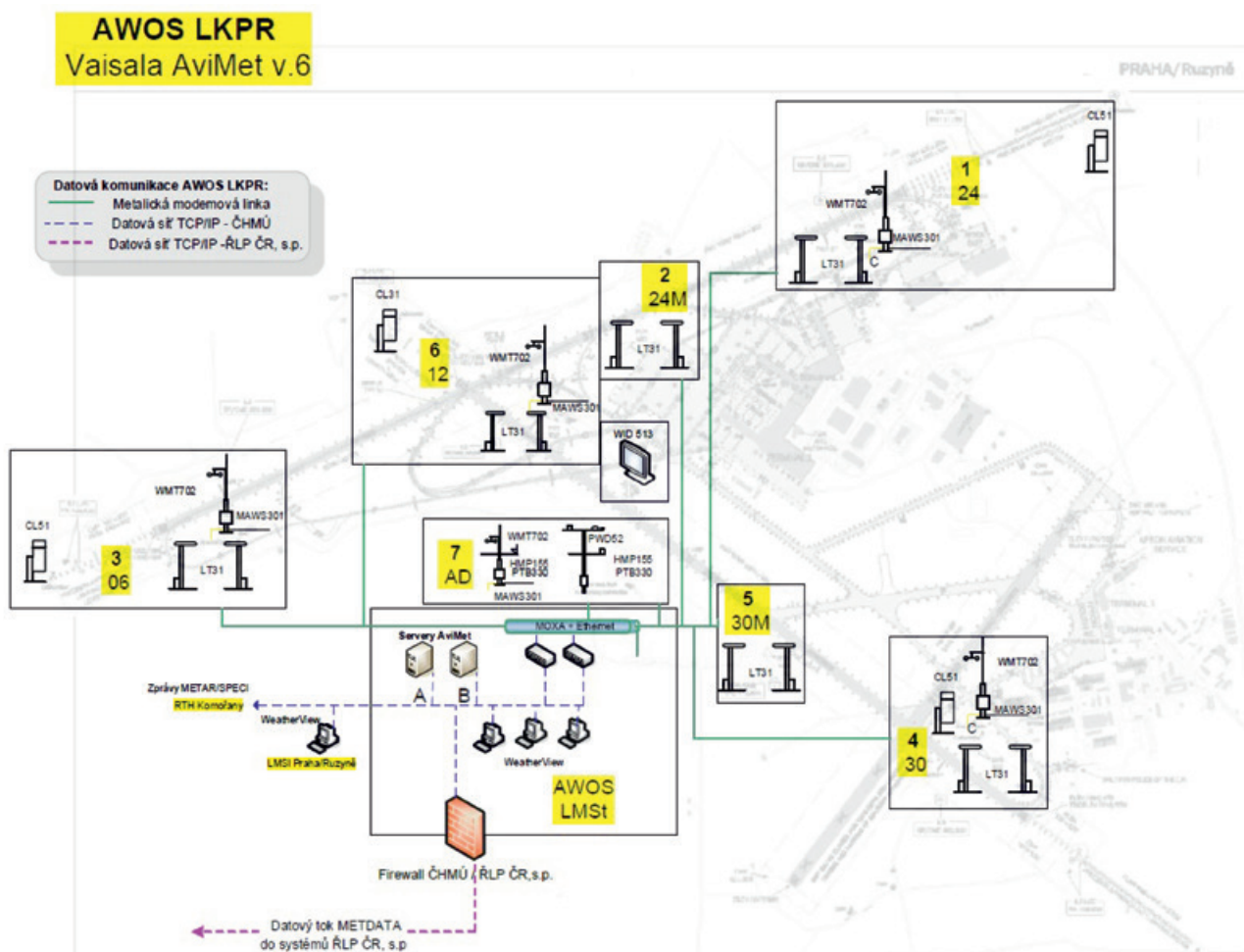
- ultrasonický anemometr WMT702 včetně platformy pro sběr dat MAWS301,
- transmisometr LT31 pro měření VIS a RVR,
- Forwardscatterometer (měřič dopředného rozptylu) PWD22 pro měření současného stavu počasí a VIS,
- ceilometry CL31 a CL51 pro měření množství a výšky základny oblačnosti,
- tlakoměry PTB330 pro měření tlaku vzduchu,
- teploměry a vlhkoměry HMP155.

