



MONITOROVÁNÍ ÚROVNĚ HLADIN AKUMULOVANÝCH VOD V DOLE JERONÝM: NOVÉ POZNATKY DO ROKU 2019

MONITORING OF MINING BACKWATER LEVELS IN JERONÝM MINE: NEW KNOWLEDGE UP TO 2019

Lednická Markéta¹, Kaláb Zdeněk²

Abstrakt

Príspevek navazuje na predešlé studie zabývajúcej sa hydrogeologickou situáciou v Dole Jeroným na Sokolovsku. Článok podrobnejšie rozberá výsledky monitoringu na troch stanovištiach v čiastočne zatopených priestoroch v časti zvané Opuščená dŕlná dila. Dlhodobým pozorovaním boli zistené odtokové cesty z jednotlivých stanovišť, prípadne jejich vzájemné propojení. Zaznamenané zmeny úrovně hladiny během přečerpávání dŕlných vod mezi jednotlivými podzemními prostorami poukazují na možné komunikační cesty vod pod úrovní dnes odvodněného štolového patra přes patro dodnes neznámé a trvale zatopené. Téměř 18 let dlouhé datové řady navíc poukazují na dlouhodobé změny v rychlostech odtoku z jednotlivých stanovišť. Ty mohou mimo jiné souviset se zprůchodněním nebo s uzavřením některých komunikačních cest dŕlných vod v důsledku rozsáhlé rekonstrukce dolu, čištění starých závalů a vzniku závalů nových.

Abstract

The paper is a follow-up to a number of previous studies dealing with the hydrogeological situation at the Jeroným Mine in the Sokolov region. The paper analyzes in detail the results of monitoring at three sites in partially flooded areas in the part called Abandoned Mine Workings. Long-term observations found outflow routes from individual sites and/or their interconnection. The recorded level changes during the pumping of mine water between individual underground parts show possible waterways of water below the level of the drained adit level through the unknown and permanently flooded floor. In addition, the nearly 18-year-long data series point to long-term changes in runoff velocities from individual sites. These may be related, inter alia, to the opening or, on the contrary, to the closure of some mine waterways as a result of extensive mine reconstruction, cleaning of old caves and occurring of new caving.

Klíčová slova

Důl Jeroným v Čisté, důlní akumulované vody, kolísání hladiny důlních vod, dynamika důlních vod

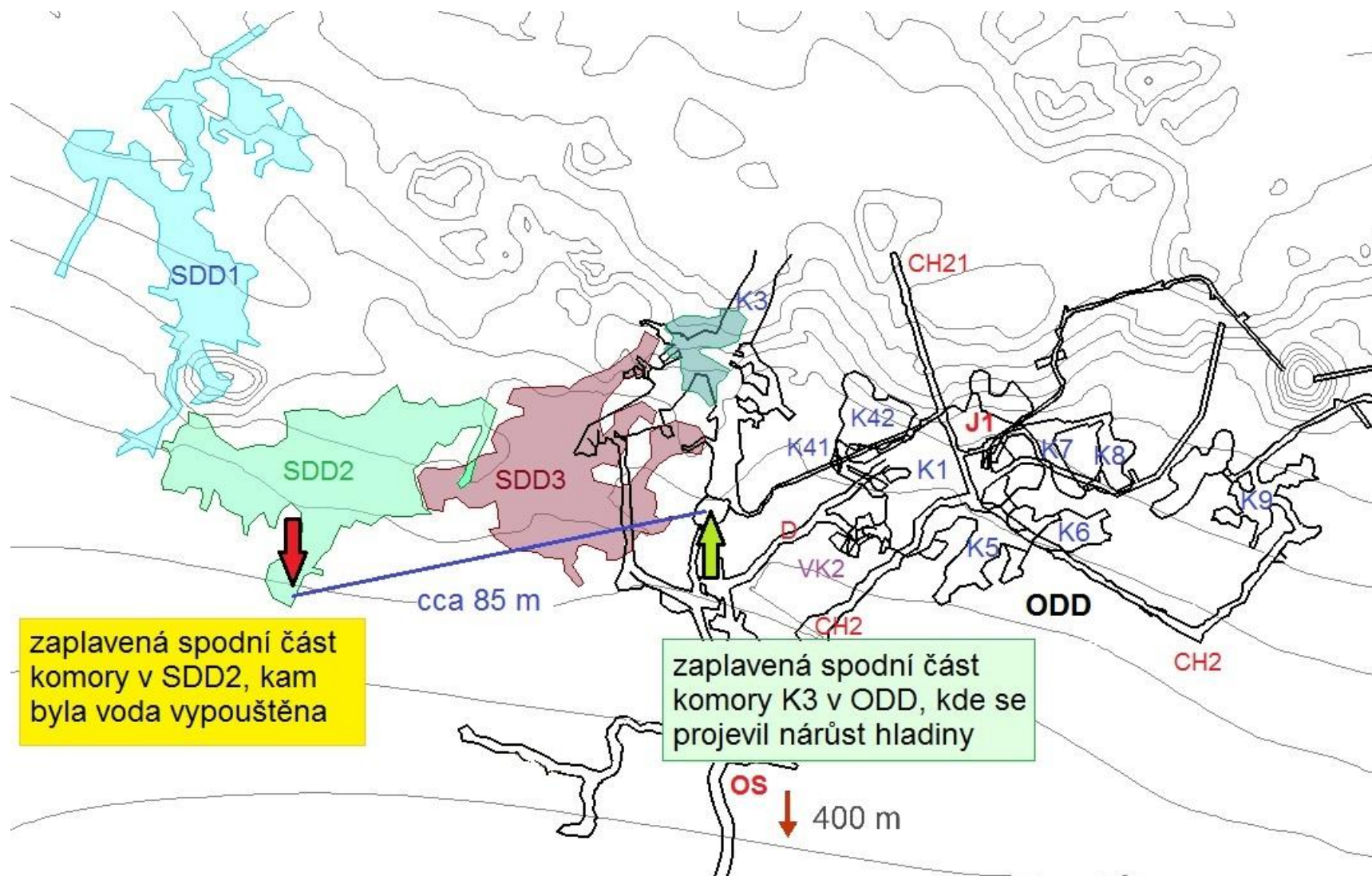
Keywords

Jeroným Mine in Čistá, mining backwater, water level fluctuation, dynamics of backwater

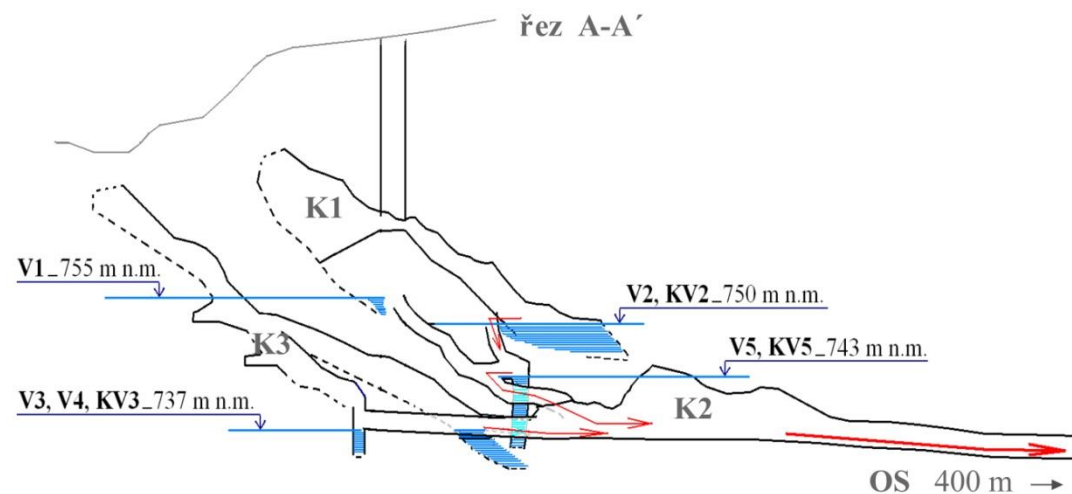
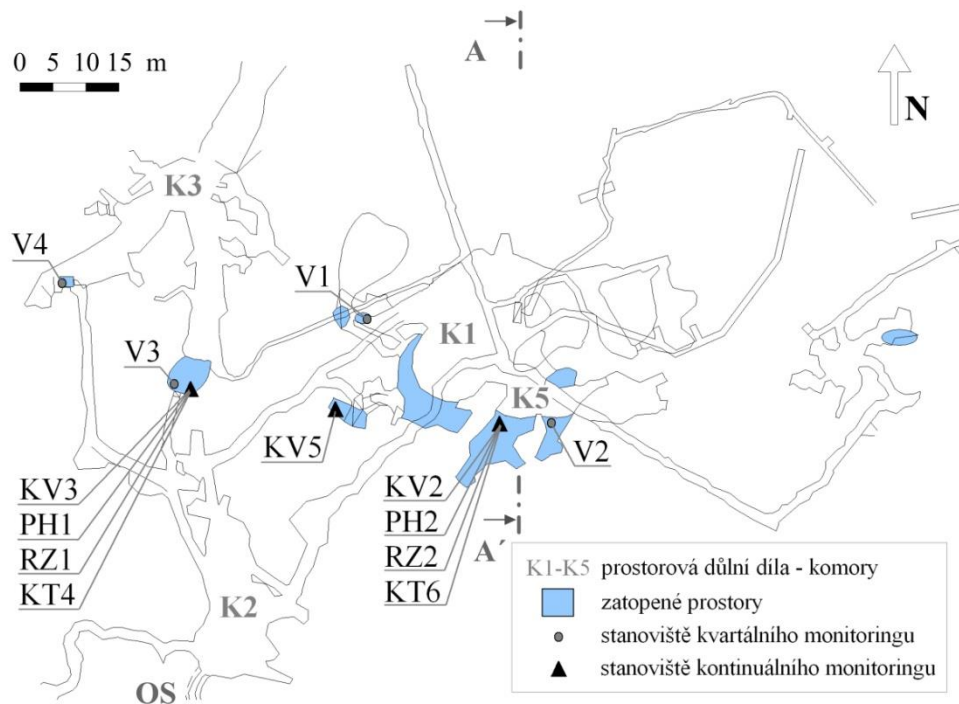
1. Úvod

Středověký cínový Důl Jeroným nedaleko zaniklé obce Čistá na Sokolovsku je nemovitá kulturní památka dokladující hornickou historii a dovednost našich předků (např. Žůrek and Kořínek, 2001/2002, Žůrek et al., 2008, Tomíček, 2016, monotematické číslo EGRSE 1/2011, Kaláb et al., 2012). Správcem Dolu Jeroným je Muzeum Sokolov, příspěvková organizace Karlovarského kraje, situační mapka je na obr. 1. V současné době probíhá rozsáhlá rekonstrukce dolu a část celého komplexu je již několik let zpřístupněna veřejnosti (www.omks.cz/main.php?page=dul-jeronym). Systematické sledování stability podzemních prostor dolu bylo zahájeno v části nazývané Opuštěná důlní díla (ODD) v roce 2001 (např. Knejzlík, 2006, Knejzlík et al., 2011). V současné době je prováděna vizuální prohlídka této části Dolu Jeroným při neperiodických návštěvách pracovníky Ústavu geoniky AVČR, v.v.i. Ostrava a na vybraných místech je realizováno kontinuální monitorování vybraných parametrů pomocí distribuovaného měřicího systému (DMS) s hodinovou periodou záznamu dat. Podrobnější informace o Dole Jeroným, tj. o geologické situaci, geomechanickém stavu, výsledcích opakovaných měření a monitoringu, výzkumných aktivitách, lze nalézt v citované literatuře.

