

Ervěnický koridor – zakládání a konsolidace sypaného zemního tělesa za proměnlivých stabilitních podmínek v dobývacích prostorech lomů Jan Šverma a Čs. armády – II. část

Ing. Evžen Pichler, CSc., Ing. Jaromír Fultner, Ing. Petr Valvoda

Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Most

Přijato: 16. 7. 2014, recenzováno: 13. a 14. 8. 2014

Abstrakt

První dvě třetiny druhé části dvoudílného článku o Ervěnickém koridoru (EK) popisují podmínky, způsob zakládání a průběh konsolidace sypaného zemního tělesa. Závěrečná třetina článku je věnována technickému provedení staveb železnice, silnice a řeky Bíliny, vybudovaných na koruně EK. V kapitolách 2 a 3 je popsán postup směřování zemin a tvarování výsypkových svahů na obou stranách EK: DJŠ a VČSA. Zároveň je zde naznačen vývoj stabilitního řešení báňského díla při současném dosažení efektivního kapacitního využití výsypného prostoru na straně VČSA. V kapitole 4 je zhodnoceno geodetické měření povrchu koruny EK v trase přeložek. Kapitola 5 popisuje technické provedení přeložek. Závěrečná kapitola 6 uvádí stručný přehled revitalizovaných ploch EK a dále se zabývá možností návratu řeky Bíliny ze současného potrubního vedení do svého přirozeného koryta.

The Ervěnice corridor – the construction and consolidation of the solid artificial in bulk constructed body in variable stability conditions in the mining areas of the Jan Šverma and Czech Army quarries – part II

The first two-thirds of the second part of a two-part article about the Ervěnice corridor (EK) describe the conditions, the way of the establishment and the progress of the consolidation of this solid artificial body. The final third of the article is devoted to the technical implementation of the buildings, roads and railways and the Bílina River, built in the crown of this body (EK). Chapters 2 and 3 describe the soil routing and shaping of the corridor slopes on both sides. At the same time, there is implied the development of the solution of stability of this mining work while achieving effective capacity utilization of the free space on the side of the ČSA quarry. The chapter 4 examine the geodetic measurements of the crown surface in the area of relocations. The next chapter 5 describes the technical implementation of the infrastructure reallocations. The final chapter 6 shows a brief overview of environmentally remediated areas and evaluates the possibility of the return of the Bílina River from its current localisation in the pipes to its natural original riverbed.

Seestadter Korridor (EK) – Gründung und Konsolidierung des geschütteten Bodenkörpers unter wechselvollen Stabilitätsbedingungen in Abbauräumen des Tagebauen Jan Šverma und der Tschechoslowakischen Armee – II. Teil

Die ersten zwei Drittel des zweiten Teils dieses zweiteiligen Artikels über den EK beschreiben Bedingungen, die Schüttungsart und den Verlauf der Konsolidierung des geschütteten Bodenkörpers. Das abschließende Drittel des Artikels ist der technischen Bauausführung der Bahnstrecke, der Straße und des Flusses Bílina gewidmet, die in der Krone des EK errichtet wurden. In den Kapiteln 2 und 3 wird das Verfahren der gesteuerten Schüttung der Böden und der Gestaltung von Kippenböschungen auf beiden Seiten des EK: DJŠ und ČSA, beschrieben. Zugleich ist hier die Entwicklung der Stabilitätslösung des Baus erwähnt, wobei der Verfüllungsraum des Tagebaus ČSA gleichzeitig effektiv genutzt wurde. In der Kapitel 4 wird die geodätische Messung der Oberfläche der Krone EK in den Verlegungen bewertet. Die Kapitel 5 beschreibt technische Ausführung von Verlegungen. Die Schlusskapitel 6 gibt eine kurze Übersicht revitalisierter Flächen des EK sowie erörtert die Möglichkeit, den Fluss Bílina von der bestehenden Rohrleitung in sein natürliches Bett zurückzukehren.

Klíčová slova: stabilita svahu, zakládání po vrstvách, sedání výsypky, realizace přeložek, směřování zemin, tvarování svahu.

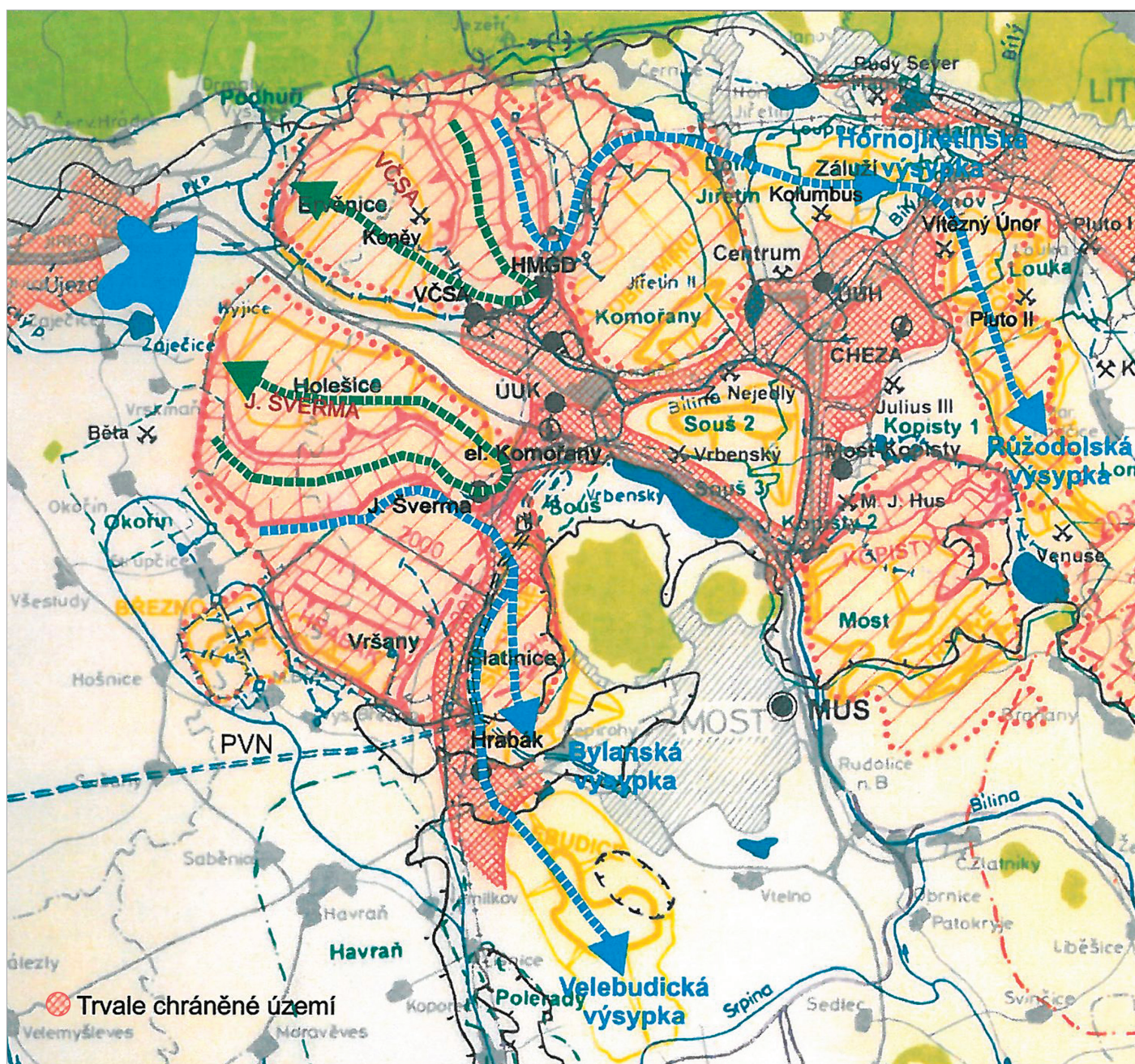
Keywords: slope stability, the establishment in layers, dump consolidation, realization of realignment, routing of soils, slope shaping.

1 Úvod

Finálním obdobím sypaní tělesa koridoru bylo období od roku 1977 do roku 1983, kdy se počala tvarovat poslední - západní část koruny koridoru. V té době začala u budoucích investorů intenzivní projektová příprava. Zakládání temene koridoru bylo úzce koordinováno s jejich požadavky a s požadavky projektantů. Koordinací přípravných prací byla pověřena řídicí skupina Stavební odborové rady, ve které byli zastoupeni hlavní inženýři prováděcích projektů (SUDOP, Hydroprojekt, BPT) a investoři (Správa výstavby železnic Severočeského prostoru

Ústí nad Labem, SIU Liberec, Vodohospodářský rozvoj Praha, ŘSD, ředitelství SHD a n. p. DVIL Komořany).

Ve fázi zakládání tělesa EK kolejovými zakladači bylo nutné co možná nejvíce minimalizovat objem jílovitých zemin a podkrušnohorských sutí pro urychlení dosypání koridoru (obrázek č. 1). Od pevnostních charakteristik sypaniny byly odvozovány generální sklony svahů i tvarové parametry dílčích výsypkových etází (mezní výšky). Po konečném dosypání koruny koridoru (v šířce projektovaných staveb) nabyly na významu znalosti o časovém průběhu poklesů a horizontálních posunů.



Obr. 1: Směrování vhodných a nevhodných zemín do vnitřních a vnějších výsypky DJŠ a VČSA.

Na temeni EK byly provedeny přeložky trati ČSD Třebovice-Chomutov 130, silnice I/13 a řeky Bělina č. povodí 1-14-01-001. S každou z těchto přeložek souvisela řada dalších návazných staveb. Na přeložku trati ČSD navazovaly stavby na vybudovaném násypu s železničními stanicemi Kyjice, Jirkov, Chomutov zastávka a nové osobní nádraží Třebovice.

Přeložka silnice I/13 (E 422) byla provedena v úseku Komořany-Jirkov jako čtyřproudá silnice dálničního typu s předpokladem napojení na koridor Most na jedné straně a již realizované kapacitní propojení aglomerace Jirkov-Chomutov na opačné straně. Zároveň bylo vybudováno nové severojižní propojení Vysoká Pec – Vrškaň.

Přeložka řeky Bělina je součástí souboru staveb „Náhradní opatření za nádrž Drínov“ (dále NOD). Soubor staveb komplexně řeší vodohospodářské poměry v oblasti mezi Jirkovem a Mostem (od horního povodí řeky Bělina) a zajišťoval 3 hlavní funkce:

- ochranu lomů DJŠ a VČSA před povrchovými i podzemními vodami,
- ochranu území před povodněmi (retenční funkce nádrže Újezd),
- plynulé zásobování průmyslu Mostecká užitkovou vodou.

Je třeba dodat, že výsledky sedání povrchu i stabilitní výpočty svahů byly, na základě přímých měření a pozorování v rámci dlouhodobých výzkumných programů, prováděny „za pochodu“ a bezodkladně předávány projektantům v požadovaném rozsahu. Vyžadované prognózy dlouhodobé konsolidace výsypky byly prováděny na základě přímého geodetického sledování chování terénu. Výsledky in situ byly následně ověřovány laboratorně za modelových podmínek formou zkoušek stlačitelnosti v edometrech.

2 Empirické řešení stability tělesa EK

Po celou dobu výstavby Ervěnického koridoru byly uplatňovány technologické postupy prstového sypaní. Nový výsypkový prst se budoval vždy z otočného bodu lomu, z dokončeného předcházejícího prstu, a směřoval k bočnímu svahu lomu vymezeného hranicí dobývacího prostoru. Při dopředném hloubkovém sypaní prstu pojezdem zakladače (při neměnné poloze výložníku) se sice minimalizovaly zemní úpravy buldozery, ale občas docházelo k převyšování bočního svahu nad úroveň pracovní pláň. Při sypaní otáčením výložníku se předsypávala pracovní pláň pro kolejová pole a výška svahů byla omezena stanovenou výškovou úrovní pojezdu zakladače. Při zpětném postupu zakladače se využívalo možnosti výškového dosahu výložníku na převyšované sypaní nad úrovní pojezdové pláň, zpravidla o 15 m. Jediným zakladačem Z 2000/78 (konstrukčně jednovozovým) byl uplatňován boční způsob sypaní s omezenou možností převyšování hloubkově tvarovaného svahu.

Boční svahy o výšce 15 až 45 m, vytvarované při prstovém a bočním způsobu sypaní, byly předmětem víceletého opakovaného geodetického měření VÚHU a DVIL. Skutečné naměřené parametry svahů byly vyhodnocovány regresní analýzou pomocí aproximační funkce ($d = a \cdot v^b$), kde d je vodorovný průmět výšky svahu v (dále označovaný jako délka). Tato vybraná aproximační funkce mocninného tvaru vykazovala vysokou těsnost s naměřenými parametry svahu. Statisticky se prokazuje vysokým indexem korelace I_{dv} .

