

Ing. Evžen Pichler, CSc., Ing. Josef Halíř, VÚHU, a.s., Most

Výstavba vodních nádrží v mostecko-komořanské oblasti

Aufbau von Wasserbecken im Gebiet Most und Komořany

Die Wasserbecken in der Umgebung von Most stellen ein einzigartiges technisches Beispiel der historischen Gebietsentwicklung für die zwei letzten Jahrhundert dar. Durch die Errichtung der Wasserbecken in Ankoppelung auf die Bergbautätigkeit erhöhte sich wesentlich das ökologische Potential der Landschaft in der Stadtumgebung. Die mehrzweckige Ausnutzung wurde bisher in ehemaligen Abbaufeldern der Tagebaue Hrabák, Ležáky und Vrbenský nachgewiesen. Während fürs Wasserbecken Benedikt ein Realizationsprojekt für seine Rekonstruktion bearbeitet wird, der Restsee Matylda erfüllt schon seine neuen Aufgaben, was Fischfang, Naherholungsgebiet und landschaftsbildende Element sind. Von allen Aspekten, die auf eine funktionsmäßige Wasserfläche gestellt werden, ist der Restsee von Most für ein anspruchvollstes Werk zu halten.

Für alle Wasserbecken und Restseen ist nach der hydrologischen Bilanz charakteristisch, daß das infiltrationsmäßige Einzugsgebiet klein ist. Es wird eindeutig gezeigt, daß es erforderlich ist, dem Wasserabzug durch das Kohlenflöz zu verhindern und die Wasserdotation aus anderen Quellen sicherzustellen. Und da, wieder aus Anlaß der Braunkohleindustrie, wurden kapazitätsmäßige Zufluter aus dem Eger-Wasserauszugsgebiet aufgebaut, die diesen Defizit ersetzen können.

Building of water reservoirs in the Most – Komořany area.

Water reservoirs around Most are a matchless technical unique of the historical development in the area over last two centuries. Building of the water reservoirs in connection with mining activity has significantly increased the ecological potential of suburban area. Their multi-purpose usage is proved in the mining areas

of Hrabák, Ležáky and Vrbenský mines. At the same time, the realization project for reconstruction the Benedikt reservoir is in process, Matylda already fulfills the function of a reservoir for fisheries, recreation, as well as landscape enhancement value. Looked upon from all aspects that are required from a functional water reservoir, the lake Most is the most demanding of all the reservoirs.

According to the hydrological balance, it is significant, that the infiltration catchment area is small. The necessity to prevent the water from escaping through the coal seam, and the need of water supply from other resources show to be indisputable. Here, again, because of industrial activities, there have been built capacity water canals from the catchment area of river Ohře, which can make for this deficit.

Строительство водохранилищ в мостеcko-коморжанской области

Водохранилища в окрестностях города Мост являются уникальными техническими объектами исторического развития данной территории последних двух веков. Из-за строительства водохранилищ связанных с горной деятельностью увеличился значительно экологический потенциал пригородного пространства. Их многоцелевое использование можно документировать в добычных зонах бывших шахт и разрезов Грабак, Лежаки и Врбенски. Между тем как для водохранилища Бенедикт совершается разработка проекта его реконструкции, то озеро Матылда выполняет уже функцию рыбоводства, зоны отдыха и важного элемента ландшафта. По всем аспектам предъявляемым к функциям водохранилища представляет собой озеро Мост самое сложное дело.

По гидрологическому балансу для всех водохранилищ типична небольшая водосборная площадь инфильтрации.

Однозначно выявляется необходимость препятствовать утечке воды через угольный пласт и требование дотации водой из других источников. Поэтому - также по импульсам промышленной деятельности - были построены мощные каналы, приводящие воду из водосборного бассейна реки Огрже, которые могут данный дефицит возместить.

Výstavba vodních nádrží v mostecko-komořanské oblasti

Vodní nádrže v okolí Mostu jsou jedinečným technickým unikátem historického vývoje území za poslední dvě staletí. Výstavbou vodních děl ve vazbě na hornickou činnost se významně zvýšil ekologický potenciál příměstského

prostoru. Jejich víceúčelové využití je prokázáno v dobývacích prostorách dolu Hrabák, Ležáky a Vrbenský. Zatímco u vodní nádrže Benedikt se zpracovává realizační projekt na její rekonstrukci, Matylka již naplňuje funkce rybochovné, rekreační a krajinné nádrže. Jezero Most je ze všech aspektů kladených na funkční vodní nádrž nejnáročnějším dílem.

Pro všechny vodní nádrže je podle hydrologické bilance příznačné, že infiltrační povodí je malé. Jednoznačně se ukazuje nutnost zabránění úniku vody uhelnou slojí a potřeba dotace vody z jiných zdrojů. A tady opět z popudu průmyslové činnosti byly vybudovány kapacitní přiváděče vod z povodí Ohře, které mohou tento deficit nahradit.

MostECKO-komořanská oblast je nížinnou ekozónou pánve Bíliny. Z kartografických podkladů minulého století a na svou dobu velmi přesných geologických map, vydaných v roce 1880 H. Wolfem, lze z geomorfologických a hydrogeologických poměrů vyčíst původní tok řeky Bíliny od západu k východu. Bílina protékala jezerem, jen několik metrů hlubokým, obklopeným močály a rašeliništi, rozkládajícími se mezi obcemi Dřínov, Ervěnice, Komořany, Dolní Jiřetín, Souš až po východní okraj Mostu. Vrstevnice 226 m n.m. vymezovala pravděpodobný rozsah těžce průchodných až neprůchodných močálů. Konec konců i jméno města Mostu je odvozeno od mostů či haťových cest vedoucích přes mokřiny či řeku Bílinu.

Již na počátku minulého století se započalo s umělým odvodňováním Komořanského jezera zachycující vody Bíliny a krušnohorské potoky. V důsledku novověké a posléze poválečné industrializace pánevní oblasti bylo jezero výstavbou hrázového systému v r. 1955 přeměněno na víceúčelovou nádrž Dřínov na Bílině, která kromě retenční funkce zajišťovala také zásobování chemického a energetického průmyslu užitkovou vodou. Rozvoj lomové těžby v povodí Bíliny si vyžádal vybudování nové soustavy vodohospodářských děl v náhradu za nádrž Dřínov. Ještě v roce 1974 existuje část nádrže zmenšená hrázovým předělem a v r. 1989 již byla zcela vypuštěna a prostor uvolněn pro další postup lomu Čs. armády podél úbočí Krušných hor.

Za poslední dvě staletí zanikla řada vodních nádrží, ale v návaznosti na vyvolané potřeby pitné i užitkové vody vznikají, především hornickou činností, nové. Tyto nové vodní nádrže již nemají jen ochrannou (retenční) vodárenskou a průmyslovou funkci. Jsou již víceúčelové, především vytvářející vhodné vodní prostředí pro chov ryb, nádrže určené ke koupání a provozování vodních sportů. Se specifickou úpravou okolí se zřizují nádrže krajinné ke zlepšení ekologických funkcí, estetického účinku krajiny a architektury. V tomto příspěvku se omezíme na vodní nádrže vzniklé výhradně hornickou činností v bezprostředním okolí města Mostu a v dobývacích prostorech dolů Hrabák, Ležáky a Vrbenský.

Pro vodní nádrže Mostecká je charakteristické, že jsou neprůtočné, u nichž musí být zajištěna dotace vody nahrazující výpar a umožňující ovlivnění kvality vody. Všechny nádrže jsou založeny ve výsypných prostorech lomů, kde je třeba řešit potenciální průsaky uhelnou slojí. Vůči stavbě rybníků a údolních přehrad vyžadují rozsáhlé sanační práce zajišťující nejenom přístupnost, ale i stabilitní bezpečnost svahů při následném zatopení zbytkových jam vodou. Jde o vhodné vytvarování svahů, vybudování opěrných stabilizačních těles a zabránění komunikace vod z litorálního a hlubinného pásma vodních nádrží do nejhlubší části pánve. Jaký je tedy stav dosud neukončených nebo zahajovaných staveb vodních děl ve světle úspěšných i neúspěšných aplikací utěšňování horninového masívu?

Vodní nádrž BENEDIKT

Separátní uhelná pánvička, východně od města Mostu, byla hlubinnými doly exploatována již v minulém století. O rozsahu a způsobu dolování se však nedochovaly potřebné údaje a až po odkrytí ložiska lomem Benedikt bylo zjištěno intenzivní vytěžení hustou sítí chodeb ve dvou patrech.

Lom Benedikt spolu s lomem Elisabeth byly vtelenskými lomy, jejichž otvírka byla zahájena v roce 1957 (lom Benedikt 1. X. a Elisabeth 1. IX.). Skrývkové zeminy obou vtelenských lomů byly zakládány převážně do vnějších výsypek, ale částečně i do vnitřního prostoru. Při těžbě skrývkových zemin a uhlí se používala lopatová rýpadla typu E 2,5 a Mb2. Vlakové soupravy pro dopravu skrývky se skládaly z parní lokomotivy BS 200 a 8 vozů BH 6,3 rozchodu 900 mm. Uhlí bylo odváženo nákladními automobily Tatra 111 k přesypu, odkud bylo dopravováno pásovým dopravníkem k nové třídírňe na dole Hrabák. Na výsypkách se zakládaly zeminy lopatovými rýpadly typu E 2,5, případně Mb2 nebo buldozery. Exploatace ložiska byla ztěžována četnými důlními požáry, které byly zdrojem plynových emisí majících charakter plošného zdroje znečištění ovzduší. V roce 1962 byl OBÚ v Mostě stanoven ochranný pilíř vůči obci Vtelno, ve kterém zůstaly nevytěženy zbytkové uhelné zásoby ve výši 265 887 t. S vysokými těžebními ztrátami byla hornická činnost ukončena v IX/1964, vytěžením necelých 2 mil. t hnědé uhlí.

Vnější výsypka lomu o ploše 22,8 ha byla rekultivována zemědělsky a zbytková jáma byla určena k vybudování vodní nádrže pro rekreační využití. Stavba nádrže byla zahájena již v r. 1970 rozsáhlými terénními úpravami spočívajícími v terasovitém vytvarování strmých svahů. Budoucí dno nádrže bylo vytvořeno rozhrnutím vnitřní výsypky. Vnitřní výsypka je částečně zachována v podobě dnes zalesněného ostrůvku.

