

Vývoj a současná praxe vodohospodářské bilance podzemních vod v Česku: od klasifikace zásob ke komplexnímu hodnocení přírodních zdrojů

ANNA HRABÁNKOVÁ, JOSEF VOJTĚCH DATEL

Klíčová slova: vodohospodářská bilance — hydrogeologie — podzemní voda — česká křídlová pánev — přírodní zdroje podzemní vody — základní odtok

ABSTRAKT

Předkládaný článek se komplexně věnuje vývoji metodických přístupů k bilancování podzemních vod v Československu a Česku od šedesátých let 20. století do současnosti. Popisuje transformaci vodohospodářské bilance od původního konceptu statického hodnocení tzv. „využitelných zásob“ podzemních vod ke komplexnímu, dynamickému přístupu založenému na pravidelném porovnávání reálných odběrů vody a přírodních zdrojů v časových řezech, s důrazem na měsíční krok hodnocení a kvantilové charakteristiky základního odtoku. Analýza vychází z platné legislativy, především z ustanovení vodního zákona č. 254/2001 Sb., a souvisejících prováděcích vyhlášek a metodického pokynu. Rovněž reflektuje požadavky evropských směrnic v oblasti ochrany vod.

Zvláštní pozornost je věnována institucionálnímu rámci a úloze jednotlivých subjektů, jako jsou Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ), správci povodí a Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka (VÚV TGM), kteří se podílejí na sběru, zpracování a interpretaci údajů o stavu podzemních vod. Článek rovněž zdůrazňuje klíčovou roli hydrogeologické rajonizace jako základního nástroje územního členění a bilančního hodnocení, přičemž rozebírá její historický vývoj a návaznost na útvary podzemních vod dle evropského rámce pro vodní politiku.

Stěžejní část článku je zaměřena na hodnocení čtyř svrchnokřídlových hydrogeologických rajonů (HGR) 4410, 4430, 4522 a 4523, které byly v období 2007–2023 pravidelně vyhodnocovány jako bilančně napjaté. Porovnání ročních a měsíčních hodnot základního odtoku s odpovídajícími hodnotami odběrů ukazuje dlouhodobý trend sblížování těchto veličin, zejména v důsledku poklesu přírodních zdrojů vlivem klimatických změn. Ve vybraných rajonech (zejména 4522 a 4523) jsou navíc identifikovány negativní dopady nadměrných odběrů na stav povrchových toků – včetně jejich sezonního vysychání –, což vedlo ke snížení povolených odběrů, k zavedení režimního monitoringu a přijetí nápravných opatření.

Článek je zároveň zasazen do rámce aktuálně probíhajících výzkumných projektů TA ČR (č. SS06010268, č. SQ01010176, č. SQ2030027 a také č. SS01010208), jejichž cílem je identifikace dopadů sucha na podzemní vodní zdroje, zpřesnění prostorového vymezení HGR, ověření hydrodynamických vazeb mezi útvary podzemních a povrchových vod, možnosti posílení zdrojů podzemních vod a lepší poznání vertikální stratifikace proudění podzemní vody.

Výsledky článku podtrhují význam důkladné hydrogeologické znalosti území, potřebu kontinuálního monitoringu, pravidelného přehodnocování odběrových limitů a revize bilančních metod. V závěru je apelováno na nutnost ochrany infiltračních oblastí a implementaci dlouhodobě udržitelného a aktivního hospodaření s podzemní vodou jako základního předpokladu pro zachování vodních zdrojů v podmínkách změny klimatu a rostoucího antropogenního tlaku.

ÚVOD

Tento příspěvek shrnuje vývoj vodohospodářského bilancování podzemních vod v Československu a České republice od šedesátých let 20. století až po současnost. Zaměřuje se na proměny přístupů k hodnocení využitelnosti a bilanci podzemních vodních zdrojů, na metodická východiska a institucionální rámce, jež se postupně vyvíjely v reakci na nové poznatky, legislativní změny i požadavky praxe a evropských směrnic.

Text dokumentuje počátky bilancování, jež byly úzce spjaty s činností odborné subkomise pro podzemní vody v rámci Komise pro klasifikaci zásob ložisek, kde se kladl důraz na stanovení tzv. využitelných zásob. Tyto hodnoty však často nevystihovaly sezonní ani dlouhodobou variabilitu přirozeného režimu. Významným posunem bylo zavedení evidence odběrů v sedmdesátých letech 20. století, díky čemuž mohly být sestavovány pravidelné roční bilance, které se staly součástí státní vodohospodářské bilance.

Od devadesátých let 20. století se metodika přibližuje požadavku na souměřitelnost údajů, tedy porovnávání reálných odběrů se zdroji za stejné období, přičemž v napjatých oblastech je nutné přejít na podrobné měsíční bilancování. Klíčovou veličinou se stal kvantil 80% základního odtoku. Text popisuje aktuální podobu vodohospodářské bilance podle platného vodního zákona a souvisejících prováděcích vyhlášek. Vymezuje rozdíl mezi hydrologickou a vodohospodářskou bilancí, uvádí úlohy jednotlivých institucí (ČHMÚ, správci povodí, VÚV TGM) a vysvětluje principy evidování odběrů, způsob ohlašování i kategorizaci údajů.

Samostatný oddíl je věnován hydrogeologické rajonizaci jako základnímu nástroji územního členění podzemních vod. Text sleduje vývoj rajonizace od padesátých let 20. století až po její poslední verzi z roku 2005 [1], jež přinesla

sladění s útvary podzemních vod definovanými pro účely plánů oblastí povodí a evropské legislativy. Důraz je kladen na kritéria rajonizace, vazbu na bilanční jednotky a propojení s vymezenými vodními útvary.

Výzkum bilančních metod v posledních dekádách ukazuje potřebu specifického přístupu k bilancování některých hydrogeologických prostředí a struktur, na které nelze mechanicky aplikovat ustálené postupy založené na standardních hydrologických metodách s výpočtem základního odtoku (kvartér v úzké vazbě na povrchový tok, krasové struktury, hluboké pánevní kolektory, regionální drenážní oblasti aj.).

Praktický postup bilancování je demonstrován na příkladu čtyř svrchnokřídových HGR, které jsou často označovány jako bilančně napjaté.

VÝVOJ METODICKÝCH PŘÍSTUPŮ

Historie vodohospodářského bilancování podzemních vod

Základními dvěma termíny, které se používají u bilancování podzemních vod, je hydrologická bilance a vodohospodářská bilance.

Hydrologická bilance hodnotí změny zásob povrchové a podzemní vody způsobené časovou a prostorovou proměnlivostí přirozených vlivů, zejména klimatických činitelů, a vytváří podklad pro hodnocení změn zásob vody, jež jsou způsobeny užíváním vody nebo jinými antropogenními zásahy. Hydrologická bilance se tedy týká stanovení přírodních zdrojů podzemních vod v kontextu celého hydrologického cyklu, včetně časoprostorového kolísání kvantitativních charakteristik. V současné době je velikost přírodních zdrojů významně ovlivňována nejen sezonním chodem klimatu, ale i dlouhodobými trendy v souvislosti s probíhající klimatickou změnou. V dnešní době je výpočet hydrologické bilance nemyšlitelný bez různých hydrologických a hydraulických matematických modelů.

Vodohospodářská bilance je porovnání požadavků na odběr vody s velikostí jejich přírodních zdrojů v uvažovaném místě a čase. Vodohospodářská bilance tak podává obraz o stavu zdrojů vody, stupni jejich využití a možnostech jejich navyšování do budoucna. Porovnání přírodních zdrojů a odběrů podzemních vod je základem hodnocení bilanční napjatosti daného území. Moderní zpracování vodohospodářské bilance se opírá o soubor pokročilých statistických analýz a postupů. Výsledky vodohospodářské bilance jsou zásadním podkladem pro vodohospodářské plánování a hospodaření s vodou.

Hydrologická a vodohospodářská bilance tvoří tzv. vodní bilanci, ve smyslu vodního zákona [2].

Dále uvádíme v přehledu postupný vývoj v bilancování podzemních vod v Česku:

- V polovině šedesátých let 20. století byla zřízena odborná subkomise pro podzemní vody jako součást Komise pro klasifikaci zásob ložisek nerostných surovin (KKZ). Principy této komise byly do značné míry určující i pro obor podzemních vod (*Směrnice pro oceňování zásob podzemních vod a Zásady pro předkládání zpráv: 1964, 1965, 1979*). Hodnoty uváděné jako využitelné zásoby představovaly různorodý soubor výsledků. Tyto hodnoty byly stanovovány obvykle s různou zabezpečeností a také jako průměry z nejednotného, někdy nedefinovaného kratšího či delšího období, a nemohly vystihnout dlouhodobou variabilitu ani sezonní změny přirozeného režimu podzemní vody.
- Počátek sedmdesátých let 20. století je charakterizován snahami o pravidelné sestavování vodohospodářské bilance na úrovni tehdejších rajonů, od roku 1979 jsou k dispozici pravidelné roční bilance, k čemuž významně pomohlo zavedení evidence odběrů podle vyhlášky č. 63/1975 Sb.
- Od roku 1979 byla bilance podzemních vod součástí státní vodohospodářské bilance, a to ve formě porovnávání tzv. využitelných zásob s uskutečněnými odběry konkrétního roku. Způsob výpočtu využitelných zásob nebyl jednotný

a nerespektoval časovou variabilitu zdrojů podzemních vod, výsledek tedy nepředstavoval aktuální bilanční stav, spíše jakési zprůměrování za hodnocené období. Počítal se poměr zásoby/odběry, a podle toho byl bilanční stav pasivní ($< 0,9$), napjatý ($0,9-1,1$) nebo příznivý ($> 1,1$).

