

Inž. Vlastimil K o n e č n ý - Jan J a n í č e k
VÚHU

V ý z k u m r y p n ý c h o p o r ů v S H R .

Předpokládaný rozvoj revíru nese s sebou vedle pozitivních efektů také řadu problémů na všech úsecích těžby hnědého uhlí, které nemohou být z hlediska dnešních podmínek ještě zcela jasné, ale o jejichž existenci víme, že vyvstanou a nutně již nyní musíme se zabývat jejich řešením, aby nás v budoucnu nezastihly nepřipravené.

V následujícím chceme se dotknout jednoho z těchto problémů, který svou závažností lze jistě řadit mezi nejpřednější. Jde o otázku rozpojování hmot mechanickým způsobem nebo jinak řečeno těžbu zemin i uhlí dobývacími stroji. Pochopitelně, že i takto vyřčený úkol je ještě příliš široký a lze jej chápat z několika hledisek. Všechny parametry, které souvisejí s činností dobývacích strojů jsou však funkcí jednoho výchozího vztahu - vztahu mezi rozpojovanou horninou a rozpojovacím nástrojem - nebo jak bývá obecně nazýváno "rypnými odpory zemin".

Z toho je celkem zřejmé, že máme-li hovořit o optimálních parametrech dobývacích strojů, pak musí jít především o objasnění výchozích podkladů "rypných odporů".

Mechanismus probíhající na břitu rozpojovacího nástroje zdá se nám zatím velmi složitou záležitostí a neexistuje dosud žádné analytické vyjádření, které by úspěšně vystihlo celkové poměry rozpojování ve všech podmínkách.

Existuje sice celá řada výrazů, které se snaží vystihnout vztah mezi pevnostními charakteristikami zeminy, tj. smykovou soudržností c (kg/cm^2) a úhlem vnitřního tření φ° a rozpojovacím zařízením, avšak nutným zjednodušováním procesu rýpání v zájmu jednoduchého vyjádření dochází k takové disharmonii mezi vypočtenými hodnotami a skutečností, že můžeme zatím tyto výrazy hodnotit jen jako elementární pokusy o výpočet r y p n é h o o d p o r u.

Pouze pro ilustraci, jaký asi tyto výrazy mají tvar, uvádíme jeden z nich.

$$R_0 = \frac{Q \sin \psi \sin (\varphi + \alpha)}{\cos \varphi_1 \sin (\alpha + \psi)} + \frac{Q \sin \alpha \sin (\varphi + \psi)}{\cos \varphi \sin (\alpha + \psi)} + cH \cotg \psi$$

Tento výraz odvodil V.P. Gorjeckin.

O jednotlivých komponentách výrazu je blíže pojednáno v knize českého znění "Nauka o zeminách a mechanika zemin" - V.F. Babkov a kol. SNTL - 1954.

Dále lze ještě citovat autory jako Dinglingera, Dombrowského, Zelenina a další, kteří se pokoušeli o vyjádření vztahů mezi zeminou a rozpojovacím nástrojem a i když jejich poznatky o měření mají velký význam, prokazují jen, že tento problém není odvozením vzorce vyřešen a že je nutné se jím dále zabývat.

Již z výše uvedeného výrazu je patrné, že zde není zahrnuta celá řada faktorů mající vliv na skutečnou velikost rypného odporu a zavádějí se tedy do výpočtu různé opravné koeficienty, jejichž rozsah je tak velký, že vypočtené hodnoty spíše odpovídají odhadům, než výpočtům. Mluvíme-li však o konkrétních podmínkách SHR, pak lze k výzkumu rypných odporů přistupovati také z jiného hlediska.

Jelikož nás v první fázi výzkumu zajímá s jakými celkovými rypnými silami v daných podmínkách musíme počítat, ukazuje se zatím jako nejvýhodnější metoda přímého měření na strojích v těchto podmínkách pracujících. Tento druh zahrnujeme do tak zvaných zkoušek komplexních, u nichž s určitostí můžeme hovořit pouze o konečném efektu a teprve dlouhodobým pozorováním za různých volených podmínek lze usuzovat na kvantitu a kvalitu vlivů jednotlivých účastněných faktorů. Z toho také vyplývá, že i když v první fázi získáme pouze hodnotu celkového efektu, je bezpodmínečně nutné co nejšířeji definovat podmínky v době měření, aby byl k dispozici co nejbohatší srovnávací materiál.

Nedílnou součástí těchto srovnávacích podkladů jsou rovněž

geologicko-geotechnické podmínky, v nichž bylo měření prováděno. Naměřené hodnoty rypných odporů, bereme-li v úvahu pouze toto hledisko, lze s jinými geologicko-geotechnickými pouze srovnávat, ale nelze z měření v jedné podmínkách dedukovat na poměry jiné.

Mluvíme-li tedy v konkrétních podmínkách SHR, pak tento rovněž není tvořen v celém rozsahu jako jednotvárný monotonní celek, nýbrž lze jej zhruba rozdělit do pěti základních rajonů, podle jejich genetických znaků, což se v důsledku projevuje jejich litologickými poměry, a z nich pak vyplývajícími poměry hydrogeologickými, mechanicko-fyzikálními apod.

Zhruba lze tyto rajony orientovat takto:

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Rajon ústecko-teplický | - zaujímající východní část pánve |
| 2. Rajon bílinský | - zaujímající jižní část centrální pánve |
| 3. Rajon krušnohorský | - zaujímající severní část centrální pánve |
| 4. Rajon komořansko-er-
věnický | - zaujímající západní část pánve |
| 5. Rajon chomutovsko-
žatecký | - zaujímající západní část pánve. |

Při stanovení jednotlivých rajonů bylo přihlíženo především k litologickému vývoji nadložního souvrství a částečné morfologii podložní sloje.

Šířeji nebudeme tuto otázku zatím rozvádět, jelikož pro sledovaný účel je toto zatím dostatečné a jednak bude později předmětem samostatné studie.

Nutno však pouze vzít jako fakt, že nelze z výsledků měření v jednom rajonu dedukovat na poměry v rajonu druhém, nýbrž je možné je pouze navzájem srovnávat.

Toto je ovšem nutno chápat globálně. Pochopitelně, že v detailech je možné nacházet analogii i v naprosto odlišných podmínkách. Např. pokud jde o místní výskyt pelosideritu na dole Čs. armády, pak jeho účinek při těžbě bude stejný jako pelosideritu na dole M. Gorkij.

Pro současnou aktuální potřebu podkladů k posouzení těžebních podmínek kolesových rypadel vypisujeme pouze potřebné údaje

o geologii a geotechnice bílinského rajonu a pro srovnání pak geotechnické poměry v komořansko-ervěnickém rajonu, kde jsou zase nejznámější poměry těžební.