Ani hustá síť průzkumných vrtů, vyhloubením 90 vrtů s celkovou metráží 3298,8 m, nedokázala odhalit chodby dřívějšího intenzivního rubání. Podzemní voda byla zastižena pouze čtyřmi vrty v písčitých hlínách a ojedinělých štěrkových polohách [1]. Petrografický popis hornin zastižených průzkumnými vrty udává velmi pestré složení různobarevných tufitických jíílů, písčitých jíílů, uhelných jíílů a velmi častý výskyt oxyhumolitů a vypálených jíílů. Je docela možné, že popisované jííly různých barevných odstínů jsou pravděpodobně vypálenými jííly o sumární mocnosti odpovídající někdy i mocnosti celého nadloží. Pak je ovšem zřejmé, že i ve výsypkách se vyskytuje vysoký podíl pevných úlomků vypálených jíílů.

Již v době výstavby nádrže byla předpokládána komunikace vod, ať již výskytem propustných hornin nebo zachovanými chodbami v uhelném pilíři. Proto byla na jižním okraji nádrže vybudována homogenní hráz s podzemní betonovou stěnou

V4-170, o celkové délce 590 m, v nezhotovené výsypce. Betonová stěna měla být založena do nepropustného podloží a tak zabránit možnému úniku vody do prostoru obce Vtelno. Realizace těsnicí stěny probíhala v letech 1972-73 závodem speciálního zakládání Vodních staveb Praha. Jediným zachovaným dokladem o průběhu hloubení rýhy pro betonovou podzemní stěnu je expertní posudek prof. Šimka, který se zmiňuje o zastižení starých důlních děl.

Vlastní rekultivační práce technické i biologické povahy byly realizovány v letech 1971 až 1975 Báňskými stavbami Most. Výměra vodní plochy s úrovní hladiny na kótě 300 m n.m. činila 16 ha. Okolní břehy a strmé svahy byly upraveny rozsáhlými terénními pracemi. Bohatý břehový doprovod byl zalesněn na ploše 17,3 ha, na které byly vybudovány přístupové cesty, hřiště, parkoviště a umělá šterkopísková pláž. Strmé břehy hrázového systému a jihovýchodní břehy byly zpevněny prefabrikáty. Celkový náklad stavby v tehdejší cenové úrovni činil 70 mil. Kč. Rekreační areál byl předán do užívání tehdejší Správě tělovýchovných a rekreačních zařízení města Mostu.

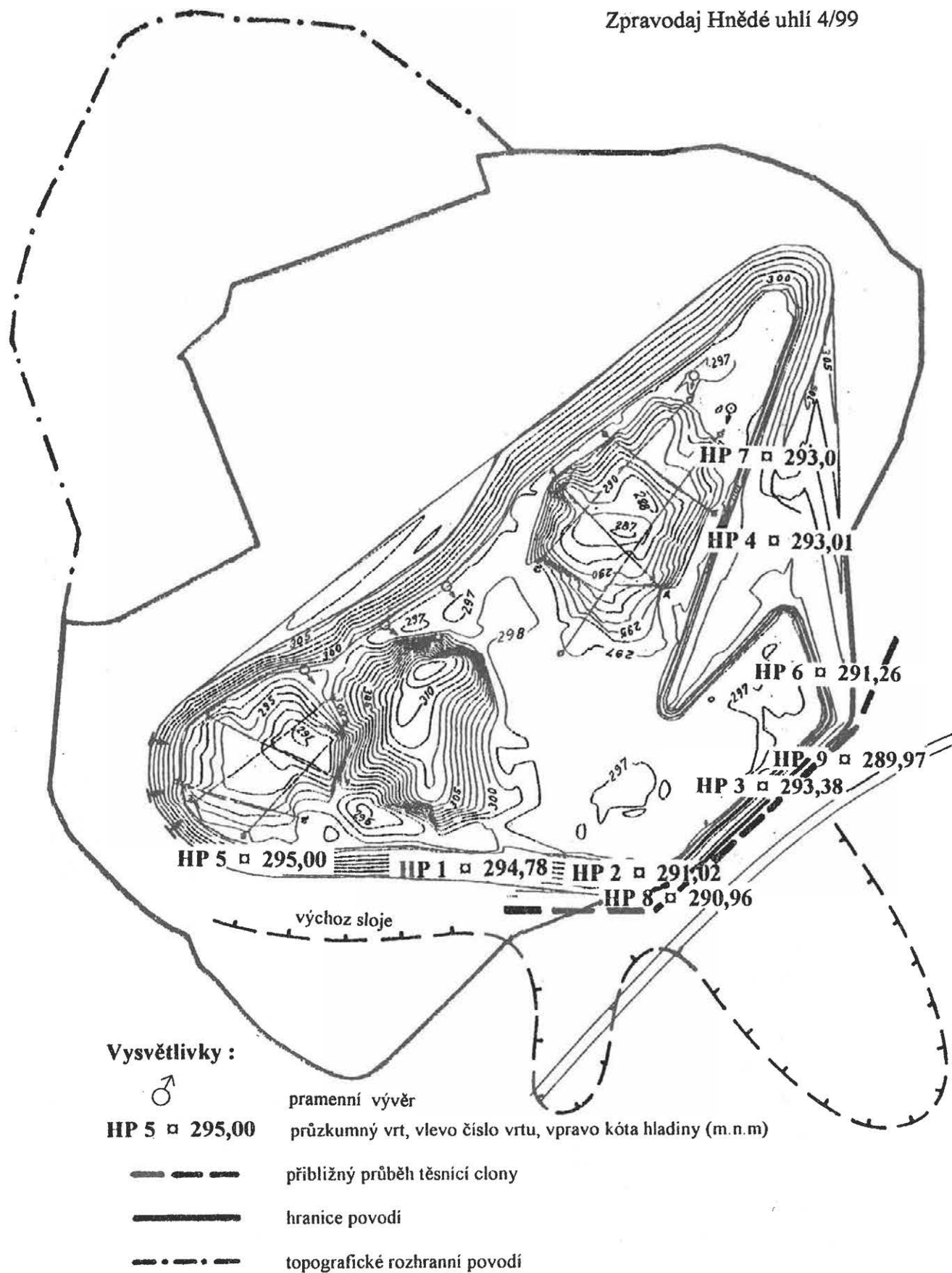
Režim podzemních vod

Infiltrační území vtelské pánve zasahuje do zástavby Liščího a Vtelenského vrchu a ze severovýchodní strany do území výhledové zástavby, v současné době komunikačně zpřístupňovaného. Tvoří tak až 500 m široký pás vypálených jílu nad kótou 300 m n.m. Plošně rozsáhlý výchoz vypálených jílu – porcelanitů, který je místy až 25 m mocný, tvoří podzemní rezervoár, z něhož jsou pozorovatelné stálé pramenní vývěry v patní části strmému svahu zbytkové jámy v úrovni 298 až 300 m n.m. V nedávné době zvýšená vydatnost pramenních vývěrů je možná vyvolána netěsností vodovodních řádů a kanalizační sítě. Po dokončení výstavby na Liščím vrchu byly totiž zaznamenány zřetelné projevy porušení stability svahu hydrodynamickými účinky vody (obr. 1).

Vypracováním hydrogeologické studie vodní nádrže byl pověřen VÚHU. Na základě této úvodní práce bylo vyhloubeno celkem 7 hydrogeologických vrtů stanovenou technologií, dohodnutým způsobem vrtání a předepsanou výstrojí [2]. Jediný vrt HP 5 nebyl vystrojen za účelem hydrogeologického pozorování, neboť v něm nebyla zastižena zvodeň. Výsledky měření relativních změn hladiny a zjištěné dotace z nedaleké úpravně vod a vypočtené úbytky vody z nádrže uvádíme na obr. 2.

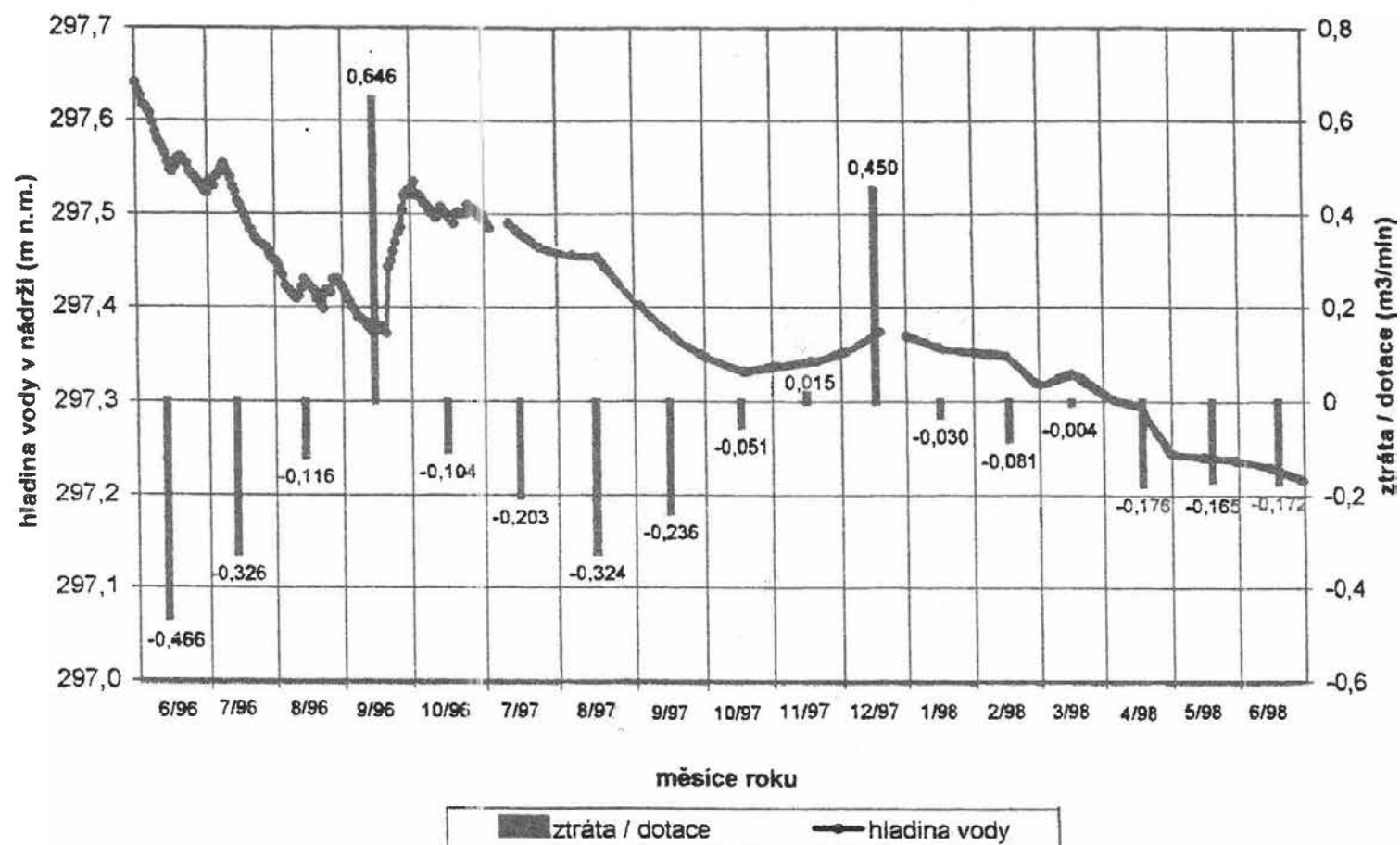
Kolektor mělkých podzemních vod je poměrně těsně závislý na klimatických vlivech. Žádná hladina ve vrtech nekoresponduje s pravděpodobnou současnou hladinou 297 m n.m. Nejblíže úrovni hladin podzemních vod se hladině v nádrži přibližují hladiny ve vrtech HP 1, 3, 4 a 7. Nižší pozorované hladiny vod svědčí o zonálnosti hydrostatického pole. Z provedené hydrologické bilance vyšel za sledované období 6. 6. až 31. 10. 1996, únik vody ve výši 13 200 m³, za období 2. 7. až 5. 12. 1997 únik 31 800 m³ a v posledním období 5. 1. až 22. 6. 1998 ztráta ve výši 25 000 m³.

