

Inž. Vratislav V í t , VÚHU :

POUŽITÍ ŠIKMÝCH VRTŮ PŘI TRHACÍ PRÁCI U KOREČKOVÝCH RYPADEL TYPU D 800

Korečková rypadla typu D 800 resp. DO 800 pracující na spodních skrývkových řezech na velkolomech J. Šverma, Obránci míru a Čs. armády zasahují v největší míře tvrdé těžkorozpojitelné jíly až jílovce, proložené pelosideritickými proplásky, které rozpojitelnost jen zhoršují. Smykové soudržnosti těchto jílu až jílovců vysoko překračují obvyklé hodnoty a pohybují se od 2 až do 15 kp/cm²; proplásky dosahují soudržnosti vysoko přes 100 kp/cm². I penetrometrická měření ukazují na neobvyklou tvrdost spodních partií nadloží na uvedených závodech. Při rozpojování zemin těchto vlastností docházelo k značnému poklesu výkonu rypadel a k četným provozním potížím, poruchám a prostojům. Pro zvýšení výkonu rypadel a zamezení provozních potíží bylo použito trhací práce, jejímž účelem je narušit tvrdé a těžkorozpojitelné zeminy do té míry, aby mohly být rypadly dobývány bez dalších ztrát. Postupně se vyvinula aplikace trhací práce většího rozsahu, která v podstatě představuje clonové odstřely. Clonové odstřely jsou prováděny tak, že svah korečkového rypadla je rozrušován v několika (2 až 3) fázích vždy s mezidobým odtěžením rozrušené zeminy. Je používáno velkopřůměrových svislých vrtů (120 až 150 mm) o hloubce do 8 m. Hloubka vrtů je dána podmínkou, že trhací práci nesmí být porušena stabilita příštího svahu a tedy jejich hloubka je ovlivněna šířkou přestavby kolejí. V první fázi jsou vrty zakládány v jedné řadě v koruně svahu, v druhé fázi po vytvoření svahu o úklonu cca 14 - 17° a v třetí fázi při patě svahu, kde je pro tento účel tvořena zarovnačem korečkového vodiče zvláštní pracovní plošina.

K vrtání je používáno nejvíce vrtných souprav VV-11-R2 na housenicovém podvozku nebo souprav tohoto typu podobných. Vrtná drť je vynášena spirálovým vrtným soutyčím. Vrtání nenaráží na obtíže a docilované výkony jsou vyhovující. Nálože sestávají asi z 30 - 35 kg běžných průmyslových trhavin práškových (pytlovaných). K ucpávce se bere vrtná drť, která plně vyhovuje. Roznět je elektrický většinou mžikový méně milisekundový.

Tato stručně popsaná aplikace trhací práce má však celou řadu nevýhod, které lze ve stručnosti shrnout v následujících bodech :

a/ několikafázový průběh trhacích prací na jednom místě řezu, vždy spojený s přejížděním rypadla, které musí po provedeném odstřelu na místo předjet, ode-

brat narušenou zeminu a z úseku řezu odejít na jiný. Pro jeden úsek řezu se cyklus opakuje 2 až 3 krát;

- b/ práce vrtných souprav na šikmém svahu při vrtání v druhé fázi;
- c/ sjíždění a vyjíždění vrtných souprav do hloubky cca 10 až 12 m pod úroveň hlavy svahu při vrtání třetí fáze, což vyžaduje výjezdové trasy buldozerem;
- d/ ztížená doprava trhavin k vrtům druhé a třetí fáze po šikmém svahu řezu;
- e/ ztížená práce střelmistrů a pomocníků na svahu, obzvláště za mokra (déšť, sníh apod.), kdy je svah velmi kluzký;
- f/ malá hloubka vrtů ve všech fázích (maximálně 8 m), která je dána podmínkou zachování stability nově tvořeného svahu;
- g/ malá váha náloží v jednotlivých vrtech (max. 30 - 35 kg), která je dána malou hloubkou vrtů;
- h/ malá užitečná účinnost náloží, která je ovlivněna polohou vrtů k volné ploše narušovaného terénu a k uložení vrstev těžkorozpojitelných, hlavně propláštěk, neboť s nimi svírá téměř pravý úhel.

