

Hydrogeologická problematika a vodní bilance jezera ČSM v katastrálním území Dubí-Pozorka

RNDr. Lumír Horčíčka¹, Ing. Josef Halíř, Ph.D.²

¹Geologické služby s.r.o., Dukelská 1779, Chomutov

²Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most; halir@vuhu.cz

Přijato: 29. 1. 2014, recenzováno: 12. a 13. 2. 2014

Abstrakt

Předložený článek se zabývá hydrologickou a hydrogeologickou problematikou jezera ČSM. Kolísání hladiny vody v této vodní nádrži působí nemalé stabilitní problémy a v konečném důsledku by tyto jevy mohly ohrozit i stabilitu silnice, spojující Pozorku a Mstišov. Výpočtem vodní bilance bylo dospěno k hodnotě přítoků vod 13,1 l.s⁻¹. Toto bilanční číslo zcela neodpovídá reálným hodnotám hydrologické bilance jezera ČSM z důvodu neexaktnosti vstupních údajů daných báňsko-historickým vývojem území, avšak není možné za současného stavu poznání dojít k přesnějším číslům hydrologické bilance jezera ČSM. Skutečné průměrné přítoky do jezera odhadujeme spíše v nižších hodnotách, v rozpětí od 5 do 10 l.s⁻¹. Tato hodnota přibližně odpovídá i ročním úhrnům čerpání důlních vod od 5 do 18 l.s⁻¹ na bývalém lomu ČSM měřeným v letech 1965 až 1970.

Issues of hydrogeology and the water balance of the Lake ČSM in the cadastral territory of Dubí-Pozorka

The article deals with the hydrological and hydrogeological issues connected with the Lake ČSM. Fluctuations in the water level in this water reservoir induce considerable stability problems and, ultimately, they would endanger even the stability of the road connecting villages Pozorka and Mstišov. The total value of water inflows in amount of 13,1 l.s⁻¹ was evaluated by the balance calculation. This balance does not match the real values of the whole hydrological balance of the Lake due to the non-exact input data given from mining-historical development of the territory. Unfortunately the current state of knowledge does not enable to achieve more precise values for the hydrological balance of the Lake ČSM. The actual average inflows into the Lake were estimated rather at the lower value in the range from 5 to 10 l.s⁻¹. This value corresponds approximately to the volumes of mine water pumping from 5 to 18 l.s⁻¹ measured in the former open cast mine ČSM in the period of 1965 to 1970.

Hydrogeologische Fragen und die Wasserbilanz des ČSM-Sees im Katastralgebiet Dubí-Pozorka (Eichwald-Zuckmantel)

Der vorliegende Artikel beschäftigt sich mit hydrologischer und hydrogeologischer Problematik des ČSM-Sees. Schwankungen des Wasserspiegels in diesem Wasserbecken verursachen nicht geringe Stabilitätsprobleme und im Endeffekt könnten diese Erscheinungen auch die Stabilität der die Gemeinde Pozorka (Zuckmantel) und Mstišov (Tischau) verbindenden Straße gefährden. Die Berechnung der Wasserbilanz zeigte den Wert von Zuflüssen von 13,1 l.s⁻¹. Diese Bilanzzahl entspricht den realen Werten der hydrologischen Bilanz des ČSM-Sees wegen der Nichtexaktheit von Eingangsdaten nicht vollkommen, was durch bergbau-historische Entwicklung des Geländes gegeben ist, ist es aber nicht möglich – unter gegenwärtigen Kenntnisszustand, genauere Zahlen der hydrologischen Bilanz des ČSM-Sees zu erzielen. Die tatsächlichen mittleren Zuflüsse schätzen wir eher in niedrigeren Werten im Bereich 5 bis 10 l.s⁻¹. Dieser Wert entspricht annähernd den Jahresgesamtbeträgen der Grubenwasserhebung von 5 bis 18 l.s⁻¹ auf dem ehemaligen Tagebau ČSM, die in Jahren 1965 bis 1970 gemessen wurde.

Klíčová slova: jezero ČSM, hydrogeologie, hydrologie.

Keywords: Lake ČSM, hydrogeology, hydrology.

