

RNDr. Stanislav H u r n í k , VÚHU

RNDr. Zdeněk B e j š o v e c , VÚHU

Ing. Pavel T r ý z n a , VÚHU

Hydrogeologický význam radionuklidů ve vodách ze štol Jezeří a Jezerka

Úvod

Postup těžby uhlí z centrální části pánve do prostoru přimykajícího se ke svahům Krušných hor je poznamenán nejen nutností přizpůsobit technologii dobývání ztíženým báňsko-geologickým podmínkám, ale především zintenzivnění nejrozsáhlejších průzkumných a výzkumných akcí, které dosud v revíru nemají obdoby. Značné výškové rozdíly v uložení sloje, strmé úklony vrstevních jednotek i krystalinika v podloží, hluboká mechanická destrukce nadložních jílovců a řada dalších specifických geologických jevů předurčuje dané území k náchylnosti k nežádoucím gravitačním pohybům. Toto nebezpečí je umocněno zvodněním určitých horninových celků, které rovněž negativně ovlivňuje stabilitu.

Prvním povrchovým dolem v SHR, jehož porubní fronta postoupila pod strmé svahy Krušných hor, je Velkolom československé armády. Tato situace si vynutila rozsáhlý průzkum a výzkum, na němž se podílejí nejrozsáhlejší průzkumné organizace i ústřední výzkumné instituce téměř z celé ČSR. Vedle podrobného inženýrsko-geologického mapování, vrtného a geofyzikálního průzkumu zde bylo použito i průzkumných báňských děl (štol) do krystalinického masívu Krušných hor. Většina těchto akcí směřuje ke stabilitnímu zajištění báňské činnosti.

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí se kromě jiného podílí na řešení uvedené problematiky výzkumem hydrogeologických poměrů a též sledováním přirozených radionuklidů v podzemních

vodách. Jedním z úkolů bylo sledování přirozených obsahů tritia a C^{14} ve vodách, drénovaných průzkumnými štolami. Cílem bylo zjistit stáří vod, vcezovaných do štol zejména z krystalinika, hydraulickou povahu krystalinické zvodně, charakter cirkulace podzemní vody a její vztah k atmosferickým srážkám. Očekávalo se, že získané údaje dovolí posoudit drenážní účinek štol a tím i drenážní účinek případných účelových odvodňovacích zařízení, vybudovaných v horninovém masívu krystalinika Krušných hor. V současné době byly z tohoto hlediska zhodnoceny štoly Jezeří a Jezerka.

Štola Jezeří

Štola Jezeří je prvním průzkumným dílem, jehož účelem bylo dokumentovat složitý a neznámý úsek kontaktu pánevních sedimentů s krystalinikem Krušných hor, překrytého sutěmi.

Na návrh Stavební geologie n. p. Praha se s ražbou započalo v březnu r. 1980 a ukončena byla v listopadu téhož roku. Štolu vyrazil závod III Horní Žďár, k. p. Výstavba dolů uranového průmyslu. Ústí štoly je situováno pod bývalou silnicí E-13 pod zámkem Jezeří. Štola má směr 317° . Její délka je 429,8 m se zarážkovým bodem ve 20,47 m od portálu ve štole (tedy podle staničení je čelba v 409,33 m). Prvotní geologickou dokumentaci zajišťoval n. p. Stavební geologie.

V zářezu před portálem štoly byly pod kvartérem obnaženy nadložní jílovce, které jsou silně mechanicky porušeny a provrásněny (kryogenně). Částečně jsou postiženy soliflukcí. Vlastní štola prochází do staničení cca 70 m deluviálními sedimenty. Sutě jsou většinou zahliněné, jen místy, kde je patrná cirkulace mělké podzemní vody, jsou zbaveny hlinité frakce. Dále následuje terciér, tvořený vesměs písčito-jílovitými sedimenty slojového souvrství. Dominují pískovce s dosti vysokým

obsahem slíd. Uhelná sloj je zde redukována pouze na mocnost 3 - 4 m a do pánve zapadá strmě pod úhlem 52° . Je tvořena jílovitým uhlím s vložkami uhelnatého jílovce a polohami xylického detritu. Zastižena byla ve staničení 96 - 99 m. Terciérní sedimenty pokračují až do staničení 117 m. Styk s krystalinikem je ostrý. Nejsvrchnější partie jsou v dokumentaci popisovány jako mylonitová zóna s klasticky porušenými ortorulami, silně kaolinizovanými, s foliací ukloněnou do pánve. Do 156 m kaolinizované ortoruly sestávají z různě orientovaných úlomků až balvanů, přičemž základní hmotu tvoří intenzivně argilizovaná rulová zvětralina. Ve 156 m je výrazná porucha s úklonem do hor a za ní následují žuloruly až plástevnaté ortoruly. Zhruba od 250 m do 327 m je zóna silně navětralých rul, rozpadavých. Místy se vyskytují bloky pevnější horniny. V úseku 327 - 329 m je poruchové pásmo, velmi strmě upadající do hor. Do staničení 348 m se střídají pevné a rozpadavé partie žulorul až plástevnatých ortorul, které jsou v uvedené metráži ostře omezeny oproti následujícím pevným horninám dislokací, upadající směrem do pánve pod úhlem 60° . Do konečné metráže štoly pokračují pevné plástevnaté ortoruly a žuloruly s četnými dislokačními plochami nejrůznější orientace.

