

KAPACITET ROTORNOG UTOVARNOG STROJA NA SKLADIŠTIMA UGLJENA

STANISLAV ŽIVKOVIĆ I JERKO NUIĆ

*Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska
e-mail: szivko@rudar.rgn.hr***Ključne riječi:** skladište, utovarni stroj, kapacitet**Key-words:** Stock, Loading machine, Capacity**Sažetak**

U cilju smanjenja troška skladišta, u kojima se nalaze velike količine ugljena, obično nekoliko stotina tisuća tona, bitno je uskladiti utovarne kapacitete s tehnološkim potrebama kotlovskih postrojenja i otpremnim transportnim sustavom. Nedovoljan ili prevelik kapacitet utovarnih strojeva može dovesti do tehničkih neusklađenosti utovarnog i transportnog sustava kao i do nepotrebnih investicija tj. prekapacitiranosti utovarnih strojeva. Stoga je bitno odrediti radne uvjete koje se razlikuju od skladišta do skladišta i moraju se za svako skladište definirati.

Abstract

In order to reduce the costs of the stock facility, which might contain large coal masses (usually several hundreds of thousands of tons) it is important to have the loading capacity adjusted to the transport and boiler capacity. In the case of either too small or too large capacity of loading machinery a technical incompatibility of the loading and transport system can occur, together with some unnecessary investments in too large loading machines. This is why it is necessary to have an accurate determination of working conditions, specific for each stocking facility.

Uvod

Kod transporta i korištenja velikih količina mineralnih sirovina (ugljen, željezna ruda, boksit i dr.) javlja se potreba za skladištenjem (deponiranjem), pogotovo kada postoji razlika u dopremi i otpremi, bilo vremenska ili kapacitativna.

Količine uskladištenog materijala ovise o namjeni, mogućnosti skladištenja, vremenskim uvjetima te značenju potrošača i neophodnosti njegove kontinuirane opskrbe.

Najjednostavniji sustav skladištenja karakterizira isti ulaz i izlaz materijala, ali s vremenskom razlikom. Planiranje sustava skladištenja uvjetovano je prije svega tehničko - tehnološkim čimbenicima, te o vremenu skladištenja i vrsti materijala.

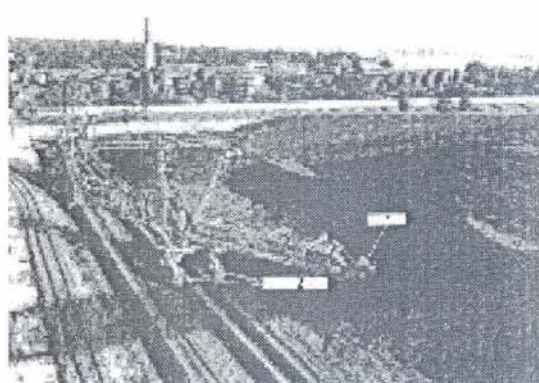
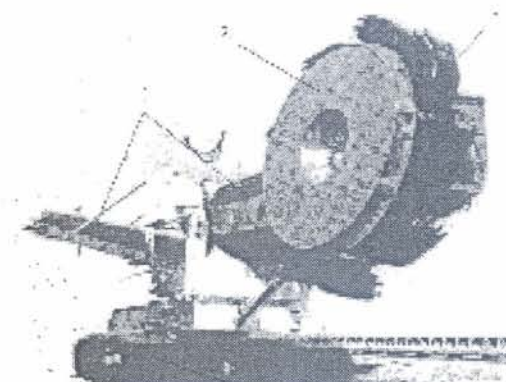
U ovom radu se daje prilog obračunu izbora kapaciteta utovarnih strojeva (rotornih) na skladištima ugljena koji imaju svoju specifičnost, a što se ogleda u:

- radu stroja u radnoj sredini koja nije samonikla
- radnoj sredini koja je homogena (istovrsna)
- radnoj sredini koja je granulacijski relativno klasificirana (veličina komada 0 - 40 mm, izuzetno od 0 - 300 mm)
- relativno pravilnim geometrijskim oblicima (stožac, trapez, pravokutnik).

