

Aktualizace rozvodnic základních ploch povodí 4. řádu

Update of drainage divides of the 4th-order watersheds

Radovan Tyl

Český hydrometeorologický ústav
Oddělení povrchových vod
Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ radovan.tyl@chmi.cz

The 5th generation of digital model relief (DMR 5G) and water courses of the state ZABAGED[®] geographic database were the necessary, but not the only basis for the update of basic watersheds, which were done in the ČHMÚ in the years 2018–2022. During the update, data of sewage network in Prague, foreign drainage divides of neighbouring countries or the results of the Harmonization of main watercourses project were used. The article also describes the historical development of the watersheds and the juristic background of the whole issue.

KLÍČOVÁ SLOVA: rozvodnice – DMR 5G – povodí 4. řádu – ZABAGED[®]

KEYWORDS: drainage divide – DMR 5G – watershed – state ZABAGED[®] geographic database

1. Úvod

Povodí je základní hydrologická územní jednotka ohraničená pomyslnou čarou, rozvodnicí. Velikost povodí je dána jeho plochou, nejčastěji udávanou v kilometrech čtverečních. Plocha povodí je nezbytným a základním podkladem při odvozování standardních i nestandardních hydrologických údajů dle normy ČSN 75 1400 *Hydrologické údaje povrchových vod* a současně je to základní prostorová jednotka používaná v hydrologické praxi.

V letech 2018–2022 byly rozvodnice povodí 4. řádu aktualizovány v reakci na dokončený digitální model reliéfu 5. generace v prostorovém rozlišení 2 × 2 metry (ČUZK 2023) a vodní toky ZABAGED[®] zpřesněné pomocí leteckého laserového skenování (ČUZK 2019). Práce na aktualizaci rozvodnic byly financovány v rámci projektu Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace. Rozvodnice oddělující základní plochy povodí odrážejí situaci za běžného, průměrného odtoku z povodí, nikoliv během povodňových situací.

2. Legislativní pozadí

Rozvodnice je podle definice české státní normy ČSN 75 0110 *Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydrogeologie* hranice oddělující od sebe dvě sousední povodí. Je určena

topografickým hřebenem nebo podpovrchovou morfologií a dále ji můžeme dělit na rozvodnici hydrogeologickou či orografickou, rozvodnici podzemní vody apod. Definice povodí je zakotvena i v zákoně č. 252/2001 Sb. (dále jen vodní zákon) kde je řečeno, že povodí je území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a případně i jezer do moře. Dílčí povodí je pak území, ze kterého veškerý povrchový odtok odtéká sítí vodních toků a jezer do určitého místa vodního toku, což je obvykle jezero nebo soutok řek. Podle vyhlášky 252/2013 Sb.¹ se hydrologická povodí evidují formou polygonu v rozsahu údajů o jejich číselném identifikátoru a velikosti plochy a jsou stanovovány na základě hydrologické struktury vodních linií. Tato identifikace je v kompetenci Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Z výše uvedeného je zřejmé, že k přesnému stanovení rozvodnic dílčích povodí je třeba mít k dispozici co nejpřesnější topografické podklady, tj. říční síť se soutokovými uzly a definovanou hydrologickou strukturu (pořadí zaústění vodních toků), a také co nejpřesnější informace o nadmořských výškách daného území pro korektní vedení rozvodnice. S postupem času dochází ke zpřesňování a zdokladování podkladových dat, od papírových topografických map používaných v druhé polovině minulého století po produkty leteckého laserového skenování (digitálního modelu reliéfu či zpřesnění linií vodních toků) v současnosti. Za prostorové vymezení a číselnou evidenci rozvodnic je zodpovědný ČHMÚ.

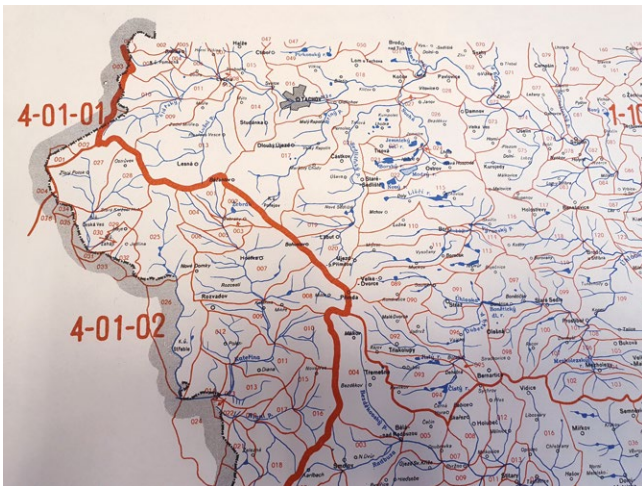
3. Historie rozvodnic na území ČR

Rozvodnice základních ploch povodí mají dlouhou historii začínající ve druhé polovině minulého století, kdy bylo publikováno první hydrologické členění vodních toků v Hydrologických poměrech ČSSR (Horský 1965). Se zpřesňováním nezbytných podkladů bylo potřeba v průběhu let aktualizovat i rozvodnice základních ploch povodí tak, aby prostorové rozlišení odpovídalo měřítkům běžně používaným ve státní správě. Zároveň probíhal přechod z papírových tištěných map, kterou byly již zmíněné Hydrologické poměry ČSSR nebo základní vodohospodářská mapa v měřítku 1:50 000, k digitalizaci rozvodnic (od roku 1997), což následně umožňovalo provádět první prostorové analýzy pro potřeby hydrologického modelování v počítači. Digitalizace rozvodnic probíhala při přechodu na měřítko 1:25 000 přibližně od roku 2001, od roku 2008 následovalo zpřesnění datové sady rozvodnic do měřítko 1:10 000.

