

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

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

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

Přijato: 30. 4. 2014, recenzováno: 21. 5. 2014 (2 posudky)

Abstrakt

První část tohoto dvoudílného článku má sedm kapitol, ve kterých je uvedena problematika a důvody výstavby „Ervěnického koridoru“ (EK = EC v anglickém jazyce) ve formě zemního výsypkového tělesa o mocnosti přes 130 m a délce cca 5 000 m. Koridor byl v letech 1957-1984 vybudován báňským způsobem z jílovité neuhlnaté sypaniny a jeho hlavní význam spočívá v silničním a železničním propojení průmyslových aglomerací měst Mostu a Chomutova. Na jeho temeni byly v letech 1981-1984 zprovozněny důležité komunikační přeložky: železnice Most-Chomutov, silnice I/13 a dále potrubní přeložka řeky Bíliny. V prvních dvou kapitolách jsou uvedeny důvody vzniku EK a jeho význam z hlediska báňského a komunikačního. Kapitoly 3 a 4 analyzují základní podmínky stavby vysokých výsypků, uplatňovaných při budování koridoru. Kapitoly 5 a 6 pojednávají o fyzikálně-mechanických vlastnostech hornin, založených do výsypkových etáží. 7. kapitola první části příspěvku předkládá výsledky úvodních měření sedání tělesa EK.

The corridor of Ervěnice (EC - Seestadt corridor). The construction and consolidation of the earth dump body in variable stability conditions in the mining areas of the quarries „Jan Šverma“ and „Czech Army“ – Part I

The first part of this two-part's article has seven chapters, describing the reasons for the design and construction of the „Ervěnice corridor“ (EC or EK in the Czech language) - of the earth dump body with the height over 130 m and the length of approximately 5 000 m. The corridor was built by the mining way from the non-compressed clay in the years 1957-1984 and its main significance lies in the road and railway connection between industrial agglomeration and the cities Most and Chomutov. In the years 1981-1984, the important links were localised on its top: the railroad Most-Chomutov, road I/13, and then pipe bypass of the Bílina River. The first two chapters indicate the reasons for the design of the EC and its importance for mining and transport links. The chapters 3 and 4 analyse the basic conditions the high dump construction applied in the building of corridor. The chapters 5 and 6 describe the physico-mechanical properties of the rocks used in the individual dump levels. The last chapter 7 presents the results of the initial measurement of the housing settlement.

Seestadter Korridor (EK) – Gründung und Konsolidierung des geschütteten Bodenkörpers unter wechselhaften Stabilitätsbedingungen in Abbauräumen des Tagebaus Jan Šverma und des Großtagebaus der Tschechoslowakischen Armee – I. Teil

Der erste Teil dieses zweiteiligen Artikels besteht aus sieben Kapiteln, in denen die Problematik und Gründe des Aufbaus des „Seestadter Korridors“ (EK), eines Bodenkörpers der Kippe, mit einer Mächtigkeit über 130 m und Länge ca. 5 000 m beschrieben wird. Der Korridor wurde in Jahren 1957-1984 in Bergbauweise aus dem tonigen unverdichteten Schüttmaterial ausgebaut und seine Grundbedeutung besteht in der Straßen- und Eisenbahnverbindung zwischen den Agglomerationen der Städte Most und Chomutov. Auf seiner Oberkannte wurden in Jahren 1981-1984 wichtige Verlegungen der Verkehrswege in Betrieb genommen: die Eisenbahn Most-Chomutov, die Straße I/13 und weiter die Rohrverlegung des Flusses Bílina. In den ersten zwei Kapiteln werden Gründe der Entstehung von EK sowie seine Bedeutung für Bergbau und Verkehrswege angegeben. Die Kapitel 3 und 4 analysieren grundlegende Bedingungen für den Bau von Hochkippen, die beim Aufbau des Korridors angewendet wurden. Die Kapitel 5 und 6 behandeln physikalisch-mechanische Eigenschaften von Gesteinen, die in Kippenetagen aufgeschüttet wurden. Das letzte 7. Kapitel des ersten Teils dieses Beitrags legt die Ergebnisse der einleitenden Messungen von Setzungen des EK-Körpers vor.

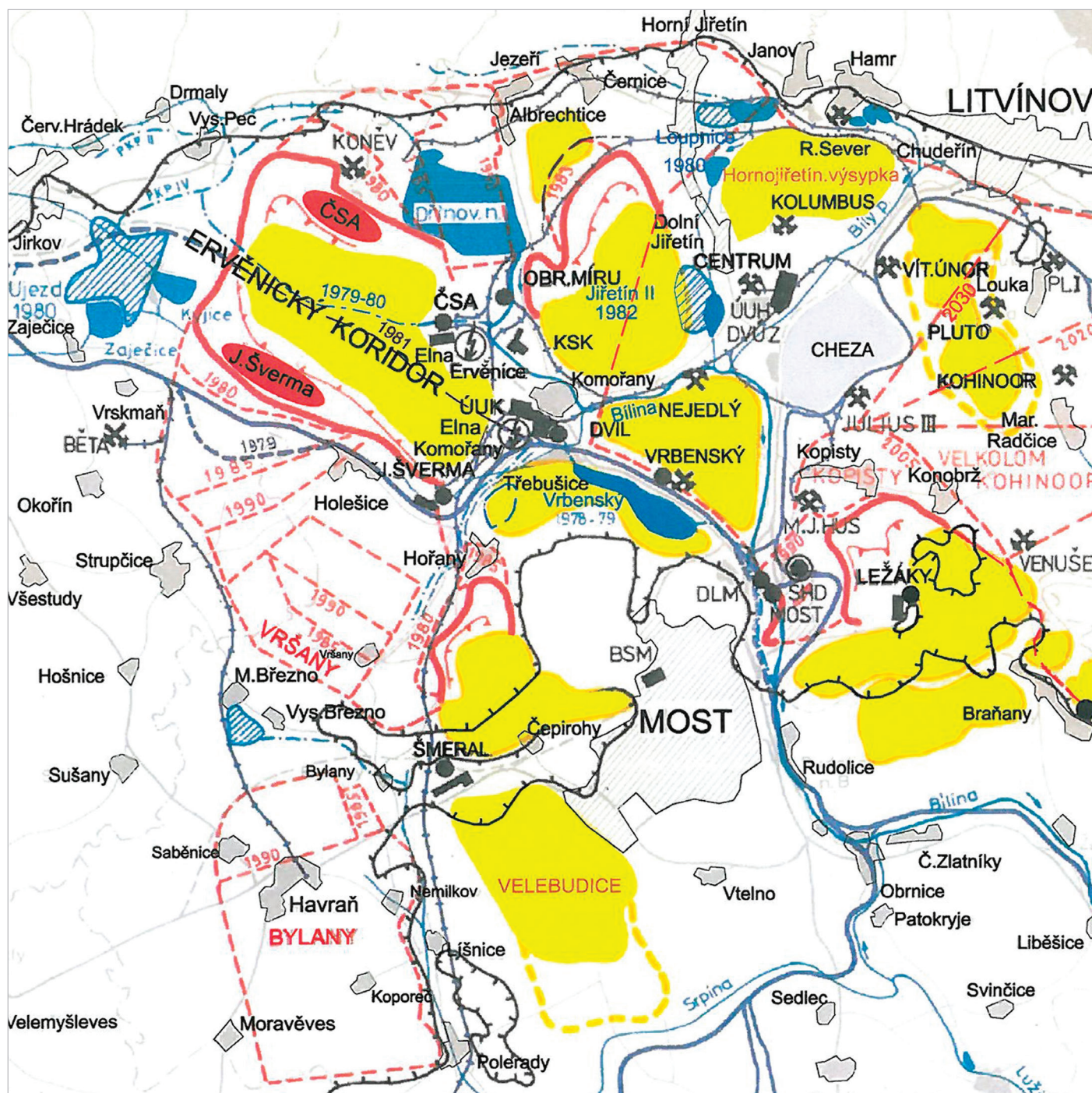
Klíčová slova: báňské řešení, monitoring stability, odvodnění, sedání výsypky, smyková pevnost, technologie zakládání.

Keywords: mining way, stability monitoring, drainage, dump settlement, shear strength, construction technology.

1 Úvod

V 70. a 80. letech minulého století, v období narůstání objemu těžných hmot, se báňská povrchová těžba hnědého uhlí potýkala s kritickým nedostatkem výsypných prostorů. Pro zakládání vnějších a vnitřních výsypků byly k dispozici plochy s velmi nepříznivými geotechnickými vlastnostmi: zvodněné, ukloněné a málo únosné. A tak původní představy báňských projektantů o stavbě vysokých výsypků, převyšujících 200 m, bylo nutné přehodnotit. Řada výsypků o celkové výšce i několika desítkách metrů

se stávala nejslabším článkem dobývacího komplexu (skrývka-doprava-výsypka) a pak bylo nutné operativně měnit jejich báňskou koncepci. Výsypky, založené na ukloněných podložkách (6°-12°), zpravidla nepřesáhly dosaženou mezní mocnost 35 m. Na neúnosných horizontálních podložkách dosáhla mezní výška výsypkového tělesa max. 45 m. Naproti tomu výsypky zakládáné na pevnou odvodněnou subhorizontální podložku, s výběrem vhodných zemin pro jejich stavbu, posunuly tuto mez na 120 až 160 m.



Obr. 1: Rozvoj lomů mostecko-komořanské oblasti SHP.

V tíživé situaci výsypkového hospodářství byly hledány možnosti zkapacitnění provozovaných výsypků při současném udržení jejich bezpečné stability podle vyhlášky ČBÚ č. 26/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem na povrchu. Tehdejší požadavky na vyšší využívání kapacity vnitřních výsypných prostorů byly vyvolány logickou potřebou snižování nákladovosti těžebního procesu. K dosud nejrychlejšímu a společensky příkladnému navrácení povrchu výsypky k původnímu účelu a dalšímu využívání rozvoje území došlo výstavbou EK.

Výstavba EK se stala nepochybně největší vyvolanou investicí v oblasti povrchového dobývání uhlí v SHP. Jak z pohledu

baňské geotechniky, tak i z pohledu inženýrského stavitelství se jedná o dílo zcela ojedinělé, výjimečné. Odvážný nápad se zrodil v 60. letech minulého století ve vývojovém oddělení podniku Doly V. I. Lenina-Ervénice (DVIL) pod vedením Ing. Miroslava Vlasáka. Pro jeho zdárnou realizaci a pro zajištění bezpečného provozu stavebních objektů (přeložek) – železnice, silnice a řeky Bělina – bylo nutné urychleně vyřešit celou řadu nezvyklých geomechanických problémů. Ve fázi výstavby zemního tělesa EK byly středem zájmu geomechaniků pevnostní charakteristiky sypanin, od nichž byly odvozovány generální sklony svahu. Po konečném dosypání povrchu výsypky však nabyly na významu deformační vlastnosti založených zemin a zjištění konsolidačních procesů v nasypaném tělese baňskou technologií.

Uvolnění prostoru mezi těžebními porubními frontami dolu Jan Šverma (dále DJŠ) a velkolomu Československé armády (dále VČSA) umožnilo po vytěžení uhelných zásob, vybudování mohutného výsypkového tělesa, na jehož výstavbě se současně podílely technologické celky obou těžebních závodů n. p. DVIL. Na temeno společně založeného zemního tělesa uvedenými doly měly být umístěny: železniční trať 130, silnice I/13 a zatrubněná řeka Bílina, č. povodí 1-14-01-001. Toto řešení se zpočátku zdálo části báňských odborníků jako technicky problematické až nereálné. O správnosti závěrů prosadit tak vysoké těleso z jílovitých materiálů nestačilo přesvědčit samotné projektanty, ale především externí oponenty, mj. i pana prof. Aloise Myslivce. Byly hledány i jiné varianty řešení, např. přeložky železniční trati a silnice tzv. jižním obchvatem (mimo výchoz uhelné sloje), nebo se zvažovala možnost převedení řeky Bíliny do potoka Srpiny. Všechny tyto alternativní varianty by ale znamenaly několikanásobně delší přeložky, vyšší náklady a celou řadu dalších nevýhod. Postupně se prosadila varianta vytvoření EK, do kterého byly umístěny všechny potřebné náhrady. Tuto variantu akceptovaly i územní orgány a byla zakotvena do územního plánu města Mostu a Chomutova.

