

PECHA, M., ČEKAL, R., 2023. Zahájení provozu Informačního systému o stavu a vývoji sucha na území České republiky. In: TOLASZ, R., POLCAROVÁ, E. (Eds.), 2023. Sborník příspěvků z První konference projektu PERUN (TA ČR, SS02030040). Praha: ČHMÚ, 193–200, ISBN 978-80-7653-063-8.
<https://doi.org/10.59984/978-80-7653-063-8.25>

Zahájení provozu Informačního systému o stavu a vývoji sucha na území České republiky

(Start of the Information System on the state and development of drought on the territory of the Czech Republic)

Martin Pecha, Český hydrometeorologický ústav, martin.pecha@chmi.cz
Radek Čekal, Český hydrometeorologický ústav, radek.cekal@chmi.cz

Abstrakt: Pro území České republiky nebylo až do roku 2022 vydáváno varování před vznikem a vývojem sucha. Novela vodního zákona ale stanovila, že Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) musí začít pravidelně a přehledně informovat kraje a obce s rozšířenou působností právě před nebezpečím vzniku sucha. V průběhu roku 2022 z tohoto důvodu vznikl informační (výstražný) systém upozorňující na vznik a vývoj sucha na našem území. V tomto článku je celý systém, včetně metodiky, stručně představen.

Klíčová slova: sucho – sucho hydrologické – vody povrchové – vody podzemní – výstraha – predikce – změna klimatu – nedostatek vody – informační systém HAMR (IS HAMR) – projekt PERUN

Abstract: No official warnings regarding the drought onset and its development had been issued in the Czech Republic until 2022. The amendment to the Water Act requires the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) to regularly inform the selfgovernments, such as the Regions and Municipalities with Extended Powers, about the risk of drought onset. In 2022, an information (alert) system was created to inform (alert) about the drought onset and development on the territory of the Czech Republic. This short paper introduces the whole system, including the methodology.

Keywords: drought – hydrological drought – surface water – groundwater – alert – prediction – climate change – water shortage – information system HAMR (IS HAMR) – PERUN project

1. Úvod

Sucho jako fenomén představuje dočasný pokles dostupnosti vody a je považováno za přirozený jev. Sucho je charakteristické svým velmi pozvolným začátkem a typické svým dlouhodobým trváním a velmi malou dynamikou. Často je také charakteristické svým značným plošným rozsahem. Poslední dlouhodobé a plošně významné sucho se na území České republiky vyskytovalo od roku 2014, přičemž nejhorší situace byla v letních obdobích v letech 2015 a 2018 (Daňhelka et al. 2019). Nebezpečnost tohoto jevu je však oproti jiným hydrometeorologickým jevům zcela odlišná. Z tohoto důvodu je nutné k informování o stavu a vývoji sucha přistupovat odlišným způsobem.

Na úrovni Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí vznikla společná metodika, která představuje základní východiska a postupy při tvorbě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody (Kendík a Pešková 2021). Od roku 2023 jsou k dispozici Krajské plány pro sucho a následovat bude plán pro území České republiky. Orgán s rozhodovací pravomocí

pro vydávání opatření podle plánů pro sucho při stavu nedostatku vody je komise pro sucho. Jednání komisí na úrovni krajů již probíhají, a to i s účastí zástupců ČHMÚ.

Hlavním cílem plánů pro zvládání sucha je návrh opatření k zajištění dostatku vody, pokrytí základních společenských potřeb, minimalizaci negativních dopadů nakládání s vodami během sucha na životní prostředí a minimalizaci dopadů sucha a nedostatku vody na hospodářskou činnost.

Informování o stavu a vývoji sucha na území České republiky je dle novely vodního zákona (544/2020 Sb.) v kompetenci ČHMÚ. Tyto informace svou strukturou vychází ze systému již provozované integrované výstražné služby (SIVS). Z důvodu specifické povahy tohoto jevu jsou od začátku vegetační sezóny 2023 pravidelné týdenní informace o vzniku a vývoji sucha zveřejňovány každý týden v systému HAMR.