Pro odstranění těchto nedostatků byla navržena nová technologie trhací práce, která je založena na principu vrtů rovnoběžných se svahem řezu a tedy proti horizontále odkloněných cca o 30° a probíhající celým řezem a dosahujícími tedy délky přes 40 m.

Navrženou technologií jsou sledovány tyto její zásadní výhody proti technologii staré :

- a/ narušení celé kubatury zeminy bude provedeno jen jedním systémem vrtů, takže nová technologie je jednofázová. Rypadlo bude postupovat průběžně po řezu bez přejíždění z jednoho úseku na druhý;
- b/ veškeré práce spojené s trhací prací budou prováděny na předpolí mezi hlavou řezu a kolejištěm rypadla, tedy na bezpečné a snadno přístupné pracovní plošině, kam je zpravidla dobrý příjezd vrtných souprav i nákladních automobilů s trhavinou atd.;
- c/ lze očekávat zvýšení účinnosti náloží, neboť se zlepší jejich vzájemná poloha vůči volné ploše svahu řezu a vůči nejtvrdějším vrstvám a propláštěkům.

Při realizaci navrhované technologie trhací práce se objevují dva nové a dosud neobvyklé prvky. Jedním je vrtání ukloněných vrtů (30° od horizontály) většího průměru (90 - 115 mm) a délky přes 40 m v terciérních jílech, druhým nabíjení těchto vrtů trhavinou.

Tyto dva nové prvky bylo nutno pokusně ověřit a přesvědčit se o jejich reálné možnosti provádění v praxi a dále ověřit účinnost navrhaného způsobu trhací práce. Proto byl proveden ověřovací pokus nové technologie trhací práce.

Při odvrtání šikmých vrtů o délce přes 40 m bylo použito vrtné soupravy Salzgitter, která svými parametry vyhovuje požadavkům na délku, průměr i sklon vrtů. Jako doplňujícího zařízení bylo použito elektrocentrály GPA 75 a diesel-kompresoru DK 3. Vrtná souprava Salzgitter je rotační soupravou, která k výplachu drtě z vrtu používá stlačeného vzduchu. Vrtná věž je sklopná a její sklon lze řídit. Vrtné soutyčí je duté a slouží k zavedení stlačeného vzduchu na dno vrtu. Vrtných korunek bylo použito jak křídlových (osazených) tak dvoubřitových.

Situování vrtů vůči dříve vytvořenému svahu bylo prováděno tak, že vrt měl též úklon jako spádnicí starého svahu a osa vrtu byla s ní prostorově rovnoběžná. Umisťování vrtů vůči předpolí rypadla bylo prakticky dáno konstrukcí vrtné soupravy (hlavně jejího podvozku). Konstrukce podvozku umožnila v nejkrajnějším případě umístit ústí vrtů 8,5 až 9 m od konce pražců rypadlové koleje, takže po odečtení šířky předpolí rypadel D 800, tj. 6 m, byly vrty umisťovány asi 2,5 - 3 m od předpolí rypadla do země, která má být odtěžena. Původně bylo uvažováno s přiblížením vrtů do co nejtěsnější blízkosti předpolí (k rovině nově tvořeného svahu); s přiblížením vrtů k rovině budoucího svahu by musela vzrůstat přesnost ve sklonu vrtu a jeho rovnoběžnosti s rovinou svahu, neboť účinek trhací práce se nesmí z důvodu stability svahu dotknout nebo proniknout za rovinu vytvářeného svahu. Kontrola sklonu svahu by musela být měřena přesnějšími přístroji a také by musela být kontrolována přímota osy vrtu. Bylo připraveno měření přesnosti vrtů pomocí inklinoměru a pomocí měření kolmé vzdálenosti konce vrtů (dna) od roviny starého svahu pomocí různých geofyzikálních metod (geofony apod.). K těmto měřením však nedošlo, neboť, jak již řečeno, nedovolila souprava Salzgitter umístit vrty téměř k předpolí a mimo to měření osy vrtu, při nichž by bylo nutné zavádět na dno vrtů jakékoliv čidlo nebo sondu by naráželo, jak ukázaly pokusy, na značné potíže. Umístění vrtů do vzdálenosti 2,5 až 3 m od roviny budoucího svahu se ukázalo jako plně vyhovující z hlediska narušené dobývané země a jako bezpečné z hlediska stability nového svahu.