¹ Vyhláška č. 252/2013 Sb. „Vyhláška o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy“

3.1 Hydrologické poměry ČSSR

V roce 1965 vyšla třídílná publikace Hydrologické poměry Československé socialistické republiky, na tehdejší dobu obsáhlé a ucelené dílo zpracovávající a publikující hydrologické údaje (Horský 1965). První díl je věnovaný plochám základních povodí a přehledu vodních toků. Zde byly vyčleněny toky s vlastním vyvinutým korytem a plochou povodí větší než 5 km². Hydrologické členění je uvedeno v tabulkovém přehledu publikace a v příložených mapách v měřítku 1:200 000, viz obr. 1. Součástí přehledu základních ploch povodí jsou dále informace o názvu toku, řádu toku, délce toku, tvaru povodí, lesnatosti a také informace, zda se jedná o levostranný, nebo pravostranný přítok. Číslo hydrologického pořadí (ČHP) mělo v té době formát osmi číslic (1-22-33-444), které určovaly příslušnost daného toku k evropskému rozvodí (Labe, Dunaj, Visla, Odra) a dále k podrobnějším dílčím povodím. Tím bylo zároveň definováno dělení hydrologického pořadí vodních toků na jednotlivé řády (tzv. povodí 1. až 4. řádu).



Obr. 1 Příklad rozvodnic v Hydrologických poměrech ČSSR.
Fig. 1. Example of watersheds in the Hydrological conditions of the ČSSR publication.

3.2 Rozvodnice v Základní vodohospodářské mapě

Základní vodohospodářská mapa v měřítku 1:50 000 (tzv. ZVH50) vycházela v papírové podobě od začátku 70. let 19. století. Nad Základní topografickou mapou v měřítku 1:50 000 nynějšího Zeměměřického úřadu (ZÚ) byl zobrazen tematický obsah, jehož gestorem byl Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. (VÚV T. G. M.) v Podbabě. ZVH50 vycházela v kladu listů základních map středních měřítek, takže území České republiky pokrývá celkem 211 listů o rozměrech 58 × 47 cm. Vydávání základní vodohospodářské mapy bylo pozastaveno na konci 90. let, v letech 1998 a 1999 byl dokončen poslední cyklus aktualizace (HEIS – VÚV 2012).

Tematický obsah ZVH50 zobrazuje základní informace o síti vodních toků, vodních nádržích (např. zatopená plocha a objem, kóta hráze, hloubka vody u hráze), objektů na vodních tocích, ale i vodohospodářské údaje, jako jsou objekty a zařízení hlavních uživatelů vody (vodojemy, úpravní vody), ochranná pásma vodních zdrojů. Jednou z tematických náplní ZVH50 je zároveň hydrologické členění povodí toků a zobrazení rozvod-



Obr. 2 Základní vodohospodářská mapa 1:50 000 na soutoku Labe a Ohře u Litoměřic.
Fig. 2. Basic water-management map 1:50 000 at the confluence of the Elbe and Ohře rivers near Litoměřice.

nic až do povodí 4. řádu a informace o ploše povodí. Výřez z listu vodohospodářské mapy v okolí Litoměřic ilustruje obr. 2.

3.3 Rozvodnice v měřítku 1:25 000 a 1:10 000

Od ukončení vydávání ZVH50 proběhly tři velké aktualizace datové sady rozvodnic. Nejprve to byl přechod na měřítkovou úroveň 1:25 000, kde byly rozvodnice zakreslovány do papírových vojenských topografických map a až následně byla provedena jejich digitalizace. Číslo hydrologického pořadí bylo potřeba, z důvodu podrobnějšího vymezení povodí, rozšířit o jednu číslici na devět pozic (1-22-33-4444). Ke zpřesnění rozvodnic v měřítku 1:25 000 došlo ve druhé etapě (od roku 2001) na základě poskytnutých podkladů digitálního modelu území (DMU25), kdy již byly k dispozici digitální verze vrstevnic a základní polohopisné údaje, viz obr. 3.

Druhá velká aktualizace rozvodnic proběhla v letech 2008 až 2012, kdy byla pro referenční měřítko 1:10 000 využita struktura vodních toků DIBAVOD (Digitální báze vodohospodářských dat, více informací je možné nalézt na stránkách VÚV T. G. M. (Fojtík et al. 2022)). Zároveň bylo číslo hydrologického pořadí znovu rozšířeno na současných 14 číslic (1-22-33-4444-5-66-77), což umožnilo strukturovat dělení po-



Obr. 3 Soutok Labe a Ohře s rozvodnicemi v měřítku 1:25 000. Podkladem základní mapa ZÚ.
Fig. 3. The confluence of the Elbe and Ohře rivers with drainage divides in 1:25 000 scale. Base map is the ZÚ Basic map.



Obr. 4 Územní působnost poboček ČHMÚ při aktualizaci rozvodnic do měřítka 1:10 000.

Fig. 4. Territorial jurisdiction of ČHMÚ departments in carrying out watershed update into 1:10 000 scale.

vodí k profilům hrází vodních děl, mimoúrovňovým křížením a k profilům vodoměrných stanic. Aktualizace rozvodnic byla nezbytná s ohledem na sjednocení měřítkové úrovně společně s digitálními výstupy státní správy a dalších vodohospodářských institucí a probíhala v úzké spolupráci s VÚV T. G. M. jakožto garantem hydrologické struktury vodních toků. Práce na aktualizaci probíhaly nejprve v územní gesci jednotlivých poboček ČHMÚ (obr. 4), následně bylo sedm dílčích částí spojeno do jednoho celku a v oddělení povrchových vod (OPV) ČHMÚ byly provedeny topologické kontroly a naplnění atributových částí. Informace o hydrologické struktuře vodních toků zároveň umožnilo vybudovat strukturální model rozvodnic s informacemi o pramenné ploše a recipientu konkrétního povodí.