Osnovne karakteristike rotornog utovarnog stroja - reclaimera

Rotorni strojevi za masovni utovar na skladištima koriste principe rada bagera s kontinuiranim tokom materijala i obično se dijele osnovom podvozom na:

- mobilne s gusjeničkim podvozom (slika 1a)
- kolosječne s podvozom na tračnicama (kolosijeku) (slika 1b).



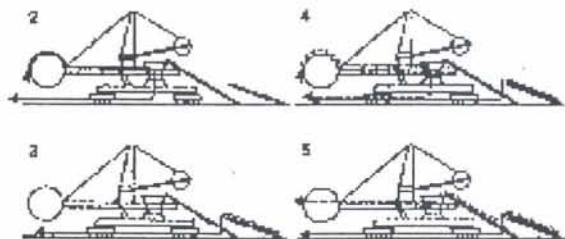
Sl. 1. Utovarači sa gusjeničkim i kolosječnim podvozom: 1a - gusjenički podvoz (1 - vjedrica, 2 - rotor, 3 - utovarna i istovarna katarka, 4 - gusjenički podvoz); 1b - kolosječni podvoz (1 - rotor, 2 - kolosječni podvoz)

Fig. 1. Crawler-mounted and rail-mounted loaders: 1a - crawler-mounted (1 - bucket, 2 - wheel, 3 - booms, 4 - caterpillar understructure); b - rail-mounted (1 - wheel, 2 - rail-track understructure)

U cilju objedinjenja tehnoloških radnji (odlaganje/utovar, Stacker/Reclaimer) razvio se poseban vid strojeva koji objedinjuje tehnološke radnje: utovar (kopanje) i odlaganje s mogućnošću djelomičnog odlaganja i istovremenog transporta do potrošača, djelomičnog utovara i istovremenog transporta do potrošača (sl. 2)

Karakteristično za rotorne utovarne i kombinirane strojeve je:

- rad u ne samoniklom materijalu I. i II. kategorije
- rotori s čelijama
- pogoni rotora relativno male snage ($N = 50 - 250$ kW)
- vjedrice relativno velikog obujma ($E = 0,4 - 2$ m³)
- mali broj vjedrica ($n = 8 - 9$)
- utovarne katarke relativno velikih dužina ($L = 25 - 50$ m)
- relativno veliki kapacitet utovara $Q_t = 500 - 7000$ m³/h, kod kombiniranih strojeva odlaganje/utovar $Q_t = 1000/1000 - 8000/6000$ m³/h.



Sl. 2. Princip rada kombiniranog stroja odlagač/utovarač (Stacker/Reclaimer): 1 – odlaganje; 2 – utovar; 3 – direktni protok ugljena; 4 – utovar i protok ugljena; 5 – odlaganje i protok ugljena.

Fig. 2. Modes of work of a combined loading machine - Stacker/Reclaimer: 1 – stacking; 2 – loading; 3 – direct transport of coal; 4 – loading and transport of coal; 5 – stacking and transport.

Kapacitet utovarnih strojeva

Obzirom da se ne radi o samonikloj radnoj sredini nego o ugljenu koji je odložen na skladište i u određenom smislu "klasiran" to je utjecaj otpora kopanju minoran i nije odlučujući kao kod izračuna kapaciteta bagera.

Postupnost u izračunavanju kapaciteta je nešto jednostavnija:

Teoretski kapacitet rotornog utovarivača - bagera (Q_t)

Teoretski kapacitet može se predstaviti izrazom (Živković i Galić, 1999):

$$Q_t = E_r n_r, \quad \text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{r.m.} \quad (1)$$

n_r - broj istresaja vjedrica, n^{-1}
 E_r - računski obujam vjedrice, m^3

Napomena:

$\text{m}^3 \text{r.m.}$ - metra kubnih rastresite mase

Iako je prethodni izraz (1) jednostavan, mora se voditi računa kod utvrđivanja vrijednosti E_r . Izračunani obujam vjedrice jednak je nominalnom obujmu vjedrica (E_v), uvećanom za dio prstena rotora (kod čelijskih rotora mora se uzeti u obzir i obujam čelije).