Záběr vrtů byl ověřen v rozmezí 6 až 10 m. Tento interval byl dán šířkou přestavby kolejí v úseku, kde byly pokusné odstřely prováděny. Z hlediska provozního je šířka přestavby v rozmezí 6 až 10 m nejčastější a nejvýhodnější.

Rozteče vrtů byly voleny v intervalu 7 až 11 m a byly z části ovlivněny závaly dřívějších komor. Zásadně nebylo vrtáno v místech narušených závaly, a to proto, že nadloží porušené závalem je velmi dobře rozpojitelné a tudíž nepotřebuje dalšího narušení trhací prací.

Při pokusném vrtání bylo celkem odvrtno 26 vrtů o celkové délce 851,0 m. V průběhu vrtání bylo prokázáno, že vrtání šikmých vrtů v podmínkách velkolomů komořanské oblasti je možné a provozně realizovatelné. Výkon vrtné soupravy se pohyboval kolem 15 až 20 m za hodinu. K postupu vrtů o délku jedné vrtné tyče, tj. 2,5 m, bylo průměrně potřeba 3 až 7 minut. Doba potřebná k odvrtní 40 m vrtu se pohybovala mezi 2 až 3 hodinami. Při vrtání bylo zjištěno, že přitlačná síla na vrtnou korunku může být velmi malá, protože při většině vrtů muselo být soutyčí mírně nadlehčováno. Určité potíže vznikaly připrovrtávání měkkých plastických jíílů, kdy vrtná drť dostávala tvar šupinek o délce cca 3 až 7 mm, šířce 2 - 5 mm a tloušťce asi 1 mm. Tvar těchto šupinek byl nepříznivý pro dopravu stlačeným vzduchem z vrtů na povrch. Kinetická energie dopravního média nemohla být pro nepříznivý tvar vrtné drtě plně využita, drť nebyla z vrtu vyfouknuta až na povrch a tvořila v různé hloubce pod ústím vrtu jakési zátky, které byly pohybem soutyčí pýchovány na stěny vrtů. Takové zátky bylo možné z vrtu odstranit jen vytažením celého soutyčí, což způsobovalo časové ztráty. K podobným potížím docházelo i při vrtání vrtu o průměru 115 mm hlavně při použití osazené korunky, a to jednak proto, že zemina odebíraná ze stěny vrtu horními břity se vylamovala ve větších koncích (až velikosti ořechu), které nebyl proud vzduchu sto dopravit na povrch, jednak proto, že při vrtání vrtů průměru 115 mm se zvětšila disproporce mezi vnitřním průřezem vrtného soutyčí, jímž vzduch proudí ke dnu vrtu a průřezem mezikruží mezi průměrem vrtu a vnějším průměrem soutyčí, jímž vzduch od dna vrtu proudí vzhůru a vynáší vrtnou drť. Tento nepoměr byl ovlivněn i malým výkonem a tlakem použitého kompresoru. Při nedokonalém vynášení drtě z vrtu docházelo k jeho částečnému ucpávání v určité výši nad dnem vrtu, které muselo být odstraňováno opět vytahováním soutyčí z vrtů, což způsobovalo poměrně značné časové ztráty (až 45 minut při odvrtní jednoho vrtu délky 40 m).