Třetí aktualizace rozvodnic se v době vydání článku dokončuje a její zveřejnění se předpokládá během 1. čtvrtletí 2024. Na základě využití digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G) a zpřesněných vodních toků ZABAGED® (Základní báze geografických dat) byly rozvodnice aktualizovány v referenčním měřítku přibližně 1:1 000. Tím „přibližně“ je myšlen fakt, že vrstevnice nad DMR 5G nebyly v době aktualizace k dispozici a byly tak použity vrstevnice dynamicky generované přímo z DMR, které se vykreslují v různých měřítkových úrovních s různou mírou shlazení. Měřítko 1:1 000 bylo z hlediska podrobnosti vstupních podkladů zvoleno jako horní mez, pro kterou lze rozvodnice stanovit ještě s uspokojivou přesností. Podrobněji je celý proces aktualizace nad DMR 5G popsán v následujících kapitolách.

4. Aktualizace rozvodnic nad DMR 5G a podrobnými toky ZABAGED®

Jedním z hlavních impulzů pro aktualizaci rozvodnic bylo dokončení digitálního modelu reliéfu 5. generace v Českém úřadu zeměměřičském a katastrálním (ČÚZK). Digitální modely reliéfu slouží v ČHMÚ jako jeden ze stěžejních podkladů při odvozování hydrologických údajů v nepozorovaných profilech na základě fyzikogeografických charakteristik povodí. Aktualizace rozvodnic tak byla zařazena jako jeden z dílčích úkolů do projektu institucionální podpory Dlouhodobé koncepce rozvoje příspěvkové organizace (DKRVO) v letech 2018–2022.

4.1 Použité podklady

Základním podkladem pro aktualizaci rozvodnic povodí 4. řádu byl již zmíněný digitální model reliéfu 5. generace, který byl v ČÚZK dokončen k 30. červnu 2016 v prostorovém rozlišení 2 × 2 m.

Dalšími nezbytnými podklady jsou informace o strukturálním a geometrickém uspořádání vodních toků. Geometrie vodních toků byla přebírána z dat státního mapového díla ZABAGED®. Struktura páteřních vodních toků, tj. hlavního toku v daném polygonu povodí 4. řádu, byla přebírána ze dvou datových zdrojů, a to jednak z osového modelu říční sítě tzv. Centrální evidence vodních toků (CEVT), kterou spravují státní podniky Povodí společně s Lesy České republiky (LČR) a Státním pozemkovým úřadem (SPÚ), a dále z úsekového modelu vodních toků DIBAVOD, který obsahuje jako jediný hydrologický identifikátor pořadí vodních toků, a který byl použit již při aktualizaci rozvodnic v měřítku 1:10 000. Rozdíly ve struktuře vodních toků dle CEVT a DIBAVOD, resp. ZABAGED® jsou navrhovány, připomínkovány a odsouhlasovány v rámci projektu Harmonizace páteřních vodních toků ISVS Voda (VÚV T. G. M. 2023). Odsouhlasené změny jsou následně ve zhruba půlročních cyklech zapracovány do datové sady vodních toků ZABAGED®. Podrobněji je proces Harmonizace páteřních vodních toků popsán v další části příspěvku.

Při aktualizaci rozvodnic byla zároveň využita celá řada doplňkových datových sad a vrstev. Jednou z nich je ucelená skupina dat vodstva ZABAGED®, kde jsou například vodní plochy, propustky nebo bodová vrstva „Uzlový bod říční sítě“, která má v atributech obsažené informace o křížení, soutocích, pramenech či pseudouzlech vodních toků. Důležitou informací bylo atributové rozlišení toků ZABAGED®, zda se jedná o podzemní nebo povrchový úsek toku. Využívány byly mapové kompozice ČÚZK s ortofoto snímky a základní mapou ČR v měřítku 1:10 000 poskytované prostřednictvím webových služeb GIS serveru ČÚZK. Jako podklad byl využit také digitální model povrchu 1. generace (DMP1G).

Na širším území hlavního města Prahy byla k aktualizaci rozvodnic dále využita data o dešťové kanalizační síti a přilehlých odvodňovacích plochách Pražské vodohospodářské správy a. s. (PVS) a data o podrobných vodních tocích, které spravuje Odbor ochrany prostředí magistrátu hlavního města.

Zahraniční rozvodnice byly aktualizovány s pomocí podkladů, které poskytli oslovení zahraniční partneři (zejména jejich rozvodnice), případně byly použity mapové podklady poskytované jako otevřená data z veřejných zdrojů.

4.2 Technologie

Celý proces aktualizace rozvodnic probíhal na platformě ArcGIS společnosti ESRI se všemi jejími využitelnými komponentami a vazbami databáze – desktopová aplikace – server. Jedná se o technologii, která se v ČHMÚ dlouhodobě využívá (nejen) při odvozování hydrologických posudků (základních hydrologických údajů), ale také při správě a aktualizaci ostatních využívaných dat.

V prvních dvou letech projektu probíhaly práce na kompletaci podkladových dat a na testování propojení jednotlivých technologických komponent. Zároveň byl sjednocen metodický postup editace rozvodnic, bylo nastaveno použití geoprocenových nástrojů a jejich parametry (např. ekvidistance vrstevnic). Procesy byly testovány na pilotních povodích. Veškeré úpravy

Tab. 1 Porovnání ploch povodí ve vybraných závěrových profilech.