1 Úvod

Zájmové území je součástí okresu Teplice. Retence ČSM se nachází jihozápadně od Pozorky (část města Dubí), přibližně 5 km severozápadně od Teplic (viz obrázek č. 1). Vodní nádrž se začala plnit po ukončení těžby uhelné sloje lomem ČSM v roce 1971, správné označení by bylo lom Dukla, provoz ČSM, ale používáme zaběhlého označení lom ČSM. Od té doby se plošný rozsah retence vlivem zvyšující se hladiny vody v jezeře zvětšuje.

Jezero ČSM je přístupné zpevněnou odbočkou ze silnice spojující Pozorku se Mstišovem. Břehy jezera jsou vesměs porostlé trávou a smíšeným lesním porostem stáří cca 20 – 30 let. V blízkém okolí jsou lokalizovány další vodní nádrže stejného původu, avšak menšího rozsahu jako Malá ČSM, Otakar (zbytky), Liebig (Stříbrný rybník) a další.

Ve vytěženém prostoru proběhly rekultivace (lesnická) – Severočeské doly a.s., Doly Bílina – a prostor byl předán delimitací do správy Lesů ČR, s.p.

Hladina vody v jezeře ČSM, podle dostupných záznamů, neustále stoupá od sedmdesátých let minulého století a dostala se již na kótu 261,67 m n.m. (9/2013). V posledních 10 letech se úroveň hladiny vody v jezeře udržuje okolo kóty 262 m n.m.

S nástupem hladiny vody v jezeře ČSM, resp. s její fluktuací, vyvstává problematika vzniku sesuvných jevů a následných sanačních opatření, změna hydrogeologických poměrů v širším okolí jezera, omezení funkčnosti stávajících sanačních opatření dimenzovaných na nižší úroveň hladiny vody v jezeře, případně ohrožení stability silnice spojující Dubí-Pozorku a Mstišov a přilehlé obytné zástavby v Bílinské ulici Dubí-Pozorka. [2]

2 Hydrologická a hydrogeologická charakteristika území

Z vodní nádrže ČSM neexistuje žádný měřitelný povrchový přítok a odtok vody. Z tohoto důvodu není jezero součástí žádného povodňového plánu, tudíž nejsou pro jezerní vody zpracovány údaje o významných povodňových stavech či navržena opatření ke zvýšení povodňové ochrany nebo analýza povodňového odtoku z tání sněhu a přívalových srážek do jezera. Vzhledem k relativně omezené infiltrační oblasti přítoku vod do jezera však předpokládáme, že zapracování hydrologického území jezera do povodňového plánu nijak nenaruší stávající povodňový plán či záplavové území Sviního potoka.

Nejbližším povrchovým tokem za hydrologickou rozvodnicí jezera je Mstišovský potok ústící do Lesního potoka. Je pravděpodobné, že část vod ze Mstišovského potoka přetéká v době vyšších průtoků přes aluvium do Malé ČSM a odtud se dostává do jezera ČSM. Jiná dotace povrchových vod do jezera není v žádných z citovaných zpráv uváděna. Při podrobné terénní rekonstrukci území po celém obvodu nádrže ČSM ale byly zjištěny některé drobné přítoky povrchových vod do jezera. V první řadě jde o přítok drenážním protlakem pod silnicí Pozorka-Mstišov z uměle vytvořené sanační jámy, kterou je odvodňován kvartér nad severními svahy bývalého lomu (cca $0,5 \text{ l.s}^{-1}$). Toto odvodnění je součástí sanace sesuvů na severních svazích vyuhleného lomu. Z protlaku je voda vedena betonovým korytem, ale přibližně 25 m před nádrží je koryto porušeno a voda „mizí“ pod betony. Následně byl evidován přítok z prostoru JZ okraje zástavby Pozorky s odhadovaným přítokem cca $0,2 \text{ l.s}^{-1}$ – na tomto přítoku jsou oživeny sesuvy v pásu širokém cca 30 až 50 m od březní linie. Drobný přítok byl dále zjištěn v blízkosti čerpací stanice požárních vod společnosti AGC Flat Glass Czech a.s., závod Barevka, v objemu cca $0,05 \text{ l.s}^{-1}$ (obrázek č. 2). Dále je uváděn omezený průsak z Mstišovského potoka do nádrže Malá ČSM a sanačním přepadem do jezera. [4]