Navrácení rozhodujících dopravních sítí a řeky Bíliny do vyuhleného prostoru s nasypáním tělesem výsypky umožnilo definitivní umístění významných liniových staveb přibližně do původní trasy. Realizace EK měla zásadní význam pro obnovení a udržení infrastruktury v tomto území. V opačném případě by se rozsáhlé území o rozměrech 8 x 10 km od úpatí Krušných hor až k obci Malé Březno stalo nepřístupným, železnice do Třebušic vlečkou a silnice do Komořan slepou silnicí.

Realizace EK a výstavba náročných inženýrských staveb se staly inspirací pro obdobná, i když méně rozsáhlá řešení. Mezi ně patří obnova Žatecké silnice na vnitřní výsypce bývalého lomu Hrabák v Mostě, výstavba silnice Most-Braňany, vedená v převážné části po Střimické výsypce, výstavba sportovního letiště na Střimické výsypce, výstavba sportovního areálu autodromu na výsypce bývalého lomu Vrbenský, výstavba Hipodromu na Velebudické výsypce a řada dalších staveb [1,2,10].

2 Význam Ervěnického koridoru z báňsko-technického hlediska

2.1 Rozvoj lomů v mostecko-komořanské oblasti

Do propojení obou povrchových lomů DJŠ a VČSA byl řešen rozvoj každého lomu samostatně ve svých dobývacích prostorech. V té době se ještě nepředpokládalo úplné vytěžení uhelné sloje až k výchozu na úpatí Krušných hor. V průběhu 60. let byla propracována řada variant rozvoje jednotlivých lomů na úrovni řešení oblasti se vzájemnými vazbami. Z těchto variant pak vyplynulo, že k zásadním problémům rozvoje předpolí lomů komořanské oblasti patří jak technické problémy, tak i územní střety zájmů. K tomu docházelo poté, kdy kolejová technologie již pro hluboké lomy nedostačovala a byla nahrazována výkonnějšími dobývacími stroji s pásovou dopravou. To ovšem kladlo zvýšené nároky na rozsah dobývacích prostorů a současně i rozsah prostorů pro vnější výsypky.

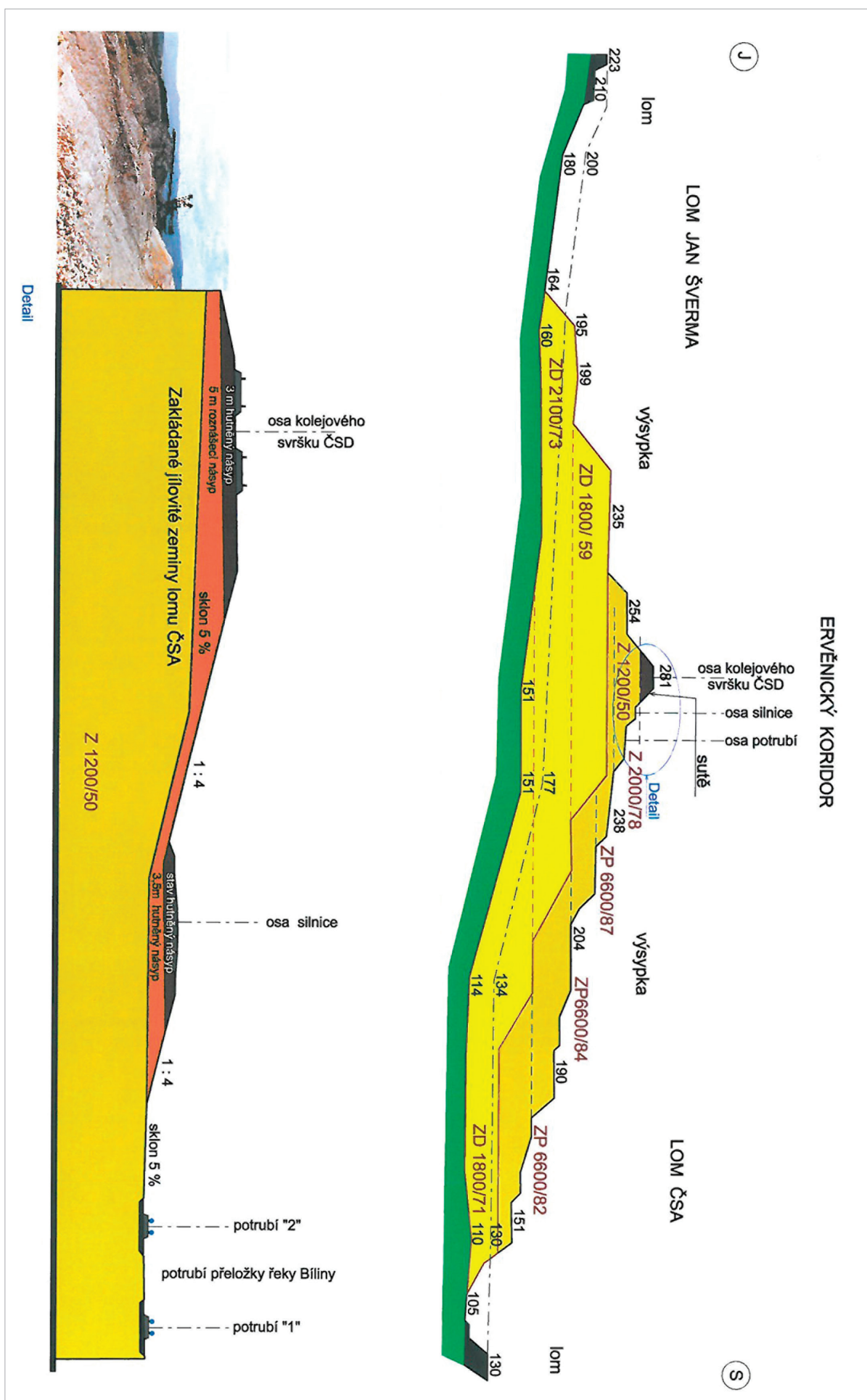
V období od konce 60. a 70. let se prudce rozvíjí oblast Chomutovska a je budována městská aglomerace Chomutov-Jirkov, kam je také převážně situována náhradní bytová výstavba za

rušené obce. Tím se zvyšuje důležitost komunikačního spojení mezi oblastmi Most-Litvínov a Chomutov-Jirkov. Prvotním problémem však bylo vyřešení oblastní vodohospodářské situace. Bylo třeba nalézt takové řešení, které by umožnilo ochranu lomů před vodami jejich odvedením z této oblasti a zajištění bezporuchového zásobování průmyslových podniků Mostecka užitkovou vodou. Řešení tohoto problému se stalo klíčovým momentem pro uskutečnění záměru úplného vyrubání sloje v celé šíři dobývacích prostorů DJŠ a VČSA pod Krušnými horami.

V 60. letech byl v duchu tehdejších poznatků a záměrů vybudován vodohospodářský systém, který po určitou dobu splňoval požadované funkce. Hlavním objektem systému byla retenční nádrž Dřínov, která spolu s nádržemi Nové Sedlo a Kyjice chránila lomy od západu. Dále byla vybudována nádrž na Loupnici, která umožnila ochranu lomů od východu. Vybudováním podkrušnohorského přivaděče (dále PKP) a nádrže Jiřetín II bylo zajištěno i zásobování území užitkovou vodou. Hlavním zásobním prvkem oblasti byla retence Dřínov, která byla v pozdějších letech nahrazena Újezdskou nádrží. Vybudováním tzv. II. etapy PKP a nádrže Zaječice se prostor pro těžbu lomů DJŠ a VČSA dále rozšířil. Umožnil přechodné spojení front obou lomů a vytvoření společné vnitřní výsypky. Současně umožnil postupy porubních front, na straně DJŠ až k trati ČSD Třebušice-Chomutov a na straně VČSA k podkrušnohorskému přivaděči a Dřínovské nádrži. Tím, že bylo umožněno propojení obou lomů a zřízena společná výsypka, nabízela se možnost vytvořit dalším postupem lomů a jejich výsypek těleso, do něhož by byly umístěny zmíněné přeložky (obrázek č. 1).

V roce 1960 byl na DJŠ vypracován návrh na rozšíření dobývacího prostoru směrem na západ do prostoru obce Nové Sedlo, který byl realizován jen částečně. Zvětšením dobývacího prostoru by se prodloužily porubní fronty lomu na 4,0 až 4,5 km a tím by se zpomalil postup lomu ve směru k trati ČSD. Současně byla prokázána možnost přeložky trati přímo do tělesa výsypky do definitivní podoby, bez nutnosti realizovat další jižní přeložku. V návaznosti na tyto práce byla také zkoumána možnost převedení koryta řeky Bíliny ve vztahu k postupu VČSA v případě jeho rekonstrukce a intenzifikace. Z těchto projekčních prací bylo již zřejmé, že myšlenka přeložení trati ČSD, řeky Bíliny a silnice I/13 do tělesa budoucího koridoru je reálná a znamená dlouhodobé vyřešení komunikačního propojení města Mostu a Chomutova. Navíc byla jako náhrada za nádrž Dřínov navržena nádrž pod Jirkovem, známá jako „Újezdská“, která svým objemem nahradila Dřínovskou nádrž ve všech jejích funkcích (retenční-ochranné, akumulární a havarijní).

V letech 1960-1963 byly zahájeny práce na studii slatinicko-komořanské oblasti, která se měla stát základním dokumentem rozvoje oblasti a podkladem pro investiční činnost. Základní koncepce, spočívající ve vytváření EK, byla v této studii podrobně rozpracována do několika variant. Tzv. IV. alternativa byla pak v roce 1965 schválena jako základní koncepce rozvoje lomů slatinicko-komořanské oblasti. Podstatou této varianty byl rozvoj lomů DJŠ a VČSA a postupné ukončení provozu lomů Vrbenský a Obránců míru. Zbytek pole dolu Obránců míru byl přiřazen k VČSA. Současně bylo rozhodnuto, že DJŠ bude pro příznivé spádové a příkryvné poměry, dané plochým a mělkým uložením sloje, rekonstruován a intenzifikován s využitím kolejové dopravy. Naproti tomu VČSA bylo rozhodnuto rekonstruovat s využitím nových výkonnějších technologických celků