Table 1. Watershed areas comparison at selected outlet sites.

Profil	ČHP	Původní plocha [km ²]	Aktualizovaná plocha [km ²]	Procentuální změna [%]
Labe po Čistou	1-01-01-0250-0-00-00	213,86	213,63	- 0,11
Jesenický potok	1-08-04-0300-0-00-00	19,53	21,55	+ 10,3
Hloučela – VS Soběsuky	4-12-01-0530-0-00-70	81,65	81,08	- 0,70
Rusava ústí	4-12-02-1380-0-00-00	151,06	153,26	+ 1,46

probíhaly v referenčním souřadnicovém systému WGS 1984 UTM 33N.

V průběhu aktualizace byla provedena celá řada dílčích úkolů s cílem sjednotit napříč republikou harmonizační procesy a získat jednotnou a ucelenou datovou sadu. V rámci zpracování metodických postupů aktualizace rozvodnic byla vytypována pilotní povodí s cílem:

- otestovat technologii – zprovoznění, nastavení a ověření funkčnosti sdílené databáze, nahrání a sdílení podkladových dat, nastavení práv uživatelům
- zpracovat jednotný pracovní postup – zpracování uživatelského manuálu s cílem sjednotit pracovní postupy a podklady na jednotlivých pobočkách ČHMÚ
- vyhodnocení – zjistit rozdíly v plochách povodí před a po aktualizaci rozvodnic, vytypovat oblasti s největšími změnami, nastavení referenční měřítkové úrovně
- odhad vlivu aktualizace ploch povodí na odvození hydrologických údajů.

Cílem porovnání pilotních povodí bylo stanovit taková povodí, kde budou zastoupeny nížinné i horské oblasti území a ucelená problematika možné hierarchie vodních toků (mimoúrovňová křížení, náhony, odbočení, vodní díla, vodoměrné stanice). Jako pilotní povodí bylo vybráno povodí horního Labe po soutok s Čistou a celé povodí Rusavy. Na těchto povodích byly opraveny rozvodnice podle výše uvedených podkladů a byly vyhodnoceny výsledky zejména s ohledem na změnu velikosti plochy povodí (díleč, celkové). Porovnání vybraných ploch povodí před a po aktualizaci přibližuje tab. 1.

Zmíněné postupy vedly ke stanovení jednotného procesu editace rozvodnic, ať už se to týká použitých podkladů, použití a nastavení programového vybavení, nastavení shlazení a ekvidistance automaticky generovaných vrstevnic, resp. stanovení vhodné měřítkové úrovně, kdy ještě nedochází ke zkreslení datových vstupů, zejména DMR 5G. Pro jednotný postup a práci aktualizace datové sady rozvodnic povodí 4. řádu napříč pobočkami byl následně vytvořen pracovní návod, který byl zveřejněn jako závazný v prostředí řízených dokumentů ČHMÚ (Tyl, Matulová 2021).

Na samotné editaci/aktualizaci rozvodnic se podíleli vždy 2–3 pracovníci ze sedmi poboček ČHMÚ, zejména v druhé polovině období projektu. Oproti předchozí aktualizaci rozvodnic v měřítku 1:10 000, kdy se výrazně zpřesnilo členění a často se měnila či doplňovala struktura dílčích povodí (zavedlo se již zmíněné dělení k hrázím vodních děl, mimoúrovňovým křížením apod.), v této aktualizaci převažovalo zpřesňování vedení hranice rozvodnice na základě podrobnějších podkladů DMR 5G a geometrie vodních toků (i když ke strukturálním změnám také došlo). Z větší části tak editace probíhala ručně v definovaném rozmezí měřítkových úrovní. Rozvodnice odvo-

zené automaticky pomocí hydrologických rastrových analýz implementovaných v ArcGIS Pro bylo možné využít jako další z podkladů a bylo v režii příslušných editorů.

4.2.1 Sdílená geodatabáze

Datová sada rozvodnic byla uložena v relační databázi Oracle s nadstavbou SDE geometrie a s nastaveným multiuživatelským přístupem. Aktualizace probíhala přímo v relační databázi a podíleli se na ní pracovníci všech sedmi poboček ČHMÚ ve spolupráci s oddělením povrchových vod. Relační databáze umožňuje sdílenou editaci, tedy přístup a úpravu najednou všem uživatelům, kteří mají nastavena editační práva. Odpadla tak potřeba, oproti předchozí aktualizaci v měřítku 1:10 000, vrstvu rozvodnic rozdělovat na sedm částí s ohledem na územní působnost poboček a po aktualizaci ji zase spojovat dohromady. Editace probíhala nad jednou, celistvou vrstvou. Nad datovou sadou rozvodnic byla v databázi nastavena topologická pravidla, což umožnilo využít topologické editační nástroje těžkého desktopového klienta.

V relační databázi Oracle byla také uložena a prostřednictvím Portálu ArcGIS serveru sdílena veškerá potřebná podkladová data, tedy samotný digitální model reliéfu 5. generace, vodní toky ZABAGED®, vodní toky CEVT státních podniků Povodí a LČR, vodní toky DIBAVOD od VÚV T. G. M., data hlavních melioračních zařízení SPÚ apod. Využívání podkladových dat prostřednictvím relační Oracle databáze a serveru ArcGIS Enterprise zajišťovalo aktuálnost a jednotnost podkladových dat napříč jednotlivými zpracovateli.

