

Ing. Vlastimil Konečný
VÚHU

K o t á z k á m m e c h a n i k y z e m i n v S H R

Den ode dne, více než kdy předtím narážíme v revíru SHD na problémy, týkající se mechaniky zemin. Není to jistě zjev náhodný, nýbrž přísně zákonitý, vyplývající z potřeb ustavičně se rozvíjející těžby v našem revíru. Vývoj celé dobývací technologie nese s sebou celou řadu technických problémů, které mají tak revoluční charakter, že předstihují zkušenosti a ani neumožní, aby v čase své působnosti tyto zkušenosti mohly být načerpány, neboť opět jsou nahrazovány novými a složitějšími problémy.

V této fázi je tedy zapotřebí, aby zkušenosti byly doplňovány poznatky výzkumu a vzájemnou koordinací obou vyskytnuvší se problémy řešeny.

Jedním z těchto problémů je jistě otázka stability svahů. V mnohých případech lze navrhnout svah až již řezu nebo ochranného pilíře na základě zkušeností tak, že svah splní dobře svůj statický účel, avšak nikdy při tom neznáme ani míru bezpečnosti ani míru hospodárnosti navrženého svahu.

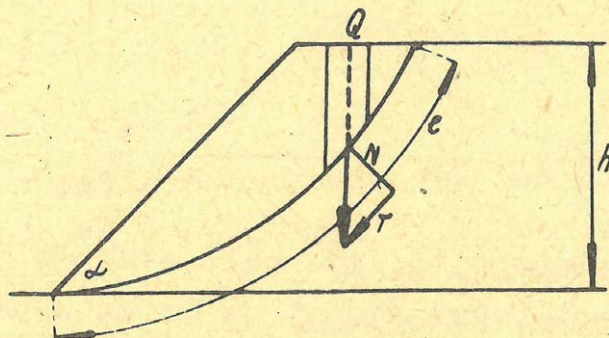
Tyto dva faktory musíme mít vždy při každém řešení na zřeteli a tím více pak u velkých zemních prací, jako je povrchové dobývání, jelikož zde se při obrovských kubaturách přemístěných zemin i zdánlivě malá nehospodárnost mnohonásobně zvětší.

Odpověď na to, s jakou mírou bezpečnosti a s jakou hospodárností pracujeme, může nám dát alespon směrně statický výpočet.

Metod na výpočet stability svahů existuje celá řada, lišících se od sebe jak předpoklady, tak i formou řešení a nakonec i rozdílnými výsledky. Je však třeba zdůraznit, že žádná z nich není platná pouze pro dané podmínky, nýbrž metody všechny platí obecně a lze tedy použít kterékoliv, avšak je nutno znát její aplikaci a možnosti jejího použití.

Sumárně však lze říci, že porušení stability svahu nastává, když síly působící k sesuvu aktivně na nějaké svážné ploše překro-

či síly pasivní, udržující svah v rovnováze.



Tyto dva druhy sil si nejsnáze představíme, když jednotkový element svahu nad sváženou plochou nahradíme silou Q a tuto pak rozložíme na složku N kolmou ke svážené ploše a sílu T tečnou k svážené ploše. Pak suma sil T je celková aktivní síla a suma sil N násobena koeficientem tření $\text{tg } \varphi$ spolu se soudržností zeminy c na svážené ploše délky l jsou síly pasivní.

Z toho pak vyplývá rovnováhová rovnice :

$$\sum N \text{tg} \varphi + c \cdot l = \sum T$$

Poměr sil pasivních a aktivních, to je

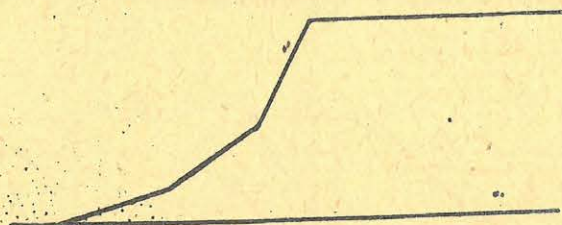
$$\frac{\sum N \cdot \text{tg} \varphi + c \cdot l}{\sum T} = \mu$$

nazýváme pak koeficientem stability nebo bezpečnosti.

