

Ing. Zdeněk O l i v k a, VÚHU

Rozbor nových technologických možností zakládání zakladačem ZP 10000

1. Úvod

V článku je proveden rozbor nově získaných výsledků dlouhodobého sledování a vyhodnocování stability výsypkových svahů v SHR. Dále je posouzena možnost alternativ zakládání, které v technologii ZP 10 000 nebyly doposud uvažovány - tvarování svahů zakladačem a sypání po vrstvách.

2. Podmínky stability výsypkových svahů

Základním předpokladem efektivní technologie zakládání je poznání zákonitostí chování zakládaných zemín ve výsypce. Z mechaniky zemín jsou známy různé metody výpočtu nebo kontroly bezpečných parametrů svahů. Z celkového počtu kolem 40 publikovaných metod, zabývajících se stabilitou svahu, však existuje jen asi 6, jejichž konečným výsledkem je analytické vyjádření mezní výšky svahu /1/. Vesměs všichni autoři vycházejí z principu rovnováhy na skluzové ploše různého tvaru při mezním stavu zeminy.

Všechna teoreticky zpracovaná řešení však předpokládají homogenitu a isotropnost prostředí. To je možné splnit při dodržování stavební technologie výstavby zemních těles u rozsahově malých stavebních děl, pro něž byly původně tyto metody zpracovány a určeny. Přechodem na výstavbu výsypek, mnohdy o značných výškách, však již tyto základní předpoklady neplatí:

- jedná se v podstatě o velké zemní stavby
- při stavbě výsypkových těles se nepostupuje obvyklým stavebním způsobem, ale realizují se provozně (to znamená, že zakládán je skrývkový materiál, jehož vlastnosti se mění podle místa nasazení rypadel)
- výsypkové těleso, tvořené stážemi (vrstvami velké mocnosti), se obvykle nijak dodatečně neupravuje (svahování, hutnění), takže v každé

jeho části může být zemina s jinými fyzikálně mechanickými vlastnostmi.

Z toho vyplývá, že použití obvyklých výpočetních nebo grafických metod je problematické. Výsledky získané podle jednotlivých autorů se navíc od sebe mnohdy podstatně liší, zvláště u výpočtů pro větší výšky výsypky. Samostatným problémem pak je způsob zjištění a určení základních vstupních hodnot. Jedná se především o získání hodnot smykové pevnosti zeminy. Již samotný odběr vzorku zeminy z výsypky představuje závažný problém. Je to situování místa odběru a zajištění odběru neporušeného vzorku, přičemž se získá vzorek charakterizující danou část výsypky, nikoliv výsypku jako celek. Při vlastní smykové zkoušce pak má rozhodující vliv způsob smykání. Dosažené výsledky jsou přitom ovlivněny především kusovitostí vzorku.

Vliv mají i změny geomechanických vlastností během dopravy, zejména na pásovými dopravníky. Jedná se především o projevy destrukce a tixotropie skrývkových zemin, známé ze zahraniční literatury. Po zavedení pásové dopravy nastaly na více lokalitách v zahraničí dosud nepoznané potíže se zajištěním stability, které se předtím při kolejové dopravě nevyskytovaly.

Rovněž v SHR bylo dlouhodobým sledováním výsypek zjištěno, že dosavadní znalosti o chování výsypkového materiálu neodpovídají utváření výsypkových svahů in situ. S rostoucí výškou svahů se neúměrně zvětšuje jejich vodorovný dosah. Např. při zakládání zemin z 1. skrývkového řezu na velkolomu Merkur měl zakladač ZP 5 000 vytvořit 25 m vysoký násep a výjezd na něj pro položení pásového dopravníku, což měl být základ další etáže. To se plně nezdařilo, neboť již při výšce asi 18 m byla tvořícími se skluzu ohrožována pásová linka u paty náspu i podvozek zakladače. Plánované těleso proto nebylo vytvořeno, byly nasypány jen jednotlivé hromady. Po úpravě horní pláně a vysvahování buldozery se výška náspu pohybovala mezi 8 až 10 m. Přitom výpočtem podle několika metod byla zjištěna dostatečná stabilita i pro původní výšku náspu 25 m.

V tělese výsypky zřejmě dochází ke změnám, jež pak ovlivňují konečný tvar svahů. Že se vlastnosti zemin ve výsypce mění v závislosti na výšce přitěžující vrstvy, prokázal ÚHU Most již v několika výzkumných zprávách /2-6/. Zjistilo se to při smykových zkouškách, kdy s rostoucím normálovým zatížením vzorků výsypkových zemin roste soudržnost c a klesá úhel vnitřního tření φ . Tato závislost se projevuje ve zpětném výpočtu hodnot smykové pevnosti z přirozeně tvarovaných svahů s rostoucí výškou svahů (s rostoucím přitížením spodních vrstev výsypky). Pro názornost o velikosti těchto změn jsou v tabulce č. 1 uvedeny hodnoty c a φ vypočtené z parametrů skutečných svahů na lomu Merkur (podle /3/). V grafu na obr. 1 jsou zakresleny tyto hodnoty (z 1. skupiny svahů v tabulce) spolu se smykovou pevností, zjištěnou laboratorně. Při větších normálových zatíženích (podle vlhkosti zeminy řádově již od 20 kp/cm²) přecházejí zeminy dokonce do plastického stavu.

Tabulka č. 1

Skupina výsypkových svahů		Hodnota c a φ pro výšku svahu			
		10 až 15 m	15 až 20 m	20 až 30 m	30 až 50 m
Etáž zemin z I. skryvkového řezu (Bystřická výsypka)	svahy stabilní	$\varphi = 17^{\circ}10'$ $c = 1,165$	$\varphi = 13^{\circ}56'$ $c = 1,811$	$\varphi = 11^{\circ}06'$ $c = 2,750$	$\varphi = 8^{\circ}13'$ $c = 4,665$
	svahy nestabilní	$\varphi = 11^{\circ}44'$ $c = 1,396$	$\varphi = 9^{\circ}06'$ $c = 2,165$	$\varphi = 6^{\circ}56'$ $c = 3,245$	$\varphi = 4^{\circ}52'$ $c = 5,417$
	svahy nestabilní v mimořádných podmínkách	$\varphi = 6^{\circ}08'$ $c = 1,994$	$\varphi = 4^{\circ}00'$ $c = 3,048$	$\varphi = 2^{\circ}32'$ $c = 4,498$	$\varphi = 1^{\circ}23'$ $c = 7,348$
Etáž zemin ze II. skryvkového řezu svahy stabilní		$\varphi = 16^{\circ}52'$ $c = 0,772$	$\varphi = 15^{\circ}06'$ $c = 1,164$	$\varphi = 13^{\circ}24'$ $c = 1,732$	$\varphi = 11^{\circ}26'$ $c = 2,904$
Etáž zemin ze III. skryvkového řezu svahy stabilní		$\varphi = 21^{\circ}08'$ $c = 0,817$	$\varphi = 18^{\circ}32'$ $c = 1,251$	$\varphi = 16^{\circ}04'$ $c = 1,898$	$\varphi = 13^{\circ}20'$ $c = 3,215$