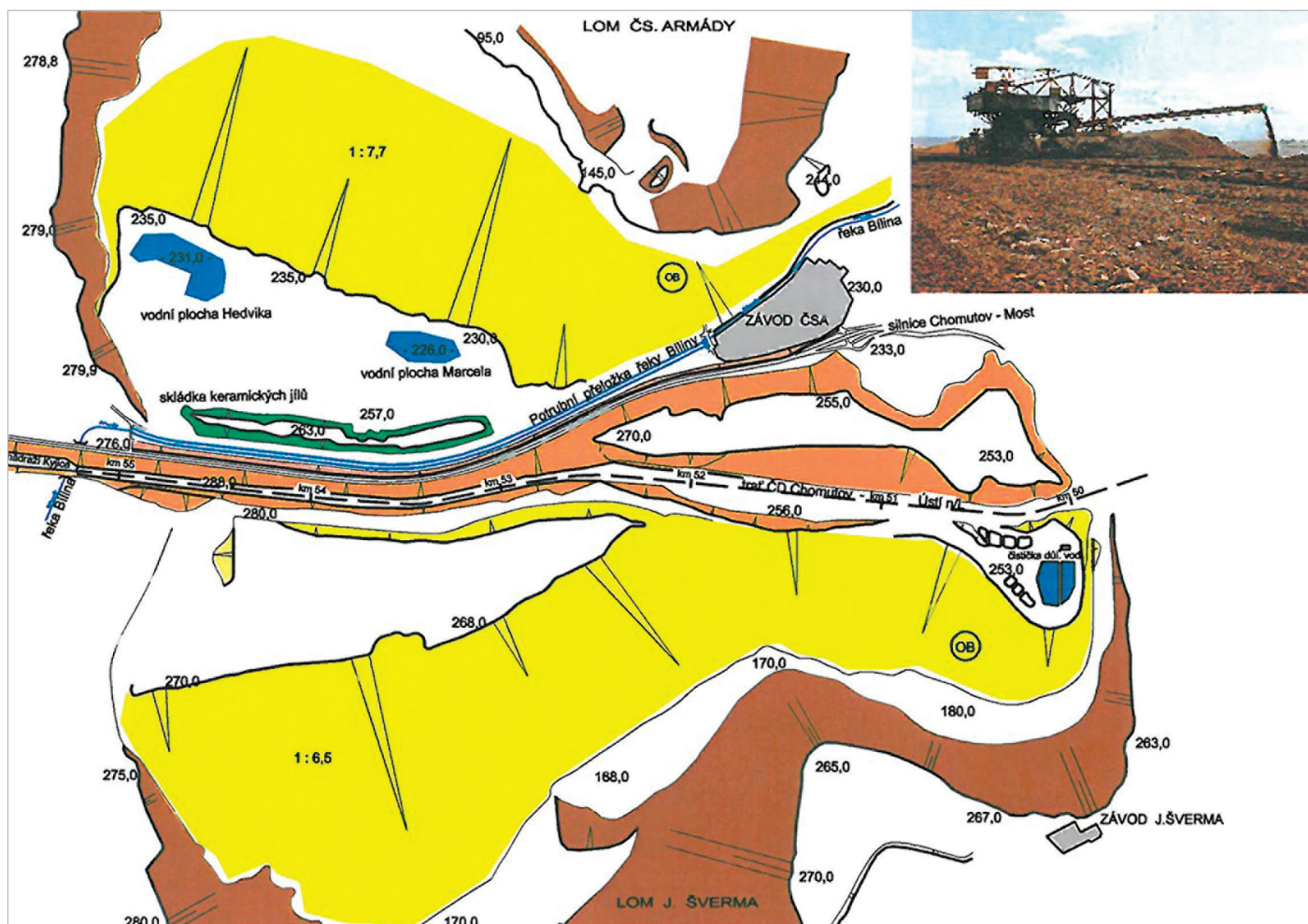


Obr. 2: Výstavba výsypkového tělesa EK z jílovitých zemín s detailem technického provedení přeložek.

V té době zahájené výzkumné práce Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí v Mostě (dále VÚHU) vedly k přehodnocení původně navržených sklonů svahů u obou lomů, jak na výsypce, tak i na skrývkové straně. Začala se průběžně monitorovat stabilita svahů specifickými metodami a to vyžadovalo zaměřit výzkumné práce na konsolidaci jílovitých zemin, tvarování zakládaných výsypkových těles a směrování vhodných zemin do vysokého tělesa výsypky.

Skutečná kubatura zemního tělesa EK bez předvýsypek v době dokončení s příslušným stupněm bezpečnosti generálního sklonu svahu, k 31. 12. 1984, činila 539 mil. m³ rostlých zemin. Na předvýsypkách obou lomových závodů bylo založeno celkem 27 mil. m³ rostlých zemin. Z celkového objemu 566 mil. m³ rostlých zemin bylo na straně DJŠ založeno 265 mil. m³ (z toho 18 mil. m³ tvořila předvýsypka) a na straně VČSA 301 mil. m³ (9 mil. m³ činila předvýsypka).

Na straně VČSA zahájil v roce 1966 sypaní nejnižší etáže dvouvozevový kolejový zakladač ZD 1800/71. V roce 1972 byl na nejvyšší etáž VČSA nasazen další kolejový zakladač, jednovozevový Z 2000/78, který zakládal bočním způsobem. V roce 1981 ukončil sypaní na straně VČSA a od roku 1982 do roku 1984 zakládal na jižní straně EK. Zakladače Z 50 a Z 71 pokračovaly v sypaní až do roku 1984. V letech 1978-1984 začala být na VČSA nasazována nová těžební technologie řady TC2 (skrývka) a TC1 (uhlí), kterou na zakládací straně reprezentovaly pásové zakladače s kráčivým podvozkem typu ZP 6600. Na tvorbě EK se postupně podílely tři nové pásové zakladače Z 82, Z 84 a Z 87.



© 2014, VÚHU a.s.

Tab. 1: Základní charakteristika některých vybraných výsypných prostorů.

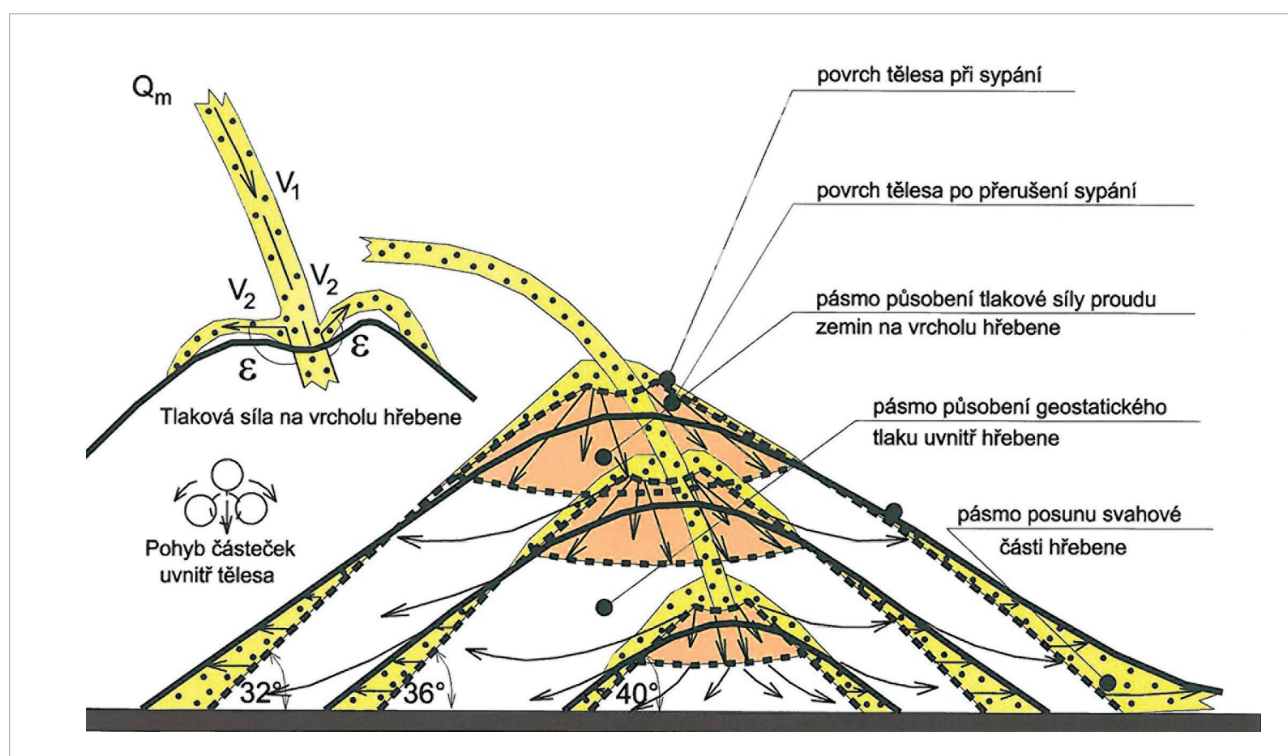
Výsypný prostor		Celkový objem založených hmot do r. 1982 [m ³ r. z.]	Max. dosažená výška výsypky odpovídající generálnímu sklonu svahu [m]	Nejstrmější dosažený generální sklon svahu [cotg α]	Využívaný prostor [m ³ .m ⁻²]	Způsoby zlepšování stabilitních podmínek
vnitřní	Lom Šverma	239 232 665	107,0	5,2	64,5	O, S, T
	Lom Obránců míru	327 416 273	160,0	6,9	58,4	O, S
	Radovesice-Jirásek	158 364 121	69,3	6,8	51,2	O, S
	Lom ČSA	265 002 269	171,0	7,0	40,2	O, S, T
vnější	Merkur	394 828 516	109,0	14,8	39,1	neúnosné a zvodněné podzákladí
	Velebudice	190 740 114	75,7	10,3	32,6	
	Komořany-Kopisty	116 994 438	40,0	9,6	30,4	
	Horní Jiřetín	103 034 734	40,0	6,0	27,5	
	Růžodol	92 221 325	50,0	10,0	21,3	

Všechny uvedené typy zakladačů vytvářely mohutné výsypkové těleso prstovým způsobem a každou etáž hloubkovým a výškovým sypaním. Hloubkovým sypaním se překonávaly nerovnosti spodních etáží, případně nedosypané prostory.

Výška etáží byla dána konfigurací výsypných prstů a zpravidla u hloubkově sypané etáže dosahovala výšky až 25 m a u výškově sypaného tělesa 15 m (obrázek č. 2 a 3).

Uspořádání temene výsypky vyplynulo z požadavků výškového a směrového napojení. V nejvyšší společné etáži vede

v délce 5,2 km trať ČD (dříve ČSD). Celková délka přeložky ze žst. Třebošice do žst. Chomutov-město měří 13,9 km. Ve druhé nejvyšší etáži na straně VČSA je vybudována přeložka silnice I/13 Třebošice-Jirkov v délce 11,7 km a na stejné straně, ale o etáž níže, vede 3,1 km dlouhý potrubní přivaděč řeky Bíliny. Původní koncepce předpokládala generální sklony svahů 1 : 6,0. Tyto návrhy byly nakonec, vzhledem ke zvodněným horizontům a výronům napjatých vod z podloží písků na straně DJŠ, na obou lomech přehodnoceny. Generální sklony svahů byly stanoveny v září 1970 závazným posudkem VÚHU, na straně DJŠ



Obr. 4: Působení geostatických sil při hromadění zeminy na vrcholu sypaného tělesa.

1 : 6,5 (jižní svahy) a na straně VČSA 1 : 7,7 (severní svahy). Skutečný generální sklon sypaného tělesa EK odpovídal po dosypání v roce 1983 u jižních svahů poměru 1 : 6,2 s max. změnou výškou násypu 117 m. U severních svahů dosáhl generální sklon hodnoty 1 : 7,0 s nejvyšší mocností násypu 130 m. Maximální převýšení, vzhledem k upadající podložce výsypkového tělesa, dosáhlo 171,0 m.

Významným přínosem z báňského i celospolečenského hlediska bylo vytvoření společné vnitřní výsyvky s maximálním využitím vnitřních výsyvných prostorů. Tím se podstatně zmenšily nároky na vnější výsyvné prostory, spojené se zábořem zemědělské půdy mimo pánev. Vysoce efektivní využití vnitřních výsyvných prostorů je také velmi cenným výsledkem dlouhodobého výzkumu chování výsypek a vlastností zakládáných sypanin, který po celou dobu výstavby koridoru zabezpečoval VÚHU v Mostě. Poznatky o chování tělesa sloužily jako podklad pro projektanty i pro báňskou činnost. Pro projektanty přeložek byla velmi přínosná prognóza sedání temene výsyvky a určení časového průběhu konsolidace.

3 Základní podmínky stavby vysokých výsypek, uplatňované při výstavbě Ervěnického koridoru

3.1 Využití výsyvného prostoru

Na přelomu 70. a 80. let minulého století, v době intenzifikace velkolomové těžby hnědého uhlí, se do popředí řešených geomechanických problematik stále více dostávala stabilita vysokých výsypkových těles. V té době oba podkrušnohorské revíry zvyšovaly meziročně těžbu uhlí a souběžně s těžbou uhlí narůstaly i objemy těžných nadložních zemin. V popředí celospolečenského zájmu byla tehdy výstavba lomů s maximálně možným využitím vnitřních výsyvných prostorů, kde lze využít krátkodobou (nižší) stabilitu provozovaných etáží se stupněm bezpečnosti $F = 1,3$ [4].

