

OBSERVATION
UDC 612.745.6:331:628.245

ENERGETSKA POTROŠNJA MONTERA PLASTIČNIH I METALNIH CIJEVI VANJSKOG VODOVODA I KANALIZACIJE

H. MAYER, M. KOVAČEVIĆ I Z. GRGIĆ

Hrvatsko antropološko društvo, Zagreb

Energetska potrošnja montera plastičnih i metalnih cijevi vanjskog vodovoda i kanalizacije iznosi za osmosatno radno vrijeme više od 9500 kJ, a za čitav dan i više od 17 000 kJ. Za pojedine radnje utroši se i više od 45 kJ/min. Ako se uzme u obzir težak položaj pri radu te izloženost promjenjivim klimatskim prilikama kao i opterećenje srčanožilnog sustava, taj se rad može uvrstiti u težak fizički rad.

Ključne riječi:
fizičko opterećenje, kardiovaskularni sustav,
montažna radilišta

Cilj ovog istraživanja bio je da se ustanovi energetska potrošnja montera plastičnih i metalnih cijevi vanjskog vodovoda i kanalizacije kako bi se dobio uvid u fizički napor potreban na tim radnim mjestima. U našoj zemlji nisu vršena istraživanja tih radnih mjesta s obzirom na utrošak energije, a i u svjetskoj literaturi nalazi se veoma malo podataka (1-4). Razlikujemo uglavnom dvije grupe radova: radovi na montažnim radilištima i radovi na montaži čeličnih konstrukcija. Dok je u prvom slučaju riječ o teškom fizičkom radu (5) s potrošnjom kisika od 0,4 do 1,9 L/min, odnosno 7,9-40,6 kJ/min, montaža čeličnih konstrukcija veoma je težak fizički rad s potrošnjom kisika od 0,8 do 3,18 L/min, odnosno 17,6-66,5 kJ/min. Već ovi veliki rasponi dobivenih vrijednosti upućuju na teškoće pri istraživanju fizičkih napora na takvim radnim mjestima jer osim utvrđene vrijednosti energetskog ekvivalenta treba strogo voditi računa o vremenu utrošenom za svaku pojedinu radnu operaciju (6). Kod montažnih radilišta potrebno je osim toga voditi računa o klimatskim faktorima, stanju statičkih organa kao i o kardiovaskularnom sustavu s obzirom na niz stresnih situacija kojima je montažer izvrnut u tijeku rada.

METODE RADA

Utrošak energije određivan je u dvije faze. U prvoj fazi pratio se kronometrijski rad pojedinca na određenim radnim mjestima i bilježilo se vrijeme u minutama utrošeno za te radove. Time je dobiven uvid u trajanje efektivnog rada te vremena utrošenog na pripreme, odmore i ostale radove. U drugoj fazi rada (prema Međunarodnom biološkom programu) energetska potrošnja pojedinice radnje u jedinici vremena određivan je indirektnom kalorimetrijom. Respirimetrom po Franz-Mülleru mjerila se ventilacija u litrama a poznavanjem utrošenog vremena za pojedine radnje može se dobiti uvid u ventilaciju u jednoj minuti (7). Respirimetar omogućuje prikupljanje uzoraka izdahnutog zraka pri obavljanju pojedinih radova. Uzorci izdahnutog zraka uzimaju se tijekom redovnog rada, i to od svakog ispitanika po nekoliko uzoraka, kako bi se dobili što točniji rezultati. Uzorci zraka prikupljaju se u gumene balone, prebacuju u staklene recipijente i prenose u laboratorij gdje se analiziraju.

Izdahnuti zrak analiziran je s obzirom na sadržaj ugljičnog dioksida i kisika metodom po Scholanderu (8). Postoci kisika u izdahnutom zraku preračunati su u energiju pomoću formule po Weiru (9):

$$\text{Utrošak energije (kJ/min)} = 4,92 \times V_E \times \frac{(20,93 - F_{EO_2})}{100} \times 4,18 \text{ u kJ}$$

V_E = ventilacija u litrama na minutu

F_{EO_2} = postotak kisika u izdahnutom zraku

20,93 = postotak kisika u atmosferskom zraku. Ta se vrijednost posebno određuje na svakom radnom mjestu, pa se taj broj uvijek mijenja.

U tako dobivenim vrijednostima sadržane su i vrijednosti bazalnog metabolizma za jedinicu vremena. Svi su rezultati ispravljani s obzirom na temperaturu i atmosferski tlak.