Téměř každý autor teoretického výpočtu nůspů vychází z neměnných vlastností ideální zeminy (většinou polosoudržné), zatímco chování zemín o velmi malé kusovitosti (do 3 mm) tomu plně neodpovídá. Změny nastávající při větších normálových zatíženích všichni autoři pomíjejí. Velikost těchto změn ani nelze teoreticky předem určit. Navíc proti dosavadním předpokladům o nepropustnosti výsypek z jílovitých materiálů byla téměř ve všech průzkumných vrtech, hloubených ve výsypkách v posledních letech, zjištěna volná voda, mnohdy s výtlakem (výstup hladiny až 16 m). Často bylo vrtem zasaženo více zvodnělých obzorů.

Vzhledem ke všem problémům, nejasnostem a nepřesnostem bylo přistoupeno k dlouhodobému sledování a vyhodnocování tvarování výsypkových svahů in situ. Zprvu náhodně vybírané, později pravidelně měřené profily svahů až po v současné době prováděná speciální měření svahových pohybů (velikost, směr a rychlost) přinesly pro praxi použitelné výsledky, jež byly získány empiricky.

Vyhodnocení svahů se provádí v logaritmickém souřadném systému, v němž obrysy vybraných svahů jsou znázorněny přímkou. Tato úprava je vhodná pro další zpracování. V normálním stavu je to obecná mocninná funkce. Při zpracování poslední zprávy o tvarování výsypek /4/ byly výpočty prováděny na samočinném počítači, čehož se využilo ke zkušebním výpočtům podle parabolické a hyperbolické funkce. Meznímu obrysu svahu však nejpřesněji odpovídala funkce mocninná.

Měření svahů a jejich vyhodnocení se prozatím systematicky prováděla na výsypkách velkolomů Merkur, Jan Šverma a Čs. armáda. Uvádět zde všechny získané výsledky není pro daný účel zapotřebí. Důležitý je poznatek, že i když jsou vlastnosti rozpojených zemin značně odlišné od vlastností zemin rostlých, má pevnost zemin v rostlém stavu rozhodující vliv i na stabilitu výsypek. Protože pevnost skrývkových zemin stoupá s hloubkou poměrně výrazně, ale ne jednoznačně, je třeba při stavbě výsypek dodržovat zásadu, aby zeminy byly na výsypku ukládány v totéž pořadí, jako byly uloženy na skrývce. Zeminy spodní části nadloží tak budou moci svou pevností lépe odolávat tlakům, jímž budou vystaveny působením váhy vyšších částí výsypky, než zeminy svrchnějších

partii nadloží.

Další poznatek je, že kromě vlastností zeminy hrají důležitou úlohu i konkrétní podmínky v místě zakládání. Jedině tak se totiž mohlo stát, že na výsypkové etaži tvořené zeminami 1. skrývkového řezu dolu Merkur bylo možno svahy rozdělit do tří markantně rozdílných skupin, při čemž zakládaný materiál se téměř neměnil. Stejně tak při přechodu zakládání zemin ze třetího skrývkového řezu téhož velkolomu z vnější na vnitřní výsypku došlo změnou kvality podložky k podstatnému zlepšení parametrů svahů při jen poněkud pevnějším materiálu. Na druhé straně vnitřní výsypka velkolomu Jan Šverma má přibližně stejné podmínky, což se projevuje téměř neměnnými svahy. Srovnání výsledků tvarování výsypkových svahů ze zpráv /2, 3/ s výsledky posledními /4/, kde byly zachyceny všechny svahy ze zachovaných mapových podkladů od roku 1961, vykazuje poměrně malý rozdíl. Některé zde uvedené vyrovnané přímky jsou zobrazeny na obr. č. 2.

Samotné vyrovnané přímky (v logaritmické síti) představují střední hodnotu daného souboru svahů. Přestože do souborů nejsou zařazovány všechny svahy, ale jen ty, které splňují určité podmínky, je velký rozptyl i mezi mezními hodnotami uvnitř každého souboru. Směrem k horším parametrům (větší délce svahu l při dané výšce h) se pohybuje rozptyl od hodnoty střední (vyrovnané) přímky v průměru 1,3 - 1,5krát, výjimečně až na dvojnásobek. Toto jsou velikosti rozplytu přirozeně tvarovaných výsypkových svahů na mezi stability. Takto tvarované svahy se udrží jen krátkou dobu po nasypání. Pak vlivem nastávajících změn v materiálu výsypky působením tzv. časového faktoru (jedná se především o konsolidaci a sedání) dochází k dodatečnému samovolnému vysvahování (zplošťování) svahů, jejichž koeficient stability však nadále zůstává v oblasti těsně kolem jedné, protože současně s těmito změnami se zhoršily i fyzikálně mechanické vlastnosti zemin. Působení tohoto časového faktoru je značně proměnlivé a přes četné výsledky měření se nedá blíže specifikovat. Po získaných zkušenostech však nelze předpokládat, že parametry čerstvě nasypaného svahu se nezmění do doby přesypání dalším blokem. Jestliže se tedy svahy uměle upraví ve sklonu mírnějším

než je pro danou výšku sklon mezný, získá se jistý stupeň bezpečnosti. Ten bude krýt značnou část přirozeného rozptylu a současně i postupné klesání stability vlivem časového působení, což by mělo postačovat pro dobu, než svah bude přisypán dalším blokem.

Aby navazující technologie se mohla přizpůsobit různým podmínkám, v nichž bude použita, a také proto, že v místě nasazení zakladačů ZP 10 000 budou zřejmě i jiné zeminy, než které byly dosud sledovány, bereme za základ tvarování svahů etáže Z 50 zprávy /3/. Tyto svahy u výšek přes 30 m zahrnují převážnou většinu svahů sypaných v rozličných podmínkách. V úvahu je totiž třeba vzít skutečnost, že zakladače ZP 10 000 budou pracovat v oblasti s občasným výskytem písků v nadloží, přecházejících místy do kuřavek. Výsypka tvořená takto míchanými druhy zemin může mít poněkud menší stabilitu, neboť písek po nakypření rozpojením a dopravou uvolní přetížením ve výsypce vodu a ta má možnost uplatnit své výrazně zhoršující vlastnosti na jíly v jeho okolí. Může rovněž působit jako vodonosný horizont, pokud se vytvoří souvislá vrstva písku, jež umožní komunikaci srážkové vody z povrchu do tělesa výsypky.