2. Informační systém HAMR

Vývoj systémového nástroje HAMR financuje Ministerstvo životního prostředí spolu s dalšími aktivitami zabývajícími se dopadem sucha, adaptačními opatřeními, monitoringem a klimatickými změnami (více na www.suchovkrajine.cz). V rámci IS HAMR se sucho dělí na meteorologické, agronomické, hydrologické a socioekonomické. Z toho také vychází samotný název systému HAMR (Hydrologické, Agronomické, Meteorologické sucho a Retence vody v krajině). Více informací o systému HAMR je k dispozici na https://hamr.chmi.cz/metodiky_a_https://hamr.chmi.cz/o-projektu.

Informační (výstražný) systém o stavu a vývoji sucha je v týdenním cyklu provozován v ČHMÚ na Centrálním předpovědním pracovišti (CPP) v Praze-Komořanech a následně jsou informace o stavu a vývoji sucha posílány do informačního systému (IS) HAMR, kde jsou posléze nejpozději během úterního dne vizualizovány (<https://hamr.chmi.cz/hamr-JS/vystraha.html>). Součástí pravidelného týdenního informování o stavu a predikci vývoje sucha je i doprovodné video, kde je v krátkosti shrnuto vše podstatné za uplynulý týden, a také naznačen následující vývoj.

3. Metodika informačního systému

Pro hodnocení aktuálního stavu a zejména pro predikci vývoje sucha na území České republiky byla v průběhu roku 2022 na ČHMÚ vytvořena metodika, která zahrnuje predikce tří typů sucha. Sucho povrchových vod, sucho podzemních vod a sucho hydrologické (sucho vyskytující se zároveň u podzemních i povrchových vod). Vzhledem k tomu, že informační systém vychází z výstražného předpovědního systému SIVS ČHMÚ, jsou jednotlivé typy sucha identifikovány pro územní jednotky ORP, tak jako je tomu u všech hydrometeorologických jevů.

