

Ing. Vratislav V í t, VÚHU

Nový způsob dobývání hloubkového řezu korečkovým rýpadlem RK 5000 s použitím trhací práce na posledních řezech skrývky VČSA

Na posledních skrývkových řezech VČSA je nasazen prototyp korečkového rýpadla RK 5000. Rýpadlo snímá předposlední 9. skrývkový řez technologií dovrchního řezu a poslední 10. skrývkový řez jako řez hloubkový. Protože rýpadlo RK 5000 těží na pásovou dopravu musí pracovat v bloku. Práce korečkového rýpadla není v revíru novinkou; už asi 25 let těží tak korečkové rýpadlo RK 400 na PKAZ, ovšem v jiných báňsko-geologických podmínkách. Zatím co RK 400 těží měkké jíly s přijatelnými rypnými odpory, které umožňují docilovat optimálních výkonů, je RK 5000 nasazeno ve výrazně obtížněji rozpojitelných jílovcích proložených tvrdými proplásky a čockami. Tyto výrazně tvrdší zeminy nedovolovaly dosahovat potřebných výkonů. Pro řešení této situace bylo navrženo nasadit trhací práce velkého rozsahu. Pro dovrchní řez bylo nasazení trhacích prací z technického hlediska bezproblémové. Bylo zde možné použít jen nepatrně modifikovaný a provozně mnohokrát ověřený systém trhacích prací pro kolesová rýpadla.

Podstatně složitější bylo řešení pro hloubkový řez dobývaný v bloku, tedy rýpadlem RK 5000.

V počáteční fázi vznikla řešení, která uvažovala realizovat trhací práce mezi rýpadlem a odtěženým svahem, tedy v předpolí rýpadla. Vycházela ze zkušeností z trhacích prací prováděných u korečkových rýpadel staršího typu D 800 resp. Do 800, která pracovala tzv. po frontě. Byla nereálná, protože vyvolávala mimořádně velké prostoje v těžbě. Jako provozně přijatelná se jevila řešení, při nichž by trhací práce byly uplatňovány v časovém předstihu před postupujícím rýpadlem. Znamená to, že by rýpadlo mělo pracovat, kráčet a těžít na bloku již předem porušeném trhací prací.

V této dosud nikdy neověřené skutečnosti bylo jádro řešené problematiky.

Pro získání možno říci jakýchkoliv informací o uvedené problematice byla Střediskem vědeckých informací Ústavu geologie a geomechaniky ČSAV zpracována retrospektivní rešerše za období 1978-84. Rešerše obsahovala 105 hitů, v nichž nebyl nalezen ani jeden záznam o podobné problematice a jejím řešení. Z toho vyplývá, že podobná technická otázka nebyla dosud řešena a že se jedná v podstatě o základní výzkum.

Řešení dané problematiky muselo být rozděleno na několik dílčích otázek, které se dají formulovat takto:

- únosnost pracovní pláně rýpadla narušené trhací prací
- stabilita svahu hloubkového řezu narušeného trhací prací
- vyhodnocení seismických efektů vyvolaných provozem rýpadla
- vyhodnocení finálních efektů: příkon hnacích motorů pohonu korečkového řetězu, rypné síly, měrné spotřeby el. energie na 1 m^3 , hodinové výkonnosti a kusovitosti těživa.

Únosnost pracovní pláně

V počátku řešení vznikly obavy nebude-li se rýpadlo RK 5000 při kráčení do nakypřené pláně bořit. Obavy byly zdůvodňovány hlavně případným nerovnoměrným bořením spojeným s vychylováním vertikální osy rýpadla. Protože povrch pracovní pláně sestává z různě velkých kusů pevných jílovců oddělených mezi sebou trhlinami způsobenými trhací prací, nelze tomuto systému přisoudit konkrétní pevnostní parametry pro exaktní výpočet únosnosti. Tato úloha je obzvláště komplikována velkou plochou (vnější podvozek má plochu 380 m^2), pro níž by měla být únosnost počítána. Pro tyto komplikace byly provedeny modelové pokusné odstřely. V únoru 1986, tedy za nejhorších klimatických podmínek, byly provedeny tři modelové pokusné odstřely s úmyslně zvýšenými náloži, aby došlo k většímu narušení pláně (nakypření) než jaké se očekává při zavedení trhací práce.

