

Ing. Oldřich K l i m e c k ý, CSc., VÚHU

Ing. Helena V e v e r k o v á, VÚHU

Problematika inovace TC 2 z hlediska geologicko-technických
podmínek dobývání

1.0 Úvod

Dosažené provozní výsledky kontinuálně pracujících technologických komplexů na velkolomech Merkur a Březno, především max. roční těžby skrývky - 6,6 mil. m³ rz u TC 1 (s kolesovým rýpadlem K 800), cca 11 mil. m³ rz u TC 2 (s kolesovým rýpadlem SRs 1500) potvrzují reálnost a správnost přijaté základní technické koncepce v oblasti technologie povrchového dobývání v Severočeském hnědouhelném revíru (SHR).

V některých případech jsou však roční těžby skrývky u TC 2 nižší než se předpokládalo, resp. projektovalo, a to v důsledku nízkého kapacitního využití.

Za rozhodující faktor, který ovlivňuje velikost kapacitního využití TC 2 lze považovat provozní spolehlivost a udržitelnost technologického zařízení. Další vlivy pak jsou:

geologicko-technické a technologické podmínky dobývání, úroveň organizace a řízení, kvalita údržby aj.

V současné době je přednostně věnována pozornost a vynakládáno značné úsilí na řešení problematiky zvýšení provozní spolehlivosti a udržitelnosti TC 2. V tomto směru byla přijata řada technických opatření a částečně i realizovány některé dílčí rekonstrukce u KU 800 a DPD š. 1800 mm.

Dle našeho názoru je však dosud nedostatečně, pomalu a nekomplexně řešena problematika vlivu těžkých geologicko-technických podmínek dobývání na parametry a provedení některých částí technologického zařízení.

Předmětem vlastního článku je proto stručný rozbor a shrnutí geologicko-technických podmínek dobývání v SHR a na základě uvedeného je pak provedena specifikace některých požadavků na inovaci a skladbu TC 2.

2.0 Geologické podmínky

Nadložní masiv v SHR lze v podstatě rozdělit na dva typické horizonty (obr. 1) /1/.

1. Jílovitý (dále J-horizont), který je součástí nadložního souvrství a převládá.
2. Píščito-jílovito-karbonátový (dále PJK-horizont), který je součástí souvrství hnědouhelných slojí.

Přitom obecně platí, že geotechnické vlastnosti hornin a tím i geologicko-technické podmínky dobývání jsou u těchto dvou typických horizontů rozdílné.

Jílovitý horizont

tvoří jemnozrnné jílovité horniny s převažující jílovitou složkou (minerály kaolinitu, illitu, montmorillonitu) a s lokálním výskytem poloh karbonátů. Převládající typy jílovitých hornin jsou jíly, jílovce, prachové jíly.

Píščito-jílovito-karbonátový horizont

má velmi výraznou variabilitu hornin. Střídají se polohy jílu, písku a karbonátů jako základních typů hornin s polohami tvořenými přechodnými typy (píščité jíly, jílovité písky aj.). Významnou součástí jílovitých hornin v PJK-horizontu jsou karbonáty, především sideritické jílovce a pelosiderity. Písky jsou velmi často zpevněny na pískovce s křemenným, sideritovým nebo pyritovým tmelem (jejich výskyt je zcela nahodilý a nepravidelný).

Diagenese u jílovitých hornin se projevuje především jejich kompakcí (jíl-jílovec-jílovité břidlice) vlivem růstu mocnosti nadloží. Dalším projevem je tvorba nových minerálů, a to zejména sideritizace (jílovec-sideritický jílovec-pelosiderit-siderit). Uvedené změny postihují převážně celá vrstevní tělesa, mění jejich geotechnické vlastnosti a podstatně zhoršují rozpojitelnost.

V některých oblastech jsou dále typické druhotné změny hornin (většinou písčitých) - limonitisace, silicifikace a pyritisace, které se vesměs projevují jejich zpevněním.

Nehomogenní pevnější jílovité nadloží prostoupené plochami diskontinuity nebo nadloží s častým střídáním poloh jílu, písku a karbonátů je náchylné k tvorbě kusovitosti - kvádrující nadloží.