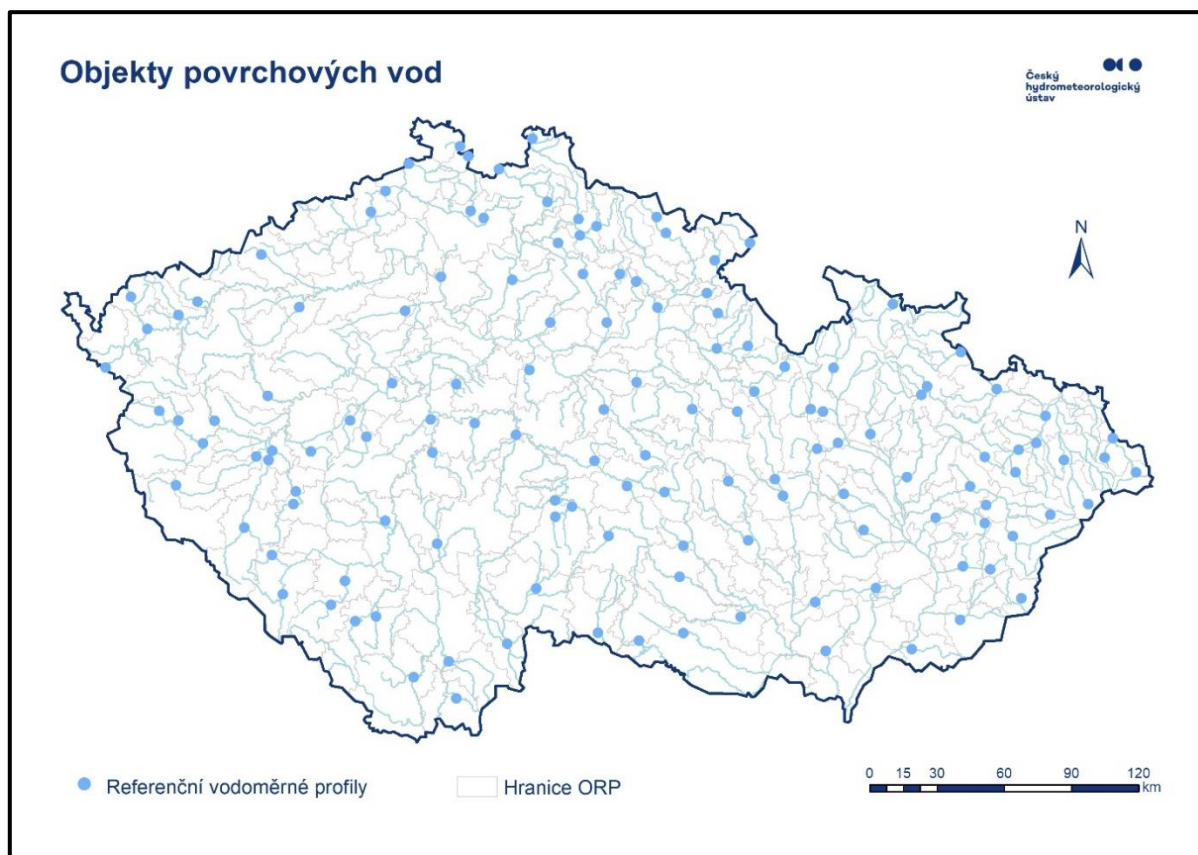
3.1 Povrchové vody

Monitorovací síť povrchových vod využívaná ČHMÚ zahrnuje celkem cca 520 vodoměrných hlásných profilů, ze kterých jsou k dispozici pravidelné informace o vodních stavech a průtocích, a to převážně v intervalu deseti minut. Tyto vodoměrné hlásné profily jsou dle své významnosti rozděleny do tří kategorií. Nejvýznamnější vodoměrné profily spadají do kategorie A, další vodoměrné profily jsou zařazeny do kategorie B a doplňkové vodoměrné profily spadají do kategorie C. Pro účely hodnocení aktuálního stavu a predikce sucha na povrchových vodách byl podle stanovených kritérií vybrán soubor celkem 135 operativních referenčních vodoměrných profilů.

Výběr referenčních vodoměrných profilů pro potřeby informování o nebezpečí vzniku a vývoje sucha probíhal podle reprezentativnosti vodoměrného profilu pro příslušnou ORP. Cílem bylo vybrat vodoměrné profily s menší plochou povodí, které více vypovídají o odtokových

poměrech příslušné ORP, než profily s velkou plochou povodí. Z tohoto důvodu se ale některé referenční vodoměrné profily nenacházejí na území příslušné ORP, ale jsou situovány v některé z okolních ORP, a to zejména z důvodu menšího pokrytí našeho území vodoměrnými profily s menší plochou povodí a zároveň dostatečně dlouhou řadou pozorování. Dále byla snaha vybírat takové vodoměrné profily, jejichž odtokové poměry nejsou významně ovlivněny antropogenní činností (manipulace na vodních dílech, převody vody, významné odběry nebo vypouštění). Na finálním výběru referenčních profilů a jeho následném odsouhlasení se podílely také všechny pobočky ČHMÚ. Do budoucna však nelze vyloučit, že ještě bude výběr referenčních vodoměrných profilů upraven.

Ke každé ORP je přiřazen vždy pouze jeden referenční (reprezentativní) vodoměrný profil. V ideálním případě je vybraný profil přímo součástí příslušné ORP. Pokud se v příslušné ORP nenachází žádný vyhovující profil (dle výše uvedených požadavků), byl této ORP přiřazen nejvíce vyhovující vodoměrný profil z blízkého okolí. Z tohoto důvodu jsou některé vodoměrné profily reprezentativní i pro více ORP, a to zejména v oblastech s řidší říční sítí a menším počtem vyhovujících vodoměrných profilů. Na obr. 1. jsou znázorněny všechny referenční vodoměrné profily. Jelikož je na území České republiky aktuálně 206 ORP, tak pro cca 70 ORP se nepodařilo najít odpovídající referenční vodoměrný profil přímo na území příslušné ORP.



Obr. 1 Referenční vodoměrné profily povrchových vod na území České republiky.

Fig. 1 Reference water-gauging profiles of surface waters on the territory of the Czech Republic.

Při stanovování nebezpečí vzniku a vývoje sucha na povrchových vodách se primárně vychází z údajů referenčního profilu přiřazeného k příslušné ORP, avšak hodnoty z okolních referenčních profilů, ale i z neovlivněných nereferenčních profilů, jsou vzaty také v úvahu, a to zejména v hraničních situacích, kdy jsou hodnoty průměrných průtoků blízké úrovni 355denního průtoku (Q_{355d}) za nové referenční období 1991–2020.

