

Predikce zabezpečenosti vodních zdrojů v ČR k roku 2050

PETR VYSKOČ, HANA PRCHALOVÁ, MARIE KOZLOVÁ, JIŘÍ PICEK, ADAM VIZINA

Klíčová slova: klimatická změna — vodní zdroje — nedostatek vody — zásobování vodou — vodní bilance

ABSTRAKT

Článek představuje postupy a výsledky vyhodnocení zabezpečenosti odběrů vody a minimálních průtoků ve výhledu k roku 2050 v podmínkách možných dopadů klimatické změny na vodní zdroje a výhledových požadavků na odběry vody vycházejících z predikce socioekonomického vývoje. Řešení bylo zpracováno v celostátním rozsahu. Jako minimální územní měřítko byly zvoleny vodní útvary vymezené pro potřebu plánování v oblasti vod. Při řešení byly uplatněny metody simulačního modelování (při posuzování zdrojů povrchových vod), metody vodohospodářské bilance a postupy hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod. Vliv možných dopadů klimatické změny na vodní zdroje byl uvažován variantně pro kombinaci klimatických modelů (CMCC-ESM2, EC-EARTH3, GFDL-ESM4, MPI-ESM1-2-HR, MPI-ESM2-0, TAIESM1, HADGEM2-ES a ALADIN-CLIMATE/CZ) a emisních scénářů (SSP126, SSP245, SSP370, SSP585, RCP4.5). Uvažována byla stávající infrastruktura vodních nádrží a převodů vody a jejich kapacit. Při vyhodnocení zdrojů povrchových vod bylo jako potenciálně rizikové identifikováno 33 vodních nádrží (z 82 posuzovaných) zajišťujících odběry vody a/nebo minimální průtoky ve vodních tocích. Zdroje podzemních vod byly vyhodnoceny u 838 pracovních jednotek útvarů podzemních vod (z 1 220 v ČR), přičemž vysoké riziko bylo zjištěno u 106 pracovních jednotek o ploše 12,7 % ČR, střední riziko u 43 pracovních jednotek o ploše 6,1 % a nízké riziko u 689 pracovních jednotek o ploše 66,3 %.

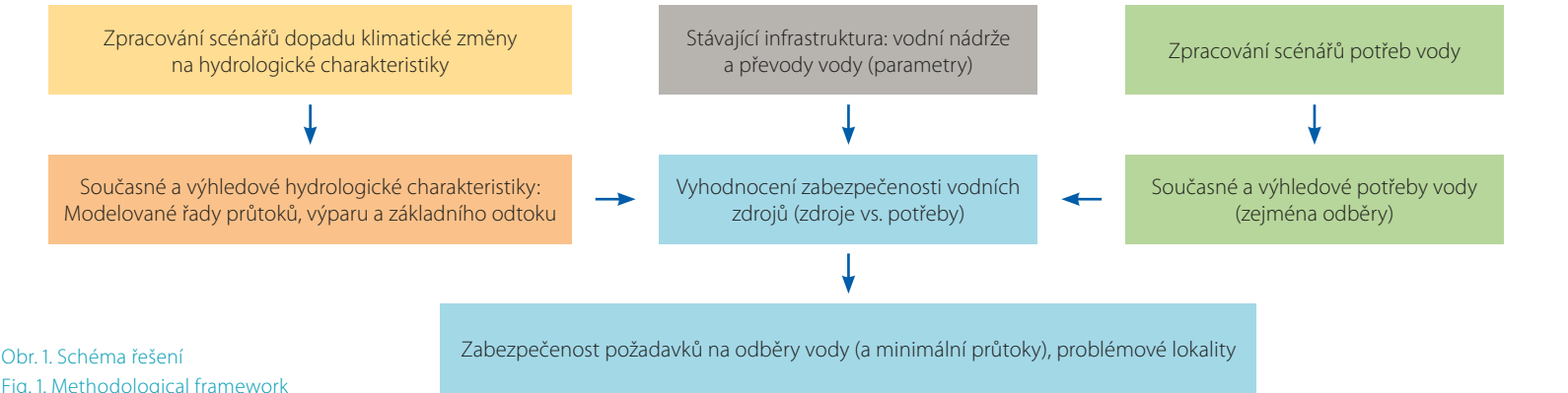
ÚVOD

Problematika dostupnosti vodních zdrojů a zabezpečenosti požadavků na užívání vody (zejména odběrů vody) v podmínkách možných dopadů klimatické změny byla v posledních cca 20 letech předmětem řady studií řešených v různém územním rozsahu. V letech 2020–2025 se jí rovněž zabýval pracovní

balíček WP 1 „Predikce vývoje zabezpečenosti vodních zdrojů v ČR do roku 2050 v podrobnosti krajů v závislosti na změně klimatu“ projektu TA ČR č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu“ (dále „Centrum Voda“). Cílem bylo vyhodnocení zabezpečenosti vodních zdrojů k úrovni roku 2050 při uvažování dopadů klimatické změny na jejich kapacitu a scénářů vývoje potřeb vody v jednotlivých sektorech v závislosti na socioekonomickém vývoji. Výsledkem je zejména identifikace potenciálně problémových oblastí. Řešení je realizováno v celostátním měřítku. Postup prací WP 1 ilustruje schéma na obr. 1. Lze jej rozdělit do tří navazujících částí:

- A. zpracování scénářů vývoje potřeb vody, zejména predikce požadavků na odběry vody,
- B. zpracování scénářů dopadu klimatické změny na hydrologické charakteristiky a identifikace deficitních oblastí,
- C. vyhodnocení bilance potřeb a zdrojů vody při uvažování stávající infrastruktury (vodní nádrže, převody vody a jejich kapacity) a následné vyhodnocení zabezpečenosti zdrojů vody a identifikace problémových lokalit.

Vyhodnocení scénářů vývoje potřeb vody popisuje [1], vlivem dopadů klimatické změny na hydrologické charakteristiky se zabývá [2]. Zde prezentovaný článek se zaměřuje na závěrečnou část řešení – vyhodnocení zabezpečení požadavků na odběry vody a identifikaci lokalit v budoucnu potenciálně rizikových z hlediska nedostatku vody. Podrobně je řešení této části dostupné v příslušné výzkumné zprávě [3]. Na zpracování WP 1 spolupracovala (zejména v oblasti predikce potřeb vody) řada organizací: VÚV TGM (odběry pro veřejné vodovody a energetiku, dopady klimatické změny na hydrologické



Obr. 1. Schéma řešení
Fig. 1. Methodological framework

charakteristiky a identifikace deficitních oblastí, vyhodnocení zabezpečení zdrojů vody a identifikace problémových lokalit), VŠCHT (potřeba vody pro průmysl), ÚVGZ AV ČR (potřeba vody pro závlahy podle scénářů dopadů klimatické změny), ČVUT (závlahy), ČZU (závlahy a živočišná výroba) a ČHMÚ (vliv odběrů a vypouštění na průtoky). Řešení WP 1 „Centra Voda“ do určité míry navazuje na projekt Bezpečnostního výzkumu MV č. VI20192022159 „Vodohospodářské a vodárenské soustavy a preventivní opatření ke snížení rizik při zásobování pitnou vodou“, řešeného VÚV TGM v letech 2019–2022. Tento projekt byl – na rozdíl od řešení v rámci WP 1 „Centra Voda“ – omezen na problematiku zásobování veřejnými vodovody [4, 5]. Vzhledem k obdobným postupům jsou dílčí výstupy tohoto projektu začleněny i do zde dále uváděných výsledků identifikace rizikových lokalit. Podrobné popisy a výsledky řešení uvedených projektů jsou dostupné na příslušných internetových stránkách [6], resp. [7].

