Domeček u jezera, sen s rizikem…

Motto:

Občas vážně nevím,

jestli svět řídí chytří lidé, kteří si z nás utahují

nebo imbecilové, kteří to myslí vážně.

Mark Twain

Beverly Hills u jezera Most

Boj o pozemky v okolí projektovaného jezera Most byl zahájen dávno předtím, než byl do zbytkové jámy bývalého lomu Most napuštěn první krychlový metr vody. Motivace zájemců o ně byly, jak už to v takových případech bývá, velmi různorodé – od zcela přirozených - postavit si domeček s výhledem na jezero, po zcela utilitární sázku na budoucí vzestup ceny po zrušení dobývacího prostoru Most a vložení spekulativní investice do pozemků. Již tehdy se mezi informovanými začalo přilehlým pozemkům v okolí jezera, s mírně pejorativním nádechem, říkat *‚Beverly Hills‘*.

V listopadovém čísle zpravodaje *‚Krušnohor‘* je toto posměšné přirovnání připomenuto reportáží P. Prokeše z jednání zastupitelstva města Mostu [12].

Vnější i vnitřní výsypky jsou po vytěžení suroviny rekultivovány standardizovanými postupy technické zemědělské nebo lesnické rekultivace, v posledních letech se prosazuje spontánní sukcese. V územních generelech bylo od počátku předpokládáno postupné revitalizování území výsypek, zapojení do intra - nebo extravilánu měst a obcí, a navrácení buď do původních nebo nových forem využití (rekreace, příměstská parková zeleň, zemědělské využití, stavební parcely pro rodinné domy nebo průmyslové brownfieldy). V posledních 25 letech dominuje v generelu rekultivačních projektů metoda zatápění zbytkových jam povrchových lomů vodou. Pro tento způsob řešení se stále častěji prosazují pojmy **„hydrická rekultivace“** nebo **„hydrologická rekultivace“,** viz např.[14],[15],[16],[18].

V podmínkách SHP a jejích geografických a klimatických specifik, je to způsob nesoucí celou řadu pozitivních očekávání. Mezi ně rozhodně patří revitalizační efekt nevylučující lidi z využívání okolí jezer k rekreaci a zájmové činnosti, přirozené zapojení přírodních nik a refugií do extravilánu obcí a navrácení charakteru původní jezerní krajiny, příznivý vliv na mikroklima i všeobecně na ekologii území.

Poněkud tak ustupují do pozadí nebo jsou úmyslně zanedbávána rizika, která s tímto způsobem rekultivace, vzhledem k daným podmínkám, při ukončení těžby jednotlivých lomů – nezřídka vzájemně velmi odlišným, existují. Prakticky všechna jezera, která mají vzniknout v příštích padesáti letech, jsou plánovaná jako neprůtočná, s potenciálem kaskádového propojení jezer v centrální (mostecké) části pánve – po ukončení těžby a napuštění zbytkové jámy lomu Bílina (jezero Maxim). Každý z těchto lomů má vnější a vnitřní výsypku nebo výsypku smíšenou, tj. po napuštění zbytkové jámy vodou se vnitřní, případně smíšená výsypka, stane součástí břehů a svahů jezera až po jeho dno nebo dosahující pod jeho úroveň a převyšující úroveň nadržení hladiny jezera minimálně o desítky metrů. Specifika výsypek, jako antropogenních těles velkých rozměrů, kde každá z nich se v řadě parametrů naprosto liší od ostatních výsypek, je zdrojem četných neplánovaných aspektů vývoje v čase, jak v pozitivním, tak i negativním smyslu. Na některé z negativních či rizikových aspektů je zaměřen tento shrnující článek.