Aby bylo možno převést funkci do tvaru empirických vztahů, je nutné zjistit charakter regresních koeficientů. Ten lze určit z počátečních podmínek první derivace funkce, kde $tg \alpha$ je směrnici tečny ke křivce v libovolném bodě [1]. V daném prostředí charakterizuje hodnota $tg \alpha$ odpor sypaniny vůči deformaci podle velikosti geostatického tlaku. Koeficienty a , b jsou závislé na $tg \alpha$ a umožňují příslušným matematickým postupem uvést do vztahu působnost geomechanických vlastností sypaniny

a specifických podmínek zakládání, bez možnosti bližšího určení fyzikálního významu těchto koeficientů.

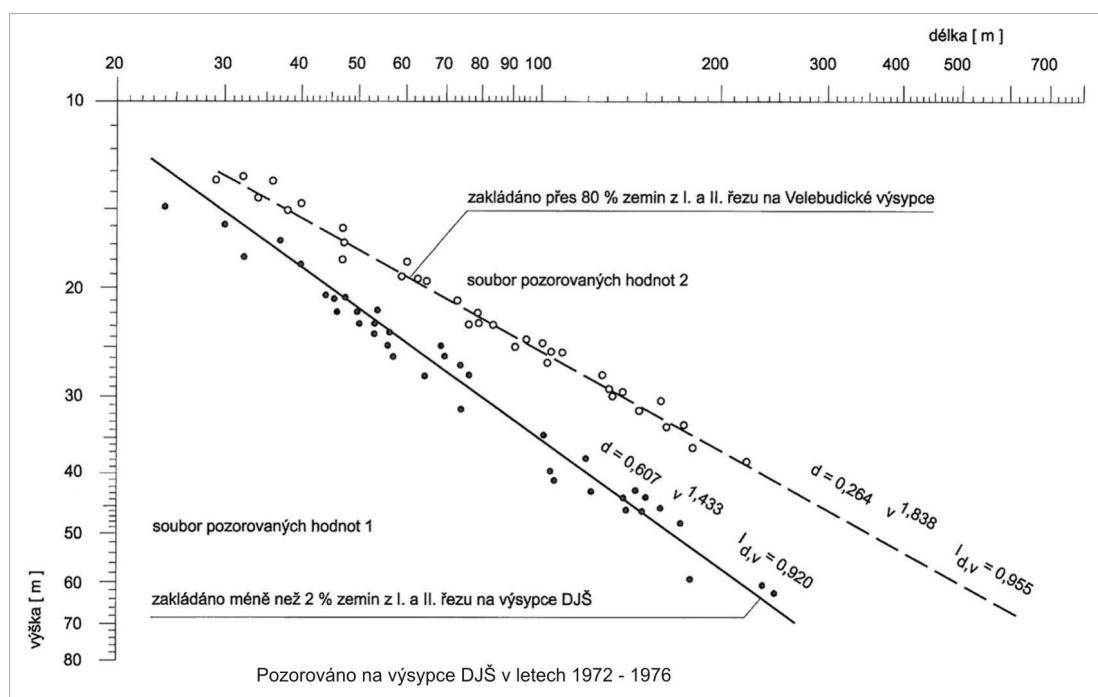
Při tvarování svahu mají z celé škály geomechanických vlastností primární význam granulometrické složení a vlhkost sypaniny. V závislosti na intergranulárním úhlu vnitřního tření se mění koeficient a v mezích 0 až 3 a v závislosti na vlhkosti sypaniny koeficient b v mezích 1 až 3. Zvlášť jsou podrobovány zkoumání svahy blízké rovnovážnému stavu ($F \geq 1,0$) a svahy se stupněm bezpečnosti ($F < 1,0$). Pro zhodnocení tvarování svahu metodou regresní analýzy jsou průběžně zhotovované mapy výsypek DJŠ a VČSA důlním podnikem DVIL, tehdy zaváděnou metodou pozemní a následně letecké fotogrammetrie. Pro rychlé získání praktických výsledků grafickou cestou jsou aproximační funkce transformovány na lineární logaritmický tvar ($\log d = \log a + b \cdot \log v$).

Na obrázku č. 2 je uvedena ukázka dvou rozdílně vytvarovaných svahů s vysokým indexem korelace. Na výsypce DJŠ dokumentují za období let 1972 až 1976 značnou odlišnost bezpečných výšek svahů, zakládaných zeminami z prvních dvou řezů (přímka napravo) nebo z hlubších IV. až VI. řezů (přímka nalevo). Regresní analýzou je potvrzena značná odlišnost, jde-li o zakládání zemin nevhodných z I. a II. řezu do tělesa EK nebo vhodných z hlubších řezů IV. až VI.

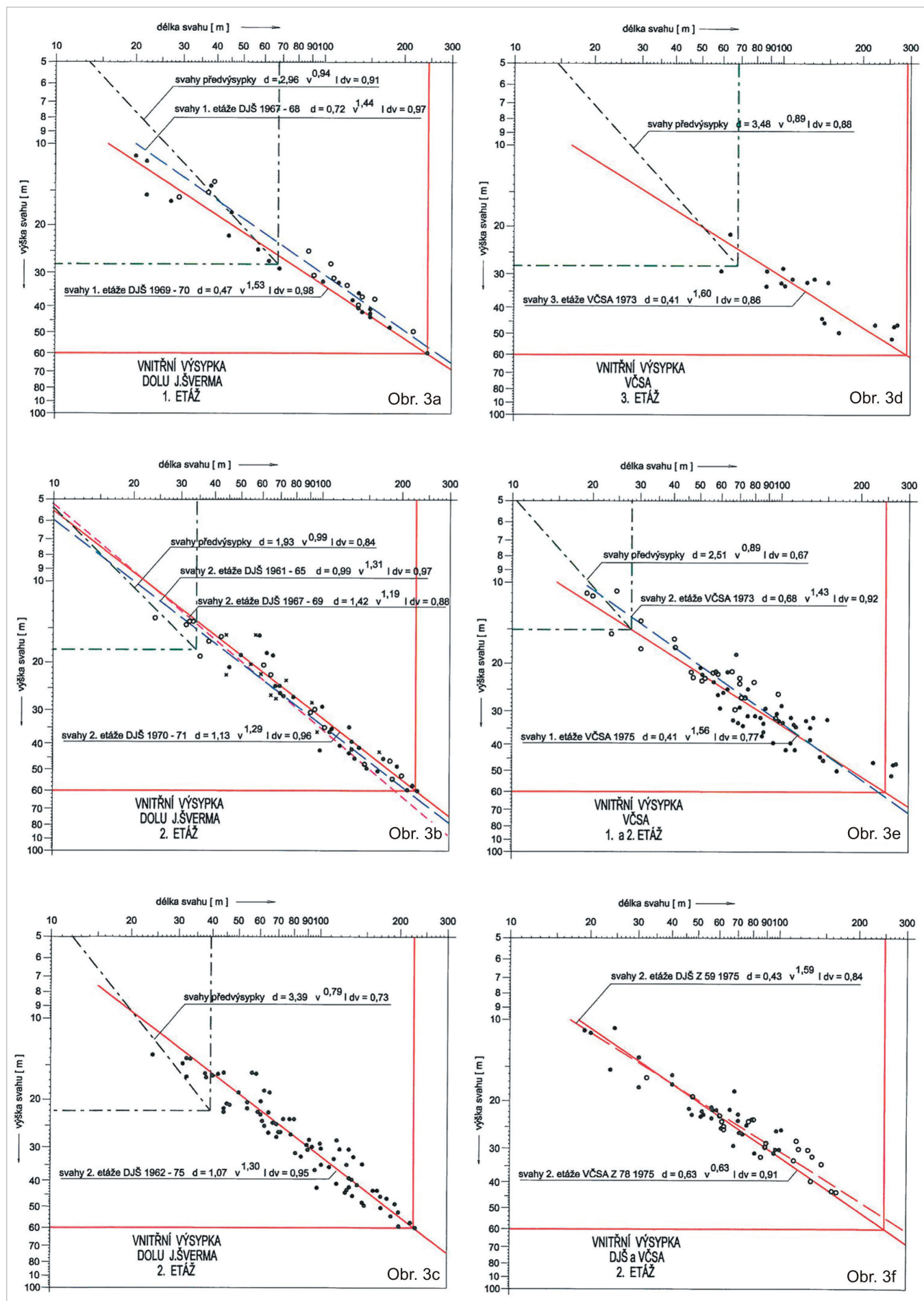
2.1 Směrování zemin a tvarování svahů kolejovými zakladači na straně DJŠ

Na prvních dvou výsypkových etážích vnitřní výsypky DJŠ byly zakládány kusovité jílovce o relativně vyšší původní pevnosti v prostém tlaku (1,5 až 2,5 MPa). V omezeném množství se ale zakládaly i zemin y nevhodné, s podstatně nižší pevností (0,5 až 1,0 MPa).

Směrování zemin z jednotlivých skrývkových řezů DJŠ k zakladačům bylo dispečinkem přesně evidováno [5]. Pro vytvoření



Obr. 2: Regresní analýza tvarování svahů na Velebudické výsypce a vnitřní výsypce DJŠ.



Obr. 3: Tvarování svahů při zakládání 1. a 2. etáže DJŠ a 1. až 3. etáže VČSA.

optimálních stabilitních a konsolidačních podmínek z hlediska pevnostní charakteristiky bylo požadováno zakládat do 1. výsypkové etáže především vhodné zeminy. Do nejspodnější etáže neměly být rozhodně zakládány zeminy z prvních dvou skrývkových řezů, prokazatelně nevhodných. Zakladačem ZD 2100/73 se na této etáži mohlo z celoročního evidovaného objemu, založit max. 5 % nevhodných zemín, vytěžených z I. a II. řezu. S výjimkou roku 1967, a krátkodobě i v pozdějších letech, byl tento požadavek splněn. V posledních třech letech budování koridoru se nevhodné zeminy do EK již téměř vůbec nezakládaly.

První výsypková etáž byla zakládána na dno vyuhleného lomu zpravidla na pevnou nestlačitelnou a částečně odvodněnou podložku. Zdrojem podzemní vody na bázi výsypky byly atmosférické srážky infiltrované do výsypky z povrchu každé etáže. Podložní horniny o pevnosti v prostém tlaku 2,5-4,0 MPa jsou zpravidla tvořeny uhelnými jíly a jílovci o mocnosti až několika metrů.

Na obrázku č. 3a je znázorněno příznivé tvarování svahu předvýsypky, založené kusovitými pevnými zeminami z V. a VI. skrývkového řezu. Tomu odpovídala i na výsypkové poměry značná mezní výška svahu (28 m).

Vytvarované svahy první etáže obsahují převážně vhodné zeminy z IV. až VI. skrývkového řezu. Jsou rozděleny do dvou odlišných časových souborů. Soubor 1967-68 se vztahuje na vytvarovaný svah bez předvýsypky, založený na nestlačitelném podzákladí a soubor 1969-70 na vytvarovaný svah s předvýsypkou (stlačitelné podzákladí). Příznivější výsledky tvarování svahů je pozorováno v pozdějších letech.

Tvarování svahů zakladači ZD 1800/59 a Z1200/50 na 2. výsypkové etáži v letech 1961-65, 1967-69 a 1970-71 (obrázek č. 3b) jsou mírně odlišná, neboť zahrnují průběžné změny ve směřování zemín z jednotlivých skrývkových řezů [5]. Důvodem je založení vyššího množství zemín z I. a II. řezu (5 až 10 %). Vyšší procento těchto nevhodných zemín, zvláště pak z II. řezu, přichází na 2. etáž z důvodu prostojů zakladačů na Velebudické výsypce. Zakládání zemín z II. řezu je ve sledovaném období (1961-1971) víceméně konstantní. V souvislosti s odklonem zakládání zemín z I. řezu do výsypných prostorů v lomu Vrbenský-Saxonie a Vrbenský-Matylda se v letech 1975 až 1976 snižuje podíl zakládání zemín z tohoto řezu do EK.

Proměnlivé stabilitní podmínky v průběhu výstavby EK se sledovaly průběžně v letech 1962 až 1975 (obrázek č. 3c). Vyšší mezní výška svahů 1. etáže (28 m) na obrázku č. 3a souvisí s vyšší pevností a tím i kusovitostí zakládání zemín. Naopak nižší mezní výška svahů 2. etáže (18 až 22 m) na obrázku č. 3b, 3c souvisí s tím, že zde byly zakládány v menším objemu i nevhodné zeminy z I. a II. skrývkového řezu (5 – 10 %).

Všimněme si ještě další proměnlivosti ve tvarování svahů při zakládání zemín na pevnou nestlačitelnou podložku a na stlačitelnou výsypkovou etáž. Vždy se ukazují mírnější (tj. nevhodnější) sklony svahů při zakládání na pevnou podložku. To platí i v případě zakládání vhodných zemín z nejspodnějších řezů. Na rozhraní výsypkového tělesa s nepoddajným (nestlačitelným) podložím se kumulují maximální smyková napětí. Smyková pevnost na kontaktu s podložím je vždy nižší než smyková pevnost vlastní komprimované sypaniny. Zemní sypané těleso se v důsledku toho více posouvá a tím zmenšuje sklon svahu (kapitola 3.2 v I. části článku).