Pozorované výtoky vody v obci Vtelno pod vodní nádrží v době sledování vykazovaly stálou vydatnost. Z klesajícího trendu hladiny vody v nádrži je zřejmé, že celkový přítok do nádrže je menší než je výpar a odtok. Vizualně se zdá, že je hladina stabilizována, to je způsobeno občasou dotací vody z úpravně vody SČVK.



**Obr. 1 Povodí vodní nádrže Benedikt,
měř. 1 : 5 000**

Obr. 2 Nádrž Benedikt - hladina, ztráta, dotace
hydrogeologické sledování 6.6.1996 až 22.6.1998



Stavební geologii GEOSAN, s.r.o., Nučice byl ve dnech 30. a 31. 7. 1997 proveden doplňující hydrogeologický průzkum dvěma dalšími vrtů HP 8 a HP 9 situovanými do krajních míst hrázového systému nádrže. Krátké otestování těchto i již dříve vyhloubených vrtů HP 2, HP 3 a HP 6 umožnilo predikci filtračních parametrů zvodněného prostředí v okolí hráze.

Tab. 1 Výsledky čerpacích zkoušek

Označení vrtu	prům. čerpané množství Q ($l.s^{-1}$)	hladina podz. vody před zkouškou (m od odm. bodu)	transmisivita T (čerp.zk.) ($m^2.s^{-1}$)	transmisivita T (stoup.zk.) ($m^2.s^{-1}$)	koef. filtrace k (čerp.zk.) ($m.s^{-1}$)	koef. filtrace k (stoup.zk.) ($m.s^{-1}$)
HP-2	0,14	10,30	$5,07 \cdot 10^{-7}$	$4,23 \cdot 10^{-7}$	$1,01 \cdot 10^{-7}$	$8,46 \cdot 10^{-8}$
HP-3	0,50	7,74	$3,28 \cdot 10^{-4}$	$3,68 \cdot 10^{-4}$	$3,28 \cdot 10^{-5}$	$3,67 \cdot 10^{-5}$
HP-6	0,28	10,29	$1,08 \cdot 10^{-4}$	$7,86 \cdot 10^{-5}$	$2,15 \cdot 10^{-5}$	$1,57 \cdot 10^{-5}$
HP-8	0,05	9,09	$3,64 \cdot 10^{-7}$	$3,05 \cdot 10^{-7}$	$1,21 \cdot 10^{-7}$	$1,02 \cdot 10^{-7}$

Provedené zkoušky potvrzují dvojí oblasti s odlišnými hydraulickými parametry horninového prostředí. V západní části hráze je vrtů HP-2 a HP-8 prokázána propustnost nižší, charakterizovaná transmisivitou řádu $n \cdot 10^{-7} m^2.s^{-1}$. Ve východní části hráze byly u vrtů HP-3, HP-6 zjištěny propustnosti až o 3 řády vyšší, tedy jako mírně propustné [4].

Již z těchto měření a hydrologických zkoušek se ukazuje, že ke komunikaci vody bazální částí výsypky dochází z jihovýchodní části nádrže. To ovšem s jistotou potvrdily teprve komunikační zkoušky, jejichž celkové zhodnocení bylo uvedeno v [5]. Ke komunikaci vod dochází z JV části nádrže prostřednictvím výsypkových zemin, nevytěženými zbytky uhlí, ponechaným uhelným pilířem a nepochybně prostorem podzemní těsnicí stěny. Podle hloubky založení stěny (max. projektovaná hloubka 278,4 m n. m.) a nepřesně zjištěných skutečných geologických poměrů při výstavbě usuzujeme, že se nepodařilo zavázat stabilizační část hráze do nepropustného podloží. Geofyzikální gravimetrické měření, které rozlišovalo hustotní nehomogenitu tělesa hráze, vykazovalo celou řadu anomálií představující patrně zbytky nevytěženého uhlí a nezhuťné výsypkové zeminy reprezentované především vypálenými jíly [4]. V prostoru HP-3 jsou zjevné deformace hrázového tělesa dokladující hydrodynamické působení zaklesnutí hladiny vody v nádrži. Ověřený současný stav dna nádrže přístrojem Echolat, spolu s výsledky komunikačních zkoušek, byly rozhodujícími faktory pro návrh sanace zbytkové jámy lomu Benedikt [6].

Navrhovaná sanace prostoru

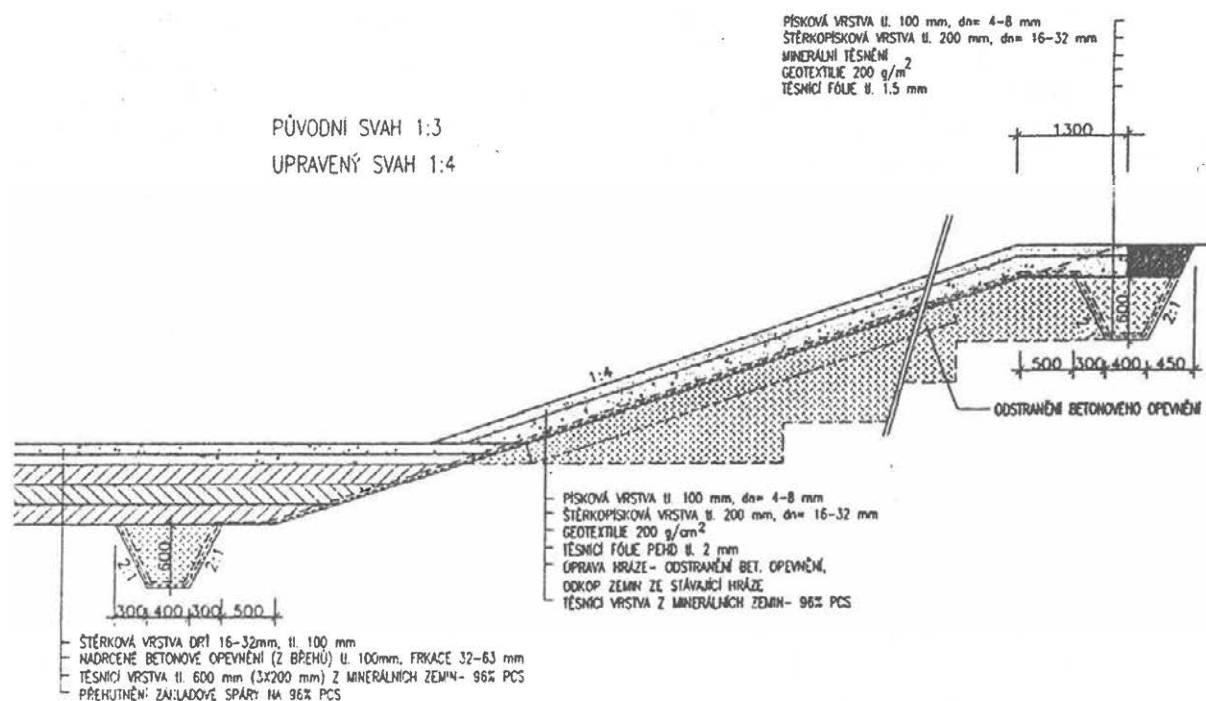
Pro dvě varianty navrhované sanace vodní nádrže podle [7] je shodné plošné řešení zatěsnění dna a břehů nádrže. Netěsní se JZ část nádrže v podstatě oddělená ostrůvkem, kde byla uhelná sloj zcela vytěžena a dno lomu nebylo překryto výsypkovými zeminami.

Variant 1 – Sanace stávající hráze

Sanace nově navrženého těsnícího prvku stávající hráze v celkové délce hráze je patrná z obr. 3 ze vzorového příčného řezu stávající hráze. Ze svahu hráze se odstraní betonové opevnění, navrženými zářezy se odebere část hráze, zpětně se doplní a upraví do sklonu 1:4 otestovanou minerální zeminou vhodnou ke stavbě homogenních hrází, tj. jílovopísčitou zeminou obsahující 50 – 70 % písku. Tato vrstva se zhutní na 96 % PCS. Na tuto vrstvu se položí těsnící fólie z PEHD tl. 2 mm, která bude ochráněna geotextilií 200 g/cm². Jako stabilizační prvek jsou navrženy vrstvy ze štěrkopísku tl. 20 cm dn = 16 – 32 mm a pískové vrstvy tl. 10 cm dn = 4 – 8 mm.

Zatěsnění dna a prohlubně je navrženo z minerální jílovité zeminy v tl. 0,6 m (3 x 20 cm). Před pokládáním těsnících vrstev bude ze dna o tloušťce 0,8 m odtěžena stávající zemina, popř. odstraněny bahnité sedimenty. Dno nádrže v blízkosti hráze, bude při skrytí zemin vyspádováno směrem k výpustnému objektu. JZ část nádrže bude vyspádována směrem k nejhlubší části nádrže. Na těsnící vrstvu z minerálních zemin bude rozprostřena vrstva nadrceného betonu dn = 32 – 63 mm tl. 10 cm a štěrková vrstva dn = 16 – 32 mm tl. 10 cm.