Dále bude třeba důsledně respektovat konkrétní podmínky v místě zakládání. Například poslední zkušenosti z velkolomu Merkur, kde u jela výsypka 60 m vysoká, založená na podmaččené podložce ukazují, že směrodatná není pouze pevnost samotných výsypkových zemin, ale v úvahu je třeba brát komplexní soubor podmínek. Podobné situace bude při zachování dlouhodobé stability, zejména u obrysu paty vnější výsypky, kdy bude zřejmě nutné předpokládat zvodnění nejspodnějších vrstev výsypky, a tím podstatné zhoršení vlastností i těch nejpevnějších zemin.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny hodnoty vodorovné délky a sklonů svahů pro takové výšky svahů nebo celé výsypky, které se mohou vyskytnout při vlastním řešení výsypek. U těchto doporučených svahů platí závislost

$$l = 0,615 h^{1,442}$$

Pro celkový generální sklon výsypky stejně jako pro všechny "dílní generální sklony" (mezi lávkami jedné etáže, respektive mezi jednot-

livými etážemi) uvažujeme s koeficientem stability $k = 1,5$. U provozních svahů jednotlivých lávek je do požadovaného bezpečného sklonu zahrnut koeficient stability $k = 1,2$.

V tabulce uvedené empiricky zjištěné hodnoty je prozatím nutno považovat za orientační. K případným úpravám bude možno přistoupit až po provedení dalších prací a ověření nově získaných výsledků.

Tabulka č. 2

Výška svahu h m	Vodorovná délka svahu l na mezi stability m	Jednotlivé svahy ($k=1,2$)		Generální svahy ($k=1,5$)	
		$l' = l \cdot k$ m	$l' : h$	$l' = l \cdot k$ m	$l' : h$
15	34	40	2,67		
18	43	52	2,89		
20	49	59	2,95		
25	67	80	3,20		
30	85	102	3,40		
35	104	125	3,57		
40	126	151	3,78	189	4,72
45	149	179	3,98	225	5,00
50	173	208	4,16	260	5,20
55	199			299	5,43
60	226			339	5,65
65	253			380	5,84
70	282			423	6,04
75	311			467	6,23
80	342			512	6,41
90	405			608	6,76
100	471			707	7,07
110	541			811	7,37
120	613			920	7,66
150	846			1 269	8,46
200	1 281			1 922	9,61

3. Dosahové parametry

Dosahové parametry zakladače jsou vedle chování zemin další určující veličinou pro zpracování technologie zakládání. K tomu potřebné hodnoty byly převzaty z prováděcího projektu. Stručně je možno říci, že při vlastní délce zakládacího výložníku od osy otáčení stroje 133,9 m může být skutečný dosah paprsku materiálu při zakládací spodní lávky v rozmezí 149-170 m podle výšky sypání a sklonu výložníku. Větší hodnoty dosahu se docílí při šikmých polohách výložníku. Tím je příznivě ovlivněn nejen akční radius dosahu zakladače, ale je využita i skutečnost, že zemina se pádem z větší výšky více zhutní, takže pak podléhá menším změnám a takto vytvořené výsypkové stupně budou proto stabilnější. Vlastní přírůstek dosahu vlivem změny sklonu výložníku se pohybuje mezi 4 až 8 m.

Maximální konstrukčně dosažitelná a přitom bezpečná výška dovrchně zakládané etáže je 37 m nad rovinou pojezdu zakladače.

Úhel natočení výložníku zakladače vzhledem k ose spojovacího mostu je $\pm 100^\circ$.

Zakladač se napojí na pásovou dopravu shazovacím vozem na house-
nicích, který je konstruován bez obvyklého otočného výložníku - převíslá část spojovacího mostu zakladače se zasune přímo pod shazovací buben S-vozu. Vzájemná poloha S-vozu a spojovacího mostu (přesypu) bude jistěna (v klidu i při přesunu) automatickým hlídačem, jehož zařízení může být v činnosti v rozsahu $60^\circ - 115^\circ$ natočení spojovacího mostu k ose dopravníku ve směru toku materiálu a má umožnit synchronizovat pohyby obou technologicky navazujících strojů tak, aby nedocházelo k narušení toku materiálu nesprávným vzájemným nastavením /8/. Samotná konstrukce však umožňuje mezní natočení $23^\circ - 115^\circ$. Schéma zakladače je na obrázku č. 3.

4. Tvarování výsypkových svahů zakladačem

Tvarování výsypkových svahů popisované v kapitole 2 je výsledkem působení vnitřních sil v zakládaném materiálu (ovlivněných třeba i

vnějšími podmínkami) a můžeme ho proto nazvat přirozeným nebo samovolným tvarováním. Sledování a vyhodnocení se provádělo u svahů tohoto druhu. Jestliže se však svahy upraví uměle do mírnějšího sklonu (ať již přímo zakladačem při sypání, nebo použitím různých mechanismů), jedná se o cílevědomé tvarování. Přirozené sklony jsou na hranici stability svahů a působením časového faktoru a povětrnostních vlivů dochází k jejich pozvolnému zplošťování. To může dosáhnout až stupně ohrožení provozu (například na velkolomu Merkur se musela provádět přestavba zakládacího dopravníku zpět od hrany svahu, jenž se porušoval skluzy). Vystává proto požadavek na takové tvarování svahů, které procesu zhoršování zamezí úplně nebo ho aspoň omezí na přijatelnou míru. Podle našeho názoru by mělo být u provozních svahů (běžně přisypávaných) dostatečné tvarování s koeficientem bezpečnosti $k = 1,2$ proti stavu na mezi stability. Zkušenosti s účinností této úpravy svahů nejsou žádné.

Zakladačem ZP 10 000 je možno beze zbytku vyhovět těmto požadavkům na tvarování svahů při zakládání horní, resp. střední lávky, a to při použití kterékoliv technologie. Možnost tvarování spodní lávky je značně omezená poměrně malou délkou výložníku (pro účely tvarování). Odvození analytického vztahu pro určení maximální výšky spodní lávky, při níž ještě dosáhne tok zakládaného materiálu až na patu čerstvě sypaného svahu, je možné, ale velmi obtížné a pracné. Stanovíme ho proto graficko-analytickou metodou, přičemž se současně zjistí závislost dosažitelné šířky bloku na výšce spodní lávky (viz obr. č. 4). Některé hodnoty je nutno volit předem. Uvažujeme proto dále výložník zakladače v nejvyšší poloze; $v = 8,7 \text{ m/s}$; $k_1 = 1,2$; $k_2 = 1,5$; přirozené tvarování svahů podle rovnice $l = 0,614\ 529\ h^{1,442}$.