Jílovité horniny s vyšším obsahem montmorillonitu (především J-horizont) mají zvýšenou lepivost a rozbřídavost.

Dílčí závěr

Geologické podmínky dobývání v SHR jsou značně proměnlivé a komplikované, především PJK-horizont. Nadložní horniny mají řadu nepříznivých vlastností - lepivost, kusovitost aj. Pro PJK-horizont (tj. spodní skrývkové řezy) je dále charakteristický nepravidelný výskyt velmi tvrdých poloh (karbonáty, pískovce).

Z technického hlediska je proto velmi obtížné, vzhledem k výše uvedeným geologickým podmínkám a některým nepříznivým vlastnostem hornin, vytvořit univerzální a jednotné provedení technologického zařízení pro TC 2. Bude proto účelné řešit možnosti vytvoření alternativních provedení (resp. modifikací) stávajícího technologického zařízení TC 2 pro typické a převládající dobývací podmínky v SHR.

3.0 Geotechnické podmínky na skrývce

Postupnou kompakcí při diagenesi se mění fyzikálně-mechanické vlastnosti nadložních hornin s rostoucí hloubkou uložení. Na základě matematicko-statistického vyhodnocení údajů geologického průzkumu lze obecně konstatovat /2/:

- v J-horizontu s rostoucí hloubkou uložení (obr. 2) roste objemová hmotnost γ_o (t/m^3) (v rostlém stavu) a smyková soudržnost c (MPa), klesá vlhkost W (%), úhel vnitřního tření φ ($^\circ$) kolísá v širokém rozmezí ($5^\circ - 43^\circ$);
- v PJK-horizontu dochází ke značnému rozptylu hodnot γ_o , W , c , φ způsobenému především petrografickým složením hornin.

Na stabilitu svahů skrývkových řezů povrchových dolů SHR má negativní vliv stupeň jejich porušení plochami diskontinuity:

- puklinami, zlomovými plochami.

Pukliny (obr. 3) jsou plochy diskontinuity bez zjevných stop pohybu, přibližně horizontálního a vertikálního směru. Výpočet stability se provádí podle Verdeyna při:

$$c = 0,0 - 0,04 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 10 - 14^\circ \text{ (třecí úhel)}$$

Uvedené hodnoty byly laboratorně zjištěny buď jako rezi-duální hodnoty na neporušených vzorcích, nebo jako vrcholové hodnoty na plochách diskontinuity. Zatím nelze kvantitativně postihnout jakou svou částí je skluzná plocha vázána na plochy diskontinuity a jakou částí prochází neporušenými horninami.

Zlomové plochy - (obr. 4) jsou plochy diskontinuity, podle nichž došlo prokazatelně k pohybu (fosilní a recentní skluzné plochy) proměnlivého sklonu a nejčastěji směřují k

větším depresím na dně lomu. Výpočet stability se provádí blokovou metodou na předpokládané skluzné ploše při:

$$c = 0,0 - 0,02 \text{ MPa}$$

$$\varphi = 5 - 10^\circ$$

Fosilní skluzné plochy mají příčinu vzniku v tektonických pohybech a uvolňování reziduálních horizontálních napětí, vzniklých při těchto pohybech, synsedimentárních gravitačních skluzech, v procesu diagenetického zpevňování sedimentů, včetně diferenciální kontrakce nadložních sedimentů. Recentní skluzné plochy mají příčinu vzniku v odlehčování nadloží, předchozím hlubinném dobývání a případně v probíhajících tektonických pohybech.

Dílčí závěr

S ohledem na výše uvedené a náchylnost svahů skrývkových řezů ke skluzům je proto účelné z geomechanického hlediska dodržovat u kolesových rýpadel v podmínkách SHR následující obecné zásady:

- výška řezu 25 - 27 m při sklonu svahu max. 45° (u řezů vyšších bude úhel sklonu svahu nižší než 45°)
- u skupiny dvou řezů nepřekročit generální sklon 1:2
- uvažovat s bezpečnostním pásmem mezi spodní hranou (patou) svahu a podvozkem o velikosti cca 1/3 výšky řezu
- při dobývání bloku z více postavení volit v místě přechodu čelního a bočního svahu dovolené zestrmení mezi lávkami o 5° .

