

Ing. Ladislav H y n a i s , VÚHU

Způsoby hodnocení rozpojitelnosti nadloží a prognóza výkonnosti dobývacích strojů

Otvírky nových povrchových ložisek pomocí velkstrojové dobývací techniky postupují v celém světě značnou rychlostí. Zhoršené poměry při odstraňování skrývky k užitečným minerálům přináší ně-
úměrně stoupající tok hmot a tím i zvýšenou poptávku po výkonněj-
ších těžebních systémech.

Efektivní použití kolesových rýpadel je v současné době, až na řídke výjimky, omezeno na oblast kvartérních sedimentů, sedimen-
tů v regelační zóně a sedimentů rozrušených trhacími pracemi velké-
ho rozsahu. Specifická hodnota rozpojovacího odporu, pohybující se
mezi $80 - 120 \text{ kNm}^{-1}$, platí v současné době jako nejvyšší únosná
mez pro nasazení kolesových rýpadel. Vzhledem k tomu, že rypné od-
pory zejména ve vrstvách sedimentů nad hlavou sloje dosahují výraz-
ně vyšších hodnot a rozsah trhacích prací narůstá nad přijatelné
meze dochází ve státech s vyvinutým lomovým hornictvím k potřebě
vývoje a konstrukce rýpadel o specifických rozpojovacích silách
okolo 250 kNm^{-1} a to jak v SSSR, tak i v NSR. U nás je reprezentan-
tem takového typu rýpadlo K 2000 se jmenovitou střední měrnou ryp-
nou silou 160 kNm^{-1} . Další zvyšování rozpojovací síly je omezeno
výkonem a hmotností pohonu kola, rozměrem kola, výložníku a
vůbec vlastní konstrukcí stroje.

Stanovení rypného odporu bylo a je předmětem mnoha výzkumů.
Obecně jej lze stanovit a upravit pomocí empirických korekcí mezi
skutečnými rypnými silami a ostatními hodnotami naměřenými na rý-
padle.

Výzkumy v této oblasti vychází vždy z prováděných měření a to
buď na strojích in situ a nebo z modelových měření prováděných la-
boratorním způsobem.

Výzkumy v této oblasti vychází vždy z prováděných měření a to buď na strojích in situ a nebo z modelových měření prováděných laboratorním způsobem.

Z celé řady různých metod určování rozpojovacích a rypných sil prováděných na rýpadlech lze vytypovat dvě základní oblasti. Jedna oblast zahrnuje metody výpočtu na základě měření příkonu pohonu rypného orgánu, druhá pak vychází z měření rozpojovací síly, která působí během rozpojovacího procesu na jednom korečku, při čemž je snaha o instalaci vlastních měřících čidel co nejbližší k aktivní části rozpojovacího nástroje.

Hodnoty získané z těchto měření bývají využívány jednak pro stanovení výkonu pohonu, kolesového rýpadla, k určování optimálních pracovních režimů, k návrhům a projektům trhacích prací velkého rozsahu a v neposlední míře i jako vstupní údaje pro určování normativů výkonnosti rýpadel.

Je důležité poznamenat, že pojmy jako je řezná síla, rypná síla a rozpojovací síla neoznačují ve všech případech vždy tytéž síly.

Pod pojmem rozpojovací síly chápeme ty síly, kterými působí na horninu ostří korečku, tedy tangenciální boční a radiální. Rypná síla se skládá z rozpojovací síly a ještě z dalších sil, které se přímo podílí na procesu naplňování korečku, např. třecí síly mezi dnem korečku a materiálem, třecí síly uvnitř korečku a další síly shrnuté pod pojmem plnicí odpor.

V současné době probíhají v odborných kruzích, dříve uvedených států s vyspělým hornictvím (ČSSR nevyjímaje), vážné diskuse o tom, jak stanovit základní účinnou veličinu k určení měrného rypného odporu. Základní veličina měrné rozpojovací síly vztažené na jednotku délky řezné hrany (dle naší normy označované F_{LM} v kNm^{-1}) se začala používat nejprve v NSR, později pak v NDR a u nás. Základní veličině, tj. síle vztažené na plo-

chu příčného průřezu třísky, dávali přednost výzkumní pracovníci v SSSR. V neposlední době však začínají v SSSR používat hodnoty vztažené na délku řezné hrany a naopak v NSR se nyní mnohdy přiklání ke vztahu uvádějícímu rypnou sílu na plochu třísky (F_{SM}). I z analýzy výsledků našich výzkumných úkolů vychází v mnoha případech takovéto určování výhodněji.