Při potřebě zakládání vyšších výsypek v uvedených letech, kdy teprve začínal výzkum, se nepřihlíželo ke změnám fyzikálně-mechanických vlastností zakládáných zemin, stavu podzákladí a dlouhodobým konsolidačním procesům. Nízký stupeň bezpečnosti některých provozovaných výsypek neumožňoval úplné rozvinutí výsyvné fronty na všech etážích z důvodu jejich nedostatečné kapacity. U vnitřních výsypek se tím ztrácela možnost zajištění stability předvýsypkou nebo opěrnými tělesy.

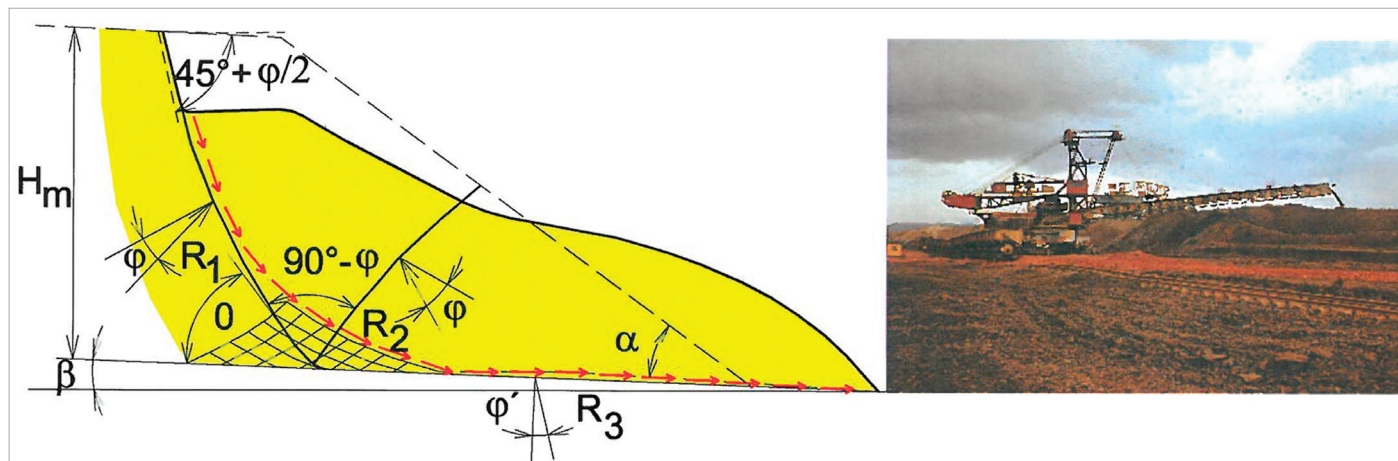
U vnějších výsypek to vedlo k navrhování bezpečnostních pásů okolo paty výsyvky, ve kterých se předpokládá dozrívání účinků svahových pohybů, případně vytlačování neúnosných podzákladních vrstev výsyvky.

Potřeba kapacitního zvýšení výsyvných prostorů nebyla vyvolána jen aspekty ekonomickými, ale jak bylo již zmíněno, především nedostatkem samotných výsyvných prostorů. Na tomto nepříznivém stavu se podílely rovněž okolnosti, vyplývající ze snahy neodnímat půdu zemědělské výrobě a vypomáhat energetice předáváním zbytkových jam pro ukládání elektřárenských popelů na úkor výsyvných prostorů. Všeobecná výhodnost dodržování základních podmínek stavby vysokých výsypek je zřejmá z charakteristických údajů o využití výsyvného prostoru, uvedených v tabulce č. 1.

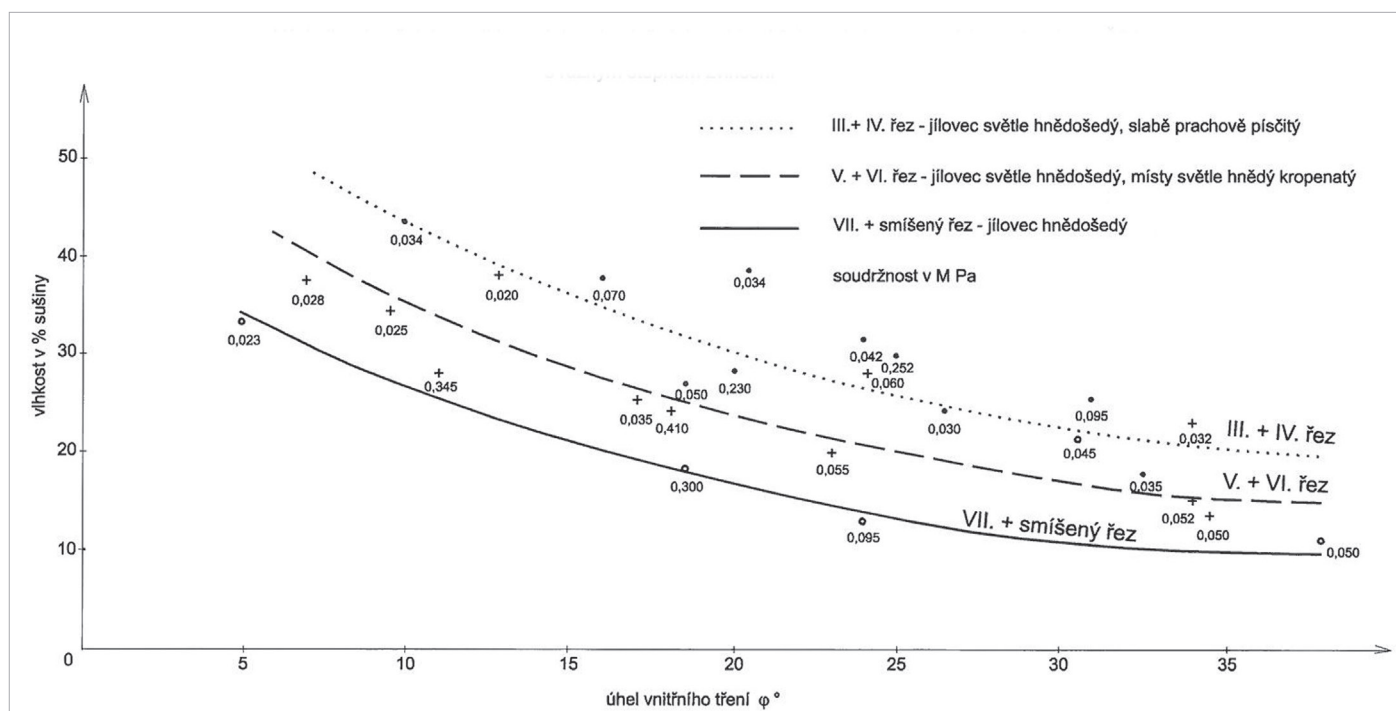
3.2 Strukturní pevnost kusovité sypaniny při zakládání

Přetvárné projevy kusovité sypaniny při soustředěném zakládání zemin do výsypkových těles, představující obecně kuželovou výseč, názorně ukazuje obrázek č. 4. Působením geostatických sil se neposouvají částice zeminy po plášti kužele, jak se často mylně předpokládá, nýbrž z místa dopadu dovnitř a pak směrem ven z patní části sypaného tělesa. Při kontaktním toku zeminy na vrchol tělesa jsou její částičky v neustálém pohybu, vyvolaném geostatickým tlakem. Působením geostatického tlaku uvnitř tělesa, v němž zeminy zaujímají metastabilní polohu, se novým uspořádáním snaží zaujmout stabilnější polohu. Výslednice těchto dílčích pohybů je naznačena na obrázku č. 4 šipkami mezi místem dopadu sypaniny a patou svahu.

Důsledkem naznačeného procesu se těleso rovnoměrně zvětšuje a tím se sklon jeho svahu snižuje. Pohyb částicek zeminy ve svahové části tělesa není zřejmě ovlivňován tlakovou silou při dopadu proudu, protože probíhá i v době, kdy na vrchol tělesa nedopadá zemina. Čím vyšší je nasypané těleso, tím déle trvá přenos pohybu zemních částic od středu tělesa k jeho patní části. S rostoucí výškou tělesa v námi popisovaném tělese kuželovitého (hřebenovitého) tvaru dochází k přemísťování zeminy z místa dopadu směrem k jeho patě, a to tak dlouho, dokud jednotlivé kusy nezaujmou stabilní polohu. Pohyb kusovitých zemin v tělese kužele ruší původní uložení v místě dopadu. Jde tedy o významné geostatické působení na konečnou strukturu výsypkové zeminy (nakypření, stlačení),



Obr. 5: Mezná svislá výška svahu při porušení stability tělesa.



Obr. 6: Závislost smykové pevnosti na vlhkosti zeminy.

z níž plyne, že se ve výsypkových tělesech nemohou vytvořit dutiny, které by způsobily náhlý pokles nebo propad povrchu. Uvedený proces je typický pro zakládání zeminy zakladači všech typů a byl ověřen četnými experimenty a podložen teoretickými výpočty [7].

3.3 Porušení výchozí strukturní pevnosti sypaniny překročením mezní výšky

Porušením strukturní pevnosti zeminy začíná těleso podléhat přetvárným procesům, při nichž se v závislosti na vlhkosti zeminy snižuje intergranulární úhel vnitřního tření. Nasycené těleso dosáhne mezní výšky a v jádru tělesa se vytváří oblast, ve které se zeminy začínají stlačovat a přecházet do plastického stavu. Vliv soudržnosti na stabilitu tělesa není za těchto podmínek rozhodující. Pro sypaná výsypková tělesa je rozhodující úhel vnitřního tření na vytvořených smykových plochách a zejména na kontaktu výsypky s podložkou. Skluzná plocha se podle zákona progresivního porušování zemin vytváří za podmínek, kdy kontaktní $\varphi' < \varphi$ v tělese výsypky. Sklon stabilního svahu je závislý na kontaktních třecích plochách φ' a sklonu podložky β . Při překročení mezní výšky se těleso porušuje smykem podle dvou hlavních systémů skluzných ploch. Těsně za vrcholem tělesa svírá zakřivená část skluzné plochy s horizontální rovinou úhel $45^\circ + \varphi/2$. Sklony svahů při překračování mezních výšek sypaní jsou podstatně mírnější (obrázek č. 5).

Každá skluzná plocha zmenšuje oblast pasivních sil a vede k poklesu stupně bezpečnosti $F < 1,0$. V případě dalšího zatěžování je labilnost svahu podmíněna již vytvořeným systémem skluzných ploch na kontaktu výsypkového tělesa s podložkou a za vrcholem skluzného tělesa směrem k zakladači. Při opakovaném zatěžování skluzného tělesa se vytvoří další skluzné plochy zpravidla za vrcholy přisypávaných těles. To pak má za následek prudké snížení sklonu svahu a tím výšky výsypky [4,8,9].

3.4 Možnosti pozitivního ovlivňování stability tělesa EK

Experimentálně byly prověřeny možné způsoby technologie výstavby EK, vedoucí ke zlepšení stabilních podmínek:

- odvodněním podložky a částečně i tělesa výsypky systémem spolehlivě fungujících drenů a čerpacích stanic,
- směrováním vhodnějších typů zemin přednostně do spodní části tělesa výsypky a málo únosných a zvodněných zemin do nejvyšších úrovní konečných etáží,
- řízeným tvarováním svahů etáží podle mezních výšek a pevnostních charakteristik,
- včasnou úpravou ukloněných plošin a úpravou zakládacích výsypkových těles s ohledem na snížení infiltrace [9].

4 Realizovaná stabilizní opatření podle dosažených výsledků průzkumu

V tělese výsypky probíhá dlouhodobý konsolidační proces, který ovlivňuje zejména fyzikálně-mechanické vlastnosti sypaniny, infiltrace atmosférických srážek a průnik stálých přítoků podzemní vody do výsypky. Vzájemná interakce stavu odvodnění podložky a pevnostní skladby zeminy výsypky pak určuje výslednou stabilitu výsypkového tělesa.