METODIKA A DATA

Predikce zajištění vodních zdrojů byla zaměřena na posouzení rizika možného budoucího nedostatečného zajištění požadavků na odběry vody a do jisté míry rovněž na zajištění minimálních průtoků. Jako minimální územní podrobnost byla zvolena úroveň vodních útvarů – či jejich částí – vymezených pro potřebu plánování v oblasti vod (v ČR je vymezeno celkem 1 118 útvarů povrchových vod a 1 220 tzv. pracovních jednotek útvarů podzemních vod). Metodické postupy a podrobnost řešení byly do značné míry určeny disponibilními daty. Základními vstupy pro vyhodnocení bilance zdrojů a potřeb vody byly údaje o výhledových hodnotách požadavků na odběry vody a o výhledových hodnotách hydrologických charakteristik ovlivněných klimatickou změnou. Tato část vstupních dat byla vytvořena přímo v rámci WP 1 „Centra Voda“ [1, 2] a projektu Bezpečnostního výzkumu [4, 5].

Vstupní data

Při řešení byly konkrétně využity následující datové sady:

- Predikce odběrů vody k roku 2050 v rozdělení do kalendářních měsíců. Zdroj: VÚV TGM, VŠCHT, ČVUT a ČZU [1].
- Časové řady modelovaných závlahových potřeb ve výhledu k roku 2050. Zdroj: ÚVGZ AV ČR [1].
- Údaje o odběrech, vypouštění, akumulaci vod a parametrech vodních nádrží (objem zásobního prostoru a minimální odtok) evidované podle vyhlášky 431/2001 Sb. Zdroj: státní podniky Povodí a VÚV TGM [8].
- Údaje o podílu srážkových vod ve vypouštění do povrchových vod Majetkové a provozní evidence vodovodů a kanalizací (část kanalizační stoky a ČOV) vedené podle vyhlášky 428/2001 Sb. Zdroj: Ministerstvo zemědělství [9].
- Časové řady modelovaného měsíčního odtoku, výparu a základního odtoku z povodí vodoměrných stanic a z mezipovodí útvarů povrchových vod. Zdroj: VÚV TGM [2, 4].
- Dlouhodobé a roční hodnoty základního odtoku z hydrogeologických rajonů ČR. Zdroj: ČHMÚ.
- Rebilance zásob podzemních vod. Zdroj: ČGS [10].
- Hydrogeologická rajonizace. Projekt Rady vlády ČR pro výzkum a vývoj VaV/650/4/02, souhrnná závěrečná zpráva za období řešení 2002–2005. Zdroj: VÚV TGM [11].

Hydrologické podmínky

Vzhledem k nejistotám predikce dopadů klimatické změny na hydrologické charakteristiky bylo vyhodnocení dostupnosti vodních zdrojů ve výhledu

k roku 2050 řešeno ve variantách. Varianty hydrologických podmínek byly určeny kombinací klimatických modelů a emisních scénářů [2, 4]. Přehled uvažovaných klimatických modelů a emisních scénářů je uveden v tab. 1. Klimatický model HADGEM2-ES a model hydrologických podmínek při oteplení o 2 °C byly posouzeny v rámci Bezpečnostního výzkumu a jejich dopady byly posouzeny pouze pro vodárenské odběry [4]. Ostatní uvedené klimatické modely a emisní scénáře byly vyhodnoceny v rámci prací WP 1 „Centra Voda“ [2]. Každá kombinace klimatického modelu a emisního scénáře představuje alternativní možný vývoj klimatických podmínek. Tento přístup umožňuje lépe zachytit nejistoty spojené s budoucím vývojem klimatu a porovnat robustnost výsledků vůči různým variantám vývoje.

Tab. 1. Hodnocené klimatické modely a emisní scénáře
Tab. 1. Evaluated climate models and emission scenarios

Klimatický model	Emisní scénář	Poznámka
CMCC-ESM2	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
EC-EARTH3	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
GFDL-ESM4	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
MPI-ESM1-2-HR	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
MPI-ESM2-0	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
TAIESM1	SSP126, SSP245, SSP370, SSP585	-
ALADIN-CLIMATE/CZ	SSP245, SSP585	-
HADGEM2-ES	RCP4.5	vodárenské odběry
Současné klima + 2 °C	-	vodárenské odběry

Emisní scénář SSP585 je v současné odborné literatuře často interpretován jako scénář vysokých emisí reprezentující horní hranici možného vývoje klimatické změny. Přestože není v současnosti některými odborníky považován za nejpravděpodobnější trajektorii budoucího socioekonomického vývoje, zůstává vhodným scénářem pro hodnocení rizik a posouzení citlivosti vodních zdrojů na potenciálně nepříznivý klimatický vývoj. V předkládané práci proto nebyl scénář SSP585 interpretován jako nejpravděpodobnější varianta budoucnosti, nýbrž jako jedna z variant umožňujících posoudit rozsah možných dopadů klimatické změny na dostupnost vodních zdrojů.

Požadavky na odběry vody a minimální průtoky

V roce 2021 byly v evidenci podle [8] zapsány odběry vody z celkem 5 602 odběrných míst, a to o celkovém odebraném množství cca 1 400 mil. m³ · rok⁻¹ (bez započtení odběrů do převodů vody). Jednalo se o 883 míst odběrů povrchové vody o celkovém množství cca 1 030 mil. m³ · rok⁻¹ (cca 74 % celkového odebraného množství) a o 4 719 míst odběrů podzemní vody o celkovém množství cca 370 mil. m³ · rok⁻¹ (cca 26 % celkového odebraného množství). Zatímco odběry povrchové vody jsou významně užívány pro veřejné vodovody, průmysl, energetiku i zemědělství, odběry podzemní vody slouží zejména pro veřejné vodovody.

Požadavky na odběry vody byly uvažovány ve dvou variantách: pro současné požadavky a pro výhled k roku 2050 [1].

Současné požadavky byly určeny takto:

- Odběry pro veřejné vodovody, energetiku a průmysl byly určeny podle evidovaných skutečných měsíčních odběrů vody za období let 2015–2021. Požadavky byly v každém měsíci určeny jako aritmetický průměr skutečných odběrů pro všechny ekonomické sektory s výjimkou odběrů pro zemědělství.
 - Odběry pro zemědělství byly určeny v každém měsíci jako maximální hodnoty v uvedeném období (odběry pro závlahy se v suchém období významně zvyšují).
- Výhledové požadavky („vysoká varianta“) byly určeny takto:
- Odběry pro veřejné vodovody byly určeny jako průměrné měsíční odběry za období let 2016–2021 korigované podle „vysoké varianty“ demografického vývoje.
 - Odběry pro energetiku byly určeny jako výhled k roku 2050 podle podkladů pro energetickou koncepci.
 - Odběry pro průmysl byly určeny jako maximální evidovaný skutečný roční odběr za období let 2009–2021, rovnoměrně rozdělený v průběhu roku.
 - Odběry pro zemědělství byly určeny jako maximální odběry v jednotlivých kalendářních měsících za období let 2015–2021.
 - Závlahovou potřebu reprezentovaly časové řady měsíčních závlahových potřeb pro mezipovodí útvarů povrchových vod pro jednotlivé klimatické modely a emisní scénáře ve variantách:
 - pro zabránění stresu suchem,
 - pro optimalizaci produkce.