Značně neznámý je vliv rozměru třísky na rozpojovací sílu, Zřejmě však platí, že při rostoucí ploše příčného průřezu třísky klesá hodnota F_{LM} a roste hodnota F_{SM} . Z tohoto poznatku vycházejí někteří čínští autoři, domnívající se, že účinnou základní veličinou by byly takové hodnoty, které by se pohybovaly mezi F_{LM} a F_{SM} . A právě za takovou veličinu považují odmocninu součinu délky řezné hrany a plochy příčného průřezu třísky tj. $\sqrt{L \cdot S}$. V tomto případě měrný rozpojovací odpor závisí současně na délce řezné hrany a ploše příčného průřezu třísky, ale nepřímo úměrně na odmocnině jejich součinu. Takto určený měrný odpor lze označit $F_M = \sqrt{L \cdot S}$ a jeho rozměr je $\text{kNm}^{3/2}$.

Podle těchto autorů by měrný rozpojovací odpor vypočtený tímto způsobem neměl být závislý na ploše příčného řezu třísky a jejím tvaru, nýbrž jen na druhu zeminy a proto by mohl měrný rozpojovací odpor, naměřený na kolesovém rýpadle v určitém typu zeminy být použit ke zjišťování měrné rozpojovací síly pro všech na ostatní rýpadla, která pracují ve stejných dobývacích podmínkách. K takovým závěrům však lze mít závažné výhrady.

Jak již bylo uvedeno, lze na kolesových rýpadlech pomocí různých metod měření určovat rypné nebo rozpojovací odpory. Pokud máme na mysli měření příkonů či elektrické práce pohonu kolesového rýpadla, je nutné si uvědomit, že výkon pohonu kola je členěn následujícím způsobem

$$P_{kol} = P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 \quad (\text{kW})$$

kde

- P_{kol} celkový výkon pohonu kola
- P_0 výkon kola při chodu naprázdno
- P_1 výkon kola při řezu
- P_2 výkon potřebný k překonání odporu daného otáčením horní stavby
- P_3 výkon kola při plnění
- P_4 výkon kola k překonání odporu třením materiálu o mezikruží, materiálu o sebe apod.
- P_5 výkon kola potřebný pro zdvižení narýpaného materiálu do místa výsypu
- P_6 výkon kola potřebný pro zrychlení narýpaného materiálu.

Chceme-li vztahovat tento postup až na výpočet specifických hodnot rozpojovacích sil, musel by být, kromě čistého výkonu při řezu, zbaven všech dalších dílčích výkonů. Tyto dílčí hodnoty se však nedají přesně spočítat, ani vždy jednotlivě změřit.

U tzv. přímých měření sil pomocí měrných koreček, tj. takových, kde je měřicí element, tj. tlakový dynamometr instalován pod patou upraveného a zesíleného korečku, je nutné provést rovněž obdobné korekce k získání specifické rozpojovací síly. Tyto korekce nejsou však již zdaleka tak podstatné jako v předchozím případě, neboť je měřena pouze tangenciální síla působící na koreček.

V NSR byla na Universitě v Karlsruhe vyvinuta nová metoda na měření a zkoumání průběhu tangenciální složky rozpojovací síly podél ostří korečku rýpadla. Cílem těchto měření a výzkumů bylo zjistit hodnotu rozpojovací síly nutnou pro konstrukci kolesových rýpadel, prostřednictvím měření těchto sil, působících na velkostroji a dále pak zkoumání vlivu rozměrů třísky na rozpojovací sílu. Byla ustavena měřicí skupina, která provedla mě-

ření na rýpadlech "Rýnské hnědouhelné akciové společnosti" a to v nejobtížnějších podmínkách v NSR, Kanadě, Singapuru a v Iráku. Měřicí systém využíval nejmodernějších prvků přenosové telemetrické a záznamové měřicí techniky.

Z výsledků výzkumu vyplývalo, že při hloubkách třísek do 0,3 m nebyl vliv poměru šířky (b) a hloubky (s) příliš výrazný. Při větších hloubkách až do 1,2 m byl prokázán velký nárůst a to až 30 % rozpojovací síly při nevhodném poměru $s : b$. Při vyhodnocení měrné rozpojovací síly F_{LM} (kNm^{-1}) a F_{SM} (kNm^{-2}) se ukázalo, že hodnota rozpojovací síly, vztažená na plochu příčného průřezu třísky, lépe charakterizuje poměry na velkostruji než rozpojovací síly vztažené na délku rypné hrany. Na základě teoretických úvah se dokazuje, že plocha třísky představuje konstantní veličinu, zatímco délka rypné hrany se průběžně mění. Za zmínku stojí, že i výsledky našich výzkumů, publikované již v roce 1984 dospěly k podobným závěrům.