Hydrogeologické poměry v dole a jeho okolí jsou jedním z faktorů, které významně ovlivňují stabilitní stav podzemních prostor na dané lokalitě. Dosavadní výsledky monitorování hladin důlních vod v prostorách Dolu Jeroným a informace o hydrologické a hydrogeologické situaci v okolí dolu jsou k dispozici v člancích (např. Lednická a Kukutsch, 2007, Kaláb et al., 2007, 2008, Kaláb a Lednická, 2009, Grmela et al., 2011, Lednická et al., 2011, Lednická et al., 2012). V Dole Jeroným v části ODD se od roku 2001 provádí kvartální odečet výšky hladin důlních vod na 4 měřených stanovištích označených V1-V4, od roku 2006 přibylo do sledování ještě stanoviště V5. Na jaře roku 2006 byl zahájen kontinuální monitoring úrovně hladiny na stanovištích V2 a V3 a stanoviště V5 je monitorováno kontinuálně od roku 2009 (kontinuálně měřená stanoviště jsou označena KV2, KV3 a KV5). V letech 2010–2017 byly na dvou stanovištích navíc měřeny fyzikální parametry vod (pH, měrný odpor RZ a teplota KT), konkrétně na stanovišti KV3 v období 2010–2017 a na stanovišti KV2 v období 2011–2017. Rozložení monitorovaných stanovišť je na obr. 2. Detailní popis poznatků o kolísání hladin sledovaných důlních vod a výsledky interpretace dynamiky těchto vod na vybraných stanovištích a její vztah k hydrologické situaci na lokalitě byly naposledy publikovány Lednickou et al. v roce 2012. Od té doby byly objeveny a částečně zprůchodněny další části Dolu Jeroným a bylo zahájeno čerpání vod z části Stará důlní díla SDD1 (viz níže) kvůli stavebním úpravám v dole a čištění prostor vyplněných usazeným horninovým materiálem a bahnem.



Obr. 1 Schéma plošného rozmístění jednotlivých částí komplexu důlních děl na lokalitě Jeroným – Stará důlní díla SDD1, SDD2 a SDD3 a Opuštěná důlní díla ODD (důlní mapa s označením vybraných komor Kx a chodeb CHx v části ODD, J1 je fárací jáma Jeroným, VK2 je vertikální komín u chodby D mezi horním a štolovým patrem ODD, OS je začátek odvodňovací štoly Jeroným). V mapce jsou vyznačena místa související s komunikací důlních vod přes pravděpodobně zatopené neznámé prostory (podrobněji viz text)



Obr. 2 Schéma plošného rozmístění monitorovaných stanovišť v části ODD, včetně stanovišť, která již v současné době nejsou monitorována – PH1, RZ1, KT4, PH2, RZ2, KT6 (podrobněji viz text). Ve schematickém řezu důlním dílem je uvedena nadmořská výška monitorovacích stanovišť a červenou barvou jsou naznačeny odtokové cesty z jednotlivých stanovišť při dosažení úrovně přetoku

V článku jsou shrnuty nové poznatky vycházející z kontinuálního monitoringu a experimentálních měření. Výsledky dlouhodobého monitoringu pomohly již v předešlých studiích objasnit příčiny náhlých změn monitorovaných hladin důlních vod v důsledku komunikace vod mezi monitorovanými stanovišti, reakce na zvýšený úhrn srážek na povrchu a tání sněhové pokrývky a reakce na změny hladiny podzemních vod v okolí dolu. Nově jsou v této studii prezentovány změny úrovně hladiny související s přečerpáváním vod v podzemních prostorách, což poukazuje na propojení části ODD s nově objevenou částí SDD2 pravděpodobně přes zatopené patro pod úrovní odvodňovací štoly Jeroným. Dále byly zaznamenány dlouhodobé změny v odtokovém režimu z trvale zatopených prostor v komorách K1 a K5, které souvisí s největší pravděpodobností s přeskupením horninového materiálu v zavalených a neznámých nepřístupných částech komory K1. Množství odtoku z jednotlivých sledovaných stanovišť není měřeno, jednak nejsou známy všechny odtokové cesty z daného stanoviště, jednak není možné udělat v této kulturní památce zásah, který by umožnil instalovat vhodné měřicí zařízení. Vzhledem k nepoznání celého důlního komplexu (neexistuje mapová dokumentace, ani historická), nelze hodnotit objemy srážek, které mohou infiltrovat do podzemních

prostor. Nejbližší hydrogeologický vrt se nachází cca 9 km východním směrem od známých důlních prostor a vzhledem k členitosti terénu má měření kolísání hladiny podzemních vod pouze orientační informaci.

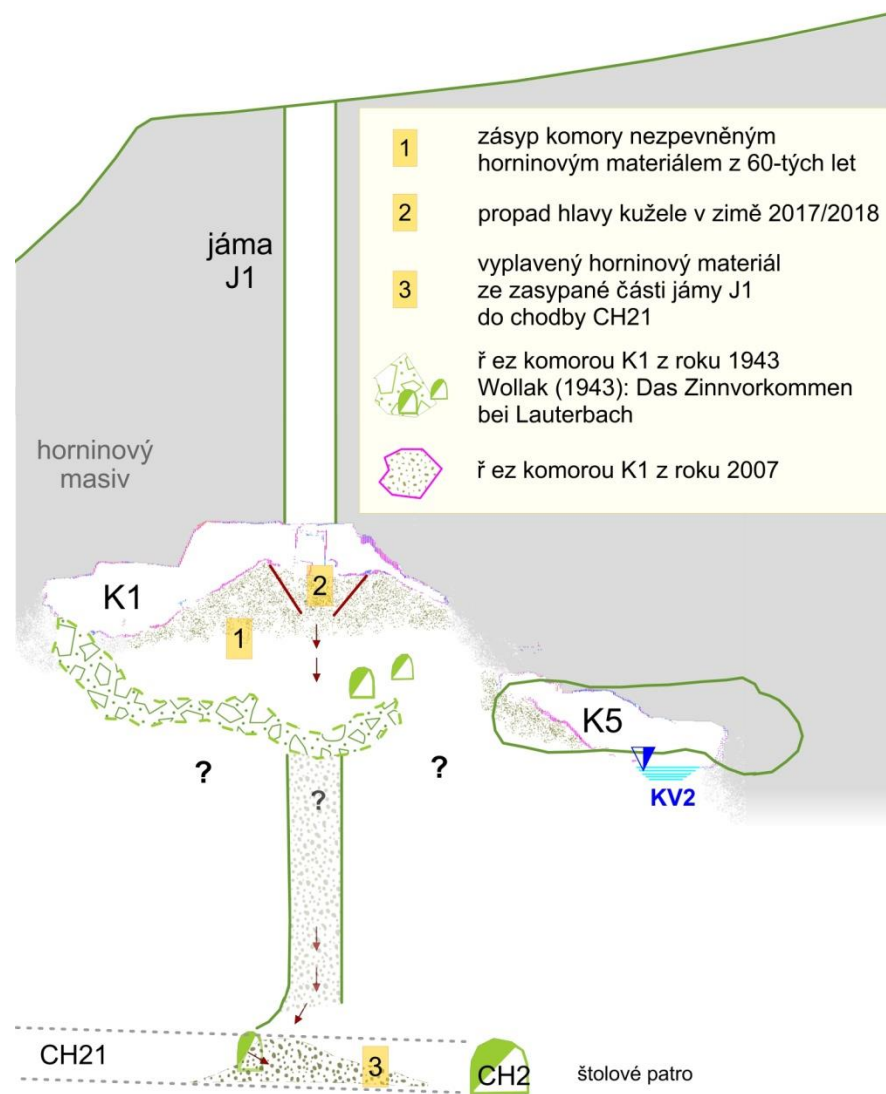
2. Metodika měření

Systém monitorování úrovně hladin důlních vod pomocí distribuovaného měřicího systému DMS je podrobně popsán v článku Lednická et al., 2012. Měřená data jsou ukládána v intervalu jedné hodiny a zapsané soubory ve formě naměřených hodnot a data s časem lze telemetricky přenést z aparatury PCM-EPC umístěné v důlním díle do interpretačního centra na ÚGN v Ostravě prostřednictvím GSM sítě (Knejzlík a Rambouský, 2008). Rozmístění monitorovaných stanovišť se od roku 2012 nezměnilo – kontinuálně se monitoruje úroveň hladiny na stanovišti KV2 v komoře K5 a K1 (v obou prostorách se jedná o jednu společnou hladinu), na stanovišti KV5 v zatopené části svislého komínu VK2 vedoucího z komory K1 na úroveň štolového patra (a možná i hlouběji) a na stanovišti KV3 v zatopené části komory K3 vedoucí pod úroveň trvale odvodňovaného štolového patra (obr. 2). Během období 2012 až 2019 došlo několikrát ke krátkodobým výpadkům monitoringu z důvodu přerušení dodávek elektrické energie a v důsledku poškození některých částí systému DMS bleskem. Také došlo k výměně sondy pro měření výšky hladiny vody na stanovišti KV3. Sonda LMP33 li (výrobce JSP, s.r.o) s rozsahem 3 m a rozlišením 1 mm byla v září roku 2016 nahrazena typem LMK 358 od stejného výrobce s rozsahem 6 m a rozlišením 3 mm. Dále byly v polovině roku 2017 odinstalovány ze stanovišť KV2 a KV3 sondy pro měření vybraných fyzikálních parametrů důlních vod – pH, měrného odporu a teploty (PH1, PH2, RZ1, RZ2, KT4, KT6). Důvodem byl především konec životnosti sond pro měření pH.

