Ing. Evžen Pichler, CSc., Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s.

Souhrnné hodnocení výstavby jezera Most

Přijato: 19.5.2005, recenzováno: 25.5.2005

Zusammenfassende Auswertung des Ausbaus des Sees Most

Der Ausbau des Sees Most ist in diesem Artikel in Faktografieform dargestellt mit Hinweisen auf zusammenhängende Studien und Realisierungsprojekte. Zusammenfassend wird hier die Umsetzung des 2. Ausbaus der Sanierung und Rekultivierung des Restloches Ležáky durch ein diskontinuierliches Verfahren angeführt. Auswertung des Ausbaus des Sees Most fällt in den Zeitraum, wann sich der Aufhebung der Folgen der Bergbautätigkeit nach den vorigen Verwaltern der Abbaufelder von Most, der Aktiengesellschaften MUS, a.s. und Důl Kohinoor, a.s., der Staatsbetrieb Palivový kombinát Ústí, s.p. (Brennstoffkombinat Ústí) annimmt. Sie geht aus der 5. Ergänzung des Liquidierungsplans aus, der erarbeitet ist als zusammenfassende technische Realisierungsdokumentation für eine unerlässliche Fertigung der Abdichtung der Sohle des zukünftigen Sees und für die Rekultivierung der nordwestlichen Hänge. Sie zeigt die Nutzungsmöglichkeiten des breiten Ufergeländes für Ausbildung, Unterhaltungs- und Spontanaktivitäten überregionaler Bedeutung.

General evaluation of the construction of the lake Most

The construction of the lake Most is introduced in this article in a factographic form with references to related studies and implementation projects. The implementation of the second reclamation work on the mining hole Ležáky by discontinued technology is described here. The evaluation of the construction of the lake Most falls in the period when Palivový kombinát Ústí, s. p., took part in restoration work after mining which had been carried out by the administration of mining fields Most, MUS, a. s. and Důl Kohinoor, a. s. It is based on the 5th amendment of the reclamation plan which is prepared in a form of general implementation technical documentation which describes the necessary finalization of sealing the bottom of the future lake and reclamation of north-west slopes. It indicates the possibilities of using the wide shore for education, amusement and spontaneous activities of over regional importance.

Сводная оценка строительства озера Мост

Строительство озера Мост в статье представляется в фактографической форме, с ссылками на соответствующие разработки и проекты. В качестве сводки приводится здесь реализация 2-ой стройки санации и рекультивации остаточной ямы Лежаки при использовани технологии цикличного действия. Оценка строительства озера Мост относится к периоду времени, когда Топливный комбинат Усти-на-Лабе взялся за заглаживание последствий горно-технической деятельности в рамках шахтных полей Мост, МУС а/о и Шахта Когинор а/о. Оценка исходит в форме сводной технической документации для необходимого завершения уплотнения дна будущего озера и рекультивации соверо-западных откосов. План указывает на возможности использования широкого побережья для многообразных деятельностей (в области образования, развлечения, спорта и др.) сверхрегионального значениия.

Souhrnné hodnocení výstavby jezera Most

Výstavba jezera Most je v tomto článku představena ve faktografické podobě s odkazy na související studie a realizační projekty. Souhrnnou formou se zde uvádí realizace 2. stavby sanace a rekultivace zbytkové jámy Ležáky diskontinuální technologií. Hodnocení výstavby jezera Most spadá do období, kdy Palivový kombinát Ústí, s. p., se ujímá zahlazování následků hornické činnosti po předcházejících správcích dolových polí Most, MUS, a. s. a Důl Kohinoor, a. s. Vychází z 5. doplňku plánu likvidace, který je zpracován ve formě souhrnné realizační

technické dokumentace na nezbytné dokončení těsnění dna budoucího jezera a rekultivace severozápadních svahů. Naznačuje možnosti využití širokého pobřeží pro vzdělávací, zábavní a spontánní aktivity nadregionálního významu.

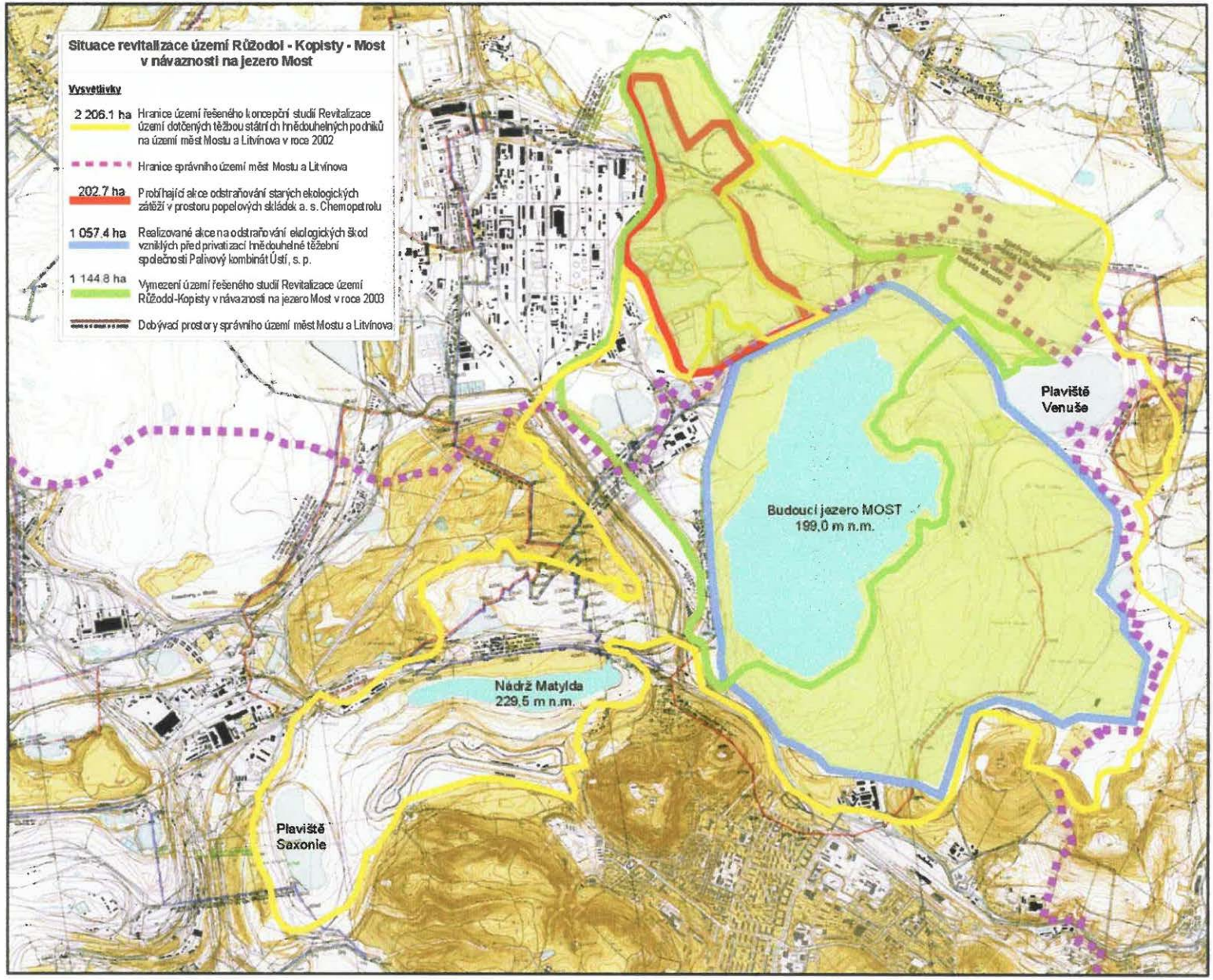
Zahájení výstavby diskontinuální technologií

Značná část území, která byla dotčena těžbou hnědouhelných společností na správním území měst Mostu a Litvínova, je již lesnickým způsobem rekultivována a začleněna do původní krajiny. Tato příměstská oblast je určena k převažující funkci rekreačně-sportovní, v bezprostřední blízkosti využívaného území pro průmyslovou činnost. Převýšené výsypky (Kopistská, Mostecká, Střimická a výsypka Vrbenský) vytvářejí již dnes ekologicky, geomorfologicky a esteticky hodnotnou část krajiny, zvýrazněnou lesními porosty. Revitalizačně řešené území zbytkové jámy Ležáky – Most je již dnes částečně dopravně zpřístupněno ze severní části města Mostu (zbylého areálu Starého Mostu), páteřní komunikací. Aktivní těžba, v revitalizačně řešené oblasti, byla nedávno ukončena (výjimkou je těžba doprovodných surovin) a vše spočívá v možnostech využití nových krajinných prvků v bezprostředním sousedství budoucího jezera Most, s podstatně vyšším estetickým účinkem, než je tomu v revitalizovaných oblastech nádrží Matylda a Benedikt.