V průběhu ražení docházelo k vývěrům vody do štoly. Některé se postupně stabilizovaly, jiné zcela ustaly. První přítoky byly zaznamenány od staničení 40 m v proluválních štěrcích. Jednalo se vesměs o rozptýlené průsaky. Soustředěný vývěr, o počáteční vydatnosti cca $0,5 \text{ l.s}^{-1}$, byl zaznamenán v 68 m. V terciérních sedimentech nebyly zaznamenány žádné soustředěné vývěry, avšak v zóně podrceného krystalinika se objevilo několik pramenů. V metráži 126 byly jednak mírné průsaky ze stropu, jednak pramen o vydatnosti cca $0,5 \text{ l.s}^{-1}$, vyvěrající z boku. Z poruchového pásma ve staničení 133 m je uváděn vývěr o vydatnosti $0,3 \text{ l.s}^{-1}$. Poměrně intenzivně byla zvodněna zóna v intervalu 169 - 198, tj. v pevných rulách,

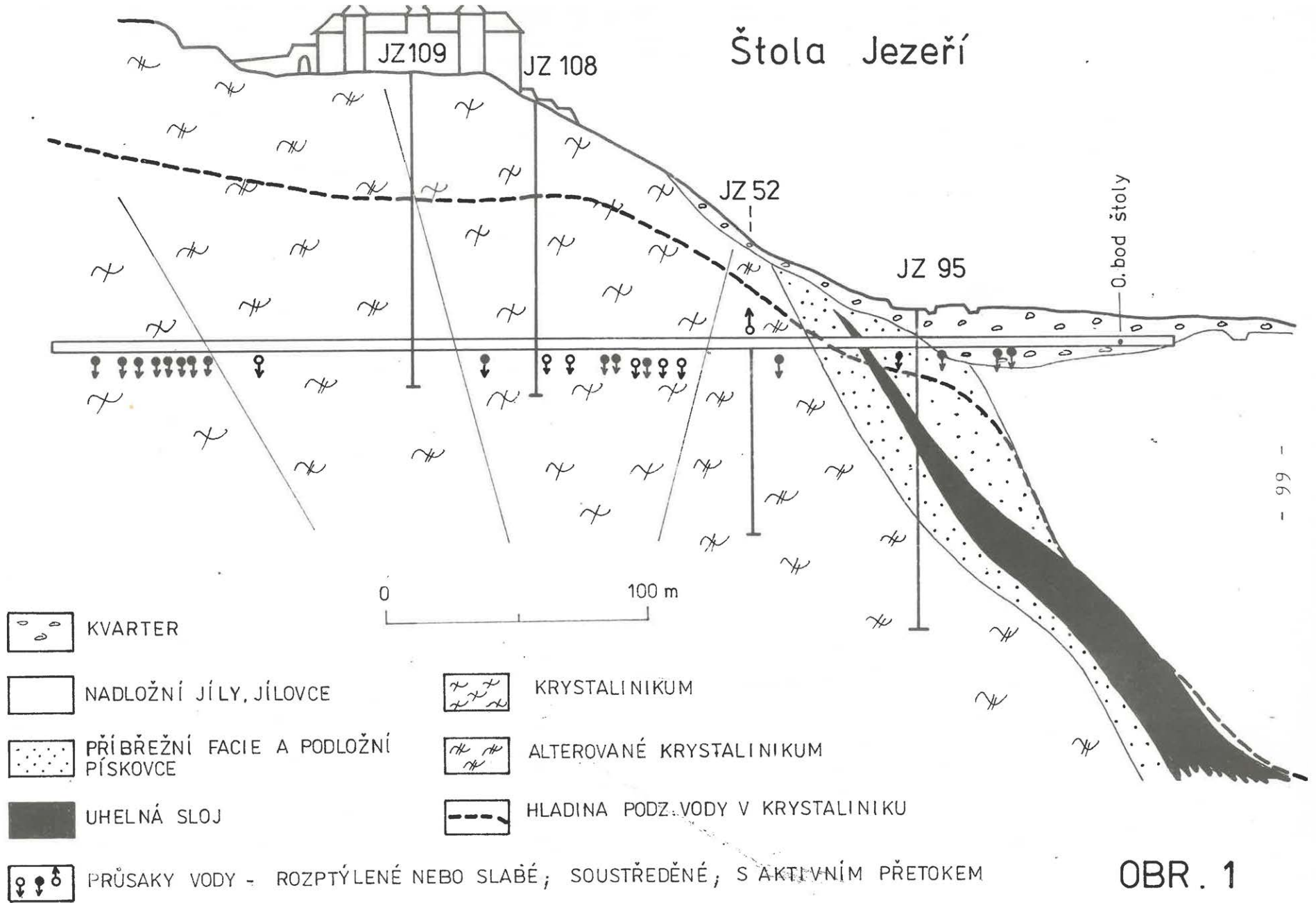
kde je v dokumentaci často uváděno "silný déšť ze stropu". Větší přítoky byly zaznamenány okolo metráže 221 - 223 (odhadovány na desetiny $l.s^{-1}$) a v úseku 241 - 246 m. Kaolinizovaná zóna byla prakticky suchá. Zvýšené průsaky až vývěry vody se začaly objevovat opět až od staničení 347 m v tvrdých rulách. Velmi silný déšť ze stropu, místy značné přítoky puklinové vody, jsou uváděny z intervalu 363 - 382 m. Jednotlivé vývěry byly odhadovány až na $0,5 l.s^{-1}$, z kaverny v metráži 376 dokonce na $0,8 l.s^{-1}$. Zbývajících úsek štoly byl téměř suchý, pouze s ojedinělými významnějšími vývěry o vydatnosti až několika desetin $l.s^{-1}$ (viz obr. 1, 3, 5).