Dobývací prostor dolu Maxim Gorkij patří svojí stavbou mezi nejsložitější úseky SHR a to nejen pokud jde o genesis sloje a z toho vyplývající její morfologii, nýbrž také pokud jde o litologické poměry nadloží, tektoniku území apod. Z tohoto důvodu není také ještě jednotného názoru na geologii rajonu.

Dosud prováděný geologický průzkum, i když jej lze považovat za dosti rozsáhlý, nedává stále dostatečnou a jednoznačnou odpověď na zdejší poměry. Teprve postup porubní fronty a odkrytí přirozeného profilu dává řadu cenných podkladů o geologické anomálii této oblasti s možností částečné extrapolace, která však při značné vertikální a horizontální proměnlivosti profilu bývá jen pravděpodobná.

Proto také požadavky na technickou přesnost vypracovaných podkladů pro posouzení těžebních podmínek velkostrojů je nutno brát z hlediska těchto specifických podmínek s jistou tolerancí. Jako příspěvek k řešení tohoto obtížného úkolu byla ve VÚHU vypracována zpráva "Studie dolového pole velkolomu Maxim Gorkij v Braňanech" - I. část - geologie. Cílem této studie bylo objasnit složitost geologické stavby kvalitativně jinou cestou než dosud bylo zvykem (přesněji ve studii) a ukázat směr, podle něž by měly být vyhodnocovány geologické poměry i v širším dobývacím prostoru budoucího velkolomu. Bohužel studie obsahuje pouze jižní část pole Maxim Gorkij I., blízko výchozových partií, což vystihuje pouze okamžité, ne dosti perspektivní poměry. Zůstávají zde tedy i nadále neujasněné problémy se vši složitostí:

Uvedená zpráva charakterizuje v závěru poměry v bílinském rajonu takto : (stručný výtah)

1. Sedimenty nadložních vrstev se vytvářely v rozsáhlé deltě toku, který ústil do pánevní oblasti od jihu. Migrace řečišť v ramenech delty podmínila rytmické opakování petrografických složek cyklickou sedimentací. V důsledku toho je nadloží vytvořeno střídajícími se horizonty jílovitými a písčitými a z vertikálního průřezu je patrné, že zde převažují písky a písčité zeminy. Vzhledem k tomu, že jednotlivé horizonty ze-

min nezachovávají horizontálně stejnou mocnost, nýbrž vyklíňují nebo nasazují do jiného druhu zeminy, lze při těžbě počítat se stálým mísením písčitých a jílovitých zemin. Selektivní dobývání jednoho typu zeminy bude tedy možné jen v omezených úsecích.

V souvislosti s cyklickou sedimentací došlo v určitých místech k anomálnímu vývoji hlavní sloje (zmocnění, slojové hřebety) a ke tvorbě nadložních slojí. Toto zmocnění není původu tektonického, jak se předpokládalo, nýbrž genetického. Zmocnění dosahuje až 70 m.

Je tedy nutné počítat s tím, že v jednom a tomtéž řezu bude nutno těžít nejen všechny typy zde se vyskytujících zemin, nýbrž i uhelnou sloj, která ve zmocnění zasahuje vysoko k terénu.

Potud zpráva.

Uvedené základní typy zemin, písky a jíly vyskytují se pak zde v různých modifikacích. Písky jsou buď sypké od hrubozrných až po velmi jemné a od čistých křemitých písků po písky jílovité. Ve zpevněné formě vyskytují se jako pískovce a to buď s jílovým tmelem a ten je buď limonitický nebo hematitický. Jíly jsou zde většinou měkké až tuhé konsistence a vždy s příměsí písků.

Pouze ve větších hloubkách jsou jíly až tvrdé konsistence, tektonicky porušené a vylamující se v blocích a to buď po těchto plochách nebo po plochách sedimentačních. Tyto pevné jíly se však rovněž ve většině dobývacího prostoru nevyskytují v mocných souvislých polohách, nýbrž jen lokálně budou zasahovat několik řezů v délce několik desítek metrů a pak buď geneticky nebo tektonicky mizí ze sledovaného horizontu. Teprve až v severozápadní části bude možno očekávat, že jíly budou tvořit souvislé řezy.

Zvláštním typem hornin jsou zde pelosiderity. V nevýrazně uvrstvených jílech, které jsou faciálně vázány na organogenní sedimentaci, vytvářejí pelosiderity vesměs čočkovité konkrece (délky až několik metrů). Naproti tomu ve zřetelně uvrstvených nadložních jílech tvoří pelosiderity polohy s větším horizontálním rozsahem o maximální mocnosti však kolem 20 cm.

Generelně lze říci, že v celém dobývacím prostoru budoucího

velkolomu Maxim Gorkij převažují písčité zeminy a to asi na 70%, pokud tento prostor leží v rajonu bílinském. Na severozápadním okraji dobývacího prostoru přibývá však relativně zemin jílovitých. Zde totiž zasahuje již dobývací prostor do přechodného území rajonu krušnohorského, v jehož směru sloj upadá a zmocňuje se nadloží. I když absolutní mocnosti písčitých zemin jsou zhruba stejné, přibývá jílovitých zemin. Písčité horizonty sledují přibližně úpad sloje, takže větší část nadložních jíílů severozápadní části dobývacího prostoru leží nad polohami písků.

Pokud jde o pevnostní charakter nadložních zemin, převažují zde zeminy s poměrně malou pravou soudržností (jílovité písky), které brzy po odkrytí přecházejí v sypké zeminy. Dále pak jsou to sypké písky a jíly plastické až tuhé konsistence. V hlubších řezech jsou též pevné až tvrdé jíly, odpovídající zhruba však nejvýše pevnosti jíílů ze středních řezů na lomech komořansko-ervénického rajonu. Vyšší pevnost než tyto tvrdé jíly mají písčivcovce. Nejméně pevné písčivcovce jsou s jílovitým tmelem, pevnější jsou s vápenitým tmelem a nejpevnější jsou písčivcovce železité. Nejtvrdší složkou v nadloží jsou pelosiderity.

Z hlediska těžitelnosti dobývacími velkostroji lze písky, písčité zeminy a plastické až tuhé jíly považovat za dobře rozpojitelné. Písčivcovce s jílovitým tmelem a tvrdé jíly za těžce rozpojitelné. Vápnité a železité písčivcovce a pelosiderity řezáním za nerozpojitelné.

V poměru k uvedeným těžitelnostem zemin lze uhelnou sloj zařadit mezi první a druhou skupinu, to znamená snáze rozpojitelné až tvrdé jíly.

Nerozpojitelné horniny, jak již bylo řečeno, vyskytují se v souvislých polohách v hlubších partiích a ve svrchních řezech tvoří většinou bloky, ovšem i několikakubíkové.

V celkovém srovnání těžebních podmínek lze říci, že v dobývacím prostoru dolu Maxim Gorkij jsou tyto příznivější než tytéž podmínky v rajonu komořansko-ervénickém.