REZULTATI I RASPRAVA

Na tablici 1. prikazani su rezultati ventilacije te utrošak energije u kcal i kJ za neke specifične radove montažera vanjskog vodovoda, i to kod montaže plastičnih i metalnih cijevi. Pri obavljanju nekih radova energetska je potrošnja veoma visoka. Na primjer pri prenošenju metalnih cijevi teških 228 kg energetska potrošnja iznosi više od 44 kJ/min, što prema svim kriterijima svakako pripada u teške radove. Naši ispitanici pripadaju u dobnu skupinu od 30 do 39 godina pa se s rezultatom od 44 kJ/min nalaze na granici teškog i vrlo teškog rada, međutim za nekoliko godina, kada prijeđu u skupinu od 40 do 49 godina, bit će to za njih veoma težak rad.

Tablica 1. Energetski ekvivalenti tipičnih aktivnosti montera metalnih i plastičnih cijevi vanjskog vodovoda i kanalizacije
 Table 1 Energy expenditure for typical activities of workers mounting metallic and plastic tubes

Aktivnost	Energetski ekvivalenti			
	V _E	kcal/min	kJ/min	kJ/kg min
Varenje metalne cijevi nad rovom i brušenje vara	21,4	4,441	18,650	0,252
Prinošenje metalne cijevi nad rov i podešavanje (tež. 228 kg)	48,6	10,668	44,804	0,622
Utovar, istovar, prijenos opreme za varenje, spajanje i freziranje	32,25	7,626	32,043	0,445
Podešavanje plastične cijevi za varenje i freziranje	44,94	10,942	45,957	0,638

V_E = ventilacija u litrama na minutu

Tablica 2. Utrošak energije (kJ/sat) montera pri montaži metalnih cijevi vanjskog vodovoda i kanalizacije
 Table 2 Energy expenditure (kJ/hour) in workers mounting metallic tubes

Radni sat	Efektivni rad		Pripremni radovi		Ukupno	
	kJ	%	kJ	%	kJ	%
1	-	-	1322	100	1322	14
2	746	63	441	37	1187	12
3	801	68	375	32	1176	12
4	840	72	331	28	1171	12
5	596	49	617	51	1213	13
6	746	63	441	37	1187	12
7	821	70	352	30	1173	12
8	672	56	530	44	1202	13
Ukupno	5222	54	4409	46	9631	100

Tablica 3. Utrošak energije (kJ/sat) montera na montaži plastičnih cijevi vanjskog vodovoda i kanalizacije
 Table 3 Energy expenditure (kJ/hour) in workers mounting plastic tubes

Radni sat	Efektivni rad		Pripremni radovi		Ukupno	
	kJ	%	kJ	%	kJ	%
1	607	55	488	45	1095	13
2	797	67	394	33	1191	14
3	645	60	434	40	1079	13
4	721	64	414	36	1135	14
5	341	40	515	60	856	10
6	758	65	404	35	1162	14
7	683	62	426	38	1109	13
8	228	29	545	71	773	9
Ukupno	4780	57	3620	43	8400	100

Na tablicama 2. i 3. prikazan je utrošak radnog vremena i energetska potrošnja za montažera metalnih i plastičnih cijevi. Posebno treba istaknuti da su poluge na uređaju za spajanje plastičnih cijevi veoma kratke, zbog skućena prostora, pa mnogi poslovi zahtijevaju izvanredni fizički napor i veliku energetska potrošnju, kao na primjer pri radu s frezerom. Rad na otvorenom često u nepovoljnim klimatskim uvjetima povećava fizičke napore i dodatno opterećuje posebno kardiovaskularni sustav.

Tablica 4. Trajanje (min) i energetska potrošnja (kJ) za karakteristične poslove pri montaži metalnih cijevi

Table 4 Time (min) and energy expenditure (kJ) for typical jobs in mounting metallic tubes

Djelatnost	Trajanje (min)	Energetska potrošnja (kJ)
Priprema opreme i materijala, utovar i istovar iz vozila na početku i svršetku radnog vremena	30	691,29
Donošenje metalne cijevi nad rov i podešavanje za varenje (težina jedne cijevi 228 kg)	22	985,69
Spajanje cijevi varenjem, brušenje vara	280	5222,00
Prinošenje opreme na novu poziciju	48	1538,06
Odmor	30	189,00
Hodanje, stajanje, sjedenje	70	735,00
Ukupno	480	9631,04

Tablica 5. Trajanje (min) i energetska potrošnja (kJ) za karakteristične poslove pri montaži plastičnih cijevi