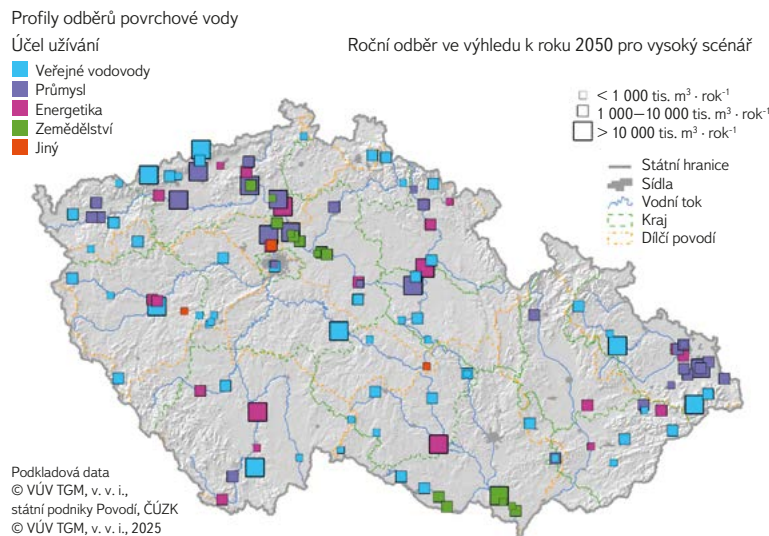
Zabezpečení minimálních průtoků byla vyhodnocena pro současné požadavky na minimální odtok z vodních nádrží a aktivní nadlepšování minimálních průtoků v dalších níže položených profilech.

Postup hodnocení zdrojů povrchových vod

Zabezpečení odběrů z povrchových vod a minimálních průtoků ve vodních tocích byla posouzena pomocí metod vodohospodářské bilance a simulačního modelování zásobní funkce vodohospodářských soustav. Aplikovanou metodu podrobně popisuje [12]: model simuluje chování soustavy v chronologické řadě diskretních časových kroků (zde je zvolen měsíční krok) na základě znalosti časových řad přirozených průtoků (neovlivněných regulací a odběrů/vypouštěním vody), požadavků na užívání vody (zde odběrů vody) a zachování minimálních průtoků, technických parametrů prvků soustavy (zde objemu zásobního prostoru nádrží a kapacit převodů vody) a do modelu zavedených pravidel regulace odtoku (manipulačních pravidel v zásobním prostoru vodních nádrží). Výstupem modelu jsou časové řady simulovaných aktivit: průtoků a výparu z hladin vodních nádrží, odběrů vody, odtoků z vodních nádrží, objemu vody a hladin v zásobním prostoru nádrží. Tyto časové řady jsou následně statisticky vyhodnoceny. Jako základní charakteristika vyjadřující zajištění odběrů vody je vyhodnocena zabezpečení podle trvání p_t definovaná [13] (zjednodušeně vyjadřuje procentní podíl délky období, po kterou jsou požadavky na odběry vody nebo minimální průtoky plně zajištěny, z celkové délky celého posuzovaného období). Při simulaci hospodaření s vodou byl využit výpočetní program „Simulační model zásobní funkce vodohospodářské soustavy“ [14] vyvinutý VÚV TGM.

V referenčním roce 2021 bylo v evidenci odběrů vody vedené podle [8] evidováno 82 vodních nádrží a 14 převodů vody, jež jsou relevantní z hlediska plnění zásobní funkce, a 883 míst odběrů povrchové vody. Pro posouzení zabezpečení byla vybrána místa odběrů vody s ročním množstvím odběru přesahujícím 500 tis. $\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}$. Jednalo se o 132 odběrných míst. Z těchto míst bylo odebíráno cca 90 % z celkového odebíraného množství povrchových vod. Vybraná místa odběrů vody jsou znázorněna na obr. 2. Vliv ostatních (menších) odběrů vody byl do řešení zahrnut agregovaně k nejbližšímu profilu vodohospodářské soustavy. Obdobně byl zahrnut i vliv všech odběrů podzemní vody (projekci

místa odběru na říční síť) a vypouštění vody. Do vodohospodářské soustavy bylo rovněž zařazeno 16 kontrolních profilů, kde je hodnoceno aktivní nadlepšování minimálního průtoku vodními nádržemi, a 222 závěrných profilů útvarů povrchových vod, kde jsou posuzovány možnosti pokrytí závlahové potřeby v příslušném mezipovodí vodního útvaru.



Obr. 2. Místa významných odběrů povrchové vody

Fig. 2. Locations of significant surface water abstraction

Simulace zásobní funkce proběhla pro každou posuzovanou variantu v měsíčním kroku nad chronologickým hydrologickým podkladem (tj. časovými řadami modelovaných přirozených průměrných měsíčních průtoků a výparu) v celkové délce 30 let (resp. 60 let v projektu Bezpečnostního výzkumu). Simulační model následně u každého posuzovaného požadavku na odběr vody a minimální průtok vyhodnotil simulovanou zabezpečení a porovnal ji se zabezpečení doporučenou ČSN 75 2405 [13].

Postup hodnocení zdrojů podzemních vod

Při posouzení dostatečnosti zdrojů podzemních vod byly aplikovány metody zpracování vodohospodářské bilance současného a výhledového stavu množství podzemních vod [15] a postupy hodnocení kvantitativního stavu podzemních vod [16]. Problémem aplikace těchto dosavadních standardních celorepublikových metod byla dostupná vstupní data o přírodních zdrojích, která se zpracovávala pouze v měřítku hydrogeologických rajonů (celkem 152), jejichž plocha může být až 5 800 km^2 . Konečné výsledky pak mohly ve skutečnosti reprezentovat jen část hodnoceného území. V současné době se dokončuje nová etapa hodnocení kvantitativního stavu podzemních vod, která je rovnou bilancována v měřítku útvarů podzemních vod (celkem 174), nicméně jde pouze o přepočtení přírodních zdrojů podle poměru plochy útvarů vůči rozloze hydrogeologických rajonů. Jedinou výjimkou jsou kvarterní útvary svrchní vrstvy, pro něž se metodika hodnocení kvantitativního stavu zcela změnila. První projekt, který sofistikovaněji pracoval u přírodních zdrojů podzemní vody s podrobnějším měřítkem pro větší plochu ČR, byl projekt Bezpečnostního výzkumu [5] realizovaný v letech 2019–2022, kde byla spočítána současná situace a také změny základního odtoku na úrovni ploch mezipovodí útvarů povrchových vod (celkem 1 118), a poskytl tak data pro 825 pracovních jednotek útvarů podzemních vod (1 220) v rámci varianty II. V projektu „Centrum Voda“ bylo riziko budoucího nedostatečného zajištění zdrojů pro odběry podzemní vody vyhodnocováno též za pracovní jednotky útvarů podzemních vod.

