

RNDr. Jiří Zmítka, Báňské projekty Teplice, a.s.

Netradiční metody sanačního odvodňování

Untraditionelle Methoden der Sanierungs-entwässerung

Mit neuen Aufgaben der Rekultivierung und Revitalisierung der durch die tagebau- sowie tiefbaumäßige Kohlegewinnung betroffenen Gebiete ist die Realisierung der technischen Sanierung und Stabilisierung umfangreicher Rutschungsgebiete eng verbunden. Ebenso, wie bunt die Klassifizierungsskale der Rutschungsdeformationen ist, gibt es auch eine ganze Reihe von technischen Lösungen der passiven und aktiven Standfestigkeit.

Weil jede Sanierung durch seine Weise eine originale technische Sache ist, wird es nicht möglich sein, einen routinisierten "Katalogzutritt" zur Geltung zu bringen, sondern für jede bestimmte Lokalität eine "auf Maß zugeschnittene" Lösung anzuwenden. Im Einklang mit der Entwicklung der technologischen Ausrüstung der Finallieferanten ist es jetzt möglich, die bekannten, aber in unseren Bedingungen untraditionellen Methoden und Vorgänge anzuwenden.

Im Beitrag ist deshalb die Aufmerksamkeit den untraditionellen Methoden der Sanierungs-entwässerung gewidmet, die in bestimmten Fällen und unter den spezifischen Bedingungen des nordböhmischen Beckens erfolgreich angewendet wurden.

Die Aufgabe dieses Artikels liegt darin, diese Methode der technischen Öffentlichkeit zu unterbreiten und die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeiten ihrer wiedergegebenen Anwendung zu lenken.

Non-traditional methods of maintenance drainage

With new tasks of restoration and revitalization of areas touched by influences of underground and opencast coal excavation there are closely through-bound the realization of technical maintenances and stabilizations of extensive sliding areas. Equally as it is varied the classification scale of slope deformations so it is very broad also the complex of technical methods of passive and active stabilization.

Because each maintenance is by its way the original technical work, it cannot be applied the routine "catalogue" access, but it is necessary to apply

the methods so-called made precisely to relevant locality. In keeping with the development of technological equipment of final suppliers it is possible to apply yet known but in our conditions non-traditional methods and accesses.

In submitted article it is from that reason devoted the attention to non-traditional methods of maintenance drainage that were successfully used in concrete discussed cases and in specified conditions SHP.

The aim of contribution is to remind these methods to broader technical public and outline the possibilities of their repeated application.

Нетрадиционные методы санационного обезвоживания

С новыми задачами по рекультивации и ревитализации земель, нарушенных влияниями подземной и открытой добычи угля, узко связаны осуществления технической санации и стабилизации обширных оползневых территорий. В равной мере как пестрой и разнообразной является гамма деформаций откосов, так и широким является комплекс технических методов пассивной и активной стабилизации.

Так как каждое санирование является своего рода оригинальным техническим делом, нельзя применять рутинерский подход "по каталогу", однако надо использовать "сшитые на заказ" методы для каждой конкретной разработки (разреза). В соответствии с развитием технологического оснащения финальных поставщиков можно применять хотя и известные, однако в наших условиях нетрадиционные методы и подходы.

В статье поэтому внимание уделяется нетрадиционным методам санационного обезвоживания, которые были успешно использованы в конкретных дискутированных случаях и в специфических условиях Северочешского бурогоугольного бассейна.

Статья ставит себе цель напомнить более широкой технической общественности данные методы и набросить возможности их повторного применения.

Netradiční metody sanačního odvodňování

S novými úkoly rekultivace a revitalizace území dotčených vlivy hlubinné a povrchové těžby uhlí jsou úzce provázány realizace technických sanací a stabilizací rozsáhlých sesuvných území. Stejně tak, jak je pestrá klasifikační škála svahových deformací, je velmi široký i komplex technických metod pasivní i aktivní stabilizace.

Protože každá sanace je svým způsobem originálním technickým dílem, nelze uplatňovat rutinní "katalogový" přístup, ale je nutno aplikovat metody tzv. šité na míru té které lokality. V souladu s

rozvojem technologického vybavení finálních dodavatelů je možno aplikovat sice známé, ale v našich podmínkách netradiční metody a přístupy.

V předkládaném článku je proto věnována pozornost netradičním metodám sanačních odvodňování, které byly úspěšně použity v konkrétních diskutovaných případech a ve specifických podmínkách SHP.

Cílem příspěvku je tyto metody připomenout širší technické veřejnosti a nastínit možnosti jejich opakované aplikace.

Sesuvy a svahové deformace skryvkových svahů uhelných lomů jsou neodmyslitelným průvodním jevem většiny těžebních lokalit. Obzvláště hojně a plošně významné jsou hlavně na svazích těžebně opuštěných lokalit různých malolomů, kde lze sledovat i dlouhodobé vlivy atmosférických činitelů na stabilitu a přetváření svahů.

V zájmové oblasti SD - Doly Bílina byly v posledních letech úspěšně zrealizovány dvě velmi rozsáhlé a komplikované sanace:

- sanace svahů bývalého lomu Otakar (1988 až 1991)
- sanace svahů bývalého lomu ČSM (1991 až 1995).

