

ENERGETSKA POTROŠNJA RUDARA NA VANJSKOM KOPU

H. MAVER, M. KOVAČEVIĆ, Z. GRGIĆ

Higijensko epidemiološki odred Zagreb, Uojna pošta 1827, Zagreb

(Primljeno 26. III 1968)

U velikom rudniku željezne rude izvršena su ispitivanja energetske potrošnje rudara na vanjskom kopu. Kod toga su obuhvaćeni radnici na 19 različitih radnih mjesta, među ostalima: kopači, vrtači, obarači rude, površinski kopači, bušači, sipači rude, utovarivači i istovarivači rude, bageristi. Energetska potrošnja ispitivana je standardnim metodama tako da se primijenila kronometraža radnog mjesta i određivanje energetske potrošnje za specifične radne operacije. Energetska potrošnja određivala se metodom indirektno kalorimetrije pomoću respirometra po Mülleru, za uzimanje uzoraka izdahnutog zraka, a analiza kisika i ugljičnog dioksida rađena je metodom po Scholenderu.

Energetska potrošnja za neke radove pokazuje visoke vrijednosti kao na primjer: kopanje u rovu 8,4 Kal/min, rad na utovarivanju rude i jalovine 7,02 Kal/min, drobljenje rude batom 7,6 Kal/min, rad sa šipkom na otvoru sipke 8,2 Kal/min i izbacivanje rude iz vagona lopatom 9,7 Kal/min.

Analogno visokoj energetske potrošnji za pojedine aktivnosti i ukupne kalorije na nekim mjestima pokazuju visoke vrijednosti pa se kreću po pojedinim zanimanjima u rasponu od 1277 do 3162 kalorija. Može se smatrati da u rudarskim radovima na vanjskom kopu postoje radna mjesta koja iziskuju velike fizičke napore.

Kad se procjenjuje energetska potrošnja radnika, obično se smatra da rad rudara treba uvrstiti u kategoriju teškog fizičkog rada. Pri tom se obično misli na rudare koji rade u jamama, a ne uzimaju se u obzir rudari koji rade na vanjskom kopu, čiji se rad obično procjenjuje kao lagan. Ispitivanje energetske potrošnje rudara, pretežno u ugljenokopima, prema podacima *Passmore* (1) i *Durnina* (2) vršio je 1935. godine *Moss* u Engleskoj. Slična ispitivanja vršili su *Dobronravova* (3) i *Maisels* (4) u Rusiji, *Lehmann* (5) i *Sieber* (6) u Njemačkoj, *Granati* (7) u Italiji, *Garry*, *Passmore* i *Durnin* (8) u Škotskoj, *Mihaila* (9) u Rumunjskoj, *Wyndham* (10) u Južnoj Africi te *Numajiri* (11) i *Katsuki* (12) u Japanu. Prosječne vrijednosti energetske potrošnje pri spomenutim radovima kreću se uglavnom u rasponu od 6 do 8 Kal/min.

Prema *Christensenu* (13) taj rad spadao bi u umjereni, odnosno teški rad, a samo neki individualni rezultati mogli bi se svrstiti u vrlo teški rad. Kod svih ispitivanih radova rudara radi se isključivo o jamskom radu, koji je svakako teži, jer već sam dolazak do radnog mjesta zahtijeva stanoviti utrošak energije.

Imali smo prilike da u jednom velikom rudniku željezne rude pratimo energetske potrošnje rudara na vanjskom kopu. Kod procjene energetske potrošnje rudara potrebno je diferencirati razna zvanja unutar pojma rudar, tako da smo prilikom ovog ispitivanja analizirali 19 različitih radnih mjesta koja su se međusobno razlikovala po energetske potrošnji. Radilo se uglavnom o radu bez veće primjene mehanizacije, s izuzetkom nekoliko bagera koji su tovarili rudu na nekoliko radnih mjesta, te malih jamskih vlakova koji su rudu dovozili do bunkera.

METODA RADA

Ispitivanjem je obuhvaćeno 50 rudara na 19 radnih mjesta. Prosječna dob ispitivanih rudara iznosila je 33,9 godine, težina 68,0 kg, s rasponom od 55 do 84 kg, a prosječna visina je iznosila 171,5 cm, s rasponom od 160 do 183 cm.

Energetska potrošnja određivala se uzimanjem uzoraka izdisanog zraka na radnim mjestima respirometrom po *Mülleru* i *Franzu* (14).