2.2 Směřování zemín a tvarování svahů kolejovými zakladači na straně VČSA

Na 3. výsypkové etáži (obrázek č. 3d) bylo zakládáno menší množství zemín z I. a II. řezu, které z kapacitních důvodů nebyl zakladač ZD 2100/60 schopen na vnější Růžodolské výsypce založit. Prostoje tohoto zakladače se projeví zvýšením podílu zemín z prvních dvou řezů na 3. etáži. Vzhledem k tomu, že 3. etáž tvoří korunu tělesa koridoru, a zeminy z I. a zčásti i II. řezu VČSA jsou pro své fyzikálně-mechanické vlastnosti nevhodné pro zakládání do koridoru, bylo požadováno snížení množství těchto zemín na nejmenší možnou míru.

Skutečnost, že zeminy z hlubších řezů byly zakládány z více než 80 % na 3. etáž a nedocházelo již k zakládání nevhodných zemín (z I. a II. řezu VČSA) na nižší etáže, měla významný a velice příznivý vliv na stabilitu tělesa koridoru jako celku.

Směřování zemín na 1. etáž (obrázek č. 3e) bylo z hlediska pevnostní charakteristiky velmi příznivé. Od začátku sledovaného období bylo na tuto etáž založeno velmi malé množství zemín z I., II., III. a od r. 1973 i IV. skrývkového řezu. Převážně byly zakládány zeminy z V. až VII. a smíšeného řezu. Pouze ojediněle, z celkového hlediska nepatrně, množství nevhodných zemín z I. a II. řezu bylo založeno na 2. výsypkové etáži. Hlavní podíl zemín pocházel z III., IV. a V. řezu.

Zeminy na III., IV., V. a VII. skrývkovém řezu VČSA byly těženy korečkovými rýpadly. Ze zkoušek granulometrického složení sypaniny vyplynulo, že technologie rozpojování jílovité zeminy břity korečkových rýpadel způsobuje v porovnání s kolešovými rýpadly odlamování zeminy ve větších celcích. To byl další příznivý účinek na konsolidaci a stabilitu tělesa.

Pevnostní charakteristika zemín VČSA je poněkud příznivější než na straně DJŠ vlivem zahlabování lomu do pevnějšího nadložního souvrství (8 skrývkových řezů). Zjištěné tvarování svahu 1. etáže však svědčí o částečném zvodnění dna lomu pramenitými vývěry z podložních krystalinických hornin a zejména z bočních svahů se zvodněným kvartérem (obrázek č. 3d). Teprve odvodněním podložky vnitřní výsypky VČSA se stabilita svahů zvýšila, což je zřejmé z obrázků tvarování svahů pro rok 1975 (obrázek č. 3e, f). Pro předvýsypku platí mezní výška 16 m. Mezní výška úvodních etáží se snižovala v úsecích zbahněných čerpacích jímek a v místech pánevní deprese, kde docházelo k akumulaci vody průsaky z bočního svahu VČSA (výskyt zvodnělých podkrušnohorských sutí).

3 Řešení kapacitního zvýšení výsypného prostoru VČSA

Přehled zakládací kapacity VČSA uvádíme v kapitole 2.2 v I. části tohoto článku. Zásadní změnou při zavádění kráčivých zakladačů vyšší výkonové řady TC 2 (zakladače ZP 6600) bylo přetransportování kolejového zakladače Z 2000/78 v roce 1978 do úrovně projektové přeložky řeky Bíliny, kde společně s dalším kolejovým zakladačem ZD 1200/50 začal zakládat poslední vrstvy koruny EK. Na skrývkové straně bylo nutné uvolnit prostor na dně lomu pro výstavbu uhelných pásových dopravníků. Tím došlo v polovině roku 1982 ke zrušení předvýsypky. Zrušením předvýsypky se snížil stupeň bezpečnosti celého sypaného zemního tělesa. Kromě koncového úseku výsypné fronty při bočních svazích VČSA byl dosahován generální sklon svahů v mezích 1 : 6,4 až 1 : 7,6 při převýšení 171 m (bez koruny koridoru).

Ve zmíněném koncovém úseku výsypné fronty, na kontaktu s bočním svahem, byl již generální sklon svahu podstatně plošší (1 : 10,7).

Poměrně klidný vývoj stability vnitřní výsypky do roku 1973 velmi dobře charakterizuje generální sklon výsypky VČSA. V tabulce č. 1 uvádíme nejstrmější generální sklony svahů a příslušný stupeň bezpečnosti svahu tělesa, získaný empirickou cestou na základě kontinuálně prováděných regresních analýz.

V počátečním období náběhového provozu výkonějších TC 2 v letech 1977 až 1981 se ukázalo, že není dosud plně zvládnuta včasná projektová příprava výroby a že nebyly zváženy reálné výkony technologických celků v interakci lidského faktoru a skutečných stabilitních podmínek. Z různých příčin byla rekonstrukce VČSA zahájena právě v období, kdy kapacita vnitřního výsypného prostoru byla plně vyčerpána a vnější Růžodolská výsypka neměla dostatečnou kapacitu na zakládání nevhodných zemín.

Za těchto velmi nepříznivých podmínek bylo nutné řídit postup zakládání operativně a přijmout řadu krajních opatření, které měly charakter báňského rizika. Tímto náročným úkolem byl pověřen Ing. Vladimír Petrovský a jmenovaný tým pracovníků z tehdejšího SHD, BPT a VÚHU.

3.1 Stabilitní řešení patní části výsypky ČSA

Využitím poznatků o mezních výškách svahů a jejich tvarování s minimálním provozním stupněm bezpečnosti navrhl VÚHU optimální obrys patní části výsypky. První etáž, sypanou hloubkově i výškově, zakládal kolejový zakladač ZD 2100/71 prstovým způsobem. Druhou etáž, taktéž hloubkově i výškově po dvou vrstvách, zakládal zakladač nové generace ZP 6600/82, který byl nasazen koncem roku 1977 na etáži 202 m n. m. a postupně zakládal etáže 170 a 150 m n. m. (1980, 1982). Obdobně zakladač ZP 6600/84 byl uveden do provozu v září 1979 na etáži 245 m n. m. a postupně zakládal etáže 222 a 170 m n. m. (1981, 1982). Poslední zakladač ZP 6600/87 na etáži 236 m n. m. začal operovat v březnu 1982.

První etáž o výšce 20 m byla převyšována o dalších 10 m s využitím 25 m široké plošiny mezi hloubkovým a převýšeným tělesem. Pozice 2. etáže sypané ve dvou vrstvách jak hloubkově, tak výškově, mohla již odpovídat mezní obálce svahu výsypky s příslušným stupněm bezpečnosti. Tím se docílí co nejrovnoměrnějšího rozložení smykových napětí na predisponované skluzné

Tab. 1: Souhrnná stabilita tělesa výsypky VČSA na ukloněné podložce až po pánevní depresi na kótě 93,0 m n. m.

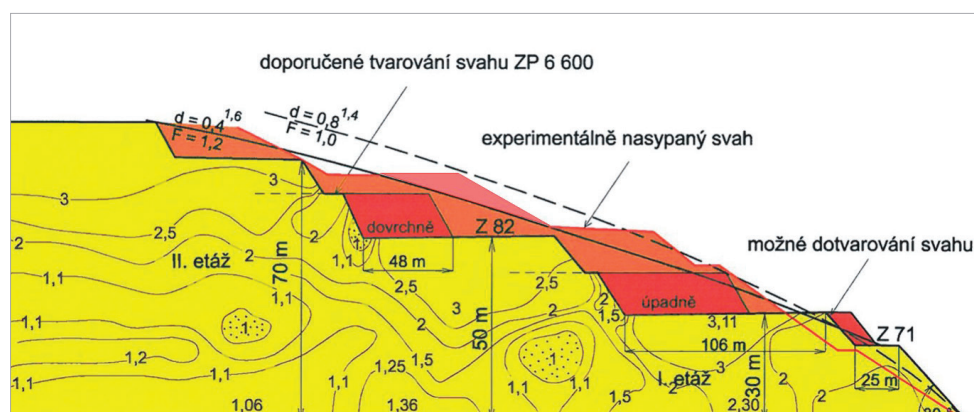
Rok zakládání	Výška a sklon svahu		Stupeň bezpečnosti F
	m	$\cotg \alpha$	
1970	127,0	10,4	>1,50
1971	132,0	10,7	>1,50
1972	145,0	11,0	1,65
1973	168,0	9,1	1,26
1974	166,0	7,5	1,05
1975	171,0	7,0	1,01
1976	165,0	7,6	1,06
1978-1981	168,0	6,4	1,01

ploše na kontaktu s podložkou. Mezi hloubkově a výškově sypaným tělesem zůstává plošina 100 m. Z obrázku č. 4 je zřejmé, že sypaní nižších výšek jednotlivých etáží je z kapacitního hlediska výhodnější. Experimentálně bylo prověřeno, že je možné u výškového tělesa 1. etáže a hloubkově sypaného tělesa 2. etáže, po přepravení zakladače z úrovně 200 na 150 m n. m., vytvářet svahy až po mezní obálku.

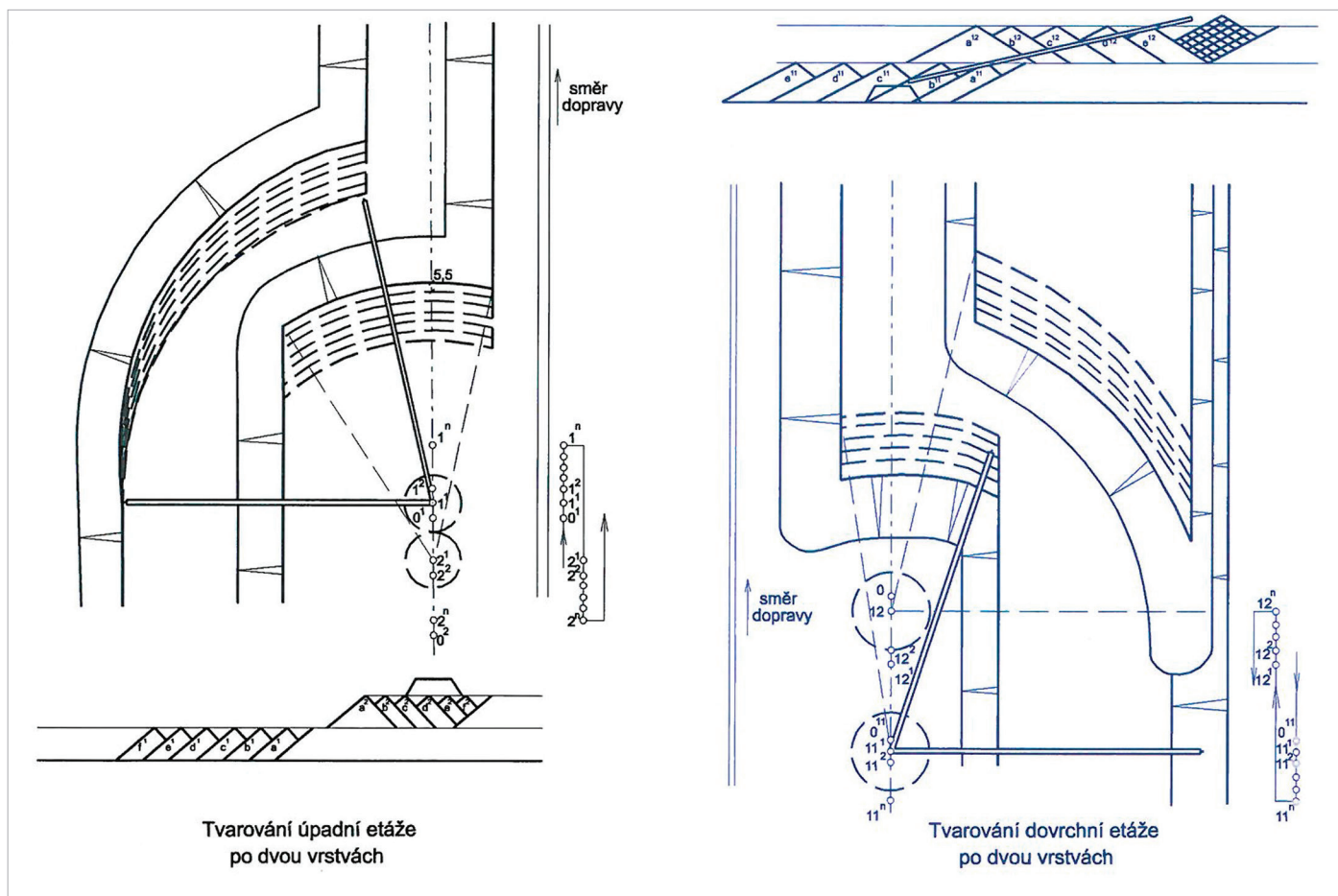
Nové úrovně pracovních plošin zakladačů ZP 6600/84 a 87 byly stanoveny s ohledem na kapacitní možnosti vnitřní výsypky. Zakrátko se toto řešení projevilo příznivě v rovnoměrnějším postupu sypaní etáží a mírném zvýšení těžebních výkonů VČSA.