V obou případech se jednalo o sesuvná území na ploše několika desítek hektarů s výskytem pestré škály sesuvných typů a forem pokročilého vývojového stádia.

I když geologické, geomechanické, hydrogeologické a geomorfologické podmínky obou lokalit jsou obdobné, nebyly při vlastním návrhu a realizaci sanace uplatněny stejné metody a postupy.

O jednom ze specifických dílčích problémů, tj. o aplikaci netradičních metod sanačního odvodňování předpolí severního svahu lomu ČSM pojednává tento příspěvek.

Lom Dukla - úsek ČSM v prostoru mezi Pozorkou a Mstišovem ukončil svou těžební činnost v roce 1969, přičemž skryvkové svahy byly dotvarovány o zhruba 5 let dříve. Od této doby, tj. po období zhruba 30 let, byly skryvkové svahy vystaveny dlouhodobému působení různých činitelů, které permanentně zvyšovaly procentuální podíl sesuvy devastovaných ploch svahů. Za tuto dobu bylo na lokalitě provedeno několik dílčích etap prostorově omezených sanací, které však vždy byly pouze málo účinnými sanačními epizodami s malým či časově omezeným efektem. Ke komplexnějšímu řešení sanace přistoupily Doly Bílina až v roce 1991, ale to již bylo možno více než 60 % plochy svahů klasifikovat jako aktivní sesuvy.

Od počátku prvních projevů nestability a vzniků lokálních sesuvů bylo jasné, že jednou z hlavních příčin jsou permanentní přítoky mělké podzemní vody z prořiznutého kolektoru proluviálních kvartérních ryolitových šterků.

Že tento problém nebyl až do roku 1994 nikdy komplexně vyřešen svědčí neúspěšné sanace, realizované dle návrhu VŠB Ostrava do roku 1975, či opět neúspěšná sanace pomocí subhorizontálních odvodňovacích vrtů, zrealizovaných v období let 1980 až 1984 Geoindustrií Praha.

Pozitivní, i když prostorově omezený dosah mělo pouze odvodnění pomocí vsakovacího účelového vrtu S-11, který v rámci průzkumných prací na lokalitě provedly BPT v červenci 1970. Tímto vrtem se dlouhodobě podařilo snížit hladinu podzemní vody svedením do systému chodeb historických hlubinných dolů, které byly navrtány v hloubce 53 až 55 m.

Jisté oživení, byť jen projekčních aktivit, přinesla až polovina roku 1986, kdy bylo z popudu OBÚ Most konstatováno vážné nebezpečí ohrožení stability silnice Pozorka - Mstišov. Po provedeném podrobnějším průzkumu navrhly BPT v 11/1987 variantní řešení odvodnění předpolí pomocí:

- a bariéry vsakovacích vrtů do přerubané uhelné sloje,
- b subhorizontálních odvodňovacích vrtů délky cca 150 m dovrtných do báze deprese zvodnělé kvartérní šterkové akumulace, i když hydraulická účinnost byla problematická,
- c těsnící milánské stěny s převedením vod pomocí protlaku
- d bariéry svislých čerpacích vrtů.

Po zhodnocení ekonomických nákladů, energetické náročnosti, účinnosti a dalších problémů se Doly Bílina rozhodly sledovat variantu pasivní, tj. realizaci náhradní přeložky silnice Pozorka - Mstišov.

Novou kvalitu v přístupech k problému přinesl až konec roku 1990, kdy bylo zřejmé, že se podařilo úspěšně zrealizovat sanaci svahu bývalého lomu Otakar pod obcí Hrob.

Od počátku roku 1991 tedy byla zahájena etapovitá sanace severního svahu bývalého lomu ČSM, která má být ukončena v průběhu roku 1996 rekonstrukcí stávající silnice Pozorka - Mstišov. Přitom již koncem roku 1994 bylo dokončeno úspěšné podchycení a převedení podzemních kvartérních vod z předpolí této komunikace.

V rámci tohoto závažného kroku byly aplikovány právě netradiční metody sanačního odvodnění pomocí hloubkových záchytných drenů, příložných SECUDRANŮ 316 DS 600 a odvodňovacího protlaku 800 mm délky 115 m.

VÝCHOZÍ VSTUPY PRO NÁVRH ŘEŠENÍ

Základním aspektem přijatého řešení byly geologické a hydrogeologické poměry předpolí severních svahů za silnicí Pozorka - Mstišov ověřené vyhodnocením geologického průzkumu. Tento průzkum ověřil, že v prostoru severně od silnice vznikla přirozeným geologickým vývojem a sekundárními následky historické hlubinné báňské těžby složitá mísovitá hydrogeologická struktura, tvořená nepropustným dnem terciérních nadložních jílu a akumulací výplní propustných kvartérních ryolitových proluvialních štěrků o mocnosti až 15 m.

Vzhledem k přítokovým směrům mělkých podzemních vod od úpatí Krušných hor k JV zde docházelo k cyklickému kolísání vodní hladiny v úrovních nad i pod povrchem území.