Na obrázku a) obr. č. 4 jsou zakresleny svahy s koeficientem stability 1,2 pro každou výšku a tomu odpovídající postavení zakladače, aby dosáhl až k patě svahu. Šířka bloku pak byla stanovena z možnosti nejzazší polohy podvozku zakladače od horní hrany svahu a pásového dopravníku co nejbližše zakladači (po přestavbě). Na obrázku jsou uvedeny šířky a plochy bloků (u horní lávky pro výšku $h_2 = 30 \text{ m}$). Spodní lávku

je možno plně tvarovat až do výšky 35 m. Zakládání střední lávky nepřípadá v úvahu, pokud bychom se chtěli vyhnout podstatně zmenšené šířce bloku. Pracovní plošina (manipulační prostor) je totiž při technologii s tvarováním značně menší, než sypali se celá výška spodní lávky na plný dosah (sypání na hlavu svahu).

Z provozního (a ekonomického) hlediska je výhodnější sypání co největší možné kubatury z jednoho postavení dopravníku, což vede k velkým výškám etáží a velkým šířkám bloků. Tím se má omezit na nejmenší nutnou míru četnost přestaveb, jež jsou v podstatě ztrátovými časy. V našem konkrétním případě je plocha bloku spodní lávky při plném tvarování celé délky svahu téměř konstantní bez ohledu na zakládanou výšku, se stoupající výškou spodní lávky klesá úměrně šířka bloku. Plocha bloku horní lávky je při konstantní výšce lávky závislá na šířce bloku, určené spodní lávkou, tudíž klesá se stoupající výškou spodní lávky. S ohledem na četnost přestaveb je nejpriznivějším případem zakládání 25 m vysoké spodní a 30 m vysoké horní lávky (přijatelné výšky, příznivá šířka bloku, poměrně dobré využití daných dosahových parametrů).

Takto vytvořený sklon generálního svahu 1:7,3 (viz obr. a/ obr. č. 5) je značně pozvolnější než kolik je zapotřebí pro stavbu bezpečné výsypky z poměrně pevných zemin - je dosaženo koeficientu bezpečnosti 2,1. Na druhé straně však je u tohoto řešení zaručena stabilita výsypky bez nároku na změnu technologie i v případě výskytu méně pevných nebo s písky míchaných jílovitých zemin. Naopak v příznivých podmínkách umožňuje tato kombinace zakládat horní lávku hned po přestavbě zakládacího dopravníku bez nuceného přejíždění zakladače přes dopravník (na obr. a/ obr. č. 5 vyznačeno tečkovaně). Úplný cyklus pak má tento sled chodů: zakládání spodní lávky - obkrácení dopravníku - zakládání horní lávky - přestavba dopravníku - zakládání horní lávky - obkrácení dopravníku - zakládání spodní lávky - přestavba dopravníku. Při "předsypávání" horní lávky se dosáhne maximálního sklonu generálního svahu obou lávek 1:5,45, což právě odpovídá požadavku stability.

Protože výška takto vytvořené etáže nevyužívá dosahových parametrů zakladače, zpracovali jsme technologii zakládání spodní lávky s čas-

tečným tvarováním (viz obr. b/obr. č. 4). Přitom jsme se snažili zachovat šířku bloku kolem 100 m. To znamená, že zakladač již nemůže dosáhnout až na patu zakládáného svahu, ale podle výšky lávky se mění délka tvarované části svahu. Od výšky lávky 35 m a více již zakladač stejně nemůže tvarovat celý svah. Z hlediska možnosti zakládání co největších výšek z jednoho dopravního horizontu se proto poměrně výhodně jeví zakládání spodní lávky 40 m a horní 30 m vysoké (viz obr. b obrázku č. 5). Vytvořený sklon generálního svahu 1:6,53 má koeficient bezpečnosti 1,62. Spodní lávka je tvarována v horní polovině výšky, zbytek se utváří samovolně. Šířka bloku je zachována 100 m.

Při tvarování výsypkových svahů, zejména u spodní lávky, však do popředí vystupuje otázka řízení zakladače. Jedná se o vymezení horní hrany právě zakládáné spodní lávky a o zachování předepsaného sklonu svahu. V dosud používané technologii vytvářely všechny zakladače pláň v rovině pojezdu na plný dosah, což se dalo poměrně snadno dodržovat. Přechodem k umělému tvarování však je horní hrana situována prakticky volně v prostoru a k orientaci vedoucího zakladače zřejmě budou muset být vyvinuta alespoň indikační zařízení, pokud se nepoužije plné automatizace zakládacího procesu. Ta by měla indikovat vzdálenost mezi koncem zakládacího výložníku a povrchem výsypky nebo svahu a otoč výložníku by byla řízena po dosažení požadované vzdálenosti v závislosti na úhlu natočení výložníku od osy zakladače (resp. od osy spojovacího mostu nebo od osy postupu) a na úhlu napojení zakladače na dopravník. Předběžně se dá říci, že bez tohoto zařízení je možnost vytváření pravidelných tvarovaných svahů těžko myslitelná. Pro tento účel by bylo možno částečně využít zařízení na automatické řízení přesypu mezi shazovacím vozem a zakladačem, které výhledově bude instalováno na tomto přesypu (vazba pojezdu S-vozu na oba podvozky zakladače) /8/.

Naznačené možnosti tvarování sypaných výsypkových svahů jsou zpracovány na teoretických základech, o skutečné účinnosti upravených svahů na zvýšení jejich stability se v praxi nelze přesvědčit. Z hlediska vlastní technologie to je zmenšení dosahu zakladače (nesype plnou výšku, ale pouze svah), přičemž uvažovaný koeficient bezpečnosti 1,2 ne-

vyklučuje vznik skluzů, jen jejich omezení. Nelze se vyjádřit ani v jaké míře se toto omezení projeví, neboť praktické zkušenosti neexistují. Odhadem je možno říci, že v krátkodobé stabilitě se tímto způsobem předejde asi 80 % skluzů, které by nastaly v případě přirozeného tvarování. Dalším nepříznivým faktorem je skutečnost, že zakladač musí po přestavbě pásového dopravníku využít minimálního dovoleného předpolí při začátku sypání nového bloku spodní lávky. Rovněž je snížena možná výška etáže.