Ve vzdálené budoucnosti bude možné vodními kanály propojit důlní jezera Matylda, Most, Bílina a dotvářet funkční aktivizaci širšího území než v současně sanovaném a rekultivovaném území zbytkové jámy Ležáky – Most. Plnohodnotně fungující krajinu nelze vytvářet bez propojení obnovené krajiny na ekosystémy zachovaného území neporušeného báňskou činností. Prioritou současné revitalizační činnosti tedy musí být vytváření základních podmínek pro obnovu funkce krajiny. V těchto souvislostech jsou projektována sanační a rekultivační opatření tvorbou nových, ekologicky silných a odolných biokoridorů a biocenter v prostorách narušených minulou těžební aktivitou v návaznosti na původní nenarušené části krajiny (obr. 1).

V minulých letech vypracoval VÚHU a. s., Most koncepční studie: Revitalizace území dotčených těžbou státních hnědouhelných podniků na území měst Mostu a Litvínova a obcí Růžodol – Kopisty v návaznosti na jezero Most [1,2]. Realizační projekty na odstranění ekologických škod, vzniklých v souvislosti s těžební činností v období před privatizací důlních společností včetně dokumentace pro územní rozhodnutí a stavební řízení, byly vypracovány již v roce 2002 [3,4,5,6].

Zlomovým rokem ve výstavbě jezera Most se stal rok 2004, zahájením 2. sanační stavby lomu Most. V rámci dokončení restrukturalizace uhelného průmyslu byla k 1. 1. 2004, na základě Usnesení vlády č. 395 a Usnesení vlády č. 1128 z roku 2003, formou prodeje části podniku, převedena již utlumená lokalita Ležáky ze společnosti Důl Kohinoor, a. s., pod státní podnik Palivový kombinát Ústí nad Labem. Důvodem převodu na státní podnik byla skutečnost, že na lokalitě Ležáky již neprobíhá těžba a zahlazování následků hornické činnosti je plně hrazeno ze státního rozpočtu České republiky a z prostředků Fondu národního majetku České republiky. Původně prováděné sanační práce v rámci 1. stavby lomu Most, prováděné ryze kontinuálním báňským způsobem MUS, a. s. a Dolem Kohinoor, a. s., před 31. 3. 2002, převzal tedy Palivový kombinát, s. p. Postupně je na lokalitě Ležáky nasazována diskontinuální technologie reprezentovaná 3 lopatovými rýpadly s odpovídající rypnou silou a výkonem, typu CAT 345B, 325 a 18 kloubovými dampery s odpovídající průchodností terénem typu VOLVO A30D, A35D, A40D a CAT 730, 735 a 740.



Obr. 1 Situace revitalizace území Růžodol – Kopisty – Most v návaznosti na jezero Most

V měsíci dubnu dosáhla tato technologie měsíční výkon 140 tis. m^3 r.z. při 18 cyklech nakládky a jízdy ve 12hodinových denních směnách (obr. 2).

Veškeré sanační práce jsou prováděny podle realizačních projektů na základě pátého doplňku plánu likvidace (PL), kterým se mění původní PL Ležáky – Most, vypracovaný v roce 2000 podle přílohy č. 6 vyhlášky ČBÚ č. 104/1989 Sb., ve znění vyhlášky ČBÚ č. 242/1993 Sb. v návaznosti na doplňky č. 1, 2 a 4, vyjma 3. doplňku, kterým se řešila sanace sesuvů Pařidelského laloku – Kočičí vrch [7].

Schválený 5. doplněk PL Obvodním báňským úřadem v Mostě je zpracován ve formě souhrnné realizační technické dokumentace na nezbytné dokončení těsnění dna budoucího jezera až po břehovou linii v návaznosti na rekultivaci břehového doprovodu, umožňující budoucí revitalizaci celého dobývacího prostoru Most (DP). Definitivnímu novému vytvarování svahů podléhají stabilitně nevyhovující severozápadní svahy na ploše o velikosti 125,9 ha a jihovýchodní svahy na ploše 11,4 ha. Jde výhradně o svahy nad úrovní břehové linie. Vlastní těsnění dna zbytkové jámy je stanoveno 3 x 40 cm mocnými vrstvami v nezhutněném stavu na plochách C1 a C2 o výměře 107,4 ha z celkové plochy jezera 311,1 ha. Těsnění uhelné sloje je prováděno ve 2,5 m mocných vrstvách do celkové výšky 10 až 15 m zvláštním stanoveným technologickým postupem. Na obr. 3 je zakládáno těsnící těleso do stanovené úrovně fa GEOSAN [8].

Na umístění stavby bylo vydáno Magistrátem města Mostu – stavebním úřadem rozhodnutí ze dne 30. června 2004. Předmětem územního rozhodnutí je vodní dílo, které vznikne zatopením zbytkové jámy lomu Ležáky vodou ze dvou zdrojů (Průmyslový vodovod Nechranice a čerpací stanice MR1 dolu Kohinoor). Do řešeného území zatápěné zbytkové jámy Ležáky zasahují další stavby, které jsou zahrnuty do schváleného územního plánu města Mostu. Jihovýchodní prostor DP Most, určený pro zájmovou a rekreační činnost a severní předpolí, blokované pro obnovení silnice III/2565 Most – Mariánské Radčice.

V rámci akce Odstraňování starých ekologických zátěží (OSEZ) je řešeno Chemopetrolem, a.s., z rozhodnutí ČIŽP ze dne 3. 10. 2003, omezení šíření kontaminovaných podzemních a povrchových vod z oblasti nádrží Nové vody směrem k lomu Ležáky, resp. k budoucímu jezeru Most. Prozatímně je toto zajištěno provozováním čerpací stanice Nová voda (firmami Humeco, a. s. a Aquatest, a.s.), do doby stanovení a realizace efektivního způsobu eliminace migrace amoniakálního a doprovodného znečištění.

Zatápění zbytkové jámy lomu Ležáky

Předpokládá se vyrovnaná bilance přítoků z povodí a výparu z plochy jezera. Napouštění jezera z potrubního přivaděče vody z čerpací stanice Stranná (pod Nechranickou přehradou na řece Ohři) má probíhat v souběhu se stavebním těsněním ploch C1 a C2. V návrhu je druhý přivaděč vody z čerpací stanice MR 1 dolu Kohinoor II.

Aktuální stav zatápění z přirozených přítoků k 3. 5. 2005

Zatopená plocha	21,7 ha
Kumulativní objem nadržené vody	1,1 mil. m^3
Maximální hloubka	16,60 m
Výška hladiny	140,80 m n.m.
Nejnižší kóta dna jezera	124,20 m n.m.