- Od roku 1994 se v metodice vodohospodářské bilance přešlo k postupnému hodnocení základních odtoků, které lze z hydrogeologického hlediska ve víceletém průměru ve většině případů ztotožnit s podzemním odtokem, potažmo s přírodními zdroji podzemní vody, a režim obou těchto veličin pokládat za identický nebo alespoň velmi podobný.
- Principy moderní bilance podzemních vod v posledních dekádách, počínaje devadesátými lety 20. století, se snaží vystihnout variabilitu přírodních zdrojů podzemní vody a důsledně odlišují dlouhodobé hodnoty od ročních. Základním smyslem nového přístupu k bilanci podzemních vod je porovnávat na straně zdrojů i odběrů hodnoty souměřitelné, které se vyskytly, resp. byly uskutečněny ve stejném časovém úseku. Postup bilance je účelné provádět ve dvou fázích. Pokud je bilanční stav rajonu dobrý nebo vyhovující, postačí bilanci omezit na porovnání ročních hodnot. V těchto případech se bilance omezí na soupis aktuálních údajů o velikosti zdrojů a odběrů za konkrétní (ukončený) rok a porovnání zdrojů s dlouhodobými hodnotami za vybrané reprezentativní období. V rajonech, kde poměr velikosti zdrojů a odběrů nasvědčuje tomu, že může dojít k napjatému nebo i pasivnímu stavu, je nezbytné provést podrobnější hodnocení. Sezonní výkyvy na straně zdrojů i odběrů mohou být natolik významné, že roční hodnoty neposkytují dostatečný podklad a je nutno provést bilanci v měsíčním kroku.
- Do bilance byl počínaje rokem 1997 zaveden jako základní výpočtová hodnota kvantil 80% křivky překročení základního odtoku z období 1971–1990 (srovnávací období bylo postupně nahrazováno 30letými obdobími 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020). Tato hodnota představuje pro vodohospodářskou bilanci dlouhodobě využitelné zdroje.

Vodohospodářská bilance podzemních vod v současnosti

Zjišťování a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod v souladu s ustanovením § 21 vodního zákona [2] slouží k zajišťování podkladů pro výkon veřejné správy podle vodního zákona, plánování v oblasti vod (hlava IV vodního zákona) a poskytování informací veřejnosti. Provádí se podle hydrologických povodí povrchových vod a HGR, příp. vodních útvarů podzemních vod, a zahrnuje mimo jiné vedení vodní bilance (ustanovení § 21 odst. 2 písm. b) vodního zákona) a zřízení, vedení a aktualizaci evidencí podle ustanovení § 21 odst. 2 písm. c) vodního zákona). Údaje zahrnuté v těchto evidencích jsou součástí Informačního systému veřejné správy – VODA [3].

Vodní bilance sestává z hydrologické bilance a vodohospodářské bilance. Hydrologická bilance porovnává přírůstky a úbytky vody a změny vodních zásob v povodí, území nebo ve vodním útvaru za daný časový interval a sestavuje ji ČHMÚ. Vodohospodářská bilance porovnává požadavky na odběry povrchové vody, odběry podzemní vody a vypouštění odpadních vod s využitelnou kapacitou vodních zdrojů z hlediska množství a jakosti vody a jejich ekologického stavu (ustanovení § 22 odst. 1 vodního zákona) a sestavují ji v rámci své územní působnosti správci povodí – podniky Povodí podle ustanovení § 54 vodního zákona [2] a dále v souladu s ustanovením § 5 odst. 3 vyhlášky č. 431/2001 Sb. [4]. Souhrnné každoroční a celostátní zpracování dat vodohospodářské bilance zajišťuje VÚV TGM [5].

Pro potřeby vodohospodářské bilance ČHMÚ vždy zajišťoval data zdrojové části bilanci formou stanovení základního odtoku na základě údajů ze státní pozorovací sítě, ze sledování hladin podzemních vod a vydatnosti pramenů. Tento údaj o přírodních zdrojích podzemních vod se zpracovává každoročně z aktuálních údajů měřících stanic. Pro sledování vývoje těchto zdrojů za delší období je pak využívána hodnota přírodních zdrojů získaná z dlouhodobých

sledování (období 30 let, v současné době používáno rozmezí let 1991–2020). Proto se v bilančním vyhodnocení uvádí srovnání odběrů jednak s hodnotou aktuálních přírodních zdrojů předchozího roku, jednak s hodnotou dlouhodobých přírodních zdrojů. Požadavky Rámcové směrnice ES o vodní politice se promítly do metodických postupů používaných VÚV TGM po dohodě s MŽP (odbor ochrany vod) a nyní se předpokládá místo výpočtu základního odtoku komplexní vyhodnocování přírodních zdrojů podzemních vod, protože jen charakteristika základního odtoku nemusí být v některých prostředích určující (útvary podzemních vod v úzké hydraulické vazbě na povrchové vody, krasové oblasti, drenážní území z více hydrogeologických kolektorů, hluboké pánevní kolektory s dlouhou dobou zdržení aj.). Zvláště v těchto případech je nezbytné využití moderních výzkumných metod, včetně izotopových analýz a postupů hydraulického modelování.

Zatím není možné stanovovat velikost přírodních zdrojů pro všechny HGR – buď jsou natolik ovlivněny antropogenní činností, že je stanovení nereálné, nebo v nich nejsou dostupná data v potřebné struktuře a podrobnosti, případně přetrvávají metodické nejasnosti (např. u kvartérních rajonů v úzké vazbě na vodní tok). Základní charakteristikou, jež vyjadřuje zdrojovou kapacitu hydrogeologické struktury, je hodnota velikosti přírodního zdroje, vyjadřovaná obvykle v l/s a vztahená k ploše hodnoceného území (zpravidla HGR) a časovému úseku hodnocení. Přírodní zdroje podzemní vody se určují pro každý měsíc a rok a také jako průměrná hodnota za určité sledované období. Hodnoty přírodních zdrojů stanovuje v rámci hydrologické bilance ČHMÚ.

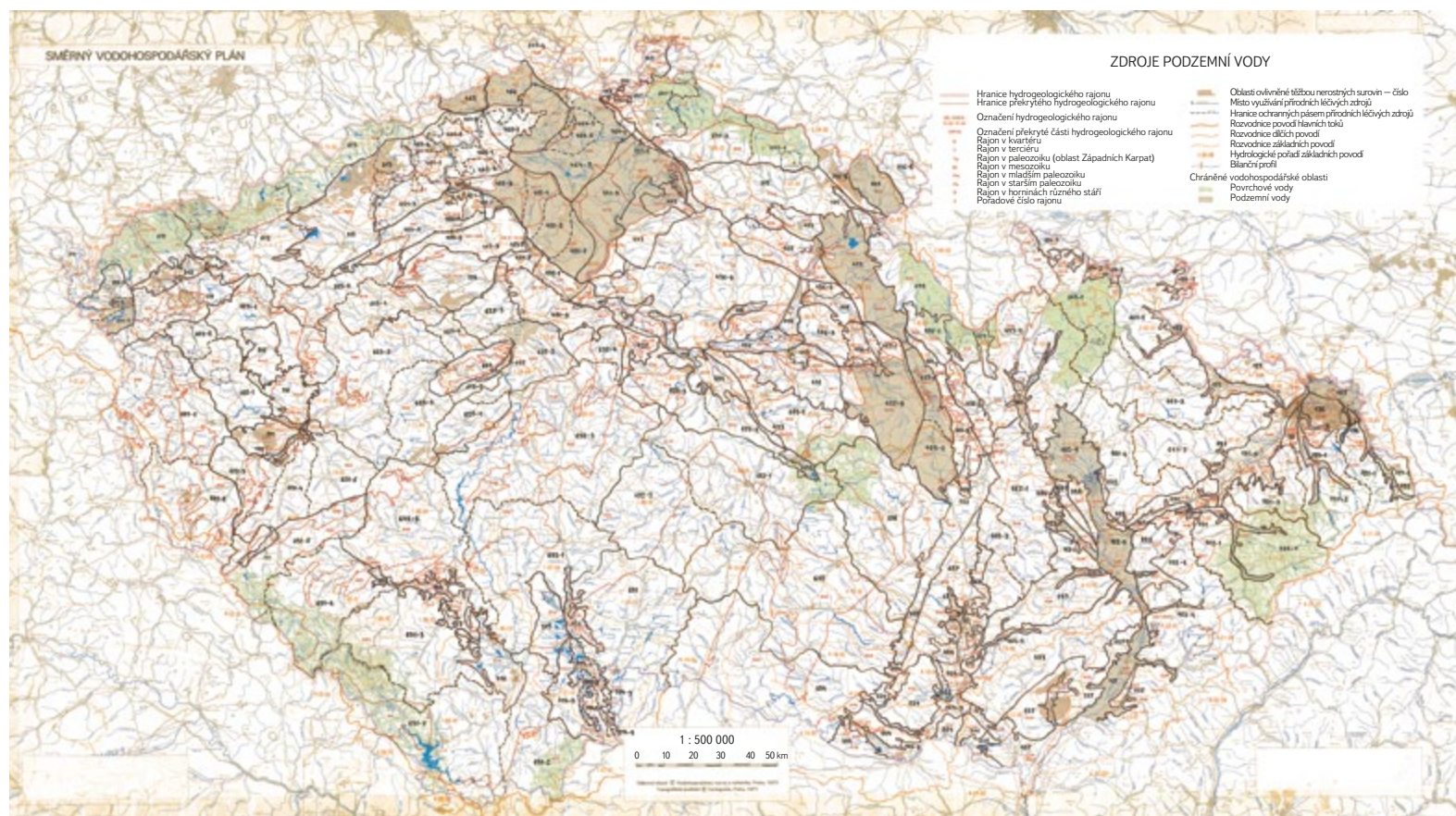
Pro vybrané HGR bylo Českou geologickou službou provedeno podrobné přehodnocení přírodních zdrojů v projektu „Rebilance zásob podzemních vod“ [6], který byl řešen v období 2011–2016. Pro rebilancování přírodních zdrojů (rebilancování proto, že různě kvalitní bilance existovaly z dřívější doby) byly

mj. použity pokročilé numerické hydrologické i hydraulické modely se vstupními daty z archivních rešeršů, vrtných prací, hydrologických, karotážních a dalších přímých měření a se zpětnou verifikací na základě reálných dat. Jedním z výstupů jsou hodnoty využitelného množství podzemní vody, které vycházejí z 90% zabezpečení přírodních zdrojů se zohledněním požadavku na zachování minimálních zůstatkových průtoků v říční síti a zároveň dostatečné vodnosti na podzemní vodě závislých chráněných ekosystémů.