Některé stávající technologické a technické parametry u KU 800 z hlediska geomechanických podmínek do určité míry nevyhovují, což se projevuje: podstatným poklesem výkonnosti v bloku při výškách řezů větších než 25 m, u vysokých řezů nelze vytvářet požadovaný sklon bočního svahu, výška

spodního řezu je omezena na cca 10 - 12 m, vznikají vyšší manipulační ztráty při provádění typických operací na řezu aj. Bude proto účelné dosahové a kinematické parametry a provedení některých částí KU 800 důsledně přizpůsobit výše uvedeným geomechanickým podmínkám v SHR a efektivnímu použití víceřezové technologie dobývání.

4.0 Rozpojitelnost hornin

Z hlediska rozpojitelnosti hornin lze v SHR předpokládat pro kontinuálně pracující dobývací stroje výskyt následujících typických podmínek (tj. oblastí jejich použití):

- I. Nehomogenní, převážně jílovité nadloží s eventuálním výskytem velmi tvrdých poloh o maximální mocnosti 50 - 100 mm - dobývací podmínky normální (nebo příznivé). V podstatě se jedná o J-horizont.

Rozpojitelnost lze orientačně charakterizovat:

- F_{STCstr} (měrný rozpojovací odpor) $< 90 \text{ kN/m}$, f (koeficient nerovnoměrnosti) $< 1,5$
- $F_{STCstr} = 90 - 100 \text{ kN/m}$, $f = 1,5 - 1,8$.

- II. Nehomogenní nadloží tvořené různými typy hornin s výskytem velmi tvrdých poloh o mocnosti $> 150 \text{ mm}$ a dalších anomálií z hlediska rozpojitelnosti - dobývací podmínky s výskytem velmi tvrdých poloh. V podstatě se jedná o PJK-horizont, tj. spodní skrývkové řezy.

Rozpojitelnost lze orientačně charakterizovat:

- $F_{STCstr} = 100 - 120 \text{ kN/m}$ (a více), $f = 1,8 - 2,5$ (a více).

V anomálních podmínkách z hlediska rozpojitelnosti, charakterizovaných výskytem:

- velmi tvrdých poloh o mocnosti > 250 mm - karbonáty a $> 1\ 000$ mm - pískovce (cca $F_{STCstr} > 120$ kN/m, $f > 2,5$)
- kamenitých sutí, shluků balvanů, skalních monolitů aj., lze uvažovat s použitím trhačích prací nebo doplňkové mechanizace.

Dílčí závěr

1. V příznivých dobývacích podmínkách (horniny nejsou kvádrující, nevyskytují se velmi tvrdé polohy) umožňují stávající parametry kola KU 800 dosáhnout teoretických výkonností větších než je jmenovitá (uváděná výrobcem). Velikost je v podstatě omezena, resp. limitována kapacitou dopravních cest na stroji a výkonností navazujících technologických zařízení. Z hlediska stále rostoucích požadavků na těžbu hnědého uhlí a tomu odpovídající skrývky bude proto účelné v příznivých dobývacích podmínkách využít výkonnostní rezervy u dobývací části KU 800 a za tím účelem:
 - přizpůsobit KU 800 jako celek, ale zejména dopravní cesty, výkonnostním parametrům dobývacího orgánu, tj. $6\ 600 - 8\ 000\ m^3/sz/h$
 - provést odpovídající zvýšení výkonnosti i u navazujících technologických zařízení TC 2.
2. U KU 800 bude nutné provozně ověřit a vyhodnotit provedené rekonstrukce, především špičky kolesového výložníku (KU 800/3) a stanovit oblast jejich efektivního použití a to z hlediska rozpojitelnosti hornin. Obecné technické požadavky na provedení kolesových rýpadel pro nasazení v dobývacích podmínkách s výskytem velmi tvrdých poloh, lze pak specifikovat následovně: menší lineární, resp. geometrické rozměry (především délky kolesového výložníku), vysoká tuhost systému - dobývací orgán, kolesový výložník (použití nevýsuvného provedení)

včetně závěsu, otoč a podvozek. K uvedenému dále přistupuje požadavek na dostatečnou rypnou schopnost (měrná rypná síla $F_{MP} \cong 140 \text{ kN/m}$, $f = 1,8 - 2,5$).