Příznivě by se měl tento způsob zakládání projevit při výšce etáže do 55 m (při zakládání podle obr. a/ obr. č. 5), zejména vyskytnou-li se méně pevné zeminy. Definitivní závěry o použitelnosti a efektivnosti tvarování výsypkových svahů zakladačem je možné učinit až po provozním vyzkoušení.

5. Sypání po vrstvách

Obdobně jako na skryvce vede ke zvýšení stability řezu jeho rozdělení na lávky, provedeme dále rozbor možností zakládání jednotlivých lávek po vrstvách. Tím má být dosaženo rovnoměrného ukládání zakládaných zemin, zejména po stránce kusovitosti. Při dosud obvyklém způsobu zakládání celé výšky lávky najednou se totiž u paty takto zakládaného svahu hromadí větší kusy zemin, které se kutálejí po svahu dolů vlivem své větší váhy a hybnosti (setrvačnosti), získané transportem po výložníkovém pásu. Mezi kusy vzniká velká mezerovitost, která se zmenší přisypáním následujícího bloku, což může být jedna z příčin, vyvolávajících skluz svahů. Jinou nepříznivou skutečností je možnost hromadění vody v mezerách mezi kusy právě v nejexponovanějším a z hlediska stability svahu nejdůležitějším místě - u paty svahu, se všemi z toho plynoucími jevy. Sypání po vrstvách by mělo tento projev podstatně omezit. Tento způsob prověříme u technologie podle obr. b) obr. č. 5 při sypání dvou lávek.

Na obr. a) obrázku č. 6 jsou znázorněny svahy u obou lávek s nově přisypávaným blokem a čárkovane je vyznačen dosah zakládacího výložníku při pojezdu zakladače až po krajní polohu vzhledem k zachování před-

polí podvozku vůči spodní lávce. Při zakládání na plný dosah nelze u spodní lávky možnost sypání po vrstvách uskutečnit - zakládaná zemina padá jen na svah. Uskutečnit ji prakticky nelze ani u horní lávky - rovněž se převážně pouze přisypává svah, předsypat lze jen malou část u paty, což není rozhodující. Bylo by třeba velkého pojezdu zakladače bez znatelného účinku. Výsledkem tedy je, že v daném případě je tato možnost nerealizovatelná.

Na obr. b) obrázku č. 6 je tato možnost aplikována na technologii s plným tvarováním svahů. Spodní lávku lze sypat tímto způsobem, předsypat je možné asi 60 m (obdobu hloubky zabírky u skryvkových rypadel). Zakladač však bude muset více kráčet, celková délka pojezdu bude o něco větší než násobek délky výsypky počtem vrstev lávky, protože pro nejspodnější vrstvu je zapotřebí pojezd kolem 120 m. U horní lávky je rovněž možnost použití tohoto způsobu v důsledku menší šířky bloku. Předsypat je možné asi 105 m, ovšem jen pro nejspodnější vrstvu. S rostoucí výškou klesá možnost předsypání, až pro nejvyšší vrstvu bude prakticky nulová (sypat se bude plná výška lávky se samovolným utvářením svahu v celé horní části svrchní lávky, kdy se přisypává starý svah). Přitom značně stoupnou nároky na řízení zakladače (využije se jen malé části otoče při velkém pojezdu).

Celkově lze tedy říci, že sypání jednotlivých lávek po vrstvách je reálné při použití technologie s plným tvarováním výsypkových svahů. Účinek tohoto způsobu zakládání na zvýšení stability výsypky však bude možné posoudit až po praktickém použití této metody; doporučujeme její vyzkoušení v předstihu.

6. Závěr

V článku jsou shrnuty poznatky z dlouhodobého sledování přirozeného tvarování výsypkových svahů. Získané výsledky lze aplikovat při zpracování a upřesnění technologie a technologických možností zakladače ZP 10 000.

Zakladačem ZP 10 000 je možno vytvářet plně nebo částečně uměle tvarované svahy spodní lávky (svah horní lávky lze tvarovat v každém

případě), jež by měly přispět ke zvýšení stability zakládané etáže (především při výskytu méně pevných zemín). Tento způsob vytváření výsypkových svahů by se měl příznivě uplatnit při zakládání spodní lávky jen v případě, že její výška nepřesáhne 30 m.

Dále se článek zabývá i možnostmi sypání po vrstvách, jejíž uskutečnění by mělo v jisté míře zvýšit stabilitu vytvářených etáží jako celku i jednotlivých lávek vlivem rovnoměrnější distribuce různé kusovitosti zakládané zeminy ve svislém profilu. Tento způsob je reálný při použití technologie s plným tvarováním všech výsypkových svahů, jenž s sebou nese i určité omezení šířky bloku, a to v plné míře jen u spodní lávky.

Literatura

- /1/ Ing. Jaroslav Stanek (Sc.): "Mezná výška svahu ze soudržných hmot", Knižnice VÚHU č. 7, Most 1972
- /2/ Dílčí zpráva výzkumného úkolu C-4-20-1/2 ad "Výzkum k problematice tvarování svahů vnitřní výsypky velkolomu Jan Šverma", VÚHU Most, březen 1968
- /3/ Závěrečná zpráva výzkumného úkolu C-4-20-1/2 ad "Výzkum k problematice tvarování výsypek dolů Merkur a J. Šverma", VÚHU Most, listopad 1970
- /4/ Dílčí zpráva úkolu P-10-125-007-01-03 "Zhutnění a tvarování výsypek", VÚHU Most, prosinec 1972
- /5/ Zpráva úkolu C-7-20-1 "Prognózy na možnosti a požadavky technologie a technologických zařízení pro vyuhlení nejhlubších partií Severočeského hnědouhelného revíru", VÚHU Most, listopad 1971
- /6/ Zpráva úkolu C-4-20-1/2 "Výzkum zakládání vysokých výsypek a ověřování techniky sypání s ohledem na bezpečné svahy se zřetelem na použití výkonných zakladačů o výkonech 5000 a 10 000 m³ syp/hod", VÚHU Most, prosinec 1970
- /7/ Dílčí závěrečná zpráva hlavního vývojového úkolu C-7-22-3 "Zakladač ZP 10 000 - prováděcí projekt", VŽKG Ostrava - Projektčně konstrukční pobočka Teplice, prosinec 1969

/3/ Závěrečná zpráva dílčího úkolu C 2 státního vývojového úkolu
C-7-20-5 "Automatické řízení přesypu mezi shazovacím vozem a spojovacím mostem zakladače", VŽKG Ostrava - Projektálně konstrukční
pobočka Teplice, listopad 1971.