Sumární odtok ze štoly se dlouhodobě pohybuje v průměru mezi $0,9 - 1,4 l.s^{-1}$. Výrazné výkyvy jsou v období zimních a jarních oblev, kdy byla ve výjimečných případech zaznamenána vydatnost přes $2,4 l.s^{-1}$.

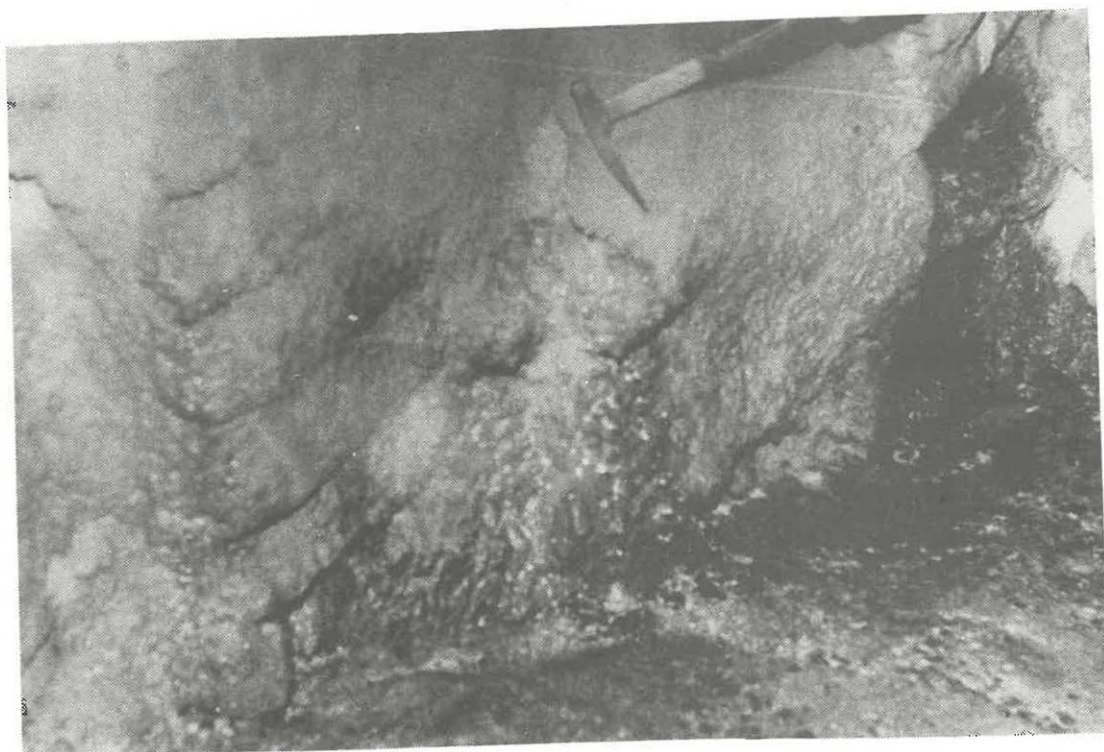
Ve staničení 140 m byl v rozrážce vyhlouben vertikální vrt JZ 52 (viz obr. 4), který má setrvalý aktivní přeliv $0,1 - 0,05 l.s^{-1}$. Podle psané dokumentace prochází vrt výrazným a podrceným pásmem, které je ve štole suché. Vývěry vody z vrtu se dnes podílejí na celkovém přítoku do štoly 5 - 10 %.

Podle intenzity přítoků a jejich změn lze ve štole vymezit dva úseky s odlišným hydrodynamickým režimem. První je vázán na kvartérní sutě; přítoky zde v podstatě korespondují s atmosférickými srážkami. Druhý je vázán na krystalinický masív Krušných hor. Na rozdíl od předchozího se jedná vesměs o puklinové vody, vázané na puklinový systém v krystaliniku. Tento systém není z hydraulického hlediska homogenní a zjevně vytváří řadu víceméně separátních podsystémů s odlišnými hydraulickými parametry a vlastnostmi. Jejich případné vzájemné prolínání je zřejmě do značné míry závislé na stupni nasycení celého systému. Nezanedbatelný význam mají i alterovaná podrcená pásma, která vystupují zpravidla jako těsnicí clony (minimální přítoky vody i při ražbě). Typický pro puklinové zvodnění krystalinika je rychlý pokles vydatnosti jednotlivých vývěrů, což

Štola Jezeří



OBR. 1



Obr. 3 - Vývěr vody z torkretu ve staničení 68 m o vydatnosti cca $0,3 \text{ l.s}^{-1}$; štola Jezeří



Obr. 5 - Vývěry vody z poruchového pásma ve staničení 243 - 246 m; štola Jezeří

naznačuje relativní hydraulickou samostatnost dílčích zvodněných puklinových systémů.