Další potíže při vrtání způsobovalo staré škvárové lože (až 50 cm mocné), které při malé hloubce vrtu dovoľovalo rozptýlení výstupního proudu vzduchu mimo ústí vrtu, čímž bylo vyfoukávání drtě z vrtu opět ztíženo. Mimo to stěny vrtu ve škvárovém loži se často bortily a zasypávaly vrt. Tyto závady byly odstraněny odhrnutím škváry z míst zakládání vrtů buldozerem.

Snad největší potíže při vrtání způsobovala voda, která vnikla do vrtu. Vždy se jednalo buď o vodu srážkovou, která vnikla do vrtů buď přímo za deště nebo vodu, která se nashromáždila ve starém škvárovém loži, z něhož pak na kontaktu s jílem vytékala do vrtu. V žádném případě se nejednalo o vodu spodní z navrtaného vodonosného horizontu. Voda ve vrtu způsobovala rozmělnění vrtné drtě v kašovitou hmotu, která byla z vrtu jen obtížně vyfoukávána.

Pro odstranění potíží způsobovaných škvárou a vodou bude nejvhodnější použít při dalších pokusech krátkého zapažení vrtu v délce cca 1,5 až 2 m, které bude před odstřelem vytaženo.

Zapažením vrtu v délce 1,5 - 2 m bude pro příští pokusy umožněno i těsné uzavření vrtu proti vnikání dešťové vody v údobí mezi odvrtáním vrtu a jeho nabíjením. Těsné uzavření vrtu je nutné proto, aby nedocházelo k bobtnání a svírání stěn vrtu před nabíjením, což by bylo příčinou potíží při nabíjení.

Při provedeném pokusu bylo zjištěno, že časový interval mezi odvrtáním vrtu a jeho nabíjením a odpálením by neměl být delší než jeden den, neboť při delším působení vlhkosti, případně tlaků na vrt, dochází k jeho znehodnocení v tom smyslu, že je nepoužitelný k nabíjení. Zmáhání takového vrtu je prakticky neproveditelné, a to proto, že nelze zajistit souosost zmáhaného vrtu s vrtným soutyčím. Také vyfoukávání drtě by bylo neproveditelné.

Šest vrtů nebylo dovrženo na plnou hloubku 40 m, a to proto, že po odvrtání cca 20 až 22 m pronikly do nadloží porušeného zavalenými důlními díly, které nebylo možno dříve zjistit. Při proniknutí vrtu do závalem porušeného nadloží bylo nutné vrt ukončit, a to proto, že většina stlačeného vzduchu proudila trhlinami do závalu, a tím bylo znemožněno vyfoukávání drtě z vrtu. Předčasné zastavení vrtu není na závadu navrhované technologii, neboť, jak již řečeno, závalem narušené nadloží není třeba dále narušovat trhací prací.

Nabíjení vrtů. Uložení nálože do šikmého vrtu bylo určitým technickým problémem, neboť obvyklé sypání práškové trhaviny do vrtu se jevílo jako nerealizovatelné, protože trhavina by přilnula na stěny vrtu těsně pod jeho ústím, až by vrt ucpala. Ani nabíjení tvarovanými náložkami se nejevilo jako použitelné pro předpokládané ucpání vrtů vzpříčenými náložkami a pro nepatrnou hutnost celkové nálože při nabíjení vrtů skluzem jednotlivých náložek po stěně vrtu. Tento způsob nabíjení byl předem vyloučen i proto, že nebyl zajištěn bezpečný přenos detonace mezi náložkami. Také by byl velmi zdlouhavý. Pro nabíjení byly vyzkoušeny dva no-