Tab. 2. Vodní nádrže rizikové z hlediska nedostatečného zajištění požadavků na odběry povrchové vody a minimální průtoky k roku 2050

Tab. 2. Water reservoirs at risk of failing to meet surface water abstraction requirements and/or minimum flow rates by 2050

Vodní nádrž	Vodní tok	Odběr vody	Posuzované množství odběru vody ve výhledu [tis. m ³ · rok ⁻¹]	Zabezpečení P _t [%] maximální	Zabezpečení P _t [%] minimální	Riziko
Březová	Teplá	-	-	98,8	84,4	vysoké
České Údolí	Radbuza	-	-	99,1	84,9	vysoké
Dalešice	Jihlava	ostatní	54 697	99,9	98,2	střední
Hamry	Chrudimka	vodárenský	328	99,9	90,5	střední
Hracholusky	Mže	-	-	99,9	99,1	střední
Hubenov	Maršovský potok	vodárenský	3 812	99,9	95,8	střední
Husinec	Blanice	-	-	99,9	94,9	střední
Jesenice	Odrava	-	-	99,9	87,8	střední
Karhov a Zhejral	Studenský potok	vodárenský	217	99,9	95,9	střední
Klabava	Klabava	-	-	93,8	78,8	vysoké
Klíčava	Klíčava	vodárenský	2 858	99,9	74,4	střední
Koryčany	Kyjovka	vodárenský	705	99,9	95,2	střední
Les Království	Labe	-	-	99,9	98,8	střední
Lučina	Mže	vodárenský	1 324	99,9	95,2	střední
Ludkovice	Ludkovický potok	vodárenský	434	99,9	99,8	střední
Luhačovice	Luhačovický potok	-	-	99,9	98,8	střední
Myslivny	Černá	vodárenský	303	99,9	98,8	střední
Nová Říše	Řečice (Olšanský potok)	vodárenský	980	99,9	79,4	střední
Obecnice	Obecnický potok	vodárenský	771	99,6	69,4	vysoké
Olešná	Olešná	ostatní	3 961	99,9	89,4	střední
Opatovice	Malá Haná	vodárenský	2 039	99,9	96,7	střední
Pílská	Pílský potok	vodárenský	970	99,9	91,6	střední
Pílská u Žďáru	Sázava	-	-	99,9	95,5	střední
Podhora a Mariánské Lázně	Teplá	vodárenský	585	99,9	97,8	střední
Římov	Malše	vodárenský	16 605	99,9	99,5	střední
Slušovice	Dřevnice	vodárenský	4 907	99,9	99,1	střední
Stanovice	Lomnický potok	vodárenský	5 318	99,9	96,0	střední
Staviště	Staviště	-	-	99,9	97,1	střední
Tatrovce	Tatrovický potok	ostatní	3 519	99,9	96,3	střední
Vranov	Dyje	vodárenský	2 273	99,9	98,2	střední
Vrchlice	Vrchlice	vodárenský	3 813	99,9	92,2	střední
Znojmo	Dyje	vodárenský	2 377	99,9	98,1	střední
Žlutice	Střela	vodárenský	2 561	99,9	98,0	střední

Na straně přírodních zdrojů byly využity dlouhodobé hodnoty přírodních zdrojů pro hydrogeologické rajony z Rebilance [10] (pro přírodní zdroje s 50% a 80% zabezpečeností a využitelné zdroje zásob podzemních vod), dále z dat ČHMÚ (pro přírodní zdroje s 50% a 80% zabezpečeností) a doplňkově i data z Rajonizace 2005 [11] (ekvivalent přírodních zdrojů s 50% zabezpečeností). Všechny tyto hodnoty bylo dále třeba přepočítat na menší pracovní jednotky podle výstupů modelu hydrologické bilance současného stavu.

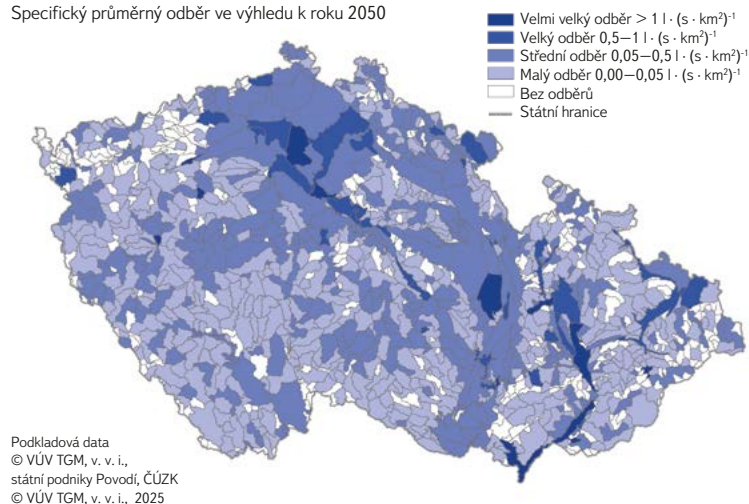
Při hodnocení rizika nedostatečných zdrojů pro odběry podzemních vod byl nejprve pro všechny klimatické modely a emisní scénáře (pomocí územní analýzy) vyhodnocen jejich dopad na změny základního odtoku. Následně byla jako „reprezentativní“ vybrána varianta klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ a emisního scénáře SSP585 k roku 2050 (v projektu „Centrum Voda“) a HADGEM2-ES a emisního scénáře RCP4.5 – výhled pro období 2041–2060 (projekt Bezpečnostního výzkumu).

Základem pro bilanci zdrojů podzemní vody jsou na straně spotřeby data o odběrech, přepočtená na l/s. Pro „Centrum Voda“ byly vyčísleny:

- sumy realizovaných ročních odběrů za období 2016–2021 v hydrogeologických rajonech/pracovních jednotkách útvarů podzemních vod,
- průměrné roční odběry v hydrogeologických rajonech/pracovních jednotkách útvarů podzemních vod za období 2016–2021,
- výhledové odběry k roku 2050 dle postupu vyvinutého pro „Centrum Voda“: použitý scénář – vysoká varianta).

Do hodnocení v projektu „Centrum Voda“ byly zahrnuty pouze odběry podzemní vody realizované v roce 2021 jako průměrné roční hodnoty za období 2016–2021, projekt Bezpečnostního výzkumu pracoval s obdobím 2013–2018. Odběry pro pitné účely tvořily se 308 mil. m³ · rok⁻¹ zhruba 82 % veškeré odebírané podzemní vody (v rámci 64 % evidovaných odběrů), ostatní odběry tvořily s 65 mil. m³ · rok⁻¹ přibližně 18 % z odebíraného množství (a 36 % z evidovaných odběrů podzemní vody). Výhledové odběry sestávaly z nezměněných odběrů pro nepitné účely a sumy odběrů pro pitné účely na bilancovanou územní jednotku upravené podle předpokládaného demografického vývoje k roku 2050. Prognózu předpokládaných požadavků na odběry podzemní vody v návaznosti na očekávaný demografický vývoj k roku 2050 znázorňuje obr. 3.

Pracovní jednotky útvarů podzemních vod
Specifický průměrný odběr ve výhledu k roku 2050



Obr. 3. Požadavky na odběry podzemních vod ve výhledu k roku 2050
Fig. 3. Projected groundwater abstraction requirements by 2050

Do bilančního porovnání odběrů podzemních vod vůči přírodním zdrojům v pracovních jednotkách bylo zahrnuto pouze 271 pracovních jednotek z 1 220 s ročními odběry za rok 2021 od 5 l · s⁻¹ výše. Zbývajících 949 pracovních

jednotek nebylo v projektu „Centrum Voda“ hodnoceno, obdobně jako bylo z hodnocení výhledu v projektu Bezpečnostního výzkumu vyřazeno 395 pracovních jednotek. Bilancování odběrů malých hodnot je totiž zatíženo velkými nepřesnostmi.