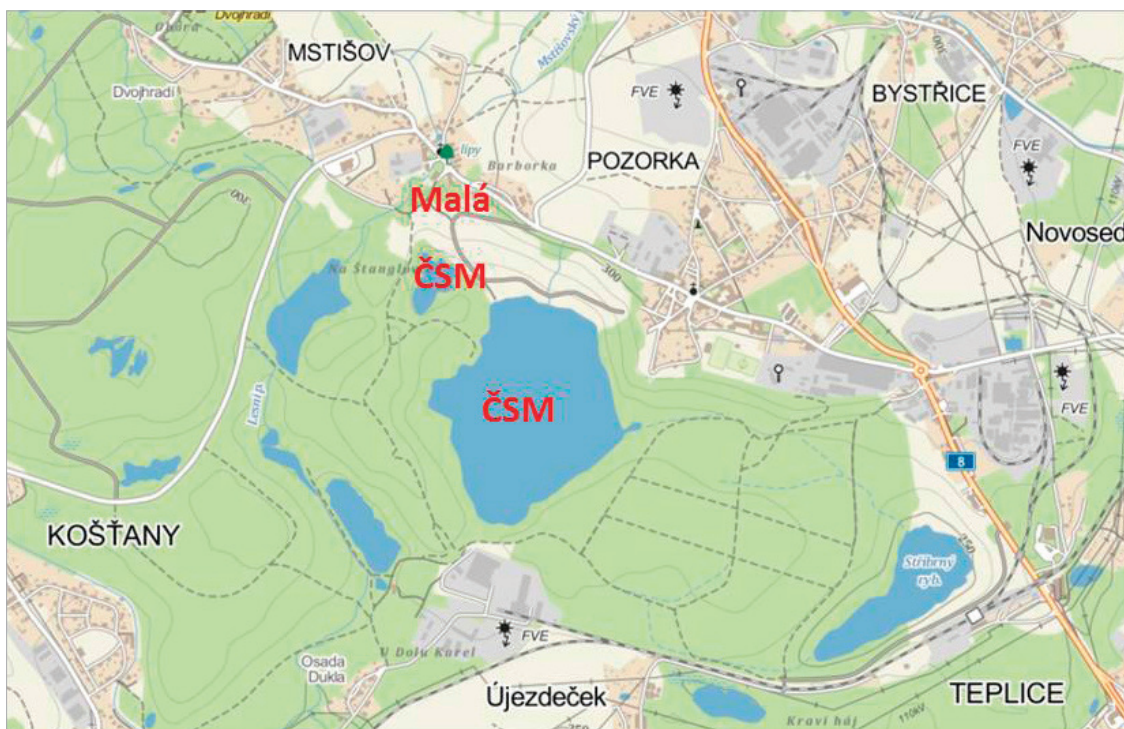
Mstišovský potok pramení nad Mstišovem a ústí do nádrže Mstišov položené severozápadně od ČSM. Do nádrže Mstišov ústí také Lesní potok pramenící v krušnohorském údolí pod Mikulovem. Z nádrže Mstišov Lesní potok odtéká v jižním směru a končí ve Sviním potoce pod Košťany. Do Lesního potoka je zaústěn přepad z nádrže Dukla. Sviní potok pramení na jihovýchodních svazích Pramenáče ve výšce 798 m n.m. a ústí zprava do Bystřice v Teplicích ve výšce 230 m n.m. Plocha povodí je 34 km^2 a délka toku 12,7 km. Průměrný průtok při ústí je $0,23 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

Magistrát města Teplice, jako příslušný vodoprávní úřad, stanovil záplavové území vodního toku Sviní potok v úseku od soutoku s Bystřicí po obec Střelná v ř.km. 0 až 10, v rozsahu návrhu správce toku Povodí Ohře, s.p., vymezené záplavovou čarou Q5, Q20 a Q100. Aktivní zóna záplavového území toku Sviní potok v rozsahu území je stanovena matematickým modelem v úseku Střelná-Řetenice. Aktivní zóna je stanovena pro ustálený průtok Q100. Omezení činnosti v záplavovém území je dáno ust. § 67 zák. č. 254/2001 Sb., o vodách. Dokumentace k záplavovému území je uložena na Magistrátu města Teplice, odboru dopravy a životního prostředí.

3 Hydrogeologie a hydrologie jezera ČSM (přítok a odtok vody)

Jezero ČSM je pozůstatkem nedosypané zbytkové jámy bývalého lomu ČSM (závod Dukla), ve kterém se po ukončení těžby vytvořila vodní retence.