Štola Jezerka

Štola byla vyražena v rámci komplexního průzkumu výchozových partií pod vrchem Jezerka, kromě jiného v souvislosti s vybudováním monitoringu. V průběhu 1982 - 1983 ji vyrazil opět závod III - Horní Žďár, k. p. DVUP v délce 466,8 m. Z její čelby byl odvrtán horizontální vrt o délce cca 150 m, jehož výsledek měl rozhodnout o případném prodloužení štoly. Jelikož charakter hornin byl obdobný, jako v koncových partiích štoly, další ražba se neuskutečnila. Směr štoly je 322° . Zárážkový bod, totožný s portálem štoly, je situován přímo pod tělesem náspu bývalé silnice E 13.

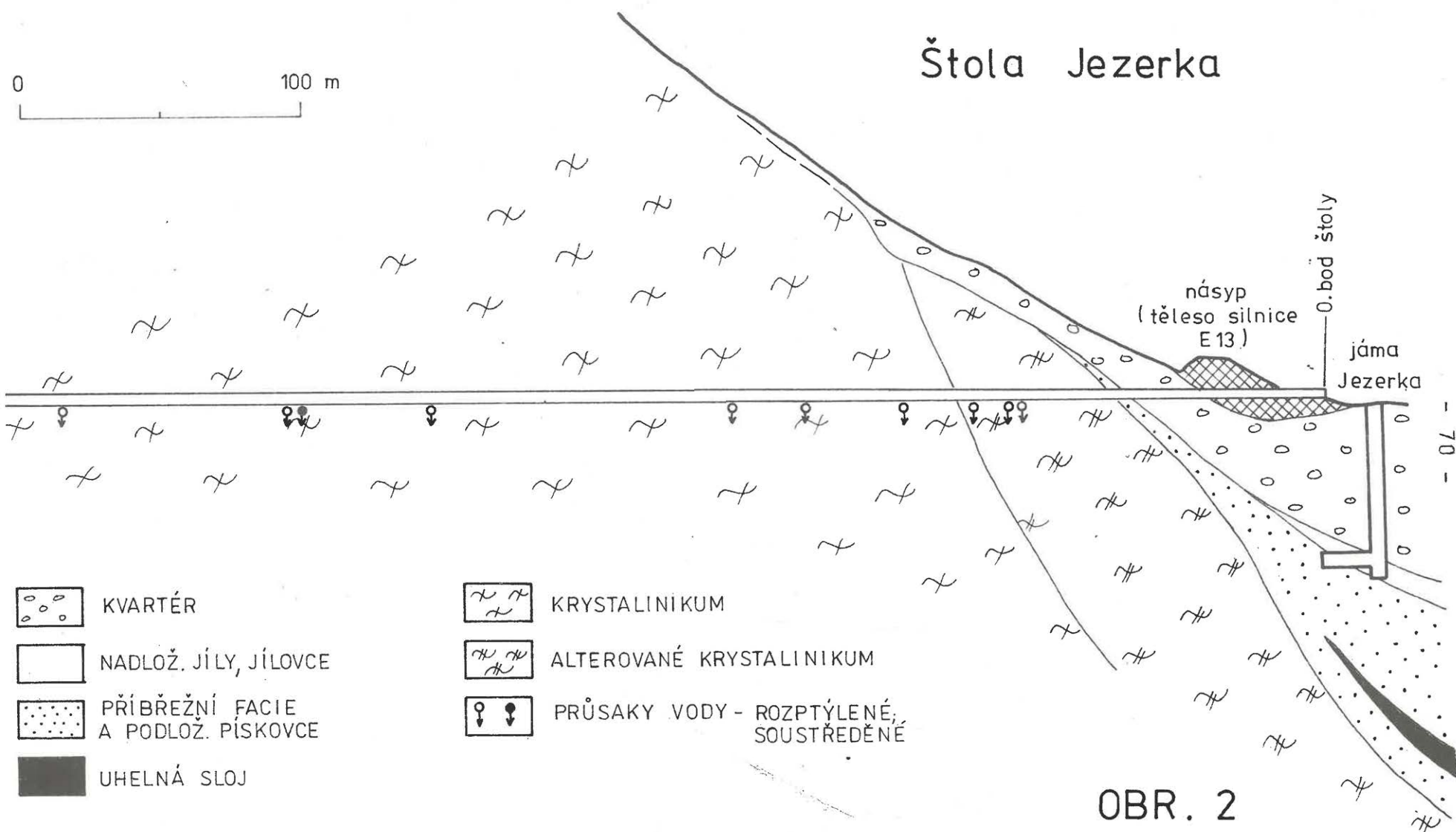
V širším okolí vyústění štoly jsou pod mocným pokryvem kvartérních sutí výchozové partie miocenní sedimentární výplně pánve. Pod nadložními jíly to jsou písčitojílovité sedimenty slojového komplexu v téměř neproduktivním vývoji. Písčito až prachovito jílovité sedimenty nasedají na silně zvětralé horniny krušnohorského krystalinika. Svah vrchu Jezerka je budován vesměs žulorulami, které jsou v povrchových partiích intenzivně kryogenně zvětralé. Tento nejskalnatější svah východní části Krušných hor má velmi bizarní reliéf (skalní věže, jehlany, mrazové sruby, hradby o výšce až několika desítek metrů), který k úpatí přechází do příkrého, málo členitého reliéfu suťových hald a kamenných moří.

Štola prochází v úvodní části (do staničení 37 m) tělesem silnice. Do metráže 67 následují balvanité sutě, silně zahliněné. Terciérní sedimenty byly štolou zastiženy již jen v mocnosti zhruba 3 metrů (do metráže 70,1). Jsou reprezentovány jílovitoprachovými písky až pískovci s vysokým obsahem slíd.