Prema standardima obujam vjedrica bez čelije (E) je:

$$E = E_v + 0,5 E_p, \quad \text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{r.m.} \quad (2)$$

E_v - obujam same vjedrice, m^3

E_p - obujam prostora prstena rotora koji pripada određenoj vjedrici, m^3

(Zavisno od standarda u izračunu se uzima 0,2 - 0,5 obujma prstena rotora)

Iz izraza (1) dobiva se:

$$E = \frac{Q_t}{n_r 60}, \quad \text{m}^3 \text{h}^{-1} \text{r.m.} \quad (3)$$

Kod rada sa više brzina rotora (dvije i više), ovisno o broju istresaja (n_r), mijenja se i teorijski kapacitet utovarnog stroja (bagera), i za svaku brzinu (broj istresaja) računa se posebno.

Tehnički kapacitet rotornog utovarivača - bagera (Q_{th})

Rotorni utovarivač može raditi u dva režima (Živković i Galić, 1999):

- prvi, potpuno iskorištenje snage motora za pogon rotora, a s nepotpunim kapacitetom (obujam vjedrica nije iskorišten)

- drugi, djelomično iskorištenje snage motora za pogon rotora, a s potpunim kapacitetom (obujam vjedrica je iskorišten).

Rijetko se javlja slučaj kada utovarivač radi u režimu sa potpunim kapacitetom i potpunim iskorištenjem snage motora za pogon rotora (treći je slučaj teoretski).

Kod razmatranja tehničkog kapaciteta rotornog utovarivača režim rada ovisi o specifičnoj sili kopanja ($k_{L(p)}$, $k_{F(p)}$) koju može razviti utovarivač, parametara skladišta (otkopa) i otpora kopanju radne sredine tj. konkretnog ugljena koji se utovara (otkopava).

Ako je $k_{L(p)} < k_L$ utovarivač radi u prvom režimu (može se nazvati $Q_{th(1)}$), a kad je $k_{L(p)} > k_L$ utovarivač radi u drugom režimu (može se nazvati $Q_{th(2)}$).

Napomena:

$k_{L(p)}$ - linearna (dužna) specifična sila kopanja, kNm^{-1}

$k_{F(p)}$ - planarna (površinska) specifična sila kopanja, kNm^{-2} ili MPa

k_L - linearni (dužni) specifični otpori kopanju, kNm

k_F - planarni (površinski) specifični otpori kopanju, kNm^{-2} ili MPa

Za slučaj rada rotornog bagera kao utovarivača $k_{L(p)} > k_L$ rad se odvija u režimu $Q_{th(2)}$ što je i predmet razmatranja. Sila kopanja je uvijek veća od otpora kopanja koju pruža ugljen na skladištu (kod pravilno izabranih strojeva).

Specifičnost geometrije rezanja utovaračima s više radnih elemenata uzrokuje opterećenje radnog organa, promjenljivo u ovisnosti od vrste ugljena i njegovih parametara.

Kod određivanja snage motora za pogon rotora (N_r) uzima se u obzir koeficijent dinamičkog opterećenja (k_d), koji je kod rada na skladištima relativno mali (od 1,1 do 1,2). Pokazatelj je odnos srednjih i maksimalnih vrijednosti, dobiva se iz podataka mjerenja snage motora.

Pod specifičnom silom kopanja podrazumijeva se

odnos obodne sile na rotoru (uključujući silu za dizanje ugljena u vjedricama) prema ukupnoj površini (dužini) poprečnog presjeka odreska, istovremeno zahvaćenog vjedricama.