První odstřel sestával z 60 vrtů umístěných v 6 řadách po 10 vrtech s roztečemi 3 x 3 až 3,2 x 3,2 m. Vrty měly průměr 130 mm, hloubku 10 m a nálož 45 kg Permonu DAP 1 s iniciační náloží 5 kg Gelamonu 30. Odstřelem byla zemina nakypřena cca 1 metr nad původní pláň. Při druhém odstřelu byl průměr vrtů stejný, hloubka byla opět 10 m. Rozteče zůstaly také stejné. Každý vrt byl nabit 38,25 kg Permonexu V19 a 5 kg Gelamonu 30. Vrtů bylo 75 umístěných v pěti řadách. Nakypření pláně dosáhlo 1,5 - 2 m nad původní úroveň. Třetí odstřel měl všechny parametry shodné s předchozími. Vrtů bylo 40 umístěných ve čtyřech řadách a nálož v každém vrtu byla 35 kg Gelamonu 30. Nakypření pláně nad původní úroveň dosáhlo 2,5 - 4 m. Po urovnání pláně buldozerem a zhutnění dozerem Catterpillar nedošlo k boření rýpadla do této pláně. Později byly provedeny další odstřely na souvislé ploše 200 x 70 m. Průměry vrtů zůstaly 130 mm, hloubky vrtů se měnily od 16 do 22 m (dle průběhu hlavy sloje), rozteče mezi vrty a řadami byly 3 x 3 až 4 x 4 m. Nálož v jednom vrtu byla 125 až 145 kg Permonu DAP 1 s počinovou náloží 5 až 10 kg Gelamonu 30. Po odstřelech byla pláň nadzvednuta o 0,2 až 0,3 m. Před postupujícím rýpadlem byla pláň urovnána buldozerem již bez zhutnění a nedošlo k boření podvozku rýpadla.

Z uvedeného tedy vyplývá, že nasazení trhací práce na hloubkovém řezu nezhoršuje únosnost pláně.

Řešení stability svahu hloubkového řezu bylo nejzávažnější a nejkomplikovanější otázkou. Prvním pramenem, ze kterého se mohlo vycházet, byly dlouhodobé zkušenosti se stabilitou svahu dobývaného korečkovými rýpadly staršího typu D 800 resp. Do 800. Jimi dobývaný svah měl základní parametry, tj. hloubku a svahový úhel, stejné jako hloubkový řez u RK 5000. Pevnostní parametry jílovců jsou rovněž stejné. Rozdíl je v tvaru svahu. Zatímco rýpadla

D 800 resp. Do 800 dobývala svah srovnatelný s rovinou, u rýpadla RK 5000 je svah přirovnatelný ke kvadrantu pláště komolého kužele. Pevnostní parametry a fyzikálně-mechanické vlastnosti jílovců současně nasazeného rýpadla RK 5000 jsou prakticky stejné jako v době nasazení rýpadel typu D 800 resp. Do 800. Je to patrné ze skutečnosti, že na dole J. Šverma i VČSA byly při práci s rýpadly D 800 a Do 800 použity trhací práce. Na dole Obránců míru byly podmínky velmi podobné.

Do podobnosti či shodnosti podmínek patří i případy skluzů svahu hloubkového řezu, které způsobily havárie rýpadel D 800 a Do 800. Tyto skluzy, lépe deformace, měly vždy nápadně podobný tvar i časový průběh. Měly tvar přibližně trojbokého hranolu. Diagonálně pod úhlem asi 20° od hlavy hloubkového řezu probíhala téměř svislá plocha diskontinuity. Spodní omezující plocha měla sklon velmi malý asi 2 až 5° od horizontály. Tato spodní omezující plocha vybíhala 5 až 7 metrů pod hlavou hloubkového řezu, čili deformace či skluz proběhly na uvedené malé hloubce. Zatřžení svahu spojené s poklesem probíhalo předpolím rýpadla (tenkrát 7 metrů) a zasáhlo jízdní kolej rýpadla, kde byl pokles již menší (cca 1,5 m) a vyznělo pod vlakovou kolejí, tedy 10 až 11 m od hlavy hloubkového řezu. Nikdy nebyl svah porušen v plné hloubce. Vždy docházelo k popsané deformaci přímo pod rýpadlem v době kdy těžilo. Jediným přijatelným vysvětlením těchto událostí bylo, že svislá plocha diskontinuity, o jejímž vzniku lze vyslovit řadu hypotéz, přerušila působení pevnostních vlastností jílovců a po dolní, málo ukloněné ploše, která pravděpodobně vznikla až v momentě skluzu, došlo k deformaci. Spolupůsobilo i zatékání vody po svislé ploše diskontinuity a seismické efekty vyvolané provozem rýpadla a jízdou vlakových souprav. Po zvětšení předpolí ze 7 na 11 m se skluzy již neopakovaly.