Z břehů nádrže budou odstraněny betonové panely (tyto panely budou nadrceny a zpětně použity na dno). Svahy budou upraveny do mírnějšího sklonu 1:4, přehutněny a zatěsněny vrstvou minerální zeminy tl. 20 cm. Na minerální těsnění bude rozprostřeno opevnění ze štěrkové vrstvy dn = 16 – 32 mm tl. 20 cm a pískové vrstvy dn = 4 – 8 mm tl. 10 cm. Tento druh opevnění je navržen pouze v místech stávajícího betonového opevnění. Ostatní části břehů zůstanou zachovány v původním stavu nebo v místech, kde se vyskytují zbytky uhlí, provede se jejich sanace opěrnými tělesy (obr. 3).



Obr. 3 Vzorový příčný řez hrází Benedikt

Varianta II – Vybudování nové hráze

Varianta vybudování nové hráze neakceptuje stávající hráz, jejíž těsnicí schopnost je porušena a nová hráz je navržena jako homogenní, zavázaná do stávajícího výběžku (poloostrůvku) a původního hrázového tělesa. Z konstrukčního hlediska stavby hráze jsou vhodnými stavebními zeminami jílovitopísčité zeminy, které obsahují 50 až 70 % písku. Stejně parametry platí i pro opevnění břehů nádrže (namísto odstraněných betonových panelů).

Variantně je navrženo hrázové těleso jako nehomogenní. Vnitřní těsnicí jádro je pak z materiálu ML, ML-CL, CL, stabilizační část hráze ze zemin GP, SP. Další varianty jsou uvažovány z důvodu snížení investičních nákladů na dopravu stabilizačních a těsnících materiálů.

Těleso nové hráze musí být podle ČSN 75 2410 opatřeno výpustným objektem (požerákem) s možností regulace hladiny. Výpustné potrubí je svedeno přes kontrolní šachtu do stávajícího výpustného objektu, který je třeba rekonstruovat.

Zatěsnění dna a břehů nádrže se liší vůči I. variantě pouze plošným rozsahem. Zemina odtěžená ze dna nádrže bude volně ukládána do prostoru mezi stávající a nově navrženou hráz. Dojde tak k zasypání části uměle vytvořené nádrže, která z hlediska bezpečnostního i estetického je nevyhovující. Vzniklý prostor by sloužil ke sportovní - rekreačním účelům, popř. může být postupem času dořešen jako prostor určený k osazení umělohmotných bazénů různých tvarů a hloubek, pískovišti, dětskými hřišti aj. Prostor by byl doplněn keřovými a stromovými porosty.

Pro etapovitou výstavbu je navrženo propojení břehu se stávajícím ostrůvkem. Propojení může být zajištěno mostkem, který bude sloužit návštěvníkům rekreační nádrže. Mostek rovněž zpřístupní ostrůvek a tímto způsobem by se rozšířila rekreační odpočinková plocha o atraktivní prostor.

Po zhodnocení návrhů variantních řešení způsobů sanace vodní nádrže Benedikt bylo MěÚ Most požadováno zpracování kompletního urbanistického řešení využití území s potřebnými vazbami komunikačního systému a inženýrských sítí na okolí [8]. Tato studie prokázala možnost vytvoření hlubší vodní nádrže s rozšířením rekreačních ploch pro rekreační pobyt v přírodě i s odpovídajícími zařízeními.

Možnosti využití území

Z pravděpodobné kvantifikace proudění podzemních vod za předpokladu utěsněného dna, je ztráta výparem kompenzována atmosférickými srážkami jen částečně a je tedy nutné doplňovat vodu v nádrži. Při navrhované hladině 299,0 m n.m. a průměrném roce z hlediska srážek nedojde k vyrovnání bilancí a je nutná dotace vody, při předpokládaném přítoku z povodí 3 tis. m³, ve výši 30 tis. m³. Kvalita dodávané vody podle vyjádření Povodí řeky Ohře je vyhovující z hlediska požadavků pro koupání ve volné přírodě.

Celkový návrh využití prostoru Benedikt je rozdělen do dvou částí :

- I. část – **Sanace prostoru Benedikt**, navrhuje takové technické zabezpečení prostoru, které eliminuje současný únik vody z nádrže a zlepší její kvalitu.
- II. část – **Využití prostoru Benedikt**, řeší využití sanovaného prostoru k rekreačním a komerčním účelům. Zrealizováním I. části výstavby bude zájmový prostor připraven k využití bez ohledu na postup výstavby II. části. Etapizací výstavby

a různého časového rozpětí je sanace řešena výstavbou hrázového tělesa s postupným zasypáváním prostoru vzniklého mezi stávající a novou hrází. Zasypání prostoru lze zrealizovat též jednorázově (tj. bez vybudování hrázového tělesa), za předpokladu dostatečného množství vhodného těsnícího materiálu. [8]. Navrhované využití prostoru Benedikt je zřejmé z geografického snímku na obr. 4.

Parametry stavby:

objem nádrže:	400 000 m ³
plocha vodní hladiny:	9,6 ha; ostrůvek: 1,4 ha
kóta hladiny:	299,0 m n.m.
kóta dna prohlubní:	286,6 m n.m. a 290,0 m n.m.

Podle územního plánu sídelního útvaru Most je vodní nádrž významným krajinným prvkem, ekologicky, geomorfologicky hodnotnou částí krajiny přispívající k udržení její stability. Vodní plochu je žádoucí udržet i za cenu zvýšených nákladů na její utěsnění. Vytváří se tím mezi zastavěným územím Mostu a Vtelna systém vzájemně propojeného lokálního biocentra a koridoru, které je vedeno v navrženém ÚSES pod č. 753 [9].

Jezero MOST

Výstavbě jezera Most předchází na svou dobu nejrozsáhlejší lomové dobývání uhlí v deltovitém sedimentárním vývoji nadložního souvrství převážně prachovitých jílovců s písčitymi klínovitými tělesy. Původní důlní pole Ležáky I na SV od starého Mostu sousedilo s dolem Venuše, Ležáky II, M.J.Hus a Vrbenský. Lokalita Ležáky II – bývalý hlubinný a později povrchový lom Evžen byl uveden do provozu 14. 5. 1945. Po vyuhlení lokality Ležáky II byl prostor lomu částečně zasypán vnitřní výsypkou využit pro plavení popelů z elektrárenských zařízení Chemických závodů. V roce 1952, spojením obou lokalit, vzniklo souvislé dolové pole s vlastním provozním zařízením dopravním, dobývacím a zakládacím. Odklíz nadloží se prováděl lopatovými rýpadly E 2,5 a korečkovými rýpadly Krupp E 350 a 400, které byly později nahrazeny kolesovým rýpadlem K 300. Skrývkové zeminy byly dopravovány na vnější Střimickou a Rudolickou výsypku, do vyuhleného lomu Bedřich a později do prostoru vyuhleného Nového pole. Kromě rýpadlových výsypek byla v provozu i zakladačová výsypka Z 1200 ve vyuhleném lomu Bedřich.

V dalších etapách postupu lomu se těžilo uhlí kolesovými rýpadly Rsch 160 a lopatovými rýpadly E 2,5 v dolových polích dolu Venuše, M.J.Hus, Julius III a v části pole Minerva, přičemž některé hlubinné doly byly v té době ještě provozovány. Postupně byla malostrojová technologie doplňována rýpadly K 300, kolejovou elektrifikovanou dopravou o rozchodu 900 mm s lokomotivami E 17 s vozy LH 25. Uhlí se začalo dopravovat pásovými dopravníky šíře 1000 mm. Od roku 1984 se propojoval lom Ležáky, který dotěžoval prostor Konobře s lomem Most.

Se skrývkovými pracemi lomu Most bylo započato v nezastavěné části Mostu na SV svazích Hněvina 1. 1. 1970. Těžená skrývka lopatovými rýpadly E 2,5 byla zakládána do patní části Komořansko-kopistské výsypky a do vnitřní výsypky lomu Matylda. Uhlí bylo později těženo kolesovými rýpadly KU 300 a dopravováno pásovými dopravníky na překladiště nedaleko úpravny Herkules. V roce 1983 byla na



Obr. 4 Studie využití prostoru nádrže BENEDIKT

lokalitě Most nasazena pásová doprava s třemi rýpadly KU 300/80/87/62, pásovými vozy a zakladačem ZP 2500/89 a provoz kolejové dopravy od lopatových rýpadel E 2,5 zůstal zachován. Otvírkové práce v dolovém poli Kopisty byly zahájeny technologickým celkem TC 2 s KU 800/94 a zakladačem ZP 6600/91 na Střimické výsypce v r. 1983. Od r. 1988 je provozována pouze vnitřní výsypka v návaznosti na etáže zakládané PVZ 2500 a ZP 2500.

Od r. 1995 se datuje útlum těžby v důlním poli Kopisty. Na dva roky byl technologický celek TC 2 zastaven, ale posléze zprovozněn na realizaci sanační skrývky. Těžba uhlí byla definitivně ukončena k 31. 8. 1999 a sanační skrývka je zajišťována závodem Hrabák, rýpadlem KU 300/80, PVZ 603 a zakladačem ZP 2500.

Výběr zemin k utěsnění uhelné sloje

Při zakládání jednotlivých etáží má sypanina prakticky nulovou soudržnost a obvykle vykazuje poměrně vysokou hodnotu nakypření. Zvyšováním úrovně normálového napětí dochází především ke stlačování mezerové výplně mezi kusy zeminy. Tím se postupně uzavírá spojitost mezer vymezených dotykem úlomků jílovité sypaniny, její propustnost se sníží na hodnoty blízké jílovému materiálu vzniklému komprimací drobné frakce. Z třífázového stavu přechází zemina ve dvoufázový stav s vývojem pórového tlaku. Vzduch původně uzavřený v mezerách sypaniny při jejich zmenšování postupně pronikne jílovými můstky mezi mezerami nebo se rozpouští v pórové vodě a pórový tlak vzduchu se mění na pórový tlak vody. S enormním zvýšením pórových tlaků při překročení určitého přechodového napětí se obálka smykové pevnosti dostává z efektivních hodnot na hodnoty totální $c_{ef}, \varphi_{ef} \rightarrow c_u, \varphi_u$.

Vývoj pórového tlaku s hloubkou je zpravidla lineární a nulová izobara pórového tlaku je v jisté hloubce h_0 pod povrchem výsypky. Vyjádření změny pórového tlaku s hloubkou pod povrchem výsypky podle provedených výzkumů je prezentováno rovnicí $u = K_u \cdot \gamma_{syp} \cdot (h - h_0)$, kde h_0 je hloubka až po kterou lze počítat s třífázovým stavem sypaniny a K_u – koeficient pórového tlaku.