3. Vzhledem k postupu povrchových dolů SHR do stále větších hloubek a trvale se zhoršujícím podmínkám z hlediska rozpojitelnosti, bude dále účelné provést zásadní inovaci KU 800 (kolesového rýpadla pro TC 2) pro technicko-ekonomicky efektivní nasazení v dobývacích podmínkách s výskytem velmi tvrdých poloh (tj. pro spodní skrývkové řezy). V rámci uvedené inovace bude vhodné zvážit možnost dvouvariantního řešení, tj. i pro příznivé dobývací podmínky s podstatně vyšší výkonností.

5.0 Kusovitost a lepidivost

a) Kusovitost těživa

Z hlediska vzniku a velikosti kusovitosti těživa lze rozlišovat následující případy:

1. Při dobývání nehomogenního jílovitého nadloží, které není ve větší míře prostoupené plochami diskontinuity a kde není překročena rypná schopnost dobývacího stroje, vytváří se kusovitost s rozměry kusů, jejichž velikost se převážně pohybuje v rozmezí parametrů třísky. Při výběhu korečků ze záběru pak dochází k vylamování kusů větších rozměrů.
2. Klasické představě o tvorbě kusovitosti se vymyká dobývání "kvádrujícího nadloží", které je prostoupeno ve značné míře plochami diskontinuity. Proces rozpojení řezáním končí v podstatě u hodnot rypného odporu cca $50 - 60 \text{ kN/m}$ a u vyšších hodnot dochází již k rozpojení lámáním a vylamováním po plochách diskontinuity (tj. po plochách o nižších pevnostech) v kusech různé

velikosti, které čelně a bočně vnikají do prostoru korečků. Z hlediska tvorby nadměrné kusovitosti se jedná o nejnepríznivější případ.

b) Lepivost těživa

Vysoký obsah montmorillonitu způsobuje, že jíly J-horizontu jsou v suchém období značně tvrdé (pevné) a v období zvýšených srážek dochází k jejich měknutí a nalepování (resp. v zimě k namrzání).

V PJK-horizontu jsou horniny v souhrnu méně lepivé (zvýšená lepivost je opět u jílu s vysokým obsahem montmorillonitu).

Dílčí závěr

Provedení stávajícího kola u KU 800 splňuje požadavky z hlediska dobývání lepivých hornin, ale je nevyhovující při rozpojování kvádrujících hornin. Za účelem snížení kusovitosti těživa (především výskytu kusů nadměrné velikosti) bude proto účelné provést odpovídající rekonstrukci kola (např. u KU 800/6) a dále realizovat řadu dalších již známých technických opatření u navazujícího technologického zařízení včetně použití drtiče.

6.0 Geotechnické podmínky na výsypce

Geotechnické podmínky na výsypkách povrchových dolů SHR lze charakterizovat jako velmi nepříznivé a vznikají značné problémy se zajišťováním stability výsypkových těles.

Poslední výsledky výzkumu a praktické poznatky z oblasti výsypek v SHR ukazují, že podstatný vliv na jejich stabilitu má i vlastní technologie zakládání. Stávající způsob, tj. v podstatě sypání zakladačem na horní hranu vý-

sypkové etáže o větší výšce než je kritická, resp. na skluz, má do značné míry podíl na zhoršování provozních stabilitních poměrů.

Nový způsob technologie zakládání po vrstvách umožňuje dodržet následující stabilitní požadavky v technologii zakládání:

- sypat menší výšky než jsou kritické
- vytvořit ústupky ve výsypkovém stupni
- omezit snížení třecího úhlu spojeným se sypáním na svah
- obrátit směr vytvářené určité vrstevnatosti proti průběhu případné skluzné plochy
- zajistit rovnoměrnou distribuci větších kusů zeminy ve výsypkovém kuželi aj.

Další možnosti ovlivnit stabilitu výsypek v technologickém procesu jsou:

- řízené směřování zemin ze skrývkových řezů na výsypku
- vhodné konstrukční řešení předávacích míst a střední válečkové trasy u DPD.