4.1 Smyková pevnost zeminy v závislosti na její vlhkosti

V rostlém masivu jsou fyzikálně-mechanické vlastnosti neporušených pelitických sedimentů v korelaci se stupněm zpevnění. Obecně platí na skryvkové straně lomu, že pevnost zeminy roste a zároveň její vlhkost klesá s hloubkou uložení. Této zákonitosti je využíváno pro řízené směrování skryvkových zemin do výsypky podle jejich vhodnosti z geomechanického hlediska. Z pohledu dlouhodobé stability je ovšem také nutné znát, v jakém rozsahu podléhá porušená zemina konsolidačním pro-

cesům. Z tohoto důvodu jsou prováděny zkoušky na neporušených vzorcích při přirozené vlhkosti, při zvlhčení, při ponoření do vody a následném vysušení (obrázek č. 6).

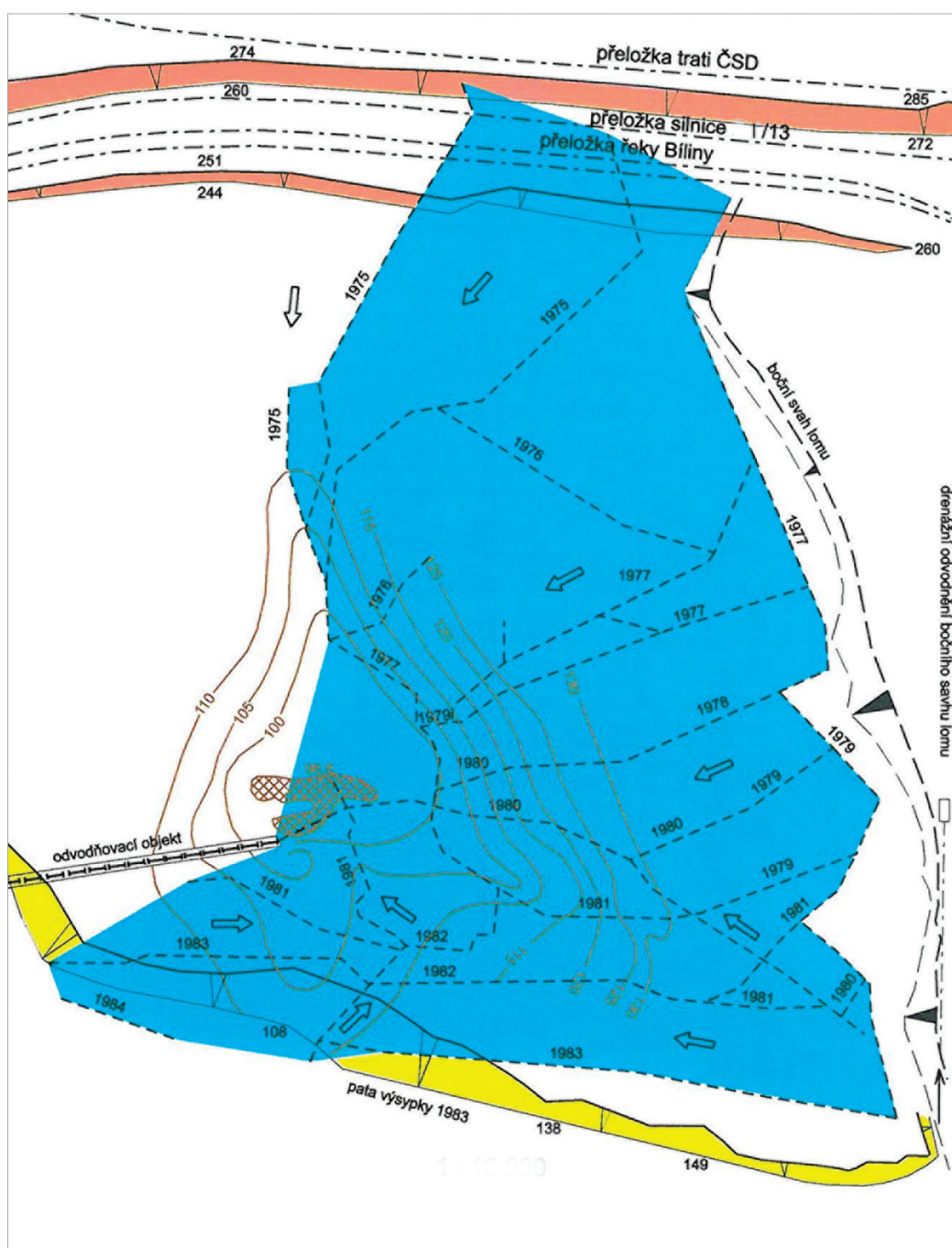
Z velkého počtu laboratorně prozkoumaných vzorků z jílovitých zemin uvádíme výsledky smykové pevnosti zakládáných zemin z III. až VII. řezu VČSA. Podmínky zkoušek na smykových přístrojích: konsolidační rychlost $0,001 \text{ mm.s}^{-1}$ a rozsah zvlhčení 10 – 50 % v sušině, jako odvodněné byly zvoleny tak, aby se přiblížily skutečnosti. Při snížení vlhkosti zeminy o 1 % se zvýší úhel vnitřního třetí o 1,5 až 2,0°. Těto zákonitosti bylo využíváno pro řízení směřování skrývkových zemin do jednotlivých etází, obecně zachováním superpozice. Zeminy z prvních dvou až tří řezů DJŠ a VČSA byly směřovány na vnější výsypky Velebudickou, Horňojřetínskou a Růžodolskou [1].

4.2 Západní bariéra čerpacích odvodňovacích vrtů DJŠ

Byla první odvodňovací soustavou tohoto druhu v SHP a spolehlivě chránila dobývací i výsypkovou stranu před podzemními vodami. V definitivní podobě byla provozována snižováním tlakové hladiny vody v podložních píscích a odvodňováním meziložních písků od roku 1972 až po rok 1993 (odčerpáno 81,785 mil. m^3 podzemních vod). Projektové řešení a hydrogeologický výzkum zajišťoval VÚHU pod vedením Ing. Karla Haase [11].

4.3 Odvodnění podložky vnitřní výsypky VČSA

Experimentálně bylo zjištěno počáteční nakypření výsypkových zemin, které zejména v nejsvrchnější etáží umožňuje prosakování atmosférických srážek a migraci vzduchu. Bezprostředně



Obr. 7: Uplatňování systému odvodnění podložky výsypky VČSA.

po dopadu atmosférické srážky je výsypka sycena vodou a vzduchem. Srážkami se do výsypky dostává O_2 a CO_2 a to umožňuje oxidační a redukční pochody. Voda, prosakující výsypkou, se obohacuje především sulfátovými ionty, vzniklými oxidací sulfidů, přítomných v nadložním souvrství. Dalšími rozpuštěnými látkami jsou karbonáty, vápník, hořčík a sodík. Gravitační voda, prosáklá jílovitými zeminami, se mineralizuje a získává značnou tvrdost. V období atmosférických srážek rozsah zvodnění tělesa výsypky obvykle vzrůstá, a pak lze pozorovat zvýšení vydatnosti výtoků v patní části tělesa, obvykle v místech relativně propustnějších materiálů.

U nedrénovaných výsypkových těles, kde jsou hlavním zdrojem podzemní vody z atmosférických srážek, byla řadou průzkumů potvrzena souvislá zvodněná zóna při bázi výsypky. Z těchto důvodů bylo rozhodnuto zlepšit stabilitní podmínky výsypkového tělesa EK horizontální drenáží, vybudovanou při bázi výsypky ještě před jejím zasypaním (obrázek č. 7).

Požadavek odvodnění tělesa EK byl zakotven v závěrech posudku VÚHU na stabilitu svahů v září 1970. Poté následovaly další upřesňující posudky. V posudku na konsolidaci výsypky pro přeložku řeky Bíliny do koridoru z března 1973 byl předložen, na základě výsledků hydrogeologického a geomechanického průzkumu vnitřní výsypky DJŠ, návrh na odvodnění podloží výsypky drény. Lokalizování těchto drénů bylo provedeno tak, aby byly podchyceny vývěry podzemních vod, které byly zjištěny v prostoru demarkace dobývacích prostorů VČSA a DJŠ. Dále se zjistily přítoky z uhelné sloje a bočního

svahu obou lomů a vody infiltrované do výsypkového tělesa z atmosférických srážek [5].

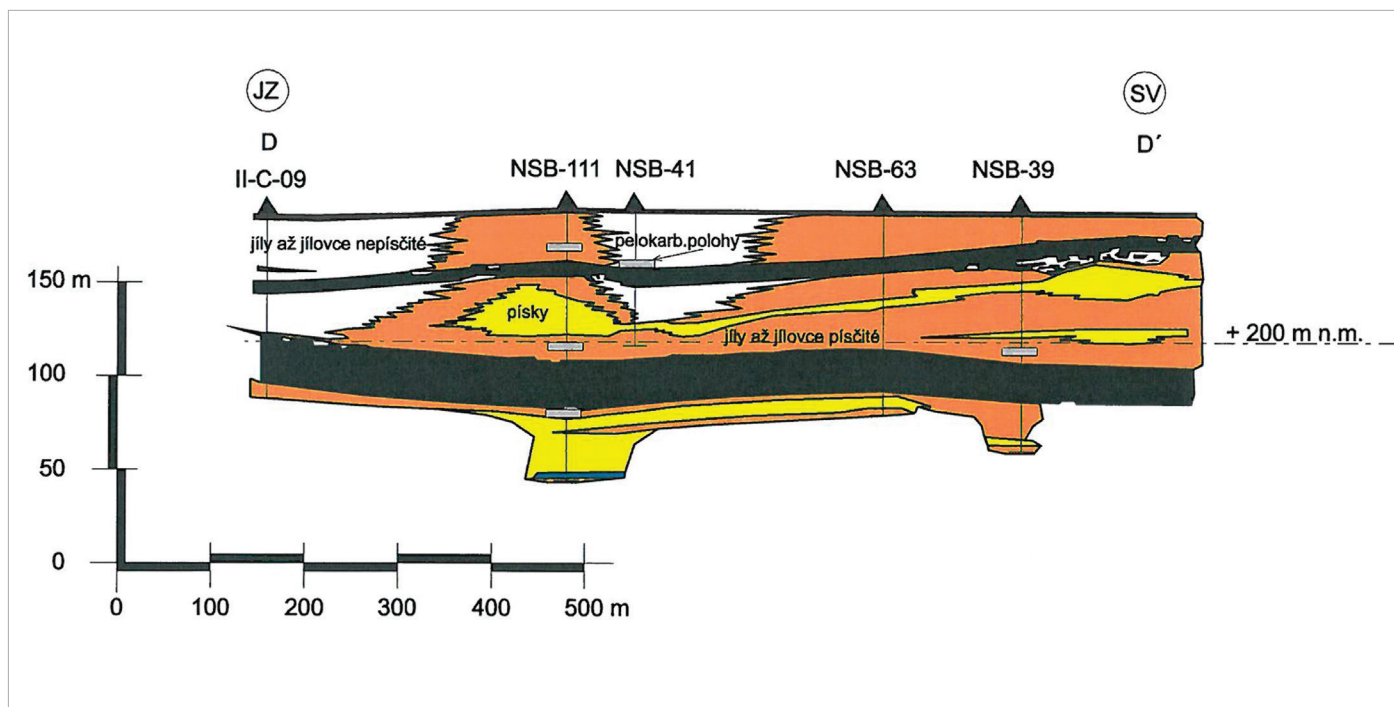
Jelikož podložka EK v uvažovaném území generálně upadá k retenční nádrži ČSA, a tato nádrž se v následujících letech generálně posunovala úpadně až na kótu 105 m n. m., byla koncepce odvodňování založena na horizontální gravitační drenáži (obrázek č. 7). Podložka výsypky tak byla před postupem zakládání spolehlivě odvodněna drenážními příkopy, zasypanými filtračním materiálem, vyústěným i do hlavní retence lomu ČSA. Navržený drenážní systém se začal budovat před postavením zakládáče Z 1800/71 v květnu 1974. Stalo se to bezprostředně po porušení stability 1. etáže v oblasti, kde byla v podloží sloje odkryta písčité zóna s plošným vývěrem podzemní vody.