Na obrázku č. 4 je vyznačen doporučený obrys svahu dvou nejspodnějších etáží tvarovaných podle známých geomechanických zásad. Tato báňská koncepční změna ve tvarování svahů byla stabilitně řešena metodou MKP, podle prof. Vojtěcha Mencla a prof. Ladislava Mejzlíka [4]. V té době šlo o časově náročnou úlohu, při které byly zprostředkovány příslušné zkoušky smykové pevnosti a stlačitelnosti na vysokotlakých a velkorozměrových smykačích a edometrech. Zkoušky byly provedeny v laboratořích PÚDIS (VÚHU tehdy ještě nedisponovalo vlastní laboratoří).

Z výsledků tohoto stabilitního řešení v grafickém vyjádření uvádíme zjištěné součinitele bezpečnosti ve zkoumaném tělese výsypky na obrázku č. 4. Nejdůležitějším výsledkem metody MKP bylo potvrzení předpokladu, že případná destrukce svahu může nastat rozšířením plastických zón s $F = 1,1$, charakteristických pro vznik translačních pohybů. Vyvíjejí se ve shodě s přímým pozorováním deformačních projevů, neboť se tak



Obr. 4: Doporučený a aplikovaný obrys svahu sypaných etáží po vrstvách.



Obr. 5: Schéma způsobu tvarování úpadní a dovrchní etáže po vrstvách kráčivými zakladači.

uplatňuje navyšování výsypky a nejnižší odpor v patní části etáže na rozhraní výsypky s nestlačitelným podložím.

3.2 Optimální stavba výsypkových etáží kráčivými zakladači ZP 6600

Blokový způsob zakládání úpadních a dovrchních etáží u kráčivých zakladačů je podmíněn technologickými možnostmi těchto výkonných zakladačů. Před zahájením kráčení těchto typů zakladačů je nutné vytočit výložník do kolmého směru k ose kráčení podél pásového dopravníku. Při této pozici výložníku není vyloučeno přesypání etáží nad její mezní stabilní úroveň. V tomto případě se stabilita výsypkových svahů zajišťuje dodatečným lávkováním pomocnou mechanizací. Tento způsob zakládání je pracný a neumožňuje plně zajistit stabilitu svahů pro další paralelní postup výsypné fronty.

Uvedený nedostatek odstraňuje způsob tvarování výsypkových svahů po vrstvách, jehož podstatou je, že se každá etáž vytváří postupně ze dvou až tří vrstev. Jejich mocnost se určí z mezní výšky svahu s přihlédnutím ke změnám vlastností sypání. Současně se stanoví úhel otáčení výložníku a pohyb zakladače příslušející každé vrstvě, aby se v čelním i bočním svahu mezi jednotlivými vrstvami vytvořily ústupky zamezující vznik souvislého svahu na nepřiměřenou výšku. Způsobem tvarování výsypkových svahů po vrstvách se poněkud zvětšují manipulační časy na kráčení, které však neovlivňují celkový výkon technologického komplexu.

Tvarování svahu po vrstvách bylo experimentálně ověřováno a aplikováno na zakladačích ZP 6600/82/84 a 87. Stupeň bezpečnosti vytvarovaných svahů pak činí $k_s = 1,1-1,3$ a je výhodný z hlediska zlepšení stabilizačních podmínek a vyššího využití výsypného prostoru (obrázek č. 5).

4 Souhrnné zhodnocení geodetického měření na upraveném povrchu tělesa EK v trase přeložek

Stavba koridoru byla od počátku měřicky na jejím povrchu sledována a hloubkově monitorována speciálními hloubkově stabilizovanými body v tělese výsypky i v jejím podzákladí. Při stavbě tělesa koridoru od nejspodnějších vrstev proměnlivé mocnosti a stáří nebyla použita stavební technologie, jež by hutnila nasypané vrstvy. Určitý stupeň hutnění byl prokázán pojezdy zakladačů a mechanismů po pracovních pláních výsypkových prstů. Jejich hloubkový dosah zpravidla nepřesáhl 3 až 5 m. Postupně navyšované sypané těleso ze snadno stlačitelných, málo únosných jílovitých zemin, předurčilo dlouhodobou konsolidaci těchto zemin. Za téměř konsolidované poměry lze v tomto případě považovat stav, kdy roční poklesy sledovaných bodů dosahují nejvýše několik desítek mm. Předpokládalo se, že do doby úplné konsolidace tělesa EK budou operativně vyrovnávány terénní deformace rektifikací a že tomu bude přizpůsobeno technické provedení přeložek. Dlouhodobým sledováním a vyhodnocováním naměřených výškových a polohových změn se zabýval VÚHU v Mostě.

Tab. 2: Orientační hodnoty sedání dvouetážové výsyvky.

odhadovaná konečná hodnota sedání	2-3 % z mocnosti výsyvky
z této hodnoty proběhne v prvních třech letech konsolidace výsyvky	25-50 % z mocnosti výsyvky
do 5 let	70-75 % z mocnosti výsyvky
do 10 let	85-90 % z mocnosti výsyvky

V době před konečným dosypáním koruny koridoru byl pochopitelně zájem o co možná nejpřesnější prognózu časového průběhu konsolidace na základě skutečného průběhu sedání a případných horizontálních posunů především v ose projektované železniční přeložky trati Most-Chomutov. Podle požadavku SUDOP byl VÚGTK Praha-Zdiby vypracován projekt měření posunů tělesa EK. Specifikaci požadavků na rozsah, četnost a přesnost měření pozorovaných bodů, stabilizovaných na tělese EK, definoval VÚHU dne 30. 1. 1979. V místě maximální mocnosti výsyvky (130-134 m) byly v trase železniční přeložky očekávány hodnoty sedání povrchu výsyvky do 2,5 m (dle prognózy Ing. I. Dykasta, CSc.). V té době byly sice známy orientační hodnoty sedání povrchu výsyvek SHP, avšak s podstatně menší mocností založených zemin (viz tabulka č. 2).

Skupina měřických bodů a pozorovacích objektů ČSD-východ v km 50,0-52,2 (nivelační body 272-376)

Je návazná na již dříve vybudované bodové pole a hloubkově stabilizované body, sledované VÚHU v letech 1964-1974 (viz obrázek č. 14 v I. části příspěvku). Skupina bodů je umístěna jižně od suťového roznášecího náspu trati ČSD. Podle naměřené průměrné rychlosti bodů za celou dobu etapovitého měření (1979-1989) jde téměř o ukončené stádium konsolidace.

Skupina měřických bodů a pozorovacích objektů ČSD-západ v km 52,2-55,0 (nivelační body 380-536)

Plynule navazuje na ČSD-východ ve staničení 52,2 km a pokračuje do staničení 55,0 km, kde končí za hranicí lomu a výsypkového tělesa. Číslování bodů této skupiny bodů je realizováno pouze sudými číslicemi. Jsou stabilizovány v suťovém násypu trati ČSD, 15 m od krajní koleje. Připojení celého nivelačního pořadu je provedeno referenčními body na obou stranách koridoru, hloubkovou stabilizací s hloubkou založení 30 m. Referenční body byly umístěny v dostatečné vzdálenosti mimo území deformačně ovlivněné hlubinnou a povrchovou těžbou.

První měření v roce 1985 zahájil Geodetický a kartografický podnik Praha, který prováděl měření až do roku 1988. Body byly měřeny velmi přesnou nivelací a sledovány přesným polohovým měřením. V letech 1988-1995 měřilo a zpracovávalo výsledky ČVUT Praha. Od roku 1996 pokračoval v měření místní těžební s. p. DVIL Komořany. Další výškové měření po roce 2002 prováděla MUS a. s. při zachování metodiky a přesnosti. Poslední provedená měření v letech 2007 a 2012 se již vykonávala na poškozených bodech (uražené kulové čepy na pažnicích). Body jsou stabilizovány dvěma způsoby, a to hloubkovou stabilizací, s ukotvením do hloubky 30 m s kulovými čepy na povrchu. Hloubkově stabilizované body jsou 380, 396, 412, 428, 444, 460, 476, 492, 508, 524 a 536. Mělká stabilizace zasahuje do hloubky 1,2 m a její značení je 382-394, 398-410, 414-426, 430-442, 446-458, 462-474, 478-490, 494-506, 510-522, 526-534.

Tyto body jsou na povrchu opatřeny betonovou pažnicí o průměru 110 mm. Pažnice je opatřena výstupkem na nucenou centraci, která sloužila pro zjišťování horizontálních posunů. Jak polohová, tak výšková měření mají klasifikaci velmi přesných měření.

Skupina měřických bodů Bílina – potrubní přivaděč řeky Bíliny

Byla měřena výškově čtvrtletně na mělce stabilizovaných bodech lokalizovaných po obou stranách severní dvojice potrubí na čerstvě urovnaném (nezkonsolidovaném) náspu. Šlo o měření provozního charakteru za účelem monitorování průhybu potrubí 4 x Js 1 200 mm. Naměřené poklesy v celé trase potrubí (od vtokového objektu „Újezd“ po výtokový objekt, zaústěný do původního koryta řeky Bíliny) nelze jednoznačně klasifikovat stupněm konsolidace. Důvodem je přídatné stlačení náspu způsobené převýšením zakládáním deponie keramických jílů zakladačem ZP 6600/87.

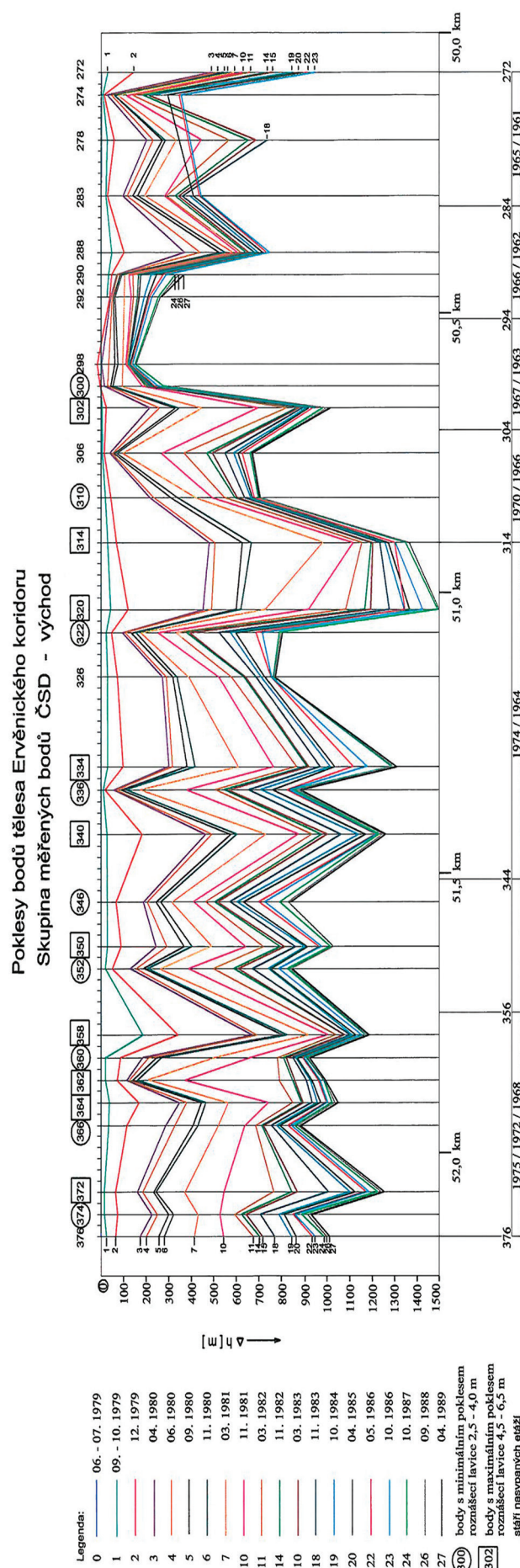
4.1 Časový průběh poklesu bodů ČSD-východ

Časový průběh poklesu tělesa koridoru v tomto úseku železniční trati, z naměřených hodnot na bodech 272-376, uvádíme na obrázku č. 6. Téměř ukončený konsolidační proces v roce 1979 byl obnoven převrstvením dvoukolejné trasy roznášecí vrstvou vybraných podkrušnohorských sutí, v části úseku km 50,0-50,6 o mocnosti 2,5-4,0 m a v úseku km 50,8-52,4 o mocnosti 4,5-6,5 m. Na velikosti poklesu se podílí zejména vyšší mocnost založených sutí, ale i rozdílné stáří založených etází, které je na obrázku č. 6 uvedeno. U částečně konsolidované výsyvky zatížením roznášecí lavicí mocnosti 2,5-4,0 m došlo za 11leté období měřického sledování k celkovému poklesu o 700 až 900 mm, naproti tomu při mocnosti lavice 4,5-6,5 m činil pokles 1 000 až 1 300 mm. Téměř okamžitý nárůst sedání zaznamenáváme v období intenzivních atmosférických srážek i po zahájení provozu trati ČSD.