Konečný stav zatápění z přivaděčů v roce 2008

Zatopená plocha	311,0 ha
Objem vody při max. výšce 199,0 m n.m. stálého nadržení	68,9 mil. m^3
Maximální hloubka	75,0 m
Výška výběhu větrové vlny na svah	200,0 m n.m.

Nezbytnou podmínkou plánovaného zatopení zbytkové jámy bylo její zajištění vůči nekontrolovanému úniku vody. Ten byl přímo pozorován již v průběhu roku 2003 (v roce 2002 plynule stoupala hladina z kóty 126,5 na 137,7 m n.m.). Kóta 137,7 m n.m. korespondovala s úrovní nedokončeného těsnění báňskou technologií – zakladačem ZP 2500/89 (hladina vody, za nezměněných okrajových hydraulických podmínek tehdy stagnovala). Z přehledu průměrných srážek v zájmovém území podle blízké meteorologické stanice Kopisty vyplývá, že roky 2002 (149 % normálu) a 2003 (69 % normálu) byly vysoce extrémní a mohly tak ovlivnit bilanci přirozených přítoků. Během roku 2002 bylo vypočteno 526 042 m^3 akumulované vody na ploše 15,6 ha při stagnující hladině vody 137,7 m n.m. Echolotem byla změřena maximální hloubka 13,5 m. V roce 2004 byl vypočten přírůstek objemu vody o 555 917 m^3 při výšce hladiny 140,8 m n.m. na ploše 21,7 ha.

Z naměřených souhrnných přítoků v roce 2004 v $l.s^{-1}$ podle VÚV [9] uvádíme:

Profil	20.5.	31.8.	20.10.	10.11.
Kvartérní kolektory	0,75	0,90	1,28	7,1
Střimická výsypka	0,87	2,94	2,13	20,0

Stálý zdroj podzemní vody přitékající do prostoru zbytkové jámy pochází z obnažených proluviálních štěrků, rozvlečených po ploše pánve. Mělký obzor podzemní vody kvartérní zvodně byl dlouhodobě iniciátorem sesuvných pohybů po celé skrývkové frontě lomu. Zvodnění kvartérních štěrků je trvalého charakteru a je dotováno infiltrační oblasti severně od sanované lokality. Přítoky z jihovýchodní strany, ze Střimické výsypky s vytvořenou proudovou sítí v aerační zóně výsypky, jsou též trvalého charakteru. Na spontánně vzniklou vodní akumulaci se stoupající hladinou navazuje kaskáda vodních akumulací na dně zbytkové jámy, až po stálý výtok ze Střimické výsypky na kótě 189,3 m n.m. (obr. 4).

Potrubní přivaděče vody pro zatápění zbytkové jámy

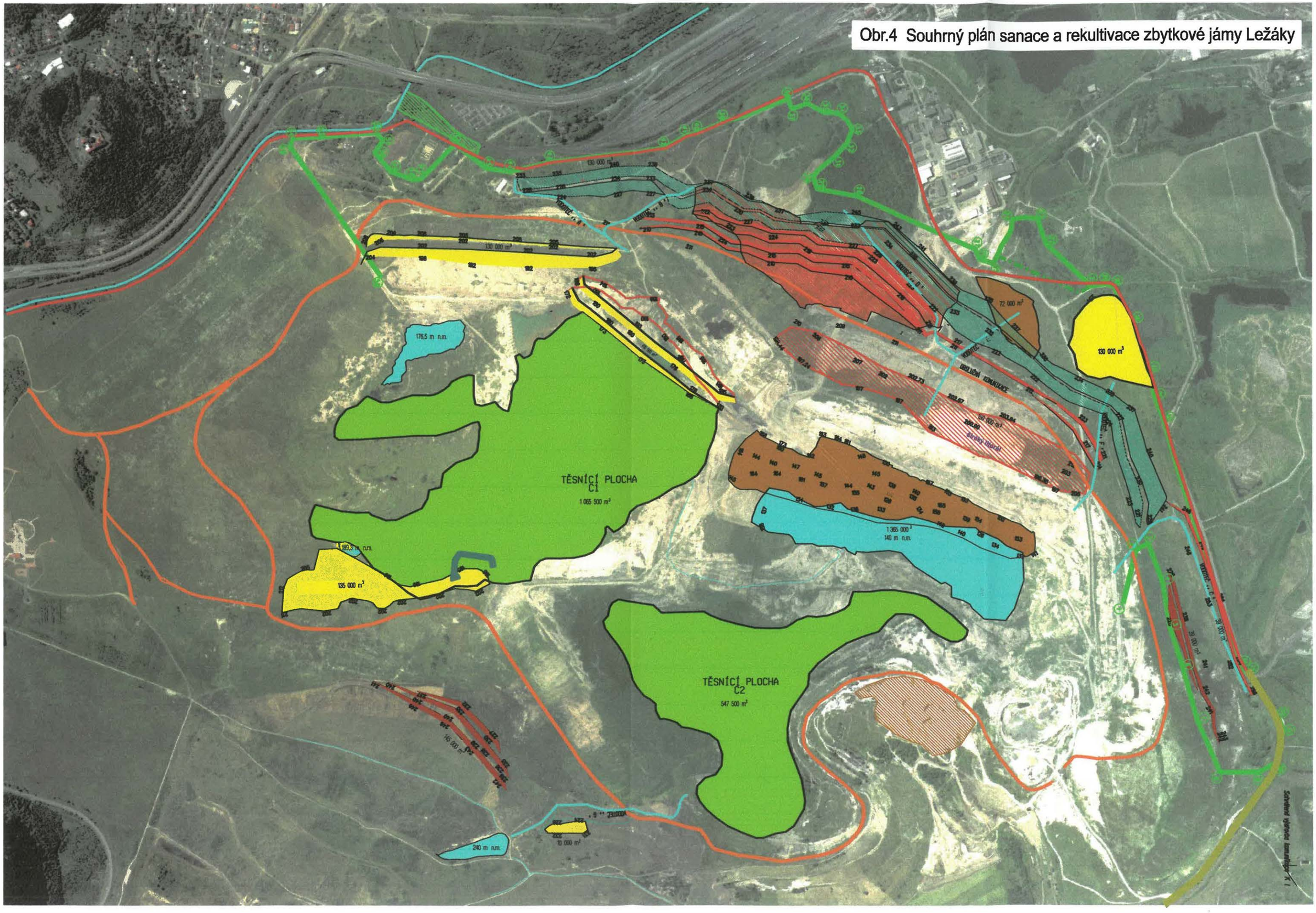
Již dříve spontánně zatopené jámy v SHP (Barbora-Otakar, Dukla-ČSM, Dukla-Liebig, Kamencové jezero) jsou příkladem provázání zdrojových možností, nejen povrchových říčních vod, ale i důlních relativně kvalitativně vyhovujících podzemních vod. V prostoru těchto zbytkových jam se nenacházel žádný významný zdroj znečištění průmyslovými a komunálními odpady. V tomto směru má revitalizačně řešená lokalita největší nejistoty, neboť se nachází v kontaktu s průmyslovou zónou Kopisty – Růžodol.