Uzimanje svih uzoraka vršila je ista grupa ispitivača. Uzorci zraka uzimani u gumene balone, prebacivani su u staklene recipijente, tako da se analiza vršila u laboratoriju. Analiza je vršena metodom po *Scholanderu* (15). Na respirometru dobiveni su podaci o ventilaciji. Iz tih podataka izračunate su utrošene kalorije pomoću formule po *Weiru* (16).

$$\text{Kal/min} = \frac{a_1 - a_2}{20} \times V$$

a_1 = postotak kisika u atmosferskom zraku,

a_2 = postotak kisika u izdisanom zraku,

V = ventilacija u litrama u jednoj minuti.

U rezultate energetske potrošnje uključene su vrijednosti za bazalni metabolizam. Rezultati istih aktivnosti preračunati su u aritmetičke sredine s indeksima disperzije. Tako dobivena potrošnja (Kal/min) uvrštena je u vremenske tablice. Vremenske tablice utroška radnog vremena dobivene su tako da je svaki rudar praćen za čitava radnog vremena, i vrijeme utrošeno za pojedine radove unosilo se u posebne protokole. Za svako radno mjesto praćena su 2 do 3 rudara u toku tri radna dana. Budući da su dobivene vrijednosti u pojedinim danima bile slične, nije bilo potrebno produžiti praćenje na 8 dana. Vrijednosti energetske potrošnje uvrštene su u vremenske tabele i pomnožene s brojem minuta utrošenih

za pojedini rad. Zbroj svih rezultata dao je vrijednost utrošenih kalorija za vrijeme rada.

Kalorije su prema načinu korištenja vremena podijeljene na tri skupine:

- A – kalorije utrošene za sam rad specifičan za to radno mjesto,
- B – kalorije utrošene za pripremne radove,
- C – kalorije utrošene na odmore.

Prisutnost ispitivača često pozitivno djeluje na radni učinak radnika, te se događa da je energetska potrošnja (zbog povećanog radnog učinka) pri ispitivanju nešto veća od one tipične za rad na određenom radnom mjestu. Kako se u ovom radu nije kontrolirao prosječni radni učinak s učinkom u dane ispitivanja, postoji mogućnost da su tipične vrijednosti energetske potrošnje nešto više od nadenih.

Tablica 1.

Energetska potrošnja u Kal/min. za neke radove rudara na vanjskom kopu

	Broj ispitanika	Kal/min (M)	Raspon
Obrušavanje rude polugom	2	5,92	5,21—6,46
Obaranje rude na bunkeru	2	5,94	3,97—7,41
Istresanje vagoneta polugom	2	3,76	3,15—4,15
Istovarivanje kipera (rad s polugom)	2	2,17	2,10—2,31
Kopanje u rovu	1	8,44	
Rad na utovarivanju rude i jalovine	1	8,02	
Drobljenje rude batom	1	7,60	
Rad sa šipkom na otvoru sipke	1	8,20	
Izbacivanje rude iz vagoneta lopatom	1	9,77	

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati mjerenja energetske potrošnje (tablica 1) pokazuju da su radovi u rudniku s vanjskim kopom naporni i da je utrošak energije prilično visok. Tako na primjer energetska potrošnja za pojedine radnje iznosi: kopanje u rovu 8,4, rad na utovarivanju rude i jalovine 8,02, drobljenje rude batom 7,6, rad sa šipkom na otvoru sipke 8,2, izbacivanje rude iz vagona lopatom 9,7 Kal/min.

Energetska potrošnja na 19 ispitanih radnih mjesta pokazala je široki raspon vrijednosti (tablica 2) od 1277 do 3162 kalorije. Prema tome moglo bi se od 19 radnih mjesta čak 6 njih uvrstiti u kategoriju teškog i vrlo teškog fizičkog rada, a 11 u srednje teški fizički rad. Svega 2 radna

mjesta spadala bi u lak fizički rad. Sva radna mjesta koja imaju veze s kopanjem i utovarom rude uvrštena su u kategorije teškog i vrlo teškog fizičkog rada, a kako je takvih radnih mjesta u rudniku bilo najviše, to

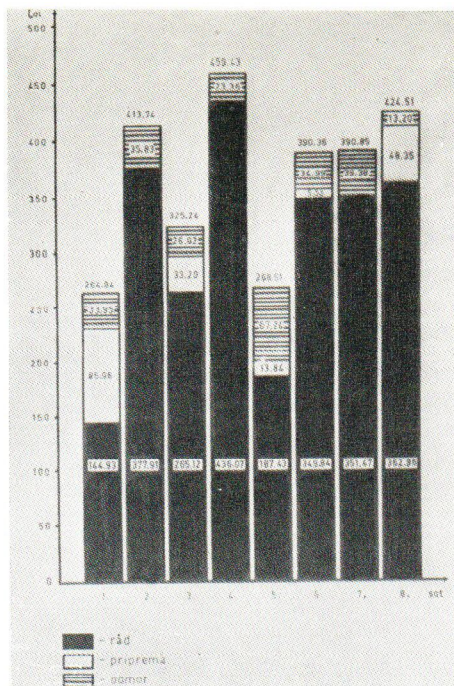
Tablica 2.