VÝSLEDKY

Výsledkem výše uvedených postupů bylo vyhodnocení dostatečnosti vodních zdrojů vzhledem k požadavkům na odběry vody a minimální průtoky. Podrobné výsledky řešení jsou – vzhledem k počtu řešených variant a odpovídajícímu datovému rozsahu – uvedeny v příslušné specializované veřejné databázi (viz dále). Zde jsou uvedeny v souhrnné podobě.

Zdroje povrchové vody

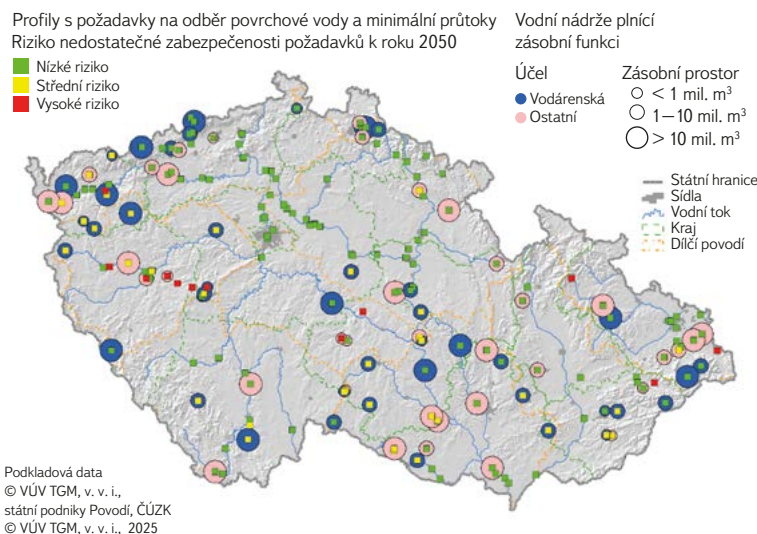
Vyhodnocení zabezpečenosti odběrů povrchové vody a minimálních průtoků pod vodními nádržemi bylo zpracováno ve více než 50 variantách kombinujících posuzované hydrologické podmínky (modely klimatické změny a emisní scénáře) a požadované množství odběru vody.

Riziko nedostatečného zajištění odběru povrchové vody či minimálního průtoku ve výhledu k roku 2050 je v jednotlivých posuzovaných profilech souhrnně pro všechny řešené varianty vyjádřeno pomocí následující klasifikace:

- Vysoké riziko: požadavek není v žádné variantě plně zajištěn a alespoň v jedné variantě nedosahuje normou [13] doporučené hodnoty.
- Nízké riziko: požadavek je ve všech variantách plně zabezpečen.
- Střední riziko: ostatní případy než výše uvedené.

Výsledky ilustruje obr. 4. Rizikové vodní nádrže a rozsah minimální a maximální dosažené zabezpečenosti jimi zajišťovaných odběrů vody a/nebo minimálních průtoků podle trvání p₁ ve výhledu k roku 2050 jsou uvedeny v tab. 2.

Jako vysoce rizikové byly vyhodnoceny vodárenská nádrž Obecnice a dále vodní nádrže Březová, České Údolí a Klabava. Jako středně rizikové bylo identifikováno dalších 29 vodních nádrží, mezi nimi 19 vodárenských.



Obr. 4. Riziko nedostatečného zajištění požadavků na odběry povrchové vody a minimální průtoky k roku 2050
Fig. 4. Risk of failing to meet surface water abstraction requirements and minimum flow rates by 2050

Hodnocení rizikovosti výhledového stavu k roku 2050



Obr. 5. Podíl ploch pracovních jednotek (PRJ) rizikových z nedostatku zdrojů pro odběry podzemních vod k roku 2050 v hydrogeologických rajonech
 Fig. 5. Proportion of work units (PRJ) at risk of groundwater abstraction shortages by 2050 in hydrogeological zones

Zdroje podzemní vody

Kritické meze poměru odběrů vůči přírodním zdrojům byly převzaty z postupů hodnocení kvantitativního stavu jako 0,4 pro přírodní zdroje s 50% zabezpečeností a 0,5 pro přírodní zdroje s 80% zabezpečeností. Pro porovnání odběrů vůči využitelným zdrojům nebyly spočítány bilanční podíly, ale od využitelných zdrojů byly odečteny průměrné roční odběry za období 2016–2021 a podíl zbylých (nevyužitých) zdrojů vůči celkové hodnotě využitelných zdrojů byl porovnán s kritickou mezí 20 % (tj. výsledek byl považován za nevyhovující, pokud podíl nevyužitých zdrojů byl nižší než 0,2).

Z bilančního hodnocení byl kromě pracovních jednotek s příliš malými odběry podzemní vody vyřazen i hydrogeologický rajon 3110 Pavlovské vrchy, u něhož chybí stanovení přírodních zdrojů jakýmkoli způsobem a zároveň v něm nejsou přítomny významné odběry.

Syntéza dílčích bilančních porovnání odběrů vůči přírodním zdrojům (pro šest bilančních porovnání současného stavu a šest bilančních porovnání výhledového stavu) mírně prioritizovala na stranu bezpečnosti nevyhovující výsledky pro poměry vůči 50% přírodním zdrojům. Výsledky bilančních poměrů odběrů s 80% přírodními zdroji a bilančních porovnání odběrů s využitelnými zdroji byly považovány za méně věrohodné. Nulové odběry výslednou kategorii stavu logicky nezhoršovaly, ale nulové přírodní zdroje ano. Dále výslednou syntézu nepříznivě ovlivňovalo i množství bilančních porovnání, která nemohla být pro absenci dat o přírodních zdrojích stanovena u pracovních jednotek, v nichž vyšlo alespoň jedno nevyhovující porovnání.

Výsledkem bilančních porovnání bylo zhodnocení současného i výhledového stavu (výsledky k roku 2050, viz obr. 5). Při použití modelu ALADIN-CLIMATE/CZ a emisního scénáře SSP585 pro přírodní zdroje a zároveň využití demografických prognóz vychází poměrně málo pracovních jednotek podzemních vod jako rizikových – z hodnocených pracovních jednotek jich bylo 47 s vysokým rizikem (což je 6,6 % plochy), 16 se středním rizikem (1,5 % plochy) a 208 s nízkým rizikem (39,7 % plochy). Zbývajících 949 pracovních jednotek (52,2 % plochy) nebylo hodnoceno z důvodu nízkých hodnot odběrů podzemní vody (pod $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a s tím spojené vysoké nepřesnosti.