Výsypka je aktivní součástí jezera

V článku, zveřejněném ve sborníku VI. konference Ekomonitoru, jsou shrnuty obecné charakteristiky budování výsypek, včetně příkladů skutečných výsypek v SHP, podle typu, kde byly vyzdviženy především pozitivní stránky vlivu výsypek na omlazení reliéfu a významu rekultivovaných výsypek. Konstatuje se také, že (cit.):

„Výsypka jako výsledek výsypkových prací, je stavbou v plném slova smyslu, jejímž stavebním materiálem jsou skrývkové hmoty v objemu několika stovek milionů m3.“

a dále:

„Fakticky každá výsypka představuje jedinečnou (originální) antropogenní strukturu velkých rozměrů, jejíž morfologie a další procesy v nitru výsypky nejsou ani po ukončení sypání konečné.“ [3]

Avšak už když se zakládá libovolná výsypka, je nutné mít dokonale připravenou její podložku (podzákladí), protože výchozím předpokladem je, že na ní budovaná výsypka bude trvalou stavbou, budovanou desítky let a vystavenou vnějším vlivům – především klimatickým, se střídáním ročních období a pochopitelně také, jak bude výsypka narůstat do výšky, zvyšujícím se litostatickým tlakem na podloží. Teoretickou výchozí podmínkou je, že podzákladí bude důsledně odvodněno a jeho trvalá únosnost bude dimenzována na projektovanou výšku výsypky v celém generálním obrysu, včetně sklonu svahů, respektující fyzikálně mechanické vlastnosti ukládaných zemin a hornin. Je nutno zdůraznit, že podložka (podzákladí) výsypky **se vždy navrhuje s mírným úklonem, vnitřní výsypka pak zásadně směrem do lomu, aby se usnadnilo odtékaní vody z nitra výsypky.**

Dalším nepominutelným faktorem stability a dlouhodobé odolnosti výsypky k vnějším vlivům, je způsob sypání jednotlivých etáží a vnitřní uspořádání výsypky, podle charakteru ukládaných skrývkových nebo výklizových hmot. Všichni autoři zabývající se problematikou povrchové těžby a ukládání těžených hmot na výsypkách se na shora uvedených principech shodují a liší se pouze v detailech, popřípadě v rozdílném akcentu kladeném na některé postupy – lze srovnat ve starší i novější literatuře [1],[5],[6],[8],[11].

Šedá je teorie zelený strom života

Obecné, shora popsané postupy, pochopitelně platí, avšak v každém výsypném prostoru jsou výsypkové práce nastavené jiným způsobem, z objektivních i subjektivních příčin. Báze některých výsypek vznikaly na konci 19. stol. nebo počátkem 20. stol. (např. Hedvika /ČSA/, Richard /Ležáky/). O jejich založení, odvodnění a sklonu nejsou dostupné žádné nebo jen velmi povšechné informace. Obvykle se jedná o výsypky budované diskontinuálním kolejovým bočním zakládáním na plnou mocnost, buď přímým kipováním vozíků se zeminou – způsob dnes již nepoužívaný, nebo s využitím kolesového zakládače – po rozšíření moderních technologických dobývacích celků (TC), kde je kolejová doprava nahrazena dálkovou pasovou dopravou (DPD).

Kritická výška sypané etáže a generální sklon svahu výsypky

Vzhledem k trvalému nedostatku ploch pro vnější výsypky a rychlému vyčerpání kapacit vnitřních výsypek, byly takto založené starší výsypné prostory dále využívány, často bez důslednějších úprav plošiny (podzákladí) výsypky, nebo byly navyšovány o další etáže (výsypkové stupně).

Definice: *Kritická výška výsypky (výsypkového stupně, etáže) je taková výška, při které dochází, u konkrétní sypané zeminy,* ***k porušení rovnovážného stavu, následkem je skluz části svahu výsypkového stupně, popřípadě celé výsypky.***

Vynuceně tak dochází ke změnám generálního sklonu svahů výsypky, a zvyšování výšky etáží až ke kritickým výškám výsypkového stupně (nebo jejich překročení) a změnám osového napětí na rozhraní podložka - báze výsypky, aniž je dostatečně zohledněn stav konsolidace výsypky, saturace výsypky vodou a možný další vývoj změn v tělese výsypky. Vzhledem k heterogenitě a anizotropii v tělese výsypky to obvykle ani nelze zpětně objektivně posoudit - v mezích ekonomicky únosných nákladů za vrtné a laboratorní práce, nemluvě o interpretaci získaných dat, jejichž platnost je omezena na malý prostor v okolí průzkumného bodu. Kritické výšky jednotlivých etáží se mohou lišit v čase, na základě rozdílných fyzikálně-mechanických vlastností sypaných zemin v okamžiku projektování a po reálném uložení výsypkových zemin a hornin.