Podkladem pro stanovení nebezpečí vzniku a vývoje sucha je v případě povrchových vod úroveň průměrné 7denní vodnosti¹ v referenčním vodoměrném profilu. Každý týden se tedy vychází z průměrných hodnot vodností v referenčních vodoměrných profilech v posledním týdnu, ale pro vydání (či prodloužení trvání) nebezpečí vzniku sucha na povrchových vodách v nadcházejícím týdnu je podstatný také aktuální vývoj meteorologické situace v nejbližším období. V případě, že se očekává v nejbližších dnech zaklesnutí průměrných denních průtoků na či pod úroveň Q_{355d} , je pro příslušnou ORP indikován stav nebezpečí vzniku sucha na povrchových vodách.

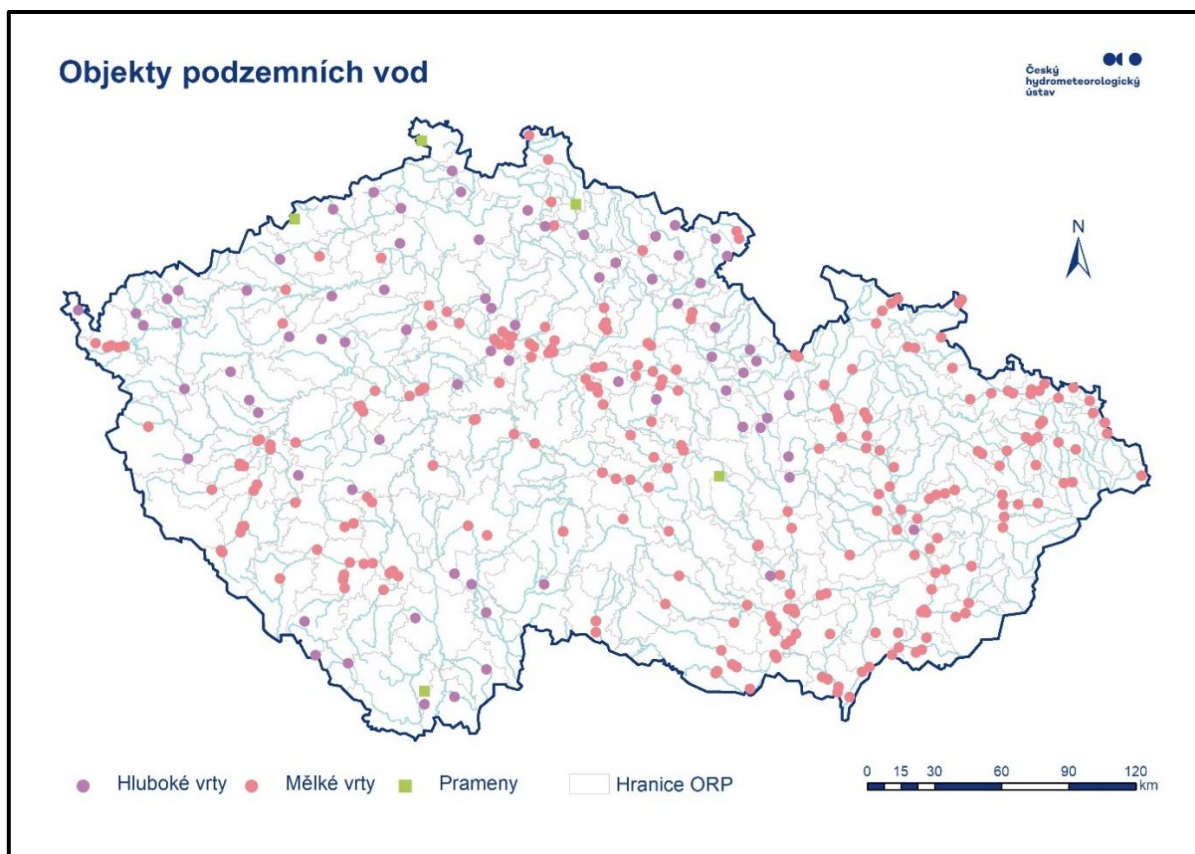
Informace o nebezpečí vzniku (prodloužení trvání) sucha v nadcházejícím týdnu na povrchových vodách pro příslušné ORP vzniká pravidelně syntézou výše uvedeného výpočtu a očekávané hydrometeorologické situace v následujících dnech. Následně je tato predikce zveřejněna na webových stránkách systému HAMR v sekci „Výstražné informace“, a to v samostatné mapě („Povrchové vody“).