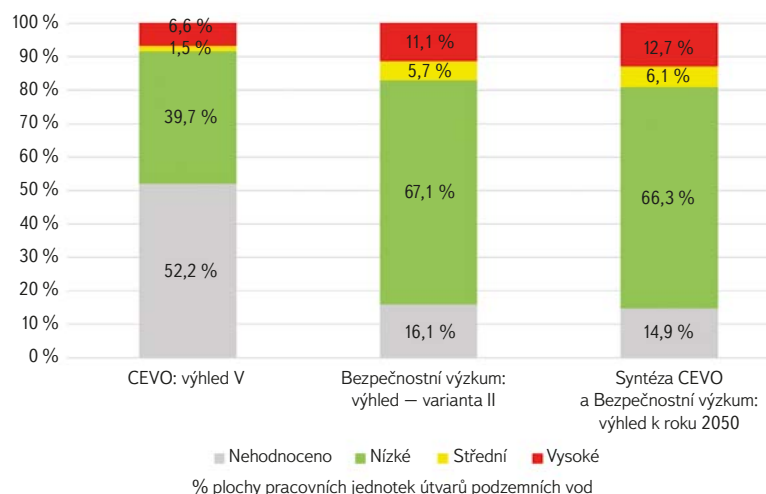
V hydrogeologických rajonech, kde alespoň jedna pracovní jednotka vyšla ve výhledu jako riziková, byly zpracovány statistiky výsledků pracovních jednotek dle procenta plochy rajonu (viz obr. 6). Podíly nehodnoceného území činily až 84,4 % plochy rajonu. I tak bylo zřejmé, že výsledky hodnocení rizikovosti mohou být velice heterogenní a zacílení hodnocení výhledového stavu v podrobnějším měřítku má i navzdory limitům predikce vývoje smysl.

Celková suma všech průměrných ročních odběrů za hodnocené období 2016–2021 činila $11\,627 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ a suma výhledových odběrů k roku 2050 $11\,665 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ pro model ALADIN-CLIMATE/CZ a emisní scénář SSP585. Podíl předpokládaného odebíraného množství k roku 2050 ze všech výhledových odběrů byl 29,2 % ($3\,410 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) v pracovních jednotkách s vysokým rizikem, 5,8 % ($681 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) v pracovních jednotkách se středním rizikem, 56,3 % ($6\,567 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) v pracovních jednotkách s nízkým rizikem a 8,6 % ($1\,007 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) v nehodnocených pracovních jednotkách.

V rámci Bezpečnostního výzkumu bylo vyhodnoceno 825 pracovních jednotek z 1 220 za pomoci klimatického modelu HADGEM2-ES při emisním scénáři RCP4.5 s výhledem k roku 2050, přičemž vysoké riziko bylo zjištěno u 91 pracovních jednotek o ploše 11,1 % ČR, střední riziko u 37 pracovních jednotek o ploše 6,1 % a nízké riziko u 697 pracovních jednotek o ploše 67,1 % (obr. 6). Zbylé pracovní jednotky nebyly hodnoceny z důvodu nízkých odběrů.

Nakonec byla provedena syntéza výsledků z „Centra Voda“ a Bezpečnostního výzkumu, kdy byl převzat vždy nejhorší z obou výstupů. Celkem bylo zhodnoceno 838 pracovních jednotek z 1 220, přičemž vysoké riziko bylo zjištěno u 106 pracovních jednotek o ploše 12,7 % ČR, střední riziko u 43 pracovních jednotek o ploše 6,1 % a nízké riziko u 689 pracovních jednotek o ploše 66,3 % (obr. 6 a 7). Zbývajících 382 pracovních jednotek (14,9 % plochy) nebylo hodnoceno.

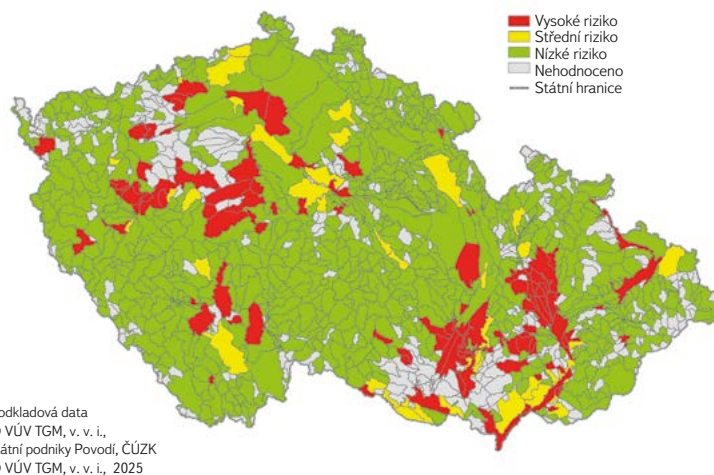
Rizikové pracovní jednotky podzemní vody jsou znázorněny v přehledové mapě na obr. 7.



Obr. 6. Porovnání výsledků vyhodnocení rizika pro klimatický model ALADIN-CLIMATE/CZ při scénáři SSP585 („Centrum Voda“ – CEVO) a klimatický model HADGEM2-ES při emisním scénáři RCP4.5 (Bezpečnostní výzkum)

Fig. 6. Comparison of risk assessment results for the ALADIN-CLIMATE/CZ climate model under the SSP585 scenario (Water Center – CEVO) and the HADGEM2-ES climate model under the RCP4.5 emissions scenario (Security research)

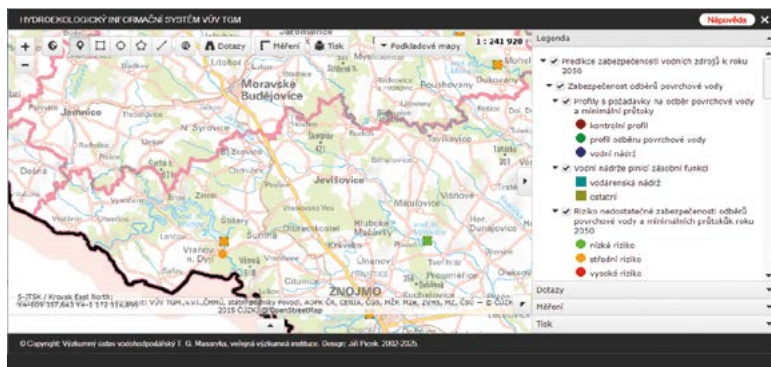
Pracovní jednotky útvárů podzemní vody
Riziko nedostatečných zdrojů pro předpokládané odběry podzemních vod k roku 2050



Obr. 7. Riziko nedostatečných zdrojů pro odběry podzemních vod k roku 2050
Fig. 7. The risk of insufficient groundwater resources for abstraction by 2050

Veřejná specializovaná databáze

Podrobné výsledky vyhodnocení zabezpečení vodních zdrojů byly zapracovány do příslušných specializovaných veřejných databází, jež lze najít na internetových stránkách obou projektů [7, 17]. Data jsou dostupná prostřednictvím prohlížečských služeb formou interaktivních map a připojených tabulek. Uživatelské rozhraní ilustrují obr. 8 a 9.