Z rozboru a z hodnocení technologických možností zakladače ZP 6600 vyplývá, že stávající velikost dosahových parametrů a koncepce umožňuje realizovat technologii zakládání po vrstvách pouze částečně, tj. pro snížené výšky výsypkových etáží, resp. nelze splnit v plné míře všechny požadavky nutné pro zvýšení provozní stability výsypek.

Dílčí závěr

Pro efektivní realizaci technologie tvarování výsypkových etáží zakladačem ZP 6600 je nutné:

- zvětšit dosahové parametry zakladače o cca 40 - 45 %
- provést některé další úpravy koncepčního charakteru (především u nakládacího výložníku).

7.0 Požadavky na skladbu TC 2 z hlediska dobývacích podmínek

Na základě předchozího rozboru problematiky nasazení TC 2 z hlediska geologicko-technických podmínek dobývání a formulovaných dílčích závěrů je v následující tabulce provedena specifikace nové skladby TC 2. Tato skladba TC 2 a její technická realizace (tj. provedení intenzifikace, rekonstrukce a zásadní inovace technologického zařízení) v podstatě umožní zvýšení výkonnostního využití TC 2 a tím i roční výkonnosti v typických báňsko-geologických podmínkách dobývání v SHR.

8.0 Závěr

Technologickými komplexy TC 2 s KU 800 bude těženo resp. zajišťováno rozhodující množství objemu skrývky v SHR do mocnosti nadloží cca 200 m. Lze předpokládat, že cca 50% TC 2 bude nasazeno na řezech s výskytem kvádrujících zemin nebo velmi tvrdých poloh.

Má-li být zajištěna další efektivnost povrchového dobývání a požadovaný vývoj objemu těžby hnědého uhlí (včetně skrývky) v SHR je nutné, aby i v nepříznivých dobývacích podmínkách z hlediska rozpojitelnosti dosahovaly TC 2 s KU 800 předpokládaných výkonností 10 - 12,5 mil. m³ rz/rok. Toto však vyžaduje provést podstatné zvýšení provozní spolehlivosti technologického zařízení a dále realizovat inovaci TC 2 z hlediska dobývacích podmínek.

S h r n u t í

Problematika inovace TC 2 z hlediska geologicko-technických podmínek dobývání

V předmětném článku je proveden stručný rozbor problematiky provozního nasazení TC 2 z hlediska některých geolo-

gicko-technických podmínek dobývání. Na základě uvedeného je pak provedena specifikace požadavků na inovaci a novou skladbu TC 2 z hlediska dobývacích podmínek.

Literatura

- /1/ Studie technologických vlastností nadložních hornin v SHR, BPT, 12/1979
- /2/ Mechanika zemin v SHR - II. část, BPT, 12/1974

Recenzoval: Ing. Josef Drobný, CSc.

Р е з ю м е

Проблематика инновации роторного комплекса ТЦ-2 с учетом новых горногеологических и горнотехнических факторов карьерной эксплуатации

В статье дан краткий анализ целесообразности применения роторного комплекса ТЦ-2 в создавшейся горногеологической и горнотехнической обстановке. На базе анализа выявлены требования к инновации и структурному переустройству комплекса ТЦ-2, вытекающие из данных условий эксплуатации.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Problematik der Einführung von Neuerungen an der Gewinnungseinheit TC 2 aus der Sicht der geologisch-technischen Gewinnungsbedingungen

Im Artikel wird die o.a. Problematik kurz analysiert und auf Grund dessen werden die Forderungen nach Einführung von Neuerungen und neuer Struktur der TC 2 aus der Sicht der Gewinnungsbedingungen dargelegt.