vé způsoby. Při prvním bylo použito Permonem V.19 práškové konsistence, z něhož byly za použití umělého cutisinového střeva příslušného průměru připraveny větší nálože o váze cca 10 kg a délce 0,7 až 1 m. Tyto nálože byly jednotlivě spouštěny do vrtů. Průběh nabíjení tímto způsobem byl velmi dobrý, neboť délka a průměr připravených náloží znemožňovala jejich vzpříčení ve vrtu a poměrně velká váha a rychlost při klouzání do vrtu umožnily bezpečné dosažení nálože dna vrtu. Kontrola dopadu nálože na dno vrtu resp. na předcházející nálož byla velmi dobrá, neboť se projevoval zvukovým efektem. Použití cutisinového umělého střeva jako obalu připravených náloží bylo vhodné, neboť umožnilo zvýšit hutnost celkové nálože, protože dovoľovalo takovou deformaci jednotlivé nálože při dopadu, aby jí byl zaplněn celý průřez vrtu. Tímto způsobem bylo do jednoho vrtu nabíjeno průměrně 150 kg trhaviny a doba potřebná k nabití jednoho vrtu nepřekročila 10 min. Nevýhodou tohoto způsobu byla poměrně pracná příprava náloží při plnění umělých střev trhavinou. Při druhém způsobu bylo použito tekuté trhaviny Permon Extra 19, vyvinuté a vyrobené pro tento účel ve Výzkumném ústavu průmyslové chemie v Semtině. Permon Extra, který je olejovité konsistence, byl do vrtu naléván přímo z nádob, v nichž byl výrobcem expedován. Dle záběru a rozteče bylo do jednoho vrtu nabíjeno 120 až 300 kg trhaviny, přičemž doba potřebná k nabití 300 kg se pohybovala kolem 12 až 17 minut. Při používání Permonu Extra bude velmi dobře použitelné dříve zmíněné krátké úvodní zapažení vrtu pro usnadnění nalévání trhaviny do vrtu.

Jako iniciačních náloží bylo použito náloží Semtexu (o váze 1 kg) adjustovaných rozbuškou Sica. Při odpalování několika náloží najednou bylo použito milisekundového odstupňování.

K ucpání vrtů bylo použito vrtné drtě, která se ukázala jako plně vyhovující. Délka ucpávky byla minimálně rovna délce záběru a tedy s ohledem na úklon vrtu byla 1,73 odporové přírůstky. Tato délka ucpávky byla plně dostačující a nikdy nedošlo ani k jejímu vyfouknutí ani k vytržení okolní zeminy.

Rozrušení zeminy bylo vyhovující a i kusovitost byla dobrá, lepší než při používané aplikaci trhací práce.

Pro zjištění účinnosti trhací práce bylo provedeno srovnání doby potřebné k naplnění vlakové soupravy, a to v podmínkách bez narušení zeminy trhací prací, v narušené zemině stávající trhací prací a dle navrhované technologie. Spolu s výkonem rypadla byla zjišťována i spotřeba elektrické energie na rypadle. Při srovnání byl vzat zřetel na sklon korečkového vodiče, který má vliv na hloubku řezu

a tím i na spotřebu elektrické energie a do jisté míry i na výkon rypadla. Je nutno zdůraznit, že získané výsledky jsou zčásti zkresleny tím, že nová technologie byla zkoušena v nejtvrděších partiích řezu, zatím co stará technologie v podmínkách lepších a výsledky získané při dobývání zeminy bez narušení trhací prací v podmínkách tak dobrých, že zde trhací práce nebyla používána.

Výsledky jsou shrnuty v tabulce.

Z těchto výsledků je zřejmé, že navrhovaná aplikace trhací práce má vesměs lepší výsledky, jak co do výkonu rypadla, tak i co do spotřeby energie.

Sklon vodiče ve °	Trhací práce	Čas k naplnění vlakové soupravy	Spotřeba elektrické energie na naplnění vlakové soupravy
12°	stará	16 - 19 minut	149 kWh
13°	stará	16 - 19 "	156 - 160 "
14°	stará	16 - 19 "	148 - 164 "
15°	stará	16 - 19 "	160 - 187 "
15°	nová	12 - 14 "	128 - 131 "
16°	stará	15 - 19 "	163 - 187 "
16°	nová	13 "	111 - 199 "
17°	stará	17 - 20 "	169 - 347 "
17°	nová	11 - 13 "	124 - 139 "
18°	bez trhací práce	18 - 20 "	221 - 242 "
18°	stará	16 - 17 "	143 - 191 "
18°	nová	13 - 15 "	127 - 144 "
19°	bez trhací práce	18 - 21 "	244 - 263 "
19°	nová	12 - 14 "	113 - 155 "
20°	bez trhací práce	18 - 21 "	228 - 271 "
20°	nová	13 - 14 "	144 - 163 "
21°	bez trhací práce	18 - 20 "	200 - 213 "
20-25°	nová	16 - 18 "	200 - 206 "
27°	stará	16 - 18 "	190 - 195 "
28°	stará	15 - 18 "	153 - 157 "