Vzhledem k tomu, že hlubinná těžba respektovala ochranným pilířem tuto komunikaci, vytvořil se zde morfologický práh, který zadržoval a akumuloval podzemní vody v rozsáhlém podzemním jezeře. Jeho odvodňování směrem k JV pak bylo závislé na intenzitě srážek, která ovlivňovala rozsah a intenzitu přelítí tohoto prahu. Podzemní voda proto byla převážně odváděna v závislosti na reliéfu povrchu nepropustného terciéru západním a jižním křídlem, podtékala silnici a v pramenních liniích vyvěrala do horní partie svahu bývalého lomu. Pouze za srážkových maxim, kdy došlo k přelítí hřbetu, se vyvinula dočasná, několik set metrů široká rozptýlená pramenní linie. V místech permanentních vývěrů podzemní vody nutně vznikly neaktivnější a největší plošné a následně i proudové sesuvy.

Na základě geologické situace bylo jasné, že stabilizační účinnost sanačního podchycení a odvodnění území bude mít efekt, když se drenážní podchycení vod podaří zrealizovat na přítokových drahách a to ve vzdálenosti kolem 100 m před silnicí. Zároveň musí plnit funkci úplného koryta, tzn., že musí být prohlouben až do nepropustného prostředí terciérních nadložních jílu.

Tato zásadní podmínka určila koncepci přijatého řešení, které však muselo zohlednit i bezproblémovost a kontinuitu vlastního provedení (mocnost kvartérního pokryvu a kolísavá úroveň jeho zvodnění). Další kroky se pak zaměřily na vyřešení nejvhodnějšího způsobu převedení podchycených podzemních vod, kde byla sledována následující hlavní kritéria, dlouhodobá funkčnost, bezobslužnost, malá nebo žádná energetická náročnost, minimální údržba a obnova. Proto byla zamítnuta například dlouho zvažovaná varianta přepouštění podchycené vody systémem vsakovacích vrtů do stařin uhelné sloje (koroze výstroje, zanášení filtrů a perforace, nutná obnova vrtů) a zcela vyřazeny varianty nuceného čerpání. Tím bylo rozhodnuto o variantě odvodnění pomocí protlaku.

PROJEKT A POSTUP JEHO TECHNICKÉ REALIZACE

Koncepci řešení připravila projektová kancelář aplikované geologie BPT a.s. v 04/1993 a v dalších profesích byl dopracován jako úkol "Sanace svahu lomu ČSM - 4. etapa" v 05/1993. Generálním dodavatelem stavby se staly Ostravské dopravní stavby, které v letech 1991 až 1993 zrealizovaly předchozí 1. až 3. etapu sanace.

Prvním krokem stavby byla realizace odlehčovací jámy severně od silnice s vytvořením sníženého pláta na úrovni 298 m n.m. Vlastní realizace byla zahájena ve druhé polovině roku 1993 a vytěžené, geomechanicky a technicky vhodné, hrubozrnné ryolitové štěrky byly použity na výstavbu zatěžovacích lavic v patní oblasti severního svahu bývalého lomu ČSM. V rámci této činnosti bylo odtěženo více než 90 tisíc m³ štěrkovitých zemin.

Oproti předpokladům inženýrskogeologických sledování bylo zahlubování a těžba prováděno až do počátku zimního období bez kontaktu s hladinou mělké podzemní vody. Ta na úroveň sníženého pláta nastoupala až v prosinci 1993, kdy vyvstala provozní nutnost urychleného řešení provozního odvodnění snížené stavební jámy.

Po provedení provozních odvodňovacích příkopů a čerpací jámky ve východní části jámy byla po vzájemné dohodě provedena změna koncepce čerpání, kdy mobilní čerpací stanice byla nahrazena řešením pomocí násosky.

Pomocí silnostěnných PVC trub JS 100, třech uzavíracích šoupat a mělkého protlaku pod silnicí, byla voda převedena do vodní retence "Velké ČSM". **Toto první netradiční řešení odvodnění** bylo provozováno po dobu cca 1 roku a mělo výhody v tom, že nebylo energeticky náročné a dále nehrozilo nebezpečí odcizení či poškození čerpadel a kabelů.

Dalším postupovým krokem, směřujícím ke **druhému netradičnímu způsobu odvodnění**, bylo vyhloubení zářezu pro startovací jámu protlaku na úroveň 292 m n.m. Vyhloubení tohoto objektu bylo bezproblémové díky permanentnímu odvodňování pomocí násosky a skutečnosti, že startovací jáma se nacházela v hydraulickém účinku účelového vsakovacího vrtu S-11 z roku 1970. Záměr projektu, využít do budoucnosti i tento vrt, však nebyl naplněn z důvodu absolutní koroze ocelové pažnice, která byla po zhruba 25 letech zcela zničena.

Ve III. čtvrtletí roku 1994 byla dokončena startovací jáma protlaku zahloubená až do povrchové zóny nepropustných terciérních nadložních jílu. Přítoky vody do startovací jámy byly zvládnuty nuceným čerpáním pomocí kalového čerpadla do jímky násosky.

Vlastní realizaci protlaku pak na začátku IV. čtvrtletí roku 1994 provedla specializovaná firma AD SERVIS TERRABOR pod vedením Z. Mesányho.