Obr. 8. Uživatelské rozhraní prohlížečské služby: Mapová část

Fig. 8. Browser Service User Interface: Map section

Schlaz	Vodstvo	Kódový název	Jednotlivý název	ID odběru	Název odběru	POVZAB_UCEL	Zabezpečení podle zdrojů (P)	Zabezpečení podle zdrojů (P)
1.	ALADIN_SSP245_2050_SH	ALADIN	SSP245	2_050	POVSI1501	VAB Zdroje - SV Zdroje - VAB	99.903	100
2.	ALADIN_SSP245_2050_VV	ALADIN	SSP245	2_050	POVSI1501	VAB Zdroje - SV Zdroje - VAB	99.903	100
3.	ALADIN_SSP585_2050_SH	ALADIN	SSP585	2_050	POVSI1501	VAB Zdroje - SV Zdroje - VAB	96.515	98.647
4.	ALADIN_SSP585_2050_VV	ALADIN	SSP585	2_050	POVSI1501	VAB Zdroje - SV Zdroje - VAB	96.515	98.647
5.	CMCC_ESS2_2050_SH	CMCC	ESS2	2_050	POVSI1501	VAB Zdroje - SV Zdroje - VAB	99.903	100

Obr. 9. Uživatelské rozhraní prohlížečské služby: Tabulková část

Fig. 9. Browser Service User Interface: Table view

DISKUZE

Posouzení zabezpečení vodních zdrojů v budoucnosti představuje řešení poměrně komplexní problematiky. Její modelování v rozsahu celé ČR vyžaduje nezbytná zjednodušení a je zatíženo řadou nejistot. Jako významné nejistoty lze uvést následující. Časový horizont roku 2050 byl zvolen v souladu se zadáním projektu „Centrum Voda“ a současně představuje období, pro které lze ještě relativně věrohodně predikovat nejen vývoj klimatických charakteristik, ale i budoucí požadavky na odběry vody a stav vodohospodářské infrastruktury. Ve výhledu k roku 2100 by se významně zvyšovaly nejistoty spojené nejen s klimatickými modely, ale také s demografickým, ekonomickým a technologickým vývojem. Z tohoto důvodu lze výsledky posuzovat především jako podklad pro střednědobé plánování adaptačních opatření v horizontu několika desetiletí. Výsledky nelze interpretovat jako jednoznačnou predikci budoucího stavu, nýbrž jako vyhodnocení možného rozpětí budoucího vývoje při různých kombinacích klimatických a socioekonomických předpokladů.

Významnou nejistotu ve výsledcích řešení představují zejména predikce dopadu klimatické změny na hydrologické charakteristiky, v menší míře potom predikce budoucího vývoje požadavků na odběry vody. Nejistota je reflektována volbou více variant řešení. To se nicméně projevilo i při určitém rozptylu vyhodnocené zabezpečení (např. vodní nádrže Klíčava, Obecnice, Stanovice nebo Hamry), kdy řada lokalit byla identifikována jako riziková jen při některých méně příznivých variantách. Nejvyšší míra identifikovaných rizik se zpravidla objevovala u kombinací klimatických modelů s emisním scénářem SSP585, který lze chápat především jako scénář reprezentující horní hranici potenciálních dopadů klimatické změny. Tento scénář nebyl v rámci studie interpretován jako nejpravděpodobnější vývoj, ale jako jedna z variant umožňujících posoudit rozsah možných budoucích rizik pro vodní zdroje. Hodnocení zdrojů

podzemních vod je zatíženo nejistotami u údajů týkajících se zdrojů podzemních vod v současnosti, heterogenitou přírodních zdrojů v hydrogeologických rajonech a aproximací přírodních zdrojů do budoucnosti.

Odběry vody jsou limitovány požadavky na zachování ekologické funkce vodních toků. Tento požadavek je nyní zajištěn zachováním tzv. minimálních zůstatkových průtoků. V současné době je připravováno nařízení vlády, jež by mělo způsob stanovení hodnot minimálních zůstatkových průtoků přiblížit požadavkům Rámcové směrnice pro vodní politiku EU. Posouzení zabezpečení minimálních průtoků se při řešení omezilo na průtoky aktivně zajišťované vodními nádržemi (tedy minimální odtok z vodní nádrže, případně nadlepšování minimálních průtoků v dalších níže položených profilech). V ostatních posuzovaných profilech nebyl výhledový minimální průtok určen, a tudíž nebyla ani klasifikována jeho zabezpečení.

Požadavky na odběry vody vycházejí především z analýzy skutečných evidovaných odběrů. Skutečné odběry vody nicméně nemusí dostatečně přesně reprezentovat současné požadavky na odběry: odebrané množství se může měnit v závislosti na mnoha faktorech souvisejících např. s provozem průmyslových podniků (odstávky provozu apod.) nebo výskytem sucha (omezení odběrů v důsledku nedostatku vody ve vodních zdrojích, zvýšené nároky na odběry pro závlahy kvůli nedostatku vody v půdě apod.). Problém s určením požadavků na odběry a příslušných zdrojů může nastávat rovněž v případě zásobování pitnou vodou vodárenskými systémy, kdy odběr může být uskutečněn z více zdrojů (vodních toků či nádrží), odebrané množství z určitého zdroje může být proměnlivé, např. v závislosti na dalších pro provoz důležitých faktorech. Rovněž povolené množství odběru se v mnoha případech dlouhodobě liší (je často výrazně vyšší) než skutečně odebírané množství.

ZÁVĚR

Cílem výše popsaného řešení bylo vyhodnotit zabezpečení odběrů vody a minimálních průtoků zdroji povrchových i podzemních vod ve výhledu k roku 2050 a identifikovat problémové lokality. Zabezpečení odběrů vody byla posouzena pomocí metod simulačního modelování (při posuzování zdrojů povrchových vod), vodohospodářské bilance a postupů hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod. Řešení bylo zpracováno v celostátním rozsahu. Vstupními údaji byly zejména časové řady modelovaného odtoku, výparu a základního odtoku z povodí vodoměrných stanic a z mezipovodí útvarů povrchových vod v podmínkách dopadů klimatické změny a výhledové požadavky na odběry vody. Uvažována byla stávající infrastruktura vodních nádrží a převodů vody a jejich kapacit. Nejistoty vyplývající z predikce budoucího vývoje byly reflektovány variantním řešením. Požadavky na odběry vody byly posouzeny pro současné skutečné odběry vody i predikované odběry vody. Vliv možných dopadů klimatické změny na vodní zdroje byl uvažován pro kombinaci klimatických modelů a emisních scénářů. Mezi nejistoty řešení lze zařadit problém stanovení požadavků na odběry vody (např. dlouhodobě značné rozdíly mezi povoleným a skutečným odebíraným množstvím), na problematiku minimálních zůstatkových průtoků a problém interakce mezi povrchovými a podzemními vodami. Při vyhodnocení zdrojů povrchových vod bylo jako potenciálně rizikové identifikováno 33 vodních nádrží (z 82 posuzovaných). Zdroje podzemních vod byly vyhodnoceny u 838 pracovních jednotek útvarů podzemních vod (z 1 220 v ČR), přičemž vysoké riziko bylo zjištěno u 106 pracovních jednotek o ploše 12,7 % ČR, střední riziko u 43 pracovních jednotek o ploše 6,1 % a nízké riziko u 689 pracovních jednotek o ploše 66,3 %. Zbývajících 382 pracovních jednotek (14,9 % plochy ČR) nebylo do hodnocení výhledu zařazeno z důvodu nízkých odběrů (pod $5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a s tím spojené nepřesnosti hodnocení. V pracovních jednotkách s vysokým rizikem činil podíl předpokládaného odebíraného množství k roku 2050 ze všech výhledových odběrů 29,2 % ($3\,410 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ z celkových $11\,665 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ za celou ČR), v pracovních jednotkách se středním rizikem byl

5,8 % ($681 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), v pracovních jednotkách s nízkým rizikem 56,3 % ($6\,567 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) a v nehodnocených pracovních jednotkách 8,6 % ($1\,007 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) pro klimatický model ALADIN-CLIMATE/CZ při scénáři SSP585.