3.2 Podzemní vody

Monitorovací síť podzemních vod ČHMÚ zahrnuje celkem 874 mělkých vrtů, 440 hlubokých vrtů a 317 pramenů. Hodnoty hladiny v mělkých vrtech představují úroveň podzemních vod v pokryvných útvech převážně kvartérního stáří (fluviální, eluviální a deluviální sedimenty) s volnou hladinou. Hodnoty hladiny v hlubokých vrtech představují úroveň podzemních vod podložních struktur s vyloučením vlivu pokryvných útvarů s volnou či napjatou hladinou. Rozlišení na mělké a hluboké vrty tedy není definováno konkrétní hloubkou. Vývěry pramenů reprezentují přirozený odtok podzemních vod z různých struktur, a to jak mělkých, tak i hlubších.

Pro účely hodnocení stavu sucha v podzemních vodách byl vybrán soubor celkem 332 objektů. Jedná se o 251 mělkých vrtů, 75 hlubokých vrtů a 6 pramenů. Reprezentativnost vybraných objektů byla posuzována podle několika kritérií. V první řadě bylo zohledněno, jestli objekt leží na území ORP. V případě vrtů byla při výběru brána v potaz sledovaná zvědeň. Ve vodohospodářsky významných strukturách, jako jsou například oblasti Severočeské a Východočeské křídy, pánevní oblasti Podkrušnohorské pánve, Jihočeské pánve a Permokarbon západních, středních a východních Čech, byla snaha postihnout režim základní vrstvy hydrogeologických rajonů (Olmer et al. 2006). K tomuto účelu byly vybrány hluboké vrty. Na zbylém území byly využity mělké vrty. V případě absence vhodného vrtu, byly využity také prameny. V rámci jedné ORP nejsou kombinovány vrty s prameny, a to s ohledem na jejich obvykle odlišný režim. Většina zvolených referenčních objektů má souvislé pozorování alespoň od roku 1991. Pouze cca 5 % objektů má řady až od roku 2006, případně od roku 2008. Tyto objekty jsou využity buď jako doplňkové, případně byly vybrány v oblastech, kde nebylo možné využít jiné objekty. Každé ORP byl přiřazen alespoň jeden referenční objekt, případně i více objektů (maximálně však 7 objektů) nacházejících se na území ORP. U zhruba poloviny ORP (112) je pro hodnocení využit pouze jeden objekt. V případě, že se vhodný objekt na území ORP nenalézá, je pro příslušnou ORP vybrán nejbližší vhodný objekt sledující stejnou hydrogeologickou strukturu. Z celkových 206 ORP se nepodařilo najít vhodný objekt přímo na území ORP v 33 případech. Poloha vybraných objektů podzemních vod je zobrazená na obr. 2.

¹ 7denní vodnost vyjadřuje porovnání aktuálních průtoků za posledních 7 dní s dlouhodobými charakteristikami hydrologického režimu řek v období 1991 – 2020.



Obr. 2 Referenční objekty podzemních vod na území České republiky.

Fig. 2 Groundwater reference objects on the territory of the Czech Republic.

Všechny vybrané referenční objekty podzemních vod jsou vybaveny dálkovým přenosem dat. Hodnoty za příslušný týden procházejí pravidelnou kontrolou v rámci primárního zpracování dat na jednotlivých územních pracovištích ČHMÚ, a poté jsou odeslány do operativní databáze v průběhu pondělí.