Odběr vody z Průmyslového vodovodu Nechranice (PVN) se projektuje ze stávající gravitační části trubního přivaděče PVN 2x DN 1200 s využitím čerpací

Obr. 2 Zakládání těsnícího tělesa uhelné sloje 1. etapy sanačních prací

Obr. 3 Těsnění uhelné sloje a bývalého plaviště popelů lokality Ležáky II

Obr.4 Souhrný plán sanace a rekultivace zbytkové jámy Ležáky



Legenda k obr.4

Stavební objekty 2.-10.etapy 5. doplňku PL Ležáky-Most

těžba a přesun těsnících zemin z dílčích řezů na horizontech 227 - 245 m n. m.

těžba a přesun těsnících zemin z dílčích řezů na horizontech 210 - 227 m n. m.

vodoteče na upravených severozápadních a jihovýchodních svazích A,B,C,G

svedení a zaústění vodotečí do zbytkové jámy D,E,F

stabilizační a těsnící tělesa v rámci stavebních objektů,úpravy severních a západních svahů, Nové vody - jih a přístaviště vodních sportů

těsněné plochy dna jezera prováděné stavebním způsobem

stávající akumulace vody

stabilizace severního svahu a svahu Střimické výsypky

úprava břehové linie severozápadních svahů

obslužná komunikace podél budoucího jezera Most

hranice rekultivací severozápadních svahů

navrhované zmenšení plochy rekultivací

úklid plochy

těžba těsnících zemin

těsnící těleso 1.etapy, 2.stavby sanačních prací

těsněné plochy dna jezera báňským způsobem v rámci 1.stavby sanačních prací

přístaviště vodních sportů

kamenolom Kočičí vrch

Plánovaná přeložka silnice III/2565 Most-Mariánské Radčice

1.část obnovení silnice III/2565

nová lokalizace silnice podle návrhu VÚHU

stanice Stranná pod nádrží Nechranice na řece Ohři. S uvážením nároků všech smluvních odběratelů je možné, podle stanoviska správce – Povodí Ohře, s. p., celoročně počítat pro zatápění zbytkové jámy Ležáky s průměrným odběrem 1,2 $m^3.s^{-1}$. Toto řešení je vodohospodářsky a technicky výhodné, zejména z hlediska relativně rychlého zaplnění zbytkové jámy Ležáky za cca 2 roky, bez ohledu na vodnost daného období. Z hlediska vodohospodářského je tento odběr plně zajištěn díky hospodaření s vodou v soustavě nádrží v povodí Ohře, zejména Skalka, Jesenice a Nechranice a proto i s mimořádně vysokou zabezpečeností.

Pro plnění jámy se navrhuje využití důlních vod z čerpací stanice Mariánské Radčice 1 (MR1) dolu Kohinoor II. Z dosud provedených základních chemických analýz vody v přítocích a v samotné akumulaci vod na dně zbytkové jámy jednoznačně vyplývá vhodnost využití důlních vod pro zajištění její finální kvality. Zdroje říčních a důlních vod pro zatápění zbytkové jámy Ležáky byly odsouhlaseny okresním hygienikem Okresního úřadu Most 19. 12. 2002 zn. 6274/2002/OHD-T. Podle souhlasného stanoviska MŽP čj. 400/1510/722/OPVŽP/97 ze dne 30. 5. 1997, má jakost vody v jezeře vyhovovat požadavkům I. (až II.) třídy podle ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Těmto požadavkům však nevyhovuje v současné době a ani v době napouštění jakost vody v řece Bílině, která byla původně uvažována jako hlavní zdroj vody pro zatápění jezera. Proto byl na základě odborných expertíz, realizovaných především v rámci výzkumného úkolu MŽP VaV 510/2/98 Vodohospodářské řešení rekultivace a revitalizace Podkrušnohorské uhelné pánve" (1998 až 2001) navržen za náhradní zdroj odběr vody z Ohře, prostřednictvím Průmyslového vodovodu Nechranice s doplňkovými zdroji důlních vod. Jakost vody v odběrném profilu Ohře je dlouhodobě stabilní a výrazně lepší než v řece Bílině.

Těsnící tělesa uhelných slojí

Všeobecnou vlastností a předností jílovitých zemin je kromě dosažení nízkého koeficientu filtrace a vysoké výměnné kapacity absorbovaných kationtů, schopnost nabobtnání a tím i dotěsnění sekundárních imperfekcí v samotném těsnícím materiálu. Tuto schopnost výhodně využíváme k zatěsnění propustné uhelné sloje a nedotěžených uhelných řezů. Vytvořený těsnící koberec tak zabrání přímému styku a průniku vod uhelnou hmotou a propustnými materiály, v minulosti zakládanými do tělesa výsypky.

Těsnící těleso, 1. stavební etapy, je situováno přímo do odkryté pozice uhelné stěny (v nejhlubší části lomu Ležáky – Kopisty bylo realizováno v r. 2004). Prostor bývalého lomu Ležáky II ještě obsahuje zbytky uhelné sloje a popelového odpadu a je těsněno způsobem znázorněným na obr. 3. Zhutněním sypaniny na 96 % PS dojde k poklesu průsaku, s aplikací Darcyho zákona, při $k = 1{,}10^{-10} m.s^{-1}.m^{-2}$ minerálního těsnění na $Q = 0{,}86\ l.den^{-1}.m^{-2}$ [10,11,12].

Utěsnění některých důlních chodeb, přímo vyúsťujících do lomu Ležáky, bylo provedeno již 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). Uzavírací hráze jsou dimenzovány na tlak vodního sloupce 900 kPa.

Kontrola těsnících vlastností zemin a jejich výběr pro zakládání do těsnících těles a stavebně hutněných vrstev se provádí podle následujících geotechnických kritérií:

1) Přirozeného plastického stavu vyjádřeného indexem plasticity podle Atterberga I_p, udávající rozsah vlhkosti, v němž má zemina plastické vlastnosti. Číslo indexu plasticity $I_p < 20 \div 50 >$ svědčí o silně bobtnavých jílech.
2) Zhutnitelností rozložené sypaniny povrchové vrstvy výsypky, která se vyjadřuje maximální objemovou hmotností ρ_{dmax} suché zeminy, které se dosáhne hutnící energií v normovaném moždíři, za použití normovaného pěchu při optimální vlhkosti W_{opt} a vyjadřuje se hodnotou PS (Proctorova zkouška – standard). Pro jíly $\rho_{dmax} = 1400 - 1600$ kg.m^3 se pohybuje $w_{opt} = 20 - 24$ %.
3) Vodopropustností zeminy, která je určena na základě stanoveného koeficientu filtrace s řízeným oboustranným sytícím tlakem (u propustoměru DW 1000/3) nebo řízeným jednostranným sytícím tlakem (u propustoměru DW 250/3). Za určitých simulovaných podmínek hydraulického spádu i = 30 by měla být hodnota $k \leq 10^{-9}$m.s^{-1} dostatečným průkazem nepropustnosti vrstvy přetvářející se zeminy, tj. za napěťového stavu, kdy z třífázového stavu přechází zemina ve dvoufázový s vývojem pórového tlaku.
4) Mikrogranulometrickým obsahem jílovitých částic s převládajícím podílem menších zrn než 0,005 mm.
5) Objemovou přirozenou hmotností $\rho \geq 1800$ kg.m^{-3}.

Těsnění dna budoucího jezera

Plochy C1 a C2, určené k těsnění dna budoucího jezera stavebním způsobem, pokrývají konsolidované části vnitřních výsypek lomu Most a Ležáky – Kopisty. Nezbytnost těsnění plochy C1 bylo ověřeno penetračním sondováním. V ploše C2 (pod kamenolomem Kočičí vrch) byla potřeba těsnění dna budoucího jezera ověřena metodami geofyzikálního průzkumu, pro výskyt založených popelů z popelové skládky bývalého lomu a odkaliště Ležáky II a dalších propustných materiálů. Hydrofyzikálním testováním byl prokázán vysoký koeficient filtrace s vysokou pravděpodobností průsaku vody. Plošná úprava ploch určená ke stavebnímu těsnění, navážení a hutnění po 3 x 40 cm vrstvách, z nichž dvě se hutní na 98 % PS a třetí se volně rozprostře jako krycí vrstva, se bude provádět ve 2. pololetí 2005.

Potřeba těsnících jílů:

v ploše C1 - 709 000 m^2 činí 1 065 500 m^3
v ploše C2 - 365 000 m^2 činí 547 500 m^3.