Zóna h_0 souvisí s mezní výškou sypaného tělesa a při jejím překročení se začínají tvořit oblasti s plastickým jádrem, tj. oblasti s vývojem pozitivního pórového tlaku. Orientačně od hloubky 15-20 m již vznikají průběžné plochy s vývojem pórového tlaku. Z hlediska praktického uplatnění uvedeného přístupu je však třeba prověřit řadu dalších faktorů, které mohou odhad výše a rozdělení pórového tlaku ovlivnit. Především tam, kde již byla výsypka založena na drénovou podložku, může docházet k rozptylu pórových tlaků jejím drenážním účinkem. Zase naopak, kde se jílovcová sypanina dostane do styku s vodou, tam může dojít k náhlé změně konzistence a samotěsnící efekt se zvýší.

Z dílčích výsledků soubornějšího výzkumu jílovcové sypaniny a jejich chování za vyšších zatěžovacích tlaků na lokalitě Ležáky byly odvozeny dvě kategorie sypaniny z hlediska jejich rozdílných přetvárných procesů. Do první kategorie zemin s nižší potřebou dodání přetvárné energie spadají sedimentární horniny typu jílu a prachovitých jílovců, ale i sprašových hlín. Dodání vyšší přetvárné energie je potřebné u pevných a zpevněných hornin představovaných karbonáťskými prachovci a jílovitými karbonáty. Polohy nabohacené karbonáty (zejména siderity a ankerity) jsou však laterálně nestálé a vyskytují se v okrajových částech skrývkové fronty lokality Ležáky – Most – Kopisty [10].

Koncepce řešení těsnících těles uhelné sloje

Značná hustota důlních děl zprostředkovala možnost sestupu podzemních vod od výchozů sloje do centrální části pánve. Do pohybu se dostala značná kvanta původně stagnujících podzemních vod. Čerpaná množství se stále zvětšovala a při aplikaci povrchového způsobu těžby dále narůstala z atmosférických srážek nejen na ploše lomu, ale i o přítoky z širšího povodí.

Hnědouhelná sloj má podle ojedinělých hydrodynamických zkoušek koeficient filtrace okolo $n \cdot 10^{-4}$ až $n \cdot 10^{-6} \text{ m s}^{-1}$. Má především puklinovou propustnost a u hnědouhelných typů, které dosáhly pouze hemifáze prouhelňovacího procesu a u oxyhumolitů je možné uvažovat i průlinovou propustnost. Zvýšená propustnost v některých partiích sloje je dána intenzivnějším rozpukáním sloje v širším prostoru některých tektonických linií. Všechny tektonické poruchy v zájmovém území byly rozfáráním důlních polí zprůchodněny, stejně jako vlastní sloj více než 150 letou báňskou těžbou a jsou tudíž prostředím komunikace důlních vod do centrální části pánve s nehlouběji uloženou uhelnou slojí.

Na přelomu let 1996 – 1997 byla zajišťována báňská připravenost na lokalitě Ležáky na horizontu 160 až 165 m n.m. na skrývkové straně a na horizontu 175 m n.m. na výsypce Konobrze. Sanační skrývka TC 2 byla zahájena 1. 3. 1997 zakládáním do dvou vrstev 2 x 20 m, kam byly směřovány převážně zeminy I. kategorie určené k vybudování těsnící clony uhelné sloje. Z vybraných skrývkových zemin bylo vytvořeno těsnící jádro o celkové mocnosti 40 až 60 m.

Kromě výsypky Konobrze jsou vytvářena další výsypková tělesa ve zbytkové jámě Ležáky zakladačem ZP 2500/89, PVZ 600 a 603. Zakládání materiálů s prokazatelnými těsníci vlastnostmi hydrofyzikálním testováním jsou směřovány do oblastí ponechaných uhelných pilířů a dosud nezakrytých úseků konečné pozice uhelné stěny. Ostatní materiály s vyššími hodnotami koeficientu filtrace jsou směřovány do těch částí vnitřní výsypky, kde se počítá s jejich převrstvením zeminami I. kategorie nebo kde bude provedeno následné těsnění doplňujícími stavebními způsoby (obr. 5).

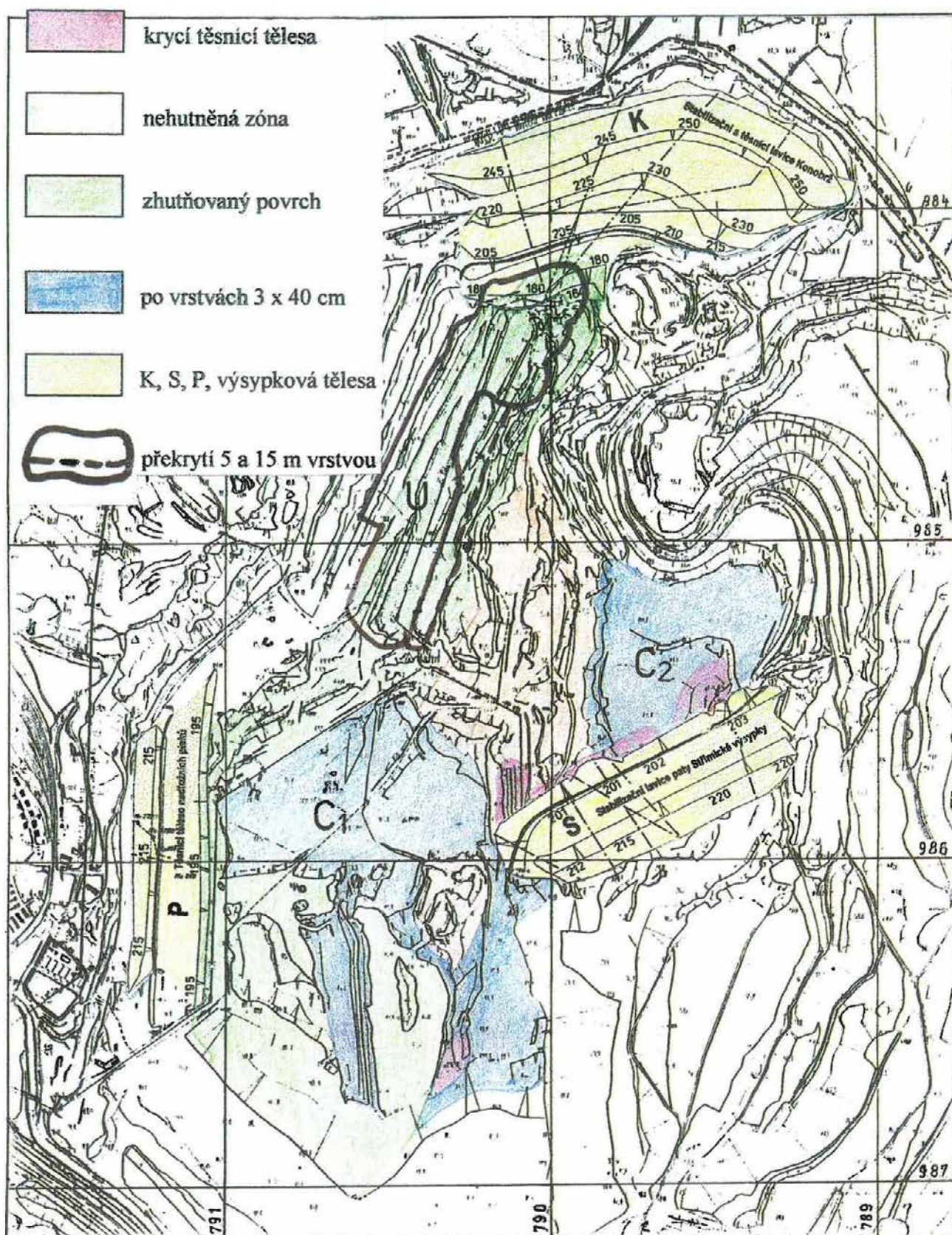
V návaznosti na testování těžených nadložních zemin VÚHU, byla vypracována MUS, a.s., těžební varianta, do které byly zahrnuty požadavky na těsnění uhelné sloje a jejich zbytků v konečné fázi těžby uhlí. Zásadně byl sledován způsob těsnění založený na výběru vhodnosti zemin použitelných přímo v neuhelném stavu a vrstvených ve stanovených směrných mocnostech.

Báňskou technologií je prioritně řešena dlouhodobá stabilita svahů a zatěsňování uhelné sloje. Stavebními způsoby se navrhuje návazné těsnění povrchových částí již nasypaných, příp. přesypávaných výsypkových těles, tj. ploch nevyhovujících kritériím hydrofyzikálního testování [12].