Znalost rypných odporů je však využívána i v několika dalších výzkumných činnostech jako je například optimalizace rypných orgánů a s tím spojená optimalizace výkonnosti celého rýpadla. V případě práce rýpadla v obtížně rozpojitelných materiálech se řadí k negativním faktorům ještě další a to vysoká abrazivita rypných orgánů. Ukazuje se, že na opotřebení materiálů má vliv nejen složení rozpojovaných hornin, ale také jejich struktura a velikost i vazba zrn. Kromě toho je prokázána přímá závislost rychlosti rozpojování na velikosti opotřebení. Proto se např. v takových pevných a abrazivních materiálech používají ve světě stále více zuby, které mají svou aktivní řeznou plochu obloženou destičkami tvrdokovů. Aby se chránily i komůrky v bandáži korečků proti nadměrnému otlačení, vykládají se i jejich stěny obdobnými destičkami o pevnosti cca 500⁰ HB.

Zatímco problematika měření rozpojitelnosti na rypných orgánech kolesových rýpadel je ve své podstatě rutinní záležitostí a výzkum se zabývá zdokonalováním známých metod a porovnáváním

výsledků, lze konstatovat, že měření rypných odporů na korečkových rýpadlech je problematikou ojedinělou a ani ve světové odborné literatuře dosud nepublikovanou. I když jsme v průběhu řešení prostudovali více než 200 rešeršních hitů, nezjistili jsme popis měření rozpojitelnosti na stroji takového typu a výkonové třídy jako je rýpadlo RK 5000. Zásadní problém zřejmě spočívá ve velmi obtížném určování rozměrů rýpané štěpiny, které je dáno různými úhly mezi jednotlivými díly korečkového vodiče. Pokud bylo měření rozměrů třísky nebo štěpiny realizováno např. na podstatně menším rýpadle RK 400, bylo vždy využíváno časově velmi náročných geodetických metod. Problémy rozpojitelnosti rýpadla RK 5000 však vyžadovaly měření prováděná prakticky kontinuálně a rutinně a hlavně za provozu bez omezování nebo dokonce přerušování těžby. Proto byla v průběhu řešení vypracována ve VÚHU metodika, která za použití čidel a přístrojů dostupných nebo vyrobených ve VÚHU umožnila realizaci uvedeného měření. To vychází jednak z měření příkonu poháněcích motorů turasu, jednak z velikosti odebírané třísky při rozpojování hornin. Pro výpočet délky řezných hran všech korečků v záběru bylo nutné stanovit šířku třísky, hloubku třísky a délku záběru v tříse. Největším problémem je stanovení hloubky třísky, neboť ta je proměnná v závislosti na různém prolomení jednotlivých dílů korečkového vodiče. Ten u stroje RK 5000 sestává ze třech dílů a zarovnávače, takže celková maximální délka záběru může činit až 45,6 m, přičemž maximální zahluobení korečku může být 0,56 m. Při prvních ověřovacích měřeních byla odzkoušena jednak geodetická měření (pomocí blízké fotogrammetrie), jednak měření na zdvihových vrátcích korečkového vodiče a měření vzájemných úhlů mezi jednotlivými díly vodiče pomocí rotačních inkrementálních čidel. Vyhodnocení realizovaného měření potvrdilo dobrou přesnost a spolehlivost tohoto posledního způsobu. Je však nutné podotknout, že takové měření kladě vysoké nároky na jeho vyhodnocování, které by bez použi-

tí výpočetní techniky nebylo vůbec možné.

Získané výsledky byly využity v několika směrech. Jeden ze splněných cílů umožnil posoudit výzkumným pracovníkům VÚHU v technologické oblasti vliv jednotlivých typů trhacích prací prováděných z úrovně pojezdové pláně rýpadla, další pak pomohl optimalizovat manipulační časy a umožnil posoudit vliv dvou různých úprav břitové části korečků. V neposlední míře je nutná zmínka o tom, že z dosažených výsledků byla sestrojena křivka skutečné technické výkonnosti a provedena i částečná predikce této výkonnosti.