Evidence odběrů podzemních vod

Podle ustanovení § 29 vodního zákona [2] jsou zdroje podzemních vod přednostně vyhrazeny pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou a pro účely, pro které je použití pitné vody stanoveno zákonem č. 258/2000 Sb. [7]. K jiným účelům může být podzemní voda využívána, pokud to není na úkor výše uvedených potřeb.

Pro potřeby vodní bilance podle ustanovení § 22 vodního zákona [2] jsou odběratelé podzemních vod, již mají povolení odebírat podzemní vodu v množství přesahujícím v kalendářním roce 1000 m³ nebo 100 m³ v kalendářním měsíci (limity jsou platné od roku 2022), povinni jednou ročně ohlašovat příslušným správcům povodí údaje o množství odebrané podzemní vody (v ustanovení § 10 vodního zákona). Rozsah těchto ohlašovaných údajů a způsob jejich ohlašování příslušnému správci povodí je dán v ustanovení § 10 a § 11 vyhlášky č. 431/2001 Sb. [4]. Při hodnocení množství a jakosti podzemních vod, v souladu s vyhláškou č. 393/2010 Sb. [8], se do bilance zahrnují odběry v množství přesahujícím v kalendářním roce 6 000 m³ nebo 500 m³ v kalendářním měsíci.



Obr. 1. Hydrogeologická rajonizace 1972 [9]

Fig. 1. Hydrogeological zones 1972 [9]

Hydrogeologická rajonizace

Základní jednotkou bilance podzemních vod je HGR. Jde o území s obdobnými hydrogeologickými poměry, typem zvodnění a proudění podzemní vody, složené z jednoho a více útvarů podzemních vod. Rajony se vymezují na základě přírodních charakteristik ve svrchní, základní a hlubinné vrstvě.

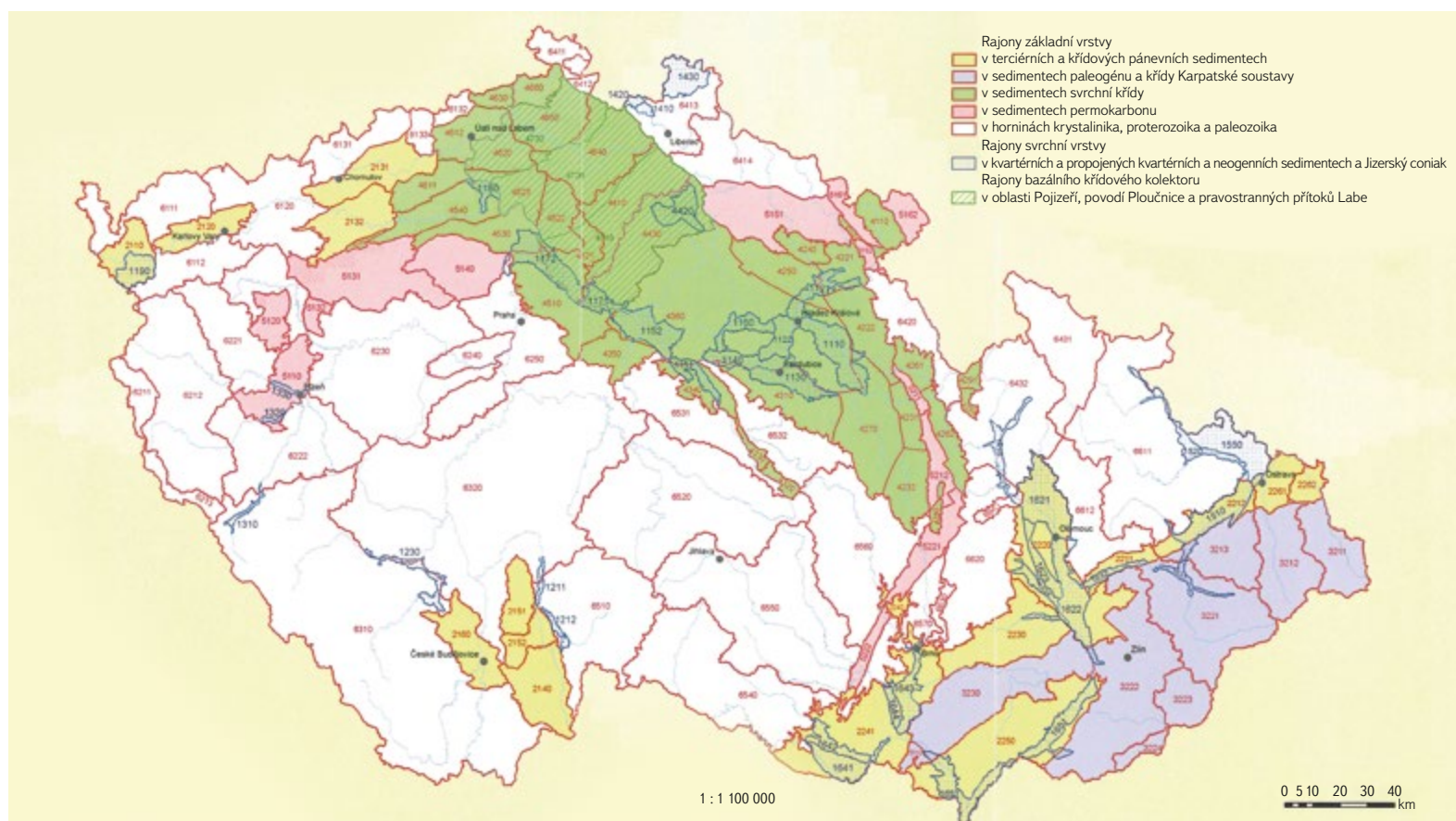
- Začátek rajonizace podzemních vod můžeme klást do padesátých let 20. století, první rajonizace byla v rámci počátků vodohospodářského plánování schválena v roce 1965.
- Nová podrobnější rajonizace pochází ze Směrného vodohospodářského plánu z roku 1972 (obr. 1) [9].
- Revidovaná rajonizace v roce 1986 [10] již posloužila jako územní prvek celostátní vodohospodářské bilance. Při revizi rajonizace v roce 1986 byla k dosud převažujícím hlediskům geologickým a hydrogeologickým důsledně uplatněna hydrologická koncepce, tak aby rajony splňovaly v maximální míře podmínku hydrologicky uzavřené bilanční jednotky, v níž byly jednoznačně definovány všechny fáze proudění podzemní vody: infiltrace, proudění, akumulace a odvodnění. Bylo vymezeno celkem 105 HGR [10].
- V roce 2005 byla zpracována poslední verze hydrogeologické rajonizace (obr. 2) [11], která je platná až do současnosti. Aktualizované rajony se značně přiblížily vymezeným útvarům podzemních vod. V rámci rajonizace je v ČR vyčleněno 152 HGR, z toho 111 v základní vrstvě, jež pokrývá celou republiku, tři rajony jsou ve vrstvě bazálního křídového kolektoru (v severozápadní části české křídové pánve) a 38 rajonů je vymezeno ve svrchní vrstvě (kvartérní a neogenní sedimenty, Jizerský koniak). Odběry podzemních vod jsou přiřazeny k těmto rajonům při zohlednění typu hydrogeologické struktury (např. pánevní struktury, hydrogeologický masiv, kras, flyš, kvartér, neogén).

HGR vesměs odpovídají členění na útvary podzemních vod pro potřeby plánů oblastí povodí a jsou jednoznačně přiřazeny k jednotlivým oblastem povodí. Znamená to tedy, že HGR jsou vždy hodnoceny jako celek, i když podle hranic správních území by měly být rozděleny. Výjimkou jsou HGR 6320 (Horní Vltava/ Dolní Vltava) a HGR 2250 (Morava/Dyje), které jsou rozděleny mezi dvě dílčí povodí podle – v nich vymezených – čtyř vodních útvarů. Dva vodní útvary spadají do jednoho a druhé dva do jiného dílčího povodí. Tím je zachováno hodnocení podzemních vod pro potřeby plánů povodí i vodohospodářské bilance vždy v rámci celého dílčího povodí jako celku.

- V návaznosti na novou hydrogeologickou rajonizaci byla vydána vyhláška Ministerstva zemědělství (MZe) č. 393/2010 Sb. [8], která mj. novelizuje přiřazení jednotlivých HGR k příslušným dílčím povodím. Současně byla vydána nová vyhláška Ministerstva životního prostředí (MŽP) a MZe č. 5/2011 Sb. [1].