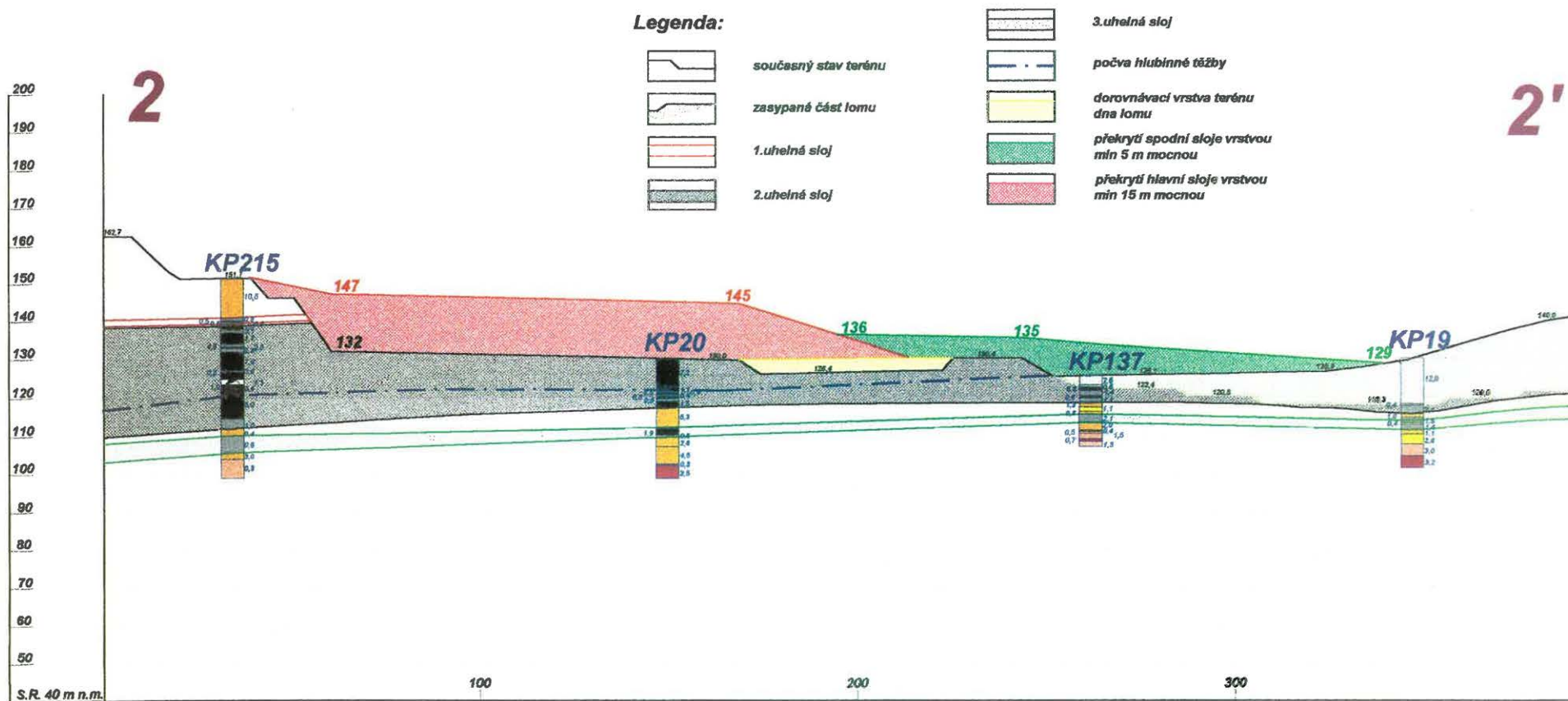
Stabilizační lavice paty Střimické výsypky

V závěrečné fázi zakládání Střimické výsypky zakladačem ZP 6600/91 byly vytvořeny etáže 240 a 260 m n.m. postižené následnými sesuvnými projevy. Podle provozní mapy sypaných etáží na ukloněnou podložku se tvarovaly svahy do pozvolného sklonu 1:5,0 až 1:7,0. V důsledku značných úklonů nepropustného podloží se zejména bazální část výsypky plně saturovala vodou.

Nejvýraznější projevy nestability této části výsypky byly však zaznamenány v blízkosti původního výchozu sloje, na okrajích zasypaného lomu Bedřich a v oblasti



Obr. 5 Sanační tělesa s funkcí těsnicí a stabilizační



Obr. 6 Zatěsnění uhelné sloje (Měřítko $D=V=1:1500$)

přísypů na strmě upadající podložku pod NZL. Právě tato oblast se stala předmětem podrobnějšího stabilitního řešení na základě starších podkladových materiálů geomechanického hodnocení. Vstupní výpočetní parametry byly odvozeny z kontaktní pevnosti a pozorovaného zvodnění bazální části výsypky na nepropustném vulkanogenním podloží. Ze stabilitních výpočtů vyplynula potřeba zakládání stabilizačního tělesa o dvou lavicích 195 a 210 m n.m., která se dosud realizuje.

Těsnící těleso nadložních písků

V jižní části dobývacího prostoru Kopisty II v oblasti bývalého dolu Anna se vyskytují v nadloží písky většinou ve dvou polohách, které dosahují celkové mocnosti až 35 m (vrt Mo 242). V místech, kde byly písky podrubány, nebyla kontinuita písků narušena, což bylo potvrzeno samovolným odvodňováním písků v místech zastaveného lomu Ležáky II.

Ve starších výzkumných pracích o pohybu podzemních vod a jeho vlivech na záměry hlubinné a lomové těžby byla dokladována komunikace podzemních vod písky do rozfárané sloje. Po průvalech kuřavek v letech 1873 (Julius I) a v letech 1895 – 1896 na dole Anna došlo totiž k regionálnímu snížení hladiny podzemní vody těchto písků a k jejich trvalému odvodnění. Roku 1979, kdy bylo v těchto místech zahájeno lomové dobývání, byla na skrývkových řezech zjištěna kuřavka zcela odvodněná, ačkoliv před tím (1873) došlo v identických místech k průvalu a zatopení dolu Julius I. To znamená, že v anenském poli je deprese, kterou dochází k průsaku vody z písků do stařin a hlubinně rozfárané sloje. Průsakovými cestami jsou zřejmě závalová pole, průvalová místa v anenském poli, případně i netamponované průzkumné vrty.

Ověřením pohybu a komunikací vod pomocí radioaktivního indikátoru se dospělo k překvapujícímu zjištění značné rychlosti proudění vody i ze skládky Ležáky II do dolů, dosahujících několik set metrů za den. Mezi doly M.J.Hus a Julius III byla prokázána neomezená komunikace podzemních vod a tedy i navýšení přítoků na dole Julius III úměrně s rostoucím hydraulickým spádem.

Těsnící těleso nadložních písků bylo realizováno technologickým celkem TC 2 v r. 1998 ve dvou etážích, hloubkové 195 m n.m. a výškové s odpovídajícím převýšením na 220 m n. m., zabraňujícímu komunikaci budoucího jezera do provozovaných dolů.

Stabilizační a těsnící těleso Konobrže

V současné době je toto těleso vytvořeno výsypkou Konobrže do úrovně 200 až 220 m n.m. a částečnými přísypy konečných svahů do úrovně 230 m n.m. Rozšířené výsypkové těleso v úrovních 205 – 215 m n.m. a zejména 230 m n.m., umožnilo realizovat ve IV. čtvrtletí 1999 konečnou sanaci stabilitně nevyhovujících svahů převýšením směrně na kótu 250 m n.m.

Výsypkové těleso Konobrže zabezpečuje utěsnění uhelné sloje v celém rozsahu až po výchozové pásmo přimykající se neovulkanitu Kočičího vrchu. Spojitá výchozová část uhelné sloje totiž vychází až na povrch na kótu 247 m n.m. za výjezdovou komunikací z kamenolomu I. Uhlenná sloj je již řádně utěsněna 20 až 40 m mocnou vrstvou jílovců, jejichž těsnící funkce byla prokázána penetračním sondováním již

za krátký časový úsek 4 měsíců kontinuálního zatěžování. Markantním zvýšením penetračního odporu na hrotu v hloubkách do 20 m, s výjimkou jediné sondy, se potvrdil předpokládaný těsnicí účinek. Téměř okamžitého stavu nepropustnosti se dosáhlo u jílovcové sypaniny, která byla plně saturována vodou pocházející z průsakových míst odkaliště Venuše, které byly následně likvidovány navýšením výsypkového tělesa po kótu 250 m n.m.

Stabilitní řešení výsypkového tělesa Konobrze bylo předmětem práce [13], která vychází ze stanovených pevnostních parametrů a pórových tlaků zjištěných penetračním měřením.

Těsnicí těleso uhelné sloje

Všeobecnou vlastností a předností jílovitých zemin je kromě dosažení nízkého koeficientu filtrace a vysoké výměnné kapacity adsorbovaných kationtů, schopnost nabobtnání a tím i dotěsnění sekundárních imperfekcí v samotném těsnicím materiálu. Tuto schopnost výhodně využíváme k zatěsnění souvislé uhelné sloje a souvislých podložních uhelných vrstev. Vytvořený těsnicí koberec tak zabrání přímému styku a průniku vod porušenou uhelnou hmotou. Těsnicí těleso složené z vrstev různé mocnosti je situováno přímo do konečné pozice uhelné stěny v nejhlubší části lomu Ležáky – Kopisty (obr. 6).

Primární utěsnění nezavalených důlních chodeb bylo provedeno v r. 1996. Šlo o přístupovou chodbu ke štole Anna a otevřené chodby v hlavních směrných dopravních chodbách dolu Kopisty. Sanace těchto starých důlních děl byla provedena zdvojenými uzavíracími hrázemi. Prostor mezi tvárniceovou betonovou zdí a plynosilikátovou příčkou byl vyplněn drobným drceným jílem. Uzavírací hráze jsou dimenzovány na tlak vodního sloupce 900 kPa.

Plochy určené k těsnění stavebním způsobem

Plochy C1 a C2 mimo možný dosah báňské technologie jsou určeny k zatěsnění dna budoucího jezera stavebním způsobem. Pokrývají staré části vnitřních výsypek lomu Most a Ležáky s výskytem přemístěných popelů z popelové skládky bývalého lomu a odkaliště Ležáky II a dalších propustných materiálů, u nichž byl hydrofyzikálním testováním prokázán vysoký koeficient filtrace.

Schematicky vyjádřená kritéria pro sanované plochy s funkcí těsnicí uvádí následující tabulka 2. Jsou zde uvedena i kritéria pro sanované plochy paty stabilizačního a těsnicího tělesa Konobrzské výsypky K_p , stabilizačního tělesa svážného území v úrovni 230 až 250 m n.m. označeného K_s a paty Střimické výsypky S_p , které mají především funkci stabilizační.

Tab. 2 Geotechnická kritéria sanovaných ploch

Sanovaná plocha	Petrografický typ	Požadovaná stavební úprava	Geotechnická kritéria
hlavní sloj U	hybridní pelity jílovce II.-IV. řezu	zhutnění povrchové vrstvy do hl. 0,6 m	min. podíl 50% jílovitých částic $< 5 \mu\text{m}$ $I_p < 20 - 50 \% >$
dno U1 + U2	nezpevněné pelity jíly I. – II. řezu	zhutněné vrstvy v určených plochách po $3 \times 0,4 \text{ m}$	$k < 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$
vrchní sloj U	hybridní pelity jílovce III+IV. řezu	zhutnění povrchové vrstvy do hl. 0,6 m	$\rho_s \geq 2600 \text{ kg m}^{-3}$
písky P	prachovité jílovce IV. – V. řezu	zhutnění povrchové vrstvy do hl. 0,6 m	$\rho \geq 1900 \text{ kg m}^{-3}$ $w \geq W_p$
K _p	hybridní pelity jílovce II. + IV. řezu	zhutnění povrchové vrstvy do hl. 0,6 m	jako u ploch s těsnicí funkcí
K _s	sprašové hlíny I. řezu	svahové úpravy	$k > 10^{-7} \text{ m s}^{-1}$
S _p	hybridní pelity jílovce III. + IV. řezu	zhutněné vrstvy v určených plochách po $3 \times 4 \text{ m}$	jako u ploch s těsnicí funkcí

Na základě průběžně prováděných geotechnických prací byly vyčleněny plochy s rozdílnou potřebou zemních úprav a následného převrstvení hutněnými vrstvami (obr. 5).