Výsledky vyhodnocení byly zapracovány do příslušných specializovaných veřejných databází. I přes výše uvedené nejistoty a nezbytná zjednodušení vyplývající z řešení v celostátním rozsahu poskytuje určení v budoucnosti potenciálně rizikových zdrojů podzemních a povrchových vod podklad pro podrobnější řešení a včasnou přípravu případných opatření ke snížení rizik.

Poděkování

Článek vznikl na základě výzkumu prováděného v rámci projektu č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu“ řešeného s finanční podporou Technologické agentury ČR v rámci podprogramu 3 – Dlouhodobé environmentální a klimatické perspektivy programu SS – Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostředí pro život a projektu č. VI20192022159 „Vodohospodářské a vodárenské soustavy a preventivní opatření ke snížení rizik při zásobování pitnou vodou“ programu BV III/1-VS řešeného s finanční podporou Ministerstva vnitra ČR.

Literatura

[1] DLABAL, J., VYSKOČ, P., BINDZAR, J., POTOPOVÁ, V., SCHWARZOVÁ, P., TRNKA, M., DOSTÁL, T., DOČKAL, M., SEMERÁDOVÁ, D., ARBELAEZ GAVIRIA, J., ŠTĚPÁNEK, P., JÁČKOVÁ, A., MUSIOLKOVÁ, M., KULT, A. Scénáře budoucí potřeby vody do roku 2050: sektorové analýzy a prognózy. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(6), s. 26–44. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/VTEI.2024.09.001>

[2] VIZINA, A., GEORGIEOVÁ, I., VYSKOČ, P., MELIŠOVÁ, E., HANEL, M., TRNKA, M., PAVLÍK, P., FISCHER, M. Databáze HYMOD-KZ a deficitní oblasti. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(6), s. 4–11. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/VTEI.2024.09.003>

[3] VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., KOZLOVÁ, M., PICEK, J., NOVÁKOVÁ, H. *Predikce vývoje zabezpečení vodních zdrojů v ČR do r. 2050 v podrobnosti krajů v závislosti na změně klimatu*. Výzkumná zpráva. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2025. Dostupné z: <https://www.centrum-voda.cz/vysledky/wp-1-budoucnost-vody>

[4] VIZINA, A., VYSKOČ, P., PELÁKOVÁ, M., PICEK, J., BERAN, A. a KOŽÍŘ, R. Zabezpečení odběrů vody z vodárenských nádrží v podmínkách klimatické změny. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2021, 63(3), s. 4–18. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/VTEI.2021.03.001>

[5] PRCHALOVÁ, H., VYSKOČ, P., VIZINA, A., NOVÁKOVÁ, H. Bilance zdrojů podzemní vody a potřeb pro pitné účely v podmínkách klimatické změny. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2022, 64(5), s. 22–31. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://doi.org/10.46555/VTEI.2022.07.005>

[6] *Centrum Voda* [on-line]. VÚV TGM, v. v. i. [citováno 2026-05-10]. Dostupné z: <https://www.centrum-voda.cz>

[7] *Vodohospodářské a vodárenské soustavy a preventivní opatření ke snížení rizik při zásobování pitnou vodou*. Projekt MV ČR, č. VI20192022159. VÚV TGM, v. v. i., 2019–2022. [citováno 2026-05-10]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/projekty/rzv>

[8] *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci*.

[9] *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)*.

[10] KADLECOVÁ, R. et al. *Rebilance zásob podzemních vod*. Česká geologická služba, 2018. Dostupné z: <http://www.geology.cz/rebilance/vysledky>

[11] PRCHALOVÁ, H. ed. *Hydrogeologická rajonizace. Závěrečná zpráva*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2005. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/projekty/HGR2005>

[12] VYSKOČ, P., ZEMAN, V. *Metodický postup zpracování vodohospodářské bilance současného a výhledového stavu množství povrchových vod*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2008.

[13] ČSN 75 2405. *Vodohospodářská řešení vodních nádrží*. 2017.

[14] PICEK, J., VYSKOČ, P., ZEMAN, V. *Simulační model množství povrchových vod: zásobní funkce vodohospodářské soustavy*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2008.

[15] *Metodický pokyn MZE pro sestavení vodohospodářské bilance povodí ze dne 28. 8. 2002*. Dostupné z: <https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-q357509---WXqafPVQ/metodicky-pokyn-25248-2002-6000>

[16] PRCHALOVÁ, H., DURČÁK, M., KOZLOVÁ, M., VIZINA, A., ROSENDORF, P., MRKVIČKOVÁ, M. et al. *Metodiky hodnocení chemického a kvantitativního stavu útvarů podzemních vod pro druhý cyklus plánů povodí v ČR*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2013. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/projekty/rsv>

[17] VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., KOZLOVÁ, M., PICEK, J. *Specializovaná veřejná databáze: Predikce vývoje zabezpečení vodních zdrojů v ČR do r. 2050*. Praha: VÚV TGM, v. v. i., 2025. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/link/cevowplzabezpdzdroju>

Autoři

Ing. Petr Vyskoč

✉ petr.vyskoc@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-5006-5414

RNDr. Hana Prchalová

✉ hana.prchalova@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-1890-8335

Ing. Marie Kozlová

✉ marie.kozlova@vuv.cz

ORCID: 0009-0001-6601-6107

Ing. Jiří Píček

✉ jiri.picek@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-6978-6801

Ing. Adam Vizina, Ph.D.

✉ adam.vizina@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-4683-9624

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2026.05.005

ISSN 0322-8916/© 2026 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

FORECAST OF WATER RESOURCE SECURITY IN THE CZECH REPUBLIC BY 2050

**VYSKOČ, P.; PRCHALOVÁ, H.; KOZLOVÁ, M.;
PICEK, J.; VIZINA, A.**

T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

Keywords: climate change — water resources — water scarcity —
water supply — water balance

This article presents the methods and results of an assessment of the security of water abstraction and minimum flow rates through 2050, taking into account the potential impacts of climate change on water resources and projected water demand based on socioeconomic development forecasts. The study was conducted on a national scale. Water bodies defined for water planning purposes were selected as the minimum spatial scale. The study employed simulation modeling methods, water balance methods, and procedures for evaluating the quantitative status of groundwater bodies. The potential impacts of climate change on water resources were considered using a combination of 8 climate models (CMCC-ESM2, EC-EARTH3, GFDL-ESM4, MPI-ESM1-2-HR, MPI-ESM2-0, TAIESM1, HADGEM2-ES, and ALADIN-CLIMATE/CZ) and emission scenarios (SSP126, SSP245, SSP370, SSP585, RCP4.5). The existing infrastructure of water reservoirs and water transfers, along with their capacities, was taken into account. In the assessment of surface water sources, 33 water reservoirs (out of 82 assessed) were identified as potentially at risk, as they provide water abstractions and/or ensure minimum flows in watercourses. Groundwater sources were assessed for 838 groundwater body units (out of 1,220 in the Czech Republic), with high risk identified in 106 units covering 12.7 % of the Czech Republic, medium risk in 43 units covering 6.1 % of the area, and low risk in 689 units covering 66.3 % of the area.

