

Ing. Josef R o m p o r t l , VÚHU

Návrh zdokonalení ukazatele obtížnosti těžby jednotlivých
lomů

V souvislosti se zpracováním "Prognózy RVT v 9. PLP s výhledem do roku 2005" byl pro ohodnocení tendence vývoje obtížnosti těžebního procesu na lomových lokalitách a její konfrontace s vývojem nákladovosti využit ukazatel obtížnosti těžebního procesu navržený Výzkumným ústavem palivo-energetického komplexu v následující podobě

$$K = \frac{m \cdot l}{tmp} \quad (m^3 \cdot km \cdot tmp^{-1}),$$

kde m objem těžených hmot (m^3)

l střední přepravní vzdálenost (km)

tmp objem těženého uhlí, vyjádřený v měrném palivu

(VÚPEK, 1985, ing. Goldberger a kol. "Návrh koncepce rozvoje hnědouhelných revírů ČSSR do vyuhlení jejich zásob").

Vzhledem k rozdílnosti použití ukazatele obtížnosti (VÚPEK využil tento ukazatel pro účely hodnocení efektivnosti variant rozvoje jednotlivých revírů vzhledem k polohovým a báňsko-technologickým podmínkám) byl pro účely hodnocení vývoje obtížnosti těžebního procesu tento ukazatel modifikován do podoby:

$$K = \frac{m \cdot l}{t} \cdot k \quad (m^3 \cdot km \cdot t^{-1}),$$

kde t objem hrubé těžby (t)

k opravný koeficient, zohledňující další faktory, ovlivňující obtížnost těžebního procesu jmenovitě:

- vliv rypných odporů,
- vliv výskytu zpevněných poloh,
- vliv lepivosti nadložních zemin,
- vliv závalových polí,
- vliv na svahy Krušných hor.

Jednotlivé vlivy byly vyjádřeny doplňujícími koeficienty, jejichž hodnota byla stanovena na základě dostupných poznatků o vlivu citovaných faktorů v jejich vývoji během výhledového období do roku 2005. Hodnota těchto doplňujících koeficientů byla nepříznivě ovlivněna rozdílnou úrovní znalostí jednotlivých faktorů a míry ovlivňování obtížnosti těžebního procesu. Výsledné opravné koeficienty pro jednotlivé lokality a revír jako celek pak bylo možné považovat za hrubý technický odhad, který spíše vyjadřoval obecnou tendenci než objektivní hodnotu.

Při projednávání "Prognózy RVT" s odbornými útvary Ř SHD a koncernovými podniky bylo na tuto skutečnost poukázáno s tím, že v úvahu nejsou vzaty všechny faktory, ovlivňující obtížnost těžebního procesu (selektivní těžba, hydrogeologie ložiska a rozdílná náročnost úpravárenských procesů) a že objektivitu stanovení doplňujících koeficientů je nutné zvýšit.

Protože se domníváme, že pro účely dlouhodobého plánování a hodnocení jednotlivých variant rozvoje revíru i jeho jednotlivých lokalit je třeba hledat a využívat jednotné kritérium a že takovým kritériem může být právě ukazatel obtížnosti, pokud bude ve větší míře objektivizován vliv ostatních faktorů, ovlivňujících obtížnost těžebního procesu, předkládáme úvahu ke zdokonalení interpretace ukazatele obtížnosti těžebního procesu.

V této úvaze jsou využity aktuální výsledky výzkumných prací, zaměřených na objektivizaci hodnocení těžebních podmínek na jednotlivých povrchových dolech. Jsou to zejména:

- výsledky výzkumu z řešení jednotné klasifikace sedimentů (JKS), která zohledňuje fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin včetně odporu proti rozpojení;
- výsledky výzkumu z řešení jednotné klasifikace pevných poloh (JKP), která zohledňuje mocnost, četnost a pevnostní charakteristiky pevných poloh v nadloží;

- výsledky výzkumu z řešení kategorizace dobyvatelnosti, které promítá vlivy JKS a JKP na dosažitelnou výkonnost nasazených dobývacích strojů s tím, že pro jednotlivé kategorie dobyvatelnosti stanovuje koeficienty výkonnosti;
- výsledky výzkumu v oblasti hydrogeologie jednotlivých lokalit a náročnosti procesu odvodňování na těchto lokalitách.