Systém je tvořen zdvojenými servery (hlavní server Avimet A, záložní server Avimet B), které vzájemně sdílejí data a pracují v plně redundantním režimu automatické zálohy. Přepnutí mezi servery je automatické, resp. manuální softwarově. Mezi hlavní funkce systému AWOS Avimet patří:

- Příjem a integrace naměřených dat z jednotlivých senzorů do systému prostřednictvím platformy pro sběr dat MAWS301A-VI a komunikačních převodníků MOXA.
- Tvorba a distribuce zpráv METAR/SPECI ve formátech TAC a IWXXM do národní a mezinárodní výměny OPMET (sítě AFS, GTS).



Vedoucí letecké meteorologické stanice Praha/Ruzyně Mgr. Pavel Pačes s novým typem ceilometru CL51.
Foto: B. Techlovský.



Schématické znázornění systémových prvků a externích rozhraní AWOS AviMet LKPR.

– Automatická tvorba a distribuce on-line dat pro zprávy METREPORT/SPECIAL v protokolu METDATA do systémů ŘLP ČR s. p.

Systém vytváří meteorologická data a zprávy letištních pozorování ve prospěch meteorologických služeb poskytovaných OLM ČHMÚ následně ŘLP ČR, s. p. Při plné funkčnosti je způsobilý k podpoře činnosti příslušné letištní meteorologické stanice na letištích na letištích Praha/Ruzyně, Karlovy Vary, Brno/Tuřany a Ostrava/Mošnov. Pro prezentaci dat na letištní meteorologické stanici používá vlastní pracovní stanice, které umožňují pasivní i aktivní přístup k meteorologickým datům dostupným v systému. On-line data pro tvorbu místních zpráv METREPORT, SPECIAL jsou prezentována v systémech ŘLP ČR, s. p. mj. v systému AMS (Automated Monitoring System, tzv. „meteopravítko“).

HW architektura AWOS AviMet je tvořena:

- dvojicí plně redundantních serverů (AviMet A, AviMet B), umístěných na letecké meteorologické stanici,
- trojicí pracovních PC stanic WeatherView, umístěných na letecké meteorologické stanici pro zobrazení dat a verifikaci procesů systémovým inženýrem,

– pracovními PC stanicemi WeatherView, umístěnými na letištní meteorologické služebně, TWR a APP.

SW architektura systému AWOS AviMet je založena na použití operačních systémů (Linux) pro servery a pracovní PC stanice. Použitým aplikačním programovým vybavením je software AviMet. Záznam a vyhodnocování provozních stavů je zajištěn integrovanou chybovou diagnostikou a použitím pracovní stanice NM10, kterou mají k dispozici technici OLM ČHMÚ a na straně ŘLP ČR, s. p. připojením k systému CMOS.

Proces certifikace systému završený vydáním Osvědčení provozní způsobilosti pro použití v civilním letectví byl náročný a bylo při něm nutné doložit mj. Declaration of Conformity/Declaration of Suitability, Declaration of Verification, studii pro podporu provozní bezpečnosti, doložit kvalifikaci ATSEP personálu a prokázat, že systémy vyhovují všem předpisům EU a ICAO v aktuálním znění a příslušným ustanovením leteckých předpisů. Příslušná Osvědčení provozní způsobilosti mají tato označení: LKKV OPZ 460-22, LKTB OPZ 461-22, LKMT OPZ 462-22, LKPR OPZ 463-22.

Bohumil Techlovský

Šestý hodnotící cyklus IPCC

Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC) pokračuje ve vydávání hodnotících zpráv, které předkládá od roku 1990 jako shrnutí nejnovějších poznatků o změně klimatu a souvisejících tématech. Všechny texty jsou k dispozici ke stažení na webu IPCC pod společnou adresou www.ipcc.ch/reports/. Hodnotící zprávy byly postupně publikovány takto:

| | | |
|-----|--------------------------|-----------|
| FAR | First Assessment Report | 1990 |
| SAR | Second Assessment Report | 1995 |
| TAR | Third Assessment Report | 2001 |
| AR4 | Fourth Assessment Report | 2007 |
| AR5 | Fifth Assessment Report | 2013–2014 |

Každá hodnotící zpráva měla vždy čtyři základní části, které se od TAR ustálily jako The Physical Science Basis, Impacts, Adaptation and Vulnerability, Mitigation a Synthesis, přičemž jsou jednotlivé části rozděleny do tří forem podle rozsahu na Hlavní zprávu, Technické shrnutí a Shrnutí pro tvůrce politik. Tyto zprávy už dnes představují tisíce stran hutného textu doplněného o stovky obrázků, grafů, tabulek a tisíce odkazů do publikované literatury.