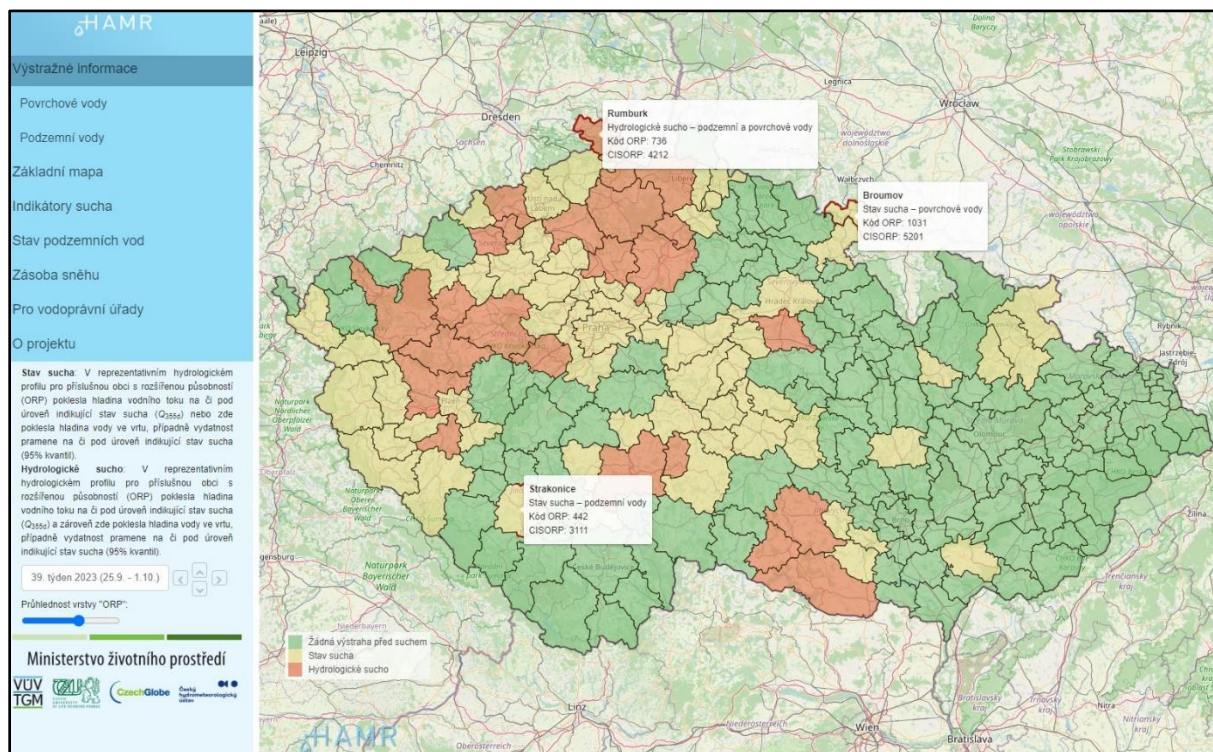
Pro stanovení nebezpečí vzniku sucha v podzemních vodách je rozhodující průměrná týdenní výška hladiny ve vrtu, respektive průměrná týdenní vydatnost pramene. V případě, že se tato hodnota alespoň u jednoho objektu, přiřazeného k příslušné ORP, nachází pod úrovní 95% kvantilu na křivce překročení² za referenční období 1991–2020, je pro ORP indikován stav nebezpečí vzniku sucha v podzemních vodách. Hodnocení aktuálního stavu probíhá automaticky začátkem týdne, kdy dochází ke kontrole dat a vydání výsledné informace, která je následně zveřejněna v samostatné mapě („Podzemní vody“) v systému HAMR v sekci „Výstražné informace“. Pro hodnocení nebezpečí vzniku sucha v ORP byl upraven stávající systém režimního hodnocení stavu podzemních vod, který probíhá v týdenním, měsíčním a ročním rozlišení (Vlnas 2015). Systém, který pro režimní hodnocení zahrnuje vliv sezonnosti, kdy je každý týden (měsíc) hodnocen vzhledem k jeho dlouhodobým statistikám (kvantily), byl upraven tak, že limitní charakteristika (95% kvantil) zůstává v průběhu roku konstantní.

3.3 Výsledná informace (výstraha) o stavu a vývoji hydrologického sucha v IS HAMR

Výsledná informace (výstraha) o stavu a vývoji hydrologického sucha vzniká pravidelně kombinací obou výše popisovaných typů sucha pro jednotlivé ORP a je vizualizována v samostatné mapě v systému HAMR v sekci „Výstražné informace“. Pokud to situace vyžaduje, tak je celý systém nastaven tak, aby bylo možné výslednou informaci opakovaně

² 95% kvantil na křivce překročení je mimořádně podnormální stav odpovídající nejnižším 5 % pozorování za referenční období 1991–2020.

vydat i v průběhu týdne. V případě, že v příslušné ORP není indikován ani jeden z výše uvedených typů sucha dle vybraných referenčních profilů, je ORP vybarvena ve výsledné informační mapě zeleně. Pokud je indikován pouze jeden typ sucha, a to buď v podzemních, nebo na povrchových vodách, tak je příslušná ORP ve výsledné informační mapě vybarvena žlutě. Pokud je pro příslušnou ORP indikováno zároveň sucho obou typů (v podzemních i povrchových vodách), tak je takové území vybarveno ve výsledné informační mapě oranžově, jak je patrné z obr. 3.