Zeminy a horniny v původním rostlém stavu se rozpojením dobývacími stroji při těžbě mění ve směsici hornin a zemin různého mineralogického a petrografického složení, stejně jako ve směs zrn různých velikostí, tvarů a různých fyzikálně-mechanických vlastností, jejichž celkový objem je až o 35 % větší než původní objem v rostlém stavu, v závislosti na kusovitosti při skrývání a případném zařazení drtiče na odtahové trase DPD.

Platí též, že nejvyšší výsypné stupně, zakládané dovrchním způsobem, by měly být urovnávány zemními stroji, aby se zamezilo infiltraci atmosférických srážek do tělesa výsypky, ke snížení nebo eliminaci jejich vlivu na stabilitní podmínky. Zároveň se snižují náklady na následnou báňsko-technickou etapu rekultivací.

Uložením odklizových hmot do tělesa výsypky je teoreticky zahájen proces konsolidace, při kterém se, podle teorie konsolidace, „*…diametrálně mění technické vlastnosti sypaniny a tím celé výsypky proti původním rostlým těženým horninám.*“

Konsolidace výsypky – teorie nebo realita?

Teoreticky je od prvního okamžiku sypání výsypky zahájen komplexní proces, který je souhrnně nazýván **konsolidace výsypky**. Předpokládá se, že je **jistou paralelou procesu diageneze**, který v geologii, speciálně v sedimentologii, vysvětluje v nekonečném množství variant, přeměnu sedimentu ve zpevněnou horninu. V souvislosti s diagenetickými procesy, je jako **nepominutelný parametr vždy zdůrazněn čas**, např. [8], [9]. **Pro výsypky a jejich vývoj, je časový faktor stejně nepominutelný. [3]**

Definice: Konsolidace bývá v mechanice zemin obvykle vysvětlována velmi obecně jako: *„Deformace vícefázového prostředí vlivem konstantního (gravitace) nebo proměnného zatížení.“*

Dochází ke změně objemu sypaných hmot vlivem postupného vytlačování pórového vzduchu a vody a dále působením reologických procesů ve skeletu zeminy. (Pozn.: Reologie je disciplína, která se zabývá prouděním viskózních kapalin a přetvárností reálných materiálů. Cílem je poznat závislost mezi napětím a deformací, tuto závislost matematicky vyjádřit.)

Prostředí tělesa výsypky je nehomogenní a anizotropní, proto má průběh konsolidace partikulární charakter ve vertikálním i horizontálním směru či v jednotlivých částech (etážích, mezi etážemi, dílčích úsecích etáží) výsypkového tělesa. Jinak řečeno, v libovolné části výsypky se chování konsolidovaných zemin může významně lišit, v čase i prostoru, v daném místě měnit, včetně vratných procesů. Ještě jinak řečeno, zdánlivě konsolidovaná část výsypky se může stát nestabilní a naopak.

Chování zemin během konsolidace významně ovlivňují další charakteristiky sypaniny (podrobnější vysvětlení jejich vlivu a působení na vlastnosti i chování výsypky je v [4]):

* **kusovitost**;
* **zrnitost;**
* **vytřídění;**
* **zvětrávání;**
* **mineralogie a geochemie.**

Rozsah a trvání těchto procesů nebyl v minulosti nijak sledován, a detaily nejsou známy, kromě dedukcí, na základě některých projevů na povrchu výsypek. Také o průběhu rekrystalizace jílových minerálů, resp. zda vůbec může ve výsypkách probíhat, není prokazatelně známo nic.

Význam kaolinitu ve výsypkových zeminách

Dominance kaolinitu v sedimentech SHP je dobře známá, illit a montmorillonit jsou až na lokální výjimky, minerály vedlejší s obsahy do 5 hm. %, ale jsou vždy v proměnlivém podílu zastoupeny. Montmorillonit převládá na některých lokalitách v blízkosti vystupujících vulkanitů, typicky oblast v okolí Braňan – MK nebo MKI jíly.