S h r n u t í

Rozbor nových technologických možností zakládání zakladačem

ZP 10 000

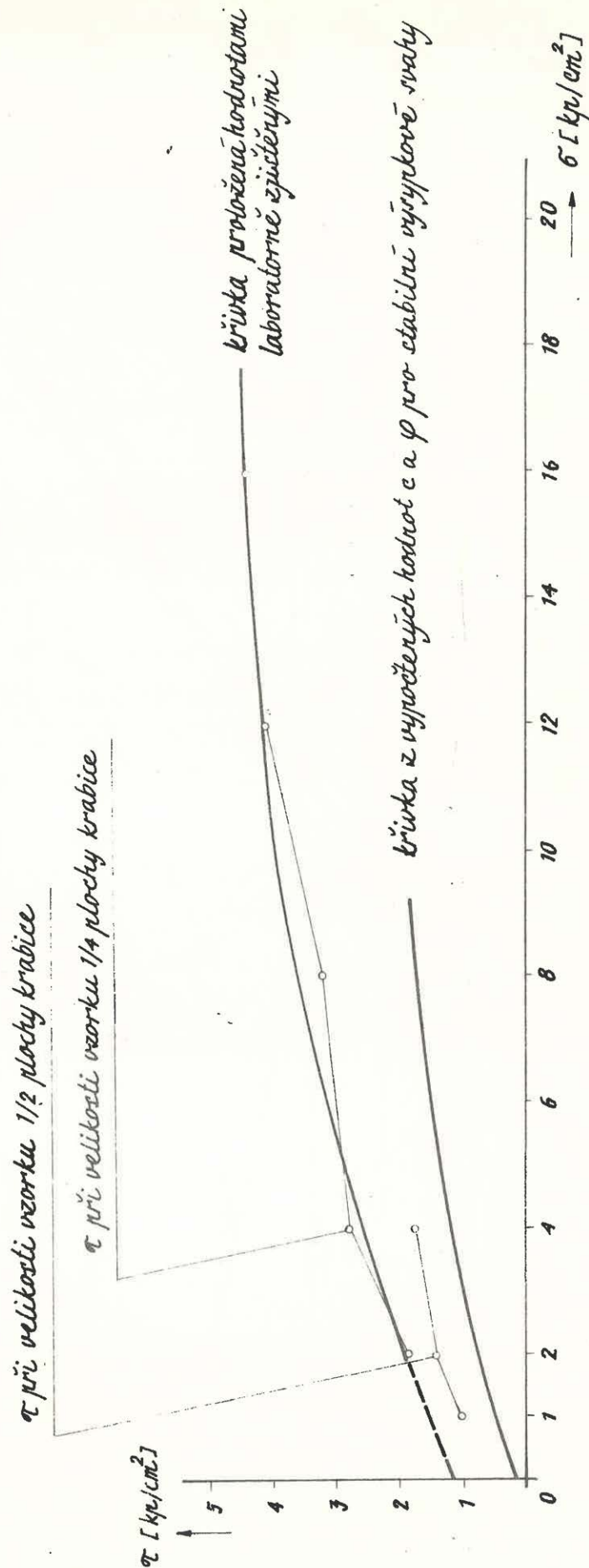
V článku jsou posouzeny nové technologické možnosti zakládání zakladačem ZP 10000 na základě vyhodnocení nově získaných výsledků dlouhodobého sledování stability a tvarování výsypkových svahů v SHR. Konkrétně jsou popisovány alternativy tvarování svahů přímo zakladačem při sypání a vytváření lávek výsypky sypáním po vrstvách. Provedené úvahy mají teoretický charakter, vyplývají z dosahů a manipulačních možností zakladače. Po uvedení tohoto typu zakladače do provozu bude nutné tyto předpoklady ověřit.

Р е з ю м е

Рассмотрение новых технологических способов отвалообразования абрацатором ЗП 10 000

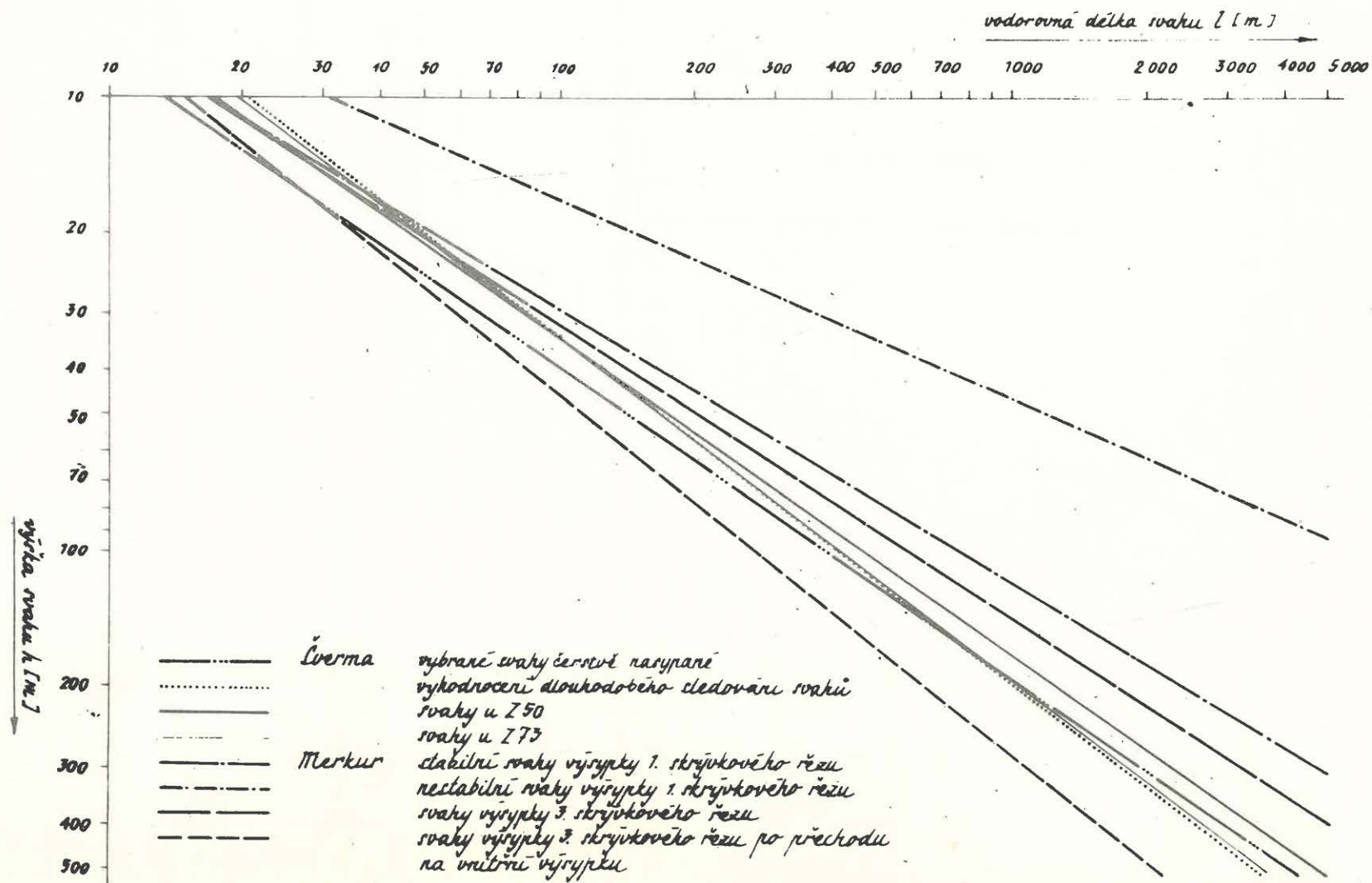
Обсуждаются новые технологические способы работы ЗП 10 000 с учетом результатов долгосрочных наблюдений устойчивости и профилировки отвальных откосов в рамках СВБ. Описываются разные способы профилировки отвальных откосов непосредственно при работе абрацатора и способы послойного отвалообразования. Проведившиеся исследования имели преимущественно теоретический характер. Они однако исходили из конкретных радиусов действия и параметров маневренности упомянутого выше отвалообразователя. После освоения машины в нормальном производстве придется на практике проверить правильность принятых первоначально предположений.