Během cca jednoho měsíce pak byl pomocí tunelovací soupravy vyvrtán a ocelovou pažnicí vystrojen 115 m dlouhý a 800 mm široký protlak. Práce byly provedeny v prostředí povrchové plastické zóny terciérních nadložních jílu bez jakýchkoliv technických a provozních problémů. Výsledkem byl trubní protlak profilu 800 mm a délky 115 m, který se stal nejdelším neteleskopickým protlakem tohoto typu v České republice.

Následně na provedení protlaku navázalo vybudování betonového odvodňovacího koryta 190 m svodu vod do retence "Velké ČSM" po spádnicí svahu stejnojmenného lomu.

V jámě za silnicí byly provedeny větve A a B hloubkového sběrného drénu v celkové délce 180 m a propojeny do vsakovacího objektu protlaku. V listopadu 1994 pak již byl celý odvodňovací sanační systém aktivizován do trvalého provozu. Počáteční vydatnosti měřené na výtoku protlaku dosáhly nejdříve hodnot kolem 2 l.sek⁻¹ a pak postupně stoupaly na 5 až 6 l.sek⁻¹ (01 až 03/1995). V letním období se opět ustálily na původní hodnotě.

V průběhu roku 1994 získali projektanti možnost sledovat úrovně a charakter výronů podzemní vody na severním a východním svahu odlehčovací jámy. Byly to jednak soustředěné pramenní výrony v hrubozrnnějších čočkách proluválních štěrků a souvislé "mokvání" a vycezování ve spodní třetině až polovině svahu. Záhy také tato vodou dotovaná plocha rychle zarostla vegetací.

Vzhledem k dalšímu a dnes neznámému využití zbytkové jámy byla po dohodě s investorem (Doly Bílina) zahájena další, tedy **třetí netradiční metoda sanačního odvodňování**.

Tou metodou byla aplikace umělého plošného příložného drénu typu SECUDRAN 316 DS 600. Tento umělý drenážní prvek je složen z vrstvy tkané geotextilie a naaplikované vrstvy PVC stříže. První vrstva přitom plní funkci filtrační a zamezuje kolmataci jemnými částicemi zeminy, druhá vrstva pak plní funkci drenážní.

V konečném provedení byl příložný dren zaústěn do větví A a B záchytných drenů a zasypán zeminou.

Pozitivní stabilizační efekt aplikovaných tří typů sanačního odvodňování se projevil již v zimním období roku 1994 a hlavně pak na jaře 1995. Odvodnění výrazně omezilo další aktivizaci sesuvů na svahu zbytkové jámy lomu a urychlilo další průběh a vývoj sanačních prací. Na základě tohoto pozitivního zjištění objednaly Doly Bílina vypracování projektu konečné 5. etapy sanace (01/1995), jehož součástí je i projekt rekonstrukce stávající silnice Pozorka - Mstišov. Na základě dalších podkladových materiálů byly zrušeny přípravné práce na projektu přeložky a prostor byl uvolněn i pro zpracování projektu plynofikace Mstišova. Po úspěšné sanaci rozsáhlého sesuvného území svahů zbytkové jámy lomu Otakar je lokalita ČSM mezi Pozorkou a Mstišovem druhým příkladem dokončené sanace tak velkého rozsahu stavebním způsobem.

POZNÁMKY K REALIZACI PROTLAKU

Vzhledem k tomu, že provedený protlak je největším dílem tohoto profilu a typu v ČR a ojedinělým případem aplikace v podmínkách SHP, považujeme za vhodné seznámit širší odbornou veřejnost revíru s některými detaily tohoto díla a s detaily technického zařízení, kterým byl protlak realizován.

Protlak délky 115 m a průměru 800 mm provedla specializovaná firma AD SERVIS TERRABOR Praha americkým vrtacím strojem American Augers 60-1200.S. Tato souprava umožňuje provést nejen vlastní vyvrtání subhorizontálního mírně ukloněného vrtného díla, ale zároveň jeho vystrojení vtačovanou silnostěnnou ocelovou pažnicí. Zařízením je možno provádět protlaky průměru od 305 do 1524 mm a vystrojení silnostěnnými ocelovými pažnicemi příslušného profilu. Toto vystrojení je možno ve specifických případech opatřit cementovou ochrannou vrstvou nebo vloženou polyetylenovou rourou. Vnější ochranu roury však nelze zabezpečit.

V geologických podmínkách SHP, tedy v jílovitých a jílovitopísčitých zeminách, umožňuje souprava denní postupy cca 12 m a neteleskopickým provedením je reálné dovtat protlak délky až 150 m v jednom směru. Teleskopické provedení však umožňuje dosáhnout větších délek.

Některé z doplňujících údajů jsou zřejmé z přiložených tabulek, obrázků a fotografií.

ZÁVĚR

Cílem příspěvku bylo upozornit širší báňskou veřejnost na složitou problematiku sanace a stabilizace závěrných svahů uhelných lomů v podmínkách SHP. Na příkladech úspěšných rozsáhlých sanací dvou lokalit historických uhelných malolomů je prezentována variabilita možných přístupů k řešení problému a doporučení prohlídky těchto území. Zkrácenou formou jsou prezentovány nové a netradiční metody sanačního odvodňování, které rozšiřují soubor aplikovatelných a v praxi plně osvědčených metod.