Méně známá je skutečnost, že kaolinit, tak výrazně zastoupený v monotónních šedých až tmavošedých jílech, tvořících hlavní část vrstevního sledu nadložních hornin, má jen zřídka idiomorfní habitus. Malkovský to popisuje následovně (cit.):

“V litologické charakteristice převažují monotónní šedé až tmavošedé jíly (podle zrnitostních rozborů z centrální části pánve jde většinou o jílový prach až prachový jíl, obsahující 50 – 70 hm. % částic menších než 0,005 mm a 30 – 45 hm. % částic 0,005 – 0,063 mm). Jejich vrstevnatost je začerstva nezřetelná, teprve po snížení napětí a při vysychání se projevuje horizontální odlučnost, až nakonec se střípkovitým rozpadem. Jílová složka je tvořena směsí kaolinitu, illitu a často i montmorillonitu, jílové minerály nenesou znaky rekrystalizace. V prachové složce převažuje křemen.“ [10]

Výzkumem jílových minerálů v souvislosti s programy „dobyvatelnost“ a „stabilita“, ale i dalšími výzkumnými úkoly, se zabývali petrologové a další výzkumníci Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí. Na základě RTG difraktometrie, DTA a chemických analýz byly identifikovány tři základní polytypní modifikace kaolinitu (chemický vzorec: Al2Si2O5(OH)4; tvrdost: 1,0; hustota: 2100 až 2600 kg.m3):

**Typ I. – triklinický kaolinit (**kaolinit T) s idiomorfním habitem - typické jsou zvrstvené pseudohexagonální tabulky. V sedimentech SHP je vzácný.

**Typ II. – pseudomonoklinický kaolinit s hypidiomorfním habitem**, s porušenou krystalografickou strukturou a vakancemi ve strukturní mřížce, **je nejčastěji se vyskytujícím typem**.

**Typ III – pseudomonoklinický kaolinit s alomorfním habitem** (kaolinit M, bývá také označován jako pseudomontmorillonit). Obsahuje vakance v krystalické síti – kombinace oktaedrické a tetraedrické sítě. **Spolu s typem II se vyskytuje nejčastěji ve svrchních částech nadložních vrstev** a proto i v sypanině výsypek.

V prostředí jezerní sedimentace byly pelity vícenásobně redeponovány, fyzikálně-chemicky rozrušovány – procesy interkalace a exfoliace jílových minerálů. Ani v jezerním prostředí a po ukončení sedimentace, kdy původní mocnost nadložních sedimentů dosahovala, podle odhadů různých autorů, dvoj- až trojnásobek současných maximálních mocností nadložních vrstev, nedošlo k rekrystalizaci kaolinitu ani dalších doprovodných jílových minerálů.

Nelze proto očekávat, že by to bylo možné v prostředí výsypkového tělesa, kde litostatický tlak daný mocností výsypky nedosahuje ani zlomku hodnot původního litostatického tlaku v přírodním sedimentačním prostředí pánevního komplexu sedimentů, nemluvě o dalších faktorech, jako je teplota a doba uložení.

Už během projektování minerálního těsnění dna budoucího jezera bylo provedeno několik víceméně náhodně situovaných penetračních vrtů, které potvrdily rozsáhlé polohy saturovaných plastifikovaných až interkalovaných jílů, které z hlediska klasifikace základových zemin jsou vždy v kategorii ‚rizikové‘ až ‚velmi rizikové‘.

Výsypka ještě desítky let po ukončení těžební činnosti a úpravě jejího povrchu některou z metod rekultivace je mohutným tělesem s neukončeným vývojem a proměnlivou stabilitou. Může se proto vlivem i jen nepatrně změněných vnějších nebo vnitřních podmínek změnit v sesuvné území…

Mapové podklady výsypek

I v odborných publikacích a projektech rekultivací nacházíme situační plány, které lze jen s jistou dávkou eufemismu označit jako kvalitní topografické podklady.

V minulosti existovala řada směrnic a revírních vyhlášek, kterými se nařizovala a upřesňovala metodika vedení evidence ukládaných hmot na výsypkách i způsoby jejich archivace, které předjímaly současný stav, kdy je zapotřebí zjistit kam a jaké zeminy byly do výsypky ukládány, v jakém množství, případně došlo-li k provozním incidentům, jaký byl jejich rozsah, následky, sanace. V zásadě je možno konstatovat, že zpětná rekonstrukce budování výsypky je dnes nadlidský úkol, právě z důvodů nekompletní nebo zcela chybějící dokumentace (např. záznamy o poškození odvodňovacích per v podzákladí sesuvem sypané etáže nebo svahu výsypky jsou vesměs nedohledatelné).