Pro informaci lze pouze dodat, že rajon komořansko-ervénický je litologicky monotonní s naprostou převahou jílovitých zemin. Dle našeho statistického řešení je v nadloží tohoto rajonu

asi 86% jílu a to tuhé a pevné konsistence a které podle výše uvedené klasifikace lze posuzovat jako těžce rozpojitelné. V hloubkách nad slojí jsou pak tvrdé jíly geneticky zpevněné - velmi těžce rozpojitelné, které se v bílinském rajonu prakticky nevyskytují. Řezání nerozpojitelné zeminy tvoří pak zde převážně pelosiderity jak v podobě valounů, tak i souvislých lavic. V příloze jsou pak v tabulce č. 1 uvedeny rozborů zemín z oblasti dolu Maxim Gorkij, které charakterisují ty poměry, jež zde budou znamenat poměry těžké. V tabulce č. 2 jsou uvedeny pro porovnání výsledky rozborů z II. řezu dolu Čs. armády. Srovnáním s předcházející tabulkou je patrné, že hodnoty pevnosti jsou zhruba stejné. Naproti tomu v tabulce č. 3 jsou uvedeny výsledky rozborů zemín z III. a IV. řezu dolu Obránců míru a ze srovnání hodnot smykové soudržnosti c je zřejmé, že zde dosahují dvou až trojnásobně vyšších hodnot.

Srovnáme-li pak také hodnoty středních specifických rypných odporů v těžkých podmínkách dolu Maxim Gorkij s hodnotami naměřenými na III. řezu dolu Obránců míru, (viz tabulky v textu), vidíme, že naměřené hodnoty jsou zhruba v těchže vztazích jako mechanické vlastnosti. V tabulkách nejsou vůbec uvedeny hodnoty hornin nazvaných "nerozpojitelné", jako pelosiderity, různé pískovce apod., ať již z kterékoliv oblasti revíru, jelikož tyto nejsou pro jejich vysokou pevnost zatím ani zpracovatelné v laboratoři.

V l a s t n í m ě ř e n í r y p n ý c h o d p o r ů .

P o p i s m ě ř e n í .

Měření rypných odporů bylo prováděno v severní části dolu M. Gorkij; blíže je místo určeno souřadnicemi Gusterberské soustavy $x = + 279300$, $y = - 30000$, v lednu t.r. při provozu rypadla K 1000. Rypadlo K 1000 pracovalo v té době na odlehčeném prvním skryvkovém řezu, kde jím byly těženy zeminy značně odlišných mechanických vlastností a rozpojovacích pevností. Tento řez skryvky dolu Gorkij je tvořen převážně pískem, písčitými jíly, přecházejícími v hnědé a šedé jíly a pískovci, zpevněnými

železitým nebo vápenitým tmelem. Tyto pevné pískovce, odolné proti rozpojení, přechází v některých místech ve velmi tvrdé vložky, které nelze vzhledem k jejich pevnosti rozpojovat řezáním a k jejichž rozpojení dochází lámáním. Tyto horniny se v profilu prvního řezu vyskytují v čočkách různých velikostí a tvarů i v souvislých horizontálně uložených vrstvách.

Skladba uvedených různorodých hornin se mění v různém vzájemném poměru nejen v profilu celého prvního řezu, ale i v profilu odebírané lávky.

Způsobuje nerovnoměrné zatížení stroje během provozu a klade zvláštní nároky na pevnost jednotlivých elementů rypadla, hlavně řezných orgánů kola. Vyžaduje správnost nastavení a spolehlivou funkci ochranných zařízení jako spoje tepelných ochrann apod. Ze strany obsluhy je nutno při práci rypadla v těchto podmínkách věnovat řízení stroje značnou pozornost, má-li být zabráněno škodlivým následkům vzniklých najetím kola do tvrdých partií řezu.

Při zasazení rypadla K 1000 na dole M. Gorkij jsou velmi obtížné úseky řezu uvolňovány trhacími pracemi. Tento způsob úpravy rozpojované části řezu si vyžaduje kromě vlastních nákladů na trhací práce i nutnou změnu technologie práce stroje, zvláště vyskytnou-li se tvrdé partie v dolní části řezu.

Přesto, že se používá trhací práce, dochází během provozu rypadla v těchto úsecích k zatížení, vedoucímu k častému zabíjení kola. K největšímu počtu poškození koreček, zlomení zubů a podobně dochází v těch případech, kdy tyto horniny vstupují neočekávaně do profilu odebírané třísky přímo z písků, kde rypadlo obvykle pracuje na plný výkon.

Obdobná měření byla provedena na dole Obránců míru v Komoranech. Na tomto dole bylo transportováno kolesové rypadlo K 1000 z druhého skrývkového řezu do uhelného lomu.

Rypadlo K 1000 pracovalo při vytváření nebo úpravě sjezdových plošin mezi jednotlivými řezy v těžkých šedých jílech, v některých místech prostouplých proplásky. Tyto jíly se od sebe vzájemně lišily stupněm narušení větráním a zvodněním v těch částech řezu, které byly dobývány korečkovým rypadlem a

vlivem výskytu zavalených komor.

Vzhledem k tomu, že tyto pevné jíly mají sklon ke kvádrování, je při tvoření třísky užíváno spouštění kola. Velikost třísky a tím i zatížení hnacích motorů a konstrukce rypadla je určována nejen z hlediska samostatného zatížení ale i snahy zabránit lámání jílu v kvádrech a vyhnout se jejich pracnému odstraňování v přesypech a ve výsypkách. Z tohoto důvodu se v některých případech zvláště při urovnávání pláně v těchto horních plně nevyužívá jmenovitého výkonu hnacích motorů. V případě práce rypadla v částech řezu, kde jíl je zpevněn vrstvou proplásků, dochází naopak k plnému využití, jak jmenovitého výkonu motoru kola tak i jeho krátkodobému přetížení. Nejčastějšími poruchami stroje v těchto podmínkách trpí zuby a korečky kola spolu s hlavním dopravním pásem (průrazy pásu).

R y p n ý o d p o r h o r n i n y a z p ů s o b
z j i š ť o v á n í b ě h e m p r o v o z u
r y p a d l a .

Rypný odpor horniny přemáhaný hnacím momentem pohonu kola a otočného svršku rypadla představuje obecně orientovanou sílu působící na kolo, kterou lze rozložit do tří vzájemně kolmých složek a redukovat na břit jednotlivých koreček.

Obvodová složka rypné síly P_o za jejíž působistě je považován břit korečku kola, je přemáhána hnacím momentem motoru kola a zahrnuje obvodové složky sil vzniklých rozpojováním dobývané horniny, třením horniny o koreček, třením horniny v korečku, při jejím přemísťování a vynášením rozpojované horniny nad výsypku hlavního pásu kolesového výložníku.