Table 5 Time (min) and energy expenditure (kJ) for typical jobs in mounting plastic tubes

Djelatnost	Trajanje (min)	Energetska potrošnja (kJ)
Priprema opreme i materijala, utovar i istovar iz vozila na početku i svršetku radnog vremena	25	800,16
Podešavanje plastičnih cijevi za varenje (rezanje, fiksiranje u uređaj za spajanje cijevi, freziranje okrajaka cijevi)	54	2481,68
Varenje okrajaka plastičnih cijevi, grijanje i spajanje	24	252,10
Prenošenje opreme na novu poziciju	48	1538,06
Zastoji radi čekanja na hlađenje zavarene cijevi	96	1008,00
Odmor	30	189,00
Hodanje, stajanje, sjedenje	203	2131,00
Ukupno	480	8400,00

Tablica 6. Dnevna energetska potrošnja (kJ) montera pri montaži metalnih i plastičnih cijevi na vanjskom vodovodu i kanalizaciji

Table 6 Daily energy expenditure in workers mounting metallic and plastic tubes

Djelatnost	Energetska potrošnja na montaži	
	metalnih cijevi (kJ)	plastičnih cijevi (kJ)
Radno vrijeme 8 sati	9631	8400
Slobodno vrijeme	2520	2520
Bazalni metabolizam, 16 sati	5027	5040
Ukupno	17178	15960

Energetska potrošnja za 8 radnih sati iznosila je za montažu metalnih cijevi 9631 kJ (tablica 4), a za montažu plastičnih cijevi samo 8400 kJ (tablica 5). Dnevna energetska potrošnja radnika na montaži metalnih cijevi iznosila je 17178 kJ, a na montaži plastičnih cijevi 15900 kJ (tablica 6).

ZAKLJUČAK

Velika energetska potrošnja za obavljanje pojedinih radnji (i više od 45 kJ/min), visoka energetska potrošnja za osmosatno radno vrijeme (9631 kJ) kao i za čitav dan (više od 17 000 kJ), veoma težak položaj prilikom izvođenja radova, uzak prostor u rovovima, teško kretanje po lošem terenu, bespuću, uz prenošenje veoma teških tereta, loše klimatske prilike, atmosferilije, hladnoća ili velika toplina jesu elementi koji upućuju na veliko opterećenje čitavog niza sustava u organizmu zaposlenih radnika te nameću potrebu da se taj rad kvalificira kao fizički veoma naporan rad. Posebnu pažnju treba pritom obratiti na stanje kardiovaskularnog sustava, koji svojim ubrzanim radom (puls više od 140 udaraca u minuti) i povećanim tlakom (više od 160) upozorava na veliko opterećenje kojem je izložen.

LITERATURA

1. Passmore R, Durnin JVGA. Human energy expenditure. *Physiol Rev* 1955;35:801.
2. Durnin JVGA, Passmore R. Energy, work and leisure. London: Heinemann educational books Ltd 1967.
3. Maver H, Kovačević M, Grgić Z. Energetska potrošnja rudara na vanjskom kopu. *Arh hig rada toksikol* 1969;20:167.
4. Maver H, Kovačević M, Grgić Z, Rudan P, Muftić O, Taboršak D. Ergonomija. Zagreb: RSSIZ i HLZ 1983.

5. Anderson LK, Rutenfranz J, Mastroni R, Seliger V. Habitual physical activity and health. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 1978.
6. Grandjean E. Fitting the task to the man. London: Taylor and Francis Ltd, 1980.
7. Müller EA, Franz H. Energieverbrauchmessungen bei beruflicher Arbeit mit einer verbesserten Respiration. Gesuhr Arbeitsphysiologie 1952;14:499.
8. Scholander PF. J. Biol Chem 1947:167;235.
9. Weir J. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. J Physiol 1949;109:1.

Summary

ENERGY EXPENDITURE IN WORKERS MOUNTING PLASTIC AND METALLIC WATER AND SEWAGE TUBES

The mounting of plastic and metallic water and sewage tubes is the type of work that requires a very high energy expenditure: 45 kJ/min, 9631 kJ for eight working hours and about 17 000 kJ for a working day. Working conditions involve a very demanding working posture, carrying of heavy loads and poor weather conditions. The work is considered to be very heavy physical work.

Keys terms:

cardiovascular system, mounting work-site, physical load

Requests for reprints:

Prof. dr. H. Maver
Institut za antropologiju
Jurjevska 31/IA
41000 Zagreb, Hrvatska