Samotná editace/aktualizace rozvodnic probíhala prostřednictvím 64bitové desktopové aplikace ArcGIS Pro úrovně Advanced. Úroveň ArcGIS Pro Advanced umožňuje topologickou editaci a kontrolu editovaných dat přímo v Oracle databázi.

Nezbytným podkladem při editaci rozvodnic je digitální model reliéfu 5. generace a z něj generované vrstevnice a stínovaný reliéf. Pro editaci bylo v rámci výsledků z testování procesů na pilotních povodích stanoveno (maximální) referenční měřítko 1:1 000 vzhledem k podrobnosti terénu a současně tak, aby vyhovovalo pro další zpracování odvozených hydrologických údajů. Testováno bylo i vygenerování vrstevnic jako feature layer, tedy trvalá vrstva ve dvou úrovních: základní (s krokem 1 m) a zesílená (krok 10 m), ovšem jak se ukázalo, z časových a hardwarově kapacitních důvodů nebylo možné takto vyrobit vrstevnice pro celé území ČR.

4.2.2 Geoprocessingové nástroje

Jak už bylo zmíněno, při aktualizaci rozvodnic se využívalo dynamicky generovaných vrstevnic a stínovaného reliéfu přímo z DMR 5G. Odpadá tak nutnost ukládat další objemná data (samotný DMR 5G má ve formátu souborové geodatabáze velikost cca 106 GB), obě vrstvy se generují „on the fly“ přímo v desktopovém klientu. Parametry pro generování vrstevnic byly dané



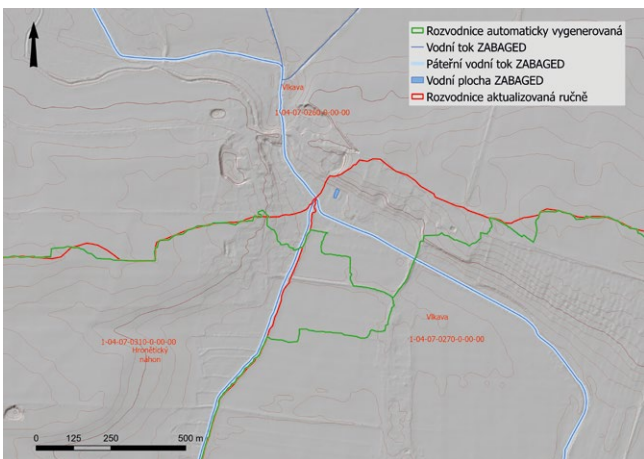
Obr. 5 Stínovaný reliéf a vrstevnice generované z DMR 5G, vrch Ralsko.

Fig. 5. Hill shade relief and contours generated from DMR 5G, Ralsko hill.

jednotně pracovním postupem. Na obr. 5 jsou znázorněny dynamické vrstevnice s výškovým krokem 1 m společně se stínovaným reliéfem. Nutno podotknout, že v době probíhající aktualizace nebyly k dispozici vrstevnice z DMR 5G jako datový produkt ČÚZK.

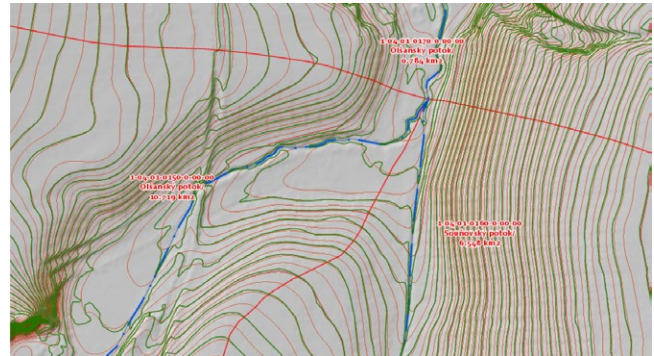
Hydrologické rastrové analýzy (nástroje) využívají vybraného digitálního modelu reliéfu pro výpočet a stanovení hydrologických prvků povodí – mj. říční síť a rozvodnic. Některé rovinnaté oblasti ČR byly náročné na určení korektního vedení rozvodnice, proto bylo v oddělení povrchových vod vyvinuto a do ArcGIS Pro zakomponováno programové rozšíření v podobě toolboxu s názvem HydroDEM (Šercl 2020), které pomocí Python skriptů umožňuje s využitím rastrových analýz a při definování okrajových podmínek (parametrů a vrstev) nechat vygenerovat automatickou rozvodnici. Ta je však odvozena čistě nad digitálním modelem reliéfu a nezohledňuje antropogenní zásahy do vodních toků, jako jsou například umělé náhony, mimoúrovňová křížení, podzemní úseky či propustky, které odvádí vodu pod vyvýšenými silnicemi (viz obr. 6). Proto sloužila automaticky vygenerovaná rozvodnice jako pomocný nástroj při samotné aktualizaci.

V době zpracování metodických postupů nebyla k dispozici vrstva oficiálních vrstevnic Zeměměřického úřadu pro celou Českou republiku, proto byly alespoň porovnány oficiální vs-



Obr. 6 Problém s nesprávným odvozením automaticky generovaných rozvodnic k místu odbočení Hroznětického náhonu z Vlkavy.

Fig. 6. Incorrect drainage divides automatically generated at branching of the Hroznětický millrace from the Vlkava River.



Obr. 7 Porovnání dynamických vrstevnic (hnědá) a vrstevnic poskytnutých ZÚ (zelená).