V minulých letech bylo věnováno značné úsilí matematickému zpracování dat z měření in situ. Byly vytvořeny soubory naměřených a vypočtených dat, které se staly základem pro výpočet faktorů, ovlivňujících a omezujících výkonnost rýpadel řady KU 800. Z těchto výpočtů vznikly postupem řešení tzv. výkonové křivky a to jako výsledek regresní analýzy vztahů naměřených dat teoretické výkonnosti Q_{th} ke střední hodnotě měrné rypné síly F_{LM} a to vždy ve tvaru obecné hyperboly dané rovnicí $Q = K_1 + \frac{K_2}{F_{LM}}$.

Myšlenka tvorby výkonnostních křivek pro jednotlivá rýpadla byla v podstatě vyvolána nutností ověřovat obdobné křivky udávané výrobcem pro jednotlivé typy resp. zásadní úpravy dobývacích strojů (viz příklad pro KU 800 na obr. 1).

Práce totiž ukázala, že hodnoty technické výkonnosti podle předpokladů výrobce nejsou zejména u rýpadel řady KU 800 reálné a proto byl proveden celý komplex ověřovacích měření. Z těchto ověřovacích měření se v pozdější fázi výzkumu vyvinula předkládaná metodika.

Faktem zůstává, že v původním provedení byla těsnost tohoto vztahu poměrně nízká. Nicméně při bližší analýze již zmíněné závislosti výkonnosti vztažené na plochu třísky byla zjištěna těsnost podstatně vyšší.

Současně s první prezentací výkonových křivek bylo poukázáno na jejich omezenou časovou platnost, s potřebou aktualizace přibližně každé dva roky. Po provedených aktualizacích některých křivek vznikl základní poznatek, že s narůstajícím počtem měření výrazně narůstá těsnost korelačních i regresních indexů.

V roce 1987 nastal kvalitativní zlom v metodice a způsobu stanovování uvedených výkonnostních křivek. Především bylo zcela přepracováno programové vybavení pro výpis údajů z databáze, která byla navíc doplněna řadou popisných údajů, ale zejména byla ve spolupráci s Vysokou školou báňskou v Ostravě zpracována metodika nové regresní analýzy řešení závislosti mezi výkonností rýpadla a dalšími ovlivňujícími faktory a to programem, který umožňuje vypočítat ($2^{11} - 2$) regresních funkcí. Na základě praktického ověření však byl celý soubor zmenšen na 90 (v některých případech pouze na 55) funkcí, které pro řešení plně postačují. V těchto je pak stanoven typ regresní funkce, funkce vstupující do lineární kombinace, regresní koeficienty, suma kvadrátů odchylek a index korelace. Tyto funkce jsou programovány zejména v obdobných obecných tvarech:

$$Y = C_1 G_1(x) + C_2 G_2(x) + C_3 G_3(x) \dots\dots\dots C_7 G_7(x)$$

$$\frac{1}{Y} = C_1 G_1(x) + C_2 G_2(x) + C_3 G_3(x) \dots\dots\dots C_7 G_7(x)$$

$$\text{kde } Y = Q_t; \quad x = F_{LM}$$

C_1 až C_7 jsou regresní koeficienty (reálné číslo včetně 0)

$$G_1(x) = 1; \quad G_3(x) = x^2; \quad G_5(x) = x^4; \quad G_7(x) = \frac{1}{x^2}$$

$$G_2(x) = x; \quad G_4(x) = x^3; \quad G_6(x) = \frac{1}{x}$$

$$\text{tedy } G_i(x) = F_{LM}^B; \quad \text{kde } B = (-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4).$$

Pro konkrétní výpočty křivek výkonnosti jsou vybírány obvykle tři typy regresních funkcí s korelačním koeficientem, převyšujícím hodnotu 0,9. Např. pro rýpadlo KU 800/7, nasazené na lokalitě VČSA, byly vybrány následující tři křivky:

$$1. \frac{1}{Q_t} = 0,661 \cdot 10^{-7} F_{LM} - 0,19739 \cdot 10^{-11} F_{LM}^4$$

$$2. Q_t = 0,12620 F_{LM}^2 + 0,25954 \cdot 10^7 F_{LM}^{\frac{1}{2}}$$

$$3. \frac{1}{Q_t} = 0,21457 \cdot 10^{-9} F_{LM}^3 + 0,56388 F_{LM}^{\frac{1}{2}}$$

Všechny tři křivky jsou vyššího typu a z grafického znázornění pořízeného z podrobné tabelace Q_t a F_{LM} byla zvolena funkce 1, jejíž koeficient korelace je vysoký a činí 0,91503 (obr. 1).