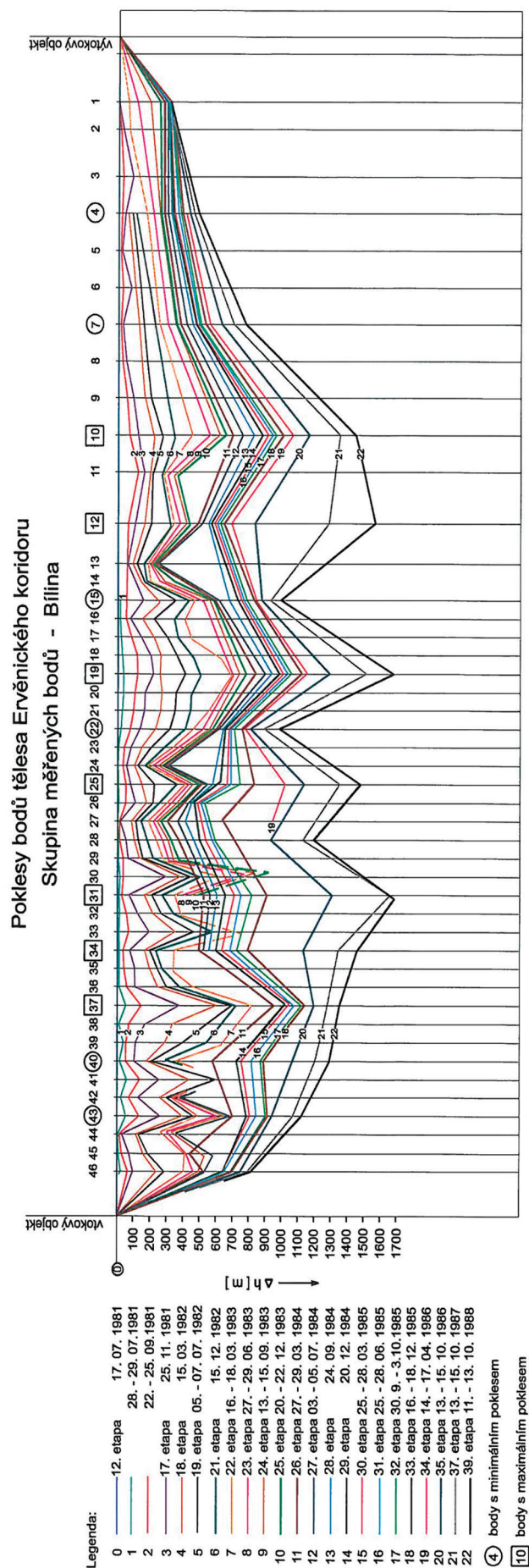
V období ukončené výstavby přeložky trati ČSA v roce 1984 již rychlost poklesu všech měřených bodů byla nižší než 10 mm/měsíc, nejčasněji v rozmezí 1,2 až 6,0 mm/měs. Nejnižší rychlost vykazoval bod 300 v hodnotě 0,4 mm/měs. Charakter konsolidačního procesu je vyrovnaný, hodnoty rychlosti v roce 1989 nepřekračují 1,0 mm/měs. Lze tedy východní úsek trati ČSD km 50,0-52,2 považovat po 30 letech provozu za prakticky ukončený.

Ve dvojicích hloubkově stabilizovaných bodů V8, V12, V21, V22, V23, V24, V 25 a V26 bylo zjištěno, že stlačování výsyvky v milimetrových hodnotách probíhá ve vrchní a částečně spodní etáži do hloubky cca 40 m od konečné úrovně výsyvky. Výsyпка stáří 10 až 15 let již reaguje jen na extrémně vysoké úhrny atmosférických srážek, výsyпка po 5 až 10 letech bývá ještě výrazně ovlivňována infiltračními procesy.

Poněkud záhadnější je vývoj pozorovaných hladin podzemní vody v tělese výsyvky. Zvyšování hladin v hydrovrtech H15 a H17 souvisí patrně se zmenšováním mezerovitosti sypaniny. Naproti tomu v hydrovrtech H14 a H16 dochází ke snižování hladin, což přičítáme drenážnímu účinku odvodňovacích příkopů budovaných v podloží výsyvky VČSA. Další deformační charakteristiky, jako horizontální posuny v desítkách mm, poloměry zakřivení (v desítkách km), svědčí o spojitém přetváření povrchu EK. Detailní výsledky pozorování jsou archivovány ve zprávách VÚHU [10].



Obr. 6: Časový průběh poklesu bodů ČSD-východ.



Obr. 7: Časový průběh poklesu bodů Bílina.

4.2 Sledované pohyby skupiny bodů Bílina

Měřické sledování skupiny bodů Bílina bylo započato v červenci 1981 čtvrtletně, poslední měření s velmi vyrovnanými hodnotami je z října 1988 (obrázek č. 7). Zvláštní charakter křivek vypovídá o zaznamenaném posunu potrubní trasy směrem do obrysu svahu VČSA. Je to zejména patrné v bezprostředním sousedství bodu 19, jehož rychlost se v roce 1983 zvýšila až na 62,0 mm/měs., oproti obvyklým hodnotám cca 10 mm/měs. Vykonávaná tři poslední roční měření dokládají stálou poklesovou aktivitu, která patrně dozněla v 90. letech minulého století. Rychlost posunů ve skupině bodů s minimálními poklesy činí 3,5-20,6 mm/měs., ve skupině bodů s maximálními poklesy 7,1-39,6 mm/měs.

4.3 Konsolidace tělesa koridoru ČSD-západ

Tato skupina měřických bodů se sudým číslováním 380-536 je stabilizována na koruně koridoru na suťovém roznášecím a zatěžovacím náspu průměrné mocnosti 7,8 m. Měřicky je propojena se skupinou bodů ČSD-východ. Body ČSD-západ jsou stabilizovány pažnicemi s navařenými kulovými čepy nad úrovní povrchu koruny koridoru, body ČSD-východ jsou stabilizovány pažnicemi pod úroveň povrchu výsypky a kryty poklopem. Vzdálenost bodů v řadě od sebe je 40 m, je tedy dvojnásobná oproti bodům na východě. Výchozí etapou měření koridoru ČSD-západ je návazně 21. etapa měření skupiny bodů ČSD-východ. Z obrázku č. 8 je patrná zvýšená konsolidace v počáteční fázi sledování (etapa 22 až 24). Jde o účinek zatížení koruny koridoru suťovým násypem mocným 7,8 m. Uvedená mocnost v pásmu bodů 382-396 (398) je, oproti původnímu projektu SUDOP, nižší. Podle tohoto projektu měla být původně po celé západní trase 13,8 m. Po mnoha jednáních se SUDOPem a prof. Aloisem Myslivcem byla nakonec, na základě provedených rozsáhlých zkoušek stlačitelnosti jílovitých zemin a podkrušnohorských sutí v geomechanických laboratořích PÚDIS Praha, VÚHU Most a Geoindustria, odsouhlasena o 6 m nižší mocnost suťového násypu. Redukovaná mocnost respektovala především časově omezené možnosti vytěžení, uložení a zhutnění sutí v koruně koridoru.

Podle původního záměru z roku 1976, navrženého prof. Aloisem Myslivcem, se předpokládalo vybudování zatěžovacího nadnásypu, vysokého 10-15 m, který měl být po ročním působení odtěžen. Význam zatěžovacího nadnásypu pro urychlení konsolidace před konečnou úpravou koridoru, a tím i pro zmenšení sedání po uvedení trati ČSD do provozu, by byl nesporný. Velice výhodně by se využilo konsolidačních vlastností jílových výsypkových zemin, zjištěných zkouškami jak v terénu, tak i v laboratoři (stlačování vzorků v edometru).

Vzhledem k časové tísní, provázející dosypání západní části EK do definitivní výškové úrovně a do již cca o 3 roky posunutého termínu dokončení se záhy projevil původní záměr s převýšenou suťovou lavicí jako nereálný. Při akceptování této skutečnosti byla zprvu snaha provést suťovou lavici sice v původní mocnosti, avšak pouze jako konečnou vrstvu do úrovně pod vlastní těleso železničního spodku – bez převýšení nad tuto úroveň. Je zřejmé, že takovéto řešení – dočasně vyvodit zvýšené přitížení v jílových vrstvách a tím urychlit jejich konsolidaci – ztratilo svůj původní smysl. Suťová lavice přestala mít význam zatěžovací, zůstal jí význam stabilizační (zabráněním zatlačování do jílovitých zemin) a roznášecí (snížením zatížení od vlakové soupravy) na takovou míru, aby účinek tohoto zatížení na stlačování jílových vrstev byl zcela zanedbatelný.

Podle Ing. Ivana Dykasta, CSc. o schopnosti roznesení případného lokálního prosednutí výsypky suťovou vrstvou na větší plochu lze však pochybovat. Nasvědčují tomu dosud provedená přímá měření, podle nichž poklesy povrchu výsypek v důsledku stlačování zejména spodních vrstev se projevují na větší ploše a pod podstatně příznivějším mezním úhlem μ , než je u suťových materiálů. Suté vykazují vysoký úhel vnitřního tření $\varphi = 40^\circ - 45^\circ$ i vysoký modul deformace $E_o = 45 - 60$ MPa. Naproti tomu jílovité zeminy disponují relativně nižším úhlem vnitřního tření $\varphi = 16^\circ - 18^\circ$ a současně nízkým modulem deformace $E_o = 2 - 4$ MPa. Z uvedených hodnot srovnávaných zemin je patrné, že jíly mají v porovnání se sutěmi, příznivější mezní úhel μ a nízký modul deformace (vysokou plasticitu).

Výpočet zásob (podílu horninového detritu nad 5 mm velikosti úlomků nad 50 % objemových) prokázal, že kubatura materiálu jednoznačně suťového charakteru je vyšší, než je požadované množství 3,5 mil. m³. Suťové horniny byly v koruně koridoru zakládány lopatovými rýpadly E 7: suť-východ, jak bylo uvedeno v kapitole 3.1 o mocnosti 3,5 až 6,5 m; suť-západ o skutečné mocnosti 4-8 m. V závěrečné fázi zakládání koruny koridoru – suťových vrstev – byl využit i zakladač Z 1200/50. Založené deponie sutí se do konečné úrovně rozhrnovaly buldozery.

Rychlost klesání na povrchu suťového násypu v počáteční fázi měření, kdy již železniční přeložka byla provozována, převyšovala zaznamenané rychlosti svými hodnotami 40-80 mm/měs., sedání skupiny ČSD-východ a Bíliny. U bodu 456 byla zaznamenána rychlost 77,8 mm/měs. ještě v průběhu jednoho roku po zahájení provozu přeložky ČSD. Na urychlení konsolidace se podílel jak roznášecí suťový násyp, tak převyšovaná výsypková etaž 275-280 m n. m. po jižní straně koridoru.

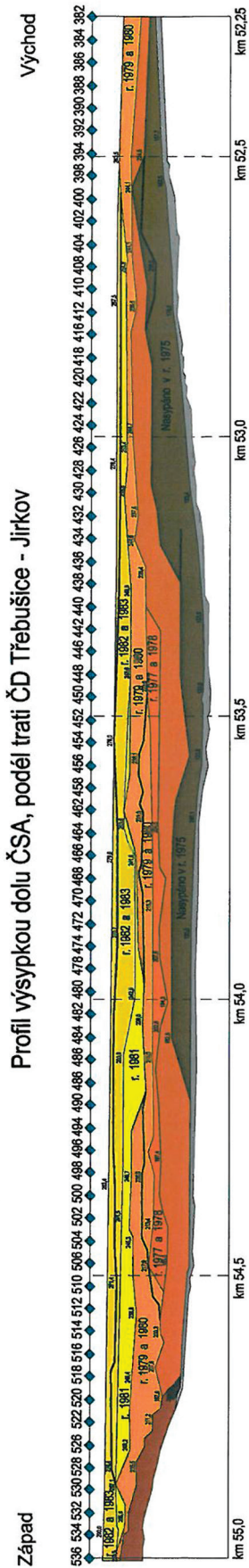
Výsledky dlouhodobě prováděného přesného výškového měření každopádně dokumentuje poměrně vyrovnaný průběh již téměř konsolidovaného tělesa koridoru. Náhrada stlačitelných jílovitých zemin za nestlačitelné suť zkrátila konsolidační dobu, to je zřejmé z poklesových ročních křivek 1986-1989. Maximální součtová hodnota sednutí činila 2 300 mm v prostoru měřených bodů 464 až 472 mezi násypy suť-východ a západ s větší mocností. Pro potřebné urychlené založení roznášecích násypů byly tehdy zřízeny dvě rýpadlové výsypky E7 s otočnými body na východní a na západní straně koridoru.

5 Podmiňující báňské aspekty technického provedení přeložek na EK

Především to byl báňský vývoj a technický rozvoj, který koordinoval propojení DJŠ s VČSA a finálně pak stavební práce na zemním tělese EK. Autorem myšlenky byl Ing. Zdeněk Vrána, dopravní problematiku celého projektu koordinoval s báňským provozem a stavebními organizacemi Ing. Ladislav Jágr. Historickou událostí se stalo propojení prvních skryvkových řezů DJŠ a VČSA, ke kterému došlo 1. prosince 1964. K úplnému propojení uhelných řezů došlo v listopadu 1965.