Ukupne radne kalorije po djelatnostima i radnim mjestima

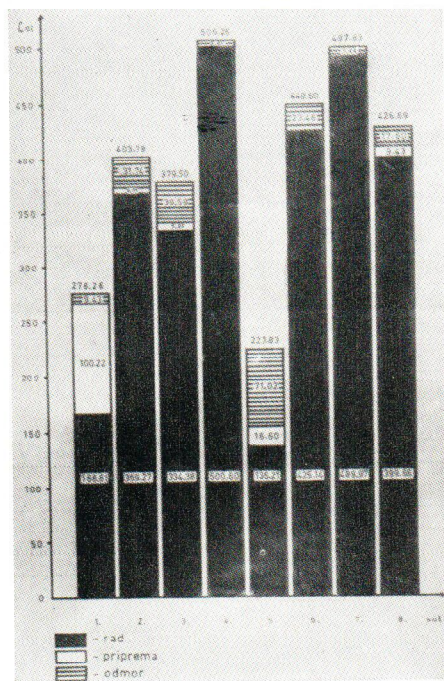
Red. broj	Radno mjesto	Kalorije po djelatnostima			Ukupne radne Kal
		A	B	C	
1.	Istresać rude na bunkeru	675	190	412	1277
2.	Radnik na spuštaljci	625	364	368	1357
3.	Bagerist	961	224	484	1669
4.	Kovač	1252	311	209	1772
5.	Obarač rude na bunkeru	882	532	383	1797
6.	Bušač	1424	140	242	1806
7.	Vrtač	1369	296	188	1853
8.	Propuštač rude na sipkama	1458	256	203	1917
9.	Kotlar	1237	604	135	1976
10.	Sipač na izvozu	1490	168	364	2022
11.	Istresać korpi	1673	160	243	2076
12.	Istresać rude i jalovine	1613	174	328	2115
13.	Sipač rude u JŽ kola	1582	227	392	2201
14.	Planer rude u JŽ kolima	2008	86	316	2410
15.	Sipač rude u korpe	2321	134	60	2515
16.	Radnik na pretovaru	2309	176	204	2689
17.	Pomoćni kopač u rovu	2274	279	180	2733
18.	Utovarivač rude i jalovine	2476	187	275	2938
19.	Kopač	2822	134	206	3162

se može smatrati da su u prosjeku radovi u rudniku fizički veoma naporni.

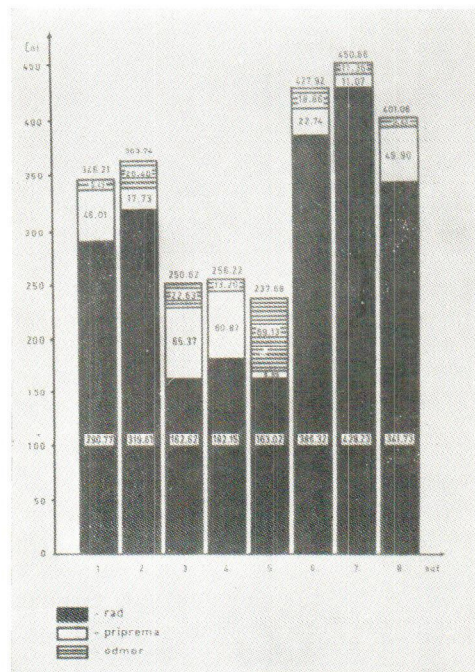
Radna mjesta na kojima je energetska potrošnja bila najviša pokazuju u pojedinim radnim satima veoma visok utrošak kalorija. Tako je kod pomoćnog kopača u rovu u tri posljednja sata rada zabilježena energetska potrošnja od preko 400 kalorija. Na radnom mjestu utovarivača rude i jalovine (sl. 1) u drugom, četvrtom i osmom satu energetska potrošnja prelazi 400 kalorija, ali je i šestog i sedmog sata ona vrlo visoka i prelazi 390 kalorija. Radno mjesto kopača (sl. 2) pokazuje u drugom, šestom, sedmom i osmom satu energetske potrošnje veću od 400 kalorija, a u četvrtom satu čak prelazi 500 kalorija. Ovi podaci ukazuju da neka radna mjesta u rudnicima s vanjskim kopom zahtijevaju veliku energetske potrošnju, gotovo identičnu onoj u samoj jami. Budući da su razlike u energetske potrošnji na pojedinim radnim mjestima velike, trebalo bi kod procjene fizičkih napora u rudniku uvijek točno navesti o kojim se radnim mjestima radi.