Interpretace výkonnostních křivek je však svým způsobem omezena a je nutné si při ní stále přesně uvědomovat, jakým způsobem vznikla a jaké oblasti dobývání zahrnuje. Především je zapotřebí zdůraznit, že vlastní křivka zohledňuje výkonnost ve štěpině, tedy bez zahrnutí manipulačních ztrát. Dále je podstatné to, že se vztahuje k rypnému orgánu rýpadla bez příslušných vazeb na další dopravní cesty a části technologického celku. Spolehlivě určuje a ověřuje výkonnostní možnosti rýpadla zejména v porovnání s obdobnou křivkou udávanou výrobcem, která je však zpravidla konstruována pro konstantní hodnoty elektrického příkonu, tedy pro stavy v praxi se nevyskytující. Výkonnostní křivka zpracovaná dle popsané metodiky zohledňuje skutečný stav daného konkrétního rýpadla a to jak z hlediska rypných orgánů, tak i z hledisek dynamických a to vše v daných geologických podmínkách. Při tom však může exaktně sloužit jako jedna ze vstupních veličin například pro zpracovávání technologických norem výkonnosti, které kromě jiného zahrnou do výpočtu mimo manipulačních ztrát i parametry dobývaných bloků, druh a počet sekcí dopravníků, způsob technologie jak vlastního rýpadla, tak i zakladače. Pouze informativně je možné brát

údaj, že skutečné porubové výkonnosti TC se pohybují v hodnotách cca o 30 - 40 % nižších než udává křivka, i když byly mnohokrát ověřovány a i když byla konstatována až překvapivě dobrá shoda se skutečně dosahovanými výkonnostmi.

Ve všech zemích RVHP se určuje teoretická nebo technická výkonnost rýpadel na základě měrného rypného nebo rozpojovacího odporu. Jak vyplývá z vlastní definice, je tento odpor závislý na celé řadě faktorů a je tedy bezpodmínečně nutné pro správné stanovení Q_t znát i závislosti, charakterizující horninu.

Rozpojovaná hornina představuje heterogenní systém. Její fyzikální vlastnosti jsou dány celou řadou proměnných veličin. Protože matematické vyjádření této závislosti je nereálné, jeví se za současného stavu prozkoumanosti jako jedna z možných cest využití určité kategorizace těchto hornin, např. pomocí indexu JKS (jednotné klasifikace sedimentů).