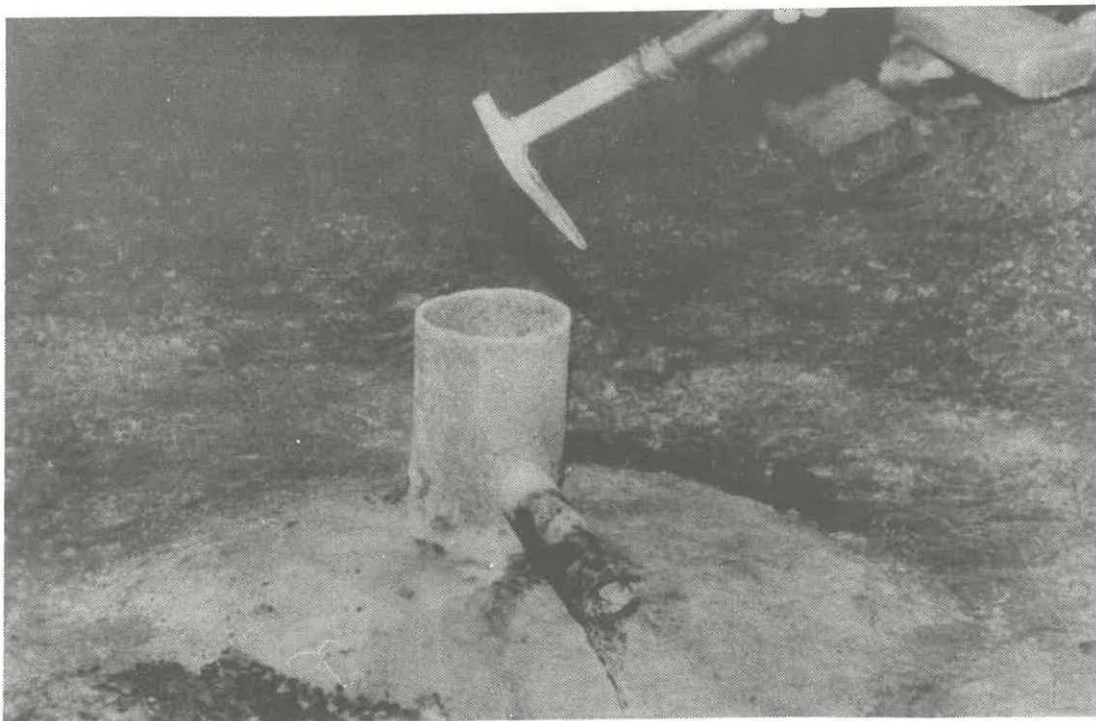
Následuje ostrý přechod do hornin krystalinika, které jsou do staničení 101,8 m interpretovány jako tektonická brekcie. Jedná se o kataklasticky postižené a alterované ruly, ve kterých se ojediněle vyskytují pevnější bloky. Do 133 m je krystalinikum interpretováno jako alterovaná rula poruchového pásma. Dále pokračují až do konce štoly okaté ruly, střídající se s velkozrnnými až střednozrnnými typy, které jsou navětralé jen místy. Nelze vyloučit, že zóna silné alterace a drcení (včetně tektonické brekcie) je zbytkem zvětralinového pláště z období předmiocenního klimatického (chemického) zvětrávání.

Během ražení štoly byly přítoky vody (zejména z krušnohorského masívu) nižší, než do štoly Jezeří (obr. 2, 6). Kromě bazálních partií kvartérních sutí a terciéru, byly jen lokální, a to i v případě rozptýlených přítoků z poruchových pásem. Největší zvodnění, ovšem značně proměnlivé, bylo při bázi kvartérních sutí. V průběhu ražby se vydatnost pohybovala pouze v prvních desetínách $1.s^{-1}$ na 10 m štoly. Přítoky zjevně korespondovaly s atmosferickými srážkami. Zvodněné, resp. nasycené vodou, byly terciérní prachově písčité sedimenty. Jejich "kuřavkový" charakter se v plné šíři projevil v rozrážce z jámy Jezerka a vlastní jámu bylo možné vyhloubit až po injeztáži. Poměrně stálé přítoky byly ze zóny alterovaných rul "poruchového pásma". Odtud jsou uváděny největší přítoky na 10 m štoly a to $0,3 - 0,5 \text{ l.s}^{-1}$. V pevných rulách byl přítok větší než $0,2 \text{ l.s}^{-1}$ zaznamenán jen ve staničení 365 m a z horizontálního vrtu v čelbě štoly.