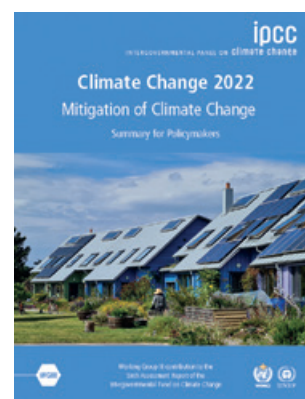
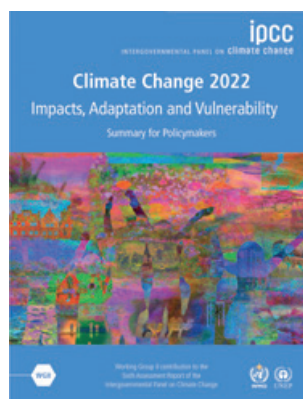
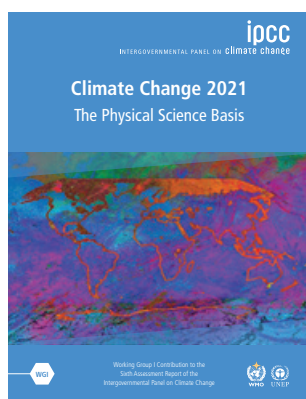
Šestý hodnotící cyklus a příprava AR6 (Sixth Assessment Report) byly zahájeny na 46. jednání IPCC v září 2017 v kanadském Montrealu schválením hrubého obsahu jednotlivých částí. Ve stejném čase bylo otevřeno výběrové řízení pro zájemce stát se autorem některé z částí AR6. Do takového výběrového řízení se může přihlásit kdokoliv, stačí stručný životopis s důrazem na odbornou praxi, publikace a mezinárodní zkušenosti. Autorské týmy byly panelem schváleny na 47. jednání v březnu 2018 v Paříži. Původní předpoklad byl, že bude zpráva postupně publikována od podzimu 2020. Problémy spojené s přechodem všech jednání do online podoby kvůli epidemii SARS-CoV-2 (covid-19) způsobily zpoždění a první část zprávy AR6 (The Physical Science Basis) byla veřejnosti předložena až 9. srpna 2021. V průběhu přípravy autoři připravili postupně tři verze, které bylo možné připomínkovat, celkem se museli autoři vypořádat se 78000 připomínkami. K takto připravené zprávě byl na závěr doplněn i krátký shrnující text (Shrnutí pro tvůrce politik), který vždy podléhá podrobnému schvalování na jednání IPCC. Toto 54. jednání IPCC rovněž probíhalo online, což byla pro všechny nová a hodně složitá zkušenost. Schvalování bývá vždy složité, ale v online režimu se zdálo být zcela nemožné. V IPCC se totiž nehlasuje, vždy se musí najít dohoda a text se formálně a stylisticky upravuje tak dlouho, až se shoda najde. Nakonec se to podařilo a publikace nové zprávy byla zahájena. Teprve po odsouhlasení krátkého Shrnutí pro tvůrce politik IPCC formálně odsouhlasí celý Report a zahájí práce na jeho tiskové a graficky definitivní webové verzi, což většinou zabere pár týdnů, v době covidu bohužel pár měsíců.

Stejným procesům podléhají i další části AR6, které navíc na první část i na sebe logicky navazují. 28. února 2022 byly zve-

řejněny části Impacts, Adaptation and Vulnerability, k nimž se postupně při přípravě sešlo 62000 připomínek. Schvalování Shrnutí pro tvůrce politik k této části probíhalo stejně jako u první části online od 14. do 27. února 2022 a do jednání tak zasáhl i začátek ruské agrese na Ukrajinu. IPCC se snaží nepodléhat politice, ale 24. února ráno to bylo hodně složité. Ihned po zahájení se však o slovo přihlásila zástupkyně Ukrajiny v IPCC (Svetlana Krakowska) a požádala všechny delegáty o pokračování jednání bez ohledu na situaci. Po skončení jednání v bodě různé vystoupil i zástupce Ruska (Oleg Anisimov), který se za chování Ruska na Ukrajině omluvil, dalších jednání se za Rusko už Oleg neúčastní. A zatím poslední část, Mitigation, byla publikována 4. března 2022. Při přípravě této části autoři vypořádali více než 59000 připomínek.