Obr. 3 Ukázka predikce sucha na území České republiky pro jednotlivé ORP.

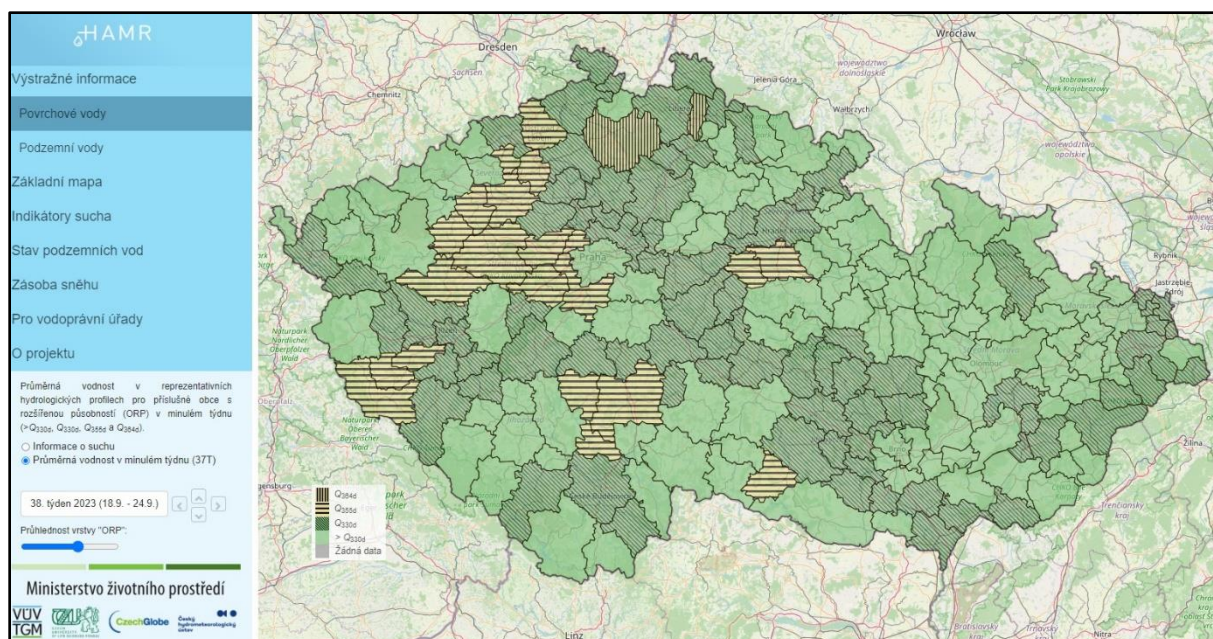
Fig. 3 Demonstration of drought prediction in the Czech Republic for Municipalities with Extended Powers.

3.4 Doplňková mapa průměrných sedmidenních vodností

Doplňkem informačního systému je také mapa, která zobrazuje pro jednotlivé ORP porovnání průměrného 7denního průtoku v příslušných referenčních vodoměrných profilech ve vztahu k M denním průtokům³ za nové referenční období 1991–2020. Tato mapa slouží jako indikátor toho, že již v nejbližší době může dojít ve vybraném území (ORP) k dosažení úrovně stavu sucha (Q_{355d}), a to zejména v případě, že se už 7denní průměr vodností pohybuje na úrovni 330 denního průtoku (Q_{330d}).

Zároveň je z této mapy velmi dobře patrné, kde se již sucho na povrchových vodách prohloubilo natolik, že průměrné 7denní vodnosti poklesly až na úroveň Q_{364d} , viz obr. 4. Tato mapa je také zveřejněna v systému HAMR, a to v sekci „Výstražné informace“ a následně v sekci „Povrchové vody“, kde je ještě nutné ve světle modré listě dole zobrazit průměrné vodnosti v uplynulém týdnu.

³ M - denní průtok je v dlouhodobém průměru dosažen či překročen po dobu M dní v roce. Hodnoty byly odvozeny z referenčního období 1991–2020.



Obr. 4 Ukázka doplňkové mapy průměrných 7denních vodností v porovnání s vybranými kvantily získanými z křivek překročení průměrných denních průtoků období 1991–2020.

Fig. 4 Example of a complementary map of 7-day flow-rate averages in comparison to selected quantiles taken using flow duration curves of mean daily discharges of the period 1991–2020.