Suglasno toj pretpostavci, specifična sila kopanja je:

$$k_{L(p)} = k_L^n \cdot k_d \quad \text{za } L \leq L_n, \quad kNm^{-1} \quad (4)$$

$$k_{F(p)} = k_F^n \cdot k_d \quad \text{za } P \leq P_n, \quad kNm^{-2} \text{ ili MPa} \quad (5)$$

L - dužina reza, m

L_n - srednja dužina reza, m

P - stvarni presjek reza, m^2

P_n - srednji (nominalni) presjek reza, m^2

Na osnovu veličina k_L^n , k_F^n izvršena je klasifikacija odloženog (usklađenog) materijala, što je prikazano u tablici 1.

Tablica 1. Klasifikacija odloženog (usklađenog) materijala obzirom na obradivost (Živković i Galić, 1999; Živković i Vrkljan 2002), nominalni specifični otpori (k_L^n , k_F^n) su specifični otpori opterećenja pogona rotora određenog poprečnog presjeka, podjela odloženog (usklađenog) stijenog materijala je modificirana Brisserova klasifikacija:

Table 1. Classification of the stacked (stored) material according to loading properties (Živković & Galić, 1999; Živković & Vrkljan 2002), the nominal specific resistances (k_L^n , k_F^n) mean the specific load of the wheel of a defined diameter; the stacked rock material is classified according to the modified Brisser scheme:

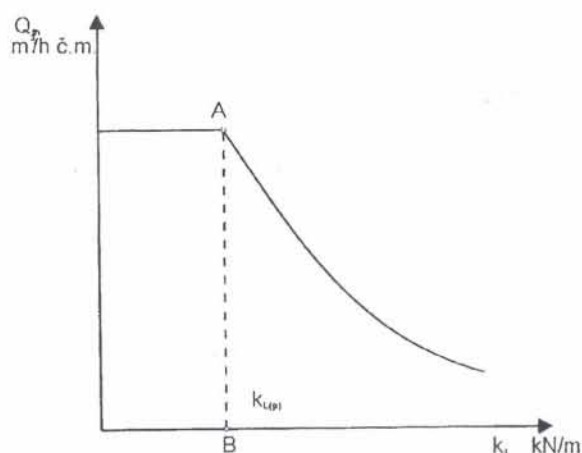
Kategorija Category	Opis kategorije Description	Nominalni otpori kopanju stijene Nominal resistance to excavation		Srednje nominalni otpori kopanju stijene Average nominal resistance to excavation		Primjedba Remark
		k_L^n kNm^{-1}	k_F^n MPa	k_L^n kNm^{-1}	k_F^n MPa	
0. - I.	Vrlo lagan utovar Very easily loadable	0-10	0,00-0,05	5	0,02	Uskladišten suhi pijesak, suha skladišta ugljena (granulacija 0 - 40 mm) Stacked dry sand, dry coal stocks (grains 0-40 mm)
II.	Lagan utovar Easily loadable	10-20	0,10-0,20	10	0,10	Pijesak, pjeskovita glina, mokra (vlažna) skladišta ugljena (granulacija 0 - 300 mm) Sand, sandy clay, wet coal stocks (cobbles 0-300 mm)
III.	Otežan utovar Loadable with more difficulty	20-30	0,20-0,40	25	0,30	Glinoviti pijesak, šljunak Clayey sand, gravel

Iz tablice 1 je vidljivo da uskladišteni ugljen spada u 0. - I. ili eventualno II. kategoriju s stanovišta obradivosti - utovara, a što se direktno odražava na konstruktivne elemente stroja (lagana konstrukcija).

Ovako dobivene vrijednosti čine osnovu za izračunavanje snage motora pogona rotora kao i za izračunavanje tehničkog kapaciteta (Q_{th}). Specifična sila kopanja ($k_{L(p)}$) izražava maksimalni specifični otpor kopanju koji može savladati rotorni utovarivač

pri određenoj visini odreska u konkretnom materijalu (ugljenu), a da pri tome ostvari maksimalni tehnički kapacitet.