Co se týká samotného komplexu důlních děl na diskutované lokalitě (obr. 1), od roku 2012 došlo k objevení do té doby zcela neznámých prostor mezi částí ODD a SDD1 (před objevením neznámých prostor označované jako SDD). Nově objevené prostory SDD2 a SDD3 představují komplex systémů chodeb, komínů a větších a menších komor v různých výškových úrovních. Do roku 2015 byla v části SDD1 pravidelně čerpána voda akumulovaná v bezodtokových prostorách a vypouštěna byla na povrch přes vstupní portál (dnes vstup prohlídkové trasy návštěvníků dolu – tzv. Barochův portál). Od roku 2015, tj. po objevení neznámých prostor SDD2 a SDD3, je čerpána voda z části SDD1 vypouštěna do níže položených částí komplexu SDD2, kde odtéká do zatopené části jedné z velkých komor. Od té doby se na stanovišti KV3 v části ODD začaly projevovat rychlé změny (nárůsty a poklesy) hladiny důlních vod, což ukazuje na komunikaci vod právě mezi objevenými částmi SDD2 a ODD, pravděpodobně přes dnes neznámé zatopené patro. Pro ověření této komunikace důlních vod byly ve vybraných obdobích pracovníky muzea v Sokolově pravidelně zaznamenávány časové úseky ručně spouštěného čerpání a tyto informace potom byly konfrontovány s daty naměřenými na stanovišti KV3 v ODD. Dalším významným objevem, který může v budoucnu přispět k objasnění historického systému odvodnění celého komplexu důlních děl (nebo jen jeho vybrané části), bylo objevení původní štoly Barbora (Tomíček, 2012), která vede západním směrem od komplexu dnes známých důlních děl na lokalitě Jeroným a ústí do údolí Lobežského potoka jihovýchodně od obce Podstrání. V roce 2018 byly v místě předpokládaného ústí štoly provedeny zemní práce, které odkryly část štoly včetně původní dřevěné výztuže (<https://cs-cz.facebook.com/dulJeronym>). Nicméně tento zásah se zatím nijak neprojevil ve změně režimu důlních vod v monitorované části ODD.

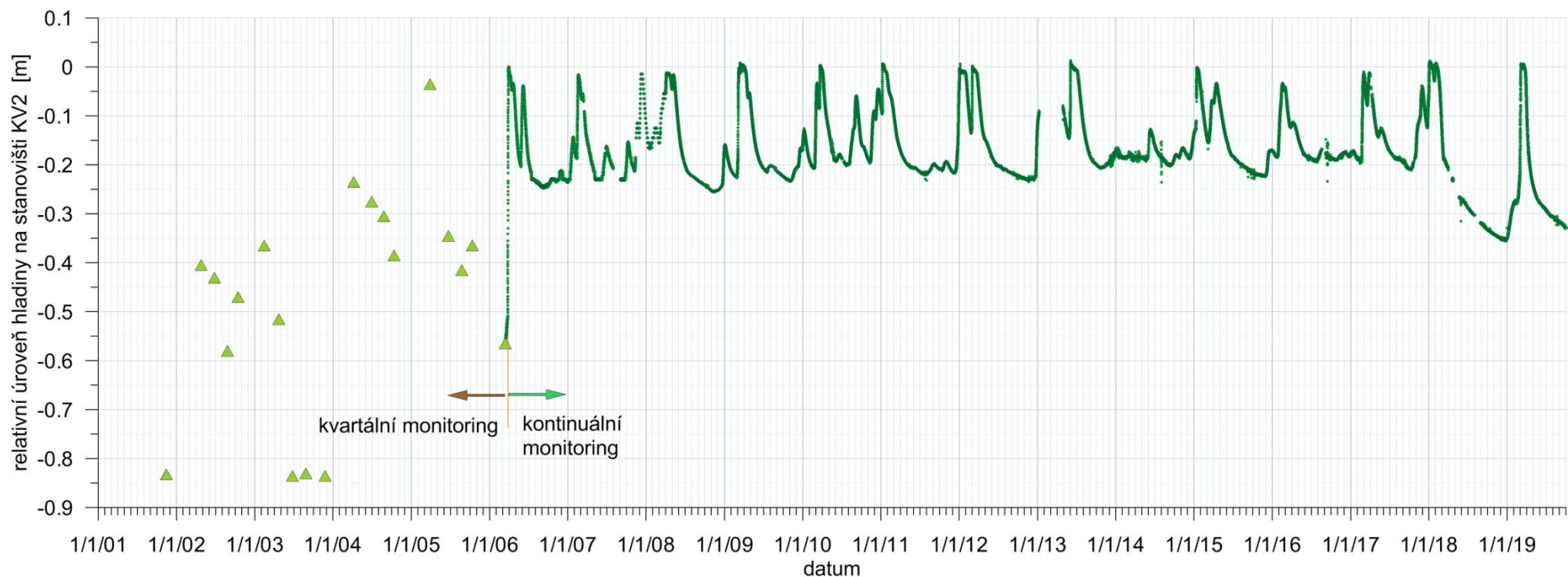
3. Situace v komoře K1 a měřené stanoviště KV2

Komora K1 v části ODD, do které ústí svislá fárová jáma Jeroným J1 (obr. 1), je v současné době z větší části zasypána horninovým materiálem (obr. 3). Ten pochází z šedesátých let 20. století, kdy byla provedena likvidace Dolu Jeroným zásypem neztvrdlého horninového materiálu do jámy J1. Výsledkem těchto prací byl kužel horniny s vrcholem u ústí jámy do komory. Před tímto zásypem byla komora K1 zdokumentována na několika mapách v období od roku 1891 do roku 1966. V podrobné dokumentaci jámy J1 ve zprávě z roku 1966 (Janečka et al., 1966) jsou dokladovány zasypané spodní části dobývky hlinito-balvanitou navážkou v hloubce 6,3 m pod vyústěním jámy do komory. Stejný stav je zakreslen také v řezu komorou K1 z roku 1943 (Wollak, 1943), kde je naznačeno pokračování jámy J1 pod tehdejší zdokumentovaným dnem komory a její napojení na chodbu na úrovni štolového patra (obr. 3). Již tehdy byla patrně spodní část jámy J1 zasypána horninovým materiálem. Vzhledem k této situaci v současné době nemáme žádnou představu a hloubkové úrovně a rozsahu částí komory K1 pod úrovní zásypového materiálu. Prostory mimo dosah osypového kužele, které sledují úklon ložiska a pokračují z komor K1 a K5 hlouběji jižním směrem, jsou navíc trvale zaplaveny vodou. Právě tyto prostory zaujímají největší v současné době známý objem akumulované důlní vody a změny úrovně hladiny v této části důlního díla jsou monitorovány na stanovišti KV2. Podrobný popis tohoto stanoviště je uveden v článku Lednická et al., 2012. Přehled úrovně hladiny na tomto stanovišti od začátku monitoringu je uveden na obr. 4. Měření na stanovišti KV2 probíhá od konce roku 2001 (kvartální odečty), monitoring s hodinovou periodou záznamu dat probíhá od začátku roku 2006. Již dříve bylo doloženo, že kolísání hladiny na tomto stanovišti úzce souvisí s množstvím srážek na lokalitě a nejvýznamnější nárůst hladiny koresponduje především s táním většího množství sněhové pokrývky na povrchu. Hodnota „0“ na svislé ose na obr. 4 představuje přetok z místa kumulace vody do nižšího patra. Na křivce jsou dobře detekovatelná jarní tání sněhové pokrývky nad důlním dílem (případně vysoké úhrny srážek) a tedy doplnění vody na maximální úroveň a následná letní a podzimní sušší období. Z křivky lze vypo-