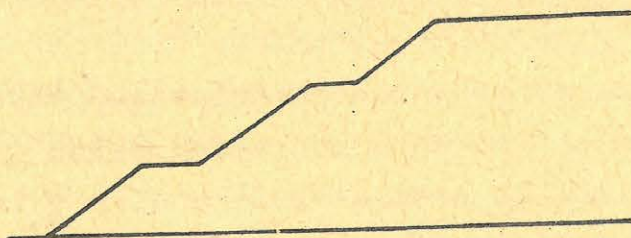
Toto lze vyjádřit ještě jinak. Různý poměr mezi výškou svahu h a jeho úhlem, spolu s tížnými silami od váhy zeminy vyvozují v tělese svahu jistá napětí, kterým odolává zemina svou pevností, charakterizovanou hodnotami smykové soudržnosti c a úhlem vnitřního tření φ . Při jistém poměru dosáhnou napětí v tělese svahu větší hodnoty než je pevnost zeminy a svah se poruší.

Jak je z uvedeného vidět, byl princip řešení stability svahů uveden na svahu o jednotném sklonu, avšak stejně lze stejných zásad použít u nejedrovnějších profilů.

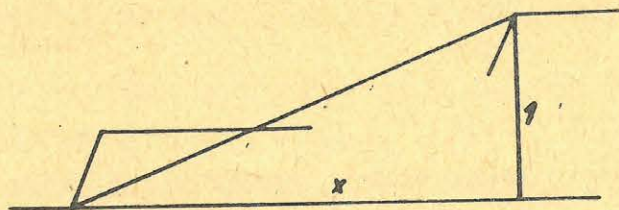
Vysoké svahy se zpravidla neprovádějí v jednotném sklonu ať již z důvodů statických, ekonomických či, a to nejčastěji, z důvodů technologických. Bývají upraveny buď jako svahy lomené, to jsou ty, kdy jeden svah navazuje na druhý bez rozdělení bermou,



nebo jako svahy stupňovité, kde celý svah je rozdělen na dílčí svahy a mezi jednotlivými stupni je berma nebo pracovní pl. šina.



Ve snaze definovat tyto svahy jednoznačně a krátce, je běžné nahradit je nějakým ideálním svahem o jednotném sklonu nazývaným "generální sklon" a tento bývá definován jako spojnice dvou nejodlehlejších bodů svahu a to paty nejspodnějšího stupně a vrcholu stupně nejhoršího, jak je uvedeno na dalším obrázku, a bývá obvykle určován tangentou úhlu $1:x$.



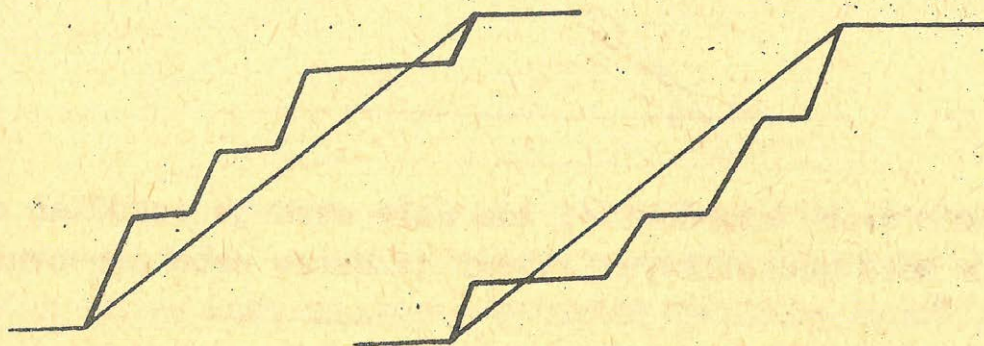
Tento generální sklon pak bývá považován jako reprezentující svahu děleného, ať již jde o hledisko stability či ekonomie.

Zde chceme upozornit, že nesprávným pochopením nebo vysvětlením podstaty "generálního sklonu svahu" dochází k celé řadě sesuvů, při čemž se pracovníci provozů ohražují tím, že určený generální sklon dodrželi.

V dalším je vidět, že nestačí pouze znát principy řešení stability, nýbrž že je nutné při technologii těžby dodržet i jisté technické předpoklady tvarování generálních svahů.

Podle pozorování řady skutečných provozních svahů bylo zjiš-

těno, že mezi těmito definovanými dvěma body leží ostatní stupně zcela náhodně, jako je např. uvedeno na náčrtech a přitom jde o jeden a tentýž generelní sklon.



Z toho je zřejmé, že jeden generelní sklon svahu mohl by při definování pouze dvou okrajových bodů reprezentovat nekonečně mnoho tvarů svahu.

Z technického hlediska však toto není možné připustit. Má-li být generelní sklon svahu reprezentující, pak musí definovat dané podmínky jednoznačně.