Za zmínku ještě stojí případy dosti častých deformací výškového řezu dobývaného rýpadlem Do 800 na dole Obránců míru. Při výšce 18 m a svahovém úhlu 35° docházelo dosti pravidelně k de-

formacím tohoto svahu, které vyvrcholily havárií rýpadla. Z pevnostních parametrů zemin a výpočtu stability svahu vycházel koeficient bezpečnosti velmi vysoký. K deformacím docházelo podle systému několika ploch diskontinuity téměř svislých a sekundárně propojených systémem dílčích skluzových ploch jen málo ukloněných od horizontály. Spodní hrana deformace neprocházela patou svahu, ale asi v horní třetině výšky svahu, tedy opět 5 až 7 m pod hlavou řezu. Plně se osvědčilo řešení, které spočívalo v nasazení trhacích prací velkého rozsahu, jimiž byly zeminy v předpolí narušeny a s nimi i plochy diskontinuity a uvolněno napětí v zemním masivu. Po důsledné realizaci nasazení trhacích prací již nikdy k deformacím svahu nedošlo.

Je nutné zdůraznit, že k popisovaným skluzům či deformacím nedocházelo nad stařinami, či v nadloží porušeném poklesy, ale v zeminách rostlých, případně v okolí hranice mezi stařinami a nadložím rostlým.

Z uvedeného lze dedukovat, že v nadloží tzv. rostlém mohou existovat skryté plochy diskontinuity, které za určitých podmínek, hlavně vzájemné konstelace ploch diskontinuity a svahu řezu, mohou vyvolat deformace či skluzy svahů. Za důležité považují mnohaletou skutečnost, že k těmto úkazům nedochází v nadloží porušeném např. dřívější hlubinnou těžbou. Tento poznatek považují za velmi důležitý.

Ke skutečně dobývané hloubce 22 m je nutno přidat zatížení svahu vyvolané hmotností rýpadla RK 5000, které působí na obě části podvozku. Toto přitížení je $6,29 \text{ tun/m}^2$, což představuje zvětšení hloubky řezu o 3,14 m. Dále zde působí přitížení vyvolané vertikální složkou tahu v korečkovém řetězu. Jak bude uvedeno dále, byl změřen maximální tah v korečkovém řetězu 2 190,1 kN. Tento tah působí asi na čtvrtinu plochy celého podvozku rýpadla

(11,02 kN/m²). Vzhledem k tomu, že se jedná o dynamické síly, byla do výpočtu brána trojnásobná velikost. Po přepočtu na náhradní výšku je to 1,65 m. Celkové přetížení hloubkového řezu v přepočtu na výšku svahu činí 4,79 m se zaokrouhlením 4,8 m.