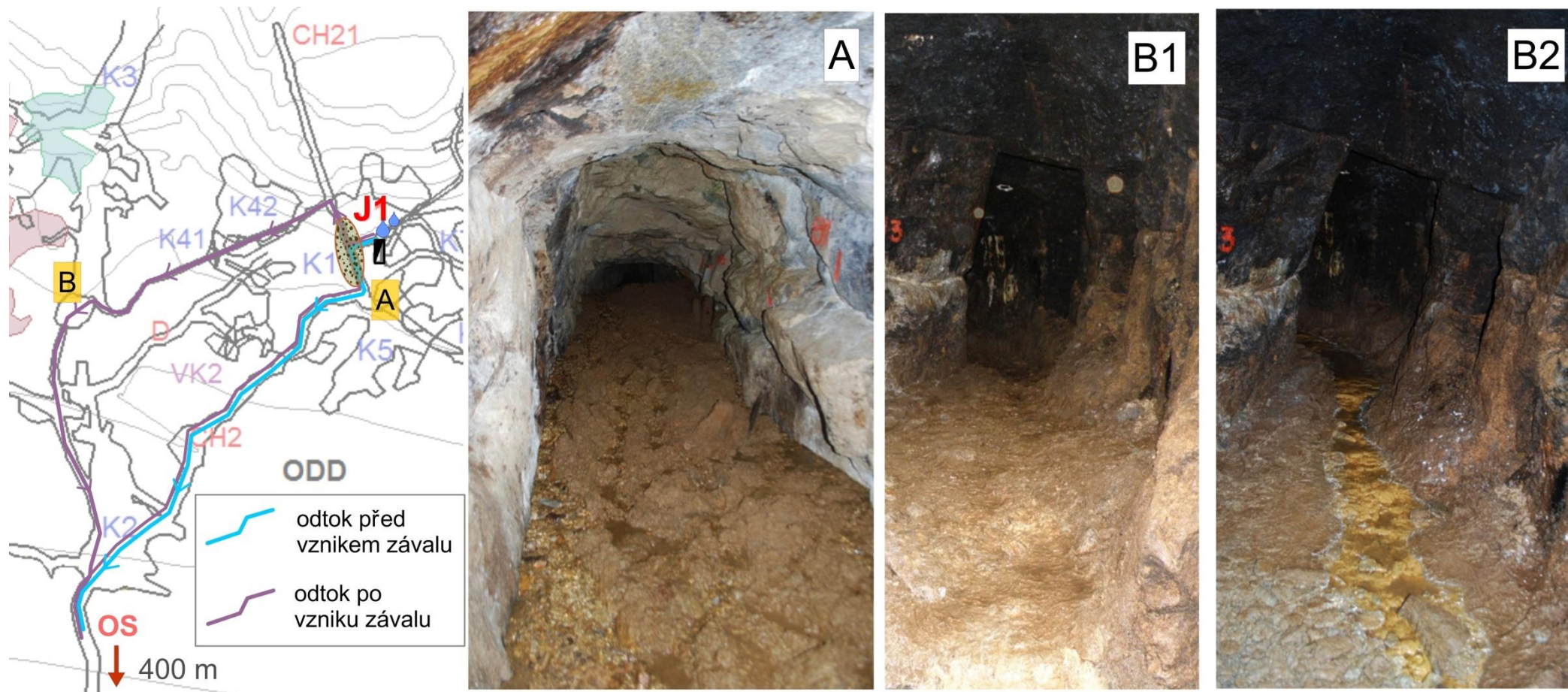
Obr. 3 Schematické znázornění propadu horninového materiálu v hlavě násypového kužele v komoře K1 v důsledku závalu chodby CH21 na štolovém patře po odtěžení části horninového materiálu ze zasypané spodní části jámy J1

rovat tři období s odlišným režimem odtoku vod. Od roku 2001 do začátku roku 2006 byly zaznamenány největší hodnoty poklesu hladiny až 0,84 m pod úroveň přetoku. Tento režim se náhle změnil v první polovině roku 2006, kdy po jarním tání sněhové pokrývky hladina nastoupala až na úroveň přetoku a od té doby až do roku 2017 nepřesáhl pokles hladiny hodnotu 0,25 m. Důvodem sníženého odtoku vody ze zatopených prostor komor K1 a K5 od roku 2006 byla patrně změna v systému dodnes neznámých odtokových cest. Až v roce 2018 klesla hladina po více jak 12 letech o vyšší hodnotu – o cca 35 cm pod úroveň přetoku. Jako pravděpodobný důvod této skutečnosti lze uvést změny v odtokovém systému z komory K1 do nižších prostor dolu v důsledku vzniku propadu v násypovém kuželu (obr. 3). K tomuto propadu došlo na přelomu roku 2017 a 2018 po drobném odtěžení horninového materiálu ze závalu pod ústím jámy J1 na štolovém patře na podzim v roce 2017. Propad hlavy kužele má průměr cca 3 metry a hloubku cca 2 metry. Horninový materiál ze spodní části zasypané jámy se vysunul na štolové patro do chodby CH21 a uzavřel jednu část odtokových cest z chodby CH21 (obr. 5). V současné době odtéká část vody z chodby CH21 přes ručně tesanou historickou chodbu do zatopené prostory komory K3 (stanoviště KV3) odkud voda dále odtéká přetokem do komory K2 a následně do odvodňovací štolky Jeroným.

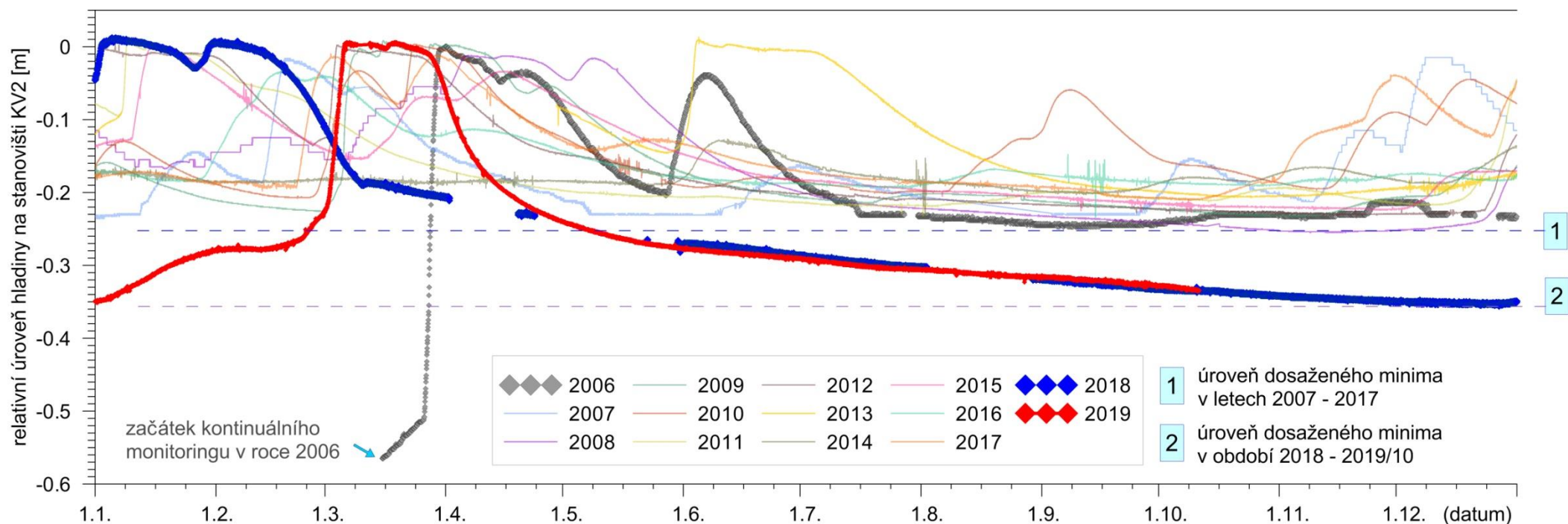


Obr. 4 Relativní úroveň hladiny důlních vod na stanovišti V2/KV2 v období 2001-2019, nulová hodnota představuje úroveň přetoku vod do níže položených prostor (přerušení křivky kontinuálního monitoringu jsou chybějící data v důsledku přerušení monitoringu DMS)

Na obr. 6 jsou znázorněny roční období kontinuálního monitorování hladiny důlních vod na stanovišti KV2 s vyznačením minimálních dosažených úrovní v období před a po propadu hlavy kužele. Změnu v odtokovém systému způsobenou právě propadem hlavy kužele na přelomu let 2017/2018 potvrzuje pokles hladiny zdokumentovaný v roce 2019, který v podstatě kopíruje pokles hladiny z roku 2018.



Obr. 5 Schematické znázornění změny odtoku důlních vod na štolovém patře z chodby CH21 v důsledku jejího závalu horninovým materiálem z jámy J1 (naznačen elipsou). Symbol kapky představuje přítok důlních vod do chodby CH21 z prostoru dnes nepřístupné části důlního díla – chodby vedoucí v úrovni štolového patra severovýchodním směrem od jámy J1. Část vod může pocházet také ze zasypané části jámy J1. Na fotografiích jsou postupně zleva – pohled z chodby CH2 na zával chodby CH21 (A), pohled z komory K3 do ručně ražené historické chodby před vznikem závalu (bez vytékající vody, B1) a po vzniku závalu (s vytékající vodou, B2)



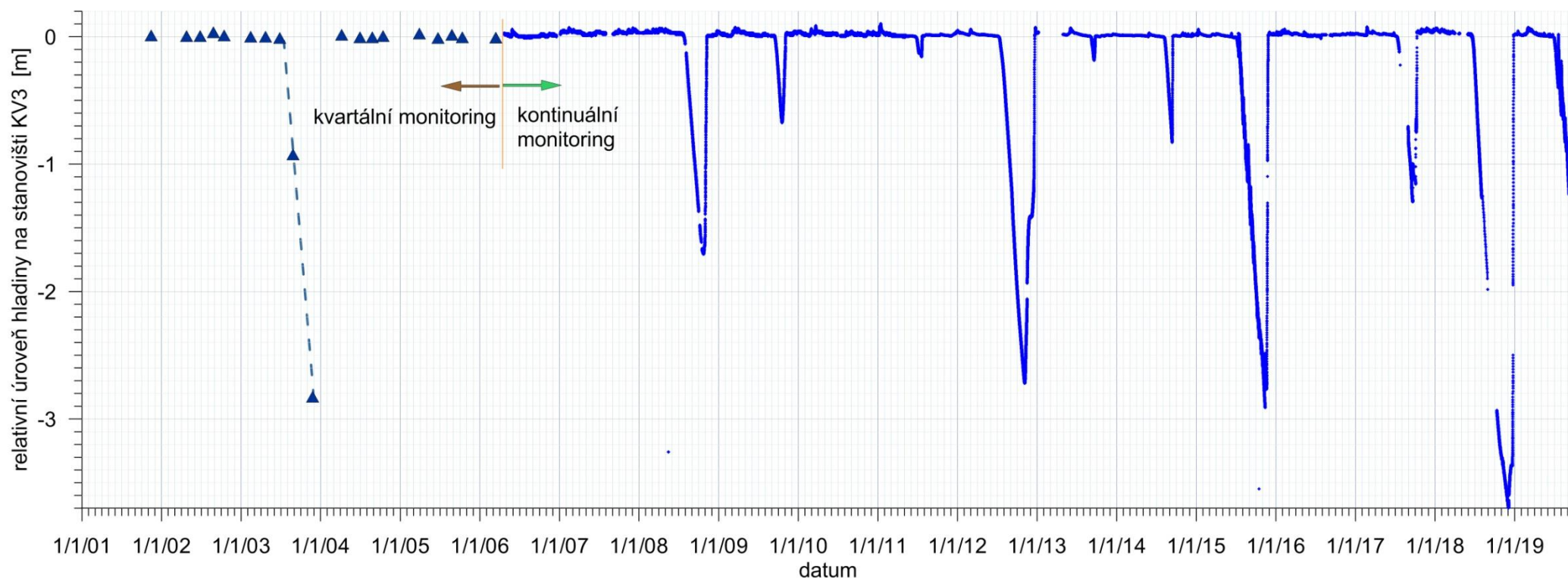
Obr. 6 Jednotlivá roční období kontinuálního monitorování úrovně hladiny důlních vod na stanovišti KV2 v letech 2006–2019

4. Situace v komoře K3 a měřené stanoviště KV3

Komora K3 situovaná v severozápadní části komplexu ODD končí na horním konci závaly z povrchu a na druhém konci pokračuje zatopenými prostory pod úroveň štolového patra. V současné době je přístupná třemi chodbami ze štolového patra, dvě z nich byly patrně proraženy během druhé světové války a jedna historická ručně tesaná chodba sloužila jako propojení této části dolu s jámou J1 a dalšími prostory ve východní části důlního komplexu. Tomíček (2016) ve své práci uvádí, že tato komora vzhledem k svému „začernění“ komunikovala původně s povrchem a s největší pravděpodobností sloužila jako centrální sběrný komín pro níže položené komory, kde se těžilo pomocí metody „sázení ohněm“. V současné době lze usoudit, že tato komora mohla být propojena také s objevenou částí SDD3, neboť ta je situována výškově nad komorou K3 a toto propojení může existovat v místě některého ze závalů ústících do komory K3.