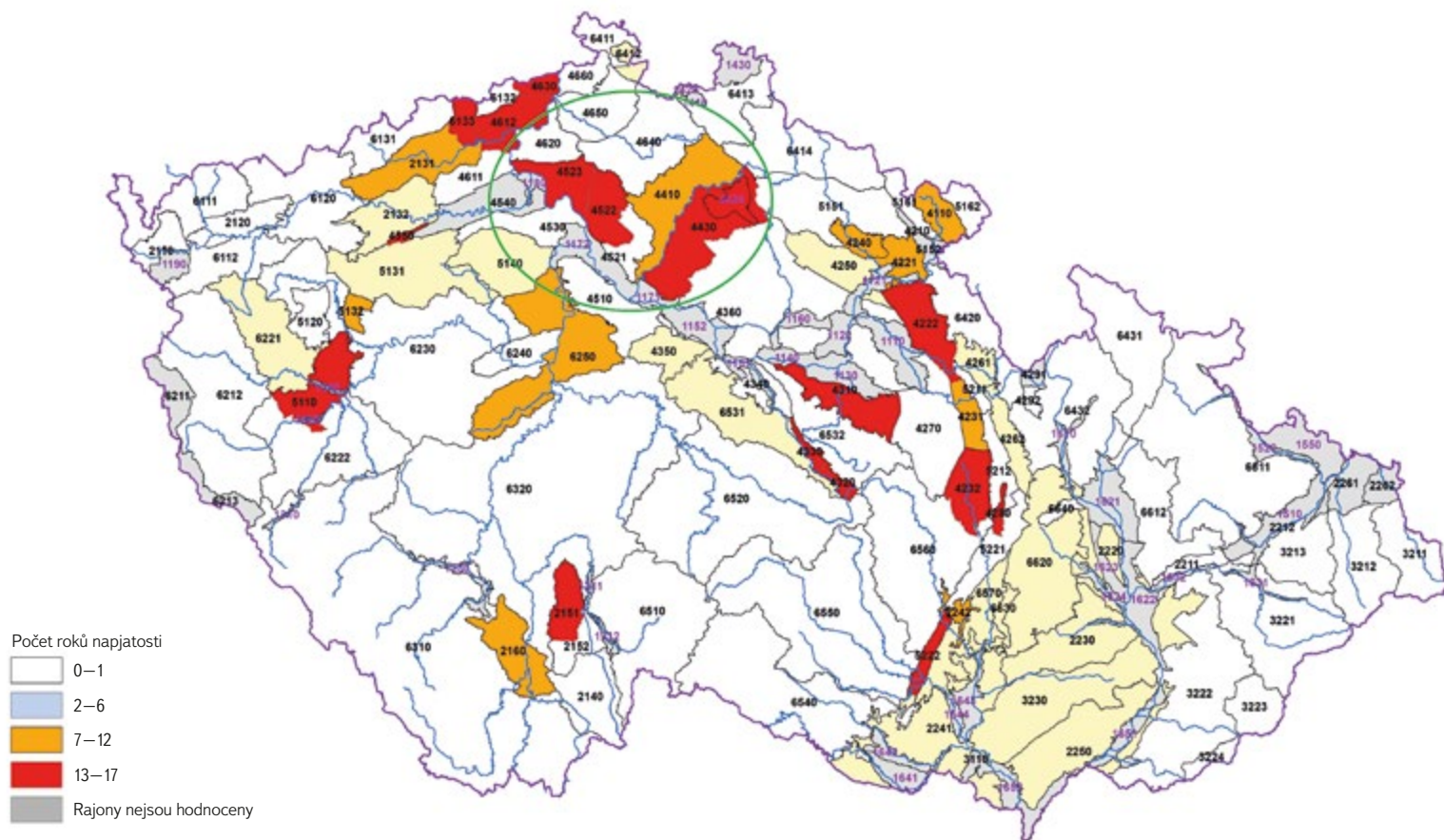
Postup výpočtu vodohospodářské bilance

Vodohospodářská bilance množství podzemních vod vychází ze standardního základního postupu – stanovení poměru odběrů podzemních vod s přírodními zdroji v definovaném území a čase. Velikost přírodních zdrojů charakterizuje přírodní dynamickou složku podzemní vody vyjádřenou v objemových jednotkách za čas (l/s) a prakticky je většinou dána proměnnou velikostí základního odtoku. Velikost základního odtoku je stanovena v rámci výstupů hydrologické bilance množství vody v ČHMÚ, kde jsou na základě měření počítány konkrétní hodnoty pro jednotlivé HGR. HGR je základní bilanční jednotkou pro hodnocení množství podzemních vod a zahrnuje jednu nebo několik obvykle uzavřených hydrogeologických struktur. I v ostatních případech (např. regionální hydrogeologické



Obr. 2. Hydrogeologická rajonizace 2005 [11]

Fig. 2. Hydrogeological zones 2005 [11]



Obr. 3. Hodnocení bilanční napjatosti HGR základní a svrchní vrstvy za období 2007–2023; zeleně je oblast HGR diskutovaných v další kapitole
Fig. 3. Assessment of balance stress of HGR base and upper layers for 2007–2023; HGR areas discussed in the following section are shown in green

průzkumy z šedesátých až osmdesátých let 20. století nebo projekt „Rebalance zásob podzemních vod“) byly údaje o přírodních zdrojích vždy zjišťovány v rámci HGR, detailnější data z menších území proto většinou nejsou k dispozici.

Výpočet základního odtoku (ČHMÚ) je získáván z celkového odtoku v denním kroku metodou separace podle Eckhardta. Recesní koeficient je odvozen na základě analýzy výtokových čar. Poměr celkového a základního odtoku BFI_{max} je kalibrován podle shody průběhu celkového a základního odtoku v poklesových částech hydrogramu. Statické zásoby podzemní vody jsou stanovovány z Boussinesqovy rovnice, jež uvádí vztah mezi zásobou a základním odtokem.

Vodohospodářská bilance množství podzemních vod se zpracovává každoročně, v současnosti pro cca 102 (za rok 2023) HGR z celkových 152, což je necelých 81 % plochy ČR (obr. 3). Důvod nevyčíslení základních odtoků v kvartérních sedimentech je dán nedostatkem vstupních údajů a mnohdy komplikovaným hodnocením zdrojů u těchto typů HGR, kde se projevuje jednak vliv povrchového toku, jednak zde často dochází k odvodňování hlubších hydrogeologických struktur. Z důvodu přetrvávající metodické nejasnosti a vzájemné neporovnatelnosti získaných hodnot se proto zatím v těchto HGR bilanční zhodnocení pro potřeby vodohospodářské bilance nezpracovává.

Při bilanci množství podzemních vod se porovnává suma odběrů vůči hodnotám přírodních zdrojů podzemních vod v plošné jednotce (HGR, viz obr. 3). Z důvodu předběžné opatrnosti byl zvolen ve VÚV TGM po dohodě s MŽP (odbor ochrany vod) a MZe (sekce vodního hospodářství) takový metodický přístup, že rajony jsou bilančně hodnoceny poměrem mezi maximální měsíční hodnotou odběru v daném roce a minimální měsíční hodnotou základního odtoku ve stejném roce (MAX/MIN) [12–14]. Jde tedy o identifikaci potenciálně nejneprůběžnějšího stavu v rámci hodnoceného roku. V případě, že poměr MAX/MIN

je větší než 0,5, jde o rajony bilančně napjaté a je nutné další hodnocení v měsíčním kroku, kdy jsou porovnávány měsíční hodnoty základního odtoku a skutečné měsíční odběry. Pokud je bilanční napjatost potvrzena i analýzou měsíčních údajů, z odborného pohledu by mělo následovat detailní hydrogeologické hodnocení rajonu včetně hydraulického modelu proudění podzemní vody za účelem zjištění skutečné situace, identifikace problému a možnosti jeho nápravy. Zajímavou úvahou může být, jak by bilanční napjatost rajonů vycházela, kdyby se použily místo skutečných odběrů odběry povolené, to však přesahuje zaměření tohoto článku.

VÝSLEDKY – PŘÍKLADY BILANCOVÁNÍ V HYDROGEOLOGICKÝCH RAJONECH ČESKÉ KŘÍDOVÉ PÁNVE

Na obr. 3 je vymezena oblast, z níž byly pro ukázkou používaných postupů vybrány čtyři HGR české křídové pánve, které jsou pravidelně vykazovány jako bilančně napjaté. V současné době jsou HGR s pravidelně vykazovanou bilanční napjatostí 4522, 4410 a 4430 součástí aplikovaného výzkumu podpořeného TA ČR (č. SS06010268 „Poznání, kvantifikace a ochrana strategických zdrojů podzemní vody české křídové pánve hlubokého oběhu v hydrogeologických rajonech 4410 a 4522“ a č. SQ01010176 „Dopady změny klimatu na minimální zůstatkové průtoky v říční síti Jizery a na odběry podzemní vody v blízkosti toku“). Z důvodu prostorové návaznosti byl pro účely tohoto článku zhodnocen i sousední rajon 4523, který je vykazován také jako napjatý.

Zásadní výsledky jsou očekávány především od projektu č. SS06010268, jehož cílem je lepší poznání hydrogeologického pánevního prostředí svrchnokřídových sedimentů a mj. zodpovězení otázky, zda napjatost pravidelně zde zjišťovaná nemůže souviset i s nesprávným vymezením hranic současných rajonů, které by tak nemusely charakterizovat uzavřené hydrogeologické struktury. Již dnes existují vážné indicie (analýzy tritia, výpočty doby zdržení, výsledky stanovení stopovačů CFC/SF6 a konceptuální model proudění podzemních vod [15, 16]) vyžadující nový pohled na směry proudění podzemní vody v území na styku HGR 4522, 4410, 4521 a 4640. Pokud se nové pohledy potvrdí, výsledky výzkumu by se mohly promítnout i do hodnocení bilanční napjatosti těchto území.

K ilustraci dosahovaných výsledků při zpracování vodohospodářské bilance byly využity čtyři HGR:

- HGR 4410 Jizerská křída pravobřežní
- HGR 4430 Jizerská křída levobřežní
- HGR 4522 Křída Liběchovky a Pšovky
- HGR 4523 Křída Obrtky a Úštěckého potoka

Uvedené HGR jsou v bilančním hodnocení dlouhodobě označovány za napjaté (obr. 3), přičemž je potřeba brát v úvahu, že se v tomto hodnocení uvažuje nejnepříznivější stav v daném roce (poměr maximálního měsíčního odběru a minimálního měsíčního základního odtoku je větší než 0,5). Jde o první signál, že je zapotřebí daný rajon v případě označení napjatosti dále vyhodnotit v měsíčním kroku, kde je patrné rozložení daných ukazatelů v průběhu celého období. Rajon 4410 je označován jako napjatý pravidelně od roku 2016, rajon 4430 od roku 2012 a rajony 4522 a 4523 od roku 2007, resp. 2008.

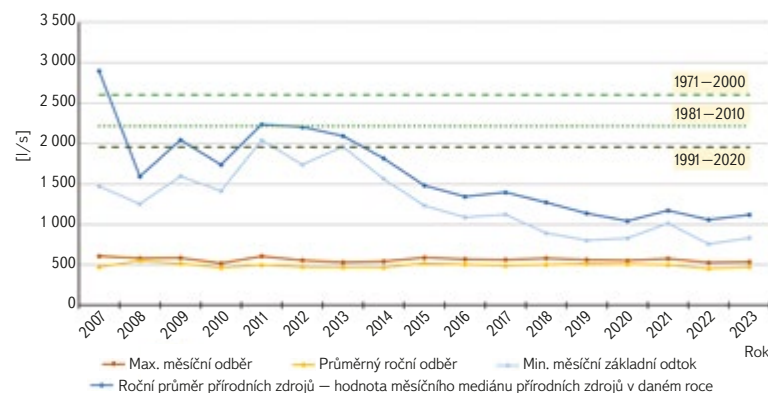
Jmenované rajony byly tedy posouzeny z hlediska přírodních zdrojů podzemní vody a odběrů za období 2007–2023 nejprve porovnáním maximálního měsíčního odběru a minimálního měsíčního základního odtoku spolu s dlouhodobými hodnotami základního odtoku (období 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020) a poté také porovnáním měsíčního základního odtoku a skutečných měsíčních odběrů za období 2007–2023.