Dílčí výsledky prováděného geotechnického dozoru

Revitalizační zákroky prováděné na ploše budoucího jezera, zejména začleněním vodních ploch, působí esteticky i biologicky pozitivně na celkový ráz krajiny. Nesporný je význam ekologický dokumentovaný výraznějším biologickým oživením a doplněný příznivým hydrochemickým režimem. Zde také nacházejí svoje stanoviště různé hydrofilní rostliny, které často doplňují kolorit daného území. Právě existence několika menších vodních akumulací na výsypkách lokality Ležáky dokládají příznivý vliv na okolí. Všechna cílená sanační činnost vedoucí k založení vodních ploch urychluje revitalizační proces a vrací krajinu k původnímu biologickému oživení (obr. 7).

Vývoj kvality vody je ovlivňován i ve fázi budování vodní nádrže při zakládání těsnících a stabilizačních těles z vybraných zemin a při úpravách povrchu výsypek. Pozitivně jsou ovlivňovány vnější fyzikální faktory snížením přínosu pevných a rozpustných látek z převýšených částí výsypek a konečných svahů lomu. Přítoku kontaminovaných vod z předělu mezi odkalištěm Venuše provozovaným Chemopetroleum, a.s., a zbytkovou jámou Ležáky bylo zabráněno mohutným těsnícím a stabilizačním tělesem výsypky Konobrže. Přítoky stařinových vod s mimořádně vysokými obsahy SO_4^{2-} jsou vyloučeny, neboť při pokračujícím postupu lomu Bílina a zřejmě i Čs. armády zůstává v činnosti v nejhlubším místě centrální části pánve na kótě -80 m n.m. čerpací stanice stařinových vod MR 1.

Parametry stavby :

Předpokládaný objem vodní nádrže	72,354 mil. m ³
Vlastní povodí bočních obvodů	8,30 km ²
Zatopená plocha nádrže	3,25 km ²
Projektovaná hladina	199,0 m n.m.
Maximální hloubka	65,0 m
Průměrný přítok do nádrže	0,65 m ³ s ⁻¹
Průměrná a max. doba plnění z toku Bíliny	3 až 7 let

Práce [14] poukazuje na krátký časový úsek v průběhu roku, ve kterém se může realizovat odběr vody z řeky Bíliny. Jedná se cca o 120 – 150 dnů v průměrném roce, ve kterých bude realizován odběr v průměrném množství 631 l/s, tj. 19 mil. m³ za průměrný rok při zachování minimálního průtoku pod odběrným objektem 1855 l/s. Z toho vyplývá, že cca 210 – 240 dnů v průměrném roce nedojde k odběru vody z řeky Bíliny a přívodní kanál v tomto období bude suchý.

Doporučuje se zvážení varianty III. navržené v rámci studie Vodohospodářského řešení mokré varianty (Povodí Ohře a.s.), která navrhuje kombinaci odběru vody z toku Bílina s nalepšením PVN (Průmyslový vodovod Nechanice) prostřednictvím toku Hutní do toku Bílina. Ve většině ukazatelů je kvalita vody v jakostních třídách hodnocena v I. nebo II. třídě čistoty, podle ČSN 75 7221.

Předpokládané kolísání hladiny v nádrži ± 40 cm definuje polohu břehového pásma o obvodu ~ 10 km. Tvarování svahu v oblasti břehové čáry jezera je řešeno v práci [15].

Vodní nádrž MATYLDA

V poválečných letech důl Matylida (přejmenovaný v r. 1946 na Vrbenský) postupně převzal všechna dolová pole po uzavřených dolech na katastru obcí Souš, Most, Třebušice, Komořany a později i Hořany. V tomto území byly postupně rozvíjeny těžební úseky Matylida, Saxonie, Ovčín a Šverma. Těžba byla prováděna malolomovou technologií lopatovými rýpadly, doprava byla úzkokolejná o rozchodu 900 mm s parními lokomotivami BS 200, nahrazovanými motorovou trakcí T 212.0, s výklopnými vozy BH 7,5.

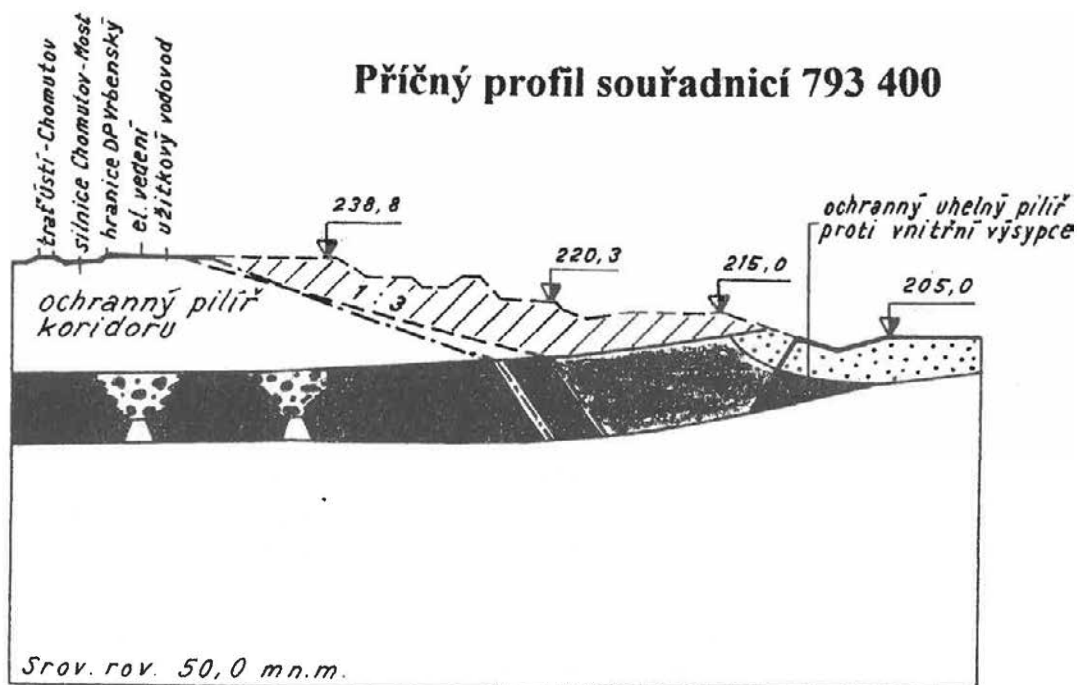
V počátečním stádiu skrývkových a dobývacích prací se zeminy ukládaly na vnější výsypku a posléze do vnitřních prostorů. Uhlí bylo upravováno na vlastní třídírň u jámy bývalého hlubinného dolu Vrbenský, později směřováno vozy typu Talbot do Úpravny uhlí v Komořanech (ÚUK).

Postup lomu byl dočasně zastaven v r. 1961 po dosažení ochranného pilíře obce Souš a silnice č. 253 Most – Chomutov. Po přeložení silnice těžba uhlí pokračovala až do r. 1975. Vyuhlené prostory pak byly využívány jako vnější výsypky lomu Šverma, které byly vytvářeny již se záměrem vybudování vodní nádrže Matylida a odkaliště ÚUK.

Stabilitní řešení vnitřní výsypky a ochranných pilířů

Na ukloněné podložce 3 až 12° byla založena několikaetážová výsypka o max. mocnosti 60 m s převýšením až 125 m. Dílčí svahy výšky 60 m vykazovaly rovnovážný stav při sklonu 1:4,5 a při výškách 80 m – 1:5,2. Pata výsypky byla opřena o ochranný pilíř a tak zajištěna její dočasná stabilita. Prohoříváním uhelné sloje, v období přerušených těžebních prací, její stabilizující účinek pomínil.

Za účelem obnovení bezpečné těžby zbytkové uhelné substance bylo třeba určit velikost ponechaného uhelného pilíře vůči vnitřní výsypce. Již tehdy se ve stabilitních výpočtech uvažovalo s kontaktní smykovou pevností $\varphi = 5^\circ$ a $c = 20$ kPa při částečném zvodnění výsypkových zemín. Aplikovaný způsob vyuhlování s využitím maximálního možného dopravního stoupání a úvratového řešení umožnilo vázané zásoby v navrženém pilíři ve výši 2,0 mil. t vytěžit jen částečně, pro obtížně zvládnutelné požáry (obr. 8).



Obr. 8 Těžba uhlí v omezeném prostoru ochrannými pilíři.

Ve směru postupu těžby uhlí do pilíře Komořansko-kopistského koridoru, se odtěžovaly nadložní jílovce v celkové mocnosti 60 m v generálním sklonu svahu 1:3,0 při nižších mocnostech nadloží 1:2,5. S ohledem na význam chráněných objektů v dopravním koridoru a porušení celistvosti masívu hlubinným rubáním byl volen vyšší stupeň bezpečnosti svahu, $k_s \geq 1,5-2,0$. Také nebylo vyloučeno vytvoření bodové propadliny v místech, kde nadloží nepřesahovalo mocnost 50 m možného dosahu závalového paraboloidu nad stropem zavalující se komory.

Stabilita svahů vnitřní výsypky se postupně zhoršovala ztrátou opory o prohořívající uhelný pilíř. Projevy nestability trvaly a navíc byly reaktivovány přeskupováním hmot v aktivní části svahu při výstavbě autodromu. Následně byl vodní

režim ve výsypce ověřen 12 vrty, situovanými co nejbližší nad sesuvné území, vystrojenými jako pozorovací. Z provedeného průzkumu, jehož výsledky byly použity pro konstrukci řezů stabilitního řešení v kombinaci s údaji z vrstevnicové mapy vyuhlené podložky, vyplynuly závažné poznatky.

Mocnosti založené výsypky ověřené průzkumnými vrty byly větší než zjištěné z podkladových map. Při bázi výsypky byly zjištěny mocné zbytkové pilíře v uhelné sloji částečně vyhořelé. Zvodnění výsypky a komunikaci vod při bázi výsypky umožňovaly psamitické horniny do výsypky založené. Pramenní vývěry pozorované v horní části sesuvného území vymezovaly stabilní a nestabilní část výsypky. Tímto geomechanickým průzkumem byly ověřeny dvojí parametry smykové pevnosti zemin dotčených svážnými pohyby (reziduální) a zemin svými vlastnostmi se blížíci původnímu stavu (totální):

vrcholový totální parametr	$\varphi = 16 \rightarrow 10^\circ$
reziduální parametr	$\varphi = 6 \rightarrow 4^\circ$
soudržnost	$c = 15 - 20 \text{ kPa}$

Po vyuhlení zbývajících zásob uhlí bylo třeba zajistit stabilitu výsypkového svahu s ohledem na vybudování vodní nádrže. Stabilitním řešením podle dlouhodobě ověřované metodiky s použitím samočinného počítače byla v řadě profilů prokázána nedostatečná stabilita nízkým stupněm bezpečnosti. S připočítáním vlivu vody, promítnutím její hladiny do výsypky až po kótu 230 m n.m., se zvýšil požadavek na zabezpečení stability výsypkového svahu opěrnými tělesy.