Návrh skladby TC 2

Dobývací podmínky	Dobývací stroj				DPD		Zakladač
	Typ	Výkonnost (m sz/h)	Rypná schopnost		Šířka pásu (mm)	Rychlost pásu (m/s)	Typ
			$F_{MP}^{+)}$	f			
Normální (nebo příznivé)	KU 800	4 500 1)	120	1,5-1,8	1800	5,0	ZP 6 600 4)
		6 600	< 90	$< 1,5$		6,3	ZP ^x 10 000 5)
		8 000 2)	≤ 90	$< 1,5$			
S výskytem velmi tvrdých poloh	x 3)	$\sim 5\ 000$	140	1,8-2,5		5,0	ZP 6 600 4)
	x 6)	$\sim 10\ 000$	< 90	$< 1,5$	2250	5,6	ZPD 13000

Poznámky:

+) F_{MP} (kN/m) - měrná rypná síla; f - koeficient nerovnoměrnosti

1) rekonstrukce KU 800

2) intenzifikace KU 800

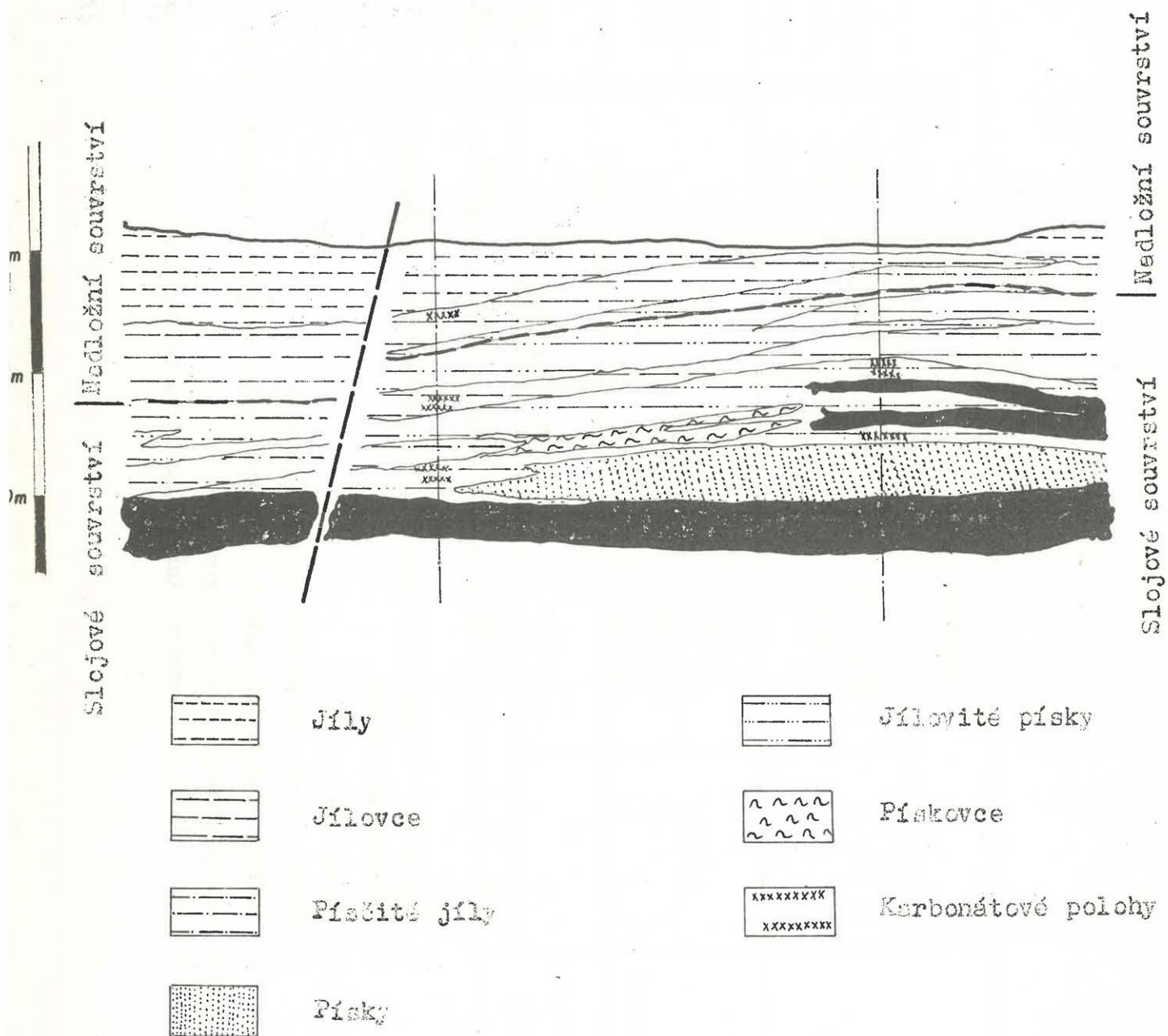
3) zásadní inovace kolesového rýpadla pro TC 2