Porovnání smykových pevností zemín 1. skrytkového řezu lomů Merkur



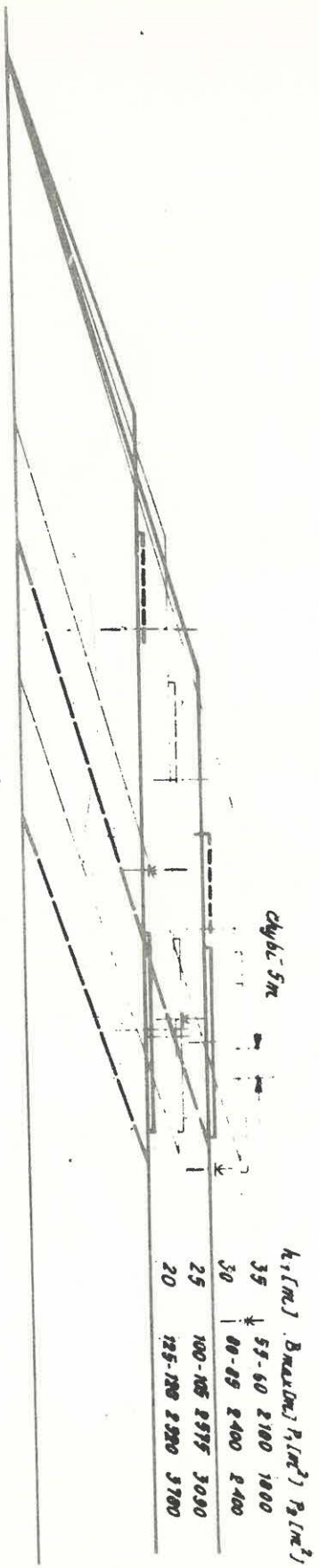
Обр. 3. 1

Záviselost vodorovné délky výřypkových svahů na jejich výšce (výsledky vybraných etází)



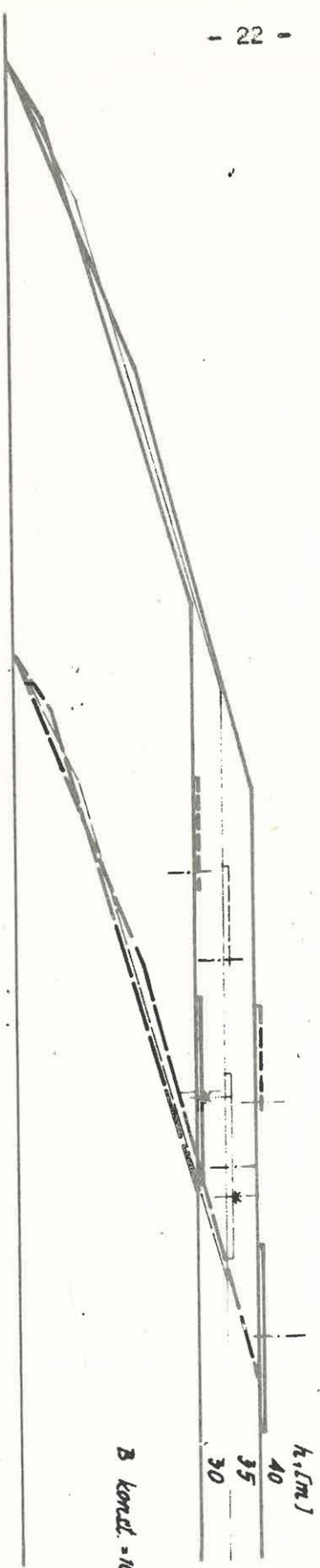
Obr. 2

Abz. a



B korul. = 100m

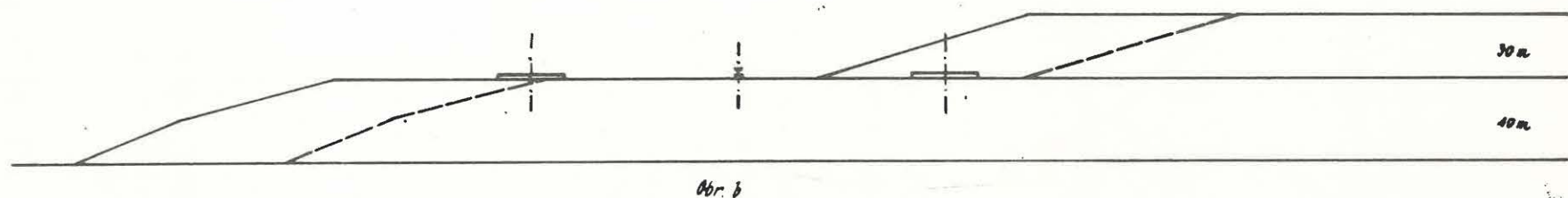
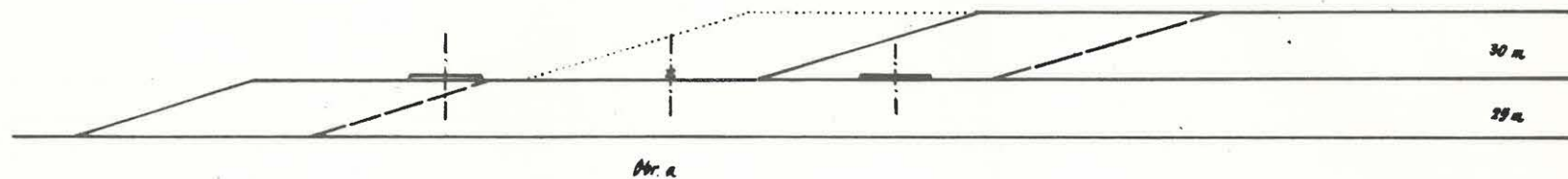
Abz. b