Tato obvodová složka je podstatně vyšší než komponenty radiální a axiální a je předmětem hlavního zájmu při vyšetřování velikosti rypných odporů.

Až do prokluzu spojky motoru kola bude rovnováha v rovině obvodové složky na kolese dána vztahem

$$M_{mot} = P_o \cdot R$$

M_{mot}	hnací moment motoru	(kgm)
P_o	obvodová síla na kolese redukováná na břit korečku	(kg)

R poloměr koleasa (m)
Hnací moment motoru koleasa

$$M_{\text{mot}} = \frac{716,2N}{n} \cdot 1,36 \cdot \eta \quad (\text{kgm})$$

N výkon motoru koleasa (kW)
n otáčky koleasa (ot/min.)
 η mechanická účinnost převodů

Tato rovnováha platí v dalším časovém úseku, ve kterém dojde k vzájemnému zrušení účinku setrvačných sil rotujících částí koleasa a hnacího soustrojí.

Je-li tedy uvažována střední hodnota výkonu $N_{\text{stř.}}$ motoru koleasa za určitý časový úsek, dostaneme z tohoto středního výkonu koleasa střední hodnotu obvodové síly na břitu korečku

$$P_{\text{stř}} = \frac{1}{R} \cdot 716,2 \cdot \frac{N}{n} \cdot 1,36 \cdot \eta$$

Tento způsob určení střední hodnoty obvodové složky rýpací síly vede sice k vyloučení účinků setrvačných hmot rotujících částí koleasa, ale nedává skutečný obraz o maximálních silách působících na korečky během provozu.

Hodnot rypných odporů stanovených tímto způsobem lze přímo použít jako srovnávacích hodnot mezi horninami různých mechanicko-fyzikálních vlastností. Pro dimensi jednotlivých elementů stroje nutno však uvažovat hodnoty vyšší.

Pokud rypadlo pracuje ve stejnorodém materiálu (spraše, lehké písky) dochází během otáčení koleasa ke zvýšení obvodové síly pouze v důsledku změn rozměrů odebírané třísky, tj. podle polohy jednotlivých korečků.

Při nasazení rypadla v různorodých horninách však kromě této změny dochází ke změnám vyvolaným rozličnou pevností jednotlivých vrstev hornin a zatížení stroje je mnohem proměnlivějším. Špičková zatížení stroje v těchto případech jsou násobkem hodnot středního zatížení a jsou rozhodujícími hodnotami pro

dimensi těchto částí, kde se účinky tohoto zatížení projevují bez jakéhokoliv tlumení.

Podle porovnání výsledku měření rypných sil prováděném přímým měřením této síly na korečku kola bylo zjištěno, že maximální hodnoty rypných sil redukovanych na brit korečku jsou v jílovitých, poměrně homogenních horninách až dvojnásobkem hodnot středního zatížení. Při práci v horninách rozdílných mechanicko-fyzikálních vlastností pak tyto rozdíly budou mnohem vyšší.

Pokud nelze měřit za provozu rypné síly přímo na korečku, nezbyvá než užít přibližného určení maximálních sil a rypných odporů z okamžitého zatížení pohonu kola při uvažování těchto předpokladů:

- a) setrvačné síly rotujících částí kola působí v opačném směru než odpor hornin;
- b) maximální síly na korečku se projevují při největších rozměrech odebírané třísky.

Splnění prvního předpokladu lze zajistit určením vhodného úseku měřeného záběru. Tímto způsobem dostaneme měřenou sílu zmenšenou o podíl vlivu setrvačných sil.

Nesplněním druhého předpokladu, tj., že k největšímu zatížení pohonu přiřazujeme největší rozměr třísky, dochází při vyčíslování hodnot rypných odporů (jako podílu mezi silou a rozměry odebírané třísky) taktéž k snížení skutečných hodnot.

Takto určené hodnoty rypné síly z okamžitého zatížení kola i když jsou zakresleny případným nesplněním uvažovaných předpokladů, dávají lepší názor o proměnlivosti zatížení během otáčení kola.

Nedochází však tímto způsobem výpočtu k nivelizaci zatížení kola během průchodu korečků různými typy hornin a nemusí být při použití těchto hodnot pro dimensi strojních částí užíváno koeficientu bezpečnosti tak vysokých hodnot a širokého rozmezí. Hodnoty specifických rypných odporů určených tímto způsobem nutno považovat za hodnoty nižší, než jsou hodnoty skutečné. Rozmezí, ve kterém se může pohybovat rozměr třísky (tloušťka třísky) a tím i velikost měrného rypného odporu je dána krajními polohami korečku kola těsně před výběhem jednoho korečku ze záběru, jako hranici největšího rozměru a těsně po výběhu tohoto korečku

ze záběru jako dolní hranici rozměru třísky.

Pro měření zatížení pohonu kola a stanovení obvodové síly na kolese bylo během provozu rypadla měřeno :

výkon motoru kola

proudové zatížení motoru kola

Výkon motoru kola byl měřen registračním wattmetrem Metra, připojeným na proudové a napěťové měniče téhož výrobce, instalované v rozvaděči horní stavby otočného svršku. Převod proudových měničů byl nastaven na $-\frac{300}{5}$ -A a převod měřících napěťových transformátorů byl dán poměrem vstupního a výstupního napětí $\frac{500}{100}$ -V.

Pro kontrolní záznam byl snímán proud motoru kola v jedné fázi přes proudový transformátor stejného převodu a registrován smyčkou smyčkového oscilografu RFT.

Cejchování velikosti měřeného proudu bylo prováděno regulačním transformátorem do jmenovité hodnoty výstupního proudu měřícího proudového transformátoru při zachování citlivosti registračního zařízení.

Specifický rypný odpor.

Rypný odpor působí při provozu rypadla na jednotku délky řezné hrany nebo na jednotku plochy odebírané třísky.

$$K_F = \frac{P_{obv}}{F} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$K_l = \frac{P_{obv}}{l} \quad (\text{kg/cm})$$

Při užití středních hodnot obvodové síly, vypočtené ze středního zatížení pohonu kola, nutno za délku řezných hran resp. velikost plochy odebíraných třísek dosadit hodnoty střední.

Při práci kola rypadla K 1000 (osmikorečkové koleso) dochází při výšce odebírané lávky $H = R$ kola k současnému záběru dvou koreček a střední hodnota plochy odebíraných třísek je dána vztahem

$$F_{stř} = b \cdot c_{stř} \quad (\text{cm}^2)$$

bšířka třísky připadající na jeden koreček (cm)

$c_{stř}$ střední hodnota součtu tlouštěk třísek všech
zabírajících korečků během průchodu dvojice
korečků řezem (cm)

Max. plocha odebírané třísky při výšce záběru kola $H = R$ je dána součtem ploch zabírajících korečků při postavení jednoho korečku těsně před výběhem ze záběru.