Ačkoli dnes existují moderní metody levného laserového skenování, mnohokrát kvalitnějšího nežli klasické letecké snímkování, experimentuje se s ním na těžebních stranách lomů, ale výsypky zůstávají stranou pozornosti.

Právě snadnost a opakovatelnost skenování povrchu výsypek může být důležitou informací o deformačních procesech odehrávajících se na jejich povrchu a částečně v jejich nitru – např. při sledování projevů diferenciální kompakce, erozních jevů aj.

Na nedostačující stav mapových podkladů upozorňovali autoři v článku [3] (cit):

„V souvislosti s dílčími výzkumy na některých lokalitách, mohou autoři pouze konstatovat, že veřejně dostupná mapová díla, právě v oblasti výsypek, vykazují závažné nedostatky a nepřesnosti. Při zpracování rekonstrukce terénního reliéfu dotčeného těžbou nerostných surovin bývá často využíváno mapového díla SMO 5 (Státní mapa odvozená v měřítku 1:5000). Na základě zkušeností s využitím tohoto mapového díla pro řešení úloh v oblastech, kde v průběhu času docházelo k intenzivnímu přesunu hmot, bylo zjištěno, že na těchto místech jsou mapové podklady často značně nespolehlivé.“

Nádrž Benedikt – výjimka nebo pravidlo?

 Lom Benedikt by otevřen v roce 1957 v separátní pánvičce v blízkosti obce Vtelno. Navázal na předchozí historickou těžbu v hlubinných selských dobývkách. Lom byl provozován do roku 1963. Protože skrývka byla ukládána na vnější výsypku – dnes Na Skřivánčí a V sadech – zůstala na okraji obce zbytkové jáma značných rozměrů. Podle plánu z roku 1962 měla být zavezena výsypkovými hmotami z lomu Ležáky a následně využita k panelové zástavbě. Nějaký čas přetrvávala také snaha využít zbytkovou jámu jako deponii pro městské odpady. Po složitých jednáních a na základě studie Báňských projektů Teplice byly nabídnuty dvě varianty – buď území o výměře 37,3 ha zalesnit, nebo založit v hlubší části vodní nádrž o celkové ploše 18,8 ha, a zbytek parkově upravit a zalesnit. I přes odpor hydrogeologů byla přijata varianta s nádrží. Přípravné práce byly dokončeny v roce 1967. Konečná projektovaná výměra nádrže však byla menší – 15,9 ha (včetně ostrůvku), plocha hladiny 14,6 ha, s kótou nadržení 300 m n.m. Realizační projekt zpracoval Hydroprojekt Praha a výstavba začala v roce 1970. Klíčovou stavbou byla těsnící hydrogeologická stěna dlouhá 613 m, o tloušťce 0,7 m a hluboká až 25 m, zapuštěná do podložních jílů. Nadržení na kótu 300 m n.m. bylo dosaženo, díky průmyslovému přivaděči vody z Ohře, v roce 1973. Voda z nádrže však začala s narůstající intenzitou prosakovat a zplavovat kanalizaci Vtelna. Bylo proto nutno dotovat nádrž vodou z přivaděče. Jenom za roky 1989 – 1995 bylo údajně do nádrže doplněno 1,5 mil. m3 vody. Situace byla při rostoucích cenách užitkové vody ekonomicky neúnosná. Ani sanační zásahy vodní bilanci nádrže podstatně nezlepšily. V roce 1999 se z původní nádrže stal sportovní areál, kde z původní plochy nádrže zbyly dvě vodní plochy o výměře 1,3 a 2,6 ha. Areál byl k užívání předán v roce 2000. [17]

Ačkoli je historie nádrže Benedikt prezentována jako rekultivační úspěch, lze ji interpretovat také zcela jinak…

Závěr

Jakkoli může být hodnoceno zaměření tohoto textu jako pesimistické, nebylo to jeho cílem ani snahou fabulovat katastrofické vize. Naopak, jak již bylo v úvodu napsáno, je usilování o hydrickou rekultivaci zbytkových jam ukončených povrchových dolů bezpochyby chvályhodné a účelné. Jen by svaté nadšení nemělo zakrývat reálné problémy a rizika nezdaru u tak rozsáhlých investičních staveb, v řádech desítek miliard Kč, jakým zakládání jezer bezpochybně je.