4. Závěr

V červenci 2022 uspořádal ČHMÚ v rámci řešení dílčího cíle 5.4 (Vytvoření metodiky pro hodnocení stavu sucha na území ČR a inovace výstražného systému ČHMÚ) výzkumného projektu PERUN schůzku se zástupci krajů, podniků Povodí, Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí. Účastníci byli podrobně seznámeni s navrženou metodikou informačního (výstražného) systému o stavu a predikci vývoje sucha na území České republiky. Z diskuze vyplynul požadavek o pravidelnou prezentaci a zobrazování dalších úrovní průměrných 7denních vodností u povrchových vod. Proto vznikla doplňková mapa, která zobrazuje pro jednotlivé ORP porovnání průměrného 7denního průtoku v příslušných referenčních vodoměrných profilech ve vztahu k *M*-denním průtokům za nové referenční období 1991–2020.

Od září 2022 ČHMÚ již v testovacím provozu každý týden vyhodnocuje a predikuje stav hydrologického sucha na území České republiky pro jednotlivé obce s rozšířenou působností. Vždy se také přihlíží k dalším hydrologickým stanicím a zejména pak k predikci srážek a teplot na následující období. Od přelomu září a října jsou tyto výstupy k dispozici na webových stránkách IS HAMR v sekci „Výstražné informace“. Během zimní sezony 2022/2023 proběhlo vyhodnocení testovacího provozu. Na základě tohoto testování došlo před novou vegetační sezonou k drobným úpravám systému.

Od začátku vegetační sezony 2023 je informační (výstražný) systém o stavu a predikci vývoje sucha na území České republiky implementován do operativního provozu ČHMÚ a v zimní sezoně 2023/2024 opět proběhne podrobnější vyhodnocení operativním provozu tohoto systému. Na základě výsledků vyhodnocení a komunikace s uživateli bude zvážen celoroční, či pouze sezónní provoz tohoto systému.

Poděkování

Tento výzkum je částečně financován Technologickou agenturou České republiky v rámci programu „Prostředí pro život“ (Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí) a projektu PERUN (SS02030040) – Predikce,

hodnocení a výzkum citlivosti vybraných systémů, vlivu sucha a změny klimatu v Česku (<https://www.perun-klima.cz/>).

Literatura

ČHMÚ, 2018. Suché období 2014–2017: vyhodnocení, dopady a opatření. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-81-3. [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z: WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/publikace/sbornik_Sucho_web.pdf

ČHMÚ, 2019. Sucho 2014–2018: sborník abstraktů. Praha: ČHMÚ. ISBN 978-80-87577-91-2 [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z: WWW: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/nakladatelstvi/assets/sbornik-sucho_05_08_tisk.pdf

DAŇHELKA, J., KUBÁT, J., ŠERCL, P., eds., 2019. Sucho na území České republiky v roce 2018. Praha: ČHMÚ, ISBN 978-80-87577-98-1.

KENDÍK, A., PEŠTOVÁ, B., 2021. Metodika k přípravě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody. Praha: MZe a MŽP, 33 s. [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvladani_sucha_metodika/\\$FILE/OOV-Metodika_plan_sucho-20210604.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zvladani_sucha_metodika/$FILE/OOV-Metodika_plan_sucho-20210604.pdf)

OLMER, M., HERRMANN, Z., KADLECOVÁ, R., PRCHALOVÁ, H., BURDA, J., ČURDA, J., KREJČÍ, Z., SKOŘEPA, J., HARTLOVÁ, L., MICHLÍČEK, E., 2006. Hydrogeologická rajonizace České republiky. *Sborník geologických věd – Hydrogeologie, inženýrská geologie*, **23**, 5–31.

VLNAS, R., 2015. Metodika pro stanovení mezních hodnot indikátorů hydrologického sucha. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. 18 s. [online]. [cit. 17. 10. 2022]. Dostupné z: <http://sucho.vuv.cz>

PECHA, M., ČEKAL, R., LEDVINKA, O., LAMAČOVÁ, A., VLNAS, R., VIZINA, A., GEORGIEVOVÁ, I., PAVLÍK, P., 2022. Informační systém o stavu a vývoji sucha na území České republiky. *Meteorologické zprávy*, **75**, 6, 165–169, ISSN 0026-1173. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/assets/2022/MZ_06_2022.pdf