Šířka třísky byla stanovena jako podíl obvodové rychlosti kolesového výložníku na břitu korečku a počtu výklopů kola.

Pro určení rozměru třísky byly v provozu měřeny tyto veličiny: otáčky motoru otoče, délka vyložení kol. výložníku, sklon dráhy kolesového výložníku, sklon kolesového výložníku a otáčky kola.

Výsledky měření.

Největší hodnoty středního specifického rypného odporu byly naměřeny na dole M. Gorkij při práci rypadla v řezu tvořeném těžkými sideritickými horninami a šedým pevným jílem v části řezu rozrušeném trhacími pracemi. V těchto podmínkách byly zjištěny v závislosti na rozměrech třísek tyto hodnoty:

Tloušťka třísky $\frac{c}{cm}$	Šířka třísky $\frac{b}{cm}$	Střední obv. síla $P_{stř}$ kg	Max. obv. síla P_{max} kg	Střed. spec. odpor		Max. spec. odpor	
				kg/cm	kg/cm	kg/cm	kg/cm ²
50	8,01	3.135	10.750	37,7	5,82	104,1	15,4
50	18,93	5.230	9. 030	49,7	4,12	71,9	5,47
50	31,3	6.540	9.810	50,4	3,11	65,47	3,59
50	43,7	10.280	18.180	66,6	3,50	103,0	4,76
50	32,05	8.150	14.240	62,1	3,79	94,1	5,10
53	7,21	3.137	15.300	36,6	6,1	143,0	22,92

V lehčích případech, kdy koleso rypadla rozpojovalo pískovce zpevněné železitými látkami v menší míře současně s jílovitými horninami nerozrušenými střelbou; byly zjištěny tyto hodnoty měrných odporů a sil na kolese:

Tloušťka tríscky $\frac{c}{cm}$	Šířka tríscky $\frac{b}{cm}$	Střední obv.síla P_o kg/cm	Max.obv. síla P kg	Střední spec. odpor		Max.spec. odpor		Poz- nám- ka
				kg/cm	kg/cm ²	kg/cm	kg/cm ²	
59	22,2	5.740	10.975	46,1	3,22	74,4	4,79	žel. pískov.
70	34	9.970	17.880	60,8	3,1	89,85	4,27	pev. šed.jíl
59	33	9.340	15.870	64	3,53	93,9	4,67	pískov. a jíl
72	18,9	5.670	9.970	41,5	3,06	60,66	4,16	šedý jíl

V obou tabulkách jsou uvedeny případy, které nelze označit za nejtěžší vyskytující se v podmínkách prvního řezu dolu Maxim Gorkij.

V případě práce rypadla v limonitických horninách rozrušených střelbou nešlo o rozpojování rozrušené horniny řezáním. Rozpojování nastávalo odlamováním jednotlivých vrstev hornin nebo vylamováním kvádrů a v mnoha případech i při malých rozměrech třísek (53 x 18,8 cm) došlo k zablokování kola, což představuje obvodovou sílu $P_o = 18$ t. K rozpojení těchto hornin došlo teprve po snížení otáčecí rychlosti svršku rypadla nebo i snížení rozměrů odebírané tríscky.

V místech, kdy řez byl tvořen převážně pískem bylo zatížení kola obdobné, jako v následující tabulce:

Tloušťka tríscky $\frac{c}{cm}$	Šířka tríscky $\frac{b}{cm}$	Střed. síla P_{obv} kg	Max.obv. síla $P_{obv\ max}$ kg	Střed.spec. odpor		Max.spec. odpor		Poznám- ka
				kg/cm	kg/cm ²	kg/cm	kg/cm ²	
65	31,4	5.860	9.300	38,7	2,11	56,6	2,61	písek a písčité jíl
70	21,3	2.840	4.885	20,47	1,38	29,61	1,85	písek
71	9	1.920	2.330	16,77	2,29	24,51	3,02	písek + pískovec

V případech dalších šlo převážně o řezy tvořené jak pískem

tak i pískovcem, jíly s tvrdými vložkami v takovém složení, že koreček kola při průchodu řezem dobýval postupně všechny horniny.

Rypný odpor naměřený v těchto případech se pohyboval mezi hodnotami zjištěnými v pískovité části řezu a hodnotami naměřenými v nejtěžších partiích uvolňovaných odstřelem.

Z dosud vyhodnocených měření se jeví rozpojovací podmínky při práci rypadla na třetím řezu Obránců míru z hlediska rypných odporů takto :

Tloušťka tríska c(cm)	Šířka tríska b(cm)	Maximální hodnoty rypného odporu K max		Střední hod- nota rypného odporu K _{stř} (kg/cm ²)	Poznámka
		kg/cm	kg/cm ²		
33	37	143	11,1	6,08	šedý jíł s jílovcem
33	9,3	135	22,6	8,4	"-
33	18,5	139	15,1	7,89	"-
49	18	118	10,1	5,41	"-
49	7,7	92	16,7	7,15	šedý jíł
49	26	98	6,8	4,88	"-
33	26,5	98	9,25	7,63	"-
78	17	87	7,46	6,19	"-
47	20,5	115	10,25	4,99	šedý jíł s jílovcem
78	17	94	8,03	5,19	šedý jíł
78	24	92	6,12	5,31	"-
47	42	93	5,59	4,49	"-

Uvedené rozměry tloušťky tríska jsou hodnoty odpovídající

maximální tloušťce třísky při výběhu korečku ze záběru při výšce řezu $\alpha_H = 70^\circ$. Podmínky na čtvrtém řezu v důsledku předchozího narušení pevnosti jílu byly vcelku poměrně příznivé a dobře rozpojitelné kolesovým rypadlem.

V místech, kde však tyto příznivé vlivy se neuplatnily, byly naměřeny hodnoty rypných odporů vyšší :

Tloušťka třísky c(cm)	Šířka třísky b(cm)	Maximální hodnota rypného odporu $K_{\max}$		Střední hodnota rypného odporu $K_{\text{stř}}$ (kg/cm ²)	
		kg/cm	kg/cm ²		
28,4	19,1	193,4	20,3	14,4	$\alpha_H = 60^\circ$ úhel výšky záběru
28,4	29	137,1	11,96	11,27	$\alpha_H = 60^\circ$
29	26,4	112	8,72	5,36	$\alpha_H = 90^\circ$
29	17,03	156,5	15,42	8,99	"-
29	7,22	145,5	10,85	8,55	"-
29	19	129,5	11,97	7,19	"-
29	37,6	105,2	6,98	6,4	"-
29	29,6	108,8	7,39	6,28	"-

Tyto hodnoty byly naměřeny v jílech, kde vrstva jílovců se pohybovala mezi 5 - 25 cm.

V uvedených hodnotách rypných odporů je zahrnut vliv váhy vynášené zeminy nad výsypku hlavního pásu.

Závěr.