Fig. 7. Comparison of dynamic contours (brown) and contours from ZÚ (green).

tevnice ZÚ společně s vrstevnicemi automaticky generovanými z DMR 5G na dvou vybraných povodích Klejnárky a Vlkavy. Následně byly odvozeny rozvodnice dle nastaveného metodického postupu (tedy s využitím dynamicky generovaných vrstevnic) a rozvodnice nad poskytnutými vrstevnicemi od ZÚ. V obou podkladech vrstevnic nebyly zjištěny významnější rozdíly, které by měly vliv na průběh odvozené rozvodnice. Rozdíly mezi oběma vrstevnicemi jsou pouze v míře shlazení linie, v pracovním návodu je definována větší míra shlazení těch automaticky generovaných. Naopak dynamicky generované vrstevnice umožňují překreslování s ohledem na změnu měřítko v mapě a tudíž zobrazení větší podrobnosti dynamických vrstevnic při práci ve větších měřítkových úrovních. Rozdíly mezi dynamickými vrstevnicemi používanými k editaci a vrstevnicemi poskytnutými ZÚ jsou patrné na obr. 7.

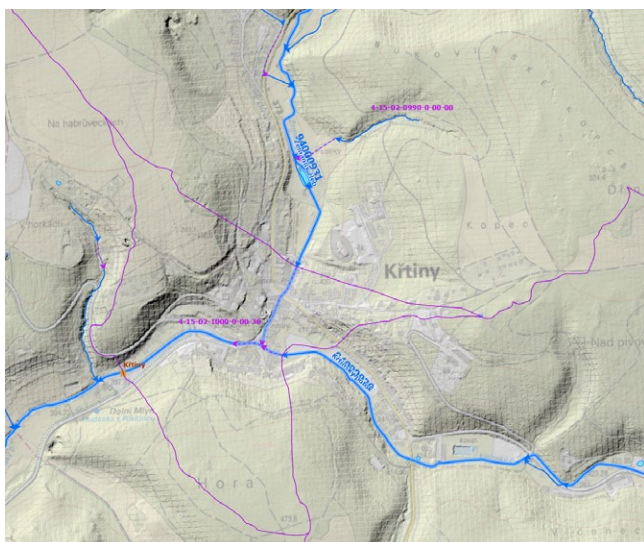
4.3 Podzemní páteřní toky

V průběhu aktualizace rozvodnic byl řešen jeden z větších dílčích úkolů, kdy je část páteřního vodního toku v místě soutoků vedena v podzemí a kdy část území nad podzemní částí toku může náležet jinému povodí. V těchto případech zároveň nemusí odpovídat bod soutoku vodních toků bodu styčnicku odpovídajících rozvodnic.

Byla provedena prostorová analýza nad daty ZABAGED® s cílem zjistit počet takových případů a na základě provedené analýzy pak byla navržena řešení vedení přilehlé rozvodnice. Výsledných cca 200 příkladů bylo katalogizováno do šesti skupin, ve kterých je či není možné přistoupit k jednotnému řešení:

- úsek v obci,
- úsek mimo obec,
- mimoúrovňové křížení,
- krátký úsek v tělese hráze, náspu,
- krasová oblast,
- jiné.

Řešení v problematických oblastech bylo konzultováno individuálně mezi oddělením povrchových vod a pobočkami s přihlédnutím na hydrologická, orografická a topologická pravidla, případně s rekognoskací přímo v terénu. Nejvíce případů se nachází v intravilánu obce, kde však není potřeba rozvodnice upravovat, protože podzemní úsek toku prochází v údolnici



Obr. 8 Řešení vedení rozvodnic (fialová) v místě podzemních úseků vodních toků (čárkovaně) v obci Křtiny.

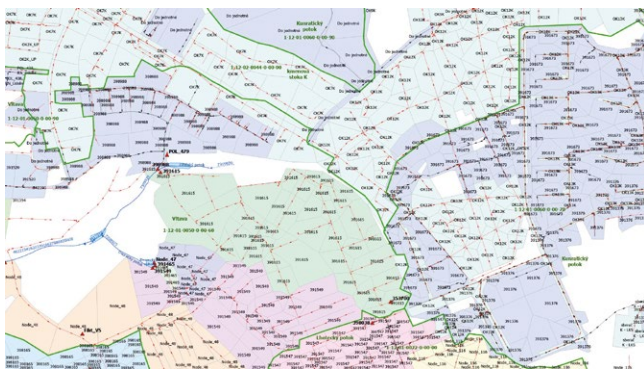
Fig. 8. Resulting drainage divide (purple) at the location of underground sections of watercourses in the Křtiny village.

potenciálního povrchového úseku. Komplikovanější případ soutoku tří podzemních úseků toku a řešení vedení jejich odpovídající rozvodnice ilustruje obr. 8 v obci Křtiny.

4.4 Využití dešťové kanalizace v Praze

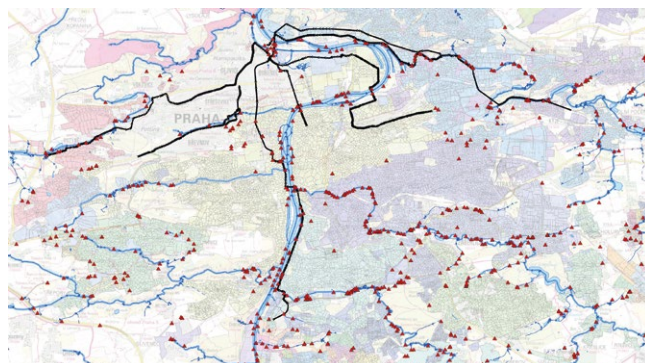
V Praze a okolí byly rozvodnice aktualizovány s využitím informací o kanalizační síti, které poskytla Pražská vodohospodářská správa a. s. (PVS). Jedním z impulzů pro aktualizaci rozvodnic na území Prahy, se zohledněním dešťové kanalizační sítě, byl požadavek magistrátu hlavního města na vytvoření srážkoodtokového předpovědního modelu Prahy na malých vodních tocích. Současně jsou údaje o kapacitách kanalizace zohledňovány při vydávání hydrologických údajů (*N*-letých a *M*-denních průtoků).