Provádět výpočty stability svahu z hodnot laboratorně zjištěných na neporušených vzorcích jílovců může poskytnout jen orientační výsledky. Všechny běžně používané metody totiž vycházejí z předpokladu, že zeminový svah je poloprostor izotropní a homogenní, v němž pevnostní vlastnosti působí všesměrně a nepřerušovaně. Trhací práce svým účinkem tento předpoklad likvidují. U rýpadla RK 5000 na jeho hloubkovém řezu mají být uplatněny větší plošné odstřely o mezní náloži 15 000 kg trhavin, rozložené do třiceti milisekundových stupňů rozněcovadel. Časový průběh celého plošného odstřelu bude, po zjednodušení takový, že účinkem prvních 500 kg (2 až 4 vrty) se tvoří trhliny v dosud neporušených jílovcích. V těsném časovém sledu (za 23 milisekund) dojde k detonaci dalších 500 kg trhavin (opět 2 až 4 vrty), jejímž účinkem budou narušovány zeminy dále. Tento děj se bude opakovat 30x v časovém intervalu 690 milisekund. Nastává komplikovaná interakce dějů vyvolaných detonací jednotlivých náloží nebo skupin náloží. Působení jedné nebo skupiny náloží na zeminu trvá několik desítek milisekund až maximálně 120 milisekund dle akustické impedance zeminy. To znamená, že náběh působení dalších náloží, případně i vrchol jejich působení probíhá ve stejném čase jako dozrívání účinku výbuchu prvních náloží. Nastává tedy spolupůsobení časově odlišných detonací. Je nutné připustit, že tato interakce má účinek stejnosměrný a přes všechny modifikace až protisměrný. Právě proto se používá milisekundový rozměr, protože zlepšuje fragmentaci rozpojené zeminy a snižuje seismické účinky. To má za následek, že zeminový masiv je po plošném odstřelu prostoupen hustou sítí trhlin, zcela nepravidelného a nahodilého průběhu. Směr a prostorový průnik trhlin se nedá prakticky zjistit. Za těchto podmínek nepůsobí pevnostní vlastnosti zemin vše-

směrně a nepřerušovaně, není tedy plněn základní předpoklad všech metod výpočtu stability svahu. Při řešení stability svahu prostoupeného takovouto sítí trhlin je možné vycházet z několika názorů.

Nepravidelně probíhající trhliny mohou mít nahodile takovou polohu, že v zemním masivu mohou vytvářet část potenciální skluzné plochy. Pak je otázkou jakou část (podíl) této potencionální skluzné plochy tvoří trhliny a jaká část (podíl) je tvořena celistvými kusy jílovců. Proti ujetí svahu působí na trhlínách kontaktní tření mezi kusy zeminy. Na zbývajících části plochy potencionálního skluzu působí soudržnost celistvých kusů v plné výši. Za těchto podmínek je vhodné provést výpočet stability svahu jakoby se jednalo o svah neporušený trhlínami a v němž tedy působí pevnostní vlastnosti zemin všesměrně a nepřerušovaně a z výpočteného koeficientu bezpečnosti usuzovat na podíl trhlin a celistvých kusů, které tvoří potencionální skluzovou plochu. V případech, že koeficient bezpečnosti bude dosahovat vysokou hodnotu (přes 10) je možné brát toto zjištění za dobrou orientaci nikoliv podkladový výpočet. Ze vzorků zemin získaných z vrtného průzkumu a podrobených laboratorním zkouškám byl proveden uvedený výpočet podle metod Verdeyenovy, Sobotkovy, Felleniovy, Culmannovy, Garberovy a Konečného. Koeficient bezpečnosti přesahoval vysoce předepsané hodnoty (přes 10). Z toho se dalo uvažovat, že řešení stability hloubkového řezu je nadějně.

Závažnější výsledky byly získány z laboratorních zkoušek uměle připravených vzorků, které sestávaly z kusů jílovců s fragmentací 0 až 12 cm. Smykové zkoušky byly provedeny na velkorozměrových smykačích VÚHU a PUDIS Praha. Ze získaných hodnot byly podle uvedených metod stanoveny mezní výšky svahu hloubkového řezu. Ty byly porovnány s hloubkou řezu RK 5000. Nejnižší koeficient bezpečnosti vyšel při výpočtu dle metody Garberovy a dosáhl hodnoty 2,22, tedy dostatečné.

Druhý názor je ten, že nedojde k predispozici pro vytvoření potencionální plochy, ale že může dojít k pohybu jednotlivých kusů jílovců po trhlinách mezi nimi (hrnutí). Proti tomuto pohybu by působilo jen kontaktní tření mezi kusy, ne již soudržnost jednotlivých kusů. Tento pohyb by však nemohlo vyvolat statické zatížení, ale muselo by se jednat o namáhání dynamické, působící delší dobu. To může vyvolat jen provoz rýpadla (těžba a kráčení), případně doprava těživa dálkovou pásovou dopravou. Dominující je provoz rýpadla, vliv DPD je zanedbatelný pro její značnou vzdálenost od dobývaného svahu (asi 15 až 25 m) a poměrně malé pohybující se hmoty. Těžba rýpadla je rozhodující, protože dochází k rozkmitání korečkového vodiče a obzvláště při záběru korečků do velmi tvrdého propláستku až k poškození korečkového řetězu (roztržení korečku). Názory na velikost rozkmitání korečkového vodiče, které se musí nutně přenášet na celé rýpadlo a tedy i na jeho podvozek, byly velmi individuální a subjektivní. Proto bylo provedeno měření rychlosti kmitání na pláni předpolí rýpadla a na některých částech podvozku. Průběh měření bude popsán dále. Protože rychlost kmitání v 98 % doby měření nepřekročila úroveň základní rychlosti seismiky $v_0 = 1 \text{ mm.s}^{-1}$ a ve zbývajícím čase (2 %) nepřesáhla rychlost kmitání 2 mm.s^{-1} , byl tento zdroj dynamického namáhání posouzen jako bezpředmětný.