Pro určení jednoznačnosti však zase naopak nestačí, aby generelní sklon svahu byl definován pouze dvěma okrajovými body, nýbrž je nutno určit další omezující nebo doplňující podmínky.

První podmínkou je, aby s t u p ň o v í t ý s v a h prokazoval stejný stupeň stability jako svah s jednotným generelním sklonem.

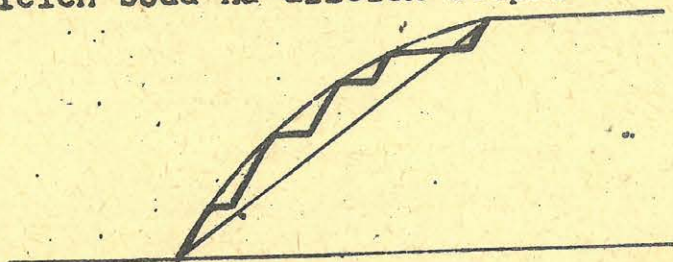
Tato podmínka musí být ještě doplněna druhou statickou podmínkou, a to, aby j e d n o t l i v é s t u p ň ě samy prokazovaly dostatečnou stabilitu.

Třetí podmínka je o b j e m o v á. Tato říká, že množství odtíženého materiálu ze stupňovitého svahu musí být stejné jako při úpravě svahu do jednotného generelního sklonu.

Teprve dodržením všech tří doplňujících podmínek jednoznačně reprezentuje generelní sklon svahu svah stupňovitý nebo lomený. Ukážeme v dalším oprávněnost a důsledky uvedených požadavků.

Dle statického výpočtu je např. stanoveno, že konečná úprava svahu má být provedena v generelním sklonu $1 : x$. Jde na příklad o ochranný pilíř objektu. Provoz je vázán pouze hraniční čarou a

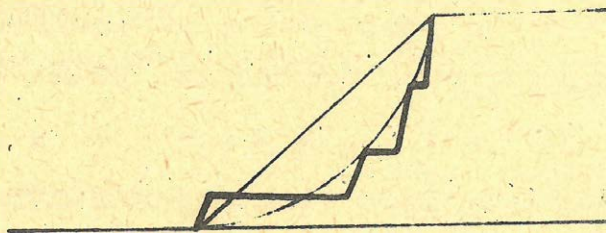
sklonem generelního sklonu svahu a upraví svah tak, že spojnice odpovídajících bodů na dílčích stupních tvoří konkávní křivku.



Tato úprava je z provozního hlediska výhodná, protože mnohdy představuje odtěžení zeminy o značné množství méně, než se předpokládalo. Tento zdánlivý příznivý efekt je však pouze dočasného charakteru, jelikož nebyla dodržena podmínka stability a lze očekávat dříve nebo později, že dojde k sesuvu.

S tímto zjevem se bohužel setkáváme na většině svazích v re-víru a eventuální sesuvy jsou pak přičítány na vrub mechanice zemin, protože údajně byl generelní sklon svahu dodržen.

Ridším zjevem jsou svahy, jejichž spojnice odpovídajících bodů jednotlivých stupňů tvoří konvexní křivku.

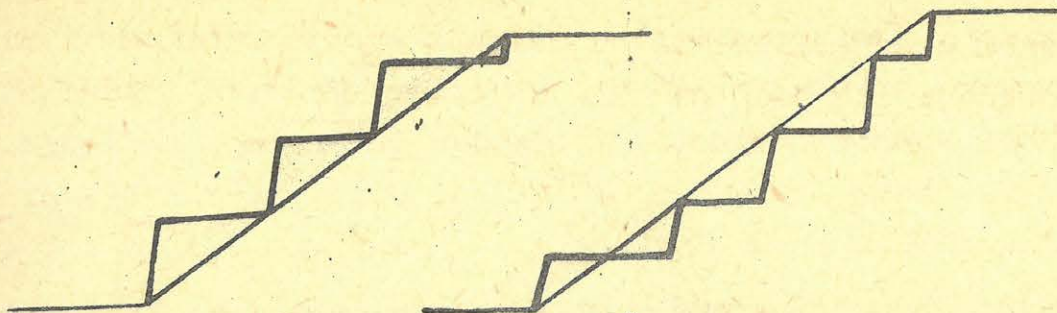


Tyto jsou z hlediska stability výhodnější do té míry, pokud jeden nebo skupina dílčích stupňů není nestabilní, aby pak v důsledku lokálního sesuvu nebyl ohrožen i celý svah.