Funkcija $Q_{th} = f(k_L)$ predstavljena je dijagramom na slici 2. Na apscisu se nanosi vrijednost k_L , a na ordinatu se nanosi vrijednost Q_{th} . Tako za određene vrijednosti $k_{L(p)}$ dobiju se ostvarene vrijednosti Q_{th} , koji se za vrijednost $k_{L(p)} \leq k_L$ ponaša kao parabola, a za nejednakost $k_{L(p)} > k_L$ (slučaj kod rada na skladištima) kao pravac. (Slika 3)



Sl. 3. Ovisnost tehničkog kapaciteta rotornog utovarivača o specifičnom otporu kopanja (utovara) (Živković, 1992; Živković i Galić, 1999)

Fig. 3. Capacity of a rotational reclaiming varying in accordance to the specific resistance to excavation (loading) (Živković, 1992; Živković & Galić, 1999)

Osnovom prikazanog dijagrama rad utovarnih strojeva na skladištima tj. kapacitet može se očekivati ravnomjerno do točke A ili (za vrijednost $k_L = k_{L(p)}$) otpori kopanja jednaki su sili kopanja) do točke B na apcisi, izuzimajući ljepljivost i komadanost.

Za slučaj $k_{L(p)} > k_L$ (slučaj na skladištima ugljena) tehnički kapacitet (Q_{th}) je:

$$Q_{th(2)} = Q_t \cdot k_{pu}, \quad \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ r.m.} \quad (6)$$

k_{pu} - koeficijent punjenja vjedrice ($k_{pu} = 0,8 - 1,0$ ovisno od zapunjenosti vjedrice zalijepljenim ugljenom)

(Kad je $k_{L(p)} \leq k_L$, kod rada u samoniklom masivu nije za pretpostaviti da će se javiti na skladištu i dalje se neće razmatrati.)

Obodna sila na rotoru ($F_{k(L)}$):

$$F_{k(L)} = k_L \cdot L_{sr} \quad \text{kN} \quad (7)$$

L_{sr} - srednja dužina vjedrice u kontaktu s otkopom (ugljenom), m

Snaga potrebna za utovar (N_k):

$$N_k = F_{k(L)} \cdot v_r \quad \text{kW} \quad (8)$$

Obodna brzina rotora (v_r):

$$v_r = \frac{\pi \cdot D \cdot n_i}{60 \cdot z}, \quad \text{m s}^{-1} \quad (9)$$

D - promjer rotora, m

z - broj vjedrica na rotoru

Potrebna snaga za utovar (N_k):

$$N_k = \frac{k_L}{80} \sqrt{\frac{\varphi_u \cdot D \cdot n_i \cdot Q_{th(2)}}{15}}, \quad \text{kW} \quad (10)$$

φ_u - kut dodira rotora s otkopom (ugljenom na skladištu)⁰

Snaga potrebna za dizanje ugljena u vjedricama (N_d):

$$N_d = \frac{Q_{th(2)} \cdot h \cdot \rho \cdot g}{5540}, \quad \text{kW} \quad (11)$$

h = srednja visina dizanja ugljena $0,65 D$ (12)

$g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

ρ = gustoća uskladištenog ugljena, tm^{-3}

Ostale komponente potrebne snage su relativno zanemarive (snaga potrebna za ubrzanje, za savladavanje trenja, iznosi oko 1,5% od ukupne snage).

Ukupno potrebna snaga za pogon rotora (N_r):

$$N_r = 1/\eta \cdot (N_k + N_d), \quad \text{kW} \quad (13)$$

η - koeficijent iskorištenja

Napomena:

Izvod i dio računa dan je za vjedrice s trapeznim oblikom, a u slučaju zaobljenih vjedrica postupak je sličan i prilagođen ovom obliku vedrica.

Otkopni kapacitet rotornog utovarivača - bagera (Q_{ot})

Otkopni kapacitet u smislu definicije može se odrediti kao proračun srednjeg obujma ugljena na skladištu u pojedinom kompletnom ciklusu rada do srednjih vremena trajanja tog ciklusa.

$$Q_{ot} = \frac{\bar{V}_z}{t_c}, \quad \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ r.m.} \quad (14)$$

Broj ciklusa može se odrediti na osnovu statističke analize da bi dobiveni rezultat, kako u pogledu obujma (V_z) tako i vremena ciklusa (t_c), bio na razini povjerenja, pri čemu je obujam (V_z) zahvata u m^3 otkopan u radnom ciklusu (t_c) trajanje tog ciklusa.