V tomto období se dostávají povrchové lomy do kategorie rozvojových, s enormními nároky na těžební výkony na hranici technologických možností. Jen pro ilustraci napjaté situace dodáváme, že DJŠ se přiblížil k 22 mil. m³ vytěžených skryvkových zemin ročně a odpovídající tonáží odbytové těžby uhlí

Skupina měřených bodů ČSD - západ



Obr. 8: Časový průběh poklesu bodů ČSD-západ.



Obr. 9: Stabilizní řešení svahů malé přeložky trati ČSD.

10 mil. t. Na VČSA při podstatně vyšším skrývkovém poměru se vytěžilo 24 mil. m³ skrývkových zemin a 6 mil. t uhlí. Už z tohoto aspektu bylo zřejmé, že umístění náhrad za zrušené objekty v předpolí lomů na temeni EK nabylo mimořádného významu jeho včasné dosypání.

Vyžadované zvyšování těžebních výkonů DJŠ, před jeho pozdější rekonstrukcí, mělo své hranice ve zhoršujících se báňských

podmínkách. Zejména šlo o zhoršující se geologické a hydrogeologické poměry, pokles podílu kvalitnějších druhů uhlí z rozštěpených uhelných slojí a nárůst dopravních vzdáleností ze skrývkových řezů na vnější Velebudickou výsypku.

Těžební kapacita na skrývce sice byla zvyšována, ale ta se podílela především na zakládání dalšího výsypného prostoru v bývalém lomu Vrbenský. Zakládání tohoto prostoru prováděla



Obr. 10: Založené suťové těleso ČSD-východ.



Obr. 11: Zakládání sutí na koruně koridoru ČSD-západ.

lopatová rýpadla transportovaná z předvysypky. Malolomová technologie byla použita v letech 1973 až 1990 pro dotěžování zbytkových uhelných zásob u obcí Třebušice-Hořany a terénní úpravy mosteckého autodromu.

Jako jedno z mimořádných opatření pro uvolnění předpolí DJŠ se začíná budovat tzv. malá přeložka železniční trati. Šlo o zářez až 12 m hluboký vybudovaný v jílech regulační zóny (nevhodné zeminy pro zakládání do EK) ve sklonu svahu 1 : 4 a objemu 3,1 mil. m³. Zkušební provoz 2 300 m dlouhé malé přeložky byl zahájen 15. 12. 1978 a provozně byl využíván do roku 1985 i pro báňské účely (obrázek č. 9). Již od 18. 3. 1982 byl, z důvodů přiblížení těžební fronty DJŠ a stabilitních problémů hlubokého zářezu malé přeložky, vyhlášen havarijní stav v úseku trati Třebušice-Vrskmaň. Dokonce byl redukován počet osobních vlakových souprav.

Postup VČSA byl zbrzděn zvodněnými zeminami do značné hloubky před Dřínovskou nádrží, a to i přesto, že přípravné práce na likvidaci nádrže začaly v roce 1970. S vypouštěním vody se začalo v roce 1984 s využitím zemních hrází z východní, jižní a západní strany vybudovaných v 50. letech minulého století. Pro další postup VČSA bylo nutné provést „Náhradní opatření za nádrž Dřínov“ přeložkami řeky Bíliny, Vesnického potoka, podkrušnohorského přivaděče ve čtyřech etapách a výstavbou nádrže Újezd. Postup VČSA byl vázán na uvolnění prostoru nádrže Dřínov a převedení všech vodotečí mimo území dotčené báňskou činností.

5.1 Zajištění bezpečnosti provozu definitivní železniční přeložky Třebušice – Chomutov město

Než mohla být zprovozněna definitivní železniční trať ČSD, v nejkratší možné vzdálenosti mezi aglomeracemi Most-Chomutov, musela být provedena řada opatření:

- stabilizační a roznášecí násyp v celé délce trasy s rozdílnou mocností sutí (viz kapitola 4.1 a 4.3). Těžbu, dopravu a zakládání sutí (kolejovou technologii) zajišťoval báňský provoz VČSA (obrázky č. 10 a 11). Podklad z jílovitých zemín byl, před založením suťového násypu stanovené mocnosti, upraven do sklonu 5 %. Sutě byly v celé délce koridoru hutněny stavebním způsobem. V místech s největší celkovou mocností výsypkového tělesa byl suťový násyp zhutňován po dvou vrstvách. Celkem bylo zhutněno 3 420 tis. m³ zemin na ploše 500 tis. m². Na dorovnání poklesů se počítalo s dalšími objemy sutí.
- výstavba dvou dvoukolejných tratí (čtyři traťové koleje č. 101 až 104 až po stanici Kyjice). V západním úseku koridoru se předpokládaly intenzivní práce s rektifikací kolejového svršku a dorovnáním nivelety tratě. Výstavbou dvou na sobě nezávislých dvoukolejných tratí se zabezpečoval čas pro potřebné absolutní výluky, opravy nivelety podbíječkou a k dovozu potřebného podsypového materiálu. V období zahájení provozu trati ještě probíhala konsolidace čerstvě nasypané koruny, což si vynutilo průměrnou roční spotřebu cca 20 tis. m³ podsypových materiálů pro nadvýšení nivelety.
- v km 52,2 bylo vybudováno kolejové rozvětvení včetně dopravního stanoviště (obrázek č. 12) a za hranicí DP na jirkovské straně dopravní stanoviště Kyjice s kolejovým rozvětvením. V souvislosti se zabezpečením dopravního provozu ČSD po koridoru se řešily neobvyklým způsobem trasy sdělovacích a zabezpečovacích kabelů, přívodních linek, pochůzkových cest a zabezpečení budovy dopravního stanoviště. Na celém úseku 4 kolejí byly použity dřevěné pražce, rozdělení „e“, kolejové lože ze šterkopísků. Deset let po zahájení provozu se počítalo s ukončením 4kolejného provozu (obrázek č. 13).



Obr. 12: Kolejové rozvětvení v km 52,2 ČSD.

Z celkového technického řešení vyplývá obrovská náročnost na stavební kapacity s přímou spoluprací báňského provozu a přesnou sladěností technologických postupů. Projekční práce zajišťoval SUDOP, generálním dodavatelem stabilizačního a roznášecího náspu byl resortní dodavatel FMD Železniční stavitelství Bratislava – závod Žilina, subdodavatel VČSA, investorem stavby Správa výstavby železnic severočeského prostoru v Ústí nad Labem.

Periodická kontrola výškových poměrů na kolejích č. 101, 102, 103 a 104 se prováděla nejméně 3x ročně v západní části EK mezi km 52,2 s původní niveletou TK 265,724 m n. m. a 55,2 s původní niveletou TK 291,603 m n. m. Prozvedávání kolejí se prováděla na niveletu podle pozměňovacího návrhu s využitím nejednotného sklonu trasy. Připouští se lomy kolejí, ve kterých se stýkají rozdílné sklony úseků trati bez nutnosti provedení zakružovacích oblouků. Udržovaný stav kolejí se tedy podřizuje



Obr. 13: Letecký snímek krajinného celku EK, stav roku 1995. (Foto: L. Šeiner)

podmínkám konsolidujícího výsypkového tělesa. Pro navýšení kolejového nezapuštěného lože byl určen průměrný zdvih kolejí na udržovací niveletu +35 cm a pro výškové vyrovnání výhybkových jednotek +20 cm. Pro tyto občasné udržovací práce byl používán štěrť frakce 32/63 a štěrťkopísek 8/16.

Podle výpovědi náčelníka Správy dopravních cest severozápadního prostoru v Mostě byl nově vybudovaný úsek železnice po EK necelý rok po zprovoznění od 4. června 1984 provozován se sníženou rychlostí 10 km/hod a poté až do roku 2003 se sníženou rychlostí na 40 km/h. Kolejový svršek bylo nutné zpočátku až do roku 2003 třikrát ročně podbíjet. Od roku 2004 dosud se podbíjí 1krát ročně. Po 10 letech provozu trati bylo zrušeno stavědlo při kolejovém rozvětvení a snesena rezervní dvojice kolejí č. 103 a 104 a povolena rychlost 100 km/h.

5.2 Potrubní přeložka řeky Bíliny v říčních km 62,186 až 65,379

Postup povrchových lomů v komořanské oblasti SHP byl řešen podle Ing. Ladislava Páva, komplexně s ohledem na spolehlivou ochranu dobývací i výsypné fronty lomu před povrchovými vodami. U vodních toků a nádrží byl v roce 1964 v předstihu zpracován návrh náhradních řešení, který obsahoval již kombinaci nádrží před západními svahy DJŠ a VČSA s převedením toku Bíliny po EK. Vznikla koncepce tří nádrží, Kundratice nad hranou lomu VČSA a nádrží Březeneč a Vrbenský, z nichž každá nádrž měla převzít část funkce nádrže Dřínov. Provozovatel vodních děl Povodí Ohře Chomutov si vyžádal přešetření odtokových poměrů u VÚV (Výzkumného ústavu vodohospodářského v Praze). Ukázalo se podhodnocení stávajících údajů s potřebným výhledem zhruba o 100 %, jak v kulminačních průtocích, tak v objemech povodní, a pro období po roce 1985 stanovil VÚV Praha průtoky a objemy vyšší o 150-200 %. Jako realizační řešení byla přijata nádrž Újezd na Bílině místo nádrže Kundratice s hrá-

zovým profilem vzdáleným 600 m od hrany lomů DJŠ a VČSA. Skonečnou platností bylo na základě záruk na stabilitu EK, daných zástupci generálního ředitelství SHD, přijato řešení s převedením vody řeky Bíliny po EK. Tak se stala přeložka řeky Bíliny po koridoru součástí souboru staveb „Náhradních opatření za nádrž Dřínov“, které řešily převedení vod povrchových toků, ochranu lomů DJŠ a VČSA před velkými vodami a náhradu nádrže Dřínov, zahrnujícího stavby:

- Stavba 1 – zdvojení průmyslového vodovodu z Ohře pod Nechranicemi (PVN I, II Stranná). Jejím účelem je zvýšení spolehlivosti dodávky průmyslové vody do Komořan. Výtlačné a gravitační řady jsou tvořeny ocelovým potrubím Js 1 200 mm.
- Stavba 2 – vodní nádrž Újezd o retenční kapacitě 6,5 mil. m³, do níž je svedena řeka Bílina, Vesnický potok a podkrušnohorský přivaděč PKP IV. Nádrž je retenční o objemu 1,5 mil. m³, s hrází délky 1 768 a šířkou v koruně 10 m. Zajišťuje ochranu VČSA a DJŠ před povodněmi. Je schopna zploštit stoletou vodu $Q_{100} = 85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na hodnotu $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, kterou je potrubní úsek koridoru schopen bezpečně převést.
- Stavba 3 – přeložky a úpravy toku Bíliny, obsahující převedení Bíliny od hráze Újezd až po EK a dále po tělese koridoru a úpravu toku od koridoru až k nádrži v Dolním Jiřetíně včetně převedení Vesnického potoka a PKP IV. K vyloučení rizik, souvisejících se stabilitou tělesa EK, bylo přijato PO Chomutov převedení provozních povodňových průtoků po EK ocelovým potrubím 4 x Js 1 200 mm na místo otevřeným korytem. Stoletá povodeň snižena retenčním účinkem nádrže Újezd je bezpečně převáděna třemi potrubími. Čtvrté potrubí slouží jako rezerva pro případ, že by některé potrubí bylo nutné zvyšovat podklá-



Obr. 14: Výstavba potrubní přeložky Bíliny.

dáním a také s ohledem na zimní provoz, údržbu apod. (obrázek č. 14). K dalšímu zajištění bezpečnosti VČSA slouží nouzové (havarijní) koryto umístěné na hraně výsypky s kapacitou $8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

- Stavba 4 – nádrž Vrbenský (jezero Matylda), ze souboru staveb následně vyloučena a realizována jako samostatná stavba v rámci rekultivačních prací DVIL. Stavbu investičně zajišťovaly DVIL v letech 1987 až 1992, byla vybudována DJŠ na území vnitřní výsypky bývalého lomu Vrbenský a plně převzala rekreačně sportovní funkci za zrušené Dřínovské jezero v těsném sousedství města Mostu. Dno jezera bylo opatřeno těsnicí a ochrannou vrstvou s propustností těsnicích jílu $2,3 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ochranná vrstva je tvořena kvarterními zahliněnými štěrkopísky.
- Stavba 5 – přeložka Černického a Šramnického potoka zajišťuje odvedení zaústěných toků Šramnického a Černického potoka, tekoucích z Krušných hor (dříve do Dřínovské nádrže) a jejich odvedení mimo postupující VČSA k úpatí hor. Stavba řeší odtokové poměry povrchových vod v předpolí VČSA. Celková délka úpravy toků činí 8,54 km. Přeložka štolami je zaústěna do potoka Loupnice.
- Stavba 6 – zkapacitnění Biliny. Týkalo se úpravy koryta v délce 3,05 km, a to v úseku mezi jezem Dolní Jiřetín a mosteckým koridorem.