Třetím názorem byla dedukce z řešení stability svahu v nadloží porušeném závalem stařin. Zde se jedná také o porušení nadloží sítí trhlin zcela nepravidelného průběhu. Společné je i spolupůsobení závalu jednotlivých komor mezi sebou. Rozdíl je však ten, že při závalu dojde k pohybu uvolněného nadloží většinou pádem. Tím se prakticky vylučuje dosednutí jednotlivých kusů původním reliefem trhlin na sebe. Při porušení trhací prací sedí jednotlivé kusy svým reliefem na sobě, což působí na stabilitu příznivě. Rozdíl je v tom, že nadloží porušené závalem je do doby těžení povrchem konzolidované. Při narušení trhací prací se

nedá o konzolidaci uvažovat. A protože, jak bylo uvedeno, ke skluzům v nadloží porušeném poddolováním nikdy při dobývání hloubkovým řezem korečkovými rýpadly nedošlo, lze dojít k závěru, že i při nadloží porušeném trhací prací nedojde.

Jako porovnávací faktor byla vzata v úvahu stabilita výsypky, na níž byly zakládány zeminy od RK 5000. Na výsypce insitu bylo zjištěno, že při výšce 24,3 m byl svahový úhel $34,02^{\circ}$, při 27 m úhel $20,3^{\circ}$, při výšce 20 m úhel $20,67^{\circ}$ a při výšce 22,7 m úhel 27° . Při těchto parametrech svahů nejevila výsypka žádné známky nestability.

Jako poslední kontrola byl proveden výpočet úhlu vnitřního tření při volené smykové pevnosti 0,02 až 0,04 MPa, kterou mávají zeminy na výsypkách. Hloubka svahu byla volena podle nejméně příznivých podmínek, tj. při kráčení rýpadla při přenesení hmotnosti celého rýpadla na vnější část podvozku. Přetížení vyvolané rýpadlem v přepočtení na náhradní výšku je cca 5,6 m. K této výšce byla přičtena hloubka svahu při jeho deformacích u rýpadel D 800 nebo Do 800, jak bylo popsáno dříve, tj. 7 metrů. Pak výsledná výška svahu je 12,6 m. Při zvolené smykové pevnosti 0,02 MPa vychází úhel vnitřního tření jílovce $15^{\circ}45'$ dle Verdeyena, $15^{\circ}10'$ dle Sobotky a $16^{\circ}20'$ dle Konečného. Při $c = 0,04$ MPa $7^{\circ}15'$ dle Verdeyena, $10^{\circ}10'$ dle Sobotky a $3^{\circ}45'$ dle Konečného vždy pro meznou výšku uvedeného svahu. I při záměrně volené nízké hodnotě smykové pevnosti jsou velikosti úhlu vnitřního tření velmi dobře přijatelné.

Tím bylo v dostatečném rozsahu prokázáno, že hloubkový řez dobývaný RK 5000 i při nasazení trhacích prací bude stabilní.