Použití krycí vrstvy bylo vyvoláno oddálením termínu zatápění zbytkové jámy o dva roky vůči předpokladu. Původně bylo počítáno se souběžným prováděním těsnění a napouštěním jezera (odpadla krycí vrstva).

Území mokřadů Nová voda

Propadlina pod označením Nová voda je reliktem totálně zničené krajiny. Nízká hladina vody v propadlině Nová voda - jih je udržována přečerpáváním do nezatrubněné části Mračného potoka, aby se omezilo šíření kontaminovaných podzemních a povrchových vod z oblasti skládek K1 – K4 na území Chemopetrol, a. s. Jde

o provizorní řešení do doby stanovení a realizace efektivního způsobu omezení migrace amoniakálního a doprovodného znečištění, které má být přijato na základě zpracované studie proveditelnosti.

Stabilizace severních a západních svahů

Následujícími sanačními opatřeními je zajišťována celková stabilita skrývkových svahů a převedení jakostně vyhovujících vod do budoucího jezera. Projekt stabilizace těchto svahů počítá se snížením svahu v aktivní tlakové zóně, mezi horní hranou svahu a odvodňovacími příkopy. Předpokládá se snížení původního terénu až o 4 m a vytvoření široké plošiny pod úrovní kvartérního souvrství s možností vytvoření průlehu. Šest metrů široký průleh v nepropustných zeminách bude sloužit k zachycení a odvedení vod do projektovaných vodotečí, s cílem omezit prosakování vody do svahu. V místě těchto úprav budou ponechány stávající mokřady, které slouží jako napájecí místa pro migrující zvěř.

Vlivem již proběhlé progresivní degradace smykové pevnosti zemin je zesílen stabilizační účinek sanovaných svahů opěrnými tělesy. Hmotnost těsnících těles je limitována zachováním stability celého svahu s připočítáním účinku pórového tlaku vody po napuštění nádrže. Ponechání současného stavu by znamenalo ohrožení bezpečnosti liniových staveb nacházejících se v bezprostředním sousedství svahu a zejména obnovené komunikace III/2565.

Sanování lokálního sesuvu na Střimické výsypce

Lokální sesuv na výsypkové etáži vysoké 20 m v úrovni 245 m n.m. se vyskytuje v oblasti nejstrmějšího generálního sklonu Střimické výsypky. Svážnou oblastí prochází přístupová komunikace k rekultivovaným plochám 4. a 5. etapy Střimické výsypky a ke sběrnému poldru s hladinou akumulace vod na kótě 240 m n.m. v rekultivované ploše „Nový závod Ležáky". S ohledem na zajištění celkové stability výsypky je navrženo odtěžení cca 150 tis. m^3 zemin, které budou použity do stabilizační lavice v úrovni 202 m n.m. V tomto prostoru se projektuje přístaviště vodních sportů podle požadavků magistrátu města Mostu.

Obvodová obslužná komunikace (cykloturistický okruh)

Systém obvodových obslužných cest vychází ze současné sítě provozních a přístupových cest, rozpracovaných a pěstebně ošetřovaných rekultivovaných ploch. Jsou v zásadě vedeny ve směrné úrovni 210 m n.m. podle předpokládaného širšího rozmezí rovnovážného stavu hladiny vody 190 až 210 m n.m. Na již vytvořených plošinách je možné cesty řešit s minimálními zemními pracemi na únosném podkladu, tj. mimo území mokřadního typu. Zpevněné cesty obvodové jsou, návazně na stávající, projektovány v jednotné šíři 3,5 m skládající se ze dvou konstrukčních vrstev a jedné krycí, s výhybnami ve vzdálenostech 300 až 400 m (2x30 cm z drceného kameniva, pocházejícího z místního kamenolomu frakce 63 – 125 mm s převrstvením drobnou drtí

50 kg.m^{-2}). Cesty typu hospodárnic se navrhují jako úrovňové s jednou konstrukční a krycí vrstvou.

Protiabrazivní řešení ochrany břehu ve vazbě na ukončené rekultivace

V případě velkých zbytkových jam se preferují, v zájmu jejich výsledné oligotrofie, nádrže hluboké. Nevylučuje se však vytváření mělkých okrajů nádrží, které jsou produkčnější a tak atraktivnější pro rybáře i vodní ptactvo. Rovněž z důvodu koupání je žádoucí dostatečný podíl mělčích, teplejších vodních ploch. Pozvolné tvarování dna, v příbřežních částech, je významné rovněž pro omezení účinků vlnobití a vývoje kvality vody v závislosti na hloubce nádrže a jejím tvaru [13,14].

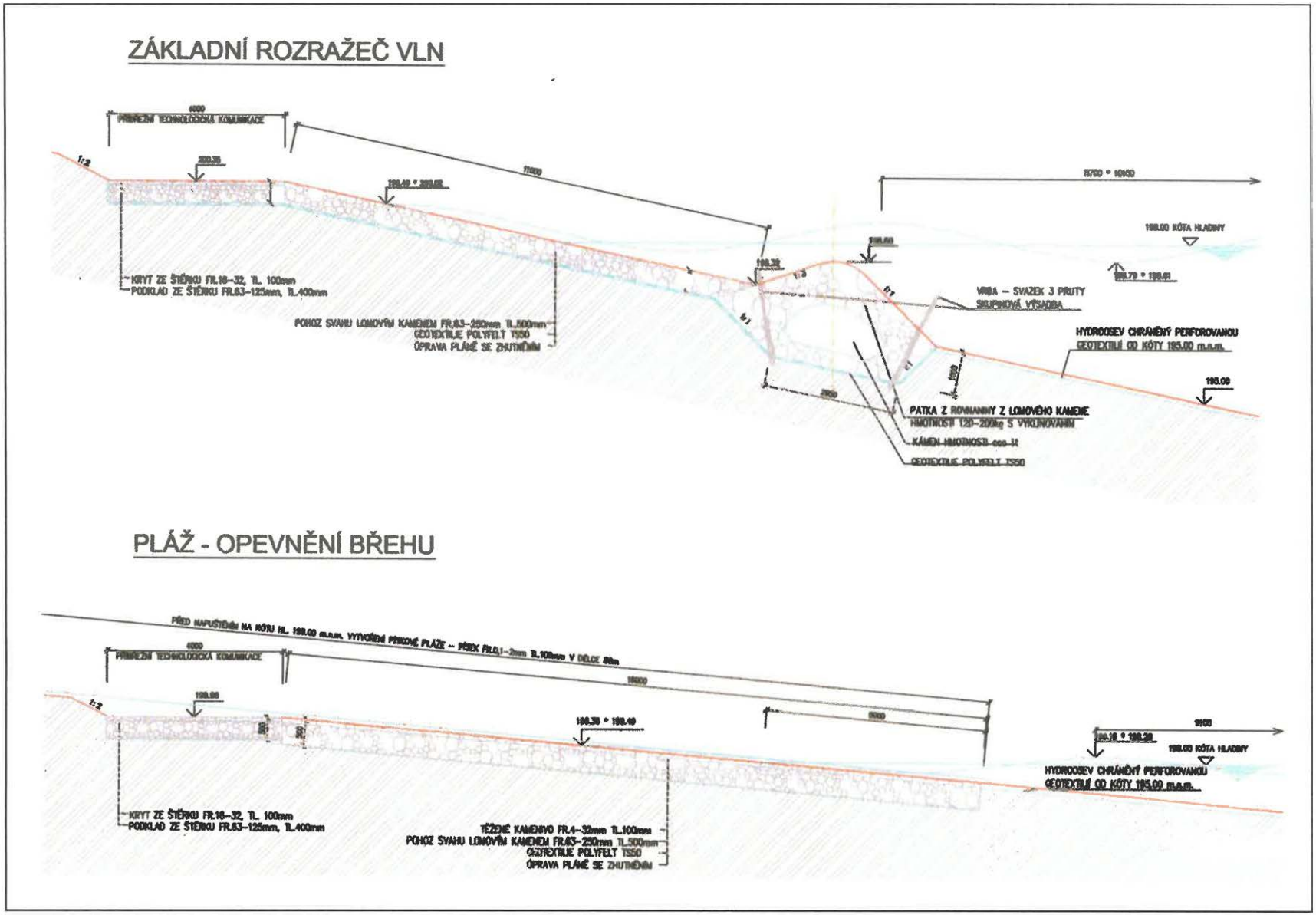
Návrh řešení pro svahy jezera zbytkové jámy vychází ze snahy maximálně přiblížit toto území ekologickým přírodním prvkům. V úsecích břehové linie, kde by abrazivními účinky mohla být porušena stabilita svahů, je již počítáno s břehy ve formě širokých pobřežních plošin s ohledem na vhodné propojení prostředí vodní plochy s širokým svahovým břehovým doprovodem. Kde protíná hladina vody výsypkový svah ve strmějších sklonech než 1:8,0, je počítáno se zabezpečením stability tohoto svahu vhodnými technickými opatřeními v podobě protiabrazivních, vegetačních a technických prvků (obr. 5).