4) zvětšení dosahových parametrů (včetně změny koncepce nakládacího výložníku) ZP 6 600

5) zásadní inovace zakladače pro TC 2

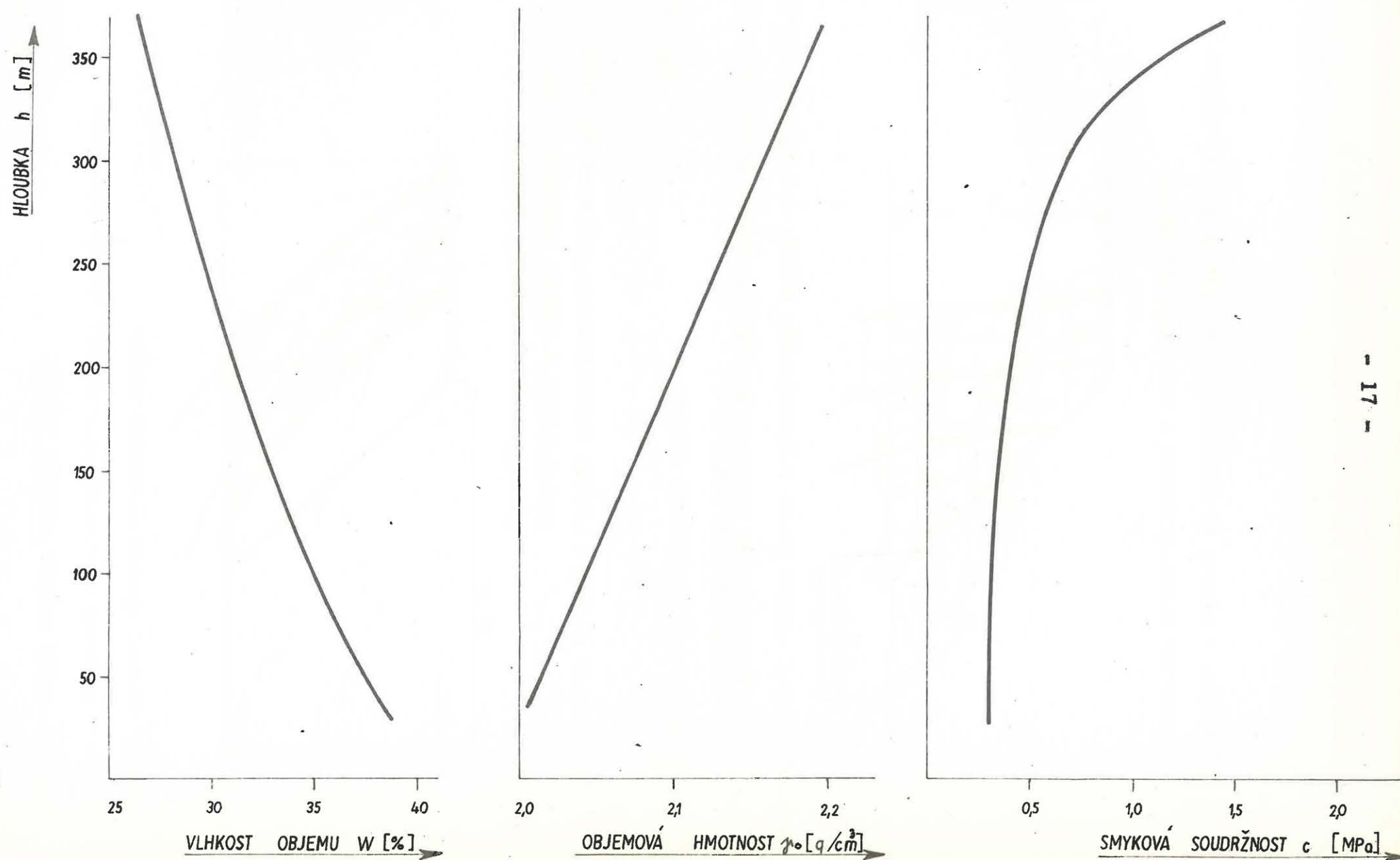
6) pouze v případě dvouvariantního řešení zásadní inovace kolesového rýpadla pro TC 2