V tomto smyslu se nejedná jen o prezentaci technického řešení a realizačního výstupu, ale i o upozornění na možnost získání exaktních dat pro bilancování předpokládaných přítoků podzemních vod do svahů zbytkových jam z hydrogeologického kolektoru kvartérních štěrků.



Foto 1:

Západní pohled na odlehčovací jámu. Uprostřed výkop startovací jámy protlaku, vlevo pracovní odvodňovací příkop a tmavá plocha nad ním vymezuje plochu vycezování vody ve spodní části kvarterního štěrkovitého horizontu.



Foto 2:

Detail zvodnělé patní části svahu odlehčovací jámy s vodou naplněným pracovním odvodňovacím příkopem.

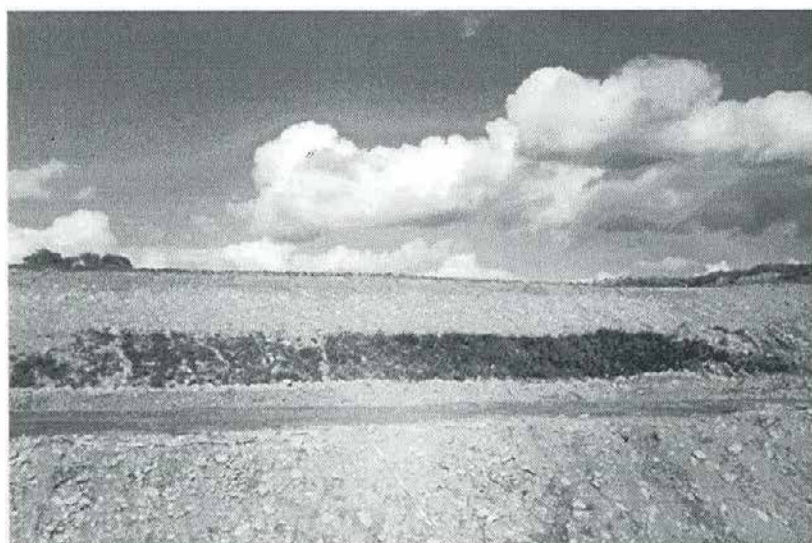


Foto 3:

Bujná vegetace (tmavý pruh) na severním svahu výkopu odlehčovací jámy identifikuje plošné vycezování podzemní vody ve spodní partii štěrkovitého horizontu.



Foto 4:

Vyhlobená startovací jáma protlaku s panelovou rovinaninou pro zapření vrtací soupravy.



Foto 5:

Detail kontaktu světlejších kvarterních proluviálních štěrků s tmavším podložím šedých plastických tercierních nadložních jílu.



Foto 6:

Startovací jáma s vrtnou soupravou AA 60-1200.S a s pomocnou technologií jeřábu, který umožňuje manipulaci se šnekovými vrtáky vynášejícími vytěženou zeminu.

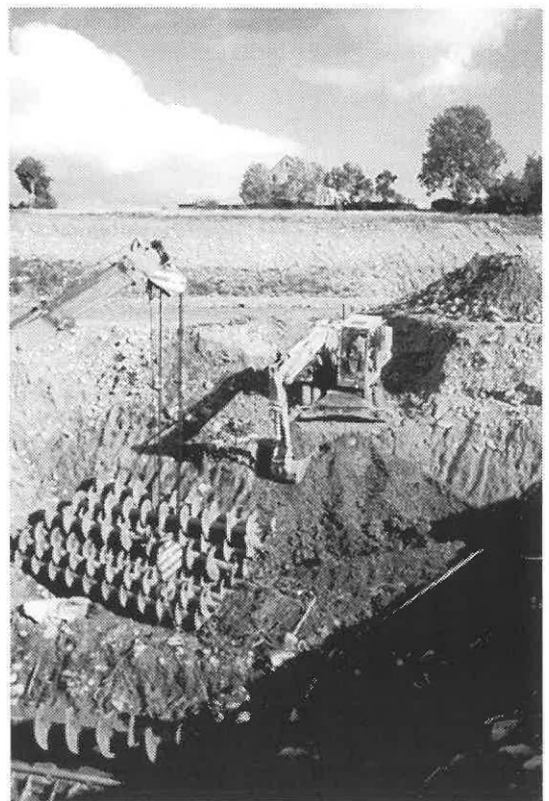


Foto 7:

Vytěžená zemina z protlaku je ze startovací jámy odstraňována pomocí rypadla typu DH s podkopovou lžící.



Foto 8:

Vyústění protlaku ϕ 800 mm opatřené železobetonovým čelem s vyústěním do svodného opevněného příkopu. Vyústění protlaku je dnes opatřeno zabezpečovací ocelovou mříží.