Celá řada rizik není zcela přesně definována, třebaže existují nezpochybnitelné indicie jejich reálné existence. Shrňme si:

* každé z plánovaných jezer přímo sousedí s výsypkami nejméně v polovině jeho obvodu – pro jezero Most to platí v plné míře;
* vnitřní výsypky jsou (nebo budou) součástí břehu jezer a to až po jejich dna (nebo i pod úroveň dna), jezero Most opět splňuje ve všech ohledech;
* o aktuálním stavu podzákladí (podložky) většiny výsypek nejsou k dispozici téměř žádné relevantní údaje;
* u starších výsypek není známo, zda byla plošina upravena a jak;
* **dosud žádná výsypka nebyla zakládána a budována s výhledem, že její svahy se stanou součástí rozsáhlé vodní nádrže, jejími břehy a jejím dnem;**
* **každá z vnitřních výsypek má podložku ukloněnou do jezera**;
* nejsou známy průběhy saturace výsypky vodou z nádrže a dopady na vodní bilanci nádrže;
* není známo prakticky nic o probíhajících reologických procesech uvnitř těchto výsypek;
* není pochyb, že každá z vnitřních výsypek je schopna akumulovat vodu, a že se jedná o stále se zvyšující zásobu v řádu desítek miliónů m3;
* chemismus a oběh vod v nitru výsypky je zatím černou skříňkou s velmi sporadickými výstupy.

S ohledem na probíhající přípravy zaplavování dalších zbytkových jam na všech dosud činných lomech po jejich ukončení je nutné se k již exitujícím výsypkám vrátit a zodpovědět mnohé dosud nezodpovězené otázky, objektivně ocenit hrozby a rizika a zvažovat, **zda lze do procesů ve výsypkách aktivně zasáhnout s vědomím, že ukončení sypání neukončuje vývoj výsypky samotné, jak na povrchu, tak v jejím nitru.**

Aby se tak skutečně stalo, bude nutno vyřešit řadu dosud málo prozkoumaných procesů, které se ve výsypkách v reálném čase a v kontextu meteorologických a dalších vlivů odehrávají. To se týká dlouhodobého vývoje morfologie, hydrologie, pedogeneze v povrchových částech výsypky a hydrogeologie, mechaniky zemin, geochemie a dalších aspektů vnitřních částí výsypky, které jsou zatím prakticky neznámé.

Tento text se zcela záměrně vyhnul neméně důležité problematice hydrologie, klimatických podmínek a hydrogeologických rizik po ukončení ochranného čerpání vod v Mariánských Radčicích na bývalém hlubinném dole Kohinoor, představujících rozsáhlá samostatná a velmi závažná riziková témata.

Pro veškeré činnosti na výsypkách jsou nezbytné dokonale zpracované podrobné mapové podklady na úrovni dnešních možností, protože bez kvalitních mapových podkladů je jakékoli zkoumání a pozorování vývoje na výsypce pouhou turistikou a nikoli vážně míněnou odbornou prací.

Unáhlená výstavba ‚domečků s výhledem na jezero‘ je zatížená řadou rizik, např. z domečku na svahu výsypky se snadno může stát hausboat přímo na jezeře…