Z provedeného pokusu vyplynulo, že po odstranění uvedených závad a nedostatků, k nimž je nutné připojit i potíže při pojíždění vrtné soupravy, kompresoru a elektroagregátu, jejichž kolové podvozky se bořily do rozbahněné pracovní pláně, je navrhovaná technologie trhací práce proveditelná a pro zvýšení výkonu rypadla účelná. Lze s dostatečnou přesností tvrdit, že odvrtání jednoho vrtu délky 42 - 43 m by nemělo trvat déle než 60 až 90 minut. Při použití samohybné vrtné soupravy nejlépe s housenicovým podvozkem se zkrátí manipulační ztrátové časy do té míry, že lze počítat s výkonem soupravy kolem 6 - 8 vrtů za osmihodinovou směnu. Vzhledem k vyzkoušeným roztečím a záběru lze za směnu připravit k odstřelu kubaturu cca 10 000 m³ pevných, což je zásoba cca na dvě směny provozu rypadla. Pro doplnění všech možností postupu při nabíjení ukazuje se jako vhodné vyzkoušet i zafoukávací zařízení, čímž by odpadlo pracné plnění práškové trhaviny do umělého střeva a bylo by docíleno dostatečné hutnosti celkové nálože a bylo by zamezeno případnému zatékání tekuté trhaviny při porušených stěnách vrtu. Také bude vhodné ověřit možnost použití směsi DAP (dusičnan amonný s palivem), jejíž účinek by se mohl projevit dalším zlepšením kusovitosti narušené zeminy a i efektem ekonomickým vzhledem k její ceně.