Kanalizační síť je buď oddílná, kdy jsou vedeny odděleně splaškové a dešťové vody, nebo jednotná, kde jsou srážkové i dešťové vody odváděny v jednom společném kanalizačním systému. PVS má nad strukturou kanalizační sítě postavený vlastní hydraulický srážkoodtokový model, kde jsou jako základní vstupní prostorové jednotky polygony přílehlající základním úsekům kanalizační sítě (obr. 9). Tyto polygony jsou odvozeny separátně pro dešťovou a jednotnou kanalizaci v místech, kde jsou



Obr. 9 Podrobný model kanalizační sítě Prahy. Popisky u polygonů udávají závěrový profil (kanalizační výpust).

Fig. 9. Detailed model of Prague sewerage system. Polygon labels show sewerage outlet.



Obr. 10 Černě vyznačené kmenové stoky vedoucí na ÚČOV, barevně polygony modelu kanalizační sítě, červeně jednotlivé kanalizační výpusti.

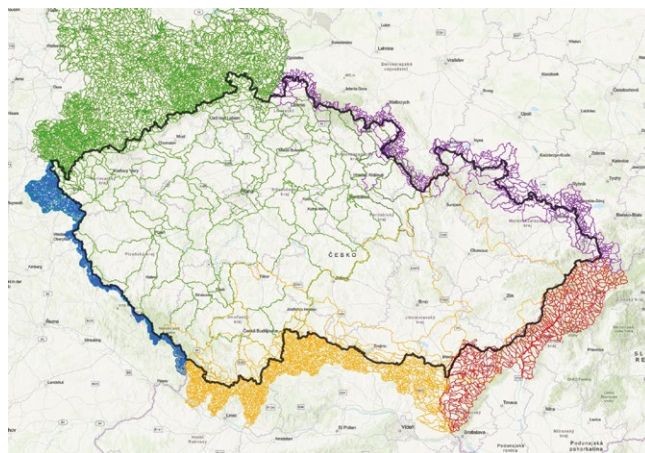
Fig. 10. Trunk sewer (black lines) heading to ÚČOV, polygons of sewerage model are coloured, sewerage outlets are red.

kanalizační sítě oddělené. Byly tedy k dispozici polygony pro dešťovou kanalizaci zvláště tam, kde existuje (zejména okrajové části Prahy). V centru Prahy je dešťová voda odváděna jednotnou kanalizační sítí do kmenových kanalizačních stok, kterých je celkem sedm, a dále na ústřední čistírnu odpadních vod (ÚČOV) v Praze Troji (obr. 10). Zde jednotlivé polygony PVS obsahují informaci o přiřazené kmenové stoce.

4.5 Zahraniční rozvodnice

Česká republika jakožto „střecha Evropy“ odvádí převážnou část povrchové vody říční sítí z ČR směrem do zahraničí. Jsou ale případy, kdy je část území odvodňována ze zahraničí (např. horní úsek Ohře, Lužnice, Dyje nebo Olše), anebo je na území ČR jen malá část zahraničního povodí (týká se všech hraničních povodí s Polskem, Německem, Rakouskem i Slovenskem). Zde bylo potřeba vyřešit rozvodnice ve spolupráci s vybraným zahraničním partnerem. Byly proto osloveny dotčené zahraniční organizace s dotazem na poskytnutí jejich aktuálních rozvodnic a informaci, jakým způsobem byly jejich rozvodnice odvozeny.

Ve výsledku se podařilo získat rozvodnice od všech okolních států, ovšem s různou podrobností a aktuálností (obr. 11). To bylo závislé na tom, v jakém stádiu zpracování byly jednotlivé státy s aktualizací digitálního modelu reliéfu na svém území. Kromě Slovenska, které ještě nemá DMR pomocí laserového



Obr. 11 Mapa poskytnutých zahraničních rozvodnic.

Fig. 11. Map of foreign drainage divides provided from the neighbouring countries.

skenování pro celé území hotové, poskytly ostatní státy rozvodnice již aktualizované nad jejich podrobnými DMR, např. Rakousko až v lednu roku 2023, Polsko v únoru 2023.

Napojení našich rozvodnic na hranicích bylo provedeno s ohledem na to, aby bylo co nejvíce zachováno poskytnuté zahraniční vedení rozvodnice.

5. Projekt Rozvoj ISVS Voda

V rámci mezirezortní pracovní skupiny projektu Rozvoj ISVS Voda, který běží v současné době na Ministerstvu zemědělství (MZe) a do kterého je ČHMÚ jako správce rozvodnic zapojen, probíhá spolupráce na sjednocení tří různých datových sad vodních toků, konkrétně CEVT, DIBAVOD a ZABAGED® (VÚV T. G. M. 2023). Projekt je ve fázi Prvotní harmonizace páteřních vodních toků, kde jsou ve sdíleném prostředí po jednotlivých povodích 4. řádu zakládány a připomínkovány návrhy na změny ve vrstvě páteřních vodních toků ZABAGED® (např. názvy, přečíslování úseků toků, pramenných úseků a další). Informace o zkontrolovaných povodích v řídicí tabulce projektu ISVS Voda jsou podstatné pro konečnou podobu aktualizace rozvodnic na straně ČHMÚ. Odsouhlasené změny jsou průběžně cca 3× za rok zapracovávány do rozvodnic, pokud má odsouhlasená změna vodního toku vliv na její vedení nebo číslování.