Jak vyplývá z geologicko-geotechnických podmínek i potvrzených měření rypných odporů jsou průměrné poměry v oblasti dolu Maxim Gorkij z hlediska těžitelnosti hmot z celkového hlediska

asi 2,5 krát příznivější než tytéž poměry v rajonu komořansko-ervěnickém. Toto srovnání vyplývá z dosavadních podkladů, které je ovšem nutno považovat za skrovné.

Jestliže však v rajonu komořansko-ervěnickém je hodnota specifického odporu vyšší než v rajonu bílinském, má proti tomu však tu výhodu, že naměřené hodnoty nekolísají příliš kolem průměrné hodnoty.

Na dole Maxim Gorkij je tedy nutno počítat s tím, že i když je průměrná hodnota specifického odporu nízká, vyskytnou se během provozu případy, kdy maximální zatížení stroje činí až několikánásobek průměrné hodnoty.

Tato okolnost dala se již předem předpokládat a měřením bylo jen potvrzeno, jelikož toto vyplývá již z odlišných geologicko-geotechnických podmínek obou rajonů.

Největší rozptyl specifických rypných odporů vyskytuje se právě při těžbě písčitých horizontů, kde průměrná hodnota je zvláště nízká a kde nepředvídaně vystupují v řezu balvany pískovců, pelosideritů apod.

Stejnou charakteristiku prokazují hodnoty rypných odporů v jílech s proplásky pelosideritů, kde bylo použito střelných prací. Zde je rozptyl způsoben hlavně tím, že rypadlo pracuje v různě narušené zemině.

Skutečnost, že okamžité hodnoty rypných odporů vzrůstají neúměrně vysoko, vlastně znehodnocuje podstatně ten příznivý poznatek, že průměrné hodnoty rypných odporů jsou příznivější, což zkomplikuje úvahy o nejvhodnější volbě dobývacích strojů.

Názorně je průběh zatížení stroje v různých podmínkách patrný na přiložených diagramech L 19 - L 24.

Závěrem pokusíme se alespoň orientačně shrnout podmínky, jimž by měly vyhovovat dobývací stroje zasazené do provozů bílinského rajonu:

- 1) Stroje budou vystaveny velmi proměnlivému a nepředvídanému zatížení, vyplývající z geologicko-geotechnických podmínek bílinského rajonu. V těchto podmínkách byl naměřen rypný odpor ve velmi širokých mezích.

V písčitých částech řezu se maximální specifický rypný odpor

pohybuje mezi 20-30 kg/cm délky řezných hran korečků. Hodnota rypného odporu v jílech byla naměřena mezi 60-90 kg/cm délky řezné hrany. Nejvyšších hodnot rypných odporů bylo dosaženo při práci rypadla K 1000 v části řezu, tvořeném sideritickými vložkami a těžkým šedým jílem. V těchto partiích bylo k předchozímu narušení pevnosti hornin použito trhacích prací. V takto upravené hornině byl zjištěn maximální rypný odpor v hodnotách mezi 60-150kg/cm délky řezných hran podle stupně narušení trhacími pracemi.

Tyto případy, i když se v současné době nevyskytují pravidelně, značně komplikují technologii práce, zvláště vyskytne-li se tato obtížná partie v celé dolní části řezu. Pro tyto případy nutno mít k dispozici velkou rypnou schopnost, aby potřeba trhacích prací byla minimální a omezila se pouze na rozpojení sideritických bloků, jež nelze rozpojovat lámáním.

- 2) Z uvedeného vyplývá, že i když stroje budou převážně pracovat v příznivějších podmínkách než v rajonu komořansko-ervěnickém, bude nutno konstrukci stroje volit s ohledem na požadovaný výkon v nejtěžších podmínkách a z hlediska ekonomie provozu.

Těmto podmínkám může vyhovět stroj s poměrně velkou rozpojovací schopností. K využití instalovaných pohonů nebude stačit obvyklá regulace otáčecí rychlosti otočného svršku, ale bude nutno použít i odstupňovaných rychlostí kola.

- 3) Vzhledem k náhlým změnám v zatížení stroje, které by mohly vést k vysoké poruchovosti, zvláště řezných orgánů, nutno vybavit stroje velmi citlivými ochrannými zařízeními.
- 4) V bílinském rajonu musíme počítat se zvýšenými abrasivními účinky, jelikož převážnou součástí všech hornin je křemen různé zrnitosti a různého zpevnění, z čehož plyne použití otěruvzdorných materiálů na exponovaných částech strojů. Své závažné námítky, podněty, návrhy a řešení jistě budou mít k tomuto rovněž technologové, ekonomové i výrobci strojů. Jejich spoluprací může být dosaženo návrhu stroje, jež by zajistil v budoucích velkolomech technicky dokonalou, vysoce produktivní a ekonomickou těžbu.

Tab.čís. 1

Výsledky rozborů soudržných zemin
z dolu Maxim Gorkij I-II.

Č. řezu	Makroskopické označení zeminy	Konsistence	Název zeminy podle výsledků rozborů zrnitosti	Objemová váha vlhké zeminy g/cm ³	Vlhkost v % váhy sušiny	Soudržnost kg/cm ²	Úhel vnitřního tření φ
VI	jíl tmavošedý	pevná	jíl	2,18	12,47	2,43	28°22'
VI	jíl světlehnědý slabě písč.	tuhá	jílovitá zemina	2,02	13,96	1,48	23°45'
VI	jíl tmavošedý s rostl.zbytky	tuhá	jílovitá zemina	2,08	18,51	1,00	29°28'
III	jíl svět.žlutohnědý písč. s rostl.zbytky	pevná	jílovitá zemina	2,05	9,68	2,14	20°48'
III	jíl tmavošedý se zuhelnatěl. rostl.zbytky	pevná	jíl	2,05	13,17	2,53	19°18'
II	hlína sprašová	měkká	hlinitý písek	1,99	19,42	0,30	26°48'

Tab.čís. 2

Díl Čs. armády - Ervěnice - rypadlo K 1000
II.řez

Druh zeminy	Objemová váha vlhké zeminy g/cm ³	Vlhkost v % váhy sušiny	Soudržnost kg/cm ²	Úhel vnitřního tření φ
jíl šedohnědý	1,9014	32,45	2,11	14°35'
jíl šedohnědý	1,9956	26,57	2,84	23°30'
jíl šedohnědý	1,9035	32,97	1,14	28°36'