Jak bylo uvedeno, byly v předpolí RK 5000 měřeny seismické jevy vyvolané jeho provozem. Měření byla prováděna při těžbě

v rostlých jílovcích i jílovcích narušených trhací prací. Ke snímání seismických efektů byla použita dvě elektrodynamická čidla typu VED a signály byly graficky registrovány japonským smyčkovým oscilografem typu YEW. Každé z čidel se skládá ze tří na sobě nezávislých snímačů, které umožňují zaznamenávat tři vektorové složky rychlosti kmitání orientované v kartézských souřadnicích. Snímače byly umísťovány v proměnné vzdálenosti v předpolí rýpadla a na jeho podvozku. Při měření byl 1. snímač orientován vertikálně, 2. snímač horizontálně, kolmo na spojnici čidlo - střed rýpadla a 3. snímač horizontálně, směrem ke středu rýpadla. Místa měření byla měněna v předpolí ve vzdálenostech 1 - 7 metrů od podvozku rýpadla a v úhlech 30° , 45° , 60° a 90° od osy postupu. Byla také volena varianta na vnější a vnitřní části podvozku. Při měření byl také sledován hodinový výkon rýpadla. Z rozborů naměřených hodnot vyplývá, že hodnota seismických účinků šířících se nadloží v předpolí RK 5000 v naprosté většině měření nepřesahuje úroveň základní seismiky $v_0 = 1 \text{ mm.s}^{-1}$. Téměř ve všech případech měření je rychlost kmitání pod touto úrovní (v 98 % doby trvání měření). Ve zbývajících době měření (2 %) rychlost kmitání nepřesahuje 2 mm.s^{-1} . Pouze v jednom případě po dobu 13 sekund (0,4 % času) na snímači č. 3, čidla 2 umístěném 1 m od vnějšího podvozku, byla zaznamenána rychlost kmitání v intervalu $2 - 3 \text{ mm.s}^{-1}$. Při měření na vnitřním i vnějším podvozku byla rychlost kmitání opět nízká. Hodnota základní seismiky nepřekročila po většinu doby měření (98 %) 2 mm.s^{-1} . Pouze výjimečně byla zaznamenána rychlost kmitání $3 - 4 \text{ mm.s}^{-1}$. Maximální rychlosti kmitání nepřekročily v zemině 3 mm.s^{-1} , na rýpadle 4 mm.s^{-1} .

Při srovnání seismiky naměřené při těžbě v rostlých jílovcích a v jílovcích narušených trhací prací možno konstatovat, že byla v průměru shodná. To lze vysvětlit tím, že při těžbě narušených jílovců poklesla rychlost kmitání způsobená nerovnoměrností chodu korečkového řetězu vlivem rozpojování tvrdých proplástek a zvýšila se objemem těživa procházejícího rýpadlem. Hodinový výkon se v době měření zvýšil téměř dvojnásobně proti těžbě v jílovcích rostlých (z $748,9 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ a $868 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ na $1\,592,6$ a $1\,377,3 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$). Určitý vliv měla i kusovitost těživa.

Kusovitost těživa byla zjišťována na spojovacím mostě mezi rýpadlem a násypkou na dálkovou pásovou dopravu. Při těžbě jílovců narušených trhací prací se kusovitost mírně zvýšila proti těžbě v rostlých zeminách. Bylo to způsobeno tím, že v době měření byla povolena celková nálož jednoho odstřelu 5000 kg trhavin. To umožňovalo provádět odstřely o malé ploše. Na šířku bloku cca 70 m musely být prováděny dva dílčí odstřely. Jedním odstřelem byla také zabránena malá délka. Mezi těmito plošně malými odstřely musely být ponechány určité odstupy pro potíže s vrtnými pracemi. V těchto odstupcích byl jílovec jen málo narušen a proto způsoboval větší kusovitost. Tento nedostatek byl odstraněn zvětšením plochy odstřelů zvýšením celkové nálože na 15 000 kg trhavin.

Celkovým výsledkem uvedených prací bylo povolení trhacích prací velkého rozsahu při dobývání hloubkového řezu rýpadlem RK 5000. V době, kdy byla povolena celková nálož plošného odstřelu 5 000 kg, bylo provedeno finální měření, z něhož vyplývá, že:

- hodinový výkon rýpadla se zvýšil v průměru o 27,6 %
- příkon motorů pohonu korečkového řetězu poklesl o 11 %
- specifická spotřeba el. energie poklesla o 41 %.

Při zvětšení mezní nálože na 15 000 kg budou finální výsledky ještě příznivější.

S h r n u t í

Při řešení hloubkového řezu na závodě VČSA k. p. DVIL rýpadlem RK 5000 vznikly komplikace při použití trhacích prací. Bylo nutné řešit únosnost pracovní pláně a hlavně stabilitu svahu hloubkového řezu. Pro zjištění únosnosti pláně byly provedeny mo-