Dnešní rozsah vodní plochy jezera ČSM odpovídá cca $550 \times 550 \text{ m}$, tzn. cca 302,5 tis. m^2 . Hloubka jezera není přesně změřena, avšak lze ji přibližně odvodit ze známých údajů. Lom ČSM byl vyuhlen na kótu 228 m n.m. Podle posledního měření je hladina vody v jezeře na úrovni 261,67 m n.m. Z toho plyne



Obr. 1: Přehledná situace zájmového prostoru.

Zdroj: Mapy.cz



Obr. 2: Čerpací stanice v jihovýchodním cípu jezera, sloužící jako záložní zdroj požární vody pro AGC Flat Glass Czech a.s., závod Barevka.

přibližná hloubka jezera mezi 25 až 33 m. Velmi hrubý odhad kubatury vody v jezeře činí cca 7,562.500 m³. Hladina vody v tzv. Malé ČSM se pohybuje v úrovni 267 – 268 m n.m. a je zregulována přetokem do jezera ČSM, hloubka není zdokumentována. Vzhledem k omezené infiltrační ploše a relativně velké rozkolísanosti hladiny v Malé ČSM je pravděpodobný průsak vody ze Mstišovského potoka.

Z vodní nádrže ČSM neexistuje měřitelný povrchový odtok vody, ani není z jezera voda nijak odčerpávána. Nejbližším povrchovým tokem za hydrologickou rozvodnicí jezera je Mstišovský potok ústící do Lesního potoka. Je pravděpodobné, že část vod ze Mstišovského potoka přetéká v době vyšších průtoků přes aluvium do Malé ČSM a odtud se dostává do jezera ČSM. [4]

Dotace povrchových vod do jezera byly, kromě již citovaného přetoku z Malé ČSM, zjištěny:

- z vyústění protlaku pod silnicí Pozorka-Mstišov = odvodnění kvartéru v předpolí silnice, odhadovaný přítok 0,5 l.s⁻¹,
- bezejmenná vodoteč vytékající na odlučné hraně největšího sesuvu pod záp. okrajem zástavby v Pozorce, odhadovaný přítok 0,2 l.s⁻¹,
- bezejmenný přítok v blízkosti čerpací stanice požárních vod, odhadovaný přítok 0,05 l.s⁻¹.

Hladina vody v jezeře ČSM je s vysokou pravděpodobností udržována, kromě odparu z volné hladiny, podzemním průsakem přes nedostatečně těsný izolační zásyp uhelného řezu závalového pole hlubinného dolu Liebig a Franc Josef. [3]

Z dostupných údajů a terénního šetření na lokalitě vyplývá, že jezero ČSM nemá žádný povrchový či jinak řízený odtok vody. Pouze v jihovýchodní části jezera je vybudována čerpací

stanice, která slouží jako záložní zdroj požární vody. Nejedná se o odběr povrchové vody pro výrobu, takže snížení hladiny nemůže být ovlivněno.

Hladina vody v jezeře podle dostupných záznamů neustále stoupá již od sedmdesátých let minulého století a dostala se již nad kótu 261,67 m n.m. (záměr z 23. 9. 2013), ale udávaný je např. i údaj 262,50 m n.m. V posledních 10 letech se úroveň hladiny vody v jezeře udržuje v přibližně stejné výšce okolo 262 m n.m. (viz tabulka č. 1) a lze tedy konstatovat ustálený stav. Vzestup hladiny vody je vidět i na objektech sanačních opatření realizovaných po roce 1995 (sanace dílčích sesuvných oblastí, prodloužení drenážních systémů, sypaní opěrných lavic, realizace trubní propusti, vtokových a výústních objektů). V grafu č. 1 jsou vidět rozdíly v úrovni hladiny vody v jezeře v roce 1995 (stav před vybudováním trubní propusti mezi Malou a Velkou ČSM) a rokem 2013.

K tabulce č. 1 je nutné uvést, že žádná pravidelná a dlouhodobá měření výšky hladiny v nádrži ČSM nejsou od roku 2005 prováděna. Především vývoj hladiny v období let 2005 až 2013 není nijak zdokumentován. Hodnoty úrovně hladiny vody v jednotlivých letech 1970 až 2005 jsou průměrnými ročními hodnotami.