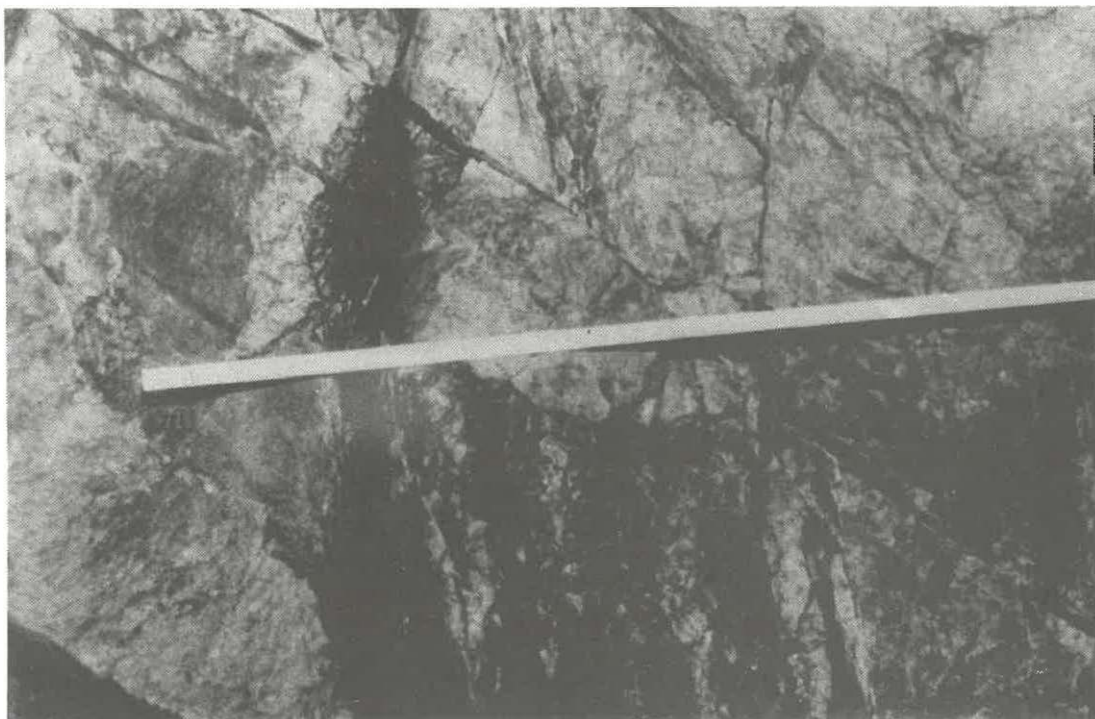
Dlouhodobě se sumární odtok vody, přítékající do štoly, pohybuje okolo $0,2 - 0,3 \text{ l.s}^{-1}$ (kromě jarních oblev). Anomální vydatnosti jsou uváděny z 1. pololetí 1987. V červnu 1987 byla zaznamenána extrémní vydatnost $6,7 \text{ l.s}^{-1}$.



OBR. 2



Obr. 4 - Vertikální vrt JZ 52 v rozrážce ve staničení 140 m s aktivním přelivem; štola Jezeří



Obr. 6 - Štola Jezerka - vývěr vody z pukliny ve staničení 230 m.

Dlouhodobé sledování obsahu tritia a C^{14} ve vodách ze štol Jezeří a Jezerka

Odběr vzorků vody pro stanovení obsahu tritia, eventuálně C^{14} , byl ve štole Jezeří zahájen bezprostředně po jejím dokončení, ve štole Jezerka se prováděl již v průběhu ražby (v letech 1982 - 1983).

Ze štoly Jezeří bylo provedeno přes 200 měření obsahu tritia. Nejvíce jich bylo k dispozici ze vzorků vody, odebíraných u portálu štoly, které představují směs všech vývěrů vody po celé trase štoly. Naměřené hodnoty jsou velmi variabilní, od 3 do 33 ± 1 T.U.. O něco méně odebraných vzorků je ze staničení 69 m, tedy z kvartérních sutí, a naměřené hodnoty se pohybují v rozmezí 10 ± 5 - 59 ± 7 T.U.. Z uvedených hodnot je patrné, že na sumárním výtoku vody ze štoly se mnohem více podílejí starší vody, než kvartérní, vyvěrající ve staničení 69 m. Vody, vyvěrající z dalších úseků štoly, vykazovaly stabilně obsahy tritia pod 3 T.U., tedy na tritium vymřelé (stáří více jak 35 let). Pouze při jednorázovém odběru v r. 1987 byly zjištěny poněkud vyšší obsahy ve staničení 124 a 243 - 246 m. V prvním případě 13 ± 5 T.U. (což by mohlo odpovídat stáří zhruba 25 - 30 let), ve druhém případě 5 ± 5 T.U., tedy cca 30 - 35 let. (T.U. - mezinárodní označení jednotky tritia).

Výsledky měření obsahu tritia ve vodách z kvartéru byly porovnány s obsahy tritia v atmosferických srážkách na meteorologické stanici ve Flájích. Grafické porovnání vykazovalo retardaci vývěrů ve štole od doby vydělení ze srážek cca 3 - 6 měsíců. Pomocí autokorelačního modelu byla upřesněna retardace na 77 dnů. Při stopovací zkoušce, provedené v údolí Šramnického potoka v r. 1987 za použití Cr^{51} , se stopovač objevil ve štole po 55 dnech a maxima bylo dosaženo za 99 dnů.

Z vrtu JZ 52 (v rozrážce ve staničení 140 m) byla v r. 1987 odebrána voda též na stanovení obsahu C^{14} (uhličitanu). Obsah přirozeného radioizotopu uhlíku byl 31 % NBS, což odpovídá korigovanému stáří podle Münicha et al. (1967) 8040. V sumárním odtoku ze štoly (1982) byl obsah C^{14} podstatně vyšší a činil

51 % NBS, což odpovídá korigovanému stáří 4222 let. Rozdíl je ovšem výsledkem mísení "staré" vody s "mladou" vodou z kvartéru. (NBS - zkratka pro americký "Národní úřad pro standardizaci").