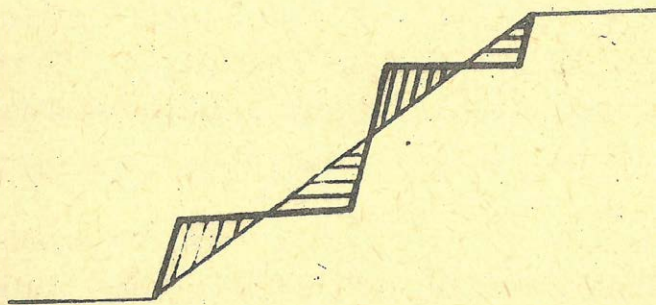
Nevýhodná však je tato úprava z hlediska ekonomického, jelikož bývá přetěženo více hmoty než odpovídá předpokladu.

Oba dva zkoumané typy profilů, jak konkávní tak i konvexní nemohou být tedy beze zbytků nahrazeny generelním sklonem, nebo naopak, generelní sklon svahu ani jeden z obou typů nerepresentuje beze zbytků.

Totéž platí však i o svazích, kde spojnice odpovídajících míst dílčích stupňů je rovnoběžnou přímkou s generelním sklonem svahu a zdánlivě působí správností provedení, jak je uvedeno na dalších náčrtech.



Nyní tedy zbývá jen uvést, kdy jednoznačně reprezentuje generelní sklon svahu provedený stupňovitý nebo lomený svah. Generelní sklon svahu reprezentuje provedený stupňovitý nebo lomený svah pouze tehdy, jestliže statický moment množství kubatur odtěžených, které jsou pod přímkou generelního sklonu, k této přímce, se rovná statickému momentu kubatur neodtěžených, které leží nad přímkou generelního sklonu, k téže přímce.



Při stejném druhu zeminy stačí uvažovat pevnost ploch pod a nad přímkou generelního sklonu svahu.

Uvedená zásada pak nejlépe vyhovuje jak požadavkům statickým, platným pro generelní sklon svahu ve shodě s optimálními podmínkami ekonomickými.

Je-li tedy svah udáván generelním sklonem, pak musí splňovat tyto uvedené zásady. Jiné svahy nelze generelním sklonem definovat.

V zájmu zhoštění prováděného díla je jisté, že se této přísné zásady nebudeme vždy dogmaticky držet a budeme dále provádět svahy konkávní a konvexní, podle toho o jaký druh prací půjde. Tyto svahy však musí být definovány pouze svým profilem a prokázána jejich stabilita a nikoliv zjednodušeně jen generelním sklonem svahu.

Pokud jde o svahy, kde těžená hmota naši činnost prodražuje,

jako je např. úprava bočních svahů lomů, ochranných pilířů i vlastních pracovních řezů skryvky, provedené v mezích stability svahy konkávní. Tato možnost se nabízí jednak podstatným snížením těženého množství a jednak též tím, že zeminy u paty svahu bývají již z přirozeného hlediska pevnější.

Rovněž při výsypkových svazích znamenalo by toto provedení svahů značnou úsporu sypného prostoru. Zde však jde o problém hlubší a je nutno jej brát zatím jako příklad.

Naproti tomu u zemních děl, jako jsou železniční a silniční násypy, nebo i jiné násypy mající aktivní význam pro naši činnost, kde největší nákladovou položkou bývá zpravidla doprava materiálu, provádíme profily svahů jako konvexní křivky. Jelikož jde zpravidla o stavby značné délky, umožní tento profil značné úspory materiálu. Pochopitelně, že návrh profilu musí být rovněž v mezích stability.

Závěrem lze shrnout uvedené takto :

Definujeme-li svah generelním sklonem, pak tento reprezentuje jednoznačně jak po stránce statické tak i ekonomické pouze jeden profil svahu a to ten, kdy součet ploch pod čarou generelního sklonu je roven součtu ploch nad touto čarou.

Jiné profily svahů musí být definovány samy sebou a statickým zdůvodněním.

Z úsporných důvodů provádíme svahy u zemních děl, které působí pasivně na efekt naší činnosti jako konkávní křivky, u děl, které působí aktivně jako křivky konvexní.

Tyto svahy však nelze definovat generelním sklonem svahu, nýbrž vlastním profilem a rovněž statickým posouzením. Jinak lze očekávat buď ne hospodárnost prováděné práce, nebo nestabilitu provedeného díla.

XXXXXXXXXXXXX