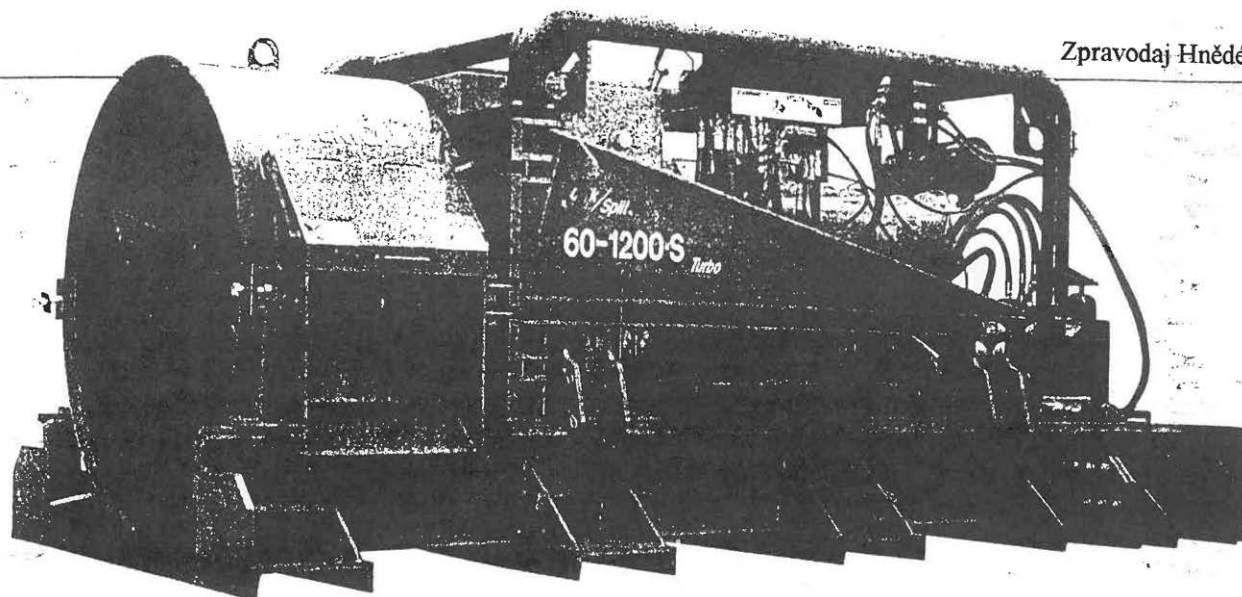
Foto 9:

Pohled na horní část 190 m dlouhého svodného příkopu vedeného napříč svahem bývalého lomu ČSM. Dno příkopu je opatřeno zabetonovanými kamennými rozvažeci.



Foto 10:

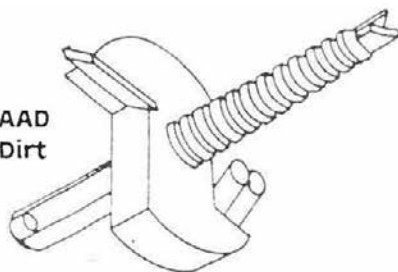
Celkový pohled na východní část sanovaného svahu lomu ČSM zobrazující již dokončené stabilizační lavice ve spodní polovině svahu.



obr:11

Boring Machines

CUTTING HEADS

AAD
Dirt

Firma American Augers vyrábí pět typů řezných hlav v průměru od 4 do 60 palců (102 - 1524 mm) pro trvalý provoz v geologickém prostředí, kde je obsažen jíl, nečistoty, valouny nebo středně zrnitostní horniny. Jsou nabízeny (na základu) ve velikosti od 1 3/8 až 4 palce (32,4 - 102 mm).

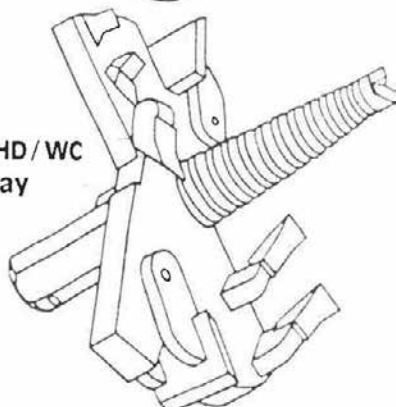
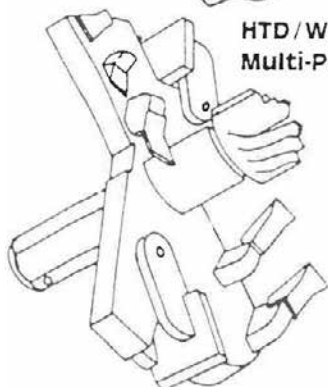
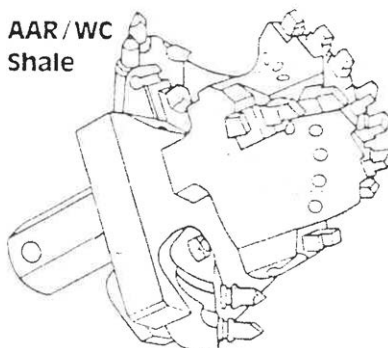
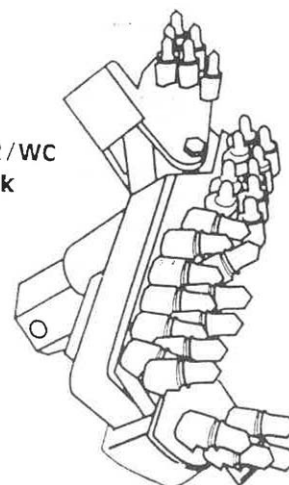
AAD - pro použití v geologickém prostředí s nečistotami - vybaveny kuželovým vodícím šroubem a tvrdými řeznými noži a rozrývacím zařízením.