U srednje vrijeme trajanja ciklusa rada ulazi srednje vrijeme utovara (kopanja) stijene (t_k) i u principu srednje vrijeme trajanja manevarskih kretnji (t_m) (Živković i Vrkljan, 2002).

$$t_c = t_k + t_m \quad \text{h} \quad (15)$$

$$Q_{ot} = \frac{\bar{V}_z}{t_c}, \quad \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ r.m.} \quad (16)$$

$$Q_{ot} = Q_{th} \cdot k_m, \quad \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ r.m.} \quad (17)$$

$$k_m = \frac{Q_{ot}}{Q_{th}} \quad (18)$$

$$\text{ili: } Q_{th} = \frac{Q_{ot}}{k_m}, \quad \text{m}^3 \text{ h}^{-1} \text{ r.m.} \quad (19)$$

$\frac{V}{t}$ - srednji obujam utovarenog ugljena, m³

t - srednje vrijeme trajanja ciklusa, h

t_u - srednje vrijeme utovara, h

t_m - srednje vrijeme manevarskih kretnji, h

(čimbenici povezani s tehnologijom rada i dimenzijama bloka)

k_m - koeficijent manevarskih kretnji (koeficijent otpoka)

Približne vrijednosti pokazatelja k_m dane su u tablici 2.

Tablica 2. Vrijednosti koeficijenta manevarskih kretnji (k_m) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković i Galić, 1999; Živković i Vrkljan, 2002).

Table 2. Values of the manoeuvre coefficient (k_m) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković & Galić, 1999; Živković & Vrkljan, 2002).

Redni broj No.	Rotorni utovarivači - bageri Wheel reclaimers - excavators	Broj pojaseva No. of exc. lines	Vrijednost (k_m) Value of k_m
			Q_{ut}
1	Utovarivači bez izvlakača Reclaimers with no mobile extension	1 - 2	0,82 - 0,84
		> 2	0,79 - 0,81

Eksploatacijski kapacitet rotornog utovarivača - bagera (Q_{eks})

Pod eksploatacijskim kapacitetom podrazumijeva se rad na utovaru ugljena računat po jedinici vremena (godina, mjesec, smjena ili 1/8 smjene), pri uzimanju čimbenika koji definiraju Q_{ot} i čimbenika koji su karakteristični za rad utovarivača (na krajevima skladišta) i čimbenika radne sredine (nečistoće u skladištu, ljepljivost itd.).

Kod rada rotornog utovarivača u uskladištenom ugljenu eksploatacijski kapacitet je:

$$Q_{eks} = Q_{ot} \cdot k_v \cdot k_t \cdot k_s \cdot T, \quad (20)$$

m³ god.⁻¹, m³ mje.⁻¹,
m³ smj.⁻¹, m³ 1/8 smj.⁻¹r.m.

k_v - koeficijent iskorištenja vremena ($k_v = 0,8 - 0,9$)

k_t - koeficijent tehnološkog gubitka

k_s - koeficijent radne sredine

T - vrijeme (smjena, dan, mjesec, god), h

pri čemu je: (za utovarivače na gusjenicama)

$$k_t = 1 - \frac{R_t}{L_o} \quad (21)$$

R_t - minimalni radijus okretanja rotornog utovarivača, m

L_o - dužina fronta rada (skladišta) rotornog utovarivača, m

Utjecaj fronte radova ima utjecaja kod kraćih dužina skladišta može dovesti do smanjenja kapaciteta i do 5 % (koeficijent k_t) tablica 3.

Tablica 3. Vrijednosti koeficijenta tehnološkog gubitka (k_t) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković i Galić, 1999; Živković i Vrkljan, 2002)

Table 3. Values of the coefficient of technological losses (k_t) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković & Galić, 1999; Živković & Vrkljan, 2002).