V této fázi nebereme v úvahu procesy úpravy uhlí, navazující na těžební proces z následujících důvodů:

- smyslem navrhovaného ukazatele obtížnosti těžebního procesu je získat možnost hodnotit náročnost vlastního těžebního procesu s tím, že procesy úpravy (drcení, třídění a rozdržování) považujeme za procesy samostatné, navazující přímo nebo nepřímo na těžební proces. Přitom se domníváme, že hodnocení obtížnosti úpravárenských procesů bude nutné provést samostatně, a to ve vztahu k charakteru výchozí substance a výsledné produkci úpravárenského komplexu;
- pro hodnocení úpravárenského procesu je k dispozici dosud málo srovnatelných a systematicky utříděných údajů.

K vlastní aktualizaci interpretace ukazatele obtížnosti doporučujeme promítnutí diskutovaných skutečností následujícím způsobem:

1. Rozlišení nadložních zemín z hlediska jejich zařazení do kategorií dobyvatelnosti

Návrh kategorizace zařazuje zeminy do 4 kategorií dobyvatelnosti s tím, že každé z kategorií dobyvatelnosti je přiřazen koeficient výkonnosti, který vyjadřuje míru poklesu výkonnosti, který vyjadřuje míru poklesu výkonnosti nasazeného dobývacího stroje odpovídající zhoršené dobyvatelnosti. Obrácenou hodnotu koeficientu výkonnosti označíme jako koeficient náročnosti dobývacího procesu, kterým budeme vyjadřovat míru náročnosti těžby té které kategorie zemín. Přitom vycházíme z předpokladu, že do konce 8. PLP bude provedeno zařazení ze-

min na všech lokalitách alespoň po časový horizont roku 2000. V následující tabulce jsou uvedeny oba koeficienty pro kategorie dobývatelnosti:

Kategorie dobývatelnosti	Koeficient výkonnosti k'_1	Koeficient náročnosti dob. procesu $k_1 = \frac{1}{k'_1}$
I	0,95	1,05
II	0,75	1,33
III	0,55	1,82
IV	0,50	2,00

Vyjdeme z původního výrazu pro výpočet ukazatele obtížnosti

$$K = \frac{m \cdot t}{t} \cdot k = \frac{(m_1 + m_2 + m_3) \cdot 1}{t} \cdot k,$$

kde m_1 objem těžené skrývky (m^3),
 m_2 objem těženého výklizu (m^3),
 m_3 $t/1,35$ objem těženého uhlí (m^3).

Do hodnoty $\underline{m}_1$ promítneme koeficient náročnosti dobývacího procesu podle jednotlivých tříd dobývatelnosti. Pak můžeme objem těžených hmot $\underline{m}_1$ s promítnutím rozdílné náročnosti dobývacího procesu vyjádřit následovně:

$$m_1 = m_{1I} \cdot k_{1I} + m_{1II} \cdot k_{1II} + m_{1III} \cdot k_{1III} + m_{1IV} \cdot k_{1IV} =$$

$$= 1,05m_{1I} + 1,33m_{1II} + 1,82m_{1III} + 2m_{1IV}$$

2. Zohlednění zvýšené obtížnosti dobývání výklizu ze závalových polí a horninových proplástků

Selektivní těžba výklizu ze závalových polí a horninových proplástků z uhelné sloje je vždy spojena s poklesem výkonnosti a časového využití technologického komplexu, zabezpečujícího selektivní těžbu v důsledku zvýšeného podílu manipulací a v důsledku snížení výkonnosti při odtěžování méně mocných těžebních lávek.

Z provedených výzkumů v provozech, kde se realizuje těžba výklizu, je zjištěno, že dochází k poklesu výkonnosti o 20 - 30 % oproti výkonnosti v podmínkách bez výklizu. Pro tuto úvahu budeme předpokládat koeficient výkonnosti při těžbě výklizu $k'_2 = 0,75$ a odpovídající koeficient náročnosti dobývání výklizu $k_2 = \frac{1}{k'_2} = \frac{1}{0,75} = 1,33$.