Sl. 1. *Utrošak energije (Kcal) po satima za radno mjesto utovarača rude i jalovine*



Sl. 2. *Utrošak energije (Kcal) po satima za radno mjesto kopača*



Sl. 3. Utrošak energije (Kcal) po satima za radno mjesto pomoćnog kopača u rovu

ZAKLJUČAK

Neki radovi u rudniku s vanjskim kopom zahtijevaju vrlo težak fizički napor i predstavljaju veliko opterećenje za zaposlene rudare. Na prvom mjestu tu su kopači i utovarivači rude i jalovine, čiji se rad može ubrojiti čak u vrlo teške. Smanjenje energetske potrošnje na takvim naročito ugroženim radnim mjestima može se postići samo primjenom mehanizacije. S druge strane, pored mjesta koja iziskuju vrlo težak fizički rad, i u rudniku ima mjesta s lakim fizičkim radom, što pruža mogućnost prekvalifikacije radnika s radnih mjesta velike energetske potrošnje na radna mjesta s manjom energetskom potrošnjom.

Literatura

1. *Passmore R., Durnin, J. U. G. A.*: *Physiol. Rev.* 35 (1955) 801.
2. *Durnin, J. U. G. A., Passmore, R.*: *Energy, Work and Leisure*, Heinemann, London, 1967.
3. *Dobronravova, N. P.*: *Vop. Pitan.*, 19 (1960) 22.
4. *Maisels, L. J., Ušetko, N. P., Kačala, M. G., Sjeljeski, E. A.*: *Problems of Nutrition*, Moskow, 1935, 16.
5. *Lehmann, G.*: *Arbeitsphysiologie*, 14 (1950) 166.
6. *Sieber, W.*: *Arbeitswissenschaft*, 2 (1963) 140.
7. *Gramati, A.*: *Quad. P. Nutriz.*, 8 (1941) 1.
8. *Garry, R. C., Passmore, R., Warnock, G. M., Durnin, J. U. G. A.*: *Med. Res. Coun. Spec. Rep. Ser. No 289*, 1955.
9. *Mihaila, J., Berdan, C., Pafnote, M., Gradina, C.*: *Travaux an XII Congres int. d'hygiene du travail*, Bucarest, 1957, 32.
10. *Wyndham, C. H., Bouwer, W. U. D. M., Devine, M. G.*: *Rep. to consulting engineers Johannesburg*, 1951.
11. *Numajiri, K., Ando, K.*: *J. Sci. Lab. (Tokyo)*, 31 (1955) 324.
12. *Kaisuki, S.*: *Food and Nutrition Committee*, Tokyo, 1960.
13. *Christensen, E. H.*: *Ergonomics Society Symposium on Fatigue*, London, 1953, 93.
14. *Müller, E. A., Franz, H.*: *Arbeitsphysiol.* 14 (1952) 499.
15. *Scholander, P. F.*: *J. Biol. Chem.*, 167 (1947) 235.
16. *Weir, P. W.*: *J. Physiol.*, 109 (1949) 1.

Summary

PHYSICAL EFFORT IN SURFACE MINERS

A study of energy expenditure was carried out in a large iron ore mine. Twenty different work places were analysed. Energy expenditure was determined by standard methods, including the chronometry of work places and the determination of energy equivalents for specific operations by indirect calorimetry using the Müller spirometer for the sampling of expired air. The Scholander method was used for the analysis of oxide and carbon dioxide.

Some energy equivalents proved very high, e. g. digging 8,4 cal/min, loading 7,02 cal/min, crushing 7,6 cal/min, unloading 9,7 cal/min. Like energy equivalents, the work calories in some places were high too, ranging from 1277 to 3162 calories; the total daily energy expenditure ranged from 3157 to 4956 calories. It is concluded that in surface mining there are work places which require heavy physical effort.

Army Hospital, Zagreb

*Received for publication
March 26, 1968.*