Dužina skladišta, m Length of stock, m	500	1000
Vrijednost koeficijenta k_t Value of k_t	0,95	0,98

Utjecaj radne sredine (koeficijent k_s) prikazan je u tablici 4 i u uvjetima rada na skladištima je vrlo mali jer se ne očekuju veće smetnje.

Tablica 4. Vrijednosti koeficijenta radne sredine (k_s) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković i Galić, 1999; Živković i Vrkljan, 2002)

Table 4. Values of the coefficient of working environment (k_s) (Živković, 1981; Živković, 1992; Živković & Galić, 1999; Živković & Vrkljan, 2002).

Vrste materijala Type of material	Uvjeti rada (k_s) Working conditions (k_s)		
	Bez smetnji No disturbance	Povremene smetnje Occasional disturbances	Brojne smetnje Frequent disturbances
Ugljen Coal	1,00	0,96	0,94

U cilju brzog dobivanja i procjene kapaciteta strojeva tvornice proizvođači su razvile posebne dijagrame (nomograme) koji pojednostavljaju postupak izbora.

Upotreba dijagrama kod izbora parametara stroja je moguća jer se radi o radnoj sredini koja nije samonikla, relativno je granulometrijski ujednačena, otpori kopanju su mali, a skladišta su pravilnog geometrijskog oblika.

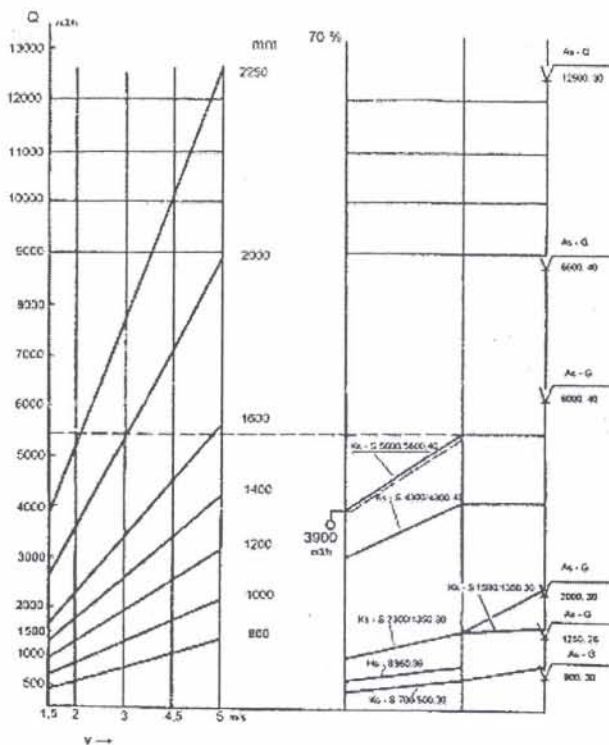
Kao primjer može se uzeti dijagram tvornice Man Takraf, slika 4 (za kolosječne utovarivače) (Man Takraf, 1999).

Zadano:

- potreban utovarni kapacitet $Q_{ot} = 3700 \text{ m}^3/\text{h}$
- projektom je određena kolosječna konstrukcija.

Prema dijagramu (slika 4) imamo:

- izabire se utovarivač/odlagač Ks - S 5600/5600. 40
- $Q_{ot} = 3900 \text{ m}^3/\text{h}$
- odgovarajuća širina transportera 1,6 m
- brzina transportnih traka 5 m/s
- (alternativa, širina transportera 2 m, brzina 3 m/s).