3. Zohlednění zvýšené obtížnosti selektivní těžby uhlí

Je zřejmé, že selektivní těžba několika kvalitativně odlišných druhů uhlí je obtížnější, náročnější než je těžba uhlí bez kvalitativního rozlišení. Důsledky selektivní těžby uhlí jsou obdobné jako při těžbě výklizu s tím, že pokles výkonnosti dosahuje cca 20 % (koeficient výkonnosti $k'_3 = 0,8$) a pak koeficient náročnosti selektivní těžby uhlí

$$k_3 = \frac{1}{k'_3} = \frac{1}{0,8} = 1,25$$

Vycházejí z úvah o promítnutí zhoršujících faktorů dle odstavců 1. - 3., můžeme původní výraz pro výpočet ukazatele

obtížnosti těžebního procesu upravit následovně:

$$K = \left(\frac{m_{1I} \cdot k_{1I} + m_{1II} \cdot k_{1II} + m_{1III} \cdot k_{1III} + m_{1IV} \cdot k_{1IV} + m_2 \cdot k_2}{t} + \frac{m_3 \cdot k_3}{t} \right) \cdot 1 =$$

$$= \left(\frac{1,05m + 1,33m + 1,82m + 2m + 1,33m + 1,25m}{t} \right) \cdot 1$$

4. Zohlednění náročnosti hydrogeologických podmínek ložiska a procesu odvodňování

Komplexním ukazatelem, vyjadřujícím tento faktor, je koeficient zvodnění

$$k_w = \frac{Q_w}{t} (m_3 \cdot t^{-1}),$$

kde Q_w objem veškerých čerpaných vod $m^3 \cdot r^{-1}$
 t roční těžba uhlí (t)

V následující tabulce jsou uvedeny objemy veškeré vody (Q_w) na lokalitách SHR v letech 1980 a 1985 včetně prognózy do roku 2005.

Lokalita	$Q_w = m^3 \cdot r^{-1} \cdot 10^3$					
	1980	1985	1990	1995	2000	
Libouš (Me + Bř)	1657	1925	2000	1450	3000	3600
VČSA	1858	1305	2000	3000	2500	2000
Šverma Šverma-západ	7261	6354	6000	5500	5000	4000
Vršany	-	1134	1300	1000	1000	900
Most-Kopisty	718	262	250	800	800	700
VMG	1666	4531	5500	6500	7000	8000
Chabařovice	6707	4502	5500	6000	6500	6000

Pro naši úvahu zapíšeme výraz pro ukazatel obtížnosti těžebního procesu se zohledněním hydrogeologie a odvodňovacího procesu následujícím způsobem:

$$K = \frac{m \cdot l}{t} + k_w = \frac{m \cdot l + Q_w}{t}$$

Prověříme si, do jaké míry tento způsob zahrnutí faktoru odvodňování odpovídá objektivní situaci. Kontrolní propočet provedeme pro lom Šverma, kde jsou k dispozici, kromě údajů o objemech čerpaných vod, i poměrně přesné údaje o nákladech na tyto činnosti. Propočet je proveden pro hodnoty roku 1985

$$K = \frac{33461 \cdot 6,9 + 6354}{9684} = 24,498.$$

Koeficient obtížnosti bez zohlednění náročnosti procesu odvodňování bude mít hodnotu

$$K' = \frac{33461 \cdot 6,9}{9684} = 23,841.$$

Míru zvýšení obtížnosti těžebního procesu v důsledku odvodňovacích procesů zjistíme jako poměr obou hodnot ukazatele obtížnosti

$$\frac{K}{K'} = \frac{24,498}{23,841} = 1,028,$$

což znamená, že proces odvodňování zvyšuje obtížnost těžebního procesu o 2,8 %.