DHD - pro jíl - kuželový vodící šroub se zuby, které mají tvar hloubkové lopaty.

HTD - multiúčelové - kombinace hlavy pro písek, jíl, nečistoty a drobný štěrk. Karbidový vodící šroub se zuby tvaru hloubkové lopaty.

AAR - pro jílové břidlice - karbidová řezná čepel vložená do kované hlavy. Křídlové řezací zařízení s kuličkovými břitzy.

HTR - pro horniny - kuličkové hroty, zakončené karbidem wolframu, sestavené ve vhodném řezném úhlu. Všechny hroty pracují stejnoměrně za účelem rychlé penetrace a maximálního ohrusu. Vhodné pro měkké pevné horniny až do 6000 psi. Doporučeno pro tvrdé materiály, jílovité břidlice, štěrk, malé valouny, násypy zeminy nebo násypy železnic. Jsou také k dispozici s vodícím šroubem.

BHD / WC
ClayHTD / WC
Multi-PurposeAAR / WC
ShaleHTR / WC
Rock

obr:12

BORING MACHINES**Horizontal Earth Boring Machines Specifications**

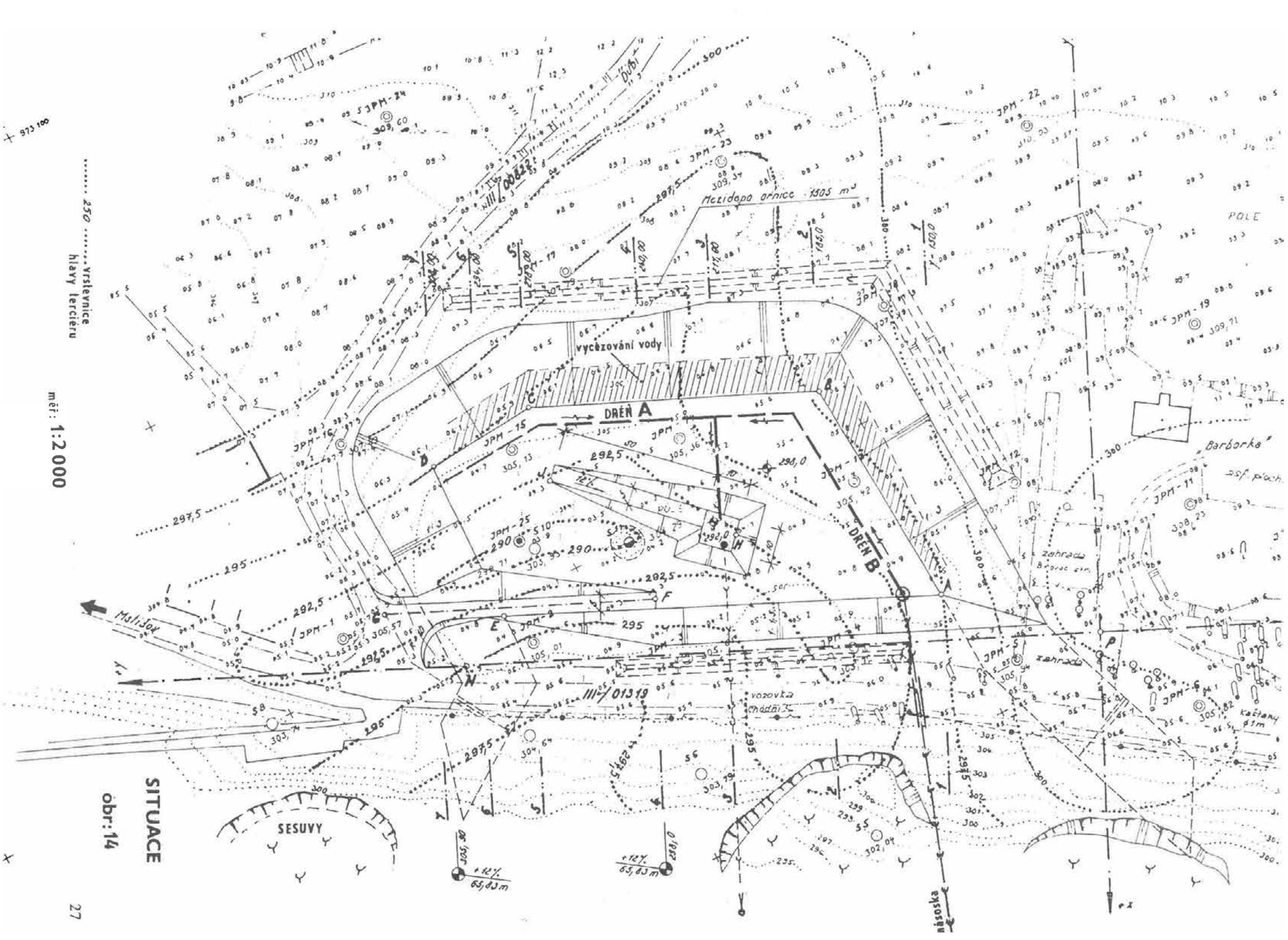
Model	Engine	Transmission	Gearbox Ratio	Max. Drive Torque (ft.-lbs.)	Advance Thrust (lbs.)	Bore Capacity	Split Design	Operator's Station	Auger Drive Hex
H-12	Hydraulic	NA	31:1	1,190 1,615 N-m	19,635 19.6 kN	4" - 12" 102 - 305 mm	No	Rear	1 1/8" 41.3 mm
H-16	Hydraulic	NA	31:1	1,785 2,420 N-m	30,000 133.4 kN	4" - 16" 102 - 406 mm	No	Rear	1 1/8" or 2 1/4" 41.3 - 57.2 mm
16-35	1 cyl. gas 10 HP/7.5 KW	3 speed	31:1	1,499 2,033 N-m	35,000 155.7 kN	4" - 16" ** 102 - 406 mm	No	Rear	1 1/8" or 2 1/4" 41.3 - 57.2 mm
20-50	1 cyl. gas 16 HP/12 KW	3 speed	43.5:1	3,518 4,770 N-m	50,000 222.4 kN	4" - 20" 102 - 508 mm	No	Rear	1 1/8" or 2 1/4" 41.3 - 57.2 mm
24-100	2 cyl. diesel 24 HP/15.7 KW	3 speed	43.5:1	5,500 6,375 N-m	100,000 444.8 kN	4" - 24" 102 - 610 mm	No	Rear	2 1/4" 57.2 mm
24-150	3 cyl. diesel 36 HP/27 KW	4 speed	45:1	20,655 28,008 N-m	150,000 667.2 kN	4" - 24" 102 - 610 mm	Yes	Rear	2 1/4" or 3" 57.2 - 76.2 mm
30-225	3 cyl. diesel 36 HP/27 KW	4 speed	45:1	20,655 28,008 N-m	225,000 1,000.8 kN	4" - 30" 102 - 762 mm	Yes	Rear	2 1/4" or 3" 57.2 - 76.2 mm
30-225 HT*	4 cyl. diesel 48 HP/43.2 KW	4 speed	45:1	28,245 38,300 N-m	225,000 1,000.8 kN	4" - 30" 102 - 762 mm	Yes	Rear	2 1/4" or 3" 57.2 - 76.2 mm
36-340	4 cyl. diesel 48 HP/43.2 KW	4 speed	58.4:1	36,655 49,705 N-m	340,000 1,512.3 kN	12" - 36" 305 - 914 mm	Yes	Left side	3" 76.2 mm