HGR 4410 Jizerská křída pravobřežní

V území jsou dva samostatné hydrogeologické křídové kolektory. Bazální kolektor A (který je součástí dvou rajonů hlubinné vrstvy – HGR 4710 Bazální křídový kolektor na Jizeře a 4720 Bazální křídový kolektor od Hamru po Labe) je vázán na aleurity a psamity cenomanského stáří, zatímco kolektor C (tvořící hlavní součást HGR 4410 základní vrstvy) je vázán na psamity a aleurity turonského stáří. Slínovcové souvrství báze spodního turonu má funkci hydrogeologického izolátoru mezi oběma kolektory, potažmo rajony. Hlavním zdrojem podzemní vody pro vodárenské odběry v HGR 4410 jsou pískovce jizerského souvrství jako hydrogeologický kolektor C. Část území je překryta artéským stropem coniacských slínovců [10]. Dotace podzemních vod probíhá částečně v ploše rajonu a částečně je zprostředkována přetokem vody z okolních HGR, případně influkcí z toku Jizery. Je nepochybné, že největší odběry z rajonu 4410 v jímacím území Kochánky jsou v úzké hydraulické spojitosti s tokem Jizery (odběry z kvartéru Jizery, který je součástí HGR 4410). Odběry v povodí Bělé a Strenického potoka mohou souviset s přetoky podzemní vody z území mimo HGR 4410.

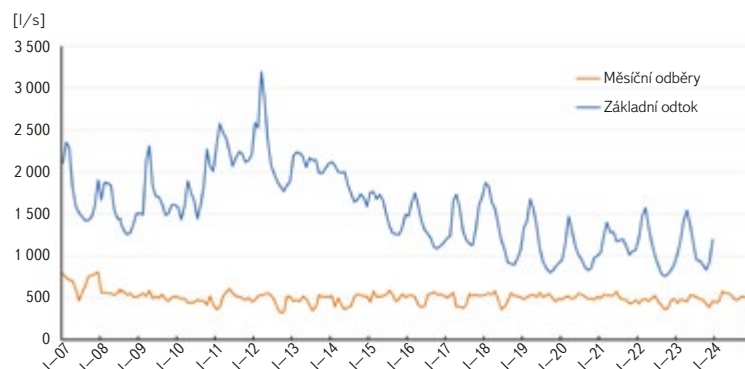
Z obr. 4 plyne, že roční hodnoty odběrů jsou trvale pod hodnotami přírodních zdrojů, resp. základního odtoku, což platí i pro porovnání maximálního měsíčního odběru a minimálního měsíčního základního odtoku. Pravidelně je však překračováno kritérium poměru MAX/MIN ve výši 0,5, proto je rajon opakovaně řazen mezi bilančně napjaté. Od roku 2014 lze navíc vysledovat postupné sbližování obou hodnot, a to hlavně v důsledku klesajících přírodních zdrojů při zachování konstantních odběrových množství (poměr MAX/MIN postupně roste). Je také zřetelný pokles (o cca 20 %) po sobě jdoucích 30letých průměrů přírodních zdrojů (1971–2000, 1981–2010, 1991–2020), nepochybně jako doklad dopadů změny klimatu. Z porovnání hodnot základního odtoku a odběrů

v měsíčním kroku (obr. 5) vyplývá, že odběry jsou v měsíčním pohledu trvale pod hodnotami základního odtoku, často ale tvoří více než 50 % přírodních zdrojů (základního odtoku); zařazení mezi bilančně napjaté rajony je proto podle používané metodiky oprávněné.



Obr. 4. Roční charakteristiky pro základní bilanční hodnocení HGR 4410 včetně dlouhodobého charakteristického období 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020

Fig. 4. Annual characteristics for basic balance assessment of HGR 4410, including long-term reference periods 1971–2000, 1981–2010, and 1991–2020



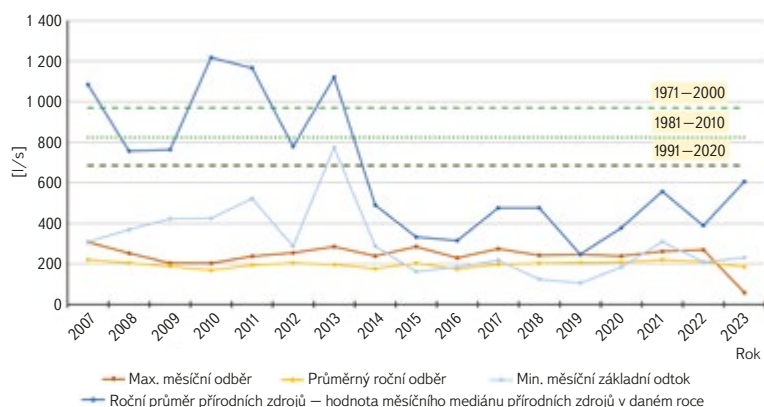
Obr. 5. Zpracování vodohospodářské bilance v měsíčním kroku – období 2007–2023 [17, 18]
Fig. 5. Water management balance in a monthly step, 2007–2023 [17, 18]

4430 Jizerská křída levobřežní

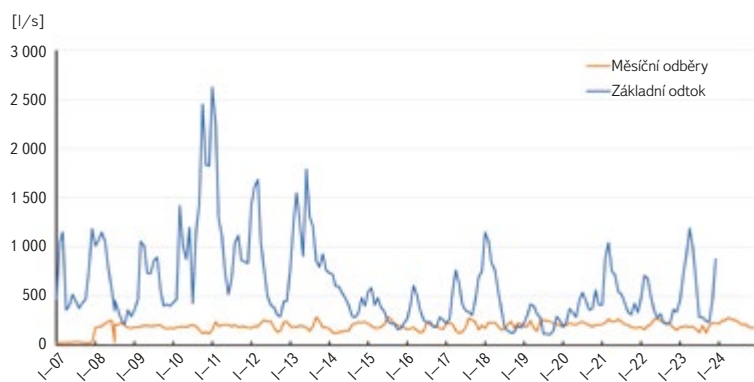
V území jsou vyvinuty tři samostatné hydrogeologické křídové kolektory [10]:

- bazální kolektor A v cenomanských psamitech a aleuritech (tvořící samostatný HGR 4710 hlubinné vrstvy Bazální křídový kolektor na Jizeře),
- střední kolektor C vázaný na psamity turonského stáří, rozdělený izolátorskými vrstvami na dva hlavní subkolektory, který se směrem na východ dále štěpí a vyklíňuje (tvořící zájmový kolektor základní vrstvy 4430) a dále na východ přechází do hydrogeologicky neproduktivní labské křídové ve slínitém vývoji (HGR 4360),
- svrchní kolektor D vázaný na psamity coniacského stáří, tvořící samostatný kolektor svrchní vrstvy 4420, vyskytující se na části plochy kolektoru 4430.

HGR 4430 je na větší části území překryt artéským stropem coniacských slínovců. Dotace podzemních vod probíhá přímou infiltrací v ploše rajonu jen velmi omezeně, z větší části je nepřímá, zprostředkovaná přetokem vody z rajonů 4420 a 4410, případně influkcí z toku Jizery, zvláště v místech odběrů. Je nepochybné, že největší odběry z rajonu 4430 v Benátkách nad Jizerou (z kvartéru Jizery) jsou ve významné hydraulické spojitosti s tokem Jizery. Hydraulickou



Obr. 6. Roční charakteristiky pro základní bilanční hodnocení HGR 4430 včetně dlouhodobého charakteristického období 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020
Fig. 6. Annual characteristics for basic balance assessment of HGR 4430, including long-term reference periods 1971–2000, 1981–2010, and 1991–2020



Obr. 7. Zpracování vodohospodářské bilance v měsíčním kroku – období 2007–2024 [17, 18]
Fig. 7. Water management balance in a monthly step, 2007–2024 [17, 18]

spojitost s povrchovými toky lze ale předpokládat i u dalších menších odběrů v celé ploše HGR.

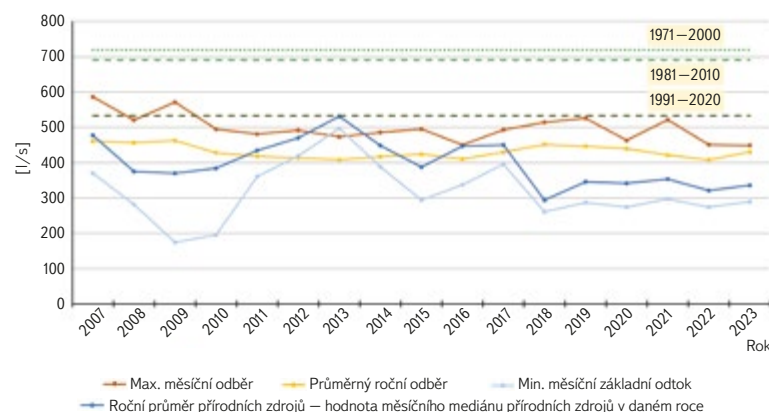
Z obr. 6 plyne, že roční hodnoty průměrných odběrů jsou trvale pod hodnotami průměrných přírodních zdrojů, resp. základního odtoku. Pravidelně je však překračováno kritérium poměru MAX/MIN ve výši 0,5, proto je rajon pravidelně řazen mezi bilančně napjaté. Od roku 2014 lze navíc vysledovat výrazné sblížení obou hodnot, a to hlavně v důsledku klesajících přírodních zdrojů, při zachování konstantních odběrových množství (poměr MAX/MIN postupně roste). Při porovnání měsíčních hodnot (obr. 7) odběru a základního odtoku lze však dokonce konstatovat občasné překročení hodnot odběrů nad hodnoty přírodních zdrojů, zvláště po roce 2015 se tento dlouhodobě nepřijatelný stav stává pravidlem. Je také zřetelný vliv dlouhého období sucha 2015–2019, v jehož důsledku vychází poslední 30letý průměr přírodních zdrojů 1991–2020 nejnižší (až o 27 % za období 1971–2020) ve srovnání s předchozími dvěma obdobími (1971–2000, 1981–2010), nepochybně jako doklad dlouhodobých dopadů změny klimatu.