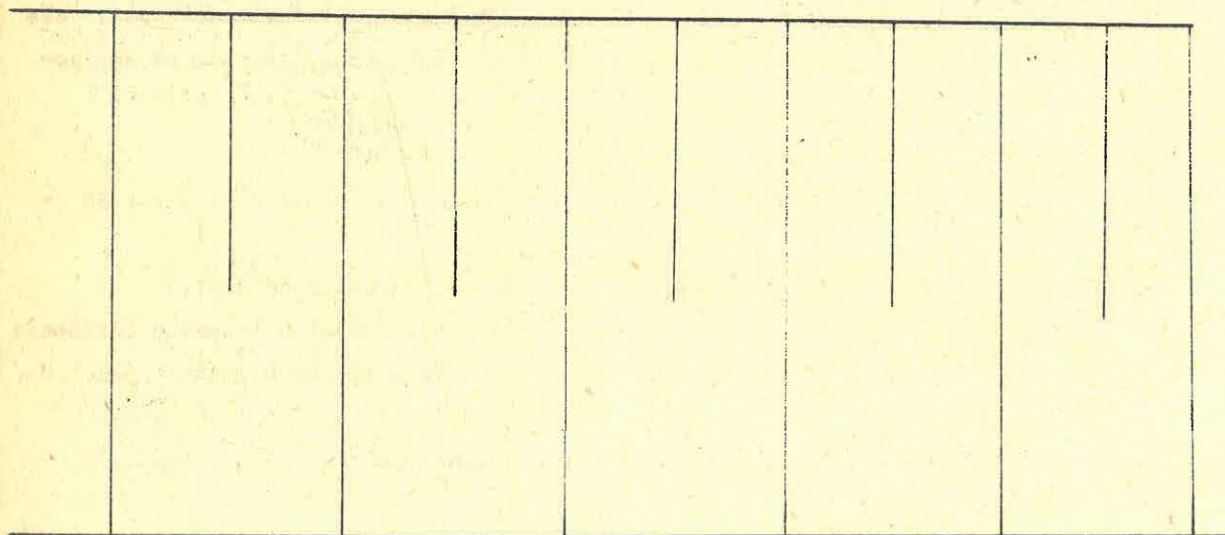
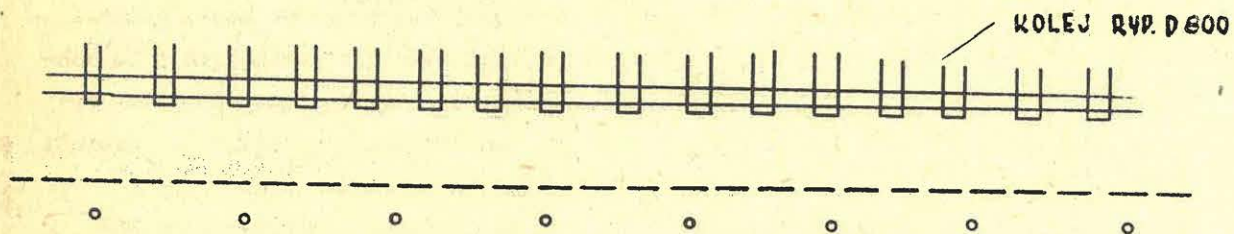
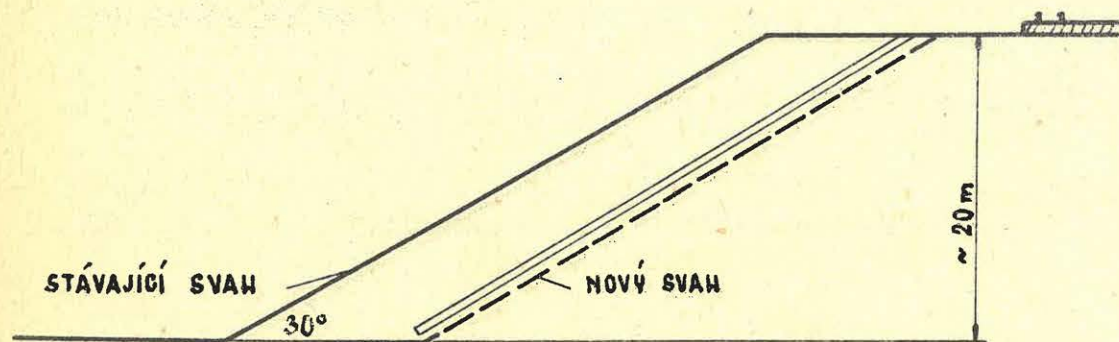
Jame toho názoru, že realizovaný pokus splnil své poslání a jeho výsledků a získaných zkušeností bude dále použito.

V závěru považuji za nutné vyslovit dík za porozumění a ochotu vedení Rado-tínských cementáren a vápenic (inž. Čep), které nám zapůjčením vrtné soupravy a kvalifikované obsluhy umožnilo pokus realizovat; dále Výzkumnému ústavu průmyslové chemie v Sentiňě (dr. Malkovský) a Výzkumnému ústavu strojírenské technologie a ekonomiky (inž. Mečíř) za vzácné pochopení našich problémů a vzornou spolupráci při jejich řešení.

S h r n u t í

Byla navržena nová technologie, která je založena na zakládání šikmých vrtů (30° od horizontály) o délce přes 40 m, paralelních s rovinou svahu řezu. Pro odvrtání bylo použito vrtné soupravy Salzgitter a prokázáno její reálné použití. K nabíjení vrtů bylo použito několik způsobů, mezi jiným i vyvinutí kapalné trhaviny Permonu Extra (s 19 % vody).

SCHEMA USPOŘÁDÁNÍ DLOUHÝCH ŠÍRMÝCH VRTŮ



MĚŘ. 1:500