Tab. čís. 3 Výsledky rozborů zemin z dolu Obránců míru

Místo od- běru	Makro- skopické označení zeminy	Kon- sis- tence	Název zeminy podle výsled- ků roz- borů zrni- tostí	Objemová váha vlhké zeminy g/cm ³	Vlhkost v % váhy sušiny	Soudrž- nost c kg/cm ²	Úhel vnitřního tření φ
3.řez	jíl šedý	tvrdá	jíl	2,3352	11,91	6,3	4°50'
3.řez	jíl šedý	tvrdá	jíl	2,1837	15,37	6,4	4°30'
3.řez	jíl šedý	tvrdá	jíl	2,1399	18,80	5,8	6°50'
4.řez	jíl šedý	pevná	jíl	2,1226	18,20	4,0	9°
4.řez	jíl šedý	tvrdá	jíl	2,1325	12,59	7,6	5°45'
4.řez	jíl šedý	tvrdá	jíl	2,1156	13,68	8,8	6°50'

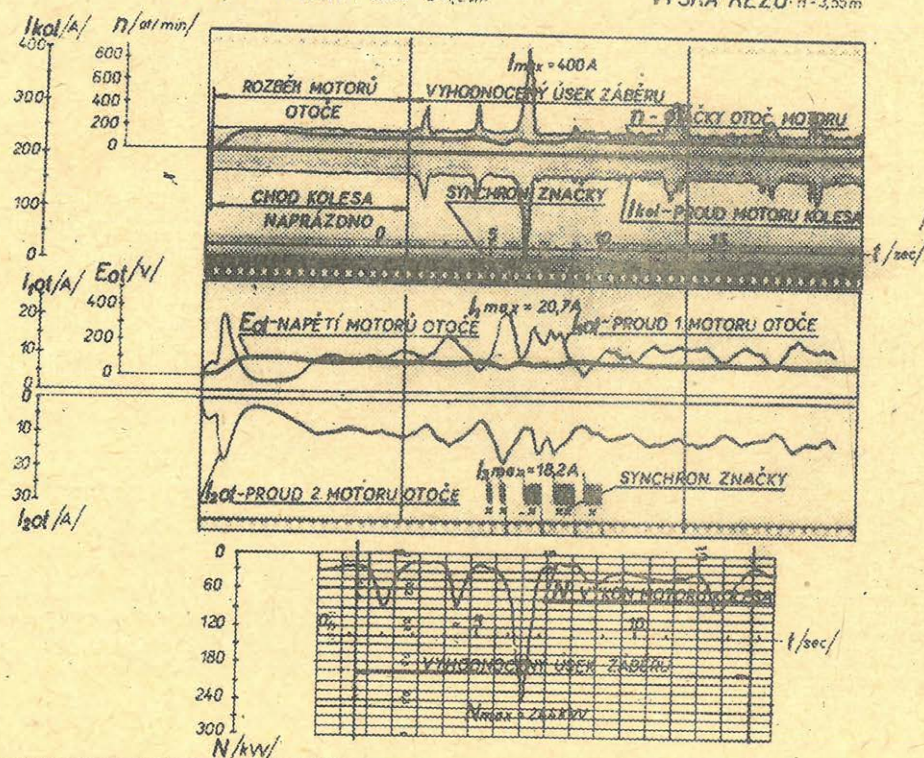
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

SOUČASNÝ ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA A MOTORŮ OTOČE BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: SMÍŠENÝ ŘEZ PÍSEK-SIDERITICKÉ VLOŽKY

ROZMĚRY TRÁSKY: $c=53\text{cm}$ $b=72\text{cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H=3,55\text{m}$



VÚHU

K-1000/36 DŮL MAXIM GORKIJ

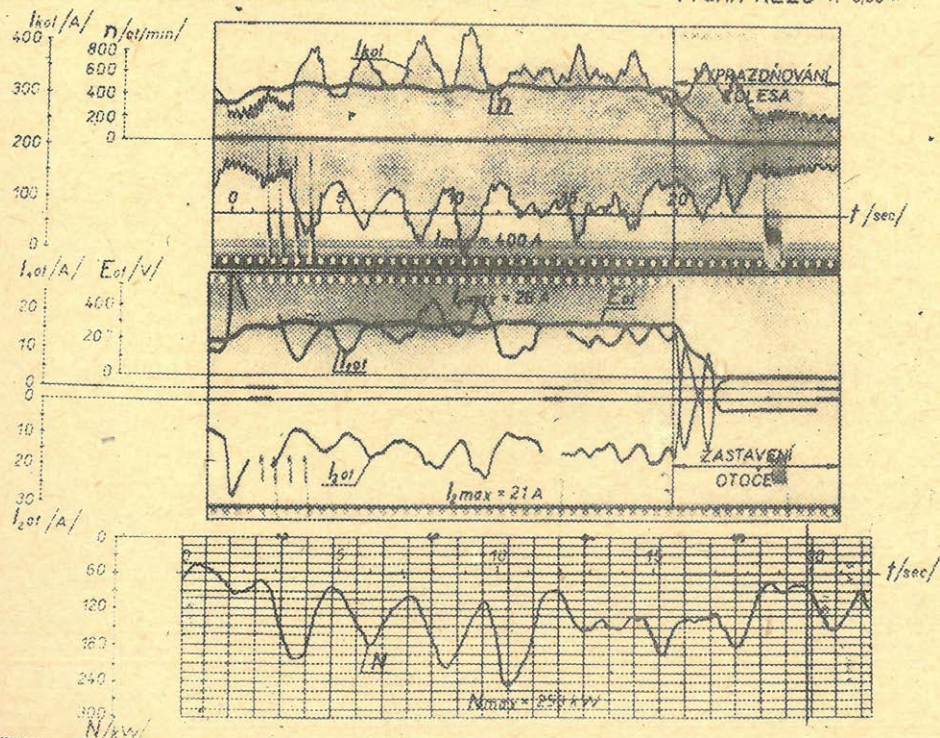
L 19

SOUČASNÝ ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA A MOTORŮ OTOČE BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: SMÍŠENÝ ŘEZ PÍSKOVEC - ŠEDÝ JIL

ROZMĚRY TRÁSKY: $c=59\text{cm}$ $b=33\text{cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H=3,55\text{m}$