Z vyhodnocení dostupných informací plyne, že podstatné přítoky vody do jezera ČSM se uskutečňují prostřednictvím srážkových úhrnů, přetokem mělké vody z kvartéru a slojové vody z uhelné sloje zachovalé v neodtěžených relikttech a uhelných pilířích na západní a severozápadní straně jezera. Ostatní přítoky jsou marginálního charakteru, které podstatně neovlivňují vodní bilanci jezera. Nadloží a podloží uhelné sloje jsou hydrogeologické izolátory. Přetok vody do jezera ČSM z pod-

Tab. 1: Úroveň hladiny vody v jezeře ČSM v letech 1970 až 2013.

Datum měření	Kóta hladiny [m n.m.]	Datum měření	Kóta hladiny [m n.m.]
1970	230,00	1991	256,00
1971	236,10	1992	256,60
1986	248,00	1995	257,50
1987	255,40	2001	260,80
1988	256,40	2003	262,50
1989	256,90	2005	262,70
1990	256,10	2013	261,67

ložního křídového či ryolitového kolektoru nelze úplně vyloučit, vzhledem k zlomovému postižení oblasti, avšak nemůže být nijak zásadní. [1]

Režim mělkých kvartérních podzemních vod dotujících jezero ČSM ze svahů přilehlých k silnici Pozorka-Mstíšov je výrazně ovlivňován srážkami, jejichž roční množství je závislé na nadmořské výšce (Cínovec cca 1 000 mm, Dubí 700 mm, Teplice 500 mm). Z území Krušných hor přitéká na území pánve největší množství mělkých podzemních vod aluviálními náplavy údolí potoků (cca 80 %). Podstatně menší množství přitéká ze svahů ukloněných do pánve. Kromě těchto zdrojů jsou kvartérní sedimenty na úpatí Krušných hor místně obohacovány povrchovou vodou z potoků. Takto zformovaný kolektor odvádí mělkou podzemní vodu do jezera ČSM z hydrologického povodí stanoveného rozvodnicemi. Závislost na rozdělení srážek se projevuje v množství přítoků do jezera, resp. kolísání hladiny v průběhu roku a průtočném množství krušnohorských potoků – Mstíšovský a Lesní potok. [4]

Mocnost zachovalého kvartéru v místech nad silnicí Pozorka-Mstíšov se vyznačuje značnými rozdíly. Obvyklá mocnost je 5 až 10 m. Zcela obecně platí, že největší bývá v blízkosti krušnohorského výchozu uhelné sloje a vyústění krušnohorských potoků na území pánve a směrem k jižnímu okraji pánve se zmenšuje. Rovněž v propustnosti kvartérních sedimentů jsou v závislosti na jejich granulometrickém složení značné rozdíly. Zeminy štěrko-písčitého charakteru se vyznačují dobrou propustností. Jsou tvořeny deluviálními, proluviálními a fluviálními sedimenty. S přibýváním hlinité a jílovité složky

propustnost klesá. Rozdílnou propustností se také vyznačují antropogenní uloženiny – vnitřní výsypky v uhelných lomech, různé skládky, odkaliště, násypy komunikací apod. [1]

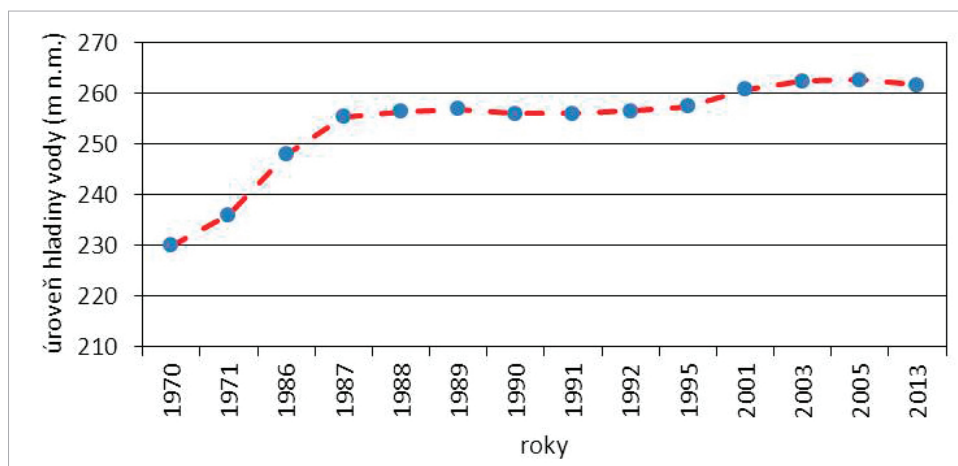
Přítoky vod z kvartéru ve svahu jezera pod silnicí Pozorka-Mstíšov jsou doloženy již od doby ukončení lomu a neustále pokračují ať již přes vybudované odvodňovací prvky (vrty, drenážní pera, svodné drény či protlak pod silnicí) nebo výtoky na bázi kvartéru a nadložních jílu nad hladinou jezera (listopad 2013).