4.4 Odvodnění deprese v patě sloje podzemní čerpací stanic s průleznou betonovou štolou

Koncem 70. let se 1. etáž vnitřní výsypky VČSA přibližovala k rozsáhlé depresi v patě sloje, která predisponovala rozsáhlou akumulací vody na bázi postupující výsypky. Neodvodnění této deprese by nutně vedlo ke snížení stability celého výsypkového tělesa. Bylo třeba přijmout neodkladné řešení. V květnu 1978 dospěla skupina odborníků (GŘ SHD, OBÚ, BPT, DVIL, VÚHU) v podstatě k dvojímu řešení. Prvním návrhem bylo odvodňování deprese na kótu 100 m n. m. pomocí hlubokého drénu. Druhý způsob předpokládal vyhloubit v etážích výsypky čerpací vrty zaústěné do odvodňovacích drénů. Po zvážení obou



Obr. 8: Stavba průleznové štolý čerpací stanice na dně pánevní deprese ČSA.



Obr. 9: Geologický řez D-D' výskytu písků v dobývacím prostoru DJŠ.

návrhů bylo rozhodnuto objednat u BPT studii s alternativními řešeními. Jako nejvhodnější byla přijata varianta s čerpací stanicí umístěnou na konci drenážního systému. Na ní navazovala průřezná betonová štola o světlosti 2 m, budovaná v otevřeném výkopu (obrázek č. 8).

Její orientace byla navržena tak, aby vyústění poskytovalo záruku životnosti min. 6 let. Předpokládaná délka s prodloužením ústí před postupující patou výsypky byla 800 m. Bylo třeba ještě vybudovat drenážní soustavu uvnitř deprese. Podzemní čerpací stanici i se štolou dokončily Báňské stavby Most v roce 1981 [5].

Po 3 letech čerpání vod z tohoto prostoru byl zaznamenán pokles o cca 17 l/s. Z původních 25 l/s bylo na konci roku 1984 čerpáno již jen 7-10 l/s. V roce 1985 se vyčerpalo celkem 121 982 m³, což odpovídá 4,2 l/s. V souvislosti s průsaky vody do čerpací stanice a štoly se předpokládalo, že pokles je odvozen od snižující se vydatnosti vývěrů podzemní vody pod výsypkou. Podíl podzemních vod z celkového čerpaného množství činil asi 80 %. Současně byla rovněž prověřována kvalita betonového zdiva štoly, neboť průsaky silně agresivní tlakové vody vyvolávaly obavy z možné destrukce objektu. Ukázalo se však, že použitá betonová směs byla schopna odolávat daleko větším tlakům, než jakými působilo těleso výsypky na stavební prvky objektu. Provedený průzkum tehdy prokázal, že štola i čerpací stanice plní velmi dobře odvodňovací funkci, a že nad tímto objektem dochází k výraznému poklesu tlaku vody. Uplatnily se zde všechny tři přednosti podzemního odvodňovacího objektu vybudovaného v podloží výsypky: vysoká hydraulická účinnost, dlouhodobá provozuschopnost, nezávislost na vlastním provozu výsypky. [5].

V prosinci 1985 došlo k poruše čerpacího zařízení a k následnému zatopení drenážního systému, čerpací komory i části štoly. V důsledku poruchy bylo zadrženo množství vody odhad-

nuto na cca 10 tis. m³. Hladina vody vystoupala až na kótu 119 m n. m. Po zhodnocení stabilitních podmínek výsypky bylo doporučeno, aby štola již nebyla dále prodlužována a odvod vody z deprese převzal „svodový dren“ s přelivem na kótě 107 m n. m.

5 Horniny DJŠ zakládáné do tělesa ervěnického koridoru

5.1 Nutnost selektivního zakládání písčitého nadloží

Od roku 1972 začaly být do tělesa EK, na straně DJŠ, zakládány také v omezeném množství písky, písčité jíly a jílovce. Nutnost selektivního způsobu zakládání se opět dostala do popředí v roce 1975, kdy byl postup skrývkových řezů DJŠ směřován do prostoru jižně od bývalé obce Nové Sedlo. Zde, v meziloží rozštěpené hlavní sloje, byla porubní frontou dosažena akumulace značného množství písků a dalších propustných materiálů s písčitou příměsí (obrázek č. 9).

Požadavek selektivního zakládání vycházel především z možnosti selektivní těžby skrývkových hornin. Proto byly zdokumentovány úložní poměry v území plánované těžby, z nichž pak byly zjišťovány především rozsah, mocnosti a úrovně uložení pískových těles v meziloží rozštěpené uhelné sloje. Jílovité horniny se silnou písčitou příměsí byly zahrnovány do písků. S poněkud menší přesností byly zjišťovány uhelné jíly a jílovce. Z výsledků vrtných prací byla sestavena mapa rozšíření a součtových mocností písků. Vertikální rozmístění pískových těles i celkové úložní poměry byly kontrolovány řadou podrobných geologických řezů. Z podkladů vyplynulo, že uložení písků v meziloží rozštěpené sloje je nepravidelné a jednotlivé vrstvy disponují různě velkými mocnostmi. Největší mocnosti pískových akumulací se vyskytovaly jižně od bývalých obcí Holešice a Nové Sedlo. Vrstvy písků zde dosahovaly průměrné mocnosti 12-20 m. Pro posouzení možnosti selektivního dobývání a směřování propustných hornin v letech 1976–1984 na vnější výsypku byl započten objem písku do jednotlivých ročních

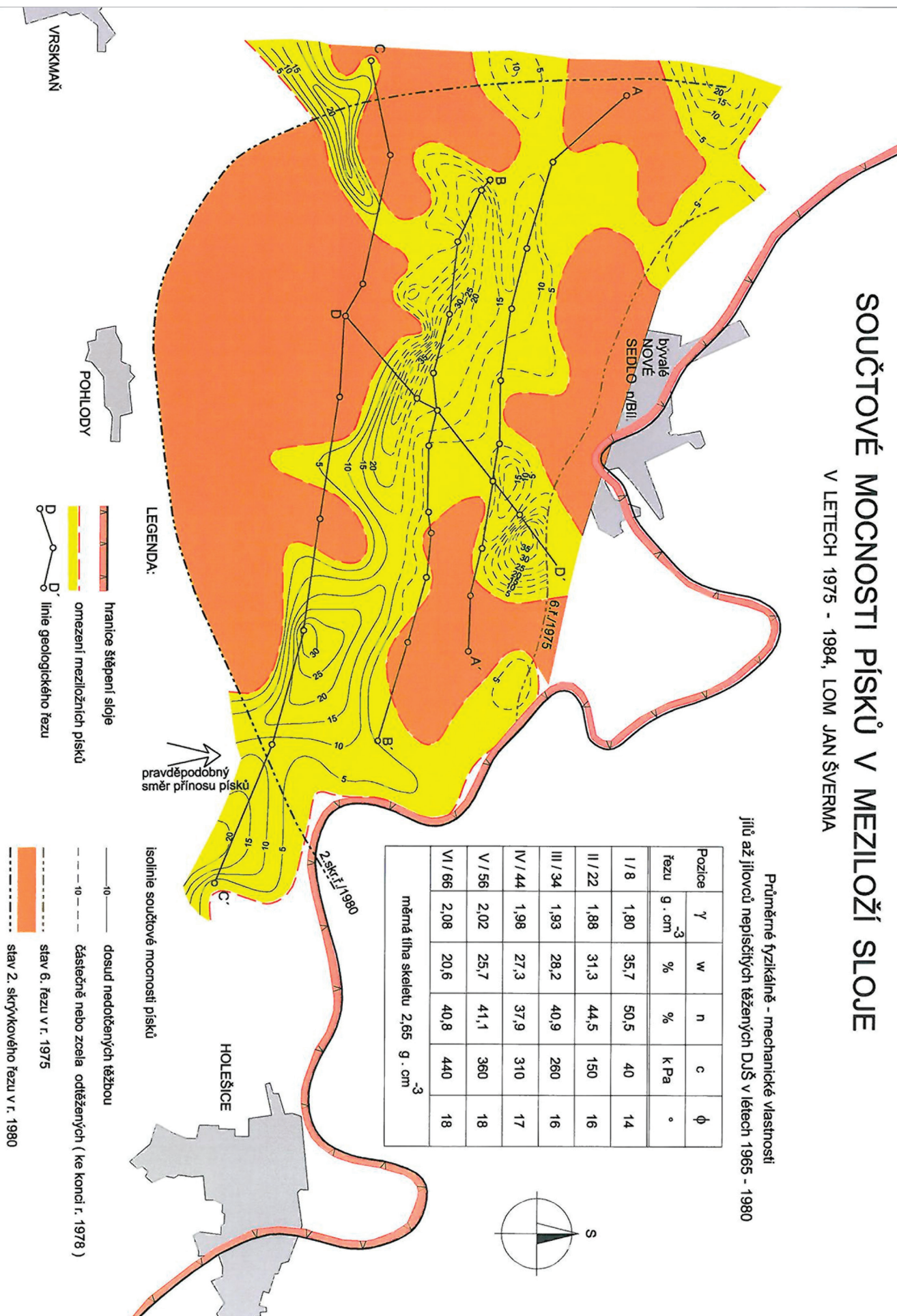
SOUČTOVÉ MOCNOSTI PÍSKŮ V MEZILOŽÍ SLOJE

V LETECH 1975 - 1984, LOM JAN ŠVERMA

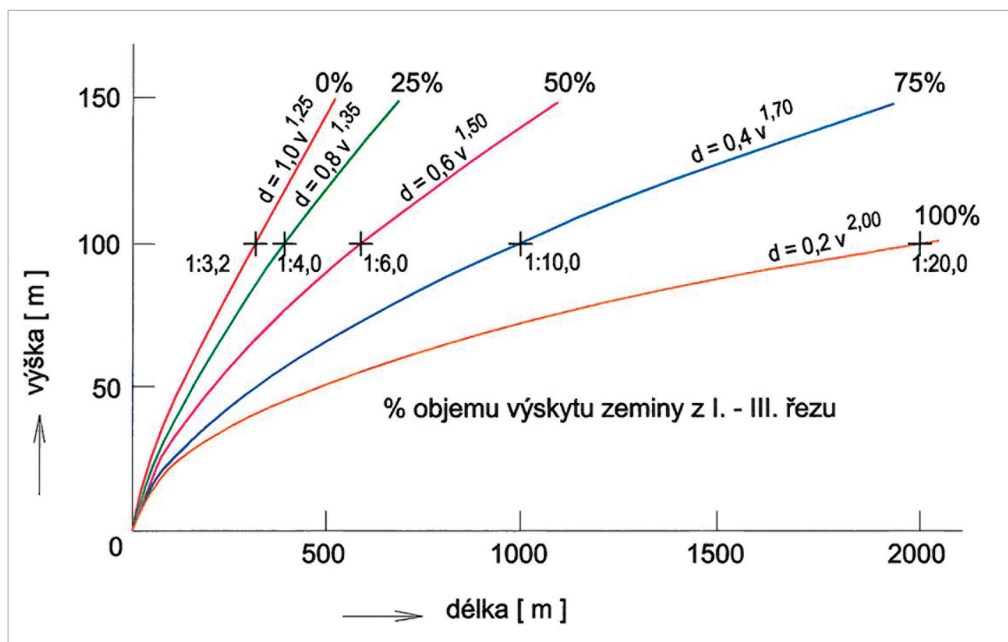
Průměrné fyzikálně - mechanické vlastnosti
jílů až jílovců nepísčitých těžžených DJŠ v letech 1965 - 1980

Pozice	γ	w	n	c	ϕ
tězu	g . cm ⁻³	%	%	k Pa	°
I / 8	1,80	35,7	50,5	40	14
II / 22	1,88	31,3	44,5	150	16
III / 34	1,93	28,2	40,9	260	16
IV / 44	1,98	27,3	37,9	310	17
V / 56	2,02	25,7	41,1	360	18
VI / 66	2,08	20,6	40,8	440	18

měrná tíha skeletu 2,65 g . cm⁻³



Obv. 10: Výskyt meziložních písků a fyzikálně-mechanické vlastnosti jílů až jílovců DJŠ.