4522 Křída Liběchovky a Pšovky a 4523 Křída Obrtky a Úštěckého potoka

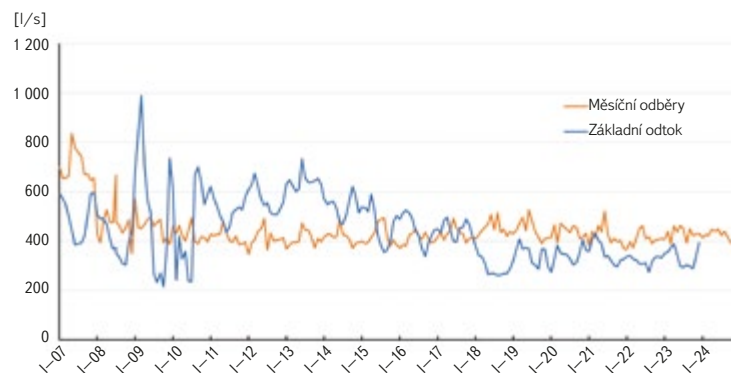
Oba rajony zahrnují území pravostranných přítoků Labe od Mělníka po Litoměřice, kde dochází v povodí Pšovky, Liběchovky, Obrtky a Úštěckého potoka k významnému odvodnění sedimentů české křídové pánve (zásadní infiltrační území leží částečně i mimo plochy těchto rajonů) a kde dochází k velmi významným

vodárenským odběrům. V území se nalézají dva hlavní hydrogeologické kolektory: bazální kolektor A vázaný na psamity a psefity cenomanského stáří (tvořící součást hydrogeologického kolektoru hlubinné vrstvy 4720 Bazální kolektor od Hamru po Labe) a kolektor C vázaný na sedimenty jizerského souvrství turonského stáří, tvořící zde diskutované HGR 4522 a 4523. Kvartérní kolektor je v hydraulické souvislosti s kolektorem C, nelze ho samostatně vyčleňovat a posuzovat, a je tak součástí obou rajonů 4522 a 4523 [10]. Dochází zde k významným odběrům podzemních vod z jímacích území Řepínský důl, Zahájí, Mělnická Vrutice a dalších zdrojů.

Z obr. 8 plyne, že roční hodnoty průměrných odběrů v HGR 4522 jsou většinou vyšší než hodnoty přírodních zdrojů, resp. základního odtoku. Při porovnání maximálního měsíčního odběru a minimálního měsíčního základního odtoku se tento rozdíl ještě zvyrazňuje a trvá prakticky po celé hodnocené období 2007–2023. Od roku 2018 lze vysledovat dokonce ještě zvětšování rozdílu hodnot přírodních zdrojů a odběrů, a to hlavně v důsledku mírného poklesu přírodních zdrojů, při zachování relativně konstantních odběrových množství. Pravidelně je tak překračováno kritérium poměru MAX/MIN ve výši 0,5 (dosahuje hodnot větších než 1), proto je rajon oprávněně pravidelně řazen mezi bilančně napjaté. Je zde také zřetelný vliv období sucha 2015–2019, v jehož důsledku vychází poslední 30letý průměr přírodních zdrojů 1991–2020 nejnižší ve srovnání s předchozími dvěma obdobími (1971–2000, 1981–2010), a to až o 24 % za období 1971–2020, nepochybně jako doklad dlouhodobých dopadů změny klimatu. Z porovnání hodnot základního odtoku a odběrů v měsíčním kroku (obr. 9) vyplývá, že cca do roku 2015 byla



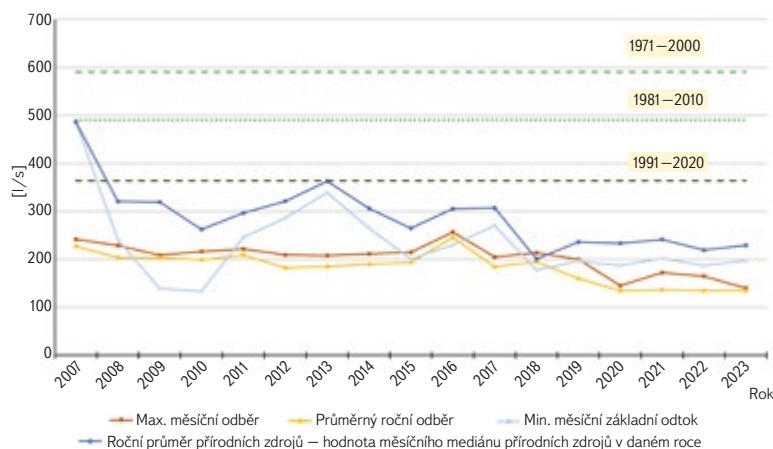
Obr. 8. Roční charakteristiky pro základní bilanční hodnocení HGR 4522 včetně dlouhodobého charakteristického období 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020
Fig. 8. Annual characteristics for basic balance assessment of HGR 4522, including long-term reference periods 1971–2000, 1981–2010, and 1991–2020



Obr. 9. Zpracování vodohospodářské bilance v měsíčním kroku – období 2007–2024 [17, 18]
Fig. 9. Water management balance in a monthly step, 2007–2024 [17, 18]

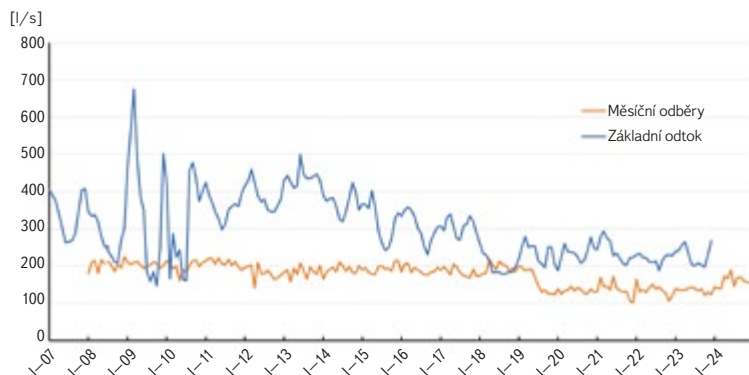
situace relativně příznivější (odběry byly většinou nižší než hodnoty základního odtoku, ale i tehdy tvořily více než 50 % hodnoty základního odtoku). Zhruba od roku 2018 jsou však měsíční odběry trvale nad hodnotami základního odtoku, což je dlouhodobě nepřijatelný stav, který by se měl projevit v poklesech hladin a statických zásob podzemní vody (stav přečerpávání hydrogeologické struktury, tzv. overexploitation).

Obr. 10 ukazuje stav bilanční napjatosti v HGR 4523. Situace je zde o něco lepší. Odběry jsou většinou nižší než hodnoty ročního průměru přírodních zdrojů, ale cca od roku 2015 se hodnoty odběrů a přírodních zdrojů významně přibližují, a to hlavně v důsledku poklesu přírodních zdrojů. Díky současnému poklesu odběrů nedošlo zatím k překročení odběrů nad přírodní zdroje. Pravidelně a dlouhodobě je však překračováno kritérium poměru MAX/MIN ve výši 0,5, proto je rajon oprávněně řazen mezi bilančně napjaté. Je také zřetelný a velmi výrazný pokles po sobě jdoucích 30letých průměrech přírodních zdrojů (1971–2000, 1981–2010, 1991–2020), a to až o 37 % za období 1971–2020, nepochybně jako doklad dopadů změny klimatu. Z porovnání hodnot základního odtoku a odběrů v měsíčním kroku (obr. 11) vyplývá příznivější situace – po většinu hodnoceného období jsou měsíční odběry pod hodnotami měsíčních přírodních zdrojů (pokud pomineme rozkolísané hodnoty základního odtoku 2009–2011, opačný stav nastal jen během roku 2018, v posledních letech i díky poklesu evidovaných odběrů). Kritérium poměru MAX/MIN ve výši 0,5 je z pohledu měsíčních hodnot překračováno jen málokdy. Z metodického pohledu se zde proto ukazuje velká užitečnost zkoumání bilanční napjatosti v měsíčním kroku.



Obr. 10. Roční charakteristiky pro základní bilanční hodnocení HGR 4523 včetně dlouhodobého charakteristického období 1971–2000, 1981–2010 a 1991–2020

Fig. 10. Annual characteristics for basic balance assessment of HGR 4523, including long-term characteristic periods 1971–2000, 1981–2010, and 1991–2020



Obr. 11. Zpracování vodohospodářské bilance v měsíčním kroku – období 2007–2024 [17, 18]

Fig. 11. Processing of water management balance in a monthly step – period 2007–2024 [17, 18]

DISKUZE VÝSLEDKŮ

Hydrogeologický rajon 4410

Celkové odběry z rajonu 4410 nezpůsobují regionální poklesy hladin a snížení statických zásob. Jeho zařazení do bilančně napjatých rajonů (obr. 3) je však opodstatněné častým překročením kritéria MAX/MIN (obr. 4), a to i po bilanční analýze v měsíčním kroku (obr. 5). Bilanční napjatost se může projevovat zvláště lokálně v místech velkých odběrů. Je třeba také upozornit na postupně se snižující rozdíl mezi přírodními zdroji a odběry, a to jak v ročním, tak v měsíčním pohledu (viz též postupně se snižující 30leté průměry přírodních zdrojů), což v souvislosti s dopady změny klimatu vyvolává jisté obavy o další růst bilanční napjatosti v budoucnu. Pokud však při některých odběrech na Bělé a Strenickém potoce hraje významnou roli podzemní voda původem ze vzdálenějších infiltračních území s delší dobou zdržení [16], dopady změny klimatu na tyto odběry lze očekávat výrazně menší.

Z hlediska ochrany zdrojů podzemní vody rajonu 4410 do budoucna doporučujeme další velké odběry povolovat jen po pečlivém zvážení disponibilních zdrojů podzemní vody a jejího původu. Změna klimatu bude nesporně limitovat zdroje mělkého oběhu. Hlubší proudění podzemní vody s delší dobou zdržení (především od západu až SZ z HGR 4640), výrazně lépe odolné vůči dopadům změny klimatu, však poskytuje významné možnosti využití těchto méně zranitelných podzemních zdrojů, jejichž kvantifikaci se mj. zabývá současně řešený projekt TA ČR č. SS06010268 [15]. Při ochraně tvorby podzemních vod tohoto hlubšího proudění je zásadní ochrana infiltračních území (zvláště území s vyššími nadmořskými výškami a vyššími srážkovými úhrny). Vzhledem k existenci Jizery a některých dalších vodních toků je v tomto rajonu i určitý potenciál pro navýšení zdrojů podzemní vody ve formě aplikace metod řízení dotace podzemních vod [19].