Sl. 4. Dijagram tvornice Man Takraf, za izračun kapaciteta stroja (Man Takraf, 1999): K - kombinirani stroj, H - utovarivač, A - odlagač, S - rotorni, s - obrtan, prva oznaka broja kapacitet, druga brojna oznaka - radijus kovanja, G - s gumenim transporterima)

Fig. 4. Chart of the Man Takraf works, for calculation of the machine capacity (Man Takraf, 1999): K - combined machine, H - reclaimer, A - stacker, S - wheel, s - rotational, first no. - capacity, second no. - radius, G - with rubber transport)

Zaključak

Pravilno izabrani utovarivači rade u režimu $Q_{th(2)}$. Sila kovanja na nožu vjedrice rotora je veća od otpora kovanju (utovaru) koje pruža odloženi ugljen na skladištu ($k_{L(p)} > k_L$) što znači da snaga pogona rotora nije u potpunosti iskorištena, a kapacitet vjedrica jest te utovarivač radi u režimu bez naprezanja konstrukcije i preopterećenja pogona. Ovakav režim rada omogućava konstrukcijska rješenja utovarivača s relativno dugom utovarnom katarkom i laganom konstrukcijom što u tehnološkom smislu povećava dohvatnu visinu utovarivača kao i širinu zahvata, a time i smanjenje manevarskih kretnji. Lagana konstrukcija smanjuje masu utovarivača, a tim i cijenu. Mnogi autori (SAD, Njemačka) ovakav režim rada smatraju optimalnim jer se može garantirati stabilan, dugovječan rad bez naprezanja konstrukcije i maksimalnih opterećenja pogona uz minimalno održavanje.

Primljeno: 26.09.2002.

Prihvaćeno: 03.11.2002.

Literatura

- Man Takraf (1999): Prospektivni materijal. Man Takraf, Leipzig.
 Živković, S. (1981.): Prilog metodama izbora BTO - kompleksa na površinskim kopovima (na primjeru PK "Šikulje"). Magistarski rad. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Tuzli, 178 str., Tuzla.
 Živković, S. (1992.): Istraživanje osnovnih parametara kompaktnog rotornog kompleksa i tehnologije njegovog rada u složenim rudarsko-geološkim uvjetima. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Tuzli, 215 str., Tuzla.
 Živković, S. i Galić, I. (1999): Rudarski strojevi. Skripta. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 238 str., Zagreb.
 Živković, S. i Vrkljan, D. (2002.): Površinska eksploatacija mineralnih sirovina. Udžbenik. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 326 str., Zagreb.

THE CAPACITY OF A BUCKET-WHEEL RECLAIMER AT COAL STOCKS

Stanislav Živković, Jerko Nuić

Adequately dimensioned loaders/reclaimers work in a $Q_{th(2)}$ regime. The excavation force on the blade of a bucket is bigger than resistance of a stacked coal to excavation/loading ($k_{L(p)} > k_L$) which means that the driving force of a wheel isn't fully utilised, while the capacity of buckets is, which means that the machine operates in conditions of no stress to its construction and with no drive overloads. The correct way to determine the capacity of machine that works on a coal stock implies good knowledge of the specific operating environment, together with characteristics of stacked coal - granulation, volume mass in unconsolidated state, fragmentation coefficient when reloaded and stickiness. Mentioned physical-mechanical characteristics can influence the capacity of a machine. An adequate determination of driving force on a wheel enables construction of reclaimers that are best in specific working conditions and have optimal capacity. These working conditions are generally favourable. The force that is necessary to overcome resistance when reclaiming is mostly used to elevate the coal in buckets till they reach the discharge point. Only a smaller force is used to overcome the resistance to excavation of stacked coal masses. The force necessary to overcome the resistance could be increased in case of loading of coarser classes of coal, as well as in cases of increased humidity and considerable consolidation of stacked coal masses. Even in such cases, the necessary force is relatively small. The capacity of reclaimers is mostly defined by construction dimensions - i.e. by volume of buckets and number of discharges (theoretical capacity). Dynamic changes, dependable on the size and variation of excavation resistance, are small, due to homogeneous working environment. Influence of working environment (technical capacity), manoeuvres (excavation capacity) and technological disturbances (exploitation capacity) is relatively small. For excavators, these parameters are frequently crucial and affect the capacity to large extent. It is because of such favourable working conditions that reclaimers are built with relatively light construction, smaller power and long loading booms. It is also because of that, that specific energy consumption is relatively small, in other words adequate to the needed capacity.