36-600	4 cyl. diesel 63 HP/47 KW	4 speed	54.2:1	50,655 68,690 N-m	600,000 2,669 kN	12" - 36" 305 - 914 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
36-600 Turbo	4 cyl. diesel turbo 90 HP/67.1 KW	4 speed	54.2:1	75,530 102,420 N-m	600,000 2,669 kN	12" - 36" 305 - 914 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
42-600	4 cyl. diesel 63 HP/47 KW	4 speed	54.2:1	50,655 68,690 N-m	600,000 2,669 kN	12" - 42" 305 - 1067 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
42-600 Turbo	4 cyl. diesel turbo 90 HP/67.1 KW	4 speed	54.2:1	75,530 102,420 N-m	600,000 2,669 kN	12" - 42" 305 - 1067 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
48-900	4 cyl. diesel turbo 90 HP/67.1 KW	4 speed	54.2:1	75,530 102,420 N-m	900,000 4,003.2 kN	12" - 48" 305 - 1220 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
60-1200	6 cyl. diesel 95 HP/70.9 KW	4 speed	54.2:1	76,130 103,232 N-m	1,200,000 5,338 kN	12" - 60" 305 - 1,524 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm
60-1200 Turbo	6 cyl. diesel turbo 135 HP/100.7 KW	5 speed	40:1	85,955 116,555 N-m	1,200,000 5,338 kN	12" - 60" 305 - 1,524 mm	Yes	Left side	4" 101.6 mm

NA — Not Applicable. * HT — High Torque. ** With master pusher for 20" (508 mm) bores.

Boring Machines & Accessories

Boring Machine			Hydraulic Winch	Hydraulic Push Bar Actuator	Vandalism Shield	Remote Thrust Control
Model	lb.	kg.				
H-12	500	227			Available	
H-16	1200	545			Available	
16-35	1380	627			Available	
20-50	1480	672			Available	
24-100	2400	1090			Available	
24-150	5000	2270			Available	
30-225	5395	2450			Available	
30-225HT	5395	2450			Available	
36-340	7200	3270	yes	Available	Available	yes
36-600	8600	3905	yes	Available	Available	yes
36-600 Turbo	8600	3905	yes	Available	Available	yes
42-600	8900	4040	yes	Available	Available	yes
42-600 Turbo	8900	4040	yes	Available	Available	yes
48-900	11400	5175	yes	Available	Available	yes
60-1200	17900	8125	yes	Available	Available	yes
60-1200 Turbo	17900	8125	yes	Available	Available	yes

Remote Thrust Control, with 10' (3.05 m) cord. Extension Cord Sets, 100' (30.5 m).



..... 250 vrstevnice
hlavy terénu

měr: 1:2 000

SITUACE

obr: 14