Hydrogeologický rajon 4430

Celkový odběr z rajonu 4430 zatím nezpůsobuje regionální pokles hladiny a snížení statických zásob podzemní vody, jeho zařazení do bilančně napjatých rajonů (obr. 3) je ale také plně opodstatněné v důsledku častého překročení kritéria MAX/MIN (obr. 6), a to i po bilanční analýze v měsíčním kroku (obr. 7). Zvláště od roku 2014 se navíc hodnoty odběrů a přírodních zdrojů sobě velmi přibližují, především v důsledku poklesu přírodních zdrojů vlivem změny klimatu. I po bilanční analýze v měsíčním kroku (obr. 7) je zřejmé, že obě křivky jsou si blízké, a dokonce existují měsíce s vyššími úhrny odběrů, než jsou hodnoty základního odtoku (poměr MAX/MIN tedy vychází větší než 1). Je třeba také upozornit na výrazně se snižující 30leté průměry přírodních zdrojů (o 27 % za období 1971–2020), což do budoucna – v souvislosti s dopady změny klimatu – vyvolává další obavy, jež by mohly vyústit v řízení nebo neřízené snižování odběrů, anebo realizaci odběrů na úkor povrchových průtoků (Jizera a její přítoky).

Z hlediska ochrany zdrojů podzemní vody rajonu 4430 je třeba poukázat na poměrně limitované další disponibilní zdroje. Do budoucna doporučujeme další větší odběry povolovat jen po pečlivém zvážení situace a lokální bilanční napjatosti. Relativně vyšší vydatnost mohou poskytovat zdroje počítající s indukovanými zdroji z blízkých povrchových toků (Jizera a její přítoky), což může mít ale v případě dlouhotrvajícího sucha nepřijemné důsledky na průtokové charakteristiky povrchových toků a jejich ekologické funkce. Při ochraně tvorby podzemních vod rajonu 4430 je zásadní ochrana infiltračních území v HGR 4420 Jizerský coniak a také velikost odběrů v sousedních HGR 4410 a 4420 – při jejich razantním zvýšení by se omezily přetoky z těchto rajonů do HGR 4430. Lze proto doporučit, aby se z bilančního pohledu posuzovaly tyto tři HGR společně. Vzhledem k existenci Jizery a některých dalších vodních toků je v tomto rajonu i určitý potenciál pro navýšení zdrojů podzemní vody ve formě aplikace metod řízení dotace podzemních vod [19].

Hydrogeologické rajony 4522 a 4523

Ukazuje se, že křídové útvary pravostranných přítoků Labe jsou územím, kde vlivem významných odběrů podzemních vod a současně vážných projevů změny klimatu dochází ke skutečné bilanční napjatosti nebo k její vážné hrozbě. Jsou zde evidovány jevy jako ztráty vody v povrchových tocích (odběry jsou tedy realizovány na úkor odvodnění podzemní vody do povrchového toku), případně dokonce odběry aktivně způsobují ztrátu povrchové vody z toku v důsledku břehové indukce, to vše s dopadem na průtokové charakteristiky a minimální zůstatkové průtoky povrchového toku. Negativní vliv je zaznamenán na dolním toku Pšovky (v důsledku složitých poměrů proudění podzemní vody), kde dochází dlouhodobě v letních měsících k vysychání části vodního toku. Dopady jsou registrovány i na některých dalších tocích (Obrtka).

Záležitost je dlouhodobě podrobně sledována a jsou prováděna různá opatření. Na základě Plánu oblasti povodí Dolního Labe (listy opatření) bylo provedeno mnoho studií a proběhla řada společných jednání i hydrogeologických průzkumů a ze všech poznatků vyplynula nutnost provedení nápravných a ochranných opatření včetně snížení odebíraného množství podzemních vod (viz snížení odběrů po roce 2019 na obr. 11). V současné době má vodárenský operátor vydáno povolení k odběru podzemních vod z lokalit Řepínský důl, Zahájí a Mělnická Vrutice ve výši 370 l/s, v němž je již významně snížena hranice maximálního odběru podzemních vod v této lokalitě. V jímacím území Mělnická Vrutice probíhá režimní monitoring s podrobným vyhodnocením. Z výsledků monitoringu vyplývá, že využití povodí Pšovky je blízké 100 % současných přírodních zdrojů.

HGR 4522 vychází v rámci bilančního hodnocení jako vysoce napjatý a tuto skutečnost je třeba zohlednit při povolování dalších odběrů podzemních vod v rámci tohoto HGR, zvláště při očekávání dalšího prohlubování dopadů klimatické změny na vodní poměry. V případě HGR 4523 je situace jen mírně příznivější. Je tu však zaznamenán největší pokles přírodních zdrojů za období 1971–2020 ze všech čtyř hodnocených rajonů – až 37 %, nejrychleji zde tedy ubývá disponibilních přírodních zdrojů, což do budoucna neposkytuje příliš optimistický výhled na stav bilanční napjatosti.

Pokud se výzkumem v rámci projektu TA ČR č. SS06010268 prokáže, že část přírodních zdrojů podzemní vody pochází z území mimo HGR 4522 [15, 16], může to mít dopad na snížení bilanční napjatosti v rajonu 4522. Současně se z konceptuálního modelu ukazuje existence odděleného proudění podzemní vody v hlubších turonských subkolektorech, které se podařilo v rámci projektu „*Rebalance zásob podzemní vody*“ identifikovat. Do budoucna by bylo proto logické bilanci zpracovávat v rámci těchto subkolektorů, protože se ukazuje významná odlišnost v bilanční napjatosti různých subkolektorů; legitimní je ale otázka, zda pro tuto podrobnou bilanci podle subkolektorů bude dostatek relevantních dat.

Z hlediska ochrany zdrojů podzemní vody v HGR 4522 a 4523 je třeba upozornit na poměrně limitované další disponibilní zdroje. Do budoucna doporučujeme další větší odběry nepovolovat, případně jen po pečlivém zvážení situace, stavu lokální bilanční napjatosti a ověření stárí a původu přítoku vody. Změna klimatu bude nesporně limitovat zdroje mělkého oběhu. Hlubší proudění podzemní vody s delší dobou zdržení výrazně lépe odolné vůči dopadům změny klimatu však poskytuje jisté možnosti k využití těchto méně zranitelných podzemních zdrojů [15, 16]. Při ochraně tvorby podzemních vod tohoto hlubšího proudění je zásadní ochrana infiltračních území (jak území obou zájmových rajonů, tak i území HGR 4640 s vyššími nadmořskými výškami a vyššími srážkovými úhrny). Teoreticky je v obou HGR i určitý potenciál pro navýšení zdrojů podzemní vody ve formě aplikace metod řízení dotace podzemních vod [19], tyto úvahy však narážejí na nedostatek povrchových zdrojů vody i nižší úhrny srážek. Prakticky jediným větším zdrojem vody pro zasakování je tok Labe, jižní části obou rajonů by tak mohly připadat v úvahu pro diskuze na toto téma, jejichž součástí by však musely být i jakostní aspekty labské vody.

ZÁVĚR

Tento text se zaměřuje na dlouhodobé hodnocení vodohospodářské bilance ve vybraných HGR české křídové pánve – konkrétně HGR 4410 (Jizerská křída pravo-břežní), HGR 4430 (Jizerská křída levobřežní), HGR 4522 (Křída Liběchovky a Pšovky) a HGR 4523 (Křída Obrtky a Úštěckého potoka) – za období let 2007–2023. Cílem článku bylo ilustrovat postup prací a identifikovat míru napjatosti těchto rajonů na základě porovnání měsíčních odběrů podzemních vod s minimálními měsíčními hodnotami základního odtoku, a to i ve vztahu k dlouhodobým hydrologickým charakteristikám (období 1971–2000, 1981–2010, 1991–2020).

Zmíněné HGR jsou ve většině případů dlouhodobě hodnoceny jako napjaté, což ukazuje na nutnost důkladnějšího řízení odběrů a ochrany vodních zdrojů. Významná pozornost je věnována rajonům 4522 a 4523, kde nadměrné odběry (občas dokonce nad hodnotami přírodních zdrojů) způsobují vysychání povrchových toků během suchých období. Tyto dopady vedly k revizi odběrových limitů, zavedení režimního monitoringu a k přijetí nápravných opatření na základě výsledků posouzení vlivů na životní prostředí (EIA).

Zároveň je článek zasazen do rámce aktuálně probíhajícího aplikovaného výzkumu (projekty TA ČR č. SS02030027, č. SS06010268, č. SQ01010176, č. SS01010208), jejichž cílem je zpřesnění poznatků o hydrogeologickém prostředí, včetně redefinice hranic jednotlivých rajonů, podrobného objasnění interakce mezi povrchovou a podzemní vodou a identifikace dopadů sucha na podzemní vodní zdroje. Existující indikace (např. výsledky analýzy tritia a dalších stopovačů, výpočty doby zdržení a konceptuální modely proudění podzemní vody) naznačují, že hranice HGR 4410 a 4522 mohou být nesprávně stanoveny z hlediska skutečného vedení hydrogeologických rozvodnic [15, 16], což by mělo vliv na interpretaci bilančních výsledků i plánování vodohospodářského využití zdrojů podzemní vody. Pokud jsou v rámci doposud chápaných jednotlivých hydrogeologických kolektorů identifikovány dílčí subkolektory s odlišnými charakteristikami proudění podzemní vody, je také legitimní otázka potřeby odděleného bilancování podzemní vody po jednotlivých subkolektorech, protože souhrnná bilance zahrnující několik prostředí se vzájemně nesouvisející podzemní vodou může zkreslovat skutečný bilanční stav. Vlastní realizace odděleného bilancování po jednotlivých subkolektorech ale závisí na dostatku relevantních vstupních dat. Jako velmi užitečná se jeví i bilanční analýza v podrobnějším měsíčním kroku, která poskytuje přesnější pohled než rámcová analýza v ročním kroku. A pokud je bilanční napjatost potvrzena i v měsíčním kroku, z odborného pohledu by mělo následovat detailní hydrogeologické hodnocení rajonu včetně hydraulického modelu proudění podzemní vody za účelem zjištění skutečné situace, identifikace problému a možnosti jeho nápravy.