Největší možný postup abraze závisí pouze na velikosti úhlu ustáleného sklonu pobřežní plošiny, na výškové poloze maximální nejčetnější hladiny a na výšce vlny. Jako měřítko pro kritické sklony, při nichž začíná vznikat abraze, lze použít zjištěných hodnot sklonů ustálených pobřežních plošin, na nichž se abradovaný materiál ukládá, ale není již abrazí narušován. Pro výsypkové jílovité zeminy, mírně zhutněné pojezdy dozerů, byly zjištěny orientační hodnoty úhlů sklonu svahů < 7° (1:8,0), při nichž jsou břehy ještě odolné vůči abrazi. Zároveň však musí být splněna podmínka stupně bezpečnosti $k_s \geq 1{,}50$.

Protiabrazním opatřením je řešena ochrana těsnění dna a břehů budoucího jezera Most vůči působení větrem vyvolaných vln. Výpočty účinků vln vychází z dostupných podkladových materiálů, charakterizujících stávající a výhledový tvar dna a břehů budoucího jezera, geomechanické vlastnosti hornin, které budou tvořit povrch dna a břehů jezera, meteorologické poměry lokality (rozdělení směru a rychlosti větru). Při zpracování byla snaha o využití poznatků a metodiky specialistů a odborných pracovišť (včetně zahraničních) v oboru dynamiky vývoje břehů nádrží a stabilizace břehů nádrží. Na základě celé škály porovnání se způsoby a výsledky výpočtů, podle různých autorů, bylo rozhodnuto provést určování základních parametrů vln podle ČSN 75 0255 – Výpočet účinků vln na stavby na vodních nádržích a zdržích.

Příslušné opevnění břehů je navrhováno MV projektem, spol. s r.o., s ohledem na uvedené výpočty účinku vln. Od kóty 195,0 m n.m. až po rozražeč vln je navržena ochrana svahu proti účinkům vln hydroosevem s perforovanou geotextilií POLYFELT. S ohledem na sklon svahu a výšku výběhu vlny je navrženo zpevnění svahu lomovým kamenem frakce 63 – 250 mm v tl. 500 mm. Pohoz bude založen do výkopu na svahu, na zhutněnou pláň a geotextilii POLYFELT TS 50. Dopravní přístupnost je zajištěna příbřežní technologickou komunikací [15].

Z dosavadního zkoumání optimálního návrhu břehové linie se potvrdila účelnost řešení vegetační ochrany břehu. Přirozeně vznikající vegetace v eulitorálním pásmu má



Obr. 5 Protiabrazivní řešení ochrany břehu

značný význam už z toho důvodu, že umělé založení vhodných druhů v tomto pásmu je velmi obtížné. S použitím vegetace v supralitorálním pásmu, tj. se zakládáním břehových porostů dřevin, ochranných lučních a lesních pásů, jsou naopak dostatečné zkušenosti z rekultivovaných důlních jezer Barbora – Otakar, Dukla – ČSA a Dukla – Liebig. Na převýšených výsypkách s četným výskytem jezírek a mokřadů je známo, že vodní rostliny sublitorálního pásma snášejí zátopu celoročně rostoucí v hloubce 2,5 až 4,0 m. Měkké dřeviny snášejí zátopu trvající méně než 150 dní v rozmezí hloubky vody do 1,0 m. Tvrdé dřeviny snášejí zátopu trvající méně než 30 dní a hloubku v rozmezí 0 až 0,5 m (obr. 6).

Rekultivace dosud nesanovaných svahů

Po provedených terénních úpravách zbývá pro biologickou rekultivaci 137,3 ha. Jde především o svahové partie zbytkové jámy (skrývkové řezy) s geografickou návazností na Mostecko-litvínovskou aglomeraci, která předurčuje charakter rekultivací. Podle souhrnného plánu rekultivací ještě zbývá asi 9,0 ha územní rezervy pro kamenolom Kočičí vrch.

V jižní a jihovýchodní části jezera se předpokládá hospodářské i rekreační využití pobřeží. Jižní část zájmového území se pro tyto aktivity hodí nejlépe, vzhledem ke své blízké poloze vůči městu Mostu a dostatečné vzdálenosti od těžkého průmyslu v oblasti Záluží, Růžodol a Kopist. Uvedené plochy jsou tvořeny tělesem vnitřní výsypky, u které byly tvarovány svahy a plošiny tak, aby vyhovovaly tomuto budoucímu stavebnímu účelu.

Severní, západní a východní svahy zbytkové jámy nad budoucí vodní hladinou jsou v převážné většině navrženy k lesnické rekultivaci vzhledem k morfologii terénu a požadovanému odclonění průmyslové zóny od rekreační, podle územního plánu správních území měst Mostu a Litvínova. Rekultivační lesy zde mají plnit především funkci půdoochrannou (protierozní) a meliorační (půdotvornou). Pro zpestření druhové diversity jsou do lesních porostů zařazeny nevelké travnaté plochy (květnaté louky). Zbytky výchozů uhelných slojí a vulkanogenní horniny znělcového typu postižené hluboko sahajícím zvětráváním a denudací jsou sterilní až fytotoxické a budou v rámci sanačních prací převrstveny vhodnými substráty. Na zatravněných svazích byla provedena zúrodňovací opatření, spočívající především v dodávce organické hmoty (kůrové substráty v kombinaci s papírenskými biokaly, agropříprava ploch – zelené hnojení, apod.). Poměrně konsolidovaná je v daném prostoru Rudolická výsypka, na níž byla provedena zemědělská rekultivace. Tato plocha, vzhledem k její dostupnosti, se jeví jako vhodná pro komerční využití a je zde počítáno s výstavbou obytného satelitu Špičák.