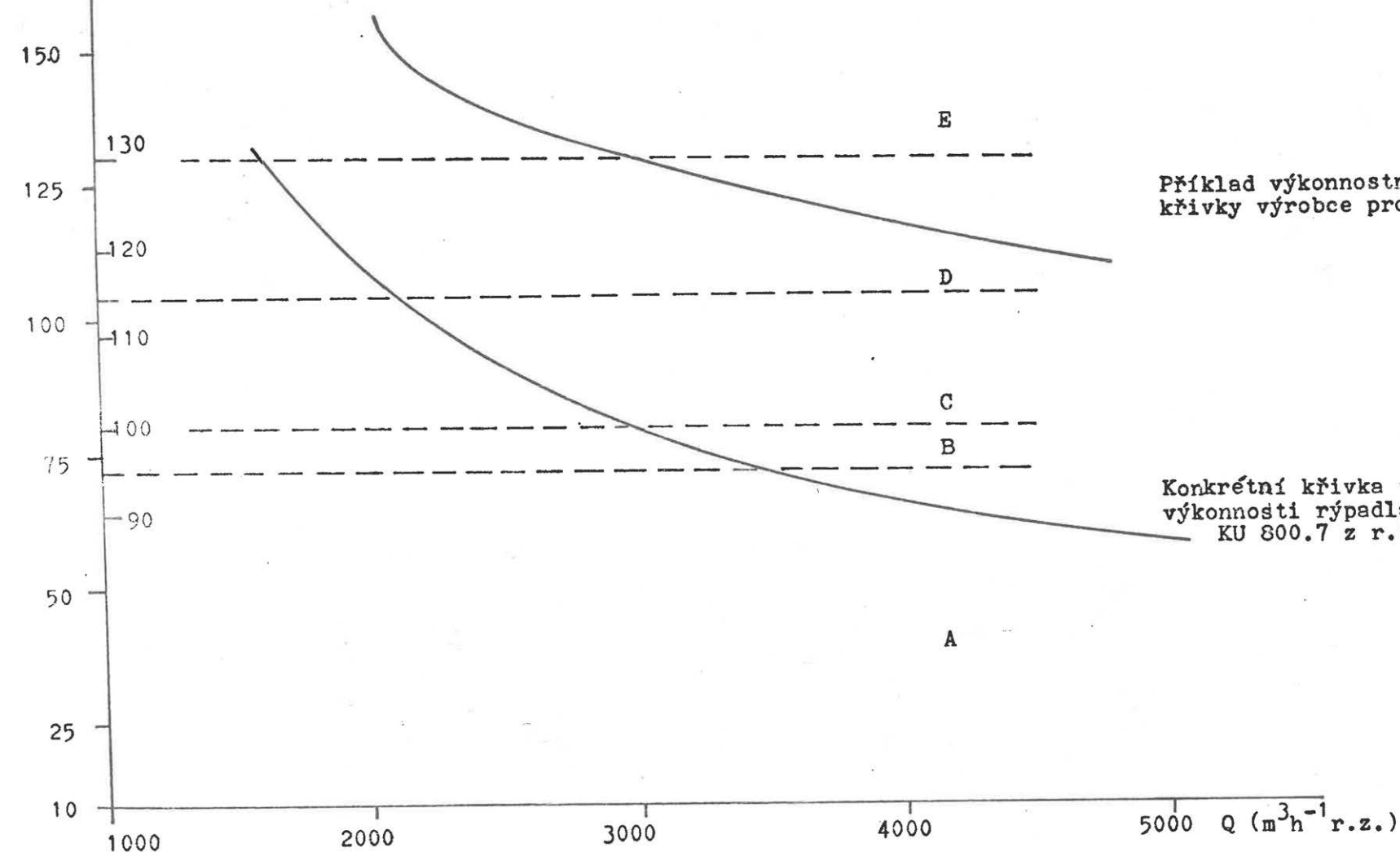
Sebelépe propracovaná metodika funkční závislosti výkonnosti rýpadel na rypných odporech by byla samoúčelná, kdyby neobsahovala možnost prognózování této výkonnosti v určitém časovém předstihu před postupem dobývacího stroje. K tomu je zřejmě nutné propojení s rozvíjející se jednotnou klasifikací sedimentů, pevných poloh eventuálně kategorizací dobývatelnosti. Proto byl již u dvou předávaných realizačních výstupů, zabývajících se touto problematikou, učiněn pokus o prognózování této výkonnosti a to pomocí převodu měrných rypných sil na indexy JKS.

Základní filosofie navrhované metodiky převoditelnosti je podobná základu tvorby indexů JKS. Princip spočívá v tom, že z výsledků prováděných měření na rýpadle daného skryvkového řezu je určena průměrná hodnota měrného rypného odporu a ta je přiřazena průměrné hodnotě indexu JKS. Další hodnoty pak byly

M str. JKS
 $Nm^{-1}/$

Průběh technické výkonnosti v závislosti na měrných
rozpojovacích silách a indexech JKS

Obr. 1



Příklad výkonnostní
křivky výrobce pro KU 800

Konkrétní křivka techn.
výkonnosti rýpadla
KU 800.7 z r.1987

44

získány srovnáním průměru měrných rypných odporů v daném místě měření s průměrem indexů JKS v témže kontrolním bodě.

Tímto byla získána stupnice indexů JKS ve vztahu k měrným hodnotám rypného odporu. Konkrétní návrh takového vzta-
hu pro 7. skrývkový řez VČSA Ervěnice s rýpadlem KU 800/7 je
patrný z obr. 1.

Současně byly z indexů JKS vyneseny hranice jednotlivých tříd označené v grafu písmeny A-E (dle návrhu autorky RNDr. Sloupské). Protože právě lokalita VČSA je z hlediska otestová-
ní nadloží indexy JKS zpracována velice precizně s poměrně hustou sítí kontrolních bodů bylo jí využito k prognózování výkonnosti podle uvedené křivky. Lze tedy určovat tuto výkon-
nost v úsecích řezu, jejichž délka závisí na hustotě kontrol-
ních bodů s určením indexu JKS. V uvedeném konkrétním případě 7. řezu VČSA bylo použito hodnot zpracovaných kolektivem vede-
ným RNDr. Sloupskou za účinné spolupráce geologů VČSA. Je tedy učiněn pokus o prognózování technické výkonnosti rýpadla v
úsecích dlouhých 100 - 300 m a to v celé délce porubní fronty. Při tom je nutné mít na paměti, že toto prognózování má časově
omezenou platnost a zhruba po 2 letech bude nutné veškeré vý-
sledky aktualizovat.