Část podzemní vody infiltrující na výchozech sloje, resp. do jejich neodtěžených relikvů, přetéká ze severního a západního směru do jezera ČSM. Kvantifikovat kubaturu přitékajících slojových vod je vzhledem k nejištěné zachovalosti a průběhu sloje velmi složité.

4 Vodní bilance jezera ČSM

Pro orientační stanovení přítoků, resp. odtoku vody z jezera ČSM, lze zčásti použít údaje o množství čerpaných důlních vod z lomu ČSM v letech 1965 až 1970. Z převodu hodnot vychází přítok od 5 do 18 l.s⁻¹. [5]

Sestavení hydrologické bilance jezera ČSM je složité a vzhledem k neexaktním (nepřesným, neurčitelným) vstupním údajům velmi teoretické. Při výpočtu hydrologické bilance v zájmovém území nelze vycházet z exaktně známých hodnot přítoků a odtoků povrchových a podzemních vod. Měřitelný povrchový přítok a odtok vody do jezera neexistuje.



Graf 1: Nárůst hladiny vody v nádrži ČSM v letech 1970 až 2013.



Obr. 3: Mapa s infiltračními oblastmi kvartérních a slojových vod jezera ČSM.

Zdrojová místa infiltrace podzemních vod prostupujících jezerem ČSM jsou předpokládána především z prostoru výchozu uhelné slaje v severním a západním směru od jezera a v místech trvalého zvodnění kvartéru v prostoru nad silnicí Pozorka-Mstíšov. [2]

Hlavní přítok vody je realizován přes zachovalé kvartérní sedimenty v severovýchodním svahu jezera pod silnicí Pozorka-Mstíšov. Zde dochází k odvodňování kvartérních sedimentů z území ohraničeného hydrologickou rozvodnicí. Infiltrační plocha (hydrologické povodí) byla stanovena na základě průběhu rozvodnic mezi Mstíšovským potokem a Bystřicí protékající Proboštovem. Plocha bilančního povodí odvodňovaného kvartérem s přetokem do jezera ČSM odpovídá cca 1,5 km² (obrázek č. 3). Při ročním srážkovém úhrnu zaznamenaném ve srážkoměrné stanici Teplice-Trnovany (228 m n.m.) ve výši 511 mm odpovídá bilanční množství vody z povodí cca 24 l.s⁻¹. Tuto hodnotu snižujeme o 70% hodnotu výparu bylinnou vegetací a lesním porostem (evapotranspirace), tzn. 7,2 l.s⁻¹.

Dalším zdrojem vody v jezeře ČSM je srážková voda, která dopadá přímo na povrch hladiny vody v retenci. Při ploše vodní hladiny cca 302,5 tis. m² dopadne na hladinu jezera cca 4,9 l.s⁻¹, přičemž tuto hodnotu nesnižujeme o výpar z volné hladiny z důvodu dosažení maximálního možného množství vody v hydrologické bilanci. Průměrná hodnota výparu z volné hladiny je 73 m³ z plochy 100 m² za rok. To odpovídá poklesu hladiny přibližně o 2 mm za jeden den, nebude-li do nádrže nic přitékat.

Posledním zdrojem podzemní vody infiltrující do jezera ČSM je uhelná slaj z prostoru výchozu a reliktů uhelné slaje v severním a západním směru od jezera. Hranice infiltrační oblasti je dána hydrogeologickou strukturou s okrajovými podmínkami danými zlomy pozorsko-novosedlickým, košťansko-bystřickým, výchozy slaje a retenci Barbora u Oldřichova. Plocha bilančního

povodí odvodňovaného uhelnou slaj s přetokem do jezera ČSM odpovídá cca 2 km s podzemním odtokem ve výši 0,5 l.s⁻¹.km⁻² převzatým z Mapy podzemního odtoku ČSSR (Krásný 1981). Z výpočtů plyne, že uhelnou slaj do jezera ČSM přitéká cca 1 l.s⁻¹ podzemní (slojové) vody.