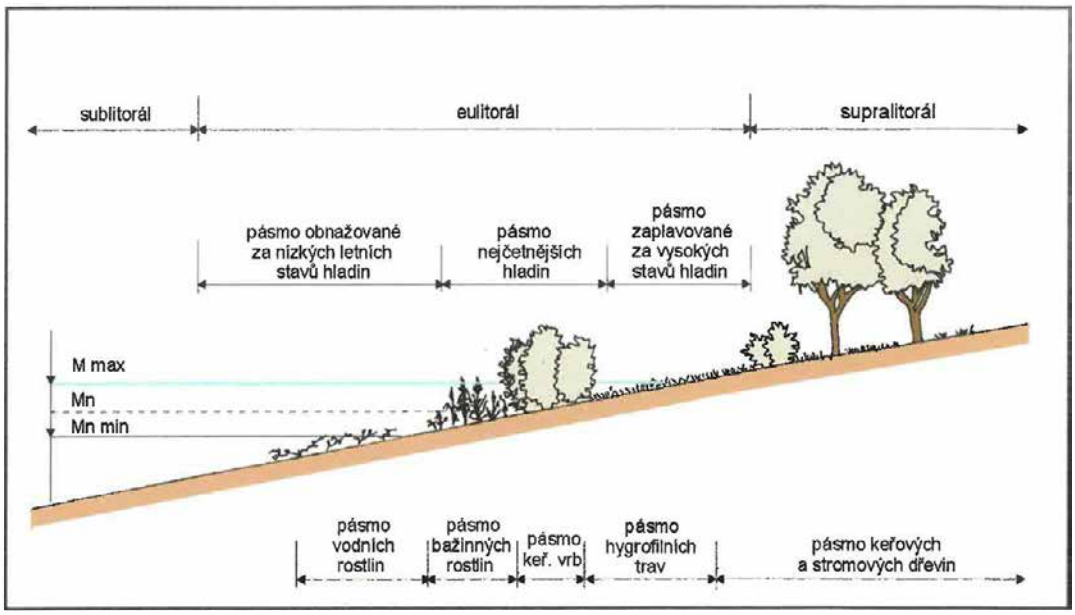
Podle 5. doplňku PL se počítá s celkovým objemem těžených a ukládaných zemin 4 187 000 m^3. První etapou prací byla řešena těžba zemin na prvních řezech vymezené plochy dotčené povrchovou těžbou a následné překrytí předpokládaných míst úniku vody uhelnou slojí, petrograficky určenými typy zemin podle uvedených geotechnických kritérií. Doloženým výsledkem je utěsnění uhelné sloje v prostoru dna bývalého lomu na horizont +157 až 158 m n.m. v místech vodní akumulace s kótou 140,8 m n.m. V současné době se dokončuje těsnění 2. etapy sanačních prací až po úroveň 160 až 168 m n.m. Úplný přehled všech etap sanačních prací 2. stavby lomu Most, uvádí následující tabulka v objemovém a časovém členění.

Sanační etapa 2. stavby lomu Most	Vytěžené množství zemin [m^3]	Stabilizační těsnící a jiná opatření	Časové období
1. etapa	1 365 000	Uhelná sloj – kóta +140 m n.m. s přesypáním do stanovené úrovně	01/04 - 12/04
2. etapa	615 000	Svrchní uhelná sloj	11/04 - 04/05
3. etapa	547 500	Plocha C2	05/05 - 10/05
4. etapa	1 065 500	Plocha C1	11/05 - 10/06
5. etapa	130 000	Retence Nová voda	01/05 - 03/05
6. etapa	130 000	Výsypka v západním svahu	08/06 - 10/06
7. etapa	39 000	Lavice v severním svahu	01/05 - 03/05
8. etapa	145 000	Prostor budoucího přístaviště	04/05 - 06/05
9. etapa	150 000	Úprava pobřežní linie	11/06 - 03/07
10. etapa		Obslužná komunikace	04/07 - 09/07
11. etapa		Protiabrazivní opatření	04/07 - 09/07
12. etapa		Biologická rekultivace	rok 2007 – 2013
2. DOPLNĚK PL	855 000		03/2004 – 09/2004
4. DOPLNĚK PL	510 000		09/2004 – 12/2004
5. DOPLNĚK PL	2 822 000		10/2004 – 12/2013
2., 4. a 5. DOPLNĚK PL	4 187 000		01/2004 – 12/2013

- projekty zpracované ve VÚHU a.s., Most
- projekty zpracované externími firmami

Jakost vody v budoucím jezeře

V kvalitě stojaté vody v důlním jezeře Most má zvláštní postavení mezi ukazateli znečištění vody celkový fosfor (TP), pro který je v povrchových tekoucích vodách stanoven limit II. třídy čistoty hodnotou 150 µg TP/l. Tento limit je poměrně často překračován i v řece Ohři i v krušnohorských potocích. Jezera s obsahem 48 až 189 µg TP/l se obvykle klasifikují jako eutrofní a jezera s obsahem 14 až 48 µg TP/l jako mezotrofní. Pro koupání v jezerech se vyžaduje mezotrofní stav vody. Pro vodní sporty bez koupání a pro pěstování kaprovitých ryb je přípustný eutrofní stav, zatímco pro úpravu a zásobování pitnou vodou a pro lososovité ryby se požaduje oligotrofní stav a přípustný je i mezotrofní stav [13,14].



Obr. 6 Členění pobřežního území a schéma umístění pásem vegetace

Obr. 7 Idea přístaviště vodních sportů zatápěného jezera Ilse v BRD

U hlubokých jezer dochází různými mechanizmy k poměrně rychlému snížení obsahu celkového fosforu ve vodě. Předpokládá se, že hluboké jezero při napouštění vodou s obsahem přesahujícím 48 μg TP/l bude zpočátku vykazovat eutrofii a po dokončení zatápění, kdy se přívod vody omezí na krytí ztrát výparem a následný přísun fosforu bude nepatrný, se bude projevovat v závislosti na počáteční koncentraci a průměrné hloubce vody tendencí k mezotrofii.

Profil		**Jezero Most**			
Datum odběru		**20.5.04**	**31.8.04**	**20.10.04**	**10.11.04**
Ukazatel	**Jednotka**				
pH		7,95	7,88	7,85	7,65
vodivost	μ S/cm	3040	31110	3180	3130
sírany	mg/l	1130	1560	1780	1400
chloridy	mg/l	21,1	27,3	33,1	26,1
NH4+	mg/l	1,67	0,55	0,83	0,85
dusitany	mg/l	0,89	0,97	0,74	0,64
dusičnany	mg/l	124	77	76,6	118
(Kj+NH4)-N	mg/l	5,33	12,1	10,2	2,9
Ncelkový	mg/l	33,6	29,8	27,7	29,8
P celkový	**mg/l**	**0,027**	**0,037**	**0,02**	**0,026**
CHSKCr	mg/l	13	10	8,6	7,7
BSK5	mg/l	1	0,7	0,8	0,5
TOC	mg/l	5,55	5,14	3,3	3
Fe	μ g/l	26,6	45	25,1	57,6
Mn	μ g/l	495	94,3	136	19
Al	μ g/l		43,8	< 40	72,2
As	μ g/l		< 2,5	< 2,5	
Be	μ g/l		< 0,02	< 0,02	
Cd	μ g/l		< 0,2	< 0,2	< 0,2
Cr	μ g/l		< 0,5	< 0,5	
chlorofyl-a	**μ g/l**	**4,7**	**1**	**1,1**	**1,8**

Přirozeně vzniklé akumulace na dně zbytkové jámy, mají obdobný charakter vody jako iniciální stav jezera Chabařovice: zvýšenou vodivost, vysoký obsah síranů, dusičnanů a amonných iontů. Nízká koncentrace fosforu a chlorofilu-a a vysoká průhlednost řadí nádrž k oligotrofnímu až mezotrofnímu typu. Vzhledem k nízké potravní nabídce nedošlo k masovému rozvoji zooplanktonu. Ve vodě vznikajícího jezera nebyly zjištěny významné koncentrace kovů, NEL, fenolů, PCB, PAU, TOL. Je zřejmé, že zdroje plnění (přítoky důlní vody a z vlastního povodí) v současné době představují nízký přísun fosforu do jezera. Příznivá úroveň trofie jezera je dána způsobem jeho vzniku a dosavadní izolovaností oproti vnějším antropogenním vlivům. Projevuje se tu zřejmě příznivý vliv prováděných sanačních a rekultivačních opatření.