Obdobným způsobem bylo postupováno u prognózování technic-
ké výkonnosti rýpadla RK 5000.

Uvedené návrhy mají však určitá úskalí. Jedno spočívá v
tom, že v JKS lze jen částečně podchytit vliv proplástek
(i když v případě VČSA je již v JKS s tímto vlivem počítáno)
a druhé vážnější, že indexy JKS jsou platné pouze pro vrstvy
v původním stavu, tj. nenarušeném trhacími pracemi velkého roz-
sahu. Vliv trhacích prací lze jen velmi přibližně odhadnout a
to jako 20 - 30 % snížení měrných rypných sil. Toto snížení je
závislé na stupni narušení podle použité trhací techniky a dru-
hu sedimentů.

V další fázi řešení bude tedy ověřována těsnost prognózovaných výsledků se skutečností a zvažována možnost doplnění JKS i stupni JKP, eventuálně třídami dobytelnosti. V předstihu však musí být tímto způsobem "otestována" některá lokalita tak, jako v případě JKS.

Novým motivem pro prognózování a předpověď výkonnosti je metoda, realizující následující myšlenku.

Neboť f je spojitá reálná funkce k reálných proměnných.

$$Q = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$$

kde $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ představují realizaci následujících podmínek, Q výkonnost rýpadla; pokud jsou $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_k^{(1)})$ a $(x_1^{(2)}, \dots, x_k^{(2)})$ dvě blízké realizace dobývacích podmínek, pak jsou odpovídající výkonnosti Q^1 a Q^2 rovněž blízké. Na tom je založena idea algoritmu predikce. K realizovaným podmínkám $(s_1, s_2, \dots, s_k)$ je nalezeno ve smyslu Euklidovské normy 10 nejbližších realizací $(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}, \dots, x_k^{(1)})$, $(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}, \dots, x_k^{(2)})$, $(x_1^{(10)}, x_2^{(10)}, \dots, x_k^{(10)})$ a výkony $Q^1, Q^2, \dots, Q^{10}$.

Aritmetický průměr výkonů Q^1 až Q^{10} je pak výkon predikovaný.

V tomto případě je tedy využíváno algoritmů, které upouští od definice analytického tvaru funkce $Q_t = f(F_{MR})$ a uvažují více vlivů, současně působících na dobývání formou údajů z databáze. Predikce tedy spočívá ve zhodnocení v minulosti dosažených nejbližších podmínek k podmínkám právě definovaným.

Příklad výpočtu takto predikovaného výkonu pro rýpadlo RK 5000 je uveden v tabulce, která tvoří přílohu tohoto článku. Jako dobývací podmínky byly zvoleny hodnoty:

měrné rozpojovací síly na délku řezné hrany	F_{MR} v (kNm^{-1})
střední hloubky třísky S_{STR}	v (m)
střední šířka třísky B_{STR}	v (m)
celková délka záběru pod všemi díly korečkového vodiče	L v (m)