Pro vlastní převedení řeky Bíliny po koridoru byla vyčleněna pláň v upravené šířce 100 m potřebných pro realizaci přeložky

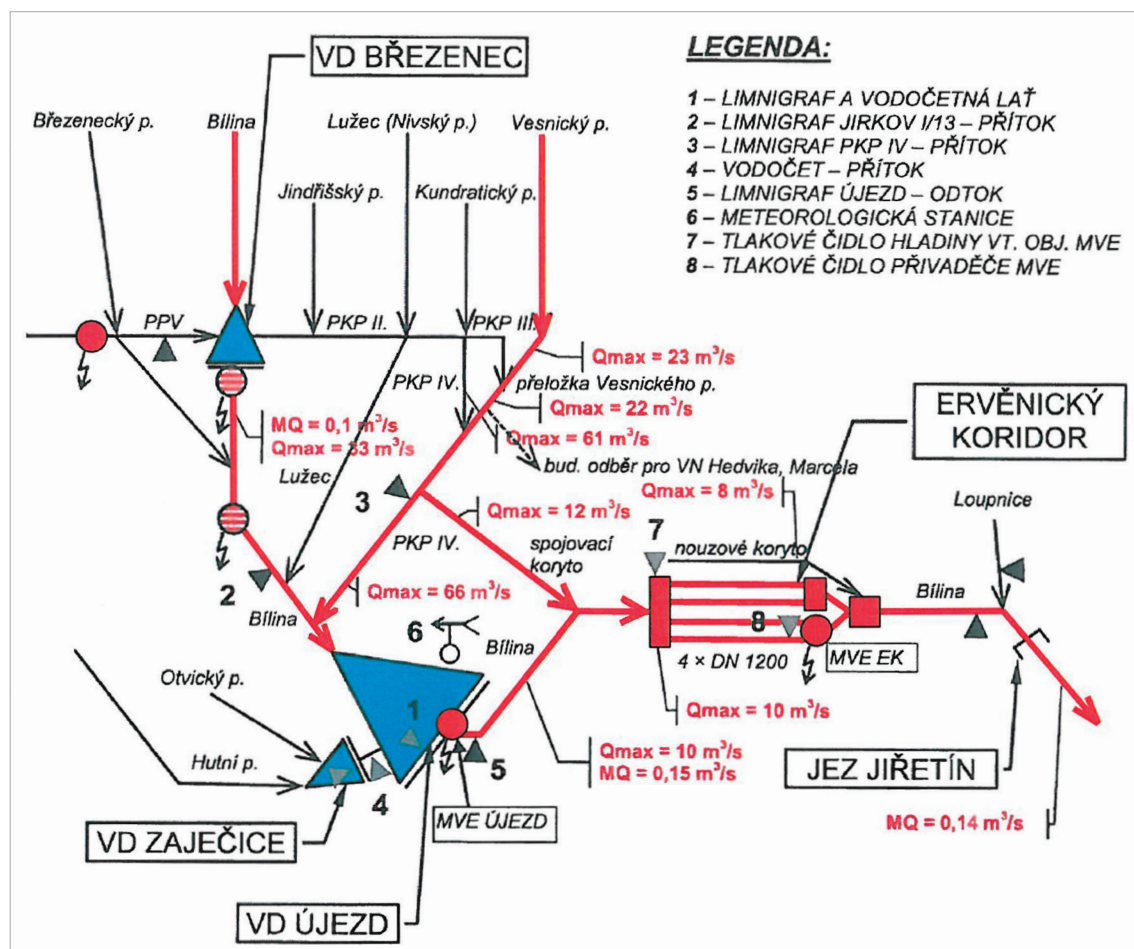
s výhledem na definitivní řešení s převýšením 30 m, s výškovým a směrovým uspořádáním vyplývajícím z řešení převedení silnice a trati ČSD po koridoru. Délka potrubního převaděče Bíliny je 3,110 km a realizace byla dokončena v březnu 1982 včetně vtokového a výtokového objektu (obrázek č. 15).

Přídavné napětí v nadzemním ocelovém potrubí v důsledku deformace potrubí nesmí přesáhnout hodnotu 95 MPa. Z tohoto omezení plyne maximálně přípustný průhyb potrubí 0,25 m na vzdálenost 50 m. Realizovaný potrubní koridor měl původně zabezpečovat průtok Bíliny zhruba do roku 2000 [12].

5.3 Výstavba silnice I/13 mezi Třebušicemi a Jirkovem v celkové délce 11,650 km

Jel provedena v úseku Komořany-Jirkov jako čtyřproudá silnice dálničního typu s kapacitním propojením aglomerace Jirkov-Chomutov. Projektovou dokumentaci zpracovaly Stavby silnic a železnic Praha (SSŽ Praha). Stavba celé přeložky silnice byla z důvodu časových a ekonomických možností SSŽ rozdělena do tří částí:

- Stavba 1 – úsek na EK prodloužený k závodu VČSA; km 3,68-8,60, tj. 4,92 km
- Stavba 2 – úsek Třebošice; km 8,60-11,65, tj. 3,05 km (po mimoúrovňovou křižovatku Komořany)
- Stavba 3 – úsek Jirkov; km 0,00-3,68, tj. 3,68 km (od mimoúrovňové křižovatky Jirkov)



Obr. 15: Vodohospodářské schéma NOD (poskytlo Povodí Ohře, státní podnik).



Obr. 16: Dokončená stavba silnice dálničního typu I/13.

Úsek na EK prodloužený k závodu VČSA byl realizován ve čtyřech pruzích s roznášecí suťovou vrstvou 0,4 až 0,6 m, s konstrukcí kategorie S 22,5/100 s rozšířeným středním dělicím pruhem v úseku EK na 8,0 m (obrázek č. 16). Do provozu se uvedl levý pruh v 10/1984. Na koruně koridoru bylo upuštěno od konstrukcí, jejichž funkce by byla narušena pohyby tělesa koridoru (trativody z trub, kanalizace a propustky z betonových tvárnic, obrubníky apod.). Byly použity konstrukce, které je možno technicky snadno obnovovat nebo doplňovat. Odvodnění povrchových vod bylo provedeno systémem kamenných žebér lichoběžníkového průřezu s příslušnou netkanou geotextilií, s výplní kameniva zrnitosti 63-125 mm. Odvodnění podélných drenáží pod korunou koridoru je zajištěno příčnými kamennými žebry po 25 m. Předepsaná rychlost po této komunikaci není omezo- vána a je praktikována i vyšší než 90 km/hod.

Celková deformace povrchu AB koberce silnice v úseku EK, uvedená na obrázku č. 17 za období 1998 až 2013, není způsobena pouze konsolidačními účinky výsypky. Pravděpodobně jde o změny v úrovni AB povrchu nebo únosnosti podkladních konstrukčních vrstev.

5.4 Období zahajování provozu na nových přeložkách

U všech nově vybudovaných přeložek byl zahajován jejich provoz za podmínek spojitého přetváření povrchu nasýpaného tělesa koridoru (s velmi malými horizontálními posuny). Generální sklony svahu tělesa vykazovaly předepsaný provozní stupeň bezpečnosti $F > 1,2-1,3$. Podle předpokládaných účinků dlouhodobé konsolidace byly stavební objekty s příslušnou bezpečnostní rezervou technickými opatřeními zajištěny.

Ze tří z hlediska bezpečnosti zajištěných přeložek byla nejdříve, v březnu 1982, zprovozněna v úseku 3,2 km koridoru po-

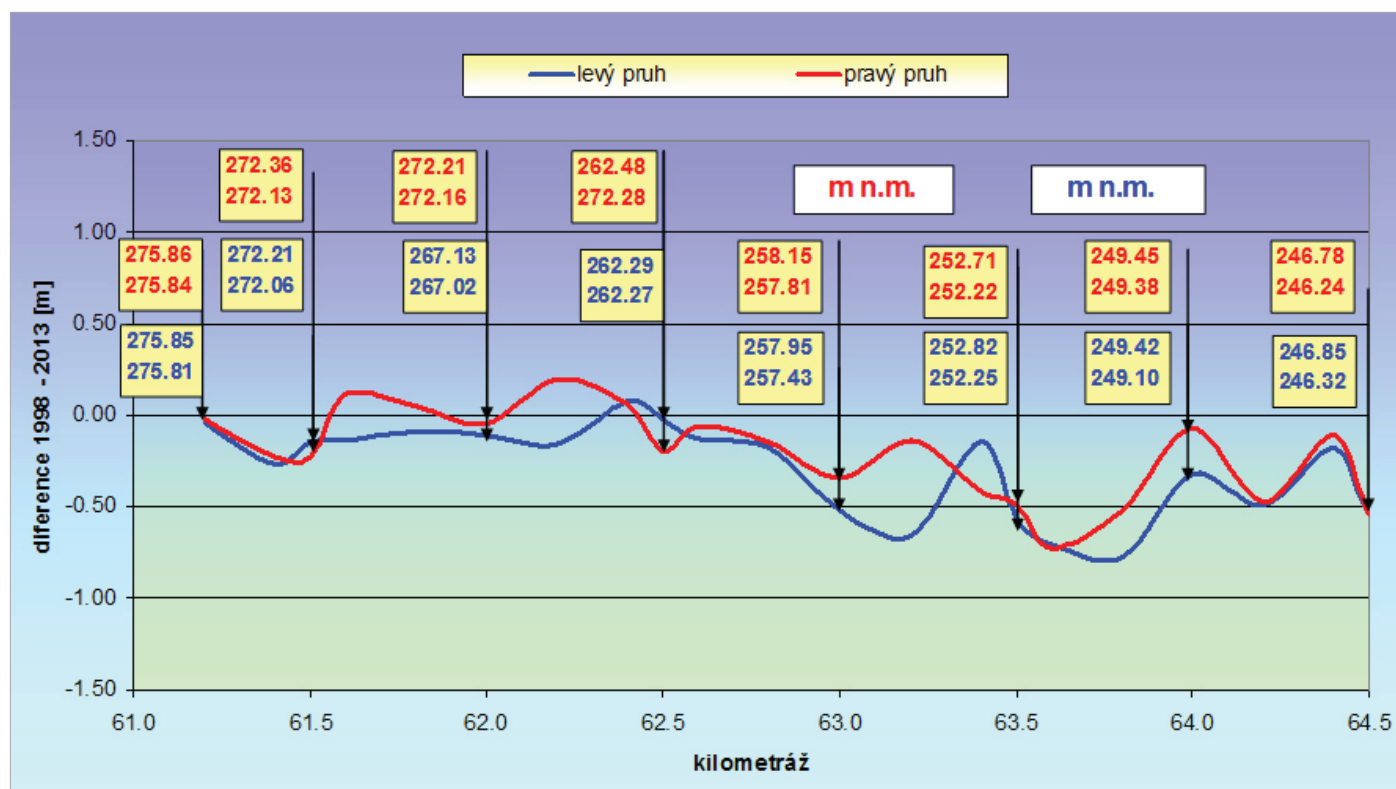
trubní přeložka řeky Bíliny, jejíž součástí je rozsáhlý. Soubor staveb náhradních opatření za nádrž Dřínov, realizovaných v průběhu let 1977-1987.

Přeložka silnice I/13 Jirkov-Třebošice o celkové délce 11,650 km byla v úseku (levý pruh) koridoru délky 4,9 km zprovozněna v říjnu 1983.

Dne 1. 6. 1979 byl zahájen provoz na pracovní koleji č. 1 v km 75,740 trati, odbočka Jezero-Jirkov (montážní základna Železničního stavitelství Bratislava, dodavatele pro přeložku Třebošice-Chomutov). Zabezpečovací zařízení této odbočky bylo aktivováno 14. 5. 1980 a provoz na kolejové křižovatce pro jízdy z montážní základny ŽS Bratislava na EK povolen 1. 6. 1982. Od tohoto data k datu 3. 6. 1984 měl dodavatel určený čas pro vybudování nové trati ČSD v celém překládaném úseku do Třebošic. Tento vymezený čas byl vynucen havarijním stavem malé přeložky.

Přeložená železniční trať ČSD v celkové délce 16 km, v úseku po EK dlouhém 5,6 km, byla zprovozněna tímto postupem 4. 7. 1984:

Ve 24:00 hod dne 3. 6. 1984 byl ukončen provoz na celostátní dráze v úseku odbočka Dolní Rybník – Otvice – Vrskaň – Třebošice a provozně zrušeny všechny služebny včetně zařízení v těchto úsecích trati, a zároveň v 0:00 hod byl zahájen provoz na nové přeložce trati v úseku odbočka Dolní Rybník – Jirkov – Kyjice – Třebošice a aktivovány nové služebny investiční akce Třebošice-Chomutov jako definitivní přeložky trati ČSD. Zároveň se zahájením provozu po nové trati vstoupil v platnost definitivní jízdní řád 533 (do 3. 6. 1984 platil přechodný nákrasný a sešitový jízdní řád 533 b). Z celkové délky přeložky trati 16 km byla nejnáročnějším úsekem stavba jirkovské provětrávací estakády o 13 polích v celkové délce 414 m a úsek EK v celkové délce



Obr. 17: Deformace povrchu silnice za období 1998 až 2013.