Definitivní podobu výrazu pro výpočet ukazatele obtížnosti můžeme napsat následovně:

$$K = \frac{(1,05m_{1I} + 1,33m_{1II} + 1,82m_{1III} + 2m_{1IV} + 1,33m_2 + 1,25m_3) 1 + Q_w}{t}.$$

Pro porovnání rozdílů obou metodik provedeme propočet obtížnosti pro lokality Vršany a Šverma podle původní metodiky a podle zpřesněné metodiky. Tyto lokality volíme proto, že pro ně bylo provedeno zatřídění nadložních zemin do kategorií dobyvatelnosti pro časové období do roku 2000. Údaje o odklizu zemin a těžbě uhlí jsou převzaty ze zpřesněného výhledového plánu koncernu SHD na léta 1991 - 2005. Propočty ukazatele obtížnosti těžebního procesu podle obou metodik (původní a upravené) jsou uvedeny v tabelárních přílohách I - IV. Provedené propočty obtížnosti podle obou metodik pro lokality Šverma a Vršany nám umožňují některé předběžné závěry (definitivní závěry bude možné provést až budou k dispozici údaje o zatřídění nadložních zemin do jednotlivých tříd dobyvatelnosti na všech lokalitách).

V tabelárních přílohách Va) - Vc) je provedeno porovnání
a) vývoje indexu změn ukazatele obtížnosti podle obou metodik,
b) rozdílu mezi ukazateli obtížnosti obou lokalit při původní i upravené metodice,

c) rozdílů absolutních hodnot ukazatele obtížnosti pro každou lokalitu při původní i upravené metodice.

Tato porovnání nám umožňují konstatovat následující:

- použití upravené metodiky zvyšuje absolutní hodnotu ukazatele obtížnosti v rozmezí 10 - 37 %, z čehož lze usuzovat, že upravený ukazatel obtížnosti citlivěji odráží konkrétní těžební podmínky v průběhu časového vývoje (viz příloha Vc);
- použití upravené metodiky, které citlivěji odráží změny v těžebních podmínkách a přesněji odráží rozdíly mezi těžebními lokalitami v průběhu časového vývoje (viz příloha Vb);
- použití upravené metodiky výrazněji neovlivňuje vyjádřené tendence růstu či poklesu obtížnosti těžebního procesu v průběhu časového vývoje, ale tuto tendenci pouze mírně koriguje (viz příloha Va), kde je zřejmé, že u lokality Vršany původní metodika vývoj obtížnosti nadhodnocovala a u lokality Šverma podhodnocovala.

Domníváme se, že provedené porovnání obou metodik nám umožňuje učinit předběžný závěr, že pro další práce bude účelnější využívat upravenou metodiku propočtu ukazatele obtížnosti pro hodnocení podmínek těžebního rozvoje na úrovni výhledových plánů a investičních studií rozvoje jednotlivých těžebních oblastí.

Definitivní závěry bude možné učinit po dokončení úkolu RVT H-50-125-001-01, v jehož rámci je řešeno zařazení nadložených zemin do kategorií dobývatelnosti, zejména pak lokalit s největší obtížností, tj. VMG a VČSA.

S h r n u t í

V článku se předkládá k diskusi nový návrh interpretace ukazatele obtížnosti těžebního procesu na lomové lokalitě,

Propočet

ukazatele obtížnosti těžebního procesu Lomu J. Šverma
(dle původní metodiky)

ukazatel	1985	1990	1995	2000	2005
t	9 684	10 300	10 900	9 000	8 000
m ₁	26 288	26 300	25 100	23 800	21 600
m ₂	-	-	-	-	-
m ₃	7 173	7 630	8 074	6 667	5 926
m = m ₁ + m ₂ + m ₃	33 461	33 930	33 174	30 467	27 526
l	6,9	6,9	6,9	6,3	6,4
K ₁ '	23,842	22,730	21,000	21,327	22,021
k	1,089	1,090	1,091	1,092	1,092
K ₁	25,963	24,776	22,911	23,289	24,047
Index 1985 = 1,000	1,000	0,954	0,882	0,897	0,926

Tabulka 1

ukazatele obtížnosti těžebního procesu Lomu J. Šverma
(dle upravené metodiky)