RK 5000 BALIK 9 SPOUBOR "VYBAL9"
PREDIKCE VYKONU RK 5000 FMR, SSTR, BSTR, L, PK, QTH

PODMINKY DOBYVANI:
137.460 .097 .570 30.000 1760.000

PREDIKOVANY VYKON: 2550.0
DOSAZENY VYKON: 2056.0

PODMINKY DOBYVANI:
147.790 .097 .557 19.000 1480.000

PREDIKOVANY VYKON: 2252.0
DOSAZENY VYKON: 1708.0

PODMINKY DOBYVANI:
138.390 .180 .635 16.000 1440.000

PREDIKOVANY VYKON: 2104.7
DOSAZENY VYKON: 2072.0

PODMINKY DOBYVANI:
93.190 .521 .478 35.000 1740.000

PREDIKOVANY VYKON: 2537.0
DOSAZENY VYKON: 3190.0

PODMINKY DOBYVANI:
150.080 .116 .468 27.000 1760.000

PREDIKOVANY VYKON: 2550.0
DOSAZENY VYKON: 1800.0

PODMINKY DOBYVANI:
97.370 .602 .184 16.000 1440.000

PREDIKOVANY VYKON: 2286.8
DOSAZENY VYKON: 2207.0

PODMINKY DOBYVANI:
47.490 .220 .307 34.000 1400.000

PREDIKOVANY VYKON: 2586.0
DOSAZENY VYKON: 3032.0

PODMINKY DOBYVANI:
94.540 .332 .308 27.000 1600.000

PREDIKOVANY VYKON: 2339.2
DOSAZENY VYKON: 3142.0

PODMINKY DOBYVANI:
82.400 .602 .260 16.000 1520.000

PREDIKOVANY VYKON: 2564.8
DOSAZENY VYKON: 3118.0

PODMINKY DOBYVANI:
48.800 .233 .163 28.000 960.000

PREDIKOVANY VYKON: 1914.9
DOSAZENY VYKON: 1374.0

PODMINKY DOBYVANI:
45.110 .158 .237 31.000 960.000

PREDIKOVANY VYKON: 1914.9
DOSAZENY VYKON: 1478.0

celkový příkon pohonu turasu korečkového řetězu P_k v (kW)
technická výkonnost vypočtená z rozměru třísky Q_{th} v ($m^3 \text{hod}^{-1}$).

Získané výsledky ukazují na možnost využití této metody při vhodném výběru hlavních vlivů dobývacích podmínek ve větší míře, než bylo původně předpokládáno. Pro vlastní predikci byly vybrány vlivy těch podmínek, které může ovlivňovat přímo řidič rýpadla. Touto metodou je v podstatě kvantifikována určitá "zkušenost" zahrnutá do databáze založená na systému ADT 4500 ve VÚHU, upouští se od definice exaktní závislosti Q_t na jedné proměnné v explicitní nebo implicitní formě a do značné míry je eliminován vliv extrémních hodnot jednotlivých uvažovaných podmínek a tím i výkonnosti.

Až dosud bylo hovořeno o vlivu rypných nebo rozpojovacích odporů na technickou výkonnost rýpadel a výsledky byly uváděny jako jednoparametrická funkční závislost. Při tom je však známo, že na efektivnost práce dobývacích strojů působí mnohem více vlivů, z nichž lze na jednom z předních míst uvést kusovitost těživa. Jednoznačně lze říci, že vliv kusovitosti se projevuje jak ve směru omezování výkonnosti rýpadel z důvodů silových rázů na pohonné elementy a ocelovou konstrukci, nepříznivých účinků na dopravníky stroje včetně zahlcování přesypů a pod. Proto je nutné především kusovitost definovat a ve smyslu této definice pak určit kvantitativní vliv. Také vliv lepivých zemin se podílí na snižování výkonnosti. Vzhledem k tomu, že lepivost lze odvodit z typu zeminy bude zřejmě možné odvodit míru ovlivnění výkonnosti na základě jednorázových měření, prováděných v konkrétních provozních podmínkách.

Jak vyplývá z předcházejícího textu, nelze jednoznačně stanovit, které z uvedených parametrů jsou pro výpočet a prognózování výkonnosti ty nejpodstatnější. Až dosud bylo předpokládáno, že rozhodujícím parametrem je měrný rypný nebo rozpojovací odpor. Proto byly zkoumány výkonnostní křivky a predikce výkonnosti v závislosti na tomto parametru. Dalším může být obvodová

rychlost kola, otáčení horní stavby rýpadla (neboť ty nám určují rozměry třísek) a rovněž do značné míry ovlivňují rypný odpor. Kromě toho lze uvažovat již zmíněnou kusovitost těživa nebo lepivost a podobně.

V další fázi výzkumu bude hledána závislost technické výkonnosti na těchto parametrech (jejichž počet se může ještě zvětšit) a to užitím vícerozměrné regresní analýzy. Pro tento účel bude nutné ještě provést vytypování vstupních parametrů pomocí metod faktorové analýzy.

S h r n u t í

V předkládaném článku jsou porovnávány různé způsoby ~~hod-~~nocení rypných sil a odporů ve státech s vyspělým lomovým uhelným hornictvím, uvedeny způsoby měření rozpojitelnosti v NSR a zejména pak metody používané pracovníky VÚHU Most. Článek dále obsahuje metodiku tvorby výkonnostních křivek, predikce výkonnosti a rozbor parametrů ovlivňujících výkonnost dobývacích strojů, nasazených na lokalitách hnědouhelných lomových provozů. Je uveden konkrétní příklad prognózování výkonnosti rýpadel na VČSA pomocí propojení výkonnostních křivek s jednotnou klasifikací sedimentů. Samostatnou část tvoří popis metodiky a vlastního měření rypných odporů na korečkovém rýpadle RK 5000. V závěru je nástin dalšího směru výzkumu dané problematiky.