Možnosti využití sanovaného území

V zóně jihovýchodního pobřeží a přiléhajících ploch jezera by měla vzniknout podle Ideové studie prostorové a funkční aktivizace vybraných lokalit jezera Most, vypracované O-Projekt, Urbanistický ateliér, Ing. A. Olžbut, MISE, s.r.o., Teplice, celá řada staveb technického zázemí – přístav vodních sportů, přístavní hráze, mola, obratiště jachet, kotviště, lávky, pontony, zařízení pro transport lodí, parkoviště, sklady, klubovny, loděnice, ubytování správce a ostrahy. Přístav pro vodní sporty je podle požadavků magistrátu města Mostu projektován v souladu s 5. doplňkem PL pověřenou společností MV Projekt, spol. s r.o., Praha (obr. 7).

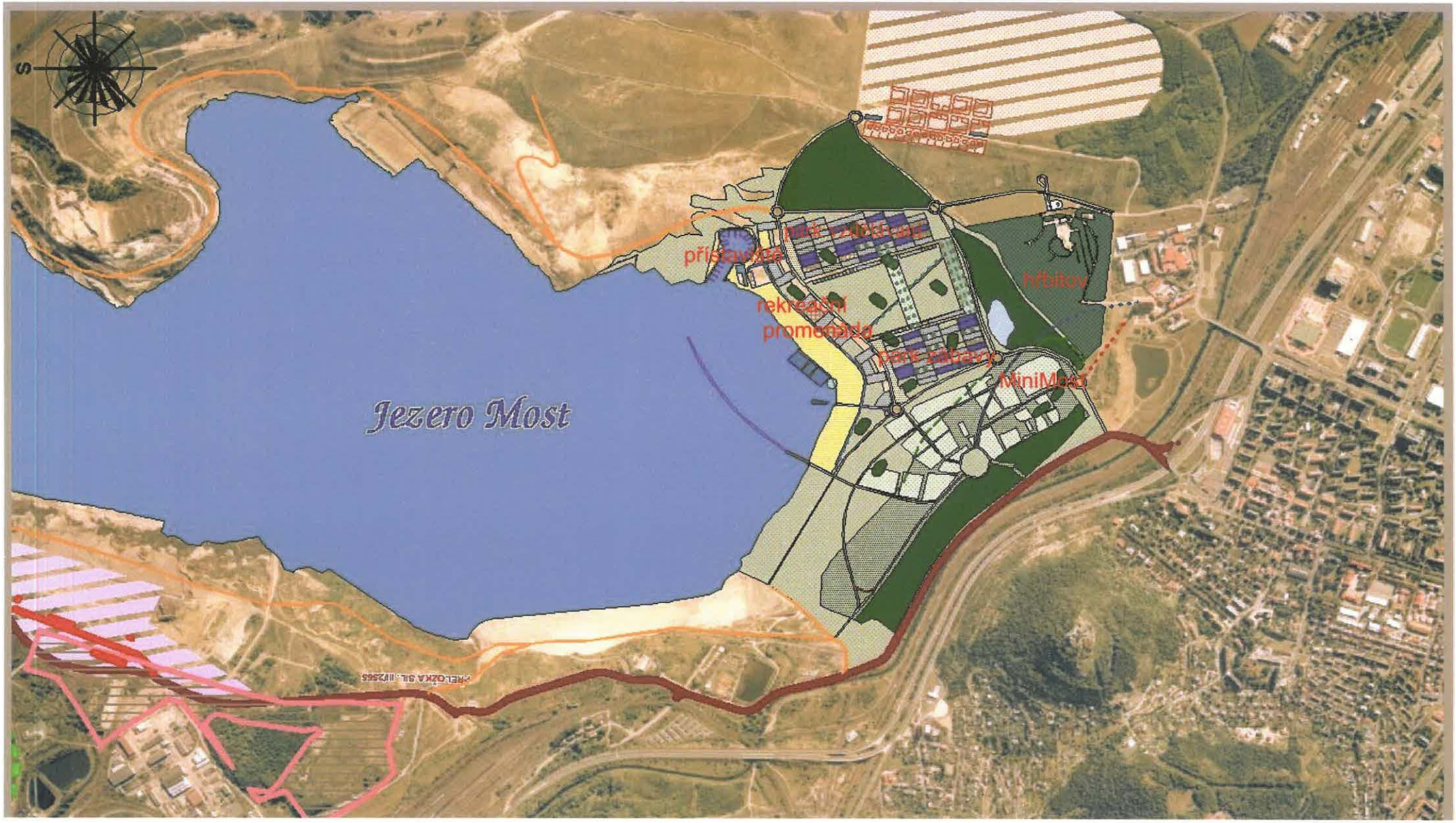
U jezera pro koupání bude upravena břehová linie s navazujícími travnatými plážemi, které volně přejdou v travnaté plochy s výsadbou stromů a malých skupin keřů. Pláže přiléhají k vodní hladině jezera v místech nejlépe dosažitelných od města. Jsou to především pobytové plochy, které nebudou zastavovány trvalými objekty a jsou určeny k ležení, opalování, vodním sportům a k pobytu u vody v letních dnech. V návrhu je zóna pláží, včetně koupání, vymezena na severozápadní straně molem, šípovitě vybíhajícím do plochy jezera. Na východní straně pak pláže navazují na přístav vodních sportů. Jižní část pláží je ohraničena malým korzem, které je vedeno cca 10 m nad hladinou jezera. Malé korzo bude sloužit pro situování drobných stánků pro potřeby návštěvníků pláže, bude zde rozmístěn parterový mobiliář a povedou tudy cyklotrasy – buď po samostatných stezkách nebo při smíšeném provozu pěších a chodců po vymezených cyklistických pásech. Celková výměra pláží Střediska Most je 5,8 ha při šířce 90 m (obr. 8).

Park vzdělání – komplexy vzdělávacích, ubytovacích, tělovýchovných a stravovacích zařízení (školy, výzkum, rekvalifikace, studentské koleje atd.) – je situován do jihovýchodní části, severně od plochy kostelního hřbitova. Rozloha území je 9,3 ha. Pobytová louka, rezervní plocha pro budoucí doplňující aktivity, sezónní a krátkodobé akce atd. se nachází mezi parkem zábavy a parkem vzdělání. Park zábavy je vymezen na ploše 7,1 ha a je orientován na západní stranu řešeného území.

Městský park Paměti se rozkládá v pásu podél mosteckého koridoru a jižním pobřežím jezera Most. Pro urbanistický rozvoj celého prostoru jezera bude důležité obnovení komunikačního spojení Mostu se severními partiemi městského regionu. Navržená komunikace projde v těsném kontaktu s parkem. Jde o území dnes již morfologicky vytvarované 30 ha plochy. Celková výměra parku je 43 ha – tj. 30 ha původní část + 13 ha návazných parkových partií. Součástí parku je i plocha o rozloze cca 2 ha vyčleněná pro projekt MiniMostu – miniaturního modelu starého Mostu.

Literatura

1. Pichler, E., Lang, T., Orlt, O., Olžbut, A., 2002: Koncepce revitalizace území dotčených těžbou hnědouhelných podniků na území měst Mostu a Litvínova
   I. etapa prací: Inženýrsko-geologická rešerže
   II. etapa prací: Územně krajinářský a plánovací průzkum
   III. etapa prací: Prostorová a funkční aktivizace vybraných lokalit jezera Most
   Studie vypracovaná VÚHU
2. Pichler, E., Macůrek, V., Orlt, O., 2003: Koncepce revitalizace území dotčených těžbou státních hnědouhelných podniků na území měst Mostu a Litvínova
   I. etapa: Inženýrsko-geologická rajonizace



Obr. 8 Ideový návrh využití území pro stavební účely