Celkově text podtrhuje nutnost důkladné znalosti hydrogeologického prostředí (optimálně na základě matematického modelování proudění podzemní vody), potřeby kontinuálního monitoringu, hodnocení a případné revize rámcových podmínek pro odběry podzemních vod s důrazem na udržitelné hospodaření a zajištění ochrany vodních zdrojů v dlouhodobém horizontu, kdy se budou postupně stále více projevovat negativní dopady změny klimatu (snížování infiltrace, poklesy hladin a zmenšování přírodních zdrojů podzemní vody). Ochrana kvantity podzemní vody znamená zajistit především dostatečnou ochranu území infiltrace – jež však musí být nejdříve spolehlivě identifikováno –, a dále pečlivý přístup k řízení odběrů podzemní vody, s preferencí odběrů pro zásobování pitnou vodou (§ 29 vodního zákona [2]). Závěry článku přináší důležité podklady pro správu podzemních vod, nastavování povolení k odběrům a celkové strategické řízení vodních zdrojů v podmínkách klimatické změny a rostoucích tlaků na jejich využívání [20, 21].

Závěrem je vhodné uvést, že i aspekt nižší ceny podzemní vody (ve srovnání s vodou povrchovou) má negativní vliv na hospodaření se zdroji podzemní vody. Cena povrchové vody je v ČR významně vyšší než cena vody podzemní, což často vede k přednostnímu, leckde i nadměrnému a mnohdy nevhodnému využívání podzemní vody oproti vodě povrchové (např. ve formě odběrů pro jiné než vodárenské účely). Úprava ceny za odběry podzemní vody by znamenala významný ekonomický nástroj v ochraně dostupných zdrojů podzemní vody. Získané finanční prostředky

z vyšších poplatků za odběr, které by byly vloženy zpět do dalších průzkumných a monitorovacích prací se zaměřením na jímací a infiltrační území, by byly velkým přínosem pro zvýšení znalostí o hydrogeologickém prostředí a pro dlouhodobé bezproblémové využívání a zajištění potřebné ochrany podzemní vody v celé ČR.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory Technologické agentury ČR v rámci financování výzkumného projektu č. SS02030027 „Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu (Centrum Voda)“, řešeného v letech 2020–2026, projektu č. SS06010268 „Poznání, kvantifikace a ochrana strategických zdrojů podzemní vody české křídové pánve hlubokého oběhu v hydrogeologických rajonech 4410 a 4522“, řešeného v letech 2023–2026, projektu č. SQ01010176 „Dopady změny klimatu na minimální zůstatkové průtoky v říční síti Jizery a na odběry podzemní vody v blízkosti toku“, řešeného v letech 2025–2028, a také v rámci implementace výsledků projektu č. SS01010208 „Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR“, řešeného v letech 2020–2023.

Literatura

- [1] Vyhláška č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.
- [2] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- [3] Informační systém veřejné správy – VODA (ISVS VODA). Praha: MZe. Dostupné z: <https://voda.gov.cz/>
- [4] Vyhláška č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci.
- [5] HRABÁNKOVÁ, A., DATEL, J. V. Bilancování podzemních vod v ČR na příkladech několika svrchnokřídových rajonů. In: 9. ročník odborné konference Podzemní vody ve vodárenské praxi. Studio AXIS a FINGEO, Rychnov nad Kněžnou, 24.–25. 4. 2024. Dostupné z: <http://www.podzemni-vody.cz>
- [6] MIXA, P., KADLECOVÁ, R. et al. *Rebalance zásob podzemní vody*. Praha: Česká geologická služba, 2016. Dostupné z: <https://cgs.gov.cz/projekty/668000-rebalance>
- [7] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů.
- [8] Vyhláška č. 393/2010 Sb., o oblastech povodí.
- [9] VRV. *Státní vodohospodářský plán 1972*. Praha: Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s., 1973.
- [10] OLMER, M., KESSL, J. et al. *Hydrogeologické rajony*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. ISBN 80-209-0114-0.
- [11] OLMER, M., HERRMANN, Z., KADLECOVÁ, R., PRCHALOVÁ, H. et al. *Hydrogeologická rajonizace České republiky*. Praha: Česká geologická služba, 2006. Sborník geologických věd, 23. ISBN 80-7075-660-8.
- [12] BEČVÁŘ, V. et al. *Státní vodohospodářská bilance a metody jejího zpracování. Metodika úkolu na rok 2001*. Praha: VÚV TGM, MŽP, 2001.
- [13] DLABAL, J. et al. *Bilance, kontrola a hodnocení v oblasti ochrany množství a jakosti vod. Metodika úkolu na rok 2008*. Praha: VÚV TGM, MŽP, srpen 2008.
- [14] VYSKOČ, P., PRCHALOVÁ, H., FILIPPI, R., PICEK, J., DLABAL, J. *Výpočet vodohospodářské bilance*. Praha: VÚV TGM, MŽP, duben 2018.
- [15] BRUTHANS, J., DATEL, J. V., SLAVÍK, M., HRABÁNKOVÁ, A., MAREŠ, J., PRINZ, J. *Poznání, kvantifikace a ochrana strategických zdrojů podzemní vody české křídové pánve hlubokého oběhu v hydrogeologických rajonech 4410 a 4522. Odborná zpráva k průběžné zprávě za rok 2024*. Praha: VÚV TGM, PřF UK, 2025. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/strategiezdroje/>
- [16] MAREŠ, J., SLAVÍK, M., DATEL, J. V. Problematika starých podzemních vod v hydrogeologických rajonech 4410 Jizerská křída pravobřežní a 4522 Křída Liběchovky a Pšovky. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. 2024, 66(5), s. 22–31. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2024/10/problematika-starých-podzemních-vod-v-hydrogeologických-rajonech-4410-jizerska-krida-pravobrezni-a-4522-krida-libechovky-a-psovsky-2/>
- [17] VÚV TGM. *Hydroekologický informační servis*. Praha: VÚV TGM. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/>
- [18] ČHMÚ. *Český hydrometeorologický ústav*. Praha. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>
- [19] DATEL, J. V. et al. *Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR. Projekt SS01010208. Závěrečná zpráva*. Praha: VÚV TGM, 2023. Dostupné z: <https://www.vuv.cz/rizena-dotace-podzemních-vod-jako-nastroj-k-omezení-dopadu-sucha-v-cr/o-projektu-36/>
- [20] POLEDNÍČEK, P., RACÍKOVÁ, J., KALČÍK, M. *Vodohospodářská bilance dílčího povodí Ohře, dolního Labe a ostatních přítoků Labe. Hodnocení kalendářního roku 2022*. Chomutov: Povodí Ohře, září 2023.
- [21] SKALICKÁ, I., ŠRAUT, B., VACULÍKOVÁ, Š. *Vodohospodářská bilance za rok 2022. Zpráva o hodnocení množství a jakosti podzemních vod v územní působnosti Povodí Labe, státní podnik*. Hradec Králové: Povodí Labe, září 2023.

Autoři

Ing. Anna Hrabánková

✉ anna.hrabankova@vuv.cz

ORCID: 0000-0003-1631-0700

RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D.

✉ josef.datel@vuv.cz

ORCID 0000-0003-1451-0135

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

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEI.2025.07.001

ISSN 0322-8916/© 2025 Autoři. Tuto práci je kdokoli oprávněn šířit a využívat za podmínek licence CC BY-NC 4.0

DEVELOPMENT AND CURRENT PRACTICE OF GROUNDWATER BALANCE IN CZECH REPUBLIC: FROM RESERVE CLASSIFICATION TO COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF NATURAL RESOURCES

HRABÁNKOVÁ, A.; DATEL, J. V.

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

Keywords: water management balance — hydrogeology — groundwater — Bohemian Cretaceous Basin — natural groundwater resources — base flow

This article presents a comprehensive overview of the evolution of methodological approaches to groundwater balance assessment in Czechoslovakia and the Czech Republic from the 1960s to the present. It outlines the transition from a static evaluation of “exploitable reserves” toward a dynamic, process-based concept, emphasizing regular comparisons between actual water abstractions and natural groundwater resources. This shift includes the adoption of monthly assessment intervals and quantile characteristics of base flow, aligning with the requirements of both national legislation (especially Act no. 254/2001 Coll., the Water Act) and European directives on water protection.

The study highlights the institutional framework and the roles of key organizations – such as the Czech Hydrometeorological Institute, river basin management authorities, and the T. G. Masaryk Water Research Institute – in groundwater monitoring and data interpretation. A particular focus is placed on hydrogeological regionalization as a key tool for spatial and balance assessments, including its historical development and relation to groundwater body delineation under the EU Water Framework Directive.

The core of the analysis is dedicated to four Upper Cretaceous hydrogeological zones (HGR 4410, 4430, 4522, and 4523) that have been consistently assessed as balance-stressed between 2007 and 2023. Long-term comparisons of base flow and abstraction data indicate a convergence trend, primarily due to declining natural recharge under changing climatic conditions. In some zones (especially HGR 4522 and 4523), excessive abstractions have contributed to negative impacts on surface water bodies, including seasonal drying, prompting regulatory responses such as reduced abstraction limits, regime-based monitoring, and mitigation measures.

The article draws on results from several ongoing research projects funded by the Technology Agency of the Czech Republic (e.g., no. SS06010268, no. SQ01010176, no. S02030027, and no. SS01010208), focusing on drought impacts, and improved delineation of hydrogeological zones, groundwater-surface water interactions, groundwater resource enhancement, and vertical stratification in groundwater flow. The findings underscore the importance of detailed hydrogeological knowledge, continuous monitoring, periodic review of abstraction limits, and method refinement. The study concludes by stressing the need to protect infiltration areas and adopt long-term sustainable groundwater management strategies in the face of climate change and increasing anthropogenic pressures.