Odběrů vzorků vody z vývěrů ve štolě Jezerka bylo nesrovnatelně méně, než ze štoly Jezeří. Jelikož nejsou k dispozici opakovaná měření je problematický převod tritiových jednotek na stáří (zpravidla vychází dvojí stáří). Všechny odebrané vody pocházejí z krystalinika.

Naměřené hodnoty přirozeného obsahu tritia se pohybují v širokém rozmezí od 55 T.U. až k nule. Na rozdíl od štoly Jezeří jsou tedy obsahy tritia značně proměnlivé. Podle některých obsahů by bylo možné určité vývěry považovat za poměrně mladé (např. ve staničení 153, 159 či 208), ovšem vzhledem k jedinému měření z těchto míst jsou 3 - 4 eventuality možného stáří. Od vývěru ve staničení 270 m až do konce štoly je voda na tritium buď zcela vymřelá, nebo se její stáří pohybuje okolo 30 let (staničení 353,9 a 355 m). Jednorázový odběr vod v r. 1987 naznačuje, že do některých vývěrů již pronikla mladší voda. Např. ve vývěru při staničení 270 m byla v r. 1982 voda na tritium vymřelá, zatímco v r. 1987 bylo naměřeno 12 ± 5 T.U.. Opakované měření tritia ve vodě z vývěru ve staničení 200 m zase umožnilo upřesnit vyhodnocení stáří. Obsah tritia v r. 1983 podával tři alternativy, avšak pouze jeden případ se kryl v obou měřeních (23 - 26 let - měření v r. 1983, 25 - 27 let z měření v r. 1987).

Kromě štoly byla odebrána na obsah tritia též voda z jámy Jezerka (po vyplnění části důlního díla miocénními sedimenty). Podle obsahu tritia se zdá, že v prvních odběrech bylo množství tritia ovlivněno vysokým podílem mladé vody z kvartéru, který se postupně snižoval. Na směs dvou typů vod poukazuje i měření z r. 1986 při stopovací zkoušce, kdy přítomnost vody z kvartéru byla prokázána zjištěním stopovače.

V r. 1984 byla rovněž z vrtu v čelbě štoly odebrána voda

na určení stáří podle obsahu C^{14} . Zjistilo se tehdy 34 % NBS, což odpovídá korigovanému stáří 7998 let. Toto stáří je pravděpodobně nepatrně zkresleno příměsí mladé vody, neboť souběžně určený přirozený obsah tritia nebyl zcela nulový. Přesto je stáří vod vymřelých na tritium z obou štol prakticky shodné.

Zhodnocení výsledků výzkumu přirozených radionuklidů

Z dlouhodobého sledování přirozeného obsahu tritia ve vodách, vcezovaných do štoly Jezeří lze odvodit, že sumární odtok obsahuje směs vody dvojího stáří. Jednak mladé vody z kvartéru, které jsou v kontaktu s atmosférickými srážkami, o nulu-
lovém obsahu tritia (více jak 3 T.U.), jednak staré vody z krystalinika s nulovým obsahem tritia.

Do r. 1986 byl ve všech vývěrech vody za staničením 69 m až do konce štoly Jezeří obsah tritia nulový. Při posledním bodovém odběru v r. 1987 se objevilo tritium ve vodě ze staničení 124 m a v úseku 243 - 246 m. Zvýšený obsah tritia v uvedených metrážích svědčí o tom, že vlivem drenážního účinku štoly došlo od jejího vyražení v r. 1980 na určitých puklinových systémech k takovému oživení oběhu vody, že zhruba za 7 let se objevila ve vývěrech i voda z infiltrace.

Naproti tomu ve vývěrech od ústí štoly do staničení 69 m se jedná o vodu, těsně spjatou s atmosférickými srážkami. Pro-
dleva mezi jejím vydělením ze srážek a vývěrem ve štole je 77 dnů, podle komunikační zkoušky 55 dnů.

Z časového průběhu obsahu tritia ve vodě u portálu štoly lze stanovit, že voda s vysokým obsahem tritia (tj. z kvartéru) je ředěna vodou s nulovým obsahem v poměru cca 1 : 3 (kromě období zvýšených přítoků z kvartéru zejména při zimních a jarních oblevách). Podle určení absolutního stáří vod pomocí C^{14} vychází tento poměr na 1 : >2.

Z uvedeného lze odvodit, že zvodnění krystalinika v prostoru zámku Jezeří představoval do doby vyražení štoly puklinový systém se statickými zásobami podzemní vody. Naplněn byl

na počátku holocénu před 8 tisíci lety. K nevýraznému oživení oběhu podzemních vod na některých dílčích puklinových systémech došlo až v důsledku několikaletého drenážního účinku štoly. Ostatní dílčí puklinové systémy nejsou buď vůbec v kontaktu s recentní infiltrační zónou a nebo jejich statické zásoby jsou nepoměrně větší, než jejich dlouholetá kapacita v příslušných vývěrech do štoly. V souladu s tím jsou vydatnosti, které byly největší při obnažení puklin štolou. Po krátké době však docházelo k poklesu přítoků, v mnoha případech až na nulu.