V nejnižnější zatopené části komory je realizován kontinuální monitoring úrovně hladiny důlních vod – stanoviště je označeno KV3. Stejně jako u stanoviště KV2 lze nalézt podrobnější informace o KV3 v článku Lednická et al., 2012. Ve zmíněném článku byl komentován opakovaně zaznamenaný pokles hladiny pod úroveň přetoku, ke kterému došlo od roku 2001 do půlky roku 2012 celkem čtyřikrát, přičemž maximální pokles 2,7 m byl zaznamenan ještě během kvartálních odečtů v roce 2003. Od roku 2012 se četnost těchto poklesů zvýšila, v podstatě k nim docházelo každý rok, kromě roku 2016. Jak lze vidět na obr. 7, maximální pokles hladiny byl zaznamenan v roce 2018, a to 3,7 m pod úroveň přetoku. Tento výrazný pokles hladiny patrně souvisí s poklesem hladin podzemních vod v okolí Dolu Jeroným

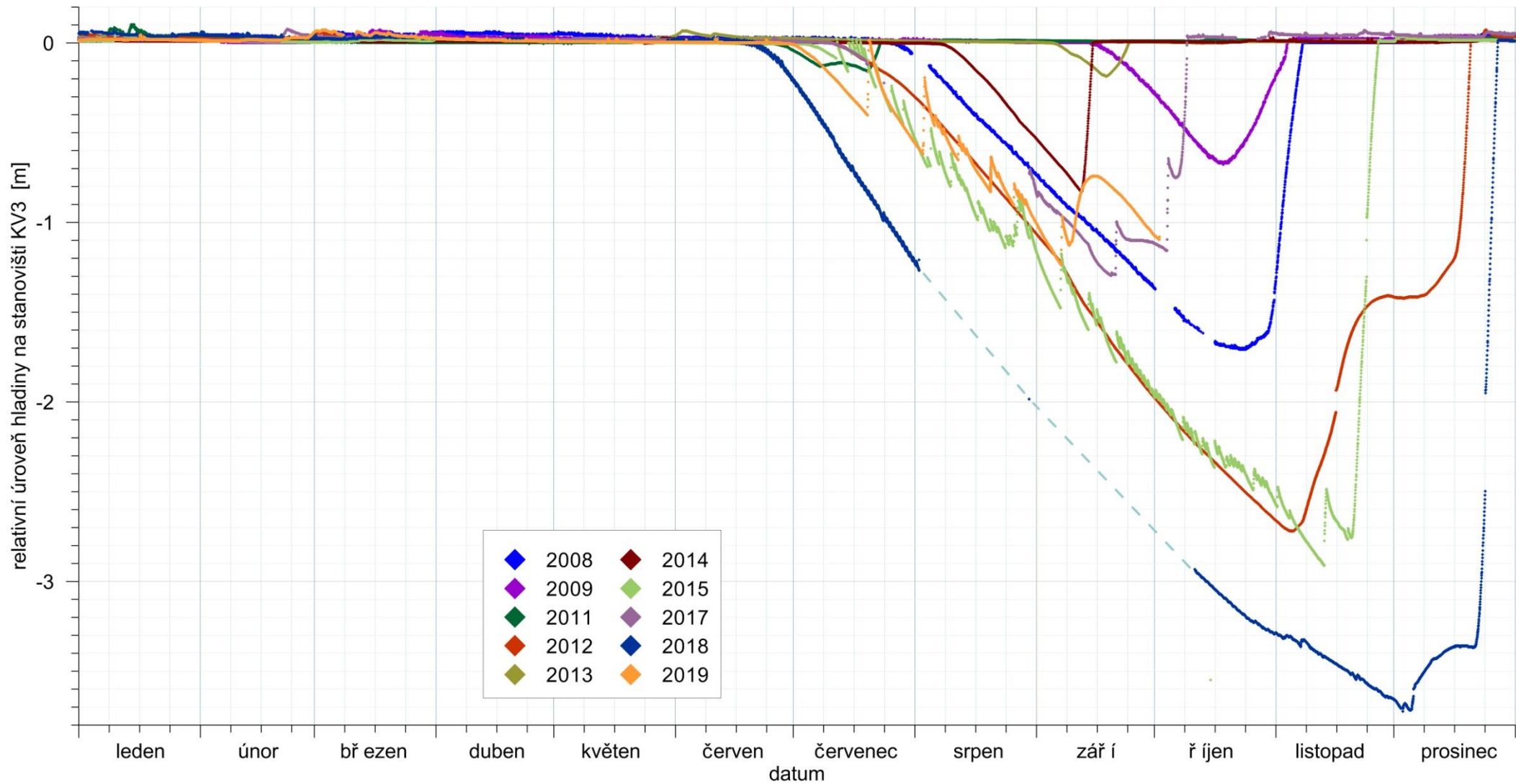
v důsledku extrémně suchého roku s minimálním úhrnem srážek (Crhová et al., 2019). Na obr. 8 jsou vyneseny jednotlivé poklesy hladiny na tomto stanovišti v rozmezí měsíců leden až prosinec. Pokles hladiny v roce 2018 nastal už v druhé polovině června a trval až do nastoupaní hladiny vlivem tání sněhové pokrývky na povrchu na konci prosince. V souvislosti s takto významným poklesem hladiny (který byl mimo jiné zaznamenán pracovníky Muzea Sokolov také v nejnižší položených zaplavených částech komplexu SDD2) se uvažovalo dokonce o variantě změny odvodňovacího režimu na lokalitě Dolu Jeroným v důsledku prací na odkrytí portálu štoly Barbora. Shodou okolností probíhaly tyto práce v době, kdy pokles na KV3 začal. Nicméně charakter poklesu (rychlost, plynulost, ...) je stejný jako poklesy v předchozích letech od roku 2008, a proto se přikláníme spíše k teorii, že jde o významné snížení hladin podzemních vod v širším okolí dolu v důsledku extrémně suchého roku.



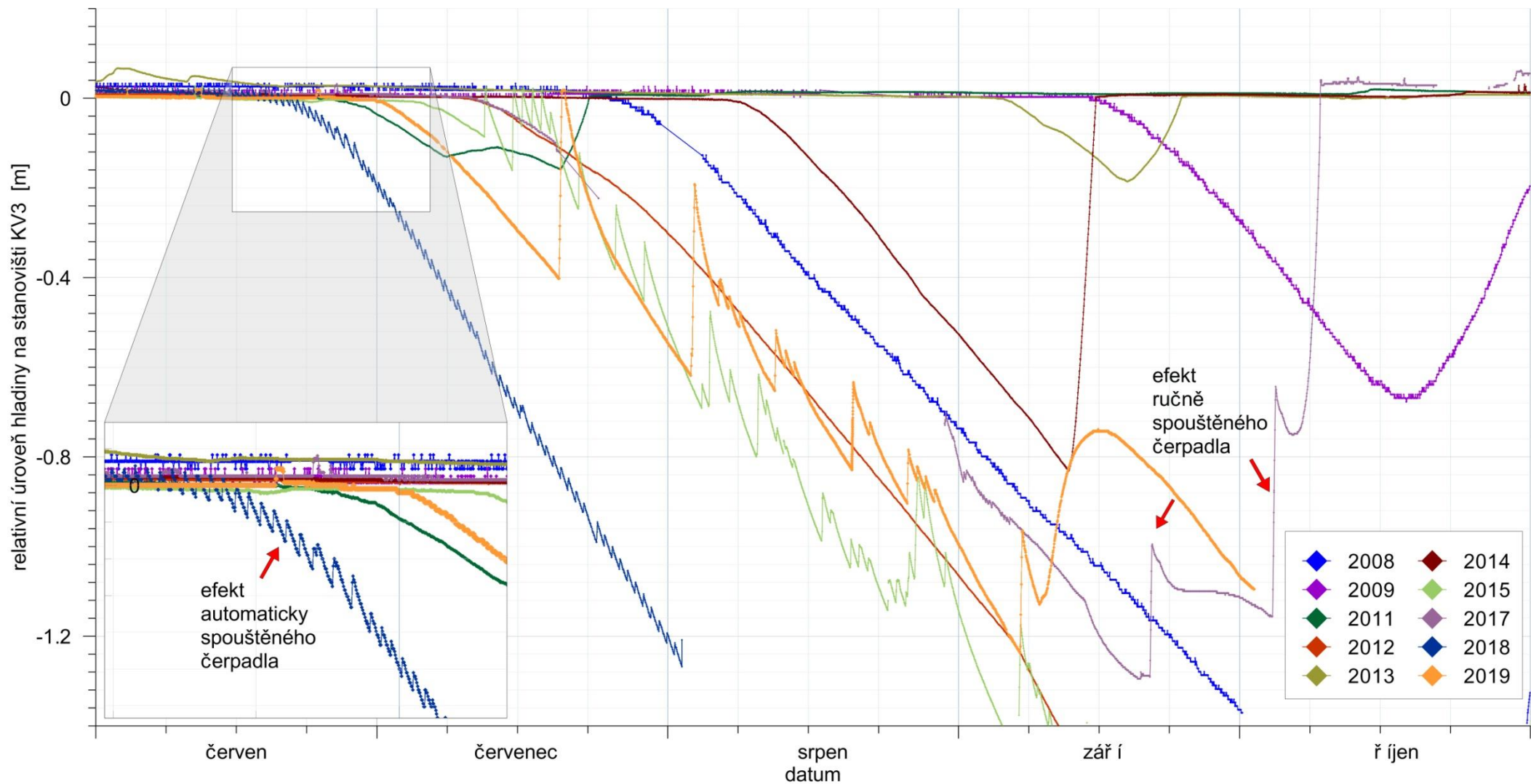
Obr. 7 Relativní úroveň hladiny důlních vod na stanovišti V3/KV3 v období 2001-2019, nulová hodnota představuje úroveň přetoku vod na štolové patro (přerušení křivky kontinuálního monitoringu jsou chybějící data v důsledku přerušení monitoringu DMS)