Součtem bilancovaných přítoků vod do jezera ČSM docházíme k hodnotě $7,2 + 4,9 + 1 = 13,1$ l.s⁻¹. Toto bilanční číslo zcela neodpovídá reálným hodnotám hydrologické bilance jezera ČSM z důvodu neexaktnosti vstupních údajů daných báňsko-historickým vývojem území, avšak není možné za současného stavu poznání dojít k přesnějším číslům hydrologické bilance jezera ČSM.

Skutečné průměrné přítoky do jezera odhadujeme spíše v nižších hodnotách, v rozpětí od 5 do 10 l.s⁻¹.

Tato hodnota přibližně odpovídá i ročním úhrnům čerpání důlních vod na lomu ČSM od 5 do 18 l.s⁻¹ měřeným v letech 1965 až 1970.

Většina vod z jezera odtéká podzemním průsakem přes nedostatečně těsný izolační zásyp (samovolné sesuvy jílovito-štěrkovitých skrývek) uhelného řezu závalového pole hlubinného dolu Liebig a Franc Josef ve východním směru pod obytnou zástavbou Pozorky, podél pozorsko-novosedlického zlomu dále směrem východním přes stařiny hlubinných dolů Einigkeit, Neubeschertglück, Walzwerk, Barbara, Bruno, Anna, Jaroslav a Britanie až k vodnímu předělu na spojnici Vrchoslav-Proboštov, kde končí v nádržích důlních vod Kateřina a Modlany. Část přitékající vody se v jezeře zadržuje a dochází tak k nástupu hladiny vody. [3]

V posledních 10 letech se hladina vody v jezeře ČSM pohybuje stabilně okolo 262 m n.m. Předpokládáme, že v případě zvýšeného přítoku vody do jezera dochází ke zvýšení hydro-

statického tlaku sloupce vody na propustnou uhelnou sloj v hlubší části jezera a tím i ke zvýšenému podzemnímu odtoku. Naopak při nízkém hydrostatickém tlaku jezerní vody se podzemní odtok snižuje a hladina podzemní vody se zvyšuje. Tím dochází k relativně ustálené vodní bilanci se stabilní hladinou vody jezera.

5 Závěr

V článku je podrobně hodnocena hydrogeologická problematika jezera ČSM včetně stanovení vodní bilance. V návaznosti na hydrogeologickou problematiku je nutné upozornit na souvislost se vznikáním sesuvných jevů, které mohou ohrozit stabilitu silnice spojující Pozorku se Mstišovem a přilehlou obytnou zástavbu Pozorky.

Tento článek je publikován v návaznosti na konečné výstupy Projektu VODAMIN – Problematika důlních vod v SHP – Část 3. – Hydrologická studie jezera ČSM, k.ú. Dubí Pozorka, č. hydrogeol. poradí 1-14-01-076/0, s posouzením možností propojení s jiným vodním útvarem s cílem stabilizovat výšku hladiny, realizovaného z programu Cíl 3/Ziel 3 na podporu přeshraniční spolupráce 2007 – 2013 mezi Českou republikou a Svobodným státem Sasko. Řešitelem tohoto úkolu byl Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most.

Literatura

- [1] BERKA, V., HORVÁTH, P.: *Účelové důlně-hydrogeologické mapy SHR*, Listy Teplice 1-6 a 1-7, BPT, 1989.
- [2] BERKA, V., ZMÍTOKO, J.: *Posouzení stability svahu pod silnicí Mstišov-Dubí III.*, BPT, 1987.
- [3] HAVRLÍK, S.: *Báňský znalecký posudek o rozsahu hlubinné činnosti v okolí jezera ČSM v k.ú. Mstišov a Pozorka*, okr. Teplice, 2013.
- [4] Kolektiv autorů: *Vodohospodářské řešení rekultivace a revitalizace Podkrušnohorské uhelné pánve (VaV/510/2/98)*, Hydroprojekt CZ, 2001.
- [5] TRACHTULEC, J., KOHOUTOVÁ, J.: *Báňsko-geologická a hydrogeologická problematika zbytkových jam v SHP*, Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s., Most, 1993.