O heterogenním zvodnění krystalinika v okolí zámku Jezeří svědčí též skutečnost, že v mnohých průzkumných vrtech, vyhloubených v širším okolí štoly je hladina podzemní vody na vyšší výškové úrovni, než v jaké je vyražena štola. Zatímco štola je na úrovni + 281 m n.m., ve vrtech se sledovanou hladinou podzemní vody je až o 60 m výše (JZ 108 + 341,5 m n.m., JZ 109 + 340,1 m n.m., JZ 107 + 310 m n.m.). V r. 1987 byl v sousedním údolí Šramnického potoka vyhlouben vrt JZ 122, který měl aktivní přeliv na kótě + 342 m. Regionálně vyšší hladinu podzemní vody v krystaliniku ostatně dokazují trvalé přítoky vody do štoly.

Na rozdíl od štoly Jezeří, byly ve štole Jezerka zjištěny zcela jiné poměry. Obsah tritia byl sledován výhradně ve vodách z krystalinika. Část těchto vod je na tritium vymřelá, část však vykazuje nejrůznější obsahy, a to od počátků existence štoly. To znamená, že v puklinovém zvodnění krystalinika Jezerky byl již před vyražením štoly režim, v němž v části puklin voda stagnovala a v části puklinového systému se uplatňoval velmi variabilní oběh vody. Přitom jednotlivé podsystémy byly zjevně prostorově značně omezené. Např. vývěry z pukliny ve staničení 268 m obsahovaly určité množství tritia, zatímco vývěr ve staničení 270 m byl na tritium vymřelý. Určitý obsah tritia se zde objevil až po pěti letech. Z jednorázového odběru vody v r. 1987 lze odvodit, že generelně se vzdáleností

od portálu štoly, tedy s hloubkou pod povrchem, roste stáří vod.

Z uvedeného vyplývá, že zásadní rozdíl mezi oběma štolami je, kromě sumárních vydatností, i v rozložení obsahu tri-tia, a to jak co do času, tak i místa. Jednou z hlavních příčin může být rozdíl v povrchové morfologii terénu nad oběma štolami a v celkové tvarové modelaci jižního svahu Krušných hor. V okolí štoly Jezeří je povrch tvořen skalními výchozy na nesrovnatelně menší ploše, než svahy Jezerky a suťový pokryv je zpravidla více zahliněn. Jižní svah Krušných hor v prostoru Jezeří je stupňovitě modelován, zatímco na Jezerce je strmý, v podstatě jednotný svah. Proto puklinové systémy obnažené štolou Jezeří nevykazují ani místní těsnější kontakt s mělkými podzemními vodami kvartéru či přímo se vsakem z atmosférických srážek, jako je tomu ve štole Jezerka. K nápadnému oživení recirkulace podzemní vody nepřispěla ve štole Jezeří ani existence hluboce zaříznutého údolí Šramnického potoka, jehož spádnice probíhá zhruba 100 m západně od štoly.

Do jisté míry se na rozdílných hydrogeologických poměrech v prostoru obou štol mohly podílet i geologické faktory, na které lze spíše usuzovat zpětně, tj. podle některých hydrogeologických prokázaných jevů. Zatímco ve štole Jezeří byla alterovaná zóna prakticky suchá, ve štole Jezerka byla podobná zóna více zvodněná než nezvětralé krystalinikum. Z toho by bylo možné odvodit, že v nejmladším období geologického vývoje dané oblasti byla alterovaná zóna, zastižená štolou Jezerka, více mechanicky porušena.

Naproti tomu obě štoly shodně dokazují, že v případě krystalinické zvodně se jedná o heterogenní, anizotropní prostředí. Z toho vyplývá, že puklinové systémy v krystaliniku nevytvářejí z hydraulického hlediska jednotný celek, nýbrž četné, víceméně samostatné podsystémy. Rozpukání krystalinického masívu není tedy kontinuální a kromě některých puklin,

zastižených štolou Jezerka, nejsou vesměs průběžné až na povrch masívu. Neindikují tedy významné tektonické linie a lze je spíše považovat ve většině případů za produkt tektonických pochodů starších, než je vznik dnešních morfostruktur mostecké kotliny a Krušných hor. Hydraulická anizotropie krystalinické zvodně dokládá nereálnost některých představ o tektonice daného území. V případě existence intenzivně hluboce rozvolněného krystalinika by se totiž krystalinická zvodně musela chovat podobně, jako ryolitová zvodně na Teplicku.

Závěrem lze konstatovat, že dlouhodobé sledování změn obsahu tritia ve jmenovaných štolách dokázalo hydraulickou heterogenitu krystalinické zvodně. Přispělo k osvětlení příčin velmi omezeného drenážního účinku štol. Proto s přihlédnutím k dalším skutečnostem se jeví možnost sporadického odvodnění krystalinika na jižním svahu Krušných hor nereálnou i pomocí odvodňovacích štol.

S h r n u t í

Pomocí výzkumu přirozeného obsahu radionuklidů ve vodách z průzkumných štol Jezeří a Jezerka na úpatí Krušných hor v severočeské pánvi jsou hodnoceny hydrogeologické poměry krystalinické zvodně. Jedná se o území na severním okraji Velkolomu československé armády u Komořan, na jehož bočním svahu bude postupem lomu zčásti odkrýváno i krystalinikum. Podle obsahu H^3 (tritium) ve vodách, drénovaných jmenovanými štolami, představuje krystalinická zvodně heterogenní, anizotropní prostředí. Zvodněné puklinové systémy v krystaliniku tvoří z hydraulického hlediska jednotný celek, nýbrž četné, víceméně samostatné podsystémy. Tato skutečnost doklá-