CHARAKTERISTICKÝ GEOLOGICKÝ PROFIL NADLOŽÍM



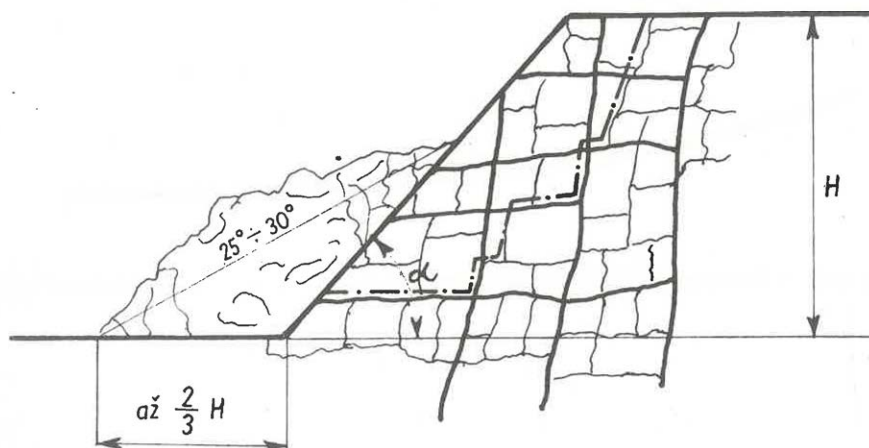
Obr. 1

GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ ZEMIN V ZÁVISLOSTI NA HLOUBCE



Stabilita svahu ovlivněná plochami diskontinuity

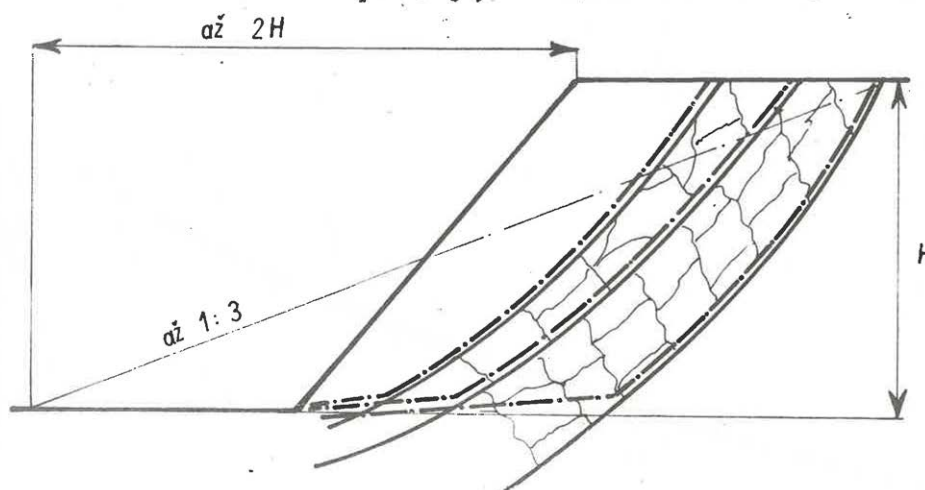
1. Pukliny - plochy diskontinuity bez zjevných stop pohybu
přibližně horizontálního a vertikálního směru



- hlavní systém ploch diskontinuity (bloky o metrových rozměrech)
- doplňkový systém ploch diskontinuity (bloky o decimetrových až centimetrových rozměrech)
- možný průběh skluzné plochy

Obr. 3

2. Zlomové plochy - plochy diskontinuity, podle nichž došlo
prokazatelně k pohybu (fossilní skluzné
plochy, recentní skluzné plochy)



- hlavní systém zlomových ploch
- druhotný systém ploch porušení (pásma porušení)
- možný průběh skluzné plochy

Obr. 4