VÚHU

K-1000/36 DŮL MAXIM GORKIJ

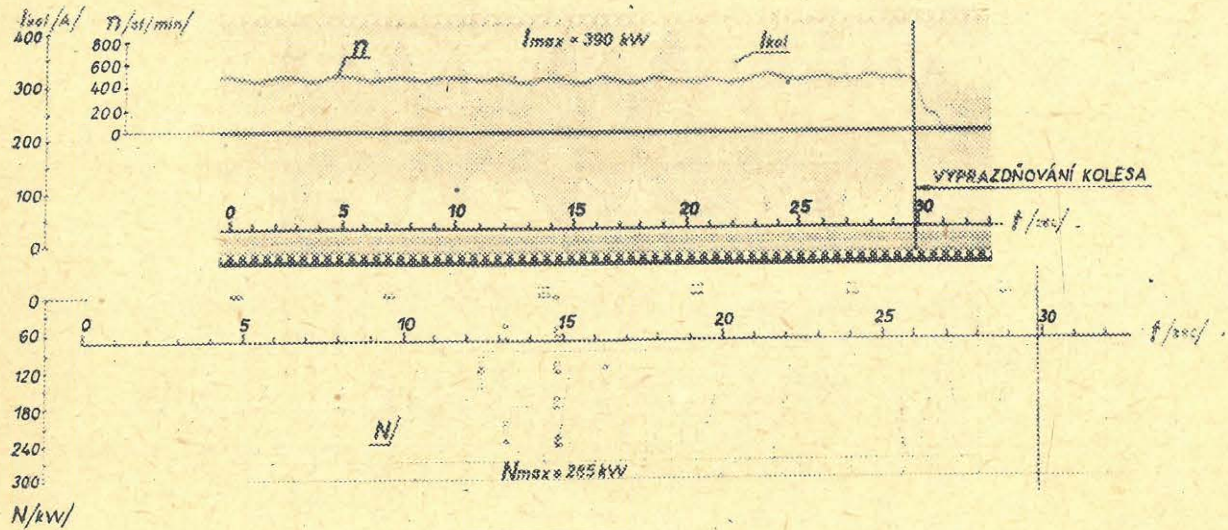
L 20

ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: ZPEVNĚNÍ ŠEDÝ JÍL

ROZMĚRY TRÍSKY: $c = 70 \text{ cm}$ $b = 34 \text{ cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H = 3,55 \text{ m}$



VÚHU

K-1000/36 DĚL MAXIM GORKIJ

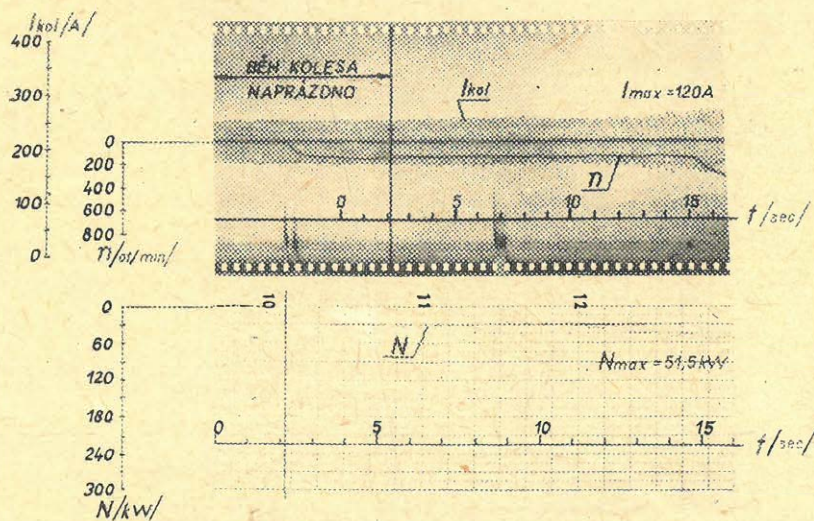
L 21

ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: PÍSEK

ROZMĚRY TRÍSKY: $c = 71 \text{ cm}$ $b = 8,6 \text{ cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H = 3,55 \text{ m}$



VÚHU

K-1000/36 DĚL MAXIM GORKIJ

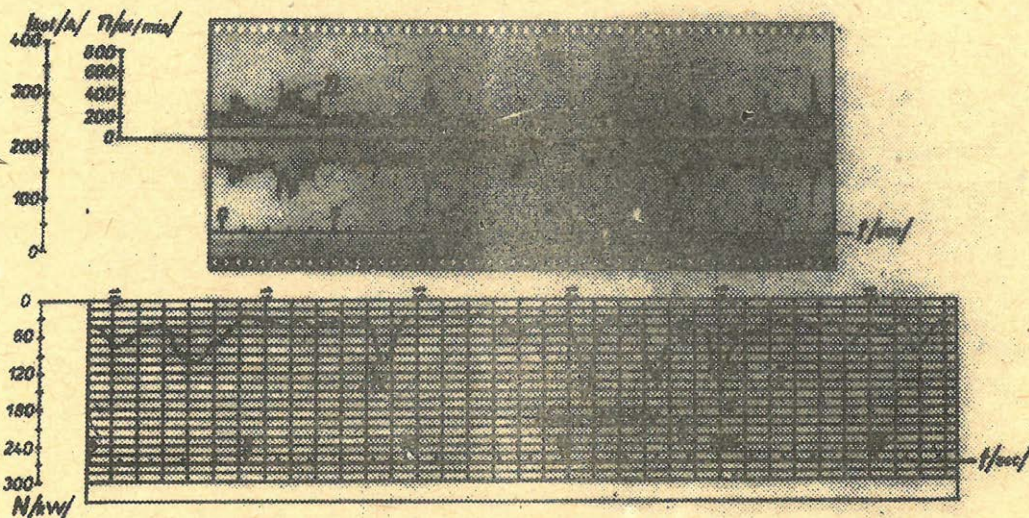
L 22

ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: SMÍŠENÝ ŘEZ: ŠEDÝ JIL - SIDERITICKÉ VLOŽKY

ROZMĚRY TRÁSKY: $c = 50\text{cm}$ $b = 8\text{cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H = 3,55\text{m}$



VÚHU

K-1000/35 DÍL MAXIM GORUKU

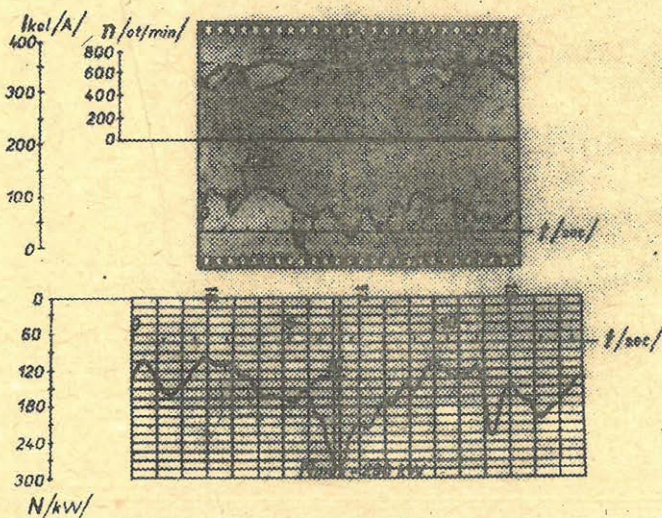
L 23

ZÁZNAM ZATÍŽENÍ MOTORU KOLESA BĚHEM PROVOZU

MATERIÁL: ŠEDÝ JIL ZPEVNĚNÝ SIDERITEM - UVOLNĚNÝ ODSTŘELEM

ROZMĚRY TRÁSKY: $c = 50\text{cm}$ $b = 44\text{cm}$

VÝŠKA ŘEZU: $H = 3,55\text{m}$



VÚHU

K-1000/35 DÍL MAXIM GORUKU

L 24