Náhlé změny úrovně na křivkách poklesu hladiny od roku 2015 (obr. 8) souvisí s již výše zmíněným přečerpáváním důlních vod mezi částmi SDD1 a SDD2 a jejich následný přítok na stanoviště KV3 (obr. 1). Během období poklesu hladiny v grafu na obr. 9 je vidět projev ručně (rok 2017) i automaticky (rok 2018) spouštěného čerpadla, případně kombinace obou režimů čerpání (roky 2015 a 2019). Voda je

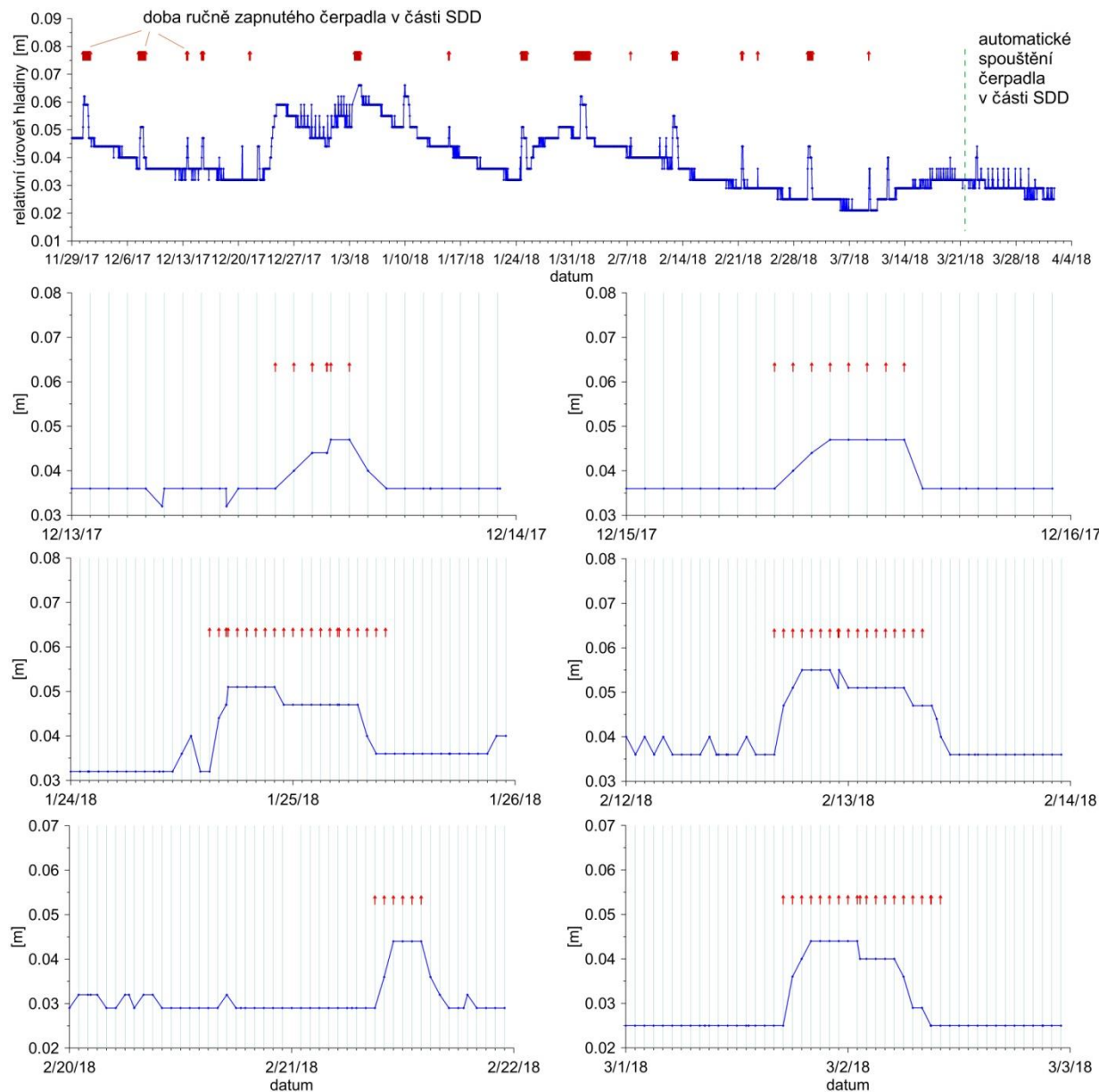
z částečně zatopených prostor SDD1 přečerpávána do aktuálně veřejnosti nepřístupných prostor SDD2, odkud samovolně odtéká do nejnižší zatopené části jedné z komor. Je zřejmé, že toto čerpání významně ovlivňuje kolísání hladiny na KV3. Pro ověření této komunikace byl pracovníky muzea Sokolov v období od prosince 2017 do března 2018 dokumentován čas ručního spuštění čerpadla v části SDD1 a tato informace byla poté porovnána se změnami úrovně hladiny na stanovišti KV3 v části ODD (obr. 10). Po zapnutí čerpadla byl zaznamenán okamžitý nárůst hladiny (řádově pouze první centimetry, neboť voda na KV3 byla již v tu dobu na úrovni přetoku do chodby CH42) a po vypnutí čerpadla zase okamžitý pokles hladiny na původní úroveň před čerpáním. Podle získaných informací při vzorkovací frekvenci záznamu dat na KV3 1 hodina byla odhadována doba odezvy na stanovišti v ODD v řádu prvních desítek minut po spuštění čerpadla. Pro přesnější určení časové prodlevy mezi zahájením čerpání v SDD1 a nárůstem hladiny v ODD na KV3 byl v srpnu 2019 realizován čerpací experiment s vyšší vzorkovací frekvencí záznamu dat. Dva dny před zahájením experimentu bylo čerpání zastaveno. Čtvrt hodiny před zahájením čerpání bylo nastaveno odečítání hodnot DMS na 60 sekund. Po dvou hodinách bylo odečítání změněno na 10 minut. K ukončení čerpání došlo po cca 4 hodinách. Celá křivka je znázorněna na obr. 11. Čerpání bylo po odstavce zahájeno v 15:15, první změna úrovně hladiny na KV3 byla detekována v 15:19, tj. doba protečení přečerpvané vody z SDD2 do akumulované vody v KV3 byla pouze 4 minuty. Podle mapového podkladu je přímá vzdálenost mezi oběma místy cca 85 m, nicméně komunikační kanál bude s největší pravděpodobností představovat mnohem komplikovanější a delší dráhu. Z rychlosti změn hladiny lze usuzovat, že přečerpávaná voda protéká dosud neznámými důlními prostorami pod úrovní štolového patra, možná i částečně zavalenými, méně pravděpodobná komunikační cesta je přes významný zlomový systém s otevřenými puklinami.



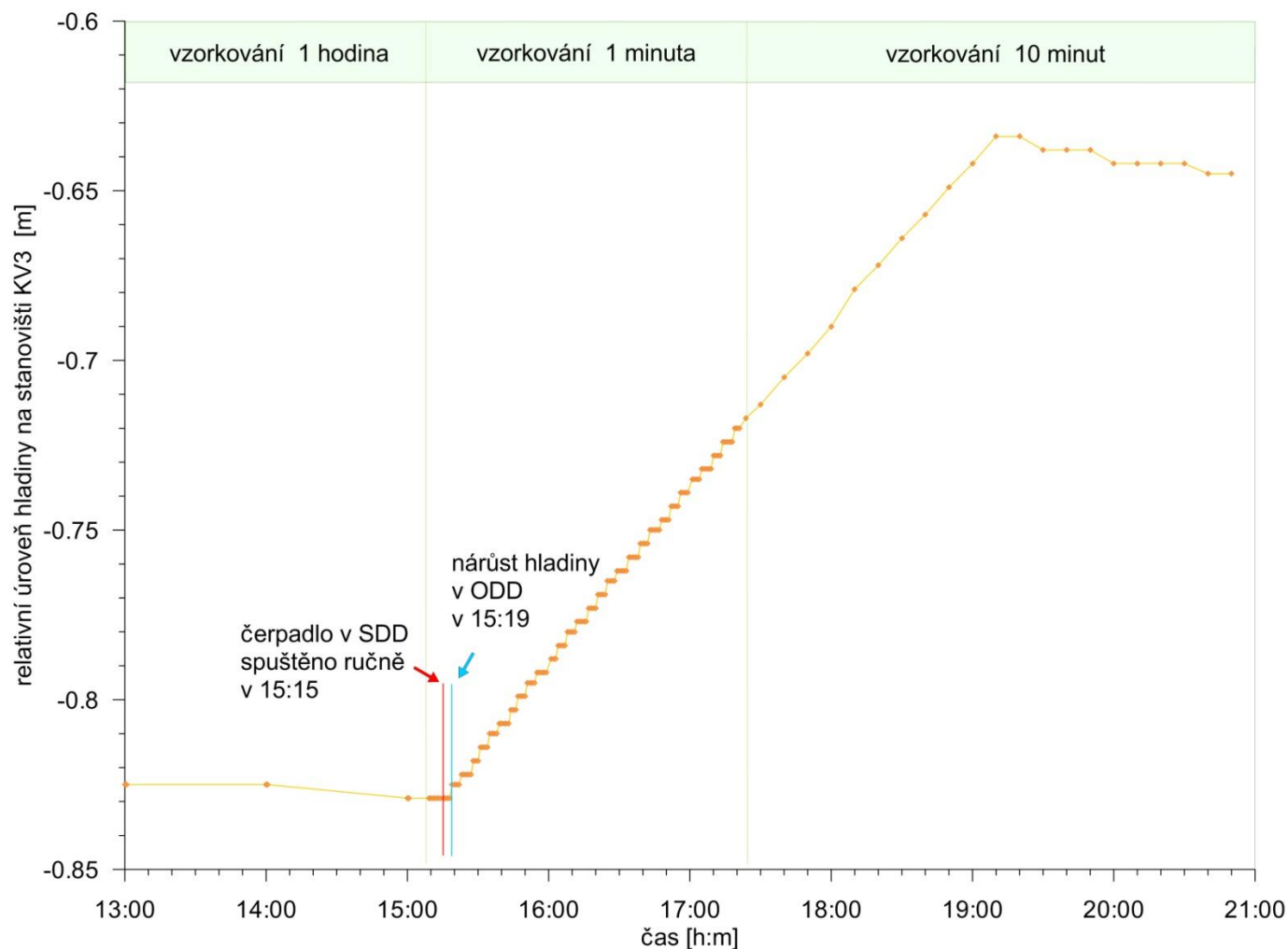
Obr. 8 Jednotlivá roční období kontinuálního monitorování úrovně hladiny důlních vod na stanovišti KV3 v letech 2008–2019, kdy došlo k poklesu hladiny pod úroveň přetoku na štolové patro