Počátky projektu spadají do prosince 2012, práce na harmonizaci páteřních toků se rozběhly naplno na jaře roku 2018. Za resort Ministerstva životního prostředí se úkolu kromě ČHMÚ účastní VÚV T. G. M., případně zástupci správy národních parků. Za resort Ministerstva zemědělství jsou to všechny státní podniky Povodí, Lesy České republiky s. p. a Státní pozemkový úřad. Na projektu spolupracuje také Státní plavební správa. Garantem podkladových data ZABAGED® je Zeměměřický úřad.

6. Závěr

ČHMÚ je z litery zákona zodpovědný za evidenci rozvodnic povodí 4. řádu a jejich číselného identifikátoru. Článek přináší bližší pohled na historický vývoj evidence rozvodnic v ČR a podrobně informuje o poslední provedené aktualizaci, kde byl využit digitální model reliéfu 5. generace a laserovým skenováním zpřesněné vodní toky ZABAGED®. Přínos aktualizace lze shrnout do několika následujících bodů:

- Aktualizace rozvodnic nad moderními a nejpodrobnějšími podklady přinesla zpřesnění vedení hranice mezi dvěma povodími zejména v nížinných a rovinatých oblastech. Například zde se do změny ve vedení rozvodnice promítly náspy a zářezy liniových dopravních staveb a ohrázení větších vodních toků, které jsou v DMR 5G jasně patrné, a které výrazně vystupují i při použití automaticky generovaných rozvodnic s využitím hydrologických rastrových analýz.
- Změny v ploše povodí se více projevují u malých povodí. S rostoucí velikostí plochy povodí se rozdíl mezi starou a novou plochou ztrácí (pokud nedošlo ke strukturálním změnám). V nížinách může být rozdíl v ploše povodí výraznější i pro větší povodí.
- Zpřesnění rozvodnic na území hlavního města Prahy bylo provedeno se zohledněním dešťové kanalizační sítě, což umožňuje vydávat

hydrologická data ovlivněná funkcí kanalizace.

- Na hranicích České republiky bylo aktualizováno napojení rozvodnic na poskytnuté zahraniční podklady a byly unifikovány zahraniční závěrové profily.
- Jednotně bylo vyřešeno vedení rozvodnic v závislosti na zakrytých a podzemních úsecích páteřních vodních toků.
- Samostatně byly vyčleněny plochy bezodtokých území podkrušnohorských hnědouhelných dolů s kvantitativním stanovením převodů vody do okolních přirozených recipientů.
- Podrobnější a detailnější vrstva vodních toků má v některých případech za následek další dělení povodí.

Poděkování:

Projekt aktualizace rozvodnic nad DMR 5G byl financován v rámci institucionální podpory Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace v letech 2018–2022.

Literatura:

- ČUZK, 2019. ZABAGED® – dokončení polohového zpřesňování podle LLS [online]. [cit. 9. 10. 2023]. Dostupné z WWW: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(2ycqs1vo01hywfhhc2y0pwy\)\)/Default.aspx?mode=News&head_tab=sekce-02-gp&newsTyp=id&newsID=2900](https://geoportal.cuzk.cz/(S(2ycqs1vo01hywfhhc2y0pwy))/Default.aspx?mode=News&head_tab=sekce-02-gp&newsTyp=id&newsID=2900).
- ČUZK, 2023. ZABAGED® – Výškopis – DMR 5G. Digitální model reliéfu České republiky 5. generace v S-JTSK, Bpv [online]. [cit. 9. 10. 2023]. Dostupné z WWW: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(g514uqho-laevwlotiijqjnsk\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&mapid=8&menu=302](https://geoportal.cuzk.cz/(S(g514uqho-laevwlotiijqjnsk))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-V&mapid=8&menu=302).
- FOJTÍK, T., JAŠÍKOVÁ, L., KURFIŘTOVÁ, J., MAKOVCOVÁ, M., MAŠAŠOVSKÁ, V. et al., 2022. GIS a kartografie ve VÚV TGM. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 64, č. 1, s. 47–52. ISSN 0322-8916.
- HEIS-VÚV, 2012. Základní vodohospodářské mapy 1:50 000 [online]. [cit. 28. 7. 2023]. Dostupné z WWW: <https://heis.vuv.cz>. Databáze > Mapy a data > Datové sady v HEIS VÚV > Základní vodohospodářská mapa ČR 1:50 000: mapové listy (archív, 1986–1999) > Informační stránky a data ke stažení: mapové listy > Listy ZVM 1:50 000.
- HORSKÝ, L. et al., 1965. Hydrologické poměry Československé socialistické republiky. Praha: Hydrometeorologický ústav.
- ŠERCL, P., 2020. Automatické odvození rozvodnic nad DMR 5G v ArcGIS Pro. Praha: ČHMÚ [interní dokument, nepublikováno].
- TYL, R., MATULOVÁ, J., 2021. Aktualizace rozvodnic s využitím DMR 5G. Pracovní návod, verze 2. Praha: ČHMÚ [interní dokument, nepublikováno].
- VÚV T. G. M., 2023. Mezirezortní projekt Harmonizace říční sítě [online]. [cit. 9. 10. 2023]. Dostupné z WWW: <https://www.vuv.cz/zpracovani-a-aktualizace-datovych-sad/resene-projekty-zpracovani-a-aktualizace-datovych-sad/mezirezortni-projekt-harmonizace-ricni-site/>.

Lektoři (Reviewers):

Mgr. Alena Kamínková, Ing. Štěpán Vizina