Ukazatel	1985	1990	1995	2000	2005
t	9 684	10 300	10 900	9 000	8 000
m ₁	26 288	26 300	25 100	23 800	21 600
m ₁ I	15 089	10 862	11 471	10 877	9 871
m ₁ II	6 861	8 390	5 196	4 927	4 471
m ₁ III	3 602	5 602	6 124	5 807	5 270
m ₁ IV	736	1 446	2 309	2 189	1 988
m ₂	-	-	-	-	-
m ₃	7 173	7 630	8 074	6 667	5 926
l	6,9	6,9	6,9	6,3	6,4
Q _w	6 354	6 000	5 500	5 000	4 000
K	30,573	30,855	28,871	29,434	30,329
Index 1985 = 1,000	1,000	1,009	0,944	0,963	0,992

Tabulka 2

Propočet
ukazatele obtížnosti těžebního procesu Lomu Vršany
(dle původní metodiky)

Ukazatel	1985	1990	1995	2000	2005
t	5 122	7 000	7 800	8 000	7 500
m_1	14 776	20 700	15 000	17 700	14 900
m_2	-	-	-	-	-
m_3	3 794	5 185	5 778	5 926	5 556
$m = m_1 + m_2 + m_3$	18 570	25 885	20 778	23 626	20 456
l	7,0	7,4	7,6	7,9	8,0
K'_1	25,38	27,36	20,25	23,33	21,82
k	1,096	1,106	1,126	1,126	1,136
K_1	27,82	30,27	22,80	26,27	24,79
Index 1985 = 1,000	1,000	1,088	0,820	0,944	0,891

Tabulka 3

ukazatele obtížnosti těžebního procesu Lomu Vršany

(dle upravené metodiky)

Ukazatel	1985	1990	1995	2000	2005
t	5 122	7 000	7 800	8 000	7 500
m ₁	14 776	20 700	15 000	17 700	14 900
m _{1I}	8 866	12 420	10 200	12 036	10 132
m _{1III}	2 896	4 057	1 695	2 000	1 684
m _{1IIII}	2 911	4 078	2 880	3 398	2 861
m _{1IV}	103	145	225	266	223
m ₂	-	-	-	-	-
m ₃	3 794	5 185	5 778	5 926	5 556
l	7,0	7,4	7,6	7,9	8,0
Q _w	1 134	1 300	1 000	1 000	900
K	32,21	34,68	25,34	29,179	27,295
Index 1985 = 1,000	1,000	1,077	0,787	0,906	0,847

Tabulka 4

Porovnání propočtů dle obou metodik

(původní i upravené)

a) porovnání indexu vývoje

lokalita	metodika	1985	1990	1995	2000	2005
Vršany	původní	1,000	1,088	0,820	0,944	0,891
	upravená	1,000	1,027	0,787	0,906	0,847
	rozdíl	0,000	-0,061	-0,033	-0,038	-0,044
Šverma	původní	1,000	0,954	0,882	0,897	0,926
	upravená	1,000	1,009	0,944	0,963	0,992
	rozdíl	0,000	+0,055	+0,062	+0,066	+0,066

b) rozdíly mezi ukazateli obtížnosti obou lokalit při obou metodikách

metodika	lokalita	1985	1990	1995	2000	2005
původní	Šverma	25,963	24,776	22,911	23,289	22,047
	Vršany	27,820	30,270	22,800	26,270	24,790
	rozdíl	+1,857	+5,494	-1,110	+2,981	+2,743
upravená	Šverma	30,570	30,885	28,871	29,434	30,329
	Vršany	32,210	34,680	25,340	29,179	27,295
	rozdíl	+1,637	+3,795	-3,531	-0,255	-3,034

c) porovnání absolutních hodnot ukazatele obtížnosti dle původní a upravené metodiky

lokalita	metodika	1985	1990	1995	2000	2005
Vršany	původní	27,280	30,270	22,800	26,270	24,790
	upravená	32,210	34,680	25,340	29,179	27,295
	rozdíl	+4,390	+4,410	+2,540	+2,909	+2,505
Šverma	původní	25,963	24,776	22,911	23,289	22,047
	upravená	30,573	30,885	28,871	29,434	30,329
	rozdíl	+4,610	+6,109	+5,960	+6,145	+8,282