Stavba vodní nádrže

V jednotlivých úsecích byl navržen opěrný násyp cca 25 až 125 m široký a 15 až 20 m vysoký s úpravou dílčích svahů do sklonu 1:6 až 1:7,5. Počítáno bylo s vytvořením 25 až 50 m široké břehové plošiny mezi vodní nádrží a výsypkovým svahem. Přesypáním zbytkového pilíře v patní části výsypky i ochranného uhelného pilíře komořansko-kopistského koridoru byly zlikvidovány ohně a zápary na rozsáhlých plochách.

Zakládací kapacita v lomu Matylda byla posílena dvěma dalšími lopatovými rýpadly, přetransportovanými z lokality Saxonia. Po zasypání uhelných pilířů a dna vyuhleného lomu do úrovně až 190 m n.m. byly v r. 1978 vytvořeny tři výsypkové etáže pro dosypání prostoru až po dno budoucí nádrže Matylda s kótou 224 až 226 m n.m. (dno lomu 160 m n.m.). Postup výsypkových etáží byl směřován k jihu naproti výsypkovému svahu.

Do uvedeného prostoru byly zakládány převážně zeminy z I. a II. řezu lomu J. Šverma a z ostatních řezů jen ty zeminy, které byly ve smyslu tehdy platných směrnic pro směřování hmot do Ervěnického koridoru označovány jako nevhodné, zejména písky. Dále byly na výsypku Matylda směřovány kusovité zeminy z V. a VI. řezu, které je z hlediska nadměrné kusovitosti možné zakládat pouze lopatovými rýpadly. Opěrná tělesa zabezpečující svah areálu autodromu byla dobudována v letech 1987 až 1988.

Těleso výsypky, na níž měla být vybudována vodní nádrž, tvořené směsí zemin zakládaných rýpadlovými etážemi, vykazovalo koeficient filtrace v závislosti na hloubce uložení od $7,9 \cdot 10^{-4}$ na $6,2 \cdot 10^{-6} \text{ m sec}^{-1}$. Tím ani 30 m mocnost výsypky vůči hlavě ochranného uhelného pilíře a místně nad původním dnem lomu Matylda nedávala



Obr. 7 Biologické oživení na sanovaných plochách



Obr. 9 Rekreační nádrž Matylda

záruku na vytvoření zóny snížené propustnosti. Určité oblasti výsypky, patrně s výskytem jemnozrnných písků nebo na styku výsypky s rostlým svahem nebo dnem lomu s hojným výskytem výklizového materiálu, byly označeny jako místa vodopropustná. Z toho důvodu bylo doporučeno sanovat dno nádrže vrstvou těsnících jílu ze svrchních řezů lomu J. Šverma. Pro účely projektového zpracování Hydroprojektem byly stanoveny dvě 0,5 m mocné vrstvy, z nichž spodní vrstva byla navržena jako hutněná a vrchní vrstva jako nehutněná – krycí. Celkové potřebné množství zemin k převrstvení dna nádrže se odhadovalo na 500 tis. m³.

V r. 1986, kdy bylo těsnění nádrže zahájeno, se dno nádrže nacházelo v nižší úrovni o 2 až 3 m než se předpokládalo. Místně se vyskytovaly bezodtoké deprese, zejména ve východní straně nádrže. V západní oblasti se vyskytovaly mělké prohlubně vzniklé prosednutím výsypky, což jen podporovalo provedené zatěsnění dna nádrže materiálem, který byl dopravně dostupný a vhodný pro zabránění úniku vody do uhelné sloje.

Součinitel filtrace, zjišťovaný vsakovacími zkouškami s povrchu výsypky, se pohyboval v mezích $9,0 \cdot 10^{-5}$ až $4,0 \cdot 10^{-5}$ sec⁻¹. Podle nálevových zkoušek ve vrtu v rozsahu hloubek 10 až 50 m se pohyboval součinitel filtrace v mezích $2,0 \cdot 10^{-5}$ až $6,0 \cdot 10^{-6}$ m sec⁻¹. Vyšší propustnost zemin zjištěná vsakovacími zkouškami svědčí o tom, že v tělese výsypky existují též preferenční komunikace.

Pro zkoumání vhodnosti zemin, těžených I. skrývkovým řezem pro výše uvedený účel, byly ve XII/1986 vybrány čtyři rozdílné typy a směsi zemin, které byly podrobeny testování vodopropustnosti :

1. monotyp - zahliněné štěrkopísky s valouny ruly o průměru několika cm, mocnost 4 m, $k \leq 1,1 \cdot 10^{-7}$ m.s⁻¹
2. monotyp - šedohnědé jíly rezavě zbarvené rozkladem přítomného sideritu v oxidačním prostředí na hydratované kysličníky Fe, mocnost 2 m mající hrudkovitou strukturu, měkkou konzistenci, po rozpojení jsou lepidivé a tvoří hroudy o velkých rozměrech několika dm, $k \leq 2,3 \cdot 10^{-9}$ m.s⁻¹
3. monotyp - šedohnědé jíly drobtovité struktury, tuhé konzistence, po rozpojení vytváří jemnou nestmelenou drť, mocnost 3 až 5 m, $k \leq 1,1 \cdot 10^{-9}$ m.s⁻¹
4. směs - 2. a 3. typu zeminy.

Vodní nádrž o výměře 38,7 ha byla napuštěna v r. 1992 z průmyslového vodovodu Nechranické vodní nádrže. Do doby definitivního vodohospodářského vyřešení je tedy plnění a doplňování zásobního prostoru nádrže prováděno přívodním řádem DN 300. Odtok vody z nádrže je řešen sdruženým objektem s pevným přelivem a základovými výpustmi 2 x DN 400 uzavíratelnými kanálovými šoupaty. Minimální průtok pod vodohospodářským dílem nebyl stanoven, hydrologické údaje uvádějí v dosavadní vodoteči až $Q_{330d} = 1,4$ l s⁻¹. Nadlepšení průtoků ve vodním toku pod nádrží zaústěným do řeky Bíliny z čistírny odpadních vod autodromu se předpokládá v množství 3 l s⁻¹. Roční výpar z volné hladiny v závislosti na nadmořské výšce 230 m n.m. podle ČSN 73 6815 vychází 116 223 m³ a s ohledem na akumulaci atmosférických srážek v nádrži připadá na doplňování z PVN II množství 70 629 m³. Od prvního napuštění nádrže o celkovém zásobním prostoru 1 086 305 m³ po kótu 230,0 m n.m. byla nádrž doplňována v roce 1994 – 100 tis. m³ vody a v roce 1997 – 147 tis. m³ vody. V současné době je hladina zásobního prostoru snížena o 0,4 m pod korunu pevného nehrazeného přelivu. Ztráty průsakem těsnící vrstvou ve dně a svazích

nádrže nejsou pozorovány. Kolem nádrže je vedena obslužná komunikace délky 4 103 m s korunou šířky 4,5 m a 1,0 m nad provozovanou hladinou. Proti účinkům vlnobití je zbudováno šterkové opevnění v rozmezí 1 m pod a 0,5 m nad hladinou zásobního prostoru. Severní část obvodové komunikace byla pro veřejnost uzavřena z titulu poddolovaného území.

Nádrž má odpovídající kvalitu vody v jakostních třídách I. nebo II. třídy čistoty podle ČSN 75 7221. Společně s okolními sadovými úpravami, plážemi pro koupání a provozováním vodních sportů naplňuje funkce rekreační a krajinotvorné. Tvoří lokální biocentrum Souš a je vedena pod označením 735, s ekologickou stabilitou 3. Zbývající plochy území bývalých lomů, kromě rezervní plochy pro dostavbu komunikace I/13, jsou zalesňovány. Vodní dílo je ve správě závodu technicko-obchodních služeb MUS, a.s. (obr. 9).

Závěr

Při sanaci území dotčených hornickou činností se stává rozhodující jejich tvarování báňskou technologií – všech jejích částí – takto lze výrazně ovlivňovat krajinná a ekologická hlediska jako cílovou, komplexní rekonstrukci uhelné pánve. Velký rozsah bývalých lomů a výsypek je nesrovnatelný s běžnými stavebními pracemi a proto je nutné řešit sanaci s postupným douhlováním poslední těžební lokality v návaznosti na geotechnickou charakteristiku, podmíněnou více než 150 letou těžební činností a přestavbou malolomů na velkolomovou koncepci ve 2. polovině 20. století.

Do výsledné sanace zbytkových jam se promítají převratné geomorfologické změny a související změny hydrogeologických, geomechanických a hydrochemických režimů v územích DP a CHLÚ. To vyžaduje rigorózní zhodnocení a zapracování báňských podmínek, od otvirkových až po likvidační práce, do konečného projektu způsobu sanace. Řešení vyvolaných problémů, souvisejících s likvidací lomu s neukončeným nebo částečným vydobytím uhelných zásob, je nesmírně organizačně, technicko-ekonomicky a časově náročné.

Jak bylo prezentováno na rozdílných přístupech a nesouvisejících hydrogeologických podmínkách vodních nádrží, dominantní roli budou vždy hrát sanační práce prováděné báňskými způsoby. Doly a lomy neukončují těžbu ve stejném časovém období a proto je nutné je chránit před možnými průvaly stařinových vod. Každá zbytková jáma má svá specifika, ze kterých je pro výsledný cíl nutné vycházet. Pak ovšem nemůže dojít k situaci, která nastala nevhodnou volbou způsobu těsnění vodní nádrže Benedikt. Vždy je třeba při tvorbě těsnění neopomenout ověřování kvality použitých jílovitých zemin analytickým vyhodnocením vhodnosti zemin určených pro realizaci hutněných vrstev minerálního těsnění a stanovení referenčních srovnávacích parametrů zhutnitelnosti.

Uvedený výzkum byl podporován Grantovou agenturou ČR, řešeným projektem VÚHU, vedeným pod reg. č. 105/97/0943.