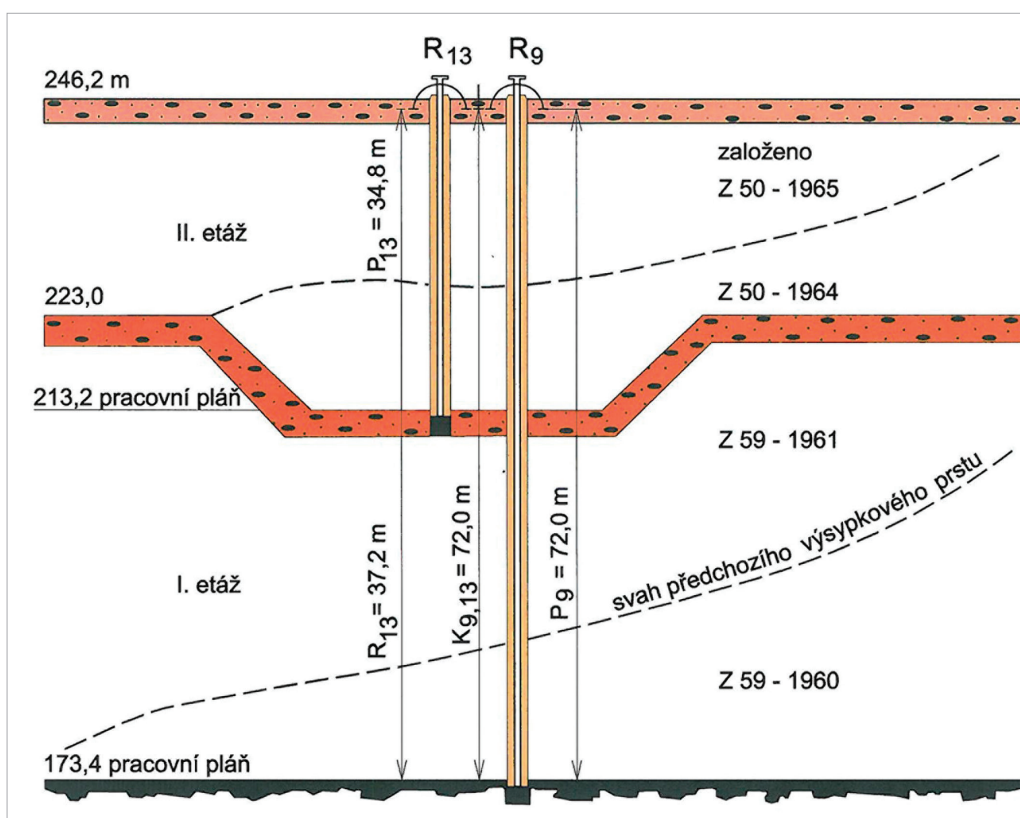
Obr. 11: Tvarování svahů podle objemu založených zemin z I. až III. řezu.

postupů plánovaných řezů. Jako podklad byly použity plánovací mapy postupů lomu ve zmenšeném měřítku 1 : 5000.

Pro selektivní těžbu písků nebyly uvažovány mocnosti menší než 1 m, jejichž selektivní odtěžení je problematické. V letech 1977 a 1978 činil roční objem písků, vypočtený pro selektivní odtěžení, 3,0 mil. m³ r. z. Z toho polovina pocházela z V. skryvkového řezu. Nejvyšší objem připadal na rok 1979, celkem 6,0 mil. m³ r. z., selektivně odtěžených z III. až V. řezu. Násle-

dující rok 1980 vykázal objem 4,0 mil. m³ r. z. písků. V dalších letech (1981 až 1984) se roční těžba snížila již jen na 2,5 mil. m³ r. z.

Do tělesa EK bylo založeno z provozních důvodů malé množství písků. Do jednotlivých etáží bylo z celkového množství selektivně odtěžených písků založeno cca: do 1. etáže 3-5 %, do 2. etáže 10 % a do 3. etáže 5 % (obrázek č. 10).



Obr. 12: Schéma pozorovací stanice hloubkově stabilizovaných bodů č. 9 a 13.

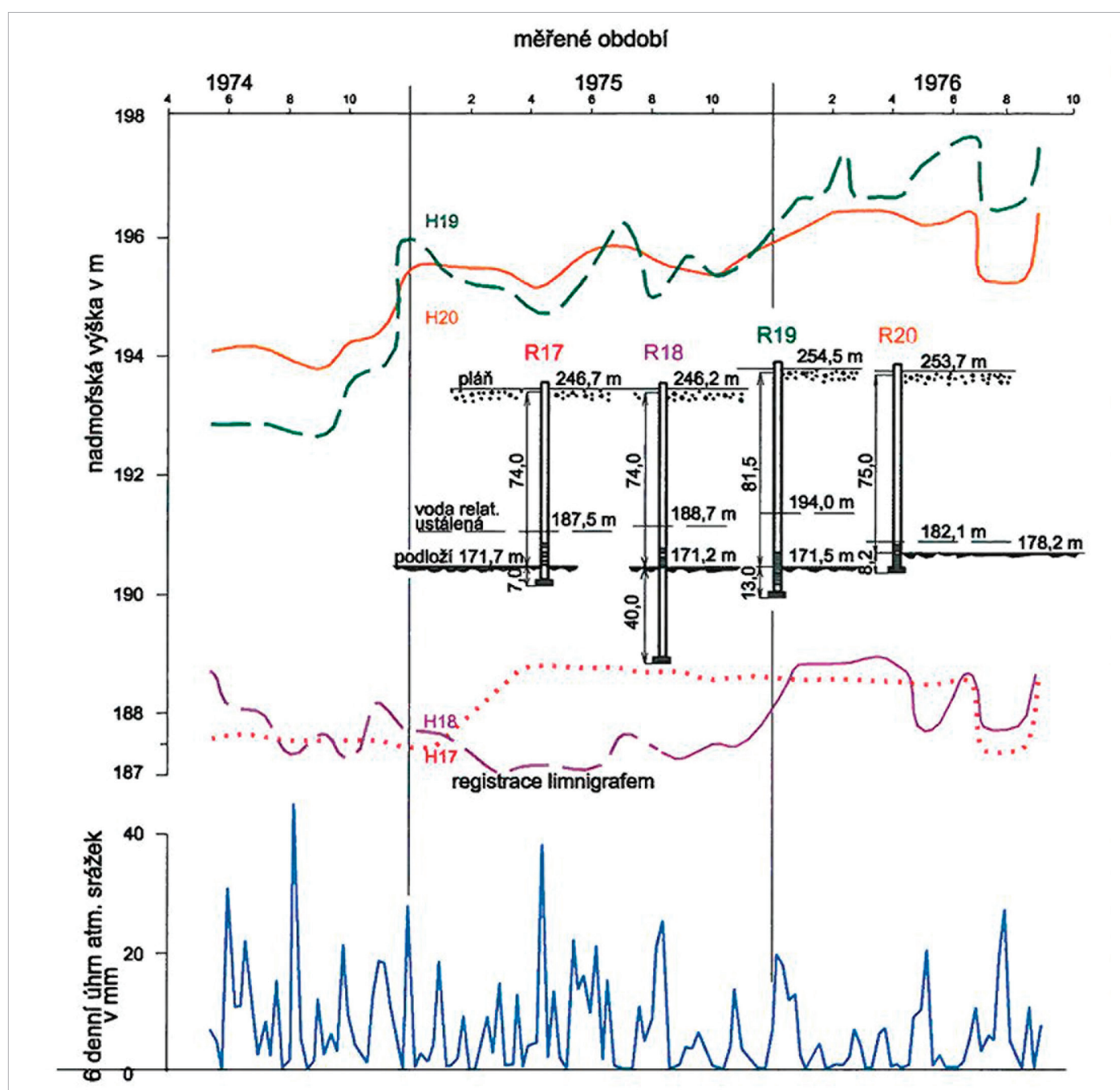
5.2 Přehled hornin ojediněle zakládáných do tělesa EK

je zejména vysoká jímavost vody uhelných jíílů, působících jako kluzná vrstva. Dalším záporem je náchylnost jílovitého uhlí k samovznícení, kdy dochází k zvýšenému lokálnímu sedání nebo vsakování vody do vyhořelých partií. Uhlenné jílovce a jílovité uhlí (odkliz) byly, až na výjimky, selektivně odtěžovány a zakládány mimo těleso EK.

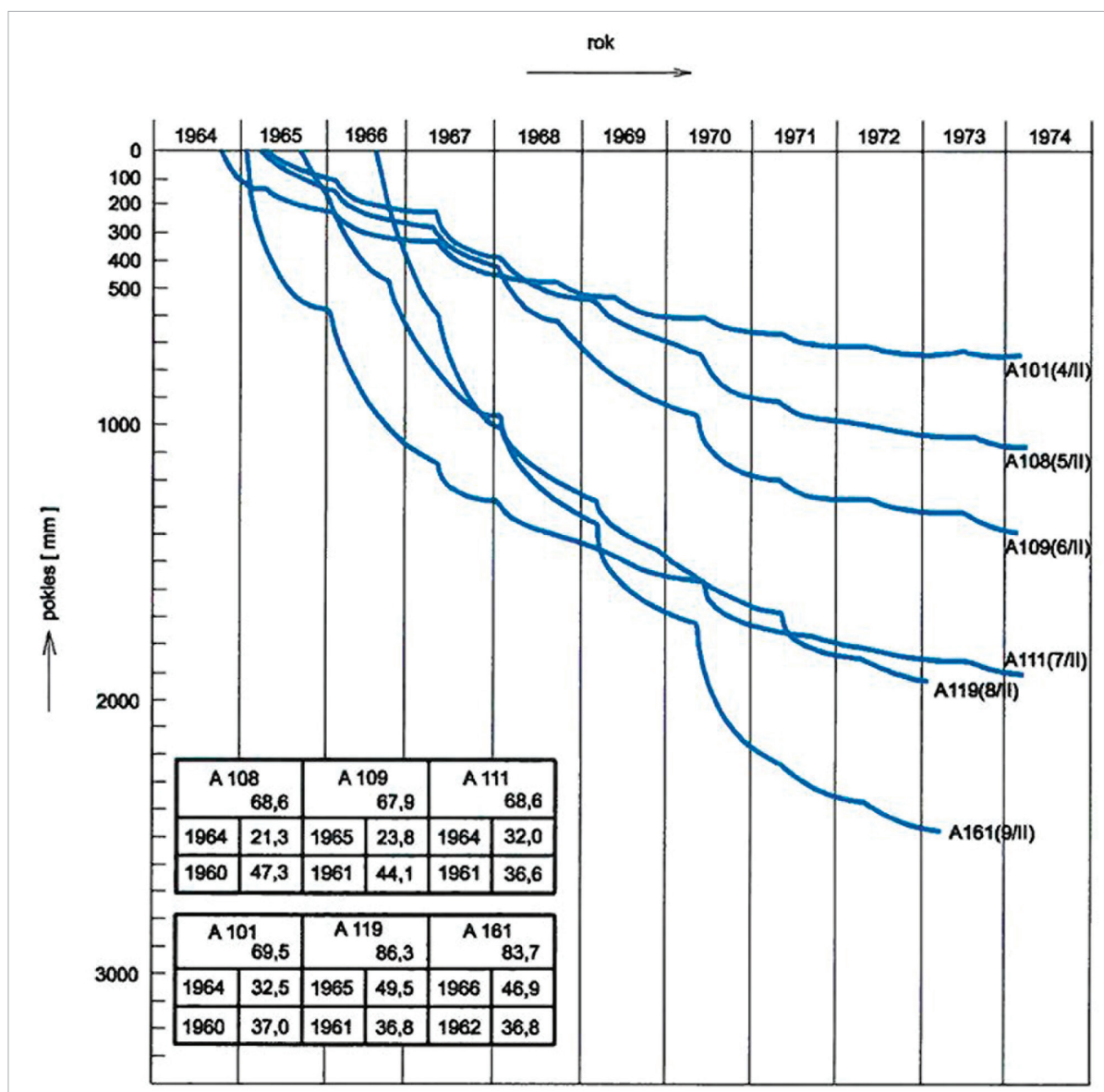
k rozplavování. Zpravidla se sice selektivně neodtěžovaly (z důvodu nereálnosti zajištění takového požadavku), ale množství písčité příměsi bylo protokolárně sledováno a ve sporných případech se tyto zeminy transportovaly na vnější výsypku.