5,6 km. Stavba se vymykala obvyklým normám a zkušenostem při budování železničních násypových těles.

Soustředěné nakládky a vykládky stavebních dělů v železniční stanici Chomutov zasáhly i do života města. Bylo vybudováno po dvou nových mostních objektech nad komunikací I/7, nad Chomutovkou a nad Bezručovou ulicí, nové podjezdy trati v ulicích města a podchody na chomutovském zhlaví železniční stanice Chomutov [13].

6 Revitalizované plochy koridorového území

Ervěnický koridor není jen nasypným tělesem z jílovitých zemin, na kterém spočívají stavební komunikační objekty, ale dnes již oplývá vysokou krajinářskou hodnotou. První rekultivovanou plochou (zahájenou v roce 1973) s pasportizačním číslem 1-8M se stala lokalita Šverma 1, situovaná na hranici dobývacího prostoru Holešice. Lokalita se nachází na východní straně v sousedství Úpravny uhlí Komořany. Terénní úpravy na lokalitě byly prováděny pro požadovanou zemědělskou rekultivaci, dodatečným vyjádřením k územnímu rozhodnutí se potvrdil původní záměr plochu zalesnit. V následující 12leté pěstební péči byly realizovány výsadby a dosadby zeleně, tvarování a prořezávky na celé ploše 14,62 ha této rekultivované plochy.

Podle pasportizačních listů Vršanské a Mostecké uhelné (obrázek č. 18) se rekultivovaly pozemky nejdříve severně od souřadnice 987 000 m podél trasy železničního koridoru. V celkové výměře 111,96 ha "Koridor Šverma (1-19M), zalesnění" byly provedeny terénní úpravy, svahování 1 : 6, ostatní plochy ve sklonu min. 3 %, provozní komunikace šíře 4 m délky 1 175 m. Za léta 1985-1986 došlo k výsadbě 427 170 ks sazenic a následně probíhala pěstební péče na celé ploše. Součástí využívané plochy

revitalizované lesnický jsou myslivecká pole, vodní plocha a přístupové cesty. Z cílových dřevin se na koridorových plochách osvědčily javor klen, modřín opadavý, dub letní, z dřevin přípravných a melioračních zejména javor jasanolistý, jeřáb ptačí, bříza bělokorá, lípa srdčitá, habr obecný.

Hojně navštěvovaná je lokalita pasportizačního čísla 1-12CH, tj. zalesnění svahu koruny tělesa ČSD-EK, rekultivovaná druhovou skladbou modřínu opadavého ve sponu 1,5 x 1,5 m s výrazným zastoupením břízy bělokoré, dubu letního a zimního ve sponu 1,0 x 1,0 m o výměře 25,0 ha. V rámci komplexního řešení EK se v letech 1991-1995 po dohodě s DVIL Komořany a ČSD přistoupilo k ozelenění drážního tělesa na pozemcích ve vlastnictví ČSD. Lokality pasportizačního čísla 1-19M a 1-8M jsou již ve vlastnictví Lesy ČR, plocha 1-12CH ve vlastnictví ČSD.

6.1 Přípravovaná revitalizace Bíliny

V současné době, po již téměř ukončené konsolidaci tělesa EK, je možné tok Bíliny vrátit z potrubního vedení do přirozeného otevřeného koryta. Tento záměr umožňuje Program řešení ekologických škod vzniklých před privatizací hnědouhelných společností v Ústeckém a Karlovarském kraji (www.15miliard.cz/smernice.php).

Návrh řešení Povodí Ohře předpokládá vyhloubení nového koryta meandrujícího toku po odstranění současného potrubního vedení a ostatních zařízení. K zabránění průsaku vod do výsypkové zeminy bude v celém profilu vlastní kynety pod kamenným zpevněním opatřeno koryto hydroizolační folií s dlouhodobou životností. Parametry koryta budou odpovídat průtoků Q_{100} sníženého o retenční účinek nádrže Újezd. Dno koryta bude stabilizováno dřevěnými prahy s kamenným opevněním.



Vtokový a výtokový objekt se upraví tak, aby byla zachována funkčnost stávající malé vodní elektrárny (MVE) a zároveň migrační propustnost. K zajištění průchodnosti pro rybí obsádku nového koryta budou objekty doplněny o rybí přechod a migrační přechod vodních živočichů. Dosavadní nouzové koryto tvořící krajinný biotop po celé délce EK bude využito jako doprovodný přírodní a vodní biotop. Osázení plochy dřevinami a keři bude možné řešit návazně na zalesněnou plochu 1-12CH.

7 Slovo na závěr

Dvoudílný příspěvek k výstavbě Ervěnického koridoru vychází převážně z vlastních prací VÚHU a poskytnutých zdrojů Povodí Ohře a Českých drah. Rozsáhlá řešená problematika je rozdělena do šesti ucelených kapitol s grafickým doprovodem a vlastními, dobovými fotografickými snímky, pořízenými digitalizací z barevných diapozitivů.

Je zřejmé, že jádro koridoru již zůstane trvalým stanovištěm dopravních staveb vybudovaných na začátku 80. let 20. století. Po jižní i severní straně koridoru přibudou další obhospodařované plochy, bude se zvyšovat biologická hodnota území. Převýšená koruna koridoru bude trvale vytvářet ostrý klimatický a půdní gradient modifikované krajiny.

U vybudovaného úseku silnice I/13 se předpokládá v budoucnu provedení nového asfaltobetonového povrchu. A konečně v současné době je schvalován projekt Revitalizace Bíliny po koridoru Povodí Ohře, s převedením toku do přirozeného koryta.

U vybudovaného nového úseku železnice Třebušice-Chomutov 130 se počítá v budoucnu s rekonstrukcí kolejového svršku a s výměnou suťových materiálů za normované kamenivo 32/64 mm o mocnosti 30-35 cm pod spodní hranou dřevěných pražců F 49 (50 kg/m). Původní kolejnice budou vyměněny za UIC 60 (60 kg/m), dřevěné pražce za betonové P 91. Železniční trať Ústí nad Labem – Cheb se stane součástí objízdné evropské sítě železnic, jde o železniční síť TEN-T, navazující na evropské koridory.

Dokončením výstavby EK a zprovozněním dopravních a vodohospodářských staveb došlo k uvolnění rozsáhlého území v předpolí lomů. Tím se do příštího desetiletí otevřel plynulý postup lomů v dobývacích prostorech bez vyvolaných investic. Postupující DJŠ na jih od osy EK se propojil s lomem Vršany. Provozovaný VČSA se od jeho osy dostal k uhelným zásobám v podhůří Krušných hor podél pilířů Jezerka a Jezeří. Zároveň se optimalizovala revitalizace uvolněného území po hospodárném vydobytí uhelných zásob. V okrese Most budou nakonec dominovat dvě hluboká jezera: ve zbytkové jámě VČSA – Podkrušnohorské jezero v případě ukončení báňské činnosti ve 30. letech 21. století s předpokládanou kótou hladiny 180 m n. m. a objemem akumulované vody 235,8 mil. m³, ve zbytkové jámě Vršany – Vršanské jezero v 60. letech tohoto století s předpokládanou kótou hladiny 215 m n. m. a objemem akumulované vody 73,6 mil. m³.

Menší jezírko napuštěné z PVN je již vybudováno ve zbytkové jámě lomu Vrbenský-Matylda (1992) a revitalizačně navazuje na okolní svahy Autodromu Most, který byl postavený na upraveném povrchu výsypky jmenovaného lomu v rámci technické rekultivace území.

Za výjimečnost tohoto technického díla, hodnou připamatování, nelze jinak než vyzdvihnout vysokou míru erudice a úsilí všech účastníků výstavby Ervěnického koridoru. Na řešení neobvyklého díla se podíleli: závodní dolů, vývojoví pracovníci DVIL, a výzkumní pracovníci VÚHU a zejména všichni pracovníci DJŠ a VČSA, kteří toto dílo realizovali.

Velmi korektní byly pracovní vztahy všech účastníků výstavby, kteří přes mnohé vyhocené a konfliktní situace vždy hledali východisko, jak ve vzájemné dohodě dospět k vytčenému cíli. Více jak tři desítky let bezporuchového provozu realizovaných staveb na neúplně konsolidovaném tělese je nejlepším dokladem o úspěšném zvládnutí technického řešení provozované železniční tratě ČD, silnice a vodoteče. Tu tvůrčí atmosféru výstižně dokresluje slova Ing. Vladimíra Petrovského: „*Ervěnický koridor je trvalou památkou na všechny, kteří zde pracovali, žili, a současně je věnováno těm, kteří zde pracují nebo pracovat ještě budou*“.

Literatura

- [1] PICHLER, E., DYKAST, I.: *Empirické posouzení stability koruny Ervěnického koridoru*, VÚHU Most, 1982.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ: *Komořansko – minulost a současnost*, Doly a úpravy Komořany v roce 1993.
- [3] Kolektiv autorů odboru geotechniky VÚHU: *Zhutnění a tvarování výsypek povrchových lomů*, 1976.
- [4] MENCL, V., MEJZLÍK, L.: *Příspěvek k otázce stability vnitřních výsypek hnědouhelných dolů*, Sborník stabilita svahů na povrchových hnědouhelných dolech, VÚHU Most, 1984.
- [5] KOLEKTIV ŘEŠITELŮ ODBORU GEOTECHNIKY VÚHU: Výzkum změn, probíhajících v tělese výsypky ovlivňujících její tvarování a konsolidaci:
 - I. etapa, Zlepšení stabilitních podmínek při zakládání tělesa Ervěnického koridoru, č. úkolu R 2/1.5.0, 1976.
 - II. etapa, Současný stav a další vývoj aplikované geomechaniky na povrchových lomech (1. a 2. díl), č. úkolu 100.105.12, 1977.
 - III. etapa, Geomechanický průzkum a pozorování výsypkových těles, č. úkolu R-10-0351-100/4,5, 1978.
 - IV. etapa, Teoretická a empirická analýza změn vlastností sypaniny, 1979.
 - V. etapa – závěrečná, Zlepšení stabilitních podmínek na výsypkách HDBS a SHR, 1980.
 - VI. etapa, Posouzení konsolidace výsypky v oblasti definitivní přeložky trati ČSD Třebušice – Chomutov v EK, VÚHU Most, 1984.
- [6] KOLEKTIV ŘEŠITELŮ ODBORU GEOTECHNIKY VÚHU: *Zhutnění a tvarování výsypek povrchových lomů*, č. úkolu P-10-125-007-01:02b, 1976.
- [7] ORLT, O.: *Souhrnné zhodnocení geodetického měření na tělese Ervěnického koridoru*, báňský posudek 64-59-89, 141/89, VÚHU Most, 1989.
- [8] ORLT, O., DYKAST, I.: *Výhodnocení geodetického sledování Ervěnického koridoru*, 2. doplněné vydání, GH-122/08, VÚHU, 2008.

- [9] DYKAST, I.: *Přetvárná charakteristika zemin zakládáných do upravené koruny Ervěnického koridoru*, výzkumná zpráva R-10-125-301-04, VÚHU, 1982.
- [10] PICHLER, E., ORLT, O., REINER, V.: *Posouzení konsolidace výsypky v oblasti definitivní přeložky trati ČSD Třebušice-Chomutov*:
I. etapa – Návrh systému pozorování a měření v trase projektované přeložky, VÚHU, 1977.
II. etapa – Výsledky analýzy pozorování a měření ve východní oblasti tělesa EK v roce 1979, VÚHU, 1980.
III. etapa - Výsledky analýzy pozorování a měření ve východní oblasti EK, VÚHU, 1981.
IV. etapa – Vyhodnocení deformačních charakteristik tělesa výsypky ve východní oblasti EK na základě průběžného pozorování a měření, VÚHU, 1982.
- [11] PICHLER, E., BRUS, Z.: *Posouzení souboru opatření investičního a provozního charakteru pro kapacitní zvýšení vnitřního výsypného prostoru VČSA*, odborný posudek 19-96-83, VÚHU, 1983.
- [12] Výzkumná vodohospodářská díla Povodí Ohře. Vydalo Povodí Ohře k 20. výročí založení podniku, SZN v Praze 1986, publikace č. 3919 – AA 26,63 - VA 26,98 – 05/105 – 07 – 028 - 86.
- [13] STODOLA, Z.: *Historie železnice Chomutovska*. České dráhy, a. s., 2007.
- [14] Deset let provozu na Ervěnickém koridoru 1984-1994. U příležitosti deseti let provozu na Ervěnickém koridoru vydala v roce 1994 Mostecká uhelná, a. s.
- [15] LOUŽECKÝ, M., PETROVSKÝ, V.: *Ervěnický koridor; ojedinělé báňské dílo v československém hornictví*. Uhlí č. 3, 1987.