Obr. 9 Detail grafu z obr. 8 s vyznačením efektu změny úrovně hladiny na stanovišti KV3 v ODD v důsledku přečerpávání vod z části SDD1 do SDD2



Obr. 10 Porovnání rychlých změn úrovně hladiny na stanovišti KV3 v části ODD s informací o ručně spuštěném čerpadle v části SDD1. V horní části obrázku je znázorněno analyzované období od prosince 2017 do března 2018. Ve spodní části obrázku je v detailu vyneseno 6 vybraných období. Červené šipky značí dobu, kdy bylo spuštěno čerpadlo v části SDD1

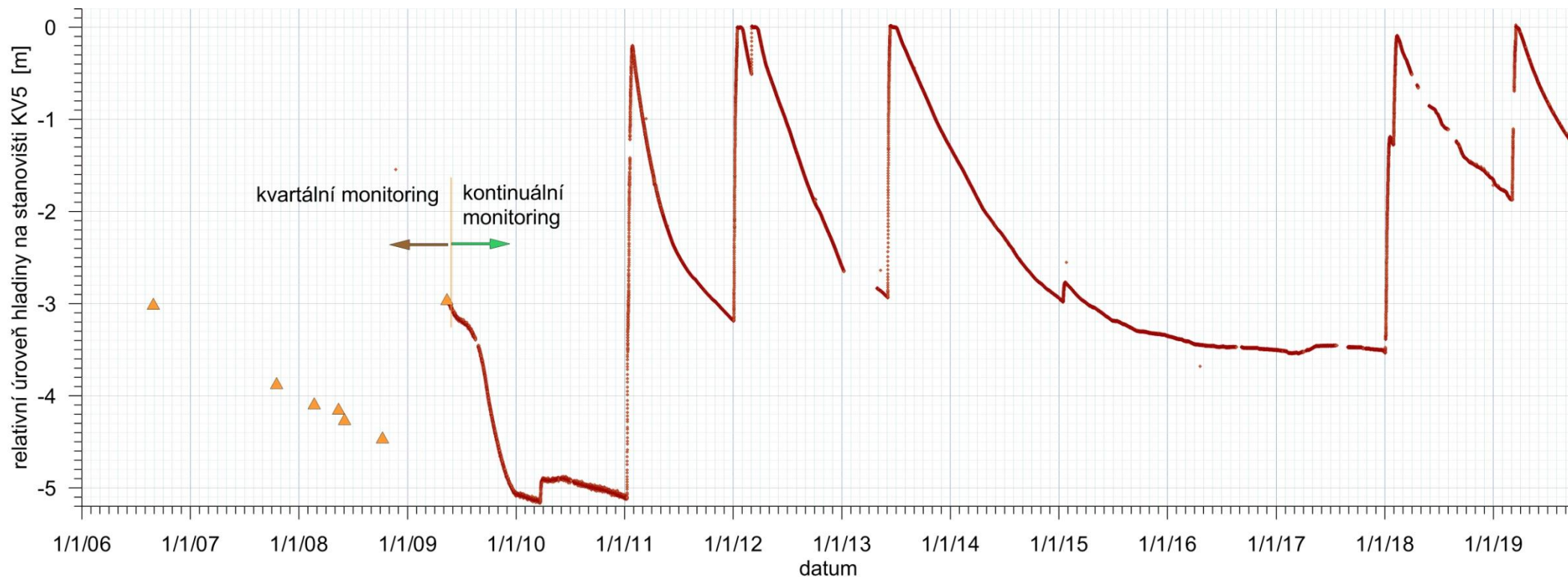


Obr. 11 Relativní úroveň hladiny důlních vod na stanovišti KV3 během čerpacího experimentu dne 20. 8. 2019

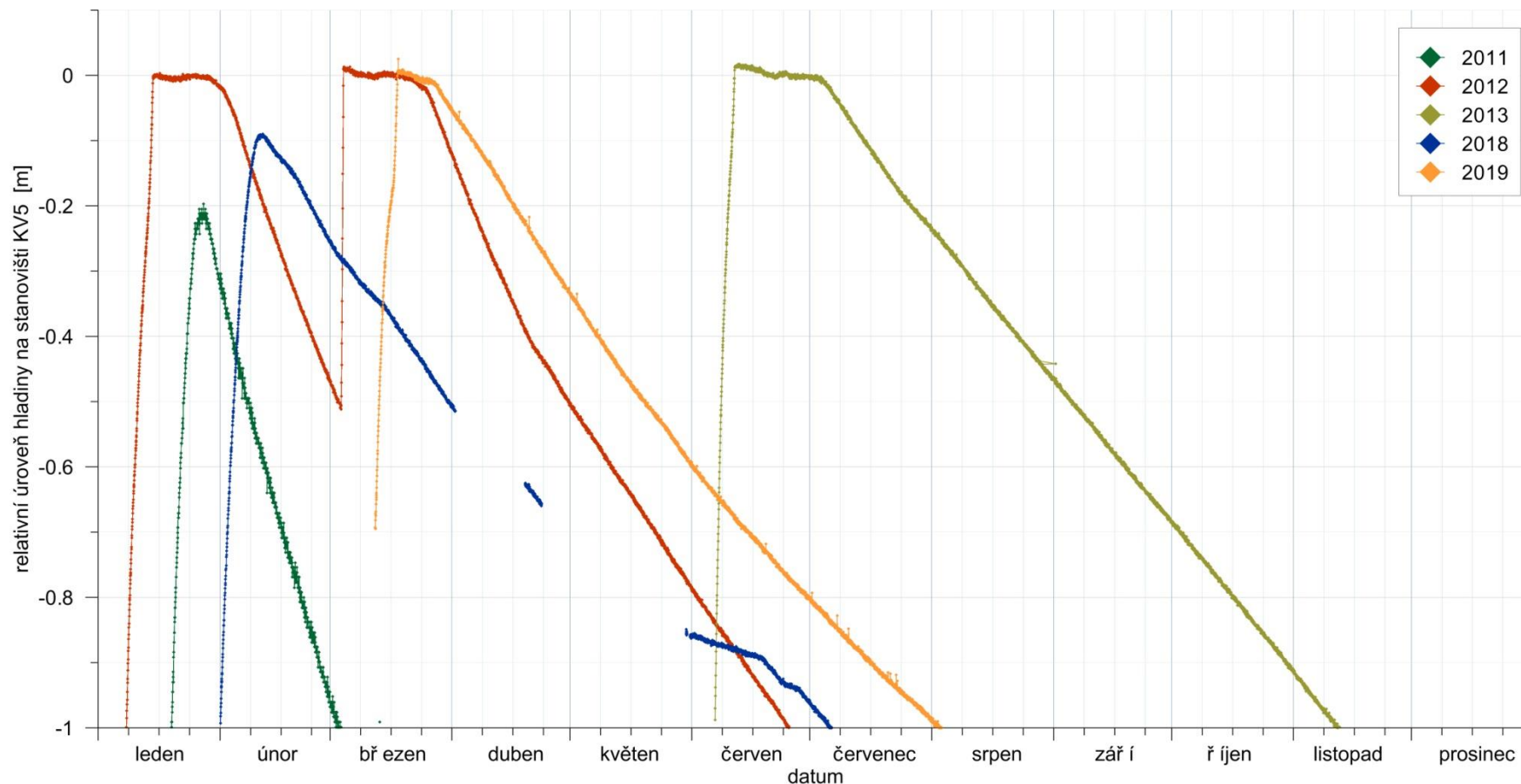
5. Měření stanoviště KV5

Poslední kontinuálně monitorovanou hladinou důlních vod v části ODD je zatopená část svislého komínu VK2 vedoucího z komory K1 minimálně na úroveň štolového patra. Akumulovaná voda v této prostře je dotována vodou odtékající z komory K1 při dosažení přetoku na stanovišti KV2, a při dosažení přetoku na KV5 voda odtéká chodbou D do komory K2 a do odvodňovací štolky Jeroným, která vede z komory K2 do údolí Chalupeckého potoka (viz obr. 2). Stejně jako u stanoviště KV2, i na tomto stanovišti lze pozorovat postupné změny

v rychlosti odtoku za celé monitorované období. Největší pokles hladiny přes 5 m byl zaznamenán v období od konce roku 2009 do začátku roku 2011 (obr. 12). V následujících letech 2011, 2012 a 2013 došlo k opakovanému naplnění komínu a k postupnému zpomalení odtoku ze stanoviště, což dokladují směrnice křivek v ročních přehledech na obr. 13. V průběhu let 2014–2017 bylo toto stanoviště dotováno vodou z komory K1 pouze minimálně, a to v lednu 2015, kdy došlo k nárůstu hladiny o cca 20 cm. Nicméně ve srovnání s rokem 2010 dosáhl maximální pokles pouze 3,5 m. V grafu na obr. 13 lze pozorovat vůbec nejpomalejší odtok ze stanoviště v roce 2018, i když v tomto roce bylo v důsledku extrémního sucha dosaženo na níže situované hladině KV3 největšího poklesu.