řezu) – od hornin IV. a níže situovaných řezů se odlišují nižšími mechanicko-fyzikálními vlastnostmi. Vyznačují se především nižší soudržností a pevností v tlaku a naopak zvýšenou vlhkostí. Tyto materiály byly směřovány na vnější Velebudickou výsypku.

Ve zkratce uvádíme příklad vytvarování svahu tělesa výsypky za různého obsahu zemin z I. až III. skryvkového řezu (obrázek č. 11). Bezpečný sklon svahu je limitován procentem objemu výskytu těchto zemin, nepoužitelných pro stavbu vysokých výsypky. Např. při nejnepříznivějším (100%) obsahu jílu odpovídá bezpečný generální sklon výsypky poměru 1 : 20.



Obr. 13: Monitorovaný vzestup hladiny podzemní vody ve výsypce v návaznosti na infiltraci.



Obr. 14: Časový průběh sedání za různých podmínek technologie zakládání.

5.3 Zakládání vhodných hornin do tělesa EK

Geomechanické vlastnosti skrývkových zemin DJŠ byly zejména v letech 1965-1976 stanoveny ze vzorků odebraných při průzkumných pracích v předpolí lomu a přímo ze skrývkových řezů. Na těchto vzorcích bylo provedeno několik stovek analýz, ze kterých byla zjištěna zřetelná zákonitost fyzikálně-mechanických vlastností na hloubce uložení.

Nadložní souvrství v dobývacím prostoru DJŠ je v rozsahu hloubek 5-65 m tvořeno převážně jílovci, jejichž fyzikálně-mechanické vlastnosti se mění přímo úměrně s hloubkou uložení (obrázek č. 10). V letech 1975 až 1980 se s rostoucí těžbou ve větších hloubkách výrazně zvyšoval podíl pevných až tvrdých jemně písčitých sideritických jílovců, těžených na IV. až VI. skrývkovém řezu. Tyto jílovce vykazovaly vyšší objemovou hmotnost a nižší vlhkost v porovnání s jílovcem těženými před rokem 1975. Tato okolnost se příznivě projevila v pevnostní charakteristice sypaniny jako celku, jak bylo na výsypce dlouhodobým pozorováním potvrzeno.

6 Horniny VČSA zakládáné do tělesa Ervěnického koridoru

6.1 Korelační vztahy jílovitých zemin VČSA

Nadložní souvrství v dobývacím prostoru VČSA o mocnosti až 100 m je tvořeno prakticky výhradně jíly a jílovci. Písky a písčité jíly se zde nevyskytují. Laboratorními testy na odebraných vzorcích jílovitých zemin bylo potvrzeno, že řada fyzikálně-mechanických parametrů dobře koreluje s hloubkou uložení: objemová hmotnost „ $\gamma = 0,003 h + 1,818$ “ a pevnost jílovců „ $p = 15,74 h + 1085,63$ “ v přirozeném stavu (rostlé zeminy) s hloubkou uložení stoupají a naopak objemová vlhkost „ $w = 46,138 - 0,134 h$ “ a pórovitost „ $n = 45,767 - 0,125 h$ “ klesají. Pro výpočet stability zemních těles jsou z fyzikálně-mechanických parametrů zemin rozhodující kromě objemové hmotnosti „ γ “ dva pevnostní smykové parametry: soudržnost (koheze) „ c “ a úhel vnitřního tření „ φ “. Hodnoty soudržnosti, úhlu vnitřního tření i objemové hmotnosti korelují téměř lineárně – všechny s hloubkou uložení stoupají, přičemž objemová hmotnost a soudržnost výrazně a úhel vnitřního tření jen nepatrně. Tomu do určité míry odpovídá i chování jílových zemin ve výsypce, kdy sypané



Obr. 15: Soustředěné zakládání koruny koridoru zakladači ZP 6600, Z 200/78 a ZD 1800/59.

svahy (etáže) z nižších skrývkových horizontů (IV. - VII. řez) dosahují podstatně vyšší stability než z vyšších řezů (I. a III. řez).

6.2 Výskyt měkce plastických poloh v tělese EK

Při stlačování výsypkových zemin se plasticky deformují především kusy o menší pevnosti. Plastickému přetváření podléhají jílovité zeminy z horních řezů (I. až III. řez), u nichž po rozpojení rýpadlem není kusovitá struktura zřetelná. Průzkumnými vrty byl zjištěn ojedinělý výskyt měkce plastických poloh v úseku tělesa 0-1,5 km. Polohy byly lokalizovány ve spodní polovině II. etáže, v hloubce větší než 50 m. V dalším úseku trasy 1,5-5,3 km nebyla existence plastických poloh ověřována [1].

S hranicí konsolidačního napětí, při níž dochází ke změně tuhých kusů zeminy v plastickou hmotu, souvisí i výška podzemní vody nad podložkou výsypky. V průběhu výstavby se hladina podzemní vody měnila vlivem sezónních srážek, jednak v důsledku zavádění účinných odvodňovacích systémů (kap. 4).

7 Výsledky prvních měření sedání tělesa EK

První přímá měření a pozorování sedání nejenom povrchu výsypky, ale i stlačování sypaniny v různých úrovních výsypkového tělesa, prováděl v letech 1964 až 1974 VÚHU Most. Povrchově stabilizované body, v pozorovacím pásmu 30 m na každou stranu projektované přeložky trati, byly měřeny nivelační metodou přístrojem Meopta NK30 nebo Ni 025 s dosaží-

telnou střední kilometrovou chybou dvojité nivelace $\pm 2,5$ mm. Hloubkově stabilizované body byly měřeny metodou velmi přesné nivelace, přístrojem Zeiss Ni 004 s 2metrovými invarovými latěmi, s dosažitelnou přesností na 1 km délky pro dvojistou nivelaci $\pm 0,4$ mm. Je třeba uvést, že výsledky velmi přesné nivelace byly již tehdy korigovány o systematickou chybu z denního a ročního kolísání nivelačních bodů vlivem teploty půdy. Proměnlivá teplota půdy v průběhu denní periody způsobuje kolísání povrchově stabilizovaných bodů až o několik mm. Na příkladu (obrázek č. 12) uvádíme schéma pouze z jedné pozorovací stanice hloubkově stabilizovaných bodů.

Dle použité literatury [4] byl na konci roku 1974 v pozorovacích vrtech H19, H20 a na začátku roku 1975 ve vrtech H17, H18 monitorován ve výsypce vzestup hladin podzemní vody v závislosti na infiltraci atmosférických srážek. S tímto vypořádaným zvýšením hladin vody bylo zaznamenáno i zrychlené sedání výsypky (obrázek č. 13).

Opakovaný nárůst sedání v jednotlivých letech z titulu infiltrace je zřejmý z obrázku č. 14, znázorňujícího časový průběh sedání za různých podmínek technologie zakládání [9].

Bod A101 se dvěma hloubkově založenými etážemi vykázal nejprůzračnější hodnoty sedání, což potvrzuje příznivý vliv zhutňování pojezdem zakladačů po pracovních plánech výsypkových prstů. Sedání bodů A108, A109, stabilizovaných na výškově nasypávaných tělesech, bez vlivu hutnění, vykazuje vyšší hodnoty sedání. U bodu A109 byl prokázán vliv prohořívání uhelného výklizu, ke kterému dochází v hloubkách až několika desítek metrů (zjištěno termometrickým měřením) [4]. Zvýšené hodnoty sedání, zjištěné u stabilizovaných bodů A111, A119, A161

na převýšeně zakládaných výsypkových prstech, dokládají vyšší nakypření sypaniny.

Z poklesových křivek znázorněných na obrázku č. 13 je patrný zvýšený průběh stlačování sypaniny v závislosti na vsaku atmosférických srážek z povrchu výsypky. Zvláště intenzivní atmosférická srážka může vyvolat i u starší výsypky v určitém časovém rozmezí mimořádný pokles.

Za desetileté období měřené konsolidace výsypkových zemin v trase budoucí přeložky trati byl regresní analýzou predikován u bodu A101 vůbec nejnižší zaznamenaný konečný pokles 0,72 m při mocnosti výsypky 69,5 m.

8 Dílčí závěr

Tato I. část nejdůležitějších dosažených výsledků výzkumu v oboru konsolidace sypaného zemního tělesa za proměnlivých stabilitních podmínek je pouhým výtahem z velkého množství dochovaných dobových výzkumných zpráv a odborných konferencí. Řešení velkého množství konkrétních geomechanických úloh jak v průběhu výstavby EK, tak ve fázi zajišťování jeho provozuschopnosti, přispělo ke zvýšení znalostí o této problematice a ještě zavedlo vzniku doporučeným normám:

- odvodňování podloží výsypky, typizační směrnice 08/1988, část A, B, vydané BPT a schválené FMPE a následné vodohospodářské opatření na povrchu výsypek z 07/1989;
- zakládání staveb na výsypkách, typizační studie vypracovaná stavební fakultou ČVUT Praha v 10/1989;
- směrnice pro budování výsypek a metodické zásady pro posuzování, provozování a další využívání výsypkových těles hnědouhelných dolů, vydávané postupně jako Výnosy OBÚ Most a Sokolov v návaznosti na novelizovanou vyhlášku ČBÚ č. 26/1989 Sb.;
- norma povrchových dolů „Zřizování, provoz a tvarování výsypek“ NPD 44 3510, platná od 1. 4. 1994.

Literatura

- [1] Kol. autorů VÚHU Most, GŘ SHD, DVIL Komořany:
- [2] Kol. autorů VÚHU Most, OÚ Most, Rekultivační výstavba a.s. Most: *10 let provozu na Ervěnickém*
- [3] PICHLER, E.: *Svahové sesuvy na výsypkách. 45 let Výzkumného ústavu pro hnědé uhlí v Mostě (1953-1998)*, ISBN 80-238-2662-X.
- [4] PICHLER, E.: *Dosavadní výsledky geomechanického povrchových hnědouhelných dolech – geotechnický průzkum zemního masivu*, Sborník KR ČVTS 33-03, 1977.
- [5] HURNÍK, S.: *Zobecnění dosavadních výsledků a zkušeností*
- [6] PICHLER, E.: *Řešení kapacitního zvýšení vnitřního povrchových dolech – výstavba a vývoj velkolomu ČSA*, sborník přednášek, VÚHU, 1983.
- [7] PICHLER, E.: *Řešení výsypných prostorů na svahů na povrchových hnědouhelných dolech – stavba a provozování stabilních výsypek na povrchových*
- [8] Kol. autorů odboru geotechniky VÚHU: *Výzkum 0351-100/54*, 1979.
- [9] PICHLER, E., DYKAST, I.: *Řešení stavby kapacitních* ročník 38, č. 2, 1988.
- [10] VALÁŠEK, V., CHYTKA, L.: *Velká kronika hnědého*
- [11] HASS, K., HURNÍK, S.: *Posouzení možnosti zastavení* VÚHU a.s., Most, 1991.