Ing. František Kružík

Most, 16.11.2020

Použitá literatura a zdroje

1. HOTOVÝ, A., LANG, P. (1967): Projektování, výstavba a provoz uhelných lomů. SNTL - Nakladatelství technické literatury; vytiskla Polygrafia, n.p.;, Praha, 1967. s. 316
2. KLOŠ, J. et al. (2008): Historie lomu Ležáky – Most. Jezero Most, Vydal Palivový kombinát Ústí, s.p. (interní publikace) 2008, s. 97
3. KRUŽÍK, F., BREJCHA, M., GRAMAN J. (2015): K problematice sanace a revitalizace vnějších a vnitřních výsypek SHP, sborník konference Ekomonitor – Těžba a její dopady na životní prostředí VI. roč. Ekomonitor 2015. Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. ISBN 978-80-86832-86-9; s.118
4. Kružík, F.(2017):Rizika z nestability výsypek v sousedství zatopených lomů v severočeské pánvi. sborník konference Ekomonitor – Těžba a její dopady na životní prostředí VII. roč. Ekomonitor 2017. Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. ISBN 978-80-88238-02-7; s.112
5. KRYL,V., MILIČ,J. (1993):  Technologie lomového dobývání uhelných ložisek – dobývání v obtížných podmínkách, skriptum ES VŠB Ostrava, Ostrava, 1993, s. 117
6. KRYL, V., JISKRA, J. et al. (2005): Technologie lomového dobývání uhelných ložisek, skriptum VŠB – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, tiskárna a studio OKO Svatava, Sokolov 2005. ISBN 80-248-0831-5. s. 143
7. ŠIMŮNEK, M., NOVÁČKOVÁ, Z. (1993): Voda v báňském průmyslu Příbramska soubor 10 grafických listů z. Nováčkové , text M. Šimůnek, Symposium Hornická Příbram ve vědě a technice, Vydal Ústřední výbor ČVTS hornické - komitét symposia, vytiskla ÚISJP Zbraslav nad Vltavou. 1993. s. 27
8. KLIMECKÝ, O. a kol. (1988): Lomové dobývání ložisek II. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1988. s. 288
9. KUKAL, Z. (1964): Geologie recentních sedimentů. ACADEMIA - Nakladatelství Československé akademie věd; vytiskl Mir 3, n. p., Praha 2; Praha, 1964. s. 444
10. MALKOVSKÝ, M. a kol. (1985): Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí. Ústřední ústav geologický; ACADEMIA, nakladatelství Československé akademie věd, 1. vydání. Praha, 1985. s. 424
11. PARMA, A. (1927): Jak se dobývá hnědé uhlí. I. DOBÝVÁNÍ POVRCHOVÉ. Hornicko-hutnické nakladatelství Prometheus, Praha, 1927. s. 81
12. PROKEŠ, P. (2020): Stane se z areálu jezera Most v budoucnu opravdu Beverly Hiills severozápadu Čech? Krušnohor, zpravodaj stavebního bytového družstva, Roč. XXIII; č. 11; listopad 2020. SBD Krušnohor Most. Registrace: Ministerstvo kultury ČR E11597.
13. SCHENK, J. (1973): Jména a názvy štol, dolů a důlních závodů chomutovsko-mostecko-duchcovsko- teplicko-ústeckého hnědouhelného revíru a jejich změny v období 18. Až 20. Století (1762-1972). Zpravodaj vědeckých a technických informací Hornického ústavu ČSAV č. 8/1973; Praha, 1973
14. ŠTÝS, S. (1998): Rekultivace. Mostecká uhelná společnost, a.s. Most, 1998. s. 83
15. ŠTÝS, S. (1998): Návraty vypůjčených krajin. Severočeské doly, a. s. Chomutov, Nakladatelství Bílý slon, Praha, 1998. ISBN 80-902063-9-5 s. 47
16. ŠTÝS, S. (2004): Proměny měsíční krajiny v srdci Evropy, ECOCONSULT PONS, Vydala Česká reklamní společnost – Jan Syrový v tiskárně K&B, 2004. s. 108
17. ŠTÝS, S. (2011): Historie nádrže Benediktu v Mostě, (navštíveno 16. 06. 2017) <http://litvinov.sator.eu/kategorie/okolni-obce/most-soucasny/historie-nadrze-benediktu-v-moste> (8. 3. 2011)
18. ŠTÝS, S. (2014): Krajina naděje – Proměny mezi Kadaní a Březnem. Nakladatelství Ing. Stanislav Srnka, Tisk Ústecké tiskárny s.r.o., 2014. ISBN 978-80-260-5855-7 s.240
19. Vrána, K., Beran, J. (2005): Rybníky a účelové nádrže, skriptum, vydavatelství ČVUT, 2. vydání, 2005. ISBN 80-01-02570-5. s. 1