Abz. a - plus mauvais
Abz. b - meilleur mauvais

1 : 1000

Maîtrise travaux route zéladacem ZP 10000
Abz. c. 4



1 : 2 000

Obr. a - plně tvarování
Obr. b - částečné tvarování

Zakládání s tvarováním svahů základacím

Obr. č. 5

Fig. 2

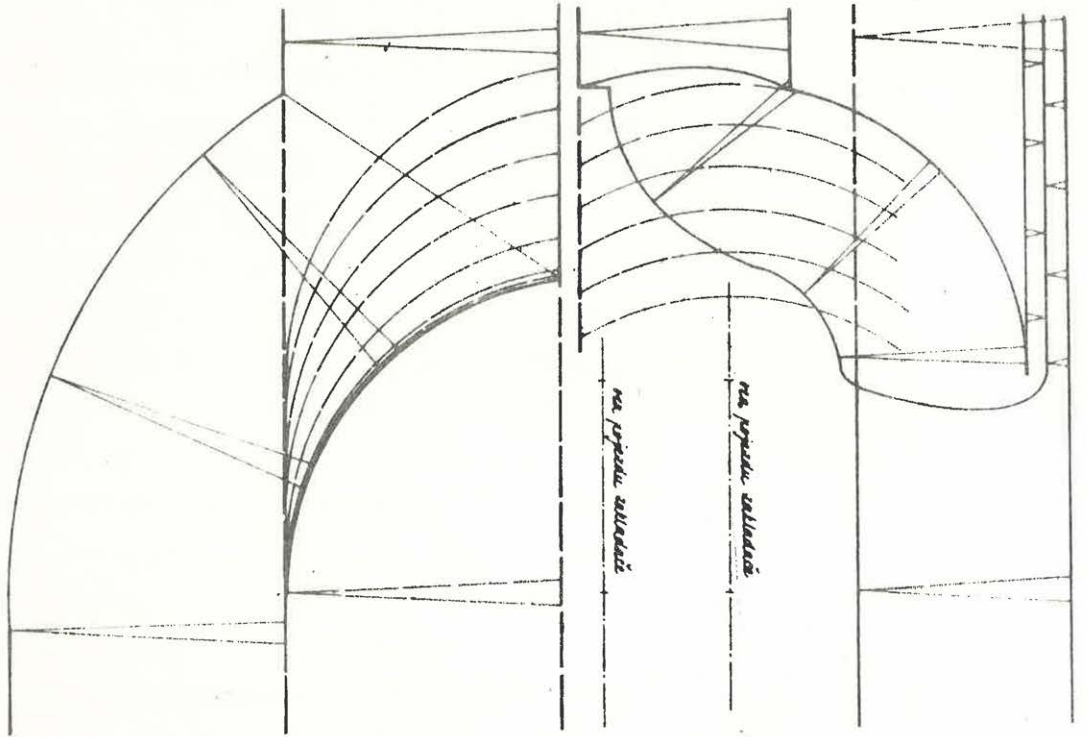
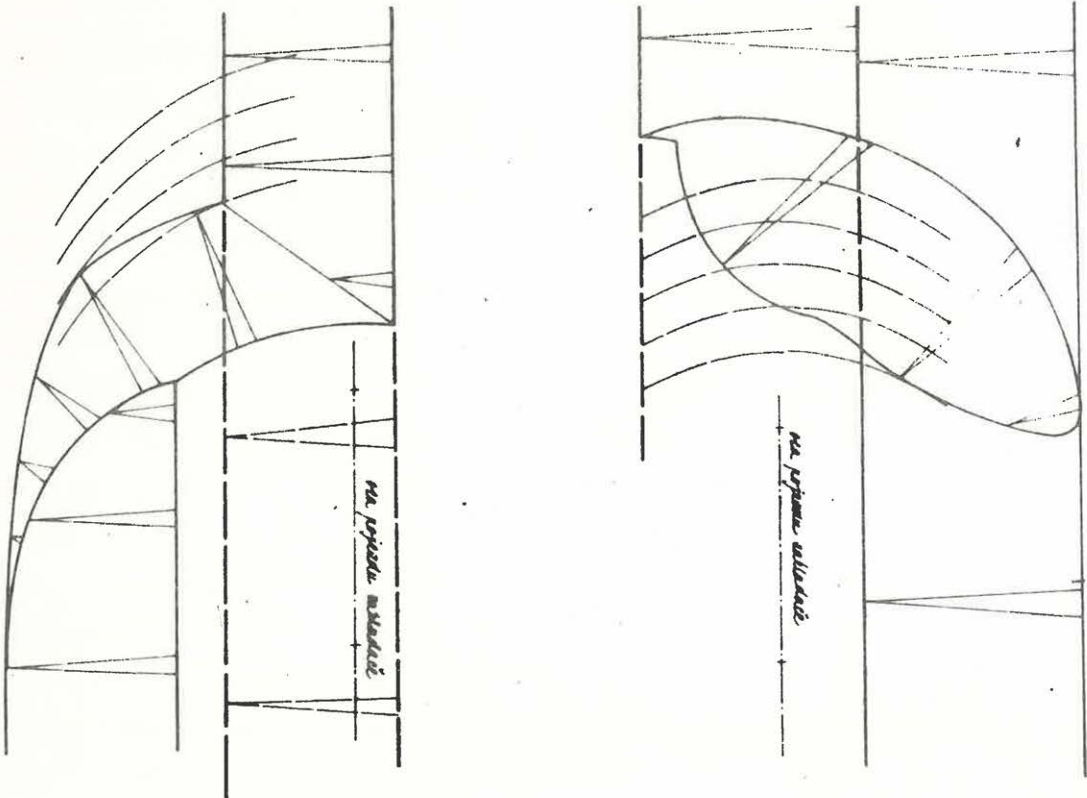


Fig. 3



Merzenie výšky na vrchole

Fig. 2