Obr. 12 Relativní úroveň hladiny důlních vod na stanovišti V5/KV5 v období 2006-2019, nulová hodnota představuje úroveň přetoku vod do níže položených prostor (přerušení křivky kontinuálního monitoringu jsou chybějící data v důsledku přerušení monitoringu DMS)



Obr. 13 Jednotlivá roční období kontinuálního monitorování úrovně hladiny důlních vod na stanovišti KV5 v letech 2011 – 2019, kdy došlo k naplnění komínu vodou přitékající ze stanoviště KV2

6. Závěr

Cílem příspěvku bylo doplnění stávajících poznatků o chování důlních vod na lokalitě Dolu Jeroným o nové výsledky plynoucí z dlouhodobého monitoringu. Analýza dlouhodobých datových řad potvrdila, že na jednotlivých monitorovaných zatopených stanovištích dochází k postupným dlouhodobým změnám v systému přítoku a odtoku důlních vod. Změna v systému přečerpávání důlních vod v částech SDD1 a SDD2 má za následek přítok důlních vod na stanoviště KV3 v části ODD a tím poukazuje na možné propojení těchto prostor přes dnes neznámé zatopené patro dolu. Změna rychlosti odtoku vod ze stanoviště KV2 v důsledku závalu chodby CH21 a z toho plynoucího propadu hlavy kužele násypového materiálu v komoře K1 zase poukazuje na souvislost mezi rychlostí odtoku ze stanoviště a průchodností

zasypané spodní části jámy J1. Postupné zpomalení odtoku ze stanoviště KV5 zase naznačuje, že zde dochází k postupnému uzavření nebo zanešení odtokových cest ze stanoviště, přičemž zatím nebyla objasněna příčina těchto změn.

Vzhledem k pokračujícím pracím na lokalitě souvisejících s čištěním nově objevených prostor lze předpokládat, že může dojít ke změnám v odvodnění vybraných částí dolu a ke zprůchodnění nebo naopak k uzavření některých komunikačních cest důlních vod. K pochopení těchto procesů je nezbytný právě podrobný kontinuální monitoring v zatopených prostorách dolu a porovnání jeho výsledků s informacemi o hydrologické a hydrogeologické situaci na lokalitě. Získané poznatky mohou přispět k objasnění zaznamenaných anomálií souvisejících s vznikem nebo zánikem některých komunikačních cest a tím napomoci k pochopení komplikovaného systému důlních děl a jejich vzájemného propojení.

Poděkování

Príspevek byl zpracován za finanční podpory výzkumného programu Akademie věd České republiky, OZ30860518. Výzkum je realizován díky podpoře Muzea Sokolov, příspěvková organizace Karlovarského kraje. Autoři článku děkují Bc. Jiřímu Loskotovi za pomoc s realizací terénního měření v části SDD.

Literatura

- CRHOVÁ, L., ČEKAL, R., ČERNÁ, L., KIMLOVÁ, M., KREJČOVÁ, K., ŠÁDKOVÁ, E., ŠTĚPÁNKOVÁ, B., VRABEC, M. Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2018, *Český hydrometeorologický ústav*, Praha, 2019, 35 s. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/ROK_2018.pdf
- EGRSE - *International Journal of Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment (EGRSE)*, 2011, Vol. XVIII.1, s. 50-61, CD-ROM ISSN 1803-1447.
- GRMELA, A., ŽŮREK, P., KUKUTSCH, R., KOŘÍNEK, R. Hydrogeologic and hydraulic conditions of old mine workings of the former Jeroným Mine. *Geoscience Engineering*, Vol. LVII (2011), No. 4., p. 17-25, ISSN 1802-5420.
- JANEČKA, J., JUST, J., KUŠNÍR, I., LABOUTKA, M. Zpráva o výzkumu a výpočet zásob Sn-rud na ložisku Jeroným v Čisté ve Slavkovském lese (stav ke dni 1. 7. 1966), *Ústřední ústav geologický*, Praha, 1966, 86 s.
- KALÁB, Z., HRUBEŠOVÁ, E., KNEJZLÍK, J., KOŘÍNEK, R., KUKUTSCH, R., LEDNICKÁ, M., ŽŮREK, P. Mine Water Movement in Shallow Medieval Mine Jeroným (Czech Republic). In: RAPANTOVÁ, N., HRKAL, Z. (Eds): *Mine Water and the Environment. Proceedings of 10th International Mine Water Association Congress*. Karlovy Vary. VŠB-Technical University of Ostrava, 2008, p. 19-22, full paper at CD, No. 37, 11 pages, ISBN 978-80-248-1767-5.
- KALÁB, Z., HRUBEŠOVÁ, E., KOŘÍNEK, R., ŽŮREK, P., KUKUTSCH, R. Historical Jeroným Mine in Čistá – Underground Experimental Geotechnical Laboratory. *Tunnel – Magazine of the Czech Tunnelling Association and the Slovak Tunnelling Association ITA-AITES*, Vol. 21, No. 1/2012, s. 54-65, ISSN 1211-0728.
- KALÁB, Z., LEDNICKÁ, M. Možná vysvětlení snížení hladiny důlních vod na štolovém patře Dolu Jeroným. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, řada stavební*, 2009, roč. IX, č.2, p. 81-90, ISSN 1213-1962.
- KALÁB, Z., LEDNICKÁ, M., KUKUTSCH, R. Důlní vody na lokalitě Čistá, Důl Jeroným. *Uhlí-Rudy-Geologický průzkum*, 2007, č. 5, p. 31-35, ISSN 1210-7697.

- KNEJZLÍK, J. Distribuovaný systém pro monitorování v Dole Jeroným v Čisté. *Sborník vědeckých prací VŠB-TUO, řada stavební*, 2006, roč. VI, č. 2, s. 181-187, ISSN 1213-1962.
- KNEJZLÍK, J., KALÁB, Z.: Seismic Recording Apparatus PCM3-EPC. *Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc.*, 2002, M-24(340), p. 187-194.
- KNEJZLÍK, J., KALÁB, Z., LEDNICKÁ, M., STAŠ, L. Investigation of the Medieval Jeroným Mine Stability: Present Results from a Distributed Measurement Network. In: IDZIAK, A.F., DUBIEL, R. (Eds): *Geophysics in Mining and Environmental Protection. Ser. Geoplanet: Earth and Planetary Science*, Vol. 2, 2011, p. 59-70. © Springer-Verlag Berlin. ISSN 2190-5193, DOI 10.1007/978-3-642-19097-1, <http://www.springerlink.com/content/978-3-642-19097-1/#section=917403&page=9&locus=81>
- KNEJZLÍK, J., RAMBOUSKÝ, Z. Recent solution of the distributed control and measurement system in the Jeroným Mine – modular system. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 2008, Vol. 5, no. 2(150), p. 205-212.
- LEDNICKÁ, M., KALÁB, Z., KNEJZLÍK, J. Kontinuální geomechanický monitoring v Dole Jeroným. *International Journal of Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment (EGRSE)*, 2011, Vol. XVIII.1, s. 62-72. CD-ROM ISSN 1803-1447. http://www.caag.cz/egrse/2011-1/clanek_07.pdf
- LEDNICKÁ, M., KALÁB, Z., KNEJZLÍK, J. Monitorování úrovně hladin akumulovaných vod v Dole Jeroným. *International Journal of Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment (EGRSE)*, 2012, Vol. XIX.2, s. 54-68. CD-ROM ISSN 1803-1447. http://www.caag.cz/egrse/2012-2/07_lednicka-r.pdf
- LEDNICKÁ, M., KUKUTSCH, R. Sledování pohybů hladiny důlních vod v historickém důlním díle Jeroným. *Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, řada stavební*, 2007, roč. VII, č.2, p. 159-164, ISSN 1213-1962, ISBN 978 -80-248-1616-6.
- TOMÍČEK, R. Tři drobná historická důlní díla u Dolu Jeroným v Čisté – štola sv. Prokopa, štola sv. Barbory a rýžoviště na Cínovém potoce. *Sborník konference HPVT*, 2012, s. 1-19. Dostupné z: <https://slon.diamo.cz/hpvt/2012/Sekce%20T/T02.pdf>
- TOMÍČEK, R. Historical ore mining methods - Jeroným Mine in Čisté. *International Journal of Exploration Geophysics, Remote Sensing and Environment (EGRSE)*, vol. XXIII, no. 1, 2016, p. 55 – 83, ISSN 1805-2266 (in Czech).
- WOLLAK, O. Das Zinnvorkommen bei Lauterbach, *Amt fuer Bodenforschung in Boehmen und Maehren, Prag (Úřad pro výzkum půdy v Čechách a na Moravě Praha)*, 1943, 13 s.
- ŽŮREK, P. and KOŘÍNEK, R. Opening of the medieval Jeroným Mine in the Czech Republic to the public. *Journal of Mining and Geological Sciences*, vol. 40 – 41, 2001/2002, p. 51 – 72.
- ŽŮREK, P., KOŘÍNEK, R., KALÁB, Z., HRUBEŠOVÁ, E., KNEJZLÍK, J., DANĚK, T., KUKUTSCH, R., MICHALÍK, P., LEDNICKÁ, M., RAMBOUSKÝ, Z. *Historický Důl Jeroným v Čisté*. Monografie, VŠB – Technická univerzita Ostrava a Ústav geoniky AVČR, v.v.i. Ostrava, 2008, 82 s., ISBN 978-80-248-1757-6.

Autoři

¹ Ing. Markéta Lednická, Ph.D. – Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Studentská 1768, 708 00, Ostrava-Poruba, lednicka@ugn.cas.cz

² prof. RNDr. Zdeněk Kaláb, CSc. – Ústav geoniky AV ČR, v. v. i., Studentská 1768, 708 00, Ostrava-Poruba, kalab@ugn.cas.cz