K ukončení běžícího šestého hodnotícího cyklu IPCC ještě chybí zveřejnění čtvrté části (Synthesis), která bude schvalována na dalším jednání IPCC v březnu 2023. Celý šestý cyklus se tedy protáhl téměř o dva roky.

Všechny zprávy IPCC jsou širokým zdrojem informací pro všechny, kdo se zajímají, nebo musí reagovat na změnu klimatu. Délka přípravy jednotlivých zpráv vždy vyvolávala diskuse o „zastaralých“ informacích, které IPCC takto zveřejňuje. Klimatologie je však konzervativní věda, informace



neztrácejí platnost z roku na rok. Velká nejistota je aktuálně spojena s vývojem energetiky, která je zodpovědná za velkou část emisí skleníkových plynů. Energetika však ovlivňuje další zdroje v průmyslu, domácnostech i zemědělství a energetická krize může změnit celkové hospodaření v krajině. Klimatické modely využívající emisní scénáře, jejichž součástí jsou i propady emisí v klimatickém systému, mohou v nejbližších letech dávat o dost horší výsledky. Pokud jsme dosud považovali výstupy IPCC za příliš konzervativní v reakci na postupy jejich vzniku, tak dnes můžeme aktuální výstupy z šestého cyklu považovat za příliš optimistické. Malou naději můžeme vidět v zájmu veřejnosti o místní zdroje energie, které nejsou tak významně závislé na geopolitické situaci, jako zdroje fosilní. Nejbližší roky ukážou, kam se bude energetika ubírat.

Radim Tolasz

Meteorologické zprávy

Meteorological
Bulletin

Odborný recenzovaný časopis se zaměřením na meteorologii, klimatologii, kvalitu ovzduší a hydrologii. Dvuměsíčník

Reviewed journal specialized in meteorology, climatology, air quality and hydrology. Bi-monthly

Vydavatel (redakce) – Publishers

Český hydrometeorologický ústav, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany

Czech Hydrometeorological Institute, Na Šabatce 2050/17,
143 06 Praha 4-Komořany, Czech Republic

e-mail: mz@chmi.cz, casmz.chmi.cz

Vedoucí redaktor – Chief Editor

R. Tolasz, Český hydrometeorologický ústav, Ostrava, Česká republika

Redaktor – Assistant Editor

H. Stehlíková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Redakční rada – Editorial Board

J. Bednář, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

R. Brožková, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

R. Čekal, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

Z. Horký, Praha, Česká republika

F. Hudec, Univerzita obrany, Brno, Česká republika

I. Hůnová, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

P. Huszár, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

M. Kašpar, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

K. Krška, Brno, Česká republika

M. Lapin, Univerzita Komenského, Bratislava, Slovenská republika

F. Neuwirth, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Austria

L. Němec, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

V. Pastirčák, Bratislava, Slovenská republika

E. Plavcová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

D. Řezáčová, Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha, Česká republika

M. Setvák, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

J. Strachota, Praha, Česká republika

J. Sulan, Český hydrometeorologický ústav, Plzeň, Česká republika

F. Šopko, Český hydrometeorologický ústav, Praha, Česká republika

A. Vizina, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha, Česká republika

H. Vondráčková, Praha, Česká republika

V. Voženílek, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Abstracting and Indexing:

Meteorological and Geostrophysical Abstracts

Tisk:

COLORA PrintHouse s. r. o., Husova 373/29, 757 01 Valašské Meziříčí

ISSN 0026-1173

Registrační číslo MK ČR E 5107

© Meteorologické zprávy, Český hydrometeorologický ústav

Biometeorologická předpověď ČHMÚ

<https://info.chmi.cz/bio/>



Komáři

předpovědi aktivity komárů
na dnes, zítra a pozítří

Zátěž - lidé
tepelná zátěž lidského
organismu



Klíště

předpovědi aktivity klíštěte
na dnes, zítra a pozítří

Kůrovec
aktuální vývoj
kůrovce



Pyly
pylový semafor
na dnes, zítra
a pozítří

Fenologie
aktuální rychlost
fenologického vývoje



Houby
pravděpodobnost růstu hub

Zátěž - zvířata
tepelná zátěž
hospodářských zvířat

